



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

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

(11)



1-0047614

(51)^{2020.01} H02M 7/48; H02P 27/08; H02P 23/04

(13) B

(21) 1-2020-06257

(22) 13/02/2019

(86) PCT/JP2019/005056 13/02/2019

(87) WO2019/187721 03/10/2019

(30) 2018-064401 29/03/2018 JP

(45) 25/06/2025 447

(43) 25/01/2021 394A

(73) DAIKIN INDUSTRIES, LTD. (JP)

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

(72) HAYASHI Nobuo (JP); OGAWA Takuro (JP); UEKI Daisuke (JP); SEKIMOTO
Morimitsu (JP).

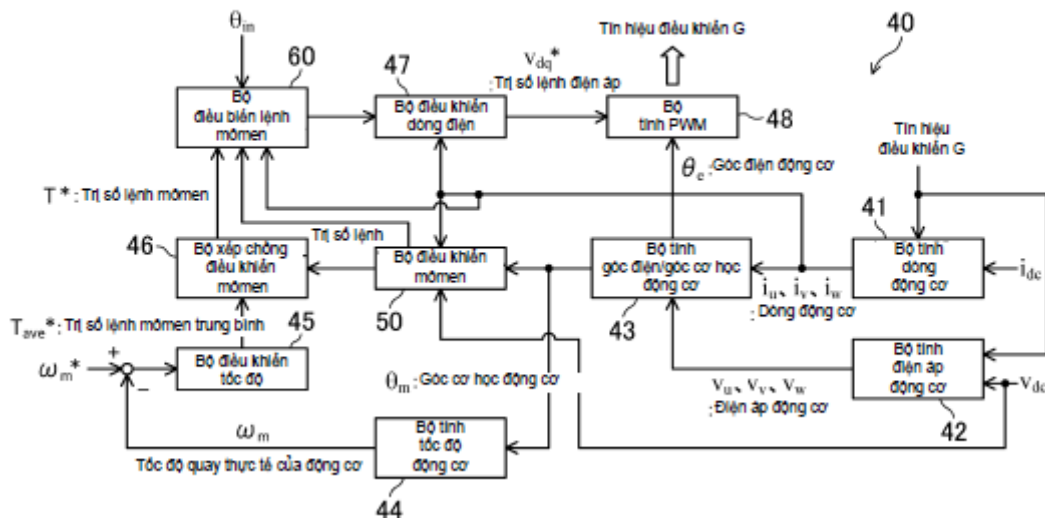
(74) Công ty TNHH Tầm nhìn và Liên danh (VISION & ASSOCIATES CO.LTD.)

(54) THIẾT BỊ BIẾN ĐỔI ĐIỆN

(21) 1-2020-06257

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị biến đổi điện. Để triệt tiêu rung động của động cơ (5) mà mômen cản của nó biến đổi định kỳ thì mômen đầu ra của động cơ (5) được điều khiển để thay đổi định kỳ. Trong trường hợp này, để tăng thành phần triệt tiêu rung động bằng thiết bị biến đổi điện trực tiếp thì ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai được thực hiện. Trong điều khiển thứ nhất, mômen đầu ra có dạng sóng bao gồm thành phần tần số cơ bản của mômen cản mà tần số cơ bản của nó là tần số tương ứng với chu kỳ biến đổi của mômen cản và ít nhất một trong hai sóng hài bậc bốn và sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) sẽ được tạo ra. Trong điều khiển thứ hai, mômen đầu ra có dạng sóng bao gồm ít nhất một trong hai sóng hài bậc hai và sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cản và sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) sẽ được tạo ra.

FIG.2



Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị biến đổi điện.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Thiết bị biến đổi điện để biến đổi dòng điện xoay chiều (alternating current: AC) thành một AC cho trước có thể được phân thành hai loại: thiết bị biến đổi điện gián tiếp và thiết bị biến đổi điện trực tiếp. Thiết bị thứ nhất bao gồm phần tử tích tụ năng lượng (tụ điện dung lượng lớn hoặc cuộn cảm dung lượng lớn), trong khi đó thiết bị thứ hai không như vậy. Vì vậy, điện đầu ra của thiết bị biến đổi điện trực tiếp một pha có gợn sóng ở tần số bằng hai lần tần số nguồn điện. Là một trong các cấu hình được phân loại là thiết bị biến đổi điện trực tiếp thì có cấu hình trong đó tụ điện dung lượng tương đối nhỏ trong thiết bị liên kết dòng một chiều (direct current: DC) được đề xuất. Với tụ điện dung lượng tương đối nhỏ thì điện áp DC bao gồm các thành phần gợn sóng có tần số bằng hai lần tần số nguồn điện và đầu ra của thiết bị biến đổi điện cũng có gợn sóng tương tự.

PTL 1 bộc lộ kỹ thuật điều khiển mômen để triệt tiêu rung động của điện áp DC trong trường hợp trong đó mômen cần có gợn sóng theo định kỳ. Trong PTL 1, thành phần gợn sóng của biến đổi của mômen cần của động cơ và thành phần gợn sóng của điện áp DC của bộ liên kết DC được xếp chồng lên mômen đầu ra của động cơ để thực hiện vận hành điều khiển mômen.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: Sáng chế Nhật Bản số 4192979

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề cần được giải quyết bởi sáng chế

Trong vận hành điều khiển mômen ở trên thì thành phần gợn sóng thu được từ tần số của nguồn điện AC và thành phần gợn sóng mà chu kỳ sóng cơ bản của nó là chu kỳ biến đổi của mômen cần biến đổi định kỳ sẽ xuất hiện trong mômen động cơ. Vì vậy, dòng động cơ đi trong động cơ có trị số đỉnh tăng. Đối với dòng

động cơ thì giới hạn trên là giới hạn cho phép bởi các phần tử của động cơ hoặc thiết bị được xác định dựa vào lực khử từ của động cơ hoặc độ bền của các phần tử của thiết bị.

Theo quan điểm nêu trên, PTL 1 thực hiện điều khiển để giảm lượng điều khiển mômen động cơ (nghĩa là, thành phần triệt tiêu rung động cơ) trong vận hành điều khiển mômen để ngăn dòng động cơ vượt quá giới hạn trên do tăng dòng động cơ. Tuy nhiên, nếu thành phần triệt tiêu rung động giảm thì sự tăng dòng động cơ có thể bị triệt tiêu nhưng rung động của thiết bị tải nối với động cơ lại tăng.

Mục đích của sáng chế là triệt tiêu rung động của thiết bị tải nối với động cơ.

Cách thức giải quyết vấn đề

Khía cạnh thứ nhất của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện trực tiếp bao gồm: bộ biến đổi (13) bao gồm nhiều phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) và biến đổi điện AC được cấp từ nguồn điện AC một pha (6) thành điện AC ba pha ở một tần số định trước và cấp điện AC ba pha này cho động cơ (5) mà mômen cản của nó biến đổi định kỳ; và bộ điều khiển (40) để điều khiển vận hành chuyển mạch của các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz). Bộ điều khiển (40) thực hiện ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai, điều khiển thứ nhất là điều khiển tạo mômen đầu ra của động cơ (5) có dạng sóng bao gồm thành phần tần số cơ bản của mômen cản mà tần số cơ bản của nó là tần số tương ứng với chu kỳ biến đổi của mômen cản và ít nhất một trong hai sóng hài bậc bốn và sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6), điều khiển thứ hai là điều khiển tạo mômen đầu ra có dạng sóng bao gồm ít nhất một trong hai sóng hài bậc hai và sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cản và sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6).

Thành phần tần số ở trên có thể tăng thành phần tần số góp phần làm giảm rung động của thiết bị tải nối với động cơ so với điều khiển mômen trong lĩnh vực kỹ thuật có liên quan. Vì vậy, nhờ mômen đầu ra mà rung động của thiết bị tải sẽ

giảm.

Khía cạnh thứ hai của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất trong đó theo kết quả phân tích tần số của mômen đầu ra tạo bằng ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai thì các quang phổ biểu diễn các thành phần tần số thu được bằng cách cộng và trừ bội $2n$ (n : số nguyên) của tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) vào và ra khỏi tần số là một bội nguyên của tần số cơ bản của mômen cần sẽ xuất hiện.

Nhờ mômen đầu ra nêu trên mà rung động của thiết bị tải bị triệt tiêu tin cậy hơn.

Khía cạnh thứ ba của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện trong điều khiển thứ nhất, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện.

Trong điều khiển thứ nhất, do pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, hơn nữa, đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) còn có thể giảm.

Khía cạnh thứ tư của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện trong điều khiển thứ nhất, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc

sáu có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ + 60m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ + 60m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện.

Trong điều khiển thứ nhất, do pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ + 60m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ + 60m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, hơn nữa, đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) còn có thể giảm.

Khía cạnh thứ năm của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc hai có tần số cơ bản của mômen cần trong điều khiển thứ hai, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số cơ bản trở thành trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần.

Trong điều khiển thứ hai, do pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số cơ bản của mômen cần sẽ là trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần, hơn nữa, đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) còn có thể giảm.

Khía cạnh thứ sáu của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo khía cạnh thứ nhất hoặc khía cạnh thứ hai trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cần trong điều khiển thứ hai, thì khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc ba có tần số cơ bản trở thành trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng

lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ+60m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ+60m^\circ$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cản.

Trong điều khiển thứ hai, do pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cản sẽ là trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ+60m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ+60m^\circ$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cản, hơn nữa, đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) còn có thể giảm.

Khía cạnh thứ bảy của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ sáu trong đó, khi trị số trung bình của mômen đầu ra tăng, thì tỷ lệ của thành phần tần số cơ bản của mômen cản nằm trong mômen đầu ra trên trị số trung bình của mômen đầu ra gần như không đổi.

Thành phần tần số cơ bản của mômen cản tương đương với thành phần triệt tiêu rung động. Trong bản mô tả này, khi trị số trung bình của mômen đầu ra tăng, thì thành phần triệt tiêu rung động cũng tăng nhờ điều khiển mômen. Vì vậy, rung động của thiết bị tải được triệt tiêu có hiệu quả.

Khía cạnh thứ tám của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ bảy trong đó bộ điều khiển (40) thực hiện ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai bằng cách xén đỉnh mômen của mỗi vòng quay của động cơ (5) gần như không đổi.

Vì vậy, mômen đầu ra bao gồm sóng hài góp phần làm giảm rung động của thiết bị tải nối với động cơ. Vì vậy, nhờ mômen đầu ra mà rung động của thiết bị tải giảm.

Khía cạnh thứ chín của sáng chế đề xuất thiết bị biến đổi điện theo bất kỳ trong số các khía cạnh thứ nhất đến khía cạnh thứ tám còn bao gồm: mạch biến đổi (11) để chỉnh lưu điện áp nguồn điện trong điện AC của nguồn điện AC (6); và bộ liên kết DC (12) bao gồm tụ điện nối song song với đầu ra của mạch biến đổi (11) và xuất điện áp DC có gợn sóng, trong đó bộ biến đổi (13) là một mạch đảo để biến đổi đầu ra của bộ liên kết DC (12) thành điện AC ba pha bằng cách

thực hiện vận hành chuyển mạch của các phần tử chuyển mạch (S_u , S_v , S_w , S_x , S_y , S_z).

Vì vậy, trong thiết bị biến đổi điện (10) bao gồm bộ liên kết DC (12) thì điện áp DC từ đó có gợn sóng, do điều khiển mômen để thực hiện ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai được thực hiện, nên rung động của thiết bị tải mà nguồn dẫn động của nó là động cơ (5) nối với thiết bị biến đổi điện (10) có thể giảm một cách tin cậy.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ mạch minh họa cấu hình của thiết bị biến đổi điện.

Fig.2 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của bộ điều khiển theo phương án thứ nhất.

Fig.3 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của bộ điều khiển mômen theo phương án thứ nhất.

Fig.4 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cần.

Fig.5 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của bộ điều biến lệnh mômen theo phương án thứ nhất.

Fig.6 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện.

Fig.7 minh họa điều khiển triệt tiêu rung động tiêu biểu.

Fig.8 minh họa dòng xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen.

Fig.9 là sơ đồ khái niệm của bảng thứ nhất.

Fig.10 minh họa khoảng pha của các sóng hài.

Fig.11 minh họa so sánh giữa dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần và dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen đã thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ nhất.

Fig.12 là sơ đồ khái niệm của bảng thứ hai.

Fig.13 minh họa so sánh giữa dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần và dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen đã thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ hai.

Fig.14 minh họa dòng xử lý chọn sóng hài được thực hiện bằng bộ điều biến lệnh mômen.

Fig.15 là sơ đồ khái niệm của bảng thứ ba.

Fig.16 minh họa các vận hành của bộ điều khiển theo phương án thứ nhất.

Fig.17 minh họa hiệu quả của xử lý chọn và xếp chồng sóng hài theo phương án thứ nhất.

Fig.18 minh họa so sánh giữa kết quả FFT của dạng sóng của mômen đầu ra trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan và dạng sóng của mômen đầu ra trong điều khiển mômen theo phương án thứ nhất.

Fig.19 là sơ đồ khối minh họa các chi tiết của bộ điều khiển theo phương án thứ hai.

Fig.20 minh họa hiệu quả của xử lý chọn và xếp chồng sóng hài theo phương án thứ hai.

Mô tả chi tiết sáng chế

Phương án thứ nhất

Khái quát

Như được minh họa trên Fig.1, thiết bị biến đổi điện (10) được nối với nguồn điện AC một pha (6) và ví dụ, động cơ AC ba pha (5) ở máy nén trong mạch lạnh của thiết bị điều hòa không khí. Thiết bị biến đổi điện (10) là cái gọi là thiết bị biến đổi điện trực tiếp. Khi điện AC được cấp từ nguồn điện AC (6) thì thiết bị biến đổi điện (10) biến đổi điện AC thành điện AC ba pha có một điện áp định trước và một tần số định trước và xuất điện AC ba pha này cho động cơ (5). Vì vậy, động cơ (5) được dẫn động quay và máy nén được vận hành.

Kiểu của động cơ (5) không bị giới hạn ở một kiểu cụ thể và ví dụ, động cơ (5) có thể là động cơ nam châm vĩnh cửu bên trong (interior permanent magnet

motor: động cơ IPM).

Máy nén mà nó là thiết bị tải của động cơ (5) được tạo thành bởi máy nén quay chẳng hạn. Trong máy nén này, với một vòng quay của trục dẫn động, thì mômen nén (nghĩa là, mômen cản của động cơ (5)) sẽ có gợn sóng và bằng cách này xảy ra rung động.

Do đó, thiết bị biến đổi điện (10) theo phương án thứ nhất có cấu hình điều khiển trong đó mômen của động cơ (5) biến đổi để triệt tiêu rung động của máy nén.

Cấu hình của thiết bị biến đổi điện

Như được minh họa trên Fig.1, thiết bị biến đổi điện (10) bao gồm mạch biến đổi (11), bộ liên kết DC (12), mạch đảo (13) và bộ điều khiển (40).

Mạch biến đổi (11) được nối với nguồn điện AC một pha (6) qua cuộn cảm (L). Mạch biến đổi (11) được tạo thành bởi cái gọi là mạch cầu điôt trong đó bốn điôt (D1, D2, D3, D4) được nối với nhau với cấu hình cầu. Mạch biến đổi (11) thực hiện chỉnh lưu toàn sóng trên điện áp nguồn điện (Vin) trong điện AC từ nguồn điện AC (6).

Bộ liên kết DC (12) bao gồm tụ điện (C) được nối song song với đầu ra của mạch biến đổi (11) bằng cách được nối giữa cặp nút đầu ra của mạch biến đổi (11). Bộ liên kết DC (12) thu đầu ra của mạch biến đổi (11) (nghĩa là, điện áp nguồn điện (Vin) được chỉnh lưu toàn sóng) và tạo ra điện áp liên kết DC (Vdc) (tương ứng với điện áp DC). Điện áp liên kết DC (Vdc) có gợn sóng tương ứng với tần số của điện áp nguồn điện (Vdc).

Ở đây, lý do mà tại sao điện áp liên kết DC (Vdc) bao gồm thành phần gợn sóng tương ứng với tần số của điện áp nguồn điện (Vin) sẽ được mô tả. Trị số điện dung của tụ điện (C) của bộ liên kết DC (12) được thiết đặt để cho đầu ra của mạch biến đổi (11) khó được làm bằng nhưng điện áp gợn sóng (biến đổi điện áp tương ứng với tần số chuyển mạch) thu được từ các vận hành chuyển mạch (được mô tả sau đây) của mạch đảo (13) có thể bị triệt tiêu. Cụ thể là, trong thiết bị biến đổi điện thông thường thì tụ điện (C) được tạo thành bởi tụ điện dung lượng nhỏ

(ví dụ, tụ điện màng) có trị số điện dung (ví dụ, khoảng vài chục μF) bằng khoảng 0,01 lần trị số điện dung của tụ điện làm bằng (ví dụ, tụ điện điện phân) dùng để làm bằng đầu ra của mạch biến đổi.

Do tụ điện (C) được tạo thành để có dung lượng tương đối nhỏ theo cách nêu trên nên đầu ra của mạch biến đổi (11) khó được làm bằng trong bộ liên kết DC (12). Kết quả là, thành phần gợn sóng tương ứng với tần số của điện áp nguồn điện (Vin) (trong ví dụ này thì thành phần gợn sóng có tần số bằng hai lần tần số của điện áp liên kết DC (Vdc)) còn lại trong điện áp liên kết DC (Vdc). Ví dụ, điện áp liên kết DC (Vdc) có gợn sóng để cho trị số tối đa của nó sẽ bằng hai lần hoặc nhiều hơn trị số tối thiểu của nó.

Mạch đảo (13) là một bộ biến đổi. Mạch đảo (13) có cặp nút đầu vào nối với cả hai đầu của tụ điện (C) trong bộ liên kết DC (12) và biến đổi điện áp liên kết DC (Vdc) tạo ra bằng bộ liên kết DC (12) thành điện AC ba pha bằng các vận hành chuyển mạch và cấp điện AC ba pha này cho động cơ (5). Mạch đảo (13) bao gồm sáu phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) và sáu diốt hồi lưu (Du, Dv, Dw, Dx, Dy, Dz) nối với nhau với cấu hình cầu. Cụ thể là, mạch đảo (13) bao gồm ba nhánh chuyển mạch trong đó mỗi chân này được tạo bằng cách nối hai phần tử chuyển mạch nối tiếp với nhau. Trong mỗi trong ba nhánh chuyển mạch thì trung điểm giữa phần tử chuyển mạch nhánh trên (Su, Sv, Sw) và phần tử chuyển mạch nhánh dưới (Sx, Sy, Sz) được nối với cuộn dây của pha tương ứng (cuộn dây của pha U, pha V, pha W) của động cơ (5). Sáu diốt hồi lưu (Du, Dv, Dw, Dx, Dy, Dz) được nối với sáu phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) đối song một cách tương ứng. Các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) này được bật và tắt lặp đi lặp lại và bằng cách này mà điện áp liên kết DC (Vdc) nhập từ bộ liên kết DC (12) được biến đổi thành điện áp AC ba pha.

Bộ điều khiển (40) được tạo thành bởi các phần tử khác nhau, máy vi tính hoặc máy tương tự. Bộ điều khiển (40) xuất tín hiệu điều khiển (G) cho mạch đảo (13) và điều khiển vận hành chuyển mạch của các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) trong mạch đảo (13) để cho tốc độ quay (ω) của động cơ (5) đạt

tới một trị số lệnh (sau đây là trị số lệnh tốc độ ωm^*) cho trước.

Lưu ý là thiết bị biến đổi điện (10) còn bao gồm các bộ phát hiện khác nhau. Các bộ phát hiện này có thể là bộ phát hiện pha nguồn điện (21), bộ phát hiện điện áp (23) và bộ phát hiện dòng điện (25). Bộ phát hiện pha nguồn điện (21) phát hiện pha nguồn điện (θ_{in}) của điện áp nguồn điện (V_{in}) của nguồn điện AC (6). Bộ phát hiện điện áp (23) phát hiện điện áp liên kết DC (V_{dc}) của bộ liên kết DC (12). Bộ phát hiện dòng điện (25) phát hiện dòng liên kết DC (i_{dc}) đi trong hệ dây dẫn nối mạch đảo (13) và cực âm của bộ liên kết DC (12). Kết quả phát hiện thu được bằng các bộ phát hiện (21, 23, 25) này được nhập vào bộ điều khiển (40) và dùng để điều khiển.

Cấu hình chi tiết của bộ điều khiển

Bộ điều khiển (40) thực hiện điều khiển mômen trong đó mômen đầu ra của động cơ (5) được thay đổi để có thành phần tần số cơ bản sao cho tần số cơ bản là tần số tương ứng với chu kỳ biến đổi của mômen cần (cụ thể là, sự thuận-nghịch của chu kỳ biến đổi). Theo phương án thứ nhất thì điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai được thực hiện trong điều khiển mômen này. Trong điều khiển thứ nhất thì mômen đầu ra được tạo để có dạng sóng bao gồm thành phần tần số cơ bản của mômen cần mà tần số cơ bản của nó là chu kỳ biến đổi của mômen cần và ít nhất một trong hai sóng hài bậc bốn và sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6). Trong điều khiển thứ hai thì mômen đầu ra được tạo để có dạng sóng bao gồm ít nhất một trong hai sóng hài bậc hai và sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cần của động cơ (5) và sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6).

Để thực hiện điều khiển ở trên thì bộ điều khiển (40) bao gồm, như được minh họa trên Fig.2, bộ tính dòng động cơ (41), bộ tính điện áp động cơ (42), bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43), bộ tính tốc độ động cơ (44), bộ điều khiển tốc độ (45), bộ điều khiển mômen (50), bộ xếp chồng điều khiển mômen (46), bộ điều biến lệnh mômen (60), bộ điều khiển dòng điện (47) và bộ tính điều biến chiều rộng xung (pulse-width modulation: PWM) (48).

Bộ tính dòng động cơ

Bộ tính dòng động cơ (41) thu dòng liên kết DC (i_{dc}) phát hiện được và tín hiệu điều khiển (G) mà bộ điều khiển (40) đang xuất cho mạch đảo (13). Tín hiệu điều khiển (G) là tín hiệu qua cửa được ứng dụng cho điện cực qua cửa của mỗi phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) tạo thành mạch đảo (13). Dựa vào tín hiệu điều khiển (G) và dòng liên kết DC (i_{dc}) đầu vào mà bộ tính dòng động cơ (41) tính các dòng động cơ (i_u, i_v, i_w) đi trong các pha tương ứng của động cơ (5).

Bộ tính điện áp động cơ

Bộ tính điện áp động cơ (42) thu điện áp liên kết DC (V_{dc}) phát hiện được và tín hiệu điều khiển (G) ở trên. Dựa vào điện áp liên kết DC (V_{dc}) và tín hiệu điều khiển (G) mà bộ tính điện áp động cơ (42) tính các điện áp động cơ (V_u, V_v, V_w), mỗi điện áp này là một trị số hữu hiệu của điện áp giữa các điện cực của động cơ (5).

Bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ

Bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43) thu các dòng động cơ (i_u, i_v, i_w) được tính bằng bộ tính dòng động cơ (41) và các điện áp động cơ (V_u, V_v, V_w) được tính bằng bộ tính điện áp động cơ (42). Dựa vào các dòng động cơ (i_u, i_v, i_w) và các điện áp động cơ (V_u, V_v, V_w) mà bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43) tính góc điện động của cơ (θ_e). Hơn nữa, bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43) còn chia góc điện động của cơ (θ_e) cho loga cực động cơ và tính kết quả dưới dạng góc cơ học của động cơ (θ_m).

Bộ tính tốc độ động cơ

Bộ tính tốc độ động cơ (44) thu góc cơ học của động cơ (θ_m) được tính bằng bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43). Tương ứng với thay đổi về góc cơ học của động cơ (θ_m) mà bộ tính tốc độ động cơ (44) tính tốc độ quay thực tế (sau đây là tốc độ quay thực tế (ω_m) của động cơ) của động cơ (5).

Bộ điều khiển tốc độ

Bộ điều khiển tốc độ (45) thu độ lệch giữa trị số lệnh tốc độ (ω_m^*) và tốc

độ quay thực tế của động cơ (ω). Dựa vào độ lệch này, ví dụ, mà bộ điều khiển tốc độ (45) thực hiện tính PI (PI: proportion and integration: tỷ lệ và tích phân) và tính trị số trung bình của mômen cản của động cơ (5) (sau đây là mômen trung bình (Tave)) để điều khiển tốc độ quay thực tế của động cơ (ω_m) phù hợp với trị số lệnh tốc độ (ω_m^*). Bộ điều khiển tốc độ (45) xuất mômen trung bình (Tave) dưới dạng trị số lệnh (trị số lệnh mômen trung bình (Tave*)) cho bộ xếp chồng điều khiển mômen (46).

Lưu ý là mômen trung bình là trị số trung bình của mômen cản có gợn sóng trong một chu kỳ định trước.

Bộ điều khiển mômen

Bộ điều khiển mômen (50) thu góc cơ học của động cơ (θ_m) được tính bằng bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43), các dòng động cơ (i_u , i_v , i_w) được tính bằng bộ tính dòng động cơ (41) và điện áp liên kết DC (V_{dc}) phát hiện được. Ngoài ra, độ lệch giữa mômen cản của máy nén và mômen động cơ sẽ trở thành mômen rung động. Mômen rung động này làm cho máy nén rung và góc cơ học của động cơ (θ_m) sẽ biến đổi. Dựa vào các trị số đầu vào mà bộ điều khiển mômen (50) xuất trị số lệnh có dạng sóng triệt tiêu rung động để thực hiện điều khiển giảm biến đổi về góc cơ học của động cơ (θ_m) gây ra bởi mômen rung động.

Cụ thể là, như được minh họa trên Fig.3, bộ điều khiển mômen (50) bao gồm bộ tách thành phần thứ nhất (52), bộ khuếch đại (53), bộ giữ đỉnh (54), bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen (55) và bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cản (56).

Bộ tách thành phần thứ nhất

Bộ tách thành phần thứ nhất (52) thu góc cơ học của động cơ (θ_m). Bộ tách thành phần thứ nhất (52) tách, nhờ biến đổi Fourier, thành phần thứ nhất (thành phần tần số cơ bản) mà nó ảnh hưởng lớn nhất đến rung động của động cơ (5) từ trong các thành phần gợn sóng của mômen cản của động cơ (5).

Bộ khuếch đại

Bộ khuếch đại (53) nhân thành phần thứ nhất được tách bởi bộ tách thành

phần thứ nhất (52) với một độ tăng ích định trước để khuếch đại thành phần thứ nhất.

Bộ giữ đỉnh

Bộ giữ đỉnh (54) thu các dòng động cơ (i_u , i_v , i_w). Bộ giữ đỉnh (54) giữ trị số tối đa của trị số tuyệt đối của các dòng động cơ (i_u , i_v , i_w) trong một chu kỳ xác định định trước và thu được dòng đỉnh (i_{peak}).

Bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen

Bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen (55) thu dòng đỉnh (i_{peak}), thành phần thứ nhất được khuếch đại và điện áp liên kết DC (V_{dc}) phát hiện được. Dựa vào các trị số đầu vào này mà bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen (55) tạo ra một trị số (sau đây là lượng điều khiển mômen) là cơ sở của trị số lệnh mà trị số lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) ở trên sẽ được nhân với nó và xuất lượng điều khiển mômen cho bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cần (56).

Lượng điều khiển mômen là thành phần tần số cơ bản của mômen cần. Bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) nhân trị số lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) và đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) để thu được trị số lệnh mômen (T^*). Trong trường hợp trong đó chiều rộng thay đổi của trị số lệnh mômen (T^*) giống trị số lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) thì tỷ lệ của độ lớn của thành phần thứ nhất trên mômen trung bình được xác định là lượng điều khiển mômen = 100%.

Bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cần

Bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cần (56) thu lượng điều khiển mômen, góc cơ học của động cơ (θ_m) và dòng đỉnh (i_{peak}). Bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cần (56) thực hiện xử lý để xếp chồng sóng hài lên dạng sóng được tạo dựa vào lượng điều khiển mômen tương ứng với các trị số đầu vào này.

Như được minh họa trên Fig.4, bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cần (56) bao gồm bộ điều khiển PI (56a), bộ giới hạn (56b) và bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c).

Khi thu được độ lệch giữa dòng đỉnh (i_{peak}) và giới hạn trên của nó thì bộ

điều khiển PI (56a) thực hiện tính PI (proportion and integration) dựa vào độ lệch này. Kết quả tính của việc tính PI bị xử lý giới hạn trong bộ giới hạn (56b) để cắt bỏ các trị số âm và chỉ các trị số dương mới được nhập vào bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) dưới dạng lượng giảm đỉnh (Y). Tương ứng với độ lớn của lượng điều khiển mômen từ bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen (55), bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) xác định liệu sóng hài bất kỳ sẽ được xếp chồng lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần (nghĩa là, lượng điều khiển mômen). Hơn nữa, nếu sóng hài bất kỳ sẽ được xếp chồng, tương ứng với lượng giảm đỉnh (Y), thì bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) chọn sóng hài sẽ được xếp chồng.

Nhờ xử lý được thực hiện bằng bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) mà trị số thu được sau khi sóng hài được xếp chồng lên dạng sóng được tạo dựa vào lượng điều khiển mômen được xuất từ bộ điều khiển mômen (50) dưới dạng trị số lệnh có tác dụng triệt tiêu rung động.

Các chi tiết của xử lý được thực hiện bằng bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) sẽ được mô tả trong phần: Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài.

Bộ xếp chồng điều khiển mômen

Trên Fig.2, bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) thu trị số lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) và trị số lệnh ở trên xuất ra từ bộ điều khiển mômen (50). Bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) nhân các trị số này với nhau để tạo ra trị số lệnh mômen (T^*) trong đó thành phần gợn sóng của mômen cần của động cơ được xếp chồng. Trị số lệnh mômen (T^*) này được nhập vào bộ điều biến lệnh mômen (60).

Bộ điều biến lệnh mômen

Bộ điều biến lệnh mômen (60) thu pha nguồn điện (θ_{in}) phát hiện được của điện áp nguồn điện (V_{in}), trị số lệnh mômen (T^*) từ bộ xếp chồng điều khiển mômen (46), các dòng động cơ (i_u , i_v , i_w) từ bộ tính dòng động cơ (41) và lượng điều khiển mômen. Bộ điều biến lệnh mômen (60) làm cho trị số lệnh mômen (T^*) có gợn sóng (điều biến trị số lệnh mômen (T^*)) tương ứng với pha nguồn điện (θ_{in}) của nguồn điện AC (6).

Cụ thể là, như được minh họa trên Fig.5, bộ điều biến lệnh mômen (60) bao gồm bộ tạo hệ số thứ nhất (61), bộ tạo hệ số thứ hai (62), bộ giữ đỉnh (63), bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) và bộ nhân (65). Lưu ý là " n " là số nguyên bằng 1 hoặc lớn hơn.

Bộ tạo hệ số thứ nhất và bộ tạo hệ số thứ hai

Bộ tạo hệ số thứ nhất (61) thu pha nguồn điện (θ_{in}) của nguồn điện AC (6). Bộ tạo hệ số thứ nhất (61) thực hiện tính toán để tạo ra sine $\sin\theta_{in}$ từ pha nguồn điện (θ_{in}) và bình phương nó lên. Khi thu được kết quả tính của bộ tạo hệ số thứ nhất (61) thì bộ tạo hệ số thứ hai (62) thực hiện tính toán để nhân nó với K .

Bộ giữ đỉnh

Bộ giữ đỉnh (63) thu các dòng động cơ (i_u, i_v, i_w). Bộ giữ đỉnh (63) giữ trị số tối đa của trị số tuyệt đối của các dòng động cơ (i_u, i_v, i_w) trong một chu kỳ xác định định trước và thu được dòng đỉnh (i_{peak}).

Bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện

Bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) thu trị số thu được bằng cách nhân bình phương của sóng sin $\sin\theta_{in}$ với K , dòng đỉnh (i_{peak}) và lượng điều khiển mômen. Dựa vào các trị số đầu vào này mà bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) chọn sóng hài sẽ được xếp chồng lên trị số lệnh mômen (T^*).

Như được minh họa trên Fig.6, bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) bao gồm bộ điều khiển PI (64a), bộ giới hạn (64b) và bộ chọn sóng hài (64c).

Khi thu được độ lệch giữa dòng đỉnh (i_{peak}) và giới hạn trên của nó thì bộ điều khiển PI (64a) thực hiện tính PI (proportion and integration) dựa vào độ lệch này. Kết quả tính của việc tính PI bị xử lý giới hạn trong bộ giới hạn (64b) để cắt bỏ các trị số âm và chỉ các trị số dương mới được nhập vào bộ chọn sóng hài (64c). Tương ứng với độ lớn của lượng điều khiển mômen nhập từ bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen (55) mà bộ chọn sóng hài (64c) xác định liệu sóng hài có tần số nguồn điện bất kỳ sẽ được xếp chồng lên trị số lệnh mômen (T^*). Hơn nữa, nếu sóng hài bất kỳ được xác định sẽ được xếp chồng thì bộ chọn sóng hài (64c) chọn sóng hài sẽ được xếp chồng.

Các chi tiết của xử lý được thực hiện chủ yếu bởi bộ chọn sóng hài (64c) sẽ được mô tả trong phần: Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài.

Bộ nhân

Trên Fig.5, bộ nhân (65) thu đầu ra của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) và trị số lệnh mômen (T^*). Bộ nhân (65) nhân trị số lệnh mômen (T^*) với đầu ra của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64), bằng cách này mà điều biến trị số lệnh mômen (T^*) bằng cách sử dụng đầu ra của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64).

Bộ điều khiển dòng

Trên Fig.2, bộ điều khiển dòng điện (47) thu đầu ra của bộ điều biến lệnh mômen (60) và bộ tương tự. Dựa vào các trị số đầu vào này mà bộ điều khiển dòng điện (47) tạo ra trị số lệnh điện áp (V_{dq}^*) và xuất trị số lệnh điện áp (V_{dq}^*) này cho bộ tính PWM (48).

Bộ tính PWM

Bộ tính PWM (48) thu trị số lệnh điện áp (V_{dq}^*) từ bộ điều khiển dòng điện (47) và góc điện động của cơ (θ_e) từ bộ tính góc điện/góc cơ học của động cơ (43). Dựa vào các trị số đầu vào này mà bộ tính PWM (48) tạo ra tín hiệu điều khiển (G) để điều khiển bật và tắt vận hành của các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) trong mạch đảo (13). Vì vậy, các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) có thể bật và tắt ở một chế độ làm việc định trước.

Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài

Độ lệch giữa mômen cản của máy nén và mômen động cơ sẽ trở thành mômen rung động và mômen rung động này làm cho máy nén rung. Thường thì, để triệt tiêu rung động gây ra bởi thành phần tần số cơ bản lớn nhất của mômen cản của máy nén thì điều khiển mômen sẽ được thực hiện để làm cho mômen động cơ có gợn sóng tương ứng với sóng cơ bản của mômen cản của máy nén như được minh họa trên Fig.7. Nhờ sự điều khiển này mà mômen động cơ có gợn sóng với pha giống pha của sóng cơ bản của mômen cản của máy nén.

Trong điều khiển nêu trên, lượng điều khiển mômen được dùng làm thành

phần triệt tiêu rung động để triệt tiêu rung động gây ra bởi thành phần tần số cơ bản lớn nhất của mômen cản của máy nén. Bằng cách tăng thành phần triệt tiêu rung động để giảm mômen rung động mà rung động của máy sẽ nén giảm

Tuy nhiên, bằng cách tăng thành phần triệt tiêu rung động thì đỉnh của dòng điện đi trong mạch đảo (13) hoặc động cơ (5) sẽ tăng. Ngược lại, bằng cách giảm thành phần triệt tiêu rung động, mặc dù đỉnh dòng điện giảm, thì rung động của máy nén cũng sẽ tăng. Nghĩa là, sự giảm của đỉnh dòng điện và sự triệt tiêu rung động của máy nén có quan hệ cân bằng.

Ngược lại, bộ điều khiển (40) theo phương án thứ nhất thực hiện điều khiển thứ nhất ở trên và điều khiển thứ hai ở trên trong điều khiển mômen để thay đổi mômen đầu ra của động cơ (5) để đạt được cả khả năng giảm rung động của máy nén lẫn khả năng giảm đỉnh dòng điện. Cụ thể là, khi điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai, thì bộ điều khiển (40) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài trong bộ điều khiển mômen (50) và bộ điều biến lệnh mômen (60) để chọn liệu sóng hài bất kỳ sẽ được xếp chồng tương ứng với lượng điều khiển mômen và để chọn và xếp chồng sóng hài thích hợp nếu sóng hài này sẽ được xếp chồng.

Trong phần mô tả dưới đây, điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai sẽ được mô tả riêng rẽ khi xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50) và xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều biến lệnh mômen (60) để thuận lợi cho việc mô tả.

Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen

Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50) tương ứng với phần điều khiển thứ hai ở trên và được thực hiện bằng bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c). Fig.8 minh họa dòng xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50).

Như được minh họa trên Fig.8, bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) so sánh lượng điều khiển mômen đầu vào với một lượng định trước (A_1^*) (bước S11). Lưu ý là lượng định trước (A_1^*) này được xác định trước khi cần với một trị số cho trước lớn hơn hoặc bằng 0 tương ứng với đặc tính kỹ thuật hoặc đặc tính

tương tự của máy nén mà nó là thiết bị tải.

Nếu lượng điều khiển mômen lớn hơn lượng định trước (A_1^*) (Yes trong bước S11) thì bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) xác định là rung động của máy nén giảm đủ lớn với lượng điều khiển mômen dòng điện và là đỉnh dòng điện động cơ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn trên và xác định là không có sóng hài sẽ được xếp chồng lên thành phần tần số cơ bản của mômen cản (bước S12).

Nếu lượng điều khiển mômen nhỏ hơn hoặc bằng lượng định trước (A_1^*) (No trong bước S11) thì bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) so sánh lượng giảm đỉnh (Y) từ bộ giới hạn (56b) được minh họa trên Fig.4 và giới hạn trên trong bảng thứ nhất (Ta1) được minh họa trên Fig.9 (bước S13).

Nếu lượng giảm đỉnh (Y) nhỏ hơn giới hạn trên trong bảng thứ nhất (Ta1) (Yes trong bước S13), bằng cách sử dụng bảng thứ nhất (Ta1), thì bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) chọn kiểu sóng hài tương ứng với lượng giảm đỉnh (Y) và chồng sóng hài lên thành phần tần số cơ bản của mômen cản (bước S14). Nếu lượng giảm đỉnh (Y) lớn hơn hoặc bằng giới hạn trên trong bảng thứ nhất (Ta1) (No trong bước S13), bằng cách sử dụng bảng thứ hai (Ta2), thì bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) chọn kiểu sóng hài tương ứng với lượng điều khiển mômen và chồng sóng hài lên thành phần tần số cơ bản của mômen cản (bước S15).

Dưới đây, bảng thứ nhất và thứ hai (Ta1, Ta2) sẽ được mô tả.

Bước tạo bảng thứ nhất

Bảng thứ nhất (Ta1) là thông tin xác định sóng hài là một thành phần tần số tối ưu sẽ được xếp chồng lên thành phần tần số cơ bản của mômen cản để giảm cả rung động của máy nén lẫn đỉnh dòng điện. Bảng thứ nhất (Ta1) được tạo bằng bước 1 đến 5 dưới đây trước khi xử lý chọn và xếp chồng sóng hài và được lưu trữ trong bộ nhớ (không được minh họa) nằm trong bộ điều khiển mômen (50).

Lưu ý là khi thành phần tần số cơ bản của mômen cản được biểu diễn dưới dạng " $A \cdot \sin(\theta_m + \theta_1)$ " thì thành phần thứ hai có tần số cơ bản của mômen cản, thành phần thứ ba có tần số cơ bản của mômen cản, thành phần thứ tư có tần số cơ bản của mômen cản và thành phần thứ năm có tần số cơ bản của mômen cản

đều có thể được biểu diễn dưới dạng " $A_2 \sin(2(\theta_m + \theta_1 - \theta_2))$ ", " $A_3 \sin(3(\theta_m + \theta_1 - \theta_3))$ ", " $A_4 \sin(4(\theta_m + \theta_1 - \theta_4))$ " và " $A_5 \sin(5(\theta_m + \theta_1 - \theta_5))$ " một cách tương ứng. Trong bản mô tả này, " $\theta_m + \theta_1$ " biểu diễn pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần. " $2\theta_m + 2\theta_1 - 2\theta_2$ ", " $3\theta_m + 3\theta_1 - 3\theta_3$ ", " $4\theta_m + 4\theta_1 - 4\theta_4$ " và " $5\theta_m + 5\theta_1 - 5\theta_5$ " xuất hiện khi biểu thức đa thức trong dấu ngoặc đơn trong mỗi biểu thức được mở rộng để biểu diễn pha trong sóng hài tương ứng.

(Bước 1): Trước tiên, " A^* " mà nó là trị số của một độ lớn của thành phần tần số cơ bản của mômen cần được xác định cho một trị số cho trước. Khi này, việc xem xét lượng rung động hoặc âm thanh rung động của máy nén mà nó là đặc tính kỹ thuật thiết kế thì " A^* " tốt hơn là được xác định cho trị số có thể cho phép các điều này. Lưu ý là " A^* " là trị số cố định trong bước 1 và $A^* = A_1^*$.

(Bước 2): Sau đó, khoảng được phép cho trường hợp trong đó mômen đầu ra của động cơ (5) có trị số âm (mômen âm) được xác định. Nếu mômen đầu ra của động cơ (5) có trị số âm thì vận hành tái tạo của năng lượng từ động cơ (5) sang tụ điện (C) trong bộ liên kết DC (12) sẽ xảy ra và điện áp liên kết DC (V_{dc}) tăng đột ngột. Khi này, tùy thuộc vào lượng năng lượng tái tạo mà điện áp liên kết DC (V_{dc}) có thể tăng để vượt qua điện áp đánh lửa của các phần tử chuyển mạch ($S_u, S_v, S_w, S_x, S_y, S_z$) và gây ra quá áp và mạch đảo (13) có thể hỏng. Vì vậy, khoảng được phép của mômen âm được xác định để cho khả năng hỏng này không xảy ra.

(Bước 3): Sau đó, sóng hài sẽ được xếp chồng lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần được lựa chọn. Khi này, thành phần thứ hai và thành phần thứ ba luôn được chọn và thành phần thứ tư và các sóng hài cao hơn sẽ được chọn khi cần.

(Bước 4): Sau đó, pha trong khoảng có thể giảm đỉnh dòng điện sẽ được chọn làm pha của thành phần sóng hài có tần số cơ bản của mômen cần. Cụ thể là, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai (thành phần thứ hai) có tần số cơ bản của mômen cần sẽ là trị số dương từ trị số

âm được xác định để thuộc, như được minh họa trên Fig.10(a), khoảng từ 0 đến 180° trong pha của thành phần thứ hai, tốt hơn là khoảng định trước A “lớn hơn hoặc bằng $45^\circ + 180m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $135^\circ + 180m^\circ$ ”. Trị số này được biểu diễn dưới dạng “lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ ” trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần. Pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc ba (thành phần thứ ba) có tần số cơ bản của mômen cần sẽ là trị số dương từ trị số âm được xác định để thuộc, như được minh họa trên Fig.10(b), khoảng định trước B “lớn hơn hoặc bằng $-45^\circ + 180m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $45^\circ + 180m^\circ$ ” trong pha của thành phần thứ ba. Trị số này được biểu diễn dưới dạng “lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ + 60m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ + 60m^\circ$ ” trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần.

Fig.10 là ví dụ về các đồ thị thu được bằng cách tính lượng giảm đỉnh mômen của trị số “ $2\theta_2$ ” và “ $3\theta_3$ ” với thành phần thứ hai và thành phần thứ ba bằng máy tính bàn. Để tham chiếu, Fig.10(a) minh họa trị số “ $2\theta_2$ ” từ 0 đến 180° chỉ với thành phần thứ hai. Như được minh họa trên Fig.10(a), với thành phần thứ hai, thì lượng giảm đỉnh mômen sẽ trở thành trị số tối đa với “ $2\theta_2$ ” bằng khoảng 90° và khoảng bằng $\pm 45^\circ$ với trị số tối đa ở trung tâm được thiết đặt dưới dạng khoảng định trước A có thể giảm đỉnh dòng điện. Như được minh họa trên Fig.10(b), với cả thành phần thứ hai lẫn thành phần thứ ba, thì lượng giảm đỉnh mômen sẽ trở thành trị số tối đa với “ $3\theta_3$ ” bằng khoảng 180° và khoảng bằng $\pm 45^\circ$ với trị số tối đa ở trung tâm được thiết đặt dưới dạng khoảng định trước B có thể giảm đỉnh dòng điện. Nói chung, lượng giảm đỉnh mômen trong khoảng định trước B bằng cách sử dụng cả thành phần thứ hai lẫn thành phần thứ ba minh họa lượng giảm lớn hơn trị số tối đa của lượng giảm đỉnh mômen trong khoảng định trước A của thành phần thứ hai.

Mặc dù đường trục thẳng đứng trên Fig.10 là “mômen” và không phải là dòng điện nhưng do mômen thu được bởi sản phẩm ngoài của dòng điện và từ thông nên đỉnh dòng điện và đỉnh mômen có tương quan. Vì vậy, khi lượng giảm

đỉnh mômen lớn hơn thì lượng giảm đỉnh dòng điện sẽ lớn hơn.

(Bước 5): Sau đó, dựa vào kết quả của bước 1 đến 4, độ lớn của sóng hài được tối ưu hóa để cho đỉnh mômen (đỉnh dòng điện) giảm từ từ.

Bằng bước 1 đến 5 theo cách nêu trên mà bảng thứ nhất (Ta1) được minh họa trên Fig.9 sẽ được hoàn thành.

Trong bảng thứ nhất (Ta1) được minh họa trên Fig.9, đường trục nằm ngang là lượng giảm đỉnh (Y) và đường trục thẳng đứng là lượng xếp chồng (An) của các sóng hài lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần. Lượng xếp chồng của mỗi thành phần thứ hai đến thành phần thứ năm có tần số cơ bản của mômen cần so với lượng giảm đỉnh (Y) được minh họa. Ví dụ, nếu lượng giảm đỉnh (Y) là trị số "Y1" thì lượng xếp chồng ở các điểm trong đó các đồ thị của thành phần thứ hai đến thành phần thứ năm và đường đứt đoạn kéo dài theo hướng thẳng đứng trên Fig.9 sẽ giao với nhau là các lượng có tác dụng triệt tiêu rung động của máy nén và đỉnh dòng điện.

Lưu ý là trong bảng thứ nhất (Ta1) thì lượng giảm đỉnh (Y) thay đổi đến giới hạn trên để tính lượng xếp chồng (An) của các sóng hài so với mỗi lượng giảm đỉnh (Y). Giới hạn trên là trị số giới hạn của lượng giảm đỉnh khi đỉnh mômen không còn giảm nữa ngay cả khi sóng hài được xếp chồng.

Ví dụ về xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ nhất

Bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) trong bộ điều khiển mômen (50) ứng dụng lượng giảm đỉnh đầu vào (Y) vào bảng thứ nhất (Ta1) ở trên để xác định lượng xếp chồng (An) của các sóng hài (thành phần thứ hai, thành phần thứ ba và thành phần tương tự) sẽ được xếp chồng lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần. Bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) xếp chồng các sóng hài để giảm từ từ đỉnh mômen trong khi vẫn duy trì thành phần triệt tiêu rung động mà nó là lượng điều khiển mômen ở 100%.

Ví dụ, trong trường hợp trong đó lượng giảm đỉnh (Y) bằng zero, dựa vào bảng thứ nhất (Ta1), thì không trong số thành phần thứ hai đến thứ năm nào sẽ được xếp chồng. Vì vậy, như được minh họa trong "(a) Y = 0" trên Fig.11, thì

dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) (nghĩa là, dạng sóng triệt tiêu rung động) giống hệt với dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen cần. Trong trường hợp trong đó lượng giảm đỉnh (Y) là Y_1 , thành phần thứ hai đến thứ năm được xếp chồng lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần và như được minh họa trong "(b) $Y = Y_1$ " trên Fig.11, thì dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) sẽ được đồng bộ hóa với dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen cần nhưng đỉnh của dạng sóng đầu ra thấp hơn đỉnh của dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen cần. Trong trường hợp trong đó lượng giảm đỉnh (Y) là giới hạn trên, theo bảng thứ nhất (Ta1), lượng xếp chồng của thành phần thứ hai đến thứ năm lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần là các trị số tối đa và như được minh họa trong "(c) $Y = \text{giới hạn trên}$ " trên Fig.11, thì đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) thậm chí thấp hơn đỉnh của dạng sóng trên Fig.11(b).

Theo cách ở trên, khi lượng giảm đỉnh (Y) đạt tới giới hạn trên trong bảng thứ nhất (Ta1) thì trị số đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) giảm. Vì vậy, theo xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50) bằng cách sử dụng bảng thứ nhất (Ta1) thì độ lệch giữa đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) và đỉnh của dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần là phần tử triệt tiêu rung động của máy nén và làm giảm đỉnh dòng điện.

Lưu ý là bảng thứ nhất (Ta1) được tạo bằng phương pháp bao gồm bước 1 ở trên. Vì vậy, theo xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ nhất (Ta1) thì đỉnh dòng điện có thể giảm ở trạng thái trong đó điều khiển mômen (nghĩa là, thành phần triệt tiêu rung động) được biểu diễn bằng độ lớn A^* của thành phần tần số cơ bản của mômen cần được thiết đặt ở trị số cố định A_1^* .

Bước tạo bảng thứ hai

Như được mô tả dựa vào Fig.8, bảng thứ hai (Ta2) được sử dụng nếu lượng giảm đỉnh (Y) vượt quá giới hạn trên trong bảng thứ nhất (Ta1) ở trên. Bảng thứ

hai (Ta2) có thể là thông tin dùng để giảm đỉnh mômen bằng cách giảm thành phần triệt tiêu rung động mà nó là lượng điều khiển mômen nếu đỉnh mômen (đỉnh dòng điện) không thể giảm nữa với bảng thứ nhất (Ta1).

Bảng thứ hai (Ta2) được minh họa trên Fig.12 được tạo bằng bước 2 đến 4 từ bước 1 đến 5 ở trên và bước 6 dưới đây nữa.

(Bước 6): Dựa vào kết quả của bước 2 đến 4 ở trên mà độ lớn của các sóng hài sẽ được tối ưu hóa để cho đỉnh mômen được cực tiểu hóa tương ứng với lượng điều khiển mômen mà nó là thành phần triệt tiêu rung động (nghĩa là, thành phần tần số cơ bản của mômen cần).

Trong bảng thứ nhất (Ta2) được minh họa trên Fig.12 thì đường trục nằm ngang là lượng điều khiển mômen và đường trục thẳng đứng là lượng xếp chồng (A_n) của các sóng hài lên thành phần tần số cơ bản của mômen cần. Lượng xếp chồng của mỗi thành phần thứ hai đến thành phần thứ năm có tần số cơ bản của mômen cần so với lượng điều khiển mômen được minh họa. Trong bảng thứ hai (Ta2), lượng xếp chồng (A_n) của mỗi sóng hài khi lượng điều khiển mômen giảm từ từ từ "100%" sẽ được tính.

Ví dụ về xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ hai

Bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) trong bộ điều khiển mômen (50) ứng dụng lượng điều khiển mômen đầu vào vào bảng thứ hai (Ta2) ở trên để xác định lượng xếp chồng (A_n) của các sóng hài (thành phần thứ hai, thành phần thứ ba và thành phần tương tự) sẽ được xếp chồng lên lượng điều khiển mômen (thành phần triệt tiêu rung động, nghĩa là, thành phần tần số cơ bản của mômen cần). Bộ chọn và xếp chồng sóng hài (56c) xếp chồng các sóng hài để giảm từ từ đỉnh mômen bằng cách giảm thành phần triệt tiêu rung động mà nó là lượng điều khiển mômen.

Ví dụ, trong trường hợp trong đó lượng điều khiển mômen bằng 100%, dựa vào bảng thứ hai (Ta2), thì lượng xếp chồng (A_n) của thành phần thứ hai đến thứ năm được xác định là "0,17", "0,13", "0,08" và "0,00" một cách tương ứng. Vì vậy, như được minh họa trong "(a) lượng điều khiển mômen 100%" trên Fig.13, thì đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) thấp hơn đỉnh của

dạng sóng của sóng cơ bản như trên Fig.11(c). Trong trường hợp trong đó lượng điều khiển mômen bằng 85%, như được minh họa trong "(b) lượng điều khiển mômen 85%" trên Fig.13, thì dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) được đồng bộ hóa với dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần nhưng nói chung thấp hơn dạng sóng đầu ra được minh họa trên Fig.13(a) và đỉnh thậm chí thấp hơn. Trong trường hợp trong đó lượng điều khiển mômen bằng 70%, như được minh họa trong "(c) lượng điều khiển mômen 70%" trên Fig.13, thì dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) nói chung thấp hơn dạng sóng đầu ra được minh họa trên Fig.13(b) và đỉnh thậm chí thấp hơn.

Theo cách ở trên, khi lượng điều khiển mômen giảm, thì trị số đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) cũng giảm. Vì vậy, theo xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50) bằng cách sử dụng bảng thứ hai (Ta2) thì mặc dù khó giảm rung động của máy nén nhưng độ lệch giữa đỉnh của dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần và đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) sẽ là phần tử làm giảm đỉnh dòng điện.

Lưu ý là bảng thứ hai (Ta2) được tạo bằng phương pháp không bao gồm bước 1 ở trên. Vì vậy, theo xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ hai (Ta2) thì điều khiển mômen (nghĩa là, thành phần triệt tiêu rung động) được biểu diễn bằng độ lớn A^* của thành phần tần số cơ bản của mômen cần là trị số biến đổi và đỉnh dòng điện có thể giảm.

Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen

Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (60) tương ứng với điều khiển thứ nhất ở trên và phần điều khiển thứ hai ở trên và được thực hiện trong bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) và bộ nhân (65). Fig.14 minh họa dòng xử lý để chọn sóng hài là phần xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (60).

Như được minh họa trên Fig.14, bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) so sánh lượng điều khiển mômen đầu vào với một lượng định trước (A_1^*) (bước S21). Lưu ý là lượng định trước (A_1^*) là độ lớn của thành phần tần số cơ bản của mômen

cản.

Nếu lượng điều khiển mômen lớn hơn lượng định trước (A_1^*) (Yes trong bước S21) thì phần điều khiển thứ nhất ở trên được thực hiện. Trong trường hợp này, bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) xác định là rung động của máy nén giảm đủ lớn với lượng điều khiển mômen dòng điện và xác định là sóng hài được dùng để giảm rung động của máy nén và đỉnh dòng điện sẽ không được chọn (bước S22). Trong trường hợp này, bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) xuất sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện và bộ nhân (65) nhân trị số lệnh mômen (T^*) mà nó là đầu ra của bộ xếp chồng điều khiển mômen (46), với sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện (ứng dụng sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện vào trị số lệnh mômen (T^*)).

Nếu lượng điều khiển mômen nhỏ hơn hoặc bằng lượng định trước (A_1^*) (No trong bước S21) thì điều khiển thứ hai được thực hiện. Cụ thể là, bằng cách sử dụng bảng thứ ba (Ta3) được minh họa trên Fig.15, bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) chọn kiểu sóng hài có tần số nguồn điện tương ứng với lượng giảm đỉnh (Z) từ bộ giới hạn (64b) được minh họa trên Fig.6 và xuất sóng hài (bước S23). Trong trường hợp này, bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) xuất thành phần sóng hài được chọn có tần số nguồn điện và bộ nhân (65) nhân trị số lệnh mômen (T^*) mà nó là đầu ra của bộ xếp chồng điều khiển mômen (46), với thành phần sóng hài ở trên có tần số nguồn điện (nghĩa là, thành phần bằng hai lần hoặc nhiều hơn tần số nguồn điện) (ứng dụng thành phần sóng hài có tần số nguồn điện vào trị số lệnh mômen (T^*)).

Fig.15 là ví dụ về bảng thứ ba (Ta3) trong trường hợp trong đó hệ số K liên quan đến bộ tạo hệ số thứ hai (62) là "1", trong đó đường trục nằm ngang là lượng giảm đỉnh (Z) và đường trục thẳng đứng là lượng xếp chồng (A_n) của các sóng hài lên thành phần tần số cơ bản của mômen cản. Lượng xếp chồng (A_n) của mỗi thành phần thứ hai đến thành phần thứ năm có tần số bằng hai lần tần số nguồn điện so với lượng giảm đỉnh (Z) được minh họa. "Thành phần thứ hai" trên Fig.15 tương ứng với thành phần thứ hai của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, nghĩa

là, sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện. Thành phần thứ ba tương ứng với thành phần thứ ba của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, nghĩa là, sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện. Fig.15 thu được bằng cách thay thế các thành phần sóng hài có tần số cơ bản của mômen cản trong bảng thứ nhất (Ta1) trên Fig.9 với các thành phần sóng hài có tần số bằng hai lần tần số nguồn điện và bảng thứ ba (Ta3) trong trường hợp trong đó hệ số K là "1" gần giống bảng thứ nhất (Ta1) trên Fig.9 trong trường hợp trong đó lượng điều khiển mômen bằng 100%.

Bảng thứ ba (Ta3) được tạo bằng bước 1 đến 5 như theo phương pháp tạo bảng thứ nhất (Ta1). Trong trường hợp này, trong bước 4, thì pha trong khoảng có thể giảm đỉnh dòng điện được chọn làm pha của sóng hài là sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện. Cụ thể là, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° , thì pha mà với pha này dạng sóng của thành phần thứ hai của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện (nghĩa là, sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện) sẽ là trị số dương từ trị số âm được xác định để thuộc, như trên Fig.10, khoảng từ 0 đến 180° trong pha của sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện thì tốt hơn là khoảng định trước A "lớn hơn hoặc bằng $45^\circ + 180m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $135^\circ + 180m^\circ$ ". Trị số này được biểu diễn dưới dạng "lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ " trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện. Pha mà với pha này dạng sóng của thành phần thứ ba của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện (nghĩa là, sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện) sẽ là trị số dương từ trị số âm được xác định để thuộc, như trên Fig.10, khoảng định trước B "lớn hơn hoặc bằng $-45^\circ + 180m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $45^\circ + 180m^\circ$ " trong pha của sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện. Trị số này được biểu diễn dưới dạng "lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ + 60m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ + 60m^\circ$ " trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện.

Cũng trong bảng thứ ba (Ta3), khi lượng giảm đỉnh (Z) đạt tới giới hạn trên trong bảng thứ ba (Ta3), thì trị số đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều biến lệnh mômen (60) giảm. Vì vậy, theo xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện

bằng bộ điều biến lệnh mômen (60) sử dụng bảng thứ ba (Ta3), thì độ lệch giữa đỉnh của dạng sóng đầu ra của bộ điều biến lệnh mômen (60) và đỉnh của thành phần tần số cơ bản của mômen cần là phần tử triệt tiêu rung động của máy nén và làm giảm đỉnh dòng điện.

Các vận hành của bộ điều khiển

Dòng vận hành của bộ điều khiển bao gồm xử lý chọn và xếp chồng sóng hài

Trên Fig.16, dòng vận hành của bộ điều khiển mômen (50), bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) và bộ điều biến lệnh mômen (60) trong bộ điều khiển (40) sẽ được mô tả.

Fig.16 minh họa trường hợp trong đó bộ điều biến lệnh mômen (60) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài và sau đó bộ điều khiển mômen (50) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài. Trên Fig.16, dạng sóng đầu ra của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) trong bộ điều biến lệnh mômen (60) được biểu diễn dưới dạng $g(t)$ và dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50) (nghĩa là, dạng sóng của trị số lệnh) được biểu diễn dưới dạng $f(t)$.

Dạng sóng đầu ra ($f(t)$, $g(t)$) thu được khi không một trong hai bộ điều khiển mômen (50) và bộ điều biến lệnh mômen (60) nào thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được minh họa trên đồ thị bên trái trên Fig.16(a). Ở trạng thái này, bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) xếp chồng lệnh mômen trung bình (T_{ave}^*) lên dạng sóng đầu ra ($f(t)$) của bộ điều khiển mômen (50) được minh họa bằng đường đứt đoạn trên đồ thị bên trái ($T_{ave}^* \times f(t)$) và bộ điều biến lệnh mômen (60) xếp chồng dạng sóng đầu ra ($g(t)$) được minh họa bằng đường liền trên đồ thị bên trái lên lệnh mômen ($T^* = T_{ave}^* \times f(t)$) mà nó là đầu ra của bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) và xuất nó ($T_{ave}^* \times f(t) \times g(t)$). Đồ thị bên phải minh họa dạng sóng của bộ điều biến lệnh mômen (60) ($T_{ave}^* \times f(t) \times g(t)$) thu được khi lượng điều khiển mômen bằng 100%.

Đồ thị bên trái trên Fig.16(b) minh họa dạng sóng ($f(t)$, $g(t)$) thu được khi chỉ bộ điều biến lệnh mômen (60) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài. Trong trường hợp này, mặc dù dạng sóng đầu ra ($f(t)$) của bộ điều khiển mômen

(50) giống hệt với dạng sóng đầu ra trên Fig.16(a) nhưng dạng sóng đầu ra $g(t)$ của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) trong bộ điều biến lệnh mômen (60) vẫn là dạng sóng trong đó đỉnh thấp hơn đỉnh trên Fig.16(a). Ở trạng thái này, dạng sóng đầu ra xuất ra từ bộ điều biến lệnh mômen (60) ($Tave^* \times f(t) \times g(t)$) thay đổi từ Fig.16(a) như được minh họa trên đồ thị bên phải.

Đồ thị bên trái trên Fig.16(c) minh họa dạng sóng đầu ra ($f(t)$, $g(t)$) thu được khi bộ điều khiển mômen (50) còn thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài từ trạng thái trên Fig.16(b). Trong trường hợp này, đỉnh trong dạng sóng đầu ra ($f(t)$) của bộ điều khiển mômen (50) thấp hơn đỉnh trên Fig.16(b). Tuy nhiên, dạng sóng $g(t)$ của bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) trong bộ điều biến lệnh mômen (60) lại giống hệt với dạng sóng trên Fig.16(b). Ở trạng thái này, dạng sóng đầu ra xuất ra từ bộ điều biến lệnh mômen (60) ($Tave^* \times f(t) \times g(t)$) còn thay đổi từ Fig.16(b) như được minh họa trên đồ thị bên phải.

Mặc dù lượng điều khiển mômen vẫn là 100% trên Fig.16(a) đến (c) nhưng mômen trung bình ($Tave$) vẫn tăng như "1,00", "1,17" và "1,37".

So sánh giữa điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan và điều khiển mômen theo phương án thứ nhất

Fig.17 minh họa so sánh giữa điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan và điều khiển mômen theo phương án thứ nhất trong đó đường trục nằm ngang là trị số trung bình của mômen cản và đường trục thẳng đứng là thành phần tần số cơ bản mômen cản nằm trong động cơ (5) so với trị số trung bình của mômen cản (mômen trung bình).

Như được minh họa bằng đường đứt đoạn trên Fig.17, trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan, nếu thành phần tần số cơ bản của mômen cản (nghĩa là, lượng điều khiển mômen) nằm trong mômen đầu ra (mômen động cơ) nhỏ hơn trị số định trước (A_1^*) thì lượng điều khiển mômen sẽ giảm tương ứng với sự giảm trị số trung bình của mômen đầu ra (cụ thể là, mômen trung bình) và bằng cách này mà đỉnh dòng điện giảm

Ngược lại, trong điều khiển mômen theo phương án thứ nhất, như được

minh họa bằng đường liền, nếu thành phần tần số cơ bản của mômen cản (nghĩa là, lượng điều khiển mômen) nằm trong mômen đầu ra (mômen động cơ) nhỏ hơn trị số định trước (A_1^*), tương ứng với sự giảm trị số trung bình của mômen đầu ra (cụ thể là, mômen trung bình), thì bộ điều biến lệnh mômen (60) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ ba (Ta3), bộ điều khiển mômen (50) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ nhất (Ta1) và bộ điều khiển mômen (50) thực hiện xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ hai (Ta2) liên tục theo thứ tự này.

Theo phương án thứ nhất như ở trên, khi trị số trung bình của mômen đầu ra (cụ thể là, mômen trung bình) tăng, khi xử lý chọn và xếp chồng sóng hài bằng cách sử dụng bảng thứ nhất và thứ ba (Ta1, Ta3) được thực hiện thì tỷ lệ của thành phần tần số cơ bản của mômen cản nằm trong mômen đầu ra vẫn gần như không đổi.

Nghĩa là, phần đường xiên giữa đường đứt đoạn minh họa điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan và đường liền minh họa điều khiển mômen theo phương án thứ nhất trên Fig.17 có thể là phần trong đó lượng triệt tiêu rung động của máy nén tăng theo phương án thứ nhất so với điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan.

Lưu ý là đường liền minh họa điều khiển mômen theo phương án thứ nhất bao gồm điểm uốn ở đó bảng được sử dụng thay đổi từ bảng thứ nhất (Ta1) sang bảng thứ hai (Ta2). Điểm uốn này tương ứng với giới hạn trên của lượng giảm đỉnh (Y) trong bảng thứ nhất (Ta1) được minh họa trên Fig.9.

Fig.18 minh họa kết quả phân tích tần số (phân tích FFT) được thực hiện trên mỗi dạng sóng của mômen đầu ra trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan và dạng sóng của mômen đầu ra theo phương án thứ nhất. Lưu ý là theo phân tích tần số này thì đỉnh của mômen đầu ra trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan bằng đỉnh của mômen đầu ra theo phương án thứ nhất và mômen trung bình nằm trong vùng được minh họa trên Fig.17 trong đó bảng thứ nhất (Ta1) được sử dụng.

Theo kết quả phân tích tần số liên quan đến điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan thì quang phổ biểu diễn thành phần tần số cơ bản của mômen cần "30 Hz" mà nó là thành phần cần thiết để triệt tiêu rung động, quang phổ biểu diễn thành phần tần số gợn sóng "100 Hz" của điện áp liên kết DC (Vdc) và các quang phổ biểu diễn các thành phần tần số "130 Hz" và "70 Hz" thu được bằng cách cộng và trừ thành phần tần số cơ bản của mômen cần "30 Hz" vào và ra khỏi tần số gợn sóng "100 Hz" của điện áp liên kết DC (Vdc) xuất hiện.

Ngược lại, theo kết quả phân tích tần số liên quan đến phương án thứ nhất, các quang phổ biểu diễn các thành phần tần số có tần số là một bội nguyên của tần số cơ bản của mômen cần là các thành phần cần để triệt tiêu rung động, các quang phổ biểu diễn các thành phần có tần số là một bội nguyên của tần số gợn sóng của điện áp liên kết DC (Vdc) (tương ứng với các thành phần có tần số là bội $2n$ (n : số nguyên) của tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6)) và các quang phổ biểu diễn các thành phần tần số thu được bằng cách cộng và trừ tần số là một bội nguyên của tần số cơ bản của mômen cần vào và ra khỏi bội nguyên của tần số gợn sóng của điện áp liên kết DC (Vdc) xuất hiện. Nghĩa là, số lượng quang phổ lớn hơn số lượng trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan.

Tập trung vào thành phần tần số cơ bản của mômen cần "30Hz", thành phần triệt tiêu rung động (đường trục thẳng đứng trên Fig.18) tăng theo phương án thứ nhất so với phương án theo kỹ thuật có liên quan. Điều này minh họa là xử lý chọn và xếp chồng sóng hài theo phương án thứ nhất góp phần giảm rung động của máy nén so với xử lý chọn và xếp chồng sóng hài trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan. Vì vậy, mômen động cơ được điều khiển để bao gồm các thành phần tần số thu được bằng cách cộng và trừ tần số là một bội nguyên của tần số cơ bản của mômen cần vào và ra khỏi bội nguyên của tần số gợn sóng của điện áp liên kết DC (Vdc) và bằng cách này mà thành phần triệt tiêu rung động có thể tăng.

Hiệu quả

Trong thiết bị biến đổi điện trực tiếp (10) theo phương án thứ nhất, để triệt

tiêu rung động thì điều khiển mômen để thay đổi mômen đầu ra của động cơ (5) được thực hiện. Cụ thể là, trong điều khiển mômen này, điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai được thực hiện (xử lý chọn và xếp chồng sóng hài). Trong điều khiển thứ nhất, mômen đầu ra có dạng sóng bao gồm ít nhất một trong hai sóng hài bậc bốn và sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) sẽ được tạo ra. Trong điều khiển thứ hai, mômen đầu ra có dạng sóng bao gồm ít nhất một trong hai sóng hài bậc hai và sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cần của động cơ (5) và sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) sẽ được tạo ra. Vì vậy, mômen xuất có thể có các thành phần tần số góp phần làm giảm rung động của máy nén với một lượng tăng so với lượng trong điều khiển mômen theo kỹ thuật có liên quan. Điều này làm giảm rung động của máy nén.

Theo kết quả phân tích tần số của mômen đầu ra tạo nhờ xử lý chọn và xếp chồng sóng hài (điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai), như được minh họa trên Fig.18, các quang phổ biểu diễn các thành phần tần số thu được bằng cách cộng và trừ $2n$ tần số có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) vào và ra khỏi tần số là một bội nguyên của tần số cơ bản của mômen cần sẽ xuất hiện. Theo Fig.18, bằng cách điều khiển mômen để bao gồm các thành phần tần số ở trên, thì thành phần triệt tiêu rung động của thành phần tần số cơ bản của mômen cần "30Hz" tăng so với thành phần triệt tiêu rung động theo kỹ thuật có liên quan và rung động của máy nén bị triệt tiêu tin cậy hơn.

Trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện (nghĩa là, thành phần thứ hai của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện) trong điều khiển thứ nhất, theo bảng thứ ba (Ta3), thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện. Điều này có thể còn làm giảm đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) ngoài sự giảm rung động của máy nén.

Trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện (nghĩa là, thành phần thứ ba của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện) trong điều khiển thứ nhất, theo bảng thứ ba (Ta3), thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^{\circ}+60m^{\circ}$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^{\circ}+60m^{\circ}$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện. Điều này có thể còn làm giảm đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) ngoài sự giảm rung động của máy nén.

Trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc hai có tần số cơ bản của mômen cản trong điều khiển thứ hai, theo bảng thứ nhất (Ta1) và bảng thứ hai (Ta2), thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số cơ bản trở thành trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^{\circ}+90m^{\circ}$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^{\circ}+90m^{\circ}$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cản. Điều này có thể còn làm giảm đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) ngoài sự giảm rung động của máy nén.

Trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cản trong điều khiển thứ hai, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc ba có tần số cơ bản trở thành trị số dương từ trị số âm nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^{\circ}+60m^{\circ}$ (m : số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^{\circ}+60m^{\circ}$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cản. Điều này có thể còn làm giảm đỉnh của dòng điện đi trong động cơ (5) ngoài sự giảm rung động của máy nén.

Như được minh họa trên Fig.18, khi trị số trung bình của mômen đầu ra tăng nhờ xử lý chọn và xếp chồng sóng hài (điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai) được mô tả ở trên thì tỷ lệ của thành phần tần số cơ bản của mômen cản nằm trong mômen đầu ra trên trị số trung bình của mômen đầu ra gần như không đổi. Do thành phần tần số cơ bản của mômen cản tương đương với thành phần triệt tiêu rung động nên thành phần triệt tiêu rung động có thể tăng nhờ xử lý chọn và xếp chồng sóng hài theo phương án thứ nhất. Vì vậy, rung động của máy nén được

triệt tiêu có hiệu quả.

Ngoài ra, như được minh họa trên Fig.1, thiết bị biến đổi điện (10) bao gồm bộ liên kết DC (12) trong đó điện áp liên kết DC (V_{dc}) có gợn sóng. Nhờ điều khiển mômen được thực hiện bằng thiết bị biến đổi điện (10) mà xử lý chọn và xếp chồng sóng hài (điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai) được mô tả ở trên được thực hiện. Vì vậy, rung động của máy nén mà nguồn dẫn động của nó là động cơ (5) nối với thiết bị biến đổi điện (10) có thể được triệt tiêu một cách tin cậy.

Phương án thứ hai

Phương án thứ nhất đã mô tả phương pháp giảm rung động của máy nén và đỉnh dòng điện bằng cách xử lý chọn và xếp chồng sóng hài để chủ động xếp chồng sóng hài. Phương án thứ hai sẽ mô tả trường hợp trong đó xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50) và xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều biến lệnh mômen (60) được mô tả theo phương án thứ nhất được thực hiện dưới dạng kết quả và đồng thời bằng cách chủ động điều khiển đỉnh mômen không đổi.

Thiết bị biến đổi điện (10) theo phương án thứ hai có cấu hình gần giống cấu hình trên Fig.1 nhưng phần cấu hình trong của bộ điều khiển (40) khác với cấu hình trong theo phương án thứ nhất.

Cấu hình của bộ điều khiển

Fig.19 minh họa các chi tiết của bộ điều khiển (40) theo phương án thứ hai. Bộ điều khiển (40) theo phương án thứ hai còn bao gồm bộ giới hạn (70) ngoài cấu hình của bộ điều khiển (40) theo phương án thứ nhất được mô tả dựa vào Fig.2. Trên Fig.19, cấu hình giống cấu hình của bộ điều khiển (40) theo phương án thứ nhất được ký hiệu bằng số chỉ dẫn tương tự.

Bộ điều khiển mômen

Mặc dù được minh họa nhưng bộ điều khiển mômen (50) theo phương án thứ hai không bao gồm bộ xếp chồng bội nguyên sóng cơ bản mômen cản (56) trên Fig.3. Do đó, dạng sóng được tạo dựa vào lượng điều khiển mômen được tính

bằng bộ điều chỉnh lượng điều khiển mômen (55) được nhập vào bộ xếp chồng điều khiển mômen (46) dưới dạng đầu ra của bộ điều khiển mômen (50).

Bộ điều biến lệnh mômen

Mặc dù không được minh họa nhưng bộ điều biến lệnh mômen (60) theo phương án thứ hai không bao gồm bộ giữ đỉnh (63) và bộ chọn bội $2n$ tần số nguồn điện (64) trên Fig.5. Do đó, khi bộ tạo hệ số (61, 62) tính bội số K của bình phương của sóng sin $\sin\theta_{in}$ từ pha (θ_{in}) của điện áp nguồn điện thì bộ nhân (65) nhân kết quả tính với trị số lệnh mômen (T^*) và kết quả nhân này được xuất cho bộ giới hạn (70) dưới dạng đầu ra của bộ điều biến lệnh mômen (60).

Bộ giới hạn

Dựa vào kết quả nhân ở trên xuất ra từ bộ điều biến lệnh mômen (60) mà bộ giới hạn (70) thực hiện xử lý để xén đỉnh mômen trong mỗi vòng quay của động cơ (5) gần như không đổi. Nhờ xử lý này, như theo phương án thứ nhất, dạng sóng của mômen đầu ra bao gồm thành phần tần số cơ bản của mômen cản và ít nhất một trong hai sóng hài bậc bốn và sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện và bao gồm ít nhất một trong hai sóng hài bậc hai và sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cản của động cơ (5) và sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6).

Như được minh họa trên Fig.19, bộ điều khiển (40) thực hiện điều khiển hồi tiếp từ phía đầu vào của bộ điều khiển mômen (50) đến phía đầu vào của bộ điều khiển tốc độ (45) bằng cách sử dụng góc cơ học thực tế của động cơ (θ_m), tốc độ quay thực tế (ω_m) của động cơ và loại tương tự. Vì vậy, kết quả xử lý xén được thực hiện bằng bộ giới hạn (70) được phản ánh trong điều khiển hồi tiếp và điều khiển hồi tiếp này điều chỉnh mômen trung bình và lượng điều khiển mômen. Ngay cả khi xử lý xén được thực hiện thì thành phần tần số cơ bản mômen cản (nghĩa là, thành phần triệt tiêu rung động) nằm trong mômen đầu ra của động cơ (5) vẫn không giảm.

Các vận hành của bộ điều khiển

Như được minh họa trên Fig.20, trong trường hợp trong đó thành phần tần

số cơ bản của mômen cản (nghĩa là, lượng điều khiển mômen) lớn hơn giới hạn dưới (A_1^*) thì bộ điều khiển mômen (50) giảm lượng điều khiển mômen tương ứng với sự tăng trị số trung bình của mômen cản (mômen trung bình) và bằng cách này mà đỉnh dòng điện giảm

Nếu lượng điều khiển mômen sẽ nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn dưới (A_1^*) thì bộ giới hạn (70) thực hiện xử lý xén ở trên. Vì vậy, ở phần trong đó lượng điều khiển mômen nhỏ hơn hoặc bằng giới hạn dưới (A_1^*), khi trị số trung bình của mômen đầu ra (cụ thể là, mômen trung bình) tăng, thì tỷ lệ của thành phần tần số cơ bản của mômen cản nằm trong mômen đầu ra vẫn gần như không đổi từ điểm p1 đến điểm p3 trên đồ thị trên Fig.20.

Như được minh họa trên đồ thị bên trái trên Fig.20(a), dạng sóng đầu ra ($f(t)$) của bộ điều khiển mômen (50) ở điểm p1 và dạng sóng ($g'(t)$) được nhân với lệnh mômen (T^*) trong bộ điều biến lệnh mômen (60) là các sóng sin có các tần số khác nhau nhưng có cùng độ lớn. Trong trường hợp này, như được minh họa trên đồ thị bên phải trên Fig.20(a), thì dạng sóng đầu ra xuất ra từ bộ điều biến lệnh mômen (60) ($Tave^* \times f(t) \times g'(t)$) là dạng sóng trong đó đỉnh bị chặn để thấp hơn hoặc bằng giới hạn trên của mômen bằng bộ giới hạn (70). Lưu ý là trên đồ thị bên phải trên Fig.20(a) thì mômen trung bình ($Tave$) là "1,0" và lượng điều khiển mômen là "100%".

Như được minh họa trên đồ thị bên trái trên Fig.20(b), dạng sóng ($g'(t)$) ở điểm p2 giống hệt với dạng sóng đầu ra ($g'(t)$) ở điểm p1 nhưng dạng sóng ($f(t)$) có độ lớn lớn hơn dạng sóng đầu ra ($f(t)$) ở điểm p1. Như một ví dụ, Fig.20 minh họa trường hợp trong đó, nếu độ lớn của dạng sóng đầu ra ($f(t)$) trên Fig.20(a) được thiết đặt ở 100%, thì độ lớn của dạng sóng đầu ra ($f(t)$) trên Fig.20(b) tăng đến khoảng 119%. Trong trường hợp này, như được minh họa trên đồ thị bên phải trên Fig.20(b), mặc dù dạng sóng đầu ra xuất ra từ bộ điều biến lệnh mômen (60) ($Tave^* \times f(t) \times g'(t)$) thường tăng so với đồ thị bên phải trên Fig.20(a), nhưng đỉnh mômen vẫn không vượt quá giới hạn trên của mômen do xử lý xén trong bộ giới hạn (70). Vì vậy, trong khi lượng điều khiển mômen vẫn là "100%" thì mômen

trung bình (Tave) vẫn tăng đến "1,5".

Hiệu quả

Ngoài hiệu quả giống hiệu quả theo phương án thứ nhất thì phương án thứ hai còn có hiệu quả dưới đây.

Theo phương án thứ hai, bộ giới hạn (70) thực hiện xử lý để xén đỉnh mômen trong mỗi vòng quay của động cơ (5) gần như không đổi. Nhờ xử lý xén này mà xử lý chọn và xếp chồng sóng hài (điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai) được mô tả theo phương án thứ nhất được thực hiện về cơ bản. Vì vậy, mômen đầu ra bao gồm sóng hài góp phần làm giảm rung động của máy nén. Điều này làm giảm rung động của máy nén.

Các phương án khác

Mặc dù phương án thứ nhất và thứ hai ở trên đã minh họa trường hợp trong đó thiết bị biến đổi điện (10) là bộ đảo không tự điện nhưng thiết bị biến đổi điện (10) có thể là bộ biến đổi ma trận.

Mặc dù phương án thứ nhất và thứ hai ở trên đã họa trường hợp trong đó mỗi dòng động cơ (iu, iv, iw), điện áp động cơ (Vu, Vv, Vw) và góc cơ học của động cơ (θ_m) thu được bằng cách tính toán nhưng chúng cũng có thể được phát hiện gián tiếp. Ví dụ, các dòng động cơ (iu, iv, iw) có thể được phát hiện bằng cảm biến dòng điện được gắn vào bộ dây của mỗi pha nối mạch đảo (13) và động cơ (5) và góc cơ học của động cơ (θ_m) có thể được phát hiện bằng bộ mã hóa được gắn vào động cơ (5).

Mặc dù Fig.16 theo phương án thứ nhất minh họa trường hợp trong đó xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều biến lệnh mômen (60) và sau đó bằng bộ điều khiển mômen (50) nhưng xử lý chọn và xếp chồng sóng hài vẫn có thể được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen (50) và sau đó bằng bộ điều biến lệnh mômen (60).

Các phương pháp tạo bảng (Ta1 đến Ta3) được minh họa theo phương án thứ nhất chỉ là các ví dụ. Bảng (Ta1 đến Ta3) này có thể được tạo ra bằng các phương pháp khác nữa.

Mặc dù phương án thứ nhất và thứ hai đã họa trường hợp trong đó cả điều khiển thứ nhất lẫn điều khiển thứ hai đều được thực hiện nhưng một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai cũng có thể được thực hiện.

Các phương án và cải biến đã được mô tả ở trên. Tuy nhiên, sẽ được hiểu là các dạng hoặc chi tiết có thể thay đổi khác nhau mà không trệch khỏi tinh thần và phạm vi của các điểm yêu cầu bảo hộ. Ngoài ra, các phương án và cải biến ở trên còn có thể được kết hợp hoặc thay thế khi cần mà không làm ảnh hưởng đến chức năng được bảo hộ bởi sáng chế.

Khả năng ứng dụng công nghiệp

Như được mô tả ở trên, sáng chế được sử dụng cho thiết bị biến đổi điện.

Danh mục số chỉ dẫn

- 5: động cơ
- 6: nguồn điện AC
- 11: mạch biến đổi
- 12: bộ liên kết DC
- 13: mạch đảo (bộ biến đổi)
- 40: bộ điều khiển

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị biến đổi điện trực tiếp bao gồm:

bộ biến đổi (13) bao gồm nhiều phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz) và biến đổi điện AC được cấp từ nguồn điện AC một pha (6) thành điện AC ba pha ở một tần số định trước và cấp điện AC ba pha này cho động cơ (5) mà mômen cản của nó biến đổi định kỳ; và

bộ điều khiển (40) để điều khiển vận hành chuyển mạch của các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz),

trong đó bộ điều khiển (40) thực hiện ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai,

điều khiển thứ nhất là điều khiển tạo mômen đầu ra của động cơ (5) có dạng sóng bao gồm:

thành phần tần số cơ bản của mômen cản mà tần số cơ bản của nó là tần số tương ứng với chu kỳ biến đổi của mômen cản và

ít nhất một trong hai sóng hài bậc bốn và sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6),

điều khiển thứ hai là điều khiển tạo mômen đầu ra có dạng sóng bao gồm:

ít nhất một trong hai sóng hài bậc hai và sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cản và

sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6).

2. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1, trong đó theo kết quả phân tích tần số của mômen đầu ra tạo bằng ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai thì các quang phổ biểu diễn các thành phần tần số thu được bằng cách cộng và trừ bội $2n$ (n : số nguyên) của tần số nguồn điện của nguồn điện AC (6) vào và ra khỏi tần số là một bội nguyên của tần số cơ bản của mômen cản sẽ xuất hiện.

3. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1 hoặc 2, trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện trong điều khiển

thứ nhất, thì khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc bốn có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện này.

4. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1 hoặc 2, trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện trong điều khiển thứ nhất, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc sáu có tần số nguồn điện sẽ là trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ + 60m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $15^\circ + 60m^\circ$ trong pha của sóng hài bậc hai có tần số nguồn điện.

5. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1 hoặc 2, trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc hai có tần số cơ bản của mômen cần trong điều khiển thứ hai, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc hai có tần số cơ bản trở thành trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $22,5^\circ + 90m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng $67,5^\circ + 90m^\circ$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần.

6. Thiết bị biến đổi điện theo điểm 1 hoặc 2, trong đó trong trường hợp trong đó mômen đầu ra bao gồm sóng hài bậc ba có tần số cơ bản của mômen cần trong điều khiển thứ hai, khi pha mà với pha này dạng sóng của sóng cơ bản của mômen cần nằm trong mômen đầu ra sẽ là trị số dương từ trị số âm bằng 0° trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cần, thì pha mà với pha này dạng sóng của sóng hài bậc ba có tần số cơ bản trở thành trị số dương từ trị số âm sẽ nằm trong khoảng lớn hơn hoặc bằng $-15^\circ + 60m^\circ$ (m: số nguyên) và nhỏ hơn hoặc bằng

$15^\circ + 60m^\circ$ trong pha của thành phần tần số cơ bản của mômen cản.

7. Thiết bị biến đổi điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 6, trong đó khi trị số trung bình của mômen đầu ra tăng thì tỷ lệ của thành phần tần số cơ bản của mômen cản nằm trong mômen đầu ra trên trị số trung bình của mômen đầu ra vẫn gần như không đổi.

8. Thiết bị biến đổi điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 7, trong đó bộ điều khiển (40) thực hiện ít nhất một trong hai điều khiển thứ nhất và điều khiển thứ hai bằng cách xén đỉnh mômen của mỗi vòng quay của động cơ (5) gần như không đổi.

9. Thiết bị biến đổi điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm 1 đến 8, thiết bị này còn bao gồm:

mạch biến đổi (11) để chỉnh lưu điện áp nguồn điện trong điện AC của nguồn điện AC (6); và

bộ liên kết DC (12) bao gồm tụ điện nối song song với đầu ra của mạch biến đổi (11) và xuất điện áp DC có gợn sóng,

trong đó bộ biến đổi (13) là mạch đảo để biến đổi đầu ra của bộ liên kết DC (12) thành điện AC ba pha bằng cách thực hiện vận hành chuyển mạch của các phần tử chuyển mạch (Su, Sv, Sw, Sx, Sy, Sz).

FIG.1

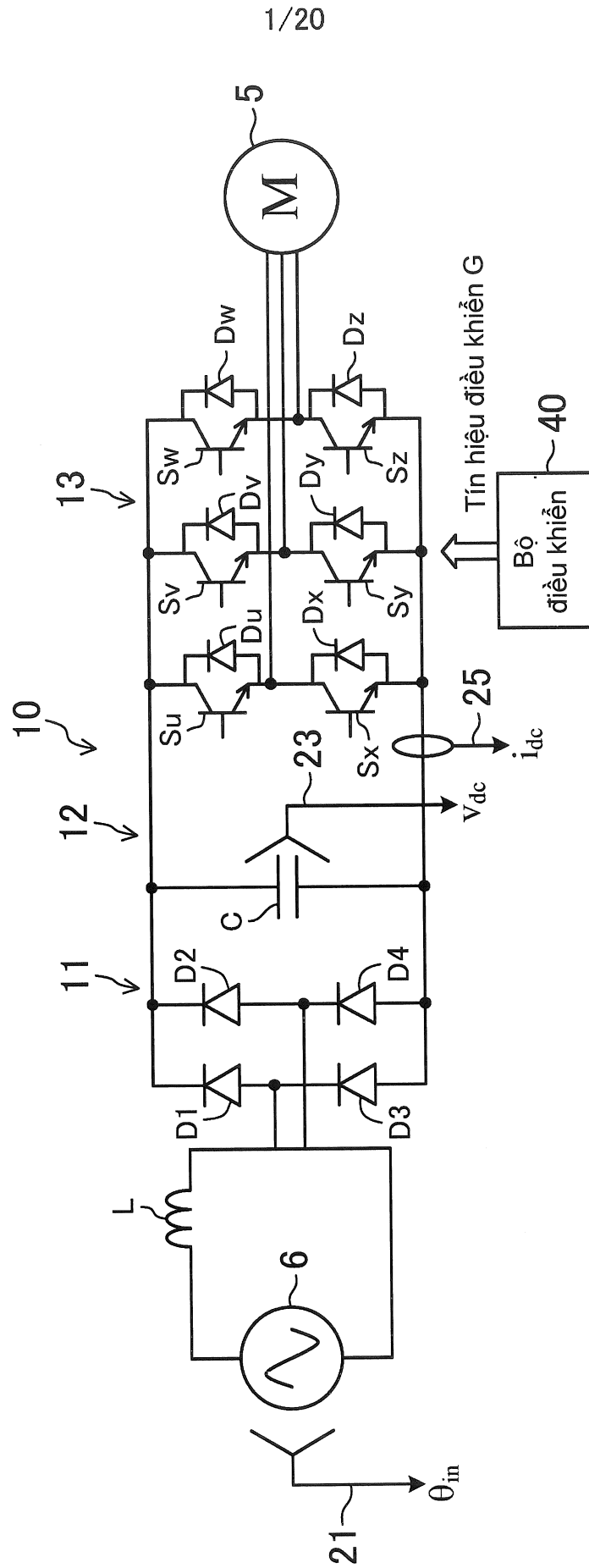
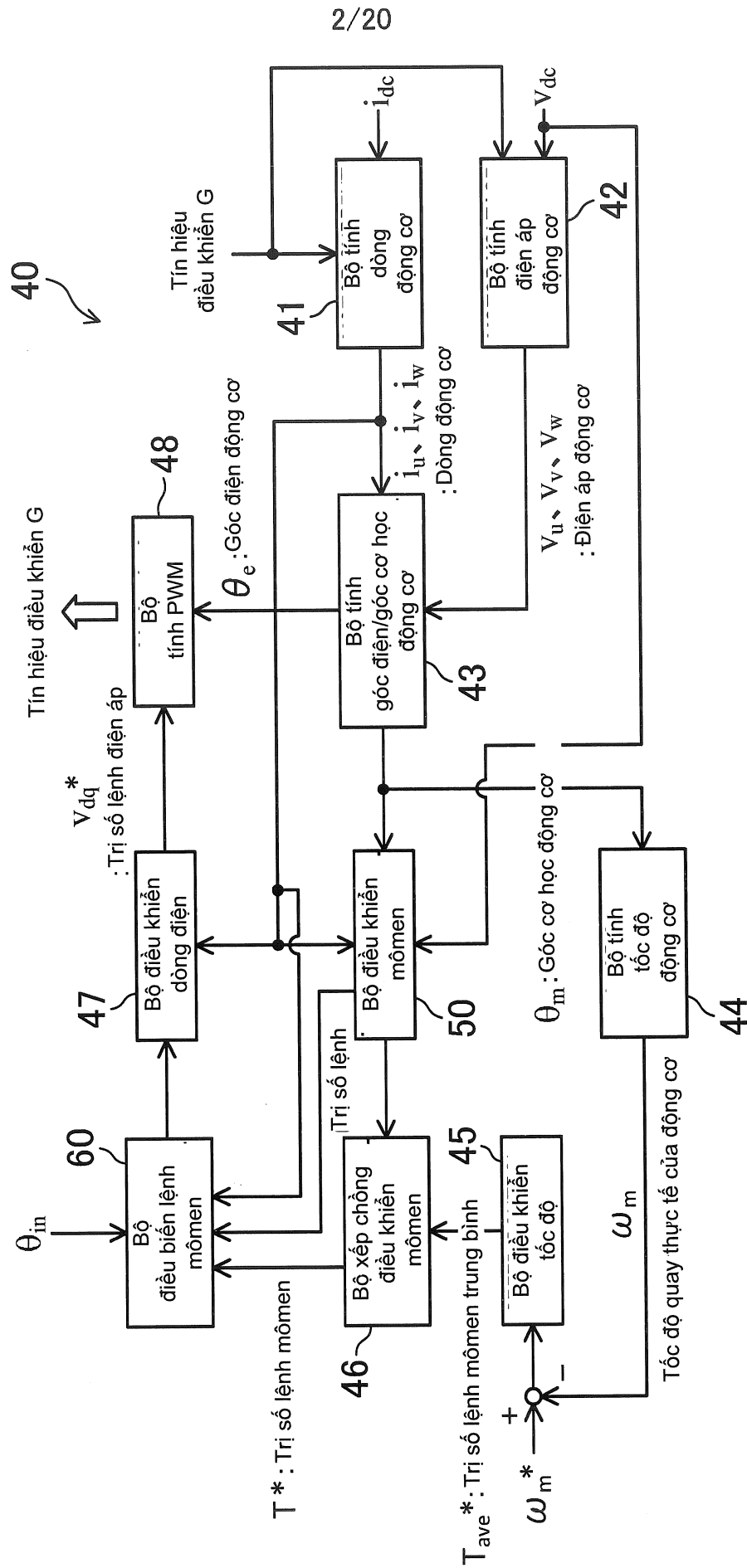
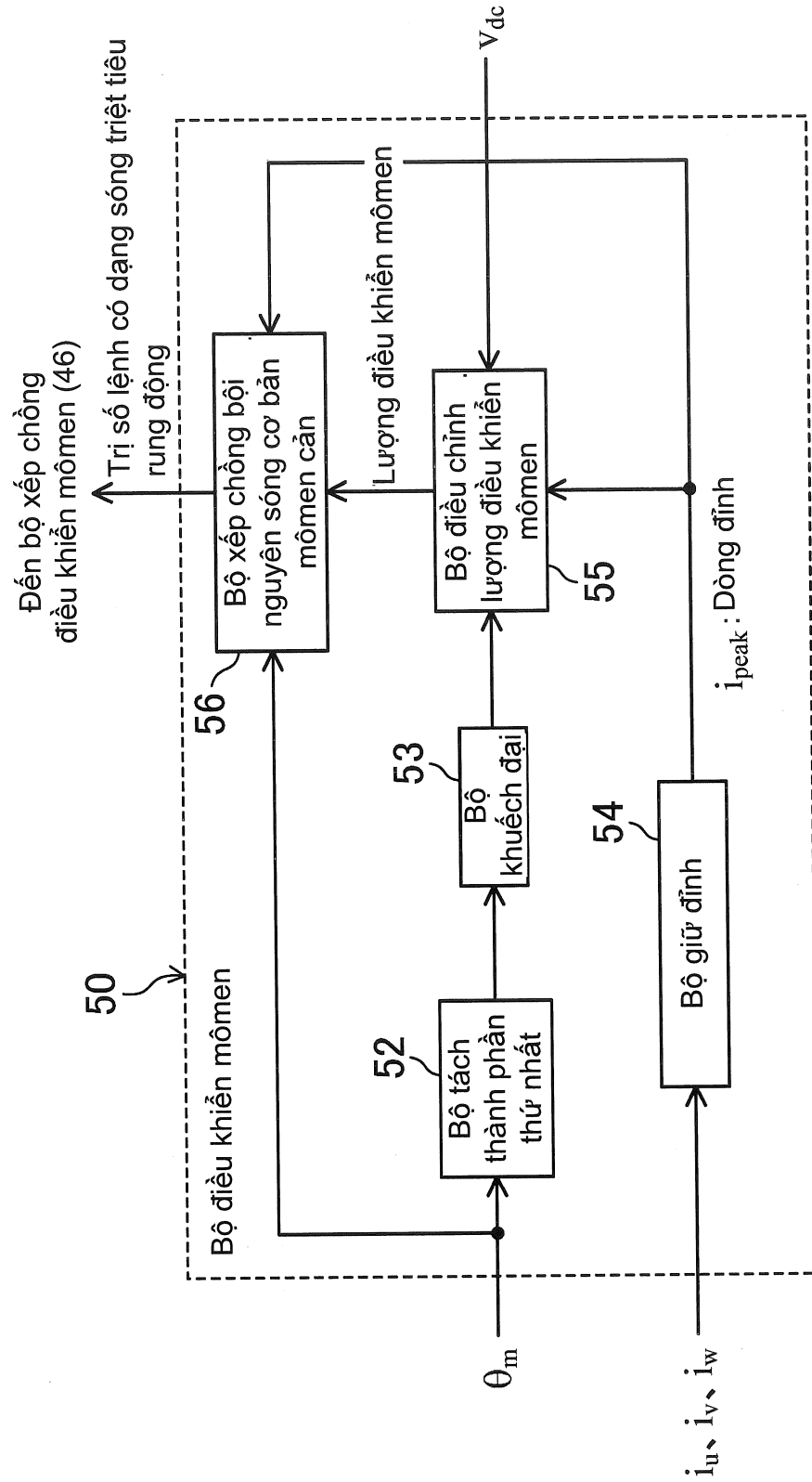


FIG.2



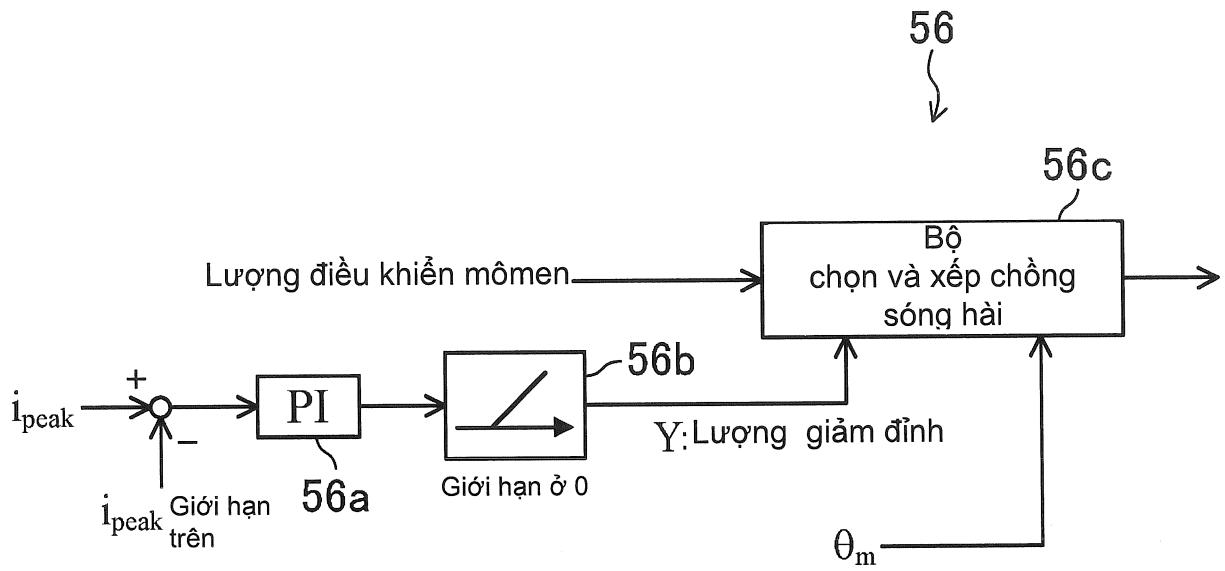
3/20

FIG.3



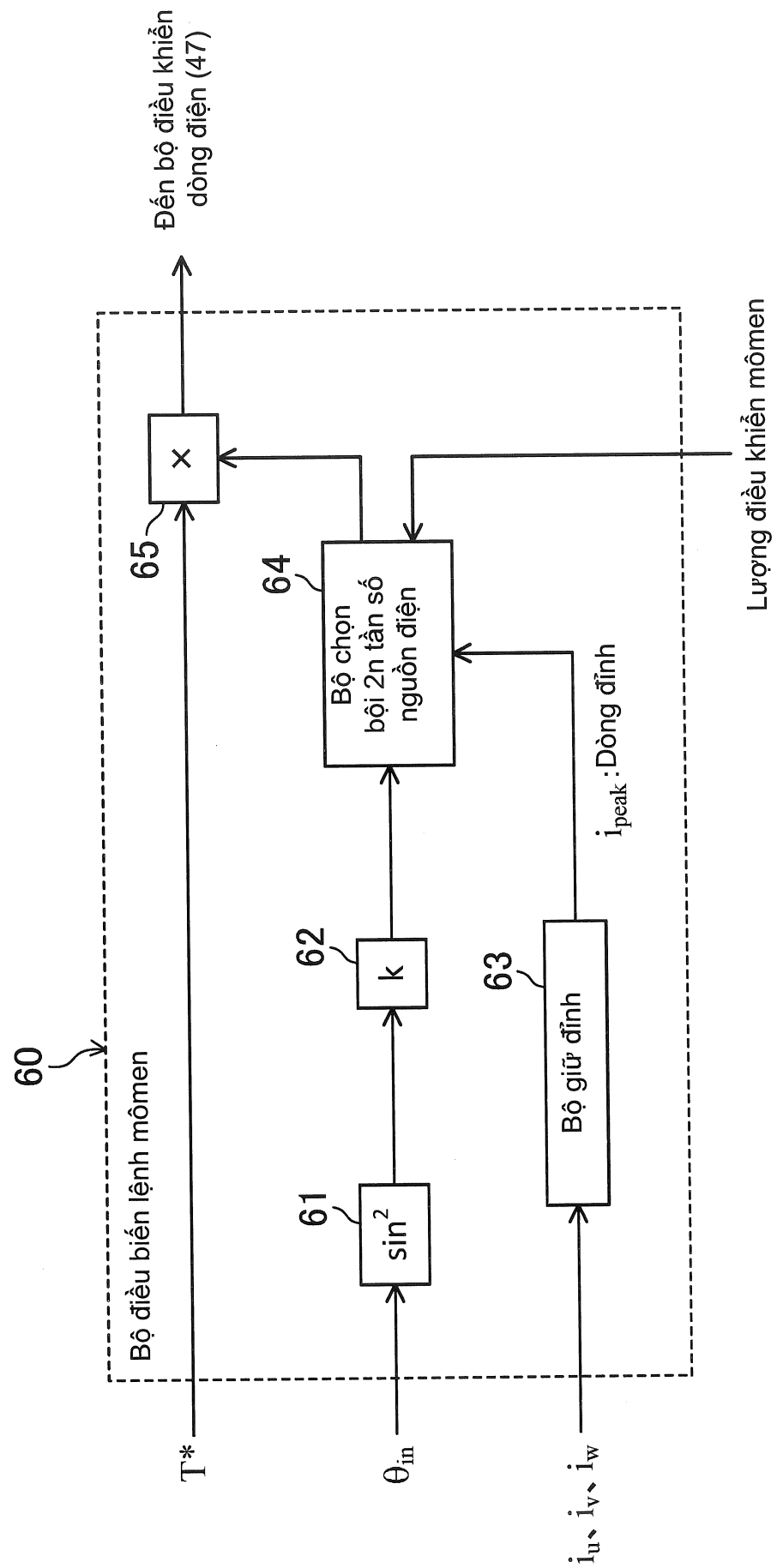
4/20

FIG.4



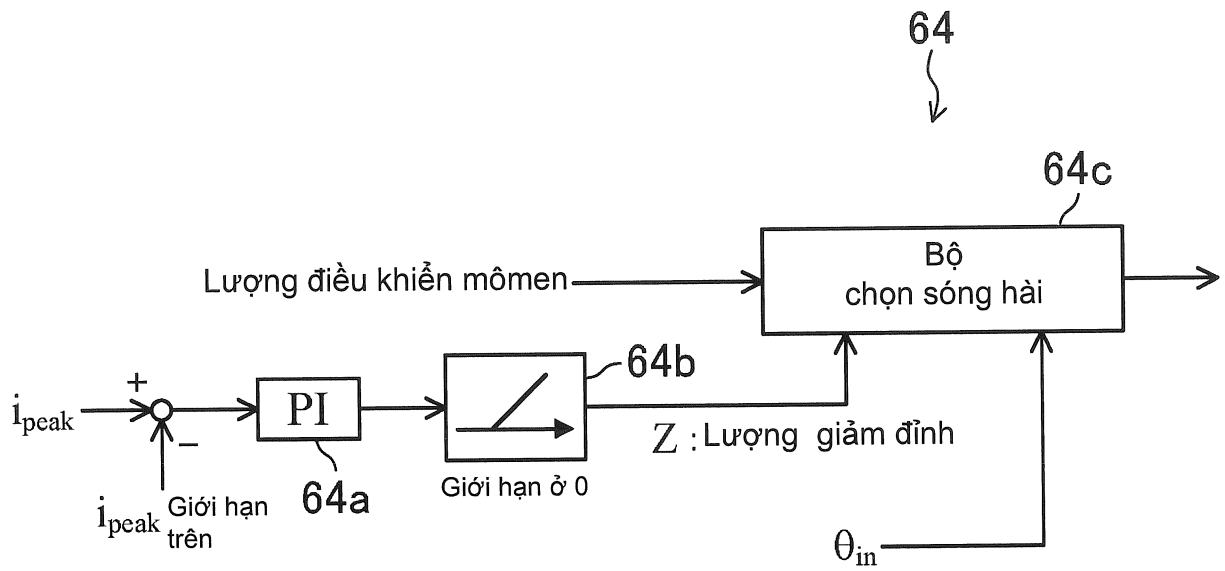
5/20

FIG.5



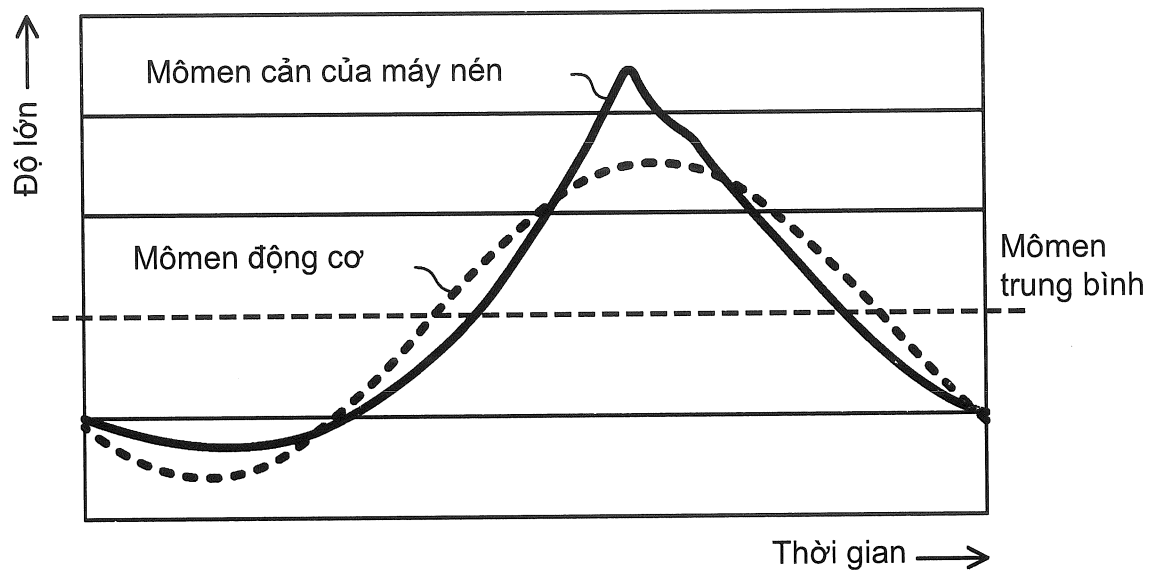
6/20

FIG.6



7/20

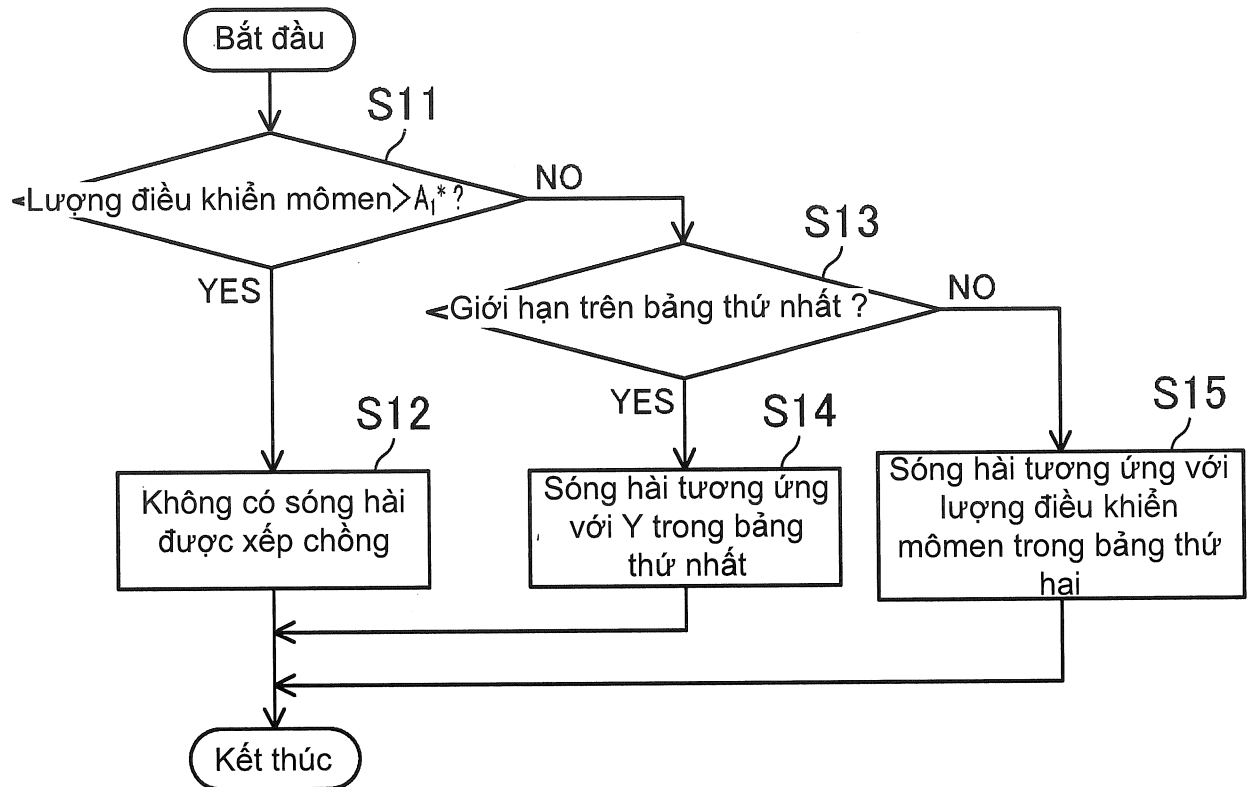
FIG.7



8/20

FIG.8

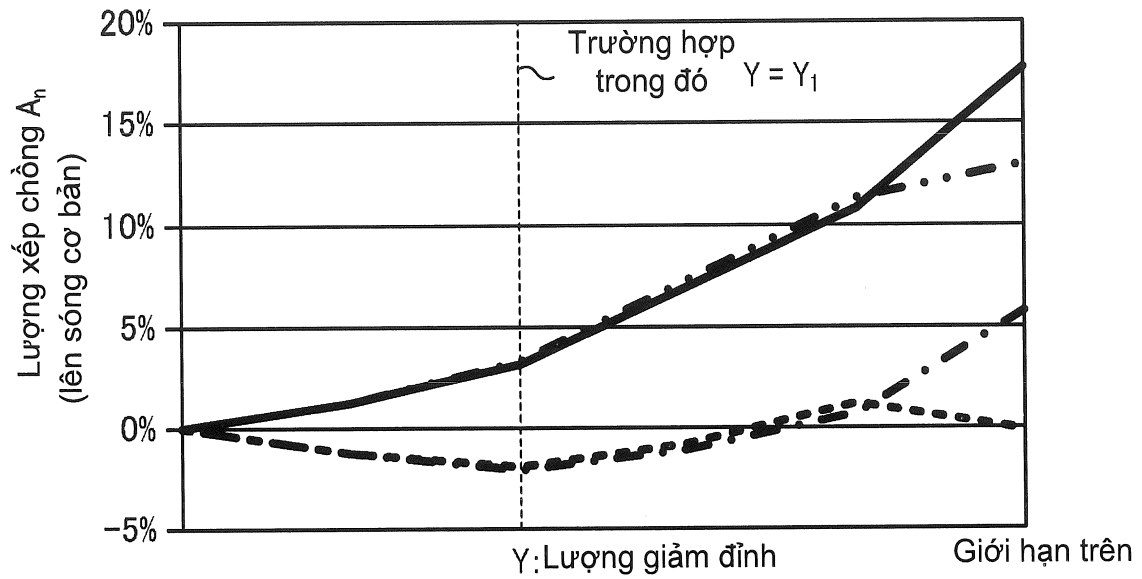
Xử lý chọn và xếp chồng sóng hài được thực hiện bằng bộ điều khiển mômen



9/20

FIG.9

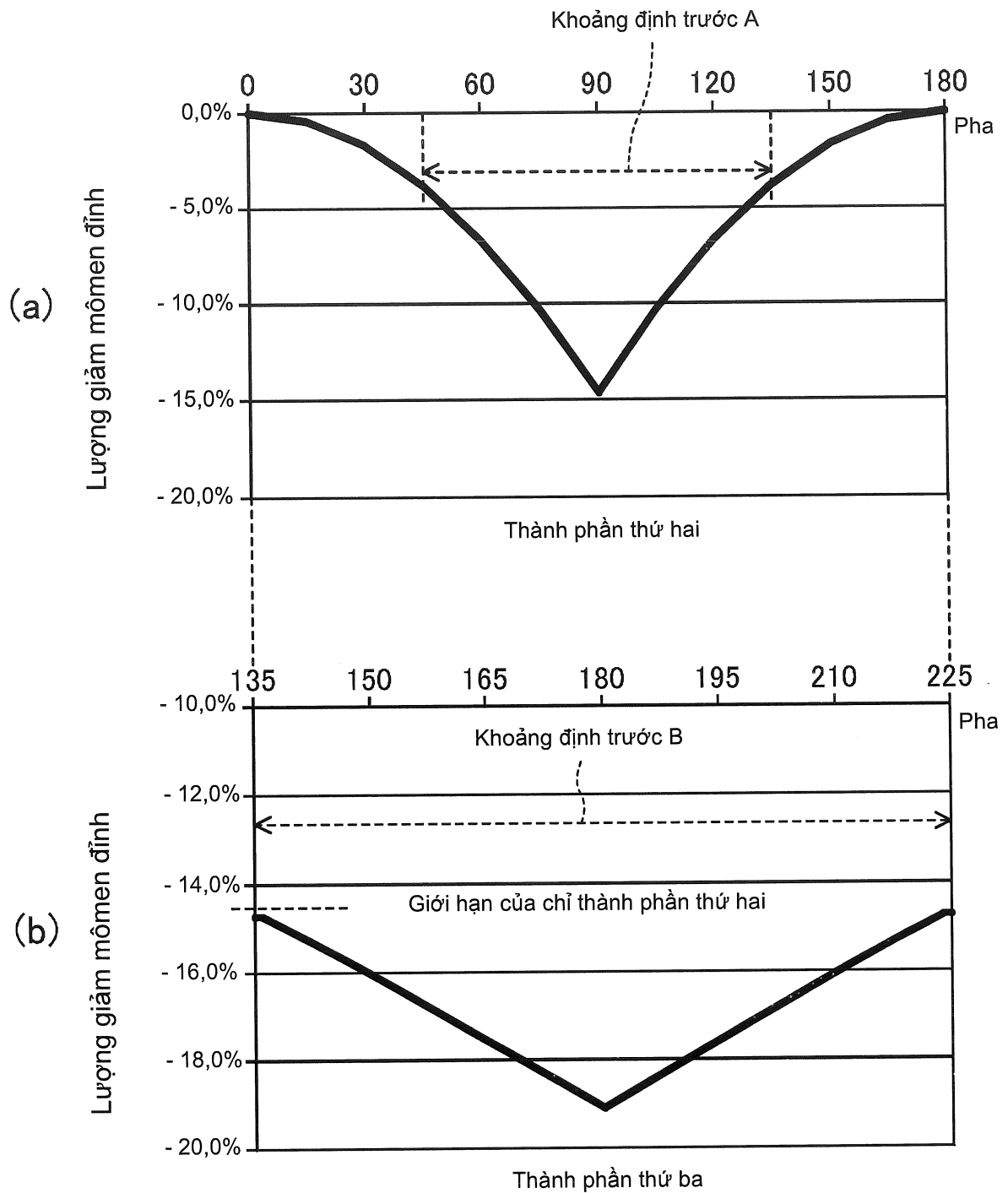
Bảng thứ nhất (trường hợp trong đó lượng điều khiển mômen bằng 100%) $Ta1$



- Sóng hài thứ hai (thành phần thứ hai) có tần số cơ bản của mômen cần
- ... Sóng hài thứ ba (thành phần thứ ba) có tần số cơ bản của mômen cần
- . - Sóng hài thứ tư (thành phần thứ tư) có tần số cơ bản của mômen cần
- Sóng hài thứ năm (thành phần thứ năm) có tần số cơ bản của mômen cần

10/20

FIG.10

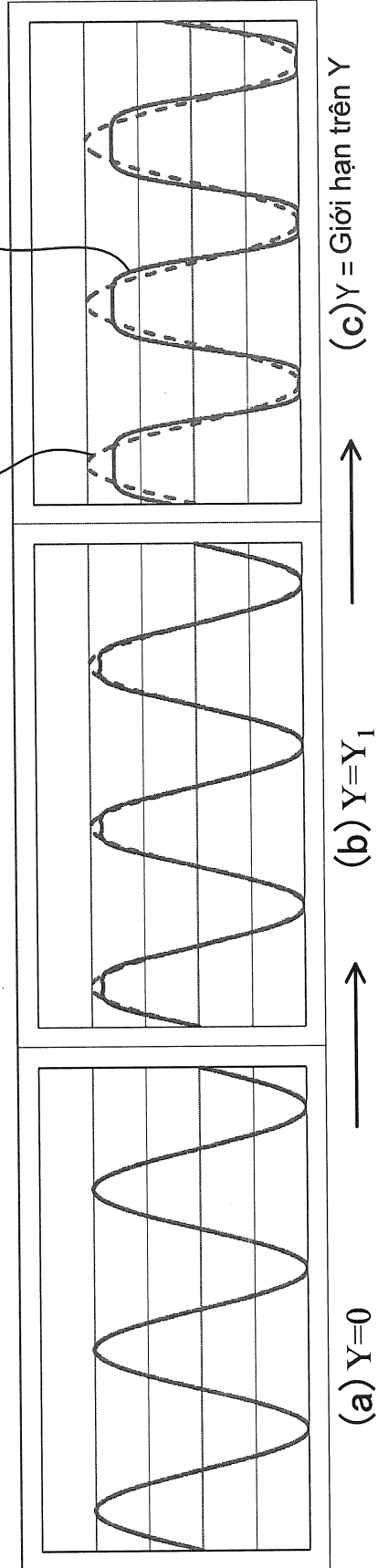


11/20

FIG.11

Dạng sóng thu được bằng cách cộng mômen trung bình vào sóng cơ bản của mômen cân

Dạng sóng đầu ra của bộ điều khiển mômen



12/20

FIG.12

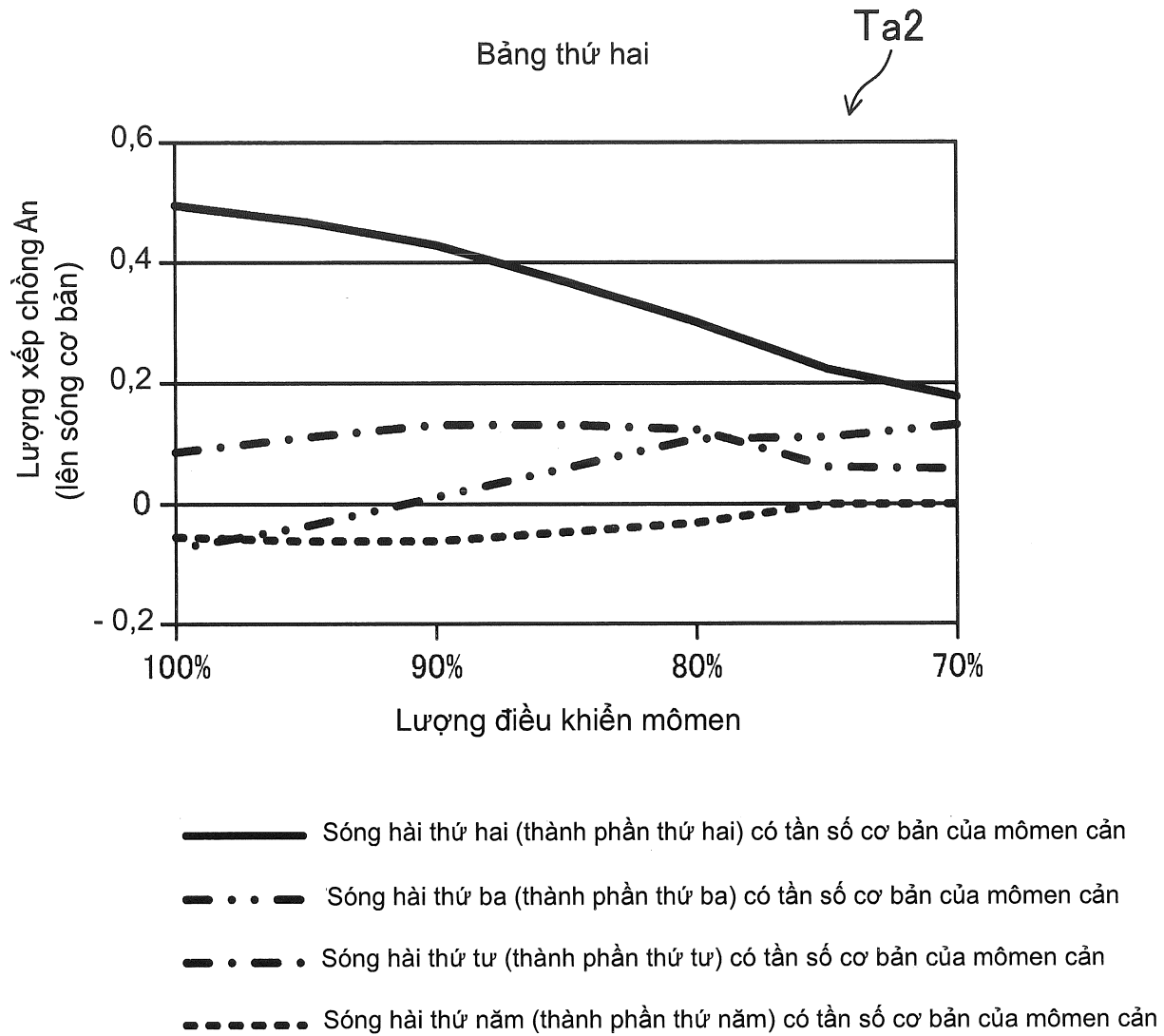
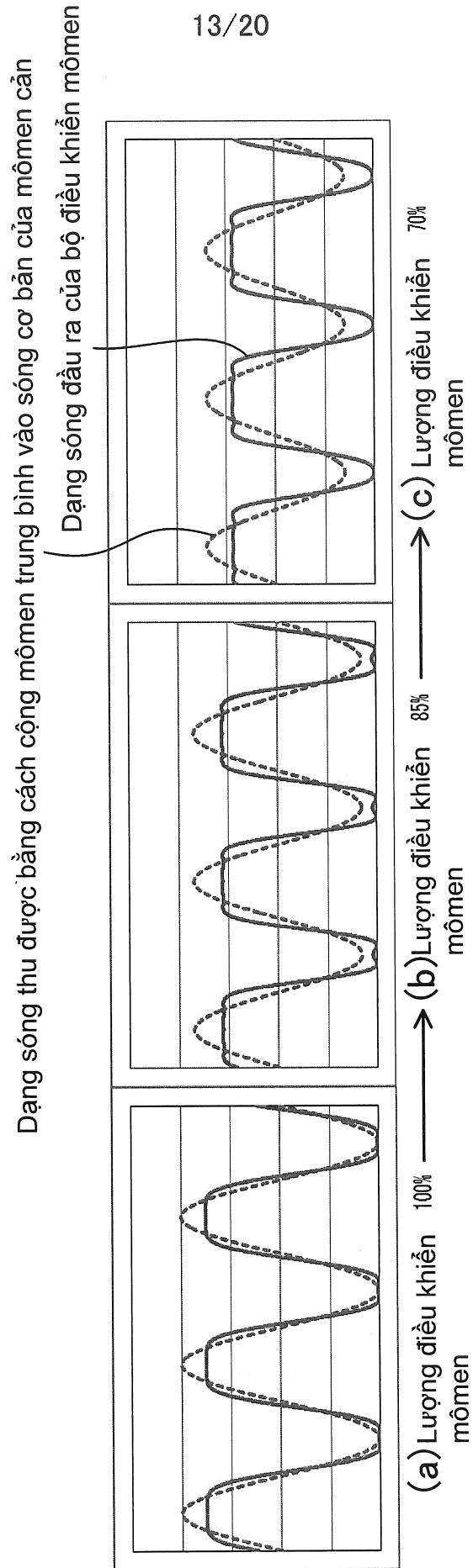


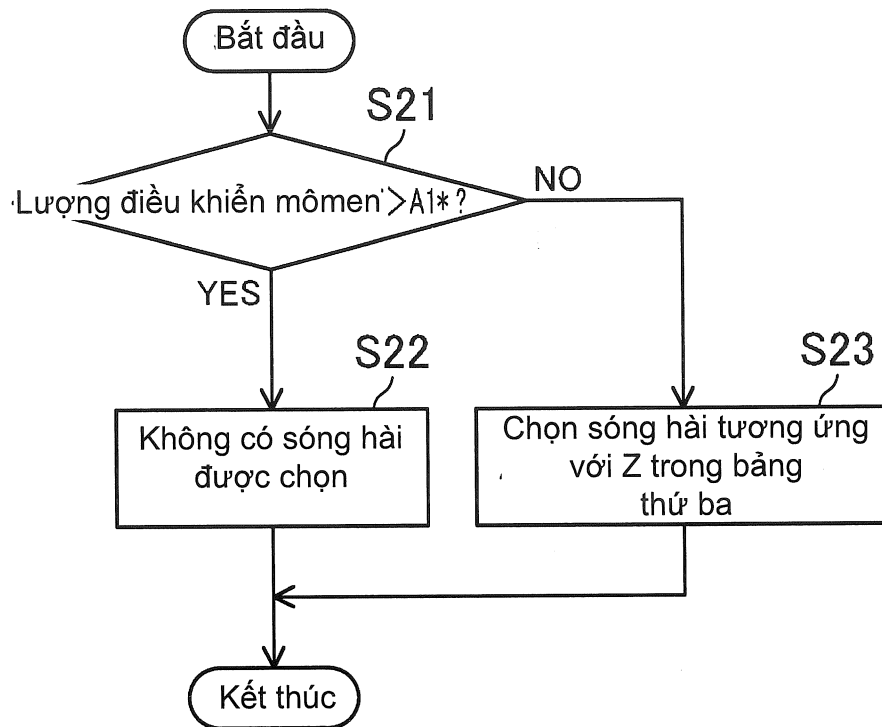
FIG.13



14/20

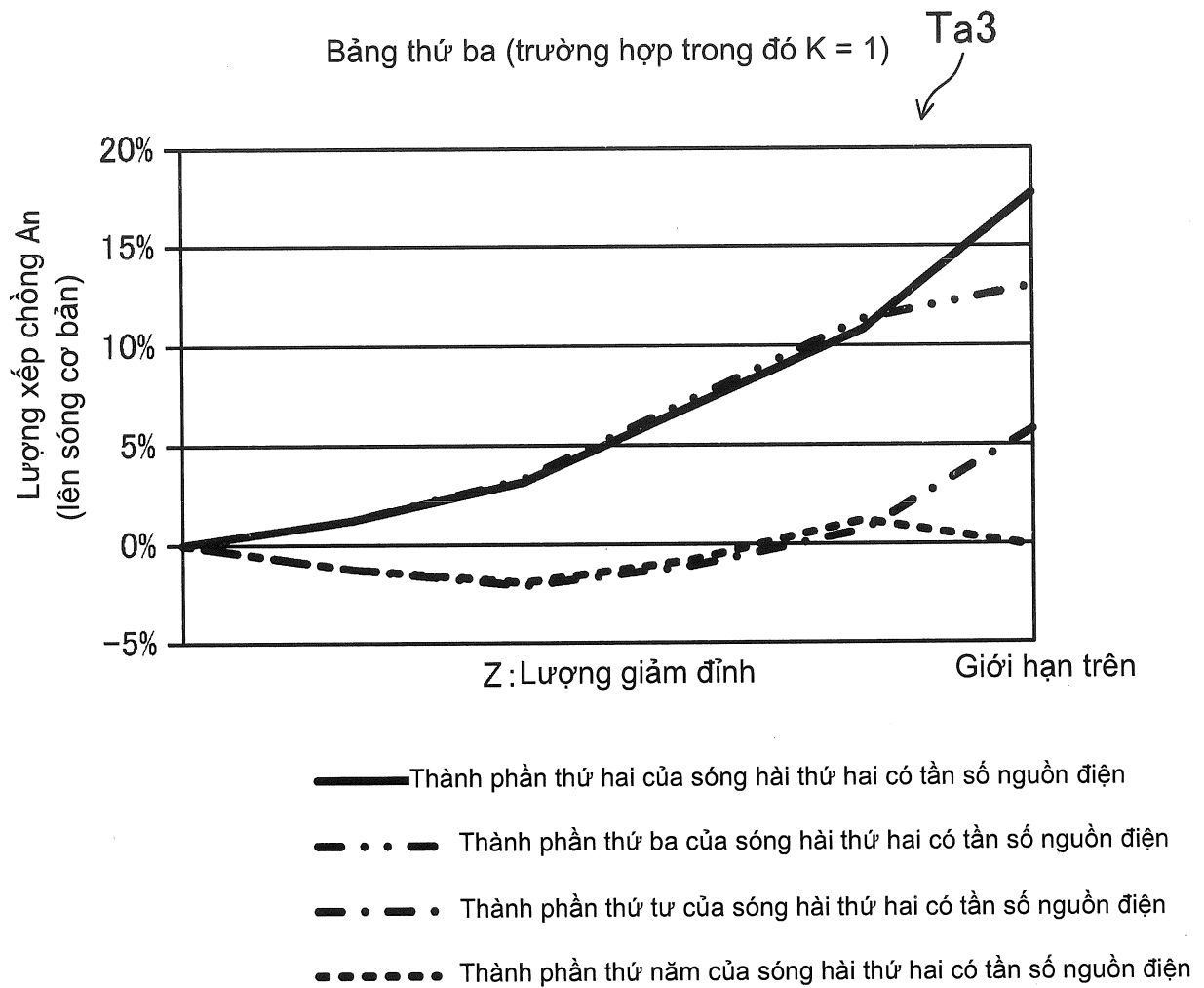
FIG.14

Xử lý chọn sóng hài được thực hiện bằng bộ điều biến lệnh mômen



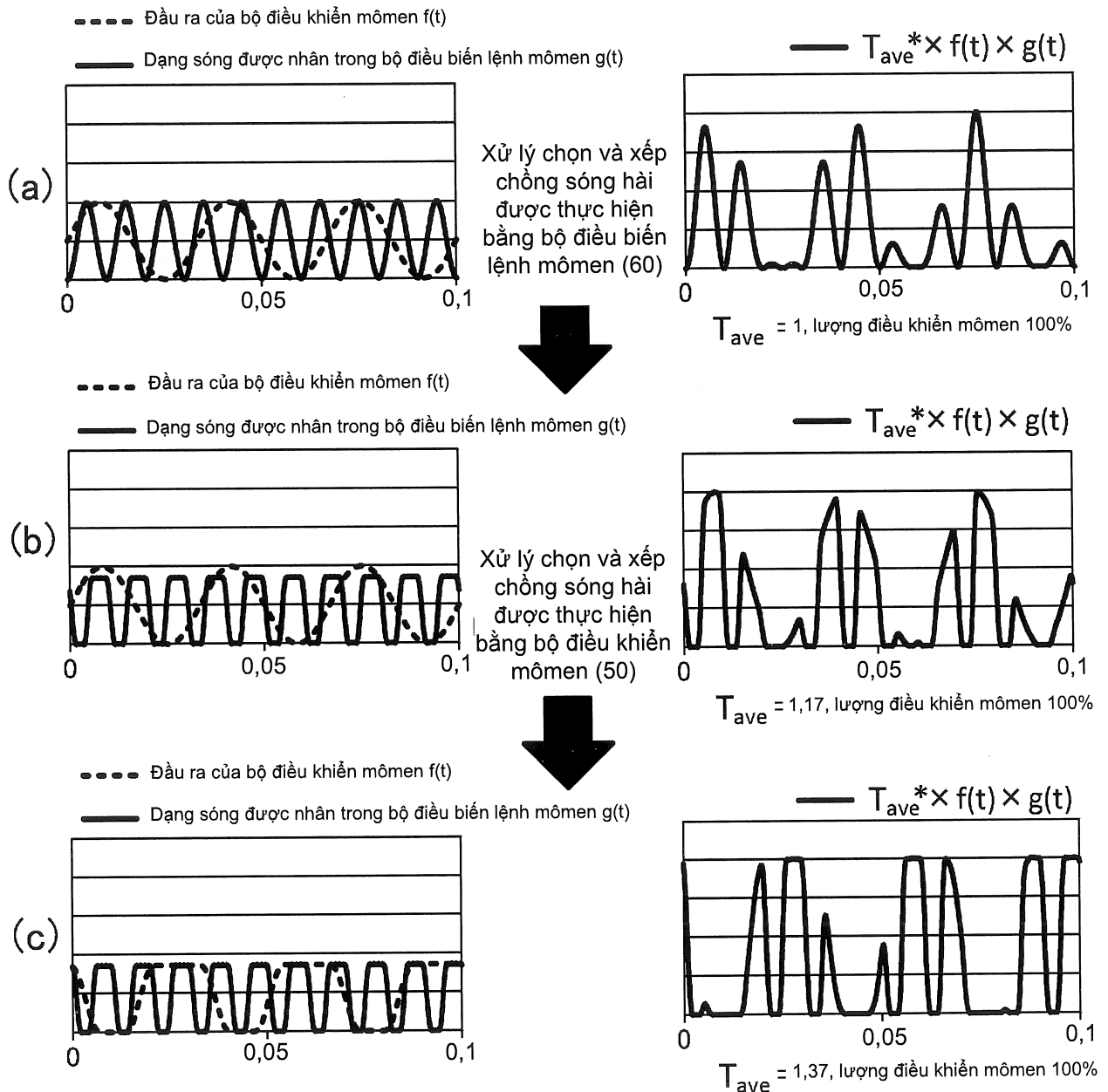
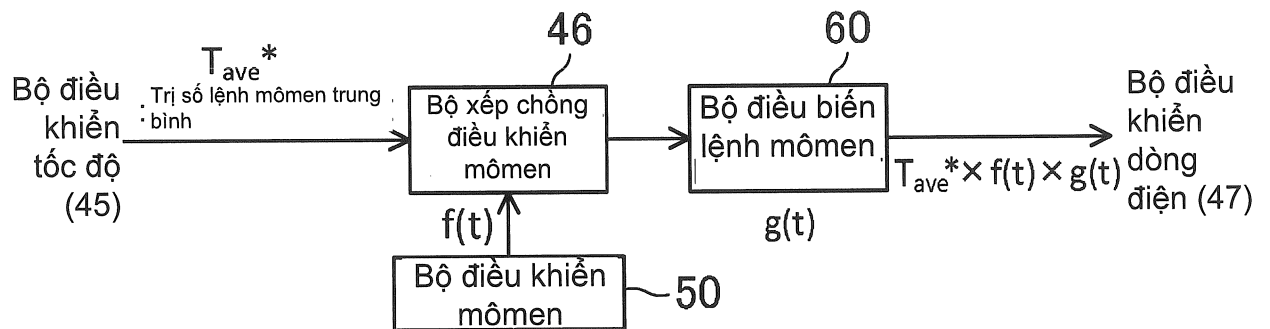
15/20

FIG.15



16/20

FIG.16



17/20

FIG.17

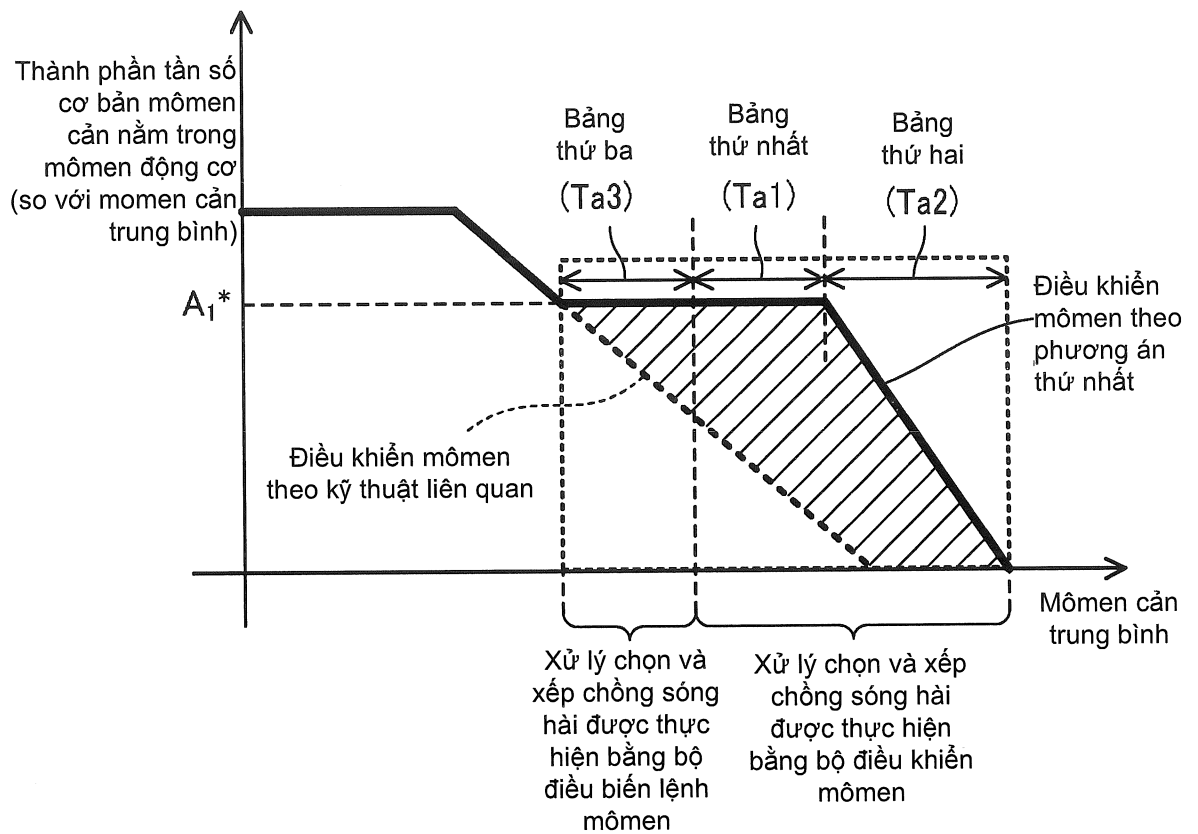
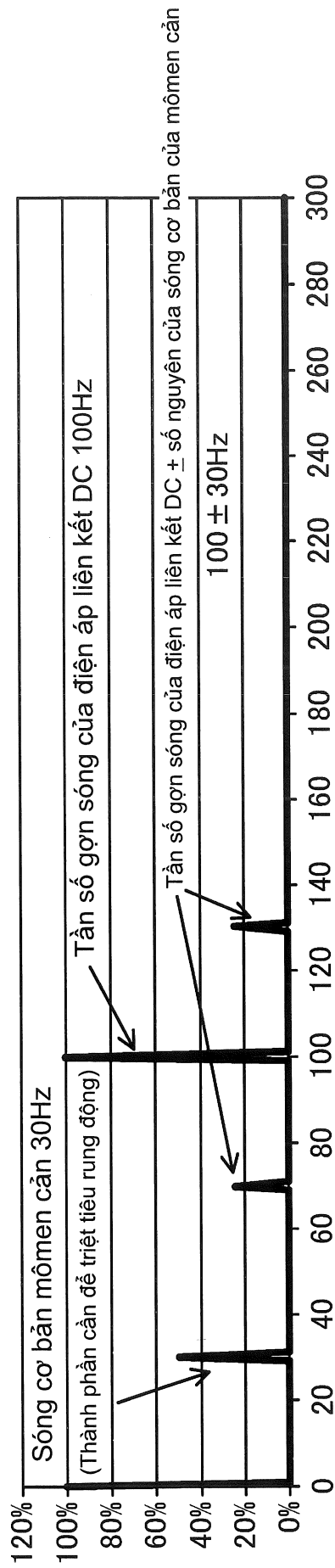


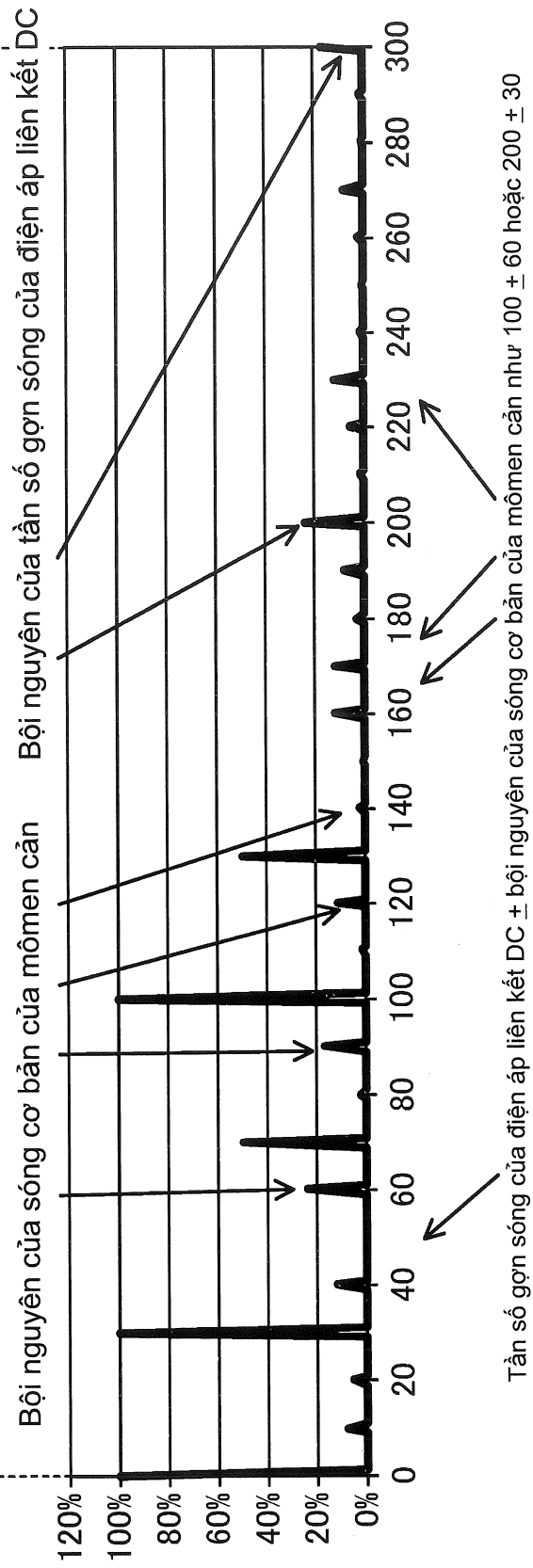
FIG.18

<Kết quả FFT của dạng sóng của mômen đầu ra trong điều khiển mômen theo kỹ thuật liên quan>



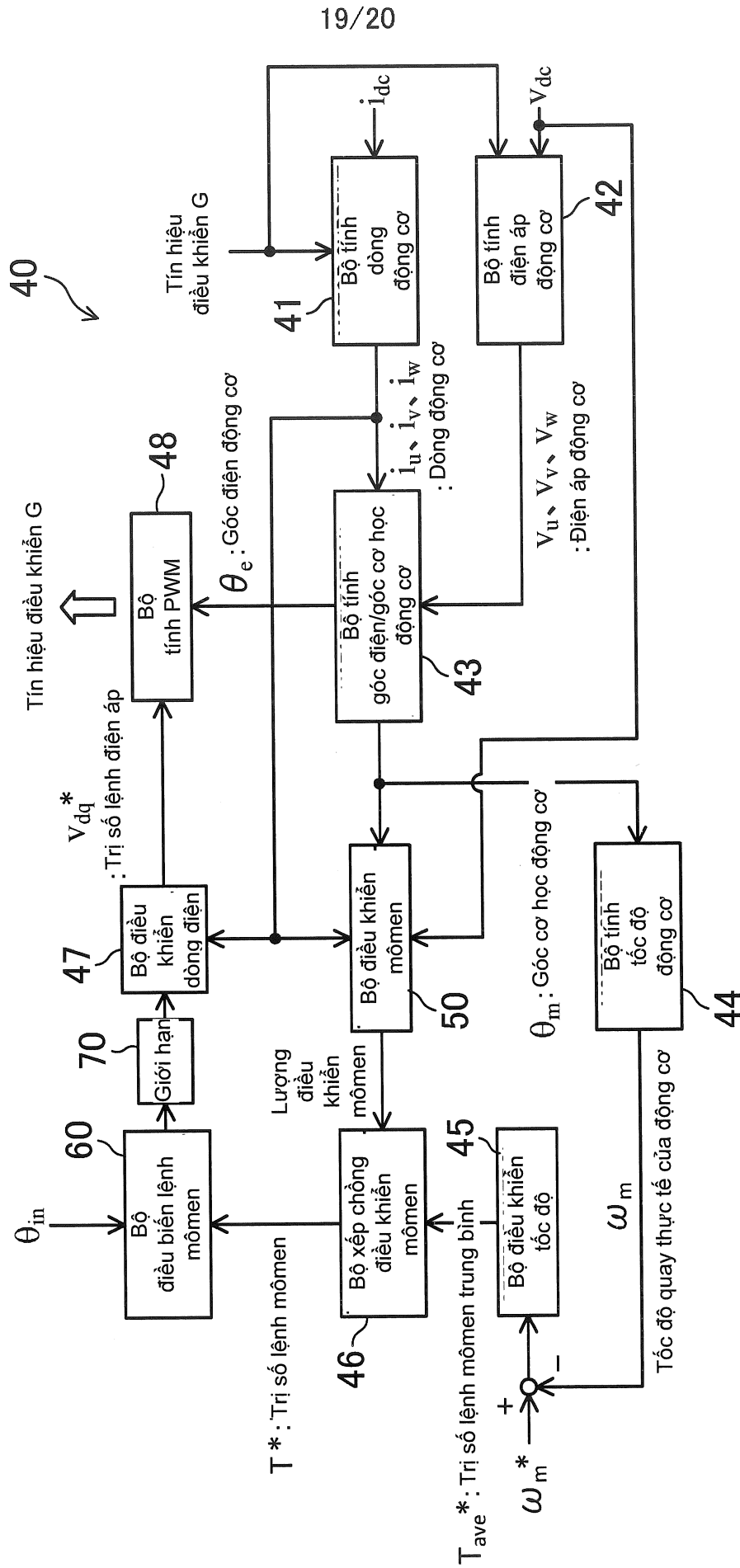
18/20

<Kết quả FFT của dạng sóng của mômen đầu ra trong điều khiển mômen theo phương án thứ nhất>



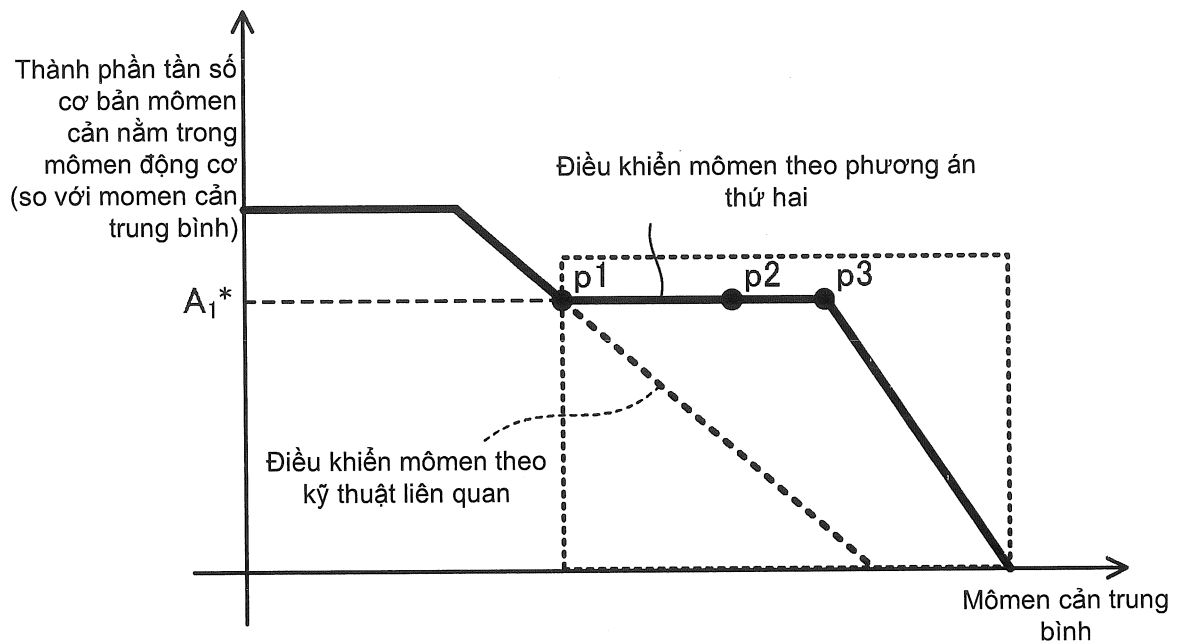
Tần số gợn sóng của điện áp liên kết DC $\pm$ bội nguyên của tần số sóng của điện áp liên kết DC như 100 $\pm$ 60 hoặc 200 $\pm$ 30

FIG.19

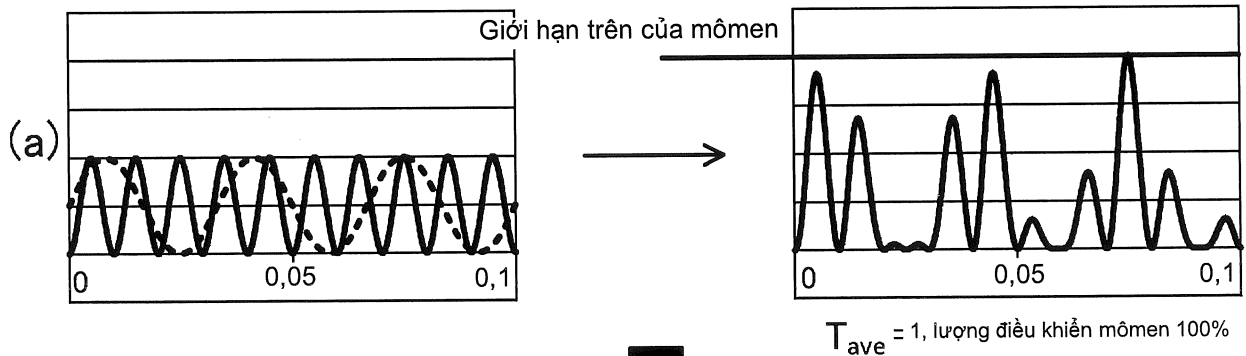


20/20

FIG.20



Dạng sóng ở p1

----- Đầu ra của bộ điều khiển mômen $f(t)$ ———— Dạng sóng được nhân trong bộ điều biến lệnh mômen $g(t)$ ———— $T_{ave}^* \times f(t) \times g'(t)$ 

Dạng sóng ở p2

----- Đầu ra của bộ điều khiển mômen $f(t)$ ———— Dạng sóng được nhân trong bộ điều biến lệnh mômen $g(t)$ ———— $T_{ave}^* \times f(t) \times g'(t)$ 