

Nghiên cứu mô phỏng máy điện trên phần mềm Matlab-Simulink dành cho giảng dạy các đặc tính máy điện

Trần Anh Dũng*, Nguyễn Văn Thọ*

*ThS. Trường Cao đẳng Nghề An Giang

Received: 5/7/2024; Accepted: 10/7/2024; Published: 17/7/2024

Abstract: To have accurate knowledge of the characteristics of an electric machine, it is necessary to have an idea of its operating conditions. This article presents a teaching method using electrical machine simulation in specially designed experimental exercises that can be performed using Matlab-Simulink. This Matlab-Simulink software-based technology simulates a real-world synchronous, asynchronous, or other electrical machine to determine its performance characteristics. Using the prepared simulation device, students are tested through questions in the exercise to determine the effectiveness of the method of teaching concepts, characteristics, and operation of electrical machines. This evaluation was very positive in terms of the students' increased knowledge and their better understanding of the tests and theoretical concepts of electrical machine characteristics.

Keywords: Matlab-Simulink, synchronous generator, power factor, load.

1. Giới thiệu

Mô phỏng trên máy tính đóng vai trò quan trọng trong việc giảng dạy môn máy điện. Ngày nay, có rất nhiều phần mềm có sẵn để mô phỏng máy điện, một trong số đó là phần mềm Matlab. Nhiều mô phỏng các đặc tính khác nhau của hệ thống máy điện và ứng dụng kỹ thuật sử dụng Matlab có được trình bày bởi các nhà nghiên cứu khác nhau [1–4]. Một số các nhà nghiên cứu đã sử dụng các phương pháp khác nhau để giảng dạy trong máy điện [5–7]. Máy điện là một phần quan trọng của thiết bị trong hệ thống điện, yêu cầu quan trọng dựa trên các quan điểm hiệu suất của máy điện trong tình trạng hoạt động ổn định. Do đó, việc mong muốn quan sát đặc tính của máy điện trong quá trình vận hành [8–10] là rất cần thiết. Việc thực hiện các thử nghiệm như vậy là trách nhiệm của người giảng dạy, nhằm giúp sinh viên (SV) làm quen kỹ thuật hệ thống máy điện với việc thử nghiệm máy điện và các thiết bị liên quan. Môn học máy điện trình độ cao đẳng nghề thường bao gồm các bài học lý thuyết trên lớp và các bài thực hành: máy điện một chiều, máy biến áp, máy điện đồng bộ, máy điện đặc biệt. Và các bài thực hành học trong phòng thí nghiệm như: nghiệm máy điện một chiều, máy điện xoay chiều, máy điện đặc biệt.

Phương pháp giảng dạy này đã được thử nghiệm trên nhóm SV hai lớp điện công khoá 23 của Trường Cao đẳng nghề An Giang. SV bằng cách sử dụng các phiếu kiểm tra có các câu hỏi cụ thể sau đó các em tiến hành mô phỏng và ghi nhận kết quả theo các thông số được cho trước. SV cho rằng việc sử dụng phần mềm Matlab mô phỏng đã cải thiện mức độ

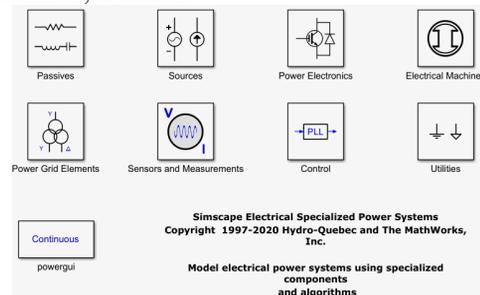
hiểu và biết rõ các đặc tính máy điện so với học lý thuyết và các thiết bị đo trên mô hình.

2. Nội dung nghiên cứu

2.1. Nghiên cứu thư viện SPS_LB trên phần mềm Matlab

Matlab là phần mềm cung cấp môi trường tính toán số và lập trình, do công ty MathWorks thiết kế. 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.

Với thư viện Toolbox, MATLAB cho phép mô phỏng tính toán, thực nghiệm nhiều mô hình trong thực tế và kỹ thuật. Trong đó thư viện sps_lib được dùng để mô hình hoá các mạch điện, điện tử công suất, máy điện.... Chức năng của thư viện sps_lib có các khối chức năng mô phỏng: Passives, Sources, Power Electronics, Power Grid Elements, Sensor and Measurements, control, Power gui, Electrical Machines, Utilities.



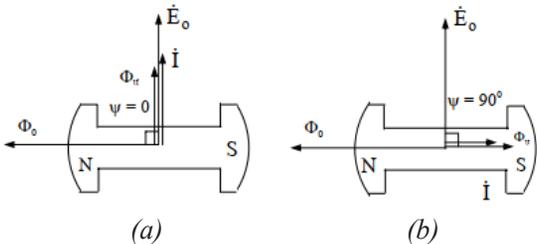
Hình 2.1. Các khối trong thư viện sps_lib

2.2. Lý thuyết liên quan máy phát điện đồng bộ ba pha

2.2.1. Phản ứng phần ứng máy phát điện đồng bộ ba pha

Trường hợp tải thuần trở hình 2.2 (a) E_0 và I trùng pha nên $\psi = 0$. Dòng điện I sinh ra từ thông phản ứng Φ_{tr} cùng pha với dòng điện. Từ thông phản ứng theo hướng ngang trục, ta gọi là phản ứng ngang trục. Từ thông này làm méo từ trường cực từ.

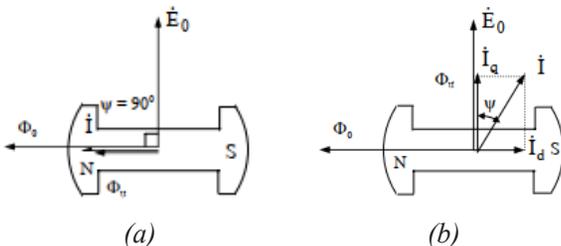
Trường hợp tải thuần cảm hình 2.2 (b) E_0 và I lệch pha nhau một góc $\psi = 90^\circ$. Dòng điện I sinh ra từ thông phản ứng Φ_{tr} ngược chiều với Φ_0 , ta gọi là phản ứng phần ứng dọc khử từ. Có tác dụng làm giảm từ trường tổng.



Hình 2.2. (a) Tải thuần trở, (b) tải thuần cảm

Trường hợp tải thuần dung hình 2.3 (a) E_0 và I lệch pha nhau một góc $\psi = -90^\circ$. Dòng điện I sinh ra từ thông phản ứng Φ_{tr} cùng chiều với Φ_0 , ta gọi là phản ứng phần ứng dọc trợ từ. Có tác dụng làm tăng từ trường tổng.

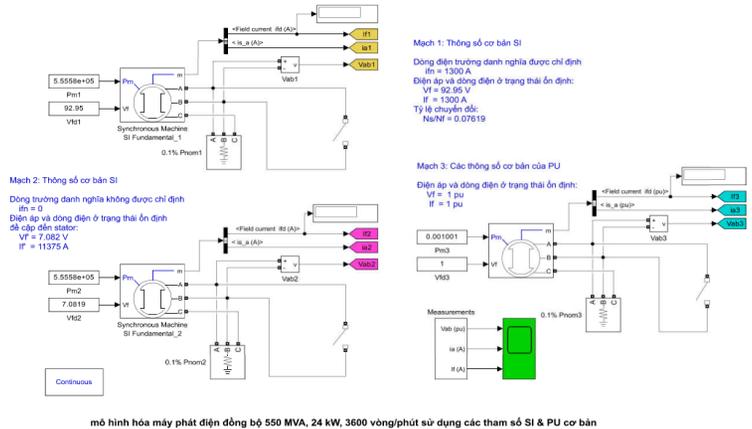
Trường hợp tải hỗn hợp hình 2.3 (b), t_3i có tính cảm ($0 < \psi < 90^\circ$) E_0 và I lệch pha nhau một góc ψ . Ta phân tích dòng điện I làm hai thành phần: thành phần dọc trục và ngang trục gọi chung là phản ứng ngang trục khử từ. Trường hợp tải có tính dung ($-90^\circ < \psi < 0$) phản ứng ngang trục trợ từ.



Hình 2.3. (a) Tải thuần dung, (b) tải hỗn hợp

2.2.2. Phương trình hoá mô hình máy phát điện đồng bộ ba pha

Dựa vào các đặc tính tải trên môi trường thực tế, kết hợp phương trình cân điện áp và các thông số máy phát điện xây dựng mô hình máy phát điện đồng bộ ba pha trên simulink Matlab.

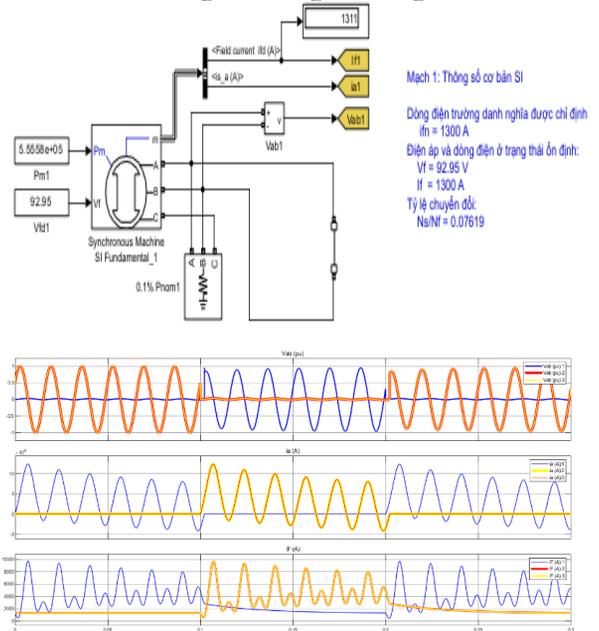


mô hình hóa máy phát điện đồng bộ 550 MVA, 24 kW, 3600 vòng/phút sử dụng các tham số SI & PU cơ bản

Hình 2.4. Mô hình hoá máy phát điện đồng bộ 3 pha trên Simulink Matlab

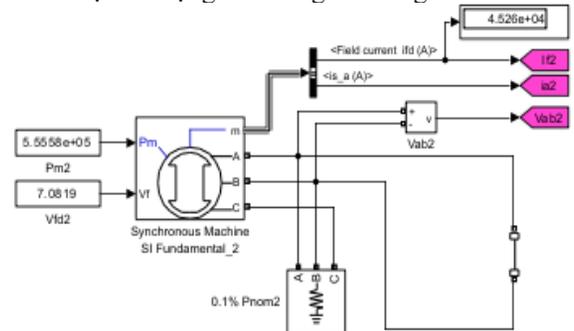
2.2.3. Mô phỏng với trạng thái mạch công tắc đóng

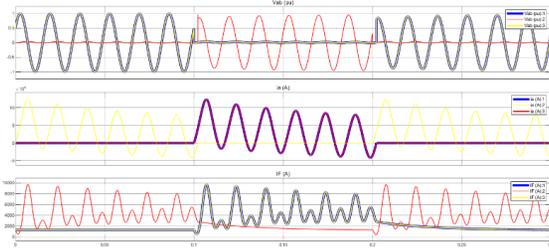
a. Mạch 1 trạng thái công tắc đóng



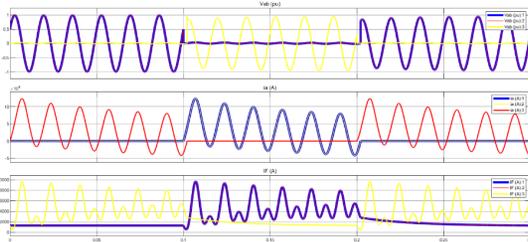
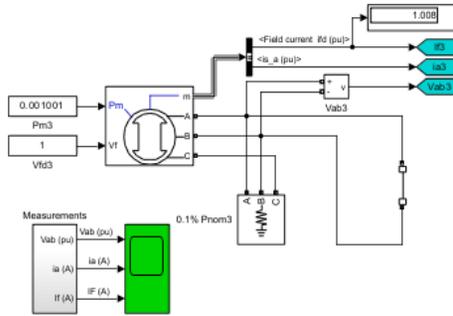
Hình 2.5. Mạch 1 với trạng thái công tắc đóng

b. Mạch 2 trạng thái công tắc đóng



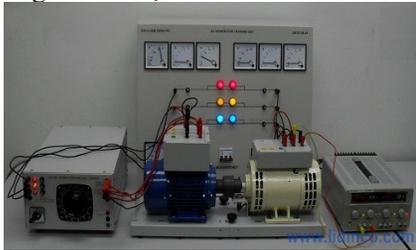


Hình 2.6. Mạch 2 với trạng thái công tắc đóng
c. Mạch 3 trạng thái công tắc đóng



Hình 2.7. Mạch 3 với trạng thái công tắc đóng

Qua các kết quả mô phỏng và thực nghiệm kiểm chứng cho thấy, với việc mô phỏng ta có thể thay đổi các thông số các cấu trúc mạch mô phỏng, nhằm kiểm chứng các giá trị trên tải ở đầu ra cũng như thay đổi các loại tải trong những điều kiện khác nhau một cách dễ dàng so với thực hành trên thiết bị.



Hình 2.8. Minh họa thực hành trên mô hình

Để kiểm tra tính hiệu quả dạy học của phương pháp dạy học trên phần mềm Matlab, với các bài thực hành tương tự trên mô hình chúng tôi khảo sát thực tế bằng hình thức đàm thoại trực tiếp với SV trên lớp mỗi buổi học. SV cho biết tiếp thu bài hơn phương pháp dạy truyền thống, đa phần SV lựa chọn cách học này.

3. Kết luận

Chúng tôi đã xây dựng và minh họa mô hình Matlab Simulink để mô phỏng quá trình máy phát điện đồng bộ 3 pha làm việc với các thông máy phát điện đồng bộ 550 MVA, 24 kW, 3600 vòng/phút sử dụng các tham số SI và PU cơ bản. Phương pháp này làm giảm đáng kể thời gian và chi phí cần thiết để dạy các đặc trưng của máy điện. Nó là một công cụ dạy học rất hữu ích khi ngân sách có hạn, hoặc dùng làm bài tập chuẩn bị hữu ích trước khi SV bước vào phòng thực hành. Đánh giá về nghiên cứu có sự tham gia của hơn 40 SV khoá 23 xác nhận lợi ích của nó và lựa chọn.

Tài liệu tham khảo

- [1]. J. O. Attia, Teaching ac circuit analysis with MATLAB. 1995 Frontiers in Education Conference, Atlanta, USA, 2c6.9-2c6.12 (1995).
- [2]. J. Tan, Real-time dc motor control using the MATLAB interfaced TMS320C31 digital signal processing starter kit (DSK). IEEE 1999 International Conference on Power Electronics and Drive systems, PEDS'99, Hong Kong, (1999), pp. 321–326.
- [3]. S. Ayasun and C. O. Nwankpa, Induction motor tests using MATLAB/Simulink and their integration into undergraduate electric machinery courses. IEEE Trans. Educ., 48, 2005, pp. 37 – 46.
- [4]. M. Hashem, F. Fatehi and V. Gerez, Computer modeling for enhancing instruction of electric machinery. IEEE Trans. Educ., 38, 1995. pp. 166–170.
- [5]. T. F. Chan, Analysis of electrical machines using Symphony. IEEE Trans. Educ., 35, 1992, pp. 76–82.
- [6]. A. Toumi, An aid for teaching doubly fed synchronous machines based on the circle diagram. IEEE Trans. Educ., 45, 2002, pp. 171–176.
- [7]. F. S. Selkschopp and M. A. Arjona L., An automated system for frequency response analysis with application to an undergraduate laboratory of electrical machines. IEEE Trans. Educ., 47, 2004, pp. 57–64.
- [8]. A. E. Fitzgerald, C. Kingsley and S. D. Umans, Electric machinery, 5th ed., McGraw-Hill, New York, (2000) pp. 245–305.
- [9]. S. J. Chapman, Electric Machinery Fundamentals, 1st Edition, McGraw-Hill, New York, (2003) pp. 267–345.
- [10]. S. S. Murthy, B. P. Singh, C. S. Jha and D. P. Kothari, Laboratory manual for electromechanics, Wiley Eastern, New Delhi, (1982), pp. 143–160.