

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**



ISO 9001:2015

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP

Sinh viên: PHẠM ĐÌNH THANH
Giảng viên hướng dẫn: THS. NGÔ QUANG VĨ

HẢI PHÒNG - 2019

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG**

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ
MỘT CHIỀU THEO THUẬT TOÁN LOGIC MỜ**

**KHÓA LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: ĐIỆN CÔNG NGHIỆP**

**Sinh viên: PHẠM ĐÌNH THANH
Giảng viên hướng dẫn: THS. NGÔ QUANG VĨ**

HẢI PHÒNG – 2019

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên: Phạm Đình Thanh - Mã SV: 1512102027

Lớp: DC1901 - Ngành: Điện Tự Động Công Nghiệp

Tên đề tài: Thiết kế bộ điều khiển cho tốc độ động cơ một chiều theo thuật toán logic mờ

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán.

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp.

.....

.....

.....

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Người hướng dẫn thứ nhất:

Họ và tên : Th.S Ngô Quang Vĩ

Học hàm, học vị : Thạc Sĩ

Cơ quan công tác : Trường Đại Học Quản Lý và Công Nghệ Hải Phòng

Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Người hướng dẫn thứ hai:

Họ và tên:.....

Học hàm, học vị:.....

Cơ quan công tác:.....

Nội dung hướng dẫn:.....

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm

Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm

Đã nhận nhiệm vụ ĐTTN

Đã giao nhiệm vụ ĐTTN

Sinh viên

Người hướng dẫn

Phạm Đình Thanh

Th.S. Ngô Quang Vĩ

Hải Phòng, ngày tháng.....năm 2019

Hiệu trưởng

GS.TS.NGŨT Trần Hữu Nghị

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác:

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Đề tài tốt nghiệp:

Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....
.....
.....

1. Đánh giá chất lượng của đồ án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....
.....
.....

2. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ

Không được bảo

Điểm hướ ẫn

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm

Giảng viên hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN CHĂM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác:

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Đề tài tốt nghiệp:

1. Phần nhận xét của giáo viên chăm phản biện

.....
.....
.....
.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....
.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên chăm phản biện

Được bảo vệ Không được bảo vệ Điểm hướng dẫn

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm

Giảng viên chăm phản biện

(Ký và ghi rõ họ tên)

MỤC LỤC

MỤC LỤC	ii
DANH MỤC CÁC HÌNH	ix
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN MỜ	4
1.1. Các khái niệm cơ bản của điều khiển mờ	4
1.2 Cấu trúc bộ điều khiển mờ	10
1.3.Tổng hợp bộ điều khiển mờ	20
CHƯƠNG 2. Các phương pháp điều khiển động cơ 1 chiều.....	24
2.1. Tổng quan về động cơ điện một chiều	24
2.2. Điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều	31
CHƯƠNG 3. Mô hình mô phỏng động cơ 1 chiều ứng dụng logic mờ	36
3.1. Mô phỏng bộ điều khiển và hệ thống trên Matlab	36
3.2. Mô phỏng trên phần mềm Matlab Simulink	43
KẾT LUẬN	44
TÀI LIỆU THAM KHẢO	46

DANH MỤC CÁC HÌNH

<i>Số hình</i>	<i>Tên hình</i>	<i>Trang</i>
1.1	Miền xác định và miền tin cậy của tập mờ	6
1.2	Phép hợp của hai tập mờ có cùng cơ sở	7
1.3	Hàm liên thuộc của 2 tập mờ không cùng cơ sở	8
1.4	Phép giao của hai tập mờ	8
1.5	Giao của hai tập mờ không cùng cơ sở	9
1.6	Phép bù của một tập mờ	10
1.7	Nguyên lý điều khiển mờ	12
1.8	Cấu trúc của bộ điều khiển mờ	14
1.9	Hàm thuộc biến đầu vào sai lệch tốc độ (speed_err)	14
1.10	Hàm thuộc biến đầu vào sự thay đổi sai lệch tốc độ speed_err_var	14
1.11	Hàm thuộc biến đầu ra pwm_var	15
1.12	Mô hình ma trận luật hợp thành	18
1.13	Xác định giá trị rõ từ miền này.	18
1.14	Giải mờ theo phương pháp độ cao nguyên lý cận phải	19
1.15	Giải mờ theo phương pháp độ cao nguyên lý cận trái	19
1.16	Giải mờ theo phương pháp điểm trọng tâm	20
1.17	Mô hình thực hiện việc giải mờ	20
2.1	Cấu tạo stato động cơ điện một chiều	25
2.2	Cấu tạo roto động cơ điện một chiều	26
2.3	Cấu tạo cổ góp động cơ điện một chiều	27
2.4	Cấu tạo chổi than động cơ điện một chiều	27
2.5	Mô tả nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều	28
2.6	Sơ đồ động cơ điện một chiều kích từ độc lập	29
2.7	Đồ thị đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập	31

2.8	Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi thay đổi điện trở phụ mạch phản ứng	33
2.9	Đặc tính cơ điện của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông.	34
2.10	Đồ thị đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi điện áp phản ứng thay đổi	35
2.11	Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh động cơ	36
3.1	Sơ đồ thay thế động cơ điện một chiều kích từ độc lập	41
3.2	Mô hình toán động cơ điện một chiều kích từ độc lập	42
3.3	Xây dựng hệ con đánh dấu mô hình động cơ điện một chiều	43
3.4	Mô hình toán động cơ điện một chiều trên Simulnk	43
3.5	Đặc tính tốc độ động cơ	43
3.6	Xây dựng các biến vào ra của bộ điều khiển	44
3.7	Tạo hàm liên thuộc cho các biến vào/ra	45
3.8	Xây dựng luật điều khiển mờ	46
3.9	View Rules cho phép kiểm tra lại kết quả luật mờ đã xây dựng	46
3.10	Kiểm tra lại các luật điều khiển trong View Surface	47

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Ngày nay khái niệm điều khiển mờ đã không còn xa lạ và trở nên phổ biến với tất cả mọi người. Rất nhiều thiết bị ứng dụng lý thuyết điều khiển mờ trở nên phổ biến và có mặt trong rất nhiều lĩnh vực công nghiệp cũng như dân dụng: sản xuất xi măng, sản xuất điện năng, máy giặt, máy ảnh, y học... Nguyên nhân của sự phát triển nhanh chóng của bộ điều khiển mờ dựa trên cơ sở suy luận mờ, cho phép người điều khiển tự động hóa được kinh nghiệm điều khiển của họ cho một quá trình, một thiết bị... tạo ra được những bộ điều khiển làm việc tin cậy thay thế được họ song chất lượng điều khiển vẫn tốt như người điều khiển đã làm được.

Trong thực tế, bộ điều khiển mờ có khả năng giải quyết các hệ thống có độ phức tạp cao, độ phi tuyến lớn, sự thay đổi thường xuyên của trạng thái và cấu trúc đối tượng.

Sự phát triển mạnh mẽ của điều khiển mờ gắn liền với sự phát triển vượt bậc của kỹ thuật vi xử lý – một cầu nối quan trọng không thể thiếu giữa kết quả nghiên cứu của lý thuyết mờ với ứng dụng trong thực tế.

Cùng với sự tiên bộ của khoa học kỹ thuật chúng ta có thể chứng kiến sự phát triển rầm rộ kể cả về quy mô lẫn trình độ của nền sản xuất hiện đại. Do tính ưu việt của hệ thống điện xoay chiều: để sản xuất, truyền tải, cả máy phát và động cơ điện xoay chiều đều có cấu tạo đơn giản và công suất lớn, dễ vận hành, máy điện (động cơ điện) xoay chiều ngày càng được sử dụng rộng rãi và phổ biến. Tuy nhiên, động cơ điện một chiều vẫn giữ một vị trí nhất định như trong công nghiệp giao thông vận tải, và nói chung ở các thiết bị cần điều khiển tốc độ quay liên tục trong phạm vi rộng (như trong máy cán thép, máy công cụ lớn, đầu máy điện). Mặc dù, so với động cơ không đồng bộ để chế tạo động cơ điện một chiều cùng cỡ thì giá thành đắt hơn, do sử dụng nhiều kim loại màu hơn, chế tạo bảo quản cở góp phức tạp hơn

nhưng do những ưu điểm của nó mà máy điện một chiều vẫn không thể thiếu trong nền sản xuất hiện đại.

Ưu điểm của động cơ điện một chiều là có thể dùng làm động cơ điện hay máy phát điện trong những điều kiện làm việc khác nhau. Song ưu điểm lớn nhất của động cơ điện một chiều là điều chỉnh tốc độ và khả năng quá tải. Nếu như bản thân động cơ không đồng bộ không thể đáp ứng được hoặc nếu đáp ứng được thì phải chi phí các thiết bị biến đổi đi kèm (như bộ biến tần) rất đắt tiền thì động cơ điện một chiều không những có thể điều chỉnh rộng và chính xác mà cấu trúc mạch lực, mạch điều khiển đơn giản hơn.

Động cơ điện một chiều được ứng dụng rất phổ biến trong các lĩnh vực kinh tế và khoa học kỹ thuật như trong luyện kim, trong công nghệ giấy hoặc ở một số hệ thống khác, thường người ta cung cấp điện cho một nhóm động cơ từ một bộ biến đổi có điện áp không đổi, để thay đổi tốc độ động cơ thường người ta thực hiện việc thay đổi từ thông kích từ. Trong các nhà máy cán thép, tàu điện ngầm và các cánh tay Robot. Để thực hiện các nhiệm vụ trong công nghiệp điện tử với độ chính xác cao, lắp ráp trong các dây chuyền sản xuất. Vì vậy hệ thống điều chỉnh tốc độ điều chỉnh hai thông số động cơ điện một chiều kích từ độc lập đóng vai trò rất quan trọng trong việc nghiên cứu.

Bộ điều khiển mờ ra đời trên cơ sở ứng dụng logic mờ, là một bộ điều khiển thông minh, hiện đang đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống điều khiển hiện đại, vì nó đáp ứng tốt các chỉ tiêu kỹ thuật, tính bền vững và ổn định cao, dễ thay đổi, dễ lập trình.

Vấn đề đặt ra như thế, hướng nghiên cứu xây dựng đề tài của tác giả ở đây là nghiên cứu ứng dụng hệ mờ để điều chỉnh tốc độ điều chỉnh hai thông số động cơ điện một chiều kích từ độc lập. Với hướng nghiên cứu đó, tên đề tài được chọn: **“Nghiên cứu xây dựng hệ điều khiển mờ cho động cơ điện một chiều”** làm đề tài cho luận văn Thạc sĩ.

2. Mục đích nghiên cứu

- Nghiên cứu các bộ điều khiển mờ

- Xây dựng mô hình bộ điều khiển mờ điều khiển tốc độ động cơ một chiều

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

*** Đối tượng nghiên cứu**

- Nghiên cứu các bộ điều khiển mờ
- Xây dựng và lựa chọn phần cứng mô hình bộ điều khiển mờ
- Xây dựng hệ điều khiển mờ cho động cơ điện một chiều bằng phần mềm MATLAB
- Chế tạo, lắp đặt, kiểm tra, hiệu chỉnh và thử nghiệm

*** Phạm vi nghiên cứu**

- Nghiên cứu nguyên lý điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc ứng dụng bộ điều khiển mờ.
- Nghiên cứu xây dựng mô hình mô phỏng động cơ điện một chiều kích từ độc lập trên nền Matlab & Simulink.

4. Phương pháp nghiên cứu

- Phương pháp nghiên cứu lý thuyết: Tìm hiểu cấu trúc động cơ điện một chiều kích từ độc lập, phân tích và thiết kế các bộ điều khiển mờ, ứng dụng bộ điều khiển mờ.
- Phương pháp thực nghiệm: Sử dụng phần mềm Matlab & Simulink để xây dựng mô hình mô phỏng động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài

* Ý nghĩa khoa học Đề tài là tài liệu tham khảo hữu ích cho những ai quan tâm đến ứng dụng điều khiển mờ trong điều khiển truyền động động cơ điện một chiều kích từ độc lập, cách thức thiết kế và mô phỏng trên Matlab Simulink.

* Ý nghĩa thực tiễn Kết quả nghiên cứu của đề tài sẽ góp phần hoàn thiện một phương pháp điều khiển mới khắc phục được một số nhược điểm của các phương pháp điều khiển kinh điển, nhằm giải quyết vấn đề cấp bách hiện nay là nâng cao chất lượng điều khiển truyền động động cơ điện một chiều.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN MỜ

1.1. Các khái niệm cơ bản của điều khiển mờ

Trong các suy luận thông thường hay các suy luận khoa học, suy luận logic toán học đóng vai trò rất quan trọng. Với sự phát triển mạnh mẽ của khoa học kỹ thuật nếu chỉ với hai giá trị đúng (1) hoặc sai (0) không thể giải quyết được hết các bài toán phức tạp như chưa biết trước đặc tính đối tượng điều khiển. Xuất phát từ những yêu cầu thực tế lý thuyết điều khiển mờ đã ra đời. Khái niệm đầu tiên về logic mờ được giáo sư Lotfi Zadeh của trường đại học California - Mỹ đưa ra lần đầu tiên vào năm 1965. Công trình đã khai sinh ra một ngành khoa học mới là: lý thuyết tập mờ và đã thu hút được sự chú ý của rất nhiều các nhà nghiên cứu công nghệ mới và đã được áp dụng ngay vào trong các ứng dụng thực tế như: sản xuất xi măng, trong y học giúp chuẩn đoán và điều trị bệnh ...

Trong lĩnh vực điều khiển tự động, vai trò của logic mờ ngày càng quan trọng, có rất nhiều ứng dụng được thực hiện điều khiển bằng cách dùng logic mờ. Ưu điểm lớn nhất của điều khiển mờ là không cần biết trước đặc tính của đối tượng điều khiển một cách chính xác, so với điều khiển kinh điển là hoàn toàn dựa vào thông tin chính xác tuyệt đối của đối tượng điều khiển, điều này trong nhiều ứng dụng là không thể có được.

1.1.1. Khái niệm về tập mờ

Tập mờ dựa trên những cơ sở từ tập kinh điển nên ta nhắc lại tập kinh điển trước. Tập kinh điển là tập chỉ có hai giá trị: đúng (1) hoặc sai (0) như đã đề cập ở trên. Hàm liên thuộc của tập thể hiện mức độ phụ thuộc của các giá trị trong tập hợp đó [2], từ đây có thể suy ra hàm liên thuộc của tập kinh điển: nếu $x \in A$ thì có độ phụ thuộc là 1, còn $x \notin A$ thì có độ phụ thuộc 0. Hàm liên thuộc của tập hợp A ký hiệu là $\mu_A(x)$ [2]

$$\mu_A(x) = \begin{cases} 1 & \text{khi } x \in A \\ 0 & \text{khi } x \notin A \end{cases} \quad (1.1)$$

Trong logic mờ, hàm liên thuộc của tập mờ không chỉ nhận 2 giá trị là 0 và 1 mà là toàn bộ các giá trị từ 0 đến 1 tức là $0 \leq \mu_B(x) \leq 1$ [2]. Như vậy, ở logic mờ không có sự suy luận thuận ngược như ở tập hợp kinh điển. Vì vậy trong định nghĩa tập mờ phải trình bày thêm về hàm liên thuộc, do vai trò của của hàm liên thuộc là làm rõ ra chính tập mờ đó.

Định nghĩa tập mờ [2]: tập mờ F xác định trên tập kinh điển M là một tập mà mỗi phần tử của nó là một cặp các giá trị $(x, \mu_f(x))$, trong đó $x \in M$ và μ_f là ánh xạ $\mu_f : M \rightarrow [0, 1]$, ánh xạ μ_f được gọi là hàm liên thuộc (phụ thuộc) của tập mờ F. Tập kinh điển M được gọi là cơ sở của tập mờ F.

1.1.2. Các tính chất cơ bản tập mờ [2]

Độ cao của tập mờ F (định nghĩa trên cơ sở M) là giá trị:

$$H = \sup \mu_f(x), x \in M \quad (1.2)$$

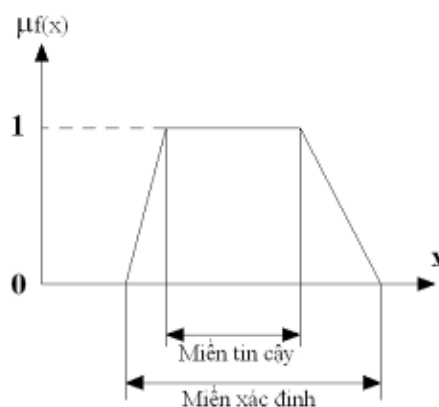
nếu tập mờ có $H = 1$ gọi là chính tắc, H luôn < 1 là không chính tắc.

Miền xác định của tập mờ F (định nghĩa trên cơ sở M) ký hiệu bằng S, là tập con của M thoả mãn

$$S = \{ x \in M; \mu_f(x) > 0 \} \quad (1.3)$$

Miền tin cậy của tập mờ F (định nghĩa trên cơ sở M), ký hiệu bằng T, là tập con của M thoả mãn

$$T = \{ x \in M; \mu_f(x) = 1 \} \quad (1.4)$$



Hình 1.1. Miền xác định và miền tin cậy của tập mờ

1.1.3. Các dạng hàm thuộc

Hàm liên thuộc có rất nhiều dạng: dạng tam giác, dạng singleton dạng hình thang, dạng quả chuông, dạng chữ S... tùy từng trường hợp ứng dụng khác nhau mà ta phải lựa chọn các hàm liên thuộc cho phù hợp. Tuy nhiên, các hàm liên thuộc vẫn có thể viết ở dạng chung nhất như sau [2]:

$$\mu(x, a, b, c, d, H) = \begin{cases} I(x) & x \in [a, b) \\ H & x \in (b, c) \\ D(x) & x \in (c, d] \\ 0 & x \in \mathbb{R} - (a, d) \end{cases} \quad (1.5)$$

trong đó: $a \leq b \leq c \leq d$, $I(x)$ và $D(x)$ là các hàm nào đó, H là độ cao của hàm liên thuộc.

Nếu $b = c$, $D(x)$ là hàm tuyến tính giảm, $I(x)$ là hàm tuyến tính dương thì hàm liên thuộc có dạng tam giác.

Nếu $b \neq c$, $D(x)$ là hàm tuyến tính giảm, $I(x)$ là hàm tuyến tính dương thì hàm liên thuộc có dạng hình thang.

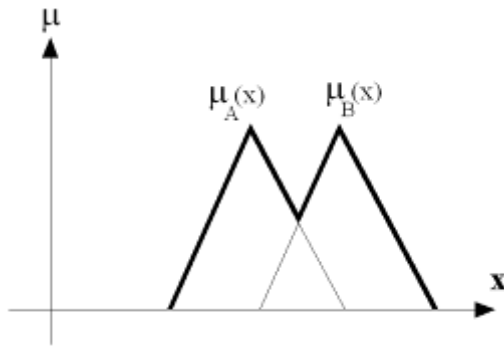
Nếu $a = -\infty$, $b = c = x$, $d = \infty$ và $I(x) = D(x) = \exp\left(-\frac{x - \bar{x}}{\delta}\right)$ thì hàm liên thuộc có dạng Gaus....

1.1.4. Các phép toán trên tập mờ [2].

Phép hợp hai tập mờ (tương đương phép OR)

Hai tập mờ có cùng cơ sở: là một tập mờ xác định trên cơ sở M với hàm liên thuộc:

$$\mu_{A \cup B}(x) = \text{MAX}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (1.6)$$



Hình 1.2. Phép hợp của hai tập mờ có cùng cơ sở

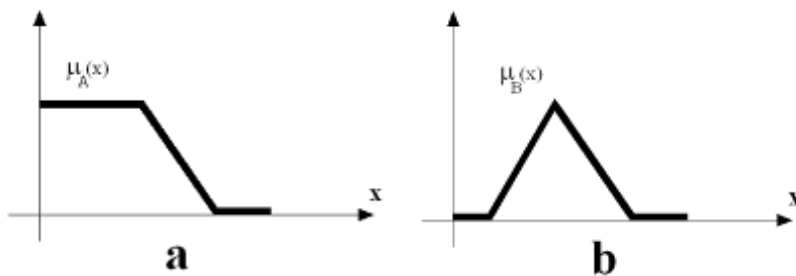
Ngoài công thức (1.6) còn có một số công thức khác để tính hàm liên thuộc của phép hợp hai tập mờ như: tổng Einstein phép hợp Lukasiewicz, tổng trực tiếp... tuy nhiên công thức (1.6) vẫn được sử dụng phổ biến nhất

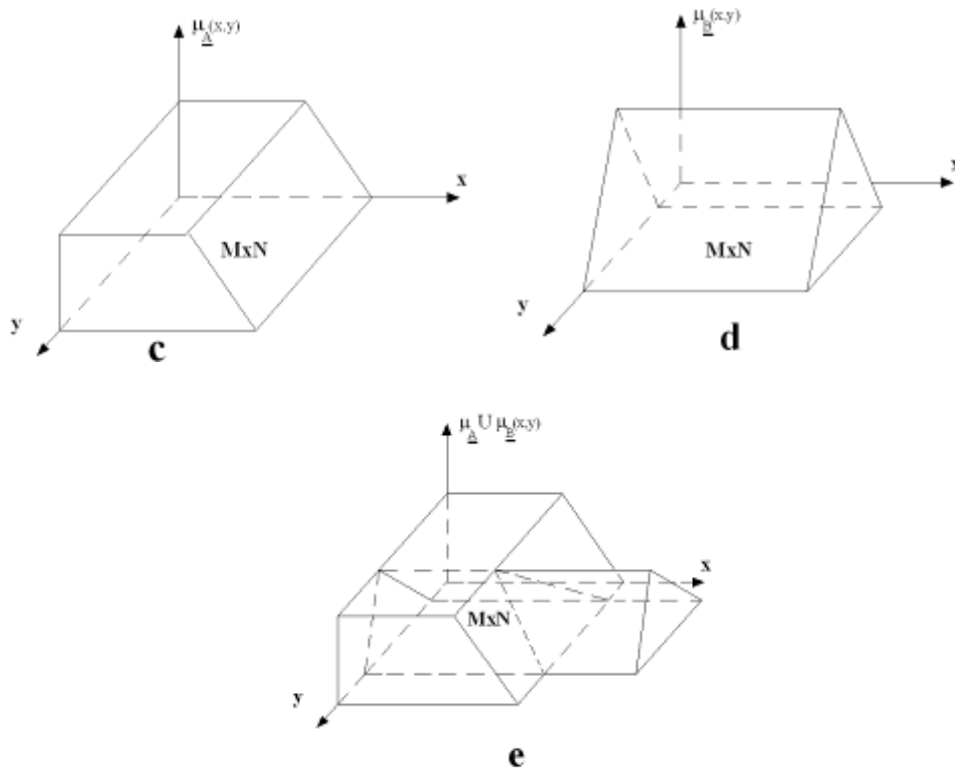
Hai tập mờ không cùng cơ sở: Giả sử tập mờ A với hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ định nghĩa trên cơ sở M và tập mờ B với hàm liên thuộc $\mu_B(y)$ định nghĩa trên cơ sở N. Để tính phép hợp ta phải đưa chúng về cùng cơ sở bằng cách thực hiện lấy tích của hai cơ sở đã có là $(M \times N)$. Ký hiệu tập mờ \underline{A} là tập mờ được định nghĩa trên cơ sở $M \times N$ và tập mờ \underline{B} là tập mờ được định nghĩa trên cơ sở $M \times N$. Như vậy: hợp của hai tập mờ \underline{A} và \underline{B} tương ứng với hợp của hai tập mờ A và B, kết quả là một tập mờ xác định trên cơ sở $M \times N$ với hàm liên thuộc [2]:

$$\mu_{\underline{A} \cup \underline{B}}(x, y) = \text{MAX}\{\mu_{\underline{A}}(x, y), \mu_{\underline{B}}(x, y)\} \quad (1.7)$$

Trong đó : $\mu_{\underline{A}}(x, y) = \mu_A(x)$ với mọi $y \in N$ và

$$\mu_{\underline{B}}(x, y) = \mu_B(y) \text{ với mọi } x \in M$$



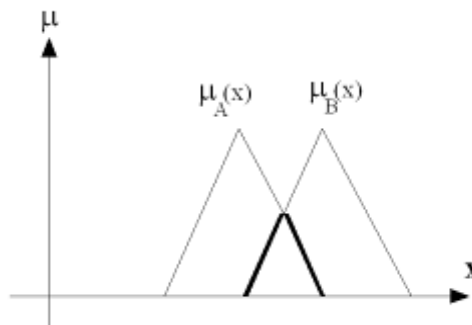


Hình 1.3. a, b Hàm liên thuộc của 2 tập mờ không cùng cơ sở
 c, d Đưa 2 tập mờ về cùng cơ sở
 e Hợp của 2 tập mờ trên cơ sở $M \times N$

Phép giao hai tập mờ (tương đương phép AND)

Hai tập mờ có cùng cơ sở: Giao của hai tập mờ A và B có cùng cơ sở M là một tập mờ được xác định trên cơ sở M với hàm liên thuộc.

$$\mu_{A \cap B}(x) = \text{MIN}\{\mu_A(x), \mu_B(x)\} \quad (1.8)$$



Hình 1.4. Phép giao của hai tập mờ

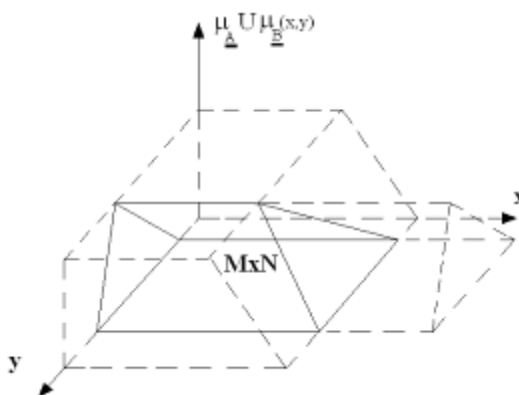
Ngoài công thức (1.8) còn có một số công thức tính khác để tính hàm liên thuộc của giao hai tập mờ như: tích đại số, tích Einstein, phép giao Lukasiewicz... tuy nhiên công thức (1.8) vẫn được sử dụng phổ biến nhất

Hai tập mờ không cùng cơ sở: Nếu tập mờ A với hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ định nghĩa trên cơ sở M và tập mờ B với hàm liên thuộc $\mu_B(x)$ định nghĩa trên cơ sở N việc đầu tiên ta đưa chúng về cùng một cơ sở bằng cách lấy tích của hai cơ sở đã có là $(M \times N)$. Ta ký hiệu tập mờ \underline{A} là tập mờ định nghĩa trên cơ sở $M \times N$ và tập mờ \underline{B} là tập mờ định nghĩa trên cơ sở $M \times N$. Như vậy, giao của hai tập mờ \underline{A} và \underline{B} tương ứng với giao của hai tập mờ A và B, kết quả là một tập mờ xác định trên cơ sở $M \times N$ với hàm liên thuộc:

$$\mu_{\underline{A} \cap \underline{B}}(x, y) = \text{MIN}\{\mu_{\underline{A}}(x, y), \mu_{\underline{B}}(x, y)\} \quad (1.9)$$

trong đó: $\mu_{\underline{A}}(x, y) = \mu_A(x)$ với mọi y thuộc N

$$\mu_{\underline{B}}(x, y) = \mu_B(y) \text{ với mọi x thuộc M}$$

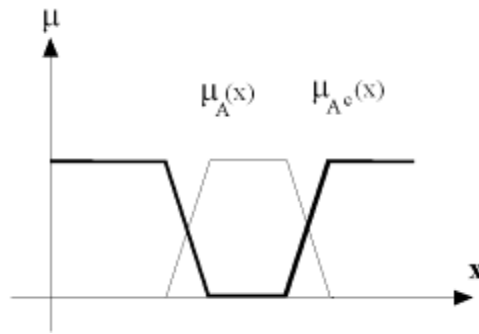


Hình 1.5. Giao của hai tập mờ không cùng cơ sở

Phép bù của một tập mờ (tương đương phép NOT)

Phép bù của tập mờ A có cơ sở M và hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ là một tập mờ A^C xác định trên cùng cơ sở M với hàm liên thuộc:

$$\mu_{A^C}(x) = 1 - \mu_A(x) \quad (1.10)$$



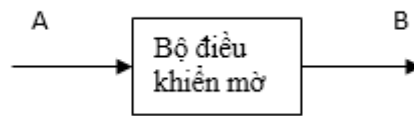
Hình 1.6. Phép bù của một tập mờ

1.2. Cấu trúc bộ điều khiển mờ

1.2.1. Phân loại bộ điều khiển mờ

Phân loại bộ điều khiển mờ theo tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra:

SISO (Single Input Single Output) bộ điều khiển có một đầu vào và một đầu ra.



Nếu $A = A_1$ thì $B = B_1$

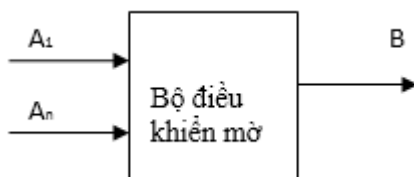
Nếu $A = A_2$ thì $B = B_2$

....

Nếu $A = A_n$ thì $B = B_n$

Luật hợp thành gồm n mệnh đề hợp thành:

MISO (Multi Input Single Output) bộ điều khiển có nhiều đầu vào và một đầu ra.



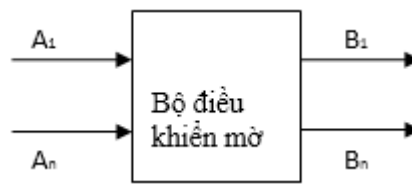
Nếu $A = A_{11}; A = A_{12} \dots ; A = A_{1n}$ thì $B = B_1$

Nếu $A = A_{21}; A = A_{22} \dots ; A = A_{2n}$ thì $B = B_2$

....

Nếu $A = A_{n1}; A = A_{n2} \dots ; A = A_{nm}$ thì $B = B_m$

Luật hợp thành gồm n mệnh đề hợp thành: MIMO (Multi Input Multi Output) bộ điều khiển có nhiều đầu vào và nhiều đầu ra.



Nếu $A = A_{11}; A = A_{12} \dots ; A = A_{1n}$ thì $B = B_1$

Nếu $A = A_{21}; A = A_{22} \dots ; A = A_{2n}$ thì $B = B_2$

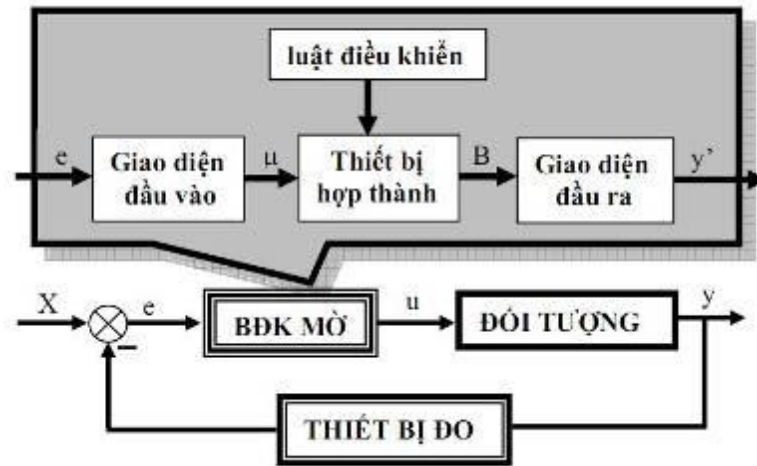
....

Nếu $A = A_{n1}; A = A_{n2} \dots ; A = A_{nm}$ thì $B = B_m$

Luật hợp thành gồm n mệnh đề hợp thành: Từ những phân loại trên ta thấy bộ điều khiển mờ MISO là bộ điều khiển cơ sở, nếu thực hiện hiện được bộ điều khiển này thì hoàn toàn có thể thực hiện bộ điều khiển SISO hay MIMO.

1.2.2. Các khâu của bộ điều khiển mờ

Về nguyên lý, hệ thống điều khiển mờ cũng như các hệ thống điều khiển khác. Sự khác biệt là bộ điều khiển mờ làm việc có tư duy như “bộ não” dưới dạng trí tuệ nhân tạo. Hệ thống điều khiển mờ làm việc dựa trên kinh nghiệm và phương pháp tư duy của con người, sau đó được cài đặt vào máy tính trên cơ sở của logic mờ.



Hình 1.7. Nguyên lý điều khiển mờ

Trong cấu trúc nguyên lý hình 1.7 gồm có các khâu:

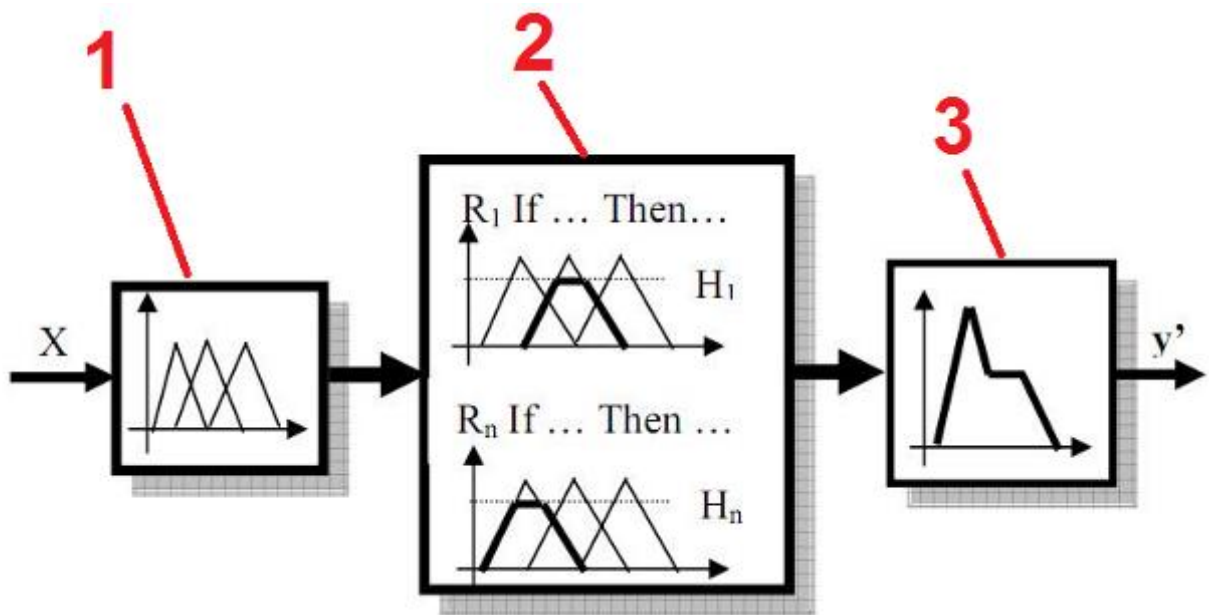
Khâu giao diện đầu vào: bao gồm khâu mờ hoá, các khâu phụ trợ để thực hiện các bài toán động như khâu tích phân, khâu vi phân....

Thiết bị hợp thành: triển khai luật hợp thành R được xây dựng trên cơ sở các luật điều khiển.

Giao diện đầu ra gồm: khâu giải mờ, các khâu giao diện trực tiếp với đối tượng.

Một bộ điều khiển mờ gồm có 3 khâu cơ bản [2] (hình vẽ 1.8):

- 1: khâu mờ hóa
- 2: thiết bị hợp thành
- 3: giải mờ.



Hình 1.8. Cấu trúc của bộ điều khiển mờ

Khâu mờ hóa

Các tín hiệu phản hồi từ đối tượng về được đo bằng cảm biến là “các tín hiệu rõ” do vậy để bộ điều khiển mờ hiệu được chúng ta phải mờ hoá các thông số này. Nghĩa là dùng hàm phụ thuộc của các giá trị ngôn ngữ để tính mức độ phụ thuộc cho từng tập mờ đối với từng giá trị đầu vào. Mờ hóa là bước đầu tiên được thực hiện trong điều khiển mờ, kết quả của khâu mờ hóa được dùng làm đầu vào của các luật mờ.

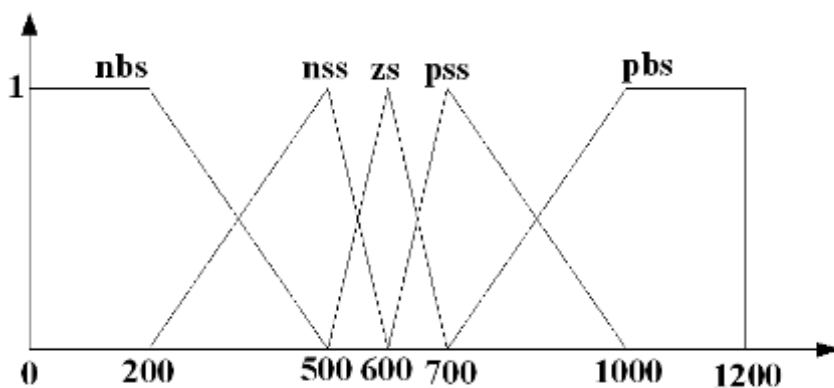
Biến ngôn ngữ: là cách thể hiện bằng ngôn ngữ của các biến điều khiển. Biến ngôn ngữ có các miền giá trị vật lý và giá trị ngôn ngữ.

Ví dụ: Ta xét biến ngôn ngữ nhiệt độ có miền giá trị vật lý từ 0°C đến 100°C và các giá trị ngôn ngữ: nóng ít, nóng, nóng nhiều, rất lạnh, lạnh, lạnh ít, trung bình.

Trong luận văn, tác giả xây dựng bộ điều khiển mờ MISO, cụ thể gồm có 2 biến đầu vào là sai lệch tốc độ (speed_err), sự biến đổi của sai lệch tốc độ (speed_err_var) và một biến đầu ra là sự thay đổi độ rộng xung (pwm_var).

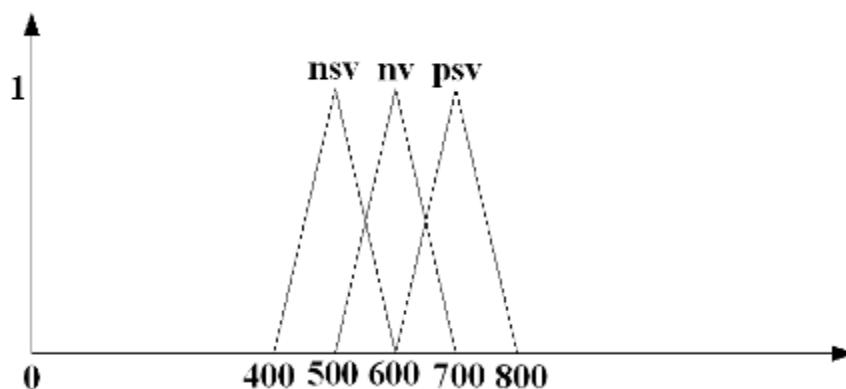
Xét biến đầu vào 1: sai lệch tốc độ (speed_err) có miền giá trị vật lý 0 đến 1200 vòng/phút, gồm có 5 giá trị ngôn ngữ tương ứng với 5 hàm thuộc : nbs

(neg_big_speed), zs(zero_speed), nss(neg_small_speed), pbs (pos_big_speed) và pss (pos_small_speed). Độ phụ thuộc của các hàm thuộc bằng 1, tuy nhiên nếu sử dụng độ phụ thuộc bằng 1 và miền giá trị vật lý 0 đến 1200 không thuận lợi cho việc lập trình bộ điều khiển nên tác giả xây dựng hàm thuộc tương ứng với các giá trị như hình 1.9:



Hình 1.9. Hàm thuộc biến đầu vào sai lệch tốc độ (*speed_err*)

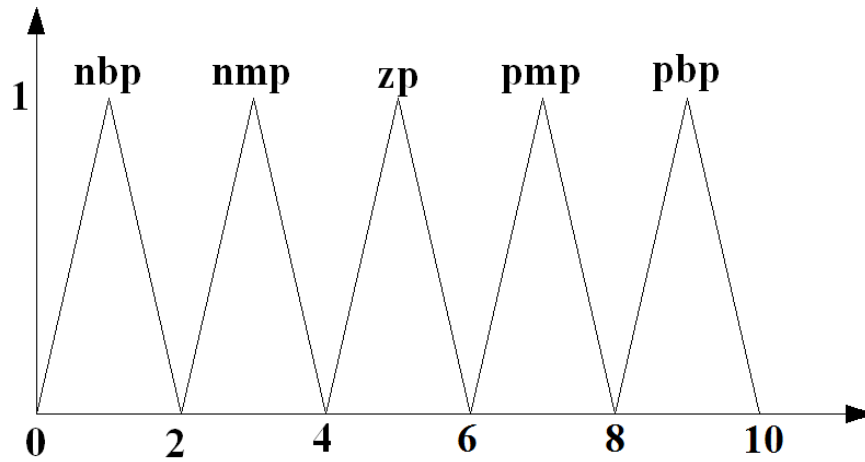
Xét biến đầu vào 2: sự thay đổi sai lệch tốc độ (*speed_err_var*) có miền miền giá trị vật lý 0 đến 1200 vòng/phút, gồm có 3 giá trị ngôn ngữ tương ứng với 3 hàm thuộc : *nv*(nul_var), *nsv*(neg_slow_var) và *psv*(pos_slow_var). Tương tự như biến đầu vào 1, các hàm thuộc của biến đầu vào 2 được xây dựng như hình 1.10:



Hình 1.10. Hàm thuộc biến đầu vào sự thay đổi sai lệch tốc độ *speed_err_var*

Xét biến đầu ra : sự thay đổi độ rộng xung (*pwm_var*) có miền miền giá trị vật lý 0 đến 12V (tương ứng với giá trị điện áp ra của card PCI 1710), gồm có 5 giá trị

ngôn ngữ tương ứng với 5 hàm thuộc : $nmp(\text{neg_medium_pwm})$, $nbp(\text{neg_big_pwm})$, $zp(\text{zero_pwm})$, $pbp(\text{pos_big_pwm})$ và $pmp(\text{pos_medium_pwm})$. Các hàm thuộc của biến đầu ra được xây dựng như sau:



Hình 1.11. Hàm thuộc biến đầu ra pwm_var

Thiết bị hợp thành

Cốt lõi của bộ điều khiển mờ chính là luật hợp thành mờ, gọi tắt là luật mờ.

Mệnh đề hợp thành [2]: Cho hai biến ngôn ngữ χ và γ . Nếu biến χ nhận giá trị mờ A có hàm liên thuộc $\mu_A(x)$ và γ nhận giá trị mờ B có hàm liên thuộc $\mu_B(y)$ thì hai biểu thức: $\chi = A$, $\gamma = B$ được gọi là hai mệnh đề. Ký hiệu hai mệnh đề là p là $(\chi = A)$ và q là $(\gamma = B)$ “NẾU $\chi = A$ THÌ $\gamma = B$ ”, trong đó mệnh đề p được gọi là mệnh đề điều kiện và q là mệnh đề kết luận. Biểu thức từ p suy ra q ($p \Rightarrow q$) gọi là mệnh đề hợp thành tương ứng với luật điều khiển. Với 5 hàm thuộc của biến vào 1, 3 hàm thuộc của biến vào 2 và 5 hàm thuộc của biến ra, tác giả xây dựng được 15 mệnh đề hợp thành như sau:

- 1: IF (e is NG) and (de is NG) THEN (du is NG)
- 2: IF (e is NG) and (de is EZ) THEN (du is NG)
- 3: IF (e is NG) and (de is PG) THEN (du is EZ)
- 4: IF (e is EZ) and (de is NG) THEN (du is NG)
- 5: IF (e is EZ) and (de is EZ) THEN (du is EZ)

6: IF (e is EZ) and (de is PG) THEN (du is PG)

7: IF (e is PG) and (de is NG) THEN (du is EZ)

8: IF (e is PG) and (de is EZ) THEN (du is PG)

9: IF (e is PG) and (de is PG) THEN (du is PG)

Khi có nhiều điều kiện hợp thành thì phải lựa chọn luật kết hợp các điều kiện đầu vào, thông thường có 2 cách kết hợp: SUM và MAX.

Để tìm ra giá trị của biến ra từ các biến có 2 quy tắc hợp thành: PROD và MIN. Luật hợp thành được gọi là tên ghép của cách kết hợp tín hiệu đầu vào và tên quy tắc hợp thành. Có 4 luật hợp thành: MAX-MIN, SUM-PROD, SUM-MIN, MAX-PROD. Trong luận văn sử dụng 2 biến đầu vào, nên tác giả lựa chọn luật hợp thành MAX-MIN để thực hiện bộ điều khiển mờ.

Luật hợp thành một điều kiện [2]

Luật hợp thành R là mô hình ma trận R của mệnh đề hợp thành $A \Rightarrow B$, ứng với mỗi công thức tính hàm liên thuộc $\mu_{A \Rightarrow B}(x,y)$ khác nhau ta có các luật hợp thành khác nhau.

Bước 1: Thực hiện rời rạc hóa các hàm liên thuộc $\mu_A(x)$, $\mu_B(y)$, với số điểm rời rạc hóa tương ứng tần số đủ lớn sao cho không bị mất tín hiệu. Ví dụ rời rạc hàm $\mu_A(x)$ với n điểm $x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n$, hàm $\mu_B(y)$ với m điểm $y_1, y_2 \dots y_j \dots y_m$.

Bước 2: Thực hiện xác định hàm liên thuộc rời rạc $\underline{\mu}_A^T(x)$ và $\underline{\mu}_B^T(y)$ là: (T là chuyển vị)

$$\begin{aligned}\underline{\mu}_A^T(x) &= \{\mu_A(x_1), \mu_A(x_2), \dots, \mu_A(x_n)\} \\ \underline{\mu}_B^T(y) &= \{\mu_B(y_1), \mu_B(y_2), \dots, \mu_B(y_m)\}\end{aligned}\tag{1.11}$$

Bước 3: Xây dựng ma trận hợp thành R, ma trận R gồm có n hàng và m cột:

$$\mathbf{R} = \begin{pmatrix} \mu_{\mathbf{R}}(x_1, y_1) & \dots & \mu_{\mathbf{R}}(x_1, y_m) \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ \mu_{\mathbf{R}}(x_n, y_1) & \dots & \mu_{\mathbf{R}}(x_n, y_m) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} r_{11} & \dots & r_{1m} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ r_{n1} & \dots & r_{nm} \end{pmatrix} \quad (1.12)$$

Công thức tổng quát (công thức dyadic) để tính ma trận hợp thành \mathbf{R} như (1.13):

$$\mathbf{R} = \underline{\mu}_{\mathbf{A}}(\mathbf{x}) \cdot \underline{\mu}_{\mathbf{B}}^T(\mathbf{y}) \quad (1.13)$$

Luật hợp thành nhiều điều kiện [2]

Bước 1: Thực hiện rời rạc hóa miền xác định các hàm liên thuộc $\mu_{A_1}(x_1)$, $\mu_{A_2}(x_2)$, ..., $\mu_{A_d}(x_d)$ của các mệnh đề điều kiện, $\mu_B(y)$ và mệnh đề kết luận.

Bước 2: Thực hiện xác định độ thỏa mãn H cho từng vector giá trị đầu vào là vector tổ hợp d điểm mẫu thuộc miền xác định của các hàm liên thuộc $\mu_{A_i}(x_i)$,

$i = 1, \dots, d$. Ví dụ với một vector các giá trị rõ đầu vào $\underline{\mathbf{x}} = \begin{pmatrix} c_1 \\ \vdots \\ c_d \end{pmatrix}$ trong đó $c_i, i = 1, \dots,$

d là một trong các điểm mẫu ở miền xác định của $\mu_{A_i}(x_i)$, thì ta xác định được độ thỏa mãn H như (1.14):

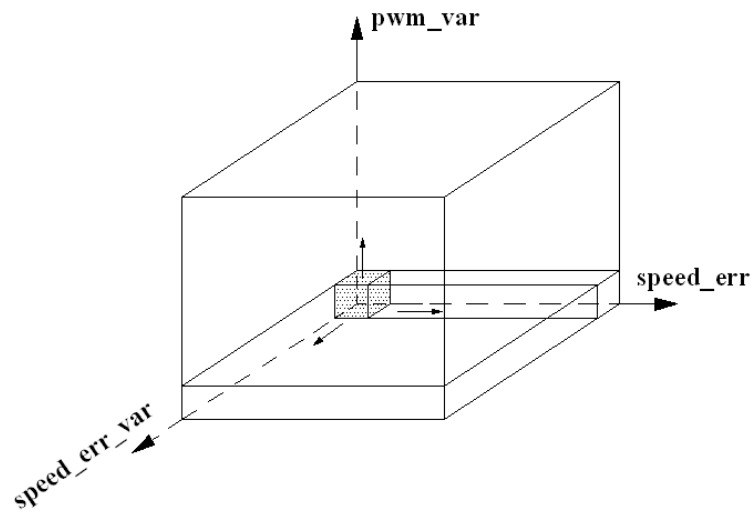
$$H = \text{MIN}\{\mu_{A_1}(c_1), \mu_{A_2}(c_2), \dots, \mu_{A_d}(c_d)\} \quad (1.14)$$

Bước 3: Lập mô hình ma trận \mathbf{R} gồm các hàm liên thuộc giá trị mờ đầu ra cho từng vector các giá trị đầu vào theo nguyên tắc MAX-MIN hoặc MAX-PROD:

$$\mu_{B'}(y) = \text{MIN}\{H, \mu_B(y)\} \text{ nếu quy tắc sử dụng là MAX-MIN}$$

$$\mu_{B'}(y) = H \cdot \mu_B(y) \text{ nếu quy tắc sử dụng là MAX-PROD}$$

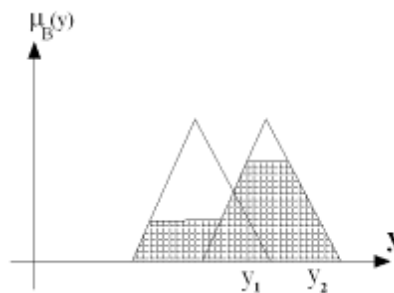
Trong luận văn, sử dụng 2 đầu vào nên luật hợp thành được thể hiện trong một không gian 3 chiều. Do 2 tập mờ đầu vào không cùng nằm trong không gian nền, ta phải thực hiện phép giao để tìm ra miền giao của 2 tập mờ này. Có thể biểu diễn trực quan việc tìm ma trận luật hợp thành thông qua không gian 3 chiều như hình 1.12:



Hình 1.12. Mô hình ma trận luật hợp thành

Khâu giải mờ

Với đầu ra là một tập mờ thì các bộ điều khiển chưa thể làm việc được nên cần phải thực hiện giải mờ. Giải mờ là quá trình xác định một giá trị rõ y' nào đó có thể chấp nhận được từ hàm liên thuộc $\mu_{B'}(y)$ của giá trị mờ B' . Có hai phương pháp giải mờ chính là phương pháp cực đại và phương pháp điểm trọng tâm [2].



Hình 1.13. Xác định giá trị rõ từ miền này.

Phương pháp cực đại: để giải mờ theo phương pháp cực đại phải thực hiện theo hai bước:

B1: Xác định miền chứa giá trị rõ y' , là miền mà tại đó hàm liên thuộc đạt giá trị cực đại:

$$G = \{ y \in Y, \mu_{B'}(y) = H \} , \text{ miền chứa giá trị rõ } y_1 \leq y' \leq y_2 \text{ trên hình 1.11}$$

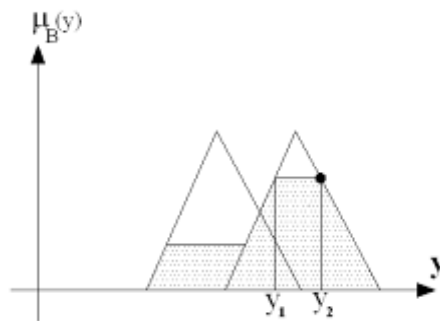
B2: Xác định giá trị rõ y' có thể chấp nhận được trong miền G theo một trong ba nguyên lý [2]:

Nguyên lý trung bình: cho kết quả y' là hoành độ của điểm trung bình giữa cận trái y_1 và cận phải y_2 của miền G :

$$y' = \frac{y_1 + y_2}{2} \quad (1.15)$$

Nguyên lý cận phải: cho kết quả y' là hoành độ của điểm cận phải y_2 của miền G :

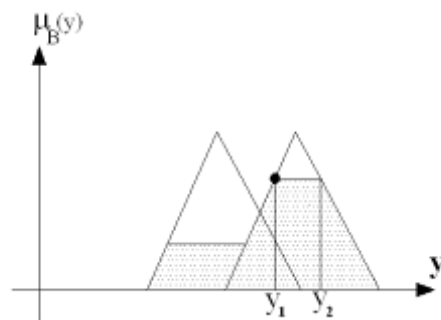
$$y' = y_2 \quad (1.16)$$



Hình 1.14. Giải mờ theo phương pháp độ cao nguyên lý cận phải.

Nguyên lý cận trái: cho kết quả y' là hoành độ của điểm cận trái y_1 của miền G :

$$y' = y_1 \quad (1.17)$$

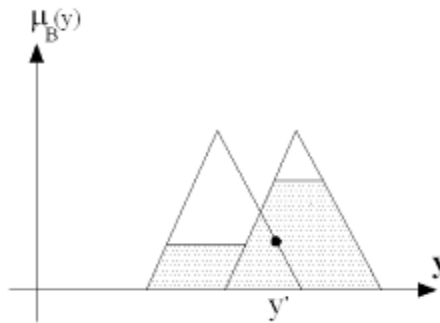


Hình 1.15. Giải mờ theo phương pháp độ cao nguyên lý cận trái.

Phương pháp điểm trọng tâm: cho kết quả y' là hoành độ của điểm trọng tâm miền được bao phủ bởi đường $\mu_B(y)$ và trục hoành (hình 1.14)

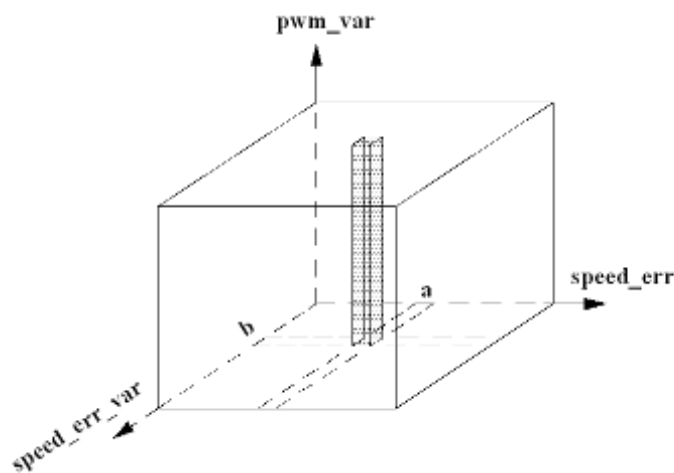
$$y' = \frac{\int_S y \mu_{B'}(y) dy}{\int_S \mu_{B'}(y) dy} \quad (1.18)$$

Với S là miền xác định của tập mờ.



Hình 1.16. Giải mờ theo phương pháp điểm trọng tâm.

Trong các phương pháp trên, tác giả lựa chọn phương pháp giải mờ theo phương pháp trọng tâm. Với giá trị rõ đầu vào, ta sẽ tìm được giá trị một ma trận cột các giá trị. Giá trị rõ đầu ra được tính theo công thức (1.18). Có thể biểu diễn quá trình giải mờ bằng một không gian 3 chiều như hình 2.15:



Hình 1.17. Mô hình thực hiện việc giải mờ

1.3. Tổng hợp bộ điều khiển mờ

1.3.1. Các bước thiết kế bộ điều khiển mờ

Để thiết kế bộ điều khiển mờ người thiết kế phải có đầy đủ kinh nghiệm điều khiển thực tế về hệ thống định điều khiển. Khi đã có đủ hiểu biết về hệ thống cần

thiết kế, người thiết kế sẽ thực hiện các bước sau để thực hiện thiết kế một bộ điều khiển mờ:

Định nghĩa tất cả các biến ngôn ngữ vào/ ra

Định nghĩa tập mờ cho các biến vào/ ra

Xây dựng luật điều khiển (mệnh đề hợp thành)

Chọn thiết bị hợp thành (SUM-MIN, MAX-MIN, ...)

Chọn nguyên lý giải mờ.

Tối ưu cho hệ thống.

Các bước thiết kế bộ điều khiển mờ:

Bước 1: Định nghĩa các biến vào/ ra

Việc xác định các biến vào/ra yêu cầu phải thống kê đầy đủ các biến cần thiết tác động đến đối tượng. Ngoài ra cần xác định thứ nguyên của các biến.

Bước 2: Xác định tập mờ cho các biến vào/ra

Xác định miền giá trị vật lý của các biến ngôn ngữ: Tùy thuộc vào đối tượng điều khiển, kinh nghiệm của người điều khiển mà tiến hành lựa chọn miền giá trị vật lý phù hợp với các biến ngôn ngữ.

Xác định các giá trị ngôn ngữ: Các giá trị ngôn ngữ tùy thuộc vào người điều khiển thiết lập để đảm bảo chất lượng điều khiển đạt được tốt nhất.

Xác định hàm liên thuộc: chọn hàm liên thuộc từ những dạng hàm đã biết trước và mô hình hoá nó cho đến khi nhận được bộ điều khiển mờ làm việc như mong muốn.

Bước 3: Xây dựng các luật hợp thành

Đây là bước tổng hợp kinh nghiệm của người điều khiển cũng như chiến lược điều khiển đối tượng thể hiện dưới dạng các luật điều khiển. Luật hợp thành là tổng hợp các mệnh đề hợp thành

Bước 4: Chọn thiết bị hợp thành

Có thể chọn thiết bị hợp thành theo những nguyên tắc:

Sử dụng luật MAX-PROD, MAX-MIN.

Sử dụng luật SUM-PROD, SUM-MIN.

Bước 5: Chọn nguyên lý giải mờ

Phương pháp giải mờ được chọn cũng có tác động đến độ phức tạp và trạng thái làm việc của toàn bộ hệ thống. Trong thiết kế hệ thống điều khiển mờ, giải mờ bằng phương pháp điểm trọng tâm có ưu điểm hơn cả.

Bước 6: Tối ưu hệ mờ

Sau khi xây dựng được bộ điều khiển mờ, có thể ghép nối nó với đối tượng điều khiển thực hoặc với đối tượng mô phỏng để thử nghiệm. Trong quá trình thử nghiệm cần kiểm tra xem có tồn tại lỗi nào trong quá trình làm việc hay không, tức là phải xác định tập các luật điều khiển được xây dựng có đầy đủ hay không để khắc phục.

Cuối cùng là tối ưu trạng thái làm việc của bộ điều khiển theo các chỉ tiêu khác nhau. Chính định bộ điều khiển được thực hiện thông qua việc hiệu chỉnh hàm liên thuộc và thiết lập thêm các nguyên tắc điều khiển bổ sung hoặc sửa đổi lại các nguyên tắc điều khiển đã có.

1.3.2. Các chú ý khi thiết kế bộ điều khiển mờ

Điều khiển mờ có thể sử dụng cho các hệ thống mà ở đó không cần biết chính xác mô hình đối tượng.

Khối lượng công việc thiết kế giảm đi nhiều vì không cần sử dụng mô hình đối tượng trong việc tổng hợp hệ thống.

Bộ điều khiển mờ dễ thực hiện hơn so với các bộ điều khiển khác và dễ dàng trong việc thay đổi.

Cho đến nay chưa có nguyên tắc chuẩn mực nào cho việc thiết kế cũng như chưa thể khảo sát tính bền vững, tính ổn định, quá trình quá độ, chất lượng cũng như ảnh hưởng của nhiễu... cho các bộ điều khiển mờ.

Yêu cầu khi thiết kế hệ điều khiển mờ [2]:

Không thiết kế hệ điều khiển mờ cho các bài toán mà hệ điều khiển kinh điển có thể dễ dàng thực hiện được như các bộ điều khiển P, PI, PD, PID.

Hạn chế sử dụng điều khiển mờ cho các hệ thống cần đảm bảo độ an toàn cao do những yêu cầu về chất lượng và mục đích của hệ thống điều khiển mờ chỉ có thể xác định và đạt được qua thực nghiệm.

Hệ thống điều khiển mờ là hệ thống điều khiển mang tính chuyên gia, gần với nguyên lý điều khiển của con người, do đó người thiết kế phải hoàn toàn đủ hiểu biết và kinh nghiệm về hệ thống cần điều khiển mới có thể thiết kế được hệ điều khiển mờ.

Các phương án thực hiện bộ điều khiển mờ

Bộ điều khiển mờ có thể được thực hiện bằng hệ cứng hoặc bằng hệ mềm.

Thực hiện bằng hệ cứng: ta có thể dùng các vi điều khiển thông thường (AVR, ARM, PIC...) hoặc dùng các vi điều khiển mờ chuyên dụng (dsPIC...)

Thực hiện bằng hệ mềm: Sử dụng các ngôn ngữ như C, C++, Visual Basic... hoặc sử dụng các phần mềm chuyên dụng để thiết kế: Matlab, fuzzy tech...

Tùy theo từng bài toán, đối tượng cụ thể mà ta lựa chọn phương án thực hiện xây dựng bộ điều khiển mờ cho phù hợp. Trong luận văn, tác giả lựa chọn cách thực hiện bộ điều khiển bằng hệ mềm sử dụng ngôn ngữ Matlab.

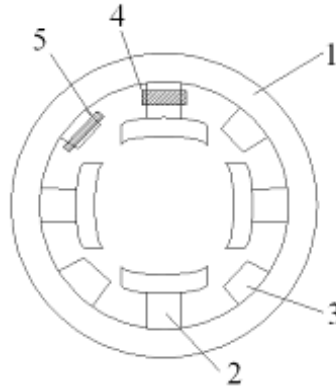
CHƯƠNG 2. ỨNG DỤNG LOGIC MỜ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.1. Tổng quan về động cơ điện một chiều

2.1.1. Cấu tạo động cơ điện một chiều [1].

Cấu tạo của máy điện một chiều gồm có: stator và rotor

Stator (còn gọi là phần tĩnh hay phần cảm) (hình 2.1)



Hình 2.1. Cấu tạo stator động cơ điện một chiều

1 – vỏ máy: làm bằng thép đúc làm nhiệm vụ dẫn từ, gá lắp các cực từ và bảo vệ máy.

2 – cực từ chính: bao gồm thân cực và mặt cực. Thân cực làm bằng thép đúc, trên thân cực từ chính có quấn dây quấn kích từ. Mặt cực làm bằng lá thép kỹ thuật điện để tránh tác động của dòng xoáy fuco lan truyền từ rotor sang.

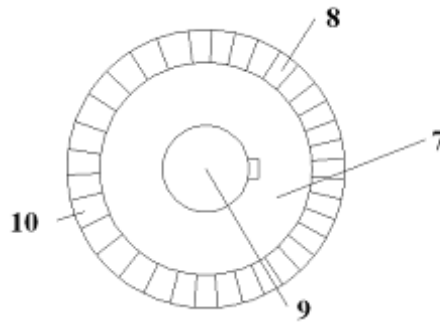
3 – cực từ phụ: làm bằng thép đúc, trên có quấn dây quấn kích từ phụ.

4 – dây quấn trên cực từ chính: làm bằng dây đồng bọc cách điện. Gọi là cuộn kích từ độc lập hay kích từ song song tùy thuộc vào cách đấu dây.

5 – dây quấn trên cực từ phụ: giống với cuộn nối tiếp nhưng quấn trên cực từ phụ và đấu nối tiếp với cuộn kích từ nối tiếp.

Phần ứng (rotor)

Rôto (phần ứng) của máy điện một chiều gồm: lõi thép, dây quấn phần ứng, cổ góp và trục máy (hình 2.2).



Hình 2.2. Cấu tạo roto động cơ điện một chiều

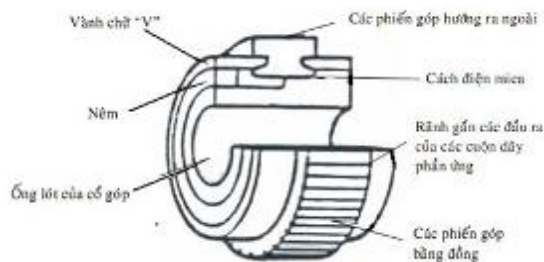
7 - Lõi thép phần ứng: Hình trụ làm bằng các lá thép kỹ thuật điện dày 0,5mm, phủ sơn cách điện ghép lại. Các lá thép được dập các lỗ thông gió và rãnh để đặt dây quấn phần ứng

8 – khe đặt dây quấn phần ứng: chu vi mặt ngoài được xẻ rãnh đều đặn để đặt dây quấn.

9 – trục rotor: làm bằng hợp kim thép có độ cứng cao, được đỡ ở 2 đầu bằng 2 vòng bi.

10 - Dây quấn phần ứng: Gồm nhiều phần tử mắc nối tiếp nhau, đặt trong các rãnh của phần ứng tạo thành một hoặc nhiều vòng kín, hai đầu nối với hai phiến góp của vành góp

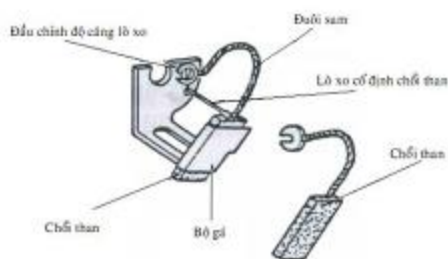
Chổi than và cổ góp: có cấu tạo như hình 2.3



Hình 2.3. Cấu tạo cổ góp động cơ điện một chiều

Cổ góp (vành góp) là tập hợp nhiều phiến đồng hình đuôi nhọn được ghép thành một khối hình trụ, cách điện với nhau, được gắn trên trục máy và cách điện với trục máy.

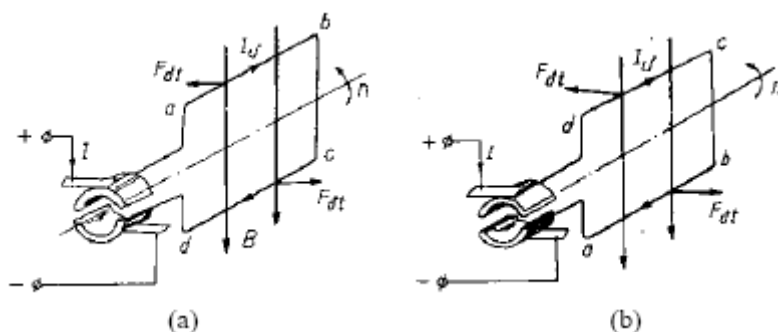
Chổi than: cấu tạo từ bột than granit, có độ dẫn điện cao và khả năng chống mài mòn tốt. Tỳ lên các chổi than là các lò xo, các lò xo này có thể điều chỉnh lực căng để tăng tiếp xúc giữa chổi than và cổ góp. Chổi than của máy điện một chiều được thể hiện như hình 2.4



Hình 2.4. Cấu tạo chổi than động cơ điện một chiều

2.1.2. Nguyên lý làm việc và phân loại động cơ điện một chiều

Nguyên lý làm việc động cơ điện một chiều: khi cho điện áp một chiều U vào hai chổi điện A và B, trong dây quấn phần ứng có dòng điện. Các thanh dẫn ab và cd mang dòng điện nằm trong từ trường sẽ chịu lực tác dụng tương hỗ lên nhau tạo nên mômen tác dụng lên rôto, làm quay rôto. Chiều lực tác dụng được xác định theo quy tắc bàn tay trái (hình 2.5 a)



Hình 2.5. Mô tả nguyên lý làm việc của động cơ điện một chiều

Khi phần ứng quay được nửa vòng, vị trí thanh dẫn ab, cd đổi chỗ nhau (hình 2.5 b), nhờ có phiến góp đổi chiều dòng điện, nên dòng điện một chiều biến đổi thành dòng điện xoay chiều đưa vào dây quấn phần ứng, giữ cho chiều lực tác dụng không đổi, do đó lực tác dụng lên rôto cũng theo một chiều nhất định, đảm bảo động cơ có chiều quay không đổi.

Phân loại động cơ điện một chiều

Dựa theo phương pháp kích từ, động cơ một chiều có các loại như sau:

Động cơ một chiều kích từ độc lập.

Động cơ một chiều kích từ song song.

Động cơ một chiều kích từ nối tiếp.

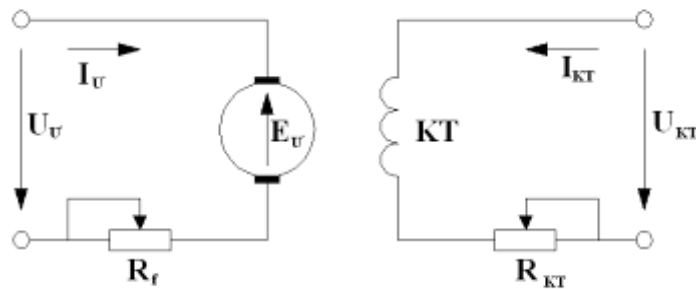
Động cơ một chiều kích từ hỗn hợp.

2.1.3. Phương trình đặc tính cơ động cơ điện một chiều

Do đối tượng sử dụng trong luận văn là động cơ điện một chiều kích từ độc lập nên dưới đây tác giả tập trung trình bày cách xây dựng đặc tính cơ của động cơ một chiều kích từ độc lập.

Xây dựng phương trình đặc tính cơ

Để điều khiển được tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập thì ta phải phân tích, tìm các mối quan hệ giữa tốc độ với các thông số khác của động cơ để từ đó đưa ra phương pháp điều khiển. Động cơ điện một chiều kích từ độc lập thì dòng kích từ độc lập với dòng phần ứng và được cấp bởi hai nguồn một chiều độc lập với nhau [2].



Hình 2.6. Sơ đồ động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Theo hình 2.6 ta viết phương trình cân bằng điện áp của mạch phần ứng [2]

$$U_u = E_u + (R_u + R_f) \cdot I_u \quad (2.1)$$

Trong đó: U_u : Điện áp đặt lên phần ứng động cơ (V).

E_u : Sức điện động phần ứng (V)

R_r : Điện trở của mạch phản ứng (Ω)

R_f : Điện trở phụ trong mạch phản ứng (Ω)

I_r : Dòng điện mạch phản ứng (A)

Với: $R_r = r_r + r_{cf} + r_b + r_{ct}$

Trong đó : r_r : điện trở cuộn dây phản ứng (Ω)

r_{cf} : điện trở cuộn cực từ phụ (Ω)

r_b : điện trở cuộn bù (Ω)

r_{ct} : điện trở tiếp xúc chổi điện (Ω)

Sức điện động E_r của phản ứng động cơ được xác định theo biểu thức (2.2) [2]

$$E_{o,,} = K. \omega = \frac{P.N}{2.\pi.a} . \Phi. \omega \quad (2.2)$$

Trong đó : $K = \frac{P.N}{2.\pi.a}$ hệ số cấu tạo của động cơ

P : Số đôi cực

N : Số thanh dẫn tác dụng

a : Số đôi mạch nhánh song song

Φ : Từ thông kích từ dưới mỗi cực từ (wb)

ω : Tốc độ góc (rad/s)

Nếu biểu diễn sức điện động theo tốc độ quay n (vòng/ phút) [2]:

$$E_r = Ke. \Phi. n \quad (2.3)$$

Mà $\omega = \frac{2.\pi.n}{60}$

Thay (2.4) vào (2.2) ta có

$$E_u = \frac{P.N}{60.a} \cdot \Phi \cdot n$$

$$\Rightarrow K_e = \frac{P.N}{60.a} = \frac{K}{9,55} \approx 0,105$$

K : Hệ số sức điện động của động cơ

Thay (2.1) vào (2.2) và biến đổi ta được [2]:

$$\omega = \frac{U}{k.\phi} - \frac{R_u + R_f}{k.\phi} \cdot I_u \quad (2.4)$$

Biểu thức (2.6) là phương trình đặc tính cơ điện của động cơ.

Mặt khác, mômen điện từ: $M_{dt} = K \cdot \Phi \cdot I_u \quad (2.6)$

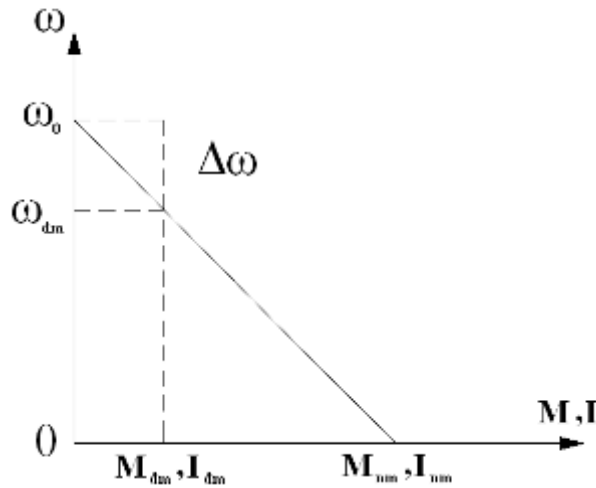
Nếu bỏ qua mọi tổn hao thì mômen cơ trên trục của động cơ chính bằng mômen điện từ, ta ký hiệu là M , tức là

$$M_{dt} = M_{cơ} = M$$

Thay $M_{dt} = M_{cơ} = M$ vào phương trình (2.4) ta thu được phương trình đặc tính cơ của động cơ [2]:

$$\omega = \frac{U}{k.\phi} - \frac{R_u + R_f}{(k.\phi)^2} \cdot M \quad (2.7)$$

Biểu thức (2.7) là phương trình đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập. Nếu ta xem $\Phi = \text{const}$ thì quan hệ $\omega = f(M, I)$ là tuyến tính.



Hình 2.7. Đồ thị đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Từ hình 2.7 ta thấy : khi $I_r = 0$ hoặc $M = 0$ ta có:

$$\omega = \frac{U}{k.\phi} = \omega_0 \quad (2.8)$$

với ω_0 : tốc độ không tải lý tưởng của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Khi $\omega = \omega_0$ ta có:

$$I_r = \frac{U}{R_u + R_f} = I_{nm} \quad (2.9)$$

và
$$M = k. \Phi. I_{nm} = M_{nm} \quad (2.10)$$

I_{nm}, M_{nm} : là dòng điện ngắn mạch và mômen ngắn mạch.

Mặt khác ta có: $I_r = \frac{M}{k.\phi}$, $R = R_u + R_f$, $\omega_0 = \frac{U}{k.\phi}$ nên phương trình (2.7) có

thể viết dưới dạng:

$$\omega = \frac{U}{k.\phi} - \frac{R_u + R_f}{(k.\phi)^2}.M = \omega_0 - \Delta\omega \quad (2.11)$$

2.2. Điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều

2.2.1. Các phương pháp điều khiển động cơ điện một chiều

Từ biểu thức (2.7) ta có mối quan hệ $\omega = f(R, \Phi, U)$ do đó để điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều ta có thể thực hiện bằng ba phương pháp điều khiển sau:

Điều khiển tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ phân ứng.

Điều khiển tốc độ bằng cách thay đổi từ thông kích từ.

Điều khiển tốc độ bằng cách thay đổi điện áp phân ứng.

Phương pháp điều khiển tốc độ bằng cách thay đổi điện trở phụ phân ứng

Nguyên lý điều chỉnh: Nối thêm điện trở phụ R_f vào mạch phân ứng.

ta có mối quan hệ: $\omega = f(R_f, \Phi_{kt}, U)$ với giả thiết rằng : Nếu giữ $\Phi = \Phi_{dm} = const$; $U = U_{dm} = const$; $R_u = const$ thì tốc độ của động cơ chỉ phụ thuộc vào điện trở phân ứng $\omega = f(R_f)$

Để thực hiện thay đổi giá trị R_f của mạch phân ứng ta thực hiện bằng cách nối tiếp một điện trở phụ (R_f) có thể thay đổi giá trị vào mạch phân ứng.

Khi thêm điện trở R_f vào mạch phân ứng ta có : $R = R_u + R_f$

Theo phương trình đặc tính cơ : $\omega = \frac{U}{k \cdot \phi} - \frac{R_u + R_f}{(k \cdot \phi)^2} \cdot M$ (2.11)

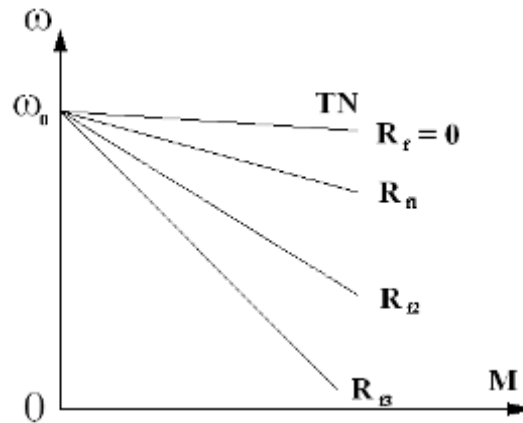
Từ (2.11) ta thấy: khi ta điều chỉnh tăng giá trị của R_f thì tốc độ của động cơ giảm và ngược lại

Lúc này ta có tốc độ không tải lý tưởng: $\omega_0 = \frac{U_{dm}}{k \cdot \phi_{dm}} = const$ (2.12)

Và độ cứng của đặc tính cơ: $\beta = \frac{\Delta M}{\Delta \omega} = -\frac{(k \cdot \phi_{nm})^2}{R_u + R_f} = var$ (2.13)

Khi R_f càng lớn, β càng nhỏ nghĩa là đặc tính cơ càng dốc. Ứng với $R_f = 0$ ta có đặc tính cơ tự nhiên. β tự nhiên có giá trị lớn nhất nên có độ cứng hơn tất cả các đường đặc tính có điện trở phụ.

Như vậy khi thay đổi R_f cho ta một họ đặc tính như sau:



Hình 2.8. Đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

khi thay đổi điện trở phụ mạch phản ứng

Nếu giá trị điện trở R_f càng lớn thì tốc độ động cơ càng giảm, đồng thời dòng điện ngắn mạch (I_{nm}) và mô men ngắn mạch (M_{nm}) cũng giảm. Phương pháp này được dùng để hạn chế dòng khởi động của động cơ.

Phương pháp điều khiển tốc độ động cơ bằng cách thay đổi từ thông kích từ

Nguyên lý điều chỉnh: Phương pháp điều khiển tốc độ động cơ bằng cách thay đổi từ thông kích từ của động cơ điện một chiều là thực hiện điều chỉnh mô men điện từ của động cơ $M = k \cdot \Phi \cdot I_u$ và sức điện động quay của động cơ $E_r = k \cdot \Phi \cdot \omega$

Theo phương trình đặc tính cơ $\omega = f(U, \phi_{kt}, R_f)$, thực hiện giữ $U = U_{dm} = \text{const}$, $R_r = \text{const}$ ($R_f = 0$) thì lúc này tốc độ của động cơ chỉ phụ thuộc vào từ thông kích từ $\omega = f(\Phi_{kt})$.

Vậy để điều chỉnh từ thông kích từ Φ_{kt} ta thực hiện mắc thêm biến trở R_v vào mạch kích từ của động cơ, khi điều chỉnh từ thông kích từ Φ_{kt} ta phải tuân theo

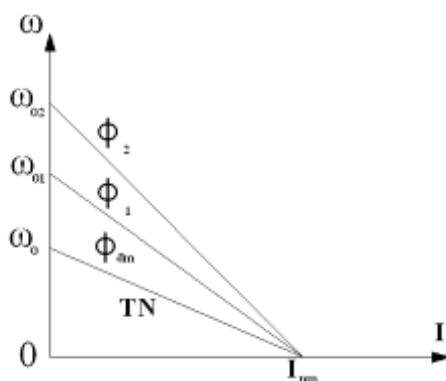
điều kiện sau: không được tăng dòng kích từ I_{kt} lớn hơn dòng định mức của cuộn kích từ.

Khi thay đổi tốc độ bằng cách thay đổi từ thông kích từ ta có:

$$\text{Tốc độ không tải lý tưởng của động cơ: } \omega_0 = \frac{U_{\dot{a}m}}{k \cdot \phi_x} = \text{var} \quad (2.14)$$

$$\text{Độ cứng của đặc tính cơ: } \beta = \frac{(k \cdot \phi_x)^2}{R_u} = \text{var} \quad (2.15)$$

Do cấu tạo của động cơ điện, khi từ thông kích từ: $\Phi_{kt} = \Phi_{\dot{a}m}$ đã bão hòa, nếu muốn thực hiện tăng dòng kích từ I_{kt} thì Φ_{kt} tăng cũng không tăng đáng kể (do từ thông đã bão hòa) nên thực tế thường ta điều chỉnh bằng cách giảm từ thông kích từ Φ_{kt} . Khi từ thông kích từ giảm thì tốc độ của động cơ (ω_x) tăng, còn độ cứng đặc tính cơ (β) sẽ giảm. Ta có đồ thị đặc tính cơ (hình 2.9) với ω_0 tăng dần và độ cứng của đặc tính giảm dần khi giảm từ thông.



Hình 2.9. Đặc tính cơ điện của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi giảm từ thông.

Từ hình 2.9 ta thấy khi từ thông kích từ thay đổi với $\Phi_{\dot{a}m} > \Phi_1 > \Phi_2$ ta có:

$$\text{Dòng điện ngắn mạch: } I_{nm} = \frac{U_{\dot{a}m}}{R_u} = \text{const}$$

$$\text{Mô men ngắn mạch: } M_{nm} = K \cdot \Phi_x \cdot I_{nm} = \text{var} (M_{nm} > M_{nm1} > M_{nm2})$$

Từ đồ thị đặc tính (hình 2.9) ta thấy $\omega_0 < \omega_{01} < \omega_{02}$.

Phương pháp điều khiển tốc độ động cơ bằng cách thay đổi điện áp phản ứng

Từ phương trình đặc tính cơ (2.7):
$$\omega = \frac{U}{k.\phi} - \frac{R_u + R_f}{(k.\phi)^2} . M$$

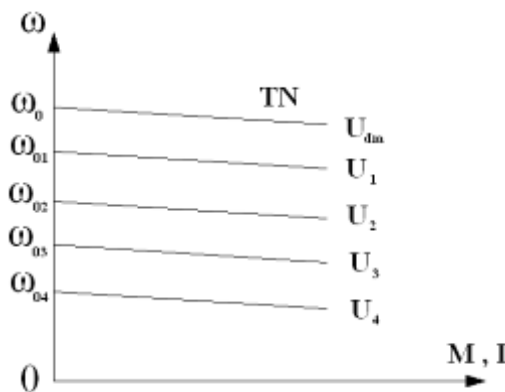
Thực hiện điều chỉnh để giữ: $\Phi = \Phi_{dm} = const, R_u = const, (R_f = 0), M = const$. Lúc này tốc độ của động cơ chỉ phụ thuộc vào điện áp phản ứng: $\omega = f(U_w)$

Khi thực hiện thay đổi điện áp phản ứng của động cơ thì tốc độ không tải lý tưởng sẽ thay đổi, độ cứng đặc tính cơ là không đổi.

Tốc độ không tải lý tưởng của động cơ:
$$\omega_0 = \frac{U_w}{k.\phi} = var \tag{2.16}$$

Độ cứng của đặc tính cơ của động cơ:
$$\beta = - \frac{(k.\phi)^2}{R_u} = const \tag{2.17}$$

Như vậy khi thay đổi điện áp phản ứng của động cơ ta thu được một họ các đặc tính cơ như hình 2.10



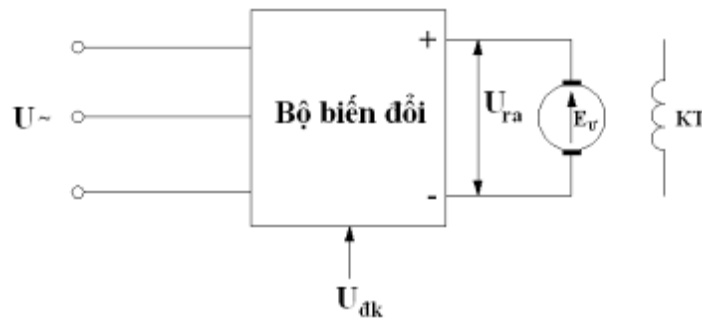
Hình 2.10. Đồ thị đặc tính cơ của động cơ điện một chiều kích từ độc lập khi điện áp phản ứng thay đổi

Từ hình 2.10 ta thấy khi thay đổi điện áp phản ứng của động cơ ta được một họ đặc tính cơ nhân tạo song song với đặc tính tự nhiên.

Cũng từ hình 2.10 ta thấy rằng khi thay đổi điện áp phản ứng của động cơ thì mômen ngắn mạch (M_{nm}), dòng điện ngắn mạch (I_{nm}) của động cơ giảm và tốc độ

động cơ cũng giảm. Do đó phương pháp điều chỉnh điện áp phản ứng được dùng để thực hiện điều chỉnh tốc độ động cơ và hạn chế dòng khởi động.

Để thực hiện điều chỉnh điện áp phản ứng, ta phải sử dụng một bộ biến đổi để thực hiện điều chỉnh điện áp đầu ra cấp cho mạch phản ứng của động cơ (hình 2.11).



Hình 2.11. Sơ đồ nguyên lý điều chỉnh động cơ

Bộ biến đổi dùng để biến đổi điện áp xoay chiều của lưới điện thành điện áp một chiều với giá trị điện áp đầu ra có thể điều chỉnh được theo yêu cầu của người điều khiển.

Kết luận : Sau khi phân tích ba phương pháp điều khiển tốc độ động cơ điện thì tác giả thấy rằng phương pháp điều khiển bằng thay đổi điện áp phản ứng là tốt hơn cả. Vì vậy tác giả lựa chọn phương pháp điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều bằng cách thay đổi điện áp phản ứng làm phương pháp nguyên cứu cho đề tài.

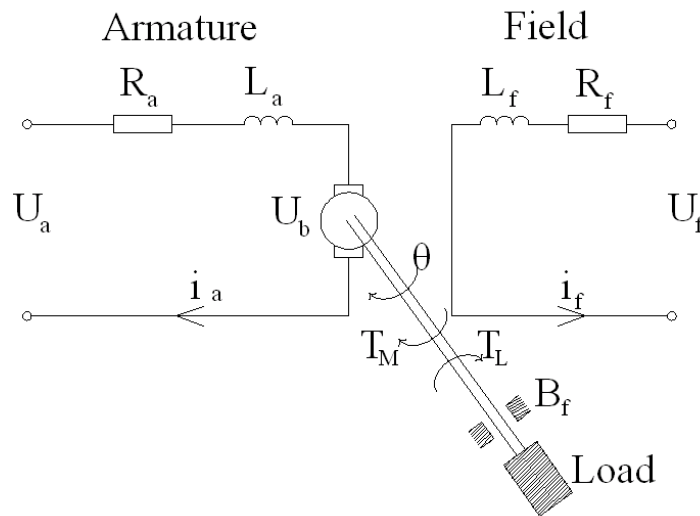
CHƯƠNG 3. XÂY DỰNG MÔ HÌNH VẬT LÝ HỆ THỐNG

3.1. Mô phỏng bộ điều khiển và hệ thống trên Matlab

3.1.1. Xây dựng mô hình hệ thống

Xây dựng mô hình của động cơ điện một chiều

Động cơ sử dụng trong luận văn là động cơ một chiều kích từ độc lập, thay đổi tốc độ bằng thay đổi điện áp phần ứng. Mô hình động cơ điện 1 chiều được thể hiện như hình 2.15:



Hình 3.1. Sơ đồ nguyên lý của động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Cấu tạo của động cơ điện một chiều:

Phần ứng (Armature):

U_a : điện áp phần ứng

i_a : dòng điện phần ứng

R_a : điện trở phần ứng

L_a : điện cảm phần ứng

Phần kích từ hay phần cảm (Field)

U_f : điện áp kích từ

i_f : dòng điện kích từ

R_f : điện trở phần cảm

L_f : điện cảm phần cảm

Các thông số liên quan để xây dựng mô hình động cơ điện 1 chiều

T_M : momen trên đầu trục động cơ (Torque Moment)

T_L : momen tải (Torque Load)

Bf : hệ số ma sát (Viscous Damping constant)

θ : tốc độ trên đầu trục động cơ (Velocity)

J : hằng số (const)

Từ sơ đồ nguyên lý của động cơ điện 1 chiều ta có phương trình cơ bản của động cơ điện 1 chiều [5]:

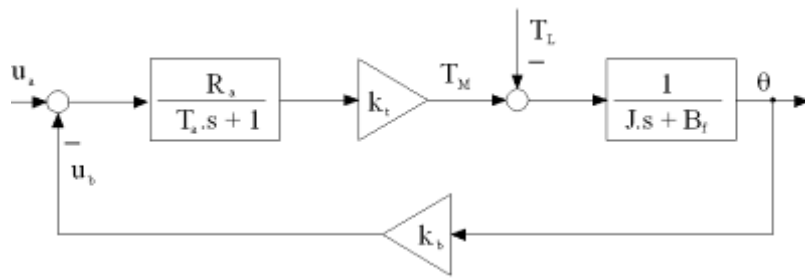
$$u_a(t) = u_b(t) + i_a(t).R_a + L_a \cdot \frac{di_a(t)}{dt} \quad (2.21)$$

$$u_b(t) = k_b \cdot \frac{d\theta(t)}{dt} \quad (2.22)$$

$$T_M(t) = K \cdot i_a(t) \cdot i_f(t) = K_T \cdot i_a(t) \quad (i_f(t) = const) \quad (2.23)$$

$$T_M - T_L(t) = J \cdot \frac{d\theta(t)}{dt} + Bf \cdot \theta(t) \quad (2.24)$$

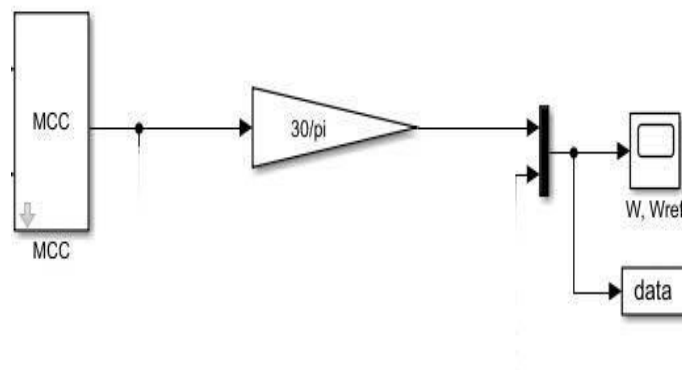
Từ (2.21), (2.22), (2.23), (2.24) xây dựng được mô hình toán của động cơ 1 chiều như hình 2.16



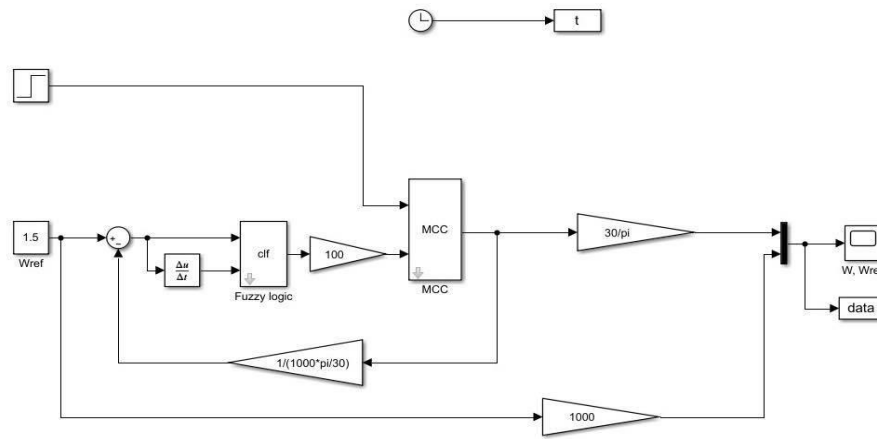
Hình 3.2. Mô hình toán động cơ điện một chiều kích từ độc lập

Xây dựng mô hình mô phỏng động cơ điện một chiều trên Simulink

Xây dựng mô hình mô phỏng động cơ một chiều kích từ độc lập trên Simulink được thể hiện như hình 2.17:

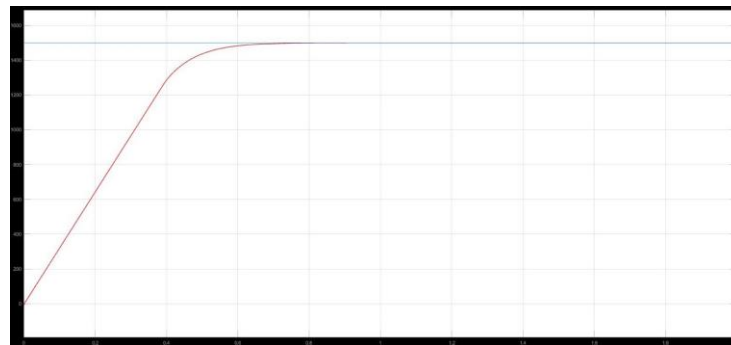


Hình 3.3. Xây dựng hệ con đánh dấu mô hình động cơ điện một chiều



Hình 3.4. Mô hình toán động cơ điện một chiều trên Simulink

Từ mô hình mô phỏng ta thu được các đặc tính tốc độ và dòng điện của động cơ điện một chiều như hình 2.19, hình 2.20.



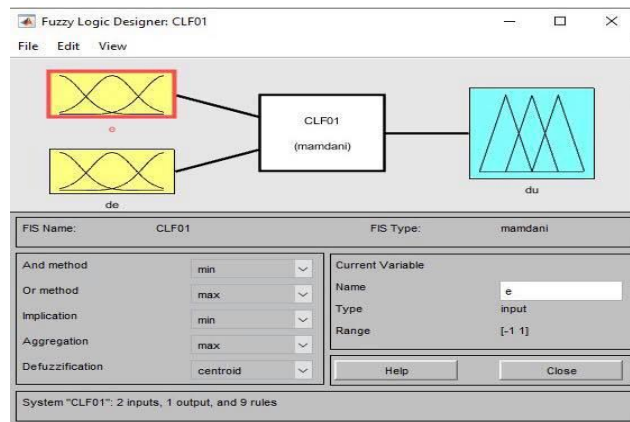
Hình 3.5. Đặc tính tốc độ động cơ

3.1.2. Mô phỏng bộ điều khiển mờ trên MATLAB và đáp ứng của hệ thống

Xây dựng bộ điều khiển mờ sử dụng công cụ fuzzy logic toolbox trong simulink.

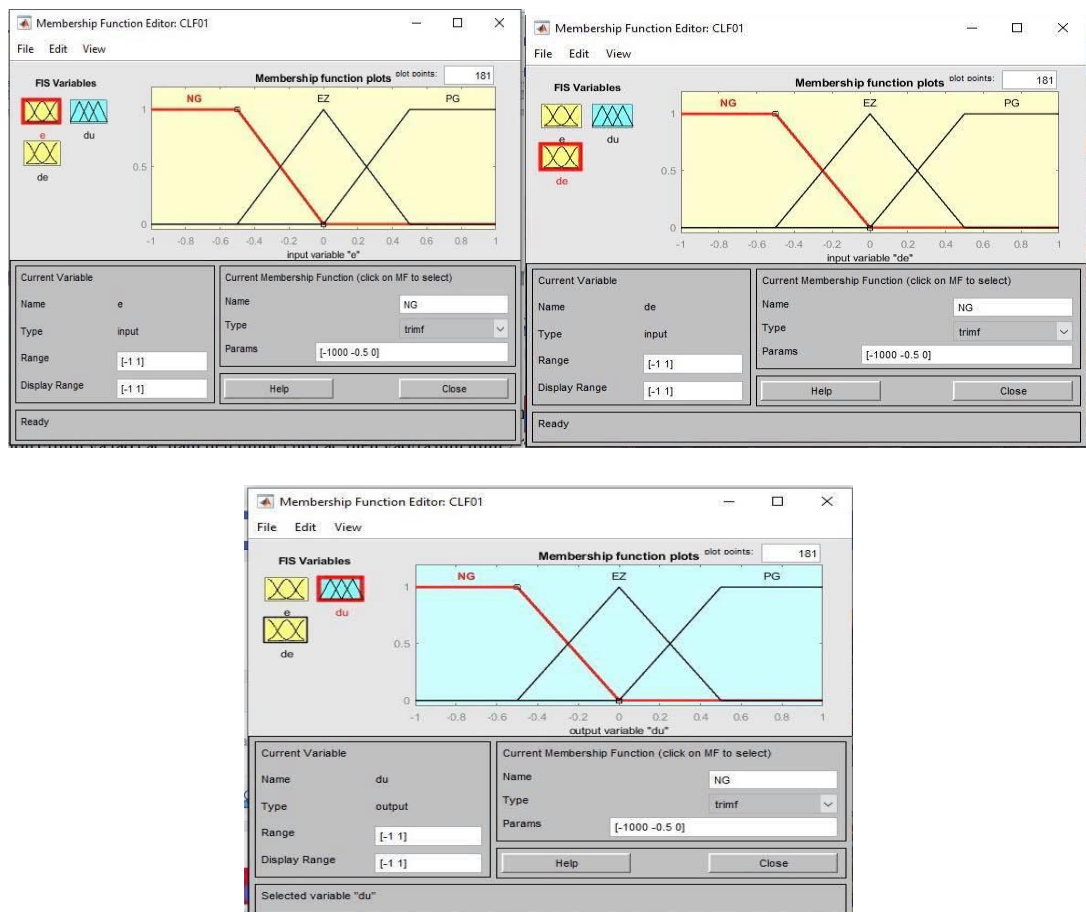
Theo lý thuyết về xây dựng bộ điều khiển mờ đã trình bày trong chương 1, thực hiện xây dựng bộ điều khiển mờ sử dụng công nghệ fuzzy toolbox logic như sau: ZFIS Editor là một chương trình tạo lập bộ điều khiển mờ cơ bản, cho phép xác định số đầu vào, số đầu ra, đặt tên các biến vào, các biến ra, tạo lập và soạn thảo hàm liên thuộc... FIS Editor được gọi khi đánh dòng lệnh “Fuzzy” từ dấu nhắc của MatLab.

Theo yêu cầu của mô hình, ta thiết kế bộ điều khiển mờ có hai biến đầu vào là NG(negative- âm cực) và PG(positive- dương cực) và một biến đầu ra du (hình vẽ 2.21).



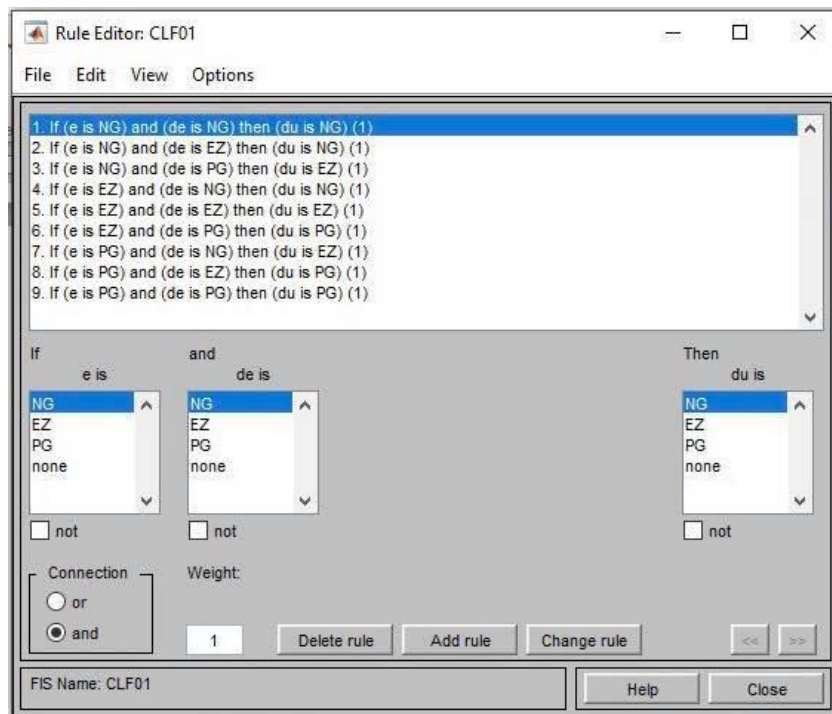
Hình 3.6. Xây dựng các biến vào ra của bộ điều khiển

Kích đúp một biến bất kỳ để chuyển tới cửa sổ soạn thảo Membership Function Editor và tạo các hàm liên thuộc cho các biến vào/ra như hình 2.22:



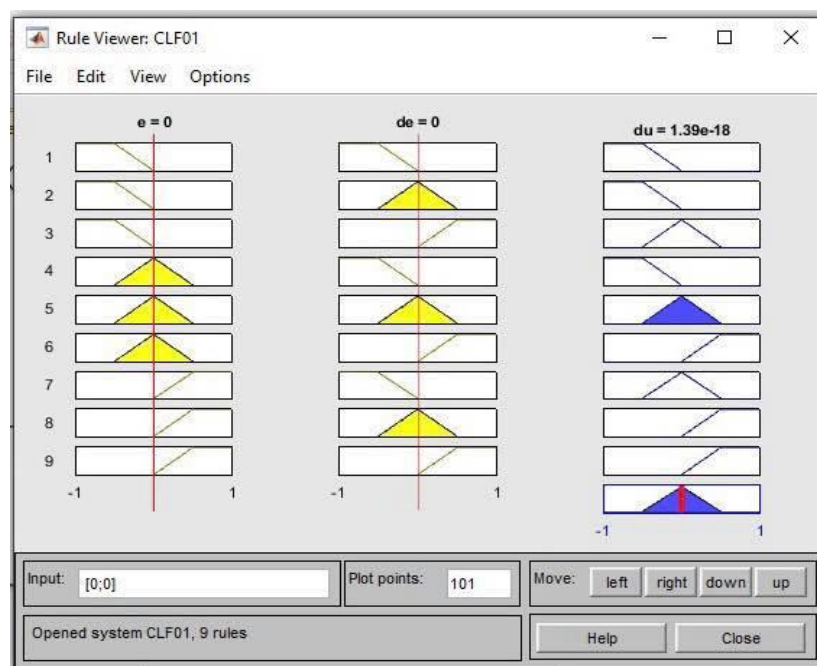
Hình 3.7. Tạo hàm liên thuộc cho các biến vào/ra

Sử dụng Rule Editor để tạo bảng luật điều khiển cho bộ điều khiển mờ. Từ menu View, chọn Edit Rules để kích hoạt Rule Editor (hình vẽ 2.23)



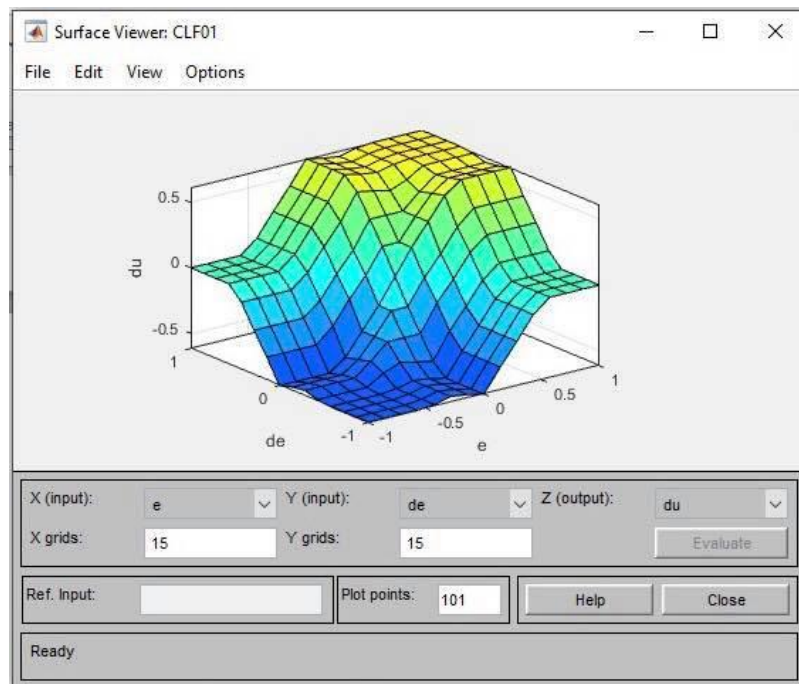
Hình 3.8. Xây dựng luật điều khiển mờ

Thực hiện kiểm tra lại hoạt động của bộ điều khiển mờ, ta vào menu View, chọn View Rules (hình 2.24).



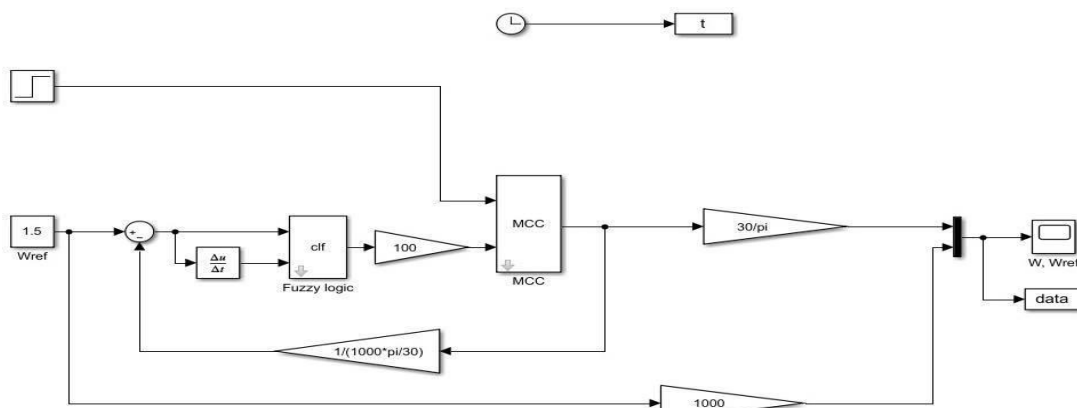
Hình 3.9. View Rules cho phép kiểm tra lại kết quả luật mờ đã xây dựng

Tại ô Input, ta có thể nhập các giá trị của biến đầu vào để quan sát các giá trị của biến đầu ra. Để xem luật điều khiển trong không gian, chọn View Surface trong menu View (hình 2.25).

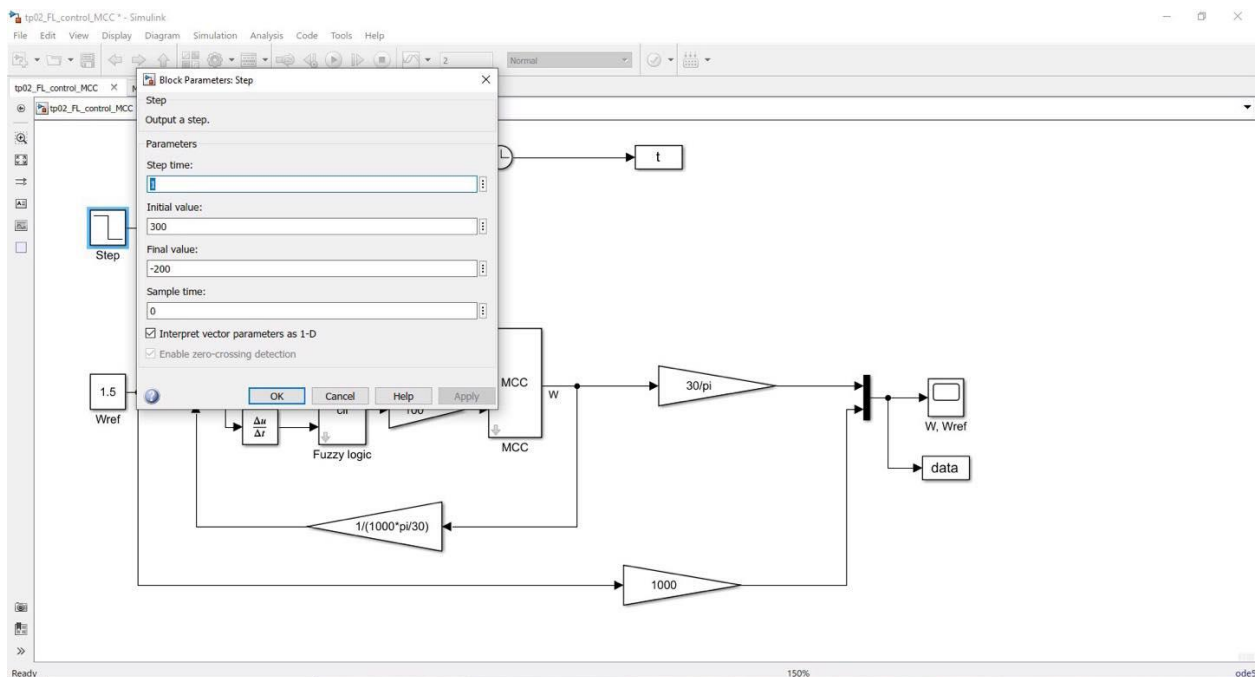


Hình 3.10. Kiểm tra lại các luật điều khiển trong View Surface

3.2. Mô phỏng trên phần mềm Matlab Simulink



Chọn động cơ 1 chiều với thông số như hình:



Tiếp đến ta nhập giá trị các thông số của động cơ và các biến trong mô phỏng vào mfile của Matlab như sau :

- Các thông số động cơ :

```

Pdm = 1100; % Công suất định mức
Udm = 180; % Điện áp định mức
Idm = 7.3; % Dòng điện định mức
n = 1500; % Tốc độ định mức [vòng/phút]
w = (2*pi*n)/60; % Tốc độ góc [rad/s]
Mdm = Pdm / w; % Momen định mức [N.m]
Ra = 0.85; % Điện trở phản ứng [ohm]
La = 0.00315; % Điện cảm phản ứng [H]
Ta = La/Ra; % Thời gian đáp ứng phản ứng [s]
    
```

```

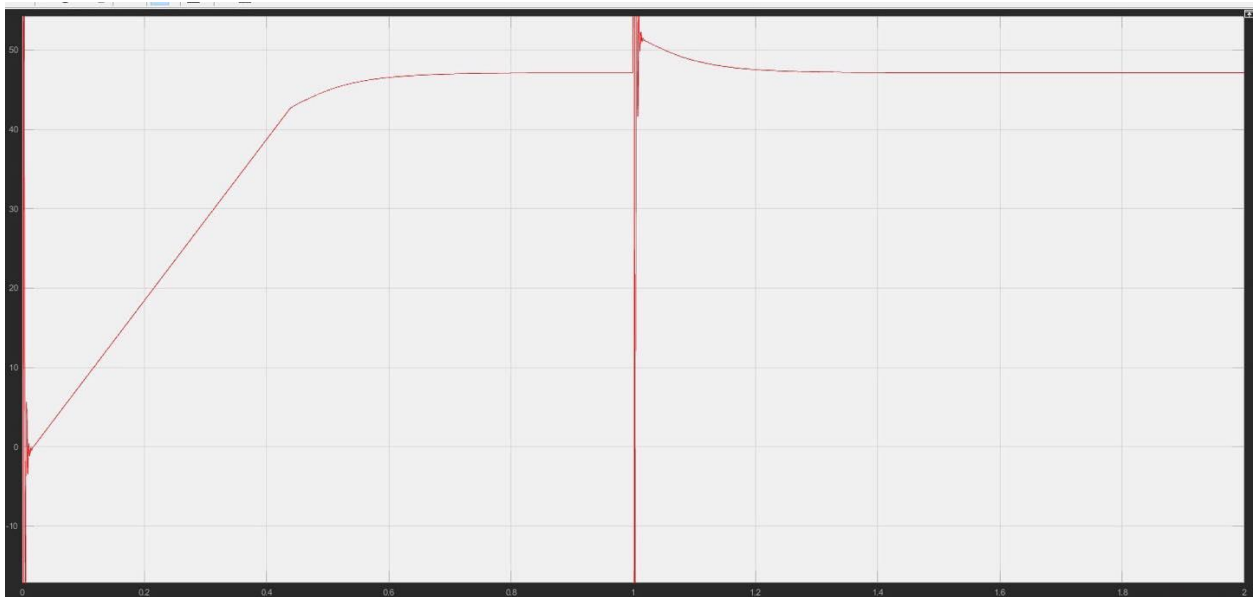
Kmpfi=Mdm/Idm;
Udk=5;
J = 0.0028; % Momen quán tính tại
Kcl = Udm/Udk;
Tcl = 0.001;
Kephi = (60*Pdm)/(2*pi*n*Idm); % Tu thông không đổi
%Tinh bo dieu khien dong dien Ri
Ti1 = Ta;
Kp1 = La/(2*Kcl*Tcl);
%Tinh bo dieu khien toc do Rw
k = (Kephi)/(J);
T2 = 2*Tcl;
Ti2 = 4*T2;
Kp2 = 1/(k*T2*2);

```

Kết quả mô phỏng :

Cài đặt khối Step : step time =1 ; initial value =300 ; final value = -200 . Ban đầu động cơ chạy với tốc độ 300rad/s, sau khoảng thời gian là 1s , động cơ đảo chiều quay với tốc độ 200rad/s. Ta được kết quả mô phỏng .

Đáp ứng tốc độ



Nhận xét: Quá trình đảo chiều quay cũng chỉ mất 1.2s để đảo chiều động cơ và đúng giá trị đặt.

KẾT LUẬN

Sau một thời gian nỗ lực tìm hiểu, nghiên cứu cùng với sự chỉ bảo tận tình và hỗ trợ về nhiều mặt của thầy giáo **Ths. Ngô Quang Vĩ**, đề tài: “**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN CHO TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ MỘT CHIỀU THEO THUẬT TOÁN LOGIC MỜ**”. Đã giải quyết được các vấn đề sau:

- Nghiên cứu ứng dụng điều khiển mờ vào điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều
- Xây dựng bộ điều khiển mờ bằng phần mềm MATLAB
- Xây dựng mô hình ứng dụng điều khiển mờ thực hiện điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều

Trong quá trình làm đồ án, mặc dù đã rất cố gắng nhưng do kiến thức và kinh nghiệm còn hạn chế nên đồ án này không thể tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong nhận được sự chỉ bảo đóng góp của các thầy, cô giáo và các bạn để đồ án này được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn thầy giáo **Ths. Ngô Quang Vĩ**, người đã trực tiếp tận tình hướng dẫn, chỉ bảo và tạo điều kiện cho em nghiên cứu, xây dựng thành công mô hình và hoàn thành đồ án này. Em xin cảm ơn thầy cô giáo trong bộ môn điện công nghiệp trường ĐHDL Hải Phòng, các bạn sinh viên lớp DC1901 đã đưa ra nhiều góp ý để hoàn thiện đồ án.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Phòng , ngày tháng năm 2019

Sinh viên thực hiện

THANH

PHẠM ĐÌNH THANH

TÀI LIỆU THAM KHẢO

Tiếng Việt

1. Vũ Gia Hanh (*Trần Khánh Hà, Phan Tử Thụ, Nguyễn Văn Sáu*)(2006). “*Máy điện tập 2*”. Nhà xuất bản KHKT.
2. Phan Xuân Minh, Nguyễn Doãn Phước(2004). “*Lý thuyết điều khiển mờ*”. Nhà xuất bản KHKT.
3. Bùi Quốc Khánh (*Nguyễn Văn Liên, Nguyễn Thị Hiền*)(2006). “*Truyền Động điện*”. Nhà xuất bản KHKT.
4. Nguyễn Phùng Quang (2004). “*Matlab dùng cho kỹ sư điều khiển tự động*”. Nhà xuất bản KHKT.

Tiếng Anh

5. Carlos Dualibe, M.(2003).”*Design of Analog Fuzzy Logic Controller in CMOS Technologies*”. Kluwer Academi Publisher.
6. Pierre Guillemin (1996).” *Fuzzy Logic Applied to Motor Control*”. IEEE Transactions On Industry Applications.

Một số trang Web:

7. <http://www.dientuvietnam.net/forums>
8. <http://www.thaieasyelec.net>
9. <http://www.tailieu.vn>