

PGS, TS NGUYỄN TRỌNG THUẦN

---

ĐIỀU KHIỂN

Logic

& ỨNG DỤNG

---





PGS.TS. NGUYỄN TRỌNG THUẦN

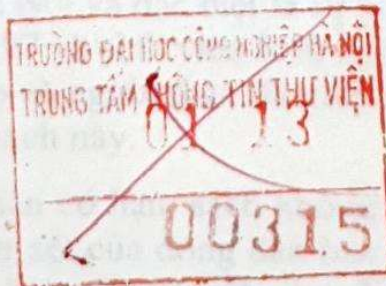
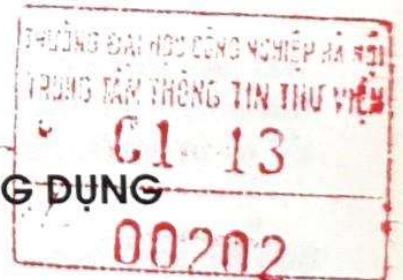
*Lý Tiểu Long*



# ĐIỀU KHIỂN LOGIC VÀ ỨNG DỤNG

TẬP MỘT

- HỆ THỐNG LOGIC HAI TRẠNG THÁI VÀ ỨNG DỤNG
- LOGIC MỜ VÀ ĐIỀU KHIỂN MỜ



*Long Vũ*





## Lời nói đầu

Môn học "Điều khiển logic" đã được đưa vào nội dung đào tạo đại học và sau đại học của ngành Tự động hoá - Trường Đại học Bách Khoa Hà Nội từ hàng chục năm nay. Sau một thời gian giảng dạy, nội dung của môn học đã được bổ sung và hoàn chỉnh, cập nhật nhiều kiến thức mới nhằm cung cấp cho học viên những kiến thức cơ bản và hiện đại về phương pháp tiếp cận hệ thống điều khiển logic, từ logic rõ đến logic mờ và việc ứng dụng bộ điều khiển logic khả trình (PLC) trong công nghiệp.

Nội dung chính của cuốn "Điều khiển logic và ứng dụng" đã được giảng dạy cho sinh viên đại học và cao học ngành Tự động hoá xí nghiệp trong những năm gần đây, đồng thời cũng được bổ sung thêm một số kiến thức mới nhằm tăng cường tính hệ thống của điều khiển logic từ cơ sở lý thuyết đến ứng dụng thực tế.

Ngoài mục đích phục vụ cho chương trình đào tạo đại học và sau đại học ngành Tự động hoá, cuốn "Điều khiển logic và ứng dụng" có thể làm tài liệu tham khảo cho sinh viên, kỹ sư và các cán bộ kỹ thuật thuộc lĩnh vực Điện- Điện tử và Tự động hoá.

Trong quá trình chuẩn bị và soạn thảo tài liệu này, tác giả đã nhận được sự góp ý và động viên của các đồng nghiệp ở bộ môn Tự động hoá xí nghiệp, các thầy giáo khoa Toán ĐHBK Hà Nội và đặc biệt là sự giúp đỡ chuẩn bị bản thảo của một số học viên cao học TĐH 97 và sinh viên K40 ngành TĐH. Tác giả xin chân thành cảm ơn tất cả đồng nghiệp và người thân đã giúp đỡ và tạo điều kiện thuận lợi cho tác giả hoàn thành quyển sách này.

Vì trình độ và thời gian có hạn, sách không tránh khỏi sai sót. Tác giả mong nhận được các góp ý, nhận xét của đông đảo bạn đọc. Mọi thư từ góp ý xin gửi về Bộ môn Tự động hoá xí nghiệp, Trường Đại học Bách khoa Hà Nội.

**Tác giả**



## MỤC LỤC

|                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------|----|
| Lời nói đầu                                                        | 3  |
| Phần 1. Hệ thống logic hai trạng thái và ứng dụng                  | 5  |
| Chương 1. Lý thuyết cơ sở                                          | 7  |
| 1.1. Khái niệm về logic hai trạng thái                             | 7  |
| 1.2. Các hàm cơ bản của đại số logic và tính chất cơ bản của chúng | 7  |
| 1.2.1. Hàm logic cơ bản                                            | 7  |
| 1.2.2. Tính chất và một số hệ thức cơ bản của đại số logic         | 11 |
| 1.3. Các phương pháp biểu diễn hàm logic                           | 13 |
| 1.3.1. Phương pháp biểu diễn thành bảng                            | 13 |
| 1.3.2. Phương pháp hình học                                        | 14 |
| 1.3.3. Phương pháp biểu thức đại số                                | 14 |
| 1.3.4. Phương pháp biểu diễn hàm logic bằng bảng Karnaugh          | 16 |
| 1.4. Phương pháp tối thiểu hóa các hàm logic                       | 18 |
| 1.4.1. Phương pháp tối thiểu hàm logic bằng biến đổi đại số        | 18 |
| 1.4.2. Phương pháp tối thiểu hóa hàm logic theo thuật toán         | 19 |
| Câu hỏi và bài tập                                                 | 26 |
| Chương 2. Mạch tổ hợp                                              | 27 |
| 2.1. Mô hình toán học của mạch tổ hợp                              | 27 |
| 2.2. Phân tích mạch tổ hợp                                         | 27 |
| 2.3. Tổng hợp mạch tổ hợp                                          | 30 |
| 2.3.1. Tổng hợp mạch role                                          | 30 |
| 2.3.2. Tổng hợp mạch số                                            | 34 |
| 2.3.3. Thực hiện thiết bị số nhiều hàm tổ hợp                      | 36 |
| 2.4. Một số mạch tổ hợp thường gặp                                 | 39 |
| 2.4.1. Mạch điều khiển đóng mở và đổi chiều quay động cơ điện      | 39 |
| 2.4.2. Một số ví dụ về mạch số tổ hợp                              | 40 |
| Câu hỏi và bài tập                                                 | 46 |



|                                                                 |           |
|-----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 3. Mạch trình tự</b>                                  | <b>47</b> |
| 3.1. Khái niệm chung                                            | 47        |
| 3.1.1. Giới thiệu và một số định nghĩa                          | 47        |
| 3.1.2. Mô tả hoạt động của mạch trình tự                        | 49        |
| 3.2. Một số phần tử nhớ trong mạch trình tự                     | 50        |
| 3.2.1. Role thời gian                                           | 50        |
| 3.2.2. Các mạch lật                                             | 53        |
| 3.3. Phương pháp mô tả mạch trình tự                            | 60        |
| 3.3.1. Phương pháp bảng chuyển trạng thái                       | 60        |
| 3.3.2. Phương pháp đồ hình trạng thái                           | 62        |
| 3.3.3. Phương pháp lưu đồ                                       | 64        |
| 3.4. Tổng hợp mạch trình tự                                     | 67        |
| 3.4.1. Tổng hợp theo phương pháp bảng trạng thái                | 67        |
| 3.4.2. Tổng hợp theo phương pháp đồ hình Mealy hoặc Moore       | 69        |
| 3.5. Grafcet - Công cụ để mô tả mạch trình tự trong công nghiệp | 75        |
| 3.5.1. Hoạt động theo logic trình tự của thiết bị công nghiệp   | 75        |
| 3.5.2. Định nghĩa grafcet                                       | 76        |
| 3.5.3. Một số ký hiệu dùng trong grafcet (hình 3.34)            | 77        |
| 3.5.4. Quy tắc vượt qua chuyển tiếp                             | 79        |
| 3.5.5. Ứng dụng grafcet                                         | 80        |
| Câu hỏi và bài tập                                              | 86        |

|                                                                                |           |
|--------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Chương 4. Một số ứng dụng mạch logic trong điều khiển</b>                   | <b>87</b> |
| 4.1. Mạch logic trong khống chế truyền động điện                               | 87        |
| 4.2. Khống chế khởi động, hãm và đảo chiều động cơ không đồng bộ roto lồng sóc | 87        |
| 4.2.1. Mạch đóng cắt đơn giản                                                  | 88        |
| 4.2.2. Mạch khống chế đảo chiều có giám sát tốc độ                             | 90        |
| 4.2.3. Khống chế khởi động động cơ lồng sóc kiểu đổi nối $\Delta/\Delta$       | 95        |



|                                                                                                                           |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.2.4. Khống chế khởi động động cơ lồng sóc kiểu đối nối $\Delta/\Delta$ khi động cơ quay theo hai chiều                  | 96  |
| 4.3. Khống chế động cơ không đồng bộ roto dây quấn                                                                        | 100 |
| 4.3.1. Mạch khống chế khởi động động cơ dây quấn dùng động cơ phụ để thay đổi điện trở phụ trong mạch roto                | 100 |
| 4.3.2. Sơ đồ khống chế khởi động động cơ roto dây quấn với việc cắt điện trở khởi động từng cấp theo nguyên tắc thời gian | 101 |
| 4.3.3. Sơ đồ khống chế đóng cắt điện trở phụ theo từng cấp để điều chỉnh tốc độ động cơ roto dây quấn và có hãm động năng | 102 |
| 4.4 Khống chế khởi động, hãm và đảo chiều động cơ điện một chiều                                                          | 105 |
| 4.5. Thực hiện các hệ logic trình tự bằng các mạch tích hợp cỡ lớn                                                        | 107 |
| 4.5.1. Phương pháp cài đặt trực tiếp                                                                                      | 107 |
| 4.5.2. Ví dụ thực hiện cài đặt một cấu trúc trình tự                                                                      | 112 |
| Câu hỏi và bài tập                                                                                                        | 115 |

## **Phần II. LOGIC MỜ VÀ ĐIỀU KHIỂN MỜ** 119

### **Chương 5. Logic mờ** 121

|                                                              |     |
|--------------------------------------------------------------|-----|
| 5.1. Khái niệm chung                                         | 121 |
| 5.1.1. Lịch sử phát triển và khái niệm mờ đầu                | 121 |
| 5.1.2. Logic rõ và sự xuất hiện Logic mờ                     | 121 |
| 5.2. Một số vấn đề về cơ sở toán học của Logic mờ            | 122 |
| 5.2.1. Nhắc lại tập rõ                                       | 122 |
| 5.2.2. Tập con mờ                                            | 124 |
| 5.3. Logic mờ                                                | 148 |
| 5.3.1. Đặt vấn đề                                            | 148 |
| 5.3.2. Mệnh đề kéo theo (Implication) và mệnh đề tương đương | 149 |
| 5.3.3. Suy luận mờ và luật hợp thành                         | 154 |
| Câu hỏi và bài tập                                           | 160 |

### **Chương 6. Bộ điều khiển mờ** 161

|                                       |     |
|---------------------------------------|-----|
| 6.1. Sơ đồ chức năng bộ điều khiển mờ | 161 |
|---------------------------------------|-----|



|                                              |     |
|----------------------------------------------|-----|
| 6.3. Giải mờ (Defuzzifiers)                  | 163 |
| 6.3.1. Phương pháp cực đại                   | 163 |
| 6.3.2. Phương pháp trọng tâm                 | 164 |
| 6.3.3. Phương pháp lấy trung bình tâm        | 165 |
| 6.4. Khối luật mờ                            | 166 |
| 6.5. Khối hợp thành                          | 167 |
| 6.5.1. Ma trận hợp thành                     | 167 |
| 6.6. Hệ thống mờ như là một ánh xạ phi tuyến | 176 |
| 6.7. Hệ thống mờ như một bộ xấp xỉ vạn năng  | 177 |
| 6.7.1. Chú ý một số định nghĩa               | 177 |
| 6.7.2. Xác định hệ mờ $f(x)$ xấp xỉ $g(x)$   | 178 |
| Câu hỏi và bài tập                           | 181 |

## **Chương 7. Thiết kế hệ thống điều khiển mờ từ tập dữ liệu Vào-Ra** 183

|                                                                                                      |     |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 7.1. Vấn đề chung                                                                                    | 183 |
| 7.2. Thiết kế bộ điều khiển mờ bằng bảng dữ liệu Vào                                                 | 184 |
| 7.3. Thiết kế bộ điều khiển mờ theo một số nguyên tắc khác                                           | 188 |
| 7.3.1. Thiết kế bộ điều khiển mờ khi dùng phương pháp giảm dần độ dốc<br>(Gradient Descent Training) | 188 |
| 7.3.2. Phương pháp sai số bình phương cực tiểu hồi qui                                               | 194 |
| 7.4. Vấn đề ổn định của hệ điều khiển mờ                                                             | 197 |
| 7.4.1. Vấn đề ổn định hệ mờ khi hệ chỉ có một Vào một Ra (SISO)                                      | 197 |
| 7.4.2. Ổn định hàm mũ của hệ mờ<br>và việc thiết kế bộ điều khiển mờ ổn định                         | 199 |
| 7.4.3. Ổn định vào-ra của hệ mờ                                                                      | 200 |
| 7.5. Bộ điều khiển mờ tối ưu và bộ điều khiển mờ bền vững<br>(Optimal and Robust Controllers)        | 201 |
| 7.5.1. Điều khiển mờ tối ưu                                                                          | 201 |
| 7.5.2. Điều khiển mờ bền vững (Robust Fuzzy Control)                                                 | 205 |
| 7.6. Hệ điều khiển trượt                                                                             | 206 |
| 7.6.1. Nguyên lý của điều khiển trượt                                                                | 206 |



|                                                                                                                  |            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------|
| 7.7. Hệ điều khiển mờ lai                                                                                        | 212        |
| 7.7.1. Đặt vấn đề                                                                                                | 212        |
| 7.7.2. Thiết kế hệ thống khi bộ điều khiển cấp thứ nhất là bộ điều khiển mờ, bộ điều khiển cấp thứ 2 là không mờ | 213        |
| 7.7.3. Thiết kế hệ thống khi cấp thứ nhất dùng bộ điều khiển PID truyền thống, cấp thứ hai dùng bộ điều khiển mờ | 218        |
| Câu hỏi và bài tập                                                                                               | 224        |
| <b>Chương 8. Một số ví dụ ứng dụng của hệ điều khiển mờ</b>                                                      | <b>225</b> |
| 8.1. Ví dụ về điều khiển máy điều hòa không khí                                                                  | 225        |
| 8.2. Hệ điều khiển mờ cho máy giặt                                                                               | 229        |
| 8.2.1. Khái quát về quá trình công nghệ một máy giặt tự động                                                     | 229        |
| 8.2.2. Nguyên lý thiết kế bộ điều khiển mờ cho máy giặt                                                          | 230        |
| 8.3. Điều khiển mờ cho hệ điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều                                               | 231        |
| 8.3.1. Đặt vấn đề                                                                                                | 231        |
| 8.3.2. Thiết kế bộ bù mờ $\delta\alpha$                                                                          | 234        |
| 8.4. Điều khiển mờ cho hệ điều khiển vị trí dùng bộ biến tần-động cơ                                             | 236        |
| 8.4.1. Giới thiệu về hệ biến tần - động cơ                                                                       | 236        |
| 8.4.2. Bộ điều khiển mờ cho hệ điều khiển vị trí dùng truyền động biến tần - động cơ                             | 237        |
| 8.5. Hệ điều khiển mờ lai cho hệ điều khiển vị trí dùng T-Đ                                                      | 241        |
| 8.4.1. Đặt vấn đề                                                                                                | 241        |
| 8.5.2. Ứng dụng khâu bù mờ trong mạch vòng điều khiển vị trí                                                     | 244        |
| 8.6. Ứng dụng điều khiển mờ cho lò nung clinker trong sản xuất xi măng                                           | 254        |
| 8.6.1. Khái quát quá trình công nghệ lò nung clinker                                                             | 254        |
| 8.6.2. Thiết kế bộ điều khiển mờ cho quá trình nung luyện của lò nung clinker                                    | 255        |
| 8.6.3. Cài đặt thực tế chương trình điều khiển mờ cho lò nung clinker                                            | 258        |
| Tài liệu tham khảo                                                                                               | 261        |

## **Tập II.**

### **Vi xử lý và PLC - Bộ điều khiển logic khả trình**