

ỨNG DỤNG MÁY PHÁT ĐIỆN ĐỒNG BỘ TỪ TRƯỜNG VĨNH CỬU TRUYỀN ĐỘNG TRỰC TIẾP TRONG HỆ THỐNG PHÁT ĐIỆN DÙNG NĂNG LƯỢNG GIÓ

On Application of Permanent Magnet Synchronous Generator to Wind Power System

Nguyễn Xuân Trường^{1,2*}, Wang Hong Hua², Võ Văn Nam³

¹Khoa Cơ điện, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội (HUA)

²Viện Năng lượng và công trình điện, Trường Đại học Hà Hải, Nam Kinh (Trung Quốc)
HoHai University, Nanjing, Jiangsu, China

³Phòng Quản trị và Thiết bị, Trường Đại học Nông nghiệp Hà Nội (HUA)

*Địa chỉ email tác giả liên hệ: truong_nx73@yahoo.com

TÓM TẮT

Nhằm mục đích xúc tiến nghiên cứu lý luận và ứng dụng loại máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp trong hệ thống phát điện dùng năng lượng gió, bài báo tiến hành tổng hợp phân tích các kết quả nghiên cứu về đặc điểm kết cấu và thiết kế chế tạo của máy phát đồng bộ từ trường vĩnh cửu; kỹ thuật điều khiển và tính kinh tế của hệ thống phát điện gió khi sử dụng máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp. Đồng thời chỉ ra những vấn đề còn tồn tại và định hướng phát triển trong tương lai.

Từ khóa: Kỹ thuật điều khiển, máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu, truyền động trực tiếp, tính kinh tế.

SUMMARY

In order to promote research and application of direct-drive permanent magnet synchronous generator (DPMSG) to wind power system, this paper carries out a comprehensive analysis on the results obtained from studies on the structural and design features of DPMSG and on the control technique and economic efficiency of wind power system as DPMGS being used. Restrictions as well as future developments are also summarized.

Key words: Control technology, direct-drive, economic efficiency, permanent magnet synchronous generator.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong hệ thống phát điện dùng năng lượng gió hiện nay, thường gặp loại máy phát điện là máy dị bộ roto dây quấn hoặc lồng sóc. Với loại máy này, việc truyền động giữa tuabin gió và tuabin máy phát phải thông qua hộp bánh răng tăng tốc, có nhược điểm hệ thống là gây tổn hao và mài mòn cơ khí trong hộp bánh răng, kích thước toàn hệ thống lớn, giá thành cao, hiệu suất thấp, ngoài ra còn tạo ra tiếng ồn lớn khi hệ thống

làm việc. Loại máy phát roto dây quấn còn có hệ thống chổi than - vành trượt làm cho tính tin cậy kém, khối lượng bảo trì lớn. Loại máy này khi dùng với phụ tải thấp hoặc dung lượng máy phát lớn thì các vấn đề trên càng bộc lộ rõ. Dùng loại máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp (DDPMSG direct-drive permanent magnet synchronous generator) chính là biện pháp hữu hiệu để khắc phục các hạn chế trên. Loại máy phát này dùng kích từ kiểu vĩnh cửu nên loại bỏ được tổn hao kích từ, nâng

cao được hiệu suất, không phải dùng chổi than - vành trượt nên nâng cao tính làm việc tin cậy của hệ thống, giảm chi phí bảo trì. Khi vận hành, máy không cần hấp thụ công suất vô công từ lưới để tạo ra từ trường nên có thể cải thiện được hệ số công suất lưới điện. Với việc lựa chọn phương thức truyền động trực tiếp từ tuabin gió đến máy phát sẽ loại bỏ được hộp bánh răng, nâng cao được hiệu suất và tính tin cậy của tổ máy, giảm bớt được lượng bảo dưỡng thiết bị, giảm thiểu được ô nhiễm do tiếng ồn của hệ thống phát điện dùng năng lượng gió gây ra. Tuy nhiên, việc nghiên cứu và ứng dụng loại máy phát đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp dùng năng lượng gió hiện nay mới đang ở giai đoạn đầu. Xuất phát từ thực tế đó, nghiên cứu này tiến hành tổng hợp phân tích các kết quả nghiên cứu về đặc điểm kết cấu và thiết kế chế tạo máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu; kỹ thuật điều khiển và tính kinh tế của hệ thống phát điện gió khi sử dụng tổ máy DDPMSG. Đồng thời, nghiên cứu chỉ ra những vấn đề còn tồn tại và định hướng phát triển trong tương lai.

2. ĐẶC ĐIỂM KẾT CẤU VÀ THIẾT KẾ CHẾ TẠO

Máy phát điện DDPMSG có đặc điểm là tuabin máy phát nối trực tiếp với tuabin gió; tốc độ quay thấp, số cực nhiều; Stato và Roto kích thước lớn, kết cấu dạng dẹt; quán tính truyền động lớn, điều này có lợi cho việc ổn định sóng điện thế chấp chờn do phong lực tạo ra.

Máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu (PMSG - permanent magnet synchronous generator) là một thành phần quan trọng trong tổ hợp máy DDPMSG dùng năng lượng gió. Nghiên cứu tiến hành phân tích một số đặc tính quan trọng của máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu.

2.1. Kết cấu mạch từ

Trong máy phát điện đồng bộ từ trường

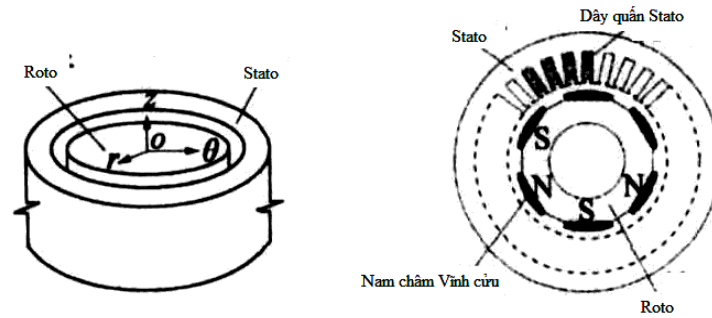
vĩnh cửu dùng năng lượng gió, từ thông máy điện thường có kết cấu kiểu hướng kính hoặc hướng trục, nhưng đôi khi cũng thấy loại hướng ngang hoặc loại hỗn hợp (Chalmers, 1999; Dubois, 2004; Hwang Don-Ha và cs., 2004; Khan và cs., 2006; Bao Quang Qing và cs., 2008).

Máy phát điện loại từ thông kiểu hướng kính (Hình 1) có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, dễ chế tạo, tổn hao từ trễ nhỏ nhưng có nhược điểm là lắp đặt và làm mát khó khăn. Trong thực tế, loại máy phát điện này ít được ứng dụng.

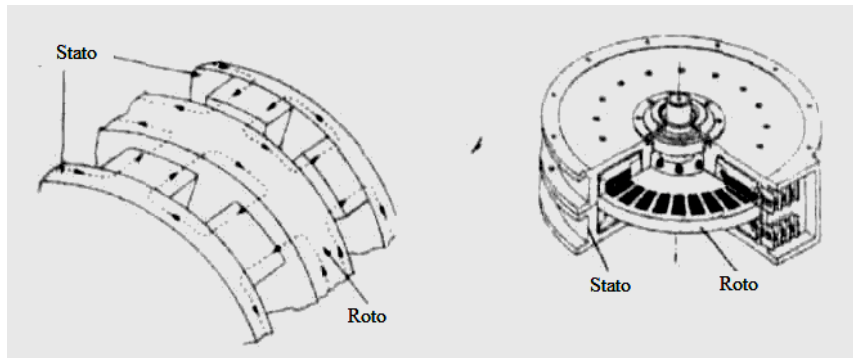
Máy phát điện loại từ thông kiểu hướng trục (Hình 2) có mạch từ stato và roto đều được ghép bởi các đĩa từ, phía stato mạch từ chia làm 2 phần ôm lấy roto. Loại máy phát điện này có ưu điểm là kết cấu chặt chẽ, gọn, quán tính chuyển động quay lớn, suất sử dụng tôn silic cao, thông gió làm mát tốt v.v... nhưng có nhược điểm là phụ tải điện từ giảm và hiệu suất không cao (Cheng và cs., 2005; Dubois, 2004; Eduard và cs., 1999).

Máy phát điện loại từ thông kiểu hướng ngang (Hình 3) có ưu điểm là kích thước nhỏ gọn, suất sử dụng vật liệu cao, khả năng chịu quá tải lớn, v.v... nhưng có nhược điểm là chế tạo và điều khiển phức tạp, giá thành cao (Polinder và cs., 2005).

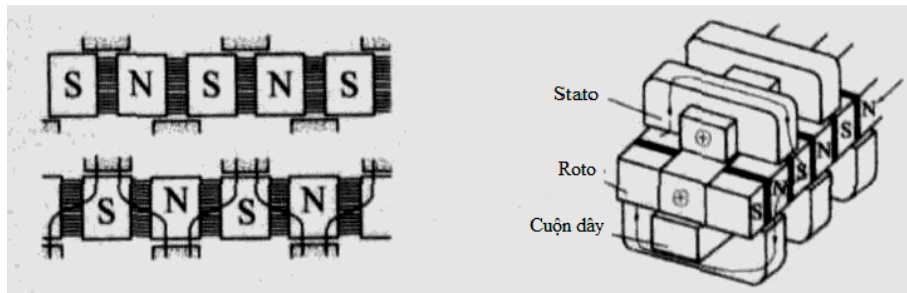
Ngoài 3 loại máy phát điện chính nêu trên, hiện nay còn có loại máy phát có kích từ kiểu hỗn hợp, gồm cả kích từ kiểu vĩnh cửu và kích từ bằng dòng kích từ. Loại máy phát này có ưu điểm là điều khiển linh hoạt, nhưng kết cấu và phương thức điều khiển cần phải cải tiến (Xu Feng, 2007). Như vậy, kết cấu mạch từ máy phát PMSG trong hệ thống máy phát điện DDPMSG dùng năng lượng gió thường dùng hiện nay với mỗi loại đều có những ưu nhược điểm riêng, chính vì vậy trong quá trình tính toán thiết kế lựa chọn, cần phải suy xét tổng hợp tất cả các phương diện và nhân tố ảnh hưởng đến chúng như giá thành, vật liệu, kết cấu và tính năng v.v... để lựa chọn hợp lý.



Hình 1. Máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu có kết cấu từ thông kiểu hướng kính



Hình 2. Máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu có kết cấu từ thông kiểu hướng trục



Hình 3. Máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu có kết cấu từ thông kiểu hướng ngang

2.2. Số rãnh, số cặp cực và mô men cản khi khởi động

Đối với máy phát điện PMSG, do tốc độ gió bình thường là khá thấp, vì vậy để thu được tần số dòng điện phát ở giá trị nhất định thì yêu cầu số cặp cực của máy phát

phải tương đối lớn. Tuy nhiên do kích thước lõi sắt stator có giới hạn, nên trong thiết kế cần lựa chọn phù hợp số rãnh, số cặp cực và trong thực tế thường dùng kiểu quấn dây có số rãnh phân số (Wang Feng Xiang và cs., 2005).

Mô men cản khi khởi động cũng là một tham số quan trọng của máy phát điện PMSG, đó là mô men từ trở được tạo ra từ hiệu ứng răng - rãnh. Giảm mô men cản khi khởi động, có thể tăng được phạm vi vận hành ổn định của tổ máy phát điện dùng năng lượng gió, nâng cao hiệu suất sử dụng phong năng, giảm độ nhấp nhô của mô men quay. Trong lý thuyết và thực tế đã chứng minh, bằng cách dùng stato rãnh nghiêng và roto cực nghiêng cũng như dùng stato có rãnh kiểu phân số thì đều giảm được mô men cản khi khởi động (Fang Ren Yuan, 1992). Tuy nhiên do hiệu quả của phương pháp dùng stato rãnh nghiêng và roto cực nghiêng không cao, nên trong thực tế thường chọn phương pháp dùng stato có rãnh kiểu phân số để giảm mô men cản khi khởi động (Zhou Xiao Yan và cs., 2005).

2.3. Điều kiện tản nhiệt và làm mát

Trong hệ thống máy phát điện dùng năng lượng gió, để tận dụng tốc độ gió ở trên cao nên khoang máy được lắp đặt cách mặt đất tương đối lớn, vì vậy nếu chế độ làm mát và tản nhiệt không tốt sẽ làm các bộ phận của máy điện phát sinh sự cố, khi đó vấn đề bảo dưỡng sửa chữa gặp rất nhiều khó khăn. Đặc biệt là các tổ máy được lắp đặt gần khu vực bờ biển thì yêu cầu làm việc tin cậy của chế độ làm mát và tản nhiệt lại càng phải được nâng cao. Một nguyên nhân rất quan trọng nữa là do vật liệu từ làm nam châm vĩnh cửu rất mẫn cảm với nhiệt độ. Khi nhiệt độ tăng quá cao sẽ làm cho tính năng vật liệu từ giảm thấp, thậm chí không còn khả năng kích từ. Đồng thời khi gia tăng khả năng tản nhiệt và làm mát sẽ nâng cao phụ tải điện từ, giảm thể tích máy, giảm được giá thành. Do đó tính toán nhiệt và hệ thống tản nhiệt làm mát của máy phát điện DDPMSG dùng năng lượng gió là rất quan trọng. Khi tính toán cần xem xét đánh giá đúng thực tế công trình đặt máy, hiện trạng công nghệ, kích thước và hiệu suất của hệ thống. Hiện nay, phương thức làm mát thường được thực

hiện bằng không khí, khí hydrô, hoặc dung dịch chất lỏng (Zhang Zhao Qiang, 2007).

3. KỸ THUẬT ĐIỀU KHIỂN

3.1. Phương thức điều khiển

Tốc độ gió có tính ngẫu nhiên, không ổn định, dẫn đến suất lợi dụng phong năng lúc to lúc nhỏ, vì vậy để thu được suất sử dụng phong năng lớn nhất, chất lượng điện đảm bảo thì việc lựa chọn giải pháp điều khiển hệ thống máy phát điện dùng năng lượng gió là rất quan trọng. Hiện nay, đối với hệ thống phát điện dùng năng lượng gió có hai phương thức điều khiển chính: tốc độ không đổi - tần số không đổi (CSCF - constant speed constant frequency); tốc độ thay đổi - tần số không đổi (VSCF - Variable Speed Constant Frequency).

3.1.1. Hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức tốc độ không đổi - tần số không đổi

Trong hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức CSCF thường dùng loại máy phát điện dị bộ lồng sóc (SCIG - Squirrel Cage Induction Generator) có sơ đồ kết cấu biểu thị ở hình 4.

Hệ thống bao gồm tuabin gió, hộp số tăng tốc độ, máy phát điện SCIG, máy biến đổi điện áp xoay chiều và bộ bù công suất dung kháng. Tuabin gió làm nhiệm vụ biến đổi năng lượng gió thành mô men quay, trong quá trình làm việc thông qua bộ điều chỉnh tốc độ, tốc độ của bánh gió được duy trì ở khoảng hẹp (1~1,05) lần tốc độ định mức (Wang Hong Hua, 2010). Do tốc độ quay của bánh gió thấp hơn nhiều so với tốc độ máy phát yêu cầu nên cần bộ hộp tăng tốc để đảm bảo tần số dòng điện phát của máy phát đạt tần số công nghiệp và không đổi. Điện áp của máy phát thấp hơn điện áp hệ thống điện, vì vậy để hòa vào lưới điện cần có máy biến áp tăng áp. Máy phát điện dị bộ roto lồng sóc trong quá trình làm việc phát công suất hữu công lên lưới cần tiêu thụ một lượng công suất

vô công của lưới để tạo ra từ trường quay, làm lượng công suất vô công của lưới điện tăng lên, dẫn đến hệ số công suất của lưới điện giảm. Do đó ở giữa máy phát SCIG và lưới điện có lắp thêm bộ bù công suất vô công.

Hệ thống phát điện gió dùng máy phát CSIG điều khiển theo phương thức CSCF có ưu điểm là cấu tạo đơn giản, dễ điều khiển. Nhưng nhược điểm của nó là phạm vi vận hành với sự thay đổi của tốc độ gió tương đối hẹp, hiệu suất chuyển đổi năng lượng thấp.

3.1.2. Hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức tốc độ thay đổi – tần số không đổi

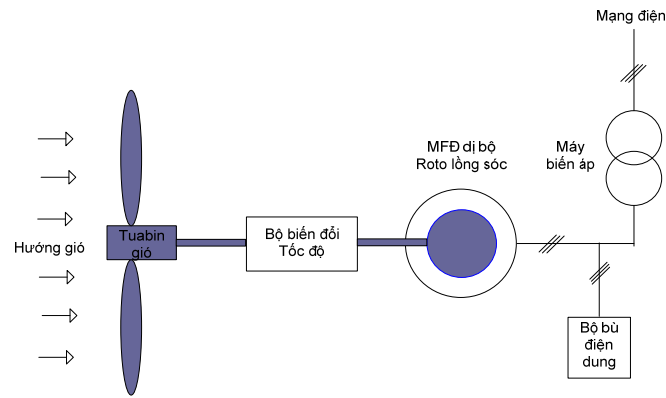
Hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức VSCF có ưu điểm là phạm vi vận hành rộng, suất sử dụng năng lượng gió cao, điều khiển linh hoạt. Phương thức điều khiển VSCF có đặc điểm: khi tốc độ gió định mức thấp, bộ điều khiển sẽ điều chỉnh mô men quay của máy phát phù hợp với sự thay đổi của tốc độ gió, do đó tốc độ quay của bánh gió sẽ được duy trì ở giá trị có lợi nhất, khi đó suất sử dụng năng lượng gió của hệ thống phát điện sẽ giữ được ở giá trị lớn nhất khi vận hành; khi tốc độ gió lớn hơn giá trị định mức, bộ điều khiển sẽ điều chỉnh bánh gió để hạn chế tuabin gió thu được công suất không vượt qua giá trị cực đại; để thu được điện năng có tần số không đổi phải thông qua sự kết hợp giữa máy phát điện và bộ biến đổi công suất. Hiện nay hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức VSCF có hai loại máy phát điện điển hình là máy phát điện cảm ứng DFIG (double fed induction generator) và máy phát điện DDPMSG.

Hình 5 biểu thị sơ đồ kết cấu hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức VSCF với máy phát điện loại DFIG. Hệ thống máy phát DFIG được kích từ bằng dòng xoay chiều thông qua hệ thống chổi than vành trượt, nó có thể phát điện và cũng có thể tiêu thụ điện năng. Dây quấn roto của máy phát DFIG được kết nối

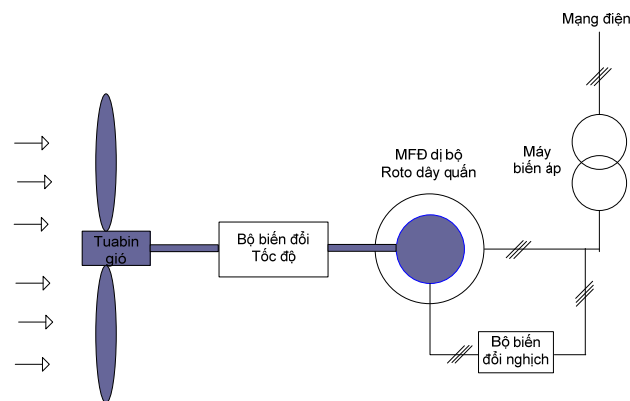
với lưới điện thông qua bộ biến đổi nghịch. Thông qua việc điều chỉnh tần số của dòng kích từ roto thực hiện mở rộng phạm vi làm việc của máy phát. Hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức VSCF dùng máy phát DFIG có ưu điểm là chỉ có một phần công suất phát lên lưới đi qua bộ biến đổi nghịch, do đó kích thước của bộ này nhỏ. Nhưng nó có nhược điểm là vẫn cần hộp số để tăng tốc, do đó kích thước toàn hệ thống lớn, khi làm việc tạo ra tiếng ồn lớn, chi phí bảo dưỡng lớn, có tổn hao trong hộp số, v.v... Hiện nay, để khắc phục nhược điểm này, trong hệ thống phát điện dùng năng lượng gió đã và đang tiến hành nghiên cứu ứng dụng hệ thống dùng máy phát điện loại DDPMSG.

Sơ đồ kết cấu hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức VSCF với máy phát điện loại DDPMSG (Hình 6) cho thấy, giữa tuabin gió và tuabin máy phát được nối trực tiếp với nhau không qua hộp số. Năng lượng gió thông qua máy phát điện DDPMSG chuyển thành dòng điện xoay chiều trong cuộn dây stato có trị số và tần số thay đổi sẽ được đưa vào bộ biến đổi công suất. Ở đây nó được chỉnh lưu thành dòng điện một chiều qua bộ biến đổi AC/DC, sau đó thông qua bộ biến đổi nghịch DC/AC để biến đổi thành dòng điện xoay chiều tần số công nghiệp phát lên lưới điện. Ở hệ thống này, việc điều khiển công suất hữu công và công suất vô công được thực hiện riêng biệt thông qua bộ biến đổi công suất toàn phần bên phía máy phát.

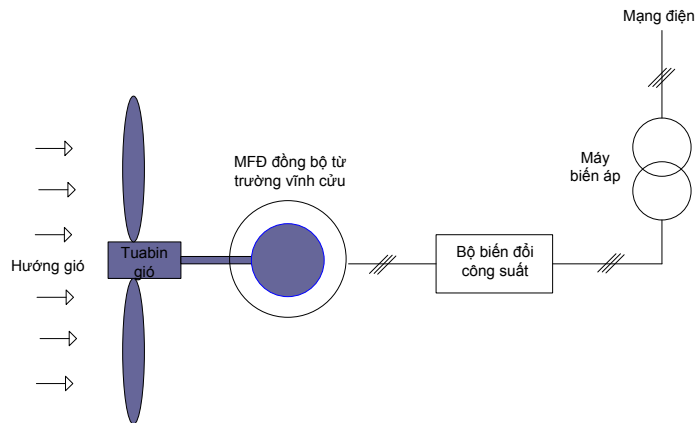
Hệ thống phát điện dùng năng lượng gió điều khiển theo phương thức VSCF với máy phát điện loại DDPMSG có ưu điểm là thực hiện thu được năng lượng gió lớn nhất, phạm vi vận hành tốc độ quay lớn, làm việc tin cậy, điều khiển đơn giản, điều chỉnh linh hoạt công suất hữu công và công suất vô công (Wang Xing Hua, 2007). Hiện nay xu hướng sử dụng máy phát DDPMSG trong hệ thống phát điện dùng năng lượng gió đang rất phát triển.



Hình 4. Hệ thống phát điện gió dùng máy phát điện dị bộ lồng sóc điều khiển theo phương thức tốc độ không đổi - tần số không đổi



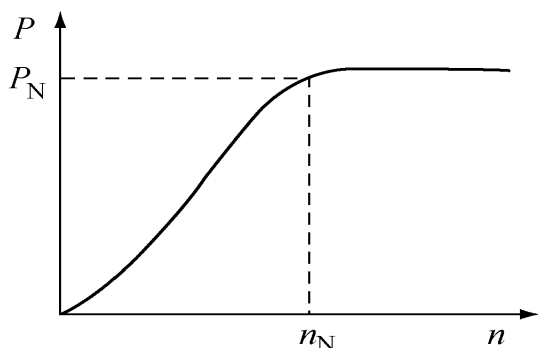
Hình 5. Hệ thống phát điện gió dùng máy phát điện cảm ứng DFIG điều khiển theo phương thức tốc độ thay đổi - tần số không đổi



Hình 6. Hệ thống phát điện gió dùng máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp điều khiển theo phương thức tốc độ thay đổi - tần số không đổi

3.2. Kỹ thuật điều khiển vận hành

Vận hành máy phát DDPMSG được chia làm hai giai đoạn: giai đoạn vận hành phát công suất cực đại và giai đoạn vận hành công suất phát định mức (Hình 7).



Hình 7. Đường cong thể hiện hai giai đoạn vận hành của hệ thống phát điện gió

Trong quá trình từ khi tuabin gió khởi động đến khi đạt tốc độ định mức n_N thì góc đặt cánh của cánh quạt bánh gió được giữ cố định không thay đổi mặc dù có sự thay đổi của tốc độ gió, thông qua điều khiển công suất phát của máy biến tần để điều khiển mô men quay của máy phát, từ đó điều chỉnh tốc độ quay bánh gió để duy trì tỷ suất truyền lực của cánh quạt bánh gió là tốt nhất, thực hiện việc bám sát đường cong công suất cực đại để thu được phong năng lớn nhất.

Khi tuabin gió vận hành ở tốc độ định mức, hệ thống điều chỉnh góc đặt cánh của cánh quạt của bánh gió bắt đầu làm việc, thực hiện điều chỉnh khả năng thu năng lượng gió của bánh gió, giảm thiểu khả năng hấp thụ phong năng của bánh gió khi tốc độ gió lớn nhằm duy trì tốc độ quay của bánh gió không thay đổi, giữ cho công suất phát của tuabin gió ổn định ở giá trị định mức, phòng ngừa tuabin gió có tốc độ và công suất vượt quá giới hạn, gây lên sự cố cho hệ thống.

3.3. Kỹ thuật điều khiển hòa lưới

Khi hệ thống phát điện dùng năng lượng gió hòa vào lưới điện, công suất hữu công và

vô công khi nhập vào lưới sẽ ảnh hưởng đến trạng thái động và tĩnh của hệ thống lưới, gây lên sóng xung kích và dao động điện áp; tổn hao công suất hữu công của lưới điện do sự đăng nhập của hệ thống phát điện gió cũng bị thay đổi, sự thay đổi này phụ thuộc vào kết cấu lưới điện, vị trí đăng nhập và dung lượng của máy phát điện gió, v.v... Ngoài ra, khi đóng cắt các thiết bị điện lực, điện tử sẽ dẫn đến điện áp nút bị giảm, sinh ra lượng sóng hài lớn; với tổ máy phát điện gió dung lượng lớn khi ngắt khỏi lưới cũng tạo ra sóng xung kích. Như vậy với hệ thống điều khiển và thiết bị bảo vệ cần hạn chế được quá áp và tần suất sóng dao động, còn với sự cố thoáng qua thì tổ máy phát điện gió phải có khả năng tự điều chỉnh ổn định.

Trong hệ thống phát điện, máy phát DDPMSG được nối với lưới điện thông qua bộ máy biến tần, tần số bên máy phát và tần số bên lưới điện độc lập nhau, do đó không tồn tại dòng xung kích và mô men xung kích khi hòa lưới, cũng như vấn đề mất đồng bộ sau hòa lưới. Bộ biến đổi nghịch không chỉ điều chỉnh điện áp và tần số khi hòa lưới, mà còn có thể điều chỉnh công suất hữu công, đây là một phương thức hòa mạng ổn định.

Đối với máy biến tần, trước khi hòa lưới phải thỏa mãn điều kiện, mục tiêu hòa lưới. Sau khi hòa lưới, điện áp ra của bộ biến đổi phải luôn phù hợp với sự thay đổi của điện áp lưới điện tần số công nghiệp. Để đạt mục tiêu điều khiển thu được phong năng lớn nhất, thông qua điều khiển công suất phát của bộ biến đổi nghịch để điều khiển mô men quay của tuabin gió, tiến tới điều khiển tốc độ quay của bánh gió, đồng thời có thể điều chỉnh hệ số công suất của lưới điện hệ thống.

4. PHÂN TÍCH KINH TẾ

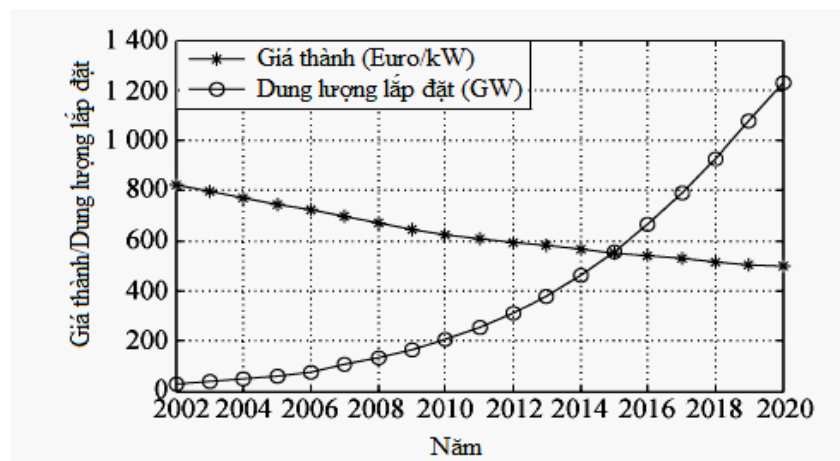
Giá thành phát điện là một nhân tố quan trọng cần được quan tâm trong quá trình phát triển hệ thống phát điện dùng năng lượng gió. Hiện nay giá thành phát điện từ gió vẫn tương đối cao, suất đầu tư

lớn. Theo Lý Hào và cs. (2003), giá thành thiết kế lắp đặt nhà máy phát điện gió hiện nay trên thế giới khoảng 800 Euro/1 kW, còn ở Trung Quốc khoảng 900 Euro/1 kW, chi phí này đắt hơn so với phát điện từ than khoảng 2,5 ~ 3 lần. Nhưng cũng theo các tác giả này thì chi phí lắp đặt phát điện từ một số nguồn năng lượng tái tạo khác cũng rất cao, như phát điện từ vi sinh cũng cao hơn phát điện từ than khoảng 2,5 ~ 3 lần, còn từ năng lượng mặt trời thì đắt hơn phát điện từ than khoảng 11 ~ 18 lần. Như vậy có thể thấy nếu so sánh phát điện dùng năng lượng gió với các nguồn năng lượng mới và tái tạo thì vẫn có lợi thế. Mặt khác, phát điện từ gió còn đem lại nhiều lợi ích khác như không gây ô nhiễm môi trường, nguồn năng lượng phong phú, không tiêu tốn nhiên liệu, vị trí lắp đặt thuận tiện v.v... sẽ là những động lực không nhỏ để phát triển việc phát điện dùng năng lượng gió.

Mặc dù giá thành phát điện dùng năng lượng gió được quyết định bởi nhiều yếu tố, nhưng cùng với sự phát triển của kỹ thuật, dung lượng máy đơn tăng lên, tính tin cậy của tổ máy được nâng cao thì giá thành phát điện từ gió cũng giảm đi (Hình 8). Theo kết quả dự báo giá thành và tổng dung lượng lắp

đặt trên toàn thế giới đến năm 2020 thì chi phí lắp đặt 1 kW của nhà máy phong điện sẽ giảm đi đáng kể.

Nếu so sánh hệ thống phong điện dùng máy phát điện DDPMSG với hệ thống dùng máy phát DFIG thì hệ thống dùng máy DDPMSG đã loại bỏ được chi phí tương đối cao của hộp số, nhưng do bộ biến đổi công suất phải đáp ứng toàn bộ công suất phát của máy phát điện do đó chi phí cho bộ biến đổi công suất này cao hơn so với hệ thống dùng máy DFIG. Theo kết quả so sánh kinh tế ở tổ máy phát điện dùng năng lượng gió công suất 3 MW khi dùng máy phát DDPMSG sẽ có lợi hơn so với dùng máy phát DFIG (Henk và cs., 2006): tổng điện năng phát ra trong năm là 8040 MWh so với 7730 MWh khi dùng máy DFIG; tổng hao tổn trong năm là 513 MWh so với 763 MWh khi dùng DFIG. Đặc biệt hiện nay kỹ thuật điện lực, điện tử phát triển với tốc độ rất nhanh nên giá thành bộ biến đổi công suất toàn phần trong hệ thống phong điện phát điện dùng máy DDPMSG sẽ ngày càng giảm, làm giảm giá thành lắp đặt máy, điều này càng khích lệ sự phát triển hệ thống máy phát điện gió dùng máy phát DDPMSG trong tương lai.



Hình 8. Dự báo giá thành và tổng dung lượng lắp đặt hệ thống phát điện gió trên thế giới đến năm 2020

Ở nước ta với khí hậu nhiệt đới gió mùa, bờ biển dài trên 3000 km, là điều kiện thuận lợi để phát triển điện gió. Theo Tạ Văn Đa (2007), trên hải đảo, các vị trí sát biển và trên các núi cao thì tiềm năng năng lượng gió là tương đối lớn, tổng năng lượng gió trong năm đều lớn hơn 500 kWh/m². Còn theo kết quả điều tra, đánh giá của Ngân hàng Thế giới về tiềm năng năng lượng gió ở bốn nước Đông Nam Á là Thái Lan, Lào, Campuchia và Việt Nam thì Việt Nam có tiềm năng năng lượng gió lớn nhất (WB, 2001): tổng công suất ước đạt 513.360 MW và 8,6% diện tích lãnh thổ được đánh giá là tốt và rất tốt để xây dựng các trạm điện gió cỡ lớn, tập trung. Nếu xét theo tiêu chuẩn để xây dựng các trạm điện gió cỡ nhỏ phục vụ cho phát triển kinh tế ở những khu vực khó khăn thì Việt Nam có 41% diện tích nông thôn có thể phát triển điện gió loại nhỏ.

Một số vùng của nước ta rất thuận lợi để xây dựng các trạm điện gió lớn là Bình Thuận, Ninh Thuận, khu vực Tây Nguyên, dãy núi Hoàng Liên Sơn. Các vùng này không những có tốc độ gió trung bình lớn mà còn có số lượng các cơn bão ít, gió ổn định. Hai vùng Sơn Hải (Ninh Thuận) và Mũi Né (Bình Thuận) có tỷ lệ gió Nam và Đông Nam lên đến 98%, với vận tốc trung bình 6 - 7 m/s, tức là vận tốc có thể xây dựng các trạm điện gió công suất 3 - 3,5 MW (WB, 2001). Ngoài ra, các vùng đảo ngoài khơi như Bạch Long Vĩ, đảo Phú Quý, Trường Sa... là những địa điểm gió có vận tốc trung bình cao, tiềm năng năng lượng gió tốt, có thể xây dựng các trạm phát điện gió công suất lớn để cung cấp năng lượng điện cho dân cư trên đảo. Bên cạnh thuận lợi này, Việt Nam là nước phát triển sau về điện gió nên có thể học hỏi được các kinh nghiệm của những nước đi trước rất thành công trong việc sử dụng năng lượng gió để phát điện như Mỹ, Đức, Trung Quốc... và còn được tiếp cận với những công nghệ mới, hiện đại nhằm giảm giá thành đầu tư cũng như nâng cao được chất lượng điện

năng. Với những thuận lợi này, việc sử dụng năng lượng gió để phát điện nói chung và hệ thống phát điện gió dùng máy phát DDPMSG nói riêng ở nước ta có nhiều triển vọng phát triển, góp phần khắc phục tình trạng thiếu điện, thúc đẩy sự phát triển kinh tế xã hội của đất nước.

5. KẾT LUẬN

Tổ máy phát điện dùng năng lượng gió với loại máy phát DDPMSG có ưu điểm vượt trội hơn so với dùng các loại máy phát điện khác như: hiệu suất cao; vận hành tin cậy; tiếng ồn khi làm việc nhỏ; điều khiển đơn giản; điều khiển phát công suất hữu công và vô công linh hoạt, v.v...

Cùng với sự phát triển của công nghệ chế tạo vật liệu từ và của kỹ thuật điện lực, điện tử thì giá thành chế tạo roto nam châm vĩnh cửu của máy phát điện và bộ biến đổi công suất của tổ máy phong điện sẽ ngày càng giảm, tổng giá thành lắp đặt của hệ thống phong điện ngày càng được cải thiện. Chính vì vậy, việc sử dụng máy phát điện đồng bộ từ trường vĩnh cửu truyền động trực tiếp trong hệ thống phát điện gió ngày càng được coi trọng.

Hiện nay ở các nước phát triển, lĩnh vực ứng dụng máy phát điện DDPMSG trong hệ thống phát điện từ năng lượng gió đã được tiến hành nghiên cứu không ít, nhưng vẫn còn nhiều vấn đề kỹ thuật chưa giải quyết triệt để, cần tiếp tục đi sâu nghiên cứu.

Trong lĩnh vực chế tạo, cần nghiên cứu đề xuất kết cấu stato và roto loại hình mới, phối hợp ưu hóa số cực và số rãnh; chế tạo máy phát điện áp cao; máy phát điện gió công suất lớn; nâng cao chất lượng và giảm giá thành hệ thống phát điện gió.

Trong lĩnh vực điều khiển và vận hành, cần cải thiện sơ đồ mạch điều khiển biến tần công suất lớn; nâng cao hiệu suất chuyển đổi năng lượng; làm giảm ảnh hưởng của sóng hài.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Chalmers B J, E Spooner (1999). An axial-flux permanent generator for gearless wind energy system. *IEEE Trans On Energy Conversion*, 14(2), p. 251-257.
- Cheng Y C, P Pillay, A Khan (2005). PM wind generator topologies. *IEEE Transactions on Industry Applications*, 41(6), p. 1619-1626.
- Tạ Văn Đa (2006). Đánh giá tài nguyên và khả năng khai thác năng lượng gió trên lãnh thổ Việt Nam. Tuyển tập báo cáo Hội thảo khoa học lần thứ 10 - Viện Khoa học Khí tượng thủy văn và Môi trường, tr. 55 -62.
- Dubois M R, H Polinder, J A Ferreira (2002). Comparison of generator topologies for direct-drive wind turbines. *IEEE Nordic Workshop on Power and Industrial Electronics*, 13(16), p. 22-26.
- Dubois M R (2004). Optimized permanent generator topologies for direct-drive wind turbines. *The Netherlands Delft Univ Technology*.
- Eduard M, C P Butterfield, Wan Yih-huie (1999). Axial-flux modular permanent generator with a toroidal winding for wind turbine applications. *IEEE Trans on Industry Application*, 35(4), p. 831-836.
- Henk P, F A Frank (2006). Comparison of direct-drive and geared generator concepts for wind turbines. *IEEE Trans on Energy Conversion*, 21(3), p. 725-733.
- Hwang Don-Ha, Ki-Chang Lee, Do-Hyun Kang (2004). An modular-type axial-flux permanent magnet synchronous generator for gearless wind power systems. *IEEE Industrial Electronics Society*, N°2, p. 1396 -1399.
- Khan M A, I Dosiak , P Pillay (2006). Design and analysis of a PM wind generator with a soft magnetic composite core. *IEEE International Symposium on Industrial Electronics*, N°3, p. 2522-2527.
- Polinder H, B C Mecrow, A G Jack (2005). Conventional and TFPM linear generator for direct-drive wave energy conversion. *IEEE Transactions on Energy Conversion*, p. 260-267.
- The world Bank (2001). Wind energy resource atlas of Southeast Asia.
- Wang Feng Xiang, Bai Jian Long (2005). Design features of low speed permanent magnet generator direct-driven by wind turbine. *IEEE Electrical Machines and System*, 2(2), p. 1017-1020.

Tiếng Trung

- 包广清, 施进浩, 江建中.
大功率直驱式变速恒频风力发电技术综述.
微特电机, 2008, 9, 52-55.
- 李豪, 郑衡, 何国锋.
风力发电设备优化选型与电价关系的分析.
广东电力, 2003, 16(2), 53-55.
- 欧洲风能协会, 国际绿色和平组织.
关于2020年风电达到世界电力总量12%的蓝图. 北京国环境科学出版社, 2004.
- 唐任远. 现代永磁电机理论与设计.
北京机械工业出版社, 1992.
- 王宏华. 风力发电的原理及发展现状.
机械制造与自动化, 2010, 1(1), 175-178
- 王星华.
变速恒频同步直驱风力发电机控制系统研究.
上海交通大学, 2007
- 徐峰.
兆瓦级直驱式复合励磁同步风力发电机组主控制器研制. 湖南大学, 2007
- 张兆强. MW级直驱永磁同步风力发电机设计.
上海交通大学, 2007
- 周晓燕, 史贺男, 王金平, 等.
低速永磁风力发电机的分析计算.
中小型电机, 2005, 32(2), 15-17.