XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN ĐA NĂNG DÙNG TRONG CÔNG NGHIỆP

BUILDING OF A MANYFUNCTION COLTROLER USING IN INDUSTRY

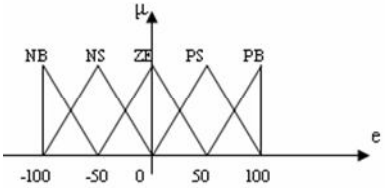
(tiếp theo kỳ trước)

GS. TSKH.THÂN NGỌC HOÀN; ThS. NGUYỄN TRỌNG THÁNG
Đại học Dân lập Hải Phòng

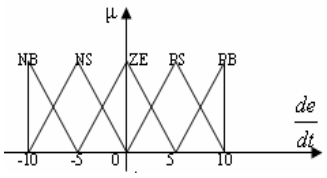
+ Luật chỉnh định K_R:

Luật điều khiển để chỉnh định các tham số của bộ điều khiển PID được xây dựng theo nguyên tắc: tín hiệu điều khiển càng mạnh nếu K_R càng lớn, K_D và α càng nhỏ. Khi giá trị tuyệt đối của sai lệch càng lớn cần có tín hiệu điều khiển mạnh để đưa sai lệch nhanh về 0, luật thực hiện theo bảng cho ở[1]

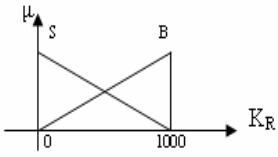
+ Luật hợp thành là luật MAX-MIN, phương pháp giải mờ là phương pháp điểm trọng tâm.



Hình 1.7. Tập mờ đầu vào 1, bộ chỉnh định K_R.



Hình 1.8. Tập mờ đầu vào 2, bộ chỉnh định K_R



Hình 1.9. Tập mờ đầu ra bộ chỉnh định K_R.

3.3.3. Bộ chỉnh định mờ 2 (Chỉnh định KD)

Bộ chỉnh định mờ 2 cũng có hai đầu vào là sai lệch e(t), đạo hàm sai lệch $\frac{de(t)}{dt}$. Đầu ra là giá trị K_D đã chỉnh định.

+ Đầu vào và đầu ra của bộ chỉnh định mờ 2 giống bộ chỉnh định mờ 1. Tức là sai lệch e(t), đạo hàm sai lệch $\frac{de(t)}{dt}$ và đầu ra K_D có dải giá trị và hàm thuộc như bộ chỉnh định mờ 1.

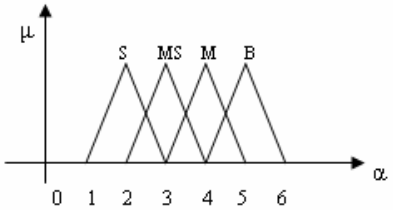
+ Luật chỉnh định K_D: Tín hiệu điều khiển càng mạnh nếu K_R càng lớn, K_D và α càng nhỏ. Khi giá trị tuyệt đối của sai lệch càng lớn cần có tín hiệu điều khiển mạnh để đưa sai lệch nhanh về 0.

+ Luật hợp thành là luật MAX-MIN, phương pháp giải mờ là phương pháp điểm trọng tâm.

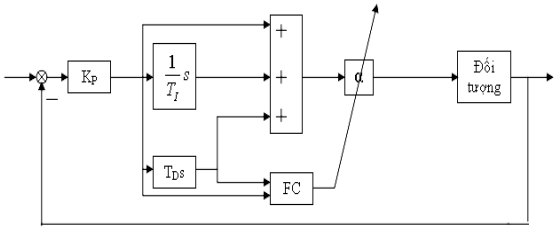
3.3.4. Bộ chỉnh định mờ 3 (Chỉnh định α)

+ Đầu vào bộ chỉnh định mờ 3 cùng các tập mờ của chúng giống như đầu vào của bộ chỉnh định 1 và 2.

+ Đầu ra cùng các hàm thuộc của bộ chỉnh định mờ cho trong hình sau:



Hình 1.10. Đầu ra bộ chỉnh định α .



Hình 1.11. Phương pháp chỉnh định mờ hệ số α .

+ Luật chỉnh định: Luật chỉnh định α được xây dựng theo bảng [1].

+ Luật hợp thành là luật MAX-MIN, phương pháp giải mờ là phương pháp điểm trọng tâm.

3.3.5. Phương pháp chỉnh định mờ hệ số α

Nội dung phương pháp thể hiện trong hình 1.11.

Trong sơ đồ trên, các tham số k_P, T_I, T_D được đưa vào trước khi hệ thống hoạt động. Tín hiệu ra u của bộ điều khiển PID được hiệu chỉnh sao cho phù hợp với đối tượng điều khiển.

Với một hệ số α , sẽ có một bộ điều khiển với tham số phù hợp cho đối tượng ổn định.

Khâu FC (Fuzzy Control) trong sơ đồ trên có nhiệm vụ tạo ra tín hiệu hiệu chỉnh Dα để hiệu chỉnh hệ số α theo nguyên tắc: nếu sai lệch của hệ thống càng lớn thì tín hiệu hiệu chỉnh càng nhỏ và ngược lại, nếu sai lệch của hệ thống càng nhỏ thì tín hiệu hiệu chỉnh càng lớn. Khâu FC nhận 2 đầu vào lấy ra từ bộ điều khiển PID là k_{Pe}, và $T_D\frac{de(t)}{dt}$. Hệ số hiệu chỉnh α gồm 2 thành phần: thành phần ban đầu α_0 và thành phần hiệu chỉnh Dα : $\alpha = \alpha_0 +$ Dα vii α_0=1.

Khâu α trong Hình 1.11 có chức năng tạo ra tín hiệu điều khiển $u_{dk}=\alpha$ u. Tín hiệu này sẽ trực tiếp điều khiển đối tượng.

- Thiết kế khâu FC.

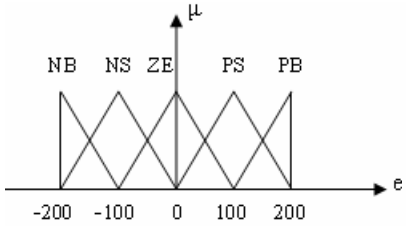
+ Dải giá trị và các tập mờ của đầu vào 1.H.1.12

+ Dải giá trị và các tập mờ của đầu vào 2. H.1.13

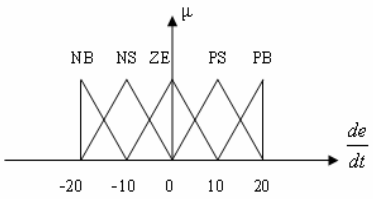
+ Dải giá trị và các tập mờ của đầu ra.H.1.14

+ Luật chỉnh định: Luật chỉnh định làm việc theo nguyên tắc: nếu sai lệch của hệ thống càng lớn thì tín hiệu hiệu chỉnh càng nhỏ và ngược lại, nếu sai lệch của hệ thống càng nhỏ thì tín hiệu hiệu chỉnh càng lớn, luật thực hiện theo bảng cho ở[1], Luật chỉnh định hệ số α thu gọn cho ở [1]

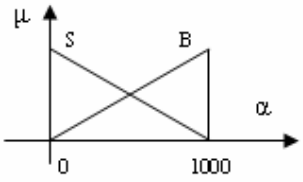
+ Luật hợp thành là luật MAX-MIN, phương pháp giải mờ là phương pháp điểm trọng tâm.



Hình 1.12. Tập mờ đầu vào 1.

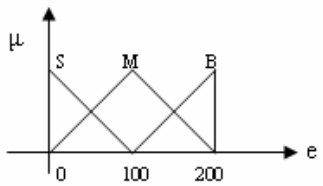


Hình 1.13. Tập mờ đầu vào 2.

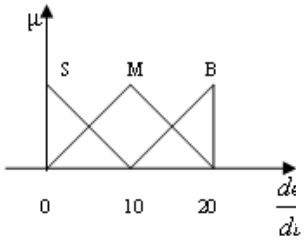


Hình 1.14. Tập mờ đầu ra.

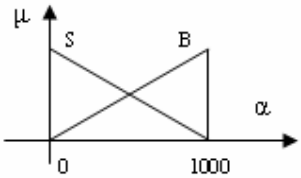
Do các tập mờ đầu vào và ra hai bên bảng luật chỉnh định là đối xứng nhau nên α sẽ nhận giá trị như nhau với cùng một độ lớn nhưng khác dấu của sai lệch e(t). Do đó, ta chỉnh lại các tập mờ vào ra và luật chỉnh định như sau:



Hình 1.15. Tập mờ đầu vào 1.



Hình 1.16. Tập mờ đầu vào 2.



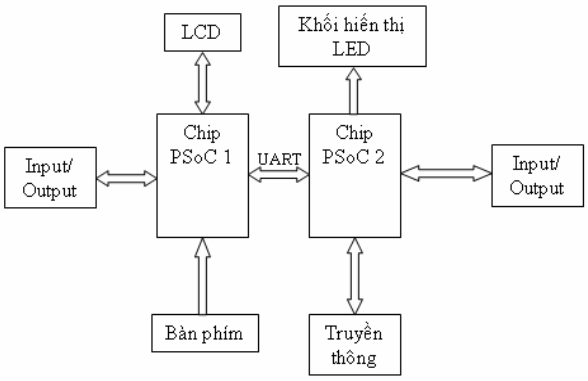
Hình 1.17. Tập mờ đầu ra.

4. Thiết kế phần cứng cho bộ điều khiển

Tác giả thực hiện chế tạo bộ điều khiển đa năng với mục đích là sử dụng cho nhiều loại đối tượng trong công nghiệp. Bộ điều khiển này có thể áp dụng cho những đối tượng mà ta đã biết mô hình và cả những đối tượng mà chúng ta không có hiểu biết nhiều về mô hình đối tượng thông qua điều khiển mờ (fuzzy control). Với bộ điều khiển đa năng này, ta sẽ có một giải pháp cho nhiều loại đối tượng, nhiều loại tín hiệu và đặc biệt là những đối tượng có dải tín hiệu hoạt động rộng.

4.1. Sơ đồ khối của bộ điều khiển

Với mục đích thiết kế trên, bộ điều khiển được thiết kế và được cài đặt luật điều khiển PID có chỉnh định mờ. Để tăng tốc độ xử lý, tính toán và giảm thời gian trích mẫu trong quá trình điều khiển, ta sử dụng 2 chip PSOC, trong đó, chip 2 thực hiện nhiệm vụ chỉnh định tham số cho bộ điều khiển, sau đó những tham số này sẽ được truyền đến chip 1. Lúc này chip 1 có nhiệm vụ thực hiện luật điều khiển PID đã được cài đặt và xuất tín hiệu điều khiển tới đối tượng. Việc truyền thông giữa hai chip được thực hiện thông qua module truyền thông UART. Ngoài ra, chip 1 còn có nhiệm vụ thực hiện việc giao tiếp với người sử dụng thông qua bàn phím và màn hình hiển thị. Bên cạnh đó, những ứng dụng cần giao tiếp với máy tính để giám sát quá trình điều khiển hay phục vụ cho việc truyền thông trong mạng công nghiệp được thực hiện thông qua chip 2.



Hình 1.18. Sơ đồ khối của bộ điều khiển.

Mặt khác, cả hai chip đều được thiết kế các đầu vào/ra tương tự, xung… phục vụ cho quá trình điều khiển. mỗi chip được kế 8 đầu vào/ra giúp người dùng có nhiều sự lựa chọn tùy mục đích điều khiển. Trên H1.18 là sơ đồ khối của bộ điều khiển

4.2. Thiết kế phần mềm cho bộ điều khiển

Phần mềm của bộ điều khiển được thiết kế dựa trên cơ sở phần cứng đã thi công. Chip 1, ta sử dụng các module như: PWM16, COUNTER16, TIMER8, DELSIG8, DAC9, ADC, LCD, E2PROM, REFMUX VÀ UART. Chip 2 các module được sử dụng là: UART, E2PROM, DAC9 Và DELSIG8**.**

Do yêu cầu bài toán đặt ra, ta sử dụng 2 chip PSOC kết nối với nhau thông qua giao diện truyền thông UART. Việc phân bổ nhiệm vụ của 2 chip được thực hiện như sau. (Hình 1.19).

Chip 2 sử dụng để chỉnh định mờ tham số của bộ điều khiển, VÀ cũng được thiết kế để có thể giao tiếp với các thiết bị khác thông qua một số giao diện chuẩn như: RS232, RS485…

Chip 1 làm nhiệm vụ thực hiện giao tiếp giữa bộ điều khiển với người sử dụng thông qua bàn phím và màn hình hiển thị. Nhiệm vụ chính của chip1 là nhận tham số đã chỉnh định từ chip 2 và thực hiện luật điều khiển PID để cho ra tín hiệu điều khiển tới đối tượng.

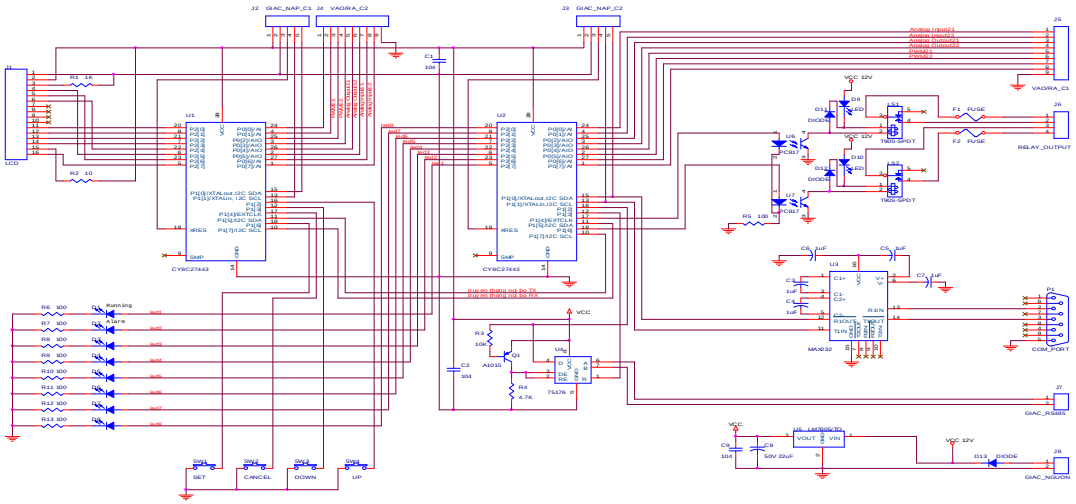
Trong sơ đồ nguyên lý trên, đối với chip 1 màn hình hiển thị lcd được kết nối với chip qua cổng P2, cổng P0 được dùng cho các đầu vào/ra tương tự, xung (j4). bốn phím set, cancel, down, up lần lượt được kết nối với các chân 6, 4, 3 và 2 của cổng P1. đối với chip 2, cổng p0 vẫn được dùng cho các đầu vào/ra tương tự, xung (j5). cổng p2 lúc này được nối với 8 đèn led để hiển thị các chế độ, thông báo trong quá trình điều khiển. chân 3 và 2 của cổng p1 được dùng cho giao diện truyền thông RS485 thông qua giắc j7, chân 0 và 1 của cổng này cũng được sử dụng để làm giao diện truyền thông RS232 thông qua giắc db9_com port. ngoài ra, đầu ra relay (j6) được nối với chân p1.4 và p1.6.

Chương trình điều khiển được nạp xuống từng chip thông qua giắc nạp j2 và j3. các giắc này đều nối với chip qua các chân xres, P1.0, P1.1. ngoài ra, chân 1 và chân 2 của giắc nạp còn được nối với chân 1 và chân 2 của module lcd.

Chip được cấp nguồn thông qua hai chân 14 và chân 28 của mỗi chip.

Ở sơ đồ trên, bộ điều khiển tích hợp mạch biến đổi điện áp từ 12V DC sang 5V DC để cấp nguồn cho chip và các thiết bị khác. Nguồn ngoài đưa vào bộ điều khiển thông qua giắc nguồn j8.

Sơ đồ nguyên lý của bộ điều khiển.



Hình 1.19. Sơ đồ nối phần cứng bộ điều khiển.

4.3. Lựa chọn thiết bị

Với những yêu cầu trên, đồng thời dựa trên mục đích chế tạo một bộ điều khiển linh hoạt, đa năng và thuận tiện cho người sử dụng, cho nên việc lựa chọn thiết bị cho phù hợp với bộ điều khiển thực tế cũng như phải đảm bảo được chất lượng là hết sức quan trọng. Sau đây là những đặc tính của bộ điều khiển:

- Bộ điều khiển có 2 chế độ là "PID rule" và "fuzzy_PID rule"

+ Với chế độ "PID rule" thì bộ điều khiển sẽ điều khiển theo luật PID.

+ Với chế độ "fuzzy_PID rule",bộ điều khiển sẽ điều khiển theo luật PID chỉnh định mờ.

- Các đầu vào cho bộ điều khiển.

+ Đầu vào analog [0 – 20mv] (tương thích với điện áp của can nhiệt điện).

+ Đầu vào analog [0 – 5v].

+ Đầu vào đếm xung (tốc độ đếm có thể đạt 24 triệu xung/giây).

- Các đầu ra cho bộ điều khiển.

+ Đầu ra analog [0 – 5v] (dòng cho phép tối đa 40ma).

+ Đầu ra điều chế độ rộng xung.

- **Giao diện truyền thông.**

+ Truyền thông RS485.

+ Truyền thông RS232(com port).

- Giao diện người – máy.

+ Bàn phím gồm 4 nút ấn đa mục đích (phím *set*, phím *cancel*, phím *up*, phím *down*).

+ Màn hình tinh thể lỏng lcd (2 dòng x 16 kí tự).

+ Các đèn led biểu thị các chế độ hoạt động của bộ điều khiển.

Người sử dụng có thể tùy ý lựa chọn chế độ điều khiển, các đầu vào/ra cũng như điểm đặt và tham số của bộ điều khiển.

Các linh kiện dùng cho quá trình thiết kế, thi công bộ điều khiển được lựa chọn như sau:

- 2 rơle điện áp điều khiển 12V, dòng điện tối đa 3a được bảo vệ riêng bởi 2 cầu chì 3a.

- 4 phím ấn.

- 8 đèn led đa mục đích (hiện sử dụng 1 đèn báo chạy/dừng, 1 đèn báo lỗi).

- 1 lcd là module hiển thị tinh thể lỏng có giao diện theo chuẩn công nghiệp của hitachi hd44780.

- 1 nguồn ngoài có đầu vào 220v ac và đầu ra 12V DC.

- 2 chip PSOC CY8c27443 - 24pi.

- Một IC ổn áp lm7805 là IC cung cấp nguồn điện áp ổn định 5V ở đầu ra.

- Một IC 75176 là IC cho phép chuyển đổi giao tiếp truyền thông nối tiếp với truyền thông RS485.

- Một IC max 232 là loại ic cho phép chuyển đổi truyền thông nối tiếp với truyền thông RS232.

- Một vài tụ hóa, điện trở và một vài tụ nhỏ để ổn áp hoặc thực hiện một số chức năng khác.
- Các giắc nguồn, giắc truyền thông cũng như giắc đầu vào/ra được tích hợp trên mạch (có tất cả 26 ổ cắm bắt vít để phục vụ việc ghép nối với thiết bị).
- Ngoài ra còn có diode và các linh kiện khác để thực hiện các chức năng phụ trong mạch.

Bộ điều khiển có kết cấu hình dáng đẹp, thoáng, dễ sử dụng… với kích thước nhỏ gọn.

4.4. Thiết kế phần mềm cho bộ điều khiển

Phần mềm của bộ điều khiển được thiết kế dựa trên cơ sở phần cứng đã thi công, giống như phần cứng, phần mềm cũng được thiết kế riêng cho từng chip. Tùy theo nhiệm vụ cụ thể mà các user module của từng chip là khác nhau. Đối với chip 1, ta sử dụng các module như: PWM16, COUNTER16, TIMER8, DELSIG8, DAC9, LCD, E2PROM, REFMUX và UART. Trong khi đó đối với chip 2 các module được sử dụng là: uart, e2prom, dac9 và delsig8.

Xuất phát từ yêu cầu của thiết bị, cấu hình cho chip 1 ta sử dụng các module như sau: Module counter16: module này được sử dụng khi đầu vào là đếm xung, Module dac9: module được sử dụng để xuất tín hiệu ra khi đầu ra là tương tự, Module e2prom: module tạo bộ nhớ flash ngay trên chip được dùng khi muốn lưu lại các thông số của bộ điều khiển do người sử dụng cài đặt, Module lcd: module giao tiếp màn hình tinh thể lỏng theo chuẩn hitachi. Module pga: module khuếch đại không đảo có tác dụng khi đầu vào là tương tự. hệ số khuếch đại sẽ thay đổi trong chương trình tùy theo kiểu đầu vào là analog [0 - 80mv] hay analog [0 - 5v]. Module pwm16: module điều cế độ rộng xung 16 bit được sử dụng khi đầu ra là điều chế độ rộng xung. Module refmux: Module cung cấp điện áp tham chiếu. Module timer8: module định thời độ rộng 8 bit dùng để tạo ra chu kỳ trích mẫu. Delsig8: module này được sử dụng để chuyển đổi tín hiệu từ cảm biến về. UART: module truyền thông không đồng bộ.

Trong chip 2, ta cũng sử dụng một số user module như ở chip 1. Việc thiết lập các thông số cho các user module này là hoàn toàn tương tự như khi ta thiết lập cho chip 1.

5. Kết quả sản phẩm bộ điều khiển

Với cơ sở lý thuyết được phân tích nghiên cứu kỹ, tác giả đã chế tạo thành công bộ điều khiển đa năng. Tính đa năng được thể hiện thứ nhất là đa năng ở các tín hiệu vào và ra của bộ điều khiển, đầu vào của bộ điều khiển có thể dùng để đo được nhiều loại tín hiệu cảm biến khác nhau khác như điện áp, dòng điện, tốc độ xung, độ rộng xung… còn tín hiệu ra của bộ điều khiển cũng có nhiều dạng khác nhau như điện áp, dòng điện hay độ rộng xung…

Tính đa năng còn thể hiện ở khả năng lựa chọn phương pháp điều khiển, bộ điều khiển này có thể chọn phương pháp là luật PID kinh điển với các tham số tuỳ chọn hoặc phương pháp luật PID có bộ tự chỉnh định tham số mờ.

Tác giả đã thí nghiệm sử dụng bộ điều khiển để điều khiển một vài đối tượng công nghiệp trong thực tế và đều đạt được chất lượng điều khiển tốt như điều khiển tốc độ động cơ, điều khiển nhiệt độ, điều khiển áp suất…

6. Kết luận

Bài báo đã trình bày việc thiết kế thi công một bộ điều khiển đa năng mang tích khoa học và thực tiễn cao. Bộ điều khiển hiện đại và đa năng ứng dụng hiệu quả cao trong các hệ thống điều khiển tự động trong công nghiệp, bộ điều khiển thân thiện với người sử dụng có cách đấu và cài đặt dễ dàng, có nhiều chế độ hoạt động và đặc biệt có chức năng tự chỉnh định và tìm ra các tham số PID để hỗ trợ người cài đặt hệ thống, đáp ứng được yêu cầu điều khiển với nhiều loại đối tượng điều khiển khác nhau.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] Bùi Việt Cường, Nguyễn Doãn Phước. *Hệ mờ mạng nơron và Ứng dụng*, NXB KHKT, 2001.
[2] Nguyễn Trọng Thắng, *Thiết kế bộ điều khiển hiện đại ứng dụng trong công nghiệp*, 2009.
[3] Phan Xuân Minh - Nguyễn Doãn Phước *Lý thuyết điều khiển mờ,* NXB KHKT, 2001.
[4] Nguyễn Doãn Phước, *Lý thuyết điều khiển nâng cao*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2007.
[5] Ngô Diên Tập, *Vi xử lý trong đo lường và điều khiển*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2002.
[6] Phạm Công Ngô, *Lý thuyết điều khiển tự động thông thường và hiện đại 1,2,3,4*, NXB Khoa học và Kỹ thuật, 2006.
[7] Assembly language datasheet for PsoC Designer.
[8] C language datasheet for PsoC Deisigner.
[10]CY8C27443 family DataSheet.

Người phản biện: TS. Nguyễn Tiến Ban