

PGS, TS. NGUYỄN TRỌNG THUẤN

ĐIỀU KHIỂN

Logic
& ỨNG DỤNG



NHÀ XUẤT BẢN
KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

PGS.TS. NGUYỄN TRỌNG THUẦN

ĐIỀU KHIỂN LOGIC VÀ ỨNG DỤNG

TẬP MỘT

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



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2000

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 đồng 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

PHẦN I

**HỆ THỐNG LOGIC HAI TRẠNG THÁI
VÀ
ỨNG DỤNG**

Chương 1. LÝ THUYẾT CƠ SỞ

1.1. KHÁI NIỆM VỀ LOGIC HAI TRẠNG THÁI

Trong cuộc sống hàng ngày, các sự vật và hiện tượng thường biểu hiện ở hai mặt đối lập thông qua hai trạng thái đối lập rõ rệt của nó và con người thường nhận thức sự vật và hiện tượng một cách nhanh chóng bằng cách phân biệt hai trạng thái đó. Chẳng hạn khi nói về nước sinh hoạt ta thường nói nước sạch hay nước bẩn, hoặc nói nước sôi hay nước chưa sôi; khi nói về chất lượng và giá cả hàng hóa ta thường có khái niệm đắt và rẻ hay tốt và xấu; khi nói về kết quả của một học sinh đi thi ta thường nói đỗ hay hỏng v.v...

Trong kỹ thuật, đặc biệt trong kỹ thuật điện và điều khiển, ta thường có khái niệm về hai trạng thái: đóng và cắt; chẳng hạn đóng mạch điện (để lấy điện dùng) và cắt mạch điện (để không sử dụng điện nữa); đóng máy (để cho máy vào làm việc) và cắt máy (để cho máy nghỉ).

Trong toán học, để lượng hóa hai trạng thái đối lập của sự vật hay hiện tượng người ta dùng hai giá trị: 0 và 1. Giá trị 0 hàm ý đặc trưng cho một trạng thái của sự vật hoặc hiện tượng thì giá trị 1 hàm ý đặc trưng cho trạng thái đối lập của sự vật hay hiện tượng đó. Ta gọi đó là các giá trị 0 và 1 logic.

Các nhà bác học đã xây dựng các cơ sở toán học để tính toán các hàm và biến chỉ lấy với hai giá trị 0 và 1 này, hàm và biến đó được gọi là hàm và biến logic, cơ sở toán học để tính toán các hàm và biến đó gọi là đại số logic. Đại số logic cũng có tên là đại số Boole vì lấy theo tên nhà toán học Boole, người có công đầu trong việc xây dựng nên công cụ đại số logic này.

1.2. CÁC HÀM CƠ BẢN CỦA ĐẠI SỐ LOGIC VÀ TÍNH CHẤT CƠ BẢN CỦA CHÚNG

1.2.1. Hàm logic cơ bản

Một hàm $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ với các biến x_1, x_2, \dots, x_n chỉ nhận hai giá trị: 0 hoặc 1 và hàm y cũng chỉ nhận hai giá trị: 0 hoặc 1 thì gọi là hàm logic.

- **Hàm logic một biến**: $y = f(x)$

Vì biến x sẽ nhận một trong hai giá trị: hoặc là 0 hoặc là 1, nên hàm y có 4 khả năng hay thường gọi là 4 hàm y_0, y_1, y_2, y_3 . Các khả năng và các ký hiệu mạch rẽ và điện tử của hàm một biến như trong bảng 1.1. Trong đó hai hàm y_0 và y_3 có giá trị luôn luôn không đổi nên ta ít quan tâm, thường ta chỉ xét hai hàm y_1 và y_2 .

Bảng 1.1. Hàm logic một biến $y = f(x)$

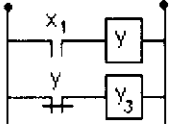

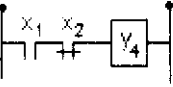

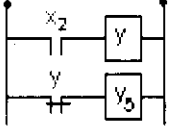

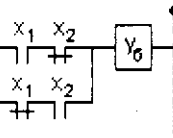

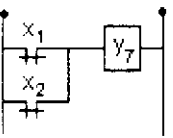

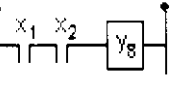

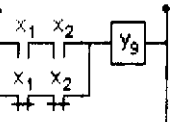

Tên hàm	Bảng chân lý			Thuật toán logic	Ký hiệu sơ đồ		Ghi chú
	x	0	1		Kiểu rơle	Kiểu khối điện tử	
Hàm không	y_0	0	0	$y_0 = 0$ $y_0 = x\bar{x}$			Hàm luôn bằng 0
Hàm đảo	y_1	1	0	$y_1 = \bar{x}$			
Hàm lặp	y_2	0	1	$y_2 = x$			
Hàm đơn vị	y_3	1	1	$y_3 = 1$ $y_3 = x + \bar{x}$			Hàm luôn bằng 1

- Hàm logic hai biến $y = f(x_1, x_2)$

Với hai biến logic x_1, x_2 , mỗi biến nhận hai giá trị là 0 và 1, như vậy có 16 tổ hợp logic tạo thành 16 hàm. Bảng 1.2 là tóm tắt của 16 hàm từ $y_0 - y_{15}$.

Bảng 1.2. Hàm logic hai biến $y = f(x_1, x_2)$

Tên hàm	Bảng chân lý					Thuật toán logic	Ký hiệu sơ đồ		Ghi chú
	x_1	1	1	0	0		Kiểu rơle	Kiểu khối điện tử	
	x_2	1	0	1	0				
Hàm không	y_0	0	0	0	0	$y_0 = x_1\bar{x}_2 + x_2\bar{x}_1$			Hàm luôn có giá trị bằng 0
Hàm Pic	y_1	0	0	0	1	$y_1 = \bar{x}_1\bar{x}_2$ $= x_1 + x_2$			
Hàm cấm x_1	y_2	0	0	1	0	$y_2 = \bar{x}_1x_2$			

Tên hàm	Bảng chân lý					Thuật toán logic	Ký hiệu sơ đồ		Ghi chú
	x_1	1	1	0	0		Kiểu rơle	Kiểu khối điện tử	
	x_2	1	0	1	0				
Hàm đảo x_1	y_3	0	0	1	1	$y_3 = \bar{x}_1$			Chỉ phụ thuộc vào x_1
Hàm cấm x_2	y_4	0	1	0	0	$y_4 = x_1 \bar{x}_2$			
Hàm đảo x_2	y_5	0	1	0	1	$y_5 = \bar{x}_2$			Hàm chỉ phụ thuộc x_2
Hàm Hoặc loại trừ	y_6	0	1	1	0	$y_6 = x_1 \bar{x}_2 + \bar{x}_1 x_2$			Cộng modul
Hàm Cheffer	y_7	0	1	1	1	$y_7 = \overline{\bar{x}_1 + \bar{x}_2}$ $= x_1 x_2$			
Hàm Và	y_8	1	0	0	0	$y_8 = x_1 x_2$			
Hàm cùng dấu	y_9	1	0	0	1	$y_9 = x_1 x_2 + \bar{x}_1 \bar{x}_2$			

Tên hàm	Bảng chân lý					Thuật toán logic	Ký hiệu sơ đồ		Ghi chú
	x_1	1	1	0	0		Kiểu rơle	Kiểu khối điện tử	
Hàm lặp theo x_2	y_{10}	1	0	1	0	$y_{10} = x_2$			Chỉ phụ thuộc x_2
Hàm kéo theo x_2	y_{11}	1	0	1	1	$y_{11} = \bar{x}_1 + x_2$			
Hàm lặp theo x_1	y_{12}	1	1	0	0	$y_{12} = x_1$			Chỉ phụ thuộc x_1
Hàm kéo theo x_1	y_{13}	1	1	0	1	$y_{13} = x_1 + \bar{x}_2$			
Hàm Hoặc	y_{14}	1	1	1	0	$y_{14} = x_1 + x_2$			
Hàm đơn vị	y_{15}	1	1	1	1	$y_{15} = (x_1 + \bar{x}_1)(x_2 + \bar{x}_2)$			Hàm luôn bằng 1

Ta nhận thấy rằng, các hàm đối xứng nhau qua trục nằm giữa y_7 và y_8 , nghĩa là $y_0 = \bar{y}_{15}, y_1 = \bar{y}_{14}, \dots$

- Hàm logic n biến $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$

Với hàm logic n biến, mỗi biến nhận một trong 2 giá trị 0 hoặc 1 nên ta có 2^n tổ hợp biến, mỗi tổ hợp biến lại nhận hai giá trị 0 hoặc 1, do vậy số hàm logic tất cả là 2^{2^n} . Ta thấy với 1 biến có 4 khả năng tạo hàm, với 2 biến có 16 khả năng tạo hàm, với 3 biến có 256 khả năng tạo hàm, như vậy khi số biến tăng thì số hàm có khả năng tạo thành rất lớn. Tuy nhiên tất cả khả năng này đều được biểu hiện qua các khả năng tổng logic, tích logic và nghịch đảo logic của các biến.

Trong tất cả các hàm được tạo thành, ta đặc biệt chú ý đến loại hàm tổng chuẩn và hàm tích chuẩn. Hàm tổng chuẩn là hàm chứa tổng các tích mà mỗi tích có đủ tất cả các biến của hàm. Hàm tích chuẩn là hàm chứa tích các tổng mà mỗi tổng đều có đủ tất cả các biến của hàm.

1.2.2. Tính chất và một số hệ thức cơ bản của đại số logic

Tính chất của đại số logic được thể hiện ở 4 luật cơ bản là : luật hoán vị, luật kết hợp, luật phân phối và luật nghịch đảo.

- Luật hoán vị:

$$x_1 + x_2 = x_2 + x_1$$

$$x_1 \cdot x_2 = x_2 \cdot x_1$$

- Luật kết hợp:

$$x_1 + x_2 + x_3 = (x_1 + x_2) + x_3 = x_1 + (x_2 + x_3)$$

$$x_1 \cdot x_2 \cdot x_3 = (x_1 \cdot x_2) \cdot x_3 = x_1 \cdot (x_2 \cdot x_3)$$

- Luật phân phối:

$$(x_1 + x_2) \cdot x_3 = x_1 \cdot x_3 + x_2 \cdot x_3 \quad (a)$$

$$(x_1 + x_2) \cdot x_3 = (x_1 + x_2) \cdot (x_1 + x_3) \quad (b)$$

Ta có thể minh họa để kiểm chứng tính đúng đắn của biểu thức (a), (b) theo luật phân phối bằng cách lập bảng dưới đây:

x_1	x_2	x_3	$(x_1 + x_2)(x_1 + x_3)$	$x_1 + x_2 \cdot x_3$
0	0	0	0	0
0	0	1	0	0
0	1	0	0	0
0	1	1	1	1
1	0	0	1	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	1	1

Biểu thức (a), (b) cũng được thể hiện qua mạch logic như trên hình 1.1