



MÔ PHỎNG ẢNH HƯỞNG CỦA HỆ MÁY PHÁT ĐIỆN GIÓ TỚI CÁC THÔNG SỐ CỦA LƯỚI BẰNG MATLAB/SIMULINK®

Lương Thị Thu Giang¹

Ngày nhận bài: 02/5/2024

Ngày chấp nhận đăng: 20/6/2024

Tóm tắt: Sự xuất hiện của của phong điện trong các lưới điện ở Việt Nam kéo theo một số vấn đề phát sinh do các lưới điện chưa đáp ứng được sự gia tăng của nguồn và tải. Việc kết nối phong điện vào lưới điện có thể làm thay đổi dòng công suất trên lưới, ảnh hưởng tới tổn thất điện áp và tổn thất công suất trên lưới, ảnh hưởng tới dòng sự cố và độ tin cậy cung cấp điện của lưới... Bài báo tập trung vào việc nghiên cứu ảnh hưởng máy phát điện gió - một trong những loại nguồn năng lượng tái tạo có tiềm năng phát triển nhất ở Việt Nam, hiện đang được nhà nước ưu tiên phát triển – lên lưới bằng mô phỏng trên Matlab/Simulink®. Việc đánh giá này dựa trên việc phân tích các đặc điểm của các loại cấu hình hệ máy phát điện gió qua việc mô phỏng kết nối lưới. Từ đó đề xuất lựa chọn loại cấu hình máy phát điện gió và đưa ra được một số giải pháp, kiến nghị nhằm phát huy được những ưu điểm và khắc phục các nhược điểm của loại nguồn phân tán này.

Từ khóa: Nguồn phân tán, Phong điện, Thông số lưới điện, Máy phát điện gió, Mô phỏng

SIMULATE THE EFFECTS OF WIND GENERATOR SYSTEM ON GRID PARAMETERS USING MATLAB/SIMULINK®

Abstract: The appearance of wind power in power grids in Vietnam leads to a number of problems arising because the grids cannot satisfy the increase in source and load. Connecting wind power to the grid can change the power flow on the grid, affecting voltage loss and power loss on the grid, affecting fault current and grid power supply reliability, etc. The article focuses on evaluating the effects of wind power - one of the types of renewable energy sources with the most potential in Vietnam, which is currently being developed with priority - to the parameters of the grid by simulating on Matlab/Simulink®. This assessment is based on analyzing the characteristics of various types of wind generator system configurations and simulating grid connections. Therefore, we propose to choose the type of wind generator configuration and give some solutions and recommendations to promote the advantages and overcome the disadvantages of this type of distributed source.

Keywords: Distributed Generation, Wind Power, Parameters of the power grid, Wind Generator, Simulate

1. Đặt vấn đề

Các mô hình phát điện và phân phối điện trên thế giới hiện nay chủ yếu vẫn là các nhà máy điện tập trung sử dụng các nguồn năng lượng hóa thạch hay thủy điện. Các mô hình này bộc lộ nhiều hạn chế tạo điều kiện cho các nguồn điện phân tán sử dụng các

¹ Phòng Đào tạo - Quản lý khoa học, Trường Đại học Hoa Lư.



nguồn năng lượng sạch và tái tạo như gió, mặt trời... được quan tâm phát triển. Với các ưu thế của mình, điện gió đang ngày càng được các quốc gia trên thế giới quan tâm phát triển. Điều đó đã được thể hiện rõ qua việc tổng công suất điện gió trên thế giới ngày càng tăng và giá thành sản xuất điện gió đang ngày càng giảm do được đầu tư phát triển công nghệ và quy mô sản xuất [1].

Ở nước ta có tiềm năng lớn về phong điện nhưng mới ở bước đầu phát triển. Việc gia tăng số lượng nhà máy phong điện có thể gây sụp đổ điện áp lưới và các tác động xấu khác nếu lưới không đáp ứng được. Vì vậy việc nghiên cứu ảnh hưởng của nguồn phân tán phong điện tới các thông số của lưới là rất cần thiết [2].

Theo tiêu chuẩn IEC61.400-21, có bảy thông số ảnh hưởng đến đặc tính chất lượng điện năng của một tuabin gió là [3]:

- Độ nhấp nháy hay dao động điện áp
- Sóng hài
- Sự suy giảm nhanh điện áp
- Công suất tác dụng
- Công suất phản kháng
- Bảo vệ lưới điện
- Thời gian kết nối lại

Trong phần tiếp theo, việc đánh giá các ảnh hưởng của phong điện tới lưới cũng được thực hiện cơ bản dựa theo các thông số trên. Tuy nhiên, theo đánh giá của tác giả thì tính chất phân công suất tác dụng của các loại nguồn điện là không khác nhau nhiều nên bỏ qua phần này. Thay vào đó ta sẽ xét bổ sung ảnh hưởng của phong điện tới sự gia tăng điện áp.

Đối với các hệ thống điện gió, việc hòa lưới là bài toán rất quan trọng vì tốc độ gió luôn luôn thay đổi làm cho tần số và công suất phát của hệ thống thay đổi. Có nhiều cách cấp điện lên lưới khác nhau với nhiều loại máy phát điện khác nhau. Trong đó mô hình sử dụng máy phát không đồng bộ nguồn kép (DFIG - Doubly Fed Induction Generator) là mô hình có nhiều ưu điểm, hiện đang được ứng dụng rộng rãi trong các hệ thống máy phát điện chạy bằng sức gió. Vì vậy trong bài báo này sẽ tập trung vào việc mô phỏng ảnh hưởng của mô hình sử dụng máy phát không đồng bộ nguồn kép.

2. Nội dung

2.1. Các phương pháp và mô hình mô phỏng hệ máy phát điện sức gió có trong matlab/simulink®

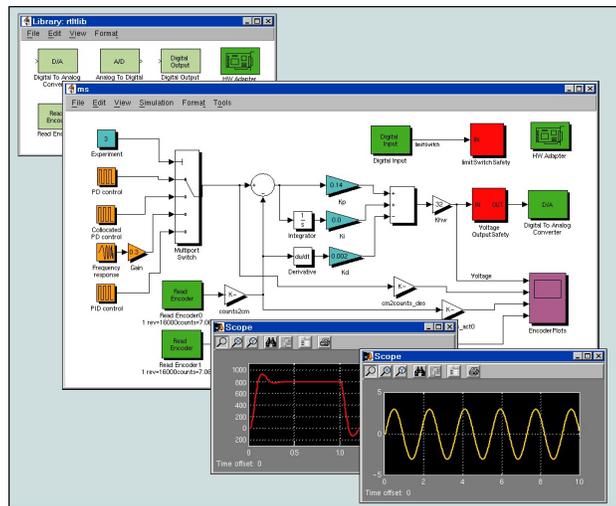
2.1.1. Tổng quan về matlab/simulink®

MATLAB là một môi trường tính toán số và lập trình, được thiết kế bởi công ty MathWorks. MATLAB cho phép tính toán số với ma trận, vẽ đồ thị hàm số hay biểu đồ thông tin, thực hiện thuật toán, tạo các giao diện người dùng và liên kết với những chương trình máy tính viết trên nhiều ngôn ngữ lập trình khác. MATLAB giúp đơn giản hóa việc giải quyết các bài toán tính toán kỹ thuật so với các ngôn ngữ lập trình truyền thống như C, C++, và Fortran.

MATLAB được sử dụng trong nhiều lĩnh vực, bao gồm xử lý tín hiệu và ảnh, truyền thông, thiết kế điều khiển tự động, đo lường kiểm tra, phân tích mô hình tài chính, hay tính toán sinh học. Với hàng triệu kỹ sư và nhà khoa học làm việc trong môi trường công nghiệp cũng như ở môi trường hàn lâm, MATLAB là ngôn ngữ của tính toán khoa học.

Simulink là phần chương trình mở rộng của Matlab dùng để mô phỏng hệ thống và khảo sát các hệ thống động học. Simulink cung cấp cho người sử dụng một thư viện rất phong phú, có sẵn các khối chức năng thuộc về nhiều lĩnh vực khác nhau, có thể khảo sát hệ thống tuyến tính, phi tuyến cũng như gián đoạn. Người sử dụng có thể tạo các khối chức năng riêng tùy theo mục đích sử dụng.





Hình 1 - Mô phỏng trong simulink

2.1.2. Các phương pháp mô phỏng tuabin gió trong Matlab/Simulink®

Tùy theo yêu cầu mô phỏng, có ba phương pháp mô phỏng hiện đang có sẵn trong SimPowerSystems™ để mô hình hóa hệ thống chuyển đổi năng lượng dựa trên kết nối vào lưới điện. Cụ thể là:

Mô hình chi tiết: bao gồm thể hiện chi tiết của chuyển mạch điện tử IGBT. Để đạt được độ chính xác cần thiết tần số chuyển đổi 1620 Hz và 2700 Hz, mô hình phải được rời rạc hóa tại một bước thời gian tương đối nhỏ (5 micro giây). Mô hình này rất thích hợp cho việc quan sát các sóng hài và hệ thống kiểm soát hiệu suất năng động trong khoảng thời gian tương đối ngắn (thường là hàng trăm mili giây đến một giây).

Mô hình trung bình (rời rạc): trong mô hình này bộ chuyển mạch điện tử IGBT được đại diện bởi các nguồn điện áp tương đương tạo ra các điện áp AC trung bình trên một chu kỳ của tần số chuyển đổi. Mô hình này không đại diện cho các sóng hài, nhưng động lực từ hệ thống điều khiển và tương tác hệ thống điện được bảo tồn. Mô hình này cho phép sử dụng các bước thời gian lớn hơn nhiều (thường 50 micro giây), do đó cho phép mô phỏng một vài giây.

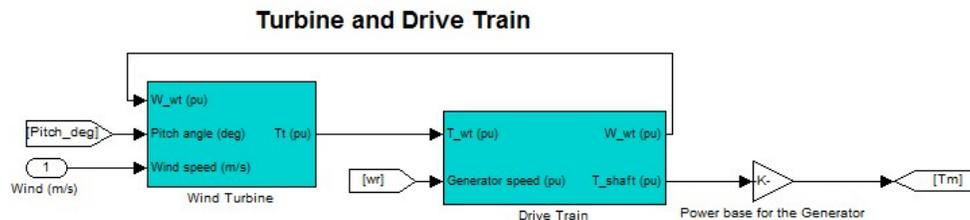
Mô hình phasor (liên tục): Mô hình này thích nghi tốt hơn để mô phỏng các dao động điện tần số thấp trong thời gian dài (hàng chục giây đến vài phút). Trong phương pháp mô phỏng phasor, điện áp và dòng hình sin được thay thế bởi số lượng phasor (số phức) tại tần số hệ thống danh nghĩa (50 Hz hoặc 60 Hz). Đây là kỹ thuật tương tự được sử dụng trong các phần mềm ổn định thoáng qua.

Trong khuôn khổ bài báo này tác giả sẽ sử dụng mô hình chi tiết và mô hình phasor để cho phép nghiên cứu được cả ảnh hưởng về sóng hài cũng như các dao động điện tần số thấp trong thời gian dài.

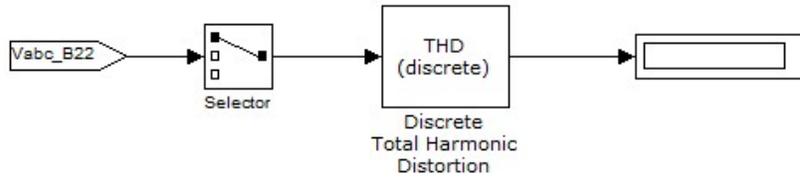
2.1.3. Các khối chức năng cơ bản

Dưới đây là một số mô hình khối chức năng cơ bản trong Matlab/Simulink dùng để xây dựng các mô hình mô phỏng trang trại gió kết nối lưới [4]

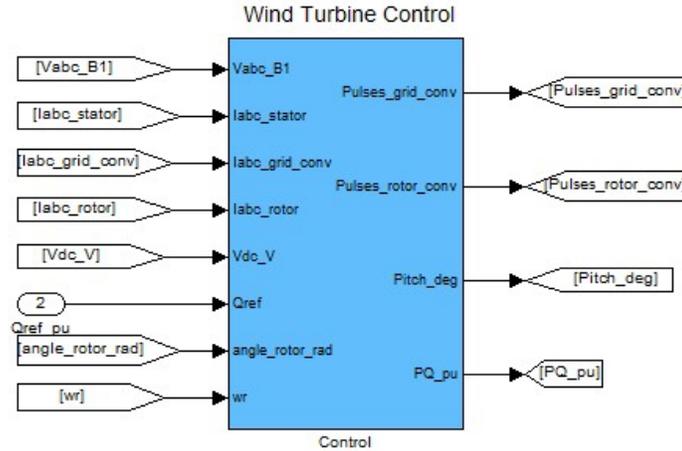
Các mô hình khối hệ thống tuabin gió:



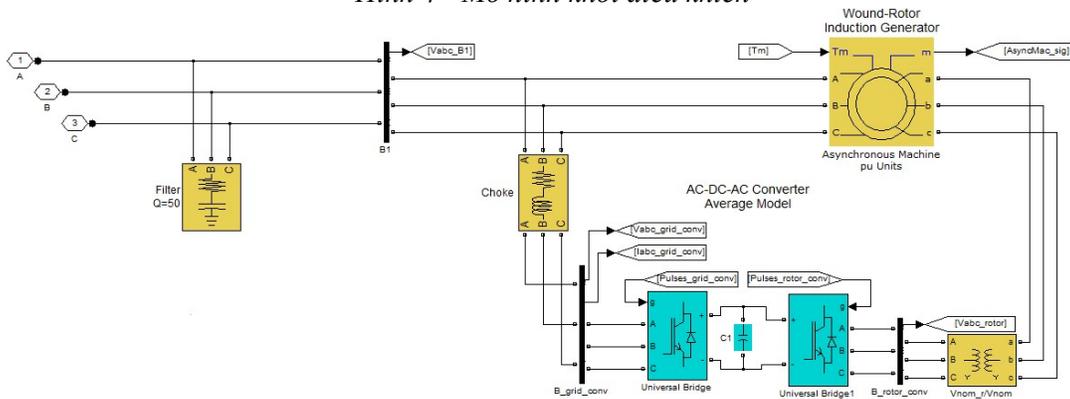
Hình 2 - Mô hình khối tuabin gió và hộp số



Hình 3 - Mô hình khối tính toán độ méo hài

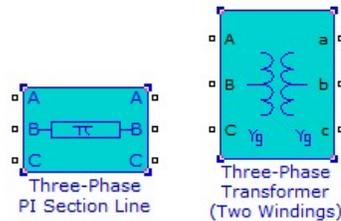


Hình 4 - Mô hình khối điều khiển



Hình 5 - Mô hình khối máy phát DFIG nối lưới

Các mô hình khối khác:

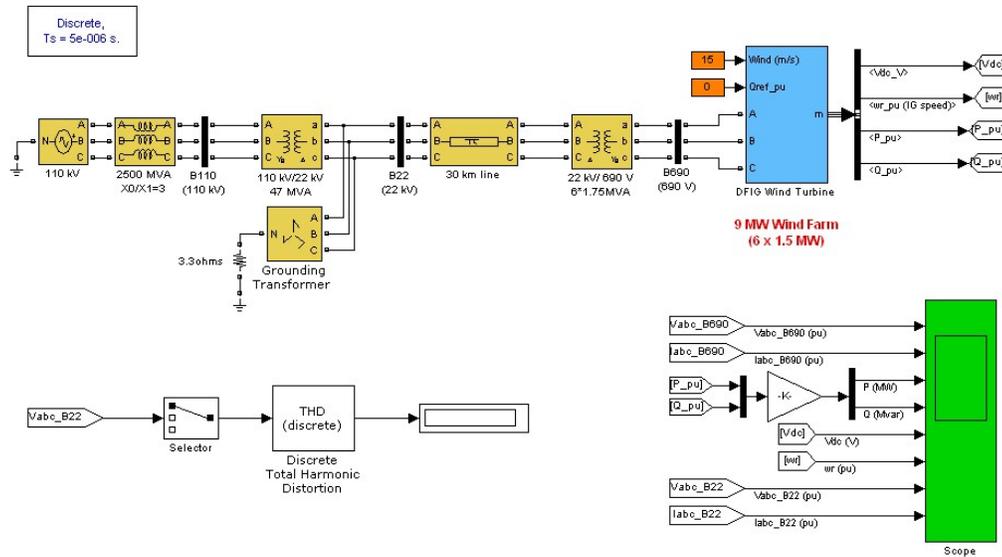


Hình 6 - Mô hình khối máy biến áp 3 pha 2 cuộn dây và mô hình khối đường dây truyền tải

2.1.4. Các mô hình mô phỏng

Phần này giới thiệu các mô hình mô phỏng hoạt động kết nối lưới của cấu hình tuabin gió loại DFIG. Các mô phỏng đều được thực hiện với các giá trị đặc trưng của lưới điện Việt Nam như tần số 50 Hz, lưới 110 kV, lưới 22 kV... và các thông số mặc định của Matlab. Thông số kỹ thuật của tuabin gió DFIG được lấy từ [5] với tần số hoạt động 50 Hz.

2.1.4.1 Mô hình cánh đồng gió sử dụng cấu hình DFIG (Mô hình chi tiết)



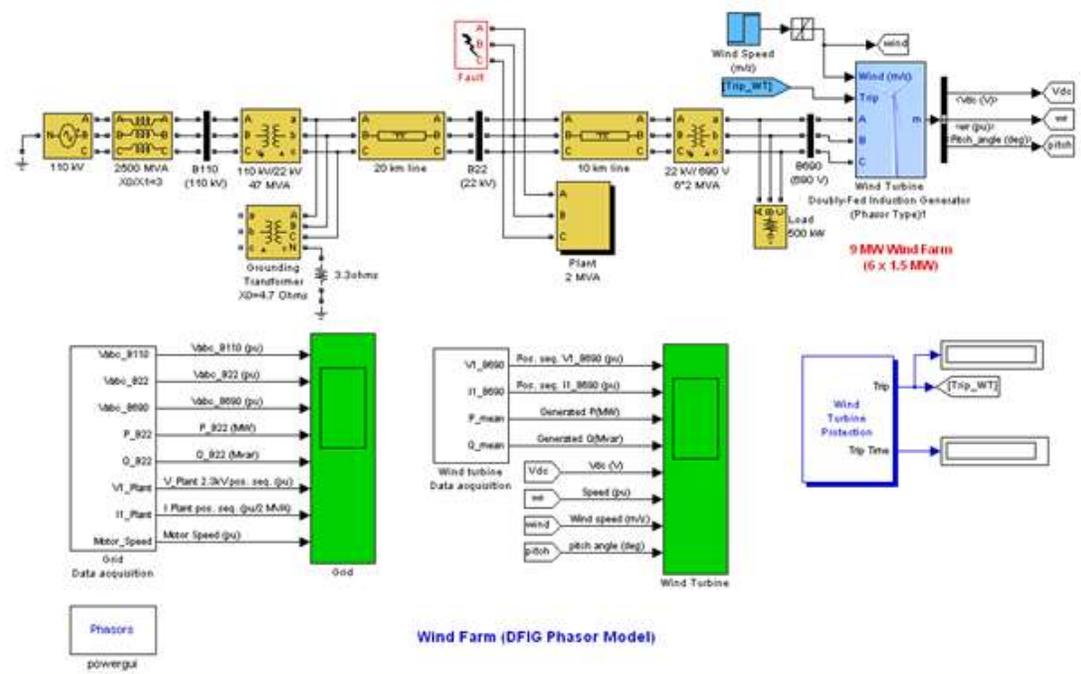
Wind Farm - DFIG Detailed Model

Hình 7 - Mô hình chi tiết cánh đồng gió sử dụng cấu hình DFIG

Mô tả mô hình:

- Một trang trại gió có tổng công suất 9 MW bao gồm 6 tuabin gió công suất 1,5 MW, qua 6 máy biến áp 0,69 kV/22 kV điện áp nâng lên 22 kV, cung cấp công suất vào lưới 110 kV thông qua 30 km đường dây truyền tải và trạm trung chuyển 22 kV/110 kV.
- Ta xét mô hình làm việc trong trường hợp tuabin gió làm việc với các tốc độ gió khác nhau.
- Mô hình được xây dựng theo dạng mô hình chi tiết, sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng hệ thống điện gió tới độ méo hài.

2.1.4.2. Mô hình cánh đồng gió sử dụng cấu hình DFIG (Mô hình phasor)



Wind Farm (DFIG Phasor Model)

Hình 8 - Mô hình phasor cánh đồng gió sử dụng cấu hình DFIG

Mô tả mô hình:

➤ Một trang trại gió có tổng công suất 9 MW bao gồm 6 tuabin gió công suất 1,5 MW, qua 6 máy biến áp 0,69 kV/22 kV điện áp nâng lên 22 kV, cung cấp công suất vào lưới 110 kV thông qua 30 km đường dây truyền tải và trạm trung chuyển 22 kV/110 kV. Một nhà máy A 2300 V, 2 MVA bao gồm một tải của động cơ (1,68 MW động cơ cảm ứng tại 0,93 PF) và của một tải trọng điện trở 200 kW được kết nối trên cùng một tuyến tại B22. Cả động cơ tuabin gió và tải của động cơ có một hệ thống bảo vệ giám sát, điện dòng điện và tốc độ máy. Điện áp liên kết DC của DFIG cũng theo dõi.

➤ Mô hình được xây dựng theo dạng mô hình phasor, sử dụng để nghiên cứu ảnh hưởng hệ thống điện gió tới các thông số về mặt công suất, điện áp...

➤ Ta xét mô hình trong 2 chế độ điều khiển của tuabin gió với 3 trường hợp:

- ✓ Khi tốc độ gió thay đổi
- ✓ Khi có một vòng điện áp 0,15 pu trên lưới 110 kV
- ✓ Khi ngắn mạch một pha trên lưới 22 kV

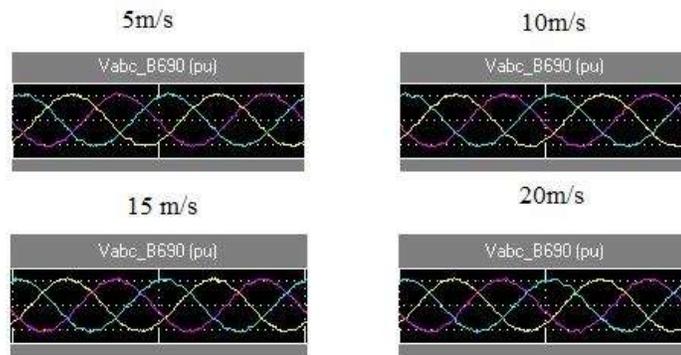
2.2. Đánh giá ảnh hưởng của nguồn phân tán phong điện tới các thông số của lưới qua kết quả mô phỏng

Trong phần này ta sẽ đánh giá ảnh hưởng của nguồn phân tán phong điện đến các thông số của lưới lần lượt theo 6 thông số đã nêu. Việc đánh giá ảnh hưởng của mỗi thông số có thể vận dụng một hay nhiều kết quả mô phỏng của các mô hình mô phỏng.

2.2.1. Nhấp nháy hay dao động điện áp

Hiện tượng nhấp nháy được xác định từ số lần các dao động điện áp. Trong đó, sự dao động điện áp là sự thay đổi có tính hệ thống biên độ và hình dáng của sóng điện áp hoặc một chuỗi các thay đổi ngẫu nhiên về điện áp, biên độ điện áp thường không vượt quá giới hạn qui định là từ 0,9 pu đến 1,1 pu. Công suất tải dao động trong hệ thống điện như máy hàn, lò hồ quang, hoặc nồi hơi điện... là những nguồn chính gây nên sự dao động điện áp.

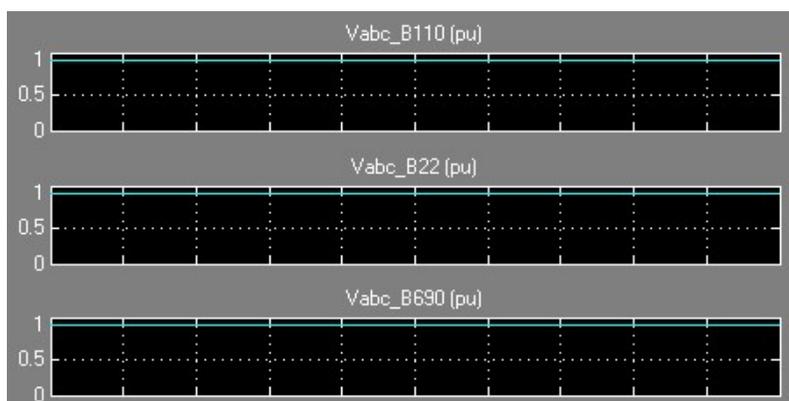
Đối với tuabin gió thì sự dao động điện áp có thể được gây ra bởi các tác động như hiệu ứng cột tháp, lỗi bộ phận chuyển hướng, cắt gió, sự bất ổn của gió hay thay đổi trong kiểm soát hệ thống. Và được bắt nguồn từ 2 phương thức vận hành khác nhau: chế độ vận hành lâu dài và chế độ vận hành gián đoạn.



Hình 9 - Các cửa sổ mô tả chất lượng điện áp phát

Từ các kết quả mô phỏng cho thấy tần số và độ lớn điện áp ở thanh cái 690 V là ổn định và ít ảnh hưởng tới lưới do ưu điểm của máy phát không đồng bộ nguồn kép được nối lưới từ hai phía. Khi tốc độ gió thay đổi hệ thống tự động ổn định bằng cách luôn giữ cho tốc độ đồng bộ luôn không đổi. Nếu tốc độ gió lớn hơn tốc độ đồng bộ thì máy phát hoạt động ở chế độ trên đồng bộ. Năng lượng sẽ được phát vào hệ thống ở cả hai mạch stator và rotor. Còn khi tốc độ gió nhỏ hơn tốc độ đồng bộ thì máy phát hoạt động ở chế độ dưới đồng bộ. Máy phát sẽ lấy năng lượng từ lưới vào để kéo máy phát làm việc gần với tốc độ đồng bộ. Điều đó có thể thấy rõ qua

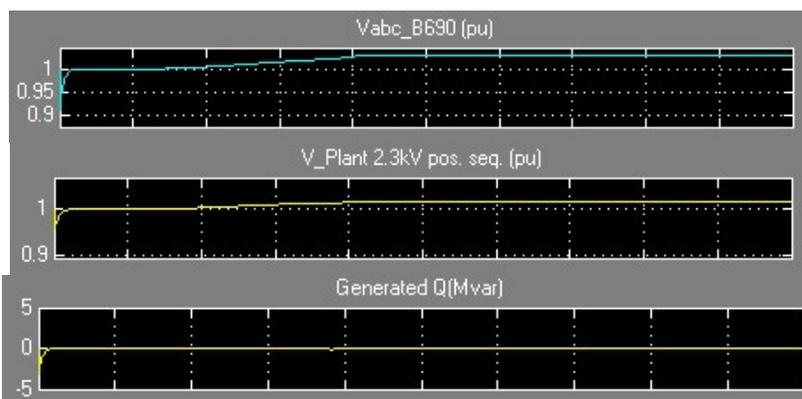
các giản đồ điện áp trên hình 9 và 10 dưới đây. Trong hình 9 ta nhận thấy rằng nếu xếp chồng các giản đồ điện áp này lên nhau thì chúng sẽ trùng với nhau, còn trên hình 10 lại cho thấy ở chế độ ổn định điện áp của tuabin gió điện áp luôn ổn định ở 1 pu trên các thanh cái 690 V, 22 kV, 110 kV khi tốc độ gió thay đổi.



Hình 10 - Các cửa sổ mô tả chất lượng điện áp tại các thanh cái

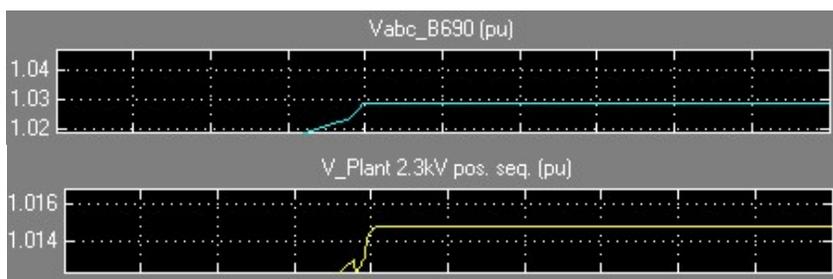
Trong các mô phỏng cũng cho thấy tuabin gió chỉ ảnh hưởng tới điện áp lưới trong chế độ ổn định công suất phản kháng.

Phân tích cụ thể kết quả mô phỏng này cho ta thấy lúc khởi động tuabin gió đã làm sụt áp tại thanh cái 690 V và tại nhà máy A như trên hình 11. Sự sụt áp này thấp hơn 10 % và diễn ra trong khoảng thời gian rất ngắn nên vẫn thuộc phạm vi cho phép [6].



Hình 11 - Giản đồ mô tả ảnh hưởng khi tuabin gió hoạt động ở chế độ ổn định công suất phản kháng

Hình 11 còn cho thấy sự gia tăng điện áp khi tốc độ gió bắt đầu tăng từ 8-14 m/s từ thời điểm $t = 5s$. Sự gia tăng điện áp này được thể hiện rõ trong hình 12 dưới đây:



Hình 12 - Sự gia tăng điện áp khi tốc độ gió tăng

Sự gia tăng điện áp này là rất nhỏ, chỉ 3% tại thanh cái 690 V và khoảng 1,5 % tại nhà máy A. Kết quả như vậy là đạt yêu cầu [6].

Như vậy ảnh hưởng của cấu hình tuabin gió cấu hình DFIG tới nhấp nháy hay sự dao động điện áp là rất nhỏ. Đặc biệt ở chế độ ổn định điện áp thì hầu như không ảnh hưởng.

2.2.2. Sóng hài

Về độ méo hài THD, qua các kết quả mô phỏng cho thấy khi tốc độ gió thay đổi thì độ méo hài thay đổi trong phạm vi nhỏ, độ méo hài cũng tương đối thấp và đạt yêu cầu [6]. Cụ thể được thể hiện qua các kết quả được tập hợp trong bảng 1 dưới đây.

Bảng 1: Độ méo hài THD

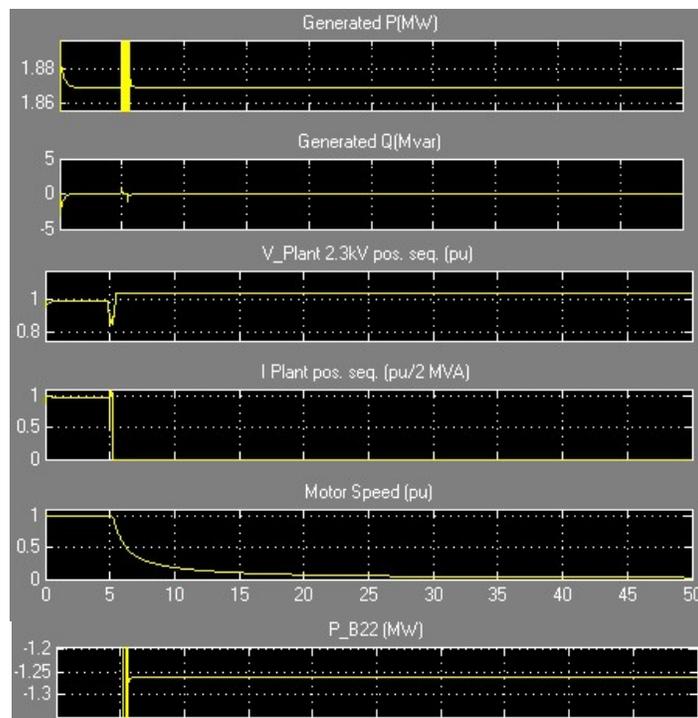
V(m/s)	5	10	15	20
THD	0,01147	0,01119	0,01149	0,0113

2.2.3. Sự suy giảm nhanh điện áp

Như phần 2.2.1 trên đã nói, khi khởi động tuabin gió có thể gây suy giảm nhanh điện áp nhưng sự suy giảm này thấp hơn 10% diễn ra trong thời gian ngắn nên thuộc phạm vi cho phép.

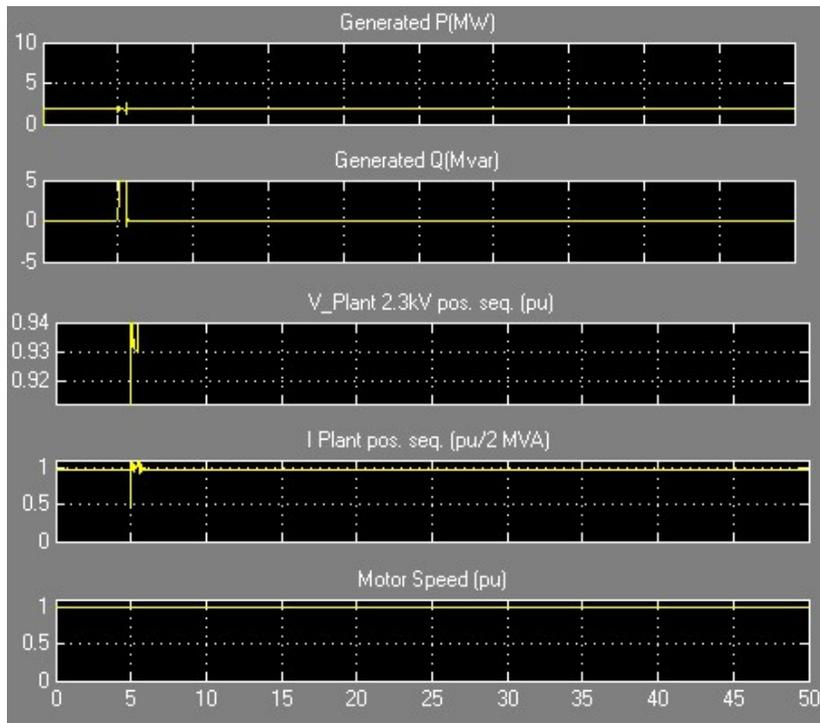
Trong chế độ sự cố, tùy vào chế độ hoạt động mà tuabin gió có thể có ảnh hưởng tiêu cực hay tích cực tới sự suy giảm nhanh điện áp lưới. Cụ thể ta xét mô phỏng khi có một vông điện áp trên lưới 110 kV. Một vông điện áp 0,15 pu kéo dài 0,15 s được lập trình tại thời điểm $t = 5$ s. Kết quả chi tiết như trên hình 13 và 14.

Ở chế độ ổn định công suất phản kháng (hình 13): Trạng trại gió đang phát với công suất 1,87MW. Tại $t = 5$ s điện áp giảm xuống dưới 0,9 pu và tại $t = 5,22$ s các hệ thống bảo vệ hoạt động vì phát hiện một thấp áp kéo dài hơn 0,2 s. Dòng điện ở nhà máy A giảm xuống bằng không và tốc độ động cơ giảm dần, trong khi trạng trại gió vẫn tiếp tục tạo ra công suất 1,87 MW. Sau khi nhà máy ngừng hoạt động 1,25 MW điện năng được cấp vào lưới điện (Đo ở thanh cái 22 kV).



Hình 13. Giảm đồ kết quả mô phỏng với một vông điện áp ở chế độ ổn định công suất phản kháng

Ở chế độ ổn định điện áp, từ các giảm đồ hình 14 dưới đây ta thấy rằng nhà máy A sẽ không bị mất điện nữa. Nguyên nhân là do sự hỗ trợ điện áp được cung cấp 5 MVAR công suất phản kháng được tạo ra bởi tuabin gió trong vông điện áp, giữ điện áp nhà máy trên ngưỡng bảo vệ 0,9 pu. Trong vông điện áp, điện áp của nhà máy vẫn được duy trì ở 0,93 pu.

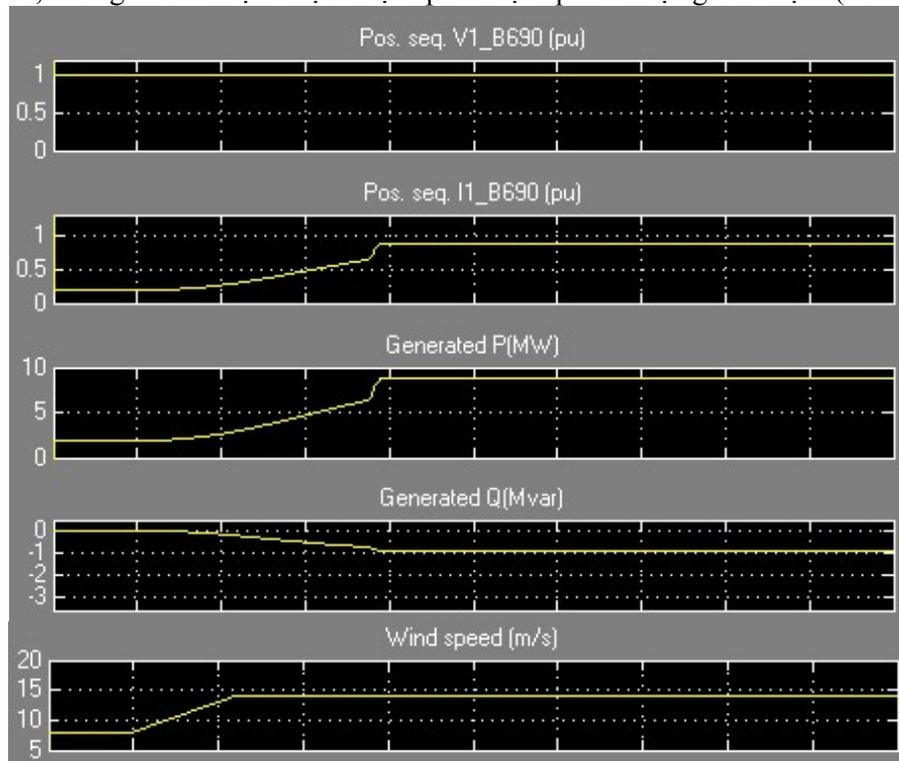


Hình 14 - Giảm đồ kết quả mô phỏng với một văng điện áp ở chế độ ổn định điện áp

Qua đó ta cũng thấy được ưu điểm của chế độ vận hành ổn định điện áp của cấu hình DFIG.

2.2.4. Sự gia tăng điện áp

Như hình 11 và 12 cho thấy ở chế độ ổn định công suất phản kháng khi tốc độ gió tăng, làm tăng công suất của tuabin gió thì điện áp ở thanh cái kết nối 690 V cũng tăng. Cũng trong điều kiện mô phỏng đó, nhưng với chế độ ổn định điện áp thì điện áp vẫn được giữ ổn định (xem hình 15).



Hình 15 - Giảm đồ kết quả mô phỏng ảnh hưởng của tuabin gió tới điện áp trong chế độ ổn định điện áp

Hiện tượng trên có thể được giải thích bởi công thức:

$$\frac{\Delta U}{U} * 100 \cong \frac{(P_{WT} - P_{Lj})R_{ij} + (Q_{WT} - Q_{Lj})X_{ij}}{U^2} * 100 \quad (1)$$

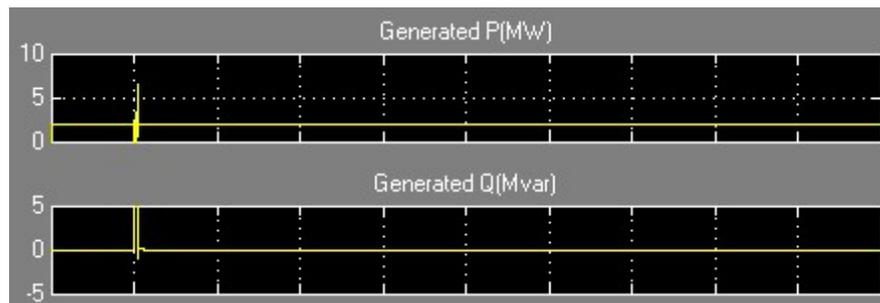
Trong mô phỏng này, tải có công suất 500 kW thuần trở nên $P_{Lj}= 500$ kW và $Q_{Lj}=0$. Trong chế độ ổn định công suất phản kháng của tuabin gió $Q_{WT} = 0$. Vì thế theo (1) thì khi P_{WT} tăng ΔU cũng tăng và làm tăng điện áp tại điểm kết nối. Còn trong chế độ ổn định điện áp như trên hình 15 thì khi P_{WT} tăng, tuabin gió cũng đồng thời tăng việc tiêu thụ công suất phản kháng (tức là sản xuất Q_{WT} âm) một cách tương ứng. Căn cứ vào tỉ số R/X mà tuabin gió hoàn toàn có thể điều chỉnh lượng tiêu thụ công suất phản kháng thích hợp để duy trì $\Delta U = 0$. Qua nội dung này một lần nữa ta thấy được ưu điểm của chế độ ổn định điện áp tuabin gió DFIG.

2.2.5. Công suất phản kháng

Từ các nội dung đã trình bày ở trên cho thấy trong chế độ ổn định điện áp cấu hình tuabin gió DFIG cho phép điều chỉnh công suất phản kháng trong phạm vi rộng. Trong trường hợp võng điện áp ở trên, tuabin gió đã phát 1 lượng công suất phản kháng lên tới 5 MVar để giúp nâng cao và ổn định điện áp. Còn trong trường hợp tốc độ gió tăng tuabin gió tiêu thụ 1 MVar công suất phản kháng để giữ cho điện áp không bị tăng khi công suất phát tăng. Điều này có ảnh hưởng tốt cho sự vận hành lưới điện. Trái lại trong chế độ ổn định công suất phản kháng, bộc lộ hạn chế như không hỗ trợ trong trường hợp sự cố, làm điện áp tại điểm kết nối tăng khi công suất phát tăng. Hạn chế này cũng tồn tại ở các cấu hình tuabin gió sử dụng máy điện cảm ứng khác như cấu hình A và cấu hình C.

2.2.6. Bảo vệ lưới điện

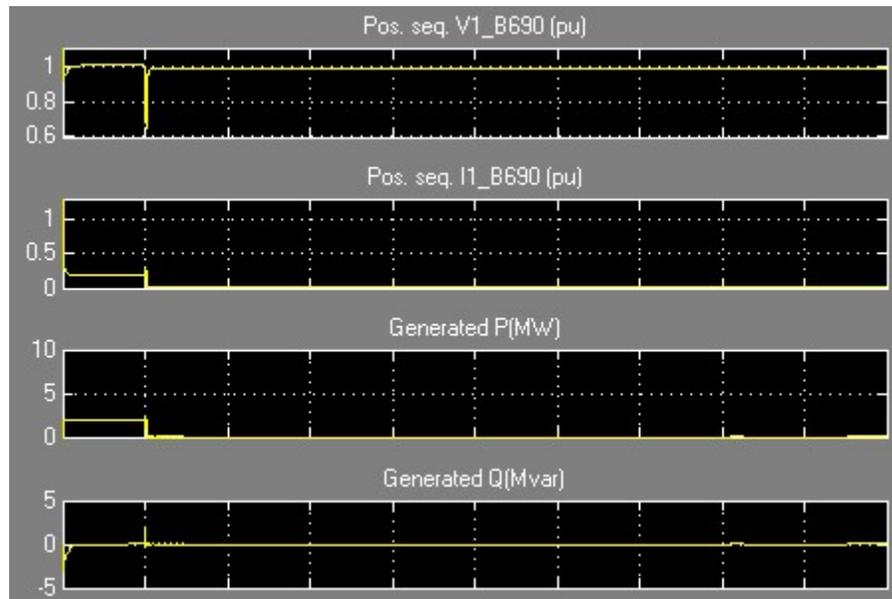
Trong chế độ ngắn mạch, cấu hình tuabin gió DFIG có khả năng hấp thụ các rối loạn liên quan đến mức công suất ngắn mạch của lưới. Điều này được thể hiện trong kết quả mô phỏng phasor của cấu hình DFIG đối với ngắn mạch một pha trên lưới 22 kV. Cụ thể trong chế độ ổn định điện áp, trong thời điểm ngắn mạch xảy ra nhờ sự hỗ trợ của công suất tác dụng và công suất phản kháng của tuabin gió điện áp tại thanh cái 690 V chỉ giảm xuống 0,8 pu. Tức là điện áp vẫn ở trên ngưỡng bảo vệ thấp áp 0,75 pu cho lỗi xảy ra trên 0,1 giây. Do đó trang trại gió vẫn làm việc bình thường. Kết quả chi tiết được cho trong hình 16.



Hình 16 - Giảm đồ kết quả mô phỏng với lỗi ngắn mạch một pha trên lưới 22 kV ở chế độ ổn định điện áp

Khả năng hấp thụ các rối loạn liên quan đến dòng công suất ngắn mạch này của cấu hình DFIG chỉ có ở chế độ ổn định điện áp. Trong chế độ ổn định công suất phản kháng điện áp giảm xuống dưới 0,7 pu làm các thiết bị bảo vệ tác động làm trang trại gió bị ngưng hoạt động (hình 17).

Trong chế độ sự cố khác như lỗi võng điện áp trên lưới 110 kV đã nêu ở trên, ở chế độ ổn định điện áp lưới cấu hình tuabin gió DFIG cũng đã hỗ trợ rất tốt cho sự ổn định lưới điện. Nhưng ở chế độ ổn định công suất phản kháng thì lại gây ra các hiện tượng như gia tăng điện áp và không hỗ trợ trong trường hợp sự cố, thậm chí còn bị ngưng hoạt động trong trường hợp sự cố. Những điều này làm phức tạp thêm cho vấn đề bảo vệ lưới điện.



Hình 17 - Giảm đồ kết quả mô phỏng với lỗi ngắn mạch một pha trên lưới 22 kV ở chế độ ổn định công suất phản kháng

3. Kết luận

Bài báo đã thực hiện mô phỏng cấu hình tuabin gió DFIG bằng cả mô hình chi tiết và phasor, trong các điều kiện và chế độ làm việc khác nhau. Bằng việc phân tích, đánh giá các kết quả mô phỏng ta thấy được sự ảnh hưởng của cấu hình tuabin gió này đến các thông số của lưới. Mô phỏng này còn cho thấy ưu điểm của cấu hình DFIG trong chế độ ổn định điện áp đối với lưới điện.

Từ các kết quả nghiên cứu thu được, tác giả xin có một số kiến nghị như sau:

- Để hạn chế ảnh hưởng của phong điện đến 6 thông số chính của lưới đã nêu trên, nên sử dụng cấu hình tuabin gió DFIG của loại C hoặc cấu hình tuabin gió loại D. Trong đó tuabin gió nên vận hành ở chế độ ổn định điện áp.

- Đối với các dự án phong điện trong tương lai gần, nên sử dụng cấu hình DFIG do vừa đáp ứng được yêu cầu kỹ thuật cho lưới điện vừa có giá thành hợp lý.

- Trong các dự án phong điện trong tương lai xa, nên xem xét khả năng sử dụng cấu hình loại D vì chúng không chỉ có thể đáp ứng các yêu cầu khắt khe của lưới điện mà còn dễ bảo dưỡng và tốn ít chi phí bảo dưỡng hơn cấu hình DFIG. Mặc dù hiện nay giá thành của chúng còn cao nhưng với sự phát triển của điện tử công suất trong tương lai giá thành của cấu hình này sẽ giảm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] GWEC (2012), *Global Wind Statistics 2012*, GWEC, Rue d'Arlon 80, 1040 Brussels, Belgium.
- [2] Anca D. Hansen (2005), "4 - Generators and Power Electronics for Wind Turbines", *Wind Power in Power Systems*, p.p. 53 - 77.
- [3] J.J. Gutierrez, J. Ruiz, P. Saiz, I. Azcarate, L.A. Leturiondo and A. Lazkano (2011), "Power quality in grid connected wind turbines", *Wind Turbines*, p.p. 547 – 570.
- [4] Nguyễn Phùng Quang, 2008, *Matlab & Simulink dành cho kỹ sư điều khiển tự động*, NXB KHKT
- [5] Bin Wu, Yongqiang Lang, Navid Zargari, Samir Kouro (2011), "Appendix B: Generator Parameters", *Power Conversion and Control of Wind Energy Systems*, JohnWiley & Sons, Ltd.
- [6] Bộ Công Thương, 2015, Thông tư 39/2015/TT-BCT ngày 18/11/2015.