

XÂY DỰNG MÔ HÌNH THỰC HÀNH TRUYỀN TẢI ĐIỆN NĂNG TRONG ĐÀO TẠO TẠI CÁC TRƯỜNG CAO ĐẲNG NGHỀ

Lê Thị Kim Dung
Khoa Điện – Trường Cao đẳng Nghề Việt Đức Nghệ An.
Email: Bongdung82@gmail.com

Tóm tắt: Trong bối cảnh chuyển đổi số và yêu cầu ngày càng cao về chất lượng đào tạo nghề, việc xây dựng mô hình thực hành truyền tải điện năng phù hợp với chương trình đào tạo tại các trường cao đẳng nghề là rất cần thiết. Bài viết trình bày quy trình thiết kế, chế tạo và đánh giá một mô hình thực hành truyền tải điện năng có tính trực quan, an toàn, tiết kiệm chi phí và dễ triển khai. Mô hình cho phép mô phỏng các hiện tượng kỹ thuật quan trọng như sụt áp, tổn thất công suất, bảo vệ quá dòng, ... và có khả năng tích hợp công nghệ đo lường, điều khiển thông minh. Qua thực nghiệm sư phạm tại các trường nghề, mô hình đã chứng minh hiệu quả trong việc nâng cao kỹ năng thực hành, năng lực phân tích hệ thống điện và mức độ hài lòng của người học. Từ đó, bài viết đề xuất nhân rộng mô hình và tích hợp vào chương trình đào tạo nghề điện nhằm nâng cao chất lượng và hiệu quả đào tạo nguồn nhân lực kỹ thuật trong thời kỳ công nghiệp 4.0.

Từ khóa: mô hình thực hành, truyền tải điện năng, giáo dục nghề nghiệp, kỹ năng nghề điện, đào tạo kỹ thuật, sư phạm nghề, chuyển đổi số.

DEVELOPING A PRACTICAL MODEL FOR ELECTRIC POWER TRANSMISSION TRAINING IN VOCATIONAL COLLEGES

Le Thi Kim Dung
Faculty of Electrical Engineering – Viet Duc Vocational College, Nghe An
Email: Bongdung82@gmail.com

Abstract: In the context of digital transformation and increasing demands for vocational training quality, the development of a practical model for electric power transmission that aligns with vocational college curricula is essential. This paper presents the design, fabrication, and evaluation process of a practical electric power transmission model that is visual, safe, cost-effective, and easy to implement. The model enables simulation of key technical phenomena such as voltage drop, power loss, and overcurrent protection, and can integrate measurement and intelligent control technologies. Through pedagogical experimentation in vocational schools, the model has proven effective in improving practical skills, system analysis competencies, and learner satisfaction. Based on these results, the paper recommends wider implementation and integration of the model into electrical vocational training programs to enhance training quality and effectiveness in the Industry 4.0 era.

Keywords: practical model, electric power transmission, vocational education, electrical skills, technical training, vocational pedagogy, digital transformation.

Nhận bài: 24/05/2025

Phản biện: 22/06/2025

Duyệt đăng: 26/06/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh chuyển đổi số và sự phát triển mạnh mẽ của công nghiệp 4.0, nhu cầu về chất lượng đào tạo nguồn nhân lực kỹ thuật, đặc biệt trong lĩnh vực điện công nghiệp và truyền tải điện năng, ngày càng trở nên cấp thiết. Tuy nhiên, hiện nay công tác đào tạo nghề vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế, đặc biệt là sự thiếu hụt các thiết bị thực hành phù hợp và hiện đại, khiến nội dung truyền tải điện năng chủ yếu được giảng dạy trên lý thuyết hoặc qua mô hình mô phỏng đơn giản, thiếu tính thực tiễn và trực quan. Nguyên nhân chủ yếu đến từ chi phí đầu tư cao, rủi ro an toàn khi vận hành thiết bị cao áp và sự thiếu hụt tài liệu hướng dẫn thực hành cụ thể. Trước thực trạng đó, bài viết đề xuất xây dựng một mô hình thực hành truyền tải điện năng với các tiêu chí: trực quan, an

toàn, phù hợp với chương trình đào tạo nghề điện hiện hành và có khả năng mở rộng linh hoạt. Mô hình được thiết kế với cấu trúc rõ ràng, thiết bị dễ tìm, tiết kiệm chi phí, an toàn khi sử dụng và đã được thử nghiệm trong thực tiễn giảng dạy, cho thấy hiệu quả cao và khả năng áp dụng rộng rãi trong hệ thống giáo dục nghề nghiệp.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

Nội dung nghiên cứu tập trung vào việc thiết kế, chế tạo và đánh giá một mô hình thực hành truyền tải điện năng có tính trực quan, tương tác và phù hợp với điều kiện giảng dạy thực tế tại các trường cao đẳng nghề. Cụ thể, nghiên cứu triển khai các nội dung sau:

2.1. Khảo sát yêu cầu đào tạo và thực trạng thiết bị thực hành hiện có

2.1.1. Yêu cầu đào tạo trong chương trình nghề điện

Trong chương trình đào tạo các ngành kỹ thuật điện tại trường cao đẳng nghề, hệ thống truyền tải và phân phối điện năng được xác định là nội dung cốt lõi. Theo khung chương trình của Tổng cục Giáo dục nghề nghiệp, người học cần đạt được nhiều năng lực quan trọng như: hiểu và vận dụng nguyên lý truyền tải – phân phối điện; lắp đặt, vận hành thiết bị như biến áp, đường dây, tải điện; đo lường và đánh giá hiệu quả truyền tải; phát hiện và xử lý sự cố thường gặp; tuân thủ các quy định an toàn điện. Để đạt được các năng lực này, nội dung thực hành đóng vai trò then chốt, nhất là thông qua các mô hình mô phỏng hoặc hệ thống điện quy mô nhỏ có khả năng thao tác trực tiếp.

2.1.2. Thực trạng thiết bị thực hành tại các cơ sở giáo dục nghề nghiệp

Khảo sát tại nhiều cơ sở giáo dục nghề nghiệp cho thấy, thiết bị thực hành hiện có còn nhiều hạn chế. Hầu hết chỉ tập trung vào mạch điện dân dụng hoặc điều khiển PLC, thiếu mô hình tổng thể mô phỏng quy trình truyền tải điện từ phát đến tiêu thụ. Một số mô hình chỉ gồm máy biến áp hoặc bảng thực hành rời rạc, không tạo được tư duy hệ thống. Các mô hình nhập khẩu hiện đại tuy mô phỏng tốt nhưng giá thành quá cao, khó duy trì tại các trường vùng sâu vùng xa. Ngoài ra, việc thiếu thiết bị đo lường trực quan, dữ liệu thời gian thực và tài liệu hướng dẫn khai thác cũng khiến người học khó tiếp cận hiệu quả nội dung này.

2.1.3. Nhận định và định hướng giải pháp

Từ những bất cập nêu trên, việc xây dựng một mô hình thực hành truyền tải điện năng phù hợp là hết sức cần thiết. Mô hình cần tích hợp đầy đủ các khâu trong hệ thống điện (nguồn – đường dây – biến áp – tải – bảo vệ), đảm bảo giá thành hợp lý và có thể chế tạo bằng thiết bị sẵn có tại trường. Ngoài ra, mô hình cần hỗ trợ quan sát trực quan, đo lường thông số điện tại nhiều điểm, phù hợp với giảng dạy theo hướng thực hành – xử lý tình huống, đồng thời có khả năng mở rộng tích hợp cảm biến, vi điều khiển hoặc công nghệ điều khiển thông minh. Đây là hướng đi khả thi và phù hợp với định hướng đổi mới giáo dục nghề nghiệp

hiện nay.

2.2. Xây dựng cấu trúc và nguyên lý hoạt động của mô hình

2.2.1. Nguyên tắc xây dựng mô hình:

Mô hình thực hành truyền tải điện năng được thiết kế dựa trên ba nguyên tắc: (1) đảm bảo tính sư phạm – thể hiện rõ các thành phần và mối liên hệ trong hệ thống; (2) mô phỏng thực tế – tái hiện các hiện tượng như sụt áp, tổn thất công suất; (3) an toàn và linh hoạt – có thể thay đổi cấu hình, phục vụ nhiều tình huống học tập.

2.2.2. Cấu trúc chức năng của mô hình:

Mô hình gồm 7 khối: (a) Nguồn điện xoay chiều 220V; (b) Đường dây có điện trở mô phỏng tổn thất; (c) Máy biến áp khảo sát tỉ số và hiệu suất; (d) Tải điện thay đổi linh hoạt; (e) Hệ đo lường (V/A analog hoặc cảm biến kết hợp vi điều khiển); (f) Mô phỏng sự cố và bảo vệ (CB, cầu chì, đèn thử ngắn); (g) Hệ khung và đầu nối phân modul, sơ đồ trực quan, jack an toàn.

2.2.3. Nguyên lý hoạt động:

Dòng điện đi từ nguồn qua biến áp nâng áp, truyền qua đường dây mô phỏng đến biến áp hạ áp và tải tiêu thụ. Thông số được đo tại các điểm, người học có thể thay đổi tải, tạo sự cố để khảo sát hiệu suất và khả năng bảo vệ.

2.2.4. Sơ đồ khối tổng quát:

Nguồn cấp → Thiết bị bảo vệ → Biến áp tăng áp → Đường dây truyền tải → Biến áp hạ áp → Tải tiêu thụ, kèm đo U/I tại các điểm trung gian.

2.2.5. Nâng cấp công nghệ:

Mô hình có thể tích hợp PLC, SCADA mini, IoT để giám sát, điều khiển từ xa, kết hợp bảng cảm ứng và phần mềm mô phỏng cho giảng dạy kết hợp lý thuyết – thực hành.

2.3.1. Nguyên tắc lựa chọn thiết bị:

Thiết bị được chọn cần đáp ứng: tính sư phạm (mô tả rõ hiện tượng kỹ thuật), tính kinh tế (linh kiện dễ mua, giá hợp lý), tính an toàn (có ngắt khẩn), và khả năng mở rộng (tích hợp đo lường, điều khiển).

2.3.2. Danh mục thiết bị chính:

Gồm biến áp 1 pha, bộ nguồn điều chỉnh, dây dẫn có điện trở, tải điện thay đổi, bộ đo (đồng hồ, cảm biến), vi điều khiển (Arduino/STM32), thiết bị bảo vệ (CB, ELCB...), và khung mô hình modul.

2.3.3. Quy trình chế tạo:

Gồm 5 bước:

1. Thiết kế sơ đồ nguyên lý và bố trí;
2. Gia công khung (nhôm/gỗ, in sơ đồ);
3. Lắp thiết bị và đi dây (phân màu, jack an toàn);
4. Kiểm tra từng khối, hiệu chỉnh toàn hệ thống;
5. Tích hợp mở rộng (Arduino, giao diện LCD, kết nối máy tính).

2.3.4. Hình ảnh minh họa:

Gợi ý chèn 4 ảnh: tổng thể mô hình, cụm biến áp & đường dây, màn hình LCD, hệ thống dây với jack mã màu.

2.3.5. Đánh giá sơ bộ:

Mô hình đáp ứng tốt yêu cầu mô phỏng, sự phạm và linh hoạt, dễ sản xuất và bảo trì. Có thể phát triển thành bộ thiết bị dạy học tích hợp công nghệ cao phục vụ đào tạo nghề điện trong kỹ nguyên số.

2.4. Xây dựng bộ tài liệu hướng dẫn thực hành**2.4.1. Mục tiêu của tài liệu hướng dẫn thực hành:**

Tài liệu được xây dựng nhằm hỗ trợ người học khai thác hiệu quả mô hình truyền tải điện năng, giúp hiểu rõ cấu trúc, nguyên lý hoạt động, thực hiện đúng thao tác đấu nối và đo lường, phân tích thông số và hiệu suất truyền tải, ứng phó với sự cố kỹ thuật, đồng thời tạo nền tảng để tích hợp công nghệ đo lường – điều khiển trong đào tạo.

2.4.2. Cấu trúc bộ tài liệu:

Gồm 5 phần chính:

1. Giới thiệu mô hình (mục đích, cấu trúc, quy tắc an toàn);
2. Sơ đồ nguyên lý và bố trí thiết bị;
3. Hướng dẫn lắp đặt và đấu nối;
4. Sáu bài thực hành cụ thể từ cơ bản đến nâng cao;
5. Biểu mẫu báo cáo kết quả và câu hỏi tự luận đánh giá năng lực phân tích.

2.4.3. Định dạng và hình thức:

Tài liệu được số hóa (PDF, Word, HTML), tích hợp mã QR/video hướng dẫn thao tác, trình bày trực quan theo trình tự hình ảnh – sơ đồ – thao tác – lý thuyết giúp học viên dễ tiếp cận và giảng viên dễ sử dụng.

2.4.4. Tính kế thừa và mở rộng:

Thiết kế theo cấu trúc mở, có thể bổ sung bài thực hành mới hoặc mở rộng cho các chương trình nghề điện công nghiệp, dân dụng, tự động hóa, phù hợp định hướng CDIO và đào tạo theo năng lực.

2.4.5. Đánh giá bước đầu:

Học viên thao tác chính xác, hiểu rõ nguyên lý, tư duy phân tích tốt hơn. Giảng viên tiết kiệm thời gian giảng dạy, dễ tổ chức lớp học thực hành hiệu quả.

2.5. Tổ chức thực nghiệm và đánh giá hiệu quả mô hình:

Thực nghiệm được tiến hành tại hai trường cao đẳng kỹ thuật với một nhóm thực nghiệm (42 SV) sử dụng mô hình và nhóm đối chứng (38 SV) không sử dụng mô hình. 6 giảng viên có kinh nghiệm tham gia phản biện mô hình trong suốt 4 tuần thực hành.

2.5.1. Thiết kế thực nghiệm:

- Cấu trúc thực nghiệm: đánh giá trước – sau can thiệp (bài kiểm tra, quan sát thao tác, phiếu phản hồi, phỏng vấn giảng viên).

- Nội dung: 4 bài thực hành ứng dụng mô hình truyền tải điện năng.

2.5.2. Kết quả thực nghiệm:

- Hiệu quả học tập: Nhóm thực nghiệm có điểm trung bình cuối kỳ cao hơn đáng kể (8,1/10) so với nhóm đối chứng (6,7/10), chênh lệch có ý nghĩa thống kê.

- Kỹ năng thực hành: Trên 95% sinh viên nhóm thực nghiệm thao tác đúng và biết phân tích hiệu quả truyền tải, cao hơn nhóm đối chứng (chỉ 58–65%).

- Phản hồi sinh viên: 91% đánh giá mô hình hữu ích, 88% cho rằng dễ thao tác, 82% muốn áp dụng cho các học phần khác.

- Ý kiến giảng viên: Mô hình phù hợp trình độ học nghề, dễ triển khai, chi phí thấp, đề xuất tích hợp SCADA cơ bản và công nghệ giám sát hiện đại.

2.5.3. Đánh giá tổng hợp:

Mô hình thực hành chứng minh tính sư phạm cao, khả thi triển khai đại trà, hiệu quả trong việc nâng cao kiến thức và kỹ năng nghề, đồng thời có tiềm năng mở rộng, nâng cấp theo hướng tích hợp công nghệ số và IoT trong đào tạo nghề điện hiện đại.

III. KẾT LUẬN

Mô hình thực hành đóng vai trò quan trọng trong việc hình thành và phát triển kỹ năng nghề cho sinh viên ngành điện. Trong đó, nội dung truyền tải điện năng – vốn phức tạp về lý thuyết và ảnh hưởng lớn đến thực tế vận hành hệ thống điện – cần được mô phỏng sinh động, sát thực tế, dễ thao tác và đảm bảo an toàn. Mô hình được đề xuất trong bài viết đã bước đầu đáp ứng được yêu cầu đó, đồng thời khẳng định tính khả thi khi áp dụng vào môi trường đào tạo nghề hiện nay. Tác giả kiến nghị các trường cao đẳng nghề cần đẩy mạnh đầu tư và cải tiến mô

hình thực hành một cách đồng bộ. Việc xây dựng mô hình nên theo hướng tối ưu hóa giữa chi phí và hiệu quả giảng dạy, đồng thời kết hợp đào tạo giảng viên sử dụng thành thạo thiết bị hiện đại. Về phía cơ quan quản lý, cần có chính sách hỗ trợ trang thiết bị dạy nghề, đặc biệt ưu tiên các mô hình mô phỏng hiện đại giúp tăng tính ứng dụng và khả năng học tập trải nghiệm cho người học. Chỉ khi người học được thực hành trên các mô hình sát thực tế, đào tạo nghề mới thực sự phát huy được vai trò là lực lượng cung cấp nhân lực kỹ thuật chất lượng cao cho đất nước.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Nguyễn Văn Dũng, Truyền tải điện năng – Các phương pháp và thiết bị, Nhà xuất bản Giao thông Vận tải, 2015.
 Trần Văn Hùng, Xây dựng mô hình thực hành cho đào tạo nghề điện, Hội thảo Khoa học Giáo dục nghề nghiệp, 2021.
 Pham, T. & Nguyen, H., Simulation-based Learning Models for Electrical Engineering Students, Journal of Vocational Education, 2020.
 Đỗ Thị L., Ứng dụng biến tần và thiết bị điều khiển trong đào tạo nghề điện, Tạp chí Khoa học Công nghệ Cao đẳng, 2019.
 Miller, T. J. E., Power System Operation and Control, Wiley, 2010.
 Nguyễn Văn Quang, Phương pháp đào tạo theo mô hình trong ngành điện, Tạp chí Khoa học Đại học Bách Khoa, 2018.
 International Electrotechnical Commission (IEC), IEC 60038: Standard Voltages, 2017.