

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

NGUYỄN THỊ MỸ DUNG

**THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI
ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU
CÓ MÔMEN QUÁN TÍNH THAY ĐỔI**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng – Năm 2011

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

NGUYỄN THỊ MỸ DUNG

THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI
ĐIỀU KHIỂN TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU
CÓ MÔMEN QUẢN TÍNH THAY ĐỔI

Chuyên ngành : Tự động hóa
Mã số ngành : 60.52.60

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Người hướng dẫn khoa học: TS. NGUYỄN HOÀNG MAI

Đà Nẵng – Năm 2011

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.

*Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được
ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.*

Tác giả luận văn

NGUYỄN THỊ MỸ DUNG

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Trang phụ bìa	
Lời cam đoan	i
Mục lục	ii
Danh mục các kí hiệu	v
Danh mục các bảng	vi
Danh mục các hình vẽ	vii
MỞ ĐẦU	01
1. Lý do chọn đề tài	01
2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.....	03
3. Phương pháp nghiên cứu	03
4. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn của đề tài	04
5. Cấu trúc luận văn	04
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	06
1.1. KHÁI QUÁT ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU	06
1.1.1. Nguyên lý cấu tạo động cơ điện một chiều	06
1.1.2. Phân loại động cơ điện một chiều	07
1.1.3. Điều khiển động cơ điện một chiều	08
1.2. MÔ TẢ TOÁN HỌC ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KÍCH TỪ ĐỘC LẬP	09
1.2.1. Chế độ xác lập động cơ điện một chiều	09
1.2.2. Chế độ quá độ động cơ điện một chiều	10
1.2.2.1. Mô tả chung.....	10
1.2.2.2. Trường hợp khi từ thông kích từ không đổi	12

1.3. MÔ TẢ TOÁN HỌC CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN	14
1.4. MÔ PHỎNG.....	16
CHƯƠNG 2 TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU DÙNG PID.....	18
2.1. THAM SỐ ĐỘNG CƠ	18
2.2.1. Khái quát về bộ điều khiển PID	18
2.2.2. Các phương pháp xác định tham số bộ điều khiển PID	20
2.2.2.1. Phương pháp Ziegler-Nichols	20
2.2.2.2. Phương pháp Chien-Hrones -Reswick	22
2.2.2.3. Phương pháp tối ưu modul.....	24
2.2.2.4. Phương pháp tối ưu đối xứng.....	28
2.2. TỔNG HỢP HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU.....	29
2.2.1. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh dòng điện	29
2.2.2. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh tốc độ	32
2.3. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ	37
CHƯƠNG 3 ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI.....	42
3.1. GIỚI THIỆU CHUNG	42
3.2. HỆ THỐNG THÍCH NGHI THEO MÔ HÌNH MẪU (MRAS).....	42
3.3. LUẬT THÍCH NGHI	45
3.3.1. Phương pháp độ nhảy (MIT)	46
3.3.2. Gradient và phương pháp bình phương bé nhất dựa trên tiêu chí đánh giá hàm chi phí sai số.	47
3.3.3. Hàm Lyapunov	48
CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU CÓ MÔMEN QUÁN TÍNH THAY ĐỔI.....	53

4.1. BỘ CHỈNH LƯU	50
4.2. ĐO LƯỜNG TỐC ĐỘ	51
4.3. BIẾN DÒNG.....	51
4.4. TỔNG HỢP MẠCH VÒNG DÒNG ĐIỆN	52
4.5. TỔNG HỢP MẠCH VÒNG TỐC ĐỘ	54
4.6. GIẢI THUẬT.....	56
4.7. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG.....	58
CHƯƠNG 5 KẾT QUẢ MÔ PHỎNG.....	61
5.1. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI	61
5.2. SO SÁNH BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG TRƯỜNG HỢP MÔ MEN QUÁN TÍNH TẢI $J_1 = 0.01 \text{ kg.m}^2$	63
5.3. SO SÁNH BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG TRƯỜNG HỢP MÔ MEN QUÁN TÍNH TẢI $J_1 = 0.05 \text{ kg.m}^2$	64
5.4. SO SÁNH BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG TRƯỜNG HỢP MÔ MEN QUÁN TÍNH TẢI $J_1 = [0:0.5] \text{ kg.m}^2$	64
5.5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PID KHI TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ THAY ĐỔI.....	65
5.5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI KHI TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ THAY ĐỔI.....	65
KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ	67
1. Những đóng góp của luận văn	67
2. Những kiến nghị về hướng nghiên cứu tiếp theo	68
DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO	69
QUYẾT ĐỊNH GIAO ĐỀ TÀI LUẬN VĂN	
PHỤ LỤC	

DANH MỤC CÁC KÝ HIỆU

f	Tần số dòng điện
P_{dm}	Công suất danh định
n_{dm}	Tốc độ định mức
U_{dm}	Điện áp định mức
I_{dm}	Dòng điện định mức
J	Mô men quán tính
K_b	Hằng số sức phản điện động
K_a	Hằng số từ thông động cơ
R_a	Điện trở phần ứng
L_a	Điện cảm phần ứng
I_a	Dòng điện phần ứng
U_a	Điện áp phần ứng
e_b	Sức phản điện động
V_{dk}	Điện áp điều khiển
L_{kt}	Điện cảm cuộn kích từ
R_{kt}	Điện trở cuộn kích từ
U_{kt}	Điện áp kích từ
i_{kt}	Dòng điện kích từ
M	Mô men quay trên trục động cơ
M_c	Mô men tải

DANH MỤC CÁC BẢNG

Số hiệu bảng	Tên bảng	Trang
2.1	Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất	21
2.2	Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ hai	22
2.3	Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 1	23
2.4	Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 2	23
2.5	Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 3	24
2.6	Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 4	24

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình	Nội dung	Trang
1.1	Các loại động cơ điện một chiều	8
1.2	Sơ đồ cấu trúc động cơ điện một chiều	11
1.3	Sơ đồ cấu trúc tuyến tính hoá động cơ điện một chiều	12
1.4	Sơ đồ cấu trúc khi từ thông không đổi	13
1.5	Các sơ đồ cấu trúc gọn	13
1.6	Mạch thay thế chỉnh lưu	15
1.7	Hàm truyền của chỉnh lưu tiristo	16
2.1	Cấu trúc bộ điều khiển PID	18
2.2	Điều khiển hồi tiếp với bộ điều khiển PID	19
2.3	Đáp ứng nấc của hệ hở có dạng S	20
2.4	Xác định hằng số khuếch đại tới hạn	21
2.5	Đáp ứng nấc của hệ kín khi $k = k_{th}$	22
2.6	Đáp ứng nấc của hệ thích hợp cho phương pháp Chien-Hrones-Reswick	23
2.7	Sơ đồ khối hệ thống điều khiển kín.	25
2.8	Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh dòng điện.	31
2.9	Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện.	31
2.10	Sơ đồ khối	33
2.11	Sơ đồ khối của hệ điều chỉnh tốc độ	34
2.12	Quá trình dòng điện và tốc độ khi có nhiễu tải	35
2.13	Mô hình mô phỏng hệ thống với hai vòng điều chỉnh	37

3.1	Sơ đồ khối của hệ thống thích nghi theo mô hình mẫu	43
3.2	Sơ đồ khối của bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu trực tiếp	44
3.3	Sơ đồ khối của bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu gián tiếp	45
3.4	Mô hình sai số	46
3.5	Các trạng thái cân bằng	48
4.1	Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh dòng điện ĐMđl	52
4.2	Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh tốc độ có mạch vòng điều chỉnh dòng điện ĐMđl	54
4.3	Cấu trúc thu gọn mạch vòng điều chỉnh tốc độ có mạch vòng điều chỉnh dòng điện ĐMđl	54

MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Cho đến nay động cơ điện một chiều đóng một vai trò quan trọng trong ngành công nghiệp cũng như trong cuộc sống của chúng ta. Động cơ điện một chiều được ứng dụng rất phổ biến trong các ngành công nghiệp cơ khí, ở các nhà máy cán thép, nhà máy xi măng, 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, yêu cầu có bộ điều khiển tốc độ.

Đối với các phương pháp điều khiển kinh điển, do cấu trúc đơn giản và bền vững nên các bộ điều khiển PID (tỷ lệ, tích phân, đạo hàm) được dùng phổ biến trong các hệ điều khiển công nghiệp. Chất lượng của hệ thống phụ thuộc vào các tham số K_P , T_I , T_D của bộ điều khiển PID. Nhưng vì các hệ số của bộ điều khiển PID chỉ được tính toán cho một chế độ làm việc cụ thể của hệ thống, do vậy trong quá trình vận hành luôn phải chỉnh định các hệ số này cho phù hợp với thực tế để phát huy tốt hiệu quả của bộ điều khiển. thì ta phải biết chính xác các thông số và kiểu của đối tượng cần điều khiển. Hơn nữa, bộ điều khiển này chỉ chính xác trong giai đoạn tuyến tính còn trong giai đoạn phi tuyến thì các phương pháp điều khiển kinh điển không thực hiện được.

Mục tiêu của điều khiển là nâng cao chất lượng các hệ thống điều khiển tự động. Tuy nhiên, trên thực tế có rất nhiều đối tượng điều khiển khác nhau, với các yêu cầu và đặc tính phức tạp khác nhau. Do đó cần phải tiến hành nghiên cứu, tìm ra các phương pháp điều khiển cụ thể cho từng đối tượng. Mục đích cuối cùng là tìm kiếm các bộ điều khiển cho các hệ truyền động điện ngày càng đạt được chất lượng điều chỉnh cao, mức chi phí thấp, và hiệu quả đạt được là

cao nhất, đáp ứng các yêu cầu tự động hoá truyền động điện và trong các dây chuyền sản xuất.

Những năm gần đây, khoa học kỹ thuật phát triển rất mạnh mẽ, nhất là ngành điện tử học điều khiển, công nghệ vi xử lý vừa tạo điều kiện thuận lợi, vừa đặt ra vấn đề đòi hỏi là phải nghiên cứu hoàn thiện các hệ điều khiển, đáp ứng yêu cầu ngày càng cao của thực tế cuộc sống và phù hợp với xu thế phát triển khoa học công nghệ. Việc nghiên cứu xây dựng bộ điều khiển tốc độ cho động cơ điện một chiều dựa trên các lý thuyết điều khiển hiện đại là một vấn đề rất cần thiết, trong việc gắn liền giữa nhiệm vụ nghiên cứu và thực tiễn cuộc sống.

Để phục vụ cho công tác nghiên cứu, một phương pháp được nhiều nhà khoa học trong và ngoài nước sử dụng rất nhiều đó là phương pháp điều khiển thích nghi. Trong luận văn tác giả sử dụng phương pháp điều khiển thích nghi và phần mềm Matlab Simulink, xây dựng mô hình hoá và mô phỏng hệ thống điều khiển, đây là công cụ khá đắc lực trợ giúp trong việc nghiên cứu, có khả năng ứng dụng vào việc nghiên cứu mô phỏng hệ truyền động động cơ một chiều.

Động cơ điện một chiều thường dùng trong các hệ thống truyền động điện đòi hỏi chất lượng cao. Chính vì vậy mà hệ thống điều khiển cho các hệ truyền động này cũng phải đáp ứng nhiều chỉ tiêu rất chặt chẽ. Và nói chung, phần lớn các hệ thống truyền động trong thực tế đều có cấu trúc và tham số không cố định hoặc không thể biết trước.

Đối với động cơ điện một chiều, các thông số thường bị thay đổi làm ảnh hưởng chất lượng điều chỉnh cụ thể là: Khi mạch từ của máy điện bị bão hòa làm điện cảm mạch phản ứng L_u của động cơ suy giảm. Điện trở mạch phản ứng R_u của máy điện thay đổi theo nhiệt độ làm việc, do đó hằng số thời gian mạch phản ứng $T_u = L_u/R_u$ cũng sẽ thay đổi trong quá trình làm việc. Với mạch kích từ, từ

thông Φ có thể bị thay đổi dẫn đến hằng số thời gian cơ học T_c cũng thay đổi. Khi xét đến tải của các hệ truyền động thì mô men quán tính của tải thường bị thay đổi, làm cho mômen quán tính của hệ qui đổi về trục của động cơ thay đổi.

Nếu bằng các phương pháp điều khiển kinh điển thì chúng ta gặp rất nhiều khó khăn trong việc tính toán, thiết kế bộ điều khiển đạt được chất lượng cao. Do vậy việc nghiên cứu và ứng dụng phương pháp điều khiển thích nghi để điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều đang là hướng nghiên cứu được rất nhiều người quan tâm và là hướng nghiên cứu có nhiều triển vọng, cũng như có nhiều giá trị ứng dụng trong thực tiễn.

Với các lý do trên, tác giả đã lựa chọn việc nghiên cứu mô hình và thiết kế bộ điều khiển thích nghi cho động cơ điện một chiều có mômen quán tính thay đổi làm đề tài nghiên cứu với mong muốn đạt được đáp ứng ngõ ra và các đặc tính của hệ thống điều khiển thỏa mãn các yêu cầu đã đề ra.

2. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

Đối tượng nghiên cứu là động cơ điện một chiều có mômen quán tính thay đổi.

Phạm vi nghiên cứu của đề tài là nghiên cứu phương pháp điều khiển thích nghi để điều khiển tốc độ động cơ điện một chiều.

3. Phương pháp nghiên cứu

Để thực hiện nghiên cứu đề tài khoa học này, thì cần phải kết hợp 2 phương pháp sau:

- *Phương pháp nghiên cứu lý thuyết*: Nghiên cứu các vấn đề về ứng dụng điều khiển thích nghi, các mô hình động cơ điện một chiều, các hàm tối ưu trong Matlab và các tính toán hỗ trợ các hàm tối ưu.

- *Phương pháp mô phỏng*: Sử dụng công cụ tính toán tìm tối ưu trong phần mềm Matlab, tạo dữ liệu mô phỏng, mô phỏng kiểm

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

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 ĐK kinh điển, từ đó mở ra một tiềm năng áp dụng cài đặt vào các thiết bị điều khiển trong công nghiệp làm nâng cao hơn nữa chất lượng điều khiển cho động cơ điện một chiều.

5. Cấu trúc luận văn

Ngoài chương mở đầu, trong luận văn còn có các phần và chương kế tiếp như sau:

Mở đầu

Chương 1. Tổng quan về động cơ điện một chiều

Mô tả toán học động cơ điện một chiều

Mô tả toán học mạch động lực.

Chương 2. Tổng hợp bộ điều khiển động cơ điện một chiều.

Các phương pháp xác định bộ điều khiển PID

Cấu trúc điều khiển động cơ điện một chiều

Chương 3. Điều khiển thích nghi.

Giới thiệu tổng quan về lý thuyết điều khiển thích nghi.

Các phương pháp thiết kế luật thích nghi.

Chương 4. Tổng hợp bộ điều khiển PID thích nghi .

Thiết kế bộ điều khiển thích nghi cho động cơ điện một chiều với tham số mômen quán tính không xác định.

Lựa chọn hàm Lyapunov dự kiến, xác định thuật toán điều khiển, xây dựng luật thích nghi để chỉnh định tham số bộ điều khiển và phân tích sự ổn định của hệ thống điều khiển.

Dựa vào kết quả thiết kế bộ điều khiển ở chương 4, áp dụng để mô phỏng hệ thống điều khiển thích nghi cho động cơ điện một chiều trên phần mềm Matlab.

So sánh và bàn luận về các đặc tính của 2 bộ điều khiển: PID kinh điển và thích nghi.

Chương 5. Kết quả mô phỏng

Kết luận và kiến nghị

CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

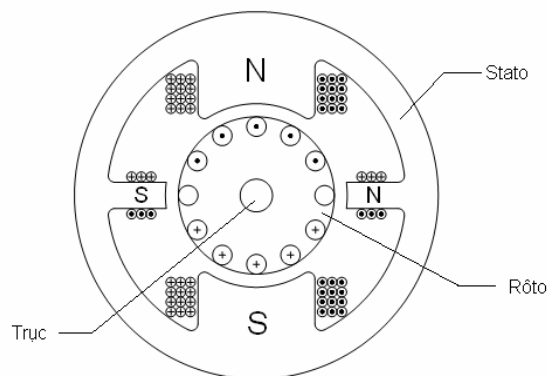
1.1. KHÁI QUÁT VỀ ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

Hiện nay động cơ điện một chiều vẫn được dùng rất phổ biến trong các hệ thống truyền động điện chất lượng cao, dải công suất động cơ một chiều từ vài W đến hàng MW. Đây là loại động cơ đa dạng và linh hoạt, có thể đáp ứng yêu cầu mômen, tăng tốc, và hãm với tải trọng nặng. Động cơ điện một chiều cũng dễ dàng đáp ứng với các truyền động trong khoảng điều khiển tốc độ rộng và đảo chiều nhanh với nhiều đặc tuyến quan hệ mômen – tốc độ.

Trong Động cơ điện một chiều, bộ biến đổi điện chính là các mạch chỉnh lưu điều khiển. Chỉnh lưu được dùng làm nguồn điều chỉnh điện áp phản ứng động cơ. Chỉnh lưu ở đây sử dụng chỉnh lưu cầu 3 pha.

1.1.1. Nguyên lý cấu tạo động cơ điện một chiều

Giống như các loại động cơ điện khác, động cơ điện một chiều cũng gồm có stator và rotor....Động cơ điện một chiều gồm có stator, rotor, cổ góp và chổi điện.



Mặt cắt ngang trục máy điện một chiều

Stator: còn gọi là phần cảm, gồm dây quấn kích thích được quấn tập trung trên các cực từ stator. Các cực từ stator được ghép cách điện từ các lá thép kỹ

thuật điện được dập định hình sẵn có bề dày 0,5-1mm, và được gắn trên gông từ bằng thép đúc, cũng chính là vỏ máy.

Rotor: còn được gọi là phần ứng, gồm lõi thép phần ứng và dây quấn phần ứng. lõi thép phần ứng có hình trụ, được ghép từ các lá thép kỹ thuật điện ghép cách điện với nhau. Dây quấn phần ứng gồm nhiều phần tử, được đặt vào các rãnh trên lõi thép rotor. Các phần tử dây quấn rotor được nối tiếp nhau thông qua các lá góp trên cổ góp. Lõi thép phần ứng và cổ góp được cố định trên trục rotor.

Cổ góp và chổi điện: làm nhiệm vụ đảo chiều dòng điện trong dây quấn phần ứng.

1.1.2. Phân loại động cơ điện một chiều

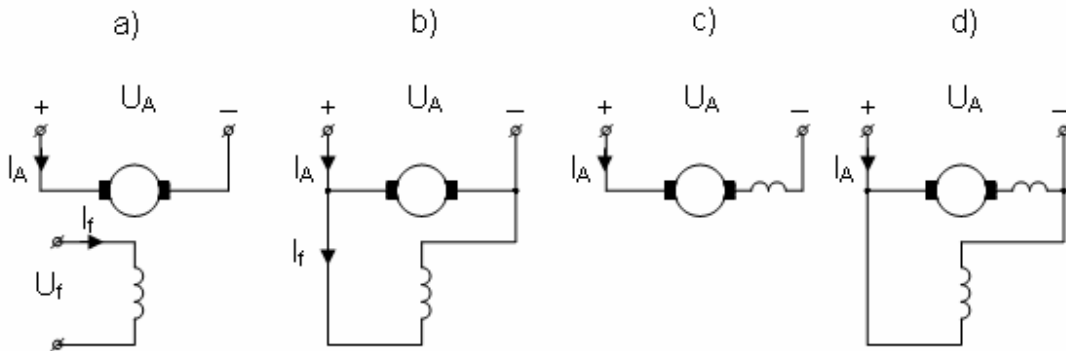
Dựa vào hình thức kích từ, người ta chia động cơ điện một chiều thành các loại sau:

Động cơ điện một chiều kích từ độc lập: Dòng điện kích từ được lấy từ nguồn riêng biệt so với phần ứng. Trường hợp đặc biệt, khi từ thông kích từ được tạo ra bằng nam châm vĩnh cửu, người ta gọi là động cơ điện một chiều kích thích vĩnh cửu.

Động cơ điện một chiều kích từ song song: Dây quấn kích từ được nối song song với mạch phần ứng.

Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp: Dây quấn kích từ được mắc nối tiếp với mạch phần ứng.

Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp: Dây quấn kích từ có hai cuộn, dây quấn kích từ song song và dây quấn kích từ nối tiếp. Trong đó, cuộn kích từ song song thường là cuộn chủ đạo. Hình 1.1 trình bày các loại động cơ điện một chiều.



Hình 1.1: Các loại động cơ điện một chiều

- a) Động cơ điện một chiều kích từ độc lập
- b) Động cơ điện một chiều kích từ song song
- c) Động cơ điện một chiều kích từ nối tiếp
- d) Động cơ điện một chiều kích từ hỗn hợp

1.1.3. Điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều

Ưu điểm cơ bản của động cơ điện một chiều so với các loại động cơ điện khác là khả năng điều chỉnh tốc độ dễ dàng, các bộ điều chỉnh tốc độ đơn giản, dễ chế tạo. Do đó, trong điều kiện bình thường, đối với các cơ cấu có yêu cầu chất lượng điều chỉnh tốc độ cao, phạm vi điều chỉnh tốc độ rộng, người ta thường sử dụng động cơ điện một chiều.

Đối với các hệ thống truyền động điện một chiều có yêu cầu điều chỉnh tốc độ cao thường sử dụng động cơ điện một chiều kích từ độc lập. Trong phạm vi luận văn này, xét khả năng điều chỉnh tốc độ động cơ điện một chiều kích từ độc lập.

1.2. MÔ TẢ TOÁN HỌC ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU KÍCH TỪ ĐỘC LẬP

1.2.1. Chế độ xác lập động cơ điện một chiều

Khi đặt lên dây quấn kích từ một điện áp u_k nào đó thì trong dây quấn kích từ sẽ có dòng điện i_k và do đó mạch từ của máy sẽ có từ thông Φ . Tiếp đó đặt một giá trị điện áp U lên mạch phần ứng thì trong dây quấn phần ứng sẽ có dòng điện I chạy qua. Tương tác giữa dòng điện phần ứng và từ thông kích từ tạo thành mômen điện từ, giá trị của mômen điện từ được tính như sau:

$$M = \frac{p' \cdot N}{2\pi \cdot a} \cdot \Phi I = k\Phi I \quad (1.1)$$

Trong đó: p' - số đôi cực của động cơ.

N - số thanh dẫn phần ứng dưới một cực từ.

a - số mạch nhánh song song của dây quấn phần ứng.

$k = pN/2\pi \cdot a$ - hệ số kết cấu của máy.

Mômen điện từ kéo cho phần ứng quay quanh trục, các dây quấn phần ứng quét qua từ thông và trong các dây quấn này cảm ứng sức điện động:

$$E = \frac{p' \cdot N}{2\pi a} \cdot \Phi \cdot \omega = k\Phi \omega \quad (1.2)$$

Trong đó: ω - tốc độ góc của rôto.

Trong chế độ xác lập, có thể tính được tốc độ qua phương trình cân bằng điện áp phần ứng:

$$\omega = \frac{U - R_u I}{k\Phi} \quad (1.3)$$

Trong đó: R_u - điện trở mạch phần ứng của động cơ.

1.2.2. Chế độ quá độ của động cơ điện một chiều

1.2.2.1. Mô tả chung

Nếu các thông số của động cơ là không đổi thì có thể viết được phương trình mô tả sơ đồ thay thế như sau:

Mạch kích từ có hai biến dòng điện kích từ i_k và từ thông máy Φ là phụ thuộc phi tuyến bởi đường cong từ hoá của lõi sắt:

$$U_k(p) = R_k I_k(p) + N_k P \Phi(p) \quad (1.4)$$

Trong đó N_k - số vòng dây cuộn kích từ;

R_k - điện trở cuộn dây kích từ.

Mạch phần ứng:

$$U(p) = R_u I(p) + L_u p I(p) \pm N_N p \Phi(p) + E(p) \quad (1.5)$$

Hoặc dạng dòng điện:

$$I(p) = \frac{1/R_u}{1 + pT_u} [U(p) \pm N_N p \Phi(p) - E(p)]$$

Trong đó L_u - điện cảm mạch phần ứng;

N_N - số vòng dây cuộn kích từ nối tiếp;

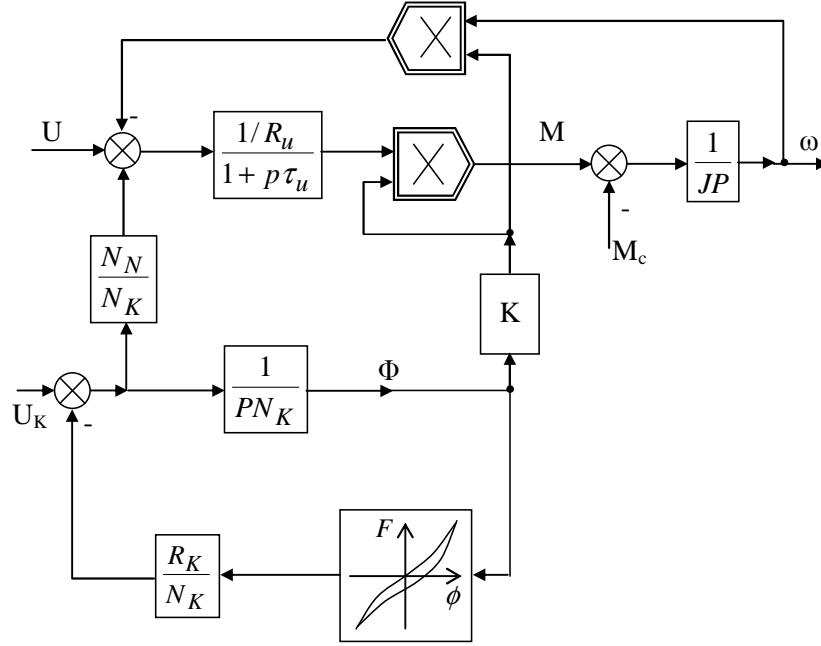
$T_u = L_u/R_u$ - hằng số thời gian mạch phần ứng.

Phương trình chuyển động của hệ thống:

$$M(p) - M_c(p) = Jp\omega \quad (1.6)$$

Trong đó J là mômen quán tính của các phần chuyển động quy đổi về trục động cơ.

Từ các phương trình trên thành lập được sơ đồ cấu trúc của động cơ một chiều (hình 1.2). Thấy rằng sơ đồ cấu trúc này là phi tuyến mạnh, trong tính toán ứng dụng thường dùng mô hình tuyến tính hoá quanh điểm làm việc.



Hình 1.2: Sơ đồ cấu trúc của động cơ một chiều

Đối với động cơ một chiều kích từ độc lập ($N_N = 0$) thì có thể viết các phương trình sau:

Mạch phản ứng:

$$U_o + \Delta U(p) = R_u[I_o + \Delta I(p)] + p L_u[I_o + \Delta I(p)] + K[\Phi_o + \Delta \Phi(p)] \cdot [\omega_B + \Delta \omega(p)] \quad (1.7)$$

Mạch kích từ:

$$U_{ko} + \Delta U_k(p) = R_k[I_{ko} + \Delta I_k(p)] + p L_k[I_{ko} + \Delta I_k(p)] \quad (1.8)$$

Phương trình chuyển động cơ học:

$$\begin{aligned} & K[\Phi_o + \Delta \Phi(p)] \cdot [I_o + \Delta I(p)] - [M_B + \Delta M_c(p)] \\ & = J_p[\omega_B + \Delta \omega(p)] \end{aligned} \quad (1.9)$$

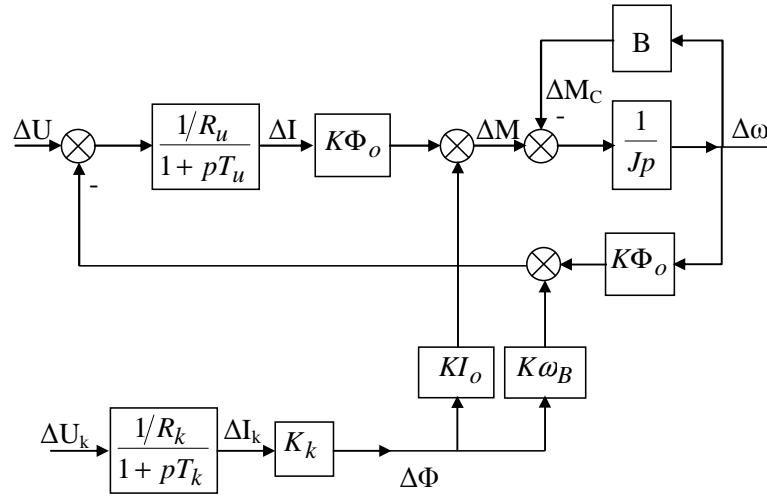
Nếu bỏ qua các giá trị vô cùng bé bậc cao thì từ các phương trình trên có thể viết được các phương trình của gia số:

$$\Delta U(p) - [K \cdot \omega_B \cdot \Delta \Phi(p) + K \cdot \Phi_o \cdot \Delta \omega(p)] = R_u \cdot \Delta I(p) \cdot (1 + p T_u) \quad (1.10)$$

$$\Delta U_k = R_k \Delta I_k(p) \cdot (1 + pT_k) \quad (1.11)$$

$$K \cdot I_o \cdot \Delta \Phi(p) + K \cdot \Phi_o \Delta I(p) - \Delta M_c = J \cdot p \Delta \omega(p) \quad (1.12)$$

Hình 1.3 trình bày sơ đồ cấu trúc đã được tuyến tính hoá theo các phương trình (1.10), (1.12) của động cơ một chiều kích từ độc lập.



Hình 1.3: Sơ đồ cấu trúc tuyến tính hoá động cơ điện một chiều

1.2.2.2. Trường hợp khi từ thông kích từ không đổi

Khi dòng điện kích từ động cơ không đổi, hoặc khi động cơ được kích thích bằng nam châm vĩnh cửu thì từ thông kích từ là hằng số:

$$K\Phi = \text{const} = C_u$$

$$U(p) = R_u \cdot I(p) \cdot (1 + pT_u) + C_u \cdot \omega(p) \quad (1.13)$$

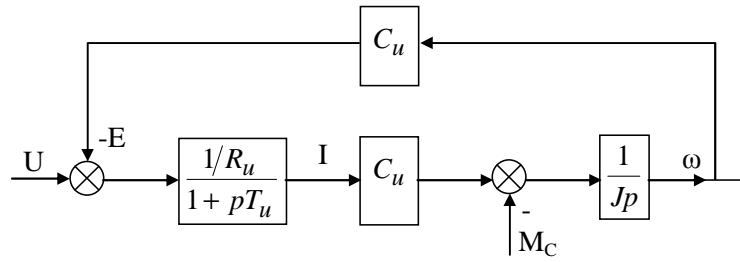
$$C_u \cdot I(p) - M_c(p) = Jp \cdot \omega(p) \quad (1.14)$$

Sơ đồ cấu trúc động cơ khi từ thông không đổi được thể hiện trên hình 1.4. Bằng phương pháp đại số sơ đồ cấu trúc ta có sơ đồ thu gọn hình 1.5.

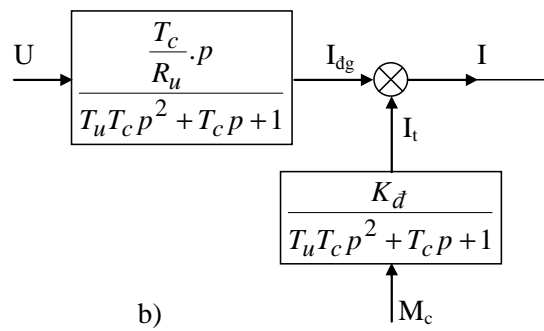
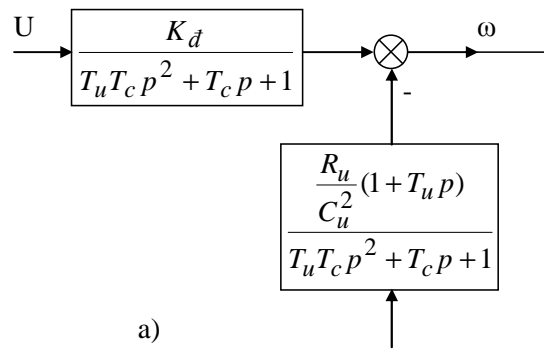
Trong đó đặt: hệ số khuếch đại động cơ: $K_d = 1/C_u$, hằng số thời gian cơ học:

$$T_c = \frac{R_u J}{C_u^2} \quad (1.15)$$

$$I(p) = \frac{\frac{U(p)pT_c}{R_u} + \frac{M_c(p)}{C_u}}{T_u T_c p^2 + T_c p + 1} \quad (1.16)$$



Hình 1.4: Sơ đồ cấu trúc khi từ thông không đổi



Hình 1.5: Các sơ đồ cấu trúc gọn

a) Theo tốc độ; b) Theo dòng điện.

1.3. MÔ TẢ TOÁN HỌC CHỈNH LƯU ĐIỀU KHIỂN

Bộ biến đổi Thyristor với chuyển mạch tự nhiên và có điện áp (dòng điện) ra là một chiều là các thiết bị điện, biến nguồn điện xoay chiều ba pha thành điện áp một chiều điều khiển được. Hoạt động của mạch, do nguồn xoay chiều quyết định vì nhờ đó mà có thể thực hiện được chuyển mạch dòng điện giữa các phần tử lực.

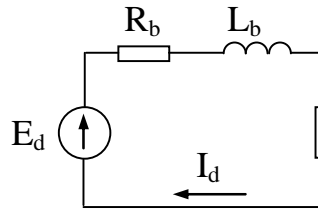
Phần mạch quan trọng của chỉnh lưu là phần điều khiển, tại đó các xung mở Thyristor được phát ra theo một trật tự đã định. Quy luật hoạt động của mạch điều khiển được xác định bởi loại chỉnh lưu (đảo chiều, không đảo chiều) và bởi đặc tính phụ tải.

Trong thực tế truyền động điện hay dùng nhất là hệ thống phát xung đồng bộ nhiều kênh, trong đó việc đồng bộ được thực hiện nhờ việc đồng bộ hoá điện áp tựa với lưới. Điện áp tựa thường có dạng răng cưa quét ngược hoặc là hình sin.

Các hệ thống làm việc với điện áp tựa kiểu răng cưa là bất biến khi biên độ điện áp nguồn thay đổi. Xung điều khiển xuất hiện tại thời điểm mà điện áp tựa bằng điện áp điều khiển.

Phần mạch lực của chỉnh lưu thường được phân thành hai nhóm chính, chỉnh lưu hình tia và hình cầu. Trong sơ đồ chỉnh lưu hình tia (anôt chung hoặc catôt chung) mỗi pha của nguồn xoay chiều chỉ dẫn dòng trong một nửa chu kỳ. Sơ đồ chỉnh lưu cầu bao gồm hai chỉnh lưu hình tia. Các van Thyristor có thể được nối theo kiểu điều khiển đối xứng hoặc không đối xứng.

Trong truyền động điện, đa số các trường hợp chỉnh lưu được điều khiển bằng tín hiệu biến thiên chậm. Trong trường hợp này ảnh hưởng của tính chất xung và tính bán điều khiển đến quá trình quá độ là nhỏ và do đó, gần đúng có thể coi chỉnh lưu là mạch điều chỉnh liên tục với sơ đồ thay thế như hình 1.7.



Hình 1.6: Mạch thay thế chỉnh lưu

Trong đó
$$R_b = R_f \left(1 - \frac{\mu m}{4\pi}\right) + \frac{m}{2\pi} \omega_e L_f.$$

$$L_b = L_f$$

m - số xung áp đầu ra;

μ - góc chuyển mạch cực đại;

L_f, R_f - điện cảm và điện trở của một pha xoay chiều.

Trong trường hợp biến thiên nhỏ của tín hiệu, khi hiện tượng chuyển mạch không có ảnh hưởng đến giá trị trung bình của điện áp thì điện trở $R_b = R_f$.

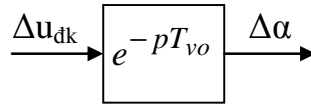
Do tính chất xung và tính chất bán điều khiển của chỉnh lưu nên thời điểm của tín hiệu điều khiển thay đổi không trùng với thời điểm thay đổi góc điều khiển α . Độ dài của khoảng thời gian trễ này có đặc tính ngẫu nhiên. Theo kinh nghiệm, nên chọn giá trị của thời gian trễ là:

$$T_{vo} = \frac{\pi}{m\omega_e}. \quad (1.17)$$

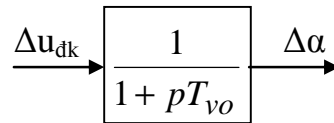
Khi tần số điện áp xoay chiều đủ lớn, có thể dùng biểu diễn gần đúng bởi khai triển Mc.Laurin:

$$e^{-pT_{vo}} = \frac{1}{1 + pT_{vo} + \frac{1}{2!} p^2 T_{vo}^2 + \dots} \quad (1.18)$$

và khi này có thể thay thế hàm trễ bởi một khâu quán tính.



Hình 1.7: Hàm truyền của chỉnh lưu tiristo



Hình 1.8: Hàm truyền của bộ chỉnh lưu trong trường hợp gần đúng

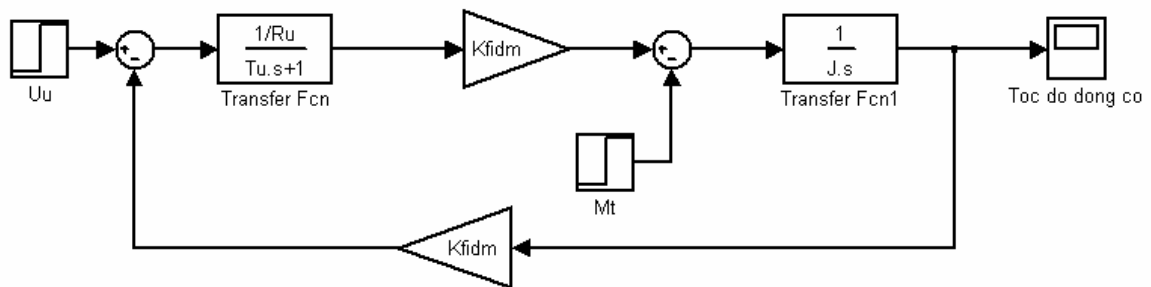
1.4. MÔ PHỎNG

Mô phỏng trên Matlab-Simulink với mô hình mô phỏng động cơ điện một chiều, mô hình chỉnh lưu đã có.

Tiến hành khảo sát mô hình ở chế độ không tải. Điện áp ban đầu đặt vào phần ứng của động cơ bằng điện áp định mức. Để điều chỉnh tốc độ động cơ ta thay đổi điện áp đặt vào phần ứng của động cơ. Từ đó, vẽ đồ thị đáp ứng dòng điện phần ứng và tốc độ của động cơ khi không tải

Để xét ảnh hưởng của phụ tải đối với động cơ, ta đặt trị mômen tải vào mô hình với giá trị định mức. Từ đó, vẽ đồ thị đáp ứng dòng điện phần ứng và tốc độ của động cơ khi tải thay đổi

Từ đáp ứng tốc độ trên 2 đồ thị, ta rút ra rằng cùng với một giá trị điện áp đặt, khi phụ tải thay đổi tốc độ động cơ thay đổi theo.



Mô hình mô phỏng động cơ điện một chiều



KẾT LUẬN CHƯƠNG 1

Trên cơ sở khảo sát các đặc tính vòng hở động cơ điện một chiều kích từ độc lập, hệ T-Đ, ta rút ra được kết luận sau:

Ưu điểm nổi bật của hệ T-Đ là độ tác động nhanh cao, không gây ồn và dễ tự động hoá do các van bán dẫn có hệ số khuếch đại công suất rất cao, điều đó rất thuận tiện cho việc thiết lập các hệ thống tự động điều chỉnh nhiều vòng để nâng cao chất lượng các đặc tính tĩnh và các đặc tính động của hệ thống.

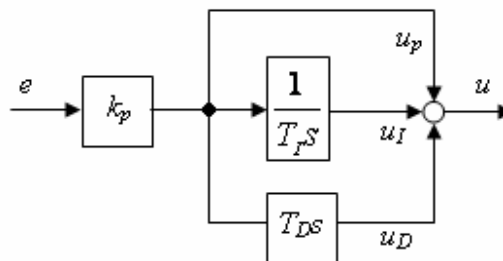
CHƯƠNG 2 TỔNG HỢP BỘ ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU DÙNG PID

2.1. THAM SỐ CỦA ĐỘNG CƠ

Công suất định mức:	$P_{dm} = 3750[W];$
Điện áp phân ứng:	$U_{urdm} = 240[V];$
Điện áp kích từ:	$U_{ktm} = 300[V];$
Tốc độ định mức	$n_{dm} = 1750[vòng/phút];$
Điện trở phân ứng:	$R_{ur} = 2,581[\Omega];$
Điện cảm phân ứng:	$L_{ur} = 0,028 [H];$
Điện trở kích từ:	$R_{kt} = 281,3[\Omega];$
Điện cảm kích từ:	$L_{kt} = 156[H];$
Mô men quán tính:	$J = 0,0185;$

2.2.1. Khái quát về bộ điều khiển PID

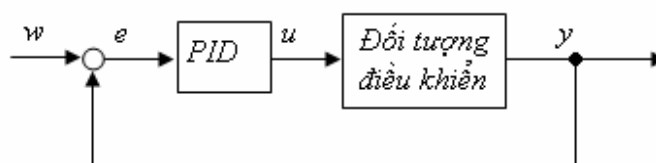
Cấu trúc của bộ điều khiển PID (hình 2.1) gồm có ba thành phần là khâu khuếch đại (P), khâu tích phân (I) và khâu vi phân (D). Khi sử dụng thuật toán PID nhất thiết phải lựa chọn chế độ làm việc là P, I hay D và sau đó là đặt tham số cho các chế độ đã chọn. Một cách tổng quát, có ba thuật toán cơ bản được sử dụng là P, PI và PID.



Hình 2.1: Cấu trúc bộ điều khiển PID

Bộ điều khiển PID có cấu trúc đơn giản, dễ sử dụng nên được sử dụng rộng rãi trong điều khiển các đối tượng SISO theo nguyên lý hồi tiếp (hình 2.2). Bộ PID có nhiệm vụ đưa sai lệch $e(t)$ của hệ thống về 0 sao cho quá trình quá độ thỏa mãn các yêu cầu cơ bản về chất lượng:

- Nếu sai lệch tĩnh $e(t)$ càng lớn thì thông qua thành phần $u_p(t)$, tín hiệu điều chỉnh $u(t)$ càng lớn.
- Nếu sai lệch $e(t)$ chưa bằng 0 thì thông qua thành phần $u_I(t)$, PID vẫn còn tạo tín hiệu điều chỉnh.
- Nếu sự thay đổi của sai lệch $e(t)$ càng lớn thì thông qua thành phần $u_D(t)$, phản ứng thích hợp của $u(t)$ sẽ càng nhanh.



Hình 2.2: Điều khiển hồi tiếp với bộ điều khiển PID

Bộ điều khiển PID được mô tả bằng mô hình vào-ra:

$$u(t) = k_p \left[e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right] \quad (2.1)$$

trong đó: $e(t)$ – tín hiệu đầu vào;

$u(t)$ – tín hiệu đầu ra;

k_p – hệ số khuếch đại;

T_I – hằng số tích phân;

T_D – hằng số vi phân.

Từ mô hình vào – ra trên, ta có được hàm truyền đạt của bộ điều khiển PID:

$$R(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_i s} + T_D s \right) \quad (2.2)$$

Có nhiều phương pháp xác định tham số của bộ điều khiển PID [4]:

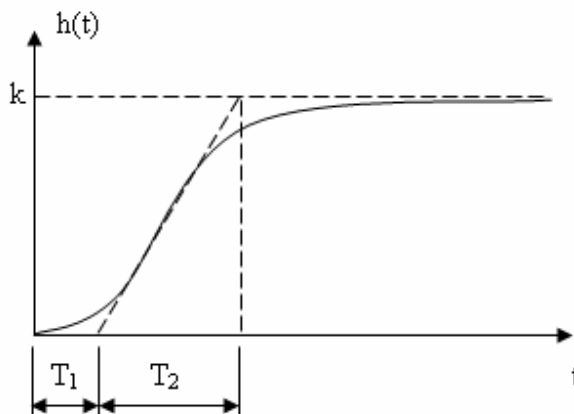
- Phương pháp Ziegler-Nichols
- Phương pháp Chien-Hrones-Reswick
- Phương pháp tổng T của Kuhn
- Phương pháp tối ưu modul và phương pháp tối ưu đối xứng
- Phương pháp tối ưu theo sai lệch bám

2.2.2. Các phương pháp xác định tham số bộ điều khiển PID

2.2.2.1. Phương pháp Ziegler-Nichols

Phương pháp Ziegler-Nichols là pháp thực nghiệm để xác định tham số bộ điều khiển P, PI, hoặc PID bằng cách dựa vào đáp ứng quá độ của đối tượng điều khiển. Tùy theo đặc điểm của từng đối tượng, Ziegler và Nichols đưa ra hai phương pháp lựa chọn tham số của bộ điều khiển:

Phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất: Phương pháp này áp dụng cho các đối tượng có đáp ứng đối với tín hiệu vào là hàm nấc có dạng chữ S (hình 2.4) như nhiệt độ lò nhiệt, tốc độ động cơ...



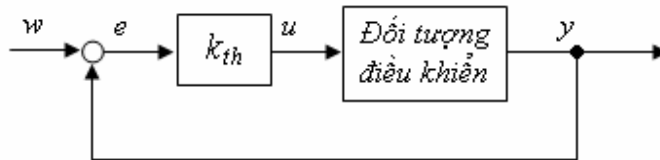
Hình 2.3: Đáp ứng nấc của hệ hữ có dạng S

Thông số của các bộ điều khiển được chọn theo bảng sau:

Bảng 2.1: Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất

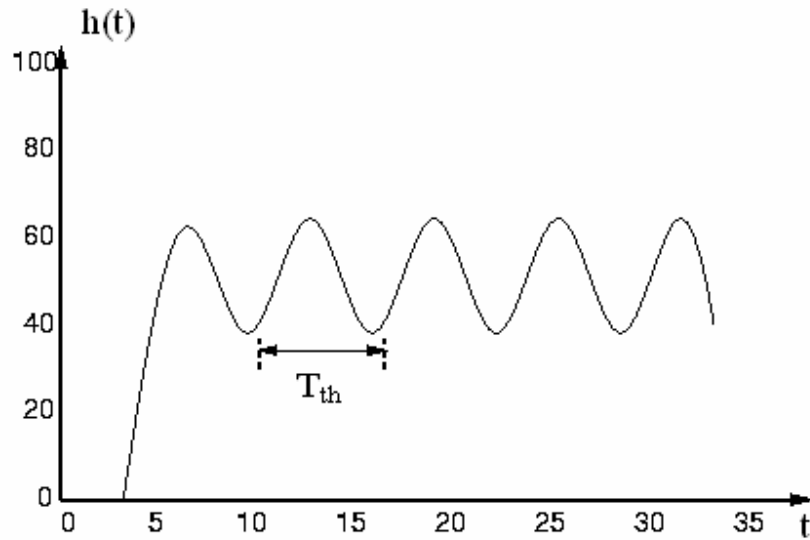
Thông số BĐK	k_p	T_I	T_D
P	$T_2/(k.T_1)$	-	-
PI	$0,9T_2/(k.T_1)$	$T_1/0,3$	-
PID	$1,2T_2/(k.T_1)$	$2T_1$	$0,5T_1$

Phương pháp Ziegler-Nichols thứ hai: Phương pháp này áp dụng cho đối tượng có khâu tích phân lý tưởng như mực chất lỏng trong bồn chứa, vị trí hệ truyền động dùng động cơ... Đáp ứng quá độ của hệ hở của đối tượng tăng đến vô cùng. Phương pháp này được thực hiện như sau [4]:



Hình 2.4: Xác định hằng số khuếch đại tới hạn

- Thay bộ điều khiển PID trong hệ kín bằng bộ khuếch đại (hình 2.4).
- Tăng hệ số khuếch đại tới giá trị tới hạn k_{th} để hệ kín ở chế độ biên giới ổn định, tức là $h(t)$ có dạng dao động điều hòa.
- Xác định chu kỳ T_{th} của dao động.



Hình 2.5: Đáp ứng nấc của hệ kín khi $k = k_{th}$

Thông số của các bộ điều khiển được chọn theo bảng sau:

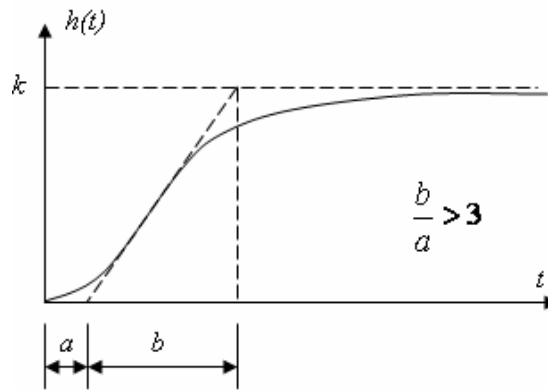
Bảng 2.2: Các tham số PID theo phương pháp Ziegler-Nichols thứ 2

Thông số BĐK	k_p	T_I	T_D
P	$0,5k_{th}$	-	-
PI	$0,45k_{th}$	$0,85T_{th}$	-
PID	$0,6k_{th}$	$0,5T_{th}$	$0,125T_{th}$

2.2.2.2. Phương pháp Chien-Hrones-Reswick

Phương pháp này cũng áp dụng cho các đối tượng có đáp ứng đối với tín hiệu vào là hàm nấc có dạng chữ S (hình 2.6) nhưng có thêm điều kiện:

$$\frac{b}{a} > 3 \quad (2.3)$$



Hình 2.6: Đáp ứng nấc của hệ thích hợp cho phương pháp Chien-Hrones-Reswick

Phương pháp Chien-Hrones-Reswick đưa ra bốn cách xác định tham số bộ điều khiển cho bốn yêu cầu chất lượng khác nhau [4]:

- Yêu cầu tối ưu theo nhiễu và hệ kín không có độ quá điều chỉnh:

Bảng 2.3: Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 1

Thông số BĐK	k_p	T_I	T_D
P	$3b/10ak$	-	-
PI	$6b/10ak$	$4a$	-
PID	$19b/20ak$	$12a/5$	$21a/50$

- Yêu cầu tối ưu theo nhiễu và hệ kín có độ quá điều chỉnh Δh không vượt quá 20% so với $h_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$:

Bảng 2.4: Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 2

Thông số BĐK	k_p	T_I	T_D
P	$7b/10ak$	-	-
PI	$7b/10ak$	$23a/10$	-
PID	$6b/5ak$	$2a$	$21a/50$

- Yêu cầu tối ưu theo tín hiệu đặt trước và hệ kín không có độ quá điều chỉnh:

Bảng 2.5: Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 3

Thông số BĐK	k_p	T_I	T_D
P	$3b/10ak$	-	-
PI	$7b/20ak$	$6b/5$	-
PID	$3b/5ak$	B	$a/2$

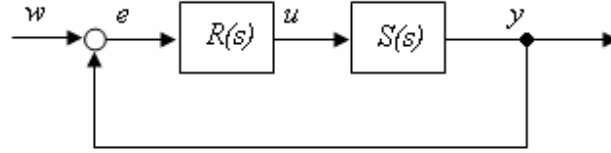
- Yêu cầu tối ưu theo tín hiệu đặt trước và hệ kín có độ quá điều chỉnh Δh không vượt quá 20% so với $h_\infty = \lim_{t \rightarrow \infty} h(t)$:

Bảng 2.6: Các tham số PID theo phương pháp Chien-Hrones-Reswick 4

Thông số BĐK	k_p	T_I	T_D
P	$7b/10ak$	-	-
PI	$6b/5ak$	B	-
PID	$19b/20ak$	$27b/20$	$47a/100$

2.2.2.3. Phương pháp tối ưu modul

Phương pháp tối ưu modul là phương pháp lựa chọn tham số bộ điều khiển PID cho đối tượng có đáp ứng đối với tín hiệu vào là hàm nấc có dạng hình chữ S [4]. Xét một hệ thống điều khiển kín như trên hình 2.7. Bộ điều khiển $R(s)$ điều khiển cho đối tượng $S(s)$.



Hình 2.7: Sơ đồ khối hệ thống điều khiển kín

Phương pháp tối ưu modul được áp dụng để chọn tham số bộ điều khiển PID điều khiển các đối tượng $S(s)$ có bản chất quán tính.

Đối với đối tượng điều khiển là khâu quán tính bậc nhất:

$$S(s) = \frac{k}{1 + Ts} \quad (2.4)$$

Phương pháp tối ưu modul đưa ra bộ điều khiển là khâu tích phân:

$$R(s) = \frac{k_p}{T_I s} \quad (2.5)$$

Hàm truyền đạt của hệ kín:

$$G(s) = \frac{k}{T_R s(1 + Ts) + k} \quad (2.6)$$

với $T_R = \frac{T_I}{k_p} = 2kT$

Trường hợp đối tượng điều khiển có dạng:

$$S(s) = \frac{k}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s) \dots (1 + T_n s)}$$

với T_1, T_2, \dots, T_n rất nhỏ, dùng phương pháp tổng các hằng số thời gian nhỏ để chuyển mô hình về dạng xấp xỉ khâu quán tính bậc nhất. Bộ điều khiển tối ưu modul sẽ là khâu tích phân với tham số:

$$T_R = \frac{T_I}{k_p} = 2k \sum_{i=1}^n T_i \quad (2.7)$$

Đối với đối tượng điều là khâu quán tính bậc hai:

$$S(s) = \frac{k}{(1+T_1s)(1+T_2s)} \quad (2.8)$$

Bộ điều khiển tối ưu modul là bộ điều khiển PI:

$$R(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_I s} \right) = \frac{k_p (1+T_I s)}{T_I s} = \frac{(1+T_I s)}{T_R s}; T_R = \frac{T_I}{k_p} \quad (2.9)$$

Với các tham số $T_I = T_1$; $k_p = \frac{T_1}{2kT_2}$

Trường hợp đối tượng điều khiển có dạng:

$$S(s) = \frac{k}{(1+T_1s)(1+T_2s)\dots(1+T_ns)}$$

với T_2, T_3, \dots, T_n rất nhỏ so với T_1 , dùng phương pháp tổng các hằng số thời gian nhỏ để chuyển mô hình về dạng xấp xỉ:

$$S(s) = \frac{k}{(1+T_1s)(1+Ts)}; T = \sum_{i=2}^n T_i \quad (2.10)$$

Bộ điều khiển tối ưu modul sẽ là bộ điều khiển PI có các tham số:

$$- T_I = T_1$$

$$- k_p = \frac{T_1}{2k \sum_{i=2}^n T_i}$$

Đối với đối tượng khiển là khâu quán tính bậc ba:

$$S(s) = \frac{k}{(1+T_1s)(1+T_2s)(1+T_3s)} \quad (2.11)$$

Bộ điều khiển tối ưu modul là bộ điều khiển PID:

$$R(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_I s} + T_D s \right) = \frac{(1+T_A s)(1+T_B s)}{T_R s}; T_R = \frac{T_I}{k_p} \quad (2.12)$$

Với các tham số:

$$- T_I = T_1 + T_2$$

$$- T_D = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$$

$$- k_p = \frac{T_1 + T_2}{2kT_3}$$

Trường hợp đối tượng điều khiển có dạng:

$$S(s) = \frac{k}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s) \dots (1 + T_n s)}$$

với T_3, T_4, \dots, T_n rất nhỏ so với T_1 và T_2 , dùng phương pháp tổng các hằng số thời gian nhỏ để chuyển mô hình về dạng xấp xỉ:

$$S(s) = \frac{k}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)(1 + Ts)} \quad (2.13)$$

trong đó $T = \sum_{i=3}^n T_i$

Bộ điều khiển tối ưu modul sẽ là bộ điều khiển PID có các tham số:

$$- T_I = T_1 + T_2$$

$$- T_D = \frac{T_1 T_2}{T_1 + T_2}$$

$$- k_p = \frac{T_1 + T_2}{2k \sum_{i=3}^n T_i}$$

2.2.2.4. Phương pháp tối ưu đối xứng

Việc thiết kế bộ điều khiển PID theo phương pháp tối ưu modul có nhược điểm là đối tượng $S(s)$ phải ổn định, hàm quá độ $h(t)$ của nó phải đi từ 0 và có

dạng hình chữ S. Trong trường hợp này, có thể chọn tham số PID theo nguyên tắc tối ưu đối xứng [4].

Đối với đối tượng điều khiển là khâu tích phân-quán tính bậc nhất:

Hàm truyền đạt của đối tượng:

$$S(s) = \frac{k}{s(1 + T_1 s)} \quad (2.14)$$

Bộ điều khiển tối ưu đối xứng sẽ là bộ điều khiển PI:

$$R(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_I} s\right) \quad (2.15)$$

Bộ PI này có các tham số xác định như sau :

- Xác định a từ độ quá điều chỉnh Δh cần có của hệ kín theo:

$$\Delta h = \exp\left(\frac{-\pi D}{\sqrt{1-D^2}}\right) \Rightarrow a = \frac{4 \ln^2(\Delta h)}{\pi^2 + \ln^2(\Delta h)} \quad (2.16)$$

Hoặc a tự chọn với $a > 1$ từ yêu cầu chất lượng đề ra. Giá trị a được chọn càng lớn, độ quá điều chỉnh càng nhỏ. Nếu $a \leq 1$, hệ kín sẽ không ổn định.

- Tính T_I : $T_I = a T_1$.

- Tính k_p : $k_p = \frac{1}{k T_1 \sqrt{a}}$

Đối với đối tượng điều khiển là khâu tích phân-quán tính bậc hai:

Hàm truyền đạt của đối tượng:

$$S(s) = \frac{k}{(1 + T_1 s)(1 + T_2 s)} \quad (2.17)$$

Bộ điều khiển tối ưu đối xứng sẽ là bộ điều khiển PID:

$$R(s) = k_p \left(1 + \frac{1}{T_I} s + T_D s\right) = \frac{k_p (1 + T_A s)(1 + T_B s)}{T_I s} \quad (2.18)$$

Với: - $T_A + T_B = T_I$

- $T_A T_B = T_I T_D$ và $T_A = T_I$

Các tham số tối ưu đối xứng của bộ điều khiển PID được chọn như sau:

- Chọn $T_A = T_I$.

- Xác định $4 > a > 1$ từ độ quá điều chỉnh Δh cần có của hệ kín, hoặc chọn $a > 1$ từ yêu cầu chất lượng đề ra. Giá trị a được chọn càng lớn, độ quá điều chỉnh càng nhỏ. Để hệ kín không có dao động, chọn $a \geq 4$. Hệ kín sẽ không ổn định với $a \leq 1$.

- Tính $T_B = a T_2$. Từ đó suy ra $T_I = T_A + T_B$ và $T_D = \frac{T_A T_B}{T_I} \tilde{k}_p = \frac{1}{k T_2 \sqrt{a}}$

- Tính rồi suy ra $k_p = \frac{\tilde{k}_p T_I}{T_B}$

2.2. TỔNG HỢP HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU

2.2.1. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh dòng điện

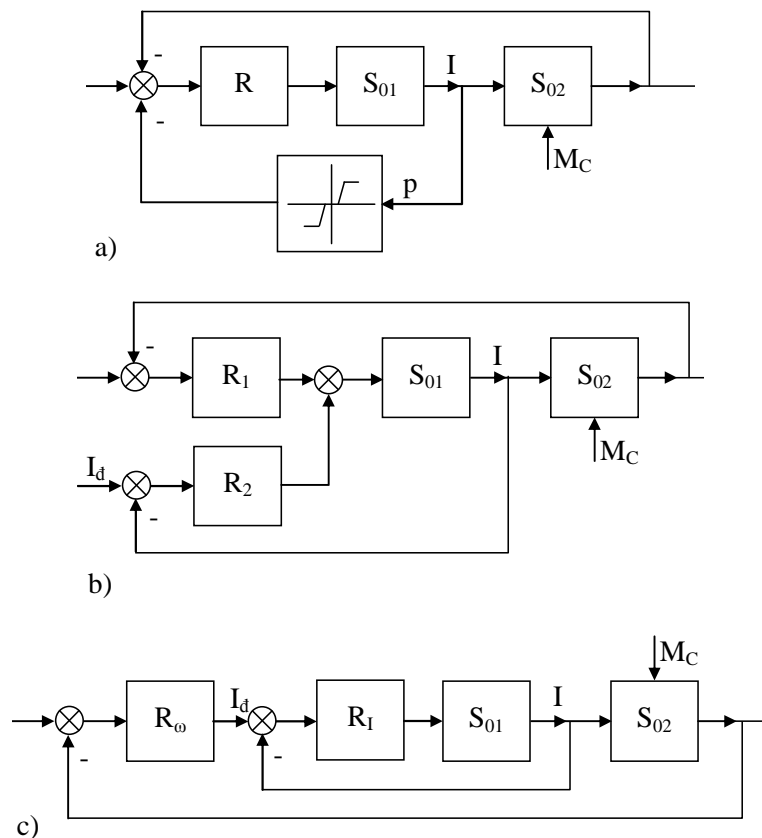
Trong các hệ thống truyền động tự động cũng như các hệ thống chấp hành thì mạch vòng điều chỉnh dòng điện là mạch vòng cơ bản. Chức năng cơ bản của mạch vòng dòng điện trong các hệ thống truyền động một chiều và xoay chiều là trực tiếp (hoặc gián tiếp) xác định mômen kéo của động cơ, ngoài ra còn có chức năng bảo vệ, điều chỉnh gia tốc...

Một phương án đơn giản nhất để điều chỉnh dòng điện có cấu trúc như hình 2.8, dùng bộ điều chỉnh tốc độ hoặc điện áp R có dạng bộ khuếch đại tổng và mạch phản hồi dòng điện phi tuyến P . Khi tín hiệu dòng điện chưa đủ để khâu phi tuyến ra khỏi vùng kém nhạy thì bộ điều chỉnh làm việc như bộ điều chỉnh tốc độ (hay điện áp) mà không có sự tham gia của mạch phản hồi dòng điện. Khi

dòng điện đủ lớn, khâu P sẽ làm việc ở vùng tuyến tính của đặc tính và phát huy tác dụng hạn chế dòng của bộ điều chỉnh R.

Phương án thứ hai được mô tả trên hình 2.8b. Có hai mạch vòng với hai bộ điều chỉnh riêng biệt R1, R2, trong đó R2 là bộ điều chỉnh dòng điện với giá trị đặt I_d . Cấu trúc kiểu này cho phép điều chỉnh độc lập từng mạch vòng.

Phương án điều chỉnh dòng điện được sử dụng rộng rãi nhất trong truyền động điện tự động như trên hình 2.8c, trong đó R1 là bộ điều chỉnh dòng điện, R_ω là bộ điều chỉnh tốc độ. Mỗi mạch vòng có bộ điều chỉnh riêng được tổng hợp từ đối tượng riêng và theo các tiêu chuẩn riêng.

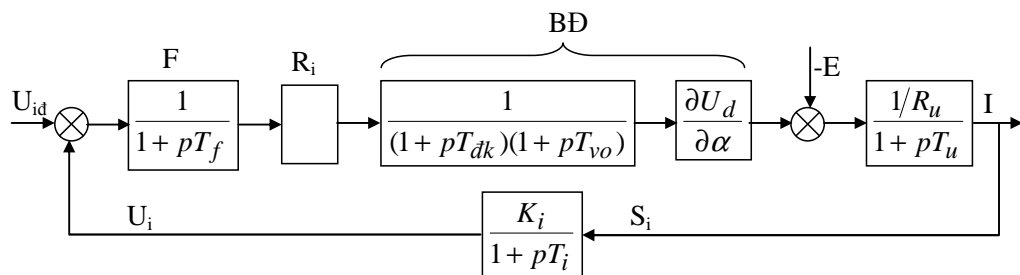


Hình 2.8: Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh dòng điện

Mạch vòng điều chỉnh dòng điện khi bỏ qua sức điện động động cơ

Sơ đồ khối của mạch vòng điều chỉnh dòng điện như trên hình 2.9, trong đó F là mạch lọc tín hiệu, R_i là bộ điều chỉnh dòng điện, BD là bộ biến đổi một chiều, S_i là xenxơ dòng điện.

Xenxơ dòng điện có thể thực hiện bằng các biến dòng ở mạch xoay chiều hoặc bằng điện trở sun hoặc các mạch đo cách ly trong mạch một chiều.



Hình 2.9: Sơ đồ khối của mạch vòng dòng điện

Trong đó: T_f, T_{dk}, T_{vo}, T_u, T_i - các hằng số thời gian của mạch lọc, mạch điều khiển chỉnh lưu, sự chuyển mạch chỉnh lưu, phản ứng và xenxơ dòng điện.

R_u - điện trở mạch phản ứng.

$\frac{\partial U_d}{\partial \alpha}$ - hệ số khuếch đại của chỉnh lưu.

Trong trường hợp coi sức điện động của động cơ không ảnh hưởng đến quá trình điều chỉnh của mạch vòng dòng điện tức là coi $\Delta E = 0$ hoặc $E = 0$.

Hàm truyền của mạch dòng điện (hàm truyền của đối tượng điều chỉnh) là như sau:

$$S_{oi}(P) = \frac{K_{cl} \cdot K_i / R_u}{(1 + PT_f)(1 + PT_{dk})(1 + PT_{vo})(1 + PT_u)(1 + PT_i)} \quad (2.19)$$

Trong đó các hằng số thời gian T_f , $T_{đk}$, T_{vo} , T_i là rất nhỏ so với hằng số thời gian điện từ T_u . Đặt $T_s = T_f + T_{đk} + T_{vo} + T_i$ thì có thể viết lại (2.1) ở dạng gần đúng sau:

$$S_{oi}(p) = \frac{K_{cl}K_i / R_u}{(1 + T_s p)(1 + T_u p)} ; \quad \text{Trong đó } T_s \ll T_u. \quad (2.20)$$

Áp dụng tiêu chuẩn tối ưu môđun ta tìm được hàm truyền của bộ điều chỉnh dòng điện có dạng khâu PI

$$R_i(p) = \frac{1 + T_u p}{\frac{K_{cl}K_i}{R_u} \cdot a T_s p} \quad (2.21)$$

Trong đó để bù hằng số thời lớn hơn (T_u), ta chọn $T_\sigma = T_s$ và hằng số a có thể lấy $a = 4$

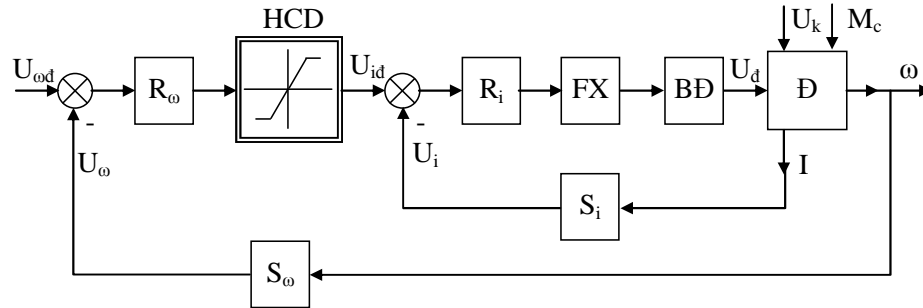
Cuối cùng hàm truyền của mạch vòng sẽ là:

$$\frac{I(p)}{U_{id}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{2T_s p(1 + T_s p) + 1} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 2T_s p + 2T_s^2 p^2} \quad (2.22)$$

2.2.2. Tổng hợp mạch vòng điều chỉnh tốc độ

Hệ thống điều chỉnh tốc độ là hệ thống mà đại lượng được điều chỉnh là tốc độ góc của động cơ điện, các hệ này rất thường gặp trong thực tế kỹ thuật. Hệ thống điều chỉnh tốc độ được hình thành từ hệ thống điều chỉnh dòng điện. Các hệ thống này có thể là đảo chiều hoặc không đảo chiều. Do các yêu cầu công nghệ mà hệ cần đạt vô sai cấp một hoặc vô sai cấp hai. Tùy theo yêu cầu của công nghệ mà các bộ điều chỉnh tốc độ $R\omega$ có thể được tổng hợp theo hai tín hiệu điều khiển hoặc theo nhiều tải M_c . Trong trường hợp chung hệ thống phải có đặc tính điều chỉnh tốt cả từ phía tín hiệu điều khiển lẫn từ phía tín hiệu nhiễu loạn.

Sơ đồ khối chức năng được trình bày trên hình 2.10.



Hình 2.10: Sơ đồ khối

Điều chỉnh tốc độ dùng bộ điều chỉnh tốc độ tỷ lệ

Ở phần trên ta đã tổng hợp được mạch dòng điện, trong phần này sẽ sử dụng biểu thức kết quả trong đó đã bỏ qua ảnh hưởng của s.đ.đ của động cơ:

$$\frac{I(p)}{U_{iđ}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 2T_s p(1 + T_s p)} \quad (2.23)$$

Do T_s rất nhỏ $\rightarrow T_s^2 \approx 0$, do vậy để thuận tiện trong tính toán tiếp theo, ta có thể thay (2.5) bởi biểu thức gần đúng tính hàm truyền của mạch vòng dòng điện:

$$\frac{I(p)}{U_{iđ}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 2T_s p} \quad (2.24)$$

Hoặc nếu mạch vòng dòng điện được tổng hợp theo tiêu chuẩn tối ưu đối xứng thì:

$$\frac{I(p)}{U_{iđ}(p)} = \frac{1}{K_i} \cdot \frac{1}{1 + 4T_s p} \quad (2.25)$$

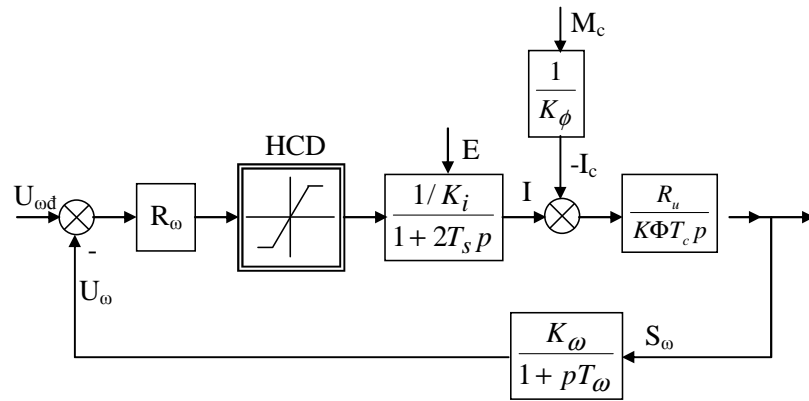
Sơ đồ khối cấu trúc của hệ điều chỉnh tốc độ như trên hình 2.4, trong đó S_ω là xenxơ tốc độ có hàm truyền là khâu quán tính với hệ số truyền K_ω và hằng số thời gian (lọc) T_ω . Thường T_ω có giá trị nhỏ, khi đó đặt $2T's = 2T_s + T_\omega$, đối tượng điều chỉnh có hàm truyền:

$$S_{o2}(p) = \frac{R_u K_\omega}{K_i K \Phi T_c} \cdot \frac{1}{P(2T'_s p + 1)} \quad (2.26)$$

Theo tiêu chuẩn tối ưu môđun, có thể xác định được hàm truyền của bộ điều chỉnh tốc độ là khâu tỷ lệ:

$$R_\omega(p) = \frac{K_i K \Phi T_c}{R_u K_\omega} \cdot \frac{1}{2T'_s a_2} = K_p, \quad (2.27)$$

Trong đó thường lấy $a_2 = 4$



Hình 2.11: Sơ đồ khối của hệ điều chỉnh tốc độ

Hàm truyền của mạch vòng điều chỉnh tốc độ là:

$$\frac{\omega(p)}{U_{vd}(p)} = \frac{1}{K_\omega} \frac{1}{4T'_s p(2T_s p + 1) + 1} \quad (2.28)$$

Sau đây ta kiểm tra ảnh hưởng của nhiễu phụ tải đến độ quá điều chỉnh và độ chính xác tĩnh của hệ thống vừa nêu. Theo sơ đồ khối hình 2.11 tính được:

$$\Delta\omega(p) = \frac{[I(p) - I_c(p)]R_u}{K \Phi T_c p} = -\frac{R_u I_c(p)}{K \Phi T_c p} \left[1 - \frac{I(p)}{I_c(p)}\right] \quad (2.29)$$

Mặt khác: $[I(p) - I_c(p)] \cdot F_o(p) = -I(p)$

Do đó:
$$\frac{I(p)}{I_c(p)} = \frac{F_o(p)}{1 + F_o(p)}$$

Trong đó $F_o(p)$ là hàm truyền mạch vòng của hệ điều chỉnh tốc độ.

Khi $I_c = 1(t)$ thì:

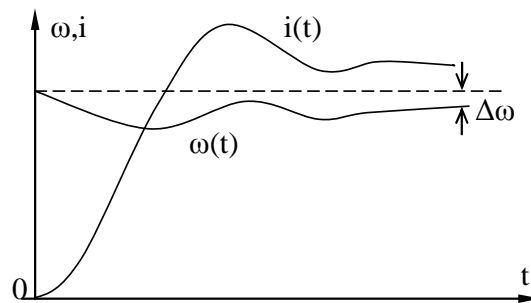
$$\Delta\omega(p) = -\frac{R_u I_c}{K\Phi T_c p} \cdot \frac{1}{1 + F_o(p)} = \frac{4T'_s I_c R_u}{K\Phi T_c} \cdot \frac{2T'_s p + 1}{4T'_s p(2T'_s p + 1) + 1} \quad (2.30)$$

Từ biểu thức (2.11) thấy rằng độ sụt tốc độ tĩnh $\Delta\omega = I_c R_u / K\Phi$ trong hệ thống hở sẽ được giảm đi $T_c / 4T'_s$ lần trong hệ kín. Trên hình 2.5 mô tả quá trình thay đổi dòng điện và tốc độ khi có đột biến nhiều tải. Mạch vòng tốc độ này là vô sai cấp 1 đối với tín hiệu điều khiển và là hữu sai đối với tín hiệu nhiễu.

Giá trị của sai lệch tĩnh tùy thuộc vào các thông số trong biểu thức (1.12):

$$\Delta\omega \Big|_{t \rightarrow \infty} = -\frac{4T'_s R_u}{K\Phi T_c} I_c \quad (2.31)$$

Hệ số khuếch đại của bộ điều chỉnh tốc độ K_p có thể thay đổi thông qua tham số a_2 theo (2.9).



Hình 2.12: Quá trình dòng điện và tốc độ khi có nhiều tải

Điều chỉnh tốc độ dùng bộ điều chỉnh tốc độ tích phân tỷ lệ PI

Trong nhiều thiết bị công nghệ thường có yêu cầu hệ thống điều chỉnh vô sai cấp cao, khi này có thể sử dụng phương pháp tối ưu đối xứng để tổng hợp các bộ điều chỉnh. Với mạch vòng điều chỉnh tốc độ hàm truyền của bộ điều chỉnh có dạng:

$$R_\omega(p) = \frac{1 + T_o p}{K T_o p} \quad (2.32)$$

Và hàm truyền mạch hở sẽ là:

$$F_o(p) = \frac{1+T_o p}{KT_o p} \cdot \frac{R_u K_\omega}{K_i K \Phi T_c} \cdot \frac{1}{p(2T'_s p + 1)} \quad (2.33)$$

Từ (2.15) có thể tìm được hàm truyền mạch kín $F(p)$, đồng nhất $F(P)$ với hàm chuẩn tối ưu đối xứng ta tìm được tham số của bộ điều chỉnh

Nếu chọn $T's = Ts$ thì:

$$T_o = 8T_s$$

$$K = \frac{R_u K_\omega}{K_i K \Phi T_c} \cdot \frac{8(2T'_s)^2}{8T'_s} = \frac{R_u K_\omega}{K_i K \Phi T_c} \cdot 4T'_s$$

$$R_\omega(p) = \frac{K_i K \Phi T_c}{R_u K_\omega} \cdot \frac{1}{4T'_s} \left(1 + \frac{1}{8T'_s \cdot p}\right) \quad (2.34)$$

Thấy rằng thành phần tỷ lệ của bộ điều chỉnh (2.16) đúng bằng hệ số khuếch đại của bộ khuếch đại (2.5)

Khi tổng hợp hệ thống theo phương pháp tối ưu đối xứng thường phải dùng thêm khâu tạo tín hiệu đặt để tránh quá điều chỉnh. Khâu tạo tín hiệu đặt này thường có hàm truyền đặt của khâu lọc thông thấp bậc nhất, có hằng số thời gian lọc tùy thuộc vào gia tốc cho phép của hệ thống. Tất nhiên khâu tạo tín hiệu đặt này phải đặt bên ngoài mạch vòng điều chỉnh tốc độ.

Hàm truyền mạch kín của hệ thống:

$$F_\omega(p) = \frac{U_\omega(p)}{U_{\omega d}(p)} = \frac{1 + 8T'_s p}{8T'_s p [4T'_s p (1 + 2T'_s p) + 1] + 1} \quad (2.35)$$

Căn cứ vào các biểu thức đã nêu trên ta có thể tính được hàm truyền với tín hiệu nhiễu loạn là dòng điện tải:

$$F_i(p) = \frac{\Delta I(p)}{\Delta I_c(p)} = \frac{1 + 8T'_s p}{8T'_s p [4T'_s p (1 + 2T'_s p) + 1] + 1} \quad (2.36)$$

và cũng tính được sai số tốc độ tương ứng khi nhiều tải có dạng hằng số:

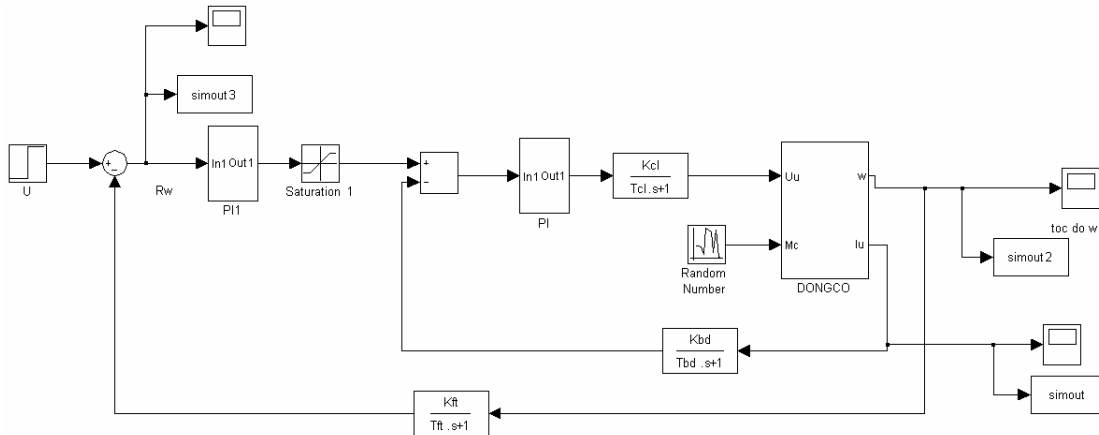
$$\begin{aligned}\Delta\omega(p) &= \frac{[I(p) - I_c(p)]}{K\Phi.T_c.p} R_u \\ &= -\frac{4T'_s R_u I_c}{K\Phi.T_c} \frac{8T'_s p (1 + 2T'_s p)}{8T'_s p [4T'_s p (1 + 2T'_s p) + 1] + 1}\end{aligned}\quad (2.37)$$

Kết quả là, mạch vòng điều chỉnh tốc độ là vô sai cấp hai đối với tín hiệu điều khiển và là vô sai cấp một đối với tín hiệu nhiễu. Như vậy khi đã ổn định thì sai lệch tốc độ sẽ bằng không.

2.3. MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐIỀU CHỈNH TỐC ĐỘ ĐỘNG CƠ

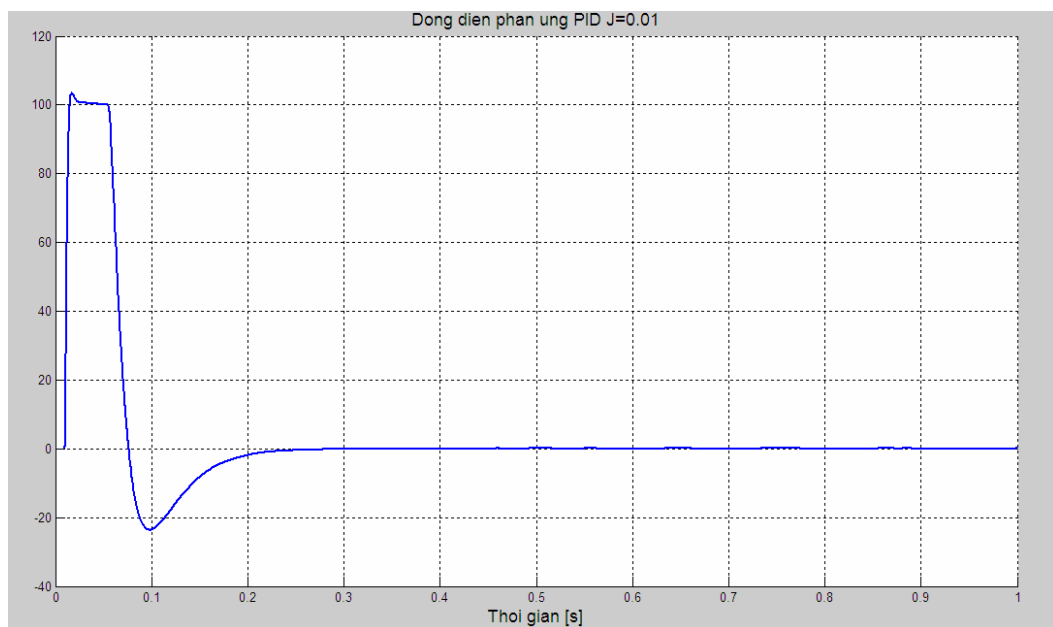
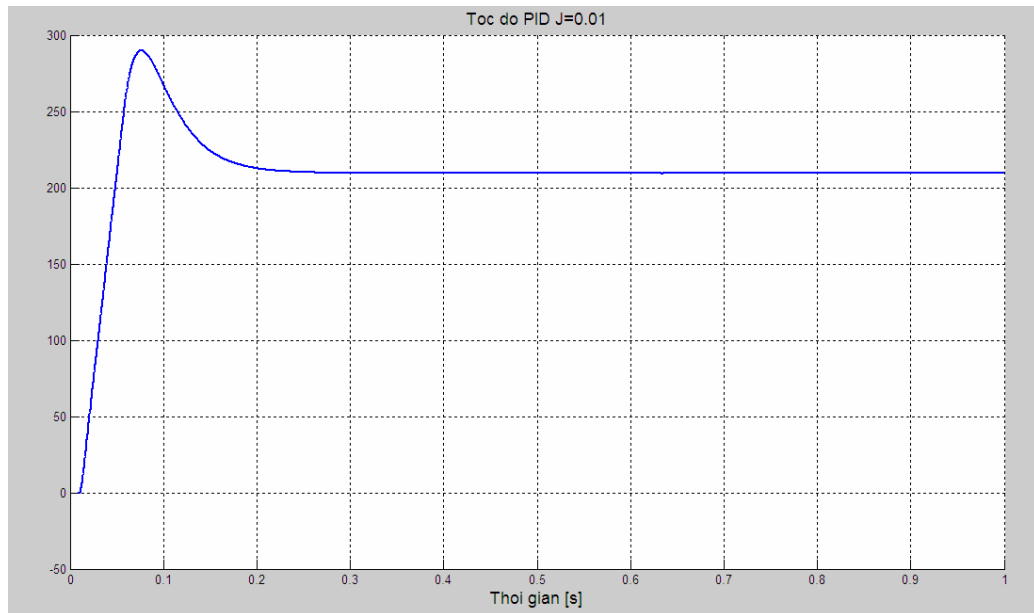
Dựa vào sơ đồ cấu trúc hệ thống hai vòng điều chỉnh như ta xây dựng mô hình mô phỏng hệ thống với hai vòng điều chỉnh trên nền Simulink

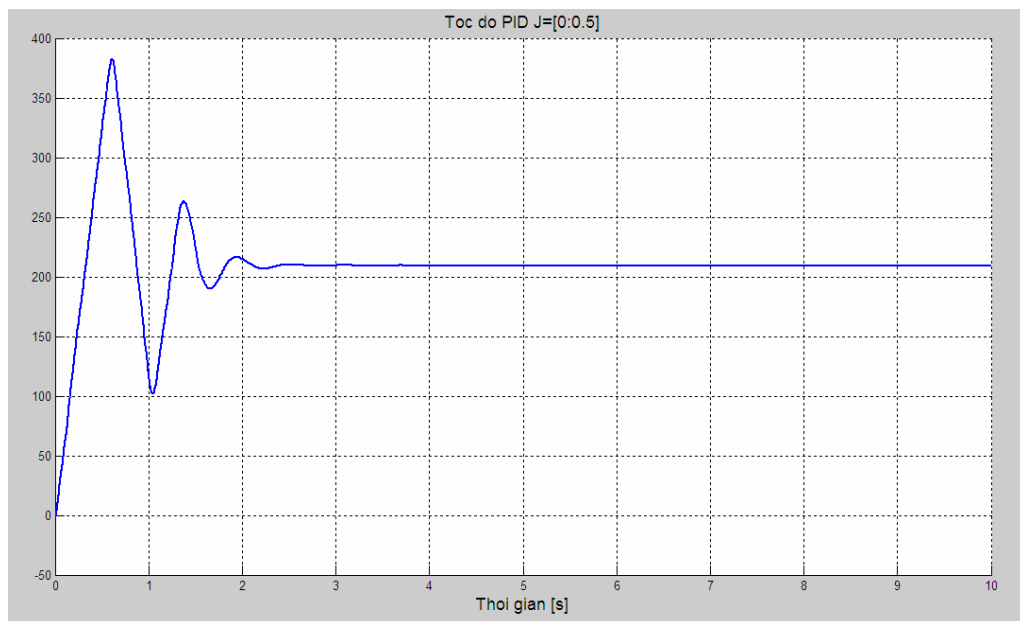
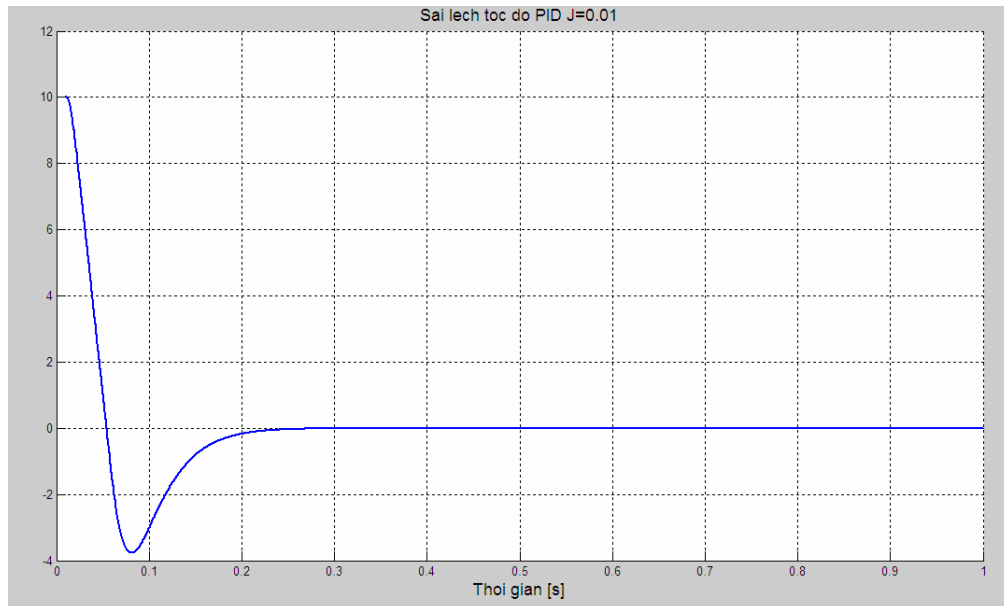
Khảo sát mô hình, từ đó vẽ đồ thị đáp ứng dòng phần ứng và tốc độ của động cơ trong trường hợp mômen quán tính thay đổi.

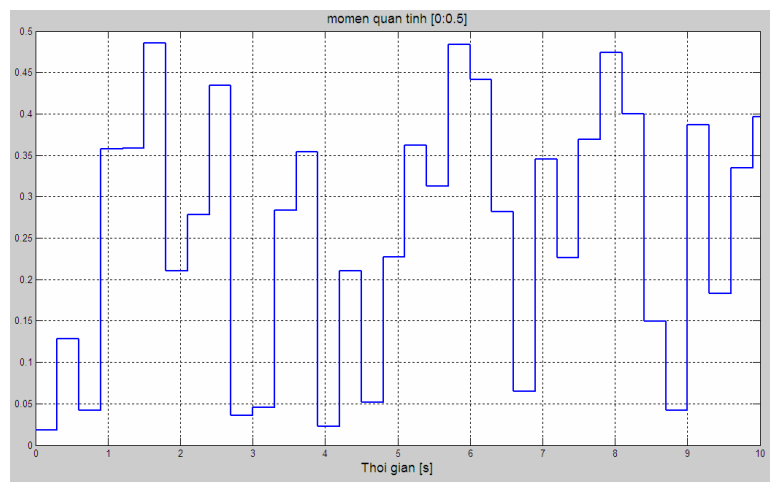
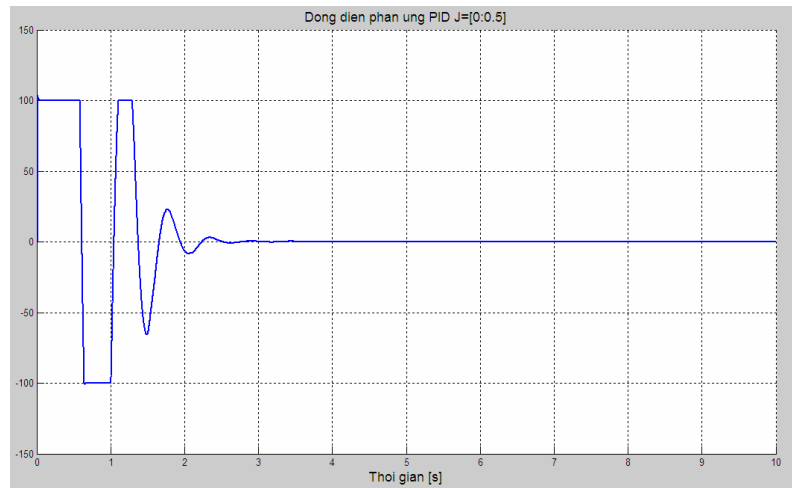
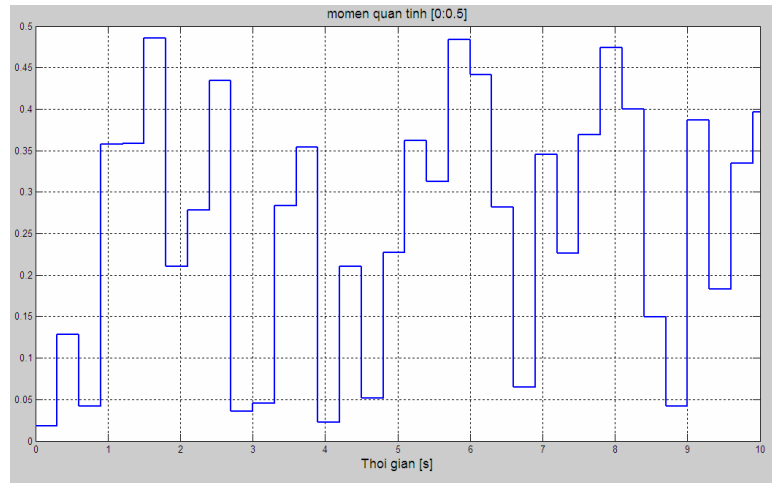


Hình 2.13: Mô hình mô phỏng hệ thống với hai vòng điều chỉnh

Trường hợp mômen quán tính tải $J_1 = 0.01(\text{kg.m}^2)$:



Trường hợp mômen quán tính tải thay đổi trong khoảng $J_1=[0:0.5]$ 



KẾT LUẬN CHƯƠNG 2

Khi sử dụng các bộ điều khiển trong hai mạch vòng của hệ thống trong trường hợp mômen quán tính động cơ không thay đổi tốc độ động cơ đạt được đến tốc độ đặt; hạn chế được dòng mở máy của động cơ. Hệ thống điều khiển động cơ có hai vòng điều chỉnh có khả năng ổn định được tốc độ khi tải thay đổi. Do đó ta thấy các bộ điều khiển đã chọn đáp ứng được yêu cầu khi thiết kế.

Trong trường hợp khi mômen quán tính động cơ thay đổi thì thời gian đáp ứng tốc độ lớn 3s.

CHƯƠNG 3

ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI

3.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Điều khiển thích nghi là sự tổng hợp các kỹ thuật nhằm tự động chỉnh định các bộ điều chỉnh trong mạch điều khiển để thực hiện hay duy trì ở một mức độ nhất định chất lượng của hệ khi thông số của quá trình điều khiển không biết trước hoặc thay đổi theo thời gian.

Hệ thống điều khiển thích nghi gồm có hai vòng: vòng hồi tiếp thông thường và vòng hồi tiếp điều khiển thích nghi.

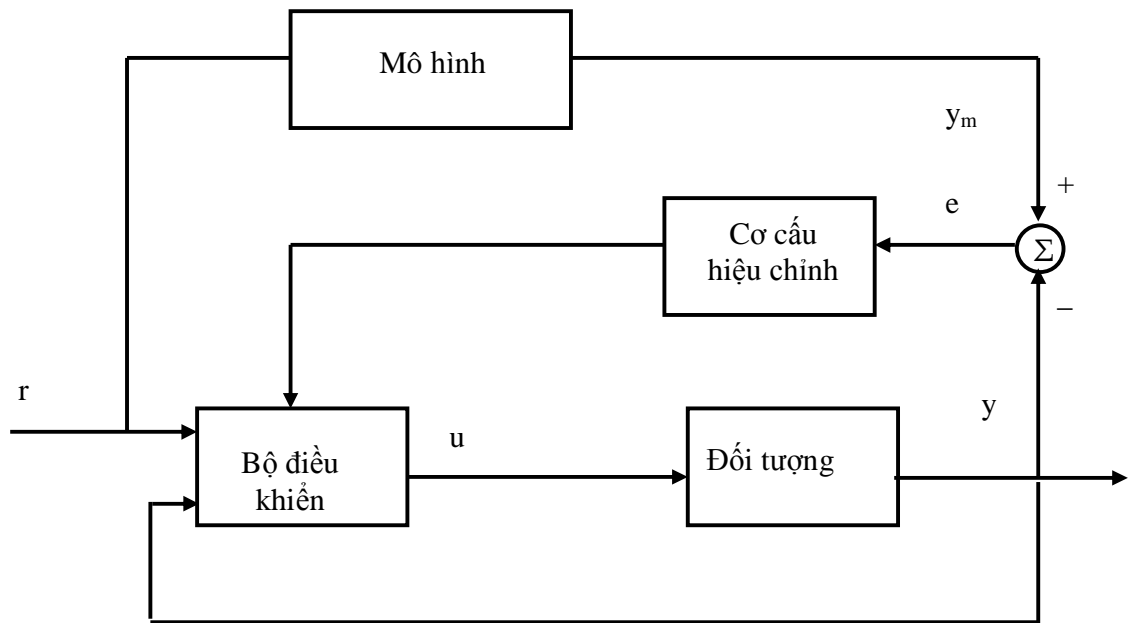
Các bộ điều khiển thích nghi thường là sự lựa chọn hợp lý, khi ta không có khả năng hoặc không kinh tế, khi khảo sát một cách hoàn hảo sự thay đổi của các biến quá trình.

Có thể phân loại các hệ thích nghi theo các tiêu chuẩn sau:

- Hệ thích nghi theo mô hình mẫu (MRAS: Model Reference Adaptive System).
- Bộ tự chỉnh định (STR: Self Tuning Regulator).
- Hệ tự học.
- Hệ tự tổ chức.

3.2. HỆ THỐNG THÍCH NGHI THEO MÔ HÌNH MẪU (MRAS)

Mô hình MRAS (Hình 3.1) đầu tiên được đề nghị bởi Whitaker vào năm 1958 với hai ý tưởng mới được đưa ra: trước hết sự thực hiện của hệ thống được xác định bởi một mô hình, thứ hai sai số của bộ điều khiển được hiệu chỉnh bởi sai số của mô hình mẫu và hệ thống. Cấu trúc hệ thống điều khiển hình 3.1 gọi là hệ MRAS song song.

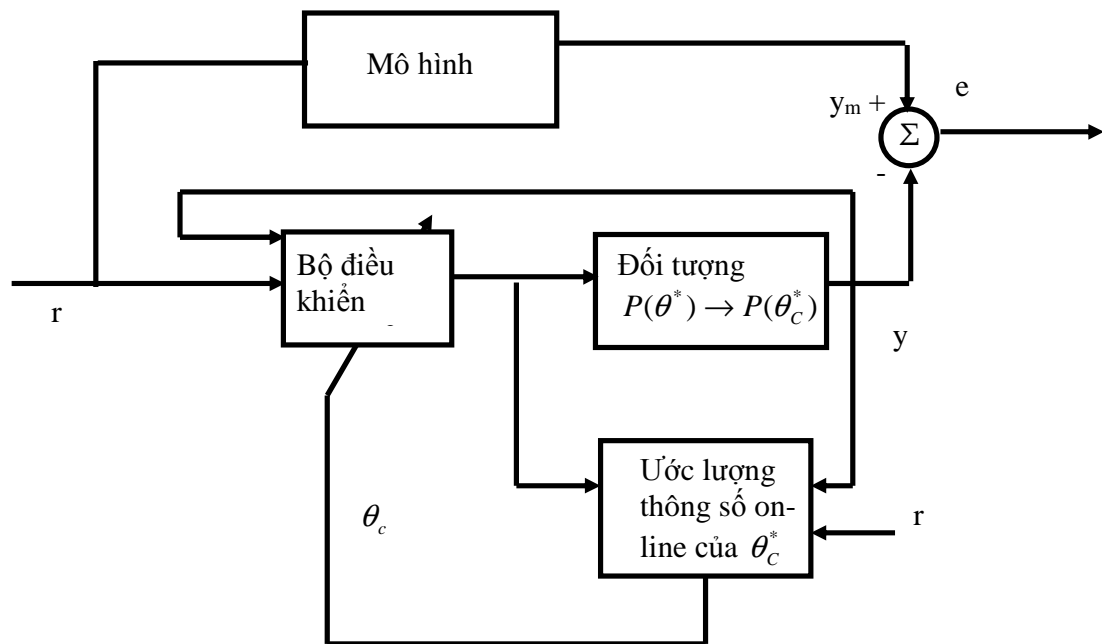


Hình 3.1: Sơ đồ khối của hệ thống thích nghi theo mô hình mẫu

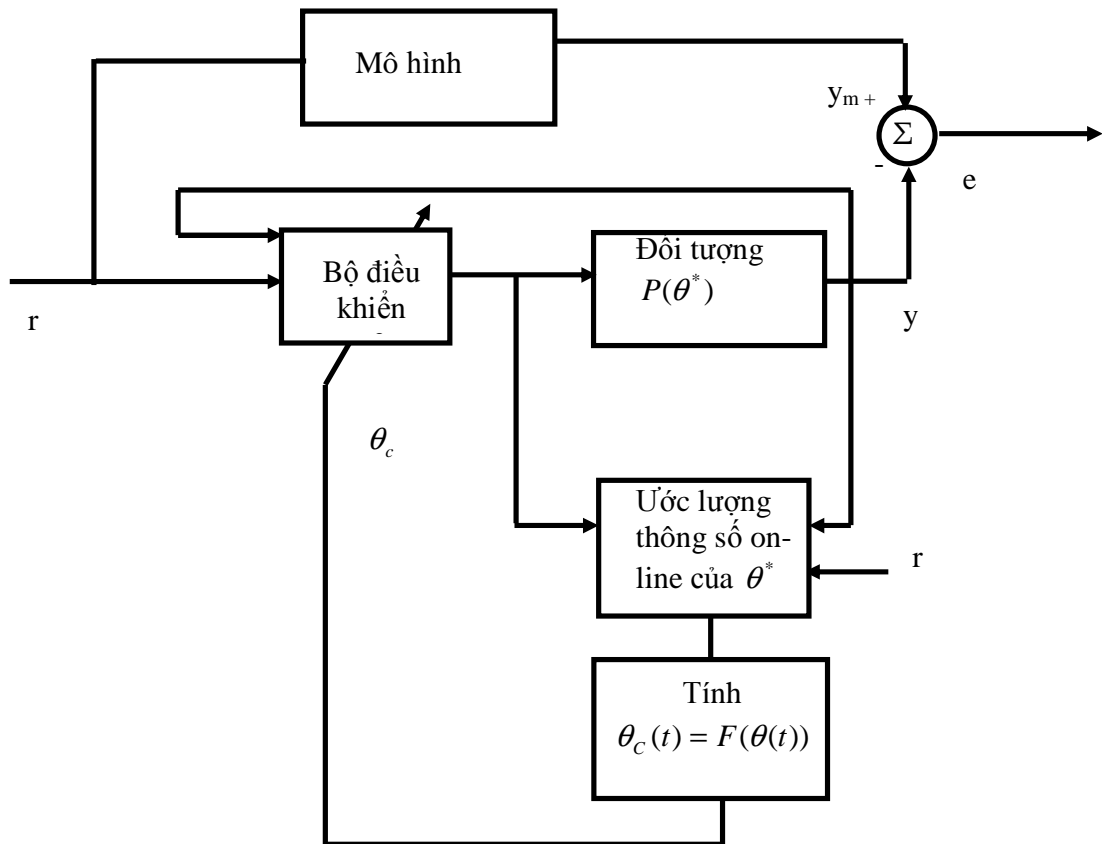
Mô hình mẫu được chọn để tạo ra một đáp ứng mong muốn đối với tín hiệu đặt, y_m , mà ngõ ra của hệ thống, y , phải bám theo. Hệ thống có một vòng hồi tiếp thông thường bao gồm đối tượng và bộ điều khiển. Sai lệch bám e là hiệu của ngõ ra hệ thống và ngõ ra của mô hình mẫu, $e = y_m - y$. Bộ điều khiển có thông số thay đổi dựa vào sai số này. Hệ thống có hai vòng hồi tiếp: vòng hồi tiếp trong là vòng hồi tiếp thông thường và vòng hồi tiếp ngoài hiệu chỉnh tham số cho vòng hồi tiếp bên trong. Vòng hồi tiếp bên trong được giả thiết là nhanh hơn vòng hồi tiếp bên ngoài.

Hệ thống thích nghi mô hình mẫu có thể được phân thành hai loại : trực tiếp và gián tiếp. Trong bộ điều khiển loại trực tiếp (DMRAC: Direct Model Adaptive Control), vec tơ tham số θ của bộ điều khiển $C(\theta)$ được cập nhật trực tiếp bởi một luật thích nghi, ngược lại, trong bộ điều khiển gián tiếp (IRMAC: Indirect Model Adaptive Control) θ được tính toán tại mỗi thời điểm t bằng cách

giải phương trình đại số nào đó có mối quan hệ của tham số θ với sự ước lượng trực tuyến các tham số của hệ thống.



Hình 3.2: Sơ đồ khối của bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu trực tiếp



Hình 3.3: Sơ đồ khối của bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu gián tiếp

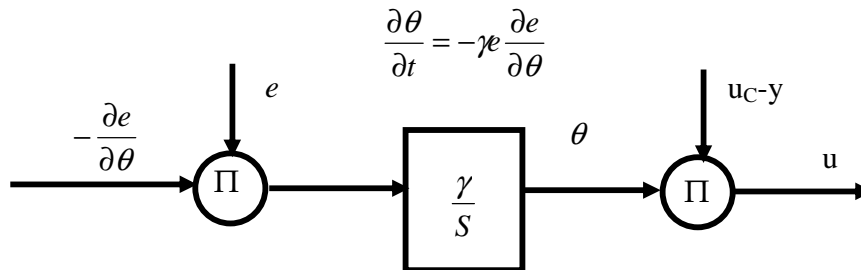
3.3. LUẬT THÍCH NGHI

Theo Ionnaou and Sun, (1996), bộ điều khiển thích nghi có thể được xem như là sự kết hợp của một bộ ước lượng các tham số trực tuyến (on-line) và một luật điều khiển mà nó nhận được từ trường hợp tham số đã được biết rõ. Sự kết hợp này làm xuất hiện nhiều kiểu ước lượng tham số và luật thích nghi cho các bộ điều khiển khác nhau với các tính chất khác nhau. Trong các tài liệu nghiên cứu về điều khiển thích nghi, bộ ước lượng tham số on-line thường được xem như gồm luật thích nghi, luật cập nhật và cơ cấu hiệu chỉnh tham số. Việc thiết kế luật thích nghi sẽ quyết định đến các tính chất ổn định của bộ điều khiển thích nghi. Một vài phương pháp cơ bản được sử dụng để thiết kế luật thích nghi là:

luật MIT, hàm Lyapunov xác định dương, phương pháp gradient và phương pháp bình phương bé nhất dựa trên tiêu chí đánh giá hàm chi phí sai lệch bám.

3.3.1. Phương pháp độ nhảy (luật MIT)

Phương pháp độ nhảy được sử dụng để thiết kế luật thích nghi sao cho các tham số ước lượng được điều chỉnh theo hướng tối thiểu hóa một hàm đặc tính nào đó. Luật thích nghi được cho bởi đạo hàm riêng của hàm đặc tính với các tham số đánh giá tương ứng nhân với sai số giữa đáp ứng mong muốn và đáp ứng thực tế.



Hình 3.4: Mô hình sai số

Các thành phần của vec tơ $\frac{\partial e}{\partial \theta}$ là đạo hàm độ nhảy của sai số với các tham số chỉnh định θ . Thông số γ xác định tốc độ thích nghi. Luật MIT có thể được giải thích như sau: giả sử các thông số θ thay đổi chậm hơn nhiều so với các biến các khác của hệ thống, để bình phương sai số là bé nhất cần thay đổi các tham số theo hướng gradien âm của bình phương sai số (e^2).

Trở ngại của phương pháp này là luật thích nghi không thể được thực thi nếu nó không thể được tạo ra on-line. Việc sử dụng hàm độ nhảy ước lượng để có thể thực hiện được dẫn đến các sơ đồ điều khiển thích nghi mà tính ổn định của nó rất thấp hoặc không thể thiết lập được.

Luật MIT chỉ được thực hiện tốt nếu độ lợi thích nghi γ là nhỏ. Độ lớn của γ phụ thuộc vào biên độ của tín hiệu mẫu và độ lợi của đối tượng. Vì vậy, không thể có một giới hạn an toàn. Do đó, luật MIT có thể cho một vòng kín không an toàn. Sự thiếu ổn định của luật MIT cho nên các nhà nghiên cứu đã tìm ra các phương pháp khác để thiết kế luật thích nghi như phương pháp Lyapunov hoặc phương pháp gradient và bình phương nhỏ nhất sai số (Ionnaou and Sun, 1996).

3.3.2. Gradient và phương pháp bình phương bé nhất dựa trên tiêu chí đánh giá hàm chi phí sai số

Phương pháp Gradient và các hàm chi phí được sử dụng cho việc triển khai luật thích nghi để ước lượng các tham số quan tâm θ trong mô hình tham số.

Phương pháp gradient bao gồm việc khai triển một phương trình sai số ước lượng đại số làm động cơ thúc đẩy việc lựa chọn một hàm chi phí gần đúng $J(\theta)$ mà nó là một hàm lồi trong toàn bộ không gian của $\theta(t)$. Sau đó, hàm chi phí sẽ được cực tiểu hóa theo tham số $\theta(t)$ bởi phương pháp gradient như sau:

$$\dot{\theta} = -\gamma \nabla J(\theta)$$

Phương pháp bình phương bé nhất là một phương pháp khá xưa được phát triển bởi Gauss ở thế kỷ 18, mà ở thời điểm đó ông ta sử dụng để xác định quỹ đạo của các hành tinh. Ý tưởng cơ bản của phương pháp này là xác định một mô hình toán học với một chuỗi các dữ liệu quan sát bằng cách cực tiểu hóa tổng bình phương của các hiệu số giữa dữ liệu quan sát và dữ liệu tính toán. Trong cách làm như vậy, nhiễu và sự không chính xác trong dữ liệu quan sát được hy vọng là không ảnh hưởng đến độ chính xác của mô hình toán học. Phương pháp bình phương bé nhất được sử dụng rộng rãi trong việc ước lượng tham số trong cả hai dạng hồi qui và không hồi qui. Phương pháp này thì đơn giản trong việc

áp dụng và phân tích trong trường hợp các tham số chưa biết xuất hiện trong dạng tuyến tính

$$z = Y^{*T} \theta$$

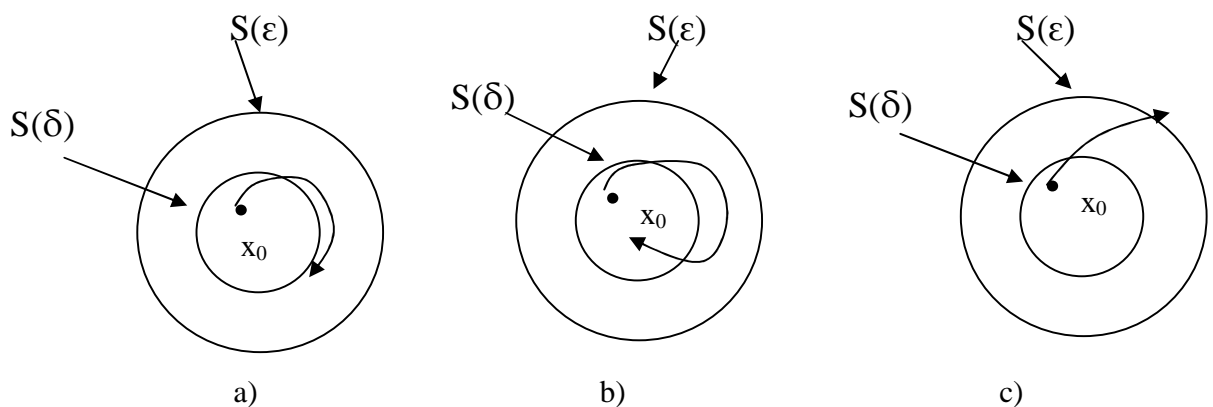
3.3.3. Hàm Lyapunov

Trong phương pháp này, lý thuyết về sự ổn định của Lyapunov (tiêu chuẩn ổn định thứ hai) có thể dùng để thiết kế luật thích nghi, đảm bảo sự ổn định cho hệ thống vòng kín. Do đó, sơ đồ điều khiển thích nghi dựa trên lý thuyết ổn định Lyapunov không gặp những trở ngại như sơ đồ sử dụng luật MIT.

Tiêu chuẩn ổn định thứ hai Lyapunov chỉ là điều kiện đủ, không phải là điều kiện cần. Nếu thỏa tiêu chuẩn thì hệ ổn định, nếu không thỏa thì vấn đề kết luận về tính ổn định còn bỏ ngõ, phụ thuộc vào cách chọn hàm mục tiêu xác định dương $V(x)$ và biến trạng thái x .

Minh họa tiêu chuẩn ổn định thứ hai Lyapunov:

Hình 3.5 (a), (b) và (c) biểu diễn các trạng thái cân bằng và những đường cong tiêu biểu tương ứng với hệ thống ổn định, ổn định tiệm cận và không ổn định. Trong hình 3.5 các vùng $S(\delta)$ giới hạn cho trạng thái ban đầu x_0 và vùng $S(\epsilon)$ tương ứng với giới hạn cho quỹ đạo xuất phát tại x_0 .



Hình 3.5 : Các trạng thái cân bằng

- a) Trạng thái cân bằng ổn định
- b) Trạng thái cân bằng tiệm cận
- c) Trạng thái cân bằng không ổn định

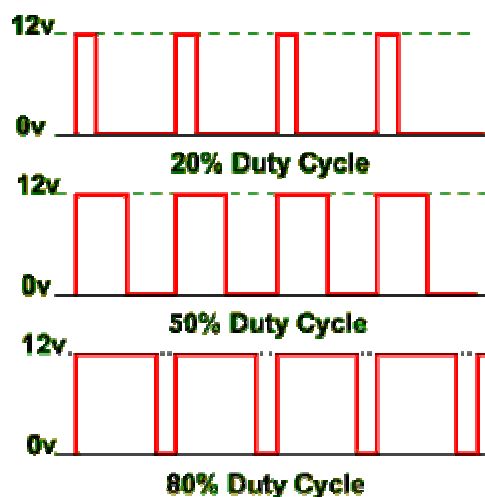
KẾT LUẬN CHƯƠNG 3

Chương này đã nêu lên một cách tổng quan về các phương pháp thực thi bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu (MRAC) với các định nghĩa và các tiêu chí của chúng. Sự thuận lợi hoặc khó khăn của các luật thích nghi cũng được trình bày một cách ngắn gọn và cụ thể. Thông qua sự phân tích này, trong chương kế tiếp, việc thiết kế bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu sẽ được dựa trên lý thuyết ổn định của Lyapunov (tiêu chuẩn ổn định thứ hai) nhằm đạt được một hệ thống điều khiển ổn định và có các tiêu chí về các hàm đặc tính như mong muốn.

CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI CHO ĐỘNG CƠ ĐIỆN MỘT CHIỀU CÓ MÔMEN QUÁN TÍNH THAY ĐỔI

4.1. BỘ CHỈNH LƯU

Chỉnh lưu thực hiện nhiệm vụ biến đổi dòng điện xoay chiều thành dòng điện một chiều. Sử dụng bộ chỉnh lưu PWM một pha. Với phương pháp PWM, điều chỉnh tốc độ của mô tơ thông qua việc điều chế độ rộng của xung, tức là thời gian "đầy xung" ("on") của chuỗi xung vuông cấp cho mô tơ. Việc điều chỉnh này sẽ tác động đến công suất trung bình cấp cho mô tơ và do đó sẽ thay đổi tốc độ của mô tơ cần điều khiển.



Như trên hình, với dãy xung điều khiển trên cùng, xung ON có độ rộng nhỏ nên động cơ chạy chậm. Nếu độ rộng xung ON càng lớn (như dãy xung thứ 2 và thứ 3) động cơ DC chạy càng nhanh

Ta có thể thay thế khối PWM bằng một khâu khuếch đại với hệ số khuếch đại bằng điện áp đặt vào phản ứng của động cơ.

Hàm truyền đạt của khâu chỉnh lưu cầu 3 pha:

$$W_{cl}(p) = \frac{K_{cl}}{T_{cl}p+1} \quad (4.1)$$

Trong đó:

$$K_{cl} = \frac{U_{udm}}{10} = \frac{220}{10} = 22 : \text{là hệ số khuếch đại của khâu chỉnh lưu.}$$

$$T_{cl} = 0,0017$$

4.2. ĐO LƯỜNG TỐC ĐỘ

Sử dụng máy phát tốc một chiều FT. Để đảm bảo yêu cầu là điện áp một chiều có chứa ít thành phần xoay chiều tần số cao và tỷ lệ với tốc độ động cơ, không bị trễ nhiều về giá trị và dấu so với biến đổi đại lượng đo, ta sử dụng máy phát tốc một chiều có từ thông không đổi trong toàn vùng điều chỉnh tốc độ. Vì vậy phải hạn chế tổn thất mạch từ bằng việc sử dụng vật liệu từ có từ trễ hẹp và sử dụng là thép kỹ thuật điện mỏng (hạn chế tổn thất dòng điện xoáy). Để loại bỏ sóng điều hoà tần số cao sử dụng bộ lọc lắp ở đầu ra máy phát tốc.

Hàm truyền đạt của máy phát tốc:

$$W_{ft}(s) = \frac{K_{ft}}{T_{ft}p+1} \quad (4.2)$$

Trong đó:

$$K_{ft} = \frac{W_{dm}}{10} \frac{209,4395}{10} = 0,0477 : \text{là hệ số khuếch đại của máy phát tốc.}$$

$$T_{ft} = 0,004 \text{ là hằng số thời gian của máy phát tốc.}$$

4.3. BIẾN DÒNG

Tính chất của bộ biến dòng là thay đổi giá trị của dòng điện vì thế bộ biến dòng có chứa phần khuếch đại. Lõi thép của bộ biến dòng phi tuyến mạnh nên hệ

có thời gian trễ tương đương như bộ chỉnh lưu ta cũng có hàm truyền của biến dòng.

Hàm truyền đạt của cảm biến dòng điện:

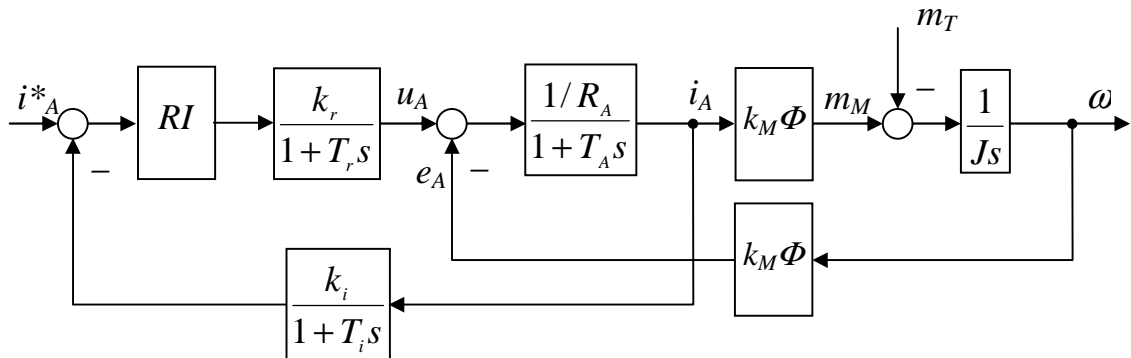
$$_{bd}(s) = \frac{K_{bd}}{T_{bd}s+1} \quad (4.3)$$

Trong đó:

$$K_{bd} = \frac{10}{I_{udm}} = \frac{10}{20} = 0.5 \text{ là hệ số khuếch đại của cảm biến dòng.}$$

$$T_{bd} = 0,001 \text{ là hằng số thời gian của cảm biến dòng.}$$

4.4. TỔNG HỢP MẠCH VÒNG DÒNG ĐIỆN



Hình 4.1: Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh dòng điện ĐMđl

Khi bỏ qua sức điện động cảm ứng của động cơ. Hàm truyền đạt ĐM_{đl}:

$$_{ĐMđl}(p) = \frac{1}{R_u \cdot p + 1} \quad (4.4)$$

Hàm truyền đạt của đối tượng bộ điều chỉnh dòng điện là S_{oi} có cấu trúc như sau:

$$S_{oi}(p) = \frac{K_{bd} \cdot K_{cl} / R_u}{(T_u p + 1)(T_{cl} p + 1)(T_{bd} p + 1)} = \frac{K}{(T_u p + 1)(T_{cl} p + 1)(T_{bd} p + 1)}$$

$$S_{oi}(p) = \frac{220,5 / 2,58}{(0,019p + 1)(0,0017p + 1)(0,001p + 1)} = \frac{4,2636}{(0,019p + 1)(0,0017p + 1)(0,001p + 1)}$$

Ở hàm truyền trên, các hằng số thời gian T_{cl} và T_{bd} là rất nhỏ so với hằng số thời gian T_u . Hàm truyền đối tượng $S_{oi}(s)$ trở thành khâu quán tính bậc 2.

$$S_{oi}(p) = \frac{K}{(T_u p + 1)(T_{\Sigma dd} p + 1)} \quad (4.5)$$

$$T_{\Sigma dd} = T_{cl} + T_{bd} = 0,0027$$

$$S_{oi}(p) = \frac{4,2636}{(0,019p + 1)(0,0027p + 1)}$$

Áp dụng phương pháp tối ưu modul cho đối tượng là khâu quán tính bậc 2, ta có bộ điều khiển sẽ là khâu tỷ lệ - tích phân (PI):

$$R_I(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_I p} \right)$$

$$\text{Với } T_I = T_u = 0,019;$$

$$K_p = \frac{T_I}{2KT_{\Sigma dd}} = 2,0248$$

Vậy hàm truyền của bộ điều khiển mạch vòng dòng điện sẽ là:

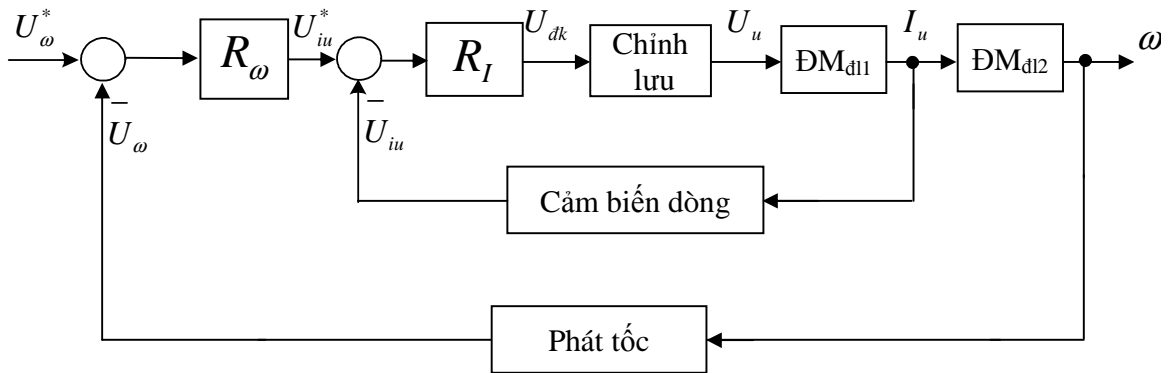
$$R_I(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_I p} \right) = 2,0248 \left(1 + \frac{1}{0,019p} \right)$$

$$G_I(P) = \frac{1}{K_{bd}} \frac{1}{2T_{\Sigma dd} P(T_{\Sigma dd} P + 1) + 1} = \frac{1}{K_{bd}} \cdot \frac{1}{2T_{\Sigma dd}^2 p^2 + 2T_{\Sigma dd} P + 1}$$

$$\approx \frac{1}{K_{bd}} \cdot \frac{1}{2T_{\Sigma dd} P + 1}$$

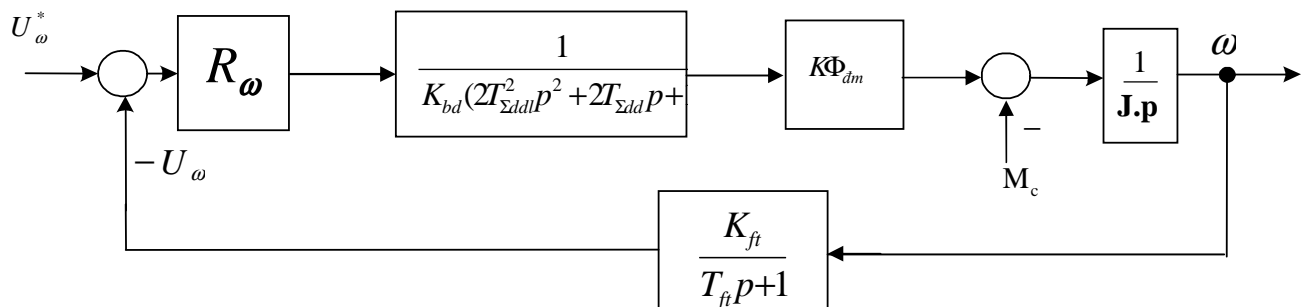
4.5. TỔNG HỢP MẠCH VÒNG TỐC ĐỘ

Sơ đồ cấu trúc của mạch vòng như sau:



Hình 4.2: Cấu trúc mạch vòng điều chỉnh tốc độ có mạch vòng điều chỉnh dòng điện ĐMđl

Để đơn giản ta tổng hợp mạch vòng tốc độ khi đã tổng hợp được mạch vòng dòng điện nghĩa là sử dụng các kết quả và các giả thiết trước (tức là $E = 0$). Ta có mô hình đối tượng có mạch vòng điều chỉnh tốc độ với bộ điều chỉnh tốc độ R_ω như hình:



Hình 4.3: Cấu trúc thu gọn mạch vòng điều chỉnh tốc độ có mạch vòng điều chỉnh dòng điện ĐMđl

Từ đó ta cũng có hàm truyền đạt của đối tượng bộ điều chỉnh tốc độ là S_{ow} :

$$S_{ow}(p) = \frac{(K.\Phi_{dm}.K_{ft})/(K_{dd}.J)}{p(2T_{\Sigma dd}^2 p^2 + 2T_{\Sigma dd}p + 1)(T_{ft}p + 1)} \quad (4.6)$$

Để thuận tiện cho việc tính toán ta có thể tính gần đúng hàm truyền của đối tượng bộ điều chỉnh. Lúc đó là:

$$S_{ow}(p) = \frac{(K.\Phi_{dm}.K_{ft})/(K_{dd}.J)}{p(2T_{\Sigma dd}p + 1)(T_{ft}p + 1)}$$

Trong đó hằng số thời gian $T_{\Sigma dd} = 0,0027$ và $T_{ft} = 0,004$ là rất nhỏ nên có thể đặt $T_{\Sigma d} = 2T_{\Sigma dd} + T_{ft} = 0,0067$. Lúc này ta có thể xấp xỉ hàm truyền:

$$S_{ow}(p) = \frac{K.\Phi_{dm}.K_{ft}}{K_{bd}.J} \cdot \frac{1}{p(T_{\Sigma d}p + 1)} = \frac{b}{p(T_{\Sigma d}p + 1)} \quad (4.7)$$

$$S_{ow}(p) = \frac{b}{p(0,0067p + 1)}$$

$$b = \frac{K.\Phi_{dm}.K_{ft}}{K_{bd}.J}$$

Áp dụng nguyên tắc tối ưu đối xứng, chọn bộ điều khiển PI có dạng:

$$R_{\omega}(p) = K_p \left(1 + \frac{1}{T_i p} \right)$$

Do tham số J biến đổi nên tham số b cũng biến đổi. Do đó bộ điều khiển kinh điển không thể tự cập nhật theo thông số b của quá trình được. Vấn đề đặt ra là thiết kế một bộ điều khiển sao cho nó có thể thích nghi với quá trình khi thông số b thay đổi theo thời gian trong một khoảng tương đối rộng. Bộ điều khiển thích nghi mô hình tham chiếu (MRAS) có thể giải quyết bài toán này.

4.6. GIẢI THUẬT

Hàm truyền đạt của vòng hở:

$$G(s) = \frac{W(s)}{W_T(s)} = \frac{b}{s(0,0067s + 1)} \quad (4.8)$$

$$(0,0067s^2 + s)W(s) = bU(s)$$

$$(0,0067p^2 + p)W = bU \quad (4.9)$$

Luật điều khiển:

Chọn K_p là tham số điều khiển

$$U = K_p(W_{dm} - W) \quad (4.10)$$

Thay (4.3) vào (4.2) ta được:

$$(0,0067p^2 + p)W = bK_p(W_{dm} - W)$$

$$(0,0067p^2 + p + bK_p)W = bK_pW_{dm} \quad (4.11)$$

$$W = \frac{bK_p}{(0,0067p^2 + p + bK_p)}W_{dm} \quad (4.12)$$

Sai số hệ thống vòng kín:

$$e = W - W_m \quad (4.13)$$

W_m ngõ ra tốc độ của hàm truyền mẫu

Từ phương trình (4.5) suy ra độ nhạy của sai số theo tỉ lệ K_p :

$$\begin{aligned} \frac{\partial e}{\partial K_p} &= \frac{\partial W}{\partial K_p} = \frac{b(0,0067p^2 + p + bK_p) - b^2K_p}{(0,0067p^2 + p + bK_p)^2} W_{dm} \\ \frac{\partial e}{\partial K_p} &= \frac{b(0,0067p^2 + p)}{(0,0067p^2 + p + bK_p)^2} W_{dm} \end{aligned} \quad (4.14)$$

Do đó theo luật MIT, luật cập nhật hệ số tỉ lệ K_p có dạng:

$$\frac{dK_p}{dt} = -\gamma' e \frac{\partial e}{\partial k} = -\gamma' (W - W_m) \left[\frac{b(0,0067p^2 + p)}{(0,0067p^2 + p + bK_p)^2} \right] W_{dm} \quad (4.15)$$

Phương trình (4.8) không thể sử dụng trực tiếp để cập nhật hệ số tỉ lệ Kp của bộ điều khiển được do thông số b của quá trình là không biết được. Do đó phải sử dụng phép xấp xỉ để loại bỏ đi thông số chưa biết này.

Hàm truyền đạt mong muốn của hệ thống vòng kín:

$$G_m(s) = \frac{W_m(s)}{W_{dm}(s)} = \frac{20}{0,0067p^2 + p + 20}$$

$$(0,0067p^2 + p + 20)W_m(s) = 20W_{dm}(s) \quad (4.16)$$

$$W_m = \frac{20W_{dm}}{(0,0067p^2 + p + 20)} \quad (4.17)$$

Khi hàm truyền đạt của hệ thống đạt tới hàm truyền đạt mong muốn thì phương trình (4.4) sẽ đạt tới phương trình mong muốn (4.9):

$$(0,0067p^2 + p + bKp)W = bKpW_{dm} \text{ trùng } (0,0067p^2 + p + 20)W_m = 20W_{dm}$$

Hay $bKp = 20$. Do đó phương trình (4.8) có thể xấp xỉ:

$$\frac{dKp}{dt} = -\gamma' e \frac{\partial e}{\partial k} = -\gamma'(W - W_m) \left[\frac{b(0,0067p^2 + p)}{(0,0067p^2 + p + 20)^2} \right] W_{dm} \quad (4.18)$$

Hơn nữa, đặt $\gamma = \gamma' b$, một lần nữa phương trình (4.11) có thể xấp xỉ:

$$\frac{dKp}{dt} = -\gamma(W - W_m) \left[\frac{(0,0067p^2 + p)}{(0,0067p^2 + p + 20)^2} \right] W_{dm} \quad (4.19)$$

Phương trình (4.12) đã loại bỏ thông số b qua 2 lần xấp xỉ do đó có thể sử dụng để cập nhật hệ số tỉ lệ Kp của bộ điều khiển.

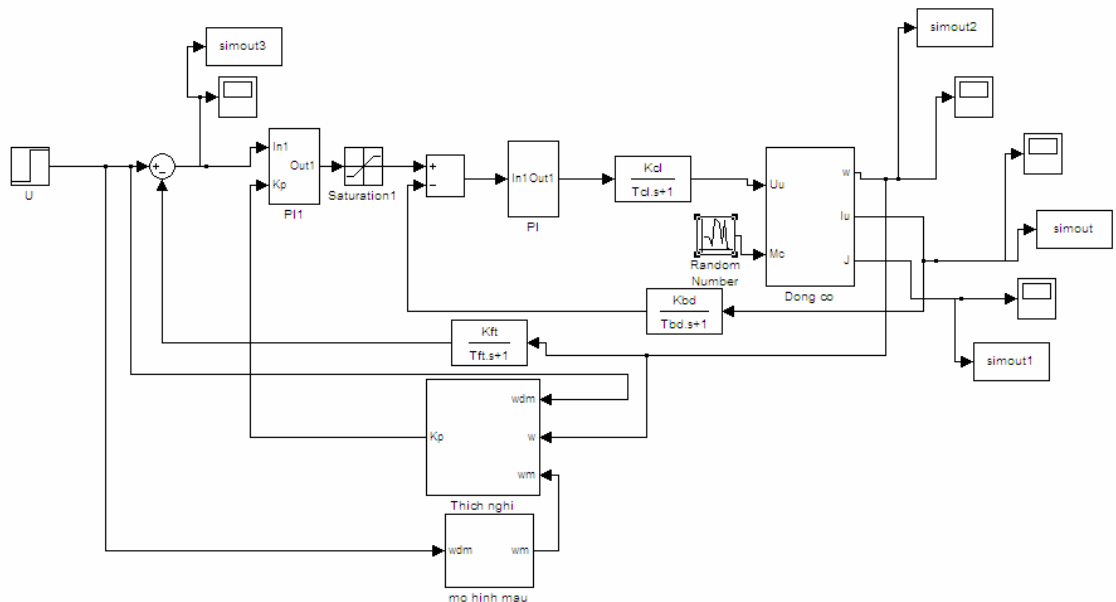
Với 2 phép xấp xỉ này thì hàm truyền đạt vòng kín của hệ thống chỉ có thể hội tụ về hàm truyền đạt vòng kín mong muốn khi thông số γ được chọn đủ nhỏ, phép xấp xỉ $\gamma = -\gamma' b$ đã gộp thông số b thay đổi theo thời gian vào γ , hay nói cách khác γ cũng trở thành thay đổi theo thời gian.

γ tượng trưng cho tốc độ hội tụ về hàm truyền đạt vòng kín mong muốn của hệ thống (tốc độ thích nghi). Do đó nếu γ nhỏ khi thông số b nhỏ hệ thống sẽ hội tụ chậm. Nếu γ lớn khi thông số b lớn, tính ổn định của hệ thống sẽ không được đảm bảo và hệ thống sẽ không điều khiển được. Như vậy , bộ điều khiển chỉ có thể thích nghi khi thông số b của quá trình thay đổi trong một giới hạn cho phép.

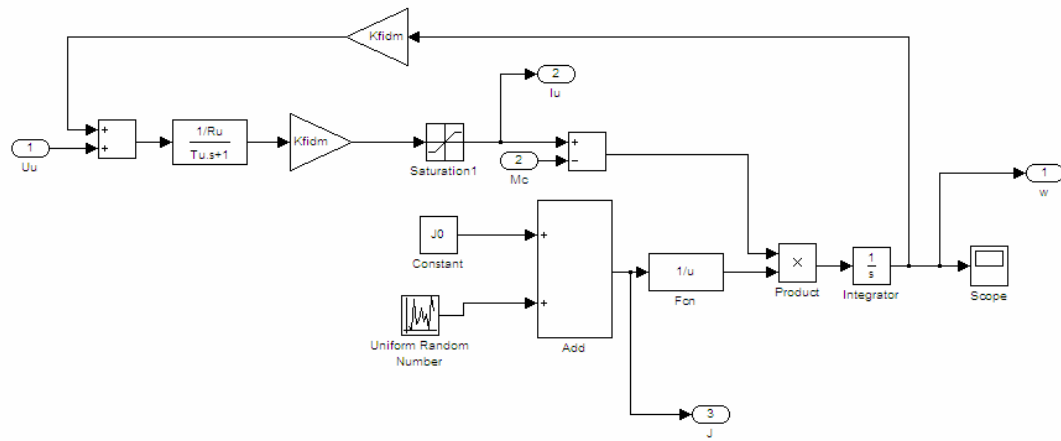
Phép xấp xỉ $bK_p = 20$ không ảnh hưởng đáng kể đến chất lượng điều khiển vì một khi hệ thống vòng kín tiến đến hàm truyền đạt mong muốn thì phép xấp xỉ này cũng tiến đến một phép toán chính xác.

Tóm lại, tính ổn định của hệ thống phụ thuộc nhiều vào thông số b của quá trình. Việc lựa chọn thông số γ của bộ điều khiển thích nghi phải căn cứ vào tầm thay đổi của thông số b khi hệ thống hoạt động.

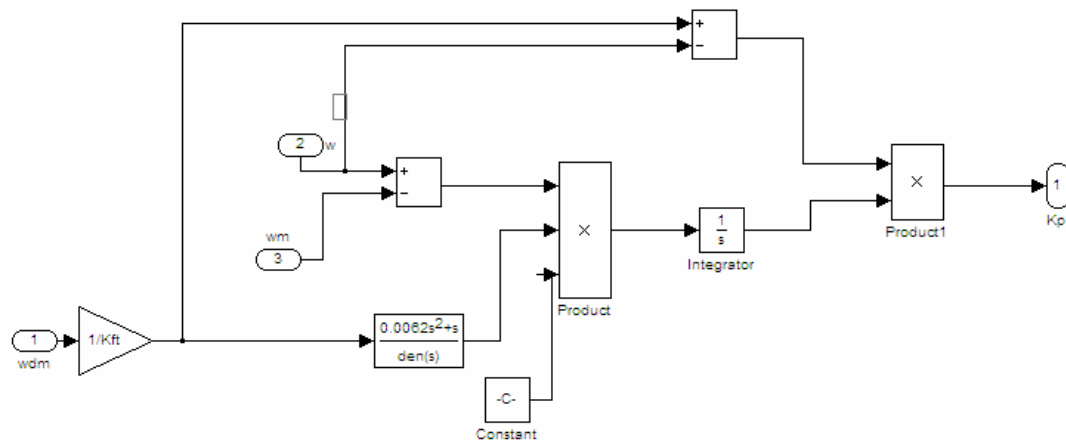
4.7. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG



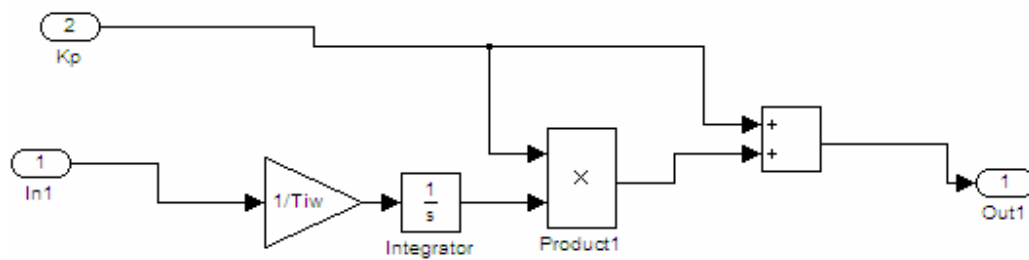
Khối động cơ:



Khối thích nghi:



Khối luật điều khiển:



KẾT LUẬN CHƯƠNG 4

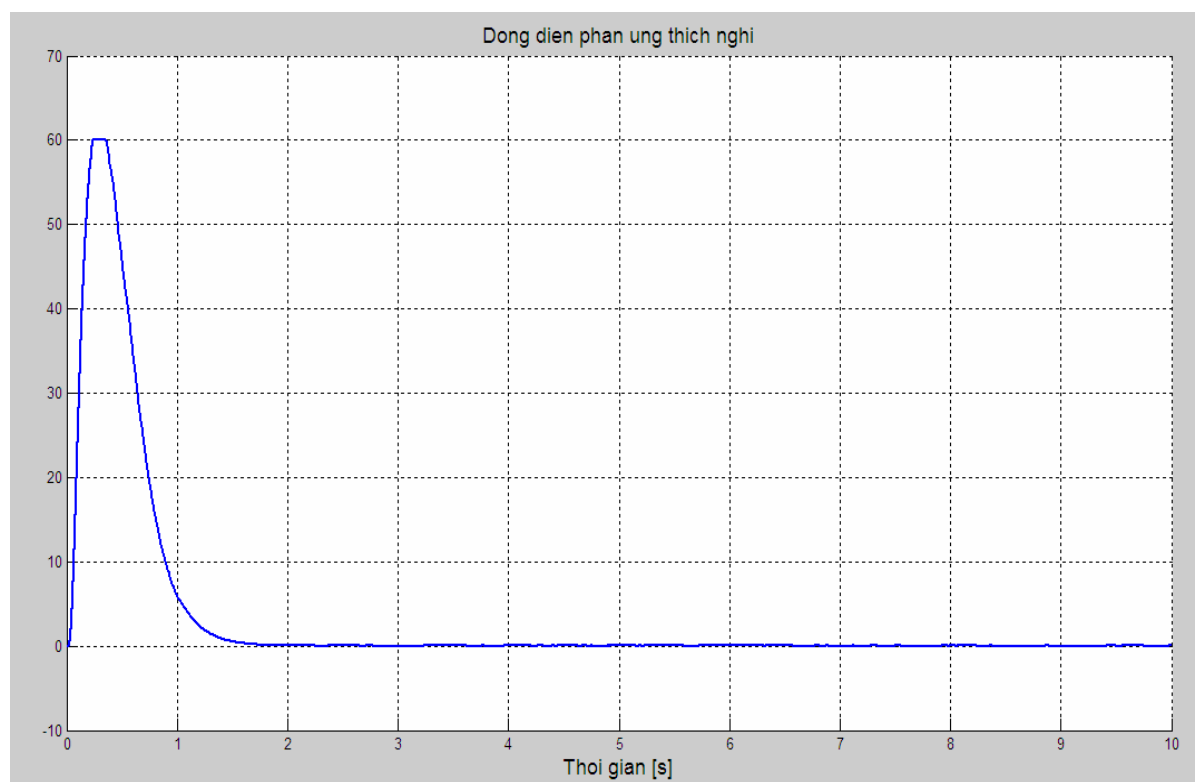
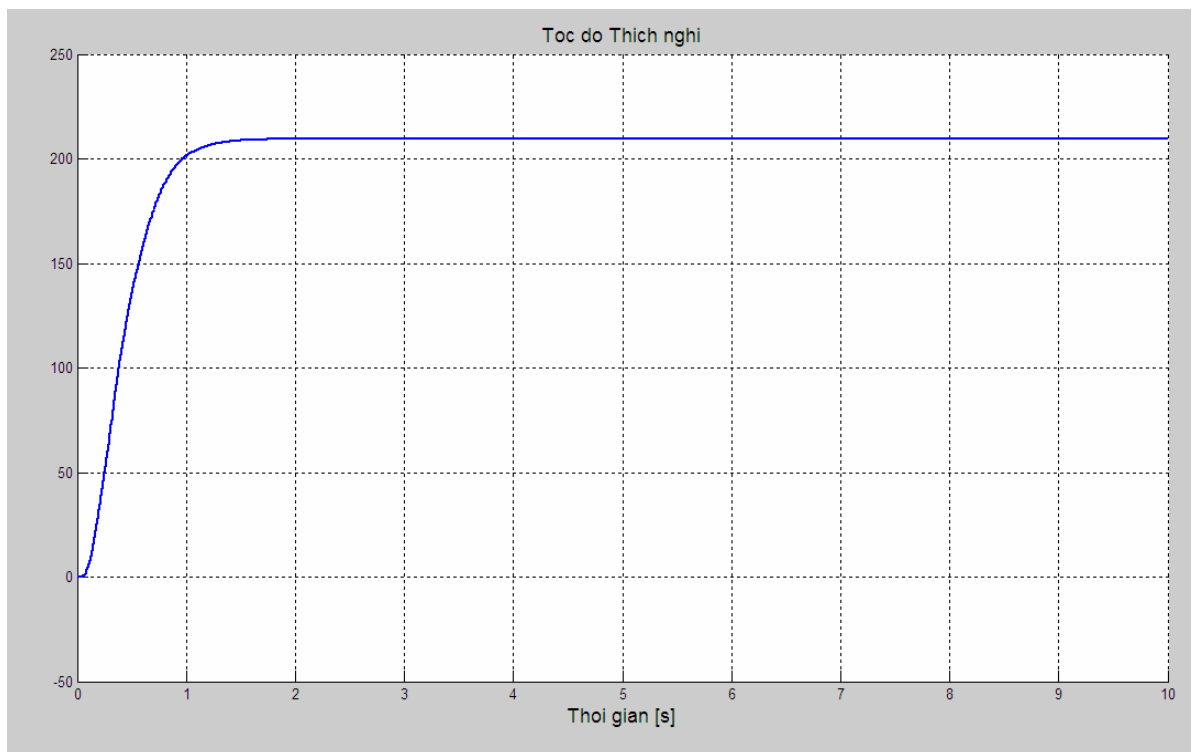
Nội dung chương này ứng dụng bộ điều khiển thích nghi theo mô hình mẫu với luật thích nghi MIT đã thiết kế được bộ điều khiển PID thích nghi cho động cơ điện một chiều trong trường hợp mômen quán tính của động cơ thay đổi.

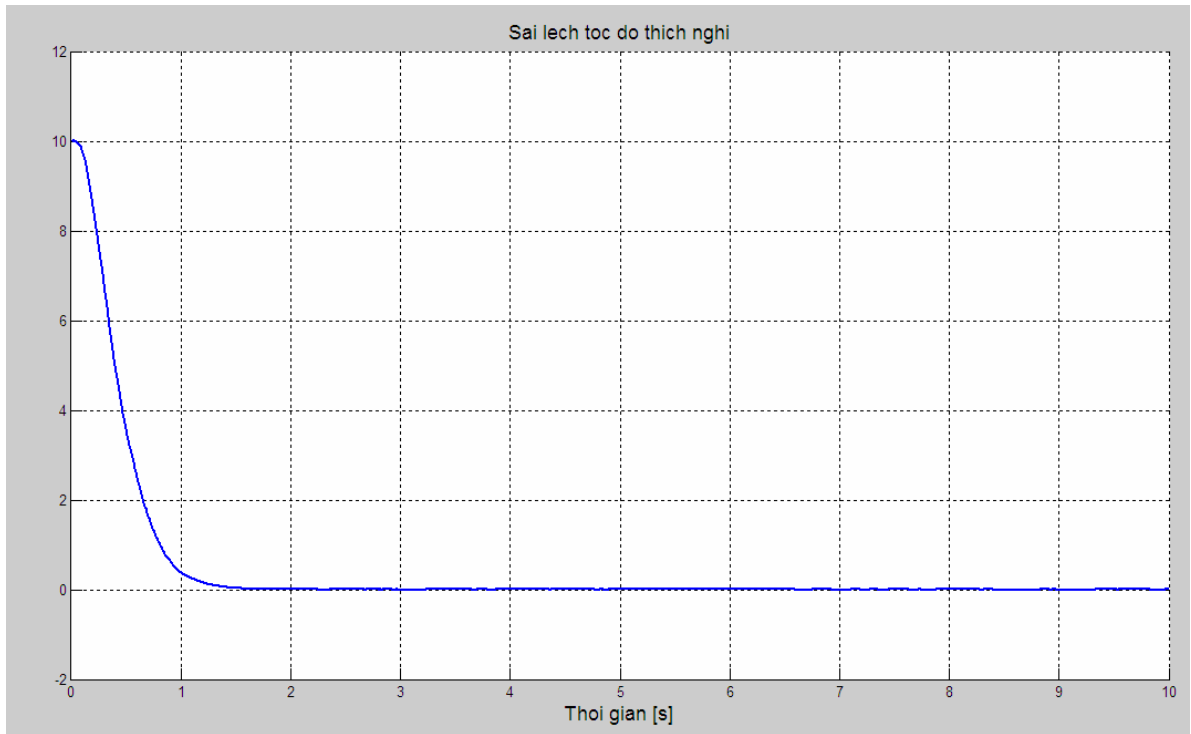
CHƯƠNG 5 KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

5.1. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI

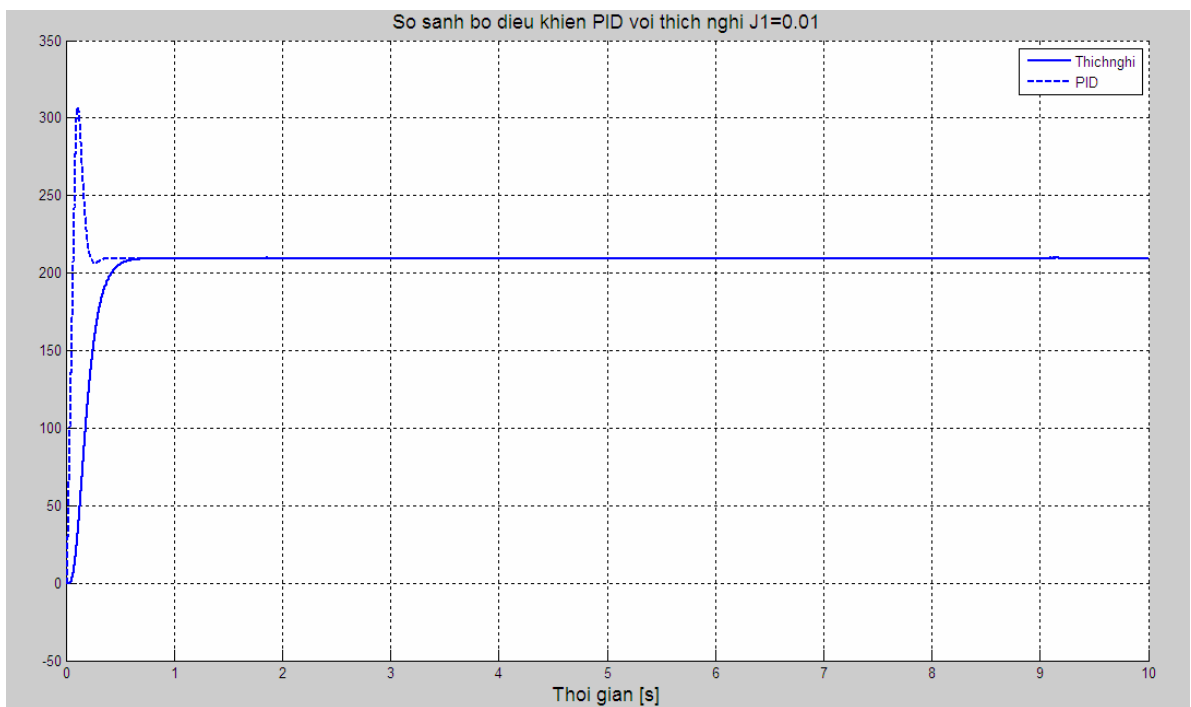
Tầm thay đổi của mômen quán tính tải J1 là $[0 \div 0.5]$, tốc độ đặt $W = 209$ rad/s.



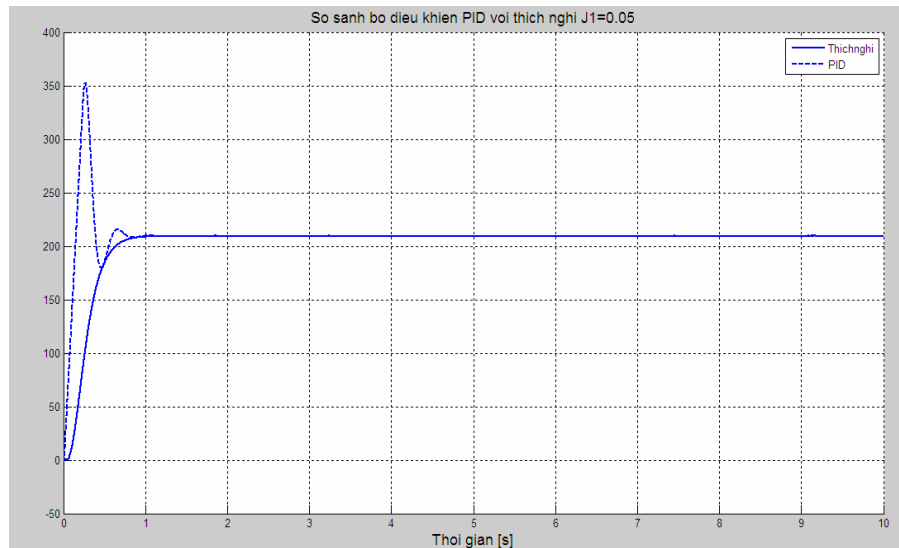




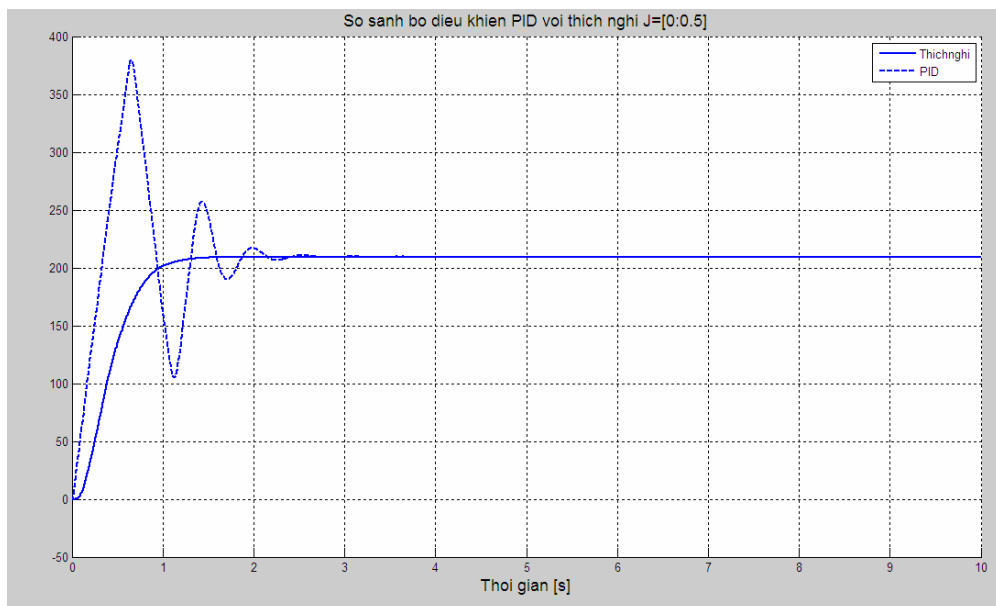
5.2. SO SÁNH BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG TRƯỜNG HỢP MÔMEN QUÁN TÍNH TẢI $J_1 = 0.01 \text{kg.m}^2$



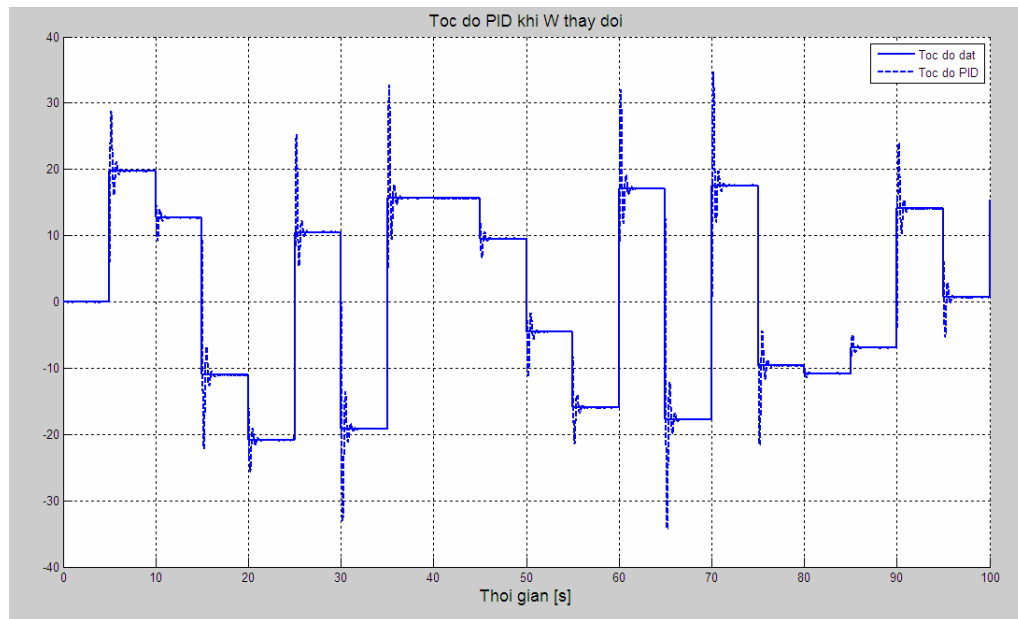
5.3. SO SÁNH BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG TRƯỜNG HỢP MÔMEN QUÁN TÍNH TẢI $J_1 = 0.05 \text{ kg.m}^2$



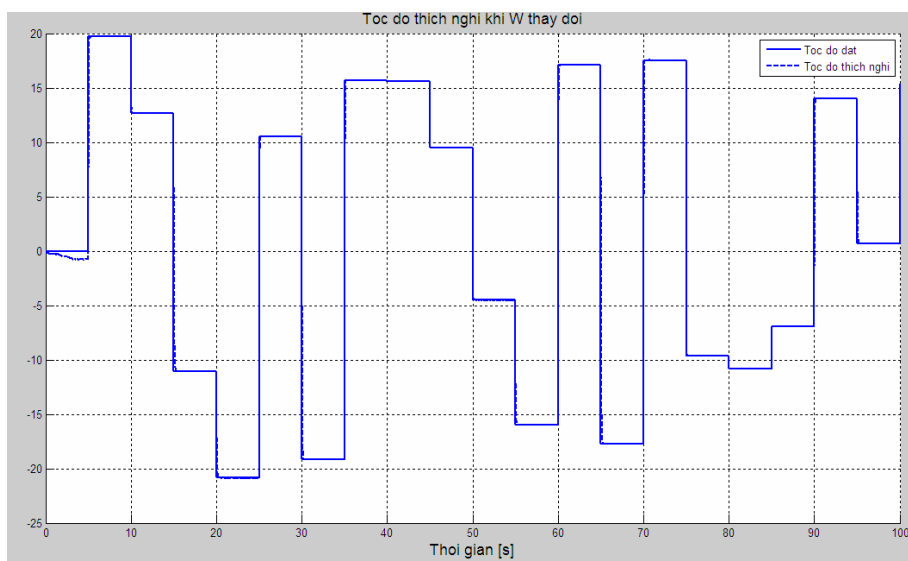
5.4. SO SÁNH BỘ ĐIỀU KHIỂN PID VỚI BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG TRƯỜNG HỢP MÔMEN QUÁN TÍNH TẢI $J_1 = [0:0.5] \text{ kg.m}^2$



5.5. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN PID KHI TỐC ĐỘ CỦA ĐỘNG CƠ THAY ĐỔI



5.6. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI KHI TỐC ĐỘ CỦA ĐỘNG CƠ THAY ĐỔI



KẾT LUẬN CHƯƠNG 5

Với kết quả mô phỏng ở trên ta nhận thấy rằng với bộ điều khiển thích nghi như đã thiết kế thì chất lượng của hệ thống luôn luôn được đảm bảo khi mômen quán tính của động cơ thay đổi.

Kết quả mô phỏng thu được hoàn toàn phù hợp với các kết quả nghiên cứu lý thuyết, điều này chứng tỏ rằng thuật toán và cách thức xây dựng bộ điều khiển thích nghi là đúng đắn và chính xác.

Sai lệch tĩnh, độ quá điều chỉnh, thời gian quá độ, số lần dao động của hệ truyền động đều tốt, nhất là độ quá điều chỉnh và thời gian quá độ nhỏ.

Kết quả mô phỏng một lần nữa đã minh chứng và khẳng định rằng việc áp dụng bộ điều khiển thích nghi hoàn toàn có thể đảm ứng được yêu cầu chất lượng điều khiển của hệ truyền động.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

1. Những đóng góp của luận văn

Mục tiêu của các hệ thống điều khiển là ngày càng nâng cao chất lượng các hệ thống điều khiển tự động. Trên thực tế có rất nhiều đối tượng cần điều khiển, các đối tượng này thông thường không có đủ các tham số cần thiết, chính vì vậy nên việc thiết kế các bộ điều khiển dựa trên lý thuyết điều khiển kinh điển gặp rất nhiều khó khăn. Chính vì các lý do này đòi hỏi chúng ta phải ứng dụng các lý thuyết điều khiển hiện đại vào trong thực tế. Luận văn chú trọng một mảng nghiên cứu xây dựng hệ điều khiển cho hệ truyền động cụ thể là Động cơ điện một chiều dựa trên nền tảng các lý thuyết điều khiển cao cấp.

Với kết quả thu được từ mô phỏng, đã đóng góp được các vấn đề sau:

- + Đã xây dựng được bộ điều khiển thích nghi cho Động cơ điện một chiều khi mômen quán tính của động cơ thay đổi.
- + Với bộ điều khiển mà luận văn đã xây dựng, các thông số về chất lượng điều chỉnh như sai lệch tĩnh, độ quá điều chỉnh, thời gian quá độ, số lần dao động của hệ truyền động đều tốt, nhất là độ quá điều chỉnh và thời gian quá độ rất nhỏ. Như vậy bộ điều khiển đã nghiên cứu trong luận văn hoàn toàn đáp ứng được các yêu cầu về chất lượng điều khiển cho hệ truyền động và có khả năng ứng dụng vào thực tế điều khiển.
- Như vậy, quá trình thực hiện luận văn này, tác giả đã giải quyết trọn vẹn được vấn đề đã đặt ra. Tuy nhiên với thời gian nghiên cứu hạn chế và do phạm vi giới hạn của vấn đề đã đặt ra, luận văn chưa đề cập đến việc nhận dạng các thông số của động cơ mà chỉ chọn một động cơ khác có thông số tương, và đây chính là vấn đề tác giả dự định sẽ tiếp tục phát triển nghiên cứu trong thời gian đến.

2. Những kiến nghị về hướng nghiên cứu tiếp theo

- Thiết kế bộ điều khiển thích nghi cho động cơ điện bất kỳ.

DANH MỤC TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Bùi Quốc Khánh, Nguyễn Văn Liễn, Phạm Quốc Hải, Dương Văn Nghị (2008), *Điều chỉnh tự động truyền động điện*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, tr.15-38.
- [2] Nguyễn Doãn Phước (2007), *Lý thuyết điều khiển nâng cao*, In lần thứ hai - có sửa đổi và bổ sung, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội tr.26-56.
- [3] Nguyễn Doãn Phước, Phan Xuân Minh (2001), *Nhận dạng hệ thống điều khiển*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, tr.12-46.
- [4] Nguyễn Đình Thúc (2000), *Trí Tuệ Nhân Tạo - Mạng Noron - Phương pháp và ứng dụng*, Nhà xuất bản giáo dục, tr.16-38.
- [5] Nguyễn Phùng Quang (2005), *Matlab & Simulink*, Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, tr.6-65.
- [6] PGS.TS Nguyễn Thị Phương Hà (2005), *Điều khiển thích nghi*, Giáo trình dành cho học viên cao học, ĐH Bách khoa Tp Hồ Chí Minh, tr.12-28.
- [7] Phạm Hữu Đức Dục, Nguyễn Công Hiền, (2005), *Nghiên cứu ứng dụng mạng noron trong điều khiển thích nghi hệ thống có thông số biến thiên*, Luận án tiến sĩ kỹ thuật, tr.12-48.
- [8] Phạm Hữu Đức Dục (2009), *Mạng noron và ứng dụng trong điều khiển tự động*, Nhà xuất bản Khoa học và kỹ thuật, Hà Nội, tr.8-28.
- [9] Phan Văn Hiền (2005), *Nghiên cứu điều khiển vị trí hệ phi tuyến ứng dụng mạng noron*, Báo cáo tổng kết đề tài Khoa học và Công nghệ cấp Bộ, Mã số B2005.15.53, tr.16-38.
- [10] M.Norgaard.O.Ravn.NK. Poulsen and I.K.Hansen (2000), *Neural Network for Modelling and Control of Dynamic System*, Master thesis in Electrical Engineering, National Central University, pp.12-49.

PHỤ LỤC

%Thong so dong co

```

Pdm=3750;           %Cong suat dinh muc (w)
Uudm=220;           %Dien ap dinh muc (V)
ndm=2000;           % Toc do dinh muc [v/p]
Ru=2.58;            % Dien tro phan ung cua dong co[?]
Lu=0.049;           % Dien khang phan ung cua dong
co[H]
J0=0.0185;          % Mo men quan tinh[kg.m2]
J1=0;               % Mo men quan tinh tai
J=J1+J0;
kM = 0.17;          % He so cau tao cua dong co
kE = (2*pi*kM)/60;  % He so suc dien dong cua dong co
Tu=Lu/Ru            % Hang so thoi gian mach phan ung
wdm=ndm*2*pi/60     % Toc do goc [rad/s]
Mdm=Pdm/wdm;        % Mo men dinh muc [Nm]
Iudm=20;            % Dong dien phan ung dinh muc [A]
Eudm=Uudm-Ru*Iudm;  % Suc dien dong dinh muc [V]
Kfidm=Mdm/Iudm;     %Tu thong dinh muc [Wb]
Tu=Lu/Ru;           % Hang so thoi gian mach phan ung
% Thong so cua bo chinh lưu
%-----
Uf=220;
Urcm=10;
Kcl=Uudm/Urcm;      % He so khuech dai cua bo chinh lưu

```



```

Tcl=0.0001          % Hang so thoi gian mach chinh luu
% Thong so cua bo phat toc
%-----
--

Kft=10/wdm          % He so khuyech dai bo phat toc
Tft=0.004;          % Hang so thoi gian bo phat toc
%Thong so bo bien dong
Kbd=10/Iudm;
Tbd=0.001;
%Bo qua anh huong cua SDD cam ung
Ko=Kcl*Kbd/Ru
Tsi=Tcl+Tbd;
%Thong so bo dieu khien PI vong dong dien (Toi uu
modul)
Tii=Tu;
Kpi=Tu/(2*Ko*Tsi)
%-----
Ks=(Kfidm*Kft)/Kbd;
Tsw=2*Tsi+Tft;
%Thong so bo dieu khien PI vong toc do (Toi uu doi
xung)
a=9;
Tiw=a*Tsw
Kpw=J/(Ks*Tsw*sqrt(a))

```

```

clc; clear;
thongso_ok; % Chay m File
%% -----

sim('haivongkin');

figure(1); % dung figire 1
hold on; % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout2(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Toc do PID','FontSize',13)
hold off;
%% -----

sim('haivongkin');

figure(2); % dung figire 2
hold on; % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Dong dien phan ung PID','FontSize',13)
hold off;
% -----

```

```
sim('haivongkin');
```

```
figure(3); % dung figure 3
```

```
hold on; % ve nhieu hinh len 1 figure
```

```
grid on;
```

```
plot(tout,simout3(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
```

```
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
```

```
title('Sai lech toc do PID' , 'FontSize',13)
```

```
hold off;
```

```
% -----
```

```
sim('thichnghi2');
```

```
figure(4); % dung figure 4
```

```
hold on; % ve nhieu hinh len 1 figure
```

```
grid on;
```

```
plot(tout,simout2(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
```

```
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
```

```
title('Toc do Thich nghi','FontSize',13);
```

```
hold off;
```

```
% -----
```

```
sim('thichnghi2');
```

```
figure(5); % dung figure 5
```

```

hold on;      % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Dong dien phan ung thich nghi','FontSize',13);
hold off;

% -----

sim('thichnghi2');

figure(6); % dung figure 6
hold on;   % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout3(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Sai lech toc do thich nghi','FontSize',13);
hold off;

% -----

sim('Sosanh_PID_thichnghi');
figure(7); % dung figure 7
hold on;   % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
plot(tout,simout(:,2),'--','LineWidth',1.5); % ve

```

```

legend('Thichnghi','PID') % Chu thich duong ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('So sanh bo dieu khien PID voi thich
nghi','FontSize',13)
hold off;

% -----
sim('Sosanh_PID_thichnghi1');
figure(8); % dung figure 8
hold on; % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
plot(tout,simout(:,2),'--','LineWidth',1.5); % ve
legend('Thichnghi','PID') % Chu thich duong ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('So sanh bo dieu khien PID voi thich nghi
J1=0.01','FontSize',13)
hold off;

% -----
sim('Sosanh_PID_thichnghi2');
figure(9); % dung figure 9
hold on; % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
plot(tout,simout(:,2),'--','LineWidth',1.5); % ve
legend('Thichnghi','PID') % Chu thich duong ve

```

```

xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('So sanh bo dieu khien PID voi thich nghi
J1=0.05','FontSize',13)
hold off;
% -----
sim('Sosanh_PID_thichnghi3');
figure(10); % dung figure 10
hold on;    % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
plot(tout,simout(:,2),'--','LineWidth',1.5); % ve
legend('Thichnghi','PID') % Chu thich duong ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('So sanh bo dieu khien PID voi thich nghi
J1=0.1','FontSize',13)
hold off;
% -----
sim('Sosanh_PID_thichnghi4');
figure(10); % dung figure 10
hold on;    % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
plot(tout,simout(:,2),'--','LineWidth',1.5); % ve
legend('Thichnghi','PID') % Chu thich duong ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);

```

```

title('So sanh bo dieu khien PID voi thich nghi
J1=0.5','FontSize',13)
hold off;
% -----
sim('haivongkin1');
figure(12); % dung figure 12
hold on;    % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout2(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Toc do PID','FontSize',13)
hold off;
%% -----

sim('haivongkin1');
figure(13); % dung figure 13
hold on;    % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Dong dien phan ung PID','FontSize',13)
hold off;
% -----

sim('haivongkin1');

```

```

figure(14); % dung figire 14
hold on;    % ve nhieu hinh len 1 figure
grid on;
plot(tout,simout3(:,1),'-','LineWidth',1.5); % ve
xlabel('Thoi gian [s]','FontSize', 13);
title('Sai lech toc do PID' , 'FontSize',13)
hold off;
% -----

```