

ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA

KHOA CƠ KHÍ – BỘ MÔN CƠ ĐIỆN TỬ



**ĐỒ ÁN THIẾT KẾ KỸ THUẬT**

**TÍNH TOÁN THIẾT KẾ ROBOT DI ĐỘNG  
TRÁNH VẬT CẨN DI CHUYỂN BẰNG BÁNH XE**

NHÓM 5

SVTH: Trần Đặng Trung Đức 1510815

Lưu Quang Khải 1611573

Trần Công Vinh 1614132

Nguyễn Công Hùng 1611400

GVHD: PGS.TS Võ Tường Quân

TP. HỒ CHÍ MINH, 2019

## TÓM TẮT ĐỒ ÁN

Đồ án trình bày về việc tính toán và thiết kế robot di động tránh vật cản di chuyển bằng bánh xe. Các bước thực hiện bao gồm: Tìm hiểu tổng quan về thực tiễn và các robot di động tránh vật cản hiện tại từ đó lựa chọn phương án thích hợp và khả thi, tiếp đến sẽ tính toán và đưa ra sơ đồ nguyên lý cho robot. Từ những kết quả và nhận xét rút ra từ các bước trên tiến hành thiết kế mô hình cơ khí, điện và điều khiển để có thể áp dụng các nguyên lý ở trên. Cuối cùng là thực hiện vẽ cơ khí, đánh giá kết quả, nhận xét và đề xuất hướng nghiên cứu để phát triển đề tài.

## **MỤC LỤC**

|   |    |
|---|----|
| TÓM TẮT ĐỒ ÁN.....  | 2  |
| MỤC LỤC.....  | 3  |
| DANH SÁCH HÌNH ẢNH.....   | 5  |
| DANH SÁCH BẢNG BIỂU.....  | 7  |
| CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN.....  | 8  |
| 1.1. Giới thiệu về xe tự hành:.....                                   | 8  |
| 1.2. Ứng dụng và lợi ích của xe tự hành tránh vật cản.....            | 9  |
| 1.3. Các sản phẩm có trên thị trường .....                            | 10 |
| 1.3.1. Robot MP500 neobotix .....                                     | 10 |
| 1.3.2. Xiaomi Robot Vacuum Gen 1.....                                 | 11 |
| 1.3.3. Robot Everybot RS700.....                                      | 11 |
| 1.3.4. Robot MiR500 .....   | 12 |
| 1.3.5. Robot Adlatus CR700 .....                                      | 13 |
| 1.3.6. Robot L600.....  | 14 |
| 1.4. Các công ty phân phối xe AGV trong nước.....                     | 15 |
| 1.4.1 Viet Competence Company .....                                   | 15 |
| 1.4.2 Nichiden .....  | 16 |
| 1.4.3 PLCvina.....  | 17 |
| 1.5. Nhiệm vụ, phạm vi và mục tiêu đề tài .....                       | 18 |
| CHƯƠNG 2. PHÂN TÍCH VÀ CHỌN PHƯƠNG ÁN .....                           | 19 |
| 2.1. Phân tích và lựa chọn phương án vận hành và thiết kế cơ khí..... | 19 |
| 2.1.1 Bánh xe ( loại, số lượng bánh) .....                            | 19 |
| 2.1.1.1 Bánh xe thông thường .....                                    | 19 |
| 2.1.1.2 Bánh xe omni .....  | 21 |
| 2.1.1.3 Chọn phương án .....  | 23 |
| 2.1.2 Khung xe trên + dưới & trụ cố định xe .....                     | 25 |

|  |           |
|--|-----------|
| 2.1.2.1 Khung xe trên + dưới .....                             | 25        |
| 2.1.2.3 Thiết kế khung xe trên: .....                          | 26        |
| 2.1.2.4 Thiết kế khung xe dưới: .....                          | 27        |
| 2.1.2.5 Thiết kế gá cố định xe .....                           | 28        |
| 2.1.2.6 Thiết kế hộp đựng cảm biến siêu âm, mạch arduino ..... | 30        |
| 2.2. Kết luận: .....   | 31        |
| <b>CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH ĐẶC TÍNH MÔ HÌNH ROBOT .....</b>        | <b>32</b> |
| 3.1 Phân tích động học robot: .....                            | 32        |
| 3.1.1. Chuyển động quay quanh tâm robot: .....                 | 32        |
| 3.1.2 Chuyển động tịnh tiến của robot .....                    | 33        |
| 3.2 Phân tích động lực học robot: .....                        | 35        |
| 3.3 Tính toán chọn động cơ: .....                              | 36        |
| 3.3.1 Lực và moment tác động lên bánh xe: .....                | 36        |
| 3.3.2. Công suất của động cơ .....                             | 40        |
| 3.3.3. Chọn động cơ .....                                      | 41        |
| 3.4 Lựa chọn động cơ .....                                     | 42        |
| 3.4.1. Chọn loại động cơ điện .....                            | 42        |
| 3.4.2. Thiết kế tâm gá động cơ cho xe omni .....               | 43        |
| 3.5. Tính toán ứng suất và độ dịch chuyển của khung.....       | 44        |
| <b>CHƯƠNG 4. ĐỀ XUẤT THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỆN .....</b>          | <b>48</b> |
| 4.1 Giải bài toán tìm đường cho robot tự hành .....            | 48        |
| 4.2 Thiết kế hệ thống dùng cảm biến siêu âm.....               | 49        |
| 4.2.1 Cảm biến siêu âm SRF05 .....                             | 49        |
| 4.2.2 Thuật toán lập trình phần cứng .....                     | 51        |
| <b>TÀI LIỆU THAM KHẢO .....</b>                                | <b>54</b> |

## **DANH SÁCH HÌNH ẢNH**

|  |    |
|--|----|
| Hình 1.1 Robot MP500 .....   | 9  |
| Hình 1.2 Bảng vẽ Robot MP500 .....   | 9  |
| Hình 1.3 Cấu tạo của robot Xiaomi Robot Vacuum Gen 1 .....                 | 10 |
| Hình 1.4 Robot Everybot RS700 .....  | 11 |
| Hình 1.5 Robot MiR500.....   | 11 |
| Hình 1.6 Robot Adlatus CR700 .....   | 12 |
| Hình 1.7 Robot L600.....   | 13 |
| Hình 1.8 Viet Competence Company .....                                     | 14 |
| Hình 1.9 Xe AGV.....   | 14 |
| Hình 1.10 Nichiden .....   | 15 |
| Hình 1.11 Xe AGV.....  | 15 |
| Hình 1.12 Xe AGV.....  | 16 |
| Hình 1.13 PLC.....   | 16 |
| Hình 2.1 Bánh xe All Terain của công ty JSUMO .....                        | 18 |
| Hình 2.2 Mô phỏng 3 bánh xe.....   | 19 |
| Hình 2.3 Mẫu robot Clearpath Husky với thiết kế phục vụ cho quân đội ..... | 20 |
| Hình 2.4 Bánh omni của hãng Vexrobotics .....                              | 21 |
| Hình 2.5 Agv Wheels Heavy Load Omni Wheel and Mecanum Wheel .....          | 21 |
| Hình 2.6 Bánh omni của Vexro.....  | 21 |
| Hình 2.7 bánh DuraOmni .....   | 22 |
| Hình 2.8 Bánh xe omni Rotacaster .....                                     | 23 |

|   |    |
|---|----|
| Hình 2.9 Khung xe trên .....                                  | 26 |
| Hình 2.10 Kích thước khung trên và dưới .....                 | 27 |
| Hình 2.11 Gá động cơ .....                                    | 28 |
| Hình 2.12 4 miếng gá nằm ở 4 cạnh .....                       | 28 |
| Hình 2.13 4 miếng gá nằm 4 góc .....                          | 29 |
| Hình 2.14 Hộp đựng arduino.....                               | 29 |
| Hình 2.15 Hộp đựng cảm biến siêu âm.....                      | 30 |
| Hình 3.1 Phân tích động học của xe quay quanh tâm.....        | 31 |
| Hình 3.2 Phân tích động học xe tịnh tiến.....                 | 32 |
| Hình 3.3 Thông số động cơ.....                                | 42 |
| Hình 3.4 Gá động cơ .....                                     | 43 |
| Hình 3.5 Chuyển vị khung xe .....                             | 43 |
| Hình 3.6 Ứng suất khung xe.....                               | 44 |
| Hình 3.7 Chuyển vị gá xe.....                                 | 45 |
| Hình 3.8 Ứng suất gá xe.....                                  | 45 |
| Hình 4.1 Cảm biến siêu âm SRF05 .....                         | 49 |
| Hình 4.2 Nguyên lý hoạt động của cảm biến siêu âm SRF05 ..... | 50 |
| Hình 4.3 Lưu đồ thuật toán tổng quan của hệ thống.....        | 51 |
| Hình 4.4 Lưu đồ thuật toán quá trình đo khoảng cách.....      | 52 |

## **DANH SÁCH BẢNG BIỂU**

|  |    |
|--|----|
| Bảng 2.1: Thông số kỹ thuật bánh xe omni Rotacaster..... | 23 |
| Bảng 2.2: Vật Liệu.....                                  | 24 |
| Bảng 3.1: Hệ số bám.....                                 | 38 |
| Bảng 3.2: Thông số kĩ thuật.....                         | 40 |
| Bảng 3.3: Động cơ.....                                   | 41 |

# CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN

## 1.1. Giới thiệu về xe tự hành:

Khi công nghệ đã đi sâu vào trong mọi ngóc ngách của cuộc sống, các robot – thành tựu văn minh của loài người ngày càng nắm nhiều vai trò quan trọng. Các robot vận chuyển hàng hóa, robot kiểm tra nguy hiểm, robot xe lăn cho người khuyết tật. Robot phục vụ sinh hoạt gia đình được ra đời như một điều tất yếu. Trong đó, cơ chế né tránh vật cản của xe tự vận hành là một ý tưởng cốt lõi cho các thiết bị có tính ứng dụng cao như xe chở hàng tự hành, robot hút bụi, xe tự lái,..

Về robot di động tự tránh vật cản: Xe tự hành hay robot di động (mobile robots, thường được gọi tắt là mobots) được định nghĩa là một loại xe robot có khả năng tự dịch chuyển, tự vận động (có thể lập trình lại được), tự né tránh vật cản dưới sự điều khiển tự động để thực hiện thành công công việc được giao.

Có thể phân biệt xe tự hành theo 2 cách:

- Dựa theo môi trường hoạt động: trên cạn, trên không & dưới nước
- Dựa vào phương pháp di chuyển:

+ Robot dùng chân: Phù hợp cho việc di chuyển trên các địa hình gồ ghề, các bề mặt phức tạp. Khi số chân tay nhiều, số bậc tự do tăng lên làm cho việc điều khiển robot khó khăn và chi phí chế tạo cao, sai số lớn.

+ Robot dùng bánh xích (hoặc đai): phù hợp cho di chuyển động gó ghề, phức tạp. Robot đổi hướng bằng cách thay đổi tốc độ quay của hai bên bánh xích. Nhược điểm của xe bánh xích là khó điều khiển và độ chính xác không cao vì sự trượt trên bề mặt tiếp xúc (độ bám của bánh

xích không cao). Từ đó dẫn đến việc phải bảo trì bánh xích thường xuyên để đảm bảo độ bám tốt. Bù lại, bánh xích cho phép tải các tải trọng lớn trong các môi trường có độ ma sát kém

+ Robot dùng bánh xe: được sử dụng rộng rãi nhất trong công nghiệp và đời sống do kết cấu cơ khí không phức tạp, điều khiển đơn giản, bánh ít trượt.

## 1.2. Ứng dụng và lợi ích của xe tự hành tránh vật cản

### Ứng dụng:

- Trong sản xuất:

- + Tải, kéo các linh kiện máy móc di chuyển trong nhà máy
- + Cánh tay robot trên xe tự hành để cơ động hóa cánh tay robot
- + Chở hàng

- Trong đời sống:

- + Robot hút bụi
- + Xe ô tô, xe moto tự lái

### Lợi ích:

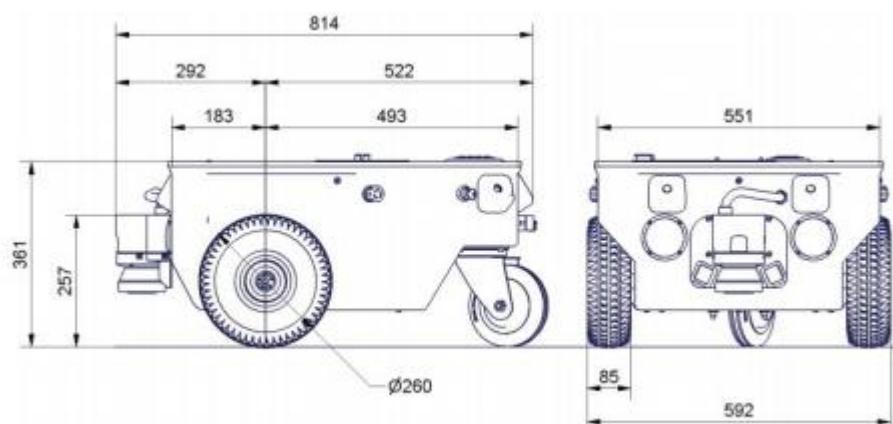
- Giảm chi phí vận hành và hiệu quả cao
- Giảm nhân lực
- An toàn cho sản phẩm
- An toàn cho người vận hành
- Dễ dàng quản lý dòng sản phẩm
- Tối ưu không gian nhà máy, hộ gia đình (khả năng linh động của robot tự hành)

### 1.3. Các sản phẩm có trên thị trường

#### 1.3.1. Robot MP500 neobotix



**Hình 1.1:** Robot MP500



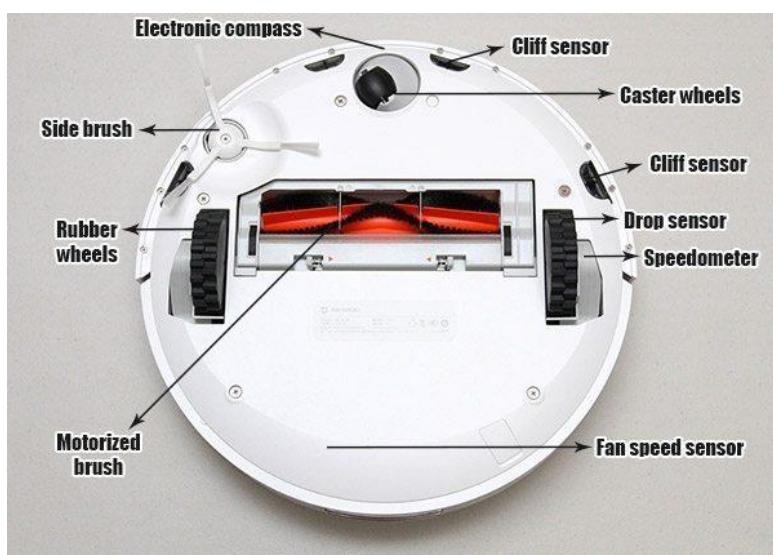
**Hình 1.2:** Bảng vẽ Robot MP500

- Thông số kỹ thuật:

- + Tải trọng mang theo 80kg
- + Bộ pin AGM 24V/50Ah
- + Khối lượng 70kg
- + Tốc độ < 1.5 m/s
- + Cảm biến laser Sick S300

- **Ưu điểm:** Bánh xe lớn, cho phép di chuyển trên bề mặt gồ ghề, tốc độ cao: maximum 1.5m/s, cảm biến có độ chính xác cao.
- **Nhược điểm:** Tải trọng mang theo < 80Kg nên tỏ ra đuối sức khi di chuyển một người trưởng thành trên xe, tốc độ phản ứng với vật cản không nhanh

### **1.3.2. Xiaomi Robot Vacuum Gen 1**



**Hình 1.3:** Cấu tạo của robot Xiaomi Robot Vacuum Gen 1

- Thông số kỹ thuật
  - + Tải trọng mang theo
  - + Kích thước 353 x 350 x 96.5 mm
  - + Pin Lithium-ion 14.4V/5200mAh
  - + Khối lượng 3.5kg
  - + Tốc độ
  - + Cảm biến
- **Ưu điểm:** Thời lượng pin lớn
  - **Nhược điểm:** Di chuyển chậm, không linh hoạt ở những vị trí như góc tường, chân bàn

### **1.3.3. Robot Everybot RS700**



**Hình 1.4** Robot Everybot RS700

- Thông số kỹ thuật
  - + Tải trọng mang theo ( không có vì đây là robot lau sàn)
  - + Kích thước 371 x 203 x 110 mm
  - + Pin Lithium-ion 11.1VDC, 2150Ma
  - + Khối lượng 2.1 kg
  - + Tốc độ 20cm/sec
  - + Cảm biến vị trí
- Ưu điểm: Trọng lượng nhẹ, di chuyển linh hoạt được ở các góc tường, có thể xoay
- Nhược điểm: Mất nhiều thời gian sạc nhưng thời gian hoạt động lại ít, tốc độ chậm, chỉ di chuyển được trên bề mặt phẳng

#### **1.3.4. Robot MiR500**



### **Hình 1.5 Robot MiR500**

- Thông số kỹ thuật
  - + Tải trọng mang theo 500kg
  - + Kích thước 1350 x 920 x 320 mm
  - + Pin 48 V/40 Ah
  - + Khối lượng 2.1 kg
  - + Tốc độ 1.2-2.0 m/s
  - + Cảm biến Laser
- Ưu điểm: Tốc độ nhanh, tải được nặng, thời gian sạc ngắn
- Nhược điểm: Trọng lượng nặng, chỉ di chuyển được trên bề mặt phẳng, không linh hoạt

#### **1.3.5. Robot Adlatus CR700**



**Hình 1.6 Robot Adlatus CR700**

- Thông số kỹ thuật
  - + Tải trọng mang theo (không có vì đây là robot lau sàn)
  - + Kích thước 1000 x 755 x 980 mm
  - + Pin
  - + Khối lượng 300 kg

- + Tốc độ 0.3 - 0.8 m/s
- + Cảm biến Laser
- Ưu điểm: Điều khiển hoàn toàn tự động, có thể truy cập qua mạng không dây bằng điện thoại hoặc máy tính bảng. Hệ thống cảm biến hiện đại, linh hoạt. Thời lượng pin lớn, diện tích hoạt động rộng.
- Nhược điểm: Di chuyển chậm

### **1.3.6. Robot L600**



**Hình 1.7** Robot L600

- Thông số kỹ thuật
  - + Tải trọng mang theo 600kg
  - + Kích thước 967 x 750 x 320-380
  - + Pin AGM Lead
  - + Khối lượng 260 kg
  - + Tốc độ 1.3 - 1.5 m/s
  - + Cảm biến
- Ưu điểm: Có thể nhácker tới 600kg, tốc độ di chuyển phù hợp trong nhà kho

- Nhược điểm: Chỉ mới có thể dừng khẩn cấp chứ chưa có khả năng trách vật cản. Độ linh hoạt không cao khi chỉ xoay được khi đứng yên

#### **1.4. Các công ty phân phối xe AGV trong nước**

##### **1.4.1 Viet Competence Company**



**Hình 1.8** Viet Competence Company



**Hình 1.9** Xe AGV

- Chức năng và thiết kế xe AGV: AGV được VCC thiết kế là loại xe chở hàng (Load AGV), tải trọng 100 ÷ 150kg không kể trọng lượng bản thân, vận tốc di chuyển lớn nhất 0,5m/s và sử dụng nguồn điện một chiều từ acquy. Xe được dẫn

động bằng hai bánh bọc cao su đặt giữa xe. Phía trước được đặt bánh xoay chiều cho phép xe đổi hướng một cách dễ dàng.

- Ứng dụng:

- + Trong ngành công nghiệp Ô tô, Xe máy.
- + Trong các ngành công nghiệp cần vận chuyển tự động.

#### 1.4.2 Nichiden



**Hình 1.10** Nichiden



**Hình 1.11** Xe AGV



**Hình 1.12 Xe AGV**

- Các công việc chuyển hàng từ nơi này đến nơi khác hãy để xe tự hành – AGV lo, từ nay nguồn nhân lực cho công việc này sẽ được tiết kiệm hoặc tối ưu hóa hơn bao giờ hết. Xe tự hành – AGV đủ thông minh có thể đáp ứng hầu hết nhu cầu của quý khách hàng, hoạt động ổn định, bền bỉ và chi phí bảo trì thấp.
- Xe tự hành - AGV - giờ đây đã trở thành người công nhân cần mẫn, làm việc chính xác trong nhà máy, chuyển hàng một cách chính xác theo yêu cầu của ông chủ của nó

#### **1.4.3 PLCvina**

Công ty cổ phần thiết bị PLC (viết tắt PLCvina)



**Hình 1.13 PLC**

- Cung cấp các dòng xe tự hành AGV phục vụ nhiều mục đích khác nhau của khách hàng:
  - + Xe tự hành AGV - kéo, chở hàng.
  - + Xe tự hành AGV - sử dụng trong dây chuyền lắp ráp.
  - + Xe tự hành AGV - vận chuyển hàng kho bãi.
  - + Xe tự hành AGV - trí tuệ nhân tạo.

+ Nhiều sản phẩm khác.

### **1.5. Nhiệm vụ, phạm vi và mục tiêu đề tài**

- Nhiệm vụ:

- + Tìm hiểu tổng quan và nguyên lý của các phương pháp thiết kế robot tự hành, hoạt động của các cảm biến.
- + Phân tích, lựa chọn phương án thiết kế hệ thống tự hành và né vật cản.
- + Thiết kế phần cơ khí và đề xuất các phương án điều khiển và chương trình điều khiển.
- + Mô phỏng kiểm nghiệm.

- Phạm vi đề tài:

- + Sử dụng bánh xe để di chuyển
- + Tải được tối đa 20kg
- + Vận tốc di chuyển tối đa: 0.5m/s
- + Môi trường trong nhà, bằng phẳng
- + Tự hành và tránh vật cản

- Mục tiêu đề tài:

- + Đáp ứng các nhiệm vụ và phạm vi đề tài đặt ra.
- + Thiết kế được robot (xe) tránh vật cản với độ linh hoạt cao khi di chuyển.
- + Có thể linh hoạt gắn thêm các module khác phục vụ cho mục đích riêng biệt ( Thùng chở hàng, hệ thống hút bụi, ...).
- + Đảm bảo đề tài được hoàn thành đúng thời hạn và chất lượng cao.

## CHƯƠNG 2. PHÂN TÍCH VÀ CHỌN PHƯƠNG ÁN

### 2.1. Phân tích và lựa chọn phương án vận hành và thiết kế cơ khí

Yêu cầu với phần cơ khí:

- Xe tự hành gồm các phần sau:

- + Bánh xe + hub kết nối động cơ và bánh xe
- + Khung xe trên + Khung xe dưới + Trụ cố định xe
- + Động cơ + gá động cơ

#### 2.1.1 Bánh xe ( loại, số lượng bánh)

##### 2.1.1.1 Bánh xe thông thường

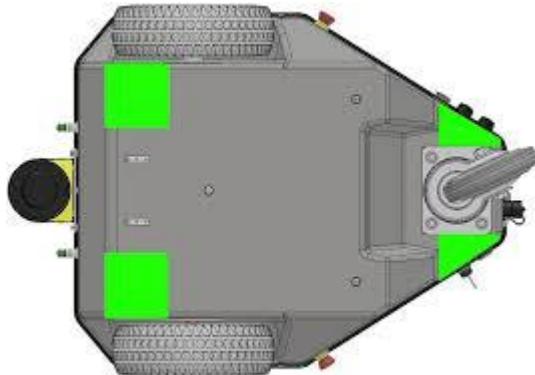
- Bánh xe là chi tiết của nhiều máy móc công nghệ và phương tiện vận tải có dạng đĩa hoặc vành nắp nan hoa. Chức năng của bánh xe là truyền và biến đổi chuyển động quay



**Hình 2.1** Bánh xe All Terain của công ty JSUMO

- Hiện nay phổ biến nhất là sử dụng 3 bánh xe để tạo độ linh hoạt cao, trong đó:

- + 2 bánh xe sau gắn động cơ để di chuyển tới lui
- + 1 bánh xe nhỏ điều hướng không được truyền động



**Hình 2.2** Mô phỏng 3 bánh xe

Mô hình bánh xe sử dụng 2 bánh gắn động cơ 1 bánh điều hướng

- **Ưu điểm:**

- + Di chuyển linh hoạt ( có thể xoay quanh trục đứng 1 bánh xe)
- + Chế tạo đơn giản
- + Gọn gàng

- **Nhược điểm:**

- + Chỉ di chuyển được trên bề mặt phẳng
- + Không quá vững vàng vì chỉ sử dụng 3 bánh xe

Bên cạnh đó, còn có một số có một số xe sử dụng 4, 6, 8 bánh xe để xe chuyền động vững vàng hơn trong các điều kiện khắc nghiệt.



**Hình 2.3** Mẫu robot Clearpath Husky với thiết kế phục vụ cho quân đội

- Ưu điểm:

- + Di chuyển được các địa hình phức tạp
- + Có thể tự xoay quanh chính nó
- + Robot vững hơn khi di chuyển

- Nhược điểm:

- + Công kềnh

#### **2.1.1.2 Bánh xe omni**

Một trong những hạn chế của bánh xe hiện nay đó là không thể giúp xe di chuyển đa hướng được. Để di chuyển được sang bên phải hoặc bên trái, chúng ta sẽ phải sử dụng quãng đường dài hơn và thời gian cũng lâu hơn. Thông thường, chiếc xe của bạn sẽ phải tốn rất nhiều quãng đường và năng lượng để di chuyển sang trái hoặc sang phải, tuy nhiên với chiếc xe sử dụng bánh Omni thì việc đó có thể thực hiện gần như ngay lập tức, vừa tiết kiệm năng lượng, vừa tiết kiệm thời gian một cách hiệu quả.



**Hình 2.4** Bánh omni của hãng Vexrobotics

a) Một số loại bánh omni



**Hình 2.5** Agv Wheels Heavy Load Omni Wheel and Mecanum Wheel



**Hình 2.6** Bánh omni của Vexro



**Hình 2.7** bánh DuraOmni

b) Cấu tạo: gồm 1 bánh lớn và các bánh con có trục theo phương tiếp tuyến với bánh lớn và vuông góc với trục bánh lớn.

- Ưu điểm:

- + Cho phép xe di chuyển theo hướng song song với trục bánh lớn
- + Cơ động
- + Với cơ chế bố trí bánh hợp lý, xe có thể xoay quanh tại chỗ
- + Có thể điều hướng bằng cách tăng giảm tốc độ hay thay đổi chiều quay của các bánh xe

- Nhược điểm:

- + Gồm nhiều bánh nhỏ nên dễ bị kẹt bánh
- + Ma sát nhiều, bánh nhanh mòn
- + Giá thành mắc hơn bánh thông thường

#### **2.1.1.3 Chọn phương án:**

Nhận thấy sự tối ưu của bánh omni, nhóm đã quyết định chọn bánh omni – mô hình xe 4 bánh để thiết kế

Bánh xe omni được sử dụng trong đề tài được mua trên thị trường của shop SSO HANDLING & STORE có tên là ROTACASTER mã là R-2125-8510-GG



**Hình 2.8** Bánh xe omni Rotacaster

**Bảng 2.1** : Thông số kỹ thuật bánh xe omni Rotacaster

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| Đường kính tổng thể          | 125mm   |
| Bề rộng bánh xe              | 44mm    |
| Số lớp                       | 2       |
| Số bánh vệ tinh trên mỗi lớp | 8       |
| Chất liệu làm bánh vệ tinh   | Nhựa PU |
|                              |         |

|                            |                                  |
|----------------------------|----------------------------------|
| Khả năng tải của bánh omni | Tải động: 115kg – Tải tĩnh: 69kg |
|----------------------------|----------------------------------|

## 2.1.2 Khung xe trên + dưới & trụ cố định xe

### 2.1.2.1 Khung xe trên + dưới

- Yêu cầu:

- + Khung xe chắc chắn, cho phép chịu tải lên đến 20kg
- + Khung xe có kích thước gọn gàng, dễ dàng bố trí các linh kiện nằm bên trong khung xe
- + Trọng lượng nhẹ để tránh tiêu thụ pin nhiều và di chuyển linh hoạt hơn

- Hình dạng: Khung xe trên ( dưới ) xe tự hành có nhiều hình dạng:

- + Dạng tròn dẹp
- + Dạng hình vuông
- + Dạng hình chữ nhật

Vì sử dụng 4 bánh xe, nên nhóm quyết định chọn 1 hình dáng mang tính đối xứng và phù hợp với 4 bánh xe: Hình vuông.

**Bảng 2.2: Vật Liệu**

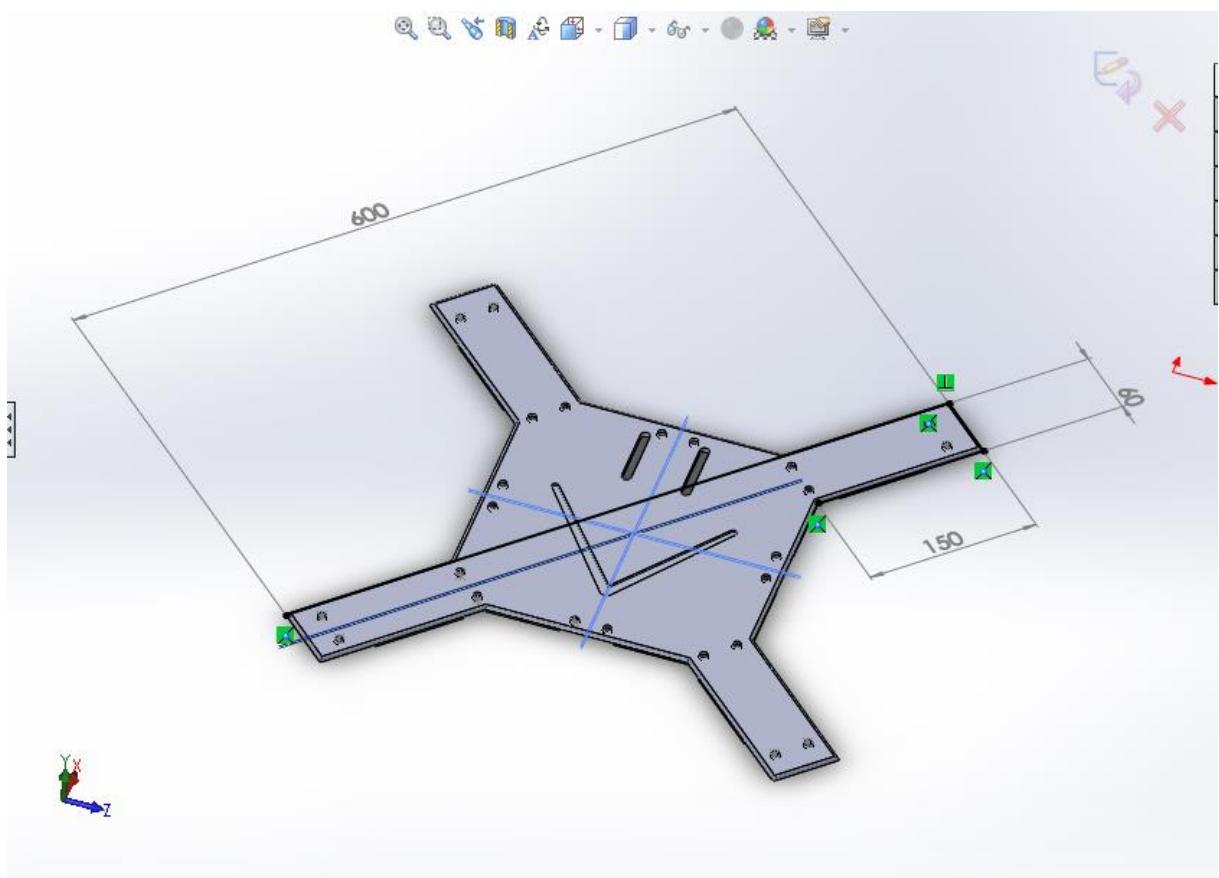
| Vật liệu | Ưu điểm  | Nhược điểm   |
|----------|--|--|
| Mica     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bề mặt phẳng mịn, sáng bóng</li> <li>- Chịu được nhiệt độ cao, chống ăn mòn, ít dẫn nhiệt</li> <li>- Dễ dàng trong việc tạo hình sản phẩm</li> <li>- Không thấm nước</li> <li>- Cách điện tốt</li> <li>- Có độ dẻo, mạnh hơn</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Giá thành cao hơn so với nhựa thông thường</li> <li>- Với mica có giá thành rẻ đến từ Trung Quốc: dễ bị nóng chảy hơn so với mica loại tốt</li> </ul> |

|                    |   |   |
|--------------------|---|---|
|                    | <p>kính</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chống va đập tốt hơn 7-16 lần so với thủy tinh</li> <li>- Chịu lực khá tốt</li> </ul>  |   |
| <b>Nhôm</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chống mài mòn</li> <li>- Kinh tế hơn so với đồng hoặc inox</li> <li>- Khối lượng nhẹ khoảng 2700 kg/m<sup>3</sup></li> <li>- Không có từ tính</li> <li>Chịu lực tốt</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mắc hơn thép</li> <li>- Có lớp oxit nhôm (giảm tính thẩm mỹ)</li> </ul>  |
| <b>Inox</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>-Khả năng định hình tốt</li> <li>-Chống ăn mòn</li> <li>-Không bị gỉ</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dễ bị xước, sức mẻ</li> </ul>  |
| <b>Sắt</b>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Có tính dẻo tốt hơn thép</li> <li>- Dễ gia công, chi phí bảo dưỡng thấp</li> <li>- Có độ bền cao, chịu lực tốt</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dễ bị hoen gỉ theo thời gian</li> </ul>  |
| <b>Thép carbon</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rẻ, dễ kiểm</li> <li>- Có tính tổng hợp phù hợp với đa số các điều kiện</li> <li>- Dễ đúc, cán, rèn</li> <li>- Chịu lực tốt hơn mica</li> </ul>                                | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Chịu nhiệt độ cao kém (Bị oxy hóa mạnh)</li> <li>- không có các tính chất hóa học như chống ăn mòn, cứng nóng</li> </ul> |

Dựa trên các ưu điểm và nhược điểm đã nêu, nhóm quyết định chọn vật liệu là thép carbon C45

### 2.1.2.3 Thiết kế khung xe trên:

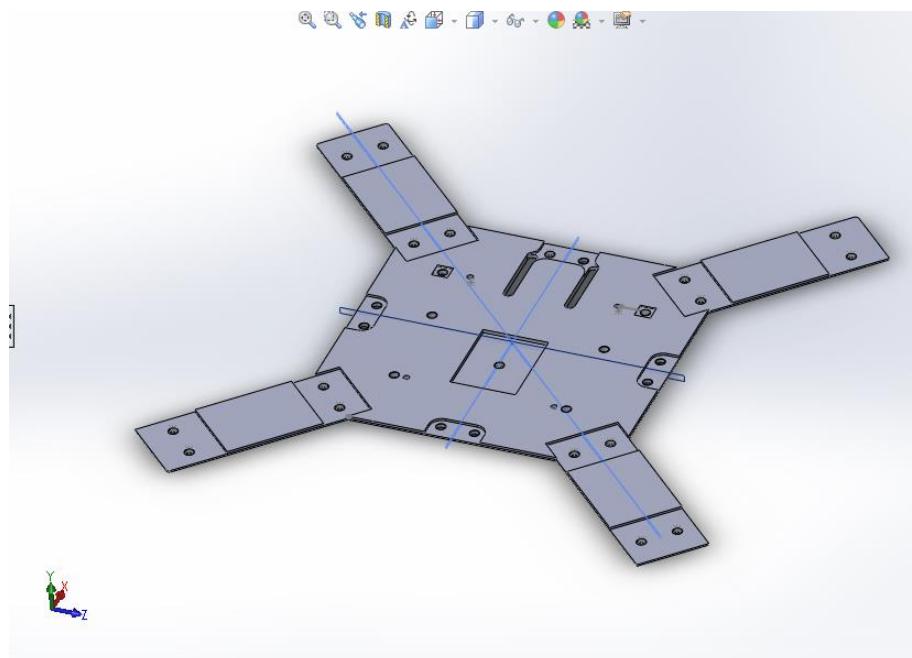
Tấm khung trên có vật liệu như đã chọn, có hình dạng là hình chữ X và có thân trong hình vuông. Để đủ rộng tải những vật có kích thước lên đến 20kg, tấm khung trên được chọn có kích thước cạnh là L= 600 mm. Ngoài ra tấm khung trên còn có tác dụng che chắn các module điện nằm ở dưới



**Hình 2.9** Khung xe trên

#### **2.1.2.4 Thiết kế khung xe dưới:**

Tấm khung dưới là một khung nhôm dùng để định vị, lắp ráp các module điện. Thiết kế tấm dưới có dạng như tấm hình trên



**Hình 2.10 :** Kích thước khung trên và dưới

### 2.1.2.5 Thiết kế gá cố định xe

- Vật liệu: cũng giống như các ưu nhược đã nêu ở mục vật liệu khung, nhóm quyết định chọn thép C45 làm gá cố định

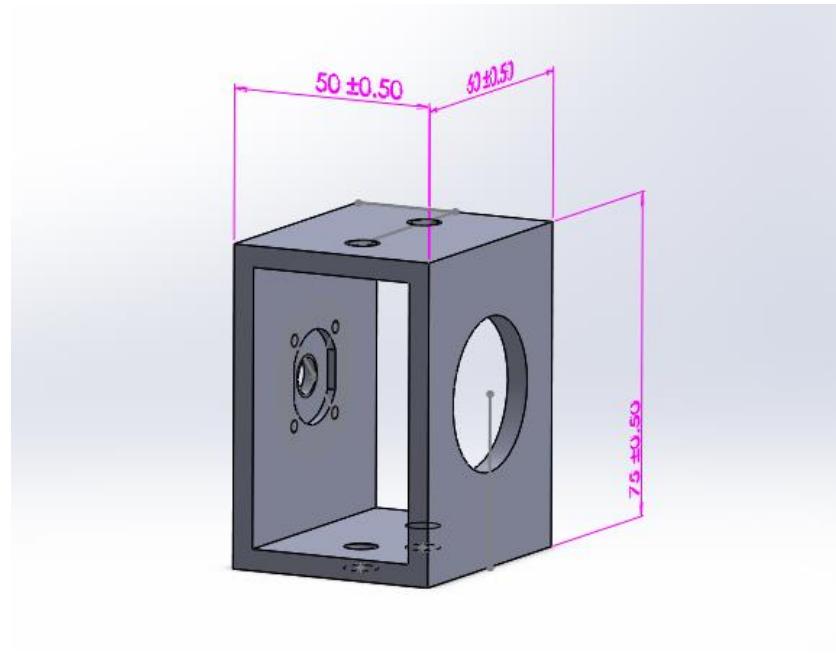
- Hình dáng:

+ Có 2 kiểu hình dáng phổ thông cho trụ: Trụ tiết diện đa giác và trụ hình tròn. Trụ đa giác ở đây thường là lục giác nên có khả năng chịu lực tốt, dễ gia công và có tính tám mỉ gắn vào khung tốt hơn trụ tròn nên nhóm sẽ chọn trụ tiết diện đa giác

- Phân loại:

a. Gá cố định động cơ

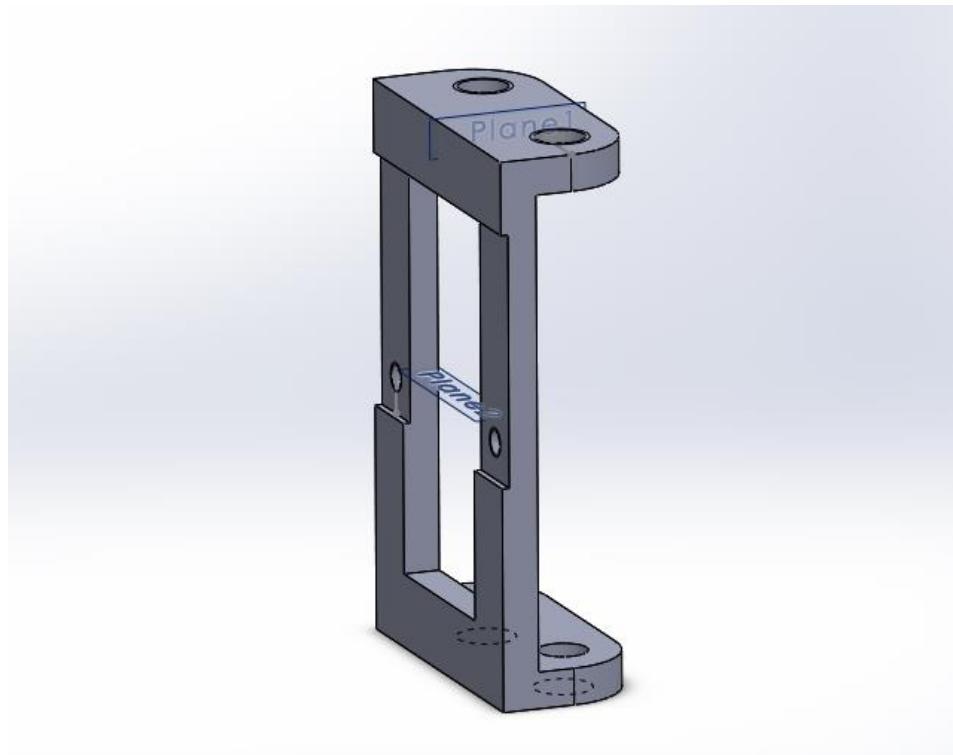
Dựa vào hình dáng xe đã chọn và đặc tính 4 bánh độc lập, xe cần có 4 động cơ hoạt động độc lập được gá và thân trên và thân dưới. Vì vậy nhóm đề xuất thiết kế gá có dạng hình hộp để tăng sự chắc chắn cho động cơ và gá cố tốt khung xe trên và dưới



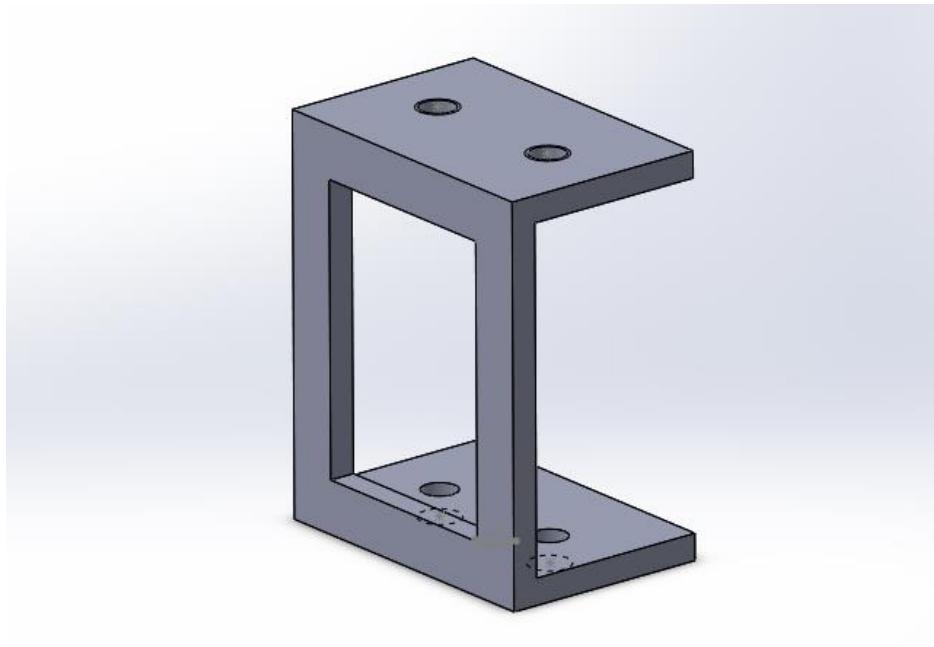
**Hình 2.11 :** Gá động cơ

b. Gá thân trong

Vì thân trong có dạng hình vuông nên nhóm đè xuất dùng 8 miếng gá có hình dạng chữ U để tăng sự chắc chắn và tiết kiệm không gian bên trong thân xe nơi có chứa các phần điện



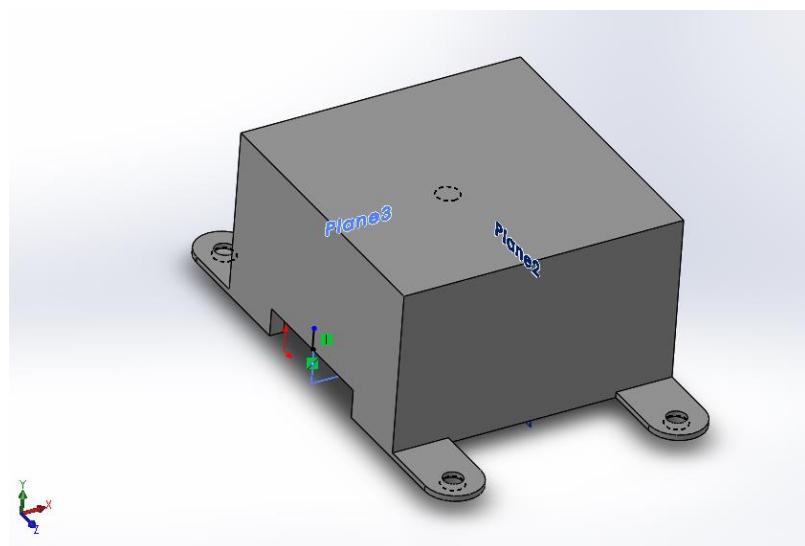
**Hình 2.12 :** 4 miếng gá nằm ở 4 cạnh



**Hình 2.13** : 4 miếng gá nằm 4 góc

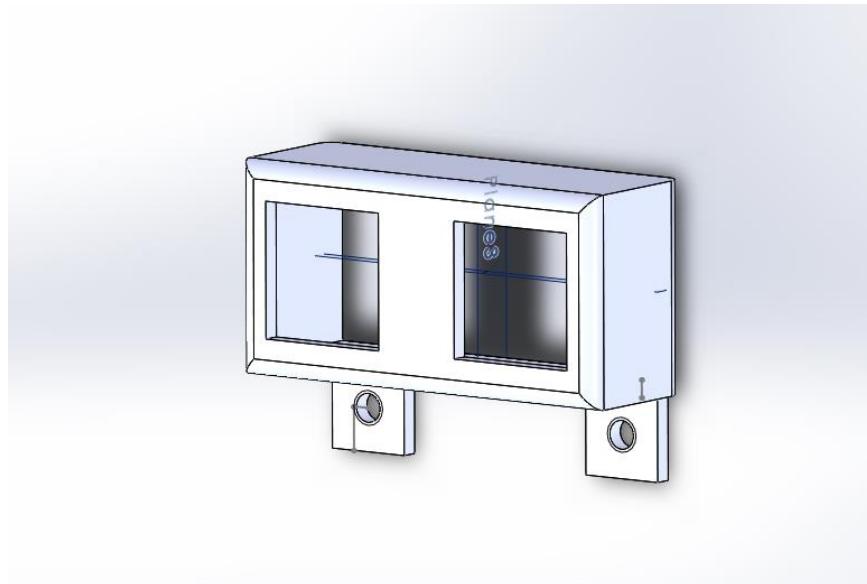
#### 2.1.2.6 Thiết kế hộp đựng cảm biến siêu âm, mạch arduino

a) Hộp đựng mạch Arduino: Nhóm thiết kế một hộp che mạch Arduino có dạng hình vẽ để che chắn mạch khỏi bụi bặm, các va chạm với các ngoại vật trong qua trình xe di chuyển, hộp đựng được gá vào thân dưới. Vật liệu: nhựa PVC trong suốt cứng



**Hình 2.14** : Hộp đựng arduino

b) Hộp đựng cảm biến siêu âm: Nhóm thiết kế một hộp che cảm biến siêu âm để che chắn cảm biến khỏi bụi bặm, các va chạm với các ngoại vật trong quá trình xe di chuyển, được gá và các gá xe nằm ở 4 cạnh thân trong. Chất liệu: nhựa PVC cứng



**Hình 2.15 :** Hộp đựng cảm biến siêu âm

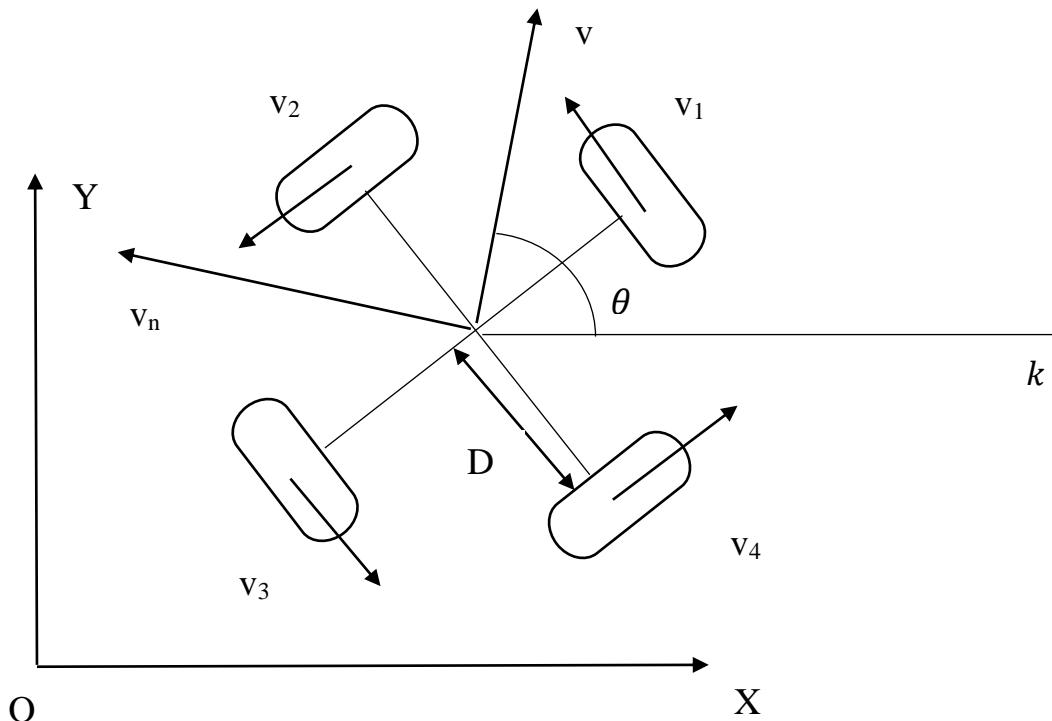
## 2.2. Kết luận:

Chương 2 đã hoàn thành việc đề xuất thiết kế cơ khí cho robot tự hành: các phương án lựa chọn loại bánh xe, vật liệu, khung xe.

## CHƯƠNG 3: PHÂN TÍCH ĐẶC TÍNH MÔ HÌNH ROBOT

### 3.1 Phân tích động học robot:

#### 3.1.1. Chuyển động quay quanh tâm robot:



**Hình 3.1** Phân tích động học của xe quay quanh tâm

Ở hình 3.1 ta thấy robot Omni có 4 bánh xe đặt lênh nhau  $90^0$ , khoảng cách từ bánh đến tâm robot là D, Oxy là trục tọa độ toàn cục, v là vận tốc thẳng của robot,  $v_n$  là vận tốc theo phương pháp tuyến của robot và  $\omega$  là vận tốc góc của robot

$$v_i = \omega r \text{ (với } i=1, 2, 3, 4)$$

$$q = [x \ y \ \theta]^T \text{ là vector tọa độ và hướng của robot trong hệ tọa độ toàn cục}$$

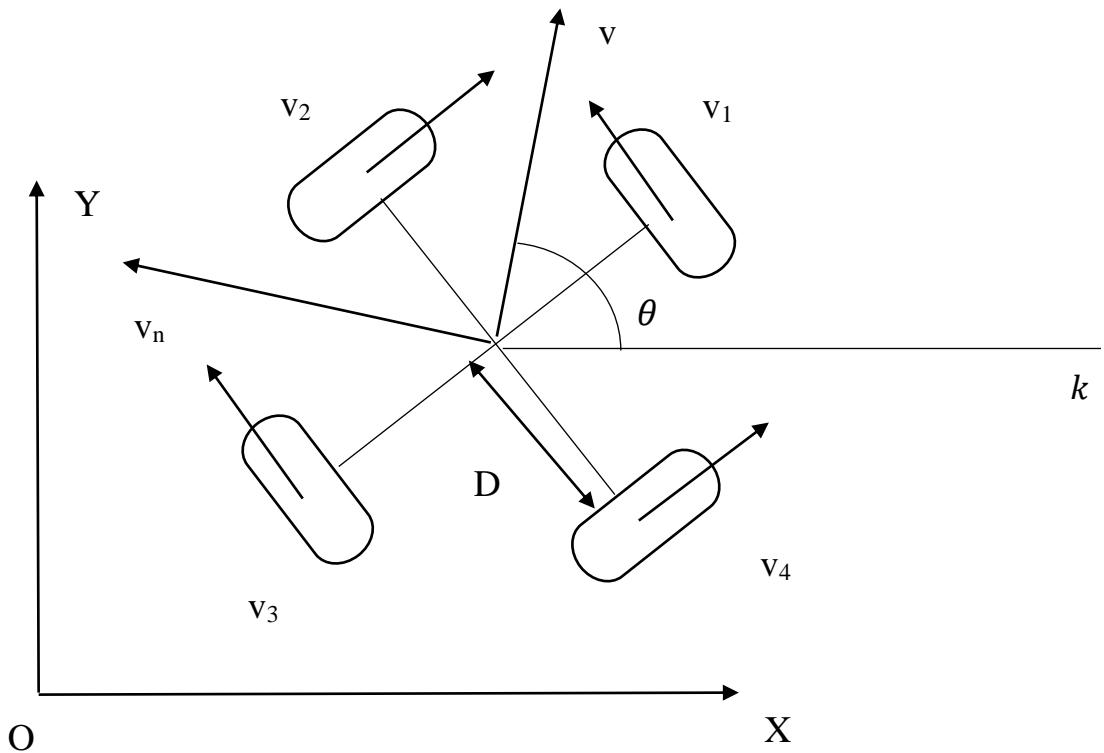
Phương trình động học của robot:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ v_n \\ \omega \end{bmatrix} \quad (3.1)$$

$[v \ v_n \ \omega]^T$  được tính theo vận tốc các bánh như sau

$$\begin{bmatrix} v \\ v_n \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{k}{2} & -\frac{k}{2} & -\frac{k}{2} & \frac{k}{2} \\ \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & -\frac{k}{2} & -\frac{k}{2} \\ \frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

### 3.1.2 Chuyển động tịnh tiến của robot



Hình 3.2: Phân tích động học xe tịnh tiến

Ở hình 3.2 ta thấy robot Omni có 4 bánh xe đặt lênh nhau  $90^0$ , khoảng cách từ bánh đến tâm robot là D, Oxy là trực tọa độ toàn cục, v là vận tốc thẳng của robot,  $v_n$  là vận tốc theo phương pháp tuyến của robot và  $\omega$  là vận tốc góc của robot

$$v_i = \omega r \text{ (với } i=1, 2, 3, 4)$$

$q = [x \ y \ \theta]^T$  là vector tọa độ và hướng của robot trong hệ tọa độ toàn cục

Phương trình động học của robot:

$$\begin{bmatrix} \dot{x} \\ \dot{y} \\ \dot{\theta} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta & 0 \\ \sin\theta & \cos\theta & 0 \\ 0 & 0 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v \\ v_n \\ \omega \end{bmatrix}$$

$[v \ v_n \ \omega]^T$  được tính theo vận tốc các bánh như sau

$$\begin{bmatrix} v \\ v_n \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & \frac{k}{2} \\ -\frac{k}{2} & \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & -\frac{k}{2} \\ \frac{1}{4D} & -\frac{1}{4D} & -\frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

Áp dụng theo yêu cầu thiết kế của đồ án, vận tốc là 0,5 m/s. Giả sử ta xét robot đi theo hướng v với vận tốc cực đại là 0,5 m/s nên vận tốc theo phương  $v_n$  sẽ bằng 0 và robot không quay quanh tâm của nó.

Vậy ta có ma trận sau để tính vận tốc từng bánh xe

$$\begin{bmatrix} v \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & \frac{k}{2} \\ -\frac{k}{2} & \frac{k}{2} & \frac{k}{2} & -\frac{k}{2} \\ \frac{1}{4D} & -\frac{1}{4D} & -\frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ v_3 \\ v_4 \end{bmatrix}$$

Đây là một hệ 3 phương trình nhưng lại có 4 ẩn.

Để đơn giản hóa, ta giả sử vận tốc của 4 bánh xe là như nhau

Ta suy ra  $v = 2kv_1 = v_1\sqrt{2} = 0,5 \text{ m/s}$  nên  $v_1 = 0,35 \text{ m/s}$ . Vậy vận tốc góc của mỗi bánh sẽ là  $\omega = \frac{v_1}{r} = \frac{0,35}{0,0625} = 5,6 \text{ rad/s}$  nên  $f = \frac{\omega}{2\pi} = 0,9$  vòng/s

Vậy mỗi bánh xe cần phải quay gần 1 vòng để robot di chuyển thẳng theo phương  $v$  với vận tốc 0,5 m/s

### 3.2 Phân tích động lực học robot:

Phương trình động lực học của robot dựa trên công thức Euler-Lagrange:

$$M(q)\ddot{q} + C(q, \dot{q})\dot{q} + G(q) + \tau_d = B(q)\tau \quad (3.2)$$

Trong đó:

$q = [x \ y \ \theta]^T$  là vector biến khớp đã được chọn ở phần trên

$\tau_d$  là vector nhiễu bất định bị chặn (nhỏ và được bỏ qua trong tính toán)

$\tau$  là vector tín hiệu vào (ta chọn ở đây là momen lực đặt vào mỗi bánh)

$$\tau = [\tau_1 \ \tau_2 \ \tau_3 \ \tau_4]^T$$

$$M(q) = \begin{bmatrix} m & 0 & 0 \\ 0 & m & 0 \\ 0 & 0 & J \end{bmatrix} \quad (3.3)$$

$$C(q, \dot{q}) = 0, G(q) = 0$$

$$B(q) = \frac{1}{r} \begin{bmatrix} \cos \theta_1 & \cos \theta_2 & \cos \theta_3 & \cos \theta_4 \\ \sin \theta_1 & \sin \theta_2 & \sin \theta_3 & \sin \theta_4 \\ \frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} & \frac{1}{4D} \end{bmatrix} \quad (3.4)$$

$$\theta_1 = \theta + \frac{\pi}{4}, \theta_2 = \theta + \frac{3\pi}{4}, \theta_3 = \theta - \frac{3\pi}{4}, \theta_4 = \theta - \frac{\pi}{4}$$

Áp dụng với vận tốc là 0,5 m/s theo phương OX, tức là  $\theta = 0$  khối lượng xe là 25 kg. Dựa vào công thức 3.1 ta suy ra  $\ddot{x} = \dot{v}$ ,  $\ddot{y} = \ddot{v}_n$  và  $\ddot{\theta} = 0$  do  $\omega = \text{const}$

Mà  $\dot{v} = \frac{k}{2}(\dot{v}_1 + \dot{v}_2 + \dot{v}_3 + \dot{v}_4)$  và  $\ddot{v}_n = \frac{k}{2}(-\dot{v}_1 + \dot{v}_2 + \dot{v}_3 - \dot{v}_4) = 0$  do robot chuyển động theo phương OX

Chọn gia tốc theo phương v là 1 m/s<sup>2</sup> tức là sau 0,5 s đầu tiên, xe đạt vận tốc

0,5 m/s

Kết hợp các công thức 3.2, 3.3 và 3.4 cùng với giả thiết các bánh xe như nhau ta suy ra  $\tau_1 = \tau_4 = -\tau_2 = -\tau_3 = 2,2 \text{ Nm}$

Vậy ta chọn động cơ có moment xoắn có giá trị khoảng 2,5 Nm trở lên.

### 3.3 Tính toán chọn động cơ:

#### 3.3.1 Lực và moment tác động lên bánh xe:

Chuyển động của xe là trên mặt phẳng, ta tiến hành phân tích các lực tác dụng lên bánh xe, gồm có:

- Lực ma sát  $F_{ms}$

- Lực cản lăn  $F_f$

- Lực bám  $F_\varphi$

Ta sẽ xác định các điều kiện của các lực trên để xe có thể vận hành với các thông số đã đặt ra sau đây:

- Tổng trọng lượng của xe:

+ Thân xe:  $M = 5 \text{ kg}$ .

+ Tải trọng:  $L = 20 \text{ kg}$ .

+ Bánh xe:  $m = 0.4 \text{ kg}$

- Tốc độ bánh xe mong muốn là  $1,27 \text{ vòng/s}$

- Thời gian tăng tốc mong muốn là  $1\text{s}$ .

Xét moment xoắn của bánh xe khi nó đã chuyển động ổn định:

$$\tau = \tau_e \cdot i \cdot \eta_m$$

Với  $\tau$  : Moment xoắn của bánh chủ động.

$\tau_e$  : Moment xoắn của động cơ.

$i$  : Tỉ số truyền tổng hợp của các bộ truyền động.

$\eta_m$ : Hiệu suất của các bộ truyền.

Nguyên lý vận hành của bánh xe:

- Lực ma sát:

+ Dưới tác dụng của moment của bánh chủ động, bánh xe sẽ tác động lên mặt phẳng tiếp xúc một lực tiếp tuyến  $F_{ms}$ , theo định luật ba Newton, mặt phẳng sẽ tác dụng lại bánh xe một lực theo hướng ngược lại làm cho bánh xe chuyển động.

Ta có phương trình động lực học khi bánh xe bắt đầu chuyển động:

$$\tau = F_{ms} \cdot R$$

Với  $R$  : bán kính của bánh xe.

$$\rightarrow F_{ms} = \frac{\tau}{R} = \frac{\tau_e \cdot i \cdot \eta_m}{R}$$

Để nhận được lực ma sát cực đại thì tỉ số truyền phải cực đại và moment quay của động cơ là cực đại:

$$F_{msmax} = \frac{\tau_{max}}{R} = \frac{\tau_{emax} \cdot i_{max} \cdot \eta_{mmax}}{R}$$

- Hệ số bám và lực bám:

+ Điều kiện để xe có thể chuyển động được là ở các bánh xe phải có moment xoắn chủ động truyền đến và tại bề mặt tiếp xúc giữa bánh xe và mặt đường phải có độ bám nhất định. Nếu độ bám nhỏ thì bánh xe có thể bị trượt quay khi ở bánh xe có moment chủ động lớn hoặc bánh xe bị trượt lết khi ở bánh xe có mômen phanh lớn.

+ Độ bám giữa bánh xe với mặt đường được đặc trưng bởi hệ số bám. Tùy theo chiều của phản lực mặt đường tác dụng lên bánh xe mà hệ số bám sẽ có tên gọi khác nhau. Trong trường hợp của chúng ta, bánh xe di chuyển trên mặt phẳng chỉ có phản lực dọc nên hệ số bám được gọi là hệ số bám dọc và được định nghĩa như sau:

$$\varphi = \frac{F_\varphi}{P}$$

Với:

$F_\varphi$  lực kéo tiếp tuyến cực đại của bánh xe với sàn phẳng:  $F_\varphi = F_{msmax}$

$P$  là tải trọng pháp tuyến của robot trên bánh xe.

- Lực cản lăn

+ Khi bánh xe chuyển động trên mặt đường sẽ có lực cản lăn tác dụng song song với mặt đường và ngược với chiều chuyển động tại vùng tiếp xúc giữa bánh xe với mặt đường. Lực cản lăn phát sinh là do có sự biến dạng của lốp với đường, do sự tạo thành vết bánh xe trên đường và do ma sát ở bề mặt tiếp xúc giữa lốp với đường.

+ Công thức của lực cản lăn là:

$$F_f = f \cdot P$$

Với  $f$  là hệ số cản lăn theo phương ngang

$P$  là tải trọng pháp tuyến của robot trên bánh xe.

- Ngoài ra còn có lực cản không khí, lực cản dốc... nhưng vì xe chuyển động với tốc độ chậm trên mặt phẳng ngang nên coi như bỏ qua các yếu tố này.

Vậy để robot có thể chuyển động mà không bị trượt thì ta có điều kiện sau:

$$F_f \leq F_{ms} \leq F_\varphi$$

Nếu  $F_f \geq F_{ms}$  thì bánh xe sẽ không quay.

$F_{ms} \geq F_\varphi$  thì bánh xe sẽ quay tại chỗ.

Ta có tải trọng phân bố lên mỗi bánh xe là:

$$P = \frac{(L + M)g}{4} = \frac{(20 + 5) \cdot 9,8}{4} = 61,25 \text{ Nx}$$

**Bảng 3.1** Hệ số bám:

|   | Hệ số bám $\varphi$      |
|---|--------------------------|
| 1/ Đường nhựa, bê tông:<br>- Khô và sạch<br>- Ướt | 0.7 – 0.8<br>0.35 – 0.45 |
| 2/ Đường đất:<br>- Pha sét<br>- Ướt               | 0.5 – 0.6<br>0.2 – 0.4   |
| 3/ Đường cát:<br>- Khô<br>- Ướt                   | 0.2 – 0.3<br>0.4 – 0.5   |

Ta chọn hệ số bám của đường nhựa, bê tông khô và sạch nên  $\varphi = 0.7 – 0.8$  và ta chọn  $\varphi = 0.75$ .

$$\text{Vậy: } F_\varphi = \varphi \cdot P = 0,75 \cdot 61,25 = 45,9375 \text{ N}$$

Hệ số lăn  $f$  được xác định trên thực nghiệm với lớp bánh xe nhựa chạy trên đường tốt là  $f = 0.015$ .

$$\text{Vậy } F_f = f \cdot P = 0,015 \cdot 61,25 = 0,91875 \text{ N}$$

Ta được:

$$0,91875 \text{ N} \leq F_{ms} \leq 45,9375 \text{ N}$$

thì bánh xe mới chuyển động được.

### 3.3.2. Công suất của động cơ

Khi mà xe đã chuyển động ổn định, ta có phương trình động lực học:

$$\tau = F_{ms} \cdot R + I \cdot \gamma$$

Với  $I = \frac{1}{2} \cdot m \cdot R^2$  là moment quán tính của tâm bánh xe.

$\gamma$  là gia tốc góc của bánh xe.

Ta có định luật hai Newton đối với bánh xe:

$$\begin{aligned} F_{ms} &= \left( \frac{1}{4}(L + M) + m \right) \cdot a \\ \rightarrow \tau &= \left( \frac{1}{4}(L + M) + m \right) \cdot a \cdot R + \frac{1}{2}m \cdot R^2 \cdot \gamma \end{aligned}$$

Điều kiện để bánh lăn không trượt:

$$\begin{aligned} F_{ms} &\leq F_\varphi = \varphi \cdot P \\ \rightarrow \tau &\leq \left( \frac{1}{4}(L + M) + m \right) \cdot g \cdot \varphi \cdot R + \frac{1}{2}m \cdot R^2 \cdot \gamma \end{aligned}$$

Thay số với:

$$\begin{aligned} L &= 20 \text{ kg} \quad M = 5 \text{ kg} \quad m = 0.4 \text{ kg} \\ g &= 9.81 \text{ m/s}^2 \quad a = 0.5 \text{ m/s}^2 \quad \varphi = 0,75 \quad R = \\ &62,5 \cdot 10^{-3} \text{ m} \end{aligned}$$

Gia tốc góc của bánh xe:

$$\gamma = \frac{v^2}{R} = \frac{(1,27 \cdot 2\pi R)^2}{R} = \frac{(1,27 \cdot 2\pi \cdot 62,5 \cdot 10^{-3})^2}{62,5 \cdot 10^{-3}} = 3,98 \text{ rad/s}^2$$

Moment giới hạn để bánh lăn không trượt:

$$\tau \leq 2,8572 \text{ Nm}$$

Để bánh xe lăn được và đạt được vận tốc là  $0,5 \text{ m/s}$  trong  $1 \text{ s}$  thì lực kéo cần thiết trên bánh xe phải thăng lực ma sát lăn và tao được gia tốc  $0,5 \text{ m/s}^2$ :

$$F = F_{ms} + F_a = \left( \frac{1}{4}(L + M) + m \right) \cdot f \cdot g + \left( \frac{1}{4}(L + M) + m \right) \cdot a$$

Thay số ta được  $F = 4,30255 N$

Moment xoắn tối thiểu của động cơ là:

$$\tau = F \cdot R + I \cdot \gamma = 4,30255 \cdot 62,5 \cdot 10^{-3} \approx 0.272 Nm$$

Khi xe đã chuyển động ổn định với vận tốc  $0,5m/s$  lực kéo của động cơ là:

$$F = F_\phi = 0,75 \cdot \left( \frac{1}{4}(L + M) + m \right) g = 48,88N$$

Công suất của động cơ là  $P = F * v = 48,88 * 0,5 = 24,44W$

### 3.3.3. Chọn động cơ

Vì trong tính toán đã bỏ qua các lực cản không khí, bên cạnh đó còn phải đảm bảo công suất cho động cơ với dòng vọt lố khi khởi động, do đó ta chọn động cơ cung cấp moment cho bánh xe có hệ số an toàn là 1.5. Vậy  $P \approx 36,66W$

Ta chọn: Động cơ encoder Nidec Servo Motor UGFMED-D9MRI21 24V-200ppr-40W-3000RPM

**Bảng 3.2** Thông số kỹ thuật:

|                                   |              |
|-----------------------------------|--------------|
| Điện áp cấp cho động cơ hoạt động | 24VDC        |
| Điện áp cấp cho Encoder hoạt động | 3.3VDC       |
| Đĩa Encoder 11 xung               | hai kênh A-B |
| Tỷ số truyền khi qua hộp giảm tốc | 1:34         |
| Số xung khi qua hộp giảm tốc      | 200 xung     |

|           |             |
|-----------|-------------|
| công suất | Lên đến 40W |
|-----------|-------------|

### 3.4 Lựa chọn động cơ.

#### 3.4.1. Chọn loại động cơ điện:

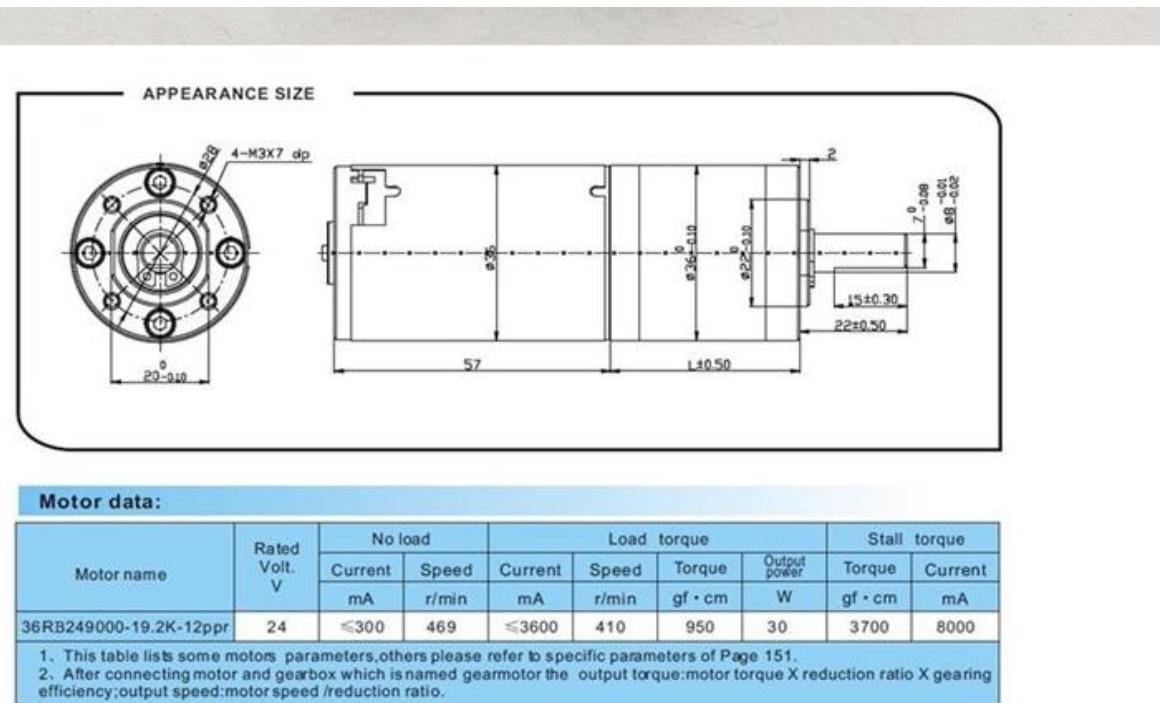
Bảng dưới đây so sánh các ưu, nhược của một số loại động cơ thông dụng, từ đó có thể xác định được loại động cơ cần dùng để phù hợp với yêu cầu đặt ra:

**Bảng 3.3** Động cơ

| Loại động cơ                     | Ưu điểm   | Nhược điểm   |
|----------------------------------|---|--|
| Động cơ bước                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Không cần hồi tiếp tín hiệu về khi điều khiển vận tốc và vị trí</li> <li>- Độ chính xác về điều khiển học rất cao</li> <li>- Giá thành thấp</li> </ul>         | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dễ bị trượt bước khi mang tải lớn</li> <li>- Động cơ nước gây ra nhiều nhiễu và rung động</li> </ul>  |
| Động cơ DC                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moment khởi động và vận tốc lớn</li> </ul>   | Khó điều khiển được chính xác vị trí và vận tốc  |
| Động cơ DC servo sử dụng encoder | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Moment khởi động và vận tốc lớn như động cơ DC</li> <li>- Nhờ có tín hiệu hồi tiếp nên bộ điều khiển có thể điều chỉnh và giữ cho động cơ hoạt động</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Khi dừng lại, tùy theo chất lượng của bộ điều khiển ảnh hưởng đến đáp ứng nên có thể gây dao động, rung lắc.</li> <li>- Bị nhiễu tín hiệu hồi tiếp</li> </ul> |

|  |                          |  |
|--|--------------------------|--|
|  | đến trạng thái mong muốn |  |
|--|--------------------------|--|

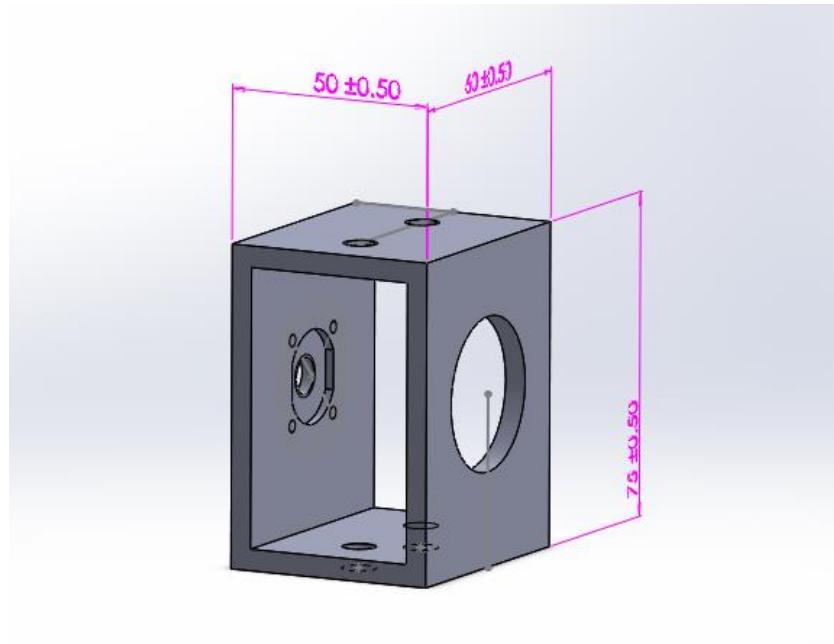
Dựa trên những ưu điểm và nhược điểm trên, nhóm chọn động cơ DC servo sử dụng encoder. Cụ thể là động cơ 36 RB249000 có thông số như hình



**Hình 3.3:** Thông số động cơ

### 3.4.2. Thiết kế tám gá động cơ cho xe omni

- Tám gá: Tám gá được thiết kế với các yêu cầu đảm bảo về độ vuông góc và độ đồng tâm của trục động cơ. Các tám gá phải đảm bảo một đôi một cạnh nhau lệch 1 góc  $135^{\circ}$ . Kích thước của nó được thiết kế dựa theo kích thước của bệ mặt gá trên động cơ theo datasheet trong tài liệu

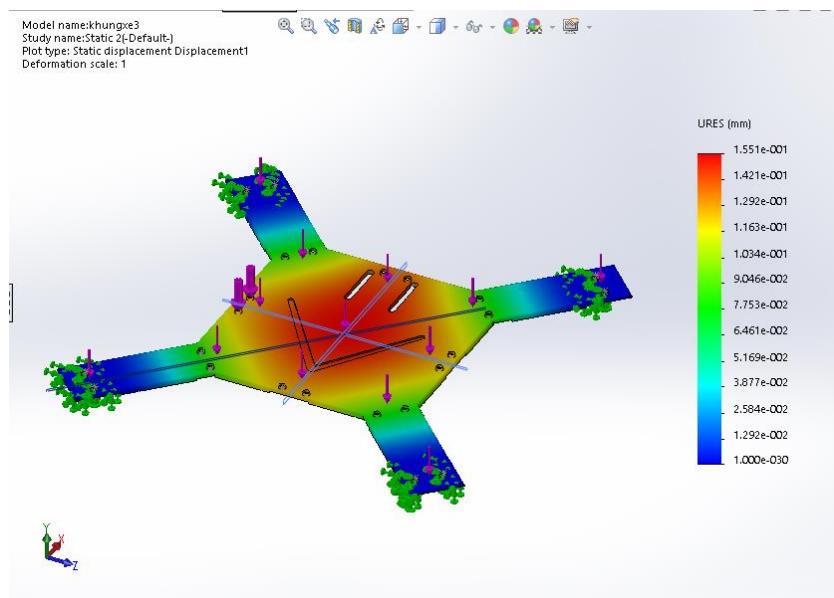


**Hình 3.4:** Gá động cơ

### 3.5. Tính toán ứng suất và độ dịch chuyển của khung

Theo 3 hình vẽ được mô phỏng bằng phần mềm SOLIDWORKS ta nhận được các kết quả

a) Khung xe

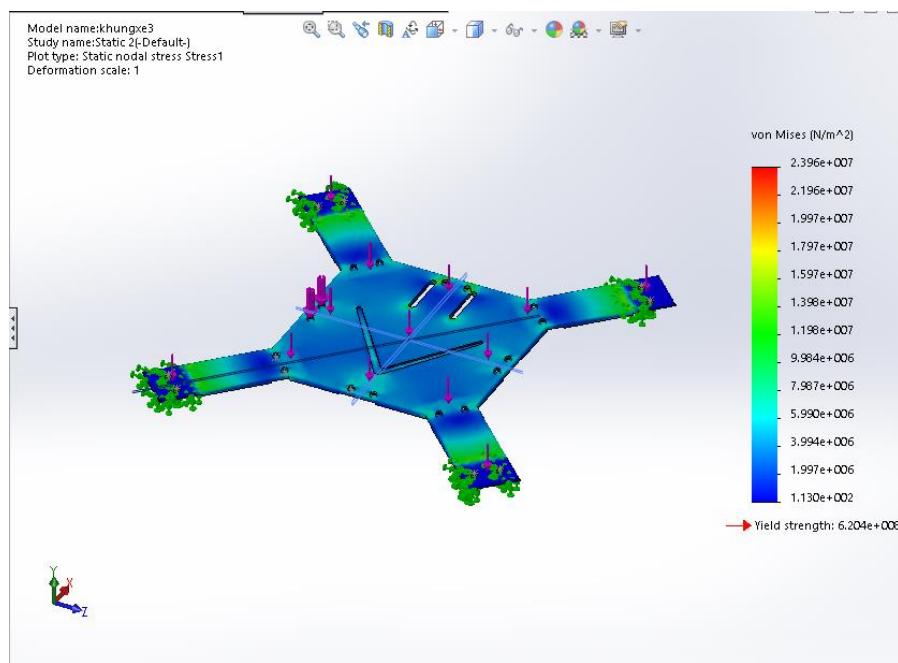


**Hình 3.5:** Chuyển vị khung xe

Tối đa: 0.1551 mm

Tối thiểu: 1<sup>-30</sup> mm

Kết luận: Chuyển vị rất nhỏ, khung xe trên dưới có thể chịu tải được



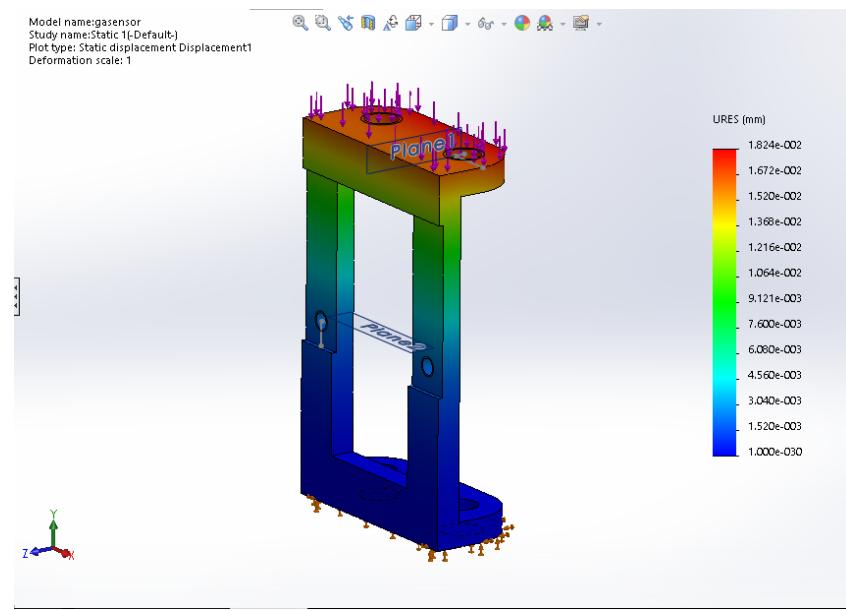
**Hình 3.6:** Ứng suất khung xe

Tối đa: 1.398e7 N/m<sup>2</sup>

Tối thiểu: 1.13e2 N/m<sup>2</sup>

Kết luận: Ứng suất xe nằm trong khoảng cho phép của vật liệu làm xe là thép C45: 400 MPa

b) Gá xe

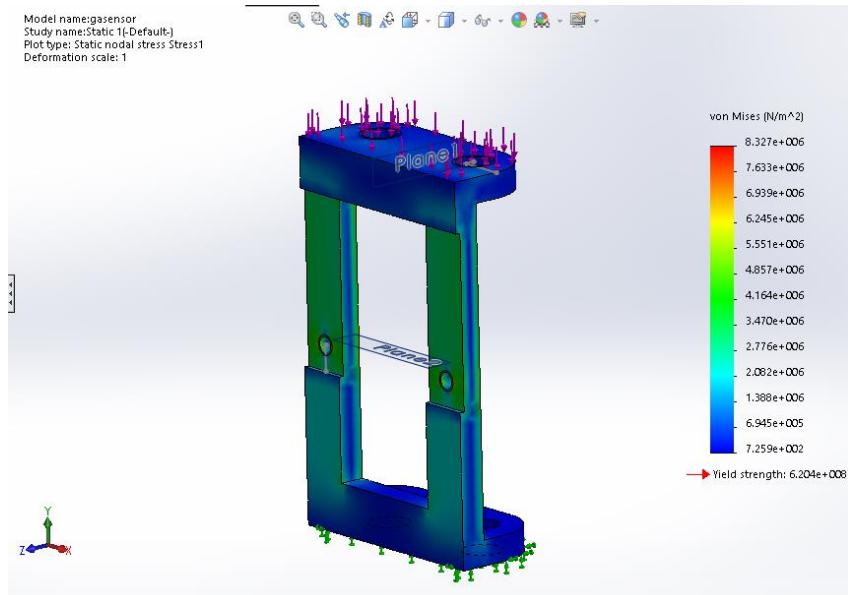


**Hình 3.7:** Chuyển vị gá xe

Tối đa: 0.01824 mm

Tối thiểu: 1<sup>-30</sup> mm

Kết luận: Chuyển vị rất nhỏ, không làm ảnh hưởng kết cấu xe



**Hình 3.8:** Úng suất gá xe

Tối đa:  $4.857e6 \text{ N/m}^2$

Tối thiểu:  $7.259e2 \text{ N/m}^2$

Kết luận: Úng suất xe nằm trong khoảng cho phép của vật liệu làm xe  
là thép C45: 400 MPa

## CHƯƠNG 4: ĐỀ XUẤT THIẾT KÊ HỆ THỐNG ĐIỆN

### 4.1 Giải bài toán tìm đường cho robot tự hành

Dò đường là một khoa học dẫn hướng robot tự hành di chuyển trong không gian làm việc của nó (đất, nước, không khí...). Trong vấn đề dò đường, bài toán được quan tâm nhiều nhất là tìm đường về đích mà không chạm vật cản trên đường đi.

Có 2 loại bài toán tìm đường trên đường đi cho robot: bài toán cục bộ, và bài toán toàn cục.

- Trong bài toán cục bộ, môi trường làm việc của robot hoàn toàn không được

biết trước hoặc nếu có chỉ là 1 phần, robot hoàn toàn phải nhờ vào sự cảm nhận môi trường thông qua cảm biến gắn trên nó để dò đường.

+ **Lợi thế:** yêu cầu tính toán, dung lượng nhớ thấp, tính linh hoạt cao (tránh được vật cản ngay cả khi vật đó di chuyển).

+ **Hạn chế:** do robot tìm đường cục bộ chỉ biết được thông tin xung quanh

quanh thông qua sensor cảm nhận môi trường gắn cùng nên robot tìm đường cục bộ có thể không hoàn thành việc tới đích.

- Trong bài toán toàn cục, bản đồ môi trường làm việc của robot hoàn toàn được biết trước, vấn đề cần giải quyết là tìm đường đi cho robot trước khi nó xuất phát.

+ **Lợi thế:** ta đã biết trước có đường đi tối ưu tới đích hay không trước khi

robot khởi hành.

+ **Hạn chế:** đòi hỏi nhiều lệnh tính toán và bộ nhớ, tình huống xấu có thể xảy ra là nếu bản đồ môi trường làm việc không được khai báo chính xác, yêu cầu biết trước hoàn toàn môi trường hoạt động cũng là một

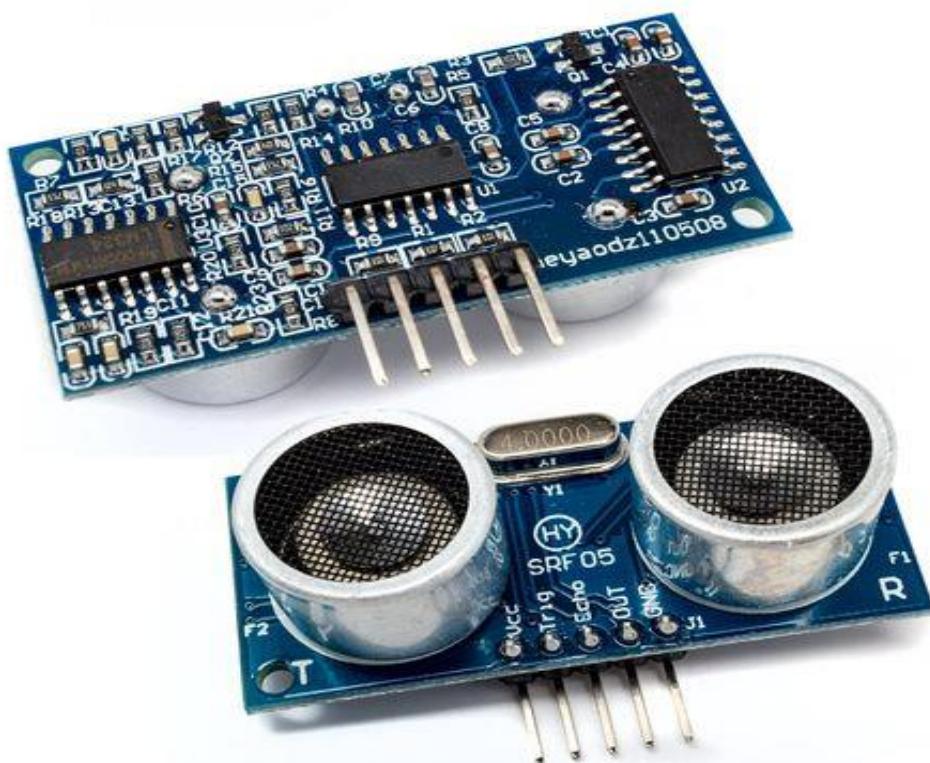
nhiều điểm.

Trong đồ án này nhóm em tập trung vào việc giải quyết bài toán tìm đường cục bộ nhưng ở mức độ đơn giản. Môi trường làm việc của robot là một mặt phẳng, được giới hạn bởi các bức tường, các vật cản được xem là vật cản hai chiều, tĩnh hoàn toàn. Ở bài toán cục bộ robot được trang bị sensor xác định khoảng cách từ bánh xe tự động tới vật cản.

## 4.2 Thiết kế hệ thống dùng cảm biến siêu âm

### 4.2.1 Cảm biến siêu âm SRF05

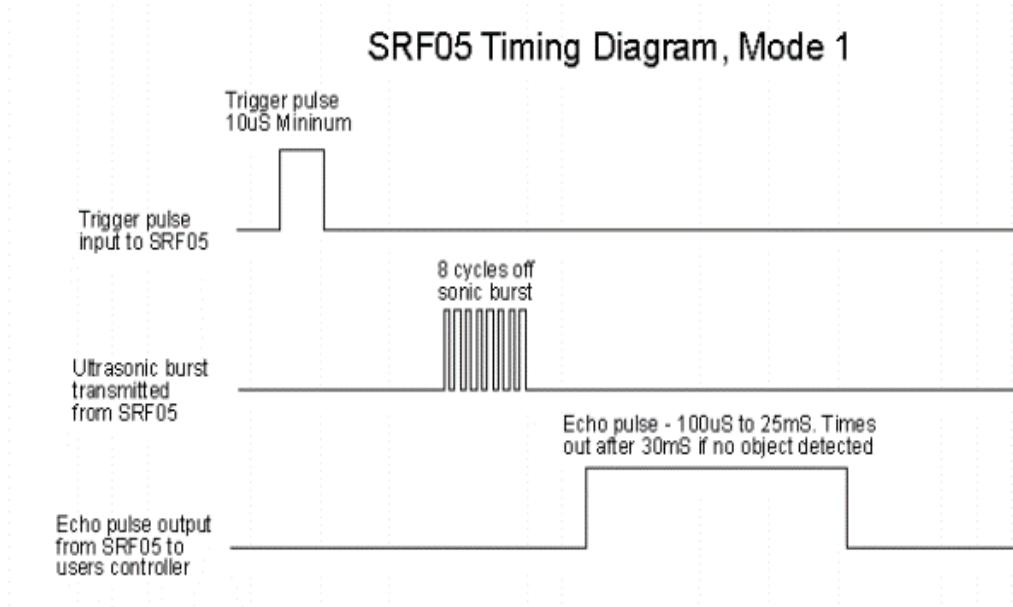
Như tên gọi cảm biến SRF05 sử dụng sóng siêu âm để đo khoảng cách tới vật cản phía trước sử dụng soáng siêu âm. Sóng siêu âm là một loại sóng cao tầng mà con người không thể nghe thấy được. Tuy nhiên, ta có thể sử dụng chúng để đo các vật trong không gian (cũng như cách thức phát hiện con mồi và đi săn mồi của cá heo mà mọi người đã biết).



**Hình 4.1: Cảm biến siêu âm SRF05**

Trên Hình 4.1 là cảm biến siêu âm SRF05, cảm biến gồm bộ phận phát sóng siêu âm (Trig) phía bên trái và bộ thu sóng phản xạ phía bên phải. Cảm biến SRF05 cho khoảng cách đo tối đa lên tới 3-4m và giao tiếp với vi điều khiển qua 5 chân:

- Vcc: Ta cần cấp nguồn 5V vào chân này để cảm biến hoạt động.
- Trig: Khi muốn cảm biến phát sóng siêu âm thì ta cấp tín hiệu vào chân này.
- Echo: Chân phát hiện sóng phản xạ.
- OUT: Không sử dụng
- GND: Nối mát.



**Hình 4.2: Nguyên lý hoạt động của cảm biến siêu âm SRF05**

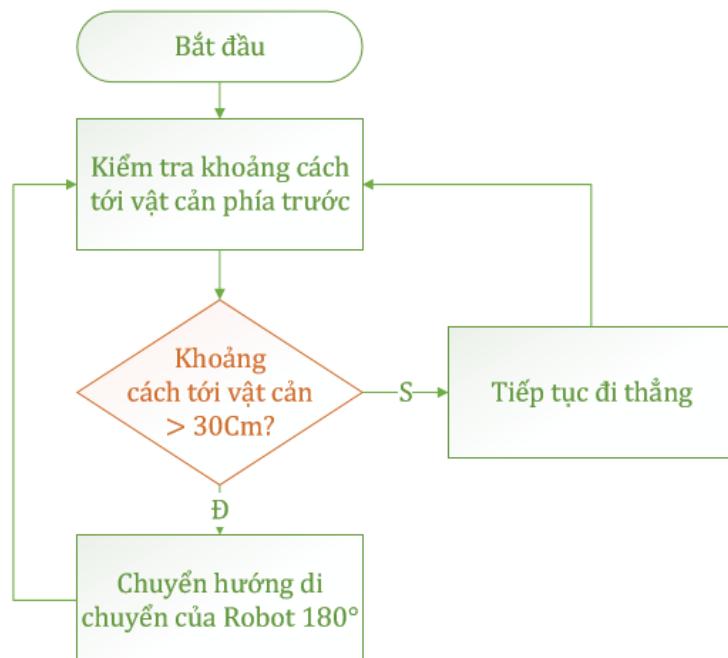
Nguyên lý để đo khoảng cách đến một vật là dùng một nguồn phát sóng siêu âm (TRIG) và một bộ thu sóng siêu âm (ECHO), khi TRIG phát sóng đi đến nơi có vật cản nó sẽ đập vào vật đó và sẽ tạo ra 1 luồng sóng đi trở về , ngay lập tức ECHO sẽ nhận. Sau đó dựa vào thời gian phát thu mà sẽ tính ra khoảng cách đến

vật. Vì vậy cảm biến siêu âm SRF05 sẽ gồm một nguồn phát (TRIG), một bộ thu (ECHO) và 5 chân tín hiệu để giao tiếp với vi điều khiển.

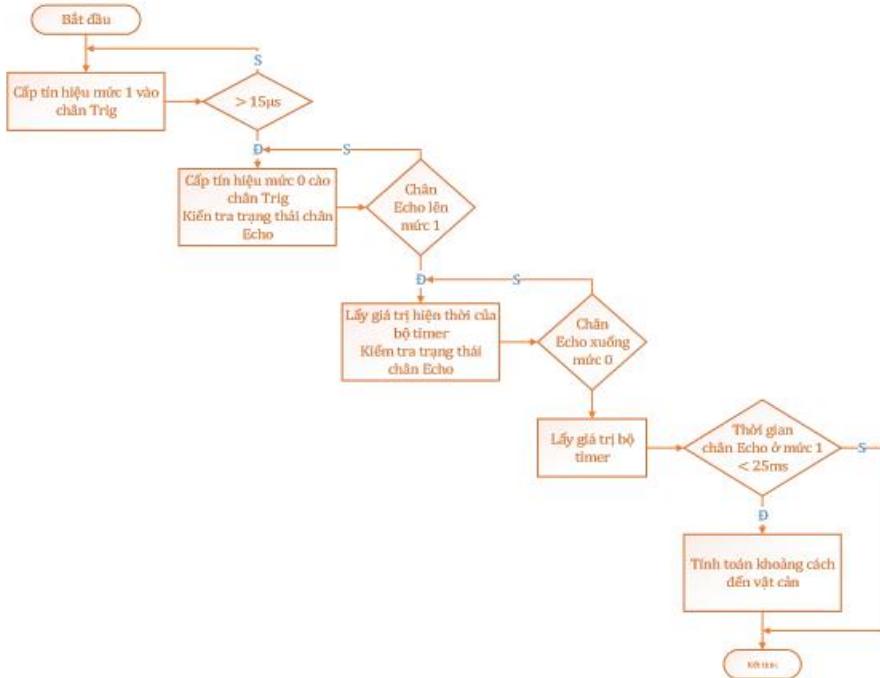
Khi muốn bắt đầu đo khoảng cách ta cấp một xung dương có thời gian tối thiểu là  $10\mu s$  vào chân Trig. Khi có xung trên  $10\mu s$  ở chân Trig cảm biến sẽ bắt đầu phát 8 xung sóng siêu âm qua bộ phát. Sau khi 8 xung sóng siêu âm được phát đi chân Echo sẽ tự động được kéo lên mức cao, khi sóng siêu âm gặp vật cản và phản xạ trở lại, bộ thu của cảm biến nhận được sóng phản xạ sẽ kéo chân Echo xuống mức thấp. Việc xác định khoảng khời gian chân Echo ở mức cao sẽ giúp vi điều khiển tính toán được khoảng cách đến vật cản.

- Nếu khoảng thời gian chân Echo ở mức cao trong khoảng từ  $100\mu s$  tới  $20ms$  ta sẽ tính được khoảng cách từ cảm biến tới vật cản dựa vào tốc độ truyền sóng siêu âm trong không khí ở nhiệt độ  $21^{\circ}C$  là  $343,2m/s$ .
- Nếu khoảng thời gian chân Echo ở mức cao lớn hơn  $30ms$  thì tức là trong khoảng cách  $4m$  từ cảm biến không có vật cản.

#### 4.2.2 Thuật toán lập trình phần cứng



**Hình 4.3: Lưu đồ thuật toán tổng quan của hệ thống**



**Hình 4.4: Lưu đồ thuật toán quá trình đo khoảng cách**

Hình 4.3 trình bày lưu đồ thuật toán tổng quan của hệ thống. Do quá trình điều khiển hoạt động của Robot là một vòng lặp nhiều quá trình và bên trong mỗi quá trình bao gồm nhiều hàm xử lý phức tạp nên thuật toán điều khiển được chia nhỏ thành nhiều chức năng nhỏ nhằm đem đến một cái nhìn trực quan hơn về nguyên tắc điều khiển của hệ thống.

- Đầu tiên khi khởi động hệ thống vi điều khiển sẽ khởi tạo các biến toàn cục, khai báo các hàm chức năng và thiết lập ngoại vi cho hệ thống. Sau đó nó thực hiện quá trình đọc dữ liệu từ khói cảm biến, đi vào xử lý tính toán khoảng cách đến vật cản nếu có và điều khiển từng động cơ với các trạng thái tương ứng.
- Quá trình trên lặp đi lặp lại cho đến khi Robot thực hiện xong nhiệm vụ. Quá trình tính toán khoảng cách đến vật cản được lặp lại theo chu

kỳ một giây một lần sử dụng System Tick của vi điều khiển, nó hoạt động độc lập với chương trình điều khiển. Trên Hình 4.4 trình bày quá trình đo khoảng cách bằng cảm biến SRF05, đầu tiên vi điều khiển cấp tín hiệu mức 1 vào chân Trig trong khoảng thời gian  $15\mu s$  sau đó theo dõi trạng thái của chân Echo. Mặc định chân Echo sẽ ở mức 0 khi chân Trig được kéo lên mức cao  $15\mu s$  cảm biến sẽ phát sóng siêu âm đồng thời chân Echo được kéo lên mức cao, khi vi điều khiển phát hiện chân Echo lên mức cao sẽ lấy giá trị của bộ timer tại thời điểm đó và tiếp tục theo dõi trạng thái của chân Echo. Khi phát hiện trạng thái chân Echo xuống lại mức 0 vi điều khiển tiếp tục lấy giá trị của bộ timer. Hiệu giá trị của bộ timer trong hai lần lấy

- Sau khi cấu hình chức năng PWM của bộ timer, khởi tạo các biến cần thiết, nếu phát hiện phía trước có vật cản (để thuận tiện cho việc xử lý và trình bày lưu đồ thuật toán em coi trường hợp vật cản phía trước cách xa hơn 50cm là không có vật cản) vi điều khiển sẽ phát tín hiệu PWM điều khiển Robot chuyển hướng sang phải và quay về phía sau  $180^\circ$  và tiếp tục đi thẳng. Sau đó vi điều khiển tiếp tục kiểm tra xem có vật cản không nếu có thì tiếp tục điều khiển Robot rẽ phải và quay về sau  $180^\circ$ , nếu không có vật cản thì tiếp tục di chuyển theo đường thẳng trong vòng 10s rồi rẽ trái và quay về phía sau  $180^\circ$  để Robot di chuyển theo hình ziczac. Trong quá trình di chuyển vi điều khiển kiểm tra vật cản phía trước mỗi giây một lần, bất cứ khi nào phát hiện có vật cản thì chuyển hướng di chuyển của Robot  $180^\circ$ .

Ở trên là đề xuất hệ thống điện trong trường hợp bánh xe thông thường nhưng vì sử dụng bánh xe omni đa chức năng nên chúng ta có thể lập trình sử dụng thuật toán để xe có thể di chuyển linh hoạt hơn, không nhất thiết phải quay  $180^\circ$ .

## **TÀI LIỆU THAM KHẢO**

- [1] *Tính toán thiết kế hệ dẫn động cơ khí, Tập 1 – 2*, Trịnh Chất, Lê Văn Uyên, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam, 2016.
- [2] *Dung sai và lắp ghép*, Ninh Đức Tôn, Nhà xuất bản giáo dục, 2007.
- [3] *Vẽ cơ khí*, Lê Khánh Điền, Nhà xuất bản Đại học quốc gia TpHCM, 2015.
- [4] *Vẽ kỹ thuật cơ khí, Tập 1 – 2*, Trần Hữu Quê, Nhà xuất bản giáo dục Việt Nam, 2009