

# ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ BẰNG THUẬT TOÁN PWM VỚI PLC S7 1200 VÀ BIẾN TẦN ATV310

Nguyễn Phương Trà<sup>(1)</sup>, Nguyễn Thành Đoàn<sup>(1)</sup>

(1) Trường Đại học Thủ Dầu Một

Ngày nhận bài 20/02/2020; Ngày gửi phản biện 28/02/2020; Chấp nhận đăng 25/05/2020

Liên hệ email : tranp@tdmu.edu.vn

<https://doi.org/10.37550/tdmu.VJS/2020.03.038>

---

## Tóm tắt

Trong lĩnh vực tự động hóa, các dây chuyền sản xuất đòi hỏi việc thay đổi tốc độ một cách liên tục, linh hoạt, chính xác và hiệu quả. Bất kỳ sự thay đổi tốc độ không mong muốn nào sẽ gây ra những thiệt hại lớn về kinh tế do quá trình sản xuất tạo ra nhiều sản phẩm lỗi. Do đó, điều khiển tốc độ động cơ là nhiệm vụ sống còn của các nhà máy. Nghiên cứu này nhằm thiết kế một hệ thống điều khiển tốc độ động cơ sử dụng kết hợp giữa các thiết bị gồm bộ điều khiển Logic có thể lập trình được (PLC) và biến tần (Drive) thông qua tín hiệu analog của PLC. Bài báo sử dụng thuật toán điều chế độ rộng xung (PWM) trong PLC S7 1200 để điều khiển tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha một cách linh hoạt. Tốc độ của động cơ được điều chỉnh bằng cách nhập lần lượt các giá trị phần trăm của độ rộng xung trên màn hình giám sát (HMI). Hệ thống điều khiển tốc độ động cơ được thực hiện một cách linh hoạt, chính xác và hiệu quả. Ngoài ra hệ thống còn có khả năng điều khiển đảo chiều động cơ, thu thập thông số về tốc độ, tần số, hiển thị kết quả và điều khiển giám sát trên màn hình giao diện HMI. Nghiên cứu này cung cấp một giải pháp tối ưu cho điều khiển tốc độ động cơ, giúp nâng cao hiệu quả của hệ thống tự động hóa trong sản xuất, phục vụ hiệu quả cho quá trình sản xuất cũng như trong công tác đào tạo của nhà trường trong giai đoạn hiện nay.

**Từ khóa:** hệ thống tự động, thuật toán điều khiển

## Abstracts

### **SPEED CONTROL OF MOTORS BY ALGORITHM PWM WITH PLC S7 1200 AND DRIVE ATV310**

In the field of automation, the production lines require speed to be changed flexibly and accurately. Any unwanted speed changes will cause great economic losses due to the manufacturing process producing many defective products. Therefore, controlling the dynamic speed is an important task of factories. This study aims to design a motor speed control system using a combination of devices including programmable logic controllers and drives through the PLC's analog signals. The

*paper uses pulse width modulation algorithm in PLC S7 1200 to control three-phase asynchronous motor speed flexibly. The motor speed is adjusted by inputting the percentage values of the pulse width on the monitor screen. Through experimentation, the motor speed control system is implemented flexibly, accurately and efficiently. In addition, the system also has the ability to control the engine reversals, collect parameters on speed, frequency, display results and monitor control on the interface screen. This study provides an optimal solution for motor speed control, helping to improve the efficiency of the automation system in production, effectively serving the production process as well as in the PLC training work.*

---

## 1. Đặt vấn đề

Trong thị trường cạnh tranh toàn cầu ngày nay, Tự động hóa sản xuất là một nhu cầu cấp thiết để doanh nghiệp tồn tại và phát triển. Các nhà máy tìm cách giảm thiểu việc điều khiển máy móc thủ công đồng thời tăng cường sản xuất một cách tự động. Các hệ thống tự động trong công nghiệp thường sử dụng các thiết bị như PLC, biến tần để điều khiển tốc độ động cơ và giám sát hệ thống bởi vì chúng có nhiều ưu thế như tiết kiệm năng lượng, dòng khởi động động cơ thấp, lắp đặt đơn giản, vận hành ổn định và tin cậy. Các nghiên cứu về điều khiển tốc độ động cơ trên thế giới tập trung theo hai xu hướng. Xu hướng đầu tiên về điều khiển tốc độ được đề xuất là nghiên cứu giải quyết vấn đề điều khiển tốc độ động cơ sử dụng các thuật toán trong PLC và máy tính. Trong (Ahir, 2011), tác giả đề xuất phương pháp thay đổi tốc độ động cơ thông qua thuật toán PWM trong PLC. Bài báo chỉ thực hiện nghiên cứu kết nối PLC và máy tính chưa sử dụng thiết bị biến tần cho động cơ. Một nghiên cứu khác (Pandey & Bhatt, 2015), các tác giả đề xuất phương pháp sử dụng thuật toán PID trong PLC để điều khiển và ổn định tốc độ động cơ. Bài báo đã thực hiện thử nghiệm điều khiển, thu thập dữ liệu và ghi lại nhật ký. Xu hướng thứ hai về điều khiển tốc độ là nghiên cứu về hệ thống điều khiển tốc độ động cơ sử dụng PLC kết nối với biến tần (Zajmović, Salkić, & Stanić, 2012). Trong hệ thống này, các tác giả đã thực hiện kết nối PLC với biến tần 5.5 kW Schneider Altivar ATV312HU55N4 thông qua giao thức Modbus TCP/IP. Trong (Dorjee, 2014) nghiên cứu việc điều khiển biến tần thông qua PLC. Tuy nhiên, bài báo chưa sử dụng các thuật toán trong PLC để cung cấp tín hiệu cho biến tần. Trong (Tiwari, Singh, Dixit, & Sen, 2016) các tác giả đề xuất điều khiển tốc độ bằng phương pháp V/F trong biến tần. Bên cạnh các kết quả đạt được các hướng nghiên cứu trên vẫn còn tồn tại một số hướng có thể tiếp tục nghiên cứu như: Một số hệ thống chưa sử dụng các thuật toán điều khiển trong PLC như PWM, PID; một số hệ thống chưa sử dụng biến tần để điều khiển tốc độ một cách liên tục và tiết kiệm năng lượng; một số hệ thống chưa sử dụng SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) để điều khiển giám sát trên màn hình HMI.

Nghiên cứu này sẽ thực hiện một hệ thống điều khiển và giám sát tốc độ động cơ sử dụng thuật toán PWM trong PLC S7 1200. Hệ thống bao gồm một bộ PLC S7 1200,

một biến tần ATV310, một động cơ không đồng bộ 3 pha và một máy tính được sử dụng như một màn hình HMI. Trong đó, PLC S7 1200 giữ vai trò tạo tín hiệu điều khiển tốc độ cung cấp cho biến tần. Biến tần nhận tín hiệu từ PLC thông qua ngõ vào analoge AI1 để thay đổi tốc độ động cơ không đồng bộ ba pha. Máy tính được sử dụng làm màn hình giao diện HMI để nhập các thông số điều khiển, giám sát và hiển thị các kết quả. Kết quả của nghiên cứu này cung cấp một giải pháp hiệu quả để điều khiển tốc độ động cơ trong công nghiệp, đồng thời cung cấp tài liệu phục vụ cho hoạt động đào tạo trong lĩnh vực tự động hóa.

## 2. Cơ sở khoa học và phương pháp

**Giới thiệu về PWM:** Điều chế độ rộng xung (PWM) là một kỹ thuật để điều khiển các mạch tương tự với đầu ra kỹ thuật số của bộ xử lý. PWM được sử dụng trong rất nhiều ứng dụng từ đo lường và truyền thông đến điều khiển và chuyển đổi năng lượng (Barr, 2001; Bora, 2005).

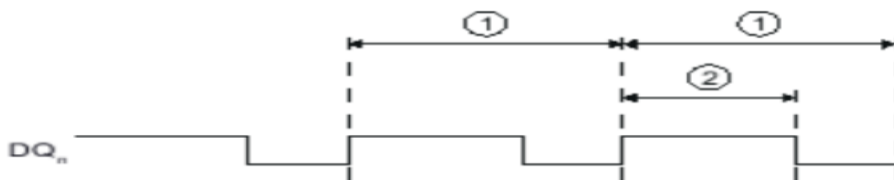
**Phương pháp PWM trong PLC S7 1200:** Trong chế độ điều chế độ rộng xung, các đầu ra được cấu hình tương ứng cung cấp tín hiệu đầu ra được điều chế độ rộng xung. Điều chế độ rộng xung được đặc trưng bởi chu kỳ xung và hệ số nhiệm vụ của nó (duty factor). Hệ số nhiệm vụ mô tả mối quan hệ giữa thời gian làm việc của xung và chu kỳ xung. Thời gian làm việc của xung được tính từ chu kỳ và hệ số nhiệm vụ:

Thời gian ON của xung = hệ số nhiệm vụ x chu kỳ.

Ví dụ về hệ số nhiệm vụ là 50% và chu kỳ là 10ms:

Thời gian ON của xung  $0,5 \times 10\text{ms} = 5\text{ms}$

Tín hiệu đầu ra là tín hiệu sóng vuông (chuỗi xung bật và tắt).



**Hình 1.** Dạng sóng tín hiệu ngõ ra dạng xung vuông của PLC

① Chu kỳ T; ② Thời gian ON; điện áp ngõ ra của PLC được tính:

$$v = \frac{1}{T} \int_0^T f(t) dt \quad (1.1)$$

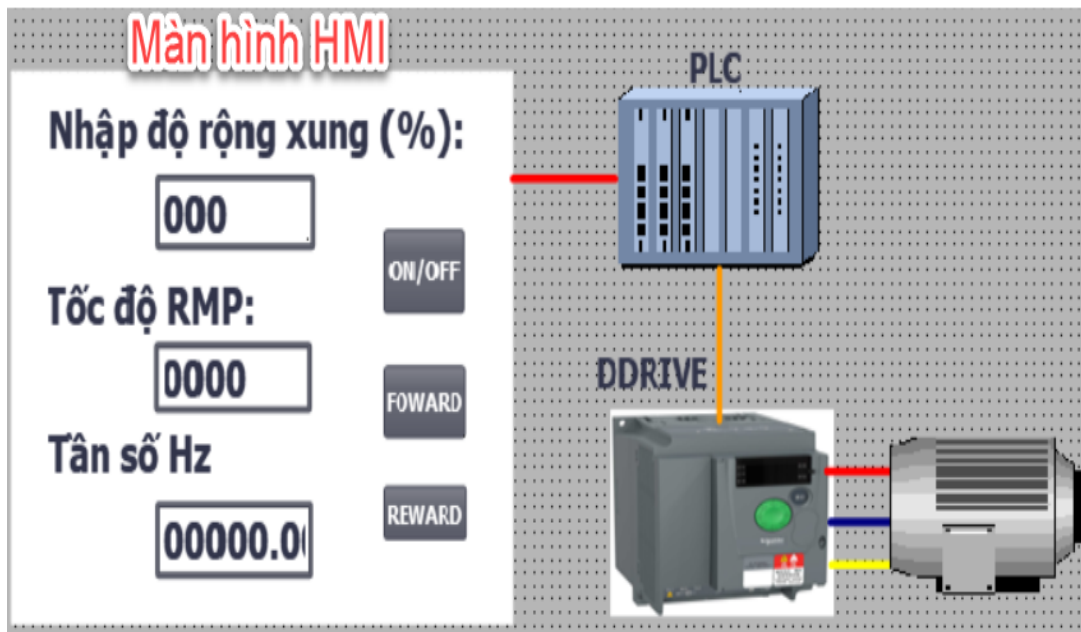
Ta có thể thay đổi các giá trị độ rộng xung (Thời gian ON) theo phần trăm khác nhau để thay đổi điện áp ngõ ra của PLC. Nghiên cứu này sử dụng tín hiệu ngõ ra ở công thức (1.1) cấp cho đầu vào analog của biến tần để điều khiển tốc độ động cơ thông qua biến tần.

**Hệ thống điều khiển giám sát tốc độ sử dụng PWM**

Giới thiệu cấu trúc hệ thống: Toàn bộ hệ thống được chia thành hai phần: phần cứng và phần mềm. Các thiết bị chính được liệt kê ở bảng 1 và hệ thống có sơ đồ như hình 2.

**Bảng 1. Danh sách các thiết bị**

Số TT	Tên linh kiện	Số lượng
1	PLC S7 1200 1214C DC/DC/DC	1
2	Động cơ không đồng bộ 3 pha 0,75 kW	1
3	Biến tần ATV310	1

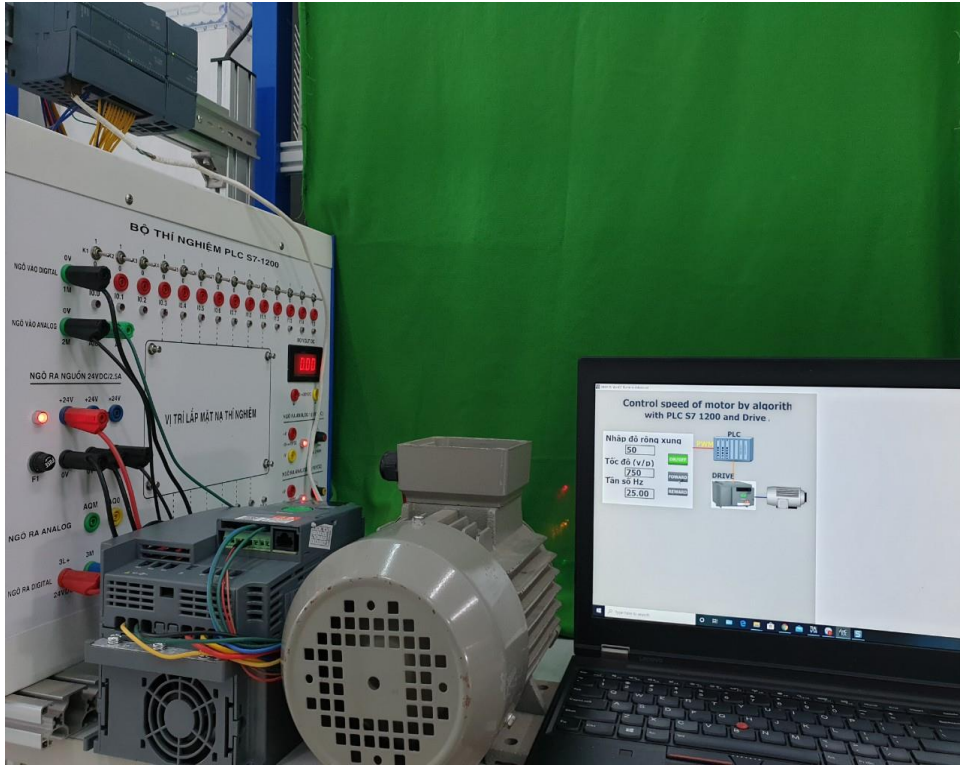


**Hình 2. Sơ đồ khối hệ thống**

Đấu nối và cài đặt phần cứng: Hình 3 mô tả cấu tạo của mô hình, gồm các thành phần chính: Bộ PLC S7 1200 và biến tần ATV310 kết nối với động cơ không đồng bộ 3 pha.

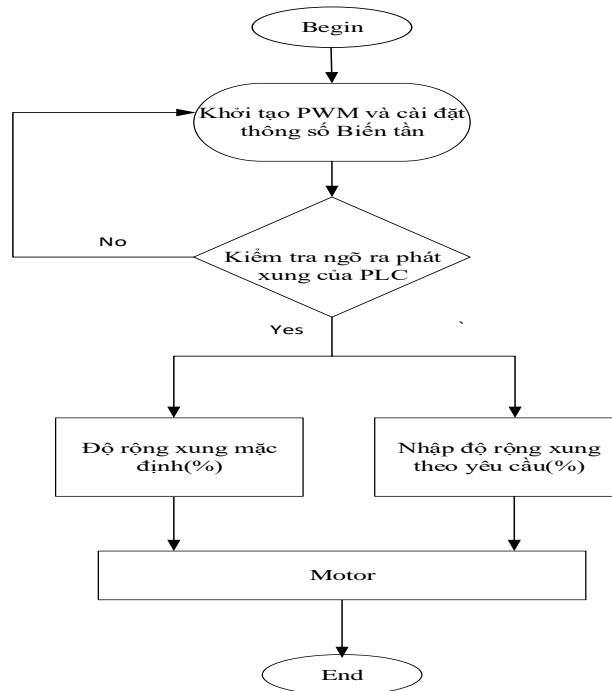
**Bảng 1. Cài đặt các thông số cơ bản cho biến tần.**

STT	Thông số	Giá trị cài đặt	Ý nghĩa
1	301	00	50Hz
2	401	01	Nhận tín hiệu từ PWM PLC
3	501.0	3.0	Thời gian tăng tốc
4	501.1	3.0	Thời gian giảm tốc
5	512.0	0	Tốc độ thấp
6	512.2	50	Tốc độ cao theo tần số
7	204	10U	Ngõ vào 0-10VDC
8	307	1500	Tốc độ định mức
9	404	01	Đảo chiều
10	503	L2H	LI2 Hoạt động



**Hình 3.** Hệ thống điều khiển động tốc độ động cơ

Thiết kế phần mềm:

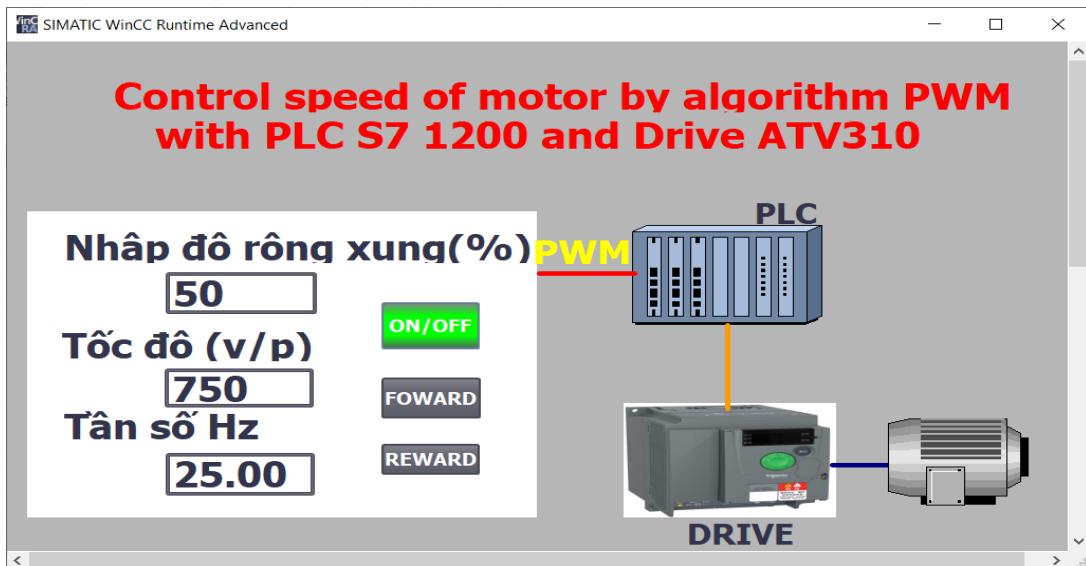


**Hình 4.** Lưu đồ chương trình

### 3. Thử nghiệm và kết quả

Chúng tôi đã thực hiện kết nối phần cứng giữa PLC biến tần và động cơ; Khai báo địa chỉ và cài đặt thông số cho biến tần.

Lập trình điều khiển và giám sát các thông số tần số và tốc độ động cơ trên màn hình HMI. Trong hệ thống này chúng tôi thực hiện các điều khiển động cơ chạy thuận, chạy nghịch và thay đổi tốc độ động cơ một cách linh hoạt bằng cách nhập độ rộng xung thay đổi từ 0 đến 100% và xuất kết quả về tốc độ và tần số trên màn hình (hình 5).



Hình 5. Màn hình điều khiển và giám sát của hệ thống.

### 4. Kết luận

Điều khiển tốc độ là vấn đề cốt yếu của các hệ thống điều khiển trong công nghiệp. Trong nghiên cứu này, chúng tôi đã thiết kế hệ thống điều khiển tốc độ vô cùng linh hoạt và tin cậy với các thiết bị chuyên dụng trong công nghiệp là PLC và biến tần. Hệ thống của chúng tôi có chi phí thấp, hiệu quả và dễ thực hiện. Phương pháp được thảo luận trong bài báo này có thể được áp dụng cho mọi nơi có sử dụng động cơ không đồng bộ ba pha. Tốc độ được điều khiển liên tục theo yêu cầu sản xuất thông qua giao màn hình nhập xuất dữ liệu như hình 5. Tuy nhiên, hệ thống chưa thực hiện điều khiển tốc độ khi tải thay đổi. Trong tương lai, chúng tôi sẽ tiếp tục ổn định tốc độ của động cơ bằng phương pháp PID và có thể điều khiển từ xa thông qua mạng wifi.

### TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ahir, J. (2011). *Design and Development of PLC and SCADA Based Control Panel for Continuous Monitoring of 3-Phase Induction Motor*. Paper presented at the National Conference on Recent Trends in Engineering & Technology.

- [2] Barr, M. (2001). Pulse width modulation. *Embedded Systems Programming*, 14(10), 103-104.
- [3] Bora, G. C. (2005). *Pulse width modulation (PWM) technique in precision anhydrous ammonia application and its valve durability*: Kansas State University.
- [4] Dorjee, R. G. (2014). Monitoring and control of a variable frequency drive using PLC and SCADA. *International Journal on Recent and Innovation Trends in Computing and Communication*, 2(10), 3092-3098.
- [5] Pandey, R., & Bhatt, N. (2015). Industrial Burner Automation based on PLC HMI & SCADA. *International Journal for Scientific Research and Development*, 3(9).
- [6] Tiwari, A., Singh, A. P., Dixit, A., & Sen, D. (2016). PLC Application for Speed Control of Induction Motors Through VFD. *Global Journal of Advanced Engineering Technologies*, 5(1-2016).
- [7] Zajmović, M., Salkić, H., & Stanić, S. (2012). Management of Induction (Asynchronous) Motors Using PLC. *JITA-JOURNAL OF INFORMATION TECHNOLOGY AND APPLICATIONS*, 4(2).