

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

ĐỖ THỊ HƯƠNG

**PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN ĐẠI SỐ CÓ TRẺ
TRONG LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN**

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

THÁI NGUYÊN - 2016

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM**

ĐỖ THỊ HƯƠNG

**PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN ĐẠI SỐ CÓ TRẺ
TRONG LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN**

Chuyên ngành: Toán giải tích

Mã số: 60 46 01 02

LUẬN VĂN THẠC SĨ TOÁN HỌC

Người hướng dẫn khoa học: TS. Đào Thị Liên

THÁI NGUYÊN - 2016

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi, các kết quả nghiên cứu là trung thực và chưa được công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Thái Nguyên, tháng 9 năm 2016

Tác giả luận văn

Đỗ Thị Hương

LỜI CẢM ƠN

Luận văn được hoàn thành tại khoa Toán, trường Đại học sư phạm - Đại học Thái Nguyên dưới sự hướng dẫn tận tình và khoa học của cô giáo - Tiến sĩ Đào Thị Liên. Qua đây em xin bày tỏ lời cảm ơn chân thành và lòng biết ơn sâu sắc công ơn vô bờ bến của cô đã không quản thời gian và công sức hướng dẫn em hoàn thành luận văn. Em xin cảm ơn Ban Giám hiệu, các phòng ban chức năng trong trường Đại học sư phạm - Đại học Thái Nguyên đặc biệt các thầy cô giáo trong khoa toán và Bộ môn Giải tích đã tạo điều kiện tốt nhất để em hoàn thành luận văn. Sau cùng, em xin được bày tỏ tình cảm tha thiết dành cho gia đình, các bạn bè đồng nghiệp đã luôn động viên, tạo điều kiện cho em được yên tâm học tập và nghiên cứu.

Mặc dù đã hết sức cố gắng, song luận văn khó tránh khỏi các hạn chế và thiếu sót. Em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của quý thầy cô và các bạn để bản luận văn hoàn thiện hơn.

Thái Nguyên, tháng 9 năm 2016

Học viên cao học

Đỗ Thị Hương

MỤC LỤC

	<i>Trang</i>
Lời cam đoan	i
Lời cảm ơn	ii
Mục lục	iii
Danh mục các kí hiệu viết tắt	iv
MỞ ĐẦU	1
Chương 1: KIẾN THỨC CƠ SỞ	4
1.1. Phương trình vi phân đại số (DAE)	4
1.1.1. Một số khái niệm về DAE	4
1.1.2. Chỉ số của DAE	5
1.1.3. Phương pháp giải số DAE	10
1.2. Phương trình vi phân thường có trễ (DODE)	11
1.2.1. Một số khái niệm và kết quả về DODE	11
1.2.2. Phương pháp số giải DODE	16
1.3. Phương pháp Radau IIA tìm nghiệm cho ODE cứng	16
1.3.1. Bậc hội tụ	18
1.3.2. Các gián đoạn trong nghiệm	18
1.3.3. Giải phương trình phi tuyến	20
1.4. Các hệ điều khiển	22
1.4.1. Hệ điều khiển tuyến tính liên tục	22
1.4.2. Các hệ điều khiển rời rạc	28
Chương 2: PHƯƠNG TRÌNH VI PHÂN ĐẠI SỐ CÓ TRỄ TRONG LÝ THUYẾT ĐIỀU KHIỂN	35
2.1. Bài toán sisofeed5	35
2.2. Tính chất của nghiệm	38
2.3. Các hàm đầu vào	42

2.4. Lựa chọn công thức	45
2.5. Ước lượng và điều khiển sai số	47
2.6. Các bước “dài”	50
2.7. Các gián đoạn	52
2.7.1. Sự lan truyền.....	52
2.7.2. Theo dõi các gián đoạn.....	55
KẾT LUẬN	59
TÀI LIỆU THAM KHẢO	60

DANH MỤC CÁC KÍ HIỆU VIẾT TẮT

Code:	Mã.
DAE:	Phương trình vi phân đại số .
DDAE:	Phương trình vi phân đại số có trễ.
DODE:	Phương trình vi phân thường có trễ.
FOH:	Mẫu bậc nhất.
GENLTI:	Hệ tuyến tính bất biến tổng quát.
LTI:	Hệ tuyến tính bất biến.
ODE:	Phương trình vi phân thường.
ZOH:	Mẫu bậc không.

MỞ ĐẦU

Các hệ tuyến tính bất biến (LTI) là mô hình cơ bản trong lý thuyết điều khiển. Các mô hình với trạng thái có trễ xuất hiện một cách tự nhiên khi xây dựng các mô liên hệ ngược của các hàm truyền sơ cấp với các trễ đầu vào hoặc đầu ra. Các nghiên cứu cho thấy các đối số trễ thường có ảnh hưởng lớn đến đáng điệu nghiệm của một hệ động lực nói chung. Những kết quả tương tự cho các hệ phương trình vi phân đại số (DDAE) còn rất ít, mặc dù chúng có rất nhiều ứng dụng trong tự nhiên, hóa học, sinh học,... Do đó, luận văn này tập trung trình bày về nghiệm dạng số của DDAE do hai tác giả L. F. Shampine, P. Gahinet đưa ra trong bài báo “*Delay differential algebraic equations in control theory*” có dạng

$$x'(t) = Ax(t) + B_1u(t) + B_2w(t) \quad (0.1)$$

$$z(t) = C_2x(t) + D_{21}u(t) + D_{22}w(t) \quad (0.2)$$

trong đó các ma trận A , B_1 , B_2 , D_{21} , D_{22} không đổi và hàm đầu vào $u(t)$ là tron từng khúc với $t > 0$. Hàm w được xác định bởi N số hạng của vector (cột) z và với N trễ cố định τ_1, \dots, τ_N

$$w(t) = [z_1(t - \tau_1), \dots, z_N(t - \tau_N)]^T$$

Việc mô hình hóa bắt đầu tại $t=0$ và từ điểm dừng $(u(t), x(t), z(t)) \equiv (0, 0, 0)$ với $t \leq 0$. Trong suốt quá trình tính toán giá trị của $x(t)$, $z(t) \in [0, T_f]$, chúng ta phải ước lượng hàm đầu ra

$$y(t) = C_1x(t) + D_{11}u(t) + D_{12}w(t)$$

(0.3)

được xác định bởi các ma trận hằng C_1 , D_{11} , D_{12} . Thường thì, các hàm đầu vào $u(t)$ có bước nhảy tại $t=0$. Theo định nghĩa, nghiệm $x(t)$ liên tục tại đó nhưng

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN <http://www.lrc.tnu.edu.vn>

bước nhảy trong $u(t)$ đã kéo theo bước nhảy trong $z(t)$, $x'(t)$, $y(t)$. Khi đó các giá trị trễ, chính là nguyên nhân làm cho các bước nhảy lan truyền khắp $[0, T_f]$.

Chúng ta thấy rằng (0.1), (0.2) là một hệ DDAE. Chúng ta cố gắng nghiên cứu sâu hơn để tìm ra cách giải số cho các phương trình vi phân đại số (DAE) và các phương trình vi phân thường có trễ (DODE). Có rất ít kết quả nghiên cứu về DDAE và các nghiên cứu hiện có phần lớn chú trọng việc ứng dụng của DDAE. Vì mô hình hệ tuyến tính bất biến tổng quát (GENLTI) thường được sử dụng trong thiết kế nên việc có thể giải chúng một cách nhanh chóng là điều rất quan trọng. Để làm được điều đó, chúng ta cố gắng tận dụng triệt để các đặc tính của chúng. Chẳng hạn như, chúng ta có thể xử lý trước các mô hình để đảm bảo rằng tất cả các giá trị trễ đều dương. Những kết quả của hai tác giả L. F. Shampine, P. Gahinet dựa trên những kết quả trước đó của các tác giả như U. Ascher và L. Petzold trình bày về nghiệm dạng số của DDAE và DDAE trung hòa (xem [5]); phương pháp sử dụng máy tính để giải số phương trình vi phân thường (ODE) và DAE (xem [6]); W.H. Enright và H. Hayashi trình bày về cách giải DDAE dựa trên phương pháp Runge–Kutta liên tục với điều khiển khuyết (xem [8]) và rất nhiều tác giả khác.

Luận văn gồm 59 trang, ngoài phần mở đầu, kết luận và tài liệu tham khảo, nội dung chính gồm có hai chương.

Chương 1. Kiến thức cơ sở

Chương này trình bày một số khái niệm về DAE, DODE và các hệ điều khiển tuyến tính liên tục và rời rạc trong lý thuyết điều khiển. Đây là những kiến thức cơ sở cần thiết để sử dụng trong chương 2.

Chương 2. Phương trình vi phân đại số có trễ trong lý thuyết điều khiển

Nội dung chính của chương 2 trình bày một số quả nghiên cứu về phương trình vi phân đại số có trễ trong lý thuyết điều khiển mà hai tác giả L.F. Shampine,

Số hóa bởi Trung tâm Học liệu – ĐHTN <http://www.lrc.tnu.edu.vn>

P. Gahinet đã đưa ra trong bài báo: “*Delay differential algebraic equations in control theory*” năm 2006. Ở đây thể hiện rõ những hệ bất biến tuyến tính là mô hình cơ bản trong lý thuyết điều khiển, khi những hệ tuyến tính đó được tổng quát hóa bao gồm các trạng thái trễ. Kết quả của các mô hình được mô tả bởi một hệ DDAE, người ta tận dụng triệt để các tính chất đặc biệt của các mô hình sinh ra từ những ứng dụng trong lý thuyết điều khiển, để giải các bài toán khó với độ chính xác cao và tốc độ đủ nhanh nhằm đạt được mục đích nghiên cứu, ứng dụng.