

## BÀI THÍ NGHIỆM 4

# KHẢO SÁT BỘ ĐIỀU KHIỂN PID SỐ

### I. MỤC ĐÍCH

Trong bài thí nghiệm này, sinh viên sẽ khảo sát ảnh hưởng của các thông số trong bộ điều khiển PID số lên chất lượng hệ thống (độ vọt lố, thời gian quá độ, sai số xác lập) trong hai trường hợp điều khiển vận tốc và điều khiển vị trí động cơ DC.

Ngoài ra, bài thí nghiệm còn khảo sát ảnh hưởng của thời gian lấy mẫu lên chất lượng hệ thống.

### II. SƠ SỞ LÝ THUYẾT

#### 2.1. Bộ điều khiển PID số

Sinh viên tham khảo giáo trình “Lý thuyết điều khiển tự động” để hiểu rõ hơn về bộ điều khiển PID. Trong bài thí nghiệm này ta sẽ khảo sát bộ điều khiển PID số như sau:

$$G(z) = \frac{K_I T}{2} \frac{z+1}{z-1} + \frac{K_D}{T} \frac{z-1}{z}$$

#### 2.2. Đặc trưng của các bộ điều khiển P, I, D

Điều khiển tỉ lệ ( $K_P$ ) có ảnh hưởng làm giảm thời gian lên và sẽ làm giảm nhưng không loại bỏ sai số xác lập. Điều khiển tích phân ( $K_I$ ) sẽ loại bỏ sai số xác lập nhưng có thể làm đáp ứng quá độ xấu đi. Điều khiển vi phân ( $K_D$ ) có tác dụng làm tăng sự ổn định của hệ thống, giảm vọt lố và cải thiện đáp ứng quá độ. Ảnh hưởng của mỗi bộ điều khiển  $K_P$ ,  $K_I$  và  $K_D$  lên hệ thống vòng kín được tóm tắt ở bảng bên dưới (Bảng 1).

Bảng 1: Ảnh hưởng của mỗi bộ điều khiển  $K_P$ ,  $K_I$  và  $K_D$

Đáp ứng vòng kín	Thời gian lên	Vọt lố	Thời gian xác lập	Sai số xác lập
$K_P$	Giảm	Tăng	Thay đổi nhỏ	Giảm
$K_I$	Giảm	Tăng	Tăng	Loại bỏ
$K_D$	Thay đổi nhỏ	Giảm	Giảm	Thay đổi nhỏ

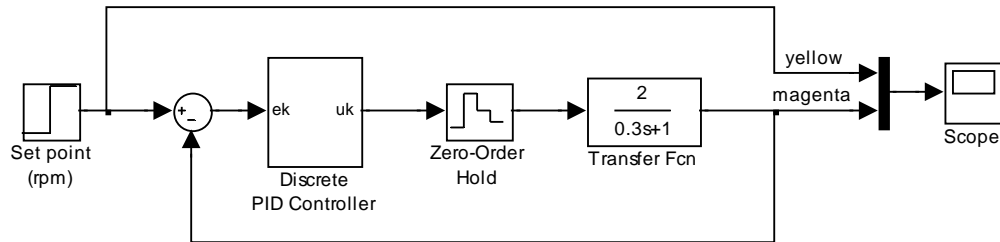
Chú ý rằng các mối liên hệ này không chính xác hoàn toàn bởi vì  $K_P$ ,  $K_I$  và  $K_D$  phụ thuộc vào nhau. Vì vậy, bảng này chỉ dùng tham khảo khi xác định các tham số  $K_P$ ,  $K_I$  và  $K_D$ .

### III. MÔ TẢ THÍ NGHIỆM

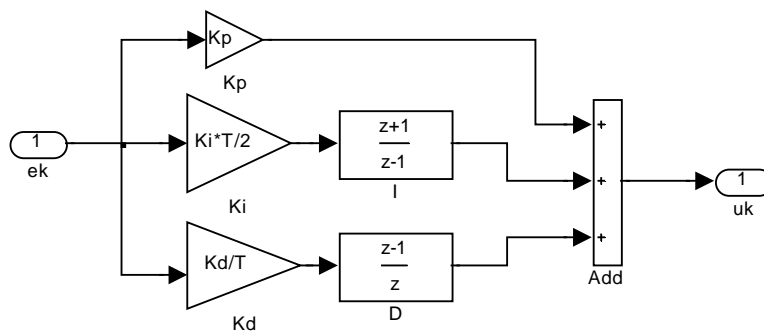
Sinh viên xem phần Mô tả thí nghiệm của Bài thí nghiệm số 4

## IV. CHUẨN BỊ TRƯỚC THÍ NGHIỆM

### 4.1. Điều khiển tốc độ mô hình động cơ DC



Hình 1. Sơ đồ Simulink mô phỏng điều khiển tốc độ động cơ DC



Hình 2. Bộ điều khiển PID số (Discrete PID Controller)

Giả sử mô hình động cơ có hàm truyền như trong mục 4.1 của Bài thí nghiệm số 4 với:

$$K = \text{số thứ tự nhóm}, \tau = 0.3$$

Xây dựng bộ điều khiển PID rời rạc với các yêu cầu sau:

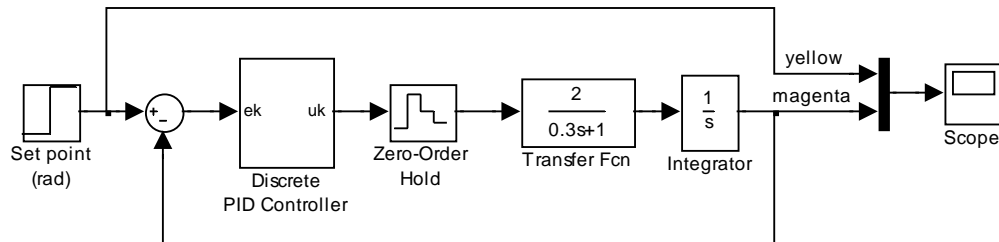
- Tạo file mô phỏng như ở Hình 1, trong đó bộ điều khiển PID số như ở Hình 2.
- Cài đặt tốc độ đặt (Set point) = 800, và  $K_P = 1$ ,  $K_I = K_D = 0$ , thời gian lấy mẫu  $T = 0.005s$ .  
*Chú ý: Khi thay đổi thời gian lấy mẫu ta phải thay đổi  $T$  trong khối “Discrete PID controller” và thời gian lấy mẫu của toàn hệ thống (vào menu Simulation -> Configuration)*
- Chạy mô phỏng
- Mở scope để xem đáp ứng, xác định độ vọt lố, thời gian quá độ và sai số xác lập
- Lặp lại bước b) tới d) với các tham số ( $K_P = 1$ ,  $K_I = 10$ ,  $K_D = 0$ ). Nhận xét kết quả mô phỏng trong 2 trường hợp khi không có khâu tích phân ( $K_I = 0$ ) và có khâu tích phân ( $K_I = 10$ )

### 4.2. Điều khiển vị trí mô hình động cơ DC

Xây dựng bộ điều khiển PID rời rạc với các yêu cầu sau:

- Tạo file mô phỏng như ở Hình 3, trong đó bộ điều khiển PID số như ở Hình 2.

- b) Cài đặt vị trí đặt (Set point) = 100, và  $K_P = 5$ ,  $K_I = 1$ ,  $K_D = 0$ , thời gian lấy mẫu  $T = 0.005s$ .
- Chú ý: Khi thay đổi thời gian lấy mẫu ta phải thay đổi  $T$  trong khối “Discrete PID controller” và thời gian lấy mẫu của toàn hệ thống (vào menu Simulation -> Configuration)*
- c) Chạy mô phỏng
- d) Mở scope để xem đáp ứng, xác định độ vọt lố, thời gian quá độ và sai số xác lập
- e) Lặp lại bước b) tới d) với các tham số ( $K_P = 5$ ,  $K_I = 1$ ,  $K_D = 1$ ). Nhận xét kết quả mô phỏng trong 2 trường hợp khi không có khâu vi phân ( $K_D = 0$ ) và có khâu vi phân ( $K_D = 1$ )



Hình 3. Sơ đồ Simulink mô phỏng điều khiển vị trí động cơ DC

## V. THỰC HIỆN THÍ NGHIỆM

### 5.1. Điều khiển tốc độ động cơ DC

Trong phần thí nghiệm này ta sẽ khảo sát ảnh hưởng của các thông số  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$  trong bộ điều khiển PID, và thời gian lấy mẫu lên chất lượng của đáp ứng tốc độ động cơ.

#### a. Khảo sát ảnh hưởng của tham số $K_P$

Các bước thí nghiệm:

- a) Mở file *motor\_speed\_ctrl.mdl*
- b) Cài đặt tốc độ đặt (Set point) = 800 v/p, và  $K_P = 0.02$ ,  $K_I = K_D = 0$ , thời gian lấy mẫu  $T = 0.005s$ .
- Chú ý: Khi thay đổi thời gian lấy mẫu ta phải thay đổi  $T$  trong khối “Discrete PID controller” và thời gian lấy mẫu của toàn hệ thống (vào menu Simulation -> Configuration)*
- c) Biên dịch chương trình và chạy
- d) Mở scope để xem đáp ứng, xác định độ vọt lố, thời gian quá độ và sai số xác lập
- e) Ghi lại các kết quả vào Bảng 2
- f) Lặp lại bước d) tới e) với các tham số  $K_P$  còn lại như trong Bảng 2.

Bảng 2. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_P$  ( $K_I = 0$ ,  $K_D = 0$ )

$K_P$	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1
Thời gian xác lập (s)						
Độ vọt lố (%)						
Sai số xác lập (v/p)						

**b. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_I$** 

Thực hiện các bước thí nghiệm như phần 5.1.a, ghi lại các kết quả vào Bảng 3.

Bảng 3. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_I$  ( $K_P = 0.02$ ,  $K_D = 0$ )

$K_I$	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5	1
Thời gian xác lập (s)						
Độ vọt lố (%)						
Sai số xác lập (v/p)						

**c. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian lấy mẫu  $T$** 

Thực hiện các bước thí nghiệm như phần 5.1.a, ghi lại các kết quả vào Bảng 4.

Bảng 4. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $T$  ( $K_P = 0.02$ ,  $K_I = 0.1$ ,  $K_D = 0$ )

$T$	0.005	0.01	0.02	0.03	0.05
Thời gian xác lập (s)					
Độ vọt lố (%)					
Sai số xác lập (v/p)					

**5.2. Điều khiển vị trí động cơ DC**

Trong phần thí nghiệm này ta sẽ khảo sát ảnh hưởng của các thông số  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$  trong bộ điều khiển PID, và thời gian lấy mẫu lên chất lượng của đáp ứng vị trí động cơ.

**a. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_P$** 

Các bước thí nghiệm:

- Mở file *motor\_pos\_ctrl.mdl*
- Cài đặt vị trí đặt (Set point) =  $1000^0$ , và  $K_P = 0.005$ ,  $K_I = K_D = 0$ , thời gian lấy mẫu  $T = 0.005s$ .  
*Chú ý: Khi thay đổi thời gian lấy mẫu ta phải thay đổi  $T$  trong khối “Discrete PID controller” và thời gian lấy mẫu của toàn hệ thống (vào menu Simulation -> Configuration)*
- Biên dịch chương trình và chạy
- Mở scope để xem đáp ứng, xác định độ vọt lố, thời gian quá độ và sai số xác lập
- Ghi lại các kết quả vào Bảng 5
- Lặp lại bước d) tới e) với các tham số  $K_P$  còn lại như trong Bảng 5.

Bảng 5. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_P$  ( $K_I = 0$ ,  $K_D = 0$ )

$K_P$	0.005	0.02	0.05	0.1	0.2	0.5
Thời gian xác lập (s)						
Độ vọt lố (%)						
Sai số xác lập (độ)						

**b. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_I$**

Thực hiện các bước thí nghiệm như phần 5.2.a, ghi lại các kết quả vào Bảng 6.

Bảng 6. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_I$  ( $K_P = 0.02$ ,  $K_D = 0$ )

$K_I$	0.002	0.005	0.01	0.02	0.05	0.1
Thời gian xác lập (s)						
Độ vọt lố (%)						
Sai số xác lập (độ)						

**c. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_D$**

Thực hiện các bước thí nghiệm như phần 5.2.a, ghi lại các kết quả vào Bảng 7.

Bảng 7. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $K_D$  ( $K_P = 0.02$ ,  $K_I = 0.02$ )

$K_D$	0.0005	0.001	0.005	0.01	0.05	0.1
Thời gian xác lập (s)						
Độ vọt lố (%)						
Sai số xác lập (độ)						

**d. Khảo sát ảnh hưởng của thời gian lấy mẫu  $T$**

Thực hiện các bước thí nghiệm như phần 5.2.a, ghi lại các kết quả vào Bảng 8.

Bảng 8. Khảo sát ảnh hưởng của tham số  $T$  ( $K_P = 0.02$ ,  $K_I = 0.02$ ,  $K_D = 0.002$ )

$T$	0.005	0.01	0.03	0.05	0.1
Thời gian xác lập (s)					
Độ vọt lố (%)					
Sai số xác lập (độ)					

**Báo cáo thí nghiệm**

**Họ và tên:**

**Nhóm:**

**Ngày:**

1. Dựa vào các kết quả thí nghiệm ở mục 5.1, nhận xét ảnh hưởng của các tham số  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$ , và thời gian lấy mẫu lên chất lượng hệ thống điều khiển tốc độ động cơ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Dựa vào các kết quả thí nghiệm ở mục 5.2, nhận xét ảnh hưởng của các tham số  $K_P$ ,  $K_I$ ,  $K_D$ , và thời gian lấy mẫu lên chất lượng hệ thống điều khiển vị trí động cơ.

.....

.....

.....

.....

.....

.....