

ĐỀ XUẤT MÔ HÌNH GIÁO DỤC STEM BẬC ĐẠI HỌC GẮN VỚI HỢP TÁC DOANH NGHIỆP

Đoàn Văn Hải

Trường Đại học Hải Dương, Hải Phòng, Việt Nam

*Tác giả liên hệ: Đoàn Văn Hải, email: uhdhaidoan.edu@gmail.com

Ngày nhận bài: 17/3/2026. Ngày sửa bài: 14/5/2026. Ngày nhận đăng: 23/7/2026.

Tóm tắt. Giáo dục STEM ở bậc đại học được quan tâm nhằm phát triển năng lực liên ngành và khả năng giải quyết vấn đề kỹ thuật thực tiễn. Tuy nhiên, việc triển khai STEM trong đào tạo kỹ thuật còn thiên về lý thuyết và chưa gắn chặt với quy trình thiết kế kỹ thuật cũng như thực tiễn doanh nghiệp. Nghiên cứu nhằm tổng quan các công trình liên quan và đề xuất mô hình giảng dạy STEM tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật gắn với doanh nghiệp. Mô hình gồm ba thành phần: (i) tích hợp kiến thức STEM; (ii) dạy học theo dự án STEM; và (iii) vận dụng quy trình thiết kế kỹ thuật theo yêu cầu thực tiễn. Mô hình được triển khai qua chủ đề “Thiết kế tủ điện phân phối” với 80 sinh viên ngành Kỹ thuật điện. Kết quả cho thấy điểm trung bình tăng từ 6,2 lên 7,8; tỉ lệ sinh viên đạt khá–giỏi tăng từ 45% lên 72%; hơn 80% sinh viên đánh giá tích cực về khả năng vận dụng kiến thức liên ngành và phát triển năng lực thiết kế kỹ thuật. Kết quả cho thấy mô hình có tính khả thi, góp phần tăng cường gắn kết giữa lý thuyết và thực tiễn nghề nghiệp.

Từ khóa: giáo dục STEM, quy trình thiết kế kỹ thuật, dạy học theo dự án, đào tạo gắn với doanh nghiệp.

PROPOSING A STEM EDUCATION MODEL IN HIGHER EDUCATION THROUGH UNIVERSITY–INDUSTRY COLLABORATION

Doan Van Hai

University of Hai Duong, Hai Phong, Vietnam

*Corresponding author: Doan Van Hai, email: uhdhaidoan.edu@gmail.com

Received March 17, 2026. Revised May 14, 2026. Accepted July 23, 2026.

Abstract. STEM education in higher education is increasingly emphasized to develop interdisciplinary competencies and students’ ability to solve practical engineering problems. However, STEM implementation in engineering education remains largely theoretical and insufficiently connected to engineering design processes and industry practice. This study reviewed relevant literature and proposed a STEM teaching model integrating engineering design with industry-oriented learning. The model comprises three components: (i) integration of STEM knowledge; (ii) STEM-project-based learning; and (iii) application of the engineering design process based on practical industry requirements. The model was implemented through a “Design of an Electrical Distribution Panel” project with 80 electrical engineering students. Results showed that the mean score increased from 6.2 to 7.8, while the proportion of students achieving good or excellent performance increased from 45% to 72%. More than 80% of students reported positive perceptions of interdisciplinary knowledge application and engineering design competence development. The findings indicate the feasibility of the proposed model in higher engineering education and its potential to strengthen connections between theoretical knowledge and professional practice.

Keywords: STEM education in higher education, engineering design process, STEM project-based learning, university–industry collaboration.

1. Mở đầu

Trong bối cảnh phát triển mạnh của khoa học và công nghệ, giáo dục STEM được xem là hướng tiếp cận quan trọng trong đào tạo nguồn nhân lực kỹ thuật và công nghệ. Ở bậc đại học, giáo dục STEM không chỉ nhằm cung cấp kiến thức chuyên môn mà còn hướng đến phát triển năng lực tư duy, khả năng giải quyết vấn đề và vận dụng kiến thức liên ngành vào các tình huống thực tiễn. Nhiều nghiên cứu đã chỉ ra rằng các phương pháp dạy học tích cực trong giáo dục STEM có thể cải thiện đáng kể kết quả học tập của sinh viên trong các lĩnh vực khoa học và kỹ thuật (Freeman và nnk, 2014; Apkarian và nnk, 2021; Li và nnk, 2020). Việc tích hợp các lĩnh vực khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học trong quá trình đào tạo cũng được xem là một yếu tố quan trọng để nâng cao hiệu quả của giáo dục STEM (Kelley & Knowles, 2016).

Giáo dục STEM ở bậc đại học đã trở thành chủ đề được quan tâm rộng rãi trong các nghiên cứu quốc tế. Các nghiên cứu tổng quan cho thấy xu hướng chung là chuyển từ phương pháp giảng dạy truyền thống sang các mô hình học tập tích cực, trong đó sinh viên tham gia trực tiếp vào quá trình khám phá và giải quyết vấn đề (Henderson và nnk, 2011; Andrews và nnk, 2022). Những phương pháp này có thể giúp sinh viên hiểu sâu hơn kiến thức chuyên môn và phát triển các kỹ năng cần thiết cho nghề nghiệp trong lĩnh vực khoa học và kỹ thuật. Một số nghiên cứu thực nghiệm cũng cho thấy việc áp dụng các phương pháp học tập tích cực có thể thu hẹp khoảng cách về kết quả học tập giữa các nhóm sinh viên và nâng cao hiệu quả đào tạo trong các ngành STEM (Theobald và nnk, 2020).

Bên cạnh việc đổi mới phương pháp giảng dạy, nhiều nghiên cứu cũng nhấn mạnh vai trò của môi trường và tổ chức dạy học trong việc cải thiện chất lượng đào tạo STEM ở bậc đại học. Các khảo sát tại các trường đại học ở Bắc Mỹ cho thấy việc triển khai các phương pháp giảng dạy tích cực và tăng cường sự tham gia của sinh viên có thể góp phần nâng cao hiệu quả học tập trong các môn khoa học và kỹ thuật (Stains và nnk, 2018; Barrasso & Spilios, 2021). Ngoài ra, việc xây dựng các trung tâm hỗ trợ giáo dục STEM trong trường đại học cũng được xem là một giải pháp quan trọng nhằm thúc đẩy đổi mới giảng dạy và phát triển chương trình đào tạo (Carlisle & Weaver, 2018). Các nghiên cứu về đổi mới giáo dục đại học cũng cho thấy việc thay đổi phương pháp giảng dạy và phát triển năng lực sư phạm của giảng viên đóng vai trò quan trọng trong quá trình cải thiện chất lượng đào tạo STEM (Shadle và nnk, 2017; Winberg và nnk, 2019). Thành phần quan trọng của giáo dục STEM là việc tích hợp các hoạt động thiết kế kỹ thuật trong quá trình học tập. Quy trình thiết kế kỹ thuật thường bao gồm các bước xác định vấn đề, đề xuất giải pháp, thiết kế, thử nghiệm và cải tiến sản phẩm. Thông qua các hoạt động này, sinh viên có thể phát triển tư duy thiết kế và khả năng giải quyết các vấn đề kỹ thuật thực tiễn. Nhiều nghiên cứu đã khẳng định vai trò của quy trình thiết kế kỹ thuật trong dạy học STEM và đào tạo kỹ sư (Dym và nnk, 2005; Crismond & Adams, 2012; Atman và nnk, 2007). Mặc dù giáo dục STEM đã được nghiên cứu và triển khai ở nhiều quốc gia, việc áp dụng các mô hình dạy học STEM trong đào tạo kỹ thuật ở bậc đại học vẫn còn một số hạn chế. Trong nhiều chương trình đào tạo, hoạt động giảng dạy vẫn chủ yếu tập trung vào truyền đạt kiến thức lý thuyết, trong khi các hoạt động gắn với thực tiễn nghề nghiệp và môi trường sản xuất chưa được chú trọng. Điều này dẫn đến khoảng cách nhất định giữa nội dung đào tạo và yêu cầu của thị trường lao động. Một số nghiên cứu cho rằng việc tăng cường liên kết giữa nhà trường và các tổ chức bên ngoài, đặc biệt là doanh nghiệp, có thể góp phần cải thiện chất lượng đào tạo và giúp sinh viên tiếp cận với các vấn đề kỹ thuật thực tế (Manduca và nnk, 2017; Reinholz và nnk, 2021; Shah & Gillen, 2024).

Từ các nghiên cứu đã công bố có thể thấy rằng giáo dục STEM trong bậc đại học đang được quan tâm ở nhiều khía cạnh khác nhau như đổi mới phương pháp giảng dạy, tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật và tăng cường liên kết giữa đào tạo và thực tiễn. Tuy nhiên, các nghiên cứu đề xuất mô hình giảng dạy STEM cụ thể cho các học phần kỹ thuật trong chương trình đào tạo đại học, đặc biệt là các mô hình gắn với các dự án kỹ thuật thực tế, vẫn còn hạn chế. Xuất phát từ khoảng trống nghiên cứu này, bài báo tập trung đề xuất một mô hình giảng dạy STEM trong đào

tạo đại học tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật thông qua hoạt động dự án. Mô hình được minh họa thông qua dự án STEM “thiết kế tủ điện phân phối điện”, trong đó sinh viên thực hiện các bước của quy trình thiết kế kỹ thuật từ xác định yêu cầu, đề xuất phương án thiết kế đến chế tạo và đánh giá sản phẩm. Điểm mới của nghiên cứu nằm ở việc xây dựng một mô hình giảng dạy STEM cụ thể cho đào tạo kỹ thuật điện ở bậc đại học, trong đó tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật với hoạt động dự án gắn với bài toán kỹ thuật thực tiễn. Bên cạnh việc đề xuất mô hình lý thuyết, nghiên cứu còn triển khai thực nghiệm sư phạm với sinh viên ngành Kỹ thuật điện nhằm đánh giá tính khả thi của mô hình trong giảng dạy đại học.

2. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu sử dụng kết hợp phương pháp tổng quan tài liệu và thực nghiệm sư phạm. Phương pháp tổng quan tài liệu được sử dụng nhằm phân tích các nghiên cứu liên quan đến giáo dục STEM trong bậc đại học, các mô hình dạy học tích hợp STEM và quy trình thiết kế kỹ thuật. Trên cơ sở đó, nghiên cứu đề xuất một mô hình giảng dạy STEM tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật trong đào tạo kỹ thuật điện.

Thực nghiệm sư phạm được tiến hành nhằm đánh giá tính khả thi của mô hình đề xuất trong quá trình dạy học. Đối tượng nghiên cứu gồm 80 sinh viên ngành Kỹ thuật điện của Trường Đại học Hải Dương, thuộc hai lớp K13.KTĐ và K14LT.KTĐ. Thực nghiệm được triển khai trong học kỳ của học phần liên quan đến thiết kế và lắp đặt hệ thống điện.

Các công cụ thu thập dữ liệu trong nghiên cứu bao gồm: (1) bài kiểm tra trước và sau thực nghiệm nhằm đánh giá mức độ tiếp thu kiến thức của sinh viên; (2) bảng tiêu chí đánh giá sản phẩm dự án STEM; và (3) bảng khảo sát ý kiến sinh viên về hiệu quả của phương pháp dạy học. Dữ liệu thu thập được xử lý thông qua các phương pháp thống kê mô tả nhằm phân tích sự thay đổi kết quả học tập và đánh giá mức độ phù hợp của mô hình giảng dạy.

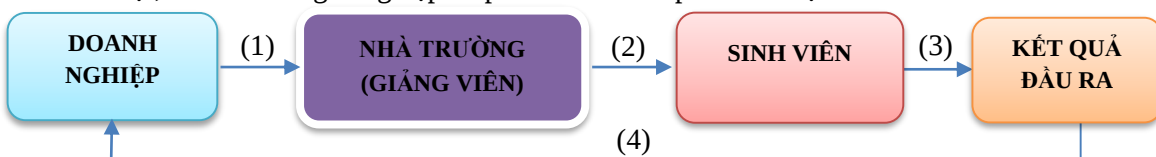
3. Kết quả và thảo luận

3.1. Đề xuất Mô hình giảng dạy STEM gắn với thực tiễn doanh nghiệp

Trong đào tạo kỹ thuật điện, dạy học vẫn chủ yếu theo học phần riêng biệt, tập trung truyền thụ kiến thức và thực hành theo quy trình định sẵn. Việc tích hợp STEM và gắn với bài toán thực tiễn từ doanh nghiệp còn hạn chế, khiến sinh viên khó vận dụng kiến thức liên ngành, phát triển tư duy thiết kế và tiếp cận môi trường nghề nghiệp. Thực trạng này đòi hỏi xây dựng mô hình dạy học STEM có sự tham gia của doanh nghiệp nhằm tăng tính thực tiễn và năng lực nghề nghiệp.

Từ tổng quan tài liệu, nghiên cứu đề xuất mô hình giảng dạy STEM gắn với thực tiễn doanh nghiệp để nâng cao khả năng vận dụng kiến thức liên ngành và phát triển năng lực nghề nghiệp cho sinh viên kỹ thuật điện. Các nghiên cứu cho thấy học tập dựa trên nhiệm vụ kỹ thuật thực tiễn, kết hợp quy trình thiết kế kỹ thuật và tích hợp STEM góp phần phát triển tư duy thiết kế, năng lực giải quyết vấn đề và làm việc trong môi trường kỹ thuật (Li và cộng sự, 2020; Kelley và Knowles, 2016; Dym và cộng sự, 2005; Crismond và Adams, 2012).

Trên cơ sở đó, mô hình được xây dựng theo định hướng kết nối doanh nghiệp – nhà trường – sinh viên thông qua hoạt động học tập gắn với bối cảnh nghề nghiệp thực tế. Mô hình không chỉ tích hợp kiến thức STEM mà còn nhấn mạnh vai trò doanh nghiệp trong việc cung cấp yêu cầu kỹ thuật, tiêu chuẩn nghề nghiệp và phản hồi về sản phẩm đào tạo.



Hình 1. Đề xuất mô hình giáo dục STEM gắn với thực tiễn Doanh nghiệp

Trong mô hình, doanh nghiệp (1) cung cấp bài toán kỹ thuật thực tiễn, yêu cầu kỹ thuật, tiêu chuẩn nghề nghiệp và phản hồi về mức độ đáp ứng của sinh viên. Nhà trường và giảng viên (2) xây dựng dự án STEM, tổ chức dạy học theo dự án và hướng dẫn sinh viên thực hiện quy trình thiết kế kỹ thuật: phân tích yêu cầu, đề xuất giải pháp, thiết kế, thử nghiệm và cải tiến. Sinh viên (3) trực tiếp giải quyết nhiệm vụ kỹ thuật gắn với thực tiễn, hình thành sản phẩm và phát triển năng lực nghề nghiệp. Kết quả được phản hồi (4) về nhà trường và doanh nghiệp để điều chỉnh nội dung đào tạo, cập nhật yêu cầu kỹ thuật và nâng cao mức độ phù hợp với nhu cầu thực tiễn.

Để làm rõ vai trò của doanh nghiệp trong mô hình, Bảng 1 trình bày mối quan hệ phối hợp giữa nhà trường và doanh nghiệp trong quá trình tổ chức hoạt động dạy học STEM.

Bảng 1. Vai trò của doanh nghiệp trong các thành phần của mô hình giảng dạy STEM

Thành phần	Nhà trường/Giảng viên	Doanh nghiệp
Chức năng	Tổ chức hoạt động đào tạo và phát triển năng lực STEM cho sinh viên	Cung cấp môi trường nghề nghiệp và yêu cầu thực tiễn của lĩnh vực kỹ thuật
Nhiệm vụ	Xây dựng chủ đề STEM, thiết kế kế hoạch và hướng dẫn dự án	Đề xuất bài toán kỹ thuật thực tế, tiêu chuẩn và yêu cầu sản phẩm
Hoạt động	Tổ chức học tập theo dự án, hướng dẫn quy trình thiết kế kỹ thuật, đánh giá kết quả học tập	Hỗ trợ thông tin kỹ thuật, quy trình sản xuất, tiêu chuẩn an toàn và phản hồi về sản phẩm đào tạo
Nội dung phối hợp	Tích hợp kiến thức STEM với hoạt động thực hành và thiết kế kỹ thuật	Liên kết nội dung đào tạo với nhu cầu kỹ thuật và công nghệ của doanh nghiệp
Kết quả mong đợi	Phát triển năng lực STEM, tư duy thiết kế và làm việc nhóm	Đáp ứng nguồn nhân lực kỹ thuật có khả năng vận dụng kiến thức vào thực tiễn

Bảng 1 cho thấy nhà trường và doanh nghiệp có vai trò bổ trợ, tương tác lẫn nhau. Nhà trường chủ đạo trong thiết kế và triển khai dạy học, trong khi doanh nghiệp cung cấp bối cảnh kỹ thuật thực tiễn, tiêu chuẩn nghề nghiệp và yêu cầu sản phẩm. Sự phối hợp này bảo đảm chủ đề STEM vừa đáp ứng yêu cầu sư phạm vừa tăng tính ứng dụng và định hướng nghề nghiệp.

Tên cơ sở mối quan hệ này, mô hình được triển khai qua năm thành tố liên kết chặt chẽ:

(1) Bối cảnh thực tiễn doanh nghiệp: Nhiệm vụ học tập xây dựng từ tình huống kỹ thuật thực tế trong thiết kế, lắp đặt và vận hành hệ thống điện, giúp sinh viên tiếp cận yêu cầu nghề nghiệp.

(2) Kiến thức tích hợp STEM: Sinh viên vận dụng kiến thức khoa học, công nghệ, kỹ thuật và toán học để phân tích nguyên lý, lựa chọn thiết bị và tính toán công suất.

(3) Quy trình thiết kế kỹ thuật: Gồm xác định vấn đề, đề xuất giải pháp, thiết kế, thực hiện và kiểm tra sản phẩm; giúp phát triển tư duy thiết kế và năng lực giải quyết vấn đề theo định hướng nghề nghiệp.

(4) Tổ chức học tập theo chủ đề STEM: Học tập dự án theo nhóm, tăng tính chủ động và khả năng hợp tác.

(5) Sản phẩm kỹ thuật: Bản thiết kế hoặc mô hình hệ thống điện do sinh viên thực hiện, làm cơ sở đánh giá khả năng vận dụng kiến thức STEM và mức độ phù hợp với yêu cầu thực tiễn.

Để làm rõ cấu trúc của mô hình, Bảng 2 trình bày các thành tố chính và ý nghĩa của chúng trong việc gắn kết hoạt động đào tạo với thực tiễn doanh nghiệp.

Bảng 2. Các thành tố của mô hình giảng dạy STEM gắn với thực tiễn doanh nghiệp

Thành tố của mô hình	Nội dung	Ý nghĩa trong gắn với thực tiễn doanh nghiệp
Bối cảnh thực tiễn doanh nghiệp	Nhiệm vụ học tập được xây dựng từ các tình huống kỹ thuật trong lắp đặt và vận hành hệ thống điện	Giúp sinh viên tiếp cận các vấn đề kỹ thuật trong môi trường nghề nghiệp

Kiến thức tích hợp STEM	Tích hợp kiến thức khoa học, công nghệ, kĩ thuật và toán học	Tạo nền tảng liên ngành để giải quyết các vấn đề kĩ thuật
Quy trình thiết kế kĩ thuật	Xác định vấn đề, đề xuất giải pháp, thiết kế, thực hiện và kiểm tra	Mô phỏng quy trình làm việc của kĩ sư trong thực tế
Tổ chức học tập theo chủ đề STEM	Tổ chức các chủ đề học tập gắn với nhiệm vụ kĩ thuật	Tăng tính chủ động và sự tham gia của sinh viên
Sản phẩm kĩ thuật	Bản thiết kế hoặc hệ thống kĩ thuật do sinh viên thực hiện	Kiểm chứng giải pháp và tăng khả năng vận dụng kiến thức

Trên cơ sở mô hình giảng dạy đã đề xuất, nghiên cứu triển khai hoạt động dạy học thông qua chủ đề STEM “Thiết kế tủ điện phân phối điện” nhằm đánh giá tính khả thi của mô hình trong đào tạo kĩ thuật điện ở bậc đại học.

3.2. Dự án STEM tích hợp quy trình thiết kế kĩ thuật gắn với thực tiễn doanh nghiệp

Trên cơ sở tổng quan các nghiên cứu về giáo dục STEM và quy trình thiết kế kĩ thuật, nghiên cứu đề xuất một mô hình giảng dạy STEM trong đào tạo đại học tích hợp quy trình thiết kế kĩ thuật thông qua hoạt động dự án. Mô hình được xây dựng theo ba thành phần chính: tích hợp kiến thức STEM, áp dụng quy trình thiết kế kĩ thuật và tổ chức hoạt động học tập dựa trên dự án.

Trong mô hình đề xuất, quy trình thiết kế kĩ thuật được sử dụng như một khung tổ chức hoạt động học tập. Quy trình này bao gồm các bước cơ bản: xác định vấn đề, đề xuất giải pháp, thiết kế phương án, thử nghiệm và cải tiến sản phẩm. Thông qua các bước này, sinh viên được tham gia vào quá trình giải quyết một vấn đề kĩ thuật cụ thể.

Để minh họa cho mô hình giảng dạy, nghiên cứu triển khai một dự án STEM với chủ đề “thiết kế tủ điện phân phối điện”. Trong dự án này, sinh viên làm việc theo nhóm và thực hiện các nhiệm vụ như phân tích yêu cầu kĩ thuật của hệ thống điện, lựa chọn thiết bị điện phù hợp, xây dựng sơ đồ nguyên lý và sơ đồ lắp đặt, lắp ráp tủ điện và đánh giá hoạt động của hệ thống. Hoạt động học tập được tổ chức theo hình thức học tập dựa trên dự án nhằm khuyến khích sự tham gia chủ động của sinh viên trong quá trình học tập.

Dự án STEM “Thiết kế tủ điện phân phối điện”

Trên cơ sở mô hình giảng dạy STEM tích hợp quy trình thiết kế kĩ thuật gắn với thực tiễn doanh nghiệp, nghiên cứu lựa chọn dự án STEM “Thiết kế tủ điện phân phối điện” để triển khai trong quá trình dạy học. Đây là nội dung kĩ thuật có tính thực tiễn cao trong lĩnh vực kĩ thuật điện, thường gặp trong hệ thống điện dân dụng và công nghiệp. Việc lựa chọn chủ đề này giúp sinh viên có cơ hội vận dụng kiến thức liên ngành để giải quyết một nhiệm vụ kĩ thuật cụ thể.

Chủ đề học tập được thiết kế nhằm tích hợp các thành phần của STEM trong quá trình giải quyết nhiệm vụ thiết kế. Trong đó, kiến thức khoa học liên quan đến nguyên lý mạch điện và an toàn điện; công nghệ thể hiện qua việc sử dụng các thiết bị điện và công cụ thiết kế; kĩ thuật liên quan đến quá trình thiết kế và lắp đặt hệ thống điện; và toán học được sử dụng để thực hiện các tính toán cần thiết như xác định công suất tải và lựa chọn thiết bị phù hợp. Cách tiếp cận này phù hợp với quan điểm giáo dục STEM tích hợp, trong đó các lĩnh vực kiến thức được kết nối thông qua các nhiệm vụ học tập thực tiễn (Li và cộng sự, 2020; Kelley và Knowles, 2016).

Bảng 3. Liên hệ giữa các thành phần STEM và hoạt động học tập

STEM	Nội dung trong chủ đề
Science	Nguyên lý mạch điện, an toàn điện
Technology	Thiết bị điện, công cụ thiết kế
Engineering	Thiết kế và lắp ráp tủ điện
Mathematics	Tính toán công suất, lựa chọn thiết bị

Trong chủ đề này, sinh viên được giao nhiệm vụ thiết kế một tủ điện phân phối điện cho hệ thống điện quy mô nhỏ đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật và đảm bảo an toàn trong vận hành. Kết quả của chủ đề học tập được thể hiện thông qua bản thiết kế và mô hình tủ điện do sinh viên xây dựng.

3.3. Tổ chức giảng dạy chủ đề “Thiết kế tủ điện phân phối điện” theo mô hình STEM tích hợp đề xuất

Tổ chức giảng dạy theo mô hình đề xuất

Việc tổ chức giảng dạy chủ đề STEM được thực hiện theo các bước của quy trình thiết kế kỹ thuật, đồng thời đảm bảo sự tích hợp giữa các thành tố của mô hình giảng dạy đã đề xuất.

Bước 1. Xác định vấn đề và bối cảnh thực tiễn

Giảng viên giới thiệu bối cảnh kỹ thuật của nhiệm vụ học tập, trong đó sinh viên được yêu cầu thiết kế một tủ điện phân phối điện phục vụ cho hệ thống điện quy mô nhỏ. Sinh viên tiến hành phân tích yêu cầu kỹ thuật của hệ thống, bao gồm công suất tải, phương án phân phối điện và các yêu cầu về an toàn.

Bước 2. Đề xuất giải pháp thiết kế

Sinh viên làm việc theo nhóm để đề xuất các phương án thiết kế tủ điện dựa trên việc lựa chọn thiết bị điện phù hợp như aptomat, cầu chì, contactor và các thiết bị bảo vệ khác. Trong giai đoạn này, sinh viên cần vận dụng kiến thức khoa học và kỹ thuật để xây dựng giải pháp thiết kế.

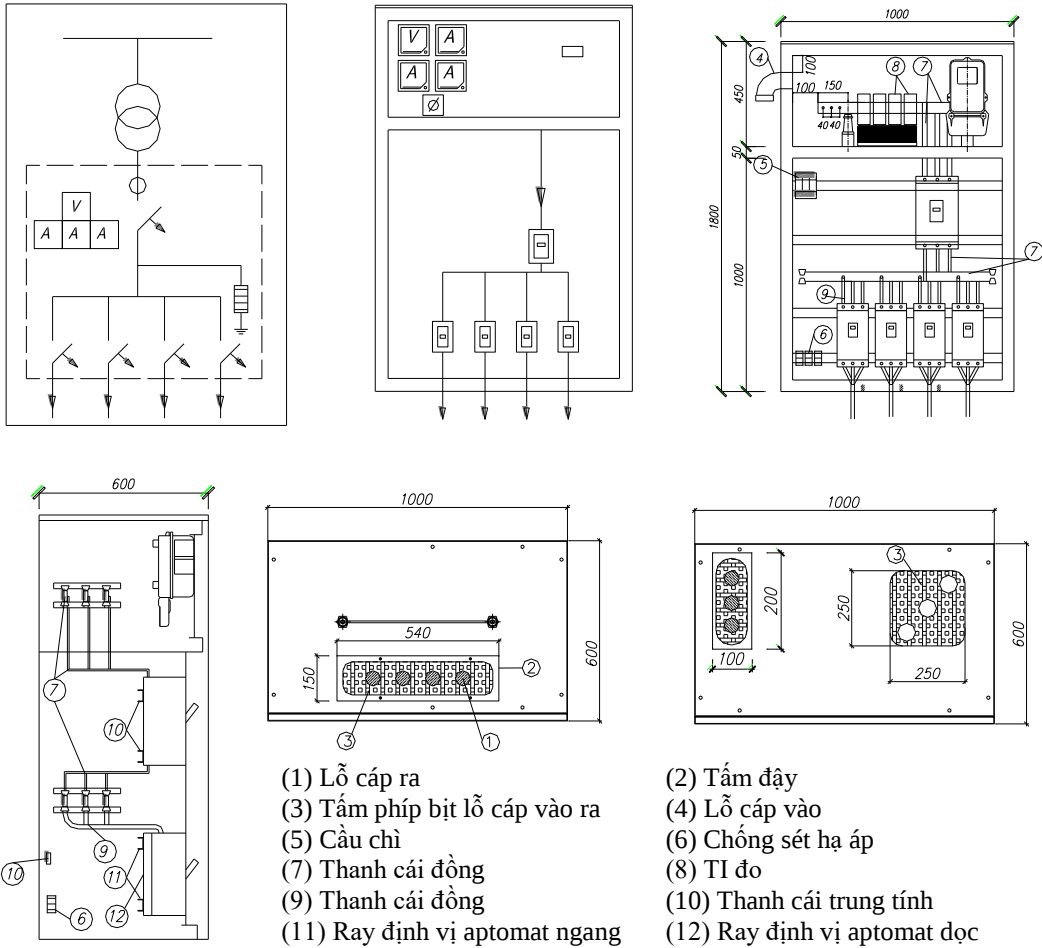
Bước 3. Xây dựng bản thiết kế kỹ thuật

Sau khi lựa chọn phương án phù hợp, sinh viên tiến hành xây dựng sơ đồ nguyên lý và sơ đồ lắp đặt của tủ điện. Hoạt động này yêu cầu sinh viên áp dụng các kiến thức toán học và kỹ thuật để tính toán và bố trí các thiết bị trong hệ thống điện.

Bảng 4. Quá trình thực hiện bản vẽ kỹ thuật của sinh viên

Giai đoạn thực hiện	Hoạt động của sinh viên	Vai trò của giảng viên	Kết quả đạt được
Phân tích yêu cầu kỹ thuật	Xác định yêu cầu của hệ thống điện như: công suất tải, số lượng nhánh cấp điện, điều kiện vận hành	Hướng dẫn sinh viên phân tích nhiệm vụ kỹ thuật và xác định các thông số	Sinh viên hiểu yêu cầu nghề nghiệp và tiêu chuẩn kỹ thuật của hệ thống điện
Đề xuất phương án thiết kế	Lựa chọn phương án phân phối điện và các thiết bị phù hợp	Hỗ trợ sinh viên so sánh, lựa chọn phương án thiết kế khả thi	Hình thành phương án thiết kế đáp ứng yêu cầu kỹ thuật
Tính toán kỹ thuật	Tính toán phụ tải, lựa chọn aptomat, dây dẫn và các thông số kỹ thuật liên quan	Kiểm tra tính chính xác các phép tính và hướng dẫn điều chỉnh	Sinh viên vận dụng kiến thức vào giải quyết vấn đề
Thiết kế bản vẽ bằng AutoCAD	Sử dụng phần mềm AutoCAD để xây dựng sơ đồ nguyên lý và sơ đồ lắp đặt tủ điện	Hướng dẫn sinh viên sử dụng phần mềm và kiểm tra cách biểu diễn bản vẽ kỹ thuật	Sinh viên phát triển kỹ năng sử dụng phần mềm thiết kế kỹ thuật nghề nghiệp
Xây dựng sơ đồ nguyên lý	Thiết kế sơ đồ nguyên lý thể hiện mối liên hệ giữa các thiết bị điện	Hướng dẫn cách biểu diễn ký hiệu kỹ thuật và bố trí hệ thống điện	Sinh viên phát triển kỹ năng đọc và thiết kế bản vẽ kỹ thuật

Quá trình thực hiện bản vẽ kỹ thuật điện của sinh viên được tổ chức theo các bước của quy trình thiết kế kỹ thuật và có sự gắn kết với yêu cầu thực tiễn doanh nghiệp. Trong quá trình này, sinh viên sử dụng phần mềm AutoCAD để xây dựng và hoàn thiện bản vẽ theo tiêu chuẩn.



Hình 2. Bản vẽ Tủ điện phân phối hạ áp do sinh viên thiết kế

Bước 4. Lắp ráp và kiểm tra hệ thống

Sinh viên tiến hành lắp ráp tủ điện theo bản thiết kế đã xây dựng. Quá trình này bao gồm bố trí thiết bị trong tủ điện, đấu nối dây dẫn và kiểm tra các mối nối điện. Sau khi hoàn thành lắp ráp, sinh viên thực hiện vận hành thử hệ thống để đánh giá khả năng hoạt động của tủ điện.



TT	Thiết bị trong sơ đồ nguyên lí	Thiết bị trong sản phẩm thực tế
1	Aptomat tổng	Aptomat tổng lắp đầu nguồn của tủ điện
2	Aptomat nhánh	Các aptomat nhánh lắp trên thanh ray
3	Thanh cái nguồn	Thanh cái đồng trong tủ điện
4	Dây dẫn điện	Hệ thống dây đấu nối trong tủ
6	Đèn báo/thiết bị đo	Đèn báo, đồng hồ hiển thị

Hình 3. Sản phẩm tủ điện phân phối hạ áp

Các thiết bị trong sơ đồ thiết kế đều được lắp đặt tương ứng trong sản phẩm thực tế. Vị trí bố trí thiết bị, đường đấu nối và cấu trúc phân phối điện của tủ được triển khai theo đúng bản vẽ thiết kế, qua đó cho thấy tính khả thi của phương án kỹ thuật do sinh viên xây dựng.

Bước 5. Đánh giá và cải tiến giải pháp

Các nhóm sinh viên trình bày sản phẩm và báo cáo kết quả thực hiện trước lớp. Giảng viên

và sinh viên cùng tham gia đánh giá sản phẩm dựa trên các tiêu chí như tính hợp lý của thiết kế, độ chính xác của sơ đồ điện, khả năng vận hành của hệ thống và mức độ đảm bảo an toàn điện. Nếu cần thiết, sinh viên có thể điều chỉnh và cải tiến thiết kế để hoàn thiện giải pháp kỹ thuật.

Thông qua quá trình tổ chức giảng dạy theo mô hình đề xuất, sinh viên được tham gia trực tiếp vào quá trình giải quyết một nhiệm vụ kỹ thuật thực tiễn. Hoạt động này không chỉ giúp sinh viên củng cố kiến thức chuyên môn mà còn góp phần phát triển các năng lực tư duy thiết kế, khả năng giải quyết vấn đề và làm việc nhóm.

3.4. Đánh giá kết quả học tập và năng lực STEM của sinh viên

Sau khi triển khai chủ đề STEM “Thiết kế tủ điện phân phối điện”, nghiên cứu đánh giá kết quả học tập và năng lực STEM của sinh viên thông qua sản phẩm kỹ thuật, quan sát hoạt động học tập, khảo sát thái độ và so sánh kết quả trước-sau thực nghiệm.

Công cụ đánh giá gồm phiếu đánh giá sản phẩm, phiếu quan sát và bảng hỏi sinh viên, tập trung vào năng lực thiết kế kỹ thuật, vận dụng kiến thức STEM, làm việc nhóm và mức độ đáp ứng yêu cầu kỹ thuật. Công cụ được xây dựng dựa trên các tiêu chí và chỉ báo năng lực, có tham khảo ý kiến giảng viên và kỹ sư doanh nghiệp trước khi hoàn thiện.

Dữ liệu thu thập từ quá trình học tập, sản phẩm tủ điện và phản hồi của sinh viên; được xử lý bằng thống kê mô tả và kiểm định *paired-sample t-test* nhằm đánh giá hiệu quả của mô hình. Kết quả cho thấy phần lớn sinh viên hoàn thành nhiệm vụ thiết kế và lắp ráp tủ điện theo yêu cầu kỹ thuật, xây dựng được sơ đồ nguyên lý, sơ đồ lắp đặt và lựa chọn thiết bị phù hợp với công suất tải. Sinh viên đồng thời vận dụng kiến thức về mạch điện, thiết bị điện và an toàn điện để giải quyết nhiệm vụ thực tiễn.

Khảo sát thái độ cho thấy sinh viên có nhận thức tích cực về học tập STEM, với giá trị trung bình các tiêu chí đều trên 4,0/5. Tiêu chí “chủ đề học tập có liên hệ với thực tiễn nghề nghiệp” đạt cao nhất ($M = 4,26$), cho thấy việc gắn nội dung học tập với bối cảnh doanh nghiệp góp phần tăng động lực và mức độ tham gia của sinh viên.

Bảng 5. Kết quả khảo sát thái độ học tập STEM của sinh viên

Nội dung khảo sát	Giá trị trung bình
Hoạt động học tập giúp tôi hiểu rõ hơn kiến thức chuyên môn	4,18
Chủ đề học tập có liên hệ với thực tiễn nghề nghiệp	4,26
Tôi hứng thú với các hoạt động thiết kế và lắp ráp hệ thống điện	4,12
Hoạt động học tập giúp tôi phát triển kỹ năng làm việc nhóm	4,21
Tôi mong muốn tiếp tục học tập theo các chủ đề STEM tương tự	4,09

Kết quả đánh giá trước và sau thực nghiệm cho thấy điểm trung bình của sinh viên tăng ở tất cả các tiêu chí, đặc biệt ở năng lực tư duy thiết kế và thực hiện giải pháp kỹ thuật.

Bảng 6. So sánh kết quả đánh giá năng lực STEM trước và sau thực nghiệm

Nội dung đánh giá	Trước thực nghiệm (Mean)	Sau thực nghiệm (Mean)
Phân tích vấn đề kỹ thuật	3,12	4,05
Vận dụng kiến thức STEM	3,08	4,02
Tư duy thiết kế kỹ thuật	2,96	3,98
Thực hiện giải pháp kỹ thuật	3,01	4,10
Làm việc nhóm	3,25	4,18

Kiểm định *paired-sample t-test* cho thấy sự khác biệt trước và sau thực nghiệm có ý nghĩa thống kê ($p < 0,05$). Quan sát quá trình học tập cũng cho thấy sinh viên chủ động hơn trong phân tích yêu cầu kỹ thuật, đề xuất giải pháp và phối hợp làm việc nhóm.

Các kết quả trên cho thấy mô hình đề xuất không chỉ cải thiện kết quả học tập mà còn góp phần phát triển các năng lực kỹ thuật quan trọng của sinh viên, đặc biệt là năng lực thiết kế kỹ thuật và khả năng vận dụng kiến thức liên ngành. Kết quả này cũng phù hợp với các nghiên cứu trước đây cho rằng việc tổ chức học tập dựa trên quy trình thiết kế kỹ thuật trong giáo dục STEM có thể nâng cao năng lực giải quyết vấn đề và tư duy kỹ thuật của người học (Dym và nnk, 2005; Crismond & Adams, 2012; Atman và nnk, 2007).

4. Kết luận

Nghiên cứu đề xuất mô hình giảng dạy STEM trong đào tạo đại học thông qua tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật và học tập dựa trên dự án. Trên cơ sở tổng quan nghiên cứu, mô hình được xây dựng phù hợp với đặc thù đào tạo kỹ thuật điện và triển khai qua dự án STEM “thiết kế tủ điện phân phối điện”, trong đó sinh viên thực hiện các bước của quy trình thiết kế kỹ thuật.

Kết quả thực nghiệm cho thấy mô hình góp phần khắc phục tình trạng học tập thiên về lý thuyết, tăng khả năng vận dụng kiến thức liên ngành STEM vào giải quyết các bài toán kỹ thuật thực tiễn và tăng cường sự gắn kết giữa đào tạo với yêu cầu của doanh nghiệp. Việc tích hợp quy trình thiết kế kỹ thuật trong dạy học STEM thông qua các dự án kỹ thuật là hướng tiếp cận phù hợp trong đào tạo kỹ thuật ở bậc đại học. Mô hình tạo môi trường học tập tích cực, giúp sinh viên phát triển năng lực giải quyết vấn đề và tiếp cận các yêu cầu nghề nghiệp.

Nghiên cứu vẫn còn một số hạn chế, trong đó phạm vi triển khai mô hình mới được thực hiện ở một số học phần với quy mô sinh viên còn hạn chế, do đó khả năng khái quát hóa kết quả cần được tiếp tục kiểm chứng. Bên cạnh đó, sự tham gia của doanh nghiệp trong quá trình xây dựng và triển khai các dự án STEM chưa được khai thác đầy đủ, nên tính gắn kết giữa hoạt động học tập và yêu cầu thực tiễn nghề nghiệp còn có thể được tăng cường. Trong thời gian tới, nghiên cứu có thể mở rộng mô hình ở nhiều học phần, nhóm ngành và quy mô sinh viên lớn hơn, đồng thời tăng cường sự tham gia của doanh nghiệp trong việc xác định vấn đề thực tiễn, xây dựng và triển khai dự án STEM, cũng như đánh giá sản phẩm học tập, qua đó nâng cao tính thực tiễn, khả năng khái quát và hiệu quả của mô hình trong đào tạo.

Ghi chú về tác giả: TS. Đoàn Văn Hải là giảng viên Khoa Kỹ thuật và Công nghệ, Trường Đại học Hải Dương, Hải Phòng, Việt Nam

Tuyên bố về xung đột lợi ích: Tác giả tuyên bố không có xung đột lợi ích.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- Andrews, T. C., Speer, N. M., & Shultz, G. V. (2022). Building bridges: A review and synthesis of research on teaching knowledge for undergraduate instruction in science, engineering, and mathematics. *International Journal of STEM Education*, 9(1), 66. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00380-w>
- Apkarian, N., Henderson, C., Stains, M., Raker, J., Johnson, E., & Dancy, M. (2021). What really impacts the use of active learning in undergraduate STEM education? Results from a national survey of chemistry, mathematics, and physics instructors. *PLoS ONE*, 16(2), e0247544. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0247544>
- Atman, C. J., Adams, R. S., Mosborg, S., Cardella, M. E., Turns, J., & Saleem, J. (2007). Engineering design processes: A comparison of students and expert practitioners. *Journal of Engineering Education*, 96(4), 359–379. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2007.tb00945.x>
- Barrasso, A. P., & Spilios, K. E. (2021). A scoping review of literature assessing the impact of the learning assistant model. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00267-8>

- Carlisle, D. L., & Weaver, G. C. (2018). STEM education centers: Catalyzing the improvement of undergraduate STEM education. *International Journal of STEM Education*, 5(1), 47. <https://doi.org/10.1186/s40594-018-0143-2>
- Crismond, D. P., & Adams, R. S. (2012). The informed design teaching and learning matrix. *Journal of Engineering Education*, 101(4), 738–797. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2012.tb01127.x>
- Dym, C. L., Agogino, A. M., Eris, O., Frey, D. D., & Leifer, L. J. (2005). Engineering design thinking, teaching, and learning. *Journal of Engineering Education*, 94(1), 103–120. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2005.tb00832.x>
- Freeman, S., Eddy, S. L., McDonough, M., Smith, M. K., Okoroafor, N., Jordt, H., & Wenderoth, M. P. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Henderson, C., Beach, A., & Finkelstein, N. (2011). Facilitating change in undergraduate STEM instructional practices: An analytic review of the literature. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(8), 952–984. <https://doi.org/10.1002/tea.20439>
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z>
- Li, Y., Wang, K., Xiao, Y., & Froyd, J. E. (2020). Research and trends in STEM education: A systematic review of journal publications. *International Journal of STEM Education*, 7(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00207-6>
- Manduca, C. A., Iverson, E. R., Luxenberg, M., Macdonald, R. H., McConnell, D. A., Mogk, D. W., & Tewksbury, B. J. (2017). Improving undergraduate STEM education: The efficacy of discipline-based professional development. *Science Advances*, 3(2), e1600193. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1600193>
- Reinholz, D. L., White, I., & Andrews, T. (2021). Change theory in STEM higher education: A systematic review. *International Journal of STEM Education*, 8(1), 37. <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00291-2>
- Shadle, S. E., Marker, A., & Earl, B. (2017). Faculty drivers and barriers: Laying the groundwork for undergraduate STEM education reform in academic departments. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 8. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0062-7>
- Shah, R., & Gillen, A. L. (2024). A systematic literature review of university-industry partnerships in engineering education. *European Journal of Engineering Education*, 49(3), 577–603. <https://doi.org/10.1080/03043797.2023.2253741>
- Stains, M., Harshman, J., Barker, M. K., Chasteen, S. V., Cole, R., DeChenne-Peters, S., & Young, A. M. (2018). Anatomy of STEM teaching in North American universities. *Science*, 359(6383), 1468–1470. <https://doi.org/10.1126/science.aap8892>
- Theobald, E. J., Hill, M. J., Tran, E., Agrawal, S., Arroyo, E. N., Behling, S., & Freeman, S. (2020). Active learning narrows achievement gaps for underrepresented students in undergraduate STEM. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 117(12), 6476–6483. <https://doi.org/10.1073/pnas.1916903117>
- Winberg, C., Adendorff, H., Bozalek, V., Conana, H., Pallitt, N., & Wolff, K. (2019). Learning to teach STEM disciplines in higher education: A critical review of the literature. *Teaching in Higher Education*, 24(8), 930–947. <https://doi.org/10.1080/13562517.2018.1517735>