

XÂY DỰNG BỘ PLC DÙNG VI ĐIỀU KHIỂN 89C51

Nguyễn Hữu Phương , Nguyễn Thị Hồng Hà

Trường Đại Học Khoa Học Tự Nhiên – Đại học Quốc Gia TP.HCM

(Bài nhận ngày 31 tháng 12 năm 2001, hoàn chỉnh sửa chữa ngày 29 tháng 1 năm 2002)

TÓM TẮT: PLC (Programable Logic Controller: Bộ điều khiển logic lập trình được) là thiết bị điều khiển rất tiên tiến và tiện dụng trong công nghiệp và trong điều khiển tự động nói chung, là sản phẩm của sự kết hợp tuyệt đỉnh giữa kỹ thuật vi xử lý với công nghệ phần mềm và các tính năng công nghiệp. Tuy vậy, ở nước ta việc giảng dạy và ứng dụng PLC vẫn còn hạn chế. Đó là do giá thành của PLC tương đối cao và tính tương thích giữa các PLC của các hãng chưa cao. Công trình nghiên cứu xây dựng một bộ PLC tương đương từ bộ vi điều khiển 89C51 nhằm thực hiện hai mục đích: (1) tạo ra một thiết bị PLC cơ bản giá thành thấp cho giảng dạy và các ứng dụng điều khiển thông thường (đây chưa phải là thiết bị chuẩn trong công nghiệp), (2) trên cơ sở này sẽ phát triển được một PLC mạnh và đa năng hơn nhưng cũng chỉ nhằm hai mục đích giảng dạy và ứng dụng thông thường ...

Nhiều vấn đề thiết kế phần cứng và thuật toán chương trình phải được giải quyết để có thể xây dựng một PLC từ một vi điều khiển .

1. TÓM LƯỢC KIẾN TRÚC CỦA PLC:

Cấu trúc của PLC bao gồm : đơn vị xử lý trung tâm (CPU) chứa chương trình ứng dụng , các mô-đun giao tiếp ngõ vào và ngõ ra được nối trực tiếp với các vùng xuất nhập của các thiết bị khác dùng để nhập tín hiệu điều khiển từ bên ngoài vào hay xuất tín hiệu từ CPU ra ngoài để điều khiển thiết bị ngoại vi trong đó mỗi đơn vị ngõ vào /ra đều được đặc trưng bởi một địa chỉ duy nhất , bộ nhớ (sử dụng nhiều loại như RAM , ROM , EPROM , EEPROM) và nguồn cấp điện của PLC hoạt động bên trong từ 5 đến 15V. Các mạch vào/ra của PLC phải bảo đảm việc tách đất khi nối ghép với dây chuyên công nghệ hay với các thiết bị khác nhau .

Hình 1 : Cấu hình chung của PLC

Các dạng chương trình chính mà PLC có thể hiểu được : dạng lệnh (Instruction) , dạng sơ đồ thang (Ladder Diagram) . Sơ đồ thang là ngôn ngữ lập trình bằng đồ họa, những thành phần cơ bản dùng trong sơ đồ thang có thể được xem như những rơ-le (relay) mà sự đóng/mở của chúng chính là những điều kiện thi hành của lệnh . Sơ đồ thang là đường nối các phần tử thành một mạng hoàn chỉnh đi từ nguồn bên trái sang nguồn bên phải , đường nguồn bên trái là dây nóng, đường nguồn bên phải là dây trung hoà.

Hình 2 : Ngôn ngữ lập trình dạng sơ đồ thang

2. CHỌN LINH KIỆN XỬ LÝ TRUNG TÂM :

Vấn đề đặt ra ngay từ đầu cho chúng ta là chọn linh kiện xử lý trung tâm là vi xử lý (microprocessor) hoặc vi điều khiển (microcontroller) .

- Về cấu trúc phần cứng : Trong khi vi xử lý chỉ là một CPU chip đơn thì vi điều khiển là một vi mạch bao gồm một khối CPU và nhiều mạch hệ thống vi điều khiển hoàn chỉnh . Ngoài bộ CPU , vi điều khiển bao gồm cả RAM , EEROM , bộ giao tiếp nối tiếp và giao tiếp song song , bộ định thời (timer) và mạch lập trình ngắt (interrupt) . Là linh kiện điều khiển có hướng nên vi điều khiển được coi là có đáp ứng đối với tác nhân bên ngoài (các ngắt) trong thời gian thực , nhờ một đặc điểm quan trọng của các vi điều khiển là hệ thống ngắt nội .
- Về ứng dụng : Vi xử lý phần lớn được sử dụng như là một CPU đơn thuần trong các hệ thống máy vi tính , trong lúc vi điều khiển được sử dụng trong các thiết kế cần các thành phần linh kiện nhỏ thực hiện các điều khiển có hướng . Vi điều khiển phù hợp với việc điều khiển các thiết bị nhập/xuất trong các thiết kế đòi hỏi ít linh kiện ít thông tin , còn vi xử lý phù hợp với việc xử lý các thông tin trong hệ thống vi tính .
- Về các đặc điểm tập lệnh : Tập lệnh vi điều khiển là những lệnh xử lý chuyên sâu , tức là mạnh về các chế độ định vị với những lệnh phục vụ cho các hoạt động trên những vùng dữ liệu lớn . Các lệnh này có thể thực hiện trên các dữ liệu 4 bit, 8 bit , 16 bit hoặc 32 bit. Mặt khác , vi điều khiển có tập lệnh cho phép giao tiếp với nhiều ngõ vào và ra dùng lệnh từng bit , có các lệnh đặt và xoá từng bit riêng lẻ mà đặc điểm quan trọng này ít có ở các vi xử lý .

Chính vì các đặc điểm trên mà vi điều khiển đã được chọn như là bộ xử lý trung tâm để xây dựng PLC .

Vấn đề tiếp theo là xác định đối tượng PLC , vi điều khiển , và phần mềm để thực hiện việc xây dựng . Ở đây , chúng ta thiết kế một PLC nhằm có tính năng như PLC CPM1A-20CDR-D với phần mềm là Syswin 3.2 của hãng OMRON . Nhờ có đối tượng so sánh cụ thể như vậy , chúng ta có thể đánh giá sản phẩm của mình về đặc tính kỹ thuật , kích cỡ , hiệu quả của tập lệnh , giá thành , .. Vi điều khiển 89C51 của hãng Intel được chọn vì phổ biến , giá rẻ và chúng ta sử dụng Visual C++ để thực hiện việc xây dựng phần mềm .

3. XÂY DỰNG PHẦN CỨNG CHO PLC:

Trên cơ sở của vi điều khiển 89C51 , chúng ta thiết kế phần cứng PLC mang tên PLC/89C51 . Phần mạch chính được trình bày ở hình 3 . Mạch dùng hai vi điều khiển liên kết đường truyền ở dạng nối tiếp , một thực hiện chức năng khởi động mạch và một lưu chương trình người sử dụng soạn thảo vào bộ nhớ Flash ROM . Bên cạnh đó , mạch còn sử dụng bộ nhớ RAM để lưu trữ chương trình (khi vừa tải từ máy tính xuống) và dữ liệu tạm thời của các địa chỉ như là ngõ vào , ngõ ra , bộ định thời , bộ đếm Trong đó , vi điều khiển chính sẽ nối kết với máy tính thông qua hai ngõ vào và hai ngõ ra của RS232 theo dạng đường nhận RxD của máy tính nối với đường truyền TxD của PLC/89C51 và đường truyền TxD của máy tính nối với đường nhận RxD của PLC/89C51. Sau khi nhận được chương trình từ máy tính truyền xuống , vi điều khiển chính sẽ nhận và tạm thời lưu chương trình vào RAM . Tiếp đó , vi điều khiển chính sẽ thiết lập chế độ xoá Flash ROM của vi điều khiển thứ hai và sau đó , lưu chương trình vào Flash ROM của vi điều khiển thứ hai .

Hình 3: Sơ đồ khối mạch điện tử của PLC/89C51 (chưa kể mạch giao tiếp máy tính và nguồn điện)

Để có được nhiều chức năng, mạch cũng bao gồm các ngõ vào tương tự và số (tức các ngõ vào 000.0A và 000.0B sẽ thực hiện hai chức năng vừa tiếp nhận tín hiệu tương tự, vừa tiếp nhận tín hiệu số; ngược lại các ngõ ra 010.06 và 010.07 từ D/A sẽ điều khiển các thiết bị dưới dạng dòng). Bên cạnh đó, PLC/89C51 còn có khả năng mở rộng thêm một bộ I/O. Với số lượng bộ định thời và bộ đếm của PLC lớn, mạch PLC/89C51 đã phải thêm linh kiện 8253 để hỗ trợ với các bộ định thời lập trình sẵn bên trong và thực hiện chức năng bộ định thời tốc độ cao trong lệnh TIMH của PLC.

Do tính chất công nghiệp nên PLC được thiết kế thành từng mô-đun có kích thước của mỗi loại theo một tiêu chuẩn nhất định. Chính vì vậy, khi thiết kế PLC/89C51 dựa trên CPM1A, chúng ta cũng đã xem xét vấn đề tương thích về kích thước. Để có kích cỡ nhỏ, hình dáng thích hợp, ta giải quyết là thực hiện mạch theo dạng nhiều tầng (hình 4).

Hình 4 : Cách thức sắp xếp mạch in trong PLC/89C51

3. XÂY DỰNG PHẦN MỀM CHO PLC/89C51 :

Tiếp theo phải xây dựng phần mềm cho PLC/89C51 mà nhiệm vụ là biến đổi ngôn ngữ của vi điều khiển 89C51 sang kiểu ngôn ngữ sơ đồ thang của PLC, cụ thể là ngôn ngữ Syswin 3.2 của OMRON.

Sau khi tạo hình ảnh trong Paint, chúng ta sẽ lập trình cho các hình ảnh: đặt kích thước của các hình ảnh, xử lý việc chọn và vẽ nhiều đối tượng, xử lý việc ghi dữ liệu, và xoá một đối tượng. Từ đó, chúng ta lập trình việc đổi lệnh PLC sang lệnh 89C51, cho phép lưu trữ file, tải chương trình xuống PLC và nhận dữ liệu trả về.

Các bước lập trình được thể hiện theo lưu đồ ở hình 5.

Hình 5: Lưu đồ thực hiện phần mềm PLC/89C51

Lưu đồ toàn bộ chương trình được thể hiện ở hình 6, trong đó:

Hình 6 : Lưu đồ khối toàn bộ chương trình

- Chương trình Ext_int1 hoặc Ext_int2 (hình 7) : là chương trình tăng biến đếm khi có cạnh xuống tác động.

Hình 7 : Chương trình Ext_int1

- Chương trình chính (hình 8) : thực hiện việc khởi tạo các thanh ghi và các cổng, kiểm tra việc lập trình cho CPU2, kiểm tra cờ truyền và nhận dữ liệu, thiết lập trạng thái đèn (7 đoạn) hiển thị giá trị điện thế.

Hình 8 : Chương trình chính

- Chương trình `uart_int` (hình 9) : thực hiện thao tác truyền và nhận dữ liệu mỗi khi chờ truyền và nhận được tác động .

Hình 9 : Lưu đồ khối chương trình `uart_int`

5. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA PLC/89C51 :

Để hiểu rõ hơn về PLC/89C51 và khả năng hoạt động của nó , chúng ta sẽ khảo sát một số các đặc tính sau :

1. Phương pháp điều khiển (Control method) : dùng phương pháp lưu chương trình (Stored program method) .
2. Phương pháp điều khiển I/O (I/O control method) : Kết hợp phương pháp quét tuần hoàn và cập nhật liên tục .
3. Ngôn ngữ lập trình (Programming language) : dạng sơ đồ thang (Ladder Diagram) .
4. Độ dài lệnh (Instruction length) : một bước cho một lệnh , 1 đến 5 words / lệnh
5. Các loại lệnh (Types of instructions) : các lệnh cơ bản : 14 lệnh , các lệnh đặc biệt : 77 lệnh .
6. Thời gian thi hành lệnh (Execution time) : các lệnh cơ bản : 2 μ s đến 16 μ s , các lệnh đặc biệt : 16 μ s (lệnh TIM) .
7. Dung lượng chương trình (Program capacity) : Master : 256 words (Internal ROM) và Expansion : 2,048 words (External RAM)
8. Các I/O tối đa : CPU : 20 ngõ (12 ngõ vào / 8 ngõ ra) và cho phép mở rộng 1 Expansion Unit .
9. Cấu trúc vùng bộ nhớ (Structure of Memory Area) :
 - Các bit nhập (Input bits) : 00000 đến 00012 (Riêng bit 000.0A và 000.0B : ngõ vào A/D)
 - Các bit xuất (Output bits) : 01000 đến 01008 (Riêng bit 000.06 và 000.07 : ngõ vào D/A)
 - Các bit làm việc (Work bits : IR area) : 200.00 đến 200.07 (8 bits) hay 200 đến 229 (30 words) Các bit đặc biệt (Special bits : SR area) : 230.00 đến 230.07 (8 bits) hay 230 đến 255 (26 words)
 - Các bit tạm thời (Temporary bits : TR area) : 110.00 đến 110.07 (8 bits)
 - Các bit giữ (Holding bits : HR area) : 020.00 đến 020.07 (8 bits) hay 020 đến 049 (30 words)
 - Các bit phụ (Auxiliary bits : AR area) : 050.00 đến 050.07 (8 bits) hay 050 đến 069 (20 words)
 - Các bit liên kết (Link bits : LR area) : 070.00 đến 070.07 (8 bits) hay 070 đến 099 (30 words)
 - Các bộ định thời /đếm (8 timers/counters) : 100.00 đến 100.07 (8 bits)
10. Bộ nhớ dữ liệu (Data Memory : DM area) :
Read/Write : 2048 words , Read Only : 128 bytes
11. Kiểm tra chương trình (Program checks) : nếu không có lệnh End , chương trình sẽ bị lỗi (thực hiện việc kiểm tra lỗi trong suốt quá trình thực hiện) .
12. Giá thành đơn giá bao gồm linh kiện , mạch in , vỏ , mặt mica (chưa kể công lắp ráp) :
Master : 700.000^d , Expansion : 400.000^d .

6. ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ BÊN NGOÀI:

Khi dùng PLC/89C51 để điều khiển thiết bị ngoài, chúng ta tiến hành các bước theo sơ đồ khối hình 10:

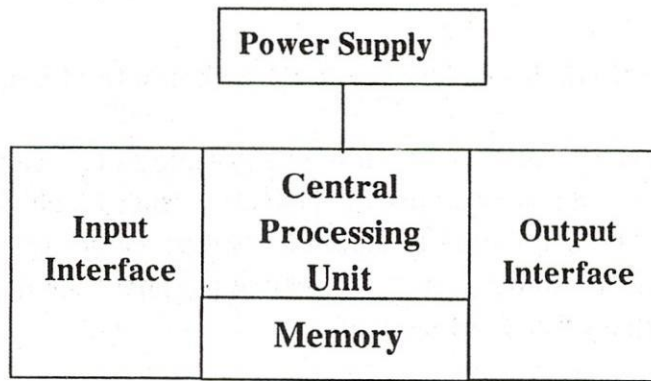
Hình 10: Sơ đồ khối chương trình điều khiển thiết bị ngoài

7. KẾT LUẬN:

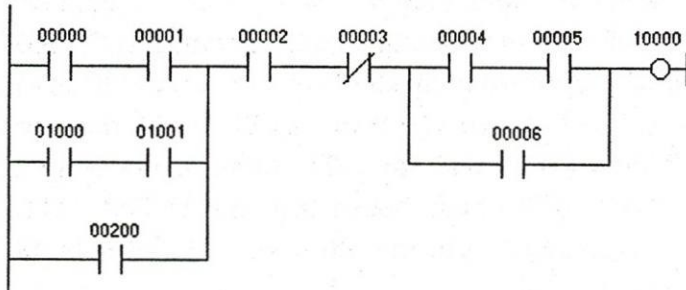
Chúng ta đã thực hiện xong việc dùng vi xử lý để xây dựng PLC. Hình 11 cho thấy hình dáng bên ngoài của PLC xây dựng mang tên PLC/89C51. Thiết kế chi tiết và sơ đồ mạch điện tử được trình bày ở [1]. Sau đây là so sánh PLC/89C51 và đối tượng so sánh là PLC CPM1A của OMRON. Trên cơ sở đạt được, chúng ta có thể phát triển một PLC độc lập với PLC của OMRON về đặc tính kỹ thuật và tập lệnh.

Hình 11: Hình dáng bên ngoài của PLC/89C51

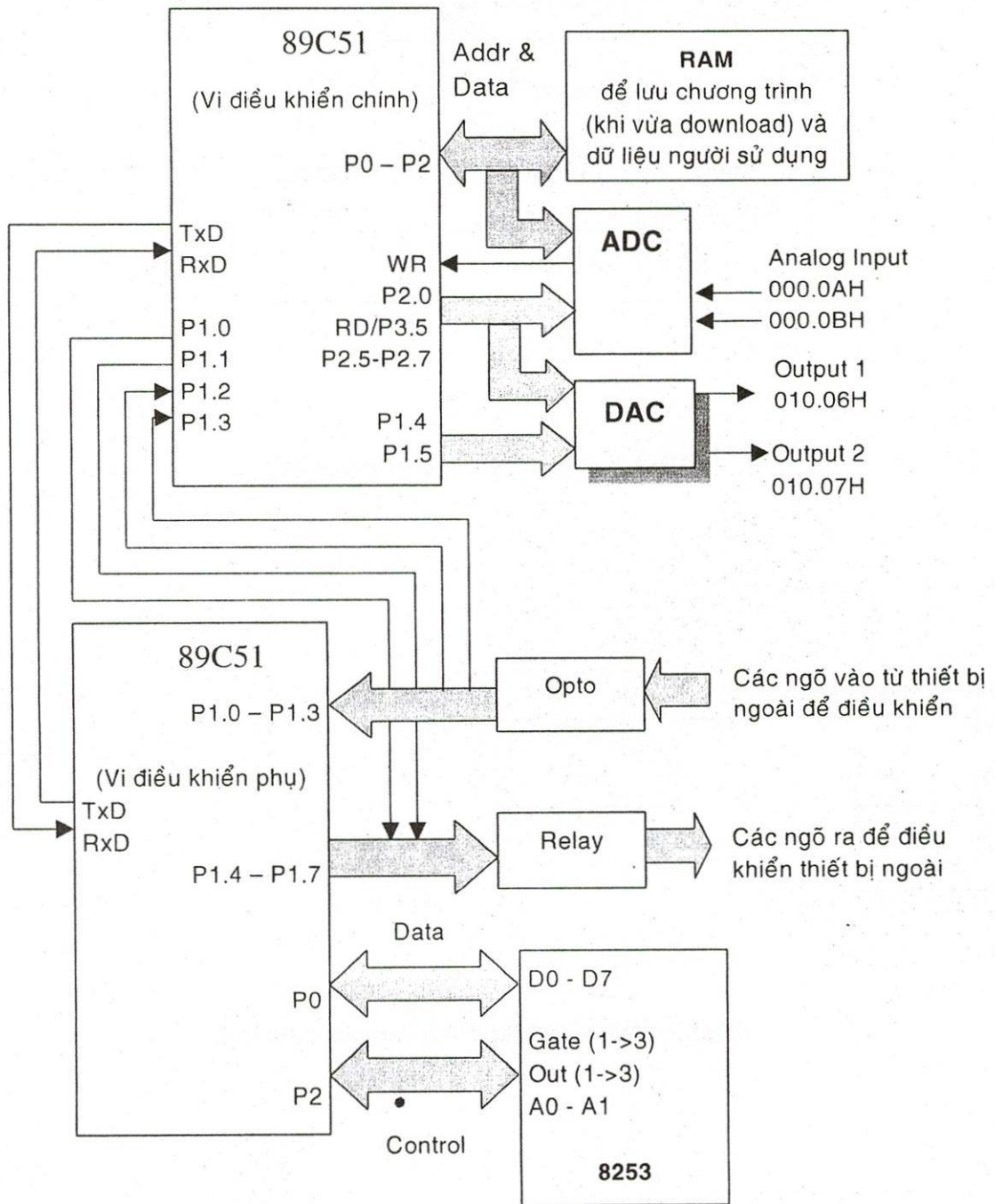
- ❖ Về cấu trúc: địa chỉ các vùng được bố trí một cách liên tục từ 000 đến 255 rất tiện lợi cho người sử dụng vì không phải nhớ từng khoảng vùng AR, HR, LR... không liên tục. Bên cạnh đó, PLC/89C51 còn được thiết kế dưới dạng tải chương trình vào Flash ROM (có sẵn trong vi điều khiển 89C51) với ưu điểm không bị mất chương trình khi bị mất điện. Tuy nhiên với những chương trình thường phải thay đổi, người sử dụng có thể nạp vào RAM của khối mở rộng (Expansion Unit) (hình 3).
- ❖ Về tính năng: PLC-CPM1A chưa thực hiện chức năng biến đổi A/D hay D/A, nhận dữ liệu trả về màn hình, không có khả năng mở rộng I/O, không có led 7 đoạn hiển thị ngõ vào 1 (hay 2) và giá trị vào A/D. PLC/89C51 đảm bảo đúng số lượng ngõ vào/ra (20 I/O) và nâng cao khả năng sử dụng của địa chỉ; riêng ngõ vào 0Ah và 0Bh có thể được sử dụng trong hai mục đích: ngõ vào bình thường hoặc ngõ vào A/D; riêng ngõ ra 06h và 07h có thể được sử dụng trong hai mục đích: ngõ ra bình thường hoặc ngõ ra D/A. Mặt khác, do sử dụng các loại linh kiện thông thường có sẵn trên thị trường rẻ tiền nên giá thành sản phẩm rẻ đáng kể so với PLC của các hãng.
- ❖ Về chất lượng (độ ổn định): do sản xuất trong điều kiện các linh kiện, mạch in và hàn mạch không có độ chính xác cao nên bộ PLC/89C51 không phải là thiết bị công nghiệp đúng nghĩa, không thích hợp ở môi trường nhiễu lớn, nhiệt độ cao... Tuy nhiên, nó đáp ứng được các ứng dụng điều khiển thông thường. Đặc biệt trong giảng dạy, sản phẩm PLC/89C51 có thể thay thế các PLC công nghiệp đắt tiền hơn hoặc là một bổ sung để các sinh viên hiểu rõ về cấu trúc và tập lệnh của PLC. Do thiết kế dựa vào các linh kiện có sẵn trên thị trường nên việc sửa chữa rất thuận lợi.



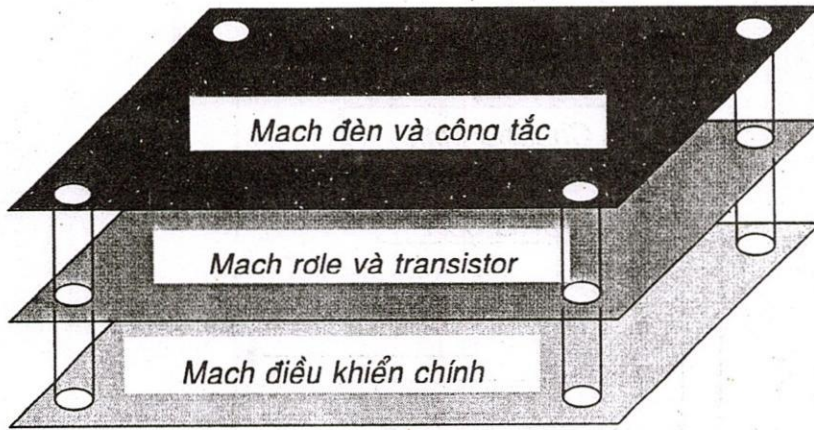
Hình 1 : Cấu hình chung của PLC



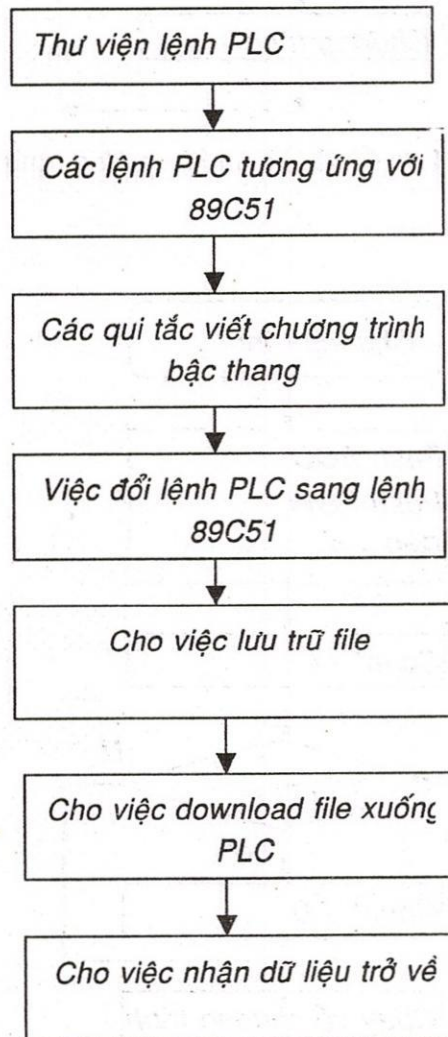
Hình 2 : Ngôn ngữ lập trình dạng sơ đồ thang



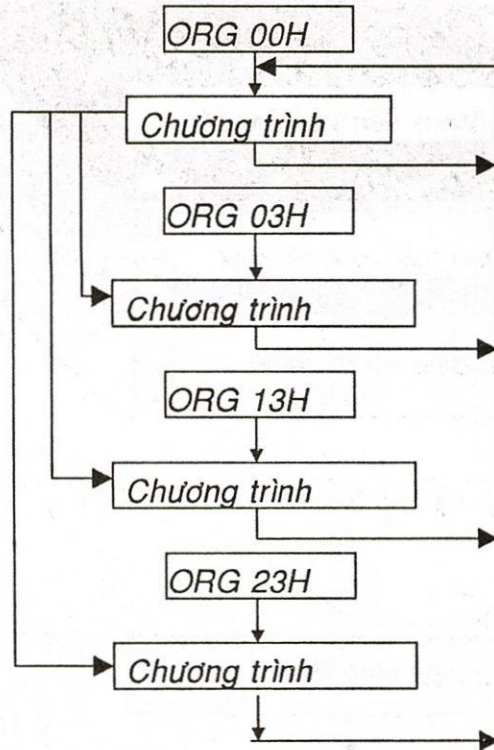
Hình 3 : Sơ đồ khối mạch điện tử của PLC/89C51 (chưa kể mạch giao tiếp máy tính và nguồn điện)



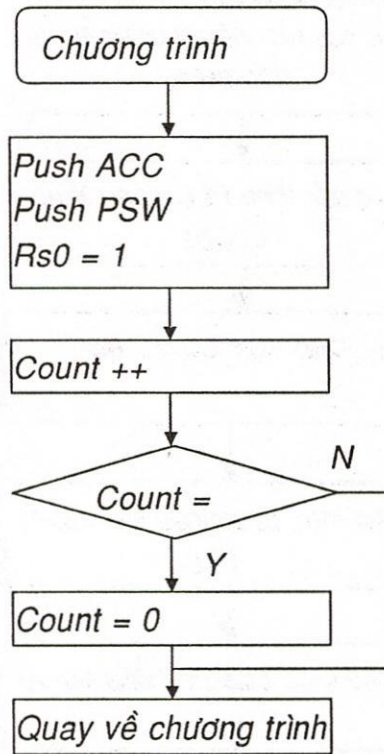
Hình 4 : Cách thức sắp xếp mạch in trong PLC/89C51



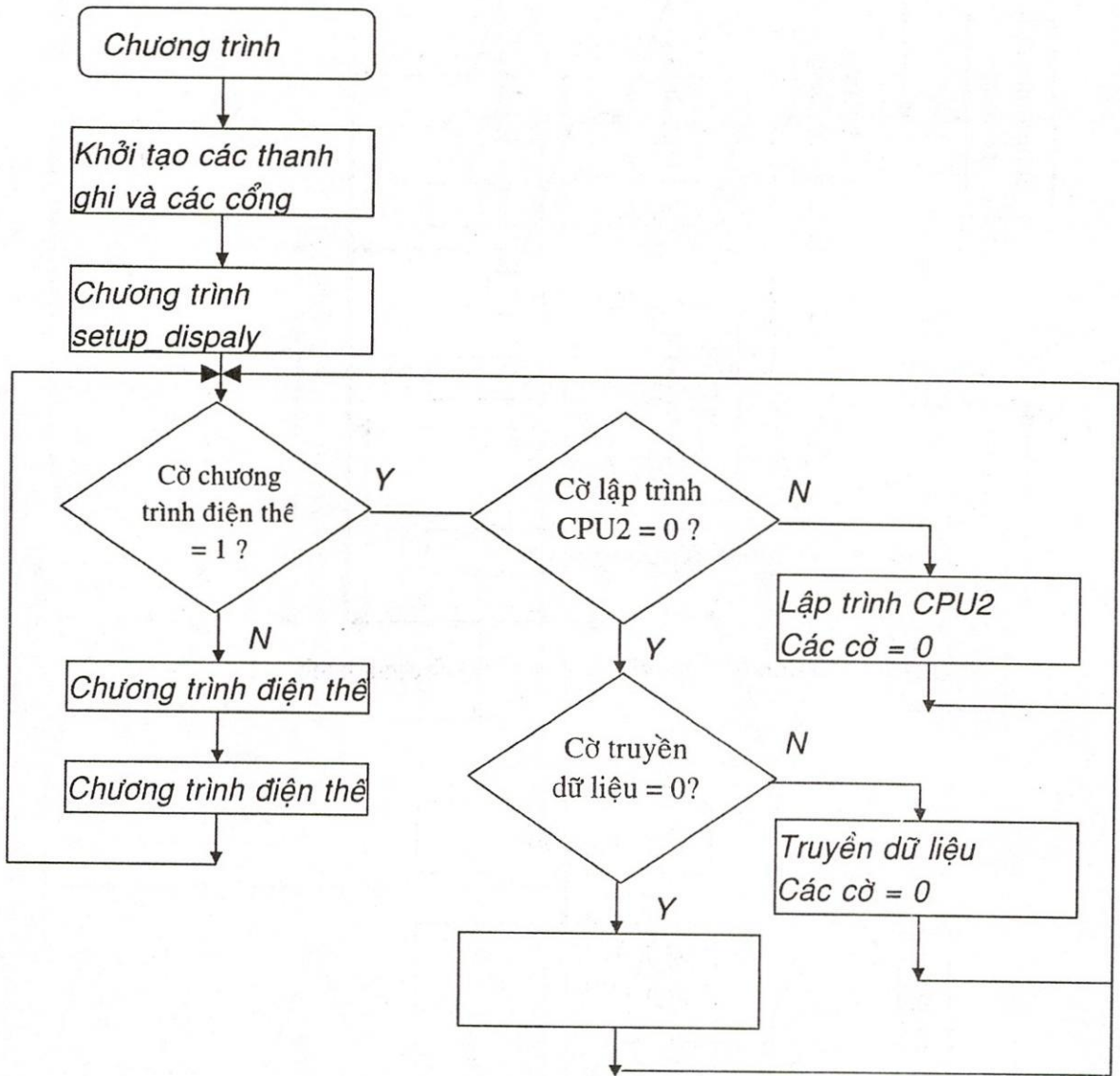
Hình 5: Lưu đồ thực hiện phần mềm PLC/89C51



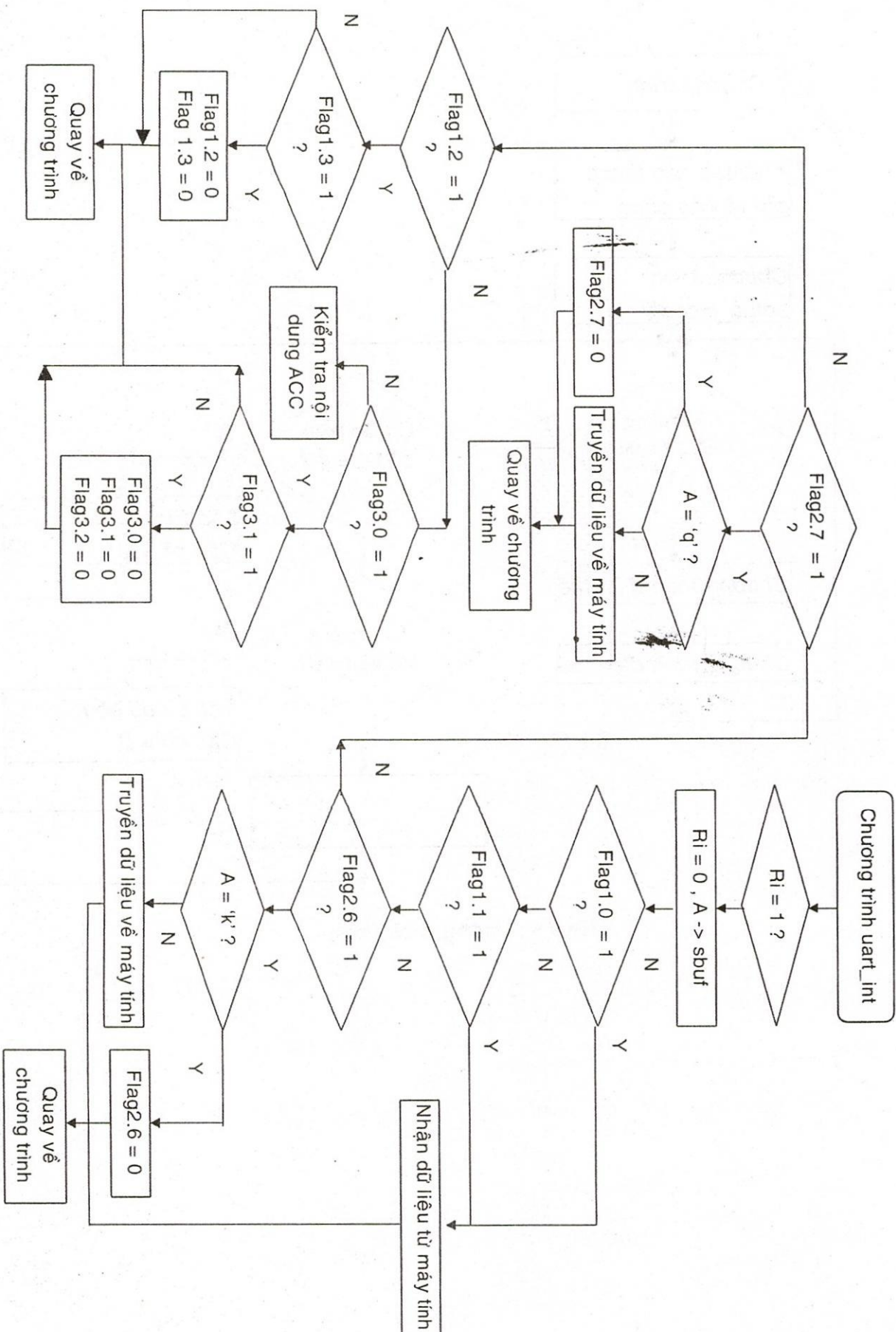
Hình 6 : Lưu đồ khối toàn bộ chương trình



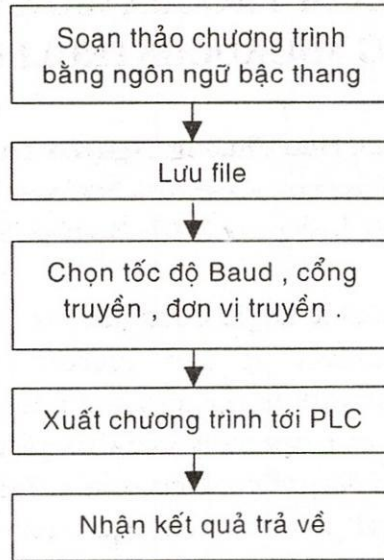
Hình 7 : Chương trình Ext_int1 (2)



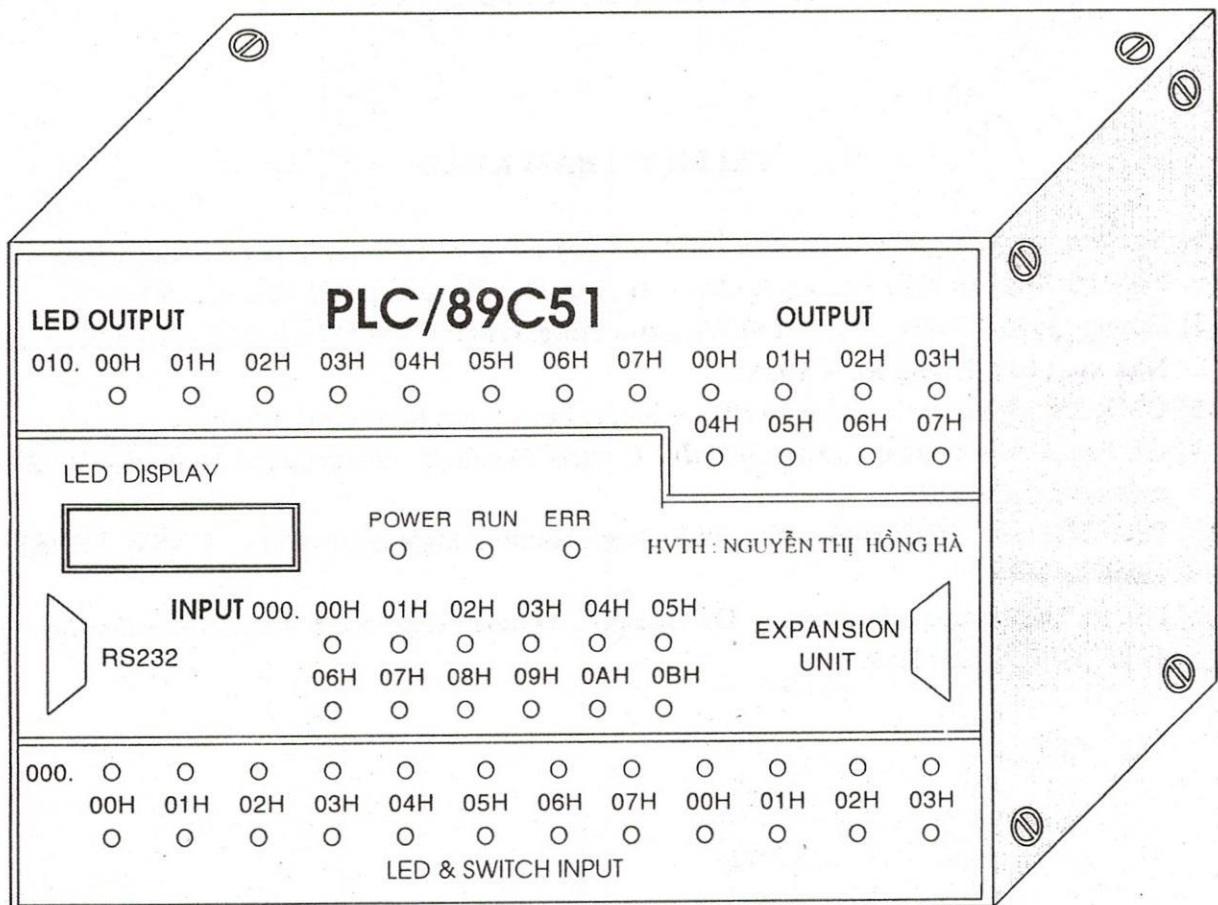
Hình 8 : Chương trình chính



Hình 9 : Lưu đồ khối chương trình uart-int



Hình 10: Sơ đồ khối chương trình điều khiển thiết bị ngoài



Hình 11: Hình dáng bên ngoài của PLC mô phỏng

THE CONSTRUCTION OF PROGRAMABLE LOGIC CONTROLLER USING MICROCONTROLLER 89C51

Nguyen Huu Phuong, Nguyen Thi Hong Ha

University of Natural Sciences – Vietnam National University HoChiMinh City

(Received 31 December 2001, Revised 29 January 2002)

ABSTRACT: PLC (Programmable Logic Controller) is a modern and compact device used in industry for automatic control. It is a product of an excellent combination of microprocessing technique, software technology and industrial characteristics. However, the application of PLCs in control and especially in training is still limited, due to their relatively high price and the low compatibility of products from different manufacturers.

The project is to design and construct an equivalent PLC using the popular 89C51 microcontroller as the CPU. To this aim we have designed the complete circuit and written the equivalent ladder diagram instruction set. This simulation serves two purposes: (1) to create low-price basic PLCs for training and normal control applications, (2) to set ground for the development of more powerful PLCs for the same purposes.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Thị Hồng Hà , *Luận An Thạc Sĩ “Xây dựng bộ PLC dùng vi điều khiển 89C51”* , PGS.TS Nguyễn Hữu Phương hướng dẫn , Đại Học Khoa Học Tự Nhiên, 2001 .
- [2] Dương Quang Thiện , *Lập trình Windows dùng Visual C++ 5.0 và MFC (tập 1,2,3,4,5)* , Nhà xuất bản Thống Kê – 1998 .
- [3] OMRON , *Beginner's Guide to PLC – Smart Factory* và một số tài liệu khác .
- [4] GE Fanuc Automation , *Programmable Control Products – Installation Manual* – 1992 và một số tài liệu khác .
- [5] Peter Rohner , *PLC Automation with programmable logic controllers* , UNSW PRESS – 1996 .
- [6] I.Scott Mackenzie : University Of Gueiph , Ontario , *The 8051 Microcontroller Second Edition* – Prentice Hall .