



(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)



1-0048618

(51)^{2022.01} F03D 17/00; F03D 7/04

(13) B

(21) 1-2022-08010

(22) 30/03/2021

(86) PCT/CN2021/084036 30/03/2021

(87) WO 2022/001251 06/01/2022

(30) 202010606858.8 29/06/2020 CN

(45) 25/07/2025 448

(43) 25/04/2023 421A

(73) GOLDWIND SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. (CN)

No.107 Shanghai Road, Economic & Technological Development Zone Urumqi,
Xinjiang 830026, P.R. China

(72) ZHOU, Jie (CN); ALI, Waqar (CN); CAO, Xueming (CN); HAO, Weidong (CN).

(74) Công ty Luật TNHH WINCO (WINCO LAW FIRM)

(54) PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN DỪNG CHO TUABIN GIÓ, BỘ ĐIỀU KHIỂN, HỆ
THỐNG ĐIỀU KHIỂN, TUABIN GIÓ VÀ VẬT GHI ĐỌC ĐƯỢC BẰNG MÁY
TÍNH

(21) 1-2022-08010

(57) Sáng chế đề cập tới phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió, bộ điều khiển, hệ thống điều khiển, tuabin gió và vật ghi đọc được bằng máy tính. Phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió bao gồm các bước: giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của hệ thống phát điện tuabin gió, và dữ liệu hoạt động của hệ thống phát điện tuabin gió; nhận dạng điều kiện gió phức tạp theo dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động; xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy của điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và nhằm đáp lại tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy vượt quá giá trị ngưỡng định trước thứ nhất, điều khiển hệ thống phát điện tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ. Sáng chế có thể làm giảm một cách hữu hiệu tình trạng tích tụ mỏi của hệ thống phát điện tuabin gió, giảm bớt nguy cơ hoạt động của nó, đảm bảo hoạt động an toàn của hệ thống phát điện tuabin gió ở điều kiện gió phức tạp, và cải thiện khả năng thích ứng của hệ thống phát điện tuabin gió đối với các điều kiện gió phức tạp.

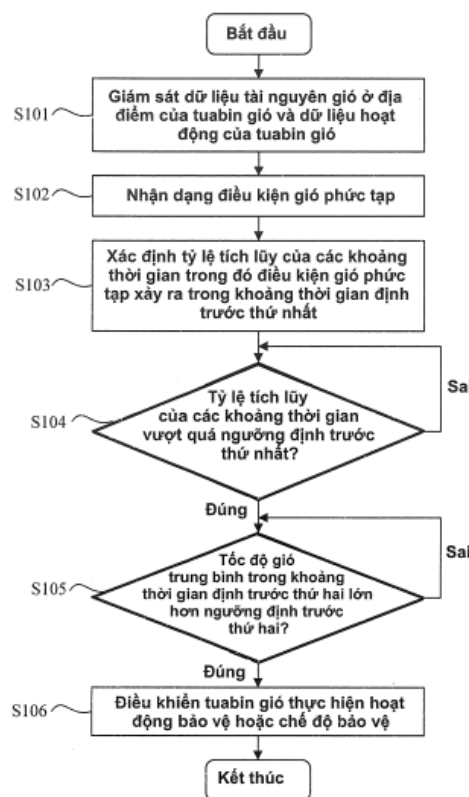


Fig.3

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập tới lĩnh vực phát điện bằng sức gió, và cụ thể hơn, sáng chế đề cập tới phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió, bộ điều khiển, hệ thống điều khiển, tuabin gió và vật ghi đọc được bằng máy tính.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Tuabin gió có yêu cầu rất quan trọng là phải nhận dạng chính xác các điều kiện gió. Đặc biệt, ở điều kiện gió cực hạn, cần phải điều chỉnh kịp thời các tham số điều khiển của tuabin gió để tránh các hư hại đối với tuabin gió khi vận hành ở điều kiện gió cực hạn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Do đó, mục đích của sáng chế là đề xuất tuabin gió, và phương pháp điều khiển, bộ điều khiển và hệ thống điều khiển dùng cho tuabin gió để khắc phục các nhược điểm theo kỹ thuật đã biết.

Theo khía cạnh thứ nhất, sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió. Phương pháp điều khiển này bao gồm các công đoạn: giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió; nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động; xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ hai, sáng chế đề xuất bộ điều khiển của tuabin gió. Bộ điều khiển này có thể bao gồm: môđun thu thập, môđun nhận dạng, môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy và môđun điều khiển. Môđun thu thập được làm thích ứng

để thu thập dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió. Môđun nhận dạng được làm thích ứng để nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động. Môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy được làm thích ứng để xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất. Môđun điều khiển được làm thích ứng để điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ ba, sáng chế đề xuất hệ thống điều khiển của tuabin gió. Hệ thống điều khiển này bao gồm thiết bị giám sát và thiết bị điều khiển. Thiết bị giám sát được làm thích ứng để giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió. Thiết bị điều khiển được làm thích ứng để: nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động; xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất.

Theo khía cạnh thứ tư, sáng chế đề xuất tuabin gió. Tuabin gió này bao gồm bộ điều khiển hoặc hệ thống điều khiển như nêu trên.

Theo khía cạnh thứ năm, sáng chế đề xuất vật ghi đọc được bằng máy tính để lưu trữ trên đó các chương trình máy tính. Các chương trình máy tính, khi được chạy bởi bộ xử lý, thực hiện phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió như nêu trên.

Nhờ tuabin gió, và phương pháp điều khiển, bộ điều khiển và hệ thống điều khiển dùng cho tuabin gió, và vật ghi đọc được bằng máy tính theo các khía cạnh của sáng chế, các điều kiện vận hành của tuabin gió có thể được nhận dạng. Ví dụ, có thể nhận dạng các nguy cơ tiềm ẩn trong quá trình hoạt động của tuabin gió trong khi tốc độ gió không tăng liên tục, và vì thế tuabin gió có thể được điều khiển để thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ, chẳng hạn giới hạn công suất định mức của tuabin gió, giới hạn góc chao dọc của tuabin gió, và dừng tuabin gió. Nhiều yếu tố liên quan tới điều kiện gió phức tạp và các trạng thái vận hành (ví dụ, trạng thái giải

phóng giới hạn công suất) của tuabin gió có thể được kết hợp, và trên cơ sở kết cấu hiện có của tuabin gió, điều kiện gió phức tạp có thể được nhận dạng toàn diện liên quan tới gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường và gia tăng góc chao dọc bất thường để tránh trường hợp cực hạn của tuabin gió quét qua tháp. Tình trạng tích tụ mỡ của tuabin gió có thể được giảm bớt hữu hiệu và trường hợp cực hạn, chẳng hạn cánh quét qua tháp, có thể được ngăn chặn, nhờ đó giảm bớt nguy cơ hoạt động của tuabin gió, đảm bảo hoạt động an toàn của tuabin gió ở điều kiện gió phức tạp, và cải thiện khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Các mục đích và dấu hiệu nêu trên cũng như khác nữa của sáng chế sẽ trở nên rõ ràng hơn qua phần mô tả tiếp theo có dựa vào các hình vẽ kèm theo, trong đó:

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống điều khiển của tuabin gió theo phương án minh họa của sáng chế;

Fig.2 là sơ đồ khối thể hiện bộ điều khiển của tuabin gió theo một phương án minh họa khác của sáng chế;

Fig.3 là lưu đồ thể hiện phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió theo phương án minh họa của sáng chế;

Fig.4 là một lưu đồ khác thể hiện phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió theo phương án minh họa của sáng chế;

Fig.5 là đồ thị thể hiện gió giật hoạt động cực hạn theo phương án minh họa của sáng chế; và

Fig.6 và Fig.7 là các đồ thị thể hiện thay đổi cực hạn về hướng gió theo phương án minh họa của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Tuabin gió có thể có mũi tên chỉ hướng gió và máy đo gió được lắp ở mặt trên của thân vỏ để phát hiện điều kiện gió. Gia tăng nhanh chóng của tốc độ gió ở địa hình bình thường xảy ra cùng với gia tăng nhanh chóng của tốc độ quay của máy phát

điện, của công suất hoặc của góc chao dọc của tuabin gió. Tuy nhiên, tuabin gió trong môi trường địa hình phức tạp và khí hậu phức tạp bị ảnh hưởng bởi trạng thái gió đứt phức tạp, thay đổi hướng gió và nhiều yếu tố khác, và tốc độ quay, công suất hoặc góc chao dọc của tuabin gió có thể thay đổi nhanh chóng trong khi tốc độ gió đo được bởi máy đo gió không thay đổi đáng kể. Ví dụ, trong thời gian ngắn trước sự cố của tuabin gió, tốc độ gió không liên tục tăng đáng kể, nhưng tốc độ quay và công suất liên tục tăng, và điều chỉnh góc chao dọc không được thực hiện. Do đó, cần phải nhận dạng điều kiện gió phức tạp trong quá trình hoạt động của tuabin gió, và điều khiển kịp thời tuabin gió để thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ tương ứng, nhờ đó cải thiện khả năng thích ứng của tuabin gió ở điều kiện gió phức tạp. Nhận dạng điều kiện gió phức tạp là yếu tố rất quan trọng đối với hoạt động an toàn của tuabin gió. Ví dụ, gió giật cực hạn có thể được phát hiện bằng công nghệ phát hiện từ xa nhờ thiết bị Lidar. Tuy nhiên, thiết bị Lidar có giá thành cao, điều này dẫn đến chi phí cao của tuabin gió. Mũi tên chỉ hướng gió và máy đo gió của tuabin gió thường được lắp ở mặt trên của thân vỏ và phía sau bộ cánh quạt. Ở điều kiện địa hình phức tạp, có khả năng là tốc độ gió và hướng gió ở nửa dưới của bộ cánh quạt thay đổi nhanh chóng ngay lập tức, điều này dẫn đến thay đổi đột ngột của tốc độ quay và góc chao dọc của tuabin gió. Tuy nhiên, điều kiện gió như vậy không thể được nhận biết nhờ mũi tên chỉ hướng gió và máy đo gió hiện có.

Trong lĩnh vực phát điện bằng sức gió, các điều kiện khí hậu phức tạp khi được kết hợp với các dấu hiệu địa hình phức tạp có thể gây ra các vấn đề như lực cắt âm, xoắn hướng gió hoặc dòng xoáy lớn, các vấn đề này ảnh hưởng đến độ ổn định hoạt động của tuabin gió và gây ra các tải trọng mỏi hoặc các tải cực hạn. Điều kiện gió phức tạp có thể được phản ánh trong thay đổi nhanh chóng của tốc độ quay và của góc chao dọc, nhưng không có thay đổi đáng kể hoặc nhanh chóng của tốc độ gió đo được bởi máy đo gió ở mặt trên của thân vỏ và hướng gió đo được bởi mũi tên chỉ hướng gió.

Điều kiện gió phức tạp có liên quan tới nhiều yếu tố như vị trí của một tuabin gió, địa hình quanh tuabin gió và điều kiện khí hậu. Các điều kiện khí hậu phức tạp khi được kết hợp với các dấu hiệu địa hình phức tạp có thể tạo ra điều kiện gió phức

tạp, điều này có thể gây ra rủi ro lớn hơn đối với hoạt động của tuabin gió. Nhờ giải pháp kỹ thuật của sáng chế, có thể nhận dạng các dấu hiệu của điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió, để nhận dạng điều kiện vận hành của tuabin gió. Dữ liệu tài nguyên gió có thể là, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy, dữ liệu tốc độ gió được thu thập bởi máy đo gió thông thường và dữ liệu hướng gió được thu thập bởi mũi tên chỉ hướng gió thông thường. Dữ liệu hoạt động của tuabin gió có thể là, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy, tốc độ quay của máy phát điện, góc chao dọc, hoặc tham số tương tự. Các đặc trưng của điều kiện gió phức tạp có thể là, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy, gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, và gia tăng góc chao dọc bất thường. Ví dụ, có thể nhận dạng các nguy cơ tiềm ẩn trong quá trình hoạt động của tuabin gió trong trường hợp tốc độ gió không liên tục tăng, sao cho tuabin gió có thể được điều khiển để thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ, chẳng hạn giới hạn công suất định mức của tuabin gió, giới hạn góc chao dọc của tuabin gió và/hoặc dừng tuabin gió. Do đó, trường hợp cực hạn của tuabin gió quét qua tháp có thể được ngăn chặn.

Các phương án minh họa của sáng chế sẽ được mô tả đầy đủ có dựa vào các hình vẽ kèm theo. Mặc dù một số phương án minh họa được thể hiện trên các hình vẽ, sáng chế không bị giới hạn như vậy.

Fig.1 là hình vẽ dạng sơ đồ thể hiện hệ thống điều khiển dừng cho tuabin gió theo phương án minh họa của sáng chế. Như được thể hiện trên Fig.1, hệ thống điều khiển của tuabin gió có thể bao gồm thiết bị điều khiển 11 và thiết bị giám sát 12. Thiết bị giám sát 12 có thể được làm thích ứng để giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió, và dữ liệu tương tự. Ví dụ, dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió có thể bao gồm: tốc độ gió và hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió, và tham số tương tự. Dữ liệu hoạt động của tuabin gió có thể bao gồm: tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió (nghĩa là, tốc độ quay của máy phát điện), góc chao dọc của từng cánh, và dữ liệu tương tự.

Thiết bị giám sát 12 có thể bao gồm mũi tên chỉ hướng gió 102, máy đo gió

103, cảm biến tốc độ quay 104 và cảm biến góc chao dọc 105. Mũi tên chỉ hướng gió 102 và máy đo gió 103 có thể được lắp ở mặt trên của thân vỏ của tuabin gió. Mũi tên chỉ hướng gió 102 có thể được làm thích ứng để giám sát hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió. Máy đo gió 103 có thể được làm thích ứng để giám sát tốc độ gió ở trục trung tâm của tuabin gió. Cảm biến tốc độ quay 104 có thể được làm thích ứng để giám sát tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió. Ví dụ, cảm biến tốc độ quay 104 có thể được lắp trên máy phát điện của tuabin gió, hoặc có thể được nối điện với máy phát điện của tuabin gió. Cảm biến góc chao dọc 105 có thể được làm thích ứng để giám sát góc chao dọc của từng cánh của tuabin gió. Cảm biến góc chao dọc 105 có thể bao gồm nhiều cảm biến góc chao dọc. Từng cảm biến góc chao dọc có thể được lắp trên động cơ chao dọc trong hệ thống chao dọc đối với cánh tương ứng để giám sát hoặc đo góc chao dọc của cánh tương ứng. Thiết bị điều khiển 11 có thể tiếp nhận dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió từ thiết bị giám sát 12, và thiết bị điều khiển 11 còn có thể điều khiển máy phát điện 13 và bộ biến đổi 14 của tuabin gió. Thiết bị điều khiển 11 có thể nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió; xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất. Tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian biểu thị giá trị tích lũy của các tỷ lệ của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất so với khoảng thời gian định trước thứ nhất.

Theo ví dụ này, điều kiện gió phức tạp có thể liên quan tới một hoặc nhiều điều kiện bất kỳ trong số các điều kiện sau đây xảy ra: gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, và gia tăng góc chao dọc bất thường. Tuy nhiên, các phương án của sáng chế không bị giới hạn như vậy, và điều kiện gió phức tạp còn có thể có điều kiện vận hành khác của tuabin gió.

Sau đây, các hoạt động của thiết bị điều khiển 11 sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào Fig.3 tới Fig.7.

Thiết bị điều khiển 11 trên Fig.1 có thể bao gồm bộ điều khiển 20 được thể hiện trên Fig.2 hoặc có một phần của các bộ phận trong bộ điều khiển 20. Theo một phương án minh họa khác được thể hiện trên Fig.2, bộ điều khiển 20 của tuabin gió có thể bao gồm: môđun thu thập 201, môđun nhận dạng 202, môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy 203, và môđun điều khiển 204. Môđun thu thập 201 được làm thích ứng để thu thập dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió. Môđun nhận dạng 202 được làm thích ứng để nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió đã thu thập ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động đã thu thập của tuabin gió. Môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy 203 được làm thích ứng để xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất. Tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian biểu thị giá trị tích lũy của các tỷ lệ của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất so với khoảng thời gian định trước thứ nhất. Môđun điều khiển 204 được làm thích ứng để điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ, nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất.

Dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió có thể bao gồm: tốc độ gió và hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió, và dữ liệu tương tự. Dữ liệu hoạt động của tuabin gió có thể bao gồm: tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió, góc chao dọc của từng cánh, và tương tự. Điều kiện gió phức tạp có thể liên quan tới một hoặc nhiều điều kiện bất kỳ trong số các điều kiện sau đây xảy ra: gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, và gia tăng góc chao dọc bất thường. Tuy nhiên, sáng chế không bị giới hạn như vậy, và điều kiện gió phức tạp còn có thể có điều kiện vận hành khác của tuabin gió.

Sau đây, các hoạt động của các môđun trong bộ điều khiển 20 sẽ được mô tả chi tiết có dựa vào Fig.3 tới Fig.7.

Fig.3 là lưu đồ thể hiện phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió theo phương án minh họa của sáng chế.

Ở bước S101, thiết bị giám sát 12 có thể giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa

điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió. Cụ thể là, môđun thu thập 201 có thể thu thập dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió nhờ thiết bị giám sát 12, các cảm biến hoặc các thiết bị phát hiện khác. Ví dụ, dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió có thể bao gồm: tốc độ gió và hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió. Dữ liệu hoạt động của tuabin gió có thể bao gồm: tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió và góc chao dọc của từng cánh.

Ở bước S102, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động. Quy trình nhận dạng điều kiện gió phức tạp sẽ được mô tả chi tiết sau đây có dựa vào Fig.4.

Để nhận dạng điều kiện gió phức tạp, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể tạo ra nhiều biến chức năng liên quan tới điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió.

Như được thể hiện trên Fig.4, ở bước S201, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng gió giật dựa trên tốc độ gió. Gió giật có thể bao gồm gió giật hoạt động cực hạn (EOG) hoặc điều kiện gió giật khác. Ví dụ, điều kiện gió EOG có thể được nhận dạng theo tiêu chuẩn IEC.

Mối tương quan tương ứng giữa tốc độ gió và thời gian ở điều kiện gió EOG được thể hiện như sau:

$$V(z, t) = \begin{cases} V(z) - 0.37 V_{\text{gust}} \sin(3\pi t / T) (1 - \cos(2\pi t / T)) & 0 \leq t \leq T \\ V(z) & \text{otherwise} \end{cases} \quad (1)$$

$$V_{\text{gust}} = \text{Min} \left\{ 1.35 (V_{e1} - V_{\text{hub}}); \quad 3.3 \left(\frac{\sigma_1}{1 + 0.1 \left(\frac{D}{\Lambda_1} \right)} \right) \right\} \quad (2)$$

$$\Lambda_1 = \begin{cases} 0.7 z & z \leq 60 m \\ 42 m & z \geq 60 m \end{cases} \quad (3)$$

Trong các công thức (1) và (2) như nêu trên, $V(z)$ biểu thị tốc độ gió trung bình so với độ cao z , nghĩa là tốc độ gió ở độ cao z , ở đây được xác định gần đúng là tốc

độ gió trung bình trong cửa sổ thời gian trượt. Khi phát hiện nhờ phương pháp cửa sổ trượt xem có điều kiện gió EOG trong cửa sổ hiện tại hay không, $V(z)$ biểu thị tốc độ gió trung bình bên trong cửa sổ hiện tại, σ_1 biểu thị độ lệch chuẩn dòng xoáy của tốc độ gió ở phân vị thứ 90 của độ cao của bộ cánh quạt, V_{gust} biểu thị tốc độ gió của gió giật, và V_{e1} biểu thị tốc độ gió cực hạn xảy ra một lần trong một năm, V_{hub} biểu thị tốc độ gió ở trục trung tâm, Λ_1 biểu thị độ dài tích phân dòng xoáy, D biểu thị đường kính của bộ cánh quạt, và T biểu thị thời khoảng biến đổi của điều kiện gió EOG, ví dụ, 10,5 giây. Đại lượng Λ_1 có thể được tính toán theo công thức (3).

Fig.5 thể hiện đồ thị của tốc độ gió EOG thay đổi theo thời gian. Ví dụ, tốc độ gió V_{hub} ở trục trung tâm là 25 m/giây, và $D=42m$, tương ứng với loại dòng xoáy cụ thể. Như được thể hiện trên Fig.5, có thể thấy rằng thời khoảng biến đổi của điều kiện gió EOG là 10,5 giây, và đối xứng với giá trị 5,25 giây (khoảng 5,3 giây) là tâm. Xem xét rằng nửa thứ nhất của EOG có ảnh hưởng lớn đến các tải và tính năng điều khiển của tuabin gió, thời khoảng biến đổi T của điều kiện gió EOG có thể được thiết lập là 5,3 giây khi xác định EOG.

Có thể xác định với chu kỳ bằng 0,1 giây xem điều kiện gió trong phạm vi 5,3 giây đầu tiên có phải là điều kiện gió EOG hay không. Nghĩa là, ở thời điểm hiện tại t , giá trị nhỏ nhất EOG_Min_Model ở thời điểm $(t-2,8)$ giây và giá trị lớn nhất EOG_Max_Model ở thời điểm 5,3 giây đối với điều kiện gió EOG tiêu chuẩn được tính toán với tốc độ gió trung bình EOG_Start_Model trong phạm vi 10 giây trước thời điểm $(t-5,3)$ giây. So sánh với tốc độ gió tức thời thực tế EOG_Start_Farm , tốc độ gió nhỏ nhất EOG_Min_Farm và tốc độ gió lớn nhất EOG_Max_Farm lần lượt được ghi ở thời điểm $(t-5,3)$ giây, ở thời điểm $(t-2,8)$ giây và ở thời điểm hiện tại, và nếu $EOG_Start_Model-EOG_Min_Model < EOG_Start_Farm-EOG_Min_Farm$ và $EOG_Max_Model-EOG_Min_Model < EOG_Max_Farm-EOG_Min_Farm$, và tốc độ gió trung bình trong phạm vi 10 giây là lớn hơn 2 m/giây, thì điều kiện tốc độ gió có thể được nhận dạng là EOG, nghĩa là, gió giật hoạt động cực hạn.

Theo một phương án, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 còn có thể nhận dạng gió giật dựa trên cờ gió giật $GUST_flag(0s)$ ở thời điểm hiện tại trong quá trình giám sát.

Ở bước S202, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng thay đổi hướng gió cực hạn (EDC) dựa trên tốc độ gió và hướng gió.

Mối tương quan tương ứng giữa hướng gió và thời gian ở điều kiện gió EDC được thể hiện như sau:

$$\theta_e = \pm 4 \arctan \left(\frac{\sigma_1}{V_{hub} \left(1 + 0.1 \left(\frac{D}{\Lambda_1} \right) \right)} \right) \quad (4)$$

Trong công thức (4) nêu trên, V_{hub} biểu thị tốc độ gió ở trục trung tâm, θ_e biểu thị thay đổi góc của hướng gió thay đổi theo tốc độ gió V_{hub} , σ_1 biểu thị độ lệch chuẩn dòng xoáy của tốc độ gió ở phân vị thứ 90 của độ cao của bộ cánh quạt, D biểu thị đường kính của bộ cánh quạt, và Λ_1 biểu thị độ dài tích phân dòng xoáy có thể được tính toán theo công thức (3).

$$\theta(t) = \begin{cases} 0^\circ & (t < 0) \\ \pm 0.5\theta_e (1 - \cos(\pi t / T)) & (0 \leq t \leq T) \\ \theta_e & (t > T) \end{cases} \quad (5)$$

Trong công thức (5) nêu trên, T biểu thị cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 6 giây), t biểu thị thời gian, và $\theta(t)$ biểu thị thay đổi góc của hướng gió thay đổi theo thời gian t .

Theo loại dòng xoáy, ví dụ, trong trường hợp đường kính của bộ cánh quạt là 42 m và độ cao của trục trung tâm là 30 m, thay đổi góc của hướng gió thay đổi theo tốc độ gió ở điều kiện gió EDC được thể hiện trên Fig.6; trong trường hợp tốc độ gió là 25 m/giây, thay đổi góc của hướng gió thay đổi theo thời gian ở điều kiện gió EDC được thể hiện trên Fig.7. Ví dụ, lấy 0,02 giây làm chu kỳ, có thể xác định xem thay đổi góc của hướng gió tức thời trong cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 6 giây) có vượt quá góc xác định tiêu chuẩn được tính toán bằng công thức (4) hay không. Hướng gió tức thời có thể được biểu thị bằng hướng gió trung bình trong phạm vi 25 giây. Trong trường hợp thay đổi góc vượt quá góc xác định tiêu chuẩn, tốc độ gió và hướng gió được nhận dạng là điều kiện gió EDC vượt quá tiêu chuẩn đã xác định, điều này nghĩa là thay đổi hướng gió cực hạn được nhận dạng.

Theo một phương án, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 còn có

thể nhận dạng thay đổi hướng gió cực hạn dựa trên cờ thay đổi hướng gió cực hạn EDC_flag(0s) ở thời điểm hiện tại trong quá trình giám sát. Hơn nữa, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 còn có thể nhận dạng thay đổi hướng gió cực hạn với các biến khác liên quan tới thay đổi hướng gió cực hạn.

Ở bước S203, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng gia tăng tốc độ gió bất thường dựa trên tốc độ gió. Ví dụ, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định, dựa trên tốc độ gió, gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất. Ví dụ, cửa sổ thời gian trượt có thể là 4 giây, hoặc khoảng thời gian khác. Tiếp đó, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy trong cửa sổ thời gian trượt dựa trên gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt và thời khoảng Δt đối với từng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt. Ví dụ, thời khoảng Δt có thể là 0,02 giây. Theo một phương án, cửa sổ thời gian trượt có thể được thiết lập dựa trên chu kỳ của dạng sóng EOG. Ví dụ, cửa sổ thời gian trượt có thể xấp xỉ bằng một nửa chu kỳ của dạng sóng EOG. Ở đây, cửa sổ thời gian trượt có độ dài là 4 giây được lấy làm ví dụ để mô tả, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy. Hơn nữa, tốc độ gió trung bình trong phạm vi 10 giây trước thời điểm hiện tại có thể dùng làm tốc độ gió tức thời ở thời điểm hiện tại.

Thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể lấy tốc độ gió tức thời ở thời điểm đầu tiên trong cửa sổ thời gian trượt trừ đi tốc độ gió tức thời ở thời điểm bất kỳ trong cửa sổ thời gian trượt để thu được gia tăng tốc độ gió. Có thể thu được tất cả các gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt nhờ kỹ thuật lặp. Thu được giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy bằng cách cộng tất cả các gia tăng tốc độ gió và nhân kết quả cộng được với thời khoảng, và cụ thể là giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy có thể được tính toán theo công thức sau đây:

$$\Delta t \times \sum_{-4s}^{0s} (V(i) - V(-4s)),$$

trong đó, Δt là thời khoảng, $v(i)$ là tốc độ gió tức thời ở thời điểm i trong cửa sổ thời gian trượt, và $v(-4s)$ là tốc độ gió tức thời ở thời điểm đầu tiên (ví dụ, 4 giây trước thời điểm hiện tại) trong cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 4 giây). Theo cách này, giá trị biểu thị "diện tích" và "tích phân của hàm rời rạc" cuối cùng có thể thu được,

và giá trị thu được lớn hơn biểu thị thay đổi lớn hơn của tốc độ gió.

Theo một phương án, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể tính toán giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy theo công thức: $\Delta t \times \sum_{-4s}^{0s} (V(i)^2 - V(-4s)^2)$ hoặc công thức: $\Delta t \times \sum_{-4s}^{0s} (V(i)^3 - V(-4s)^3)$. Ngoài ra, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể tính toán giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy dựa trên các biến chẳng hạn chênh lệch giữa tốc độ gió ban đầu và tốc độ gió sau cùng trong cửa sổ thời gian trượt hoặc tốc độ gió trung bình trong cửa sổ thời gian trượt.

Trong trường hợp giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ gió định trước, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định rằng gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt, nghĩa là, gia tăng tốc độ gió bất thường được nhận dạng. Ngưỡng gia tăng tốc độ gió định trước có thể được thiết lập bằng tay bởi người vận hành dựa trên vị trí địa lý và các điều kiện vận hành của tuabin gió, hoặc có thể được thiết lập tự động nhờ lập trình phần mềm.

Ở bước S204, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng gia tăng tốc độ quay bất thường dựa trên tốc độ quay.

Ví dụ, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định, dựa trên tốc độ quay, gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tiếp đó xác định giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy trong cửa sổ thời gian trượt, dựa trên gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt và thời khoảng đối với từng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt.

Nói chung, tốc độ quay sẽ tăng nhanh chóng khi tốc độ gió đo được bởi máy đo gió tăng nhanh chóng. Dấu hiệu cụ thể của điều kiện gió phức tạp là tốc độ quay của máy phát điện thay đổi nhanh chóng trong khi tốc độ gió đo được bởi máy đo gió không thay đổi đáng kể. Xem xét dấu hiệu cụ thể nêu trên, có thể giả định rằng tốc độ gió đo được bởi máy đo gió không dao động lớn và quan sát được dao động của tốc độ quay của máy phát điện. Tốc độ gió đo được bởi máy đo gió không dao động lớn có nghĩa là giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy nhỏ hơn ngưỡng gia tăng tốc

độ gió định trước. Trong trường hợp giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ quay định trước, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định rằng gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt, nghĩa là, gia tăng tốc độ quay bất thường được nhận dạng.

Ví dụ, thu được gia tăng tốc độ quay bằng cách lấy giá trị tức thời trước của tốc độ quay của máy phát điện trừ đi giá trị tức thời sau của tốc độ quay của máy phát điện trong số hai giá trị tức thời của tốc độ quay của máy phát điện ở hai thời điểm liên tiếp trong cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 4 giây). Có thể thu được tất cả các gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt nhờ kỹ thuật lặp. Thu được giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy bằng cách cộng tất cả các gia tăng tốc độ quay và nhân kết quả cộng được với thời khoảng Δt , và cụ thể là, giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy có thể được tính toán theo công thức sau đây:

$$\Delta t \times \sum_{-4s}^{0s} (\text{generatorspeed}(i) - \text{generatorspeed}(-4s))'$$

trong đó, Δt biểu thị thời khoảng, $\text{generatorspeed}(i)$ biểu thị giá trị tức thời của tốc độ quay của máy phát điện ở thời điểm i trong cửa sổ thời gian trượt, và $\text{generatorspeed}(-4s)$ biểu thị giá trị tức thời của tốc độ quay của máy phát điện ở thời điểm đầu tiên (ví dụ, 4 giây trước thời điểm hiện tại) trong cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 4 giây). Thời khoảng đối với từng giá trị tức thời của tốc độ quay của máy phát điện trong cửa sổ thời gian trượt có thể là 0,02 giây, nhưng sáng chế không bị giới hạn như vậy. Thời khoảng có thể được thiết lập là giá trị khác theo các yêu cầu thực tế.

Theo một phương án, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể tính toán giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy theo công thức sau đây:

$$\text{generatorspeed}(0s) - \text{generatorspeed}(-4s),$$

trong đó, $\text{generatorspeed}(0s)$ biểu thị giá trị tức thời của tốc độ quay của máy phát điện ở thời điểm hiện tại, và $\text{generatorspeed}(-4s)$ biểu thị giá trị tức thời của tốc độ quay của máy phát điện ở thời điểm đầu tiên (ví dụ, 4 giây trước thời điểm hiện tại) trong cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 4 giây).

Trong trường hợp giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ quay định trước, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng

202 có thể xác định rằng gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt. Ngưỡng gia tăng tốc độ quay định trước có thể được thiết lập bằng tay bởi người vận hành dựa trên vị trí địa lý và các điều kiện vận hành của tuabin gió, hoặc có thể được thiết lập tự động nhờ lập trình phần mềm. Ngoài ra, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng gia tăng tốc độ quay bất thường với các biến khác liên quan tới thay đổi của tốc độ quay của máy phát điện.

Ở bước S205, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể nhận dạng gia tăng góc chao dọc bất thường dựa trên góc chao dọc của từng cánh.

Ví dụ, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định, đối với từng cánh, dựa trên góc chao dọc của cánh, chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh trong cửa sổ thời gian trượt (ví dụ, 4 giây) trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và cụ thể là có thể tính toán chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất theo công thức sau:

$$\max(\text{pitchposition}(i)) - \min(\text{pitchposition}(j)),$$

trong đó, i và j biểu thị thời điểm bất kỳ trong cửa sổ thời gian trượt, thỏa mãn: $-4 \text{ giây} < i < j < 0$, $0s$ tương ứng với thời điểm hiện tại, -4 giây tương ứng với thời điểm 4 giây trước thời điểm hiện tại.

"Trạng thái giải phóng giới hạn công suất" của tuabin gió biểu thị rằng tuabin gió hoạt động không có giới hạn về công suất. Trong trường hợp này, giá trị nhất định của tốc độ quay lớn nhất/mômen lớn nhất có thể thay đổi, và tuabin gió hoạt động với các thay đổi nhanh chóng của các biến hoạt động. Ví dụ, gia tăng tốc độ quay của máy phát điện và/hoặc gia tăng góc chao dọc là tương đối lớn. Do đó, trong trường hợp tuabin gió ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, việc nhận dạng gia tăng góc chao dọc bất thường đòi hỏi một số xử lý đặc biệt.

Ví dụ, trong trường hợp tuabin gió ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, góc chao dọc được cho phép dao động lớn. Do đó, cần phải cộng giá trị bù gia tăng góc chao dọc vào ngưỡng gia tăng góc chao dọc để nhận dạng gia tăng góc chao dọc bất thường. Sở dĩ như vậy vì tốc độ quay danh định của tuabin gió thay đổi nhanh chóng ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, và tuabin gió điều chỉnh tốc độ quay bằng cách chao dọc, vì thế tốc độ quay ổn định ở tốc độ quay danh định. Ở

trạng thái giải phóng giới hạn công suất, góc chao dọc có thể thay đổi nhanh chóng, nhưng điều này không phải do thay đổi của tốc độ gió. Do đó, cần phải áp dụng giá trị bù gia tăng góc chao dọc để xác định gia tăng góc chao dọc bất thường ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất.

Do đó, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể phát hiện xem tuabin gió có ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất hay không. Trong trường hợp tuabin gió không ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể so sánh đối với từng cánh, chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh với ngưỡng gia tăng góc chao dọc, để xác định xem chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh có lớn hơn so ngưỡng gia tăng góc chao dọc hay không. Trong trường hợp chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh bất kỳ trong số các cánh lớn hơn ngưỡng gia tăng góc chao dọc, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định rằng gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt, nghĩa là, gia tăng góc chao dọc bất thường được nhận dạng.

Trong trường hợp tuabin gió ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể so sánh đối với từng cánh, chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh với tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc, để xác định xem chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh có lớn hơn tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc hay không. Trong trường hợp chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh bất kỳ trong số các cánh lớn hơn tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun nhận dạng 202 có thể xác định rằng gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt, nghĩa là, gia tăng góc chao dọc bất thường được nhận dạng.

Như được thể hiện trên Fig.2, khi nhận dạng rằng xuất hiện một hoặc nhiều điều kiện vận hành bất kỳ trong số gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, và gia tăng góc chao dọc bất

thường, xác định rằng điều kiện gió phức tạp xảy ra, tương ứng với bước S206.

Như đã mô tả trên đây, đối với gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường và gia tăng góc chao dọc bất thường, các biến chức năng và các điều kiện nhận dạng được thiết lập theo sáng chế dựa trên các kết quả phân tích dữ liệu lớn của dữ liệu lỗi lớn. Theo cách khác, các biến chức năng có thể được tính toán hoặc được xử lý để nhận dạng gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, gia tăng góc chao dọc bất thường hoặc các điều kiện vận hành khác. Các biến chức năng có thể liên quan tới công suất đầu ra của tuabin gió và/hoặc gia tốc của thân vỏ (ví dụ, gia tốc của phần trên tháp, hoặc gia tốc của toàn bộ tuabin gió). Các giá trị của các biến chức năng có thể được so sánh với các ngưỡng định trước tương ứng để nhận dạng các điều kiện vận hành tương ứng. Ví dụ, các biến chức năng có tương quan lớn hơn có thể được chọn để nhận dạng các điều kiện vận hành khác nhau ở điều kiện gió phức tạp.

Quay lại Fig.3 một lần nữa. Ở bước S103, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy 203 có thể xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất. Tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian biểu thị rằng giá trị tích lũy của các tỷ lệ của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất so với khoảng thời gian định trước thứ nhất. Ví dụ, tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất có thể được tính toán theo công thức sau đây:

$$R_{cn} = \sum_{i=1}^n \frac{t_i}{T} \quad (6),$$

Trong công thức (6) nêu trên, điều kiện gió phức tạp có thể có n tình huống, t biểu thị độ dài thời gian của khoảng thời gian định trước thứ nhất, t_i biểu thị độ dài của khoảng thời gian trong đó tình huống thứ i của điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và R_{cn} biểu thị tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian.

Ví dụ, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích

lũy 203 có thể cộng tích lũy tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gió giật xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó thay đổi hướng gió cực hạn xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, để thu được tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất. Ví dụ, tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian có thể được tính toán theo công thức sau đây:

$$R_C = \frac{t_1}{T} + \frac{t_2}{T} + \frac{t_3}{T} + \frac{t_4}{T} + \frac{t_5}{T} \quad (7),$$

trong đó T biểu thị độ dài thời gian của khoảng thời gian định trước thứ nhất, t_1 biểu thị độ dài của khoảng thời gian trong đó gió giật xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, $\frac{t_1}{T}$ biểu thị tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gió giật xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, t_2 biểu thị độ dài của khoảng thời gian trong đó thay đổi hướng gió cực hạn xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, $\frac{t_2}{T}$ biểu thị tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó thay đổi hướng gió cực hạn xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, t_3 biểu thị độ dài của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, $\frac{t_3}{T}$ biểu thị tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, t_4 biểu thị độ dài của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, $\frac{t_4}{T}$ biểu thị tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, t_5 biểu thị độ dài của khoảng thời gian trong đó gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, $\frac{t_5}{T}$ biểu thị tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và R_C biểu thị tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian.

Để không làm cho việc nhận dạng điều kiện gió phức tạp trở nên quá nhạy, nghĩa là, để ngăn không cho tuabin gió được điều khiển để thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ trong trường hợp điều kiện gió phức tạp xảy ra chỉ một lần, có thể tích lũy các tỷ lệ của khoảng thời gian tương ứng với điều kiện gió phức tạp (nghĩa là, tỷ lệ của khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất so với khoảng thời gian định trước thứ nhất). Ví dụ, khoảng thời gian định trước thứ nhất có thể được thiết lập dựa trên điều kiện vận hành thực tế của tuabin gió và khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp, để cộng tích lũy các tỷ lệ của khoảng thời gian trong khoảng thời gian định trước thứ nhất. Ví dụ, khoảng thời gian định trước thứ nhất có thể là giá trị nằm trong khoảng từ 1 phút tới 5 phút, hoặc có thể là giá trị lớn hơn.

Theo một phương án, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy 203 có thể lần lượt áp dụng các trọng số tương ứng cho tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gió giật, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với thay đổi hướng gió cực hạn, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ gió bất thường, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ quay bất thường, và tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng góc chao dọc bất thường, và tiếp đó cộng tích lũy các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian, ví dụ, theo công thức sau đây:

$$R_C = w_1 \times \frac{t_1}{T} + w_2 \times \frac{t_2}{T} + w_3 \times \frac{t_3}{T} + w_4 \times \frac{t_4}{T} + w_5 \times \frac{t_5}{T} \quad (8),$$

trong đó, w_1 biểu thị trọng số tương ứng với tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gió giật, w_2 biểu thị trọng số tương ứng với tỷ lệ của khoảng thời gian đối với thay đổi hướng gió cực hạn, w_3 biểu thị trọng số tương ứng với tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ gió bất thường, và w_4 biểu thị trọng số tương ứng với tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ quay bất thường, w_5 biểu thị trọng số tương ứng với tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng góc chao dọc bất thường. Tổng của w_1 , w_2 , w_3 , w_4 , và w_5 có thể bằng 1, và từng trọng số có thể lớn hơn 0, và nhỏ hơn hoặc bằng 1.

Ở bước S104, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun điều khiển 204 có thể so sánh tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian với ngưỡng định trước thứ nhất, để xác định xem tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian có vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất

hay không. Ví dụ, ngưỡng định trước thứ nhất có thể được thiết lập dựa trên điều kiện vận hành thực tế của tuabin gió và khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

Theo một phương án, nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun điều khiển 204 có thể thực hiện bước S105. Ở bước S105, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun điều khiển 204 có thể so sánh tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai với ngưỡng định trước thứ hai để xác định xem tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai có lớn hơn ngưỡng định trước thứ hai hay không. Tốc độ gió có thể thay đổi nhanh chóng ở tốc độ gió thấp, ví dụ, dòng xoáy ở tốc độ 3 m/giây lớn hơn so với dòng xoáy ở tốc độ 15 m/giây, và các tải của tuabin gió ở phạm vi tốc độ gió thấp nói chung không tiến đến giá trị lớn nhất. Do đó, sau khi xác định rằng tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất, bước S105 có thể được thực hiện để xác định theo cách chính xác hơn xem sẽ điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ hay chế độ bảo vệ. Khoảng thời gian định trước thứ hai và ngưỡng định trước thứ hai có thể được thiết lập dựa trên điều kiện vận hành thực tế của tuabin gió và khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp. Giá trị của khoảng thời gian định trước thứ hai có thể là khác hoặc giống như giá trị của khoảng thời gian định trước thứ nhất, và khoảng thời gian định trước thứ hai và khoảng thời gian định trước thứ nhất có thể được thiết lập độc lập với nhau. Ví dụ, khoảng thời gian định trước thứ hai có thể là giá trị nằm trong khoảng từ 30 giây tới 10 phút. Ví dụ, ngưỡng định trước thứ hai có thể được thiết lập, dựa trên tốc độ gió danh định của tuabin gió, là giá trị tốc độ gió nhỏ hơn so với tốc độ gió danh định. Ví dụ, ngưỡng định trước thứ hai có thể được thiết lập khi giá trị tốc độ gió nhỏ hơn so với tốc độ gió danh định với chênh lệch 5 m/giây.

Nếu tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai lớn hơn ngưỡng định trước thứ hai, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun điều khiển 204 có thể thực hiện bước S106 để điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ. Theo cách khác, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun điều khiển 204 có thể thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ bằng cách giới hạn công suất định mức của

tuabin gió (ví dụ, giảm bớt công suất định mức), giới hạn góc chao dọc của tuabin gió (ví dụ, giảm bớt góc chao dọc), và/hoặc dừng tuabin gió. Theo cách này, tình trạng tích tụ mỗi của tuabin gió có thể được giảm bớt hữu hiệu và trường hợp cực hạn, chẳng hạn cánh quét qua tháp, có thể được ngăn chặn, nhờ đó giảm bớt nguy cơ hoạt động của tuabin gió, đảm bảo hoạt động an toàn của tuabin gió ở điều kiện gió phức tạp, và cải thiện khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

Theo một phương án, thiết bị điều khiển 11 hoặc môđun điều khiển 204 có thể điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ, nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất.

Như đã mô tả trên đây, theo sáng chế, nhiều yếu tố liên quan tới điều kiện gió phức tạp và các trạng thái vận hành (ví dụ, trạng thái giải phóng giới hạn công suất) của tuabin gió có thể được kết hợp, và trên cơ sở kết cấu hiện có của tuabin gió, điều kiện gió phức tạp có thể được nhận dạng toàn diện liên quan tới gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường và gia tăng góc chao dọc bất thường.

Các bộ phận bất kỳ trong hệ thống điều khiển như nêu trên và bộ điều khiển như nêu trên theo sáng chế có thể được áp dụng cho tuabin gió bất kỳ.

Vật ghi đọc được bằng máy tính để lưu trữ trên đó các chương trình máy tính được đề xuất theo phương án minh họa của sáng chế. Vật ghi đọc được bằng máy tính này lưu trữ các chương trình máy tính để, khi được chạy bởi bộ xử lý, cho phép bộ xử lý thực hiện phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió như nêu trên. Vật ghi đọc được bằng máy tính là thiết bị lưu trữ dữ liệu bất kỳ có thể lưu trữ dữ liệu được đọc bởi một hệ thống máy tính. Ví dụ về vật ghi đọc được bằng máy tính bao gồm bộ nhớ chỉ đọc, bộ nhớ truy nhập ngẫu nhiên, CD ROM, băng từ, đĩa mềm, thiết bị lưu trữ dữ liệu quang học, hoặc sóng mang (chẳng hạn truyền dữ liệu qua mạng Internet nhờ đường dẫn truyền thông nói dây hoặc không dây).

Nhờ tuabin gió, và phương pháp điều khiển, bộ điều khiển và hệ thống điều khiển dùng cho tuabin gió, và vật ghi đọc được bằng máy tính theo các phương án minh họa của sáng chế, các điều kiện vận hành của tuabin gió có thể được nhận dạng. Ví dụ, có thể nhận dạng các nguy cơ tiềm ẩn trong quá trình hoạt động của tuabin gió

trong khi tốc độ gió không tăng liên tục, và vì thế tuabin gió có thể được điều khiển để thực hiện hoạt động bảo vệ hoặc chế độ bảo vệ, chẳng hạn giới hạn công suất định mức của tuabin gió, giới hạn góc chao dọc của tuabin gió, và dừng tuabin gió. Nhiều yếu tố liên quan tới điều kiện gió phức tạp và các trạng thái vận hành (ví dụ, trạng thái giải phóng giới hạn công suất) của tuabin gió có thể được kết hợp, và trên cơ sở kết cấu hiện có của tuabin gió, điều kiện gió phức tạp có thể được nhận dạng toàn diện liên quan tới gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường và gia tăng góc chao dọc bất thường, để tránh trường hợp cực hạn của tuabin gió quét qua tháp. Tình trạng tích tụ mỡ của tuabin gió có thể được giảm bớt hữu hiệu và trường hợp cực hạn, chẳng hạn cánh quét qua tháp, có thể được ngăn chặn, nhờ đó giảm bớt nguy cơ hoạt động của tuabin gió, đảm bảo hoạt động an toàn của tuabin gió ở điều kiện gió phức tạp, và cải thiện khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

Các phần tử logic điều khiển hoặc các chức năng được thực hiện bởi các bộ phận hoặc các bộ điều khiển khác nhau trong hệ thống điều khiển có thể được minh họa bằng lưu đồ hoặc sơ đồ tương tự trên một hoặc nhiều hình vẽ kèm theo. Các hình vẽ này đưa ra đại diện về các chế độ và/hoặc logic điều khiển có thể được thực hiện bằng cách sử dụng một hoặc nhiều chế độ xử lý (ví dụ, kích hoạt theo sự kiện, kích hoạt gián đoạn, đa nhiệm, đa luồng, hoặc xử lý tương tự). Do đó, các bước hoặc chức năng khác nhau đã thể hiện có thể được thực hiện theo trình tự thể hiện, hoặc được thực hiện song song, hoặc được loại bỏ trong một số trường hợp. Mặc dù không phải luôn được thể hiện rõ ràng, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng một hoặc nhiều bước hoặc chức năng đã thể hiện có thể được thực hiện lặp lại phụ thuộc vào chế độ xử lý cụ thể được áp dụng.

Mặc dù sáng chế đã được minh họa và được mô tả có dựa vào các phương án, người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật này cần phải hiểu rằng các cải biến và thay đổi khác nhau có thể được thực hiện đối với các phương án này mà không nằm ngoài phạm vi của sáng chế như được xác định bằng các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo.

Yêu cầu bảo hộ

1. Phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió, trong đó phương pháp điều khiển này bao gồm các công đoạn:

 giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió;

 nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động;

 xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và

 điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất,

 trong đó sự xuất hiện của điều kiện gió phức tạp biểu thị sự xuất hiện của loại bất kỳ trong số nhiều loại điều kiện vận hành, tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian là giá trị tích lũy của các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian đối với các điều kiện vận hành tương ứng xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tại ít nhất một trong số khoảng thời gian định trước thứ nhất và ngưỡng định trước thứ nhất được thiết lập dựa trên điều kiện vận hành thực tế của tuabin gió và khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

2. Phương pháp điều khiển theo điểm 1, trong đó dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió bao gồm: tốc độ gió và hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió,

 dữ liệu hoạt động của tuabin gió bao gồm: tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió và góc chao dọc của từng cánh, và

 nhiều loại điều kiện vận hành bao gồm một hoặc nhiều trường hợp trong số: gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, và gia tăng góc chao dọc bất thường.

3. Phương pháp điều khiển theo điểm 2, trong đó bước nhận dạng điều kiện gió phức tạp bao gồm một hoặc nhiều bước bất kỳ sau đây:

 nhận dạng gió giật dựa trên tốc độ gió, trong đó gió giật là gió giật hoạt động cực hạn;

 nhận dạng thay đổi hướng gió cực hạn dựa trên tốc độ gió và hướng gió;

nhận dạng gia tăng tốc độ gió bất thường dựa trên tốc độ gió;
nhận dạng gia tăng tốc độ quay bất thường dựa trên tốc độ quay; và
nhận dạng gia tăng góc chao dọc bất thường dựa trên góc chao dọc của từng cánh.

4. Phương pháp điều khiển theo điểm 3, trong đó bước nhận dạng gia tăng tốc độ gió bất thường dựa trên tốc độ gió bao gồm:

xác định, dựa trên tốc độ gió, gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất;

xác định giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy trong cửa sổ thời gian trượt dựa trên gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt và thời khoảng đối với từng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt; và

xác định rằng gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ gió định trước.

5. Phương pháp điều khiển theo điểm 3, trong đó bước nhận dạng gia tăng tốc độ quay bất thường dựa trên tốc độ quay bao gồm:

xác định, dựa trên tốc độ quay, gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất;

xác định giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy trong cửa sổ thời gian trượt, dựa trên gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt và thời khoảng đối với từng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt; và

xác định rằng gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ quay định trước.

6. Phương pháp điều khiển theo điểm 3, trong đó bước nhận dạng gia tăng góc chao dọc bất thường dựa trên góc chao dọc của từng cánh bao gồm:

xác định, đối với từng cánh, chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất dựa trên góc chao dọc của cánh;

phát hiện xem tuabin gió có ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất hay không, trong đó trạng thái giải phóng giới hạn công suất thể hiện rằng tuabin gió hoạt động mà không có giới hạn về công suất;

trong trường hợp tuabin gió không ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, xác định, đối với từng cánh, xem chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh có lớn hơn ngưỡng gia tăng góc chao dọc hay không, và

xác định rằng gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh bất kỳ trong số các cánh là lớn hơn ngưỡng gia tăng góc chao dọc;

theo cách khác, trong trường hợp tuabin gió ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất,

xác định, đối với từng cánh, xem chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh có lớn hơn tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc hay không, và

xác định rằng gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh bất kỳ trong số các cánh là lớn hơn tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc.

7. Phương pháp điều khiển theo điểm 2, trong đó bước xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất bao gồm:

cộng tích lũy tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gió giật xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó thay đổi hướng gió cực hạn xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất để thu được tỷ lệ

tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất.

8. Phương pháp điều khiển theo điểm 7, trong đó bước cộng tích lũy tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gió giạt xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó thay đổi hướng gió cực hạn xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất bao gồm:

lần lượt áp dụng các trọng số tương ứng cho tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gió giạt, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với thay đổi hướng gió cực hạn, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ gió bất thường, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ quay bất thường, và tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng góc chao dọc bất thường để thu được các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian; và

cộng tích lũy các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian.

9. Phương pháp điều khiển theo điểm 1, trong đó phương pháp điều khiển này còn bao gồm các bước:

xác định xem tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai có lớn hơn ngưỡng định trước thứ hai hay không nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất; và

điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai là lớn hơn ngưỡng định trước thứ hai,

trong đó bước điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ bao gồm:

giới hạn công suất định mức của tuabin gió,

giới hạn góc chao dọc của tuabin gió, và/hoặc

dừng tuabin gió.

10. Bộ điều khiển của tuabin gió, trong đó bộ điều khiển này bao gồm:

môđun thu thập được làm thích ứng để thu thập dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió;

môđun nhận dạng được làm thích ứng để nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động;

môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy được làm thích ứng để xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và

môđun điều khiển được làm thích ứng để điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất,

trong đó sự xuất hiện của điều kiện gió phức tạp biểu thị sự xuất hiện của loại bất kỳ trong số nhiều loại điều kiện vận hành, tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian là giá trị tích lũy của các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian đối với các điều kiện vận hành tương ứng xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tại ít nhất một trong số khoảng thời gian định trước thứ nhất và ngưỡng định trước thứ nhất được thiết lập dựa trên điều kiện vận hành thực tế của tuabin gió và khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

11. Bộ điều khiển theo điểm 10, trong đó dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió bao gồm: tốc độ gió và hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió,

dữ liệu hoạt động của tuabin gió bao gồm: tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió và góc chao dọc của từng cánh, và

nhiều loại điều kiện vận hành bao gồm một hoặc nhiều trường hợp trong số: gió giật, thay đổi hướng gió cực hạn, gia tăng tốc độ gió bất thường, gia tăng tốc độ quay bất thường, và gia tăng góc chao dọc bất thường.

12. Bộ điều khiển theo điểm 11, trong đó môđun nhận dạng còn được làm thích ứng để thực hiện một hoặc nhiều hoạt động bất kỳ sau đây:

nhận dạng gió giật dựa trên tốc độ gió, trong đó gió giật là gió giật hoạt động cực hạn;

nhận dạng thay đổi hướng gió cực hạn dựa trên tốc độ gió và hướng gió;

nhận dạng gia tăng tốc độ gió bất thường dựa trên tốc độ gió;

nhận dạng gia tăng tốc độ quay bất thường dựa trên tốc độ quay; và
nhận dạng gia tăng góc chao dọc bất thường dựa trên góc chao dọc của từng cánh.

13. Bộ điều khiển theo điểm 12, trong đó môđun nhận dạng còn được làm thích ứng để:

xác định, dựa trên tốc độ gió, gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất;

xác định giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy trong cửa sổ thời gian trượt dựa trên gia tăng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt và thời khoảng đối với từng tốc độ gió trong cửa sổ thời gian trượt; và

xác định rằng gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại giá trị thay đổi gia tăng tốc độ gió tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ gió định trước.

14. Bộ điều khiển theo điểm 12, trong đó môđun nhận dạng còn được làm thích ứng để:

xác định, dựa trên tốc độ quay, gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất;

xác định giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy trong cửa sổ thời gian trượt dựa trên gia tăng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt và thời khoảng đối với từng tốc độ quay trong cửa sổ thời gian trượt; và

xác định rằng gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại giá trị thay đổi gia tăng tốc độ quay tích lũy vượt quá ngưỡng gia tăng tốc độ quay định trước.

15. Bộ điều khiển theo điểm 12, trong đó môđun nhận dạng còn được làm thích ứng để:

xác định, đối với từng cánh, chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh trong cửa sổ thời gian trượt trong khoảng thời gian định trước thứ nhất dựa trên góc chao dọc của cánh;

phát hiện xem tuabin gió có ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất hay không, trong đó trạng thái giải phóng giới hạn công suất thể hiện rằng tuabin gió hoạt động mà không có giới hạn về công suất;

trong trường hợp tuabin gió không ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất, xác định, đối với từng cánh, xem chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh có lớn hơn ngưỡng gia tăng góc chao dọc hay không, và

xác định rằng gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh bất kỳ trong số các cánh là lớn hơn ngưỡng gia tăng góc chao dọc;

theo cách khác, trong trường hợp tuabin gió ở trạng thái giải phóng giới hạn công suất,

xác định, đối với từng cánh, xem chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh có lớn hơn tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc hay không, và

xác định rằng gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong cửa sổ thời gian trượt nhằm đáp lại chênh lệch giữa giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của góc chao dọc của cánh bất kỳ trong số các cánh là lớn hơn tổng của ngưỡng gia tăng góc chao dọc và giá trị bù gia tăng góc chao dọc.

16. Bộ điều khiển theo điểm 11, trong đó môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy còn được làm thích ứng để:

cộng tích lũy tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gió giật xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó thay đổi hướng gió cực hạn xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ gió bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng tốc độ quay bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tỷ lệ có trọng số của khoảng thời gian trong đó gia tăng góc chao dọc bất thường xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, để thu được tỷ lệ

tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất.

17. Bộ điều khiển theo điểm 16, trong đó môđun xác định tỷ lệ khoảng thời gian tích lũy còn được làm thích ứng để:

lần lượt áp dụng các trọng số tương ứng cho tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gió giật, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với thay đổi hướng gió cực hạn, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ gió bất thường, tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng tốc độ quay bất thường, và tỷ lệ của khoảng thời gian đối với gia tăng góc chao dọc bất thường để thu được các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian; và

cộng tích lũy các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian.

18. Bộ điều khiển theo điểm 10, trong đó môđun điều khiển còn được làm thích ứng để:

xác định xem tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai có lớn hơn ngưỡng định trước thứ hai hay không nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất; và

điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tốc độ gió trung bình trong khoảng thời gian định trước thứ hai là lớn hơn ngưỡng định trước thứ hai,

trong đó bước thực hiện hoạt động bảo vệ bao gồm:

giới hạn công suất định mức của tuabin gió,

giới hạn góc chao dọc của tuabin gió, và/hoặc

dừng tuabin gió.

19. Hệ thống điều khiển của tuabin gió, trong đó hệ thống điều khiển này bao gồm:

thiết bị giám sát được làm thích ứng để giám sát dữ liệu tài nguyên gió ở địa điểm của tuabin gió và dữ liệu hoạt động của tuabin gió; và

thiết bị điều khiển được làm thích ứng để: nhận dạng điều kiện gió phức tạp dựa trên dữ liệu tài nguyên gió và dữ liệu hoạt động; xác định tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian trong đó điều kiện gió phức tạp xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất; và điều khiển tuabin gió thực hiện hoạt động bảo vệ nhằm đáp lại tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian vượt quá ngưỡng định trước thứ nhất,

trong đó sự xuất hiện của điều kiện gió phức tạp biểu thị sự xuất hiện của loại bất kỳ trong số nhiều loại điều kiện vận hành, tỷ lệ tích lũy của các khoảng thời gian là giá trị tích lũy của các tỷ lệ có trọng số của các khoảng thời gian đối với các điều kiện vận hành tương ứng xảy ra trong khoảng thời gian định trước thứ nhất, và tại ít nhất một trong số khoảng thời gian định trước thứ nhất và ngưỡng định trước thứ nhất được thiết lập dựa trên điều kiện vận hành thực tế của tuabin gió và khả năng thích ứng của tuabin gió đối với điều kiện gió phức tạp.

20. Hệ thống điều khiển theo điểm 19, trong đó thiết bị giám sát bao gồm:

mũi tên chỉ hướng gió được lắp ở mặt trên của thân vỏ của tuabin gió và được làm thích ứng để giám sát hướng gió ở trục trung tâm của tuabin gió;

máy đo gió được lắp ở mặt trên của thân vỏ của tuabin gió và được làm thích ứng để giám sát tốc độ gió ở trục trung tâm của tuabin gió;

cảm biến tốc độ quay được làm thích ứng để giám sát tốc độ quay của máy phát điện của tuabin gió; và

cảm biến góc chao dọc được làm thích ứng để giám sát góc chao dọc của từng cánh của tuabin gió,

trong đó thiết bị điều khiển được làm thích ứng để thực hiện các bước của phương pháp điều khiển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 2 tới 9.

21. Tuabin gió, trong đó tuabin gió này bao gồm bộ điều khiển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 10 tới 18 hoặc hệ thống điều khiển theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 19 tới 20.

22. Vật ghi đọc được bằng máy tính để lưu trữ trên đó các chương trình máy tính, trong đó, các chương trình máy tính, khi được chạy bởi bộ xử lý, thực hiện phương pháp điều khiển dùng cho tuabin gió theo điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 tới 9.

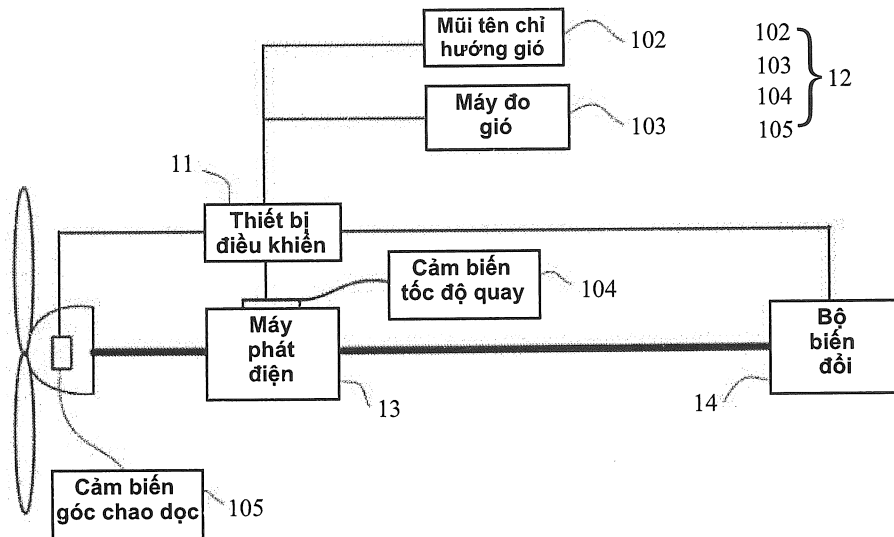


Fig.1

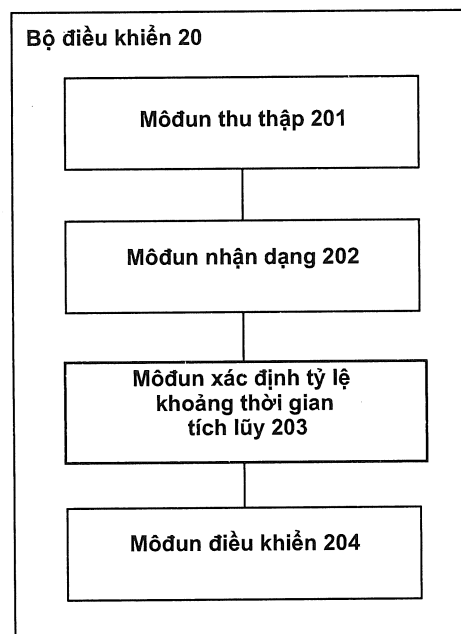


Fig.2

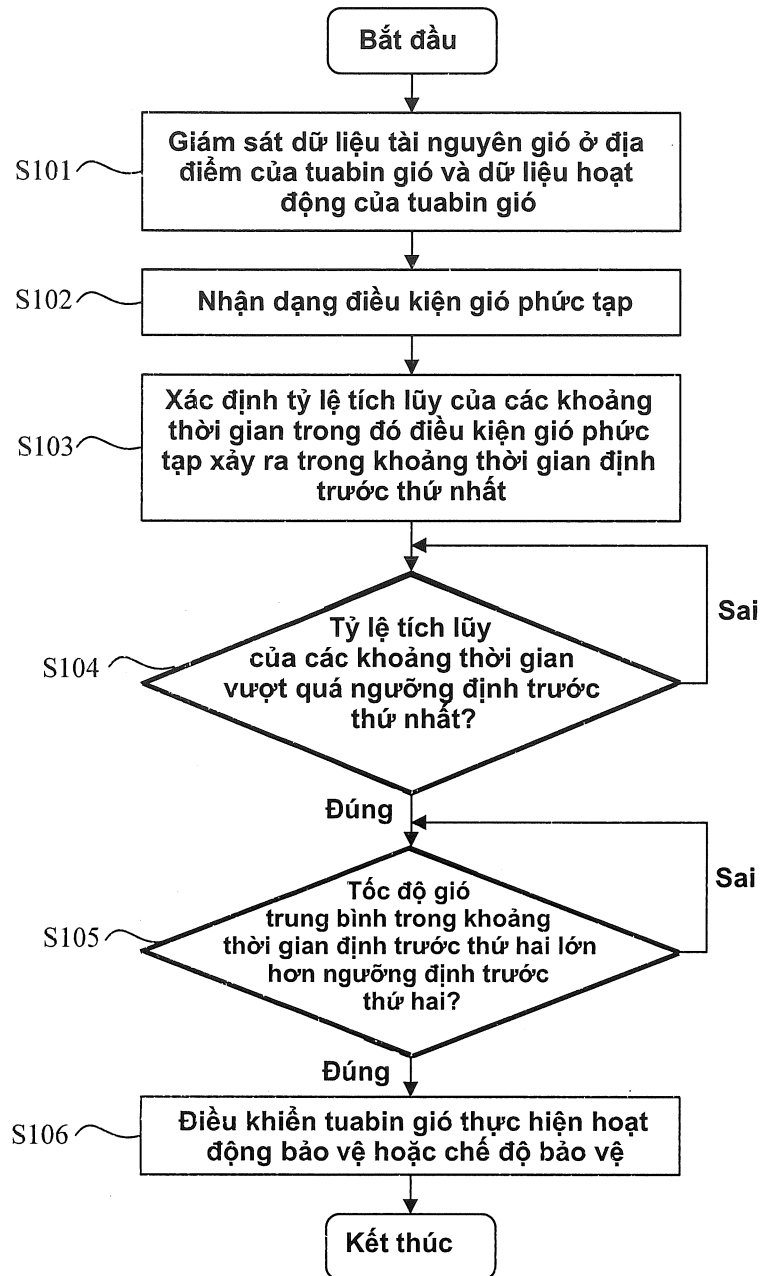


Fig.3

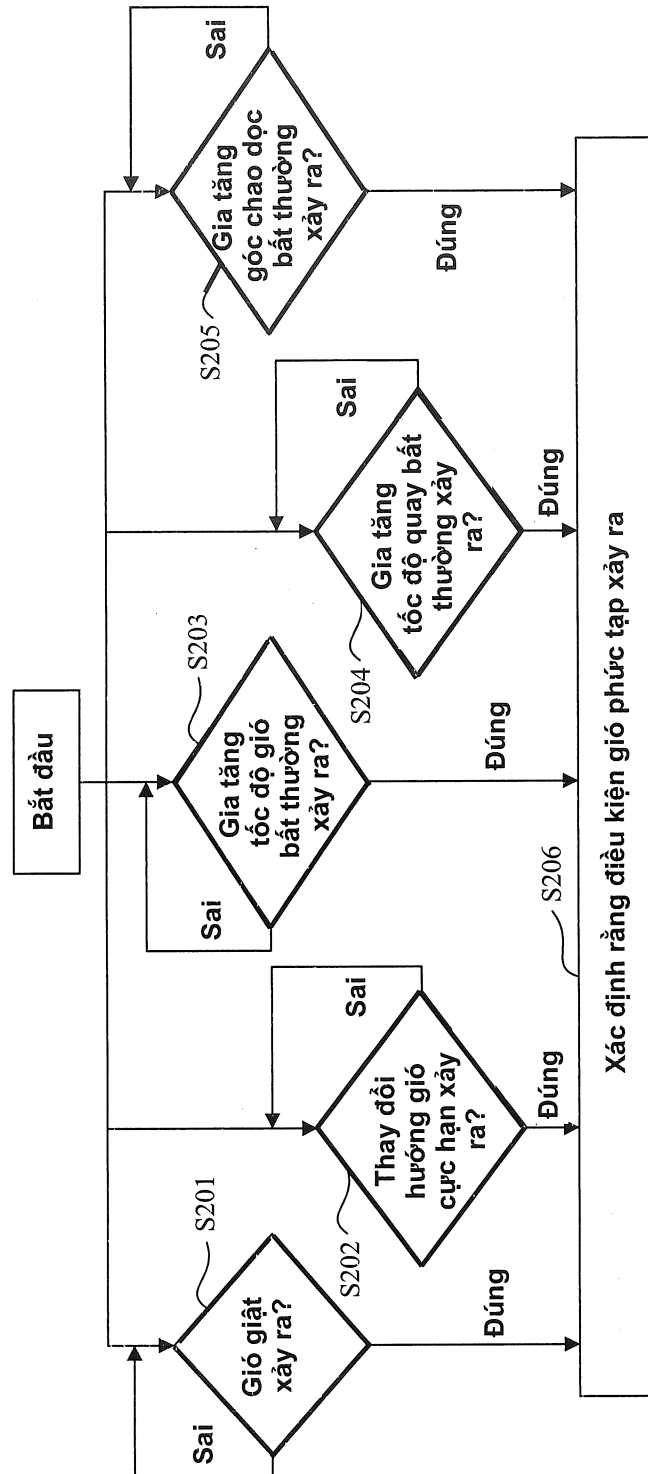


Fig.4

Đơn vị: m/giây

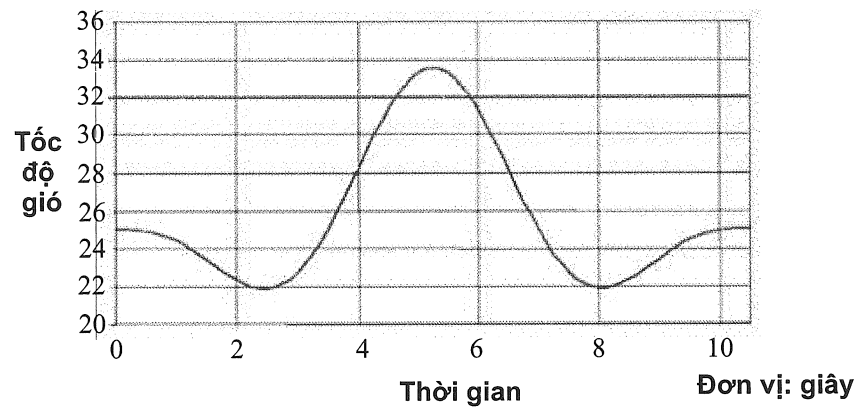


Fig.5

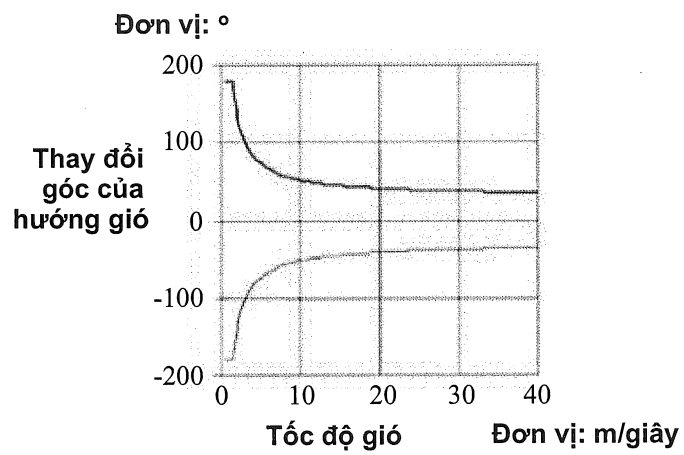


Fig.6

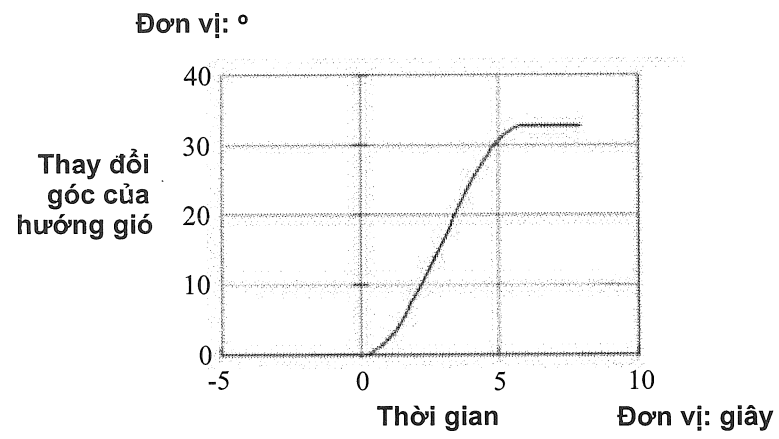


Fig.7