

TĂNG VĂN MÙI (biên dịch) - TS. NGUYỄN TIẾN DŨNG (hiệu đính)
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM

Điều khiển LOGIC LẬP TRÌNH PLC

NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ



**Điều khiển
LOGIC LẬP TRÌNH
PLC**

Biên dịch: **TĂNG VĂN MÙI**

Hiệu đính: **TS. NGUYỄN TIẾN DŨNG**

KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH

Điều khiển LOGIC LẬP TRÌNH PLC

NHÀ XUẤT BẢN THỐNG KÊ

Lời giới thiệu

Tiến bộ công nghệ trong những năm gần đây đã dẫn đến sự phát triển thiết bị điều khiển logic lập trình (PLC), và tạo ra một cuộc cách mạng trong lĩnh vực kỹ thuật điều khiển.

Trong xu thế đó, cuốn “PLC - ĐIỀU KHIỂN LOGIC LẬP TRÌNH” được biên dịch nhằm giới thiệu PLC và hỗ trợ các kỹ sư lần đầu tiên tiếp xúc với PLC, sinh viên, kỹ thuật viên và các nhà quản lý, cung cấp giáo trình cơ bản về lập trình PLC.

Sách trình bày cấu tạo PLC, thiết bị nhập/xuất, các mạng, ngôn ngữ lập trình với các hệ thống có bộ vi xử lý, và các tiêu chuẩn kỹ thuật mới áp dụng cho PLC từ năm 2000. Nội dung sách được trình bày một cách dễ hiểu, hạn chế thuật toán tới mức tối thiểu, tránh các lệnh chương trình chi tiết và sắp xếp chủ đề theo cách phổ quát. Sách còn giới thiệu cách ghi địa chỉ vấn đề theo danh pháp của nhà sản xuất PLC, và các dạng chương trình dưới hình thức mô tả và giải thích nguyên lý bằng các ví dụ của từng nhà sản xuất PLC. Qua đó, người đọc có thể:

- Xác định và giải thích các đặc điểm thiết kế chính và cấu tạo của PLC.
- Mô tả và xác định đặc điểm của các thiết bị nhập/xuất thông dụng.
- Trình bày quá trình xử lý tín hiệu nhập/xuất của PLC.
- Trình bày liên kết truyền thông liên quan đến các hệ thống điều khiển.
- Triển khai chương trình thang đối với các hàm logic AND, OR, NOR, NAND, NOT và XOR.
- Triển khai chương trình thang với rơ le nội, đồng hồ định giờ, bộ đếm, thanh ghi dịch chuyển, bộ lập chuỗi, và xử lý dữ liệu.
- Xác định phương pháp thử nghiệm và gỡ rối.

Ngoài ra, sách còn có các bài tập, các câu hỏi trắc nghiệm và các bài toán để người đọc phát triển kỹ năng cần thiết trong việc lập trình PLC.

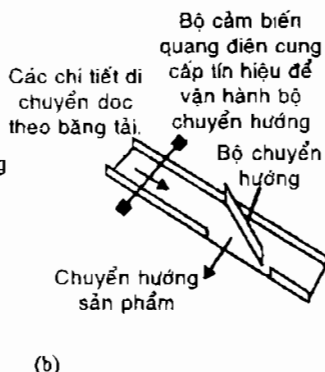
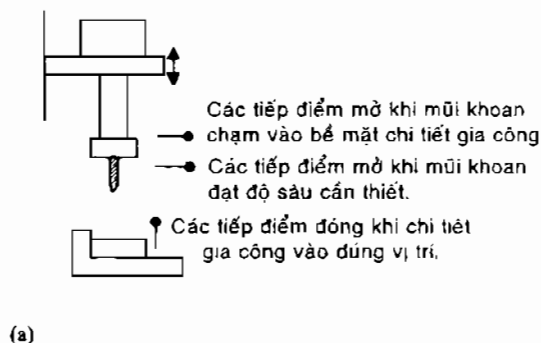
Chương 1

GIỚI THIỆU

Chương này giới thiệu khái quát thiết bị điều khiển lập trình logic, gồm chức năng chung, các bộ phận, và cấu trúc bên trong của thiết bị. Các chương sau sẽ trình bày chi tiết các bộ phận và phương pháp lập trình.

Chức năng chung

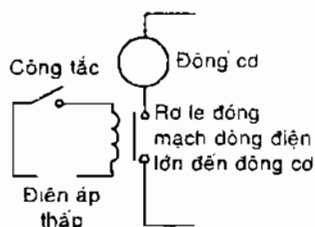
Thiết bị điều khiển có thể được dùng để điều khiển chuỗi sự kiện, duy trì biến số theo giá trị không đổi, hoặc tuân theo hàm biến thiên cho trước. Ví dụ, hệ thống điều khiển máy khoan tự động (Hình 1.1 (a)) có thể được lập đặt để khởi động quá trình hạ thấp mũi khoan khi chi tiết vào đúng vị trí; khởi động khoan khi mũi khoan tiếp xúc với chi tiết; dừng khoan khi mũi khoan đạt độ sâu theo yêu cầu; rút mũi khoan, ngắt điện, chờ chi tiết kế tiếp đi vào vị trí và lặp lại chuỗi hoạt động nêu trên. Hệ thống điều khiển (Hình 1.1(b)) có thể được sử dụng để điều khiển số lượng chi tiết di chuyển dọc theo băng tải và hướng chúng vào thùng đóng gói. Tín hiệu nhập đi vào các hệ thống điều



Hình 1.1. Ví dụ về điều khiển và bộ cảm biến;
(a) Máy khoan tự động, (b) Hệ thống đóng gói.

khiến có thể do đóng hoặc mở các công tắc; ví dụ, sự hiện diện của chi tiết có thể được nhận biết do chi tiết chạm vào công tắc và đóng thiết bị này, hoặc sử dụng các bộ cảm biến nhiệt độ hoặc lưu lượng. Thiết bị điều khiển có thể được dùng để vận hành động cơ chuyển tải vật thể đến vị trí cho trước, làm xoay van, hoặc tắt – mở bếp lò.

Đối với máy khoan tự động, bạn có thể nối các mạch điện, sao cho việc đóng hoặc mở các công tắc, sẽ làm đóng mạch các động cơ hoặc làm các van chuyển động. Do vậy, việc đóng công tắc sẽ kích hoạt rơ-le đóng mạch dòng điện dẫn đến động cơ và làm quay máy khoan (Hình 1.2). Một công tắc khác có thể được sử dụng để kích hoạt rơ-le và đóng mạch điện dẫn đến van khí nén hoặc van thủy lực. Kết quả là áp suất tác động lên piston trong xi lanh, và đẩy chi tiết vào đúng vị trí. Các mạch điện kiểu này chuyên biệt cho máy khoan tự động. Để điều khiển lượng hàng hóa đóng gói vào thùng, bạn có thể mắc mạch điện như trên, gồm các bộ cảm biến và các động cơ. Tuy nhiên, các mạch của thiết bị điều khiển được chế tạo cho hai trường hợp này là khác nhau. Trong hệ thống điều khiển “truyền thống”, các quy luật chi phối hệ thống điều khiển và các hoạt động được xác định bằng cách nối dây. Khi thay đổi các hoạt động điều khiển, hệ thống dây phải thay đổi theo.



Hình 1.2. Mạch điều khiển

Hệ thống điều khiển bằng bộ vi xử lý

Thay vì nối kết cố định mạch điều khiển cho từng yêu cầu điều khiển, bạn có thể sử dụng cùng một hệ thống cơ bản cho mọi yêu cầu điều khiển, bằng cách dùng hệ thống dựa trên bộ vi xử lý và viết chương trình để hướng dẫn bộ vi xử lý cách đáp ứng đối với mỗi tín hiệu nhập, chẳng hạn từ các công tắc và cung cấp các tín hiệu ra cần thiết cho động cơ, và các van v.v... Vì vậy chương trình của bạn có thể có dạng:

Nếu công tắc A đóng.
Tín hiệu đến mạch động cơ
Nếu công tắc B đóng
Tín hiệu đến mạch điều khiển van.

Bằng cách thay đổi các lệnh trong chương trình, bạn có thể sử dụng cùng một hệ thống vi xử lý để điều khiển nhiều tình huống khác nhau.

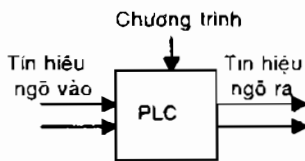
Máy giặt gia đình hiện nay sử dụng hệ thống vi xử lý. Các tín hiệu nhập vào thiết bị xuất phát từ các đĩa số được sử dụng để chọn lựa chu kỳ giặt, công tác xác định cửa máy giặt đóng, bộ cảm biến nhiệt độ xác định nhiệt độ của nước và công tác kiểm tra mực nước. Trên cơ sở các tín hiệu đó, bộ xử lý đã được lập trình sẽ cung cấp các tín hiệu ra để đóng mạch điện động cơ thùng giặt và điều khiển tốc độ động cơ, mở hoặc đóng các van nước nóng và lạnh, mở bơm xả, điều khiển thiết bị đun nước, và điều khiển khóa cửa máy giặt, không thể mở cửa cho đến khi hoàn tất chu kỳ giặt.

Thiết bị điều khiển logic lập trình

Thiết bị điều khiển logic lập trình được (PLC) là dạng thiết bị điều khiển đặc biệt dựa trên bộ vi xử lý, sử dụng bộ nhớ lập trình được để lưu trữ các lệnh và thực hiện các chức năng, chẳng hạn, phép tính logic, lập chuỗi, định giờ, đếm, và thuật toán để điều khiển máy và các quá trình (Hình 1.3). PLC được thiết kế cho phép các kỹ sư, không yêu cầu kiến thức cao về máy tính và ngôn ngữ máy tính, có thể vận hành.

Chúng không được thiết kế để chỉ có các nhà lập trình máy tính mới có thể cài đặt hoặc thay đổi chương trình. Vì vậy, các nhà thiết kế PLC phải lập trình sẵn sao cho chương trình điều khiển có thể được nhập bằng cách sử dụng dạng ngôn ngữ đơn giản. Thuật ngữ *logic* được sử

dụng vì việc lập trình chủ yếu liên quan đến các hoạt động logic thực thi và chuyển mạch, ví dụ, nếu A hoặc B xảy ra, đóng mạch C, nếu A và B xảy ra, đóng mạch D. Các thiết bị nhập, chẳng hạn các bộ cảm biến, các công tắc, và các thiết bị xuất trong hệ thống được điều khiển, ví dụ, các động cơ, các van, v.v... được nối kết với PLC. Người vận hành nhập chuỗi lệnh (chương trình) vào bộ nhớ của PLC. Thiết bị điều khiển sẽ giám sát các tín hiệu vào và các tín hiệu ra theo chương trình này và thực hiện các quy tắc điều khiển đã được lập trình.



Hình 1.3. Thiết bị điều khiển logic lập trình

Các PLC có ưu điểm chính là có thể sử dụng cùng một thiết bị điều khiển cơ bản cho nhiều hệ thống điều khiển. Để sửa đổi hệ thống điều khiển và các quy tắc đang được sử dụng, người vận hành chỉ cần nhập tập lệnh khác; không cần mắc nối lại dây. Nhờ đó, hệ thống rất linh hoạt, hiệu quả.

Các PLC tương tự máy tính, nhưng máy tính được tối ưu hóa cho các tác vụ tính toán và hiển thị; còn PLC được chuyên biệt cho các tác vụ điều khiển và môi trường công nghiệp. Vì vậy, các PLC:

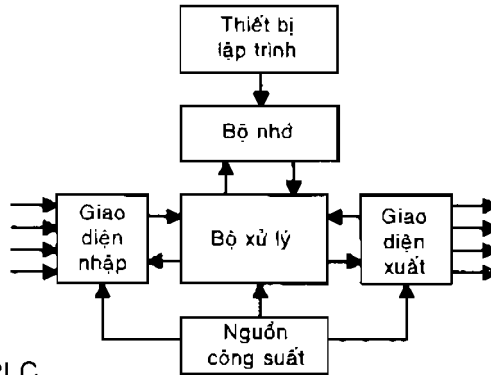
1. Được thiết kế và tăng bền để chịu được rung động, nhiệt, ẩm và tiếng ồn.
2. Có sẵn giao diện cho các thiết bị nhập và thiết bị xuất.
3. Được lập trình dễ dàng với ngôn ngữ lập trình dễ hiểu, chủ yếu giải quyết các phép toán logic và chuyển mạch.

PLC đầu tiên xuất hiện vào năm 1969. Ngày nay chúng được sử dụng rộng rãi; từ các thiết bị nhỏ, độc lập sử dụng khoảng 20 đầu vào/đầu ra digital; đến các hệ thống nối ghép theo module có thể sử dụng rất nhiều đầu vào/đầu ra, xử lý các tín hiệu digital hoặc analog. Ngoài ra, chúng còn thực hiện các chế độ điều khiển tỷ lệ-tích phân-đạo hàm (PID).

Phần cứng

Hệ thống PLC thông dụng có năm bộ phận cơ bản, gồm bộ xử lý, bộ nhớ, bộ nguồn, giao diện nhập/xuất, và thiết bị lập trình. Hình 1.4 minh họa sơ đồ khối cơ bản.

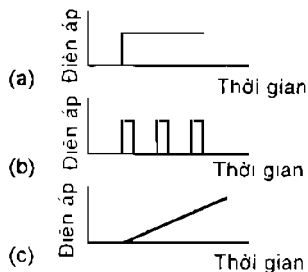
1. *Bộ xử lý* còn gọi là *bộ xử lý trung tâm* (CPU), là linh kiện chứa bộ vi xử lý, biên dịch các tín hiệu nhập và thực hiện các hoạt động điều khiển theo chương trình được lưu trong bộ nhớ của CPU, truyền các quyết định dưới dạng tín hiệu hoạt động đến các thiết bị xuất.
2. *Bộ nguồn* có nhiệm vụ chuyển đổi điện áp AC thành điện áp thấp DC (5V) cần thiết cho bộ xử lý và các mạch điện trong các module giao diện nhập và xuất.



Hình 1.4. Hệ thống PLC

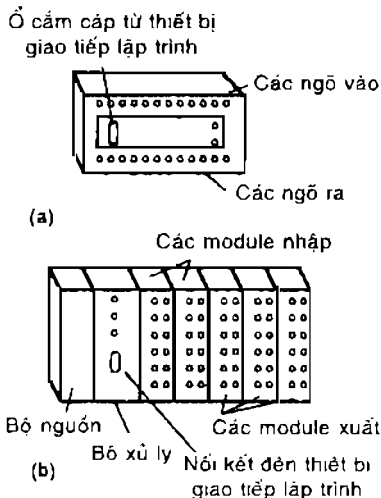
3. *Thiết bị lập trình* được sử dụng để nhập chương trình cần thiết vào bộ nhớ của bộ xử lý. Chương trình được viết trên thiết bị này, sau đó được chuyển đến bộ nhớ của PLC.
4. *Bộ nhớ* là nơi lưu chương trình được sử dụng cho các hoạt động điều khiển, dưới sự kiểm tra của bộ vi xử lý.
5. *Các phần nhập và xuất* 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 nhập có thể từ các công tắc (Hình 1.1(a)) trên máy khoan tự động, hoặc các bộ cảm biến, chẳng hạn, các tế bào quang điện trong cơ cấu đếm (Hình 1.1(b)), các bộ cảm biến nhiệt độ, hoặc các bộ cảm biến lưu lượng, v.v... Các thiết bị xuất có thể đến cuộn dây của bộ khởi động động cơ, các van solenoid, v.v... Các giao diện nhập và xuất sẽ được trình bày trong Chương 2. Các thiết bị nhập và xuất có thể được phân loại theo kiểu tín hiệu cung cấp, rời rạc, digital hoặc analog (Hình 1.5). Các thiết bị cung cấp *tín hiệu rời rạc* hoặc *digital* là các thiết bị có tín hiệu OFF hoặc ON. Công tắc là thiết bị cung cấp tín hiệu rời rạc, có hoặc không có điện áp. Về cơ bản, các thiết bị *digital* có thể được xem là các thiết bị rời rạc, với chuỗi các tín hiệu ON-OFF. Các thiết bị *analog* cung cấp các tín hiệu có độ lớn tỉ lệ với giá trị của biến đang được giám sát. Ví dụ, bộ cảm biến nhiệt độ có thể cung cấp điện áp tỉ lệ với nhiệt độ.

Hình 1.5. Các loại tín hiệu:
(a) rời rạc; (b) digital; (c) analog.



Cơ cấu chung của hệ thống PLC

Có hai kiểu cơ cấu thông dụng đối với các hệ thống PLC: kiểu *hộp đơn*, và kiểu *module nối ghép*. Kiểu hộp đơn thường được sử dụng cho các thiết bị điều khiển lập trình cỡ nhỏ và được cung cấp dưới dạng nguyên chiếc hoàn chỉnh gồm bộ nguồn, bộ xử lý, bộ nhớ và các thiết bị nhập/xuất (Hình 1.6(a)). Thông thường kiểu PLC này có thể có 40 điểm nhập/xuất và bộ nhớ có thể lưu trữ khoảng 300-1000 lệnh hướng dẫn. Kiểu module gồm các module riêng cho bộ nguồn, bộ xử lý, v.v..., chúng thường được lắp trên các rãnh bên trong hộp kim loại. Kiểu này có thể được sử dụng cho các thiết bị điều khiển lập trình với mọi kích cỡ, có nhiều bộ chức năng khác nhau được gộp vào các module riêng biệt, có



Hình 1.6.
(a) Kiểu hộp đơn;
(b) kiểu module/nối ghép.

thể được cắm vào ổ cắm trên rãnh chính (Hình 1.6(b)). Sự phối hợp các module cần thiết tùy theo công dụng cụ thể do người dùng xác định. Vì vậy, kiểu này khá linh hoạt, cho phép mở rộng số lượng đầu nối nhập/xuất bằng cách bổ sung các module nhập/xuất hoặc tăng cường bộ nhớ bằng cách tăng thêm các đơn vị nhớ.

Các chương trình được đưa vào bộ nhớ của PLC bằng thiết bị lập trình, thiết bị này không nối kết cố định với PLC, và có thể chuyển từ thiết bị điều khiển này đến thiết bị điều khiển khác mà không làm xáo trộn các hoạt động. PLC có thể vận hành mà không cần nối kết với thiết bị lập trình, sau khi chương trình được tải vào bộ nhớ của PLC.

Các thiết bị lập trình có thể là loại cầm tay, bộ giao tiếp để bàn, hoặc máy tính. Các hệ thống cầm tay có bàn phím nhỏ và màn hình tinh thể lỏng (Hình 1.7). Các thiết bị để bàn có thể có bộ hiển thị với bàn phím hoàn chỉnh và màn hình hiển thị. Các máy tính cá nhân được lập cấu hình như các trạm làm việc phát triển chương trình. Một số PLC đòi hỏi máy tính phải có phần mềm tương ứng, số khác chỉ cần thẻ mạch truyền thông chuyên dùng để giao tiếp với PLC. Ưu điểm chính khi sử dụng máy tính là chương trình có thể được lưu trên đĩa cứng hoặc đĩa mềm và dễ dàng thực hiện các bản sao. Nhược điểm là việc lập trình thường khó thực hiện. Các thiết bị giao tiếp lập trình cầm tay thường có bộ nhớ đủ để lưu giữ chương trình trong khi chuyển từ vị trí này đến vị trí khác.



Hình 1.7. Thiết bị lập trình cầm tay.

Chương trình chỉ được chuyển vào bộ nhớ của PLC khi đã được viết hoàn chỉnh trên thiết bị lập trình.

Cấu trúc bên trong

Hình 1.8 minh họa cấu trúc bên trong cơ bản của PLC, gồm bộ xử lý trung tâm (CPU) chứa bộ vi xử lý hệ thống, bộ nhớ, và mạch nhập/xuất. CPU điều khiển và xử lý mọi hoạt động bên trong PLC. Bộ xử lý trung tâm được trang bị đồng hồ có tần số trong khoảng 1 đến 8 MHz.

gửi dữ liệu giữa các bộ phận, *bus địa chỉ* để gửi địa chỉ các vị trí truy cập dữ liệu được lưu trữ và *bus điều khiển* dẫn tín hiệu liên quan đến các hoạt động điều khiển nội bộ. *Bus hệ thống* được sử dụng để truyền thông giữa các cổng và thiết bị nhập/ xuất.

CPU

Cấu hình CPU tùy thuộc vào bộ vi xử lý. Nói chung, CPU có:

1. *Bộ thuật toán và logic* (ALU) chịu trách nhiệm xử lý dữ liệu, thực hiện các phép toán số học (cộng, trừ) và các phép toán logic AND, OR, NOT, và EXCLUSIVE-OR.
2. Bộ nhớ, còn gọi là *các thanh ghi*, bên trong bộ vi xử lý, được sử dụng để lưu trữ thông tin liên quan đến sự thực thi chương trình.
3. *Bộ điều khiển* được sử dụng để điều khiển chuẩn thời gian của các phép toán.

Bus

Bus là các đường dẫn dùng để truyền thông bên trong PLC. Thông tin được truyền theo dạng nhị phân, theo nhóm *bit*, mỗi bit là một số nhị phân 1 hoặc 0, tương ứng với các trạng thái on/off. Thuật ngữ *từ* được sử dụng cho nhóm bit tạo thành thông tin nào đó. Vì vậy, một từ 8-bit có thể là số nhị phân 00100110. Cả 8-bit này được truyền đồng thời theo dây song song của chúng. Hệ thống PLC có bốn bus:

1. *Bus dữ liệu* tải dữ liệu được sử dụng trong quá trình xử lý của CPU. Bộ vi xử lý 8-bit có một bus dữ liệu nội có thể thao tác các số 8-bit, có thể thực hiện các phép toán giữa các số 8-bit và phân phối kết quả theo giá trị 8-bit.
2. *Bus địa chỉ* được sử dụng để tải địa chỉ các vị trí trong bộ nhớ. Như vậy, mỗi từ có thể được định vị trong bộ nhớ, mỗi vị trí nhớ được gán một *địa chỉ* duy nhất. Mỗi vị trí từ được gán một địa chỉ sao cho dữ liệu được lưu trữ ở vị trí nhất định, để CPU có thể đọc hoặc ghi ở đó. Bus địa chỉ mang thông tin cho biết địa chỉ sẽ được truy cập. Nếu bus địa chỉ gồm 8 đường, số lượng từ 8-bit, hoặc số lượng địa chỉ phân biệt là $2^8 = 256$. Với bus địa chỉ 16 đường, số lượng địa chỉ khả dụng là 65.536.

3. *Bus điều khiển* mang các tín hiệu được CPU sử dụng để điều khiển; ví dụ, để thông báo cho các thiết bị nhớ nhận dữ liệu từ thiết bị nhập hoặc xuất dữ liệu, và tải các tín hiệu chuẩn thời gian được dùng để đồng bộ hóa các hoạt động.
4. *Bus hệ thống* được dùng để truyền thông giữa các cổng nhập/xuất và thiết bị nhập/xuất.

Bộ nhớ

Trong hệ thống PLC có nhiều loại bộ nhớ:

1. *Bộ nhớ chỉ đọc (ROM)* cung cấp dung lượng lưu trữ cho hệ điều hành và dữ liệu cố định được CPU sử dụng.
2. *Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM)* dành cho chương trình của người dùng.
3. *Bộ nhớ truy cập ngẫu nhiên (RAM)* dành cho dữ liệu. Đây là nơi lưu trữ thông tin theo trạng thái của các thiết bị nhập, xuất, các giá trị của đồng hồ thời chuẩn, các bộ đếm và các thiết bị nội vi khác. RAM dữ liệu đôi khi được xem là *bảng dữ liệu* hoặc *bảng ghi*. Một phần của bộ nhớ này, khối địa chỉ, dành cho các địa chỉ ngõ vào và ngõ ra, cùng với trạng thái của các ngõ vào và ngõ ra đó. Một phần dành cho dữ liệu được cài đặt trước, và một phần khác dành để lưu trữ các giá trị của bộ đếm, các giá trị của đồng hồ thời chuẩn, v.v...
4. *Bộ nhớ chỉ đọc có thể xóa và lập trình được (EPROM)* là các ROM có thể được lập trình, sau đó chương trình này được thường trú trong ROM.

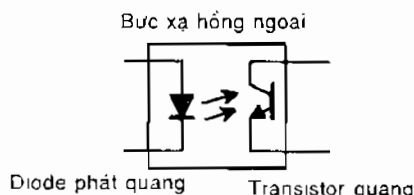
Người dùng có thể thay đổi chương trình và dữ liệu trong RAM. Tất cả các PLC đều có một lượng RAM để lưu chương trình do người dùng cài đặt và dữ liệu chương trình. Tuy nhiên, để tránh mất mát chương trình khi nguồn công suất bị ngắt, PLC sử dụng ắc quy để duy trì nội dung RAM trong một thời gian. Sau khi được cài đặt vào RAM, chương trình có thể được tải vào vi mạch của bộ nhớ EPROM, thường là module có khóa đối với PLC, do đó chương trình trở thành vĩnh cửu. Ngoài ra còn có các bộ đệm tạm thời, lưu trữ các kênh nhập/xuất.

Dung lượng lưu trữ của bộ nhớ được xác định bằng số lượng từ nhị phân có thể lưu trữ được. Như vậy, nếu dung lượng bộ nhớ là 256 từ, bộ nhớ đó có thể lưu trữ $256 \times 8 = 2048$ bit, nếu sử dụng các từ 8-bit, và $256 \times 16 = 4096$ bit, nếu các từ được sử dụng là 16 bit. Kích cỡ bộ nhớ thường được chuyên biệt theo số lượng vị trí lưu trữ khả dụng với 1K biểu diễn số $2^{10} = 1024$. Các nhà sản xuất cung cấp vi mạch bộ nhớ với các vị trí lưu trữ theo nhóm 1, 4, và 8 bit. Bộ nhớ 4Kx1 có $4 \times 1 \times 1024$ bit vị trí. Bộ nhớ 4Kx8 có $4 \times 8 \times 1024$ bit vị trí. Thuật ngữ *byte* được sử dụng cho từ có độ dài 8 bit. Vì vậy, bộ nhớ 4Kx8 có thể lưu trữ 4096 byte. Với bus địa chỉ 16-bit, bạn có thể có 2^{16} địa chỉ khác nhau, và với các từ 8-bit được lưu trữ ở mỗi địa chỉ, bạn có thể có $2^{16} \times 8$ địa chỉ lưu trữ, và để sử dụng bộ nhớ có dung lượng $2^{16} \times 8 / 2^{10} = 64K \times 8$, bạn có thể có cấu hình gồm bốn vi mạch nhớ 16K x 8.

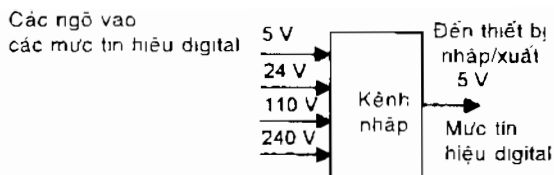
Thiết bị nhập/xuất

Thiết bị nhập/xuất cung cấp giao diện giữa hệ thống và thế giới bên ngoài, cho phép thực hiện các nối kết, thông qua các kênh nhập/xuất đến thiết bị nhập (ví dụ, các bộ cảm biến); và thiết bị xuất, (các động cơ và các solenoid). Cũng thông qua thiết bị nhập/xuất, chương trình được đưa vào hệ thống từ băng chương trình. Mỗi điểm nhập/xuất có một địa chỉ duy nhất có thể được CPU sử dụng.

Các kênh nhập/xuất có các chức năng cô lập và điều hòa tín hiệu sao cho các bộ cảm biến và các bộ tác động có thể được nối trực tiếp với chúng mà không cần thêm mạch điện khác. Sự cách điện có được nhờ *linh kiện cách điện quang học (bộ nối ghép quang)*. Hình 1.9 minh họa nguyên lý của loại linh kiện này. Khi xung digital đi qua diode phát quang, sẽ tạo ra xung hồng ngoại. Xung này được transistor quang học tiếp nhận và làm tăng điện áp trong mạch. Khe hở giữa diode phát

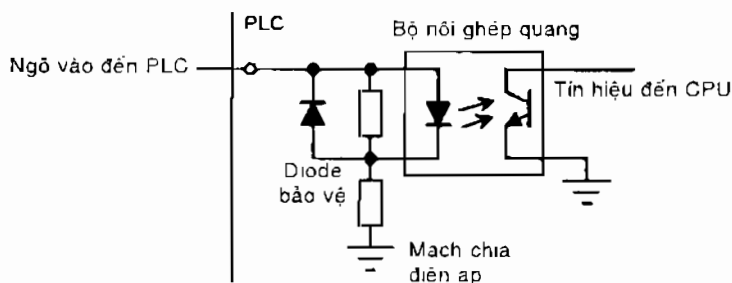


Hình 1.9. Thiết bị cách điện quang học.



Hình 1.10. Các mức tín hiệu nhập.

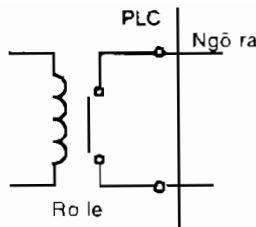
quang và transistor quang học sẽ tạo ra sự cách điện nhưng vẫn cho phép xung digital đi vào mạch để làm tăng xung digital trong mạch khác. Nói chung, tín hiệu digital tương thích với bộ vi xử lý trong PLC là 5V dc. Tuy nhiên, nhờ sự điều hòa tín hiệu trong kênh nhập, có cách điện, tín hiệu nhập dải rộng có thể được cung cấp cho bộ vi xử lý. Dải tín hiệu nhập có thể sử dụng cho PLC lớn là các tín hiệu on-off 5V, 24V, 110V, và 220V (Hình 1.10). Các PLC nhỏ thường chỉ dùng tín hiệu nhập 24V. Hình 1.11 minh họa dạng kênh nhập dc cơ bản.



Hình 1.11. Mạch nhập dc cơ bản.

Các thiết bị xuất thường được phân loại theo kiểu rơ-le, transistor, hoặc triac.

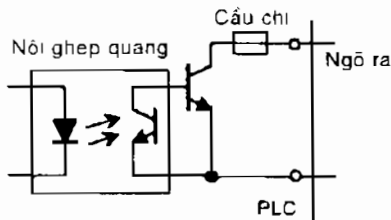
1. *Kiểu rơ-le*, tín hiệu từ đầu ra của PLC được sử dụng để vận hành rơ-le, có khả năng chuyển mạch dòng điện vài ampere trong mạch ngoại vi. Rơ-le không chỉ cho phép dùng các dòng điện nhỏ để chuyển mạch các dòng điện lớn mà còn cách ly PLC với các mạch bên ngoài. Tuy nhiên, rơ-le vận hành tương đối chậm. Thiết bị xuất kiểu rơ-le thích hợp cho việc chuyển mạch ac và dc. Chúng có thể chịu được sự gia tăng đột ngột



Hình 1.12. Thiết bị xuất kiểu rơ-le.

dòng điện và điện áp trong thời gian ngắn. Hình 1.12 minh họa đặc tính cơ bản của thiết bị xuất kiểu rơ-le.

2. *Kiểu transistor* sử dụng transistor để chuyển mạch dòng điện đi qua mạch điện ngoài. Thiết bị này có tốc độ chuyển mạch nhanh, chỉ dùng cho điện dc, dễ bị hư hỏng do quá dòng và do điện áp chuyển tiếp. Để bảo vệ, thiết bị này sử dụng cầu chì hoặc mạch bảo vệ điện tử. Các bộ nối ghép quang được dùng để cách điện. Hình 1.13 minh họa dạng cơ bản của kênh transistor xuất.

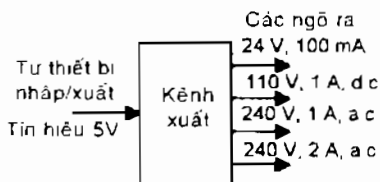


Hình 1.13. Dạng cơ bản của thiết bị xuất kiểu transistor

3. Thiết bị xuất *kiểu triac*, với linh kiện nối ghép quang, có thể được sử dụng để điều khiển tải bên ngoài nối kết với nguồn công suất ac, chuyên dùng với điện a.c. và rất dễ bị phá hủy do quá dòng. Cầu chì luôn luôn được gắn kèm để bảo vệ thiết bị xuất kiểu này.

Tín hiệu ra từ thiết bị nhập/xuất là tín hiệu digital với mức 5V. Tuy nhiên, sau khi qua các rơ-le, transistor hoặc triac, tín hiệu ra từ kênh xuất có thể là tín hiệu chuyển mạch 24 V, 100mA; điện áp dc 110V, 1A;

thậm chí 240V, 1A ac; hoặc 240V, 2A ac từ kênh xuất kiểu triac (Hình 1.14). Với PLC nhỏ, tất cả các tín hiệu ra có thể chỉ một dạng 240Vac, 1A. Tuy nhiên, đối với PLC lớn, dải tín hiệu ra có thể thay đổi bằng cách lựa chọn các module thích hợp.



Hình 1.14. Các mức tín hiệu ra.

Sau đây là phần minh họa dạng tín hiệu ra và tín hiệu vào có thể có trên PLC nhỏ trong series Mitsubishi F2:

Số lượng ngõ vào: 12

Số lượng ngõ ra: 8

Thông số ngõ vào:

Điện áp $24V \pm 4V$, dc

Dòng làm việc off $\rightarrow$ on, 4mA dc, max.

on $\rightarrow$ on, 15 mA dc max

Thông số ngõ ra:

Kiểu: Rơ le

Cách điện rơle

2A/ tải điện trở, tải cảm ứng 35 VA, tải đèn 100 W.

Kiểu: Transistor.

Cách điện bằng nối ghép quang.

1 A/ tải điện trở, tải cảm ứng 24 W, tải đèn 100W.

Kiểu: Triac

Cách điện bằng nối ghép quang.

1 A/ tải điện trở, 50 VA 110/120V ac,

tải cảm ứng 100 VA 220/240 V ac, tải đèn 100W.

Câu hỏi ôn tập

1. PLC là chữ viết tắt của:
 - A. Máy tính logic cá nhân.
 - B. Máy tính cục bộ lập trình được.
 - C. Thiết bị điều khiển logic cá nhân
 - D. Thiết bị điều khiển logic lập trình được.
2. Kênh xuất transistor của PLC:
 - (i) Chỉ được sử dụng cho sự chuyển mạch d.c.
 - (ii) Được cách điện với tải ở đầu ra bằng linh kiện nối ghép quang học.

Phát biểu nào đúng.

 - A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
3. Kênh xuất rơ-le của PLC:
 - (i) Chỉ được sử dụng cho sự chuyển mạch d.c.
 - (i) Có thể chịu được sự quá tải trong thời gian ngắn.

Phát biểu nào đúng.

 - A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
4. Kênh xuất kiểu triac của PLC:
 - (i) Chỉ được sử dụng cho các tải đầu ra a.c.
 - (ii) Được cách điện với tải đầu ra bằng linh kiện nối ghép quang học.

Phát biểu nào đúng?

- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
5. Điện áp nào sau đây thích hợp nhất với mức điện áp được sử dụng trong PLC, kể cả các mức điện áp có thể xuất hiện khi có sự điều áp trong các kênh nhập/xuất.
- A. 5V
 - B. 24V
 - C. 110V
 - D. 240V
6. Công dụng của linh kiện nối ghép quang trong các thiết bị nhập xuất:
- (i) Cung cấp cơ cấu cầu chì để ngắt mạch nếu xuất hiện dòng điện hoặc điện áp cao.
 - (ii) Cách ly CPU ra khỏi các điện áp và dòng điện cao.

Phát biểu nào đúng?

- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
7. Hãy vẽ sơ đồ khối trình bày các bộ phận chính trong PLC.
8. Hãy vẽ sơ đồ khối của PLC nêu rõ các chức năng chính và cách liên kết các bus với chúng, giải thích các chức năng của mỗi khối.
9. Hãy phát biểu các đặc tính của các kênh xuất kiểu rơ-le, transistor, và triac trong PLC.
10. Bộ nhớ 2K có thể lưu trữ được bao nhiêu bit?

Chương 2

CÁC THIẾT BỊ NHẬP - XUẤT

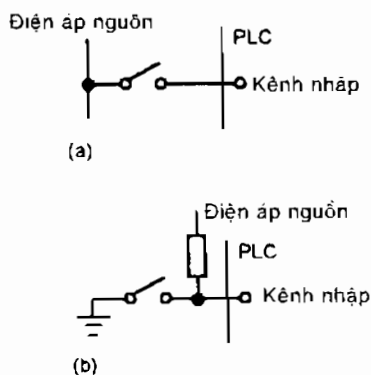
Chương này trình bày tóm tắt các thiết bị nhập và xuất phổ biến được sử dụng trong PLC. Các thiết bị nhập được đề cập gồm cả digital và analog, chẳng hạn, các công tắc cơ dò tìm vị trí, các công tắc proximity, các công tắc quang điện, các bộ mã hóa, các công tắc nhiệt độ và áp suất, các đồng hồ điện áp, các biến áp vi sai tuyến tính, các đồng hồ biến dạng, các transistor nhiệt, và các cặp nhiệt điện. Các thiết bị xuất gồm rơ-le, thiết bị tiếp xúc, các van solenoid, và động cơ.

Các thiết bị nhập

Các bộ cảm biến cung cấp tín hiệu digital/rời rạc (có - không), các ngõ ra có thể được nối kết dễ dàng với cổng nhập của PLC. Các bộ cảm biến cung cấp tín hiệu analog phải chuyển thành tín hiệu digital trước khi nhập vào cổng PLC. Sau đây là một số bộ cảm biến thông dụng.

Công tắc cơ

Công tắc cơ tạo ra tín hiệu đóng-mở, hoặc các tín hiệu là kết quả của tác động cơ học làm công tắc mở hoặc đóng. Loại công tắc này có thể được sử dụng để cho biết sự hiện diện của chi tiết gia công trên bàn máy, do chi tiết ép vào công tắc, làm cho công tắc đóng. Sự vắng mặt của chi tiết gia công được biểu thị bằng công tắc mở và sự hiện hữu của chi tiết được biểu thị bằng công tắc đóng. Do đó, với cách bố trí được trình bày trên Hình 2.1(a), các tín hiệu nhập đối với kênh nhập đơn của PLC có các mức logic như sau:



Hình 2.1. Các bộ cảm biến công tắc.

Không có chỉ tiết: 0

Có chỉ tiết: 1

Mức 1 có thể tương ứng với tín hiệu nhập 24V d.c., mức 0 tương ứng với tín hiệu nhập 0V.

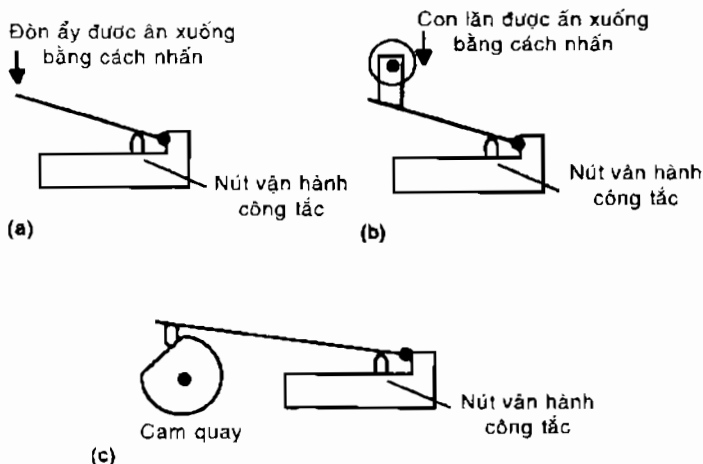
Với cách bố trí được trình bày trên Hình 2.1(b), khi công tắc mở, điện áp được cung cấp cho đầu vào của PLC, khi công tắc đóng điện áp vào sụt đến giá trị thấp. Các mức logic là:

Không có chỉ tiết: 1

Có chỉ tiết: 0

Bạn có thể sử dụng các công tắc có các tiếp điểm *thường mở* (NO) hoặc *thường đóng* (NC). Công tắc NO có các tiếp điểm mở khi không có tín hiệu vào cơ học, tín hiệu này được sử dụng để đóng công tắc. Công tắc NC có các tiếp điểm đóng khi thiếu tín hiệu vào cơ học, tín hiệu này được dùng để mở công tắc.

Thuật ngữ *công tắc giới hạn* được sử dụng cho công tắc chuyên dùng để phát hiện sự có mặt của chi tiết chuyển động. Công tắc này có thể được vận hành bằng cam, trục lăn, hoặc đòn bẩy. Hình 2.2 minh họa



Hình 2.2. Các công tắc giới hạn được vận hành bằng: (a) đòn bẩy, (b) con lăn, (c) cam.

một số ví dụ. Cam (Hình 2.2(c)) có thể quay với vận tốc không đổi và đóng mở công tắc theo khoảng thời gian nhất định.

Công tắc gián tiếp

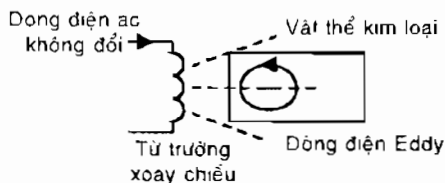
Các công tắc gián tiếp được sử dụng để phát hiện sự hiện hữu của vật thể mà không tiếp xúc với vật thể đó. Công tắc này có nhiều dạng, một số chỉ phù hợp với các vật thể kim loại.

Công tắc kiểu *dòng điện eddy* (dòng điện foucault) có cuộn dây được cấp nguồn bằng dòng điện xoay chiều ổn định và sinh ra từ trường xoay chiều không đổi. Khi vật thể kim loại đến gần công tắc, các dòng điện eddy được sinh ra trong vật thể đó (Hình 2.3). Từ trường của các dòng điện eddy tạo ra lực điện

động tác dụng lên cuộn dây, kết quả là biên độ điện áp thay đổi để duy trì dòng điện trong cuộn dây ổn định. Biên độ điện áp là độ đo mức kế cận của các vật thể kim loại. Điện áp này có thể được sử dụng để kích hoạt mạch công tắc điện tử, thường là transistor có tín hiệu ra được chuyển mạch từ thấp đến cao theo sự thay đổi điện áp, do đó transistor là thiết bị đóng - ngắt. Khoảng cách phát hiện vật thể kim loại thường vào khoảng 0.5 - 20 mm.

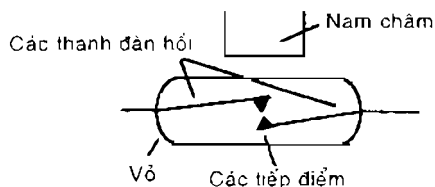
Công tắc gián tiếp kiểu *cảm ứng* gồm cuộn dây quấn xung quanh lõi sắt. Khi một đầu của lõi sắt được đặt gần vật thể kim loại có chứa sắt, sẽ có sự thay đổi về lượng của lõi kim loại kết hợp với cuộn dây, do đó, làm thay đổi độ cảm ứng của lõi kim loại. Sự thay đổi này có thể được giám sát bằng mạch cộng hưởng, sự hiện diện của vật thể kim loại có chứa sắt sẽ làm thay đổi dòng điện trong mạch. Dòng điện này có thể được sử dụng để kích hoạt mạch công tắc điện tử, tạo thành thiết bị đóng - ngắt. Vật thể có thể bị phát hiện ở khoảng cách 2 - 15 mm.

Công tắc lưới gà. Công tắc này gồm hai dải sắt từ đàn hồi, xếp chồng nhưng không tiếp xúc với nhau được gắn vào vỏ thủy tinh hoặc chất dẻo (Hình 2.4). Khi nam châm hoặc cuộn dây mang dòng điện đến



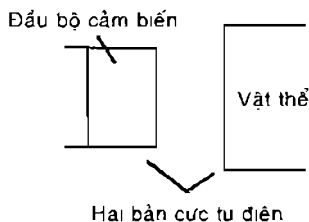
Hình 2.3. Công tắc gián tiếp kiểu dòng điện eddy

gắn công tắc, các dải sắt sẽ bị từ hóa và hút nhau, làm các tiếp điểm đóng. Nam châm làm đóng các tiếp điểm khi cách công tắc khoảng 1mm. Vì vậy, công tắc này được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị chống trộm để phát hiện khi cửa bị mở; nam châm gắn lên cửa và công tắc lưới gà gắn lên khung cửa. Khi cửa mở công tắc sẽ mở.



Hình 2.4. Công tắc lưới gà.

Công tắc gián tiếp được sử dụng với các vật thể kim loại và phi kim loại là *công tắc kiểu điện dung*. Điện dung của tụ được xác định bằng khoảng cách giữa hai bản cực, khoảng cách càng nhỏ điện dung càng cao. Bộ cảm biến của công tắc kiểu điện dung là một trong hai bản cực của tụ điện, bản kia là vật thể kim loại (Hình 2.5). Sự tiếp cận của vật thể kim loại được phát hiện nhờ sự thay đổi điện dung. Bộ cảm biến cũng có thể được sử dụng để phát hiện các vật thể phi kim loại vì điện dung của tụ phụ thuộc vào chất điện môi giữa hai bản. Trong trường hợp này, các bản cực là bộ cảm biến và dây nối đất, vật thể phi kim loại là chất điện môi. Sự thay đổi điện dung có thể được sử dụng để kích hoạt mạch công tắc điện tử và tạo thành thiết bị đóng-ngắt. Công tắc kiểu điện dung có thể được sử dụng để phát hiện các vật thể khi chúng cách đầu bộ cảm biến khoảng 4-60 mm.



Hình 2.5. Công tắc kiểu điện dung.

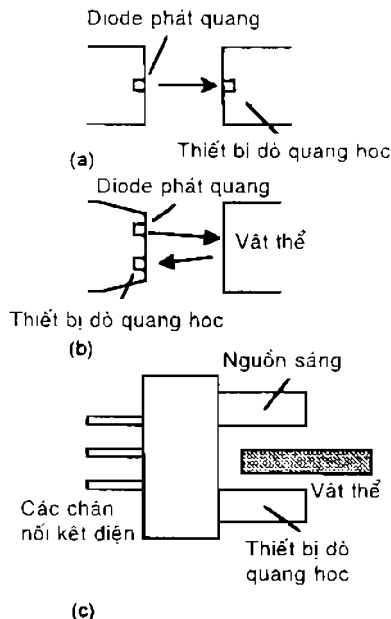
Các bộ cảm biến quang điện và các công tắc

Các thiết bị chuyển mạch quang điện có thể vận hành theo *kiểu truyền phát*, vật thể cần phát hiện sẽ chắn chùm sáng (thường là bức xạ hồng ngoại), không cho chúng chiếu tới thiết bị dò (Hình 2.6(a)); hoặc theo *kiểu phản xạ*, vật thể cần phát hiện sẽ phản chiếu chùm sáng lên thiết bị dò (Hình 2.6(b)). Trong cả hai kiểu, cực phát bức xạ

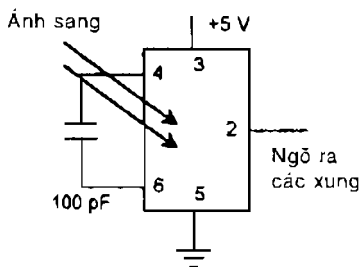
thông thường là *diode phát quang* (LED). Thiết bị dò bức xạ có thể là *transistor quang*, thường là hai transistor, được gọi là *cặp Darlington*. Cặp Darlington làm tăng độ nhạy của thiết bị. Tùy theo mạch được sử dụng, đầu ra có thể được chế tạo để chuyển mạch đến mức cao hoặc mức thấp khi ánh sáng đến transistor. Các bộ cảm biến được cung cấp dưới dạng các hộp cảm nhận sự có mặt của các vật thể ở khoảng cách ngắn, thường nhỏ hơn 5 mm. Hình 2.6(c)) minh họa bộ cảm biến chữ U, trong đó vật thể ngăn chặn chùm sáng.

Bộ cảm biến thứ hai là *diode quang*. Tùy theo mạch được sử dụng, đầu ra có thể được thiết kế để chuyển mạch đến mức cao hoặc mức thấp khi ánh sáng đập vào diode. Một kiểu thiết bị thường dùng nữa là *tế bào quang dẫn*. Điện trở của tế bào quang dẫn, thường là cadmi sulphide, phụ thuộc vào cường độ ánh sáng chiếu lên tế bào.

Đối với các bộ cảm biến nêu trên, ánh sáng được chuyển thành sự thay đổi dòng điện, điện áp hoặc điện trở. Nếu tín hiệu ra được sử dụng theo độ đo cường độ ánh sáng, thay vì sự hiện diện hoặc vắng mặt của vật thể trên đường truyền sáng, tín hiệu này cần có sự khuếch đại, sau đó chuyển từ analog sang digital bằng thiết bị chuyển đổi analog-digital. Một cách khác là sử dụng



Hình 2.6. Các bộ cảm biến quang điện.



Hình 2.7. TSL220.

thiết bị chuyển đổi ánh sáng-tần số, sau đó ánh sáng được chuyển thành chuỗi xung có tần số là độ đo cường độ ánh sáng. Các bộ cảm biến mạch tích hợp (Texas Instrument TSL220) kết hợp bộ cảm biến ánh sáng và bộ chuyển đổi điện áp-tần số (Hình 2.7).

Bộ mã hóa

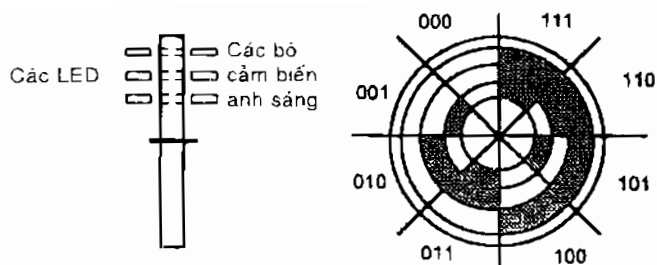
Thuật ngữ *bộ mã hóa* được sử dụng cho thiết bị cung cấp tín hiệu ra digital theo sự dịch chuyển góc hoặc tuyến tính. *Bộ mã hóa gia số* tìm các thay đổi chuyển dịch góc hoặc tuyến tính từ vị trí chuẩn cho trước, còn *bộ mã hóa tuyệt đối* cung cấp vị trí góc hoặc tuyến tính thực tế.

Hình 2.8 minh họa dạng bộ mã hóa gia số cơ bản dùng để đo chuyển dịch góc. Chùm sáng, có thể từ diode phát quang (LED), đi qua các khe trên đĩa và được phát hiện nhờ bộ cảm biến quang, chẳng hạn, diode quang hoặc transistor quang. Khi đĩa quay, chùm sáng luân phiên phát và ngừng, tạo thành tín hiệu ra dạng xung ở bộ cảm biến ánh sáng. Số lượng xung tỉ lệ với góc quay của đĩa, độ phân giải tỉ lệ với số khe trên đĩa. Với đĩa 60 khe, góc dịch chuyển từ khe bất kỳ đến khe kế tiếp là 6° (do một vòng quay là 360°). Bằng cách bố trí các khe, bạn có thể có hơn một ngàn khe trong một vòng quay và độ phân giải sẽ cao hơn nhiều.



Hình 2.8. Dạng cơ bản của bộ mã hóa gia số.

Bộ mã hóa tuyệt đối khác bộ mã hóa gia số là có các khe mẫu xác định từng vị trí góc. Hình 2.9 trình bày bộ mã hóa tuyệt đối sử dụng ba bộ khe và cung cấp tín hiệu ra 3-bit. Các thiết bị mã hóa phổ biến thường có đến 10 hoặc 12 rãnh. Số bit trong tín hiệu ra nhị phân tương ứng số lượng rãnh. Vì vậy, với ba rãnh sẽ có 3 bit và số vị trí có thể được dò tìm là $2^3 = 8$, nghĩa là, độ phân giải sẽ là $360/8 = 45^{\circ}$. Với 10

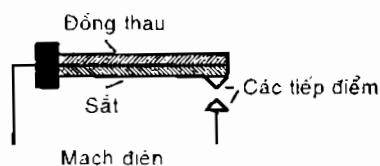


Hình 2.9. Thiết bị mã hóa đổi 3-bit

rãnh sẽ có 10 bit và số vị trí là $2^{10} = 1024$ và độ phân giải tính theo góc là $360/1024 = 0.35^\circ$.

Các bộ cảm biến nhiệt độ

Dạng đơn giản của bộ cảm biến nhiệt độ có thể được sử dụng để cung cấp tín hiệu đóng - ngắt khi nhiệt độ đạt đến giá trị xác định, là *phản tử lưỡng kim*. Phần tử này gồm hai dải kim loại khác nhau, ví dụ, đồng thau và sắt, được gắn với nhau (Hình 2.10). Hai kim loại này có hệ số giãn nở khác nhau. Khi nhiệt độ tăng, dải lưỡng kim sẽ uốn cong, do một trong hai kim loại có hệ số giãn nở nhiệt lớn hơn. Kim loại giãn nở cao hơn sẽ ở trên mặt lồi của phần cong. Khi nguội, hiệu ứng uốn cong xảy ra theo chiều ngược lại. Sự chuyển động này của dải lưỡng kim có thể được sử dụng để ngắt các tiếp xúc điện, từ đó, ở nhiệt độ nhất định, sẽ đóng-ngắt dòng điện trong mạch. Thiết bị này có độ chính xác không cao, nhưng được sử dụng phổ biến trong các bộ điều nhiệt của hệ thống nhiệt gia dụng.



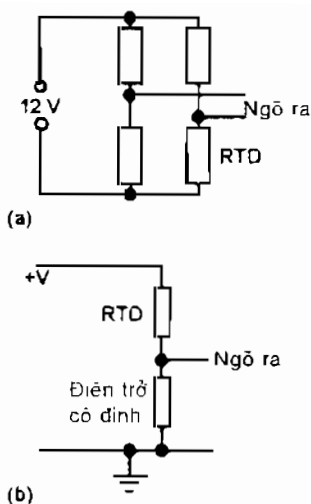
Hình 2.10. Dải lưỡng kim.

Dạng thiết bị cảm biến nhiệt độ thứ hai là *thiết bị đo nhiệt độ điện trở (RTD)*. Điện trở của các kim loại hoặc các chất bán dẫn thay đổi theo nhiệt độ. Trong trường hợp kim loại (các kim loại được sử dụng phổ biến nhất là platinum, nickel, hoặc các hợp kim nickel), điện trở của chúng thay đổi tuyến tính theo nhiệt độ, trong khoảng nhiệt độ rộng, mặc dù sự thay đổi điện trở thực sự trên một độ tương đối nhỏ.

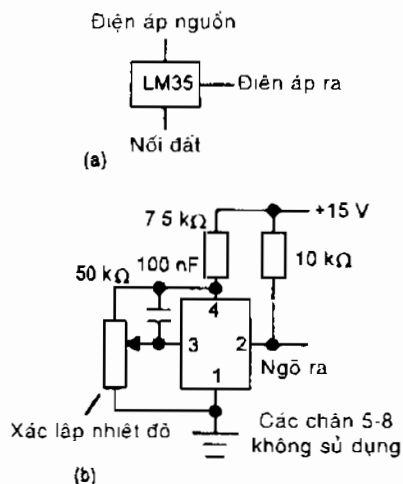
Các chất bán dẫn, chẳng hạn, các thermistor, có sự thay đổi điện trở rất lớn theo nhiệt độ. Tuy nhiên, sự thay đổi này không tuyến tính. Các thiết bị dò kiểu này có thể được sử dụng như một nhánh của cầu Wheatstone và tín hiệu ra của cầu được dùng làm độ đo nhiệt độ (Hình 2.11(a)). Một khả năng khác là sử dụng mạch phân chia điện áp, sự thay đổi điện trở của thermistor sẽ làm thay đổi độ sụt áp qua điện trở (Hình 2.11(b)). Tín hiệu ra của hai kiểu mạch này là tín hiệu analog, có số đo chuẩn hóa theo nhiệt độ.

Các diode nhiệt và các transistor nhiệt được sử dụng trong các thiết bị cảm biến nhiệt độ, vì tốc độ các điện tử và các lỗ trống truyền qua lớp tiếp giáp của chất bán dẫn chịu tác động của nhiệt độ. Các mạch tích hợp kết hợp thành phần nhạy nhiệt độ với hệ thống mạch điện thích hợp để cung cấp điện áp ra theo nhiệt độ. Thiết bị tích hợp thông dụng là LM35, cung cấp điện áp ra $10\text{mV}/^{\circ}\text{C}$ khi điện áp nguồn là $+5\text{V}$ (Hình 2.12(a)).

Công tắc nhiệt độ digital có thể được chế tạo từ bộ cảm biến analog, bằng cách đưa tín hiệu ra analog vào tầng khuếch đại của thiết bị so, thiết bị này so



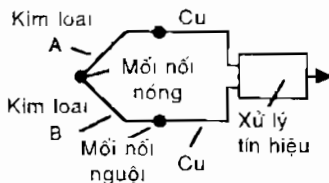
Hình 2.11. (a) Cầu Wheatstone, (b) Mạch phân chia điện áp.



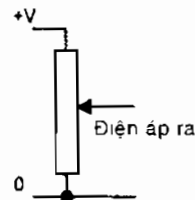
Hình 2.12. (a) LM35,
(b) Mạch LM3911N dùng để điều
khiển đóng - ngắt.

sánh tín hiệu đó với giá trị chọn trước, tạo thành ngõ ra cho tín hiệu logic 1, khi tín hiệu vào điện áp nhiệt độ bằng hoặc lớn hơn giá trị cho trước, và ngược lại ngõ ra cung cấp tín hiệu logic 0. Các mạch tích hợp, chẳng hạn LM3911N, có thể kết hợp thành phần cảm biến nhiệt độ là transistor nhiệt với bộ khuếch đại thuật toán. Khi các nối kết với vi mạch được thực hiện, bộ khuếch đại được nối kết như một thiết bị so (Hình 2.12(b)), ngõ ra sẽ chuyển mạch khi nhiệt độ vượt quá giá trị cho trước, tạo thành thiết bị điều khiển đóng ngắt theo nhiệt độ.

Thiết bị cảm biến nhiệt độ thông dụng là *cặp nhiệt điện*. Cặp nhiệt điện chủ yếu gồm hai dây điện khác nhau A và B tạo thành mỗi nối (Hình 2.13). Khi mỗi nối này được nung nóng đến nhiệt độ cao hơn các mối nối khác trong mạch (nhiệt độ của mạch không thay đổi), lực điện động sẽ xuất hiện có quan hệ với nhiệt độ của mối nối nóng. Điện áp do cặp nhiệt điện tạo ra thấp, cần khuếch đại trước khi cung cấp cho ngõ vào kênh analog của PLC. Ngoài ra, cần có hệ thống mạch điện bù nhiệt độ ở mỗi nối nguội, vì nhiệt độ của mỗi nối nguội ảnh hưởng đến giá trị lực điện động do mỗi nối nóng tạo ra. Sự khuếch đại và bù, cùng các bộ lọc sẽ làm giảm ảnh hưởng nhiều do nguồn cung cấp chính 50Hz thường được kết hợp trong thiết bị xử lý tín hiệu.



Hình 2.13. Cặp nhiệt điện.

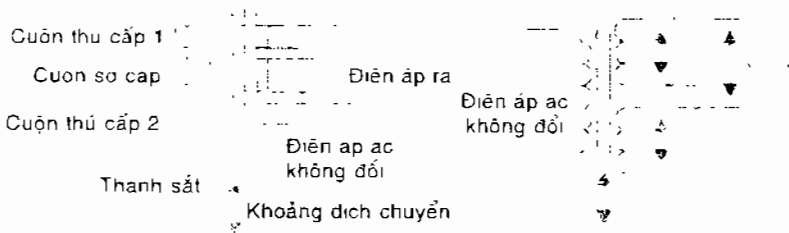


Hình 2.14. Chiết áp kế

Các bộ cảm biến khoảng dịch chuyển

Chiết áp kế kiểu quay hoặc tuyến tính có thể được sử dụng để cung cấp tín hiệu điện áp phụ thuộc vào vị trí của tiếp điểm trượt giữa các đầu của rãnh điện trở trong chiết áp kế (Hình 2.14). Chiết áp kế là bộ cảm biến vị trí theo góc hoặc tuyến tính analog.

Dạng thiết bị cảm biến khoảng dịch chuyển thứ hai là *biến áp vi sai biến thiên tuyến tính (LVDT)*, thiết bị này cung cấp điện áp ra theo



Hình 2.15. LVDT.

vị trí của thanh sắt. LVDT gồm ba cuộn dây đối xứng suốt hành trình thanh sắt di chuyển (Hình 2.15).

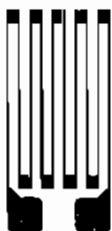
Khi dòng điện xoay chiều được đưa vào cuộn sơ cấp, điện áp xoay chiều được tạo ra trong hai cuộn dây thứ cấp. Khi lõi sắt ở chính giữa hai cuộn dây thứ cấp, điện áp sinh ra trong hai cuộn thứ cấp bằng nhau. Các đầu ra từ hai cuộn dây thứ cấp được nối kết sao cho tín hiệu ra kết hợp của chúng khác với điện áp của hai cuộn dây thứ cấp. Khi thanh sắt ở chính giữa, điện áp xoay chiều trên hai cuộn thứ cấp bằng nhau, vì vậy, không có điện áp ra. Khi thanh sắt dịch chuyển ra khỏi vị trí giữa, lệch về phía một trong hai cuộn dây thứ cấp, điện áp xoay chiều trong hai cuộn dây thứ cấp không bằng nhau. Sự chênh lệch điện áp giữa hai cuộn dây thứ cấp phụ thuộc vào vị trí của thanh sắt. Điện áp ra từ LVDT là điện áp xoay chiều. Điện áp này thường được chuyển thành điện áp d.c. analog và được khuếch đại trước khi dẫn vào kênh analog của PLC.

Các biến dạng kế

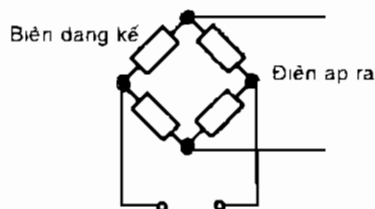
Khi dây hoặc dải vật liệu bán dẫn bị co hoặc giãn, điện trở của chúng thay đổi. Sự thay đổi điện trở tỉ lệ với sự thay đổi chiều dài (độ biến dạng).

$$\Delta R/R = G \times \text{độ biến dạng}.$$

Trong đó, ΔR là sự thay đổi điện trở đối với dây có điện trở R , và G là hằng số, được gọi là *hệ số chuẩn hóa*. Hệ số này đối với kim loại là 2 và các chất bán dẫn khoảng 100. Các biến dạng kế điện trở kim loại có cuộn dây phẳng để đạt được chiều dài kim loại hợp lý trên diện tích nhỏ. Thông thường chúng được cắt từ tấm kim loại (Hình 2.16) và có



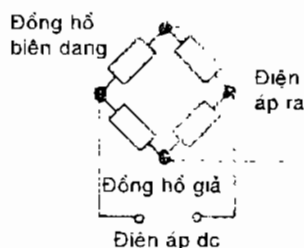
Hình 2.16. Các đồng hồ biến dạng bằng lá kim loại.



Hình 2.17. Mạch cầu Wheatstone.

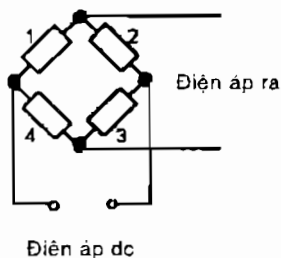
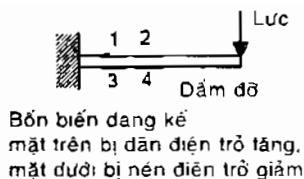
màng chất dẻo trên bề mặt. Sự thay đổi điện trở của đồng hồ biến dạng thường được chuyển thành tín hiệu điện áp bằng cách sử dụng cầu Wheatstone (Hình 2.17).

Một vấn đề phát sinh là điện trở biến dạng kế cũng thay đổi theo nhiệt độ, vì vậy cần có phương pháp bù nhiệt độ để tín hiệu ra của cầu Wheatstone chỉ là hàm biến dạng. Điều này có thể thực hiện bằng cách đặt đồng hồ biến dạng giả trên nhánh cầu đối diện, không có lực tác dụng lên đồng hồ này, chỉ có nhiệt độ (Hình 2.18). Một cách thay thế thông dụng là dùng bốn đồng hồ trên các nhánh cầu, và bố trí chúng sao cho một cặp đồng hồ đối diện ở trạng thái chịu lực kéo và cặp kia ở trạng thái chịu lực nén. Cách bố trí này không những cung cấp sự bù nhiệt độ, mà còn cung cấp sự biến thiên tín hiệu ra lớn hơn nhiều khi tác động lực kéo.

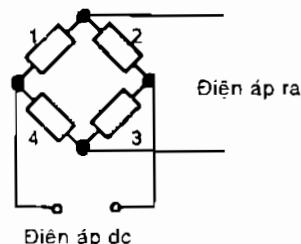
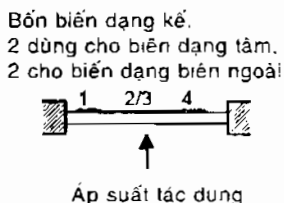


Hình 2.18. Mạch bù nhiệt độ.

Bằng cách gắn biến dạng kế vào các thiết bị khác, mức thay đổi độ biến dạng của các thiết bị này có thể được biến đổi, để cung cấp các thay đổi điện áp. Các biến dạng kế có thể được gắn với dầm đỡ đang chịu lực tác động ở đầu tự do của dầm (Hình 2.19(a)). Sự thay đổi điện áp ở các biến dạng kế và cầu Wheatstone sẽ trở thành số đo lực. Một khả năng khác là gắn đồng hồ biến dạng với màng, màng này bị biến dạng do áp suất (Hình 2.19(b)). Tín hiệu ra từ đồng hồ, được kết hợp với cầu Wheatstone sẽ trở thành độ đo áp suất.



(a)

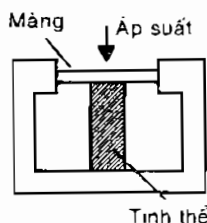


(b)

Hình 2.19. Các biến dạng kể được sử dụng cho
(a) bộ cảm biến lực, (b) bộ cảm biến áp suất.

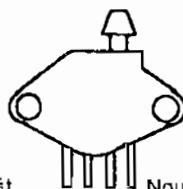
Các bộ cảm biến áp suất

Các bộ cảm biến áp suất thông dụng cung cấp các đáp ứng liên quan đến áp suất là kiểu màng và kiểu xếp. Kiểu màng gồm một đĩa mỏng bằng kim loại hoặc chất dẻo, được định vị theo chu vi. Khi áp suất ở hai phía của màng khác nhau, tâm màng bị lệch. Độ lệch này tương ứng với chênh lệch áp suất ở hai phía, và có thể phát hiện nhờ các đồng hồ biến dạng được gắn với màng (Hình 2.19(b)), hoặc sử dụng độ lệch này để nén tinh thể áp điện (Hình 2.20). Khi tinh thể áp điện bị nén, sẽ có sự chuyển dịch tương đối các điện tích dương và âm trong tinh thể đó và các bề mặt phía ngoài của tinh thể sẽ tích điện. Do đó hiệu điện thế xuất hiện. Ví dụ về loại cảm biến này là bộ cảm biến Motorola MPX100AP (Hình 2.21). Bộ cảm biến này có chân không ở một phía của màng, do đó, độ lệch của màng cung cấp giá trị áp suất tuyệt đối tác động lên phía bên kia màng. Tín hiệu ra là điện áp, tỉ lệ với áp suất tác động với độ nhạy 0.6 mV/kPa. Các biến thể khác có một



Hình 2.20. Bộ cảm biến áp suất kiểu áp điện.

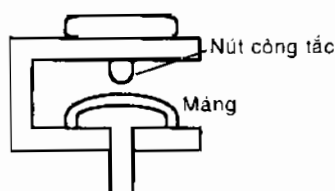
Áp suất tác dụng



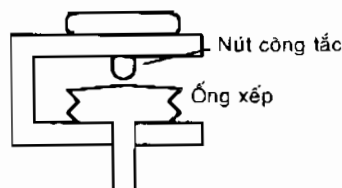
Hình 2.21. MPX100AP.

phía màng thông với khí quyển và có thể được sử dụng để đo áp suất đồng hồ, các kiểu khác cho phép tác động áp suất lên cả hai phía và cũng có thể được dùng để đo các áp suất vi sai.

Các công tắc áp suất được thiết kế để đóng hoặc mở ở áp suất xác định. Dạng phổ biến gồm màng hoặc ống xếp, chuyển động dưới tác động của áp suất và vận hành công tắc cơ khí (Hình 2.22). Kiểu màng có độ nhạy thấp hơn kiểu ống xếp nhưng có thể chịu được áp suất lớn hơn.



(a)



(b)

Hình 2.22. Các công tắc áp suất

Thiết bị dò mức chất lỏng

Các bộ cảm biến áp suất có thể được sử dụng để giám sát lượng chất lỏng trong thùng chứa. Áp suất do cột chất lỏng có chiều cao h so với mức nào đó là $h\rho g$, trong đó ρ là tỷ trọng chất lỏng và g là gia tốc trọng trường. Phương pháp thông dụng để xác định mức chất lỏng trong thùng là đo áp suất chất lỏng so với mức đã cho (Hình 2.23).

Nói chung, bộ cảm biến chỉ được yêu cầu để cung cấp tín hiệu khi chất

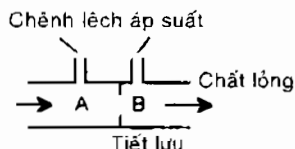


Hình 2.23. Bộ cảm biến mức chất lỏng.

lồng trong thùng chứa đạt đến mức nhất định. Công tắc phao được sử dụng cho mục đích này gồm phao gắn nam châm di chuyển trong bao che có công tắc lưới gà. Khi phao dâng lên hoặc hạ xuống, phao sẽ mở hoặc đóng công tắc lưới gà, công tắc lưới gà được nối kết với mạch đóng ngắt điện áp.

Phương pháp đo lưu lượng chất lỏng

Dạng lưu lượng kế chất lỏng phổ biến dựa trên việc đo chênh lệch áp suất khi chất lỏng chảy qua đoạn thắt. Hình 2.24 trình bày dạng *lưu lượng kế tiết lưu*. Khi chất lỏng chảy qua đoạn tiết lưu, áp suất ở điểm A cao hơn điểm B, sự chênh lệch áp suất là độ đo tốc độ dòng chảy. Độ chênh lệch áp suất này có thể được giám sát nhờ áp kế kiểu màng và trở thành số đo tốc độ dòng.



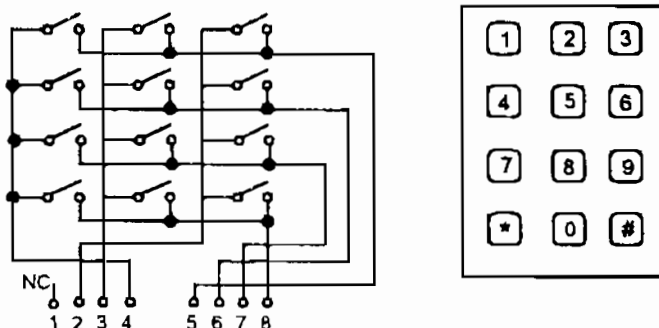
Hình 2.24. Lưu lượng kế tiết lưu

Bàn phím

Nhiều máy sử dụng bàn phím nhỏ để nhập các lệnh xác lập điều kiện được yêu cầu cho các ngõ ra, nhiệt độ hoặc tốc độ. Các bàn phím này thường có các nút khi được nhấn xuống sẽ vận hành các đệm cao su silicon dẫn điện để thực hiện các tiếp xúc. Hình 2.25 minh họa bàn phím 12 chiều. Thay vì nổi từng phím riêng rẽ và dùng 12 đầu vào, các phím được nối kết thành hàng và cột, việc ấn phím riêng lẻ có thể cung cấp đầu ra theo cột và đầu ra theo hàng duy nhất cho phím đó. Điều này làm giảm đầu vào cần thiết cho PLC.

Các thiết bị xuất

Các cổng ra của PLC có kiểu rơ-le hoặc bộ cách điện quang với các kiểu transistor hoặc triac tùy theo các thiết bị được nối kết với chúng sẽ được đóng hoặc mở (xem Chương 1). Nói chung, tín hiệu digital từ kênh xuất của PLC được sử dụng để điều khiển thiết bị kích hoạt, sau đó thiết bị kích hoạt điều khiển quá trình nào đó. Thuật ngữ *thiết bị kích hoạt* được sử dụng cho thiết bị biến đổi tín hiệu điện thành hoạt động có công suất cao hơn, sau đó hoạt động này sẽ điều khiển quá trình. Sau đây là một số ví dụ.

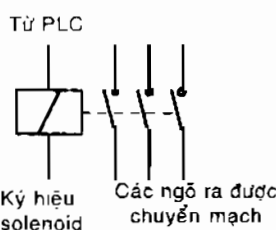


Hình 2.25. Bàn phím 12 chiều.

Contactor

Các solenoid quyết định số lượng thiết bị kích hoạt điều khiển ngõ ra. Khi dòng điện đi qua solenoid, từ trường được sinh ra, từ trường này có thể hút các bộ phận kim loại sắt trong vùng lân cận. Một ví dụ về thiết bị kích hoạt là *contactor*. Khi có tín hiệu ra từ PLC, từ trường xuất hiện trong solenoid, kéo các tiếp điểm để đóng một hoặc nhiều công tắc (Hình 2.26).

Kết quả là các dòng điện lớn hơn nhiều có thể được đóng mạch. Vì vậy, contactor có thể được sử dụng để đóng mạch dòng điện đến động cơ.

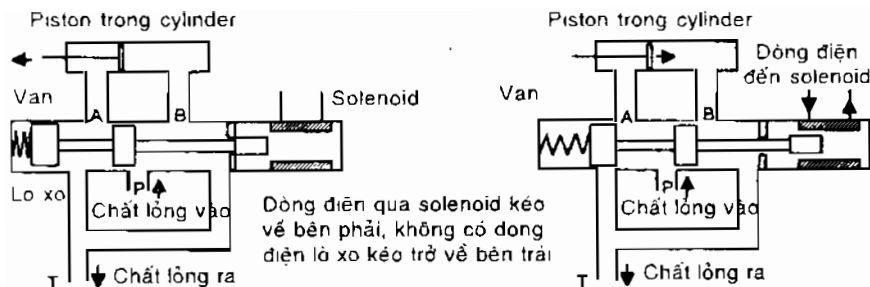


Hình 2.26. Contactor.

Về bản chất, contactor là một dạng *rơ-le*, sự khác nhau là thuật ngữ *rơ-le* được sử dụng cho thiết bị chuyển mạch các dòng điện nhỏ, thấp hơn 10A, còn thuật ngữ *contactor* được sử dụng cho thiết bị chuyển mạch dòng điện lớn, có thể đến hàng trăm ampere.

Các van điều khiển hướng

Một ví dụ khác về việc sử dụng solenoid làm thiết bị kích hoạt là *van van hành bằng solenoid*. Van này có thể được sử dụng để điều khiển hướng lưu thông của khí nén hoặc dầu ép, và cũng được sử dụng để vận hành các thiết bị khác, chẳng hạn, chuyển động của piston

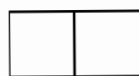


Hình 2.27. Van vận hành bằng solenoid.

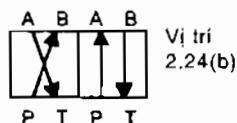
trong xi lanh. Hình 2.27 minh họa kiểu van cuộn, được sử dụng để điều khiển chuyển động của piston trong xi lanh.

Khi nén hoặc dầu thủy lực được nạp vào cổng P, cổng này nối với nguồn áp suất từ bơm hoặc máy nén, và cổng T được nối kết để cho phép dầu thủy lực trở về thùng chứa hoặc đi vào hệ thống thủy lực để đẩy không khí ra ngoài. Khi không có dòng điện chạy qua solenoid (Hình 2.27(a)) dầu thủy lực hoặc khí nén được nạp vào bên phải piston và được xả ở bên trái, kết quả là piston di chuyển về bên trái. Khi có dòng điện đi qua solenoid, van cuộn chuyển dầu thủy lực hoặc khí nén đến bên trái piston và được xả ở bên phải. Piston di chuyển về bên phải. Sự chuyển động của piston có thể được sử dụng để đẩy bộ chuyển hướng, làm lệch hướng hàng hóa ra khỏi băng chuyền (Hình 1.1(b)) hoặc thực hiện dạng dịch chuyển khác cần có công suất.

Van nói trên có hai vị trí điều khiển (Hình 2.27(a) và 2.27(b)). Các van điều khiển hướng được chuyển biệt theo số cổng và số vị trí điều khiển. Van trên Hình 2.27 có bốn cổng: A, B, P và T; và hai vị trí điều khiển. Vì vậy, van này được gọi là van 4/2. Ký hiệu cơ bản được sử dụng trên các bản vẽ đối với các van là hình vuông, mỗi hình vuông biểu thị một vị trí điều khiển. Như vậy ký hiệu của van trên Hình 2.27 gồm hai hình vuông (Hình 2.28). Trong mỗi hình vuông, các vị trí chuyển hướng được biểu



Hình 2.28.
Van hai vị trí.

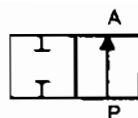


Vị trí 2.27(a)
Hình 2.29. Van 4/2.

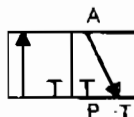
diễn bằng các mũi tên cho biết hướng lưu thông, hoặc bị chặn do không có đường lưu thông. Hình 2.29 trình bày cách biểu diễn van trên Hình 2.27. Hình 2.30 minh họa thêm vài kiểu van dẫn hướng và các vị trí chuyển hướng của chúng.

Phương pháp vận hành các van được bổ sung vào ký hiệu sơ đồ; Hình 2.31 trình bày các ký hiệu đó. Van được trình bày trên Hình 2.27 có lò xo để cung cấp một vị trí và solenoid cung cấp vị trí khác, vì vậy ký hiệu cho van này như trên Hình 2.32.

Các van dẫn hướng có thể được sử dụng để điều khiển hướng chuyển động của piston trong xi lanh, sự dịch chuyển của piston được dùng để thực hiện các hoạt động cần thiết. *Xi lanh tác động đơn* (Hình 2.33 (a)) là xi lanh được cung cấp công suất bằng cách nén lưu chất vào một phía của piston để cung cấp chuyển động theo một hướng, piston được trả về theo hướng khác, có thể bằng lò xo. *Xi lanh tác động kép* (Hình 2.33 (b)) là xi lanh được cung cấp công suất cho chuyển động của piston, bằng cách đưa lưu

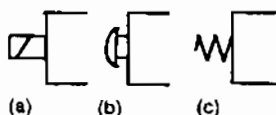


Van 2/2. lưu thông từ P đến A. không có chiều ngược lại

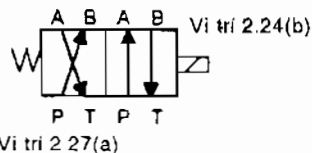


Van 3/2. không có lưu thông từ P đến A, và lưu thông từ A đến T, khi T đóng, lưu thông từ P đến A

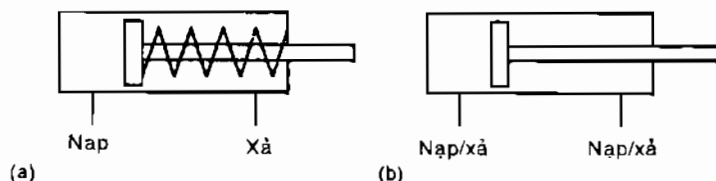
Hình 2.30. Các van dẫn hướng.



Hình 2.31. Cách vận hành: (a) solenoid, (b) nút bấm, (c) vận hành bằng lò xo.

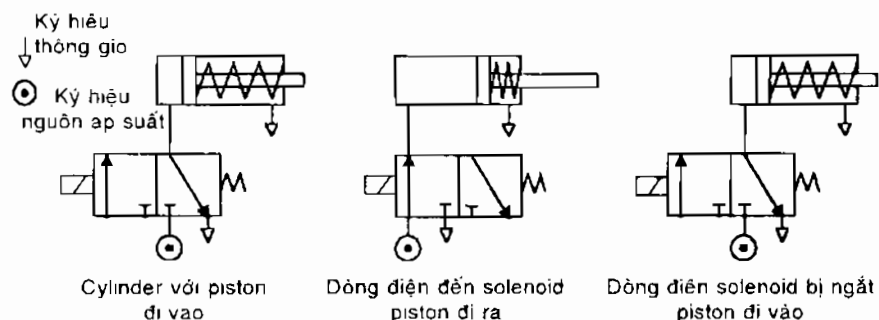


Hình 2.32. Van 4/2.

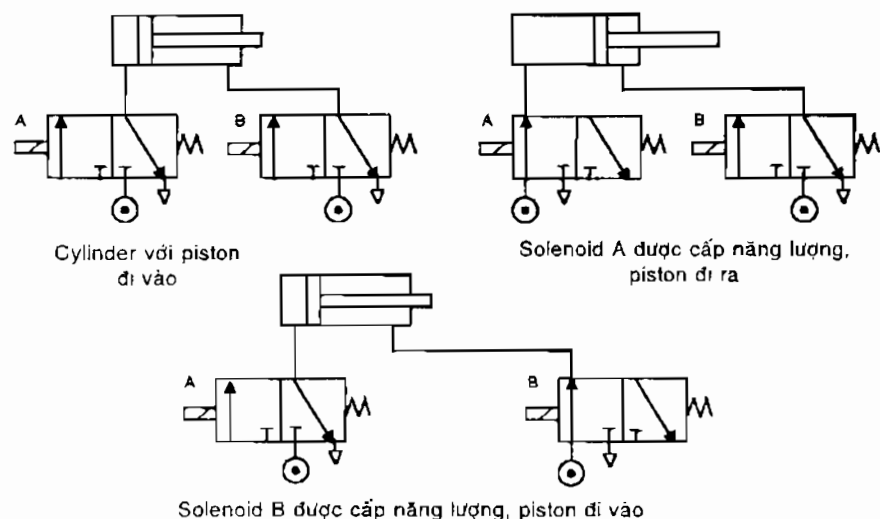


Hình 2.33. Các xi lanh: (a) tác động đơn, (b) tác động kép.

chất vào cả hai hướng chuyển động của piston. Hình 2.34 trình bày cách sử dụng van để điều khiển hướng chuyển động của piston trong xi lanh tác động đơn, Hình 2.35 minh họa cách sử dụng hai van để điều khiển hoạt động của piston trong xi lanh tác động kép.



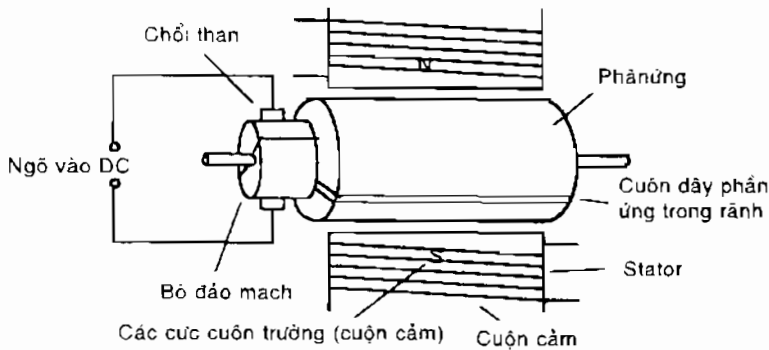
Hình 2.34. Cách điều khiển xi lanh tác động đơn.



Hình 2.35. Cách điều khiển xi lanh tác động kép.

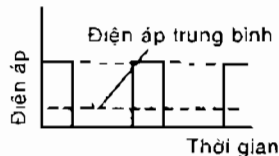
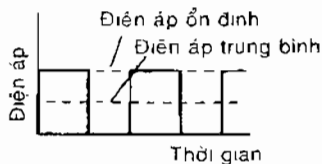
Động cơ

Động cơ d.c. có các cuộn dây được lắp vào các khe trên ống trụ bằng vật liệu sắt từ, phần này được gọi là *phản ứng*. Phản ứng được lắp trên các ổ lăn và quay tự do. Phản ứng được bố trí trong từ trường do các nam châm vĩnh cửu hoặc do dòng điện đi qua các cuộn dây (*các cuộn cảm*) tạo ra. Nam châm vĩnh cửu hoặc nam châm điện được gọi là *stator*. Khi dòng điện đi qua cuộn dây phản ứng, do vật dẫn mang dòng điện có từ trường ở các góc bên phải hướng đến, vật dẫn chịu tác động của lực, các lực tác động lên cuộn dây gây nên chuyển động quay. Hình 2.36 trình bày nguyên lý cơ bản của loại động cơ này. Các chổi than và bộ đảo mạch được sử dụng để đảo dòng điện qua cuộn dây mỗi nửa vòng quay để duy trì chuyển động quay của cuộn dây.



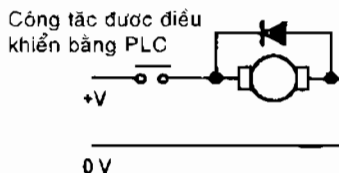
Hình 2.36. Các bộ phận cơ bản của động cơ d.c.

Tốc độ quay có thể được thay đổi bằng cách thay đổi cường độ dòng điện đi vào cuộn dây phản ứng. Tuy nhiên, do các nguồn điện áp ổn định thường được sử dụng cho các cuộn dây, dòng điện thay đổi theo yêu cầu được thực hiện thông qua mạch điện tử. Mạch này có thể điều khiển giá trị điện áp trung bình, từ đó điều khiển dòng điện bằng cách thay đổi thời gian cung cấp điện áp d.c. ổn định (Hình 2.37). Thuật ngữ *điều biến độ rộng xung* (PWM) được sử dụng, vì độ rộng xung điện áp được sử dụng để điều khiển điện áp d.c. trung bình tác dụng lên phản ứng. PLC có thể điều khiển tốc độ quay của động cơ bằng cách điều khiển mạch điện tử điều khiển biên độ các xung điện áp.

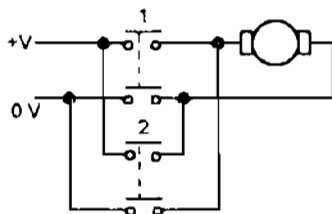


Hình 2.37. Sự điều biến độ rộng xung.

Nhiều quy trình công nghiệp chỉ sử dụng PLC để mở hoặc tắt động cơ d.c. Điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng contactor. Hình 2.38 minh họa nguyên lý cơ bản. Diode được sử dụng để triệt tiêu dòng điện cảm ứng do lực điện động ngược. Đôi khi PLC được dùng để đảo chiều quay động cơ, bằng cách sử dụng các rơ-le hoặc các contactor để đảo chiều dòng điện vào cuộn dây phản ứng. Hình 2.39 trình bày nguyên lý cơ bản. Để quay theo một chiều, công tắc 1 đóng và công tắc 2 mở. Để quay theo chiều ngược lại, công tắc 1 mở và công tắc 2 đóng.

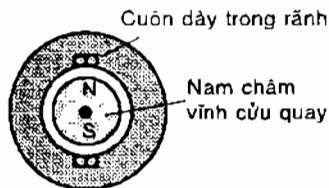


Hình 2.38. Mạch điều khiển đóng - ngắt.



Hình 2.39. Mạch điều khiển chiều động cơ d.c.

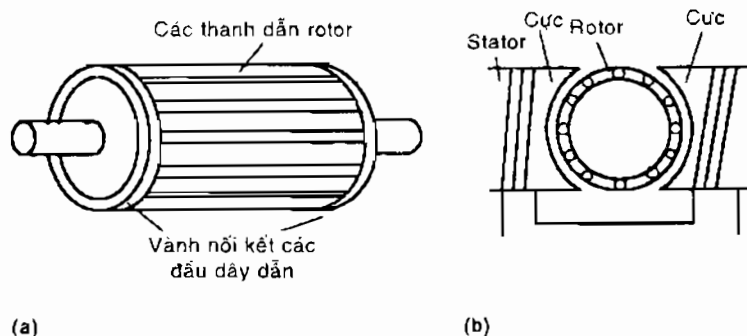
Một dạng khác của động cơ d.c. là loại không có chổi than. Động cơ này sử dụng nam châm vĩnh cửu để tạo từ trường, nhưng thay vì cuộn dây phản ứng quay nhờ từ trường của nam châm, ở đây nam châm vĩnh cửu quay bên trong cuộn dây cố định. Hình 2.40 trình bày nguyên lý cơ bản, chỉ minh họa một cuộn dây. Với động cơ d.c. thông thường, cần có bộ đảo mạch để chuyển dòng điện qua cuộn dây mỗi nửa vòng quay để duy trì cuộn dây quay cùng một chiều. Với động cơ sử dụng nam châm vĩnh cửu không có chổi than, mạch điện tử được dùng để đảo dòng điện.



Hình 2.40. Nguyên lý động cơ d.c. không có chổi than.

Động cơ loại này có thể được khởi động và dừng bằng cách điều khiển dòng điện đi vào cuộn dây cố định. Để đảo mạch động cơ, việc đảo dòng điện thật không dễ dàng, vì vậy mạch điện tử được sử dụng cho chức năng của bộ đảo mạch. Một phương pháp được sử dụng là kết hợp các bộ cảm biến với động cơ để xác định vị trí cực bắc và cực nam của nam châm. Sau đó các bộ cảm biến này có thể cho phép dòng điện đi vào các cuộn dây chuyển mạch vào đúng thời điểm cần thiết để đảo chiều lực tác động lên nam châm. Tốc độ quay có thể được điều khiển bằng cách sử dụng mạch điều biến độ rộng xung, nghĩa là điều khiển giá trị trung bình của các xung điện áp d.c. (Hình 2.37).

Các động cơ điện ac gồm hai bộ phận cơ bản là rotor quay và bộ phận đứng yên (stator). Stator bao quanh rotor, có các cuộn dây để tạo ra từ trường quay trong không gian chứa rotor. Từ trường quay làm cho rotor quay. Một dạng động cơ loại này được minh họa trên Hình 2.41. Đây là động cơ cảm ứng lồng sóc một pha.



Hình 2.41. (a) rotor lồng sóc, (b) rotor với stator một pha.

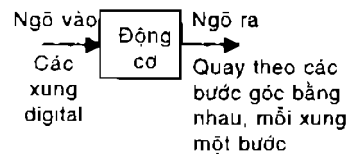
Rotor lồng sóc gồm các thanh đồng hoặc nhôm lắp vào các rãnh trên các vòng tròn tạo thành các dây dẫn song song. Kiểu rotor này không có các nối kết điện với bên ngoài. Khi dòng điện xoay chiều đi qua cuộn dây stator, từ trường xoay chiều được tạo ra, phát sinh lực điện động trong các dây dẫn của rotor và các dòng điện lưu thông qua chúng. Do có dòng điện lưu thông qua các dây dẫn trong từ trường, các lực sẽ tác động lên chúng. Trên cơ sở các lực đẩy ban đầu, các lực này làm chuyển động quay tiếp tục. Tốc độ quay của rotor do tần số dòng

điện xoay chiều được đưa vào stator xác định. Một cách thay đổi tốc độ quay là dùng mạch điện tử để điều khiển tần số dòng điện vào stator.

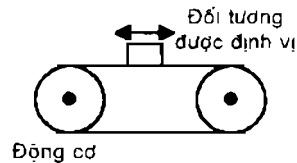
Mặc dù các động cơ a.c. rẻ hơn, mạnh hơn, và đáng tin cậy hơn các động cơ d.c., nhưng việc duy trì tốc độ không đổi và điều khiển tốc độ thường phức tạp hơn so với các động cơ d.c. Nói chung, các động cơ d.c., đặc biệt là các động cơ sử dụng nam châm vĩnh cửu không có chổi than, được sử dụng rộng rãi cho các mục đích điều khiển.

Các động cơ bước

Động cơ bước là động cơ tạo ra chuyển động quay theo các góc bằng nhau (các bước), tương ứng mỗi xung digital được cung cấp cho đầu vào động cơ (Hình 2.42). Như vậy, nếu một xung tạo ra góc quay 1.8° thì 20 xung sẽ cho góc quay 36.0° . Để hoàn thành một vòng quay 360° , cần có 200 xung digital. Loại động cơ này có thể được sử dụng khi cần định vị góc chính xác. Nếu được sử dụng để truyền động băng tải liên tục (Hình 2.43), động cơ này có thể cung cấp sự định vị chính xác theo chiều dài. Vì vậy động cơ này được sử dụng với máy in dùng máy tính, robot, máy công cụ và nhiều dụng cụ đòi hỏi sự định vị chính xác.

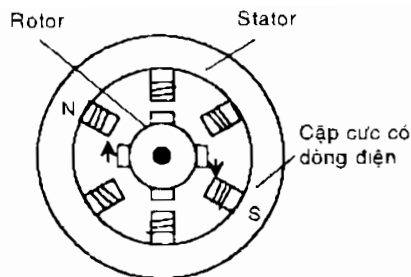


Hình 2.42. Động cơ bước.



Hình 2.43. Sự định vị theo chiều dài.

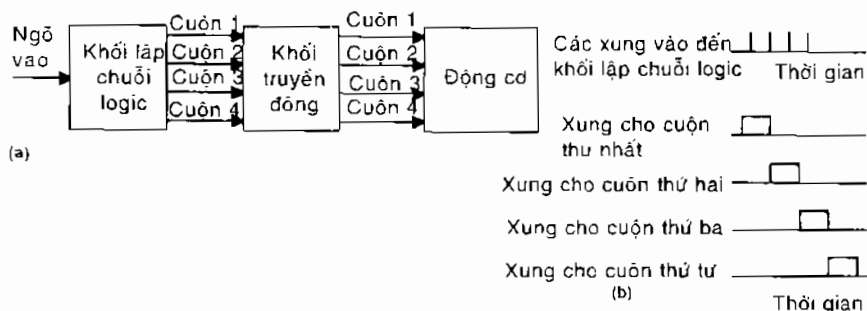
Động cơ bước có nhiều dạng. Hình 2.44 trình bày nguyên lý cơ bản của kiểu *từ trở biến thiên*. Rotor được chế tạo bằng thép kỹ thuật điện và có số răng nhỏ hơn số cực trên stator. Stator có các cặp cực, mỗi cặp cực được kích hoạt và tạo thành nam châm điện nhờ dòng điện truyền qua các cuộn dây quấn xung quanh chúng. Khi một cặp cực được kích hoạt, từ trường được tạo ra sẽ hút cặp răng rotor gần nhất làm cho các răng đó và các cực thẳng hàng. Điều này được gọi là sự định vị *từ trở tối thiểu*. Sau đó, bằng cách chuyển dòng điện đến cặp cực kế tiếp, rotor có thể quay để cặp răng rotor thẳng hàng với các cực đó. Như vậy, bằng cách chuyển dòng điện liên tục từ cặp cực này đến cặp cực kế tiếp, rotor có thể quay theo các bước.



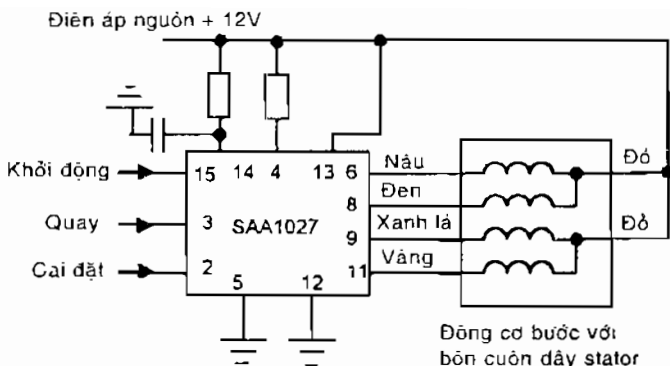
Hình 2.44. Nguyên lý động cơ bước kiểu từ trở biến thiên.

Để truyền động động cơ bước, mỗi cặp cuộn dây stator phải đóng và ngắt theo thứ tự được yêu cầu. Chuỗi xung đi vào động cơ cung cấp các tín hiệu ra dẫn đến từng cặp cuộn dây stator theo chuỗi chính xác. Về cơ bản, hệ thống truyền động được sử dụng cho mục đích này gồm hai khối, khối lập chuỗi logic và khối truyền động (Hình 2.45(a)). Khối lập chuỗi logic tạo ra các xung vào và cung cấp chuỗi tín hiệu ra cần thiết để điều khiển khối truyền động, sao cho khối truyền động sản sinh chuỗi tín hiệu ra theo yêu cầu để kích hoạt các cuộn dây của động cơ bước. Hình 2.45(b)) minh họa chuỗi xung của stator có bốn cặp cuộn dây.

Các mạch của khối truyền động có thể ở dưới dạng các mạch tích hợp. Hình 2.46 trình bày mạch tích hợp SAA1027 và các nối kết của mạch này để sử dụng với động cơ bước có bốn cặp cực trên stator. Tín hiệu vào khối động chuyển động quay theo bước của động cơ bước là sự thay đổi điện áp từ thấp đến cao trên ngõ vào ở chân 15. Mỗi lần khởi



Hình 2.45. (a) Hệ thống truyền động động cơ bước bốn cặp cuộn dây, (b) Đầu vào và các đầu ra của hệ thống truyền động.



Hình 2.46. Các nối kết của mạch khởi truyền động với mạch tích hợp SAA1027.

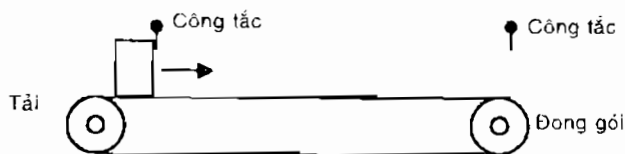
động, rotor quay một bước. Tín hiệu ra của mạch tích hợp này là chuỗi dòng điện dọc theo các nối kết màu nâu (chân 6), đen (chân 8), xanh lá (chân 9), và vàng (chân 11) với các cuộn dây của stator. Động cơ này chạy theo chiều kim đồng hồ khi chân 3 thấp, nghĩa là nhỏ hơn 4.5V, và ngược chiều kim đồng hồ khi chân này cao (lớn hơn 7.5V). Khi chân 2 thấp, ngò ra trở lại vị trí ban đầu.

Các ứng dụng

Sau đây là một số ví dụ về hệ thống điều khiển được phác họa để giải thích công dụng của các thiết bị nhập và xuất.

Băng chuyền

Bạn hãy xét băng chuyền được sử dụng để chuyển hàng hóa từ máy tái hàng đến khu vực đóng gói (Hình 2.47). Khi món hàng được đưa lên băng chuyền, công tắc tiếp xúc có thể được sử dụng để biết món hàng đang ở trên băng chuyền và khởi động động cơ của băng chuyền. Động cơ tiếp tục chạy cho đến khi món hàng đến cuối băng chuyền và đi vào khu vực đóng gói. Khi đó, một công tắc khác có thể được kích hoạt, công tắc này ngắt mạch động cơ băng chuyền, động cơ ngừng hoạt động cho đến khi món hàng kế tiếp được đưa lên băng chuyền. Như vậy, các tín hiệu vào PLC điều khiển băng chuyền xuất phát từ hai công tắc, và tín hiệu ra dẫn đến động cơ.



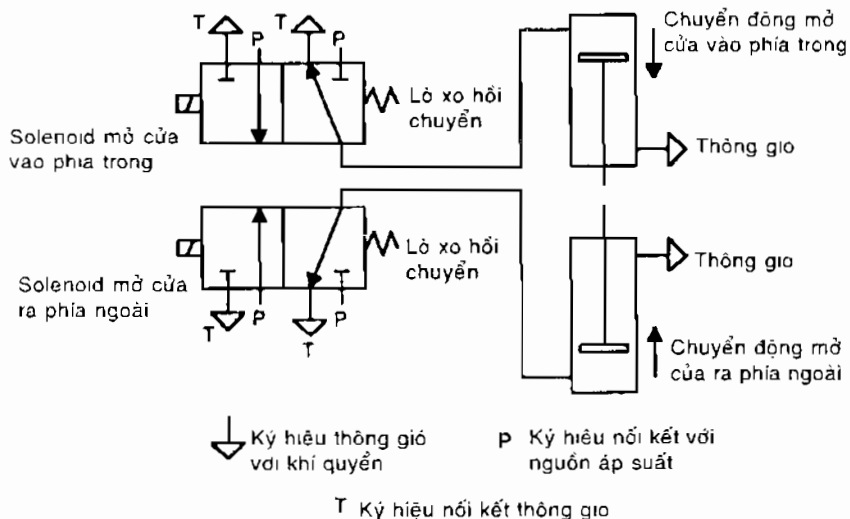
Hình 2.47. Băng tải

Thiết bị nâng

Bạn hãy quan sát thiết bị nâng đơn giản di chuyển các món hàng từ độ cao này đến độ cao khác. Thiết bị nâng đi lên khi bấm nút ở mặt đất để gởi thiết bị nâng lên phía trên; hoặc nút ở vị trí trên cao để yêu cầu thiết bị nâng đi lên, trong cả hai trường hợp đều có điều kiện cần được đáp ứng là công tắc giới hạn cho biết cửa vào hệ nâng đã đóng. Thiết bị nâng đi xuống khi ấn nút ở vị trí trên cao để gởi thiết bị nâng xuống phía dưới; hoặc ấn nút ở vị trí dưới thấp để yêu cầu thiết bị nâng đi xuống, trong cả hai trường hợp đều phải thỏa mãn điều kiện là cửa vào hệ nâng đóng. Vì vậy, tín hiệu vào đối với hệ thống điều khiển này là các tín hiệu đóng-ngắt mạch điện từ các công tắc kiểu nút bấm và các công tắc giới hạn. Tín hiệu xuất từ hệ thống này là tín hiệu điều khiển động cơ.

Cửa tự động

Cửa tự động sẽ mở khi có người đến gần và kéo dài trong khoảng thời gian xác định, giả sử 5 giây, trước khi đóng. Các tín hiệu vào hệ thống điều khiển này có thể xuất phát từ bộ cảm biến dùng để phát hiện có người đến gần từ bên ngoài, và bộ cảm biến khác dùng để phát hiện sự đến gần của người từ bên trong. Các bộ cảm biến này có thể là các linh kiện bán dẫn cảm biến nhiệt, cung cấp các tín hiệu điện áp khi bức xạ hồng ngoại tác dụng lên chúng. Ngoài ra, còn có các tín hiệu nhập đi vào thiết bị điều khiển này có thể xuất phát từ các công tắc giới hạn để cho biết thời điểm cửa mở hoàn toàn và thiết bị định giờ để duy trì cửa mở trong thời gian yêu cầu. Tín hiệu ra của thiết bị điều khiển có thể dẫn đến các van khí nén vận hành bằng solenoid sử dụng chuyển động của các piston trong xi lanh để mở và đóng cửa. Hình 2.48 trình bày hệ thống van đơn giản có thể được sử dụng.



Hình 2.48. Hệ thống mở cửa bằng khí nén.

Khi có tín hiệu ra đến solenoid yêu cầu mở cửa vào phía trong, vì có người từ bên ngoài đến gần, áp suất không khí được đưa qua cổng P đến phía không thông gió của piston và làm piston di chuyển. Khi solenoid không còn được cung cấp năng lượng, lò xo sẽ trả piston về bằng cách nối kết phía không thông thoáng đó với lỗ thông đến khí quyển. Cách bố trí tương tự được sử dụng để mở cửa ra phía ngoài.

Câu hỏi ôn tập

1. Công tác giới hạn:

- (i) Có thể được sử dụng để dò tìm sự hiện diện của bộ phận chuyển động
 - (ii) Được kích hoạt bằng cách đóng hoặc ngắt mạch điện.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

2. Thermistor là bộ cảm biến nhiệt độ cung cấp các thay đổi điện trở, các thay đổi này là:
- (i) Hàm phi tuyến theo nhiệt độ.
 - (ii) Lớn đối với các thay đổi nhiệt độ tương đối nhỏ.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
3. Bộ cảm biến áp suất kiểu màng được dùng để cung cấp độ đo áp suất chuẩn trong hệ thống. Bộ cảm biến này có màng với.
- A. Chân không ở một bên.
 - B. Một bên thông với khí quyển.
 - C. Cả hai bên đều có áp suất.
 - D. Áp suất điều khiển ở một bên.
4. Sự thay đổi điện trở trong biến dạng kế kiểu điện trở có hệ số chuẩn là 2.0 và điện trở 100 Ω khi đối tượng có độ biến dạng 0.001 là:
- A. 0.0002 Ω
 - B. 0.002 Ω
 - C. 0.02 Ω
 - E. 0.2 Ω
5. Bộ mã hóa trục theo gia số cung cấp tín hiệu ra là số đo trực tiếp của:
- A. Đường kính trục.
 - B. Sự thay đổi đường kính trục.
 - C. Sự thay đổi vị trí góc của trục.
 - D. Vị trí góc tuyệt đối của trục.

6. Các thiết bị nhập có thể được sử dụng để cung cấp tín hiệu nhập analog đối với sự dịch chuyển là:

- (i) Chiết áp kế tuyến tính
- (ii) Biến áp vi sai biến thiên tuyến tính.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

7. Van trên Hình 2.49 có:

(i) 4 cổng

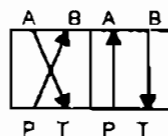
(ii) 2 vị trí

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.



Hình 2.49.

8. Khi van trên Hình 2.49 ở các vị trí điều khiển:

(i) A được nối kết với T, và P với B.

(ii) P được nối kết với A, và B với T.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

9. Động cơ bước có góc bước danh định 1.8° . Điều này có nghĩa là:

(i) Mỗi xung vào động cơ sẽ làm trục động cơ quay 1.8° .

(ii) Trục động cơ phải mất 1 giây để quay 1.8° .

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

10. Công tắc gián tiếp được dùng để phát hiện sự hiện diện của vật thể phi kim loại. Các kiểu công tắc có thể phù hợp là:

(i) Kiểu dòng điện eddy.

(ii) Kiểu cảm ứng.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

11. Giải thích sự vận hành của các thiết bị nhập sau đây, phát biểu về dạng tín hiệu được cảm biến và tín hiệu ra của các thiết bị đó:

(a) Công tắc lưỡi gà.

(b) Bộ mã hóa trục theo gia số.

(c) Công tắc truyền dẫn quang điện.

(d) Công tắc áp suất kiểu màng.

12. Giải thích sự vận hành đóng - ngắt và chiều của động cơ d.c. điều khiển bằng công tắc?

13. Giải thích nguyên lý của động cơ bước.

Chương 3

XỬ LÝ NHẬP/XUẤT

Chương này trình bày thêm về tín hiệu vào và ra đã đề cập ở Chương 2, tóm tắt quá trình xử lý tín hiệu từ các thiết bị nhập và xuất, kể cả các dạng module nhập/xuất phổ biến, và cách lắp đặt các bộ cảm biến cách xa PLC, các liên kết truyền thông của chúng với PLC.

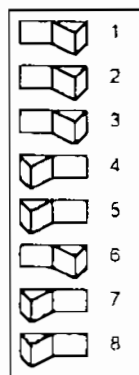
Các thiết bị nhập/xuất

Tín hiệu nhập từ các bộ cảm biến và các tín hiệu xuất đến các thiết bị kích hoạt có thể là:

1. *Analog*, tín hiệu có kích cỡ liên quan với đại lượng đang được cảm biến.
2. *Rời rạc*, về bản chất đó chỉ là tín hiệu đóng - ngắt.
3. *Digital*, là chuỗi xung.

Tuy nhiên, CPU cần có ngõ vào cho các tín hiệu digital có kích cỡ cụ thể, thường từ 0 đến 5V. Tín hiệu ra từ CPU là digital, thường từ 0 đến 5V. Vì vậy, cần phải xử lý các tín hiệu vào và tín hiệu ra để chúng có dạng theo yêu cầu.

Thiết bị nhập/xuất của các PLC được thiết kế sao cho dải tín hiệu vào có thể được đổi thành các tín hiệu digital 5V, và dải tín hiệu ra là khả dụng để truyền động các thiết bị ngoại vi. Tính năng này cho phép xử lý dải tín hiệu vào và tín hiệu ra để các PLC dễ dàng sử dụng. Nói chung, dải tín hiệu vào trên module nhập được chọn lựa bằng các công tắc DIP (Dual-In-Line Package). Các công tắc này được bố trí ở mặt sau module (Hình 3.1). Chúng chỉ có hai



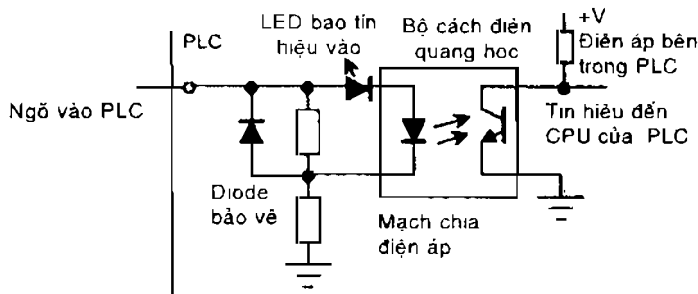
Hình 3.1. Các công tắc DIP.

trạng thái, đóng hoặc ngắt, và được sử dụng để cài đặt các tham số cho module. Các công tắc này cũng được sử dụng để xác lập địa chỉ của các module.

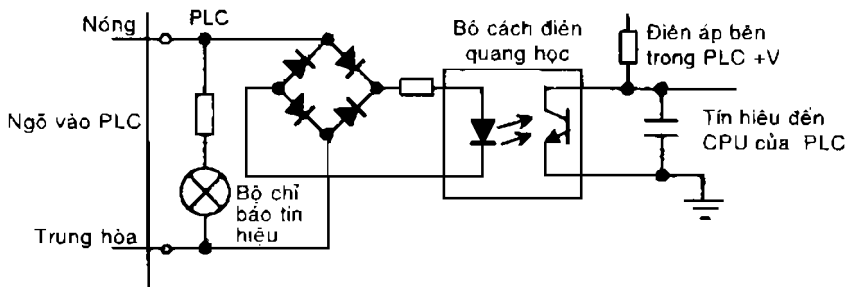
Phần tiếp theo sẽ trình bày tóm tắt các mạch cơ bản được sử dụng cho các thiết bị nhập và xuất. Đối với các thiết bị kiểu rãnh, chúng được gắn lên các thẻ mạch, có thể được cắm vào các rãnh. Vì vậy, bạn có thể thay đổi các đặc tính nhập/xuất của PLC bằng cách thay đổi thẻ mạch. PLC dạng hộp đơn có các thiết bị nhập/xuất được nhà sản xuất gắn kết bên trong.

Các thiết bị nhập

Hình 3.2 và 3.3 minh họa các mạch nhập cơ bản đối với các tín hiệu vào rời rạc, digital, dc, và ac. Các bộ cách điện quang học được sử dụng để bảo vệ. Đối với thẻ mạch dùng cho tín hiệu vào ac, mạng cầu



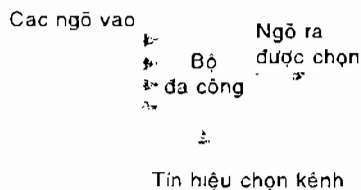
Hình 3.2. Thiết bị nhập DC.



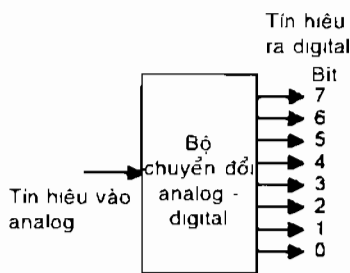
Hình 3.3. Thiết bị nhập AC.

chính lưu được sử dụng để chỉnh lưu dòng ac sao cho tín hiệu dc có thể cung cấp tín hiệu mà bộ cách điện quang học sử dụng để tạo ra các tín hiệu nhập vào CPU của PLC.

Các tín hiệu analog có thể được nhập vào PLC, nếu kênh nhập của PLC có khả năng chuyển tín hiệu đó thành tín hiệu digital qua bộ chuyển đổi analog-digital. Đối với hệ thống được lắp theo rãnh, việc nhập tín hiệu analog có thể thực hiện bằng cách lắp bản mạch con ngõ vào analog thích hợp trên rãnh ngõ vào. Do đó, không cần bản mạch con analog cho từng ngõ vào analog, thay vào đó, có thể sử dụng bộ đa công (Hình 3.4). Bộ phận này gồm nhiều ngõ vào analog nối với bản mạch con và sử dụng các công tắc điện tử để lần lượt chọn lựa từng tín hiệu nhập. Các bản mạch con thông dụng có 4, 8, hoặc 16 ngõ vào analog.

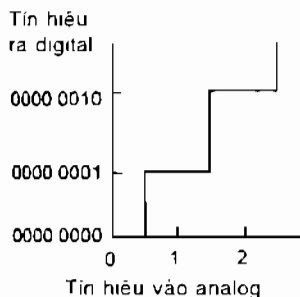


Hình 3.4. Bộ đa công.



Hình 3.5. Chức năng của bộ chuyển đổi analog-digital.

Hình 3.5 trình bày chức năng của bộ chuyển đổi analog-digital (ADC). Một tín hiệu vào analog tạo thành các tín hiệu đóng - ngắt trên tám dây riêng rẽ. Tám tín hiệu này cấu thành từ dưới dạng digital tương ứng với mức tín hiệu vào analog. Như vậy, bộ chuyển đổi 8-bit có thể có $2^8 = 256$ giá trị digital khác nhau, từ 0000 0000 đến 1111 1111, nghĩa là từ 0 đến 255. Tín hiệu ra digital tạo thành các bậc (Hình 3.6) và các điện áp analog cần thiết để tạo thành từng tín hiệu ra digital được gọi là *các mức định lượng*. Điện áp analog sẽ thay đổi theo hiệu điện áp analog giữa các mức liên tiếp nếu tín hiệu ra nhị phân thay đổi. *Độ*



Hình 3.6. Các bậc.

phân giải là hiệu điện áp analog nhỏ nhất gây ra thay đổi một bit trong tín hiệu ra digital. Với ADC 8-bit, nếu tín hiệu vào analog toàn phần thay đổi trong khoảng 0 đến 10V, thì bậc của một bit digital cần có sự thay đổi tín hiệu vào analog là $10/255\text{V}$ (khoảng 0.04V). Nghĩa là, sự thay đổi 0.03V trong tín hiệu vào analog sẽ không dẫn đến sự thay đổi tín hiệu ra digital. Do vậy, số bit trong tín hiệu ra của bộ chuyển đổi analog-digital sẽ xác định độ phân giải. Nếu sử dụng ADC 10-bit sẽ có thể có $2^{10} = 1024$ giá trị digital khác nhau, và đối với tín hiệu vào analog toàn phần là 0 đến 10V, bậc của một bit digital cần có sự thay đổi tín hiệu vào analog là $10/1023\text{V}$ (0.01V). Nếu ADC 12-bit được sử dụng, có thể có $2^{12} = 4096$ giá trị digital khác nhau, và đối với tín hiệu vào analog toàn phần là 0 đến 10V, bậc của một bit digital cần có sự thay đổi tín hiệu vào analog là $10/4095\text{V}$ (2.4 mV). Nói chung, độ phân giải của ADC n-bit là $1/(2^n-1)$.

Bảng dưới đây trình bày sự chuyển đổi analog-digital đối với bộ chuyển đổi 8-bit, khi tín hiệu vào analog ở trong khoảng 0 đến 10V.

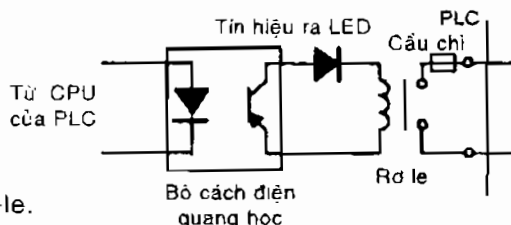
Tín hiệu vào analog (V)	Tín hiệu ra digital (V)
0.00	0000 0000
0.04	0000 0001
0.08	0000 0010
0.12	0000 0011
0.16	0000 0100
0.20	0000 0101
0.24	0000 0110
0.28	0000 0111
0.32	0000 1000
v.v....	

Để minh họa vấn đề trên, có thể xét cặp nhiệt điện được dùng làm bộ cảm biến cho PLC và cung cấp tín hiệu ra $0.5\text{ mV}/^{\circ}\text{C}$. Cần tìm độ chính xác bảo đảm PLC kích hoạt thiết bị xuất khi cặp nhiệt điện nối với ngõ vào analog trong khoảng 0 - 10V dc, sử dụng ADC 10-bit. Với bộ chuyển đổi 10-bit sẽ có $2^{10}=1024$ bit trên dải tín hiệu vào analog 0 đến 10V. Vì vậy, sự thay đổi 1bit tương ứng $10/1023\text{V}$ ($0.01\text{V} = 10\text{ mV}$).

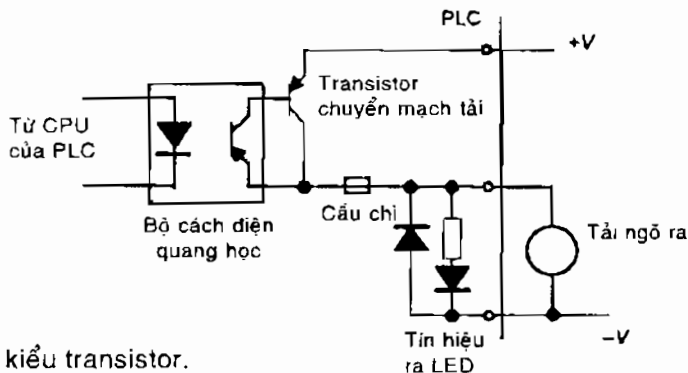
Từ đó, độ phân giai chính xác để PLC phân biệt tín hiệu vào từ cặp nhiệt điện là $\pm 5 \text{ mV}$ tương ứng $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Thiết bị xuất

Các thiết bị xuất có thể là rơ le, transistor hoặc triac. Hình 3.7 minh họa dạng cơ bản của thiết bị xuất rơ le, Hình 3.8 trình bày thiết bị xuất transistor và Hình 3.9 minh họa thiết bị xuất triac.



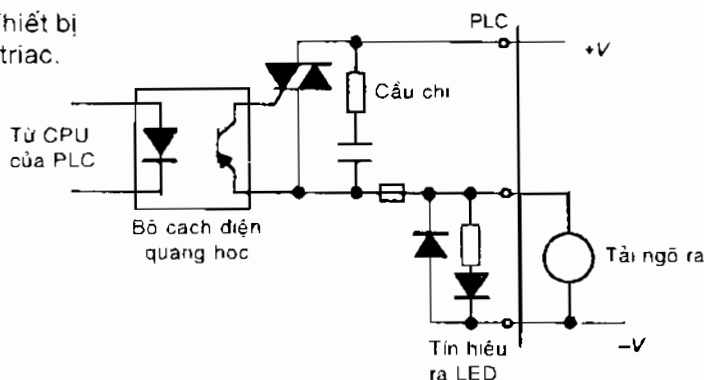
Hình 3.7.
Thiết bị xuất kiểu rơ-le.



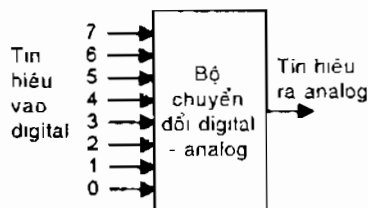
Hình 3.8.
Thiết bị xuất kiểu transistor.

Tín hiệu ra analog có nhu cầu rất lớn và có thể được cung cấp bằng bộ chuyển đổi digital-analog (DAC) ở kênh xuất. Tín hiệu vào bộ chuyển đổi này là chuỗi bit, với mỗi bit trên một đường song song. Hình 3.10 trình bày chức năng cơ bản của chuyển đổi này. Bit trên đường 0 cung cấp xung tín hiệu ra có cường độ nhất định. Bit trên đường 1 cung cấp xung tín hiệu ra có cường độ gấp đôi xung trên đường 0. Bit trên đường 2 cung cấp xung tín hiệu ra có cường độ gấp đôi xung trên đường 1. Bit trên đường 3 cung cấp xung tín hiệu ra có cường độ gấp đôi xung trên

Hình 3.9. Thiết bị xuất kiểu triac.



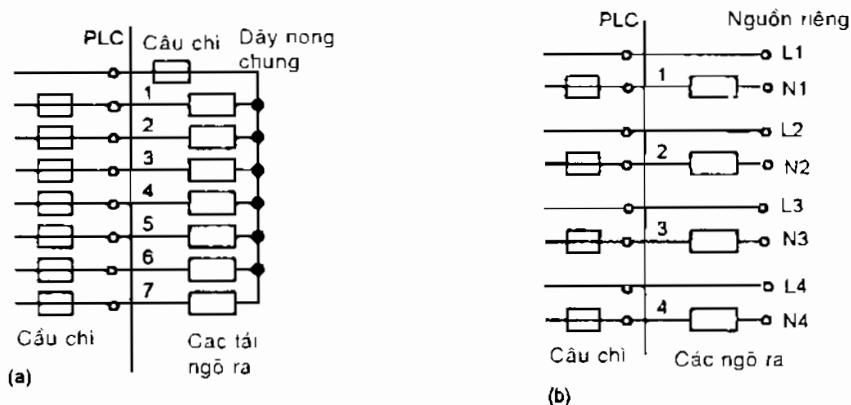
đường 2, v.v... Tất cả các tín hiệu ra này kết hợp với nhau tạo thành dạng analog của tín hiệu vào digital. Khi tín hiệu vào digital thay đổi, tín hiệu ra analog thay đổi theo bậc, sự thay đổi điện áp tín hiệu ra bằng các thay đổi điện áp liên kết với mỗi bit.. Ví dụ, nếu sử dụng bộ chuyển đổi 8-bit, tín hiệu ra tạo thành các giá trị điện áp gồm $2^8 = 256$ bậc analog. Giá sử dải tín hiệu ra được xác lập đến 10 V dc. Một bit sẽ cung cấp sự thay đổi $10/255$ V (0.04 V). Như vậy:



Hình 3.10. Chức năng của DAC

Tín hiệu vào digital (V)	Tín hiệu ra analog (V)
00000000	0.00
00000001	0.04
00000010	$0.08 + 0.00 = 0.08$
00000011	$0.08 + 0.04 = 0.12$
00000100	0.16
00000101	$0.16 + 0.00 + 0.04 = 0.20$
00000110	$0.16 + 0.08 = 0.24$
00000111	$0.16 + 0.08 + 0.04 = 0.28$
00001000	0.32

v.v...

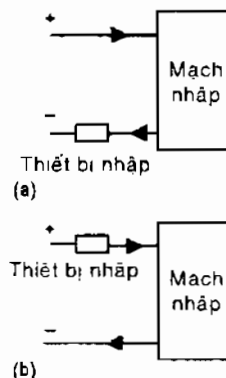


Hình 3.11. Các dạng ngõ ra (a) nguồn chung, (b) nguồn riêng.

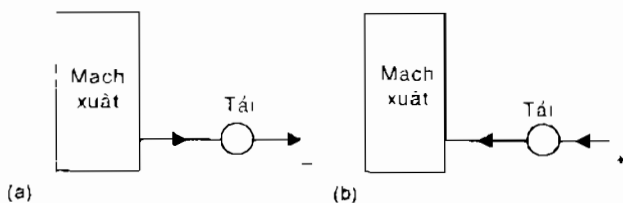
Các module xuất analog thường được cung cấp theo số tín hiệu ra, ví dụ, 4 đến 20 mA, 0 đến +5V dc, 0 đến +10V dc, và tín hiệu ra thích hợp được chọn bằng các công tắc DIP trên module. Thông thường, module có các ngõ ra chia thành hai dạng, thứ nhất, mọi ngõ ra của module có nguồn điện áp chung, thứ hai, các ngõ ra có nguồn điện áp riêng. Hình 3.11 trình bày các nguyên lý cơ bản của hai dạng ngõ ra này.

Cấp nguồn và tiêu thụ

Các thuật ngữ *cấp nguồn* và *tiêu thụ* được hiểu là cách thức giao diện giữa thiết bị dc và PLC. Đối với mạch nhập của PLC, cấp nguồn là nguồn cung cấp dòng điện cho thiết bị nhập được nối kết với mạch nhập (Hình 3.12(a)). Với giao diện tiêu thụ, thiết bị nhập cung cấp dòng điện cho mạch nhập (Hình 3.12 (b)). Đối với mạch xuất của PLC, khi mạch xuất cung cấp dòng điện cho thiết bị xuất (Hình 3.13 (a)), điều này được gọi là cấp nguồn, và khi thiết bị xuất cung cấp dòng điện cho mạch xuất, gọi là tiêu thụ (Hình 3.13(b)). Thông thường, các mạch nhập



Hình 3.12. Mạch nhập: (a) cấp nguồn, (b) tiêu thụ.

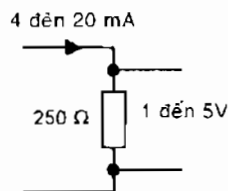


Hình 3.13. Mạch xuất: (a) cấp nguồn, (b) tiêu thụ.

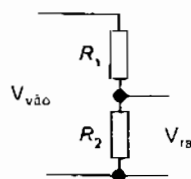
kiểu tiêu thụ được sử dụng để tạo giao diện với trang thiết bị điện tử, và các mạch xuất kiểu cấp nguồn dùng để tạo giao diện với các solenoid.

Điều biến tín hiệu

Khi nối kết với mạch nhập, các bộ cảm biến tạo tín hiệu digital hoặc rời rạc, cần bảo đảm tương hợp các mức điện áp. Tuy nhiên, nhiều bộ cảm biến tạo ra các tín hiệu analog. Để tránh bố trí nhiều kênh nhập analog nhằm thích ứng với nhiều dạng tín hiệu analog do các bộ cảm biến có thể tạo ra, mạch điều biến tín hiệu bên ngoài thường được sử dụng để đưa các tín hiệu analog vào dải chung, cho phép sử dụng dạng kênh nhập analog tiêu chuẩn. Tiêu chuẩn chung được sử dụng (Hình 3.14) là chuyển các tín hiệu analog thành dòng điện trong khoảng 4-20 mA, điện áp rơ qua điện trở 250 Ω để có tín hiệu vào 1-5V. Ví dụ, bộ cảm biến được sử dụng để giám sát mức chất lỏng trong khoảng chiều cao 0-1m, sẽ có mức 0 được biểu diễn bằng 4mA và mức 1m được biểu diễn bằng 20mA. Việc sử dụng 4 mA để biểu diễn đầu thấp của dải analog nhằm phân biệt zero là do bộ cảm biến chỉ thị hoặc do bộ cảm biến không làm việc. Khi bộ cảm biến không hoạt động, dòng điện sẽ là 0mA. Ngoài ra, 4mA thường là giá trị dòng điện thích hợp để vận hành bộ cảm biến, do đó không cần nguồn công suất riêng.

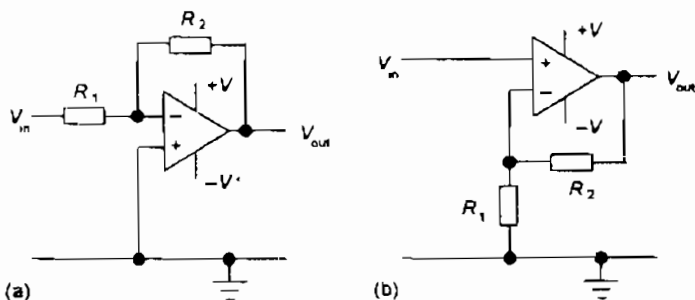


Hình 3.14. Tín hiệu analog tiêu chuẩn.



Hình 3.15. Bộ chia điện áp.

Bộ chia điện áp (Hình 3.15) có thể được sử dụng để giảm điện áp từ bộ cảm biến đến mức cần thiết; mức điện áp ra V_{ra} :



Hình 3.16. Các mạch khuếch đại vận hành.

$$V_{ra} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V_{vào}$$

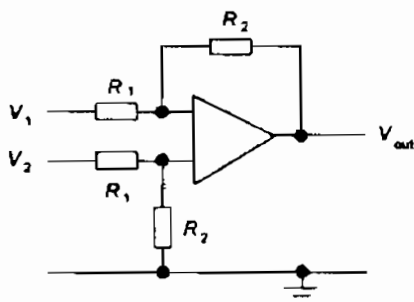
Các bộ khuếch đại có thể được sử dụng để tăng mức điện áp; Hình 3.16 minh họa dạng mạch cơ bản có thể được sử dụng với bộ khuếch đại thuật toán 741, trong đó (a) bộ khuếch đại nghịch lưu, và (b) bộ khuếch đại không nghịch lưu. Với bộ khuếch đại nghịch lưu điện áp ra V_{ra} là:

$$V_{ra} = -\frac{R_2}{R_1} V_{vào}$$

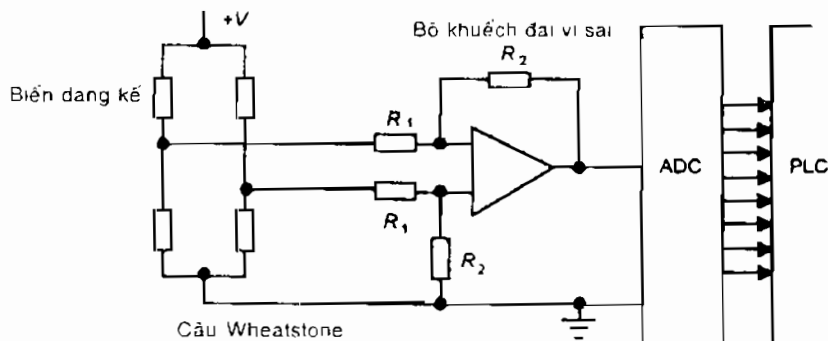
Và với bộ khuếch đại không nghịch lưu:

$$V_{ra} = \frac{R_1 + R_2}{R_1} V_{vào}$$

Thông thường, bộ khuếch đại vi sai được dùng để khuếch đại hiệu điện áp giữa hai điện áp vào. Đây là trường hợp khi bộ cảm biến, chẳng hạn biến dạng kế, được nối với cầu Wheatstone và tín hiệu ra là hiệu điện áp giữa hai điện áp của cặp nhiệt ở vị trí cần có chênh lệch điện áp giữa các mối nối nóng và nguội. Hình 3.17 minh họa dạng



Hình 3.17. Bộ khuếch đại vi sai.



Hình 3.18. Sự điều biến tín hiệu với bộ cảm biến trong biến dạng kế.

cơ bản của mạch khuếch đại thuật toán dùng cho mục đích này. Điện áp ra V_{ra} :

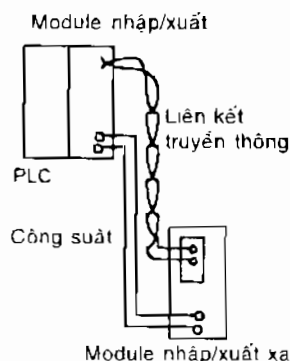
$$V_{ra} = \frac{R_2}{R_1} (V_2 - V_1)$$

Để minh họa công dụng của điều biến tín hiệu, Hình 3.18 trình bày cách bố trí có thể được sử dụng với bộ cảm biến trong biến dạng kế. Bộ cảm biến này nối với cầu Wheatstone và hiệu điện thế không cân bằng được khuếch đại bằng bộ khuếch đại vi sai trước khi đưa vào bộ chuyển đổi analog-digital trên cổng nhập analog của PLC.

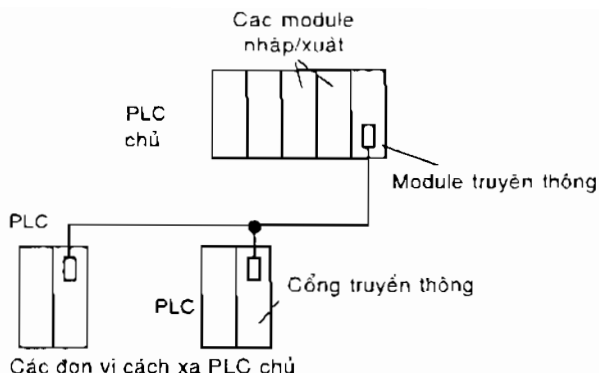
Các nối kết nhập/xuất xa

Khi có nhiều thiết bị nhập hoặc xuất được bố trí cách xa PLC, mặc dù có thể kéo cáp từ từng thiết bị đến PLC, nhưng giải pháp kinh tế hơn là sử dụng các module nhập/xuất trong khu vực có các thiết bị nhập và thiết bị xuất, sử dụng cáp nối kết các module này đến PLC (Hình 3.19).

Trong vài trường hợp, nhiều PLC có thể được liên kết với bộ PLC chủ để gởi và nhận dữ liệu nhập/xuất từ



Hình 3.19. Công dụng của module nhập/xuất xa.



Hình 3.20. Hệ thống PLC nhập/xuất từ xa.

các đơn vị khác (Hình 3.20). Các PLC ở xa không chứa chương trình điều khiển, vì toàn bộ quá trình điều khiển đều do PLC chủ thực hiện.

Các dây cáp được sử dụng để truyền dữ liệu giữa các module nhập/xuất từ xa và PLC trung tâm, các PLC từ xa và PLC chủ thường sử dụng *cáp đôi* và được lắp trong ống luồn dây bằng thép có nối đất để giảm nhiễu điện. *Cáp đồng trục* cho phép truyền dữ liệu với tốc độ cao không cần ống luồn dây bằng thép bảo vệ. *Cáp sợi quang* có ưu điểm, chống nhiễu, kích thước nhỏ và mềm dẻo, nên hiện nay đang được sử dụng rộng rãi.

Truyền nối tiếp và truyền song song

Truyền nối tiếp là dữ liệu được truyền theo từng bit liên tiếp. Như vậy, nếu truyền một từ 8-bit, tám bit của từ này được truyền lần lượt từng bit theo thứ tự dọc theo cáp. Điều này có nghĩa là từ dữ liệu được chia thành các bit thành phần để truyền phát, sau đó kết hợp thành từ ban đầu ở nơi nhận. Truyền nối tiếp được sử dụng trong truyền dữ liệu đường dài. *Truyền song song* là tất cả các bit thành phần của từ được truyền đồng thời trên các cáp song song. Điều này cho phép truyền dữ liệu qua khoảng cách ngắn với tốc độ cao. Với hệ thống PLC, truyền nối tiếp có thể được sử dụng đối với nối kết giữa máy tính (được sử dụng làm thiết bị đầu cuối lập trình) và PLC. Truyền song song có thể được sử dụng khi nối kết các trang thiết bị thí nghiệm với hệ thống.

Các tiêu chuẩn nối tiếp

Giao diện truyền nối tiếp tiêu chuẩn thông dụng nhất là RS232. Các nối kết được thực hiện qua khớp nối kiểu-D 25-chân (Hình 3.21), thường có phích cắm trên dây cáp và ổ cắm bố trí trên thiết bị. Không phải tất cả các chân đều được sử dụng trong mọi ứng dụng. Các yêu cầu tối thiểu là:

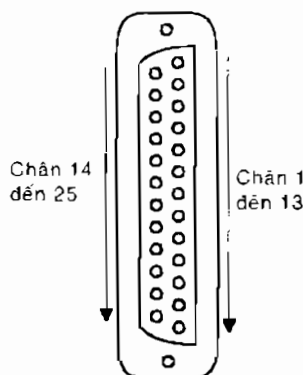
- Chân 1: Nối mát với khung sườn
- Chân 2: Truyền dữ liệu nối tiếp (chân dữ liệu xuất)
- Chân 3: Nhận dữ liệu nối tiếp (chân dữ liệu nhập)
- Chân 7: Mất tín hiệu, làm đường trở về chung của tín hiệu.

Cấu hình được sử dụng rộng rãi với các giao diện kể cả máy tính:

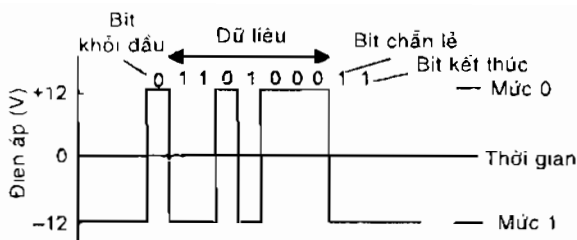
- Chân 1: Nối mát với khung sườn
- Chân 2: Truyền dữ liệu nối tiếp (chân dữ liệu xuất)
- Chân 3: Nhận dữ liệu nối tiếp (chân dữ liệu nhập)
- Chân 4: Yêu cầu gởi
- Chân 5: Chấm dứt gởi
- Chân 6: Dữ liệu sẵn sàng.
- Chân 7: Mất tín hiệu, đường trở về chung của tín hiệu.
- Chân 20: Đầu cuối dữ liệu sẵn sàng.

Tín hiệu gởi qua các chân 4, 5, 6, và 20 được sử dụng để kiểm tra đầu nhận đã sẵn sàng để nhận tín hiệu, đầu truyền phát đã sẵn sàng để gởi, và dữ liệu đã sẵn sàng để được gởi đi. Với RS232, bit 1 được biểu diễn bằng điện áp trong khoảng -5 đến -25V, thông thường là -12V, và bit 0 được biểu diễn bằng điện áp trong khoảng +5 đến +25V, thông thường là +12V.

Các tiêu chuẩn khác, chẳng hạn RS422 và RS423 tương tự RS232, nhưng cho phép các tốc độ truyền cao hơn và khoảng cách xa hơn.



Hình 3.21. Khớp nối D

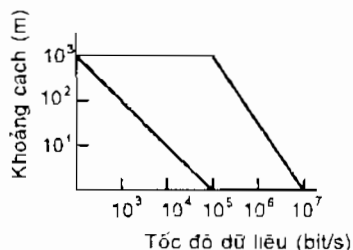


Hình 3.22. Các mức tín hiệu của RS232.

Thuật ngữ *tốc độ baud* được dùng làm đơn vị tốc độ truyền, xấp xỉ số bit được truyền hoặc nhận trong một giây. Tuy nhiên, không phải tất cả các bit được truyền đều có thể được sử dụng cho dữ liệu, một số bit được sử dụng để cho biết điểm khởi đầu và điểm kết thúc của đoạn dữ liệu nối tiếp, các bit này thường được gọi là các *cờ hiệu*, dùng để kiểm tra dữ liệu có bị ngắt trong khi truyền hay không. Hình 3.22 minh họa kiểu tín hiệu có thể được gửi bằng RS232. Bit chẵn lẻ được bổ sung để kiểm tra sự ngắt có xảy ra không, với bit chẵn, 1 được bổ sung để tạo ra số lượng các số 1s cho số chẵn. Để gửi bảy bit dữ liệu, có thể cần đến mười một bit.

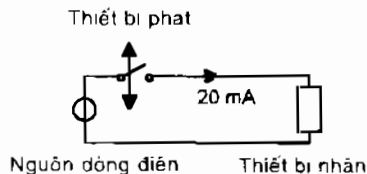
RS232 có phạm vi hoạt động giới hạn, khi chiều dài cáp lớn hơn 15 m, nhiều sẽ hạn chế tỷ suất bit/giây. RS422 có thể được sử dụng cho các khoảng cách xa. Tiêu chuẩn này sử dụng phương pháp truyền cân bằng. Các mạch này cần có hai đường truyền, tín hiệu được truyền là hiệu điện áp giữa hai đường truyền đó. Nhiều tác động lên hai đường truyền bằng nhau sẽ không ảnh hưởng đến tín hiệu được truyền. Hình 3.23 trình bày các tốc độ truyền dữ liệu của RS232 và RS422 theo khoảng cách, khi nhiễu không đáng kể. Các đường truyền của RS422 có thể được sử dụng cho các khoảng cách lớn hơn nhiều so với RS232.

Một cách thay thế RS422 là sử dụng *vòng 20mA*, đây là tiêu chuẩn đầu tiên và vẫn còn sử dụng rộng rãi để truyền nối tiếp đường dài, đặc biệt,



Hình 3.23. Sự truyền phát với RS232 và RS422.

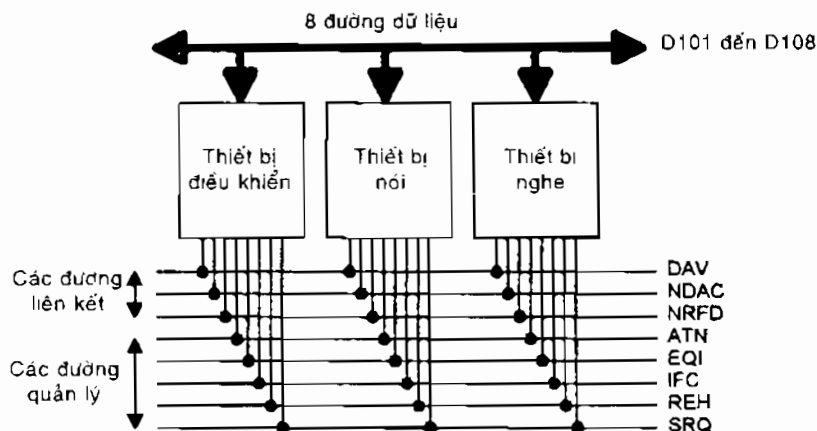
trong các hệ thống công nghiệp, các đường truyền thông chịu ảnh hưởng của nhiễu điện (Hình 3.24). Hệ thống vòng 20 mA gồm mạch điện, vòng dây chứa nguồn dòng điện. Dữ liệu nối tiếp được truyền bằng cách đóng ngắt dòng điện, 0 được truyền phát dưới dạng dòng điện zero, và 1 dưới dạng dòng điện 20 mA.



Hình 3.24. Vòng 20 mA

Các tiêu chuẩn song song

Giao diện tiêu chuẩn được sử dụng phổ biến đối với truyền song song là *IEEE-488*. Hewlett Packard là công ty đầu tiên phát triển IEEE-488 để liên kết các máy tính và các dụng cụ của họ, được gọi là *Bus Công cụ Hewlett Packard*. Hiện nay, giao diện này được gọi là *Bus Công cụ Đa năng*, cung cấp phương tiện để thực hiện các liên kết tương hỗ sao cho sự truyền dữ liệu song song có thể diễn ra giữa các thiết bị nghe, thiết bị nói, và thiết bị điều khiển. Các thiết bị nghe nhận dữ liệu từ các bus IEEE-488, các thiết bị nói đưa dữ liệu (theo yêu cầu) lên bus và thiết bị điều khiển quản lý sự lưu thông dữ liệu trên bus và cung cấp các phương tiện xử lý. Bus này có tổng cộng 24 đường, gồm tám



Hình 3.25. Cấu trúc của bus IEEE-488.

đường hai chiều dùng để tải dữ liệu và các lệnh giữa các thiết bị nối với bus, năm đường điều khiển tín hiệu trạng thái, ba đường liên kết các thiết bị, và tám đường trở về mát (Hình 3.25).

Các lệnh từ bộ điều khiển được tạo tín hiệu theo giá trị thấp của Đường Attention (ATN), phía cao là các đường dữ liệu. Các lệnh có thể được hướng đến các thiết bị cụ thể bằng cách ghi địa chỉ lên các đường dữ liệu. Mỗi thiết bị trên bus đều có địa chỉ riêng. Địa chỉ thiết bị được gởi qua các đường dữ liệu dưới dạng từ 7-bit song song, trong đó 5-bit thấp nhất là địa chỉ thiết bị và hai bit còn lại là thông tin điều khiển. Nếu cả hai bit này đều là 0, các lệnh được gởi đến tất cả các địa chỉ, nếu địa chỉ thiết bị có bit 6 là 1 và bit 7 là 0; nơi đến là thiết bị nghe, nếu bit 6 là 0 và bit 7 là 1; nơi đến là thiết bị nói.

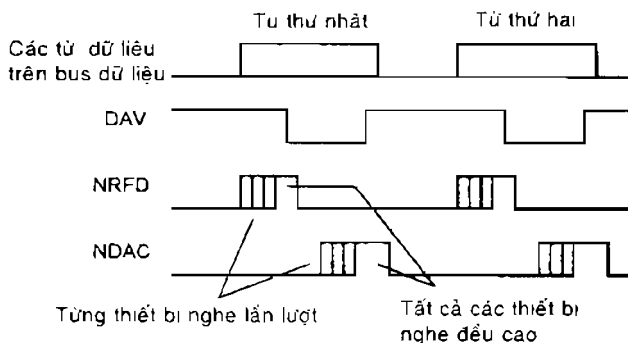
Như đã trình bày về chức năng của đường ATN, các đường quản lý đều có nhiệm vụ riêng trong điều khiển thông tin. Các đường liên kết được dùng để điều khiển quá trình truyền dữ liệu. Ba đường này bảo đảm thiết bị nói chỉ được nói khi các thiết bị nghe đã sẵn sàng. Bảng 3.1 liệt kê chức năng của tất cả các đường truyền và số chân của chúng trong nối kết kiểu-D 25-đường.

Bảng 3.1. Hệ thống bus IEEE-488

Chân	Nhóm tín hiệu	Viết tắt	Tín hiệu/chức năng
1	Dữ liệu	D101	Đường dữ liệu 1
2	Dữ liệu	D102	Đường dữ liệu 2
3	Dữ liệu	D103	Đường dữ liệu 3
4	Dữ liệu	D104	Đường dữ liệu 4
5	Quản lý	EOI	Kết thúc hoặc nhận diện. Chân này được dùng để xác nhận sự kết thúc chuỗi thông báo từ thiết bị nói hoặc được bộ điều khiển sử dụng để yêu cầu thiết bị tự nhận diện
6	Liên kết	DAV	Dữ liệu giá trị. Khi mức tín hiệu trên dương này thấp, thông tin trên bus dữ liệu là hợp lệ và chấp nhận được.
7	Liên kết	NRFD	Chưa sẵn sàng nhận dữ liệu. Đường này được các thiết bị nghe sử dụng, giá trị mức cao cho biết các thiết bị nghe sẵn sàng nhận dữ liệu

8	Liên kết	NDAC	Không nhận được dữ liệu. Đường này được các thiết bị nghe sử dụng. Giá trị mức cao cho biết dữ liệu đang được nhận.
9.	Quản lý	IFC	Giao diện thông. Đường này được các bộ điều khiển sử dụng để cài đặt lại toàn bộ thiết bị của hệ thống về trạng thái ban đầu.
10	Quản lý	SRQ	Yêu cầu dịch vụ. Đường này được các thiết bị sử dụng để gửi tín hiệu đến bộ điều khiển là chúng cần chú ý.
11.	Quản lý	ATN	Chú ý. Đường này được bộ điều khiển sử dụng để báo hiệu sẽ đưa lệnh lên các đường dữ liệu.
12.		SHIELD	Bảo vệ.
13	Dữ liệu	D105	Đường truyền dữ liệu 5
14.	Dữ liệu	D106	Đường truyền dữ liệu 6
15	Dữ liệu	D107	Đường truyền dữ liệu 7
16.	Dữ liệu	D108	Đường truyền dữ liệu 8
17.	Quản lý	REN	Từ xa. Đường này cho phép thiết bị trên bus báo hiệu thiết bị đó được chọn để điều khiển từ xa thay vì dùng bảng điều khiển của thiết bị.
18.		GND	Mất/chung
19		GND	Mất/chung
20.		GND	Mất/chung
21.		GND	Mất/chung
22.		GND	Mất/chung
23.		GND	Mất/chung
24.		GND	Mất/chung

Hình 3.26 minh họa chuỗi liên kết xuất hiện khi dữ liệu được đưa lên các đường dữ liệu. Lúc đầu, DAV cao, cho biết không có dữ liệu hợp lệ trên bus dữ liệu, NRFD và NDAC đều thấp. Khi nội dung dữ liệu được đưa lên các đường dữ liệu, NRFD chuyển lên cao để báo mọi thiết bị nghe đã sẵn sàng nhận dữ liệu, và DAV thấp cho biết dữ liệu mới đang trên các đường dữ liệu. Khi nhận dữ liệu, thiết bị nhận sẽ xác lập NDAC cao để báo đã nhận dữ liệu và NRFD thấp để cho biết lúc này thiết bị đó chưa sẵn sàng nhận dữ liệu khác. Khi tất cả các thiết bị nghe đều xác lập NDAC cao, thiết bị nói hủy bỏ tín hiệu hợp lệ của dữ liệu, DAV cao. Điều này dẫn đến xác lập NDAC thấp. Toàn bộ chu kỳ này được lặp lại với dữ liệu mới được đưa lên bus dữ liệu.



Hình 3.26. Chuỗi liên kết

Các giao thức

Cần kiểm tra sự điều khiển dòng dữ liệu giữa hai thiết bị để xác định thành phần thông báo, cách thức khởi đầu và kết thúc sự truyền thông. Điều này được gọi là *giao thức*.

Vì vậy, một thiết bị cần báo cho thiết bị khác biết để bắt đầu hoặc kết thúc gửi dữ liệu. Điều này được thực hiện bằng cách dùng các dây liên kết thiết bị phát và thiết bị nhận, sao cho tín hiệu trên một dây có thể báo cho thiết bị nhận là thiết bị phát chuẩn bị gửi (RTS) và tín hiệu trên dây khác cho biết thiết bị phát sẵn sàng nhận, thông đường để gửi tín hiệu (CTS). Các đường truyền RTS và CTS được cung cấp cho các liên kết truyền thông nối tiếp RS232.

Giải pháp thay thế là sử dụng các ký tự bổ sung trên các dây truyền phát. Với giao thức ENQ/ACK, các gói dữ liệu được gửi đến thiết bị nhận với ký tự truy vấn ENQ. Ký tự này được nhận ở cuối gói dữ liệu. Sau khi xử lý dữ liệu đó, thiết bị nhận có thể cho biết đã sẵn sàng nhận khối dữ liệu khác bằng cách gửi tín hiệu báo nhận (ACK) về thiết bị truyền phát. Dạng thứ hai, XON/XOFF, thiết bị nhận gửi tín hiệu XOFF đến thiết bị phát khi thiết bị nhận muốn dừng dòng dữ liệu. Sau đó, thiết bị phát chờ tín hiệu XON trước khi tiếp tục truyền phát.

Một dạng kiểm tra lỗi có thể xuất hiện trong thông báo do truyền phát là *kiểm tra chẵn lẻ*. Đây là bit phụ được thêm vào thông báo để bảo đảm số bit trong đoạn dữ liệu luôn luôn lẻ hoặc luôn luôn chẵn. Ví dụ, 0100100 là chẵn vì có số bit 1s chẵn, và 0110100 là lẻ vì có số bit

1s lẻ. Để làm cho hai chuỗi bit này đều lẻ, bit phụ được bổ sung vào cuối trường hợp thứ nhất là 1 và cuối trường hợp thứ hai là 0, nghĩa là, hai chuỗi bit trên trở thành 01001001 và 01101000. Vì vậy, khi thông báo được gửi đi với bit chẵn lẻ là lẻ, nếu thiết bị nhận phát hiện các bit 1s có tổng số chẵn, thông báo sẽ bị ngắt trong khi truyền phát, và thiết bị nhận có thể yêu cầu lặp lại thông báo đó.

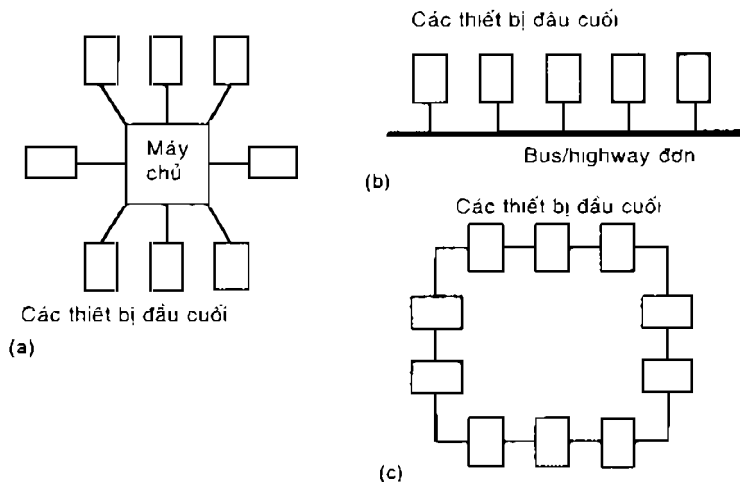
Phương pháp bit chẵn lẻ có thể phát hiện lỗi do bit 0 chuyển thành 1 hoặc 1 chuyển thành 0, nhưng không thể phát hiện khi hai lỗi cùng xảy ra, vì không thay đổi tính chẵn lẻ. Để kiểm tra chặt chẽ các sự cố phải sử dụng các phương pháp kiểm tra chi tiết. Phương pháp phổ biến là lưu nội dung dữ liệu vào ma trận các hàng và các cột, sau đó, kiểm tra tính chẵn lẻ từng hàng và từng cột. Bảng dưới đây là các bước kiểm tra sử dụng tính chẵn lẻ là chẵn.

		Các bit chẵn lẻ các hàng
Các bit chẵn lẻ các cột	00101010	1
↑	10010101	0
	10100000	0
Khối dữ liệu	01100011	0
	11010101	1
	10010101	1
↓	00111100	0

Một phương pháp khác là *các mã kiểm tra sự dư chu kỳ*, phân chia thông báo thành các khối, mỗi khối được xem là số nhị phân và được chia cho số cho trước. Số dư của phép chia được gửi đi để làm số kiểm tra lỗi ở phần cuối thông báo, cho phép kiểm tra độ chính xác của thông báo.

Các mạng

Sự phát triển tự động hóa trong công nghiệp dẫn đến nhu cầu truyền thông và điều khiển trên cơ sở toàn nhà máy với các bộ điều khiển lập trình, các máy tính, các robot, các máy CNC liên kết với nhau. *Mạng cục bộ* (LAN) là mạng truyền thông được thiết kế để liên kết các máy tính và các thiết bị ngoại vi của chúng trong phạm vi một



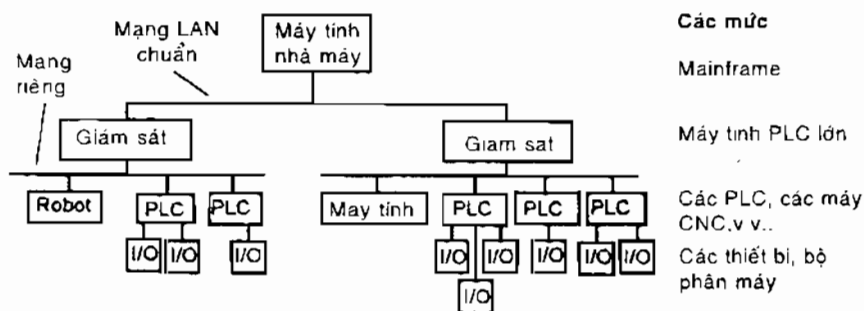
Hình 3.27. Các mạng: (a) sao; (b) bus/highway đơn; (c) vòng.

tòa nhà. Các mạng này gồm ba cấu hình cơ bản. Với cấu hình sao (Hình 3.27(a)), các thiết bị đầu cuối được liên kết trực tiếp với máy tính trung tâm (máy chủ). Máy chủ chứa bộ nhớ, thiết bị xử lý và chuyển mạch, cho phép các thiết bị đầu cuối truyền thông. Sự truy cập các thiết bị đầu cuối do máy chủ yêu cầu từng thiết bị đầu cuối thay phiên nói hoặc nghe. Với mạng kiểu *bus* hoặc *highway đơn* (Hình 3.27(b)), mỗi thiết bị đầu cuối đều nối qua cáp đơn, vì vậy, mỗi thiết bị phát/thu đều có đường dẫn trực tiếp đến từng thiết bị thu/phát khác trong mạng. Các giao thức phải được chấp hành để bảo đảm chỉ có một thiết bị đầu cuối nói ở một thời điểm, nếu không, sự lộn xộn có thể xảy ra. Thiết bị đầu cuối phải có khả năng phát hiện có thiết bị đầu cuối khác đang nói hay không trước khi bắt đầu nói. Với mạng kiểu vòng (Hình 3.27(c)), cáp liên tục, liên kết lần lượt các thiết bị đầu cuối. Kiểu mạng này cũng có các giao thức để bảo đảm truyền thông giữa các thiết bị đầu cuối không bị lẫn lộn. Giao thức *highway đơn* và giao thức vòng thường được gọi là giao thức đồng hạng, trong đó, mỗi thiết bị đầu cuối đều có "địa vị" như nhau.

Các nhà sản xuất PLC có nhiều cấu hình hệ thống mạng và các giao thức truyền thông để sử dụng các PLC của họ. Ví dụ, Mitsubishi sử dụng mạng *MelsecNET*, Allen Bradley sử dụng *DataHighway Plus*,

General Electric sử dụng GENET, Texas Instruments sử dụng TIWAY, và Siemens có bốn cấu hình có tên chung là SINEC. Hầu hết đều sử dụng cấu hình đồng hạng, chẳng hạn, Allen Bradley. Siemens có hai cấu hình mức thấp, SINECL1 là cấu hình sao (chủ-con), và SINECL2 có cấu hình đồng hạng.

Thông thường, các PLC tạo thành toàn bộ thứ bậc truyền thông (Hình 3.28). Vì vậy, mức thấp nhất là các thiết bị nhập và xuất, chẳng hạn, các bộ cảm biến và các động cơ liên kết với mức kế tiếp qua các giao diện nhập/xuất. Mức kế tiếp gồm các bộ điều khiển, chẳng hạn, các PLC nhỏ hoặc các máy tính nhỏ liên kết qua mạng với mức tiếp theo, là các PLC và các máy tính lớn hơn thực hiện sự điều khiển cục bộ. Các thiết bị này có thể là một phần của mạng bao gồm máy tính mainframe của công ty điều khiển toàn bộ.

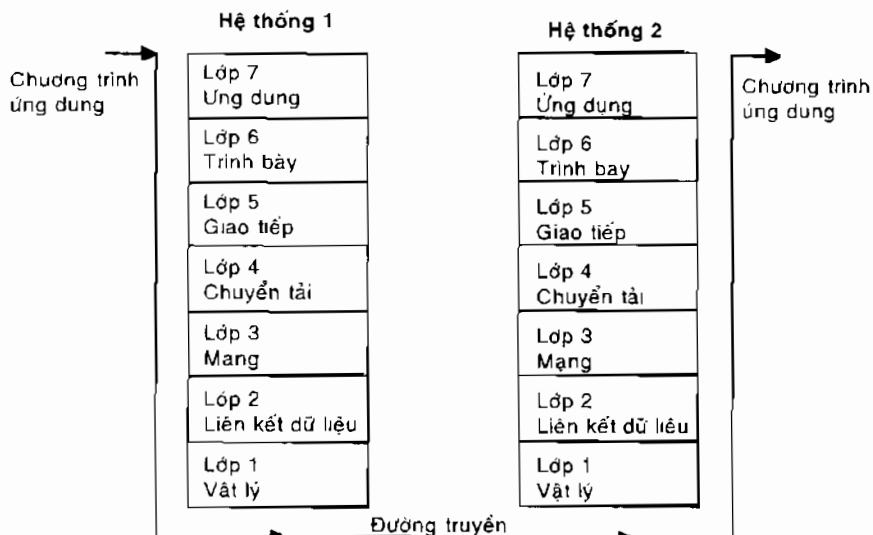


Hình 3.28. Thứ bậc điều khiển.

Hiện nay, chủ yếu sử dụng các hệ thống có thể điều khiển và giám sát các quy trình công nghiệp, bao gồm điều khiển và thu thập dữ liệu. Thuật ngữ SCAD, có nghĩa là *hệ thống giám sát điều khiển và thu thập dữ liệu*, được sử dụng rộng rãi đối với kiểu hệ thống này.

Các tiêu chuẩn mạng

Việc liên kết nhiều thiết bị có thể nảy sinh các vấn đề về tính tương thích, ví dụ, chúng có thể vận hành ở các tốc độ baud khác nhau hoặc sử dụng các giao thức khác nhau. Để tạo thuận lợi cho sự truyền thông giữa các thiết bị khác nhau, năm 1979, ISO (International Stan-



Hình 3.29. Model ISO/OSI.

dards Organisation) đã đưa ra mô hình tiêu chuẩn hóa liên kết các hệ thống mở (OSI); mô hình này được gọi là *ISO/OSI model*. Liên kết truyền thông giữa các bộ phận của trang thiết bị digital được xác định theo điều kiện vật lý, giao thức, và các tiêu chuẩn người dùng, model ISO/OSI phân chia liên kết này thành bảy lớp (Hình 3.29)

Chức năng của mỗi lớp trong mô hình là:

Lớp 1: Vật lý

Lớp này liên quan đến việc mã hóa và truyền phát thông tin. Các chức năng của lớp 1 là đồng bộ hóa sự truyền dữ liệu và chuyển giao các bit dữ liệu giữa các hệ thống.

Lớp 2: Liên kết dữ liệu

Lớp này xác định các giao thức dùng để gọi và nhận thông tin giữa các hệ thống được nối kết trực tiếp với nhau. Chức năng của lớp 2 là kết hợp các bit từ lớp vật lý thành các khối và chuyển giao chúng; điều khiển chuỗi các khối dữ liệu; phát hiện - hiệu chỉnh các lỗi.

Lớp 3: Mạng

Lớp này xác định sự chuyển đổi đường truyền dữ liệu giữa các hệ thống trong mạng.

Lớp 4: Chuyển tải

Lớp này xác định các giao thức chịu trách nhiệm gởi các thông báo từ đầu này đến đầu khác của mạng, và điều khiển lưu lượng thông báo.

Lớp 5: Giao tiếp

Lớp này cung cấp chức năng để thiết lập sự truyền thông giữa các vị trí người dùng.

Lớp 6: Trình bày

Lớp này bảo đảm thông tin được phân phối dưới dạng hiểu được.

Lớp 7: Ứng dụng.

Lớp này có chức năng liên kết chương trình của người dùng vào quá trình truyền thông và liên quan đến ý nghĩa của thông tin được truyền phát.

Mỗi lớp đều có đủ các bộ phận và chỉ tiếp xúc với các giao diện của lớp kế trên và lớp kế dưới, thực hiện các nhiệm vụ riêng và chuyển giao kết quả cho lớp trên hoặc lớp dưới. Điều này cho phép các nhà sản xuất thiết kế các sản phẩm có khả năng vận hành trong một lớp cụ thể, giao tiếp với phần cứng của các nhà sản xuất khác.

Năm 1980, IEEE (Institute of Electronic and Electrical Engineers) bắt đầu Dự án 802. Đây là mô hình gắn kết với lớp Vật lý OSI nhưng phân chia lớp liên kết dữ liệu thành hai lớp riêng biệt: lớp điều khiển truy cập môi trường MAC (Media Access Control) và lớp điều khiển liên kết logic LLC (Logical Link Control). Lớp MAC xác định phương pháp truy cập môi trường truyền phát, gồm các tiêu chuẩn điều khiển truy cập mạng và bảo đảm chỉ có một người dùng có thể truyền phát ở một thời điểm. Tiêu chuẩn IEEE 802.3 CSMA/CD, buộc các trạm phát phải nghe các truyền phát khác trước khi nhận sự điều khiển mạng và truyền phát. Tiêu chuẩn nâng cao là IEEE 802.4 Token Passing Bus; theo phương thức này, một đoạn bit đặc biệt, “hiệu lệnh” lưu thông

tuần hoàn, khi muốn truyền phát, trạm phát phải chờ cho đến khi nhận được hiệu lệnh rồi mới nối kết với đầu cuối dữ liệu. Lớp LCC chịu trách nhiệm truyền phát các gói dữ liệu qua lớp vật lý.

Khoảng năm 1990, General Motors (Hoa Kỳ) gặp khó khăn trong việc tự động hóa các hoạt động sản xuất, yêu cầu tất cả các hệ thống phải có khả năng liên lạc với nhau. Do vậy, họ đã phát triển hệ thống truyền thông tiêu chuẩn cho các ứng dụng tự động hóa nhà máy, tiêu chuẩn này được gọi là *giao thức tự động hóa sản xuất* (MAP). Hệ thống truyền thông này dành cho tất cả các hệ thống lắp trên sàn xưởng, ví dụ, các hệ thống robot, các PLC, các hệ thống hàn. Bảng 3.2 trình bày mô hình MAP và sự tương quan của mô hình này với mô hình ISO. Để thiết bị phi-OSI hoạt động trên hệ thống MAP, các cổng ra vào có thể được sử dụng. Đây là các đơn vị độc lập hoặc các bản mạch của giao diện được lắp vào thiết bị sao cho các thông báo từ mạng/thiết bị phi-OSI có thể được truyền phát đến các hệ thống khác qua bus token dải rộng MAP.

Bảng 3.2 MAP

Lớp ISO	Giao thức MAP
7	Ứng dụng
6	Trình bày
5	Giao tiếp
4	Chuyển tải
3	Mạng
2	Liên kết dữ liệu
1	Vật lý
	Truyền phát
	Chuyển giao file ISO, MMFS, FTAM, CASE
	Khung giao tiếp ISO
	Chuyển tải ISO class 4
	ISO Internet
	IEEE 802.2 class 1; IEEE 802.4 token bus
	IEEE 802.4 dải rộng
	Cáp đồng trục 10mbps với các bộ điều biến RF

Chú ý: MMFS = manufacturing message format standard (tiêu chuẩn định dạng thông báo sản xuất), FTAM = file transfer (chuyển tải file), CASE = common applications service (dịch vụ ứng dụng chung); từng giao thức này phải cung cấp tập lệnh mà các thiết bị và phần mềm ứng dụng đều hiểu được. Đối với liên kết dữ liệu, cần có các phương thức để bảo đảm ở mỗi thời điểm, chỉ một người dùng mạng có khả năng truyền phát. Đối với MAP, phương pháp được sử dụng là token passing. Thuật ngữ dải rộng được dùng cho mạng, trong đó, thông tin điều biến theo sóng mang tần số radio, sau đó dẫn qua cáp đồng trục.

Xử lý tín hiệu vào

PLC chạy liên tục thông qua chương trình và cập nhật theo kết quả từ các tín hiệu vào. Mỗi vòng như vậy được gọi là một *chu kỳ*. Hình 3.30 minh họa hoạt động này. Có hai phương pháp có thể được sử dụng cho các hoạt động xử lý tín hiệu nhập/xuất.

1. Cập nhật liên tục

Trong phương pháp này, CPU quét các kênh nhập khi chúng xuất hiện theo các lệnh của chương trình. Mỗi điểm nhập được kiểm tra riêng rẽ và tác động của chúng lên chương trình sẽ được xác định. Sự yêu cầu từng điểm nhập theo mỗi lệnh chương trình sẽ tốn thời gian. Nhiều kênh nhập có thể phải được quét trước khi chương trình có chỉ thị để thực thi hoạt động cụ thể và tín hiệu ra xuất hiện. Các tín hiệu ra duy trì trạng thái của chúng, bị khóa, cho đến khi có sự cập nhật kế tiếp. Chuỗi này như sau:

 Tìm nạp và giải mã lệnh chương trình thứ nhất

 Quét các ngõ vào tương ứng.

 Tìm nạp và giải mã lệnh chương trình thứ hai

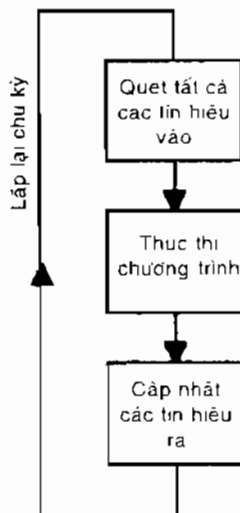
 Quét các ngõ vào tương ứng, v.v..., đối với các lệnh chương trình còn lại.

 Cập nhật các ngõ ra

 Lặp lại toàn bộ chuỗi trên.

2. Sao chép khối tín hiệu nhập/xuất

Do phương pháp cập nhật liên tục cần có thời gian kiểm tra lần lượt từng điểm nhập, thời gian cần thiết để kiểm tra vài trăm điểm nhập/xuất có thể đáng kể. Để thực thi chương trình nhanh hơn, một vùng đặc biệt của RAM được sử dụng làm bộ



Hình 3.30.
Hoạt động của PLC

lưu trữ đệm giữa logic điều khiển và bộ nhập/xuất. Mỗi bộ nhập/xuất đều có địa chỉ trong vùng nhớ này. Khi bắt đầu mỗi chu kỳ chương trình, CPU quét tất cả các bộ nhập và sao chép trạng thái của chúng vào các địa chỉ của bộ nhập/xuất trong RAM. Khi chương trình được thực thi, CPU đọc dữ liệu được lưu trữ trong RAM, theo yêu cầu, và thực hiện các phép toán logic. Tín hiệu xuất được lưu trữ trong phần RAM dành riêng cho nhập/xuất. Cuối mỗi chu kỳ chương trình, tất cả các tín hiệu xuất trong RAM đều được chuyển đến các kênh xuất tương ứng. Các tín hiệu xuất vẫn duy trì trạng thái của chúng cho đến chu kỳ cập nhật kế tiếp. Chuỗi thứ tự này như sau:

Quét tất cả các đơn vị nhập và sao chép vào RAM

Tìm kiếm, giải mã, và thực thi tất cả các chỉ thị của chương trình theo thứ tự, sao chép các chỉ thị xuất vào RAM

Cập nhật tất cả các chỉ thị xuất

Lặp lại chuỗi trên.

Mặc dù thời gian cần thiết để hoàn tất chu kỳ quét các ngõ vào và cập nhật các ngõ ra theo các lệnh chương trình tương đối ngắn, nhưng không phải tức thời. Nghĩa là, các ngõ vào không được theo dõi liên tục, các mẫu trạng thái của chúng được lấy định kỳ. Thời gian của chu kỳ thông thường khoảng 10 đến 50 ms, nghĩa là các ngõ vào và các ngõ ra được cập nhật mỗi 10 đến 50 ms, như vậy, sự đáp ứng của hệ thống có thể bị trễ. Điều này cũng có nghĩa là nếu có chu kỳ nhập rất ngắn xảy ra ở thời điểm không thích hợp, chu kỳ đó có thể bị bỏ sót. Tóm lại, chu kỳ nhập bất kỳ phải xuất hiện trong thời gian dài hơn thời gian chu kỳ của PLC. Các module đặc biệt có thể hữu ích trong các trường hợp nêu trên.

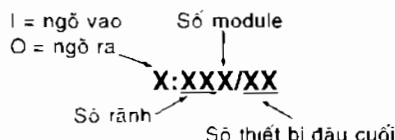
Hãy xét PLC có thời gian chu kỳ 40 ms. Tần số cực đại của các xung digital là bao nhiêu để có thể được phát hiện? Nếu mỗi 40 ms có một xung xuất hiện, tần số cực đại sẽ là: $1/0.04 = 25 \text{ Hz}$.

Địa chỉ ngõ vào và ngõ ra

PLC có khả năng nhận biết từng ngõ vào và ngõ ra bằng cách gán địa chỉ cho chúng. Với PLC nhỏ, địa chỉ là chữ số có tiếp đầu ngữ cho

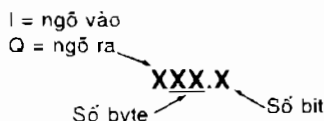
biết đó là ngõ vào hoặc ngõ ra. Đối với PLC Mitsubishi, các ngõ vào có địa chỉ X400, X401, X402, v.v... và các ngõ ra có địa chỉ Y430, Y431, Y432, v.v..., X biểu thị ngõ vào và Y là ngõ ra. Toshiba cũng sử dụng hệ thống tương tự.

Các PLC lớn có nhiều rãnh cho các kênh nhập và kênh xuất, các rãnh này được đánh số. Với Allen Bradley PLC-5, rãnh chứa bộ xử lý được gán số 0 và địa chỉ các rãnh khác được đánh số 1, 2, 3, v.v...tùy theo cách cài đặt các công tắc. Mỗi rãnh có thể có nhiều module và mỗi module liên quan với nhiều ngõ vào và/hoặc ngõ ra. Hình 3.31 minh họa dạng địa chỉ này. Ví dụ, ngõ vào có địa chỉ I:012/03. Địa chỉ này cho biết đó là ngõ vào, rãnh 01, module 2 và thiết bị đầu cuối 03.



Hình 3.31. Cách ghi địa chỉ trên Allen Bradley PLC-5

Với Siemens SIMATIC S5, các ngõ vào và các ngõ ra được sắp xếp theo nhóm 8. Mỗi nhóm 8 được gọi là byte và mỗi tín hiệu vào hoặc ra có 8 bit. Các ngõ vào và ra có địa chỉ được biểu diễn bằng các số byte và bít, tạo thành số module, tiếp theo là số thiết bị đầu cuối, dấu chấm (.) phân chia hai số này. Hình 3.32 trình bày hệ thống địa chỉ này. I0.1 là ngõ vào ở bit 1 trong byte 0, Q2.0 là ngõ ra ở bit 0 trong byte 2.



Hình 3.32. Cách ghi địa chỉ trên Siemens SIMATIC S5.

PLC GEM-80 biểu diễn địa chỉ các ngõ vào và ra bằng số module và số thiết bị đầu cuối trong module đó. Mẫu tự A được dùng để biểu thị các ngõ vào, và B biểu thị các ngõ ra. Vì vậy, A3.02 là ngõ vào ở thiết bị đầu cuối 02 trong module 3, B5.12 là ngõ ra ở thiết bị đầu cuối 12 trong module 5.

Với Sprecher+Schuh SESTEP, các ngõ vào được biểu thị bằng mẫu tự X và các ngõ ra là Y, và được đánh số tuần tự, vị trí của module không ảnh hưởng đến cách ghi địa chỉ. Ví dụ, X002 là ngõ vào và Y003 là ngõ ra.

Ngoài việc sử dụng địa chỉ để nhận biết các ngõ vào và các ngõ ra, PLC còn sử dụng các hệ thống địa chỉ của chúng để nhận biết các thiết bị nội do phần mềm tạo ra, chẳng hạn, các rơ-le, các đồng hồ định giờ và các bộ đếm.

Câu hỏi ôn tập

1. Giao diện truyền thông nối tiếp:
 - (i) dữ liệu được truyền và nhận từng bit một.
 - (ii) có tốc độ nhanh hơn truyền thông song song.
 - A. Cả hai đều đúng
 - B. (i) đúng, (ii) sai
 - C. (i) sai, (ii) đúng
 - D. Cả hai đều sai
2. Giao diện truyền thông RS232:
 - (i) là giao diện nối tiếp
 - (ii) thường được sử dụng cho các khoảng cách đến 15 m.
 - A. Cả hai đều đúng
 - B. (i) đúng, (ii) sai
 - C. (i) sai, (ii) đúng
 - D. Cả hai đều sai

Phần tiếp theo (dùng cho câu 3 và 4) minh họa các bit trên đường truyền dữ liệu RS232 đang được sử dụng để truyền phát dữ liệu 1100001:

0110000111

X YZ

3. Các bit phụ X và Z ở đầu và cuối là:
- (i) để kiểm tra thông báo có bị ngắt trong khi truyền phát hay không.
 - (ii) để cho biết điểm khởi đầu và điểm kết thúc.
- A. Cả hai đều đúng
B. (i) đúng, (ii) sai
C. (i) sai, (ii) đúng
D. Cả hai đều sai
4. Bit Y là:
- (i) Bit chẩn lẻ cho biết tính lẻ.
 - (ii) Bit chẩn lẻ cho biết tính chẵn.
- A. Cả hai đều đúng
B. (i) đúng, (ii) sai
C. (i) sai, (ii) đúng
D. Cả hai đều sai
5. Giao diện truyền dữ liệu song song:
- (i) cho phép dữ liệu được truyền phát qua các khoảng cách ngắn ở tốc độ cao.
 - (ii) tiêu chuẩn chung là IEEE-488
- A. Cả hai đều đúng
B. (i) đúng, (ii) sai
C. (i) sai, (ii) đúng
D. Cả hai đều sai
6. Đối với sự truyền thông qua các khoảng cách từ 100 đến 300 m với tốc độ truyền phát cao:
- (i) có thể sử dụng giao diện RS232.
 - (ii) có thể sử dụng vòng 20 mA.

- A. Cả hai đều đúng
 - B. (i) đúng, (ii) sai
 - C. (i) sai, (ii) đúng
 - D. Cả hai đều sai
7. Với quá trình xử lý nhập/xuất, phương pháp sao chép nhập/xuất theo khối:
- (i) Quét tất cả các đơn vị nhập và sao chép trạng thái của chúng vào RAM.
 - (ii) là quá trình nhanh hơn so với phương pháp cập nhật liên tục
- A. Cả hai đều đúng
 - B. (i) đúng, (ii) sai
 - C. (i) sai, (ii) đúng
 - D. Cả hai đều sai
8. Thời gian chu kỳ của PLC là thời gian cần thiết để:
- A. Đọc từng tín hiệu nhập.
 - B. Đọc tất cả các tín hiệu nhập.
 - C. Kiểm tra tất cả các tín hiệu nhập dựa vào chương trình.
 - D. Đọc tất cả các tín hiệu nhập, chạy chương trình và cập nhật tất cả các tín hiệu xuất.
9. PLC có thời gian chu kỳ dài thích hợp cho:
- (i) các tín hiệu nhập có khoảng thời gian ngắn.
 - (ii) các tín hiệu nhập tần số cao
- A. Cả hai đều đúng
 - B. (i) đúng, (ii) sai
 - C. (i) sai, (ii) đúng
 - D. Cả hai đều sai

10. Xác định (a) bit chẵn lẻ lẻ, (b) bit chẵn lẻ chẵn, bit nào được sử dụng khi truyền phát dữ liệu 1010100.
11. Giải thích công dụng của bit chẵn lẻ.
12. Giải thích phương pháp cập nhật liên tục và phương pháp sao chép nhập/xuất theo khối trong xử lý nhập/xuất.

Chương 4

LẬP TRÌNH

Các chương trình dùng trong hệ thống dựa trên bộ vi xử lý phải được tải vào hệ thống theo *mã máy*, đây là chuỗi số theo mã nhị phân biểu diễn các lệnh chương trình. Tuy nhiên, có thể sử dụng *ngôn ngữ assembly*, là ngôn ngữ dựa trên thuật nhớ, ví dụ, LD được sử dụng để cho biết hoạt động được yêu cầu để tải dữ liệu tiếp theo LD, và chương trình máy tính (*assembler*) được dùng để diễn dịch thuật nhớ thành mã máy. Việc lập trình có thể được thực hiện ngay từ đầu bằng cách sử dụng các *ngôn ngữ bậc cao*, ví dụ, C, BASIC, PASCAL, FORTRAN, COBOL. Các ngôn ngữ này sử dụng các hàm có sẵn và được biểu diễn bằng các từ đơn giản hoặc các ký hiệu mô tả hàm. Ví dụ, trong ngôn ngữ C, ký hiệu & được sử dụng cho toán tử logic AND. Tuy nhiên, việc sử dụng các phương pháp này để viết chương trình đòi hỏi một số kỹ năng lập trình nhất định, trong khi các PLC được nhắm đến người dùng là các kỹ sư, không đòi hỏi kiến thức cao về lập trình. Do đó, việc lập trình kiểu bậc thang được nghiên cứu và ứng dụng. Đây là phương pháp viết chương trình, có thể chuyển thành mã máy nhờ phần mềm chuyên dùng cho bộ vi xử lý của PLC.

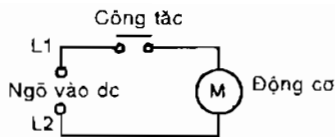
Chương này giới thiệu phương pháp lập trình cho PLC bằng cách sử dụng các sơ đồ thang, và trình bày tóm tắt các kỹ thuật khác. Ngoài ra còn giới thiệu các kỹ thuật cơ bản, triển khai chương trình thực hiện các hoạt động chuyển mạch, kể cả các hàm logic AND, OR, Exclusive OR, NAND và NOR.

Sơ đồ thang

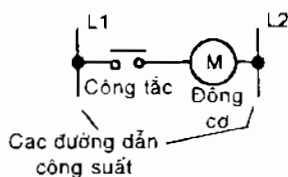
Để giới thiệu sơ đồ thang, bạn hãy khảo sát sơ đồ mắc dây mạch điện trên Hình 4.1(a). Sơ đồ này trình bày mạch điện dùng để mở hoặc tắt động cơ điện, có thể được vẽ lại theo cách khác, sử dụng hai đường dọc biểu diễn đường dẫn công suất vào và mắc nối phần còn lại của mạch giữa hai đường đó (Hình 4.1(b)). Cả hai mạch đều có công tắc mắc nối tiếp với động cơ và được cung cấp điện khi đóng công tắc.

Mạch được trình bày trên Hình 4.1(b) được gọi là *sơ đồ thang*.

Với sơ đồ này, nguồn điện cấp cho các mạch luôn luôn được trình bày bằng hai đường dọc, phần còn lại của mạch là các đường ngang. Các đường công suất trông giống mặt đứng của thang và các đường ngang của mạch tương tự các nấc thang. Các nấc ngang chỉ cho thấy phần điều khiển của mạch, trường hợp trên Hình 4.1, bạn chỉ thấy công tắc mắc nối tiếp với động cơ. Các sơ đồ mạch thường cho thấy vị trí vật lý tương đối của các bộ phận trong mạch và cách nối kết chúng. Các sơ đồ thang không nhằm mục đích trình bày các vị trí thực tế, mà chú trọng đến việc trình bày rõ ràng cách điều khiển.

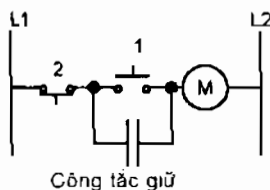


(a)



Hình 4.1. Các cách vẽ cùng một mạch điện.

Hình 4.2 trình bày sơ đồ thang của mạch điện được sử dụng để khởi động và dừng động cơ bằng các nút bấm. Ở trạng thái bình thường, nút 1 mở và nút 2 đóng. Khi nút 1 được nhấn xuống, mạch điện là liên tục và động cơ khởi động. Bên cạnh đó, các tiếp điểm duy trì được nối song song với động cơ sẽ đóng và tiếp tục đóng cho đến khi động cơ chạy. Khi đó nút 1 được nhả, và từ lúc này các tiếp điểm duy trì sẽ duy trì mạch công suất đến động cơ. Để dừng động cơ, nút 2 được nhấn xuống. Điều này sẽ ngắt nối kết nguồn công suất với động cơ và các tiếp điểm duy trì mở. Khi nút 2 nhả, công suất vẫn không dẫn đến động cơ. Như vậy động cơ khởi động bằng cách nhấn nút 1 và dừng bằng cách nhấn nút 2.



Hình 4.2. Mạch khởi động-dừng.

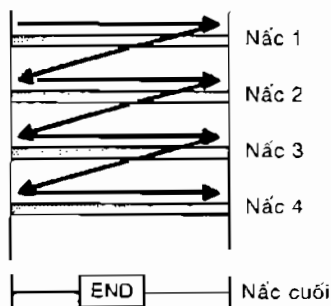
Lập trình thang PLC

Phương pháp lập trình PLC thông dụng dựa trên các *sơ đồ thang*. Việc viết chương trình tương đương với vẽ mạch chuyển mạch. Sơ đồ

thang gồm hai đường dọc biểu diễn đường dẫn công suất. Các mạch được nối kết theo đường ngang (các nấc thang), giữa hai đường dọc này.

Để vẽ sơ đồ thang, cần tuân thủ các qui ước sau:

1. Các đường dọc trên sơ đồ biểu diễn đường công suất, các mạch được nối kết giữa các đường dọc này.
2. Mỗi nấc thang xác định một hoạt động trong quá trình điều khiển.
3. Sơ đồ thang được đọc từ trái sang phải và từ trên xuống, Hình 4.3 minh họa chuyển động quét do PLC thực hiện. Nấc ở đỉnh thang được đọc từ trái sang phải. Tiếp theo, nấc thứ hai tính từ trên xuống được đọc từ trái sang phải, v.v... Khi ở chế độ hoạt động, PLC sẽ đi từ đầu đến cuối chương trình thang, nấc cuối của chương trình thang được ghi chú rõ ràng, sau đó lặp lại từ đầu. Quá trình lần lượt đi qua tất cả các nấc của chương trình được gọi là *chu trình*.



Hình 4.3. Quét chương trình thang.

4. Mỗi nấc bắt đầu với một hoặc nhiều ngõ vào và kết thúc với ít nhất một ngõ ra. Thuật ngữ ngõ vào được dùng cho hoạt động điều khiển, chẳng hạn đóng các tiếp điểm công tắc, được dùng làm ngõ vào PLC. Thuật ngữ ngõ ra được sử dụng cho thiết bị được nối kết với ngõ ra của PLC, ví dụ, động cơ.
5. Các thiết bị điện được trình bày ở điều kiện chuẩn của chúng. Vì vậy, công tắc thường mở được trình bày trên sơ đồ thang ở trạng thái mở. Công tắc thường đóng được trình bày ở trạng thái đóng.
6. Thiết bị bất kỳ có thể xuất hiện trên nhiều nấc thang. Ví dụ, có thể có rơ le đóng mạch một hoặc nhiều thiết bị. Các mẫu tự và/hoặc các số giống nhau được sử dụng để ghi nhận cho thiết bị trong từng trường hợp.

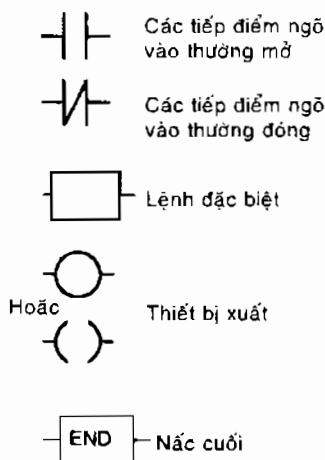
7. Các ngõ vào và ra được nhận biết theo địa chỉ của chúng, ký hiệu tùy theo nhà sản xuất PLC. Đó là địa chỉ ngõ vào hoặc ngõ ra trong bộ nhớ của PLC. Các PLC Mitsubishi series F sử dụng mẫu tự X đứng trước các phần tử nhập, Y đứng trước các phần tử xuất, và sử dụng các số theo sau:

Các ngõ vào X400-407, 500-507, 510-513
(24 ngõ vào khả dĩ)

Các ngõ ra Y-437, 530-537
(16 ngõ ra khả dĩ)

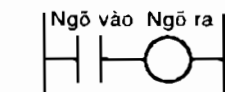
Toshiba cũng sử dụng mẫu tự X và Y với các ngõ vào, chẳng hạn, X000 và X001, và các ngõ ra Y000 và Y001. Siemens sử dụng mẫu tự I cho ngõ vào và Q cho ngõ ra, ví dụ, I0.1 và Q2.0. Sprecher+Schuh đánh số ngõ vào bằng X và ngõ ra bằng Y, ví dụ, X001 và Y001. Allen Bradley sử dụng I và O, ví dụ, I:21/01 và O:22/01.

Hình 4.4 trình bày các ký hiệu tiêu chuẩn được sử dụng cho thiết bị nhập và xuất. Chú ý, các ngõ vào được trình bày bằng hai ký hiệu biểu diễn các tiếp điểm thường mở hoặc thường đóng. Ký hiệu này áp dụng cho mọi thiết bị được nối kết với ngõ vào. Hoạt động của ngõ vào tương đương với việc đóng hoặc mở công tắc. Các ngõ ra được biểu diễn chỉ bằng một ký hiệu, bất kể thiết bị được nối kết với ngõ ra. Các chương sau sẽ giới thiệu thêm về ký hiệu.



Hình 4.4. Các ký hiệu cơ bản.

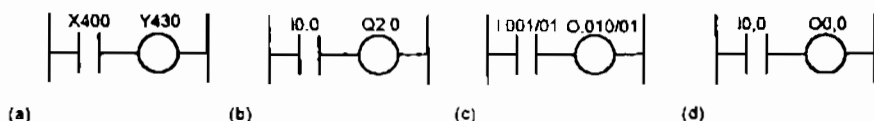
Để giải thích cách vẽ nấc sơ đồ thang, có thể xét trường hợp cấp điện cho thiết bị xuất, chẳng hạn động cơ, tùy thuộc vào công tắc khởi động thường mở. Ngõ vào là công tắc và ngõ ra là động cơ. Hình 4.5 minh họa sơ đồ thang, bắt đầu với ngõ vào, có ký hiệu thường mở || đối với các tiếp



Hình 4.5. Nấc thang.

điểm của ngõ này. Không có các thiết bị nhập khác và nét vẽ kết thúc với ngõ ra, được vẽ bằng ký hiệu O. Khi công tắc đóng, có tín hiệu vào, ngõ ra của động cơ được kích hoạt.

Trong sơ đồ thang, địa chỉ của mỗi thành phần được ghi chú theo ký hiệu của chúng. Hình 4.6 minh họa sơ đồ thang từ Hình 4.5, với ký hiệu của (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Allen Bradley, (d) Telemecanique dùng cho các địa chỉ. Hình 4.6(a) cho thấy nấc của chương trình thang có ngõ vào ở địa chỉ X400 và ngõ ra ở địa chỉ Y430. Khi nối các ngõ vào và các ngõ ra với PLC, các thiết bị liên quan phải được nối kết với thiết bị đầu cuối nhập và xuất có các địa chỉ này.



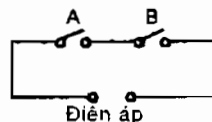
Hình 4.6. Các kiểu ký hiệu: (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Allen Bradley, (d) Telemecanique.

Các hàm logic

Có nhiều tình huống điều khiển đòi hỏi các hoạt động phải được thực thi khi xuất hiện tổ hợp điều kiện xác định. Đối với máy khoan tự động (Hình 1.1(a)), điều kiện để kích hoạt động cơ máy khoan là khi công tắc giới hạn được kích hoạt, báo hiệu sự có mặt của chi tiết gia công và vị trí mũi khoan đang ở trên bề mặt chi tiết. Tình huống này liên quan đến hàm logic AND, điều kiện A và điều kiện B đều hội đủ để ngõ ra xuất hiện. Phần này sẽ đề cập đến các hàm logic.

AND

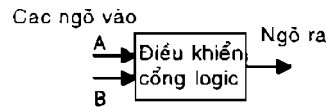
Hình 4.7 minh họa tình huống ngõ ra không được cấp công suất, trừ phi hai công tắc thường mở đều đóng. Cả công tắc A và công tắc B đều đóng là trạng thái logic AND. Bạn có thể xem trạng thái này là sự biểu diễn hệ thống điều khiển có hai ngõ vào A và B (Hình 4.8). Chỉ khi A và B đều đóng mới có ngõ ra. Do đó, nếu sử dụng 1 để biểu thị tín hiệu đóng và 0



Hình 4.7. Mạch AND.

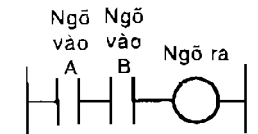
biểu diễn tín hiệu ngắt, để ngõ ra là 1 thì A và B phải là 1. Sự vận hành này được điều khiển bằng *cổng logic*, quan hệ giữa các ngõ vào cổng logic và các ngõ ra được liệt kê trên *bảng chân trị*. Do đó, cổng AND sẽ có:

Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1



Hình 4.8. Cổng logic AND

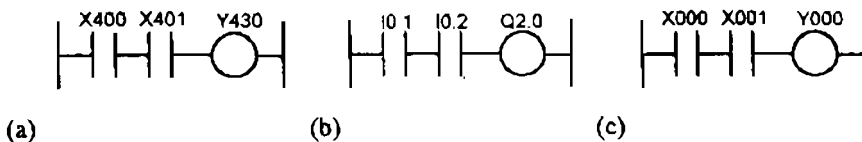
Hình 4.9 minh họa hệ thống cổng AND trên sơ đồ thang, bắt đầu với tập hợp các tiếp điểm thường mở, ||, được ghi ngõ vào A, là công tắc A, mắc nối tiếp với công tắc A là tập hợp các tiếp điểm thường mở khác, |, được ghi là ngõ vào B, để biểu diễn công tắc B. Đường vẽ kết thúc với O để biểu diễn ngõ ra. Để có ngõ ra, ngõ vào A và ngõ vào B đều phải hoạt động, nghĩa là, các tiếp điểm của ngõ vào A và B đều đóng.



Hình 4.9. Cổng AND

Hình 4.10 minh họa Hình 4.9 theo ký hiệu của (a) Mitsubishi, (b) Siemens và (c) Toshiba.

Ví dụ về cổng AND là hệ thống điều khiển liên khóa đối với máy công cụ để máy chỉ có thể vận hành khi chấn bảo vệ ở đúng vị trí và động cơ khởi động.

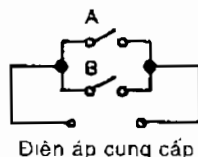


Hình 4.10. Ký hiệu cổng AND của
(a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Toshiba.

OR

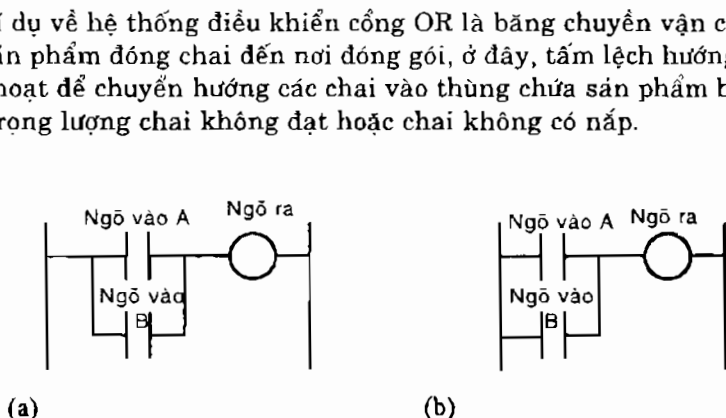
Hình 4.11 minh họa tình huống ngõ ra được cấp công suất khi công tắc thường mở A hoặc B đóng. Tình huống này mô tả cổng logic OR, trong đó, ngõ vào A hoặc ngõ vào B phải hoạt động để có ngõ ra. Bảng truth của cổng này như sau:

Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

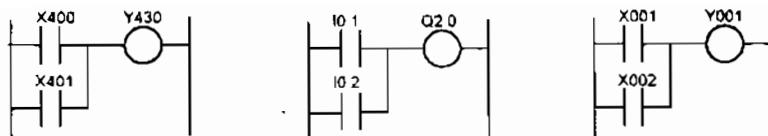


Hình 4.11. Mạch OR

Hình 4.12 (a) minh họa hệ thống cổng logic OR trên sơ đồ thang, Hình 4.12 (b) trình bày hình vẽ sơ đồ này theo cách khác. Sơ đồ thang bắt đầu bằng ký hiệu các tiếp điểm thường mở, ||, ghi ngõ vào A, để biểu diễn công tắc A; mắc song song với công tắc A, là ký hiệu các tiếp điểm thường mở, ||, được ghi ngõ vào B, để biểu diễn công tắc B. Ngõ vào A hoặc ngõ vào B phải đóng để ngõ ra được cung cấp công suất. Đường vẽ kết thúc với ký hiệu O biểu diễn ngõ ra. Hình 4.13 trình bày các ký hiệu kiểu cổng này trên sản phẩm của Mitsubishi, Siemens, và Sprecher+Schuh



Hình 4.12. Cổng OR



(a)

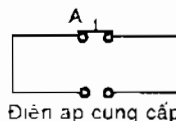
(b)

(c)

Hình 4.13. Cổng OR: (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Sprecher+Schuh.

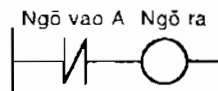
NOT

Hình 4.14 trình bày mạch điện được điều khiển bằng công tắc thường đóng. Khi có tín hiệu vào, công tắc mở và ngắt dòng điện vào mạch. Mạch này minh họa cổng NOT, trong đó, ngõ ra xuất hiện khi không có ngõ vào và khi có ngõ vào sẽ không có ngõ ra. Cổng này đôi khi còn được gọi là *bộ đảo*. Bảng chân trị của cổng này như sau:



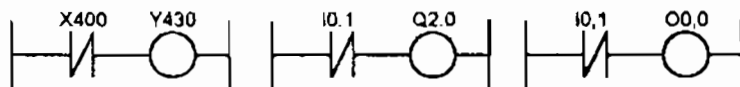
Hình 4.14. Mạch NOT

Ngõ vào A	Ngõ ra
0	1
1	0



Hình 4.15. Cổng NOT

Hình 4.15 trình bày hệ thống cổng NOT trên sơ đồ thang. Các tiếp điểm ngõ vào A được trình bày bằng ký hiệu thường đóng. Ngõ vào A mắc nối tiếp với ngõ ra O. Khi không có tín hiệu vào đến ngõ vào A, các tiếp điểm đóng và có tín hiệu ra. Khi có tín hiệu vào đến ngõ vào A, các tiếp điểm mở và không có tín hiệu ra. Hình 4.16 trình bày cổng NOT theo ký hiệu địa chỉ của (a) Mitsubishi, (b) Siemens, và (c) Telemecanique.



(a)

(b)

(c)

Hình 4.16. Cổng NOT:

(a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Telemecanique.

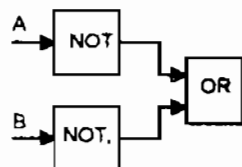
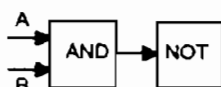
Ví dụ về hệ thống điều khiển cổng NOT là loại đèn bật sáng khi trời tối, nghĩa là, tín hiệu ra xuất hiện khi không có ánh sáng vào bộ cảm biến ánh sáng.

NAND

Giả sử cổng NOT được bố trí phía sau cổng AND (Hình 4.17(a)). Hệ quả là cổng NOT sẽ đảo ngược mọi tín hiệu ra từ cổng AND. Một cách bố trí khác cũng cho kết quả tương tự, là đặt cổng NOT trên từng ngõ vào, và tiếp theo là cổng OR (Hình 4.17(b)). Bảng chân trị chung cho hai trường hợp này như sau:

Ngõ vào		Ngõ ra
A	B	
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

(a)

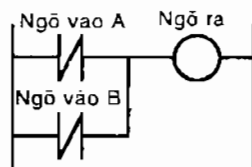


(b)

Hình 4.17. Cổng NAND

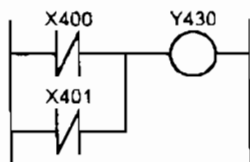
Cả ngõ vào A và ngõ vào B đều là 0 để có ngõ ra 1. Có ngõ ra khi ngõ vào A và ngõ vào B đều không phải là 1. Tổ hợp các cổng này được gọi là cổng NAND.

Hình 4.18 minh họa sơ đồ thang của cổng NAND. Khi các tín hiệu vào của ngõ vào A và B đều 0, ngõ ra sẽ là 1. Khi các tín hiệu vào của ngõ vào A và ngõ vào B đều 1, hoặc một ngõ vào là 0 và ngõ vào kia là 1, ngõ ra sẽ là 0. Hình 4.19 minh họa các ký hiệu địa chỉ cổng NAND của (a) Mitsubishi và (b) siemens.

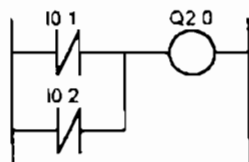


Hình 4.18. Cổng NAND.

Ví dụ về hệ thống điều khiển cổng NAND là đèn cảnh báo của máy công cụ, đèn này sáng nếu công tắc chấn bảo vệ và công tắc giới hạn báo hiệu sự có mặt của chi tiết gia công đều không được kích hoạt.



(a)



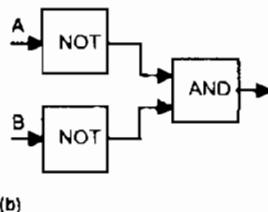
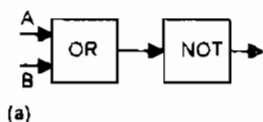
(b)

Hình 4.19. Các ký hiệu cổng NAND: (a) Mitsubishi, (b) Siemens.

NOR

Giả sử cổng NOT được bố trí sau cổng OR (Hình 4.20(a)). Hệ quả của cách bố trí này là cổng NOT sẽ đảo ngược các ngõ ra của cổng OR. Một cách bố trí khác cũng cho kết quả như vậy là đặt cổng NOT trên mọi ngõ vào, rồi đến cổng AND, sẽ có các ngõ vào đảo ngược (Hình 4.20(b)). Sau đây là bảng chân trị.

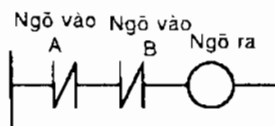
Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0



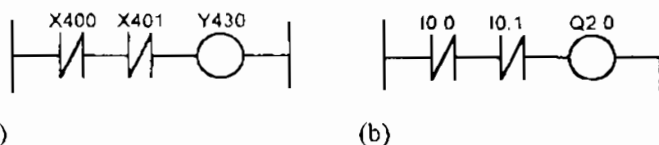
Hình 4.20. Cổng NOR

Tổ hợp cổng OR và cổng NOT được gọi là cổng NOR. Cổng này có ngõ ra khi ngõ vào A và ngõ vào B đều 0.

Hình 4.21 minh họa sơ đồ thang của hệ thống NOR. Khi ngõ vào A và ngõ vào B đều không được kích hoạt,



Hình 4.21. Cổng NOR



Hình 4.22. Các ký hiệu cổng NOR: (a) Mitsubishi, (b) Siemens.

ngõ ra là 1. Khi X400 hoặc X401 là 1, ngõ ra là 0. Hình 4.22 trình bày hệ thống cổng NOR theo ký hiệu của Mitsubishi và Siemens.

Exclusive OR (XOR)

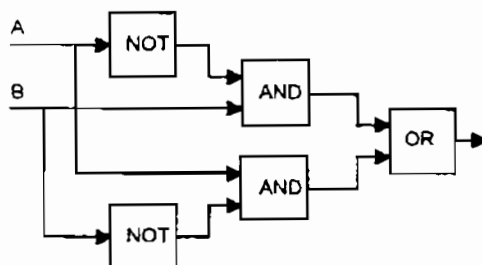
Cổng OR cung cấp ngõ ra khi một hoặc cả hai ngõ vào là 1. Tuy nhiên, thỉnh thoảng cũng có nhu cầu cổng cung cấp ngõ ra khi một trong hai ngõ vào là 1, nhưng không phải cả hai đều là 1, nghĩa là:

Các ngõ vào		Ngõ ra
A	B	
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

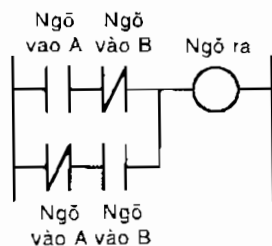
Cổng này được gọi là cổng *Exclusive OR* hoặc XOR. Một phương pháp thực hiện cổng XOR là bố trí các cổng NOR, AND và OR như trên Hình 4.23.

Hình 4.24 minh họa sơ đồ thang của hệ thống cổng XOR. Khi các ngõ vào A và B đều không được kích hoạt, ngõ ra là 0. Khi chỉ có ngõ

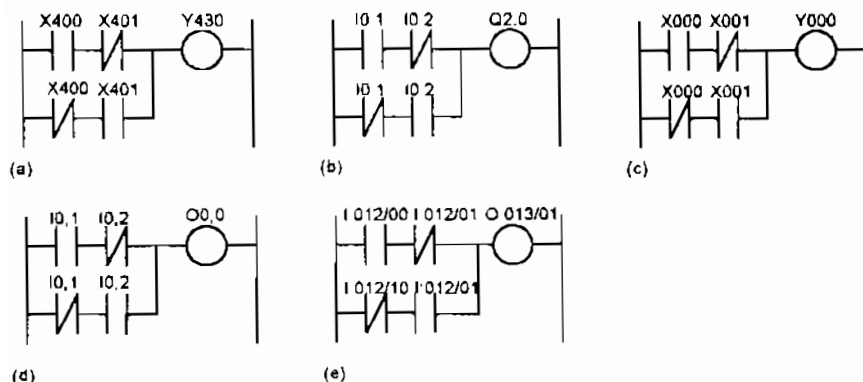
Hình 4.23. Cổng XOR.



vào A được kích hoạt, nhánh trên sẽ cho kết quả ngõ ra là 1. Khi chỉ có ngõ vào B được kích hoạt, nhánh dưới sẽ cho kết quả ở ngõ ra là 1. Khi cả ngõ vào A và B đều được kích hoạt, không có ngõ ra. Trong ví dụ này, ngõ vào A và B có hai bộ tiếp điểm trong các mạch, một bộ thường mở và bộ kia thường đóng. Với việc lập trình PLC, mỗi ngõ vào có thể có nhiều bộ tiếp điểm tùy theo nhu cầu. Hình 4.25 minh họa cổng XOR theo cách ghi địa chỉ của (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Toshiba, (d) Telemecanique và (e) Allen Bradley.



Hình 4.24. Cổng XOR.



Hình 4.25. Cổng XOR: (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Toshiba, (d) Telemecanique và (e) Allen Bradley.

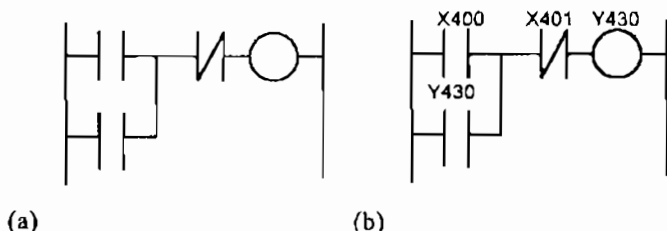
Mạch khóa

Thường có các tình huống cần duy trì cung cấp công suất cho ngõ ra, ngay cả khi ngõ vào ngừng hoạt động. Ví dụ, động cơ được khởi động bằng cách nhấn công tắc kiểu nút bấm, kể cả khi các tiếp điểm của công tắc không đóng, động cơ vẫn phải tiếp tục chạy cho đến khi công tắc dừng kiểu nút bấm được nhấn. Thuật ngữ *mạch khóa* được áp

dụng cho các mạch thực hiện hoạt động này. Đây là mạch tự duy trì, nghĩa là, sau khi được cung cấp công suất, mạch duy trì trạng thái đó cho đến khi nhận tín hiệu vào khác.

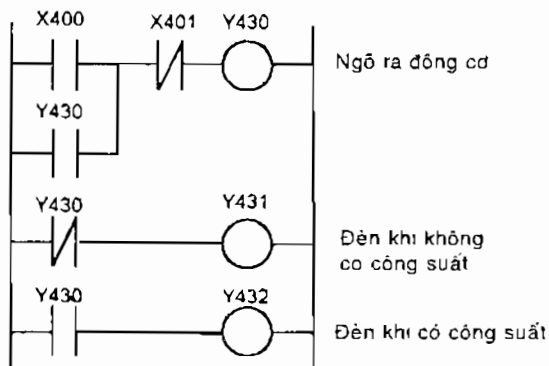
Hình 4.26 minh họa mạch khóa, (b) trình bày mạch khóa theo dạng địa chỉ của Mitsubishi. Khi các tiếp điểm ngõ vào A đóng, ngõ ra xuất hiện. Tuy nhiên, khi có ngõ ra, bộ tiếp điểm kết hợp với ngõ ra đó sẽ đóng. Các tiếp điểm này tạo thành hệ thống cổng logic OR với các tiếp điểm ngõ vào. Nhờ đó, dù ngõ vào A mở, mạch vẫn duy trì sự cung cấp năng lượng cho ngõ ra. Cách duy nhất để ngắt ngõ ra là sử dụng tiếp điểm thường đóng B.

Hình 4.26.
Mạch khóa.



Để minh họa sự ứng dụng mạch khóa, có thể khảo sát động cơ được điều khiển bằng các công tắc khởi động, dừng, kiểu nút bấm, và bố trí đèn tín hiệu bật sáng khi động cơ được cấp nguồn và một đèn tín hiệu khác bật sáng khi không có công suất. Hình 4.27 minh họa sơ đồ thang của mạch này theo cách ký hiệu của Mitsubishi.

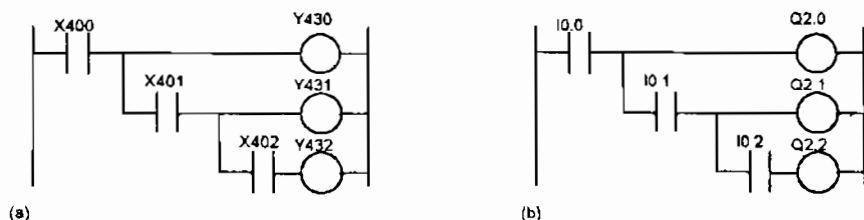
Hình 4.27. Sơ đồ
thang của mạch
đóng-ngắt động cơ,
với các đèn tín hiệu.



Khi X400 được đóng tạm thời, Y430 được cấp công suất và các tiếp điểm của Y430 đóng. Điều này dẫn đến tình trạng khóa, đồng thời ngắt mạch Y431 và đóng mạch Y432. Để ngắt mạch động cơ, X401 phải được nhấn và hờ mạch. Các tiếp điểm của Y430 ở nấc thang trên cùng và nấc thang thứ ba mở, nhưng các tiếp điểm trên nấc thứ hai đóng. Do đó, Y431 đóng và Y432 ngắt.

Mạch nhiều ngõ ra

Với các sơ đồ thang, có thể có nhiều ngõ ra được nối kết với một tiếp điểm. Hình 4.28 minh họa hệ thống này với cùng chương trình thang nhưng theo cách ký hiệu của Mitsubishi và Siemens. Các ngõ ra Y430, Y431 và Y432 được cấp công suất khi đóng các tiếp điểm X400, X401, và X402 theo thứ tự. Trước khi X400 đóng, không có ngõ ra được cấp nguồn. Khi X400 đóng, Y430 được cấp công suất. Sau đó, khi X401 đóng; Y431 được cấp công suất. Cuối cùng, khi X402 đóng, Y432 được cấp công suất.



Hình 4.28. Mạch nhiều ngõ ra.

Nhập chương trình thang

Mỗi thanh ngang trên thang biểu diễn một lệnh trong chương trình sẽ được PLC sử dụng. Toàn bộ thang tạo thành chương trình hoàn chỉnh. Hiện có nhiều phương pháp nhập chương trình vào thiết bị lập trình đầu cuối. Bất kể phương pháp được sử dụng để nhập chương trình vào thiết bị lập trình đầu cuối hoặc máy tính, tín hiệu ra đến bộ nhớ của PLC phải có dạng thích hợp để bộ vi xử lý của PLC có thể xử lý. Dạng này được gọi là *ngôn ngữ máy* và là mã nhị phân, ví dụ, 0010100001110001.

Các ký hiệu thang

Phương pháp nhập chương trình vào thiết bị lập trình đầu cuối, liên quan đến việc sử dụng bàn phím nhỏ với các phím ký hiệu thành phần của sơ đồ thang, và nhấn phím sao cho chương trình thang xuất hiện trên màn hình thiết bị lập trình đầu cuối. Ví dụ, để nhập cặp tiếp điểm, bạn có thể sử dụng phím có ký hiệu:



tiếp theo bạn nhập địa chỉ của cặp tiếp điểm đó. Để nhập ngõ ra, có thể sử dụng phím:



tiếp theo là địa chỉ tương ứng của ngõ ra. Để xác định điểm khởi đầu mỗi nối, bạn có thể nhấn phím:



và phím ký hiệu điểm kết thúc đường nối



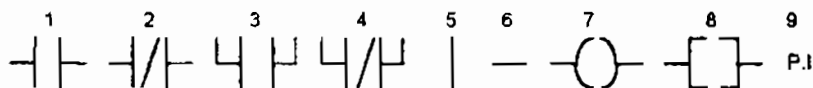
Để biểu thị các liên kết mạch ngang, bạn có thể sử dụng phím:



Sau đó, thiết bị đầu cuối diễn dịch chương trình được vẽ trên màn hình thành ngôn ngữ máy.

Các máy tính có thể được dùng để vẽ chương trình thang. Điều này đòi hỏi bạn phải tải phần mềm tương ứng vào máy tính, ví dụ, MEDOC

dùng cho các PLC Mitsubishi, sau đó chọn các mục từ các menu trên màn hình. Đầu tiên, menu chính xuất hiện, từ menu này bạn chọn Edit. Menu chính thay đổi. Trên menu mới, bạn chọn Ladder và kết quả trên màn hình xuất hiện sơ đồ thang còn trống, chỉ có hai đường song song. Ở đây màn hình xuất hiện dãy ký hiệu thang:



Bạn có thể chọn các ký hiệu này, bằng cách nhập chữ số phía trên ký hiệu, sau khi nhấn F2 để nhập vùng làm việc của sơ đồ thang và nhấn F7 để chọn chế độ ghi. Một cửa sổ sẽ xuất hiện, trong đó bạn có thể nhập địa chỉ các mục rồi nhấn Enter, ký hiệu và địa chỉ tương ứng sẽ xuất hiện trên thang. Bằng cách này, toàn bộ chương trình thang có thể được xây dựng trên màn hình. Văn bản có thể được chèn vào, ví dụ, đầu chương trình để mô tả mục đích của chương trình. Để nhập văn bản, bạn nhấn F2 để nhập vùng làm việc, rồi nhấn F5 để mở cửa sổ, trong đó, bạn có thể gõ văn bản.

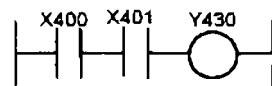
Danh sách lệnh

Một phương pháp lập trình khác có thể được xem xét để nhập chương trình thang bằng văn bản là *các danh sách lệnh*. Phương pháp này sử dụng các mã nhớ, mỗi mã tương ứng một thành phần của thang. Các mã được sử dụng khác nhau tùy theo nhà sản xuất, mặc dù tiêu chuẩn IEC 1131-3 đã được đề xuất. Bảng 4.1 trình bày một số mã được các nhà sản xuất sử dụng, và tiêu chuẩn đã đề xuất, đối với các lệnh được dùng trong Chương này (các Chương sau sẽ trình bày các mã dùng cho các chức năng khác).

Đối với nấc khởi đầu, luôn luôn phải sử dụng mã nấc khởi đầu. Mã này có thể là LD, A, L hoặc STR. để biểu thị nấc thang khởi đầu với các tiếp điểm mở; hoặc LDI, LDN, LD NOT, AN, LN, hoặc STR NOT, để cho biết nấc khởi đầu với các tiếp điểm đóng. Tất cả các nấc phải kết thúc bằng ngõ ra. Mã ngõ ra có thể là OUT hoặc =.

Phần tiếp theo sẽ trình bày cách nhập từng nấc bằng cách sử dụng các mã nhớ của Mitsubishi đối với cổng AND (Hình 4.29). Bước 0 là

điểm khởi đầu nấc với mã LD, vì nấc này khởi đầu với các tiếp điểm mở. Do địa chỉ ngõ vào là X400, lệnh này là LD X400. Tiếp theo nấc này là ngõ vào khác có các tiếp điểm mở, do đó bước 1 là lệnh AND với địa chỉ của thành phần đó, lệnh này có dạng AND X401. Nấc kết thúc với ngõ ra, do đó lệnh OUT được sử dụng với địa chỉ của ngõ ra, tức là OUT Y430. Từng nấc thang sẽ được nhập như sau:



Hình 4.29. Cổng AND.

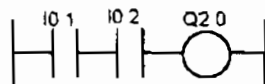
Bước	Lệnh	
0	LD	X400
1	AND	X401
2	OUT	Y430

Bảng 4.1. Thuật nhớ mã lệnh.

IEC 1131-3	Mitsu- bishi	OMRON	Siemens	Telemec- anique	Spreher+ Schuh	
LD	LD	LD	A	L	STR	Khởi đầu là nấc có tiếp điểm mở
LDN	LDI	LD NOT	AN	LN	STR NOT	Khởi đầu là nấc có tiếp điểm đóng
AND	AND	AND	A	A	AND	Phần tử nối tiếp có tiếp điểm mở
ANDN	ANI	AND NOT	AN	AN	AND NOT	Phần tử nối tiếp có tiếp điểm đóng
O	OR	OR	O	O	OR	Phần tử song song có tiếp điểm mở.
ORN	ORI	OR NOT	ON	ON	OR NOT	Phần tử song song với tiếp điểm đóng.
ST	OUT	OUT	=	=	OUT	Ngõ ra

Cũng nấc thang trên, nhưng với cách ký hiệu của Siemens (Hình 4.30), chương trình thang có dạng:

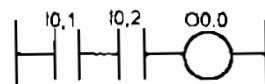
Bước	Lệnh	
0	A	I0.1
1	A	I0.2
2	=	Q2.0



Hình 4.30. Cổng AND

Với cách ký hiệu của Telemecanique (Hình 4.31), chương trình thang có dạng:

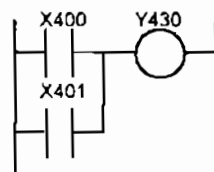
Bước	Lệnh	
0	L	I0,1
1	A	I0,2
2	=	O0,0



Hình 4.31. Cổng AND

Hãy khảo sát ví dụ khác, cổng OR. Hình 4.32 minh họa cổng này với ký hiệu của Mitsubishi. Các lệnh khởi đầu nấc với tiếp điểm mở là LD X400. Thành phần tiếp theo là OR, tập hợp các tiếp điểm song song X401. Do đó lệnh kế tiếp là OR X401. Bước cuối cùng là ngõ ra, OUT Y430. Danh sách lệnh như sau:

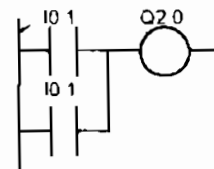
Bước	Lệnh	
0	LD	X400
1	OR	X401
2	OUT	Y430



Hình 4.32. Cổng OR.

Hình 4.33 minh họa phiên bản cổng OR của Siemens. Sau đây là danh sách lệnh của Siemens:

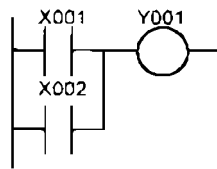
Bước	Lệnh	
0	A	I0.1
1	O	I0.2
2	=	Q2.0



Hình 4.33. Cổng OR

Hình 4.34 minh họa phiên bản cổng OR của Sprecher+Schuh. Danh sách lệnh của Sprecher+Schuh như sau:

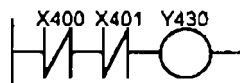
Bước	Lệnh	
0	STR	X001
1	OR	X002
2	OUT	Y001



Hình 4.34. Cổng OR.

Hình 4.35 minh họa hệ thống thang đối với cổng NOR theo ký hiệu của Mitsubishi. Nấc khởi đầu với các tiếp điểm thường đóng, do đó lệnh này là LDI. Khi được đưa vào dòng lệnh của Mitsubishi, ký tự I được sử dụng để biểu thị sự nghịch đảo lệnh. Bước tiếp theo là tiếp điểm thường đóng mắc nối tiếp, nên lệnh này có dạng ANI, nhắc lại, I được sử dụng để nghịch đảo lệnh AND. I cũng là lệnh đối với cổng NOT. Các lệnh đối với nấc thang cổng NOR sẽ được nhập như sau:

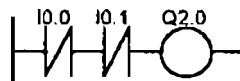
Bước	Lệnh	
0	LDI	X400
1	ANI	X401
2	OUT	Y430



Hình 4.35. Cổng NOR.

Hình 4.36 minh họa cổng NOR với ký hiệu của Siemens. Chú ý, N được đưa vào lệnh để thực hiện sự nghịch đảo. Danh sách lệnh trở thành:

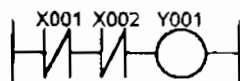
Bước	Lệnh	
0	LN	I0.0
1	AN	I0.1
2	=	Q2.0



Hình 4.36. Cổng NOR

Hình 4.37 minh họa cổng NOR theo ký hiệu của Sprecher+Schuh. Chú ý, NOT được đưa vào lệnh để thực hiện sự nghịch đảo. Danh sách lệnh trở thành:

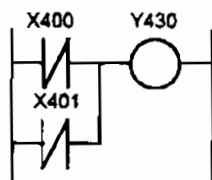
Bước	Lệnh	
0	STRNOT	X001
1	ANDNOT	X002
2	OUT	Y001



Hình 4.37. Cổng NOR.

Hãy xét nấc thang cổng NAND được trình bày trên Hình 4.38 theo ký hiệu của Mitsubishi. Cổng này bắt đầu bằng các tiếp điểm thường đóng X400, vì vậy, khởi đầu là lệnh LDI X400. Lệnh tiếp theo dùng cho bộ tiếp điểm thường đóng mắc song song, vì vậy lệnh có dạng ORI X401. Bước cuối cùng là ngõ ra, OUT Y430. Danh sách lệnh như sau:

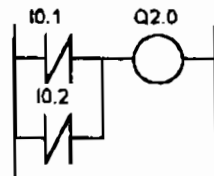
Bước	Lệnh	
0	LDI	X400
1	ORI	X401
2	OUT	Y430



Hình 4.38. Cổng NAND

Hình 4.39 trình bày cổng NAND theo ký hiệu của Siemens. Danh sách lệnh có dạng:

Bước	Lệnh	
0	AN	I0.1
1	ON	I0.2
2	=	Q2.0



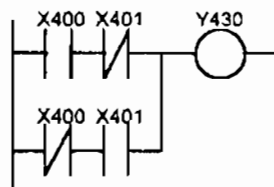
Hình 4.39. Cổng NAND

Các mã nhánh

Hình 4.40 minh họa cổng Exclusive OR (XOR) theo ký hiệu của Mitsubishi có hai nhánh song song đều ở trạng thái AND. Trong trường hợp này, Mitsubishi sử dụng lệnh ORB để biểu thị “các nhánh OR song song”. Lệnh thứ nhất dùng cho cặp tiếp điểm thường mở X400. Lệnh tiếp theo dùng cho bộ tiếp điểm thường đóng mắc nối tiếp, lệnh này là ANI X401. Sau khi đọc hai lệnh đầu, lệnh thứ ba khởi đầu một dòng mới. Lệnh này được xem là dòng mới vì bắt đầu bằng LDI, tất cả các dòng mới đều bắt đầu với LD hoặc LDI. Do dòng thứ nhất không

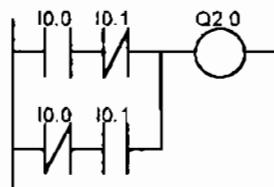
được kết thúc bằng ngõ ra, PLC xem dòng song song liên quan đến dòng thứ hai và đọc chung các thành phần được liệt kê cho đến khi có lệnh ORB. Lệnh ORB (các nhánh/các khối OR liên kết) chỉ thị cho PLC phải thực hiện phép OR cho kết quả của các bước 0 và 1 với kết quả của nhánh mới ở các bước 2 và 3. Danh sách lệnh sẽ được nhập như sau:

Bước	Lệnh	
0	LD	X400
1	ANI	X401
2	LDI	X400
3	AND	X401
4	ORB	
5	OUT	Y430



Hình 4.40. Cổng XOR

Hình 4.41 minh họa phiên bản Siemens của cổng XOR. Dấu ngoặc được sử dụng để cho biết các lệnh sẽ thực thi theo khối. Chúng được dùng như các dấu ngoặc trong phương trình toán. Ví dụ, $(2+3)/4$ có nghĩa là phải cộng 2 và 3 trước khi chia cho 4. Từ đó, danh sách lệnh của Siemens có lệnh A(ở bước 0. Các dấu ngoặc đóng ở bước 3. Nghĩa là lệnh A ở bước 0 chỉ được áp dụng sau khi các lệnh ở bước 1 và bước 2 đã được thực thi.



Hình 4.41. Cổng XOR.

Bước	Lệnh	
0	A(	Áp dụng cho bộ dấu ngoặc thứ nhất
1	A	I0.0 Các bước 1 và 2 thuộc bộ dấu ngoặc thứ nhất
2	AN	I0.1
3	)	
4	O(	Áp dụng cho bộ dấu ngoặc thứ hai
5	AN	I0.0 Các bước 5 và 6 thuộc bộ dấu ngoặc thứ hai

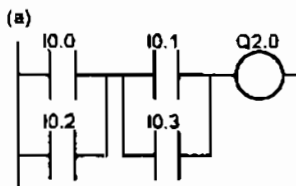
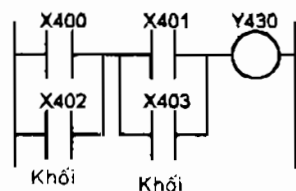
6	A	I0.1
7	)	
8	=	Q2.0

Hình 4.42(a) minh họa mạch theo ký hiệu của Mitsubishi, mạch này có thể được xem như hai khối AND. Lệnh dùng cho mạch này là ANB và danh sách lệnh như sau:

Bước	Lệnh	
0	LD	X400
1	OR	X402
2	LD	X401
3	OR	X403
4	ANB	
5	OUT	Y430

Hình 4.42(b) cũng minh họa mạch trên, nhưng theo ký hiệu của Siemens. Chương trình này được viết dưới dạng danh sách lệnh sử dụng dấu ngoặc. Lệnh A ở bước 0 áp dụng cho kết quả của các bước 1 và 2. Lệnh A ở bước 4 áp dụng cho kết quả của các bước 5 và 6. Danh sách lệnh của chương trình này là:

Bước	Lệnh	
0	A(	
1	A	I0.0
2	O.	I0.2
3	)	
4	A(	
5	A	I0.1
6	O.	I0.3
7	)	
8	=	Q2.0

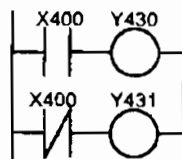


(b)
Hình 4.42 (a) Mitsubishi,
(b) Siemens.

Sơ đồ thang nhiều nấc

Hình 4.43 minh họa sơ đồ thang có hai nấc theo ký hiệu của Mitsubishi. Khi viết danh sách lệnh, phải viết lần lượt các lệnh cho từng dòng. Lệnh LD hoặc LDI báo cho PLC biết nấc mới xuất hiện. Danh sách lệnh như sau:

Bước	Lệnh	
0	LD	X400
1	OUT	Y430
2	LDI	X400
3	OUT	Y431

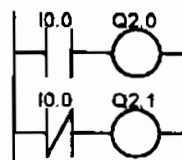


Hình 4.43. Mạch tắt - mở

Hệ thống này có ngõ ra từ Y431, nhưng không có ở Y430 khi X400 không được kích hoạt. Khi X400 được kích hoạt sẽ có ngõ ra từ Y430 nhưng không có ở Y431.

Hình 4.44 trình bày chương trình trên theo ký hiệu của Siemens. Lệnh = biểu thị sự kết thúc dòng. Lệnh A hoặc AN không hẳn biểu thị sự khởi đầu nấc, vì lệnh này cũng được sử dụng cho AND và AND NOT. Danh sách lệnh như sau:

Bước	Lệnh	
0	A	I0.0
1	=	Q2.0
2	AN	I0.0
3	=	Q2.1



Hình 4.44. Mạch tắt - mở

Đại số Boolean

Các danh sách lệnh và chương trình thang có thể nhận được từ các biểu thức Boolean, vì chúng liên quan đến hệ thống toán logic. Trong đại số Boolean chỉ có hai chữ số 0 và 1. Khi toán tử AND dùng cho các ngõ vào A và B, có thể viết:

$$A \cdot B = Q$$

trong đó Q là ngõ ra. Vì vậy, Q bằng 1 chỉ khi A = 1 và B = 1. Toán tử OR đối với các ngõ vào A và B được viết dưới dạng:

$$A + B = Q$$

Do đó, Q bằng 1 chỉ khi A = 1 hoặc B = 1. Toán tử NOT đối với ngõ vào A được viết như sau:

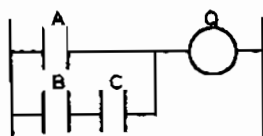
$$\bar{A} = Q$$

Như vậy, khi A khác 1 sẽ có ngõ ra.

Để minh họa quan hệ giữa các biểu thức Boolean và chương trình thang, có thể xét biểu thức sau:

$$A+B \cdot C=Q$$

Biểu thức này cho biết để có ngõ ra Q, cần có A hoặc B và C. Hình 4.45 minh họa sơ đồ thang tương ứng. Biểu thức trên có thể viết theo ký hiệu của Mitsubishi:



Hình 4.45. Sơ đồ thang.

$$X400 + X401 \cdot X402 = Y430$$

Theo ký hiệu của Siemens, biểu thức có dạng:

$$I0.0 + I0.1 \cdot I0.2 = Q2.0$$

Để minh họa thêm, có thể xét biểu thức Boolean sau:

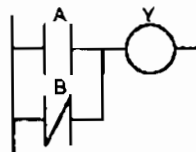
$$A + \bar{B} = Q$$

Hình 4.46 minh họa sơ đồ thang. Theo ký hiệu của Mitsubishi, biểu thức trên có thể viết:

$$X400 + \bar{X401} = Y430$$

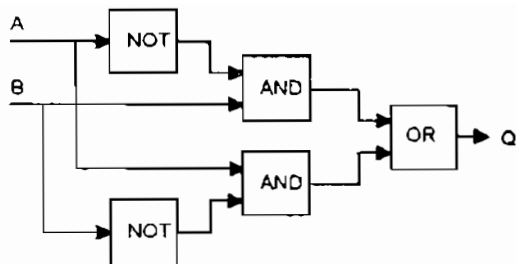
và theo ký hiệu của Siemens:

$$I0.0 + \bar{I0.1} = Q2.0$$



Hình 4.46. Sơ đồ thang.

Bạn có thể khảo sát cổng Exclusive-OR và cách thiết lập cổng này từ các cổng NOT, AND và OR (Hình 4.47).



Hình 4.47. Cổng XOR.

Ngõ vào cổng AND phía dưới là:

A và $\overline{B}$

và ngõ ra của cổng này là

$A \cdot \overline{B}$

Ngõ vào cổng AND phía trên là:

$\overline{A}$ và B

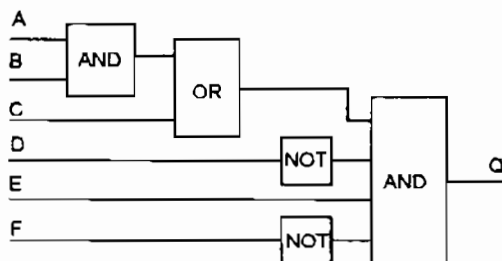
và ngõ ra của cổng này là:

$\overline{A} \cdot B$

Do đó biểu thức Boolean đối với ngõ ra của cổng OR là:

$A \cdot \overline{B} + \overline{A} \cdot B = Q$

Xét sơ đồ logic có nhiều ngõ vào (Hình 4.48), và cách biểu diễn sơ đồ này bằng biểu thức Boolean và nấc thang.

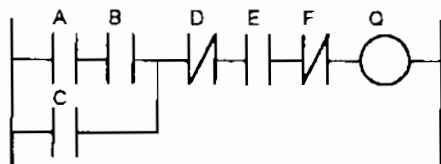


Hình 4.48. Sơ đồ logic.

Đối với các ngõ vào A và B, có thể nhận được ngõ ra A.B từ cổng AND phía trên. Từ cổng OR có ngõ ra A.B+C. Từ cổng AND phía dưới, có ngõ ra Q:

$$(A \cdot B + C) \cdot \bar{D} \cdot E \cdot \bar{F} = Q$$

Hình 4.49 minh họa sơ đồ thang biểu diễn sơ đồ logic nêu trên.

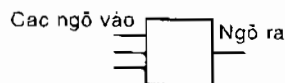


Hình 4.49. Sơ đồ thang từ Hình 4.48.

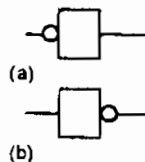
Sơ đồ khối hàm

Một dạng thịnh hành được sử dụng cho các chương trình là *sơ đồ khối hàm*. Về cơ bản, các kiểu sơ đồ nêu trên được sử dụng để mô tả các hệ thống logic (Hình 4.47 và 4.48).

Khối hàm là đơn vị lệnh chương trình, khi được thực thi, sẽ tạo ra một hoặc nhiều giá trị xuất. Từ đó, khối hàm được biểu diễn như trên Hình 4.50 với tên hàm được viết trong ô vuông. Các ký hiệu được sử dụng cho các tên hàm. Ví dụ, hàm AND được biểu diễn bằng ký hiệu &. Hàm OR là >=1, ngõ ra hình thành nếu ngõ vào lớn hơn hoặc bằng 1. Ngõ vào phủ định được biểu diễn bằng vòng tròn nhỏ trên ngõ vào, ngõ ra phủ định được biểu diễn bằng vòng tròn nhỏ trên ngõ ra (Hình 4.51).

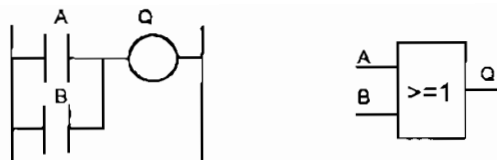


Hình 4.50. Sơ đồ khối hàm.



Hình 4.51. (a) Ngõ vào phủ định, (b) ngõ ra phủ định.

Để minh họa dạng sơ đồ này và quan hệ của sơ đồ với sơ đồ thang, hãy xét cổng OR trên Hình 4.52. Khi các ngõ vào A hoặc B là 1, sẽ có ngõ ra.



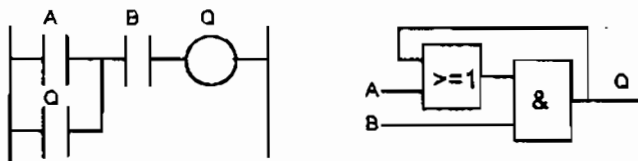
Hình 4.52. Sơ đồ thang và sơ đồ khối hàm tương đương.

Hình 4.53 minh họa sơ đồ thang và khối hàm tương đương theo ký hiệu của Siemens. Khối = được sử dụng để biểu thị ngõ ra của hệ thống.



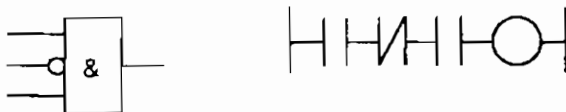
Hình 4.53. Sơ đồ thang và sơ đồ khối hàm tương đương.

Hình 4.54 minh họa sơ đồ thang gồm ngõ ra có các tiếp điểm hoạt động như ngõ vào. Sơ đồ khối hàm tương đương có thể được minh họa dưới dạng vòng hồi tiếp.



Hình 4.54. Sơ đồ thang và sơ đồ khối hàm tương đương.

Hãy xét sự triển khai sơ đồ khối hàm và sơ đồ thang cho ứng dụng, trong đó, bơm cần được kích hoạt để bơm chất lỏng vào thùng khi công tắc khởi động đóng, mức chất lỏng trong thùng thấp hơn mức yêu cầu và bể chứa có chất lỏng. Trong trường hợp này cần có trạng thái logic AND giữa ngõ vào công tắc khởi động và ngõ vào bộ cảm biến, ngõ vào bộ cảm biến hoạt động khi chất lỏng trong thùng thấp hơn mức yêu cầu. Có thể có công tắc duy trì bơm hoạt động cho đến khi chất lỏng đạt mức yêu cầu. Sau đó, hai phần tử này ở trạng thái logic AND với công tắc biểu thị có chất lỏng trong bể chứa. Giả sử công tắc này cung



Hình 4.55.Ứng dụng bơm.

cấp ngõ vào khi có chất lỏng. Sơ đồ khối hàm, và sơ đồ thang tương đương có dạng như trên Hình 4.55.

Cũng có thể vẽ các sơ đồ khối hàm gồm các linh kiện như các bộ đếm và các đồng hồ định giờ. Các Chương sau sẽ trình bày về các loại linh kiện này.

Tiêu chuẩn IEC

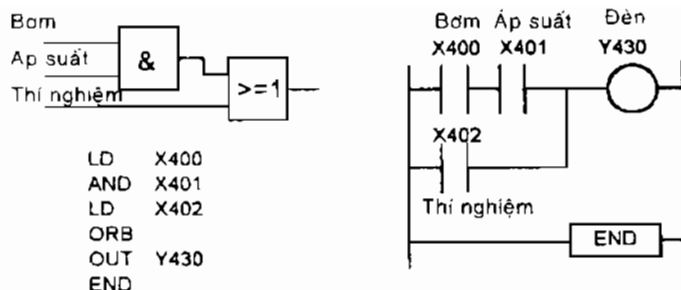
Các nhà sản xuất đều có ý tưởng riêng về cách lập trình PLC. Tuy nhiên, IEC đã đưa ra tiêu chuẩn IEC 1131 part 3 (1993), còn được xem là British Standard BS EN 61131/3, về lập trình PLC. Tiêu chuẩn này chia các phương pháp lập trình thành hai loại: *ngôn ngữ văn bản* và *ngôn ngữ đồ họa*. Ngôn ngữ văn bản liên quan đến văn bản và ngôn ngữ đồ họa gồm các ảnh đồ họa, chẳng hạn sơ đồ thang và sơ đồ khối. Ngôn ngữ văn bản có hai phương pháp: *danh sách lệnh* và *tấn bản cấu trúc*. Ngôn ngữ đồ họa có hai phương pháp: *sơ đồ thang* và *sơ đồ khối hàm*. Các tiêu chuẩn quy định viết các chương trình theo bốn phương pháp này với các ví dụ minh họa.

Chương này giới thiệu các phương pháp danh sách lệnh, sơ đồ thang, và sơ đồ khối hàm, nhấn mạnh các tiêu chuẩn lập trình thang và danh sách lệnh.

Các ví dụ lập trình

Các tác vụ sau đây minh họa sự ứng dụng kỹ thuật lập trình được trình bày trong chương này.

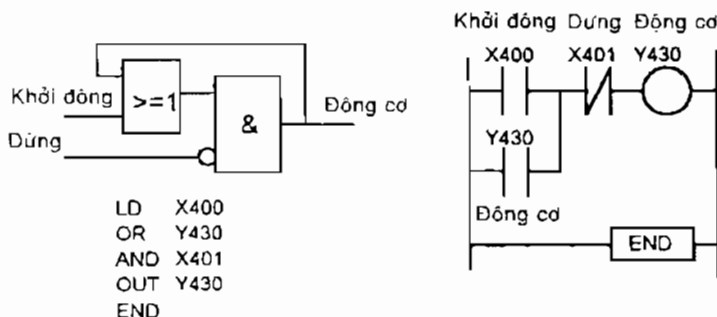
Đèn tín hiệu phải bật sáng khi bơm đang chạy và áp suất thỏa yêu cầu, hoặc đóng công tắc thử nghiệm đèn tín hiệu. Đối với các ngõ vào từ bơm và các bộ cảm biến áp suất, đây là trạng thái logic AND vì cả hai đều được yêu cầu để có ngõ ra từ đèn. Tuy nhiên, trạng thái logic OR với công tắc thử nghiệm được yêu cầu để có ngõ ra của đèn, bất



Hình 4.56. Tác vụ đèn tín hiệu.

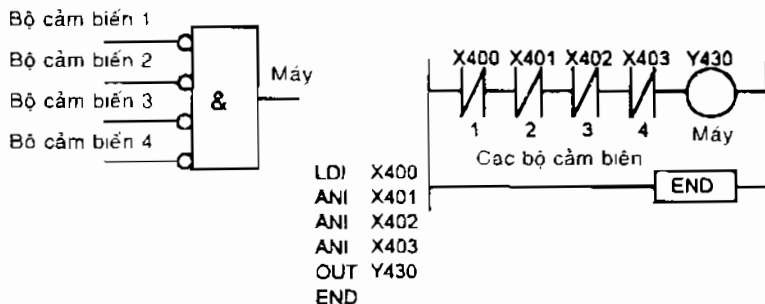
chấp tín hiệu từ hệ thống AND có hay không. Vì vậy, sơ đồ khối hàm, sơ đồ thang, và danh sách lệnh có dạng như trên Hình 4.56. Chú ý, với sơ đồ thang và danh sách lệnh, lệnh END được sử dụng để báo cho PLC biết điểm kết thúc chương trình.

Hãy xét ví dụ khác. Động cơ khởi động khi nút khởi động được nhấn và duy trì trạng thái hoạt động cho đến khi nhấn nút dừng. Điều này đòi hỏi nút khởi động phải được khóa để sau khi nhấn, ngõ ra vẫn tiếp tục cho đến khi nút dừng được nhấn. Hình 4.57 minh họa sơ đồ khối hàm, sơ đồ thang và danh sách lệnh. Nhắc lại, công dụng của lệnh END là hoàn tất chương trình.



Hình 4.57. Tác vụ của động cơ.

Ví dụ thứ ba, khảo sát máy có bốn bộ cảm biến để phát hiện các tính năng an toàn không hoạt động. Khi có tín hiệu vào bộ cảm biến bất kỳ trong các bộ cảm biến này, máy phải dừng và phát âm thanh



Hình 4.58. Các điều khiển an toàn của máy.

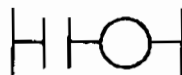
báo động. Mỗi bộ cảm biến có thể xem như một ngõ vào có các tiếp điểm thường đóng để máy có thể hoạt động. Khi có tín hiệu vào bộ cảm biến, tiếp điểm mở và máy ngừng chạy. Khi có bộ cảm biến bất kỳ trong bốn bộ cảm biến này có yêu cầu ngừng máy, đây là trạng thái logic AND. Hình 4.58 minh họa sơ đồ khối hàm, sơ đồ thang và danh sách lệnh của hệ thống khóa dụng.

Câu hỏi ôn tập

1. Hình 4.59 minh họa nấc của sơ đồ thang có:

- (i) Các tiếp điểm ngõ vào thường mở.
- (ii) Có ngõ ra khi có tín hiệu vào các tiếp điểm này.

- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



Hình 4.59

2. Hình 4.60 minh họa nấc sơ đồ thang có:

- (i) Các tiếp điểm ngõ vào thường mở.
- (ii) Ngõ ra xuất hiện khi có tín hiệu vào các tiếp điểm này.

- A. Cả hai đều đúng.



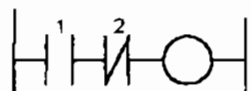
Hình 4.60

- B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

3. Hình 4.61 minh họa nấc sơ đồ thang có:

- (i) Có ngõ ra, khi chỉ có các tiếp điểm của ngõ vào 1 được kích hoạt.
 (ii) Có ngõ ra, khi chỉ có các tiếp điểm của ngõ vào 2 được kích hoạt.

- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

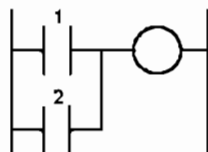


Hình 4.61

4. Hình 4.62 minh họa nấc sơ đồ thang, nấc này có ngõ ra khi:

- (i) Cả ngõ vào 1 và 2 đều được kích hoạt.
 (ii) Một trong hai ngõ vào 1 và 2 không được kích hoạt.

- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

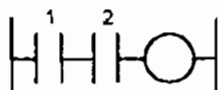


Hình 4.62

5. Hình 4.63 minh họa nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

- (i) Ngõ vào 1 và 2 đều được kích hoạt.
 (ii) Ngõ vào 1 hoặc 2 được kích hoạt.

- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.



Hình 4.63

6. Hình 4.64 minh họa nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào 1 được kích hoạt tạm thời trước khi trở về trạng thái thường mở.

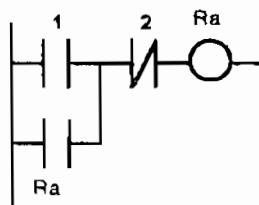
(ii) Ngõ vào 2 được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.



Hình 4.64

7. Dạng hệ thống cổng logic nào có sơ đồ thang với nấc gồm hai bộ tiếp điểm thường mở mắc song song?

8. Dạng hệ thống cổng logic nào có sơ đồ thang với nấc gồm hai cổng thường đóng mắc song song?

9. Dạng hệ thống cổng logic nào có sơ đồ thang với nấc gồm hai cổng thường đóng nối tiếp?

10. Dạng hệ thống cổng logic nào có sơ đồ thang với nấc gồm hai cổng thường mở mắc nối tiếp?

11. Danh sách lệnh:

LD X401

AND X402

OUT Y430

mô tả nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào X401 được kích hoạt còn X402 không.

(ii) Ngõ vào X401 và ngõ vào X402 đều được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

12. Danh sách lệnh:

LD X401

OR X402

OUT Y430

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào X401 được kích hoạt còn X402 không.

(ii) Ngõ vào X402 được kích hoạt nhưng X401 không.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

13. Danh sách lệnh:

LD X401

ANI X402

OUT Y430

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào X401 được kích hoạt còn X402 không.

(ii) Ngõ vào X401 và ngõ vào X402 đều được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

14. Danh sách lệnh:

LDI X401

ANI X402

OUT Y430

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

- (i) Ngõ vào X401 được kích hoạt nhưng X402 không.
 - (ii) Ngõ vào X401 và ngõ vào X402 đều được kích hoạt.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

15. Danh sách lệnh:

LD X401

OR Y430

ANI X402

OUT Y430

trình bày nấc sơ đồ thang có:

- (i) Có ngõ ra khi ngõ vào X401 được kích hoạt tạm thời.
 - (ii) Không có ngõ ra khi X402 được kích hoạt.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

16. Danh sách lệnh:

A I0.1

A I0.2

= Q2.0

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

- (i) Ngõ vào I0.1 được kích hoạt nhưng I0.2 không.
- (ii) Cả ngõ vào I0.1 và I0.2 đều được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

17. Danh sách lệnh:

A I0.1

O I0.2

= Q2.0

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào I0.1 được kích hoạt nhưng I0.2 không.

(ii) Ngõ vào I0.2 được kích hoạt nhưng I0.1 không.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

18. Danh sách lệnh:

A I0.1

AN I0.2

= Q2.0

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào I0.1 được kích hoạt nhưng I0.2 không.

(ii) Ngõ vào I0.1 và I0.2 đều được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

19. Danh sách lệnh:

AN I0.1

AN I0.2

= Q2.0

trình bày nấc sơ đồ thang có ngõ ra khi:

(i) Ngõ vào I0.1 được kích hoạt nhưng I0.2 không.

(ii) Ngõ vào I0.1 và I0.2 đều được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

20. Danh sách lệnh:

A I0.1

O Q2.0

AN I0.2

= Q2.0

trình bày nấc trên sơ đồ thang có:

(i) Ngõ ra khi ngõ vào I0.1 được kích hoạt tạm thời.

(ii) Không có ngõ ra khi I0.2 được kích hoạt.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

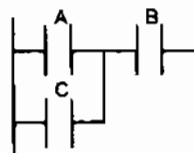
C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

Các câu hỏi từ 21 đến 24 liên quan đến các biểu thức Boolean của hai ngõ vào A và B.

- A. Ngõ vào A mắc nối tiếp với ngõ vào B, cả hai đều là loại thường mở.
- B. Ngõ vào A mắc song song với ngõ vào B, cả hai đều thuộc loại thường mở.
- C. Ngõ vào A, thường mở, mắc nối tiếp với ngõ vào B thường đóng.
- D. Ngõ vào A mắc song song với ngõ vào B, cả hai đều là loại thường đóng.
21. Hãy cho biết cách bố trí các ngõ vào được xác định theo quan hệ Boolean $A \cdot B$.
22. Hãy cho biết cách bố trí các ngõ vào được xác định theo quan hệ Boolean $A+B$.
23. Hãy cho biết cách bố trí các ngõ vào được xác định theo quan hệ Boolean $\overline{A} + \overline{B}$.
24. Hãy cho biết cách bố trí các ngõ vào được xác định theo quan hệ Boolean $A \cdot \overline{B}$.
25. Cách bố trí các ngõ vào trên Hình 4.65 được xác định theo biểu thức Boolean:

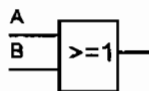
- A. $A \cdot B \cdot C$
- B. $(A+C) \cdot B$
- C. $(A+B) \cdot C$
- D. $A \cdot C + B$



Hình 4.65

26. Sơ đồ khối hàm trên Hình 4.66 sẽ có ngõ ra:

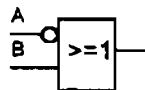
- (i) Khi A là 1.
- (ii) Khi B là 1.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



Hình 4.66

27. Sơ đồ khối hàm trên Hình 4.67 có ngõ ra:

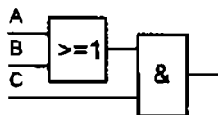
- (i) Khi A là 1.
- (ii) Khi B là 1.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



Hình 4.67

28. Sơ đồ khối hàm trên Hình 4.68 có ngõ ra:

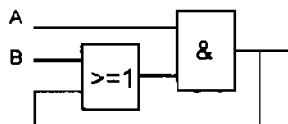
- (i) Khi A là 1, B là 0 và C là 0.
- (ii) Khi A là 0, B là 1 và C là 1.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



Hình 4.68

29. Sơ đồ khối hàm trên Hình 4.69, có A là điều kiện ngõ vào ổn định và B là ngõ vào tạm thời, sẽ có ngõ ra:

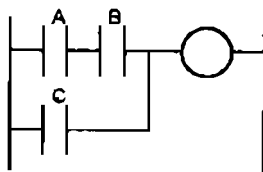
- (i) Khi A là 1 và B là 0.
- (ii) Khi A là 0 và B là 1.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



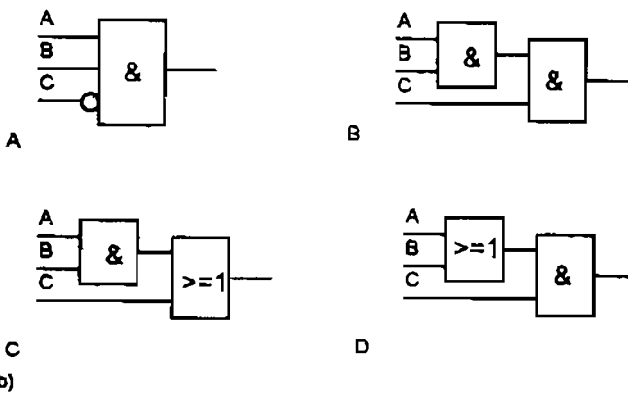
Hình 4.69

30. Sơ đồ khối hàm nào trên Hình 4.70(b) là sơ đồ khối hàm tương đương của sơ đồ thang trên Hình 4.70(a)?

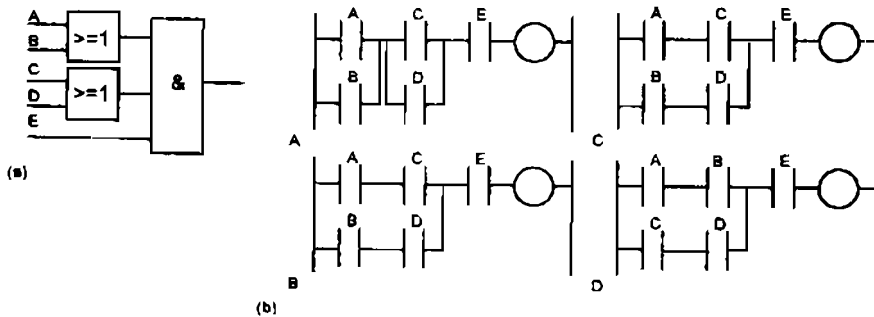
31. Sơ đồ thang nào trên Hình 4.71(b) là sơ đồ thang tương đương của sơ đồ khối hàm trên Hình 4.71(a)?



(a)



Hình 4.70



Hình 4.71

32. Hãy vẽ các nấc thang để biểu diễn:

- (a) Hai công tắc thường mở và cả hai phải được đóng để động cơ hoạt động.
- (b) Một trong hai công tắc thường mở phải được đóng để cuộn dây được cấp nguồn và vận hành bộ khởi động.
- (c) Động cơ được đóng mạch bằng cách nhấn công tắc khởi động kiểu nút bấm có lò xo trả về, và động cơ tiếp tục hoạt động cho đến khi công tắc dừng kiểu nút bấm có lò xo trả về được nhấn.
- (d) Đèn bật sáng khi có tín hiệu vào từ bộ cảm biến A hoặc bộ cảm biến B.
- (e) Đèn bật sáng khi không có tín hiệu vào bộ cảm biến.
- (f) Van solenoid phải được kích hoạt khi bộ cảm biến A cung cấp tín hiệu vào.

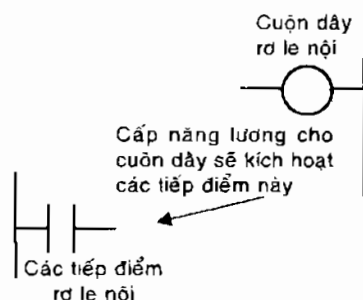
Chương 5

CÁC RƠ LE NỘI

Chương này tiếp tục giới thiệu các rơ le nội. Nhiều thuật ngữ thường được sử dụng để chỉ các linh kiện này, ví dụ, *rơ le phụ*, *bộ vạch dấu*, *cờ hiệu*, *lưu trữ bit*. Đây là một trong các linh kiện cung cấp các chức năng đặc biệt gắn liền với PLC và được dùng phổ biến trong lập trình. PLC nhỏ có thể có khoảng trên dưới một trăm rơ le nội, một số có ác quy dự phòng để sử dụng trong trường hợp cần bảo đảm chế độ tắt máy an toàn, khi mất công suất. Các chương sau sẽ xét đến các loại linh kiện khác được lắp bên trong PLC.

Rơ le nội

Trong PLC có nhiều linh kiện được sử dụng để giữ dữ liệu (bit), và hoạt động như các rơ le, có khả năng đóng hoặc ngắt mạch để tắt hoặc mở các thiết bị khác. Đó là các rơ le nội. Các rơ le này không tồn tại dưới dạng các thiết bị chuyển mạch thực sự, mà chỉ là các bit trong bộ nhớ lưu trữ hoạt động với chức năng rơ le. Đối với lập trình, chúng có thể được xem là ngõ vào và ngõ ra của rơ le ngoài. Do đó, ngõ vào đối với các công tắc ngoài có thể được sử dụng để cung cấp ngõ ra từ rơ le nội. Hệ quả là các tiếp điểm của rơ le nội được sử dụng phối hợp với các công tắc ngõ vào bên ngoài để tạo thành ngõ ra, chẳng hạn, kích hoạt động cơ. Vì vậy, có thể có (Hình 5.1):



Hình 5.1. Rơ le nội.

Trên một nấc chương trình:

Các tín hiệu nhập đến ngõ vào bên ngoài sẽ kích hoạt ngõ ra của rơ le nội.

Trên nấc kế tiếp của chương trình:

Tín hiệu ra của rơ le nội tạo ra kết quả:

Các tiếp điểm của rơ le nội được kích hoạt, từ đó điều khiển ngõ ra.

Để sử dụng, rơ le nội phải được kích hoạt trên một nấc chương trình, sau đó, tín hiệu ra của rơ le nội được sử dụng để vận hành các tiếp điểm chuyển mạch trên một hoặc nhiều nấc khác của chương trình đó. Các rơ le nội có thể được lập trình với số lượng tập hợp các tiếp điểm kết hợp theo yêu cầu.

Để phân biệt, các ngõ ra của rơ le nội và các ngõ ra của rơ le ngoài được cấp các kiểu địa chỉ khác nhau. Các nhà sản xuất có khuynh hướng sử dụng các thuật ngữ khác nhau cho các rơ le nội và biểu diễn các địa chỉ của chúng theo các cách khác nhau. Ví dụ, Mitsubishi sử dụng thuật ngữ *rơ le phụ* hoặc *bộ đánh dấu* và ký hiệu M100, M101, v.v... Siemens sử dụng thuật ngữ *cờ hiệu* và ký hiệu F0.0, F0.1, v.v... Sprecher+Schuh sử dụng thuật ngữ *cuộn dây* và ký hiệu C001, C002, v.v... Telemecanique sử dụng thuật ngữ *bit* và ký hiệu B0, B1, v.v... Toshiba sử dụng thuật ngữ *rơ le nội* và ký hiệu R000, R001, v.v... Allen Bradley sử dụng thuật ngữ *lưu trữ bit* và cách ký hiệu trong PLC-5 có dạng B3/001, B3/002, v.v...

Rơ le nội trong chương trình

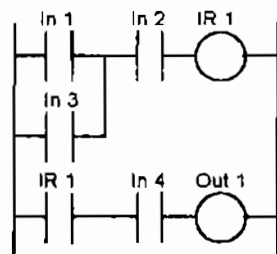
Với các chương trình thang, ngõ ra của rơ le nội được biểu diễn bằng ký hiệu dùng cho thiết bị xuất, là () hoặc O, với địa chỉ cho biết đó là rơ le nội, không phải rơ le ngoài. Từ đó, PLC Mitsubishi có thể có địa chỉ M100, mẫu tự M cho biết đó là rơ le nội hoặc bộ đánh dấu, không phải là thiết bị ngoại vi. Các tiếp điểm chuyển mạch của rơ le nội được thiết kế bằng ký hiệu dùng cho thiết bị nhập, ||, và có cùng địa chỉ với ngõ ra của rơ le nội, ví dụ M100.

Các chương trình với nhiều điều kiện nhập

Để minh họa công dụng của rơ le nội, cần xét tình huống sau. Hệ thống được kích hoạt khi hai tập hợp các điều kiện nhập khác nhau xuất hiện. Hệ thống này có thể lập trình dưới dạng hệ thống công logic AND; tuy nhiên, nếu phải kiểm tra nhiều ngõ vào để mỗi trạng thái

nhập đều có thể được thực hiện, việc sử dụng rơ le nội sẽ đơn giản hơn. Các trạng thái của ngõ vào thứ nhất sẽ được sử dụng để cung cấp ngõ ra đến rơ le nội. Rơ le này có các tiếp điểm kết hợp sẽ trở thành một phần của các điều kiện nhập đối với ngõ vào thứ hai.

Hình 5.2 minh họa chương trình thang đối với tác vụ nêu trên. Đối với nấc thứ nhất, khi ngõ vào 1 hoặc 3 được đóng cùng với ngõ vào 2, rơ le nội IR 1 được kích hoạt. Điều này dẫn đến các tiếp điểm IR 1 đóng. Sau đó, nếu ngõ vào 4 được kích hoạt, sẽ có tín hiệu ra từ ngõ ra 1. Loại tác vụ này có thể được yêu cầu để tự động nâng thanh chắn khi có người đến gần từ một trong hai phía. Ngõ vào 1

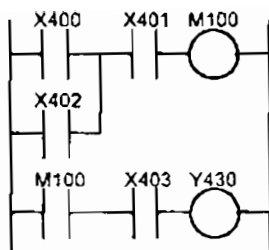


Hình 5.2. Rơ le nội.

và 3 là các ngõ vào từ các bộ cảm biến quang điện dùng để phát hiện có người đang vào hoặc ra từ một trong hai phía của thanh chắn, ngõ vào 1 được kích hoạt từ một phía của thanh chắn và ngõ vào 3 được kích hoạt từ phía khác. Ngõ vào 2 là công tắc cho phép hệ thống hạ xuống. Như vậy, khi ngõ vào 1 hoặc ngõ vào 3 và ngõ vào 2 được kích hoạt, rơ le nội 1 sẽ có ngõ ra. Điều này sẽ đóng các tiếp điểm của rơ le nội. Nếu ngõ ra 4, có thể là công tắc giới hạn, phát hiện thanh chắn đã đóng, ngõ ra 4 sẽ được kích hoạt và đóng mạch. Hệ quả là có ngõ ra từ Out 1, động cơ nâng thanh chắn. Nếu công tắc giới hạn phát hiện thanh chắn đã mở sẵn, có người đi qua thanh chắn, công tắc giới hạn sẽ mở. Do đó, ngõ ra 1 không được cấp công suất và đối trọng có thể hạ thanh chắn. Rơ le nội cho phép liên kết hai bộ phận của chương trình. Bộ phận thứ nhất phát hiện sự hiện diện của người và bộ phận thứ hai phát hiện thanh chắn ở vị trí nâng hay hạ.

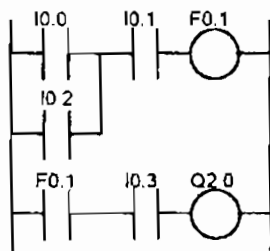
Hình 5.3(a) biểu diễn Hình 5.2 theo ký hiệu của Mitsubishi và Hình 5.3(b) theo ký hiệu của Siemens.

Hình 5.4 là một ví dụ khác về kiểu chương trình thang này. Ngõ ra 1 được điều khiển theo hai cách bố trí ngõ vào. Nấc thứ nhất minh họa rơ le nội IR 1, rơ le này được cấp nguồn nếu ngõ vào In 1 hoặc In 2 được kích hoạt và đóng. Nấc thứ hai minh họa rơ le nội IR 2, rơ le này được cấp nguồn nếu các ngõ vào In 3 và In 4 đều được cấp năng lượng. Nấc



LD X400
OR X402
AND X401
OUT M100
LD M100
AND X403
OUT Y430

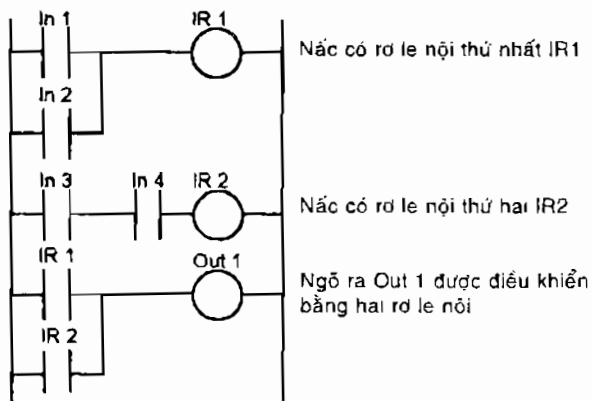
(a)



A I0.0
O I0.2
A I0.1
= F0.1
A F0.1
A I0.3
= Q2.0

(b)

Hình 5.3. (a) Cách ký hiệu của Mitsbishi, (b) Cách ký hiệu của Siemens.

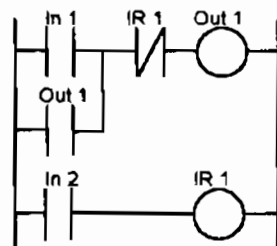


Hình 5.4. Công dụng của hai rơ le nội.

thứ ba cho thấy ngõ ra Out 1 được cấp năng lượng nếu rơ le nội IR 1 hoặc IR 2 được kích hoạt. Như vậy, hệ thống này sẽ có ngõ ra nếu một trong hai tập hợp các điều kiện nhập xuất hiện.

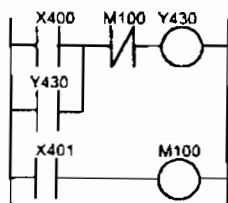
Các chương trình khóa

Công dụng thứ hai của rơ le nội là cài đặt lại mạch khóa. Hình 5.5 minh họa ví dụ về chương trình thang này. Khi các tiếp điểm của ngõ vào 1 được đóng tạm thời, ngõ ra ở Out 1 xuất hiện. Điều này làm đóng các tiếp điểm của Out 1, nhờ đó duy trì ngõ ra này, ngay cả khi ngõ vào 1 mở. Khi đóng ngõ vào 2, rơ le nội IR 1 được cấp công suất và làm mở các tiếp điểm của IR 1, đây là các tiếp điểm thường đóng. Do đó, ngõ ra Out 1 bị ngắt mạch và không còn bị khóa. Hình 5.6 trình bày Hình 5.5 theo ký hiệu của (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Telemecanique.

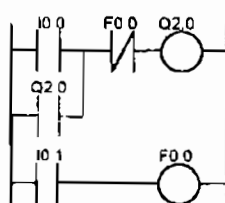


Hình 5.5. Cài đặt lại mạch khóa.

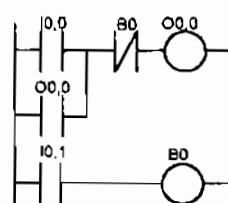
Hãy xét trường hợp sử dụng mạch khóa, chẳng hạn máy tự động có thể được khởi động hoặc dừng bằng các công tắc nút bấm. Mạch khóa được sử dụng để khởi động và ngưng công suất cung cấp cho máy. Máy này có nhiều ngõ ra có thể được đưa vào hoạt động nếu công suất được cung cấp, và ngưng hoạt động nếu công suất bị ngắt. Để hiểu vấn đề, có thể thiết lập sơ đồ thang với các điều khiển khóa riêng cho từng ngõ ra. Tuy nhiên, sử dụng rơ le nội sẽ đơn giản hơn.



(a)



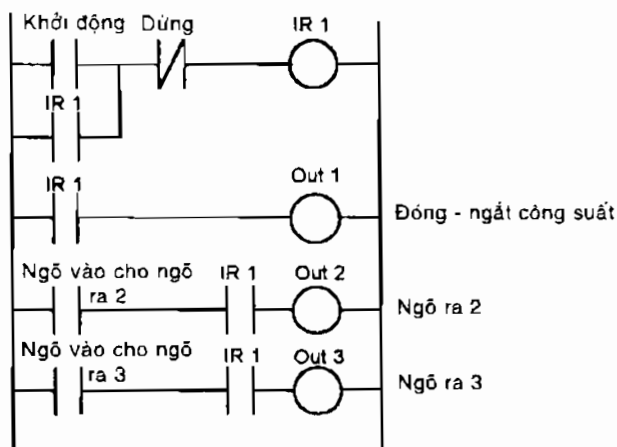
(b)



(c)

Hình 5.6. Cách ký hiệu (a) Mitsubishi, (b) Siemens, (c) Telemecanique.

Hình 5.7 minh họa sơ đồ thang loại này. Nấc thứ nhất có mạch khóa để giữ rơ le nội IR 1 hoạt động khi công tắc khởi động cung cấp tín hiệu vào tạm thời. Sau đó, nấc thứ hai đóng mạch công suất. Nấc thứ ba cũng đóng mạch và cung cấp ngõ ra Out 2 nếu các tiếp điểm của ngõ vào 2 đóng. Nấc thứ tư cũng đóng mạch và cung cấp ngõ ra Out 3 nếu các tiếp điểm của ngõ vào 3 đóng. Như vậy, tất cả các ngõ ra có thể được đóng mạch khi kích hoạt nút khởi động. Tất cả các ngõ ra này sẽ bị ngắt mạch nếu mở công tắc dừng. Tất cả các ngõ ra trên đều được khóa bằng IR1.



Hình 5.7. Khởi động nhiều ngõ ra.

Các rơ le có ắc quy dự phòng

Nếu nguồn công suất bị cắt khỏi PLC trong khi đang sử dụng, tất cả các rơ le ngõ ra và rơ le nội sẽ ngừng hoạt động. Khi công suất được khôi phục, toàn bộ tiếp điểm kết hợp với các rơ le đó sẽ được cài đặt không bình thường. Do đó, nếu đang ở giữa chuỗi hoạt động điều khiển, PLC sẽ bắt đầu lại ở điểm khác trong chuỗi đó. Để khắc phục vấn đề này, có thể sử dụng rơ le nội có ắc quy dự phòng trong các mạch, nhằm bảo đảm tất cả máy an toàn trong trường hợp mất công suất, từ đó cho phép khởi động lại theo phương thức thích hợp. Các rơ le có ắc quy dự phòng vẫn duy trì trạng thái hoạt động của chúng, ngay cả khi nguồn

công suất bị ngắt. Rơ le này được gọi là *rơ le duy trì*.

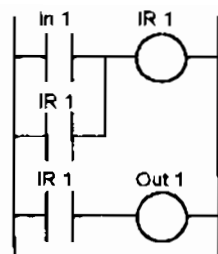
Hình 5.8 minh họa sơ đồ thang của hệ thống được thiết kế để đối phó với trường hợp mất công suất. IR 1 là rơ le nội có ổ quy dự phòng. Khi các tiếp điểm của ngõ vào 1 đóng, ngõ ra của IR 1 được cấp công suất. Điều này sẽ đóng các tiếp điểm của IR 1 và khoá chặt để IR 1 vẫn đóng mạch, dù ngõ vào 1 mở. Kết quả là có ngõ ra từ Out 1. Nếu mất điện nguồn (công suất), IR 1 vẫn được cấp năng lượng từ ổ quy, do đó, các tiếp điểm của IR 1 vẫn đóng và có ngõ ra từ Out 1.

Với các PLC Mitsubishi, các mạch rơ le nội có ổ quy dự phòng sử dụng M300 đến M377 làm địa chỉ cho các rơ le này. Các nhà sản xuất khác sử dụng cách ký hiệu địa chỉ khác.

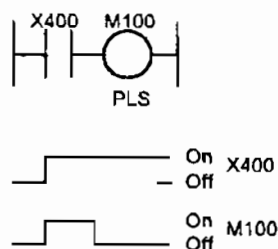
Vận hành một lần

Một trong các chức năng do một số nhà sản xuất PLC cung cấp là khả năng lập trình rơ le nội sao cho các tiếp điểm của rơ le này được kích hoạt chỉ với một chu kỳ, nghĩa là, một lần quét từ đầu đến cuối chương trình thang. Từ đó cung cấp xung có thời lượng cố định ở các tiếp điểm của rơ le nội khi vận hành. Chức năng này thường được gọi là vận hành một lần.

Hình 5.9 minh họa chức năng này bằng sơ đồ thang đơn giản đối với PLC Mitsubishi. Khi các tiếp điểm của X400 đóng, rơ le nội M100 ở ngõ ra được kích hoạt. Trong trường hợp bình thường, M100 vẫn hoạt động với điều kiện các tiếp điểm của X400 đóng. Tuy nhiên, nếu M100 được lập trình để vận hành xung, M100 chỉ tiếp tục hoạt động trong thời gian nhất định, một chu kỳ chương trình. Sau đó, M100 ngừng, dù X400 vẫn đóng.



Hình 5.8. Chương trình của rơ le có ổ quy dự phòng.



Hình 5.9. Mạch vận hành xung.

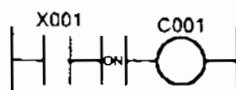
Các lệnh lập trình sẽ được sử dụng là:

LD	X400
PLS	M100

Chương trình nêu trên biểu diễn sự vận hành xung khi ngõ vào chuyển từ trạng thái ngừng sang hoạt động, nghĩa là đi theo chiều dương. Trên Hình 5.9, nếu X400 là loại thường đóng, thay vì thường mở, xung sẽ xuất hiện khi ngõ vào này chuyển từ trạng thái hoạt động sang ngừng, nghĩa là đi theo chiều âm.

Các nhà sản xuất khác có các dạng sơ đồ thang và sử dụng các lệnh chương trình khác nhau. Ví dụ, Sprecher+Schuh có sơ đồ thang được minh họa trên Hình 5.10 và các lệnh lập trình như sau:

STR	X001
F-05	DION
OUT	C001



Hình 5.10. Sự vận hành xung

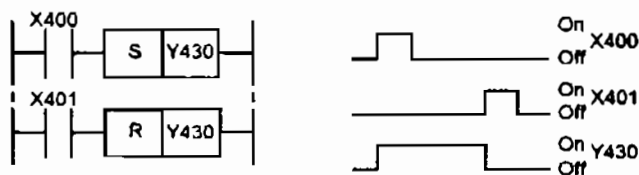
Ký hiệu IEC dùng cho cặp tiếp điểm xung là $|P|$ đối với tín hiệu theo chiều dương hoặc $|N|$ đối với tín hiệu theo chiều âm. Trong sơ đồ trên, có thể có chức năng xung được tạo sẵn. Tuy nhiên, một số nhà sản xuất lại sử dụng các phần tử logic cơ sở để thiết lập chức năng này.

Role, hoặc chức năng kết hợp cung cấp xung, được sử dụng để tạo ra các xung nhằm cài đặt lại các bộ đếm, các đồng hồ định giờ và đánh dấu điểm khởi đầu của các chu kỳ.

Cài đặt và cài đặt lại

Chức năng phổ biến là khả năng cài đặt và cài đặt lại rơ le nội. Lệnh cài đặt làm cho rơ le nội tự giữ (khóa), duy trì điều kiện đó cho đến khi nhận được lệnh cài đặt lại. Chức năng này thường được gọi là *flip-flop*.

Hình 5.11 minh họa ví dụ về sơ đồ thang liên quan đến chức năng này. Sự kích hoạt ngõ vào thứ nhất, X400, làm ngõ ra Y430 hoạt động và cài đặt (khóa). Do đó, nếu ngõ vào thứ nhất bị ngắt, ngõ ra Y430 vẫn hoạt động. Sự kích hoạt ngõ vào thứ hai, X401, khiến ngõ ra Y430



Hình 5.11. Mạch cài đặt và cài đặt lại.

được cài đặt lại, nghĩa là ngưng hoạt động và mở khoá. Như vậy, ngõ ra Y430 hoạt động trong thời gian từ khi X400 được kích hoạt tức thời đến khi X401 được kích hoạt tức thời. Giữa hai nấc được chỉ định cho các hoạt động cài đặt và cài đặt lại, có thể có các nấc khác dành cho các hoạt động sẽ được thực hiện, nấc cài đặt đóng mạch ngõ ra ở đầu chuỗi và ngắt mạch ở cuối chuỗi.

Các lệnh lập trình đối với các nấc thang nêu trên là:

LD X400

S Y430

Các nấc khác

LD X401

R Y430

Hình 5.12 minh họa sơ đồ thang tương đương đối với chức năng cài đặt - cài đặt lại với PLC Siemens, các lệnh lập trình (F: rơ le nội) là:

A I0.0

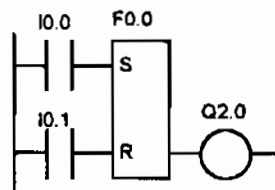
S F0.0

A I0.1

R F0.0

A F0.0

= Q2.0



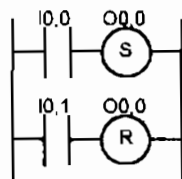
Hình 5.12. Mạch cài đặt và cài đặt lại.

Với PLC Telemecanique, sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.13 và các lệnh lập trình như sau:

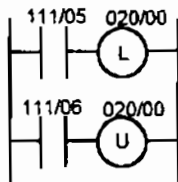
L	I0,0
S	O0,0
L	I0,1
R	O0,0

Với PLC Allen Bradley, thường dùng thuật ngữ khoá và mở khóa. Hình 5.14 minh họa sơ đồ thang của Allen Bradley. Toshiba sử dụng thuật ngữ flip-flop và Hình 5.15 minh họa sơ đồ thang tương ứng.

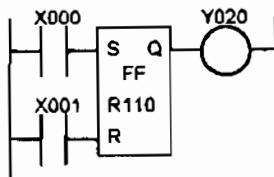
Hình 5.16 minh họa cách sử dụng chức năng cài đặt - cài đặt lại để xây dựng chức năng xung đã nêu ở phần trước. Hình 5.16(a) trình bày chức năng này đối với PLC Siemens (F: rơ-le nội) và Hình 5.16(b) đối với PLC Telemecanique (B: rơ-le nội). Chế độ vận hành hai PLC như nhau. Ngõ vào



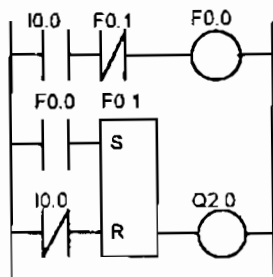
Hình 5.13. Mạch cài đặt và cài đặt lại.



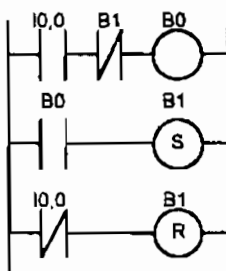
Hình 5.14. Mạch khóa và không khóa.



Hình 5.15. Mạch flip-flop.



(a)



(b)

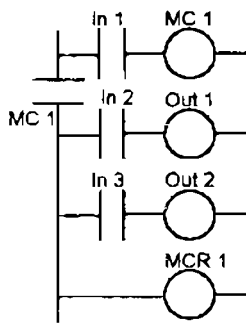
Hình 5.16. Chức năng xung,
(a) PLC Siemens, (b) PLC Telemecanique.

(I0.0; I0.0) kích hoạt rơ-le nội (B0, F0.0) trên nấc đầu tiên. Kết quả, trong nấc thứ hai, rơ-le nội cài đặt-cài đặt lại sẽ cài đặt. Việc cài đặt này làm rơ-le nội (F0.1, B1) trên nấc thứ nhất mở, do đó rơ-le nội (B0, F0.0) mở, dù đang có ngõ vào ở nấc thứ nhất. Tuy nhiên, do các nấc được quét theo thứ tự từ trên xuống, chu kỳ quét phải hoàn tất trước khi rơ-le nội trên nấc thứ nhất mở. Từ đó, tạo ra xung trong thời gian một chu kỳ. Hệ thống này được cài đặt lại khi ngõ vào (I0.0, I0.1) bị ngắt.

Rơ-le điều khiển chính

Khi điều khiển quá nhiều ngõ ra, đôi khi cần đóng hoặc mở toàn bộ một hoặc nhiều phần trong chương trình thang, khi đó, cần áp dụng các chuẩn xác định. Điều này có thể đạt được bằng cách ghép các tiếp điểm của cùng một rơ-le nội trong mỗi nấc sao cho sự vận của rơ-le nội đó sẽ ảnh hưởng đến tất cả các tiếp điểm, hoặc sử dụng *rơ-le điều khiển chính*.

Hình 5.17 minh họa việc sử dụng rơ-le chính để điều khiển một phần của chương trình thang. Khi không có tín hiệu vào ngõ vào 1, rơ-le nội MC 1 trên ngõ ra không được cấp năng lượng, vì vậy, các tiếp điểm của rơ-le này mở. Điều đó có nghĩa là tất cả các nấc giữa vị trí được thiết kế để vận hành và nấc bố trí MCR cài đặt lại của MC 1 hoặc rơ-le điều khiển chính khác bị ngắt mạch. Giả sử MC 1 được thiết kế để vận hành từ nấc chứa MC 1, có thể hình dung MC 1 phải được bố trí trên đường công suất, vì vậy các nấc 2 và 3 là mở. Khi các tiếp điểm của ngõ vào 1 đóng, rơ-le chính MC 1 được cấp công suất. Khi đó tất cả các nấc giữa MC 1 và nấc có MCR cài đặt lại MC 1 được đóng mạch. Các ngõ vào 2 và 3 không thể đóng mạch các ngõ ra 1 và 2 nếu rơ-le điều khiển chính chưa đóng. Rơ-le điều khiển chính 1 chỉ tác động trong phạm vi giữa nấc được thiết kế để vận hành rơ-le này và nấc bố trí MCR 1.



Hình 5.17. Công dụng của rơ-le điều khiển chính.

Vì vậy để lập trình rơ le nội M100 hoạt động theo chức năng rơ le điều khiển chính, lệnh chương trình là:

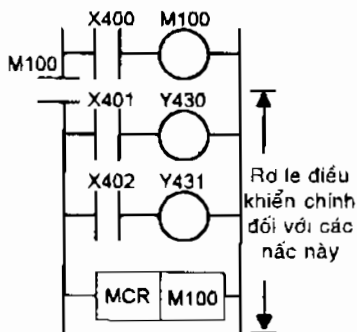
MC M100

Để lập trình việc cài đặt lại rơ-le này, lệnh chương trình là:

MCR M100

Từ đó, chương trình thang được trình bày trên Hình 5.18, là Hình 5.17 với các địa chỉ của Mitsubishi, các lệnh chương trình như sau:

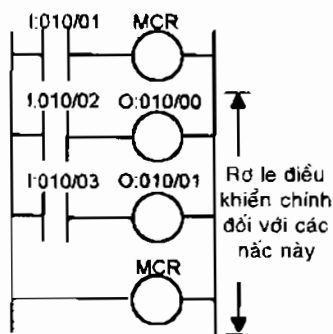
LD	X400
OUT	M100
MC	M100
LD	X401
OUT	Y430
LD	X402
OUT	Y431
MC	M100



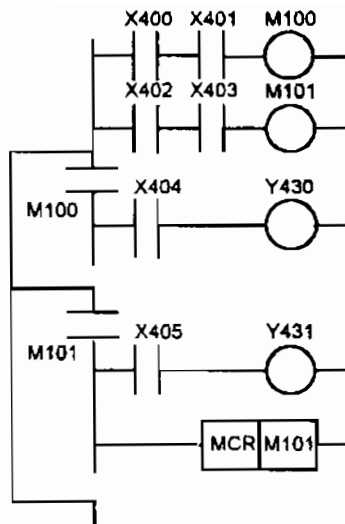
Hình 5.18. Rơ le điều khiển chính theo Mitsubishi.

Hình 5.19 minh họa chương trình thang được Allen Bradley sử dụng. Để kết thúc sự điều khiển của rơ le điều khiển chính (MCR), cần sử dụng rơ le điều khiển chính (MCR) thứ hai không có các tiếp điểm hoặc logic xác lập trước. Rơ le này được lập trình không điều kiện.

Một chương trình có thể sử dụng nhiều rơ le điều khiển chính, cho phép chuyển mạch các phần khác nhau của chương trình thang. Hình 5.20 minh họa chương trình thang theo dạng của Mitsubishi gồm hai rơ le điều khiển



Hình 5.19. Rơ le điều khiển chính theo Allen Bradley.



Hình 5.20. Ví dụ minh họa nhiều rơ le điều khiển chính.

chính. Khi M100 đóng và M101 mở, chuỗi thứ tự là: các nấc 1, 3, 4, 6, v.v... Kết thúc phần do M100 điều khiển được biểu thị bằng sự xuất hiện rơ le điều khiển chính khác, M101. Khi M101 đóng, nhưng M100 mở, chuỗi thứ tự là: các nấc 2, 4, 5, 6, v.v... Kết thúc phần này được biểu thị bằng sự hiện diện của chức năng cài đặt lại. Chức năng cài đặt lại được sử dụng vì tiếp sau nấc này không có rơ le điều khiển chính khác.

Thứ tự lệnh chương trình đối với sơ đồ trên Hình 5.20:

LD	X400
AND	X401
OUT	M100
LD	X402
AND	X403
OUT	M101
MC	M100

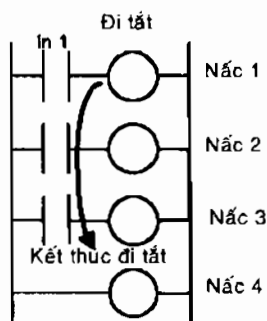
LD	X404
OUT	Y430
MC	M101
LD	X405
OUT	Y431
MCR	M101

....

Cách bố trí này có thể được sử dụng để đóng một cụm nhiều nấc thang, nếu tín hiệu vào tương ứng xuất hiện.

Đi tắt

Chức năng thường được áp dụng trong PLC là *đi tắt có điều kiện*. Nếu các điều kiện thích hợp được đáp ứng, chức năng này cho phép bỏ qua một phần của chương trình thang. Hình 5.21 minh họa chức năng đi tắt một cách khái quát. Khi có tín hiệu vào In 1, các tiếp điểm của ngõ vào này đóng và có tín hiệu ra đến rơ le đi tắt, cho phép chương trình đi tắt đến nấc kết thúc đi tắt, bỏ qua các nấc chương trình trung gian. Do đó, trong trường hợp này, khi có tín hiệu vào In 1, chương trình đi tắt đến nấc 4 và tiếp tục với các nấc 5, 6, v.v... Khi không có tín hiệu vào In 1, rơ le đi tắt không được cấp năng lượng và chương trình tiếp tục với các nấc 2, 3, v.v...



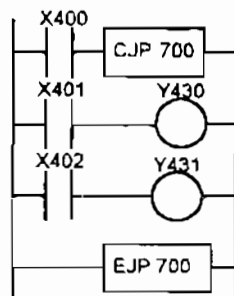
Hình 5.21. Đi tắt.

Tính năng này cho phép thiết kế các chương trình dưới dạng:

Nếu đáp ứng các điều kiện xác định, các sự kiện tương ứng sẽ xảy ra, nếu không, sẽ xảy ra các sự kiện khác.

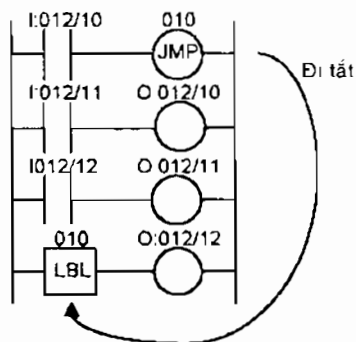
Để cụ thể, có lẽ cần thiết kế hệ thống sao cho: nếu nhiệt độ trên 60°C quạt sẽ mở, và nếu nhiệt độ dưới 60° , quạt không hoạt động.

Hình 5.22 minh họa chương trình thang của hệ thống nêu trên theo dạng của Mitsubishi. Lệnh đi tắt được ký hiệu bằng CJP (đi tắt có điều kiện) và vị trí đến của đi tắt được biểu thị bằng EJP (kết thúc đi tắt). Điều kiện để có đi tắt là có tín hiệu vào X400. Khi đi tắt xảy ra, các nấc có các ngõ vào X401 và X403 được bỏ qua và chương trình tiếp tục với các nấc sau lệnh kết thúc đi tắt có cùng mã số với lệnh khởi đầu đi tắt, trong trường hợp này là EJP700.



Hình 5.22. Đi tắt.

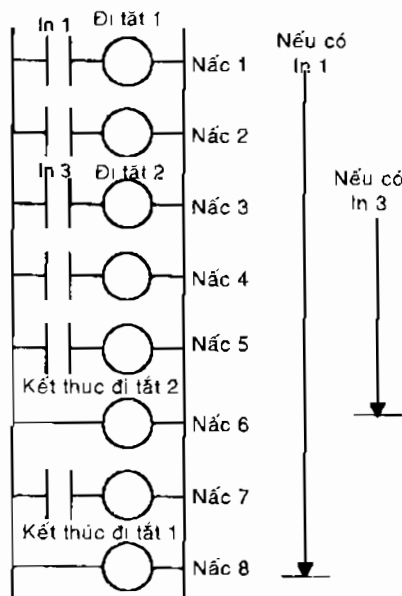
Với PLC-5 của Allen Bradley, đi tắt bắt đầu từ lệnh đi tắt (JMP) đến lệnh nhãn (LBL). Lệnh JMP được gán số gồm ba chữ số từ 000 đến 255 và lệnh LBL có cùng số. Hình 5.23 minh họa chương trình thang theo dạng này.



Hình 5.23. Đi tắt.

Có thể bố trí các đi tắt trong các đi tắt. Ví dụ, tình huống được minh họa trên Hình 5.24. Nếu điều kiện đối với lệnh đi tắt 1 xảy ra, chương trình đi tắt đến nấc 8. Nếu điều kiện này không được đáp ứng, chương trình sẽ tiếp tục với nấc 3. Nếu điều kiện đối với lệnh đi tắt 2 xuất hiện, chương trình đi tắt đến nấc 6. Nếu không thỏa điều kiện đó, chương trình tiếp tục đi qua tất cả các nấc.

Vì vậy, nếu có tín hiệu vào In 1, thứ tự nấc là 1, 8, v.v... Nếu không có tín hiệu vào In 1, nhưng có tín hiệu vào In 3, thứ tự nấc sẽ là 1, 2, 6, 7, 8, v.v... Nếu không có tín hiệu vào In 1 và In 3, thứ tự nấc là 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, v.v... Lệnh đi tắt cho phép chọn lựa các nhóm nấc chương trình khác nhau, tùy theo các điều kiện xuất hiện.



Hình 5.24. Các đi tắt trong các đi tắt.

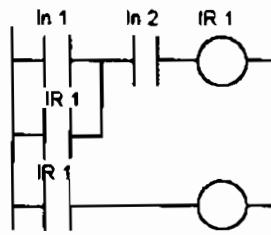
Câu hỏi ôn tập

Các câu 1 đến 3 tham khảo Hình 5.25, trên đó minh họa sơ đồ thang gồm rơ le nội IR 1, hai ngõ vào In 1 và In 2, và ngõ ra Output 1.

- Đối với sơ đồ thang được nêu trên Hình 5.25, ngõ ra 1 có tín hiệu xuất khi:

- Chỉ cần có tín hiệu vào In 1.
- Chỉ cần có tín hiệu vào In 2.

- Cả hai đều đúng.
- (i) đúng (ii) sai
- (i) sai (ii) đúng.
- Cả hai đều sai.

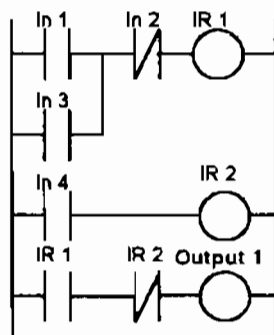


Hình 5.25

2. Đối với sơ đồ thang được nêu trên Hình 5.25, ngõ ra 1 có tín hiệu ra khi:
- (i) Có tín hiệu vào In 2 và tín hiệu vào tức thời đến In 1.
 - (ii) Có tín hiệu vào In 1 và In 2.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.
3. Đối với sơ đồ thang được nêu trên Hình 5.25, rơ le nội:
- (i) Đóng mạch khi chỉ có tín hiệu vào In 1.
 - (ii) Đóng mạch khi có tín hiệu vào In 1 và In 2.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

Các câu 4 đến 6 tham khảo Hình 5.26, minh họa sơ đồ thang gồm các rơ le nội IR 1 và IR 2, các ngõ vào In 1, In 2, và In 3, và ngõ ra Output 1.

4. Đối với sơ đồ thang được nêu trên Hình 5.26, rơ le nội IR 1 được cấp công suất khi:
- (i) Có tín hiệu vào In 1.
 - (ii) Có tín hiệu vào In 3.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

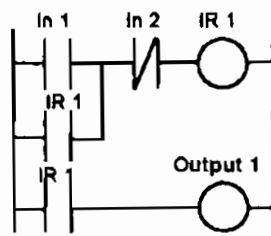


Hình 5.26

5. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.26, rơ le nội IR 2 được cấp nguồn khi:
- (i) Rơ le nội IR 1 được cấp năng lượng.
 - (ii) Ngõ vào 4 được cấp năng lượng.
- A. Cả hai đều đúng.
B. (i) đúng (ii) sai
C. (i) sai (ii) đúng.
D. Cả hai đều sai.
6. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.26, Output 1 có tín hiệu ra khi:
- (i) Có các tín hiệu vào In 1, In 2, và In 4.
 - (ii) Có các tín hiệu vào In 3 và In 4.
- A. Cả hai đều đúng.
B. (i) đúng (ii) sai
C. (i) sai (ii) đúng.
D. Cả hai đều sai.

Các câu 7 và 8 tham khảo Hình 5.27 trình bày sơ đồ thang gồm rơ le có ổ quy dự phòng IR 1, hai ngõ vào In 1 và In 2 và ngõ ra Output 1.

7. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.27, Output 1 có tín hiệu ra khi:
- (i) Có tín hiệu vào In 1 trong thời gian ngắn.
 - (ii) Không có tín hiệu vào In 2.
- A. Cả hai đều đúng.
B. (i) đúng (ii) sai
C. (i) sai (ii) đúng.
D. Cả hai đều sai.



Hình 5.27

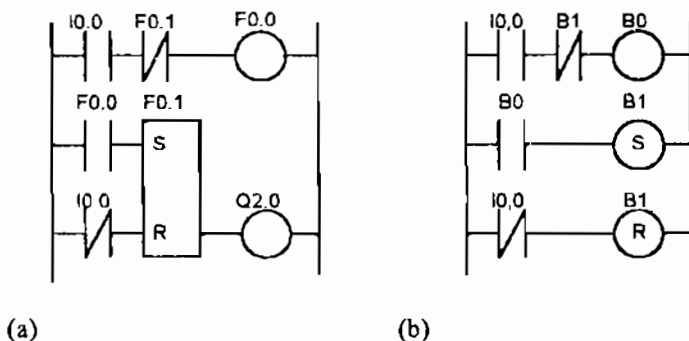
8. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.27:
- (i) Ngõ vào In 1 bị khóa bằng rơ le nội để rơ le nội IR 1 vẫn được cấp nguồn, ngay cả khi ngõ vào In 1 bị ngắt.
 - (ii) Do rơ le nội IR 1 có ác quy dự phòng, khi có tín hiệu ra từ Output 1, IR 1 vẫn liên tục, ngay cả khi ngắt công suất nguồn, cho đến khi có tín hiệu vào In 2.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.
9. Khi các lệnh chương trình LD X100, PLS M400 được sử dụng đối với nấc thang bất kỳ, rơ le nội M400 sẽ:
- A. Tiếp tục hoạt động ngay cả khi không còn tín hiệu vào X100.
 - B. Tiếp tục đóng trừ khi có tín hiệu xung vào X100.
 - C. Tiếp tục hoạt động một chu kỳ chương trình khi có tín hiệu vào X100.
 - D. Tiếp tục đóng trong một chu kỳ chương trình sau khi có tín hiệu vào X100.
10. Khi các lệnh chương trình LDI X100, PLS M400 được sử dụng cho nấc thang bất kỳ, rơ le nội M100 sẽ:
- A. Tiếp tục hoạt động khi không còn tín hiệu vào X100.
 - B. Tiếp tục hoạt động khi có tín hiệu xung vào X100.
 - C. Vẫn hoạt động trong một chu kỳ chương trình khi có tín hiệu vào X100.
 - D. Vẫn hoạt động trong một chu kỳ chương trình sau khi tín hiệu vào X100 không còn.
11. Chương trình thang Mitsubishi có các lệnh LD X100, S M200, LD X101, R M200, tiếp tục với các lệnh khác cho các nấc tiếp theo. Chuỗi tín hiệu như sau: tín hiệu vào X100, tín hiệu vào X100 ngừng, ngắt quãng, tín hiệu vào ngõ vào X101, tín hiệu

vào X101 ngừng, tiếp theo là các tín hiệu vào các nấc kế tiếp. Rơ le nội M200 sẽ tiếp tục hoạt động:

- A. Trong một chu kỳ chương trình từ lúc bắt đầu có tín hiệu vào X100.
 - B. Từ lúc bắt đầu có tín hiệu vào X 100 đến lúc bắt đầu có tín hiệu vào X101.
 - C. Từ lúc bắt đầu có tín hiệu vào X100 đến lúc kết thúc tín hiệu vào X101.
 - D. Từ lúc kết thúc tín hiệu vào X100 đến khi chấm dứt tín hiệu vào X101.
12. Chương trình thang của Siemens có các lệnh A I0.0, S F0.0, A I0.1, R F0.0, A F0.0, = Q2.0, tiếp theo là các lệnh khác đối với các nấc phía sau. Chuỗi tín hiệu là: tín hiệu vào ngõ vào I0.0, tín hiệu vào I0.0 ngừng, ngắt quãng, tín hiệu vào ngõ vào I0.1, tín hiệu vào I0.1 ngừng, tiếp theo là các tín hiệu vào các nấc phía sau. Rơ le nội F0.0 sẽ tiếp tục hoạt động:
- A. Trong một chu kỳ chương trình từ khi bắt đầu có tín hiệu vào I0.0.
 - B. Từ khi bắt đầu có tín hiệu vào I0.0 đến khi bắt đầu có tín hiệu vào I0.1.
 - C. Từ khi bắt đầu có tín hiệu vào I0.0 đến khi kết thúc tín hiệu vào I0.1.
 - D. Từ khi kết thúc tín hiệu vào I0.0 đến khi kết thúc tín hiệu vào I0.1.
13. Chương trình thang của Telemecanique có các lệnh L I0,0, S O0,0, L I0,1, R O0,0, tiếp theo là các lệnh khác cho các nấc phía sau. Chuỗi tín hiệu như sau: tín hiệu vào ngõ vào I0,0; tín hiệu vào I0,0 ngừng; ngắt quãng; tín hiệu vào ngõ vào I0,1; tín hiệu vào I0,1 ngừng; tiếp theo là các tín hiệu vào đối với các nấc phía sau. Rơ le nội O0,0 sẽ tiếp tục hoạt động:
- A. Trong một chu kỳ chương trình từ khi bắt đầu có tín hiệu vào I0,0.

- B. Từ lúc bắt đầu có tín hiệu vào I0,0 đến khi bắt đầu có tín hiệu vào I0,1.
- C. Từ khi bắt đầu tín hiệu vào I0,0 đến khi kết thúc tín hiệu vào I0,1.
- D. Từ khi kết thúc tín hiệu vào I0,0 đến khi kết thúc tín hiệu vào I0,1.
14. Tín hiệu ra được yêu cầu từ ngõ ra Y430 ở cuối một chu kỳ sau khi tín hiệu vào X100 bắt đầu. Điều này có thể được cung cấp bằng chương trình thang có các lệnh sau:
- A. LD X100, Y430
- B. LD X100, M100, LD M100, Y 430
- C. LD X100, PLS M100, LD M100, Y 430
- D. LD X400, PLS M100, LDI M100, Y430

Các câu hỏi 15 và 16 tham khảo Hình 5.28, hình này có hai phiên bản của cùng một sơ đồ thang của hai nhà sản xuất PLC. (a) sử dụng cách ký hiệu của Siemens, I: ngõ vào, F: rơ le nội và Q: ngõ ra. (b) sử dụng cách ký hiệu của Telemecanique, I: ngõ vào và B: rơ le nội.



Hình 5.28

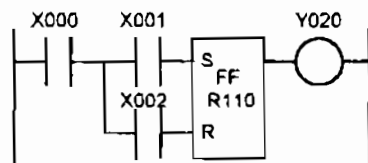
15. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.28(a), khi có tín hiệu vào I0,0, ngõ ra Q2.0 sẽ:

- A. Chuyển sang hoạt động và tiếp tục trong một chu kỳ.
 - B. Chuyển sang hoạt động.
 - C. Chuyển sang trạng thái ngừng và tiếp tục ngừng trong một chu kỳ.
 - D. Chuyển sang trạng thái ngừng.
16. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 5.28(b), khi có tín hiệu vào I0,0, rơ le nội B1 sẽ:
- A. Chuyển sang hoạt động trong một chu kỳ.
 - B. Chuyển sang hoạt động.
 - C. Chuyển sang trạng thái ngừng và tiếp tục ngừng trong một chu kỳ.
 - D. Chuyển sang trạng thái ngừng.

Các câu hỏi 17 và 18 tham khảo Hình 5.29. Hình này minh họa chương trình thang của Toshiba với các ngõ vào X000, X001 và X002, ngõ ra Y020 và mạch flip-flop R110.

17. Để có tín hiệu ra từ Y020 phải có các tín hiệu vào đến:

- (i) X000
 - (ii) X001
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.



Hình 5.29

18. Khi có tín hiệu vào X000, sẽ có:
- (i) Tín hiệu vào X001 đưa ngõ ra vào trạng thái hoạt động.
 - (ii) Tín hiệu vào X002 đưa ngõ ra vào trạng thái hoạt động.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

19. Rơ le điều khiển chính có thể được sử dụng để:

(i) Đóng mạch một phần chương trình khi thỏa các điều kiện xác định.

(ii) Ngắt mạch một phần chương trình khi các điều kiện xác định không được đáp ứng.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

Các câu hỏi 20 và 21 tham khảo Hình 5.30. Hình này minh họa chương trình thang theo dạng của Allen Bradley.

20. Khi có tín hiệu vào I:010/01:

(i) Tín hiệu vào I:010/02 sẽ cung cấp tín hiệu ra từ O:010/00.

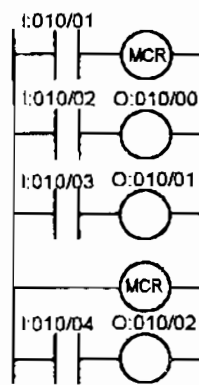
(ii) Tín hiệu vào I:010/03 sẽ cung cấp tín hiệu ra từ O:010/01.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.



Hình 5.30

21. Khi không có tín hiệu vào I:010/01:

(i) Tín hiệu vào I:010/02 không cung cấp tín hiệu ra từ O:010/00.

(ii) Tín hiệu vào I:010/04 không cung cấp tín hiệu ra từ O:010/02.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

22. Hãy thiết lập các chương trình thang có thể được sử dụng để:

- (a) Duy trì tín hiệu ra liên tục, ngay cả khi tín hiệu vào không còn và khi mất công suất.
- (b) Đưa ngõ ra vào trạng thái hoạt động trong thời gian một chu kỳ sau tín hiệu vào ngắn.
- (c) Đóng mạch công suất cho một tổ hợp nhiều nấc.

Chương 6

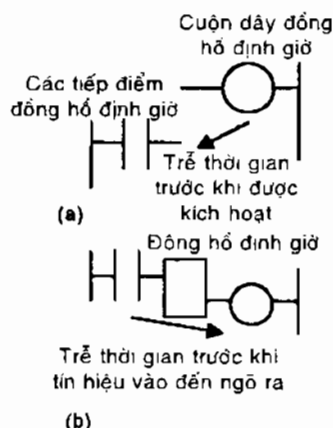
ĐỒNG HỒ ĐỊNH GIỜ

Trong nhiều tác vụ điều khiển có yêu cầu điều khiển thời gian. Ví dụ, động cơ hoặc bơm có thể cần được điều khiển để vận hành trong khoảng thời gian xác định, hoặc đưa vào vận hành sau một khoảng thời gian. Do đó, các PLC đều có đồng hồ định giờ dưới dạng các thiết bị kết hợp. Các đồng hồ định giờ đếm từng phần giây hoặc giây bằng cách sử dụng đồng hồ bên trong CPU (Hình 1.8). Chương này trình bày cách lập trình đồng hồ định giờ để thực hiện các tác vụ điều khiển.

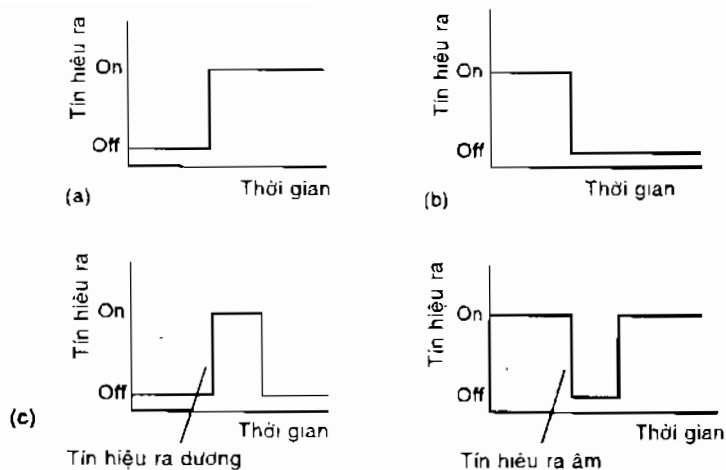
Các loại đồng hồ định giờ

Các nhà sản xuất PLC không thống nhất về cách lập trình các đồng hồ định giờ và vai trò của chúng. Điểm chung là xem các đồng hồ định giờ như các rơ le với các cuộn dây, khi được cấp công suất sẽ đóng hoặc mở các tiếp điểm sau khoảng thời gian xác lập trước. Vì vậy, đồng hồ định giờ được coi là ngõ ra đối với nấc có sự điều khiển được thực hiện qua cặp tiếp điểm ở vị trí khác (Hình 6.1(a)). Đây là điểm giống nhau rõ nhất được sử dụng trong sách này. Một số xem đồng hồ định giờ là khối trì hoãn, khi được chèn vào nấc sẽ làm trễ các tín hiệu trong nấc đó đến ngõ ra (Hình 6.1(b)).

Trong các PLC có nhiều dạng đồng hồ định giờ. Với các PLC nhỏ, hầu như chỉ có một dạng, *đồng hồ định giờ hoạt động trễ*. Đây là các đồng hồ định giờ hoạt động sau khoảng thời gian trễ nhất định (Hình 6.2(a)). Các *đồng hồ định giờ ngừng trễ*, tiếp tục hoạt động trong khoảng thời gian xác định trước khi ngừng (Hình 6.2(b)).



Hình 6.1. Cách xử lý đồng hồ định giờ.



Hình 6.2. Các đồng hồ định giờ: (a) trễ, (b) không trễ, (c) xung.

Một loại đồng hồ định giờ khác là *đồng hồ định giờ xung*. Loại này hoạt động hoặc ngừng trong khoảng thời gian xung xác định (Hình 6.2(c)).

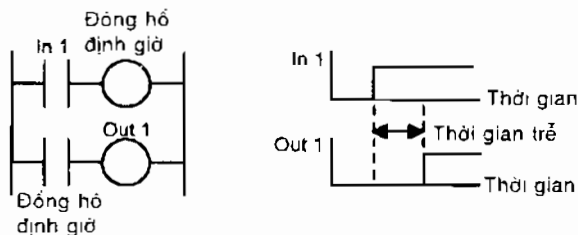
Với các sơ đồ khối chức năng (xem Chương 4) và các ký hiệu được các nhà sản xuất sử dụng cho đồng hồ định giờ, TON được sử dụng để chỉ đồng hồ định giờ hoạt động trễ, TOF là đồng hồ định giờ ngừng trễ. Đồng hồ định giờ hoạt động trễ còn được biểu diễn bằng T-0 và đồng hồ định giờ ngừng trễ là 0-T. Các đồng hồ xung được ký hiệu bằng TP.

Khoảng thời gian cài đặt đồng hồ định giờ được gọi là thời gian cài đặt trước và được xác lập theo bội số của cơ số thời gian được sử dụng. Các cơ số thời gian phổ biến là 10 ms, 100 ms, 1 s, 10s, và 100s. Do đó giá trị cài đặt trước là 5 với cơ số thời gian 100 ms có thời gian 500 ms. Để thuận tiện, các đồng hồ định giờ trong chương này sử dụng cơ số thời gian 1s.

Lập trình đồng hồ định giờ

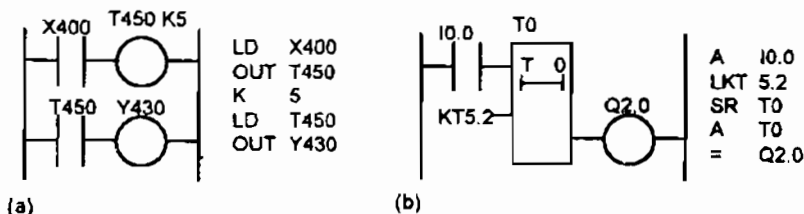
Nói chung, tất cả các PLC đều có loại đồng hồ định giờ hoạt động trễ, các PLC nhỏ có thể chỉ có đồng hồ định giờ kiểu này. Hình 6.3 minh họa sơ đồ thang có đồng hồ định giờ hoạt động trễ. Đồng hồ này tương tự rơ le có cuộn dây được cấp công suất khi ngõ vào In 1 xuất

Hình 6.3. Sơ đồ thang có đồng hồ định giờ hoạt động trễ.



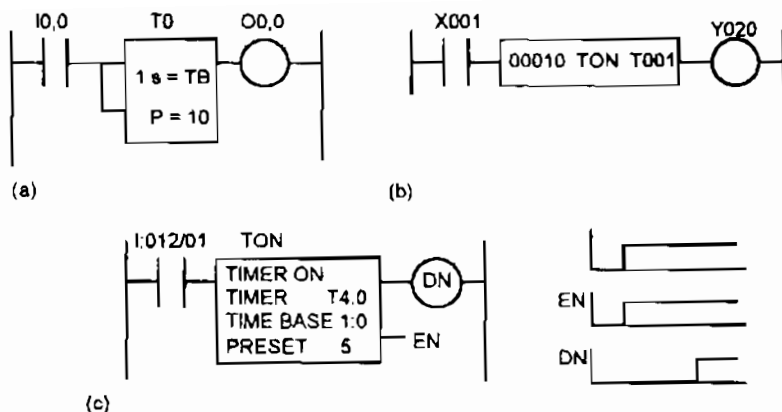
hiện (nấc 1). Sau thời gian trễ được cài đặt trước, đồng hồ định giờ này đóng các tiếp điểm trên nấc 2. Nhờ đó, ngõ ra từ Out 1 xuất hiện sau thời gian cài đặt trước tính từ khi ngõ vào In 1 xuất hiện.

Hình 6.4 trình bày sơ đồ nêu trên, và các lệnh chương trình được hai nhà sản xuất PLC sử dụng, Mitsubishi (Hình 6.4(a)) xem đồng hồ định giờ như ngõ ra cung cấp đáp ứng có thời gian trễ đến các tiếp điểm, còn Siemens (Hình 6.4(b)), xem đồng hồ định giờ là thành phần trễ trên nấc sơ đồ thang, thay vì rơ le. Ký hiệu hình chữ nhật của Siemens cho biết đồng hồ định giờ hoạt động trễ, số 0 đứng sau T cho biết hoạt động trễ. Thời gian trễ được chọn là 5 s. Kỹ thuật nhập các giá trị thời gian cài đặt trước không giống nhau. Thông thường kỹ thuật này yêu cầu nhập lệnh hằng K tiếp theo là thời gian tính theo bội số cơ số thời gian được sử dụng.



Hình 6.4. (a) Mitsubishi, (b) Siemens.

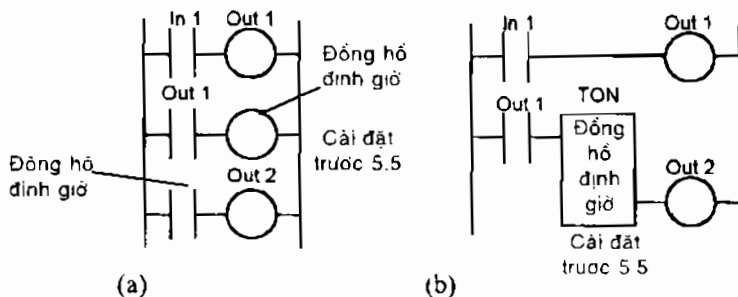
Hình 6.5 minh họa các sơ đồ thang của ba nhà sản xuất. (a) Telemecanique, (b) Toshiba, và (c) Allen Bradley. Với sơ đồ của Allen Bradley, tín hiệu DN (thực hiện) là tín hiệu được sinh ra khi đồng hồ định giờ kết thúc hoạt động, EN (cho phép) là tín hiệu sao chép ngõ vào đồng hồ định giờ và được sử dụng như các tiếp điểm tức thời.



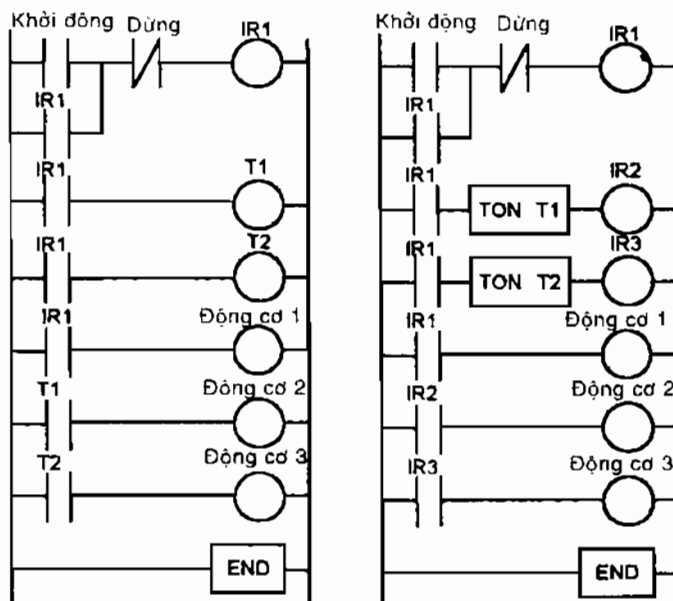
Hình 6.5. (a) Telemecanique, (b) Toshiba, (c) Allen Bradley.

Quá trình lập chuỗi

Để hiểu rõ công dụng của đồng hồ định giờ, có thể khảo sát sơ đồ thang được trình bày trên Hình 6.6(a). Khi ngõ vào In 1 hoạt động, ngõ ra Out 1 đóng mạch. Các tiếp điểm kết hợp với ngõ ra này sẽ khởi động đồng hồ định giờ. Các tiếp điểm của đồng hồ định giờ sẽ đóng sau khoảng thời gian trễ được cài đặt trước, trong trường hợp này là 5.5 s. Khi điều đó xảy ra, ngõ ra Out 2 đóng mạch. Do đó, tiếp theo ngõ vào In 1, ngõ ra Out 1 đóng mạch, và 5.5s sau, Out 2 đóng mạch. Điều này cho thấy cách hình thành chuỗi ngõ ra có định giờ. Hình 6.6(b) minh họa sự vận hành nêu trên, đối với đồng hồ định giờ trễ tín hiệu, đây là dạng được nhà sản xuất PLC thường sử dụng.



Hình 6.6. Các ngõ ra theo thứ tự.



(a)

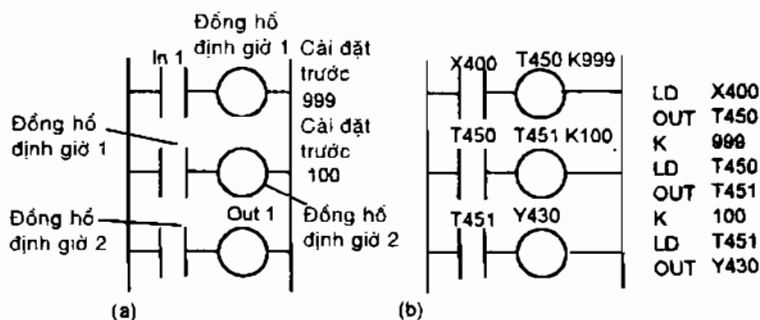
(b)

Hình 6.7. Chuỗi động cơ.

Hình 6.7 minh họa hai phiên bản sử dụng các đồng hồ định giờ để khởi động ba ngõ ra, chẳng hạn ba động cơ, lần lượt theo thứ tự sau khi nhấn nút khởi động. Trong trường hợp (a) các đồng hồ định giờ được lập trình như các cuộn dây, còn trong (b) chúng được lập trình như các bộ trì hoãn. Khi nhấn nút khởi động, có tín hiệu ra từ rơ le nội IR 1. Tín hiệu này khóa ngõ vào khởi động, đồng thời khởi động cả hai đồng hồ định giờ, T1 và T2, và động cơ 1. Khi hết thời gian được cài đặt trước cho đồng hồ định giờ 1, các tiếp điểm của đồng hồ 1 đóng và động cơ 2 khởi động. Khi thời gian cài đặt trước cho đồng hồ định giờ 2 trôi qua, các tiếp điểm của đồng hồ này đóng và động cơ 3 khởi động. Ba động cơ này đều dừng bằng cách nhấn nút ngừng. Đến đây chương trình được xem như hoàn tất, lệnh END được sử dụng.

Các đồng hồ định giờ bố trí theo bậc

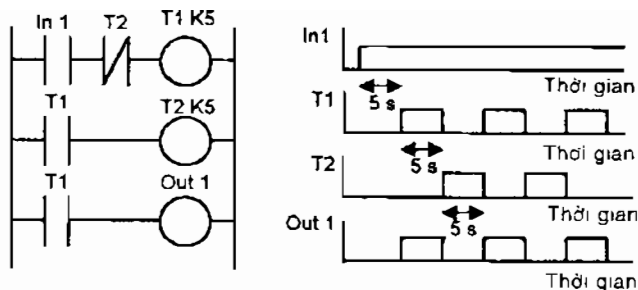
Các đồng hồ định giờ có thể được liên kết với nhau để có thời gian trễ dài hơn so với định mức của một đồng hồ. Hình 6.8(a) minh họa sơ đồ thang đối với kiểu bố trí này. Từ Hình 6.8(a), đồng hồ định giờ 1 có thời gian trễ là 999 s. Đồng hồ này được khởi động khi có tín hiệu vào In 1. Khi hết thời gian 999s, các tiếp điểm của đồng hồ 1 đóng để khởi động đồng hồ định giờ 2. Đồng hồ này có thời gian trễ 100s. Khi thời gian này trôi qua, các tiếp điểm của đồng hồ 2 đóng và có tín hiệu ra từ Out 1. Như vậy tín hiệu ra xuất hiện sau tín hiệu vào In 1 là 1099s. Hình 6.8(b) minh họa sơ đồ thang và các lệnh chương trình theo Mitsubishi.



Hình 6.8. Các đồng hồ định giờ bố trí theo bậc.

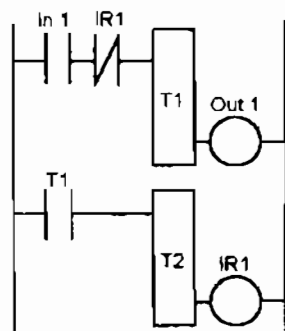
Đồng hồ định giờ đóng - ngắt theo chu kỳ

Hình 6.9 minh họa cách sử dụng đồng hồ định giờ khởi động trễ để tạo ra đồng hồ định giờ đóng-ngắt theo chu kỳ. Đồng hồ này được thiết kế để đóng mạch ngõ ra trong 5 s, sau đó ngắt mạch trong 5 s, rồi đóng mạch trong 5 s, sau đó ngắt mạch trong 5 s, ... Khi có tín hiệu vào In 1 và các tiếp điểm của In 1 đóng, đồng hồ định giờ 1 khởi động. Đồng hồ 1 được cài đặt thời gian trễ 5 s. Sau 5 s, đồng hồ 1 đóng mạch đồng hồ định giờ 2 và ngõ ra Out 1. Đồng hồ 2 có thời gian trễ 5s. Sau 5 s, các tiếp điểm thường đóng của đồng hồ 2 mở. Điều này dẫn đến đồng hồ 1 trên nấc thứ nhất bị ngắt mạch, các tiếp điểm của đồng hồ 1 trên nấc thứ hai mở và ngắt mạch đồng hồ 2, làm cho các tiếp điểm của đồng hồ 2 trở lại trạng thái thường đóng của chúng và tín hiệu vào In 1 sẽ khởi động lại toàn bộ chu kỳ này.



Hình 6.9. Đồng hồ định giờ đóng-ngắt theo chu kỳ.

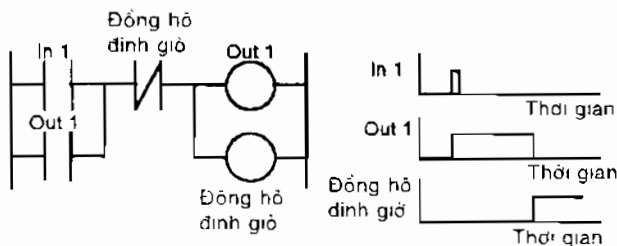
Hình 6.10 minh họa dạng chương trình thang nêu trên, đồng hồ định giờ là bộ trì hoãn, thay vì cuộn dây. Dạng này có thể có với Siemens hoặc Toshiba. Khi ngõ vào In 1 đóng mạch, đồng hồ định giờ T1 khởi động. Sau thời gian được cài đặt trước của T1, ngõ ra đến Out 1 xuất hiện và đồng hồ định giờ T2 khởi động. Sau thời gian được cài đặt trước cho đồng hồ này, có tín hiệu ra đến rơ le nội IR1. Tín hiệu ra này làm mở các tiếp điểm của rơ le nội và ngắt tín hiệu ra từ Out 1. Điều này làm ngắt đồng hồ định giờ T2. Sau đó, toàn bộ chu kỳ này có thể tự lặp lại.



Hình 6.10. Đồng hồ định giờ đóng ngắt theo chu kỳ.

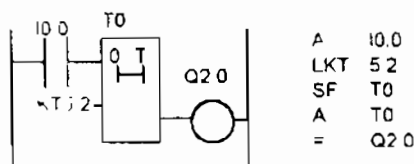
Đồng hồ định giờ ngừng trễ

Hình 6.11 minh họa cách sử dụng đồng hồ định giờ khởi động trễ để tạo ra *đồng hồ định giờ ngừng trễ*. Với cách bố trí này, khi có tín hiệu vào tức thời đến In 1, ngõ ra Out 1 và đồng hồ định giờ đều được kích hoạt. Do ngõ vào bị khóa bằng các tiếp điểm của Out 1, nên ngõ ra này vẫn tiếp tục hoạt động. Sau thời gian trễ được xác lập trước, các tiếp điểm thường đóng của đồng hồ định giờ này mở và ngắt ngõ ra. Như vậy ngõ ra khởi động và duy trì hoạt động cho đến khi hết thời gian trễ.



Hình 6.11. Đồng hồ định giờ ngừng trễ.

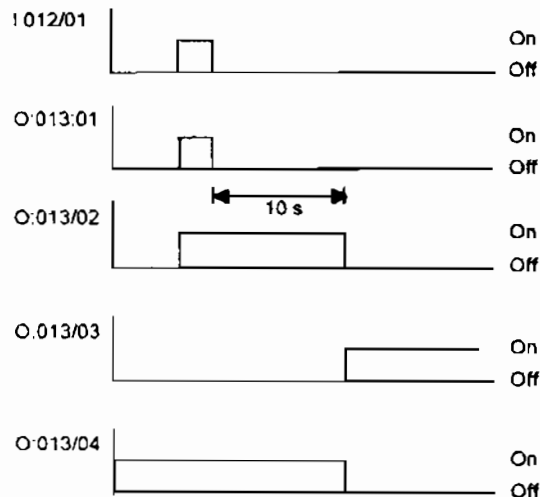
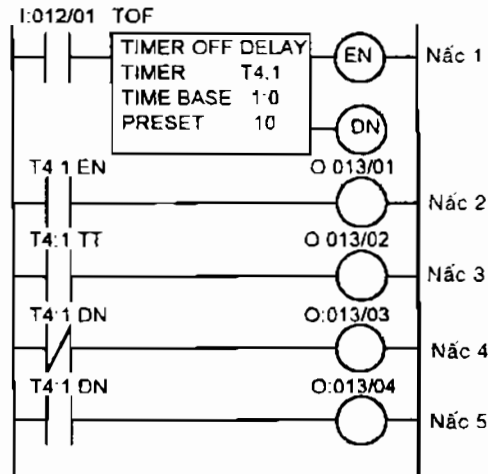
Một số PLC có gắn các đồng hồ định giờ ngừng trễ và các đồng hồ định giờ khởi động trễ, vì vậy, không cần sử dụng đồng hồ khởi động trễ để tạo ra đồng hồ định giờ ngừng trễ. Hình 6.12 minh họa PLC loại này của Siemens, cung với sơ đồ thang và thứ tự các lệnh. Chú ý, nhà sản xuất này xem đồng hồ định giờ là thành phần trì hoãn trên nấc sơ đồ thang, thay vì rơ le. Trong ký hiệu chữ nhật được sử dụng đối với đồng hồ định giờ, 0 đứng trước T cho biết đồng hồ định giờ loại khởi động trễ.



Hình 6.12. Đồng hồ định giờ ngừng trễ.

Để làm sang to công dụng của của đồng hồ định giờ ngừng trễ, cần khảo sát chương trình của Allen Bradley được trình bày trên Hình 6.13. TOF được sử dụng để biểu thị đồng hồ định giờ là loại ngừng trễ, thay vì loại khởi động trễ (TON). Cơ sở thời gian được xác lập cho I:0 là 1 s. Giá trị cài đặt trước là 10, vì vậy, đồng hồ định giờ được cài đặt trước 10 s. Trên nấc thứ nhất, ngõ ra của đồng hồ định giờ xuất phát từ các tiếp điểm EN (cho phép) Điều này có nghĩa là không có thời gian trễ giữa ngõ vào I:012/01 và ngõ ra EN. Do vậy các tiếp điểm EN trên nấc 2 đóng tức thời khi có ngõ vào I:012/01, dẫn đến ngõ ra từ O:013/01 xuất hiện đồng thời với ngõ vào I:012/01. Các tiếp điểm TT (định giờ đóng hồ) trên nấc 3 được cấp nguồn ngay khi đồng hồ định giờ hoạt

động. Do đồng hồ định giờ là loại ngừng trễ, nên đồng hồ định giờ này hoạt động trong 10s trước khi dừng. Do các tiếp điểm TT sẽ đóng trong thời gian xác lập 10 s, nên ngõ ra O:012/02 cũng được đóng mạch trong

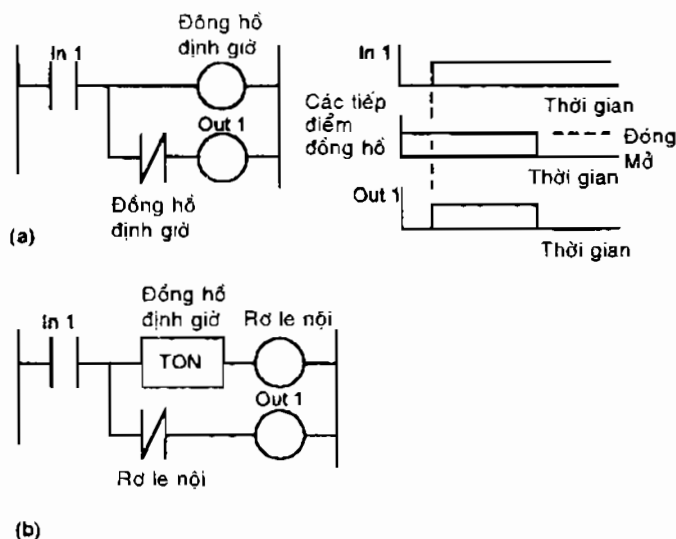


Hình 6.13. Ứng dụng đồng hồ định giờ ngừng trễ.

thời gian 10 s này. Các tiếp điểm thường đóng DN (đã thực hiện) sẽ mở sau 10 s, do đó ngõ ra O:013/03 cũng hoạt động sau 10 s. Các tiếp điểm thường mở DN đóng sau 10 s, nên ngõ ra O:013/04 sẽ ngừng sau 10 s.

Các đồng hồ định giờ một lần

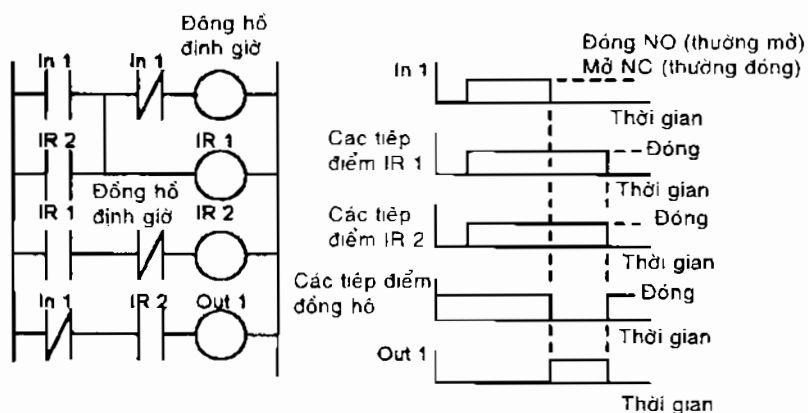
Các đồng hồ định giờ một lần được sử dụng để tạo ngõ ra trong thời gian cố định từ tín hiệu vào ban đầu. Hình 6.14(a) minh họa sơ đồ thang đối với hệ thống cung cấp tín hiệu ra từ Out 1, trong thời lượng cố định được xác lập trước, khi có tín hiệu vào In 1, đồng hồ định giờ là loại có cuộn dây. Có hai ngõ ra đối với ngõ vào In 1. Khi có tín hiệu vào In 1 sẽ có tín hiệu ra từ Out 1 và đồng hồ định giờ khởi động. Khi hết thời gian xác định trước, các tiếp điểm của đồng hồ định giờ mở và ngắt tín hiệu ra. Như vậy, ngõ ra chỉ hoạt động trong thời gian do đồng hồ định giờ chỉ định.



Hình 6.14. Đồng hồ định giờ một lần.

Hình 6.14(b) minh họa sơ đồ thang tương đương với Hình 6.14(a) nhưng sử dụng đồng hồ định giờ tạo ra thời gian trễ đối với tín hiệu đến ngõ ra.

Trên Hình 6.14, đồng hồ định giờ một lần có ngõ ra đóng mạch bằng tín hiệu vào trong thời gian xác định trước, sau đó bị ngắt mạch. Hình 6.15 minh họa loại đồng hồ định giờ một lần, đóng mạch ngõ ra trong thời gian được xác định trước, sau khi mất tín hiệu vào. Ở đây sử dụng đồng hồ định giờ và hai rơ le nội. Khi có tín hiệu vào In 1, rơ le nội IR 1 được cấp nguồn. Đồng hồ định giờ không khởi động ở thời điểm này, do các tiếp điểm thường đóng của In 1 mở. Việc đóng các tiếp điểm của IR 1 có nghĩa là rơ le nội IR 2 được cấp năng lượng. Tuy nhiên, không có tín hiệu ra từ Out 1 ở giai đoạn này, vì nấc cuối có các tiếp điểm In 1 mở. Khi tín hiệu vào In 1 không còn, cả hai rơ le nội vẫn được cấp nguồn và đồng hồ định giờ được khởi động. Sau thời gian được xác lập, các tiếp điểm thường đóng của đồng hồ định giờ mở và ngắt mạch IR 2 dẫn đến ngắt mạch IR 1, đồng thời ngắt mạch ngõ ra Out 1 trên nấc cuối. Như vậy ngõ ra này bị ngắt mạch trong thời gian có tín hiệu vào, sau đó đóng mạch trong thời gian được xác định trước.



Hình 6.15. Đồng hồ định giờ một lần hoạt động, khi dừng tín hiệu ra.

Câu hỏi ôn tập

Các câu hỏi 1 đến 3 tham khảo Hình 6.16, minh họa sơ đồ thang có đồng hồ định giờ khởi động trễ, ngõ vào In 1 và ngõ ra Out 1.

1. Khi có tín hiệu vào In 1:

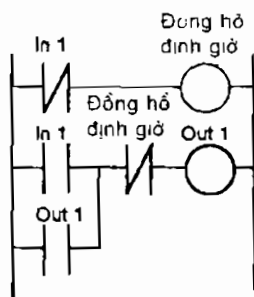
- (i) Đồng hồ định giờ khởi động.
 - (ii) Có tín hiệu ra từ Out 1.
- A. Cả hai đều đúng.
B. (i) đúng (ii) sai.
C. (i) sai (ii) đúng.
D. Cả hai đều sai.

2. Đồng hồ định giờ khởi động khi:

- (i) Có tín hiệu ra.
 - (ii) Tín hiệu vào không còn.
- A. Cả hai đều đúng.
B. (i) đúng (ii) sai.
C. (i) sai (ii) đúng.
D. Cả hai đều sai.

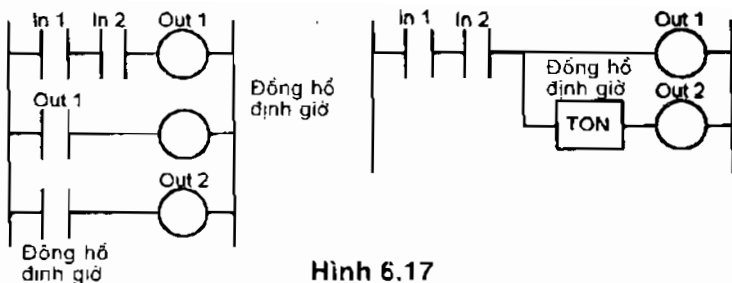
3. Khi có tín hiệu vào In 1, ngõ ra sẽ:

- (i) Hoạt động trong thời gian xác lập trước cho đồng hồ định giờ.
 - (ii) Ngừng trong thời gian được xác lập trước cho đồng hồ định giờ.
- A. Cả hai đều đúng.
B. (i) đúng (ii) sai.
C. (i) sai (ii) đúng.
D. Cả hai đều sai.



Hình 6.16

Các câu hỏi 4 đến 6 tham khảo Hình 6.17, minh họa hai phiên bản của sơ đồ thang có hai ngõ vào In 1 và In 2, hai ngõ ra Out 1 và Out 2, đồng hồ định giờ khởi động trễ.



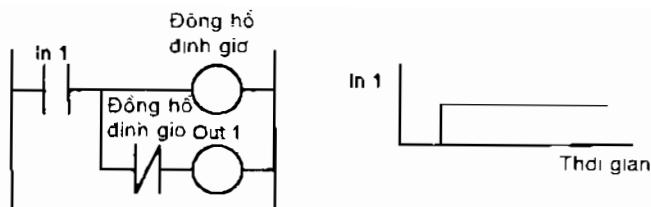
Hình 6.17

4. Ngay khi có tín hiệu vào In 1:
 - (i) Đồng hồ định giờ khởi động.
 - (ii) Có tín hiệu ra từ Out 2.
 - A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
5. Ngay khi có tín hiệu vào In 2:
 - (i) Đồng hồ định giờ khởi động.
 - (ii) Có ngõ ra từ Out 2.
 - A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
6. Khi có tín hiệu vào In 1 nhưng không có tín hiệu vào In 2, có ngõ ra từ Out 2, ngõ ra này:
 - (i) Khởi động tức thời.
 - (ii) Dừng sau thời gian được xác lập trước cho đồng hồ định giờ.
 - A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

7. Thứ tự lệnh chương trình đối với PLC Mitsubishi là: LD X400, OUT T450, K 6, LD T450, OUT Y430. Ngõ vào đến X400 cung cấp:
- A. Ngõ ra hoạt động trong 6 s rồi ngừng trong 6 s.
 - B. Ngõ ra tồn tại trong 6 s.
 - C. Ngõ ra khởi động sau 6 s.
 - D. Ngõ ra ngừng trong 6 s, sau đó hoạt động trong 6 s.
8. Thứ tự lệnh chương trình đối với PLC Telemecanique là: L I0,0, =T0, L T0, = O0,0. Khi có tín hiệu vào I0,0:
- A. Ngõ ra hoạt động trong 6 s sau đó ngừng trong 6 s.
 - B. Ngõ ra kéo dài trong 6 s.
 - C. Ngõ ra khởi động sau 6 s.
 - D. Ngõ ra ngừng trong 6 s sau đó hoạt động trong 6s.

Các câu hỏi 9 và 10 tham khảo thứ tự lệnh chương trình đối với PLC Mitsubishi: LD X400, OR Y430, ANI T450, OUT Y430, LD X401, OR M100, AND Y430, OUT T450, K 10, OUT M100.

9. Khi có tín hiệu vào tạm thời đến X400:
- (i) Ngõ ra từ Y430 khởi động.
 - (ii) Ngõ ra từ Y430 ngừng sau 10 s.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
10. Ngõ ra từ Y430:
- (i) Khởi động khi có tín hiệu vào tạm thời đến X401.
 - (ii) Ngừng 10 s sau khi tín hiệu vào đến X401.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.



Hình 6.18

Các câu hỏi 11 và 12 tham khảo Hình 6.18, minh họa hệ thống gồm ngõ vào In 1, đồng hồ định giờ khởi động trễ, và ngõ ra Out 1. Đồng hồ định giờ được cài đặt 6 s. Biểu đồ trên Hình 6.18 trình bày sự biến thiên tín hiệu vào theo thời gian.

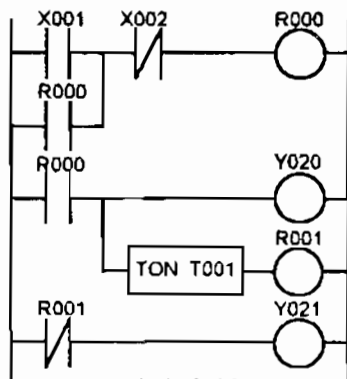
11. Ngõ ra từ Out 1:

- (i) Khởi động khi ngõ vào khởi động.
 - (ii) Ngừng 6 s sau khi bắt đầu có tín hiệu vào.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

12. Các tiếp điểm của đồng hồ định giờ:

- (i) Tiếp tục đóng trong 6 s sau khi bắt đầu có tín hiệu vào.
 - (ii) Mở 6 s sau khi ngõ vào khởi động.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

Các câu hỏi 13 đến 15 tham khảo Hình 6.19, minh họa chương trình thang đối với PLC Toshiba gồm các rơ le nội, được ký hiệu bằng R, và đồng hồ định giờ TON có thời gian cài đặt trước 20s.



Hình 6.19

13. Rơ le nội R000:

- (i) Được sử dụng để khóa ngõ vào X001.
 - (ii) Được sử dụng để khởi động đồng hồ định giờ T001.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

14. Khi không có tín hiệu vào đến X002, ngõ ra Y020:

- (i) Được cấp nguồn khi có tín hiệu vào đến X001.
 - (ii) Ngừng khi không có tín hiệu vào đến X001.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

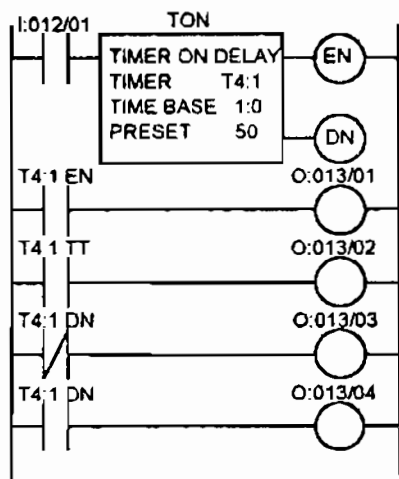
15. Khi không có tín hiệu vào đến X002:

- (i) Ngõ ra Y021 được đóng mạch 20 s sau ngõ vào X001.
 - (ii) Ngõ ra Y020 bị ngắt mạch 20 s sau ngõ vào X001.
- A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.

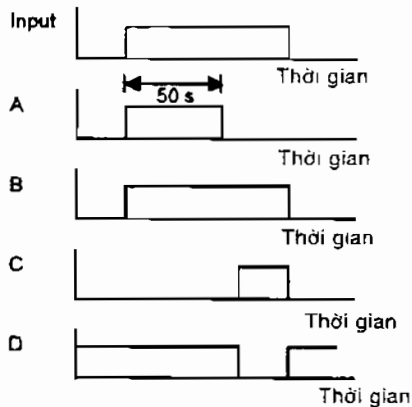
Các câu hỏi 16 đến 19 tham khảo Hình 6.20, minh họa chương trình của Allen Bradley và Hình 6.21 minh họa các biểu đồ thời gian đối với tín hiệu vào I:012/01.

- 16. Tín hiệu vào được trình bày trên Hình 6.21 là tín hiệu ra từ O:013/01?
- 17. Tín hiệu vào được trình bày trên Hình 6.21 là tín hiệu ra từ O:013/02?
- 18. Tín hiệu vào được trình bày trên Hình 6.21 là tín hiệu ra từ O:013/03?

19. Tín hiệu vào được trình bày trên Hình 6.21 là tín hiệu ra từ O:013/04?
20. Hãy viết chương trình cho các hệ thống thực hiện các tác vụ sau đây:
- Kích hoạt ngõ ra 5 s sau khi nhận tín hiệu vào và duy trì hoạt động của ngõ ra này trong thời gian có tín hiệu vào.
 - Kích hoạt ngõ ra trong thời gian tồn tại tín hiệu vào và duy trì ngõ ra này thêm 5 s.
 - Kích hoạt ngõ ra trong 5 s sau khi bắt đầu tín hiệu vào.



Hình 6.20



Hình 6.21

Chương 7

CÁC BỘ ĐẾM

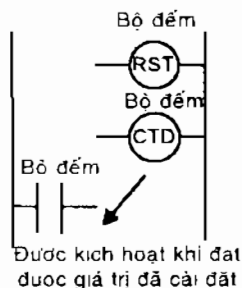
Bộ đếm cho phép đếm tần suất xuất hiện tín hiệu vào. Bộ đếm có thể được sử dụng trong trường hợp đếm các sản phẩm di chuyển trên băng chuyền và số sản phẩm xác định cần chuyển vào thùng (Hình 1.1(b)). Bộ đếm có thể đếm số vòng quay của trục, hoặc số người đi qua cửa. Các bộ đếm dùng trong các ứng dụng này thường là thành phần liên kết bên trong PLC. Chương này trình bày phương pháp lập trình bộ đếm.

Các dạng bộ đếm

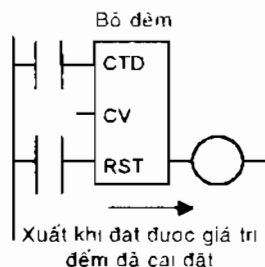
Bộ đếm được cài đặt theo giá trị số cho trước, khi nhận được số xung tín hiệu vào bằng giá trị này, bộ đếm sẽ vận hành các tiếp điểm tương ứng, các tiếp điểm thường mở (NO) sẽ đóng, còn các tiếp điểm thường đóng (NC) sẽ mở.

Có hai loại bộ đếm, mặc dù các PLC có thể không sử dụng cả hai loại. Đó là các bộ đếm ngược và các bộ đếm xuôi. Các *bộ đếm ngược* đếm từ giá trị xác lập trước đến zero, nghĩa là các sự kiện được trừ dần từ giá trị cài đặt. Khi đạt đến giá trị zero, các tiếp điểm của bộ đếm thay đổi trạng thái. Hầu hết các PLC đều sử dụng cách đếm ngược. Các *bộ đếm xuôi* đếm từ zero đến giá trị cài đặt trước, nghĩa là các sự kiện được cộng dồn cho đến khi đạt giá trị cài đặt trước. Khi đạt giá trị cài đặt trước, các tiếp điểm của bộ đếm thay đổi trạng thái.

Các nhà sản xuất PLC sử dụng các bộ đếm theo những cách hơi khác nhau. Một số chọn đếm lùi (CTD), hoặc đếm tới (CTU), và cài đặt lại (RES), xem bộ đếm như cuộn dây rơ le và là ngõ ra trên nấc sơ đồ thang. Theo cách này, có thể xem các bộ đếm gồm hai thành phần chính, cuộn dây rơ le để đếm các xung tín hiệu vào và cuộn dây cài đặt lại bộ đếm, các tiếp điểm của bộ đếm được sử dụng trên các nấc khác. Hình 7.1(a) minh họa loại bộ đếm này, do Mitsubishi sản xuất. Các nhà sản xuất khác xem bộ đếm là khối trung gian trong nấc, từ đó các



(a) Bộ đếm Mitsubishi



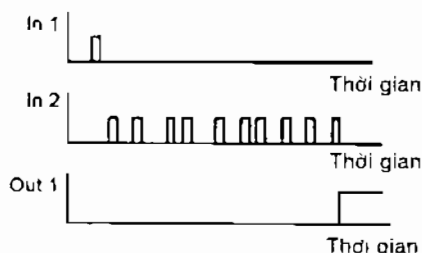
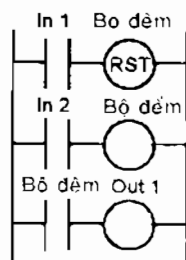
(b) Bộ đếm Siemens

Hình 7.1. Các dạng biểu diễn bộ đếm.

tín hiệu phát ra khi đạt đến giá trị đếm. Hình 7.1(b) minh họa loại bộ đếm do Siemens sản xuất. CTD biểu thị thành phần đếm ngược, RST là thành phần cài đặt lại và CV là giá trị đếm.

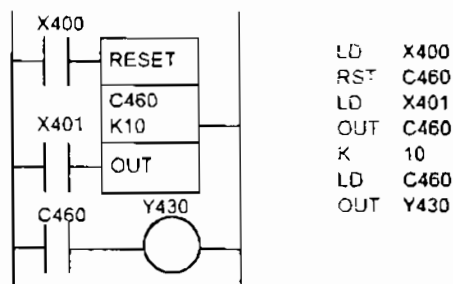
Lập trình

Hình 7.2 minh họa mạch đếm cơ bản. Khi có xung tín hiệu vào đến In 1, mạch đếm được cài đặt lại. Khi có tín hiệu vào đến In 2, mạch đếm bắt đầu hoạt động. Nếu mạch đếm được xác lập 10 xung, khi In 2 nhận được 10 xung tín hiệu vào, các tiếp điểm của mạch đếm đóng và có tín hiệu ra từ Out 1. Nếu ở thời điểm bất kỳ trong quá trình đếm, có tín hiệu vào đến In 1, mạch đếm sẽ được cài đặt lại và bắt đầu lại từ đầu với giá trị đếm 10 xung.



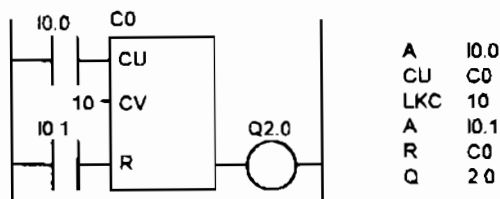
Hình 7.2. Chương trình bộ đếm cơ bản.

Hình 7.3 trình bày chương trình nêu trên và thứ tự lệnh dùng cho PLC Mitsubishi. Thành phần cài đặt lại và thành phần đếm được gộp chung vào một hộp bắc qua hai nấc. Có thể xem hình chữ nhật gồm hai ngõ ra của bộ đếm O trên Hình 7.2. Giá trị đếm được xác lập bằng lệnh chương trình K.



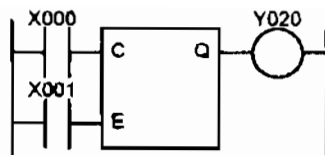
Hình 7.3. Chương trình của Mitsubishi.

Hình 7.4 trình bày chương trình trên, với thứ tự lệnh của PLC Siemens. Với chương trình thang này, bộ đếm được xem là thành phần trễ trên đường ra (Hình 7.1(b)). Bộ đếm này được cài đặt lại bằng tín hiệu vào I0.2 và đếm các xung đi vào ngõ vào I0.1. CU biểu thị bộ đếm thuận, CD biểu thị bộ đếm ngược. Giá trị xác lập của bộ đếm được biểu thị bằng số KC.



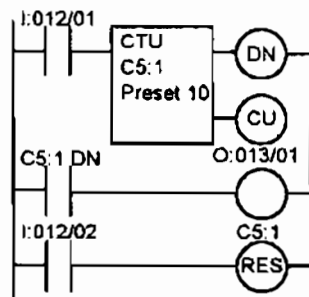
Hình 7.4. Chương trình của Siemens.

Hình 7.5 minh họa thêm vài phiên bản chương trình thang nêu trên của các nhà sản xuất khác. Hình 7.5 (a) là của Toshiba và (b) là của Allen Bradley. Hình 7.6 minh họa cách điều khiển các ngõ ra DN và CU bằng giá trị đếm đối với cấu hình của Allen Bradley.



C = ngõ vào đếm
E = ngõ vào hoạt động hoặc cài đặt lại
Q = ngõ ra

(a)



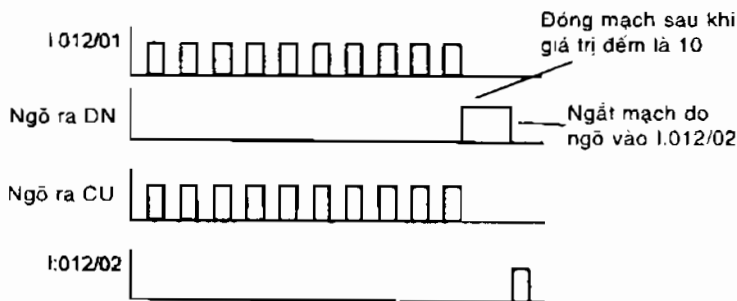
CTU = đếm thuận
C5:1 địa chỉ bộ đếm
Preset là giá trị đếm được xác lập trước

Chú ý. CTD = đếm ngược

CU = ngõ ra dành cho các bộ đếm thuận, tồn tại cho đến khi giá trị đếm đạt giá trị cài đặt trước.
DN = ngõ ra cung cấp tín hiệu ra khi giá trị đếm đạt đến giá trị cài đặt.

(b)

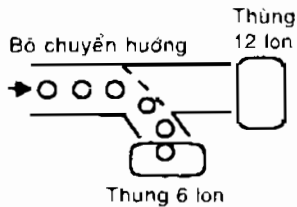
Hình 7.5. Các chương trình của (a) Toshiba, (b) Allen Bradley.



Hình 7.6. Biểu đồ giá trị đếm đối với chương trình của Allen Bradley.

Ứng dụng bộ đếm

Để hiểu rõ công dụng của bộ đếm, có thể khảo sát vấn đề điều khiển máy chuyển tải 6 lon đồ hộp theo đường dẫn đến nơi đóng thùng, sau đó chuyển 12 lon theo đường dẫn đến nơi đóng thùng khác (Hình 7.7). Tám đối hướng có thể được điều khiển bằng bộ cảm biến tế

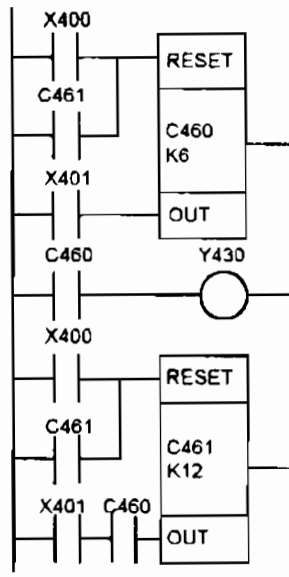


Hình 7.7. Tác vụ đếm.

bào quang, cung cấp tín hiệu ra mỗi khi có lon đồ hộp đi qua. Vì vậy số xung từ bộ cảm biến này được đếm và sử dụng để điều khiển bộ chuyển hướng. Hình 7.8 trình bày chương trình thang có thể được sử dụng theo cách ký hiệu của Mitsubishi.

Khi có xung tín hiệu vào đến X400, cả hai bộ đếm đều

được cài đặt lại. Tín hiệu vào đến X400 có thể do công tắc nút bấm sử dụng để khởi động băng chuyền. Tín hiệu vào cần đếm là X401. Tín hiệu này có thể xuất phát từ bộ cảm biến tế bào quang, khi phát hiện lon đồ hộp đi qua dọc theo băng chuyền. C460 bắt đầu đếm sau khi đóng X400. Khi C460 đếm được 6 lon, các tiếp điểm của C460 sẽ đóng và cung cấp tín hiệu ra ở Y430. Đây có thể là cuộn solenoid được sử dụng để kích hoạt bộ chuyển hướng nhằm chuyển hướng các lon vào thùng này hoặc thùng khác. Như vậy bộ chuyển hướng có thể ở vị trí chuyển hướng sau lon đầu di chuyển trên băng chuyền vào thùng 6-lon, sau đó tạm chuyển hướng dịch chuyển để cho phép các lon tiếp theo đến thùng 12 lon. Khi ngừng đếm, C460 đóng các tiếp điểm tương ứng, cho phép C461 bắt đầu đếm. Khi C461 đếm được 12 xung đến X401 các tiếp điểm của C461 sẽ đóng. Điều này dẫn đến việc cài đặt lại cả hai bộ đếm và toàn bộ quá trình tự lặp lại.

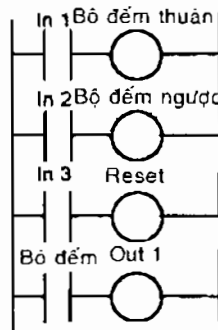


```
LD X400
OR C461
RST C460
K 6
LD X401
OUT C460
LD C460
LD X400
OR C461
RST C461
K 12
LD X401
AND C460
OUT C461
```

Hình 7.8. Chương trình thang đối với tác vụ trên Hình 7.7.

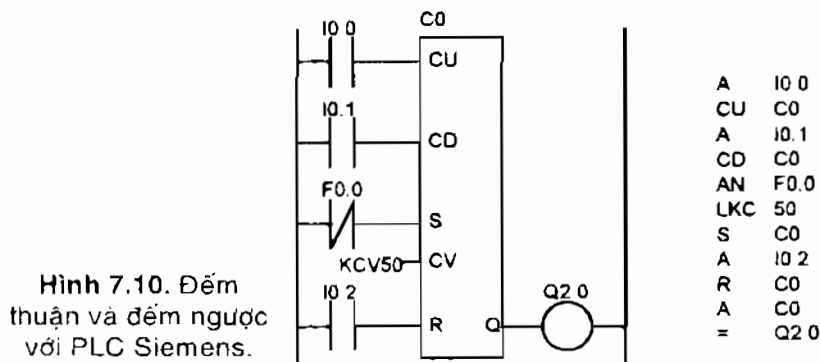
Đếm thuận và đếm ngược

Có thể lập trình chung cho các bộ đếm thuận và bộ đếm ngược. Hãy xét việc đếm các sản phẩm khi chúng vào và ra khỏi băng chuyền, hoặc số lượng xe vào và ra khỏi bãi đậu xe nhiều tầng. Tín hiệu ra sẽ bị chặn lại, nếu số lượng sản phẩm/xe vào lớn hơn số lượng ra, nghĩa là số lượng trong bãi đậu xe đã đạt đến giá trị “bão hòa”. Ngõ ra này có thể phát sáng tín hiệu “hết chỗ”. Giả sử hệ thống sử dụng bộ đếm thuận đối với các sản phẩm vào và bộ đếm ngược đối với các sản phẩm ra. Hình 7.9 minh họa dạng chương trình thang cơ bản đối với kiểu ứng dụng này. Khi sản phẩm vào sẽ cung cấp xung trên ngõ vào In 1, làm giá trị đếm tăng thêm 1. Khi sản phẩm đi ra sẽ cung cấp tín hiệu vào đến In 2, làm giá trị đếm giảm bớt 1. Như vậy, mỗi sản phẩm đi ra, giá trị đếm tích lũy sẽ giảm 1. Khi giá trị đếm tích lũy đạt đến giá trị xác lập trước, sẽ đóng mạch ngõ ra Out 1.



Hình 7.9. Mạch bộ đếm thuận và bộ đếm ngược.

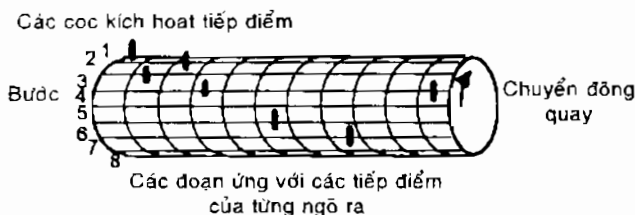
Hình 7.10 minh họa hệ thống nêu trên đối với PLC Siemens và thứ tự lệnh chương trình. CU là ngõ vào đếm thuận và CD đếm ngược. R là cài đặt lại. Giá trị xác lập của bộ tích lũy được nạp qua rơ le nội F0.0.



Hình 7.10. Đếm thuận và đếm ngược với PLC Siemens.

Bộ lập chuỗi

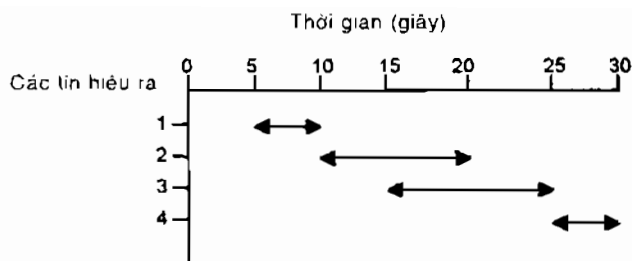
Bộ lập chuỗi kiểu trống quay là dạng bộ đếm được sử dụng để điều khiển thứ tự. Thiết bị này thay thế bộ lập chuỗi kiểu trống cơ khí được dùng để điều khiển các máy có chuỗi thao tác lặp lại theo bước. Một dạng bộ lập chuỗi kiểu trống cơ khí gồm trống, trên bề mặt trống quay có các cọc (Hình 7.11). Khi trống quay, các tiếp điểm thẳng hàng với các cọc sẽ bị đóng khi cọc đập vào chúng và mở khi cọc đi qua. Đối với cách bố trí được trình bày trên Hình 7.11, khi trống quay, ở bước thứ nhất, cọc của ngõ ra 1 được kích hoạt, ở bước 2 cọc của ngõ ra thứ hai, ở bước 3 cọc của ngõ ra thứ ba, v.v... Các ngõ ra khác có thể được điều khiển bằng các cọc được bố trí ở các khoảng cách khác nhau dọc theo trống. Dạng bộ lập chuỗi khác gồm dây cam trên cùng một trục, cam được sử dụng để đóng và mở các tiếp điểm.



Hình 7.11. Bộ lập chuỗi kiểu trống.

Bộ lập chuỗi của PLC gồm bộ đếm chính có khoảng các giá trị đếm xác lập trước tương ứng với các bước, vì vậy, khi bộ đếm chính thực hiện xong quá trình đếm, khi đó mỗi giá trị đếm xác lập trước đạt được có thể được sử dụng để điều khiển các ngõ ra. Mỗi bước trong chuỗi đếm liên quan đến một hoặc nhiều ngõ ra xác định. Các ngõ ra này là các rơ le nội, lần lượt được sử dụng để điều khiển các thiết bị xuất bên ngoài.

Giả sử bạn muốn ngõ ra 1 được đưa vào hoạt động 5 s sau khi khởi động và duy trì sự hoạt động này trong 10 s, ngõ ra 2 được đưa vào hoạt động ở thời điểm 10 s và tiếp tục hoạt động đến thời điểm 20 s, ngõ ra 3 được kích hoạt ở thời điểm 15 s và duy trì hoạt động đến thời điểm 25 s, v.v... Bạn có thể biểu diễn các yêu cầu nêu trên bằng biểu đồ chuỗi thời gian, Hình 7.12 minh họa chuỗi thời gian tương ứng.



Hình 7.12. Biểu đồ thời chuẩn.

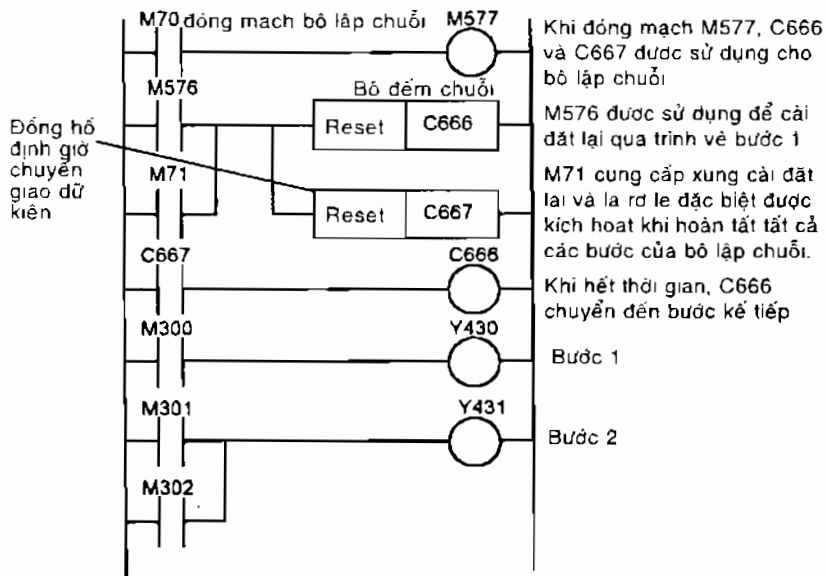
Bạn có thể biến đổi biểu đồ thời chuẩn thành yêu cầu chuỗi kiểu trống quay. Đặt mỗi bước trong chuỗi trống quay là 5 s. Biểu đồ tương ứng được trình bày trên Hình 7.13. Như vậy, ở bước 1 bạn yêu cầu ngõ ra 1 được kích hoạt và duy trì hoạt động cho đến bước 2. Ở bước 2 bạn yêu cầu ngõ ra 2 được kích hoạt và tiếp tục hoạt động cho đến bước 4. Ở bước 3 bạn yêu cầu ngõ ra 3 được kích hoạt và duy trì hoạt động này cho đến bước 5. Ở bước 5 bạn yêu cầu ngõ ra 4 được kích hoạt và duy trì hoạt động cho đến bước 6.

Bước	Thời gian (giây)	Ngõ ra			
		1	2	3	4
0	0	0	0	0	0
1	5	1	0	0	0
2	10	0	1	0	0
3	15	0	1	1	0
4	20	0	0	1	0
5	25	0	0	1	1
6	30	0	0	0	0

Hình 7.13. Các yêu cầu theo thứ tự.

Cách thực hiện các bộ lập chuỗi trống quay tùy theo nhà sản xuất. Một cách thực hiện chuỗi nêu trên là sử dụng đồng hồ định giờ được lập trình để cứ 5 s sẽ tự cài đặt lại sau khi được kích hoạt do ngõ vào được đóng mạch. Hình 7.14 minh họa sự thực hiện bộ lập chuỗi loại này.

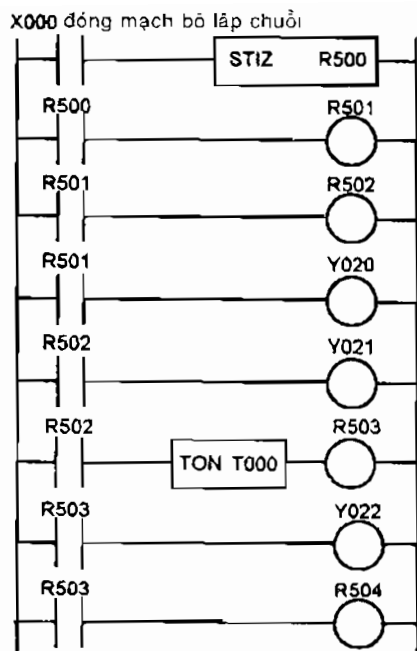
Với PLC, chẳng hạn Mitsubishi F2, các bộ đếm được thiết kế dưới dạng bộ đếm chuỗi bằng cách hoạt hóa rơ le đặc biệt M577. Bộ đếm C666 được thiết kế dưới dạng bộ đếm chuỗi và bộ đếm C667 là đồng hồ định giờ thiết lập quá trình chuyển đổi thời gian đối với các rơ le nội M300-377. Hình 7.15 minh họa chương trình thang.



Hình 7.15. Bộ lập chuỗi với PLC Mitsubishi F2.

Với PLC Toshiba, bộ lập chuỗi được cài đặt bằng cách đóng mạch khối chức năng STIZ R500 (Hình 7.16). Khối này cài đặt chương trình cho bước 1 và R501. Sau đó rơ le R501 đóng mạch ngõ ra Y020. Bước tiếp theo là hoạt hóa R502. R502 đóng mạch ngõ ra Y021 và đồng hồ định giờ khởi động trễ sao cho R503 chưa được đóng mạch cho đến khi hết thời gian trễ của đồng hồ định giờ. Sau đó R503 đóng mạch Y022 và chuyển sang bước tiếp theo trong chuỗi.

Với PLC Allen Bradley, bộ lập chuỗi được lập trình bằng cách sử dụng chuỗi các từ nhị phân theo dạng các ngõ ra yêu cầu, ví dụ, các từ được liệt kê trên Hình 7.13. Do vậy sẽ có chuỗi từ nhị phân:



Hình 7.16. Bộ lập chuỗi với PLC của Toshiba.

Ngõ vào 4
 |
 Ngõ vào 3
 |
 Ngõ vào 2
 |
 Ngõ vào 1

0000
 0001
 0010
 0110
 0100
 0100
 0000

Các từ nhị phân này được chèn vào chương trình bằng thiết bị lập trình.

Câu hỏi ôn tập

Các câu hỏi 1 đến 3 tham khảo Hình 7.17, hình này minh họa sơ đồ thang gồm bộ đếm, hai ngõ vào In 1 và In 2, và ngõ ra Out 1.

1. Đối với sơ đồ thang được trình bày trên Hình 7.17, khi bộ đếm được cài đặt 5, tín hiệu ra từ Out 1 xuất hiện mỗi khi:

(i) In 1 đóng 5 lần.

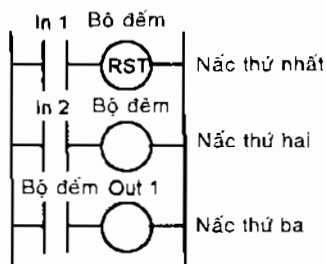
(ii) In 2 đóng 5 lần.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.



Hình 7.17

2. Đối với sơ đồ thang được minh họa trên Hình 7.17:

(i) Nấc thứ nhất cung cấp điều kiện cần thiết để cài đặt lại bộ đếm.

(ii) Nấc thứ hai cung cấp điều kiện cần thiết để tạo ra các xung cần đếm.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

3. Khi có tín hiệu vào đến In 1:

(i) Các tiếp điểm của bộ đếm trên nấc thứ ba đóng.

(ii) Bộ đếm bắt đầu đếm các xung từ In 2.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

Các câu hỏi 4 và 5 tham khảo thứ tự lệnh chương trình liên quan đến bộ đếm ngược sau đây:

LD	X400
RST	C460
LD	X401
OUT	C460
K	5
LD	460
OUT	Y430

4. Mỗi lần có tín hiệu vào đến X401:

(i) Giá trị đếm tích lũy của bộ đếm giảm bớt 1.

(ii) Ngõ ra được đóng mạch.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

5. Khi có tín hiệu vào đến X400, bộ đếm:

(i) Cài đặt lại giá trị 5.

(ii) Bắt đầu đếm từ 0.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

Các câu hỏi 6 và 7 tham khảo thứ tự lệnh chương trình liên quan đến bộ đếm C0 sau đây:

A	I0.0
CD	C0

LKC	5
A	10.1
R	C0
Q	2.00

6. Mỗi lần có tín hiệu vào đến I0.0:

(i) Giá trị đếm tích lũy của bộ đếm giảm bớt 1.

(ii) Ngõ ra được hoạt hóa.

- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.

7. Khi có tín hiệu vào đến I0.1, bộ đếm:

(i) Cài đặt lại giá trị 5.

(ii) Bắt đầu đếm từ 0.

- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.

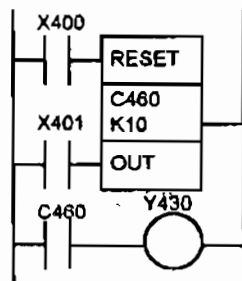
Các câu hỏi 8 và 9 tham khảo Hình 7.18, minh họa bộ đếm ngược C460 do hai ngõ vào X400 và X401 điều khiển, có tín hiệu ra từ Y430.

8. Khi có tín hiệu vào X400, bộ đếm C460:

(i) Cài đặt lại giá trị 0.

(ii) Bắt đầu đếm.

- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



Hình 7.18

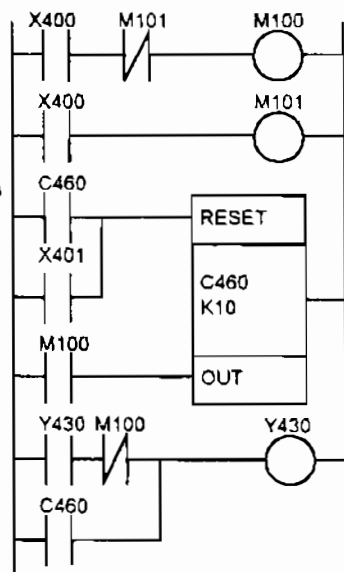
9. Mỗi lần có tín hiệu vào đến X401, bộ đếm C460:

- (i) Cung cấp tín hiệu ra từ Y430.
 - (ii) Giá trị đếm tích lũy giảm bớt 1.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

Các câu hỏi 10 đến 12 tham khảo Hình 7.19, minh họa sơ đồ thang gồm bộ đếm C460, các ngõ vào X400 và X401, các rơ le nội M100 và M101, và ngõ ra Y430.

10. Ngõ ra Y430:

- (i) được đóng mạch khi xung thứ mười đến X400.
 - (ii) Được ngắt mạch lúc bắt đầu xung thứ mười một đến X400.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.



Hình 7.19

11. Khi có tín hiệu vào đến X400:

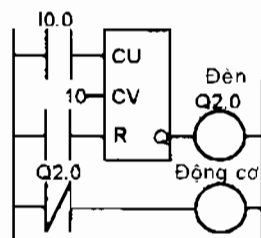
- (i) Rơ le nội M100 được cấp năng lượng.
 - (ii) Rơ le nội M101 được cấp năng lượng.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng
 D. Cả hai đều sai.

12. Có tín hiệu ra từ Y430 với điều kiện:

- (i) Các tiếp điểm của C460 đóng.
 - (ii) Y430 cung cấp tín hiệu ra và M100 được cấp năng lượng.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai
 C. (i) sai (ii) đúng
 D. Cả hai đều sai.

13. Hình 7.20 minh họa chương trình bộ đếm theo định dạng của Siemens. Sau khi 10 tín hiệu vào đến I0.0:

- (i) Đèn sáng.
 - (ii) Động cơ khởi động.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.

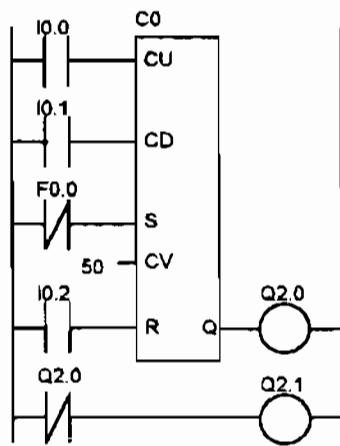


Hình 7.20

Các câu hỏi 14 và 15 tham khảo Hình 7.21, minh họa chương trình của Siemens liên quan đến bộ đếm thuận và bộ đếm ngược.

14. Khi giá trị đếm nhỏ hơn 50:

- (i) Có tín hiệu ra từ Q2.0.
 - (ii) Có tín hiệu ra từ Q2.1.
- A. Cả hai đều đúng.
 B. (i) đúng (ii) sai.
 C. (i) sai (ii) đúng.
 D. Cả hai đều sai.



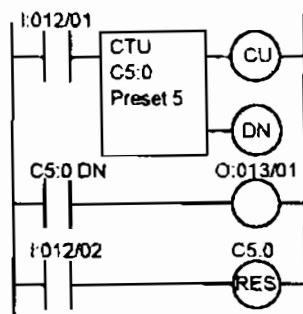
Hình 7.21

15. Khi giá trị đếm đạt đến 50:

- (i) Có tín hiệu từ Q2.0.
 - (ii) Có tín hiệu ra từ Q2.1.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.

16. Đối với chương trình của Allen Bradley được minh họa trên Hình 7.22, bộ đếm được cài đặt lại khi:

- A. Giá trị đếm đạt đến 5.
- B. Giá trị đếm vượt quá 5.
- C. Có tín hiệu vào đến I:012/01.
- D. Có tín hiệu vào đến I:012/02.



Hình 7.22

17. Thiết lập chương trình thang cho hệ thống thực hiện các tác vụ sau:

- (a) Cung cấp tín hiệu ra sau khi bộ cảm biến tế bào quang nhận được 10 xung tín hiệu vào do phát hiện 10 đối tượng đi qua phía trước bộ cảm biến.
- (b) Cung cấp tín hiệu ra khi số người trong cửa hàng đạt đến 100, cửa hàng này có người vào ra liên tục.

Chương 8

THANH GHI DỊCH CHUYỂN

Thuật ngữ *thanh ghi* được sử dụng đối với thiết bị điện tử, trong đó dữ liệu có thể được lưu trữ. Rơ le nội (xem Chương 5) là thiết bị loại này. *Thanh ghi dịch chuyển* gồm nhiều rơ le nội gộp theo nhóm, cho phép các bit được lưu trữ di chuyển từ rơ le này đến rơ le khác. Chương này trình bày về các thanh ghi dịch chuyển và cách sử dụng chúng ở nơi đòi hỏi các hoạt động theo dây chuyển hoặc theo dõi các sản phẩm trong hệ thống sản xuất.

Thanh ghi dịch chuyển

Thanh ghi gồm nhiều rơ le nội được gộp với nhau thành nhóm, thông thường là 8, 16 hoặc 32. Mỗi rơ le nội có thể lần lượt mở hoặc đóng, các trạng thái này được thiết kế dưới dạng 0 và 1. Thuật ngữ *bit* được sử dụng cho số nhị phân. Vì vậy, nếu có 8 rơ le nội trong thanh ghi, thanh ghi đó có thể lưu trữ 8 trạng thái 0/1. Do đó:

Các rơ le nội

1	2	3	4	5	6	7	8
---	---	---	---	---	---	---	---

và mỗi rơ le có thể lưu trữ một tín hiệu đóng - ngắt, như vậy trạng thái của thanh ghi ở thời điểm nào đó là:

1	0	1	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

nghĩa là rơ le 1 đóng, rơ le 2 ngắt, rơ le 3 đóng, rơ le 4 đóng, rơ le 5 ngắt, v.v... Cách sắp xếp này được gọi là thanh ghi 8-bit. Các thanh ghi có thể được sử dụng để lưu trữ dữ liệu xuất phát từ các nguồn nhập khác ngoài các thiết bị đóng - ngắt, chẳng hạn các công tắc.

Thanh ghi dịch chuyển có thể dịch chuyển các bit được lưu trữ. Các thanh ghi dịch chuyển cần có ba tín hiệu vào, thứ nhất để tải dữ liệu vào vị trí thứ nhất của thanh ghi, thứ hai là lệnh dịch chuyển dữ liệu theo chiều dọc một vị trí, và thứ ba để cài đặt lại hoặc xóa việc ghi dữ

liệu. Để minh họa điều này, có thể xem xét tình huống sau, lúc đầu thanh ghi 8-bit có trạng thái:

1	0	1	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---

Giả sử thanh ghi nhận tín hiệu vào 0. Đây là tín hiệu vào đến rơ le nội thứ nhất.

Tín hiệu vào 0

→	1	0	1	1	0	0	1	0
---	---	---	---	---	---	---	---	---

Nếu thanh ghi nhận thêm tín hiệu dịch chuyển, tín hiệu vào này sẽ nhập vào vị trí thứ nhất trên thanh ghi và tất cả các bit sẽ dịch chuyển theo chiều dọc một vị trí. Bit cuối cùng đi ra ngoài và bị mất.

0	1	0	1	1	0	0	1	→
---	---	---	---	---	---	---	---	---

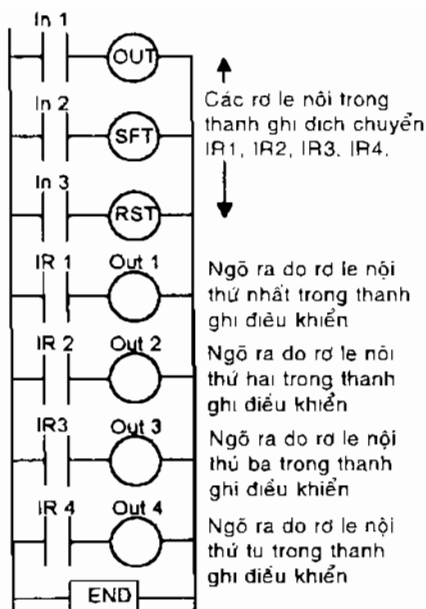
0 ra ngoài

Như vậy tập hợp các rơ le nội lúc đầu là đóng, ngắt, đóng, đóng, ngắt, ngắt, đóng, ngắt; bây giờ là ngắt, đóng, ngắt, đóng, đóng, ngắt, ngắt, đóng.

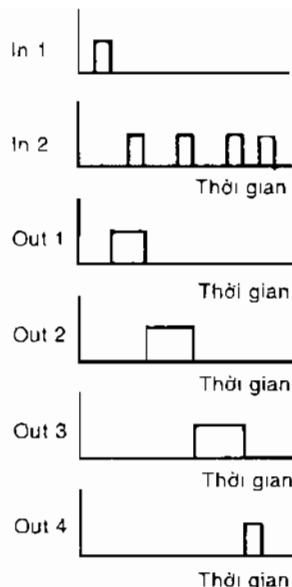
Việc gộp các rơ le nội thành nhóm để tạo thành thanh ghi dịch chuyển do PLC thực hiện một cách tự động, khi chức năng thanh ghi dịch chuyển được chọn. Với PLC Mitsubishi, điều này được thực hiện bằng cách sử dụng mã lập trình SFT (dịch chuyển) dựa vào số của rơ le nội đầu tiên trong ma trận thanh ghi. Sau đó lệnh này tạo ra khối rơ le, bắt đầu từ số của rơ le đầu tiên, dành cho thanh ghi dịch chuyển.

Chương trình thang

Hãy khảo sát thanh ghi dịch chuyển 4-bit và cách biểu diễn thanh ghi này trên chương trình thang (Hình 8.1). Ngõ vào In 3 được dùng để cài đặt lại thanh ghi dịch chuyển, nghĩa là đặt tất cả các giá trị về 0. Ngõ vào In 1 được sử dụng để làm ngõ vào cho rơ le nội thứ nhất trong thanh ghi. Ngõ vào In 2 được sử dụng để dịch chuyển trạng thái của các rơ le nội theo chiều dọc một vị trí. Từng rơ le nội trong thanh ghi này, nghĩa là IR 1, IR 2, IR 3 và IR 4, đều được nối kết với ngõ ra, đó là Out 1, Out 2, Out 3, Out 4.



Hình 8.1. Thanh ghi dịch chuyển.

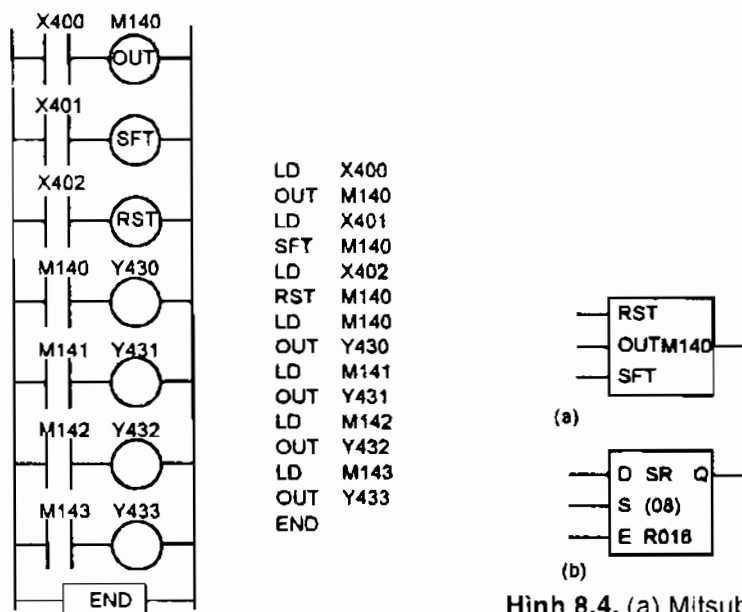


Hình 8.2. Thanh ghi dịch chuyển

Giả sử tín hiệu vào tức thời được cấp cho In 3. Tất cả các rơ le nội sẽ được cài đặt về 0, như vậy trạng thái của bốn rơ le nội IR 1, IR 2, IR 3 và IR 4 là 0, 0, 0, 0. Khi In 1 đóng tức thời, sẽ có tín hiệu vào 1 đến rơ le thứ nhất. Trạng thái của các rơ le nội IR 1, IR 2, IR 3 và IR 4 lúc này là 1, 0, 0, 0. Các tiếp điểm của IR 1 đóng và kết thúc với tín hiệu ra từ Out 1. Nếu lúc này In 2 được cấp tín hiệu vào tức thời, trạng thái 1 dịch chuyển từ rơ le thứ nhất sang rơ le thứ hai. Trạng thái của các rơ le nội bây giờ là 0, 1, 0, 0. Lúc này không có tín hiệu vào từ Out 1, nhưng có tín hiệu ra từ Out 2. Nếu cấp tín hiệu vào tức thời khác đến In 2, trạng thái của các rơ le sẽ bị dịch chuyển theo chiều dọc một vị trí tạo thành 0, 0, 1, 0. Lúc này Out 1 và Out 2 ngắt nhưng Out 3 đóng. Nếu cấp thêm tín hiệu vào tức thời khác đến In 2, trạng thái của các rơ le lại được dịch chuyển theo chiều dọc một vị trí và có 0, 0, 0, 1. Như vậy, lúc này các ngõ ra 1, 2, và 3 ngắt, còn ngõ ra 4 đóng. Nếu tín hiệu vào tức thời khác được cung cấp cho In 2, trạng thái của các rơ le dịch chuyển theo chiều dọc một vị trí và có 0, 0, 0, 0; vì trạng thái 1 tràn ra

ngoài và bị mất. Tất cả các ngõ ra bị ngắt. Như vậy, chuỗi tín hiệu vào In 2 đã sinh ra chuỗi ngõ ra Out 1, Out 2, Out 3, Out 4. Hình 8.2 minh họa chuỗi các tín hiệu này.

Hình 8.3 trình bày phiên bản chương trình thang nêu trên của Mitsubishi và thứ tự lệnh tương ứng.



Hình 8.3. Chương trình của Mitsubishi.

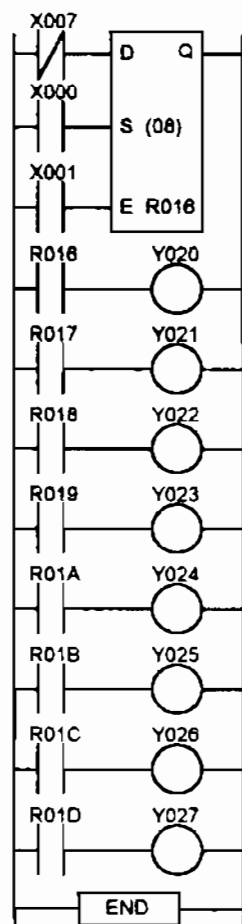
Hình 8.4. (a) Mitsubishi,
(b) Toshiba.

Hình 8.4(a) minh họa cách thanh ghi dịch chuyển Mitsubishi có thể xuất hiện trong chương trình, thay vì ba ngõ ra riêng rẽ đối với việc cài đặt lại, ngõ ra và sự dịch chuyển được trình bày như trên Hình 8.4(a). Hình 8.4(b) minh họa linh kiện tương đương của Toshiba. Với thanh ghi dịch chuyển Mitsubishi, M140 là địa chỉ rơ le thứ nhất trong thanh ghi. Với Toshiba, R016 là địa chỉ rơ le thứ nhất trong thanh ghi. Ký hiệu (08) cho biết có tám rơ le. Ký hiệu D được dùng cho ngõ vào dữ liệu, S là ngõ vào dịch chuyển, E là ngõ vào kích hoạt hoặc cài đặt lại và Q là ngõ ra. Để minh họa, Hình 8.5 trình bày chương trình thang của thanh ghi dịch chuyển đối với PLC Toshiba.

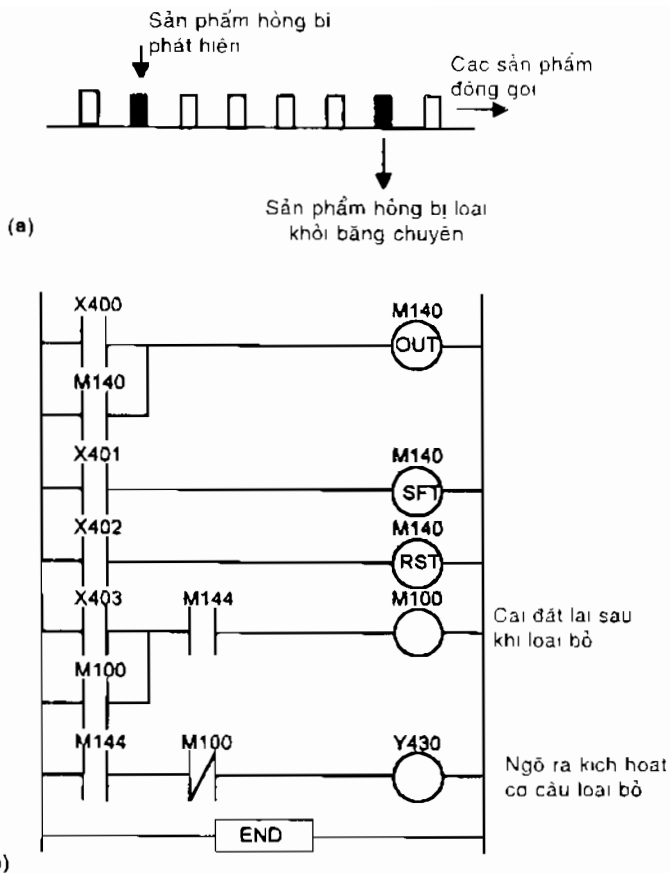
Theo dõi sản phẩm

Phần trên cho biết cách sử dụng thanh ghi dịch chuyển trong việc lập chuỗi thứ tự. Một ứng dụng khác của thanh ghi dịch chuyển là theo dõi sản phẩm. Ví dụ, bộ cảm biến có thể được sử dụng để phát hiện và theo dõi sản phẩm hỏng di chuyển dọc theo băng chuyền và khi sản phẩm đó đến vị trí thích hợp, cơ cấu loại bỏ sẽ được kích hoạt để loại sản phẩm đó ra khỏi băng chuyền. Hình 8.6 minh họa cách bố trí này và kiểu chương trình thang có thể được sử dụng.

Khi phát hiện sản phẩm không đạt yêu cầu, tín hiệu xung xuất hiện ở ngõ vào X400. Tín hiệu này nhập trạng thái 1 vào thanh ghi dịch chuyển ở rơ le nội M140. Khi các sản phẩm di chuyển, dù có lỗi hay không, đều có xung tín hiệu vào ở X401. Tín hiệu này dịch chuyển trạng thái 1 dọc theo thanh ghi. Khi trạng thái 1 đến rơ le nội M144 sẽ kích hoạt ngõ ra Y430 và cơ cấu loại bỏ sẽ loại sản phẩm hỏng ra khỏi băng chuyền. Khi sản phẩm đã bị loại bỏ, tín hiệu vào X403 xuất hiện. Tín hiệu này sẽ cài đặt lại cơ cấu loại bỏ để các sản phẩm tiếp theo không bị loại bỏ cho đến khi có tín hiệu loại bỏ đến M144. Để thực hiện điều này, một tín hiệu ra được cung cấp cho rơ le nội M100, rơ le này khóa chặt ngõ vào X403 và ngắt ngõ ra loại bỏ Y430. Ở đây chỉ biểu diễn các thành phần cơ bản của hệ thống. Hệ thống thực tế gồm nhiều rơ le nội hơn để bảo đảm cơ cấu loại bỏ bị ngắt khi các sản phẩm đạt yêu cầu di chuyển dọc theo băng chuyền và không cho phép tín hiệu vào từ X400 khi sản phẩm đang dịch chuyển.



Hình 8.5. Thanh ghi dịch chuyển.



Hình 8.6. Theo dõi các sản phẩm hỏng.

Câu hỏi ôn tập

Các câu hỏi 1 đến 5 liên quan đến thanh ghi dịch chuyển 4-bit, kể cả các rơ le nội IR 1, IR 2, IR 3, và IR 4, các rơ le này đã được cài đặt lại là 0, 0, 0, 0.

1. Khi có xung tín hiệu vào 1 đến OUT của thanh ghi dịch chuyển, các rơ le nội trong thanh ghi dịch chuyển có trạng thái:

- A. 0001
 - B. 0010
 - C. 0100
 - D. 1000
2. Tiếp theo xung tín hiệu vào 1 đến OUT của thanh ghi dịch chuyển, sẽ có xung tín hiệu vào đến SHIFT. Khi đó các rơ le nội có trạng thái:
- A. 0001
 - B. 0010
 - C. 0100
 - D. 1000
3. Với tín hiệu vào 1 liên tục đến OUT của thanh ghi dịch chuyển, có xung tín hiệu vào đến SHIFT. Các rơ le nội sẽ có trạng thái:
- A. 0011
 - B. 0110
 - C. 1100
 - D. 0010
4. Với tín hiệu vào 1 liên tục đến OUT của thanh ghi dịch chuyển, có hai xung tín hiệu vào đến SHIFT. Các rơ le nội sẽ có trạng thái:
- A. 0001
 - B. 0010
 - C. 1100
 - D. 1110
5. Với xung tín hiệu vào 1 đến OUT của thanh ghi dịch chuyển, có xung tín hiệu vào đến SHIFT, tiếp theo là xung tín hiệu vào đến RESET. Khi đó các rơ le nội có trạng thái:
- A. 0000

B. 0010

C. 0100

D. 1000

Các câu hỏi 6 đến 9 liên quan đến Hình 8.7, minh họa thành ghi dịch chuyển 4-bit với các rơ le nội IR 1, IR 2, IR 3, và IR 4; ba ngõ vào In 1, In 2, và In 3; bốn ngõ ra Out 1, Out 2, Out 3, Out 4.

6. Khi có xung tín hiệu vào đến In 1:

(i) Ngõ ra Out 1 được cấp năng lượng.

(ii) Các tiếp điểm của rơ le nội IR 1 đóng.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

7. Khi có xung tín hiệu vào In 1, tiếp theo là xung tín hiệu vào SFT:

(i) Ngõ ra Out 1 được cấp nguồn.

(ii) Ngõ ra Out 2 được cấp nguồn.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

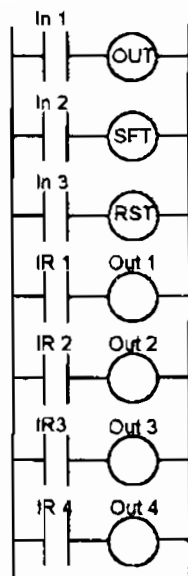
C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

8. Để đóng các ngõ ra Out 1, Out 2, Out 3, và Out 4 theo thứ tự và duy trì trạng thái đóng mạch, có thể có các tín hiệu vào:

(i) Xung tín hiệu vào In 1, tiếp theo là ba xung tín hiệu vào SFT.

(ii) Tín hiệu vào liên tục đến In 1, theo sau là ba xung tín hiệu vào SFT.



Hình 8.7

- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.

9. Để có thứ tự:

Ban đầu: Out 1 ngắt, Out 2 ngắt, Out 3 ngắt, Out 4 ngắt.

Tiếp theo: Out 1 đóng, Out 2 ngắt, Out 3 ngắt, Out 4 ngắt.

Tiếp theo: Out ngắt, Out 2 đóng, Out 3 ngắt, Out 4 ngắt.

Tiếp theo: Out 1 đóng, Out 2 ngắt, Out 3 đóng, Out 4 ngắt.

Cần có các tín hiệu vào:

- A. Xung tín hiệu vào In 1 tiếp theo là xung tín hiệu vào In 2.
- B. Xung tín hiệu vào In 1 tiếp theo là hai xung tín hiệu vào In 2.
- C. Xung tín hiệu vào In 1 tiếp theo là xung tín hiệu vào In 2, tiếp theo là xung tín hiệu vào In 1.
- D. Xung tín hiệu vào In 1 tiếp theo là xung tín hiệu vào In 2, tiếp theo là các xung tín hiệu vào In 1 và In 2.

10. Thiết lập chương trình thang cho hệ thống thực hiện tác vụ sau:

(a) Thứ tự bốn ngõ ra như sau, ngõ ra 1 được hoạt hóa khi phát hiện sự kiện thứ nhất và duy trì tình trạng hoạt động, ngõ ra 2 được hoạt hóa khi sự kiện thứ hai được phát hiện và duy trì tình trạng hoạt động đó, ngõ ra 3 được hoạt hóa khi sự kiện thứ ba được phát hiện và duy trì tình trạng hoạt động, ngõ ra 4 được hoạt hóa khi sự kiện thứ tư được phát hiện và duy trì trạng thái hoạt động, và tất cả các ngõ ra đều được ngắt khi tín hiệu vào xác định xuất hiện.

(b) Điều khiển thiết bị phun sơn, trong đó các chi tiết đi qua trên băng chuyền phía trên, sao cho sơn được phun ra khi chi tiết ở trước đầu phun sơn và ngừng phun khi không có chi tiết. Các chi tiết này được treo vào băng chuyền bằng móc, không phải tất cả các móc đều có chi tiết treo trên đó.

Chương 9

XỬ LÝ DỮ LIỆU

Đồng hồ định giờ, bộ đếm, và rơ le nội đều có thể tham gia xử lý các bit riêng rẽ, nghĩa là các tín hiệu đóng - ngắt. Các thanh ghi dịch chuyển gồm nhiều bit với nhóm rơ le nội được liên kết với nhau (xem Chương 8). Khối dữ liệu trong thanh ghi được xử lý theo yêu cầu. Chương này sẽ nói về hoạt động của PLC xử lý các khối dữ liệu đang biểu diễn giá trị nào đó, các khối này được gọi là các *từ*. Khối dữ liệu được yêu cầu để biểu diễn các số thay vì chỉ một tín hiệu đóng - ngắt đơn lẻ. Việc xử lý dữ liệu gồm các hoạt động liên quan đến việc di chuyển hoặc chuyển giao thông tin bằng số được lưu giữ trong một vị trí từ của bộ nhớ đến một từ khác ở vị trí khác, so sánh các giá trị dữ liệu và thực hiện các phép toán số học đơn giản. Ví dụ, có thể so sánh giá trị số với giá trị xác lập và hoạt động ban đầu nếu giá trị thực nhỏ hơn giá trị xác lập. Chương này sẽ đề cập đến các hoạt động đó.

Thanh ghi và bit

Thanh ghi là nơi có thể lưu trữ dữ liệu (xem Chương 8). Trong PLC có nhiều thanh ghi. Mỗi thanh ghi dữ liệu có thể lưu trữ một *từ nhị phân* thường là 8 bit hoặc 16 bit. Số bit xác định kích cỡ của số có thể được lưu trữ. *Hệ nhị phân* chỉ sử dụng hai ký hiệu, 0 và 1. Do đó có thể có số nhị phân 4-bit là 1111. *Bit ý nghĩa thấp nhất* (LSB) ở bên phải và 1 ở vị trí đó biểu diễn số 2^0 . Số 1 ở vị trí kế tiếp biểu diễn 2^1 . Ở vị trí kế tiếp nữa 2^2 và ở vị trí thứ tư tính từ bên phải qua là 2^3 , đây là *bit ý nghĩa lớn nhất* (MSB) của số này. Vì vậy 1111:

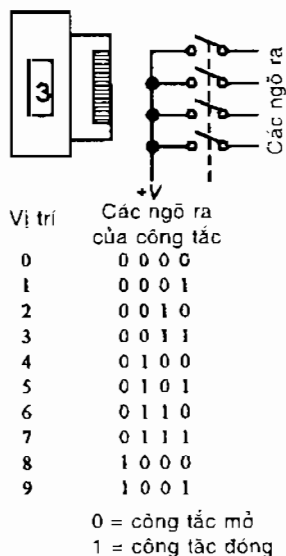
MSB		LSB	
1	1	1	1
2^3	2^2	2^1	2^0

và đó là số thập phân $2^0+2^1+2^2+2^3 = 1+2+4+8 = 15$. Như vậy thanh ghi 4-bit có thể lưu trữ số dương trong khoảng từ 0 đến $(2^0+2^1+2^2+2^3)$ hoặc $2^4-1 = 15$. Thanh ghi 8-bit có thể lưu trữ số dương trong khoảng 0

đến $2^0+2^1+2^2+2^3+2^4+2^5+2^6+2^7$ hoặc $2^8-1 = 255$. Thanh ghi 16-bit có thể lưu trữ số dương trong khoảng 0 đến $2^{16}-1 = 65535$.

Như vậy từ 16-bit có thể được sử dụng cho các số dương trong khoảng 0 đến +65535. Nếu các số âm được yêu cầu, bit ý nghĩa lớn nhất được sử dụng để biểu diễn dấu âm, 1 biểu diễn số âm và 0 biểu diễn số dương, dạng này được sử dụng cho các số âm có *phần bù hai*. Phần bù hai là cách viết các số âm sao cho khi cộng số tương đương có dấu +5 và -5, kết quả là 0. Như vậy, theo dạng này, 1011 biểu diễn số âm -5 và 0101 là số dương +5; $1011 + 0101 = (1)0000$ với (1) đối với số 4-bit sẽ bị mất (xem Phụ lục).

Các PLC thường sử dụng dạng *thập phân mã hóa nhị phân* (BCD) khi chúng được nối kết với các thiết bị, chẳng hạn các thiết bị hiển thị digital. Số nhị phân không có liên kết đơn giản giữa các ký hiệu riêng rẽ của số thập phân và số nhị phân tương đương. Cần tiến hành các phép toán số học để thiết lập số này từ số kia. Với hệ thập phân mã hóa nhị phân, mỗi số thập phân được biểu diễn lần lượt bằng số nhị phân 4-bit (số nhị phân bốn bit là số nhỏ nhất để có số thập phân lớn hơn 10, nghĩa là $2^4 > 10$). Để hiểu rõ điều này, hãy khảo sát số thập phân 123. Số 3 được biểu diễn bằng số nhị phân 4-bit 0011, số 2 bằng số nhị phân 4-bit 0010 và 1 bằng 0001. Do đó số thập phân mã hóa nhị phân của 123 là 0001 0010 0011. Thập phân mã hóa nhị phân là hệ thống thích hợp cho các thiết bị ngoại vi được bố trí theo dạng thập phân, ví dụ, các công tắc decade (công tắc thumbwheel) và các thiết bị hiển thị digital. Sau đó số nhị phân 4-bit có thể được áp dụng cho từng số thập phân. Vì vậy các PLC thường có các ngõ vào hoặc các ngõ ra có thể được lập trình để chuyển đổi dạng thập phân mã hóa nhị phân từ các thiết bị nhập bên ngoài thành dạng nhị phân cần thiết cho PLC, và từ dạng nhị phân



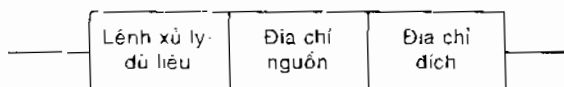
Hình 9.1. Công tắc Thumbwheel.

được sử dụng bên trong PLC thành dạng thập phân mã hóa nhị phân cho các thiết bị xuất bên ngoài.

Công tắc thumbwheel được sử dụng rộng rãi để làm phương tiện nhập dữ liệu BCD vào PLC bằng tay. Công tắc này có bốn tiếp điểm có thể mở hoặc đóng để có số nhị phân 4-bit biểu diễn số thập phân tương ứng (Hình 9.1). Các tiếp điểm này được mở hoặc đóng bằng cách dùng ngón tay cái quay bánh xe, cho phép nhập dữ liệu theo dạng BCD.

Xử lý dữ liệu

Lệnh xử lý dữ liệu thường gồm lệnh xử lý - dữ liệu, địa chỉ nguồn (S), nơi lấy dữ liệu; và địa chỉ đích (D), nơi chuyển dữ liệu đến. Hình 9.2 minh họa dạng lệnh phổ biến.

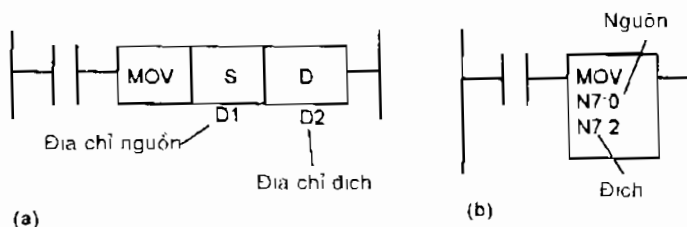


Hình 9.2. Lệnh xử lý dữ liệu.

Sau đây là ví dụ về các loại lệnh xử lý dữ liệu được dùng với PLC.

Di chuyển dữ liệu

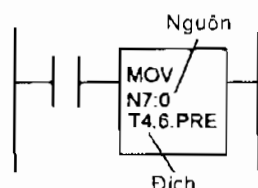
Lệnh được sử dụng phổ biến để di chuyển dữ liệu là MOV. Lệnh này sao chép giá trị từ địa chỉ này sang địa chỉ khác. Hình 9.3 minh họa việc sử dụng một nấc của chương trình thang cho từng hoạt động di chuyển, theo dạng Mitsubishi và Allen Bradley. Đối với nấc được minh họa, khi có ngõ vào đến || trong nấc này, sự di chuyển từ địa chỉ



Hình 9.3. Di chuyển dữ liệu: (a) Mitsubishi, (b) Allen Bradley.

nguồn đến địa chỉ đích được chỉ định. Một phương pháp khác được vài nhà sản xuất sử dụng, Siemens chẳng hạn, là xem sự di chuyển dữ liệu như hai lệnh riêng biệt, tải dữ liệu từ nguồn vào bộ tích lũy, rồi chuyển dữ liệu từ bộ tích lũy đến đích.

Các chuyển giao dữ liệu có thể di chuyển giá trị cài đặt trước đến đồng hồ định giờ hoặc bộ đếm, thời gian hoặc giá trị đếm đến thanh ghi nào đó để lưu trữ, dữ liệu từ ngõ vào đến thanh ghi hoặc từ thanh ghi đến ngõ ra. Hình 9.4 minh họa nấc thang, theo dạng của Allen Bradley, có thể được sử dụng để chuyển số được giữ ở địa chỉ N7:0 thành giá trị cài đặt trước của đồng hồ định giờ T4.6, khi đáp ứng các điều kiện nhập đối với nấc này. Việc chuyển giao dữ liệu từ giá trị tích lũy trong bộ đếm đến thanh ghi cần có địa chỉ nguồn theo dạng C5:18.ACC và địa chỉ đích theo dạng N7:0. Việc chuyển giao dữ liệu từ ngõ vào đến thanh ghi có thể có địa chỉ nguồn theo dạng I.012 và địa chỉ đích theo dạng N7:0. Việc chuyển dữ liệu từ thanh ghi đến ngõ ra có thể có địa chỉ nguồn theo dạng N7:0 và địa chỉ đích theo dạng O.030.



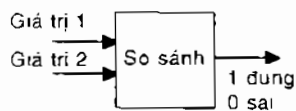
Hình 9.4. Di chuyển số đến nơi cài đặt trước đồng hồ định giờ.

So sánh dữ liệu

Lệnh so sánh dữ liệu yêu cầu PLC so sánh hai giá trị dữ liệu, có thể là so sánh giá trị digital đọc từ thiết bị nhập với giá trị thứ hai được chứa trong thanh ghi. Ví dụ, yêu cầu hoạt động nào đó phải được tiến hành khi tín hiệu vào từ bộ cảm biến nhiệt độ cung cấp giá trị digital thấp hơn giá trị cài đặt được lưu trữ trong thanh ghi dữ liệu của PLC. Thông thường, các PLC có thể thực hiện các so sánh *nhỏ hơn* (< hoặc LES), *bằng* (= hoặc EQU), *nhỏ hơn hoặc bằng* ($\leq$; <= hoặc LEQ), *lớn hơn* (> hoặc GRT), *lớn hơn hoặc bằng* ($\geq$; >= hoặc GEQ) và *khác nhau* ($\neq$; <> hoặc NEQ). Các dấu ngoặc bên cạnh mỗi thuật ngữ cho biết cách viết tắt thông dụng trong lập trình.

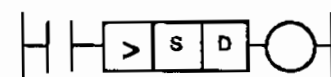
Đối với so sánh dữ liệu, lệnh phổ biến gồm lệnh chuyển dữ liệu cần so sánh, địa chỉ nguồn (S), nơi có thể lấy dữ liệu so sánh, và địa chỉ

đích (D) của dữ liệu làm chuẩn so sánh. Các lệnh so sánh được đặt trong dấu ngoặc. Khi giá trị 1 so sánh với giá trị 2 và kết quả phù hợp với dạng so sánh được sử dụng, kết quả là đúng, tín hiệu ra 1; nếu sự so sánh không đúng, kết quả là sai và có tín hiệu ra 0 (Hình 9.5). Ví dụ, sử dụng dạng so sánh nhỏ hơn, nếu giá trị 1 nhỏ hơn giá trị 2, kết quả là đúng và tín hiệu ra là 1. Nếu không nhỏ hơn giá trị 2, kết quả của phép so sánh này là sai và tín hiệu ra là 0.

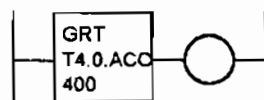


Hình 9.5. Mạch so sánh.

Hình 9.6 minh họa các dạng so sánh lớn hơn được hai nhà sản xuất sử dụng. Các dạng tương tự áp dụng cho các dạng so sánh khác. Trên Hình 9.6(a) là dạng được Mitsubishi sử dụng, S biểu thị nguồn giá trị dữ liệu dùng cho việc so sánh và D là đích hoặc giá trị cơ sở để so sánh. Như vậy, nếu giá trị nguồn lớn hơn giá trị đích, tín hiệu ra là 1. Trên Hình 9.6(b) là dạng được Allen Bradley sử dụng



(a)

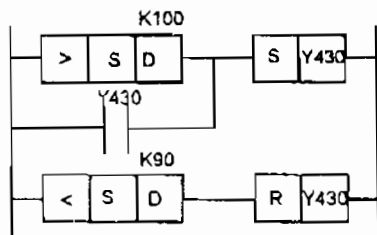


(b)

Hình 9.6. So sánh lớn hơn.

Ở đây nguồn dữ liệu so sánh được cho trước theo giá trị tích lũy trong đồng hồ định giờ 4.0 và dữ liệu chuẩn so sánh là số 400.

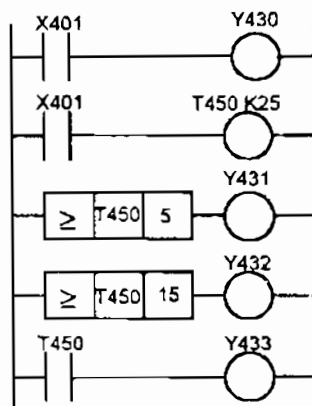
Để minh họa công dụng của phép so sánh, có thể xét chức năng phát âm thanh của thiết bị báo động nếu bộ cảm biến cho biết nhiệt độ tăng quá giá trị nào đó, ví dụ 100°C . Thiết bị báo động tiếp tục hú cho đến khi nhiệt độ hạ xuống dưới 90°C . Hình 9.7 minh họa sơ đồ thang có thể được sử dụng. Khi nhiệt độ tăng đến mức bằng hoặc lớn hơn 100°C , phần tử so sánh lớn hơn sẽ cấp tín hiệu ra 1 và cài đặt rơ le nội (xem Chương 5). Sau đó xuất hiện ngõ ra. Tín hiệu ra khóa phần tử so sánh lớn hơn để duy trì ngõ ra này, kể cả khi nhiệt độ hạ xuống dưới 100°C . Tín



Hình 9.7. Chương trình báo động.

hiệu ra vẫn còn cho đến khi phần tử so sánh nhỏ hơn 90°C cấp tín hiệu ra và cài đặt lại rơ le nội.

Ví dụ mạch so sánh, yêu cầu khởi động bốn ngõ ra theo thứ tự, nghĩa là ngõ ra 1 khởi động khi đóng công tắc thứ nhất, sau một thời gian ngõ ra 2 khởi động, sau một thời gian ngõ ra 3 khởi động, và sau một thời gian ngõ ra 4 khởi động. Mặc dù điều này có thể được thực hiện bằng cách sử dụng ba đồng hồ định giờ, nhưng vẫn có thể sử dụng một đồng hồ định giờ với các phần tử so sánh lớn hơn hoặc bằng. Hình 9.8 minh họa sơ đồ thang khả dụng.

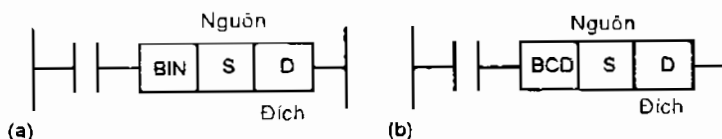


Hình 9.8. Đóng mạch theo thứ tự.

Khi các tiếp điểm của X401 đóng, ngõ ra Y430 khởi động, đồng thời đồng hồ định giờ cũng khởi động. Khi giá trị tích lũy của đồng hồ định giờ đạt đến 5 s, phần tử lớn hơn hoặc bằng sẽ kích hoạt Y431. Khi giá trị tích lũy của đồng hồ định giờ đạt đến 15 s, phần tử lớn hơn hoặc bằng sẽ khởi động Y432. Khi đồng hồ định giờ đạt đến giá trị tích lũy 25 s, các tiếp điểm của đồng hồ sẽ hoạt hóa Y433.

Các lệnh số học

Hầu hết các PLC đều có các phép chuyển đổi BCD- nhị phân và ngược lại nhị phân - BCD để sử dụng khi có tín hiệu vào đối với công tắc thumbwheel hoặc tín hiệu ra đến thiết bị hiển thị thập phân. Hình 9.9 minh họa các lệnh xử lý dữ liệu dùng trong các trường hợp này.

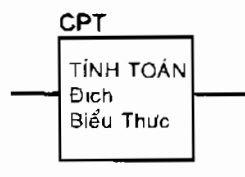


Hình 9.9. Phép chuyển đổi: (a) BCD - nhị phân, (b) nhị phân - BCD.

Các phép toán số học

Một số PLC được trang bị chỉ để thực hiện các phép toán số học cộng và trừ, số khác thực hiện bốn phép toán cơ bản cộng, trừ, nhân và chia, các PLC đặc biệt có thể thực hiện các phép toán số học và các hàm, chẳng hạn hàm mũ. Các phép toán cộng và trừ được sử dụng để thay đổi giá trị dữ liệu được giữ trong các thanh ghi dữ liệu. Ví dụ, để điều chỉnh trị số tín hiệu vào của bộ cảm biến hoặc có thể thu được giá trị nào đó bằng cách trừ hai giá trị của bộ cảm biến hoặc thay đổi các giá trị được xác lập trước của đồng hồ định giờ và bộ đếm. Phép nhân có thể được sử dụng để tăng tín hiệu vào lên nhiều lần trước khi cộng hoặc trừ với tín hiệu khác.

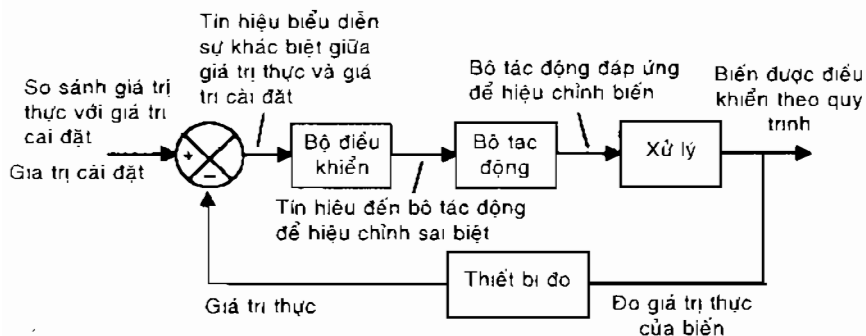
Các PLC được lập trình để thực hiện các phép tính này. Trong một số PLC, Allen Bradley sử dụng lệnh tính toán (CPT). Đây là lệnh xuất thực hiện các phép toán xác định, sau đó viết kết quả vào địa chỉ đích theo yêu cầu. Hình 9.10 minh họa dạng lệnh này. Khi lệnh tính toán ở trên màn hình lập trình, trước tiên cần nhập đích đến, rồi đến biểu thức toán học. Do đó, có thể có đích T4:1.ACC và biểu thức $(N7:1 + N10:1) * 3.5$. Chú ý, ký hiệu $*$ là phép nhân. Biểu thức này nói rằng giá trị trong N7:1 được cộng với giá trị trong N10:1. Sau đó nhân tổng số này với 3.5. Kết quả được gửi đến đích là giá trị tích lũy trong đồng hồ định giờ 4.1.



Hình 9.10. Dạng của Allen Bradley.

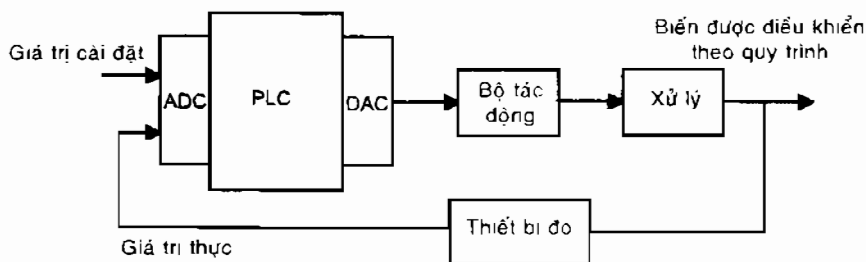
Điều khiển liên tục

Sự điều khiển liên tục biến nào đó, ví dụ điều khiển nhiệt độ phòng, có thể đạt được bằng cách so sánh giá trị thực của biến đó với giá trị cài đặt mong muốn, sau đó cung cấp tín hiệu ra, mở máy sưởi chẳng hạn, để giảm sai biệt giữa hai giá trị trên. Hình 9.11 minh họa điều này bằng sơ đồ khối. Giá trị thực của biến được so sánh với giá trị cài đặt và tín hiệu nhận được biểu diễn sự sai biệt. Bộ điều khiển thu tín hiệu sai biệt trên và phát tín hiệu ra đến bộ tác động để cung cấp đáp ứng nhằm hiệu chỉnh sự khác biệt. Hệ thống này được gọi là *điều khiển vòng kín*, hoặc *điều khiển có hồi tiếp*.



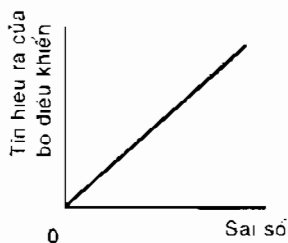
Hình 9.11. Sơ đồ điều khiển liên tục.

Hình 9.12 minh họa cách bố trí có thể được sử dụng với PLC nhằm kiểm tra sự điều khiển vòng kín. Giả sử bộ tác động và các giá trị đo là analog, do đó cần chuyển sang digital, sử dụng thiết bị chuyển đổi analog - digital (ADC) và digital - analog (DAC).



Hình 9.12. PLC trong điều khiển vòng kín.

Với sự điều khiển theo tỷ lệ, bộ điều khiển cấp tín hiệu ra đến bộ tác động tỷ lệ với độ sai biệt giữa giá trị thực và giá trị cài đặt của biến được điều khiển (Hình 9.13). Dạng điều khiển này có thể do PLC có các chức năng số học cơ bản cung cấp. Giá trị cài đặt và các giá trị thực có thể là analog và được chuyển thành digital,

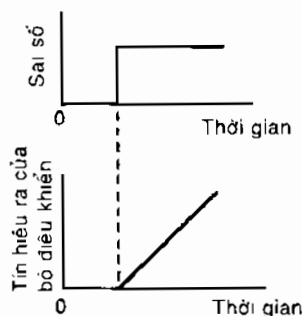


Hình 9.13. Điều khiển tỷ lệ.

sau đó giá trị thực trừ với giá trị cài đặt và hiệu số được nhân với hằng số, hằng số tỷ lệ K_p , để cấp tín hiệu ra, tín hiệu ra sau khi chuyển đổi thành analog là tín hiệu hiệu chỉnh được đưa đến bộ tác động.

Tín hiệu ra của bộ điều khiển = $K_p \times$ sai số.

Sự điều khiển tỷ lệ có nhược điểm do thời gian trễ của hệ thống, tín hiệu hiệu chỉnh được đưa vào bộ tác động có khuynh hướng tạo ra biến dao động xung quanh giá trị cài đặt. Vì vậy cần giảm tín hiệu hiệu chỉnh khi biến gần đạt đến giá trị cài đặt bằng *sự điều khiển PID*. Đây là bộ điều khiển cung cấp tín hiệu hiệu chỉnh được tính theo phần tử tỷ lệ P; phần tử quan hệ với các giá trị trước đó của biến, được gọi là tích phân I, và phần tử quan hệ với tốc độ thay đổi của biến được gọi là đạo hàm (vi phân) D. Với sự điều khiển tích phân, tín hiệu ra của bộ điều khiển tỷ lệ với tích phân của sai số theo thời gian, tức là diện tích phía dưới đồ thị sai số - thời gian (Hình 9.14).



Hình 9.14. Điều khiển tích phân.

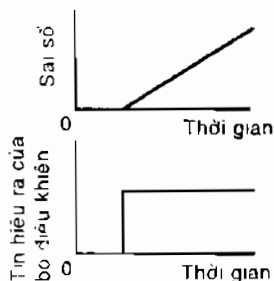
Tín hiệu ra của bộ điều khiển = $K_I \times$ tích phân sai số theo thời gian.

Với điều khiển đạo hàm, tín hiệu ra của bộ điều khiển tỷ lệ với tốc độ thay đổi sai số, tức là độ dốc của đồ thị sai số - thời gian (Hình 9.15)

Tín hiệu ra của bộ điều khiển = $K_D \times$ tốc độ thay đổi sai số.

Thuật ngữ *tích chỉnh* dùng để xác định giá trị K_p , K_I và K_D tối ưu đối với từng hệ thống điều khiển cụ thể.

Nhiều PLC cung cấp cách tính toán PID để xác định tín hiệu ra của bộ điều khiển theo quy trình chuẩn. Điều cần thiết là các giá trị PID phải đi qua các tham số mong muốn, nghĩa là, các giá trị K_p , K_I và K_D , và các vị trí ngõ vào/ngõ ra đến quy trình chuẩn thông qua chương trình của PLC.



Hình 9.15. Điều khiển đạo hàm.

Câu hỏi ôn tập

Các câu hỏi 1 và 2 tham khảo Hình 9.16, minh họa hai dạng được sử dụng cho hoạt động di chuyển.

1. Lệnh chương trình trong Hình 9.16, dùng để:

(i) Di chuyển giá trị trong S đến D, để lại S rỗng.

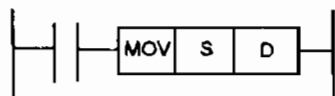
(ii) Sao chép giá trị trong S và đặt giá trị đó vào D.

A. Cả hai đều đúng.

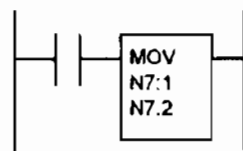
B. (i) đúng (ii) sai.

C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.



(a)



(b)

Hình 9.16.

2. Lệnh chương trình trong Hình 9.16, dùng để:

(i) Di chuyển giá trị trong N7.1 đến N7.2, để lại N7.1 rỗng.

(ii) Sao chép giá trị trong N7.1 và đặt giá trị đó vào N7.2.

A. Cả hai đều đúng.

B. (i) đúng (ii) sai.

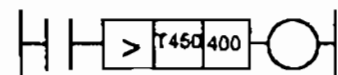
C. (i) sai (ii) đúng.

D. Cả hai đều sai.

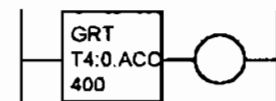
Các câu hỏi 3 và 4 tham khảo Hình 9.17, minh họa hai phiên bản của nấc thang biểu diễn phép so sánh.

3. Lệnh chương trình trên Hình 9.17(a) cấp tín hiệu ra:

(i) Khi thời gian tích lũy trong đồng hồ định giờ T450 vượt quá giá trị 400.



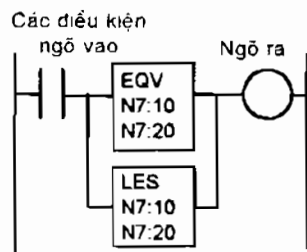
(a)



(b)

Hình 9.17

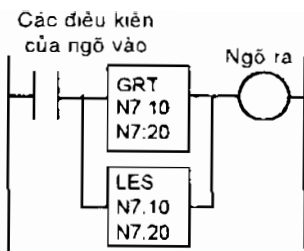
- (ii) Cho đến khi thời gian tích lũy trong đồng hồ định giờ T450 đạt giá trị 400.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.
4. Lệnh chương trình trên Hình 9.17(b) cung cấp tín hiệu ra:
- (i) Khi thời gian tích lũy trong đồng hồ định giờ T4:0 vượt quá giá trị 400.
- (ii) Cho đến khi thời gian tích lũy trong đồng hồ định giờ T4:0 đạt giá trị 400.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.
5. Lệnh chương trình trên Hình 9.18 (khi thỏa các điều kiện ngõ vào) cấp tín hiệu ra khi dữ liệu:
- (i) Trong N7:10 bằng dữ liệu trong N7:20.
- (ii) Trong N7:10 nhỏ hơn dữ liệu trong N7:20.
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.
6. Trên Hình 9.19, khi thỏa các điều kiện ngõ vào, lệnh chương trình sẽ cung cấp tín hiệu ra khi:
- (i) Dữ liệu trong N7:10 khác dữ liệu trong N7:20.



Hình 9.18

(ii) Dữ liệu trong N7:10 lớn hơn hoặc nhỏ hơn dữ liệu trong N7:20.

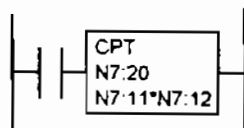
- A. Cả hai đều đúng.
- B. (i) đúng (ii) sai.
- C. (i) sai (ii) đúng.
- D. Cả hai đều sai.



Hình 9.19

7. Trên Hình 9.20, khi thỏa các điều kiện ngõ vào, lệnh chương trình cung cấp cho N7:20:

- A. Tổng dữ liệu trong N7:11 và N7:12.
- B. Tích dữ liệu trong N7:11 và N7:12.
- C. Hiệu dữ liệu trong N7:11 và N7:12.
- D. Giá trị nhận được bằng cách chia dữ liệu trong N7:11 cho dữ liệu trong N7:12.



Hình 9.20

8. Hãy thiết lập chương trình thang cho các hệ thống thực hiện các tác vụ sau:
- (a) Mở bơm khi mực nước trong bồn trên 1.2 m và tắt bơm khi mực nước thấp hơn 1.0 m.
 - (b) Mở bơm, 100 s sau mở thiết bị cấp nhiệt, thêm 30 s sau khi mở bơm tuần hoàn.

Chương 10

THIẾT KẾ CHƯƠNG TRÌNH

Chương này trình bày phương pháp thiết kế chương trình và mở rộng các ví dụ đã cho trong các chương trước nhằm minh họa chương trình được triển khai để hoàn tất các tác vụ nhất định, chẳng hạn điều khiển nhiệt độ và các van khí nén.

Các bước lập trình

Ngôn ngữ lập trình, sự tiếp cận vấn đề có hệ thống có thể cải thiện khả năng tạo ra các chương trình chất lượng cao trong thời gian ngắn. Kỹ thuật thiết kế có hệ thống gồm các bước sau:

1. Xác định yêu cầu đối với các ngõ vào và ngõ ra.
2. Xác định thuật toán sẽ được sử dụng. Thuật toán là thứ tự các bước xác định phương pháp giải quyết vấn đề. Điều này thường được thực hiện bằng lưu đồ hoặc viết bằng thuật giải mã (pseudocode), kể cả sử dụng các từ BEGIN, DO, END, IF-THEN-ELSE, WHILE-DO, ...
3. Thuật toán được diễn dịch thành các lệnh để có thể nhập vào PLC.
4. Kiểm tra và gỡ rối chương trình.
5. Chương trình được lập thành tài liệu để mọi người sử dụng hoặc sửa đổi sau này đều hiểu sự hoạt động của chương trình đó.

Các lưu đồ và thuật giải mã

Hãy xét các hoạt động của chương trình mẫu biểu diễn bằng lưu đồ và thuật giải mã, sau đó được lập trình bằng phương pháp lập trình thang:

1. Chuỗi thứ tự hoạt động

Xét chuỗi thứ tự khi sự kiện A kéo theo sự kiện B. Hình 10.1 minh họa cách biểu diễn chuỗi này bằng lưu đồ. Chuỗi được viết bằng thuật giải mã như sau:

```

BEGIN A
  DO A
END A
BEGIN B
  DO B
END B

```

Chuỗi có thể được diễn dịch thành chương trình thang theo minh họa trên Hình 10.2. Khi có tín hiệu vào khởi động, ngõ ra A hoạt động. Khi A hoàn tất, A vận hành ngõ vào B và ngõ ra B xuất hiện.

2. Điều kiện

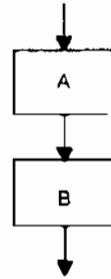
Hình 10.3 minh họa lưu đồ đối với trường hợp A hoặc B sẽ xảy ra nếu xuất hiện điều kiện X với giá trị CÓ hoặc KHÔNG. Thuật giải mã trình bày trường hợp này gồm các từ IF-THEN-ELSE-ENDIF.

```

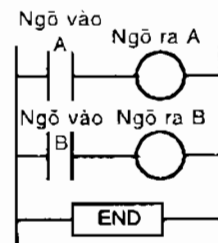
IF X
THEN
  BEGIN A
  DO A
  END A
ELSE
  BEGIN B
  DO B
  END B
ENDIF X

```

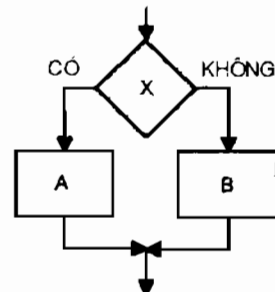
Điều kiện có thể được biểu diễn bằng sơ đồ thang trên Hình 10.4. Khi xuất hiện tín hiệu vào khởi động, ngõ ra là A khi có tín hiệu vào đến X, ngược lại ngõ ra là B.



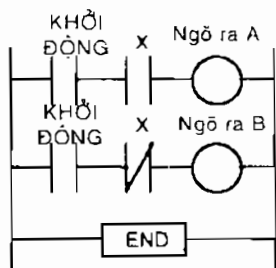
Hình 10.1. Chuỗi.



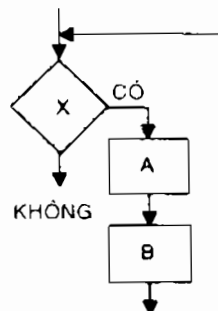
Hình 10.2. Chuỗi.



Hình 10.3. Điều kiện.



Hình 10.4. Điều kiện



Hình 10.5. Vòng lặp.

3. Vòng lặp

Vòng lặp là sự lặp lại thành phần nào đó trong chương trình, thành phần này sẽ được lặp lại nếu điều kiện nào đó chiếm ưu thế. Hình 10.5 minh họa sự biểu diễn vòng lặp bằng lưu đồ. Khi điều kiện X trở thành hiện thực, chuỗi B theo sau A xuất hiện và được lặp lại. Khi X không còn, chương trình tiếp tục, và việc tạo vòng lặp qua A và B không xảy ra. Theo thuật giải mã điều này có thể được biểu diễn bằng các từ WHILE-DO-ENDWHILE:

```
WHILE X
    BEGIN A
    DO A
    END A
    BEGIN B
    DO B
    END B
ENDWHILE X
```

Hình 10.6(a) minh họa cách biểu diễn điều này bằng sơ đồ thang và sử dụng rơ le nội.

Bộ đếm có thể được sử dụng ở vị trí vòng lặp được lặp lại với số lần xác định, nhận xung tín hiệu vào mỗi lần vòng lặp xảy ra và dừng chuỗi vòng lặp khi hoàn tất số vòng lặp được yêu cầu (Hình 10.6(b)).

Điều khiển nhiệt độ

Xét tác vụ sử dụng PLC làm bộ điều khiển đóng - ngắt thiết bị cấp nhiệt để điều khiển nhiệt độ. Thiết bị cấp nhiệt hoạt động khi nhiệt độ thấp hơn giá trị yêu cầu và dừng khi nhiệt độ bằng hoặc trên giá trị yêu cầu. Thuật toán cơ bản có thể được đề nghị là:

IF nhiệt độ thấp hơn giá trị xác lập.

THEN

DO mở thiết bị cấp nhiệt.

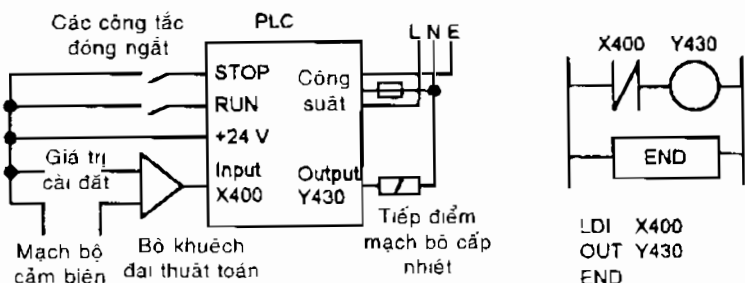
ELSE

DO tắt thiết bị cấp nhiệt.

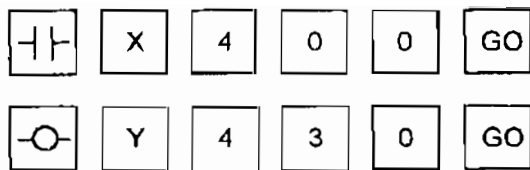
ENDIF

Bộ cảm biến nhiệt độ có thể là cặp nhiệt ngẫu, thermistor hoặc vi mạch tích hợp (xem Chương 2). Khi được nối vào mạch thích hợp, bộ cảm biến sẽ cung cấp tín hiệu điện áp tương ứng với nhiệt độ, có thể so sánh điện áp này với điện áp xác lập theo nhiệt độ yêu cầu, bằng cách sử dụng bộ khuếch đại thuật toán. Kết quả, tín hiệu ngõ ra cao khi nhiệt độ trên nhiệt độ yêu cầu và tín hiệu ngõ ra thấp khi nhiệt độ dưới nhiệt độ yêu cầu. Như vậy, khi nhiệt độ hạ từ nhiệt độ trên nhiệt độ yêu cầu xuống dưới nhiệt độ yêu cầu, tín hiệu chuyển từ giá trị cao đến thấp. Sự chuyển tiếp này có thể được sử dụng làm tín hiệu vào đối với PLC. PLC có thể được lập trình để cung cấp tín hiệu ra khi có tín hiệu vào thấp và tín hiệu ra này được dùng để đóng mạch thiết bị cấp nhiệt.

Hình 10.7 minh họa cách bố trí khả dụng và chương trình thang của Mitsubishi. Ngõ vào từ bộ khuếch đại thuật toán phải được nối với cổng nhập có địa chỉ X400. Cổng vào này có các tiếp điểm thường đóng.



Hình 10.7. Sự điều khiển nhiệt độ.

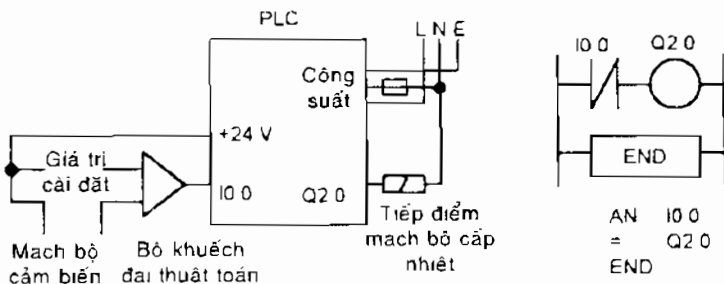


Hình 10.8. Nhập chương trình theo đồ thị.

Khi tín hiệu vào cao, các tiếp điểm mở. Tín hiệu ra được lấy từ cổng ra có địa chỉ Y430. Từ đó, có tín hiệu ra khi tín hiệu vào thấp, và không có tín hiệu ra khi tín hiệu vào cao.

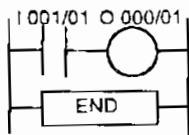
Hình 10.8 minh họa thứ tự phím được nhà lập trình đồ thị sử dụng để nhập chương trình được nêu trên Hình 10.7.

Theo định dạng của Siemens, chương trình được nêu trên Hình 10.7 có thể được trình bày như trên Hình 10.9 và dạng của Allen Bradley được minh họa trên Hình 10.10. Để minh họa cách nhập chương trình qua máy tính, Hình 10.8 còn nêu rõ các phím chức năng được sử dụng để nhập chương trình với phần mềm của Allen Bradley. Ở mỗi giai đoạn trong chương trình, màn hình sẽ hiển thị các dấu nhắc và liệt kê các phím chức năng cùng với ý nghĩa của chúng.



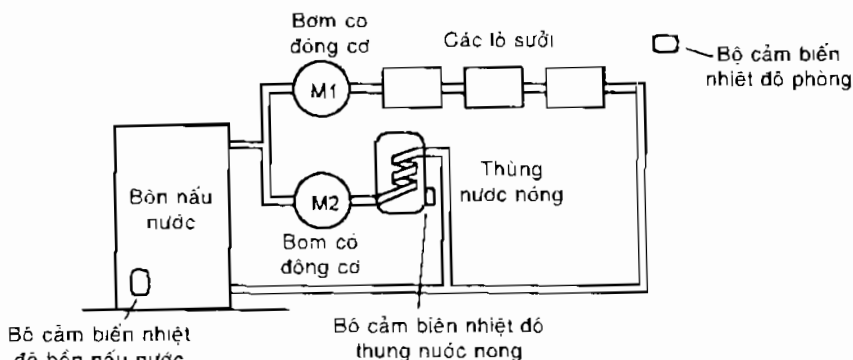
Hình 10.9. Sự điều khiển nhiệt độ.

Bạn có thể khảo sát tác vụ điều khiển nhiệt độ phức tạp hơn, dùng cho hệ thống cấp nhiệt chính trong nhà (Hình 10.11). Bồn nấu nước chính được điều nhiệt tự động để cung cấp nước nóng cho các lò sưởi và thùng nước nóng cấp cho các vòi nước trong nhà. Các động cơ bơm



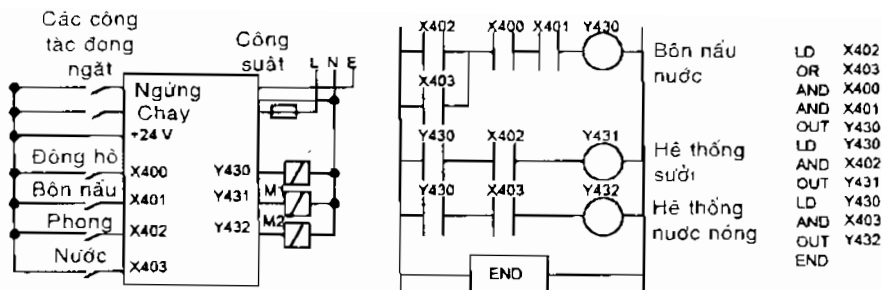
Chọn phương pháp lập trình ngoại tuyến F1
 Chọn chế độ: Tạo file, F6
 Nhập tên file: TEMP, nhấn phím Enter
 Chọn bộ xử lý: Nhấn F2 cho đến khi có dấu hiệu phù hợp trên màn hình
 Tạo file, F1
 Giám sát file, F8. Trình bày file chỉ có nấc END
 Biên tập, F10 Phím này cho phép sửa đổi file
 Bổ sung nấc và lệnh, nhấn đúp F3
 Nhấn phím -II-F1
 Nhập I:001/01, nhấn phím Enter.
 Nhấn phím -()-F3.
 Nhập O:000/01, nhấn phím Enter
 Thừa nhận chương trình, nhấn phím ESC

Hình 10.10. Chương trình của Allen Bradley.

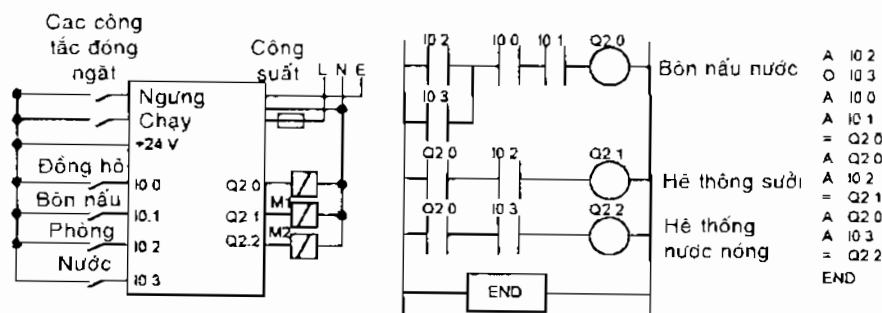


Hình 10.11. Hệ thống cấp nhiệt chính.

được đóng mạch để bơm nước nóng từ bồn nấu nước đến một trong hai hoặc cả hai hệ thống trên, tùy theo các bộ cảm biến nhiệt độ phòng và nhiệt độ thùng nước nóng cho biết các máy sưởi hoặc thùng nước nóng cần cấp nhiệt. Toàn bộ hệ thống này được điều khiển bằng đồng hồ sac cho hệ thống chỉ vận hành trong khoảng thời gian nhất định trong ngày. Phương pháp sử dụng PLC được minh họa trên Hình 10.12 (Mitsubishi) và Hình 10.13 (Siemens).



Hình 10.12. Hệ thống cấp nhiệt chính.

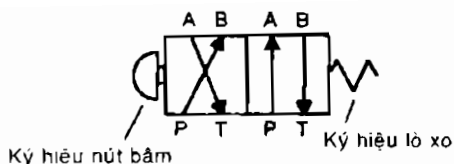


Hình 10.13. Hệ thống cấp nhiệt chính.

Bồn nấu nước, ngõ ra Y430/Q2.0, đóng mạch nếu X400/I0.0 và X401/I0.1 và X402/I0.2 hoặc X403/I0.3 đóng mạch. Điều này có nghĩa là nếu đồng hồ được đóng mạch, bộ cảm biến nhiệt độ bồn nấu nước cung cấp tín hiệu vào đóng mạch, và bộ cảm biến nhiệt độ phòng hoặc các bộ cảm biến nhiệt độ nước cung cấp các tín hiệu vào đóng mạch. Van có động cơ M1, ngõ ra Y431/Q2.1, được mở nếu bồn nấu nước, Y430/Q2.0, là mở, và nếu bộ cảm biến nhiệt độ phòng X402/I0.2 cung cấp tín hiệu ra mở. Bơm có động cơ M2, ngõ ra Y432/Q2.2, được đóng mạch nếu bồn nấu nước, Y430/Q2.0, đóng mạch và nếu bộ cảm biến nhiệt độ nước cung cấp tín hiệu vào đóng mạch.

Thứ tự van

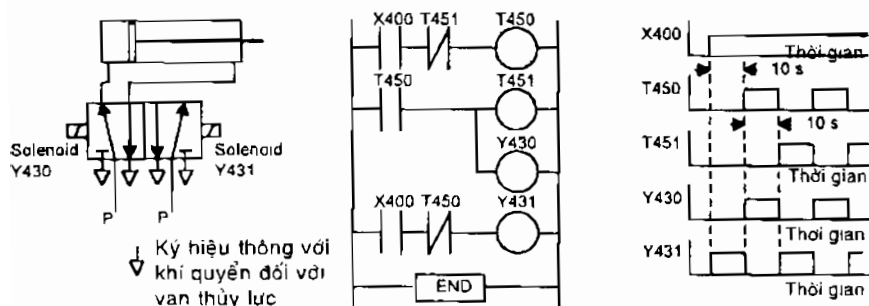
Xét các tác vụ liên quan đến các van điều khiển hướng (xem Chương 2). Các van điều khiển hướng được xác định theo số cổng và số vị trí



Hình 10.14. Van 4/2.

điều khiển của chúng. Hình 10.14 minh họa van 4/2; khi nhấn nút bấm, cổng A nối kết với T (ký hiệu lỗ thông với khí quyển hoặc đường trở về thùng chứa của dung dịch thủy lực), và cổng P được nối với B (ký hiệu nguồn cung cấp áp suất). Do đó, việc nhấn nút này cho phép không khí hoặc chất lỏng thủy lực lưu thông từ P đến B và thông với khí quyển hoặc được trả về thùng chứa qua nối kết A với T. Khi nhả nút bấm, lò xo đẩy các nối kết này đến trạng thái được chỉ định trong hộp được lắp với lò xo đó. Lúc này cổng B được nối với T và cổng P với A. Không khí hoặc chất lỏng thủy lực lưu thông từ P đến A và thông với khí quyển hoặc được trả về thùng chứa qua B.

Hãy xét chuyển động theo chu kỳ của piston trong cylinder. Điều này có thể định kỳ đẩy các chi tiết gia công vào vị trí trong máy công cụ, tương tự nhưng lệch pha với cách bố trí được sử dụng để lấy chi tiết hoàn chỉnh ra khỏi máy. Hình 10.15 minh họa cách bố trí van và piston có thể được sử dụng, chương trình thang và đồ thị cho biết thời điểm của từng tín hiệu ra.

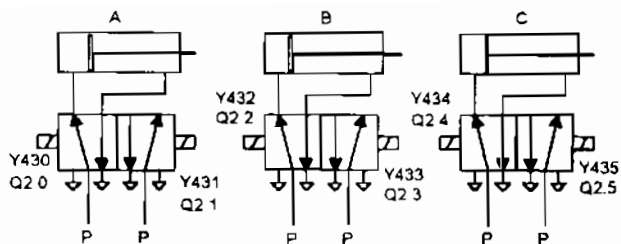


Hình 10.15. Chuyển động piston theo chu kỳ.

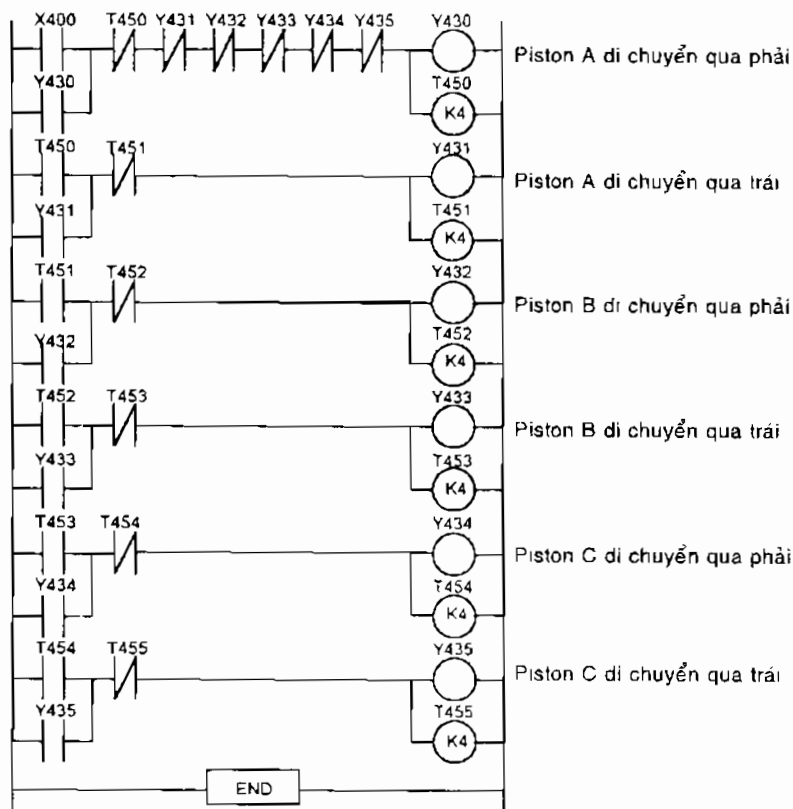
Hãy quan sát hai đồng hồ định giờ đều xác lập 10 s. Khi đóng các tiếp điểm khởi động X400, đồng hồ định giờ T450 khởi động, đồng thời có tín hiệu ra từ Y431. Ngõ ra Y431 là một trong các solenoid được sử dụng để kích hoạt van. Khi được cấp năng lượng, Y431 tạo ra áp suất P tác dụng vào đầu bên phải của cylinder và phía bên trái cylinder được nối với lỗ thông khí quyển. Do đó piston di chuyển về bên trái. Sau 10 s, các tiếp điểm thường mở T450 đóng và các tiếp điểm thường đóng T450 mở. Điều này ngăn chặn ngõ ra Y431, khởi động đồng hồ định giờ T451 và cấp năng lượng cho ngõ ra Y430. Khi đó, nguồn áp suất P tác dụng vào phía bên trái piston và phía bên phải được nối kết với lỗ thông khí quyển. Lúc này piston di chuyển về bên phải. Sau 10s, các tiếp điểm thường đóng T451 sẽ mở, làm cho các tiếp điểm thường đóng T450 đóng, nhờ đó Y431 được cấp năng lượng. Từ đây chuỗi sẽ lặp lại.

Xét tác vụ gồm ba piston A, B, và C lần lượt hoạt động theo thứ tự: A tiến về bên phải, A tiến về bên trái, B tiến về bên phải, B tiến về bên trái, C tiến về bên phải, C tiến về bên trái (chuỗi này thường được viết là A+, A-, B+, B-, C+, C-). Hình 10.16(a) minh họa các van, các Hình 10.16(b) và (c) là các chương trình thang có thể được sử dụng gồm các đồng hồ định giờ. Một phương pháp thay thế là sử dụng thanh ghi dịch chuyển.

X400/T0.0 là công tắc khởi động, khi đóng sẽ có tín hiệu ra từ Y430/Q2.0 và đồng hồ định giờ T450/T0 khởi động. Công tắc khởi động bị khóa do tín hiệu ra này. Piston A di chuyển sang phải. Sau thời gian xác lập, $K = 4$, các tiếp điểm thường đóng của đồng hồ định giờ T450/rơ le nội F0.0 mở, ngắt mạch Y430/Q2.0, cấp nguồn cho Y431/Q2.1 và khởi động đồng hồ định giờ T451/T1. Piston A di chuyển về bên trái. Trên nấc 2, các tiếp điểm T450/rơ le nội F0.0 bị khóa, do đó, tín hiệu ra của các linh kiện này vẫn tiếp tục cho đến hết thời gian xác lập. Khi đó, các tiếp điểm thường đóng của đồng hồ định giờ T451 hoặc của rơ le nội F0.1 mở và các tiếp điểm thường mở của đồng hồ định giờ T451 hoặc của rơ le nội F0.1 đóng. Điều này làm ngắt mạch Y431/Q2.1 và cấp nguồn cho Y432/Q2.2, khởi động đồng hồ định giờ T452/T2. Piston B di chuyển sang phải. Mỗi nấc tiếp theo sẽ kích hoạt solenoid kế tiếp. Do đó, tuần tự từng ngõ ra được cấp năng lượng.

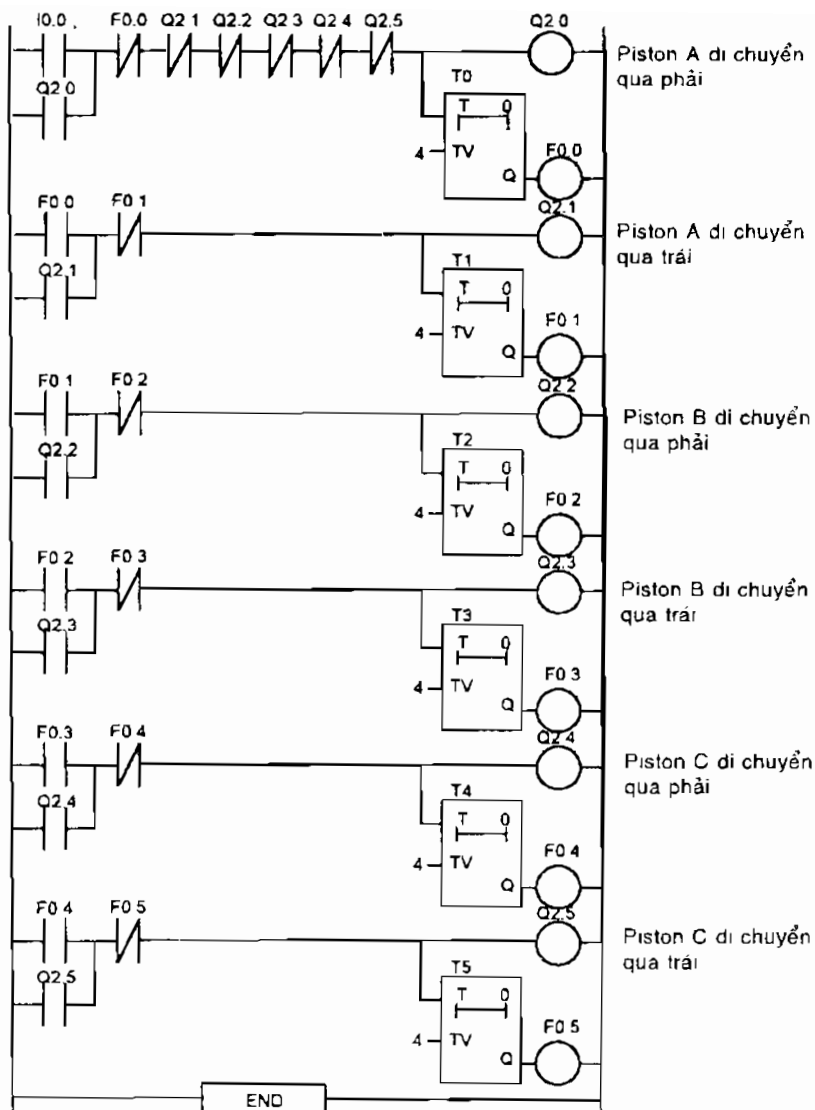


(a)



(b) Định dạng Mitsubishi

Hình 10.16. Lập chuỗi.



(c) Định dạng Siemens

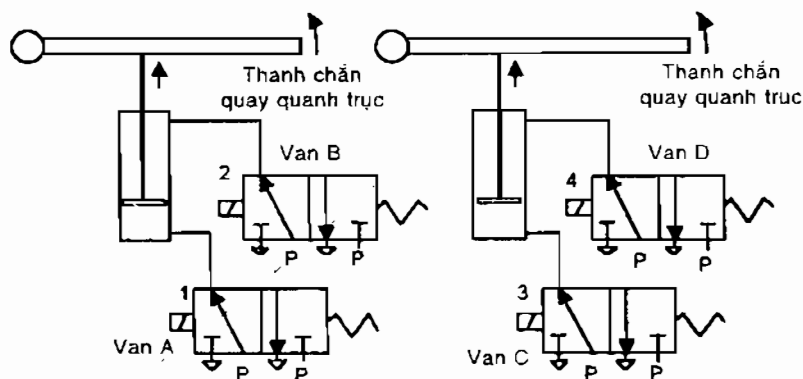
Hình 10.16 (TT)

Thứ tự lệnh của chương trình nêu trên, theo định dạng của Mitsubishi như sau:

LD	X400	Khởi động công tắc
OR	Y430	
ANI	T450	
ANI	Y431	
ANI	Y432	
ANI	Y433	
ANI	Y434	
ANI	Y435	
OUT	Y430	Piston di chuyển sang phải
OUT	T450	Đồng hồ định giờ T450 khởi động.
LD	T450	
OR	Y431	
ANI	T451	
OUT	Y431	Piston A di chuyển sang trái
OUT	T451	Đồng hồ định giờ T451 khởi động
LD	T451	
OR	Y432	
ANI	T452	
OUT	Y432	Piston B di chuyển sang phải
OUT	T452	Đồng hồ định giờ T452 khởi động
LD	T452	
OR	Y433	
ANI	T453	
OUT	Y433	Piston B di chuyển sang trái
OUT	T453	Đồng hồ định giờ T453 khởi động
LD	T453	
OR	Y434	
ANI	T454	
OUT	Y434	Piston C di chuyển sang phải
OUT	T454	Đồng hồ định giờ T454 khởi động
LD	T454	
OR	Y435	
ANI	T455	
OUT	Y435	Piston C di chuyển sang trái
OUT	T455	Đồng hồ định giờ T455 khởi động
END		

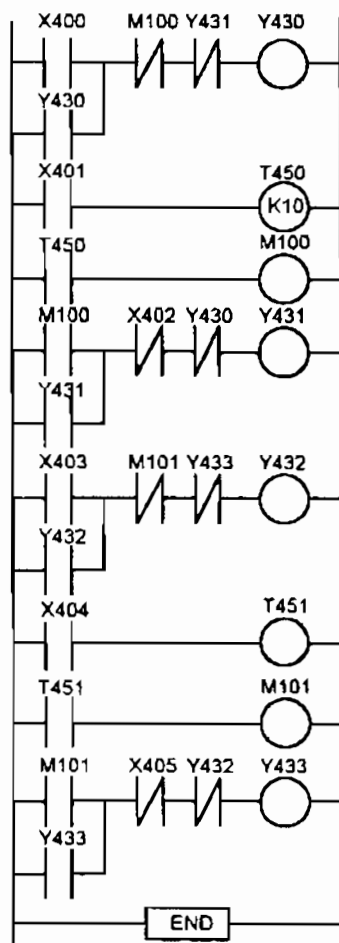
Thanh chắn ở bãi đậu xe

Để tiếp tục minh họa, có thể xét hoạt động của các van khí nén vận hành các thanh chắn ở bãi đậu xe. Thanh chắn vào sẽ mở khi nạp đúng số tiền vào hộp thu, thanh chắn ra sẽ mở khi phát hiện xe đến gần thanh chắn. Hình 10.17 minh họa kiểu hệ thống khả dụng. Các van được dùng để vận hành thanh chắn có solenoid để đưa van đến vị trí nào đó và lò xo hồi chuyển cung cấp vị trí thứ hai. Vì vậy, khi solenoid không được cấp năng lượng, lò xo sẽ đưa van đến vị trí cho trước. Các van khí nén được sử dụng để dịch chuyển piston. Khi piston di chuyển lên phía trên sẽ làm thanh chắn quay quanh trục và nâng lên. Khi piston trở về dưới tác động của lò xo hồi chuyển, thanh chắn hạ xuống. Khi hạ xuống, thanh chắn gạt một công tắc và khi đi lên thanh chắn gạt công tắc khác, các công tắc này cấp tín hiệu vào cho biết thời điểm thanh chắn đi xuống và lên. Các bộ cảm biến được sử dụng để báo hiệu tiền đã nạp đủ vào hộp thu đối với xe vào và nhận biết xe đến gần thanh chắn ra.



Hình 10.17. Hệ thống van - piston.

Hình 10.18 minh họa dạng chương trình thang khả dụng (a) chương trình của Mitsubishi và (b) chương trình của Siemens. Ngõ ra Y430/Q2.0 đến solenoid 1 nâng thanh chắn vào khi tín hiệu ra từ bộ cảm biến ở hộp đựng tiền cung cấp ngõ vào X400/I0.0. Y430/Q2.0 bị khóa và duy trì trạng thái hoạt động cho đến khi rơ le nội M100/F0.1 mở. Tuy



Nâng thanh chắn vào

X400 là công tắc được vận hành bằng đồng xu
Y430 là ngõ ra đến solenoid 1

Đồng hồ định giờ T459 cung cấp thời gian thanh chắn vào. 10s.

M100 là rơ le nội

X401 là ngõ vào báo hiệu thanh chắn nâng lên

Hạ thanh chắn vào

Y431 là ngõ ra đến solenoid 2

X402 là ngõ vào báo hiệu thanh chắn hạ xuống

Nâng thanh chắn ra

Y432 là ngõ ra đến solenoid 3

X403 là ngõ vào khi xe đến gần thanh chắn ra

Thời gian duy trì thanh chắn ra, 10s

M101 là rơ le nội

X404 báo hiệu thanh chắn nâng lên

Hạ thanh chắn ra

Y433 là ngõ ra đến solenoid 4

X405 báo hiệu thanh chắn ra hạ xuống

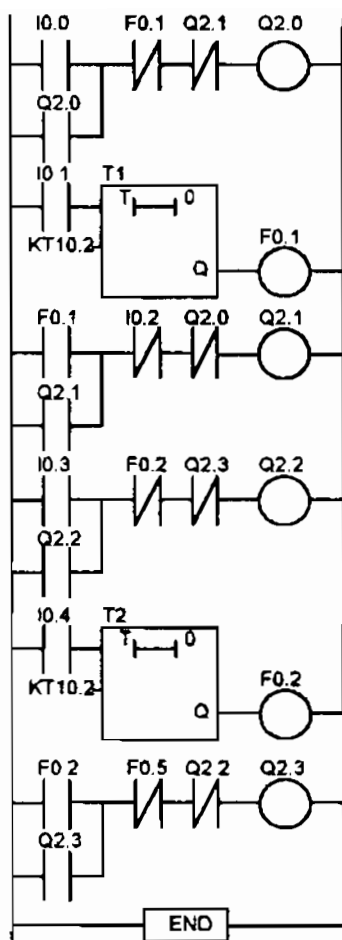
Ngõ vào

- X400 Công tắc vận hành bằng đồng xu
- X401 Ngõ vào khi thanh chắn vào nâng lên
- X402 Ngõ vào khi thanh chắn vào hạ xuống
- X403 Ngõ vào khi xe đến gần thanh chắn ra
- X404 Ngõ vào khi thanh chắn ra nâng lên
- X405 Ngõ vào khi thanh chắn ra hạ xuống

Ngõ ra

- Y430 Van A, solenoid 1
- Y431 Van B, solenoid 2
- Y432 Van C, solenoid 3
- Y433 Van D, solenoid 4

Hình 10.18(a). Chương trình thanh chắn xe, dạng của Mitsubishi.



Nâng thanh chắn vào

I0.0 là công tắc được vận hành bằng đồng xu
Q2.0 là ngõ ra đến solenoid 1

Đồng hồ định giờ T1 cung cấp thời gian thanh chắn vào, 10s.

F0.1 là rơ le nội

I0.1 là ngõ vào báo hiệu thanh chắn nâng lên

Hạ thanh chắn vào

Q2.1 là ngõ ra đến solenoid 2

I0.2 là ngõ vào báo hiệu thanh chắn hạ xuống.

Nâng thanh chắn ra

Q2.2 là ngõ ra đến solenoid 3

I0.3 là ngõ vào khi xe đến gần thanh chắn ra

Thời gian duy trì đối với thanh chắn ra, 10s

F0.2 là rơ le nội

I0.4 báo hiệu thanh chắn nâng lên.

Hạ thanh chắn ra

Q2.3 là ngõ ra đến solenoid 4

I0.5 báo hiệu thanh chắn ra hạ xuống

Ngõ vào

I0.0 Công tắc vận hành bằng đồng xu

I0.1 Ngõ vào khi thanh chắn vào nâng lên

I0.2 Ngõ vào khi thanh chắn vào hạ xuống

I0.3 Ngõ vào khi xe đến gần thanh chắn ra

I0.4 Ngõ vào khi thanh chắn ra nâng lên

I0.5 Ngõ vào khi thanh chắn ra hạ xuống

Ngõ ra

Q2.0 Van A, solenoid 1

Q2.1 Van B, solenoid 2

Q2.2 Van C, solenoid 3

Q2.3 Van D, solenoid 4

Hình 10.18(b). Chương trình thanh chắn xe của Siemens.

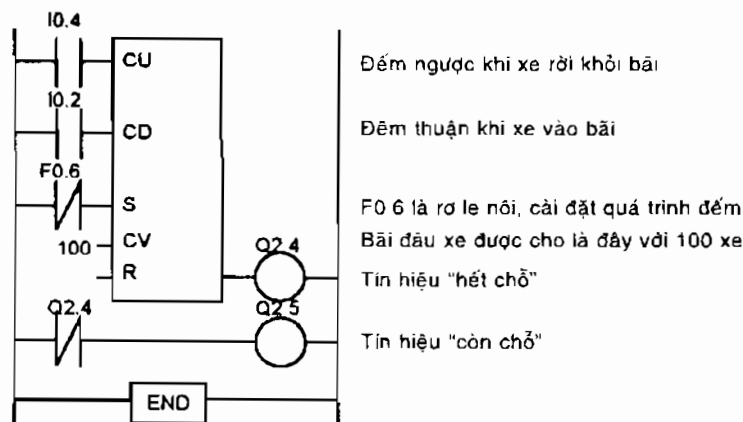
nhiên, ngõ ra này sẽ không xuất hiện nếu thanh chắn đang hạ xuống và có ngõ ra Y431/Q2.1 đến solenoid 2. Đồng hồ định giờ T450/T1 dùng để giữ thanh chắn trên cao trong 10 s, khởi động bằng ngõ vào X402/I0.2 từ bộ cảm biến cho biết thanh chắn trên cao. Khi hết thời gian này, ngõ ra Y431/Q2.1 được mở, kích hoạt solenoid 2 và hạ thanh chắn xuống. Thanh chắn ra được nâng lên do ngõ ra Y432/Q2.2 đến solenoid 3 khi bộ cảm biến phát hiện xe và cấp ngõ vào X401/I0.1. Khi thanh chắn lên cao, đồng hồ định giờ T451/T2 được sử dụng để giữ thanh chắn trên cao trong 10s, khởi động nhờ ngõ vào X404/I0.4 từ bộ cảm biến cho biết thanh chắn trên cao. Khi hết thời gian này, ngõ ra Y433/Q2.3 được mở, kích hoạt solenoid 4 và thanh chắn hạ xuống.

Thứ tự lệnh của Mitsubishi và Siemens trong chương trình trên như sau:

Mitsubishi		Siemens	
LD	X400	A	I0.0
OR	Y430	O	Q2.0
ANI	M100	AN	F0.1
ANI	Y431	AN	Q2.1
OUT	Y430	=	Q2.0
LD	X401	A	I0.1
OUT	T450	LKT	I0.2
K	10	SR	T0
LD	T450	A	TO
OUT	M100	=	Q2.0
LD	M100	A	F0.1
OR	Y431	O	Q2.1
ANI	X402	AN	I0.2
ANI	Y430	AN	Q2.0
OUT	Y431	=	Q2.1
LD	X403	A	I0.3
OR	Y432	O	Q2.2
ANI	M101	AN	F0.2
ANI	Y433	AN	Q2.3
OUT	Y432	=	Q2.2
LD	X404	A	I0.4
OUT	T451	LKT	I0.2
K	10	SR	T1

LD	T451	A	T1
OUT	M101	=	F0.2
LD	M101	A	F0.2
OR	Y433	O	Q2.3
ANI	X405	AN	I0.5
ANI	Y432	AN	Q2.2
OUT	Y433	=	Q2.3
END		END	

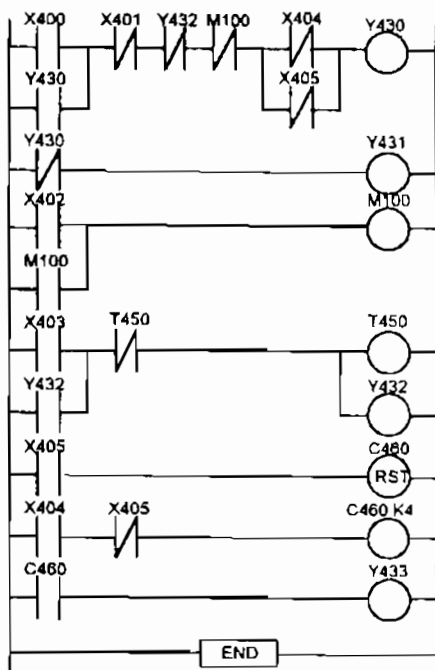
Có thể bổ sung vào chương trình này hệ thống kiểm tra số lượng xe vào bãi đậu xe, chiếu sáng bằng hiệu “còn chỗ” khi bãi đậu xe còn trống và bằng hiệu “hết chỗ” khi bãi đậu xe đầy. Điều này có thể thực hiện bằng cách sử dụng bộ đếm thuận và bộ đếm ngược (Chương 7). Hình 10.19 minh họa chương trình thang khả dụng của Siemens.



Hình 10.19. Bãi đậu xe với tín hiệu “còn chỗ” hoặc “hết chỗ”.

Điều khiển dây chuyền sản xuất

Xét bài toán dây chuyền sản xuất gồm băng tải chuyển các chai đến thiết bị đóng gói, các chai được tải trên băng chuyển, được kiểm tra để bảo đảm đầy, đã đóng nắp và số lượng chai (4) đang được đóng gói vào thùng là đúng. Các hoạt động điều khiển được yêu cầu là: nếu chai không đầy sẽ dừng băng chuyển; kích hoạt máy đóng nắp khi chai



Y430 là ngõ ra đến băng chuyển. X400 là nút khởi động. X401 là nút dừng. Băng chuyển dừng khi Y232, M100, X404 hoặc X405 được kích hoạt.

Y431 là ngõ ra đến thiết bị cảnh báo, mở khi băng chuyển dừng.

M100 là rơ le nội được kích hoạt khi X402 đóng do chai không đầy. Sau đó M100 dừng băng chuyển.

T450 là đồng hồ định giờ, dừng băng chuyển trong thời gian đã chọn để đóng nắp chai. Y432 cấp năng lượng cho máy đóng nắp và dừng băng chuyển.

Cài đặt lại bộ đếm khi máy đóng gói có đủ bốn chai.

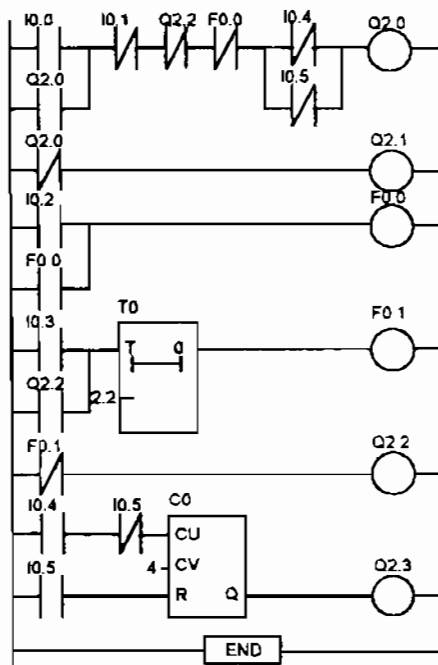
Ngõ vào X404 khi chai được phát hiện. X405 mở khi đang đóng gói. Bốn chai đã đếm.

Y433 cấp năng lượng cho máy đóng gói khi C460 đếm được 4 chai.

LD	X400	Nấc thứ nhất
OR	Y430	
ANI	X401	
ANI	Y432	
ANI	M100	
LDI	X404	
ORI	X405	
ANB		
OUT	Y430	
LDI	Y430	Nấc thứ hai
OUT	Y431	
LD	X402	Nấc thứ ba
OR	M100	
OUT	M100	

LD	X403	Nấc thứ tư
OR	Y432	
ANI	T450	
OUT	T450	
K	2	2 s để đóng nắp
OUT	Y432	
LD	X405	Nấc thứ năm
RST	C460	
LD	X404	Nấc thứ sáu
ANI	X405	
OUT	C460	
K	4	Bốn chai được đếm
LD	C460	Nấc thứ bảy
OUT	Y433	
END		Kết thúc chu kỳ.

Hình 10.20. Chương trình điều khiển Mitsubishi.



Q2.0 là ngõ ra đến băng chuyền. I0.0 là nút khởi động, I0.1 là nút dừng. Băng chuyền dừng khi Q2.2, F0.0, I0.4 hoặc I0.5 được kích hoạt.

Q2.1 là ngõ ra đến thiết bị bảo đóng, kích hoạt khi băng chuyền dừng.

F0.0 là rơ le nổi được kích hoạt do I0.2 đóng khi chai không đầy. Sau đó F0.0 làm dừng băng chuyền.

T1 là đồng hồ định giờ dừng băng chuyền theo thời gian đã định để đóng nắp.

Q2.2 cấp năng lượng cho máy đóng nắp và dừng băng chuyền.

Ngõ vào I0.4 khi phát hiện chai. I0.5 mở quá trình đóng gói xảy ra 4 chai đã đếm.

Q2.3 cấp năng lượng cho máy đóng gói khi bộ đếm đếm 4 chai.

A	I0.0	Nấc thứ nhất
O	Q2.0	
AN	I0.1	
AN	Q2.2	
AN	F0.0	
(AN	I0.4	
ON	I0.5	
)		
=	Q2.0	
AN	Q2.0	Nấc thứ hai
=	Q2.1	
A	I0.2	Nấc thứ ba
O	F0.0	
=	F0.0	

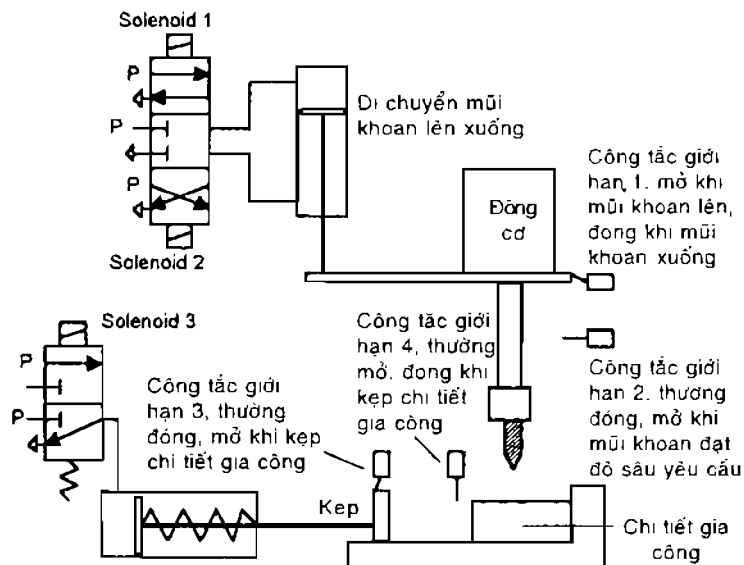
A	I0.3	Nấc thứ tư
O	Q2.2	
LKT	2.2	2 s cho đóng nắp
SR	T0	
A	T0	
=	F0.1	
AN	F0.1	Nấc thứ năm
=	Q2.2	
A	I0.4	Nấc thứ sáu
AN	I0.5	
CU	C0	
LKC	4	Bốn chai được đếm
A	I0.5	
R	C0	
=	Q2.3	
END		Kết thúc chu kỳ

Hình 10.21. Chương trình điều khiển sản xuất theo Siemens.

vào đúng vị trí, trong thời gian này băng chuyển dừng; đếm bốn chai và kích hoạt máy đóng gói, băng chuyển dừng nếu có chai khác đến điểm đóng gói trong thời gian này; phát âm thanh cảnh báo khi dừng băng chuyển. Việc phát hiện chai đầy hay không có thể được thực hiện bằng bộ cảm biến quang điện, sau đó bộ cảm biến này có thể được dùng để kích hoạt công tác (ngõ vào X402/I0.2). Sự hiện diện của chai ở máy đóng nắp cũng có thể được nhận biết bằng bộ cảm biến quang điện (ngõ vào X403/I0.3). Tín hiệu vào bộ đếm chai cũng có thể xuất phát từ bộ cảm biến quang điện (ngõ vào X404/I0.4). Các ngõ vào khác có thể là các công tắc khởi động (ngõ vào X400/I0.0) và dừng (ngõ vào X401/I0.1) đối với băng chuyển và tín hiệu (ngõ vào X405/I0.5) từ máy đóng gói khi máy đang vận hành, đã nhận đủ bốn chai và chưa nhận thêm chai khác. Hình 10.20 minh họa dạng chương trình thang của Mitsubishi, và Hình 10.21 là dạng của Siemens.

Câu hỏi ôn tập

1. Câu hỏi này là phần chính trong chương trình máy giặt gia đình. Hãy thiết lập chương trình thang để mở bơm trong 100s. Sau đó tắt bơm và mở thiết bị cấp nhiệt trong 50 s. Tắt thiết bị cấp nhiệt và mở bơm xả nước.
2. Hãy viết chương trình thang có thể được sử dụng với van solenoid do cylinder tác động kép điều khiển, nghĩa là cylinder có piston chuyển động theo chiều này hoặc chiều kia tùy theo vị trí của các van solenoid, di chuyển piston về bên phải, giữ piston ở đó trong 2 s, rồi trả piston về bên trái.
3. Hãy viết chương trình thang có thể được sử dụng để vận hành tác vụ đơn giản được minh họa trên Hình 10.22 đối với quá trình khoan tự động các chi tiết gia công. Khởi động động cơ máy khoan và bơm khí nén cho các van. Kẹp chi tiết gia công. Hạ thấp mũi khoan và khoan đến độ sâu theo yêu cầu. Trả mũi khoan về và tháo kẹp trên chi tiết gia công.



Hình 10.22. Sơ đồ điều khiển khoan.

Chương 11

KIỂM TRA VÀ GỠ RỎI

Nội dung chương này là trình bày phương pháp kiểm nghiệm và tìm các sai sót đối với hệ thống PLC, kể cả phần cứng và phần mềm.

Vận hành thử nghiệm

Quá trình đưa hệ thống PLC vào vận hành thử nghiệm gồm:

1. Kiểm tra tất cả các nối kết cáp giữa PLC và thiết bị được điều khiển, bảo đảm đầy đủ, an toàn, và đáp ứng yêu cầu kỹ thuật.
2. Kiểm tra điện áp nguồn cung cấp cho PLC.
3. Kiểm tra giá trị kích hoạt của tất cả các thiết bị bảo vệ.
4. Kiểm tra hoạt động của các nút dừng khẩn cấp.
5. Kiểm tra tất cả các thiết bị nhập/xuất được nối kết chính xác với các điểm nhập/xuất và cung cấp các tín hiệu đúng.
6. Tải và kiểm tra phần mềm.

Kiểm tra các ngõ vào và các ngõ ra

Các thiết bị nhập, chẳng hạn công tắc, có thể được thao tác bằng tay để cung cấp các điều kiện của tiếp điểm mở và đóng tương ứng với LED trên module nhập. LED phải sáng khi đóng ngõ vào và tắt khi mở ngõ vào. LED phát sáng sai có thể do thiết bị nhập vận hành không chính xác, các nối kết dây với module nhập không đạt, thiết bị nhập được cấp nguồn không phù hợp, LED hoặc module nhập có sai sót. Đối với các thiết bị xuất, cần kiểm tra chúng có thể được khởi động một cách an toàn, có thể phải lắp đặt các nút nhấn để kiểm tra từng ngõ ra.

Phương pháp khác có thể được dùng để kiểm tra ngõ vào và ngõ ra là *phương pháp cường bức*. Phương pháp này sử dụng phần mềm, (thay vì chuyển mạch đóng-ngắt cơ khí), với các lệnh từ bảng lập trình để đóng hoặc ngắt các ngõ vào/các ngõ ra. Để thực hiện điều này, PLC được chuyển sang chế độ cường bức hoặc giám sát bằng cách nhấn



Màn hình kết quả
Y005 OFF
FORCE ON (Y), OFF (N)?



Màn hình kết quả
Y005 ON

Hình 11.1. Cường bức ngõ ra



Màn hình kết quả
X001 ON
FORCE ON (Y), OFF (N)?



Màn hình kết quả
X001 OFF

Hình 11.2. Cường bức ngõ vào.

phím “FORCE” hoặc chọn chế độ này trên màn hình. Ví dụ, Hình 11.1 minh họa PLC Sprecher+Schuh, các gõ phím có thể được sử dụng, và màn hình kết quả, để buộc ngõ ra Y005 đi vào trạng thái hoạt động. Hình 11.2 minh họa các phím dùng để buộc ngõ vào X001 đi vào trạng thái đóng. Như vậy, nếu ngõ vào bị cường bức và LED của ngõ vào đó sáng, có thể cho rằng hoạt động đáp ứng của ngõ vào đó đang xảy ra.

Phần mềm kiểm tra

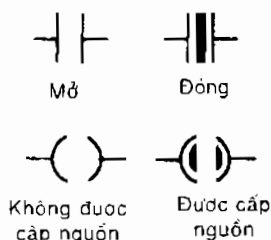
Hầu hết các PLC đều có chương trình kiểm tra phần mềm. Chương trình này kiểm tra toàn bộ chương trình được cài đặt đối với các địa chỉ

thiết bị không chính xác. Cung cấp danh sách trên màn hình hoặc dưới dạng bản in tất cả các điểm nhập/xuất được sử dụng, các giá trị xác lập của bộ đếm và đồng hồ định giờ, v.v... khi phát hiện các lỗi, nếu có. Ví dụ, bạn có thể gặp thông báo về địa chỉ ngõ ra nào đó được sử dụng nhiều lần trong chương trình, đồng hồ định giờ hoặc bộ đếm đang sử dụng không có giá trị cài đặt trước, bộ đếm đang được sử dụng không cài đặt lại, v.v...

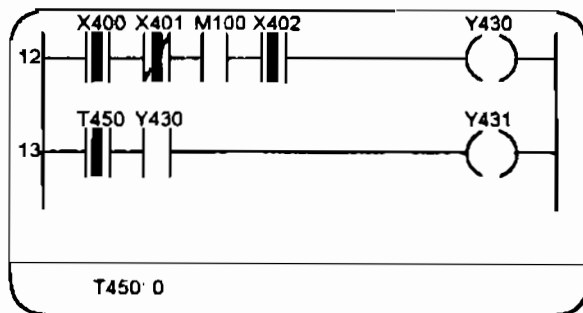
Sự mô phỏng

Nhiều PLC được trang bị thiết bị mô phỏng đọc và viết thông tin trực tiếp vào bộ nhớ nhập/xuất, từ đó mô phỏng hoạt động của các ngõ vào và ra. Nhờ vậy, chương trình được cài đặt có thể chạy, các ngõ vào và ra được mô phỏng sao cho chúng và tất cả các giá trị cài đặt trước, có thể được kiểm tra. Để thực hiện kiểu vận hành này, thiết bị đầu cuối phải được đặt vào chế độ thích hợp. Đối với Mitsubishi chế độ này được gọi là chế độ giám sát, Siemens gọi đây là chế độ kiểm tra, Telemecanique gọi là chế độ gỡ rối, Sprecher+Schuh gọi là chế độ đọc/ chế độ giám sát.

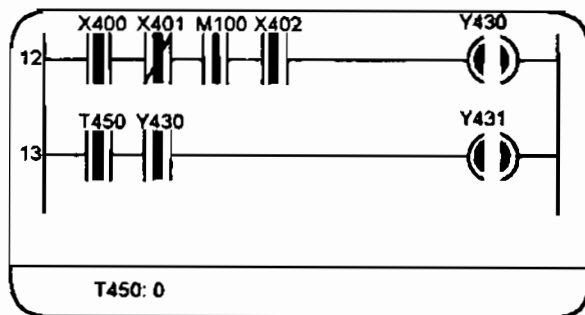
Với Mitsubishi trong chế độ giám sát, Hình 11.3 minh họa các ngõ vào khi mở và đóng, và các ngõ ra khi không được cấp năng lượng và khi được cấp năng lượng. Sự hiển thị cho thấy phần chương trình thang được chọn và điều xảy ra khi thực thi chương trình này. Như vậy, ở giai đoạn nào đó trong chương trình, màn hình có thể xuất hiện theo dạng được minh họa trên Hình 11.4(a). Đối với nấc 12, có các tín hiệu vào đến X400, X401 và X402, nhưng không đến M100, không có ngõ ra từ Y430. Đối với nấc 13, các tiếp điểm của đồng hồ định giờ T450 đóng, sự hiển thị ở đáy màn hình cho thấy không có thời gian hoạt động của T450. Do Y430 không được cấp năng lượng, nên các tiếp điểm của Y430 mở, vì vậy, không có tín hiệu ra từ Y431. Lúc này, nếu cưỡng bức một tín hiệu vào đến M100, sự hiển thị trên màn hình sẽ thay đổi như minh họa trên Hình 11.4(b). Do đó, lúc này Y430 và Y431 đi vào trạng thái hoạt động.



Hình 11.3. Các ký hiệu trong chế độ giám sát.



(a)



(b)

Hình 11.4. Sự giám sát chương trình thang.

Tìm kiếm sai sót

Với thiết bị bất kỳ được điều khiển bằng PLC, sai sót chủ yếu do các bộ cảm biến, cơ cấu truyền động, và hệ thống dây hơn là do bản thân PLC. Các hỏng hóc bên trong PLC phần lớn ở các kênh nhập/xuất hoặc nguồn công suất thay vì trong CPU.

Để minh họa, hãy xét trường hợp thiết bị xuất đơn lẻ không hoạt động, dù LED ngõ ra sáng. Nếu kiểm tra cho thấy điện áp ngõ ra của PLC bình thường, sai sót trên có thể do hệ thống dây hoặc thiết bị. Nếu kiểm tra điện áp ở thiết bị xuất cho thấy điện áp bình thường, hỏng hóc là do thiết bị. Để minh họa thêm, hãy xét trường hợp tất cả các ngõ vào đều có vấn đề. Điều này có thể do sự ngắn mạch hoặc lỗi

nổi đất ở ngõ vào nào đó và trình tự xác định hỏng hóc này là ngắt nối kết của từng ngõ vào cho đến khi tìm được ngõ vào bị hỏng. Một ví dụ khác về sự hỏng hóc là toàn bộ hệ thống ngừng. Điều này có thể do hư hỏng công suất, có người ngắt công suất nguồn, hoặc bộ ngắt mạch nhảy.

Nhiều PLC có qui trình phân tích lỗi thực hiện việc tự kiểm tra và hiển thị các mã lỗi, có thể có thông báo tóm tắt, các mã lỗi có thể được diễn dịch bằng cách tìm kiếm mã này trong danh sách để biết nguyên nhân sai sót và các phương pháp phục hồi khả thi. Ví dụ, mã lỗi có thể cho biết nguyên nhân lỗi do module nào đó với phương pháp khác phục là thay thế module đó hoặc có thể ngắt rồi đóng nguồn công suất.

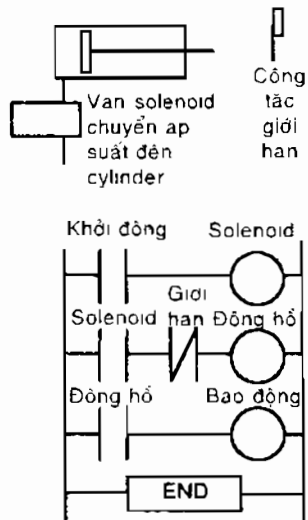
Các kỹ thuật dò tìm lỗi

Sau đây là các kỹ thuật dò tìm lỗi thông dụng:

1. Kiểm tra thời chuẩn

Thuật ngữ *watchdog* được dùng với ý nghĩa kiểm tra thời chuẩn do PLC thực hiện, nhằm kiểm tra chức năng nào đó phải được thực hiện trong thời gian quy định. Nếu chức năng đó không thực hiện trong thời gian quy định, sai sót được xem là đã xảy ra và đồng hồ định giờ của *watchdog* kích hoạt, cài đặt thiết bị bảo động và có thể dừng PLC.

Có thể bổ sung các nấc vào chương trình sao cho khi chức năng nào đó khởi động, đồng hồ định giờ cũng được khởi động. Nếu chức năng đó hoàn tất trước khi hết thời gian, chương trình sẽ tiếp tục, nếu không, chương trình sẽ sử dụng lệnh nhảy để chuyển đến tập hợp các nấc xác định, kích hoạt thiết bị bảo động và có thể dừng hệ thống. Hình 11.5 minh họa ví dụ đồng hồ định giờ của *watchdog* có thể được sử dụng với chuyển động của piston trong



Hình 11.5. Đồng hồ định giờ của *watchdog*

cylinder. Lúc đầu công tắc đóng, solenoide của van được cấp năng lượng làm cho piston trong cylinder bắt đầu di chuyển, đồng thời khởi động đồng hồ định giờ. Khi đến cuối hành trình, piston mở công tắc giới hạn và dừng đồng hồ định giờ. Nếu thời gian piston di chuyển và ngắt đồng hồ định giờ lớn hơn giá trị cài đặt trước cho đồng hồ định giờ đó, đồng hồ định giờ sẽ kích hoạt thiết bị báo động.

2. Sự sao chép

Điều này liên quan đến vấn đề an toàn trong trường hợp có lỗi, các kiểm tra có thể được thực hiện đều đặn để dò tìm các lỗi. Một kỹ thuật là *kiểm tra bản sao* liên quan đến việc sao chép, tức là lập bản sao hệ thống PLC. Kỹ thuật này đòi hỏi hệ thống phải lập lại mỗi hoạt động hai lần và nếu nhận được cùng một kết quả, hệ thống được xem là không có hỏng hóc. Quy trình này có thể phát hiện các lỗi nhất thời. Một phương pháp khác tốn kém hơn cần có các hệ thống PLC giống hệt hệ thống đang được kiểm tra và so sánh các kết quả của hai hệ thống. Hệ thống không có lỗi, hai kết quả phải giống nhau. Kết quả khác nhau cho biết hệ thống có sai sót.

3. Kiểm tra giá trị mong muốn

Có thể phát hiện các lỗi phần mềm bằng cách kiểm tra giá trị mong muốn khi xuất hiện tín hiệu vào xác định. Nếu không nhận được giá trị mong muốn, phần mềm được xem là có lỗi.

Lưu chương trình

Các chương trình ứng dụng có thể được tải vào RAM có ác quy dự phòng trong PLC. Sự hư hỏng nguồn ác quy có nghĩa là mất toàn bộ các chương trình được lưu trữ. Một cách khác để lưu các chương trình ứng dụng vào RAM có ác quy dự phòng là sử dụng EPROM. Đây là dạng bộ nhớ an toàn chống mất công suất. EPROM lưu giữ bản sao của từng chương trình ứng dụng để tránh khả năng hư hỏng bộ nhớ xảy ra trong PLC và mất mát chương trình ứng dụng được lưu trữ. Nếu chương trình được triển khai bằng máy tính, bản dự phòng có thể được chép vào đĩa mềm hoặc đĩa cứng. Mặt khác, bản dự phòng có thể được chép vào hộp chứa EPROM. Chương trình này có thể được tải lại vào PLC.

Hồ sơ hệ thống

Hồ sơ hệ thống là bản hướng dẫn chính được người dùng sử dụng hàng ngày để xử lý sự cố và tìm kiếm lỗi đối với các PLC. Tài liệu này cần phải đầy đủ và trình bày dễ hiểu. Tài liệu cài đặt PLC gồm có:

1. Bản mô tả thiết bị.
2. Thông số kỹ thuật về các yêu cầu điều khiển
3. Các chi tiết của thiết bị điều khiển logic lập trình.
4. Các sơ đồ lắp đặt điện.
5. Các danh sách về tất cả các nối kết nhập và xuất.
6. Chương trình ứng dụng với chú thích đầy đủ về những gì chương trình này thực hiện được.
7. Các phần mềm dự phòng.
8. Cách vận hành thủ công, gồm tất cả các quy trình khởi động, dừng và các thiết bị bảo động.

Câu hỏi ôn tập

1. Thuật ngữ “cưỡng bức” khi được áp dụng cho ngõ vào/ngõ ra của PLC có nghĩa là sử dụng chương trình để:
 - (i) Đóng hoặc ngắt các ngõ vào/các ngõ ra.
 - (ii) Kiểm tra sự đáp ứng của tất cả các ngõ vào/các ngõ ra được chọn.
 - A. Cả hai đều đúng.
 - B. (i) đúng (ii) sai.
 - C. (i) sai (ii) đúng.
 - D. Cả hai đều sai.
2. Thuật ngữ “watchdog” khi được áp dụng cho PLC để chỉ cơ cấu kiểm tra nhằm:
 - (i) Tránh các dòng điện quá mức.

- (ii) Các chức năng được thực hiện trong giới hạn thời gian cho trước.
- Cả hai đều đúng
 - (i) đúng (ii) sai.
 - (i) sai (ii) đúng.
 - Cả hai đều sai.
3. Khi ở chế độ giám sát/thử nghiệm/gỡ rối, PLC:
- Cho phép mô phỏng sự vận hành của chương trình.
 - Thực hiện kiểm tra lỗi.
- Cả hai đều đúng.
 - (i) đúng (ii) sai.
 - (i) sai (ii) đúng.
 - Cả hai đều sai.
4. Khi PLC ở chế độ giám sát/thử nghiệm/gỡ rối và ký hiệu trên Hình 11.6 xuất hiện, nghĩa là ngõ vào nào đó đang:
- Có sai sót.
 - Vận hành không chính xác.
 - Đóng.
 - Ngắt.
-
- Hình 11.6**
5. Sự sai sót do bộ cảm biến ngõ vào hoặc cách nối linh kiện này, không phải do LED hoặc kênh nhập của PLC, thể hiện:
- LED ngõ vào không sáng.
 - LED sáng khi có sự cưỡng bức ngõ vào đó.
- Cả hai đều đúng.
 - (i) đúng (ii) sai.
 - (i) sai (ii) đúng.
 - Cả hai đều sai.

6. Thiết bị xuất không hoạt động khi LED ngõ ra đỏ sáng. Điện áp ngõ ra bình thường, nhưng không có điện áp ở thiết bị xuất. Sự cố này do:
- A. Hệ thống dây sai sót.
 - B. Thiết bị xuất hư hỏng.
 - C. Hư hỏng bên trong PLC.
 - B. Lỗi chương trình.
7. Giải thích cách phát hiện sai sót ở bộ cảm biến ngõ vào hoặc cách nối dây linh kiện này bằng phương pháp cưỡng bức.
8. Hãy đưa ra các nguyên nhân có thể về việc ngừng hoàn toàn hoạt động điều khiển và đèn công suất trên PLC tắt.
9. Hãy nêu các nguyên nhân có thể về trường hợp LED ngõ ra sáng, nhưng thiết bị xuất không hoạt động.

Phụ lục

CÁC HỆ THỐNG SỐ

Hệ thống số được sử dụng trong các tính toán thường ngày là *hệ thập phân*. Hệ thống này dựa trên việc sử dụng 10 chữ số: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Đối với số được biểu diễn theo hệ này, vị trí chữ số trong số cho biết giá trị được gán cho chữ số đó, giá trị này tăng theo cơ số 10 khi đi từ phải sang trái. Từ đó:

...	10^3	10^2	10^1	10^0
	hàng ngàn	hàng trăm	hàng chục	hàng đơn vị

Hệ nhị phân chỉ dùng hai chữ số: 0 và 1, được gọi là các số nhị phân hoặc các *bit*. Khi số được biểu diễn theo hệ này, vị trí chữ số trong số cho biết giá trị được gán cho chữ số đó, giá trị này tăng theo cơ số 2 khi đi từ phải sang trái. Do vậy:

...	2^3	2^2	2^1	2^0
	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0

Bit 0 được gọi là *LSB* (bit ý nghĩa thấp nhất) và bit cao nhất là *MSB* (bit ý nghĩa cao nhất). Ví dụ, với số nhị phân 1010, bit ý nghĩa thấp nhất là bit cuối cùng bên phải, 0. Bit ý nghĩa cao nhất là bit cuối cùng bên trái, 1. Khi được đổi sang số thập phân, 1010 trở thành:

	2^3	2^2	2^1	2^0
	bit 3	bit 2	bit 1	bit 0
	MSB			LSB
Nhị phân	1	0	1	0
Thập phân $2^3 = 8$	0	$2^1 = 2$	0	

Như vậy đương lượng thập phân là 10. Phép chuyển đổi số nhị phân thành số thập phân là cộng các lũy thừa của 2 được xác định bằng số đó.

Phép chuyển đổi số thập phân sang số nhị phân là tìm các số lũy thừa tương ứng của 2. Có thể thực hiện điều này bằng cách chia liên tục

số thập phân cho 2, chú ý các số dư sau mỗi lần chia. Ví dụ, số thập phân 31:

$$31 \div 2 = 15 \text{ dư } 1. (\text{LSB}).$$

$$15 \div 2 = 7 \text{ dư } 1$$

$$7 \div 2 = 3 \text{ dư } 1$$

$$3 \div 2 = 1 \text{ dư } 1. (\text{MSB}).$$

Số nhị phân là 11111. Phép chia thứ nhất cung cấp bit ý nghĩa thấp nhất, vì chỉ mới chia 31 cho 2, tức là 2^1 và số dư 1 tương ứng với số 2^0 . Phép chia cuối cùng cung cấp bit ý nghĩa lớn nhất vì 31 được chia cho 2 bốn lần, nghĩa là 2^4 và số dư là 1.

Các số nhị phân được sử dụng trong máy tính do hai trạng thái được biểu diễn bằng 0 và 1 dễ sử dụng với các bộ chuyển mạch, trong đó, chúng có thể biểu diễn trạng thái ngắt và đóng. Một vấn đề đối với các số nhị phân là số tương đối nhỏ đòi hỏi nhiều chữ số. Ví dụ, số 9 trong hệ thập phân chỉ cần một chữ số, nhưng khi được viết theo hệ nhị phân phải sử dụng bốn chữ số 1001. Số thập phân 181 gồm ba chữ số, dưới dạng nhị phân phải cần tám chữ số là 10110101. Do vậy, các số bát phân hoặc thập lục phân đôi khi được sử dụng để dễ xử lý các số hơn.

Hệ bát phân dựa trên tám chữ số: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. Khi số được biểu diễn theo hệ này, vị trí chữ số trong số cho biết giá trị được gán cho chữ số đó, giá trị này tăng theo cơ số 8 khi đi từ phải sang trái. Do vậy:

$$\dots \qquad 8^3 \qquad \qquad 8^2 \qquad \qquad 8^1 \qquad \qquad 8^0$$

Để đổi số thập phân sang hệ bát phân, bạn hãy chia liên tiếp số thập phân cho 8 và chú ý các số dư. Số thập phân 15 chia cho 8 bằng 1 với số dư 7, từ đó số 15 trong hệ thập phân là số 17 trong hệ bát phân. Để chuyển từ hệ bát phân sang hệ thập phân, bạn hãy nhân các chữ số với lũy thừa của 8 tương ứng với vị trí của chữ số đó trong số bát phân. Ví dụ, số bát phân 365 là $3 \times 8^2 + 6 \times 8^1 + 5 \times 8^0 = 245$. Để chuyển từ hệ nhị phân sang hệ bát phân, số nhị phân được viết theo các nhóm gồm ba bit, bắt đầu bằng bit có giá trị nhỏ nhất. Ví dụ, số nhị phân 11010110 được viết như sau:

$$11 \ 010 \ 110$$

Sau đó, mỗi nhóm được thay bằng chữ số tương ứng từ 0 đến 7. Số nhị phân 110 là 6, 010 là 2 và 11 là 3. Từ đó số bát phân là 326. Một ví dụ khác, số nhị phân 100111010 là:

100	111	010	Hệ nhị phân
4	7	2	Hệ bát phân

Phép chuyển đổi từ hệ bát phân sang hệ nhị phân là chuyển từng chữ số bát phân thành đương lượng 3-bit của số bát phân đó. Như vậy, đối với số bát phân 21, 1 tương ứng với 001 và 2 tương ứng với 010:

2	1	Số bát phân.
010	001	Số nhị phân.

như vậy số nhị phân là 010001

Hệ thập lục phân (hex) dựa trên 16 chữ số/ký hiệu: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F. Khi số được biểu diễn theo hệ này, vị trí chữ số trong số cho biết giá trị được gán cho chữ số đó, giá trị này tăng theo cơ số 16 khi đi từ phải sang trái. Như vậy:

...	16^3	16^2	16^1	16^0
-----	--------	--------	--------	--------

Ví dụ, số thập phân 15 là F trong hệ thập lục phân. Để chuyển các số thập phân sang hệ thập lục phân, bạn chia liên tiếp số thập phân cho 16 và chú ý các số dư. Số thập phân 156 khi được chia cho 16 sẽ bằng 9 với số dư 12, do đó, theo hệ thập lục phân là 9C. Để chuyển từ hệ thập lục phân sang hệ thập phân, bạn nhân các chữ số trong hệ thập lục phân với lũy thừa của 16 tương ứng với vị trí của chữ số trong số thập lục phân. Như vậy, số 12 thập lục phân sẽ thành $1 \times 16^1 + 2 \times 16^0 = 18$. Để chuyển các số nhị phân thành các số thập lục phân, bạn chia các số nhị phân thành nhóm bốn bắt đầu từ số có giá trị nhỏ nhất. Như vậy, số nhị phân 1110100110 sẽ là:

11	1010	0110	Số nhị phân.
3	A	6	Số thập lục phân.

Đối với phép chuyển đổi từ hệ thập lục phân sang hệ nhị phân, mỗi số thập lục phân được đổi thành đương lượng 4-bit của số thập lục phân đó. Như vậy số thập lục phân 1D sẽ có đương lượng 4-bit là 0001 đối với 1 và 1101 đối với D:

1 D Số thập lục phân.
 0001 1101 Số nhị phân.
 và số nhị phân là 0001 1101

Do thế giới thực có khuynh hướng sử dụng chủ yếu các số theo hệ thập phân và các máy tính sử dụng các số theo hệ nhị phân, nên luôn luôn có bài toán chuyển đổi. Tuy nhiên, không có liên hệ đơn giản giữa vị trí của các chữ số trong số thập phân và vị trí của các chữ số trong số nhị phân. Phương pháp thường được sử dụng là *hệ thập phân mã hóa nhị phân* (BCD). Với hệ thống này, mỗi chữ số thập phân được mã hóa riêng biệt trong hệ nhị phân. Ví dụ, số thập phân 15 có số 5 được chuyển thành số nhị phân 0101 và số 1 thành 0001:

1 5 Số thập phân
 0001 0101 Số nhị phân.
 để có số 0001 0101 theo BCD.

Bảng 1 nêu các ví dụ về số biểu diễn theo hệ thập phân, hệ nhị phân, hệ bát phân, hệ thập lục phân và hệ BCD.

Bảng 1. Các số theo các hệ thống đếm

Thập phân	Nhị phân	Bát phân	Thập lục phân	BCD
0	00000	0	0	0000 0000
1	00001	1	1	0000 0001
2	00010	2	2	0000 0010
3	00011	3	3	0000 0011
4	00100	4	4	0000 0100
5	00101	5	5	0000 0101
6	00110	6	6	0000 0110
7	00111	7	7	0000 0111
8	01000	10	8	0000 1000
9	01001	11	9	0000 1001
10	01010	12	A	0001 0000
11	01011	13	B	0001 0001

12	01100	14	C	0001 0010
13	01101	15	D	0001 0011
14	01110	16	E	0001 0100
15	01111	17	F	0001 0101
16	10000	20	10	0001 0110
17	10001	21	11	0001 0111

Số học nhị phân

Phép cộng các số nhị phân sử dụng các nguyên tắc sau:

$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 10$$

$$1 + 1 + 1 = 11$$

Hãy xét phép cộng các số nhị phân 01110 và 10011

$$\begin{array}{r} 01110 \\ 10011 \\ \hline \text{Tổng} \quad 100001 \end{array}$$

Đối với bit 0 trong tổng, $0 + 1 = 1$. Đối với bit 1 trong tổng, $1 + 1 = 10$ và được ghi 0 với 1 được mang sang cột kế tiếp. Đối với bit 3 trong tổng, $1 + 0 + 1$ mang sang = 10. Đối với bit 4 trong tổng số, $1 + 0 + 1$ mang sang = 10, tiếp tục với các bit khác sẽ có kết quả 100001.

Phép trừ các số nhị phân tuân theo các nguyên tắc sau:

$$0 - 0 = 0$$

$$1 - 0 = 1$$

$$1 - 1 = 0$$

Khi tính giá trị $0 - 1$, 1 được mượn từ cột kế tiếp bên trái đang chứa 1. Ví dụ sau đây sẽ minh họa điều này.

$$\begin{array}{r} 11011 \\ 01110 \\ \hline \text{Hiệu số} \quad 01101 \end{array}$$

Đối với bit 0, có $1 - 0 = 1$. Đối với bit 1, có $1 - 1 = 0$. Đối với bit 2, có $0 - 1$, cần mượn 1 từ cột kế tiếp để có $10 - 1 = 1$. Đối với bit 3, có $0 - 1$, hãy nhớ có mượn 1. Tiếp tục mượn 1 từ cột kế tiếp để có $10 - 1 = 1$. Đối với bit 4, có $0 - 0 = 0$, hãy nhớ có mượn 1.

Các số có dấu

Trước đây, các số nhị phân được khảo sát không có dấu cho biết chúng dương hoặc âm. Từ khi có nhu cầu sử dụng cả số âm và số dương, đã phát sinh cách phân biệt chúng. Điều này có thể được thực hiện bằng cách thêm bit dấu. Khi đó số được gọi là *có dấu*, bit có giá trị lớn nhất được sử dụng để cho biết dấu của số đó, 0 được sử dụng cho số dương và 1 cho số âm. Như vậy, đối với số 8 - bit, sẽ có:

XXXX XXXX

↑

Bit dấu

Số dương được viết theo cách thông thường với 0 đứng trước. Từ đó, số nhị phân dương 10110 sẽ được viết 010110. Số âm 10110 sẽ được viết 110110. Tuy nhiên, đây không phải là cách viết các số âm thông dụng đối với trường hợp vận hành bằng máy tính.

Cách viết các số có dấu âm thông dụng hơn là sử dụng phương pháp phần tử bù hai. Số nhị phân có hai phần tử bù, được gọi là *phần tử bù một* và *phần tử bù hai*. Phần tử bù một trong số nhị phân có được bằng cách thay đổi tất cả các số 1s trong số không dấu thành các số 0s và các số 0s thành số 1s. Do đó, với số nhị phân 101101, phần tử bù một của số này là 010010. Phần tử bù hai có được từ phần tử bù một bằng cách cộng 1 vào bit ý nghĩa nhỏ nhất trong phần tử bù một. Như vậy, phần tử bù một của 010010 trở thành 010011.

Khi có số âm, để nhận được phần tử bù hai có dấu, hãy tìm phần tử bù hai sau đó gán dấu cho phần tử đó bằng số 1. Xét cách biểu diễn số thập phân - 6 dưới dạng phần tử bù hai có dấu khi tổng số bit là tám. Trước hết, hãy viết số nhị phân tương đương với + 6, đó là 0000110, sau đó tìm được phần tử bù một là 1111001, cộng 1 sẽ được 1111010, và cuối cùng gán dấu cho phần tử này bằng số 1 để cho biết đó là số âm. Kết quả sẽ là 1111010.

Số nhị phân không dấu khi bỏ qua dấu	000 0110
Phần tử bù một	111 1001
Cộng 1	1

Phần tử bù hai chưa có dấu	111 1010
Phần tử bù hai có dấu	1111 1010

Bảng 2 liệt kê các phần tử bù hai có dấu (được cho đến 4 bit) đối với các số thập phân.

Bảng 2. Các phần tử bù hai có dấu

Số thập phân	Phần tử bù của 2 có dấu
- 5	1011
- 4	1100
- 3	1101
- 2	1110
- 1	1111

Đối với số dương, hãy gán dấu cho số nhị phân này bằng số 0, tức là chỉ viết các số âm theo dạng phần tử bù hai. Tầm quan trọng của phương pháp này trong việc viết các số dương và âm là khi cộng đương lượng nhị phân có dấu của +4 và -4, tức là 0000 0100 và 111 1100, sẽ nhận được (1)0000 0000 và zero ở trong các giới hạn số lượng bit được sử dụng, (1) được bỏ qua.

Phép trừ số dương cho số dương có thể được xem xét để có phép cộng số âm với số dương. Cần tìm phần tử bù hai có dấu đối với số âm, sau đó cộng phần tử này với số dương có dấu. Như vậy, đối với phép trừ số thập phân 4 cho số thập phân 6, có thể xét bài toán này dưới dạng (+4) + (-6). Từ đó cộng số dương có dấu với phần tử bù hai có dấu đối với số âm.

Dạng nhị phân của +4	0000 0100
<u>(-6) dưới dạng phần tử bù hai có dấu</u>	<u>1111 1010</u>
Tổng	1111 1110

Bit ý nghĩa lớn nhất, tức là dấu, trong kết quả là 1, như vậy kết quả này là âm. Đây là phần tử bù hai có dấu 8-bit đối với -2.

Nếu cần cộng hai số âm, hãy tìm phần tử bù hai có dấu đối với từng số, sau đó cộng chúng với nhau. Luôn luôn sử dụng phần tử bù hai có dấu đối với số âm, còn dương chỉ là số có dấu.

Câu hỏi ôn tập

1. Đổi các số nhị phân sau đây sang các số thập phân:
(a) 000011, (b) 111111, (c) 001101.
2. Đổi các số thập phân sau đây thành các số nhị phân:
(a) 100, (b) 146, (c) 255.
3. Đổi các số thập lục phân sau đây thành các số thập phân:
(a) 9F, (b) D53, (c) 67C.
4. Đổi các số thập phân sau đây thành các số thập lục phân:
(a) 14, (b) 81, (c) 2562.
5. Đổi các số thập lục phân sau đây thành các số nhị phân:
(a) E, (b) 1D, (c) A65.
6. Đổi các số bát phân sau đây thành các số thập phân:
(a) 372, (b) 14, (c) 2540.
7. Đổi các số thập phân sau đây thành các số bát phân:
(a) 20, (b) 265, (c) 673.
8. Đổi các số bát phân sau đây thành các số nhị phân:
(a) 270, (b) 102, (c) 673.
9. Đổi các số thập phân sau đây thành các dương lượng BCD:
(a) 20, (b) 35, (c) 92.
10. Đổi các số thập phân sau đây thành dạng nhị phân 8-bit bù của hai có dấu:
(a) -1, (b) -35, (c) -125.
11. Đổi các số nhị phân 8-bit bù của hai có dấu sau đây sang các dương lượng thập phân của chúng:
(a) 1111 0000, (b) 1100 1001, (c) 1101 1000.

ĐÁP ÁN

Chương 1

1 D 2 A 3 C 4 A 5 A 6 C

7 Xem Hình 1.4.

8 Xem Hình 1.8 và ghi chú hình.

9. Xem phần các thiết bị nhập/xuất ở Chương 1.

10. 2×10^{24} .

Chương 2

1 A 2 A 3 B 4 D 5 C 6 A

7 A 8 A 9 B 10 C

11. Xem (a) Hình 2.4, (b) phần Thiết bị mã hoá
(c) phần Các bộ cảm biến quang điện và các công
tắc, (d) Hình 2.2 ở Chương 2.

12 Xem Hình 2.38 và 2.39.

13 Xem phần các động cơ bước.

Chương 3

1 B 2 A 3 C 4 C 5 A 6 C

7 A 8 D 9 D

10 (a) 0, (b) 1

11 Phát hiện thông báo ngắt.

12 Xem phần Xử lý tín hiệu vào ở Chương 3.

Chương 4

1 A 2 D 3 B 4B 5 B 6 B

7 B 8 D 9 C 10 A 11 C 12 A

13 B 14 D 15 A 16 C 17 A 18 B

19 D 20 A 21 A 22 B 23 D 24 C

25 B 26 A 27 C 28 C 29 D 30 C 31 A

32 Xem (a) Hình 4.10, (b) Hình 4.13, (c) Hình 4.27,
(d) Hình 4.13, (e) Hình 4.16, (f) Hình 4.6.

Chương 5

1 D 2 B 3 C 4 A 5 C 6 C 7

8 A 9 C 10 D 11 B 12 B 13 B 14 C

15 A 16 A 17 A 18 B 19 A 20 A 21 B

22 Xem (a) Hình 5.8, (b) Hình 5.9 hoặc 5.10 hoặc 5.16, (c) Hình 5.20.

Chương 6

1 C 2 A 3 D 4 D 5 D 6 D 7 C
8 C 9 B 10 C 11 A 12 A 13 A 14 B
15 D 16 b 17 A 18 D 19 C

20 Xem (a) Hình 6.3, (b) Hình 6.11, (c) Hình 6.14.

Chương 7

1 C 2 A 3 C 4 B 5 B 6 B
7 B 8 D 9 C 10 A 11 A 12 B
13 B 14 C 15 B 16 D

17 Xem (a) Các Hình 7.3, 7.4, 7.5, (b) Các Hình 7.9 và 7.10.

Chương 8

1 D 2 C 3 C 4 D 5 A 6 A
7 C 8 C 9 D

10 (a) Như Hình 8.1/8.3 với tín hiệu vào ổn định đến In 1/X400, nhập 1 ở mỗi dịch chuyển, (b) Như Hình 8.5 nhưng thay sản phẩm hỏng bằng móc có sản phẩm, và thay sản phẩm tốt bằng móc không có sản phẩm.

Chương 9

1 C 2 C 3 B 4 B 5 A 6 A 7 B

8 Tương tự (a) Hình 9.7, (b) Hình 9.8.

Chương 10

1 Xem Hình A.1

2 Xem Hình A.2.

3 Xem Hình A.36i với câu trả lời cơ bản.

Chương 11

1 B 2 C 3 B 4 C 5 A 6 A

7 Xem phần Thử nghiệm các ngõ vào và các ngõ ra.

8 Thiếu công suất, mất nguồn, công suất bị ngắt

9 Hư hỏng hệ thống dây, hư hỏng thiết bị

Phụ lục

1 (a) 3, (b) 63, (c) 13

2 (a) 110 0100, (b) 1001 0010, (c) 1111 1111

3 (a) 159, (b) 3411, (c) 1660.

4 (a) E, (b) 51, (c) A02.

5 (a) 1110, (b) 11101, (c) 1010 0110 0101.

6 (a) 250, (b) 12, (c) 1376.

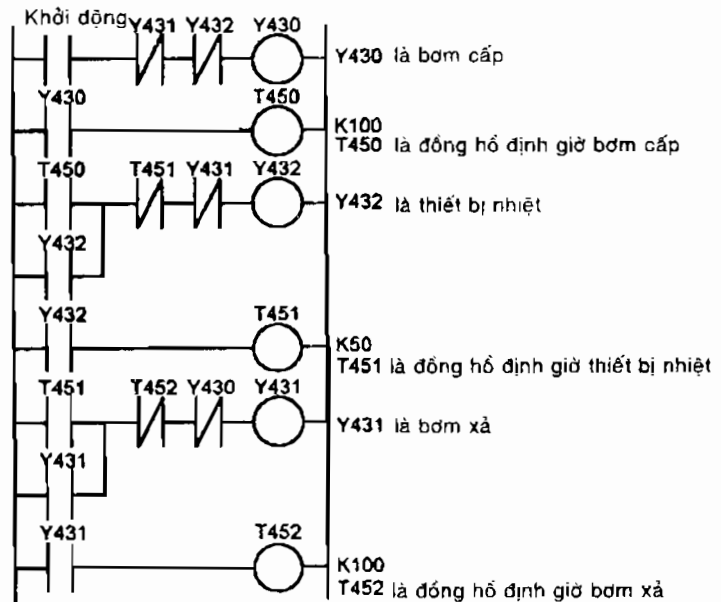
7 (a) 24, (b) 411, (c) 620.

8 (a) 010 111 000, (b) 001 000 010, (c) 110 111 011

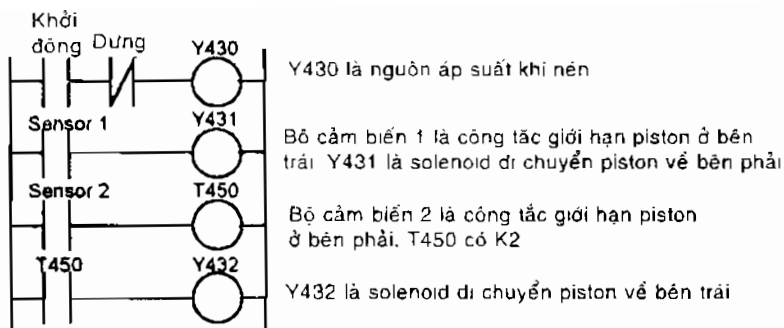
9 (a) 0010 000, (b) 0011 0101, (c) 1001 0010

10 (a) 1111 1111, (b) 1101 1101, (c) 1000 0011

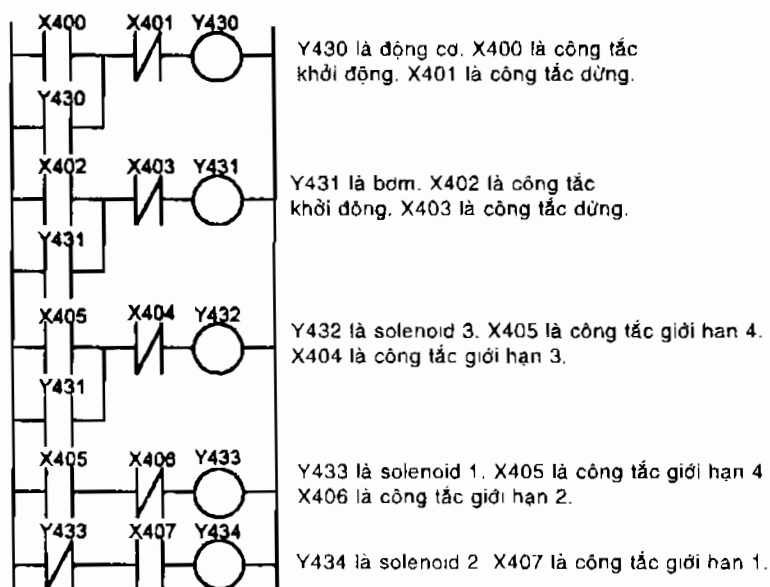
11 (a) -16, (b) -55, (c) -40



Hình A.1. Câu 1, Chương 10



Hình A.2. Câu 2, Chương 10



Hình A.3. Câu 3, Chương 10.

MỤC LỤC

Chương 1 giới thiệu	7
Chức năng chung	7
Hệ thống điều khiển bằng bộ vi xử lý	8
Thiết bị điều khiển logic lập trình	9
Phần cứng	10
Cơ cấu chung của hệ thống PLC	12
Cấu trúc bên trong	13
CPU	15
Bus	15
Bộ nhớ	16
Thiết bị nhập/xuất	17
Câu hỏi ôn tập	21
Chương 2 Các thiết bị nhập - xuất	23
Các thiết bị nhập	23
Công tắc cơ	23
Công tắc gián tiếp	25
Các bộ cảm biến quang điện và các công tắc	26
Bộ mã hóa	28
Các bộ cảm biến nhiệt độ	29
Các bộ cảm biến khoảng dịch chuyển	31
Các biến dạng kế	32
Các bộ cảm biến áp suất	34
Thiết bị dò mức chất lỏng	35
Phương pháp đo lưu lượng chất lỏng	36
Bàn phím	36
Các thiết bị xuất	36
Contactor	37
Các van điều khiển hướng	37
Động cơ	41
Các động cơ bước	44
Các ứng dụng	46
Bảng chuyển	46
Thiết bị nâng	47

Cửa tự động	47
Câu hỏi ôn tập	48
Chương 3 xử lý nhập/xuất	52
Các thiết bị nhập/xuất.....	52
Các thiết bị nhập.....	53
Thiết bị xuất	56
Cấp nguồn và tiêu thụ	58
Điều biến tín hiệu	59
Các nối kết nhập/xuất xa	61
Truyền nối tiếp và truyền song song	62
Các tiêu chuẩn nối tiếp	63
Các tiêu chuẩn song song	65
Các giao thức.....	68
Các mạng	69
Các tiêu chuẩn mạng.....	71
Xử lý tín hiệu vào	75
Địa chỉ ngõ vào và ngõ ra	76
Câu hỏi ôn tập	78
Chương 4 Lập trình	82
Sơ đồ thang	82
Lập trình thang PLC	83
Các hàm logic.....	86
AND	86
OR	88
NOT	89
NAND	90
NOR	91
Exclusive OR (XOR)	92
Mạch khóa.....	93
Mạch nhiều ngõ ra.....	95
Nhập chương trình thang	95
Các ký hiệu thang	96
Danh sách lệnh	97
Các mã nhánh.....	101
Sơ đồ thang nhiều nấc	104
Đại số Boolean	104
Sơ đồ khối hàm	107

Tiêu chuẩn IEC	109
Các ví dụ lập trình	109
Câu hỏi ôn tập	111
Chương 5 Các rơ le nội	122
Rơ le nội	122
Rơ le nội trong chương trình	123
Các chương trình với nhiều điều kiện nhập	123
Các chương trình khóa	126
Các rơ le có ác quy dự phòng	127
Vận hành một lần	128
Cài đặt và cài đặt lại	129
Rơ le điều khiển chính	132
Đi tắt	135
Câu hỏi ôn tập	137
Chương 6 Đồng hồ định giờ	146
Các loại đồng hồ định giờ	146
Lập trình đồng hồ định giờ	147
Quá trình lập chuỗi	149
Các đồng hồ định giờ bố trí theo bậc	151
Đồng hồ định giờ đóng - ngắt theo chu kỳ	151
Đồng hồ định giờ ngừng trễ	152
Các đồng hồ định giờ một lần	155
Câu hỏi ôn tập	157
Chương 7 Các bộ đếm	163
Các dạng bộ đếm	163
Lập trình	164
Ứng dụng bộ đếm	166
Đếm thuận và đếm ngược	168
Bộ lập chuỗi	169
Câu hỏi ôn tập	174
Chương 8 Thanh ghi dịch chuyển	180
Thanh ghi dịch chuyển	180
Chương trình thang	181
Theo dõi sản phẩm	184
Câu hỏi ôn tập	185

Chương 9 Xử lý dữ liệu	189
Thanh ghi và bit	189
Xử lý dữ liệu	191
Di chuyển dữ liệu	191
So sánh dữ liệu	192
Các lệnh số học	194
Các phép toán số học	195
Điều khiển liên tục	195
Câu hỏi ôn tập	198
Chương 10 Thiết kế chương trình	201
Các bước lập trình	201
Các lưu đồ và thuật giải mã	201
Điều khiển nhiệt độ	205
Thứ tự van	208
Thanh chắn ở bãi đậu xe	214
Điều khiển dây chuyền sản xuất	218
Câu hỏi ôn tập	221
Chương 11 kiểm tra và gỡ rối	223
Vận hành thử nghiệm	223
Kiểm tra các ngõ vào và các ngõ ra	223
Phần mềm kiểm tra	224
Sự mô phỏng	225
Tìm kiếm sai sót	226
Các kỹ thuật dò tìm lỗi	227
Lưu chương trình	228
Hồ sơ hệ thống	229
Câu hỏi ôn tập	229
Phụ lục Các hệ thống số	232
Câu hỏi ôn tập	239
Đáp án	240

ĐIỀU KHIỂN LOGIC LẬP TRÌNH PLC

Biên dịch : TĂNG VĂN MÙI

Hiệu đính : TS NGUYỄN TIẾN DŨNG

Chịu trách nhiệm xuất bản :

Giám Đốc **CÁT VĂN THÀNH**

Biên tập : **HẠNH NGUYỄN**

Trình bày & bìa : **DUY TRẦN**

*In 1.000 cuốn khổ (14,5x20,5)cm tại Xưởng In Trung Tâm Hội Chợ
Triển Lãm Việt Nam. Số ĐKKHXB 18-2006/CXB/222-59/TK. In xong
và nộp lưu chiểu tháng 9 năm 2006.*



Điều khiển LOGIC LẬP TRÌNH PLC

¥0151311

Nơi phát hành
HIỆU SÁCH NGUYỄN TRÃI
4A - Nguyễn Trãi - Q5 - TP.HCM
ĐT: 8383669 - 9971765

GIÁ: 25.000đ