**BỘ GIÁO DỤC & ĐÀO TẠO**

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP. HỒ CHÍ MINH**

**KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

**BỘ MÔN TỰ ĐỘNG ĐIỀU KHIỂN**

**-----------------⸙∆⸙-----------------**



**ĐỒ ÁN ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG**

**Đề Tài:**

**MÔ HÌNH ROBOT 2 BÁNH TỰ CÂN BẰNG**

**SỬ DỤNG BỘ ĐIỀU KHIỂN LQR**

**GVHD:** ThS. Nguyễn Phong Lưu

**SVTH:** **MSSV:**

Nguyễn Văn Pháp 21151303

Vũ Tiến Phát 2115130

**Tp. Hồ Chí Minh tháng 5 năm 2024**

# **LỜI CAM ĐOAN**

Đề tài này là do nhóm của chúng em tự thực hiện dựa vào một số tài liệu tham khảo và chúng em xin cam đoan đề tài này không sao chép bất kỳ công trình đã có trước đó. Nếu có sao chép nhóm chúng em hoàn toàn chịu trách nhiệm.

# LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình thực hiện đề tài, mặc dù gặp nhiều khó khăn nhưng được sự giúp đỡ từ thầy, cô, các anh chị đi trước cũng như các bạn nên Đồ án cũng đã hoàn thành đúng tiến độ. Nhóm thực hiện xin cảm ơn thầy Nguyễn Văn Đông Hải qua những video hướng dẫn cực kỳ hay và bổ ích.

Đồng thời, nhóm cũng xin chân thành cảm ơn các thầy cô trong Khoa Điện Điện Tử đã tạo điều kiện, cung cấp những kiến thức cơ bản cần thiết để nhóm có đủ kiến thức để thực hiện quá trình nghiên cứu.

Ngoài ra, nhóm còn nhận được sự hướng dẫn nhiệt tình từ các anh (chị) đi trước. Anh (chị) cũng giới thiệu thêm các tài liệu tham khảo trong việc thực hiện nghiên cứu.

MỤC LỤC

[LỜI CAM ĐOAN 2](#_Toc162733740)

[LỜI CẢM ƠN 3](#_Toc162733741)

[DANH MỤC HÌNH ẢNH 5](#_Toc162733742)

[DANH MỤC KÝ HIỆU 6](#_Toc162733743)

[Chương 1: TỔNG QUAN 7](#_Toc162733744)

[1.1. Lý do chọn đề tài 7](#_Toc162733745)

[1.2. Mục tiêu chọn đề tài 8](#_Toc162733746)

[1.3. Phương pháp thực hiện 9](#_Toc162733747)

[Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT 10](#_Toc162733748)

[2.1. MÔ HÌNH TOÁN HỌC 10](#_Toc162733749)

[2.1.1. Thuật toán LQR (Linear – quadratic regulator) 10](#_Toc162733750)

[2.1.2. Bộ điều khiển PID 13](#_Toc162733751)

[2.2. TIẾN HÀNH MÔ PHỎNG 14](#_Toc162733752)

[2.3. KẾT QUẢ MÔ PHỎNG 15](#_Toc162733753)

# DANH MỤC HÌNH ẢNH

# DANH MỤC KÝ HIỆU

# Chương 1: TỔNG QUAN

## Lý do chọn đề tài

Ngày nay, xe hai bánh tự cân bằng

## Mục tiêu chọn đề tài

## Phương pháp thực hiện

# Chương 2: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

## MÔ HÌNH TOÁN HỌC

### Thuật toán LQR (Linear – quadratic regulator)

Sơ đồ và hệ quy chiếu xe 2 bánh tự cân bằng

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ký hiệu | Đơn vị | Ý nghĩa |
| m | Kg | Khối lượng của bánh xe |
| M | Kg | Khối lượng của Robot |
| R | m | Bán kính bánh xe |
| W | m | Chiều rộng của Robot |
| D | m | Chiều ngang của Robot |
| H | m | Chiều cao của Robot |
| L | m | Khoảng cách từ trọng tâm Robot đến trục bánh xe |
| fw |  | Hệ số ma sát giữa bánh xe và mặt phẳng di chuyển |
| fm |  | Hệ số ma sát giữa Robot và động cơ DC |
| Jm | kgm2 | Moment quán tính động cơ DC |
| Rm | Ω | Điện trở động cơ DC |
| Kb | Vs/rad | Hệ số EMF của động cơ DC |
| Kt | Nm/A | Moment xoắn của động cơ DC |
| N |  | Tỉ số giảm tốc |
| G | m/s2 | Gia tốc trọng trường |
| *θ* | rad | Góc trung bình của bánh trái và bánh phải |
| *θl,r* | rad | Góc của bánh trái và bánh phải |
| *ψ* | rad | Góc nghiêng của phần thân Robot |
| *ϕ* | rad | Góc xoay của Robot |
| xl, yl, zl | m | Tọa độ bánh trái |
| xr, yr, zr | m | Tọa độ bánh phải |
| xm, ym, zm | m | Tọa độ trung bình |
| Fθ, Fψ, Fϕ | Nm | Moment phát động theo các phương khác nhau |
| Fl, r | Nm | Moment phát động của động cơ bánh trái, phải |
| il, ir | A | Dòng điện động cơ bánh trái, phải |
| vl, vr | V | Điện áp động cơ bánh trái, phải |

Sử dụng phương pháp Euler – Lagrange để xây dựng mô hình động học. Giả sử tại thời điểm t = 0, Robot di chuyển theo chiều dương trục x, ta có các phương trình sau:

Tọa độ trung bình của Robot trong hệ quy chiếu:

Và

Tọa độ bánh trái trong hệ quy chiếu:

Tọa độ bánh phải trong hệ quy chiếu:

Tọa độ tâm đối xứng giữa hai động cơ trong hệ quy chiếu:

Phương trình động năng của chuyển động tịnh tiến:

Phương trình động năng của chuyển động quay:

Với là động năng quay của phần ứng động cơ trái

là động năng quay của phần ứng động cơ phải

Phương trình thế nắng:

Phương trình Lagrange:

Lấy đạo hàm L theo các biến θ, ψ, ϕ ta được:

### Bộ điều khiển PID

## TIẾN HÀNH MÔ PHỎNG

## KẾT QUẢ MÔ PHỎNG