



(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)



1-0043960

(51)^{2020.01} H02P 29/024; H02K 15/02

(13) B

(21) 1-2021-06194

(22) 10/04/2019

(86) PCT/JP2019/015621 10/04/2019

(87) WO2020/208743 15/10/2020

(45) 25/03/2025 444

(43) 25/01/2022 406A

(71) MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION (JP)

7-3, Marunouchi 2-chome, Chiyoda-ku, Tokyo 1008310, Japan

(72) KANEMARU, Makoto (JP); MIYAUCHI, Toshihiko (JP); INOUE, Hiroshi (JP);
HIRAKIDA, Ken (JP).

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

(54) THIẾT BỊ, PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG CHẨN ĐOÁN BẤT THƯỜNG
DÙNG CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN

(21) 1-2021-06194

(57) Sáng chế đề cập đến thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện bao gồm bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cáp điện của động cơ điện, trong đó bộ phận giám sát và chẩn đoán này bao gồm: bộ phân tích được tạo cấu hình để thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

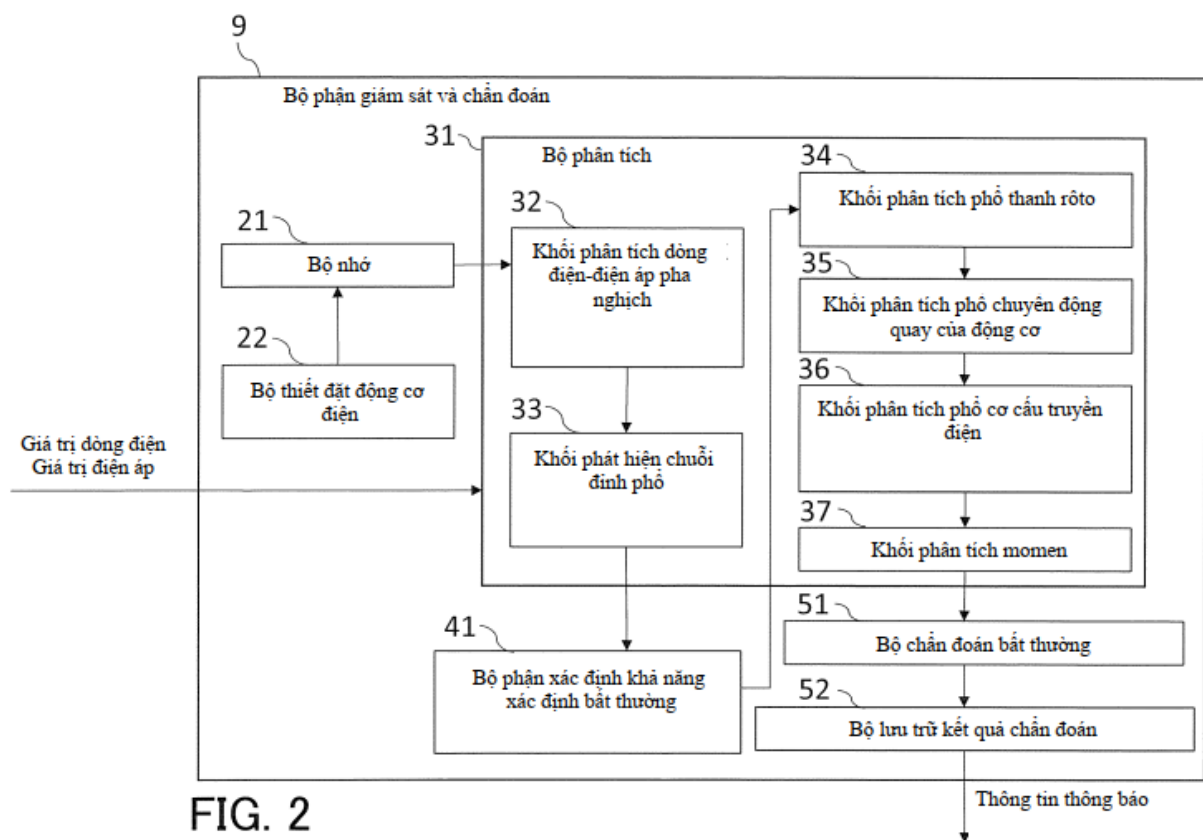


FIG. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập đến thiết bị, phương pháp và hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện, bao gồm việc chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Có một số lượng lớn các bộ phận của thiết bị động cơ điện trong nhà máy. Việc chẩn đoán thiết bị động cơ điện được xác định bởi bộ phận bảo dưỡng bằng cách chẩn đoán dựa vào năm giác quan. Cụ thể là, cần phải chẩn đoán thường xuyên đối với thiết bị động cơ điện có mức độ quan trọng cao, và do đó chi phí cần cho việc chẩn đoán tăng lên. Ngoài ra, ở thiết bị động cơ điện, sau khi bắt đầu có sự xuống cấp, thì sự xuống cấp này sẽ tiến triển với tốc độ nhanh.

Khi thiết bị động cơ điện là máy phát điện xoay chiều, thì phần hở hoặc phần bị hư hỏng của bộ phận cách điện gây ra bởi ứng suất cơ học hoặc sự xuống cấp do nhiệt có thể gây ra hiện tượng ngắn mạch theo lớp (hiện tượng ngắn mạch giữa các lớp) do, ví dụ, sự phóng điện, và có thể dẫn đến sự đánh thủng điện môi một cách đột ngột. Do đó, một khi thiết bị động cơ điện xuống cấp, thì sẽ chỉ diễn ra trạng thái tiến triển sự xuống cấp này.

Trong bối cảnh này, ngày càng có nhiều sự quan tâm đến công nghệ giám sát liên tục đối với thiết bị động cơ điện. Tuy nhiên, hầu hết các công nghệ giám sát liên tục đối với thiết bị động cơ điện đều dựa trên cơ sở là có nhiều cảm biến khác nhau được lắp vào từng thiết bị động cơ điện. Ví dụ về các cảm biến khác nhau này bao gồm máy đo momen, bộ mã hóa và cảm biến gia tốc. Tuy nhiên, khi sự giám sát liên tục được thực hiện ở trung tâm điều khiển động cơ để quản lý tập trung vài trăm đến vài nghìn động cơ, thì số lượng dây dẫn sẽ tăng lên, và do đó việc thêm các cảm biến khác nhau sẽ không thực tế.

Do đó, có mong muốn tạo ra thiết bị có thể chẩn đoán một cách đơn giản trạng thái của thiết bị động cơ điện ở trung tâm điều khiển động cơ từ thông tin về dòng điện

hoặc điện áp đo được mà không cần sử dụng cảm biến chuyên dụng, nhờ đó cải thiện độ đảm bảo và hiệu suất.

Các giải pháp sau đây đã được biết đến để thực hiện việc giám sát liên tục thiết bị động cơ điện và bảo vệ động cơ điện khi phát hiện có bất thường (xem, ví dụ, tài liệu sáng chế 1 và 2).

Tài liệu sáng chế 1 mô tả phương pháp bao gồm bước chẩn đoán rằng tải giảm xuống bất thường ở cơ cấu chuyển động khi giá trị phát hiện được của momen tải nhỏ hơn hoặc bằng giá trị giới hạn dưới, và hiển thị thành phần là ứng viên cho yếu tố sụt tải cùng với dữ liệu lịch sử. Tài liệu sáng chế 1 còn mô tả phương pháp bao gồm bước chẩn đoán rằng tải tăng lên bất thường ở cơ cấu chuyển động khi giá trị phát hiện được của momen tải lớn hơn hoặc bằng giá trị giới hạn trên.

Tài liệu sáng chế 2 mô tả phương pháp bao gồm bước phân tích tần số của dạng sóng dòng điện và xác định xem có hay không có bất thường trong hệ thống quay ở thiết bị được chẩn đoán.

Danh mục tài liệu trích dẫn

Tài liệu sáng chế

PTL 1: JP 2003-080529 A

PTL 2: JP 2016-90546 A

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Vấn đề kỹ thuật

Trong tài liệu sáng chế 1, bất thường ở momen tải được giám sát. Tuy nhiên, không thể xác định được bất thường ở thiết bị động cơ điện với độ chính xác cao chỉ bằng cách giám sát momen tải như trong tài liệu sáng chế 1. Trong khi đó, trong tài liệu sáng chế 2, các kết quả phân tích tần số của dòng điện được sử dụng để chẩn đoán bất thường trong hệ thống quay ở thiết bị được chẩn đoán. Tuy nhiên, tài liệu sáng chế 2 không mô tả về việc xác định phần lỗi.

Thiết bị động cơ điện bao gồm động cơ điện, bộ phận truyền lực và thiết bị cơ học. Trong trường hợp này, ví dụ cụ thể về bộ phận truyền lực bao gồm đai truyền, và

ví dụ cụ thể về thiết bị cơ học bao gồm quạt.

Trong các trường hợp này, không thể xác định được phần có bất thường ở thiết bị động cơ điện từ thông tin về dòng điện hoặc điện áp. Ví dụ, khi các cảm biến rung được lắp đặt ở mọi vị trí, thì có thể xác định được phần có bất thường ở thiết bị động cơ điện. Tuy nhiên, việc áp dụng phương pháp này cho tất cả các bộ phận của thiết bị động cơ điện là không thực tế do chi phí sẽ tăng lên.

Ngoài ra, khi chưa biết được phần có bất thường ở thiết bị động cơ điện, thì không thể xác định được phần nào cần được thay thế. Kết quả là, tất cả động cơ điện, bộ phận truyền lực và thiết bị cơ học đều phải được thay thế, và mất nhiều thời gian cho đến khi khôi phục.

Sáng chế được tạo ra để giải quyết các vấn đề trên, và mục đích của sáng chế là đề xuất thiết bị, phương pháp và hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện mà cho phép xác định vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện từ thông tin về dòng điện.

Giải pháp cho vấn đề

Theo một phương án, sáng chế đề xuất thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện bao gồm bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện, trong đó bộ phận giám sát và chẩn đoán này bao gồm: bộ phân tích được tạo cấu hình để thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện để xác định xem có bất thường ở mỗi trong số động cơ điện và cơ cấu truyền lực hay không, phương pháp chẩn đoán bất thường này bao gồm các bước: đo dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện; thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

Theo một phương án, sáng chế đề xuất hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện bao gồm: thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo sáng

chế; và bộ phát hiện dòng điện được tạo cấu hình để phát hiện dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện.

Hiệu quả của sáng chế

Theo thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện và phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo sáng chế, thì có thể tạo ra thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện, phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện và hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện mà cho phép xác định vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện từ thông tin về dòng điện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Fig.1 là sơ đồ kết cấu tổng thể bao gồm thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.2 là sơ đồ khối chức năng của bộ phận giám sát và chẩn đoán theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.3 là dạng sóng phổ thể hiện khi thiết bị động cơ điện ở trạng thái bình thường.

Fig.4 là biểu đồ minh họa một ví dụ về dạng sóng phân tích tần số dòng điện tại thời điểm truyền động đai truyền theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.5 là biểu đồ minh họa một ví dụ về dạng sóng phân tích tần số dòng điện tại thời điểm truyền động đai truyền được thể hiện khi mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không xếp chồng lên nhau mà ở gần nhau theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.6 là biểu đồ minh họa một ví dụ về dạng sóng phân tích tần số dòng điện tại thời điểm truyền động đai truyền được thể hiện khi mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không xếp chồng lên nhau và không ở gần nhau theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.7 là biểu đồ diễn giải minh họa các vùng không xác định được bất thường được sử dụng cho quy trình xác định bởi bộ xác định khả năng xác định bất thường theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.8 là lưu đồ minh họa chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường được thực

hiện bởi bộ chẩn đoán bất thường theo phương án thứ nhất của sáng chế.

Fig.9 là sơ đồ khối chức năng của bộ phận giám sát và chẩn đoán theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.10 là lưu đồ minh họa chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường được thực hiện bởi bộ chẩn đoán bất thường theo phương án thứ hai của sáng chế.

Fig.11 là sơ đồ cấu hình phần cứng của bộ phận giám sát và chẩn đoán trên Fig.2 hoặc Fig.9.

Mô tả chi tiết sáng chế

Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện, phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện và hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo mỗi phương án của sáng chế được mô tả với tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo. Trên mỗi hình vẽ, các số chỉ dẫn giống nhau thể hiện rằng các thành phần tương ứng là giống hoặc tương đương nhau.

Phương án thứ nhất

Fig.1 là sơ đồ kết cấu tổng thể bao gồm thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ nhất của sáng chế. Đường cấp điện 1 để truyền động động cơ điện được tạo ra từ các dây điện ba pha. Các pha của đường cấp điện 1 được nối với động cơ điện 6 qua trung gian là các bộ ngắt mạch vô dục 2a, 2b và 2c và các công tắc tơ điện từ 3a, 3b và 3c, một cách tương ứng. Động cơ điện 6 được nối với thiết bị cơ học 8 qua trung gian là cơ cấu truyền lực 7.

Các pha của các dây điện ba pha được nối với động cơ điện 6 được trang bị các bộ phát hiện dòng điện là các bộ phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c và các bộ phát hiện điện áp là các bộ phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c, một cách tương ứng. Bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 được tạo cấu hình để thu nhận dòng điện của các pha bằng cách sử dụng các bộ phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c và để thu nhận điện áp của các pha bằng cách sử dụng các bộ phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c, một cách tương ứng. Tức là, bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 được tạo cấu hình để thu nhận kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện 6 và kết quả giám sát điện áp được đặt vào động cơ điện 6.

Bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 được tạo cấu hình để thực hiện xử lý chẩn đoán để xác định vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện dựa vào dòng điện và điện áp thu nhận được. Bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 còn có thể thông báo kết quả chẩn đoán bằng cách sử dụng ít nhất một trong số bộ phận hiển thị 10 hoặc bộ phận cảnh báo 11.

Trong cấu hình nêu trên, một bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 được trang bị cho một động cơ điện 6. Trong hệ thống bao gồm nhiều động cơ điện 6, các kết quả chẩn đoán của các bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 tương ứng có thể được tích hợp bởi thiết bị chủ để thực hiện xác định toàn diện. Trong trường hợp này, phương pháp xác định toàn diện là phương pháp thực hiện xác định bất thường của một động cơ điện 6 bằng cách so sánh kết quả phân tích của một động cơ điện 6 với các kết quả phân tích của các động cơ điện 6 riêng biệt còn lại thay vì thực hiện xác định bất thường từ kết quả phân tích của một động cơ điện 6.

Trên Fig.1, bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 có thể thu được thông tin về dòng điện được phát hiện bởi mỗi trong số các bộ phận phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c và điện áp được phát hiện bởi mỗi trong số các bộ phận phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c qua mạng hoặc theo phương thức dùng dây, ví dụ, bằng dây cáp.

Fig.2 là sơ đồ khối chức năng của bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 theo phương án thứ nhất của sáng chế. Bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 bao gồm bộ nhớ 21, bộ thiết đặt động cơ điện 22, bộ phân tích 31, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41, bộ chẩn đoán bất thường 51 và bộ lưu trữ kết quả chẩn đoán 52.

Ngoài ra, bộ phân tích 31 bao gồm khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33, khối phân tích phổ thanh rôto 34, khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35, khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 và khối phân tích momen 37.

Tiếp theo, chi tiết về các chức năng liên quan đến bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 được mô tả với tham chiếu đến Fig.2.

Bộ nhớ 21 có chức năng ghi lại thông tin của bộ thiết đặt động cơ điện 22. Để thực hiện xác định bất thường của thiết bị động cơ điện, thì cần sử dụng, ví dụ, thông tin trên bảng thông số được gắn vào động cơ điện 6. Đối với việc này, bộ thiết đặt động cơ điện 22 có chức năng nhận, ví dụ, các giá trị thông số kỹ thuật để xác định động cơ

điện được mô tả dưới đây làm thao tác đầu vào từ người vận hành và lưu trữ các chi tiết thông số kỹ thuật trong bộ nhớ 21.

Để xác định dải tần số quay của động cơ điện 6 một cách trực tuyến theo thời gian thực với độ chính xác cao, thì bộ thiết đặt động cơ điện 22 nhận đầu vào của các thiết đặt gồm, ví dụ, tần số nguồn cấp điện, số lượng cực và tốc độ quay danh định, là thông tin trên bảng thông số được gắn vào động cơ điện 6.

Tần số quay của động cơ thu được khi không có tải được tính toán là $2f_s/p$, trong đó f_s biểu diễn tần số nguồn cấp điện và "p" biểu diễn số lượng cực của động cơ điện 6. Tần số quay thu được khi không có tải có thể được tính toán dựa vào thông tin trên bảng thông số. Trong trường hợp này, tần số quay của động cơ điện 6 có giá trị nhỏ hơn so với tần số quay thu được khi không có tải và lớn hơn so với tần số quay thu được khi đặt tải định mức, và khoảng tần số quay bị giới hạn.

Khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 có trong bộ phân tích 31 được tạo cấu hình để tính toán dòng điện pha nghịch và điện áp pha nghịch bằng cách thực hiện biến đổi tọa độ đối xứng dựa vào thông tin về dòng điện thu nhận được bằng cách sử dụng các bộ phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c và thông tin về điện áp thu nhận được bằng cách sử dụng các bộ phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c.

Dòng điện pha nghịch đề cập đến dòng điện ba pha đối xứng có hướng quay pha ngược với hướng quay pha ban đầu, và được thu nhận dưới dạng dòng điện pha nghịch I_{sn} theo biểu thức (1) để biến đổi tọa độ đối xứng. Đồng thời, dòng điện pha 0 I_z và dòng điện pha thuận I_{sp} cũng được tính toán theo biểu thức (1). Để tính toán các giá trị này, các dòng điện xoay chiều ba pha I_a , I_b và I_c được thu nhận bằng cách sử dụng các bộ phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c được sử dụng.

$$\begin{bmatrix} I_z \\ I_{sp} \\ I_{sn} \end{bmatrix} = \frac{1}{3} \begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & \alpha & \alpha^2 \\ 1 & \alpha^2 & \alpha \end{bmatrix} \begin{bmatrix} I_a \\ I_b \\ I_c \end{bmatrix} \quad (1)$$

Trong biểu thức (1), α biểu diễn cho:

$$\alpha = e^{j\frac{2}{3}\pi}$$

Điện áp pha nghịch cũng được thu nhận bằng biểu thức biến đổi tọa độ đối xứng từ điện áp xoay chiều ba pha được thu nhận bằng cách sử dụng các bộ phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c theo cùng cách như dòng điện pha nghịch.

Sau đó, khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 phân tích xem có hay không có hiện tượng ngắn mạch theo lớp bằng cách tính toán giá trị đánh giá ΔI_{sn} của biểu thức (2) bằng cách sử dụng điện áp pha nghịch V_{sn} , dòng điện pha nghịch I_{sn} và tổng dẫn pha nghịch Y_n mà thu được bằng cách thực hiện biến đổi tọa độ đối xứng đối với điện áp và dòng điện của mỗi pha.

$$\Delta I_{sn} = |I_{sn} - Y_n V_{sn}| \quad (2)$$

Tổng dẫn pha nghịch Y_n được thay thế bằng giá trị ban đầu được tính toán bằng cách sử dụng điện áp pha nghịch V_{sn} và dòng điện pha nghịch I_{sn} ở giai đoạn đưa vào ban đầu với giả định rằng không có hiện tượng ngắn mạch ở cuộn dây. Giá trị đánh giá ΔI_{sn} được tính toán theo biểu thức (2) là "0" khi không có hiện tượng ngắn mạch ở cuộn dây, và lớn hơn "0" khi có hiện tượng ngắn mạch ở cuộn dây. Do đó, khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 có thể xác định có hoặc không có hiện tượng ngắn mạch ở cuộn dây bằng cách so sánh giá trị đánh giá ΔI_{sn} tính toán được với giá trị ngưỡng.

Sau đó, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 phát hiện chuỗi đỉnh phổ mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực 7. Trường hợp trong đó cơ cấu truyền lực 7 là đai truyền được mô tả dưới đây. Khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 sử dụng thông tin về dòng điện được thu nhận bằng cách sử dụng các bộ phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c để phát hiện chuỗi đỉnh phổ.

Cụ thể hơn là, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 thực hiện phát hiện đỉnh bằng cách phát hiện toàn bộ chuỗi đỉnh phổ từ các kết quả phân tích biến đổi Fourier nhanh (FFT - fast Fourier transform) đối với dòng điện. Tốt hơn nếu khoảng để phát hiện chuỗi đỉnh phổ nằm trong khoảng từ 0 đến 1000 Hz. Khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 xác định đỉnh phổ thỏa mãn điều kiện đối với dải biên từ chuỗi đỉnh phổ được phát hiện.

Fig.3 là biểu đồ minh họa dạng sóng phổ dòng điện truyền động động cơ điện thể hiện khi có đai truyền theo phương án thứ nhất của sáng chế. Ở dạng sóng phổ trên Fig.3,

trục hoành biểu diễn tần số (Hz) và trục tung biểu diễn cường độ tín hiệu dòng điện (hệ thống đơn vị được chọn tự do).

Như được minh họa trên Fig.3, với đai truyền hoàn toàn mới, các đỉnh phổ nhìn chung là xuất hiện ở dải tần thứ nhất được tạo ra ở các khoảng bằng nhau ở cả phía trên và phía dưới của tần số với tần số nguồn cấp điện f_s là trung tâm. Trên Fig.3, trạng thái trong đó các đỉnh phổ xuất hiện ở các khoảng bằng nhau từ tần số nguồn cấp điện f_s với, ví dụ, $+f_{belt}$, $+2f_{belt}$ và $+3f_{belt}$ ở phía trên và $-f_{belt}$, $-2f_{belt}$ và $-3f_{belt}$ ở phía dưới được nêu làm ví dụ. Trong trường hợp này, f_{belt} được gọi là "tần số quay đai truyền".

Giả định rằng chiều dài đai truyền được biểu diễn bằng L , bán kính puli ở phía động cơ điện 6 được biểu diễn bằng D , tần số nguồn cấp điện được biểu diễn bằng f_s và tần số quay của động cơ được biểu diễn bằng f_r , thì tần số quay đai truyền f_{belt} được xác định theo biểu thức sau.

$$f_{belt} = (2\pi D \cdot f_r) / L$$

Fig.3 là dạng sóng phổ thể hiện khi thiết bị động cơ điện ở trạng thái bình thường. Cường độ tín hiệu dòng điện của chuỗi đỉnh phổ thay đổi tùy thuộc vào tần số quay của động cơ.

"Các dải biên" đề cập đến các đỉnh phổ được tạo ra ở các khoảng bằng nhau ở cả phía trên và phía dưới với tần số nguồn cấp điện f_s là trung tâm. Ví dụ, trong dạng sóng như được minh họa trên Fig.3, các đỉnh phổ xuất hiện ở cả $+f_{belt}$ và $-f_{belt}$ từ tần số nguồn cấp điện f_s , và cả hai đỉnh phổ này là các dải biên.

Cường độ tín hiệu của các đỉnh phổ được tạo ra bởi cơ cấu truyền lực 7 có xu hướng lớn hơn so với, ví dụ, cường độ tín hiệu ở các dải tần khác với dải tần nguồn cấp điện. Do đó, tần số quay đai truyền f_{belt} cũng có thể được xác định từ độ lớn của cường độ tín hiệu. Tuy nhiên, khi thông tin về việc có hay không có đai truyền, chiều dài đai truyền và bán kính puli ở phía động cơ điện 6 có thể được nhập vào từ trước, thì tần số quay đai truyền f_{belt} có thể được phát hiện với độ chính xác cao hơn bằng cách sử dụng biểu thức toán học nêu trên.

Tiếp theo, chức năng của bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 được mô tả. Bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 được tạo cấu hình để xác định xem có

thể xác định bất thường của động cơ điện 6 hay không bằng cách sử dụng kết quả xử lý phát hiện thu được bởi khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33. Fig.4 là biểu đồ minh họa một ví dụ về dạng sóng phân tích tần số dòng điện tại thời điểm truyền động đai truyền theo phương án thứ nhất của sáng chế. Trên Fig.4, mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ xếp chồng lên nhau. Tức là, mỗi dải tần thứ hai bao gồm mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ xếp chồng lên mỗi dải tần thứ nhất bao gồm mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực. Quan hệ về vị trí giữa đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ thay đổi tùy thuộc vào, ví dụ, chiều dài đai truyền và thông tin vận hành của động cơ điện 6.

Khi hai đỉnh này xếp chồng lên nhau, thì bộ phân tích 31 không thể thực hiện xác định bất thường của động cơ điện 6. Điều này là do bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 không thể phân biệt được xem đỉnh phổ được phát hiện là đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực hay đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ. Do đó, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ không được thực hiện khi quan hệ về vị trí giữa đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ là như được minh họa trên Fig.4.

Điều tương tự được áp dụng cho đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto. Bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của thanh rôto sẽ không được thực hiện khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto xếp chồng lên nhau. Điều này là do bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 không thể phân biệt được xem đỉnh phổ được phát hiện là đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực hay đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto.

Trong khi đó, ngay cả khi đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto hoặc đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ trùng lặp với chuỗi đỉnh phổ, thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của cơ cấu truyền lực 7 có thể được thực hiện liên tục. Điều này là do có nhiều chuỗi đỉnh phổ mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực, và do đó việc xác định bất thường của cơ cấu truyền lực 7 có thể được thực hiện bằng cách sử dụng các chuỗi đỉnh phổ không trùng lặp nhau.

Fig.5 là biểu đồ minh họa một ví dụ về dạng sóng phân tích tần số dòng điện tại thời điểm truyền động đai truyền được thể hiện khi mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không xếp chồng lên nhau mà ở gần nhau theo phương án thứ nhất của sáng chế. Ví dụ, như được minh họa trên Fig.5, một trường hợp được xem xét trong đó mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không xếp chồng lên nhau mà ở gần nhau. Trong trường hợp này, giả định rằng khoảng tần số để xác định xem các đỉnh có ở gần nhau hay không được biểu thị bằng, ví dụ, biểu thức (3) và biểu thức (4).

$$f_{r100} < k \cdot f_{belt} < f_{r0} \quad (3)$$

$$0 < k \cdot f_{belt} < 2s_{100} \cdot f_s \quad (4)$$

Trong biểu thức (3) và (4), tần số quay thu được khi không có tải được biểu diễn bằng f_{r0} , tần số quay thu được khi đặt tải định mức được biểu diễn bằng f_{r100} , độ trượt thu được khi đặt tải định mức được biểu diễn bằng s_{100} , và "k" thỏa mãn $k=1, 2, 3 \dots$. Tần số quay f_{r0} thu được khi không có tải được tính toán là $2f_s/p$. Tần số quay f_{r100} thu được khi đặt tải định mức có thể được tìm thấy từ thông tin định mức, ví dụ, thông tin được ghi trên bảng thông số.

Đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ và đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto luôn nằm trong phạm vi của biểu thức (3) hoặc biểu thức (4) trong quá trình vận hành trong phạm vi từ không có tải đến có tải định mức. Một ngoại lệ là khi vượt quá tải định mức, thì các đỉnh nằm ngoài phạm vi của biểu thức (3) và biểu thức (4). Khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực được tạo ra trong phạm vi của biểu thức (3), thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ không được thực hiện.

Trong khi đó, khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực được tạo ra trong phạm vi của biểu thức (4), thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của thanh rôto ở động cơ điện 6 sẽ không được thực hiện. Tức là, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng khó có thể phân biệt được chúng, và xác định rằng việc xác định bất thường của thanh rôto sẽ không được thực hiện.

Tuy nhiên, ngay cả khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ ở gần nhau và nằm trong phạm vi của biểu thức (3) và biểu thức (4), thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 vẫn có thể phân biệt được chúng. Ví dụ, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 phát hiện số lượng đỉnh nằm trong phạm vi của biểu thức (3) và biểu thức (4), và khi có hai hoặc nhiều hơn hai đỉnh, thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 có thể xác định rằng một trong số các đỉnh này là đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh còn lại là đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ. Khi có thể thực hiện được sự phân biệt này, thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ được thực hiện.

Việc xác định này được thực hiện bởi bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 theo cách tương tự khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto ở gần nhau và nằm trong phạm vi của biểu thức (3) và biểu thức (4).

Fig.6 là biểu đồ minh họa một ví dụ về dạng sóng phân tích tần số dòng điện tại thời điểm truyền động đai truyền được thể hiện khi mỗi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và mỗi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không xếp chồng lên nhau và không ở gần nhau theo phương án thứ nhất của sáng chế. Ví dụ, như được minh họa trên Fig.6, khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không ở gần nhau, thì bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ có thể được phân biệt với nhau và việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 có thể được thực hiện.

Tức là, bộ phân tích 31 có thể thực hiện xác định bất thường của cơ cấu truyền lực 7 dựa vào kết quả phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực, và có thể thực hiện xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 dựa vào kết quả phát hiện đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ. Việc xác định này được thực hiện bởi bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 theo cách tương tự khi đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto không xếp chồng lên nhau và không ở gần nhau.

Fig.7 là biểu đồ diễn giải minh họa các vùng không xác định được bất thường

được sử dụng cho quy trình xác định bởi bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 theo phương án thứ nhất của sáng chế. Ví dụ, như được minh họa trên Fig.7, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 có thể xác định từ trước vùng không xác định được bất thường của động cơ điện 6 dựa vào biểu thức (3) và biểu thức (4). Trong trường hợp này, vùng không xác định được bất thường tương ứng với khoảng tần số được sử dụng cho việc xác định xem có thể xác định bất thường bởi bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 hay không.

Sau đó, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ không được thực hiện khi đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ nằm trong phạm vi của vùng không xác định được bất thường được xác định từ trước.

Phương pháp xác định này có thể được áp dụng không chỉ cho đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ mà còn cho đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto theo cùng cách thức. Tức là, bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 cũng sẽ không được thực hiện khi đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto nằm trong phạm vi của vùng không xác định được bất thường được xác định từ trước.

Tiếp theo, phần mô tả về quá trình xử lý phân tích được thực hiện bởi bộ phân tích 31 sau khi xác định được bởi bộ xác định khả năng xác định bất thường 41 rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ được thực hiện.

Khối phân tích phổ thanh rôto 34 được tạo cấu hình để phân tích phổ thu được từ thanh rôto dựa vào chuỗi đỉnh phổ được phát hiện bởi khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33. Phổ thu được từ thanh rôto được tạo ra ở dạng sóng được đo bằng:

$$f_s(1 \pm 2s).$$

Do đó, khối phân tích phổ thanh rôto 34 phân tích các đỉnh phổ thỏa mãn quan hệ của biểu thức nêu trên dựa vào chuỗi đỉnh phổ, và phát hiện cường độ tín hiệu của các đỉnh phổ.

Khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35 được tạo cấu hình để phân tích phổ thu được từ chuyển động quay của động cơ dựa vào chuỗi đỉnh phổ được phát

hiện bởi khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33. Phổ thu được từ chuyển động quay của động cơ được tạo ra ở dạng sóng được đo bằng:

$$f_s \pm f_r.$$

Do đó, khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35 phân tích các đỉnh phổ thỏa mãn quan hệ của biểu thức nêu trên, và phát hiện cường độ tín hiệu của các đỉnh phổ.

Khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 được tạo cấu hình để phân tích phổ mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực dựa vào chuỗi đỉnh phổ được phát hiện bởi khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33.

Ví dụ, trong trường hợp cơ cấu truyền lực là đai truyền, khi xảy ra hư hỏng ở đai truyền, thì đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực biến mất khỏi chuỗi đỉnh phổ. Đối với việc này, khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 phát hiện việc có hay không có đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực.

Khi khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 có thể phát hiện đỉnh, thì khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 có thể xác định được kết quả phân tích là không xảy ra hư hỏng ở đai truyền. Trong khi đó, khi khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 không còn phát hiện được đỉnh sau một thời điểm nhất định ngay cả khi đỉnh đã có thể phát hiện được trước thời điểm nhất định này, thì khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 có thể xác định được kết quả phân tích là đã xảy ra hư hỏng ở đai truyền.

Khối phân tích momen 37 được tạo cấu hình để phân tích momen dựa vào thông tin về dòng điện được thu nhận bằng cách sử dụng các bộ phát hiện dòng điện pha 4a, 4b và 4c và thông tin về điện áp được thu nhận bằng cách sử dụng các bộ phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c. Giả định rằng khối phân tích momen 37 theo phương án thứ nhất tính toán momen từ điện áp và dòng điện. Để phát hiện bất thường ở momen tải, khối phân tích momen 37 sử dụng công thức lý thuyết của biểu thức (5) để tính toán giá trị ước lượng momen T_e từ các dòng điện stato i_d và i_q , các từ thông liên kết ϕ_d và ϕ_q , và số lượng cực từ P_p .

$$T_e = \frac{3}{2} \cdot P_p \cdot \{(\phi_d \cdot i_q) - (\phi_q \cdot i_d)\} \quad (5)$$

Ngoài ra, khối phân tích momen 37 xác định xem có bất thường ở momen tải hay

không dựa vào giá trị ước lượng momen được tính toán T_e . Các từ thông liên kết Φ_d và Φ_q được tính toán từ biểu thức (6) và (7).

$$\frac{d\Phi_d}{dt} = v_d - (i_d \cdot R_s) \quad (6)$$

$$\frac{d\Phi_q}{dt} = v_q - (i_q \cdot R_s) \quad (7)$$

Trong biểu thức (6) và (7), mỗi trong số v_d và v_q biểu diễn điện áp stato, và R_s biểu diễn điện trở stato.

Bộ chẩn đoán bất thường 51 được tạo cấu hình để thực hiện chẩn đoán bất thường liên quan đến động cơ điện 6 dựa vào kết quả phân tích thu được bởi bộ phân tích 31. Fig.8 là lưu đồ minh họa chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường được thực hiện bởi bộ chẩn đoán bất thường 51 theo phương án thứ nhất của sáng chế. Trước hết, trong bước S1, khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 thực hiện xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp từ thông tin về dòng điện và thông tin về điện áp.

Khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 thực hiện phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch, tính toán giá trị đánh giá ΔI_{sn} của biểu thức (2), và thực hiện xác định giá trị ngưỡng bằng cách sử dụng, ví dụ, giá trị ngưỡng δ_{tf} cho giá trị đánh giá ΔI_{sn} , để nhờ đó thực hiện xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp. Khi giá trị đánh giá ΔI_{sn} trở nên lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng δ_{tf} , thì khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 xác định rằng đã có bất thường ở stato, cụ thể là hiện tượng ngắn mạch theo lớp.

Ngoài ra, khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 có thể hiển thị tình trạng là đã có bất thường ở stato bằng cách sử dụng bộ phận hiển thị 10, và có thể thông báo là đã có bất thường ở stato bằng cách sử dụng bộ phận cảnh báo 11.

Tốt hơn nếu thực hiện xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp trước khi phát hiện chuỗi đỉnh phổ. Điều này là do các lý do sau. Khi xảy ra hiện tượng ngắn mạch theo lớp, các đỉnh mà có thể gán cho hiện tượng ngắn mạch theo lớp có thể được tạo ra. Sẽ khó phân biệt giữa đỉnh mà có thể gán cho hiện tượng ngắn mạch theo lớp và đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực. Theo cách tương tự, sẽ khó phân biệt giữa đỉnh mà có thể gán cho hiện tượng ngắn mạch theo lớp và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ. Theo cách tương tự, sẽ khó phân biệt giữa đỉnh mà có thể gán cho

hiện tượng ngắn mạch theo lớp và đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto.

Sau đó, trong bước S2, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 thực hiện phát hiện chuỗi đỉnh phổ dựa vào thông tin về dòng điện. Sau đó, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 kiểm tra sự xếp chồng lên nhau giữa đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ. Khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 cũng kiểm tra sự xếp chồng lên nhau giữa đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto. Khi không có sự xếp chồng lên nhau, thì quá trình xử lý tiếp diễn sang bước S3.

Trong bước S2, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 có thể xác định xem có thể có sự xếp chồng lên nhau giữa các đỉnh hay không mà không cần thực hiện phát hiện chuỗi đỉnh phổ. Khi khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 không thực hiện phát hiện chuỗi đỉnh phổ, thì trước hết khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 dự đoán tần số quay của động cơ. Trong trường hợp này, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 có thể dự đoán tần số quay của động cơ từ, ví dụ, báo cáo thử nghiệm động cơ, thông tin trên bảng thông số và hệ số tải.

Sau đó, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 dự đoán vị trí tạo ra chuỗi đỉnh phổ từ độ dài của đai truyền và đường kính của puli được lắp vào trục động cơ. Giả định rằng, ví dụ, chiều dài đai truyền được biểu diễn bằng L , bán kính puli được biểu diễn bằng D , tần số nguồn cấp điện được biểu diễn bằng f_s và tần số quay của động cơ được biểu diễn bằng f_r , thì theo lý thuyết khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 có thể thu được vị trí tạo ra chuỗi đỉnh phổ bằng biểu thức sau.

$$f_s \pm f_{\text{belt}}, f_s \pm 2f_{\text{belt}}, f_s \pm 3f_{\text{belt}}, \\ \dots, f_s \pm k \times f_{\text{belt}}, (k=1, 2, 3, \dots)$$

trong đó tần số quay đai truyền f_{belt} là như sau.

$$f_{\text{belt}} = (2\pi D \cdot f_r) / L$$

Do đó, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 có thể thu được chuỗi đỉnh phổ mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực. Sau đó, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 kiểm tra xem đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh mà có thể gán cho động cơ có xếp chồng lên nhau hay không. Cụ thể là, khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 tính toán xem

tần số quay đai truyền f_{belt} có thỏa mãn phạm vi của biểu thức (3) hoặc biểu thức (4) hay không.

Khi tần số quay đai truyền f_{belt} thỏa mãn biểu thức (3), thì khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ không được thực hiện. Trong khi đó, khi tần số quay đai truyền f_{belt} không thỏa mãn biểu thức (3), thì khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 xác định rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ được thực hiện.

Ngoài ra, khi tần số quay đai truyền f_{belt} thỏa mãn biểu thức (4), thì khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 xác định rằng việc xác định bất thường của thanh rôto sẽ không được thực hiện. Trong khi đó, khi tần số quay đai truyền f_{belt} không thỏa mãn biểu thức (4), thì khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ 33 xác định rằng việc xác định bất thường của thanh rôto sẽ được thực hiện.

Khi tần số quay đai truyền f_{belt} thỏa mãn biểu thức (3) và thỏa mãn biểu thức (4), thì quá trình xử lý tiếp diễn sang bước S5. Trong khi đó, tần số quay đai truyền f_{belt} không thỏa mãn ít nhất một trong số biểu thức (3) hoặc biểu thức (4), thì quá trình xử lý tiếp diễn sang bước S3.

Sau đó, khi xác định được trong bước S2 rằng việc xác định bất thường của thanh rôto sẽ được thực hiện, thì khối phân tích phổ thanh rôto 34 thực hiện việc xác định thanh rôto trong bước S3. Cụ thể là, khối phân tích phổ thanh rôto 34 thực hiện phân tích phổ của thanh rôto. Khi cường độ tín hiệu dòng điện PSD_{bar} tương ứng với phổ thu được từ thanh rôto trở nên lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng δ_{bar} , thì khối phân tích phổ thanh rôto 34 xác định rằng đã có bất thường ở rôto, cụ thể là bất thường ở thanh rôto.

Ngoài ra, khối phân tích phổ thanh rôto 34 có thể hiển thị tình trạng là đã có bất thường ở thanh rôto bằng cách sử dụng bộ phận hiển thị 10, và có thể thông báo là đã có bất thường ở thanh rôto bằng cách sử dụng bộ phận cảnh báo 11.

Sau đó, khi xác định được trong bước S2 rằng việc xác định bất thường của hệ thống cơ học của động cơ điện 6 sẽ được thực hiện, thì khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35 thực hiện xác định hệ thống cơ học trong bước S4. Cụ thể là, khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35 thực hiện phân tích phổ của tần số quay của động cơ. Khi cường độ tín hiệu dòng điện PSD_{mech} tương ứng với phổ thu được từ

chuyển động quay của động cơ trở nên lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng δ_{mech} , thì khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35 xác định rằng đã có bất thường ở hệ thống cơ học, cụ thể là bất thường ở ổ trục, bất thường lệch tâm, và dạng tương tự.

Ngoài ra, khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ 35 có thể hiển thị tình trạng là đã có bất thường cơ học bằng cách sử dụng bộ phận hiển thị 10, và có thể thông báo là đã có bất thường cơ học bằng cách sử dụng bộ phận cảnh báo 11.

Sau đó, trong bước S5, khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 thực hiện xác định bộ phận truyền lực. Cụ thể là, khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 thực hiện phân tích chuỗi đỉnh phổ, và xác định rằng đã có bất thường ở bộ phận truyền lực do có hư hỏng ở đai truyền khi, ví dụ, khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 không còn phát hiện được cường độ tín hiệu dòng điện PSD_{belt} mà vượt quá giá trị ngưỡng δ_{belt} được thiết đặt từ trước sau một thời điểm nhất định ngay cả khi đã phát hiện thấy cường độ tín hiệu dòng điện PSD_{belt} mà vượt quá giá trị ngưỡng δ_{belt} trước thời điểm nhất định này.

Ngoài ra, khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực 36 có thể hiển thị tình trạng là đã có bất thường ở bộ phận truyền lực bằng cách sử dụng bộ phận hiển thị 10, và có thể thông báo là đã có bất thường ở bộ phận truyền lực bằng cách sử dụng bộ phận cảnh báo 11.

Sau đó, trong bước S6, khối phân tích momen 37 thực hiện phân tích momen. Cụ thể là, khối phân tích momen 37 thực hiện phân tích ước lượng momen, và ví dụ, và xác định rằng có bất thường ở momen tải khi, ví dụ, giá trị ước lượng momen T_e được tính toán bằng cách sử dụng biểu thức (5) trở nên lớn hơn hoặc bằng giá trị ngưỡng δ_{tor} được thiết đặt từ trước.

Ngoài ra, khối phân tích momen 37 có thể hiển thị tình trạng là đã có bất thường ở momen bằng cách sử dụng bộ phận hiển thị 10, và có thể thông báo là đã có bất thường ở momen bằng cách sử dụng bộ phận cảnh báo 11.

Trong trường hợp này, điều quan trọng là thực hiện phân tích ước lượng momen trong bước S6 sau khi xác định được bằng chuỗi các bước xử lý từ bước S1 đến bước S5 rằng động cơ điện 6 và cơ cấu truyền lực 7 là không bất thường. Điều này là do, khi xác định được trong bước S6 rằng có bất thường ở momen ngay cả khi xác định được rằng không có bất thường từ bước S1 đến bước S5, thì có thể xác định thiết bị cơ học

mà đã gây ra bất thường ở momen tải bằng cách giả định rằng nguyên nhân gây ra bất thường ở momen chỉ là thiết bị cơ học này.

Như được mô tả ở trên, thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện, phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện và hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ nhất có thể xác định bộ phận nào của động cơ điện, bộ phận truyền lực và thiết bị cơ học đã gây ra bất thường từ thông tin về dòng điện và thông tin về điện áp của động cơ điện.

Cụ thể là, thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ nhất bao gồm bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện và kết quả giám sát điện áp được đặt vào động cơ điện. Ngoài ra, bộ phận giám sát và chẩn đoán bao gồm bộ phận tích được tạo cấu hình để thực hiện phân tích tần số của dòng điện và bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

Bộ chẩn đoán bất thường cũng có thể thực hiện xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp dựa vào các kết quả giám sát dòng điện và điện áp. Ngoài ra, bộ chẩn đoán bất thường có thể xác định bất thường ở momen tải dựa vào các kết quả giám sát dòng điện và điện áp sau khi chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

Ngoài ra, phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ nhất bao gồm các bước: đo dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện; thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ nhất còn bao gồm bước đo điện áp được đặt vào động cơ điện.

Kết quả là, việc xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp có thể được thực hiện dựa vào các kết quả giám sát dòng điện và điện áp. Ngoài ra, bất thường ở momen tải có thể được xác định dựa vào các kết quả giám sát dòng điện và điện áp sau khi bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực được chẩn đoán từ kết quả phân tích tần số.

Do đó, theo phương án thứ nhất, bằng cách sử dụng bộ phát hiện dòng điện và bộ phát hiện điện áp, có thể xác định được vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện với chi phí tương đối thấp mà không cần sử dụng cảm biến chuyên dụng.

Cũng có thể xác định xem có bất thường ở mỗi trong số stato của động cơ điện, rôto của động cơ điện, hệ thống cơ học của động cơ điện, cơ cấu truyền lực và thiết bị cơ học (tải) hay không, để từ đó cho phép chỉ thay thế bộ phận gây ra bất thường. Do đó, so với việc thay thế toàn bộ thiết bị, chi phí thay thế có thể giảm đi và thiết bị có thể được khôi phục nhanh chóng hơn.

Phương án thứ hai

Phương án thứ nhất mô tả trường hợp trong đó giá trị phát hiện được của dòng điện và giá trị phát hiện được của điện áp đều được sử dụng để thực hiện chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường được minh họa trên Fig.8 và xác định vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện. Trong khi đó, phương án thứ hai của sáng chế mô tả trường hợp trong đó chỉ có giá trị phát hiện được của dòng điện được sử dụng để thực hiện chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường để xác định vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện.

Trong chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường được minh họa trên Fig.8, bước S1 và bước S6 là các bước thực hiện xử lý chẩn đoán bất thường bằng cách sử dụng cả giá trị phát hiện được của dòng điện và giá trị phát hiện được của điện áp. Trong khi đó, bước S2 đến bước S5 là các bước thực hiện xử lý chẩn đoán bất thường bằng cách chỉ sử dụng giá trị phát hiện được của dòng điện mà không cần giá trị phát hiện được của điện áp.

Sơ đồ kết cấu tổng thể bao gồm thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ hai tương ứng với kết cấu trong đó các bộ phát hiện điện áp pha 5a, 5b và 5c được loại bỏ khỏi kết cấu theo phương án thứ nhất được minh họa trên Fig.1. Về vấn đề này, minh họa về kết cấu tổng thể bao gồm thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ hai được lược bỏ.

Fig.9 là sơ đồ khối chức năng của bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 theo phương án thứ hai của sáng chế. So với sơ đồ khối chức năng theo phương án thứ nhất được minh họa trên Fig.2, thì sơ đồ khối chức năng theo phương án thứ hai được minh họa

trên Fig.9 khác biệt ở chỗ không có khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch 32 và khối phân tích momen 37 và giá trị được đo làm đầu vào cho bộ phân tích 31 chỉ là giá trị dòng điện.

Fig.10 là lưu đồ minh họa chuỗi các bước xử lý chẩn đoán bất thường được thực hiện bởi bộ chẩn đoán bất thường 51 theo phương án thứ hai của sáng chế. Lưu đồ được minh họa trên Fig.10 tương ứng với lưu đồ trong đó bước S1 và bước S6 được xóa bỏ khỏi lưu đồ được minh họa trên Fig.8. Chi tiết quá trình xử lý trong bước S2 đến bước S5 trên Fig.10 là giống với chi tiết quá trình xử lý trong bước S2 đến bước S5 trên Fig.8, một cách tương ứng, và phần mô tả về chúng được lược bỏ.

Bằng cách chỉ sử dụng giá trị phát hiện được của dòng điện, bộ phân tích 31 theo phương án thứ hai có thể thực hiện xử lý để phát hiện chuỗi đỉnh phổ trong bước S2, xử lý để xác định thanh rôto trong bước S3, xử lý để xác định hệ thống cơ học trong bước S4, và xử lý để xác định bộ phận truyền lực trong bước S5. Kết quả là, bộ phân tích 31 có thể phân biệt và xác định bất thường ở rôto, bất thường ở hệ thống cơ học và bất thường ở bộ phận truyền lực.

Như được mô tả ở trên, thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện, phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện và hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ hai có thể xác định bộ phận nào của động cơ điện và bộ phận truyền lực đã gây ra bất thường chỉ từ thông tin về dòng điện của động cơ điện.

Cụ thể là, thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ hai bao gồm bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện. Ngoài ra, bộ phận giám sát và chẩn đoán bao gồm bộ phân tích được tạo cấu hình để thực hiện phân tích tần số của dòng điện và bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

Ngoài ra, phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo phương án thứ hai bao gồm các bước: đo dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện; thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ

cầu truyền lực từ kết quả phân tích tần số.

Do đó, bằng cách chỉ sử dụng bộ phát hiện dòng điện, có thể xác định được vị trí bất thường ở thiết bị động cơ điện với chi phí tương đối thấp mà không cần sử dụng cảm biến chuyên dụng.

Cũng có thể xác định xem có bất thường ở mỗi trong số rôto của động cơ điện, hệ thống cơ học của động cơ điện và cơ cấu truyền lực hay không, để từ đó cho phép chỉ thay thế bộ phận đã gây ra bất thường. Do đó, so với việc thay thế toàn bộ thiết bị, có thể giảm chi phí và thiết bị có thể được khôi phục nhanh chóng hơn.

Fig.11 là sơ đồ cấu hình phần cứng của bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 trên Fig.2 hoặc Fig.9. Trên Fig.11, bộ phận giám sát và chẩn đoán 9 bao gồm bộ xử lý 60 và bộ nhớ 21. Bộ xử lý 60 được tạo cấu hình để điều khiển bộ phân tích 31 thực hiện xử lý bằng cách thực thi chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ 21.

Trong trường hợp này, bộ nhớ 21 được tạo ra từ bộ nhớ lưu trữ, ví dụ, chương trình trong đó quy trình xử lý được thực hiện bởi bộ phân tích 31 được mô tả. Bộ xử lý 60 được tạo ra từ bộ xử lý được tạo cấu hình logic trong mạch phần cứng, ví dụ, vi máy tính, bộ xử lý tín hiệu số (DSP - Digital Signal Processor) hoặc mảng cổng lập trình được dạng trường (FPGA - Field-programmable gate array). Ngoài ra, các bộ xử lý và các bộ nhớ có thể phối hợp để thực hiện chức năng của bộ phân tích 31.

Danh mục số chỉ dẫn

1 đường cấp điện, 4a, 4b, 4c bộ phát hiện dòng điện pha (bộ phát hiện dòng điện), 5a, 5b, 5c bộ phát hiện điện áp pha (bộ phát hiện điện áp), 6 động cơ điện, 7 cơ cấu truyền lực, 8 thiết bị cơ học, 9 bộ phận giám sát và chẩn đoán, 10 bộ phận hiển thị, 11 bộ phận cảnh báo, 21 bộ nhớ, 22 bộ thiết đặt động cơ điện, 31 bộ phân tích, 32 khối phân tích dòng điện-điện áp pha nghịch, 33 khối phát hiện chuỗi đỉnh phổ, 34 khối phân tích phổ thanh rôto, 35 khối phân tích phổ chuyển động quay của động cơ, 36 khối phân tích phổ cơ cấu truyền lực, 37 khối phân tích momen, 41 bộ xác định khả năng xác định bất thường, 51 bộ chẩn đoán bất thường, 52 bộ lưu trữ kết quả chẩn đoán, 60 bộ xử lý

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện bao gồm bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện,

trong đó bộ phận giám sát và chẩn đoán bao gồm:

bộ phân tích được tạo cấu hình để thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và

bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số,

trong đó thiết bị này còn bao gồm bộ xác định khả năng xác định bất thường được tạo cấu hình để xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không dựa vào dải tần thứ nhất bao gồm đỉnh được tạo ra mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực mà đã được phát hiện bằng cách phân tích tần số,

trong đó bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực khi bộ xác định khả năng xác định bất thường xác định rằng có thể xác định bất thường của động cơ điện.

2. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 1, trong đó bộ xác định khả năng xác định bất thường được tạo cấu hình để xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không dựa vào dải tần thứ nhất và dải tần thứ hai bao gồm đỉnh được tạo ra mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ.

3. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 1 hoặc 2,

trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực bằng cách thực hiện phân tích tần số của dòng điện, và

trong đó bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để:

thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ sau khi bộ phân tích thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực;

chẩn đoán bất thường ở động cơ điện dựa vào kết quả phát hiện đỉnh mà có thể gán cho chuyển động quay của động cơ; và

chẩn đoán bất thường ở cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực.

4. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 3, trong đó bộ xác định khả năng xác định bất thường được tạo cấu hình để xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không dựa vào việc so sánh giữa kết quả phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và giá trị ngưỡng của khoảng tần số sau khi bộ phân tích thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực.

5. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 3 hoặc 4, trong đó bộ phân tích được tạo cấu hình để thực hiện phát hiện đỉnh bằng cách tính toán theo lý thuyết đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực.

6. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 5, trong đó bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto trong động cơ điện và chẩn đoán bất thường ở thanh rôto này.

7. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6,

trong đó bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện và kết quả giám sát điện áp được đặt vào động cơ điện, và

trong đó bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để:

thực hiện xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp dựa vào dòng điện và điện áp; và

chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả

phân tích tần số sau khi bộ chẩn đoán bất thường xác định kết quả của việc xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp là không xảy ra hiện tượng ngắn mạch theo lớp.

8. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 7, trong đó bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để xác định xem có bất thường ở momen tải hay không dựa vào dòng điện và điện áp sau khi bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực được chẩn đoán từ kết quả phân tích tần số.

9. Thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6,

trong đó bộ phận giám sát và chẩn đoán được tạo cấu hình để chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực dựa vào kết quả giám sát dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện và kết quả giám sát điện áp được đặt vào động cơ điện, và

trong đó bộ chẩn đoán bất thường được tạo cấu hình để xác định xem có bất thường ở momen tải hay không dựa vào dòng điện và điện áp sau khi bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực được chẩn đoán từ kết quả phân tích tần số.

10. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện để xác định xem có bất thường ở mỗi trong số động cơ điện và cơ cấu truyền lực hay không, trong đó phương pháp chẩn đoán bất thường này bao gồm các bước:

đo dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện;

thực hiện phân tích tần số của dòng điện; và

chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số,

phương pháp này còn bao gồm bước xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không dựa vào dải tần thứ nhất bao gồm đỉnh được tạo ra mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực mà đã được phát hiện bằng cách phân tích tần số,

trong đó bước chẩn đoán bất thường bao gồm việc chẩn đoán bất thường ở động

cơ điện và cơ cấu truyền lực khi xác định được rằng có thể xác định bất thường của động cơ điện trong bước xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không.

11. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 10,

trong đó bước thực hiện phân tích tần số bao gồm việc thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực, và

trong đó bước xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không bao gồm việc xác định xem có thể xác định bất thường của động cơ điện hay không dựa vào việc so sánh giữa kết quả phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực và giá trị ngưỡng của khoảng tần số sau khi việc phát hiện đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực được thực hiện trong bước thực hiện phân tích tần số.

12. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm 11, trong đó bước thực hiện phân tích tần số bao gồm việc thực hiện phát hiện đỉnh bằng cách tính toán theo lý thuyết đỉnh mà có thể gán cho cơ cấu truyền lực.

13. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 12, trong đó bước chẩn đoán bất thường bao gồm việc thực hiện phát hiện đỉnh mà có thể gán cho thanh rôto trong động cơ điện và chẩn đoán bất thường ở thanh rôto này.

14. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đo điện áp được đặt vào động cơ điện,

trong đó bước chẩn đoán bất thường bao gồm các bước:

thực hiện xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp dựa vào dòng điện và điện áp; và

chẩn đoán bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực từ kết quả phân tích tần số sau khi thu được kết quả của việc xác định hiện tượng ngắn mạch theo lớp là không xảy ra hiện tượng ngắn mạch theo lớp.

15. Phương pháp chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 đến 13, trong đó phương pháp này còn bao gồm bước đo điện áp được đặt vào động cơ điện,

trong đó bước chẩn đoán bất thường bao gồm việc xác định xem có bất thường ở momen tải hay không dựa vào dòng điện và điện áp sau khi bất thường ở động cơ điện và cơ cấu truyền lực được chẩn đoán từ kết quả phân tích tần số.

16. Hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện bao gồm:

thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 6; và

bộ phát hiện dòng điện được tạo cấu hình để phát hiện dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện.

17. Hệ thống chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện bao gồm:

thiết bị chẩn đoán bất thường dùng cho động cơ điện theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 7 đến 9;

bộ phát hiện dòng điện được tạo cấu hình để phát hiện dòng điện đi qua đường cấp điện của động cơ điện; và

bộ phát hiện điện áp được tạo cấu hình để phát hiện điện áp được đặt vào động cơ điện.

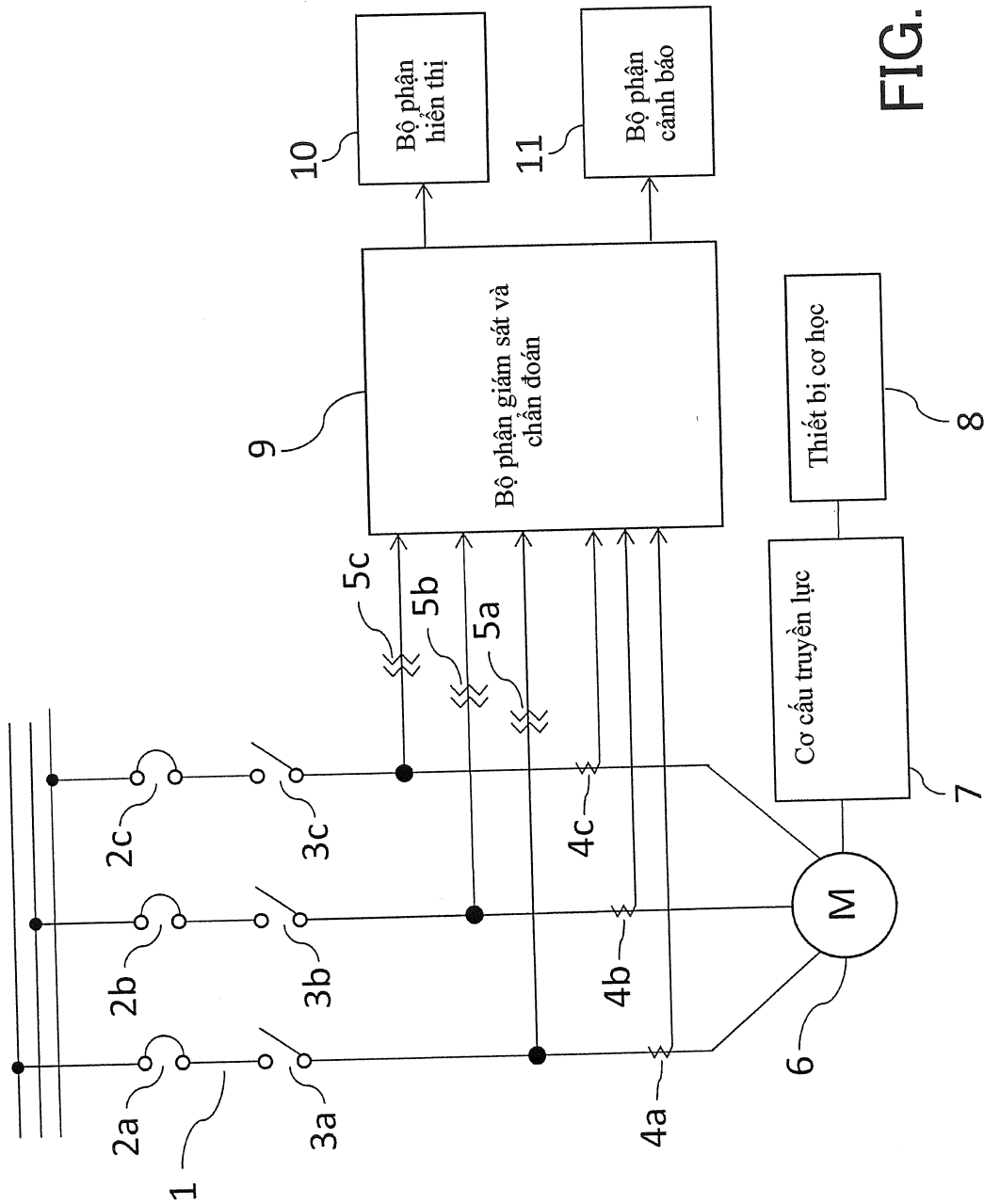


FIG. 1

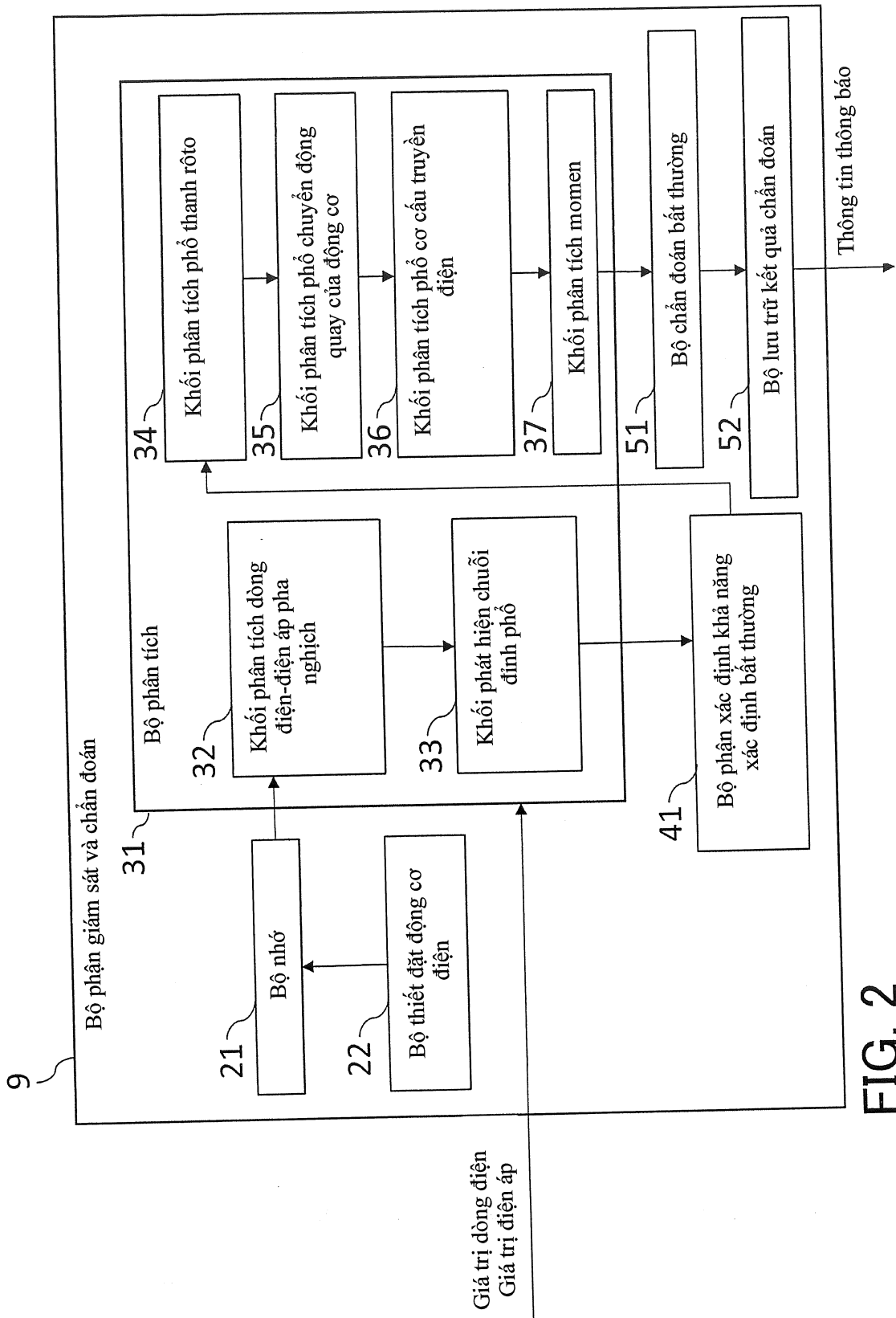


FIG. 2

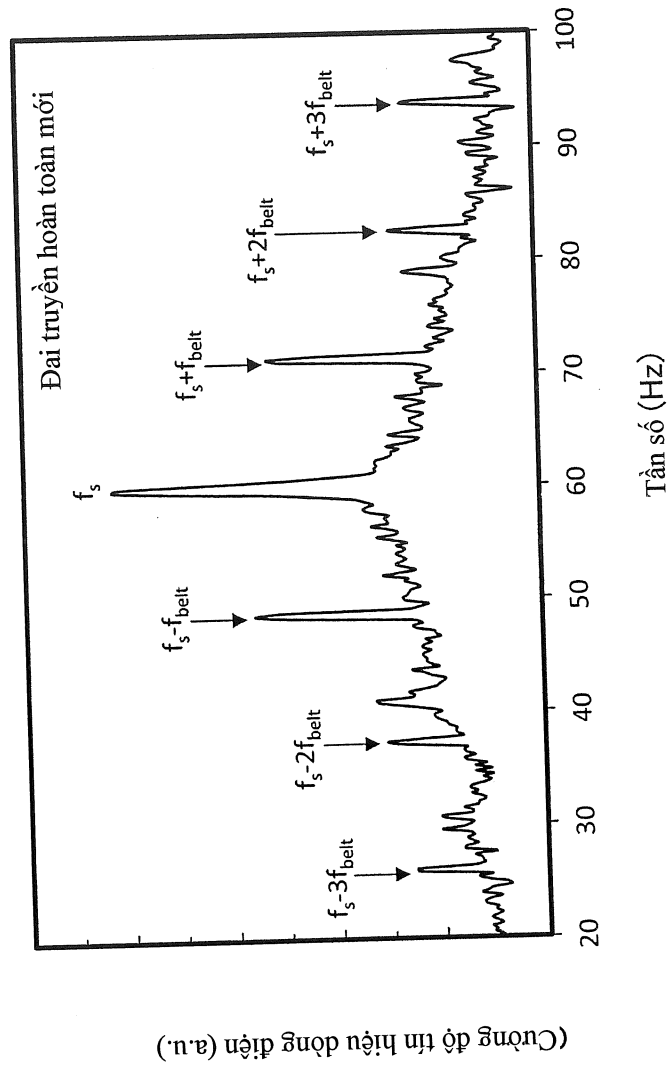


FIG. 3

Khi đỉnh có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh có thể gán cho chuyển động quay của động cơ xếp chồng lên nhau

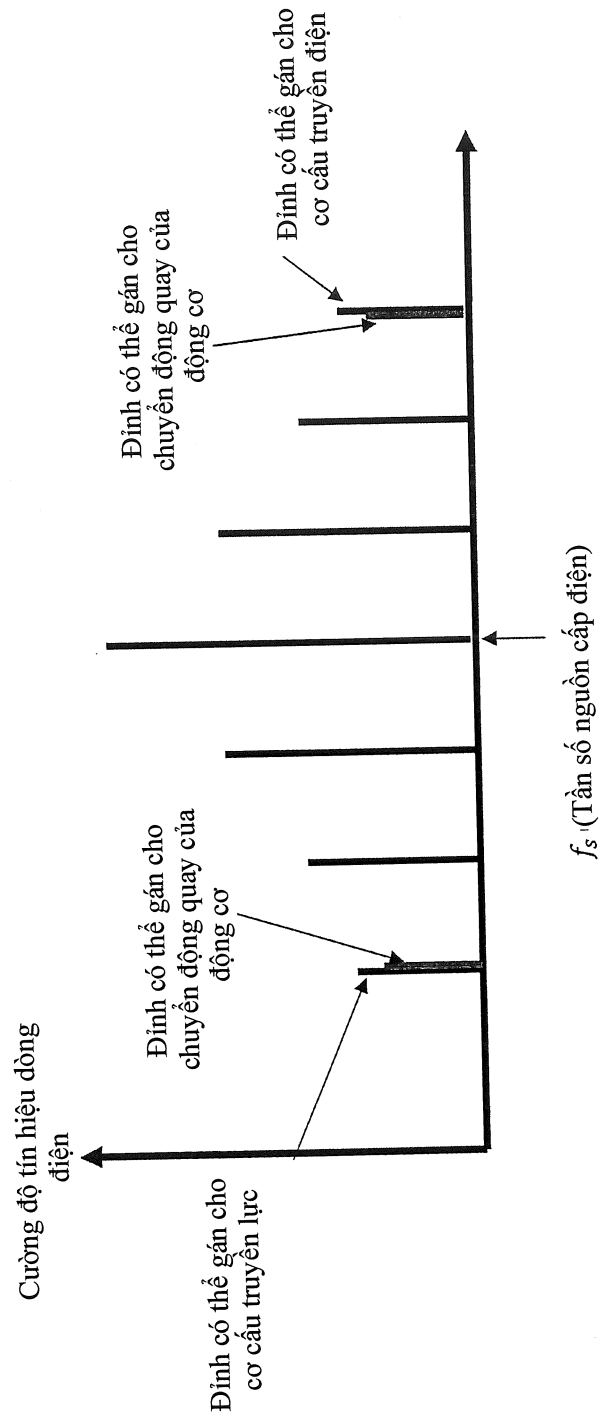


FIG. 4

Khi đỉnh có thể gắn cho cơ cấu truyền lực và đỉnh có thể gắn cho chuyển động quay của động cơ gần nhau

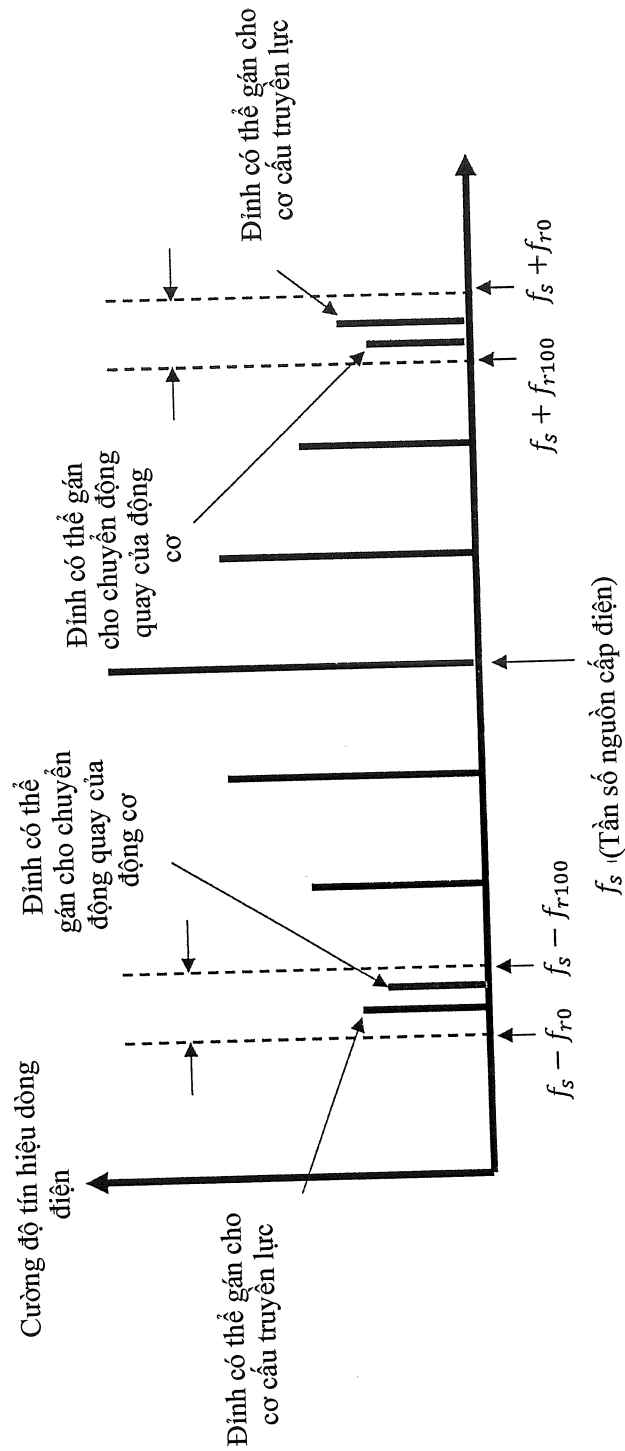


FIG. 5

Khi đỉnh có thể gán cho cơ cấu truyền lực và đỉnh có thể gán cho chuyển động quay của động cơ không gán nhau

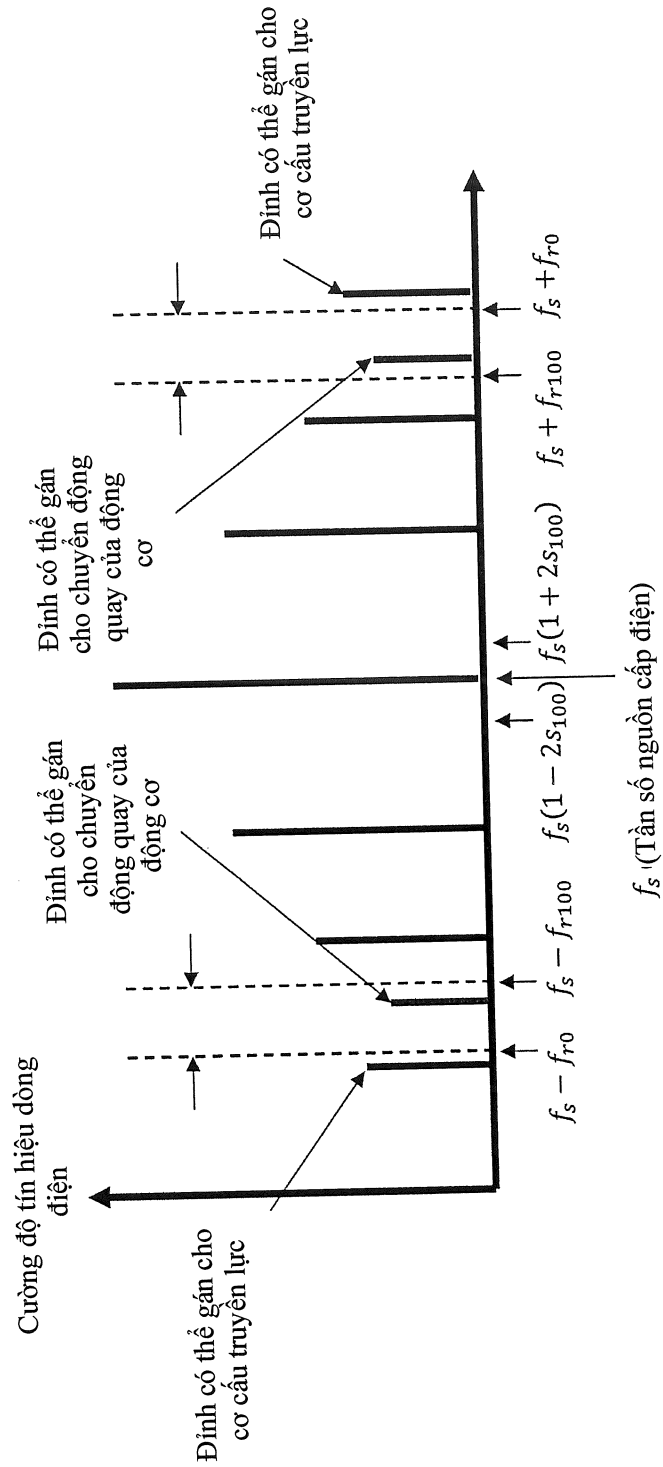


FIG. 6

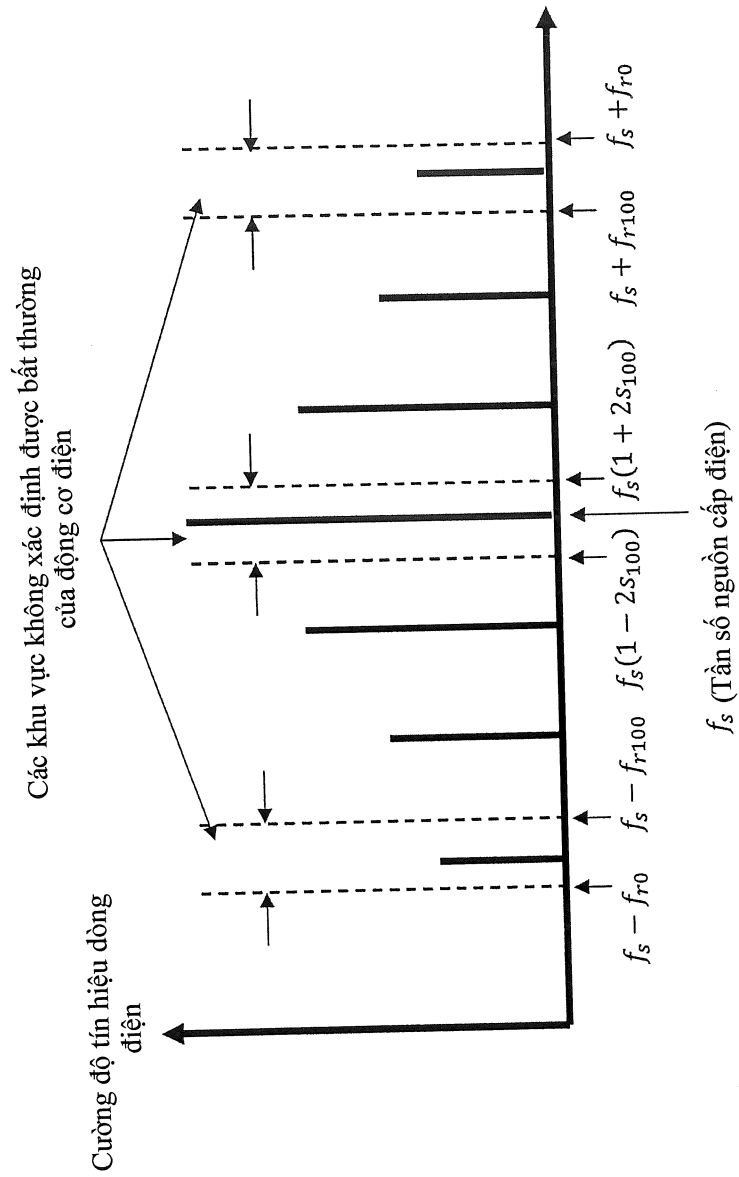


FIG. 7

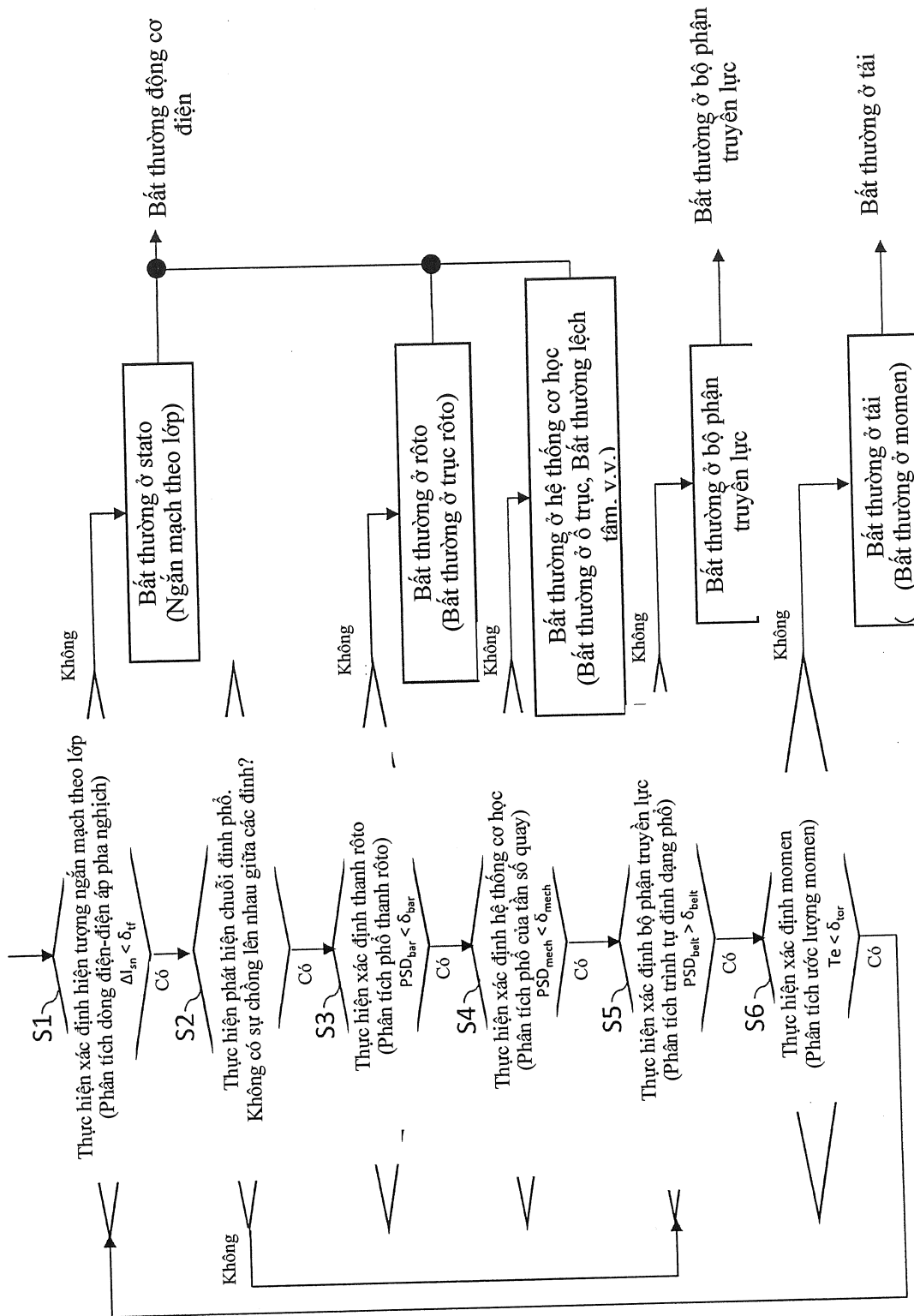
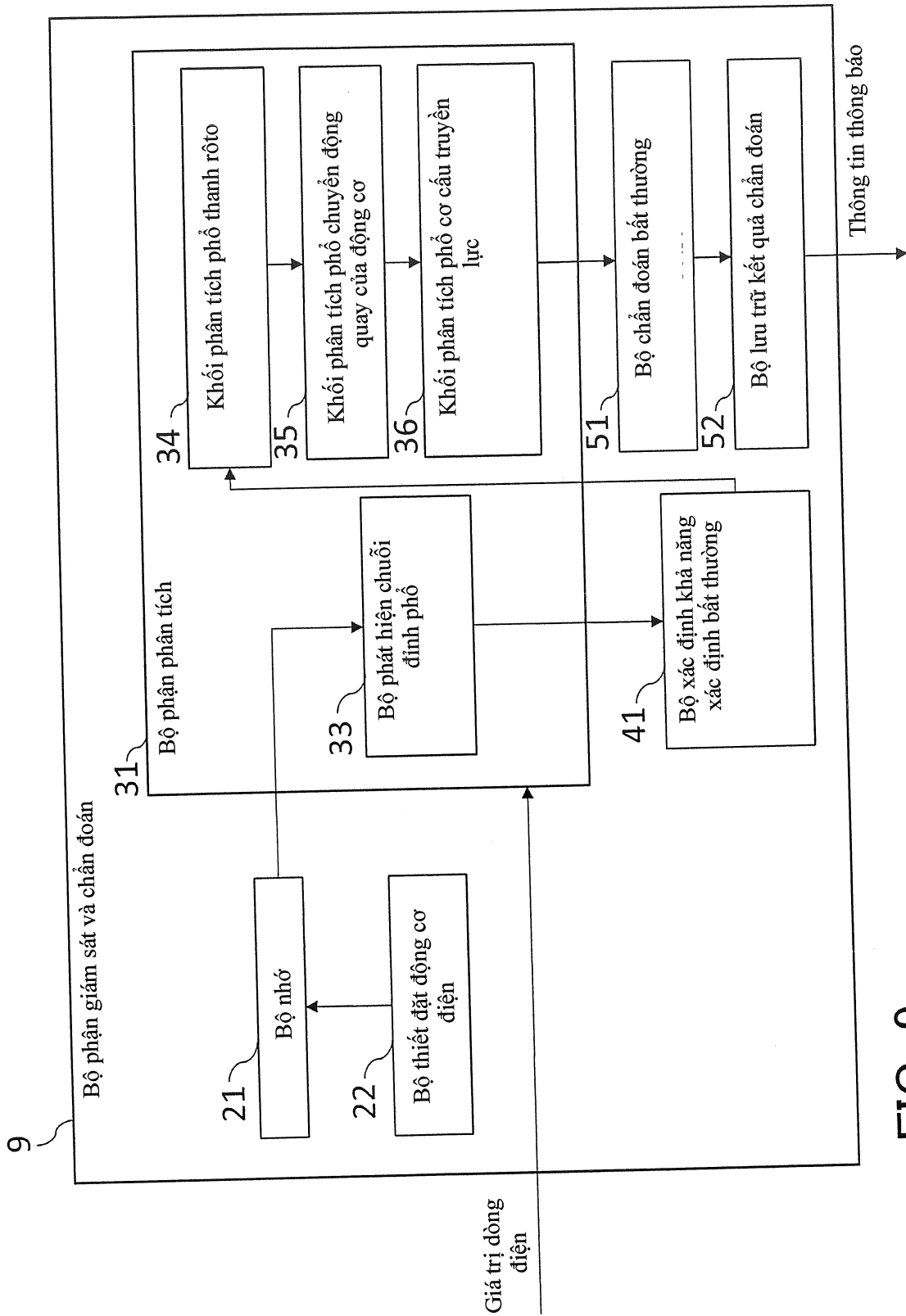


FIG. 8



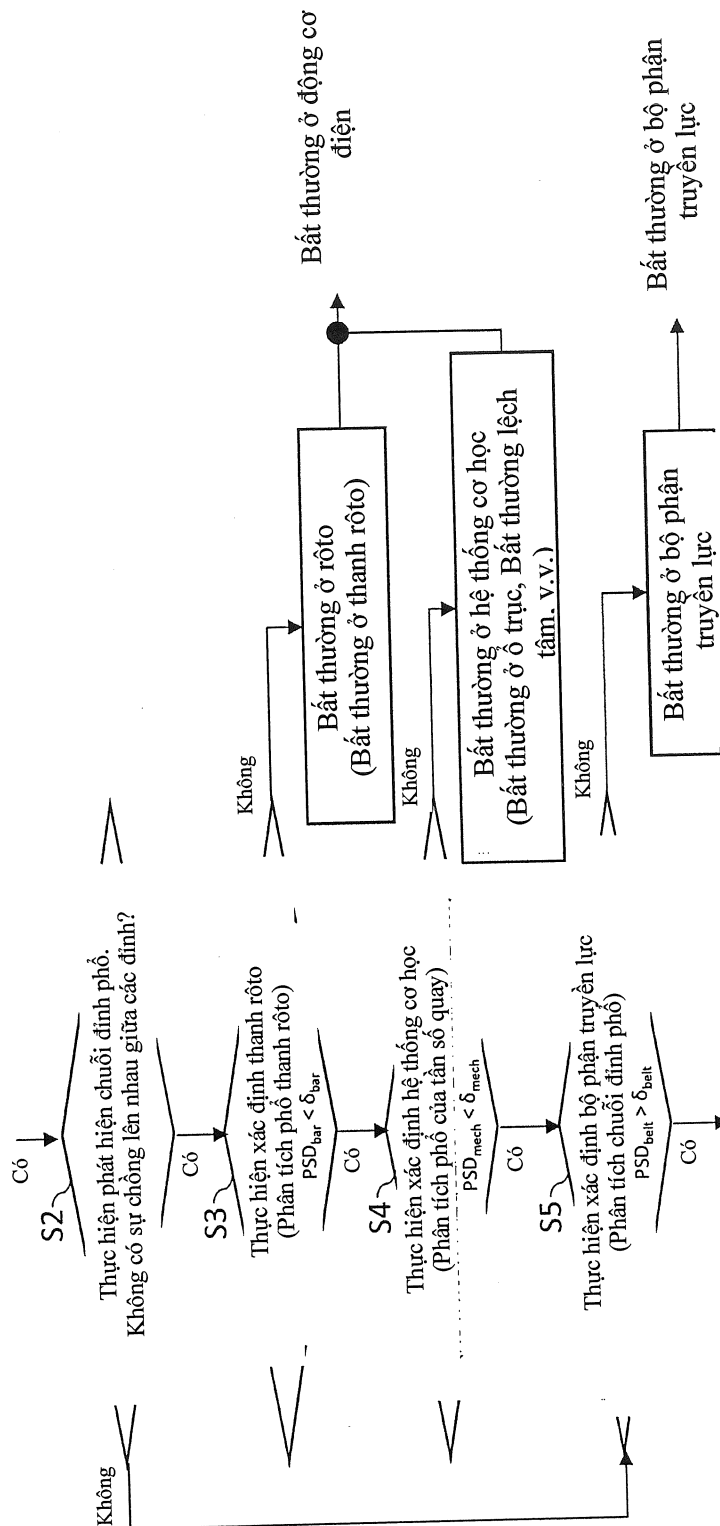


FIG. 10

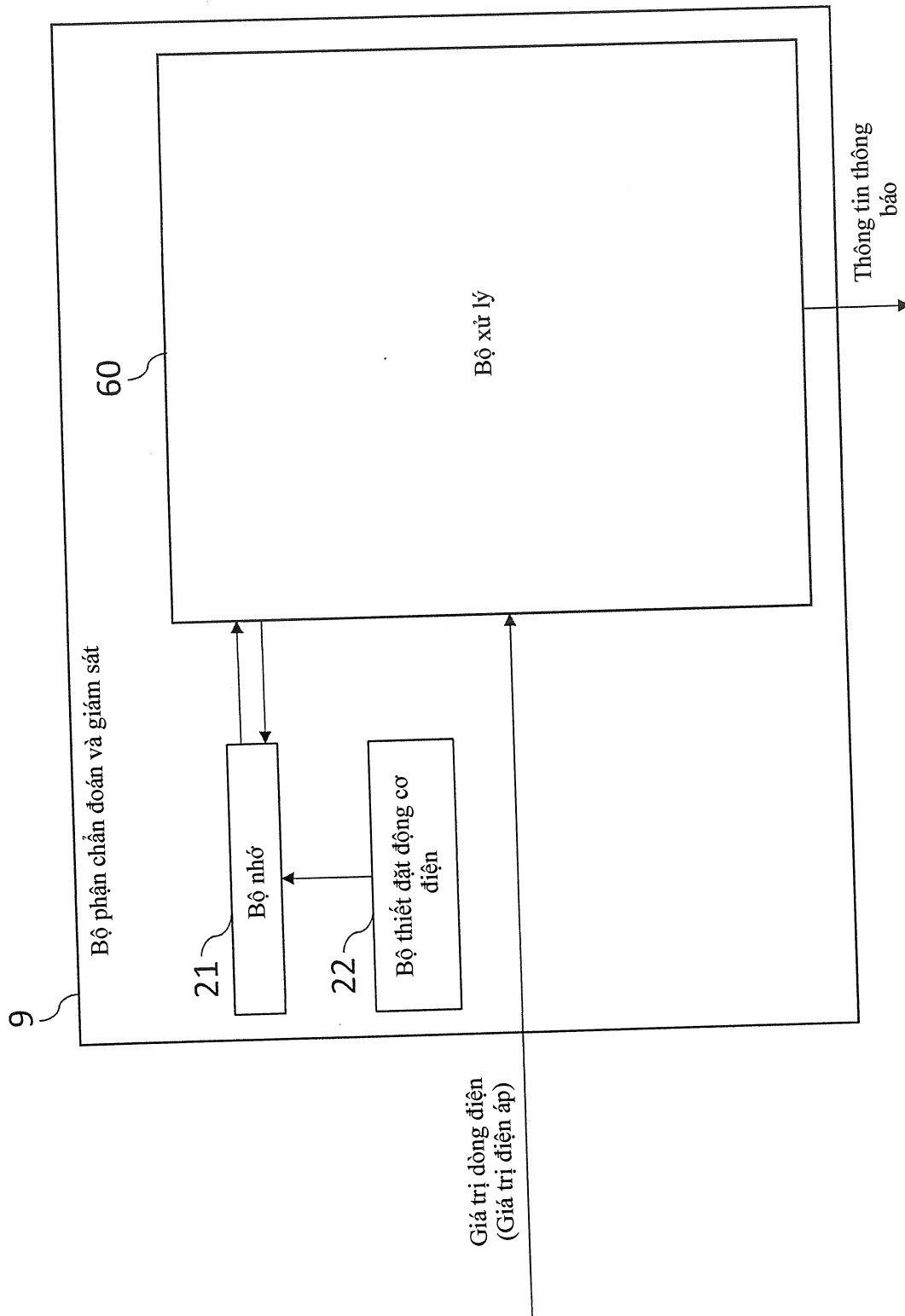


FIG. 11