

Làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo hệ thống điều khiển chạy tàu ga điện khí tập trung

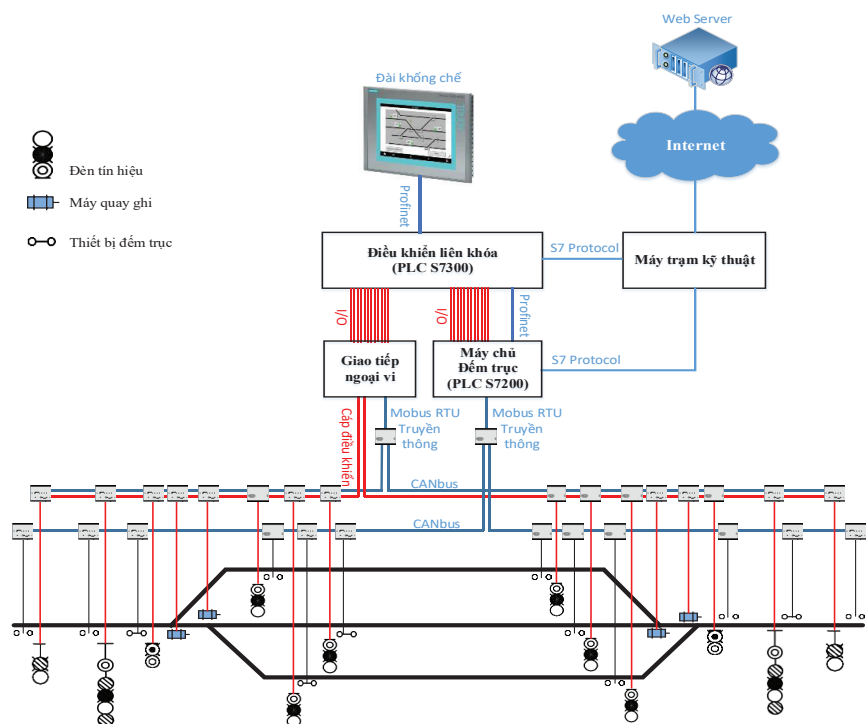
Đặng Quang Thạch

Viện Ứng dụng Công nghệ, Bộ KH&CN

Thông qua việc thực hiện đề tài cấp nhà nước: “Nghiên cứu, chế tạo, thử nghiệm hệ thống điều khiển chạy tàu ga điện khí tập trung ứng dụng công nghệ vi điều khiển”, mã số ĐTĐL.CN-12/17, các nhà khoa học thuộc Viện Ứng dụng Công nghệ - Bộ Khoa học và Công nghệ (KH&CN) đã làm chủ công nghệ thiết kế, chế tạo hệ thống các thiết bị điều khiển chạy tàu thiết yếu trong ga đường sắt, có khả năng thay thế các sản phẩm nhập ngoại, góp phần mang lại hiệu quả kinh tế cao.

Nhu cầu hiện đại hóa thông tin đường sắt

Theo số liệu của Tổng công ty Đường sắt Việt Nam (VNR), mạng lưới đường sắt nước ta có tổng chiều dài 4.161 km, với 2.651 km đường chính tuyến, đi qua 34 tỉnh, thành phố. Hệ thống nhà ga có 260 ga trên tuyến, phần lớn quy mô nhỏ, hạ tầng cũ, chiều dài đường ga (đường đón - gửi) ngắn, đa số chỉ đạt từ 350 đến 400 m. Kết cấu hạ tầng đường sắt còn khá lạc hậu, như bình diện hạn chế, độ dốc dọc lớn, cầu yếu, hầm yếu... là những nguyên nhân ảnh hưởng trực tiếp đến việc nâng cao tải trọng, tốc độ chạy của tàu, năng lực thông qua và năng lực chuyên chở trên các tuyến. Bên cạnh đó, hệ thống thông tin tín hiệu trên các tuyến không đồng bộ về công nghệ, kỹ thuật, mỗi tuyến, khu đoạn lại sử dụng một công nghệ... Hiện tại, ngoài một số ga trên tuyến Hà Nội - TP Hồ Chí Minh mới được trang bị hệ thống thông tin tín hiệu hiện đại, đồng bộ của Hãng Alstom (Pháp), một số ga sử dụng hệ thống tín hiệu liên khóa rơ-le 6502 của Trung Quốc thì



Cấu trúc tổng thể hệ thống điều khiển chạy tàu.

vẫn còn trên 110 ga đường sắt sử dụng các thiết bị tín hiệu lạc hậu.

Hệ thống điều khiển chạy tàu trong ga đường sắt gồm nhiều thiết bị chuyên dụng và thường được nhập khẩu qua các kênh phân phối độc quyền, nên phụ thuộc về công nghệ và vật tư khi

thay thế, sửa chữa. Đặc biệt, đối với hệ thống tín hiệu liên khóa rơ-le 6502, Trung Quốc không tiếp tục sản xuất mà đã bắt đầu chuyển sang thể hệ công nghệ liên khóa điện tử, gây rất nhiều khó khăn trong việc bảo trì, sửa chữa và nâng cấp cho ngành đường sắt Việt Nam. Trước bối

cảnh đó, được sự đồng ý của Bộ KH&CN, Viện Ứng dụng Công nghệ đã chủ trì, phối hợp với các đơn vị (Tổng công ty Đường sắt Việt Nam, Trường Đại học Giao thông Vận tải, Viện KH&CN Giao thông Vận tải) thực hiện đề tài “Nghiên cứu, chế tạo, thử nghiệm hệ thống điều khiển chạy tàu ga điện khí tập trung ứng dụng công nghệ vi điều khiển”, mã số ĐTDL. CN-12/17. Sau 4 năm triển khai thực hiện (2017-2021), đề tài đã làm chủ công nghệ và thiết kế chế tạo thành công hệ thống điều khiển chạy tàu hoàn chỉnh với đầy đủ các thiết bị quan trọng như: hệ thống điều khiển liên khóa điện tử, hệ thống đếm trục, hệ thống đèn tín hiệu sử dụng công nghệ Led..., góp phần thúc đẩy năng lực thiết kế chế tạo trong nước.

Làm chủ nhiều hệ thống quan trọng

Hệ thống điều khiển liên khóa điện tử

Thiết bị liên khóa được thiết kế theo kiến trúc an toàn 3 lấy 2. Theo đó, cùng một phần mềm liên khóa được cài trên 3 PLC (Programmable logic controller - bộ điều khiển có thể lập trình) giống nhau, chạy đồng thời để tính toán trên cùng một tập dữ liệu đầu vào, kết quả đầu ra chỉ được chấp nhận khi có ít nhất 2 bộ PLC cho kết quả trùng nhau. Để tăng cường khả năng làm việc tin cậy, ổn định, phần mềm của hệ thống được phát triển trên nền tảng các thư viện đảm bảo an toàn, tin cậy; phần cứng của hệ thống gồm 3 PLC S7-300 có tính năng an toàn cao, đây là các sản phẩm đã được chứng nhận về khả năng làm việc tin cậy, ổn định của Hãng Siemens. Hệ thống liên khóa kết nối với các thiết bị chấp hành gồm máy quay ghi và đèn

tín hiệu thông qua mạch giao tiếp ngoại vi. Các giao diện ngoại vi này có thể điều chỉnh linh hoạt để thiết bị liên khóa tương thích với nhiều loại máy quay ghi, đèn tín hiệu của các nhà sản xuất khác nhau. Phần mềm liên khóa được thiết kế và xây dựng theo kiến trúc module, mỗi module tương ứng với một cụm thiết bị trong ga gồm: cụm tín hiệu báo trước, cụm tín hiệu vào ga, cụm tín hiệu dẫn tàu, cụm tín hiệu ra ga, cụm tín hiệu ghi, cụm tín hiệu khu đoạn/khu gian... Thiết kế này cho phép điều chỉnh linh hoạt phần mềm theo mặt bằng ga và quy trình nghiệp vụ điều khiển chạy tàu trên ga.

Trạm kỹ thuật

Trạm kỹ thuật là máy tính được cài đặt các phần mềm chuyên dụng để thiết lập cấu hình cho hệ thống, đồng thời giám sát, phát hiện các lỗi truyền thông, trạng thái bất thường hoặc sự cố của các thiết bị trong hệ thống. Trong quá trình hệ thống làm việc, máy trạm kỹ thuật sẽ thu thập toàn bộ trạng thái hoạt động của các thiết bị và lưu trữ trong cơ sở dữ liệu phục vụ chẩn đoán và hậu kiểm. Module chẩn đoán trong trạm kỹ thuật sẽ xử lý số liệu thu được để phát hiện sớm các sự cố, định vị khu vực/thiết bị có sự cố, xác định nguyên nhân, qua đó hỗ trợ việc khắc phục trong thời gian ngắn, giúp nâng cao mức độ an toàn chạy tàu và nâng cao năng lực thông qua cửa nhà ga.

Phần mềm giám sát, điều khiển chạy tàu

Đây là giao diện người máy (HMI) giữa hệ thống với nhân viên trực ban, giao diện được thiết kế đảm bảo yếu tố trực

quan và thuận tiện cho người vận hành. Toàn bộ thao tác của trực ban trên màn hình đều được ghi lại, phục vụ chức năng chẩn đoán và hậu kiểm. HMI được xây dựng bằng phần mềm WinCC, hoàn toàn tương thích với các bộ PLC S7-300 trong thiết bị điều khiển liên khóa, giúp cho giao tiếp giữa HMI và bộ điều khiển liên khóa được tin cậy và ổn định.

Hệ thống đếm trục

Thiết kế và công nghệ chế tạo thiết bị đếm trục được nhóm nghiên cứu lựa chọn để tạo ra sản phẩm phù hợp với điều kiện thực tế tại Việt Nam. Mỗi cảm biến gồm 2 cặp thu phát tín hiệu, mỗi cặp làm việc ở một tần số khác nhau, thiết kế này giúp nâng cao độ tin cậy, đồng thời cung cấp thêm thông tin về chiều chuyển động và tốc độ chuyển động của đoàn tàu. Với các tính năng này, ngoài việc sử dụng trên hệ thống điều khiển chạy tàu trong ga, thiết bị đếm trục do đề tài nghiên cứu, chế tạo còn có thể ứng dụng trong các hệ thống khác như: tự động cảnh báo đường ngang, đóng đường tự động, phòng vệ đoàn tàu...

Hệ thống đèn tín hiệu

Đèn tín hiệu đang được sử dụng phổ biến trên đường sắt Việt Nam dùng nguồn sáng là bóng đèn sợi đốt kết hợp với kính màu và thấu kính. Hệ thống đèn tín hiệu sử dụng bóng đèn sợi đốt có một số hạn chế sau: điện trở nguội của sợi đốt bóng đèn khoảng 0,5 Ω , tại thời điểm khởi động dòng điện xung kích lên đến trên 10 A, có thể dẫn đến đứt sợi đốt; tuổi thọ trung bình của đèn sợi đốt thường khá ngắn, với loại bóng đèn sử dụng khí halogen, thời gian làm



Lắp đặt thiết bị tại ga Ấm Thượng.

việc khoảng 2.000-5.000 giờ. Nhằm khắc phục những bất cập trên, bóng đèn sợi đốt đã được thay bằng bóng LED kết hợp với các giải pháp về kiểm soát tải phi tuyến và đo lường dòng điện. Mỗi sợi đốt được thay bằng một chip LED công suất cao. Ở chế độ bình thường, chip LED chính sẽ hoạt động, nếu mạch đo lường phát hiện dòng điện qua chip LED chính thấp hơn ngưỡng đặt trước (tương ứng với cường độ sáng thấp), mạch điều khiển sẽ tự động cấp nguồn cho chip LED phụ, đồng thời gửi tín hiệu cảnh báo về trung tâm điều khiển. Nếu dòng điện qua cả hai chip LED đều thấp, mạch giám sát sẽ gửi tín hiệu báo động về trung tâm điều khiển.

Sản phẩm quan trọng nhất của đề tài là 2 hệ thống điều khiển chạy tàu hoàn chỉnh đang được

thử nghiệm tại các ga Ấm Thượng, Đoàn Thượng. Trang thiết bị tại mỗi ga gồm có: hệ thống đếm trục với 12 bộ cảm biến, hệ thống liên khóa điện tử, hệ thống đèn tín hiệu sử dụng công nghệ LED với tổng cộng 36 đèn tín hiệu các loại, hệ thống điều khiển giám sát tại chỗ và giám sát tại trung tâm điều độ. Các trang thiết bị này được kết nối với nhau thông qua mạng truyền số liệu và các tuyến cáp điều khiển nội bộ trong ga. Các thiết bị trong hệ thống, từ cảm biến đếm trục, đèn tín hiệu đến thiết bị liên khóa đều có khả năng tự động cập nhật trạng thái hoạt động qua mạng Internet theo mô hình IoT. Số liệu thu được nhờ tính năng mới này giúp thực hiện việc giám sát thiết bị từ xa, xây dựng, triển khai các mô hình chẩn đoán, bảo trì thông minh và tương lai là tạo dựng các

bản sao số của mạng lưới đường sắt quốc gia, giúp nâng cao hiệu quả công tác quản lý kết cấu hạ tầng và tăng năng lực khai thác vận hành của hệ thống.

Đặc biệt, việc thực hiện thành công đề tài đã giúp tạo ra các sản phẩm có khả năng thay thế sản phẩm cùng loại đang phải nhập từ nước ngoài, giúp tiết kiệm chi phí đầu tư của Nhà nước trong quá trình cải tạo, nâng cấp, xây dựng và bảo trì kết cấu hạ tầng đường sắt, góp phần phát triển ngành công nghiệp và dịch vụ đường sắt như mục tiêu đặt ra trong Quy hoạch mạng lưới đường sắt thời kỳ 2021-2030, tầm nhìn đến năm 2050 mới được Thủ tướng Chính phủ phê duyệt tại Quyết định số 1769/QĐ-TTg ngày 19/10/2021.