

NGHIÊN CỨU CHẾ TẠO MÔ HÌNH MÔ PHỎNG BÃI ĐỖ XE XẾP HÌNH NHIỀU TẦNG SỬ DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PLC S7-1200 VÀ PHẦN MỀM TIA PORTAL

RESEARCH ON MANUFACTURE OF SIMULATING MODEL OF MULTI-STOREY PARKING LOT USING PLC S7-1200 CONTROLLER AND TIA PORTAL SOFTWARE

Dương Hải Nam*, Vũ Thị Phụng

Khoa Cơ khí, Trường Đại học Kinh tế – Kỹ thuật Công nghiệp

*Email: dhnam@uneti.edu.vn

TÓM TẮT

Bài báo này trình bày kết quả nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình mô phỏng bãi đỗ xe xếp hình nhiều tầng. Nhóm tác giả sử dụng bộ điều khiển lập trình PLC Siemens S7-1200 kết hợp phần mềm TIA Portal để lập trình và mô phỏng thuật toán điều khiển. Bãi đỗ xe được thiết kế dạng tòa nhà vuông với cơ cấu nâng – hạ tự động, tích hợp các cảm biến, công tắc hành trình và giao diện giám sát HMI nhằm tối ưu hóa quá trình gửi và lấy xe. Quá trình lập trình và mô phỏng cho phép hệ thống hoạt động theo chế độ tự động hoặc bằng tay, đảm bảo độ chính xác vị trí, an toàn, và tiết kiệm năng lượng. Kết quả nghiên cứu cho thấy mô hình bãi đỗ xe hoạt động ổn định, đáp ứng tốt nhu cầu thực tế về bãi đỗ xe thông minh tại các đô thị lớn.

Từ khóa: TIA Portal; Bãi đỗ xe xếp hình; PLC.

ABSTRACT

This paper presents the results of research, design and fabrication of a multi-storey car park simulation model. The authors use the Siemens S7-1200 PLC programmable controller combined with TIA Portal software to program and simulate the control algorithm. The car park is designed in the form of a square building with an automatic lifting and lowering mechanism, integrating sensors, limit switches and HMI monitoring interface to optimize the process of sending and retrieving cars. The programming and simulation process allows the system to operate in automatic or manual mode, ensuring position accuracy, safety and energy saving. The research results show that the car park model operates stably, meeting the actual needs of smart parking in large cities.

Keywords: TIA Portal; Puzzle Parking; PLC.



1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Trong bối cảnh đô thị hóa nhanh chóng tại Việt Nam, số lượng phương tiện cá nhân, đặc biệt là ô tô, đã gia tăng mạnh mẽ. Tuy nhiên, không gian dành cho bãi đỗ xe trở nên ngày càng eo hẹp, nhất là tại các thành phố lớn như Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh. Điều này dẫn đến tình trạng ùn tắc giao thông, tràn lán lề đường và mất mỹ quan đô thị, đặt ra yêu cầu cấp thiết về giải pháp quản lý và tối ưu không gian đỗ xe thông minh [1].

Hệ thống bãi đỗ xe tự động, sử dụng các thiết bị điều khiển lập trình (PLC), giao diện người-máy (HMI) và công nghệ xử lý hình ảnh, được coi là phương án khả thi để giải quyết các vấn đề nêu trên. Ví dụ, đề tài tại Trường Đại học Công nghiệp Hà Nội đã nghiên cứu hệ thống điều khiển bãi đỗ xe thông minh sử dụng PLC S7-1500 kết hợp xử lý ảnh, bao gồm việc phân tích ưu và nhược điểm của bãi đỗ truyền thống, thiết kế khối điều khiển, điều khiển bằng PLC cùng giao diện HMI vận hành hiệu quả [2].

Tương tự, một đề tài khác tập trung vào mô hình điều khiển, giám sát bãi giữ xe ô tô tự động, sử dụng PLC làm bộ xử lý trung tâm, tích hợp công nghệ RFID và nhận diện biển số qua C# để nâng cao độ chính xác và an toàn. Hệ thống vận hành hoàn toàn tự động trong quá trình gửi và trả xe, đồng thời có chế độ chạy tay dự phòng để xử lý sự cố [3].

Ở tầm quốc tế, các nghiên cứu cũng ghi nhận xu hướng ứng dụng PLC và SCADA/HMI trong các hệ thống bãi đỗ xe tự động. Một công trình tận dụng PLC Siemens Step 7 kết hợp phần mềm WinCC Flexible Advanced để thiết kế bãi đỗ xe hoàn toàn tự động, cho phép giám sát từ xa và điều khiển hiệu quả mô hình đỗ 6 chiếc xe qua các khoảng thời gian khác

nhau, thể hiện tính linh hoạt và giảm thiểu thao tác thủ công [4].

Tại Việt Nam, thị trường hệ thống bãi đỗ xe thông minh đang trên đà tăng trưởng nhanh chóng với tốc độ dự kiến gần 19% và giá trị thị trường ước đạt gần 100 triệu USD vào năm 2029. Những công nghệ như cảm biến siêu âm, nhận diện biển số và hệ thống hướng dẫn đỗ xe được dự đoán sẽ đóng vai trò then chốt trong tương lai gần [5].

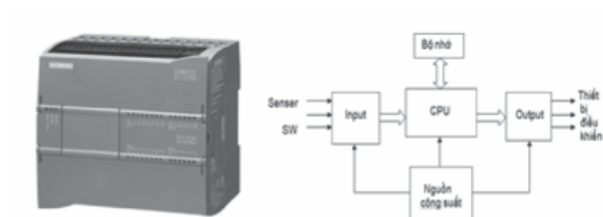
Từ thực trạng trên, việc thiết kế và xây dựng hệ thống bãi đỗ xe tự động, tối ưu không gian, an toàn, linh hoạt và dễ vận hành không chỉ đáp ứng nhu cầu hiện hữu mà còn góp phần tích cực vào mục tiêu xây dựng đô thị thông minh. Do đó, việc nghiên cứu, thiết kế và chế tạo mô hình mô phỏng bãi đỗ xe xếp hình nhiều tầng là phù hợp và cấp thiết trong tình hình hiện nay.

2. BỘ ĐIỀU KHIỂN PLC S7-1200 VÀ PHẦN MỀM TIA PORTAL

Sơ đồ mô phỏng hoạt động của hệ thống bãi đỗ xe xếp hình hai tầng được thực hiện trên phần mềm TIA Portal V16. Hệ thống này sử dụng một số khối chính như: bộ điều khiển lập trình PLC Siemens S7-1200, giao diện giám sát HMI KTP700 Basic, các cảm biến quang – từ, công tắc hành trình và cơ cấu chấp hành là động cơ điện [6, 7].

Trong điều khiển tự động có thể sử dụng nhiều loại PLC khác nhau (S7-200, S7-300, S7-400, S7-1200, S7-1500...), mỗi loại có ưu – nhược điểm riêng tùy ứng dụng. Trong nghiên cứu này, nhóm tác giả lựa chọn PLC S7-1200 CPU 1214C DC/DC/RLy (hình 1). Đây là dòng PLC thế hệ mới, có chi phí hợp lý, khả năng mở rộng linh hoạt và được tích hợp công

truyền thông Profinet. Thông số kỹ thuật chính của PLC S7-1200 CPU 1214C được trình bày trong bảng 1.



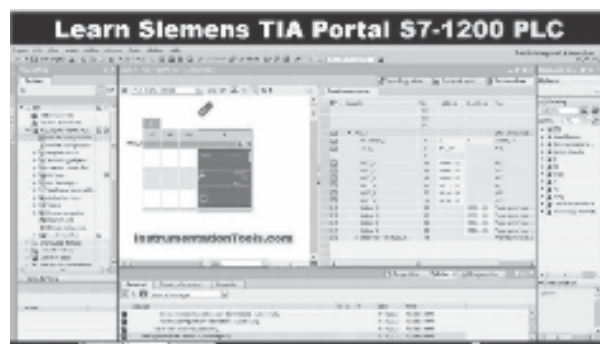
Hình 1. Bộ PLC S7-1200

Bảng 1. Thông số kỹ thuật chính của PLC S7-1200 CPU 1214C

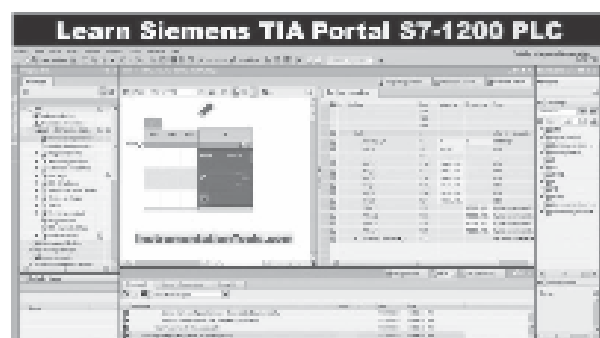
Thông số	Giá trị
Nguồn cung cấp	24 VDC
Bộ nhớ chương trình	100 KB
Bộ nhớ dữ liệu	50 KB
Tích hợp I/O	14 ngõ vào số, 10 ngõ ra số, 2 ngõ vào analog
Cổng truyền thông	PROFINET (Ethernet)
Số lượng module mở rộng	8 module tín hiệu, 3 module truyền thông
Chu kỳ quét	1 µs/lệnh logic cơ bản

TIA Portal là nền tảng phần mềm tích hợp của Siemens dùng để lập trình, cấu hình và giám sát các thiết bị tự động hóa. Phần mềm bao gồm các công cụ như STEP 7 (lập trình PLC), WinCC (thiết kế HMI/SCADA) và Startdrive (cấu hình biến tần) trong một môi trường thống nhất. TIA Portal cho phép thiết kế, mô phỏng và kiểm thử chương trình PLC, giao diện HMI ngay trên máy tính, giúp giảm thiểu lỗi và tiết kiệm thời gian triển khai. Ưu điểm nổi bật của TIA Portal là giao diện trực quan, đồng bộ cao, dễ mở rộng và hỗ trợ nhiều thiết bị Siemens từ S7-1200, S7-1500 đến các hệ thống công nghiệp lớn. Trong đề tài bãi đỗ xe xếp hình, TIA Portal được sử dụng để lập trình PLC S7-1200, thiết kế HMI KTP700 và

mô phỏng toàn bộ hoạt động hệ thống. Giao diện của phần mềm được trình bày ở hình 2 và hình 3.



Hình 2. Giao diện chính



Hình 3. Giao diện mô phỏng

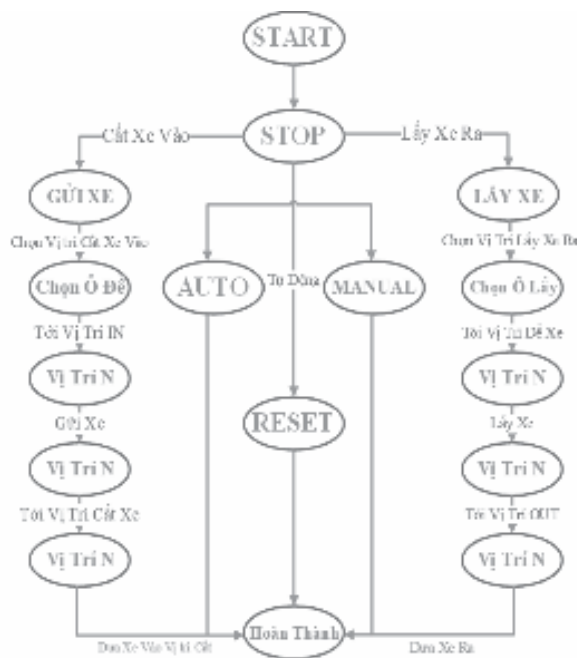
3. KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

3.1. Thuật toán điều khiển

Thuật toán điều khiển PLC bắt đầu khi hệ thống nhận lệnh gửi hoặc lấy xe. Ở chế độ Auto, PLC tự động chọn ô trống hoặc ô cần lấy, điều khiển cơ cấu nâng – hạ di chuyển đến đúng vị trí. Ở chế độ Manual, người vận hành có thể thao tác thủ công các bước đưa xe vào hoặc ra. Khi xe đã đến vị trí cất/lấy, PLC xác nhận trạng thái và hoàn tất chu trình. Trong mọi trường hợp, chức năng Reset đảm bảo hệ thống trở về trạng thái ban đầu an toàn.

Để giám sát và thao tác điều khiển, hệ thống sử dụng màn hình HMI KTP700 Basic. 

Thiết bị này có màn hình cảm ứng trực quan, cho phép hiển thị trạng thái ô gửi xe, số vị trí trống, chế độ vận hành Auto/Manual, đồng thời cho phép nhập lệnh trực tiếp từ người dùng. Các thông số chính của màn hình HMI KTP700 được trình bày trong bảng 2.



Hình 3. Thuật toán điều khiển PLC

Bảng 2. Các thông số chính của màn hình HMI KTP700 Basic

Thông số	Giá trị
Kích thước màn hình	7 inch, độ phân giải 800×480
Kiểu màn hình	TFT, cảm ứng
Số lượng phím cứng	8 phím điều hướng
Giao diện truyền thông	PROFINET/Ethernet
Bộ nhớ dự án	12 MB
Nguồn cung cấp	24 VDC

3.2. Chế tạo mô hình

Sau khi hoàn thành quá trình mô phỏng trên phần mềm TIA Portal và kiểm chứng logic

điều khiển, nhóm tiến hành chế tạo mô hình thực tế. Các bước chính gồm:

- Lắp ráp phần cứng: Lắp PLC S7-1200, HMI KTP700 Basic, cảm biến, động cơ nâng – hạ, nguồn cấp và khung cơ khí phù hợp.
- Thiết kế và gia công cơ khí: Chế tạo khung bãi đỗ xe xếp hình nhiều tầng, bố trí cơ cấu di chuyển ngang và nâng hạ theo đúng kích thước và mô hình đã mô phỏng.
- Lắp đặt và đi dây hệ thống: Kết nối PLC với các cảm biến, động cơ và HMI, đảm bảo an toàn điện và tính thẩm mỹ.
- Nạp chương trình và kiểm thử: Tải chương trình đã mô phỏng vào PLC, kiểm tra từng chế độ hoạt động (tự động và tay), hiệu chỉnh tham số cho phù hợp thực tế.

3.3. Quy trình hoạt động

Cấp nguồn cho mô hình với bộ nguồn 24V và nguồn bộ điều khiển được hiển màn HMI. Trên màn HMI có nút ấn On và Off; ta đi ấn On, nút On sáng, bãi đỗ xe bắt hoạt động, khi đó các khung đang ở vị trí góc mặc định. Quy trình hoạt động tự động như sau:

Bước 1: Xe di chuyển đến vị trí IN/OUT, người vận hành chọn chức năng gửi xe hoặc lấy xe trên màn hình HMI.

Bước 2: PLC kiểm tra trạng thái các ô đỗ; nếu gửi xe, hệ thống tự động tìm ô trống gần nhất; nếu lấy xe, xác định đúng vị trí xe cần lấy.

Bước 3: PLC phát lệnh điều khiển cơ cấu nâng – hạ và di chuyển khung chứa xe đến đúng vị trí đã xác định.

Bước 4: Xe được đưa vào/ra ô đỗ; cảm biến và công tắc hành trình xác nhận vị trí và trạng thái xe.

Bước 5: PLC cập nhật thông tin lên HMI, hiển thị trạng thái ô (trống/đang có xe), vị trí khung nâng và quá trình hoàn tất.

Bước 6: Trong suốt quá trình, hệ thống có cơ chế dừng khẩn cấp để đảm bảo an toàn và chế độ vận hành tay dự phòng khi xảy ra sự cố.

Bước 7: Sau khi hoàn tất chu trình gửi/lấy xe, hệ thống trở về trạng thái sẵn sàng cho yêu cầu tiếp theo.

Ngoài ra, hệ thống còn có chế độ điều khiển tay, chế độ này được sử dụng khi hệ thống gặp sự cố hoặc cần bảo trì. Trong chế độ này, người vận hành trực tiếp điều khiển các cơ cấu như nâng – hạ, tịnh tiến khung xe, ra/vào xe thông qua các nút nhấn hoặc giao diện HMI thay vì chương trình tự động. Các thao tác được thực hiện thủ công theo từng bước, có giám sát trạng thái cảm biến để đảm bảo an toàn. Chế độ này giúp kỹ thuật viên chủ động xử lý sự cố, đưa hệ thống về vị trí an toàn và sẵn sàng khởi động lại chế độ tự động khi hệ thống ổn định.

4. KẾT LUẬN

Đã mô phỏng thành công hệ thống bãi đỗ xe xếp hình nhiều tầng trên phần mềm TIA Portal, hoạt động ổn định theo các chế độ gửi và lấy xe tự động. Đồng thời xây dựng được thuật toán điều khiển, lập trình PLC S7-1200 và giao diện giám sát HMI KTP700 Basic.

Đã thiết kế và chế tạo thành công mô hình mô phỏng hệ thống bãi đỗ xe hoạt động theo trình tự: kiểm tra vị trí trống, điều khiển cơ cấu nâng – hạ và di chuyển đến đúng ô chứa xe; xe vào/ra được xác nhận qua cảm biến và trạng thái hiển thị chính xác trên HMI. ❖

Ngày nhận bài: **12/8/2025**

Ngày phản biện: **28/8/2025**

Tài liệu tham khảo:

- [1]. Vietnam Express (2024), “*The problem of cars parked on roadway across Vietnam cities*”, [Trực tuyến], truy cập từ: <https://e.vnexpress.net/news/perspectives/readers-views/the-problem-of-cars-parked-on-roadway-across-vietnam-cities-4909826.html>
- [2]. Report Ocean & BlueWeave Consulting (2024), “*Vietnam Smart Parking Systems Market Size and Growth Report 2023-2029*”, [Trực tuyến], truy cập từ: <https://www.blueweaveconsulting.com/report/vietnam-smart-parking-systems-market>
- [3]. ETEK Parking (2023), “*Top 3 Popular Automated and Semi-automated Parking Systems in Vietnam*”, [Trực tuyến], truy cập từ: <https://etekparking.com/top-3-popular-automated-and-semi-automated-parking-systems-in-vietnam>
- [4]. N. T. Vu, T. T. Nguyen, T. P. Tran (2023), “*Investigating Parking Choice Behavior in Binh Duong Province: Implications for Sustainable Urban Transport*”. Sustainability, MDPI, 15(24), [Trực tuyến], truy cập từ: <https://www.mdpi.com/2071-1050/15/24/16936>
- [5]. The Saigon Times (2024), “*Solving Car Parking Problems in Urban Areas of Vietnam*”, [Trực tuyến], truy cập từ: <https://english.thesaigontimes.vn/solving-car-parking-problems>
- [6]. Siemens AG, “*SIMATIC S7-1200 Programmable Controller System Manual*”. Siemens, 2021.
- [7]. Siemens AG, “*TIA Portal V16 – Totally Integrated Automation Portal User Guide*”. Siemens, 2020.