**NỘI DUNG CHUẨN BỊ KIỂM TRA SÁT HẠCH VÒNG 2**

**Trang**

[**Tiết giảng 1. LÝ THUYẾT CƠ SỞ VỀ ĐIỀU KHIỂN LOGIC** 2](#_Toc185371828)

[**Tiết giảng 2. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN** 16](#_Toc185371829)

[**Tiết giảng 3. ĐỊNH NGHĨA PLC VÀ ĐÁNH GIÁ CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN** 23](#_Toc185371830)

[**Tiết giảng 4 và 5. CẤU TRÚC PHẦN CỨNG PLC** 30](#_Toc185371831)

# **Tiết giảng 1. LÝ THUYẾT CƠ SỞ VỀ ĐIỀU KHIỂN LOGIC**

**I. Nội dung tiết học**

**1. Mục tiêu**

- Nhận biết được các vấn đề liên quan đến học phần Điều khiển Logic và PLC.

- Giới thiệu Git và Github, hướng dẫn sử dụng hệ thống Github.

- Hiểu khái niệm cơ bản về điều khiển logic.

- Áp dụng các kiến thức lý thuyết về điều khiển logic vào bài tập thực tiễn.

**2. Nội dung tiết học**

* Nội dung 1. Giới thiệu học phần và các vấn đề liên quan đến học phần.
* Nội dung 2. Giới thiệu về Git và Github.
* Nội dung 3. Cơ sở lý thuyết điều khiển logic.

**II. Nội dung bài giảng**

**2.1. Giới thiệu học phần và các vấn đề liên quan**

**1. Giới thiệu học phần**

**-** Tên học phần (tiếng Việt): Điều khiển Logic và PLC.

(tiếng Anh): Logic and PLC control.

- Mã số học phần: AUT30003.

- Thuộc CTĐT ngành: Công nghệ Kỹ thuật Điện, Điện tử;

Kỹ thuật Điều khiển và Tự động hóa.

- Khối kiến thức: Chuyên ngành.

- Loại học phần: Bắt buộc.

- Số tín chỉ: 04

+ Số tiết lý thuyết: 45

+ Số tiết thực hành: 15

+ Số tiết đồ án, dự án: 0

+ Số tiết tự học: 120

- Điều kiện đăng ký học:

+ Học phần học trước: Kỹ thuật điện tử số và vi xử lý.

**1. Mô tả học phần**

Môn học Điều khiển Logic và PLC cung cấp các kiến thức về điều khiển logic các quá trình sản xuất. Học phần này còn trang bị cho sinh viên kiến thức về thiết bị vào/ra, thiết kế phần cứng và lập trình cho hệ thống điều khiển dùng PLC. Từ đó sinh viên có thể phân tích, thiết kế để giải quyết một số vấn đề thực tiễn của các hệ thống sử dụng PLC trong công nghiệp.

**2. Mục tiêu học phần**

Sinh viên sau khi học xong học phần có thể:

- Hiểu được kiến thức cơ bản về hệ thống điều khiển logic các quá trình sản xuất.

- Ứng dụng được phương pháp Grafcet để thiết kế mạch logic tuần tự.

- Ứng dụng được lập trình PLC để giái quyết các yêu cầu thực tiễn trong công nghiệp.

- Thể hiện kỹ năng, phẩm chất cá nhân và nghề nghiệp chuyên nghiệp.

- Hình thành được ý tưởng thiết kế, triển khai và vận hành hệ thống PLC trong công nghiệp.

**3. Chuẩn đầu ra học phần**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **CĐR học phần (CLO)** | **TĐNL CĐR học phần** | **Mô tả CĐR học phần** | **Phương pháp dạy học** | **Phương pháp đánh giá** |
| CLO1.1 | 1.3.1 | Hiểu biết khái niệm về hệ thống điều khiển logic | Thuyết trình | Trắc nghiệm |
| CLO1.2 | 1.3.1 | Nhận biết hệ thống điều khiển quá trình sản xuất dùng PLC | Thuyết trình | Trắc nghiệm |
| CLO1.30 | 1.3.1 | Ứng dụng được Grafcet để mô tả bài toán điều khiển trình tự trong công nghiệp | Thuyết trình | Trắc nghiệm |
| CLO2.1 | 1.3.1 | Hiểu biết được cấu trúc thành phần của hệ thống PLC | Thuyết trình, Thực hành | Trắc nghiệm, Thực hành |
| CLO2.2 | 1.3.1 | Phân biệt được các thiết bị vào/ra dùng trong hệ thống PLC | Thuyết trình, Thực hành | Trắc nghiệm, Thực hành |
| CLO2.3 | 1.3.1 | Hiếu biết khái niệm cơ bản về các ngôn ngữ lập trình PLC | Thuyết trình, Thực hành | Trắc nghiệm, Thực hành |
| CLO2.4 | 1.3.1 | Áp dụng kiến thức về lập trình cho PLC giải quyết các yêu cầu thực tiễn | Thuyết trình, Thực hành | Thực hành |
| CLO3.1 | 2.2.1 | Xác định chức năng, nguyên lý và cấu trúc hệ thống kỹ thuật | Thực hành | Thực hành |
| CLO3.2 | 4.1.2  4.1.3 | Lựa chọn mô hình hệ thống và đảm bảo các mục tiêu có thể đạt được | Thực hành | Thực hành |
| CLO3.3 | 4.2.2 | Triển khai xây dựng hệ thống | Thực hành | Thực hành |
| CLO3.4 | 3.2.3 | Đọc hiểu được các tài liệu kỹ thuật chuyên ngành | Thực hành | Thực hành |

*Về kiến thức:*

- Hiểu biết khái niệm về hệ thống điều khiển logic.

- Hiểu biết được cấu trúc thành phần của hệ thống PLC.

- Phân biệt được các thiết bị vào/ra dùng trong hệ thống PLC.

- Hiểu biết khái niệm cơ bản về các ngôn ngữ lập trình.

*Về kỹ năng:*

- Ứng dụng được Grafcet để mô tả bài toán điều khiển trình tự trong công nghiệp.

- Áp dụng kiến thức về lập trình cho PLC giái quyết các yêu cầu thực tiễn.

- Triển khai xây dựng hệ thống.

- Lựa chọn mô hình hệ thống và đảm bảo các mục tiêu có thể đạt được.

- Đọc hiểu các tài liệu kỹ thuật chuyên ngành.

*Về thái độ:*

- Có tinh thần trách nhiệm trong làm việc cá nhân và nhóm.

- Tuân thủ các tiêu chuẩn kỹ thuật và đạo đức nghề nghiệp.

- Thể hiện sự chủ động trong học tập, nghiên cứu và cải tiến hệ thống.

- Nhận thức được vai trò của điều khiển logic và PLC trong tự động hóa công nghiệp.

*Về kỹ năng triển khai:*

- Tự xây dựng và triển khai các giải pháp điều khiển logic cơ bản.

- Vận hành, bảo trì và xử lý sự cố hệ thống điều khiển logic và PLC.

- Tích hợp điều khiển logic với các hệ thống khác trong tự động hóa công nghiệp.

*Hướng tới thực tiễn:*

- Áp dụng các kiến thức đã học để giải quyết bài toán điều khiển thực tế.

- Đánh giá hiệu quả và đưa ra phương pháp cải tiến hệ thống sau khi vận hành.

- Đóng góp vào việc thiết kế và tối ưu hóa hệ thống điều khiển công nghiệp trong các dự án thực tế.

**4. Đánh giá học tập**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Bài đánh giá** | **Hình thức đánh giá, minh chứng, lưu hồ sơ** | **Công cụ đánh giá** | **CDR học phần** | **Tỷ lệ (%)** |
| **A1. Đánh giá quá trình** | | | | **30%** |
| A1.1 | Ý thức học tập  - Chuyên cần  - Ý thức thái độ học tập  - Tham dự đầy đủ bài giảng Elearning trên hệ thống LMS | Rubic 1 |  | 10% |
| A1.2 | Hồ sơ học phần: Báo cáo thực hành  Ghi chú: Giảng viên dạy thực hành đánh giá và lưu hồ sơ | Rubic 2 | CLO2.1 CLO2.2 CLO2.3 CLO2.4 | 20% |
| **A2. Đánh giá giữa kỳ** | | | | **20%** |
| A2 | - Đánh giá giữa kỳ: Bài thi trắc nghiệm | Đáp án | CLO1.1 CLO1.2 CLO1.3 CLO2.1 CLO2.2 CLO2.3 | 20% |
| **A3. Đánh giá cuối kỳ** | | | | **50%** |
| A3 | Thi thực hành  Ghi chú: Giảng viên dạy thực hành đánh giá và lưu hồ sơ | Rubic 3 | CLO3.1 CLO3.2 CLO3.3 CLO3.4 | 50% |
| **Công thức tính điểm tổng kết:**  **A1\*0.3+A2\*0.2 + A3\*0.5** | | | | |

**5. Tài liệu học tập**

**1. Giáo trình**

[1]. Nguyễn Trọng Thuần, Điều khiển logic và ứng dụng, Nhà xuất bản khoa học kỹ thuật, Hà Nội 2013;

[2]. Tăng Văn Mùi, Nguyễn Tiến Dũng, Điều khiển logic lập trình PLC, Nhà xuất bản thống kê, Hà Nội 2013;

**2. Tài liệu tham khảo**

[3]. Nguyễn Thu Thiên, Mai Xuân Vũ, Sổ tay hướng dẫn lập trình PLC, Nhà xuất bản trẻ, Hà nội 2016.

[4]. Trần Thế San, Nguyễn Ngọc Phương, PLC Lập trình ứng dụng trong công nghiệp, NXB KHKT 2013;

[5]. Hugh Jack, Automating Manufacturing Systems with PLCs, E-book, Version 4.6, 12-2018.

[6]. SIEMENS, S7-300 Programmable Controller System Manual, Edition 04/2015;

**6. Các vấn đề liên quan**

Học phần Điều khiển Logic và PLC được xây dựng để cung cấp nền tảng lý thuyết và kỹ năng thực hành cho sinh viên trong lĩnh vực tự động hóa công nghiệp. Các vấn đề liên quan đến học phần bao gồm:

- Lý thuyết cơ sở về điều khiển logic.

- Lịch sử hình thành các bộ điều khiển.

- Các khái niệm, đặc điểm cơ bản của bộ điều khiển logic khả trình PLC.

- Lập trình PLC.

**2.2. Giới thiệu về Git và Github**

**1. Git là gì?**

Git là một hệ thống quản lý phiên bản phân tán (Distributed Version Control System) được tạo ra vào năm 2005 bởi Linus Torvalds. Git cho phép theo dõi các thay đổi trong mã nguồn, hỗ trợ lập trình viên quay lại các trạng thái trước đó của dự án, đồng thời làm việc nhóm trên cùng một mã nguồn một cách dễ dàng. Với Git, người dùng có thể lưu trữ mã nguồn dưới dạng phiên bản, giúp giảm thiểu rủi ro khi xảy ra lỗi trong quá trình phát triển.

Một trong những lợi ích lớn nhất của Git là khả năng hoạt động phân tán. Điều này có nghĩa là mỗi lập trình viên làm việc trên một phiên bản đầy đủ của dự án trên máy tính cá nhân mà không cần phụ thuộc vào máy chủ trung tâm. Git cho phép tạo và quản lý các nhánh để thực hiện phát triển tính năng riêng biệt, sau đó hợp nhất các nhanh lại với nhau.

*Một số khái niệm cơ bản trong Git:*

- Repository (repo): Nơi lưu trữ mã nguồn.

- Commit: Lưu lại trạng thái của mã nguồn với một thông điệp cụ thể.

- Branch: Nhánh phát triển độc lập của dự án.

- Merge: Kết hợp các thay đổi từ một nahnh khác vào nhánh hiện tại.

- Clone: Sao chép một repo về máy tính.

- Pull: Cập nhật mã nguồn từ repo về máy tính.

- Push: Đẩy mã nguồn từ máy tính lên repo.

*Quy trình làm việc cơ bản với Git:*

- Tạo hoặc sao chép một repo.

- Thêm hoặc chỉnh sửa mã nguồn.

- Thêm các thay đổi vào vùng nhớ với lệnh git add.

- Lưu lại các thay đổi với lệnh git commit.

- Cập nhật mã nguồn lên server bằng lệnh git push.

**2. Hướng dẫn sử dụng hệ thống Github**

Github là một nền tảng trực tuyến phổ biến sử dụng Git để lưu trữ và chia sẻ mã nguồn. Github không chỉ là nơi lưu trữ các repo mà còn cung cấp nhiều tính năng mạnh mẽ giúp lập trình viên cộng tác hiệu quả hơn. Điểm khác biệt giữa Git và Github là Git hoạt động cục bộ trên máy tính cá nhân, trong khi Github là một dịch vụ trực tuyến yêu cầu kết nối Internet để truy cập và lưu giữ mã nguồn.

Các tính năng chính của Github:

- Lưu trữ mã nguồn: Lưu giữ các repo trực tuyến.

- Pull Request: Đề xuất các thay đổi để xem xét và hợp nhất.

- Issuse: Theo dõi lỗi hoặc yêu cầu cải tiến.

- Actions: Tự động hóa quy trình phát triển.

- Collaborators: Hỗ trợ làm việc nhóm.

Cách sử dụng Git và Github:

- Cài đặt Git: Tải Git từ trang web chính thức và cài đặt theo hướng dẫn.

- Cách làm việc với Git:

Tạo repo mới: git init

Thêm file vào repo: git add <tên file hoặc . để thêm tất cả>

Lưu thay đổi: git commit -m “Mô tả thay đổi”

Xem trạng thái của repo: git status

Xem lịch sử thay đổi: git log

- Làm việc với Github:

Tạo tài khoản Github: Truy cập <https://github.com/> và đăng ký.

Tạo một repo mới: Đặt tên cho repo, chọn công khai hoặc riêng tư.

Kết nối repo cục bộ với Github: git remote add origin <url repo>.

Đẩy mã nguồn lên Github: git push -u origin main.

Cập nhật mã nguồn từ Github: git pull origin main.

**2.3. Cơ sở lý thuyết điều khiển logic**

**1. Khái niệm cơ bản trong điều khiển logic**

Trong cuộc sống các sự vật và hiện tượng thường biểu diễn ở hai trạng thái đối lập, thông qua hai trạng thái đối lập rõ rệt, con người nhận thức được sự vật và hiện tượng một cách nhanh chóng bằng cách phân biệt hai trạng thái đó. Chẳng hạn như ta nói nước sạch và bẩn, giá cả đắt và rẻ, nước sôi và không sôi, học sinh học giỏi và dốt, kết quả tốt và xấu...

Trong kỹ thuật, đặc biệt là kỹ thuật điện và điều khiển, ta thường có khái niệm về hai trạng thái: đóng và cắt như đóng điện và cắt điện, đóng máy và ngừng máy...

Trong toán học, để lượng hoá hai trạng thái đối lập của sự vật và hiện tượng người ta dùng hai giá trị: 0 và 1. Giá trị 0 hàm ý đặc trưng cho một trang thái của sự vật hoặc hiện tượng, giá trị 1 đặc trưng cho trạng thái đối lập của sự vật và hiện tượng đó. Ta gọi các giá trị 0 hoặc 1 đó là các giá trị logic.

Các nhà bác học đã xây dựng các cơ sở toán học để tính toán các hàm và các biến chỉ lấy hai giá trị 0 và 1 này, hàm và biến đó được gọi là hàm và biến logic, cơ sở toán học để tính toán hàm và biến logic gọi là đại số logic.

Đại số logic cũng có tên là đại số Boole vì lấy tên nhà toán học có công đầu trong việc xây dựng nên công cụ đại số này. Đại số logic là công cụ toán học để phân tích và tổng hợp các hệ thống thiết bị và mạch số. Nó nghiên cứu các mối quan hệ giữa các biến số trạng thái logic. Kết quả nghiên cứu thể hiện là một hàm trạng thái cũng chỉ nhận hai giá trị 0 hoặc 1.

Cổng logic là mạch điện thực hiện một hàm Boole lý tưởng hóa. Có nghĩa là, nó thực hiện một phép toán logic trên một hoặc nhiểu logic đầu vào và tạo ra một kết quả logic duy nhất với thời gian thực hiện lý tưởng hóa là không có trễ. Mối quan hệ giữa ngõ vào và ngõ ra dựa trên một logic nhât định. Các cổng logic là các phần tử đóng vai trò chủ yếu để thực hiện các chức năng logic đơn giản nhất trong các sơ đồ logic nhằm thực hiện một hàm logic nào đó.Cổng logic gồm các phần tử có nhiểu đầu vào và chỉ có một đầu ra, đầu ra là tổ hợp của các đầu vào. Từ các cổng logic ta có thể kết hợp lại để tạo ra nhiểu mạch logic thực hiện các hàm logic phức tạp.

Các loại cổng cơ bản bao gồm: AND, OR, NOT. Ngoài ra còn có các cổng logic mở rộng khác như: NAND, NOR, XOR.

***a. Cổng AND (Và)***

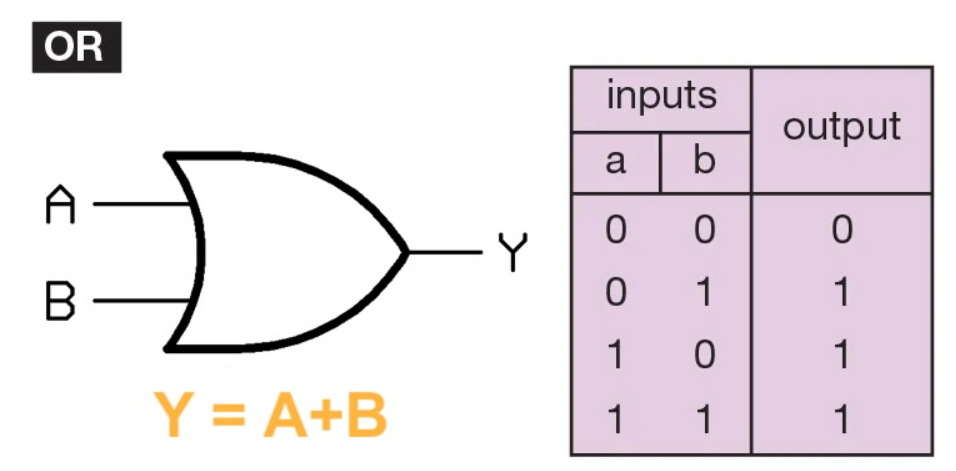
Cổng AND có 2 hoặc nhiều lối vào và chỉ có một lối ra. Toán tử này thực hiện phép nhân logic. Ngõ ra chỉ bằng 1 khi tất cả ngõ vào có mức logic là 1.

A black and white diagram with a black circle and a black and white rectangular object with numbers

Description automatically generated with medium confidence

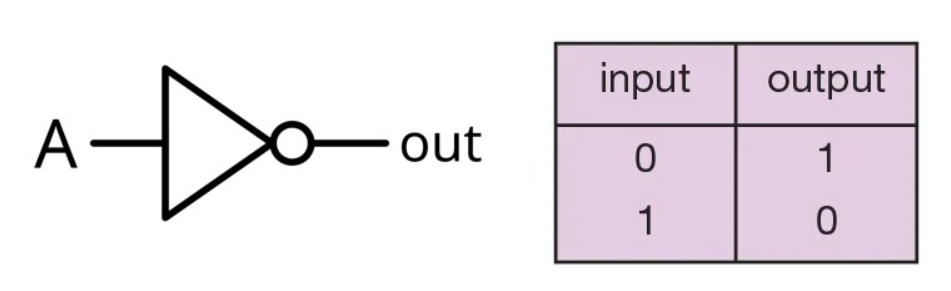
***b. Cổng OR (Hoặc)***

Cổng OR có 2 hoặc nhiểu lối vào và chỉ có 1 lối ra. Lối ra ở mức 1 nếu có ít nhất một lối vào ở mức 1. Nghĩa là, lối ra có tín hiệu khi một lối vào có tín hiệu.



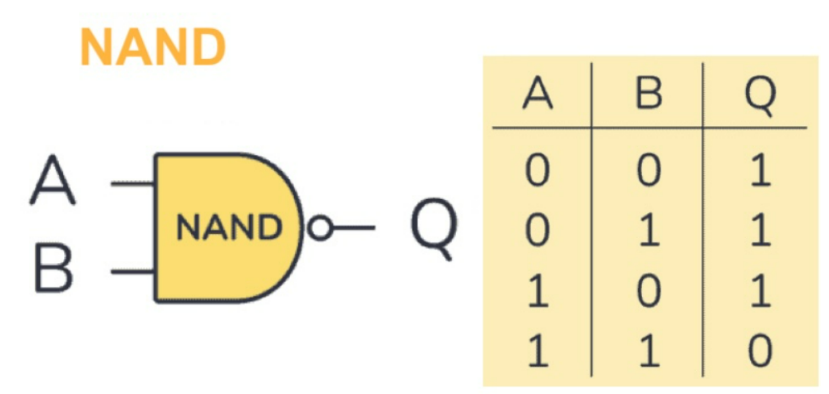
***c. Cổng NOT (Phủ định)***

Cổng NOT thực hiện phép phủ định logic hay còn gọi là cổng chặn. Ngõ vào và ngõ ra có mức logic trái ngược nhau.



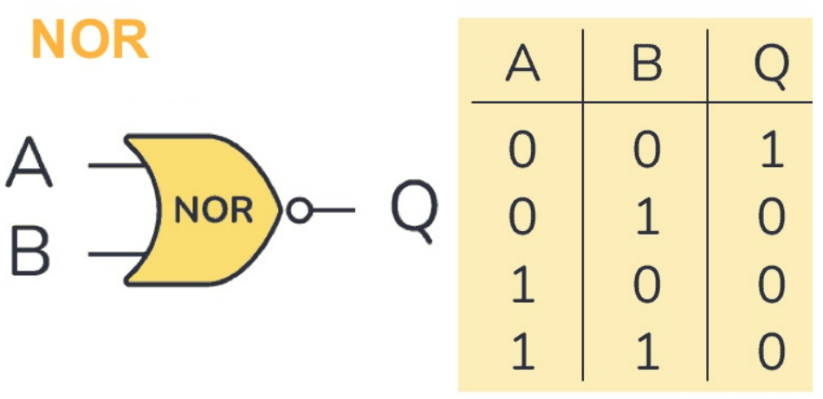
***d. Cổng NAND***

NAND là kết hợp của cổng AND và cổng NOT. Ngõ ra của cổng NAND là đảo với ngõ ra của cổng AND. Ngõ ra của cổng NAND là 1 khi có ít nhất 1 ngõ vào của nó bằng 0, ngõ ra của cổng NAND là 0 khi tất cả các ngõ vào của nó bằng 1.



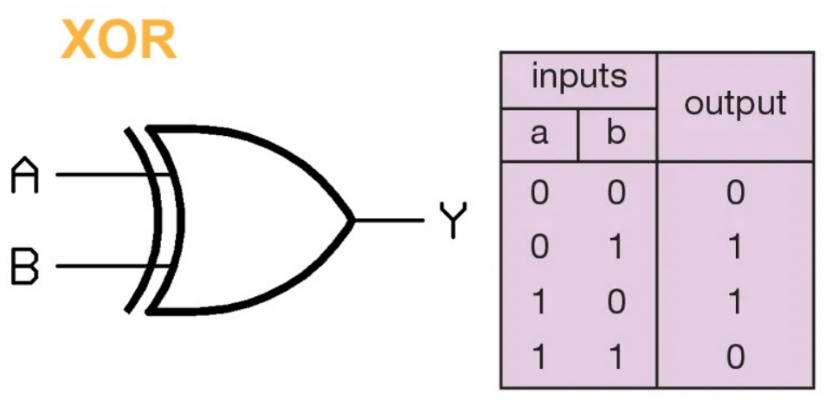
***e. Cổng NOR***

Cổng NOR là kết hợp của cổng OR và NOT. Ngõ ra của cổng NOR là đảo với ngõ ra của cổng OR. Ngõ ra cổng NOR là 1 khi tất cả ngõ vào của nó bằng 0, ngõ ra của cổng NOR bằng 0 khi có ít nhất ngõ vào của nó bằng 1.



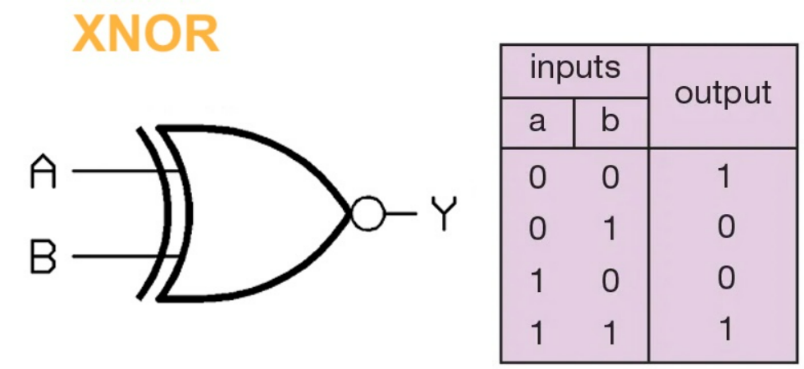
***f. Cổng XOR***

Cổng XOR chỉ có 2 ngõ vào và 1 ngõ ra. Đây là phép toán quan trọng, nếu 2 ngõ vào có mức logic khác nhau thì ngõ ra sẽ bằng 1. Đối với cổng XOR có nhiểu ngõ vào thì ngõ ra sẽ bằng 1 khi tổng số bit 1 ở ngõ vào vào là số lẻ.



***g. Cổng XNOR***

Cổng XNOR là kết hợp của cổng XOR và NOT. Cổng chỉ có 2 ngõ vào và 1 ngõ ra. Cổng này thực hiện phép toán ngược với phép XOR tức là khi 2 ngõ vào có giá trị giống nhau thì ngõ ra bằng 1. Với cổng XNOR nhiều ngõ vào thì ngõ ra bằng 1 nếu tổng số bit 1 ở ngõ vào là số chẵn.



**2. Các hàm logic cơ bản**

Một hàm y = f (x1,x2 ,...,xn ) với các biến x1, x2, ... xn chỉ nhận hai giá trị: 0 hoặc 1 và hàm y cũng chỉ nhận hai giá trị: 0 hoặc 1 thì gọi là hàm logic.

- Hàm logic một biến y = f(x) là hàm logic có một biến x sẽ nhận hai giá trị 0 hoặc 1, như vậy có 4 tổ hợp logic tạo thành 4 hàm.

- Hàm logic hai biết y = f (x1,x2) với hai biến logic mỗi biến nhận hai giá trị 0 hoặc 1, như vậy có 16 tổ hợp logic tạo thành 16 hàm.

- Hàm logic n biến y = f (x1,x2 ,...,xn ), mỗi biến nhận một trong hai giá trị 0 hoặc 1 nên ta có 2n tổ hợp biến, mỗi tổ hợp biến lại nhận hai giá trị 0 hoặc 1, do vậy hàm logic tổng là .

**3. Các phép tính cơ bản**

Người ta xây dựng ba phép tính cơ bản giữa các biến logic đó là:

- Phép phủ định (đảo): ký hiệu bằng dấu “-“ phía trên ký hiệu của biến.

- Phép cộng (tuyển): ký hiệu bằng dấu “+” (song song).

- Phép nhân (hội): ký hiệu bằng dấu “.” (nối tiếp).

**4. Tính chất và một số hệ thức cơ bản**

***a. Các tính chất***

Tính chất của đại số logic được thể hiện ở bốn luật cơ bản là luật hoán vị, luật kết hợp, luật phân phối và luật nghịch đảo.

- Luật hoán vị:

x1 + x2 = x2 + x1

x1.x2 = x2.x1

- Luật kết hợp:

x1 + x2 + x3 = (x1 + x2) + x3 = x1 + (x2 + x3)

x1.x2.x3 = (x1.x2).x3 = x1.(x2.x3)

- Luật phân phối

(x1 + x2).x3 = x1.x3 + x2.x3

x1 + x2.x3 = (x1 + x2) + (x1 + x3)

- Luật nghịch đảo:

***b. Các hệ thức cơ bản***

Một số hệ thức cơ bản thường dùng trong đại số logic được cho ở bảng:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 1 | x + 0 = x | 10 | x1.x2 = x2.x1 |
| 2 | x.1 = x | 11 | x1+( x1.x2) = x1 |
| 3 | x.0 = 0 | 12 | x1.(x1 + x2) = x1 |
| 4 | x + 1 = 1 | 13 | x1.x2 + x1. = x1 |
| 5 | x + x = x | 14 | (x1+x2).( x1+) = x1 |
| 6 | x.x = x | 15 | x1 + x2 + x3 = (x1 + x2) + x3 |
| 7 | x + = 1 | 16 | x1.x2.x3 = (x1.x2).x3 |
| 8 | x. = 0 | 17 |  |
| 9 | x1 + x2 = x2 + x1 | 18 |  |

**5. Các phương pháp biểu diễn hàm logic**

Có thể biểu diễn hàm logic theo bốn cách là: biểu diễn bằng bảng trạng thái, biểu diễn bằng phương pháp hình học, biểu diễn bằng biểu thức đại số, biểu diễn bằng bảng Karnaugh (bìa Canô).

***a. Phương pháp biểu diễn bằng bảng trạng thái***

Ở phương pháp này các giá trị của hàm được trình bày trong một bảng. Nếu hàm có n biến thì bảng có n + 1 cột (n cột cho biến và 1 cột cho hàm) và 2n hàng tương ứng với 2n tổ hợp của biến. Bảng này thường gọi là bảng trạng thái hay bảng chân lý.

**Ví dụ:** Một hàm có 3 biến y = f(x1, x2, x3) với giá trị của hàm đã cho trước được biểu diễn trong bảng 1 sau:

***Bảng 1. Bảng trạng thái hàm 3 biến***

A table with numbers and symbols

Description automatically generated

Ưu điểm của phương pháp này là dễ nhìn, ít nhầm lẫn. Nhược điểm là cồng kềnh, đặc biệt là khi số biến lớn.

***b. Phương pháp biểu diễn hình học***

Với phương pháp hình học hàm n biến được biểu diễn trong không gian n chiều, tổ hợp biến được biểu diễn thành một điểm trong không gian. Phương pháp này rất phức tạp khi số biến lớn nên thường ít dùng.

***c. Phương pháp biểu diễn bằng biểu thức đại số***

- Cách viết hàm dưới dạng tổng chuẩn đầy đủ:

Hàm tổng chuẩn đầy đủ chỉ quan tâm đến tổ hợp mà hàm có giá trị bằng 1. Số lần hàm bằng 1 sẽ chính là số tích của các tổ hợp biến.

Trong mỗi tích, các biến có giá trị bằng 1 được giữ nguyên, còn các biến có giá trị bằng 0 thì được lấy giá trị đỏa; nghĩa là nếu x = 1 thì trong biểu thức tích sẽ được viết là x, còn nếu x = 0 sẽ được viết là . Các tích này được gọi là các mintec và ký hiệu là m.

Hàm tổng chuẩn đầy đủ sẽ là tổng của các tích đó.

**Ví dụ:** Với hàm ba biến ở bảng 1, ta có hàm ở dạng chuẩn đầy đủ như sau:

- Cách viết hàm tích chuẩn đầy đủ:

Hàm tích chuẩn đầy đủ chỉ quan tâm đến tổ hợp biến mà hàm có giá trị bằng 0. Số lần hàm bằng không sẽ chính là số tổng của các tổ hợp biến.

Trong mỗi tổng các biến có giá trị bằng 0 được giữ nguyên, còn các biến có giá trị bằng 1 được lấy đảo; nghĩa là nếu x = 0 thì viết là x, còn nếu x = 1 thì viết là . Các tổng này gọi là Maxtec và ký hiệu là M.

Hàm tích chuẩn đầy đủ sẽ là tích của các tổng đó.

**Ví dụ:** Với hàm ba biến ở bảng 1, ta có hàm ở dạng tích chuẩn đầy đủ như sau:

***c. Phương pháp biểu diễn bằng bảng Karnaugh***

**Ví dụ:** Bảng Karnaugh cho hàm ba biến ở bảng 2 như sau:

***Bảng 2. Bảng Karnaught của hàm ba biến***

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| x2, x3  x1 | 00 | 01 | 11 | 10 |
| 0 | 0  **1** | 1 | 3  **1** | 2  **1** |
| 1 | 4 | 5 | 7 | 6  **1** |

Nguyên tắc xây dựng bảng Karnaugh:

- Để biểu diễn hàm logic n biến cần thành lập một bảng có 2n ô, mỗi ô tương ứng với một tổ hợp biến. Đánh số thứ tự các ô trong bảng tương ứng với thứ tự các tổ hợp biến.

- Các ô cạnh nhau hoặc đối xứng nhau chỉ cho phép khác nhau về giá trị của một biến.

- Trong các ô ghi giá trị của hàm tương ứng với giá trị tổ hợp biến.

**Ví dụ:** Với hàm ba biến ở bảng 2, ta có hàm logic ở dạng rút gọn:

# **Tiết giảng 2. SỰ PHÁT TRIỂN CỦA CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN**

**I. Nội dung tiết học**

**1. Mục tiêu tiết học**

- Hiểu được quá trình phát triển của các thiết bị điều khiển từ cơ khí, điện khí hóa đến hệ thống điều khiển tự động hiện đại.

- Phân biệt được các thế hệ thiết bị điều khiển trong quá trình tự động hóa.

- Nhận biết tầm quan trọng của điều khiển logic và PLC trong sự phát triển của công nghiệp hiện đại.

**2. Nội dung tiết học**

- Phần 1: Khái niệm và vai trò của thiết bị điều khiển.

- Phần 2: Các giai đoạn phát triển của thiết bị điều khiển

- Phần 3: Tầm quan trọng của PLC trong công nghiệp hiện đại.

**II. Nội dung bài giảng**

**2.1. Khái niệm và vai trò của thiết bị điều khiển**

Thiết bị điều khiển hay còn được gọi đầy đủ là thiết bị điều khiển điện. Theo lý thuyết điều khiển tự động, đây được xem là thiết bị tác động, giám sát các điều kiện hoạt động của một hệ động học cho trước. Hay nói cách khác, thiết bị đi khiển là các thành phần dùng để kiểm soát hoạt động của máy móc, hệ thống hoặc quy trình sản xuất nhằm đảm bảo hoạt động chính xác và an toàn.

Trong công nghiệp, có rất nhiều loại thiết bị điều khiển được kết hợp. Hơn nữa, những loại thiết bị điều khiển này sở hữu từng công dụng khác nhau tùy thuộc vào mục đích vận hành. Chức năng chính của các thiết bị điện trong hệ thống điện công nghiệp có thể kể đến như:

- Tự động hóa các quá trình sản xuất.

- Giảm sức lao động con người, tăng năng suất và hiệu quả làm việc.

- Đảm bảo độ chính xác và tính ổn định trong quá trình vận hành.

Một số ưu nhược điểm của thiết bị:

**a. Ưu điểm**

- Có thể đóng cắt, điều khiển, bảo vệ, chuyển đổi, điều chỉnh, khống chế và kiểm tra hoạt động của toàn bộ hệ thống lưới điện một các hiệu quả, chính xác.

- Dễ dàng thay thế, sửa chữa, mở rộng.

- Độ tin cậy, bền bỉ cao, chống nhiễu tốt, công suất tiêu thụ thấp.

**b. Nhược điểm**

- Yêu cầu người sử dụng có trình độ chuyên môn cao.

- Chi phí đầu tư tương đối cao.

- Một số thiết bị điều khiển có thể làm ảnh hưởng đến môi trường.

**2.2. Các giai đoạn phát triển của thiết bị điều khiển**

Trong lịch sử phát triển công nghệ, điều khiển logic và thiết bị PLC đã đóng vai trò quan trọng trong tự động hóa công nghiệp. Từ những hệ thống cơ khí thô sơ cho đến các thiết bị PLC thông minh tích hợp công nghệ IoT, mỗi giai đoạn phát triển đã đánh dấu một bước tiến lớn trong công việc tối ưu hóa hiệu suất và giảm thiểu chi phí vận hạnh.

**a. Giai đoạn ban đầu - Điều khiển cơ khí**

Giai đoạn đầu tiên của hệ thống điều khiển bắt đầu từ thế kỷ 18 đến đầu thế kỷ 20, khi các cơ cấu cơ khí như bánh răng, đòn bẩy và cam được sử dụng để điều khiển máy móc. Các hệ thống này vận hành theo nguyên lý chuyển động cơ học, thường được ứng dụng trong các máy dệt trong cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ nhất.

- **Ưu điểm:** Các hệ thống cơ khí rất đơn giản, dễ chế tạo và sửa chữa với công cụ cơ bản. Chúng phù hợp với các ứng dụng có tính chất lặp đi lặp lại và không yêu cầu thay đổi nhiểu.

- **Nhược điểm:** Vì phụ thuộc hoàn toàn vào cấu trúc cơ khí, các hệ thống này không linh hoạt, dễ bị hao mòn và tốc độ xử lý chậm. Điểu này khiến chúng khó đáp ứng các yêu cầu của sản xuất phức tạp, hiện đại.

**b. Thời kỳ điều khiển bằng Rơ le**

Giữa thế kỷ 20 (1930 - 1960), hệ thống điều khiển bằng rơ le ra đời, đánh dấu bước phát triển lớn trong tự động hóa. Rơ le là thiết bị cơ điện cho phép đóng/mở mạch điện bằng cách sử dụng dòng điện. Các hệ thống này được thiết kế bằng cách kết nối nhiểu rơ le để thực hiện các logic điều khiển.

- **Ưu điểm:** Hệ thống rơ le có độ tin cậy cao và phù hợp với các ứng dụng công nghiệp đơn giản như điều khiển đèn giao thông, thang máy, băng chuyền sản xuất.

- **Nhược điểm**: Khi các yêu cầu điều khiển trở nên phức tạp, hệ thống rơ le trở nên cồng kềnh, tiêu tốn nhiều năng lượng và khó bảo trì. Mỗi khi có thay đổi trong hệ thống, việc sửa đổi dây nối tốn nhiều thời gian và công sức.

**c. Sự ra đời của PLC**

Vào cuối thập niên 1960, nhu cầu thay thế các hệ thống rơ le cồng kềnh đã thúc đẩy sự ra đời của thiết bị điều khiển lập trình được (PLC). Khái niệm bộ điều khiển lập trình (PLC) là ý tưởng của nhóm kỹ sư hãng General Motors vào năm 1968 với mục đích chính là thay thế các hệ thống điều khiển logic dựa trên rơ le trong ngành công nghiệp ô tô.

**Đặc điểm của PLC ban đầu:**

- Sử dụng ngôn ngữ lập trình Ladder Diagram (LD), dễ tiếp cận với kỹ thuật viên vốn đã quen thuộc với hệ thống rơ le.

- Khả năng lập trình nhanh chóng, linh hoạt, dễ bảo trì.

- Kích thước nhỏ gọn, giúp giảm không gian lắp đặt so với tủ rơ le.

**Ưu điểm:**

- Thay đổi chương trình mà không cần thay đổi dây nối vật lý, giảm chi phí và thời gian.

- Tăng độ tin cậy vì không có các bộ phận cơ học chuyển động dễ hư hỏng.

PLC được ứng dụng rộng rãi trong các dây chuyền sản xuất công nghiệp như lắp ráp ô tô, kiểm tra chất lượng và các hệ thống tự động hóa khác.

**So sánh hệ thống rơ le và PLC:**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tiêu chí** | **Hệ thống rơ le** | **PLC** |
| Kích thước | Cồng kềnh | Nhỏ gọn |
| Độ linh hoạt | Thấp | Cao |
| Tốc độ xử lý | Chậm | Nhanh |
| Chi phí bảo trì | Cao | Thấp |
| Tính năng mở rộng | Hạn chế | Dễ dàng |

**d. PLC hiện đại và tích hợp công nghệ IoT**

Từ thập niên 1990 đến nay, PLC không ngừng được cải tiến để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao trong công nghiệp hiện đại. PLC ngày càng không chỉ thực hiện các chức năng điều khiển logic cơ bản mà còn tích hợp các công nghệ hiện đại như xử lý tín hiệu analog, giao tiếp mạng, kết nối IoT…

**Đặc điểm của PLC hiện đại:**

- Xử lý tín hiệu analog: PLC hiện đại có thể điều khiển các tham số liên tục như nhiệt độ, áp suất và lưu lượng.

- Giao tiếp mạng: PLC hỗ trợ các giao thức mạng phổ biến như Ethernet/IP, Modbus, Profibus cho phép kết nối dễ dàng với các hệ thống điều khiển khác hoặc hệ thống SCADA.

- Tích hợp IoT: PLC hiện đại có thể kết nối với hệ thống đám mây, cho phép giám sát và điều khiển từ xa, đồng thời thu thập dữ liệu để phân tích và đưa ra dự báo.

**Ứng dụng trong công nghiệp 4.0:**

- Nhà máy thông minh (Smart Factory) lấy PLC làm trung tâm điều khiển trong các hệ thống sản xuất tự động hóa hoàn toàn.

- Giám sát và phân tích dữ liệu: PLC hiện đại giúp tối ưu hóa hiệu suất sản xuất bằng cách thu thập và phân tích dữ liệu trong thời gian thực.

- Tự động hóa thông minh: Kết hợp với trí tuệ nhân tạo (AI) để dự đoán lỗi và đề xuất giải pháp bảo trì.

**Tóm tắt sự phát triển qua các giai đoạn**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Giai đoạn** | **Thời gian** | **Đặc điểm chính** |
| Điều khiển cơ khí | Thế kỷ 18 - 20 | Sử dụng cơ cấu cơ khí, không linh hoạt, tốc độ chậm, phù hợp với hệ thống đơn giản. |
| Điều khiển bằng rơ le | 1930 - 1960 | Hệ thống rơ le cồng kềnh, khó bảo trì, khó thay đổi với các hệ thống phức tạp. |
| PLC ban đầu | 1970 - 1990 | Thay thế rơ le, lập trình linh hoạt, kích thước nhỏ gọn, hiệu suất cao. |
| PLC hiện đại và IoT | 1990 - nay | Tích hợp IoT, SCADA, giao tiếp mạng, xử lý dữ liệu thông minh, phù hợp Công nghệ 4.0. |

Sự phát triển của các thiết bị điều khiển đã mang lại những bước tiến vượt trội trong ngành công nghiệp tự động hóa. Các thiết bị PLC hiện đại không chỉ giúp tối ưu hóa sản xuất mà còn đóng vai trò quan trọng trong mô hình công nghiệp 4.0.

**2.3. Tầm quan trọng của PLC trong nền công nghiệp hiện đại**

PLC đóng vai trò quan trọng trong sự phát triển của nền công nghiệp hiện đại, đặc biệt là trong lĩnh vực tự động hóa. PLC là một thiết bị điều khiển lập trình được, sử dụng trong các hệ thống tự động hóa công nghiệp để giám sát và điều khiển máy móc, quy trình sản xuất. Vai trò chính của PLC là thay thế các hệ thống điều khiển rơ le phức tạp, cung cấp giải pháp linh hoạt, dễ dàng lập trình và tái cấu hình cho các yêu cầu sản xuất khác nhau.

- Tự động hóa quy trình sản xuất: PLC giúp điều khiển và tự động hóa toàn bộ dây chuyền sản xuất, giảm thiểu sức lao động, từ đó tăng năng suất và chất lượng sản phẩm.

- Linh hoạt và khả năng thích ứng cao: PLC có thể lập trình lại và thay đổi chức năng dễ dàng, phù hợp với các yêu cầu sản xuất thay đổi thưởng xuyên của các ngành công nghiệp hiện đại. Một PLC có thể điều khiển nhiểu loại máy móc và quy trình khác nhau mà không cần thay đổi phần cứng.

- Độ tin cậy và chính xác cao: PLC được thiết kế để làm việc trong các môi trường công nghiệp khắc nghiệt, độ chính xác cao trong điều khiển giúp cải thiện hiệu quả sản xuất và giảm lãng phí nguyên vật liệu.

- Tiết kiệm chi phí và thời gian: PLC giảm số lượng dây nối và thiết bị vật lý cần thiết từ đó giảm chi phí lắp đặt và bảo trì, hệ thống điều khiển tự động bằng PLC giảm thời gian dừng máy, tăng tốc độ vận hành và hạn chế sai sót.

- Kết nối và tích hợp trong hệ thống hiện đại: PLC hiện đại hỗ trợ giao tiếp mạng và dễ dàng kết nối với các hệ thống lớn như SCADA hoặc DCS. PLC có thể thu thập dữ liệu từ các cảm biến và thiết bị, sau đó gửi thông tin lên hệ thống quản lý hoặc đám mây để phân tích.

- Tăng cường an toàn và giảm rủi ro: PLC có khả năng kiểm tra, phát hiện và xử lý các lỗi trong hệ thống nhanh chóng, từ đó giảm thiểu nguy cơ gây thiệt hại cho con người và thiết bị. Các quy trình điều khiển tự động đảm bảo tuân thủ các tiêu chuẩn an toàn công nghiệp nghiêm ngặt.

PLC là công cụ cốt lõi trong quá trình tự động hóa công nghiệp, đóng vai trò quan trọng trong việc cải thiện năng suất, chất lượng và độ an toàn của quy trình sản xuất. Với sự phát triển không ngừng của công nghệ, PLC sẽ tiếp tục giữ vị trí trung tâm trong các hệ thống sản xuất hiện đại, đồng thời thúc đẩy sự chuyển đổi của các nhà máy trở thành nhà máy thông minh trong tương lai.

Xu hướng phát triển PLC trong tương lai:

- PLC thông minh: Tích hợp trí tuệ nhân tạo và học máy để tự động điểu chỉnh và tối ưu hóa quá trình sản xuất.

- Tích hợp IoT: Có khả năng kết nối với các thiết bị IoT để tạo ra các nhà máy thông minh và hệ thống sản xuất tự động hóa toàn diện.

- Nhỏ gọn và tiết kiệm năng lượng: PLC thế hệ mới được thiết kế nhỏ gọn hơn, tiết kiệm năng lượng hơn nhưng vẫn đảm bảo hiệu suất cao.

- Bảo mật dữ liệu: Tăng cường an ninh mạng để bảo vệ các hệ thống điều khiển khỏi nguy cơ tấn công mạng.

# **Tiết giảng 3. ĐỊNH NGHĨA PLC VÀ ĐÁNH GIÁ CÁC THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN**

**I. Nội dung tiết học**

**1. Mục tiêu tiết học**

- Nắm được khái niệm về PLC.

- Nắm được đặc điểm về quá trình hình thành và phát triển các thiết bị điều khiển.

- Đánh giá ưu, nhược điểm của các loại thiết bị điều khiển qua các thời kỳ.

**2. Nội dung tiết học**

- Nội dung 1: Định nghĩa về bộ điều khiển lập trình PLC.

- Nội dung 2: Đánh giá các thiết bị điều khiển qua các thời kỳ.

**II. Nội dung bài giảng**

**2.1. Định nghĩa PLC**

PLC là viết tắt của cụm từ Programmable Logic Controller, có nghĩa là thiết bị điều khiển logic khả trình hay thiết bị điều khiển logic có thể lập trình.

Kỹ thuật điều khiển logic khả trình PLC được phát triển từ những năm 1968 - 1970. Trong giai đoạn đầu các thiết bị khả trình yêu cầu người sử dụng phải có kỹ thuậ điện tử, phải có trình độ cao. Ngày nay, các thiết bị PLC đã phát triển mạnh mã và có mức độ phổ cập cao.

Thiết bị điều khiển logic lập trình được là dạng thiết bị điều khiển đặc biệt dự trên bộ vi xử lý, sử dụng bộ nhớ lập trình được để lưu giữ các lệnh và thực hiện các chức năng như thực hiện các phép tính logic, lập chuỗi, định giờ, đếm và các thuật toán điều khiển máy và các quá trình công nghệ. Người dùng có thể lập trình để thực hiện một loại trình tự các sự kiện, các sự kiện này được tác động bởi các tác nhân kích thích tác động đến các ngõ vào của PLC hoặc qua các tác động trễ như thời gian định kỳ.

Một cách dễ hiểu, PLC là thiết bị điều khiển dựa trên bộ vi xử lý, nó thu nhận tín hiệu vào vả xử lý các tín hiệu này dựa trên chương trình được lưu trữ trong bộ nhớ và đưa ra các tín hiện điều khiển các thiết bị bên ngoài.

- Điều khiển: Dùng trong các ứng dụng điều khiển.

- Logic: Hoạt động điều khiển là hoạt động logic (Ví dụ: Đếm được 20 sản phẩm thì đóng thùng).

- Lập trình được: Chương trình trong bộ nhớ có thể thay đổi.

PLC hoạt động dựa trên nguyên tắc quét vòng lặp liên tục (Scan Cycle). Trong quá trình hoạt động, PLC sẽ thực hiện một chu trình điều khiển gồm 4 bước chính: đọc tín hiệu đầu vào (Input Scan) 🡪 Xử lý chương trình (Program Execution) 🡪 Cập nhật tín hiệu đầu ra (Output Scan) 🡪 Kiểm tra và thực hiện các chức năng khác (Housekeeping). Quá trình này diễn ra theo một chu kỳ liên tục và lặp đi lặp lại với tốc độ rất nhanh.

- **Bước 1:** Đọc tín hiệu đầu vào: PLC nhận dữ liệu từ các thiết bị đầu vào (cảm biến, công tắc, nút nhấn,…) thông qua module đầu vào. Các tín hiệu này được cập nhật và lưu giữ trong bộ nhớ đầu vào (Input Image Table). Tất cả các giá trị đầu vào được đọc trước khi chuyển sang bước tiếp theo.

- **Bước 2:** Xử lý chương trình: CPU thực thi chương trình điều khiển đã được lập trình trước đó, chương tình được thực hiện từng dòng từ trên xuống dưới hoặc theo thứ tự ưu tiên đã được lập trình. Kết quả xử lý được lưu tạm thời trong bộ nhớ đầu ra (Output Image Table).

- **Bước 3:** Cập nhật tín hiệu đầu ra: Sau khi xử lý xong chương trình, PLC cập nhật tín hiệu điều khiển từ bộ nhớ đầu ra đến các thiết bị đầu ra (động cơ, đèn báo, rơ le,…). Các thiết bị đầu ra hoạt động theo lệnh điều khiển và CPU đã xử lý.

- **Bước 4:** Kiểm tra và thực hiện các chức năng khác: PLC thực hiện các chức năng bổ trợ như kiểm tra lỗi phần cứng và phần mềm, giao tiếp với các thiết bị ngoại vi (HMI. SCADA, máy tính), thực hiện các nhiệm vụ giám sát hệ thống, kiểm tra trạng thái bộ nhớ, xử lý truyền thông (nếu có).

**Đặc điểm của PLC**

- Tính linh hoạt: Dễ dàng thay đổi hoặc cập nhật chương trình mà không cần thay đổi phần cứng.

- Độ tin cậy cao: PLC có thể hoạt động trong môi trường công nghiệp khắc nghiệt, chịu được rung động, nhiệt độ cao và bụi bẩn.

- Tốc độ xử lý nhanh: Đáp ứng được các yêu cầu điều khiển thời gian thực.

- Dễ lập trình: Hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình như Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD), Structured Text (ST).

**2.2. Đánh giá các thiết bị điều khiển**

Để điều khiển sự làm việc của các thiết bị cần phải có các thiết bị điều khiển. Mỗi thiết bị điều khiển đều có ưu, nhược điểm khác nhau và được ứng dụng trong các trượng hợp cụ thể. Một số thiết bị điều khiển có thể kể đến như:

**1. Aptomat (CB - Circuit Breaker)**

Aptomat được xem là thiết bị bảo vệ cơ bản trong mọi hệ thống điện từ hộ gia đình đến công nghiệp. Vai trò chính của nó là đảm bảo an toàn bằng cách ngắt mạch tự động khi xảy ra các sự cố như quá tải hoặc ngắn mạch. Điều này giúp bảo vệ thiết bị, hệ thống dây điện và con người khỏi những hư hỏng nghiêm trọng. Aptomat hoạt động dự trên cơ cấu điện cơ hoặc điện tử để tự động ngắt khi phát hiện lỗi.

**Ưu điểm:**

- Bảo vệ an toàn: Đảm bảo mạch điện không bị hư hỏng trong các trường hợp quá dòng, ngắn mạch.

- Hoạt động tự động: Có khả năng tái thiết lập thủ công hoặc tự động để khôi phục hoạt động của hệ thống.

- Độ tin cậy cao: Chịu được môi trường công nghiệp khắc nghiệt.

- Dễ sử dụng: Không cần lập trình, cấu hình.

**Nhược điểm:**

- Không linh hoạt: Chỉ có thể thực hiện chức năng bảo vệ, không có khả năng lập trình hoặc thay đổi logic điều khiển.

- Không kết nối: Không tích hợp được với hệ thống tự động hóa phức tạp.

- Chỉ bảo vệ cơ bản: Không thực hiện được các chức năng điều khiển phức tạp hoặc logic tuần tự.

**Ứng dụng:**

- Bảo vệ mạch điện trong tủ điện công nghiệp, hệ thống phân phối điện, điều khiển động cơ, máy bơm và các thiết bị điện khác.

- Ngắt mạch tự động khi quá tải để đảm bảo an toàn.

**2. Rơ le (Relay)**

Rơ le là thiết bị chuyển mạch linh hoạt, có thể được sử dụng cho nhiều chức năng cơ bản như bật/tắt động cơ, đèn báo và kích hoạt các thiết bị điện khác. Trong lịch sử, rơ le từng được xem là “trái tim” của các hệ thống điều khiển logic. Các loại rơ le phổ biến: Rơ le cơ điện (Electromehcanical Relay - EMR) và Rơ le bán dẫn (Solid State Relay - SSR).

**Ưu điểm:**

- Đơn giản và chi phí thấp: Dễ chế tạo, lắp đặt và vận hành.

- Độ tin cậy: Thích hợp cho các ứng dụng điều khiển đơn giản.

- Tính linh hoạt cao: Có thể sử dụng cho các chức năng điều khiển cơ bản như bật/tắt công tắc, đảo chiều động cơ.

**Nhược điểm:**

- Phức tạp khi quy mô lớn: Với các hệ thống logic phức tạp, số lượng rơ le lớn tăng lên dẫn đến khó bảo trì và sửa chữa.

- Thời gian đáp ứng chậm: Rơ le cơ học có thời gian phản hồi chậm hơn các thiết bị hiện đại.

- Mòn cơ khí: Với rơ le điện, các bộ phận cơ khí dễ bị mài mòn sau thời gian sử dụng.

- Hạn chế về chức năng: Không thực hiện được các chức năng phức tạp như tính toán, lưu trữ dữ liệu, xử lý tín hiệu tương tự.

**Ứng dụng:**

- Sử dụng trong các mạch điều khiển đơn giản như điều khiển động cơ, đèn tín hiệu, cảnh báo an toàn và các hệ thống bảo vệ cơ bản.

**3. Công tắc tơ (Contactor)**

Công tắc tơ được thiết kế đặc biệt để điều khiển các tải công suất lớn như động cơ điện hoặc máy nén khí. Điều này giúp giảm tải cho các nút điều khiển nhỏ và đảm bảo an toàn khi đóng/ngắt dòng điện lớn.

**Ưu điểm:** Dễ sử dụng, độ bền cao, chịu được dòng tải lớn.

**Nhược điểm:** Không thực hiện được các chức năng logic điều khiển phức tạp.

**Ứng dụng:** Điều khiển động cơ trong hệ thống bơn, quạt, máy nén khí.

**4. Bộ điều khiển thời gian (Timer) và bộ đếm (Counter)**

Timer và Counter là thiết bị hỗ trợ logic điều khiển đơn giản, chẳng hạn như điều khiển thời gian (bật/tắt theo chu kỳ) hoặc đếm số lần thao tác (Ví dụ: đếm số sản phẩm trên dây chuyền sản xuất).

Timer được sử dụng để đo lường thời gian hoặc tạo các khoảng trễ thời gian trong hệ thống điều khiển. Nó hoạt động bằng cách tạo tín hiệu đầu ra sau một khoảng thời gian định trước.

Counter được sử dụng để đếm số lần xuất hiện của một tín hiệu đầu vào (tín hiệu dạng xung), giúp xác định số lượng sự kiện, sản phẩm hoặc thao tác trong một hệ thống.

**Ưu điểm:** Đơn giản, dễ cài đặt, chi phí thấp.

**Nhược điểm:** Chỉ thực hiện chức năng đơn lẻ, không tích hợp được vào các hệ thống phức tạp.

**Ứng dụng:** Điều khiển bằng tải, đóng/mở van tự động.

**5. Hệ thống thiết bị điều khiển bán dẫn (Mạch logic số và vi điểu khiền)**

Hệ thống điều khiển bán dẫn là các hệ thống sử dụng các thiết bị bán dẫn như diode, transistor, thyristor, triac, diac, IGBT và MOSFET để thực hiện các chức năng điều khiển, chuyển đổi năng lượng và xử lý tín hiệu. Chúng thay thể các thiết bị cơ điện truyền thống như rơ le, công tắc tơ giúp tăng độ chính xác, độ tin cậy và hiệu quả trong các hệ thống điều khiển hiện đại.

**Ưu điểm:**

- Tốc độ xử lý cao: Các thiết bị bán dẫn hoạt động dựa trên chuyển mạch điện tử (không có chuyển động cơ học) cho phép tốc độ đóng/ngắt rất nhanh.

- Độ tin cậy cao: Thiết bị bán dẫn không bị bào mòn cơ học, giúp giảm thiểu sự cố hỏng hóc và tăng tuổi thọ.

- Hiệu suất cao: Hiệu suất chuyển đổi năng lượng có thể đạt trên 90% trong các thiết bị như biến tần, bộ chỉnh lưu.

- Kích thước nhỏ gọn: Hệ thống điều khiển biến tần có thiết kế nhỏ gọn hơn rất nhiều so với các hệ thống cơ học hoặc từ tính truyền thống.

- Dễ dàng tích hợp: Các thiết bị bán dẫn có thể tích hợp với các mạch điều khiển số như vi xử lý, vi điều khiển hoặc PLC, tạo ra các hệ thống điều khiển thông minh và linh hoạt.

**Nhược điểm:**

- Yêu cầu cao về thiết kế: Các thiết bị bán dẫn yêu cầu thiết kế hệ thống làm mát hiệu quả do sinh nhiệt trong quá trình hoạt động.

- Nhạy cảm với điện áp và dòng điện: Các thiết bị bán dẫn có khả năng bị hư hỏng nếu vượt quá giới hạn điện áp/dòng điện cho phép.

- Chi phí ban đầu cao, khả năng sử dữa hạn chế: Chi phí đầu tư cho các hệ thống điều khiển bán dẫn. Khi một thiết bị bán dẫn hỏng, thường phải thay thế toàn bộ linh kiện thay vì sửa chữa.

**Ứng dụng:** Tự động hóa công nghiệp, năng lượng tái tạo.

**6. Thiết bị điều khiển logic lập trình (PLC)**

Là thiết bị điều khiển số, có thể lập trình, tái cấu hình để đáp ứng nhiều ứng dụng công nghiệp.

**Ưu điểm:**

- Linh hoạt và dễ lập trình: Có thể lập trình lại và thay đổi các chức năng theo yêu cầu. Hỗ trợ nhiều ngôn ngữ lập trình như Ladder Diagram, Function Block Diagram, Structured Text.

- Độ chính xác và tin cậy cao: PLC hoạt động ổn định trong các môi trường công nghiệp khắc nghiệt.

- Khả năng tích hợp và mở rộng: PLC có thể kết nối với các thiết bị khác thông qua giao tiếp nhưu Ethernet, Profibus, Modbus…. Dễ dàng mở rộng với các module I/O đáp ứng nhu cầu lớn.

- Tích hợp hiện đại: Hỗ trợ giao tiếp với các hệ thống SCADA, IoT để giám sát và điều khiển từ xa.

- Tiết kiệm không gian và dây dẫn: Giảm thiểu hệ thống dây dẫn so với hệ thống rơ le, giúp đơn giản hóa thiết kế.

**Nhược điểm:**

- Chi phí đầu tư ban đầu cao.

- Yêu cầu nhân lực có kỹ năng lập trình và bảo trì.

- Phục thuộc nhiều vào nhà sản xuất (vấn đề tương thích phần cứng và phần mềm).

**Ứng dụng:**

- Điều khiển dây chuyển sản xuất tự động hóa.

- Điều khiển máy móc, robot công nghiệp.

- Hệ thống quán lý thông minh, năng lượng tái tạo.

**7. Đánh giá tổng quan giữa các thiết bị điều khiển truyền thống và PLC**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Thiết bị** | **Ưu điểm** | **Nhược điểm** | **Ứng dụng** |
| **Aptomat** | Bảo vệ mạch điện đáng tin cậy. | Không linh hoạt, chỉ dùng để bảo vệ. | Hệ thống phân phối điện, bảo vệ quá tải. |
| **Rơ le** | Giá rẻ, dễ sử dụng, đa năng. | Phức tạp khi hệ thống lớn, dễ hao mòn. | Hệ thống điều khiển đơn giản: đèn tín hiệu, động cơ nhỏ. |
| **Công tắc tơ** | Đóng/ngắt tải lớn, bền bỉ. | Không xử lý logic điều khiển. | Điều khiển động cơ tải lớn, hệ thống bơm, quạt. |
| **Điều khiển bán dẫn** | Tốc độ nhanh, độ tin cậy cao. | Nhạy cảm với dòng và áp, chi phí đầu tư và sửa chữa cao. | Tự động hóa công nghiệp, năng lượng tái tạo. |
| **PLC** | Linh hoạt, xử lý logic phức tạp, tích hợp cao. | Chi phí ban đầu cao, cần kỹ năng lập trình. | Dây chuyền sản xuất, hệ thống tự động hóa, quản lý dữ liệu công nghiệp. |

# **Tiết giảng 4 và 5. CẤU TRÚC PHẦN CỨNG PLC**

**I. Nội dung tiết học**

**1. Mục tiết tiết học**

- Trình bày được khái niệm và vài trò của PLC trong hệ thống điều khiển.

- Mô tả được cấu trúc hệ thống PLC cơ bản.

- Phân tích chức năng của từng thành phần trong PLC.

- Đưa ra một số ví dụ minh họa về cấy trúc hệ thống PLC thực tế.

**2. Nội dung tiết học**

- Phần 1: Cấu trúc cơ bản hệ thống PLC.

- Phần 2: Ví dụ về cấu trúc hệ thống PLC

**II. Nội dung bài học**

**2.1. Cấu trúc cơ bản hệ thống PLC**

PLC (Programmable Logic Controller) là một thiết bị điều khiển tự động có thể lập trình được để điều khiển các quá trình công nghiệp. PLC được sử dụng để thay thế các hệ thống điều khiển bằng rơ le và bộ điều khiển cơ điện truyền thống.

Ưu điểm của hệ thống PLC:

- Xử lý các tín hiện đầu vào và đầu ra dạng số và dạng tương tự.

- Lập trình linh hoạt để thực hiện các nhiệm vụ điều khiển logic, thời gian, đếm, đo lường,…

- Làm việc ổn định trong môi trường công nghiệp khắc nghiệt.

PLC hoạt động dựa trên nguyên tắc quét vòng lặp liên tục (Scan Cycle). Trong quá trình hoạt động, PLC sẽ thực hiện một chu trình điều khiển gồm 4 bước chính: đọc tín hiệu đầu vào (Input Scan) 🡪 Xử lý chương trình (Program Execution) 🡪 Cập nhật tín hiệu đầu ra (Output Scan) 🡪 Kiểm tra và thực hiện các chức năng khác (Housekeeping). Quá trình này diễn ra theo một chu kỳ liên tục và lặp đi lặp lại với tốc độ rất nhanh.

- **Bước 1:** Đọc tín hiệu đầu vào: PLC nhận dữ liệu từ các thiết bị đầu vào (cảm biến, công tắc, nút nhấn,…) thông qua module đầu vào. Các tín hiệu này được cập nhật và lưu giữ trong bộ nhớ đầu vào (Input Image Table). Tất cả các giá trị đầu vào được đọc trước khi chuyển sang bước tiếp theo.

- **Bước 2:** Xử lý chương trình: CPU thực thi chương trình điều khiển đã được lập trình trước đó, chương tình được thực hiện từng dòng từ trên xuống dưới hoặc theo thứ tự ưu tiên đã được lập trình. Kết quả xử lý được lưu tạm thời trong bộ nhớ đầu ra (Output Image Table).

- **Bước 3:** Cập nhật tín hiệu đầu ra: Sau khi xử lý xong chương trình, PLC cập nhật tín hiệu điều khiển từ bộ nhớ đầu ra đến các thiết bị đầu ra (động cơ, đèn báo, rơ le,…). Các thiết bị đầu ra hoạt động theo lệnh điều khiển và CPU đã xử lý.

- **Bước 4:** Kiểm tra và thực hiện các chức năng khác: PLC thực hiện các chức năng bổ trợ như kiểm tra lỗi phần cứng và phần mềm, giao tiếp với các thiết bị ngoại vi (HMI. SCADA, máy tính), thực hiện các nhiệm vụ giám sát hệ thống, kiểm tra trạng thái bộ nhớ, xử lý truyền thông (nếu có).

Một hệ thống PLC cơ bản gồm 5 thành phần chính: bộ xử lý, bộ nhớ, bộ nguồn, các module vào/ra và thiết bị lập trình. Sơ đồ hệ thống PLC được mô tả như sau:

***A diagram of a flowchart

Description automatically generated***

***Sơ đồ hệ thống PLC***

**1. Bộ xử lý**

Bộ xử lý còn gọi là bộ xử lý trung tâm (CPU), là linh kiện chứa bộ vi xử lý. Bộ xử lý biên dịch các tín hiệu vào và thực hiện các hoạt động điều khiển theo chương trình được lưu trong bộ nhớ của CPU, truyền các quyết định dưới dạng tín hiệu hoạt động đến các thiết bị ra. Nguyên lý làm việc của bộ xử lý tiến hành theo từng bước tuần tự, đầu tiên các thông tin lưu trữ trong bộ nhớ chương trình được gọi lên tuần tự và được kiểm soát bởi bộ đếm chương trình. Bộ xử lý liên kết các tín hiệu và đưa kết quả ra đầu ra. Chu kỳ thời gian này gọi là thời gian quét (scan). Thời gian vòng quét phụ thuộc vào tầm vóc của bộ nhớ, vào tốc độ của CPU.

CPU thực hiện các lệnh trong chương trình điều khiển đã lập trình sẵn như xử lý các phép toán logic (AND, OR, NOT,…), thực hiện các phép toán số học, kiểm tra điểu kiện và xử lý tín hiệu thời gian, đếm, so sánh,… Ngoài ra, CPU còn thực hiện chức năng giao tiếp với các module khác trong PLC và thiết bị ngoại vi như HMI, SCADA, giám sát hệ thống, phát hiện và xử lý các lỗi.

Bên trong CPU bao gồm:

- Bộ nhớ chương trình (ROM): Lưu trữ chương trình điều khiển và các lệnh cố định.

- Bộ nhớ dữ liệu (RAM): Lưu trữ dữ liệu đầu vào/ra và các biến trung gian trong quá trình vận hành.

- Bộ định thời (Timer) và bộ đếm (Counter): Xử lý các chức năng thời gian và đếm sự kiện.

**2. Bộ nguồn**

Bộ nguồn có nhiệm vụ chuyển đội điện áp AC thành điện áp thấp cho bộ vi xử lý (thường là 5V) và cho các mạch điện trong các module còn lại (thường là 24V). Đảm bảo cho hệ thống PLC hoạt động ổn định trong điểu kiện khắc nghiệt.

**3. Thiết bị lập trình**

Thiết bị lập trình được sử dụng để lập các chương trình các chương trình điều khiển cần thiết sau đó được chuyển cho PLC. Thiết bị lập trình có thể là thiết bị chuyên dụng, có thể là thiết bị cầm tay gọn nhẹ, có thể là phần mềm được cài trên máy tính cá nhân.

**4. Bộ nhớ**

Bộ nhớ là nơi lưu trữ chương trình sử dụng cho các hoạt động điều khiển. Các dạng bộ nhớ có thể là RAM, ROM, EPROM. Người ta luôn chế tạo nguồn dự phòng cho RAM để duy trì chương trình trong trường hợp mất điện nguồn, thời gian duy trì tùy thuộc vào từng PLC cụ thể. Bộ nhớ cũng có thể được chế tạo thành module cho phép dễ dàng thích nghi với các chức năng điều khiển có kích cỡ khác nhau, khi cần mở rộng có thể cắm thêm.

Bộ nhớ của PLC bao gồm:

- Bộ nhớ chương trình: Lưu giữ các lệnh điều khiển do lập trình viên viết.

- Bộ nhớ dữ liệu: Lưu dữ các thông số đầu vào/ra và dữ liệu tạm thời.

- Bộ nhớ trung gian: Lưu các biến trung gian trong quá trình thực thi chương trình.

**5. Giao diện vào/ra**

Giao diện vào ra là nơi bộ xử lý nhận thông tin từ các thiết bị ngoại vi và truyền thông tin đến các thiết bị bên ngoài. Tín hiệu vào có thể từ các công tắc, các bộ cảm biến, các tế bào quang điện. Tín hiệu ra có thể cung cấp cho các cuộn dây công tắc tơ, rơ le, can điện từ, động cơ,…

Tín hiệu vào/ra có thể là tín hiệu rời rạc, tín hiệu logic, tín hiệu liên tục,… Các tín hiệu vào/ra có thể thể hiện như hình 2.3.

***A diagram of a company

Description automatically generated***

***Tín hiệu vào/ra của PLC***

**6. Các thiết bị ngoại vi khác**

- HMI (Human Machine Interface): Là giao diện người - máy, giúp người vận hành giám sát và điều khiển hệ thống một cách dễ dàng thông qua màn hình cảm ứng.

- SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition): Hệ thống giám sát và thu thập dữ liệu từ PLC, điều khiển hệ thống tên quy mô lớn.

- Thiết bị I/O mở rộng (I/O Expansion Modules): Tăng cường số lượng đầu vào và đầu ra khi hệ thống yêu cầu mở rộng quy mô điều khiển.

- Module giao tiếp: Kết nối và truyền thông giữa PLC và các thiết bị ngoại vi.

Tóm tắt chức năng của các thành phần trong PLC:

|  |  |
| --- | --- |
| **Thành phần** | **Chức năng** |
| CPU | Xử lý chương trình, điều khiển toàn hệ thống, giám sát lỗi. |
| Bộ nguồn | Cung cấp điện áp ổn định cho PLC. |
| Module đầu vào | Nhận tín hiệu từ cảm biến, công tắc và chuyển đổi thành dữ liệu số. |
| Module đầu ra | Xuất tín hiệu điều khiển đến các thiết bị như động cơ, đèn báo, rơ le,… |
| Bộ nhớ | Lưu dữ chương trình và dữ liệu trong quá trình điều khiển. |
| Thiết bị lập trình | Viết, chỉnh sửa và tải chương trình vào PLC. |
| Thiết bị ngoại vi | Màn hình HMI, SCADA hoặc I/O mở rộng để hỗ trợ giám sát và điều khiển. |
| Module giao tiếp | Kết nối và truyền thông giữa PLC và các thiết bị ngoại vi. |

**2.2. Ví dụ về cấu trúc hệ thống PLC**

**1. Hệ thống điều khiển băng tải tự động**

Yêu cầu điều khiển:

- Hệ thống băng tải tự động vận chuyển sản phẩm.

- Cảm biến quang điện phát hiện vật trên băng tải.

- Khi có vật, băng tải hoạt động và đèn báo sáng.

- Khi không có vật, băng tải dừng lại.

Cấu trúc hệ thống PLC:

- Bộ xử lý trung tâm: Xử lý chương trình điều khiển và thực hiện lệnh logic, quét tín hiệu đầu vào từ cảm biến và cập nhật đầu ra cho động cơ, đèn báo.

- Module đầu vào: Cảm biến quang điện.

- Module đầu ra: Động cơ băng tải và đèn báo.

- Nguồn cấp: Cấp nguồn 24VDC cho các module và CPU.

- Thiết bị lập trình: Sử dụng phần mềm lập trình để viết chương trình điều khiển.

**2. Hệ thống điều khiển đèn giao thông**

Yêu cầu điều khiển:

- Hệ thống đèn giao thông có 3 trạng thái: Đỏ, vàng, xanh.

- Chu kỳ hoạt động: đèn xanh bật 30s, đèn vàng bật 5s, đèn đỏ bật 30s.

Cấu trúc hệ thống PLC:

- Bộ xử lý trung tâm: Thực thi chương trình điều khiển thời gian cho hệ thống đèn.

- Module đầu ra: Hệ thống đèn báo 3 màu.

- Bộ đình thời: Sử dụng để thiết lập thời gian bật/tắt các đèn.

- Nguồn cấp: Cấp nguồn 24VDC cho các module và CPU.

- Thiết bị lập trình: Sử dụng phần mềm lập trình để viết chương trình điều khiển.

**3. Hệ thống điều khiển nhiệt độ lò sấy**

Yêu cầu điều khiển:

- Giám sát và điều khiển nhiệt độ lò sấy ở mức 100 độ C.

- Nếu nhiệt độ thấp hơn, PLC điều khiển bộ gia nhiệt hoạt động.

- Nếu nhiệt độ cao hơn, PLC tắt bộ gia nhiệt và bật quạt làm mát.

Cấu trúc hệ thống PLC:

- Bộ xử lý trung tâm: Xử lý tín hiệu từ cảm biến nhiệt độ và điều khiển bộ gia nhiệt, quạt làm mát.

- Module đầu vào: Cảm biến nhiệt độ.

- Module đầu ra: Bộ gia nhiệt và quạt làm mát.

- Bộ đình thời: Sử dụng để thiết lập thời gian bật/tắt các đèn.

- Nguồn cấp: Cấp nguồn cho PLC và các thiết bị điều khiển.

- Thiết bị lập trình: Sử dụng phần mềm lập trình để viết chương trình điều khiển.