

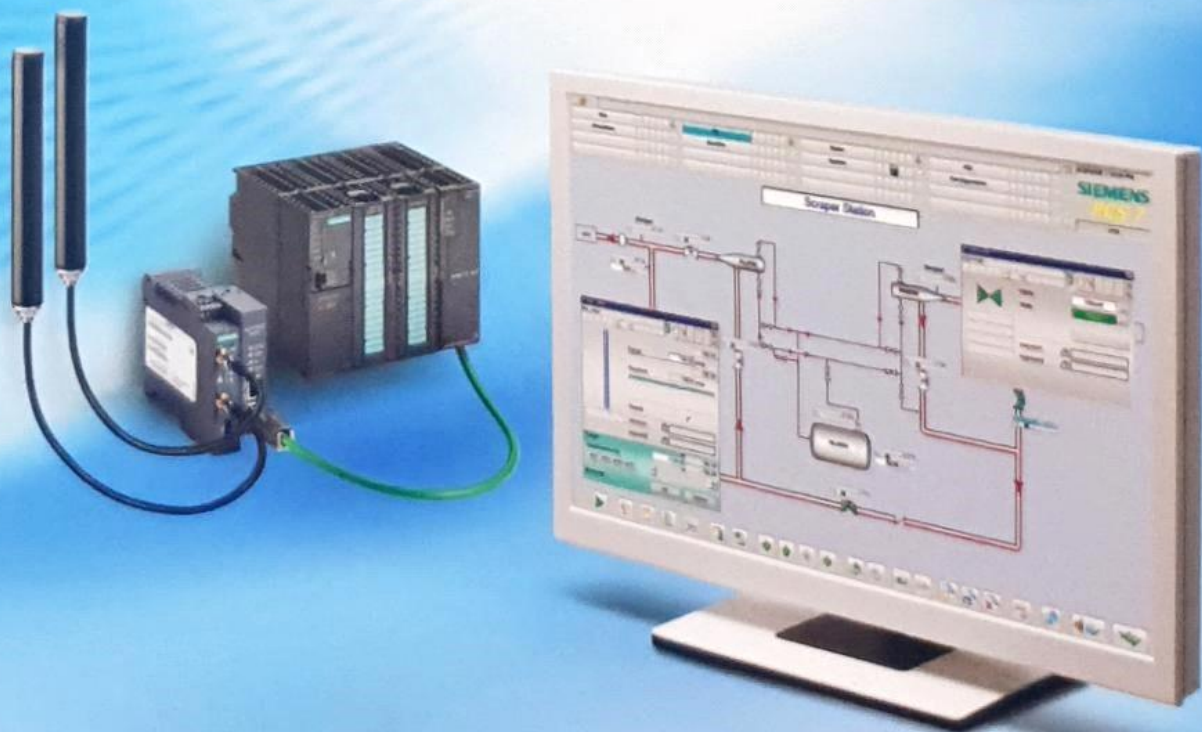


TRẦN VĂN HIẾU

# TỰ ĐỘNG HÓA PLC

## S7-300

### VỚI TIA PORTAL



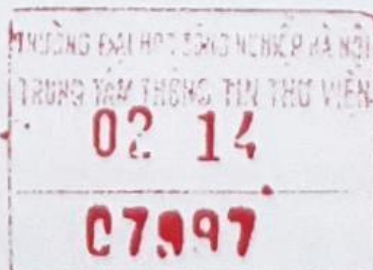
NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT



TRẦN VĂN HIẾU



TỰ ĐỘNG HÓA  
**PLC**  
**S7-300**  
VỚI TIA PORTAL



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

# THƯ NGỎ

## TRÁI TIM LẬP TRÌNH TRÁI TIM

Bộ sách “Thiết kế hệ thống tự động hóa với TIA Portal” bao gồm các tập sách:

- Tập 1: *Tự động hóa PLC S7 – 300 với TIA Portal* (xuất bản năm 2014, tái bản năm 2016 và năm 2019).
- Tập 2: *Tự động hóa PLC S7 – 1200 với TIA Portal* (xuất bản năm 2015 và tái bản năm 2019).
- Tập 3: *Thiết kế hệ thống giám sát điều khiển với TIA Portal* (xuất bản năm 2017 và tái bản năm 2019).
- Tập 4: *Thiết kế mạng truyền thông công nghiệp với TIA Portal* (xuất bản năm 2018).

Bộ sách là những kiến thức, kinh nghiệm và kỹ năng mà tác giả đã làm việc về tự động hóa Siemens với PLC – HMI – SCADA và phần mềm tự động hóa tích hợp toàn diện TIA Portal mong muốn được chia sẻ lại cho bạn đọc là: những kỹ sư trẻ, giáo viên chưa có nhiều điều kiện để tiếp cận với thực tế, các bạn sinh viên còn thiếu cả kiến thức và kỹ năng, hay những ai muốn tổng hợp và khái quát lại hệ thống kiến thức của bản thân mình...

PLC được coi là “Trái tim” của hệ thống tự động hóa và Slogan của tác giả đối với PLC đó là “Trái tim lập trình trái tim”. Chỉ cần người lập trình hệ thống có sự đam mê, yêu thích và “cháy” với PLC và “*lập trình trái tim bằng cả trái tim*” thì không gì là không thể.

Trân trọng.

Tác giả

# LỜI CẢM ƠN

Cuốn sách **Tự động hóa PLC S7 – 300 với TIA Portal** được phát hành lần đầu tiên vào tháng 7 năm 2014 và trong lần tái bản sách này ngoài việc chỉnh sửa một số lỗi, bổ sung thêm một số chương về truyền thông mạng và ngôn ngữ lập trình thì tôi muốn gửi lời cảm ơn tới những người đã giúp tôi có thời gian, ý tưởng và kiến thức để thực hiện những cuốn sách cho riêng mình trong thời gian qua.

Đầu tiên, tôi xin gửi lời cảm ơn tới Ban giám hiệu Trường trung cấp nghề kỹ thuật công nghệ Hùng Vương, Quý thầy cô trong Khoa Điện & Trung tâm cơ điện tử trong những năm 2010 – 2015 đã giúp và tạo điều kiện cho tôi rất nhiều trong việc xây dựng định hướng, được thể hiện đam mê, khát khao mà tôi theo đuổi và để tôi được là “ông giáo” theo đúng ước mơ và là nền tảng cho những kiến thức và kinh nghiệm để tôi thực hiện những cuốn sách của riêng mình.

Thứ hai, tôi cũng gửi lời cảm ơn tới anh Trương Thanh Sơn – Giám đốc Chi nhánh NXB Khoa học và Kỹ thuật tại TP. HCM và chị Phạm Thị Mai là những người đã giúp tôi trong việc hoàn thiện những cuốn sách của tôi.

Cuối cùng, tôi gửi lời cảm ơn tới Nhà sách Hoàng Cương & Tổ giáo trình của Trường đại học Bách Khoa TP. HCM là những nhà sách đã tin tưởng trong việc phân phối sách của tôi trong những ngày đầu và cho tới tận bây giờ.

Tôi xin gửi lời cảm ơn từ tận trái tim và những lời chúc tốt đẹp nhất tới những người đã giúp tôi trong tất cả thời gian qua.

# MỤC LỤC

Thư ngỏ.....	5
Lời cảm ơn.....	6
Phần I	

## **LẬP TRÌNH CƠ BẢN**

---

### Chương 1

## **LỊCH SỬ HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN PLC**

1.1. Lịch sử hình thành và phát triển PLC.....	20
1.2. Cấu trúc PLC .....	21
1.2.1. Mô-đun điều khiển trung tâm CPU .....	21
1.2.2. Tín hiệu đầu vào số (DI).....	23
1.2.3. Tín hiệu đầu ra số (DO).....	23
1.2.4. Tín hiệu Analog (AI/AO).....	24
1.2.5. Thuật toán điều khiển vòng kín PID.....	25
1.2.6. Đếm xung tốc độ cao .....	27
1.2.7. Điều khiển vị trí.....	27
1.3. Truyền thông mạng.....	27
1.4. Ứng dụng PLC .....	28
1.5. Câu hỏi ôn tập .....	29

### Chương 2

## **KIẾN THỨC CƠ BẢN**

2.1. Hệ thống số của PLC .....	30
2.1.1. Hệ thống số thập phân.....	32
2.1.2. Hệ thống số nhị phân.....	32

2.1.3. Hệ thống số thập lục phân .....	34
2.1.4. Số thập phân mã nhị phân BCD .....	36
2.2. Bìa KARNAUGH.....	36
2.3. Kết nối thiết bị ngoại vi với PLC.....	38
2.3.1. Khái niệm về Sinking – Sourcing .....	39
2.3.2. Kết nối thiết bị ngoại vi với mô-đun ngõ vào số.....	40
2.3.3. Kết nối thiết bị ngoại vi với mô-đun ngõ ra số.....	42
2.4. Bài tập ứng dụng và câu hỏi ôn tập.....	44

### Chương 3

## GIỚI THIỆU TỔNG QUAN VỀ PLC S7 – 300

3.1. Một số dòng CPU S7 – 300 thông dụng.....	45
3.2. Những mô-đun phần cứng cơ bản của PLC.....	47
3.2.1. Rack .....	48
3.2.2. Mô-đun ghép nối IM.....	48
3.2.3. Mô-đun nguồn PS.....	49
3.2.4. Mô-đun xử lý trung tâm CPU .....	49
3.2.5. Modul mở rộng.....	50
3.3. Vùng nhớ và ý nghĩa .....	51
3.3.1. Vùng chứa chương trình ứng dụng.....	52
3.3.2. Vùng chứa tham số của hệ điều hành .....	54
3.3.3. Vùng chứa các khối dữ liệu .....	55
3.4. Kiểu dữ liệu và định dạng trong PLC S7.....	57
3.4.1. Kiểu dữ liệu BOOL.....	58
3.4.2. Kiểu dữ liệu BYTE.....	59
3.4.3. Kiểu dữ liệu WORD .....	59
3.4.4. Kiểu dữ liệu DWORD.....	60
3.4.5. Kiểu dữ liệu INT .....	61
3.4.6. Kiểu dữ liệu DINT .....	61

3.4.7. Kiểu dữ liệu REAL .....	61
3.4.8. Kiểu dữ liệu DATE .....	62
3.4.9. Kiểu dữ liệu TIME.....	62
3.4.10. Kiểu dữ liệu TIME_OF_DAY .....	62
3.4.11. Kiểu dữ liệu CHAR.....	62
3.4.12. Kiểu dữ liệu S5TIME .....	62
3.5. Cấu trúc chương trình .....	64
3.6. Vòng quét chương trình.....	66
3.7. Câu hỏi ôn tập .....	69

## Chương 4

# LÀM VIỆC VỚI PROJECT CỦA STEP 7 MANAGER VÀ TIA PORTAL

4.1. Làm việc với Project của Step 7 Manager .....	70
4.1.1. Tạo Project sử dụng chế độ New Project Wizard.....	71
4.1.2. Tạo Project bằng cách sử dụng chế độ New.....	74
4.1.3. Thêm một Station mới cho một Project .....	78
4.1.4. Sử dụng chức năng giả lập tích hợp Simulation .....	80
4.2. Thư viện của Step 7 Manager.....	82
4.3. Làm việc với Project của TIA PORTAL .....	84
4.3.1. Tạo Project mới .....	85
4.3.2. Chuyển đổi Project từ Step 7 Manager sang TIA Portal .....	88
4.3.3. Sử dụng chức năng giả lập tích hợp Simulation .....	90
4.4. Hướng dẫn download và upload.....	92
4.4.1. Hướng dẫn download và upload trên Step 7 Manager ..	92
4.4.2. Hướng dẫn download và upload trên TIA Portal.....	95
4.5. Câu hỏi ôn tập .....	98

## Chương 5

# LẬP TRÌNH VỚI TẬP LỆNH LOGIC

5.1. Lập trình với Tag và I/O Mapping .....	99
5.1.1. Làm việc với Tag nhớ của PLC S7.....	99
5.1.2. Lập trình với I/O Mapping.....	100
5.1.3. Làm việc với clock memory.....	103
5.2. Lập trình với các tiếp điểm I/O.....	105
5.2.1. Phép toán AND.....	105
5.2.2. Phép toán OR.....	106
5.2.3. Phép toán XOR.....	108
5.2.4. Phép toán NOT.....	108
5.3. Lập trình với tập lệnh SET, RESET, SR và RS.....	109
5.3.1. Lệnh SET.....	110
5.3.2. Lệnh RESET.....	110
5.3.3. Lệnh Flipflop SR và RS.....	113
5.4. Lập trình với tập lệnh nhận biết cạnh xung tín hiệu.....	115
5.4.1. Nhận biết xung cạnh lên của tín hiệu.....	115
5.4.2. Nhận biết xung cạnh xuống của tín hiệu.....	117
5.5. Một số lỗi lập trình căn bản.....	119
5.6. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng.....	123

## Chương 6

# LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG VỚI BỘ ĐỊNH THÌ

6.1. Bộ định thì khai báo theo kiểu dữ liệu S5TIME.....	126
6.1.1. Bộ định thì trễ sườn lên không nhớ.....	127
6.1.2. Bộ định thì trễ sườn lên có nhớ.....	129
6.1.3. Bộ định thì tạo xung không nhớ.....	132
6.1.4. Bộ định thì tạo xung có nhớ.....	135
6.1.5. Bộ định thì trễ sườn xuống.....	136



6.2. Bộ định thì khai báo theo kiểu dữ liệu BCD .....	139
6.3. Bộ định thì khai báo theo chuẩn IEC .....	141
6.3.1. Bộ định thì tạo xung TP .....	142
6.3.2. Bộ định thì trễ sườn lên TON .....	143
6.3.3. Bộ định thì trễ sườn xuống TOF .....	144
6.4. Bài tập mẫu .....	146
6.5. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng .....	147

## Chương 7

### **LẬP TRÌNH ỨNG DỤNG VỚI BỘ ĐẾM**

7.1. Các tập lệnh so sánh.....	152
7.1.1. So sánh bằng .....	153
7.1.2. So sánh khác .....	154
7.1.3. So sánh lớn hơn.....	154
7.1.4. So sánh lớn hơn bằng .....	155
7.1.5. So sánh nhỏ hơn.....	155
7.1.6. So sánh nhỏ hơn bằng .....	156
7.2. Bộ đếm khai báo theo chuẩn SIMATIC.....	156
7.2.1. Counter đếm lên CTU .....	157
7.2.2. Counter đếm xuống CTD .....	158
7.2.3. Counter đếm lên/xuống CTUD .....	159
7.3. Bộ đếm khai báo theo kiểu dữ liệu BCD .....	160
7.4. Bộ đếm khai báo theo chuẩn IEC .....	161
7.4.1. Counter đếm lên .....	161
7.4.2. Counter đếm xuống .....	162
7.4.3. Counter đếm lên/xuống .....	164
7.5. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng .....	166

## Chương 8

# QUY TRÌNH CÔNG NGHỆ VÀ GIẢI THUẬT LẬP TRÌNH GRAFCET

8.1. Quy trình công nghệ .....	169
8.1.1. Khái niệm quy trình sản xuất và quy trình công nghệ .....	169
8.1.2. Quy trình tuần tự nối tiếp.....	170
8.1.3. Quy trình tuần tự song song .....	173
8.2. Lưu đồ giải thuật Grafcet .....	175
8.2.1. Khái niệm về Grafcet .....	176
8.2.2. Xây dựng giải thuật Grafcet.....	176
8.2.3. Nguyên lý hoạt động của giải thuật Grafcet.....	178
8.2.4. Lập trình PLC với giải thuật Grafcet .....	178
8.3. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng.....	181

## Chương 9

# XỬ LÝ TÍN HIỆU ANALOG

9.1. Tổng quan về tín hiệu Analog.....	183
9.2. Quá trình xử lý tín hiệu vào/ra Analog .....	185
9.3. Tâm đo và thông số của Mô-đun Analog.....	186
9.4. Các tập lệnh xử lý tín hiệu Analog .....	188
9.4.1. Lệnh SCALE xử lý tín hiệu analog đầu vào .....	189
9.4.2. Lệnh UNSCALE xử lý tín hiệu analog đầu ra.....	192
9.5. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng.....	194

## Chương 10

# MỘT SỐ TẬP LỆNH ỨNG DỤNG THÔNG DỤNG

10.1. Tập lệnh Set và Reset nhiều Bit/Byte.....	195
10.1.1. Lệnh set nhiều bit cùng lúc – Set bit array.....	195
10.1.2. Lệnh reset nhiều bit cùng lúc – Reset bit array .....	197

10.1.3. Ứng dụng Set/Reset với lệnh Move.....	198
10.2. Các tập lệnh chuyển đổi dữ liệu.....	199
10.2.1. Lệnh chuyển đổi giá trị - Convert .....	199
10.2.2. Lệnh làm tròn giá trị số thực về số nguyên .....	201
10.3. Các tập lệnh xử lý khối dữ liệu.....	203
10.3.1. Dịch chuyển khối dữ liệu với lệnh BLKMOV.....	203
10.3.2. Làm đầy khối dữ liệu với lệnh FILL .....	205
10.4. Các tập lệnh xử lý thời gian thực .....	207
10.4.1. Xử lý thời gian thực với lệnh RD_SYS_T.....	208
10.4.2. Xử lý thời gian thực với lệnh WR_SYS_T.....	210
10.5. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng .....	214

## HẦN II

# PHẦN TRÌNH NÂNG CAO

## Chương 11

### **KHỐI TỔ CHỨC OB VÀ LẬP TRÌNH KỸ THUẬT**

1. Các khối tổ chức OB.....	218
11.1.1. Khối tổ chức chính OB1.....	218
11.1.2. Khối tổ chức khởi động OB100 .....	220
11.1.3. Khối tổ chức ngắt thời gian – Time of day interrupts .....	220
11.1.4. Khối tổ chức ngắt trì hoãn – Time delay Interrupt.....	231
11.1.5. Khối tổ chức Ngắt chu kỳ – Cyclic interrupts.....	234
11.1.6. Khối tổ chức ngắt phần cứng- Hardware Interrupts .....	235
11.1.7. Khối tổ chức ngắt lỗi không đồng bộ – Asynchronous error interrupts .....	235
2. Lập trình kỹ thuật .....	237

11.2.1. Lập trình hàm chức năng FC .....	238
11.2.2. Lập trình khối hàm chức năng FB.....	242
11.2.3. Định dạng dữ liệu người dùng với Share DB và UDT.....	247
11.2.4. Thư viện cho người dùng.....	251
11.3. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng.....	254

## Chương 12

# THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN VÒNG KÍN VỚI THUẬT TOÁN PID

12.1. Thuật toán điều khiển vòng kín PID .....	256
12.1.1. Khâu P – Proportional.....	256
12.1.2. Khâu I – Integral.....	257
12.1.3. Khâu D – Derivative.....	258
12.1.4. Bộ điều khiển PID .....	259
12.1.5. Rời rạc hóa bộ điều khiển PID .....	260
12.1.6. Thiết kế bộ điều khiển PID .....	261
12.1.7. Những khối hàm xử lý thuật toán PID trong PLC S7 – 300/400 với Tia Portal.....	262
12.2. Thiết kế hệ thống điều khiển vòng kín với bộ điều khiển PID CONT_C .....	265
12.2.1. Miêu tả bộ điều khiển PID CONT_C .....	265
12.2.2. Sơ đồ điều khiển và hoạt động của CONT_C .....	266
12.2.3. Thông số đầu vào của bộ điều khiển CONT_C .....	268
12.2.4. Thông số đầu ra của bộ điều khiển CONT_C .....	270
12.2.5. Hướng dẫn lập trình PID điều khiển ổn định mức nước trong bồn.....	271
12.3. Câu hỏi ôn tập.....	282

## Chương 13

# ĐẾM/PHÁT XUNG TỐC ĐỘ CAO

13.1. Cấu tạo và nguyên lý hoạt động của Encoder.....	284
13.1.1. Tổng quan về Encoder .....	284
13.1.2. Encoder tuyệt đối – Absolute encoder .....	285
13.1.3. Encoder tương đối – Incremental encoder.....	289
13.2. Bộ đếm xung tốc độ cao của CPU Compact.....	292
13.2.1. Các chức năng trên CPU Compact.....	292
13.2.2. Miêu tả bộ đếm COUNT của CPU Compact .....	293
13.2.3. Tham số vào/ra của bộ đếm COUNT .....	298
13.2.4. Hướng dẫn lập trình bộ đếm COUNT .....	301
13.3. Đếm xung tốc độ cao với Mô-đun FM350 – 1.....	308
13.3.1. Giới thiệu mô-đun FM350 – 1.....	308
13.3.2. Tín hiệu xung đưa vào Mô-đun FM350 – 1 .....	309
13.3.3. Cấu hình và phần cứng Mô-đun FM350 – 1 .....	309
13.3.4. Lệnh xử lý xung tốc độ cao của FM350 – 1.....	313
13.3.5. Hướng dẫn lập trình mô-đun FM350 – 1 .....	325
13.4. Phát xung tốc độ cao với CPU 300C .....	334
13.4.1. Giới thiệu chức năng phát xung của CPU 300C .....	334
13.4.2. Tham số vào/ra của lệnh phát xung PULSE.....	335
13.4.3. Nguyên lý hoạt động của lệnh PULSE và công thức tính giá trị cho PWM .....	338
13.4.4. Hướng dẫn phát xung PWM với lệnh PULSE .....	340
13.5. Câu hỏi ôn tập.....	346

Chương 14

## CHUYỂN ĐỔI CHƯƠNG TRÌNH TỪ PLC S7 – 300 LÊN PLC S7 – 1500

14.1. Giới thiệu tổng quan về SIMATIC S7 – 1500.....	348
14.1.1. Sự lựa chọn cho hệ thống cỡ trung và lớn.....	348
14.1.2. Một số dòng sản phẩm PLC S7 – 1500 hiện nay.....	349
14.2. Chuyển đổi phần cứng.....	352
14.2.1. So sánh giữa PLC S7 – 300 với PLC S7 – 1500.....	352
14.2.2. Chuyển đổi phần cứng.....	355
14.3. Chuyển đổi chương trình.....	356
14.3.1. Điều kiện để chuyển đổi với TIA Portal.....	356
14.3.2. Hướng dẫn chuyển đổi chương trình.....	357
14.4. Câu hỏi ôn tập.....	365

### PHẦN III

## THIẾT KẾ MẠNG TRUYỀN THÔNG VÀ NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH

---

Chương 15

### TỔNG QUAN VỀ MẠNG TRUYỀN THÔNG CÔNG NGHIỆP

15.1. Mạng truyền thông công nghiệp là gì?.....	368
15.2. Một số mạng truyền thông công nghiệp.....	369
15.2.1. Mạng truyền thông giao tiếp đa điểm.....	369
15.2.2. Mạng truyền thông AS-i.....	369
15.2.3. Mạng truyền thông Profibus.....	370
15.2.4. Mạng truyền thông Ethernet.....	371
15.2.5. Mạng truyền thông Modbus.....	372

15.2.6. Mạng truyền thông CANopen .....	373
15.3. Câu hỏi ôn tập.....	375

Chương 16

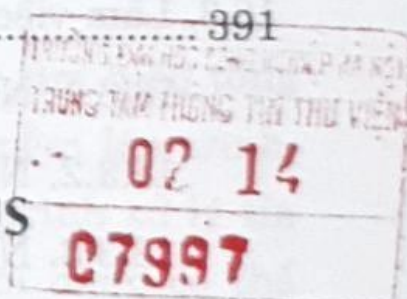
**THIẾT KẾ MẠNG TRUYỀN THÔNG MPI**

16.1. Tổng quan mạng truyền thông MPI .....	376
16.1.1. Giới thiệu truyền thông MPI.....	376
16.1.2. Cấu trúc truyền thông MPI .....	377
16.1.3. Mở rộng khoảng cách truyền thông với Repeater ....	377
16.1.4 Cấu hình địa chỉ MPI cho thiết bị .....	378
16.2. Thiết kế mạng truyền thông MPI.....	380
16.2.1. Truyền thông giao tiếp giữa PLC – PLC .....	380
16.2.2. Giới thiệu về lệnh X_PUT và X_GET.....	380
16.2.3. Truyền thông giữa PLC và màn hình HMI/SCADA.....	388
16.3. Câu hỏi ôn tập .....	391

Chương 17

**MẠNG TRUYỀN THÔNG PROFIBUS**

17.1. Tổng quan về truyền thông Profibus DP.....	393
17.1.1. Giới thiệu truyền thông Profibus DP .....	393
17.1.2. Đặc tính vật lý của truyền thông Profibus.....	397
17.1.3. Khoảng cách và tốc độ truyền thông .....	401
17.2. Thiết kế mạng truyền thông Profibus DP .....	403
17.2.1. Địa chỉ cho Profibus Master và Slave .....	403
17.2.2. tập tin GSD.....	404
17.2.3. Thiết lập cấu hình DP Master.....	406
17.2.4. Truyền thông giao tiếp với Distributed I/O.....	408
17.2.5. Truyền thông giao tiếp với I – Slave .....	411



17.3. Câu hỏi ôn tập.....	420
---------------------------	-----

Chương 18

**NGÔN NGỮ LẬP TRÌNH S7-GRAPH**

18.1. Ngôn ngữ lập trình S7 – Graph.....	422
18.1.1. Tổng quan về ngôn ngữ S7 – Graph.....	422
18.1.2. Chuỗi điều khiển tuần tự Sequencer .....	422
18.2. Cấu trúc chương trình của Sequencer.....	423
18.2.1. Thực hiện chương trình với Step .....	425
18.2.2. Chuyển tiếp chương trình với Transition.....	425
18.2.3. Nhánh rẽ với Alternative Branch.....	426
18.2.4. Nhánh con song song với Simultaneous Branch.....	426
18.2.5. Nhảy tới Step bất kỳ với Jump.....	427
18.2.6. Kết thúc chuỗi tuần tự với Sequence End .....	427
18.3. Làm việc với các action của Step .....	428
18.3.1. Những điều cơ bản về Action .....	428
18.3.2. Những Action chuẩn của Step.....	429
18.3.3. Những Action phụ thuộc vào các sự kiện.....	430
18.3.4. Chức năng gọi Block của Action .....	432
18.3.5. Sử dụng bộ định thì trong Action của Step.....	433
18.3.6. Sử dụng bộ đếm trong Action của Step .....	434
18.4. Giao diện lập trình của FB Graph.....	434
18.5. Lập trình ứng dụng với S7 – Graph .....	437
18.5.1. Đặt vấn đề .....	437
18.5.2. Giải quyết vấn đề.....	437
18.6. Câu hỏi ôn tập và bài tập ứng dụng .....	444
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>	<b>447</b>