

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG MÔ PHỎNG SỐ TRONG XÂY DỰNG MÔ HÌNH PHÒNG THỰC HÀNH ẢO ĐÀO TẠO NGHỀ ĐIỆN CÔNG NGHIỆP TẠI CÁC TRƯỜNG CAO ĐẲNG Ở VIỆT NAM

Võ Thanh San, Nguyễn Minh Dương
Trường Cao đẳng Gia Lai
Email: vothanh-san@gmail.com

Tóm tắt: Ứng dụng mô phỏng số trong giáo dục nghề nghiệp được xem là một trong những giải pháp quan trọng nhằm nâng cao chất lượng đào tạo trong bối cảnh chuyển đổi số và cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư. Đối với ngành Điện công nghiệp, hoạt động thực hành chiếm tỷ trọng lớn trong chương trình đào tạo, tuy nhiên vẫn còn gặp nhiều hạn chế về cơ sở vật chất, chi phí đầu tư và mức độ an toàn. Trên cơ sở phân tích thực trạng đào tạo thực hành nghề Điện công nghiệp tại các trường cao đẳng ở Việt Nam, nghiên cứu này chỉ ra những khó khăn, hạn chế trong quá trình tổ chức đào tạo thực hành. Đồng thời, nghiên cứu xác định khoảng trống trong các mô hình đào tạo hiện nay, khi chưa có sự tích hợp đồng bộ giữa công nghệ mô phỏng số, hệ thống quản lý học tập và định hướng phát triển theo mô hình Digital Twin. Từ đó, nghiên cứu đề xuất mô hình phòng thực hành ảo dựa trên công nghệ mô phỏng số, kết hợp với hệ sinh thái số gồm các lớp công nghệ mô phỏng, quản lý học tập và hạ tầng số. Đồng thời, một hệ thống giải pháp triển khai mang tính đồng bộ, khả thi và có lộ trình được xây dựng nhằm nâng cao hiệu quả đào tạo trong bối cảnh chuyển đổi số.

Từ khóa: mô phỏng số; phòng thực hành ảo; Digital Twin; giáo dục nghề nghiệp; điện công nghiệp; chuyển đổi số.

RESEARCH APPLICATION OF DIGITAL SIMULATION IN DEVELOPING A VIRTUAL LABORATORY MODEL FOR INDUSTRIAL ELECTRICAL TRAINING AT COLLEGES IN VIETNAM

Abstract: The application of digital simulation in vocational education is considered a key solution to improve training quality in the context of digital transformation and the Fourth Industrial Revolution. In industrial electrical training, practical activities account for a significant proportion of the curriculum; however, they still face limitations related to facilities, investment costs, and safety conditions. This study analyzes the current situation of practical training in industrial electrical programs at colleges in Vietnam, identifies major challenges in organizing practical training activities, and highlights a research gap in the lack of an integrated model combining simulation technology, learning management systems, and Digital Twin orientation. Accordingly, a virtual laboratory model based on digital simulation is proposed, structured as a multi-layer digital ecosystem including simulation technology, learning management systems, and digital infrastructure. Furthermore, a system of synchronized, feasible, and phased implementation solutions is developed to enhance training effectiveness in the context of digital transformation.

Keywords: Digital simulation; virtual laboratory; Digital Twin; vocational education; industrial electrical training; digital transformation.

Nhận bài: 19/03/2026

Phản biện: 20/04/2026

Duyệt đăng: 24/04/2026

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Sự phát triển mạnh mẽ của khoa học và công nghệ, đặc biệt trong bối cảnh cuộc Cách mạng công nghiệp lần thứ tư, đang tác động sâu rộng đến mọi lĩnh vực của đời sống xã hội, trong đó có giáo dục nghề nghiệp. Điều này đặt ra yêu cầu cấp thiết về đổi mới phương thức đào tạo nhằm nâng cao chất lượng nguồn nhân lực kỹ thuật.

Trong đào tạo nghề Điện công nghiệp, hoạt động thực hành đóng vai trò then chốt trong việc hình thành năng lực nghề nghiệp cho người học. Tuy nhiên, thực tế cho thấy nhiều cơ sở giáo dục nghề nghiệp tại Việt Nam vẫn gặp khó khăn về cơ sở vật chất, chi phí đầu tư thiết bị và đảm bảo an toàn trong quá trình thực hành.

Bên cạnh đó, sự phát triển của các công nghệ như tự động hóa, điều khiển số và hệ thống thông minh đòi hỏi chương trình đào tạo phải được cập

nhật theo hướng hiện đại. Tuy nhiên, trang thiết bị tại nhiều cơ sở đào tạo chưa đáp ứng kịp yêu cầu thực tiễn, dẫn đến khoảng cách giữa đào tạo và nhu cầu doanh nghiệp ngày càng gia tăng.

Mặc dù đã có nhiều nghiên cứu về ứng dụng mô phỏng trong giáo dục kỹ thuật, các mô hình hiện nay chủ yếu mang tính rời rạc, chưa tích hợp đồng bộ giữa công nghệ mô phỏng, hệ thống quản lý học tập và định hướng phát triển theo mô hình Digital Twin. Đây chính là khoảng trống nghiên cứu mà bài báo này hướng tới.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phương pháp tiếp cận nghiên cứu

Nghiên cứu được thực hiện theo hướng tiếp cận định tính, kết hợp các phương pháp sau:

Phân tích – tổng hợp tài liệu nhằm hệ thống hóa cơ sở lý luận về Simulation-based Learning và

ứng dụng mô phỏng trong giáo dục nghề nghiệp.

Phân tích thực tiễn để đánh giá thực trạng đào tạo thực hành nghề Điện công nghiệp tại các trường cao đẳng.

Phương pháp mô hình hóa nhằm xây dựng mô hình phòng thực hành ảo dựa trên công nghệ mô phỏng số.

Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất khung giải pháp triển khai mang tính hệ thống.

2.2. Thực trạng đào tạo thực hành nghề Điện công nghiệp tại các trường cao đẳng

Trong thời gian qua, các trường cao đẳng đã có nhiều nỗ lực trong việc nâng cao chất lượng đào tạo nghề Điện công nghiệp thông qua đầu tư cơ sở vật chất, đổi mới chương trình đào tạo và tăng cường hợp tác với doanh nghiệp. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại nhiều hạn chế cần được khắc phục.

Thứ nhất, về đội ngũ giảng viên, mặc dù cơ bản đáp ứng yêu cầu về chuyên môn nhưng khả năng ứng dụng công nghệ số và khai thác các phần mềm mô phỏng còn chưa đồng đều; phương pháp giảng dạy vẫn mang tính truyền thống, chưa phát huy tối đa tính chủ động của người học.

Thứ hai, về cơ sở vật chất, nhiều phòng thực hành chưa được trang bị đồng bộ, thiết bị còn lạc hậu so với thực tiễn sản xuất, gây khó khăn trong việc tổ chức đào tạo theo định hướng hiện đại và tiếp cận công nghệ mới.

Thứ ba, về kinh phí đào tạo, việc đầu tư các thiết bị chuyên ngành như PLC, biến tần, hệ thống điều khiển tự động đòi hỏi chi phí lớn, trong khi nguồn lực tài chính của các cơ sở đào tạo còn hạn chế, dẫn đến khó khăn trong việc mở rộng và nâng cấp hệ thống thực hành.

Thứ tư, về an toàn trong thực hành, hoạt động thực hành điện luôn tiềm ẩn nhiều rủi ro như tai nạn điện, cháy nổ, ảnh hưởng đến người học và thiết bị, đòi hỏi phải có các giải pháp kiểm soát chặt chẽ.

Những hạn chế nêu trên cho thấy sự cần thiết phải đổi mới phương thức tổ chức đào tạo thực hành theo hướng hiện đại, trong đó ứng dụng mô phỏng số được xem là một giải pháp tiềm năng, hiệu quả và có tính khả thi cao.

2.3. Đề xuất mô hình phòng thực hành ảo dựa trên mô phỏng số

Mô hình được đề xuất theo hướng hệ sinh thái số đa lớp, bao gồm:

(1) Lớp công nghệ mô phỏng

Sử dụng các phần mềm chuyên ngành để mô phỏng hệ thống điện và điều khiển, cho phép người học thiết kế, vận hành và xử lý sự cố trong môi trường ảo.

(2) Lớp quản lý học tập (LMS)

Triển khai hệ thống LMS nhằm quản lý nội dung đào tạo, tổ chức hoạt động học tập và đánh giá kết quả học tập.

(3) Lớp hạ tầng số

Bao gồm hệ thống máy chủ, điện toán đám mây và mạng, đảm bảo khả năng truy cập linh hoạt và mở rộng.

(4) Định hướng tích hợp Digital Twin

Mô hình hướng tới xây dựng bản sao số của hệ thống điện công nghiệp, cho phép đồng bộ dữ liệu giữa môi trường ảo và thực, nâng cao tính thực tiễn trong đào tạo.

2.4. Tổ chức đào tạo theo mô hình ba giai đoạn

Nghiên cứu đề xuất lộ trình đào tạo tích hợp mô phỏng số bao gồm ba giai đoạn chuyển tiếp nhằm tối ưu hóa quá trình hình thành năng lực nghề nghiệp cho sinh viên.

Giai đoạn nhận thức (Lý thuyết mô phỏng): Người học tiếp cận nguyên lý kỹ thuật thông qua các kịch bản mô phỏng trực quan, giúp cụ thể hóa các khái niệm trừu tượng.

Giai đoạn luyện tập (Thực hành ảo): Sinh viên thực hiện các thao tác kỹ thuật trên hệ thống phòng thí nghiệm ảo (Virtual Lab), cho phép thử sai và lặp lại không giới hạn trong môi trường an toàn.

Giai đoạn ứng dụng (Thực hành thực tế): Chuyển đổi các kỹ năng đã được định hình từ môi trường ảo sang vận hành trên thiết bị thật.

Việc triển khai theo trình tự này đóng vai trò quan trọng trong việc định hình tư duy kỹ thuật và phân xạ nghề nghiệp, giúp giảm thiểu rủi ro hư hỏng thiết bị và đảm bảo an toàn lao động trước khi người học tiếp xúc trực tiếp với hệ thống điện công nghiệp thực tế.

2.5. Hệ thống giải pháp triển khai

Trên cơ sở phân tích thực trạng và những hạn chế trong hoạt động đào tạo thực hành nghề Điện công nghiệp tại các trường cao đẳng, nghiên cứu đề xuất một hệ thống giải pháp đồng bộ, có tính khả thi và lộ trình triển khai rõ ràng nhằm nâng cao chất lượng đào tạo trong bối cảnh chuyển đổi số.

Thứ nhất, cần tích hợp mô phỏng số vào chương trình đào tạo theo tiếp cận năng lực. Theo đó, chương trình cần được tái cấu trúc dựa trên chuẩn đầu ra và năng lực thực hiện, trong đó công cụ mô phỏng số không chỉ đóng vai trò hỗ trợ mà trở thành một thành phần hữu cơ của chương trình, gắn với tiêu chí đánh giá năng lực của từng mô-đun. Với các học phần trọng tâm như Mạch điện, PLC, Hệ thống điện công nghiệp và Tự động hóa, quy trình đào tạo nên tổ chức theo ba giai đoạn: hình thành kiến thức nền tảng bằng mô phỏng trực quan; rèn luyện thao tác trong môi trường ảo thông qua các tình huống từ cơ bản đến phức tạp;

và hoàn thiện kỹ năng trên thiết bị thực tế. Nội dung tích hợp cần bao gồm thiết kế, mô phỏng hệ thống, chẩn đoán và xử lý sự cố ảo, cũng như xây dựng học liệu tình huống gắn với nhu cầu doanh nghiệp. Cách tiếp cận này giúp hình thành tư duy kỹ thuật, phản xạ nghề nghiệp, đồng thời giảm thiểu rủi ro hư hỏng thiết bị và tai nạn lao động.

Thứ hai, cần xây dựng hệ sinh thái phòng thực hành ảo dựa trên nền tảng công nghệ số. Mô hình này cần được thiết kế theo kiến trúc phân lớp gồm lớp công nghệ mô phỏng với các phần mềm chuyên ngành như Proteus, MATLAB/Simulink, TIA Portal; lớp quản lý học tập với Moodle hoặc Canvas; và lớp hạ tầng số gồm máy chủ, điện toán đám mây và mạng nội bộ. Đặc biệt, nghiên cứu nhấn mạnh việc phát triển mô hình theo công nghệ Digital Twin như một hướng đi chiến lược. Bản sao số cho phép đồng bộ dữ liệu hai chiều giữa mô hình ảo và hệ thống thực tế, mô phỏng các kịch bản vận hành phức tạp, kể cả các tình huống lỗi hoặc trạng thái cực đoan khó triển khai trong môi trường thật. Nhờ đó, người học có cơ hội tiếp cận gần hơn với nhà máy thông minh, quy trình bảo trì dự báo và quản lý hệ thống hiện đại. Hệ sinh thái này không chỉ phục vụ dạy học mà còn là nền tảng mở cho nghiên cứu, chuyển giao công nghệ và hợp tác với doanh nghiệp.

Thứ ba, cần nâng cao năng lực số và năng lực chuyên môn cho đội ngũ giảng viên. Giảng viên là nhân tố quyết định sự thành công và tính bền vững của mô hình phòng thực hành ảo, vì vậy cần được đào tạo đồng thời về kỹ năng công nghệ số và phương pháp sư phạm hiện đại. Trước hết, giảng viên phải được chuẩn hóa năng lực sử dụng phần mềm mô phỏng, công cụ xây dựng học liệu số và thiết kế bài giảng tương tác. Đồng thời, cần đổi mới phương pháp dạy học theo hướng phát huy tính chủ động của người học như dạy học dựa trên vấn đề, dạy học dựa trên dự án, trong đó giảng viên giữ vai trò tổ chức và điều phối. Việc tăng cường cơ chế luân chuyển giảng viên đến doanh nghiệp để thực tập công nghệ cũng rất quan trọng nhằm giúp kích bản mô phỏng bám sát thực tiễn sản xuất. Bên cạnh đó, nhà trường cần xây dựng đội ngũ giảng viên nòng cốt có khả năng dẫn dắt quá trình chuyển đổi số, trực tiếp tham gia thiết kế học liệu, xây dựng bài tập tình huống, phát triển kịch bản mô phỏng chuyên sâu và hướng dẫn sinh viên nghiên cứu ứng dụng.

Thứ tư, cần phát triển học liệu số và ngân hàng bài thực hành mô phỏng. Học liệu số là điều kiện cốt lõi bảo đảm chất lượng đào tạo trong môi trường học tập số, vì vậy phải được xây dựng có

hệ thống và gắn với thực tiễn. Trước hết, cần thiết kế video bài giảng theo hướng tương tác, hỗ trợ người học tiếp thu tốt hơn. Song song với đó là phát triển các mô hình mô phỏng chuẩn hóa, bám theo tiêu chuẩn kỹ thuật và quy trình sản xuất thực tế để bảo đảm tính chính xác và khả năng ứng dụng. Ngân hàng bài tập và tình huống cần phong phú, phản ánh các yêu cầu nghề nghiệp cụ thể, trong khi hệ thống đánh giá trực tuyến phải bảo đảm tính chính xác, minh bạch và hỗ trợ hiệu quả cho quá trình học tập. Các bài thực hành mô phỏng cần được thiết kế theo định hướng phát triển năng lực và gắn với tình huống thực tế. Việc chuẩn hóa học liệu không chỉ tạo sự đồng bộ mà còn thuận lợi cho việc chia sẻ, cập nhật và nhân rộng mô hình đào tạo.

Thứ năm, cần xây dựng cơ chế tài chính phù hợp và huy động hiệu quả các nguồn lực triển khai. Để mô hình đào tạo mô phỏng và hệ thống học liệu số có thể vận hành bền vững, cần có cơ chế tài chính linh hoạt, tiết kiệm và có lộ trình rõ ràng. Ngoài nguồn kinh phí của nhà trường, cần chú trọng huy động tổng hợp các nguồn lực về công nghệ, chuyên môn và quản lý, đặc biệt thông qua hợp tác với doanh nghiệp. Doanh nghiệp có thể tham gia đồng phát triển mô hình mô phỏng phù hợp với quy trình sản xuất thực tế, tài trợ thiết bị, phần mềm hoặc cấp quyền sử dụng công nghệ. Đồng thời, họ cũng cần được gắn kết vào quá trình xây dựng chương trình, tổ chức thực tập và đánh giá năng lực người học. Cơ chế này sẽ giúp tối ưu hóa chi phí đầu tư, nâng cao hiệu quả sử dụng nguồn lực, tạo điều kiện mở rộng mô hình đào tạo và tăng cường mối liên kết giữa cơ sở đào tạo với doanh nghiệp.

Thứ sáu, cần thiết lập cơ chế đánh giá và bảo đảm chất lượng đào tạo trong môi trường ảo. Trong bối cảnh đào tạo số và mô phỏng, đánh giá phải phản ánh đúng năng lực người học, đồng thời tạo cơ sở cho cải tiến liên tục. Hệ thống đánh giá cần được thiết kế toàn diện, bao quát cả quá trình học tập và kết quả đầu ra, với tiêu chí rõ ràng, minh bạch và định hướng phát triển năng lực. Bên cạnh đó, cần xây dựng cơ chế đảm bảo chất lượng gồm kiểm định nội bộ định kỳ đối với chương trình, học liệu, phương pháp giảng dạy và kết quả học tập; thu thập, phân tích phản hồi từ người học, giảng viên và doanh nghiệp; và cập nhật, điều chỉnh thường xuyên theo yêu cầu thực tiễn và sự phát triển của công nghệ. Cơ chế này có ý nghĩa quan trọng trong việc bảo đảm tính khách quan của đánh giá, nâng cao hiệu quả đào tạo, cải tiến chương trình và đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của thị trường lao động.

Thứ bảy, cần tăng cường liên kết doanh nghiệp và gắn đào tạo với thực tiễn sản xuất. Đây là điều kiện then chốt để bảo đảm tính thực tiễn và hiệu quả của mô hình đào tạo ứng dụng công nghệ số và mô phỏng. Cơ sở đào tạo cần chủ động hợp tác với doanh nghiệp trong xây dựng nội dung chương trình, cập nhật công nghệ, tổ chức thực tập và triển khai các hình thức hợp tác đa dạng. Thông qua đó, nội dung đào tạo sẽ sát hơn với môi trường sản xuất, giúp người học dễ thích nghi sau khi tốt nghiệp, đồng thời nâng cao chất lượng nguồn nhân lực. Sự tham gia của doanh nghiệp cũng mở rộng cơ hội tiếp cận nhà tuyển dụng, tích lũy kinh nghiệm nghề nghiệp và tăng khả năng có việc làm cho sinh viên. Vì vậy, gắn kết doanh nghiệp với đào tạo là xu hướng tất yếu, góp phần thu hẹp khoảng cách giữa học đường và sản xuất, nâng cao hiệu quả giáo dục nghề nghiệp trong bối cảnh chuyển đổi số và hội nhập kinh tế.

2.6. Phân tích lợi ích và hạn chế

2.6.1. Lợi ích

Việc triển khai mô hình phòng thực hành ảo dựa trên công nghệ mô phỏng số mang lại nhiều lợi ích đáng kể trong đào tạo nghề Điện công nghiệp.

Thứ nhất, mô hình giúp giảm chi phí đầu tư cơ sở vật chất, đặc biệt đối với các thiết bị chuyên ngành có giá trị cao như hệ thống PLC, biến tần và thiết bị điều khiển tự động. Nhờ đó, các cơ sở đào tạo có thể tối ưu hóa nguồn lực tài chính.

Thứ hai, mô hình góp phần tăng tính linh hoạt trong tổ chức đào tạo, cho phép người học tiếp cận hoạt động thực hành mọi lúc, mọi nơi thông qua môi trường số, không bị giới hạn bởi không gian và thời gian.

Thứ ba, việc thực hành trong môi trường mô phỏng giúp nâng cao mức độ an toàn, hạn chế các

rủi ro như tai nạn điện hoặc hư hỏng thiết bị trong quá trình học tập.

Thứ tư, mô hình hỗ trợ phát triển năng lực tư duy kỹ thuật và giải quyết vấn đề của người học thông qua các kịch bản mô phỏng đa dạng, cho phép thử nghiệm và phân tích nhiều phương án khác nhau trước khi áp dụng vào thực tế.

2.6.2. Hạn chế

Bên cạnh những lợi ích, mô hình vẫn tồn tại một số hạn chế cần được xem xét.

Thứ nhất, nghiên cứu hiện tại chưa có kiểm chứng thực nghiệm, do đó hiệu quả của mô hình cần được đánh giá thông qua các nghiên cứu ứng dụng trong thực tiễn đào tạo.

Thứ hai, việc triển khai mô hình phụ thuộc đáng kể vào hạ tầng công nghệ thông tin, bao gồm hệ thống máy chủ, phần mềm và kết nối mạng, điều này có thể gây khó khăn đối với một số cơ sở đào tạo còn hạn chế về nguồn lực.

Thứ ba, mô hình đòi hỏi đội ngũ giảng viên phải có năng lực số và khả năng khai thác công nghệ mô phỏng, trong khi thực tế năng lực này chưa đồng đều giữa các cơ sở giáo dục nghề nghiệp.

III. KẾT LUẬN

Nghiên cứu đã đề xuất mô hình phòng thực hành ảo dựa trên công nghệ mô phỏng số nhằm nâng cao chất lượng đào tạo nghề Điện công nghiệp tại các trường cao đẳng ở Việt Nam. Mô hình này góp phần giải quyết các hạn chế về cơ sở vật chất, chi phí và an toàn, đồng thời đáp ứng yêu cầu chuyển đổi số trong giáo dục nghề nghiệp.

Tuy nhiên, để triển khai hiệu quả trong thực tiễn, cần có sự phối hợp giữa nhà trường, doanh nghiệp và cơ quan quản lý, cũng như các nghiên cứu thực nghiệm trong tương lai để kiểm chứng hiệu quả của mô hình.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Thủ tướng Chính phủ. (2020). Quyết định số 749/QĐ-TTg ngày 03 tháng 6 năm 2020 phê duyệt "Chương trình Chuyển đổi số quốc gia đến năm 2025, định hướng đến năm 2030".

Thủ tướng Chính phủ. (2022). Quyết định số 131/QĐ-TTg ngày 25 tháng 01 năm 2022 phê duyệt Đề án "Tăng cường ứng dụng công nghệ thông tin và chuyển đổi số trong giáo dục và đào tạo giai đoạn 2022-2025, định hướng đến năm 2030".

Tài liệu tập huấn nhà giáo giáo dục nghề nghiệp ứng dụng trí tuệ nhân tạo (AI) trong công tác giảng dạy và hành chính (Cục Nhà giáo và CBQLGD).

Báo Điện tử Chính phủ. (30/11/2021). Xây dựng các 'xưởng thực hành ảo' để đào tạo nghề trực tuyến. Truy cập tại: <https://baochinhphu.vn/xay-dung-cac-xuong-thuc-hanh-ao-de-dao-tao-nghe-truc-tuyen-102304728.htm>

Báo Kinh tế và dự báo. (25/01/2024). Chuyển đổi số trong các cơ sở giáo dục nghề nghiệp tại Việt Nam: Thực trạng và giải pháp. Truy cập tại: <https://kinhtevadubao.vn/chuyen-doi-so-trong-cac-co-so-giao-duc-nghe-nghiep-tai-viet-nam-thuc-trang-va-giai-phap-28051.html>

International Journal of Social Science and Education Research. (11/03/2025). Research on the Deep Integration Path of Digital Twin Technology and Productive Practical Teaching in Vocational Colleges under the Context of Intelligent Manufacturing Scenarios. Truy cập tại: <https://bcpublication.org/index.php/IJOSSER/article/view/8242>