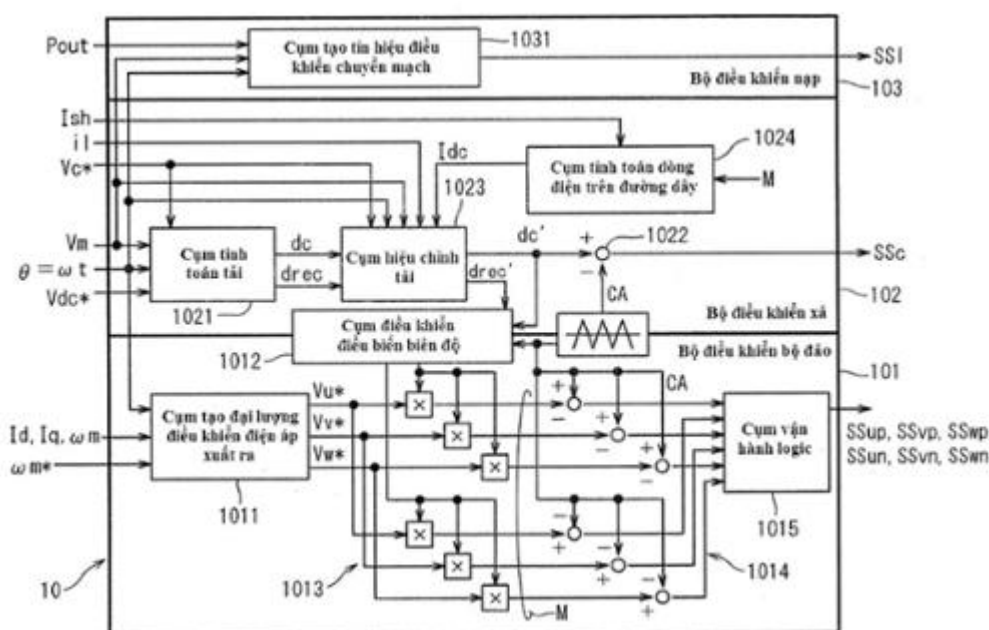


(74) Công ty Luật TNHH Phạm và Liên danh (PHAM & ASSOCIATES)



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Công suất thu được từ nguồn cấp AC một pha chứa thành phần gợn sóng ở tần số gấp đôi tần số nguồn cấp. Do đó, tụ điện điện dung lớn được yêu cầu để thu được điện áp DC không đổi bằng cách sử dụng mạch chỉnh lưu.

Đáp ứng với yêu cầu nêu trên, đã được đề xuất kỹ thuật để nối tụ điện cấu thành bộ đệm hoạt động với đường dây một chiều qua phần tử chuyển mạch, nhờ đó cấu thành nguồn điện áp. Kết cấu này tạo thành đường dây tần số cao cùng với điện áp nguồn cấp và đạt được các đặc tính toán hiệu suất cao với dòng điện cấp vào hình sin trong mạch biến đổi công suất trực tiếp (ví dụ, các tài liệu sáng chế 1 và 2 và Tài liệu phi sáng chế 1).

Trong phương pháp này, dạng sóng của dòng điện chạy qua bộ đệm hoạt động (dưới đây sẽ được xem như “dòng đệm”) về cơ bản có dạng hình sin. Quá trình điều khiển dòng đệm này được mô tả trong, ví dụ, Tài liệu sáng chế 2 và Tài liệu phi sáng chế 1. Mạch cấp dòng đệm thực hiện điều khiển tỷ lệ-tích số phân (PI) trên độ lệch giữa giá trị thực của điện áp tụ điện và giá trị điều khiển của điện áp tụ điện. Biên độ của dòng đệm được xác định dựa trên dạng sóng của dòng điện cấp vào và thu được dòng đệm bởi vận hành chuyển mạch như chế độ đến hạn và chế độ liên tục.

Tài liệu phi sáng chế 2 đề xuất hệ thống dựa trên bộ biến đổi ma trận như mạch biến đổi một pha sang ba pha bao gồm mạch đệm. Hệ thống này yêu cầu quy mô mạch lớn vì hệ thống này được dựa trên phép biến đổi một pha sang ba pha, nhưng được đặc trưng trong đó trách nhiệm thực hiện các biện pháp chống nhiễu cho bộ chỉnh lưu PWM bị giảm đáng kể, như được mô tả trong Tài liệu phi sáng chế 3.

Hệ thống mô tả nêu trên sử dụng bộ đệm hoạt động yêu cầu kết cấu đơn giản, nhưng mạch nạp kéo theo vận hành chuyển mạch. Thành phần cần được bổ sung để thực hiện các biện pháp chống nhiễu kéo theo từ vận hành chuyển mạch, có thể trở thành yếu tố làm giảm đặc tính toán của kết cấu đơn giản.

Các tài liệu phi sáng chế 4 và 5 đề xuất quá trình chuyển mạch để điều khiển một

cách đơn giản dòng nạp (dưới đây sẽ được xem như “quá trình chuyển mạch đơn giản” theo Tài liệu phi sáng chế 4, gọi là “quá trình chuyển mạch một phần” trong Tài liệu phi sáng chế 5). Trong quá trình chuyển mạch đơn giản, số lượng các vận hành chuyển mạch nhỏ hơn số lượng các vận hành chuyển mạch trong hệ thống sử dụng bộ đệm hoạt động thông thường, và do đó sự xuất hiện nhiễu được giảm.

Các tài liệu sáng chế 3, 4, và 5 mô tả các phương pháp đã biết sẽ được mô tả trong một phương án.

Tuy nhiên, dạng sóng của dòng nạp thu được qua quá trình chuyển mạch đơn giản bị méo nhiều từ dạng sóng hình sin. Trong giải pháp phương pháp đã biết đưa ra nêu trên, dạng sóng của dòng nạp về cơ bản có dạng hình sin. Nếu dòng nạp thu được qua quá trình chuyển mạch đơn giản được sử dụng như thế, dạng sóng của dòng điện cấp vào bị méo nhiều.

Tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế 1: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5804167

Tài liệu sáng chế 2: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5874800

Tài liệu sáng chế 3: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5794273

Tài liệu sáng chế 4: Đơn yêu cầu cấp bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 2016-103961

Tài liệu sáng chế 5: Bằng độc quyền sáng chế Nhật Bản số 5772915

Tài liệu phi sáng chế 1: Yamashita, Sakakibara, “A control method of a single-phase-to-three-phase power converter with an active buffer for increasing voltage transfer ratio”, the Institute of Electrical Engineers of Japan Industry Applications Society Conference 2016, 1-54, pp. I-181 to I-186, 2016

Tài liệu phi sáng chế 2: Saito, “A Single to Three Phase Matrix Converter for Vector Controlled Induction Motor”, the Institute of Electrical Engineers of Japan Industry Applications Society Conference 2007, 1-O4-5, pp. I-103 to I-108, 2007

Tài liệu phi sáng chế 3: Sakakibara and four others, “Application of an Indirect Matrix Converter for Air Conditioners”, The transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan D, Vol. 136, No. 7, pp. 471-478, 2016

Tài liệu phi sáng chế 4: Suga, Kimata, Uchida, “A Simple Switching Method for A Improved Power Factor Type Single Phase Converter”, The transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan D, Vol. 116, No. 4, pp. 420-426, 1996

Tài liệu phi sáng chế 5: Uesgi and four others, “Single-Phase Twice voltage PFC Converter for air conditioner”, The transactions of the Institute of Electrical Engineers of Japan D, Vol. 119, No. 5, pp. 592-598, 1999

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp duy trì chức năng của bộ đệm công suất và giảm hiện tượng méo của dạng sóng của dòng điện cấp vào từ dạng sóng hình sin ngay cả khi dạng sóng của dòng đệm bị méo từ dạng sóng hình sin.

Sáng chế đề xuất thiết bị điều khiển (10) để điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp. Bộ biến đổi công suất trực tiếp này bao gồm đường dây một chiều (7) bao gồm đường cấp nguồn DC thứ nhất (LH; LH1, LH2) và đường cấp nguồn DC thứ hai; bộ biến đổi (3) tiếp nhận điện áp AC một pha (V_{in}) và xuất công suất gợn sóng (P_{in}) đến đường dây một chiều; mạch đệm công suất (4) cấp và tiếp nhận công suất (P_c , P_l) đến và từ đường dây một chiều; và bộ đảo (5) biến đổi điện áp DC giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và đường cấp nguồn DC thứ hai thành điện áp AC.

Bộ biến đổi (3) tác dụng điện áp chỉnh lưu (V_{rec}) thu được bằng cách chỉnh lưu toàn sóng điện áp AC một pha (V_{in}) vào đường dây một chiều (7) sao cho đường cấp nguồn DC thứ nhất (LH; LH1, LH2) có điện thế cao hơn đường cấp nguồn DC thứ hai (LL).

Theo khía cạnh thứ nhất, thiết bị điều khiển bao gồm cụm tạo tải (1021, 1023) tạo ra tải chỉnh lưu (d_{rec}' , d_{rec}'') là tải tại đó dòng điện thứ nhất (i_{rec1}) chạy từ bộ biến đổi đến đường dây một chiều và tải xả (d_c' , d_c'') là tải tại đó dòng điện thứ hai (i_c) chạy từ mạch đệm công suất đến đường dây một chiều; và bộ điều khiển bộ đảo (101) xuất ra tín hiệu điều khiển bộ đảo (SS_{up} , SS_{vp} , SS_{wp} , SS_{un} , SS_{vn} , SS_{wn}) để điều khiển quá trình hoạt động của bộ đảo dựa trên tải chỉnh lưu, tải xả, và giá trị điều khiển (V_u^* , V_v^* , V_w^*) của điện áp xuất ra từ bộ đảo.

Tải chỉnh lưu được thiết lập dựa trên tích số của tỷ lệ thứ nhất (V_{dc}/V_m) của điện áp xác định trước (V_{dc}) và biên độ (V_m) của điện áp AC và giá trị tuyệt đối ($|\sin(\omega t)|$)

của giá trị pha hình sin (ωt) của điện áp AC, và tỷ lệ thứ hai (i_l/I_{dc} , i_l'/I_{dc}) của dòng điện thứ ba (i_l , i_l') và dòng điện DC (I_{dc}) chạy qua bộ đảo. Dòng điện thứ ba là dòng điện thứ tư (i_l) được cấp vào mạch đệm công suất từ đường dây một chiều hoặc lượng giảm (i_l') của thành phần sóng hài của dòng điện thứ tư.

Khía cạnh thứ hai và khía cạnh thứ ba của thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo sáng chế liên quan đến khía cạnh thứ nhất, và theo khía cạnh thứ hai, bộ biến đổi (3) tác dụng điện áp chỉnh lưu (V_{rec}) thu được bằng cách chỉnh lưu toàn sóng điện áp AC một pha (V_{in}) vào đường dây một chiều (7) sao cho đường cấp nguồn DC thứ nhất (LH; LH1, LH2) có điện thế cao hơn đường cấp nguồn DC thứ hai (LL). Mạch đệm công suất (4) bao gồm mạch xả (4a) bao gồm tụ điện (C4) và chuyển mạch thứ nhất (Sc, D42) được nối nối tiếp với tụ điện giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và đường cấp nguồn DC thứ hai và gần hơn với đường cấp nguồn DC thứ nhất so với tụ điện, và mạch nạp (4b) nạp tụ điện.

Theo khía cạnh thứ hai, thiết bị điều khiển xuất ra tín hiệu chuyển mạch xả (SSc) đưa chuyển mạch thứ nhất vào sự dẫn dựa trên tải xả (d_c'), và tải xả được thiết lập dựa trên tích số của tỷ lệ thứ ba (V_{dc}/V_c) của điện áp xác định trước (V_{dc}) với điện áp (V_c , V_c^*) qua tụ điện và giá trị cosin ($\cos(2\omega t)$) của giá trị gấp hai lần pha (ωt) của điện áp AC, và tích số của tỷ lệ thứ tư (V_m/V_c) của biên độ (V_m) và điện áp qua tụ điện, tỷ lệ thứ hai (i_l/I_{dc}), và giá trị tuyệt đối ($|\sin(\omega t)|$) của giá trị hình sin. Dòng điện thứ ba là dòng điện thứ tư (i_l).

Theo khía cạnh thứ ba, thiết bị điều khiển xuất ra tín hiệu chuyển mạch xả (SSc) đưa chuyển mạch thứ nhất vào sự dẫn dựa trên tải xả (d_c''), và tải xả được thiết lập dựa trên tích số của tỷ lệ thứ ba (V_{dc}/V_c) của điện áp xác định trước (V_{dc}) với điện áp (V_c , V_c^*) qua tụ điện và bình phương ($\cos^2(\omega t)$) của giá trị cosin của pha (ωt) của điện áp AC, và tích số của tỷ lệ thứ tư (V_m/V_c) của biên độ (V_m) và điện áp qua tụ điện, tỷ lệ thứ hai (i_l'/I_{dc}), và giá trị tuyệt đối ($|\sin(\omega t)|$) của giá trị hình sin. Dòng điện thứ ba là lượng giảm (i_l') của thành phần sóng hài của dòng điện thứ tư (i_l).

Ví dụ, thiết bị điều khiển (10) còn bao gồm cụm tạo lượng hiệu chỉnh (1025) thu được lượng giảm (i_l') dựa trên thành phần sóng hài của dòng điện cấp vào (I_{in}) được cấp vào bộ biến đổi (3). Theo cách lựa chọn, thiết bị điều khiển (10) còn bao gồm cụm tạo lượng hiệu chỉnh (1026) thu được lượng giảm (i_l') dựa trên thành phần sóng hài của dòng

điện thứ tư (il).

Ví dụ, cụm tạo tải bao gồm cụm tính toán tải (1021) thu được tải chỉnh lưu ban đầu (drec), là tích số của tỷ lệ thứ nhất (V_{dc}/V_m) và giá trị tuyệt đối ($|\sin(\omega t)|$) của giá trị hình sin, và tải xả ban đầu (dc), là tích số của tỷ lệ thứ ba (V_{dc}/V_c) và bình phương ($\cos^2(\omega t)$) của giá trị cosin của pha (ωt) của điện áp AC, và cụm hiệu chỉnh tải (1023) thực hiện sự hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ thứ hai (i_l/I_{dc}) để thu được tải chỉnh lưu (drec', drec'') từ tải chỉnh lưu ban đầu và tải xả (dc', dc'') từ tải xả ban đầu.

Khía cạnh thứ tư của thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo sáng chế liên quan đến khía cạnh thứ hai hoặc khía cạnh thứ ba, và theo khía cạnh thứ tư, mạch nạp (4b) bao gồm đi-ốt (D40) bao gồm catốt được nối với tụ điện (C4) và anốt, cuộn cảm (L4) được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất (LH; LH1, LH2) và anốt, và chuyển mạch thứ hai (S1, D41) được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai (LL) và anốt. Theo khía cạnh thứ ba, thiết bị điều khiển còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch (1031) tạo ra tín hiệu điều khiển (SSI) sẽ làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu (Vrec).

Theo khía cạnh thứ nhất của thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo sáng chế, hiện tượng méo của dạng sóng của dòng điện cấp vào từ dạng sóng hình sin được giảm không phụ thuộc vào dạng sóng của dòng điện thứ ba.

Theo khía cạnh thứ hai hoặc khía cạnh thứ ba của thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo sáng chế, công suất xuất ra từ bộ đảo được nắn phẳng không phụ thuộc vào dạng sóng của dòng điện thứ ba.

Theo khía cạnh thứ tư của thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo sáng chế, nhiễu sinh ra bởi chuyển mạch thứ hai được giảm.

Các mục đích, dấu hiệu, khía cạnh và lợi ích của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết hơn thông qua phần mô tả dưới đây và các hình vẽ kèm theo.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của bộ biến đổi công suất trực tiếp kỹ thuật điều khiển theo sáng chế có thể được áp dụng vào đó;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của thiết bị điều khiển;

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện dưới dạng sơ đồ đầu vào và đầu ra của công suất vào và ra khỏi bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.4 là sơ đồ mạch tương đương của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.5 là sơ đồ khối thể hiện một ví dụ của kết cấu để thực hiện điều khiển để làm cho độ gợn sóng của công suất ra bằng không;

Fig.6 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.7 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng đệm khi quá trình chuyển mạch đơn giản được thực hiện;

Fig.8 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.9 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.10 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.11 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa điện cảm và hệ số công suất;

Fig.12 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.13 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.14 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.15 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cuộn cảm trong nửa chu kỳ của điện áp AC một pha;

Fig.16 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cấp vào;

Fig.17 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.18 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất

trực tiếp;

Fig.19 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.20 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cuộn cảm trong nửa chu kỳ của điện áp AC một pha;

Fig.21 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cấp vào;

Fig.22 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.23 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp;

Fig.24 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu thứ nhất của bộ điều khiển xả và vùng lân cận của nó;

Fig.25 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của cụm tạo lượng hiệu chỉnh;

Fig.26 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu thứ hai của bộ điều khiển xả và vùng lân cận của nó;

Fig.27 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của cụm tạo lượng hiệu chỉnh;

Fig.28 là sơ đồ mạch thể hiện biến thể thứ nhất;

Fig.29 là sơ đồ mạch thể hiện kết cấu trên phía nguồn cấp AC một pha tương đối với bộ đảo trong trường hợp ở đó mạch lọc được bố trí trên bộ biến đổi và bộ đảo; và

Fig.30 là sơ đồ mạch thể hiện kết cấu trên phía nguồn cấp AC một pha tương đối với bộ đảo trong trường hợp ở đó mạch lọc được bố trí giữa bộ biến đổi và bộ đảo.

Mô tả chi tiết sáng chế

A. Các kết cấu của bộ biến đổi công suất và thiết bị điều khiển

Fig.1 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của bộ biến đổi công suất trực tiếp kỹ thuật điều khiển theo sáng chế có thể được áp dụng vào đó. Bộ biến đổi công suất trực tiếp bao gồm bộ biến đổi 3, mạch đệm công suất 4, bộ đảo 5, và đường dây một chiều 7. Mạch đệm công suất 4 hoạt động như bộ đệm hoạt động mô tả nêu trên.

Bộ biến đổi 3 được nối với nguồn cấp AC một pha 1, ví dụ, qua mạch lọc 2. Mạch

lọc 2 bao gồm cuộn cảm L2 và tụ điện C2. Cuộn cảm L2 được bố trí giữa bộ biến đổi 3 và một trong số hai đầu ra của nguồn cấp AC một pha 1. Tụ điện C2 được bố trí giữa hai đầu ra của nguồn cấp AC một pha 1. Mạch lọc 2 loại bỏ, khỏi dòng điện, thành phần tần số cao chủ yếu bắt nguồn từ vận hành chuyển mạch của bộ đảo 5. Mạch lọc 2 có thể được bỏ qua hoặc có thể được bố trí giữa bộ biến đổi 3 và mạch đệm công suất 4. Vị trí của mạch lọc 2 sẽ được mô tả bên dưới trong biến thể thứ hai. Để cho đơn giản, chức năng của mạch lọc 2 sẽ được bỏ qua trong phần mô tả dưới đây.

Đường dây một chiều 7 bao gồm các đường cấp nguồn DC LH và LL.

Bộ biến đổi 3 sử dụng, ví dụ, cầu đi-ốt, và bao gồm các đi-ốt D31 đến D34. Các đi-ốt D31 đến D34 cấu thành mạch cầu chỉnh lưu toàn sóng một pha điện áp AC một pha Vin, là điện áp vào được cấp vào từ nguồn cấp AC một pha 1, để biến đổi điện áp AC một pha Vin thành điện áp chỉnh lưu Vrec ($= |V_{in}|$; $V_{in} = V_m \cdot \sin(\omega t)$), và xuất ra điện áp chỉnh lưu Vrec giữa các đường cấp nguồn DC LH và LL. Điện thế tác dụng vào đường cấp nguồn DC LH cao hơn điện thế tác dụng vào đường cấp nguồn DC LL. Dòng điện cấp vào Iin chạy từ nguồn cấp AC một pha 1 vào trong bộ biến đổi 3. Bộ biến đổi 3 xuất ra dòng điện irec ($= |I_{in}|$; $I_{in} = I_m \cdot \sin(\omega t)$).

Mạch đệm công suất 4 bao gồm mạch xả 4a, mạch nạp 4b, và mạch chặn dòng 4c, và công suất cấp đến và tiếp nhận công suất từ đường dây một chiều 7. Mạch xả 4a bao gồm tụ điện C4 dưới dạng tụ điện đệm. Mạch nạp 4b tăng điện áp chỉnh lưu Vrec để nạp tụ điện C4. Mạch chặn dòng 4c chặn dòng điện chạy từ mạch xả 4a về phía mạch nạp 4b.

Mạch xả 4a còn bao gồm đi-ốt D42 và tranzito (theo sáng chế, tranzito lưỡng cực có công cách điện: sau đây viết tắt là “IGBT”) Sc nối theo cách đối song song với đi-ốt D42. Tranzito Sc được nối nối tiếp với tụ điện C4 giữa các đường cấp nguồn DC LH và LL và gần hơn với đường cấp nguồn DC LH so với tụ điện C4.

Theo sáng chế, nối đối song song nghĩa là nối song song trong đó các chiều thuận là đối diện với nhau. Cụ thể là, chiều thuận của tranzito Sc là hướng từ đường cấp nguồn DC LL về phía đường cấp nguồn DC LH, và chiều thuận của đi-ốt D42 là hướng từ đường cấp nguồn DC LH về phía đường cấp nguồn DC LL. Tranzito Sc và đi-ốt D42 có thể được xem chung là một chi tiết chuyển mạch (chuyển mạch Sc). Sự dẫn của chuyển mạch Sc làm cho tụ điện C4 xả và công suất cấp đến đường dây một chiều 7.

Mạch nạp 4b bao gồm, ví dụ, đi-ốt D40, cuộn cảm L4, và tranzito (theo sáng chế, IGBT) S1. Đi-ốt D40 bao gồm catốt và anôt. Catốt được nối giữa chuyển mạch Sc và tụ điện C4. Kết cấu này được biết đến như bộ ngắt quãng tăng áp.

Cuộn cảm L4 được nối giữa đường cấp nguồn DC LH và anôt của đi-ốt D40. Tranzito S1 được nối giữa đường cấp nguồn DC LL và anôt của đi-ốt D40. Tranzito S1 được nối theo cách đối song song với đi-ốt D41. Tranzito S1 và đi-ốt D41 có thể được xem chung là một chi tiết chuyển mạch (chuyển mạch S1). Cụ thể là, chiều thuận của tranzito S1 là hướng từ đường cấp nguồn DC LH về phía đường cấp nguồn DC LL, và chiều thuận của đi-ốt D41 là hướng từ đường cấp nguồn DC LL về phía đường cấp nguồn DC LH.

Tụ điện C4 được nạp bởi mạch nạp 4b để tạo ra điện áp Vc qua tụ điện C4, điện áp Vc cao hơn điện áp chỉnh lưu Vrec. Cụ thể là, dòng điện được làm cho chạy từ đường cấp nguồn DC LH đến đường cấp nguồn DC LL qua chuyển mạch S1 để tích số lũy năng lượng trong cuộn cảm L4. Sau đó, chuyển mạch S1 được tắt, khiến cho năng lượng được tích số lũy trong tụ điện C4 qua đi-ốt D40.

Do điện áp Vc qua tụ điện C4 cao hơn điện áp chỉnh lưu Vrec, về cơ bản không có dòng điện chạy qua đi-ốt D42. Do đó, chuyển mạch Sc có dẫn hay không chỉ phụ thuộc vào tranzito Sc có dẫn hay không. Theo sáng chế, đi-ốt D42 đảm bảo điện áp đánh thủng ngược khi điện áp Vc qua tụ điện C4 thấp hơn điện áp chỉnh lưu Vrec, và chức năng làm cho dòng điện chạy ngược từ phụ tải cảm ứng 6 đến đường dây một chiều 7 để thực hiện sự dẫn ngược khi bộ đảo 5 dừng bất thường.

Hơn nữa, do đường cấp nguồn DC LH có điện thế cao hơn đường cấp nguồn DC LL, về cơ bản không có dòng điện chạy qua đi-ốt D41. Do đó, chuyển mạch S1 có dẫn hay không chỉ phụ thuộc vào tranzito S1 có dẫn hay không. Theo sáng chế, đi-ốt D41 được đưa ra để làm ví dụ dưới dạng đi-ốt để gây ra điện áp đánh thủng ngược và sự dẫn ngược và dưới dạng đi-ốt lắp trong tranzito S1 là IGBT, nhưng đi-ốt D41 không có vai trò trong vận hành mạch.

Mạch chặn dòng 4c được bố trí trên đường cấp nguồn DC LH giữa mạch nạp 4b và mạch xả 4a. Ví dụ, đi-ốt D43 hoạt động như mạch chặn dòng 4c. Anôt của đi-ốt D43 được nối với cuộn cảm L4 trên phía đối diện của chuyển mạch S1 (nghĩa là, trên phía bộ biến đổi 3). Catốt của đi-ốt D43 được nối với chuyển mạch Sc trên phía đối diện của tụ

điện C4 (nghĩa là, trên phía bộ đảo 5). Mạch chặn dòng 4c được biết đến từ, ví dụ, Tài liệu sáng chế 5.

Bộ đảo 5 biến đổi điện áp DC giữa các đường cấp nguồn DC LH và LL thành điện áp AC và xuất ra điện áp AC đến các đầu ra Pu, Pv, và Pw. Bộ đảo 5 bao gồm sáu phần tử chuyển mạch Sup, Svp, Swp, Sun, Svn, và Swn. Các phần tử chuyển mạch Sup, Svp, và Swp tương ứng được nối giữa các đầu ra Pu, Pv, và Pw, và đường cấp nguồn DC LH. Các phần tử chuyển mạch Sun, Svn, và Swn được nối giữa các đầu ra Pu, Pv, và Pw, tương ứng, và đường cấp nguồn DC LL. Bộ đảo 5 là bộ đảo nguồn điện áp và bao gồm sáu đi-ốt Dup, Dvp, Dwp, Dun, Dvn, và Dwn.

Mỗi đi-ốt Dup, Dvp, Dwp, Dun, Dvn, và Dwn được bố trí sao cho catốt của chúng được hướng về phía đường cấp nguồn DC LH và anốt của chúng được hướng về phía đường cấp nguồn DC LL. Đi-ốt Dup được nối song song với phần tử chuyển mạch Sup giữa đầu ra Pu và đường cấp nguồn DC LH. Theo cách tương tự, các đi-ốt Dvp, Dwp, Dun, Dvn, và Dwn được nối song song với các phần tử chuyển mạch Svp, Swp, Sun, Svn, và Swn, tương ứng. Các đầu ra Pu, Pv, và Pw tương ứng xuất ra các dòng phụ tải iu, iv, và iw. Các dòng phụ tải này cấu thành dòng điện AC ba pha. Ví dụ, các IGBT được sử dụng làm các phần tử chuyển mạch Sup, Svp, Swp, Sun, Svn, và Swn.

Phụ tải cảm ứng 6 là, ví dụ, máy điện quay, và được thể hiện dưới dạng mạch tương đương thể hiện phụ tải cảm ứng. Cụ thể là, cuộn cảm Lu và điện trở Ru được nối nối tiếp với nhau, và một đầu của cấu trúc nối tiếp này được nối với đầu ra Pu. Thu được các cấu trúc nối tiếp tương tự cho các cuộn cảm Lv và Lw và các điện trở Rv và Rw. Các đầu khác của các cấu trúc nối tiếp này được nối với nhau.

Khi hệ thống điều khiển được thể hiện để làm ví dụ trong đó phụ tải cảm ứng 6 hoạt động như máy điện đồng bộ, bộ phát hiện vận tốc 9 phát hiện các dòng phụ tải iu, iv, và iw chạy qua phụ tải cảm ứng 6 và cung cấp cho thiết bị điều khiển 10 để điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp vận tốc góc quay ω_m , dòng trục-q Iq, và dòng trục-d Id (một cách chính xác, thông tin thể hiện chúng; điều tương tự được áp dụng sau đây) thu được từ các dòng phụ tải iu, iv, và iw.

Thiết bị điều khiển 10 tiếp nhận biên độ V_m của điện áp AC một pha Vin, vận tốc góc ω (hoặc pha $\theta = \omega t$, là tích số của vận tốc góc ω và thời điểm t), giá trị điều khiển

ωm^* của vận tốc góc quay, giá trị điều khiển Vq^* của điện áp trục-q (dưới đây sẽ được xem như “giá trị điều khiển điện áp trục-q”), giá trị điều khiển Vd^* của điện áp trục-d (dưới đây sẽ được xem như “giá trị điều khiển điện áp trục-d”), và các dòng điện I_{sh} và i_l , cũng như vận tốc góc quay ωm , dòng trục-q I_q , và dòng trục-d I_d .

Theo sáng chế, dòng điện I_{sh} là giá trị tức thời của dòng điện chạy qua bộ đảo 5 và được đo trong hoặc đường cấp nguồn DC LL hoặc LH bằng cách sử dụng phương pháp đã biết. Dòng điện i_l là dòng điện cuộn cảm chạy qua cuộn cảm L_4 và tương ứng với dòng đệm mô tả nêu trên. Dòng điện cuộn cảm i_l được đo bởi, ví dụ, thiết bị bảo vệ dòng đã biết. Kết cấu để thu được các dòng điện I_{sh} và i_l là phương pháp đã biết và do đó việc thể hiện của chúng được bỏ qua ở đây.

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của thiết bị điều khiển 10. Thiết bị điều khiển 10 bao gồm bộ điều khiển bộ đảo 101, bộ điều khiển xả 102, và bộ điều khiển nạp 103.

Bộ điều khiển bộ đảo 101 xuất ra tín hiệu điều khiển các bộ đảo $SSup$, $SSvp$, $SSwp$, $SSun$, $SSvn$, và $SSwn$ dựa trên tải xả dc' , tải chỉnh lưu $drec'$, và các giá trị điều khiển của các điện áp (dưới đây sẽ được xem như “các giá trị điều khiển điện áp”) Vu^* , Vv^* , và Vw^* xuất ra từ bộ đảo 5, sẽ được mô tả bên dưới. Các tín hiệu điều khiển bộ đảo $SSup$, $SSvp$, $SSwp$, $SSun$, $SSvn$, và $SSwn$ điều khiển các vận hành của các phần tử chuyển mạch Sup , Svp , Swp , Sun , Svn , và Swn , tương ứng.

Bộ điều khiển bộ đảo 101 bao gồm cụm tạo đại lượng điều khiển điện áp xuất ra 1011 tạo ra các giá trị điều khiển điện áp Vu^* , Vv^* , và Vw^* dựa trên pha $\theta (= \omega t)$, dòng trục-q I_q , dòng trục-d I_d , vận tốc góc quay ωm , và giá trị điều khiển ωm^* của nó.

Bộ điều khiển bộ đảo 101 còn bao gồm cụm điều khiển điều biến biên độ 1012, cụm vận hành tích số lũy-nhân 1013, cụm so sánh 1014, và cụm vận hành logic 1015.

Cụm điều khiển điều biến biên độ 1012 điều khiển quá trình hoạt động của cụm vận hành tích số lũy-nhân 1013 dựa trên tải xả dc' và tải chỉnh lưu $drec'$. Cụm vận hành tích số lũy-nhân 1013 (chỉ các ký hiệu của các bộ nhân được thể hiện để cho đơn giản) thực hiện vận hành tích số lũy-nhân giữa các giá trị điều khiển điện áp Vu^* , Vv^* , và Vw^* , và tải xả dc' và tải chỉnh lưu $drec'$, nhờ đó tạo ra các sóng tín hiệu M .

Cụm so sánh 1014 xuất các kết quả so sánh về giá trị giữa các sóng tín hiệu M và sóng mang CA đến cụm vận hành logic 1015. Cụm vận hành logic 1015 thực hiện

phương trình logic trên các kết quả so sánh và xuất ra các tín hiệu điều khiển bộ đảo SS_{Sup}, SS_{Vp}, SS_{Wp}, SS_{Sun}, SS_{Vn}, và SS_{Wn}.

Bộ điều khiển xả 102 bao gồm cụm tính toán tải 1021, bộ so sánh 1022, và cụm hiệu chỉnh tải 1023.

Cụm tính toán tải 1021 tiếp nhận pha θ , biên độ V_m , giá trị điều khiển V_c^* của điện áp V_c qua tụ điện C_4 , và giá trị điều khiển V_{dc}^* của điện áp DC V_{dc} mô tả bên dưới, và tính toán tải xả ban đầu dc và tải chỉnh lưu ban đầu $drec$.

Cụm hiệu chỉnh tải 1023 hiệu chỉnh tải xả ban đầu dc và tải chỉnh lưu ban đầu $drec$ để thu được tải xả dc' và tải chỉnh lưu $drec'$.

Theo đó, cụm tính toán tải 1021 và cụm hiệu chỉnh tải 1023 có thể được xem chung là cụm tạo tải tạo ra tải xả dc' và tải chỉnh lưu $drec'$.

Việc tạo của tải xả ban đầu dc , tải chỉnh lưu ban đầu $drec$, tải xả dc' , và tải chỉnh lưu $drec'$ sẽ được mô tả bên dưới.

Bộ so sánh 1022 so sánh tải xả dc' với sóng mang CA để tạo ra tín hiệu chuyển mạch xả SS_c để đưa chuyển mạch Sc vào quá trình dẫn điện.

Các vận hành của bộ điều khiển bộ đảo 101 và bộ so sánh 1022 là các phương pháp đã biết (xem, ví dụ, các tài liệu sáng chế 1 và 2), và do đó các chi tiết của chúng được bỏ qua ở đây.

Bộ điều khiển nạp 103 bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch 1031 tạo ra tín hiệu điều khiển SS_l để điều khiển ON và OFF của chuyển mạch Sl . Cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch 1031 được biết đến từ các tài liệu phi sáng chế 4 và 5, và do đó các chi tiết của chúng được bỏ qua ở đây nhưng sẽ được mô tả vắn tắt bên dưới. Ví dụ, cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch 1031 tạo ra tín hiệu điều khiển SS_l dựa trên công suất ra P_{out} , là công suất tức thời xuất ra từ bộ đảo 5, và biên độ V_m .

B. Tổng quan vận hành của mạch đệm công suất 4

Công suất vào bộ biến đổi Pin , là công suất tức thời được cấp vào bộ biến đổi 3, được biểu diễn bởi phương trình sau đây (1), với biên độ I_m của dòng điện cấp vào I_{in} được đưa ra và hệ số công suất vào là 1.

(Phương trình 1)

$$P_{in} = V_m \cdot I_m \cdot \sin^2(\omega t) \\ = \frac{V_m \cdot I_m}{2} - \frac{V_m \cdot I_m}{2} \cdot \cos(2\omega t) \quad \dots (1)$$

Công suất vào bộ biến đổi P_{in} có thành phần AC $(-1/2) \cdot V_m \cdot I_m \cdot \cos(2\omega t)$ thể hiện bởi số hạng thứ hai ở ngoài cùng bên phải của Phương trình (1) (dưới đây sẽ được xem như “thành phần AC $P_{in}^{\wedge}$ ”). Do đó, sau đây công suất vào bộ biến đổi P_{in} cũng có thể được xem như công suất gợn sóng P_{in} .

Bộ biến đổi công suất thể hiện trên Fig.1 có thể được hiểu như sau.

Bộ biến đổi 3 tiếp nhận điện áp AC một pha V_{in} và xuất ra công suất gợn sóng P_{in} . Mạch đệm công suất 4 tiếp nhận công suất tức thời P_I (dưới đây sẽ được xem như “công suất tiếp nhận P_I ”) từ đường dây một chiều 7 và xuất công suất tức thời P_c (dưới đây sẽ được xem như “công suất cấp P_c ”) đến đường dây một chiều 7. Bộ đảo 5 tiếp nhận, từ đường dây một chiều 7, công suất vào bộ đảo $P_{dc} (= P_{in} + P_c - P_I)$, là công suất tức thời thu được bằng cách trừ công suất tiếp nhận P_I từ tổng của công suất gợn sóng P_{in} và công suất cấp P_c , và xuất ra các dòng phụ tải i_u , i_v , và i_w . Khi tổn thất của bộ đảo 5 được bỏ qua, công suất vào bộ đảo P_{dc} bằng với công suất ra P_{out} .

Fig.3 là sơ đồ khối thể hiện dưới dạng sơ đồ đầu vào và đầu ra của công suất vào và ra khỏi bộ biến đổi công suất trực tiếp thể hiện trên Fig.1. Công suất tức thời P_{buf} trải qua sự đệm (dưới đây sẽ được xem như “công suất đệm P_{buf} ”) bằng với chênh lệch công suất $(P_c - P_I)$ thu được bằng cách trừ công suất tiếp nhận P_I từ công suất cấp P_c . Công suất tức thời P_{rec} truyền từ bộ biến đổi 3 về phía bộ đảo 5 bằng với chênh lệch công suất $(P_{in} - P_I)$. Do đó, $P_{dc} = P_{rec} + P_c$ thỏa mãn.

Khi mạch đệm công suất 4 cấp và tiếp nhận công suất tương ứng với giá trị tuyệt đối $|P_{in}^{\wedge}|$ của thành phần AC $P_{in}^{\wedge}$ vào và từ đường dây một chiều 7, $P_{dc} = P_{in} - P_{in}^{\wedge}$, và có phương trình sau đây (2).

(Phương trình 2)

$$P_{dc} = \frac{V_m \cdot I_m}{2} \quad \dots (2)$$

C. Mạch tương đương của bộ biến đổi công suất trực tiếp và các tải

Fig.4 thể hiện mạch tương đương của bộ biến đổi công suất trực tiếp thể hiện trên Fig.1. Mạch tương đương được đưa ra trong, ví dụ, các tài liệu sáng chế 1 và 2. Trong mạch tương đương, dòng điện i_{rec1} được thể hiện một cách tương đương với dòng điện i_{rec1} chạy qua chuyển mạch Srec khi chuyển mạch Srec đang dẫn. Theo cách tương tự, dòng điện xả i_c được thể hiện một cách tương đương với dòng điện i_c chạy qua chuyển mạch Sc khi chuyển mạch Sc đang dẫn.

Ngoài ra, dòng điện chạy vào phụ tải cảm ứng 6 qua bộ đảo 5 khi các đầu ra Pu, Pv, và Pw được nối chung với hoặc đường cấp nguồn DC LH hoặc LL trong bộ đảo 5 được thể hiện một cách tương đương với dòng điện pha không i_z chạy qua chuyển mạch Sz khi chuyển mạch Sz đang dẫn.

Fig.4 thể hiện cuộn cảm L4, di-ốt D40, và chuyển mạch S1 cấu thành mạch nạp 4b, và cũng thể hiện dòng điện cuộn cảm i_l chạy qua cuộn cảm L4.

Trong mạch tương đương này, các tải d_{rec}' , d_c' , và d_z' tại đó các chuyển mạch Srec, Sc, và Sz được cấp vào sự dẫn, tương ứng, được đưa ra. Chú ý rằng, như được biết đến từ các tài liệu nêu trên, $0 \leq d_{rec}' \leq 1$, $0 \leq d_c' \leq 1$, $0 \leq d_z' \leq 1$, và $d_{rec}' + d_c' + d_z' = 1$.

Tải d_{rec}' là tải để thiết lập khoảng thời gian qua đó bộ biến đổi 3 được nối với đường dây một chiều 7 và dòng điện được cho phép chạy qua bộ đảo 5, và do đó tải chỉnh lưu d_{rec}' mô tả nêu trên.

Tải d_c' là tải tại đó tụ điện C4 xả, và do đó tải xả d_c' mô tả nêu trên.

Tải d_z' là tải tại đó dòng điện pha không i_z luôn chạy không phụ thuộc vào điện áp xuất trong bộ đảo 5, và do đó có thể được xem như tải không d_z' .

Dòng điện DC I_{dc} là dòng điện chạy vào phụ tải cảm ứng 6 qua bộ đảo 5 và có thể được tính toán từ dòng điện I_{sh} theo cách mô tả bên dưới. Các dòng điện i_{rec1} , i_c , và i_z được thu được bằng cách nhân các tải d_{rec}' , d_c' , và d_z' , tương ứng, với dòng điện DC I_{dc} . Do đó, các dòng điện i_{rec1} , i_c , và i_z là các giá trị trung bình trong các giai đoạn chuyển mạch của các chuyển mạch Srec, Sc, và Sz, tương ứng. Các tải d_{rec}' , d_c' , và d_z' cũng có thể được xem như các hệ số phân phối dòng điện của dòng điện DC I_{dc} với các dòng điện i_{rec1} , i_c , và i_z , tương ứng.

Trong trường hợp sử dụng cầu đi-ốt làm bộ biến đổi 3, bộ biến đổi 3 không thể thực hiện một cách chủ động quá trình chuyển mạch ở tải chỉnh lưu drec'. Do đó, bộ đảo 5 và chuyển mạch Sc thực hiện quá trình chuyển mạch theo tải không dz' và tải xả dc', tương ứng, nhờ đó có thể thu nhận dòng điện irec1.

Trong khoảng thời gian qua đó dòng điện pha không iz chạy, bộ đảo 5 không thể sử dụng điện áp DC trong đường dây một chiều 7. Do đó, điện áp DC trong đường dây một chiều 7, sử dụng để cấp công suất đến bộ đảo 5 có ý nghĩa trong việc biến đổi công suất. Nói theo cách khác, điện áp DC tức thời không được sử dụng bởi bộ đảo 5 để biến đổi công suất không có ý nghĩa. Với điện áp DC Vdc có ý nghĩa trong việc biến đổi công suất được đưa ra và Phương trình (2) được xem xét, dòng điện DC Idc có thể được biểu diễn bởi phương trình sau đây (3). Điện áp DC Vdc có thể được biểu diễn bởi phương trình sau đây (4).

(Phương trình 3)

$$Idc = \frac{P_{dc}}{V_{dc}} = \frac{V_m \cdot I_m}{2 \cdot V_{dc}} \quad \dots (3)$$

(Phương trình 4)

$$V_{dc} = V_{rec} \cdot d_{rec}' + V_{c*} \cdot d_c' + 0 \cdot d_z' \quad \dots (4)$$

Mặt khác, điện áp DC Vdc cũng có thể được hiểu như điện áp sẽ được tác dụng vào đường dây một chiều 7 như giá trị trung bình của các giá trị lớn nhất của điện áp bộ đảo 5 có thể xuất ra trong giai đoạn điều khiển quá trình chuyển mạch của các chuyển mạch Sc và Sl và bộ đảo 5. Điều này là vì bộ đảo 5 được cách điện khỏi hoặc đường cấp nguồn DC LL hoặc LH trong khoảng thời điểm tương ứng với tải không dz' mặc dù bộ đảo 5 có thể đóng góp vào điện áp của đường dây một chiều 7 ở hệ số thể hiện bởi tải không dz'.

Trên Fig.4, điện áp DC Vdc được thể hiện dưới dạng điện áp được tạo qua nguồn dòng Idc (vốn cấp dòng điện DC Idc) thể hiện bộ đảo 5 và phụ tải cảm ứng 6.

Theo sáng chế, các phương trình sử dụng biên độ Im của dòng điện cấp vào được

sử dụng, nhưng không luôn cần thiết phải đo biên độ I_m . Ví dụ, công suất vào bộ đảo Pdc có thể được tính toán theo cách mô tả bên dưới.

Theo một phương án, phân mô tả sẽ được đưa ra cho trường hợp thực hiện quá trình điều khiển các trục dq liên quan đến quá trình hoạt động của phụ tải AC thông thường. Phương trình công suất trên các trục dq được biểu diễn một cách đặc trưng bởi Phương trình (5). Các ký hiệu V^* và I thể hiện giá trị điều khiển của điện áp tác dụng vào phụ tải AC và dòng điện chạy qua phụ tải AC, tương ứng. Chúng là dòng xoay chiều AC, và do đó chấm thể hiện số phức được thêm vào mỗi ký hiệu V^* và I . Chú ý rằng điện áp trục-q một cách lý tưởng tuân theo giá trị điều khiển của nó, nghĩa là, giá trị điều khiển điện áp trục-q V_q^* , và điện áp trục-d một cách lý tưởng tuân theo giá trị điều khiển của nó, nghĩa là, giá trị điều khiển điện áp trục-d V_d^* .

(Phương trình 5)

$$P + jQ = \dot{V}^* \cdot \dot{I} = V_d^* \cdot I_d + V_q^* \cdot I_q + j(V_q^* \cdot I_d - V_d^* \cdot I_q) \quad \dots (5)$$

Không có công suất vô công trong công suất vào bộ đảo Pdc cấp từ các đường cấp nguồn DC LH và LL vào bộ đảo 5, và do đó công suất vào bộ đảo Pdc được biểu diễn bởi Phương trình (6), với số hạng thứ hai ở ngoài cùng bên phải của Phương trình (5) được bỏ qua.

(Phương trình 6)

$$P_{dc} = V_d^* \cdot I_d + V_q^* \cdot I_q \quad \dots (6)$$

Do đó, quá trình điều khiển tạo sự không gọn sóng (thành phần AC) của Phương trình (6) cho phép điều khiển thu được các phương trình (3) và (4) sẽ được thực hiện. Một ví dụ của kết cấu để thực hiện sự điều khiển nêu trên được thể hiện trên Fig.5 dưới dạng sơ đồ khối. Kết cấu này được bố trí trong, ví dụ, kết cấu thể hiện dưới dạng cụm tạo đại lượng điều khiển điện áp xuất ra 1011 trên Fig.2.

Phân mô tả vẫn tất sẽ được đưa ra tương ứng với phương pháp đã biết trong kết cấu trên Fig.5. Các giá trị hàm lượng góc $\cos\beta^*$ và $-\sin\beta^*$ được tính toán từ giá trị điều khiển pha dòng điện β^* , và giá trị điều khiển dòng trục-q I_q^* và giá trị điều khiển dòng

trục-d I_d^* được tạo từ các giá trị hàm lượng giác $\cos\beta^*$ và $-\sin\beta^*$ và giá trị điều khiển dòng điện I_a^* . Giả định rằng phụ tải cảm ứng 6 là máy điện quay, giá trị điều khiển điện áp trục-q V_q^* và giá trị điều khiển điện áp trục-d V_d^* được tính toán dựa trên vận tốc góc quay ω_m của máy điện quay, đường sức từ trường pha của máy điện quay, điện cảm trục-d L_d và điện cảm trục-q L_q của máy điện quay, giá trị điều khiển dòng trục-q I_q^* , giá trị điều khiển dòng trục-d I_d^* , dòng trục-q I_q , và dòng trục-d I_d . Dựa trên giá trị điều khiển điện áp trục-q V_q^* và giá trị điều khiển điện áp trục-d V_d^* , các giá trị điều khiển điện áp V_u^* , V_v^* , và V_w^* để điều khiển bộ đảo 5 được tạo.

Ví dụ, trong kết cấu thể hiện trên Fig.1, bộ phát hiện vận tốc 9 phát hiện các dòng phụ tải i_u , i_v , và i_w chạy qua phụ tải cảm ứng 6 và cấp thiết bị điều khiển 10 với vận tốc góc quay ω_m thu được từ các dòng phụ tải, dòng trục-q I_q , và dòng trục-d I_d .

Cụm tính toán công suất DC 711 tiếp nhận giá trị điều khiển điện áp trục-q V_q^* , giá trị điều khiển điện áp trục-d V_d^* , dòng trục-q I_q , và dòng trục-d I_d , tính toán công suất vào bộ đảo Pdc dựa trên phương trình (6) đưa ra bên trên, và cấp kết quả tính toán đến cụm tách gợn sóng 712.

Cụm tách gợn sóng 712 tách và xuất ra thành phần AC của Phương trình (6). Ví dụ, mạch lọc thông cao HPF hoạt động như cụm tách gợn sóng 712. Cụm xử lý PI 716 thực hiện điều khiển tích số phân-tỷ lệ trên thành phần AC, và giá trị thu được nhờ đó được xuất đến bộ trừ 715.

Bộ trừ 715 thực hiện quá trình hiệu chỉnh giá trị điều khiển dòng điện I_a^* trong quá trình chuẩn bằng cách sử dụng đầu ra của cụm xử lý PI 716. Cụ thể là, với quá trình chuẩn để tính toán giá trị điều khiển dòng điện I_a^* , bộ trừ 701 tính toán độ lệch giữa vận tốc góc quay ω_m và giá trị điều khiển ω_m^* của chúng. Độ lệch này trải qua điều khiển tích số phân-tỷ lệ bởi cụm xử lý PI 702, và giá trị điều khiển dòng điện I_a^* được tính toán. Sau đó, bộ trừ 715 thực hiện quá trình giảm giá trị điều khiển dòng điện I_a^* với đầu ra từ cụm xử lý PI 716.

Phương pháp đã biết mô tả nêu trên được áp dụng vào giá trị điều khiển dòng điện I_a^* hiệu chỉnh theo cách nêu trên bởi cụm xử lý 71, khiến cho giá trị điều khiển điện áp trục-q V_q^* và giá trị điều khiển điện áp trục-d V_d^* được tạo. Bằng sự điều khiển này, quá trình điều khiển được thực hiện bằng cách đưa sự phản hồi lên giá trị điều khiển điện áp

trục-q V_q^* và giá trị điều khiển điện áp trục-d V_d^* , và dòng trục-q I_q và dòng trục-d I_d , khiến cho thành phần AC của công suất vào bộ đảo Pdc hội tụ về không.

D. Nguyên tắc của phương án nêu trên

Như được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 và 2 và v.v, tải chỉnh lưu drec' và tải xả dc' được xác định không kéo theo sự phân biệt giữa khoảng thời điểm tiếp nhận và khoảng thời gian cấp theo phương án của sáng chế. Trước tiên, tải chỉnh lưu ban đầu drec và tải xả ban đầu dc được xác định một lần tương ứng bởi các phương trình (7) và (8). Chú ý rằng giá trị điều khiển V_{dc}^* của điện áp DC V_{dc} có thể được sử dụng làm điện áp DC V_{dc} . Nghĩa là, điện áp DC V_{dc} sau đây sẽ được sử dụng làm điện áp xác định trước.

(Phương trình 7)

$$d_{rec} = \frac{V_{dc}}{V_m} \cdot |\sin(\omega t)| \quad \dots (7)$$

(Phương trình 8)

$$\begin{aligned} d_c &= \frac{V_{dc}}{V_{c*}} \cdot \cos^2(\omega t) \\ &= \frac{V_{dc}}{2 \cdot V_{c*}} \cdot [1 + \cos(2 \omega t)] \quad \dots (8) \end{aligned}$$

Miễn là $V_{dc} \leq V_m$, $0 \leq d_{rec} \leq 1$ được thỏa mãn. Ngoài ra, thiết lập thỏa mãn $0 \leq d_c \leq 1$ là có thể khi điện áp DC V_{dc} được thiết lập nhỏ hơn hoặc bằng giá trị điều khiển V_{c*} .

Phương trình (9) thu được từ các phương trình (7) và (8). Phương trình (9) tương ứng với trường hợp trong đó $d_{rec}' = d_{rec}$, $d_c' = d_c$, và $d_z' = d_z$ trong Phương trình (4). Do đó, Các phương trình (4) và (9) biểu thị tính toán hiệu lực của điều khiển sử dụng tải chỉnh lưu ban đầu drec và tải xả ban đầu dc.

(Phương trình 9)

$$\begin{aligned}
& V_{rec} \cdot d_{rec} + V_{c*} \cdot d_c + 0 \cdot d_z \\
& = V_m \cdot |\sin(\omega t)| \cdot \frac{V_{dc}}{V_m} \cdot |\sin(\omega t)| + V_{dc} \cdot \cos^2(\omega t) \\
& = V_{dc} \cdot \dots (9)
\end{aligned}$$

Dựa trên các phương trình (3) và (7), dòng điện i_{rec1} trong trường hợp thực hiện quá trình điều khiển sử dụng tải chỉnh lưu bán đầu d_{rec} được tính toán bằng cách sử dụng phương trình sau đây (10).

(Phương trình 10)

$$\begin{aligned}
i_{rec1} &= d_{rec} \cdot I_{dc} \\
&= \frac{V_{dc}}{V_m} \cdot |\sin(\omega t)| \cdot \frac{V_m \cdot I_m}{2 \cdot V_{dc}} \\
&= \frac{I_m}{2} \cdot |\sin(\omega t)| \dots (10)
\end{aligned}$$

Như được mô tả trong các tài liệu sáng chế 1 và 2, khi dòng điện cuộn cảm i_l có giá trị $i_{l0} = i_{rec1}$ biểu thị bởi phương trình sau đây (11), dòng điện cấp vào I_{in} có dạng $\sin$ với việc sử dụng tải chỉnh lưu bán đầu d_{rec} và tải xả bán đầu d_c .

(Phương trình 11)

$$\begin{aligned}
i_l &= i_{l0} = I_m \cdot |\sin(\omega t)| - i_{rec1} \\
&= \frac{I_m}{2} \cdot |\sin(\omega t)| \\
&= i_{rec1} \dots (11)
\end{aligned}$$

Fig.6 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp thể hiện trên Fig.1, và thể hiện quá trình hoạt động khi điều khiển sử dụng tải chỉnh lưu bán đầu d_{rec} và tải xả bán đầu d_c ($d_z = 1 - d_c - d_{rec}$).

Trên Fig.6, biểu đồ trên cùng thể hiện các tải d_{rec} , d_c , và d_z ; biểu đồ thứ hai từ trên thể hiện điện áp DC V_{dc} , các điện áp $d_{rec} \cdot V_{rec}$ và $d_c \cdot V_c$ (xem phương trình (4)) cấu thành điện áp DC V_{dc} , và dòng điện DC I_{dc} ; biểu đồ thứ ba từ trên thể hiện các dòng điện i_{rec} , i_c , i_l , và i_{rec1} ; và biểu đồ dưới cùng thể hiện các công suất tức thời P_{in} , P_{dc} , P_{buf} , P_c , $-P_l$, và P_{rec} . Giả định rằng điện áp V_c qua tụ điện C_4 tuân theo một cách chính xác giá trị điều khiển V_{c*} .

Trên Fig.6, trục nằm ngang thể hiện pha ωt , với “độ” được sử dụng làm đơn vị. Các dòng điện I_{dc} , i_{rec} , i_c , i_l , và i_{rec1} được biến đổi bằng cách sử dụng biên độ I_m of $\sqrt{2}$. Các điện áp $V_{rec} \cdot d_{rec}$ và $V_c \cdot d_c$ được biến đổi bằng cách sử dụng biên độ V_m bằng 1, và $V_c = 1,14V_m$. $V_{dc} = 0,86V_m$, khiến cho giá trị nhỏ nhất của $d_z = 1 - d_c - d_{rec}$ là 0. Các công suất tức thời P_{in} , P_{out} , P_{buf} , P_c , $-P_l$, và P_{rec} được tính toán dưới dạng các tích số của các điện áp biến đổi theo cách nêu trên và các dòng điện.

Fig.6 thể hiện trường hợp trong đó dòng điện cuộn cảm i_l có giá trị i_{l0} , trong đó dạng sóng của dòng điện i_{rec} có giá trị tuyệt đối của sóng sin.

Tuy nhiên, nếu dòng điện cuộn cảm i_l không có dạng sóng của giá trị tuyệt đối của sóng sin được cho phép chạy khi điều khiển sử dụng tải chỉnh lưu ban đầu d_{rec} , dòng điện cấp vào I_{in} có thể bị méo từ dạng sóng hình sin. Do đó, bộ biến đổi công suất trực tiếp được điều khiển bằng cách sử dụng tải chỉnh lưu d_{rec}' thu được bằng cách hiệu chỉnh tải chỉnh lưu ban đầu d_{rec} như mô tả bên dưới.

Dòng điện i_{rec1} được giảm đáp ứng với yêu cầu hủy sự ảnh hưởng lên dòng điện cấp vào I_{in} khi dòng điện cuộn cảm i_l lớn hơn giá trị i_{l0} . Do đó, tải chỉnh lưu d_{rec}' được giảm để trở nên nhỏ hơn tải chỉnh lưu ban đầu d_{rec} . Do đó, mối quan hệ giữa của phương trình sau đây (12) được thiết lập khi xem xét tính toán liên tục của dòng điện. Khi $i_l = i_{l0}$, $d_{rec}' = d_{rec}$.

(Phương trình 12)

$$(d_{rec}' - d_{rec}) \cdot I_{dc} + (i_l - i_{l0}) = 0$$

$$\therefore d_{rec}' = d_{rec} - (i_l - i_{l0}) / I_{dc} \quad \dots (12)$$

Phép biến đổi của phương trình (12) tạo ra phương trình sau đây (13). Số hạng thứ

hai trong các ngoặc vuông (biểu tượng “[“ và biểu tượng “]”) ở ngoài cùng bên phải là số hạng hiệu chỉnh cho tải chỉnh lưu ban đầu drec. Số hạng hiệu chỉnh là giá trị thu được bằng cách trừ hệ số (i_l/I_{dc}) từ tải chỉnh lưu ban đầu drec.

(Phương trình 13)

$$\begin{aligned} d_{rec}' &= \frac{i_{rec1}}{I_{dc}} - \frac{i_l - i_{rec1}}{I_{dc}} \\ &= d_{rec} + \left[d_{rec} - \left(\frac{i_l}{I_{dc}} \right) \right] \quad \dots (13) \end{aligned}$$

Việc sử dụng tải chỉnh lưu drec' giảm hiện tượng méo của dòng điện cấp vào I_{in} từ dạng sóng hình sin không phụ thuộc vào dạng sóng của dòng điện cuộn cảm i_l .

Khi dòng điện cuộn cảm i_l không có dạng sóng của giá trị tuyệt đối của sóng sin được cho phép chạy trong quá trình điều khiển sử dụng tải xả ban đầu d_c , dạng sóng của công suất đệm P_{buf} trở nên bị méo và công suất ra P_{out} (= P_{dc}) có gợn sóng, mặc dù chức năng của bộ đệm công suất được duy trì. Do đó, bộ biến đổi công suất trực tiếp được điều khiển bằng cách sử dụng tải xả d_c' thu được bằng cách hiệu chỉnh tải xả ban đầu d_c như sẽ được mô tả bên dưới.

Dòng điện xả i_c được tăng đáp ứng với yêu cầu hủy sự ảnh hưởng lên điện áp V_c qua tụ điện C_4 khi dòng điện cuộn cảm i_l lớn hơn giá trị i_{l0} . Do đó, tải xả d_c' được tăng để lớn hơn tải xả ban đầu d_c . Do đó, mối quan hệ giữa của phương trình sau đây (14) được thiết lập khi xem xét công suất để nạp tụ điện C_4 . Khi $i_l = i_{l0}$, $d_c' = d_c$.

(Phương trình 14)

$$V_c * I_{dc} \cdot (d_c' - d_c) = (i_l - i_{l0}) \cdot V_m \cdot |\sin(\omega t)| \quad \dots (14)$$

Liên quan đến vế bên phải của phương trình (14), thu được phương trình sau đây (15).

(Phương trình 15)

$$\begin{aligned}
 V_m \cdot \frac{-i l O \cdot |\sin(\omega t)|}{V_{C*} \cdot I_{dc}} &= V_m \cdot \frac{-d_{rec} \cdot |\sin(\omega t)|}{V_{C*}} \\
 &= -\frac{V_{dc} \cdot |\sin(\omega t)| \cdot |\sin(\omega t)|}{V_{C*}} \\
 &= -\frac{V_{dc}}{2 V_{C*}} \cdot [1 - \cos(2 \omega t)] \quad \dots (15)
 \end{aligned}$$

Theo đó, thu được phương trình sau đây (16) từ các phương trình (14) và (15).

(Phương trình 16)

$$dc' = \frac{V_{dc}}{V_{C*}} \cdot \cos(2 \omega t) + \left(\frac{i l}{I_{dc}} \right) \cdot \frac{V_m}{V_{C*}} \cdot |\sin(\omega t)| \quad \dots (16)$$

Liên quan đến số hạng thứ nhất ở bên phải của phương trình (16), thu được phương trình sau đây (17).

(Phương trình 17)

$$\begin{aligned}
 \frac{V_{dc}}{V_{C*}} \cdot \cos(2 \omega t) &= \frac{V_{dc}}{2 V_{C*}} \cdot [2 + 2 \cdot \cos(2 \omega t) - 2] \\
 &= 2 \cdot dc - \frac{V_{dc}}{V_{C*}} \quad \dots (17)
 \end{aligned}$$

Phương trình (18) sau đây thu được từ các phương trình (16) và (17). Số hạng thứ hai trong ngoặc vuông (biểu tượng “[” và biểu tượng “]”) ở bên phải là số hạng hiệu chỉnh cho tải xả ban đầu dc . Số hạng hiệu chỉnh là giá trị thu được bằng cách bổ sung giá trị thứ nhất vào tải xả ban đầu dc . Giá trị thứ nhất là giá trị thu được bằng cách chia giá trị thứ hai cho giá trị điều khiển V_{C*} . Giá trị thứ hai là giá trị thu được bằng cách trừ điện áp DC V_{dc} từ tích số của hệ số (il/I_{dc}) và điện áp chỉnh lưu V_{rec} .

(Phương trình 18)

$$dc' = dc + \left[dc + \frac{\left(\frac{i_l}{I_{dc}}\right) \cdot V_m \cdot |\sin(\omega t)| - V_{dc}}{V_{c*}} \right] \dots (18)$$

Việc sử dụng tải xả dc' san phẳng công suất ra Pout và loại bỏ thành phần gợn sóng khỏi đó không phụ thuộc vào dạng sóng của dòng điện cuộn cảm i_l .

Công suất ra Pout bằng với tích số $V_{dc} \cdot I_{dc}$, bằng công suất vào bộ đảo Pdc. Theo đó, phương trình (19) sau đây thỏa mãn các phương trình (2), (9), và (11).

(Phương trình 19)

$$\begin{aligned} & V_{rec} \cdot d_{rec}' + V_{c*} \cdot dc' \\ &= V_{rec} \cdot \left[d_{rec} - (i_l - i_{l0}) / I_{dc} \right] \\ & \quad + V_{dc} \cdot \cos(2\omega t) + (i_l / I_{dc}) \cdot V_m \cdot |\sin(\omega t)| \\ &= V_{rec} \cdot d_{rec} - V_{rec} \cdot (i_l / I_{dc}) + V_{rec} \cdot (i_{l0} / I_{dc}) \\ & \quad + V_{dc} \cdot \cos(2\omega t) + (i_l / I_{dc}) \cdot V_{rec} \\ &= V_{rec} \cdot d_{rec} + V_{dc} [\cos^2(\omega t) - \sin^2(\omega t)] \\ & \quad + \frac{V_m \cdot |\sin(\omega t)| \cdot (I_m / 2) \cdot |\sin(\omega t)|}{I_{dc}} \\ &= V_{rec} \cdot d_{rec} + V_{dc} \cdot \cos^2(\omega t) \\ &= V_{dc} \dots (19) \end{aligned}$$

Phương trình này tương ứng với phương trình (4). Cần hiểu rằng việc sử dụng tải chỉnh lưu d_{rec}' và tải xả dc' cho phép điều khiển để làm cho điện áp DC V_{dc} không đổi.

Các hiệu chỉnh biểu thị bởi các phương trình (13) và (18) được thực hiện bởi cụm hiệu chỉnh tải 1023. Các hiệu chỉnh này yêu cầu điện áp DC V_{dc} , được tính toán từ tải chỉnh lưu ban đầu d_{rec} và tải xả ban đầu dc , biên độ V_m và pha θ , và giá trị điều khiển V_{c*} , như được biểu thị bởi Phương trình (9). Theo cách lựa chọn, giá trị điều khiển V_{dc*}

có thể được sử dụng.

Do đó, có thể xem xét rằng các hiệu chỉnh biểu thị bởi các phương trình (13) và (18) được thực hiện dựa trên hệ số (i_l/I_{dc}) . Hơn nữa, biên độ I_m của dòng điện cấp vào là không cần thiết không chỉ để tạo ra tải chỉnh lưu ban đầu d_{rec} và tải xả ban đầu d_c còn để thực hiện sự hiệu chỉnh để thu được tải chỉnh lưu d_{rec}' và tải xả d_c' .

E. Thu nhận dòng điện DC I_{dc}

Như được mô tả nêu trên, dòng điện DC I_{dc} có thể được tính toán từ giá trị đo của dòng điện I_{sh} . Để chuẩn bị cho việc mô tả chúng, các đại lượng sau đây được đưa ra. Chu kỳ T_0 là một chu kỳ của sóng mang CA. Các khoảng thời gian τ_4 và τ_6 tương ứng thể hiện các độ dài của các khoảng thời gian qua đó trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai được thực hiện trong chu kỳ T_0 .

Trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai sẽ được mô tả trong khi tập trung sự chú ý vào chu kỳ trong đó phần tử chuyển mạch S_{wp} liên tục trong trạng thái TẮT và phần tử chuyển mạch S_{wn} liên tục trong trạng thái BẬT trong bộ đảo 5 trong một chu kỳ của sóng mang CA. Trạng thái thứ nhất là trạng thái trong đó các phần tử chuyển mạch S_{up} và S_{vn} ở trạng thái BẬT và các phần tử chuyển mạch S_{un} và S_{vp} ở trạng thái TẮT. Trạng thái thứ hai là trạng thái trong đó các phần tử chuyển mạch S_{up} và S_{vp} ở trạng thái BẬT và các phần tử chuyển mạch S_{un} và S_{vn} ở trạng thái TẮT. Được biết đến rằng phương trình (20) thỏa mãn khi pha θ_v của điện áp xuất ra từ bộ đảo 5 và hệ số $0 < k < 1$ được đưa ra (xem, ví dụ, Tài liệu sáng chế 4).

(Phương trình 20)

$$\begin{aligned}\tau_0/T_0 &= 1 - k \cdot \sin(\theta_v + \pi/3) \\ \tau_4/T_0 &= k \cdot \sin(\pi/3 - \theta_v) \\ \tau_6/T_0 &= k \cdot \sin(\theta_v) \quad \dots (20)\end{aligned}$$

Theo cách tương tự, pha θ_i và biên độ I_o của dòng phụ tải i_u được đưa ra, các dòng phụ tải i_u , i_v , và i_w tạo thành dòng AC ba pha, và có phương trình (21).

(Phương trình 21)

$$\begin{aligned} i_u &= I_0 \cdot \cos(\theta_i) \\ i_v &= I_0 \cdot \cos(\theta_i - 2\pi/3) \\ i_w &= I_0 \cdot \cos(\theta_i + 2\pi/3) \end{aligned} \quad \dots (21)$$

Dòng điện I_a trong phương trình (22) được sử dụng làm dòng điện DC I_{dc} . Chu kỳ T_0 là một chu kỳ của sóng mang CA. Các khoảng thời gian τ_4 và τ_6 tương ứng thể hiện các độ dài của các khoảng thời gian qua đó trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai được thực hiện trong chu kỳ T_0 . Các dòng điện $I_{sh}(t_4)$ và $I_{sh}(t_6)$ tương ứng thể hiện các giá trị của dòng điện I_{sh} đo tại thời điểm t_4 và thời điểm t_6 . Thời điểm t_4 và thời điểm t_6 tương ứng được chọn từ các điểm thời gian tại đó trạng thái thứ nhất và trạng thái thứ hai được thực hiện.

(Phương trình 22)

$$I_a = \frac{\tau_4 \cdot I_{sh}(t_4) + \tau_6 \cdot I_{sh}(t_6)}{T_0} \quad \dots (22)$$

Do đó, trong trạng thái thứ nhất, dòng phụ tải i_u chạy từ đầu ra P_u đến phụ tải cảm ứng 6 và chạy từ các đầu ra P_v và P_w đến đường cấp nguồn DC LL. Trong trạng thái thứ hai, các dòng phụ tải i_u và i_v chạy từ các đầu ra P_u và P_v , tương ứng, đến phụ tải cảm ứng 6, và chạy từ đầu ra P_w đến đường cấp nguồn DC LL. Dựa trên mối quan hệ giữa $i_u + i_v + i_w = 0$, thu được phương trình (23).

(Phương trình 23)

$$I_{sh}(t_4) = i_u, \quad I_{sh}(t_6) = -i_w \quad \dots (23)$$

Phương trình (22) được biến đổi thành phương trình (24) sau đây bằng cách sử dụng các phương trình (20), (21), và (23). Theo sáng chế, $\psi = \theta_v - \theta_i$ là chênh lệch pha giữa điện áp và dòng điện xuất ra từ bộ đảo 5, và do đó $\cos\psi$ thể hiện hệ số công suất của bộ đảo 5.

(Phương trình 24)

$$\begin{aligned}
I_a &= k \cdot I_o \cdot \left[\sin(\pi/3 - \theta_v) \cdot \cos(\theta_o) - \sin(\theta_v) \cdot \cos(\theta_i + 2\pi/3) \right] \\
&= \frac{k \cdot I_o}{2} \left[\left\{ \sin(\pi/3) \cdot \cos(\theta_v - \theta_i) - \cos(\pi/3) \cdot \sin(\theta_v - \theta_i) \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \sin(\pi/3) \cdot \cos(\theta_v + \theta_i) - \cos(\pi/3) \cdot \sin(\theta_v + \theta_i) \right\} \right. \\
&\quad \left. - \left\{ \sin(2\pi/3) \cdot \cos(\theta_v + \theta_i) + \cos(2\pi/3) \cdot \sin(\theta_v + \theta_i) \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \sin(-2\pi/3) \cdot \cos(\theta_v - \theta_i) \right. \right. \\
&\quad \left. \left. + \cos(-2\pi/3) \cdot \sin(\theta_v - \theta_i) \right\} \right] \\
&= \frac{k \cdot I_o}{2} \left[\cos(\theta_v - \theta_i) \left\{ \sin(\pi/3) - \sin(-2\pi/3) \right\} + \right. \\
&\quad \cos(\theta_v + \theta_i) \left\{ \sin(\pi/3) - \sin(2\pi/3) \right\} + \\
&\quad \sin(\theta_v - \theta_i) \left\{ -\cos(\pi/3) - \cos(-2\pi/3) \right\} + \\
&\quad \left. \sin(\theta_v + \theta_i) \left\{ -\cos(\pi/3) - \cos(2\pi/3) \right\} \right] \\
&= \frac{\sqrt{3} \cdot k \cdot I_o}{2} \cos(\theta_v - \theta_i) = \frac{\sqrt{3} \cdot k \cdot I_o}{2} \cos \psi \quad \dots (24)
\end{aligned}$$

Mặt khác, có phương trình (25) khi hệ số công suất $\cos \psi$ được sử dụng. Điện áp V_r và dòng điện i_r là các giá trị hiệu dụng của điện áp và dòng điện, tương ứng, xuất ra từ bộ đảo 5.

(Phương trình 25)

$$\sqrt{3} \cdot V_r \cdot i_r \cdot \cos \psi = V_{dc} \cdot I_{dc} \quad \dots (25)$$

$$(\text{ where } V_r = k \cdot V_{dc} / \sqrt{2}, i_r = I_o / \sqrt{2})$$

Thu được phương trình (26) sau đây từ phương trình (25).

(Phương trình 26)

$$\begin{aligned}
 I_{dc} &= (\sqrt{3} \cdot k \cdot V_{dc}/\sqrt{2}) \cdot (I_o/\sqrt{2}) \cdot \cos \Psi \\
 &= \frac{\sqrt{3} \cdot k \cdot I_o}{2} \cdot \cos \Psi \quad \dots (26)
 \end{aligned}$$

Từ sự so sánh giữa các phương trình (24) và (26), cần hiểu rằng dòng điện I_a có thể được sử dụng làm dòng điện DC I_{dc} .

Sự tính toán dựa trên phương trình (22) được thực hiện bởi cụm tính toán dòng điện trên đường dây 1024 bao gồm trong bộ điều khiển xả 102. Do chu kỳ T_0 là giá trị thiết lập trước và các khoảng thời gian τ_4 và τ_6 có thể thu được từ các sóng tín hiệu M, dòng điện I_{sh} và các sóng tín hiệu M được cấp vào cụm tính toán dòng điện trên đường dây 1024, và dòng điện DC I_{dc} được tính toán.

F. Ví dụ về dòng điện cuộn cảm il

Theo cách nêu trên, quá trình đệm công suất có thể được thực hiện trong khi làm cho dòng điện cấp vào I_{in} có dạng hình sin, ngay cả khi dạng sóng của dòng điện cuộn cảm il không có giá trị tuyệt đối của sóng sin. Do đó, sau đây phần mô tả sẽ được đưa ra để mô tả sự vận hành theo phương án của sáng chế bằng cách sử dụng như một ví dụ về dòng điện cuộn cảm il khi quá trình chuyển mạch đơn giản được thực hiện. Quá trình chạy của dòng điện cuộn cảm il gây ra bởi quá trình chuyển mạch đơn giản làm giảm nhiễu sinh ra bởi chuyển mạch SI, và sự giảm hiện tượng méo của dòng điện cấp vào I_{in} từ dạng sóng hình sin có thể giảm các sóng hài nguồn cấp.

Fig.7 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cuộn cảm il khi quá trình chuyển mạch đơn giản được thực hiện. Theo sáng chế, vùng trong đó pha ωt nằm trong khoảng từ 0 đến 180 độ được thể hiện. Dạng sóng của giá trị i_{l0} cũng được thể hiện để tham chiếu.

Trong quá trình chuyển mạch đơn giản, chuyển mạch SI được đưa vào quá trình dẫn điện ở pha bằng 0 độ, chuyển mạch SI được đưa ra khỏi sự dẫn ở pha $\omega t = \phi$ ($0 < \phi < 180$) (độ), và trạng thái không dẫn của chuyển mạch SI được duy trì cho đến khi pha đạt đến 180 độ. Nghĩa là, trong quá trình chuyển mạch đơn giản, chuyển mạch SI được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu V_{rec} (điều này bằng

với nửa chu kỳ của điện áp AC một pha Vin).

Pha ϕ được thiết lập theo cách sau, ví dụ. Trong tài liệu phi sáng chế 5, Fig.10 thể hiện mối quan hệ giữa giá trị T_s tương ứng với khoảng thời gian qua đó chuyển mạch SI đang dẫn, điện áp V_c qua tụ điện, hệ số công suất, và công suất ra. Ví dụ, điện cảm của cuộn cảm L4 bằng 1H, $V_m = 1V$, $V_c = 1,14V$, và 45mW được sử dụng làm công suất làm cho hệ số công suất trở nên lớn nhất. Tại thời điểm này, $T_s = 0,194$. Điều này tương ứng với pha $\phi \approx 70$ (độ). Do đó, trong biểu đồ thể hiện trên Fig.7, dòng điện cuộn cảm il tăng khi pha ωt nằm trong khoảng từ 0 đến 70 độ. Dòng điện cuộn cảm il giảm khi pha ωt nằm trong khoảng từ 70 đến 180 độ, và giữ giá trị bằng 0 sau khi đạt đến 0 ngay cả khi pha ωt tiếp tục.

Như sẽ được mô tả bên dưới, pha tại đó dòng điện cuộn cảm il giảm để đạt đến giá trị 0 bằng khoảng 170 độ. Theo cách tương tự, trong phạm vi trong đó pha ωt nằm trong khoảng từ 180 độ đến 360 độ, dòng điện cuộn cảm il tăng để có giá trị lớn nhất trong khoảng thời gian qua đó pha ωt nằm trong khoảng từ 180 độ đến khoảng 250 ($= 180 + 70$) độ, và giảm để đạt đến giá trị bằng 0 khi pha ωt bằng khoảng từ 250 đến khoảng 350 ($= 170 + 180$) độ.

Khi $V_m = 1$ và $I_m = \sqrt{2}$ nêu trong phần mô tả nêu trên được sử dụng, công suất được tính toán bằng $1/2\sqrt{2}$. Do đó, điện cảm của cuộn cảm L4 bằng $(0,045 \times 1)/(1/2\sqrt{2}) = 0,127$ (H) khi nó được tính toán dựa trên Tài liệu phi sáng chế 4, với tần số của điện áp AC một pha Vin bằng 1Hz.

Theo Tài liệu phi sáng chế 4, dạng sóng cụ thể hơn của dòng điện cuộn cảm il được tính toán. Trong khoảng thời gian qua đó chuyển mạch SI đang dẫn, $il = I_p \cdot (1 - \cos(\omega t))$. Vì $V_m = 1$, $I_p = 1/(2\pi)/0,127 = 1,253$. Do đó, trên Fig.7, giá trị cực bộ lớn nhất của dòng điện cuộn cảm il bằng $1,253 \times (1 - \cos(\phi)) = 0,82$ ($\phi = 70$ (độ)).

Khi $il > 0$ trong khoảng thời gian qua đó chuyển mạch SI không dẫn, $il = I_p \cdot (1 - \cos(\omega t)) - (V_c/L) \cdot (\omega t - \phi)/\omega$. Theo sáng chế, giá trị L là điện cảm của cuộn cảm L4. Trong ví dụ nêu trên, $V_c/L = 1,14/0,127 = 8,976$.

G. Động thái của các đại lượng

Fig.8 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất

trực tiếp thể hiện trên Fig.1, và thể hiện quá trình hoạt động trong trường hợp ở đó các tải $drec'$, dc' , và dz' ($= 1 - drec' - dc'$) được thiết lập dựa trên phương án của sáng chế. Dạng sóng thể hiện trên Fig.7 được sử dụng làm dạng sóng của dòng điện cuộn cảm il .

Ngoài ra, trên Fig.8, các giá trị riêng lẻ được biến đổi với biên độ Im bằng $\sqrt{2}$ và biên độ V_m bằng 1, $V_c = 1,14V_m$ và $V_{dc} = 0,86V_m$ được thiết lập. Do đó, các điều kiện này là tương tự như trên Fig.6. Fig.8 thể hiện các đại lượng tương tự với Fig.6. Cụ thể là, biểu đồ trên cùng thể hiện các tải $drec'$, dc' , và dz' ; biểu đồ thứ hai từ trên thể hiện điện áp DC V_{dc} , các điện áp $drec' \cdot V_{rec}$ và $dc' \cdot V_c$ (xem phương trình (19)) cấu thành điện áp DC V_{dc} , và dòng điện DC I_{dc} ; biểu đồ thứ ba từ trên thể hiện các dòng điện i_{rec} , i_c , i_l , và i_{rec1} ; và biểu đồ dưới cùng thể hiện các công suất tức thời P_{in} , P_{dc} , P_{buf} , P_c , $-P_l$, và P_{rec} .

Khi quá trình chuyển mạch đơn giản được thực hiện để làm cho dòng điện cuộn cảm il chạy qua mạch đệm công suất 4, quá trình điều khiển sử dụng tải chỉnh lưu $drec'$ và tải xả dc' làm cho không chỉ công suất vào bộ đảo P_{dc} còn điện áp DC V_{dc} và dòng điện DC I_{dc} không đổi, và cũng làm cho dạng sóng của dòng điện i_{rec} có giá trị tuyệt đối của sóng sin. Theo đó, cần hiểu rằng dạng sóng của dòng điện cấp vào I_{in} có dạng hình sin.

Ngoài ra, được hiểu từ dạng sóng của các công suất tức thời P_{in} , P_{dc} , và P_{buf} rằng mạch đệm công suất 4 hoạt động như bộ đệm công suất.

Chú ý rằng, trong trường hợp thể hiện trên Fig.8, có vùng pha trong đó $dz' < 0$. Trong vùng này, tải chỉnh lưu $drec'$ và tải không dz' được hiệu chỉnh để đạt được $drec' = 1 - dc'$ và $dz' = 0$. Sự hiệu chỉnh của tải chỉnh lưu để thu được tải không không âm trong toàn bộ pha được biết đến từ, ví dụ, tài liệu sáng chế 3, và do đó các chi tiết của chúng được bỏ qua ở đây.

Trên Fig.9, các giá trị riêng lẻ được biến đổi với biên độ Im bằng $\sqrt{2}$ và biên độ V_m bằng 1, $V_c = 1,14V_m$ được thiết lập. Chú ý rằng phương trình (19) không có ý nghĩa trong vùng trong đó $drec' = 1 - dc'$. Do đó, trong vùng trong đó $dz' = 0$, điện áp DC V_{dc} nhỏ hơn $0,86V_m$, và giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} bằng $0,80V_m$. Theo đó, cần hiểu rằng dạng sóng của dòng điện i_{rec} hơi bị biến dạng từ giá trị tuyệt đối của sóng sin trong vùng trong đó $dz' = 0$. Do đó, cần hiểu rằng, mặc dù công suất vào bộ đảo P_{dc} cũng

hơi bị biến dạng từ giá trị không đổi tương đối với pha, mạch đệm công suất 4 hoạt động như bộ đệm công suất.

Khi hiện tượng méo vượt quá giới hạn méo cho phép của dòng điện cấp vào Iin từ dạng sóng hình sin, tải không có thể được làm cho không âm bằng cách sử dụng phương pháp khác.

Fig.10 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp thể hiện trên Fig.1, và thể hiện quá trình hoạt động trong trường hợp ở đó các tải d_{rec}' , $d_{c'}$, và $d_{z'}$ ($= 1 - d_{rec}' - d_{c'}$) được thiết lập dựa trên phương án của sáng chế. Dạng sóng thể hiện trên Fig.7 được sử dụng làm dạng sóng của dòng điện cuộn cảm il. Các đại lượng được thể hiện trên Fig.10 tương tự với Fig.8.

Ngoài ra, trên Fig.10, các giá trị riêng lẻ được biến đổi với biên độ Im bằng $\sqrt{2}$ và biên độ Vm bằng 1. Chú ý rằng, mặc dù $V_c = 1,14V_m$, điện áp DC Vdc thấp hơn trên Fig.8 và Fig.9, nghĩa là, $V_{dc} = 0,76V_m$.

Điện áp DC thấp hơn Vdc này làm cho tải chỉnh lưu ban đầu d_{rec} và tải xả ban đầu d_c giảm (xem Các phương trình (7) và (8)) và làm cho tải chỉnh lưu d_{rec}' và tải xả $d_{c'}$ giảm theo đó, và giá trị nhỏ nhất of $d_{z'}$ có thể là 0 trong toàn bộ pha khi điều khiển sử dụng các tải này.

Việc tăng giá trị điều khiển V_{c^*} tương đối với Phương trình (8) (thực hiện điều khiển để tăng điện áp Vc qua tụ điện C4) làm cho tải xả ban đầu d_c giảm (xem phương trình (8)) và làm cho tải xả $d_{c'}$ giảm theo đó, và $d_{z'} \geq 0$ có thể được thỏa mãn trong toàn bộ pha khi điều khiển sử dụng các tải này. Chú ý rằng, trong trường hợp này, các đại lượng mô tả nêu trên trong “F. Ví dụ về dòng điện cuộn cảm il” được thay đổi, hoặc hệ số công suất của mạch đệm công suất 4 dao động.

H. Giảm kích thước cuộn cảm và tăng điện áp DC Vdc

(h-1) Mối quan hệ giữa vận hành tăng điện áp và điện cảm

Khi quá trình chuyển mạch đơn giản được thực hiện theo phương án của sáng chế, điện cảm cần cho cuộn cảm tăng so với kỹ thuật mô tả để làm ví dụ trong Tài liệu phi sáng chế 5. Điều này là vì, theo phương án của sáng chế, không giống trong kỹ thuật mô tả để làm ví dụ trong Tài liệu phi sáng chế 5, vận hành tăng điện áp được thực hiện khi chuyển mạch đơn giản.

Tài liệu phi sáng chế 5 thể hiện trường hợp thu được điện áp DC bằng 270 V từ nguồn cấp 100 V (giá trị điện áp hiệu dụng bằng 100 V trong một pha) bằng cách sử dụng phương pháp chỉnh lưu nhân đôi điện áp. Khi điện cảm được biến đổi thành 1H và giá trị đỉnh của điện áp tương ứng với biên độ V_m của phương án của sáng chế được biến đổi thành 1 V, $V_c = 270/2/(100 \times \sqrt{2}) \approx 0,95$. Ngoài ra, Tài liệu phi sáng chế 5 thể hiện trường hợp trong đó công suất vào bằng 1800W và trong đó khoảng thời gian qua đó chuyển mạch có dẫn là 2,8 ms trong chu kỳ chuyển mạch bằng 50 Hz. Trong trường hợp này, $T_s = (2,8/1000) \times 50 = 0,14$. Tại thời điểm này, khi xem xét biểu đồ thể hiện trên Fig.10 của Tài liệu phi sáng chế 5, công suất làm cho hệ số công suất lớn nhất bằng khoảng 30 mW. So với công suất này, công suất (45 mW) mô tả để làm ví dụ trong phần mô tả sử dụng Fig.7 là cao. Điều này là vì, theo phương án của sáng chế, $V_c = 1,14 (> 0,96)$ được thu qua vận hành tăng điện áp.

Theo phương trình để tính toán điện cảm thể hiện trong Tài liệu phi sáng chế 5, giá trị của điện cảm được tính toán như sau: $30 \text{ [mW]} \times (100 \text{ [V]} \times \sqrt{2})^2 / 1800 \text{ [W]} / 50 \text{ [Hz]} = 6,7 \text{ [mH]}$. Mặt khác, trong bảng không đổi mạch, giá trị của điện cảm bằng 6,2mH. Giá trị của điện cảm cần cho phương pháp chỉnh lưu nhân đôi điện áp mô tả để làm ví dụ trong Tài liệu phi sáng chế 5 được giả định bằng khoảng khoảng 6,5mH. Giá trị này được biến đổi thành $6,5 \text{ [mH]} \times (200/100)^2 = 26 \text{ [mH]}$ khi nguồn cấp bằng 200 V được sử dụng.

Ngược với Tài liệu phi sáng chế 5, công suất bằng 45/30 lần theo phương án của sáng chế. Khi nguồn cấp AC một pha 1 theo phương án của sáng chế là nguồn cấp 200 V, $V_m = 230V$. Do đó, so với phương pháp chỉnh lưu nhân đôi điện áp sử dụng trong Tài liệu phi sáng chế 5, sự ảnh hưởng của chỉnh lưu toàn sóng sử dụng theo phương án của sáng chế lên điện cảm bằng $(230/100)^2$ lần. Do đó, giá trị cần thiết của điện cảm bằng $6,5 \text{ [mH]} \times 45/30 \times (230/100)^2 \approx 52 \text{ [mH]}$.

Theo đó, việc sử dụng quá trình chuyển mạch đơn giản mô tả để làm ví dụ trong Tài liệu phi sáng chế 5 trong mạch đệm công suất 4 trong đó vận hành tăng điện áp được thực hiện có khả năng tăng điện cảm của cuộn cảm L4 (bằng khoảng gấp đôi trong ví dụ nêu trên).

(h-2) Mối quan hệ giữa việc giảm điện cảm và DC điện áp V_{dc}

Tài liệu phi sáng chế 4 đưa ra kỹ thuật để làm trễ thời gian bắt đầu sự dẫn của phần tử chuyển mạch. Theo phương pháp này, có thể thu được hệ số công suất lớn ngay cả khi điện cảm là nhỏ.

Fig.11 là biểu đồ thể hiện mối quan hệ giữa giữa điện cảm L và hệ số công suất khi công suất bằng 1,84 kW (giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V và giá trị dòng điện hiệu dụng bằng 8A) được thực hiện theo phương án của sáng chế dựa trên Tài liệu phi sáng chế 4. Chú ý rằng tần số của điện áp AC một pha Vin là 50 Hz. Các biểu đồ G0, G1, G2, và G3 tương ứng thể hiện các trường hợp trong đó pha tại đó chuyển mạch S1 được đưa vào quá trình dẫn điện (sau đây được xem như “pha bắt đầu dẫn điện”) bằng 0 độ, 27 ($= 360 \times 0,075$) độ, 36 ($= 360 \times 0,1$) độ, và 45 ($= 360 \times 0,125$) độ tương đối với pha quy chiếu tại đó điện áp chỉnh lưu Vrec là 0.

Được hiểu từ các biểu đồ này rằng điện cảm L có giá trị sẽ làm cho hệ số công suất lớn nhất. Trên mỗi biểu đồ G0, G1, G2, và G3, dữ liệu làm cho hệ số công suất lớn nhất được vẽ đồ thị trắng.

Hệ số công suất giảm khi pha bắt đầu dẫn điện tăng. Tuy nhiên, giá trị của điện cảm L làm cho hệ số công suất lớn nhất giảm khi pha bắt đầu dẫn điện tăng.

Ví dụ, trên biểu đồ G0, hệ số công suất là lớn nhất khi điện cảm L bằng 51,37mH. Trong các trường hợp thể hiện trên Fig.8, Fig.9, và Fig.10, dưới các điều kiện trong đó tần số bằng 50 Hz, giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V, và giá trị dòng điện hiệu dụng bằng 8A, điện cảm L làm cho hệ số công suất lớn nhất bằng 51,75mH ($= 0,045 \times (230 \times \sqrt{2}) / (1840 \times 50)$ (H)), vốn gần như bằng giá trị của các điện cảm L làm cho hệ số công suất lớn nhất.

Khi bộ biến đổi công suất trực tiếp theo phương án của sáng chế được sử dụng với điều hòa không khí gọn sử dụng công suất bằng, ví dụ, 2 kW hoặc nhỏ hơn, được mong muốn rằng điện cảm của cuộn cảm L4 được thiết lập nằm trong khoảng từ 15mH đến 30mH và thành phần gọn được sử dụng theo đó.

Ví dụ, khi điện cảm L bằng khoảng 28mH được sử dụng, được mong muốn rằng pha bắt đầu dẫn điện là 45 độ (xem biểu đồ G3) từ quan điểm đặc tính toán hệ số công suất phẳng. Tuy nhiên, từ quan điểm tăng hệ số công suất, được mong muốn rằng pha bắt đầu dẫn điện bằng 36 độ (xem biểu đồ G2). Trong phần mô tả bên dưới, pha bắt đầu dẫn

điện bằng 36 độ trong tất cả các trường hợp.

Mỗi Fig.12 đến Fig.14 bao gồm các biểu đồ thể hiện quá trình hoạt động của bộ biến đổi công suất trực tiếp thể hiện trên Fig.1. Trên các hình vẽ này, như trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11, các biểu đồ được vẽ với V_c bằng 1,14Vm, biên độ I_m bằng $\sqrt{2}$, và biên độ V_m bằng 1.

Công suất bằng 1,84 kW (giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V và giá trị dòng điện hiệu dụng bằng 8A) được sử dụng, và điện cảm L được thiết lập ở 28,54mH. Pha bắt đầu dẫn điện bằng 36 độ, và do đó pha tại đó chuyển mạch S1 chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái không dẫn bằng khoảng 68 ($360 \times 0,19$) độ. Tại pha này, dòng điện cuộn cảm il có giá trị lớn nhất. Sau đó, dòng điện cuộn cảm il giảm khi pha tăng, và dòng điện cuộn cảm il bằng 0 ở khoảng 155 ($360 \times 0,430$) độ.

Theo phương án của sáng chế, chỉnh lưu toàn sóng được thực hiện, và do đó chuyển mạch S1 dẫn khi pha nằm trong phạm vi từ khoảng 216 ($= 36 + 180$) độ đến khoảng 248 ($= 68 + 180$) độ, và dòng điện cuộn cảm il chạy khi pha nằm trong phạm vi từ khoảng 216 độ đến khoảng 335 ($= 155 + 180$) độ và có giá trị lớn nhất ngay cả khi pha bằng khoảng 248 ($= 68 + 180$) độ.

Các trường hợp thể hiện trên các hình vẽ từ Fig.8 đến Fig.11 tương ứng với trường hợp trong đó công suất bằng 1,84 kW (giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V và giá trị dòng điện hiệu dụng bằng 8A) được sử dụng và điện cảm L được thiết lập bằng 51,37mH. Dòng điện cuộn cảm il chạy khi pha nằm trong phạm vi từ 0 độ đến khoảng 170 ($= 360 \times 0,471$) độ và trong phạm vi từ 180 độ đến khoảng 350 ($= 170 + 180$) độ, và có giá trị lớn nhất khi pha bằng khoảng 70 ($= 360 \times 0,194$) độ và khoảng 250 ($= 70 + 180$) độ.

Fig.12 thể hiện quá trình hoạt động trong trường hợp ở đó tải chỉnh lưu drec' được thiết lập dựa trên phương trình (13), tải xả dc' được thiết lập dựa trên phương trình (18), tải không dz' được thiết lập bởi $1 - d_{rec'} - d_{c'}$, và V_{dc} được thiết lập bằng 0,86Vm, như trong các điều kiện sử dụng trên Fig.8.

Fig.12 thể hiện các đại lượng tương tự với Fig.8. Cụ thể là, biểu đồ trên cùng thể hiện các tải $d_{rec'}$, $d_{c'}$, và $d_{z'}$; biểu đồ thứ hai từ trên thể hiện điện áp DC V_{dc} , các điện áp $d_{rec'} \cdot V_{rec}$ và $d_{c'} \cdot V_c$ cấu thành điện áp DC V_{dc} , và dòng điện DC I_{dc} ; biểu đồ thứ ba

từ trên thể hiện các dòng điện i_{rec} , i_c , i_l , và i_{rec1} ; và biểu đồ dưới cùng thể hiện các công suất tức thời P_{in} , P_{dc} , P_{buf} , P_c , $-P_l$, và P_{rec} .

Như trong phần mô tả sử dụng Fig.8, cần hiểu rằng có vùng pha trong đó $dz' < 0$ với dạng sóng của dòng điện cấp vào I_{in} là dạng hình sin. Hơn nữa, trong vùng này, giá trị tuyệt đối của tải không dz' là lớn hơn trong trường hợp thể hiện trên Fig.12 so với trong trường hợp thể hiện trên Fig.8.

Fig.13 thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó $d_{rec}' = 1 - d_c'$ và $dz' = 0$ được sử dụng trong vùng trong đó $1 - d_{rec}' - d_c' < 0$, như trong các điều kiện sử dụng trên Fig.9. Fig.13 thể hiện các đại lượng tương tự với Fig.12. Như trong phần mô tả sử dụng Fig.9, trong vùng trong đó $dz' = 0$, điện áp DC V_{dc} nhỏ hơn 0,86V_m, và dạng sóng của dòng điện i_{rec} bị méo từ giá trị tuyệt đối của sóng sin. Giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} bằng 0,72V_m trên Fig.13, thấp hơn 0,80V_m, là giá trị nhỏ nhất trên Fig.9.

Fig.14 thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó điện áp DC V_{dc} được thiết lập khiến cho không có vùng pha trong đó $dz' = 1 - d_{rec}' - d_c' < 0$, với điện áp DC V_{dc} là không đổi, và tương ứng với Fig.10. Dưới các điều kiện sử dụng trên Fig.10, $dz' \geq 0$ có thể được thỏa mãn khi $V_{dc} = 0,76V_m$. Dưới các điều kiện sử dụng trên Fig.14, điện cảm L bằng 28,54mH và pha bắt đầu dẫn điện bằng 36 độ, và do đó cần phải giảm V_{dc} bằng 0,69V_m để thỏa mãn $1 - d_{rec}' - d_c' \geq 0$.

Việc gây ra sự giảm giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} dao động và sự giảm giá trị lớn nhất của điện áp DC V_{dc} có thể không đổi có thể là việc giảm điện cảm L làm cho khoảng thời gian ngắn hơn qua đó dòng điện cuộn cảm i_l chạy và dòng điện cuộn cảm i_l chứa nhiều thành phần sóng hài (cụ thể là, các thành phần sóng hài bậc hoặc các thành phần sóng hài lẻ bậc cao hơn của tần số của điện áp AC một pha V_{in}).

(h-3) Điều khiển các sóng hài và tăng điện áp DC V_{dc}

Các sóng hài được điều khiển bởi, ví dụ, tiêu chuẩn IEC 61000-3-2. Ví dụ, trong dòng điện cuộn cảm i_l thể hiện để làm ví dụ trên các hình vẽ từ Fig.12 đến Fig.14, độ lớn của thành phần sóng hài bậc ba lớn hơn độ lớn của thành phần sóng hài bậc ba trong tiêu chuẩn IEC 61000-3-2. Do $i_{rec} = i_{rec1} + i_l$ (xem Fig.1 và Fig.4), thành phần sóng hài bậc ba của dòng điện cuộn cảm i_l được phản xạ như trong dòng điện i_{rec} và ảnh hưởng đến thành phần sóng hài bậc ba của dòng điện cấp vào I_{in} theo đó. Sau đây, kỹ thuật để giảm

các sóng hài chứa trong dòng điện cuộn cảm il sẽ được xem xét.

Fig.15 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cuộn cảm il thể hiện để làm ví dụ trên các hình vẽ từ Fig.12 đến Fig.14 trong nửa chu kỳ của điện áp AC một pha Vin, cụ thể là, khi pha ωt nằm trong khoảng từ 0 đến 180 độ. Hơn nữa khi pha ωt nằm trong khoảng từ 180 đến 360 độ, dòng điện cuộn cảm il có dạng sóng tương tự. Như trong trường hợp nêu trên, công suất bằng 1,84 kW (giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V và giá trị dòng điện hiệu dụng bằng 8A) được thực hiện, và điện cảm L được thiết lập ở 28,54mH. Dòng điện cuộn cảm il được thể hiện với biên độ I_m bằng $\sqrt{2}$.

Ví dụ, theo tiêu chuẩn IEC 61000-3-2, thành phần sóng hài bậc ba có giá trị hiệu dụng lên đến 2,30A được cho phép dưới điều kiện là điện áp định mức bằng 230V. Mặt khác, dòng điện cuộn cảm il thể hiện trên Fig.15 chứa thành phần sóng hài bậc ba của giá trị hiệu dụng bằng 2,87A khi giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V, và các thành phần sóng hài bậc khác nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn IEC 61000-3-2. Nhờ đó, giảm thành phần sóng hài bậc ba bằng 0,571 ($= 2,87 - 2,30$) A, được trừ từ dòng điện cuộn cảm il như lượng hiệu chỉnh.

Fig.16 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cấp vào I_{in} khi lượng hiệu chỉnh được trừ từ dòng điện cuộn cảm il như được mô tả nêu trên. Chú ý rằng $V_c = 1,14V_m$, biên độ V_m bằng 1, và biên độ I_m của dòng điện cấp vào I_{in} trước khi trừ của lượng hiệu chỉnh bằng $\sqrt{2}$. Kết quả của việc trừ lượng hiệu chỉnh, các sóng hài của dòng điện cấp vào I_{in} nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn IEC 61000-3-2.

Để thực hiện việc trừ lượng hiệu chỉnh nêu trên, tải chỉnh lưu drec", tải xả dc", và tải không dz" được thiết lập theo cách sau.

Trước tiên, lượng hiệu chỉnh il' của dòng điện cuộn cảm il được đưa ra. Theo ví dụ đưa ra bên trên, lượng hiệu chỉnh il' là lượng giảm (0,571 A) trong thành phần sóng hài bậc ba của dòng điện cuộn cảm il. Trong phương trình (12), lượng lệch của dòng điện cuộn cảm il từ giá trị i_{l0} , ($i_l - i_{l0}$) được sử dụng. Do đó, để tính toán tải chỉnh lưu drec" từ tải chỉnh lưu ban đầu drec bằng cách trừ lượng hiệu chỉnh il', tải chỉnh lưu drec' có thể được thay thế bằng tải chỉnh lưu drec" và lượng lệch ($i_l - i_{l0}$) có thể được thay thế bằng giá trị ($-il'$) trong phương trình (12). Hơn nữa, thu được phương trình (27) khi xét phương trình (7).

(Phương trình 27)

$$\begin{aligned} d_{rec}'' &= d_{rec} + \left(\frac{i_{l'}}{I_{dc}} \right) \\ &= \frac{V_{dc}}{V_m} \cdot |\sin(\omega t)| + \left(\frac{i_{l'}}{I_{dc}} \right) \quad \dots (27) \end{aligned}$$

Theo cách tương tự, tải xả dc' được thay thế bằng tải xả dc'' và lượng lệch (i_l - i₀) được thay thế bằng giá trị (-i_l') trong phương trình (14), khiến cho thu được phương trình (28). Hơn nữa, thu được phương trình (29) khi xét phương trình (8).

(Phương trình 28)

$$V_{C*} \cdot I_{dc} \cdot (d_{c}'' - d_c) = -i_{l'} \cdot V_m \cdot |\sin(\omega t)| \quad \dots (28)$$

(Phương trình 29)

$$\begin{aligned} d_{c}'' &= d_c - \frac{\left(\frac{i_{l'}}{I_{dc}} \right) \cdot V_m \cdot |\sin(\omega t)|}{V_{C*}} \\ &= \frac{V_{dc}}{V_{C*}} \cdot \cos^2(\omega t) - \left(\frac{i_{l'}}{I_{dc}} \right) \cdot \left(\frac{V_m}{V_{C*}} \right) \cdot |\sin(\omega t)| \quad \dots (29) \end{aligned}$$

Việc tính toán được thực hiện tương tự với Phương trình (19) bằng cách sử dụng tải chỉnh lưu d_{rec}'' và tải xả d_c'' thu được theo cách này, khiến cho thu được phương trình (30). Nghĩa là, cần hiểu rằng việc sử dụng tải chỉnh lưu d_{rec}'' và tải xả d_c'' cho phép điều khiển để làm cho điện áp DC V_{dc} không đổi.

(Phương trình 30)

$$\begin{aligned}
& V_{rec} \cdot d_{rec}'' + V_{c*} \cdot d_{c}'' \\
&= V_{rec} \cdot [d_{rec} + i_{l'} / I_{dc}] \\
&\quad + V_{dc} \cdot \cos^2(\omega t) - (i_{l'} / I_{dc}) \cdot V_m \cdot |\sin(\omega t)| \\
&= V_{rec} \cdot d_{rec} + V_{rec} \cdot (i_{l'} / I_{dc}) \\
&\quad + V_{dc} \cdot \cos^2(\omega t) - (i_{l'} / I_{dc}) \cdot V_{rec} \\
&= V_{rec} \cdot d_{rec} + V_{dc} \cdot \cos^2(\omega t) \\
&\quad + \left(\frac{i_{l'}}{I_{dc}} \right) [V_{rec} - V_m \cdot |\sin(\omega t)|] \\
&= V_{rec} \cdot d_{rec} + V_{dc} \cdot \cos^2(\omega t) \\
&= V_{dc} \quad \dots (30)
\end{aligned}$$

Chú ý rằng, như được mô tả sử dụng Fig.8 và Fig.12, khi tải không d_z'' được thiết lập bằng $1 - d_{rec}'' - d_c''$, có vùng pha trong đó $d_z'' < 0$. Fig.17 bao gồm các biểu đồ thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó tải chỉnh lưu d_{rec}'' và tải xả d_c'' được thiết lập bởi các phương trình (27) và (29), tương ứng, và tải không d_z'' được thiết lập bằng $1 - d_{rec}'' - d_c''$, với các giá trị của các đặc điểm kỹ thuật tương ứng với các giá trị trong phần mô tả sử dụng Fig.12. Cần hiểu rằng có vùng pha trong đó $d_z'' < 0$.

Fig.18 bao gồm các biểu đồ thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó tải chỉnh lưu d_{rec}'' và tải xả d_c'' được thiết lập bằng các phương trình (27) và (29), tương ứng, tải không d_z'' được thiết lập bằng $1 - d_{rec}'' - d_c''$, và sự thay đổi được thực hiện để thỏa mãn $d_z'' = 0$ và $d_{rec}'' = 1 - d_c''$ chỉ trong pha trong đó $1 - d_{rec}'' - d_c'' < 0$, với các giá trị của các đặc điểm kỹ thuật tương ứng với các giá trị trong phần mô tả sử dụng Fig.13.

Tải không d_z'' thể hiện trên Fig.17 nhỏ hơn về giá trị tuyệt đối của giá trị âm so với tải không d_z' thể hiện trên Fig.12. Do đó, giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} lớn hơn trong trường hợp thể hiện trên Fig.18 so với trong trường hợp thể hiện trên Fig.13. Cụ thể là, trong vùng trong đó $d_z'' > 0$, điện áp DC V_{dc} là không đổi ở $0,86V_m$, trong khi đó khi $d_z'' = 0$ giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} bằng $0,84V_m$ (trong trường hợp thể

hiện trên Fig.13, giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} bằng 0,72Vm).

Điện áp DC V_{dc} có thể được duy trì nhỏ và không đổi như trên Fig.14 trong khi duy trì tải chỉnh lưu d_{rec} , tải xả d_c , và $d_z = 1 - d_{rec} - d_c$ trong toàn bộ pha. Fig.19 bao gồm các biểu đồ thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó tải chỉnh lưu d_{rec} , tải xả d_c , và tải không d_z được thiết lập tương tự với Fig.17. Việc thiết lập $V_{dc} = 0,82Vm$ cho phép giá trị nhỏ nhất của tải không d_z bằng 0, không phải là giá trị dương. Nghĩa là, giá trị lớn nhất của điện áp DC V_{dc} có thể được duy trì không đổi lớn hơn trong trường hợp thể hiện trên Fig.14 ($V_{dc} = 0,69Vm$).

Kết quả của việc giảm điện cảm L để giảm kích thước của cuộn cảm L4 và ngăn chặn các thành phần sóng hài của dòng điện cuộn cảm il tạo ra theo đó theo cách mô tả nêu trên, điện áp DC V_{dc} có thể được sử dụng để biến đổi công suất bằng bộ đảo 5 được tăng, với các sóng hài của dòng điện cấp vào lin được giảm và hiện tượng méo của dạng sóng của dòng điện cấp vào lin từ dạng sóng hình sin được cho phép.

Việc giảm điện cảm L làm tăng các thành phần của các sóng hài bậc năm hoặc bậc cao hơn của dòng điện cuộn cảm il. Do đó, có thể có mong muốn sử dụng các thành phần sóng hài khác làm lượng hiệu chỉnh il'.

Fig.20 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cuộn cảm il trong nửa chu kỳ của điện áp AC một pha V_{in} , cụ thể là, khi pha ωt nằm trong khoảng từ 0 đến 180 độ. Hơn nữa khi pha ωt nằm trong khoảng từ 180 đến 360 độ, dòng điện cuộn cảm il có dạng sóng tương tự.

Theo sáng chế, như trong trường hợp mô tả sử dụng Fig.15, công suất bằng 1,84 kW (giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V và giá trị dòng điện hiệu dụng bằng 8A) được thực hiện, nhưng điện cảm L bằng 18mH, nhỏ hơn trong trường hợp mô tả sử dụng Fig.15. Biên độ của dòng điện cuộn cảm il được biến đổi với biên độ I_m của dòng điện cấp vào lin bằng $\sqrt{2}$.

Do pha bắt đầu dẫn điện bằng 36 độ, pha tại đó chuyển mạch S1 chuyển từ trạng thái dẫn sang trạng thái không dẫn bằng khoảng 61 ($360 \times 0,17$) độ. Tại pha này, dòng điện cuộn cảm il có giá trị lớn nhất. Ở khoảng 141 ($360 \times 0,394$) độ, dòng điện cuộn cảm il bằng 0.

Ví dụ, theo tiêu chuẩn IEC 61000-3-2, thành phần sóng hài bậc ba, thành phần

sóng hài bậc bảy, và thành phần sóng hài bậc mười một tương ứng được cho phép lên đến các giá trị hiệu dụng bằng 2,30A, 0,77A, và 0,33A, dưới điều kiện của điện áp định mức bằng 230V. Mặt khác, khi giá trị điện áp hiệu dụng bằng 230V, dòng điện cuộn cảm il thể hiện trên Fig.20 chứa thành phần sóng hài bậc ba của giá trị hiệu dụng bằng 3,66 A, thành phần sóng hài bậc bảy của giá trị hiệu dụng bằng 1,17 A, và thành phần sóng hài bậc mười một của giá trị hiệu dụng bằng 0,38A, và các thành phần sóng hài bậc khác nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn IEC 61000-3-2.

Do đó, với lượng hiệu chỉnh il', tổng của thành phần sóng hài bậc ba bằng 1,36 (= 3,66 - 2,30) A, thành phần sóng hài bậc bảy bằng 0,40 (= 1,17 - 0,77) A, và thành phần sóng hài bậc mười một bằng 0,05 (= 0,38 - 0,33) A được sử dụng.

Fig.21 là biểu đồ thể hiện dạng sóng của dòng điện cấp vào I_{in} khi lượng hiệu chỉnh il' được trừ từ dòng điện cuộn cảm il như được mô tả nêu trên. Chú ý rằng V_c = 1,14V_m, biên độ V_m bằng 1, và biên độ I_m của dòng điện cấp vào I_{in} trước khi trừ của lượng hiệu chỉnh il' bằng $\sqrt{2}$. Là kết quả của việc trừ lượng hiệu chỉnh il', các thành phần sóng hài của dòng điện cấp vào I_{in} sẽ nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn IEC 61000-3-2.

Fig.22 bao gồm các biểu đồ thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó tải chỉnh lưu drec'' và tải xả dc'' được thiết lập bằng các phương trình (27) và (29), tương ứng, tải không dz'' được thiết lập by $1 - drec'' - dc''$, và sự thay đổi được thực hiện để thỏa mãn $dz'' = 0$ và $drec'' = 1 - dc''$ chỉ trong pha trong đó $1 - drec'' - dc'' < 0$, với các giá trị của các đặc điểm kỹ thuật khác với điện cảm L tương ứng với các giá trị trong phần mô tả sử dụng Fig.18.

Trong vùng trong đó $dz'' > 0$, điện áp DC V_{dc} là không đổi ở 0,86V_m, trong khi đó khi $dz'' = 0$ giá trị nhỏ nhất của điện áp DC V_{dc} bằng 0,81V_m. Giá trị này thấp hơn giá trị nhỏ nhất 0,84V_m khi điện cảm L bằng 28mH (trong trường hợp mô tả sử dụng Fig.18).

Fig.23 bao gồm các biểu đồ thể hiện các đại lượng trong trường hợp ở đó V_{dc} = 0,78V_m. Thiết lập này cho phép giá trị nhỏ nhất của tải không dz'' bằng 0, không phải là giá trị dương. Nghĩa là, ngay cả khi điện cảm L là nhỏ ở khoảng 18mH, việc sử dụng tải chỉnh lưu drec'', tải xả dc'', và tải không dz'' cho phép giá trị lớn nhất của điện áp DC V_{dc} được duy trì không đổi lớn hơn trong trường hợp ở đó điện cảm L bằng khoảng 51mH, và

tải chỉnh lưu d_{ec}' , tải xả d_c' , và tải không d_z' được sử dụng (xem Fig.10: $V_{dc} = 0,76V_m$). Hơn nữa, các thành phần sóng hài của dòng điện cấp vào I_{in} có thể nằm trong phạm vi cho phép của tiêu chuẩn.

Dựa trên sự tương tự giữa các phương trình (12) và (27) và khi xem xét phương trình (7), các tải chỉnh lưu d_{ec}' và d_{ec}'' có thể được xác định như sau:

các tải chỉnh lưu (d_{ec}' , d_{ec}'') được thiết lập dựa trên tích số $(V_{dc}/V_m) \cdot |\sin(\omega t)|$ của hệ số V_{dc}/V_m của điện áp DC V_{dc} với biên độ V_m và giá trị tuyệt đối $|\sin(\omega t)|$ của giá trị hình sin của pha ωt ; và hệ số $(i_l/I_{dc}$, $i_l'/I_{dc})$ của “dòng điện” (i_l , i_l') và dòng điện DC I_{dc} .

Tích số nêu trên thể hiện tải chỉnh lưu ban đầu d_{ec} (xem phương trình (7)). “Dòng điện” nêu trên là dòng điện cuộn cảm i_l cho tải chỉnh lưu d_{ec}' và là lượng hiệu chỉnh i_l' cho tải chỉnh lưu d_{ec}'' . Lượng hiệu chỉnh i_l' là lượng giảm trong thành phần sóng hài của bậc cần được giảm.

Tải chỉnh lưu d_{ec}' có giá trị thu được bằng cách trừ hệ số i_l/I_{dc} từ hai lần tích số $(V_{dc}/V_m) \cdot |\sin(\omega t)|$ (xem phương trình (13)). Tải chỉnh lưu d_{ec}'' có giá trị thu được bằng cách bổ sung hệ số i_l'/I_{dc} vào tích số $(V_{dc}/V_m) \cdot |\sin(\omega t)|$ (xem phương trình (27)).

Tải xả d_c' có thể được biểu thị như sau dựa trên phương trình (16):

Thiết lập dựa trên tích số $(V_{dc}/V_c) \cdot \cos(2\omega t)$ của hệ số V_{dc}/V_c của điện áp DC V_{dc} với điện áp V_c qua tụ điện C_4 (giá trị này tuân theo một cách chính xác giá trị điều khiển V_{c*}) và giá trị cosin $\cos(2\omega t)$ của giá trị gấp hai pha ωt ; và

tích số $(V_m/V_c) \cdot (i_l/I_{dc}) \cdot |\sin(\omega t)|$ của hệ số V_m/V_c của biên độ V_m với điện áp V_c qua tụ điện C_4 , hệ số i_l/I_{dc} , và giá trị tuyệt đối $|\sin(\omega t)|$. Cụ thể là, giá trị của tải xả d_c' bằng với tổng của hai tích số này.

Tải xả d_c'' có thể được biểu thị như sau dựa trên phương trình (29):

Thiết lập dựa trên tích số thứ nhất $(V_{dc}/V_c) \cdot \cos^2(\omega t)$ của hệ số V_{dc}/V_c của điện áp DC V_{dc} với điện áp V_c qua tụ điện C_4 (giá trị này tuân theo một cách chính xác giá trị điều khiển V_{c*}) và $\cos^2(\omega t)$ bình phương của giá trị cosin của pha ωt ; và

tích số thứ hai $(V_m/V_c) \cdot (i_l'/I_{dc}) \cdot |\sin(\omega t)|$ của hệ số V_m/V_c của biên độ V_m với

điện áp V_c qua tụ điện C_4 , hệ số i_l'/I_{dc} , và giá trị tuyệt đối $|\sin(\omega t)|$. Cụ thể là, giá trị của tải xả dc'' là giá trị thu được bằng cách trừ tích số thứ hai từ tích số thứ nhất. Tích số thứ nhất thể hiện tải xả ban đầu (xem phương trình (8)).

Trong đạo hàm của mỗi tải chỉnh lưu $drec'$ và $drec''$ nêu trên và các tải xả dc' và dc'' , hiện tượng méo của dòng điện cuộn cảm il không được giả định sinh ra từ quá trình chuyển mạch đơn giản. Do đó, rõ ràng rằng kỹ thuật sử dụng các tải chỉnh lưu $drec'$ và $drec''$ và các tải xả dc' và dc'' không được giả định dựa trên quá trình chuyển mạch đơn giản.

(h-4) Kết cấu ví dụ để thu được lượng hiệu chỉnh il'

Fig.24 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu thứ nhất của bộ điều khiển xả 102 để thu được tải chỉnh lưu $drec''$ và tải xả dc'' và vùng lân cận của nó. Bộ điều khiển xả 102 cấu thành thiết bị điều khiển 10 cùng với bộ điều khiển bộ đảo 101 và bộ điều khiển nạp 103 thể hiện trên Fig.2.

Trên Fig.24, bộ điều khiển xả 102 bao gồm cụm tạo lượng hiệu chỉnh 1025 cùng với cụm tính toán tải 1021, bộ so sánh 1022, cụm hiệu chỉnh tải 1023, và cụm tính toán dòng điện trên đường dây 1024 mô tả sử dụng Fig.2. Chú ý rằng cụm hiệu chỉnh tải 1023 thu được tải chỉnh lưu $drec''$ và tải xả dc'' từ tải chỉnh lưu ban đầu $drec$ và tải xả ban đầu dc , tương ứng, theo các phương trình (27) và (29) (cụ thể là đẳng thức thứ nhất trong mỗi phương trình), tương ứng.

Fig.25 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của cụm tạo lượng hiệu chỉnh 1025. Cụm tạo lượng hiệu chỉnh 1025 bao gồm cụm ước lượng dòng điện cấp vào 1025a và bảng sóng hài bù 1025b. Cụm ước lượng dòng điện cấp vào 1025a tính toán giá trị ước tính toán I_s của dòng điện cấp vào I_{in} dựa trên công suất ra P_{out} , biên độ V_m , và pha ωt . Ví dụ, phương trình sau đây có thể được sử dụng.

(Phương trình 31)

$$I_s = \frac{2 \cdot P_{out}}{V_m \cdot |\sin(\omega t)|} \quad \dots (31)$$

Bảng sóng hài bù 1025b lưu giữ trong đó bảng thể hiện mối quan hệ giữa giữa

dòng điện cấp vào I_{in} và lượng điều khiển của các thành phần sóng hài, tìm bảng trong khi sử dụng giá trị ước tính toán I_s làm dòng điện cấp vào I_{in} , và xuất ra lượng hiệu chỉnh tương ứng il' .

Nghĩa là, trong kết cấu thứ nhất, lượng hiệu chỉnh il' được tính toán dựa trên hiện tượng méo của dòng điện cấp vào I_{in} . Do đó, trong kết cấu thứ nhất, dòng điện cuộn cảm il là không cần cho thiết bị điều khiển 10.

Fig.26 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu thứ hai của bộ điều khiển xả 102 để thu được tải chỉnh lưu drc" và tải xả dc" và vùng lân cận của nó. Bộ điều khiển xả 102 cũng cấu thành thiết bị điều khiển 10 cùng với bộ điều khiển bộ đảo 101 và bộ điều khiển nạp 103 thể hiện trên Fig.2.

Trên Fig.26, bộ điều khiển xả 102 bao gồm cụm tạo lượng hiệu chỉnh 1026 cùng với cụm tính toán tải 1021, bộ so sánh 1022, cụm hiệu chỉnh tải 1023, và e cụm tính toán dòng điện trên đường dây 1024 mô tả sử dụng Fig.2. Chú ý rằng cụm hiệu chỉnh tải 1023 thu được tải chỉnh lưu drc" và tải xả dc" theo Các phương trình (27) và (29) (cụ thể là đẳng thức thứ nhất trong mỗi phương trình), tương ứng.

Fig.27 là sơ đồ khối thể hiện kết cấu của cụm tạo lượng hiệu chỉnh 1026. Cụm tạo lượng hiệu chỉnh 1026 bao gồm cụm vận hành FFT 1026a, cụm lựa chọn sóng hài hiệu chỉnh 1026b, và cụm vận hành FFT nghịch đảo 1026c. Cụm vận hành FFT 1026a thực hiện biến đổi Fourier nhanh-FFT trên dòng điện cuộn cảm il để tính toán biên độ $Ilh(n)$ của mỗi thành phần của tần số bậc n . Cụm lựa chọn sóng hài hiệu chỉnh 1026b lựa chọn bậc của các sóng hài vượt quá giới hạn trên được thiết lập cho mỗi bậc. Sau đó, liên quan đến bậc đã lựa chọn (sau đây được xem như bậc thứ α), cụm lựa chọn sóng hài hiệu chỉnh 1026b tính toán lượng biên độ $Ilh(\alpha)$ của thành phần sóng hài bậc thứ α vượt quá giới hạn trên được thiết lập cho sóng hài bậc thứ α , làm lượng hiệu chỉnh $Il'(\alpha)$ của sóng hài bậc thứ α . Lượng hiệu chỉnh $Il'(\beta)$ ($\beta \neq \alpha$) của bậc không được lựa chọn là 0. Cụm vận hành FFT nghịch đảo 1026c thực hiện biến đổi Fourier nhanh FFT nghịch đảo bằng cách sử dụng lượng hiệu chỉnh $Il'(n)$ hoặc lượng hiệu chỉnh $Il'(\alpha)$ để tính toán lượng hiệu chỉnh il' .

Nghĩa là, trong kết cấu thứ hai, lượng hiệu chỉnh il' được tính toán dựa trên hiện tượng méo của dòng điện cuộn cảm il (xem Fig.15 và Fig.20).

I. Biến thể

(i-1) Biến thể thứ nhất

Fig.28 là sơ đồ mạch thể hiện cầu các đi-ốt 3a và 3b thay thế bộ biến đổi 3 và vùng lân cận của chúng làm biến thể thứ nhất của bộ biến đổi công suất. Kết cấu này được biết đến từ, ví dụ, Tài liệu phi sáng chế 1.

Cầu đi-ốt 3a bao gồm, tương tự bộ biến đổi 3 mô tả trong phương án nêu trên, các đi-ốt D31, D32, D33, và D34, cấu thành mạch cầu. Cầu đi-ốt 3b bao gồm các đi-ốt D35, D36, D32, và D34, cấu thành mạch cầu. Nghĩa là, cầu các đi-ốt 3a và 3b dùng chung các đi-ốt D32 và D34.

Trong biến thể này, đường cấp nguồn DC LH mô tả trong phương án nêu trên được thay thế bằng hai đường cấp nguồn DC LH1 và LH2. Mặt khác, đường cấp nguồn DC LL được nối với các anốt của các đi-ốt D32 và D34, chuyển mạch S1 trên phía đối diện với cuộn cảm L4, tụ điện C4 trên phía đối diện với chuyển mạch Sc, và bộ đảo 5, như trong phương án nêu trên.

Đường cấp nguồn DC LH1 được nối chung với các catốt của các đi-ốt D31 và D33, chuyển mạch Sc trên phía đối diện với tụ điện C4, và bộ đảo 5, tương tự đường cấp nguồn DC LH. Đường cấp nguồn DC LH2 được nối chung với các catốt của các đi-ốt D35 và D36, và cuộn cảm L4 trên phía đối diện với chuyển mạch S1.

Do đó, việc cấp công suất đến đường cấp nguồn DC LH1 từ cầu đi-ốt 3a và mạch xả 4a là tương đương với việc cấp công suất đến đường cấp nguồn DC LH theo phương án nêu trên từ bộ biến đổi 3 và mạch xả 4a. Ngoài ra, việc cấp công suất từ đường cấp nguồn DC LH2 đến mạch nạp 4b qua cầu đi-ốt 3b (sự tiếp nhận công suất bởi mạch nạp 4b) là tương đương với việc cấp công suất từ đường cấp nguồn DC LH theo phương án nêu trên đến mạch nạp 4b qua bộ biến đổi 3 (sự tiếp nhận công suất bởi mạch nạp 4b).

Như được mô tả nêu trên, đường để cấp công suất và đường để tiếp nhận công suất là khác nhau, và do đó mạch chặn dòng 4c theo phương án nêu trên là không nhất thiết theo biến thể thứ nhất.

(i-2) Biến thể thứ hai

Mạch chặn dòng 4c cũng có chức năng chặn dòng điện chạy từ mạch xả 4a về phía bộ biến đổi 3. Do đó, mạch lọc 2 có thể được bố trí giữa bộ biến đổi 3 và mạch chặn dòng

4c.

Fig.29 và Fig.30 là các sơ đồ mạch, mỗi sơ đồ thể hiện kết cấu trên phía nguồn cấp AC một pha 1 tương đối với bộ đảo 5 trong trường hợp ở đó mạch lọc 2 được bố trí giữa bộ biến đổi 3 và mạch chặn dòng 4c trong bộ biến đổi công suất.

Trong kết cấu thể hiện trên Fig.29, cuộn cảm L2 được đặt xen giữa bộ biến đổi 3 và cuộn cảm L4. Kết cấu này được biết đến từ, ví dụ, Tài liệu phi sáng chế 1.

Trong kết cấu thể hiện trên Fig.30, cuộn cảm L4 được nối với đầu phía bộ biến đổi 3 của cuộn cảm L2. Nói theo cách khác, mạch lọc 2 có thể được bao gồm trong mạch nạp 4b mặc dù mạch lọc 2 được bố trí giữa bộ biến đổi 3 và mạch chặn dòng 4c.

Cụ thể là, cuộn cảm L2 được bố trí trên đường cấp nguồn DC LH, ở vị trí qua cuộn cảm L4 từ bộ biến đổi 3. Tụ điện C2 được nối giữa các đường cấp nguồn DC LH và LL, ở vị trí qua cuộn cảm L2 từ bộ biến đổi 3, và cấu thành mạch lọc cùng với cuộn cảm L2.

Theo đó, rõ ràng rằng, ngay cả khi đầu xa với đi-ốt D40 của cuộn cảm L4 được nối giữa cuộn cảm L2 và bộ biến đổi 3, các sóng hài kéo theo từ sự vận hành chuyển mạch của bộ đảo 5 không lan truyền với nguồn cấp AC một pha 1.

Sáng chế đã được mô tả chi tiết thông qua phần mô tả nêu trên. Phần mô tả này chỉ nhằm mục đích minh họa chứ không giới hạn phạm vi của sáng chế. Cần hiểu rằng có thể có số lượng không giới hạn của biến thể khác mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp,

bộ biến đổi công suất trực tiếp này bao gồm:

đường dây một chiều bao gồm đường cấp nguồn DC thứ nhất và đường cấp nguồn DC thứ hai;

bộ biến đổi chỉnh lưu tiếp nhận điện áp AC một pha và xuất ra công suất gợn sóng đến đường dây một chiều;

mạch đệm công suất cấp và tiếp nhận công suất đến và từ đường dây một chiều; và

bộ đảo biến đổi điện áp DC giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và đường cấp nguồn DC thứ hai thành điện áp AC được xuất ra,

bộ biến đổi tác dụng điện áp chỉnh lưu thu được bằng cách chỉnh lưu toàn sóng điện áp AC một pha vào đường dây một chiều sao cho đường cấp nguồn DC thứ nhất có điện thế cao hơn đường cấp nguồn DC thứ hai,

thiết bị điều khiển này bao gồm:

cụm tạo tải tạo ra tải chỉnh lưu là tải tại đó dòng điện thứ nhất chạy từ bộ biến đổi chỉnh lưu đến đường dây một chiều và tải xả là tải tại đó dòng điện thứ hai chạy từ mạch đệm công suất đến đường dây một chiều; và

bộ điều khiển bộ đảo xuất ra tín hiệu điều khiển bộ đảo để điều khiển quá trình hoạt động của bộ đảo dựa trên tải chỉnh lưu, tải xả, và giá trị điều khiển của điện áp xuất ra từ bộ đảo,

tải chỉnh lưu được thiết lập dựa trên tích số của tỷ lệ thứ nhất của điện áp xác định trước và biên độ của điện áp AC một pha và giá trị tuyệt đối của giá trị pha hình sin của điện áp AC một pha, và tỷ lệ thứ hai của dòng điện thứ ba và dòng điện DC chạy qua bộ đảo,

dòng điện thứ ba là dòng điện thứ tư được cấp vào mạch đệm công suất từ đường dây một chiều hoặc lượng giảm của thành phần sóng hài của dòng điện thứ tư.

2. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 1, trong đó bộ biến đổi

chỉnh lưu tác dụng điện áp chỉnh lưu thu được bằng cách chỉnh lưu toàn sóng điện áp AC một pha vào đường dây một chiều sao cho đường cấp nguồn DC thứ nhất có điện thế cao hơn đường cấp nguồn DC thứ hai,

dòng điện thứ ba là dòng điện thứ tư,

mạch đệm công suất bao gồm

mạch xả bao gồm tụ điện và chuyển mạch thứ nhất được nối nối tiếp với tụ điện giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và đường cấp nguồn DC thứ hai và gần hơn với đường cấp nguồn DC thứ nhất so với tụ điện, và

mạch nạp nạp tụ điện,

thiết bị điều khiển này xuất ra tín hiệu chuyển mạch xả đưa chuyển mạch thứ nhất vào quá trình dẫn điện dựa trên tải xả, và

tải xả được thiết lập dựa trên tích số của tỷ lệ thứ ba của điện áp xác định trước và điện áp qua tụ điện và giá trị cosin của giá trị gấp hai lần pha của điện áp AC một pha, và tích số của tỷ lệ thứ tư của biên độ và điện áp qua tụ điện, tỷ lệ thứ hai, và giá trị tuyệt đối của giá trị hình sin.

3. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 2, trong đó cụm tạo tải bao gồm cụm tính toán tải thu nhận tải chỉnh lưu ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ nhất và giá trị tuyệt đối của giá trị hình sin, và tải xả ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ ba và bình phương của giá trị cosin của pha của điện áp AC một pha, và cụm hiệu chỉnh tải thực hiện hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ thứ hai để thu được tải chỉnh lưu từ tải chỉnh lưu ban đầu và tải xả từ tải xả ban đầu.

4. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 3, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anốt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anốt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anốt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

5. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 2, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anốt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anốt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC

thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

6. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 1, trong đó bộ biến đổi chỉnh lưu tác dụng điện áp chỉnh lưu thu được bằng cách chỉnh lưu toàn sóng điện áp AC một pha vào đường dây một chiều sao cho đường cấp nguồn DC thứ nhất có điện thế cao hơn đường cấp nguồn DC thứ hai,

dòng điện thứ ba là lượng giảm của thành phần sóng hài của dòng điện thứ tư,

mạch đệm công suất bao gồm

mạch xả bao gồm tụ điện và chuyển mạch thứ nhất được nối nối tiếp với tụ điện giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và đường cấp nguồn DC thứ hai và gần hơn với đường cấp nguồn DC thứ nhất so với tụ điện, và

mạch nạp nạp tụ điện,

thiết bị điều khiển này xuất ra tín hiệu chuyển mạch xả đưa chuyển mạch thứ nhất vào quá trình dẫn điện dựa trên tải xả, và

tải xả được thiết lập dựa trên tích số của tỷ lệ thứ ba của điện áp xác định trước và điện áp qua tụ điện và bình phương của giá trị cosin của pha của điện áp AC một pha, và tích số của tỷ lệ thứ tư của biên độ và điện áp qua tụ điện, tỷ lệ thứ hai, và giá trị tuyệt đối của giá trị hình sin.

7. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 6, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo lượng hiệu chỉnh thu nhận lượng giảm dựa trên thành phần sóng hài của dòng điện cấp vào được cấp vào bộ biến đổi chỉnh lưu.

8. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 7, trong đó cụm tạo tải bao gồm cụm tính toán tải thu nhận tải chỉnh lưu ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ nhất và giá trị tuyệt đối của giá trị hình sin, và tải xả ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ ba và bình phương của giá trị cosin của pha của điện áp AC một pha, và cụm hiệu chỉnh tải thực hiện hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ thứ hai để thu được tải chỉnh lưu từ tải chỉnh lưu ban đầu và tải xả từ tải xả ban đầu.

9. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 8, trong đó mạch nạp bao

gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anôt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anôt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

10. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 7, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anôt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anôt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

11. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 6, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo lượng hiệu chỉnh thu nhận lượng giảm dựa trên thành phần sóng hài của dòng điện thứ tư.

12. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 11, trong đó cụm tạo tải bao gồm cụm tính toán tải thu nhận tải chỉnh lưu ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ nhất và giá trị tuyệt đối của giá trị hình sin, và tải xả ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ ba và bình phương của giá trị cosin của pha của điện áp AC một pha, và cụm hiệu chỉnh tải thực hiện hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ thứ hai để thu được tải chỉnh lưu từ tải chỉnh lưu ban đầu và tải xả từ tải xả ban đầu.

13. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 12, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anôt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anôt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

14. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 11, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anôt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anôt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật

một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

15. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 6, trong đó cụm tạo tải bao gồm cụm tính toán tải thu nhận tải chỉnh lưu ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ nhất và giá trị tuyệt đối của giá trị hình sin, và tải xả ban đầu, là tích số của tỷ lệ thứ ba và bình phương của giá trị cosin của pha của điện áp AC một pha, và cụm hiệu chỉnh tải thực hiện hiệu chỉnh dựa trên tỷ lệ thứ hai để thu được tải chỉnh lưu từ tải chỉnh lưu ban đầu và tải xả từ tải xả ban đầu.

16. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 15, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anôt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anôt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

17. Thiết bị điều khiển bộ biến đổi công suất trực tiếp theo điểm 6, trong đó mạch nạp bao gồm đi-ốt bao gồm catốt được nối với tụ điện và anôt, cuộn cảm được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ nhất và anôt, và chuyển mạch thứ hai được nối giữa đường cấp nguồn DC thứ hai và anôt, thiết bị điều khiển này còn bao gồm cụm tạo tín hiệu điều khiển chuyển mạch tạo ra tín hiệu điều khiển để làm cho chuyển mạch thứ hai được bật một lần và được tắt một lần trong một chu kỳ của điện áp chỉnh lưu.

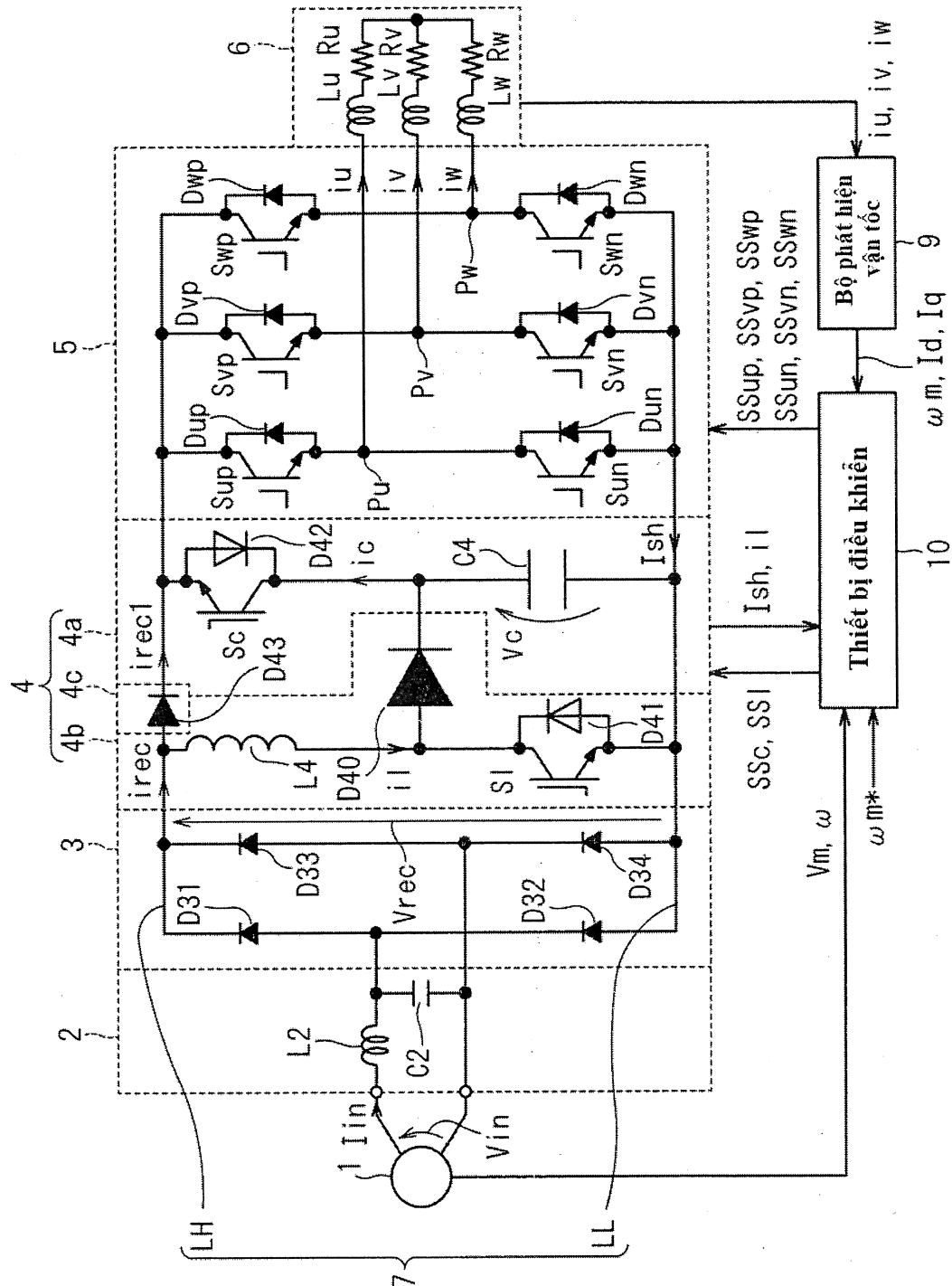


Fig.1

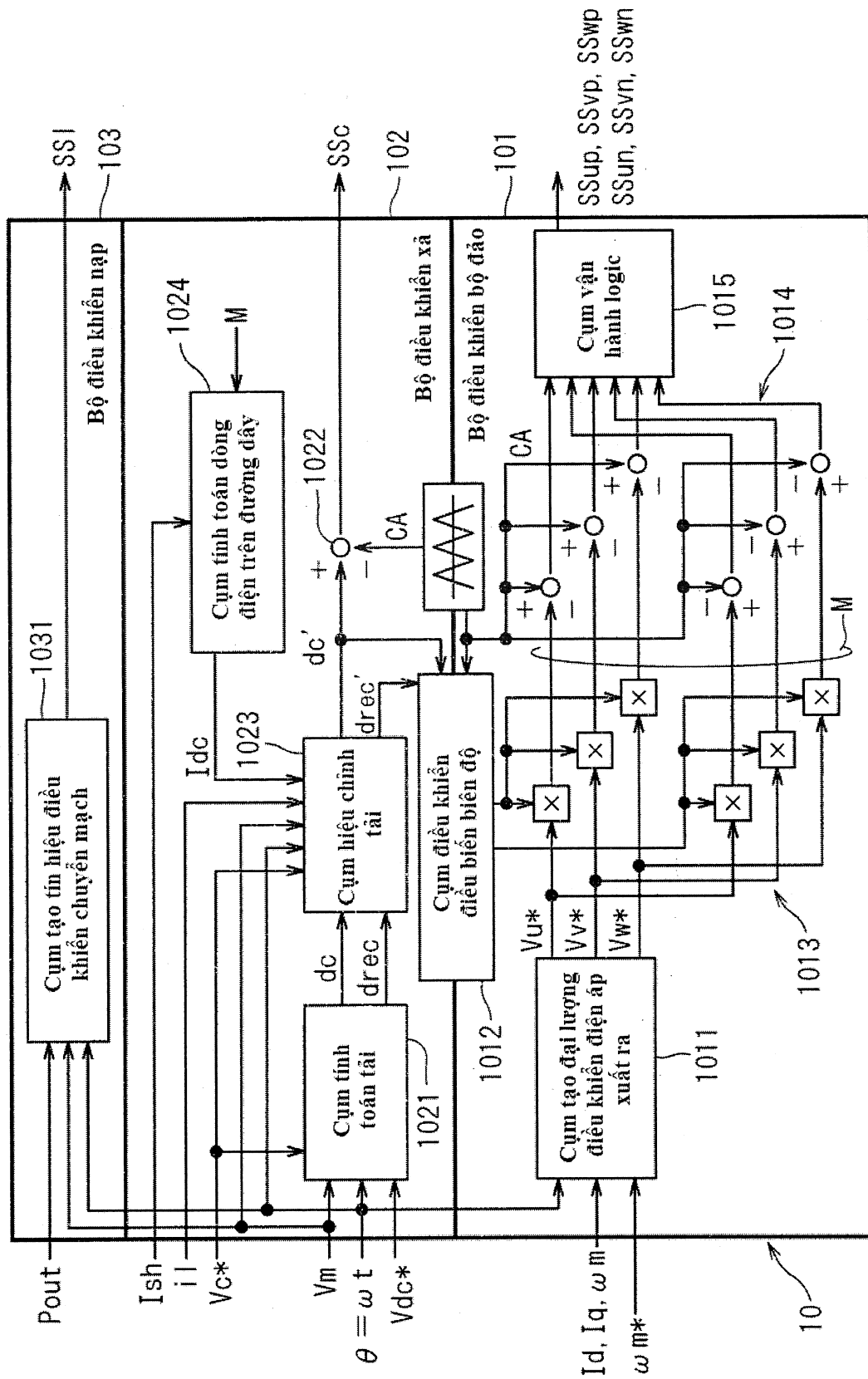
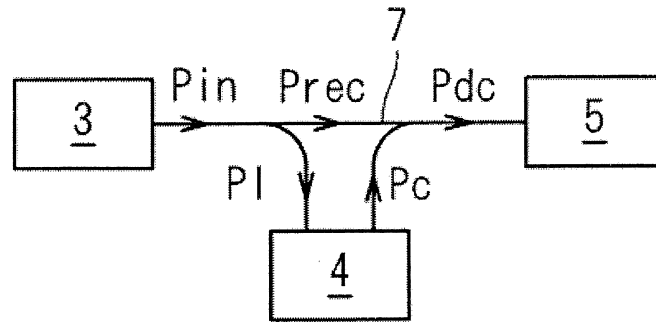
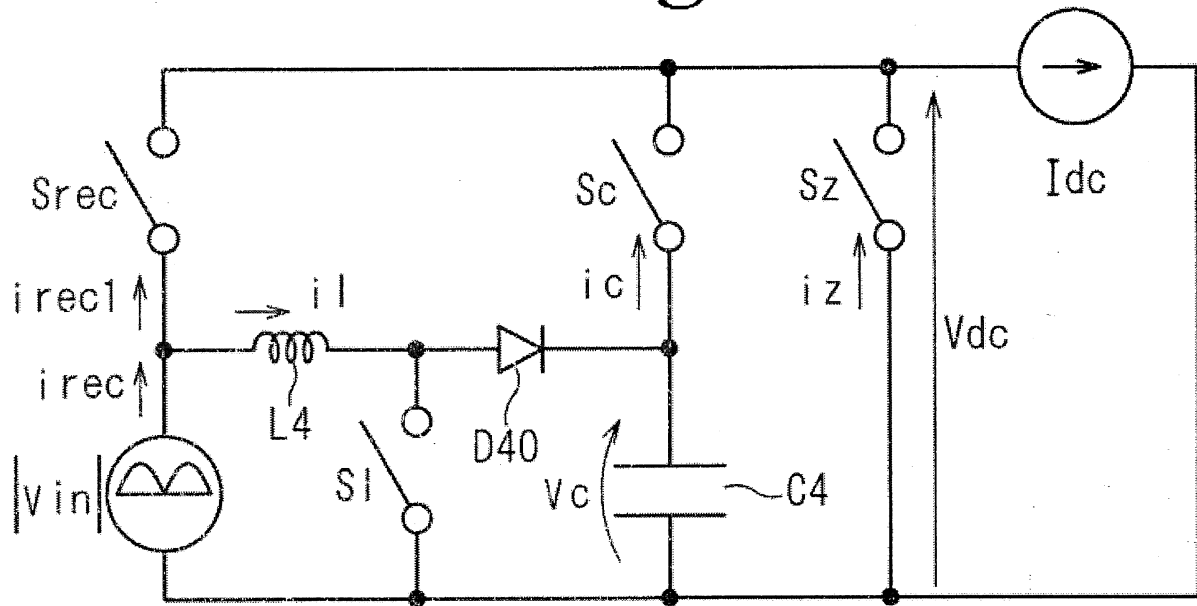


Fig.2

**Fig.3****Fig.4**

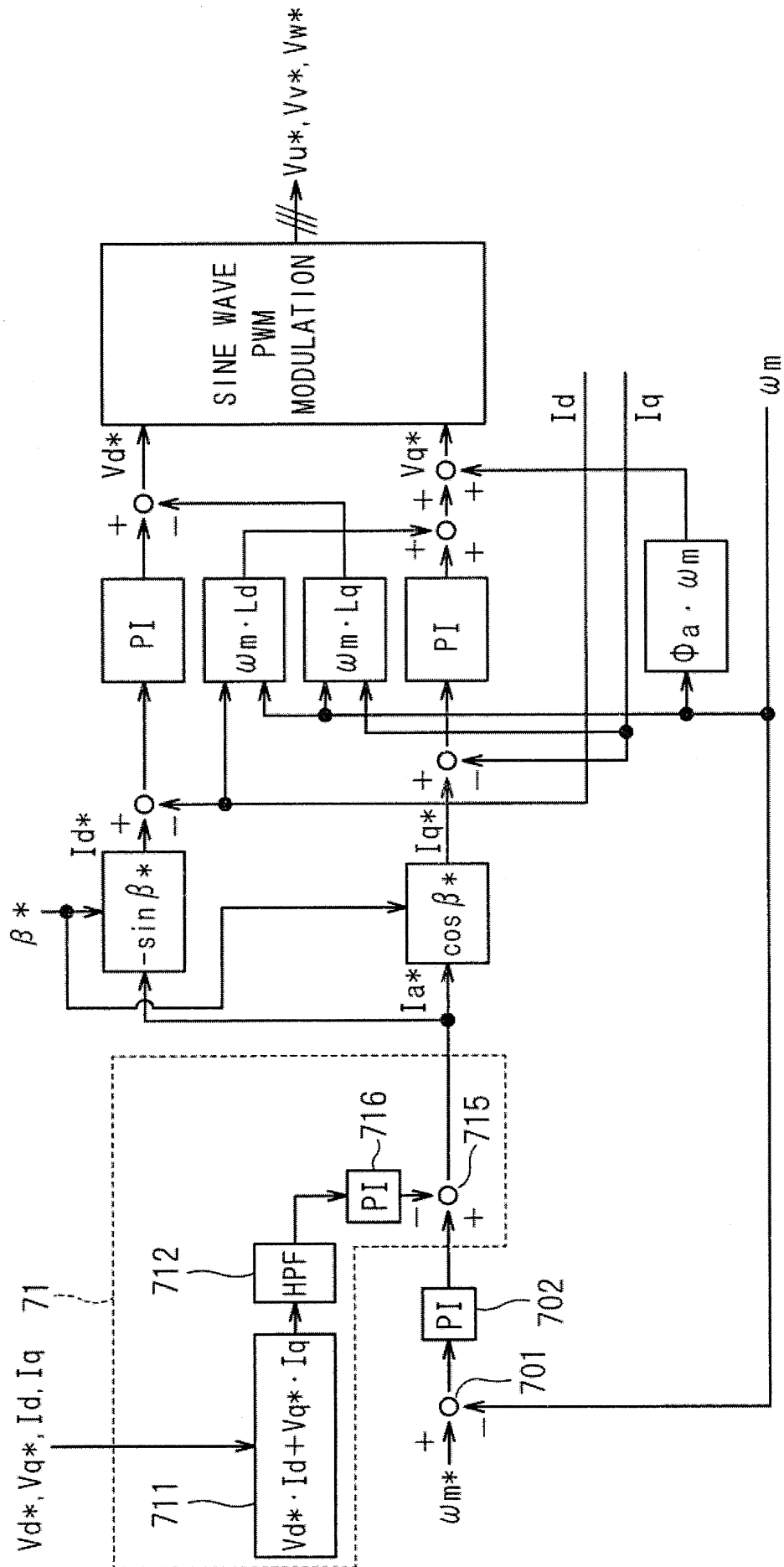


Fig.5

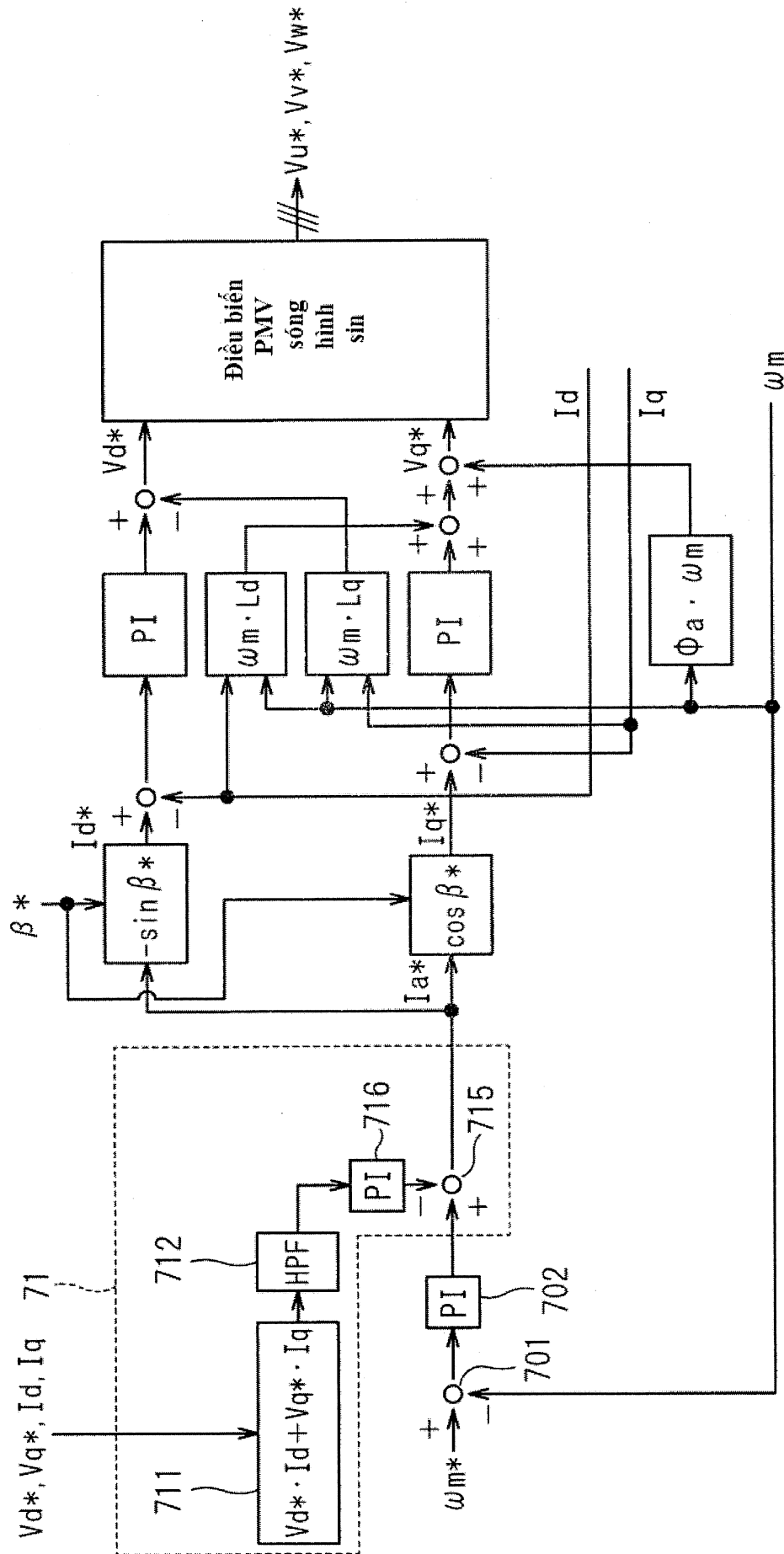


Fig.5

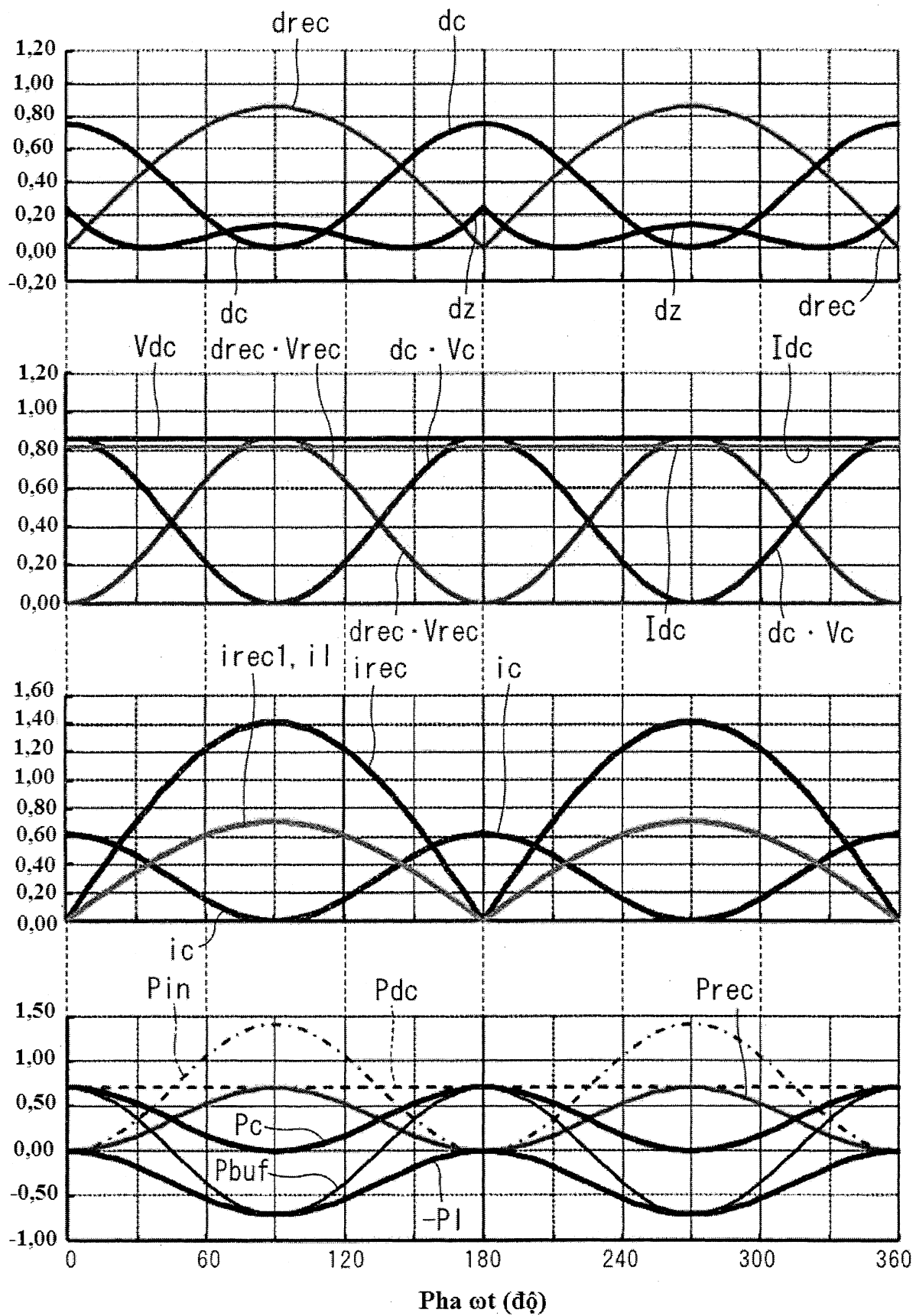
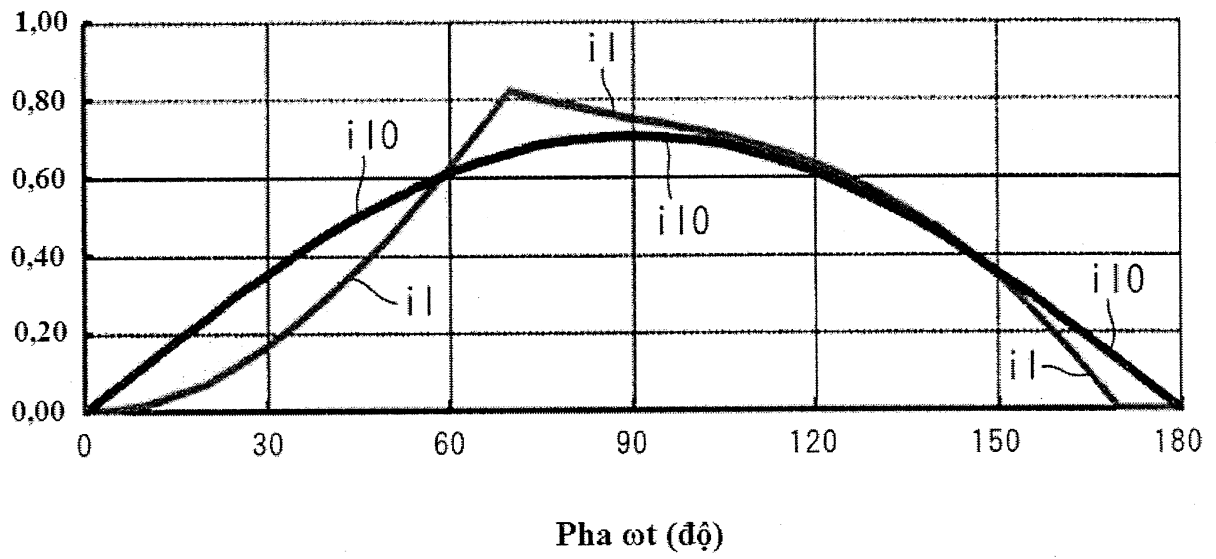
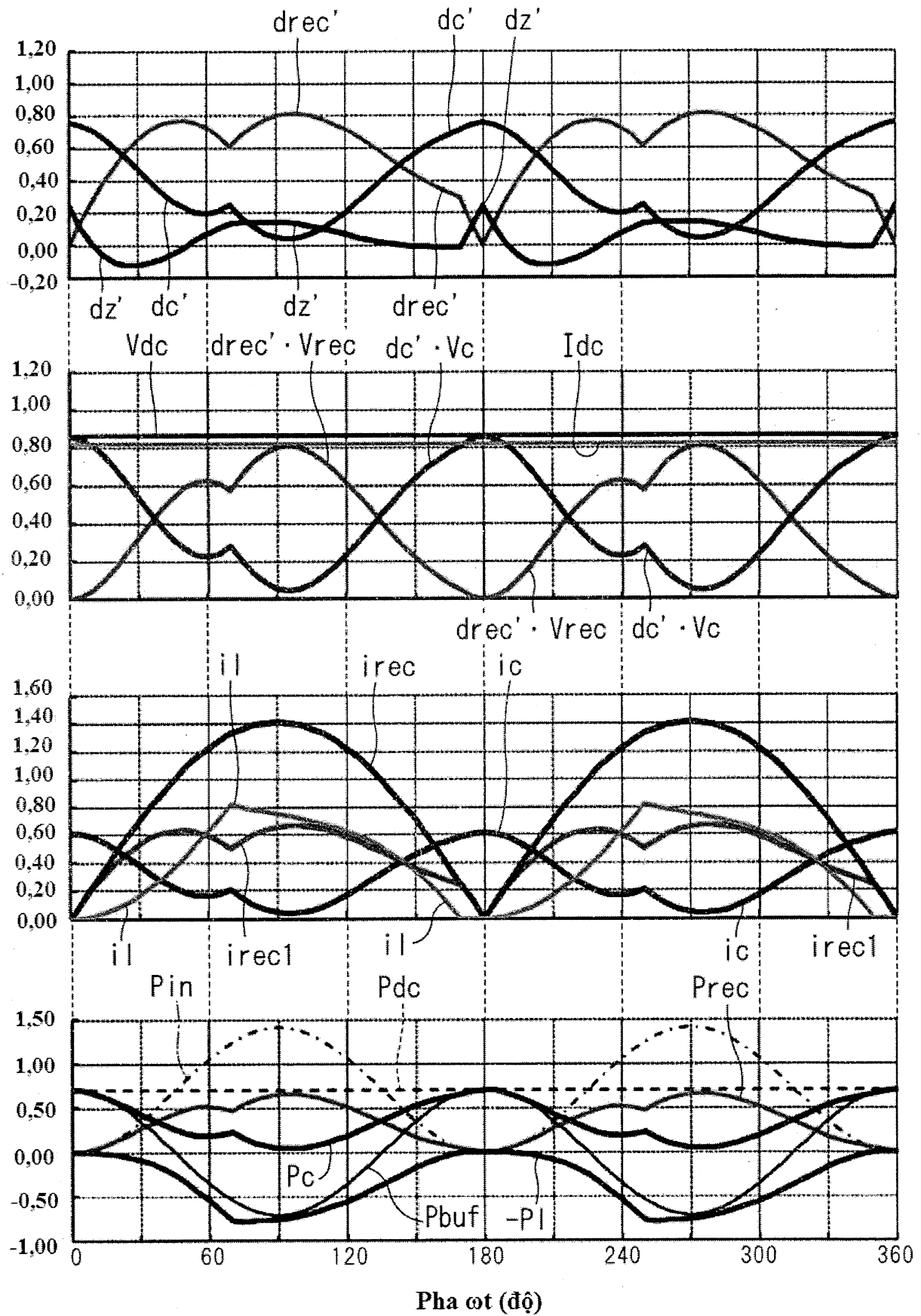
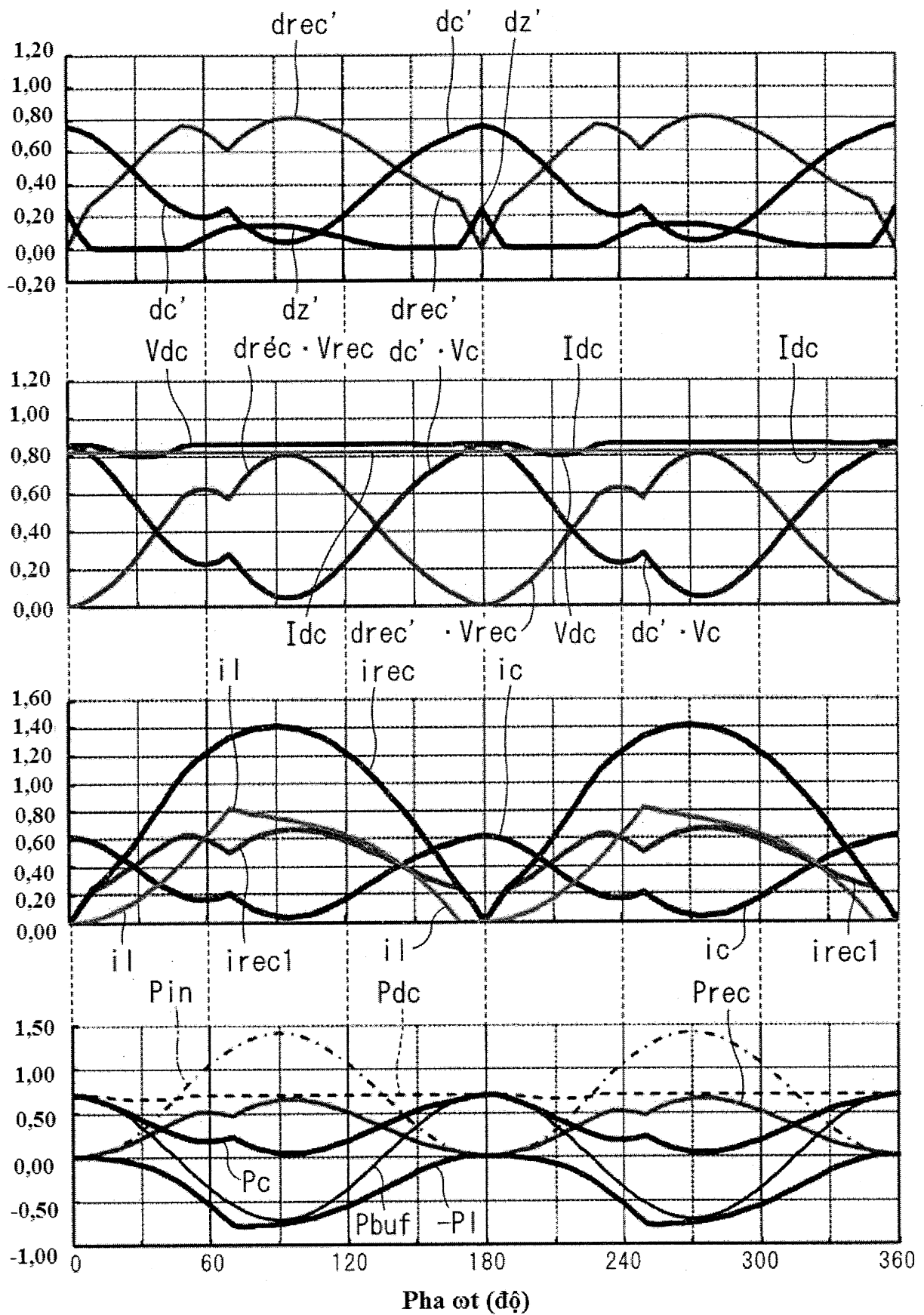


Fig.6

**Fig.7**

**Fig.8**

**Fig.9**

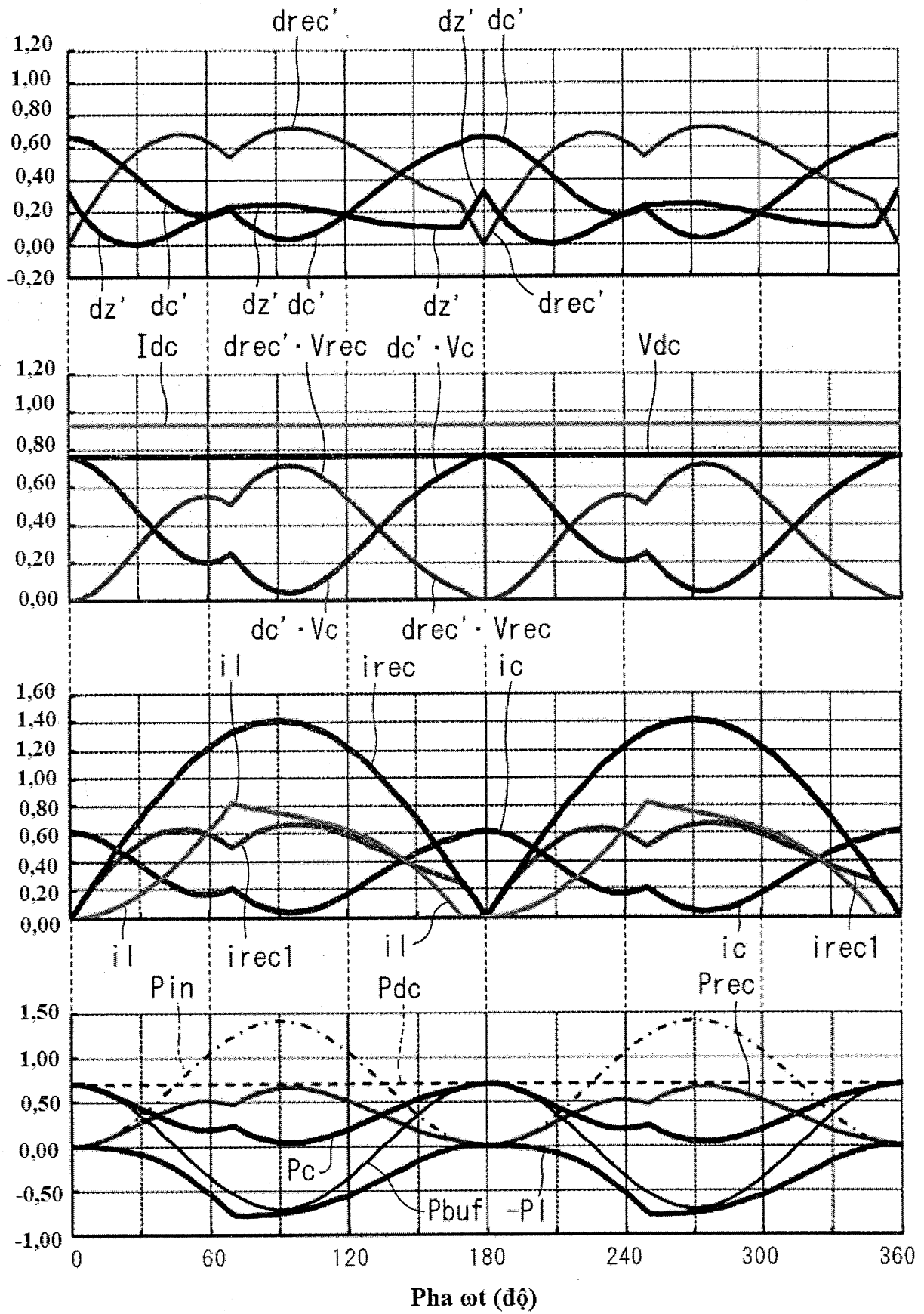
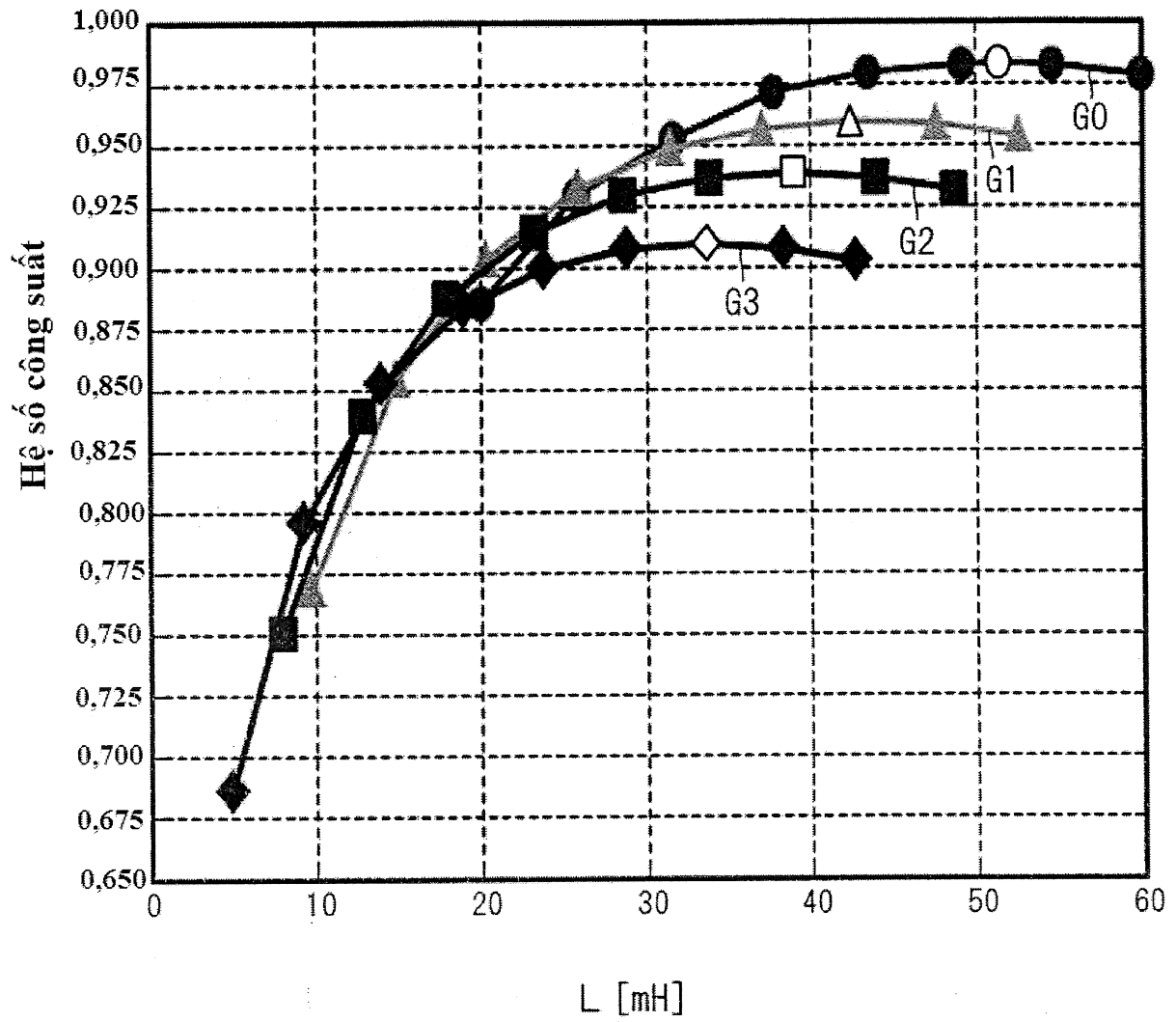
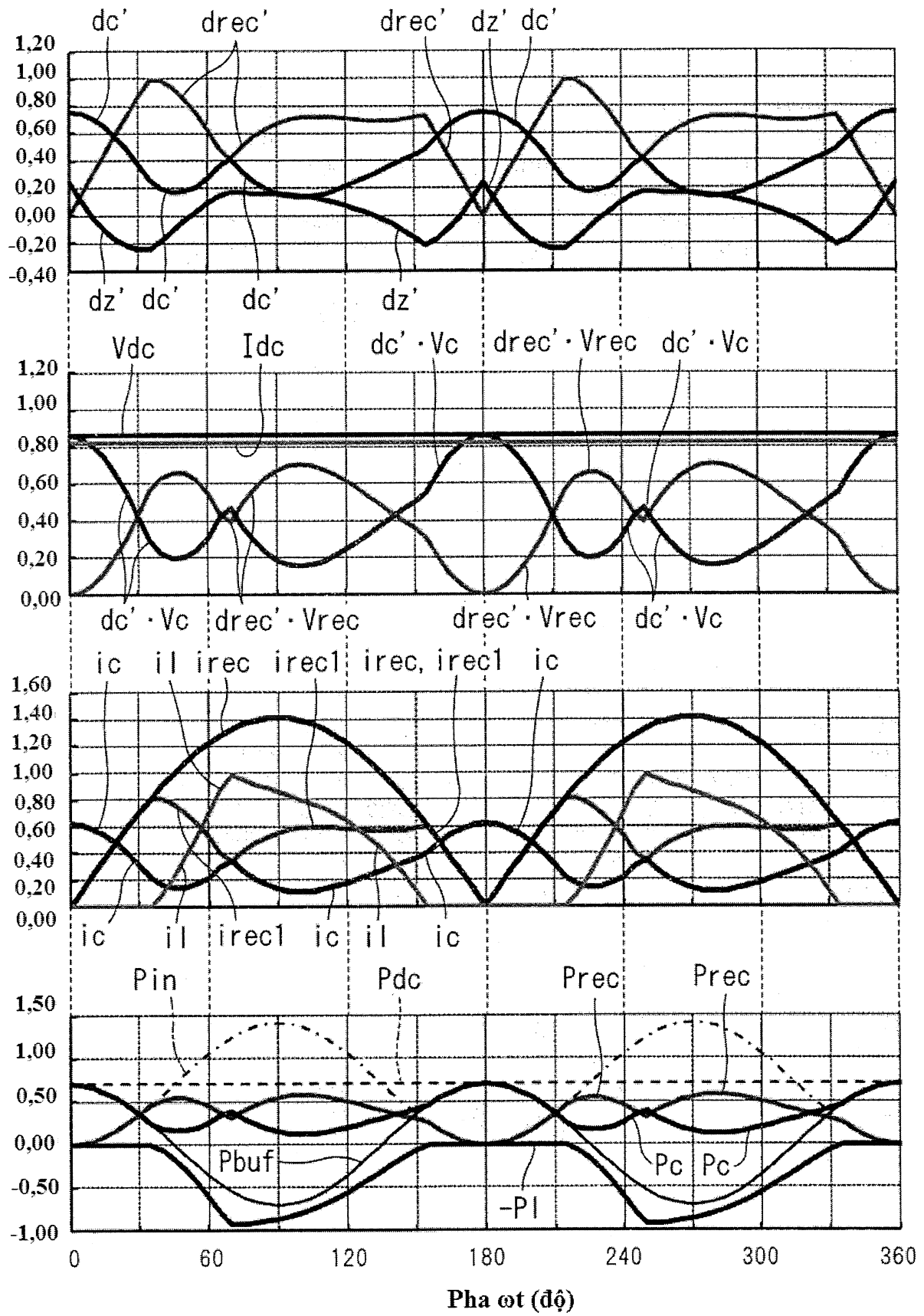
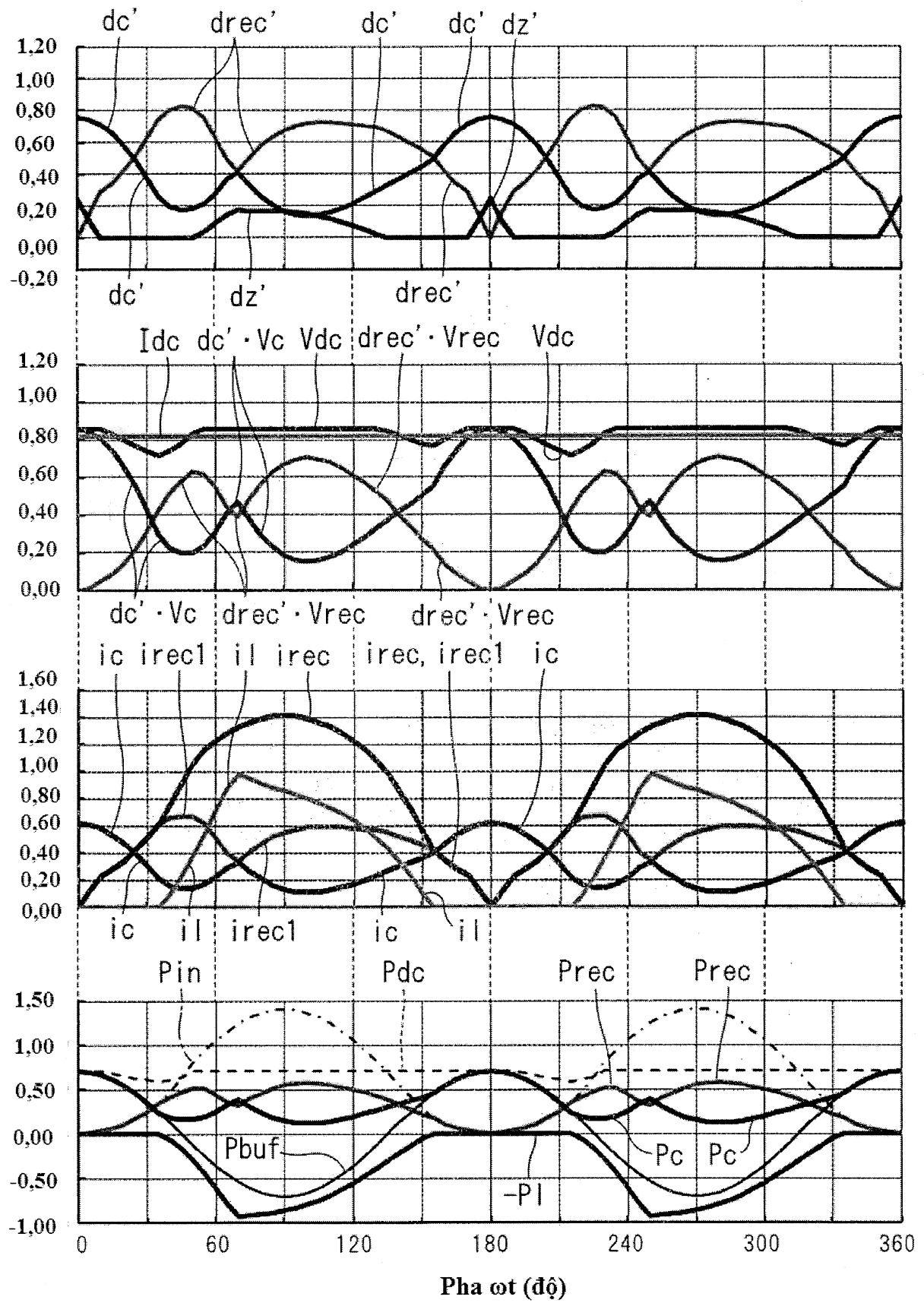
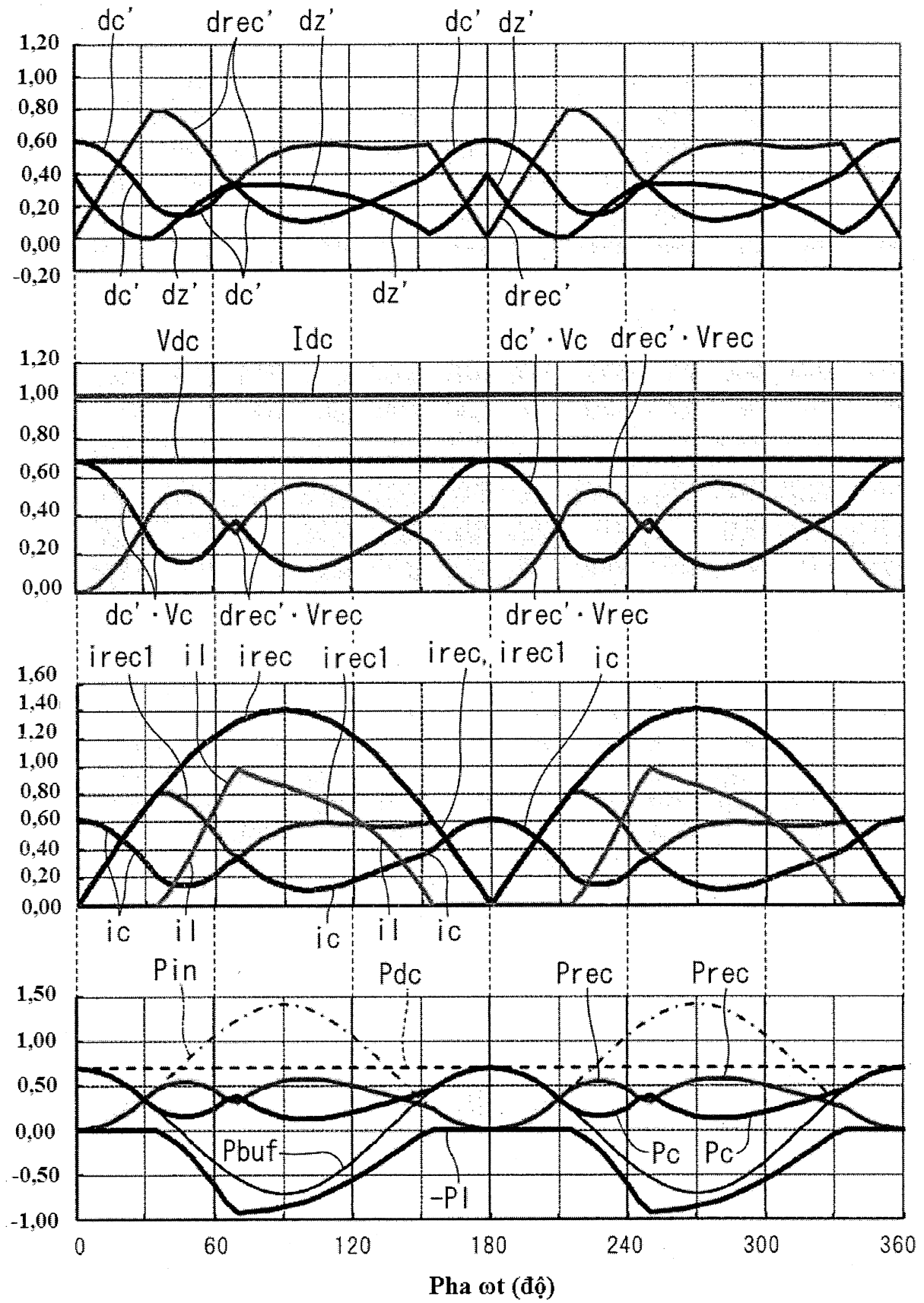


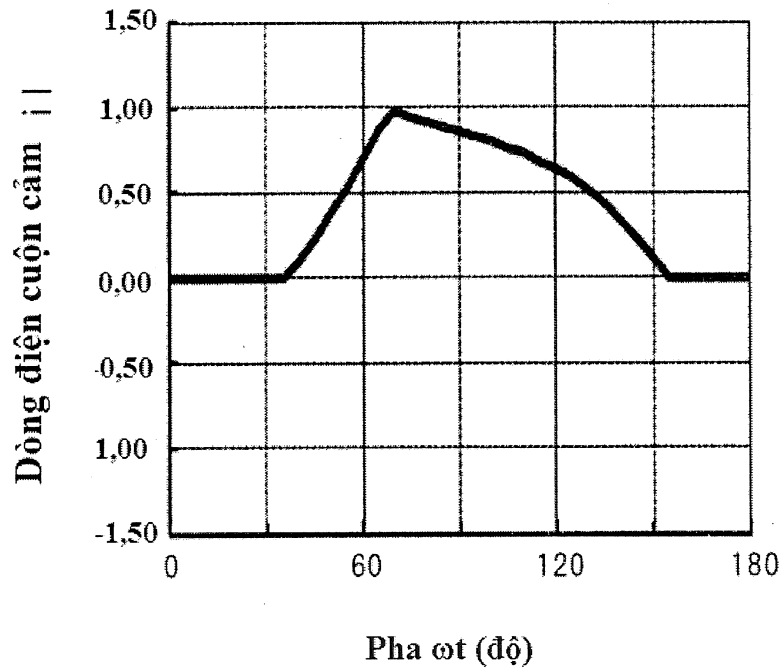
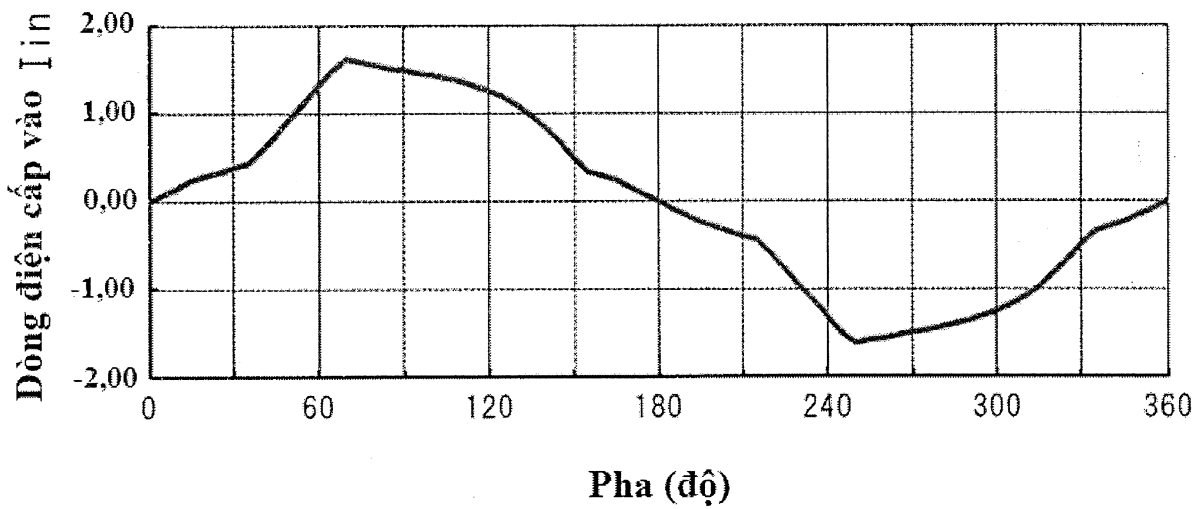
Fig.10

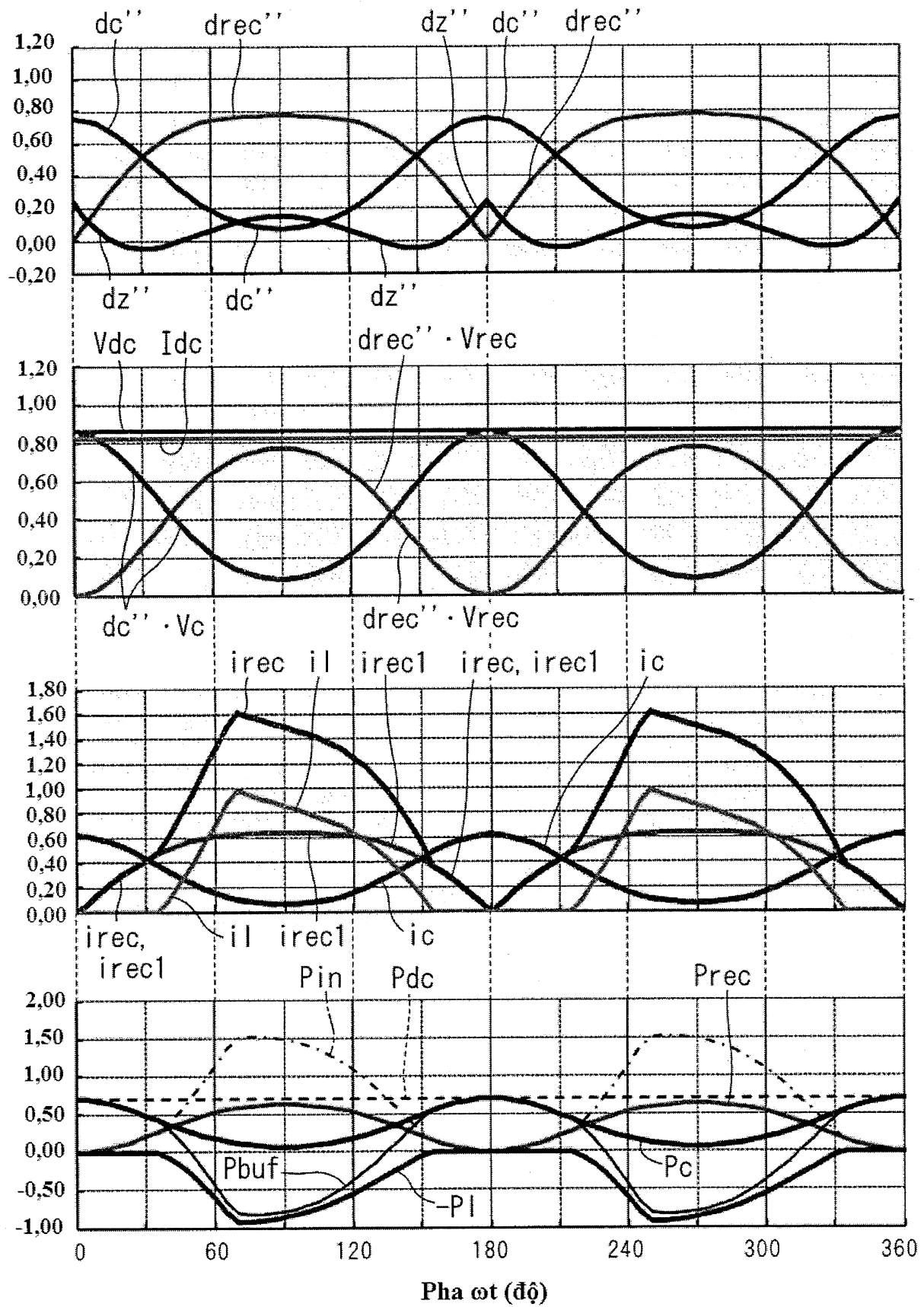
**Fig.11**

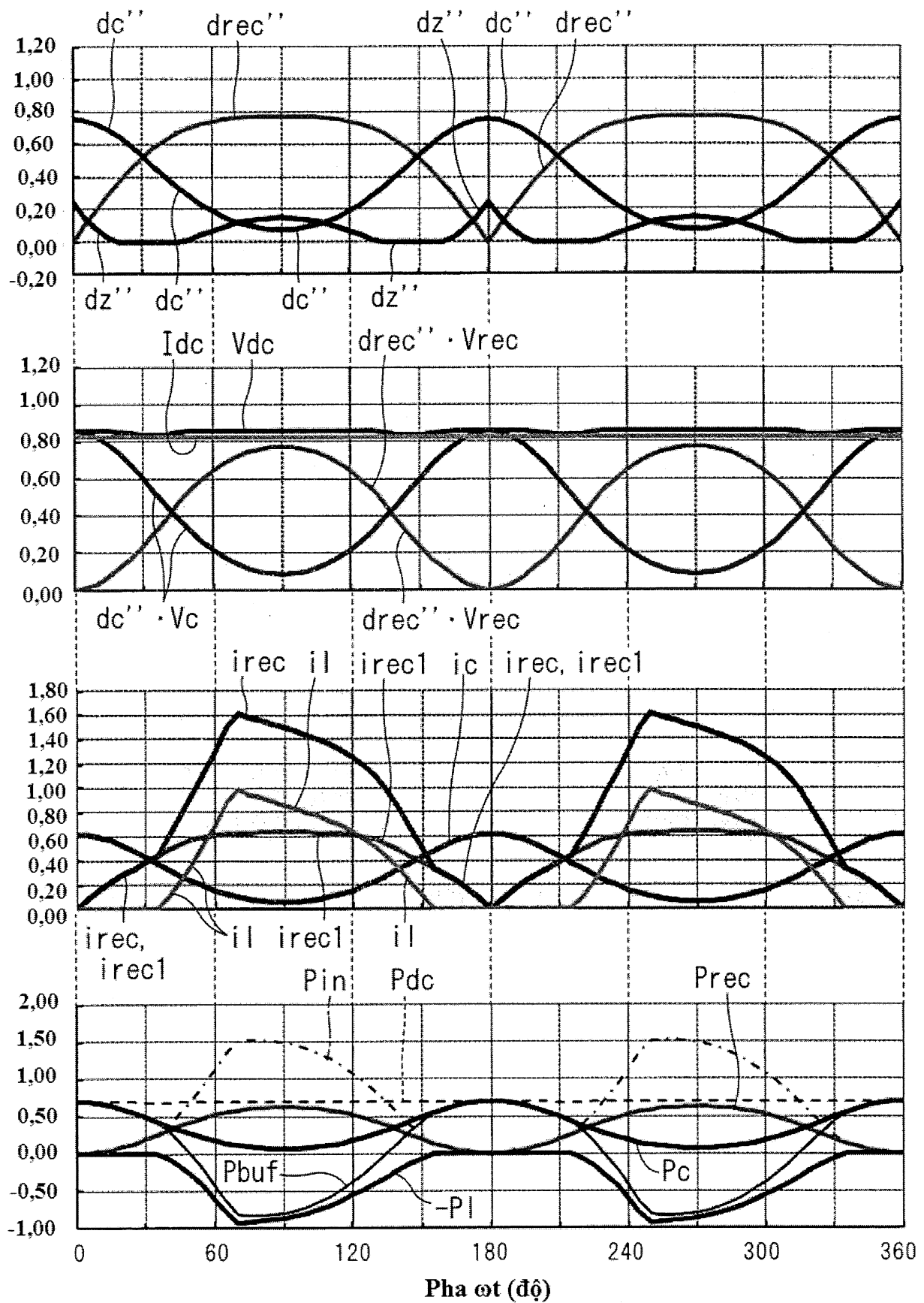
**Fig.12**

**Fig.13**

**Fig.14**

**Fig.15****Fig.16**

**Fig.17**

**Fig.18**

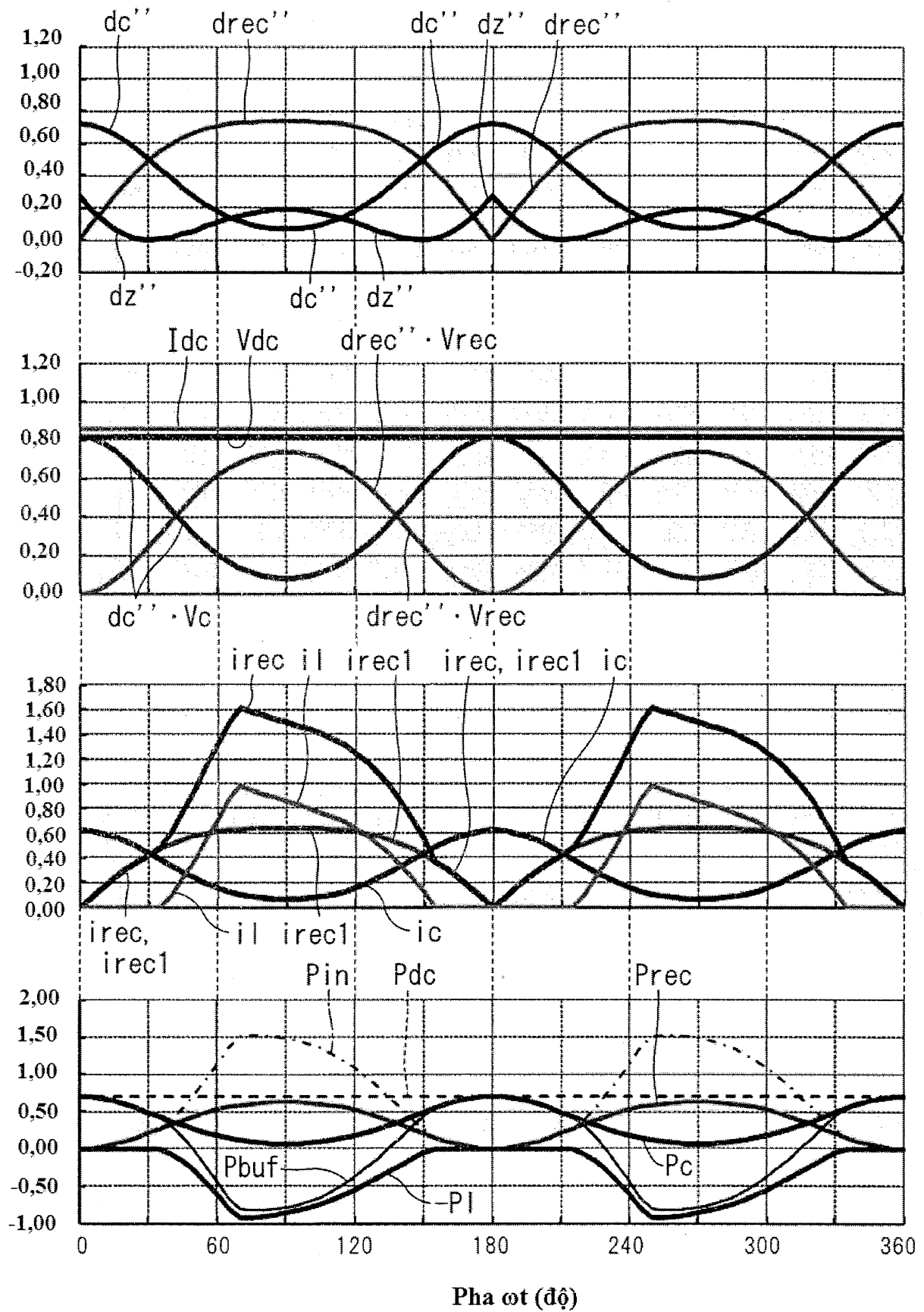
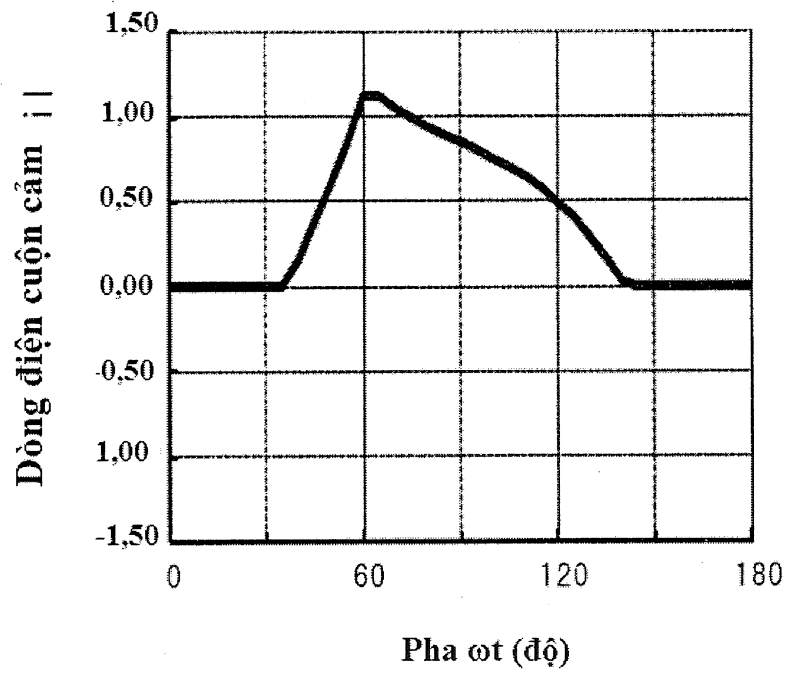
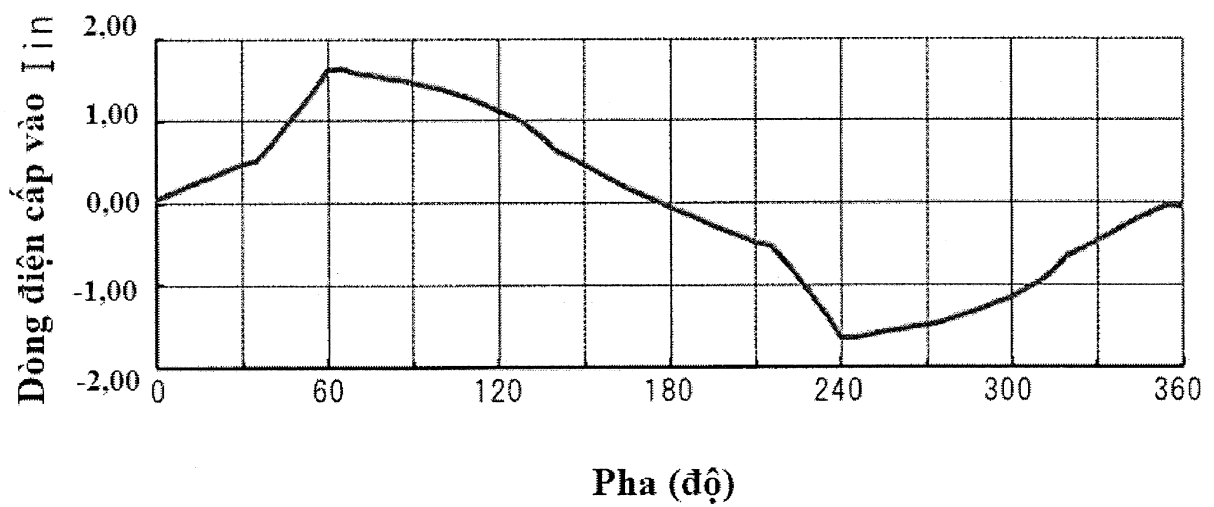
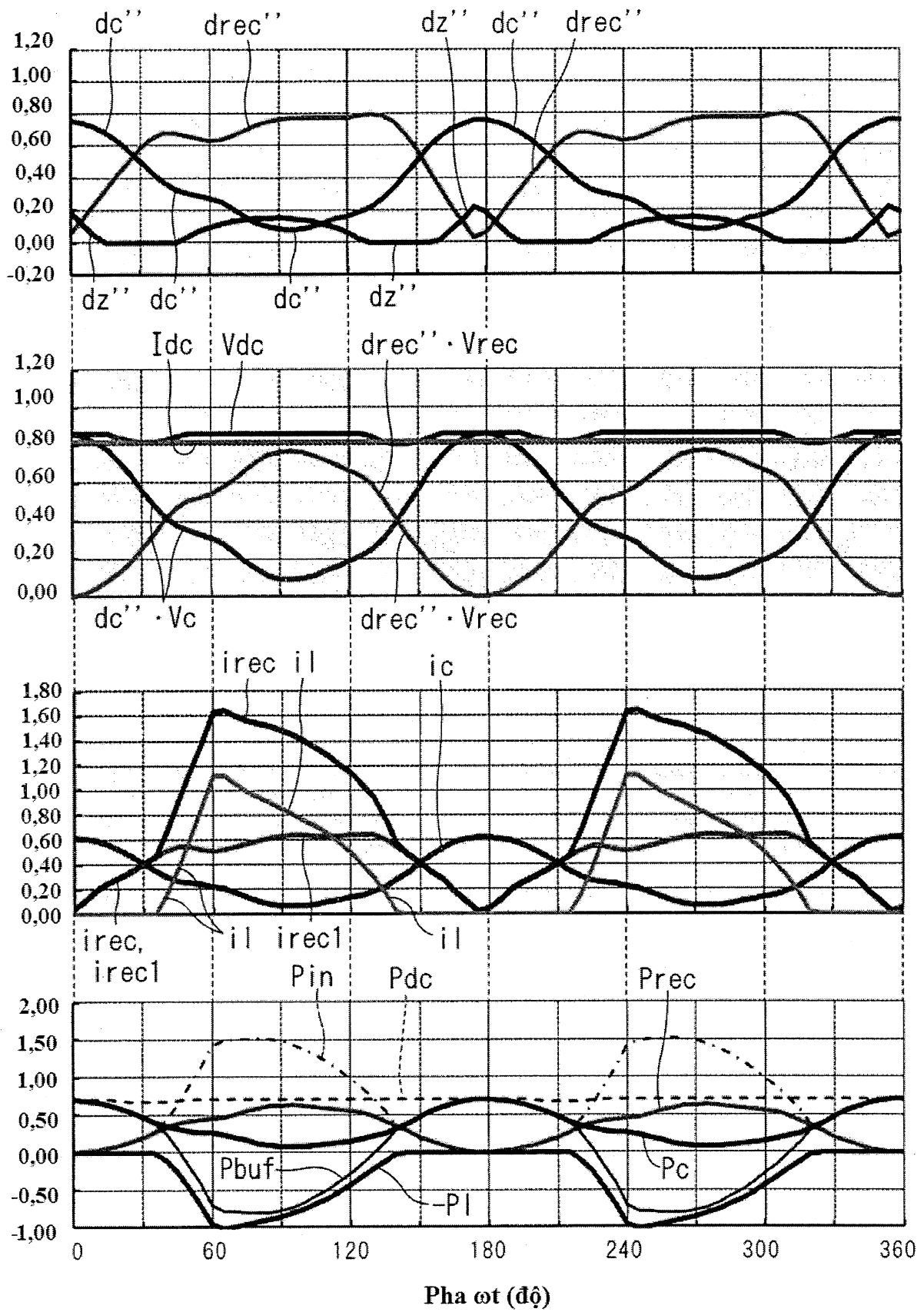


Fig.19

**Fig.20****Fig.21**

**Fig.22**

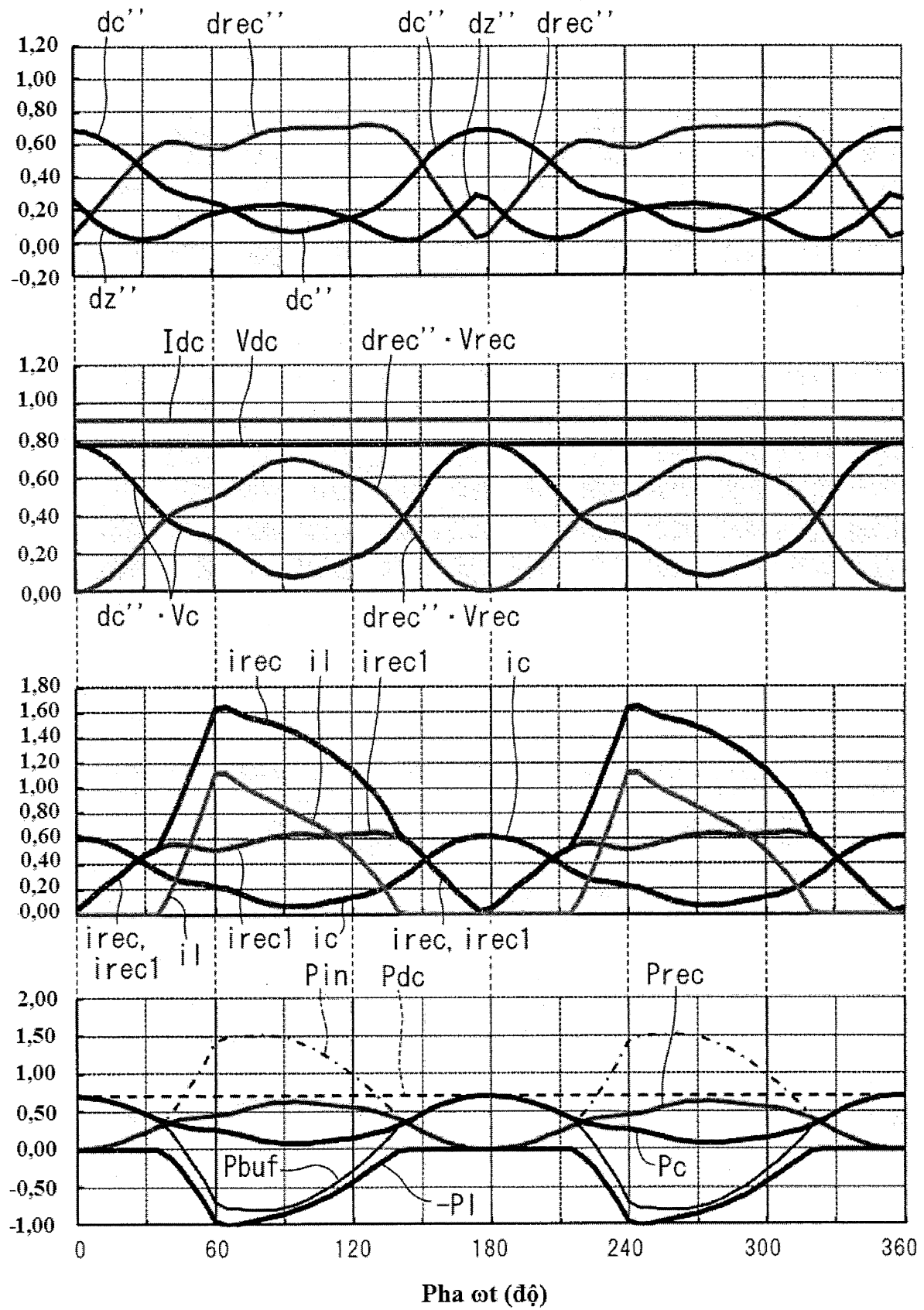
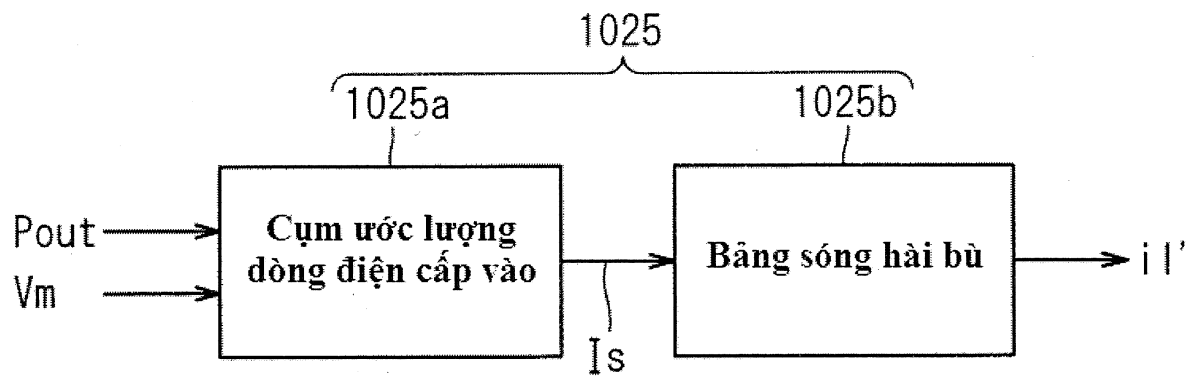


Fig.23

**Fig.25**

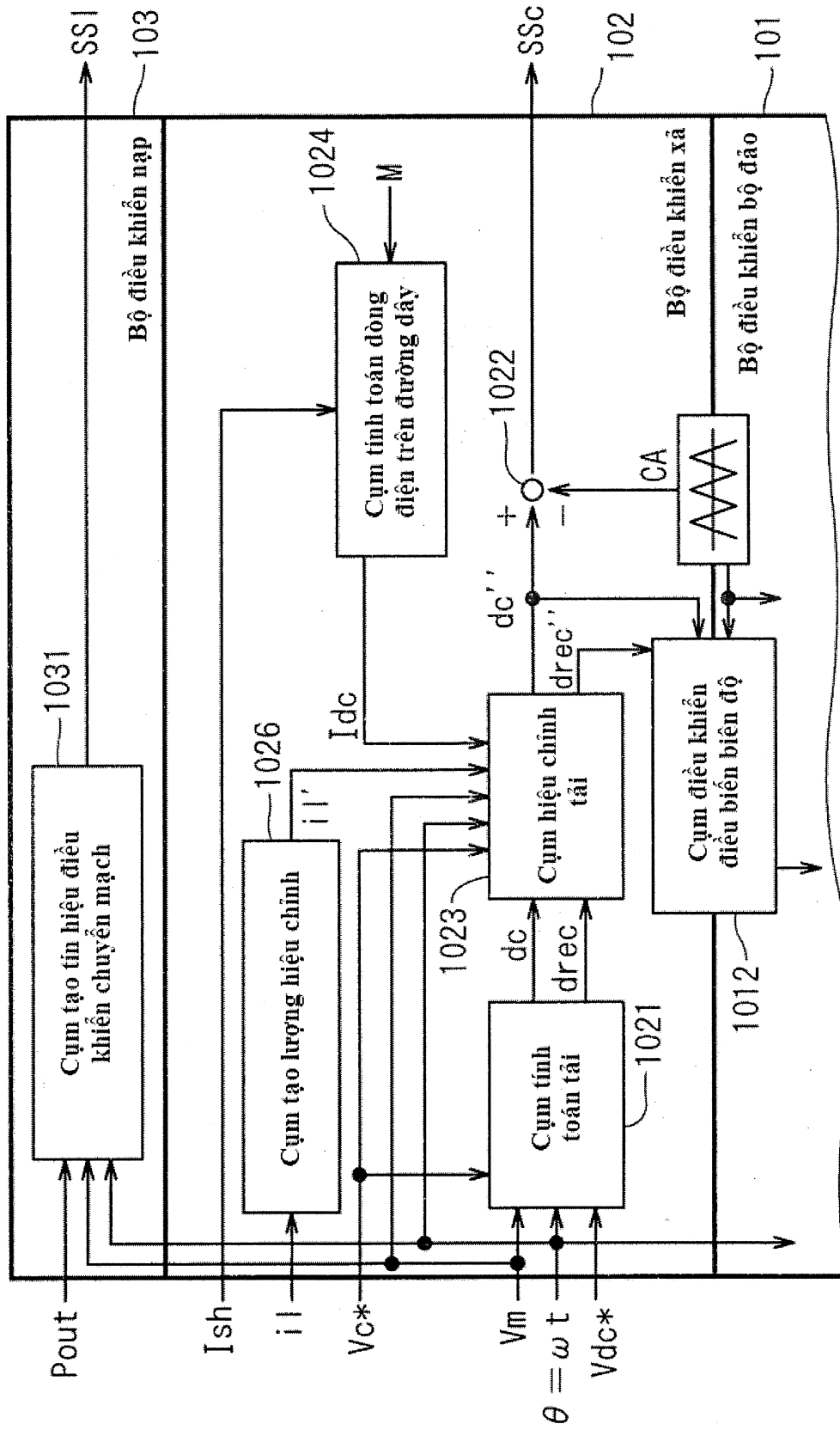
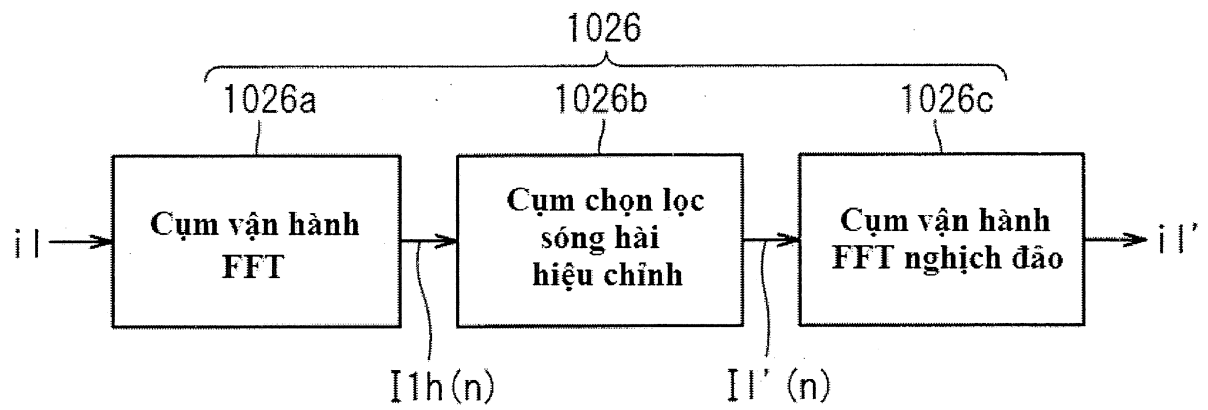
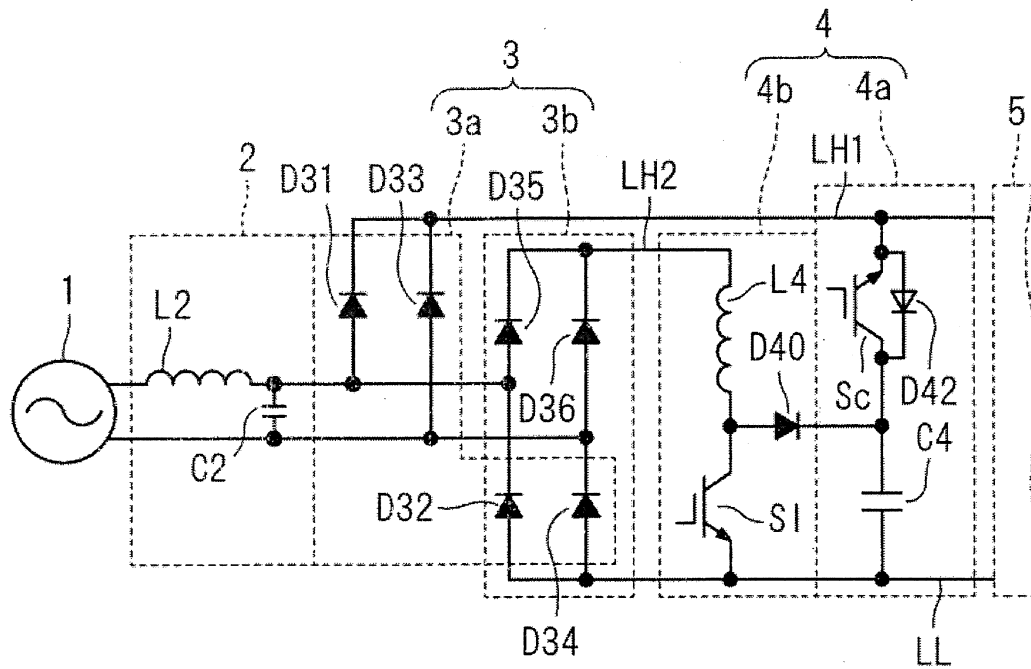


Fig.26

**Fig.27****Fig.28**

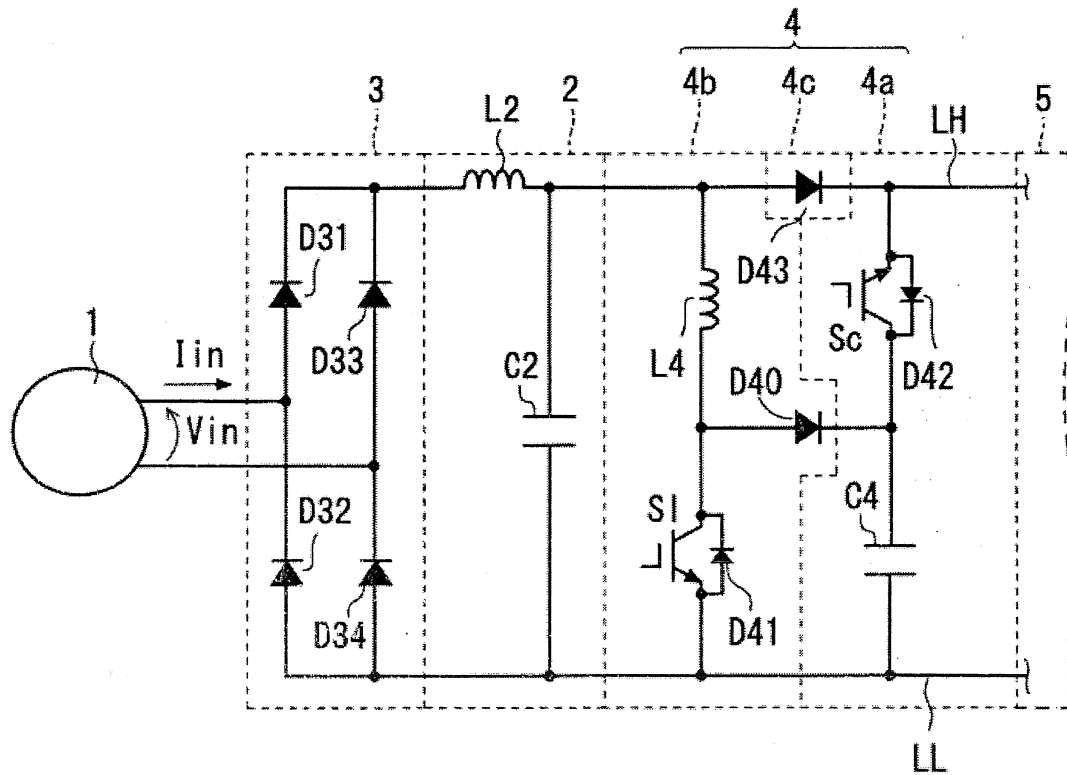


Fig.29

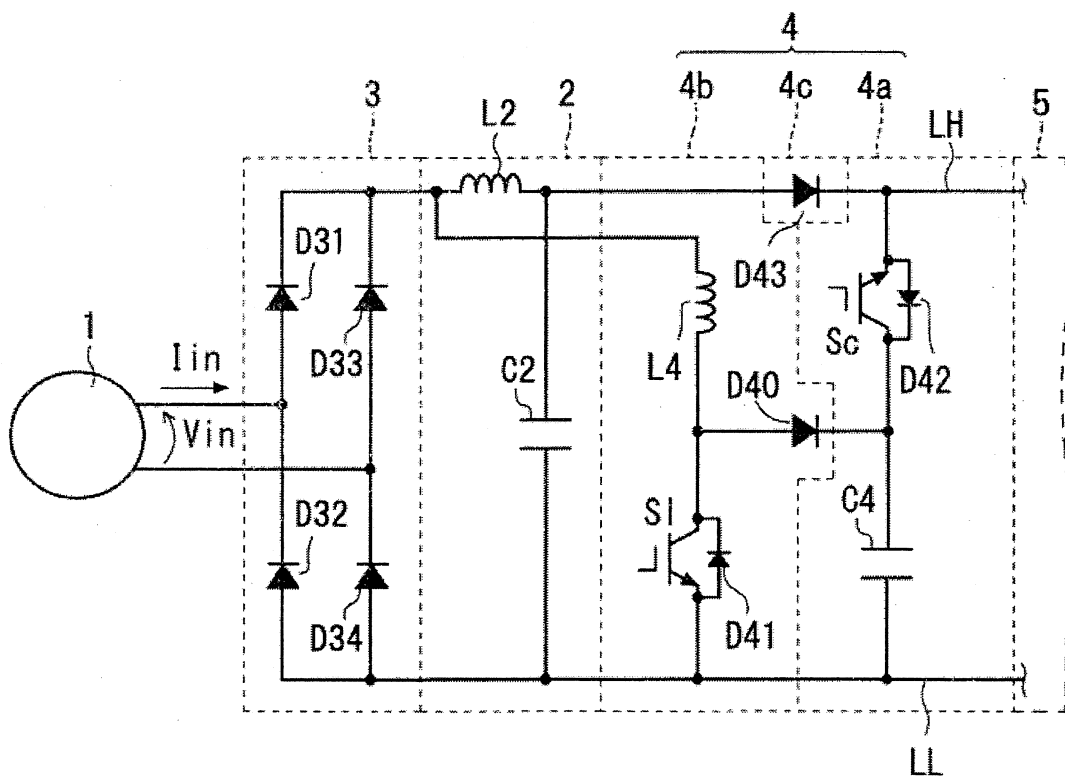


Fig.30