

XÂY DỰNG ĐẶC TÍNH TRAO ĐỔI CÔNG SUẤT GIỮA NHÀ MÁY ĐIỆN GIÓ VỚI LƯỚI ĐIỆN

Nguyễn Duy Khiêm^{1,*}, Trần Đình Long²

¹*Trường Đại học Quy Nhơn, 110 An Dương Vương, TP. Quy Nhơn*

²*Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Số 1, Đại Cồ Việt, Hà Nội*

*Email: ndkhiem@ftt.edu.vn

Đến Tòa soạn: 17/4/2014; Chấp nhận đăng: 11/11/2014

TÓM TẮT

Việt Nam có kế hoạch phát triển điện gió đến năm 2020 đạt 1000 MW và năm 2030 đạt 6200 MW. Nhiều nhà máy điện gió được đánh giá là khả thi trong kế hoạch này được dự kiến đầu nối với lưới điện qua các trạm biến áp 22 kV và 110 kV.

Đặc tính trao đổi công suất giữa nhà máy điện gió với lưới điện qua các phần tử liên lạc là một trong những vấn đề quan trọng cần được xem xét để phân tích ảnh hưởng của việc đầu nối nhà máy điện gió vào lưới điện. Một số yếu tố ảnh hưởng đến việc trao đổi công suất sẽ được xem xét trong bài báo này.

Từ khóa: điện gió, trao đổi công suất, biểu đồ phụ tải.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Nhiều nhà máy điện gió (NMDG) được đánh giá là khả thi tại Việt Nam dự kiến sẽ đầu nối với lưới điện thông qua các trạm biến áp 22 kV và 110 kV [1, 2].

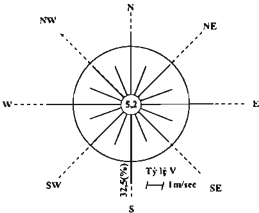
Để phân tích ảnh hưởng của NMDG vào lưới điện cần phải xây dựng các đặc tính (biểu đồ) đặc trưng theo ngày, tháng, năm về trao đổi công suất giữa NMDG với hệ thống điện (HTĐ) thông qua các phần tử đầu nối.

NMDG là loại nguồn có công suất phát phụ thuộc vào tốc độ gió và biến thiên rất không ổn định [1 ÷ 10]. Vì vậy để nghiên cứu khả năng phát công suất cũng như những chế độ trao đổi công suất đặc trưng giữa NMDG với HTĐ trước tiên phải nghiên cứu các dữ liệu có liên quan đến tốc độ gió tại nơi lắp đặt NMDG.

2. NGHIÊN CỨU CÁC DỮ LIỆU VỀ GIÓ

Nhiều địa phương của Việt Nam chế độ gió có thể biến đổi theo thời gian trong một giới hạn rất rộng, nhiều khi tại một thời điểm gió rất lớn nhưng ngay sau vài phút có thể tốc độ gió lại gần bằng không. Ngoài ra lượng gió và thời gian tồn tại gió theo mỗi hướng cũng luôn thay đổi. Từ kết quả khảo sát và đo đạc nhiều năm tại một địa điểm nhất định có thể xây dựng được đồ thị xác suất thay đổi hướng gió trong năm, tháng hoặc ngày như trên Hình 1. Đồ thị này đôi khi còn

gọi là “hoa gió” được biểu diễn thành 16 tia theo các hướng tương ứng. Mỗi tia có chiều dài tỉ lệ với tốc độ gió trung bình (m/s) và xác suất của chiều gió (%) theo hướng xem xét, số ghi ở tâm vòng tròn là xác suất không có gió ở địa điểm khảo sát.



Hình 1. Hoa gió.

Tốc độ gió còn thay đổi theo địa hình và độ cao điểm đo. Một số nghiên cứu [4] đề nghị sử dụng quan hệ:

$$\frac{V}{V_0} = \left(\frac{H}{H_0} \right)^n \tag{1}$$

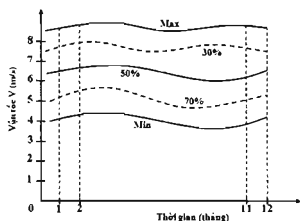
trong đó: V_0 – Vận tốc đo được ở độ cao H_0 ; V – Vận tốc được tính toán cho độ cao H ; n – Hệ số phụ thuộc địa hình nơi khảo sát, thường lấy trong khoảng $n = 0,1 + 0,4$ (trị số thấp sử dụng cho khu vực có nhiều gió, trị số cao cho khu vực ít gió).

Tại Việt Nam ở những địa điểm chưa đặt các cột đo gió riêng, thường sử dụng số liệu thu được từ các trạm khí tượng thủy văn với $H_0 = 10m$. Ở sát mặt đất, địa hình có ảnh hưởng lớn đến phân bố vận tốc gió, càng lên cao ảnh hưởng của địa hình càng giảm đi, chẳng hạn nghiên cứu nhiều năm [4] ở tháp Eiffel (Paris – Pháp) cho thấy vận tốc trung bình của gió thay đổi theo tháng trong năm trong phạm vi khá hẹp như trong Bảng 1.

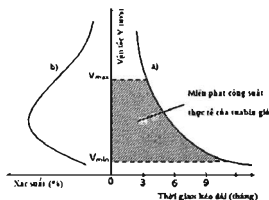
Bảng 1. Hệ số trung bình theo tháng của tốc độ gió trên tháp Eiffel.

Tháng	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Hệ số trung bình	1,16	1,09	1,06	1,08	0,90	0,85	0,84	0,89	0,88	0,98	1,12	1,15

Với mỗi tháng trong năm có thể xác định tốc độ gió trung bình (với xác suất 50 %), tốc độ gió cực đại V_{max} , cực tiểu V_{min} và xây dựng các đường cong tương ứng cho một năm; cũng có thể xây dựng họ đường cong với các xác suất trung gian khác (10, 20, ...80, 90 %) thể hiện tốc độ trung bình của gió trong năm không thấp hơn những đường cong này với xác suất tương ứng (Hình 2).



Hình 2. Họ đặc tính tần suất tốc độ gió.



Hình 3. Đồ thị kéo dài theo thời gian (a) và xác suất phân bố vận tốc gió (b) trong năm.

Đặc tính tần suất tốc độ gió trong năm cũng có thể được sắp xếp và biểu diễn dưới dạng đồ thị kéo dài của vận tốc theo thời gian (Hình 3a) hoặc đồ thị xác suất phân bố vận tốc gió trong năm (Hình 3b). Các đặc tính trên Hình 3 cũng có thể được biểu diễn theo số ngày trong tháng hoặc số giờ trong ngày.

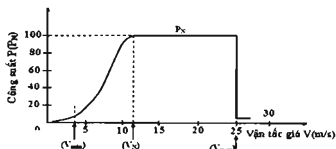
3. XÂY DỰNG ĐẶC TÍNH CÔNG SUẤT VÀ NĂNG LƯỢNG KHẢ DỤNG CỦA NMDG

Công suất của tổ máy turbine gió được xác định theo biểu thức [3]

$$P = \frac{1}{2} C \cdot \rho \cdot A \cdot V^3 \quad (2)$$

trong đó: C – Hệ số công suất phụ thuộc tốc độ gió, số vòng quay của rotor, số cánh quạt của turbine, thiết kế và góc nghiêng của cánh quạt. Các nghiên cứu lý thuyết và thực nghiệm cho thấy trị số lý tưởng của hệ số này là $C = 0,593$, loại turbine 3 cánh quạt có hệ số này là tốt nhất; ρ – Mật độ không khí nơi đặt turbine gió; A – Diện tích mặt quét của cánh quạt, công suất của turbine tỉ lệ bậc 4 với mức tăng đường kính của rotor. Những turbine gió hiện đại, công suất lớn có đường kính đến 150 m.

Biểu đồ đặc tính công suất P (%) theo tốc độ gió của các turbine gió trực ngang hiện đại được giới thiệu trên Hình 4.



Hình 4. Biểu đồ phát công suất P (% P_N) của turbine gió theo vận tốc gió V (m/s).

Trên biểu đồ này $V_{\min}$ được gọi là vận tốc khởi động của turbine, với các turbine cỡ lớn vận tốc này khoảng $V_{\min} = 3 - 4 \text{ m/s}$; $V_{\max}$ – vận tốc làm việc tối đa cho phép theo điều kiện an toàn cơ học đối với turbine, hầu hết các turbine gió đều được thiết kế đáp ứng điều kiện $V_{\max} = 25 \text{ m/s}$, khi vận tốc gió vượt quá 25 m/s các thiết bị bảo vệ sẽ không cho turbine gió hoạt động; V_N – vận tốc danh định của turbine, ở vận tốc này turbine gió phát 100 % công suất thiết kế, các turbine gió hiện đại có $V_N = 10 - 14 \text{ m/s}$.

Theo (2) hoặc biểu đồ Hình 4, kết hợp với đặc tính phân bố tốc độ gió trên Hình 3 có thể xây dựng biểu đồ phát công suất và năng lượng khả dụng của NMĐG cho một khoảng thời gian khảo sát nào đó (ngày, tháng, mùa, năm...).

Năng lượng thu được từ nhà máy điện gió trong khoảng thời gian t

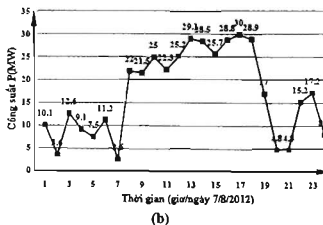
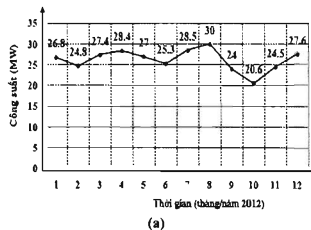
$$E = \int_0^t P dt = k \int_0^t V^3 dt \quad (2)$$

trong đó: k – Hệ số có xét đến các đại lượng C, ρ, A đã đề cập trong (2).

Trường hợp công suất P được tính hoặc đo và lấy giá trị trung bình cho từng giờ trong ngày thì năng lượng phát trong ngày có thể tính gần đúng theo biểu thức:

$$E = \sum_{i=1}^{24} P_i \cdot 1 \quad (4)$$

Đối với NMĐG mới được xây dựng có thể kiểm chứng các biểu thức tính toán và đặc tính đã được xây dựng bằng số liệu đo đạc thực tế trong những năm vận hành đầu tiên. Chẳng hạn, với NMĐG Tuy Phong – Bình Thuận theo kết quả đo đạc trực tiếp trong năm 2012 nhận được biểu đồ phát công suất cực đại theo tháng trên Hình 5a và theo ngày trên Hình 5b. Kết hợp biểu đồ phụ tải của khu vực với biểu đồ phát công suất của NMĐG có thể xây dựng biểu đồ trao đổi công suất qua phân tử liên lạc giữa NMĐG với HTĐ.

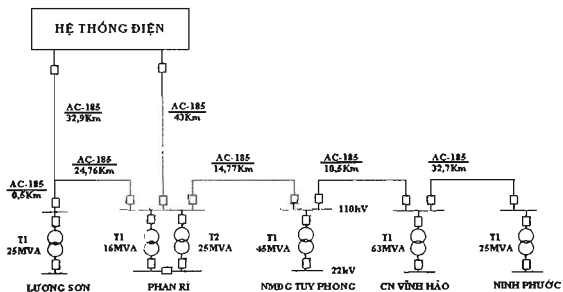


Hình 5. Biểu đồ phát công suất cực đại theo tháng trong năm 2012 (a) và biểu đồ phát công suất trong ngày đặc trưng 7/8/2012 (b).

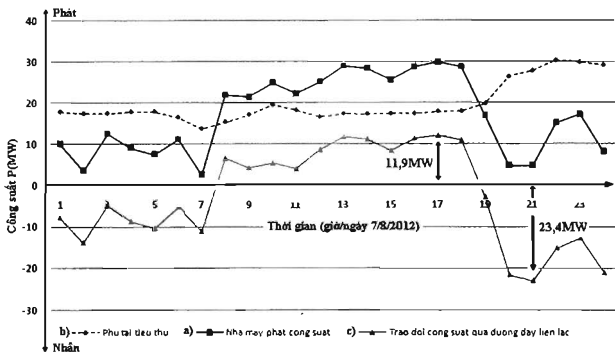
Biểu đồ trao đổi công suất này cần được xây dựng cho các chế độ đặc trưng theo khả năng phát của NMĐG (cực đại, cực tiểu hoặc ngừng phát) và theo biểu đồ tiêu thụ điện của khu vực có kết nối với NMĐG để từ đó có thể nghiên cứu chi tiết ảnh hưởng của NMĐG đến các chỉ tiêu kinh tế – kỹ thuật của lưới điện.

4. VÍ DỤ ÁP DỤNG

NMĐG Tuy Phong – Bình Thuận được kết nối với lưới điện phân phối khu vực theo sơ đồ đã được đơn giản hóa được trình bày trên Hình 6 [11].



Hình 6. Sơ đồ khu vực lưới điện 110kV kết nối với NMĐG Tuy Phong (đã đơn giản hóa).

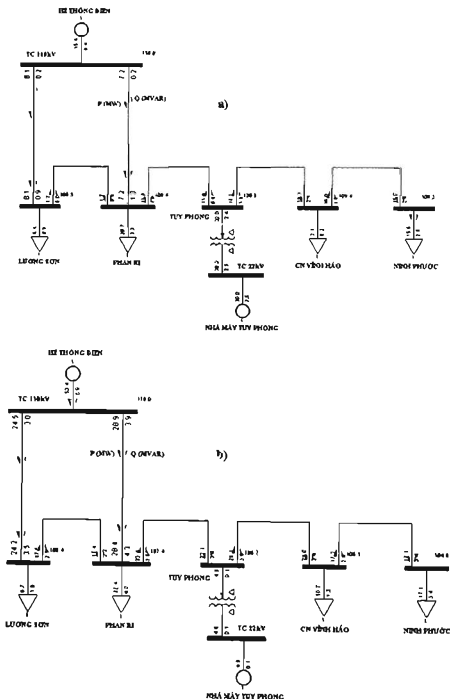


Hình 7. Biểu đồ trao đổi công suất qua đường dây liên lạc cho ngày đặc trưng đã chọn

- a) Biểu đồ phát công suất của NMĐG
- b) Đồ thị phụ tải tiêu thụ
- c) Biểu đồ trao đổi công suất qua đường dây liên lạc.

Đối với một ngày đặc trưng được chọn (NMDG phát công suất cực đại 7/8/2012), biểu đồ phát công suất của nhà máy (a), đồ thị phụ tải khu vực (b) và biểu đồ trao đổi công suất qua đường dây liên lạc Phan Rí – Tuy Phong (c) được trình bày trên Hình 7 [12].

Từ biểu đồ Hình 7 có thể nhận thấy công suất cực đại phát vào hệ thống qua đường dây liên lạc 110 kV Tuy Phong – Phan Rí là 11,9 MW (từ 16 giờ đến 17 giờ ngày 7/8/2012) và công suất cực đại nhận từ hệ thống qua đường dây này là 23,4 MW (từ 20 giờ đến 21 giờ).



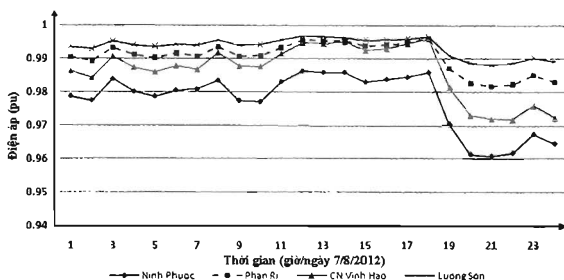
Hình 8. Trao lưu công suất trên phần lưới điện kết nối với NMDG

- a) Chế độ phát công suất cực đại vào HTĐ
- b) Chế độ nhận công suất cực đại từ HTĐ.

Với biểu đồ trao đổi công suất này có thể tính toán mô phỏng trao lưu công suất, trị số điện áp tại các nút, tổn thất công suất, điện năng cũng như những chỉ tiêu độ tin cậy cung cấp điện của lưới điện phân phối khu vực kết nối với NMDG.

Kết quả mô phỏng (bằng phần mềm PSS/E) trao lưu công suất trên phần lưới điện kết nối với NMDG ở chế độ phát và nhận công suất cực đại qua đường dây liên lạc trình bày trên Hình 8.

Biến thiên điện áp trên thanh cái 110 kV của các trạm biến áp lân cận với NMDG trong ngày đặc trưng được chọn được trình bày trên Hình 9.



Hình 9. Biến thiên điện áp trên thanh cái 110 kV các trạm biến áp lân cận với NMDG.

5. KẾT LUẬN

Việc xây dựng biểu đồ phát công suất của NMDG và biểu đồ trao đổi công suất với HTĐ theo thời gian (ngày, tháng, năm...) có ý nghĩa kinh tế – kỹ thuật đặc biệt quan trọng không những đối với nhà máy mà còn đối với lưới điện khu vực kết nối.

Với biểu đồ trao đổi công suất giữa NMDG với lưới điện có thể chọn các chế độ đặc trưng để tính toán các thông số vận hành của lưới điện.

Phương pháp được minh họa cho trường hợp NMDG Tuy Phong – Bình Thuận.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PECC3. Power Engineering and Consultancy Company Nr.3 – Provincial Wind Power Development plan Binh Thuan 2011 – 2020 Vision 2030.
2. ICASEA – EVN. – Technical Manual for Interconnecting Wind Power to Vietnam Power System. Hanoi, 2013, pp.70.
3. Markus Pöller. The use of Wind Energy Development and Prospective. Seminar organized by GIZ/MOIT Wind Energy Project, Hanoi, 2012.

4. Désiré Le Gourières. Energie esolienne – Theorie, conception et calcul pratique des installations. Edition Eyrolles, Paris, 1980, pp. 267.
5. Ackermann T. – Wind Power in Power Systems. John Wiley & Sons Inc, New York, 2005, pp.745.
6. Dugan R. C., Mc Granaghan M. F., Stantoso S. and Beaty H. W. – Electrical Power Systems Quality. Second Edition, Mc Graw. Hill, 2004.
7. Ohmpo Anaya – Lara, Nick Jenkins, Janaka Ekanayake, Phill Cartwright, Mike Hughes. Wind Energy Generation: Modeling and Control. UK, Wiley, 2009.
8. Larson A. – The power quality of wind turbines. Ph.D thesis, Chalmers University of Technology, Goteborg, Sweden, 2000.
9. Tarek Hussein Mostafa El – Fouly – Wind Farms Production: Control and Prediction Ph.D. thesis, Canada, 2007.
10. Nguyễn Duy Khiêm, Bùi Đình Tiểu, Trần Văn Thịnh – Mô phỏng ảnh hưởng của nhà máy phát điện chạy bằng sức gió ở Bình Định đến lưới điện quốc gia sử dụng phần mềm Matlab – Simulink, Tạp chí Khoa học và Công nghệ các trường Đại học Kỹ thuật 71 (2009) 41-45.
11. Bộ Công Thương. – Quy hoạch và phát triển Điện lực tỉnh Bình Thuận giai đoạn 2011 – 2015 có xét đến 2020 Quyết định số 3566/QĐ – BCT, Hà Nội, 2012.
12. Nhà máy điện gió Tuy Phong – Bình Thuận - Các bảng số liệu kỹ thuật và thông số vận hành năm 2012.

ABSTRACT

BUILDING THE CHARACTERISTIC OF POWER EXCHANGE BETWEEN WIND POWER PLANT AND NETWORK

Nguyễn Duy Khiêm^{1,*}, Trần Đình Long²

¹*Quy Nhon University, 110 An Duong Vuong, Quy Nhon city*

²*Hanoi University of Science and Technology, 1 Dai Co Viet, Hanoi*

*Email: ndkhiem@ftu.edu.vn

Vietnam wind power development plan has targets to develop 1000 MW by 2020 and 6200 MW by 2030. Many wind power plants were indentified as feasible by this plan are proposed to be connected through 22 kV and 110 kV substations. The characteristic of power exchange between wind farm and power system through these elements of connection is the most important problems to be considered for analysis of impacts of wind power integration on the network. Some aspects of this problem will be considered in this paper.

Keywords: wind power plan, power exchange, demand curve.