



(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



1-0050611

(51)^{2021.01} **H02J 3/38; H02J 3/50; H02J 3/48; H02J 3/24** (13) **B**

(21) 1-2022-04733

(22) 14/09/2020

(86) PCT/CN2020/115150 14/09/2020

(87) WO2021/143169 22/07/2021

(30) 202010046620.4 16/01/2020 CN

(45) 25/08/2025 449

(43) 25/11/2022 416A

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

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

(72) FENG, Qita (CN); TANG, Mingjie (CN); LI, Ang (CN).

(74) Công ty Luật TNHH T&G (TGVN)

(54) PHƯƠNG PHÁP VÀ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN SỰ ĐI QUA ĐIỆN ÁP CAO CỦA
NHÀ MÁY ĐIỆN GIÓ, BỘ CHUYỂN ĐỔI ĐA CẤP DẠNG MÔĐUN, BỘ
CHUYỂN ĐỔI PHÍA MÁY CỦA TUABIN GIÓ VÀ PHƯƠNG TIỆN LƯU TRỮ
ĐƯỢC ĐƯỢC BỞI MÁY TÍNH

(21) 1-2022-04733

(57) Sáng chế đề cập đến nhà máy điện gió, và phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao, hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao, bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (Modular Multilevel Converter, MMC) và bộ chuyển đổi phía máy cho nhà máy điện gió. Phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao cho nhà máy điện gió gồm các bước: xác định biên độ của điện áp của lưới điện; xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất; nhận sóng điều biến tần số cơ bản của MMC; đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng; và điều khiển MMC hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng. Sáng chế cũng đề cập đến phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính.

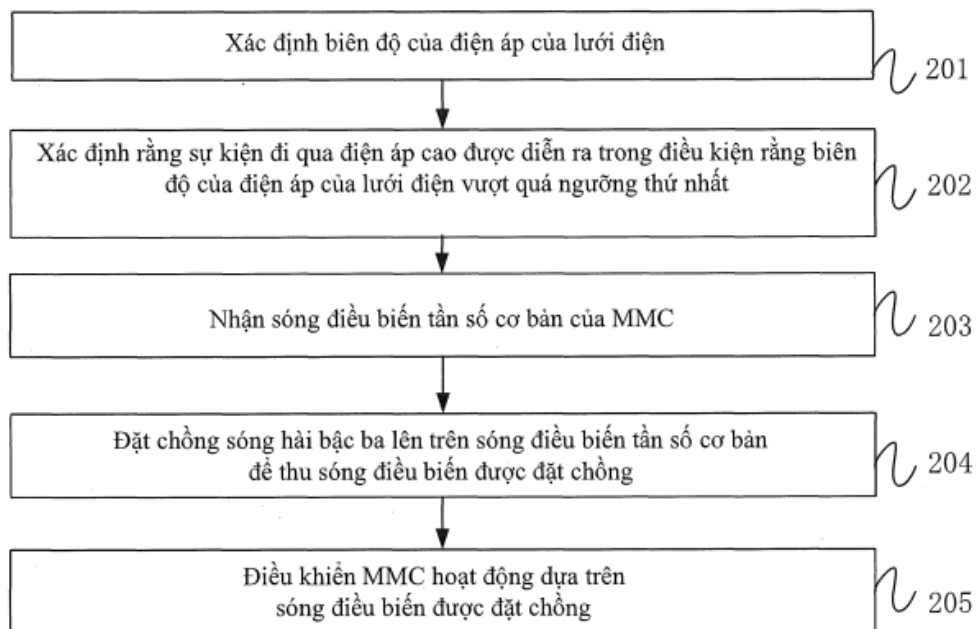


Fig. 2

Lĩnh vực kỹ thuật được đề cập

Sáng chế liên quan đến lĩnh vực kỹ thuật sản xuất điện gió, và cụ thể là, đến nhà máy điện gió, và phương pháp và hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao, bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (Modular Multilevel Converter, MMC) và bộ chuyển đổi phía máy cho nhà máy điện gió.

Tình trạng kỹ thuật của sáng chế

Trong những năm gần đây, công nghệ truyền tải dòng điện một chiều (Direct Current, DC) linh hoạt dựa trên bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (MMC) ngày càng được sử dụng rộng rãi hơn. Tham khảo đến nhà máy điện gió được tích hợp sự truyền DC linh hoạt trên Fig.1, tuabin gió DC được kết nối với MMC thông qua dây hoặc cáp trên không và MMC được kết nối trực tiếp với lưới điện.

Tuy nhiên, trong tình trạng kỹ thuật của sáng chế, khoảng cách truyền giữa tuabin gió DC và MMC có thể là hàng chục km hoặc hàng trăm km do đó không có sự truyền thông giữa chúng, điều này gây khó khăn cho việc điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió được tích hợp sự truyền DC linh hoạt.

Do đó, phương pháp và hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao, MMC và bộ chuyển đổi phía máy cho nhà máy điện gió mới là cần thiết để cho phép nhà máy điện gió được tích hợp sự truyền DC linh hoạt đáp ứng các yêu cầu đi qua điện áp cao.

Bản chất kỹ thuật của sáng chế

Các phương án của sáng chế đề xuất nhà máy điện gió, và phương pháp và hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao, MMC và bộ chuyển đổi phía máy cho nhà máy điện gió, nhờ đó các yêu cầu của sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió có thể được đáp ứng.

Trong khía cạnh thứ nhất, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió, vốn được áp dụng trong bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (MMC) được kết nối giữa các bus một chiều (DC) và lưới điện của nhà máy điện gió. Phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao gồm các bước:

xác định biên độ của điện áp của lưới điện;

xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất;

nhận sóng điều biến tần số cơ bản của MMC;

đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng; và

điều khiển MMC hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng.

Trong khía cạnh thứ hai, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió, vốn được áp dụng trong bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió trong nhà máy điện gió, trong đó bộ chuyển đổi phía máy được kết nối với MMC thông qua các bus DC. Phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao gồm các bước:

xác định biên độ của điện áp ngang qua các bus DC;

xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp ngang qua các bus DC vượt quá ngưỡng thứ hai;

tính toán công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC;

tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC; và

điều khiển mạch hãm để hoạt động dựa trên tỷ lệ năng suất được thiết lập lại, trong đó tỷ lệ năng suất được thiết lập lại lớn hơn hoặc bằng tỷ lệ năng suất tối thiểu.

Trong khía cạnh thứ ba, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (MMC), trong đó MMC được kết nối giữa các bus DC và lưới điện của nhà máy điện gió. MMC gồm:

môđun tính toán điện áp lưới điện được tạo cấu hình để xác định biên độ của điện áp của lưới điện;

môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ nhất được tạo cấu hình để xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất;

môđun nhận sóng điều biến tần số cơ bản được tạo cấu hình để nhận sóng điều biến tần số cơ bản của MMC;

môđun đặt chồng sóng hài bậc ba được tạo cấu hình để đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng; và

môđun điều khiển thứ nhất được tạo cấu hình để điều khiển MMC hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng.

Trong khía cạnh thứ tư, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió, trong đó bộ chuyển đổi phía máy được kết nối với MMC thông qua các bus DC. Bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió gồm:

môđun tính toán điện áp bus DC được tạo cấu hình để xác định biên độ của điện áp ngang qua các bus DC;

môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ hai được tạo cấu hình để xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp ngang qua các bus DC vượt quá ngưỡng thứ hai;

môđun tính toán công suất vô công tối thiểu được tạo cấu hình để tính toán công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC;

môđun tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu được tạo cấu hình để tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC; và

môđun điều khiển thứ hai được tạo cấu hình để điều khiển mạch hãm để hoạt động dựa trên tỷ lệ năng suất được thiết lập lại, trong đó tỷ lệ năng suất được thiết lập lại lớn hơn hoặc bằng tỷ lệ năng suất tối thiểu.

Trong khía cạnh thứ năm, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió. Hệ thống gồm: MMC như được mô tả ở trên và các bộ chuyển đổi phía máy như được mô tả ở trên.

Trong khía cạnh thứ sáu, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất nhà máy điện gió. Nhà máy điện gió gồm: MMC như được mô tả ở trên và nhiều tuabin gió, trong đó

ít nhất một tuabin gió trong số nhiều tuabin gió gồm bộ chuyển đổi phía máy dựa trên khía cạnh thứ tư của sáng chế hoặc phương án bất kỳ của sáng chế.

Trong khía cạnh thứ bảy, phương án làm ví dụ của sáng chế đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có các chương trình được lưu trữ ở trên nó, trong đó các chương trình gồm các lệnh hoạt động để thực hiện phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao dựa trên khía cạnh thứ nhất của sáng chế hoặc phương án bất kỳ của sáng chế, hoặc các lệnh hoạt động để thực hiện phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao dựa trên khía cạnh thứ hai của sáng chế hoặc phương án bất kỳ của sáng chế.

Dựa trên các phương án của sáng chế, sau khi xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra, thì sóng hài bậc ba được đặt chồng lên trên sóng điều biến tần số cơ bản sao cho tốc độ dòng của điện áp DC có thể đạt đến 1. Trong điều kiện rằng điện áp ngang qua các bus DC vẫn không thay đổi, thì tốc độ dòng được cải thiện này của điện áp DC cải thiện điện áp tại đầu ra dòng điện xoay chiều (Alternating Current, AC) của MMC để khớp với điện áp được tăng của lưới điện trong quá trình sự đi qua điện áp cao, dẫn đến sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy điện gió.

Bên cạnh đó, điện áp ngang qua các bus DC sẽ tăng trong quá trình sự đi qua điện áp cao, nếu sóng điều biến tần số cơ bản không được điều chỉnh, thì nó có thể dễ dàng gây ra sự quá điều biến, dẫn đến sự dao động, sự biến dạng hoặc sự phân kỳ trong dòng điện ở đầu ra AC của MMC. Vì biên độ của sóng điều biến có hình dạng yên ngựa được đặt chồng nhỏ hơn biên độ của sóng điều biến tần số cơ bản, sự quá điều biến trong quá trình sự đi qua điện áp cao có thể bị triệt tiêu. Nói một cách dễ hiểu, nhà máy điện gió, và phương pháp và hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao, MMC và bộ chuyển đổi phía máy cho nhà máy điện gió dựa trên các phương án của sáng chế có thể đáp ứng các yêu cầu của sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió.

Mô tả vắn tắt các hình vẽ

Sáng chế sẽ được hiểu rõ hơn nhờ phần mô tả chi tiết sau đây về các phương án của sáng chế với sự tham khảo đến các hình vẽ mà trong đó các số tham chiếu giống nhau hoặc tương tự chỉ ra các đặc điểm giống nhau hoặc tương tự. Đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng, thì các hình vẽ khác cũng có thể thu được từ các hình vẽ này mà không cần nỗ lực sáng tạo.

Fig.1 là sơ đồ kết cấu liên kết sơ lược của nhà máy điện gió được tích hợp sự truyền DC linh hoạt;

Fig.2 là lưu đồ sơ lược của phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.3 là sơ đồ sơ lược của sóng hài bậc ba được đặt chồng lên trên sóng điều biến tần số cơ bản dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.4 là lưu đồ sơ lược của phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.5 là lưu đồ sơ lược của phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.6 là sơ đồ mô phỏng sơ lược của điện áp ngang qua các bus DC, sóng hài bậc ba, dòng điện vô công và sóng điều biến trong quá trình sự đi qua điện áp cao dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.7 là sơ đồ được phóng to một phần của Fig.6;

Fig.8 là sơ đồ mô phỏng sơ lược của điện áp phía lưới và điện áp phía van của bộ biến đổi trong quá trình chu kỳ đi qua điện áp cao dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.9 là sơ đồ mô phỏng sơ lược của dòng điện phía lưới và dòng điện phía van của bộ biến đổi trong quá trình chu kỳ đi qua điện áp cao dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế;

Fig.10 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của MMC dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế; và

Fig.11 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế.

Mô tả chi tiết sáng chế

Các dấu hiệu và các phương án làm ví dụ của các khía cạnh khác nhau của sáng chế sẽ được mô tả chi tiết dưới đây. Để làm cho mục đích, các dấu hiệu kỹ thuật và các ưu điểm của sáng chế rõ ràng hơn, thì sáng chế sẽ được mô tả chi tiết thêm nữa dưới đây với sự tham khảo đến các hình vẽ và các phương án cụ thể. Nên hiểu rằng các phương án cụ thể được mô tả ở đây chỉ được nhằm để diễn giải sáng chế, nhưng không làm giới hạn sáng chế. Đối với những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng, sáng chế có thể được triển khai mà không cần một số chi tiết trong số các chi tiết cụ thể này. Phần mô tả sau đây của các phương án đơn thuần chỉ để cung cấp hiểu biết rõ hơn về sáng chế bằng cách thể hiện các ví dụ của sáng chế.

Nên lưu ý rằng, các thuật ngữ quan hệ như là thứ nhất, thứ hai, và tương tự được sử dụng ở đây đơn thuần để phân biệt một thực thể hoặc hoạt động với một thực thể hoặc hoạt động khác mà không nhất thiết phải yêu cầu hoặc ngụ ý bất kỳ mối quan hệ hoặc thứ tự thực tế nào giữa các thực thể hoặc hoạt động đó. Ngoài ra, các thuật ngữ “gồm”, hoặc biến thể khác bất kỳ của nó được nhằm để bao hàm sự gồm không loại trừ sao cho quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị mà gồm một loạt các phần tử không chỉ gồm các phần tử đó, mà còn gồm các phần tử mà không được liệt kê một rõ

ràng hoặc các phần tử khác vốn có trong quy trình, phương pháp, vật phẩm hoặc thiết bị như vậy. Phần tử đứng sau “gồm...”, mà không có nhiều ràng buộc, không loại trừ sự tồn tại của các phần tử giống hệt nhau bổ sung trong quy trình, phương pháp, bài viết hoặc thiết bị mà gồm phần tử này.

Các dấu hiệu của các khía cạnh khác nhau và các phương án được làm ví dụ theo sáng chế được mô tả chi tiết dưới đây. Trong phần mô tả chi tiết dưới đây, thì nhiều chi tiết cụ thể được giới thiệu để cung cấp hiểu biết rõ về sáng chế này.

Fig.2 là lưu đồ sơ lược của phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, vốn được áp dụng trong MMC được kết nối giữa các bus DC và lưới điện của nhà máy điện gió (như được thể hiện trên Fig.1).

Như được thể hiện trên Fig.2, phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao trong phương án này gồm các bước 201 đến 205.

Trong bước 201, biên độ của điện áp của lưới điện được xác định.

Trong bước 202, xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất.

Trong bước 203, sóng điều biến tần số cơ bản của MMC được nhận.

Trong bước 204, sóng hài bậc ba được đặt chồng lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng.

Trong bước 205, MMC được điều khiển để hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng.

Ngưỡng thứ nhất có thể được xác định dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn đối với sự đi qua điện áp cao. Trong ví dụ, khi biên độ của điện áp của lưới điện lớn hơn hoặc

bằng 1,1 lần của giá trị gốc của nó, xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra. Trong ví dụ, biên độ của điện áp của lưới điện có thể được biểu diễn bởi thành phần trình tự dương của điện áp của lưới điện, và biên độ của điện áp của lưới điện có thể được biểu diễn bởi các dạng khác.

Trong ví dụ, tham khảo đến Fig.3, sóng điều biến tần số cơ bản U_{a1} có thể là sóng hình sin, và có thể được xác định dựa trên mức độ điều biến, góc quay và góc pha ban đầu. Nó được trình bày bởi công thức (1):

$$U_{a1} = M \cos(\theta + \alpha) \quad (1)$$

Theo cách tương ứng, sóng hài bậc ba U_{3rd} có thể được xác định dựa trên hệ số cho sóng hài bậc ba, mức độ điều biến, góc quay và góc pha ban đầu. Nó được trình bày bởi công thức (2):

$$U_{3rd} = k \times M \times \cos(3(\theta + \alpha)) \quad (2),$$

mà tại đó k là hệ số cho sóng hài bậc ba, M là mức độ điều biến, θ là góc quay, và α là góc pha ban đầu.

Trong một số phương án, sóng điều biến tần số cơ bản cũng có thể chấp thuận các dạng sóng khác phụ thuộc vào các yêu cầu thực tế của MMC.

Khi lưới điện DC linh hoạt chấp thuận chế độ điều biến sóng hình sin, thì mức độ điều biến nằm trong khoảng $[0, 1]$, và biên độ tối đa của sóng điều biến có thể là 1. Trong trường hợp này, biên độ tần số cơ bản của điện áp pha đầu ra là $U_{dc}/2$, và biên độ tần số cơ bản của điện áp dây đầu ra là $\sqrt{3}U_{dc}/2$, mà tại đó U_{dc} là điện áp DC. Tỷ lệ của giá trị đỉnh của điện áp dây so với điện áp DC có thể được tính toán dựa trên phương pháp chung: $(\sqrt{3}U_{dc}/2)/U_{dc} = 0,866$. Nghĩa là, tốc độ dùng tối đa của điện áp DC có thể đạt đến 0,866.

Tham khảo đến Fig.3, sóng điều biến được đặt chồng có hình dạng yên ngựa. Trên tiền đề rằng giá trị đỉnh của sóng điều biến được đặt chồng là không lớn hơn 1, thì biên độ tần số cơ bản có thể đạt đến $2/\sqrt{3}U_{dc}$, và trong trường hợp này, điện áp pha đầu ra là $(2/\sqrt{3}) \times (U_{dc}/2)$, và biên độ tần số cơ bản của điện áp dây đầu ra là $\sqrt{3} \times (2/\sqrt{3}) \times (U_{dc}/2)$. Tỷ lệ của giá trị đỉnh của điện áp dây so với điện áp DC có thể được tính toán dựa trên phương pháp chung: $(\sqrt{3} \times (2/\sqrt{3}) \times (U_{dc}/2) / U_{dc} = 1$. Nghĩa là, tốc độ dùng tối đa của điện áp DC có thể đạt đến 1.

Do đó, sau khi đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản, thì tốc độ dùng tối đa của điện áp DC có thể đạt đến 1. Trong điều kiện rằng điện áp của bus DC vẫn không thay đổi, thì tốc độ dùng được cải thiện này của điện áp DC có thể cải thiện điện áp tại đầu ra dòng điện xoay chiều (AC) của MMC để khớp với điện áp được tăng của lưới điện trong quá trình sự đi qua điện áp cao, để sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy điện gió có thể được đảm bảo.

Bên cạnh đó, vì điện áp của bus DC sẽ tăng trong quá trình sự đi qua điện áp cao, nếu sóng điều biến tần số cơ bản không được điều chỉnh, thì sự quá điều biến có thể dễ dàng bị gây ra, dẫn đến sự dao động, sự biến dạng hoặc sự phân kỳ trong dòng điện tại đầu ra AC của MMC. Vì biên độ của sóng điều biến có hình dạng yên ngựa được đặt chồng nhỏ hơn biên độ của sóng điều biến tần số cơ bản, nên sự quá điều biến có thể bị triệt tiêu.

Trong một số phương án, công thức (1) và công thức (2) có thể được tổ hợp để thu công thức (3):

$$U_a = U_{a1} + U_{3rd} = M \cos(\theta + \alpha) + kM \cos(3\theta + 3\alpha) \quad (3)$$

Lấy đạo hàm của θ trong công thức (3), và thiết lập nó thành 0, thì thu được công thức (4):

$$-M \sin(\theta + \alpha) - 3Mk \sin(3\alpha + 3\theta) = 0 \quad (4)$$

Giải công thức (4), thu được công thức (5):

$$\theta = -\alpha - \arccos\left(\frac{\sqrt{\frac{3k-1}{3k}}}{2}\right) \quad (5)$$

Thay θ vào trong công thức (3), và có giá trị cực trị cho U_a , thì thu được:

$$U_a = \frac{\sqrt{3}M(3k-1)\sqrt{\frac{3k-1}{k}}}{9} \quad (6)$$

Lấy đạo hàm của công thức (6) và thiết lập nó thành 0, thì thu được $k=-1/6$.

Nghĩa là, khi $k=-1/6$, U_a có tối thiểu giá trị $\sqrt{3}M/2$, thì mức độ điều biến là lớn nhất, vốn đạt đến $2/\sqrt{3}$, và sóng điều biến cuối cùng $U_a = M \cos(\theta + \alpha) - 1/6M \cos(3\theta + 3\alpha)$.

Trong một số phương án, giá trị được thiết lập cho điện áp ngang qua các bus DC cho MMC có thể được tăng để gia tăng điện áp ngang qua các bus DC để khớp với điện áp được tăng của lưới điện trong quá trình sự đi qua điện áp cao, để đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy điện gió.

Cụ thể là, giá trị được thiết lập cho điện áp ngang qua các bus DC được tăng và được nhập vào bộ điều khiển điện áp bus DC (như là bộ điều tiết PI) cùng với giá trị đo được của điện áp ngang qua các bus DC, và sóng điều biến tần số cơ bản của MMC có thể được điều tiết bởi đầu ra của bộ điều khiển điện áp bus DC để hiện thực hóa sự điều khiển vòng kín của điện áp ngang qua các bus DC.

Hơn nữa, sóng hài bậc ba có thể được đặt chồng lên trên sóng điều biến tần số cơ bản sau khi sự điều tiết vòng kín bởi bộ điều khiển điện áp bus DC để thu sóng điều biến được đặt chồng, nhờ vậy còn đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy

điện gió bởi hai khía cạnh, tức là, cải thiện tốc độ dòng của điện áp ngang qua các bus DC và gia tăng điện áp ngang qua các bus DC.

Fig.4 là lưu đồ sơ lược của phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao cho nhà máy điện gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế. Phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao được áp dụng trong bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió, trong đó cực đầu ra của bộ chuyển đổi phía máy được kết nối với các bus DC của nhà máy điện gió. Như được thể hiện trên Fig.4, phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao trong phương án này gồm các bước 401 đến 405.

Trong bước 401, biên độ của điện áp ngang qua các bus DC được xác định.

Trong bước 402, xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp ngang qua các bus DC vượt quá ngưỡng thứ hai.

Trong bước 403, công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ được tính toán dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC.

Trong bước 404, tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao được tính toán dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC.

Trong bước 405, mạch hãm được điều khiển để hoạt động dựa trên tỷ lệ năng suất được thiết lập lại, trong đó tỷ lệ năng suất được thiết lập lại lớn hơn hoặc bằng tỷ lệ năng suất tối thiểu.

Trong một số phương án, trong quá trình sự đi qua điện áp cao, thì điện áp ngang qua các bus DC của nhà máy điện gió sẽ được gia tăng lên, và ngưỡng thứ hai có thể được xác định dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn đối với sự đi qua điện áp cao.

Trong một ví dụ, mối quan hệ giữa điện áp của điện áp lưới điện và điện áp ngang qua các bus DC là như sau:

$$U_{dref} = 0.1667 \times u_d + 0.8333 \quad (7),$$

mà tại đó u_d là biên độ của điện áp của lưới điện U_{dref} là biên độ của điện áp ngang qua các bus DC. Biên độ trong phương án này có thể được hiểu là giá trị trên từng đơn vị.

Lấy việc xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra khi $u_d \geq 1,1$ là ví dụ, thì thu được $U_{dref} = 1,01667$ bằng cách thay 1,1 vào trong công thức ở trên (7). Theo cách tương ứng, nếu $U_{dref} \geq 1,01667$, thì có thể xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra.

Dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, ngay cả nếu không có sự truyền thông giữa bộ chuyển đổi MMC và bộ chuyển đổi phía máy, thì bộ chuyển đổi phía máy có thể xác định trạng thái đi qua điện áp cao bằng cách thu thập điện áp ngang qua các bus DC. Bên cạnh đó, trong quá trình sự đi qua điện áp cao, thì công suất đầu ra tối đa được cho phép bởi tuabin gió có thể được tính toán dựa trên giá trị được tăng của điện áp ngang qua các bus DC, và tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có thể được tính toán. Do đó, nó đảm bảo rằng MMC có thể hấp thụ công suất vô công cảm ứng dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn đối với sự đi qua điện áp cao trong khi tiêu thụ năng lượng quá mức được tích lũy bởi điện áp ngang qua các bus DC trong quá trình sự đi qua điện áp cao, nhờ vậy đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công.

Trong một số phương án, việc tính toán công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ gồm bước S1 và bước S2.

Trong bước S1, dòng điện vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ được nhận.

Trong bước S2, tích của biên độ của điện áp của các bus DC, dòng điện vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC được tính toán, và tích này được xác định là công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ.

Cụ thể là, công suất vô công tối thiểu Q_{min} mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ có thể được biểu thị như sau:

$$Q_{min} = u_d \times I_{qref} \times S \quad (8),$$

mà tại đó u_d là biên độ của điện áp của lưới điện, I_{qref} là dòng điện vô công tối thiểu mà bộ chuyển đổi phía lưới điện cần hấp thụ có khả năng đi qua điện áp cao, và S là công suất biểu kiến của MMC.

Lấy việc xác định được rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra khi $u_d \geq 1,1$ là ví dụ.

Trong một số phương án, I_{qref} có thể được biểu thị là $1,5 \times (u_d - 1,1)$.

Trong một số phương án, I_{qref} có thể được biểu thị là $1,5 \times (u_d - 1,08)$, vốn cao hơn so với yêu cầu đối với sự đi qua điện áp cao để đảm bảo thêm nữa cho sự đi qua điện áp cao thành công.

Trong một số phương án, việc tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao gồm bước S3 đến bước S5.

Trong bước S3, công suất hữu công tối đa được cho phép để được xuất ra bởi bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió cho sự đi qua điện áp cao được tính toán dựa trên

công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ và công suất biểu kiến của MMC.

Trong bước S4, tỷ lệ của công suất hữu công tối đa so với công suất biểu kiến của MMC được tính toán.

Trong bước S5, tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao được xác định dựa trên tỷ lệ này.

Cụ thể là, công suất hữu công tối đa $P_{\max}$ được cho phép để được xuất ra bởi bộ chuyển đổi của tuabin gió khi sự đi qua điện áp cao điều kiện được thỏa mãn có thể được biểu thị như sau:

$$P_{\max} = \sqrt{S^2 - Q_{\min}^2} \quad (9)$$

Cụ thể là, tỷ lệ năng suất tối thiểu $D_{\min}$ được cho phép bởi mạch hãm cho sự đi qua điện áp cao có thể được biểu thị như sau:

$$D_{\min} = 1 - \frac{P_{\max}}{S} \quad (10)$$

Nên lưu ý rằng, trong quá trình sự đi qua điện áp cao, thì phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao (như được thể hiện trên Fig.4), vốn được áp dụng trong bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió, có thể được thực hiện đồng thời hoặc muộn hơn so với phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao (như được thể hiện trên Fig.2) được áp dụng trong MMC, vốn không bị giới hạn tại đây.

Fig.5 là lưu đồ sơ lược của phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao cho nhà máy điện gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, vốn có thể áp dụng được để triển khai chiến lược đi qua điện áp cao điều khiển đối với nhà máy điện gió thông qua sự tương tác giữa bộ chuyển đổi MMC và bộ chuyển đổi phía máy. Như được thể hiện

trên Fig.5, phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao trong phương án này gồm các bước 501 đến 507.

Các bước 501 đến 505 được thực hiện bởi bộ chuyển đổi MMC.

Trong bước 501, biên độ u_d của điện áp của lưới điện được phát hiện và việc liệu $u_d \geq 1,1$ được xác định. Nếu có, có nghĩa là bộ chuyển đổi MMC đi vào trạng thái đi qua điện áp cao, nếu không thì, quy trình tiến hành đến khi kết thúc.

Trong bước 502, xác định được rằng bộ chuyển đổi MMC đi vào trạng thái đi qua điện áp cao.

Trong bước 503, sóng hài bậc ba được đặt chồng lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để cải thiện tốc độ dòng của điện áp DC. Điện áp tại đầu ra AC của MMC được cải thiện để khớp với điện áp được tăng của lưới điện trong quá trình sự đi qua điện áp cao, và ngoài ra, sự quá điều biến bị triệt tiêu để đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy điện gió.

Trong bước 504, điện áp ngang qua các bus DC U_{dref} được gia tăng để khớp với điện áp được tăng của lưới điện trong quá trình sự đi qua điện áp cao để đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy điện gió.

Trong bước 505, bộ chuyển đổi MMC được điều khiển để hấp thụ công suất vô công cảm ứng dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn quốc gia.

Phương án làm ví dụ này của sáng chế không giới hạn bước 503 và bước 504. Bước 506 có thể được thực hiện sau bước 504. Các bước 506 và 507 được thực hiện bởi bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió.

Trong bước 506, điện áp ngang qua các bus DC U_{dref} được phát hiện, và liệu $U_{dref} \geq 1,01667$ được xác định. Nếu có, có nghĩa là bộ chuyển đổi MMC đi vào trạng thái đi qua điện áp cao, nếu không thì, phương pháp tiến hành đến khi kết thúc.

Trong bước 507, tỷ lệ năng suất của điện trở hãm được triển khai dựa trên điện áp ngang qua các bus DC.

Với phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao trong phương án làm ví dụ của sáng chế, ngay cả nếu không có sự truyền thông giữa bộ chuyển đổi MMC và bộ chuyển đổi phía máy, thì bộ chuyển đổi phía máy có thể xác định trạng thái đi qua điện áp cao bằng cách thu thập điện áp U_{dref} ngang qua các bus DC. Bên cạnh đó, trong quá trình sự đi qua điện áp cao, thì công suất đầu ra tối đa được cho phép bởi tuabin gió có thể được tính toán dựa trên giá trị được tăng của điện áp ngang qua bus DC, và tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có thể được tính toán. Do đó, nó đảm bảo rằng MMC có thể hấp thụ công suất vô công cảm ứng dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn đối với sự đi qua điện áp cao trong khi tiêu thụ năng lượng quá mức được tích lũy bởi điện áp ngang qua các bus DC trong quá trình sự đi qua điện áp cao, nhờ vậy đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công.

Các hình từ Fig.6 đến Fig.9 là các sơ đồ mô phỏng sơ lược khi công suất của bộ chuyển đổi MMC là 25 Mvar và điện áp của lưới điện được tăng lên 1,3 lần so với điện áp gốc của nó và Fig.7 là sơ đồ được phóng to một phần của Fig.6.

Tham khảo đến Fig.6 và Fig.7, thay $u_d = 1,3$ vào trong công thức (7), thì thu được $U_{dref} = 1,05$. Nghĩa là, MMC có thể gia tăng điện áp ngang qua các bus DC U_{dref} lên 1,05 lần so với giá trị gốc của nó.

Tham khảo đến Fig.6 và Fig.7, thay $u_d = 1,3$ vào trong biểu thức $1,5 \times (u_d - 1,08)$, thì thu được dòng điện vô công tối thiểu I_{q_ref} , tức là 0,33, mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ.

Thay $I_{q_ref} = 0,33$, $u_d = 1,3$, và $S = 25$ vào trong công thức (8), thì thu được công suất vô công tối thiểu Q_{min} , tức là 10,725 MVar, mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ.

Vẫn tham khảo đến Fig.6 và Fig.7, sau khi sóng hài bậc ba được đặt chồng, thì biên độ tối đa của sóng điều biến là 0,999364, vốn nhỏ hơn 1, và chỉ ra rằng không có sự quá điều biến.

Hơn nữa, tham khảo đến Fig.8, sau khi sóng hài bậc ba được đặt chồng, thì không có sự quá điều biến, sự biến dạng, hoặc sự phân kỳ trong điện áp phía van và điện áp phía lưới của bộ biến đổi, và không có sự quá điều biến trong quá trình sự đi qua điện áp cao. Theo cách tương tự, tham khảo đến Fig.9, sau khi sóng hài bậc ba được đặt chồng, thì không có dòng điện quá tải, sự biến dạng, hoặc sự phân kỳ trên dòng điện phía van và dòng điện phía lưới của bộ biến đổi, và không có sự quá điều biến trong quá trình sự đi qua điện áp cao. Do đó, sự đi qua điện áp cao có thể được hiện thực hóa.

Fig.10 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của MMC dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, và các phần mô tả của Fig.2 có thể áp dụng được vào phương án này. Như được thể hiện trên Fig.10, MMC gồm: môđun tính toán điện áp lưới điện 1001 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 201), môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ nhất 1002 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 202), môđun nhận sóng điều biến tần số cơ bản 1003 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 203), môđun đặt chồng sóng hài bậc ba 1004 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 204), và môđun điều khiển thứ nhất 1005 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 205).

Môđun tính toán điện áp lưới điện 1001 được tạo cấu hình để xác định biên độ của điện áp của lưới điện.

Môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ nhất 1002 được tạo cấu hình để xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất.

Môđun nhận sóng điều biến tần số cơ bản 1003 được tạo cấu hình để nhận sóng điều biến tần số cơ bản của MMC.

Môđun đặt chồng sóng hài bậc ba 1004 được tạo cấu hình để đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng.

Môđun điều khiển thứ nhất 1005 được tạo cấu hình để điều khiển MMC hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng.

Trong một số phương án, môđun đặt chồng sóng hài bậc ba 1004 được tạo cấu hình cụ thể là để: tăng giá trị được thiết lập cho điện áp ngang qua các bus DC để gia tăng điện áp ngang qua các bus DC sau khi xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra; điều chỉnh sóng điều biến tần số cơ bản của bộ chuyển đổi phía máy dựa trên giá trị được thiết lập mà được tăng cho điện áp ngang qua các bus DC và giá trị đo được của điện áp ngang qua các bus DC để thu sóng điều biến tần số cơ bản được điều chỉnh; và đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản được điều chỉnh của bộ chuyển đổi phía máy để thu sóng điều biến được đặt chồng.

Dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, trong quá trình sự đi qua điện áp cao, sau khi đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản, thì tốc độ dòng của điện áp DC có thể đạt đến 1. Trong điều kiện rằng điện áp ngang qua các bus DC vẫn không thay đổi, thì tốc độ dòng được cải thiện này của điện áp DC có thể gây ra

điện áp tại đầu ra AC của MMC cần được tăng để khớp với điện áp được tăng của lưới điện trong quá trình sự đi qua điện áp cao, để sự đi qua điện áp cao thành công của nhà máy điện gió được đảm bảo. Bên cạnh đó, vì điện áp ngang qua các bus DC nói chung là sẽ tăng trong quá trình sự đi qua điện áp cao, nên nó sẽ dễ dàng gây ra sự quá điều biến nếu sóng điều biến tần số cơ bản không được điều chỉnh, dẫn đến sự dao động, sự biến dạng hoặc sự phân kỳ trong dòng điện tại đầu ra AC của MMC. Vì biên độ của sóng điều biến có hình dạng yên ngựa được đặt chồng nhỏ hơn biên độ của sóng điều biến tần số cơ bản, nên vấn đề quá điều biến có thể bị triệt tiêu.

Fig.11 là sơ đồ cấu trúc sơ lược của bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, và các phần mô tả của Fig.4 có thể áp dụng được vào phương án này. Như được thể hiện trên Fig.11, bộ chuyển đổi phía máy gồm: môđun tính toán điện áp bus DC 1101 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 401), môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ hai 1102 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 402), môđun tính toán công suất vô công tối thiểu 1103 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 403), môđun tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu 1104 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 404), và môđun điều khiển thứ hai 1105 (vốn có thể có chức năng tương đương với bước 405).

Môđun tính toán điện áp bus DC 1101 được tạo cấu hình để xác định biên độ của điện áp ngang qua các bus DC.

Môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ hai 1102 được tạo cấu hình để xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp ngang qua các bus DC vượt quá ngưỡng thứ hai.

Môđun tính toán công suất vô công tối thiểu 1103 được tạo cấu hình để tính toán công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC.

Môđun tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu 1104 được tạo cấu hình để tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC.

Môđun điều khiển thứ hai 1105 được tạo cấu hình để điều khiển mạch hãm để hoạt động dựa trên tỷ lệ năng suất được thiết lập lại, trong đó tỷ lệ năng suất được thiết lập lại lớn hơn hoặc bằng tỷ lệ năng suất tối thiểu.

Dựa trên phương án làm ví dụ của sáng chế, ngay cả nếu không có sự truyền thông giữa bộ chuyển đổi MMC và bộ chuyển đổi phía máy, thì bộ chuyển đổi phía máy có thể xác định trạng thái đi qua điện áp cao bằng cách thu thập điện áp U_{dref} ngang qua các bus DC. Bên cạnh đó, trong quá trình sự đi qua điện áp cao, công suất đầu ra tối đa được cho phép bởi tuabin gió có thể được tính toán dựa trên giá trị được tăng của điện áp ngang qua các bus DC, và tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có thể được tính toán. Do đó, nó đảm bảo rằng MMC có thể hấp thụ công suất vô công cảm ứng dựa trên các yêu cầu của tiêu chuẩn đối với sự đi qua điện áp cao trong khi tiêu thụ năng lượng quá mức được tích lũy bởi điện áp ngang qua các bus DC trong quá trình sự đi qua điện áp cao, nhờ vậy đảm bảo sự đi qua điện áp cao thành công.

Các phương án của sáng chế còn đề xuất hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao cho nhà máy điện gió. Hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao cho nhà máy điện gió

gồm MMC dựa trên các phương án của sáng chế và các bộ chuyển đổi phía máy dựa trên các phương án của sáng chế.

Các phương án của sáng chế còn đề xuất nhà máy điện gió. Nhà máy điện gió gồm: MMC dựa trên các phương án của sáng chế và nhiều tuabin gió, trong đó ít nhất một tuabin gió trong số nhiều tuabin gió gồm bộ chuyển đổi phía máy dựa trên các phương án của sáng chế.

Tuabin gió trong phương án làm ví dụ của sáng chế có thể là tuabin gió DC.

Các phương án của sáng chế còn đề xuất phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có các chương trình được lưu trữ ở trên nó, trong đó các chương trình gồm các lệnh hoạt động để thực hiện phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao dựa trên các phương án của sáng chế. Trong một phương án của sáng chế, phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có thể là phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính không chuyển tiếp.

Rõ ràng là, các phương án trong bản mô tả này được mô tả theo cách tích lũy, và các phần giống nhau hoặc tương tự của phương án có thể được tham khảo lẫn nhau. Mỗi phương án tập trung vào các sự khác biệt với các phương án khác. Liên quan tới các phương án thiết bị, thì thực hiện sự tham khảo đến phần mô tả của các phương án phương pháp. Phương án làm ví dụ của sáng chế không bị giới hạn ở các bước và các cấu trúc cụ thể được mô tả ở trên và được thể hiện trên các hình. Những người có hiểu biết trung bình trong lĩnh vực kỹ thuật tương ứng có thể thực hiện các sự thay đổi, sửa đổi và bổ sung khác nhau, hoặc thay đổi thứ tự giữa các bước sau khi hiểu về mục đích của sáng chế. Để ngắn gọn, thì phần mô tả chi tiết về phương pháp và công nghệ đã biết sẽ được bỏ qua ở đây.

Các khối chức năng được thể hiện trên các sơ đồ khối cấu trúc được đề cập ở trên có thể được triển khai dưới dạng phần cứng, phần mềm, phần sụn, hoặc tổ hợp của chúng. Khi được triển khai trong phần cứng, thì nó có thể là, ví dụ, mạch điện tử, mạch tích hợp ứng dụng chuyên dụng (Application Specific Integrated Circuit, ASIC), phần sụn thích hợp, phần nhúng, thẻ chức năng, hoặc tương tự. Khi được triển khai trong phần mềm, thì các phần tử của các phương án của sáng chế là các chương trình hoặc các đoạn mã được sử dụng để thực hiện các nhiệm vụ được yêu cầu. Các chương trình hoặc các đoạn mã có thể được lưu trữ trong phương tiện đọc được bởi máy hoặc được truyền qua phương tiện truyền hoặc liên kết truyền thông thông qua tín hiệu dữ liệu được mang trong sóng mang. “Phương tiện đọc được bởi máy” có thể gồm phương tiện bất kỳ mà có thể lưu trữ hoặc truyền thông tin. Các ví dụ về phương tiện đọc được bởi máy gồm mạch điện tử, thiết bị bộ nhớ bán dẫn, ROM, bộ nhớ tốc độ nhanh (flash), ROM có thể xóa được (EROM), đĩa mềm, CD-ROM, đĩa quang, đĩa cứng, phương tiện quang dạng sợi, liên kết tần số radio (Radio Frequency, RF), và tương tự. Các đoạn mã có thể được tải qua mạng máy tính như là Internet, intranet, hoặc tương tự.

Các phương án của sáng chế có thể được triển khai trong các dạng cụ thể khác mà không vượt ra khỏi mục đích và các đặc điểm thiết yếu của sáng chế. Ví dụ, các thuật toán được mô tả trong các phương án cụ thể có thể được sửa đổi, trong khi kiến trúc hệ thống không vượt ra khỏi mục đích của các phương án của sáng chế. Theo đó, các phương án hiện tại cần được xem xét ở tất cả các khía cạnh theo cách để minh họa mà không phải để giới hạn. Phạm vi các phương án của sáng chế được định rõ bởi các điểm yêu cầu bảo hộ kèm theo, hơn là phần mô tả chi tiết sáng chế. Vì thế, tất cả các sự thay đổi nằm trong ý nghĩa của các điểm yêu cầu bảo hộ và các phần tương đương của chúng đều nằm trong phạm vi của các phương án của sáng chế.

YÊU CẦU BẢO HỘ

1. Phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió, phương pháp được áp dụng trong bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun được kết nối giữa các bus một chiều và lưới điện của nhà máy điện gió, và khác biệt bằng cách bao gồm:

xác định biên độ của điện áp của lưới điện;

xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất;

nhận sóng điều biến tần số cơ bản của MMC;

đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng; và

điều khiển MMC hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng,

trong đó sóng điều biến tần số cơ bản được trình bày bởi:

$$U_{a_1} = M \cos(\theta + \alpha)$$

sóng hài bậc ba U_{3rd} được trình bày bởi:

$$U_{3rd} = k \times M \times \cos(3(\theta + \alpha))$$

mà tại đó k là hệ số cho sóng hài bậc ba, M là mức độ điều biến, θ là góc quay, và α là góc pha ban đầu.

2. Phương pháp theo điểm 1, trong đó $k=-1/6$.

3. Phương pháp theo điểm 1, trong đó việc đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng bao gồm các việc:

tăng giá trị được thiết lập cho điện áp ngang qua các bus DC để gia tăng điện áp ngang qua các bus DC sau khi xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra;

điều chỉnh sóng điều biến tần số cơ bản dựa trên giá trị được thiết lập mà được tăng cho điện áp ngang qua các bus DC và giá trị đo được của điện áp ngang qua các bus DC để thu sóng điều biến tần số cơ bản được điều chỉnh; và

đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản được điều chỉnh để thu sóng điều biến được đặt chồng.

4. Phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió, phương pháp được áp dụng trong bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió trong nhà máy điện gió, trong đó bộ chuyển đổi phía máy được kết nối với bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun thông qua các bus một chiều, và phương pháp khác biệt bằng cách bao gồm các bước:

xác định biên độ của điện áp ngang qua các bus DC;

xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp ngang qua các bus DC vượt quá ngưỡng thứ hai;

tính toán, dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC, công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ;

tính toán, dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC, tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao; và

điều khiển mạch hãm để hoạt động dựa trên tỷ lệ năng suất được thiết lập lại, trong đó tỷ lệ năng suất được thiết lập lại lớn hơn hoặc bằng tỷ lệ năng suất tối thiểu.

5. Phương pháp theo điểm 4, trong đó việc tính toán, dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC, công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ bao gồm các việc:

nhận dòng điện vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ;

tính toán tích của biên độ của điện áp ngang qua các bus DC, dòng điện vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC; và

xác định tích là công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ.

6. Phương pháp theo điểm 4, trong đó việc tính toán, dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC, tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao bao gồm các việc:

tính toán, dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC, công suất hữu công tối đa được cho phép để được xuất ra bởi bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió có khả năng đi qua điện áp cao;

tính toán tỷ lệ của công suất hữu công tối đa so với công suất biểu kiến của MMC; và

xác định, dựa trên tỷ lệ này, tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao.

7. Bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (Modular Multilevel Converter, MMC), MMC được kết nối giữa các bus một chiều (Direct Current, DC) và lưới điện của nhà máy điện gió, và khác biệt bằng cách bao gồm:

môđun tính toán điện áp lưới điện (1001) được tạo cấu hình để xác định biên độ của điện áp của lưới điện;

môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ nhất (1002) được tạo cấu hình để xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của lưới điện vượt quá ngưỡng thứ nhất;

môđun nhận sóng điều biến tần số cơ bản (1003) được tạo cấu hình để nhận sóng điều biến tần số cơ bản của MMC;

môđun đặt chồng sóng hài bậc ba (1004) được tạo cấu hình để đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản để thu sóng điều biến được đặt chồng; và

môđun điều khiển thứ nhất (1005) được tạo cấu hình để điều khiển MMC hoạt động dựa trên sóng điều biến được đặt chồng.

trong đó sóng điều biến tần số cơ bản được trình bày bởi:

$$U_{a_1} = M \cos(\theta + \alpha)$$

sóng hài bậc ba U_{3rd} được trình bày bởi:

$$U_{3rd} = k \times M \times \cos(3(\theta + \alpha))$$

mà tại đó k là hệ số cho sóng hài bậc ba, M là mức độ điều biến, θ là góc quay, và α là góc pha ban đầu.

8. MMC theo điểm 7, trong đó môđun đặt chồng sóng hài bậc ba được tạo cấu hình để: tăng giá trị được thiết lập cho điện áp ngang qua các bus DC để gia tăng điện áp ngang qua các bus DC sau khi xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra;

điều chỉnh sóng điều biến tần số cơ bản dựa trên giá trị được thiết lập mà được tăng cho điện áp ngang qua các bus DC và giá trị đo được của điện áp ngang qua các bus DC để thu sóng điều biến tần số cơ bản được điều chỉnh; và

đặt chồng sóng hài bậc ba lên trên sóng điều biến tần số cơ bản được điều chỉnh để thu sóng điều biến được đặt chồng.

9. Bộ chuyển đổi phía máy của tuabin gió, bộ chuyển đổi phía máy được kết nối với bộ chuyển đổi đa cấp dạng môđun (MMC) thông qua các bus một chiều (DC), và khác biệt bằng cách bao gồm:

môđun tính toán điện áp bus DC (1101) được tạo cấu hình để xác định biên độ của điện áp ngang qua các bus DC;

môđun xác định sự đi qua điện áp cao thứ hai (1102) được tạo cấu hình để xác định rằng sự kiện đi qua điện áp cao được diễn ra trong điều kiện rằng biên độ của điện áp của các bus DC vượt quá ngưỡng thứ hai;

môđun tính toán công suất vô công tối thiểu (1103) được tạo cấu hình để tính toán, dựa trên biên độ của điện áp ngang qua các bus DC, công suất vô công tối thiểu mà MMC có khả năng đi qua điện áp cao cần hấp thụ;

môđun tính toán tỷ lệ năng suất tối thiểu (1104) được tạo cấu hình để tính toán, dựa trên công suất vô công tối thiểu và công suất biểu kiến của MMC, tỷ lệ năng suất tối thiểu được cho phép bởi mạch hãm của bộ chuyển đổi phía máy có khả năng đi qua điện áp cao; và

môđun điều khiển thứ hai (1105) được tạo cấu hình để điều khiển mạch hãm để hoạt động dựa trên tỷ lệ năng suất được thiết lập lại, trong đó tỷ lệ năng suất được thiết lập lại lớn hơn hoặc bằng tỷ lệ năng suất tối thiểu.

10. Hệ thống điều khiển sự đi qua điện áp cao của nhà máy điện gió có nhiều tuabin gió, bao gồm:

MMC theo điểm 7 hoặc 8; và

nhiều bộ chuyển đổi phía máy, vốn bao gồm bộ chuyển đổi phía máy theo điểm 9.

11. Phương tiện lưu trữ đọc được bởi máy tính có các chương trình được lưu trữ ở trên nó, trong đó các chương trình bao gồm các lệnh hoạt động để thực hiện phương pháp điều khiển sự đi qua điện áp cao theo một điểm bất kỳ trong số các điểm từ 1 đến 3 hoặc các điểm từ 4 đến 6.

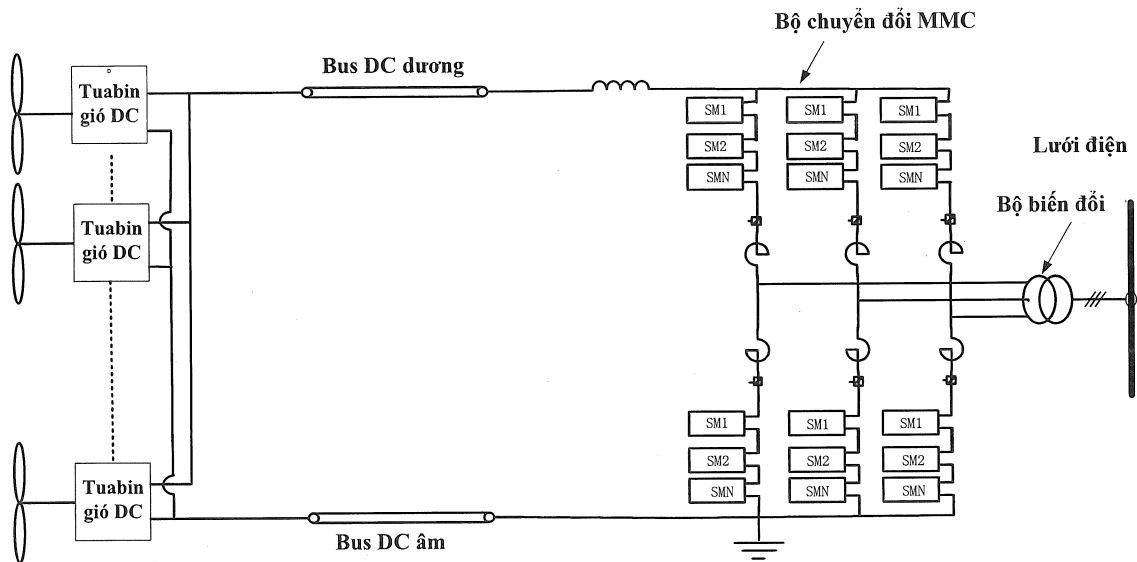


Fig. 1

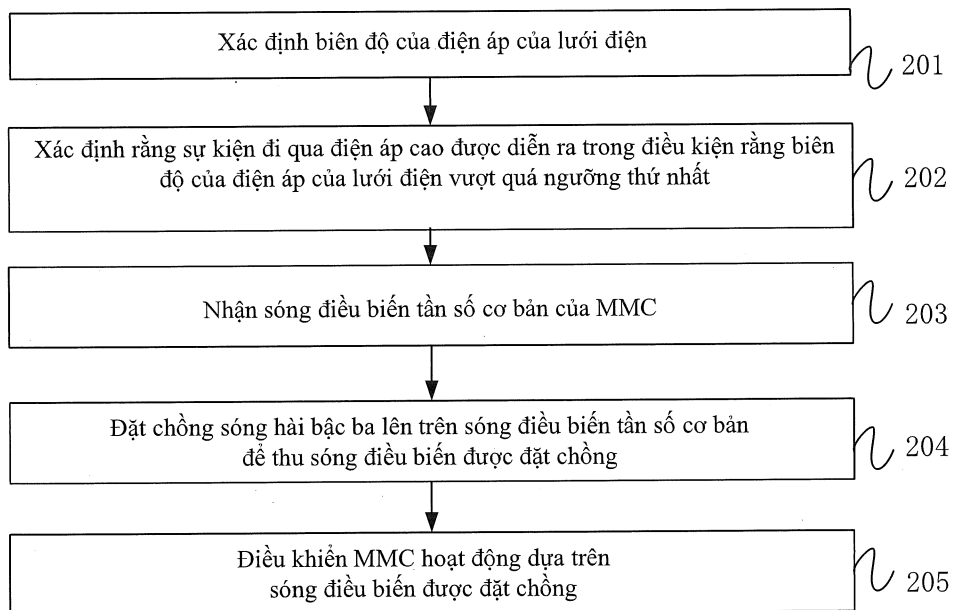


Fig. 2

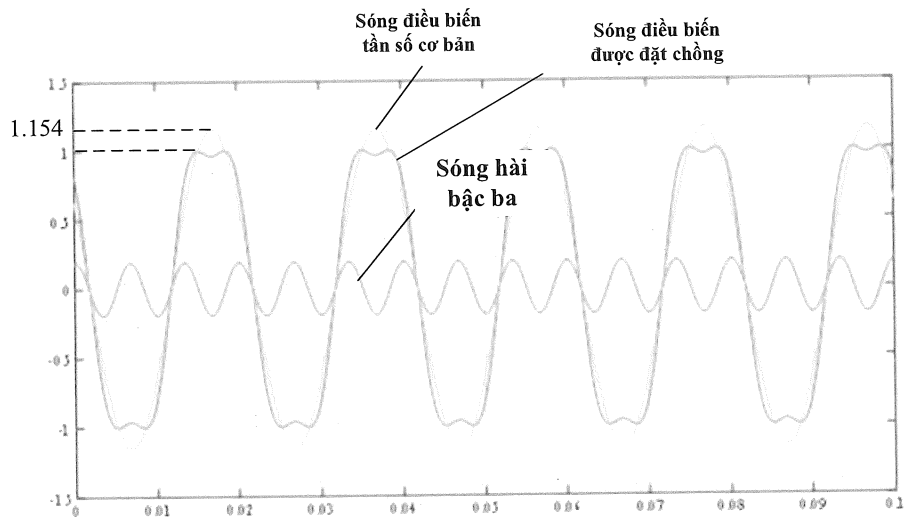


Fig. 3

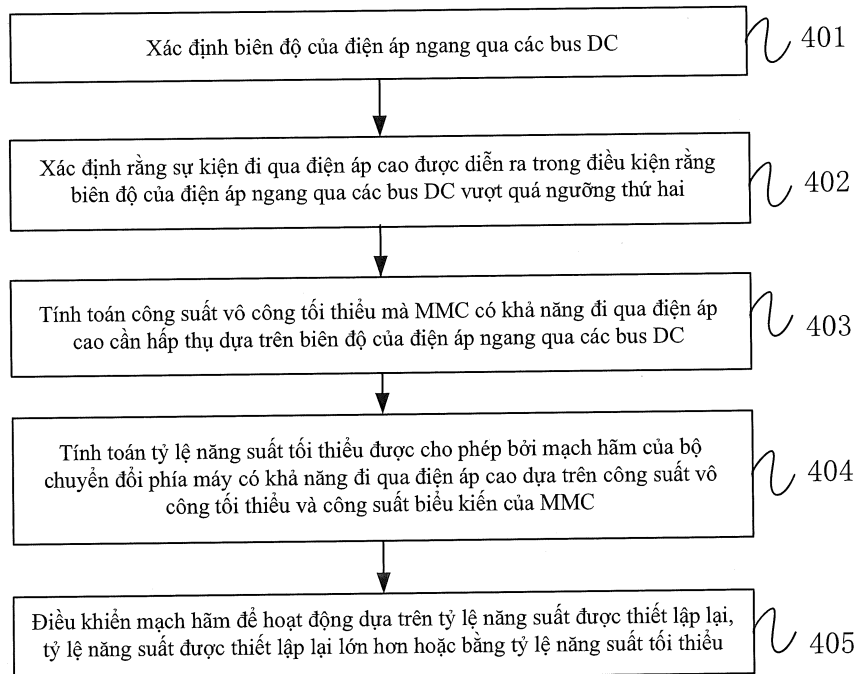


Fig. 4

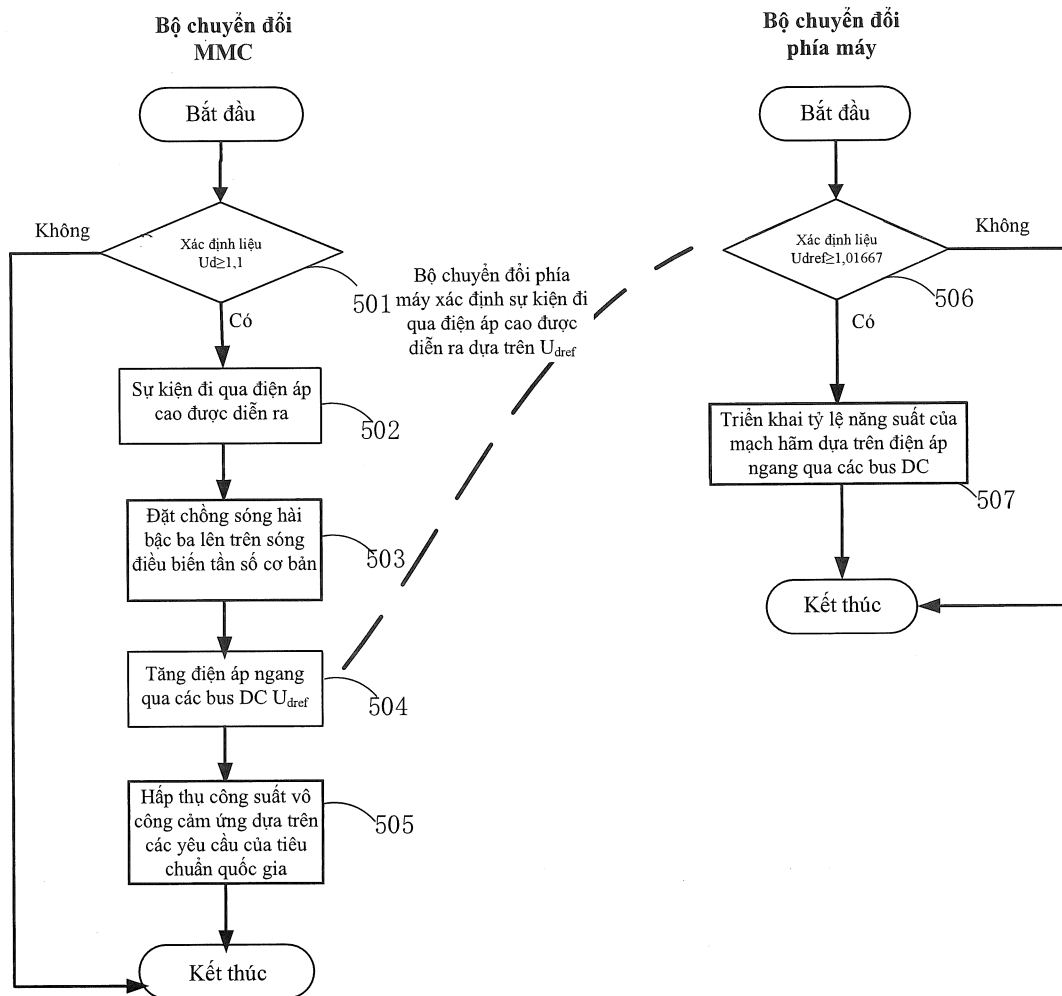


Fig. 5

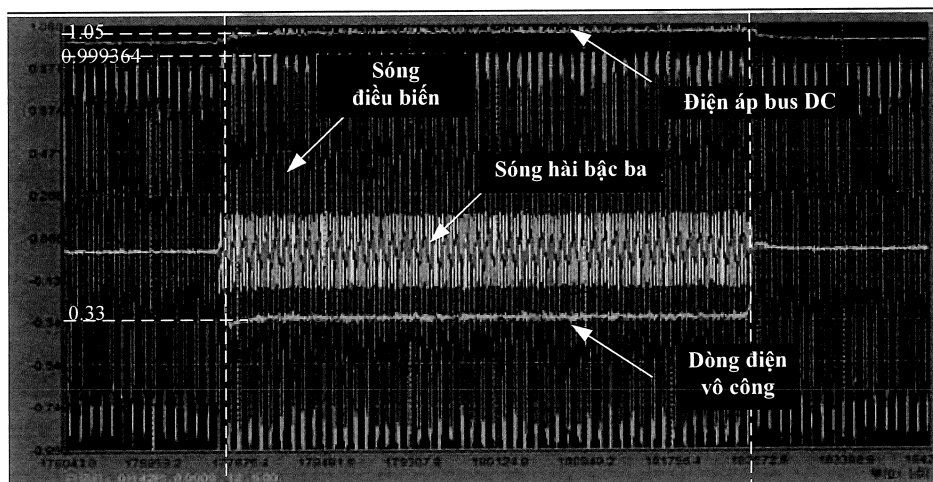


Fig. 6

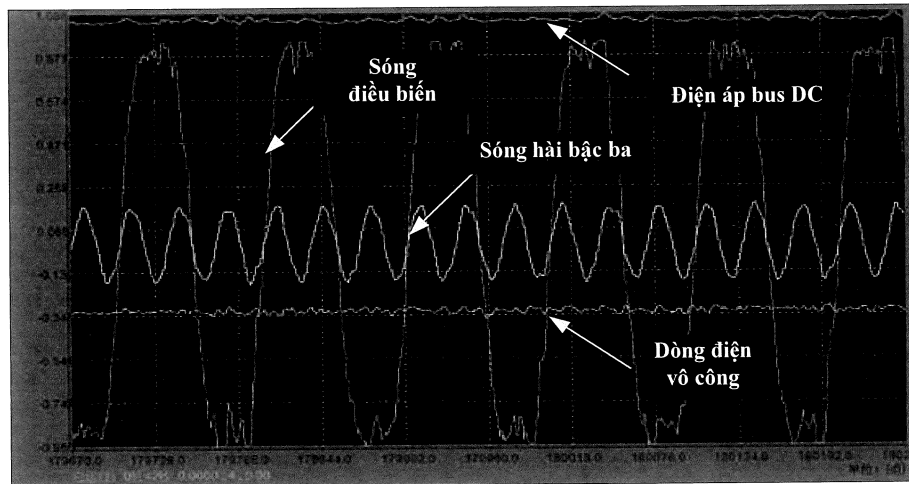


Fig. 7

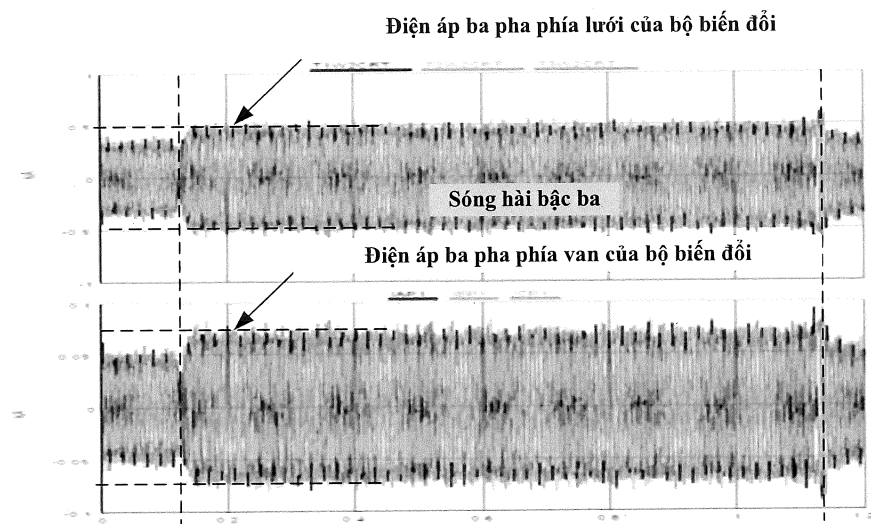
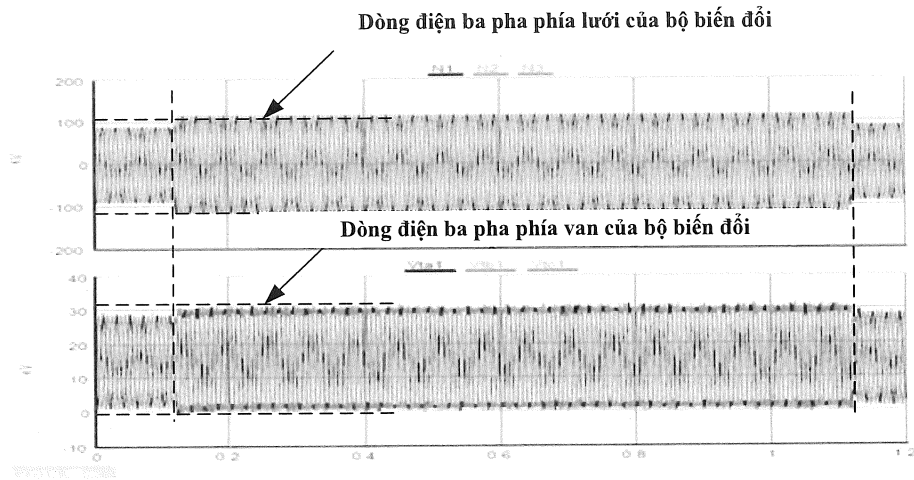
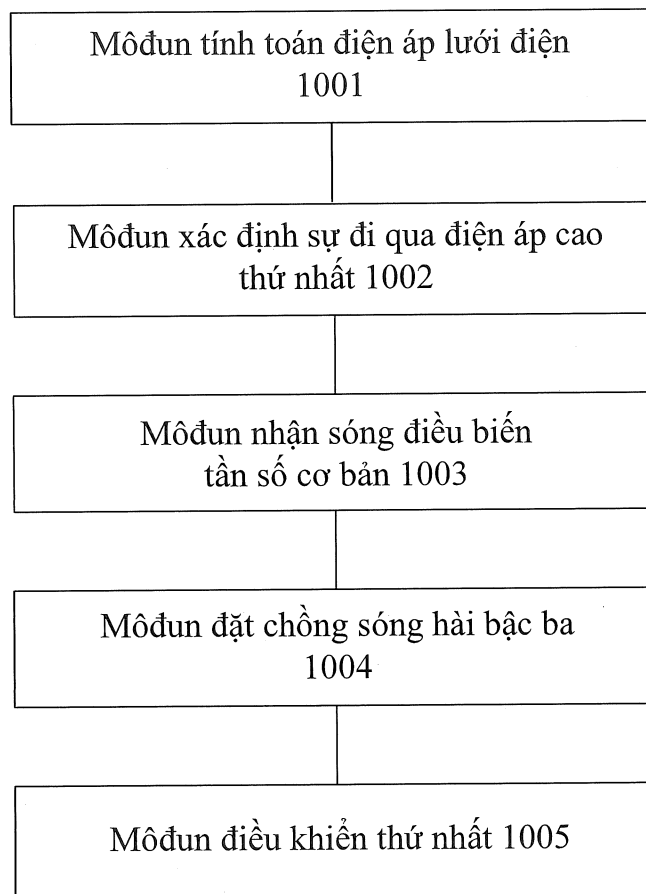
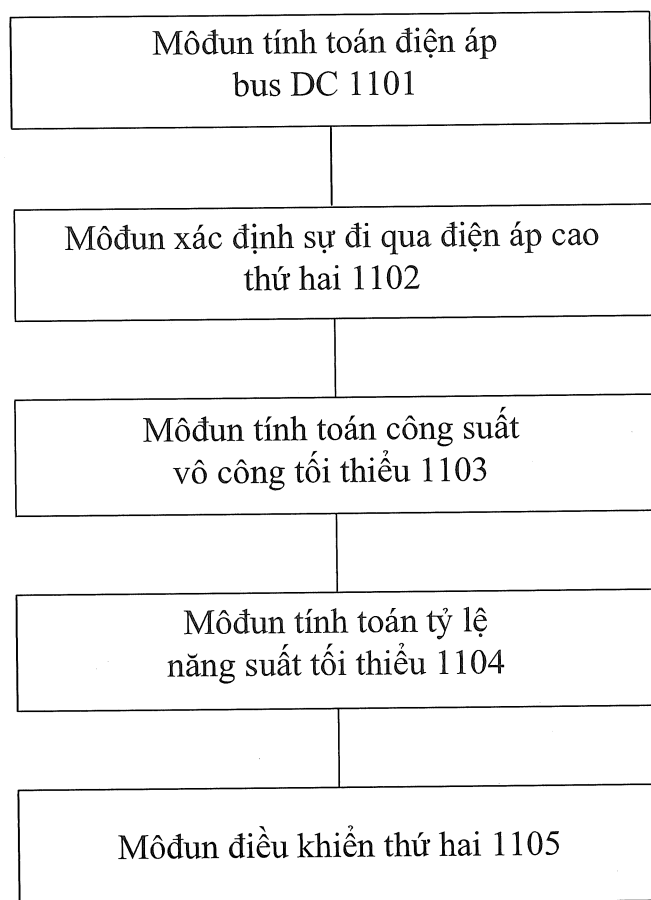


Fig. 8

**Fig. 9****Fig. 10**

**Fig. 11**