



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

(19) Cộng hòa xã hội chủ nghĩa Việt Nam (VN) (11) CỤC SỞ HỮU TRÍ TUỆ



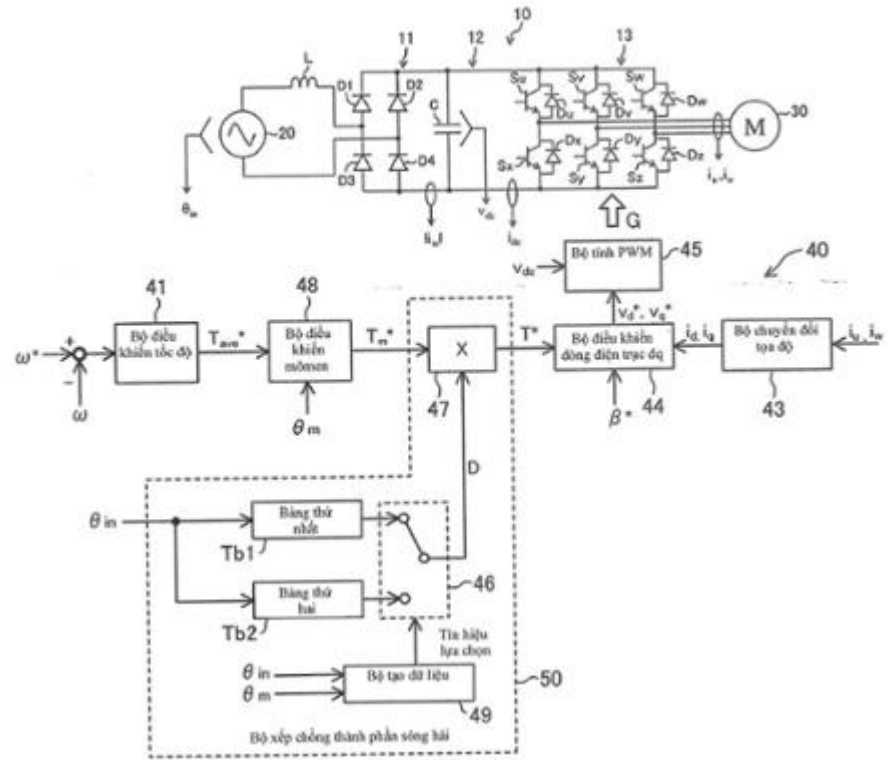
1-0041547

(51)^{2020.01} H02P 21/05; H02P 27/06; H02P 21/22; (13) B
H02M 7/48

(21) 1-2021-06473 (22) 03/03/2020
(86) PCT/JP2020/008871 03/03/2020 (87) WO2020/184285 17/09/2020
(30) 2019-046890 14/03/2019 JP
(45) 25/11/2024 440 (43) 27/12/2021 405
(73) DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (JP)
Osaka Umeda Twin Towers South, 1-13-1, Umeda, Kita-ku, Osaka-shi, Osaka 530-0001, Japan
(72) UEKI Daisuke (JP); HAYASHI Nobuo (JP); OGAWA Takurou (JP); SEKIMOTO Morimitsu (JP).
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ CHUYỂN ĐỔI ĐIỆN TRỰC TIẾP

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp, trong đó: ký hiệu f_{dc} là tần số cao gấp đôi tần số của nguồn điện AC một pha (20); f_L là tần số của dao động tải theo chu kỳ; và $t_b = 1/|f_{dc} - n \times f_L|$, trong đó n là số nguyên dương để làm cực đại hóa t_b , trong nửa chu kỳ cung cấp điện trong chu kỳ t_b , nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng nhau, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ.



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Các thiết bị chuyển đổi điện để chuyển đổi điện, đầu vào từ nguồn điện dòng xoay chiều (AC) sang điện AC có tần số định trước được phân loại gần như thành thiết bị chuyển đổi điện gián tiếp và thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp, phụ thuộc vào sự có hay không có thành phần dự trữ năng lượng (ví dụ, tụ điện công suất lớn hoặc cuộn cảm công suất lớn). Thiết bị chuyển đổi điện gián tiếp có thành phần dự trữ năng lượng (ví dụ, tụ điện công suất lớn hoặc cuộn cảm công suất lớn), và thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp không có thành phần dự trữ năng lượng như vậy. Một số loại thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp có, tại bộ phận liên kết DC, tụ điện có công suất tương đối nhỏ. Tài liệu sáng chế 1 bộc lộ kỹ thuật điều khiển mômen được áp dụng cho thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp, để làm giảm sự rung của máy nén trong trường hợp mômen tải dao động theo chu kỳ. Theo kỹ thuật điều khiển mômen của tài liệu sáng chế 1, các thành phần gợn sóng tạo ra từ tần số của nguồn điện AC và các thành phần gợn sóng đồng bộ với dao động mômen tải xảy ra trong một vòng quay của động cơ được chồng lên mômen đầu ra của động cơ, do đó thay đổi mômen đầu ra của động cơ theo dao động mômen tải của động cơ.

Danh mục tài liệu viện dẫn

Tài liệu sáng chế

Tài liệu sáng chế 1: Patent Nhật Bản số 4192979

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Tuy nhiên, trong kỹ thuật điều khiển mômen được mô tả ở trên, các thành phần gợn sóng tạo ra từ tần số của nguồn điện AC và các thành phần gợn sóng đồng bộ với dao động mômen tải xuất hiện trong mômen động cơ. Do đó, trong kỹ thuật điều khiển mômen ở trên, đỉnh của hai thành phần gợn sóng trùng nhau, điều này có thể làm cho đỉnh của mômen động cơ cao một cách không cần thiết. Do mômen động cơ và dòng

điện động cơ về cơ bản tỷ lệ thuận với nhau, nên các đỉnh của dòng điện động cơ tăng lên khi các đỉnh của mômen động cơ tăng lên.

Do đó, mục đích của sáng chế là hạ thấp đỉnh của dòng điện động cơ trong thiết bị chuyển đổi điện.

Giải pháp cho vấn đề

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề cập đến thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp được tạo kết cấu để chuyển đổi điện của đầu vào của nguồn điện AC một pha (20) sang thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp thành nguồn điện AC có tần số định trước thông qua hoạt động chuyển mạch của nhiều phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) và cung cấp điện năng đã chuyển đổi cho động cơ (30) được tạo kết cấu để dẫn động tải có dao động tải theo chu kỳ, thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp bao gồm:

bộ điều khiển (40) được tạo kết cấu để điều khiển hoạt động chuyển mạch, trong đó

theo định nghĩa:

f_{dc} là tần số cao gấp đôi tần số của nguồn điện AC (20);

f_L là tần số của dao động tải theo chu kỳ; và

$$t_b = 1/|f_{dc} - n \times f_L|,$$

trong đó n là số nguyên dương để làm cực đại t_b ,

trong nửa chu kỳ cung cấp điện trong chu kỳ t_b , nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng nhau, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cực bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ.

Theo khía cạnh thứ nhất, có thể hạ thấp đỉnh của dòng điện động cơ trong thiết bị chuyển đổi điện.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế là một phương án của khía cạnh thứ nhất. Theo khía cạnh thứ hai, trong nửa chu kỳ của nguồn điện bao gồm thời điểm tại đó sóng cơ

bản của mômen tải đạt cực đại, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vectơ dòng điện động cơ.

Theo khía cạnh thứ hai, có thể hạ thấp đỉnh của dòng điện động cơ trong nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế là một phương án của khía cạnh thứ nhất. Theo khía cạnh thứ ba, trong nửa chu kỳ cung cấp điện được bao gồm trong dải pha (R) của góc cơ học trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng định trước, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vectơ dòng điện động cơ.

Theo khía cạnh thứ ba, có thể hạ thấp đỉnh của dòng điện động cơ trong nửa chu kỳ cung cấp điện được bao gồm trong dải pha (R) của góc cơ học trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng định trước.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa thiết bị chuyển đổi điện.

Fig.2 là hình vẽ thể hiện các dạng sóng làm ví dụ của điện áp nguồn và điện áp dòng điện một chiều (DC).

Fig.3 là hình vẽ thể hiện dạng sóng của mômen tải của máy nén, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải của máy nén, và dạng sóng của mômen trung bình.

Fig.4 là hình vẽ thể hiện dữ liệu cơ sở, ở dạng sóng, được tạo ra dựa trên bảng thứ nhất.

Fig.5 là hình vẽ thể hiện dữ liệu cơ sở, ở dạng sóng, được tạo ra dựa trên bảng thứ hai.

Fig.6 đề cập đến kỹ thuật đã biết và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình,

dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Fig.7 đề cập đến phương án thứ nhất và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Fig.8 đề cập đến kỹ thuật đã biết và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Fig.9 đề cập đến phương án thứ hai và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Fig.10 đề cập đến kỹ thuật đã biết và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Fig.11 đề cập đến phương án thứ ba và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Mô tả chi tiết sáng chế

<<Phương án thứ nhất>>

Fig.1 là sơ đồ khối minh họa thiết bị chuyển đổi điện (10) theo phương án thứ nhất. Thiết bị chuyển đổi điện (10) chuyển đổi điện áp AC đầu vào (điện áp nguồn (v_{in})) thành điện áp AC định trước. Cụ thể hơn, thiết bị chuyển đổi điện (10) là “thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp” không có phần tử dự trữ năng lượng (ví dụ, tụ điện công suất lớn hoặc

cuộn cảm công suất lớn). Trong ví dụ này, thiết bị chuyển đổi điện (10) nhận điện áp AC từ nguồn điện AC một pha (20). Thiết bị chuyển đổi điện (10) cung cấp điện áp AC được chuyển đổi cho động cơ (30).

Như minh họa trên Fig.1, thiết bị chuyển đổi điện (10) bao gồm mạch chuyển đổi (11), bộ phận liên kết DC (12), mạch đảo (13), và bộ điều khiển (40). Ví dụ, động cơ (30) là động cơ nam châm vĩnh cửu bên trong (động cơ IPM). Theo phương án này, động cơ (30) dẫn động máy nén (không được thể hiện trên hình vẽ) của máy điều hòa không khí. Trong máy nén trong giai đoạn nén chất lỏng, mômen của tải (nghĩa là, máy nén) dao động theo chu kỳ (nghĩa là, xảy ra dao động của mômen tải) trong một vòng quay của động cơ (30).

<Mạch chuyển đổi>

Mạch chuyển đổi (11) được nối với nguồn điện AC (20) thông qua bộ điện kháng (L). Mạch chuyển đổi (11) là bộ chỉnh lưu toàn sóng cho điện áp nguồn (v_{in}) từ nguồn điện AC (20). Mạch chuyển đổi (11) bao gồm bốn điốt (D1, D2, D3, D4). Bốn điốt (D1, D2, D3, D4) được nối theo kết cấu cầu.

<Bộ phận liên kết DC>

Bộ phận liên kết DC (12) có tụ điện (C). Tụ điện (C) được nối với một phần giữa một cặp nút đầu ra của mạch chuyển đổi (11). Bộ phận liên kết DC (12) tạo ra điện áp DC (v_{dc}) từ đầu ra của mạch chuyển đổi (11) (từ điện áp nguồn được chỉnh lưu toàn sóng (v_{in})).

Giá trị điện dung của tụ điện (C không quá lớn để có thể làm nhẵn đầu ra từ mạch chuyển đổi (11). Mặt khác, giá trị điện dung của tụ điện (C) đủ lớn để có thể giảm điện áp gợn sóng tạo ra từ hoạt động chuyển mạch (sẽ được mô tả sau) của mạch đảo (13). Điện áp gợn sóng là sự dao động điện áp liên quan đến tần số chuyển mạch. Cụ thể, tụ điện (C) có giá trị điện dung (ví dụ, vài chục μF hoặc hơn) bằng khoảng 0,01 lần giá trị điện dung của tụ điện làm nhẵn (ví dụ, tụ điện phân) để sử dụng trong bộ chuyển đổi điện thông thường để làm nhẵn đầu ra từ mạch chuyển đổi. Ví dụ, tụ điện dạng màng được sử dụng làm tụ điện (C).

Theo tụ điện (C) được đề cập ở trên, đầu ra từ mạch chuyển đổi (11) hầu như không được làm nhẵn ở bộ phận liên kết DC (12). Điện áp DC (v_{dc}) bao gồm các thành

phần gợn sóng dư tương ứng với tần số của điện áp nguồn (v_{in}).

Fig.2 thể hiện các dạng sóng làm ví dụ của điện áp nguồn (v_{in}) và điện áp DC (v_{dc}). Trong ví dụ này, điện áp DC (v_{dc}) tạo xung sao cho giá trị lớn nhất của nó cao hơn hoặc bằng hai lần giá trị nhỏ nhất của nó. Điện áp DC (v_{dc}) chứa các thành phần gợn sóng có tần số cao gấp đôi tần số của điện áp nguồn (v_{in}).

<Mạch đảo>

Mạch đảo (13) chuyển đổi, bằng hoạt động chuyển mạch, điện áp DC (v_{dc}) được tạo ra bởi bộ phận liên kết DC (12) thành điện áp AC ba pha. Mạch đảo (13) cung cấp điện áp AC ba pha cho động cơ (30).

Mạch đảo (13) bao gồm sáu phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) và sáu điốt xoay tự do ($D_u, D_v, D_w, D_x, D_y, D_z$). Sáu phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) được nối theo kết cấu cầu. Cụ thể hơn, mạch đảo (13) có ba chân chuyển mạch. Mỗi chân chuyển mạch bao gồm hai phần tử chuyển mạch mắc nối tiếp với nhau.

Mỗi chân trong số ba chân chuyển mạch bao gồm phần tử chuyển mạch nhánh trên (S_u, S_v, S_w) và phần tử chuyển mạch nhánh dưới (S_x, S_y, S_z), các điểm ở giữa giữa các phần tử chuyển mạch trên và dưới được nối với các cuộn của pha tương ứng (nghĩa là, các cuộn dây pha u, pha v và pha w) của động cơ (30). Mỗi điốt xoay tự do ($D_u, D_v, D_w, D_x, D_y, D_z$) được nối đối song với một trong số các phần tử chuyển mạch tương ứng ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$).

<Bộ điều khiển>

Bộ điều khiển (40) điều khiển điện áp AC xuất ra từ mạch đảo (13) sao cho số vòng quay (ω) của động cơ (30) giảm ở một giá trị lệnh nhất định (sau đây gọi là giá trị lệnh (ω^*) của số vòng quay). Để điều khiển số vòng quay (ω), bộ điều khiển (40) thay đổi mômen đầu ra của động cơ (30) bằng cách điều khiển hoạt động chuyển mạch.

Bộ điều khiển (40) bao gồm máy vi tính và thiết bị bộ nhớ. Thiết bị bộ nhớ lưu trữ các chương trình phần mềm để vận hành máy vi tính. Bộ điều khiển (40) thực thi các chương trình phần mềm để hoạt động như bộ điều khiển tốc độ (41), bộ chuyển đổi tọa độ (43), bộ điều khiển dòng điện trực dq (44), bộ tính PWM (45), bộ điều khiển mômen (48), và bộ xếp chồng thành phần sóng hài (50) (xem Fig.1).

Bộ điều khiển tốc độ (41) tạo ra giá trị lệnh (sau đây gọi là giá trị lệnh mômen

trung bình (T_{ave}^*)) cho giá trị trung bình của mômen của động cơ (30) (sau đây gọi là mômen trung bình của động cơ (T_{ave})). Cụ thể, bộ điều khiển tốc độ (41) tạo ra giá trị lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) bằng cách, ví dụ, tính PID (tỷ lệ, tích phân, vi phân) dựa trên độ lệch giữa số vòng quay (ω) của động cơ (30) và giá trị lệnh (ω^*) của số vòng quay. Bộ điều khiển tốc độ (41) xuất ra giá trị lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) đến bộ điều khiển mômen (48).

Bộ điều khiển mômen (48) xếp chồng các thành phần giảm rung lên giá trị lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) để tạo ra giá trị lệnh cho mômen của động cơ (30) (sau đây gọi là lệnh mômen thứ nhất (T_m^*)). Lệnh mômen thứ nhất (T_m^*) tạo xung đồng bộ với dao động tải (nghĩa là, dao động mômen) của máy nén. Sự xếp chồng như vậy làm cho các thành phần gợn sóng đồng bộ với dao động tải (nghĩa là, dao động mômen) của máy nén xuất hiện trong mômen đầu ra của động cơ (30). Các thành phần giảm rung có dạng sóng xung đồng bộ với dao động tải (nghĩa là, dao động mômen) của máy nén. Các thành phần giảm rung được tính dựa trên góc cơ học (θ_m) của động cơ (30). Góc cơ học (θ_m) của động cơ (30) có thể được phát hiện bởi bộ cảm biến hoặc có thể được tính dựa trên dòng điện động cơ (i_u, i_v, i_w) và điện áp động cơ (V_u, V_v, V_w).

Fig.3 thể hiện dạng sóng của mômen tải của máy nén, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải của máy nén, và dạng sóng của mômen trung bình. Như được thể hiện trên Fig.3, trong số các thành phần tần số chứa trong dạng sóng của mômen tải của máy nén, các thành phần có biên độ cao nhất là các thành phần tần số của sóng cơ bản. Độ lệch giữa mômen tải của máy nén và mômen động cơ trở thành mômen rung. Máy nén rung do mômen rung này.

Để giảm độ rung của máy nén gây ra bởi các thành phần tần số của sóng cơ bản, có biên độ cao nhất trong số các thành phần tần số chứa trong dạng sóng của mômen tải của máy nén, bộ điều khiển mômen (48) tạo ra giá trị lệnh mômen thứ nhất (T_m^*) mà tạo xung đồng bộ với sóng cơ bản của mômen tải của máy nén. Khi giá trị lệnh mômen thứ nhất (T_m^*) tạo xung đồng bộ với sóng cơ bản của mômen tải của máy nén, mômen đầu ra của động cơ (30) tạo xung đồng bộ với sóng cơ bản của mômen tải của máy nén. Kết quả là, mômen rung gây ra sự rung của máy nén giảm xuống.

Bộ xếp chồng thành phần sóng hài (50) xếp chồng các thành phần sóng hài lên lệnh mômen thứ nhất (T_m^*) để tạo ra lệnh mômen (sau đây gọi là lệnh mômen thứ hai

(T^*). Lệnh mômen thứ hai (T^*) tạo xung đồng bộ với các dao động của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn, đồng thời tạo xung đồng bộ với sóng cơ bản của mômen tải của máy nén. Sự xếp chồng như vậy làm cho các thành phần gợn sóng tạo ra từ tần số của nguồn điện AC xuất hiện trong mômen đầu ra của động cơ. Các thành phần sóng hài có dạng sóng xung đồng bộ với các dao động của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn. Các thành phần sóng hài được tạo ra dựa trên pha cung cấp điện (θ_{in}). Việc xếp chồng các thành phần sóng hài bằng bộ xếp chồng thành phần sóng hài (50) bao gồm hai chế độ.

Ở một trong các chế độ (sau đây gọi là chế độ thứ nhất (M1)), lệnh mômen thứ nhất (Tm^*) được điều biến sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ, trong nửa chu kỳ cung cấp điện định trước (được mô tả sau). Như được thể hiện trên Fig.2, “nửa chu kỳ cung cấp điện” là khoảng thời gian từ điểm về không định trước đến điểm về không tiếp theo trong điện áp của nguồn điện AC (20) (áp dụng tương tự sau đây). “Vector dòng điện động cơ” là vector kết quả thu được bằng cách kết hợp vector của dòng điện trục d (i_d) và vector của dòng điện trục q (i_q) trong trường hợp điều khiển động cơ (30).

Trong chế độ khác (sau đây gọi là chế độ thứ hai (M2)), lệnh mômen thứ nhất (Tm^*) được điều biến để có một điểm cực đại cục bộ ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ, trong nửa chu kỳ cung cấp điện định trước (được mô tả sau).

Để đạt được hai chế độ này, bộ điều khiển (40) bao gồm bộ chọn lọc (46), bộ nhân (47), và bộ tạo dữ liệu (49). Bộ điều khiển (40) còn bao gồm hai bảng để tạo dữ liệu (sau đây gọi là dữ liệu cơ sở (D)) để sử dụng trong quá trình điều biến. Dữ liệu cơ sở (D) là dữ liệu (tín hiệu) chứa các thành phần sóng hài.

Một trong hai bảng là bảng (sau đây gọi là bảng thứ nhất (Tb1)) để tạo dữ liệu cơ sở (D) cho chế độ thứ nhất (M1). Bảng còn lại là bảng (sau đây gọi là bảng thứ hai (Tb2)) để tạo dữ liệu cơ sở (D) cho chế độ thứ hai (M2). Mỗi bảng lưu trữ các giá trị của pha cung cấp điện (θ_{in}) và các giá trị của dữ liệu cơ sở (D) của pha cung cấp điện (θ_{in}) theo cặp. Mỗi bảng được tạo kết cấu để xuất ra, bằng cách sử dụng pha cung cấp điện

(θ_{in}) làm đối số, dữ liệu cơ sở (D) được liên quan đến pha cung cấp điện (θ_{in}).

Fig.4 thể hiện dữ liệu cơ sở (D), ở dạng sóng, được tạo ra dựa trên bảng thứ nhất (Tb1). Trên Fig.4, trục hoành chỉ báo pha cung cấp điện (θ_{in}), và trục tung chỉ báo lượng điều biến. Như được thể hiện trên Fig.4, dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) bao gồm một điểm cực đại cục bộ tại mỗi nửa thứ nhất và thứ hai của nửa chu kỳ cung cấp điện. Dạng sóng (các giá trị trong bảng) được tạo ra bằng cách kết hợp các dạng sóng tương ứng với sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn sao cho một hoặc nhiều các điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong mỗi nửa thứ nhất và thứ hai của nửa chu kỳ cung cấp điện.

Fig.5 thể hiện dữ liệu cơ sở (D), ở dạng sóng, được tạo ra dựa trên bảng thứ hai (Tb2). Như được thể hiện trên Fig.5, dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ hai (Tb2) bao gồm chỉ một điểm cực đại cục bộ trong nửa chu kỳ cung cấp điện. Dạng sóng (các giá trị trong bảng) được tạo ra bằng cách sử dụng sóng hài bậc hai của tần số nguồn sao cho chỉ một điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện.

Bộ tạo dữ liệu (49) tạo ra tín hiệu (sau đây gọi là tín hiệu chọn lọc) để chọn một trong hai bảng (Tb1, Tb2). Việc tạo ra tín hiệu chọn lọc bằng bộ tạo dữ liệu (49) sẽ được mô tả chi tiết sau. Bộ tạo dữ liệu (49) xuất ra tín hiệu chọn lọc đến bộ chọn lọc (46).

Bộ chọn lọc (46) xuất ra một trong các đầu ra của hai bảng (Tb1, Tb2) đến bộ nhân (47) để đáp lại tín hiệu chọn lọc. Bộ nhân (47) nhân giá trị xuất ra từ bộ chọn lọc (46) với lệnh mômen thứ nhất (T_m^*). Bộ nhân (47) xuất ra, dưới dạng lệnh mômen thứ hai (T^*), giá trị kết quả đến bộ điều khiển dòng điện trục dq (44).

Bộ chuyển đổi tọa độ (43) suy ra dòng điện trục d (i_d) và dòng điện trục q (i_q) của động cơ (30), dựa trên dòng điện pha u (i_u), dòng điện pha w (i_w), và góc điện (góc cơ học (θ_m)) của rôto (không được thể hiện trên hình vẽ) của động cơ (30). Bộ chuyển đổi tọa độ (43) thực hiện phép biến đổi dq để suy ra dòng điện trục d (i_d) và dòng điện trục q (i_q). Ví dụ, các giá trị của dòng điện pha u (i_u) và dòng điện pha w (i_w) có thể được phát hiện bởi bộ cảm biến dòng điện.

Bộ điều khiển dòng điện trục dq (44) suy ra giá trị lệnh điện áp trục d (v_d^*) và giá trị lệnh điện áp trục q (v_q^*), dựa trên lệnh mômen thứ hai (T^*), dòng điện trục d (i_d), dòng điện trục q (i_q), và giá trị lệnh (β^*) của pha (β) của vectơ dòng điện động cơ. Cụ thể, bộ điều khiển dòng điện trục dq (44) xác định, dựa trên lệnh mômen thứ hai (T^*), giá trị

mục tiêu của dòng điện trục d cần thiết để đạt được mômen (sẽ được gọi là giá trị lệnh dòng điện trục d (i_d^*)) và giá trị mục tiêu của dòng điện trục q (sẽ được gọi là giá trị lệnh dòng điện trục q (i_q^*)). Bộ điều khiển dòng điện trục dq (44) suy ra giá trị lệnh điện áp trục d (v_d^*) và giá trị lệnh điện áp trục q (v_q^*) theo cách làm giảm độ lệch giữa giá trị lệnh dòng điện trục d (i_d^*) và dòng điện trục d (i_d) và độ lệch giữa giá trị lệnh dòng điện trục q (i_q^*) và dòng điện trục q (i_q).

Bộ tính PWM (45) điều khiển hoạt động BẬT/TẮT của các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) bằng cái gọi là điều khiển điều biến độ rộng xung (PWM) sao cho điện áp đầu ra nằm trong điện áp theo lệnh bởi giá trị lệnh điện áp trục d (v_d^*) và q giá trị lệnh điện áp trục q (v_q^*). Bộ tính PWM (45) tạo ra tín hiệu (sau đây gọi là tín hiệu điều khiển (G)) để điều khiển hoạt động BẬT/TẮT.

Khoảng thời gian mà các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) được bật và khoảng thời gian mà các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) được tắt được xác định phụ thuộc vào tỷ lệ tải của tín hiệu điều khiển (G). Bộ tính PWM (45) thiết đặt tỷ lệ tải của tín hiệu điều khiển (G) được cung cấp cho mỗi trong số các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz), dựa trên góc cơ học (θ_m), điện áp DC (v_{dc}), giá trị lệnh điện áp trục d (v_d^*), giá trị lệnh điện áp trục q (v_q^*), điện áp trục d (v_d), và điện áp trục q (v_q).

Khi nhận được tín hiệu điều khiển (G), mỗi phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) thực hiện hoạt động chuyển mạch (hoạt động BẬT/TẮT) theo tỷ lệ tải tương ứng với tín hiệu điều khiển (G). Bộ tính PWM (45) cập nhật tín hiệu điều khiển (G) theo chu kỳ. Việc cập nhật giúp mạch đảo (13) thực hiện hoạt động chuyển mạch liên tục.

<Lựa chọn chế độ>

Một trong hai bảng được chọn bằng đầu ra tín hiệu chọn lọc từ bộ tạo dữ liệu (49). Việc chọn bảng dẫn đến việc lựa chọn chế độ thứ nhất (M1) hoặc chế độ thứ hai (M2) bởi bộ điều khiển (40). Sau đây, để thuận tiện cho việc mô tả, nửa chu kỳ cung cấp điện trong đó chế độ thứ nhất (M1) được thực thi được gọi là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, và nửa chu kỳ cung cấp điện trong đó chế độ thứ hai (M2) được thực thi được gọi là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Cụ thể, bộ tạo dữ liệu (49) thực thi các bước sau để chọn bảng thứ nhất (Tb1) hoặc bảng thứ hai (Tb2).

Bước 1:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định, từ pha cung cấp điện (θ_{in}), tần số (sau đây gọi là f_{dc}) cao gấp đôi tần số của nguồn điện AC (20). Bộ tạo dữ liệu (49) tính tần số (sau đây gọi là f_L) của dao động tải theo chu kỳ (dao động tải của máy nén trong ví dụ này) từ góc cơ học (θ_m).

Bước 2:

Fig.6 đề cập đến kỹ thuật đã biết và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn. Mômen đầu ra của động cơ (30) là tích của mômen trung bình, các thành phần giảm rung, và các thành phần sóng hài. Do đó, các thành phần gợn sóng tạo ra từ tần số của nguồn điện AC và các thành phần gợn sóng đồng bộ với các dao động mômen tải xuất hiện trong mômen đầu ra của động cơ (30).

Fig.6 thể hiện dạng sóng của thiết bị chuyển đổi điện đã biết và minh họa ví dụ trong đó bộ tạo dữ liệu (49) tạo ra dữ liệu cơ sở (D) bằng cách sử dụng bảng thứ hai (Tb2) mọi lúc để vận hành thiết bị chuyển đổi điện (10). Sau đây, để thuận tiện cho việc mô tả, ví dụ trong đó thiết bị chuyển đổi điện (10) được vận hành bằng cách sử dụng bảng thứ hai (Tb2) mọi lúc được gọi là “ví dụ đã biết”.

Điều khiển mômen trong thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp làm cho các thành phần gợn sóng tạo ra từ tần số của nguồn điện AC và các thành phần gợn sóng đồng bộ với các dao động mômen tải xảy ra trong một vòng quay của động cơ, để xếp chồng lên nhau. Do đó, dạng sóng của mômen đầu ra của động cơ và dạng sóng của dòng điện động cơ tạo ra các dạng sóng chứa nhịp, như được thể hiện trên Fig.6. Trong khoảng thời gian của nhịp (sau đây gọi là chu kỳ nhịp (t_b)), các đỉnh của mômen đầu ra của động cơ và dòng điện động cơ (ví dụ, xem các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn) cao trong nửa chu kỳ cung cấp điện trong đó các đỉnh của hai thành phần gợn sóng trùng nhau.

Cụ thể, do mômen đầu ra của động cơ (30) là tích của mômen trung bình, các thành phần giảm rung, và các thành phần sóng hài, các đỉnh của mômen đầu ra của động cơ và dòng điện động cơ là cao trong nửa chu kỳ cung cấp điện trong đó các đỉnh của

các thành phần giảm rung và các thành phần sóng hài trùng nhau, như được thể hiện trên Fig.6. Các thành phần giảm rung có dạng sóng xung đồng bộ với sóng cơ bản của mômen tải của máy nén. Các thành phần giảm rung đạt cực đại tại thời điểm khi sóng cơ bản của mômen tải của máy nén đạt cực đại (xem Fig.6).

Các thành phần sóng hài có dạng sóng xung đồng bộ với các dao động của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn. Các thành phần sóng hài đạt cực đại tại thời điểm mà giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn đạt cực đại (xem Fig.6). Nói cách khác, điều khiển mômen trong thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp dẫn đến các đỉnh của mômen đầu ra của động cơ và dòng điện động cơ (ví dụ, xem các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn) cao trong nửa chu kỳ cung cấp điện trong đó các đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải của máy nén và giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn trùng nhau. Bộ tạo dữ liệu (49) xác định chu kỳ nhip (tb) được biểu thị bằng phương trình sau.

$$tb = 1/|f_{dc} - n \times f_L|,$$

trong đó n là số nguyên dương mà tb đạt cực đại. Nếu $tb > 1$ trong phương trình này, tb được đặt bằng một ($tb = 1$).

Bước 3:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định, dựa trên góc cơ học (θ_m), tất cả các thời điểm mà sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại ($\theta_m = 180^\circ$) trong chu kỳ nhip (tb).

Bước 4:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định pha cung cấp điện (θ_{in}) tại mỗi thời điểm được xác định trong bước 3.

Bước 5:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm pha cung cấp điện (θ_{in}) gần nhất với đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn (v_{in}) (đỉnh tương ứng với 90° hoặc 270° trong giá trị của pha cung cấp điện (θ_{in})) trong pha cung cấp điện (θ_{in}) được xác định trong bước 4. Nửa chu kỳ cung cấp điện được xác định bởi bộ tạo dữ liệu (49) là nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng nhau. Theo phương án này, nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng

nhau là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Nửa chu kỳ cung cấp điện ngoài nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai.

Bước 6:

Bộ tạo dữ liệu (49) xuất ra tín hiệu chọn lọc để chọn bảng thứ nhất (Tb1) cho bộ chọn lọc (46) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, và xuất ra tín hiệu chọn lọc để chọn bảng thứ hai (Tb2) cho bộ chọn lọc (46) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai.

Để đáp lại tín hiệu chọn lọc tương ứng, bộ chọn lọc (46) xuất ra dữ liệu cơ sở (D) từ bảng thứ nhất (Tb1) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, và xuất ra dữ liệu cơ sở (D) từ bảng thứ hai (Tb2) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Nói cách khác, chế độ thứ nhất (M1) được thực thi trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, và chế độ thứ hai (M2) được thực thi trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai.

<Ví dụ về hoạt động của thiết bị chuyển đổi điện>

Khi thiết bị chuyển đổi điện (10) được kích hoạt, mạch chuyển đổi (11) thực hiện chỉnh lưu toàn sóng của điện áp nguồn (v_{in}). Đầu ra của mạch chuyển đổi (11) được cấp cho bộ phận liên kết DC (12). Bộ phận liên kết DC (12) tạo ra điện áp DC (v_{dc}) mà tạo xung ở tần số cao gấp đôi tần số của điện áp nguồn (v_{in}).

Hơn nữa, bộ điều khiển tốc độ (41), bộ điều khiển mômen (48), bộ chuyển đổi tọa độ (43), bộ điều khiển dòng điện trục dq (44), và bộ xếp chồng thành phần sóng hài (50) được vận hành trong thiết bị chuyển đổi điện (10). Kết quả là, giá trị lệnh điện áp trục d (v_d^*) và giá trị lệnh điện áp trục q (v_q^*) được tạo ra trong bộ điều khiển (40). Khi giá trị lệnh điện áp trục d (v_d^*) và giá trị lệnh điện áp trục q (v_q^*) được tạo ra, bộ tính PWM (45) tạo ra tín hiệu điều khiển (G). Kết quả là, mạch đảo (13) thực hiện hoạt động chuyển mạch để đáp lại tín hiệu điều khiển (G). Cùng với hoạt động chuyển mạch, mạch đảo (13) cung cấp nguồn điện AC định trước cho động cơ (30).

Fig.7 đề cập đến phương án của sáng chế và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn. Thiết bị chuyển đổi điện (10) của phương án này thực thi chế độ thứ nhất (M1) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Trong chế độ thứ nhất (M1), dữ liệu cơ

sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) (xem Fig.4) được sử dụng để điều khiển. Mặt khác, thiết bị chuyển đổi điện (10) của ví dụ đã biết sử dụng, để điều khiển, dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ hai (Tb2) (xem Fig.5) ở mọi thời điểm (xem Fig.6).

Trên Fig.6, các đỉnh đáng chú ý (xem các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn) của mômen đầu ra xuất hiện trong chu kỳ nhịp (tb). Các nửa chu kỳ của nguồn điện bao gồm các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn, mỗi nửa chu kỳ bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng nhau. Nói cách khác, nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Mặt khác, trên Fig.7, không có đỉnh đáng chú ý của mômen đầu ra xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Nói cách khác, các giá trị đỉnh của mômen đầu ra giảm xuống trong trường hợp sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1).

Như được thể hiện trên Fig.4 và Fig.5, dạng sóng của dữ liệu cơ sở (D) được tạo ra dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) là dạng sóng (về cơ bản là dạng sóng hình thang) trong đó các giá trị đỉnh thấp hơn đáng kể so với dạng sóng của dữ liệu cơ sở (D) được tạo ra dựa trên bảng thứ hai (Tb2). Mômen đầu ra của động cơ (30) là tích của mômen trung bình, các thành phần giảm rung, và các thành phần sóng hài. Do đó, có thể làm giảm các giá trị đỉnh của mômen đầu ra của động cơ (30) bằng cách làm cho các giá trị đỉnh của dạng sóng của các thành phần sóng hài thấp hơn đáng kể. Nói cách khác, để làm giảm các giá trị đỉnh của mômen đầu ra của động cơ (30), dạng sóng của dữ liệu cơ sở (D) cần được tạo ra thông qua sự kết hợp thích hợp của các biên độ và pha của các dạng sóng tương ứng với sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn sao cho dữ liệu cơ sở (D) có dạng sóng có các giá trị đỉnh thấp hơn đáng kể (về cơ bản là dạng sóng hình thang).

Do mômen đầu ra và dòng điện động cơ về cơ bản tỷ lệ thuận với nhau, nên việc sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) để điều khiển sẽ dẫn đến hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của mômen đầu ra và dòng điện động cơ (xem Fig.7). Nói cách khác, các giá trị đỉnh của mômen đầu ra và dòng điện động cơ được giảm xuống trong trường hợp sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1).

Lưu ý rằng các đỉnh của mômen đầu ra của động cơ (30) và dòng điện động cơ không được điều khiển để giảm đáng kể trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai trong đó chế độ thứ hai (M2) được thực thi. Trong trường hợp này, có một điểm cực đại cục bộ ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của mômen đầu ra và dòng điện động cơ. Bậc của sóng hài xuất hiện trong dòng điện đầu vào (dòng điện cung cấp (i_{in})) đến mạch chuyển đổi (11) thấp hơn so với trường hợp được điều khiển ở chế độ thứ nhất (M1).

Tóm lại, phương án này là thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp được tạo kết cấu để chuyển đổi điện của đầu vào nguồn điện AC một pha (20) đến thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp thành nguồn điện AC có tần số định trước thông qua hoạt động chuyển mạch của nhiều phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) và cung cấp điện năng đã chuyển đổi cho động cơ (30) được tạo kết cấu để dẫn động tải có dao động tải theo chu kỳ, thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp bao gồm: bộ điều khiển (40) được tạo kết cấu để điều khiển hoạt động chuyển mạch, trong đó theo định nghĩa: f_{dc} là tần số cao gấp đôi tần số của nguồn điện AC (20); f_L là tần số của dao động tải theo chu kỳ; và $t_b = 1/|f_{dc} - n \times f_L|$, trong đó n là số nguyên dương làm cực đại t_b , trong nửa chu kỳ cung cấp điện trong chu kỳ t_b , nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng nhau, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ.

Ưu điểm của phương án này

Thiết bị chuyển đổi điện (10) thực thi chế độ thứ hai (M2) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Nói cách khác, thiết bị chuyển đổi điện (10) không chủ động hạ thấp các đỉnh của dòng điện động cơ trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Tuy nhiên, thiết bị chuyển đổi điện (10) hạ thấp các đỉnh của dòng điện động cơ ít nhất trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Trong thiết bị chuyển đổi điện (10), mặc dù các đỉnh của dòng điện động cơ không được chủ động hạ thấp trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai, nhưng các đỉnh của dòng điện động cơ được hạ thấp trong toàn bộ thời gian vận hành hoạt động của thiết bị chuyển đổi điện (10).

<<Phương án thứ hai>>

Theo phương án thứ hai, kết cấu ví dụ khác của bộ điều khiển (40) sẽ được mô tả. Bộ điều khiển (40) của phương án thứ hai điều khiển các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cực bộ xuất hiện ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vectơ dòng điện động cơ, trong nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại. Để cho phép việc điều khiển này, bộ điều khiển (40) (cụ thể hơn, bộ tạo dữ liệu (49)) của phương án thứ nhất được cải biến theo phương án này.

Bộ tạo dữ liệu (49) của phương án này có chức năng phát hiện thời điểm tại đó sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại. Cụ thể, bộ tạo dữ liệu (49) phát hiện thời điểm tại đó góc cơ học (θ_m) bằng 180° . Khi thời điểm thu được sóng cơ bản của mômen tải ở đỉnh của nó, bộ tạo dữ liệu (49) tạo ra tín hiệu chọn lọc sao cho bảng thứ nhất (Tb1) được chọn trong nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời gian thu được.

Fig.8 đề cập đến thiết bị chuyển đổi điện đã biết và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn. Ở dạng sóng của Fig.8, các đỉnh đáng chú ý (xem các đỉnh được chỉ báo bằng các hình tròn) của mômen đầu ra xuất hiện. Các nửa chu kỳ của nguồn điện bao gồm các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn, mỗi nửa chu kỳ bao gồm thời điểm tại đó sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại. Các dạng sóng của Fig.9 đề cập đến phương án của sáng chế và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Theo phương án này, chế độ thứ nhất (M1) được thực thi trong nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải. Nói cách khác, theo phương án này, nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, và nửa chu kỳ cung cấp điện ngoài nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Trong chế độ thứ nhất (M1), dữ liệu cơ sở

(D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) (xem Fig.4) được sử dụng để điều khiển. Do mômen đầu ra và dòng điện động cơ về cơ bản tỷ lệ thuận với nhau, nên việc sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) để điều khiển dẫn đến hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của mômen đầu ra và dòng điện động cơ (xem Fig.9).

Nói cách khác, các giá trị đỉnh của mômen đầu ra và dòng điện động cơ được giảm xuống trong trường hợp sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1). Cũng lưu ý rằng theo phương án này, chế độ thứ hai (M2) được thực thi trong khoảng thời gian vận hành trong đó chế độ thứ nhất (M1) không được thực thi.

<Ưu điểm của phương án này>

Như được mô tả ở trên, theo phương án này, các đỉnh của dòng điện động cơ được hạ thấp trong nửa chu kỳ cung cấp điện bao gồm thời điểm tại đó sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại.

Cũng theo phương án này, thiết bị chuyển đổi điện (10) thực thi chế độ thứ hai (M2) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Nói cách khác, thiết bị chuyển đổi điện (10) không chủ động hạ thấp các đỉnh của dòng điện động cơ trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Tuy nhiên, thiết bị chuyển đổi điện (10) hạ thấp các đỉnh của dòng điện động cơ ít nhất trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Trong thiết bị chuyển đổi điện (10), mặc dù các đỉnh của dòng điện động cơ không được chủ động hạ thấp trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai, nhưng các đỉnh của dòng điện động cơ được hạ thấp trong toàn bộ thời gian vận hành của thiết bị chuyển đổi điện (10).

<<Phương án thứ ba>>

Theo phương án thứ ba, cấu hình ví dụ khác nữa của bộ điều khiển (40) sẽ được mô tả. Bộ điều khiển (40) của phương án thứ ba điều khiển các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ, trong nửa chu kỳ cung cấp điện được bao gồm trong phạm vi của góc cơ học trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng định trước (giá trị ngưỡng của

mômen (T_{th}) được mô tả sau). Để cho phép việc điều khiển này, bộ điều khiển (40) (cụ thể hơn, bộ tạo dữ liệu (49)) của phương án thứ nhất được cải biến theo phương án này.

Bộ tạo dữ liệu (49) của phương án này có chức năng xác định phạm vi của góc cơ học (θ_m) (sau đây gọi là dải pha (R)) trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng định trước. Bộ tạo dữ liệu (49) xuất ra tín hiệu chọn lọc để chọn bảng thứ nhất ($Tb1$) trong nửa chu kỳ cung cấp điện được bao gồm trong dải pha (R) được xác định. Cụ thể, bộ tạo dữ liệu (49) thực thi các bước sau.

Bước 31:

Bộ tạo dữ liệu (49) thu được giá trị giới hạn trên (sau đây gọi là giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max})) của mômen đầu ra. Giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max}) được lưu trữ (thiết đặt) trong, ví dụ, thiết bị bộ nhớ hoặc thiết bị tương tự của bộ điều khiển (40). Ví dụ, giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max}) có thể được thiết đặt theo điện trở khởi từ của động cơ (30), hoặc có thể được thiết đặt theo độ bền của các phần tử chuyển mạch (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y , S_z).

Bước 32:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định giá trị ngưỡng (sau đây gọi là giá trị ngưỡng của mômen (T_{th})) của sóng cơ bản của mômen tải. Phương trình của “mômen động cơ = lệnh mômen thứ nhất (T_m^*) $\times$ các thành phần sóng hài” được giữ nguyên, và lệnh mômen thứ nhất (T_m^*) có dạng sóng mà tạo xung đồng bộ với sóng cơ bản của mômen tải. Do đó, có thể dự đoán phạm vi của góc cơ học (θ_m) (nghĩa là, dải pha (R)) trong đó mômen động cơ vượt quá giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max}) trong trường hợp thực thi chế độ thứ hai ($M2$) tại mọi thời điểm, bằng cách so sánh giá trị thu được bằng cách chia giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max}) cho giá trị đỉnh của các thành phần sóng hài trong chế độ thứ hai ($M2$) với dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải.

Nói cách khác, có thể dự đoán phạm vi của góc cơ học (θ_m) (nghĩa là, dải pha (R)) trong đó mômen động cơ vượt quá giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max}) trong trường hợp thực thi ví dụ đã biết, bằng cách so sánh giá trị thu được bằng cách trừ mômen trung bình từ giá trị thu được bằng cách chia giá trị giới hạn trên của mômen (T_{max}) cho giá trị đỉnh của các thành phần sóng hài trong chế độ thứ hai ($M2$) với sóng cơ bản của mômen tải. Bộ tạo dữ liệu (49) xác định, làm giá trị ngưỡng của mômen

(Tth), giá trị thu được bằng cách lấy giá trị thu được trừ mômen trung bình từ giá trị thu được bằng cách chia giá trị giới hạn trên của mômen (Tmax) cho giá trị đỉnh của các thành phần sóng hài trong chế độ thứ hai (M2).

Bước 33:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định phạm vi của góc cơ học (θ_m) (nghĩa là, dải pha (R)) trong đó chế độ thứ nhất (M1) được thực thi. Cụ thể, bộ tạo dữ liệu (49) xác định dải pha trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng của mômen (Tth), làm phạm vi (R). Dải pha (R) được xác định bởi bộ tạo dữ liệu (49) được giả định ở đây là $[\theta_1, \theta_2]$.

Bước 34:

Bộ tạo dữ liệu (49) xác định nửa chu kỳ cung cấp điện trong đó thời điểm tại đó giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn (v_{in}) đạt cực đại (đỉnh tương ứng với 90° hoặc 270° trong giá trị của pha cung cấp điện (θ_{in})) được bao gồm trong dải pha (R).

Fig.10 đề cập đến thiết bị chuyển đổi điện đã biết và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn. Ở dạng sóng của Fig.10, các đỉnh đáng chú ý (xem các đỉnh được chỉ báo bằng các hình tròn) của mômen đầu ra xuất hiện. Các nửa chu kỳ của nguồn điện bao gồm các đỉnh được chỉ báo bằng các vòng tròn được bao gồm trong dải pha (R) trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng của mômen (Tth). Fig.11 đề cập đến phương án của sáng chế và thể hiện dạng sóng của mômen trung bình, dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen tải, dạng sóng của mômen động cơ, dạng sóng của các thành phần giảm rung, dạng sóng của các thành phần sóng hài, và dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn.

Theo phương án này, chế độ thứ nhất (M1) được thực thi trong nửa chu kỳ của nguồn điện được bao gồm trong dải pha (R) trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng của mômen (Tth). Nói cách khác, theo phương án này, mỗi nửa chu kỳ của các nửa chu kỳ của nguồn điện được bao gồm trong dải pha (R) trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng của mômen (Tth) là nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Nửa chu kỳ cung cấp điện ngoài nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất là nửa

chu kỳ cung cấp điện thứ hai.

Trong chế độ thứ nhất (M1), dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) (xem Fig.4) được sử dụng để điều khiển. Do mômen đầu ra và dòng điện động cơ về cơ bản tỷ lệ thuận với nhau, nên việc sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1) để điều khiển tạo ra hai hoặc nhiều điểm cực đại cục bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng của các giá trị tuyệt đối của mômen đầu ra và dòng điện động cơ (xem Fig.11).

Nói cách khác, các giá trị đỉnh của mômen đầu ra và dòng điện động cơ được giảm xuống trong trường hợp sử dụng dữ liệu cơ sở (D) dựa trên bảng thứ nhất (Tb1). Cũng lưu ý rằng theo phương án này, chế độ thứ hai (M2) được thực thi trong khoảng thời gian vận hành trong đó chế độ thứ nhất (M1) không được thực thi.

<Ưu điểm của phương án này>

Như được mô tả ở trên, theo phương án này, các đỉnh của dòng điện động cơ được hạ thấp trong các nửa chu kỳ của nguồn điện được bao gồm trong dải pha (R) của góc cơ học (θ_m) trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng của mômen (Tth).

Cũng theo phương án này, thiết bị chuyển đổi điện (10) thực thi chế độ thứ hai (M2) trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Nói cách khác, thiết bị chuyển đổi điện (10) không chủ động hạ thấp các đỉnh của dòng điện động cơ trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai. Tuy nhiên, thiết bị chuyển đổi điện (10) hạ thấp các đỉnh của dòng điện động cơ ít nhất trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất. Trong thiết bị chuyển đổi điện (10), mặc dù các đỉnh của dòng điện động cơ không được chủ động hạ thấp trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai, nhưng các đỉnh của dòng điện động cơ được hạ thấp trong toàn bộ thời gian vận hành của thiết bị chuyển đổi điện (10).

<<Các phương án khác>>

Dữ liệu cơ sở (D) có thể được tạo ra, ví dụ, dựa trên các chức năng trong chương trình phần mềm, thay vì các bảng.

Do mômen đầu ra và dòng điện động cơ về cơ bản tỷ lệ thuận với nhau, vector dòng điện động cơ, ví dụ, có thể được sử dụng làm giá trị lệnh, giá trị giới hạn trên hoặc

giá trị ngưỡng, thay vì giá trị lệnh, giá trị giới hạn trên, hoặc giá trị ngưỡng của mômen.

Việc điều khiển chuyển mạch giữa chế độ thứ nhất (M1) và chế độ thứ hai (M2) được mô tả trong các phương án ở trên cũng có thể được sử dụng trong bộ chuyển đổi ma trận. Bộ chuyển đổi ma trận cũng là ví dụ về thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp mà không có phần tử dự trữ năng lượng (ví dụ, tụ điện công suất lớn hoặc cuộn cảm công suất lớn).

Ứng dụng của thiết bị chuyển đổi điện (10) không bị giới hạn ở việc cung cấp điện cho máy nén động cơ. Thiết bị chuyển đổi điện (10) có thể áp dụng để cung cấp điện cho các động cơ cho các mục đích khác nhau.

Mặc dù các phương án và các thay đổi đã được mô tả ở trên, cần hiểu rằng các cải biến khác nhau về hình thức và chi tiết có thể được thực hiện mà không nằm ngoài nguyên lý và phạm vi của sáng chế như được nêu trong các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo. Phương án đã nêu và các thay đổi của chúng có thể được kết hợp hoặc được thay thế với nhau mà không làm giảm các chức năng dự kiến của sáng chế.

Khả năng ứng dụng trong công nghiệp

Như có thể thấy từ phần mô tả ở trên, sáng chế là hữu ích cho thiết bị chuyển đổi điện.

Mô tả các ký hiệu tham chiếu

10 Thiết bị chuyển đổi điện

20 Nguồn điện AC

30 Động cơ

40 Bộ điều khiển

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp được tạo kết cấu để chuyển đổi nguồn điện của đầu vào nguồn điện AC một pha (20) sang thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp thành nguồn điện AC có tần số định trước thông qua hoạt động chuyển mạch của nhiều phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) và cung cấp điện năng đã chuyển đổi cho động cơ (30) được tạo kết cấu để dẫn động tải có dao động tải theo chu kỳ, thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp này bao gồm:

bộ điều khiển (40) được tạo kết cấu để điều khiển hoạt động chuyển mạch, trong đó

theo định nghĩa trong đó:

f_{dc} là tần số cao gấp đôi tần số của nguồn điện AC (20);

f_L là tần số của dao động tải theo chu kỳ; và

$$t_b = 1/|f_{dc} - n \times f_L|,$$

trong đó n là các số nguyên dương để làm cực đại t_b ,

trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất trong chu kỳ t_b , nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất bao gồm thời điểm tại đó đỉnh của sóng cơ bản của mômen tải và đỉnh của giá trị tuyệt đối của điện áp nguồn về cơ bản trùng nhau, bộ điều khiển (40) thực thi chế độ thứ nhất để điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cực bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ, và

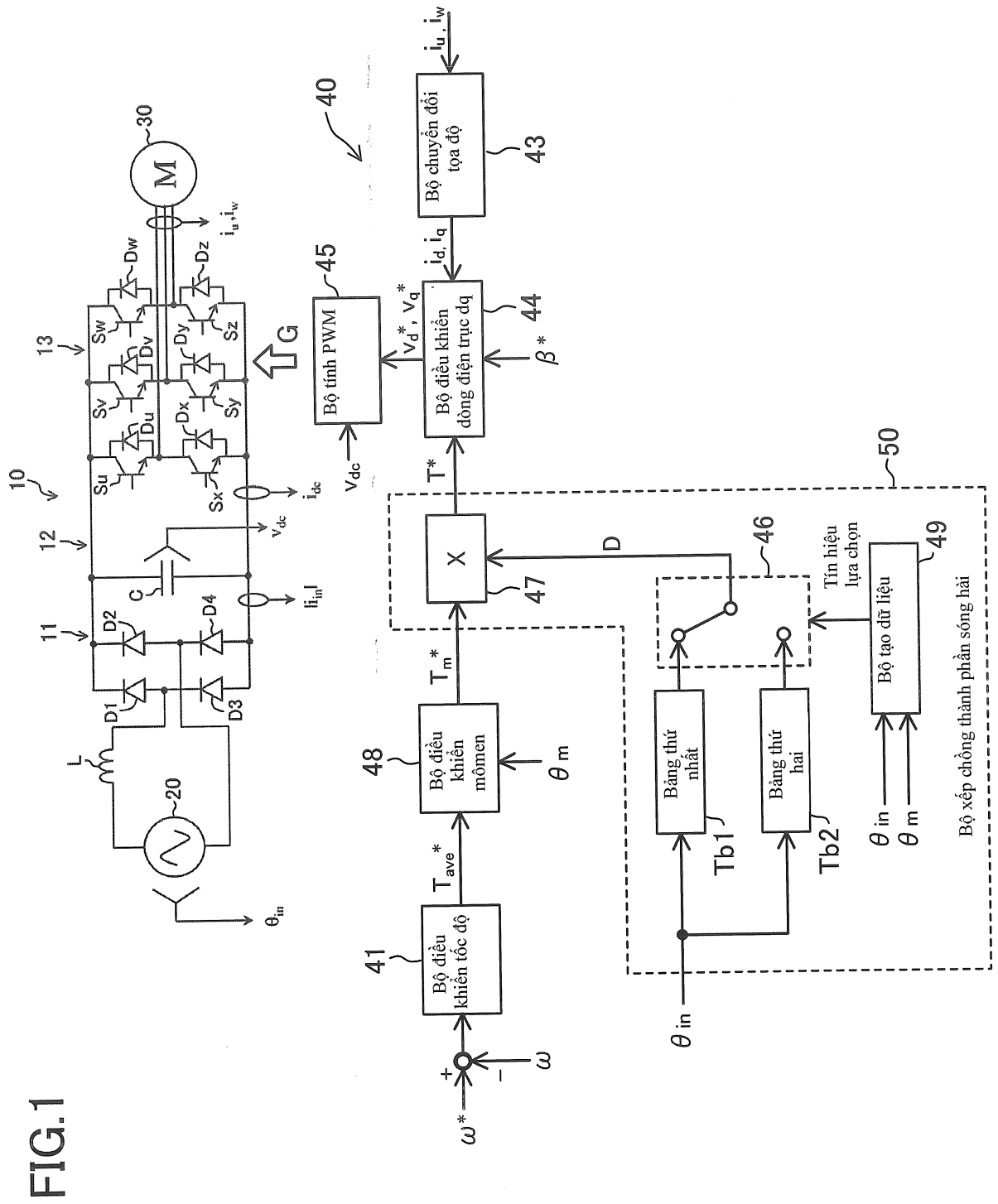
trong nửa chu kỳ cung cấp điện thứ hai ngoài nửa chu kỳ cung cấp điện thứ nhất, bộ điều khiển (40) thực thi chế độ thứ hai để điều khiển các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) sao cho để có một điểm cực đại cực bộ ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ.

2. Thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp theo điểm 1, trong đó

trong nửa chu kỳ của nguồn điện bao gồm thời điểm tại đó sóng cơ bản của mômen tải đạt cực đại, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y , S_z) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cực bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ.

3. Thiết bị chuyển đổi điện trực tiếp theo điểm 1, trong đó

trong nửa chu kỳ cung cấp điện được bao gồm trong dải pha (R) của góc cơ học trong đó sóng cơ bản của mômen tải vượt quá giá trị ngưỡng định trước, bộ điều khiển (40) điều khiển các phần tử chuyển mạch (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y , S_z) sao cho hai hoặc nhiều điểm cực đại cực bộ xuất hiện trong nửa chu kỳ cung cấp điện, ở dạng sóng thu được bằng cách kết hợp sóng hài bậc hai, sóng hài bậc bốn, và sóng hài bậc sáu của tần số nguồn chứa trong dạng sóng có giá trị tuyệt đối của vector dòng điện động cơ.



2/9

FIG.2

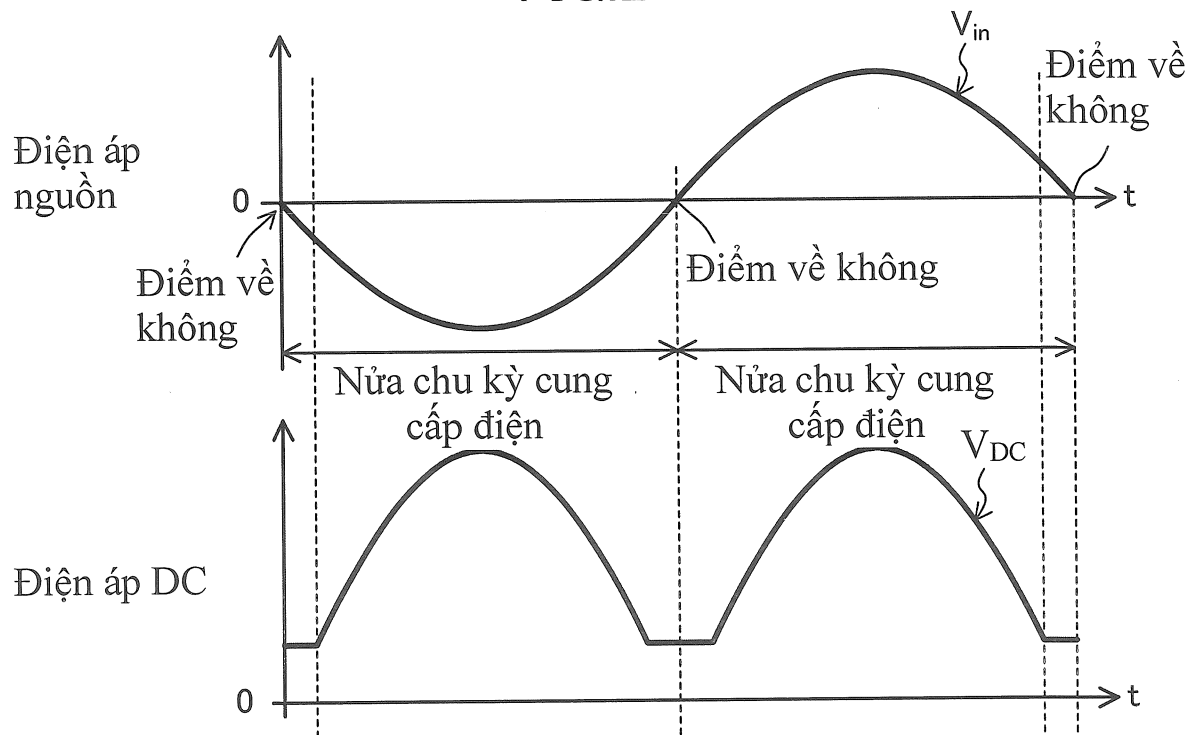
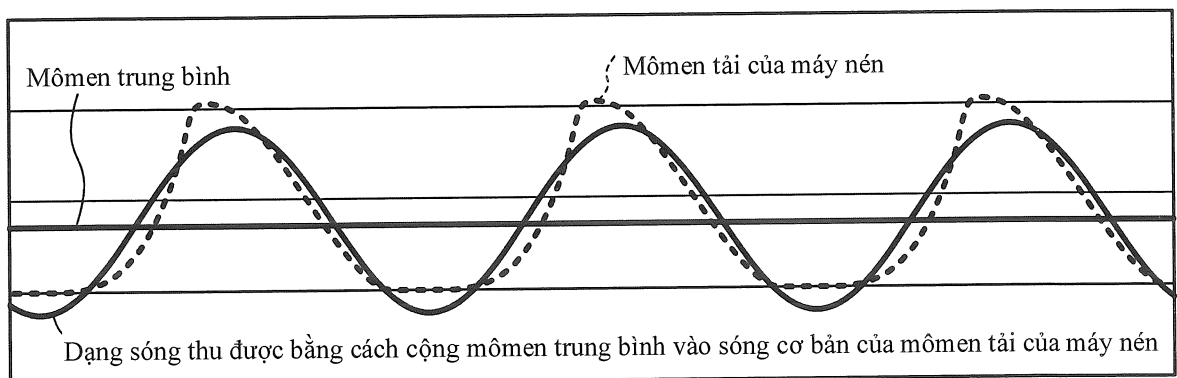


FIG.3



3/9

FIG.4

Nửa chu kỳ cung
cấp điện

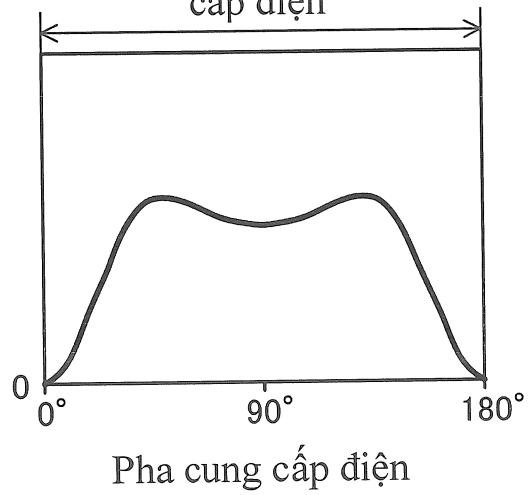
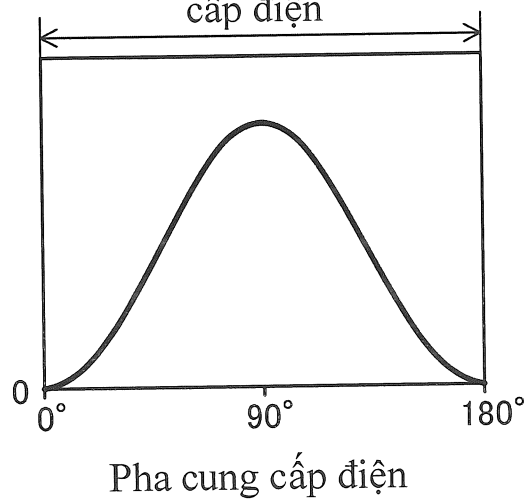
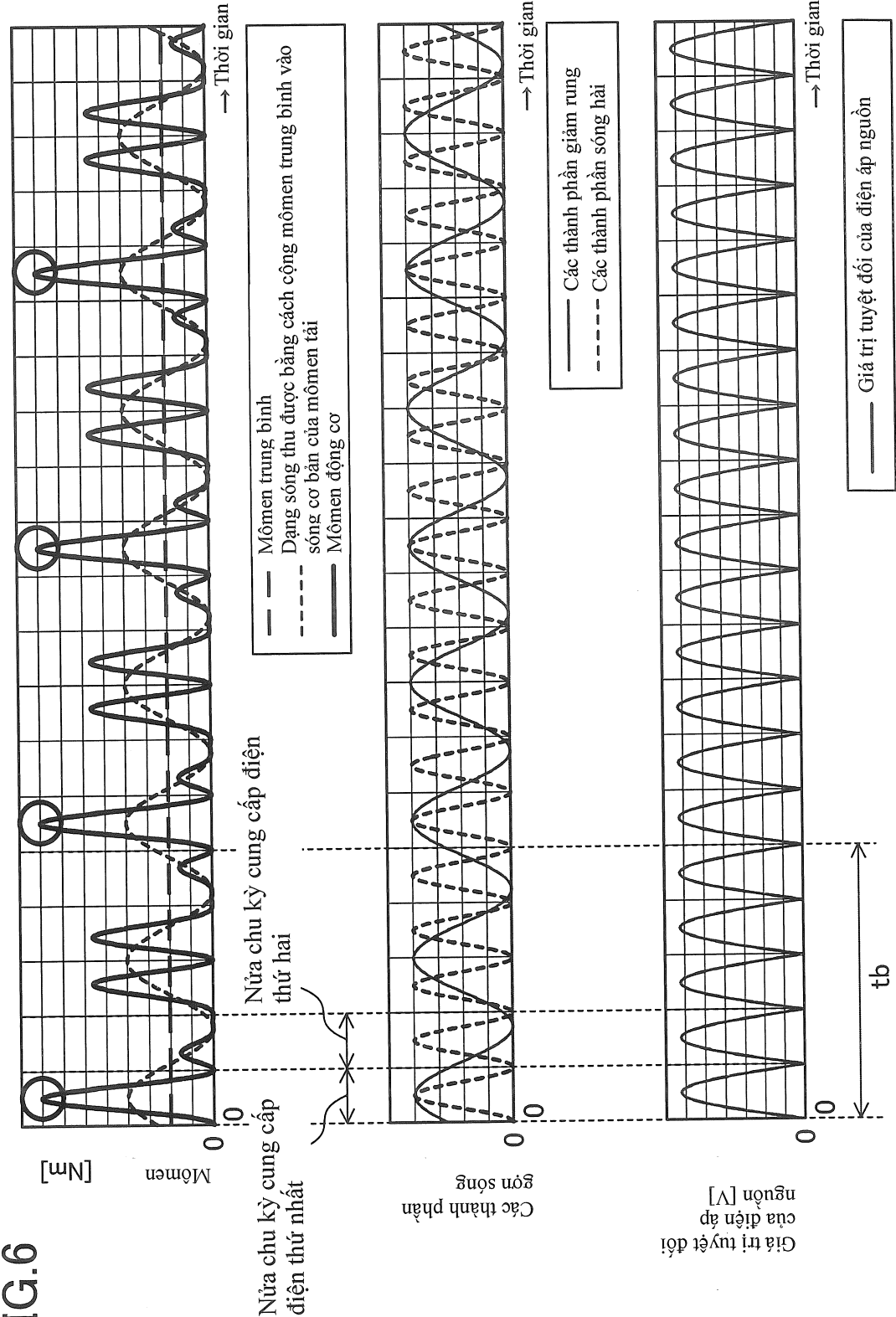
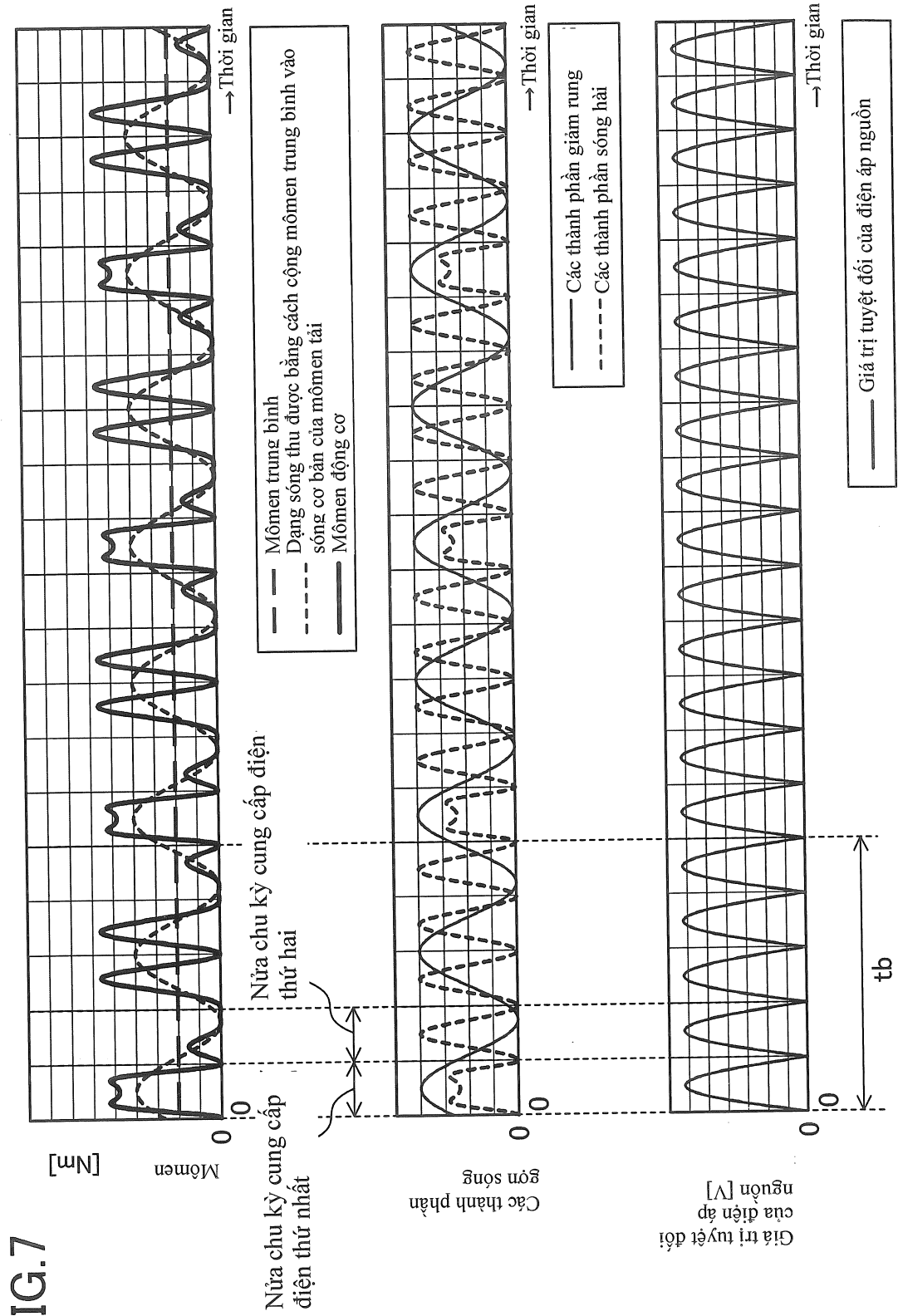


FIG.5

Nửa chu kỳ cung
cấp điện







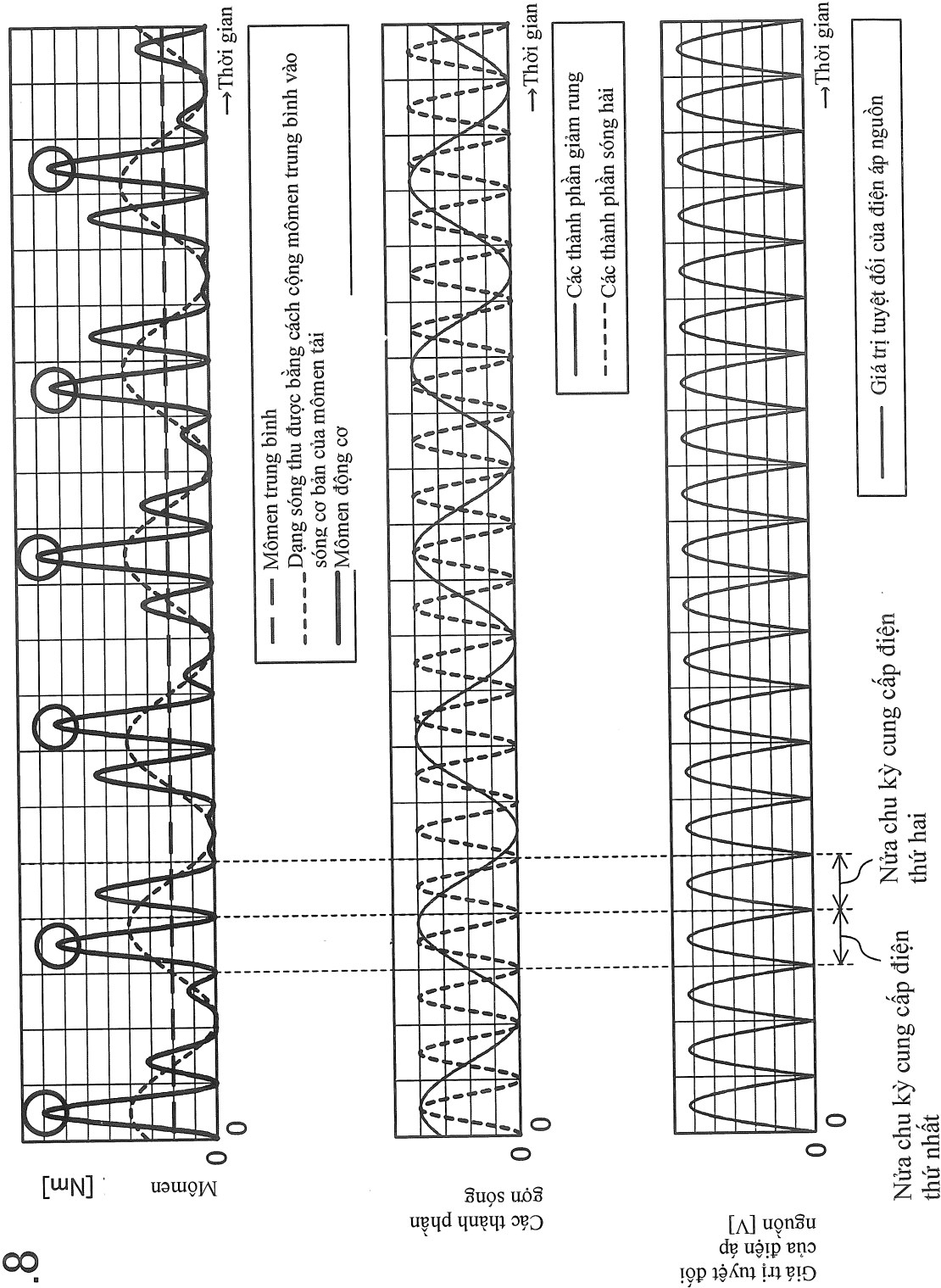


FIG.9

