

BÀI THÍ NGHIỆM 1 : ỨNG DỤNG MATLAB PHÂN TÍCH CÁC HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG

Matlab là một trong những phần mềm thông dụng để giải các bài toán điều khiển tự động. Nhờ chạy trên môi trường Windows, MatLAB có thể liên kết được với các phần mềm ứng dụng khác, có thể dùng chương trình soạn thảo Notepad hoặc Winword để trình bày kết quả, tốc độ tính toán nhanh. Hơn nữa, Matlab có tính năng đồ họa rất mạnh và cung cấp cho người sử dụng nhiều phương thức làm việc như có thể ra lệnh trực tiếp từ cửa sổ dòng lệnh hoặc soạn thảo thành chương trình tính toán liên kết các hàm có sẵn hay tự viết.

Matlab có thể xem như một ngôn ngữ lập trình cho tính toán toán học, có cú pháp và lệnh dễ hiểu và gần giống Pascal hoặc C nên dễ sử dụng. Hơn nữa, Matlab còn có thể liên kết với các ngôn ngữ khác để có thể sử dụng khả năng tính toán của nó trong các bài toán điều khiển thời gian thực.

A. MỤC ĐÍCH :

Trong bài 1. ta sử dụng một chương trình viết trên MatLAB để phân tích hệ thống tuyến tính qua các nội dung:

- Phân tích hệ thống tự động (HTTD) dùng giản đồ Bode, Nyquist.
- Khảo sát hệ HTTD có hệ số khuếch đại (HSKD) thay đổi dùng quỹ đạo nghiệm số.

Ở mỗi phương pháp ta đều có vẽ đồ thị quá trình quá độ (QTQĐ) để kiểm tra.

Khi khảo sát quỹ đạo nghiệm số, bài thí nghiệm còn có trình bày cách tính HSKĐ của HTTD để có đặc tính quá độ mong muốn.

B. NỘI DUNG THÍ NGHIỆM:

Chỉ sử dụng menu **Phân tích** cho suốt bài thí nghiệm 1 này, cần tham khảo phần III – giải thích ý nghĩa của từng hạng mục của menu để hiểu rõ hơn.

I. Khảo sát hệ thống tự động dùng giản đồ Bode và Nyquist:

I.1. Mục đích : Vẽ biểu đồ biên độ và pha theo tần số hàm truyền hệ hở của hệ thống phản hồi âm đơn vị. Trên đồ thị đo độ dự trữ pha, biên độ suy ra sự ổn định và chất lượng hệ thống kín.

I.2. Thí nghiệm : Khảo hệ thống có hàm truyền hở :

$$G(s) = \frac{20}{s(1 + 0,1s)(1 + 0,5s)}$$

a. Nhập hàm truyền:

- Dùng mouse nhấn vào menu **Phân tích** của cửa sổ **Figure 1**, nhấn tiếp **Nhập số liệu** (từ đây thao tác này được ký hiệu / **Nhập số liệu**). Chuyển qua cửa sổ **command window**:

Hiển thị nhắc (prompt)	Gõ vào	Ghi chú
Nhập vào đa thức tử số >	20< enter >	
Nhập vào đa thức mẫu số >	pmult([1 0],[0.1 1],[0.5 1])<enter>	
Nhập tần số đầu ...	< enter >	để lấy giá trị mặc định

Nhập tần số cuối ...	< enter >	để lấy giá trị mặc định
----------------------	-----------	-------------------------

b. Xem độ dự trữ biên độ và pha:

- Xem độ dự trữ biên pha bằng menu / **Xem thông số hệ thống / Độ dự trữ biên pha**, ghi nhận kết quả vào mục II.1.a của báo cáo.

c. Vẽ và in giản đồ Bode:

- Gọi biểu đồ Bode : Xem biểu đồ Biên – pha bằng menu / **Bode / Biên độ và pha** .
- Ấn nút **Lưới** để kẻ ô cho đồ thị. Cần nhấp chuột trái vào từng khung đồ thị để chọn trước khi **Lưới**.
- Vào menu **File** để in biểu đồ Bode để làm báo cáo. Cần chỉ rõ cách tìm các độ dự trữ biên pha của hệ thống trên biểu đồ được in ra.

d. Vẽ và in giản đồ Nyquist:

- Gọi menu / **Nyquist / Biểu đồ Nyquist** .
- Dùng nút ấn “**Đặt trục**” để chỉnh lại biểu đồ sao cho thấy rõ vùng cận điểm – 1: ấn nút “**Đặt trục**”, chuyển qua **command windows** để nhập thông số đồ thị cần thiết.
- In biểu đồ Nyquist để báo cáo, Trên biểu đồ cần chỉ rõ độ dự trữ biên pha của hệ thống.

e. Vẽ và in quá trình quá độ hệ thống kín để kiểm tra:

- Dùng nút ấn “**Hở / Kín**” để chuyển hàm truyền từ HT hở sang HT kín.
- Dùng menu / **Đáp ứng quá độ - Phương pháp hàm truyền / Vẽ đáp ứng** để vẽ, có thể phải dùng menu / . . / **Thay đổi thời gian cuối** để thay đổi thời gian khảo sát quá trình quá độ sao cho đồ thị hợp lý.

II. Khảo sát và thiết kế hệ thống bằng phương pháp QĐNS :

II.1 Mục đích :

Phần này có 2 nội dung:

- Khảo sát đặc tính của hệ thống tuyến tính có hệ số khuếch đại K thay đổi, tìm giá trị giới hạn K_{gh} của K để hệ thống ổn định. K_{gh} là hệ số khuếch đại để hệ thống có nghiệm số nằm trên trục ảo.

- Cũng trong phần này, ta tính chọn K để hệ thống có cặp nghiệm số khống chế (các cực của hàm truyền hệ kín ảnh hưởng chủ yếu đến đặc tính quá độ) có thông số cho trước.

Với mỗi hệ thống, ta đều vẽ đặc tính quá độ hệ thống kín với đầu vào hàm nấc để kiểm tra.

II.2 Thí nghiệm : vẽ quỹ đạo nghiệm số (QĐNS) của hệ có hàm truyền hở :

$$G(s) = \frac{K(s+1)}{s(s+3)(s^2+8s+20)} \quad 0 \leq K \leq \infty$$

Tìm K_{gh} và giá trị K để quá trình quá độ của hệ thống kín có tính dao động với tần số dao động riêng $\omega_n = 4$.

a. Nhập hàm truyền:

- Dùng menu / **Nhập số liệu** rồi chuyển qua **command windows**:

Hiển thị nhắc (prompt)	Gõ vào	Chú thích
Nhập vào đa thức tử số >	[1 1]<enter>	

Nhập vào đa thức mẫu số >	$pmult([1\ 0],[1\ 3],[1\ 8\ 20])$ <enter>	
Nhập vào tần số ...		Dùng khoảng khảo sát tần số mặc định (ấn < enter >)

b. Xem thông số của QĐNS:

- Gọi QĐNS bằng menu / **Quỹ đạo nghiệm số / Các thông số của QĐNS**, ghi lại các thông số của QĐNS trình bày trong **command window** vào báo cáo thí nghiệm (Mục II.3.a).
(để ý cách biểu diễn số dấu chấm động - 0.25 + 1.39 i là -2.500 e - 001 + 1.390 e + 000 i).

c. Vẽ QĐNS:

Nhấn mouse vào menu / .. / **Khảo sát trên vùng K** : Nhập vào vùng thông số K mà ta muốn khảo sát nghiệm số bằng lệnh : **linspace**:

Hiển thị nhắc (prompt)	Gõ vào	Chú thích
Nhập K, giá trị ... >	$linspace(0,400)$ <enter>	
Nhấn mouse vào / .. / Khảo sát với 1 giá trị của K để xét sự ổn định của hệ thống ở K=1		
Nhập giá trị của K để tìm các nghiệm >	1< enter >	Xem giá trị các nghiệm số ở K = 1 trong command window .
Nhấn của K trên hình (y/n) [n]>	y<enter>	để đánh dấu các nghiệm tương ứng K = 1 trên mặt phẳng phức
Nhấn mouse vào / .. / Khảo sát với 1 giá trị của K để xét sự ổn định của hệ thống ở K=400		
Nhập giá trị của K để tìm các nghiệm >	400<enter>	để xem giá trị các nghiệm số ở K = 400 trong cửa sổ Command windows .
Nhấn của K trên hình (y/n) [n]>	y<enter>	để đánh dấu các nghiệm tương ứng K=400 trên mặt phẳng phức
Nhấn mouse vào / .. / Tìm K giới hạn :		
Tìm giao nhau của QĐNS và trục ảo j ω ? (Y/n) >	y<enter>	
Tiếp tục nhập vào các giá trị K theo yêu cầu ở command windows . Ta sẽ tính được K_{gh}		
Nhấn của K trên hình (y/n) [n]>	y<enter>	nhập y (yes) khi đồng ý giá trị K_{gh} tìm được

d. Tính K để hệ thống có đặc tính quá độ mong muốn :

Vì nghiệm số phương trình đặc trưng hệ thống tự động (HTTĐ) quyết định đặc tính quá trình quá độ, ta có thể dùng đồ thị QĐNS để thiết kế HTTĐ có các nghiệm số thể hiện một đặc tính cho trước, ở đây là tần số dao động riêng W_n . Nghiệm số của hệ thống cần tìm là giao điểm của QĐNS của HT và QĐ các nghiệm số có cùng W_n . Chọn điểm gần trục ảo để nghiệm số này có tính dao động.

Hệ số khuếch đại K để hệ thống có tần số dao động riêng W_n bằng 4 được ký hiệu là $K_{wn} = 4$ được tính toán qua các bước:

- Dùng menu / . . / **Vẽ QĐ các điểm có cùng Wn** để vẽ quỹ đạo các điểm có $\omega_n = 4 \text{ rad/sec}$:

Hiển thị nhắc (prompt)	Gõ vào	Chú thích
Nhập Wn yêu cầu >	4<enter>	

- Dùng chuột ấn vào menu / . . / **Đặc tính HT tại một điểm của QĐNS**. Qua **command window**, ấn <enter> để có được con trỏ riêng cho phép lấy **Đặc tính HT tại một điểm của QĐNS** trên cửa sổ đồ họa **Figure 1**. Ấn con trỏ vào giao điểm của **QĐ các điểm có cùng Wn = 4** và **QĐNS** đã vẽ để có hệ số K cần tìm, ghi các kết quả vào cáo cáo.

e. In QĐNS : để làm báo cáo.

f. Vẽ và in quá trình quá độ với K = 1 : Thực hiện tương tự như mục I.2.d để có hình vẽ QTQĐ hệ thống kín với K = 1, đưa vào báo cáo.

g. Vẽ quá trình quá độ tương ứng với K sao cho $\omega_n = 4 \text{ rad/sec}$:

- Nhập hàm truyền tương ứng với hệ số khuếch đại bằng $K_{\omega_n = 4}$: dùng menu / **Nhập số liệu** như sau :

Hiển thị nhắc (prompt)	Gõ vào	Chú thích
Nhập vào đa thức tử số >	$K_{\omega_n = 4} * [1 \ 1] <enter>$	$K_{\omega_n = 4}$ ở đây là giá trị tìm được ở câu d. trên
Nhập vào đa thức mẫu số >	$pmult ([1 \ 0], [1 \ 3], [1 \ 8 \ 20]) <enter>$	

- Vẽ quá trình quá độ : thực hiện tương tự như mục I.2.d để có đồ thị QTQĐ.
- In QTQĐ nhận được. Có thể thay đổi thời gian khảo sát bằng menu / . . / **Thay đổi thời gian cuối** để có đồ thị QTQĐ rõ.

C. HƯỚNG DẪN SỬ DỤNG CHƯƠNG TRÌNH :

Hai cửa sổ **Command window** và **Figure 1** (menu và đồ thị) luôn đồng thời được mở.

Sau khi mở một menu của cửa sổ **Figure 1** cần chuyển sang cửa sổ **Command window** để nhập số liệu , xem số liệu hay các thông báo. Sau mỗi lần nhập số liệu hoặc chạy chương trình phải ấn phím <enter> thoát ra khỏi phần vừa mới chạy (không cần đợi hết đồng hồ cát) sau đó mới trở về cửa sổ **Figure 1** để gọi tiếp menu cần khảo sát .

Cửa sổ **Figure 1** dùng để vẽ hoặc gọi các chương trình tính toán thông qua các **menu pulldown**. Có hai menu : **PHÂN TÍCH** và **THIẾT KẾ** hệ thống tự động và các nút ấn (button) cho các thao tác cần thiết.

Menu **PHÂN TÍCH** cho phép xét ổn định hệ thống bằng các phương pháp biểu đồ Bode , Nyquist, vẽ QĐNS, và dựa vào các đặc tính tần số này để đánh giá chất lượng hệ thống. Menu này được sử dụng trong bài thí nghiệm 1 này.

Menu **THIẾT KẾ** dùng để tính toán các bộ hiệu chỉnh hệ thống tuyến tính, sẽ được đề cập đến trong bài thí nghiệm 2.

Các nút điều khiển trong cửa sổ **Figure 1** có tính *toggle*: nhấn vào lần thứ hai sẽ huỷ bỏ tác dụng của lần nhấn trước. Các nút này mỗi lúc chỉ tác động lên đồ thị đang tác động , cần bấm chuột trái vào hình vẽ cần chọn để biến nó thành tác động và dùng nút **Lưới** để kiểm tra.

CÁC NỘI DUNG CỦA MENU PHÂN TÍCH :

Nhập số liệu : Bao gồm hàm truyền để khảo sát trong chương trình và khoảng tần số cho khảo sát đặc tính tần số, sau khi mở **menu Nhập số liệu** cần chuyển sang **Command window** để nhập đa thức tử và mẫu số của hàm truyền theo 2 cách :

+ Nhập các hệ số của đa thức theo thứ tự bậc n cho đến bậc 0.

Ví dụ : Một đa thức có dạng .

$$a_0 s^n + a_1 s^{n-1} + a_2 s^{n-2} + \dots a_n$$

Nhập như sau:

>> Nhập vào đa thức tử số : **[a₀a₁a₂...a_n]** < enter >.

+ Nếu đa thức ở dạng tích số các tổng, mỗi thừa số được coi là 1 đa thức con nằm trong ngoặc vuông , các thừa số liên kết với nhau bởi hàm **pmult**.

Ví dụ : Đa thức : $s(s+1)(3s+2)(s+3)$

Nhập như sau :

>> Nhập vào đa thức tử số : **pmult ([1 0] , [1 1] , [3 2] , [1 3])** < enter >.

Cách nhập trên được ứng dụng cho tất cả các phần khảo sát .

GHI CHÚ :

1. Riêng phần khảo sát bằng phương pháp QĐNS, K là biến chạy nên được xem như hàm G(s) nhân với K . Khi nhập ta nhập đa thức tử và mẫu của G(s) như trên . (Không nhập K , vì K là một chữ, không phải là số).

2. Khoảng tần số khảo sát được biểu diễn ở dạng số mũ của 10 : tần số 100 rad/sec được nhập bằng +2, vì $100 = 10^2$, 0.01 rad/sec tương ứng với -2

Thay đổi thông số : Menu này cho phép thay đổi các thông số của bài toán cần khảo sát, như :

Biến đổi hàm truyền hở/kín : dùng cho vẽ quá trình quá độ

Tần số khảo sát : Khi các điểm cần quan sát nằm ngoài phạm vi tần số khảo sát, ta phải nhập lại phạm vi này.

Thời gian trễ

Trục tọa độ : Cần thay đổi trục tọa độ để đồ thị có dạng hợp lý hơn.

Dạng biểu diễn hình

Xem các thông số hệ thống : Chương trình tính toán giúp các đặc trưng của hệ thống hay cho phép xem lại thông số hệ thống đang khảo sát, bao gồm :

Độ dự trữ biên - pha,... Cho biết các thông số tính toán độ dự trữ biên pha , tần số cắt, ω_c , $\omega_{-\pi}$. Khi chương trình thông báo các độ dự trữ bằng 0 hay inf hay để trống có nghĩa là các điểm có đặc tính tương ứng nằm ngoài vùng tần số khảo sát đã chọn, cần nhập lại khoảng tần số khảo sát.

Cực và Zero : của hệ thống đang được khảo sát.

Hàm truyền đang khảo sát

BODE : Vẽ biểu đồ Bode trên màn hình : Biểu đồ biên độ hoặc biểu đồ pha hoặc có thể xem cùng một lúc cả biên pha , ta chỉ việc nhấn mouse vào menu cần thiết

Biên độ

Pha

Biên độ và Pha

NYQUIST :

Biểu đồ NYQUIST: Vẽ đường cong $G(j\omega)$ và có thể tính toán tọa độ bất kỳ một điểm nào trên đường cong .

Giá trị tần số trên biểu đồ : Cho biết tần số của một điểm trên biểu đồ Nyquist, xác định bằng chuột.

Thông số trên biểu đồ : Liệt kê các giá trị của $G(\omega)$ của vùng lân cận một điểm của biểu đồ xác định bằng chuột.

Quỹ đạo nghiệm số : Sau khi nhập số liệu , sinh viên thực hiện các bước khảo sát trên menu .

Các thông số của QĐNS : Thực hiện các bước tính toán trước khi vẽ QĐNS , tính các cực và các zero .nghiệm ở $K = 0$ và $K = \infty$,góc tiệm cận , điểm cắt của tiệm cận với trục thực , góc tới , điểm tách nhập ,...

Khảo sát trên vùng K : Cho phép khảo sát quỹ đạo nghiệm trên bất kỳ một vùng giá trị K nào đó .

Ví dụ : Muốn vẽ quỹ đạo nghiệm số trong vùng K từ 0 đến 100 ta chỉ việc nhập vào : *linspace (0 , 100) < enter >* .

Tìm K giới hạn : Để tính K_{gh} chỉ cần nhập vào vùng khảo sát là khoảng giá trị K trong đó có thể có K_{gh} . Nếu trong khoảng đó không tìm thấy K_{gh} , chỉ cần nhập lại vùng khảo sát mới.

Khảo sát với một giá trị K : Cho phép tính các nghiệm tại bất kỳ một giá trị K nào mà ta muốn.

Ví dụ : Muốn biết tại $K = 5$ nằm ở đâu trên QĐNS chỉ việc nhập $K = 5$ vào ta sẽ có các nghiệm và vẽ các điểm này lên mặt phẳng phức.

Hai menu sau cho phép phép tính K và các nghiệm tại ξ , ω_n theo yêu cầu .

Về QĐ các điểm cùng hệ số tắt zeta ξ

Về QĐ các điểm cùng tần số dao động ω_n

Đặc tính HT tại một điểm của QĐNS : Dùng mouse nhấn vào bất kỳ điểm nào trên QĐNS ta sẽ có các giá trị K tại điểm đó và giá trị nghiệm số tương ứng .

Tính Laplace ngược của hàm truyền : Đây là một hình thức để tìm QTQĐ của hàm truyền.

Về hàm Laplace ngược

Thay đổi thời gian cuối

Xem dữ liệu trên biểu đồ

Đáp ứng Quá độ - Phương pháp Hàm Truyền : Bao gồm các menu :

Biến đổi hàm truyền hở/kín : Vì số liệu khảo sát đặc tính tần số luôn là hàm truyền hệ hở (có phản hồi âm đơn vị), cần phải đổi thành hệ kín để vẽ đáp ứng.

Về đáp ứng

Thay đổi thời gian cuối : Thay đổi khoảng thời gian khảo sát QTQĐ khi khoảng khảo sát hiện tại không phù hợp.

Các đặc tính quá độ : Chương trình tính cho ta các thông số của QTQĐ như thời gian trễ , thời gian tăng lên , thời gian xác lập , độ vọt lố , thời gian tại đỉnh vọt lố .

Đáp ứng Quá độ - Phương pháp Ma trận : Tương tự như trên nhưng với đầu vào là ma trận.

Nhập số liệu : Cách nhập ma trận:

Một ma trận được biểu diễn trong một ngoặc vuông , các số hạn trong một hàm của ma trận được viết cách nhau một dấu nhắc , giữa hai hàng được cách nhau bởi một dấu chấm phẩy (;) .

$$\text{Ví dụ: cho ma trận : } A = \begin{bmatrix} 0 & 1 \\ -5 & -1 \end{bmatrix}$$

$$\text{Nhập như sau : } A = [0 \ 1 : -5 -1]$$

Các hạng mục khảo sát tương tự như phương pháp hàm truyền .

Về đáp ứng

Thay đổi thời gian cuối

Xem hàm truyền hệ thống

Các đặc tính quá độ

Các giá trị riêng

Xem số liệu trên biểu đồ