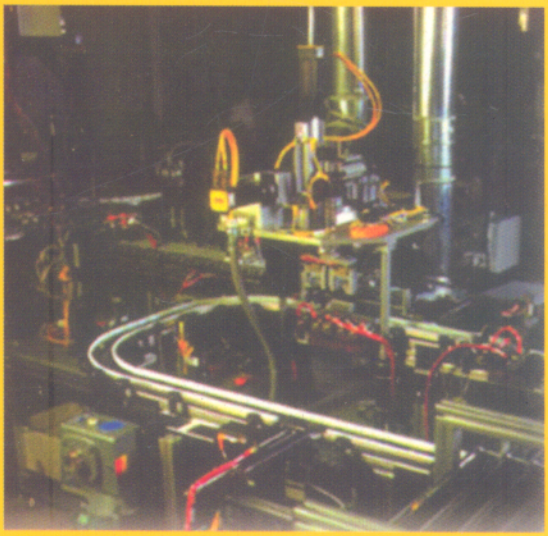
TRẦN THẾ SAN - NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HCM

PLC

LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG

Trong Công Nghiệp



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PLC LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

TRẦN THẾ SAN - NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG
KHOA CƠ KHÍ CHẾ TẠO MÁY
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP.HCM

PLC

LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG
TRONG CÔNG NGHIỆP

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PLC

LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

TRẦN THẾ SAN - NGUYỄN NGỌC PHƯƠNG

Chịu trách nhiệm xuất bản : TS. PHẠM VĂN DIỄN
Biên tập : TRƯƠNG QUANG HÙNG
Vẽ bìa : KHÁNH THÀNH
Kỹ thuật vi tính : KHÁNH THÀNH

Liên kết xuất bản
C.TY VĂN HÓA **TRÍ DÂN** - HS. **NGUYỄN TRÃI**
96/7 Duy Tân - P.15 - Q. Phú Nhuận - Tp. HCM
ĐT: 8383669 - 9901846 - Fax: 9971765

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
70 TRẦN HƯNG ĐẠO - HÀ NỘI

In 1000 cuốn khổ (14.5 X 20.5 Cm) tại xưởng in Cty cổ phần văn hóa Vạn Xuân.Theo số đăng kí 82-2008/CXB/256.1-02/KHKT.QĐXB Số 82-256.1 NXBKHKT cấp ngày 05-5-2008.In xong nộp lưu chiểu qui 2 năm 2008.

Giới thiệu

PLC – progammable logic controller, bộ điều khiển logic lập trình, ngày nay được sử dụng rất rộng rãi để điều khiển các thiết bị và các quy trình, đặc biệt là trong công nghiệp. Nhiều trường dạy nghề, trung cấp đến cao đẳng, các trường đại học kỹ thuật đều có chương trình giảng dạy về PLC. Vấn đề ở đây là: Bản chất PLC là gì? Có bao nhiêu loại PLC? Nên sử dụng loại nào? Và chọn ngôn ngữ lập trình nào?

Cuốn sách này được biên soạn nhằm trả lời các câu hỏi nêu trên, cung cấp cho bạn đọc kiến thức cơ bản về lập trình PLC thông qua các ví dụ thực tiễn từ đơn giản đến phức tạp ứng dụng trong công nghiệp, chủ yếu là công nghệ chế tạo máy.

Logic bậc thang, sơ đồ bậc thang, là ngôn ngữ lập trình PLC thông dụng nhất hiện nay, do có tính tương tự khá cao với các sơ đồ mạch điều khiển, nhưng chưa thật sự thích hợp với các chương trình phức tạp. Điều này được giải quyết bằng cách sử dụng các phương pháp "Lưu đồ Chức năng Chuỗi thứ tự" (Sequential Function Chart – SFC). Giải pháp là quy hoạch lập trình sử dụng SFC, sau đó nhập vào PLC sử dụng logic bậc thang. Theo cách đó, chương trình có tính tổ chức cao, có thể tiêu chuẩn hóa, dễ dàng gỡ rối và chỉnh sửa, nhưng vẫn duy trì tính đơn giản của logic bậc thang.

Để hiểu rõ các ví dụ, bạn cần có kiến thức cơ bản về quy trình công nghệ, điều khiển khí nén và thủy lực. Tài liệu này rất có ích cho các bạn học viên trường nghề, sinh viên kỹ thuật, có thể là tài liệu tham khảo cho các thầy cô giáo, các kỹ sư, kỹ thuật viên và mọi người yêu thích tự động hóa.

Chương 1

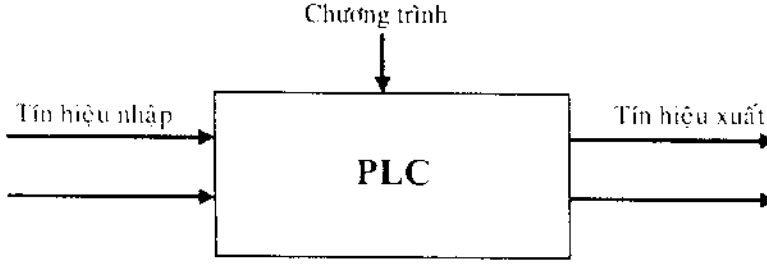
CÁC CƠ SỞ CỦA PLC

Chức năng của PLC

PLC là bộ điều khiển dựa trên bộ vi xử lý với nhiều cổng nhập và xuất, sử dụng bộ nhớ lập trình để lưu các lệnh và thực hiện các chức năng điều khiển máy móc và quá trình.

PLC thực thi các phép toán logic trên các bộ relay, thời chuẩn, bộ đếm, và các bộ thứ tự. PLC có các ưu thế sau:

- Chi phí thấp.
- Độ tin cậy cao.
- Tái lập trình.



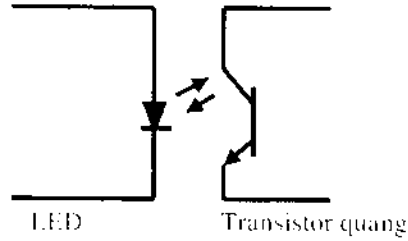
Hình 1-1. Bộ điều khiển logic lập trình (PLC).

Nhập và xuất

Các tín hiệu nhập PLC cung cấp thông tin về máy móc hoặc quá trình đang được điều khiển. Cổng nhập thường là công tắc chuyển mạch và cảm biến. Công tắc chuyển mạch được nối với module nhập, cung cấp giao diện giữa các công tắc đó hoặc cảm biến và PLC.

Mạch module nhập có bộ cô lập - quang, bảo vệ mạch điện bên trong PLC.

Hình 1-2.
Bộ cô lập - quang.



Cổng xuất PLC được nối trực tiếp hoặc gián tiếp (ví dụ, qua relay) đến các điều khiển bộ tác động, chúng có thể là cuộn solenoid trên valve điều khiển chiều, động cơ điện, đèn cảnh báo, bộ khởi động...

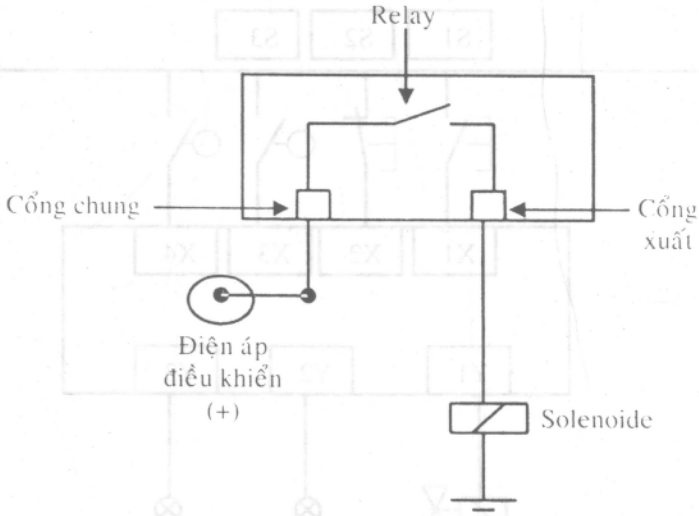
Hiện có ba kiểu module xuất chính:

Relay (*không có điện áp*): Tín hiệu từ PLC vận hành relay bên trong module xuất nối điện áp điều khiển với cổng xuất và đến bộ tác động.

Transistor: Transistor được dùng để chuyển mạch kích hoạt trên cổng xuất. Điều này được thực hiện nhanh hơn cổng xuất relay, nhưng chỉ thích hợp cho các ứng dụng dòng điện một chiều công suất thấp.

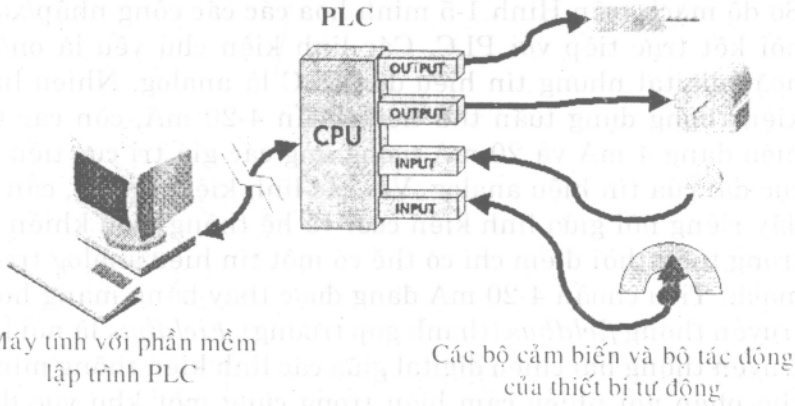
Triac: Đây là linh kiện bán dẫn được dùng để chuyển mạch dòng điện xoay chiều, cần phải có bảo vệ chống quá dòng hoặc quá áp.

Hình 1-3. Cổng xuất relay của PLC.

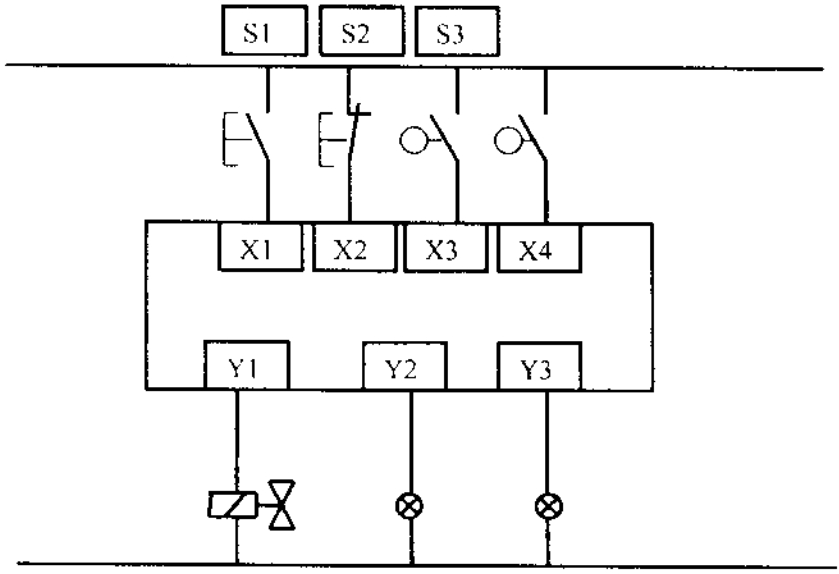


Cấu trúc PLC và sơ đồ mạch điện

Hình 1-4 minh họa các nối kết PLC bằng hình ảnh, trong thực tế thường sử dụng sơ đồ đơn giản hóa được nêu trên Hình 1-5.



Hình 1-4. Các nối kết PLC.



Hình 1-5. Sơ đồ mạch điện PLC.

Nghi thức mạng

Sơ đồ mạch trên Hình 1-5 minh họa các các cổng nhập/xuất nối kết trực tiếp với PLC. Các linh kiện chủ yếu là on/off hoặc digital nhưng tín hiệu đến PLC là analog. Nhiều linh kiện thông dụng tuân thủ tiêu chuẩn 4-20 mA, còn các tín hiệu dạng 4 mA và 20 mA tương ứng các giá trị cực tiểu và cực đại của tín hiệu analog. Với các linh kiện analog, cần có dây riêng nối giữa linh kiện cuối và hệ thống điều khiển do trong từng thời điểm chỉ có thể có một tín hiệu analog trong mạch. Tiêu chuẩn 4-20 mA đang được thay bằng mạng hoặc truyền thông *fieldbus* (thanh góp trường). *Fieldbus* là nối kết truyền thông hai chiều digital giữa các linh kiện thông minh, cho phép nối nhiều cảm biến trong cùng một khu vực đến cùng một dây. *Fieldbus* có nhiều biến thể tùy theo ứng dụng và nhà chế tạo, chẳng hạn *ASibus*, *Profibus*, *Devicenet*, *Modbus*...

Xu hướng hiện nay là phát triển mạng *Ethernet công nghiệp*, có khả năng truyền tải các khối lượng dữ liệu lớn không chỉ cho sự điều khiển quá trình mà còn tích hợp quá trình đó với các hệ thống thông tin quản lý.

Ở đây sẽ tập trung vào lập trình PLC, và tuy sơ đồ điện chung được nêu trên Hình 1-5 nhưng các chương trình được thiết kế để nhận dữ liệu từ các cổng nhập và gởi dữ liệu đến các cổng xuất bất kể loại hệ thống mạng đang được sử dụng.

Câu hỏi

1. Công tắc chuyển mạch, các linh kiện gần và các cảm biến thường được sử dụng theo cách thức nào trong PLC?

   a. Relay.

   b. Phần tử phần mềm.

   c. Thiết bị nhập.

   d. Thiết bị xuất.

2. Hình 1-6 minh họa PLC, tại sao phải nối với PC (máy tính cá nhân)?

   a. Để đọc tín hiệu nhập và xác lập tín hiệu xuất.

   b. Để lưu các giá trị xuất.

   c. Để biên tập chương trình PLC.

   d. Để lưu các giá trị nhập.

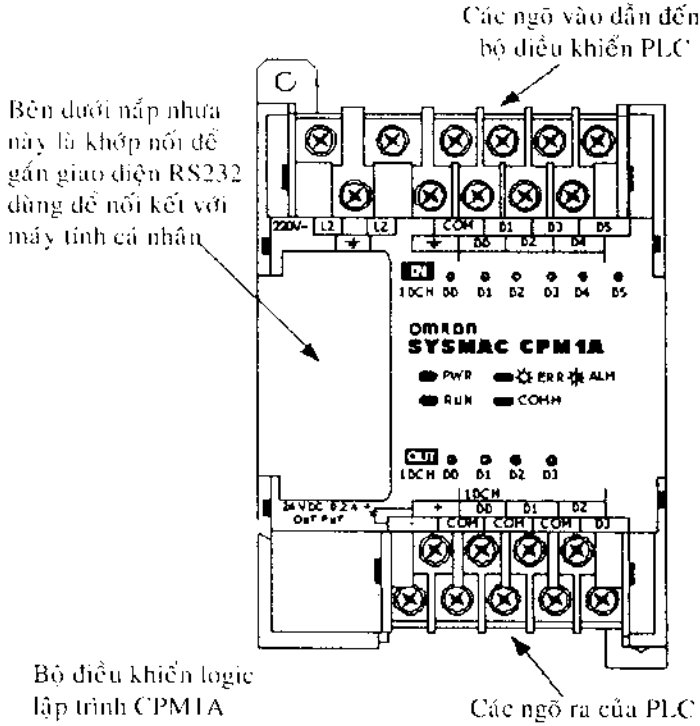
3. Tùy chọn nào biểu thị tốt nhất sự hoạt động của bộ cô lập – quang?

   a. Ngắt tiếp điểm khi quá dòng điện.

   b. Ngắt tiếp điểm khi quá điện áp.

   c. Truyền tín hiệu nhập sử dụng sợi quang.

   d. Cô lập PLC với điện áp vào.



Hình 1-6

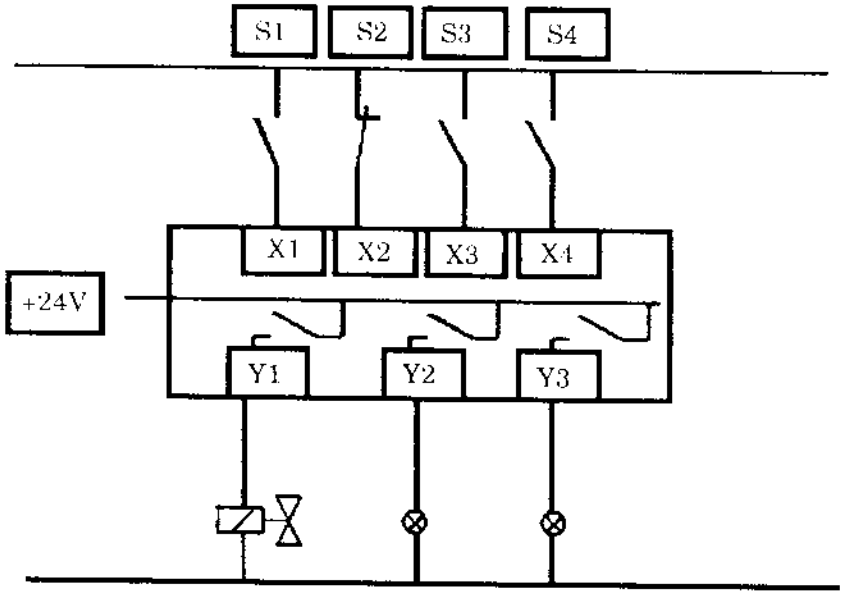
4. Hãy quan sát kỹ Hình 1-7 và chọn mệnh đề đúng về hình này.

   a. Khi có điện áp đến PLC, tất cả các tiếp điểm relay on/off đều đóng.

   b. Nguồn 24 V được dùng để cấp điện cho PLC.

   c. PLC cấp điện cho cổng xuất bằng cách đóng tiếp điểm relay tương ứng.

   d. Khi các cổng xuất của PLC có điện chúng đều bị khóa liên động từ các tiếp điểm relay được nêu trên Hình.



Hình 1-7

5. "Kiểu cổng xuất của PLC này là bán dẫn và được dùng để chuyển mạch dòng điện xoay chiều".

   Đây là loại linh kiện chuyển mạch nào?

   a. Triac.

   b. Nút nhấn.

   c. Transistor.

   d. Relay.

Chương 2

LẬP TRÌNH BẬC THANG

Logic điều kiện

PLC quét các cổng nhập và, tùy theo chương trình, chuyển mạch on/off các tổ hợp cổng xuất khác nhau. Trạng thái logic của cổng xuất phụ thuộc vào các điều kiện cổng nhập, do đó xuất hiện thuật ngữ logic điều kiện.

Dưới đây là ví dụ đơn giản về logic điều kiện

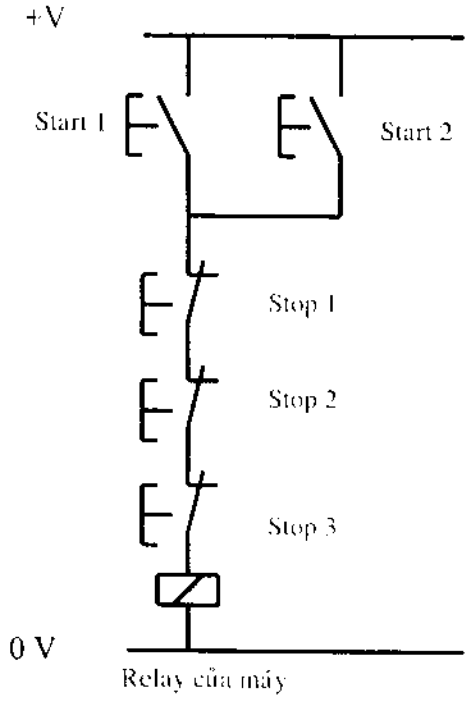
"Máy được chuyển mạch on nếu đóng một trong hai công tắc *start* và cả ba công tắc *stop* đều đóng."

Có thể hình dung các điều kiện đó bằng sơ đồ trên Hình 2-1.

Hai công tắc *start* nối song song, dòng điện đi qua nếu một trong hai hoặc cả hai công tắc này đều đóng, chúng là loại thường mở. Điều này có nghĩa là các tiếp điểm tách xa nhau và không có dòng điện đi qua khi các công tắc đó ở trạng thái bình thường (*nghỉ* hoặc *không vận hành*).

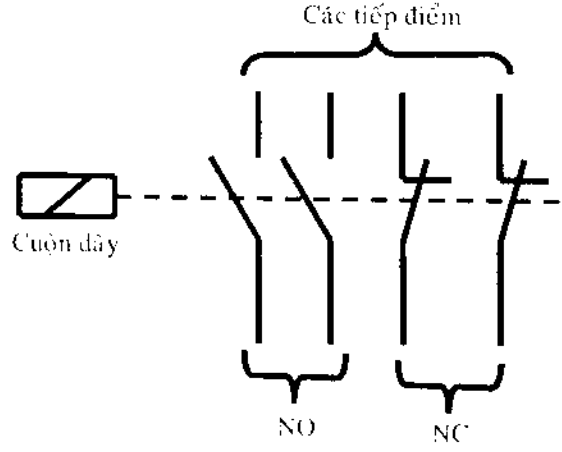
Ba công tắc *stop* mắc nối tiếp với nhau. Dòng điện chỉ có thể đi qua khi cả ba công tắc này đều đóng, chúng là loại thường đóng, nghĩa là các tiếp điểm nối với nhau và dòng điện có thể đi qua khi chúng ở trạng thái bình thường.

Relay là bộ chuyển mạch với nhiều tiếp điểm vận hành khi cuộn dây solenoid có điện. Các tiếp điểm có khả năng dẫn



Hình 2-1. Ví dụ về logic điều kiện.

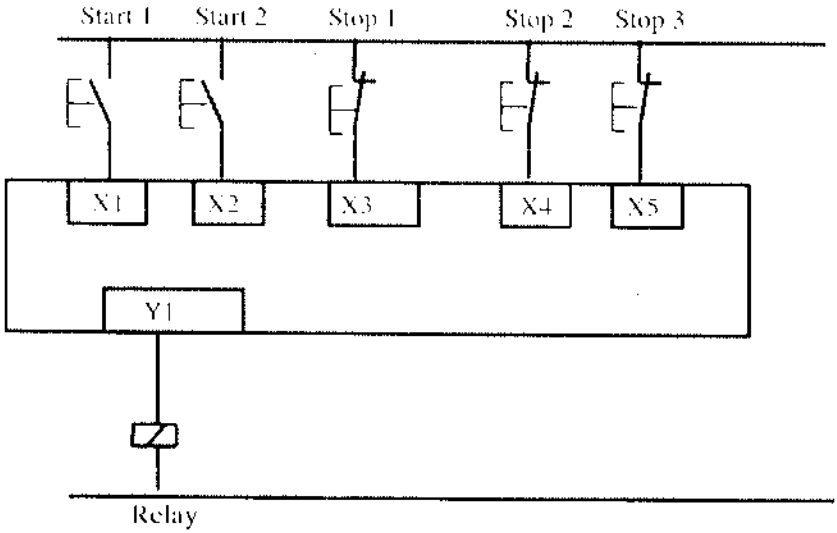
Hình 2-2. Relay



dòng điện lớn hơn so với nút nhấn hoặc các công tắc giới hạn. Các relay lớn dùng trong mạch khởi động cho động cơ được gọi là khởi động từ (contactor). Sơ đồ mạch của relay được nêu trên Hình 2-2.

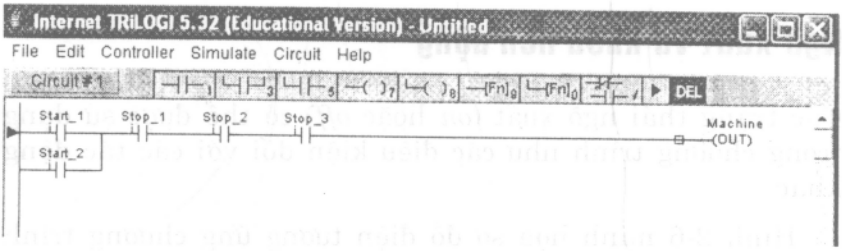
Sơ đồ bậc thang

Để thực hiện câu lệnh logic điều kiện trong phần trước sử dụng logic bậc thang, bạn nối các công tắc với PLC như trên Hình 2-3.



Hình 2-3. Sơ đồ nối dây PLC.

Để tránh nhầm lẫn giữa khái niệm thường mở (n/o) và thường đóng (n/c) bạn xem lại Hình 2-3 và nhớ rằng PLC quét từng ngõ nhập và hỏi "ngõ này là on hay off?". Năm công tắc trên Hình là các linh kiện ngoại vi và PLC hoàn toàn không biết gì về chúng. Vào thời điểm này PLC chỉ biết các ngõ nhập X1 và X2 là off, còn các ngõ nhập X3, X4, và X5 là on.



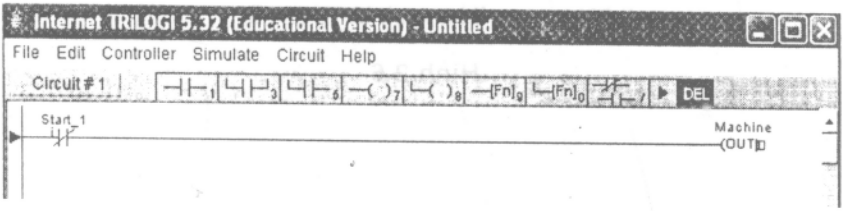
Hình 2-4. Sơ đồ bậc thang PLC.

Phần này sẽ viết logic bậc thang bằng phần mềm TriLogi (phần Phụ lục sẽ trình bày chi tiết về phần mềm này).

Từ các Hình 2-3 và 2-4 có thể thấy ngõ ra sẽ không có điện cho đến khi một trong hai ngõ nhập *Start 1* hoặc *Start 2* có chế độ on. Nhấn nút bất kỳ trong ba nút *Stop* sẽ ngắt điện ngõ nhập, do đó ngõ xuất cũng sẽ không có điện. Thực tế thường sử dụng các công tắc nút nhấn thường đóng làm nút *stop*, sự cố mất nguồn cung cấp điện sẽ có tác dụng tương tự như nhấn nút *stop*.

Các tiếp điểm thường đóng

Công tắc *Start 1* trên Hình 2-5 sẽ đóng khi ngõ nhập có trạng thái off và do đó ngõ ra (Machine) sẽ có trạng thái on. Sự chuyển mạch on cho ngõ nhập sẽ mở công tắc này và chuyển ngõ ra sang trạng thái off. Bạn cần nhớ bản chất (n/o hoặc n/c) của công tắc bên ngoài chuyển mạch ngõ nhập on, sẽ không có tác dụng đối với logic bậc thang.



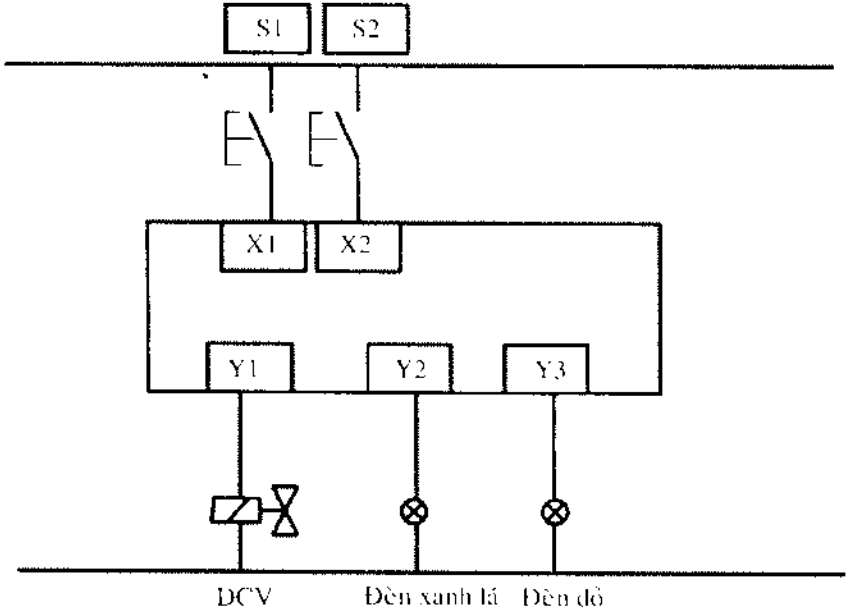
Hình 2-5. Tiếp điểm thường đóng.

Ngõ xuất và khóa liên động

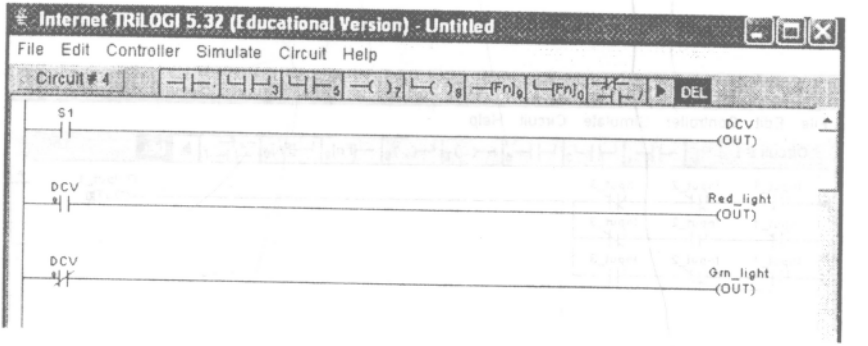
Các trạng thái ngõ xuất (*on* hoặc *off*) có thể được sử dụng trong chương trình như các điều kiện đối với các tác động khác.

Hình 2-6 minh họa sơ đồ điện tương ứng chương trình trên Hình 2-7.

Sự chuyển mạch on ngõ nhập S1 sẽ chuyển mạch on cho ngõ ra DCV, đèn đỏ sẽ sáng. Khi chuyển mạch off cho ngõ ra DCV, đèn xanh lá sẽ sáng.



Hình 2-6



Hình 2-7

Ví dụ

Viết chương trình PLC để thực hiện các câu lệnh logic điều kiện dưới đây:

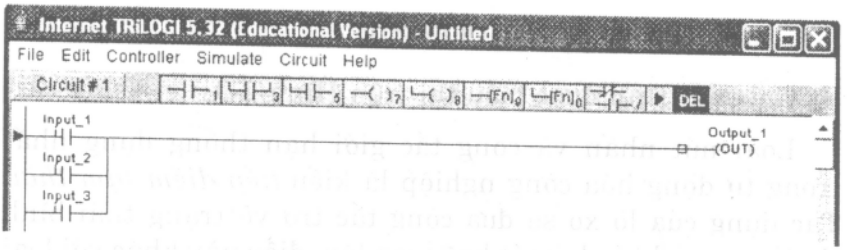
a. Ngõ ra PLC chuyển mạch on nếu ngõ nhập bất kỳ trong ba ngõ nhập có trạng thái on.

b. Ngõ ra PLC chuyển mạch on nếu chỉ một trong ba ngõ nhập bất kỳ có trạng thái on.

c. Ngõ ra PLC chuyển mạch on nếu hai trong ba ngõ nhập bất kỳ có trạng thái on, ngõ nhập còn lại ở trạng thái off.

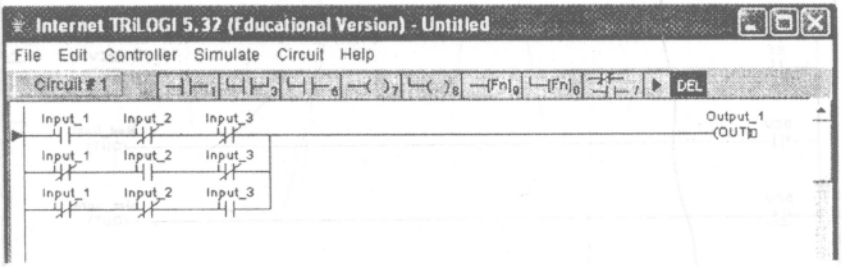
Giải

a.



Hình 2-8

b.

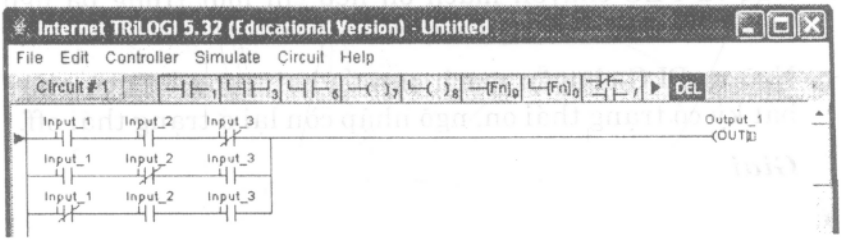


Hình 2-9

Chương trình này có thể viết như sau:

"Ngõ ra chuyển mạch on nếu Ngõ nhập (Input) 1 là on VÀ hai ngõ nhập còn lại có trạng thái off, HOẶC ngõ nhập 2 là on VÀ hai ngõ nhập còn lại là off, HOẶC ngõ nhập 3 là on VÀ hai ngõ nhập còn lại là off."

c.

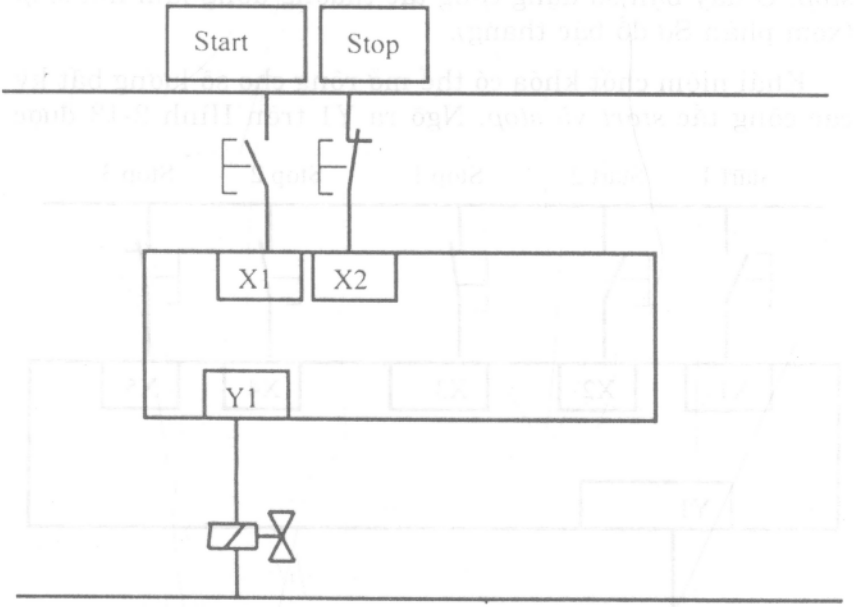


Hình 2-10

Chương trình được biểu thị trên Hình 2-9.

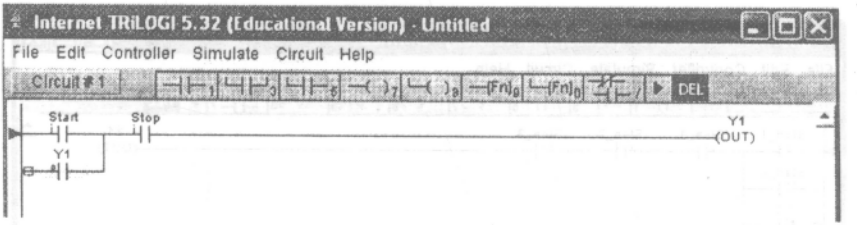
Loại nút nhấn và công tắc giới hạn thông dụng nhất trong tự động hóa công nghiệp là kiểu *tiếp điểm tạm thời*. Tác dụng của lò xo sẽ đưa công tắc trở về trạng thái bình thường ngay khi nhả nút hoặc con lăn, điều này khác với loại công tắc kiểu *chốt khóa* thường dùng trong các mạch điện gia dụng.

Hầu hết các công tắc điều khiển đều không phải là loại tự chốt khóa, nhưng thực tế chúng rất thuận tiện. Bạn có thể lập trình chốt khóa trong sơ đồ bậc thang.



Hình 2-11

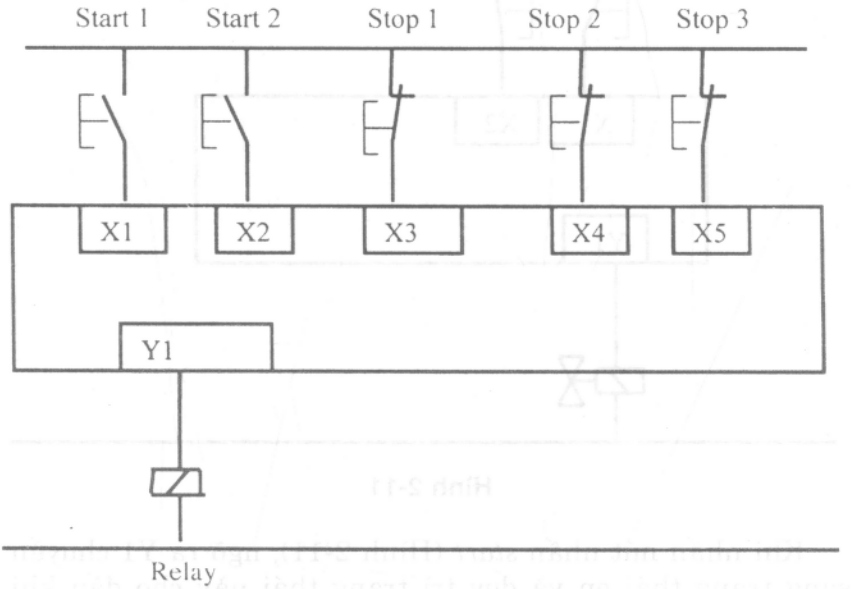
Khi nhấn nút nhấn *start* (Hình 2-11), ngõ ra Y1 chuyển sang trạng thái on và duy trì trạng thái này cho đến khi nhấn nút *stop*.



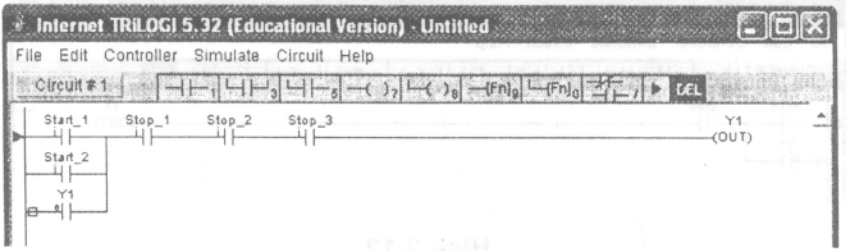
Hình 2-12

Khi ngõ ra Y1 có điện, bạn sử dụng công tắc thường mở mắc song song với với nút *start* để duy trì (chốt khóa) trạng thái on. Ngõ ra này chỉ có thể chuyển sang off khi nhấn nút *stop*. Ở đây bạn sử dụng công tắc thường đóng làm nút *stop* (xem phần Sơ đồ bậc thang).

Khái niệm chốt khóa có thể mở rộng cho số lượng bất kỳ các công tắc *start* và *stop*. Ngõ ra Y1 trên Hình 2-13 được



Hình 2-13

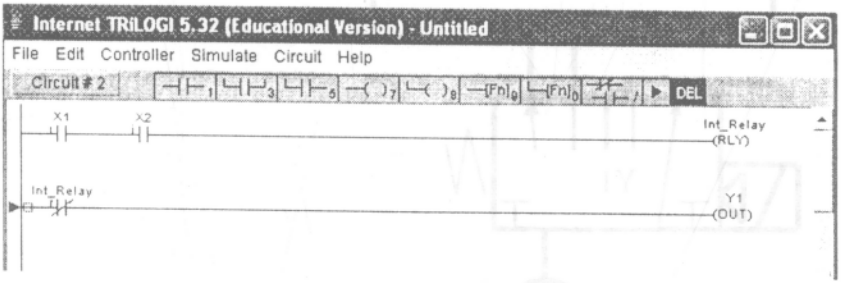


Hình 2-14

chuyển sang trạng thái on bằng X1 hoặc X2 và duy trì trạng thái này cho đến khi nút bất kỳ trong ba nút ngõ vào X3, X4, hoặc X5 có trạng thái off. Sơ đồ bậc thang tương ứng được nêu trên Hình 2-14.

Relay bên trong

Các relay này có tính chất như ngõ ra nhưng chỉ tồn tại trong phần mềm. Chúng có nhiều ứng dụng. Hình 2-15 minh họa relay bên trong đang được sử dụng để thực hiện hàm logic NAND. Hàm này đảo ngược các kết quả của X1 AND X2. Phần sau sẽ trình bày sâu hơn về các ứng dụng của relay bên trong.



Hình 2-15. Công dụng của relay bên trong.

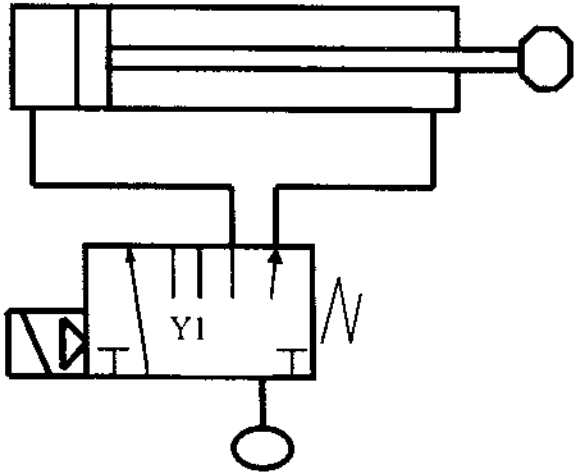
Chú ý: Hầu hết các PLC đều có chức năng *Set and Reset* hoặc *flip-flop*, chốt khóa và mở khóa ngõ ra hoặc relay bên trong.

Trong toàn bộ cuốn sách này sẽ sử dụng chốt khóa theo khái niệm đã nêu trong phần "Ngõ xuất và khóa liên động, Chương 2", do sự tương tự giữa các bậc của mạch bậc thang và mạch điện, trong đó cuộn relay duy trì trạng thái on bằng công tắc thường mở mắc song song với nút start.

Bộ thời chuẩn

Bộ thời chuẩn đóng-trễ biểu thị khoảng trễ giữa thời điểm khởi đầu sự kiện này và thời điểm khởi đầu sự kiện khác.

Ví dụ, khi nhấn nút start, cylinder khí nén (Hình 2-16) giãn nở, duy trì giãn nở trong 5 giây sau đó chuyển sang trạng thái nén. Hãy vẽ sơ đồ mạch và logic bậc thang tương ứng.

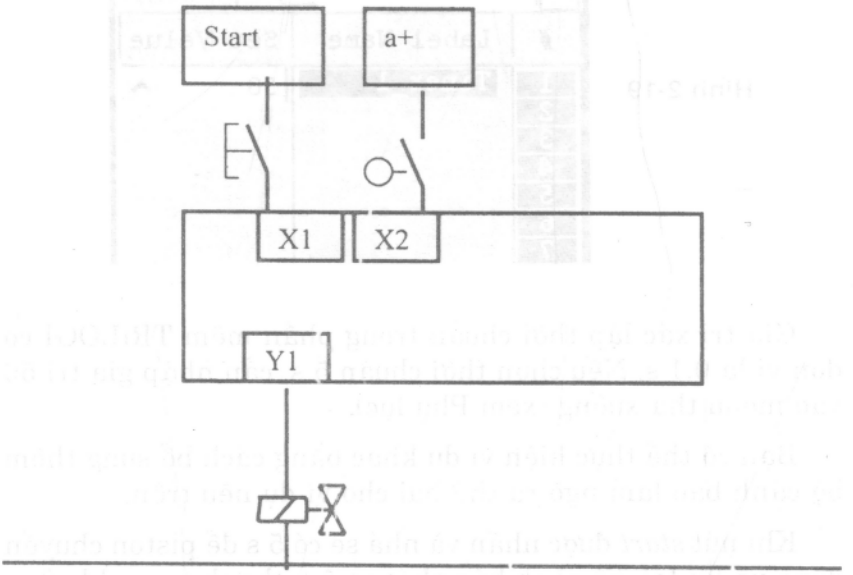


Hình 2-16

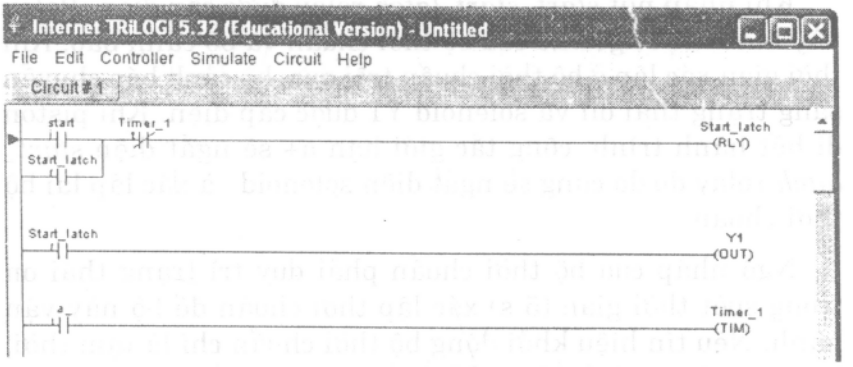
Nút *start* và công tắc giới hạn hành trình *a+* là các ngõ nhập PLC và cuộn solenoid Y1 là ngõ xuất, các thành phần cần thiết còn lại cho chương trình đều có thể tạo ra trong phần mềm.

Nhấn nút *start* sẽ khóa relay bên trong, được gọi là relay *khóa – khởi động (start_latch)*. Relay này chuyển ngõ ra Y1 sang trạng thái on, cung cấp điện cho solenoid, piston trong cylinder chuyển động. Thanh piston đóng công tắc giới hạn *a+*, khởi động bộ thời chuẩn trong phần mềm. Khi giá trị thời gian xác lập trong bộ thời chuẩn trôi qua, công tắc

thường đóng *Timer_1* trong dòng thứ nhất của chương trình sẽ ngắt điện relay *Start_latch*, piston quay trở lại.

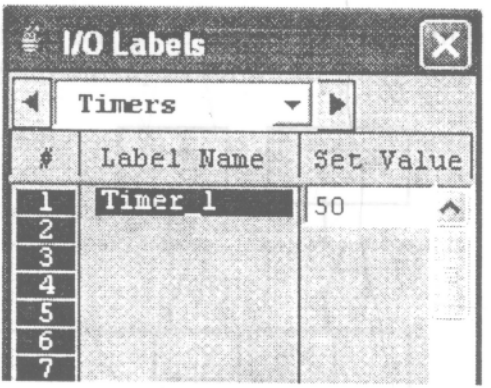


Hình 2-17



Hình 2-18

Hình 2-19



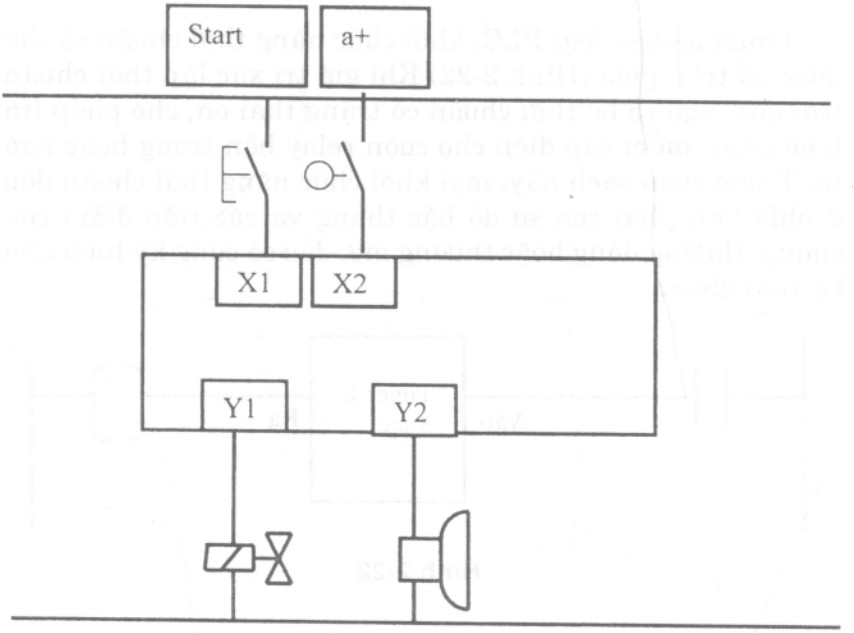
Giá trị xác lập thời chuẩn trong phần mềm TRiLOGI có đơn vị là 0.1 s. Nếu chọn thời chuẩn 5 s, cần nhập giá trị 50 vào menu thả xuống (xem Phụ lục).

Bạn có thể thực hiện ví dụ khác bằng cách bổ sung thêm bộ cảnh báo làm ngõ ra thứ hai cho ví dụ nêu trên.

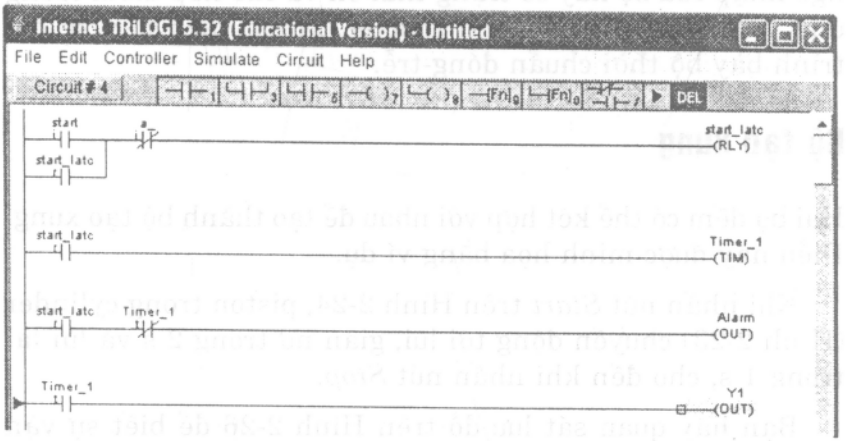
Khi nút *start* được nhấn và nhả sẽ có 5 s để piston chuyển động và lùi lại, bộ cảnh báo phát ra âm thanh trong khoảng thời gian đó.

Khi nhấn nút *start*, *start_latch* relay được cấp điện. Relay này kích hoạt ngõ vào của bộ thời chuẩn và bộ cảnh báo. Khi thời gian xác lập ở bộ thời chuẩn trôi qua, bộ cảnh báo chuyển sang trạng thái off và solenoid Y1 được cấp điện. Khi piston đi hết hành trình, công tắc giới hạn a+ sẽ ngắt điện *start_latch* relay do đó cũng sẽ ngắt điện solenoid và xác lập lại bộ thời chuẩn.

Ngõ nhập của bộ thời chuẩn phải duy trì trạng thái on trong suốt thời gian (5 s) xác lập thời chuẩn để bộ này vận hành. Nếu tín hiệu khởi động bộ thời chuẩn chỉ là tạm thời, bạn cần dùng chốt khóa để duy trì trạng thái on. Khi ngõ nhập của bộ thời chuẩn có trạng thái off, các tiếp điểm thời chuẩn sẽ trở về trạng thái bình thường hầu như tức thời.

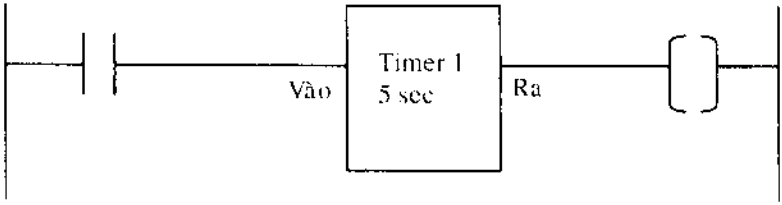


Hình 2-20



Hình 2-21

Trong một số loại PLC, khối chức năng thời chuẩn có thể được bố trí ở giữa (Hình 2-22) Khi giá trị xác lập thời chuẩn trôi qua, ngõ ra bộ thời chuẩn có trạng thái on, cho phép tín hiệu phần mềm cấp điện cho cuộn relay bên trong hoặc ngõ ra. Trong cuốn sách này, mọi khối chức năng thời chuẩn đều ở phía bên phải của sơ đồ bậc thang và các tiếp điểm của chúng, thường đóng hoặc thường mở, đều có cùng ký hiệu như bộ thời chuẩn.



Hình 2-22

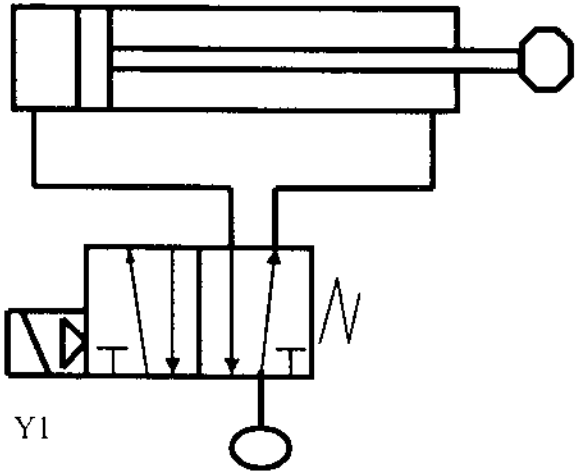
Bộ thời chuẩn ngắt-trễ tạo ra thời gian trễ giữa thời điểm ngõ nhập của bộ này có trạng thái off và các tiếp điểm tương ứng trở về trạng thái bình thường. Trong sách này sẽ chỉ trình bày bộ thời chuẩn đóng-trễ.

Bộ tạo xung

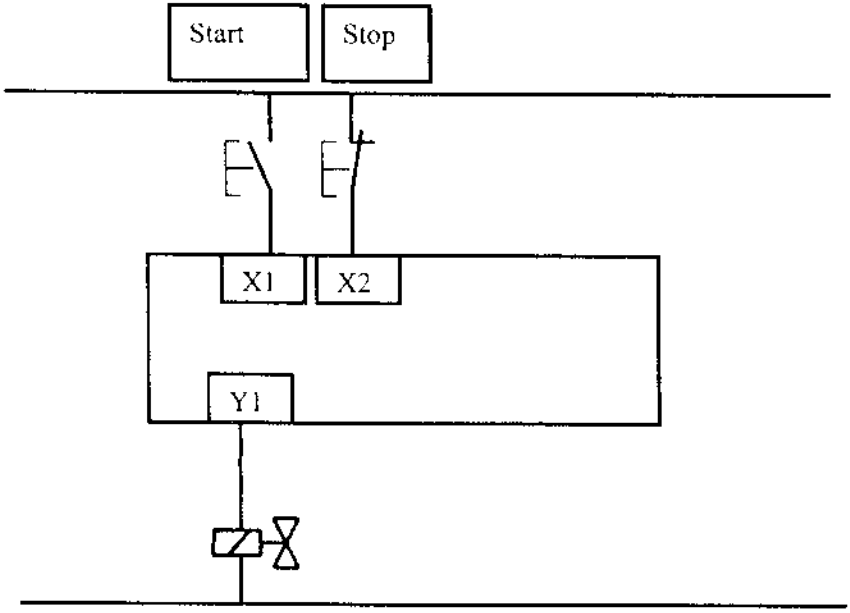
Hai bộ đếm có thể kết hợp với nhau để tạo thành bộ tạo xung. Điều này được minh họa bằng ví dụ.

Khi nhấn nút *Start* trên Hình 2-24, piston trong cylinder (Hình 2-23) chuyển động tới lui, giãn nở trong 2 s và lùi lại trong 1 s, cho đến khi nhấn nút *Stop*.

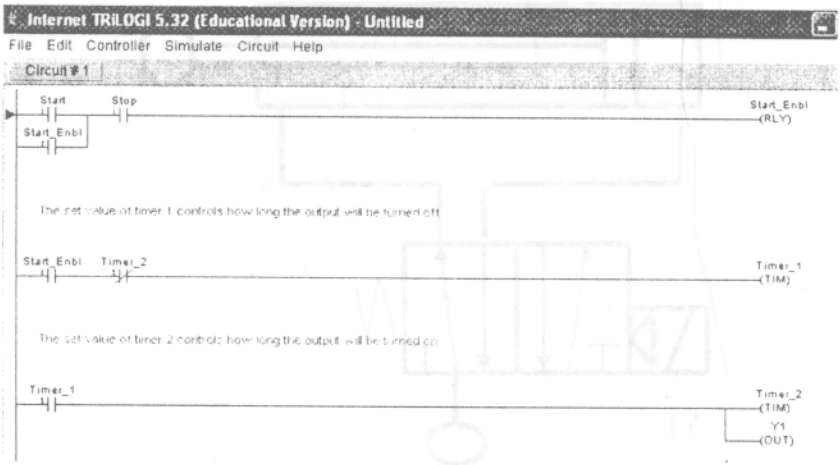
Bạn hãy quan sát lưu đồ trên Hình 2-26 để biết sự vận hành của bộ tạo xung.



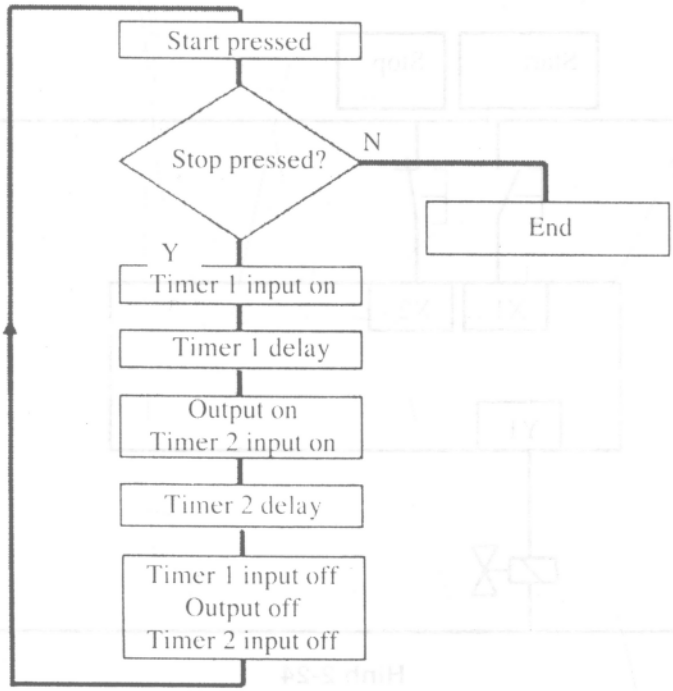
Hình 2-23



Hình 2-24



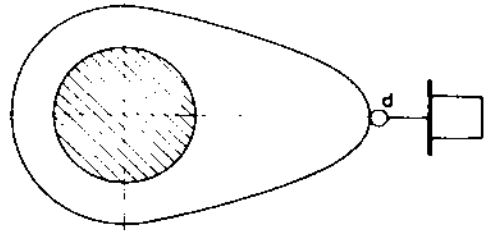
Hình 2-25. Bộ tạo xung.



Hình 2-26. Lưu đồ vận hành của bộ tạo xung.

Bộ đếm

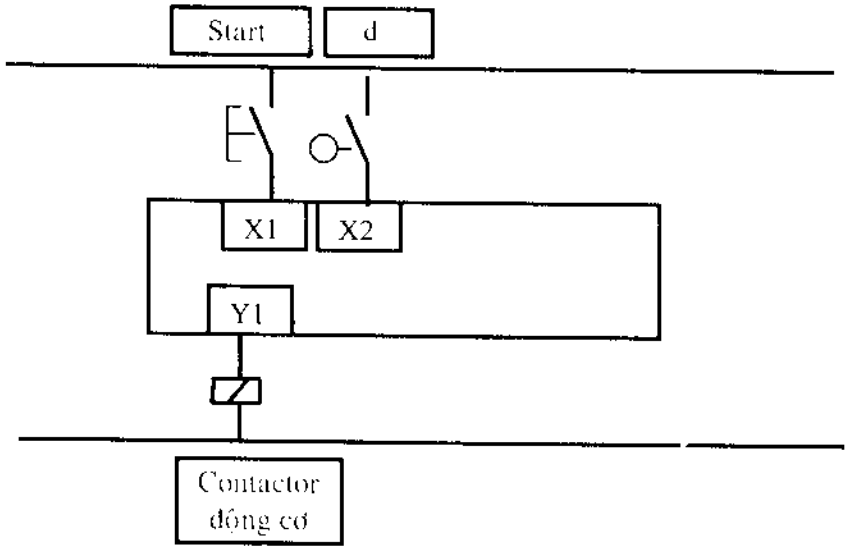
Bộ đếm cho phép đếm số lần xảy ra tín hiệu nhập. Bộ đếm xác lập theo *giá trị số chọn trước* và khi nhận được giá trị số xung nhập này, sẽ vận hành các tiếp điểm. Ngõ nhập hoặc cuộn dây thứ hai được cung cấp để xác lập lại *giá trị hiện hành* của bộ đếm trở về zero.



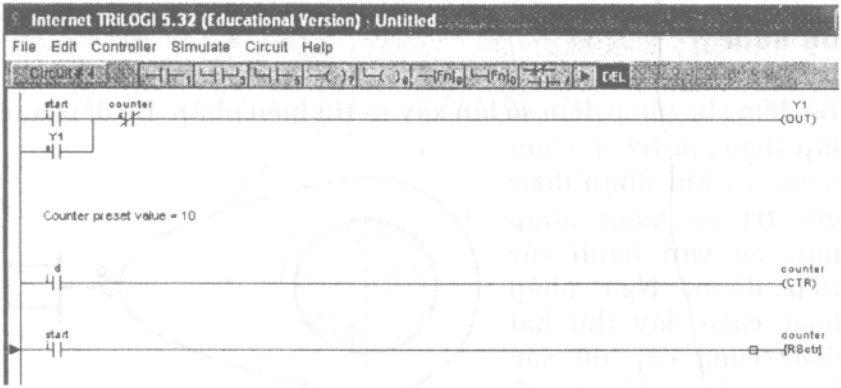
Hình 2-27

Xét trục cam trên Hình 2-27.

Khi nhấn nút *start*, trục quay 10 vòng và dừng lại. Nhấn nút start còn tái xác lập bộ đếm. Sơ đồ mạch của PLC được nêu trên Hình 2-28.



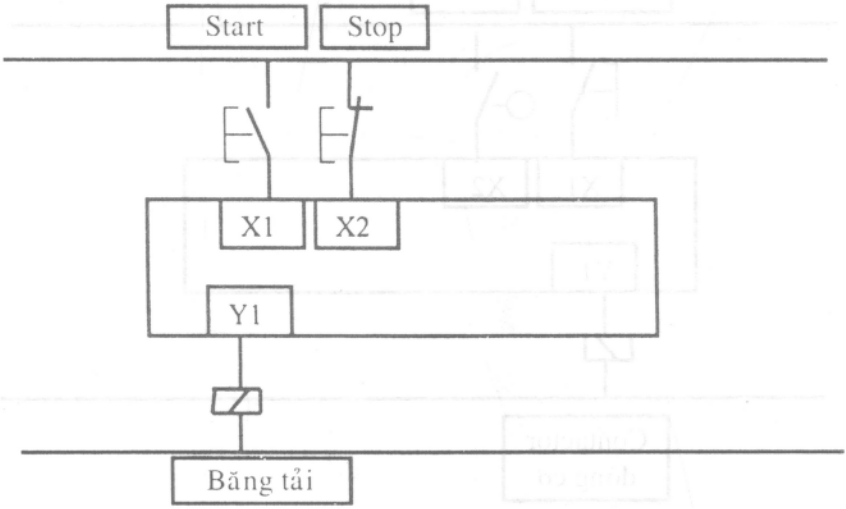
Hình 2-28



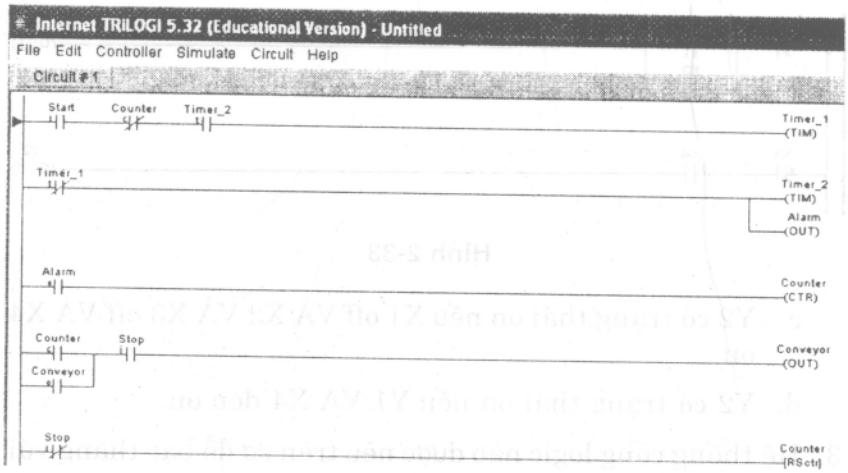
Hình 2-29

Bộ tạo xung và bộ đếm có thể kết hợp với nhau và được nêu trong ví dụ dưới đây.

Khi nhấn và giữ nút *start*, bộ cảnh báo sẽ phát ra âm thanh 6 lần trước khi khởi động băng tải. Nhấn nút *stop* băng tải cũng sẽ xác lập lại bộ đếm. Các Hình 2-30 và 2-31 minh họa giải pháp cho vấn đề này.



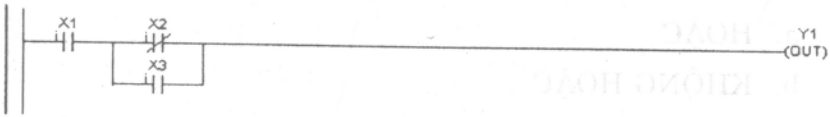
Hình 2-30



Hình 2-31

Câu hỏi và bài tập

1. Chọn câu trả lời đúng dưới đây về sơ đồ bậc thang của PLC.



Hình 2-32

a. Y1 có trạng thái on nếu X1 off HOẶC X2 on VÀ X3 off.

b. Y1 có trạng thái on nếu X1 on VÀ X2 off HOẶC X3 on.

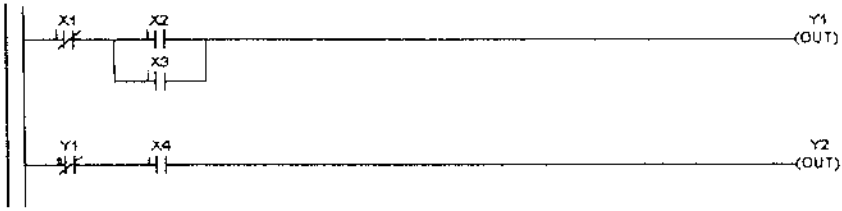
c. Y1 có trạng thái on nếu X1 on HOẶC X2 off VÀ X3 on.

d. Y1 có trạng thái on nếu X1 off VÀ X2 on HOẶC X3 on.

2. Chọn câu trả lời sai dưới đây về sơ đồ bậc thang trên Hình 2-33.

a. Y2 có trạng thái on nếu X1 on VÀ X2 VÀ X4 đều on.

b. Y2 có trạng thái on nếu X1 on VÀ X3 VÀ X4 đều on.



Hình 2-33

c. Y2 có trạng thái on nếu X1 off VÀ X2 VÀ X3 off VÀ X4 on.

d. Y2 có trạng thái on nếu Y1 VÀ X4 đều on.

3. Hệ thống cổng logic nào được nêu trên sơ đồ bậc thang với hai công tắc thường mở mắc song song?

Hình 2-34

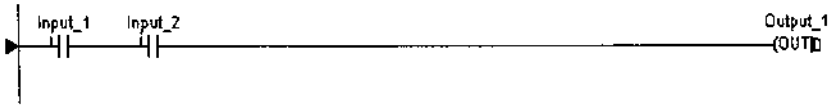
a. HOẶC

b. KHÔNG HOẶC

c. VÀ

d. KHÔNG VÀ

4. Hệ thống cổng logic nào được nêu trên sơ đồ bậc thang với hai công tắc thường mở mắc nối tiếp với nhau?



Hình 2-35

a. KHÔNG HOẶC

b. KHÔNG VÀ

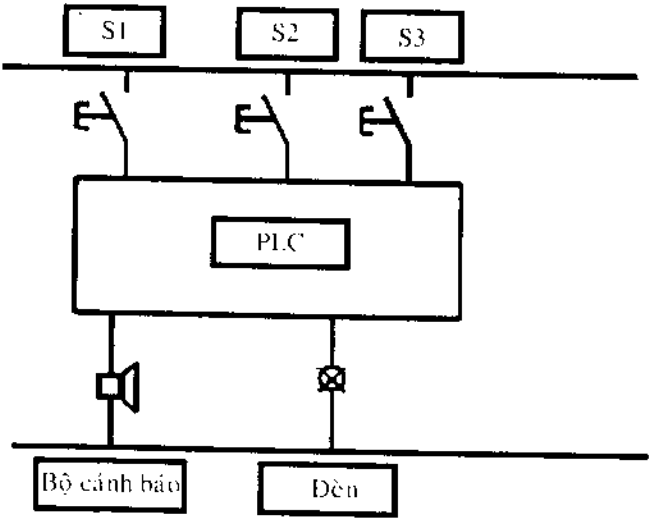
c. HOẶC

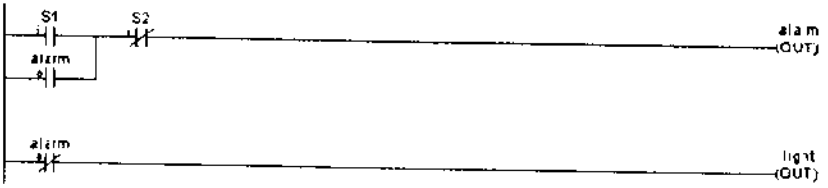
d. VÀ

5. Chọn câu trả lời *đúng* dựa trên sơ đồ PLC trên Hình 2-36 và sơ đồ bậc thang trên Hình 2-37.

(Sơ đồ PLC trên Hình 2-36 áp dụng cho các câu hỏi 5 - 8).

Hình 2-36





Hình 2-37

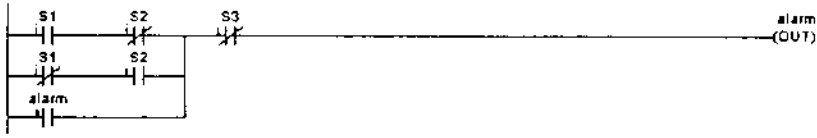
a. Đóng công tắc S1 sẽ tắt đèn.

b. Khi bộ cảnh báo hoạt động, đèn sáng.

c. Đóng công tắc S1 và S2, bộ cảnh báo sẽ hoạt động.

d. Đóng công tắc S2, bộ cảnh báo sẽ hoạt động.

6. Chọn câu trả lời *sai* dựa vào sơ đồ bậc thang trên Hình 2-38



Hình 2-38

a. Khi bộ cảnh báo là on sẽ duy trì trạng thái này cho đến khi S3 có trạng thái on.

b. S1 và S2 thực hiện phép logic XOR (KHÔNG HOẶC).

c. Bộ cảnh báo là on khi S2 hoặc S2 hoặc S3 có trạng thái on.

d. Bộ cảnh báo hoạt động khi S1 hoặc S2 on, nhưng không đồng thời cả hai đều on.

7. Chọn câu trả lời *đúng* dựa vào sơ đồ bậc thang trên Hình 2-39.

Hình 2-39

a. Nếu công tắc S3 đóng, đèn sẽ sáng.

b. Khi đèn sáng, sẽ tiếp tục sáng cho đến khi nhấn S1 hoặc S2.

c. S1 và S2 thực hiện phép logic XOR (KHÔNG HOẶC).

d. Đèn sáng, nếu nhấn S1 hoặc S2.

8. Chọn câu trả lời *sai* dựa vào sơ đồ bậc thang trên Hình 2-40.

Hình 2-40

a. Khi nhấn và nhả công tắc S1, sẽ có thời lượng trễ bằng giá trị xác lập thời chuẩn trước khi bộ cảnh báo hoạt động.

b. Nếu S1 duy trì trạng thái on ngay sau khi được nhấn, tiếp điểm bộ thời chuẩn thường mở phải mắc song song với với công tắc đó.

c. Khi nhấn và nhả công tắc S1, bộ cảnh báo sẽ kêu trong khoảng thời gian bằng giá trị xác lập thời chuẩn.

d. Tiếp điểm thời chuẩn thường đóng ngăn chặn bộ cảnh báo hoạt động hoặc bộ thời chuẩn được cấp điện.

9. Bộ PLC được dùng để điều khiển đèn pha. Khi cảm biến có tiếp điểm thường mở phát hiện sự chuyển động, đèn sẽ được bật sáng trong 10 giây sau đó tắt.

   Hãy vẽ sơ đồ mạch PLC và sơ đồ logic bậc thang vận hành hệ thống nêu trên.

10. Bộ PLC được dùng để điều khiển truyền động cửa sổ xe hơi. Khi nhấn công tắc tạm thời, cửa sổ bắt đầu mở. Nếu đóng công tắc này lâu hơn 01 giây, cửa sổ sẽ mở hoàn toàn. Công tắc thứ hai vận hành tương tự để đóng cửa sổ. Các công tắc giới hạn được lắp để phát hiện vị trí cửa sổ mở hoặc đóng hoàn toàn. Hãy vẽ sơ đồ mạch PLC và sơ đồ bậc thang vận hành hệ thống nêu trên.

11. Bộ PLC được dùng để điều khiển hệ thống băng tải. Cảm biến với công tắc thường mở quan sát các chi tiết đi qua trên băng tải. Khi có 10 chi tiết đi qua, băng tải dừng lại, thanh piston của cylinder chuyển động tới và lui, băng tải tiếp tục hoạt động cho đến khi có 10 chi tiết khác đi qua. Hãy vẽ sơ đồ mạch PLC và sơ đồ bậc thang vận hành hệ thống nêu trên.

Chương 3

LẬP TRÌNH CHUỖI THỨ TỰ

Giới thiệu

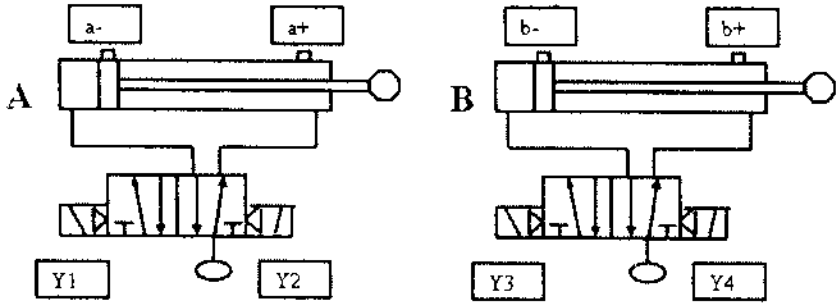
Về bản chất, hầu hết các thao tác máy móc đều là theo chuỗi thứ tự, do đó cần có PLC để chuyển mạch các ngõ ra không chỉ phụ thuộc vào các tín hiệu nhập mà còn phụ thuộc trạng thái hiện hành trong chuỗi thứ tự. Ngõ ra vận hành sai thời điểm sẽ gây ra sự cố hoặc chấn thương do đó cần có kỹ thuật lập trình chính xác.

Chuỗi tự động đơn giản

Hai cylinder trên Hình 3-1 hoạt động theo thứ tự

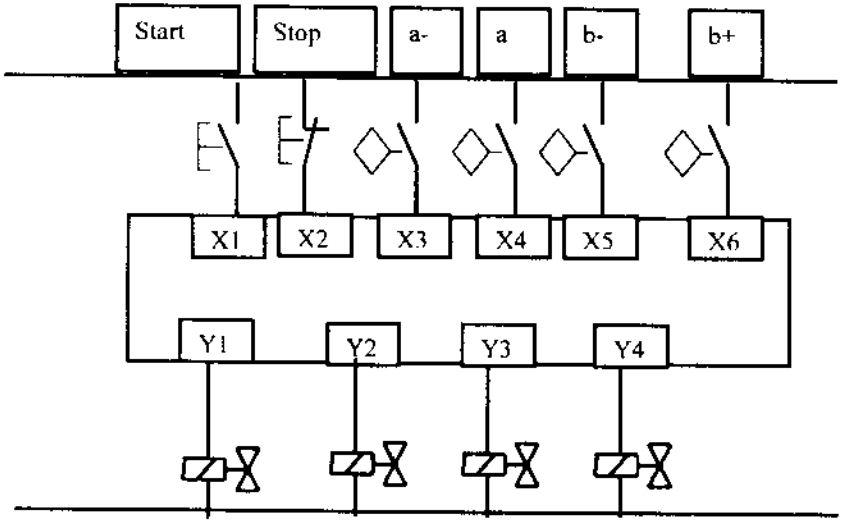
A+ B+ A– B–

Các công tắc kiểu lưỡi gà a-, a+, b-, và b+ được lắp để phát hiện các piston từ tính hóa bố trí bên trong các cylinder nhôm. Các valve điều khiển 5 cổng 2 vị trí (5/2 DCV) vận hành bằng cuộn solenoid kép.



Hình 3-1

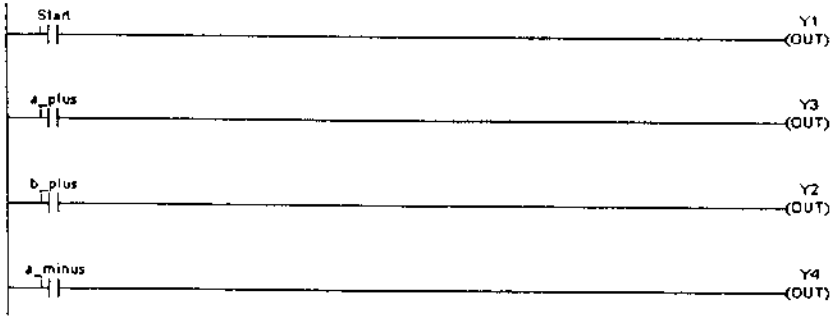
Sơ đồ mạch PLC được nêu trên Hình 3-2.



Hình 3-2

Từng sự kiện trong chuỗi thứ tự đều được khởi động khi hoàn tất sự kiện trước đó. Ví dụ, khi công tắc a+ đóng, sẽ gởi tín hiệu kết thúc sự kiện A+ (giãn nở trong cylinder A) và bắt đầu B+ (giãn nở trong cylinder B).

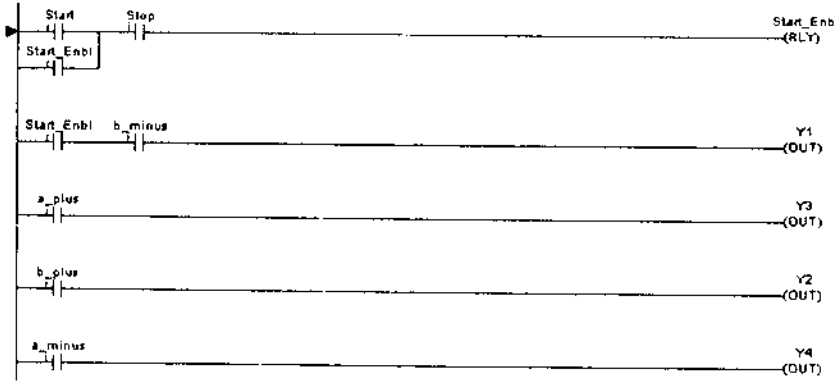
Trên cơ sở đó, bạn có thể viết lần lượt từng dòng chương trình.



Hình 3-3

Nhấn nút *Start* chu kỳ sẽ vận hành một lần. Cả nút *Stop* và công tắc b- đều không cần thiết.

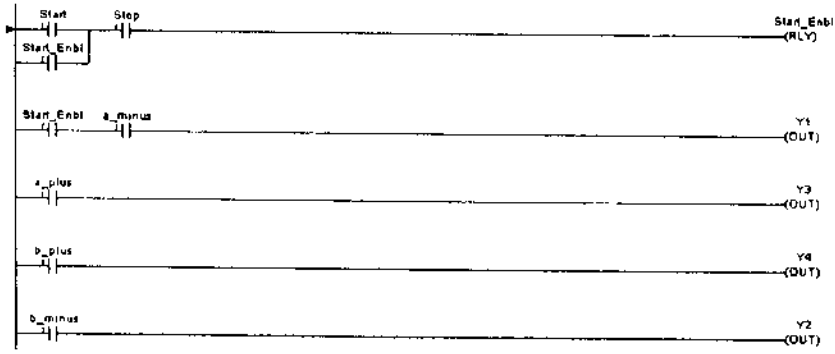
Duy trì trạng thái on cho nút *Start* với relay bên trong và vận hành công tắc b- sẽ làm cho chu kỳ lặp lại cho đến khi nhấn nút *Stop*. Điều này được minh họa trên Hình 3-4.



Hình 3-4

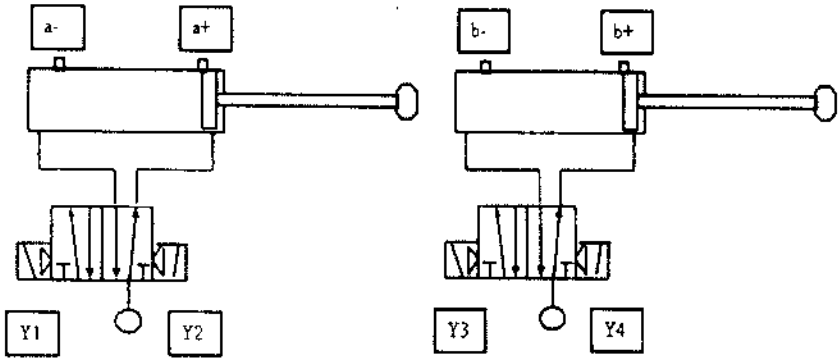
Tất cả dường như rất dễ dàng, bạn hãy thử chuỗi thứ tự dưới đây:

A+ B+ B– A–



Hình 3-5

Ban đầu, logic bậc thang được thiết lập tương tự như chuỗi thứ tự thứ nhất. Mọi thứ đều có vẻ vận hành khá tốt cho đến bậc thang thứ ba của chương trình, nơi công tắc b+ phải cấp năng lượng cho cuộn solenoid Y4 để cylinder B quay trở lại. Tại điểm này, cả hai cylinder đều vươn ra ngoài (Hình 3-6).



Hình 3-6

Cylinder A cũng vươn ra ngoài, điều đó có nghĩa là a+ đóng, do đó solenoid Y3 được cấp điện, cylinder B không thể quay trở về. Tình huống này được gọi là tín hiệu "bị bẫy", được đặc trưng bằng cả hai cuộn solenoid của valve điều khiển solenoid kép được cấp điện đồng thời, ngăn cản lập trình các mạch theo cách thức thứ tự đơn giản.

Sự hiện thực hóa chuỗi thứ tự này thậm chí còn khó hơn nếu sử dụng các valve điều khiển trả về bằng lò xo và solenoid đơn do cần có chế độ khóa duy trì và bạn vẫn chỉ giải quyết với vấn đề hai cylinder.

Hiện tượng tín hiệu bị bẫy còn xảy ra trong khí nén và điện – khí nén, nhiều phương pháp được sử dụng để vượt qua vấn đề này. Phương pháp thông dụng là hệ thống đa tầng, nhưng cũng chỉ có ứng dụng thực tế trong các hệ thống đơn giản.

Phát triển lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự

Khi các chuỗi thứ tự PLC trở nên phức tạp hơn vào thập niên 1970, cần phải có phương pháp lập trình đa năng cho phép tiêu chuẩn hóa các chương trình PLC và giải quyết các vấn đề thường xảy ra, chẳng hạn hiện tượng "bẫy tín hiệu".

Năm 1975, cơ sở của phương pháp lập trình "Lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự" bắt đầu được thiết lập.

Đầu thập niên 1990, Ủy ban Điện – Kỹ thuật Quốc tế (IEC), thuộc Tổ chức Tiêu chuẩn Quốc tế (ISO), công bố tiêu chuẩn IEC61131, phần 3 của tiêu chuẩn này quy định cấu trúc phần mềm PLC lập trình, ngôn ngữ và thực thi chương trình. Tiêu chuẩn quy định năm phương pháp lập trình, gồm cả logic bậc thang và lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự.

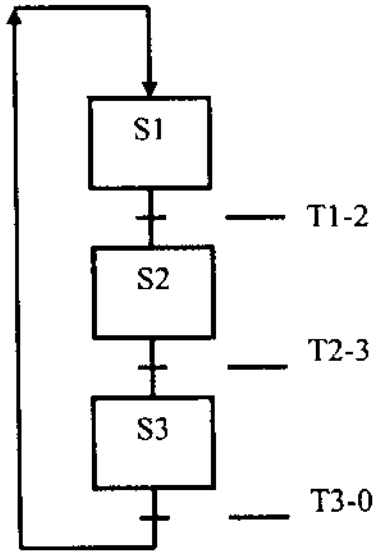
Lập trình bậc thang trở thành một trong các ngôn ngữ đồ họa thông dụng nhất, chủ yếu do tính tương tự với sơ đồ mạch điện, nhưng khó xây dựng các chuỗi thứ tự phức tạp.

Lưu đồ Chức năng Chuỗi thứ tự (SFC) là ngôn ngữ đồ họa rất hiệu quả để biểu thị các phần thứ tự mức cao của chương trình điều khiển. Nói chung, cách tiếp cận tốt nhất hiện nay là quy hoạch chương trình sử dụng SFC sau đó diễn dịch vào logic bậc thang. Phương cách này sẽ được sử dụng để giải quyết các vấn đề tự động hóa trong các phần tiếp theo của cuốn sách này.

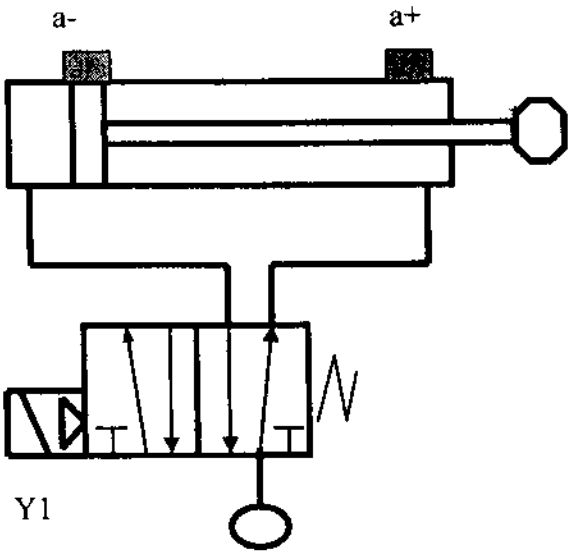
Lập trình sử dụng lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự

Hệ thống này đi qua các trạng thái liên tiếp nhau, trong đó sẽ xảy ra các sự kiện.

Các trạng thái liên kết với nhau thông qua các chuyển tiếp, bắc cầu từ một trạng thái đến trạng thái kế tiếp.



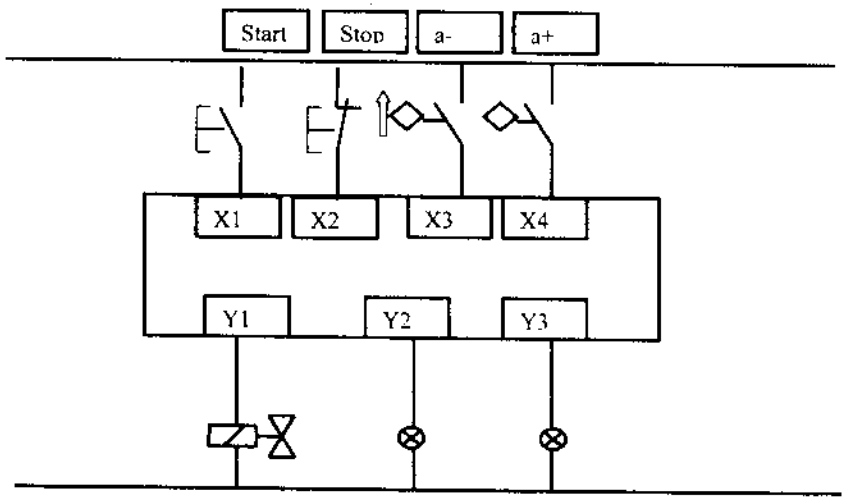
Hình 3-7. Lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự



Hình 3-8

Ví dụ 3-1

Khi nhấn nút *start*, piston trong cylinder trên Hình 3-8 sẽ chạy tới/lui và lặp lại cho đến khi nhấn nút *stop*. Khi hệ thống này được cấp điện và sẵn sàng hoạt động, đèn xanh Y2 sáng, và trong khi cylinder hoạt động, đèn đỏ Y3 sáng.



Hình 3-9

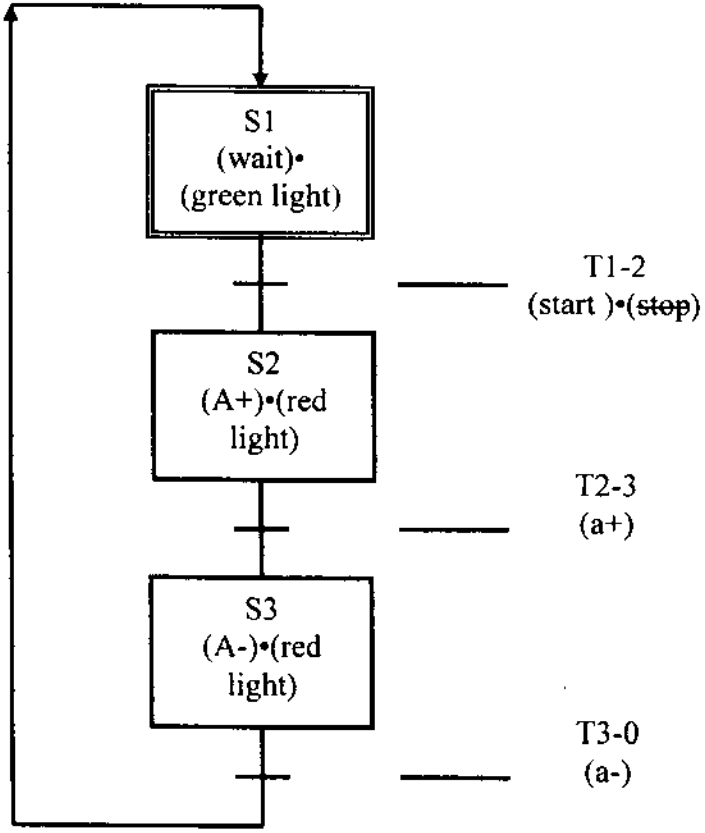
Trước hết, bạn hãy thiết lập lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự (SFC).

Trạng thái: S1, S2, và S3 là các trạng thái 1, 2, và 3. Sự kiện hoặc các sự kiện xảy ra trong từng trạng thái được viết trong dấu ngoặc trong ô trạng thái.

Ví dụ: S2 (A+)•(red light) nghĩa là khi trạng thái 2 hoạt động, piston của cylinder A lùi ra và (dấu • có nghĩa là *và*) đèn đỏ sáng.

Chuyển tiếp: Các chuyển tiếp biểu thị sự thay đổi từ trạng thái này sang trạng thái khác. Các trạng thái đầu và cuối được biểu thị bằng nhãn chuyển tiếp. Ngõ vào hoặc bộ thời chuẩn kích hoạt chế độ chuyển tiếp được viết trong dấu

ngoặc dưới tên của chuyển tiếp. Tên (start)•(~~stop~~) dưới T1-2 có nghĩa là nút start đã được nhấn nhưng chưa nhấn nút stop. Trong logic bậc thang, điều này có nghĩa là "relay *kích hoạt khởi động* được duy trì on".



Hình 3-10. Lưu đồ SFC hoàn chỉnh.

Nhập chương trình SFC vào PLC

Một số loại PLC tiếp nhận chương trình SFC một cách trực tiếp, nhưng ở đây bạn sẽ nhập chương trình dưới dạng logic bậc thang.

S1	R1
S2	R2
S3	R3
T1-2	R4
T2-3	R5
T3-0	R6

Bảng 3-1. Danh mục gán ký hiệu

Sau khi có danh mục gán ký hiệu, bạn có thể nhập chương trình. Logic bậc thang được sắp xếp theo thứ tự dưới đây:

- Điều kiện ban đầu.
- Chuyển tiếp.
- Trạng thái.
- Ngõ ra.
- Bộ thời chuẩn.
- Bộ đếm.

Để rõ ràng và dễ hiểu, sơ đồ bậc thang dưới đây được chia thành nhiều phần nhỏ (các Hình 3-11 đến 3-15). Trong các phần chương trình này bạn chỉ cần xem xét theo thứ tự.

Điều kiện ban đầu

Điều kiện ban đầu duy nhất đối với chương trình này là khóa nút *start* theo trạng thái on bằng relay bên trong. Các relay có số nhỏ hầu hết được dùng làm tên trạng thái và chế độ chuyển tiếp, do đó bạn có thể chọn R50 cho mục đích này và để rõ ràng hơn bạn nên dùng tên *Start_Enbl*.

Hình 3-11

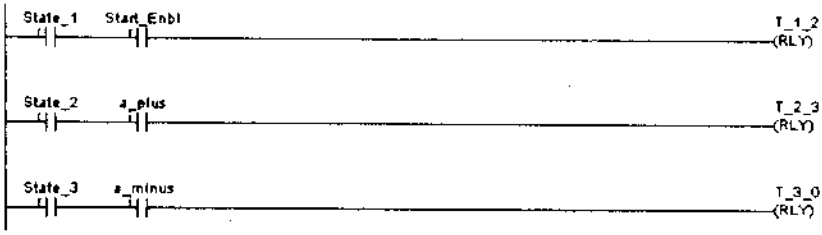
Chuyển tiếp

Để xảy ra chế độ chuyển tiếp cần ít nhất là hai điều kiện. Trạng thái tương ứng phải được kích hoạt và ngõ vào (hoặc bộ thời chuẩn), biểu thị sự kiện đó đã hoàn tất, phải là on. Bảng 3-2 liệt kê các điều kiện chuyển tiếp cho chương trình này.

Trạng thái	Điều kiện chuyển tiếp	Chuyển tiếp
S1	*Start_Enbl* relay	T 1-2
S2	Ngõ vào a+	T 2-3
S3	Ngõ vào a-	T 3-0

Bảng 3.2

Lúc này bạn có thể nhập các chuyển tiếp vào logic bậc thang.



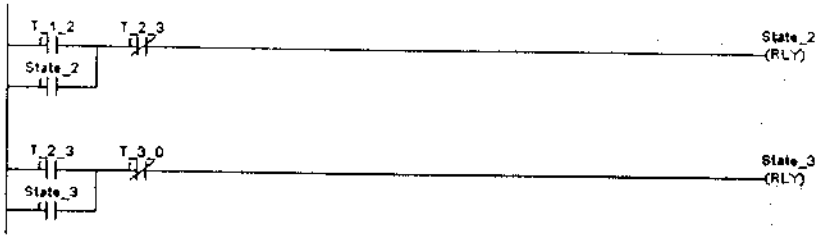
Hình 3-12. Các chế độ chuyển tiếp

Trạng thái

Trạng thái 1 là trạng thái ban đầu. Bạn cần bảo đảm đây là trạng thái hoạt động duy nhất trước khi nhấn nút *start*. Để thực hiện điều đó bạn sử dụng đặc tính là không có relay nội nào được cấp điện khi PLC được nạp năng lượng. Nói cách khác, "nếu relay trạng thái 2 là off và relay trạng thái 3 là off, thì relay trạng thái 1 là on". Hình 3-13 minh họa điều này trên logic bậc thang.

Hình 3-13. Trạng thái ban đầu

Các chế độ chuyển tiếp nhập và xuất tương ứng sẽ chuyển mạch các trạng thái còn lại theo on hoặc off. Các relay chuyển tiếp thường chỉ được cấp năng lượng trong thời gian đủ ngắn để trạng thái duy trì on. Hình 3-14 minh họa logic bậc thang cho các trạng thái 2 và 3.



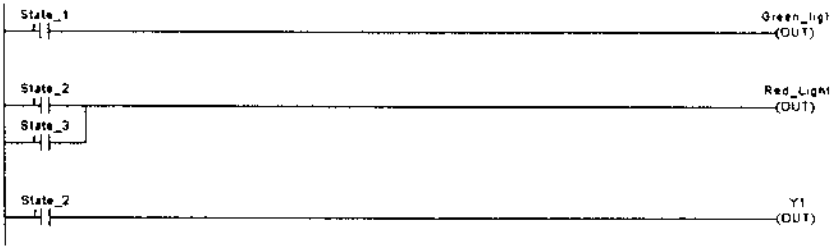
Hình 3-14. Các trạng thái 2 và 3

Ngõ ra

Từng ngõ ra được chuyển mạch on trong suốt trạng thái hoặc các trạng thái tương ứng. Điều này được minh họa trên Hình 3-15.

Dường như logic bậc thang là quá dư đối với chương trình đơn giản, tuy nhiên nhiều dòng của phần mềm vẫn còn trống,

khi nhiệm vụ lập trình trở nên phức tạp hơn, tác dụng của lập trình theo lưu đồ chức năng thứ tự sẽ trở nên rõ ràng hơn.



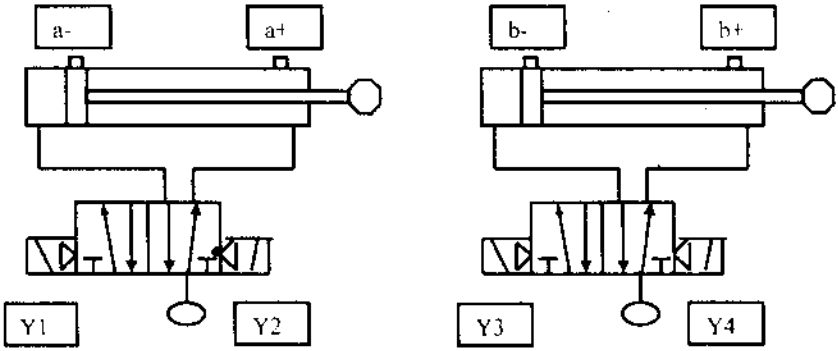
Hình 3-15 Các ngõ ra.

Ví dụ 3-2

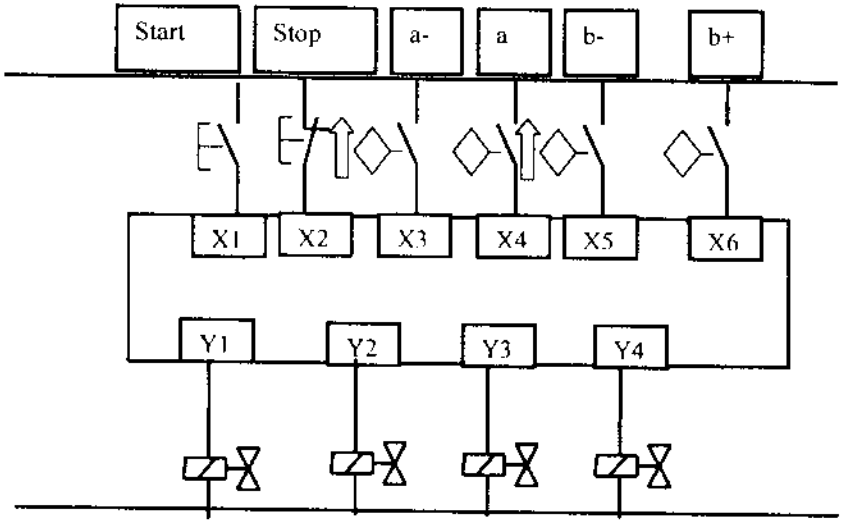
Bạn hãy thử sử dụng phương pháp SFC để thực thi chuỗi thứ tự

A+ B+ A- B-

Lưu đồ SF được nêu trên Hình 3-18 và danh mục gán ký hiệu được nêu trong Bảng 3-3.



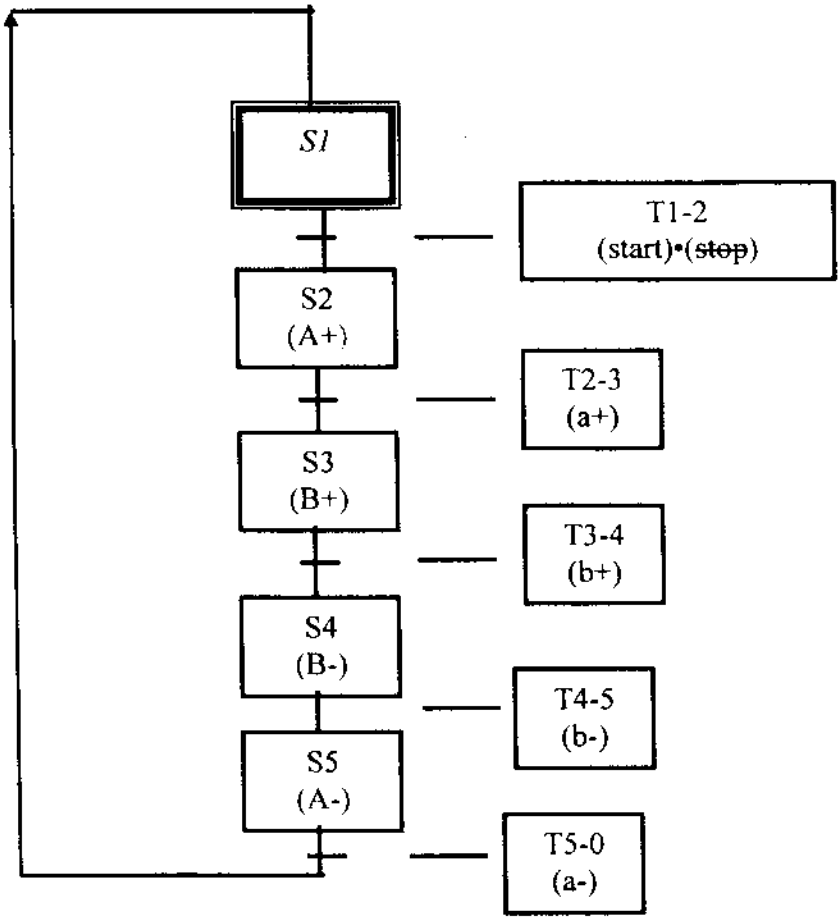
Hình 3-16



Hình 3-17

S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
T1-2	R6
T2-3	R7
T3-4	R8
T4-5	R9
T5-0	R10

Bảng 3-3



Hình 3-18

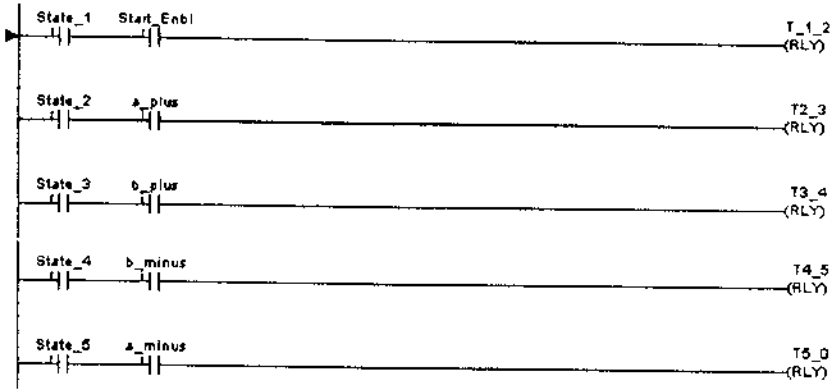
Bạn có thể nhập logic bậc thang, nhưng cần theo đúng thứ tự

- Điều kiện ban đầu
    - Chuyển tiếp.
    - Trạng thái.
    - Ngõ ra.
    - Thời chuẩn.
    - Bộ đếm.

Điều kiện ban đầu

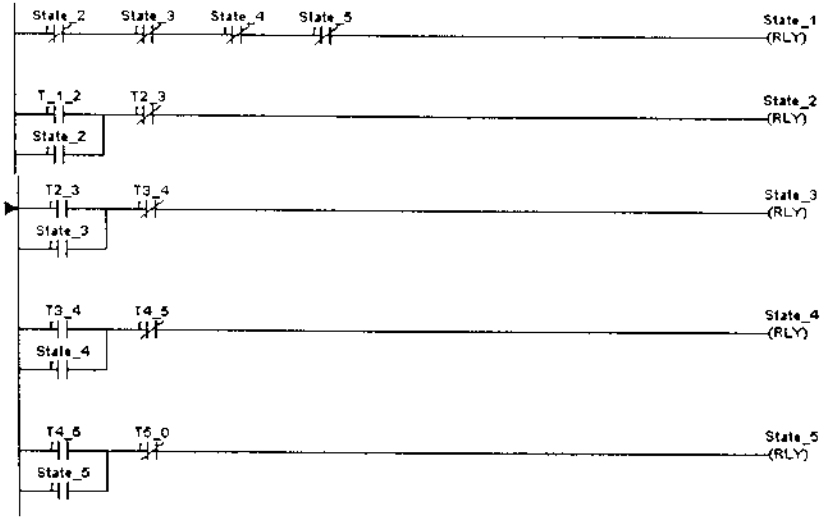
Hình 3-19

Chuyển tiếp



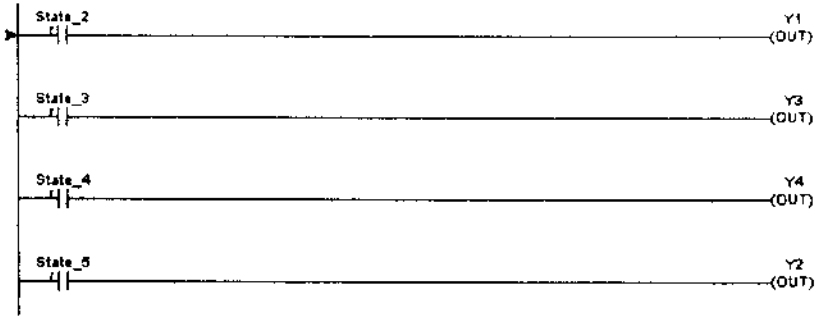
Hình 3-20

Trạng thái



Hình 3-21

Ngõ ra

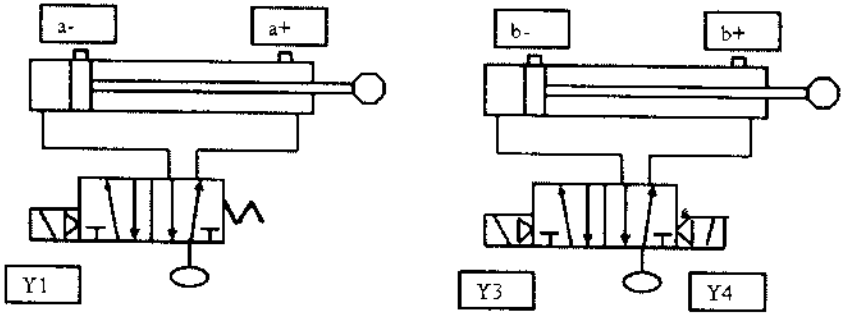


Hình 3-22

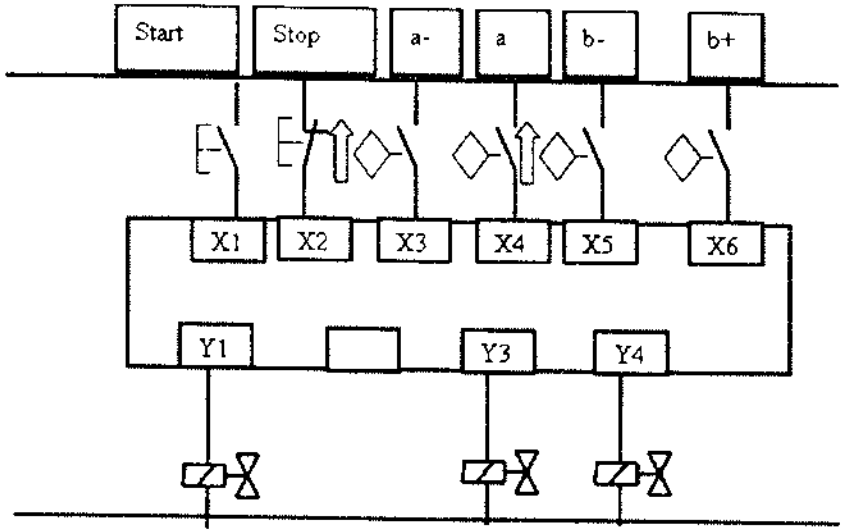
Chỉnh sửa chương trình SFC

Bạn hãy hình dung valve điều khiển chiều (DCV) điều khiển cylinder A được thay bằng valve vận hành với solenoid và lò xo trả về 5/2 DCV.

Sơ đồ khí nén được nêu trên Hình 3-23 và sơ đồ mạch PLC trên Hình 3-24.



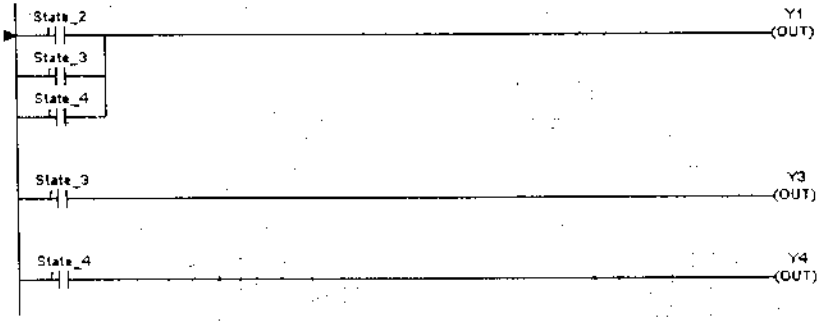
Hình 3-23



Hình 3-24

Chuỗi thứ tự cylinder không thay đổi, do đó cylinder A vẫn giãn ra trong trạng thái 1 và duy trì điều này trong các trạng thái 2 và 3.

Phần duy nhất cần thay đổi trong logic bậc thang là ngõ ra. Điều này được nêu trên Hình 2-25.



Hình 2-25

Sử dụng bộ thời chuẩn và bộ đếm trong lập trình SFC

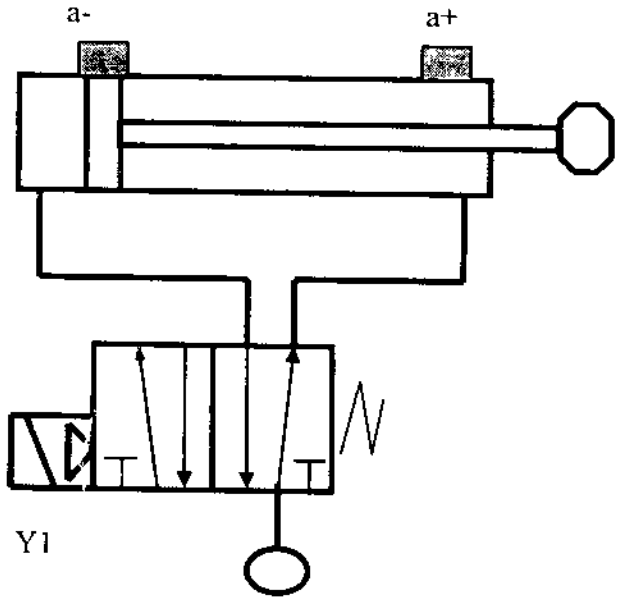
Trong hai ví dụ đã nêu (3-1 và 3-2) các ngõ vào PLC được dùng để kích hoạt chế độ chuyển tiếp từ trạng thái này sang trạng thái kế tiếp. Đôi khi bộ đếm hoặc bộ thời chuẩn được sử dụng thay cho ngõ vào. Ví dụ, thùng chứa chất lỏng được rót trong 20 giây hoặc trục quay 5 vòng để chỉnh băng tải.

Chúng ta sẽ bắt đầu với ví dụ liên quan đến bộ thời chuẩn, sử dụng phần cứng giống như trong Ví dụ 3-1.

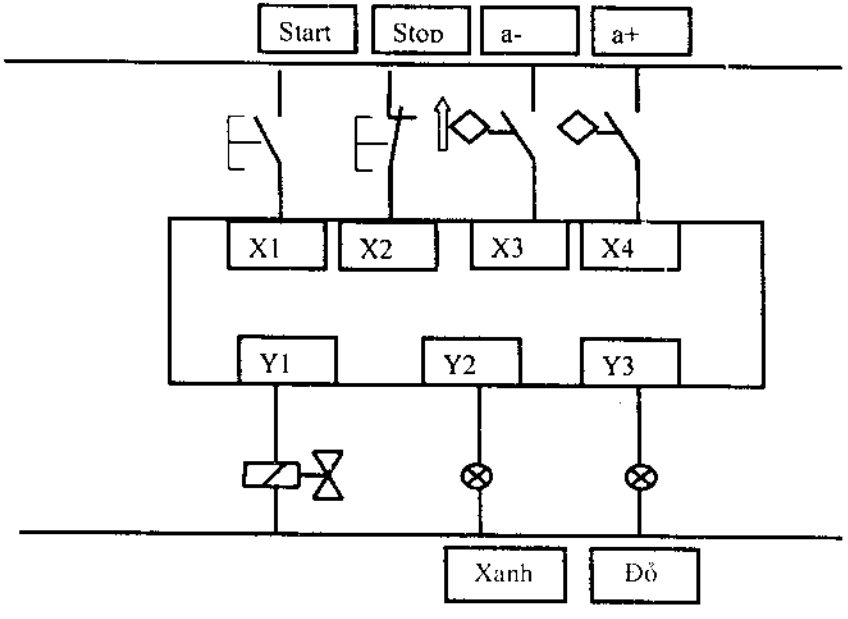
Ví dụ 3-3

Cylinder trên Hình 3-26 giãn nở, duy trì trạng thái này trong 3 giây sau đó lùi lại. Trong khi cylinder này giãn nở, đèn đỏ Y3 sáng, và khi cylinder lùi lại, đèn xanh Y2 sáng. Lưu đồ SF được nêu trên Hình 3-28.

Danh mục gán ký hiệu được nêu trong Bảng 3-4.

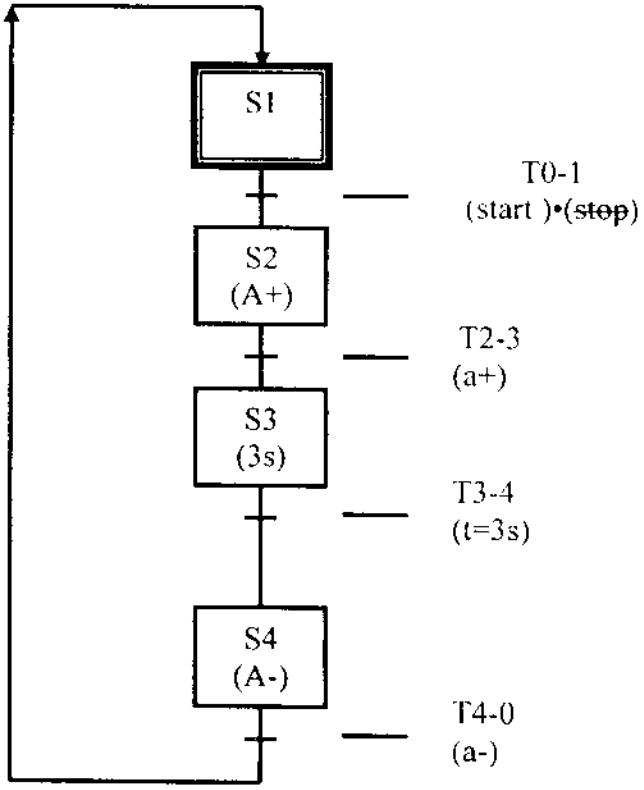


Hình 3-26



Hình 3-27

Hình 3-28



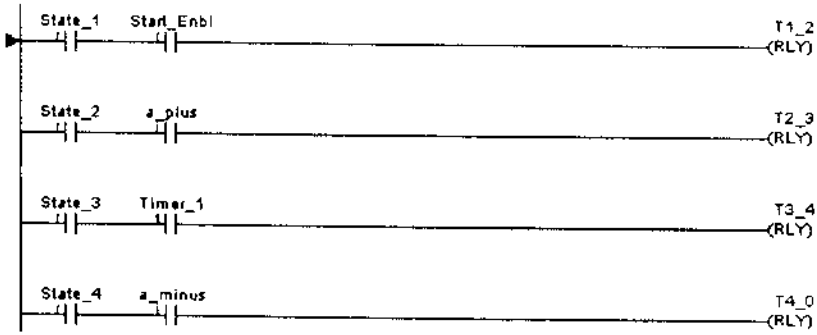
S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
T1-2	R5
T2-3	R6
T3-4	R7
T4-0	R8

Bảng 3-4

Điều kiện ban đầu

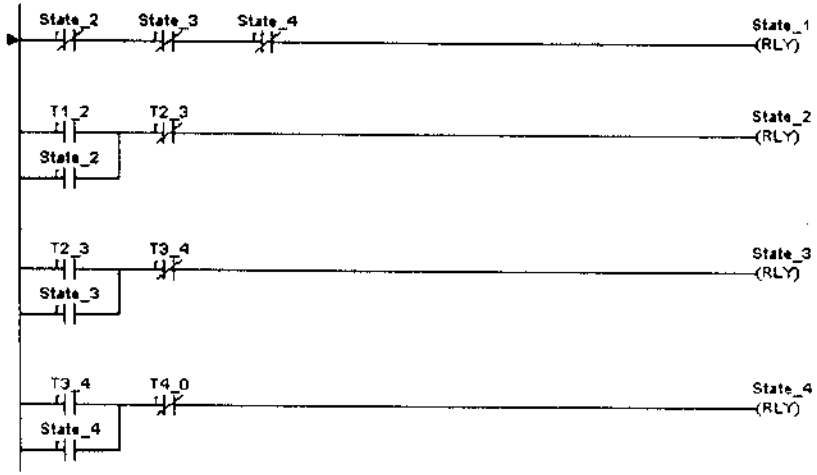
Hình 3-29

Chuyển tiếp



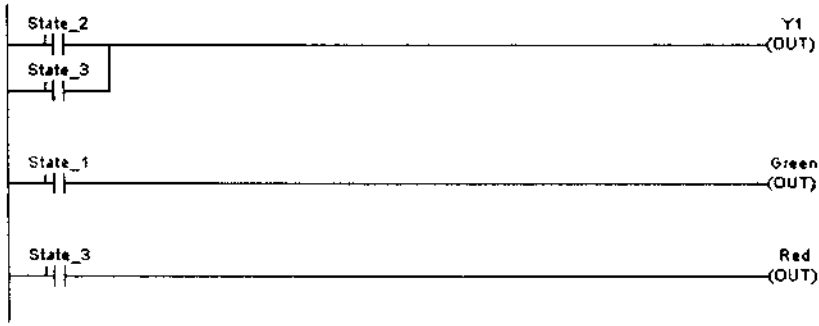
Hình 3-30

Trạng thái



Hình 3-31

Ngõ ra



Hình 3-32

Bộ thời chuẩn

Hình 3-33

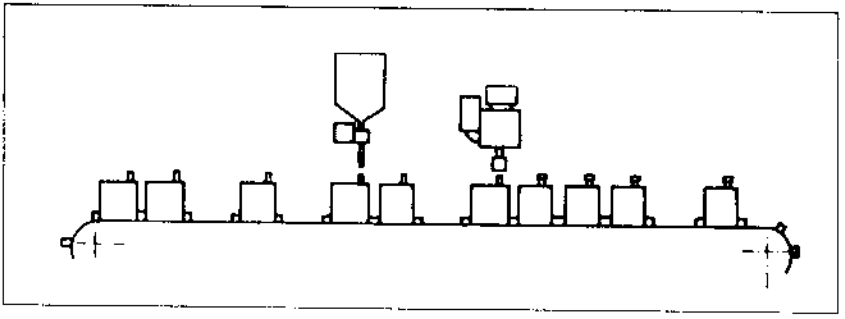
Khi trạng thái 3 hoạt động, bộ thời chuẩn sẽ khởi động (Hình 3-33). Khi thời lượng trễ trôi qua, tiếp điểm thường mở của bộ thời chuẩn được dùng để kích hoạt Chuyển tiếp 3-4 (Hình 3-30).

Ví dụ 3-4

Băng tải chuyển các can dầu rỗng để rót dầu và đóng nắp (Hình 3-34). Băng tải được xác định bước theo ba vòng quay của cam trên trục truyền động (Hình 3-35).

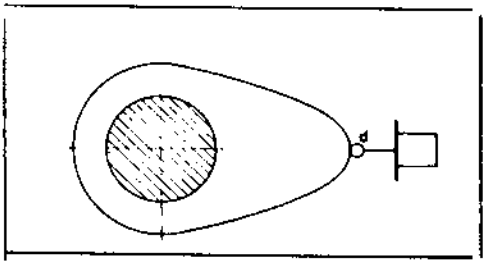
Viết chương trình PLC phân phối băng tải theo một bước khi nhấn nút start.

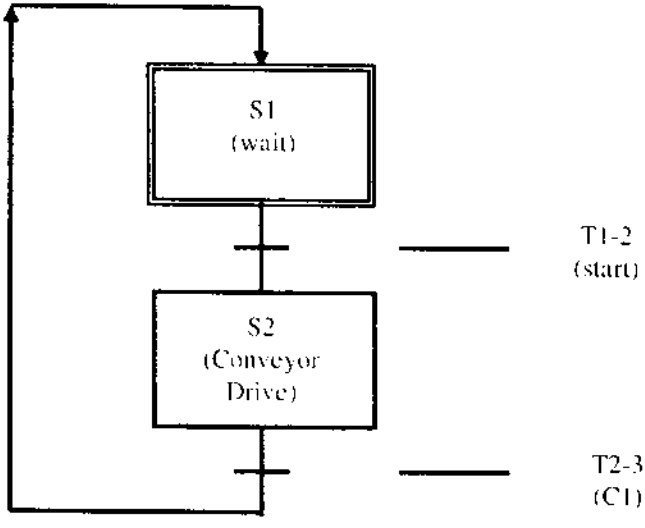
Lưu đồ SF, sơ đồ PLC và danh mục gán ký hiệu được nêu dưới đây.



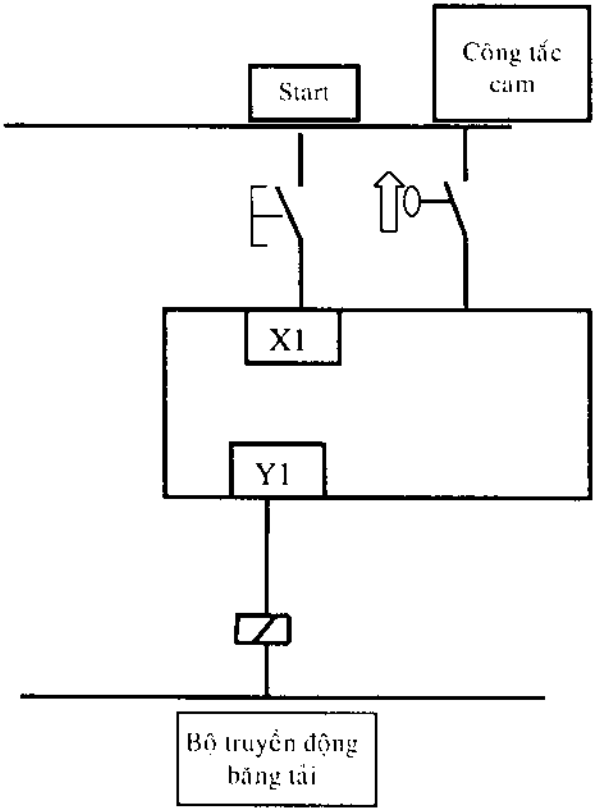
Hình 3-34

Hình 3-35





Hình 3-36. Lưu đồ SF

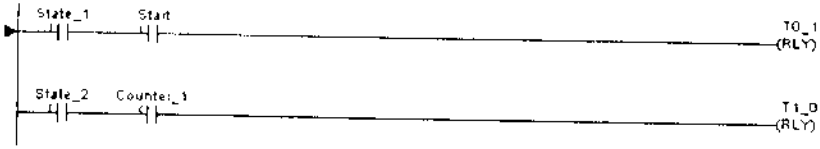


Hình 3-37. Sơ đồ PLC

S1	R1
S2	R2
T1-2	R5
T4-0	R8

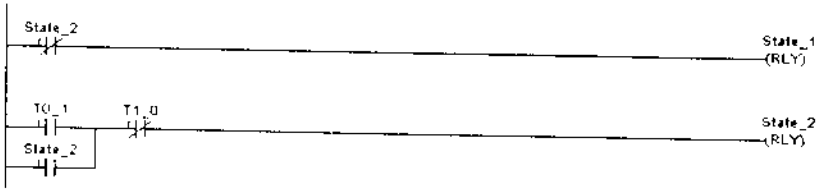
Bảng 3-5. Danh mục gán ký hiệu

Chuyển tiếp



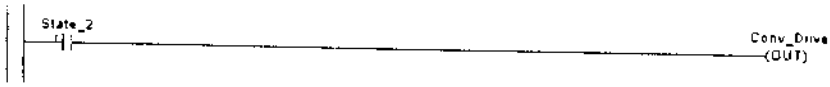
Hình 3-38

Trạng thái



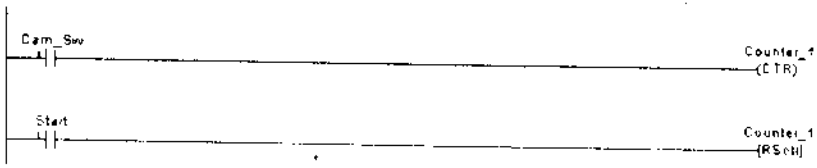
Hình 3-39

Ngõ ra



Hình 3-40

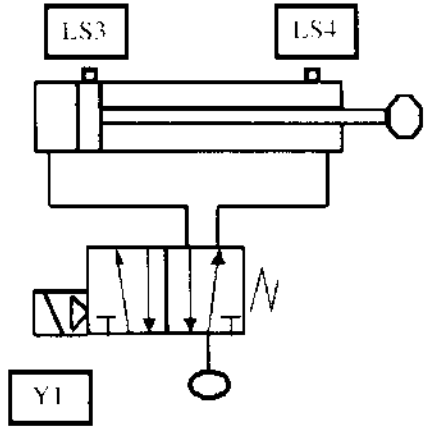
Bộ đếm



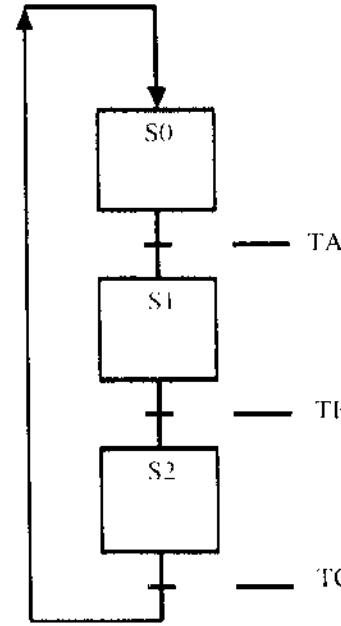
Hình 3-41

Trong trạng thái 2, bộ truyền động băng tải được kích hoạt (Hình 3-40), đóng công tắc cam sẽ kích hoạt bộ đếm. Bộ đếm được xác lập lại khi nhấn nút *start* (Hình 3-41).

Câu hỏi và bài tập



Hình 3-42



Hình 3-43

1. Valve điều khiển chiều (DCV) và cylinder trên Hình 3-42 được điều khiển bằng PLC với chương trình trên Hình 3-44. Khi thay valve 5/2 solenoid/lò xo bằng valve DCV solenoid kép và cuộn solenoid thứ hai, Y2, nối với ngõ ra Y2 của PLC, câu nào dưới đây là đúng và trong trạng thái nào các ngõ ra Y1, Y2 phải có điện?

   a. Y1 trong trạng thái 1 và 3, Y2 trong trạng thái 2.

   b. Y1 trong trạng thái 1 và 3, Y2 trong trạng thái 0 và 2.

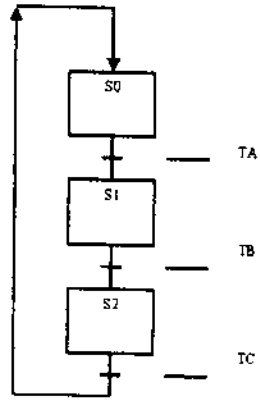
   c. Y1 trong trạng thái 0, Y2 trong trạng thái 3.

   d. Y1 trong trạng thái 1, Y2 trong trạng thái 2.

Hình 3-44

2. Chọn câu trả lời *đúng* dựa trên sơ đồ trên Hình 3-44.
   a. Thiếu chốt khóa duy trì trạng thái 0.
   b. Trạng thái 0 được cấp điện từ các chuyển tiếp.
   c. Trạng thái 0 sẽ được cấp điện khi PLC được cấp điện lần đầu.
   d. Trạng thái 0 được chuyển mạch on khi tất cả các trạng thái khác đều on.
3. Chọn câu trả lời *sai* dựa vào sơ đồ trên Hình 3-45.

Hình 3-45



   a. Các trạng thái và các chuyển tiếp đều được biểu thị trong logic bậc thang bằng relay bên trong.
   b. Các trạng thái được duy trì on, ngoại trừ trạng thái 0.
   c. Chuyển tiếp được kích hoạt bằng ngõ vào hoặc tiếp điểm thời chuẩn.
   d. TA, TB, và TC đều là ngõ vào của PLC.

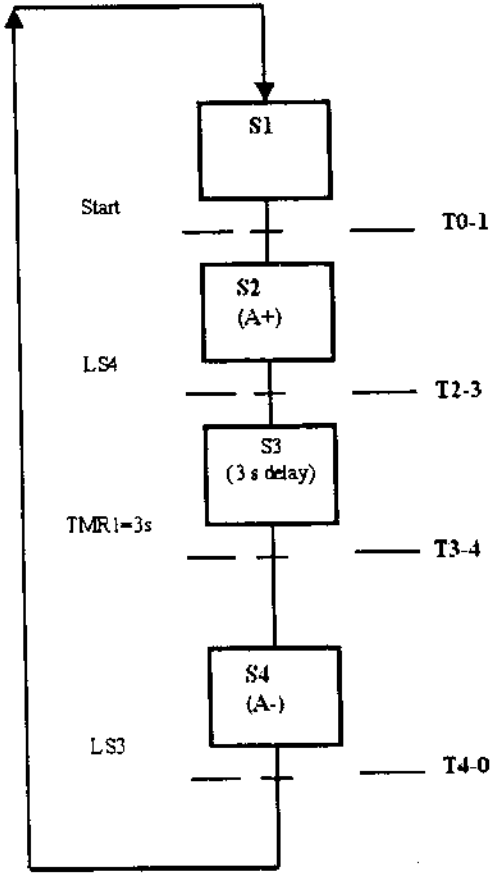
4. Chọn câu trả lời *đúng* dựa vào Hình 3-46 được dùng để điều khiển cylinder thủy lực A trên Hình 3-47.

   a. Ngõ vào LS4 kích hoạt Chuyển tiếp 4-0.

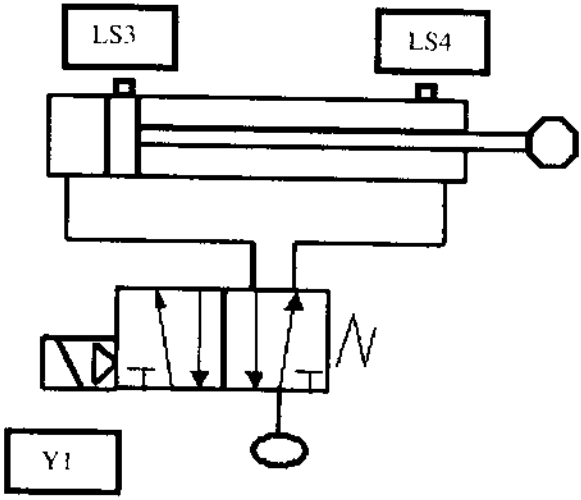
   b. Không có ngõ ra nào được chuyển mạch on trong trạng thái 3.

   c. Relay bên trong S3 được dùng để cấp điện cho bộ thời chuẩn.

   d. Không cần ngõ vào cho chuyển tiếp 0-1.



Hình 3-46



Hình 3-47

5. Chọn câu *sai* dựa trên Hình 3-48.

Hình 3-48

a. Trạng thái 1 được chuyển mạch on bằng chuyển tiếp T1-2 .

b. Trạng thái 1 được chuyển mạch on bằng chuyển tiếp T0-1.

c. Trạng thái 1 được duy trì on do các chuyển tiếp chỉ được cấp điện trong thời gian ngắn.

d. Trạng thái 1 được chuyển mạch off bằng chuyển tiếp T1-2 .

6. Tùy chọn nào dưới đây xác định chính xác chế độ sai của điều kiện bậc thang trên Hình 3-49 đối với trạng thái 2 trên Hình 3-50?

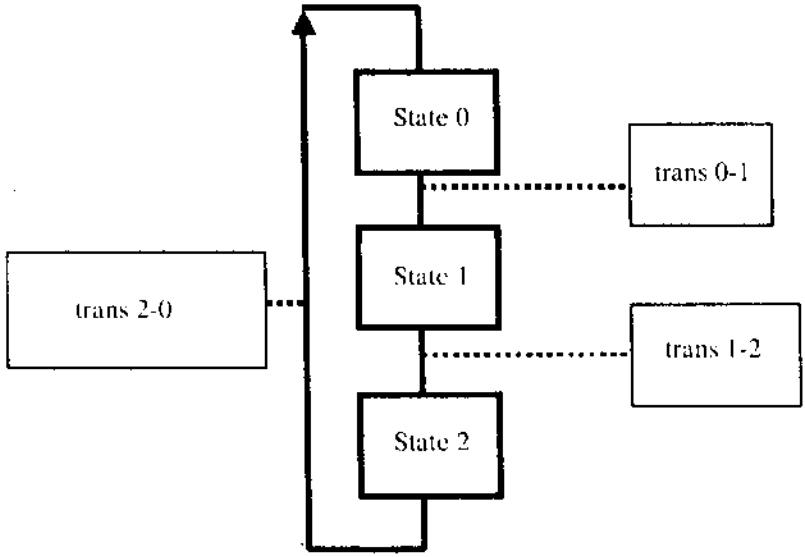
   a. Trạng thái này phải được duy trì on.

   b. Trạng thái 2 là trạng thái mặc định.

   c. Phải có ngõ ra tương ứng.

   d. Phải gộp ngõ vào hoặc bộ thời chuẩn trong các điều kiện.

Hình 3-49



Hình 3-50

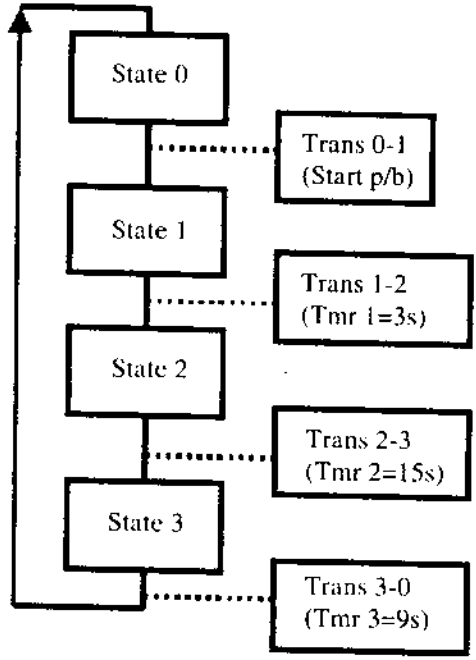
7. Chọn câu sai dựa trên Hình 3-51.

a. Trạng thái 2 hoạt động trong 15 giây.

b. Khi PLC được cấp điện lần đầu, trạng thái 0 sẽ hoạt động.

c. Không thể kết hợp các chuyển tiếp kích hoạt từ ngõ vào và các chuyển tiếp được bộ thời chuẩn kích hoạt trong cùng một chương trình.

d. Khi chuyển tiếp 3-0 hoạt động, trạng thái 3 chuyển sang off.



Hình 3-51

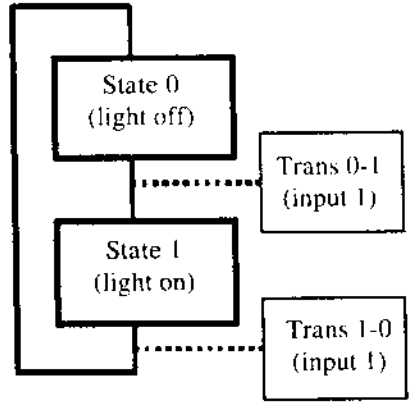
8. Chọn câu *đúng* dựa trên Hình 3-52.

   a. Ngõ vào 1 chỉ làm cho đèn chuyển mạch off.

   b. Ngõ vào 1 chỉ làm cho đèn chuyển mạch on.

   c. Có thể không có trạng thái mặc định trong chuỗi thứ tự này.

   d. Trạng thái 1 lần lượt chuyển mạch cho đèn theo on và off.



Hình 3-52

9. Cần tự động hóa quy trình khoan hai lỗ trong thân bộ kẹp (Hình 3-53). Cả hai lỗ đều nghiêng 45^0 theo trục đứng.

   Khi khoan, bộ kẹp được lắp trên đồ gá xoay (Hình 3-54).

   Hai hình chiếu được nêu trên Hình 3-55. Từng cylinder khí nén tác động kép được vận hành bằng valve 5/2 điều khiển solenoid kép.

   Các công tắc giới hạn (hành trình) có tác dụng xác định hành trình tới và lui của piston trong cylinder.

   Khi nhấn nút start, chuỗi thứ tự lần lượt như sau:

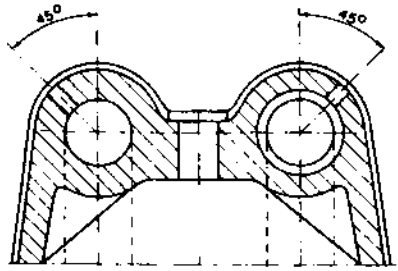
1. Khoan lỗ thứ nhất
2. Cylinder I nhả kẹp cho đồ gá khoan.
3. Đồ gá quay 90^0 theo rãnh trên cylinder R.
4. Kẹp chặt đồ gá (cylinder I).
5. Khoan lỗ thứ hai.
6. Cylinder I nhả kẹp đồ gá khoan.
7. Đồ gá quay ngược 90^0 (cylinder R).
8. Kẹp chặt đồ gá (cylinder I).

Động cơ máy khoan chạy liên tục trong suốt chuỗi thứ tự.

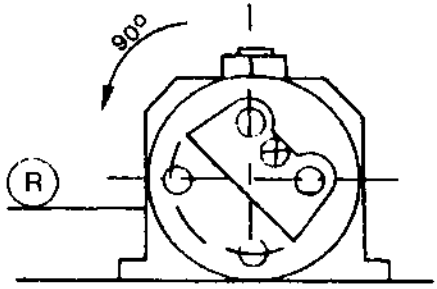
(a) Hãy vẽ sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp tương ứng.

(b) Vẽ sơ đồ mạch PLC và gán các ngõ vào/ra.

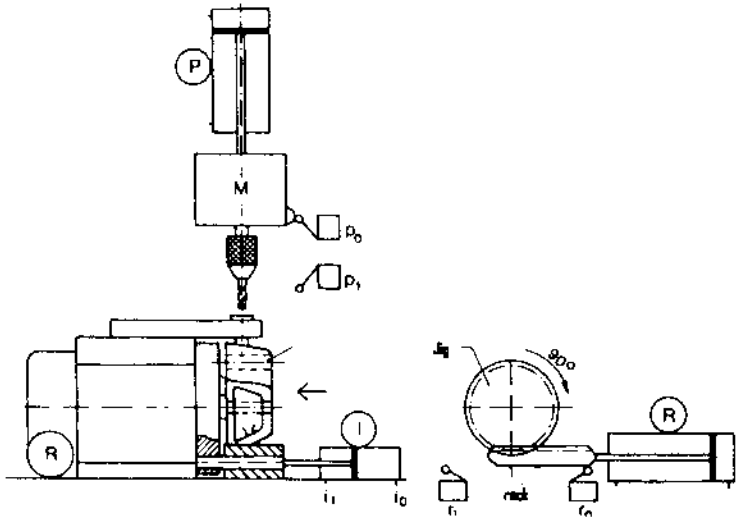
(c) Vẽ các dòng của logic bậc thang để vận hành hệ thống theo thiết kế.



Hình 3-53. Thân bộ kẹp.



Hình 3-54. Đồ gá quay.



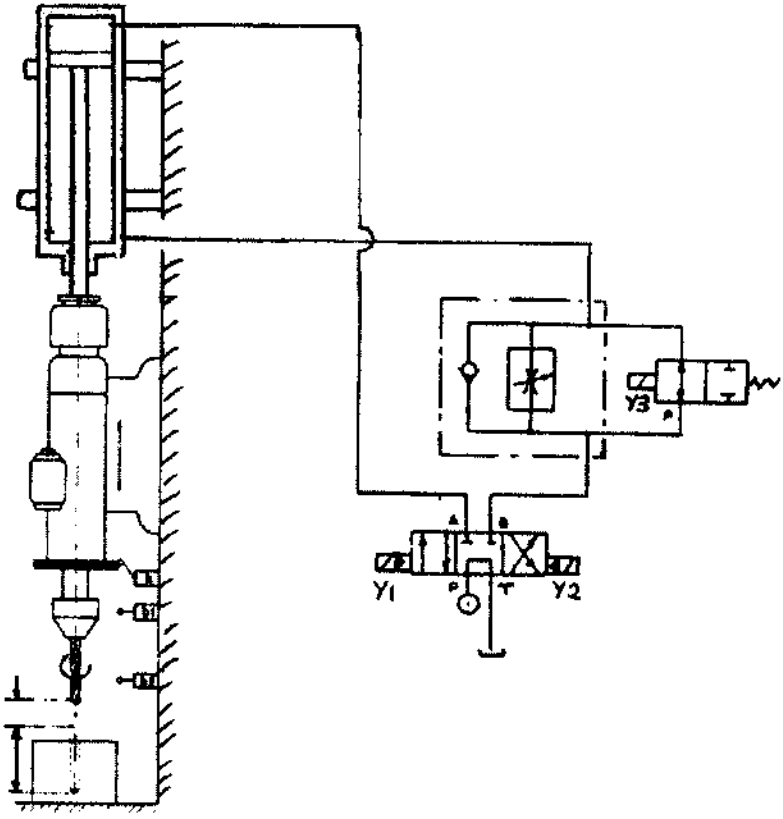
Hình 3-55. Hình chiếu khoan.

Sơ đồ trên Hình 3-56 minh họa mạch tiếp cận nhanh cho mũi khoan. Khi nhấn nút *start*, động cơ máy khoan hoạt động và đầu khoan nhanh chóng tiến đến chi tiết gia công. Khi chạm đến công tắc giới hạn (hành trình) b1, mũi khoan tiếp tục quay chậm cho đến khi đóng công tắc giới hạn kết thúc hành trình b2. Mũi khoan đi lên vị trí đỉnh, động cơ máy khoan dừng lại. Bơm thủy lực có thể chạy liên tục.

(a) Vẽ sơ đồ mạch PLC cho hệ thống này.

(b) Vẽ sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp tương ứng.

(c) Vẽ logic bậc thang để vận hành hệ thống theo thiết kế.



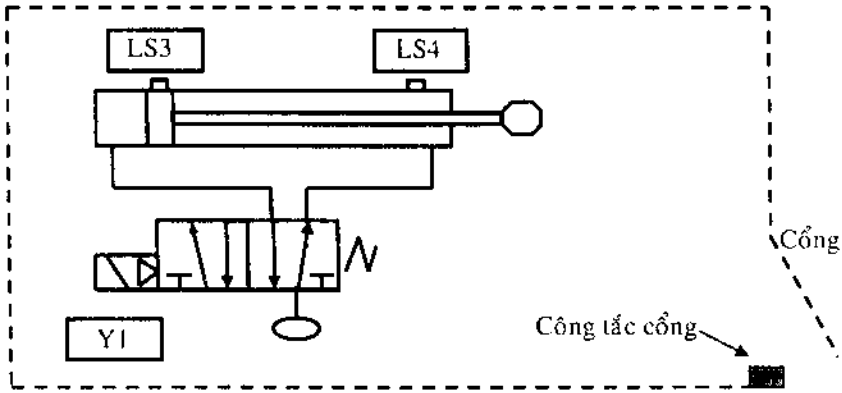
Hình 3-56

Chương 4

LỰA CHỌN PHÂN NHÁNH

Giới thiệu

Trong sản xuất thực tế, đôi khi cần phải phân nhánh cho chuỗi thứ tự dựa trên yếu tố quyết định. Ví dụ, nếu sản phẩm là tốt, quy trình sẽ chuyển sang nguyên công kế tiếp, nếu không đạt yêu cầu, sản phẩm bị loại bỏ. Lập trình lưu đồ SF cho phép dễ dàng giải quyết tình huống này.

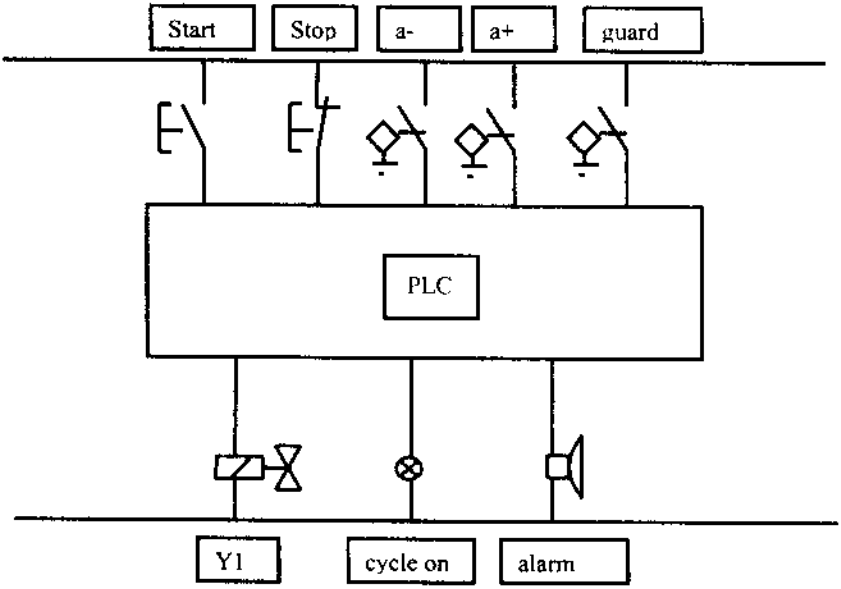


Hình 4-1

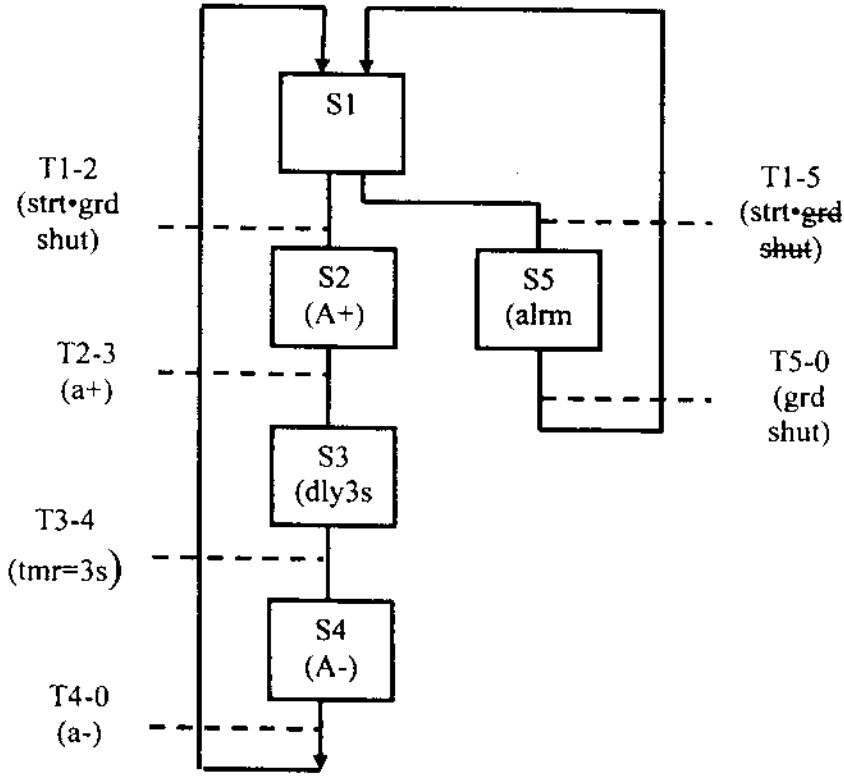
Ví dụ 4-1

Khi nhấn nút Start và cổng (gate) đóng, cylinder trên Hình 4-1 duỗi ra trong 3 giây và lùi lại. Nếu nhấn nút start nhưng không đóng cổng, bộ cảnh báo sẽ phát ra âm thanh cho đến khi đóng cổng. Đèn *chu kỳ hoạt động* sáng trong suốt thời gian cylinder chưa lùi lại.

Sơ đồ PLC và lưu đồ SF được nêu trên các Hình 4-2 và 4-3.



Hình 4-2



Hình 4-3

Nếu đóng công tắc bảo vệ và nhấn nút *start*, chuyển tiếp 1-2 được kích hoạt và khởi động chu kỳ cylinder. Tuy nhiên, nếu mở công tắc bảo vệ và nhấn nút *start*, chuyển tiếp 1-5 sẽ hoạt động và âm thanh cảnh báo sẽ hoạt động cho đến khi công tắc bảo vệ đóng.

Danh mục gán các ký hiệu được nêu trong Bảng 4-1.

S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
T1-2	R6
T2-3	R7
T3-4	R8
T4-0	R9
T0-5	R10
T5-0	R11

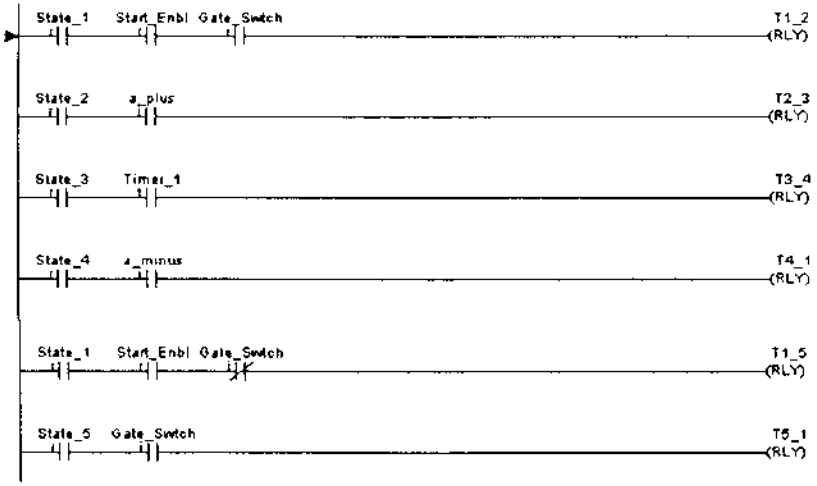
Bảng 4-1

Bạn có thể viết logic bậc thang.

Điều kiện ban đầu:

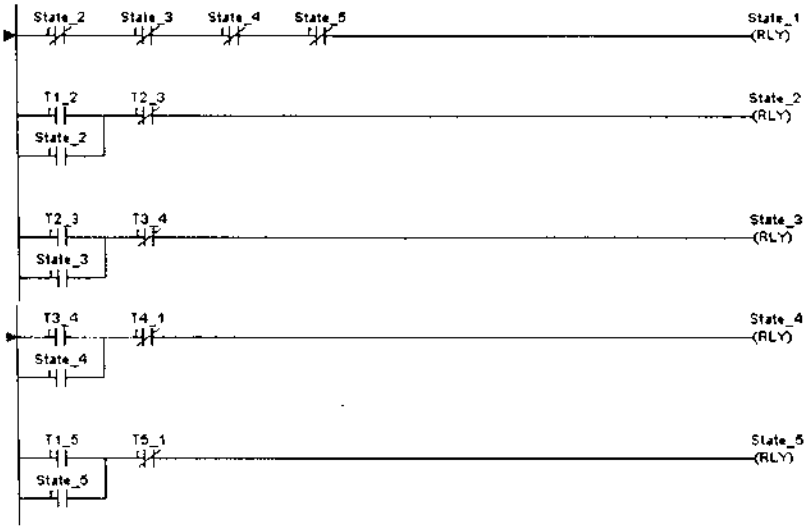
Hình 4-4

Chuyển tiếp:



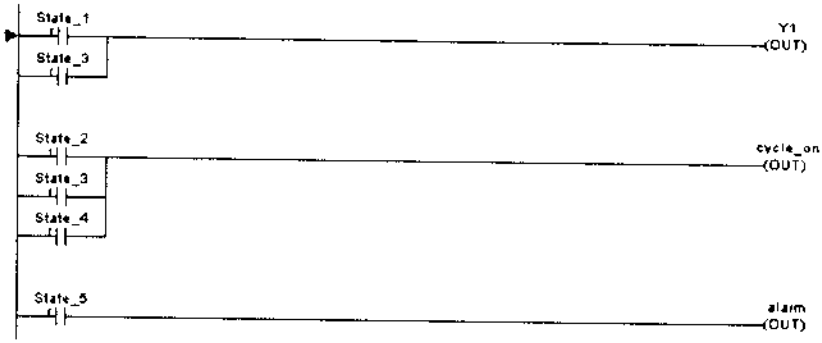
Hình 4-5

Trạng thái:



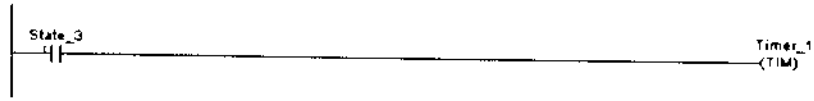
Hình 4-6

Ngõ ra:



Hình 4-7

Bộ thời chuẩn:



Hình 4-8

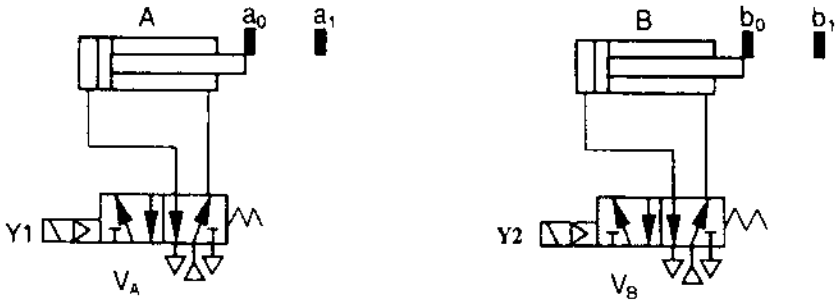
Điều quan trọng cần nhớ là các chuẩn quyết định để chọn nhánh này hay nhánh khác có thể loại trừ lẫn nhau. Trong trường hợp này là trạng thái logic của công tắc bảo vệ. Đây là chuẩn thích hợp do công tắc này không thể đóng và mở đồng thời.

Ví dụ 4-2

Ví dụ này cũng sử dụng kỹ thuật phân nhánh.

Các cylinder vận hành theo chuỗi A+ B+ B- A- liên tục cho đến khi nhấn nút stop khi cả hai cylinder đều dừng ở cuối chuỗi thứ tự.

Tuy nhiên, nếu công tắc khóa liên động được kích hoạt on, chu kỳ trở thành A+, dừng 5 giây, A-, và tiếp tục thực thi như trên.



Hình 4-9

(a) Vẽ sơ đồ mạch PLC cho hệ thống.

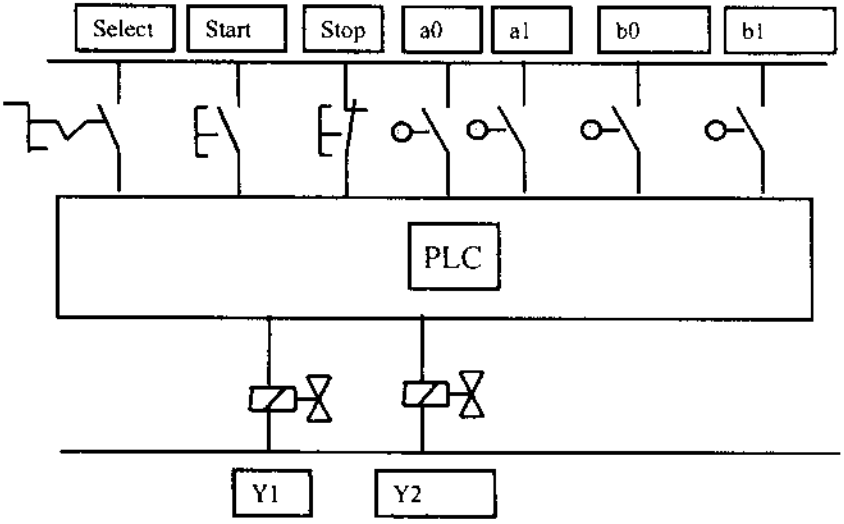
(b) Viết danh mục gán ký hiệu cho hệ thống.

(c) Vẽ lưu đồ SF cho hệ thống.

(d) Vẽ logic bậc thang để vận hành hệ thống theo thiết kế.

Giải

(a)



Hình 4-10

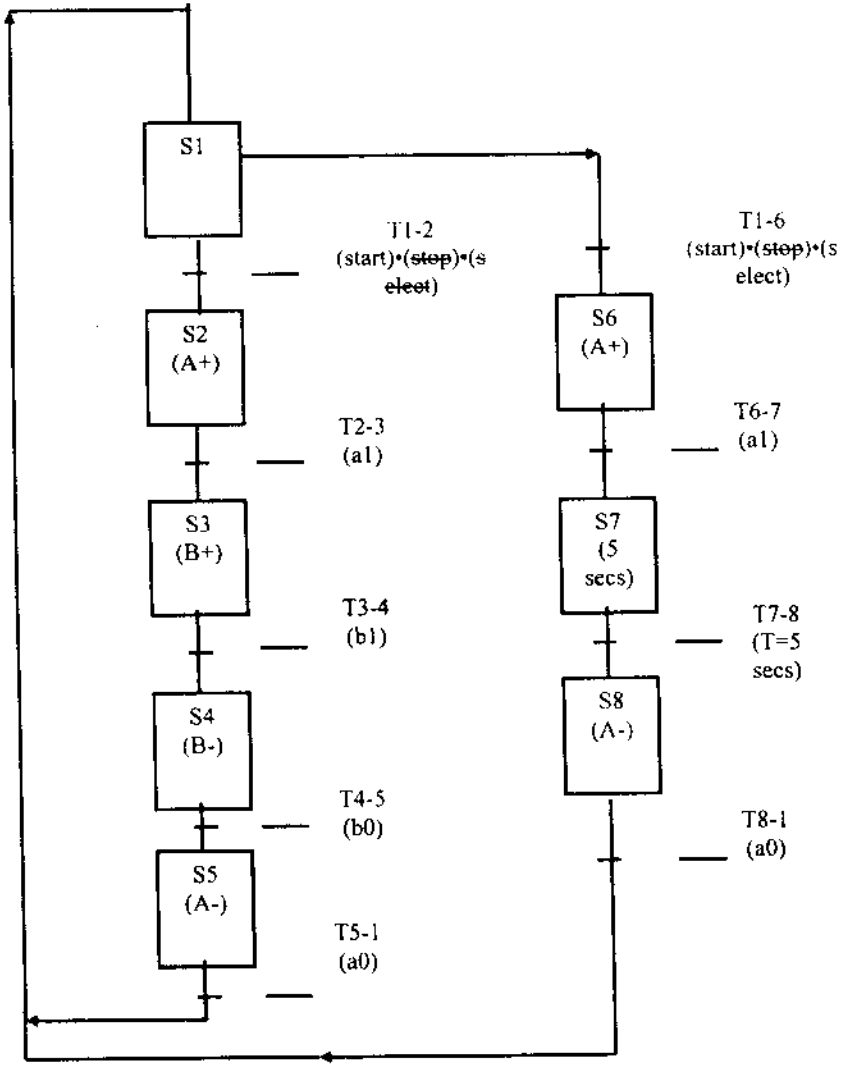
(b)

S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
S6	R6
S7	R7
S8	R8

T1-2	R9
T2-3	R10
T3-4	R11
T4-5	R12
T5-1	R13
T1-6	R14
T6-7	R15
T7-8	R16
T8-1	R17

Bảng 4-2

(c)


S1
T1-2
(start)•(~~stop~~)•(s
~~elect~~)
S2
(A+)
T2-3
(a1)
S3
(B+)
T3-4
(b1)
S4
(B-)
T4-5
(b0)
S5
(A-)
T5-1
(a0)
T1-6
(start)•(~~stop~~)•(s
elect)
S6
(A+)
T6-7
(a1)
S7
(5
secs)
T7-8
(T=5
secs)
S8
(A-)
T8-1
(a0)

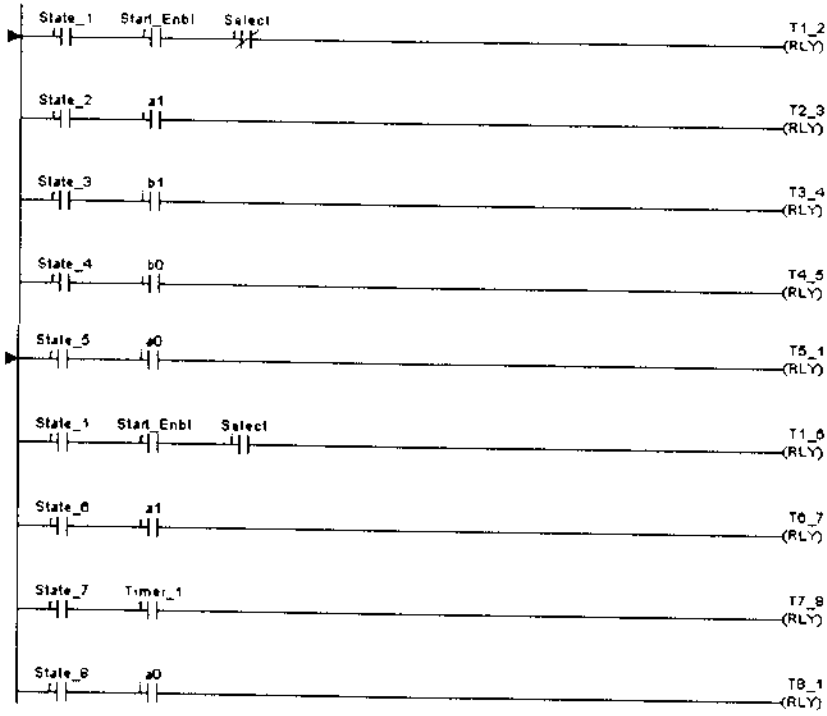
Hình 4-11

(d)

Điều kiện ban đầu

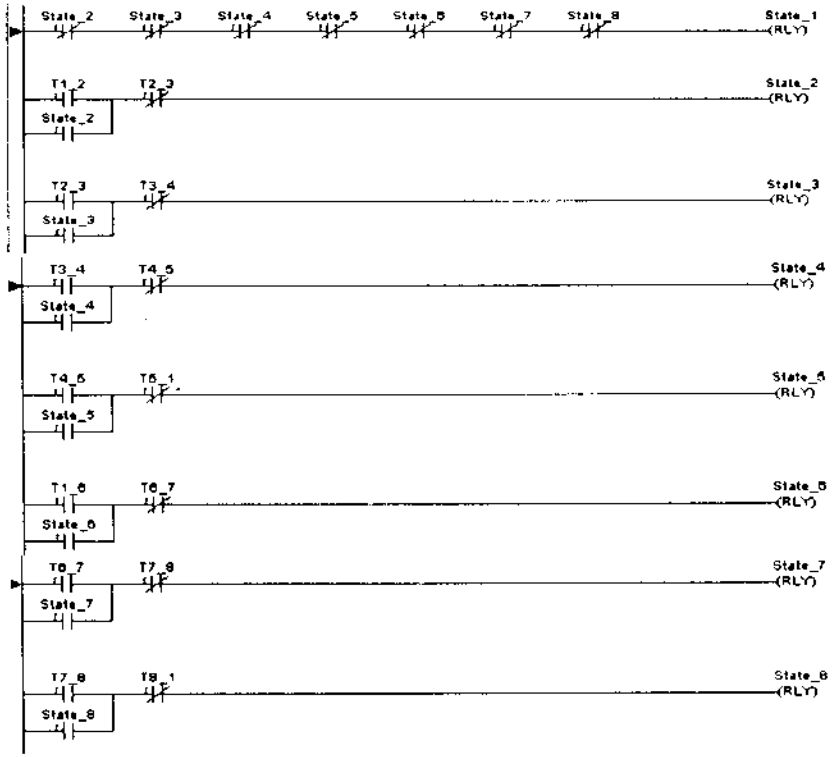
Hình 4-12

Chuyển tiếp



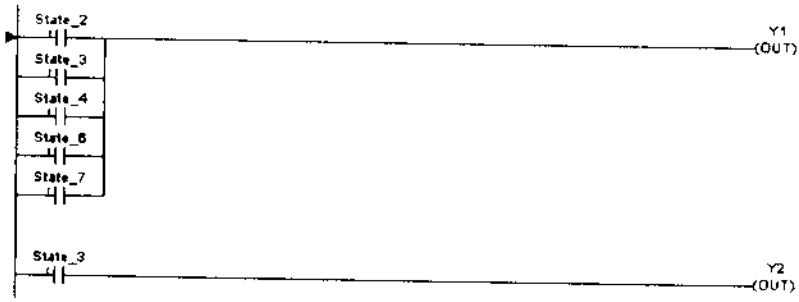
Hình 4-13

Trạng thái



Hình 4-14

Ngõ ra



Hình 4-15

Thời chuẩn

Hình 4-16

Ví dụ 4-3

Đây là ví dụ tương đối phức tạp về quy trình sử dụng phân nhánh có chọn lọc. Lời giải có tính trực tiếp, sử dụng phương pháp lập trình SFC.

Quy trình xử lý chất lỏng được nêu trên Hình 4-17. Thùng chứa được bơm chất lỏng từ bơm A cho đến khi đạt đến công tắc mức chất lỏng cao, sau đó bổ sung thêm một lượng nhỏ chất lỏng bằng cách chạy bơm B trong 10 giây. Khuấy và cấp nhiệt cho hỗn hợp đến 60^0C trước khi rót chất lỏng ra ngoài theo yêu cầu.

Lưu đồ SF được nêu trên Hình 4-18

Bạn hãy xem xét các nhánh của chương trình.

Trước hết, bạn hãy khảo sát trường hợp khi nhấn nút start thùng hoàn toàn rỗng. Công tắc mức thấp (LL) đang

mở, T1-2 được kích hoạt và Trạng thái 2 hoạt động. Trong suốt trạng thái này Bơm A bơm chất lỏng vào thùng.

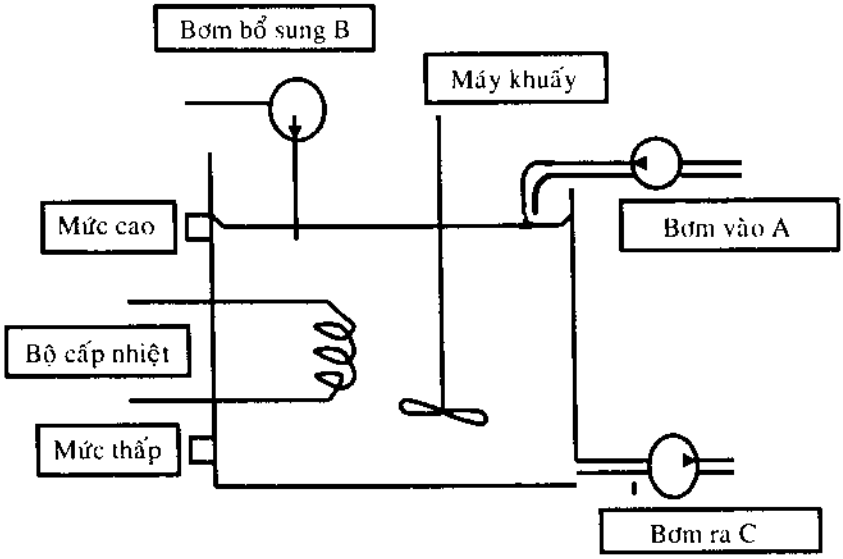
Khi mức chất lỏng đạt đến công tắc mức cao (HL), Trạng thái 3 hoạt động và Bơm B chạy trong 10 giây.

Khi hết 10 giây, dung lượng trong thùng sẵn sàng để khuấy trộn và nung nóng; điều này xảy ra trong Trạng thái 4.

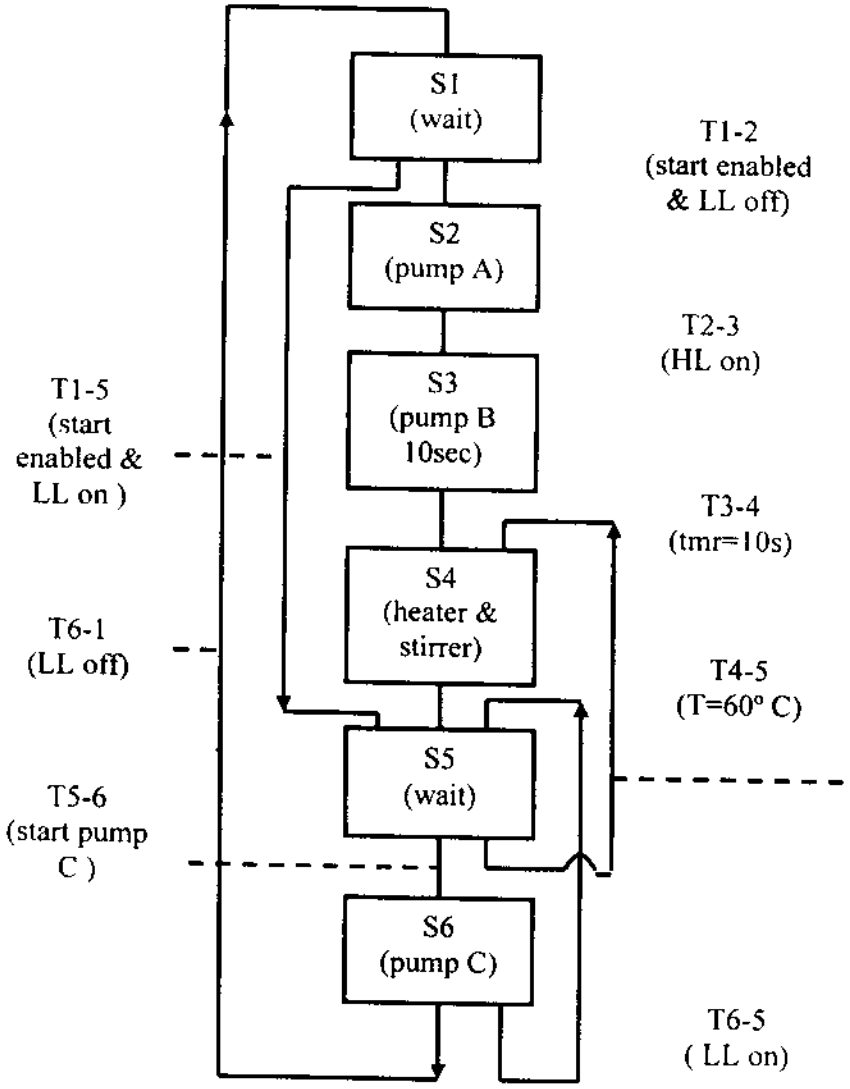
Khi đạt đến 60^0C, hệ thống chuyển sang Trạng thái 5, ngõ ra không được cấp điện.

Khi Bơm C được chuyển mạch on (bằng tay) Trạng thái 6 hoạt động. Nếu toàn bộ chất lỏng trong thùng được xả hết ra ngoài bằng Bơm C, Trạng thái 1 được chuyển mạch on để tái khởi động chu kỳ. Nhưng nếu Bơm C chuyển mạch off trong khi vẫn còn chất lỏng trong thùng, Trạng thái 5 sẽ hoạt động.

Khả năng khác sẽ xảy ra, nếu trong Trạng thái 5 nhiệt độ của hỗn hợp giảm xuống 50^0C, Trạng thái 4 hoạt động, hỗn hợp được cấp nhiệt và khuấy cho đến khi đạt đến 60^0C.



Hình 4-17



Hình 4-18

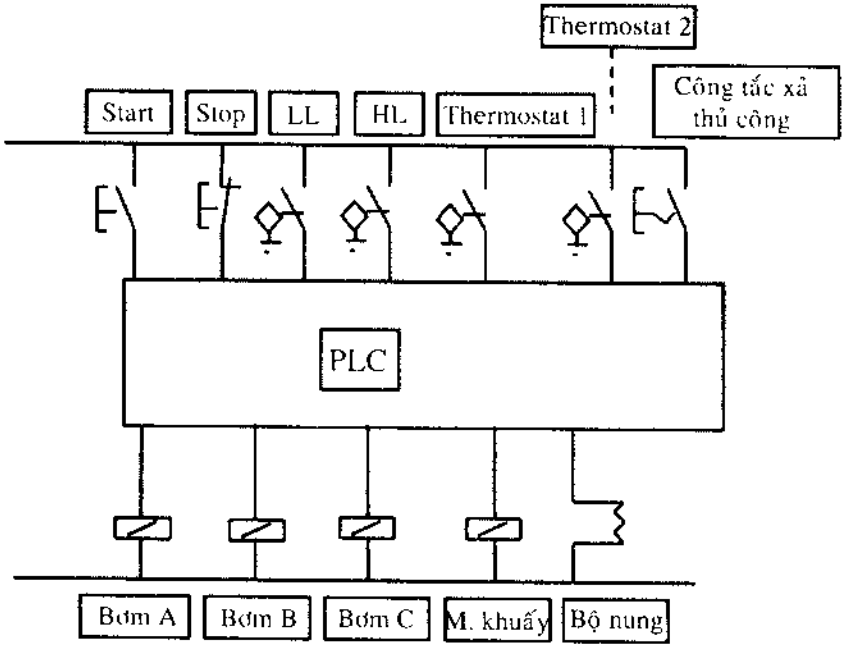
Chuyển tiếp còn lại cần xem xét là T1-5. Điều này xảy ra nếu còn chất lỏng trong thùng khi khởi động hệ thống. Khi relay kích hoạt khởi động được cấp năng lượng, trạng thái 5

hoạt động tiếp sau trạng thái 4 nếu nhiệt độ chất lỏng dưới 50^0C hoặc tiếp sau trạng thái 6 nếu chất lỏng đủ nóng để bơm C hoạt động.

Sơ đồ PLC được nêu trên Hình 4-19 và danh mục gán các ký hiệu trong Bảng 4-3.

S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
S6	R6
T1-2	R7
T2-3	R8
T3-4	R9
T4-5	R10
T5-6	R11
T6-1	R12
T1-5	R13
T5-4	R14
T6-5	R15

Bảng 4-3



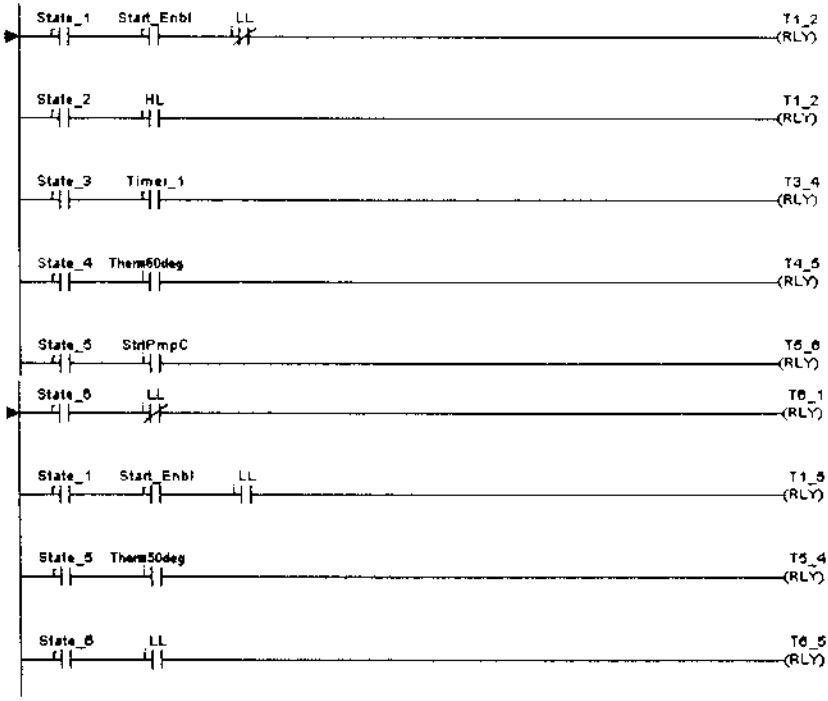
Hình 4-19

Lưu đồ SF là công cụ tốt cho nhà lập trình PLC.

Điều kiện ban đầu

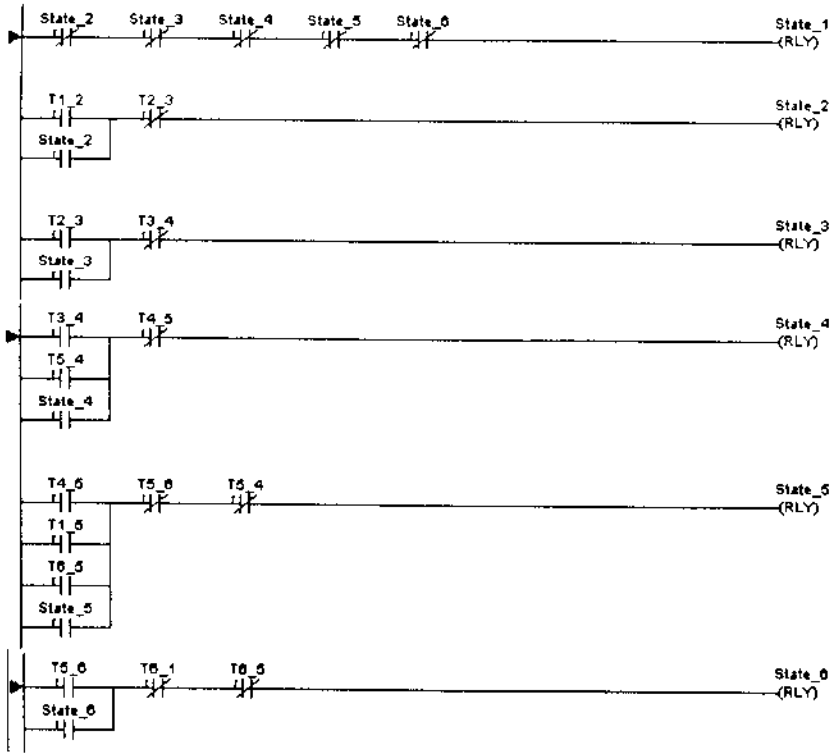
Hình 4-20

Chuyển tiếp



Hình 4-21

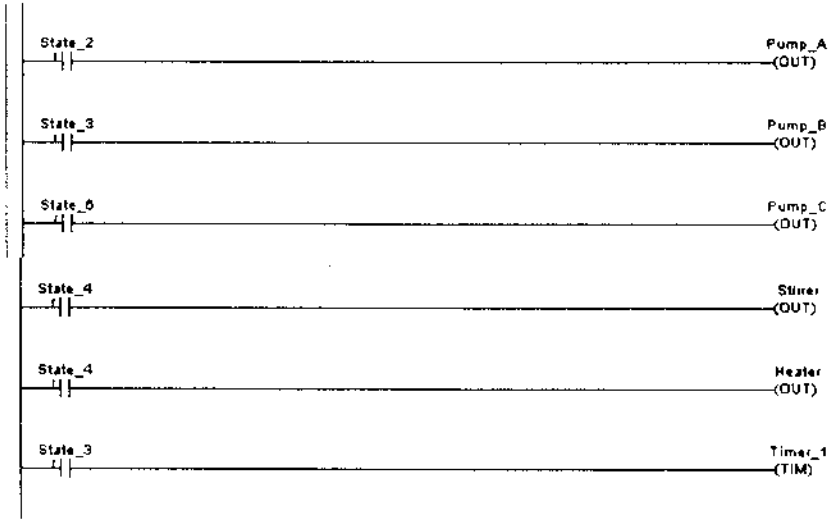
Trạng thái



Hình 4-22

Có hai nhánh đi vào Trạng thái 4 trên lưu đồ SF nhưng mỗi lần chỉ có thể rẽ vào một nhánh. Nói cách khác, Trạng thái 4 có thể được kích hoạt bằng T3-4 hoặc T5-4, và chuyển mạch off bằng T4-5. Tương tự, Trạng thái 5 có thể được chuyển mạch on bằng một trong ba chuyển tiếp T4-5, T1-5, hoặc T6-5, và chuyển mạch off bằng T5-6 hoặc T5-4. Nếu cần, bạn hãy xem lại phần "Ngõ xuất và khóa liên động" trong Chương 2.

Ngõ ra



Hình 4-23

Câu hỏi và bài tập

1. Tùy chọn nào xác định lỗi đối với điều kiện bậc thang được nêu trên Hình 4-24 dùng cho trạng thái 2 của sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp trên Hình 4-25.

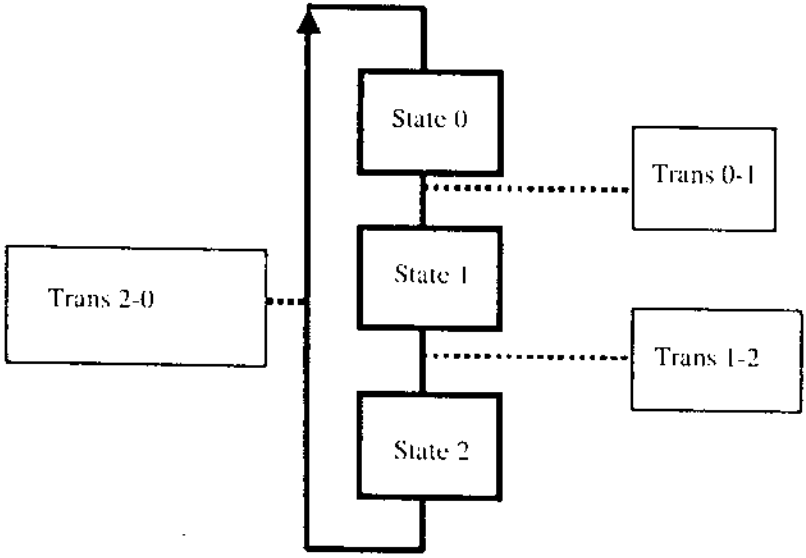
   a. Cần phải có ngõ ra.

   b. Trạng thái 2 là trạng thái mặc định.

   c. Trạng thái 2 phải được duy trì on.

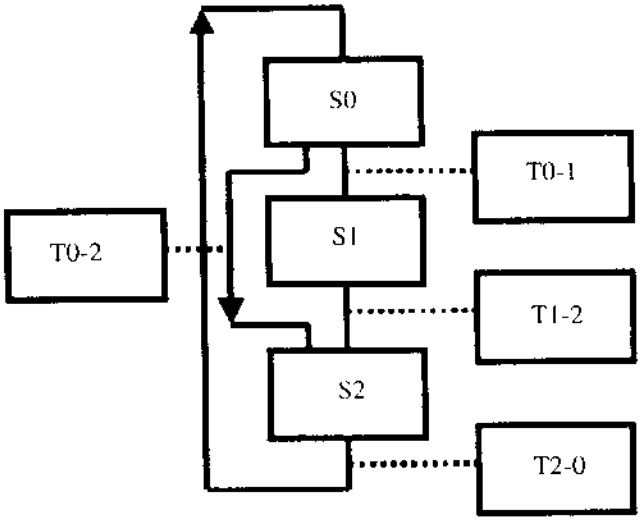
   d. Phải có ngõ vào hoặc bộ đếm trong các điều kiện.

Hình 4-24



Hình 4-25

2. Sơ đồ bậc thang trên Hình 4-27 là một phần của chương trình chuỗi thứ tự trên Hình 4-26.



Hình 4-26

Hình 4-27

Chọn câu trả lời *đúng*.

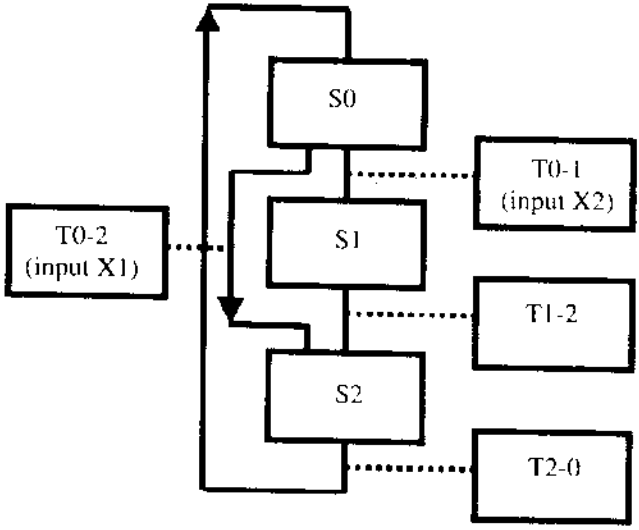
a. Không cần tiếp điểm trạng thái ở bên trái và cả ở bên phải.

b. Trạng thái 0 là trạng thái mặc định, do đó không cần chuyên biệt theo chế độ chuyển tiếp.

c. Chuyển tiếp 2-0 phải là tiếp điểm n/c (thường đóng) không phải là n/o (thường mở).

d. Các tiếp điểm của chuyển tiếp 0-1 và 0-2 phải mắc song song, không mắc nối tiếp như trên Hình.

3. Chọn câu *đúng* về sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp được nêu trên Hình 4-28.



Hình 4-28

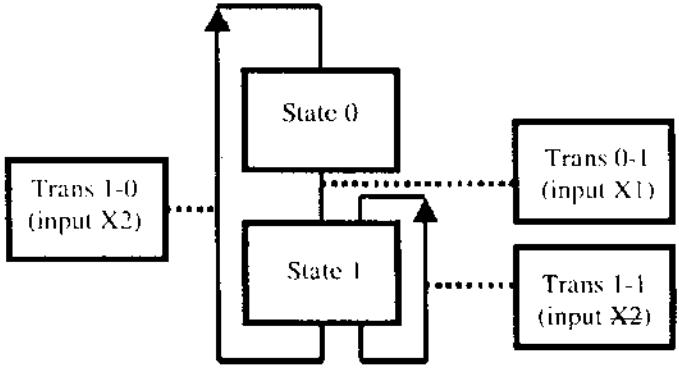
a. Chuyển tiếp 0-2 là không cần thiết, do trạng thái 0 là trạng thái mặc định.

b. Không thể bỏ qua trạng thái trong nhánh chọn lựa.

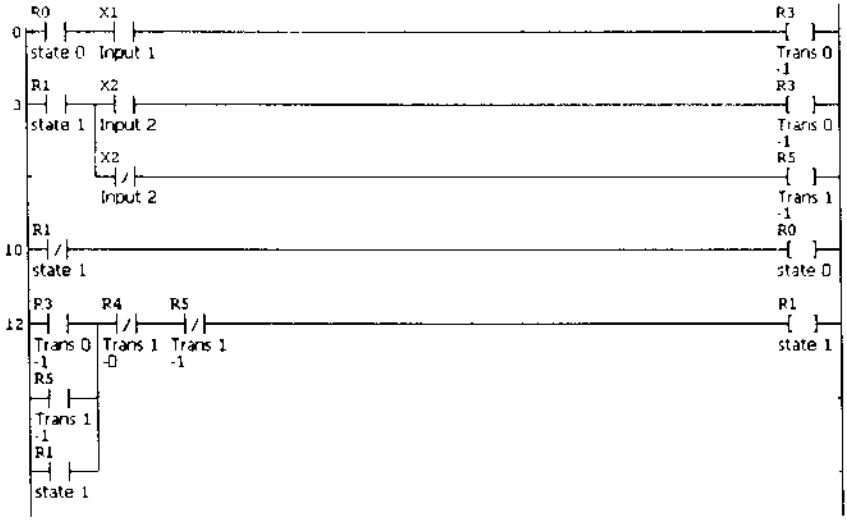
c. Trạng thái 2 không thể hoạt động, do có hai nhánh vào nhưng chỉ có một nhánh ra.

d. Các điều kiện ngõ vào đối với chuyển tiếp 0-1 và 0-2 phải loại trừ lẫn nhau.

4. Sơ đồ bậc thang trên Hình 4-30 là một phần của chương trình đối với sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp trên Hình 4-29. Hãy chọn câu trả lời *đúng*.



Hình 4-29



Hình 4-30

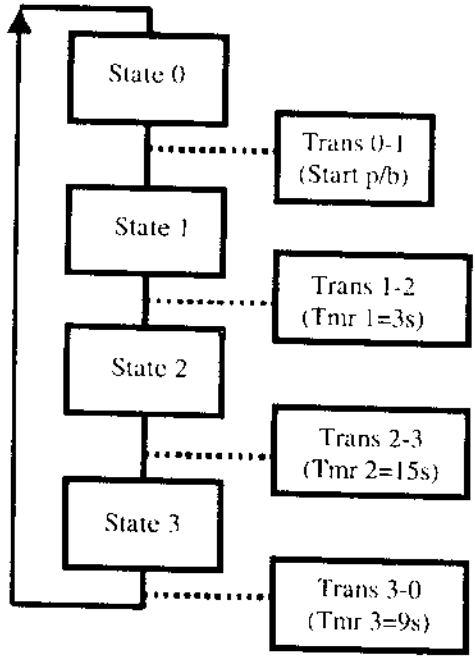
a. Tiếp điểm ngõ vào 1 phải là n/c (thường đóng) trên dòng thứ nhất của logic bậc thang.

b. Chuyển tiếp 0 là chuyển tiếp mặc định.

c. Trạng thái 1 không thể là điều kiện riêng cho hai chuyển tiếp như được nêu trên sơ đồ bậc thang.

d. Logic bậc thang đối với trạng thái 1 cho thấy không thể có chuyển tiếp ra và trở lại trạng thái này.

5. Chọn câu *sai* dựa vào sơ đồ trên Hình 4-31.



Hình 4-31

a. Khi PLC được cấp điện lần đầu, trạng thái 0 sẽ hoạt động.

b. Trạng thái 2 hoạt động trong 15 giây.

c. Khi chuyển tiếp 3-0 hoạt động, trạng thái 3 được chuyển mạch off.

d. Không thể kết hợp các chuyển tiếp được kích hoạt bằng ngõ vào và các chuyển tiếp được kích hoạt bằng bộ thời chuẩn trong cùng một chương trình.

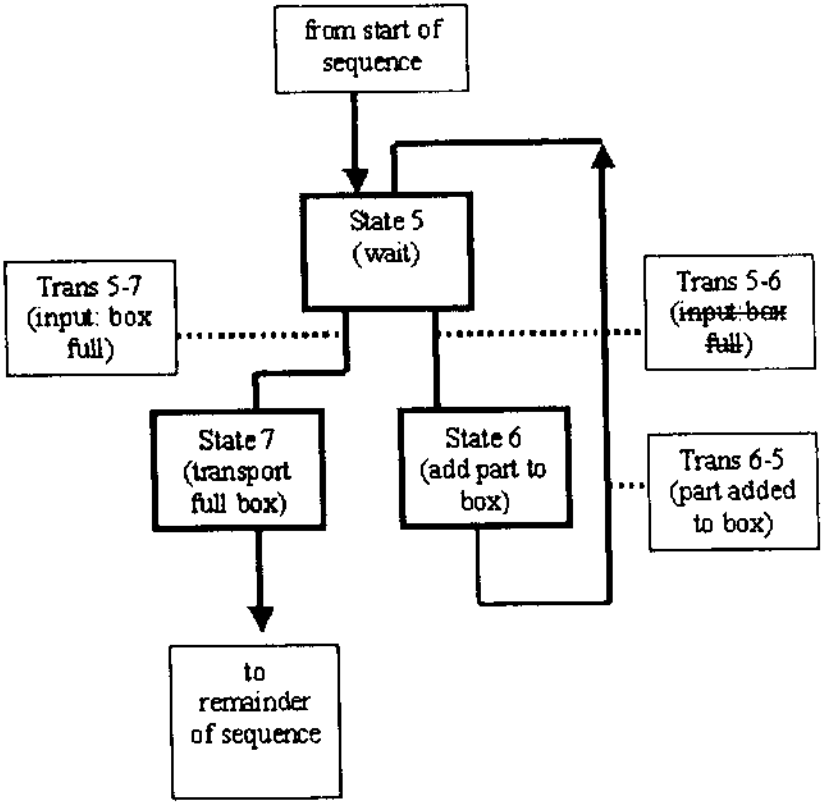
6. Chọn câu *sai* dựa trên Hình 4-32.

   a. Khi hộp được đổ đầy, trạng thái 7 hoạt động.

   b. Khi chi tiết được đưa vào hộp, chuyển tiếp 6-5 hoạt động bất kể hộp đầy hay chưa đầy.

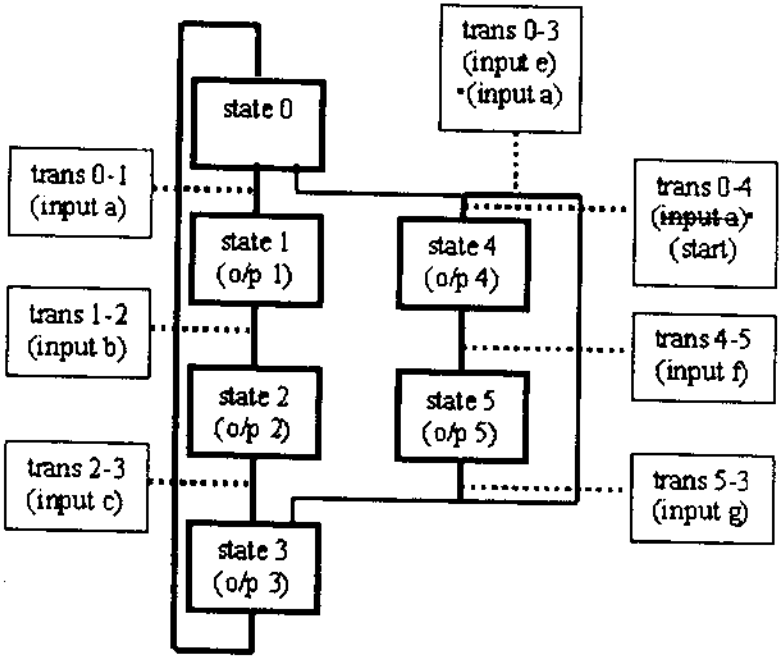
   c. Các trạng thái 6 và 7 không thể đồng thời hoạt động.

   d. Các chuyển tiếp 5-7 và 5-6 không loại trừ lẫn nhau.



Hình 4-32

7. Chọn câu đúng dựa trên Hình 4-33.



Hình 4-33

a. Khi trạng thái 0 hoạt động, ngõ vào a là off và ngõ vào khởi động là on, trạng thái 4 hoạt động.

b. Khi trạng thái 0 hoạt động, ngõ vào e là on và ngõ vào a là off, trạng thái 3 hoạt động.

c. Trạng thái 3 được nhập trực tiếp từ trạng thái 4.

d. Có hai chuyển tiếp hướng đến trạng thái 3.

8. Chuỗi thứ tự xác lập đèn tín hiệu giao thông được điều khiển bằng PLC, bao gồm đỏ, đỏ và vàng, xanh, vàng. Hãy chọn câu *sai* theo chương trình.

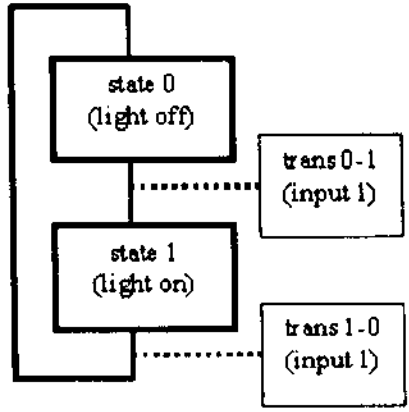
   a. Các chuyển tiếp từ trạng thái này sang trạng thái kế tiếp được kích hoạt bằng bộ thời chuẩn.

   b. Cần có nhánh lựa chọn cho phần đỏ và vàng của chuỗi thứ tự.

   c. Các đèn là ngõ ra của PLC.

   d. Hai ngõ ra sẽ chuyển mạch on trong trạng thái đỏ và vàng.

9. Chọn câu đúng dựa theo sơ đồ trên Hình 4-34.



Hình 4-34

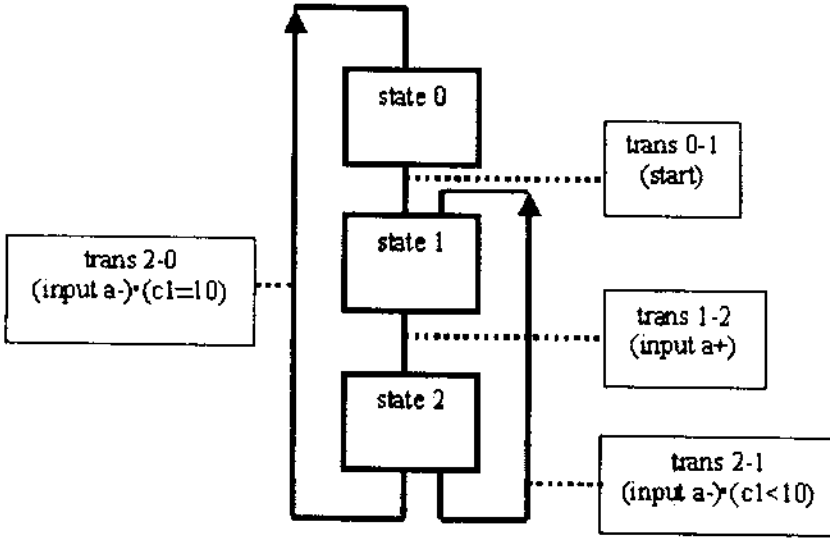
   a. Có thể không có trạng thái mặc định trong chuỗi thứ tự này.

   b. Ngõ vào 1 chỉ chuyển mạch cho đèn theo chế độ on.

   c. Ngõ vào 1 chỉ chuyển mạch cho đèn theo chế độ off.

   d. Ngõ vào 1 lần lượt chuyển mạch cho đèn theo on và off.

10. Chọn câu *sai* dựa theo sơ đồ trên Hình 4-35.



Hình 4-35

a. Nếu PLC đếm dưới 10, trạng thái 0 luôn luôn tiếp sau trạng thái 2.

b. Nếu PLC đếm dưới 10, trạng thái 1 luôn luôn tiếp sau trạng thái 2.

c. Cần có điều kiện trong hệ thống để xác lập lại bộ đếm.

d. Giá trị của bộ đếm là yếu tố quyết định giữa chuyển tiếp 2-0 và 2-1.

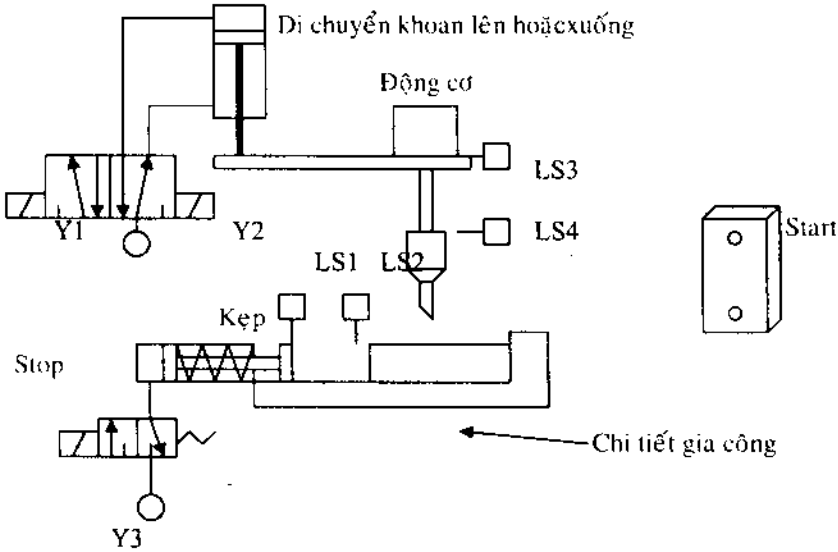
11. Sơ độ trên Hình 4-36 là cụm kẹp chặt và khoan các chi tiết. Khi nhấn nút start, chi tiết được kẹp chặt, khoan, và tháo chi tiết.

Nếu nhấn nút stop, cả hai cylinder trở về vị trí ban đầu và động cơ máy khoan dừng lại.

(**a**) Hãy vẽ sơ đồ mạch PLC cho hệ thống.

(**b**) Vẽ sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp cho chuỗi thứ tự.

(**c**) Vẽ các dòng logic bậc thang để vận hành hệ thống theo thiết kế.



Hình 4-36

Chương 5

NHÁNH SONG SONG

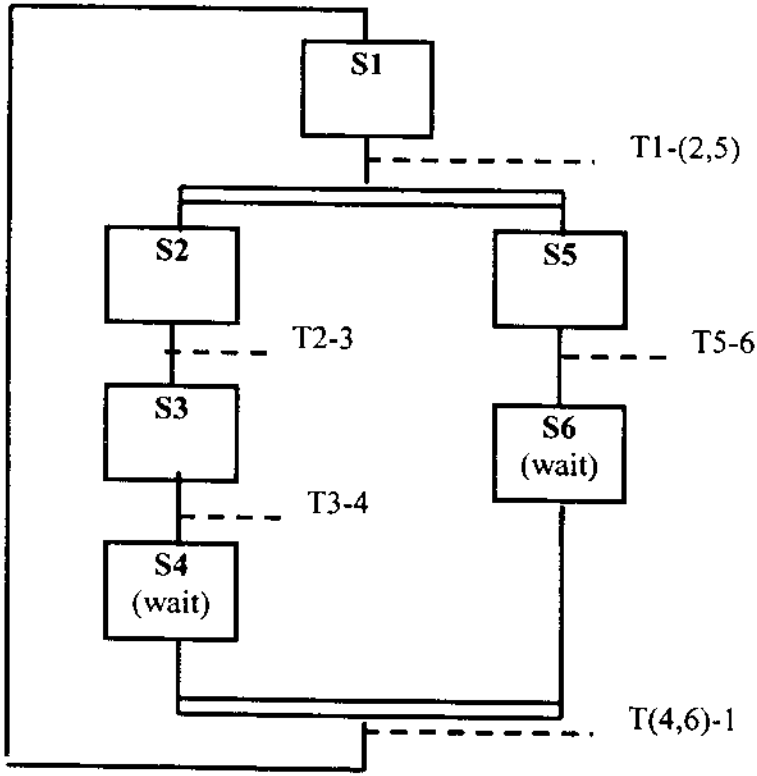
Giới thiệu

Đôi khi trong hệ thống chuỗi thứ tự cần thực hiện đồng thời một số nguyên công. Điều này cho phép tiết kiệm thời gian trong từng chu kỳ. Kỹ thuật lưu đồ SF tạo nhánh song song cho phép một số trạng thái hoạt động cùng một lúc, do đó các sự kiện này có thể xảy ra song song với nhau.

Nhánh song song và lưu đồ SF

Hình 5-1 minh họa lưu đồ SF với nhánh song song. Để rõ ràng và dễ hiểu, có thể tạm thời bỏ qua các ngõ vào và ra. Phần song song của chuỗi thứ tự được biểu thị bằng hai dòng phía dưới S1, dưới S4 và S6.

Chuyển tiếp T1-(2,5) nạp điện đồng thời cho các trạng thái 2 và 5, sau đó các nhánh 2, 3, 4, và 5, 6 thực thi một cách độc lập với nhau. Phần song song của chương trình chỉ kết thúc khi hoàn tất cả hai nhánh. Để giải quyết điều này, các trạng thái cuối trong phần song song (S4 và S6) là các trạng thái *chờ*, tương tự trạng thái 1, trạng thái ban đầu. Khi cả hai trạng thái chờ đều hoạt động, T(4,6)-1 xảy ra và chuỗi thứ tự trở lại trạng thái S1.



Hình 5-1

Ví dụ 5-1

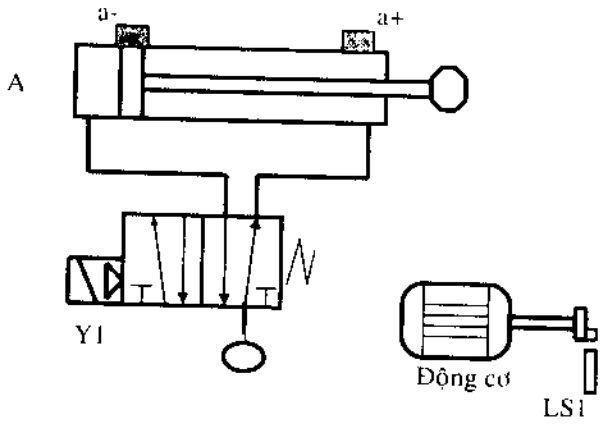
Khi nhấn nút *start*, cylinder A trên Hình 5-2 giãn ra và co lại một lần. Đồng thời trục động cơ quay 5 vòng, mỗi vòng được cảm biến qua công tắc LS1.

(**a**) Vẽ sơ đồ mạch PLC cho hệ thống.

(**b**) Vẽ sơ đồ trạng thái/chuyển tiếp cho chuỗi thứ tự.

(**c**) Viết danh mục gán ký hiệu.

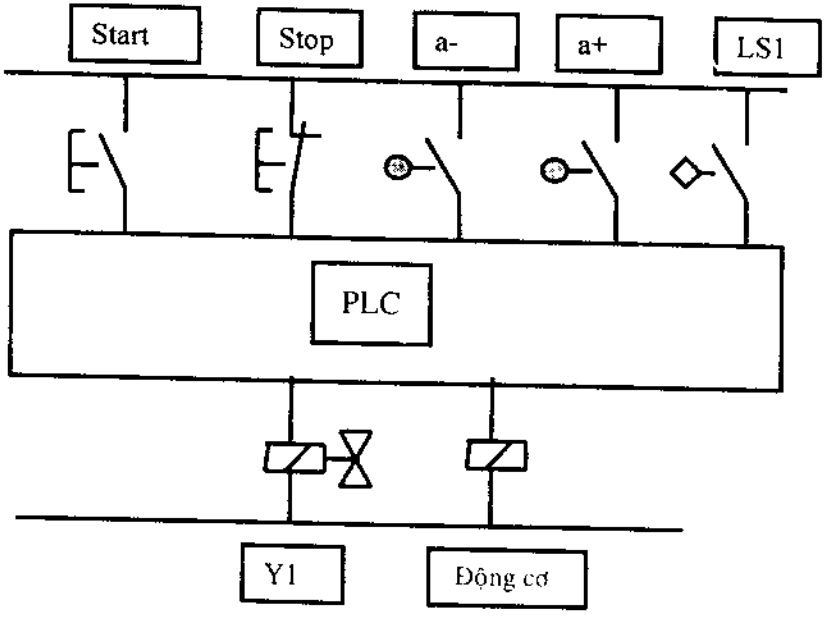
(**d**) Vẽ logic bậc thang để vận hành hệ thống theo thiết kế.



Hình 5-2

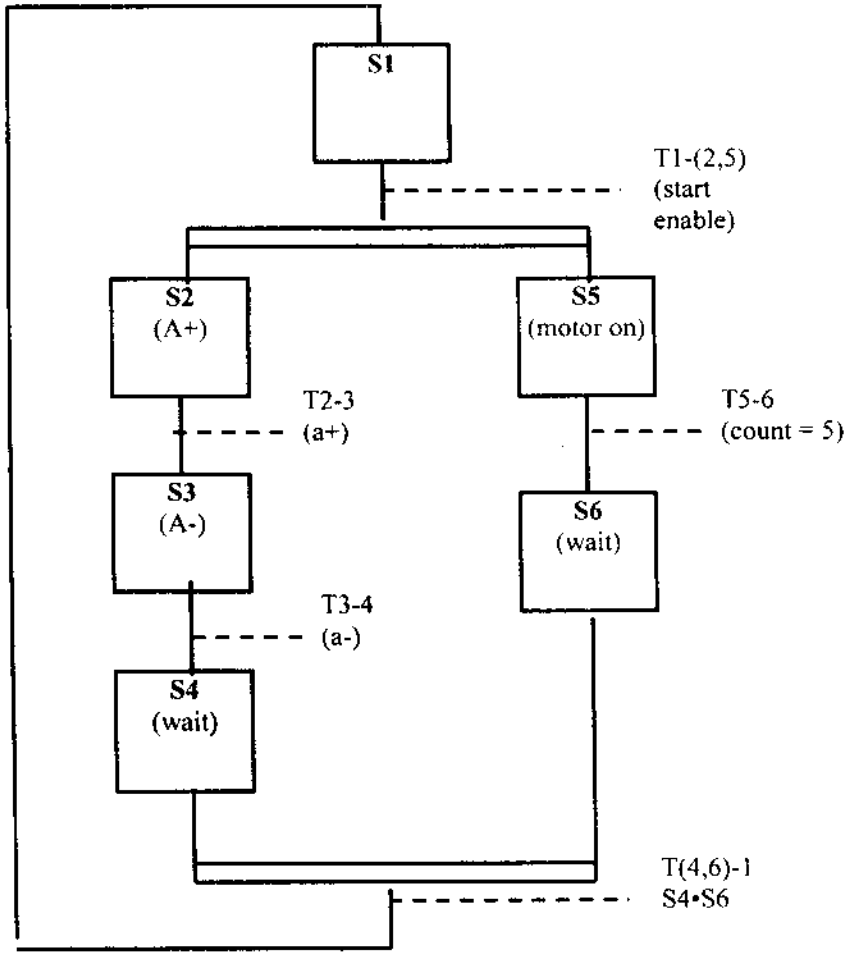
Giải

(a)



Hình 5-3

(b)


S1
T1-(2,5)
(start
enable)
S2
(A+)
S5
(motor on)
T2-3
(a+)
T5-6
(count = 5)
S3
(A-)
S6
(wait)
T3-4
(a-)
S4
(wait)
T(4,6)-1
S4•S6

Hình 5-4

(c)

S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
S6	R6
T1-(2,5)	R7
T2-3	R8
T3-4	R9
T5-6	R10
T(4,6)-1	R11
Start Enbl	R50

Bảng 5-1

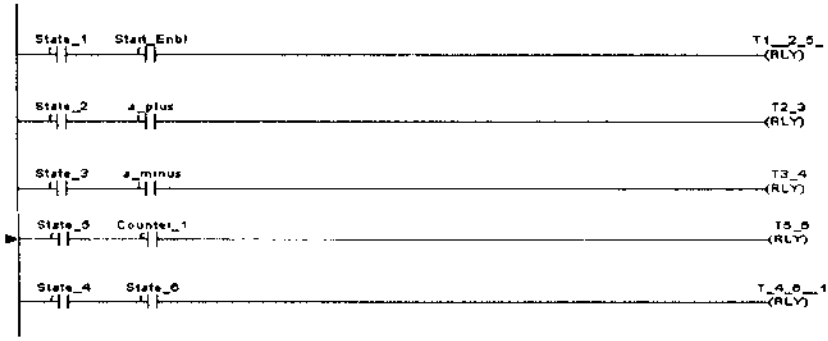
(d)

Điều kiện ban đầu

Hình 5-5

Chuyển tiếp

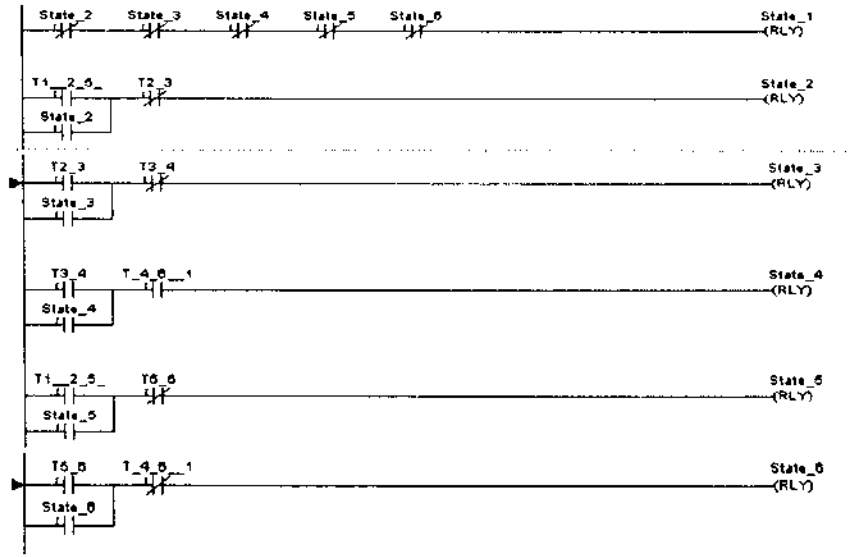
Chú ý, điều kiện để T(4,6)-1 được cấp năng lượng là các trạng thái 4 và 6 đồng thời chuyển mạch on.



Hình 5-6

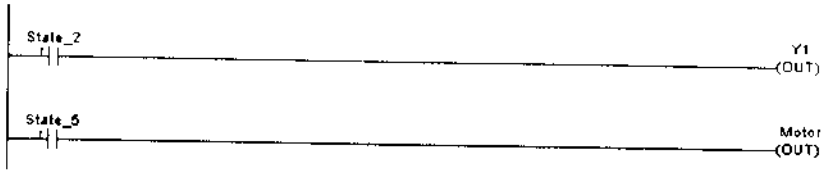
Trạng thái

Hai trạng thái (2 và 5) được T1-(2,5) chuyển mạch on, hai trạng thái (4 và 6) được T(4,6)-1 chuyển mạch off.



Hình 5-7

Ngõ ra



Hình 5-8

Bộ đếm

Trong khi động cơ đang chạy, trạng thái 5, bộ đếm tăng theo công tắc LS1. Giá trị bộ đếm được xác lập lại theo zero khi hệ thống trở về trạng thái 1.

Hình 5-9

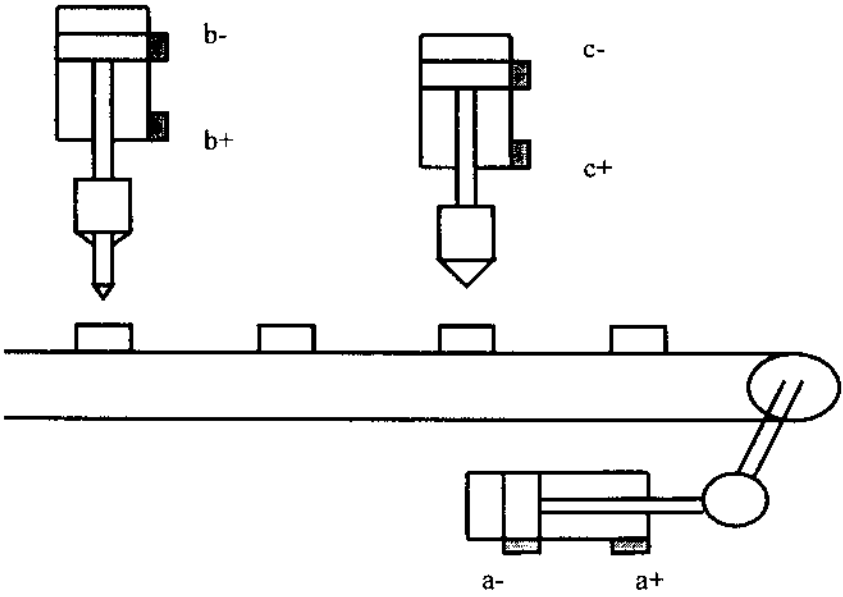
Trong ví dụ kế tiếp, bạn sẽ thiết kế mạch sử dụng nhánh song song và cải tiến bằng cách bổ sung các nhánh chọn lựa.

Ví dụ 5-3

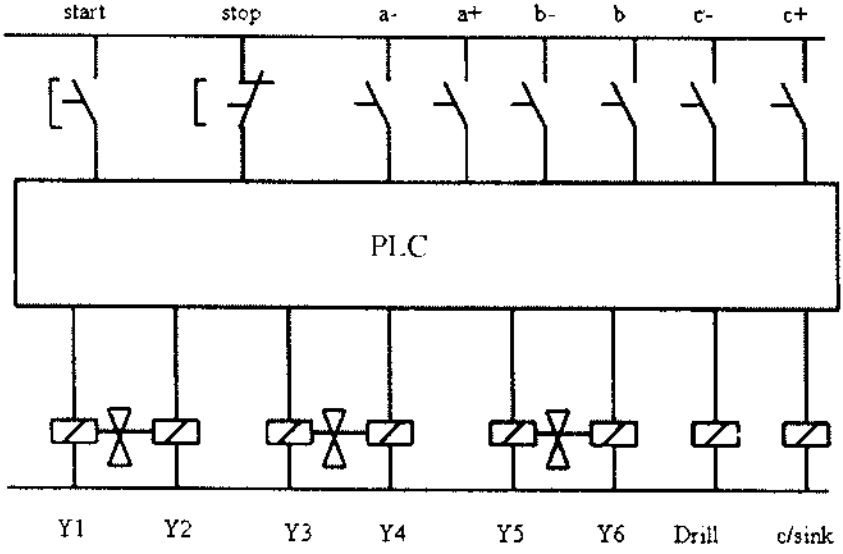
Nguyên công khoan và khoét miệng được thực hiện cho các chi tiết trên băng chuyền sử dụng các dao lắp trên hai cylinder khí nén. Băng chuyền tiến theo bước bằng cylinder thứ ba. Từng cylinder được vận hành bằng valve điều khiển hướng solenoid kép 5/2. Sơ đồ bố trí được nêu trên Hình 5-10.

Để đơn giản, ở đây sẽ không trình bày đồ gá kẹp chặt chi tiết khoan. Phần kẹp chặt sẽ do bạn tự nghiên cứu.

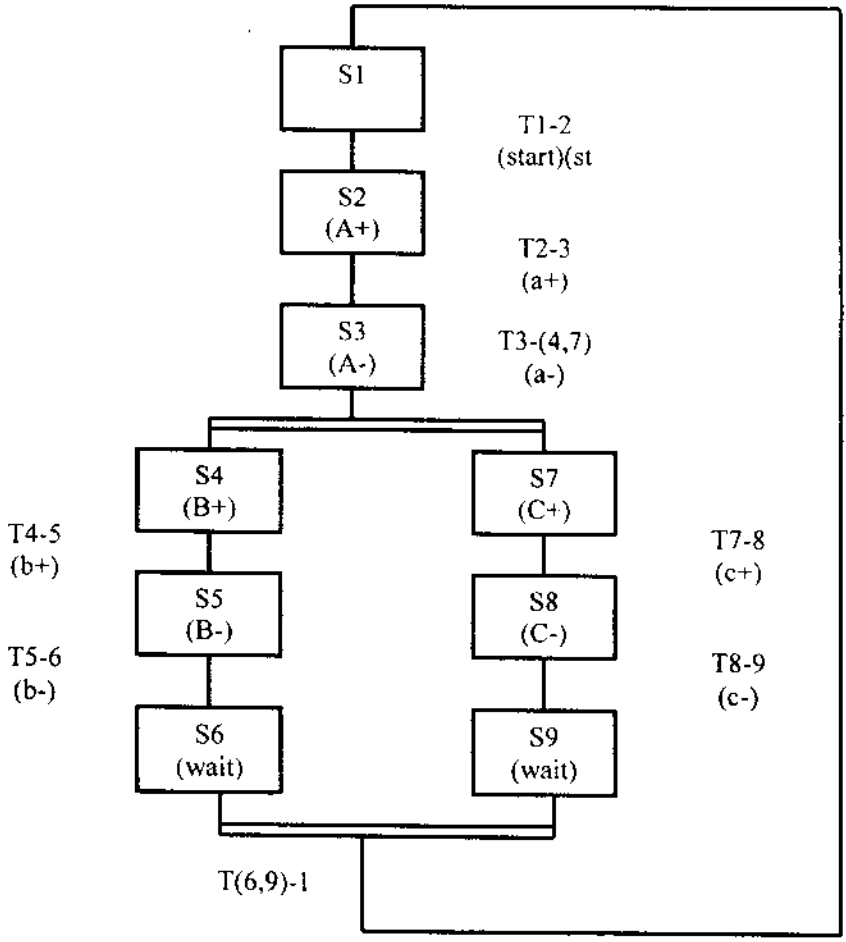
Sơ đồ mạch PLC và lưu đồ SF được nêu trên các Hình 5-11 và 5-12. Danh mục gán ký hiệu trong Bảng 5-2, tiếp theo là logic bậc thang.



Hình 5-10



Hình 5-11


S1
T1-2
(start)(st
S2
(A+)
T2-3
(a+)
S3
(A-)
T3-(4,7)
(a-)
S4
(B+)
S7
(C+)
T4-5
(b+)
T7-8
(c+)
S5
(B-)
S8
(C-)
T5-6
(b-)
T8-9
(c-)
S6
(wait)
S9
(wait)
T(6,9)-1

Hình 5-12

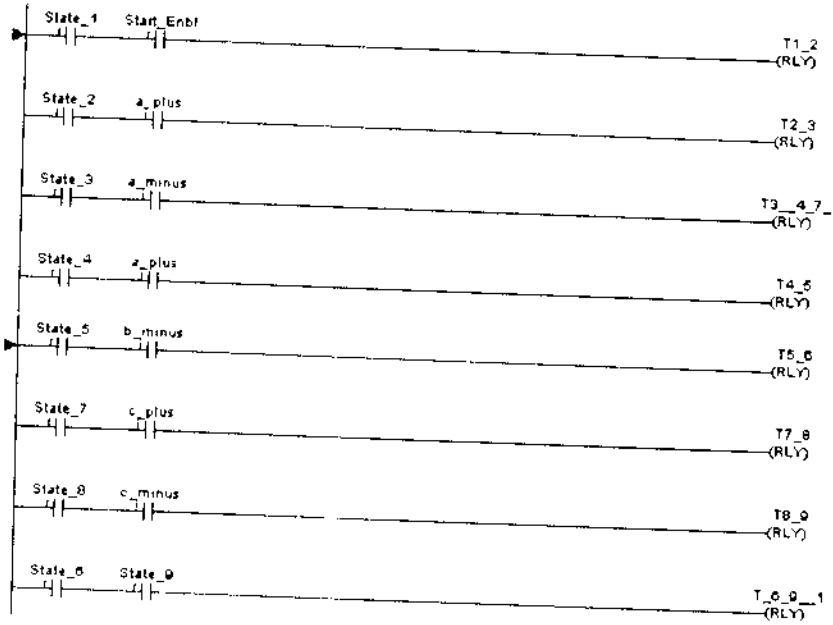
S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
S6	R6
S7	R7
S8	R8
S9	R9
T1-2	R10
T2-3	R11
T3-(4,7)	R12
T4-5	R13
T5-6	R14
T7-8	R15
T8-9	R16
T(6,9)-1	R17
Start Enbl	R50

Bảng 5-2

Điều kiện ban đầu

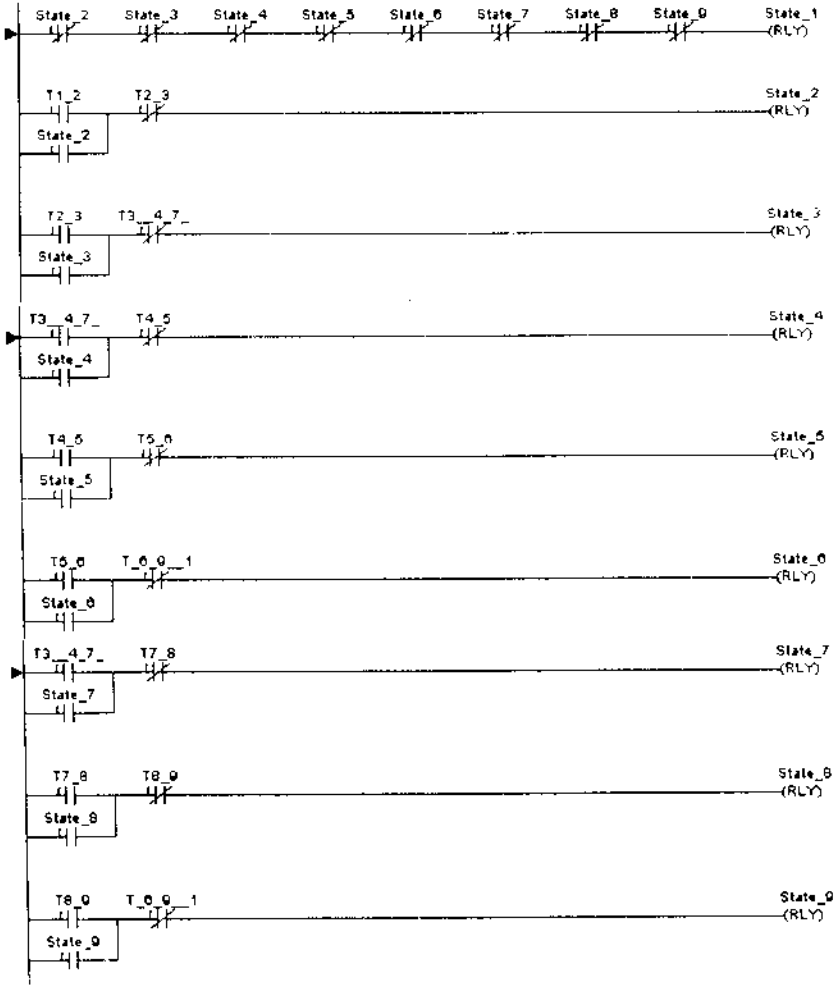
Hình 5-13

Chuyển tiếp



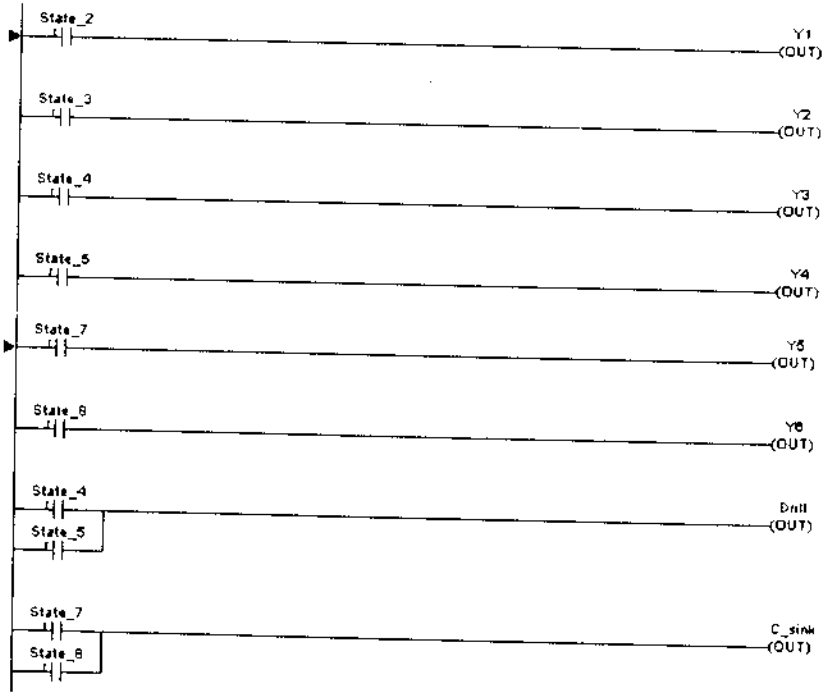
Hình 5-14

Trạng thái



Hình 5-15

Ngõ ra

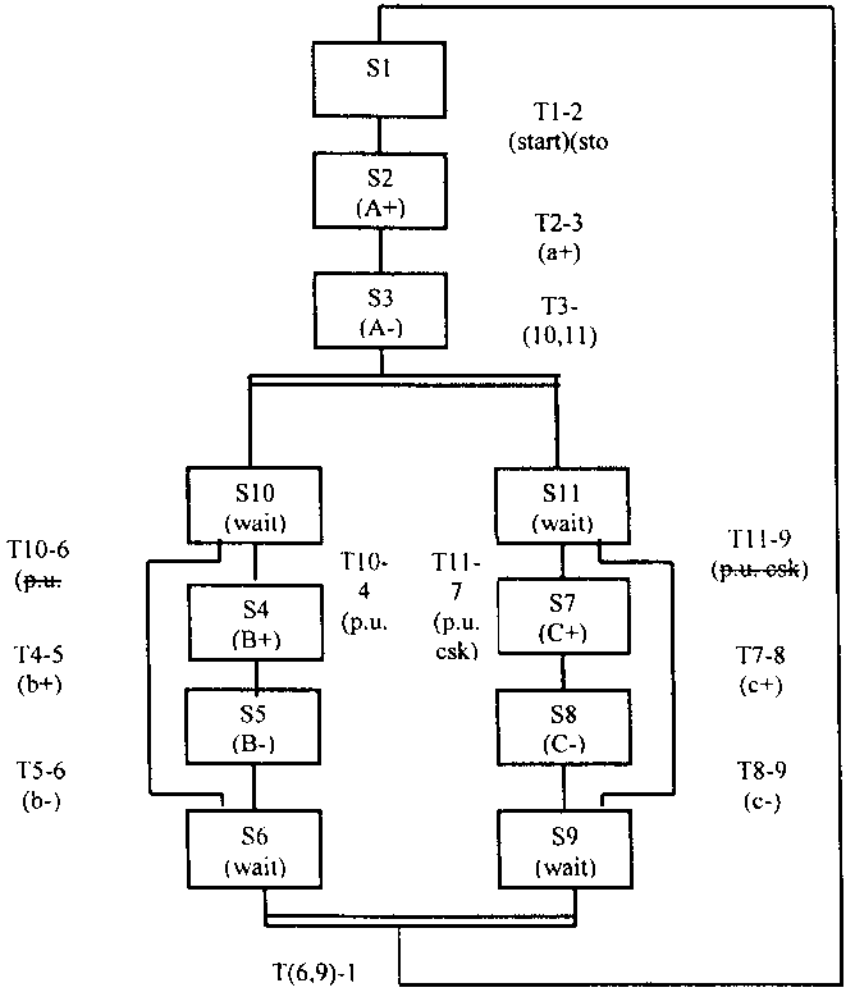


Hình 5-16

Ví dụ 5-3

Sử dụng lại Ví dụ 5-2 nhưng bổ sung thêm hai công tắc xác định chi tiết ở dưới mũi khoan và ở dưới mũi khoét.

Lưu đồ SF được nêu trên Hình 5-17.

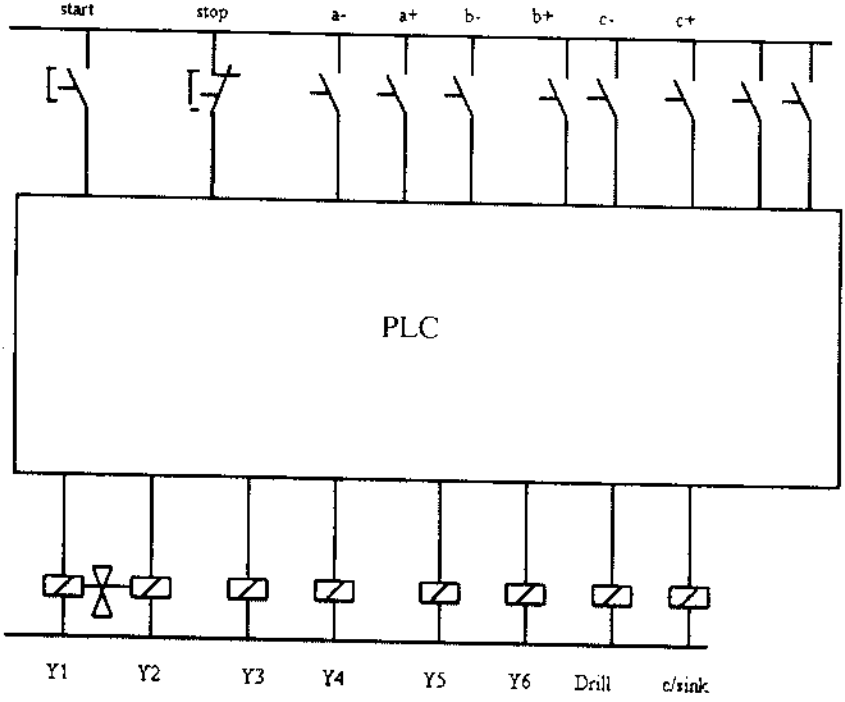


Hình 5-17

Hai trạng thái chờ S10 và S11 được đưa vào do chuỗi thứ tự không thể đồng thời nhập nhánh lựa chọn và nhánh song song.

Khi các trạng thái 10 và 11 hoạt động, sự lựa chọn nhánh cho chương trình phụ thuộc vào chi tiết ở dưới mũi khoan hay ở dưới mũi khoét.

Sơ đồ mạch PLC với hai ngõ vào bổ sung được nêu trên Hình 5-18, danh mục gán ký hiệu trong Bảng 5-3.



Hình 5-18

S1	R1
S2	R2
S3	R3
S4	R4
S5	R5
S6	R6
S7	R7
S8	R8
S9	R9
S10	R18
S11	R19
T1-2	R10
T2-3	R11
T3-(10,11)	R12
T4-5	R13
T5-6	R14
T7-8	R15
T8-9	R16
T(6,9)-1	R17
T10-4	R20
T10-6	R21
T11-7	R22
T11-9	R23
Start Enbl	R50

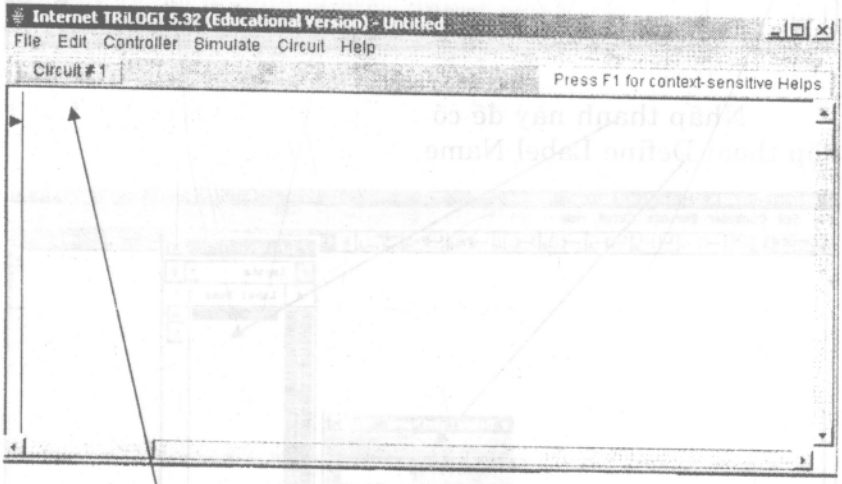
Bảng 5-3

Phụ lục

SỬ DỤNG PHẦN MỀM TRILOGI

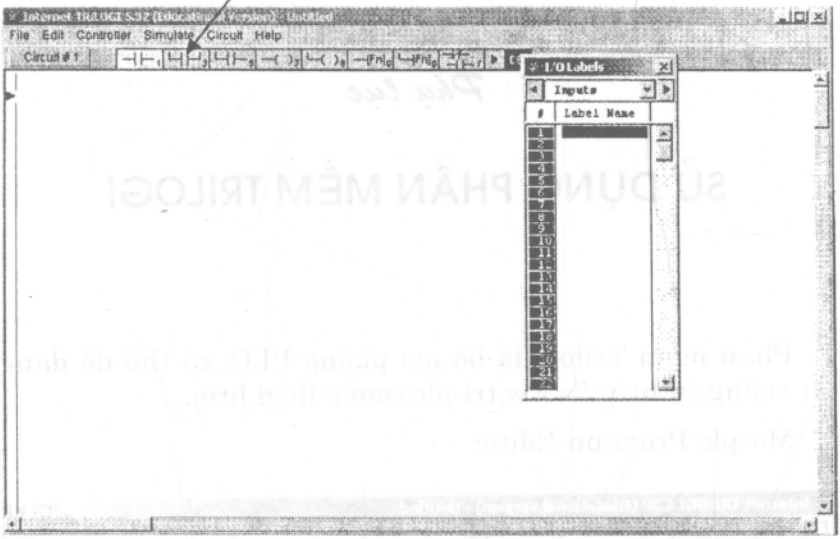
Phần mềm Trilogi là bộ mô phỏng PLC, có thể dễ dàng tải xuống từ http://www.tri-plc.com/trilogi.htm.

Mở plc Program Editor

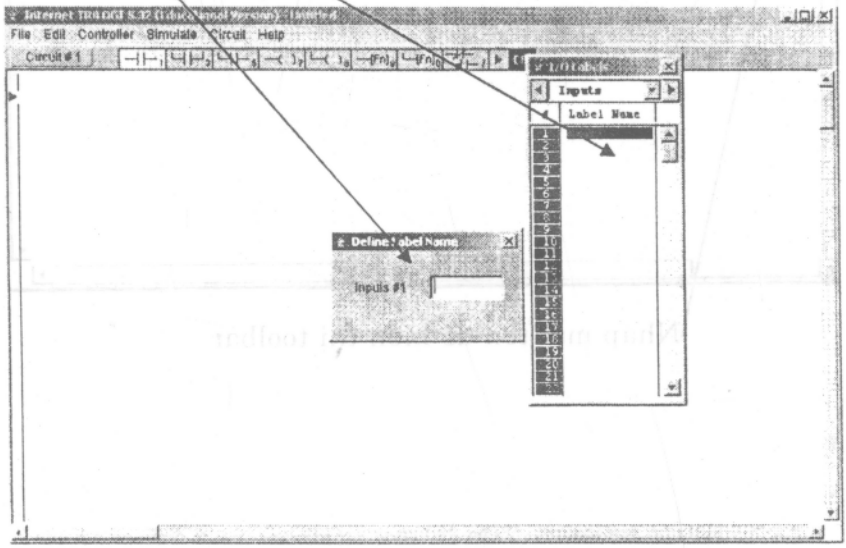


Nhấp mũi tên để hiển thị toolbar

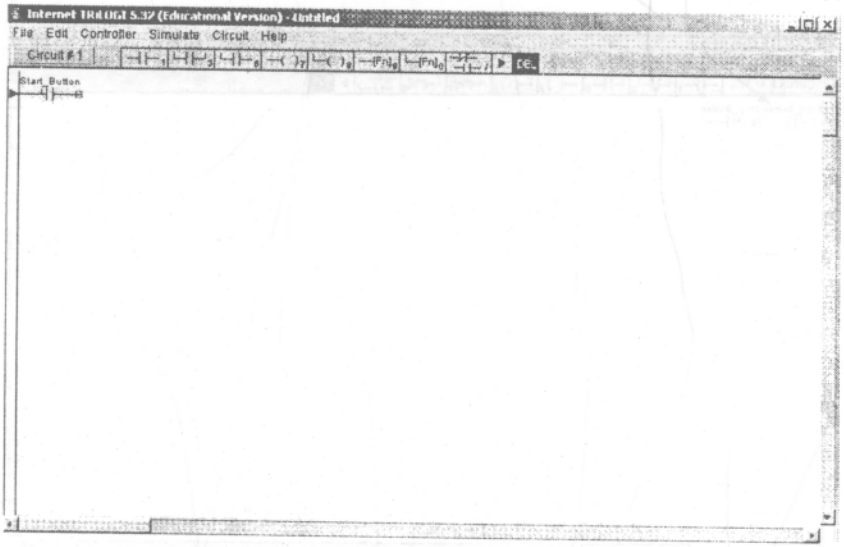
Chọn ký hiệu nhập thường mở (n/o)



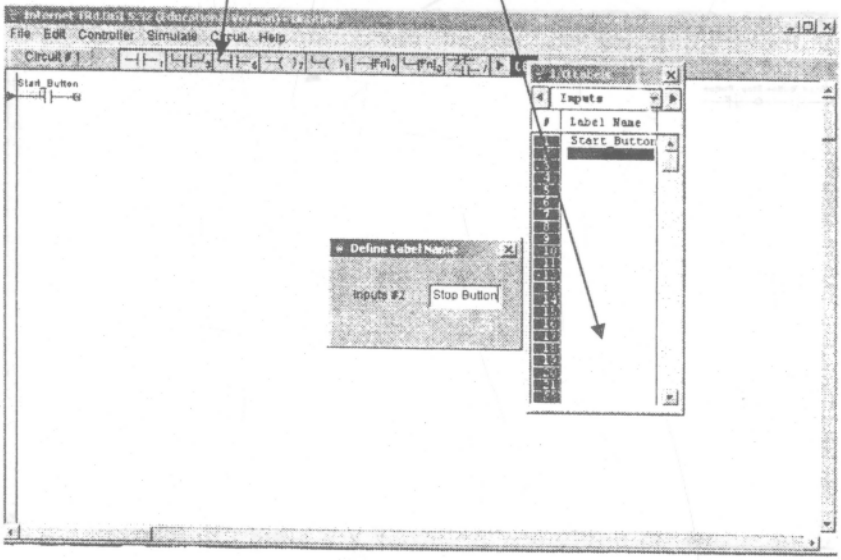
Nhấp thanh này để có
hộp thoại Define Label Name



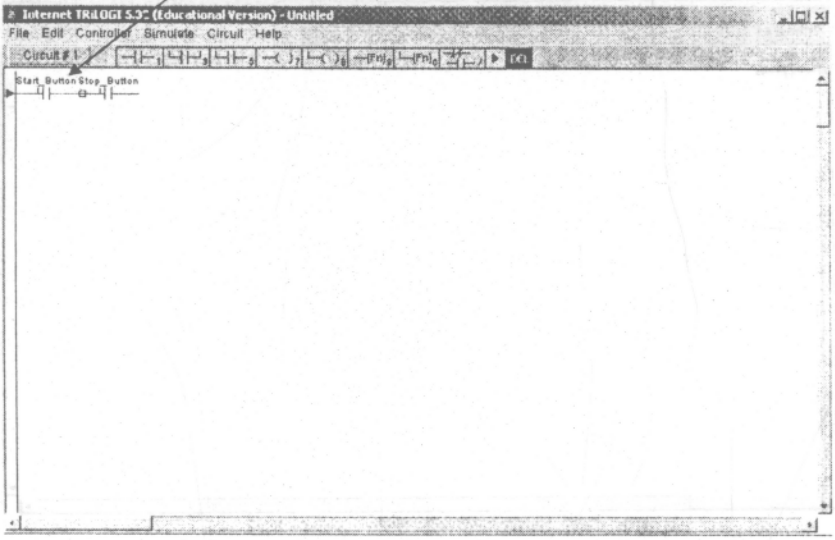
Gọi ngõ vào *Start_Button* hoặc *Start Button* và nhấn trở về.



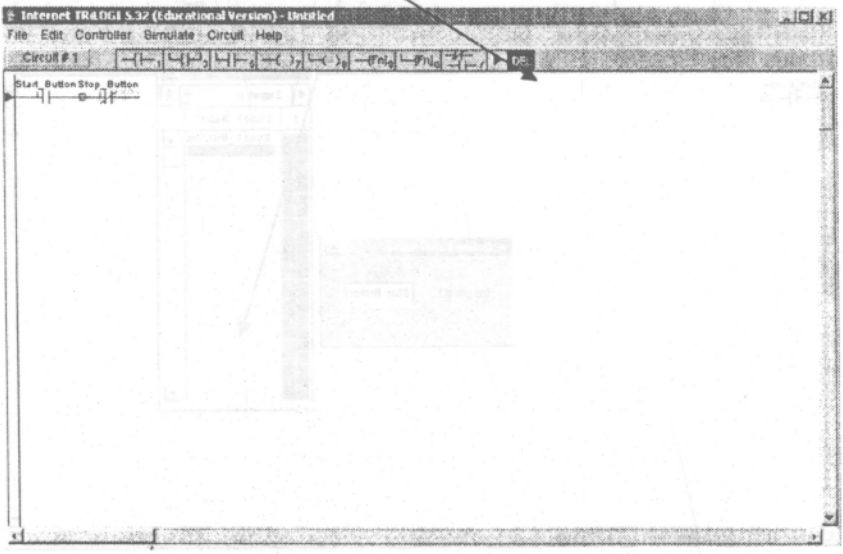
Chọn tiếp điểm n/o khác và gọi *Stop Button*

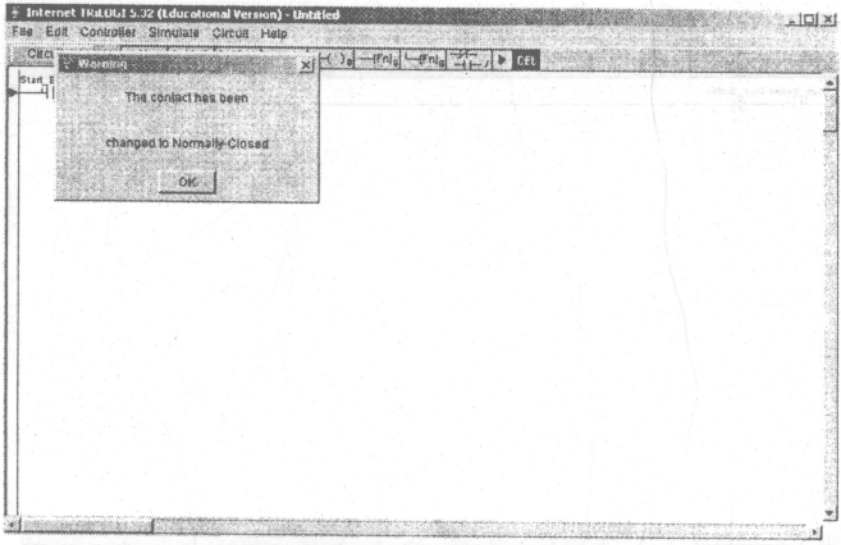


Nút này xuất hiện nối tiếp với tiếp điểm *Start Button*

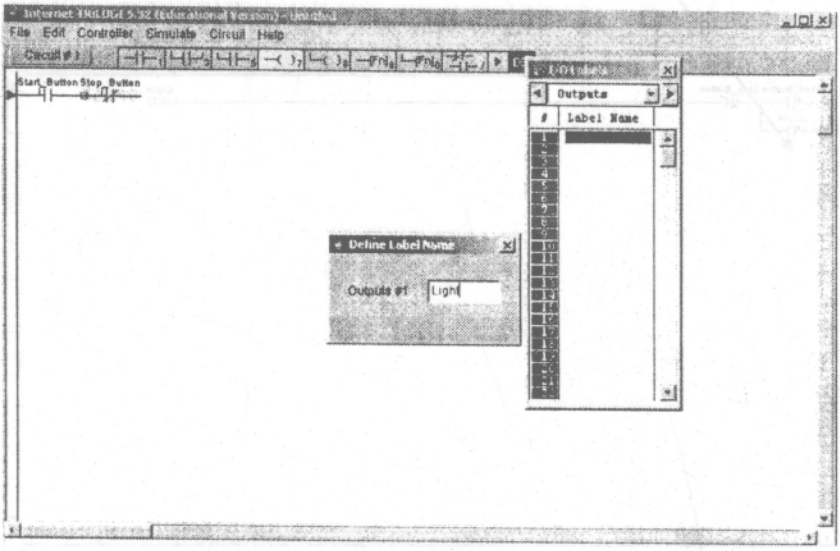


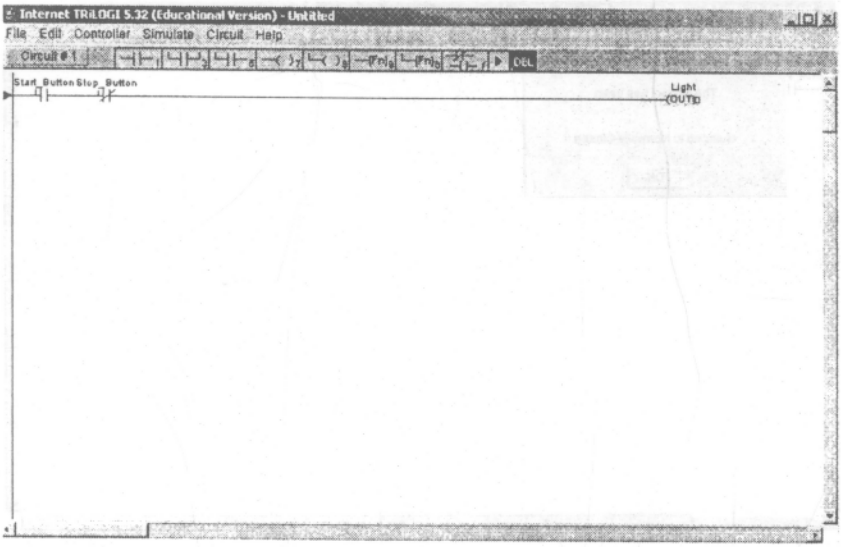
Nhấp ô bên phải trên toolbar, bạn có thể thay đổi công tắc n/o thành n/c (thường đóng).





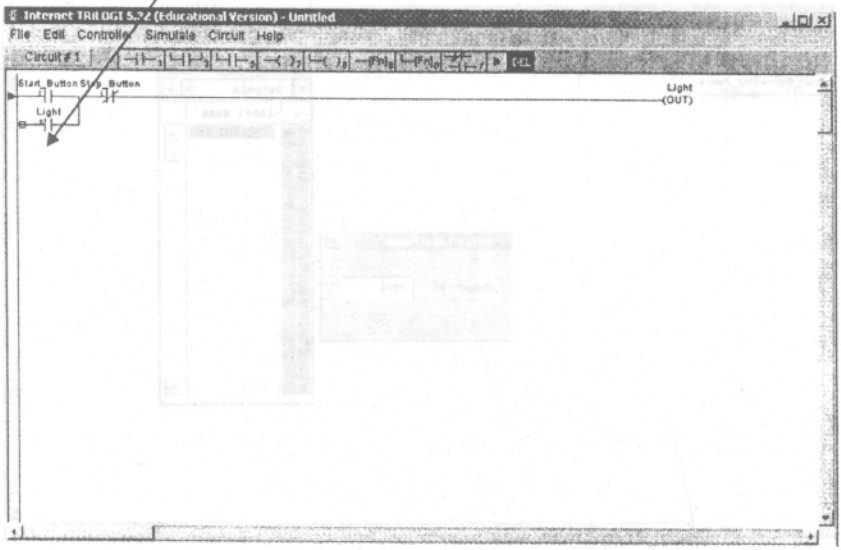
Chọn ngõ ra, ví dụ *light*



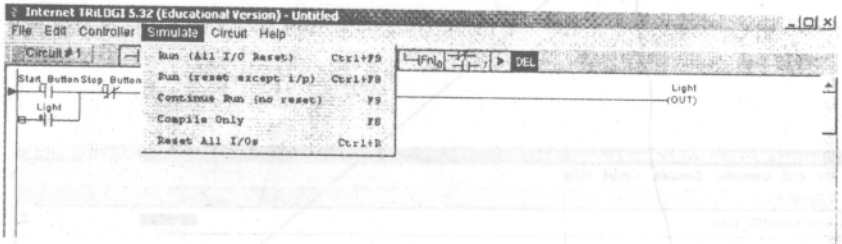


Làm sáng lại *Start_Button* và chọn nút tiếp điểm song song.

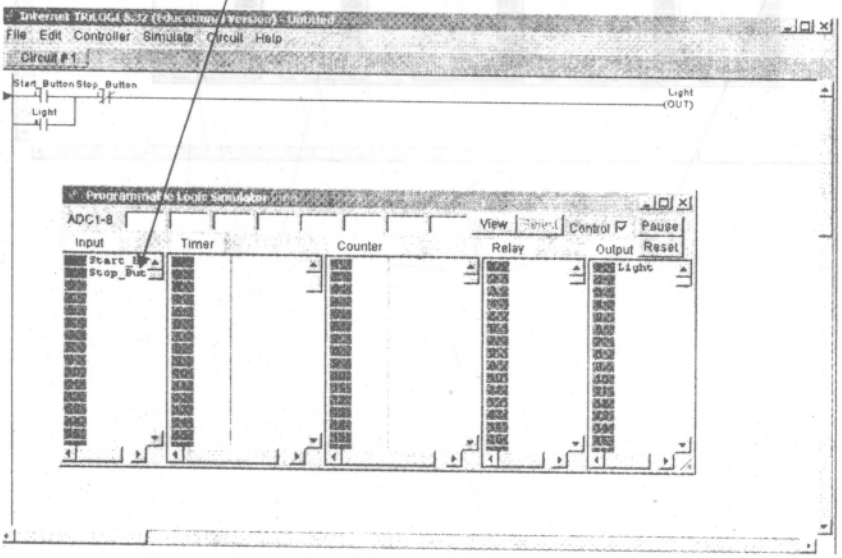
Gọi công tắc *light*, công tắc này sẽ khóa on cho đèn.



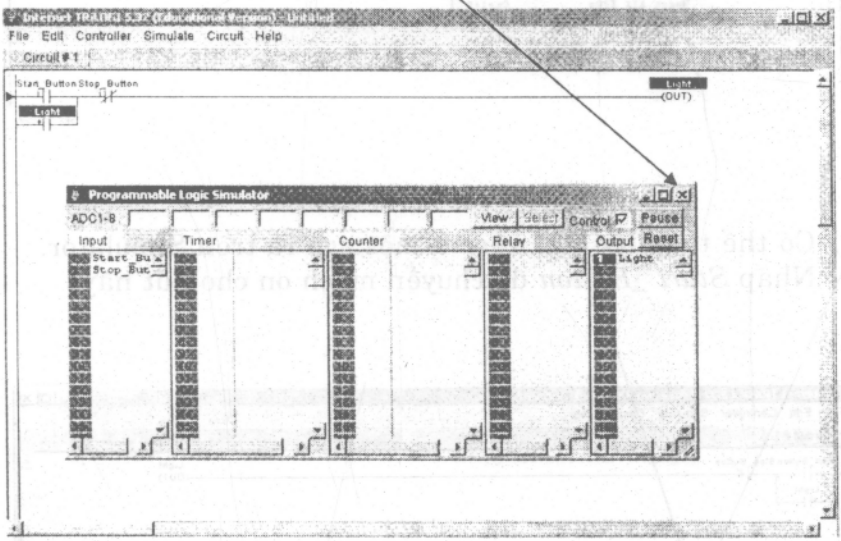
Nhấp menu *Simulate* và chọn *Run* (All I/O Reset)



Có thể thấy hai ngõ vào và một ngõ ra trên Simulator. Nhấp *Start _Button* để chuyển mạch on cho nút này.



Ngõ ra *Light* sẽ chuyển mạch on và tiếp tục duy trì on cho đến khi nhấn *Stop_Button*.



MỤC LỤC

Giới thiệu 5

Chương 1. Các cơ sở của PLC 7

Chức năng của PLC 7
Nhập và xuất 8
Cấu trúc PLC và sơ đồ mạch điện 9
Nghi thức mạng 10

Chương 2. Lập trình bậc thang 14

Logic điều kiện 14
Sơ đồ bậc thang 16
Các tiếp điểm thường đóng 17
Ngõ xuất và khóa liên động 18
Relay bên trong 23
Bộ thời chuẩn 24
Bộ tạo xung 28
Bộ đếm 31

Chương 3. Lập trình chuỗi thứ tự 39

Giới thiệu 39
Chuỗi tự động đơn giản 39
Phát triển lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự 43
Lập trình sử dụng lưu đồ chức năng chuỗi thứ tự. 43
Nhập chương trình SFC vào PLC 46
Chỉnh sửa chương trình SFC 55
Sử dụng bộ thời chuẩn và bộ đếm trong lập trình SFC. 56

Chương 4. Lựa chọn phân nhánh 74

Giới thiệu 74

Chương 5. Nhánh song song 103

Giới thiệu. 103
Nhánh song song và lưu đồ SF 103

Phụ lục. Sử dụng phần mềm Trilogi 119

HIỆU SÁCH NGUYỄN TRÃI
GIỚI THIỆU BỘ SÁCH VỀ KHOA HỌC - KỸ THUẬT

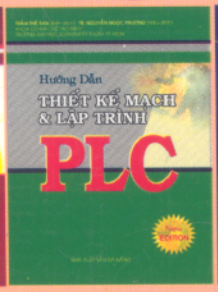
1 / THỰC HÀNH CƠ KHÍ TIỆN - PHAY - BÀO - MÀI
2 / THỰC HÀNH KỸ THUẬT TIỆN
3 / CHẾ ĐỘ CẮT GIA CÔNG CƠ KHÍ
4 / ĐỒ GÁ GIA CÔNG CƠ KHÍ
5 / SỬA CHỮA BẢO TRÌ ĐỘNG CƠ XĂNG
6 / SỬA CHỮA BẢO TRÌ ĐỘNG CƠ DIESEL
7 / MÁY TÀU VÀ HỆ THỐNG ĐIỆN
8 / SỔ TAY CHẾ TẠO MÁY
9 / SỔ TAY LẬP TRÌNH CNC
10/ THIẾT KẾ MẠCH LẬP TRÌNH PLC
11/ ĐIỀU KHIỂN LOGIC LẬP TRÌNH PLC
12/ THỰC HÀNH BƠM QUẠT MÁY NÉN
13/ THỰC HÀNH KỸ THUẬT HÀN - GÒ
14/ THỰC HÀNH HÀN HỒ QUANG-MIG-TIG
15/ THIẾT KẾ LẮP RÁP ROBOT TỪ LINH KIỆN THÔNG DỤNG
16/ CƠ SỞ NGHIÊN CỨU SÁNG TẠO ROBOT
17/ CHẾ TẠO ROBOT ĐIỀU KHIỂN TỪ XA
18/ SỬA CHỮA BẢO TRÌ MÁY PHOTOCOPY
19/ HỆ THỐNG THỦY LỰC TRÊN MÁY CÔNG NGHIỆP
20/ SỬA CHỮA NÂNG CẤP LẮP RÁP MÁY PC
21/ MÁY ĐIỆN VÀ MẠCH ĐIỀU KHIỂN
22/ PLC LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG TRONG CÔNG NGHIỆP

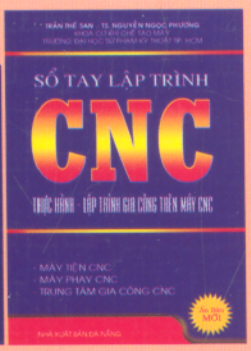
Nơi Phát Hành
CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN
HIỆU SÁCH NGUYỄN TRÃI
4A Ng Trãi - P3 - Q5 - Tp.HCM
ĐT: **9901846 - 8383669** - Fax: **9971765**

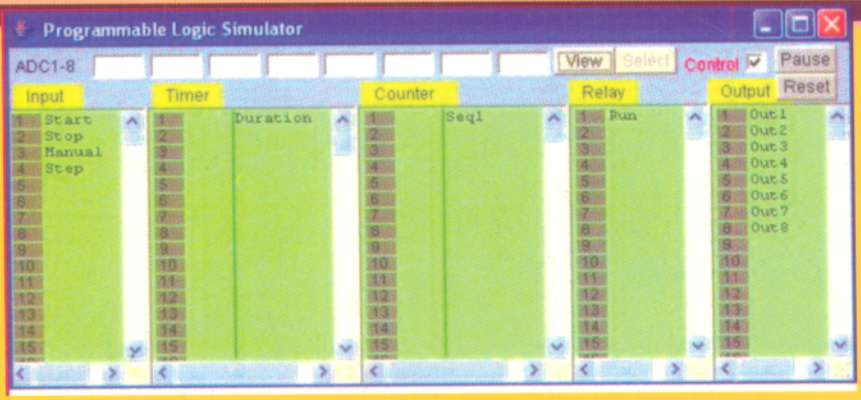
PLC

LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG

Trong Công Nghiệp







Nơi Phát Hành

HIỆU SÁCH NGUYỄN TRÃI

4A. Ng Trãi - Q5 - Tp.HCM

ĐT : 9901846 - Fax : 9971765

CTY TNHH VĂN HÓA TRÍ DÂN

(1208122

8 935048 981221

GIÁ: 20 000đ