



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

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



1-0043359

(51)^{2021.01} F03D 80/50; G01M 13/02; F03D 17/00; (13) B
F03D 7/00

(21) 1-2022-04192

(22) 16/12/2019

(86) PCT/CN2019/125611 16/12/2019

(87) WO2021/119909 24/06/2021

(45) 25/02/2025 443

(43) 26/09/2022 414

(73) ENVISION ENERGY CO., LTD (CN)

No.3 Shenzhuang Road, Shengang Street, Jiangyin, Wuxi, Jiangsu 214443, China

(72) JIANG, Wensheng (CN); CHEN, Lin (CN); LI, Minghui (CN); WANG, Kai (CN).

(74) Công ty TNHH Trường Xuân (AGELESS CO.,LTD.)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG GIÁM SÁT THỰC TRẠNG CỦA BỘ SIẾT
CHÂN CÁNH QUẠT, VÀ TUABIN GIÓ

(21) 1-2022-04192

(57) Sáng chế bộc lộ phương pháp giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt, bao gồm các bước sau: thu được chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto; phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto; và xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ. Sáng chế cũng bộc lộ hệ thống giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt và tuabin gió. Nhờ sáng chế, thực trạng của bộ siết chân cánh quạt có thể được xác định với chi phí thấp và độ chính xác cao, do đó cải thiện hiệu quả hoạt động và an toàn hoạt động của tuabin gió.

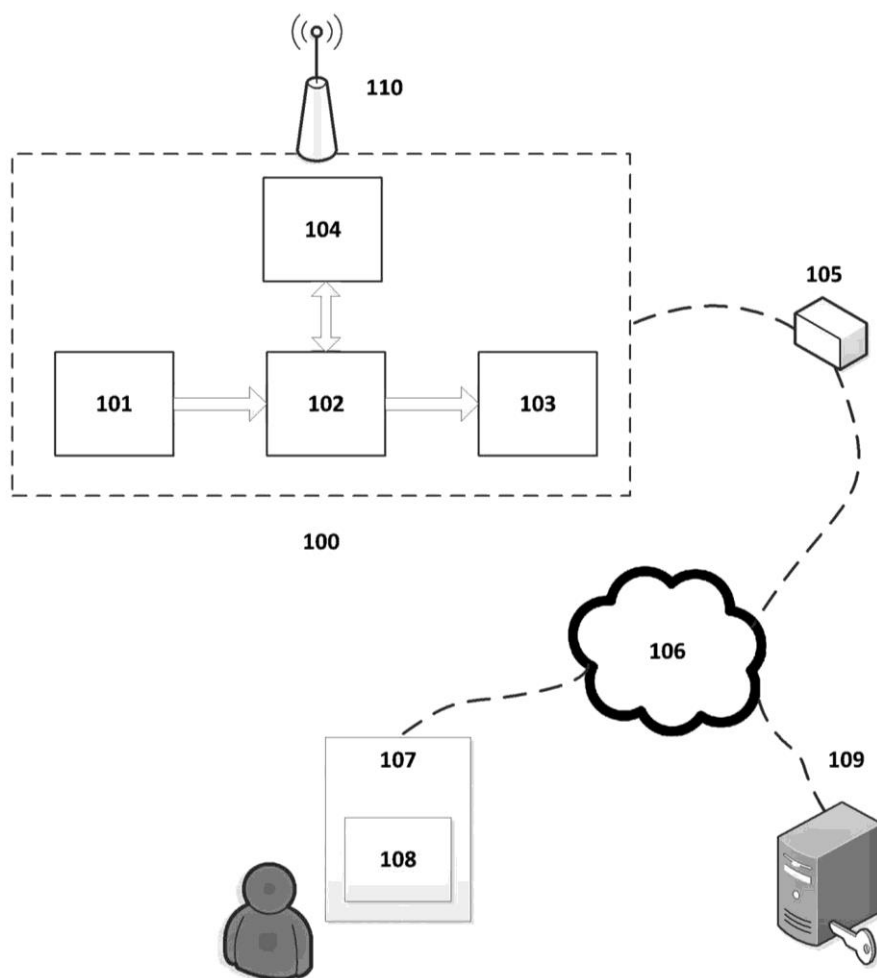


Fig. 1

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế đề cập chung đến lĩnh vực sản xuất điện bằng năng lượng gió, cụ thể là đề cập đến phương pháp giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt. Ngoài ra, sáng chế còn đề cập đến hệ thống giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt và tuabin gió.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, với sự nâng cao ý thức bảo vệ môi trường và sự hỗ trợ chính sách của các quốc gia, lĩnh vực năng lượng sạch đã có xu hướng phát triển nhanh chóng. Là một dạng năng lượng mới, năng lượng sạch có ưu điểm là độ phân bố rộng rãi, năng lượng có thể tái tạo và ít gây ô nhiễm môi trường hơn so với nhiên liệu hóa thạch truyền thống. Là một đại diện của năng lượng sạch, việc ứng dụng các gió tuabin ngày càng gia tăng.

Cánh tuabin gió là bộ phận quan trọng của tuabin gió để lấy năng lượng gió, và hoạt động thông thường của nó liên quan trực tiếp đến độ an toàn của thiết bị và năng suất tạo ra điện. Hoạt động chính xác của các cánh và ngay cả khi các tuabin gió phụ thuộc vào kết nối chặt chẽ của các bộ siết chân như là bulông chân. Bộ siết chân cánh quạt là phần tử quan trọng để nối các cánh với trục. Nếu bộ siết chân cánh quạt bị hỏng hoặc bị lỏng lẻo, nó sẽ ảnh hưởng đến tình trạng hoạt động của cánh và làm giảm năng suất tạo ra điện; trong một số trường hợp, điều này sẽ gây ra các tai nạn lớn liên quan an toàn như là cánh va vào tháp hoặc rơi. Vì vậy, việc giám sát thực trạng của các bộ siết chân cánh quạt có ý nghĩa to lớn đối với hoạt động hiệu quả và an toàn của các tuabin gió.

Hiện tại, các quy trình sau được sử dụng chủ yếu để giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt:

(1) phân tích và xử lý các tín hiệu thu được bởi cảm biến của tuabin gió dựa vào học máy, và xây dựng mô hình nhận thức đa tầng để dự đoán liệu tuabin gió có trong trạng thái lỗi hay không và liệu bulông chân cánh quạt có bình thường không. Quy trình này quá phức tạp, độ an toàn cần được đảm bảo, và mô hình phụ thuộc vào cấu hình tuabin gió, và khả năng truyền kém.

(2) quét tất cả các bulông tiếp cận trong suốt quá trình lắp bởi cảm biến không tiếp xúc để xác định liệu đầu bulông của bulông chân cánh quạt có bị rơi hay không. Quy trình này đòi hỏi phải lắp đặt các cảm biến phần cứng, rất tốn kém.

(3) Sử dụng các tín hiệu thu được bằng cách giám sát các đầu dò và cảm biến nhiệt độ để tính toán lực siết trước của bulông để xác định liệu lực siết trước có trong phạm vi bình thường hay không và liệu bulông có bị hỏng hay không. Quy trình này đòi hỏi phải lắp đặt các cảm biến phần cứng, mà rất tốn kém, và tải trước không liên quan trực tiếp đến việc vỡ bulông.

(4) áp dụng thay đổi áp suất giữa các chi tiết nối bulông để xác định liệu các bulông có bị hỏng hay lỏng lẻo hay không. Quy trình này đòi hỏi các cảm biến phần cứng và tốn kém.

(5) ngược lại giảm bớt sự thay đổi tần số của các cánh nhờ tín hiệu rung của cảm biến gia tốc vô, và thực hiện bảo vệ tắt máy khi chênh lệch tần số của ba cánh vượt quá ngưỡng. Trong quy trình này, tín hiệu đến tiếng ồn của rung động riêng của cánh trong phổ tín hiệu rung riêng của vỏ tháp.

Từ các giới hạn của các sơ đồ ở trên, có thể thấy rằng hiện nay cần có quy trình giám sát bộ siết chân cánh quạt hiệu quả và đơn giản hơn.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Mục đích của sáng chế là đề xuất phương pháp và hệ thống giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt, bằng phương pháp và/hoặc hệ thống có thể xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt với chi phí thấp và độ chính xác cao,

nhờ đó nâng cao hiệu quả hoạt động và an toàn hoạt động của tuabin gió.

Theo khía cạnh thứ nhất của sáng chế, vấn đề này được giải quyết bởi phương pháp giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt, phương pháp bao gồm các bước sau:

thu chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto;

phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto; và

xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ.

Theo nội dung của sáng chế, thuật ngữ “rung động ngang của vỏ” đề cập đến các rung động của vỏ của tuabin gió theo chiều ngang vuông góc hoặc nằm ngang với chiều thẳng đứng (ví dụ, ở góc 70° đến 90° với chiều thẳng đứng). Thuật ngữ “tốc độ quay của rôto” đề cập đến tốc độ quay của rôto của tuabin gió bao gồm các cánh và trục. Thuật ngữ “tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto” đề cập đến gấp đôi tần số theo Hz (tức là, số lần mỗi giây) được chuyển đổi từ tốc độ quay của rôto (ví dụ, tốc độ quay của rôto theo chu kỳ/phút được chuyển đổi thành tốc độ quay của rôto theo chu kỳ/giây và nhân với hai lần để có được tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto). Thuật ngữ “chuỗi các tín hiệu” đề cập đến bộ giá trị thu ở nhiều thời điểm cho tín hiệu.

Theo phương án mở rộng của sáng chế, phương pháp còn bao gồm các bước sau:

lọc biên độ dựa vào dữ liệu biên độ lịch sử để loại bỏ sự ảnh hưởng của dữ liệu bất thường.

Thông qua phương án mở rộng, dữ liệu bất thường và sự ảnh hưởng của nó có thể được loại bỏ, nhờ đó nâng cao độ chính xác giám sát. Ví dụ, bộ lọc có thể được sử dụng để lọc ra các điểm tần số bất thường hoặc biên độ bất thường. Dữ

liệu bất thường có thể được xác định, ví dụ, sự chênh lệch so với giá trị lịch sử trung bình hoặc giá trị thống kê dưới điều kiện cụ thể (như là tốc độ gió cụ thể) mà vượt quá, ví dụ, ngưỡng định trước, như là 50%, 60%, 70%, v.v.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto bao gồm các bước sau:

biến đổi gia tốc được biểu thị bởi chuỗi các tín hiệu gia tốc từ tín hiệu miền thời gian thành tín hiệu miền góc của phương vị rôto theo tốc độ quay của rôto được biểu thị bởi chuỗi các tín hiệu tốc độ quay; và

thực hiện phép biến đổi Fourier nhanh FFT (Fast Fourier Transform-FFT) lên tín hiệu miền góc, và xuất ra biên độ tương ứng với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto như biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto.

Thông qua phương án được ưu tiên này, biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto có thể được xác định chính xác và nhanh chóng. Ở đây, bằng cách thực hiện phép biến đổi từ miền thời gian sang miền góc và thực hiện biến đổi Fourier nhanh lên tín hiệu miền góc, tín hiệu phổ tần số của rung động của vỏ có thể thu được một cách dễ dàng, và do đó biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto gió có thể thu được một cách nhanh chóng.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, phương pháp còn bao gồm các bước sau:

loại bỏ tiếng ồn xung quanh do độ dài dữ liệu bị hạn chế của các tín hiệu miền góc sau FFT; và/hoặc

hiệu chỉnh biên độ tương ứng với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto theo tần số và/hoặc trọng lượng của tháp và tần số và/hoặc trọng lượng của cánh.

Thông qua phương án được ưu tiên này, tiếng ồn xung quanh có thể được làm giảm hoặc loại bỏ, hoặc độ chính xác của biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của

tốc độ quay của rôto có thể được cải thiện. Có thể loại bỏ tiếng ồn xung quanh, ví dụ, bằng cách truyền tín hiệu được biến đổi Fourier nhanh nhờ bộ lọc với tần số cắt, như là bộ lọc thông dải.

Theo phương án mở rộng của sáng chế, bộ siết chân cánh quạt bao gồm một hoặc nhiều đặc điểm sau đây: bulông chân cánh quạt, đai ốc chân cánh quạt, vít chân cánh quạt, và phần dính chân cánh quạt. Với phương án mở rộng này, các bộ siết chân cánh quạt có thể được phát hiện với mức chi phí thấp và chính xác, nhờ đó cải thiện độ an toàn hoạt động của tuabin gió.

Theo phương án mở rộng của sáng chế, phương pháp còn bao gồm các bước sau:

gửi tín hiệu báo động từ xa đến thiết bị di động người dùng.

Thông qua phương án mở rộng, có thể thực hiện giám sát từ xa các bộ siết chân cánh quạt. Ví dụ, người dùng có thể lắp đặt phần mềm ứng dụng giám sát App trên thiết bị di động của người dùng, mà có thể giao tiếp từ xác với tuabin gió (cũng được gọi là “nhà máy điện gió”) theo thời gian thực, sao cho người dùng có thể quan sát thực trạng của các bộ siết chân cánh quạt theo thời gian thực.

Theo phương án mở rộng của sáng chế, xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ bao gồm các bước sau:

phát ra tín hiệu báo động báo hiệu rằng cần phải tiến hành bảo dưỡng khi biên độ vượt quá ngưỡng đầu tiên; và

phát ra tín hiệu báo động báo hiệu rằng cần phải tắt tuabin gió khi biên độ vượt quá ngưỡng thứ hai.

Thông qua phương án mở rộng, các biện pháp đối phó khác nhau có thể được thực hiện theo các tình trạng lỗi khác nhau. Ví dụ, khi biên độ vượt quá ngưỡng thứ nhất nhưng thấp hơn ngưỡng thứ hai, điều này có nghĩa là việc bulông bị võ hoặc rơi không ảnh hưởng nghiêm trọng đến sự an toàn của tuabin gió, chẳng

hạn như chỉ một hoặc các bulông không quan trọng bị rơi ra hoặc bị vỡ; và khi biên độ vượt quá ngưỡng thứ hai, mà báo hiệu rằng nhiều bulông hoặc các bulông quan trọng bị rơi hoặc bị vỡ, mà yêu cầu tắt máy để ngăn tai nạn liên quan đến an toàn. Ngưỡng thứ hai lớn hơn ngưỡng thứ nhất, và hai ngưỡng có thể được thiết lập theo dữ liệu thống kê hoặc thực nghiệm.

Theo khía cạnh thứ hai của sáng chế, vấn đề được đề cập ở trên được giải quyết bởi hệ thống giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt, hệ thống bao gồm:

cảm biến, mà được tạo cấu hình để thu được chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto; và

bộ điều khiển, mà được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động sau đây:

phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto; và

xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ.

Theo phương án ưu tiên của sáng chế, cảm biến là cảm biến gia tốc PCH. Thông qua phương án được ưu tiên này, phép đo cả gia tốc và tốc độ quay có thể tiến hành một cách thuận tiện nhờ cùng một cảm biến gia tốc PCH. Đồng thời, vì cảm biến gia tốc PCH được lắp đặt trong hầu hết các tuabin gió, phương án này có thể thực hiện phép đo gia tốc và tốc độ quay mà không mất thêm chi phí phân cứng bổ sung hoặc mất rất ít.

Theo phương án mở rộng của sáng chế, hệ thống còn bao gồm:

bộ truyền động lắc, mà được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động lắc dựa vào thực trạng của bộ siết chân cánh quạt; và/hoặc

môđun truyền thông từ xa mà được tạo cấu hình để truyền từ xa thực trạng

của bộ siết chân cánh quạt đèn thiết bị di động người dùng.

Bằng sự mở rộng này, có thể thực hiện việc xử lý khẩn cấp các điều kiện lỗi, như là điều chỉnh tình trạng cánh bởi hoạt động lắc, hoặc giảm tốc hoặc làm dừng lại rôto để tránh các tai nạn; thay vào đó, có thể thực hiện việc giao tiếp từ xa sao cho, ví dụ, người dùng có thể được thông báo từ xa. Môđun truyền thông từ xa có thể thực hiện việc giao tiếp khoảng cách xa bởi, ví dụ, kết nối Bluetooth, kết nối Wi-Fi, kết nối chia ô, v.v.. Giao tiếp laze hoặc giao tiếp bằng vệ tinh cũng có thể hình dung được. Thiết bị di động người dùng có thể, ví dụ, máy tính cầm tay, máy tính bảng, thiết bị hỗ trợ kỹ thuật số cá nhân (PDA), điện thoại thông minh, v.v..

Theo phương án mở rộng của sáng chế, thực trạng bao gồm một hoặc nhiều nội dung sau đây:

liệu bộ siết chân cánh quạt có bị rơi hay không;

liệu bộ siết chân cánh quạt có bị hỏng hay không; và

liệu bộ siết chân cánh quạt có bị lỏng hay không.

Với phương án mở rộng này, các tình huống lỗi của bộ siết có thể được phát hiện. Các điều kiện lỗi bộ siết khác cũng có thể hiểu được bởi các bộc lộ của sáng chế, chẳng hạn như là bộ siết bị ăn mòn quá mức, v.v..

Hơn nữa, sáng chế cũng đề cập đến tuabin gió với hệ thống theo sáng chế.

Sáng chế có ít nhất một trong các hiệu quả có lợi sau đây: (1) Thông qua sáng chế, có thể xác định chính xác liệu lỗi bộ siết chân cánh quạt có xảy ra hay không, mà dựa vào các hiểu biết sau đây của tác giả: thông qua nghiên cứu, tác giả thấy rằng các lỗi như là bộ siết chân cánh quạt hỏng và lỏng sẽ gây ra các thay đổi bất thường về tình trạng của cánh, như là việc làm giảm tần số rung riêng của cánh, điều này dần dần sẽ dẫn đến rung động ngang của vỏ. Không chỉ vậy, các tác giả cũng khám phá ra điều đặc biệt của rung động ngang này, đặc biệt, các rung động ngang của vỏ không phải đều liên quan đến lỗi của các bộ siết chân cánh quạt, chỉ

rung động của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto có mối tương quan chặt chẽ với lỗi của bộ siết chân cánh quạt. Điều đó có nghĩa là, tần số của rung động ngang của vỏ gây ra bởi lỗi của bộ siết chân cánh quạt giống hệt với hai lần tần số của tốc độ quay của rôto. Vì vậy, bằng cách dò biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto, có thể đánh giá chính xác liệu lỗi của bộ siết chân cánh quạt có sinh ra hay không. (2) So với kỹ thuật trước đây, sáng chế có các đặc tính về phép tính toán đơn giản hơn, chi phí phần cứng thấp hơn, khả năng thực hiện cao hơn, v.v.. Điều này là bởi vì sáng chế không chỉ cần dò gia tốc và tốc độ quay, mà có thể được thấy rõ bởi gia tốc PCH, và quá trình tính toán đơn giản, vì vậy phần cứng và phần mềm của sáng chế có mức chi phí thấp, đơn giản về hoạt động, và mạnh về khả năng thực hiện.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế còn được mô tả dưới đây với sự tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo cùng với các phương án cụ thể.

Fig. 1 thể hiện sơ đồ sơ lược về hệ thống theo sáng chế;

Fig. 2 thể hiện quy trình của phương pháp theo sáng chế; và

Fig. 3 thể hiện ví dụ của quá trình giám sát theo sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Cần lưu ý rằng các bộ phận trong các hình vẽ khác nhau có thể được phóng đại nhằm mục đích minh họa và không nhất thiết phải điều chỉnh thang đo. Trong các hình vẽ khác nhau, các bộ phận giống hệt nhau hoặc giống hệt về chức năng được biểu thị bởi các số chỉ dẫn giống nhau.

Theo sáng chế, trừ khi được quy định khác, “được sắp xếp ở,” “được sắp xếp trên,” và “được sắp xếp bên trên” không loại trừ trường hợp mà có chi tiết trung gian giữa hai bộ phận. Ngoài ra, “được sắp xếp ở hoặc bên trên” chỉ có nghĩa là mối liên quan về vị trí giữa hai bộ phận, và trong một số trường hợp nhất định, như là sau khi

đảo ngược hướng sản phẩm, nó cũng có thể chuyển đổi thành “được sắp xếp dưới hoặc bên dưới”, và ngược lại.

Theo sáng chế, mỗi phương án chỉ nhằm minh họa các giải pháp của sáng chế, và không nên được hiểu là giới hạn.

Cũng cần chỉ ra rằng, theo các phương án của sáng chế, nhằm mục đích đơn giản và rõ ràng, chỉ một phần của bộ phận hoặc các bộ lắp ghép có thể được thể hiện, nhưng những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực liên quan có thể hiểu rằng, dưới các bậc lộ của sáng chế, các phần các bộ phận bắt buộc có thể được thêm vào theo các tình huống cụ thể.

Cũng cần chỉ ra rằng trong phạm vi của sáng chế, các thuật ngữ “giống”, “bằng” và “bằng với” không có nghĩa là hai giá trị tuyệt đối bằng nhau, nhưng cho phép “lỗi” hợp lý nhất định, tức là, các cụm từ cũng bao gồm “về cơ bản giống nhau”, “về cơ bản bằng”, “về cơ bản bằng với”. Tương tự, theo sáng chế, các thuật ngữ “vuông góc với”, “song song với” và tương tự theo hướng cũng bao hàm các nghĩa “về cơ bản vuông góc với” và “về cơ bản song song với”.

Ngoài ra, việc đánh số các bước của mỗi phương pháp của sáng chế không giới hạn thứ tự thực hiện của các bước của phương pháp. Trừ khi được biểu thị ngược lại, các bước khác nhau của phương pháp có thể được thực hiện theo thứ tự khác nhau.

Theo sáng chế, bộ điều khiển có thể được thực hiện trong phần mềm, phần cứng hoặc phân sụn hoặc sự kết hợp của chúng. Bộ điều khiển có thể là một mình hoặc là một phần của bộ phận. Ví dụ, bộ điều khiển có thể vận hành như là môđun phần cứng rời rạc trong tuabin gió hoặc như một phần của hệ thống lắp; hoặc bộ điều khiển có thể vận hành như là phần mềm, như là môđun phần mềm của hệ thống điều khiển của hệ thống lắp hoặc trên máy tính khu vực hoặc máy chủ từ xa hoặc ứng dụng thiết bị di động người dùng App.

Theo các giới hạn của quy trình giám sát bộ siết chân cánh quạt hiện nay như là độ phức tạp giám sát cao, chi phí phần cứng cao, và độ chính xác phát hiện thấp,

sáng chế đề xuất phương pháp và hệ thống giám sát thực trạng mới của bộ siết chân cánh quạt, mà có thể xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt với chi phí thấp và độ chính xác cao, nhờ đó làm gia tăng hiệu quả hoạt động và độ an toàn hoạt động của tuabin gió. Cụ thể, ý tưởng mà sáng chế dựa vào đó là, tác giả thông qua nghiên cứu mà phát hiện ra rằng các lỗi như là vỡ và lỏng lẻo của bộ siết chân cánh quạt sẽ gây ra những thay đổi bất thường về tình trạng của cánh, như là giảm tần số rung tự nhiên của cánh, mà dần dần sẽ dẫn đến rung động ngang của vỏ. Không chỉ vậy, các tác giả cũng khám phá ra điều đặc biệt của rung động ngang này, đặc biệt, các rung động ngang khác nhau của vỏ không phải đều liên quan đến lỗi của các bộ siết chân cánh quạt, chỉ rung động của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto có mối tương quan chặt chẽ với lỗi của bộ siết chân cánh quạt. Điều đó có nghĩa là, tần số của rung động ngang của vỏ gây ra bởi lỗi của bộ siết chân cánh quạt giống hệt với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto. Vì vậy, bằng cách dò biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto, có thể được đánh giá chính xác liệu lỗi của bộ siết chân cánh quạt có phát sinh hay không. Ngoài ra, sáng chế chỉ cần dò gia tốc và tốc độ quay, và giải pháp tính toán tính toán đơn giản, vì vậy chi phí phần mềm và phần cứng của giải pháp phát hiện lỗi của bộ siết có thể được giảm tốt hơn. Ví dụ, sáng chế có thể sử dụng PCH cảm biến mã sẽ được lắp đặt trong tuabin gió, không cần phải lắp đặt các cảm biến phần cứng bổ sung, có chi phí thấp và tính linh hoạt tốt. Ngoài ra, giải pháp của sáng chế có thể được thiết lập trong mạch logic có thể lập trình được PLC (programmable logic circuit – PLC) của tuabin gió dưới dạng phần mềm APP để thực hiện hoạt động ngoại tuyến độc lập để thực hiện giám sát toàn thời gian. Sau khi cảnh báo lỗi được kích hoạt, tuabin gió sẽ tự động dừng lại để bảo vệ. Sáng chế có hỗ trợ lý thuyết nghiêm ngặt đằng sau nó, và có một hướng rõ ràng cho sự đứt gãy của bulông chân cánh quạt.

Sáng chế còn được mô tả dưới đây với sự tham chiếu đến các hình vẽ kèm theo cùng với các phương án cụ thể.

Fig. 1 thể hiện sơ đồ sơ lược của hệ thống 100 theo sáng chế.

Thứ nhất, môi trường hoạt động điển hình cho hệ thống 100 được thiết lập

trước. Theo phương án này, hệ thống 100 để giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt (hoặc đơn giản là “hệ thống 100”) xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt nhờ phép đo dữ liệu hoặc thu thập dữ liệu và xử lý dữ liệu, và gửi thực trạng từ xa đến thiết bị di động người dùng 107 nhờ thiết bị chuyển tiếp tùy chọn 105 và mạng tùy chọn 106, và sau đó người dùng có thể xem thực trạng từ xa, ví dụ, trên ứng dụng giám sát 108 được lắp đặt trên thiết bị di động người dùng 107, và thực hiện các hoạt động từ xa như là tình trạng điều chỉnh cánh hoặc ngắt nếu cần thiết. Thiết bị chuyển tiếp 105 có thể là, ví dụ, máy thu hồng ngoại, bộ định tuyến Wi-Fi, trạm gốc, vệ tinh truyền dẫn, v.v.. Mạng 106 có thể là Internet hoặc Intranet hoặc mạng riêng tư khác. Theo phương án ưu tiên, hệ thống 100 giao tiếp trực tiếp với thiết bị di động người dùng 107 hoặc thiết bị đầu cuối điều khiển khác, trong trường hợp này, hệ thống 100 có máy phát công suất tương ứng sao cho tín hiệu về thực trạng có thể nhận thiết bị di động người dùng 107 hoặc thiết bị đầu cuối điều khiển khác. Theo phương án ưu tiên, máy chủ từ xa 109 cũng được cung cấp để xác thực hệ thống 100 và lưu trữ dữ liệu lịch sử. Ví dụ, người dùng trước tiên phải nhập đúng thông tin đăng nhập vào máy chủ từ xa 109 để truy cập hệ thống 100 (ví dụ, bằng ứng dụng áp dụng giám sát 108 được thiết lập trong thiết bị di động người dùng 107), do đó thu được thực trạng tương ứng. Máy chủ từ xa 109 cũng có thể lưu trữ thực trạng lịch sử của hệ thống 100 cho việc xác định ngưỡng thông kê hoặc liên quan. Thêm vào đó, máy chủ từ xa 109 cũng có thể mã hóa hoặc giải mã dữ liệu giữa hệ thống 100 và thiết bị di động người dùng 107, nhờ đó gia tăng độ an toàn.

Theo sáng chế, bộ siết chân cánh quạt cần được hiểu một cách rộng rãi. Ví dụ, chân cánh quạt bao gồm các bộ siết khác nhau để nối các chân cánh quạt và các bulông, như là bulông chân cánh quạt, đai ốc chân cánh quạt, vít chân cánh quạt, và bộ phận đính chân cánh quạt v.v.. Các lỗi như là vỡ và lỏng lẻo của những bộ siết chân cánh quạt này sẽ dẫn đến các thay đổi về tình trạng của cánh và thậm chí dẫn đến các tai nạn về an toàn của tuabin gió.

Các chi tiết khác của hệ thống 100 được trình bày sau đây.

Như được thể hiện trong FIG. 1, hệ thống 100 để giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt theo sáng chế bao gồm các bộ phận sau đây (một số bộ phận trong các bộ phận này có tính tùy chọn):

- Cảm biến 101, mà được tạo cấu hình để thu được chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto. Cảm biến 101 có thể là, ví dụ, cảm biến gia tốc PCH được lắp đặt trong vỏ, mà có thể được sử dụng để đo cả gia tốc và tốc độ quay. Các loại cảm biến 101 khác cũng có thể hiểu được bởi các bậc lệch của sáng chế, như là cảm biến tốc độ quay và cảm biến dịch chuyển. Ở đây, thuật ngữ “các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ” đề cập đến gia tốc trên phép đo vỏ, vì gia tốc được gây ra bởi rung động của vỏ theo chiều ngang. Theo sáng chế, chiều ngang của vỏ đề cập đến phương ngang hoặc hướng ngang với chiều thẳng đứng (ví dụ, ở góc của 70° đến 90° theo chiều thẳng đứng).

- Bộ điều khiển 102, mà được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động sau đây:

- ✧ Phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto. Điều này có thể đạt được, ví dụ, bằng cách xác định độ lớn của tần số cụ thể trên phổ của phổ rung động ngang ở vỏ. Ở đây, chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay có thể, ví dụ, là các tín hiệu liên tục trong khoảng thời gian nhất định, và hai chuỗi có thể liên quan đến thời gian. Ví dụ, thời gian của hai tín hiệu có thể được ghi lại để liên kết chúng với nhau, hoặc hai tín hiệu có thể được lưu trữ theo mảng khi liên kết với nhau. Ví dụ, bộ điều khiển 102 có thể thu thập liên tục các dữ liệu rung và đặt nó vào chuỗi dữ liệu. Khi dữ liệu thu thập được đạt đến khoảng thời gian nhất định, chuỗi tín hiệu được phân tích để thu được biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto (2P). Sau khi hoàn thành việc phân tích, hàng dữ liệu được làm trống, và sau đó các hoạt động thu thập và phân tích ở trên được lặp lại. Theo phương án ưu tiên, biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto được xác định như sau:

✧ Biến đổi gia tốc được biểu thị bởi chuỗi các tín hiệu gia tốc từ tín hiệu miền thời gian thành tín hiệu miền góc của phương vị rôto theo tốc độ quay của rôto được biểu thị bởi chuỗi các tín hiệu tốc độ quay. Ở đây, phép chuyển đổi ở trên được thực hiện bởi mối quan hệ giữa thời gian và góc phương vị của rôto. Điều đó có nghĩa là, ở mỗi thời điểm, rôto có góc phương vị tương ứng, để phép biến đổi ở trên được hoàn thành bởi phép thay thế dữ liệu.

✧ Thực hiện FFT ở tín hiệu miền góc, và đưa ra biên độ tương ứng với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto làm biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto. Thông qua phép biến đổi Fourier nhanh (FFT), tín hiệu miền góc có thể dễ dàng được biến đổi thành tín hiệu miền tần số, mà có lợi để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto. Phép biến đổi Fourier nhanh là thuật toán đã biến, vì vậy nó sẽ không được mô tả ở đây. Theo phương án ưu tiên, tiếng ồn xung quanh do độ dài dữ liệu bị giới hạn của tín hiệu miền góc sau khi FFT bị loại bỏ. Theo phương án được ưu tiên khác, biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto được hiệu chỉnh theo tần số và/hoặc trọng lượng của tháp, và tần số và/hoặc trọng lượng của các cánh. Việc loại bỏ tiếng ồn xung quanh có thể đạt được, ví dụ, bằng cách đi qua tín hiệu được biến đổi Fourier nhanh nhờ bộ lọc có tần số cắt phù hợp, như là bộ lọc thông dải. Ngoài ra, các ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết như là gió lớn có thể được loại bỏ.

Thông qua phương pháp tính toán ở trên, biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto có thể được xác định chính xác và nhanh chóng. Ở đây, bằng cách thực hiện phép biến đổi từ miền thời gian đến miền góc và thực hiện phép biến đổi Fourier nhanh ở tín hiệu miền góc, tín hiệu phổ tần số của rung động của vỏ có thể thu được một cách dễ dàng, để biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto có thể thu được một cách nhanh chóng.

◇ Xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ. Ví dụ, tín hiệu báo động báo hiệu rằng việc bảo dưỡng cần được thực hiện sẽ được phát ra khi biên độ vượt quá ngưỡng thứ nhất, và tín hiệu ngắt báo hiệu rằng cần phải ngắt khi

biên độ vượt quá ngưỡng thứ hai. Ngưỡng thứ nhất và ngưỡng thứ hai có thể được xác định, ví dụ, dựa vào dữ liệu lịch sử, như là dữ liệu thực trạng lịch sử hoặc các giá trị thống kê hoặc các giá trị thực nghiệm. Tất cả các ngưỡng này có thể được xác định về mặt lý thuyết. Ví dụ, mối quan hệ giữa số lượng các bulông hỏng của mỗi cánh của mỗi tuabin và biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto (2P) có thể thu được bằng phép tính toán, để ngưỡng báo hiệu của biên độ 2P cuối cùng có thể được xác định bằng cách xác định số lượng của các bulông hỏng ở thời điểm báo hiệu. Quá trình xác định ngưỡng này cũng có thể được hoàn thành hoặc cải tiến nhờ học máy. Ví dụ, sau mỗi phép phân tích biên độ được hoàn thành, thông tin biên độ được lưu trữ cho phép phân tích thống kê tiếp theo hoặc các thao tác thiết lập ngưỡng. Thông tin biên độ lịch sử cũng có thể được sử dụng để lọc chuỗi tín hiệu thu được để tránh việc đánh giá sai dữ liệu gây ra bởi dữ liệu bất thường. Ví dụ, ngưỡng thứ nhất có thể được thiết lập để vượt quá mức trung bình lịch sử 50%-100%, và ngưỡng thứ hai có thể được thiết lập để vượt quá mức trung bình lịch sử 100%-200%.

Bộ điều khiển 102 có thể vận hành như là môđun phần cứng rời rạc trong tuabin gió hoặc như một phần của hệ thống lắc; bộ điều khiển 102 có thể vận hành như là phần mềm, như là môđun phần mềm của hệ thống điều khiển của hệ thống lắc, hoặc máy tính khu vực hoặc máy chủ từ xa hoặc chương trình ứng dụng trên thiết bị di động người dùng, v.v.. Trong trường hợp thực hiện phần cứng, bộ điều khiển 102 có thể bao gồm, ví dụ, mảng phần tử logic có thể tái lập trình FPGA (field programmable logic gate array – FPGA), mạch tích hợp chuyên dụng ASIC (application specific integrated circuit – ASIC), bộ xử lý mục đích riêng, v.v.. Trong trường hợp triển khai phần mềm, bộ điều khiển 102 có thể vận hành như là mã phần mềm được lưu trữ trong bộ nhớ, mà có thể được thực thi bởi bộ xử lý mục đích chung hoặc chuyên dụng để thực hiện các bước được mô tả.

- Môđun truyền thông từ xa 104 tùy chọn mà được tạo cấu hình để truyền từ xa thực trạng của bộ siết chân cánh quạt cho thiết bị di động người dùng. Môđun truyền thông từ xa 104 có thể được triển khai, ví dụ, như môđun Wi-Fi, môđun Bluetooth, môđun giao tiếp hồng ngoại, môđun giao tiếp chia ô, bộ thu phát, v.v.. Ở

đây, thông qua môđun truyền thông từ xa 104, người dùng có thể giao tiếp với hệ thống 100 để thu được thực trạng và đưa ra các lệnh điều chỉnh thực trạng và ngắt cho hệ thống 100 khi cần thiết. Theo phương án này, môđun truyền thông từ xa 104 được kết nối với mạng 106 thông qua thiết bị chuyển tiếp 105 và giao tiếp với thiết bị di động người dùng 107 thông qua mạng 106. Tuy nhiên, điều này chỉ mang tính điển hình, và theo các phương án khác, hệ thống 100 có thể giao tiếp trực tiếp với thiết bị di động người dùng 107. Thêm vào đó, môđun truyền thông từ xa 104 có thể ăngten 110 để giao tiếp không dây với thiết bị chuyển tiếp 105.

- Bộ truyền động lắc 103, mà được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động lắc dựa vào thực trạng của bộ siết chân cánh quạt. Ví dụ, khi biên độ của vỏ vượt quá ngưỡng thứ hai, bộ truyền động lắc 103 được sử dụng để điều chỉnh tình trạng của cánh hoặc ngắt tuabin gió. Theo phương án ưu tiên, người dùng có thể ra lệnh cho bộ truyền động lắc 103 thực hiện hoạt động lắc thông qua thiết bị di động người dùng 107.

Sáng chế có ít nhất những hiệu quả có lợi sau đây: (1) Nhờ sáng chế, có thể xác định chính xác liệu có phát sinh lỗi của bộ siết chân cánh quạt, mà dựa vào dựa vào những hiểu biết sau đây của tác giả: tác giả tìm thấy thông qua nghiên cứu mà các lỗi như là vỡ và lỏng lẻo của bộ siết chân cánh quạt sẽ gây ra những thay đổi bất thường về tình trạng của cánh, như là làm giảm tần số rung tự nhiên của cánh, mà dần dần sẽ dẫn đến rung động ngang của vỏ. Không chỉ vậy, các tác giả cũng khám phá ra điều đặc biệt của ung động ngang này, đặc biệt, các rung động ngang khác nhau của vỏ không phải đều liên quan đến lỗi của các bộ siết chân cánh quạt, chỉ rung động của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto có mối tương quan chặt chẽ với lỗi của bộ siết chân cánh quạt. Điều đó có nghĩa là, tần số của rung động ngang của vỏ gây ra bởi lỗi của bộ siết chân cánh quạt giống hệt với tần số ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto. Vì vậy, bằng cách dò biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto, có thể đánh giá chính xác liệu có phát sinh lỗi bộ siết chân cánh quạt hay không. (2) So với kỹ thuật trước đây, sáng chế có đặc trưng của phép tính toán đơn giản hơn, cho phí phần cứng thấp hơn, khả năng thực hiện cao hơn v.v.. Điều này là bởi vì sáng chế chỉ cần dò gia tốc và tốc độ quay, mà có thể được thực hiện bởi gia tốc PCH, và

quá trình tính toán đơn giản, vì vậy phần cứng và phần mềm của sáng chế có chi phí thấp, hoạt động đơn giản, và khả năng thực hiện tốt.

Fig. 2 thể hiện quy trình của phương pháp 200 theo sáng chế, trong đó các hộp nét đứt biểu thị các bước tùy chọn.

Trong bước 202, thu được là chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto.

Trong bước 204 tùy chọn, biên độ được lọc dựa vào dữ liệu biên độ lịch sử để loại bỏ tác dụng của dữ liệu bất thường.

Trong bước 206, chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay được phân tích để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto.

Trong bước 208 tùy chọn, biên độ tương ứng với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto được hiệu chỉnh theo tần số và/hoặc trọng lượng của tháp và tần số và/hoặc trọng lượng của cánh.

Trong bước 210, thực trạng của bộ siết chân cánh quạt được xác định dựa vào biên độ.

Fig. 3 thể hiện ví dụ của quá trình giám sát theo sáng chế.

Các đường cong 301-304 biểu thị tốc độ quay của rôto, gia tốc ngang của vỏ, biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto, và mức độ tín hiệu báo động, tương ứng. Theo ví dụ này, ở điểm thời gian 503, hệ thống 100 dò các đường cong 301-303 mà một hoặc nhiều bulông vỡ, và tự động thực hiện việc bảo vệ tắt máy. Đồng thời, thông báo cảnh báo sớm được gửi đến trạm, nhắc nhở nhân viên vận hành và bảo dưỡng thực hiện việc bảo dưỡng.

Trong khi một số phương án của sáng chế được mô tả trong bản mô tả này, những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực này sẽ đánh giá rằng những phương án này chỉ được thể hiện bằng ví dụ. Nhiều biến thể, thay thế và cải tiến sẽ xảy ra cho

những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực liên quan theo những bộ lộ của sáng chế này mà không lệch khỏi phạm vi của sáng chế này. Mục đích của các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo là để xác định phạm vi của sáng chế và các phương pháp và cấu trúc nằm trong phạm vi của như chính những điểm yêu cầu bảo hộ này và nhờ đó cũng bao hàm các tương đương của chúng.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt, bao gồm các bước sau:

thu được chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto;

phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto; và

xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước sau:

lọc biên độ dựa vào dữ liệu biên độ lịch sử để loại bỏ ảnh hưởng của dữ liệu bất thường.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto bao gồm các bước sau:

biến đổi gia tốc được biểu thị bởi chuỗi các tín hiệu gia tốc từ tín hiệu miền thời gian thành tín hiệu miền góc của phương vị rôto theo tốc độ quay của rôto được biểu thị bởi chuỗi các tín hiệu tốc độ quay; và

thực hiện phép biến đổi Fourier nhanh FFT trên tín hiệu miền góc, và đưa ra biên độ tương ứng với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto làm biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto.

4. Phương pháp theo điểm 3, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước sau:

loại bỏ tiếng ồn xung quanh do độ dài dữ liệu bị giới hạn của các tín hiệu miền góc sau FFT; và/hoặc

hiệu chỉnh biên độ tương ứng với tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto

theo tần số và/hoặc trọng lượng của và tần số và/hoặc trọng lượng của cánh.

5. Phương pháp theo điểm 1, trong đó bộ siết chân cánh quạt bao gồm một hoặc nhiều chi tiết sau đây: bulông chân cánh quạt, đai ốc chân cánh quạt, vít chân cánh quạt, và phân dính chân cánh quạt.

6. Phương pháp theo điểm 1, trong đó phương pháp còn bao gồm các bước sau đây:

gửi tín hiệu báo động từ xa đến thiết bị di động người dùng.

7. Phương pháp theo điểm 1, trong đó xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ bao gồm các bước sau:

phát ra tín hiệu báo động báo hiệu rằng cần thực hiện việc bảo dưỡng khi biên độ vượt quá ngưỡng thứ nhất; và

phát ra tín hiệu báo động báo hiệu rằng cần phải ngắt khi biên độ vượt quá ngưỡng thứ hai.

8. Hệ thống giám sát thực trạng của bộ siết chân cánh quạt, bao gồm:

cảm biến, mà được tạo cấu hình để thu được chuỗi các tín hiệu gia tốc biểu thị rung động ngang của vỏ và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay biểu thị tốc độ quay của rôto; và

bộ điều khiển, mà được tạo cấu hình để thực hiện các hoạt động sau đây:

phân tích chuỗi các tín hiệu gia tốc và chuỗi các tín hiệu tốc độ quay để xác định biên độ của vỏ ở tần số nhân đôi của tốc độ quay của rôto; và

xác định thực trạng của bộ siết chân cánh quạt dựa vào biên độ.

9. Hệ thống theo điểm 8, trong đó cảm biến là cảm biến gia tốc PCH.

10. Hệ thống theo điểm 8, trong đó hệ thống còn bao gồm:

bộ truyền động lắc, mà được tạo cấu hình để thực hiện hoạt động lắc dựa vào

thực trạng của bộ siết chân cánh quạt; và/hoặc

môđun truyền thông từ xa mà được tạo cấu hình để truyền từ xa thực trạng của bộ siết chân cánh quạt đến thiết bị di động người dùng.

11. Hệ thống theo điểm 8, trong đó thực trạng bao gồm một hoặc nhiều thực trạng sau đây:

liệu bộ siết chân cánh quạt có rơi hay không;

liệu bộ siết chân cánh quạt có bị vỡ không; và

liệu bộ siết chân cánh quạt có bị lỏng hay không.

12. Tuabin gió, bao gồm hệ thống theo một trong các điểm từ điểm 8 đến điểm 11.

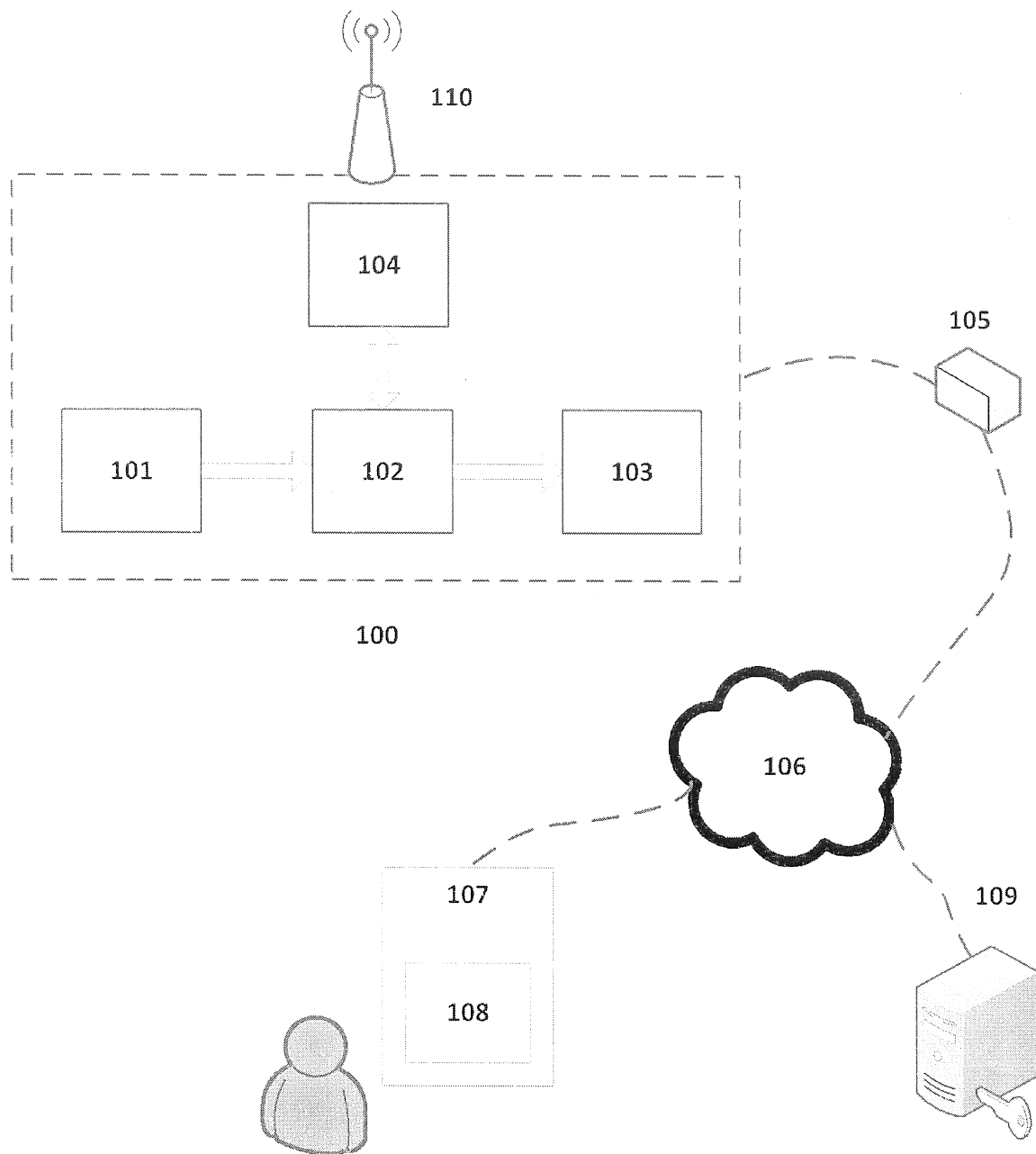


FIG. 1

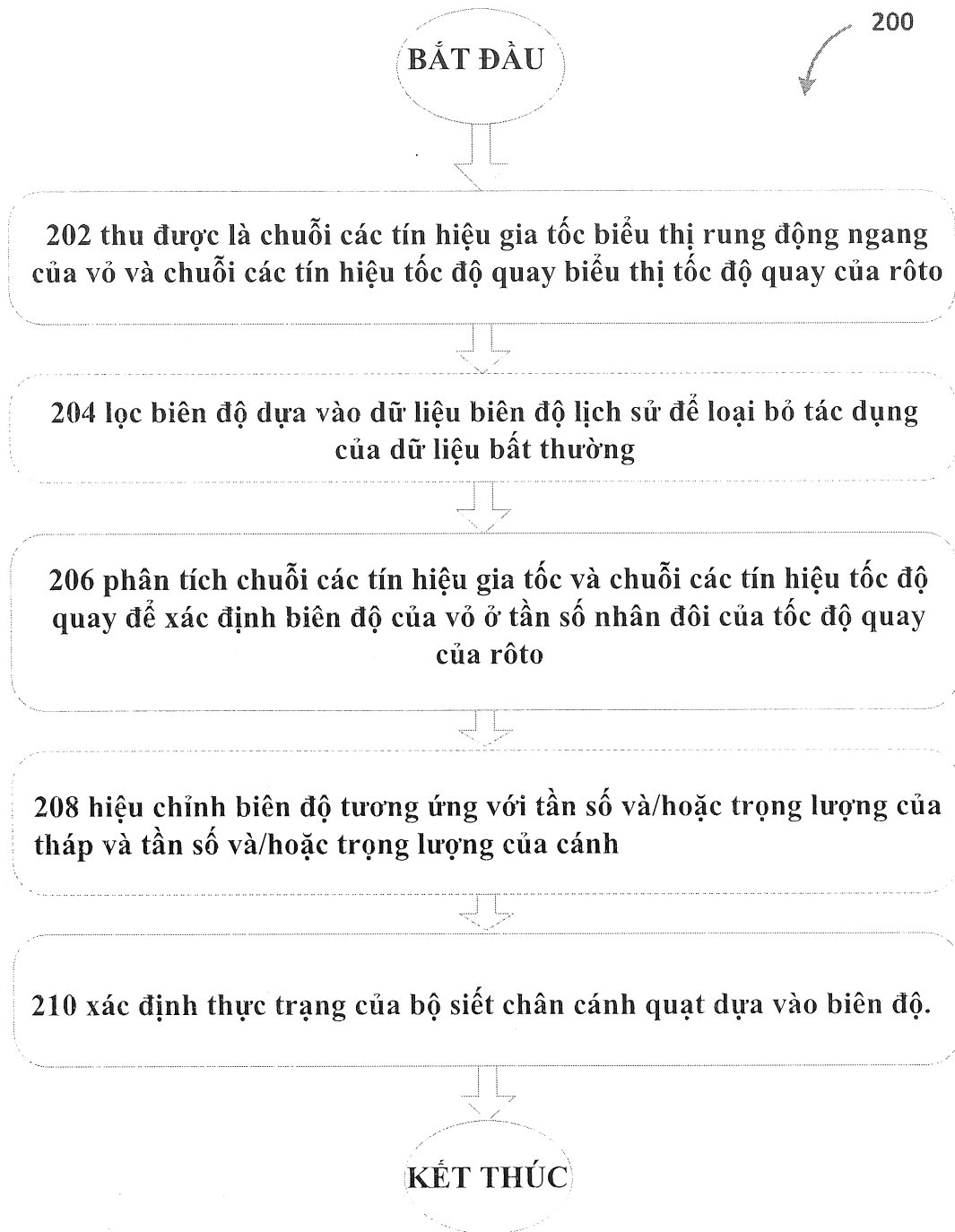


FIG. 2

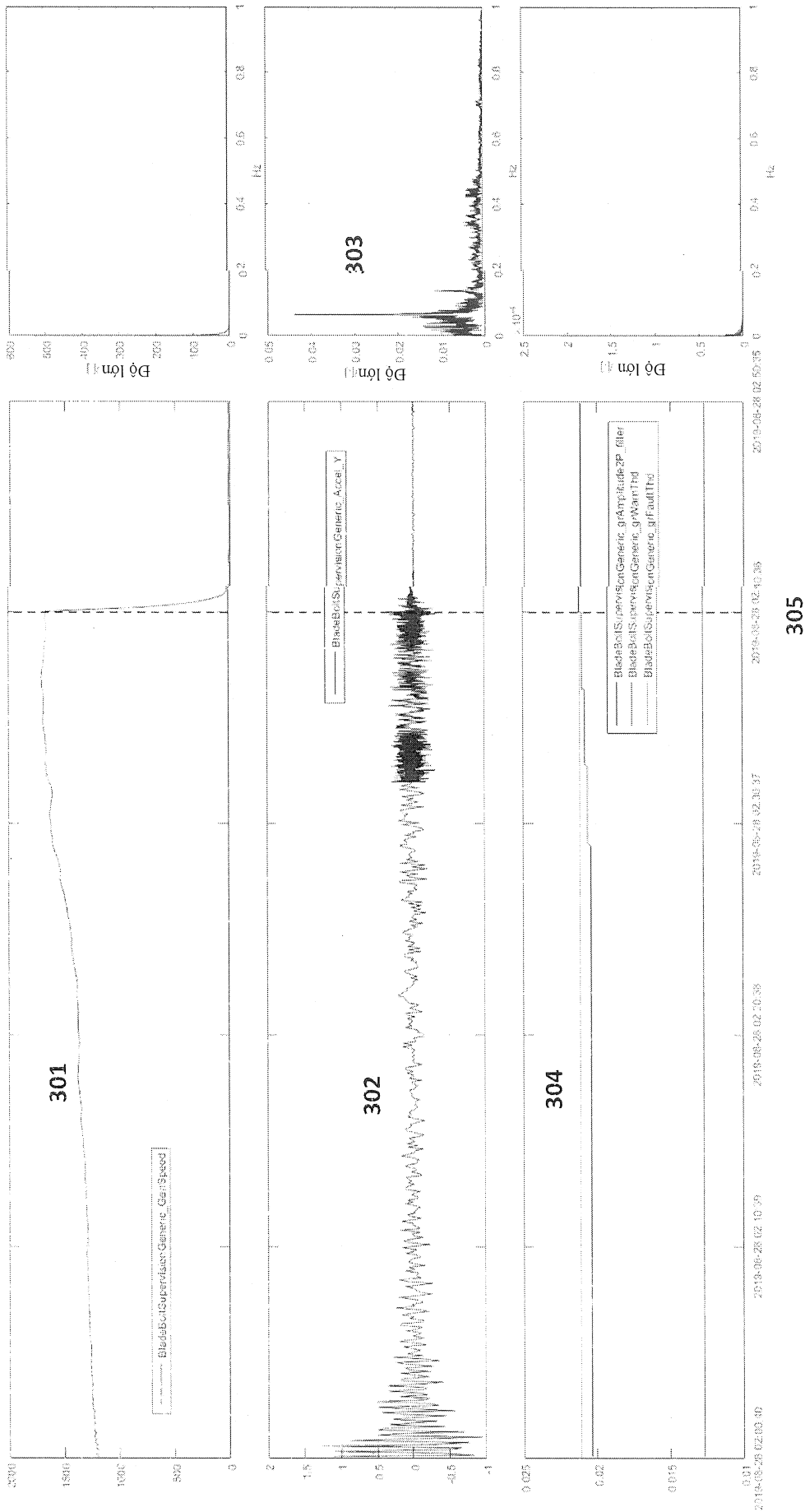


FIG. 3