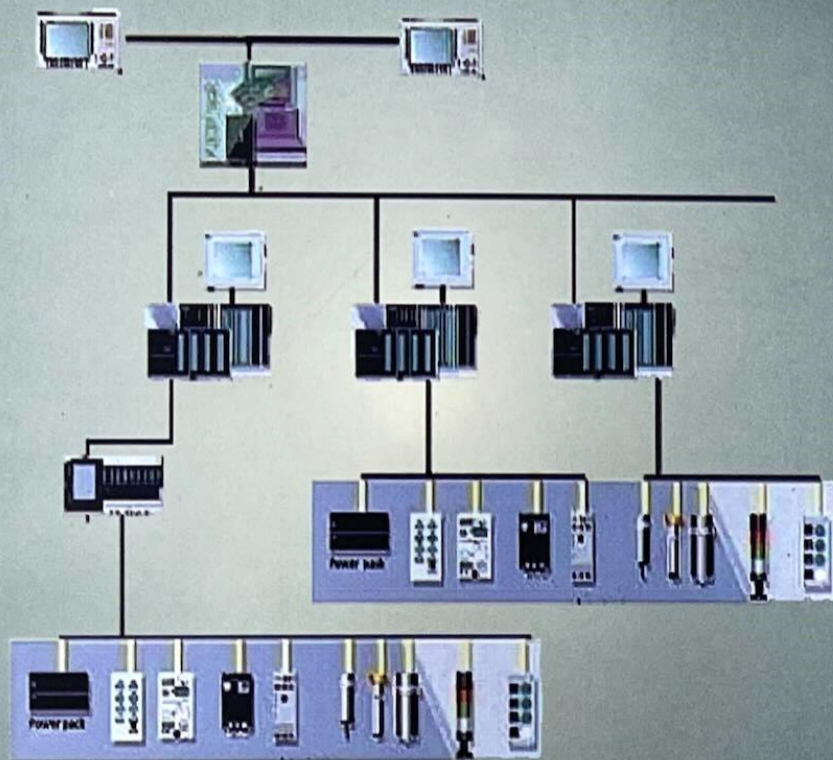


TS. NGUYỄN TRỌNG DOANH

# ĐIỀU KHIỂN PLC



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

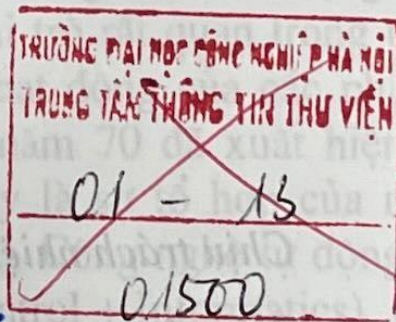
TS. NGUYỄN TRỌNG DOANH

# ĐIỀU KHIỂN PLC

Turn compassion into action  
思いやりを行動に



DENSO MANUFACTURING VIETNAM CO., LTD.



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT  
HÀ NỘI

## LỜI NÓI ĐẦU

Tự động hoá ngày nay trở thành một nhu cầu không thể thiếu được trong tất cả các lĩnh vực của nền kinh tế quốc dân. Công nghệ tự động hoá đã và đang đóng vai trò quyết định trong sản xuất, bởi vì nó đáp ứng được hai yêu cầu chính của sản xuất đó là: năng suất và chất lượng. Tự động hoá có thể làm tăng năng suất, nâng cao chất lượng và giảm giá thành sản phẩm. Tuy nhiên tự động hoá một quá trình sản xuất là một nhiệm vụ khó và phức tạp nhất so với việc tự động hoá ở các lĩnh vực khác. Tự động hoá chính là tập hợp trí tuệ đỉnh cao của các ngành như: Cơ khí, điện, điện tử, điều khiển và tin học. *Phần cơ khí* bao gồm các lĩnh vực như động lực học của các cơ cấu trong các máy móc, thiết bị; thiết kế các cơ cấu truyền động cơ khí chính xác, thuỷ lực, khí nén và ứng dụng các vật liệu chế tạo mới. *Phần điện - điện tử* tạo nền tảng cho việc cung cấp năng lượng và các phần tử của hệ thống điều khiển tự động với các loại động cơ điện đặc biệt, các phần tử cảm biến, các mạch hay các thiết bị điều khiển. *Phần điều khiển* tập trung vào các qui luật điều khiển để có thể tạo ra một hệ thống có chất lượng điều khiển cao nhất. *Phần tin học* đã và đang đóng vai trò rất quan trọng trong việc quản lý, điều hành, tổ hợp, phối hợp các hoạt động của các phần tử trong hệ thống tự động. Chính vì thế từ những năm 70 đã xuất hiện các ngành kỹ thuật mới, mà bản thân các ngành này là sự tổ hợp của nhiều ngành khác nhau như Công nghệ robot (Robotics), Công nghệ tự động hoá hay Mechatronics (Mechanics + Electronics + Control + Informatics), Công nghệ Cơ sinh học Biomechanics (Biology + Mechanics) vv. Để có thể hiểu được về Công nghệ Tự động hoá các kỹ sư và cán bộ kỹ thuật phải được trang bị các kiến thức cơ bản về kỹ thuật điện, về điều khiển tự động, về động lực học hệ thống, cơ khí chính xác, về nguyên lý hoạt động của các phần tử và cơ cấu trong hệ thống điều khiển tự động và đặc biệt là logic công nghệ của hệ thống được tự động hoá. Đối với các quá trình công nghệ đơn lẻ, để tự động hoá được không cần đến các hệ thống điều khiển phức tạp, mà chỉ cần các hệ thống điều khiển cơ bản dạng hệ thống điều khiển tương tự. Các máy tự động, các dây chuyền sản xuất hay các hệ thống vật lý phức tạp, không chỉ đòi hỏi một hệ thống các thiết bị kỹ thuật cao mà bắt buộc phải điều khiển bằng các hệ thống điều khiển số hay điều khiển bằng máy tính. Thiết bị điều khiển khả lập trình PLC (Programable Logic Controller) là một thiết bị điều khiển công nghiệp dạng thiết bị điều khiển số chuyên dụng, nó không chỉ thay thế cho thiết bị điều khiển lô gíc cứng mà còn có thể thay thế được các thiết bị điều khiển tương tự thông thường bằng kỹ thuật điều khiển số. Cuốn sách này với mục tiêu chủ yếu phục vụ cho các sinh viên đại học,

cao học ngành Cơ khí, Cơ điện tử, nên tác giả buộc phải giới thiệu qua các kiến thức cơ bản về điều khiển logic trước khi đi vào các nội dung chính của thiết bị điều khiển công nghiệp này và các ứng dụng của nó. Nội dung của cuốn sách gồm ba phần:

- + Phần thứ nhất: Cơ sở điều khiển logic,
- + Phần thứ hai: Thiết bị điều khiển khả lập trình PLC,
- + Phần thứ ba : Các ứng dụng của PLC

Chắc chắn rằng trong quá trình biên soạn lần đầu cuốn sách này sẽ không thể tránh hết được các thiếu sót về nội dung lẫn học thuật, vì vậy rất mong được các bạn đọc góp ý trực tiếp hoặc trao đổi thông qua địa chỉ: Bộ môn Công nghệ Chế tạo máy - Viện Cơ khí, Đại học Bách khoa Hà Nội, Nhà C5 - 112, Số 1 Đại Cồ Việt, Hai Bà Trưng - Hà Nội hoặc qua e-mail: [doanhnt@hotmail.com](mailto:doanhnt@hotmail.com)

**Tác giả**

# MỤC LỤC

Lời nói đầu.....	3
------------------	---

## *Phần thứ nhất* **CƠ SỞ ĐIỀU KHIỂN LOGIC**

### **Chương 1 KHÁI NIỆM CƠ BẢN VÀ ĐỊNH NGHĨA**

1.1. Khái niệm cơ bản.....	9
1.2. Các hệ đếm và các hệ mã.....	12

### **Chương 2 ĐIỀU KHIỂN LOGIC**

2.1 Đại số Boole.....	29
2.1.1. Biến logic và hàm logic.....	29
2.1.1.1. Biến logic.....	29
2.1.1.2. Hàm logic.....	29
2.1.1.3. Các phương pháp biểu diễn hàm logic.....	30
2.1.2. Các phép tính logic.....	30
2.1.2.1. Toán tử phủ định (NOT).....	30
2.1.2.2. Toán tử nhân (AND).....	30
2.1.2.3. Toán tử cộng (OR).....	31
2.1.2.4. Toán tử NOR và NAND.....	31
2.1.2.5. Toán tử cộng hạn chế (XOR).....	32
2.1.3. Biểu diễn hình học các mệnh đề logic.....	32
2.1.4. Các hệ thức De Morgan.....	37
2.1.5. Tính chất bao của hàm logic.....	39
2.1.6. Các phần tử logic.....	41
2.1.6.1. Phần tử phủ định (NOT).....	41
2.1.6.2. Phần tử nhân AND.....	41
2.1.6.3. Phần tử cộng OR.....	42
2.1.6.4. Phần tử NOR.....	43
2.1.6.5. Phần tử NAND.....	44
2.1.6.6. Các tính chất của toán tử NOR và NAND.....	45
2.2 Cách diễn tả hàm logic.....	48
2.3. Rút gọn hàm logic.....	55
2.3.1. Nguyên lý rút gọn.....	55
2.3.2. Phương pháp dùng bảng ma trận Karnaugh.....	55

2.3.3. Phương pháp Quine - Mc Cluskey.....	59
2.4 Thể hiện các hàm logic bằng vật chất.....	64
2.4.1. Các mạch logic điện tiếp điểm.....	65
2.4.2. Mạch logic role điện từ.....	66
2.4.3 Mạch logic diode và logic transistor.....	67
2.4.4. Logic trở và transistor (RTL).....	74
2.4.5. Logic transistor - transistor (TTL).....	76
2.4.6. Mạch logic tích hợp CMOS (IG).....	77

*Phần thứ hai*

**THIẾT BỊ ĐIỀU KHIỂN LOGIC - PLC**

***Chương 3 CẤU TRÚC VÀ HOẠT ĐỘNG CỦA PLC***

3.1 Mở đầu về PLC.....	82
3.2 Lịch sử phát triển của PLC.....	83
3.3. Thành phần cơ bản của PLC.....	85
3.3.1 Bộ xử lý tín hiệu CPU.....	86
3.3.2. Bộ nhớ .....	88
3.3.3 Môđun vào/ra.....	89
3.3.4 Môđun nguồn.....	90
3.3.5 Thiết bị lập trình.....	90
3.4. Phân loại PLC.....	93
3.5. Hoạt động của PLC.....	102
3.6. Ngôn ngữ lập trình PLC cơ sở .....	105
3.6.1 Giới thiệu.....	105
3.6.2 Tiêu chuẩn quốc tế cho các ngôn ngữ lập trình của PLC .....	106
3.6.3 Các ngôn ngữ lập trình cơ sở.....	107
3.6.3.1 Ngôn ngữ Bảng lệnh STL (Statement List).....	108
3.6.3.2. Ngôn ngữ Sơ đồ thang LAD (Ladder Diagram).....	116
3.6.3.3. Ngôn ngữ Sơ đồ khối hàm logic FBD (Function Block Diagram). .....	122
3.6.3.4. Ngôn ngữ Grafcet.....	126

***Chương 4 HOẠT ĐỘNG CỦA BỘ NHỚ CỦA PLC***

4.1 Các thành phần và cấu trúc của bộ nhớ.....	131
4.1.1 Tế bào nhớ bit.....	131
4.1.2 Đơn vị bộ nhớ của PLC.....	131
4.1.3 Tệp nhớ (File).....	132

4.1.4 Các dạng bộ nhớ.....	134
4.2 Tổ chức bộ nhớ của PLC 5 Allen Bradley.....	136
4.2.1 Cấu trúc của các tệp nhớ.....	138
4.2.1.1 Bit nhớ trong.....	138
4.2.1.2 Miền nhớ chương trình ứng dụng.....	139
4.2.1.3 Kích cỡ của bộ nhớ ứng dụng.....	139
4.2.2 Cách ghi địa chỉ của PLC 5 Allen Bradley.....	140
4.2.3 Giao diện giữa phần cứng và phần mềm.....	142
4.3 Tổ chức bộ nhớ của Siemens PLC S7 - 300.....	144
4.3.1 Cấu trúc bộ nhớ.....	144
4.3.2 Cách ghi địa chỉ vào/ra trên PLC Siemens Simatic S7-300.....	146

### *Chương 5* **HỆ THỐNG KÊNH VÀO - KÊNH RA**

5.1 Các dạng đầu vào/ ra.....	149
5.2 Các môđun vào/ra số.....	153
5.3. Môđun vào/ra tương tự.....	162
5.4 Môđun chuyên dụng.....	164
5.5 Môđun vào/ra thông minh.....	165
5.6 Thiết kế hệ thống vào/ra.....	167

### *Chương 6* **KẾT NỐI MẠNG TRUYỀN DỮ LIỆU**

6.1 Cơ sở truyền thông.....	170
6.2 Truyền thông bằng kỹ thuật dòn kênh.....	173
6.3 Kiểm tra lỗi truyền thông tin.....	174
6.4 Các cấu trúc mạng PLC.....	176
6.4.1 Topo mạng.....	176
6.4.2 Các giao thức truyền thông (Communication Protocol).....	179
6.5 Cấu trúc mạng tiêu chuẩn.....	183
6.6 Các chuẩn phần cứng nối tiếp.....	184
6.7 Môđun truyền thông.....	190

### *Chương 7* **NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH CỦA PLC5 – ALLEN BRADLEY**

7.1. Mở đầu.....	193
7.2 Lập trình bằng sơ đồ thang tiêu chuẩn và nâng cao.....	193
7.2.1 Các lệnh cơ bản của sơ đồ thang.....	193
7.2.2 Lập trình sơ đồ thang nâng cao.....	212
7.3 Ngôn ngữ bậc cao ST.....	229
7.4 Ngôn ngữ Grafset.....	331

## Chương 8 NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH CỦA PLC S7-300 CỦA SIEMENS

8.1 Giới thiệu.....	237
8.1.1 Cấu trúc của lệnh STL.....	237
8.1.2 Cấu trúc của Accu.....	237
8.1.3 Cấu trúc của từ trạng thái.....	238
8.2 Các nhóm lệnh STL tiêu chuẩn của PLC S7.....	239

### Phần thứ ba

## Chương 9 CÁC ỨNG DỤNG CỦA PLC

9.1 Điều khiển băng tải.....	286
9.2 Điều khiển máy khoan.....	296
9.3 Điều khiển hệ thống sản xuất linh hoạt.....	300
9.4 Điều khiển xe tự hành trong hệ thống sản xuất.....	303
9.5 Điều khiển gara tự động.....	304
9.6 Điều khiển các hệ thống cấp nước.....	312
9.7 Hệ thống tách nước ra khỏi khí ga.....	314
9.8 Hệ thống điều khiển bơm chất lỏng.....	320
9.9 Điều khiển hệ thống cấp dầu lò hơi.....	324
9.10 Điều khiển hệ thống rửa xe ô tô tự động.....	327
Tài liệu tham khảo.....	332