

Ứng Dụng Iiot Vào Giải Pháp Giám Sát Tổng Thể Hiệu Suất Máy Cho Mô Hình Băng Tải Phân Loại Sản Phẩm

Nguyễn Minh Quyền
 Khoa Điện-Điện tử viễn thông
 Trường Đại học Giao thông vận tải Thành phố Hồ Chí Minh
 Thành phố Hồ Chí Minh, Việt Nam
 quyen_dv@hcmutrans.edu.vn

Tóm tắt-Phân loại là công đoạn quan trọng từ khâu đầu vào đến đầu ra trong các quy trình sản xuất hiện đại, do đó hiệu suất tổng thể của các máy phân loại cần được giám sát liên tục trở thành cơ sở cho công tác nâng cấp và tối ưu quy trình vận hành sản xuất thông qua việc ứng dụng Internet vạn vật trong công nghiệp (IIoT). Bài báo tập trung vào cách tiếp cận đơn giản và triển khai thành công ứng dụng với mô hình phân loại sản phẩm.

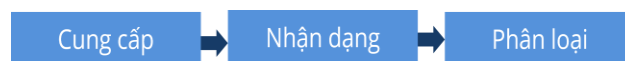
Từ khóa-Internet vạn vật trong công nghiệp, hiệu suất tổng thể máy, điện toán biên, điện toán đám mây, chuyển đổi số.

I. GIỚI THIỆU

Phân loại sản phẩm/nguyên liệu là công đoạn hiện hữu trong các dây chuyền sản xuất với mục đích tuyển chọn các sản phẩm/nguyên liệu theo một hoặc nhiều tiêu chí khác nhau nhằm đảm bảo sản phẩm cuối cùng đạt tiêu chuẩn. Tuy nhiên, với số lượng hàng hóa lớn, hiệu suất của hệ thống phân loại phải được đảm bảo ở mức cao nhất. Việc giám sát hiệu suất tổng thể của máy giúp người quản lý có những góc nhìn khác nhau về dây chuyền vận hành, hiệu suất sử dụng tài nguyên, những điểm tắc nghẽn, làm cơ sở cho các kế hoạch sản xuất, nâng cấp và cải tiến quy trình vận hành [1].

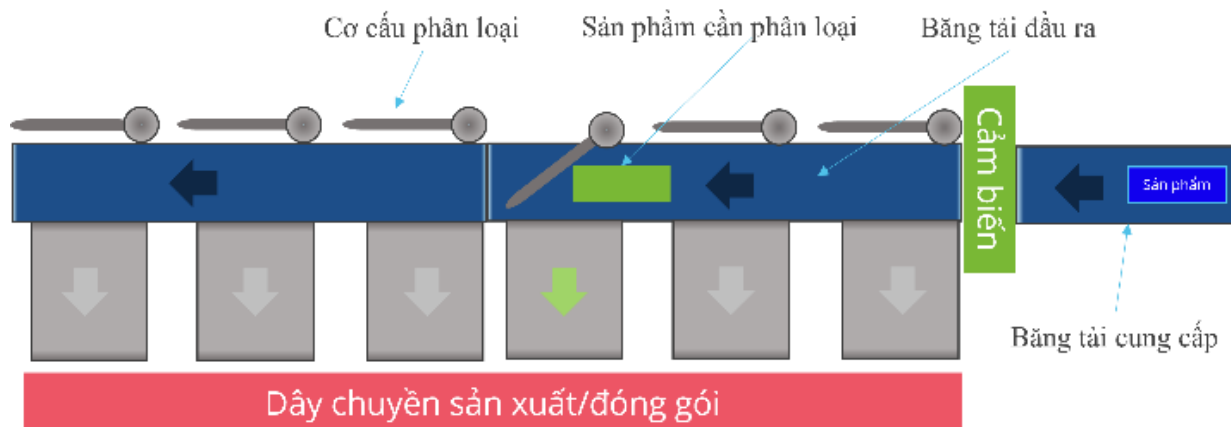
Xu hướng số hóa thông tin sản xuất đang dần phổ biến trong các dây chuyền sản xuất hiện đại nhờ vào sự phát triển của các công nghệ cảm biến, truyền thông tin, lưu trữ và đặc biệt là điện toán đám mây.

II. QUY TRÌNH CHUNG CỦA CÁC GIẢI PHÁP PHÂN LOẠI SẢN PHẨM TRONG CÔNG NGHIỆP



Hình 1. Sơ đồ cho giải pháp phân loại sản phẩm.

- **Cung cấp:** Vận chuyển hàng hóa/nguyên liệu đến đầu vào của hệ thống phân loại, có thể thực hiện bằng băng tải, cơ cấu đẩy, băng thao tác thủ công từ công nhân;
- **Nhận dạng:** Các cảm biến được lắp đặt trên đường di chuyển của hàng hóa/nguyên liệu để nhận dạng theo các tiêu chí đã đề ra như: Màu sắc, khối lượng, kích thước, thông tin kỹ thuật số,...;
- **Phân loại:** Sau khi nhận được thông tin về hàng hóa/nguyên liệu, bộ điều khiển đưa ra quyết định phân loại thông qua các cơ cấu khác nhau như: Băng tải con lăn xoay, module bánh đa hướng omni,...

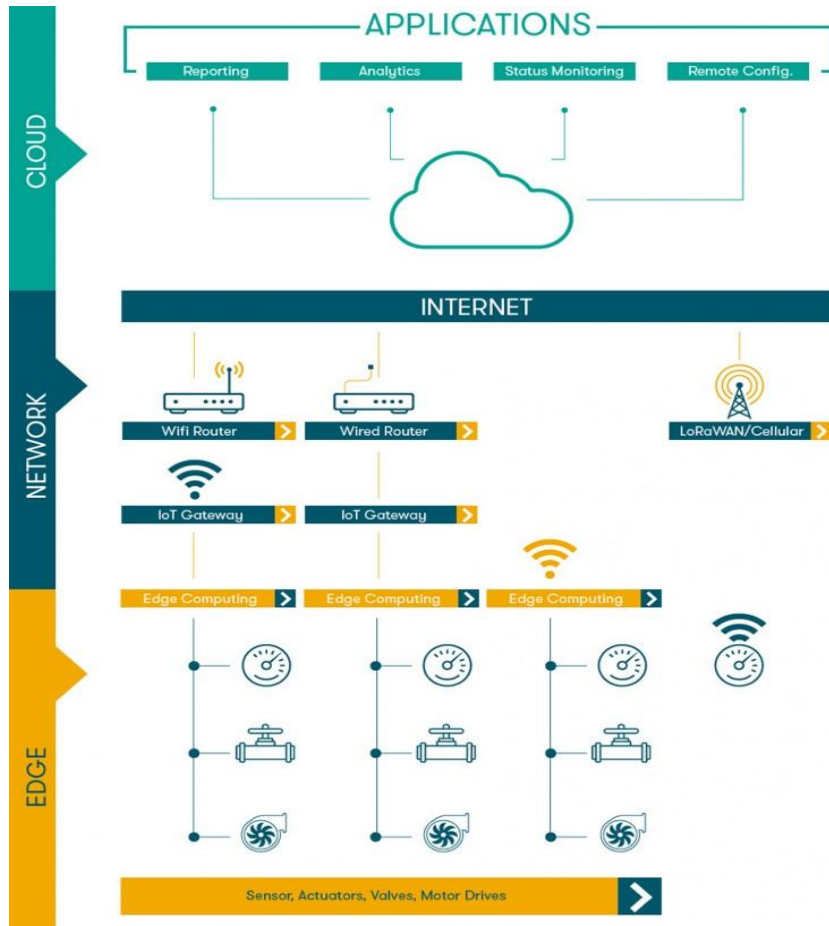


Hình 2. Sơ đồ mô hình phân loại sản phẩm.

III. GIẢI PHÁP IIOT TRONG GIÁM SÁT TỔNG THỂ HIỆU SUẤT CỦA HỆ THỐNG PHÂN LOẠI SẢN PHẨM

Thuật ngữ IIoT – Industrial Internet of Things là một trường hợp ứng dụng của IoT (Internet of Things) trong môi trường công nghiệp. Tại đây, các thông tin về hệ

thống/máy sản xuất được thu thập và gửi về server thông qua hệ thống cảm biến thông minh, gateway, datalogger và smart controller trong môi trường Internet [2]. Vì công tác giám sát tổng thể hiệu suất máy cần nhiều thời gian và lượng thông tin đủ nhiều nên IIoT đã và đang là công cụ hữu ích cho các nhà phát triển giải pháp tích hợp vào hệ thống.



Hình 3. Kiến trúc hệ thống IIoT (Industrial Internet of Things).

Nguồn: <https://se.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=industrial-iiot>

A. Kiến trúc hệ thống IIoT

- Điện toán biên – Edge computing: Thuật ngữ biên chỉ phạm vi các thiết bị đầu cuối có khả năng thu thập, xử lý, phân tích và tạo ra dữ liệu tại chỗ, không cần truyền về một máy chủ trung tâm (datalogger, mini PC, smart controller, smart sensor);
- Thiết bị mạng – Network devices: Các thiết bị này có vai trò tạo sự liên kết giữa các thiết bị biên với những máy chủ trung tâm hoặc cloud thông qua các giao thức kết nối Internet (router, IoT gateway, các điểm truy cập mạng - access point);
- Điện toán đám mây – Cloud computing: Tại đây, các dữ liệu được xử lý và phục vụ cho công tác lưu trữ, phân tích chuyên sâu, sử dụng nhiều thuật toán phức tạp với các mục đích khác nhau, trong khi

đó các thiết bị tại biên không thực hiện được do giới hạn về cấu hình phần cứng và tốc độ xử lý.

B. Giám sát hiệu suất tổng thể máy – OEE

OEE – Overall Equipment Effectiveness là một công cụ để đánh giá khả năng hoạt động của máy móc dựa trên ba tiêu chí: Tính sẵn sàng (Availability), chất lượng (Quality), hiệu suất (Performance). Công thức tính [3]:

$$OEE = Availability \times Quality \times Performance \quad (1)$$

1) Tính sẵn sàng - Availability

Chỉ số mô tả tỉ lệ thời gian máy hoạt động (Operation time) so với tổng thời gian dự kiến hoạt động (Planned production time).

$$A = \frac{\text{Operation Time}}{\text{Planned production time}} \quad (2)$$

Giá trị của A càng cao chứng tỏ máy có thời gian hoạt động lâu dài, ít bị dừng hay gián đoạn vì các lý do như hư hỏng, hiệu chỉnh, bảo trì, thay thế nguyên liệu, thay đổi ca người vận hành,...

2) Chất lượng – Quality

Chỉ số mô tả tỉ lệ sản phẩm đạt chất lượng (Acceptable pieces) trên tổng số sản phẩm sản xuất ra (Total pieces).

$$Q = \frac{\text{Acceptable Pieces}}{\text{Total Pieces}} \quad (3)$$

Chỉ số chất lượng có thể bị ảnh hưởng bởi công tác vận hành, nguyên liệu đầu vào, quy trình chưa được kiểm tra kỹ, trước khi đưa vào áp dụng trong sản xuất.

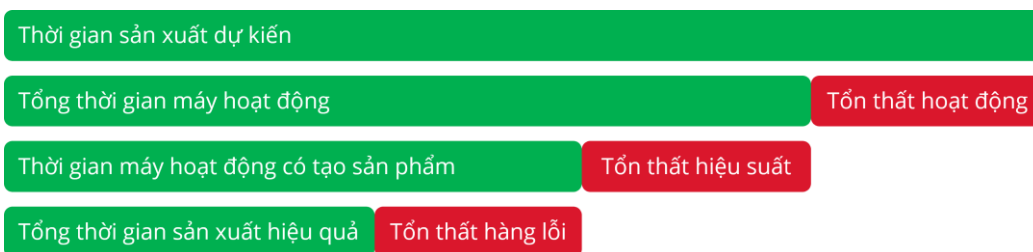
3) Hiệu suất – Performance

Chỉ số mô tả khả năng làm việc thực tế của máy so với khả năng làm việc được thiết kế.

$$P = \frac{\text{Ideal Cycle Time} \times \text{Total product}}{\text{Operation time}} \quad (4)$$

Ideal Cycle Time chính là thời gian lý tưởng khi máy sản xuất ra một sản phẩm. Do đó, khi nhân với tổng số lượng sản phẩm, kết quả đạt được là “*tổng thời gian thực tế máy hoạt động có tạo ra sản phẩm*”. Sau đó chia cho tổng thời gian máy hoạt động, thu được hiệu suất hoạt động của máy.

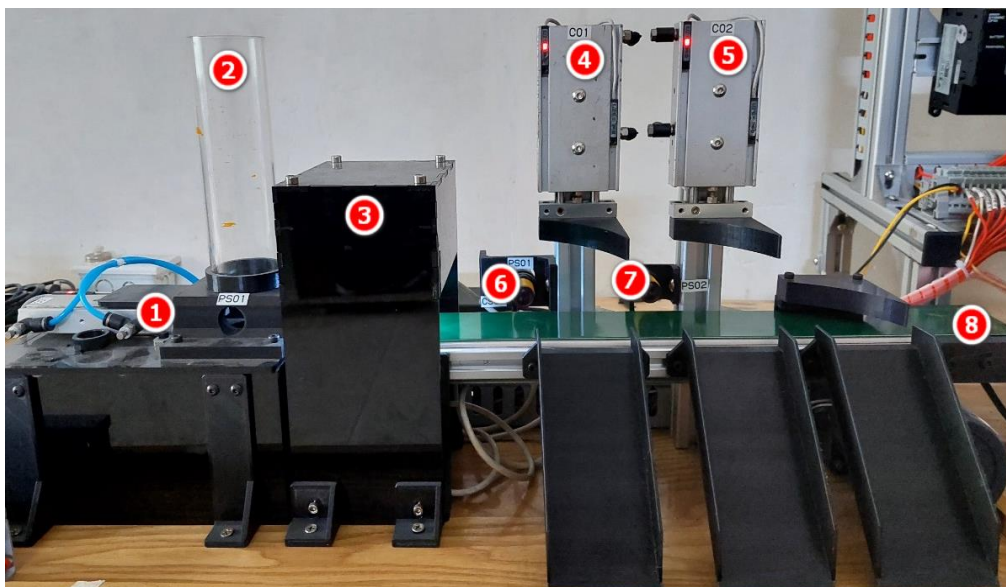
Nguyên nhân gây tổn thất hiệu suất máy có thể kể đến như: Các chi tiết máy bị mài mòn, hỏng, nhân viên vận hành thao tác còn chậm, cài đặt máy chưa phù hợp với nguyên liệu, bị ảnh hưởng bởi tốc độ sản xuất của những công đoạn trước hoặc công đoạn đầu ra.



Hình 4. Tổng quan ý nghĩa của các thành phần trong phép tính OEE.

IV. TRIỂN KHAI HỆ THỐNG IIOT VÀO MÔ HÌNH PHÂN LOẠI SẢN PHẨM THEO MÀU SẮC

A. Mô hình thử nghiệm



Hình 5. Hình ảnh thực tế của mô hình.

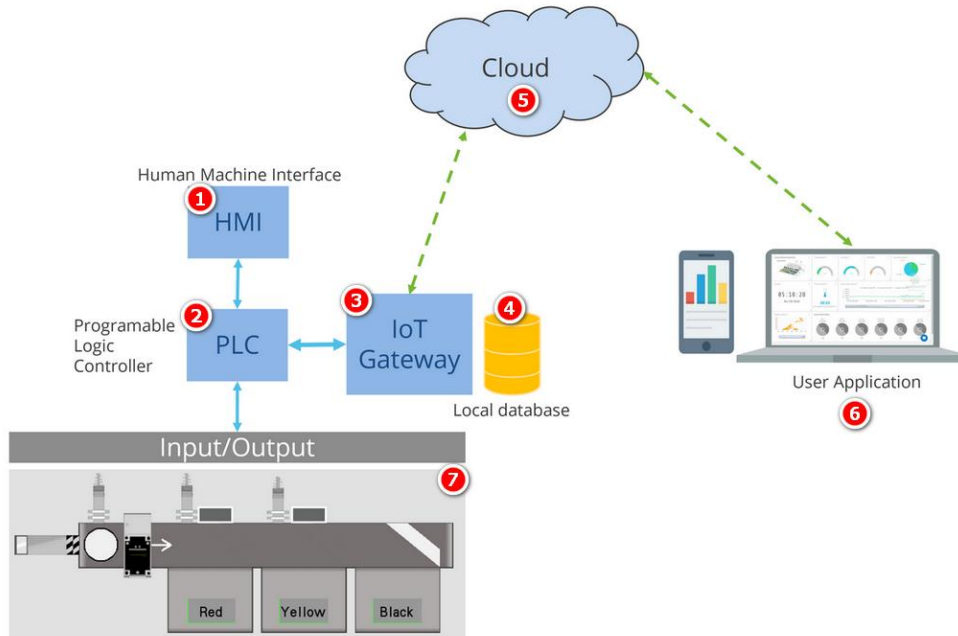
- | | |
|---------------------------------|-----------------------------------|
| (1) Cơ cấu cung cấp | (5) Cơ cấu phân loại vật màu vàng |
| (2) Ống sản phẩm | (6) Cảm biến đếm vật đỏ |
| (3) Cảm biến nhận dạng màu | (7) Cảm biến đếm vật vàng |
| (4) Cơ cấu phân loại vật màu đỏ | (8) Băng tải |

Sản phẩm được cơ cấu cung cấp (1) đẩy từ ống sản phẩm (2) ra vị trí cảm biến màu (3). Sản phẩm được băng tải (8) đưa ra khỏi vị trí cảm biến và khi đến các cảm biến (6) hoặc (7), các cơ cấu phân loại (4) và (5) đẩy sản phẩm tương ứng với thông tin cảm biến màu đọc được.

B. Phương án thu thập dữ liệu từ mô hình

Có ba phương án chung khi tiến hành thu thập dữ liệu hiện trường:

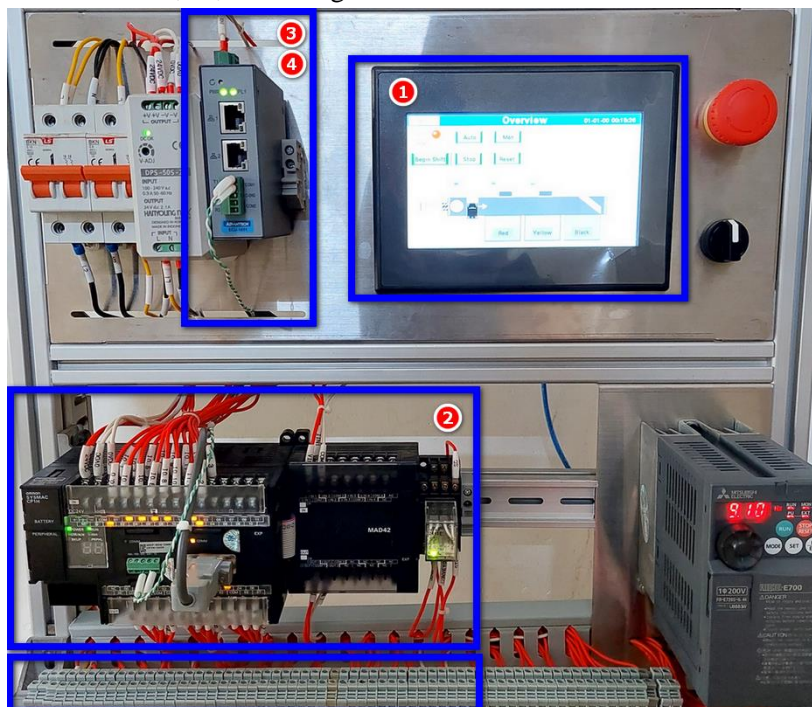
- Kết nối vào nguồn dữ liệu có sẵn trong hệ thống như PLC, Database;
- Lắp đặt cảm biến, thiết bị nhập liệu bên ngoài để thu thập thông tin vận hành của máy;
- Lập trình PLC hoạt động như một thiết bị biên, từ đó lấy dữ liệu theo ý muốn.



Hình 6. Kiến trúc hệ thống khi triển khai IIoT vào mô hình băng tải phân loại sản phẩm.

Phương án thứ ba được thực hiện trong bài báo này. Trong đó, Gateway IoT có nhiệm vụ thu thập dữ liệu từ PLC, sau đó lưu trữ vào cơ sở dữ liệu tại chỗ đồng thời

gửi dữ liệu về cloud server thông qua giao thức MQTT [4].



Hình 7. Các thiết bị được sử dụng trong mô hình: (1) HMI; (2) PLC ; (3) + (4) IoT gateway, local database.

C. Cách tính chỉ số OEE trong mô hình

1) Chỉ số Availability

Theo công thức (2), cần phải đo được thời gian máy chạy (operation time) và tổng thời gian hoạt động dự kiến (planned production time).

- Thời gian máy chạy: Được tính khi băng tải bắt đầu hoạt động. Khi đó, Timer sẽ đếm khi có tín hiệu băng tải chạy;

- Tổng thời gian hoạt động dự kiến: Tính từ khi người dùng nhấn nút bắt đầu ca và kết thúc ca làm việc trên màn hình HMI.

2) Chỉ số Quality

Theo công thức (3), chỉ số này cần phải có thông tin số lượng sản phẩm phân loại đúng và tổng số sản phẩm đã đi qua máy phân loại;

Số sản phẩm phân loại đúng: Về lý thuyết có thể sử dụng giá trị đếm mỗi khi cơ cấu phân loại sản phẩm hoạt động, tuy nhiên để có kết quả chính xác, cần phải có khâu kiểm tra tại đầu ra của máy. Trong phạm vi nghiên cứu, số lượng sản phẩm không đạt có thể được

giả lập bằng cách cho phép nhập liệu trực tiếp từ màn hình HMI. Khi đó: $Số\ lượng\ sản\ phẩm\ đạt = Tổng\ số\ sản\ phẩm - Số\ lượng\ không\ đạt$.

- Tổng số lượng sản phẩm: Được tính là cứ mỗi lần có sản phẩm đi qua cảm biến màu thì tăng giá trị đếm lên 01 lần.

3) Chỉ số Performance

Theo công thức (4), tham số cần tính là tổng số lượng sản phẩm phân loại được (kể cả phân loại sai), thời gian lý tưởng sản xuất một sản phẩm (ideal cycle time), tổng thời gian máy chạy (operation time).

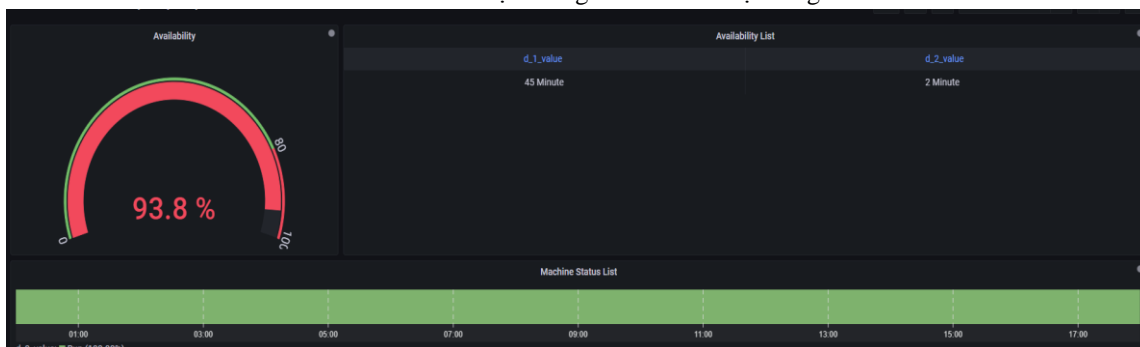
Thời gian lý tưởng là thông số được nhập vào từ màn hình HMI của hệ thống, đây cũng là thông số thiết kế máy ban đầu.

4) Giao diện trực quan hóa dữ liệu OEE

Giao diện (dạng Dashboard) thể hiện đầy đủ ba chỉ số thành phần và giá trị OEE của mô hình. Đồng thời hiển thị trạng thái của máy dưới dạng mô hình 3D giúp người giám sát nhận biết nhanh chóng định danh của máy.



Hình 8. Giao diện thông số OEE của hệ thống.



Hình 9. Giao diện phân tích chuyên sâu cho chỉ số Availability.

Ứng dụng có thể được truy cập từ xa thông qua trình duyệt web của máy tính hoặc điện thoại hay có thể nhúng vào các phần mềm quản lý khác của doanh nghiệp. Điều

này mang đến khả năng tích hợp linh hoạt và không ảnh hưởng nhiều đến hệ thống phần mềm hiện tại.

V. KẾT LUẬN

Kết quả nghiên cứu, giải pháp giám sát tổng thể hiệu suất máy hoàn toàn có thể được xây dựng dựa trên kiến trúc của Internet vạn vật trong công nghiệp (IIoT). Các thiết bị tự động hóa cụ thể là PLC có thể trở thành một phần trong hệ sinh thái điện toán biên, mở ra tiềm năng cho những ứng dụng phức tạp đòi hỏi dữ liệu tin cậy ngay từ nguồn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] G. R. Naik, Dr. V.A. Raikar, P. G. Naik, “A Simulation Model for Overall Equipment Effectiveness of a Generic Production Line”, IOSR Journal of Mechanical and Civil Engineering, vol.12, issue 5, 2015. DOI: 10.9790/1684-12535263.
- [2] I. J. H. Reynolds; “IIoT Architecture”, 2020. Available: <https://www.zibtek.com/blog/iiot-architecture/>. Accessed on: 19/06/2022.
- [3] M. Lääts, “What Is OEE and How Does It Work?”, 2019. Available: <https://evocon.com/articles/what-is-oeo-and-how-does-it-work/>. Accessed on: 18/06/2022.
- [4] A. Grizhnevich, “How to monitor machine utilization across distributed factories with IIoT”, 2018. Available: <https://www.scnsoft.com/blog/machine-utilization-monitoring-iiot>. Accessed on: 18/06/2022.