

# THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

## BÀI 7: TỔNG HỢP HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

### I. MỤC ĐÍCH

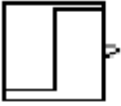

SIMULINK là một công cụ rất mạnh của Matlab để xây dựng các mô hình một cách trực quan và dễ hiểu. Để mô tả hay xây dựng hệ thống ta chỉ cần liên kết các khối có sẵn trong thư viện của SIMULINK lại với nhau. Sau đó, tiến hành mô phỏng hệ thống để xem xét ảnh hưởng của bộ điều khiển đến đáp ứng quá độ của hệ thống và đánh giá chất lượng hệ thống.

### II. CHUẨN BỊ

Để thực hiện các yêu cầu trong bài thí nghiệm này, sinh viên cần phải chuẩn bị kỹ và hiểu rõ các khối cơ bản cần thiết trong thư viện của SIMULINK. Sau khi khởi động Matlab, ta gõ lệnh simulink hoặc nhấn vào nút simulink trên thanh công cụ thì cửa sổ SIMULINK hiện ra: 2 thư viện chính áp dụng trong bài thí nghiệm này


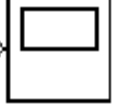

#### 1. Các khối được sử dụng trong bài thí nghiệm:

a. Các khối nguồn – tín hiệu vào (source):



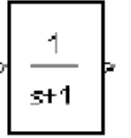
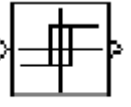
 Step	Khối Step (ở thư viện Simulink \ Sources) có chức năng xuất ra tín hiệu hàm bậc thang. Double click vào khối này để cài đặt các thông số: <ul style="list-style-type: none"><li>• Step time: khoảng thời gian đầu ra chuyển sang mức Final value kể từ lúc bắt đầu mô phỏng. Cài đặt giá trị này bằng 0.</li><li>• Initial value: Giá trị ban đầu. Cài đặt bằng 0.</li><li>• Final value: Giá trị lúc sau. Cài đặt theo giá trị ta muốn tác động tới hệ thống. Nếu là hàm bậc thang đơn vị thì giá trị này bằng 1.</li><li>• Sample time : thời gian lấy mẫu. Cài đặt bằng 0.</li></ul>
 Signal Generator	Khối Signal Generator (ở thư viện Simulink \ Sources) là bộ phát tín hiệu xuất ra các tín hiệu hình sin, hình vuông, hình răng cưa và ngẫu nhiên (cài đặt các dạng hình này trong mục Wave form).

b. Các khối tải – thiết bị khảo sát ngõ ra (sink):

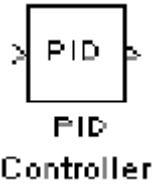

## THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

 <b>Mux</b>	<p>Khối Mux (ở thư viện Simulink \ Signals Routing) là bộ ghép kênh nhiều ngõ vào 1 ngõ ra, từ ngõ ra này ta đưa vào Scope để xem nhiều tín hiệu trên cùng một cửa sổ. Double click vào khối này để thay đổi số kênh đầu vào (trong mục Number of inputs)</p>
 <b>Scope</b>	<p>Khối Scope (ở thư viện Simulink \ Sinks) là cửa sổ xem các tín hiệu theo thời gian, tỉ lệ xích của các trục được điều chỉnh tự động để quan sát tín hiệu một cách đầy đủ.</p>
 <b>XY Graph</b>	<p>Khối XY Graph dùng để xem tương quan 2 tín hiệu trong hệ thống (quan sát mặt phẳng pha).</p>

### c. Các khối xử lý – khối động học :

 <b>Sum</b>	<p>Khối Sum (ở thư viện Simulink \ Math Operations) là bộ tổng (cộng hay trừ) các tín hiệu.          Khối Sm thường dùng để lấy hiệu số của tín hiệu đặt với tín hiệu phản hồi.          Double click để thay đổi dấu của bộ tổng.</p>
 <b>Gain</b>	<p>Khối Gain (ở thư viện Simulink \ Math Operations) là bộ tỉ lệ.          Tín hiệu sau khi qua khối này sẽ được nhân với giá trị Gain.          Double click để thay đổi giá trị độ lợi Gain.</p>
 <b>Transfer Fcn</b>	<p>Khối Transfer Fcn (ở thư viện Simulink \ Continuous) là hàm truyền của hệ tuyến tính.          Double click để thay đổi bậc và các hệ số của hàm truyền. Cài đặt các thông số:          - Numerator (num) : các hệ số của đa thức tử số          - Denominator (den): các hệ số của đa thức mẫu số</p>
 <b>Relay</b>	<p>Khối Relay (ở thư viện Simulink \ Discontinuities) là bộ điều khiển rơle 2 vị trí có trễ (còn gọi là bộ điều khiển ON-OFF). Các thông số :          - Switch on point : nếu tín hiệu đầu vào lớn hơn giá trị này thì ngõ ra của khối Relay lên mức ‘on’</p>

## THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

	<p>- Switch off point : nếu tín hiệu đầu vào nhỏ hơn giá trị này thì ngõ ra của khối Relay xuống mức ‘off’</p> <p>- Output when on : giá trị của ngõ ra khi ở mức ‘on’</p> <p>- Output when off : giá trị của ngõ ra khi ở mức ‘off’</p> <p>Nếu tín hiệu đầu vào nằm trong khoảng (Switch on point, Switch off point) thì giá trị ngõ ra giữ nguyên không đổi.</p>
	<p>Khối PID controller (ở thư viện Simulink Extras \ Additional Linear) là bộ điều khiển PID với hàm truyền</p> <p>KP : hệ số tỉ lệ (proportional term)</p> <p>KI: hệ số tích phân (integral term)</p> <p>KD: hệ số vi phân (derivative term)</p>
	<p>Khối Saturation (ở thư viện Simulink \ Discontinuities) là một khâu bão hòa. Các thông số cài đặt:</p> <p>- Upper limit : giới hạn trên. Nếu giá trị đầu vào lớn hơn Upper limit thì ngõ ra luôn bằng giá trị Upper limit</p> <p>- Lower limit : giới hạn dưới. Nếu giá trị đầu vào nhỏ hơn Lower limit thì ngõ ra luôn bằng giá trị Lower limit</p> <p>Khâu bão hoà dùng để thể hiện giới hạn biên độ của các tín hiệu trong thực tế như : áp ra cực đại của bộ điều khiển đặt vào đối tượng, áp nguồn...</p>

### 2. Các bước tiến hành để xây dựng và mô phỏng một ứng dụng mới trong SIMULINK:

- Sau khi khởi động Matlab, gõ lệnh simulink hoặc nhấn vào nút simulink trên thanh công cụ thì cửa sổ SIMULINK được mở ra.
- Trong cửa sổ SIMULINK, vào menu File / New để mở cửa sổ cho ứng dụng mới.
- Kích chuột vào các thư viện đã giới thiệu ở mục 1 để chọn khối cần tìm. Kích chuột trái vào khối này, sau đó kéo và thả vào cửa sổ ứng dụng vừa mới tạo ra. Double click vào khối này để cài đặt và thay đổi các thông số.
- Có thể nhân số lượng các khối bằng cách dùng chức năng Copy và Paste. Kích chuột trái nối các ngõ vào / ra của các khối để hình thành sơ đồ hệ thống.
- Có thể dời một hoặc nhiều khối từ vị trí này đến vị trí khác bằng cách nhấp chuột để chọn các khối đó và kéo đến vị trí mới. Dùng phím Delete để xóa các phần không cần

## THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

thiết hay bị sai khi chọn.

- Có thể viết chú thích trong cửa sổ ứng dụng bằng cách double click vào một vị trí trống và gõ câu chú thích vào. Vào menu Format / Font để thay đổi kiểu chữ.
- Mô phỏng hệ thống bằng cách vào menu Simulation / Simulation Parameters để cài đặt các thông số mô phỏng.

Cửa sổ Simulation Parameters hiện ra như sau:

- Start time : thời điểm bắt đầu mô phỏng. Mặc định chọn bằng 0.
- Stop time : thời điểm kết thúc mô phỏng. Giá trị này chọn theo đặc tính của hệ thống. Nếu hệ thống có thời hằng lớn thì giá trị Stop time cũng phải lớn để quan sát hết thời gian quá độ của hệ thống.
- Các thông số còn lại chọn mặc định.
- Chạy mô phỏng bằng cách vào menu Simulation / Start.
- Khi thời gian mô phỏng bằng giá trị Stop time thì quá trình mô phỏng dừng lại.
- Trong quá trình mô phỏng, nếu ta muốn dừng nửa chừng thì vào menu Simulation/Stop.

### III. THÍ NGHIỆM

#### 1. Khảo sát mô hình hệ thống điều khiển nhiệt độ

- Mục đích:

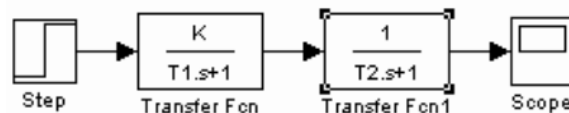
Đặc trưng của lò nhiệt là khâu quán tính nhiệt. Từ khi bắt đầu cung cấp năng lượng đầu vào cho lò nhiệt, nhiệt độ của lò bắt đầu tăng lên từ từ. Để nhiệt độ lò đạt tới giá trị nhiệt độ cần nung thì thường phải mất một khoảng thời gian khá dài. Đây chính là đặc tính quán tính của lò nhiệt.

Khi tuyến tính hoá mô hình lò nhiệt, ta xem hàm truyền của lò nhiệt như là một khâu quán tính bậc 2 hoặc như là một khâu quán tính bậc nhất nối tiếp với khâu trễ.

Trong phần này, sinh viên sẽ khảo sát khâu quán tính bậc 2 cho trước. Dùng phương pháp Ziegler-Nichols nhận dạng hệ thống sau đó xây dựng lại hàm truyền. So sánh giá trị các thông số trong hàm truyền vừa tìm được với khâu quán tính bậc 2 cho trước này

- Thí nghiệm:

Dùng SIMULINK xây dựng mô hình hệ thống lò nhiệt vòng hở như sau:



Step: là tín hiệu hàm bậc thang thể hiện phần trăm công suất cung cấp cho lò nhiệt. Giá trị của hàm nấc từ 0÷1 tương ứng công suất cung cấp 0%÷100%

## THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

Transfer Fcn – Transfer Fcn1: mô hình lò nhiệt tuyến tính hóa.

Thông số của lò nhiệt

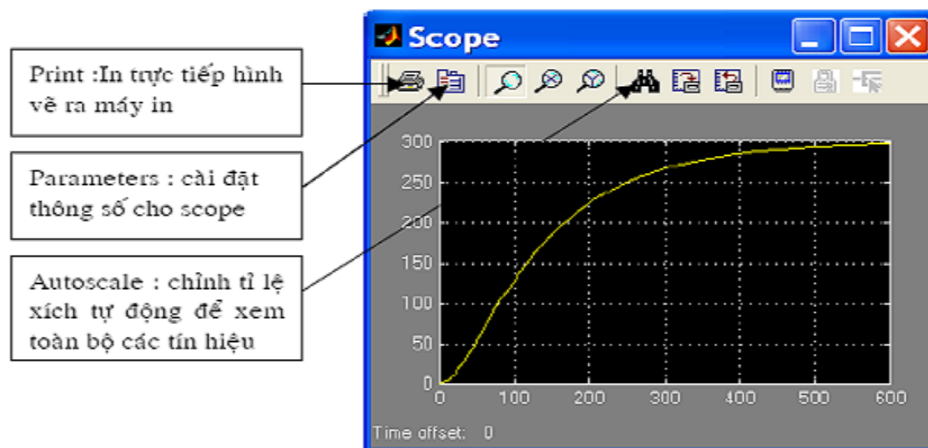
Nhóm	K	T1	T2
1	100	20	100
2	200	30	300
3	150	40	200
4	300	20	150
5	200	50	200

- Chính giá trị của hàm step bằng 1 để công suất cung cấp cho lò là 100% (Step time = 0, Initial time = 0, Final time = 1). Chính thời gian mô phỏng Stop time = 600s. Mô phỏng và vẽ quá trình quá độ của hệ thống trên.

- Trên hình vẽ ở câu trên, hãy tuyến tính hóa (xấp xỉ) khâu quán tính bậc nhất có trễ bằng cách vẽ tiếp tuyến tại điểm uốn để tính thông số L và T theo như hình vẽ. Chỉ rõ các giá trị này trên hình vẽ. So sánh giá trị L, T vừa tìm được với giá trị của mô hình lò nhiệt tuyến tính hóa.

- Hướng dẫn:

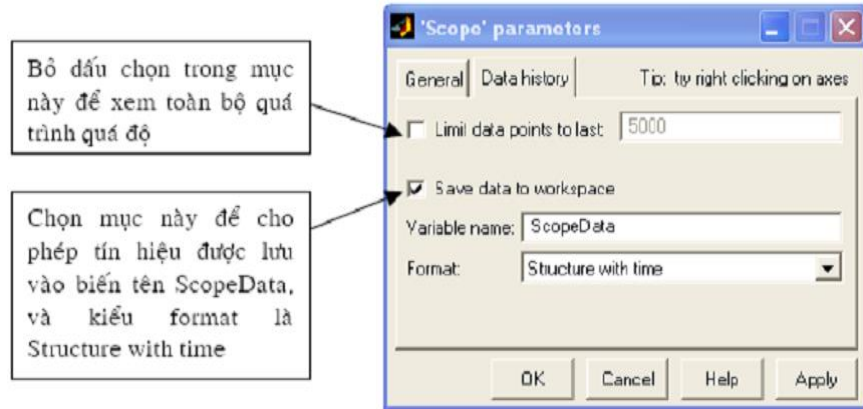
Sau khi chạy xong mô phỏng, để xem quá trình quá độ của tín hiệu ta double click vào khối Scope. Cửa sổ Scope hiện ra như sau:



Vì cửa sổ Scope chỉ có thể xem đáp ứng hoặc in trực tiếp ra máy in nhưng không lưu hình vẽ thành file \*.bmp được nên ta phải chuyển Scope này sang cửa sổ Figure để lưu. Thực hiện điều này bằng cách nhấp chuột vào ô Parameters. Cửa sổ Parameters hiện ra, nhấp chuột vào trang Data history và tiến hành cài đặt các thông số như hình bên dưới:

## THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

Tiến hành chạy mô phỏng lại để tín hiệu lưu vào biến ScopeData. Chú ý nếu sau khi khai báo mà không tiến hành chạy mô phỏng lại thì tín hiệu sẽ không lưu vào biến ScopeData mặc dù trên cửa sổ Scope vẫn có hình vẽ.

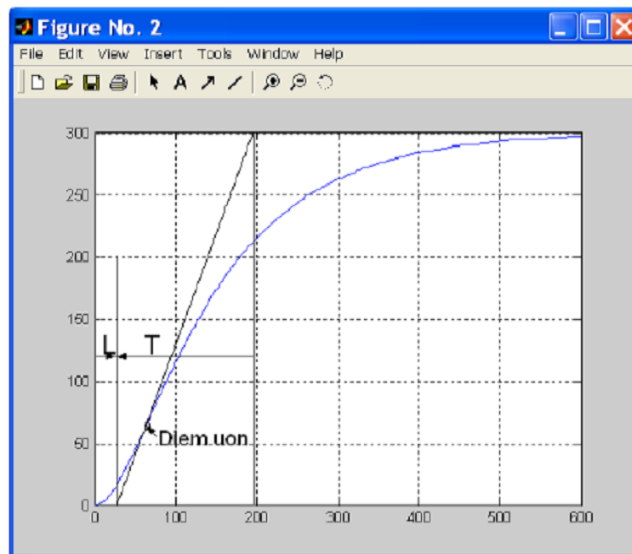


Sau đó, vào cửa sổ Command Window nhập lệnh sau:

```
>> plot(ScopeData.time, ScopeData.signals.values) % vẽ đáp ứng
```

```
>> grid on % kẻ lưới
```

Lúc này cửa sổ Figure hiện ra với hình vẽ giống như hình vẽ ở cửa sổ Scope. Vào menu Insert/ Line, Insert/ Text để tiến hành kẻ tiếp tuyến và chú thích cho hình vẽ. Kết quả cuối cùng như hình bên dưới :



Vào menu [File]/[Export] để lưu thành file \*.bmp như ở Bài thí nghiệm 1.

### 2. Khảo sát mô hình điều khiển nhiệt độ dùng phương pháp Ziegler-Nichols (điều khiển PID):

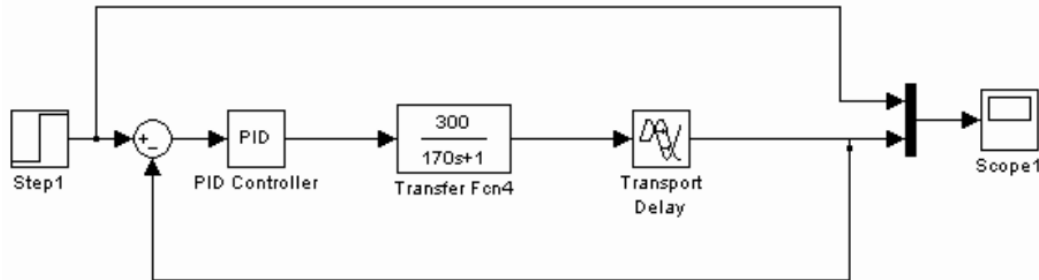
- Mục đích:

## THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN

Khảo sát mô hình điều khiển nhiệt độ dùng bộ điều khiển PID, các thông số của bộ PID được tính theo phương pháp Ziegler-Nichols. Từ đó so sánh chất lượng của hệ thống ở bộ điều khiển PID.

- Thí nghiệm:

Xây dựng mô hình hệ thống điều khiển nhiệt độ PID như sau:



Trong đó

- Tín hiệu đặt đầu vào là hàm bậc thang  $u(t) = 100$  (tương trưng nhiệt độ đặt  $100^{\circ}\text{C}$ )

- Bộ điều khiển PID có các thông số cần tính toán.

- Transfer Fcn – Transport Delay : mô hình lò nhiệt tuyến tính hóa.

a. Tính giá trị các thông số  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$  của khâu PID theo phương pháp Ziegler-Nichols từ thông số  $L$  và  $T$  tìm được ở phần 1.

b. Chạy mô phỏng và lưu đáp ứng của các tín hiệu ở Scope để viết báo cáo. Có thể chọn lại Stop time cho phù hợp. Trong hình vẽ phải chú thích rõ tên các tín hiệu.

c. Nhận xét về chất lượng ở phương pháp điều khiển PID

- Hướng dẫn:

Cách tính các thông số  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$  của khâu PID theo phương pháp Ziegler-Nichols như sau:

$$K_{PID}(s) = K_P + \frac{K_I}{s} + K_D s$$

$$\text{Với: } K_P = \frac{1,2.T}{K.L}; K_I = \frac{K_P}{2L}; K_D = 0,5K_P L$$

Trong đó  $L$ ,  $T$ ,  $K$  là các giá trị đã tìm được ở phần 1.

## IV. YÊU CẦU VIẾT BÁO CÁO

Bài 1.

- Xây dựng sơ đồ hệ thống trên SIMULINK

- Xấp xỉ đối tượng về khâu quán tính bậc nhất theo phương pháp đồ thị

## **THỰC HÀNH ĐIỀU KHIỂN THIẾT BỊ ĐIỆN**

- So sánh giữa mô hình cho trước và mô hình nhận dạng

Bài 2.

- Xây dựng sơ đồ hệ thống trên SIMULINK

- Tính các thông số của bộ điều khiển theo ZieglerNichol và chỉnh định các thông số trên máy tính

- Vẽ đường đặc tính quá trình quá độ

- Nhận xét về quá trình quá độ thu được qua thực nghiệm