

B GIÁO D C VÀ ÀO T O
I H C ÀN NG

MINH TI N

THI T K ,CH T O MÔ HÌNH I U KHI N
CÂN B NG CON L C NG CHAIB CT DO

Chuyên ngành : Công nghệ Chế tạo máy

Mã số : 60.52.04

TÓM T TLU NV NTH CS K THU T

à N ng - N m 2013

Công trình hoàn thành tại
I H C À N NG

Ng i h ng đ n khoa h c: PGS.TS. PH M NG PH C

Ph n bi n 1: PGS.TS. NGUY N V NY N

Ph n bi n 2: PGS.TS. PH M PHÚ LÝ

Lu n v n c b o v tr c H i ng ch m Lu n v n t t
nghì p th c s K thu th p t i i h c à N ng vào ngày 18
tháng 04 n m 2013.

Có th tìm hi u lu n v n t i:

- Trung tâm Thông tin - H c li u, i H c à N ng
- Trung tâm H c li u, i H c à N ng

M U

1. Lý do chọn tài

Trong thực tế, nhu cầu công trình có mô hình dáng con l c ng c nh : nhà cao tầng, cân bằng trong ch t o robot ng i, tháp vô tuyến, giàn khoan, tàu thủy, công trình biển.... Sự gia tăng v quy mô k t c u s d n n các áp ng ng l c ph c t p c a k t c u và s sinh ra các dao ng làm gi m b n c a công trình, vì vậy nghiên c u các dao ng này và làm cân bằng h th ng có mô hình dáng con l c ng c là v n ang c quan tâm.

V i i u khi n t i u phát triển m nh m trong nh ng n m g n ây t o r a c s xây d ng các h th ng máy móc ph c t p, nh ng h có kh n ng cung c p “kinh nghi m i u khi n h th ng” hay còn g i là các h tr giúp quy t nh.

T các v n trên, ta th y c n thi t ph i nghiên c u v con l c ng c nh m n m b t và phát triển k thu t i u khi n ph c v cho nhu c u s n xu t, ph c v h c t p, nghiên c u.

2. Mục ích của tài

i u khi n cân bằng con l c ng c n c ta c nghiên c u nh m ch t o mô hình ng d ng cho các lu t i u khi n hi n i t ó làm c s ng d ng vào trong s n xu t.

ng d ng lý thuy t i u khi n t i u thi t k b i u khi n gi cân bằng con l c ng c.

Thi t k , ch t o mô hình th c nghi m

3. Phạm vi và nội dung nghiên cứu

3.1. Phạm vi

Nghiên c u con l c ng c hai b c t do.

i u khi n cân bằng con l c ng c hai b c t do b ng b i u khi n s d ng các ph ng pháp i u khi n t i u.

ánh giá kết quả dựa trên mô hình thực nghiệm.

3.2. Nội dung nghiên cứu

Nghiên cứu lý thuyết về phương pháp xây dựng mô hình toán học, lập phương trình vi phân chuyển đổi các con lắc song song hai bậc tự do trên cơ sở phương pháp biến phân Lagrange-Euler

Sử dụng phần mềm Matlab làm công cụ xây dựng mô hình và mô phỏng hệ thống;

Kiểm nghiệm kết quả nghiên cứu, ta chọn mô hình con lắc song song hai bậc tự do. Thông qua quá trình hoạt động của mô hình, ta đánh giá kết quả nghiên cứu.

4. Phương pháp nghiên cứu

Tài liệu nghiên cứu được trích dẫn theo phương pháp kết hợp giữa lý thuyết và thực nghiệm. Các thành phần sau:

Nghiên cứu các tài liệu liên quan, trên cơ sở số tính toán thích hợp để đưa ra khi cần cân bằng con lắc song song hai bậc tự do.

Chọn mô hình kiểm tra các kết quả.

5. Ý nghĩa khoa học và thực tiễn

Con lắc song song là cơ sở tạo ra các hệ thống cân bằng như: xe hai bánh cân bằng, cân bằng robot người, tháp vô tuyến, giàn khoan, công trình biển...

Khi lý thuyết về các bậc tự do khi nhìn ngày càng hoàn thiện hơn thì con lắc song song là một trong những ứng dụng áp dụng kiểm tra các lý thuyết đó.

Tạo ra phương pháp học tập nghiên cứu trực quan bằng mô hình thực. Bằng cách tiếp cận kỹ thuật đưa ra chính xác.

6. Cấu trúc luận văn

Cấu trúc luận văn gồm có bốn chương.

- Chương 1: Mô hình hóa con lắc song song hai bậc tự do

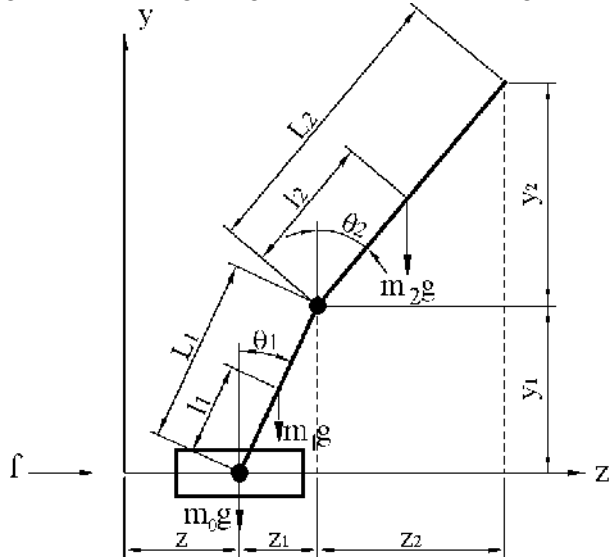
- Chương 2: Lý thuyết điều khiển tự động
- Chương 3: Thiết kế bộ điều khiển cân bằng góc con lắc kép hai bậc độ
- Chương 4: Thiết kế, chốt mô hình điều khiển cân bằng góc con lắc kép hai bậc độ

CHƯƠNG 1 MÔ HÌNH HÓA CON LẮC KÉP HAI BẬC ĐỘ

1.1. CÁC NGHIỆM CỤ THỂ NAY TRÊN THỰC TIỄN

1.2. MÔ HÌNH CON LẮC KÉP

Xét hệ thống con lắc kép gắn vào xe và kéo bởi động cơ servo DC. Yêu cầu của bài toán là điều khiển vị trí xe và giữ cho con lắc kép luôn thẳng đứng (con lắc luôn cân bằng).



Hình 1.7: Mô hình con lắc kép hai bậc độ

1.3. MÔ HÌNH TOÁN HỌC CÁC ÁNH CON LÊN NGỒN C HAI BÊN C T ĐỒ

Con lắc 1

$$\begin{cases} z_1 = z + l_1 \sin \theta_1 \\ y_1 = l_1 \cos \theta_1 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{z}_1 = \dot{z} + \dot{\theta}_1 l_1 \cos \theta_1 \\ \dot{y}_1 = -\dot{\theta}_1 l_1 \sin \theta_1 \end{cases}$$

Con lắc 2

$$\begin{cases} z_2 = z + L_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin \theta_2 \\ y_2 = L_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} \dot{z}_2 = \dot{z} + \dot{\theta}_1 L_1 \cos \theta_1 + \dot{\theta}_2 l_2 \cos \theta_2 \\ \dot{y}_2 = -\dot{\theta}_1 L_1 \sin \theta_1 - \dot{\theta}_2 l_2 \sin \theta_2 \end{cases}$$

nguyên nhân xác định theo công thức

$$T = \frac{1}{2} m v^2 \quad \text{Trong đó} \quad v^2 = \dot{z}^2 + \dot{y}^2$$

nguyên nhân của xe $T_0 = \frac{1}{2} m_0 \dot{z}^2$

Hàm tiêu tán của xe $D_0 = \frac{1}{2} c_0 \dot{z}^2$

nguyên nhân của con lắc 1

$$T_1 = \frac{1}{2} m_1 \left[\dot{z} + \dot{\theta}_1 l_1 \cos \theta_1 \right]^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{\theta}_1^2 l_1^2 \sin^2 \theta_1 + \frac{1}{2} J_1 \dot{\theta}_1^2$$

Hàm tiêu tán của con lắc 1

$$D_1 = \frac{1}{2} c_1 \dot{\theta}_1^2$$

nguyên nhân của con lắc 2

$$\begin{aligned} T_2 &= \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} J_2 \dot{\theta}_2^2 \\ &= \frac{1}{2} m_2 \left[\dot{z} + \dot{\theta}_1 L_1 \cos \theta_1 + \dot{\theta}_2 l_2 \cos \theta_2 \right]^2 + \\ &\quad \frac{1}{2} m_2 \left[-\dot{\theta}_1 L_1 \sin \theta_1 - \dot{\theta}_2 l_2 \sin \theta_2 \right]^2 + \frac{1}{2} J_2 \dot{\theta}_2^2 \end{aligned}$$

Hàm tiêu tán của con lắc 2 $D_2 = \frac{1}{2} c_2 \dot{\theta}_2^2$

ng n ng c a h con l c ng c hai b c t do

$$T = T_0 + T_1 + T_2 = \frac{1}{2} m_0 \dot{z}^2 + \frac{1}{2} m_1 \left[\dot{z} + \dot{\theta}_1 l_1 \cos \theta_1 \right]^2 + \frac{1}{2} m_1 \dot{\theta}_1^2 l_1^2 \sin^2 \theta_1 + \\ \frac{1}{2} J_1 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} m_2 \left[\dot{z} + \dot{\theta}_1 L_1 \cos \theta_1 + \dot{\theta}_2 l_2 \cos \theta_2 \right]^2 + \\ \frac{1}{2} m_2 \left[\dot{\theta}_1 L_1 \sin \theta_1 + \dot{\theta}_2 l_2 \sin \theta_2 \right] + \frac{1}{2} J_2 \dot{\theta}_2^2$$

Hàm tiêu tán c a h con l c ng c hai b c t do

$$D = D_0 + D_1 + D_2 = \frac{1}{2} c_0 \dot{z}^2 + \frac{1}{2} c_1 \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} c_2 \dot{\theta}_2^2$$

Th n ng c a xe $V_0 = 0$

Th n ng c a con l c 1 $V_1 = m_1 g l_1 \cos \theta_1$

Th n ng c a con l c 2 $V_2 = m_2 g (L_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2)$

Th n ng c a h con l c ng c hai b c t do

$$V = V_0 + V_1 + V_2 = m_1 g l_1 \cos \theta_1 + m_2 g (L_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos \theta_2)$$

Ph ng trình Lagrange

$$L = T - V$$

$$L = \frac{1}{2} (m_0 + m_1 + m_2) \dot{z}^2 + \frac{1}{2} (m_1 l_1^2 + m_2 L_1^2 + J_1) \dot{\theta}_1^2 + \frac{1}{2} (m_2 l_2^2 + J_2) \dot{\theta}_2^2 + \\ (m_1 l_1 + m_2 L_1) \dot{z} \dot{\theta}_1 \cos \theta_1 + m_2 l_2 \dot{z} \dot{\theta}_2 \cos \theta_2 + m_2 L_1 l_2 \cos (\theta_1 - \theta_2) \dot{\theta}_1 \dot{\theta}_2 - \\ (m_1 l_1 + m_2 L_1) g \cos \theta_1 - m_2 l_2 g \cos \theta_2$$

Dùng ph ng pháp Lagrange –Euler tìm ph ng trình vi phân

chuy n ng c a h khi xét n ma sát gi a xe-thanh tr t và ma sát

t i các kh p

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{z}} \right) - \frac{\partial L}{\partial z} + \frac{\partial D}{\partial \dot{z}} = f \\ \Rightarrow \begin{cases} (m_0 + m_1 + m_2) \ddot{z} + (m_1 l_1 + m_2 L_1) \ddot{\theta}_1 \cos \theta_1 + m_2 l_2 \ddot{\theta}_2 \cos \theta_2 + \\ c_0 \dot{z} - (m_1 l_1 + m_2 L_1) \dot{\theta}_1^2 \sin \theta_1 - m_2 l_2 \dot{\theta}_2^2 \sin \theta_2 = f \end{cases}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_1} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta_1} + \frac{\partial D}{\partial \dot{\theta}_1} = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} (m_1 l_1^2 + m_2 L_1^2 + J_1) \ddot{\theta}_1 + (m_1 l_1 + m_2 L_1) \ddot{z} \cos \theta_1 + c_1 \dot{\theta}_1 + \\ m_2 L_1 l_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) \ddot{\theta}_2 + m_2 L_1 l_2 \dot{\theta}_2^2 \sin(\theta_1 - \theta_2) - \\ (m_1 l_1 + m_2 L_1) g \sin \theta_1 = 0 \end{cases}$$

$$\frac{\partial}{\partial t} \left(\frac{\partial L}{\partial \dot{\theta}_2} \right) - \frac{\partial L}{\partial \theta_2} + \frac{\partial D}{\partial \dot{\theta}_2} = 0$$

$$\Rightarrow \begin{cases} m_2 l_2 \ddot{z} \cos \theta_2 + (m_2 l_2^2 + J_2) \ddot{\theta}_2 + c_2 \dot{\theta}_2 + m_2 L_1 l_2 \cos(\theta_1 - \theta_2) \ddot{\theta}_1 - \\ m_2 L_1 l_2 \sin(\theta_1 - \theta_2) \dot{\theta}_1^2 - m_2 l_2 g \sin \theta_2 = 0 \end{cases}$$

t các s h ng nh sau:

$$\begin{cases} h_1 = m_0 + m_1 + m_2 ; h_2 = m_1 l_1 + m_2 L_1 \\ h_3 = m_2 l_2 ; h_4 = m_1 l_1^2 + m_2 L_1^2 + J_1 \\ h_5 = m_2 L_1 l_2 ; h_6 = m_2 l_2^2 + J_2 \\ h_7 = (m_1 l_1 + m_2 L_1) g ; h_8 = m_2 l_2 g \end{cases}$$

a h ph ng trnh v d ng

$$\begin{cases} h_1 \ddot{z} + h_2 \ddot{\theta}_1 \cos \theta_1 + h_3 \ddot{\theta}_2 \cos \theta_2 + c_0 \dot{z} - h_2 \dot{\theta}_1^2 \sin \theta_1 - h_3 \dot{\theta}_2^2 \sin \theta_2 = f \\ h_2 \ddot{z} \cos \theta_1 + h_4 \ddot{\theta}_1 + h_5 \cos(\theta_1 - \theta_2) \ddot{\theta}_2 + c_1 \dot{\theta}_1 + h_5 \sin(\theta_1 - \theta_2) \dot{\theta}_2^2 - h_7 g \sin \theta_1 = 0 \\ h_3 \ddot{z} \cos \theta_2 + h_5 \cos(\theta_1 - \theta_2) \ddot{\theta}_1 + h_6 \ddot{\theta}_2 + c_2 \dot{\theta}_2 - h_5 \sin(\theta_1 - \theta_2) \dot{\theta}_1^2 - h_8 g \sin \theta_2 = 0 \end{cases}$$

Chuy n ti p v d ng các ma tr n:

$$M(\theta) \ddot{\theta} + N(\theta, \dot{\theta}) \dot{\theta} + H(\theta) = Rf$$

Trong ó:

$$M = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 \cos \theta_1 & h_3 \cos \theta_2 \\ h_2 \cos \theta_1 & h_4 & h_5 \cos(\theta_1 - \theta_2) \\ h_3 \cos \theta_2 & h_5 \cos(\theta_1 - \theta_2) & h_6 \end{bmatrix}$$

$$N = \begin{bmatrix} c_0 & -h_2 \dot{\theta}_1 \sin \theta_1 & -h_3 \dot{\theta}_2 \sin \theta_2 \\ 0 & c_1 & h_5 \dot{\theta}_2 \sin(\theta_1 - \theta_2) \\ z & -h_5 \dot{\theta}_1 \sin(\theta_1 - \theta_2) & c_2 \end{bmatrix}$$

$$H = \begin{bmatrix} 0 \\ -h_7 \sin \theta_1 \\ -h_8 \sin \theta_2 \end{bmatrix}$$

$$R = [1 \ 0 \ 0]^T$$

Chúng ta thấy đây là một hệ phi tuyến. Do đó thì tất cả các biến khi n v i m c tiêu n nh các thông s trong h th ng trong mi n giá tr cân b ng, chúng ta tuyến tính hóa h v i gi thì t các góc θ_1, θ_2 nh . Khi ó ta có c:

$$\begin{cases} \sin(\theta_1 - \theta_2) = \theta_1 - \theta_2 \\ \cos(\theta_1 - \theta_2) = 1 \\ \theta_1^2 = \theta_2^2 = 0 \\ \cos \theta_1 = 1 \\ \cos \theta_2 = 1 \\ \sin \theta_1 = \theta_1 \\ \sin \theta_2 = \theta_2 \end{cases}$$

H ph ng trình tr thành

$$\begin{cases} h_1 \ddot{z} + h_2 \ddot{\theta}_1 + h_3 \ddot{\theta}_2 + c_0 \dot{z} = f \\ h_2 \ddot{z}_1 + h_4 \ddot{\theta}_1 + h_5 \ddot{\theta}_2 + c_1 \dot{\theta}_1 - h_7 \theta_1 = 0 \\ h_3 \ddot{x} + h_5 \ddot{\theta}_1 + h_6 \ddot{\theta}_2 + c_2 \dot{\theta}_2 - h_8 \theta_2 = 0 \end{cases}$$

Các ma tr n tr thành:

$$M = \begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ h_2 & h_4 & h_5 \\ h_3 & h_5 & h_6 \end{bmatrix}; N = \begin{bmatrix} c_0 & 0 & 0 \\ 0 & c_1 & 0 \\ 0 & 0 & c_2 \end{bmatrix}; H = \begin{bmatrix} 0 \\ -h_7 \theta_1 \\ -h_8 \theta_2 \end{bmatrix}$$

Trong ó M là i x ng và không suy bi n.

a ph ãng trình vi phân chuy ãn ãng c a h v ã d ãng ma tr ãn

$$\begin{bmatrix} h_1 & h_2 & h_3 \\ h_2 & h_4 & h_5 \\ h_3 & h_5 & h_6 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{z} \\ \ddot{\theta}_1 \\ \ddot{\theta}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} c_0 & 0 & 0 \\ 0 & c_1 & 0 \\ 0 & 0 & c_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{z} \\ \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} 0 \\ -h_7\theta_1 \\ -h_8\theta_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} f \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

1.4. KI M NGHI M K T QU MÔ HÌNH HÓA B NG MATLAB

>> K t qu ã tính b ãng ph ãn m m Matlab hoàn toàn trùng kh p v ã i k t qu ã tính b ãng tay. V y k t qu c a ph ãng trình vi phân chuy ãn ãng c a h con l c ãng c hai b c là ãng.

CH ãNG 2 : LÝ THUY T I U KHI NT I U

2.1 CH TL ãNG T I U

2.1.1 c i m c a bài toán t i u

2.1.2. i u ki ãn thành l p bài toán t i u

2.1.3. T i u hoá t ãnh và ãng

2.2 XÂY D ãNG BÀI TOÁN T I U

2.2.1. T i u hoá không có i u ki ãn ràng bu c

2.2.2. T i u hoá v ã các i u ki ãn ràng bu c

2.3 CÁC PH ãNG PHÁP I U KHI NT I U

2.3.1 Ph ãng pháp bi ãn phân c ãi ãn Euler_Lagrange

2.3.2 Nh ãn xét

2.4 I U KHI NT I U CÁC H TUY N TÍNH V I PHI M HÀM D ãNG TOÀN PH ãNG

2.4.1 ãnh Lyapunov ã v ã i h th ãng tuy ãn tính

2.4.2 Điều khiển tối ưu hệ tuyến tính với chỉ tiêu chất lượng ãng dạng toàn phương _ Phương trình Riccati ãng i v ãi hệ liên tục

2.4.3 Các b c gi ãi bài toán toàn ph ãng tuy ãn tính

2.4.4 Nh ãn xét

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ BỀN KHI NGHI CÂN BÊN CÔNG LỰC CHÁI BỔ TỐ

3.1. CÁC THÔNG SỐ MÔ HÌNH CÔNG LỰC

	Tham số	Kí hiệu	Giá trị	Đơn vị
Xe	Khối lượng của xe	m_0	1.037	kg
	Hệ số nhớt giữa trục và thanh trượt	c_0	0.005	$\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$
Con lăn 1	Moment quán tính	J_1	0.0017	kgm^2
	Khối lượng	m_1	0.088	kg
	Chiều dài	L_1	0.2	m
	Chiều dài từ tâm quay đến trục tâm	l_1	0.102	m
	Hệ số nhớt tiếp xúc quay 1	c_1	3×10^{-3}	$\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$
Con lăn 2	Moment quán tính	J_2	0.059	kgm^2
	Khối lượng	m_2	0.110	kg
	Chiều dài	L_2	0.4	m
	Hệ số nhớt tiếp xúc quay 1	c_2	5×10^{-3}	$\text{kgm}^2\text{s}^{-1}$

3.2. THIẾT KẾ BỀN KHI NLOAD

3.2.1. Bền khi nload

H phương trình tuyến tính mô tả hệ thống lúc này trở thành:

$$\begin{cases} \dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t) \\ y(t) = Cx(t) + Du(t) \end{cases}$$

Trong đó

$$A = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & -1.2460 & -0.0641 & -0.0459 & 0.0031 & 0.0001 \\ 0 & 63.8739 & -16.6718 & 0.1948 & -0.1598 & 0.0232 \\ 0 & -24.7046 & 28.3039 & 0.0149 & 0.0618 & -0.0393 \end{bmatrix}$$

$$B = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0.9179 \\ -3.896 \\ -0.2971 \end{bmatrix}; \quad C = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}; \quad D = \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$

Vì các thông số của mô hình có các đặc tính sau:

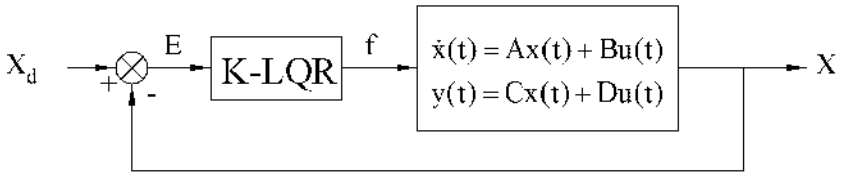
$$\begin{cases} p_1 = 0 \\ p_2 = -8.6345 \\ p_3 = 8.4630 \\ p_4 = 4.3544 \\ p_5 = -4.3874 \\ p_6 = -0.0405 \end{cases}$$

Hệ thống có 2 cực nằm bên phải trục thực, do đó hệ thống không ổn định.

Kiểm tra tính ổn định khi nhiễu và quan sát các đặc tính, ta tính hạng của ma trận:

$$\begin{aligned} \text{rank} \begin{bmatrix} B & AB & A^2B & A^3B & A^4B & A^5B \end{bmatrix} &= 6 \\ \text{rank} \begin{bmatrix} C & CA & CA^2 & CA^3 & CA^4 & CA^5 \end{bmatrix}^T &= 6 \end{aligned}$$

Chúng ta thấy hạng của các ma trận này đều bằng 6, như vậy hệ thống chúng ta khảo sát ổn định nhiễu và quan sát.



Hình 3.1-. Mô hình nh h th ng s d ng b i u khi n LQR

T t c tr ng thái c a h th ng c h i ti p v qua ma tr n l i K. X_d là giá tr t vào b i u khi n.

$$X = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ x_3 \\ x_4 \\ x_5 \\ x_6 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} z \\ \theta_1 \\ \theta_2 \\ \dot{z} \\ \dot{\theta}_1 \\ \dot{\theta}_2 \end{bmatrix} ; \quad X_d = \begin{bmatrix} x_{1d} \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} ; \quad E = X_d - X$$

Ma tr n h i ti p tìm c:

$$K = [37.9; -739.1; 1330.7; 91.3; -12.5; 252.1]^T$$

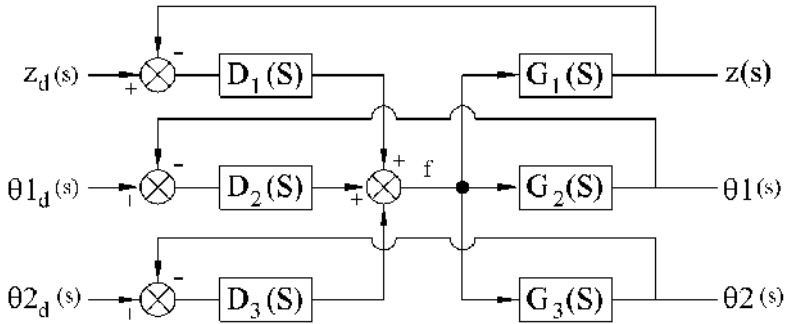
V i giá tr cu K, h th ng n nh v i các c c:

$$\begin{cases} p_1 = -16.1012 + 7.0897i \\ p_2 = -16.1012 - 7.0897i \\ p_3 = -15.5221 \\ p_4 = -2.5665 \\ p_5 = -2.1551 + 1.9498i \\ p_6 = -2.1551 - 1.9498i \end{cases}$$

Các c c c a h th ng khi có b i u khi n n m bên trái m t ph ng ph c, do ó h th ng là n nh.

3.2.2. Dùng Matlab và Gi i thu t di truy n tìm ma tr n h i ti p t i u cho b i u khi n LQR

3.3. THI T K B I U K H I N P D



Hình 3.2- Mô hình n nh h th ng s d ng b i u khi n PD

Tín hi u i u khi n u c xác nh qua bi u th c sau:

$$\begin{cases} D_1(S) = k_{D1}S + k_{P1} \\ D_2(S) = k_{D2}S + k_{P2} \\ D_3(S) = k_{D3}S + k_{P3} \end{cases}$$

Hàm truy n c a h con l c ng c hai b c t do

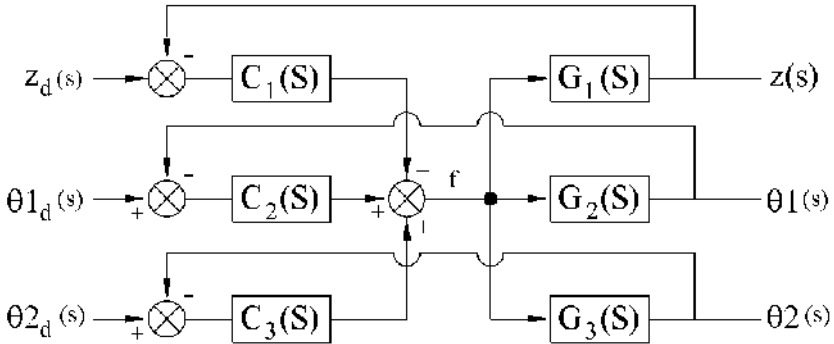
$$\begin{cases} G_1(S) = \frac{0.9s^4 - 0.2s^3 - 79s^2 - 4s + 1130}{s^6 + 0.25s^5 - 92.2s^4 - 9.4s^3 + 1395.8s^2 + 56s} \\ G_2(S) = \frac{3.9s^4 - 0.2s^3 + 115.2s^2}{s^6 + 0.25s^5 - 92.2s^4 - 9.4s^3 + 1395.8s^2 + 56s} \\ G_3(S) = \frac{0.3s^4 - 0.3s^3 + 115.2s^2}{s^6 + 0.25s^5 - 92.2s^4 - 9.4s^3 + 1395.8s^2 + 56s} \end{cases}$$

3.4. THI T K B I U K H I N P I D

3.4.1. i u khi n PID

3.4.2. B i u khi n PID

M t mô hình b i u khi n PID c ng c xây d ng t ng t nh b i u khi n PD c th hi n trên hình 3.7.



Hình 3.7- Mô hình n nh h th ng s d ng b i u khi n PID

Tín hi u i u khi n u c xác nh qua bi u th c sau:

$$\begin{cases} C_1(S) = \frac{k_{D1}s^2 + k_{P1}s + k_{I1}}{s} \\ C_2(S) = \frac{k_{D2}s^2 + k_{P2}s + k_{I2}}{s} \\ C_3(S) = \frac{k_{D3}s^2 + k_{P3}s + k_{I3}}{s} \end{cases}$$

Hàm truy n c a h con l c ng c hai b c t do

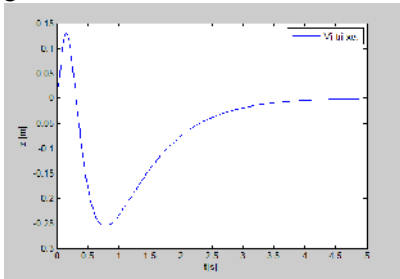
$$\begin{cases} G_1(S) = \frac{0.9s^4 - 0.2s^3 - 79s^2 - 4s + 1130}{s^6 + 0.25s^5 - 92.2s^4 - 9.4s^3 + 1395.8s^2 + 56s} \\ G_2(S) = \frac{3.9s^4 - 0.2s^3 + 115.2s^2}{s^6 + 0.25s^5 - 92.2s^4 - 9.4s^3 + 1395.8s^2 + 56s} \\ G_3(S) = \frac{0.3s^4 - 0.3s^3 + 115.2s^2}{s^6 + 0.25s^5 - 92.2s^4 - 9.4s^3 + 1395.8s^2 + 56s} \end{cases}$$

V i b i u khi n PD, PID thì vi c l a ch n nhi u thông s khá là khó kh n, chúng tôi l a ch n các thông s theo ph ng pháp s d ng gi i thu t di truy n.

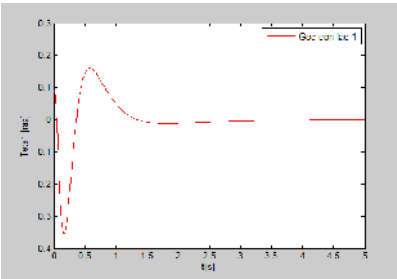
3.5. K T Q U M Ô P H N G

3.5.1. B i u k h i n L Q R

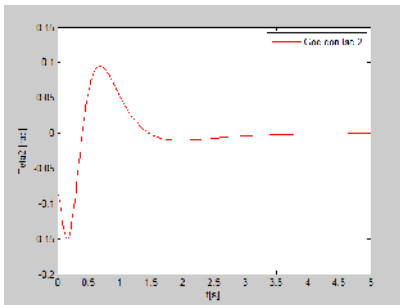
K t q u m ô p h n g h c o n l c n g c h a i b c t đ o t r o n g t h i g i a n 5 s



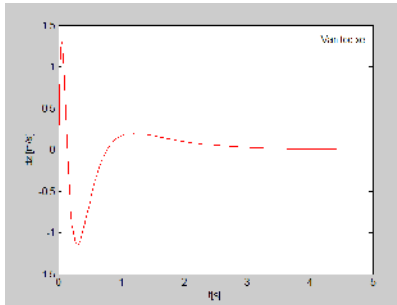
V trí xe



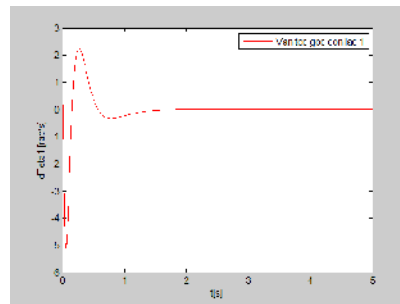
Góc con l c 1



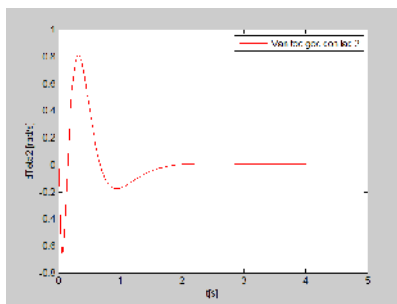
Góc con l c 2



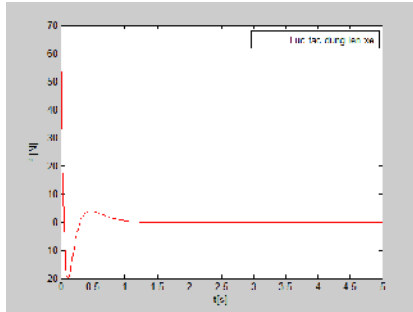
V n t c xe



V n t c con l c 1



V n t c con l c 2

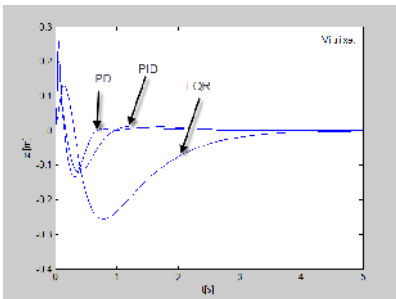


Lực tác dụng lên xe

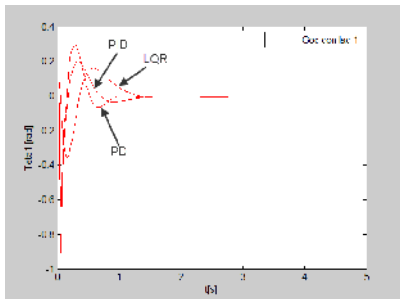
3.5.2. Bài tập khi n PD

3.5.3. Bài tập khi n PID

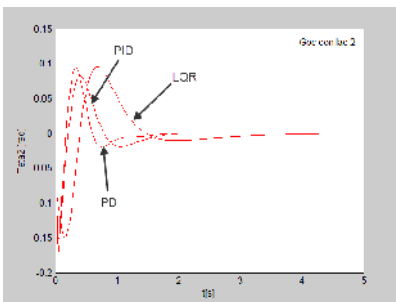
3.6. SO SÁNH CHỈ TIÊU NGUYỄN CÁC BÀI TẬP KHI N



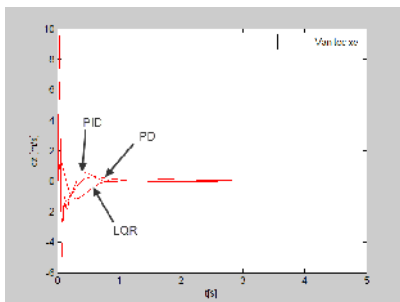
vị trí xe



góc con lắc 1



góc con lắc 2



velocity xe

(bài tập khi n ban đầu: $z = 0.02$ [m], $\theta_1 = 0.087$ [rad], $\theta_2 = -0.087$ [rad])

Các k t qu mô ph ng cho th y các áp ng c a h v i các thay i khác nhau c a v trí c a xe, chúng ta th y các b i u khi n v n cho các áp ng t t, th i gian xác l p ng n

Trong k t qu này, chúng tôi xem xét các yêu c u v th i gian quá , th i gian xác l p và t ng bình ph ng sai s so sánh. Các thông s này c th hi n trong các b ng B3.1, b ng B3.2 và b ng B3.3.

B3.1. B ng so sánh các áp ng c a v trí xe

Các áp ng c a h th ng	LQR	PD	PID
Th i gian quá	0.3	0.2	0.25
Th i gian xác l p (s)	3	2.2	2.8
*SSE [m2s]	5.9283	0.6753	0.7190

B3.2. B ng so sánh các áp ng c a góc c a con l c 1

Các áp ng c a h th ng	LQR	PD	PID
Th i gian quá	0.25	0.28	0.18
Th i gian xác l p (s)	1.5	1.3	1.2
SSE [m ² s]	2.7485	4.8682	3.1875

B3.3. B ng so sánh các áp ng c a góc c a con l c 2

Các áp ng c a h th ng	LQR	PD	PID
Th i gian quá	0.35	0.15	0.16
Th i gian xác l p (s)	2.5	1.8	1.65
SSE [m2s]	0.8627	0.3768	0.3947

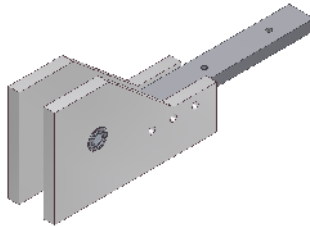
T b ng trên, chúng ta th y áp ng c a các b i u khi n PD và PID t t h n b LQG. Sai s c ng nh th i gian xác l p c a b

điều khiển PID thực tế. Nhiệm vụ chính là bố trí điều khiển khối lượng chất lỏng thông số nhất.

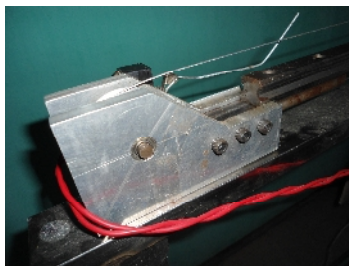
CHƯƠNG 4 THIẾT KẾ, CHẾ TẠO MÔ HÌNH ĐIỀU KHIỂN CÂN BẰNG CÔNG NGHỆ CHAI BẮT ĐO

4.1. THIẾT KẾ KẾT CẤU KHÍ

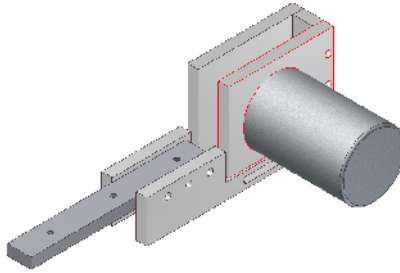
Do kết cấu không chịu tải trọng lớn nên ta chọn vật liệu chế tạo các giá đỡ là nhôm hợp kim, các chi tiết này gia công trên máy tiện và máy phay thông thường



Hình 4.3- Mô phỏng lắp ghép giá đỡ bên trái và thanh nhôm



Hình 4.4- Giá đỡ bên trái và thanh nhôm



Hình 4.9- Mô phỏng lắp ghép giữa trục bên phải và thanh nhôm

Ví dụ có thể thay đổi cách trích giá hai puli nhằm thay đổi tốc độ dây cáp nên ta gắn động cơ Servo DC trên một trục có thể trượt theo phương ngang và giữa bên phải và trên trục gắn puli

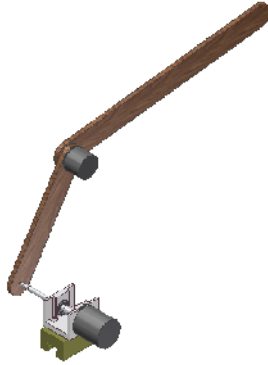


Hình 4.10- Giữa bên phải và thanh nhôm

Khi thiết kế hệ thống cần hai bộ ví dụ dùng Encoder ở góc lệch, vị trí Encoder xác định như sau:

- Encoder thẳng góc gắn trên xe (*chi tiết 8*), trục của Encoder gắn vào trục quay (*chi tiết 9*) bằng mối ghép cố định. Encoder thẳng góc lệch của con lăn

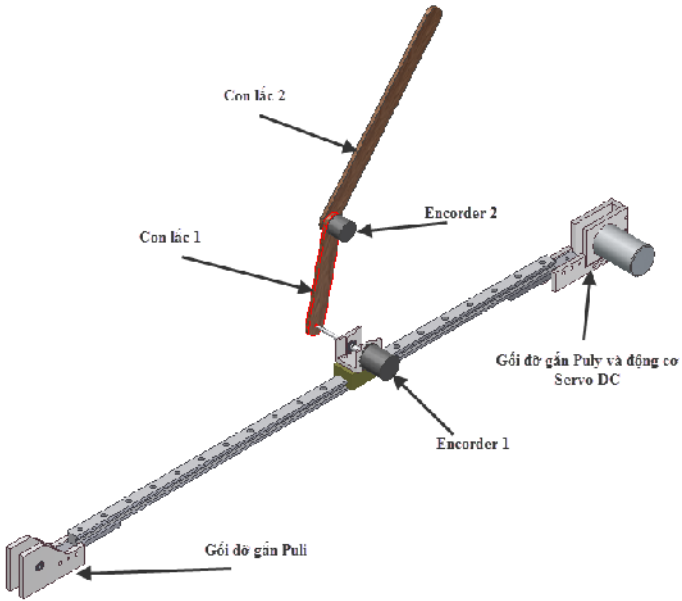
- Encoder thứ hai gắn cố định trên con lăn 1, dùng trục của Encoder thứ hai làm khớp quay thứ hai nên ta có thể đo góc lệch con lăn 2



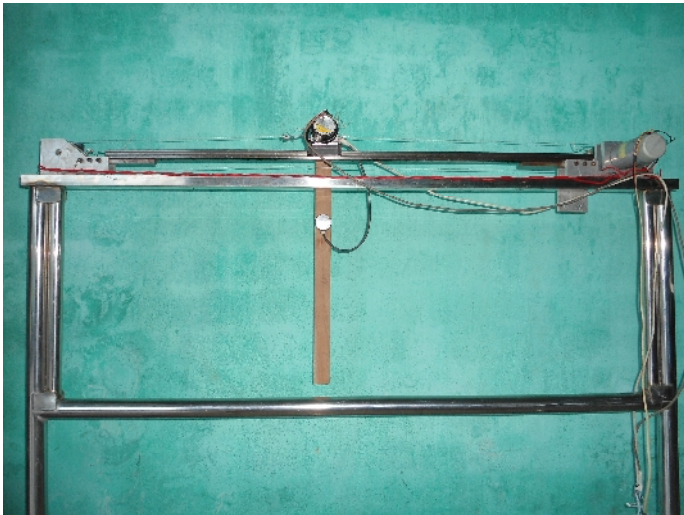
Hình 4.13- Mô phỏng lắp ghép con lăn hai bậc độ lên xe và bàn trượt



Hình 4.14- Con lăn hai bậc độ lên xe và bàn trượt



Hình 4.15- Mô phỏng lập ghép hai khâu nối tiếp



Hình 4.16- Hình ảnh thực tế của hai khâu nối tiếp

4.2. THI T K M CH I U KHI N

4.2.1 L a ch n h vi i u khi n thi t k

PIC 30F4012 c a hã ng Microchip cho m c í ch i u khi n b i l nó có m t s u i m sau:

- T c x lý nhanh 16bit, dung l ã ng Ram l n thích h p v i các ã ng đ ã ng i u khi n m , LQR, PID...

- Trình biên d ch là ngôn ã ng C thông đ ã ng và g ã ng i v i ngôn ã ng matlab mô ph ã ng nên thích h p khi chuy n i.

- ây là chip chuyên đ ã ng i u khi n ã ng c .

- M ch n p có th t l p ráp đ ã ng v i chi phí th p và h tr k t n i USB

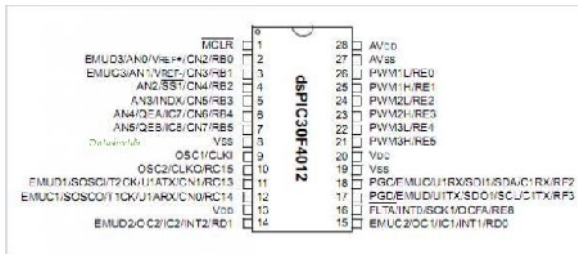
- Microchip cung c p y các thông s k thu t c a các ã ng PIC

- S l ã ng ã ng t x lý nhi u.

- Dung l ã ng SRAM: 512 Bytes

- Sáu kênh chuy n i A/D 10-12 bit nhanh và chính xác

- H tr Quadrature Encoder Interface



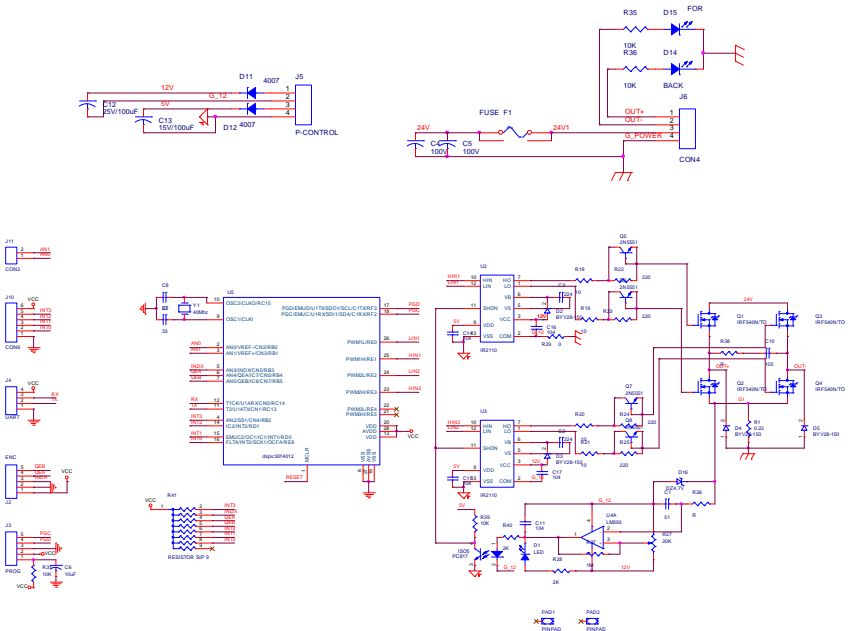
Hình 4.17- S chãn dsPIC 4012

- Ngoài ra, m t kh ã ng ã ng tin c y cao c a b nh Flash có kh ã ng ã ng l u tr đ li u trên 40 ã ng m, v i kh ã ng ã ng ghi và xóa lên ã ng l tri u l ã ng n, kh ã ng ã ng ch u ã ng ã ng hi t cao (85 C).

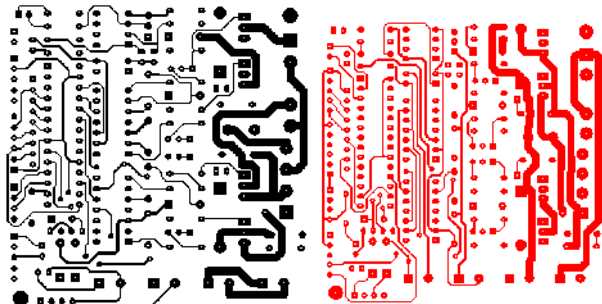
S d ng trình biên d ch CCS n p ch ng trình cho dsPIC4012

4.2.2 Thi t k m ch i u khi n

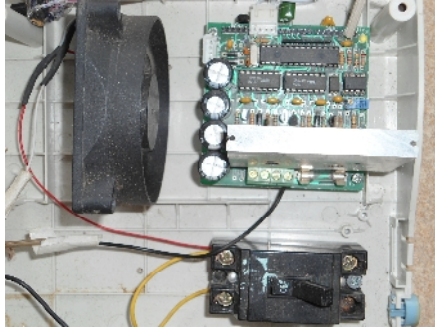
S nguyên lý và m ch in c a m ch driver i u khi n ng c Servo DC 24V c thi t k trên ph n m m OrCAD



Hình 4.19- S nguyên lý m ch driver i u khi n ng c



Hình 4.20- S m ch in driver i u khi n ng c



Hình 4.21- Driver i u khi n ng c

4.3. L P TRÌNH I U KHI N CON L C NG C HAI B C T DO

K T LU N VÀ KI N NGH

1. K T QU NGHIÊN C U C A TÀI

M c tiêu c a các h th ng i u khi n là ngày càng nâng cao ch t l ng các h th ng i u khi n t ng. Trên th c t có r t nhi u i t ng c n i u khi n nh ng không có các tham s c n thi t. Vì v y, vì c thi t k các b i u khi n đ a trên lý thuy t kinh i n g p r t nhi u khó kh n. Chính vì lý do này òi h i chúng ta ph i ng d ng các lý thuy t i u khi n hi n i vào trong th c t. Lu n v n này chú tr ng nghiên c u xây d ng h i u khi n t i u cho h con l c ng c hai b c t do đ a trên n n t ng ph ng pháp bi n phân Euler_Largrange.

tài ã th c hi n vi c l a ch n mô hình con l c ng c hai b c t do, trên c s ó, thi t l p thành công ph ng trình vi phân chuy n ng c a h và mô ph ng h trên Matlab cho ch t l ng áp ng h th ng t t.

tài c ng ã th c hi n thành công vì c a ra mô hình toán h c cho vi c i u khi n cân b ng con l c ng c hai b c t do b ng cách s d ng ph ng pháp i u khi n t i u tuy n tính d ng toàn ph ng (LQR) cho i t ng i u khi n là ng c Servo DC.

V i k t qu t c, có th ng d ng tài vào vi c tính toán cho robot ng i di chuy n b ng hai chân nh ng i ho c các máy s d ng ng c servo. Các k t qu t c c a tài, có th ng d ng vào vi c gi ng d y v lý thuy t i u khi n hi n i và các môn h c v t ng hóa, i u khi n... Bên c nh ó, có th áp d ng ph ng pháp i u khi n này áp d ng i u khi n ng c theo v trí mong mu n, t ó có th ng d ng vào trong th c t cho các h th ng yêu c u chính xác cao.

2. H NG PHÁT TRI N C A TÀI

tài ã gi i quy t c v n v i u khi n cân b ng con l c ng c hai b c t do. Tuy nhiên, do th i gian h n ch , v n ch a th c hi n hoàn ch nh. Tuy nhiên, v i ti n nghiên c u này, ch c n c i thi n v ng c và ph n c ng m ch i u khi n, c th là thi t b c tín hi u nhi u Encoder cùng lúc là có th áp d ng ch t o mô hình th c hành cho các tr ng i h c.

Vi c thi t k i u khi n ch m i tính toán thi t k v i nguyên lý i u khi n tuy n tính, ch a so sánh k t qu v i các ph ng pháp i u khi n hi n i khác nh Fuzzy, i u khi n b n v ng, Adaptive... Vì v y h ng phát tri n c a tài là i u khi n h con l c ng c hai b c ho c nhi u b c h n b ng các ph ng pháp i u khi n cho h phi tuy n nh : Fuzzy, i u khi n b n v ng, Adaptive...