

ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP

---

NGUYỄN NGỌC QUÂN

NÂNG CAO CHẤT LƯỢNG ĐIỀU KHIỂN HOÀ ĐỒNG BỘ HỆ THỐNG PHÁT ĐIỆN  
SỨC GIÓ SỬ DỤNG MÁY ĐIỆN ĐỒNG BỘ NAM CHÂM VĨNH CỬU BẰNG PHƯƠNG  
PHÁP ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI

Chuyên ngành Kỹ thuật điều khiển và tự động hoá

MÃ SỐ 60520216

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

Thái Nguyên, 2014

## LỜI GIỚI THIỆU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

Đề tài được đặt ra trên cơ sở các vấn đề thực tế hiện nay là:

- Xu hướng phát triển mạnh việc sử dụng nguồn năng lượng sạch trên thế giới và trong nước hiện nay.

- Nhu cầu tăng cao về năng lượng điện trong nước hiện nay.

- Do yêu cầu về chất lượng điện năng của hệ thống năng lượng điện hiện nay ngày càng cao, đòi hỏi các hệ thống máy phát điện sức gió phải bám lưới khi lỗi lưới. Trong khi các tuốc bin gió hiện nay khi lỗi lưới với mức sụt điện áp lớn buộc phải cắt hệ thống ra khỏi lưới để bảo vệ bộ biến đổi khỏi quá dòng lớn.

- Các giải pháp điều khiển hiện nay đã cố gắng duy trì máy phát bám lưới bằng cách hạn chế độ lớn sức phản điện động cảm ứng trong mạch rotor hoặc các nguyên nhân sinh ra nó. Tuy nhiên đều là các giải pháp điều khiển tuyến tính và chưa hoàn toàn phù hợp với bản chất phi tuyến của hệ thống nghịch lưu trong hệ thống phát điện sức gió (PĐSG). Vì vậy để nâng cao chất lượng hệ thống PĐSG trong mạng hệ thống năng lượng điện, tác giả chọn đề tài: “ *Nâng cao chất lượng điều khiển hoà đồng bộ hệ thống phát điện sức gió sử dụng máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu bằng phương pháp điều khiển thích nghi*”.

### 2. Đối tượng nghiên cứu

Hệ thống phát điện sức gió sử dụng máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu - Bộ nghịch lưu hòa lưới.

### 3. Mục đích nghiên cứu

Nâng cao chất lượng hệ thống phát điện chạy sức gió sử dụng máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu trên cơ sở tổng hợp bộ điều khiển nghịch lưu phía lưới theo phương pháp điều khiển thích nghi.

#### 4. Phạm vi nghiên cứu

Phạm vi nghiên cứu của đề tài là thiết kế bộ điều khiển nghịch lưu hòa đồng bộ phía lưới theo phương pháp điều khiển thích nghi Backstepping để nâng cao chất lượng hòa đồng bộ.

#### 5. Phương pháp nghiên cứu

- Nghiên cứu các tài liệu lý luận về phương pháp điều khiển thích nghi Backstepping
- Mô phỏng Off-Line trên cơ sở sử dụng phần mềm matlab/simulink/plecs.
- Thực nghiệm trên cơ sở mô hình thí nghiệm (tự làm).

#### 6. Ý nghĩa của đề tài

- Đã thực hiện việc điều khiển hoà đồng bộ hệ thống nghịch lưu phía lưới vào lưới trên cơ sở bộ điều khiển phi tuyến và việc tính chọn các giá trị đặt.
- Đã thực hiện điều khiển hệ thống nghịch lưu công suất tác dụng và phản kháng lên lưới ở chế độ bình thường.

#### 7. Những điểm mới trong luận văn

- Đã áp dụng thành công phương pháp điều khiển phi tuyến trên cơ sở kỹ thuật thích nghi Backstepping để điều khiển bộ nghịch lưu phía lưới.
- Với việc áp dụng phương pháp điều khiển phi tuyến thích nghi Backstepping, luận văn ngoài giải quyết các vấn đề mà các phương pháp tuyến tính đã đề cập như dao động điện áp lưới, đây là điểm mới và đóng góp mới của luận văn nhằm nâng cao chất lượng điều khiển của hệ thống khi lỗi lưới ngắn mạch ba pha. Kết quả nghiên cứu của luận văn đã chứng minh được chất lượng điều khiển hệ thống nghịch lưu trong hệ thống PĐSG khi lỗi lưới ngắn mạch ba pha đối xứng tốt hơn so với phương pháp điều khiển tuyến tính thông thường.

- Đã góp phần làm sáng tỏ được bản chất của phương pháp thích nghi Backstepping trên cơ sở của lý thuyết ổn định Lyapunov khi áp dụng cho hệ thống PĐSG sử dụng máy điện đồng bộ nam châm vĩnh cửu, đó là: bản chất của phương pháp
- Số hóa bởi Trung tâm Học liệu* <http://www.lrc-tnu.edu.vn/>

pháp là kết hợp của phương pháp điều khiển thích nghi Backstepping (bản chất là chuyển hệ tọa độ trạng thái) mô hình đối tượng và tổng hợp bộ điều khiển cho đối tượng trên cơ sở lý thuyết ổn định Lyapunov, đồng thời đưa ra biện pháp để nâng cao chất lượng tĩnh và động của hệ thống.

## 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 như: 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 máy phát điện sử dụng 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).

*Bảng 1.1: Thống kê sử dụng năng lượng gió trên thế giới*

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"

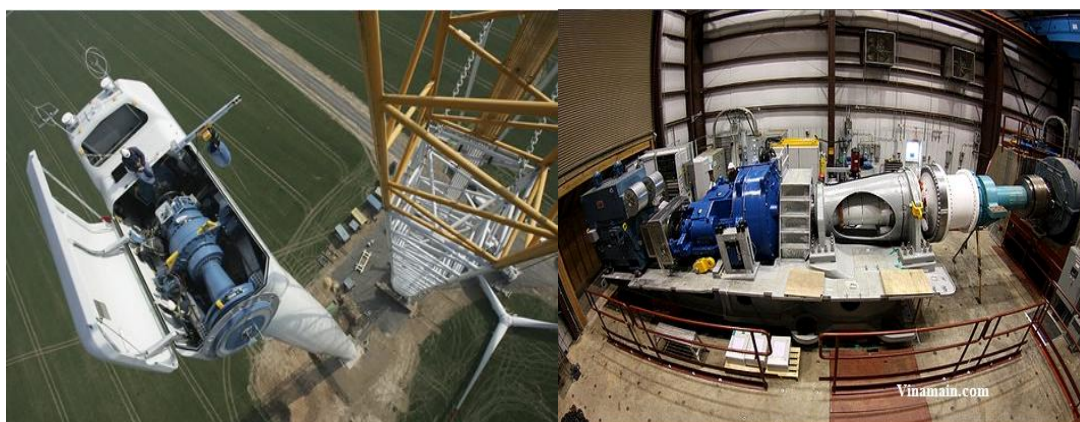
Tới nay đa số vẫn là các máy phát điện tuabin gió trục ngang, gồm một máy phát điện có trục quay nằm ngang, với rotor (phần quay) ở giữa, liên hệ với một tuabin 3 cánh đón gió. Máy phát điện được đặt trên một tháp cao hình côn. Trạm phát điện kiểu này mang dáng dấp những cối xay gió ở châu Âu từ những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