**TRƯỜNG ĐẠI HỌC VINH**

**VIỆN KỸ THUẬT VÀ CÔNG NGHỆ**

-----🙞🙜🕮🙞🙜-----



**ĐỒ ÁN**

**LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**Đề tài:**

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN**

**LÒ NHIỆT BÌNH KHÍ**

**Nhóm sinh viên thực hiện: Cao Văn Hiếu**

**Trần Văn Quyết**

**Nguyễn Như Truyền**

**Lớp : 58K KTĐK&TĐH**

**Giảng viên hướng dẫn : ThS. Lê Văn Chương**

***Nghệ An, 2020***

MỤC LỤC

[MỤC LỤC 1](#_Toc29919053)

[PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ 3](#_Toc29919054)

[LỜI CẢM ƠN 4](#_Toc29919055)

[LỜI NÓI ĐẦU 5](#_Toc29919056)

[Chương 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT 7](#_Toc29919057)

[I. Mô tả các phần tử và hệ thống điều khiển 7](#_Toc29919058)

[1.1. Các phương pháp mô tả toán học 7](#_Toc29919059)

[1.2. Các tính chất cơ bản của phép biến đổi Laplace 8](#_Toc29919060)

[1.3. Dạng phương trình vi phân tuyến tính mô tả hệ thống. Hàm truyền 10](#_Toc29919061)

[1.3.1. Phương trình vi phân tuyến tính 11](#_Toc29919062)

[1.3.2. Hàm truyền 12](#_Toc29919063)

[1.4. Đặc tính tần số 13](#_Toc29919064)

[1.5. Đặc tính thời gian 15](#_Toc29919065)

[II. Tính ổn định của hệ thống điều khiển tuyến tính 15](#_Toc29919066)

[2.1. khái niệm về ổn định 16](#_Toc29919067)

[2.2. Điều kiện ổn định của hệ thống điều khiển tuyến tính 17](#_Toc29919068)

[2.3. Các tiêu chuẩn ổn định đại số 17](#_Toc29919069)

[2.3.1. Tiêu chuẩn Routh 17](#_Toc29919070)

[2.3.2. Tiêu chuẩn Hurwitz 18](#_Toc29919071)

[2.3.3. Tiêu chuẩn ổn định Nyquist 19](#_Toc29919072)

[Chương 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN LÒ NHIỆT BÌNH KHÍ 21](#_Toc29919073)

[I. Mô tả toán học của hệ thống 21](#_Toc29919074)

[1.1. Thiết kế phương trình động học của hệ thống 21](#_Toc29919075)

[1.2. Hàm truyền vi phân tuyến tính 22](#_Toc29919076)

[1.3. Hàm truyền ở dạng ảnh Laplace 23](#_Toc29919077)

[1.4. Hàm truyền tần số 23](#_Toc29919078)

[1.5. Hàm truyền quá độ 23](#_Toc29919079)

[1.6. Hàm trọng lượng 24](#_Toc29919080)

[II. Dùng Matlab để mô phỏng đánh giá tính ổn định hệ thống 24](#_Toc29919081)

[2.1. Đồ thị 24](#_Toc29919082)

[2.1.1. Đồ thị hàm quá độ 25](#_Toc29919083)

[2.1.2. Đồ thị hàm trọng lượng 25](#_Toc29919084)

[2.2. Mô phỏng tính ổn định của hệ thống 26](#_Toc29919085)

[2.3. xét tính ổn định của hệ thống 28](#_Toc29919086)

[KẾT LUẬN 29](#_Toc29919087)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 31](#_Toc29919088)

PHÂN CÔNG NHIỆM VỤ

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **STT** | **HỌ VÀ TÊN** | **MSSV** | **NHIỆM VỤ** |
| 1 | Cao Văn Hiếu | 1755252021600050 | - Phụ trách phân chia công việc trong nhóm  - Soạn thảo đồ án  - Khai triển và tìm các hàm truyền của hệ thống  - Xét tính ổn định của hệ thống |
| 2 | Trần Văn Quyết | 1755252021600011 | - Soạn thảo đồ án  - Chứng minh các phương trình và tìm các tham số cho phương trình hệ thống |
| 3 | Nguyễn Như Truyền | 1755252021600017 | -Tìm hiểu các thông số cần thay thế  - Mô phỏng trên matlab |

LỜI CẢM ƠN

Những trang đầu tiên của đồ án này, em xin gửi lời cảm ơn đến quý thầy cô trong viện- những người đã tận tình truyền đạt lại kiến thức cho chúng em.

Đặc biệt, em xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Thầy Th.S Lê Văn Chương, người đã luôn đồng hành hướng dẫn chúng em, tạo cơ hội giúp đỡ và cho phép em được làm đề tài đồ án này.

Em cũng xin chân thành cảm ơn Thầy PGS.TS Nguyễn Hoa Lư, đã dày công vất vả luôn nhiệt tình giảng dạy những bài học hay, để ngày hôm nay em có cơ sở lý thuyết và thêm phần hiểu biết để hoàn thành đồ án này.

Em cũng xin chân thành cảm ơn đến các Thầy Cô trong Viện đã và đang âm thầm giúp đỡ chúng em cách này hay cách khác.

Một lời cảm ơn, và một lời chúc chân thành. Em xin gửi tới quý Thầy Cô và các bạn, xin chúc mọi người luôn bình an, vui vẻ, hạnh phúc và thành công trên con đường sự nghiệp phía trước.

Cuối cùng, với khối lượng kiến thức nhiều và rộng, trong khi đó khả năng và hiểu biết của bản thân em lại có giới hạn. Vì vậy, trong quá trình thực hiện đồ án, không thể tránh khỏi những khiểm khuyết. Em mong Thầy Cô thông cảm cho em.

Em xin chân thành cảm ơn.

Nhóm sinh viên thực hiện

LỜI NÓI ĐẦU

Trong thiên niên kỷ XXI này, sự phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ và gần đây là cuộc cách mạng 4.0 đã tác động mạnh mẽ đến đời sống sản xuất, sinh hoạt của con người. Nhằm hướng đến một cuộc sống mà con người ít phải trực tiếp bỏ sức lao động làm, nhưng vẫn thu được năng suất, chất lượng sản phẩm , độ chỉnh xác cao, giúp cho con người có một cuộc sống dễ dàng thoái mãi hơn. Sự góp mặt của tự động hóa quá trình công nghệ đã góp phần không nhỏ đến mục tiêu này. Nó đã và đang phát triển và ứng dụng mạnh mẽ trong công nghiệp, cụ thể như công nghiệp hóa lọc dầu, công nghiệp hóa chất, công nghiệp xử lý nước, sản xuất giấy,sản xuất xi măng…cũng như trong các lĩnh vực khác của đời sống. Đặc biệt hơn, tự động hóa quá trình giúp con người tránh khỏi những công việc nặng nhọc, trong môi trường độc hại, khai thác những nơi con người không thể đặt chân đến.

Trong công nghiệp chế biến sấy nguyên liệu thực phẩm, luyện kim, chế tạo các ki loại và nhiều lĩnh vực khác.. việc xây dựng một hệ thống tự động đo và điều chỉnh lò nhiệt bình khí là rất quan trọng. Chính vì vậy, vấn đề đặt ra trong đề tài là điều khiển áp suất vào bình và áp suất trong bình để giúp cân bằng và ổn định hệt hống tốt nhất. Với yêu cầu ứng dụng thực tế như vậy, đề tài nghiên cứu đối tượng chính ở đây là điều khiển lò nhiệt bình khí. Hệ bình hơi đơn được hình thành với hệ thống van giúp duy trì áp suất khí trong bình và bên ngaoài được ổn định với độ chính xác cao nhất. Để làm được điều này thì đòi hỏi phải điều khiển đóng mở các van để điều tiết lưu lượng khí cũng như điều khiển lưu lượng khí bên ngoài, làm trong bình luôn luôn giữ một giá trị đặt trước là không đổi. Việc điều khiển hệ thống này để giữ được mức chất khí trong bồn ổn định là tương đối khó,cần phải có sự điều khiển phối hợp giữa các van.

Với sự phát triển của kỹ thuật điều khiển tự động hiện nay thì có nhiều cách để điều khiển mức chất khí của hệ thống bình khí đơn, nhưng ở đây ta sử dụng bộ điều khiển PID kinh điển để điều khiển. Công việc điều khiển được thực hiện mô phỏng trên Matlab, với công cụ là Simulink.

Chương 1. CƠ SỞ LÝ THUYẾT

I. Mô tả các phần tử và hệ thống điều khiển

1.1. Các phương pháp mô tả toán học

Trong lý thuyết điều khiển tự động có ba phương pháp mô tả cơ bản đó là phương pháp mô tả từng phần tử, phương pháp mô tả đối với toàn bộ hệ thống bằng các biến điều khiển được và phương pháp mô tả các biến trạng thái.

Trong hầu hết tất cả các hệ thống tự động, các quá trình được mô tả bằng các phương trình vi phân, phương trình vi phân, phương trình vi – sai phân, phương trình tích phân và các phương trình vi phân – tích phân…

Các biến trạng thái (t), i = của hệ động học gọi là các biến độc lập, mà tập hợp của chúng đủ để mô tả trọn vẹn trạng thái đông học của hệ thống. Điều đó có nghĩa là theo các giá trị cho trước …, của tất cả các biến trạng thái tại một thời điểm xác định nào đó t = , theo các giá trị có trước của các tác động ở tất cả các thời điểm tiếp theo t > và theo các phương trình của hệ thống có thể xác định giá trị của tất cả các biến trạng thái ở bất kỳ thời điểm tiếp theo t > . Phương trình của hệ thống đối với các biến trạng thái được viết dưới dạng:

= [,…,,,…,, ,…,,t], (1.1)

Trong đó – hàm liên tục, thỏa mãn các điều kiện Lipshits; – tác động điều khiển; – tác động nhiễu.

Thông thường số biến trạng thái lớn hơn số biến đầu ra. Trong trường hợp biến đầu ra , ,…, có thể thể hiện như là hàm biến trạng thái thì phương trình (2.1) được bổ sung thêm phương trình

= [,…,], j = . (1.2)

f(t)

u(t)

x(t)

*Hình 1.1*

Trong trường hợp chung, các khâu và hệ thống được mô tả bằng các phương trình vi phân phi tuyến bậc tùy ý. Ta hiểu khâu là một mô hình toán học của phần tử. Xét khâu trên hình 1.1 được mô tả bằng phương trình vi phân bậc hai.

F(x(t), (t), (t), u(t), (t)) + f(t) = 0, (1.3)

trong đó x(t) – đại lượng ra; u(t) và f(t) – các đại lượng vào; (t) và (t) – đạo hàm bậc nhất theo thời gian; (t) – đạo hàm bậc hai theo thời gian;

Phương trình (1.3) mô tả các quá trình trong khâu với các tác động vào tùy ý, được gọi là phương trình động học. Giả sử khi các giá trị tác động vào là không đổi: u(t) = và f(t) = , quá trình trong khâu được xác định theo thời gian; đại lượng ra nhận giá trị không đổi x(t) = . Khi đó (2.3) có dạng:

F(,0,0,,0) + = 0. (1.4)

Phương trình (1.4) mô tả chế độ tĩnh hay chế độ xác lập và nó gọi tên phương trình tĩnh học.

1.2. Các tính chất cơ bản của phép biến đổi Laplace

Trong mục này trình bày những kiến thức cơ bản về phép biến đổi laplace có ứng dụng thiết thực khi xét các hệ thống được mô tả bằng phương trình vi phân tuyến tính.

Phép biến đổi Laplace được gọi là hệ thức

X(s) =

trong đó f(t) – hàm biến số thực; còn hàm X(s) gọi là hàm ảnh hay ảnh Laplace. Vậy, hàm x(t) có ảnh là X(s) hay hàm gốc của X(s) là x(t) và được viết như sau:

x(t) X(s) x(t).

Đôi khi còn sử dụng ký hiệu X(s) = L{x(t)}, trong đó L – toán tử Laplace.

Giả thiết rằng hàm x(t) có ảnh laplace, có tính chất: x(t) xác định và liên tục từng đoạn trên nửa trục dương [0,]; x(t) = 0, khi t < 0 tồn tại các số dương và c sao cho M, khi 0 t . Hàm số có các tính chất đã nêu được gọi là hàm gốc.

Hệ thức x(t) ds,

Xác định hàm gốc theo hàm ảnh biết trước được gọi là phép biến đổi ngược Laplace, ở đây tích phân được lấy theo đường thẳng bất kỳ ReS = > c. Biết đổi ngược Laplace có thể được viết như sau:

x(t) = {X(s)},

trong đó ký hiệu – phép biến dổi ngươc Laplace,

ta dừng lại ở các tính chất cơ bản của phép biến đổi Laplace.

1). Tính chất tuyến tính

Đối với các hằng số bất kỳ và

L{ (t) + (t)} = L{(t)} + L{(t)}

2). Tính chất đồng dạng

Giả sử là một số dương bất kỳ và nếu L{x(t)} = X(s) thì L {x(t)} = X()

3). Vi phân hàm gốc

Nếu đạo hàm là hàm gốc, tức là nó là tất cả ba tính chất đã nêu, thì

L{} = sX(s) - , trong đó X(s) = L{x(s)}, = .

Một cách tổng quát, nếu đạo hàm (t) là hàm gốc, thì

L{(t)} = X(s) - x(0) - (0) - … - (0),

trong đó (0) = (t), k = .

Nếu điều kiện ban đầu là điều kiện không, tức là

x(0) = = … = (0) = 0, thì công thức cuối cùng có dạng:

L{(t)} = X(s).

Vậy, nếu với các điều kiện không ban đầu cho trước, phép lấy vi phân hàm gốc tương ứng với phép nhân ảnh với S.

4). Tích phân hàm gốc

Tich phân hàm gốc dẫn đến phép chia ảnh cho s:

L{} = .

5). Định lí trễ

Đối với số dương bất kỳ

L{x(t – } = L{x(t)} = X(s).

6). Định lý về tích chập (định lí phép nhân ảnh)

Nếu và (t) là hàm gốc, còn (s) và (s) là các ảnh tương ứng, thì

(s)(s)d = d.

Tích phân vế phải của biểu thức được gọi là tích chập của các hàm và (t) và có ký hiệu \* (t):

\* (t) = d = d.

7). Định lí về giá trị giới hạn

Nếu x(t) là hàm gốc và X(s) là ảnh của nó, thì x(0) = và với sự tồn tại giới hạn

x() = x() = .

8). Định lý về khai triển

Nếu hàm X(s) = A(s) / B(s) là phân thức hữu tỷ, hơn nữa bậc của đa thức tỷ số nhỏ hơn bậc đa thức mẫu số, thì hàm gốc nó là hàm

x(t) = ,

trong đó n - bậc của đa thức B(s), = .

1.3. Dạng phương trình vi phân tuyến tính mô tả hệ thống. Hàm truyền

1.3.1. Phương trình vi phân tuyến tính

Một bộ phận của hệ thống được gọi là khâu, không đơn giản nếu bậc nhất của phương trình vi phân mô tả không lớn hơn 2, khâu phức tạp nếu bậc của phương trình là bậc cao. Phụ thuộc vào dạng phương trình động học, các khâu tuyến tính liên tục được chia thành các khâu thông thường (có các tham số tập trung) và các khâu đặc biệt (có trễ, có tham số phân bố, có tham số biến đổi).

Nghiệm của phương trình ban đầu với điều kiện ban đầu cho trước gọi là quá trình quá độ. Với một số tác động và điều kiện tiêu chuẩn ban đầu, các quá trình này sẽ cho ta thấy những điều thú vị. Người ta nhận các gía trị không ban đầu bên trái tại thời điểm t = với điều kiện cho tới thời điểm đó các tác động hoàn toàn vắng mặt để làm các điều kiện tiêu chuẩn ban đầu. Điều đó có nghĩa là cho tới thời điểm ban đầu hệ thống ( khâu) nằm trong trạng thái tĩnh.

(t) = (t) = 0; i = , j = ;

u(t) 0; f(t) 0, t . (1.5)

Khi mô tả hệ thống điều khiển tự động, thường người ta sử dụng ký hiệu chuẩn để viết phương trình vi phân tuyến tính. Giả sự động học của hệ thống điều khiển tự động được mô tả bằng phương trình vi phân tuyến tính bậc hai

(t) + (t) + x(t) = (t) (t) + (t). (1.6)

Ký hiệu phép toán vi phân bằng dấu hiệu tượng trưng p, phương trình (1.6) có thể viết ở dạng

(t) + (t) + x(t) = (t) + (t) + (t) (1.7)

hoặc:

( + x(t) = + )(t) + (t). (1.8)

Ta đưa vào các ký hiệu Q(p) = + , (p) = + , (p) = , và phương trình (1.8) có thể viết ở dạng gọn hơn

Q(p)x(t) = (p)u(t) + (p)f(t). (1.9)

Trong phương trình vi phân (1.9) Q(p) (toán tử vi phân đứng trước đại lượng ra) được gọi là toán tử riêng (p) (toán tử vi phân đứng trước các đại lượng tác động vào) gọi là toán tử tác động.

Thông thường phương trình vi phân tuyến tính có các hệ số thay đổi, có bậc không lớn hơn hai được viết ở dạng chuẩn. Khi đó các số hạng có chứa đại lượng ra và các đạo hàm của nó được viết về bên trái của phương trình, còn các số hạng còn lại được viết ở bên phải; hệ số ở đại lượng ra lấy bằng đơn vị. Nếu ở vế phải của phương trình có chứa đạo hàm thì các số hạng có chứa bất kỳ một đại lượng vào nào và các đạo hàm của nó được hợp lại thành một nhóm và hệ số tương ứng với đại lượng vào đó được đưa ra ngoài dấu móc.

Phương trình (1.6) ở dạng chuẩn được viết như sau:

(t) + (t) + x(t) = [(t) + u(t) ] + f(t). (1.10)

Trong đó = /, = /, = /, = /.

Trong phương trình (1.10) các hằng số , , có thức nguyên là thời gian và có tên gọi là hằng số thời gian, còn các hệ số , – các hệ số truyền. Nếu phương trình xuất phát ban đầu (1.6) không chứa biến x(t) ( hệ số =0) thì ở dạng chuẩn hệ số của số hạng hàm (t) phải bằng đơn vị, tức là chia cả hai vế phương trình cho

Phương trình (1.10) còn có thể viết ở dưới dạng:

( + p + 1) x(t) = (p + 1)u(t) + f(t). (1.11)

1.3.2. Hàm truyền

Trong lý thuyết điều khiển tự động, hàm truyền được sử dụng với tư cách là một trong những đặc tính động học cơ bản.

Tỷ số toán tử tác động đối với toán tử riêng gọi là hàm tuyền hoặc là hàm truyền ở dạng toán tử

Hệ thống (khâu) dược mô tả bằng phương trình (1.6) hoặc các phương trình (1.7) – (1.9) có thể đặc trưng bằng hai hàm truyền: hàm truyền (p) theo điều khiển, tức là

(p) = = , (1.12)

và hàm truyền (p) theo nhiễu f, tức là

(p) = = . (1.13)

Sử dụng các hàm truyền ta có thể viết chương trình (1.6) ở dạng

x(t) = (p)u(t) + (p)f(t). (1.14)

Phương trình (1.14)là quy ước chặt chẽ, dạng viết phương trình xuất phát ban đầu (1.6). Phương trình (1.8), (1.9) và (1.14) được gọi là các phương trình viết ở dạng toán tử.

Sử dụng cách viết phương trình vi phân ở dạng toán tử (1.8) hoặc (1.9) và coi toán tử riêng và các toán tử tác động như các thừa số đại số thông thường, hàm truyền ở dạng toán tử cũng có thể được xác định như tỷ số đại lượng ra trên đại lượng vào.

Song song với dạng hàm truyền viết ở dạng toán tử, hàm truyền ở dạng ảnh Laplace cũng được sử dụng rất rộng rãi. Hàm truyền hay hàm truyền ở dạng ảnh Laplace gọi là tỷ số ảnh giữa các đại lượng ra trên ảnh của đại lượng vào với các điều kiện không ban đầu cho trước. Nếu hệ thống (khâu) có một lối vào, thì khi xác định hàm truyền tương đối với một đại lượng vào bất kỳ nào đó, các đại lượng vào còn lại được cho bằng không.

1.4. Đặc tính tần số

Đặc tính tần số giữ một vai trò quan trọng trong việc mô tả hệ thống (khâu) có các tham số không đổi (hệ dừng). Các đặc tính tần số có được khi ta xét các chuyển động cưỡng bức của hệ thống (khâu) với tác động điều hòa trên lối vào.

Hệ thống tuyến tính tuân theo nguyên lý chồng chất mà ta có thể phát biểu như sau: phản ứng của hệ thống lên một vài tác động đồng thời trên lối vào bằng tổng các phản ứng của hê thống lên từng tác động riêng lẻ. Điều này cho phép ta giới hạn nghiên cứu hệ thống chỉ có một đầu vào. Trong trường hợp chung phương trình của hệ thống tuyến tính có các hệ số không đổi với mỗi đầu vào và một đầu ra có thể viết như sau:

( + + …. +)x(t) = ( + + …. +)u(t). (1.15)

Theo định nghĩa, hàm truyền của hệ sẽ là

W(p) = . (1.16)

Thay p = j, ta có hàm W(j) từ hàm truyền W(p) của hệ (thay p = j vào (1.15)):

W(j) = , (1.17)

và được gọi là hàm truyền tần số. Hàm truyền tần số là hàm có giá trị phức của biến thực , biến thực gọi là tần số.

Có thể biểu diễn W(j) ở dạng:

W(j) = U( + Jv( = A(, (1.18)

trong đó

A(j = ; (1.19)

arctag + k, k= 0,,,… (1.20)

Khi tính hàm theo công thức (1.19), giá trị k xác định bắt đầu từ các nguyên nhân bất kỳ bổ sung nào đó. Trên mặt phẳng phức (hình 1.2) hàm truyền tần số W(j) xác định theo vector , có độ dài (module) bằng A( còn argument (pha) bằng góc . Khi thay đổi tần số từ 0 đến ( đôi khi - đến + ), đầu mút của vector vẽ lên mặt phửng phức một đường cong, được gọi là đặc trưng biên độ - pha tần số.

Ta cũng gọi hàm truyền tần số là hàm biên độ - pha tần số. Phần thực của nó U( = ReW(j) và phần ảo V() = ImW(j) ta cũng gọi là hàm thực và hàm ảo tần số tương ứng. Đồ thị hàm thực tần số [đường cong sự phụ thuộc U()] gọi là đặc tính thực tần số, còn đồ thị hàm ảo của tần số gọi là đặc tính ảo tần số.

jV

U

A()

0

C

*Hình 1.2*

1.5. Đặc tính thời gian

Một đặc tính quan trọng khác nữa của hệ thống điều khiển tự động đó là các hàm quá độ, hàm xung quá độ và đồ thị của chúng – các đặc tính thời gian; các đặc tính thời gian này được sử dụng khi mô tả hệ thống tuyến tính: hệ thống tuyến tính có các tham số không đổi cũng như hệ thống tuyến tính cũng có các tham số thay đổi theo thời gian.

Hàm quá độ của hệ thống (khâu) được gọi là hàm mô tả sự thay đổi đại lượng ra của hệ thống (khâu) trên lối vào của nó tác động bậc thang đơn vị và với các điều kiện bậc thang ban đầu cho trước. Hàm quá độ thường được ký hiệu h(t). Nói cách khác hàm quá độ h(t) là hàm mô tả phản ứng của hệ thống (khâu) lên tác động bậc thang đơn vị với các điều kiện ban đầu cho trước.

Đồ thị bậc thang đơn vị có thể biểu diễn như hình 1.3.

1

U(t)

1(t)

t

0

*Hình 1.3*

Hàm xung quá độ hay hàm trọng lượng của hệ thống (khâu) gọi là hầm mô tả phản ứng của hệ thống (khâu) lên tác động xung đơn vị với các điều kiện không ban đầu cho trước. hàm trọng lượng được ký hiệu w(t). Đồ thì hàm xung quá độ gọi là đặc tính xung quá độ

II. Tính ổn định của hệ thống điều khiển tuyến tính

2.1. khái niệm về ổn định

Bất kì hệ thống điều khiển tự động nào cũng thường xuyên bị nhiễu loạn khác bên ngoài tác động, nhiễu loạn có thể làm cho hệ thống làm việc không bình thường. Một hệ thống được thiết kế đúng sẽ được làm việc ổn định dưới tác dụng của các tác động nhiễu bên ngoài.

Trên hình (2.1) cho trạng thái của viên bi ở ba vị trí khác nhau. Trạng thái cân bằng là trạng thái đứng yên nếu không có ngoại lực nào tác động lên nó.

c)

b)

a)

*Hình 2.1*

Nếu có một ngoại lực nào đó tác động đến ba vị trí khác nhau của viên bi làm cho viên bi dịch chuyển khỏi vị trí ban đầu đến vị trí nào đó (hình 2.1) thì : trong trường hợp thứ nhất (hình 2.1.a) – khi chịu tác động của ngoại lực bên ngoài, viên bi dịch chuyển đến vị trí nào đó, sau khi mất tác động, nó sẽ dao động quanh vị trí và trở về . Trạng thái này được gọi là trạng thái cân bằng ổn định. Trường hợp thứ hai (hình 2.1.b) – khi có tác động của ngoại lực bên ngoài, viên bi chuyển động về phía nào đó và chuyển động ngày càng xa vị trí ban đầu, nó không trở lại với . Trạng thái này gọi là trạng thái cân bằng không ổn định. Trường hợp thứ ba (hình 2.1.c) – với chịu tác động của ngoại lực bên ngoài viên bi dịch chuyển khỏi vị trí và tự thiết lập vị trí mới nào đó, nó đứng yên ở vị trí mới và không trở lại với . Trạng thái này được gọi là trạng thái cân bằng phiếm định. Vậy ổn định là sự trở về vị trí ban đầu khi mất tác động của ngoại lực bên ngoài.

2.2. Điều kiện ổn định của hệ thống điều khiển tuyến tính

Phương trình vi phân hệ thống điều khiển tuyến tính viết cho đại lượng ra x(t) với sự có mặt của tác động điều khiển u(t) có dạng

(2.1)

trong đó và – các hệ số không đổi.

Sự thay đổi đại lượng điều khiển được x(t) với tác động ngoài tùy ý u(t) là nghiệm của phương trình (2.1)

(2.2)

Trong (2.2) số hạng đầu – thành phần cững bức có cùng tính chất như vế phải phương trình (2.1). nó xác định như nghiệm riêng của phương trình vi phân không thuần nhất (2.1) có vế phải

(2.3)

số hạng thứ hai – thành phần tự do (quá độ) xác định bằng nghiệm chung của phương trình vi phân thuần nhất (2.1) không có vế phải

(2.3)

Thường thì trong lý thuyết điều khiển tự động người ta quan tâm tính ổn điịnh thành phần cưỡng bức của quá trình quá độ. Bởi vậy, về chuyển động không có nhiễu của hệ thống cần thiết nhận thành phần cưỡng bức của quá trình quá độ. Khi đó thành phần có nhiễu sẽ là sự thay đổi bất kì nào của đại lượng điều khiển được x(t) trong hệ thống, còn sự sai lệch hoặc biến phân sẽ là thành phần tự do

2.3. Các tiêu chuẩn ổn định đại số

Các tiêu chuẩn ổn định đại số cho phép ta đánh giá tính ổn định của hệ thống theo các hệ số của phương trình đặc trưng.

Các tiêu chuẩn Routh và Hurwitz là biểu thức toán học của các điều kiện cần và đủ về tính âm của tất cả phân thực của các nghiệm phương trình bậc n có các hệ số thực không đổi.

D(p) = = 0. (2.4)

2.3.1. Tiêu chuẩn Routh

Để tất cả các nghiệm phương trình (1.6) có các phần thực là âm thì cần và đủ là phải thực hiện các điều kiện sau:

> 0; >0; >0;

; …; > 0, (2.5)

trong đó

(2.6)

I = với n chẵn

k = với lẻ.

Điều kiện ổn định: tất cả các phần tử ở cột thứ nhất của bảng Routh (kể cả và ) phải cùng dấu (dấu dương nếu >0).

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| r | No  Hàng | No Cột | | | | |
| 1 | 2 | … | k | … |
|  |  | … |  | … |
|  |  | … |  | … |
|  | 1 | = | = | … | = | … |
|  | 2 | = | = | … | = | … |
| … | … | … | … | … | … | … |
|  | i | = | = | … | = | … |

*Hình 2.2*

2.3.2. Tiêu chuẩn Hurwitz

Để tất cả các nghiệm của phương trình (3.21) có hệ số thực không đổi có phần thực âm thì cần và đủ là với > 0 các định thức Hurwitz trong

là dương. Định thức được xây dựng như sau:

Phần tử đâu tiên của nó luôn là , chỉ số trong mỗi àng tăng liên tiếp lên 2, còn trong mỗi cột giảm đi 1 và = 0, nếu k < 0 hoặc k > n.

2.3.3. Tiêu chuẩn ổn định Nyquist

Tiêu chuẩn tần số này được nhà bác học người Mỹ Nyquist soạn thảo năm 1932, nó cho phép đánh giá tính ổn định của hệ thống kín theo dạng đặc tính biên độ - pha của hệ thống hở.

W(p) = , m (2.7)

Thay p = j vào phương trình (1.6) ta có hàm truyền hệ thống hở như sau:

W(j = (2.8)

= U() + Jv( = A(

0

U(

A(

W(j

jV(

*Hình 2.3*

trong đó U( và V( – phần thực và phần ảo của hàm truyền, module A( và argument ( của hàm tuyền bằng

A(; ( = arctg.

Nếu thay đổi tần số từ - đến + thì vector W(j sẽ thay đổi về cả độ lớn và pha. Đường cong mà đầu mút mà vector vẽ ra trên mặt phẳng phức gọi là đặc tính biên độ - pha của hệ thống hở (hình 2.3).

Chương 2. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN LÒ NHIỆT BÌNH KHÍ

I. Mô tả toán học của hệ thống

1.1. Thiết kế phương trình động học của hệ thống

Sơ đồ chưa khí một đầu vào được cho trên (hình 4.1), lưu lượng khí đầu vào thay đổi áp suất khí ; Lưu lượng khí trong bình khi thay đổi áp suất khí ; V dung tích bình khí

Ở trạng thái cân bằng động = , lượng trong bình không thay đổi. Sự thay đổi lưu lượng dòng vào và lưu lượng trong bình sẽ ảnh hướng đến thể tích chất khí V trong bình, để biết được sự thay đổi của lưu lượng khí trong bình thì nhờ vào sự thay đổi của q(t) lưu lượng khí dẫn qua van vào bình.

R

V ; (t)

p(t)

*Hình 4.1*

Ta có:

q(t): lưu lượng khí dẫn qua van vào bình

R: trở kháng của van (

(t) và (t): áp suất khí ở đầu vào và trong bình (bar hay )

V: dung tích của bình ()

(t) (t) = r q(t) (3.1)

Mà:

(t) = dt

= q(t) q(t) = v

Thay vào (3.1) ta có:

(t) (t) = r v

(t) = (t) + r v

Đặt r = T

(t) = (t) + T p

Phương trình vi phân:

T + x(t) = k.u(t) (3.2)

1.2. Hàm truyền vi phân tuyến tính

Từ phương trình động học của hệ thống

T + x(t) = k.u(t)

Hay (Tp +1)x(t) = ku(t) ; với p = (3.3)

Từ đó ta thấy phương trình trên thuộc khâu không tuần hoàn hay khâu quán tính

Với định nghĩa ta có:

Q(p).x(t) = R(p).u(t)

Mà

Hàm truyền theo W(p) là:

W(p) = =

1.3. Hàm truyền ở dạng ảnh Laplace

Lấy ảnh laplace 2 vế phương trình

L = L

(Ts + 1) x(s) = k u(s)

Mà

Hàm truyền ảnh laplace

W(s) =

1.4. Hàm truyền tần số

Thay p = j ta có

Mà

Hàm truyền theo tần số là

W(j) =

1.5. Hàm truyền quá độ

Từ phương trình (3.3): (Tp + 1)x(t) = ku(t)

Với u(t) = 1(t) x(t) = h(t)

phương trình (3.3) trở thành: (Tp + 1) h(t) = k.1(t) (3.4)

Lấy ảnh Laplace của phương trình (3.4):

L {( Tp+1)h(t) )} = L{ k.1(t)}

(TS + 1) H(s) = k

H(S) =

H (s) = =

= = =

B = -1

H(S) = k()

h(t) = k [1- exp(-at)]

= k [1-exp( (3.5)

1.6. Hàm trọng lượng

U(t) =

Từ phương trình (3.3): (Tp+1) W(t) = k (3.6)

L{(Tp + 1) W(t)} = L{k

(Ts+1) W(S) = k

W(S) =

W(t) =

= exp( (3.7)

II. Dùng Matlab để mô phỏng đánh giá tính ổn định hệ thống

2.1. Đồ thị

Với các thông số được xác định như sau:

**+** R = 100 Ω - Trở khánh của van

+ V = 500 lit - Dung tích bình khí

+ K = 1 - Hệ số truyền

Mà T = R\*V

Thay vào các phương trình trên ta được:

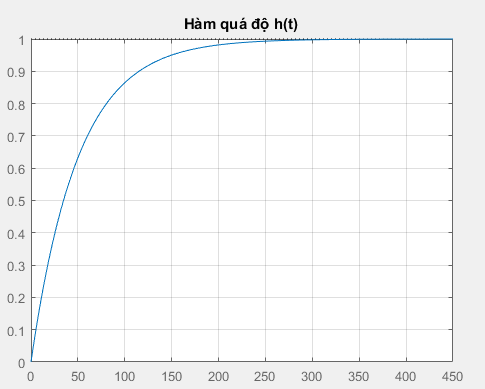
+Hàm quá độ: h(t) = k [1-exp( = 1-exp(

+ Hàm trọng lượng:W(t)= exp( =

2.1.1. Đồ thị hàm quá độ

Bằng phương pháp đại số ta tính được các giá trị:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | … |  |
| h(t) | 0 | 0.3297 | 0.5507 | 0.6988 | 0.7981 | 0.8647 | … | 1 |

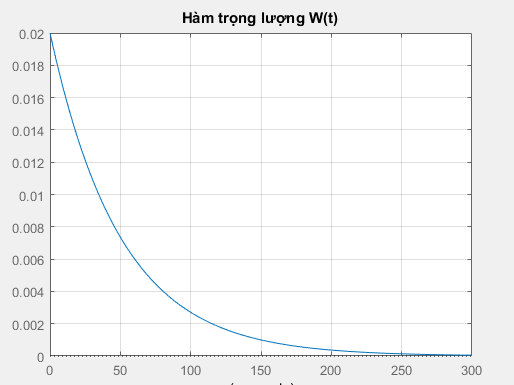
****

*Hình 4.2*

2.1.2. Đồ thị hàm trọng lượng

Bằng các phương pháp đại số ta tính được các giá trị:

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| t | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | … |  |
| w(t) | 0 | 0.013 | 8.986\* | 6.024\* | 4.038\* | 2.707\* | … | 0 |

****

*Hình 4.3*

2.2. Mô phỏng tính ổn định của hệ thống

Chương trình:

syms p;

ts=1;

ms=sym2poly(50\*p+1);

w=tf(ts,ms) %Dinh nghia ham truyen

subplot(221)

step(w) %ve ham qua do h(t)

grid

title('a-Ham qua do h(t)')

subplot(222)

impulse(w) %ve ham trong luong w(t)

grid

title('b-ham trong luong w(t)')

subplot(223)

nyquist(w) %ve dac tinh tan nien pha cua he thong

grid

title('c-tan bien pha A(w)')

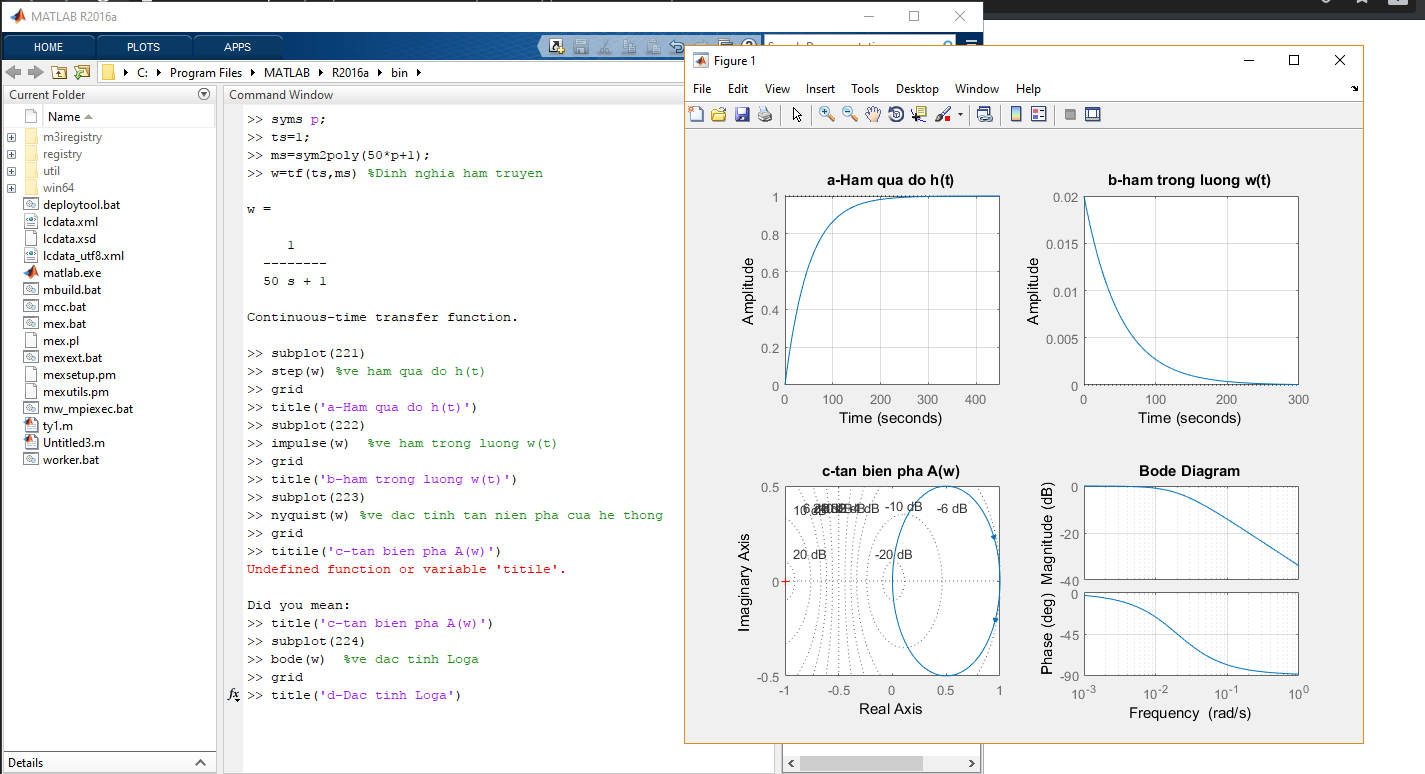
subplot(224)

bode(w) %ve dac tinh Loga

grid

title('d-Dac tinh Loga')

Kết quả thu được:

****

*Hình 4.4*

Nhận xét:

+ Quan sát dạng đồ thị hàm quá độ *h(t)*  (hình a) và hàm trọng lượng *w(t)*

(hình b), so sánh với kết quả vẽ bằng toán học, thấy rằng hai kết quả tương đương nhau.

+ Quan sát kết quả mô phỏng trên (hình c) ta thấy rằng biên độ pha của hệ thống hở không bao quanh điểm (-1,0j), và có tọa độ điểm cực nằm bên trái trục ảo . Vậy theo tiêu chuẩn Nyquist thì hệ thống kín ổn định.

+ Ta cũng có thể quan sát (hình d) đặc tính tần logarit pha – tần số, nhận thấy rằng nó không cắt đường thẳng đi qua vị trí  . Nên theo tiêu chuẩn Nyquist hệ thống ổn định.

2.3. xét tính ổn định của hệ thống

Từ phương trình (3.3) , ta có

+1)

1. Điều kiện cần:

(

Kết luận: thảo mãn điều kiện cần

Điều kiện đủ

Kết luận: thỏa mãn điều kiện đủ

Kết luận

hệ thống ổn định

KẾT LUẬN

Sau khi hoàn thành đồ án, nhóm có những nhận xét sau:

-Quan sát dạng đồ thị hàm quá độ *h(t)*  (hình 4.4.a) và hàm trọng lượng *w(t)*

(hình 4.4.b), so sánh với kết quả vẽ bằng toán học, thấy rằng hai kết quả tương đương nhau.

- Quan sát kết quả mô phỏng trên (hình 4.4.c) ta thấy rằng biên độ pha của hệ thống hở không bao quanh điểm (-1,0j), và có tọa độ điểm cực nằm bên trái trục ảo . Vậy theo tiêu chuẩn Nyquist thì hệ thống kín ổn định.

- Ta cũng có thể quan sát (hình 4.4.d) đặc tính tần logarit pha – tần số, nhận thấy rằng nó không cắt đường thẳng đi qua vị trí  . Nên theo tiêu chuẩn Nyquist hệ thống ổn định.

- Khi tăng hệ số Kp của bộ điều chỉnh PID lên đủ lớn, thấy rằng quá trình quá độ của hệ thống kín càng kết thúc sớm.

Trong quá trình thực hiện đồ án lần này với sự hướng dẫn của Lê Văn Chương, nhóm chúng em đã thực hiện được những nội dung sau:

- Xây dựng được mô hình toán học của hệ thống.

- Xác định được các hàm truyền của hệ thống: hàm truyền dạng toán tử vi phân, hàm truyền dạng ảnh Laplace và hàm truyền tần số.

-Xây dựng được hàm quá độ, hàm trọng lượng của hệ thống và vẽ đồ thị của hàm quá độ, hàm trọng lượng bằng phương pháp giải tích.

- Biểu diễn hàm quá độ, hàm trọng lượng, đánh giá chất lượng hệ thống thống qua các đặc tính biên độ pha, đặc tính logarit – tần số bằng phần mềm mô phỏng Matlab.

- Khảo sát đước tính ổn định của hệ thống qua các đặc tính biên độ - pha tần số và đặc tính logarit tần số được mô phỏng bằng phần mềm Matlab.

-Xét tính ổn định của hệ thống bằng phương pháp tiêu chuẩn Hurwitz cho ta kết luận hệ thống điều khiển lò nhiệt bình khí ổn định (mục 2.3).

TÀI LIỆU THAM KHẢO

[1] PGS.TS Nguyễn Hoa Lư; Th.S. Lê Văn Chương, *Lý thuyết điều khiển tự động hệ* *tuyến tính*, NXB Đại học Vinh, Nghệ An, 2017.