

XÂY DỰNG THÍ NGHIỆM ẢO TRONG GIẢNG DẠY MODULE “TRANG BỊ ĐIỆN” NGHỀ TRUNG CẤP ĐIỆN, TRƯỜNG CAO ĐẲNG LAI CHÂU

Lê Thị Cường

Khoa Công nghiệp - Xây dựng, Trường Cao đẳng Lai Châu

Tóm tắt: Bài viết này tập trung vào việc phát triển các thí nghiệm ảo sử dụng phần mềm EMTP/ATP trong giảng dạy mô-đun Thiết bị Điện tại Trường Cao đẳng Lai Châu. Nội dung bao gồm thiết kế và triển khai các thí nghiệm ảo về điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha, bao gồm các mạch đảo chiều trực tiếp và gián tiếp. Các thí nghiệm ảo cho phép sinh viên nắm vững nguyên lý, kỹ thuật lắp đặt và vận hành các mạch điện một cách an toàn và trực quan, đồng thời giảm chi phí so với thực hành thực tế. Ứng dụng này đáp ứng yêu cầu đổi mới giáo dục nghề nghiệp, nâng cao hiệu quả giảng dạy và chuẩn bị lực lượng lao động có kỹ năng cao cho thị trường lao động hiện đại.

Từ khóa: EMTP/ATP, Thí nghiệm ảo, Thiết bị điện, Điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha, Giáo dục nghề nghiệp, Lắp đặt mạch, Đảo chiều, Công nghệ mô phỏng điện.

DEVELOPING VIRTUAL EXPERIMENTS FOR TEACHING THE "ELECTRICAL EQUIPMENT" MODULE IN THE ELECTRICAL VOCATIONAL PROGRAM AT LAI CHAU COLLEGE

Le Thi Cuong

Department of Industry and Construction, Lai Chau College

Abstract: This article focuses on developing virtual experiments using the EMTP/ATP software in teaching the Electrical Equipment module at Lai Chau College. The content includes the design and implementation of virtual experiments for controlling three-phase asynchronous motors, including direct and indirect reverse rotation circuits. Virtual experiments enable students to master the principles, installation techniques, and operation of electrical circuits in a safe and visual manner, while also reducing costs compared to real-world practice. This application meets the demands of vocational education innovation, enhances teaching effectiveness, and prepares a highly skilled workforce for the modern labor market.

Keywords: EMTP/ATP, Virtual experiments, Electrical equipment, Three-phase asynchronous motor control, Vocational education, Circuit installation, Reverse rotation, Electrical simulation technology

Nhận bài: 15/12/2024

Phản biện: 04/01/2025

Duyệt đăng: 06/01/2025

I. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong thời kỳ cách mạng công nghiệp 4.0, sự phát triển mạnh mẽ của công nghệ thông tin đã mở ra những cơ hội to lớn trong đổi mới phương pháp dạy và học. Theo Quyết định số 522/QĐ-TTg ngày 14/05/2018 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt "Đề án giáo dục nghề nghiệp gắn với thị trường lao động", giáo dục nghề nghiệp cần tập trung vào việc "ứng dụng công nghệ hiện đại vào đào tạo nhằm đáp ứng nhu cầu nhân lực chất lượng cao cho thị trường". Trong đào tạo nghề trung cấp điện tại Trường Cao đẳng Lai Châu, modul Trang bị điện là một nội dung quan trọng, cung cấp kiến thức và kỹ năng cơ bản về lắp đặt, vận hành, và bảo trì hệ thống điện. Tuy nhiên, quá trình giảng dạy và thực hành modul này thường gặp nhiều thách thức như: thiếu thôn thiết bị, chi phí cao trong vận hành thực tế, và rủi ro về an toàn cho học sinh. Những hạn chế này không chỉ ảnh hưởng đến hiệu quả học tập mà còn làm giảm cơ hội thực hành của học sinh.

Thí nghiệm ảo là một giải pháp sáng tạo nhằm khắc phục những hạn chế trên. Thông qua việc mô phỏng các tình huống thực tế trong môi trường ảo,

học sinh có thể trực quan hóa kiến thức lý thuyết, thực hành các kỹ năng một cách an toàn và tiết kiệm. Hơn nữa, thí nghiệm ảo giúp giáo viên dễ dàng tổ chức các bài học tương tác, tăng cường sự hứng thú và nâng cao hiệu quả giảng dạy. Vì vậy, việc xây dựng thí nghiệm ảo trong giảng dạy modul Trang bị điện không chỉ đáp ứng nhu cầu thực tế trong công tác đào tạo mà còn là một bước tiến quan trọng trong việc hiện đại hóa giáo dục nghề nghiệp, giúp học sinh sẵn sàng thích ứng với yêu cầu của thị trường lao động hiện đại.

II. NỘI DUNG NGHIÊN CỨU

2.1. Phần mềm EMTP/ATP

EMTP/ATP (Electromagnetic Transients Program/ Alternative Transients Program) là một phần mềm chuyên dụng được phát triển để mô phỏng và phân tích các hiện tượng quá độ điện từ trong hệ thống điện. Phần mềm này được sử dụng rộng rãi trong nghiên cứu và giảng dạy về kỹ thuật điện, cũng như trong thiết kế và phân tích các hệ thống điện công nghiệp và dân dụng.

Phần mềm EMTP/ATP nổi bật với khả năng mô phỏng hiện tượng quá độ điện từ, giúp tái hiện các

tình huống phức tạp như đóng cắt, quá áp, ngắn mạch, và dao động điện từ trong hệ thống điện. Ví dụ, khi mô phỏng hiện tượng đóng cắt, phần mềm cho phép người dùng theo dõi sự biến đổi điện áp và dòng điện tại thời điểm đóng hoặc mở mạch, từ đó phân tích các yếu tố gây mất ổn định trong hệ thống. Tính đa năng của EMTP/ATP thể hiện qua khả năng hỗ trợ mô phỏng các loại mạch điện từ đơn giản đến phức tạp, từ hệ thống truyền tải điện cao áp đến các mạch điện dân dụng. Một ví dụ cụ thể là việc mô phỏng hệ thống điện cao áp 500kV để kiểm tra độ ổn định khi có sự cố ngắn mạch, hoặc thiết kế mạch điều khiển ánh sáng trong các tòa nhà dân dụng.

Phần mềm cũng sở hữu thư viện mô hình phong phú, bao gồm máy biến áp, động cơ điện, máy phát điện, và thiết bị bảo vệ, giúp kỹ sư và nhà nghiên cứu dễ dàng xây dựng mô hình chi tiết cho hệ thống. Chẳng hạn, trong nghiên cứu động cơ điện không đồng bộ, người dùng có thể lựa chọn từ các mô hình động cơ có sẵn để mô phỏng hiệu suất khi tải biến đổi. Khả năng tương thích và mở rộng của EMTP/ATP là một điểm mạnh khác, cho phép tích hợp với các công cụ phân tích và thiết kế khác như MATLAB hay PSCAD. Điều này giúp người dùng mở rộng phạm vi ứng dụng, chẳng hạn kết hợp phân tích mô phỏng với các thuật toán tối ưu hóa để thiết kế hệ thống điện hiệu quả hơn.

Phần mềm không chỉ được sử dụng rộng rãi trong các trường đại học và viện nghiên cứu để giảng dạy và phân tích các bài toán kỹ thuật điện mà còn hỗ trợ thiết kế hệ thống điện trong các dự án quy mô lớn. Ví dụ, trong một dự án xây dựng nhà máy điện gió, EMTP/ATP được sử dụng để mô phỏng kết nối của nhà máy với lưới điện quốc gia, đảm bảo tính ổn định và an toàn.

Ngoài ra, EMTP/ATP còn được ứng dụng hiệu quả trong việc phân tích sự cố, giúp kỹ sư tìm ra giải pháp bảo vệ hệ thống và cải thiện hiệu suất vận hành. Ví dụ, trong trường hợp xảy ra sự cố ngắn mạch tại trạm biến áp, phần mềm cho phép mô phỏng và kiểm tra hoạt động của các thiết bị bảo vệ như rơ-le và máy cắt. Nhờ vào khả năng mô phỏng chính xác và linh hoạt, EMTP/ATP đã trở thành công cụ không thể thiếu trong giảng dạy, nghiên cứu, và ứng dụng thực tế trong lĩnh vực kỹ thuật điện, góp phần nâng cao hiệu quả và chất lượng trong thiết kế và vận hành hệ thống điện.

2.2. Xây dựng các bài thí nghiệm ảo trên phần mềm EMTP/ATP

Bài 3: Lắp mạch điện điều khiển động cơ

không đồng bộ ba pha quay một chiều

Mục tiêu: HS nắm được nguyên lý và kỹ thuật lắp đặt các mạch điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha quay một chiều. Thực hành thiết kế, lắp đặt, và vận hành các mạch điện điều khiển động cơ trên phần mềm EMTP/ATP. Rèn luyện kỹ năng phân tích mạch điện và xử lý tình huống trong quá trình vận hành.

1. Lắp mạch điện điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha quay một chiều (điều khiển ở một vị trí)

1.1. Sơ đồ nguyên lý của mạch điện: Mô tả sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển động cơ tại một vị trí điều khiển:

Thành phần chính: Cầu dao, công tắc tơ (contactor), rơ-le nhiệt, nút nhấn (ON/OFF), và động cơ không đồng bộ ba pha.

Chức năng: Mạch cho phép khởi động và dừng động cơ từ một vị trí duy nhất.

Sơ đồ mô phỏng: Sử dụng phần mềm EMTP/ATP để dựng sơ đồ, với các ký hiệu rõ ràng cho từng thành phần.

1.2. Nguyên lý làm việc của mạch điện

Khi nút nhấn **ON** được kích hoạt, công tắc tơ đóng, cấp nguồn cho động cơ hoạt động.

Khi nút nhấn **OFF** hoặc rơ-le nhiệt ngắt mạch, động cơ dừng.

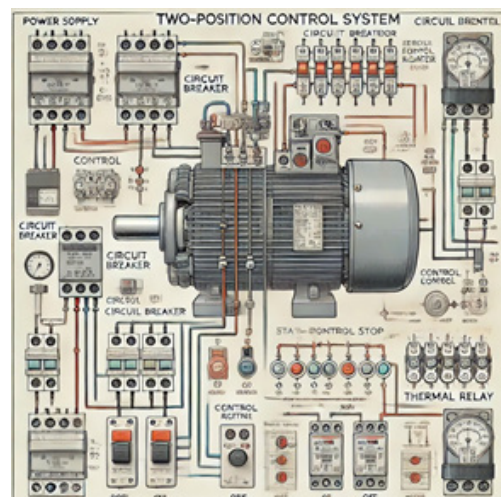
Rơ-le nhiệt đảm bảo bảo vệ động cơ trong trường hợp quá tải.

1.3. Lắp đặt và vận hành mạch điện

Bước 1: Thiết kế sơ đồ mạch trên phần mềm EMTP/ATP.

Bước 2: Mô phỏng hoạt động bằng cách thực hiện lệnh bật/tắt nút nhấn và kiểm tra hoạt động của động cơ.

Bước 3: Quan sát và phân tích dòng điện, điện áp trong từng trạng thái của mạch



2. Lắp mạch điện điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha quay một chiều (điều khiển ở hai vị trí)

2.1. Sơ đồ nguyên lý của mạch điện

Mô tả sơ đồ nguyên lý mạch điều khiển động cơ từ hai vị trí điều khiển:

Thành phần chính: Tương tự như điều khiển một vị trí, nhưng bổ sung thêm một nút nhấn ON/OFF tại vị trí điều khiển thứ hai.

Chức năng: Động cơ có thể được bật hoặc tắt từ hai vị trí khác nhau.

Sơ đồ mô phỏng: Dựng sơ đồ mạch hai vị trí trên phần mềm EMTP/ATP, đảm bảo đồng bộ các thành phần điều khiển.

2.2. Nguyên lý làm việc của mạch điện

Hai nút nhấn ON/OFF tại hai vị trí điều khiển được nối song song trong mạch điều khiển.

Bất kỳ nút nhấn nào được kích hoạt cũng có thể bật hoặc tắt động cơ.

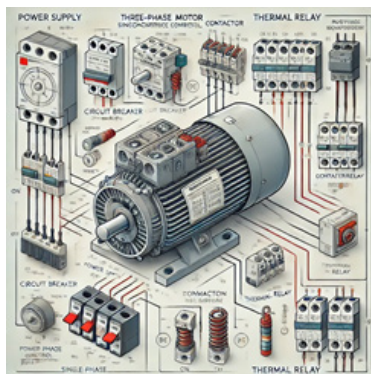
Rơ-le nhiệt và công tắc tơ hoạt động tương tự như mạch điều khiển ở một vị trí.

2.3. Lắp đặt và vận hành mạch điện

Bước 1: Thiết kế sơ đồ mạch trên phần mềm EMTP/ATP.

Bước 2: Mô phỏng hoạt động bằng cách thao tác nút nhấn từ cả hai vị trí để kiểm tra tính đồng bộ và hoạt động của động cơ.

Bước 3: Quan sát và ghi lại các giá trị dòng điện, điện áp tại các thành phần trong mạch khi bật/tắt động cơ.



Bài 4: Lắp mạch điện điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha đảo chiều quay

1. Lắp mạch điện điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha đảo chiều quay trực tiếp

1.1. Sơ đồ nguyên lý của mạch điện

Thành phần chính: Cầu dao, hai công tắc tơ (Contactor 1 và Contactor 2), rơ-le nhiệt, nút nhấn ON (tiền), ON (lùi), OFF, động cơ không đồng bộ ba pha.

Chức năng: Điều khiển động cơ quay thuận

hoặc quay ngược bằng cách thay đổi thứ tự pha cấp điện trực tiếp vào động cơ.

Sơ đồ mô phỏng: Dựng sơ đồ trên phần mềm EMTP/ATP với các ký hiệu rõ ràng, đảm bảo đầy đủ các nhánh nối và mạch bảo vệ.

1.2. Nguyên lý làm việc của mạch điện

Khi nhấn nút ON (tiền), Contactor 1 đóng, cấp nguồn theo thứ tự pha thuận (A-B-C) cho động cơ.

Khi nhấn nút ON (lùi), Contactor 2 đóng, đảo thứ tự pha (C-B-A), làm động cơ quay ngược.

Rơ-le nhiệt hoạt động để bảo vệ động cơ khỏi quá tải.

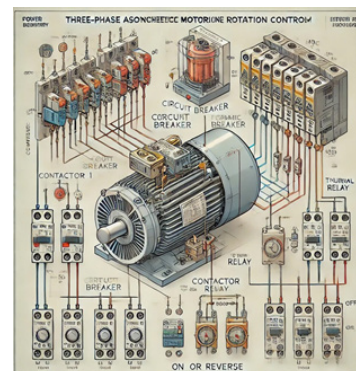
Mạch liên động điện đảm bảo hai contactor không thể đóng cùng lúc, tránh ngắn mạch.

1.3. Lắp đặt và vận hành mạch điện

Bước 1: Thiết kế sơ đồ mạch điện trên phần mềm EMTP/ATP, kiểm tra các kết nối.

Bước 2: Mô phỏng thao tác nhấn các nút ON (tiền), ON (lùi), và OFF để kiểm tra hoạt động của động cơ.

Bước 3: Quan sát và phân tích dòng điện, điện áp tại các contactor và động cơ trong từng trạng thái.



2. Lắp mạch điện điều khiển động cơ không đồng bộ ba pha đảo chiều quay gián tiếp

2.1. Sơ đồ nguyên lý của mạch điện

Thành phần chính: Cầu dao, hai công tắc tơ (Contactor 1 và Contactor 2), Rơ-le nhiệt, nút nhấn ON (tiền), ON (lùi), OFF, bộ khởi động từ, động cơ không đồng bộ ba pha

Chức năng: Điều khiển động cơ quay thuận hoặc quay ngược bằng cách sử dụng bộ khởi động từ, giảm dòng khởi động trực tiếp.

Sơ đồ mô phỏng: Dựng sơ đồ trên phần mềm EMTP/ATP với các ký hiệu rõ ràng, bổ sung nhánh mạch điều khiển qua bộ khởi động từ.

2.2. Nguyên lý làm việc của mạch điện

Khi nhấn nút ON (tiền), bộ khởi động từ điều khiển Contactor 1 đóng, cấp nguồn theo thứ tự pha thuận (A-B-C) cho động cơ.

Khi nhấn nút ON (lùi), bộ khởi động từ điều

hiện Contactor 2 đóng, đảo thứ tự pha (C-B-A), làm động cơ quay ngược.

Rơ-le nhiệt bảo vệ động cơ khỏi quá tải hoặc dòng khởi động lớn.

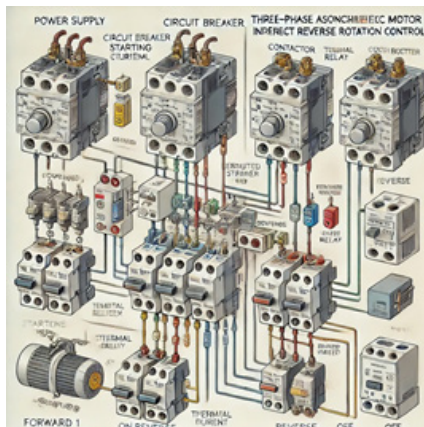
Mạch liên động đảm bảo các contactor hoạt động luân phiên, tránh ngắn mạch.

2.3. Lắp đặt và vận hành mạch điện

Bước 1: Thiết kế sơ đồ mạch điện gián tiếp trên phần mềm EMTP/ATP, kiểm tra tính đầy đủ của các thành phần.

Bước 2: Mô phỏng thao tác nhấn nút ON (tiến), ON (lùi), và OFF để kiểm tra hoạt động của động cơ.

Bước 3: Phân tích kết quả mô phỏng, bao gồm giá trị dòng điện khởi động, sự thay đổi điện áp tại động cơ trong các trạng thái vận hành.



Phương pháp tổ chức thí nghiệm ảo

Chuẩn bị: Cài đặt phần mềm EMTP/ATP và cung cấp tài liệu hướng dẫn sử dụng. Chuẩn bị các sơ đồ mẫu để học sinh tham khảo.

Thực hiện: Học sinh được chia nhóm để thực

hiện mô phỏng từng bài tập. Giáo viên hướng dẫn và giám sát, hỗ trợ giải đáp các vấn đề kỹ thuật.

Đánh giá: Học sinh trình bày kết quả mô phỏng (sơ đồ, bảng thông số dòng điện, điện áp). Giáo viên đánh giá dựa trên tính chính xác của sơ đồ, tính hợp lý của phân tích, và sự thành thạo trong thao tác phần mềm.

III. KẾT LUẬN

Việc xây dựng các thí nghiệm ảo trên phần mềm EMTP/ATP trong giảng dạy modul Trang bị điện nghề trung cấp điện tại Trường Cao đẳng Lai Châu không chỉ giúp cải thiện chất lượng đào tạo mà còn tạo điều kiện để học sinh tiếp cận với những công nghệ hiện đại, hỗ trợ phát triển kỹ năng thực hành và tư duy kỹ thuật. Thí nghiệm ảo không chỉ khắc phục được những hạn chế của điều kiện thực hành thực tế như chi phí cao, thiếu thốn thiết bị, và rủi ro an toàn mà còn mang lại tính linh hoạt trong tổ chức và hiệu quả giảng dạy cao hơn. Học sinh có thể thực hành nhiều lần, quan sát trực quan các hiện tượng, và nâng cao khả năng phân tích cũng như xử lý vấn đề kỹ thuật trong các hệ thống điện.

Ứng dụng này không chỉ phù hợp với xu hướng đổi mới phương pháp giáo dục nghề nghiệp theo hướng hiện đại hóa, mà còn góp phần đào tạo nguồn nhân lực chất lượng cao, đáp ứng yêu cầu ngày càng khắt khe của thị trường lao động trong lĩnh vực kỹ thuật điện. Trong tương lai, việc tiếp tục nghiên cứu và phát triển thêm các bài thí nghiệm ảo cho các modul khác sẽ góp phần nâng cao hơn nữa chất lượng giảng dạy và hiệu quả đào tạo tại nhà trường.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Bộ Lao động - Thương binh và Xã hội (2018). Quyết định số 522/QĐ-TTg ngày 14/05/2018 của Thủ tướng Chính phủ về việc phê duyệt "Đề án giáo dục nghề nghiệp gắn với thị trường lao động".

EMTP/ATP Official Documentation (2024). *User Guide for Electromagnetic Transients Program (EMTP/ATP)*. Truy cập tại: <https://www.emtp.com>.

Nguyễn Văn Hùng (2020). *Phương pháp giảng dạy kỹ thuật điện*. Nxb Giáo dục Việt Nam.

Trần Thị Thanh (2020). *Ứng dụng công nghệ thông tin trong giảng dạy nghề kỹ thuật điện*. Tạp chí Giáo dục Nghề nghiệp và Công nghệ, số 6, tr. 34-40.