

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

NGUYỄN THỊ MINH THẢO

**Áp dụng phương pháp điều khiển thích nghi để nâng cao
chất lượng điều khiển hệ thống máy phát điện sức gió sử
dụng máy điện không đồng bộ roto dây quấn**

Người hướng dẫn: Cao Xuân Tuyền

2012

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN HỆ THỐNG MÁY PHÁT ĐIỆN SỨC GIÓ

1.1 GIÓ VÀ NĂNG LƯỢNG GIÓ

Từ lâu con người đã biết sử dụng năng lượng gió để tạo ra cơ năng thay thế cho sức lao động nặng nhọc, điển hình là các thuyền buồm chạy bằng sức gió, các cối xay gió xuất hiện từ thế kỷ 14 được dùng phổ biến từ thế kỷ 17, thịnh vượng nhất vào thế kỷ 18 đặc biệt ở Hà Lan với hàng ngàn chiếc. Từ thế kỷ 19 đến nửa đầu thế kỷ 20 với sự xuất hiện và phát triển của máy hơi nước và các loại động cơ đốt trong, các cối xay gió hầu như bị lãng quên. Nhưng từ vài chục năm gần đây với nguy cơ cạn dần các nguồn nhiên liệu khai thác được từ lòng đất và vấn đề ô nhiễm môi trường do việc đốt hàng ngày một khối lượng lớn các nguồn nhiên liệu hóa thạch nêu trên. Việc nghiên cứu sử dụng các dạng năng lượng tái tạo của thiên nhiên trong đó có năng lượng gió lại được nhiều nước trên thế giới kể cả các nước có nền công nghiệp năng lượng phát triển rất mạnh như Nga, Mỹ, Pháp, CHLB Đức, Hà Lan, Anh, Đan Mạch, Thụy Điển...đặc biệt quan tâm. Trên cơ sở áp dụng các thành tựu mới của nhiều ngành khoa học tiên tiến như thủy khí động lực học, tự động điều khiển, cơ học kết cấu, truyền động thủy lực, vật liệu mới...việc nghiên cứu sử dụng năng lượng gió đã đạt được những tiến bộ rất lớn cả về chất lượng các thiết bị và quy mô ứng dụng. Từ các cối xay gió với các cánh gió đơn giản hiệu suất sử dụng năng lượng thấp chỉ khoảng 20%, đến nay các động cơ gió phát điện với cánh quạt có biên dạng khí động học ngày một hoàn thiện hơn có thể đạt được hiệu suất sử dụng năng lượng cao tới 42%. Nhiều phương pháp và hệ thống tự động điều khiển hiện đại đã được sử dụng để tự động ổn định số vòng quay của động cơ gió. Những động cơ gió phát điện lớn còn dùng cả hệ thống tự động điện thủy lực và máy tính điện tử điều khiển. Nhiều vật liệu mới đã được sử dụng để chế tạo cánh như hợp kim nhôm, polime cốt sợi thủy tinh với độ bền cao trong mọi điều kiện thời tiết và chịu được sức gió của bão. Tại những nơi có gió tốt, người ta ghép nhiều động cơ gió với nhau tạo thành “rừng máy phát điện gió”. Người ta đã có thể chế tạo những động cơ gió phát điện rất lớn đường kính tới 80m, công suất tới 3000 kW. Tuy nhiên đối với mỗi nước quy mô phát triển của việc ứng dụng năng lượng gió còn phụ thuộc vào vị trí địa lý, đặc điểm tiềm năng gió và trình độ công nghiệp

Gió là một dạng của năng lượng mặt trời. Gió được sinh ra là do nguyên nhân mặt trời đốt nóng khí quyển, do trái đất xoay quanh mặt trời và do sự không đồng đều trên bề mặt trái đất. Luồng gió thay đổi tùy thuộc vào địa hình trái đất, luồng nước, cây cối, con người sử dụng luồng gió hoặc sự chuyển động năng lượng cho nhiều mục đích

nư: đi thuyền, thả diều và phát điện. Năng lượng gió được mô tả như một quá trình, nó được sử dụng để phát ra năng lượng cơ hoặc điện. Tuabin gió sẽ chuyển đổi từ động lực của gió thành năng lượng cơ. Năng lượng cơ này có thể sử dụng cho những công việc cụ thể như là bơm nước hoặc các máy nghiền lương thực hoặc cho một máy phát có thể chuyển đổi từ năng lượng cơ thành năng lượng điện.

Trong số các nguồn năng lượng thay thế, năng lượng gió có thể đại diện cho cơ hội tăng trưởng mạnh nhất tại Việt Nam. Các cuộc khảo sát cho thấy rằng khoảng 85% đất đai Việt Nam có độ cao và tốc độ gió trung bình phù hợp để phát ra năng lượng gió. Các chuyên gia Ngân hàng Thế giới đã kết luận Việt Nam có khả năng tạo ra 513.360 MW hàng năm từ năng lượng gió – gấp 10 lần tổng công suất phát điện quốc gia dự kiến cho năm 2020.



Hình 1.1 Ưu đãi đầu tư cho các dự án năng lượng mặt trời và gió tại Việt Nam

Đặc biệt các tỉnh Bình Thuận và Ninh Thuận ở ven biển được xem là có tiềm năng lớn nhất cho năng lượng gió tại những vùng đất lớn khô cằn và không phải là đất nông nghiệp màu mỡ. Hiện nay, có hơn 20 dự án điện gió tại Việt Nam, chủ yếu ở Bình Thuận (12 dự án trên đất liền và huyện đảo Phú Quý), Ninh Thuận, Bình Định, Phú Yên và huyện đảo Côn Đảo của tỉnh Bà Rịa- Vũng Tàu, nơi lượng gió cũng như tốc độ gió trung bình cao nhất so với phần còn lại của đất nước.

*** Tổng quan về năng lượng gió (phong điện)**

Các máy phát điện sử dụng sức gió đã được sử dụng nhiều ở các nước châu Âu, Mỹ và các nước công nghiệp phát triển khác. Nước Đức đang dẫn đầu thế giới về công nghệ điện sử dụng sức gió (phong điện).

Số thứ tự	Quốc gia	Công suất (MW)
01	Đức	22.247
02	Mỹ	16.818
03	Tây Ban Nha	15.145
04	Ấn Độ	8.000
05	Trung Quốc	6.050
06	Đan Mạch	3.125
07	Ý	2.726
08	Pháp	2.454
09	Anh	2.389
10	Bồ Đào Nha	2.150
11	Ca na đa	1.846
12	Hà Lan	1.746
13	Nhật	1.538
14	Áo	982
15	Hy Lạp	871
16	Úc	824
17	Ai Len	805
18	Thụy Điển	788
19	Na Uy	333
20	Niu Di Lân	322
21	Những nước khác	2.953
22	Thế giới	94.112

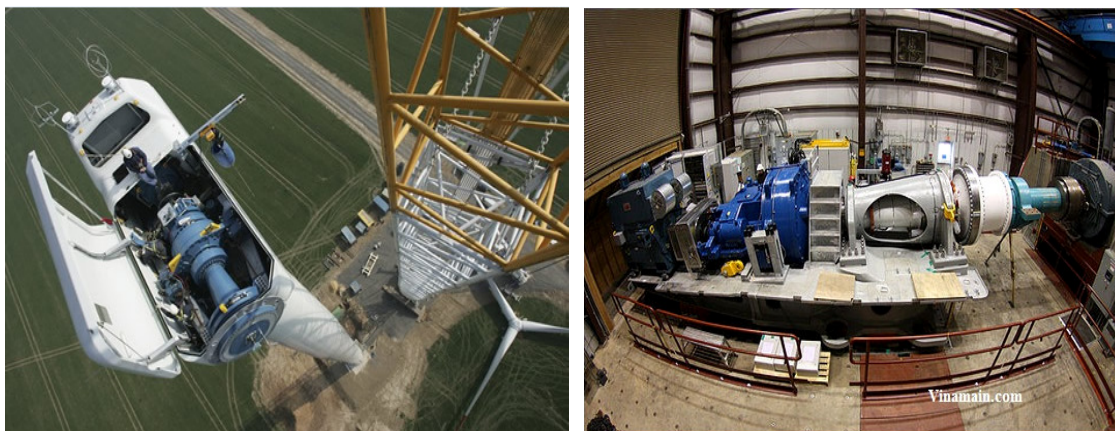
Nguồn: World Wind Energy Association, thời điểm: Cuối 2007 và dịch từ Wikipedia Đức

Bảng 1: Thống kê sử dụng năng lượng gió trên thế giới

Tới nay đa số vẫn là các máy phát điện tuabin gió trục ngang, gồm một máy phát điện có trục quay nằm ngang, với rotor (phần quay) ở giữa, liên hệ với một tuabin 3 cánh đón gió. Máy phát điện được đặt trên một tháp cao hình côn. Trạm phát điện kiểu này mang dáng dấp những cối xay gió ở châu Âu từ những thế kỷ trước, nhưng rất thanh nhã và hiện đại.

Các máy phát điện tuabin gió trục đứng gồm một máy phát điện có trục quay thẳng đứng, rotor nằm ngoài được nối với các cánh đón gió đặt thẳng đứng. Loại này có thể hoạt động bình đẳng với mọi hướng gió nên hiệu quả cao hơn, lại có cấu tạo đơn giản, các bộ phận đều có kích thước không quá lớn nên vận chuyển và lắp ráp dễ dàng, độ bền cao, duy tu bảo dưỡng đơn giản.

Hiện có các loại máy phát điện dùng sức gió với công suất rất khác nhau, từ 1kW tới hàng chục ngàn kW. Các trạm phát điện này có thể hoạt động độc lập hoặc cũng có thể nối với mạng điện quốc gia. Các trạm độc lập cần có một bộ nạp, bộ ắc-quy và bộ đổi điện. Khi dùng không hết, điện được tích trữ vào ắc quy. Khi không có gió sẽ sử dụng điện phát ra từ ắc-quy. Các trạm nối với mạng điện quốc gia thì không cần bộ nạp và ắc-quy. Các trạm phát điện dùng sức gió có thể phát điện khi tốc độ gió từ 3 m/s (11 km/h), và tự ngừng phát điện khi tốc độ gió vượt quá 25 m/s (90 km/h). Tốc độ gió hiệu quả từ 10 m/s tới 17 m/s, tùy theo từng loại máy phát điện.



Hình 1.2 Hình ảnh bên trong MPĐ sức gió

* Những ưu điểm của phong điện

Ưu điểm dễ thấy nhất của phong điện là không tiêu tốn nhiên liệu, không gây ô nhiễm môi trường như các nhà máy nhiệt điện, dễ chọn địa điểm và tiết kiệm đất xây dựng, khác hẳn với các nhà máy thủy điện chỉ có thể xây dựng gần dòng nước mạnh với những điều kiện đặc biệt và cần diện tích rất lớn cho hồ chứa nước. Các trạm phong điện có thể đặt gần nơi tiêu thụ điện, như vậy sẽ tránh được chi phí cho việc xây dựng đường dây tải điện. Trước đây, khi công nghệ phong điện còn ít được ứng dụng, việc

xây dựng một trạm phong điện rất tốn kém, chi phí cho thiết bị và xây lắp đều rất đắt nên chỉ được áp dụng trong một số trường hợp thật cần thiết. Ngày nay phong điện đã trở nên rất phổ biến, thiết bị được sản xuất hàng loạt, công nghệ lắp ráp đã hoàn thiện nên chi phí cho việc hoàn thành một trạm phong điện hiện nay chỉ bằng 1/4 so với năm 1986. Phong điện đã trở thành một trong những giải pháp năng lượng quan trọng ở nhiều nước, và cũng rất phù hợp với điều kiện Việt nam.

*** Các trạm phong điện có thể đặt ở đâu?**

Trạm phong điện có thể đặt ở những địa điểm và vị trí khác nhau, với những giải pháp rất linh hoạt và phong phú. Các trạm phong điện đặt ở ven biển cho sản lượng cao hơn các trạm nội địa vì bờ biển thường có gió mạnh. Giải pháp này tiết kiệm đất xây dựng, đồng thời việc vận chuyển các cấu kiện lớn trên biển cũng thuận lợi hơn trên bộ. Giải bờ biển Việt Nam trên 3000 km có thể tạo ra công suất hàng tỷ kW phong điện. Những mỏm núi, những đồi hoang không sử dụng được cho công nghiệp, nông nghiệp cũng có thể đặt được trạm phong điện. Trường hợp này không cần làm trụ đỡ cao, tiết kiệm đáng kể chi phí xây dựng. Trên mái nhà cao tầng cũng có thể đặt trạm phong điện, dùng cho các nhu cầu trong nhà và cung cấp điện cho thành phố khi không dùng hết điện. Trạm điện này càng có ý nghĩa thiết thực khi thành phố bất ngờ bị mất điện. Ngay tại các khu chế xuất cũng có thể đặt các trạm phong điện. Nếu tận dụng không gian phía trên các nhà xưởng để đặt các trạm phong điện thì sẽ giảm tới mức thấp nhất diện tích đất xây dựng và chi phí làm đường dây điện. Điện khí hóa ngành đường sắt là xu hướng tất yếu của các nước công nghiệp. Chỉ cần đặt với khoảng cách 10 km một trạm 4800kW dọc các tuyến đường sắt đã có đủ điện năng cho tất cả các đoàn tàu ở Việt nam hiện nay. Các vùng phong điện lớn đặt gần tuyến đường sắt cũng rất thuận tiện trong việc vận chuyển và dựng lắp. Các đầu máy diesel và than đá tiêu thụ lượng nhiên liệu rất lớn và gây ô nhiễm môi trường sẽ được thay thế bằng đầu máy điện trong tương lai. Đặt một trạm phong điện bên cạnh các trạm bơm thủy lợi ở xa lưới điện quốc gia sẽ tránh được việc xây dựng đường dây tải điện với chi phí lớn gấp nhiều lần chi phí xây dựng một trạm phong điện. Việc bảo quản một trạm phong điện cũng đơn giản hơn việc bảo vệ đường dây tải điện rất nhiều. Nhà máy nước ngọt đặt cạnh những trạm phong điện là mô hình tối ưu để giải quyết việc cung cấp nước ngọt cho vùng đồng bằng sông Cửu Long, tiết kiệm nhiên liệu và đường dây điện. Một trạm phong điện 4 kW có thể đủ điện cho một trạm kiểm lâm trong rừng sâu hoặc một ngọn hải đăng xa đất liền. Một trạm 10 kW đủ cho một đồn biên phòng trên núi cao, hoặc một đơn vị hải quân nơi đảo xa. Một trạm 40 kW có thể đủ cho một xã vùng cao, một đoàn thám dò địa chất hay một khách sạn du lịch biệt lập, nơi đường dây chưa thể vươn tới được. Một nông trường cà phê hay cao su trên cao nguyên có thể xây dựng

trạm phong điện hàng trăm hoặc hàng ngàn kW, vừa phục vụ đời sống công nhân, vừa cung cấp nước tưới và dùng cho xưởng chế biến sản phẩm... Không phải nơi nào đặt trạm phong điện cũng có hiệu quả như nhau. Để có sản lượng điện cao cần tìm đến những nơi có nhiều gió. Các vùng đất nhô ra biển và các thung lũng sông thường là những nơi có lượng gió lớn. Một vách núi cao có thể là vật cản gió nhưng cũng có thể lại tạo ra một nguồn gió mạnh thường xuyên, rất có lợi cho việc khai thác phong điện. Khi chọn địa điểm đặt trạm có thể dựa vào các số liệu thống kê của cơ quan khí tượng hoặc kinh nghiệm của nhân dân địa phương, nhưng chỉ là căn cứ sơ bộ. Lượng gió mỗi nơi còn thay đổi theo từng địa hình cụ thể và từng thời gian. Tại nơi dự định dựng trạm phong điện cần đặt các thiết bị đo gió và ghi lại tổng lượng gió hàng năm, từ đó tính ra sản lượng điện có thể khai thác, tương ứng với từng thiết bị phong điện. Việc này càng quan trọng hơn khi xây dựng các trạm công suất lớn hoặc các vùng phong điện tập trung. Gió là dạng năng lượng vô hình và mang tính ngẫu nhiên rất cao nên khi đầu tư vào lĩnh vực này cần có các số liệu thống kê đủ tin cậy. Rào cản chủ yếu đối với việc phát triển phong điện ở Việt Nam chính là sự thiếu thông tin về năng lượng gió. Tới nay đã có một số công ty nước ngoài đến Việt Nam tìm cách khai thác phong điện, nhưng vì chưa đủ những số liệu cần thiết nên cũng chưa có sự đầu tư nào đáng kể vào thị trường này. Một hãng Đức đã xây dựng tại Ấn độ hàng ngàn trạm phong điện, có cơ sở thường trực giám sát hoạt động các trạm qua hệ thống vệ tinh viễn thông, xử lý kỹ thuật ngay khi cần thiết, và hoàn toàn hài lòng về kết quả đã thu được ở Ấn độ. Hãng này cũng đã đến Việt Nam tìm thị trường nhưng chưa quyết định đầu tư, vì chưa có đủ cứ liệu để xây dựng trên quy mô lớn, còn với quy mô nhỏ thì lợi tức không đủ bù lại chi phí cho một cơ sở kỹ thuật thường trực. Một công ty khác chuẩn bị xây dựng 12 trạm phong điện với công suất 3000 kW trên huyện đảo Lý Sơn đã khẳng định công nghệ phong điện rất phù hợp với Việt Nam!

* Tính kinh tế của phong điện

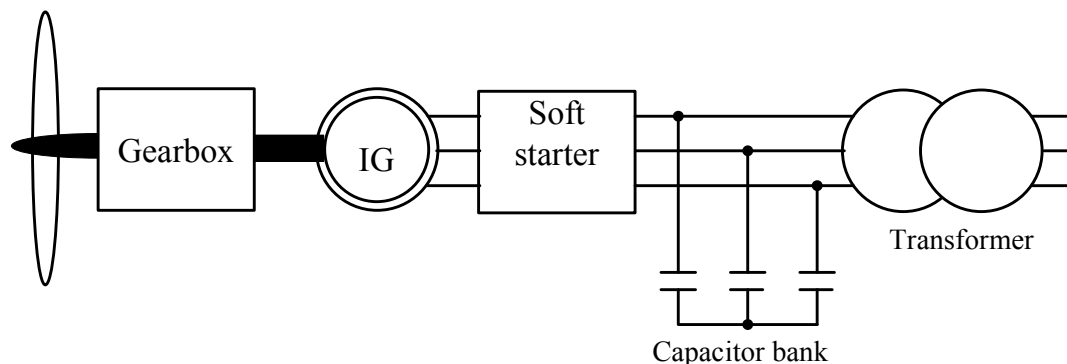
Chi phí để xây dựng một trạm phong điện gồm:

- + Chi phí cho máy phát điện và các cánh đón gió chiếm phần chủ yếu. Có nhiều hãng sản xuất các thiết bị này, nhưng với giá bán và chất lượng kỹ thuật rất khác nhau.
- + Chi phí cho bộ ổn áp và hòa mạng, tự động đưa dòng điện về điện áp và tần suất với mạng điện quốc gia.
- + Chi phí cho ắc-quy, bộ nạp và thiết bị đổi điện từ ắc-quy trở lại điện xoay chiều. Các bộ phận này chỉ cần cho các trạm hoạt động độc lập.
- + Chi phí cho phần tháp hoặc trụ đỡ tùy thuộc chiều cao trụ, trọng lượng thiết bị và các điều kiện địa chất công trình. Phần tháp có thể sản xuất tại Việt Nam để giảm chi phí. Với các trạm phong điện đặt trên nóc nhà cao thì chi phí này hầu như không đáng kể.
- + Chi phí cho việc vận chuyển tới nơi xây dựng và công việc lắp đặt trạm ở Việt Nam rẻ hơn rất nhiều so với các nước khác, đặc biệt nếu xây dựng ở vùng ven biển, ven sông hoặc dọc theo các tuyến đường sắt.

1.2 KHÁI QUÁT VỀ CÁC LOẠI HỆ THỐNG NĂNG LƯỢNG GIÓ VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU CỦA LUẬN VĂN

Cho đến nay có hai loại tuốc bin gió chính được sử dụng, đó là: tuốc bin gió tốc độ cố định và tuốc bin gió với tốc độ thay đổi.

Loại tuốc bin gió thông thường nhất là tuốc bin gió với tốc độ cố định (Fixed speed wind turbine), trong đó máy phát không đồng bộ được nối trực tiếp với lưới. Tuy nhiên hệ thống này có nhược điểm chính là do tốc độ cố định nên không thể thu được năng lượng cực đại từ gió.

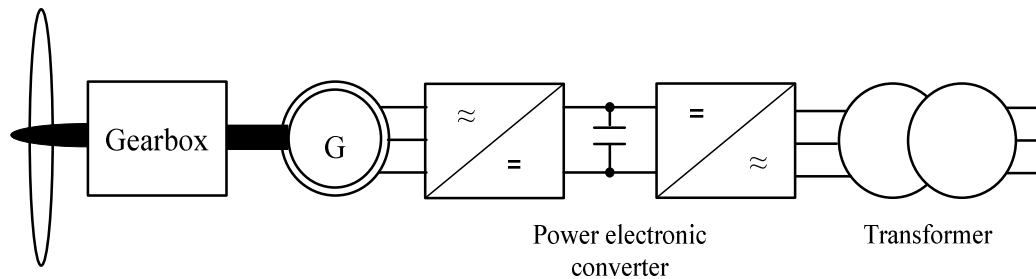


Hình 1.3 Tuốc bin gió với tốc độ cố định

Loại tuốc bin gió tốc độ thay đổi (variable-speed wind turbine) khắc phục được nhược điểm trên của tuốc bin gió với tốc độ cố định, đó là nhờ thay đổi được tốc độ nên có thể thu được năng lượng cực đại từ gió. Bất lợi của các tuốc bin gió có tốc độ thay đổi là hệ thống điện phức tạp, vì cần có bộ biến đổi điện tử công suất để tạo ra khả năng hoạt động với tốc độ thay đổi, và do đó chi phí cho tuốc bin gió tốc độ thay đổi lớn hơn so với các tuốc bin tốc độ cố định.

Tuốc bin gió với tốc độ thay đổi có hai loại: tuốc bin gió với tốc độ thay đổi có bộ biến đổi nối trực tiếp giữa stator và lưới và tuốc bin gió sử dụng máy điện dị bộ nguồn kép (MDBNK).

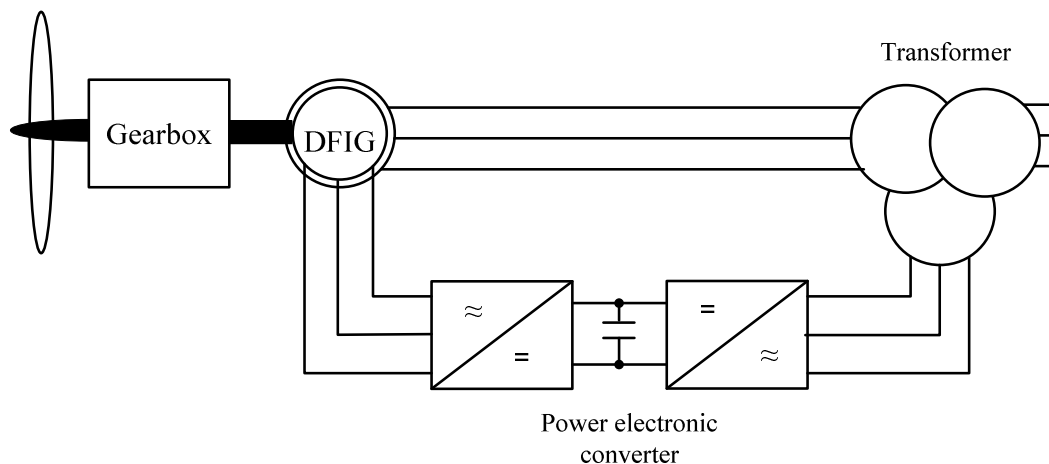
Loại tuốc bin gió với tốc độ thay đổi có bộ biến đổi nối trực tiếp giữa mạch stator của máy phát và lưới, do đó bộ biến đổi được tính toán với công suất định mức của toàn tuốc bin. Máy phát ở đây có thể là loại không đồng bộ rotor lồng sóc hoặc là đồng bộ. Ngày nay với xu hướng ngày càng phát triển việc sử dụng nguồn



Hình 1.4 Tuốc bin gió với tốc độ thay đổi có bộ biến đổi nối trực tiếp giữa stator và lưới

năng lượng sạch tái tạo từ gió, trên thế giới người ta đã chế tạo các loại tuốc bin gió với công suất lớn đến trên 7 MW, nếu dùng loại tuốc bin gió tốc độ thay đổi có bộ biến đổi nối trực tiếp giữa stator và lưới thì sẽ tốn kém, đắt tiền do bộ biến đổi cũng phải có công suất bằng công suất của toàn tuốc bin. Vì vậy các hãng chế tạo tuốc bin gió có xu hướng sử dụng máy dị bộ nguồn kép làm máy phát trong các hệ thống tuốc bin gió công suất lớn để giảm công suất của bộ biến đổi và do đó giảm giá thành, vì bộ biến đổi được nối vào mạch rotor của máy phát, công suất của nó thường chỉ bằng cỡ 1/3 tổng công suất toàn hệ thống, các thiết bị đi kèm như bộ lọc biến đổi cũng rẻ hơn vì cũng được thiết kế với công suất bằng 1/3 công suất của toàn hệ thống. Do đó đối

tượng nghiên cứu của đề tài là hệ thống phát điện sức gió sử dụng máy dị bộ nguồn kép.



Hình 1.5 Tuốc bin gió tốc độ thay đổi sử dụng MDBNK

Nhược điểm chính của tuốc bin gió với tốc độ thay đổi sử dụng MDBNK là vấn đề lỗi lưới. Lỗi lưới trong hệ thống năng lượng, thậm chí ở xa so với vị trí đặt tuốc bin sẽ gây ra sụt điện áp lưới, dẫn tới từ thông quá độ dao động, làm cảm ứng trong mạch rotor sức phản điện động có trị số lớn và nếu lớn hơn khả năng cực đại của bộ biến đổi có thể tạo ra, sẽ gây mất điều khiển dòng và gây quá dòng lớn, có thể phá hỏng bộ biến đổi.

1.3 CÁC CẤU TRÚC ĐIỀU KHIỂN HỆ THỐNG PHÁT ĐIỆN SỨC GIÓ SỬ DỤNG MDBNK

Hiện nay, có hai cấu trúc hệ thống PĐSG dùng MDBNK được sử dụng: hệ thống sử dụng crowbar (hình 1.6) và hệ thống sử dụng stator switch (hình 1.7).