



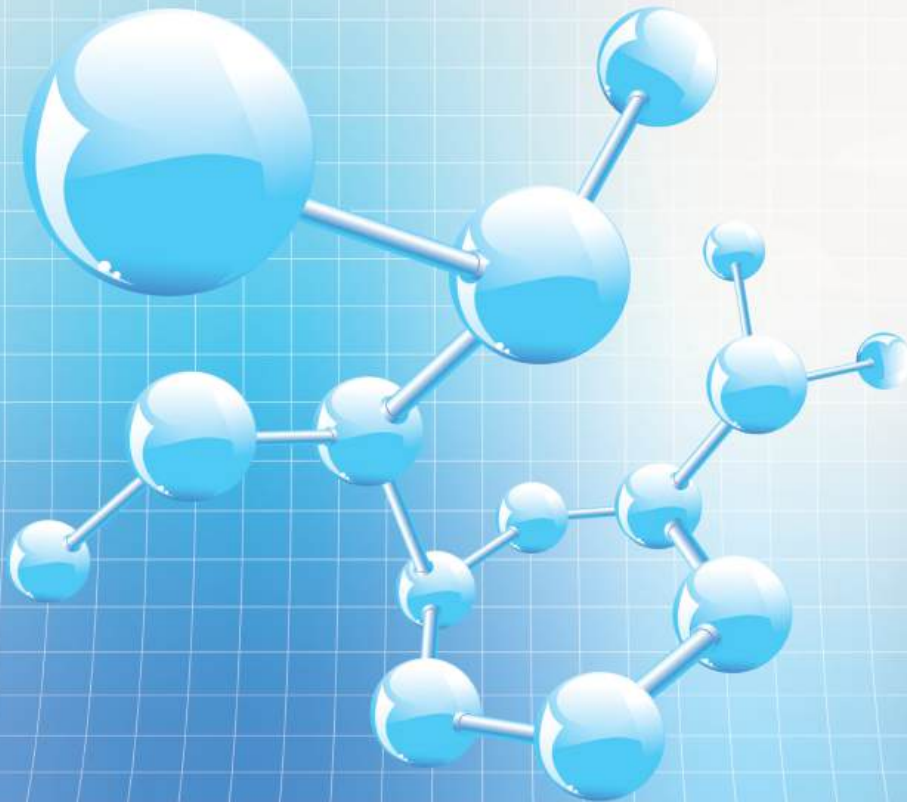
Tạp chí

NGHIÊN CỨU KHOA HỌC

ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

SCIENTIFIC JOURNAL - SAO DO UNIVERSITY

**P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X**



Số 1 (93)

2026

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

■ **Tổng Biên tập**

TS. Đỗ Văn Đĩnh

■ **Phó Tổng biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn

■ **Thư ký Tòa soạn**

PGS.TS. Ngô Hữu Mạnh

■ **Hội đồng Biên tập**

TS. Nguyễn Thị Kim Nguyễn - Chủ tịch Hội đồng

GS.TS. Phạm Thị Ngọc Yến

PGS.TSKH. Trần Hoài Linh

PGS.TS. Nguyễn Văn Liên

GS.TSKH. Thân Ngọc Hoàn

GS.TSKH. Bành Tiến Long

GS.TS. Nguyễn Đức Toàn

PGS.TS. Lê Thu Quý

GS.TS. Lê Anh Tuấn

GS.TS. Đinh Văn Sơn

PGS.TS. Trương Thị Thủy

PGS.TS. Nguyễn Thị Bất

GS.TS. Đỗ Quang Kháng

PGS.TS. Ngô Sỹ Lương

PGS.TS. Khuất Văn Ninh

GS.TSKH. Phạm Hoàng Hải

PGS.TS. Đoàn Ngọc Hải

PGS.TS. Nguyễn Ngọc Hà

GS.TS. Yu Ming Zhang

GS.TS. Nguyễn Văn Anh

■ **Ban Biên tập**

TS. Vũ Văn Đông - Trưởng ban

ThS. Đoàn Thị Thu Hằng - Phó Trưởng ban

■ **Editor-in-Chief**

Dr. Do Van Dinh

■ **Vice Editor-in-Chief**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen

■ **Office Secretary**

Assoc.Prof.Dr. Ngo Huu Manh

■ **Editorial Board**

Dr. Nguyen Thi Kim Nguyen - Chairman

Prof.Dr. Pham Thi Ngoc Yen

Assoc.Prof.Dr.Sc. Tran Hoai Linh

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Van Lien

Prof.Dr.Sc. Than Ngoc Hoan

Prof.Dr.Sc. Banh Tien Long

Prof.Dr. Nguyen Duc Toan

Assoc.Prof.Dr. Le Thu Quy

Prof.Dr. Le Anh Tuan

Prof.Dr. Dinh Van Son

Assoc.Prof.Dr. Truong Thi Thuy

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Thi Bat

Prof.Dr. Do Quang Khang

Assoc.Prof.Dr. Ngo Sy Luong

Assoc.Prof.Dr. Khuat Van Ninh

Prof.Dr.Sc. Pham Hoang Hai

Assoc.Prof.Dr. Doan Ngoc Hai

Assoc.Prof.Dr. Nguyen Ngoc Ha

Prof.Dr. Yu Ming Zhang

Prof.Dr. Nguyen Van Anh

■ **Editorial**

Dr. Vu Van Dong - Head

MSc. Doan Thi Thu Hang - Deputy Head

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ.

Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/> Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.

In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.

LIÊN NGÀNH ĐIỆN - ĐIỆN TỬ - TỰ ĐỘNG HÓA

Nghiên cứu sử dụng các bộ lọc thụ động cho lưới điện PV nhằm giảm sóng hài	5	Tạ Thị Mai
Phân tích các đặc tính chính của máy điện từ kháng hai khối làm việc ở chế độ động cơ - máy phát	12	Phạm Công Tảo Phạm Thị Hoan
Mô phỏng tán xạ sóng điện từ 2D sử dụng lớp hấp thụ hoàn hảo	19	Mạc Thị Nguyên
Ứng dụng học sâu (Deep Learning) trong bài toán dự báo công suất tiêu thụ của phụ tải điện công nghiệp	25	Phạm Văn Tài
Phương pháp điều khiển giám sát hệ thống sự kiện rời rạc trên PLC	32	Nguyễn Thị Quyên Vũ Bảo Tạo

LIÊN NGÀNH CƠ KHÍ - ĐỘNG LỰC

Nghiên cứu các yếu tố ảnh hưởng đến hình dạng mối hàn khi hàn thép SS400 bằng công nghệ hàn MAG tự động	38	Nguyễn Hữu Chấn
Ảnh hưởng của tốc độ làm việc đến khả năng tự hồi phục mòn của phụ gia nano TiC trong dầu bôi trơn	44	Nguyễn Đình Cường
Ứng dụng lý thuyết phiếm hàm mật độ trong tính toán tối ưu cấu trúc và đặc tính cơ - lý của vật liệu 2D	51	Trần Thế Quang Phạm Thị Thanh Giang Dương Thị Loan Vũ Khắc Hưng Vũ Văn Tản
Ảnh hưởng của loại dầu ATF và điều kiện vận hành đến quá trình phát nhiệt của biến mô thủy lực GM 258 mm	57	Nguyễn Lương Căn Lê Đức Thắng Đỗ Tiến Quyết
Mô phỏng quá trình thấm - tôi Carbonitriding và sự hình thành ứng suất dư trên bánh răng thép C20	63	Mạc Văn Giang Đào Văn Kiên Ngô Hữu Mạnh

NGÀNH KINH TẾ

- Lợi thế so sánh và tăng trưởng kinh tế vùng của Việt Nam giai đoạn 2025-2030 70 Nguyễn Minh Tuấn
Phạm Thị Hồng Hoa
- Các nhân tố ảnh hưởng đến phát triển năng lực số của đội ngũ quản lý cấp trung tại các công ty, đơn vị thuộc Tập đoàn công nghiệp Than - Khoáng sản Việt Nam (TKV) 77 Trần Xuân Chiến
- Phát triển kỹ năng số của lực lượng lao động Việt Nam trong thời đại số: thực trạng và hàm ý chính sách 84 Vũ Thị Lý
Nguyễn Thị Quỳnh
- Tác động của chuyển đổi số tới hoạt động của các doanh nghiệp bán lẻ tại Việt Nam: Cơ hội và thách thức 90 Vũ Thị Thanh Thủy
- Hoàn thiện công tác kế toán thuế trong điều kiện các chính sách thuế thay đổi theo hướng chuyển đổi số tại một số doanh nghiệp nhỏ và vừa trên địa bàn phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng 96 Nguyễn Thị Quỳnh
Đinh Thị Kim Thiết
Vũ Thị Lý
Hoàng Thị Bích Ngọc
Đoàn Thị Thu Hằng

LIÊN NGÀNH TRIẾT HỌC - XÃ HỘI HỌC - CHÍNH TRỊ HỌC

- Đổi mới phương pháp giảng dạy các môn khoa học Mác - Lênin trong thời đại số 102 Nguyễn Thị Nhan
- Quan điểm của chủ nghĩa Mác - Lênin về con người và sự vận dụng của quan điểm đó ở Việt Nam hiện nay 108 Trần Thị Hồng Nhung
Nguyễn Chí Dũng
Nguyễn Vinh Diện
Trần Thị Hiền
- Tư tưởng của Lênin về sử dụng các chuyên gia tư sản và sự vận dụng của Đảng ta trong xây dựng, phát triển đội ngũ trí thức Việt Nam hiện nay 113 Phạm Văn Dự
Vũ Thị Quyên
Nguyễn Thị Diễm
Dương Thị Thanh
- Vai trò của triết học đối với sự hình thành tư duy phản biện cho sinh viên đại học hiện nay 118 Trần Thị Hồng Nhung
Vũ Văn Đông
Nguyễn Vinh Diện
- Tư tưởng Hồ Chí Minh về con người với việc phát huy vai trò của giảng viên đại học trước tác động của ChatGPT hiện nay 124 Trần Mai Ước
Nguyễn Thị Kim Nguyên

TITLE FOR ELECTRICITY - ELECTRONICS - AUTOMATION

Research on the use of passive filters for PV grids to reduce harmonics	5	Ta Thi Mai
Analysis of the main characteristics of the two - package switched reluctance machine operating in motor - generator mode	12	Pham Cong Tao Pham Thi Hoan
Simulation of 2D electromagnetic wave scattering using perfectly matched layer	19	Mac Thi Nguyen
Application of deep learning in the problem of forecasting power consumption of industrial electricity loads	25	Pham Van Tai
A supervisory control method for discrete event system on PLC	32	Nguyen Thi Quyen Vu Bao Tao

TITLE FOR MECHANICAL AND DRIVING POWER ENGINEERING

Study on factors affecting weld bead geometry in automatic MAG welding of SS400 steel	38	Nguyen Huu Chan
Effect of sliding speed on the self-repairing behavior of TiC nanoparticle additives in lubricating oil	44	Nguyen Dinh Cuong
Application of density functional theory in structural optimization and mechanical-physical property calculations of 2D materials	51	Tran The Quang Pham Thi Thanh Giang Duong Thi Loan Vu Khắc Hung Vu Van Tan
Effect of ATF type and operating conditions on heat generation in the GM 258 mm torque converter	57	Nguyen Luong Can Le Duc Thang Do Tien Quyet
Simulation of the carbonitriding quenching process and residual stress formation in C20 steel gears	63	Mac Van Giang Dao Van Kien Ngo Huu Manh

TITLE FOR ECONOMICS

- Vietnam's comparative advantages and regional economic growth during the period 2025-2030 70 Nguyen Minh Tuan
Pham Thi Hong Hoa
- Factors affecting the development of digital competence of middle management teams in companies and units under Vietnam national Coal - Mineral industries holding corporation limited (TKV) 77 Tran Xuan Chien
- Developing digital skills of Vietnam's workforce in the digital age: Current situation and policy implications 84 Vu Thi Ly
Nguyen Thi Quynh
- The impact of digital transformation on retail businesses in Vietnam: Opportunities and challenges 90 Vu Thi Thanh Thuy
- Improving tax accounting practices under the digital transformation of tax policies in small and medium-sized enterprises in Chu Van An ward, Hai Phong city 96 Nguyen Thi Quynh
Dinh Thi Kim Thiet
Vu Thi Ly
Hoang Thi Bich Ngoc
Doan Thi Thu Hang

TITLE FOR PHILOSOPHY - SOCIOLOGY - POLITICAL SCIENCE

- Innovation in teaching methods Marxist-Leninist political theory in the digital age 102 Nguyen Thi Nhan
- The Marxist - Leninist view on humans and the application of that perspective in Vietnam today 108 Tran Thi Hong Nhung
Nguyen Chi Dung
Nguyen Vinh Dien
Tran Thi Hien
- V.I. Lenin's thoughts on utilizing bourgeois experts and the Party's application of them in training, nurturing and attracting the current intellectual team 113 Pham Van Du
Vu Thi Quyen
Nguyen Thi Diem
Duong Thi Thanh
- The role of philosophy in the formation of critical thinking for today's university students 118 Tran Thi Hong Nhung
Vu Van Dong
Nguyen Vinh Dien
- Ho Chi Minh's thought on people with promoting the role of university lecturers in the face of the impact of ChatGPT today 124 Tran Mai Uoc
Nguyen Thi Kim Nguyen

Phương pháp điều khiển giám sát hệ thống sự kiện rời rạc trên PLC

A supervisory control method for discrete event system on PLC

Nguyễn Thị Quyên*, Vũ Bảo Tạo

*Tác giả liên hệ: quyennt96.17@gmail.com

Trường Đại học Sao Đỏ

Ngày nhận bài: 04/5/2025

Ngày nhận bài sửa sau phản biện: 28/6/2025

Ngày chấp nhận đăng: 26/02/2026

Tóm tắt

Bài báo này đề cập đến vấn đề phối hợp hoạt động của thiết bị trong một hệ thống sản xuất linh hoạt bao gồm một số hệ thống con như rô-bốt, máy lắp ráp, máy tiện CNC và máy phay. Hệ thống này có hai vấn đề cần giải quyết: Kiểm soát từng hệ thống con riêng lẻ dựa trên cảm biến, bộ truyền động và bộ điều khiển chuyên dụng của riêng nó để thực hiện một chuỗi hoạt động nhất định; Phối hợp hoạt động đồng thời của các hệ thống con này nhằm sản xuất những gì được yêu cầu một cách hiệu quả nhất có thể và đảm bảo tính toàn vẹn và an toàn của hệ thống. Bài báo áp dụng lý thuyết điều khiển giám sát (SCT) đưa ra một chương trình ứng dụng PLC, tuân thủ tiêu chuẩn IEC 61131-3 và bảo toàn tính mô-đun của hệ thống. Phương pháp này cũng cho phép tái sử dụng phần cứng PLC hiện có và dễ dàng tích hợp với mã SCT, giúp giảm thời gian phát triển và hạn chế lỗi trong quá trình lập trình. Một phần mã có thể được tạo tự động, nâng cao hiệu quả và độ chính xác trong phát triển hệ thống điều khiển.

Từ khóa: SCT; SCA; MPS; DES; sự kiện rời rạc.

Abstract

This paper deals with the problem of coordinating the operation of equipment in a flexible manufacturing system consisting of several subsystems such as robots, assembly machines, CNC lathes and milling machines. This system has two problems to solve: Controlling each individual subsystem based on its own dedicated sensors, actuators and controllers to perform a certain sequence of operations; Coordinating the simultaneous operation of these subsystems to produce what is required as efficiently as possible and ensuring the integrity and safety of the system. The paper applies the supervisory control theory (SCT) to propose a PLC application program, which complies with the IEC 61131-3 standard and preserves the modularity of the system. This method also allows for the reuse of existing PLC hardware and easy integration with the SCT code, which reduces development time and limits errors during programming. Part of the code can be generated automatically, improving efficiency and accuracy in control system development.

Keywords: SCT; SCA; MPS; DES; discrete event systems.

1. ĐẶT VẤN ĐỀ

Bộ điều khiển logic khả trình (PLC) là công cụ chính của tự động hóa công nghiệp, dùng để điều khiển các thiết bị đơn giản cũng như phối hợp các hệ thống như rô-bốt và cell sản xuất. Việc phát triển chương trình PLC hiện nay vẫn chủ yếu dựa trên mô tả phi chính thức của bài toán và lập trình giải pháp theo kinh nghiệm thực tiễn. Tuy nhiên, trong các hệ thống công nghiệp tồn tại nhiều bài toán điều khiển nhau như hệ thống sản xuất linh hoạt (FMS). Trong FMS có thể điều khiển từng thiết bị riêng lẻ dựa trên cảm biến, cơ cấu chấp hành và bộ điều khiển chuyên biệt, cũng có thể điều phối hoạt động đồng thời của các thiết bị nhằm đạt hiệu suất tối ưu và tính an toàn của hệ thống. Lý thuyết

điều khiển giám sát (SCT) phù hợp với hoạt động điều phối đồng thời. Tuy nhiên, để chuyển hóa mô hình bất đồng bộ dựa trên sự kiện (automaton) của SCT sang hệ thống PLC tuần tự và đồng bộ, cần có phương pháp mô hình hóa và triển khai phù hợp. Công trình [1] đã mô tả một nghiên cứu tình huống mà SCT được áp dụng để phối hợp các thiết bị của một hệ thống xe giải trí, sử dụng phương pháp kỹ thuật dựa trên mô hình. Nội dung bài viết này lấy cảm hứng từ công trình [2], [3] đề xuất kiến trúc điều khiển giám sát (SCA) như một cách để sắp xếp hệ thống cần điều khiển (ví dụ: Cảm biến và cơ cấu chấp hành trong các phân hệ của FMS) với chiến lược điều khiển của SCT, nhằm triển khai lên PLC. Đóng góp của bài báo này là đề xuất một phương pháp cho phép nhà thiết kế chuyển đổi có hệ thống các kết quả thu được từ SCT thành một chương trình điều khiển PLC, nhằm phối hợp hoạt động đồng bộ của các hệ thống con (phân hệ) thông qua việc

Người phản biện: 1. PGS.TS. Bùi Đăng Thành
2. PGS.TS. Trần Vệ Quốc

triển khai một kiến trúc điều khiển giám sát (SCA) cụ thể. Phương pháp cho phép nhà thiết kế tích hợp dễ dàng và hiệu quả giữa giải pháp điều phối từ SCT và các chương trình điều khiển từng thiết bị vốn đã được xây dựng sẵn trong một bộ điều khiển duy nhất (PLC). Phương pháp này chỉ rõ cách xác định các thành phần chương trình PLC (các đơn vị tổ chức chương trình – POU) và các biến, cũng như mối quan hệ giữa chúng. Chương trình PLC tạo ra tuân thủ chuẩn quốc tế IEC 61131-3, bảo toàn cấu trúc mô-đun tự nhiên của hệ thống và cho phép tái sử dụng phần cứng/mã PLC đã có, để dàng thích ứng khi có thay đổi trong cấu hình hệ thống hoặc yêu cầu điều khiển.

2. LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN GIÁM SÁT

Vận dụng lý thuyết điều khiển giám sát SCT và triển khai phương pháp kiểm soát mô-đun cục bộ (LMC) [4]. Toàn bộ hệ thống được phân tách thành một số hệ thống con độc lập và hành vi của mỗi hệ thống con được mô hình hóa như một mô hình máy tự động tương ứng và được biểu diễn bằng tập $\{G_i | i \in I\}$, trong đó $i \in I$ biểu thị từng hệ thống con. Mỗi $G_i = (\Sigma^{G_i}, Q^{G_i}, \delta^{G_i}, q_0^{G_i}, Q_m^{G_i})$, Σ^{G_i} là tập các sự kiện, Q^{G_i} là tập các trạng thái, $\delta^{G_i}: (Q^{G_i} \times \Sigma^{G_i}) \rightarrow Q^{G_i}$ là hàm chuyển trạng thái, $q_0^{G_i}$ là trạng thái ban đầu và $Q_m^{G_i} \subseteq Q^{G_i}$ là tập các trạng thái đánh dấu. Mô hình của toàn bộ hệ thống là một biểu diễn hệ thống tích (PSR), được hình thành từ tập hợp các hệ thống con không đồng bộ, không phụ thuộc vào nhau và có thể hoạt động độc lập.

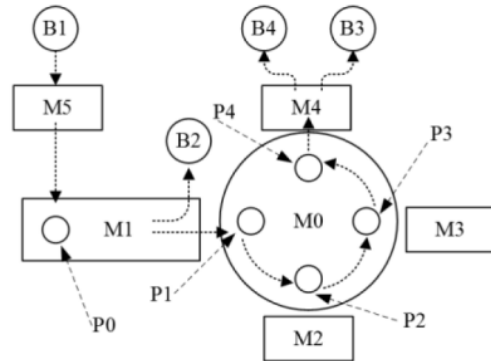
Hành vi không đồng bộ (tức là vòng hở) của toàn bộ hệ thống là tích đồng bộ của tất cả các hệ thống con khi $G = \prod_{i \in I} G_i$ và toàn bộ tập các sự kiện $\Sigma = \cup_{i \in I} \Sigma^{G_i}$. Khi thực hiện nhiệm vụ, hệ thống tạo ra chuỗi các sự kiện $L(G)$ trong đó có $L_m(G) \subseteq L(G)$ chuỗi sự kiện dẫn đến trạng thái đánh dấu của G (nhiệm vụ đã hoàn thành) và chuỗi sự kiện dẫn đến nhiệm vụ không hoàn thành cần tránh bằng hành động của tác nhân điều khiển.

Trường hợp hệ thống coi là đơn khối, bộ giám sát toàn cục duy nhất sẽ thực thi tất cả các thông số điều khiển [5]. Một giám sát có thể gồm một hệ tự động và một bản đồ đầu ra. Hành động của một giám sát bao gồm vô hiệu các sự kiện có thể kiểm soát và bỏ đánh dấu các chuỗi sự kiện. Automaton S/G biểu diễn hành vi tối ưu của G dưới sự giám sát của S , trong đó $L(S/G) \subseteq L(G)$ và $L_m(S/G) \subseteq (L(S/G) \cap L_m(G))$. Bất cứ khi nào $L_m(S/G)$ là một tập con thích hợp của $(L(S/G) \cap L_m(G))$, S là một giám sát viên đánh dấu. Automaton biểu diễn một giám sát viên thường là chính automaton S/G.

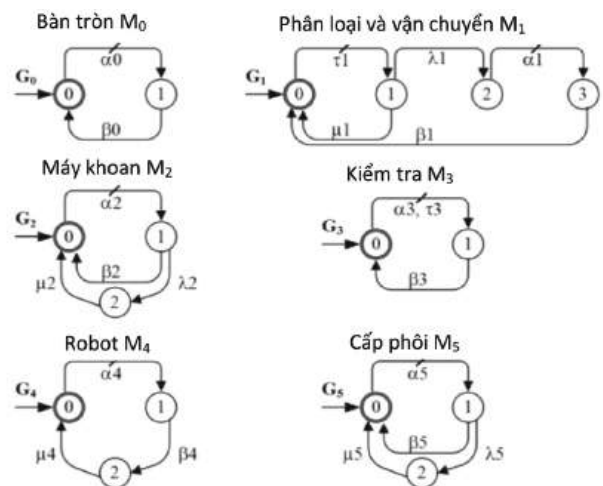
Theo LMC, sử dụng giám sát cục bộ để giám sát thông số trong $\{E_j | j \in J\}$ là $\{j \in J\}$. Một giám sát E_j và nhà máy cục bộ (G_j). Một G_j chính là hiện tích đồng bộ của những hệ thống con có chia sẻ một số sự kiện với thông số liên quan. Nếu ít nhất một giám sát cục bộ trong tập S_j vô hiệu hóa một sự kiện, thì sự kiện đó bị vô hiệu hóa trong G . Automaton S/ G_j biểu diễn hành vi của một G_j dưới sự giám sát của S_j, \dots Automaton S/ G_g biểu diễn hành vi của G_g dưới sự giám sát độc khối. Độ phức tạp tính toán để tổng hợp tham số giám

sát theo LMC giảm đáng kể so phương pháp tiếp cận đơn khối. Do automaton S/ G_j thường có ít trạng thái hơn so với automaton S/ G_g . Tuy nhiên, hạn chế của LMC là hành vi thu được dưới tác động của tất cả các giám sát viên cục bộ có thể bị xung đột. Khi S/ $G_g = \prod_j S_j$ không có xung đột [6].

3. BÀI TOÁN ĐIỀU KHIỂN



Hình 1. Biểu diễn mô phỏng của MPS



Hình 2. PSR của MPS

Mô hình hệ thống điều khiển như Hình 1. Hệ thống gồm một bàn xoay tròn bốn vị trí (M0), một thiết bị phân loại và vận chuyển (M1), một máy khoan (M2), một thiết bị thử nghiệm (M3), một bộ điều khiển rô-bốt (M4) và một thiết bị cấp phôi (M5).

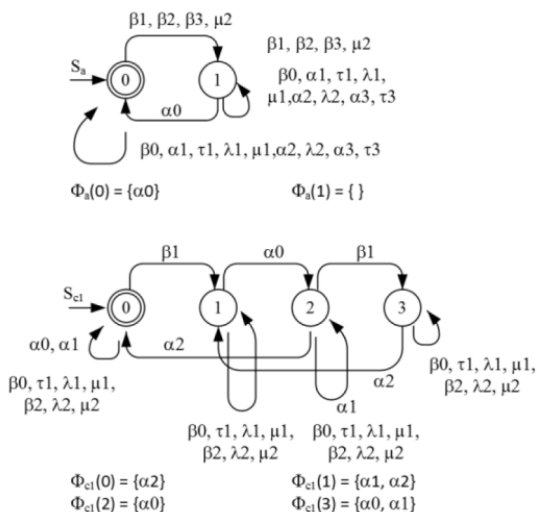
M5 nhận phôi từ ổ chứa B1 chuyển chúng đến bộ phân loại và vận chuyển M1 tại P0, nếu phôi không đúng kích thước chuyển vào ổ chứa B2 và phôi đúng chuyển đến M0 tại P1. Các phôi được M2 khoan tại vị trí P2, M3 thử nghiệm tại P3. Sau thử nghiệm, phôi chuyển tới vị trí P4 và rô-bốt lấy ra khỏi bàn tròn đưa vào ổ chứa B3 (sản phẩm ra đạt) hoặc ổ chứa B4 (sản phẩm ra không đạt). Hệ thống được phân tách thành năm hệ thống con độc lập $\{G_i | i \in I\}$ với $I = \{0, \dots, 5\}$ và mô hình hóa chuyển đổi trạng thái của mỗi G_i hình 2 (MPS), các cung có đường cắt chỉ sự kiện kiểm soát được. Các trạng thái và sự kiện của các G_i ở Bảng 1. Một đường thẳng cắt một cung nối hai trạng thái cho biết sự kiện có thể kiểm soát được [7].

Bảng 1. Mô tả các trạng thái và sự kiện

Hệ thống con	Trạng thái	Sự kiện
G_0	0: rỗi 1: Quay	α_0 : quay 90° β_0 : dừng quay
G_1	0: Rỗi 1: Phân loại 2: Dừng 3: Vận chuyển	t1: Phân loại l1: Chấp nhận m1: Từ chối α_1 : Bắt đầu chuyển β_1 : Được chuyển
G_2	0: Rỗi 1: Khoan 2: Khoan hỏng	α_2 : Bắt đầu khoan β_2 : Được chuyển l2: Khoan hỏng m2: Sửa chữa
G_3	0: Rỗi 1: Làm việc	α_3 : Bắt đầu thử T_A t3: Bắt đầu thử T_B β_3 : Được thử
G_4	0: Rỗi 1: Lấy khỏi bàn 2: Lưu trữ	α_4 : Bắt đầu lấy và lưu trữ β_4 : Lấy khỏi bàn m4: Lưu trữ
G_5	0: Rỗi 1: Làm việc 3: Hết phôi	α_5 : Bắt đầu cấp phôi β_5 : Cấp phôi l5: Hết phôi m5: Nạp lại phôi

Bảng 2. Kết quả của SCT

Giám sát viên	Hệ thống con	Số trạng thái/sự kiện trong mô hình không rút gọn	Số trạng thái/sự kiện trong mô hình không rút gọn
Phương pháp mô đun cục bộ			
	G_0, G_1, G_2, G_3	96/464	2/27
	G_0, G_1	7/14	2/10
	G_0, G_2	4/6	2/6
	G_0, G_3	3/5	2/5
	G_0, G_4	5/8	2/6
	G_0, G_1, G_2	84/257	4/36
	G_0, G_2, G_3	60/138	9/39
	G_0, G_3, G_4	36/93	4/22
	G_1, G_5	7/9	2/9
Phương pháp đơn khối 2/9			
	$G_0, G_1, G_2, G_3, G_4, G_5$	2082/6914	362/2442

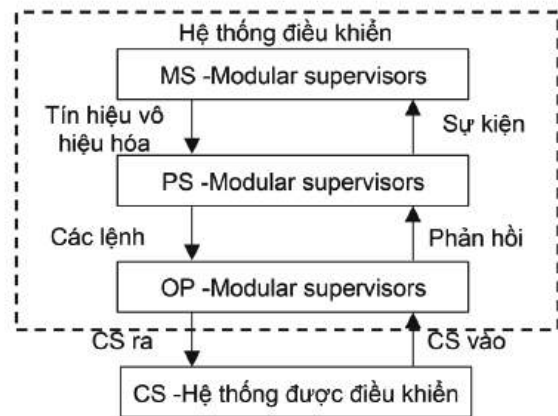


Hình 3. Giám sát $S_a = (S_a, \Phi_a)$, $S_{c1} = (S_{c1}, \Phi_{c1})$

Bảng II tóm tắt các kết quả thu được bằng cách áp dụng các phương pháp tiếp cận LMC và đơn khối. Áp dụng các kết quả LMC trong chín MS. Tổng số trạng thái biểu diễn giảm của chín giám sát viên cục bộ này cho kết quả là 29, trong khi số trạng thái biểu diễn giảm của giám sát viên đơn khối bằng 362. Hình 3 trình bày biểu diễn giảm của các giám sát viên $S_a = (S_a, a)$ và $S_{c1} = (S_{c1}, c1)$ tương ứng với E_a và E_{c1} . Tất cả các hoạt động trên automata và giám sát viên đều được thực hiện bằng Phần mềm XPECT [8].

4. PHƯƠNG PHÁP TRIỂN KHAI

Quá trình triển khai điều khiển hệ thống sự kiện rời rạc (DES) trên PLC theo chuẩn IEC 61131-3 và lưu đồ chức năng tuần tự (SFC). SFC mô tả luồng điều khiển của hệ thống thông qua bộ 3 thông tin (X, T, x0): Trạng thái hoặc giai đoạn trong tiến trình điều khiển - X; Điều kiện chuyển tiếp từ trạng thái này sang trạng thái khác - T; bước khởi đầu - x0. Triển khai kiến trúc điều khiển giám sát (SCA) cần: PSR (các hệ thống con $\{G_i | i \in I\}$); Tập các giám sát viên ($\{S_j | j \in J\}$); Tập các OP liên kết với các sự kiện có thể kiểm soát ($\{\sigma | \sigma \in \Sigma' \subseteq \Sigma\}$). Chương trình điều khiển gồm chương trình chính và các khối chức năng (FB) mô tả như Hình 4.



Hình 4. Kiến trúc điều khiển giám sát

4.1. Mức PS (product system)

Mức này cần thiết lập các biến PLC, các tập FB $\{g_i | i \in I\}$ và $\{d_{g_i} | i \in I\}$ và FB PS để xử lý hành vi của thiết bị, đồng bộ hóa và và phối hợp các sự kiện trong G_x . Với x là chỉ số hệ thống con đang xét.

Các biến chính của PLC gồm: Biến cho mỗi sự kiện trong G_x (E_x); Biến điều khiển trạng thái lệnh và tín hiệu vô hiệu hóa cho các sự kiện có thể kiểm soát ($D_x, C_x, D_{p_x}, E_{n_x}$); Biến phản hồi cho các sự kiện không thể kiểm soát (R_x); Biến báo hiệu trạng thái sự kiện đang xử lý và trạng thái tạm dừng xử lý (g_{xevt}, g_{xd}).

Quy trình tạo chương trình:

- 1) Tự động chuyển đổi hệ thống con G_x thành dạng automaton không có vòng lặp nội tại.
- 2) Chuyển automaton thành biểu đồ SFC [9].
- 3) Xây dựng điều kiện chuyển tiếp dạng Boolean để quyết định sự kiện có được phép xảy ra hay không.

4) Xây dựng các hàm logic (như dgx) để đảm bảo đồng bộ khi nhiều hệ thống con chia sẻ cùng một giám sát viên. Giả sử $Cx = \{cmd\sigma 1, cmd\sigma 2, \dots, cmd\sigma n\}$ và $Kx = \{m, n, \dots, p, x\}$, thì FB dgx được mô tả trong văn bản có cấu trúc ngôn ngữ lập trình PLC như được thể hiện trong thuật toán sau:

```
IF (CED) AND (NOT cmds1 ANDNOT cmds2...
ANDNOT cmdsn) THEN
```

```
gxevt: = FALSE;
```

```
END_IF;
```

```
IF (gmevt OR gnevt OR...OR gpevt OR gxevt) THEN
```

```
gxd: = TRUE;
```

```
ELSE
```

```
gxd: = FALSE;
```

```
END_IF;
```

```
IF (CED ANDNOT cmds2) THEN
```

```
g2evt : =FALSE;
```

```
END_IF;
```

```
IF (g0evt OR g1evt OR g2evt OR g3evt) THEN
```

```
g2d: = TRUE;
```

```
ELSE
```

```
g2d: = FALSE;
```

```
END_IF;
```

5) Khối FB PS sẽ lần lượt gọi tất cả các dgi, sau đó đến gi để đảm bảo dữ liệu được cập nhật tuần tự.

4.2. Mức giám sát mô-đun - MS

Tại MS, mỗi giám sát viên Sj được biểu diễn bằng một FB, có nhiệm vụ quan sát các sự kiện được xử lý từ cấp PS và cập nhật trạng thái và điều khiển các biến vô hiệu hóa tương ứng.

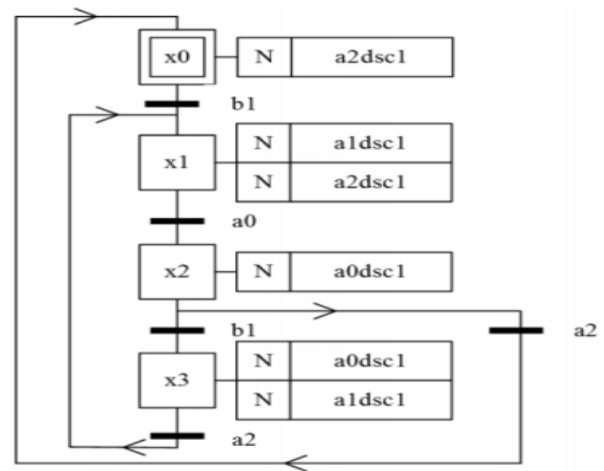
Quy trình triển khai gồm:

1) Tạo biến odsy cho mỗi sự kiện mà giám sát viên Sy có thể vô hiệu hóa.

2) Chuyển đổi automaton giám sát viên thành dạng SFC, trong đó: Mỗi trạng thái tương ứng với một bước, mỗi chuyển tiếp được xác định bằng tổ hợp các sự kiện.

Ví dụ: Dựa trên automaton Sc1 (Hình 3), chúng ta định nghĩa Sc1 = {β1}, 1Sc1,2 = {α0}, 2Sc1,3 = {β1}, 2Sc1,0 = {α2} và Sc13,1 = {α2}. Hình 5 trình bày SFC Sc1.

Dựa trên automaton Sa (Hình 3), Sa0,1 = {β1, β2, μ2, β3}, và do đó điều kiện chuyển tiếp liên quan đến chuyển tiếp (x0, x1) là (b1 OR b2 OR m2 OR b3). Điều này dựa trên sự liên kết sau đây của sự kiện với các biến PLC (β1, b1), (β2, b2), (μ2, m2) và (β3, b3) và trạng thái automaton với các bước SFC (0, x0) và (1, x1).



Hình 5. SFC Sc1

3) Mỗi bước trong SFC sẽ thực hiện hành động: vô hiệu hóa các sự kiện cụ thể dựa vào trạng thái hiện tại của hệ thống.

FB MS thực hiện gọi tuần tự tất cả các FB giám sát viên {sj}, hủy kích hoạt các biến sự kiện đã xử lý, kích hoạt lại hoặc vô hiệu hóa các biến điều khiển tương ứng.

4.3. Mức vận hành (OP)

Tầng OP quản lý điều khiển cấp thấp - các thao tác trực tiếp với thiết bị, dựa trên cảm biến và bộ truyền động. Mỗi OP tương ứng với một sự kiện có thể kiểm soát được (hoặc sự kiện không thể kiểm soát) và là một SFC thể hiện quy trình vận hành thiết bị.

Các yêu cầu chính khi thiết kế OP:

- Mỗi OP gắn với một sự kiện cụ thể. Số lượng OP bằng số sự kiện có thể kiểm soát.

- Nếu sự kiện có thể kiểm soát, lệnh cmdσ được dùng để điều kiện hóa chuyển tiếp từ bước đầu.

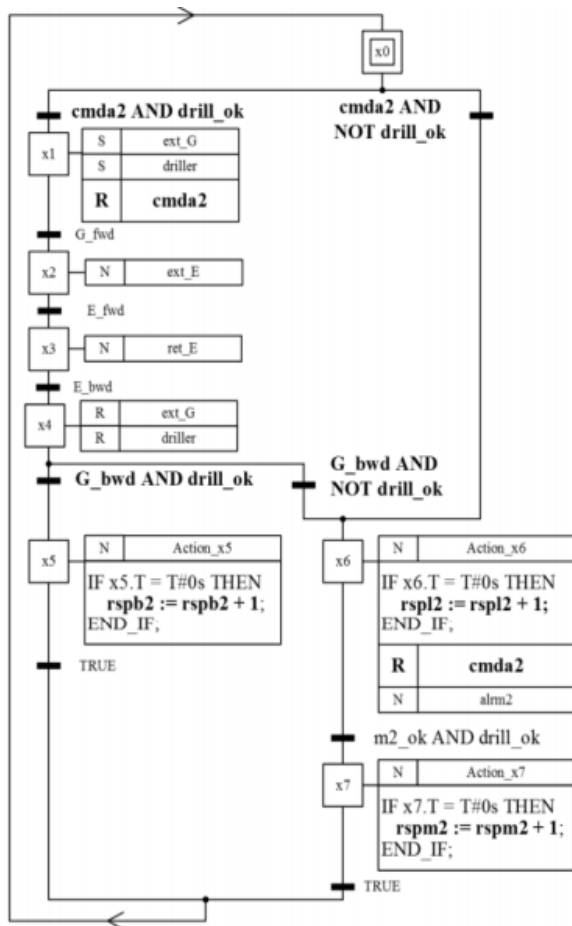
- cmdσ phải được đặt FALSE trong bước tiếp theo sau khi hành động đã được thực thi (đảm bảo hành động chỉ xảy ra một lần).

- Khi một sự kiện không thể kiểm soát được phát hiện, biến phản hồi rspσ được tăng lên.

- Điều kiện chuyển tiếp trong OP dựa trên các tín hiệu cảm biến (đầu vào PLC).

- Hành động ở mỗi bước thiết lập tín hiệu gửi đến bộ truyền động (đầu ra PLC).

- Tất cả các bước đều có thể quay về bước đầu (đảm bảo vòng lặp vận hành). Khối chức năng OP: Gọi tuần tự tất cả các FB OP tương ứng với các sự kiện có thể kiểm soát và cập nhật hoạt động điều khiển thiết bị cụ thể.



Hình 6. SFC oa2

Ví dụ: Automaton G2 biểu diễn máy khoan ở mức trừu tượng cao. Kiểm soát cấp thấp của hệ thống con này được trình bày chi tiết thông qua một OP liên kết với sự kiện $\alpha 2$ (Hình 6); các sự kiện còn lại trong G2 không liên kết với bất kỳ OP nào. Một máy khoan (G2) có sự kiện $\alpha 2$ để bắt đầu khoan. OP tương ứng sẽ:

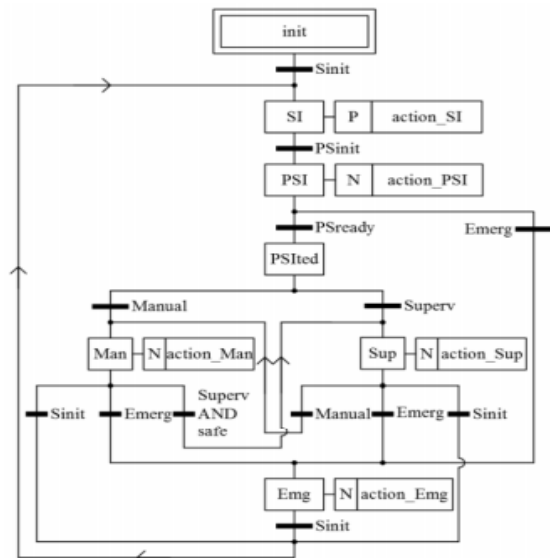
Kích hoạt lệnh cmda2 → thực hiện hành động khoan.

Nếu thành công, cảm biến drill_ok kết hợp với G_bwd xác nhận thành công → tăng rspb2. Nếu thất bại, điều kiện lỗi được phát hiện → tăng rspm2.

4.4. Phối hợp SCA

Chương trình chính của hệ thống được tổ chức dưới dạng một biểu đồ SFC tổng (SFC Main Hình 7), có nhiệm vụ điều phối toàn bộ hoạt động của ba cấp trong kiến trúc điều khiển giám sát (SCA): MS, PS và OP. Có sáu chế độ hoạt động: Khởi tạo phần mềm (bước SI), khởi tạo hệ thống vật lý (bước PSI), thủ công (bước Man), giám sát (bước Sup), khẩn cấp (bước Emg) và nhân rồi (bước init và PSIted). Khi bước SI của SFC Main được kích hoạt, các biến PLC đặt về giá trị ban đầu thích hợp của chúng. Khởi động tất cả các SFC trong hệ thống (MS, OP, SP). Các biến trong điều kiện chuyển tiếp của SFC Main không bị ảnh hưởng bởi action_SI ngoại trừ các biến Safe = TRUE và Psready = FALSE. Khi bước PSI của SFC Main đang hoạt động, SCA ở chế độ khởi tạo hệ thống vật lý và action_PSI được thực thi một lần trong mỗi chu kỳ quét PLC. Hành

động này phải được thiết kế thủ công để điều khiển hệ thống được kiểm soát từ trạng thái chung sang trạng thái ban đầu. Biến PSready = TRUE khi hệ thống được kiểm soát đạt đến trạng thái ban đầu.



Hình 7. SFC chính

Ở chế độ giám sát (sup), các giám sát viên sẽ điều phối hoạt động bằng cách cho phép hoặc vô hiệu hóa các sự kiện có thể kiểm soát. Trong mỗi chu kỳ quét PLC action-sup thực hiện tuần tự 6 bước: Gọi FB MS, đặt CED = TRUE, gọi FB SP, đặt CED = FALSE, gọi lại FB SP, gọi FB OP.

Ở chế độ thủ công (Man), người vận hành trực tiếp điều phối hoạt động của hệ thống. Tất cả các sự kiện có thể điều khiển ban đầu bị vô hiệu hóa, người vận hành lựa chọn kích hoạt lại từng sự kiện thông qua giao diện người máy và trình tự thực hiện như sau:

- 1) Kiểm tra xung đột, nếu có đặt Safe = FALSE.
- 2) Ghi nhớ trạng thái điều khiển của giám sát.
- 3) Vô hiệu hóa tất cả sự kiện có thể điều khiển.
- 4) Cho phép người vận hành kích hoạt từng sự kiện tùy ý.

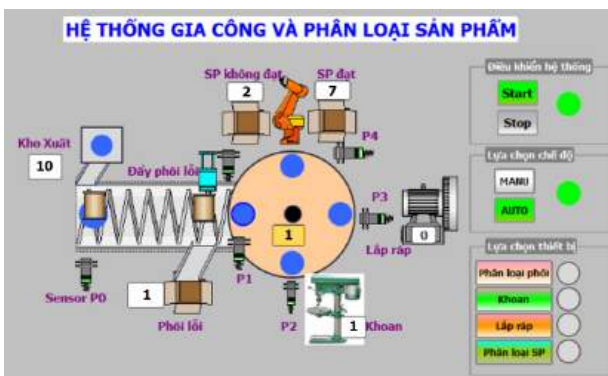
Ở chế độ khẩn cấp (Emg), ngừng xử lý các sự kiện, thực hiện OP và chỉ phục hồi lại chế độ hoạt động sau khi đánh giá an toàn hoàn tất.

Giao diện người-máy (HMI) cho phép người vận hành kiểm soát sự thay đổi của biến của SFC Main.

Như vậy, hệ thống đề xuất xử lý tín hiệu và sự kiện ở các cấp khác nhau của kiến trúc SCA: Tín hiệu được xử lý ở cấp OP, các sự kiện được xử lý ở cấp PS. Giao tiếp giữa PLC và hệ thống vật lý (bao gồm cảm biến và cơ cấu chấp hành) được thực hiện thông qua các tín hiệu đầu vào/đầu ra của PLC. Các sự kiện được ánh xạ vào một tập biến PLC riêng biệt nhằm mô phỏng hành vi xảy ra sự kiện trong hệ thống.

Quá trình tổng hợp giám sát viên yêu cầu mô hình hành vi của thiết bị ở mức trừu tượng cao nhằm tránh bùng nổ trạng thái. Giai đoạn triển khai tại cấp OP cho

phép cụ thể hóa lại các trừu tượng này khi cần thiết. Tuy nhiên, các đặc tính quan trọng như độ nhạy xen kẽ, đồng bộ hóa không hoàn chỉnh và lựa chọn cần được xác minh trước khi triển khai, nhằm đảm bảo tính đúng đắn của mô hình và giám sát viên, như đã được đề cập trong [9]. Phương pháp tương thích với các ngôn ngữ lập trình phổ biến trên PLC (LD, SFC hay IL) và đã áp dụng thành công trên các ô sản xuất sử dụng PLC Siemens và có thể phát triển trình biên dịch tự động tạo mã PLC từ mô hình giám sát viên đã tổng hợp và rút gọn [8]. Phương pháp đã thử nghiệm trên một cell mô hình thử nghiệm giảng dạy tại Đại Học Sao Đỏ và giao diện điều khiển và giám sát như hình 8. Phương pháp mà bài viết đưa ra làm rõ các bước triển khai mà [1], [2] chưa làm được và [3] bị giới hạn trong giản đồ thang.



Hình 8. Giao diện điều khiển giám sát hệ thống

5. KẾT LUẬN

Bài báo này trình bày một phương pháp hình thức để hiện thực hóa bộ điều khiển giám sát (SCT) trên PLC, nhằm điều phối hoạt động đồng thời của các thiết bị công nghiệp đảm bảo chuẩn IEC 61131-3. Phương pháp giải quyết 4 vấn đề kỹ thuật cốt lõi: Phân tầng rõ vai trò của hệ thống điều khiển và hệ thống được điều khiển; Tách biệt giữa xử lý tín hiệu (OP level) và xử lý sự kiện (PS level); Đảm bảo không có bước nào bị kích hoạt rồi tắt ngay trong cùng chu kỳ; OP cho phép hiện thực chi tiết hóa mô hình trừu tượng ban đầu. Ngoài ra, phương pháp này còn đạt được một số ưu điểm như: Mỗi sự kiện được xử lý 1 lần, sự kiện không điều khiển luôn được phát hiện và xử lý đúng, số trạng thái giảm, tăng khả năng đọc và duy trì mã.

cho phép tái sử dụng phần cứng và phần mềm PLC để điều khiển tuần tự các hệ thống con.

LỜI CẢM ƠN

Bài báo thuộc đề tài cấp cơ sở mã số 05.KHCN/20-25 được tài trợ bởi Trường Đại học Sao Đỏ.

AUTHORS INFORMATION

Nguyen Thi Quyen*, Vu Bao Tao

*Corresponding author: quyennt96.17@gmail.com

Sao Do University.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. S. T. J. Forschelen, J. M. van de Mortel-Fronczak, R. Su, and J. E. Rooda (2012), *Application of supervisory control theory to theme park vehicles*, *Discrete Event Dyn. Syst., Theory Appl.*, vol. 22, no. 4, pp. 511–540.
- [2]. D. Gouyon, J. F. Pétrin, and A. Gouin (2004), *Pragmatic approach for modular control synthesis and implementation*, *Int. J. Prod. Res.*, vol. 42, no. 14, pp. 2839–2858.
- [3]. M. Uzam (2012), *A general technique for the PLC-based implementation of RW supervisors with time delay functions*, *Int. J. Adv. Manuf. Technol.*, vol. 62, no. 5, pp. 687–704.
- [4]. M. H. de Queiroz and J. E. R. Cury, *Modular supervisory control of large scale discrete event systems*, in *Proc. Int. Workshop Discrete Event Syst., Anal. Control*, 2000, pp. 103–110.
- [5]. W. M. Wonham (2015), *Supervisory control of discrete-event systems: ECE 1636F/1637S 2014-15, Systems control group*, Syst. Control Group, Dept. Elect. Comput. Eng., Univ. Toronto, Toronto, ON, Canada, Tech. Rep.
- [6]. R. C. Hill, D. M. Tilbury, and S. Lafortune (2010), *Modular supervisory control with equivalence-based abstraction and covering-based conflict resolution*, *Discrete Event Dyn. Syst.*, vol. 20, no. 1, pp. 139–185.
- [7]. A. D. Vieira and E. A. P. Santos (2015), *Implementing PLC supervisory control of a modular production system with PLCs of SIEMENS and ROCKWELL AUTOMATION*, Tech. Rep.
- [8]. L. Feng and W. M. Wonham (2006), *TCT: A computation tool for supervisory control synthesis*, in *Proc. 8th Int. Workshop Discrete Event Syst.*, Jul, pp. 388–389.
- [9]. P. Dietrich, R. Malik, W. M. Wonham, and B. A. Brandin (2002), *Implementation considerations in supervisory control*, in *Synthesis and Control of Discrete Event Systems*. New York, NY, USA: Springer, pp. 185–201.
- [10]. M. Ahmed, I. Harbi, R. Kennel, J. Rodríguez, and M. Abdelrahem (2020), *Evaluation of the Main Control Strategies for Grid-Connected PV Systems*, *Sustain.*, vol. 14, no. 18, pp. 1–20, doi: 10.3390/su141811142.

THẺ LỆ GỬI BÀI

TẠP CHÍ NGHIÊN CỨU KHOA HỌC, TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ (P. ISSN 1859-4190, E. ISSN 2815-553X), thường xuyên công bố kết quả, công trình nghiên cứu khoa học và công nghệ của các nhà khoa học, cán bộ, giảng viên, nghiên cứu sinh, học viên cao học, sinh viên ở trong và ngoài nước.

1. Tạp chí xuất bản 01 số/quý bằng hai ngôn ngữ tiếng Việt và tiếng Anh. Tạp chí nhận đăng các bài báo khoa học thuộc các lĩnh vực: Điện - Điện tử - Tự động hóa; Cơ khí - Động lực; Kinh tế; Triết học - Xã hội học - Chính trị học; Các lĩnh vực khác gồm: Công nghệ thông tin; Hóa học - Công nghệ thực phẩm; Ngôn ngữ học; Toán học; Vật lý; Văn hóa - Nghệ thuật - Thể dục thể thao...
2. Bài nhận đăng là những công trình nghiên cứu khoa học chưa công bố trong bất kỳ ấn phẩm khoa học nào.
3. Tòa soạn chỉ nhận bài báo gửi online trên website <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>. Bài báo gửi về tòa soạn dưới dạng file điện tử (*.doc *.docx và *.pdf); cuối bài báo, tác giả ghi rõ thông tin địa chỉ liên hệ, số điện thoại, email và cập nhật thông tin trên website. Bài báo phải được trình bày đúng định dạng, rõ ràng; Trường hợp bài báo phải chỉnh sửa theo thể lệ hoặc theo yêu cầu của Phản biện thì tác giả sẽ cập nhật trên website. Người phản biện sẽ do tòa soạn mời. Tòa soạn không gửi lại bài nếu không được đăng.
4. Các công trình thuộc đề tài nghiên cứu có Cơ quan quản lý cần kèm theo giấy phép cho công bố của cơ quan (Tên đề tài, mã số, tên chủ nhiệm đề tài, cấp quản lý,...).
5. Tên bài báo trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 14, in đậm, căn giữa.
6. Tên tác giả (không ghi học hàm, học vị), font Arial, cỡ chữ 10, in đậm, căn lề phải; cơ quan công tác của các tác giả, font Arial, cỡ chữ 9, in nghiêng, căn lề phải.
7. Chữ "Tóm tắt" in đậm, font Arial, cỡ chữ 10; Nội dung tóm tắt của bài báo không quá 10 dòng, trình bày bằng hai ngôn ngữ (tiếng Việt và tiếng Anh), font Arial, cỡ chữ 10, in thường.
8. Chữ "Từ khóa" in đậm, nghiêng, font Arial, cỡ chữ 10; Có từ 03÷05 từ khóa, font Arial, cỡ chữ 10, in nghiêng, ngăn cách nhau bởi dấu chấm phẩy, cuối cùng là dấu chấm.
9. Nội dung bài báo viết bằng tiếng Việt hoặc tiếng Anh; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Việt: Tiêu đề tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Tóm tắt tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Từ khóa tiếng Việt trước, tiếng Anh sau; Nếu là bài báo viết bằng tiếng Anh: Tiêu đề tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Tóm tắt tiếng Anh trước, tiếng Việt sau; Từ khóa tiếng Anh trước, tiếng Việt sau.
10. Bài báo được đánh máy trên khổ giấy A4 (21 × 29,7cm) có độ dài không quá 8 trang, font Arial, cỡ chữ 10, giãn dòng At least 12pt, Before 3pt, After 3pt; căn lề trên 2.5cm, dưới 2.5cm, trái 3cm, phải 2cm; hình vẽ phải rõ ràng, đủ nét và được định dạng dưới dạng file ảnh (*.jpg); Phương trình, công thức phải soạn thảo bằng Mathtype hoặc Equation; Phần nội dung bài báo được chia thành 02 cột, khoảng cách cột là 1cm; Trong trường hợp hình vẽ, hình ảnh có kích thước lớn, bảng biểu có độ rộng lớn hoặc công thức, phương trình dài thì cho phép trình bày dưới dạng 01 cột.
11. Tài liệu tham khảo được sắp xếp theo thứ tự tài liệu được trích dẫn trong bài báo.
 - Nếu là sách/luận án: Tên tác giả (năm), Tên sách/luận án/luận văn, Nhà xuất bản/Trường/Viện, lần xuất bản/tái bản.
 - Nếu là bài báo/báo cáo khoa học: Tên tác giả (năm), Tên bài báo/báo cáo, Tạp chí/Hội nghị/Hội thảo, Tập/Kỷ yếu, số, trang.
 - Nếu là trang web: Phải trích dẫn đầy đủ tên website và đường link, ngày cập nhật.
12. Định dạng mẫu bài báo tham khảo tại địa chỉ http://tapchikhcn.saodo.edu.vn/news/detail/198/format_paper
Bài báo sau khi xuất bản sẽ được công bố trên <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>.

THÔNG TIN LIÊN HỆ:

Ban Biên tập Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ

Phòng 203, Tầng 2, Nhà B1, Trường Đại học Sao Đỏ.

Địa chỉ: Số 76, Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, P. Chu Văn An, TP. Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>

Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn

Tạp chí Nghiên cứu khoa học, Trường Đại học Sao Đỏ, Số 1 (93) 2026



BỘ CÔNG THƯƠNG

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ

Địa chỉ:

- **Số 1:** Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Số 2:** Số 72, đường Nguyễn Thái Học, quốc lộ 37, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.
- **Điện thoại:** (0220) 3882 269 **Fax:** (0220) 3882 921 **Website:** <http://saodo.edu.vn> **Email:** info@saodo.edu.vn

P. ISSN 1859-4190
E. ISSN 2815-553X

Số 1 (93)
2026

Địa chỉ Tòa soạn:

Trường Đại học Sao Đỏ

Số 76, đường Nguyễn Thị Duệ, KDC Thái Học 2, phường Chu Văn An, thành phố Hải Phòng.

Điện thoại: (0220) 3587213, Fax: (0220) 3882 921, Hotline: 0912 107858/0936 847980.

Website: <http://tapchikhcn.saodo.edu.vn>/Email: tapchikhcn@saodo.edu.vn.

Giấy phép xuất bản số: 620/GP-BTTTT ngày 17/9/2021 của Bộ Thông tin và Truyền thông.
In 2.000 bản, khổ 21 × 29,7cm, tại Công ty TNHH in Tre Xanh, cấp ngày 17/02/2011.