

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

**NGUYỄN VĂN TRƯỜNG**

**ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG**  
**ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ TỦ SẤY DƯỠC LIỆU**

**Chuyên ngành : Tự động hóa**

**Mã số: 60.52.60**

**TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

**Đà Nẵng - Năm 2012**

Công trình được hoàn thành tại  
**ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

**Người hướng dẫn khoa học: PGS.TS. ĐOÀN QUANG VINH**

Phản biện 1: **TS. NGUYỄN BÊ**

Phản biện 2: **TS. NGUYỄN HOÀNG MAI**

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 05 tháng 01 năm 2013.

*\* Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng
- Trung tâm Học liệu, Đại học Đà Nẵng

## MỞ ĐẦU

### 1. Tính cấp thiết của đề tài

- Trong các hệ điều khiển ta thường không biết giá trị chính xác của các tham số của hệ thống, các tham số của hệ thống bị thay đổi sau một thời gian sử dụng, hay không có đủ thông tin về các tham số đó. Khi đó các phương pháp điều khiển cổ điển không áp dụng được hoặc cho các kết quả điều khiển không chính xác. Để giải quyết vấn đề này, người ta đã xây dựng lý thuyết điều khiển thích nghi.

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

- Nhiệt độ tủ sấy đốt bằng điện trở là một đối tượng có tính trễ và phi tuyến, các tham số của quá trình nhiệt thay đổi tùy thuộc vào tải (khối lượng vật trong tủ sấy).

- Thực trạng các tủ sấy tại công ty hiện nay đang sử dụng các bộ điều khiển theo phương pháp On-Off, và các phương pháp hiện đại: P, PI, PID, PD. Với phương pháp On-Off, chất lượng điều khiển thấp. Với phương pháp điều khiển PID, khi tham số của quá trình điều khiển thay đổi thì các thông số của bộ điều khiển PID cần phải được tính toán cài đặt lại.

- Các thiết bị với tính năng điều khiển chính xác, chất lượng cao, thì đồng thời giá thành hệ thống cũng quá cao. Bên cạnh đó,

việc làm chủ công nghệ là điều cần thiết trong thời đại hội nhập kinh tế thế giới hiện nay.

- Việc nghiên cứu ứng dụng một phương pháp điều khiển hiện đại vào thực tiễn, cụ thể ở đây là để điều quá trình nhiệt của tủ sấy dược liệu, (trước mắt ứng dụng trong tủ sấy của phòng thí nghiệm) là hoàn toàn cần thiết và phù hợp với yêu cầu của công ty trong hoàn cảnh hiện nay.

Đó là lý do tôi lựa chọn đề tài:

“ỨNG DỤNG ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI TRONG ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ CHO TỦ SẤY DƯỢC LIỆU”.

## **2. Mục tiêu nghiên cứu**

- Thiết kế bộ điều khiển nhiệt độ nhằm nâng cao chất lượng trong điều khiển nhiệt độ tủ sấy.

- Nghiên cứu nắm vững luật điều khiển thích nghi.

## **3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu**

### **a. Đối tượng nghiên cứu:**

Đối tượng nghiên cứu: là quá trình nhiệt độ của tủ sấy dược liệu loại nhỏ dùng trong phòng thí nghiệm, có kích thước vỏ ngoài 40x25x25 (cm<sup>3</sup>), công suất 1kW, điện áp 220 VAC.

### **b. Phạm vi nghiên cứu**

Nghiên cứu ứng dụng phương pháp điều khiển thích nghi sử dụng mô hình mẫu – MRAS.

#### **4. Phương pháp nghiên cứu**

Đề tài nghiên cứu được thực hiện theo phương pháp như sau:

- Nghiên cứu về lý thuyết: tìm kiếm, tổng hợp các tài liệu có liên quan. Dùng thiết bị để đo đạc và tìm ra hàm truyền đạt đối tượng.

- Sau khi có hàm truyền đạt, tiến hành tính toán thông số bộ điều khiển thích nghi cho tủ sấy.

- Từ kết quả tính toán, sử dụng Matlab để mô phỏng và kiểm chứng kết quả.

#### **5. Ý nghĩa của đề tài**

Nếu đề tài được thực hiện thành công:

- Nâng cao chất lượng, độ chính xác trong điều khiển quá trình nhiệt của tủ sấy.

- Làm chủ được công nghệ điều khiển hiện đại.

- Kết quả thu được có thể được áp dụng cho nhiều thiết bị với sự mở rộng hơn là áp dụng cho các đối tượng lò nhiệt khác trong công nghiệp, cho các đối tượng quán tính bậc nhất có trễ, quán tính bậc 2, điều khiển và giám sát hệ thống nhiệt độ như: điều khiển và giám sát nhiệt độ phòng lưu trữ mẫu, phòng sản xuất thuốc...

#### **6. Bố cục đề tài**

L luận văn được trình bày thành các phần và chương như sau:

### **CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN**

**CHƯƠNG 2: ĐIỀU KHIỂN PID VÀ ĐIỀU KHIỂN THÍCH  
NGHI**

**CHƯƠNG 3: TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID  
THÍCH NGHI CHO TỬ SẦY DƯỢC LIỆU**

**CHƯƠNG 4: MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ**

## **CHƯƠNG 1**

### **TỔNG QUAN**

- 1.1. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG
- 1.2. HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN NHIỆT ĐỘ
- 1.3. LÀM KHÔ DƯỢC LIỆU
  - 1.3.1. Phơi
  - 1.3.2. Sấy
  - 1.3.3. Làm khô trong tủ sấy ở áp suất giảm:
  - 1.3.4. Đông khô
- 1.4. TỦ SẤY DƯỢC LIỆU

## **CHƯƠNG 2**

### **ĐIỀU KHIỂN PID VÀ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI**

- 2.1. SƠ LƯỢC
- 2.2. ĐIỀU KHIỂN PID
  - 2.2.1. Bộ điều khiển tỉ lệ P
  - 2.2.2. Bộ điều khiển PI
  - 2.2.3. Bộ điều khiển PID
- 2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU CHỈNH THAM SỐ PID
  - 2.3.1. Điều chỉnh tham số theo phương pháp Ziegler-Nichols

*a. Phương pháp Ziegler-Nichols thứ nhất*

*b. Phương pháp Ziegler-Nichols thứ hai*

2.3.2. Phương pháp Chien-Hrones-Reswick (CHR)

## 2.4. ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI

2.4.1. Khái niệm chung của hệ điều khiển thích nghi

2.4.2. Điều khiển thích nghi trực tiếp và gián tiếp

2.4.3. Hệ điều khiển thích nghi tự chỉnh

2.4.4. Hệ thích nghi mô hình mẫu

*a. Sơ đồ chức năng*

*b. Luật MIT*

*c. Nội dung phương pháp thiết kế MRAS*

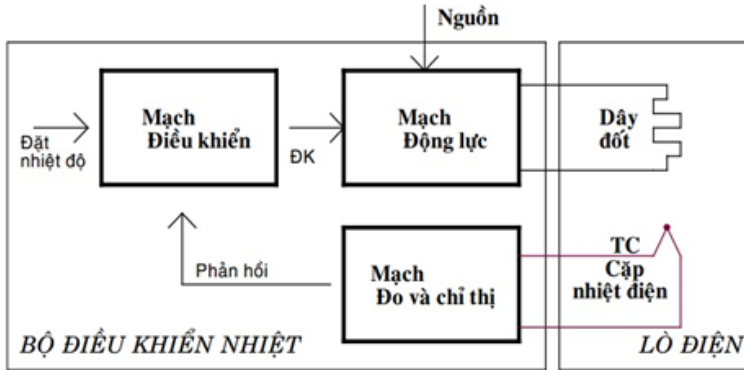
## CHƯƠNG 3

### TÍNH TOÁN THIẾT KẾ BỘ ĐIỀU KHIỂN PID THÍCH NGHI CHO TỦ SẤY DƯỢC LIỆU

#### 3.1. XÂY DỰNG HÀM TRUYỀN ĐỐI TƯỢNG

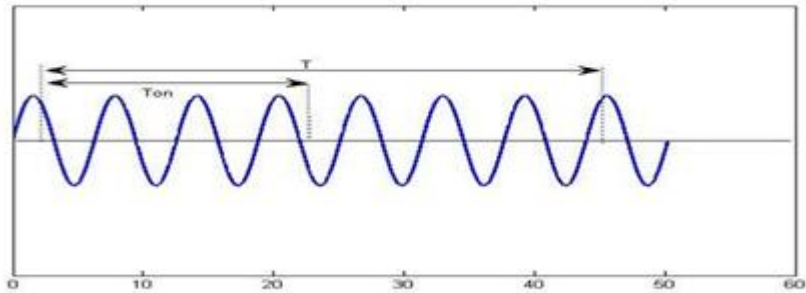
Hệ thống điều khiển nhiệt độ gồm có bộ điều khiển và tủ sấy có sơ đồ sau:





Hình 3.1 - Sơ đồ hệ thống điều khiển nhiệt độ

Với quán tính lò nhiệt thường khá lớn, người ta thường đóng cắt nguồn để thay đổi công suất đặt vào lò thay vì điều khiển điện áp. Do đó từ mạch điều khiển sẽ xuất ra xung có độ rộng thay đổi trong khoảng thời gian  $T$  nhất định để thay đổi công suất cấp cho lò:

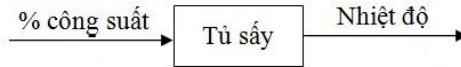


Hình 3.2 - Nguyên lý điều khiển công suất vào

Như vậy trong thời gian  $T_{on}$  tủ sấy được cấp nguồn, thời gian  $(T - T_{on})$  cắt nguồn. Ứng với sự thay đổi của  $T_{on}$  từ  $0 - T$  thì công suất cung cấp cho lò thay đổi từ  $0 - P_{max}$ :

$$P_{cc} = (T_{on}/T).P_{max}$$

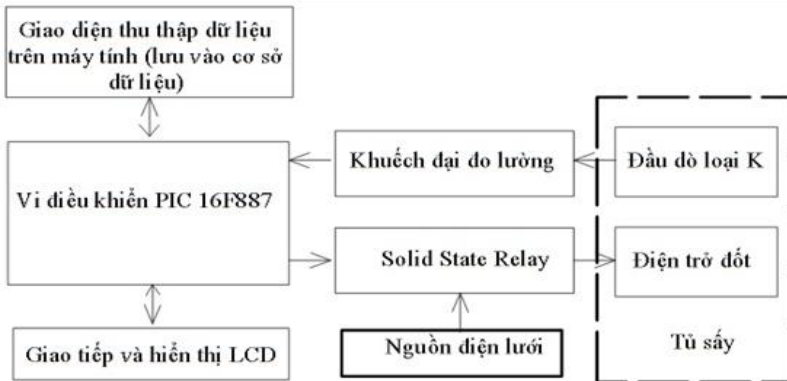
Ta sử dụng mô hình tử số với đầu vào là phần trăm công suất, đầu ra là giá trị nhiệt độ như hình sau:



Hình 3.3 - Mô hình hóa tử số

### Tiến hành thí nghiệm để lấy thông số:

Từ sơ đồ nguyên lý hình 3.1, thiết kế bo mạch sử dụng vi điều khiển PIC16F887 làm nhiệm vụ thu thập dữ liệu nhiệt độ từ đầu dò nhiệt loại K và gửi về máy tính. Trên máy tính sử dụng phần mềm Visual Basic6.0 viết giao diện lưu trữ dữ liệu vào Access, sau đó xuất sang file Excel. Sau đó dựa vào số liệu ta vẽ được đường đồ thị đặc tính nhiệt độ theo thời gian của đối tượng.



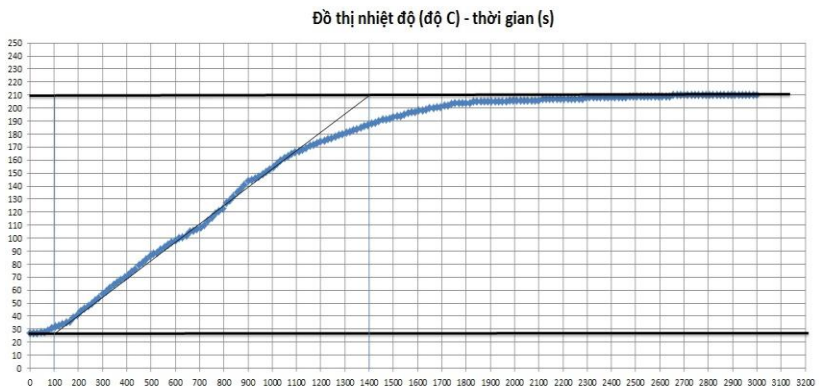
Hình 3.4 - Sơ đồ nguyên lý phần cứng thực nghiệm

Sơ đồ lắp ráp mô hình thực:



*Hình 3.5 - Mô hình thực tế*

Cài đặt phần trăm công suất vào bằng 25. Nhiệt độ tủ sấy tăng dần và sau một thời gian nhiệt độ tủ sấy sẽ đạt giá trị bão hòa. Ghi lại giá trị nhiệt độ cứ sau mỗi 1 giây, lưu số liệu trong file excel, sau đó dựa vào số liệu ta vẽ được đường đồ thị đặc tính nhiệt độ theo thời gian như sau:



*Hình 3.6 Đồ thị nhiệt độ - thời gian của tủ sấy ở 25% công suất.*

Trong đó: T: thời gian quán tính

L: thời gian trễ.

Từ đồ thị hình 4.6, kẻ tiếp tuyến với đồ thị tại điểm uốn, ta có:

$$T=1300(s)$$

$$L=100 (s)$$

$$K = y_{xl} / \%cs = 210/25 = 8.4$$

Đặt phần trăm công suất đầu vào ở các giá trị khác và tiến hành thí nghiệm tương tự, ta thu được các thông số:

*Bảng 3.1 Các thông số theo từng phần trăm công suất đầu vào*

Phần trăm công suất(%)	K	T	L	Nhiệt độ xác lập (°C)
5	8.8	1400	120	44
10	8.6	1350	110	86
20	8.5	1320	100	170
25	8.4	1300	100	210
30	8.37	1250	90	251
40	8.3	1200	90	332

Nhận xét:

- Các thông số này được đo khi không tải (tủ sấy chưa có sản phẩm).

- Như đã đề cập trong mục 3.1 của phần Mở đầu, các thông số K, L, T của đối tượng mà ta biết được là không chính xác, có thể bị thay đổi và giả sử nằm trong một phạm vi:

$$K=K_0+\Delta K$$

$$L=L_0+\Delta L$$

$$T=T_0+\Delta T$$

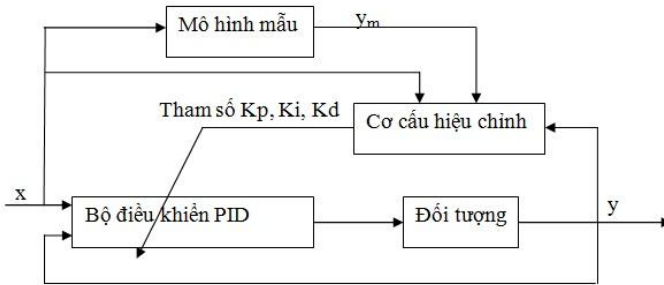
- Ở dải nhiệt độ làm việc xác lập của tủ sấy (từ 80-200°C), phần trăm công suất cấp vào khi hệ kín xác lập nằm trong khoảng 10-25%. Để thuận lợi trong việc tính toán thiết kế bộ điều khiển, ta chọn các tham số của hàm truyền đạt đối tượng ứng với khoảng trên.

Chọn K, T, L theo thông số ở 25% công suất, ta có hàm truyền đạt tủ sấy:

$$P(s) = \frac{8.4.e^{-100s}}{1300s + 1} \quad (3.11)$$

### 3.2. XÂY DỰNG BỘ ĐIỀU KHIỂN THÍCH NGHI

Sơ đồ nguyên lý điều khiển thích nghi PID cho đối tượng tủ sấy được liệt kê như sau:



Hình 3.8 Sơ đồ nguyên lý điều khiển thích nghi PID áp dụng cho đối tượng

Trong đó:

- x: giá trị nhiệt độ đặt
- y: giá trị nhiệt độ tủ sấy
- $y_m$ : giá trị nhiệt độ mong muốn ở đầu ra.
- $e=y-y_m$ : sai số cần điều khiển

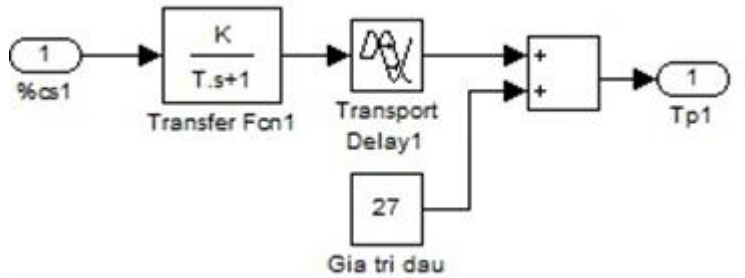
Khối mô hình mẫu: tạo giá trị nhiệt độ ra mong muốn là  $y_m$  tương ứng với giá trị đặt x

Bộ điều khiển PID: có các tham số  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  được cập nhật bởi cơ cấu hiệu chỉnh.

Cơ cấu hiệu chỉnh: đây là thành phần quan trọng nhất của bộ điều khiển thích nghi, khối này sẽ tự động cập nhật các tham số  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  cho bộ điều khiển PID.

Đối tượng: đối tượng cần điều khiển chính là tủ sấy được liệu, với đầu ra là y: giá trị nhiệt độ

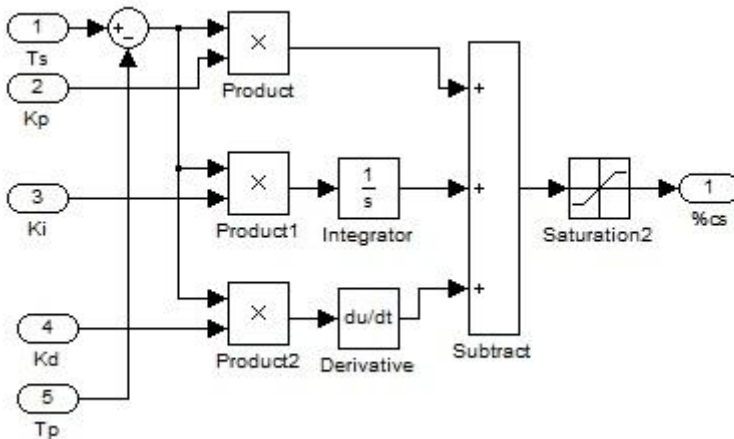
Mô hình đối tượng:



Hình 3.9 Mô hình đối tượng

Hàm truyền đạt bộ điều khiển PID:

$$C(s) = K_p + K_i \cdot \frac{1}{s} + K_d \cdot s \quad (3.13)$$

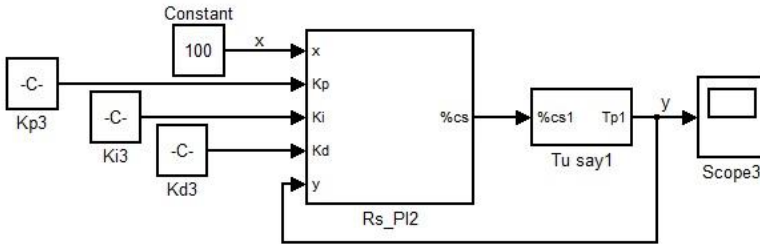


Hình 3.10 Sơ đồ khối bộ điều khiển PID

Hàm truyền đạt vòng kín gồm  $C(s)$  và  $P(s)$ :

$$G_k(s) = \frac{C(s) \cdot P(s)}{1 + C(s) \cdot P(s)} \quad (3.14)$$

Mô hình vòng kín:



Hình 3.11 Hệ kín với bộ điều khiển PID.

Mô hình mẫu của hệ thích nghi phải có bậc đa thức tử và mẫu cùng bậc với hệ kín, do đó ta chọn:

$$G_m(s) = \frac{C_m(s).P_m(s)}{1 + C_m(s).P_m(s)} \quad (3.15)$$

Áp dụng luật hiệu chỉnh MIT bổ sung, ta có luật cập nhật các tham số  $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$  của bộ điều khiển PID:

$$\frac{dK_p}{dt} = -\varphi_p \cdot e \cdot \frac{\delta e}{\delta K_p} \cdot \frac{1}{\alpha + \left(\frac{\delta e}{\delta K_p}\right)^2} \quad (3.16)$$

$$\frac{dK_i}{dt} = -\varphi_i \cdot e \cdot \frac{\delta e}{\delta K_i} \cdot \frac{1}{\alpha + \left(\frac{\delta e}{\delta K_i}\right)^2} \quad (3.17)$$

$$\frac{dK_d}{dt} = -\varphi_d \cdot e \cdot \frac{\delta e}{\delta K_d} \cdot \frac{1}{\alpha + \left(\frac{\delta e}{\delta K_d}\right)^2} \quad (3.18)$$



Đặt:

$$\theta = \begin{bmatrix} Kp \\ Ki \\ Kd \end{bmatrix} \quad \text{và} \quad \phi = -\frac{\delta e}{\delta \theta}$$

Kết quả:

$$\frac{d\theta}{dt} = \begin{bmatrix} \phi_p \\ \phi_i \\ \phi_d \end{bmatrix} . e . \begin{bmatrix} 1 \\ 1/s \\ s \end{bmatrix} . \frac{G_m(s)}{C_m(s)} . (y - x) . \frac{1}{\alpha + \phi^2} \quad (3.43)$$

**Tìm hàm truyền đạt mô hình mẫu  $G_m(s)$ :**

$$G_m(s) = \frac{C_m(s).P_m(s)}{1 + C_m(s).P_m(s)} \quad (3.44)$$

- Chọn:

$C_m(s)$ : là bộ PID được tính theo phương pháp C-H-R tối ưu theo nhiễu không có độ quá điều chỉnh.

$P_m(s)$ : đối tượng được xấp xỉ:

$$P_m(s) = \frac{K_m}{T_m.s + 1} . \frac{1}{L_m.s + 1} \quad (3.45)$$

Trong Matlab Editot soạn code:

`Kp_PIDm=19*Tm/(20*Lm*Km)`

`Ti_PIDm=2.4*Tm;`

`Td_PIDm=0.42*Lm;`

$$K_i\_PIDm = K_p\_PIDm / T_i\_PIDm$$

$$K_d\_PIDm = K_p\_PIDm * T_d\_PIDm$$

Để tính cụ thể hàm truyền  $G_m(s)$  và  $G_m(s)/C_m(s)$ , trong Matlab Editor soạn:

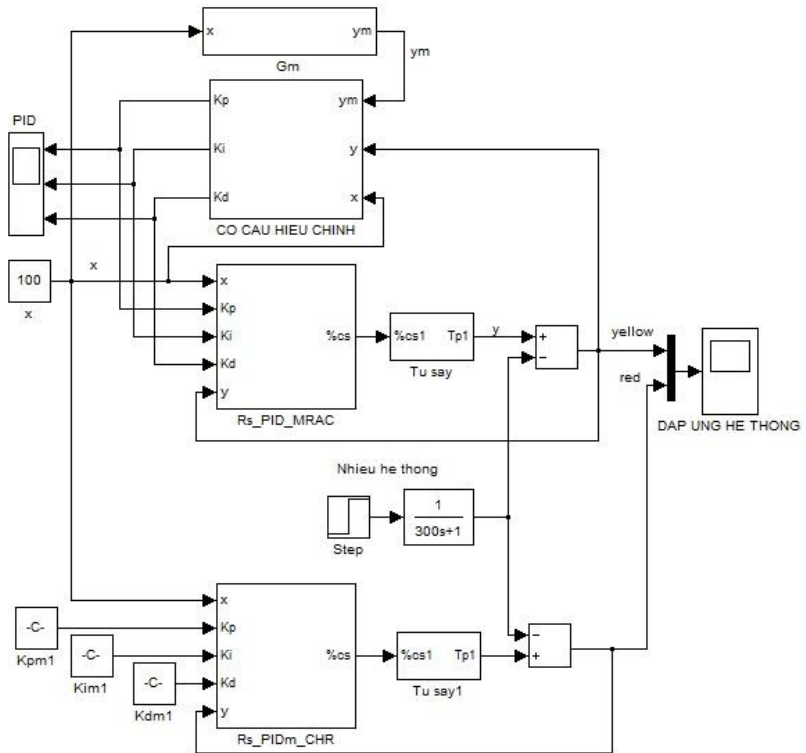
```
syms s; % khai bao bien s
Pm=Km*exp(-Lm*s)/(Tm*s+1); % ham truyen doi tuong
Cm=Kp_PIDm+Ki_PIDm/s+Kd_PIDm*s; % bo dk PID
Gm=Pm*Cm/(1+(Pm*Cm)); % ham truyen mo hinh mau
GmdivCm=Gm/Cm;
Gmf=factor(Gm) % day la ham truyen Gm
GmdivCmf=factor(GmdivCm) % ham truyen Gm/Cm
```

## CHƯƠNG 4

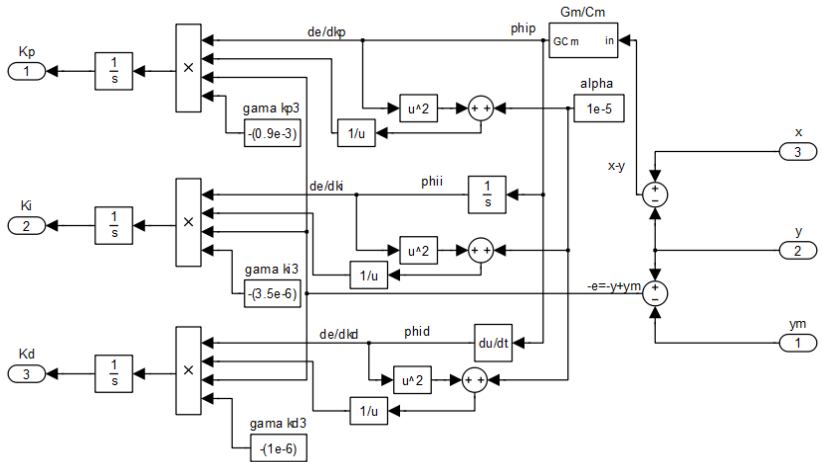
### MÔ PHỎNG VÀ KẾT QUẢ

#### 4.1. SƠ ĐỒ MÔ PHỎNG

Hệ thống điều khiển PID thích nghi:

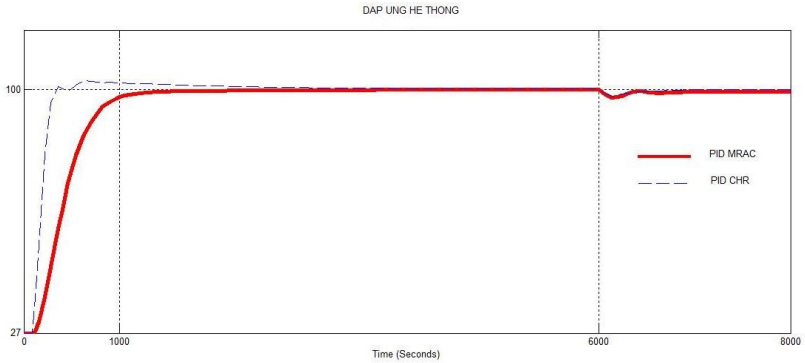


Hình 4.1 - Sơ đồ khối hệ thống điều khiển PID thích nghi

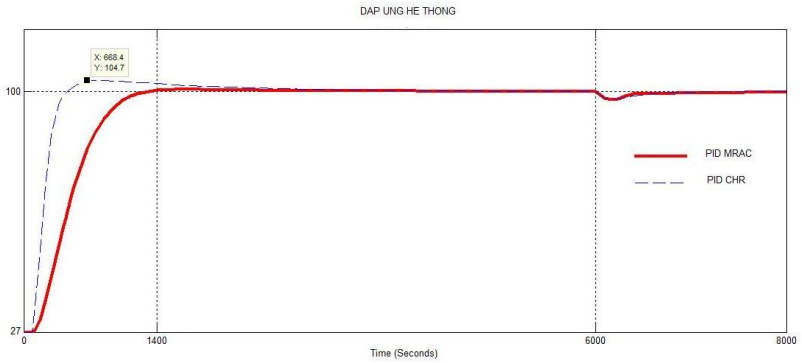


Hình 4.2 - Sơ đồ khối cơ cấu hiệu chỉnh

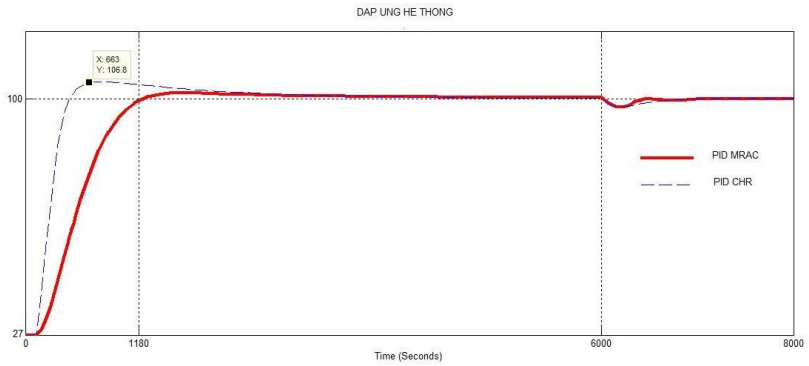
## 4.2. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG



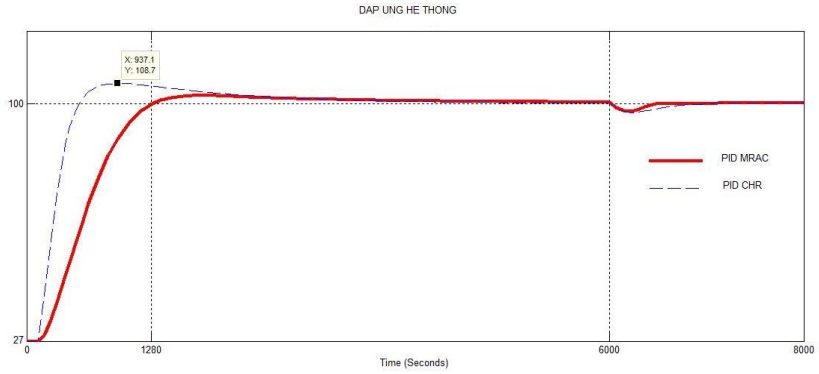
Hình 4.3 – Đáp ứng hệ thống ban đầu  $T=1300, L=100$



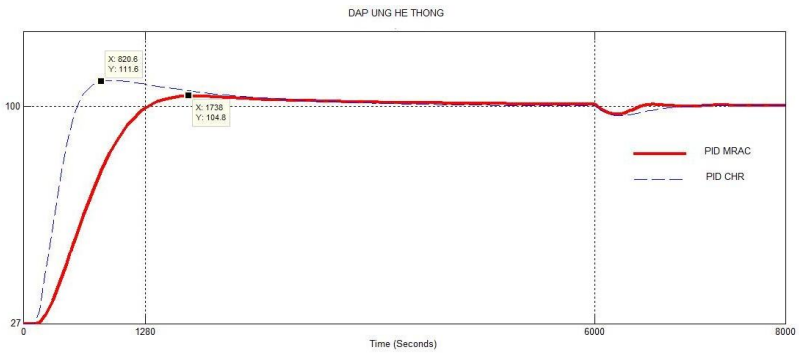
*Hình 4.4 – Đáp ứng hệ thống khi  $T=1700$ ,  $L=100$*



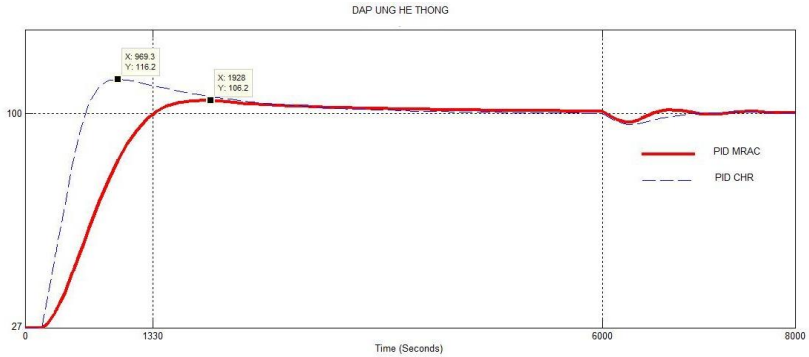
*Hình 4.5 – Đáp ứng hệ thống khi  $T=2000$ ,  $L=120$*



Hình 4.6– Đáp ứng hệ thống khi  $T=2500$ ,  $L=120$



Hình 4.7 Đáp ứng hệ thống khi  $T=2900$ ,  $L=150$



*Hình 4.8 – Đáp ứng hệ thống khi  $T=3300$ ,  $L=180$*

### **NHẬN XÉT:**

Qua kết quả mô phỏng ta thấy:

- Trước sự thay đổi của thông số đối tượng, hệ kín PID thông thường không đáp ứng được yêu cầu.
- Hệ thích nghi PID tự động cập nhật các thông số bộ điều khiển PID vòng trong làm cho hệ đáp ứng tốt trước sự thay đổi các thông số của đối tượng.
- Khi thay đổi  $T$ ,  $L$ , độ quá điều chỉnh của hệ PID thường vượt xa hơn so với hệ PID thích nghi.

## KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

### 1. Kết quả nghiên cứu của đề tài:

Đề tài đã chỉ ra được việc thành lập hàm truyền đối tượng, tính toán thiết kế bộ điều khiển PID thích nghi.

Đề tài đã thực hiện việc mô phỏng và so sánh kết quả giữa bộ điều khiển PID thông thường và bộ điều khiển PID thích nghi theo mô hình mẫu MRAC.

### 2. Hướng phát triển của đề tài:

Đề tài đã tính toán được bộ điều khiển thích nghi PID cho đối tượng. Tuy nhiên còn hạn chế là chỉ mới dừng lại ở mô phỏng trong Matlab Simulink. Do đó hướng phát triển của đề tài là đưa vào kit điều khiển để điều khiển trên đối tượng thực.