



(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)



1-0029667

(51)⁷ H02M 1/12; H02P 27/04; H02P 21/00; (13) B
H02J 3/01; H02M 7/797

(21) 1-2016-01585

(22) 30/09/2014

(86) PCT/JP2014/005007 30/09/2014

(87) WO 2015/045425 02/04/2015

(30) 2013-205576 30/09/2013 JP

(45) 25/10/2021 403

(43) 25/07/2016 340A

(73) DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (JP)

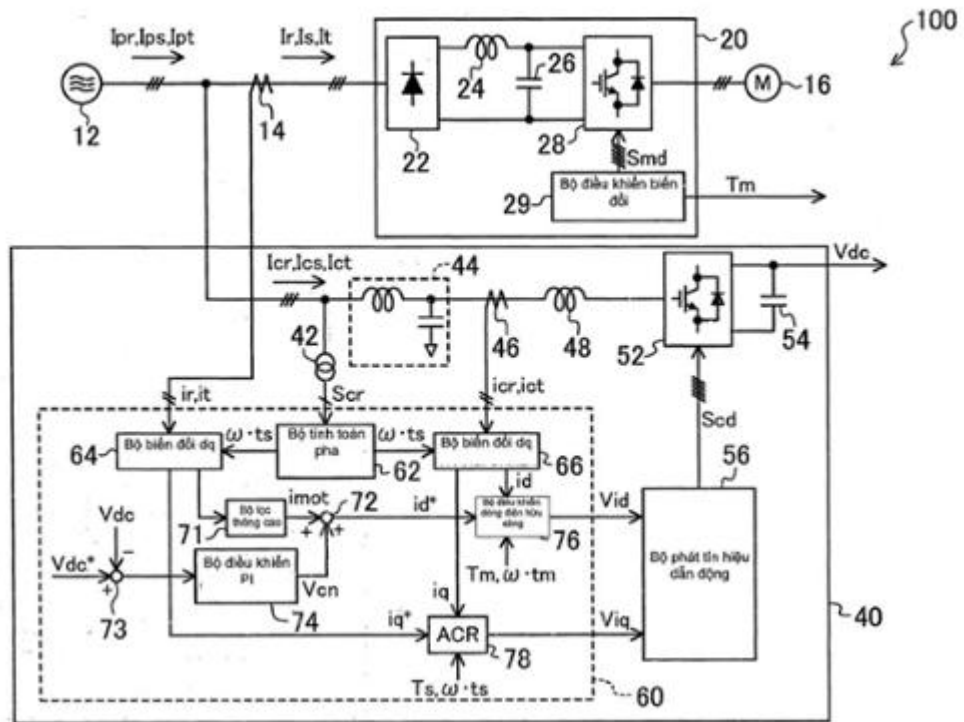
Umeda Center Building, 4-12, Nakazaki-nishi 2-chome, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka
530-8323, Japan

(72) KAWASHIMA, Reiji (JP).

(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ BIẾN ĐỔI ĐIỆN

(57) Sáng chế đề cập đến kỹ thuật làm suy giảm các sóng hài do chuyển động quay của mô-tơ và được tạo ra trong dòng điện của nguồn cấp điện. Thiết bị biến đổi điện này bao gồm máy phát dòng điện bù (52) được tạo kết cấu để điều khiển các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) truyền giữa bản thân máy phát dòng điện bù (52) và nguồn cấp điện AC (12), và bộ điều khiển bù (60; 260) được tạo kết cấu để thu được các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (Vid, Viq) sao cho các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) truyền từ nguồn cấp điện AC (12) vào bộ chỉnh lưu (22) và do chuyển động quay của mô-tơ (16) và thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) và phụ thuộc vào chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC (12).



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị biến đổi điện được tạo kết cấu để biến đổi điện áp AC thành điện áp AC có các tần số khác nhau, và cụ thể hơn là đề cập đến phương pháp để làm suy giảm các sóng hài.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Nói chung, bộ biến đổi điện bao gồm bộ chỉnh lưu để biến đổi điện áp AC của nguồn cấp điện AC thành điện áp DC, tụ hóa để san bằng điện áp DC, và bộ đảo lưu dạng điện áp để biến đổi điện áp DC thành điện áp AC đã được sử dụng một cách rộng rãi.

Ví dụ, tài liệu sáng chế 1 bộc lộ bộ triệt sóng hài của nguồn cấp điện để bù cho dòng điện hài truyền từ nguồn cấp điện đến bộ biến đổi điện thông thường này. Lưu ý một thực tế là dòng điện hài có tính chu kỳ, trong đó một chu kỳ tương ứng với một chu kỳ của tần số của nguồn cấp điện, bộ triệt sóng hài của nguồn cấp điện này tính toán tích phân của các độ lớn sai số giữa các lệnh bù và các đầu ra được bù thực tế trong từng pha của điện áp cấp, và điều khiển đầu ra được bù của bộ triệt sóng hài của nguồn cấp điện dựa trên kết quả này.

Danh sách tài liệu đối chứng

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Công bố đơn yêu cầu cấp patent Nhật Bản số 2001-186752

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Bộ biến đổi điện không sử dụng bất kỳ tụ hóa nào và được thiết kế sao cho điện áp DC được kết xuất từ bộ chỉnh lưu có các dao động tương ứng với tần số của nguồn cấp điện đã được biết đến. Bộ biến đổi điện này không cần bất kỳ tụ hóa hoặc các cuộn cảm có kích thước tương đối lớn nào, và do đó, có thể có kích thước nhỏ hơn. Tuy

nhiên, trong bộ biến đổi điện này, không tụ hóa nào có chức năng làm các phần tử lưu trữ năng lượng được sử dụng, và chỉ các tụ điện có điện dung tương đối nhỏ được sử dụng. Do đó, các dao động được tạo ra trong điện áp DC và công suất tác dụng. Cụ thể là khi bộ biến đổi điện dẫn động mô tơ quấn dây tập trung, thì dòng điện được cấp từ nguồn cấp điện AC sẽ bao gồm rất nhiều sóng hài do chuyển động quay của mô tơ.

Bộ triệt sóng hài của nguồn cấp điện theo tài liệu sáng chế 1 có thể bù cho các sóng hài, trong đó một chu kỳ tương ứng với một chu kỳ của tần số của nguồn cấp điện, và nhờ đó làm suy giảm các sóng hài của dòng điện của nguồn cấp điện. Tuy nhiên, tần số của các sóng hài gây ra do mô tơ quay ở các vận tốc khác nhau không khớp với tần số của nguồn cấp điện. Do đó, bộ triệt sóng hài của nguồn cấp điện theo tài liệu sáng chế 1 không thể bù cho các sóng hài này.

Do đó, mục đích của sáng chế là làm suy giảm các sóng hài của dòng điện của nguồn cấp điện do chuyển động quay của mô tơ.

Giải pháp kỹ thuật

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất bao gồm: bộ biến đổi điện 20; và bộ bù dòng điện 40. Bộ biến đổi điện 20 bao gồm: bộ chỉnh lưu 22 được tạo kết cấu để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều được cấp từ nguồn cấp điện AC 12 và kết xuất dòng điện một chiều dao động; bộ đảo lưu 28 được tạo kết cấu để biến đổi dòng điện một chiều thành dòng điện xoay chiều để dẫn động mô tơ 16; và tụ điện có điện dung nhỏ 26 được đấu nối giữa các nút đầu vào của bộ đảo lưu 28. Bộ bù dòng điện 40 bao gồm: tụ bù dòng điện 54; máy phát dòng điện bù 52 có đầu vào được đấu nối với nguồn cấp điện AC 12 và đầu ra được đấu nối với tụ bù dòng điện 54, và thực hiện hoạt động chuyển mạch theo tín hiệu dẫn động (Scd), nhờ đó điều khiển các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) truyền giữa bản thân máy phát dòng điện bù 52 và nguồn cấp điện AC 12; bộ điều khiển bù 60; 260 được tạo kết cấu để thu được các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (Vid, Viq) sao cho các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài có trong các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) truyền từ nguồn cấp điện AC 12 vào bộ chỉnh lưu 22 và do chuyển động quay của mô tơ 16 và thành phần sóng hài có trong các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) và phụ thuộc vào chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12; và máy phát tín hiệu dẫn động 56 được tạo kết cấu để tạo ra tín hiệu dẫn động (Scd)

dựa trên các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (Vid, Viq).

Theo khía cạnh này, bộ điều khiển bù 60 thu được các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (Vid, Viq) sao cho thành phần vô công của các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài do chuyển động quay của mô tơ 16 và thành phần sóng hài phụ thuộc vào chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Do đó, các sóng hài được gây ra trong dòng điện của nguồn cấp điện do quay mô tơ 16 có thể được làm suy giảm. Các sóng hài của dòng điện của nguồn cấp điện có thể được làm suy giảm đặc biệt đáng kể trong thiết bị biến đổi điện chỉ sử dụng tụ điện có điện dung tương đối nhỏ và được tạo kết cấu sao cho điện áp DC được kết xuất từ bộ chỉnh lưu có dao động tương ứng với tần số của nguồn cấp điện.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ hai là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất. Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ hai còn bao gồm cuộn cảm 24 được đấu nối giữa nút đầu ra của bộ chỉnh lưu 22 và một trong số các nút đầu vào của bộ đảo lưu 28. Điện cảm của cuộn cảm 24 và điện dung của tụ điện có điện dung nhỏ 26 được thiết lập sao cho bộ lọc được tạo thành bởi cuộn cảm 24 và tụ điện có điện dung nhỏ 26 làm tắt thành phần dòng điện có cùng tần số với sóng mang được sử dụng để tạo ra tín hiệu điều khiển dùng cho bộ đảo lưu 28.

Theo khía cạnh này, thành phần dòng điện có cùng tần số với sóng mang được sử dụng để tạo ra tín hiệu điều khiển dùng cho bộ đảo lưu 28 có thể được ngăn không truyền vào nguồn cấp điện AC 12.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ ba là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất. Theo khía cạnh thứ ba, các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (Vid, Viq) bao gồm trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) và trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq). Bộ điều khiển bù 60; 260 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) sao cho thành phần hữu công của các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) truyền từ nguồn cấp điện AC 12 vào bộ chỉnh lưu 22 và do chuyển động quay của mô tơ 16, và thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq) sao cho thành phần vô công của các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) và phụ thuộc vào chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12.

Theo khía cạnh này, thành phần sóng hài do chuyển động quay của mô tơ 16 có thể được triệt tiêu nhờ trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) và thành phần sóng hài phụ thuộc vào chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12 có thể được triệt tiêu nhờ trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq).

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ tư là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ ba. Theo khía cạnh thứ tư, bộ điều khiển bù 60 bao gồm: bộ lọc thông cao 71 được tạo kết cấu để trích xuất và kết xuất thành phần tần số-cao (imot) từ thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải; bộ cộng 72 được tạo kết cấu để kết xuất kết quả phép cộng (id^*) bằng cách cộng trị số hiệu chỉnh điện áp (V_{cn}), thu được dựa trên kết quả phép trừ đã được tính toán bằng cách lấy trị số chỉ thị (V_{dc}^*) của điện áp (V_{dc}) của tụ bù dòng điện 54 trừ đi điện áp (V_{dc}) này, vào kết quả đầu ra của bộ lọc thông cao 71; bộ điều khiển dòng điện hữu công 76; 276; 376; 476 được tạo kết cấu để thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) sao cho thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù khử kết quả phép cộng (id^*); và bộ điều khiển dòng điện vô công 78; 278; 378; 478 được tạo kết cấu để thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq) sao cho thành phần vô công (iq) của các dòng điện bù khử thành phần vô công (iq^*) của các dòng điện phụ tải.

Theo khía cạnh này, bộ điều khiển dòng điện hữu công 76; 276; 376 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) sao cho thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù khử kết quả phép cộng (id^*), và bộ điều khiển dòng điện vô công 78; 278; 378 thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq) sao cho thành phần vô công (iq) của các dòng điện bù khử thành phần vô công (iq^*) của các dòng điện phụ tải. Do đó, các thành phần sóng hài trong dòng điện của nguồn cấp điện có thể được làm suy giảm.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ năm là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ tư. Theo khía cạnh thứ năm, bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 bao gồm bộ bù sớm thứ nhất 82 được tạo kết cấu để làm trễ kết quả phép cộng (id^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào kết quả phép cộng (id^*), và thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) dựa trên kết quả phép cộng ($id2^*$) đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất 82. Bộ điều khiển dòng điện vô công 78 bao gồm bộ bù sớm thứ hai 92 được tạo kết cấu để làm trễ thành phần vô công (iq^*) của các dòng điện phụ

tải theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải, và thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) dựa trên thành phần vô công (i_q^{2*}) của các dòng điện phụ tải đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai 92.

Theo khía cạnh này, bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 làm trễ kết quả phép cộng (i_d^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô-tơ 16, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào kết quả phép cộng (i_d^*) trong đó dạng sóng là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định. Ngoài ra, bộ điều khiển dòng điện vô công 78 làm trễ thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần vô công (i_q^*) của dòng điện phụ tải trong đó dạng sóng là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định. Do đó, ảnh hưởng của độ trễ gây ra bởi bộ bù dòng điện 40 có thể được làm suy giảm.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ sáu là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ năm. Theo khía cạnh thứ sáu, bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 còn bao gồm: bộ trừ thứ nhất 83 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng (i_d^{2*}) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất 82 và thành phần hữu công (i_d) của các dòng điện bù; và bộ tính toán thứ nhất 84 được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất 83 làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}). Bộ điều khiển dòng điện vô công 78 còn bao gồm: bộ trừ thứ hai 93 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công (i_q^{2*}) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai 92 và thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù; và bộ tính toán thứ hai 94 được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai 93 làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

Theo khía cạnh này, bộ trừ thứ nhất 83 tính toán độ lệch của thành phần hữu công (i_d) của các dòng điện bù đối với kết quả phép cộng (i_d^{2*}) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất 82, và bộ trừ thứ hai 93 tính toán độ lệch của thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù đối với thành phần vô công (i_q^{2*}) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai 92. Do đó, trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) và trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) có thể thu được một cách phù hợp.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ bảy là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ năm. Theo khía cạnh thứ bảy, bộ điều khiển dòng điện hữu công 376 còn bao gồm: bộ trừ thứ nhất 83 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng ($id2^*$) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất 82 và thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù; bộ tính toán thứ nhất 84 được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất 83; bộ điều khiển truyền thẳng thứ nhất 88 được tạo kết cấu để tính toán trị số dựa trên kết quả phép cộng ($id2^*$) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất 82; và bộ cộng thứ nhất 85 được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất 84 và trị số thu được nhờ bộ điều khiển truyền thẳng thứ nhất 88 làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}). Bộ điều khiển dòng điện vô công 378 còn bao gồm: bộ trừ thứ hai 93 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công ($iq2^*$) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai 92 và thành phần vô công (iq) của các dòng điện bù; bộ tính toán thứ hai 94 được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai 93; bộ điều khiển truyền thẳng thứ hai 98 được tạo kết cấu để tính toán trị số dựa trên thành phần vô công ($iq2^*$) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai 92; và bộ cộng thứ hai 95 được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số thu được nhờ bộ tính toán thứ hai 94 và trị số thu được nhờ bộ điều khiển truyền thẳng thứ hai 98 làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

Theo khía cạnh này, bộ điều khiển truyền thẳng thứ nhất và thứ hai 88, 98 được đề xuất, và không chỉ điều khiển phản hồi mà điều khiển truyền thẳng cũng được thực hiện. Do đó, các sóng hài do chuyển động quay của mô tơ 16 có thể được bù lại với độ ổn định tốt.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ tám là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ năm. Theo khía cạnh thứ tám, bộ bù dòng điện 40 còn bao gồm cuộn cảm 48 giữa nguồn cấp điện AC 12 và máy phát dòng điện bù 52. Bộ điều khiển dòng điện hữu công 476 còn bao gồm: bộ trừ thứ nhất 83 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng ($id2^*$) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất 82 và thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù; bộ tính toán điện áp thứ nhất 81 được tạo kết cấu để tính toán điện áp (v_{Ld}) của cuộn cảm 48 tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất 83; bộ phận lưu trữ thứ nhất 89 được tạo kết cấu để lưu trị số

đầu vào và kết xuất trị số đầu vào này sau khi đã làm trễ trị số đầu vào một chu kỳ mẫu; bộ trừ thứ hai 87 được tạo kết cấu để tính toán, và lưu trữ trong bộ phận lưu trữ thứ nhất 89, hiệu số giữa điện áp (vLd) của cuộn cảm 48 tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất 83 và đầu ra của bộ phận lưu trữ thứ nhất 89; và bộ cộng thứ nhất 85 được tạo kết cấu để tính toán tổng của hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai 87 và điện áp của nguồn cấp điện AC 12 làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid). Bộ điều khiển dòng điện vô công 478 còn bao gồm: bộ trừ thứ ba 93 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công (i_{q2}^*) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai 92 và thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù; bộ tính toán điện áp thứ hai 91 được tạo kết cấu để tính toán điện áp (vLq) của cuộn cảm 48 tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ ba 93; bộ phận lưu trữ thứ hai 99 được tạo kết cấu để lưu trị số đầu vào và kết xuất trị số đầu vào này sau khi đã làm trễ trị số đầu vào một chu kỳ mẫu; bộ trừ thứ tư 97 được tạo kết cấu để tính toán, và lưu trong bộ phận lưu trữ thứ hai 99, hiệu số giữa điện áp (vLq) của cuộn cảm 48 tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ ba 93 và đầu ra của bộ phận lưu trữ thứ hai 99; và bộ cộng thứ hai 95 được tạo kết cấu để tính toán tổng của hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ tư 97 và điện áp của nguồn cấp điện AC 12 làm trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq).

Theo khía cạnh này, độ trễ pha của thành phần tần số-cao ($imot$) có thể được bù lại, và ảnh hưởng của độ trễ phát hiện của máy biến dòng 14 và sự biến dạng sóng gây ra bởi bộ lọc thông cao 71 có thể được làm suy giảm.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ chín là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ tư. Theo khía cạnh thứ chín, bộ điều khiển dòng điện hữu công 276 bao gồm: bộ trừ thứ nhất 83 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng (id^*) và thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù; bộ tính toán thứ nhất 84 được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất 83 làm trị số điều khiển (id_out); bộ điều khiển theo chu kỳ thứ nhất 86 được tạo kết cấu để tính toán kết quả cộng dồn (id_rpt) bằng cách cộng dồn qua nhiều chu kỳ, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu, một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (id_out) thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất 84 trong một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16; và bộ cộng thứ nhất 85 được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số điều khiển (id_out) thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất 84 và

kết quả cộng dồn (id_rpt) thu được nhờ bộ điều khiển theo chu kỳ thứ nhất 86 làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid). Bộ điều khiển dòng điện vô công 278 bao gồm: bộ trừ thứ hai 93 được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công (iq^*) của các dòng điện phụ tải và thành phần vô công (iq) của các dòng điện bù; bộ tính toán thứ hai 94 được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai 93 làm trị số điều khiển (iq_out); bộ điều khiển theo chu kỳ thứ hai 96 được tạo kết cấu để tính toán kết quả cộng dồn (iq_rpt) bằng cách cộng dồn qua nhiều chu kỳ, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu, một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (iq_out) thu được nhờ bộ tính toán thứ hai 94 trong một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12; và bộ cộng thứ hai 95 được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số điều khiển (iq_out) thu được nhờ bộ tính toán thứ hai 94 và kết quả cộng dồn (iq_rpt) thu được nhờ bộ điều khiển theo chu kỳ thứ hai 96 làm trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq).

Theo khía cạnh này, các trị số điều khiển (id_out) thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất 84 ở nhiều điểm mẫu lần lượt được cộng dồn qua nhiều chu kỳ của chuyển động quay của mô tơ 16, và các trị số điều khiển (iq_out) thu được nhờ bộ tính toán thứ hai 94 ở nhiều điểm mẫu lần lượt được cộng dồn qua nhiều chu kỳ của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Do đó, thành phần sóng hài của dòng điện phụ tải, trong đó dạng sóng là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định, có thể được làm suy giảm.

Thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ mười là một phương án của thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ ba. Theo khía cạnh thứ mười, bộ điều khiển bù 260 bao gồm: bộ lọc thông cao 71 được tạo kết cấu để trích xuất và kết xuất thành phần tần số-cao ($imot$) từ thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải; bộ điều khiển độ trễ 75 được tạo kết cấu để thu được thành phần tần số-cao được bù-trễ ($Vmot$) bằng cách bù cho độ trễ của thành phần tần số-cao ($imot$) được kết xuất từ bộ lọc thông cao 71; bộ điều khiển dòng điện hữu công 576 được tạo kết cấu để tính toán trị số để thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) sao cho thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù khử trị số hiệu chỉnh điện áp (id^*) thu được dựa trên kết quả phép trừ đã được tính toán bằng cách lấy trị số chỉ thị (Vdc^*) của điện áp (Vdc) của tụ bù dòng điện 54 trừ đi điện áp (Vdc) này; bộ cộng 77 được tạo kết cấu để thu được kết quả phép cộng

bằng cách cộng thành phần tần số-cao được bù-trễ (V_{mot}) vào trị số thu được nhờ bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}); và bộ điều khiển dòng điện vô công 78 được tạo kết cấu để thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) sao cho thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù khử thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải.

Theo khía cạnh này, thành phần tần số-cao (i_{mot}) của thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải được truyền thẳng. Nhờ đó, điều này cải thiện khả năng đáp ứng của việc điều khiển.

Hiệu quả đạt được của sáng chế

Nhờ thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh bất kỳ từ khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ mười, các sóng hài được gây ra trong dòng điện của nguồn cấp điện do quay mô tơ có thể được làm suy giảm. Kết quả là, các sóng hài trong dòng điện của nguồn cấp điện cũng có thể được làm suy giảm ngay cả trong thiết bị biến đổi điện chỉ sử dụng tụ điện có điện dung tương đối nhỏ.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

FIG.1 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu ví dụ của thiết bị biến đổi điện theo một phương án của sáng chế.

FIG.2 là sơ đồ mạch điện thể hiện kết cấu ví dụ của bộ biến đổi điện được thể hiện trên FIG.1.

FIG.3 là sơ đồ mạch điện thể hiện kết cấu ví dụ của máy phát dòng điện bù được thể hiện trên FIG.1.

FIG.4 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ cụ thể của bộ điều khiển dòng điện hữu công và bộ điều khiển dòng điện vô công được thể hiện trên FIG.1.

FIG.5 là biểu đồ thể hiện các dạng sóng ví dụ của dòng điện trong thiết bị biến đổi điện được thể hiện trên FIG.1.

FIG.6 là biểu đồ thể hiện các dạng sóng ví dụ của dòng điện trong thiết bị biến đổi điện thông thường.

FIG.7 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác của bộ điều khiển dòng điện hữu công và bộ điều khiển dòng điện vô công được thể hiện trên FIG.1.

FIG.8 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu ví dụ của bộ điều khiển theo chu kỳ được thể hiện trên FIG.7.

FIG.9 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác nữa của bộ điều khiển dòng điện hữu công và bộ điều khiển dòng điện vô công được thể hiện trên FIG.1.

FIG.10 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác nữa của bộ điều khiển dòng điện hữu công và bộ điều khiển dòng điện vô công được thể hiện trên FIG.1.

FIG.11 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu ví dụ của biến thể của thiết bị biến đổi điện theo một phương án của sáng chế.

FIG.12 là sơ đồ khối thể hiện các khối góp phần ước lượng một chu kỳ của chuyển động quay.

FIG.13 là sơ đồ khối thể hiện các khối góp phần điều chỉnh chu kỳ.

Mô tả chi tiết sáng chế

Bây giờ, các phương án theo sáng chế sẽ được mô tả với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo, trong đó mỗi tập hợp các phần tử giống hoặc tương tự nhau, mà kết hợp với nhau, được xác định bởi các số chỉ dẫn tương ứng, trong đó các phần tử này có chung hai chữ số thấp nhất. Ngoài ra, các dạng đầu nối bao gồm đầu nối trực tiếp và đầu nối gián tiếp.

FIG.1 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu ví dụ của thiết bị biến đổi điện 100 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị biến đổi điện 100 được thể hiện trên FIG.1 bao gồm bộ biến đổi điện 20 và bộ bù dòng điện 40. Bộ biến đổi điện 20 biến đổi các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) được cấp từ nguồn cấp điện AC 12, các dòng điện này kết xuất các dòng điện xoay chiều ba-pha, thành các dòng điện có tần số mong muốn bất kỳ, và cấp các dòng điện này cho mô tơ 16. Mô tơ 16 là mô tơ AC ba-pha, và có thể dẫn động máy nén được trang bị cho mạch lạnh của máy điều hòa không khí, chẳng hạn.

Bộ bù dòng điện 40 tiếp nhận và cấp các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) từ/cho

nguồn cấp điện AC 12. Theo ví dụ này, các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) truyền từ nguồn cấp điện AC ba-pha 12 đến bộ bù dòng điện 40 ở đây được gọi là các dòng điện truyền theo hướng dương (hoặc hướng thuận). Trong pha bất kỳ trong số các pha này, từng dòng điện trong số các dòng điện cấp (I_{pr} , I_{ps} , I_{pt}) được cấp từ nguồn cấp điện AC 12 là tổng của một dòng điện liên kết trong số các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) và một dòng điện liên kết trong số các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}).

Theo ví dụ sau, nguồn cấp điện AC 12 được cho là nguồn cấp điện kết xuất các dòng điện xoay chiều ba-pha. Tuy nhiên, nguồn cấp điện AC 12 cũng có thể là nguồn cấp điện kết xuất dòng điện xoay chiều một-pha hoặc các dòng điện có số lượng pha bất kỳ khác.

Bộ biến đổi điện

FIG.2 là sơ đồ mạch điện thể hiện kết cấu ví dụ của bộ biến đổi điện 20 được thể hiện trên FIG.1. Bộ biến đổi điện 20 bao gồm bộ chỉnh lưu 22, cuộn cảm 24, tụ điện có điện dung nhỏ 26, bộ đảo lưu 28, và bộ điều khiển biến đổi 29. Bộ chỉnh lưu 22 được đấu nối với nguồn cấp điện AC 12 và thực hiện chỉnh lưu toàn sóng trên dòng điện xoay chiều được cấp từ nguồn cấp điện AC 12, nhờ đó kết xuất dòng điện một chiều dao động (cụ thể là, dòng điện dao động). Theo ví dụ này, bộ chỉnh lưu 22 bao gồm sáu điốt.

Một đầu cuối của cuộn cảm 24 được đấu nối với một trong hai nút đầu ra của bộ chỉnh lưu 22, trong khi đầu cuối còn lại của cuộn cảm 24 được đấu nối với một trong số hai nút đầu vào của bộ đảo lưu 28. Tụ điện 26 được đấu nối giữa đầu cuối còn lại của cuộn cảm 24 và nút đầu ra còn lại của bộ chỉnh lưu 22. Tụ điện 26 được đấu nối giữa hai nút đầu ra của bộ chỉnh lưu 22 thông qua cuộn cảm 24. Tụ điện 26 được cấp điện áp dòng điện một chiều dao động được kết xuất từ bộ chỉnh lưu 22. Tụ điện 26 này cũng được đấu nối giữa hai nút đầu vào của bộ đảo lưu 28.

Ví dụ, tụ điện 26 có thể là tụ điện màng mỏng. Tụ điện 26 này có điện dung tĩnh cho phép bản thân tụ điện 26 chỉ san bằng điện áp dư (cụ thể là, sự biến thiên điện áp) được tạo ra ở tần số chuyển mạch trong khi các phần tử chuyển mạch (sẽ được mô tả sau đây) của bộ đảo lưu 28 đang thực hiện hoạt động chuyển mạch. Tức là, tụ điện 26 là tụ điện có điện dung nhỏ mà không có điện dung tĩnh cho phép bản thân tụ điện 26

san bằng điện áp đầu ra dao động của bộ chỉnh lưu 22. Nói cách khác, tụ điện 26 không có điện dung tĩnh cho phép bản thân tụ điện 26 khử sự biến thiên điện áp trong dòng điện dao động này phụ thuộc vào sự biến thiên theo chu kỳ của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Do đó, điện áp của tụ điện 26 và điện áp đầu ra của bộ chỉnh lưu 22 có dao động, và tỉ số của trị số lớn nhất trên trị số nhỏ nhất của các điện áp này tương đối lớn. Ví dụ, tỉ số này có thể bằng hoặc lớn hơn hai, nếu nguồn cấp điện AC 12 kết xuất dòng điện xoay chiều một-pha.

Cuộn cảm 24 và tụ điện có điện dung nhỏ 26 tạo thành bộ lọc LC. Điện cảm của cuộn cảm 24 và điện dung của tụ điện có điện dung nhỏ 26 được thiết lập để cho phép bộ lọc này làm tắt thành phần dòng điện có cùng tần số với sóng mang dùng để tạo ra tín hiệu điều khiển dùng cho bộ đảo lưu 28. Do đó, điều này ngăn thành phần dòng điện có cùng tần số với sóng mang không truyền vào nguồn cấp điện AC 12.

Bộ đảo lưu 28 có ba chân, từng chân bao gồm hai phần tử chuyển mạch được đấu nối với nhau thành các dây. Ở từng chân, nút mà ở đó phần tử chuyển mạch (Su1, Sv1 hoặc Sw1) của nhánh trên và phần tử chuyển mạch liên kết (Su2, Sv2 hoặc Sw2) của nhánh dưới được đấu nối với nhau, được đấu nối với cuộn dây của pha tương ứng trong mô tơ 16. Ngoài ra, diốt xoay tự do được đấu nối đối song song với từng phần tử trong số các phần tử chuyển mạch (Su1, Sv1, Sw1, Su2, Sv2, Sw2) này. Bằng cách BẬT và TẮT các phần tử chuyển mạch (Su1, Sv1, Sw1, Su2, Sv2, Sw2) này, bộ đảo lưu 28 biến đổi điện áp đầu vào thành điện áp AC ba-pha, và cấp điện áp này cho mô tơ 16.

Bằng cách sử dụng sóng mang có tần số định trước (ví dụ, bằng khoảng 5 kHz), bộ điều khiển biến đổi 29 tạo ra tín hiệu điều khiển (Smd), tín hiệu này điều hành các phần tử chuyển mạch (Su1, Sv1, Sw1, Su2, Sv2, Sw2) sao cho mô tơ 16 quay ở vận tốc mong muốn. Sau đó, bộ điều khiển biến đổi 29 kết xuất tín hiệu điều khiển (Smd) cho các phần tử chuyển mạch (Su1, Sv1, Sw1, Su2, Sv2, Sw2). Tín hiệu điều khiển (Smd) bao gồm sáu tín hiệu sẽ được cấp cho các điện cực điều khiển tương ứng của các phần tử chuyển mạch (Su1, Sv1, Sw1, Su2, Sv2, Sw2) này. Trong trường hợp này, bộ điều khiển biến đổi 29 điều khiển việc chuyển mạch của bộ đảo lưu 28 sao cho các dòng điện trong các pha tương ứng truyền qua mô tơ 16 dao động một cách đồng bộ với dao động của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Bộ điều khiển biến đổi 29 cũng kết xuất

chu kỳ quay Tm của mô tơ 16 cho bộ điều khiển bù 60.

Bộ bù dòng điện

Bộ bù dòng điện 40 sẽ được mô tả sau đây. Bộ bù dòng điện 40 được thể hiện trên FIG.1 bao gồm bộ biến đổi 42, các bộ lọc 44 dùng cho các pha tương ứng, các cuộn cảm 48 dùng cho các pha tương ứng, máy phát dòng điện bù 52, tụ bù dòng điện 54, máy phát tín hiệu dẫn động 56, và bộ điều khiển bù 60. Bộ điều khiển bù 60 bao gồm bộ tính toán pha 62, các bộ biến đổi dq 64, 66, bộ lọc thông cao 71, bộ cộng 72, bộ trừ 73, bộ điều khiển tích phân tỷ lệ (Proportional Integral, PI) 74, bộ điều khiển dòng điện hữu công 76, và bộ điều khiển dòng điện vô công 78.

Các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) được cấp cho máy phát dòng điện bù 52 qua các bộ lọc 44 và các cuộn cảm 48. Bộ bù dòng điện 40 tạo ra bộ lọc 44 và cuộn cảm 48 dùng cho từng pha trong số ba pha. Từng bộ lọc 44 lọc ra thành phần tần số-cao của dòng điện bù liên kết (I_{cr} , I_{cs} , hoặc I_{ct}) (cụ thể là, thành phần dòng điện được tạo ra bằng cách chuyển mạch trong máy phát dòng điện bù 52). Máy phát dòng điện bù 52 thực hiện hoạt động chuyển mạch theo tín hiệu dẫn động (Scd) được tạo ra bởi máy phát tín hiệu dẫn động 56, nhờ đó điều khiển dòng điện truyền giữa nguồn cấp điện AC 12 và máy phát dòng điện bù 52. Bộ biến đổi 42 biến đổi điện áp trong một pha trong số các đầu ra của nguồn cấp điện AC 12, và kết xuất điện áp là tín hiệu về không (Scr) cho bộ tính toán pha 62.

Bộ điều khiển bù 60 thu được các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (V_{id} , V_{iq}) và cung cấp các trị số này cho máy phát tín hiệu dẫn động 56. Các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (V_{id} , V_{iq}) bao gồm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) và trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

Bộ điều khiển bù 60 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) sao cho thành phần hữu công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần sóng hài (thành phần tần số-cao) trong số các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) do chuyển động quay của mô tơ 16. Cụ thể hơn là, bộ điều khiển bù 60 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) sao cho thành phần hữu công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần sóng hài (thành phần tần số-cao) của thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t). Bộ điều khiển bù 60 cũng thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) sao

cho thành phần vô công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần sóng hài của các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) (ví dụ, các thành phần có tần số cao gấp sáu lần tần số của nguồn cấp điện) phụ thuộc vào chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Cụ thể hơn là, bộ điều khiển bù 60 thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) sao cho thành phần vô công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần vô công của các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t).

Bộ tính toán pha 62 phát hiện pha ($\omega \cdot t_s$) của điện áp cấp dựa trên tín hiệu về không (S_{cr}) và kết xuất pha cho các bộ biến đổi dq 64, 66. Máy biến dòng 14 kết xuất các dòng điện (i_r , i_t) lần lượt tỷ lệ với các dòng điện hai pha (I_r , I_t) trong số các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) cho bộ biến đổi dq 64. Tương tự, máy biến dòng 46 kết xuất các dòng điện (i_{cr} , i_{ct}) lần lượt tỷ lệ với các dòng điện (I_{cr} , I_{ct}) trong hai pha trong số các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) đến bộ biến đổi dq 66.

Bộ biến đổi dq 64 thực hiện việc biến đổi ba pha thành hai pha đối với các dòng điện (i_r , i_t). Lưu ý rằng dòng điện pha còn lại có thể thu được dựa trên các dòng điện (i_r , i_t) này. Do đó, bộ biến đổi dq 64 lần lượt kết xuất thành phần theo trục-d thu được theo cách trên cho bộ lọc thông cao 71 và thành phần theo trục-q (i_q^*) thu được theo cách trên cho bộ điều khiển dòng điện vô công 78.

Bộ biến đổi dq 66 thực hiện việc biến đổi ba pha thành hai pha đối với các dòng điện (i_{cr} , i_{ct}). Lưu ý rằng dòng điện pha còn lại có thể thu được dựa trên các dòng điện (i_{cr} , i_{ct}) này. Do đó, bộ biến đổi dq 66 lần lượt kết xuất thành phần theo trục-d (i_d) thu được theo cách trên cho bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 và thành phần theo trục-q (i_q) thu được theo cách trên cho bộ điều khiển dòng điện vô công 78. Bộ lọc thông cao 71 kết xuất thành phần tần số-cao (i_{mot}) của thành phần theo trục-d thu được nhờ bộ biến đổi dq 64. Như được sử dụng ở đây, trục-d và trục-q là các trục tọa độ của hệ tọa độ quay được đồng bộ với pha ($\omega \cdot t_s$) của điện áp cấp được phát hiện nhờ bộ tính toán pha 62. Cụ thể là, thành phần theo trục-d biểu thị thành phần hữu công, và thành phần theo trục-q biểu thị thành phần vô công.

Thành phần tần số-cao (i_{mot}) là thành phần tần số cao của thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) mà đã được biến đổi thành các dòng điện hai pha. Thành phần theo trục-d (i_d) là thành phần hữu công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct})

mà đã được biến đổi thành các dòng điện hai pha. Thành phần theo trục-q (i_q^*) là thành phần vô công của các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) mà đã được biến đổi thành các dòng điện hai pha. Thành phần theo trục-q (i_q) là thành phần vô công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) mà đã được biến đổi thành các dòng điện hai pha.

Bộ trừ 73 lấy trị số chỉ thị (V_{dc}^*) của điện áp (V_{dc}) của tụ bù dòng điện 54 trừ đi điện áp (V_{dc}) này và kết xuất kết quả phép trừ. Bộ điều khiển PI 74 cộng trị số tỷ lệ với kết quả phép trừ và tích phân kết quả của các phép trừ với nhau, nhờ đó thu được trị số hiệu chỉnh điện áp (V_{cn}). Tuy nhiên, bộ điều khiển PI 74 không nhất thiết phải luôn thu được số hạng tích phân mà chỉ cần thu được và kết xuất ít nhất số hạng tỷ lệ. Bộ cộng 72 cộng trị số hiệu chỉnh điện áp (V_{cn}) vào thành phần tần số-cao (i_{mot}) của thành phần theo trục-d, và kết xuất kết quả phép cộng dưới dạng thành phần theo trục-d (i_d^*) cho bộ điều khiển dòng điện hữu công 76.

Bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 tạo ra trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) sao cho thành phần theo trục-d (i_d) khử thành phần theo trục-d (i_d^*), và kết xuất trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) đến máy phát tín hiệu dẫn động 56. Bộ điều khiển điện áp hữu công 76 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) dựa trên chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16.

Bộ điều khiển dòng điện vô công 78 tạo ra trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) sao cho thành phần theo trục-q (i_q) khử thành phần theo trục-q (i_q^*), và kết xuất trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) cho máy phát tín hiệu dẫn động 56. Bộ điều khiển điện áp vô công 78 thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) dựa trên chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12.

Một cách tùy ý, bộ điều khiển bù 60 có thể còn bao gồm bộ lọc thông cao khác, bộ lọc này kết xuất thành phần tần số-cao (i_{qh}^*) của thành phần theo trục-q (i_q^*) mà đã thu được nhờ bộ biến đổi dq 64. Trong trường hợp này, bộ điều khiển dòng điện vô công 78 sử dụng thành phần tần số-cao (i_{qh}^*) của thành phần theo trục-q (i_q^*), thay cho thành phần theo trục-q (i_q^*).

FIG.3 là sơ đồ mạch điện thể hiện kết cấu ví dụ của máy phát dòng điện bù 52 được thể hiện trên FIG.1. Máy phát dòng điện bù 52 có ba chân, từng chân bao gồm hai phần tử chuyển mạch được đấu nối nối tiếp với nhau. Trong từng chân, nút, mà ở

đó phần tử chuyển mạch (Sr1, Ss1 hoặc St1) của nhánh trên và phần tử chuyển mạch liên kết (Sr2, Ss2 hoặc St2) của nhánh dưới được đấu nối với nhau, được đấu nối với cuộn cảm 48 của pha tương ứng. Ngoài ra, diốt xoay tự do được đấu nối đối song song với từng phần tử trong số các phần tử chuyển mạch (St1, Ss1, St1, Sr2, Ss2, St2) này. Bằng cách BẬT và TẮT các phần tử chuyển mạch (Sr1, Ss1, St1, Sr2, Ss2, St2) này theo tín hiệu dẫn động (Scd), máy phát dòng điện bù 52 điều khiển các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) truyền giữa bản thân máy phát dòng điện bù 52 và nguồn cấp điện AC 12.

Máy phát tín hiệu dẫn động 56 có thể thu được các trị số chỉ thị điện áp pha (V_u^* , V_v^* , V_w^*) theo, ví dụ, các phương trình sau:

$$V_u^* = \sqrt{(2/3)}(\cos\theta_e \times V_{id} - \sin\theta_e \times V_{iq})$$

$$V_v^* = \sqrt{(2/3)}(\cos(\theta_e - 2\pi/3) \times V_{id} - \sin(\theta_e - 2\pi/3) \times V_{iq})$$

$$V_w^* = \sqrt{(2/3)}(\cos(\theta_e + 2\pi/3) \times V_{id} - \sin(\theta_e + 2\pi/3) \times V_{iq})$$

Máy phát tín hiệu dẫn động 56 tạo ra tín hiệu dẫn động (Scd) dựa trên các trị số chỉ thị điện áp pha (V_u^* , V_v^* , V_w^*) này, và sau đó kết xuất tín hiệu dẫn động (Scd) cho máy phát dòng điện bù 52.

FIG.4 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ cụ thể của bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 và bộ điều khiển dòng điện vô công 78 được thể hiện trên FIG.1. Bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 bao gồm bộ bù sớm 82, bộ trừ 83, và bộ điều khiển tỷ lệ-tích phân-vi sai (Proportional-Integral-Differential, PID) 84 thực hiện chức năng làm bộ tính toán thứ nhất. Bộ điều khiển dòng điện vô công 78 bao gồm bộ bù sớm 92, bộ trừ 93, và bộ điều khiển PID 94 thực hiện chức năng làm bộ tính toán thứ hai.

Để bù cho độ trễ thời gian ta gây ra bởi bộ bù dòng điện 40, bộ bù sớm 82 làm trễ thành phần theo trục-d (i_d^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần theo trục-d (i_d^*) có được từ phép cộng. Cụ thể là, bộ bù sớm 82 ghi nhớ dạng sóng của thành phần theo trục-d (i_d^*), thành phần này là kết quả phép cộng thu được nhờ bộ cộng 72, và làm trễ thành phần theo trục-d (i_d^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16, cụ thể là, theo lượng thời gian

bằng

$T_m - T_a$

để bù cho độ trễ thời gian t_a . Do dạng sóng là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định, nên xem như là bộ bù sớm 82 đã cộng độ sớm pha vào thành phần theo trục-d (id^*) theo công thức

$$\varphi_a = 2\pi \cdot t_a / T_m$$

Hơn nữa, khi xem xét chuyển động quay pha ($\omega \cdot t_m$) của mô-đôn 16, thì bộ bù sớm 82 kết xuất thành phần theo trục-d được làm trễ làm thành phần theo trục-d ($id2^*$).

Độ trễ thời gian t_a có thể là lượng thời gian cần để các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) bắt đầu thay đổi nhờ các phần tử chuyển mạch của máy phát dòng điện bù 52 được dẫn động bởi bộ điều khiển bù 60, ví dụ, do các dòng điện phụ tải (I_r , I_t) được phát hiện nhờ máy biến dòng 14. Độ trễ thời gian này bao gồm độ trễ phát hiện gây ra bởi máy biến dòng 14 và độ trễ gây ra bởi bộ lọc thông cao 71.

Bộ trừ 83 tính toán và kết xuất hiệu số (ad) giữa hai thành phần theo trục-d ($id2^*$, id). Bộ điều khiển PID 84 tính toán tổng của các số hạng tỷ lệ, tích phân và vi sai đối với hiệu số (ad) thu được nhờ bộ trừ 83, và kết xuất tổng là trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}). Trong trường hợp này, số hạng tỷ lệ là tích của hệ số tỷ lệ (k_{pd}) và hiệu số (ad), số hạng tích phân là tích của hệ số tích phân (k_{id}) và kết quả phép tích phân của các hiệu số (ad), và số hạng vi sai là tích của hệ số vi sai (k_{dd}) và kết quả phép vi sai của hiệu số (ad). Tuy nhiên, bộ điều khiển PID 84 không nhất thiết phải luôn tính toán số hạng tích phân hoặc số hạng vi sai, mà chỉ cần tính toán và kết xuất ít nhất số hạng tỷ lệ.

Để bù cho độ trễ thời gian (t_b) gây ra bởi bộ bù dòng điện 40, bộ bù sớm 92 làm trễ thành phần theo trục-q (iq^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần theo trục-q (iq^*) tạo thành thành phần vô công của các dòng điện phụ tải. Cụ thể là, bộ bù sớm 92 ghi nhớ dạng sóng của thành phần theo trục-q (iq^*), thành phần này là thành phần vô công của các dòng điện phụ tải, và làm trễ thành phần theo trục-q (iq^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp

điện AC 12, cụ thể là, theo lượng thời gian bằng

$$T_s - t_b$$

để bù cho độ trễ thời gian (t_b). Do dạng sóng của thành phần này là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định, nên xem như là bộ bù sớm 92 đã cộng độ sớm pha vào thành phần theo trục-q (i_q^*) theo công thức

$$\phi_b = 2\pi \cdot t_b / T_s$$

Hơn nữa, khi xem xét pha ($\omega \cdot t_s$) của điện áp cấp, thì bộ bù sớm 92 kết xuất thành phần theo trục-q được làm trễ làm thành phần theo trục-q (i_{q2}^*).

Bộ trừ 93 tính toán và kết xuất hiệu số (a_q) giữa hai trục-q các thành phần (i_{q2}^* , i_q). Bộ điều khiển PID 94 tính toán tổng của các số hạng tỷ lệ, tích phân và vi sai đối với hiệu số (a_q) thu được nhờ bộ trừ 93, và kết xuất tổng là trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}). Trong trường hợp này, số hạng tỷ lệ là tích của hệ số tỷ lệ (k_{pq}) và hiệu số (a_q), số hạng tích phân là tích của hệ số tích phân (k_{iq}) và kết quả phép tích phân của các hiệu số (a_q), và số hạng vi sai là tích của hệ số vi sai (k_{dq}) và kết quả phép vi sai của hiệu số (a_q). Tuy nhiên, bộ điều khiển PID 94 không nhất thiết phải luôn tính toán số hạng tích phân hoặc số hạng vi sai, mà chỉ cần tính toán và kết xuất ít nhất số hạng tỷ lệ.

FIG.5 là biểu đồ thể hiện các dạng sóng ví dụ của dòng điện trong thiết bị biến đổi điện 100 được thể hiện trên FIG.1. Trên FIG.5, được thể hiện là các dạng sóng của dòng điện cấp (I_{pr}), dòng điện phụ tải (i_r), dòng điện bù (i_{cr}), thành phần theo trục-d (i_d), và thành phần theo trục-q (i_q). FIG.6 là biểu đồ thể hiện các dạng sóng ví dụ của dòng điện trong thiết bị biến đổi điện thông thường. Trong thiết bị biến đổi điện này, bộ điều khiển bù 60 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) dựa trên chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. So sánh các kết quả được thể hiện trên FIG.5 và FIG.6 với nhau, có thể thấy rằng các sóng hài có tần số cao hơn tần số (bằng 50 Hz theo ví dụ này) của dòng điện cấp (I_{pr}) và do chuyển động quay của mô tơ 16 được làm suy giảm trong dòng điện cấp (I_{pr}) trên FIG.5.

Như có thể thấy từ phần mô tả trên, trong thiết bị biến đổi điện 100 theo phương án được thể hiện trên FIG.1 này, bộ điều khiển bù 60 thu được trị số chỉ thị điện áp

hữu công (Vid) sao cho thành phần hữu công của các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài của các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It) do chuyển động quay của mô tơ 16, và cũng thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq) sao cho thành phần vô công của các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) khử thành phần sóng hài, của các dòng điện phụ tải (Ir, Is, It), phụ thuộc vào chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Ngoài ra, bộ điều khiển bù 60 thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) dựa trên chu kỳ của chuyển động quay Tm của mô tơ 16, mà không phải chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Do đó, các sóng hài trong dòng điện cấp gây ra do quay mô tơ 16 có thể được làm suy giảm.

Cụ thể là, trong thiết bị biến đổi điện chỉ sử dụng tụ điện có điện dung tương đối nhỏ (và không bao gồm tụ hóa bất kỳ, chẳng hạn) sao cho điện áp DC được kết xuất từ bộ chỉnh lưu có dao động tương ứng với tần số của nguồn cấp điện, các sóng hài trong dòng điện cấp có thể được làm suy giảm. Kết quả là, thiết bị biến đổi điện này cũng có thể tuân theo các nguyên tắc được quy định ở các nước khác nhau về sóng hài trong dòng điện cấp. Do các sóng hài có thể được làm suy giảm, nên điện dung của tụ điện và điện kháng của cuộn cảm trong bộ biến đổi điện có thể được làm suy giảm hơn nữa.

Thành phần hữu công của các dòng điện bù (Icr, Ics, Ict) được tạo ra nhờ bộ bù dòng điện 40 là thành phần sóng hài do chuyển động quay của mô tơ. Do đó, tụ điện có điện dung tương đối nhỏ có thể được sử dụng làm tụ bù dòng điện 54, và không cần sử dụng tụ hóa thực hiện chức năng làm phân tử lưu trữ năng lượng làm tụ bù dòng điện 54.

Bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 làm trễ kết quả phép cộng (id*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay Tm của mô tơ 16, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào kết quả phép cộng (id*) trong đó dạng sóng là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định. Ngoài ra, bộ điều khiển dòng điện vô công 78 làm trễ thành phần vô công (iq*) của các dòng điện phụ tải theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ (Ts) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần vô công (iq*) của các dòng điện phụ tải trong đó dạng sóng là bản sao của các hình dạng sóng tương tự trong trạng thái ổn định. Do đó, ảnh hưởng của độ trễ được gây ra trong bộ bù dòng điện 40 có thể giảm đi.

FIG.7 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác của bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 và bộ điều khiển dòng điện vô công 78 được thể hiện trên FIG.1. Bộ điều khiển dòng điện hữu công 276 bao gồm bộ trừ 83, bộ điều khiển PID 84, và bộ điều khiển theo chu kỳ 86. Bộ điều khiển dòng điện vô công 278 bao gồm bộ trừ 93, bộ điều khiển PID 94, và bộ điều khiển theo chu kỳ 96.

Bộ trừ 83 tính toán và kết xuất hiệu số ($ad2$) giữa thành phần theo trục-d (id^*), thành phần này là kết quả phép cộng thu được nhờ bộ cộng 72 và thành phần theo trục-d (id), thành phần này là thành phần hữu công của các dòng điện bù. Giống như bộ điều khiển PID 84 được thể hiện trên FIG.4, bộ điều khiển PID 84 cũng tính toán tổng của các số hạng tỷ lệ, tích phân và vi sai đối với hiệu số ($ad2$) thu được nhờ bộ trừ 83, và kết xuất tổng là trị số điều khiển (id_out). Bộ điều khiển theo chu kỳ 86 cộng dồn qua nhiều chu kỳ, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu trong một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16, một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (id_out) thu được nhờ bộ điều khiển PID 84, nhờ đó kết xuất kết quả cộng dồn (id_rpt). Bộ cộng 85 tính toán tổng của trị số điều khiển (id_out) và kết quả cộng dồn (id_rpt) và kết xuất tổng là trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid).

Bộ trừ 93 tính toán và kết xuất hiệu số ($aq2$) giữa thành phần theo trục-q (iq^*), thành phần này là thành phần vô công của các dòng điện phụ tải và thành phần theo trục-q (iq), thành phần này là thành phần vô công của các dòng điện bù. Giống như bộ điều khiển PID 94 được thể hiện trên FIG.4, bộ điều khiển PID 94 cũng tính toán tổng của các số hạng tỷ lệ, tích phân và vi sai đối với hiệu số ($aq2$) thu được nhờ bộ trừ 93, và kết xuất tổng là trị số điều khiển (iq_out). Bộ điều khiển theo chu kỳ 96 cộng dồn qua nhiều chu kỳ, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu trong một chu kỳ của chuyển động quay (T_s) của nguồn cấp điện AC 12, một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (iq_out) thu được nhờ bộ điều khiển PID 94, nhờ đó kết xuất kết quả cộng dồn (iq_rpt). Bộ cộng 95 tính toán tổng của trị số điều khiển (iq_out) và kết quả cộng dồn (iq_rpt) và kết xuất tổng là trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq).

FIG.8 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu ví dụ của bộ điều khiển theo chu kỳ 86 được thể hiện trên FIG.7. Bộ điều khiển theo chu kỳ 86 được thể hiện trên FIG.8 bao gồm N bộ phận lưu trữ 86m và hai bộ phận chuyển mạch 86s, 86t. Bộ phận chuyển mạch (86s) lần lượt chọn một trong số N bộ phận lưu trữ 86m theo pha của chuyển động

quay ($\omega \cdot t_m$) của mô tơ 16 sao cho một lượt lựa chọn được hoàn thành trong một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16. Các bộ phận lưu trữ 86m này được liên kết với các pha tương ứng của chúng, từng cặp trong đó lệch nhau $2\pi/N$. Do đó, trị số điều khiển (id_out) trong pha tương ứng được nhập vào từng bộ phận lưu trữ 86m mọi thời điểm. Từng bộ phận lưu trữ 86m tính toán trị số cộng dồn bằng cách cộng trị số điều khiển (id_out) thu được nhờ quá trình lấy mẫu dòng điện vào trị số đã được lưu theo thời gian của quy trình lấy mẫu trước đó, và lưu và kết xuất trị số cộng dồn được tính toán theo cách trên.

Bộ phận chuyển mạch 86t chọn một trong số N bộ phận lưu trữ 86m và truyền kết quả đầu ra của bộ phận này làm kết quả cộng dồn (id_rpt). Bộ phận chuyển mạch 86t chọn cho bộ phận lưu trữ 86m một số mẫu sớm hơn bộ phận chuyển mạch 86s. Theo cách này, độ trễ thời gian ta gây ra bởi hoạt động điều khiển và các hoạt động khác có thể được bù lại.

Theo ví dụ này, N biểu thị số lần quy trình lấy mẫu được thực hiện lặp lại trong một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16. Bằng cách thực hiện lặp lại các hoạt động này, bộ điều khiển theo chu kỳ 86 tính toán, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu, kết quả cộng dồn (id_rpt) bằng cách cộng dồn qua nhiều chu kỳ một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (id_out). Bộ điều khiển theo chu kỳ 96 được thể hiện trên FIG.7 cũng được tạo kết cấu theo cách giống như bộ điều khiển theo chu kỳ 86. Tuy nhiên, trong bộ điều khiển theo chu kỳ 96, N biểu thị số lần quy trình lấy mẫu được thực hiện lặp lại trong một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12. Ngoài ra, bộ phận chuyển mạch 86s lần lượt chọn một trong số N bộ phận lưu trữ 86m theo pha ($\omega \cdot t_s$) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12 sao cho một lượt lựa chọn được hoàn thành trong một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC 12.

FIG.9 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác nữa của bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 và bộ điều khiển dòng điện vô công 78 được thể hiện trên FIG.1. Bộ điều khiển dòng điện hữu công 376 bao gồm bộ bù sớm 82, bộ trừ 83, bộ điều khiển PID 84, bộ cộng 85, và bộ điều khiển truyền thẳng 88. Bộ điều khiển dòng điện vô công 378 bao gồm bộ bù sớm 92, bộ trừ 93, bộ điều khiển PID 94, bộ cộng 95, và bộ điều

khuyến truyền thẳng 98. Các bộ bù sớm 82, 92, các bộ trừ 83, 93, và bộ điều khiển PID 84, 94 giống với các bộ phận đã được mô tả với tham chiếu đến FIG.4, và phần mô tả của chúng sẽ được lược bỏ ở đây.

Bộ điều khiển truyền thẳng 88 áp dụng mô hình nghịch đảo của bộ bù dòng điện 40 vào kết quả phép cộng ($id2^*$) đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm 82. Cụ thể là, ví dụ, bộ điều khiển truyền thẳng 88 có thể tính toán vi sai của kết quả phép cộng ($id2^*$), kết quả này đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm 82 và sau đó nhân kết quả phép vi sai với hằng số L, trong đó hằng số L là điện kháng của cuộn cảm 48 hoặc điện kháng của bộ lọc 44 và cuộn cảm 48. Bộ cộng 85 cộng tổng thu được nhờ bộ điều khiển PID 84 và trị số thu được nhờ bộ điều khiển truyền thẳng 88 với nhau, và kết xuất tổng thu được theo cách trên làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}).

Bộ điều khiển truyền thẳng 98 áp dụng mô hình nghịch đảo của bộ bù dòng điện 40 vào kết quả phép cộng ($iq2^*$) đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm 92. Nói cách khác, bộ điều khiển truyền thẳng 98 có thể thực hiện, đối với kết quả phép cộng ($iq2^*$) đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm 92, phép tính số học giống như phép tính được thực hiện bởi bộ điều khiển truyền thẳng 88. Bộ cộng 95 cộng tổng thu được nhờ bộ điều khiển PID 94 và trị số thu được nhờ bộ điều khiển truyền thẳng 98 với nhau, và kết xuất tổng thu được theo cách trên làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

FIG.10 là sơ đồ khối thể hiện ví dụ khác nữa của bộ điều khiển dòng điện hữu công và bộ điều khiển dòng điện vô công được thể hiện trên FIG.1. Bộ điều khiển dòng điện hữu công 476 được thể hiện trên FIG.10 bao gồm bộ bù sớm 82, các bộ trừ 83, 87, bộ tính toán điện áp 81, bộ phận lưu trữ 89, và bộ cộng 85. Bộ điều khiển dòng điện vô công 478 bao gồm bộ bù sớm 92, các bộ trừ 93, 97, bộ tính toán điện áp 91 bộ phận lưu trữ 99, và bộ cộng 95. Các bộ bù sớm 82, 92 và các bộ trừ 83, 93 giống với các bộ phận đã được mô tả dựa vào FIG.4, và phần mô tả của chúng sẽ được lược bỏ ở đây.

Bộ tính toán điện áp 81 tính toán, dựa trên hiệu số ($id2^* - id$) thu được nhờ bộ trừ 83, điện áp cuộn cảm (v_{Ld}) bằng cách sử dụng trị số của cuộn cảm 48 và khoảng thời gian (lấy mẫu) điều khiển (T_d) theo phương trình sau:

$$v_{Ld} = L/T_d (id2^* - id)$$

Bộ phận lưu trữ 89 tiếp nhận đại lượng biến thiên (Δv_{Ld}) trong điện áp cuộn cảm ở thời điểm lấy mẫu dòng điện. Bộ phận lưu trữ 89 lưu trữ số đầu vào này và kết xuất trị số này sau khi đã làm trễ nó một chu kỳ mẫu. Bộ trừ 87 tính toán hiệu số giữa điện áp cuộn cảm (v_{Ld}) và đầu ra của bộ phận lưu trữ 89 làm đại lượng biến thiên (Δv_{Ld}) trong điện áp cuộn cảm hiện thời, và xuất hiệu số này đến bộ phận lưu trữ 89 để lưu nó trong bộ phận lưu trữ 89. Đầu ra của bộ phận lưu trữ 89 là đại lượng biến thiên $\Delta v_{Ld}(-1)$ trong điện áp cuộn cảm lần trước (cụ thể là, một chu kỳ mẫu trước đó). Bộ cộng 85 tính toán và kết xuất tổng của đại lượng biến thiên (Δv_{Ld}) trong điện áp cuộn cảm hiện thời đã thu được nhờ bộ trừ 87 và điện áp (V_s) của nguồn cấp điện AC 12 làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}). Khoảng lấy mẫu (T_d) là khoảng thời gian để sử dụng trong toàn bộ bộ điều khiển bù 60, và có thể là một chu kỳ của sóng mang để tạo ra tín hiệu điều khiển cho các phần tử chuyển mạch.

Dựa trên hiệu số ($i_{q2}^* - i_q$) thu được nhờ bộ trừ 93, bộ tính toán điện áp 91 tính toán điện áp cuộn cảm (v_{Lq}) bằng cách sử dụng trị số của cuộn cảm 48 và khoảng thời gian (lấy mẫu) điều khiển (T_d) theo phương trình sau:

$$v_{Lq} = L/T_d (i_{q2}^* - i_q)$$

Bộ phận lưu trữ 99 tiếp nhận đại lượng biến thiên (Δv_{Lq}) trong điện áp cuộn cảm ở thời điểm lấy mẫu dòng điện. Bộ phận lưu trữ 99 lưu trữ số đầu vào này và kết xuất trị số này sau khi đã làm trễ nó một chu kỳ mẫu. Bộ trừ 97 tính toán hiệu số giữa điện áp cuộn cảm (v_{Lq}) và đầu ra của bộ phận lưu trữ 99 làm đại lượng biến thiên (Δv_{Lq}) trong điện áp cuộn cảm hiện thời, và xuất hiệu số này đến bộ phận lưu trữ 99 để lưu nó trong bộ phận lưu trữ 99. Đầu ra của bộ phận lưu trữ 99 là đại lượng biến thiên $\Delta v_{Lq}(-1)$ trong điện áp cuộn cảm lần trước (cụ thể là, một chu kỳ mẫu trước đó). Bộ cộng 95 tính toán và kết xuất tổng của đại lượng biến thiên (Δv_{Lq}) trong điện áp cuộn cảm hiện thời đã thu được nhờ bộ trừ 97 và điện áp (V_s) của nguồn cấp điện AC 12 làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

FIG.11 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu ví dụ của biến thể của thiết bị biến đổi điện 100 theo một phương án của sáng chế. Thiết bị biến đổi điện 200 được thể hiện trên FIG.11 bao gồm bộ bù dòng điện 240 thay cho bộ bù dòng điện 40, đây là điểm khác biệt chính với thiết bị biến đổi điện 100. Bộ bù dòng điện 240 bao gồm bộ điều khiển

bù 260 thay cho bộ điều khiển bù 60, đây là điểm khác biệt với bộ bù dòng điện 40, nhưng có kết cấu giống như bộ bù dòng điện 40 theo các khía cạnh khác.

Bộ điều khiển bù 260 còn bao gồm bộ điều khiển độ trễ 75, lần lượt bao gồm bộ cộng 77 thay cho bộ cộng 72 và bộ điều khiển dòng điện hữu công 576 thay cho bộ điều khiển dòng điện hữu công 76, nhưng có kết cấu giống với bộ điều khiển bù 60 theo các khía cạnh khác. Bộ tính toán pha 62, các bộ biến đổi dq 64, 66, bộ lọc thông cao 71, bộ cộng 72, bộ trừ 73, Bộ điều khiển PI 74, và bộ điều khiển dòng điện vô công 78 của bộ điều khiển bù 260 giống như các bộ phận tương ứng của chúng của bộ điều khiển bù 60, và phần mô tả của chúng sẽ được lược bỏ ở đây.

Bộ điều khiển dòng điện hữu công 576 bao gồm mọi phần tử của bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 được thể hiện trên FIG.4 ngoại trừ bộ bù sớm 82. Bộ điều khiển dòng điện hữu công 576 tính toán và kết xuất trị số để thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid) sao cho thành phần theo trục-d (id) khử trị số hiệu chỉnh điện áp (id*) thu được nhờ bộ điều khiển PI 74.

Bộ điều khiển độ trễ 75 tính toán và kết xuất thành phần tần số-cao được bù-trễ (Vmot) bằng cách bù cho độ trễ của thành phần tần số-cao (imot) đã được kết xuất từ bộ lọc thông cao 71, chẳng hạn. Cụ thể hơn là, bộ điều khiển độ trễ 75 bao gồm bộ bù sớm 82 của bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 được thể hiện trên FIG.4 và bộ nhân. Bộ bù sớm 82 làm trễ thành phần theo trục-d (id*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần tần số-cao (imot), như đã được mô tả chi tiết có dựa vào FIG.4. Bộ nhân nhân thành phần tần số-cao đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm 82 với độ khuếch đại định trước, và kết xuất thành phần tần số-cao được bù-trễ (Vmot).

Bộ cộng 77 cộng trị số (Vmot) để kết xuất trị số của bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 và thu được tổng là trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid). Trong trường hợp này, bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 thu được trị số dựa trên một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16. Bộ điều khiển dòng điện vô công 78 có thể là bộ phận đã được mô tả với tham chiếu đến FIG.4, chẳng hạn. Một cách tùy ý, bộ điều khiển dòng điện vô công 78 có thể được thay thế bởi bộ điều khiển dòng điện vô công 278 được thể hiện trên FIG.7 hoặc bộ điều khiển dòng điện vô công 378 được thể hiện

trên FIG.9.

Bằng cách sử dụng bộ điều khiển bù 260 được thể hiện trên FIG.11, độ trễ pha của thành phần tần số-cao (imot) có thể được bù lại, và ảnh hưởng của độ trễ phát hiện gây ra bởi máy biến dòng 14 và sự biến dạng sóng gây ra bởi bộ lọc thông cao 71 có thể giảm đi.

FIG.12 là sơ đồ khối thể hiện các khối góp phần ước lượng một chu kỳ của chuyển động quay. Thiết bị biến đổi điện 100, 200 được thể hiện trên FIG.1 hoặc FIG.11 có thể còn bao gồm bộ ước lượng chu kỳ quay 102 và bộ tính toán chu kỳ 104 được thể hiện trên FIG.12.

Bộ ước lượng chu kỳ quay 102 tính toán một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16 dựa trên thành phần tần số-cao (imot), thành phần này đã thu được nhờ bộ lọc thông cao 71, của thành phần hữu công của các dòng điện hai pha được biến đổi từ các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) có tính đến số lượng cặp cực (p) của mô tơ 16 và số lượng khe quấn. Bộ tính toán chu kỳ 104 tính toán một chu kỳ (Tr_2) của điện áp đầu ra của bộ đảo lưu 28 theo phương trình sau:

$$Tr_2 = T_m/p$$

Trong trường hợp này, trong bộ điều khiển dòng điện hữu công 76, 276, 376 và bộ điều khiển dòng điện vô công 78, 278, 378, một chu kỳ (Tr_2) của điện áp đầu ra của bộ đảo lưu 28 thu được theo cách trên có thể được sử dụng thay cho một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16.

Một chu kỳ (Tr_2) của điện áp đầu ra của bộ đảo lưu 28 ngắn hơn một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16. Do đó, số lượng mẫu dữ liệu được lưu trong bộ điều khiển dòng điện hữu công 76, 276, 376 và bộ điều khiển dòng điện vô công 78, 278, 378, và cuối cùng là, toàn bộ kích thước của thiết bị, có thể được giảm đi. Một cách tùy ý, thay cho trị số đầu ra của bộ điều khiển biến đổi 29, trị số thu được nhờ bộ ước lượng chu kỳ quay 102 có thể được sử dụng làm một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16.

FIG.13 là sơ đồ khối thể hiện các khối góp phần điều chỉnh chu kỳ. Thiết bị biến đổi điện 100, 200 được thể hiện trên FIG.1 hoặc FIG.11 có thể còn bao gồm bộ ước

lượng chu kỳ quay 102, bộ tính toán chu kỳ 104, bộ trừ 105, bộ điều chỉnh chu kỳ 106, và bộ cộng 107 như được thể hiện trên FIG.13. Bộ ước lượng chu kỳ quay 102 và bộ tính toán chu kỳ 104 giống với các bộ phận đã được mô tả dựa vào FIG.12.

Bộ trừ 105 lấy thành phần theo trục-d (id^*) được cấp đến bộ điều khiển dòng điện hữu công 76 và các phần tử khác trừ đi thành phần theo trục-d (id) là thành phần hữu công của các dòng điện bù, nhờ đó kết xuất kết quả phép trừ. Bộ điều chỉnh chu kỳ 106 tính toán và kết xuất trị số điều khiển (ΔT) sao cho kết quả phép trừ bằng không. Bộ cộng 107 cộng trị số điều khiển (ΔT) vào chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16, chu kỳ này đã được kết xuất từ bộ ước lượng chu kỳ quay 102 hoặc bộ điều khiển biến đổi 29, và kết xuất kết quả phép cộng (T_{ma}). Bộ tính toán chu kỳ 104 tính toán và kết xuất một chu kỳ (Tr_2) của điện áp đầu ra của bộ đảo lưu dựa trên kết quả phép cộng (T_{ma}). Trong trường hợp này, trong bộ điều khiển dòng điện hữu công 76, 276, 376 và bộ điều khiển dòng điện vô công 78, 278, 378, một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16 được thay thế bởi chu kỳ (Tr_2) thu được theo cách trên. Một cách tùy ý, kết quả phép cộng (T_{ma}) có thể được sử dụng làm chu kỳ (Tr_2) mà không cần sử dụng bộ tính toán chu kỳ 104.

Do chu kỳ để sử dụng trong điều khiển được điều chỉnh sao cho thành phần theo trục-d (id^*) khớp với thành phần theo trục-d (id) là thành phần hữu công của các dòng điện bù, nên dòng điện hài có thể được bù lại với độ tin cậy cao hơn.

Trên FIG.1 và FIG.11, bộ điều khiển biến đổi 29 và bộ điều khiển bù 60 có thể được khai triển ở dạng hai bộ điều khiển độc lập, hoặc một bộ điều khiển có thể thực hiện chức năng làm bộ điều khiển biến đổi 29 và bộ điều khiển bù 60. Nếu một bộ điều khiển hoạt động như là bộ điều khiển biến đổi 29 và bộ điều khiển bù 60, thì không cần truyền dữ liệu về một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ 16 và dữ liệu khác từ bộ điều khiển biến đổi 29 đến bộ điều khiển bù 60. Kết quả là, độ trễ thời gian có thể được cắt giảm đáng kể, và dòng điện hài có thể được bù lại với độ tin cậy cao hơn.

FIG.1 và FIG.11, các phần tử chuyển mạch tạo thành bộ đảo lưu 28 và máy phát dòng điện bù 52 có thể được thực hiện là các tranzito lưỡng cực có cổng cách ly (Insulated Gate Bipolar Transistor, IGBT), các thyristo cổng tắt (Gate Turn Off

Thyristor, GTO), hoặc các tranzito trường kim loại-oxit-bán dẫn (Metal Oxide Semiconductor Field-Effect Transistor, MOSFET), chẳng hạn. Một cách tùy ý, các phần tử có độ rộng vùng cấm rộng có thể được sử dụng làm các phần tử chuyển mạch này. Như được sử dụng ở đây, “phần tử có độ rộng vùng cấm rộng” đề cập đến phần tử có độ rộng vùng cấm rộng xấp xỉ 2,2 eV hoặc lớn hơn. Các ví dụ của các phần tử này bao gồm các phần tử chuyển mạch sử dụng SiC, GaN, hoặc kim cương, chẳng hạn.

So với thiết bị sử dụng silic, phần tử có độ rộng vùng cấm rộng có thể có trị số điện trở giảm đáng kể, và do đó, góp phần cắt giảm tổn thất. Ngoài ra, do có thể tăng tốc độ chuyển mạch, nên có thể giảm kích thước của bộ lọc LC 24, 26, 44. Do đó, thiết bị biến đổi điện có chức năng triệt tiêu sóng hài có thể được làm nhỏ đi. Do đó, tỉ suất của các thiết bị biến đổi điện có chức năng triệt tiêu sóng hài này tăng nhiều đến mức nhiều sóng hài của hệ thống cấp điện được làm suy giảm một cách hiệu quả. Nếu phần tử có độ rộng vùng cấm rộng được sử dụng làm bộ đảo lưu 28, thì kích thước của bộ lọc LC có thể giảm đi, và do đó, tần số cộng hưởng của bộ lọc LC có thể tăng nhiều đến mức hiệu quả làm tắt sóng hài của mô tơ có thể giảm đi. Tuy nhiên, do bộ bù dòng điện 40 có chức năng triệt tiêu sóng hài, nên nhiều sóng hài của hệ thống cấp điện cũng có thể được làm suy giảm.

Một cách tùy ý, bộ đảo lưu 28 và máy phát dòng điện bù 52 có thể được cho phép thực hiện hoạt động chỉnh lưu đồng bộ bằng cách sử dụng các phần tử đơn cực chẳng hạn như các MOSFET. Bằng cách làm cho các phần tử này thực hiện hoạt động chỉnh lưu đồng bộ, tổn hao truyền dẫn có thể giảm đi, và các diốt xoay tự do được đấu nối với các phần tử chuyển mạch cũng có thể được lược bỏ.

Các khối chức năng được mô tả ở đây thông thường có thể thực hiện nhờ phần cứng. Ví dụ, các khối chức năng có thể được tạo thành trên nền bán dẫn là một phần của mạch tích hợp (Integrated Circuit, IC). Như được sử dụng ở đây, các IC này bao gồm mạch tích hợp cỡ lớn (Large-scale Integrated Circuit, LSI), mạch tích hợp chuyên dụng (Application-Specific Integrated Circuit, ASIC), mảng cổng, và mảng cổng lập trình được dạng trường (Field Programmable Gate Array, FPGA). Theo cách khác, một số hoặc tất cả các khối chức năng có thể được thực hiện bằng phần mềm. Ví dụ, khối chức năng như vậy có thể được thực hiện bằng bộ xử lý và chương trình thực thi được trên bộ xử lý. Nói cách khác, các khối chức năng được mô tả ở đây có thể được

khai triển bằng phần cứng, phần mềm, hoặc sự kết hợp bất kỳ của phần cứng và phần mềm.

Các dấu hiệu và ưu điểm theo sáng chế là rõ ràng nhờ phần mô tả, và do đó, yêu cầu bảo hộ kèm theo nhằm bao hàm tất cả các dấu hiệu và ưu điểm này của sáng chế. Ngoài ra, do nhiều cải biên và thay đổi sẽ dễ dàng xuất hiện đối với người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực, nên sáng chế bị giới hạn ở kết cấu và hoạt động chính xác như được minh họa và mô tả. Do đó, tất cả các cải biên và tương đương có thể được viện dẫn là nằm trong phạm vi của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như có thể thấy từ phần mô tả trên, sáng chế có thể sử dụng cho các thiết bị biến đổi điện và trang thiết bị khác.

Các số chỉ dẫn

12	Nguồn cấp điện AC
16	Mô tơ
20	Bộ biến đổi điện
22	Bộ chỉnh lưu
26	Tụ điện
28	Bộ đảo lưu
40	Bộ bù dòng điện
48	Cuộn cảm
52	Máy phát dòng điện bù
54	Tụ bù dòng điện
56	Máy phát tín hiệu dẫn động
60, 260	Bộ điều khiển bù
75	Bộ điều khiển độ trễ
76, 276, 376, 476, 576	Bộ điều khiển dòng điện hữu công
78, 278, 378, 478	Bộ điều khiển dòng điện vô công
100, 200	Thiết bị biến đổi điện

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị biến đổi điện bao gồm:

bộ biến đổi điện được tạo kết cấu để biến đổi dòng điện xoay chiều được cấp từ nguồn cấp điện AC thành dòng điện một chiều; và

bộ bù dòng điện được tạo kết cấu để điều khiển các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) truyền giữa nguồn cấp điện AC và bộ bù dòng điện, trong đó bộ biến đổi điện bao gồm:

bộ chỉnh lưu được tạo kết cấu để chỉnh lưu dòng điện xoay chiều được cấp từ nguồn cấp điện AC và kết xuất dòng điện một chiều dao động;

bộ đảo lưu được tạo kết cấu để biến đổi dòng điện một chiều thành các dòng điện xoay chiều để dẫn động mô tơ; và

tụ điện được đấu nối giữa các nút đầu vào của bộ đảo lưu; bộ bù dòng điện này bao gồm:

tụ bù dòng điện;

máy phát dòng điện bù có đầu vào được đấu nối với nguồn cấp điện AC và đầu ra được đấu nối với tụ bù dòng điện, và thực hiện hoạt động chuyển mạch theo tín hiệu dẫn động (S_{cd}), nhờ đó điều khiển các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) truyền giữa bản thân máy phát dòng điện bù và nguồn cấp điện AC;

bộ điều khiển bù được tạo kết cấu để thu được các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (V_{id} , V_{iq}) sao cho các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) truyền từ nguồn cấp điện AC vào bộ chỉnh lưu và do chuyển động quay của mô tơ và thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) và phụ thuộc vào chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC; và

máy phát tín hiệu dẫn động được tạo kết cấu để tạo ra tín hiệu dẫn động (S_{cd}) dựa trên các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (V_{id} , V_{iq});

mỗi trong số các dòng điện cấp (I_{pr} , I_{ps} , I_{pt}) được cấp từ nguồn cấp điện AC là tổng của một dòng điện liên kết trong số các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) và một dòng điện liên kết trong số các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct});

thiết bị biến đổi điện này còn bao gồm cuộn cảm được đấu nối giữa nút đầu ra của bộ chỉnh lưu và một trong số các nút đầu vào của bộ đảo lưu;

điện cảm của cuộn cảm và điện dung của tụ điện được thiết lập sao cho bộ lọc được tạo thành bởi cuộn cảm và điện dung này làm suy giảm thành phần dòng điện có cùng tần số với sóng mang được sử dụng để tạo ra tín hiệu điều khiển cho bộ đảo lưu;

các trị số chỉ thị điện áp đầu ra (V_{id} , V_{iq}) bao gồm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) và trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}); và

bộ điều khiển bù thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) sao cho thành phần hữu công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) truyền từ nguồn cấp điện AC vào bộ chỉnh lưu và do chuyển động quay của mô tơ, và thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) sao cho thành phần vô công của các dòng điện bù (I_{cr} , I_{cs} , I_{ct}) khử thành phần sóng hài trong các dòng điện phụ tải (I_r , I_s , I_t) và phụ thuộc vào chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC.

2. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển bù bao gồm:

bộ lọc thông cao được tạo kết cấu để trích xuất và kết xuất thành phần tần số-cao (i_{mot}) từ thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải;

bộ cộng được tạo kết cấu để kết xuất kết quả phép cộng (i_{d*}) bằng cách cộng trị số hiệu chỉnh điện áp (V_{cn}), thu được dựa trên kết quả phép trừ đã được tính toán bằng cách lấy trị số chỉ thị (V_{dc*}) của điện áp (V_{dc}) của tụ bù dòng điện trừ đi điện áp (V_{dc}) này, vào kết quả đầu ra của bộ lọc thông cao;

bộ điều khiển dòng điện hữu công được tạo kết cấu để thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) sao cho thành phần hữu công (i_d) của các dòng điện bù khử kết quả phép cộng (i_{d*}); và

bộ điều khiển dòng điện vô công được tạo kết cấu để thu được trị số chỉ thị điện

áp vô công (V_{iq}) sao cho thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù khử thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải.

3. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 2, trong đó

bộ điều khiển dòng điện hữu công bao gồm bộ bù sớm thứ nhất được tạo kết cấu để làm trễ kết quả phép cộng (i_d^*) theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào kết quả phép cộng (i_d^*), và thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) dựa trên kết quả phép cộng (i_d^{2*}) đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất, và

bộ điều khiển dòng điện vô công bao gồm bộ bù sớm thứ hai được tạo kết cấu để làm trễ thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải theo chu kỳ thời gian tương ứng với một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC, nhờ đó cộng độ sớm pha biểu kiến vào thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải, và thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) dựa trên thành phần vô công (i_q^{2*}) của các dòng điện phụ tải đã được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai.

4. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 3, trong đó:

bộ điều khiển dòng điện hữu công còn bao gồm:

bộ trừ thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng (i_d^{2*}) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất và thành phần hữu công (i_d) của các dòng điện bù; và

bộ tính toán thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}), và

bộ điều khiển dòng điện vô công còn bao gồm:

bộ trừ thứ hai được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công (i_q^{2*}) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai và thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù; và

bộ tính toán thứ hai được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

5. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 3, trong đó

bộ điều khiển dòng điện hữu công còn bao gồm:

bộ trừ thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng ($id2^*$) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất và thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù;

bộ tính toán thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất; bộ điều khiển truyền thẳng thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán trị số dựa trên kết quả phép cộng ($id2^*$) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất; và

bộ cộng thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất và trị số thu được nhờ bộ điều khiển truyền thẳng thứ nhất làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}), và

bộ điều khiển dòng điện vô công còn bao gồm:

bộ trừ thứ hai được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công ($iq2^*$) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai và thành phần vô công (iq) của các dòng điện bù;

bộ tính toán thứ hai được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai; bộ điều khiển truyền thẳng thứ hai được tạo kết cấu để tính toán trị số dựa trên thành phần vô công ($iq2^*$) của các dòng điện phụ tải được làm trễ bởi bộ bù sớm thứ hai; và

bộ cộng thứ hai được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số thu được nhờ bộ tính toán thứ hai và trị số thu được nhờ bộ điều khiển truyền thẳng thứ hai làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

6. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 3, trong đó

bộ bù dòng điện còn bao gồm cuộn cảm giữa nguồn cấp điện AC và máy phát dòng điện bù, và

bộ điều khiển dòng điện hữu công còn bao gồm:

bộ trừ thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng ($id2^*$) được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ nhất và thành phần hữu công (id) của các dòng điện bù;

bộ tính toán điện áp thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán điện áp (vLd) của cuộn cảm tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất;

bộ phận lưu trữ thứ nhất được tạo kết cấu để lưu trữ số đầu vào và kết xuất trị số đầu vào này sau khi đã làm trễ trị số đầu vào một chu kỳ mẫu;

bộ trừ thứ hai được tạo kết cấu để tính toán, và lưu trong bộ phận lưu trữ thứ nhất, hiệu số giữa điện áp (vLd) của cuộn cảm tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất và đầu ra của bộ phận lưu trữ thứ nhất; và

bộ cộng thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán tổng của hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai và điện áp của nguồn cấp điện AC làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid), và

bộ điều khiển dòng điện vô công còn bao gồm:

bộ trừ thứ ba được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công ($iq2^*$) của các dòng điện phụ tải được làm trễ nhờ bộ bù sớm thứ hai và thành phần vô công (iq) của các dòng điện bù;

bộ tính toán điện áp thứ hai được tạo kết cấu để tính toán điện áp (vLq) của cuộn cảm tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ ba;

bộ phận lưu trữ thứ hai được tạo kết cấu để lưu trữ số đầu vào và kết xuất trị số đầu vào này sau khi đã làm trễ trị số đầu vào một chu kỳ mẫu;

bộ trừ thứ tư được tạo kết cấu để tính toán, và lưu trong bộ phận lưu trữ thứ hai, hiệu số giữa điện áp (vLq) của cuộn cảm tương ứng với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ ba và đầu ra của bộ phận lưu trữ thứ hai; và

bộ cộng thứ hai được tạo kết cấu để tính toán tổng của hiệu số thu được nhờ

bộ trừ thứ tư và điện áp của nguồn cấp điện AC làm trị số chỉ thị điện áp vô công (Viq).

7. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 2, trong đó:

bộ điều khiển dòng điện hữu công bao gồm:

bộ trừ thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa kết quả phép cộng (i_d^*) và thành phần hữu công (i_d) của các dòng điện bù;

bộ tính toán thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ nhất làm trị số điều khiển (i_{d_out});

bộ điều khiển theo chu kỳ thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán kết quả cộng dồn (i_{d_rpt}) bằng cách cộng dồn qua nhiều chu kỳ, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu trong một chu kỳ của chuyển động quay T_m của mô tơ, một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (i_{d_out}) thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất; và

bộ cộng thứ nhất được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số điều khiển (i_{d_out}) thu được nhờ bộ tính toán thứ nhất và kết quả cộng dồn (i_{d_rpt}) thu được nhờ bộ điều khiển theo chu kỳ thứ nhất làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (Vid), và

bộ điều khiển dòng điện vô công bao gồm:

bộ trừ thứ hai được tạo kết cấu để tính toán hiệu số giữa thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải và thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù;

bộ tính toán thứ hai được tạo kết cấu để tính toán ít nhất trị số tỷ lệ với hiệu số thu được nhờ bộ trừ thứ hai làm trị số điều khiển (i_{q_out});

bộ điều khiển theo chu kỳ thứ hai được tạo kết cấu để tính toán kết quả cộng dồn (i_{q_rpt}) bằng cách cộng dồn qua nhiều chu kỳ, đối với từng điểm mẫu trong số nhiều điểm mẫu trong một chu kỳ (T_s) của điện áp của nguồn cấp điện AC, một trị số tương ứng trong số các trị số điều khiển (i_{q_out}) thu được nhờ bộ tính toán thứ hai; và

bộ cộng thứ hai được tạo kết cấu để tính toán tổng của trị số điều khiển (i_{q_out}) thu được nhờ bộ tính toán thứ hai và kết quả cộng dồn (i_{q_rpt}) thu được nhờ bộ điều khiển theo chu kỳ thứ hai làm trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}).

8. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1, trong đó bộ điều khiển bù bao gồm:

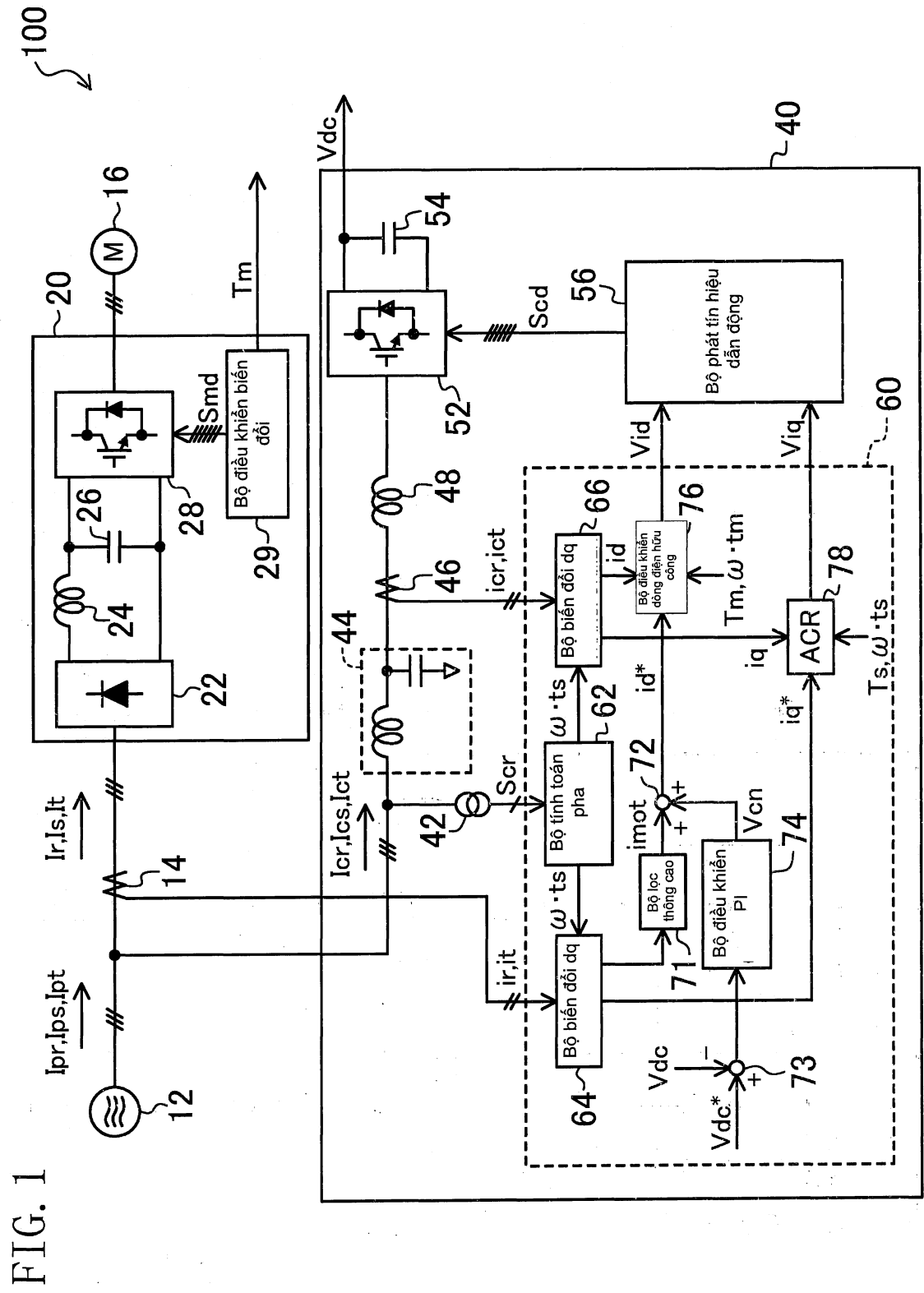
bộ lọc thông cao được tạo kết cấu để trích xuất và kết xuất thành phần tần số-cao (i_{mot}) từ thành phần hữu công của các dòng điện phụ tải;

bộ điều khiển độ trễ được tạo kết cấu để thu được thành phần tần số-cao được bù-trễ (V_{mot}) bằng cách bù cho độ trễ của thành phần tần số-cao (i_{mot}) được kết xuất từ bộ lọc thông cao;

bộ điều khiển dòng điện hữu công được tạo kết cấu để tính toán trị số để thu được trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}) sao cho thành phần hữu công (i_d) của các dòng điện bù khử trị số hiệu chỉnh điện áp (i_d^*) thu được dựa trên kết quả phép trừ đã được tính toán bằng cách lấy trị số chỉ thị (V_{dc}^*) của điện áp (V_{dc}) của tụ bù dòng điện trừ đi điện áp (V_{dc}) này;

bộ cộng được tạo kết cấu để thu được kết quả phép cộng bằng cách cộng thành phần tần số-cao được bù-trễ (V_{mot}) vào trị số thu được nhờ bộ điều khiển dòng điện hữu công làm trị số chỉ thị điện áp hữu công (V_{id}); và

bộ điều khiển dòng điện vô công được tạo kết cấu để thu được trị số chỉ thị điện áp vô công (V_{iq}) sao cho thành phần vô công (i_q) của các dòng điện bù khử thành phần vô công (i_q^*) của các dòng điện phụ tải.



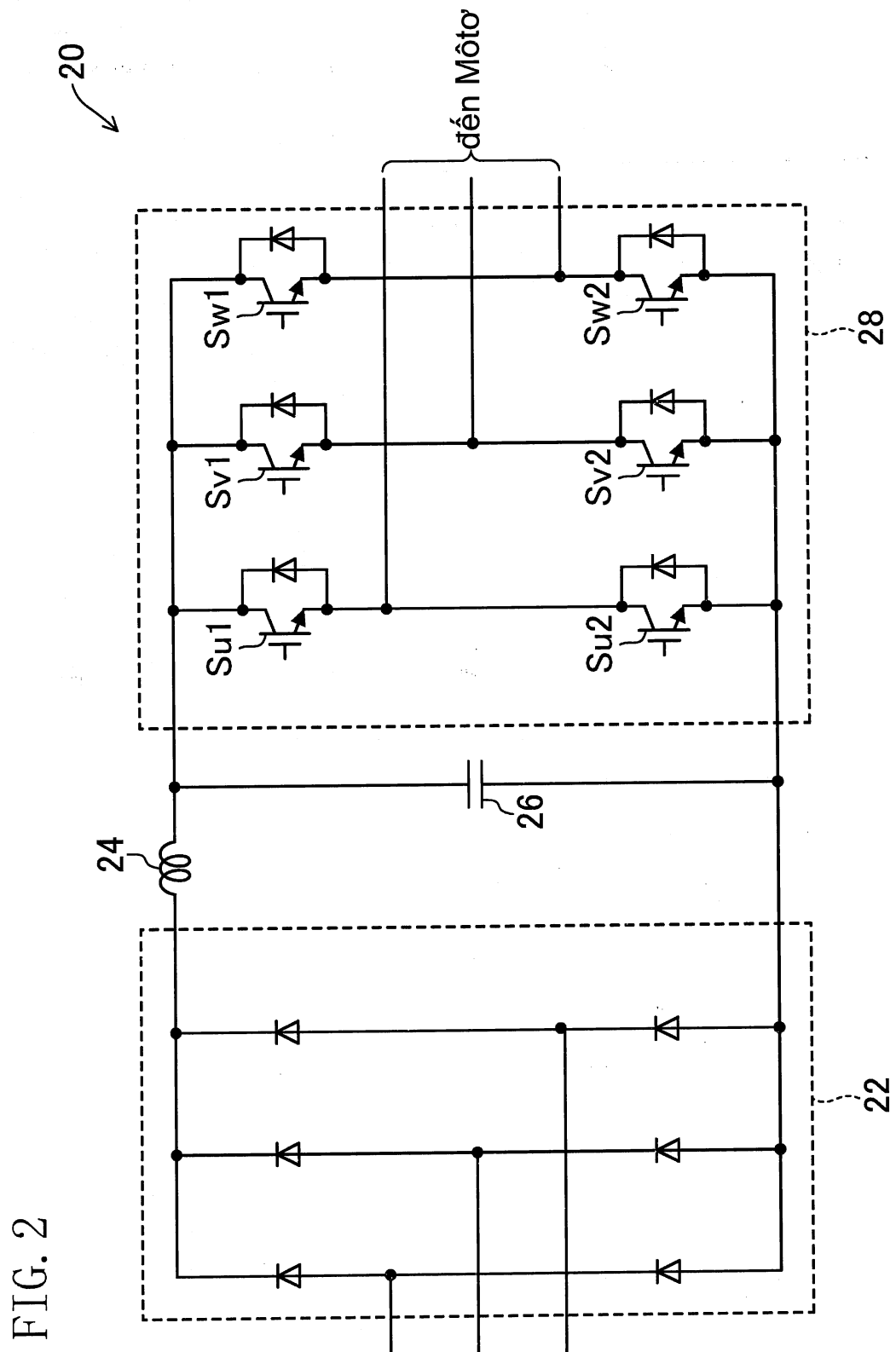


FIG. 3

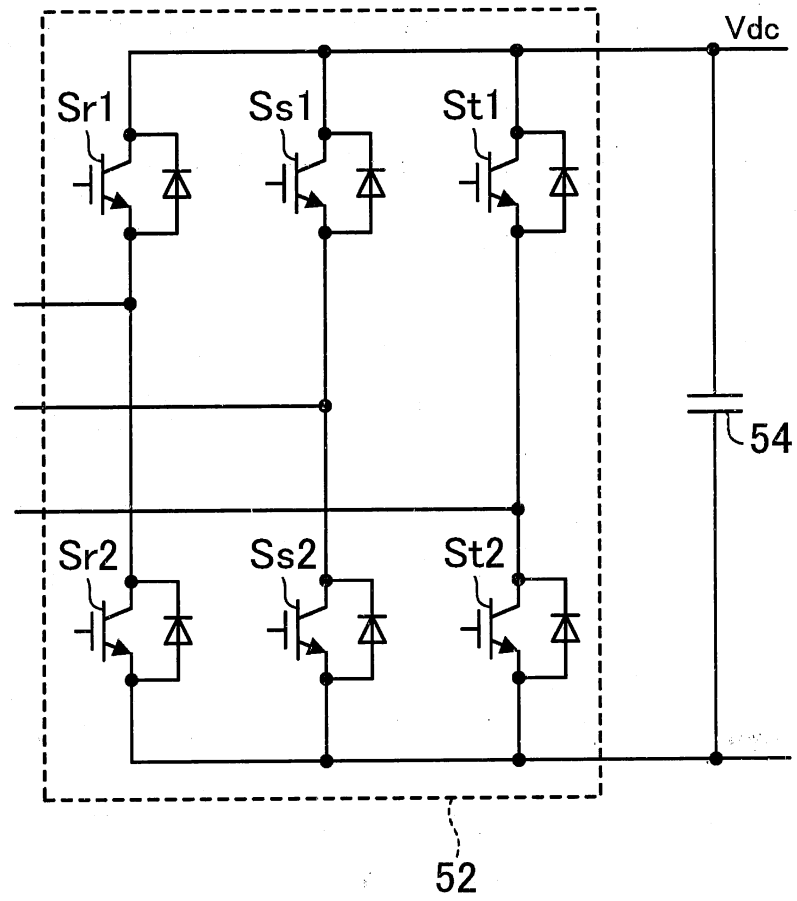


FIG. 4

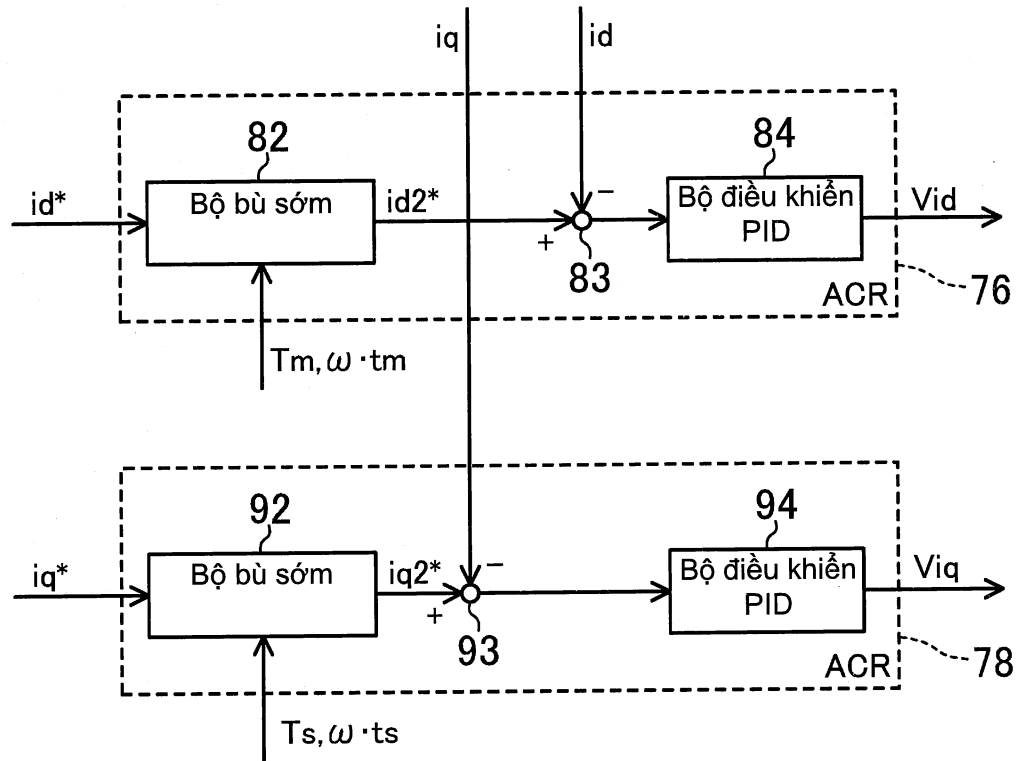


FIG. 5

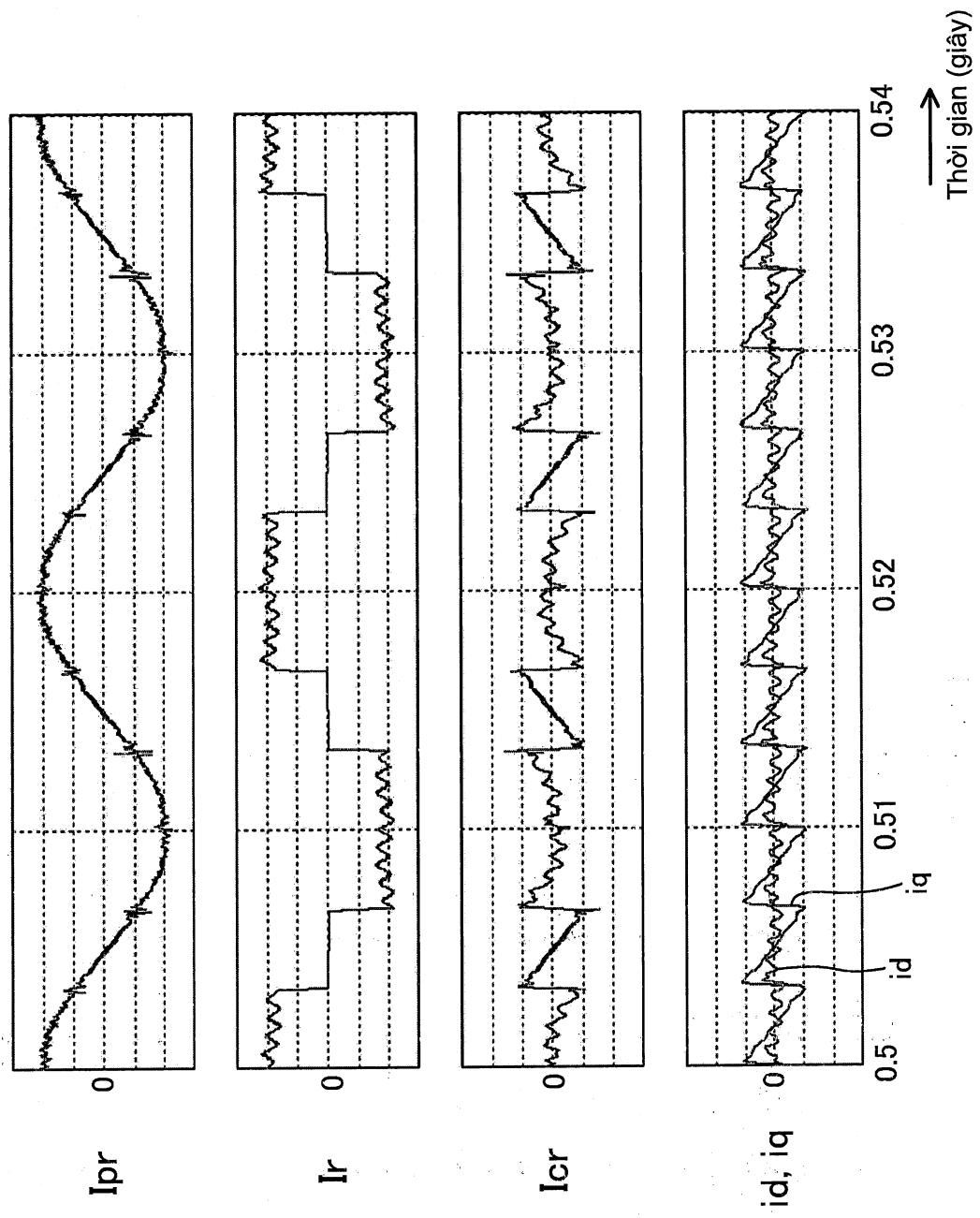


FIG. 6

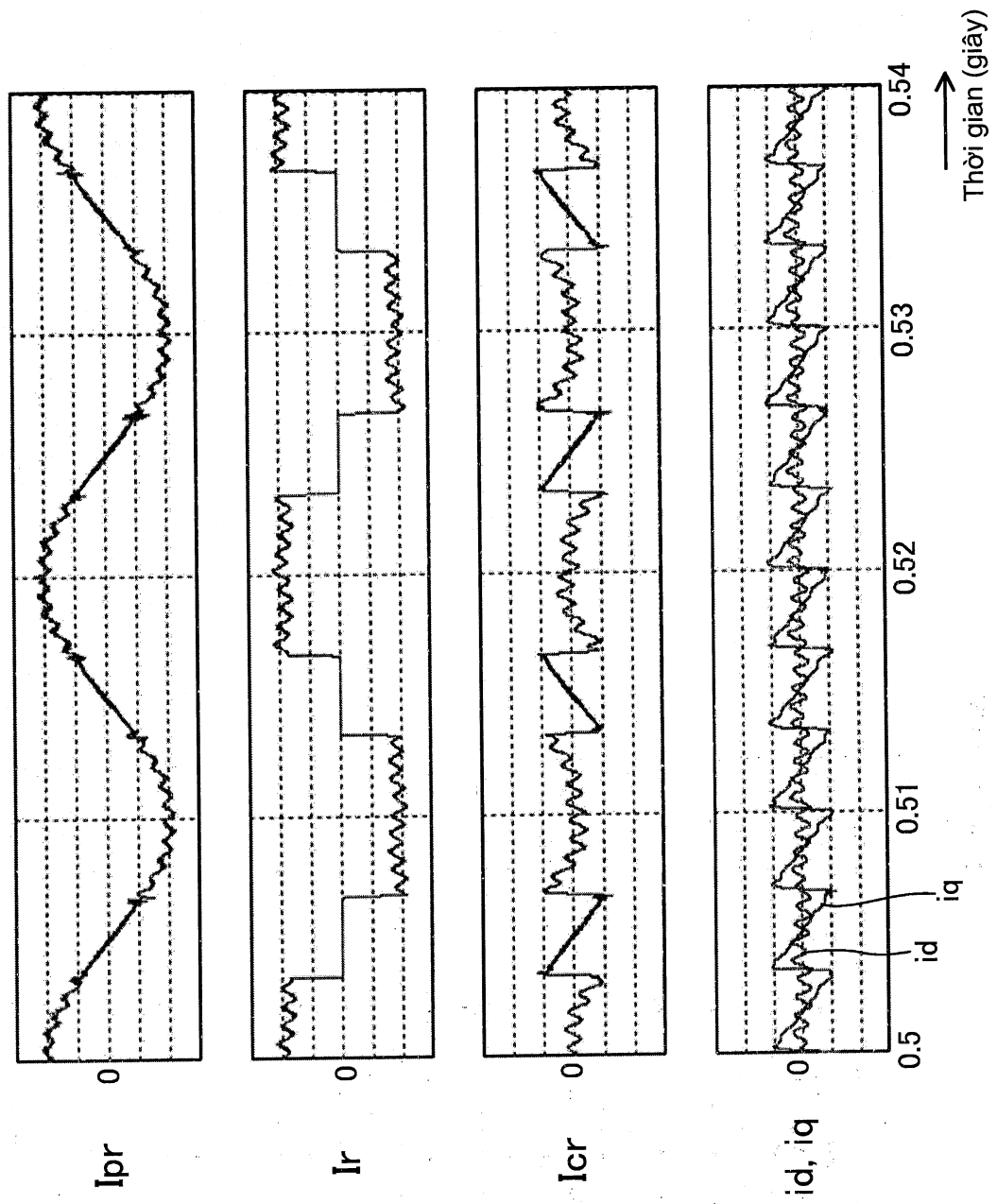


FIG. 7

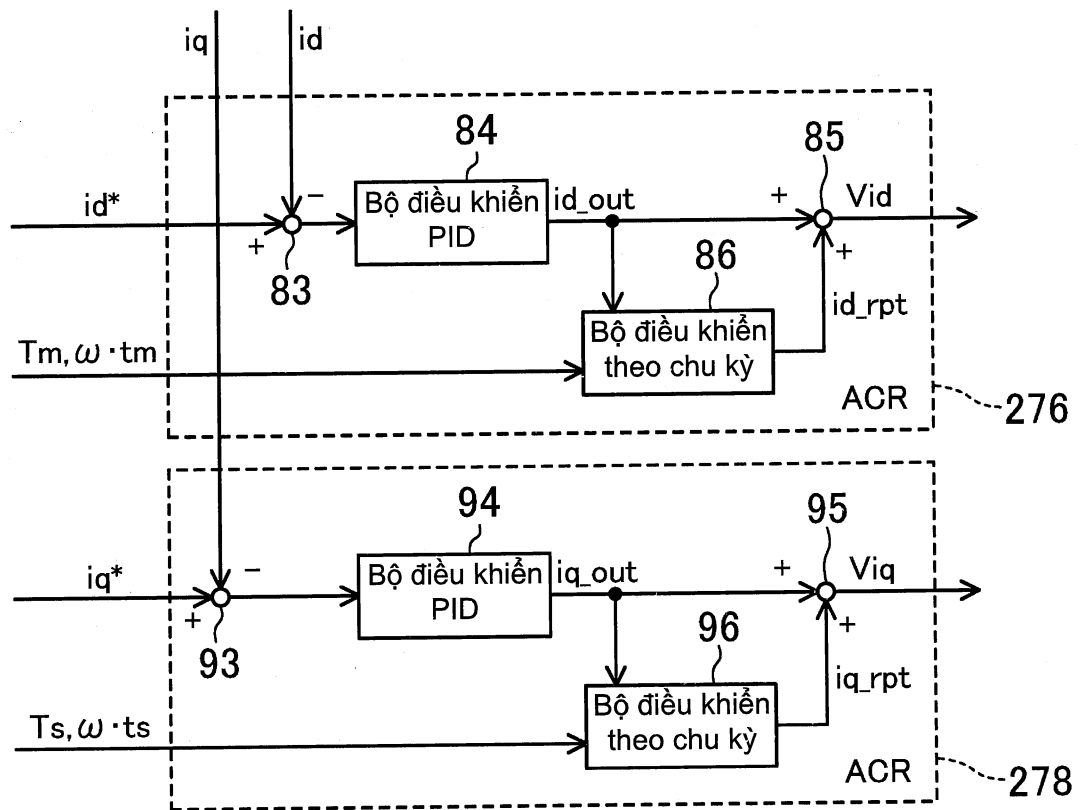


FIG. 8

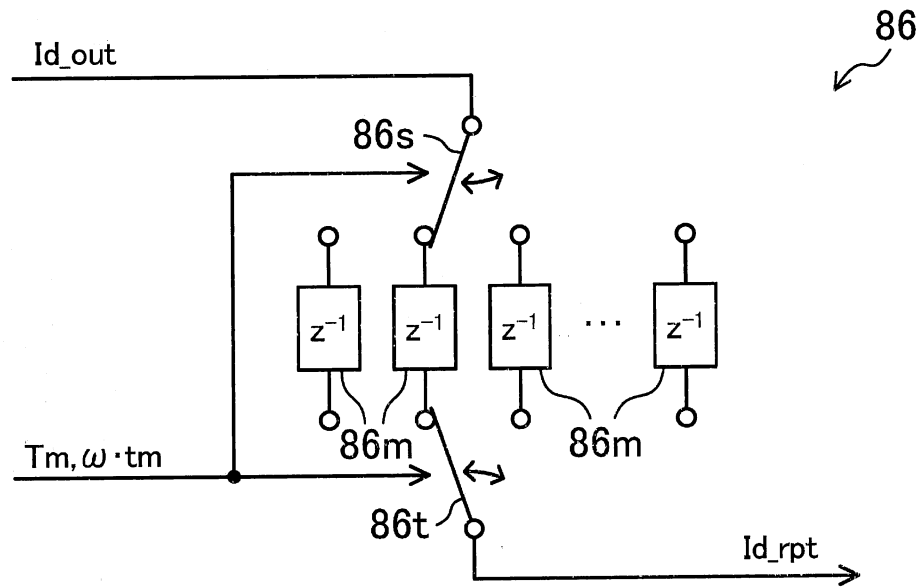


FIG. 9

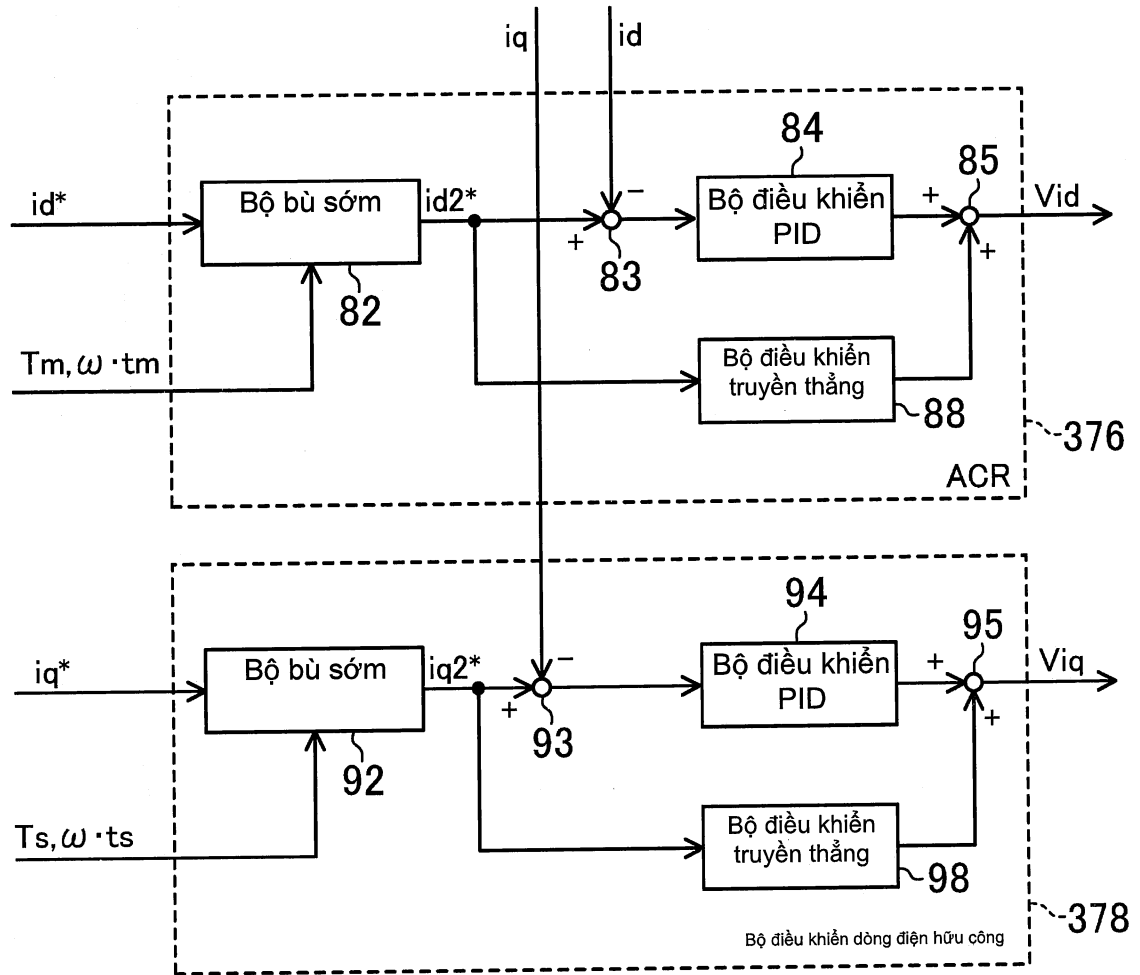


FIG. 10

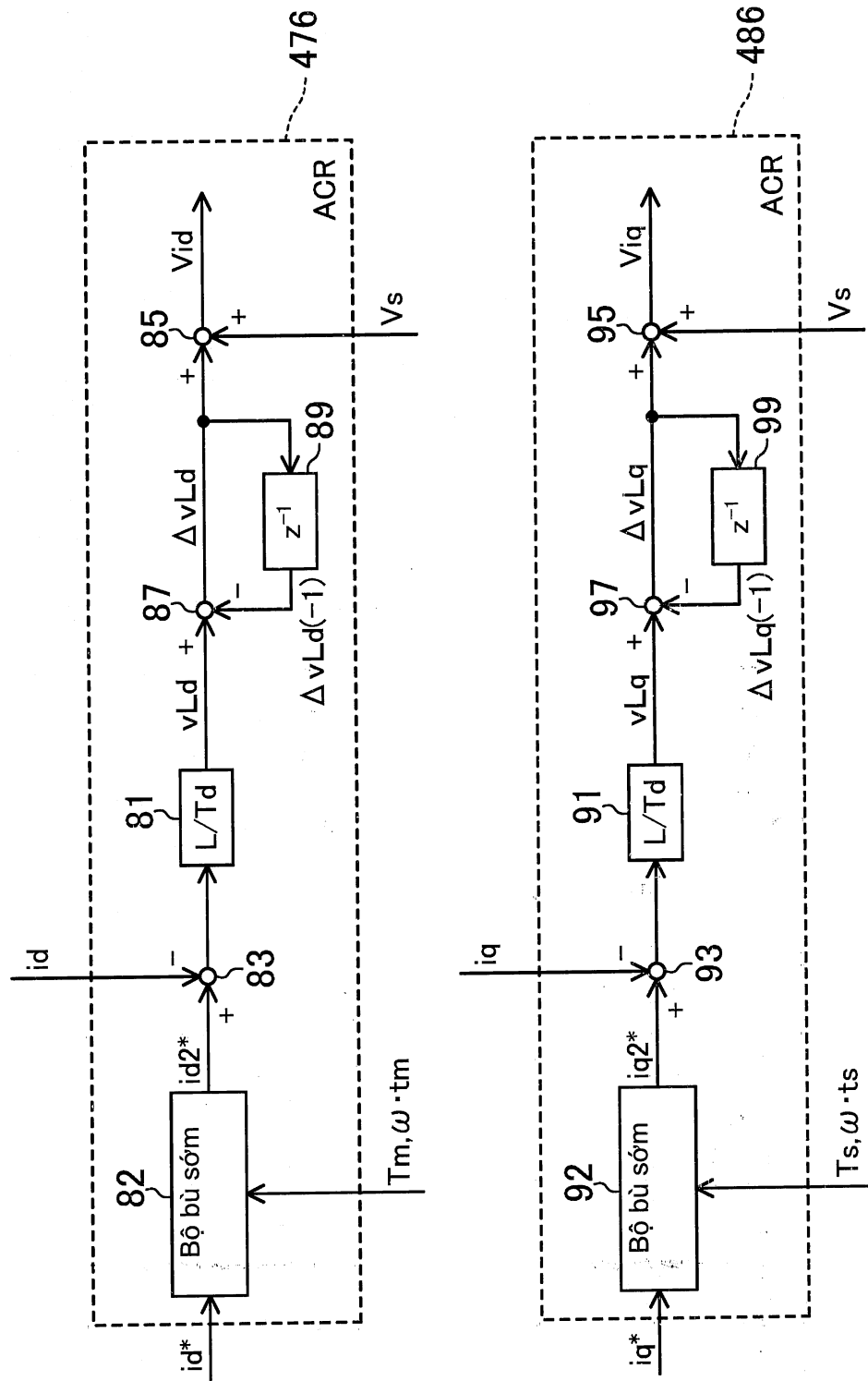


FIG. 11

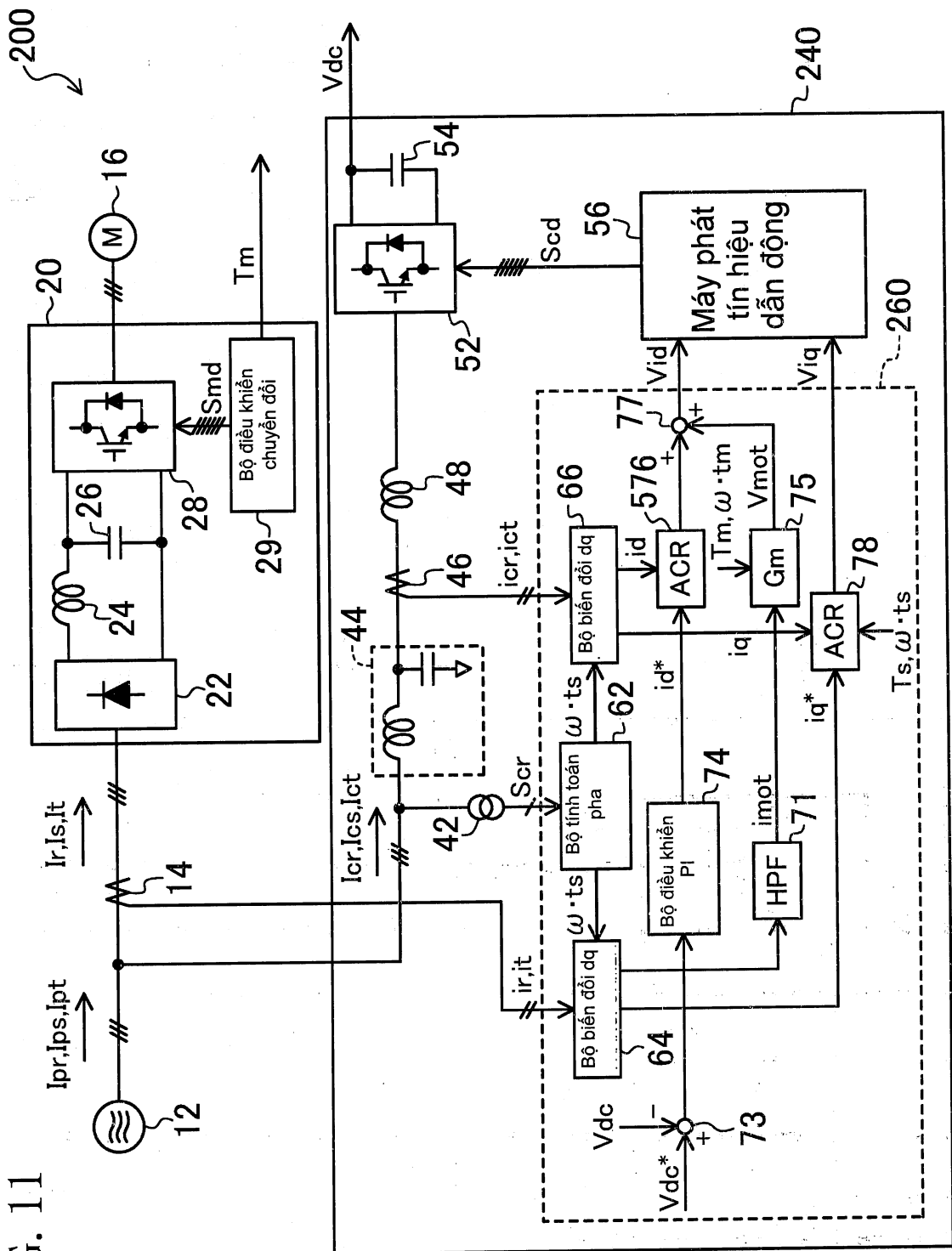


FIG. 12

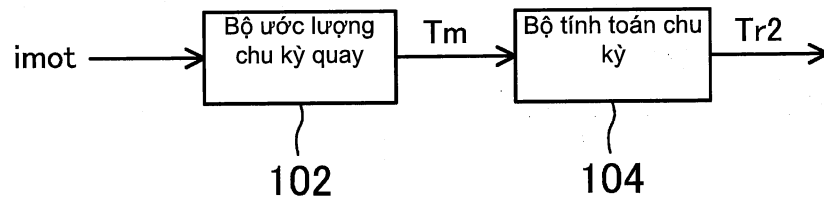


FIG. 13

