

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA – ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTON PROJECT
NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
CHUYÊN NGÀNH: CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

ĐỀ TÀI:

NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ MÔ HÌNH XE TỰ
HÀNH PHỤC VỤ TRONG SÂN BAY

Giáo viên hướng dẫn: TS. LƯU ĐỨC LỊCH

Sinh viên thực hiện:	Số thẻ sinh viên:	Lớp:
NGUYỄN NGỌC TẤN	103190168	19C4CLC4
NGUYỄN PHẠM GIA HUY	103190151	19C4CLC4

Đà Nẵng, 12/2023

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP**Giảng viên hướng dẫn:** TS. Lưu Đức Lịch**Sinh viên thực hiện :**

- Nguyễn Ngọc Tấn MSSV: 103190168 Lớp: 19C4CLC4

- Nguyễn Phạm Gia Huy MSSV: 103190151 Lớp: 19C4CLC4

Ngành đào tạo: Kỹ thuật cơ khí - chuyên ngành Cơ khí động lực**Tên đề tài:** Nghiên cứu, thiết kế mô hình xe tự hành phục vụ trong sân bay.**NỘI DUNG NGHIÊN CỨU****Chương 1: Tổng quan về xe tự hành.**

1.1. Giới thiệu về xe tự hành.

1.2. Phân loại xe tự hành.

1.3. Vai trò của xe tự hành vận phục vụ vận chuyển hàng trong nhà kho.

Chương 2: Nghiên cứu các phương án bố trí và điều khiển xe.

2.1. Phân tích điều kiện làm việc và đặc điểm của xe.

2.2. Phân tích các phương án bố trí.

2.3. Chọn phương án phù hợp.

Chương 3: Tính toán các thông số cơ bản của xe tự hành.

3.1. Tính toán thiết kế động cơ.

3.2. Thiết kế hệ thống truyền lực.

3.3. Tính toán hệ thống phanh.

Chương 4: Thiết kế mô hình xe tự hành.

4.1. Mô tả quy trình hoạt động của xe tự hành.

4.2. Khối nguồn.

4.3. Khối cảm biến.

4.4. Khối xử lý trung tâm.

4.5. Khối điều khiển động cơ.

4.6. Lập trình hệ thống.

4.7. Kết quả tiến hành chạy thử nghiệm

a. Phân chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Phạm Gia Huy	Chương 1: Tổng quan về xe tự hành. Chương 2: Nghiên cứu các phương án bố trí và điều
2	Nguyễn Ngọc Tấn	khiển xe.

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
2	Nguyễn Phạm Gia Huy	Chương 3: Tính toán các thông số cơ bản của xe tự hành.
3	Nguyễn Ngọc Tấn	Chương 4: Thiết kế mô hình xe tự hành.

1. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Phạm Gia Huy	1. Tổng thể xe tự hành. 2. Vị trí lắp đặt các linh kiện của hệ thống điện trên xe.
2	Nguyễn Ngọc Tấn	3. Sơ đồ thuật toán xe tự hành. 4. Bản vẽ kết cấu xe tự hành. 5. Sơ đồ mạch điện hệ thống an toàn của xe.

<i>Họ tên người hướng dẫn:</i>	<i>Phần/ Nội dung:</i>
TS. Lưu Đức Lịch	Toàn bộ

3. Ngày giao nhiệm vụ đồ án:/...../2023

4. Ngày hoàn thành đồ án:/...../2023

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2023

Trưởng Bộ môn Cơ khí Động lực

Người hướng dẫn

PGS.TS. Phạm Quốc Thái

TS. Lưu Đức Lịch

LỜI NÓI ĐẦU

Trong suốt khoảng thời gian làm đề tài tốt nghiệp, chúng em đã gặt hái được rất nhiều kiến thức chuyên ngành cũng như sự kết hợp làm việc nhóm.

Lời đầu tiên em xin cảm ơn đến Thầy TS. Lưu Đức Lịch, thầy đã tận tình hướng dẫn, giúp đỡ chúng hoàn thành đề án tốt nghiệp và xin gửi lời cảm ơn gửi đến các Thầy Cô trong Khoa Cơ khí Giao thông. Cảm ơn sự động viên và giúp đỡ tận tình từ gia đình và bạn bè.

Chúng em đã phấn đấu và nỗ lực hết mình để hoàn thành đề án tốt nghiệp này, song thời gian và kiến thức còn hạn chế nên còn nhiều thiếu sót mong quý thầy cô và bạn đọc đóng góp để đề án này được hoàn thiện hơn.

Chúng em xin chân thành cảm ơn!

CAM ĐOAN

Chúng em xin cam đoan đây là đề tài riêng của nhóm, đề tài không trùng lặp với bất kỳ đề tài đồ án tốt nghiệp nào trước đây. Các thông tin, số liệu được sử dụng và tính toán đều từ các tài liệu có nguồn gốc rõ ràng, theo quy định.

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Phạm Gia Huy

Nguyễn Ngọc Tấn

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	4
CAM ĐOAN	5
MỞ ĐẦU	8
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ XE TỰ HÀNH.....	10
1.1. Giới thiệu xe tự hành.....	10
1.1.1 Khái niệm xe tự hành.	10
1.1.2. Lịch sử phát triển của xe tự hành.	11
1.2. Phân loại xe tự hành.	11
1.2.1. Xe tự hành dạng kéo (Towing Vehicle).....	11
1.2.2. Xe tự hành dạng chở (Unit Load Automated Guided Vehicle).	12
1.2.3. Xe tự hành dạng nâng (Fork vehicle).....	13
1.2.4. Xe tự hành dạng đẩy (Cart Vehicle).	14
1.2.5. Phân loại theo phương pháp tìm đường.	14
1.3. Vai trò của xe tự hành phục vụ vận chuyển hàng hóa trong nhà kho.	16
1.3.1. Phần mềm quản lý.....	18
1.3.2. Hệ thống giao tiếp.	18
1.3.3. Nguyên lý hoạt động của xe tự hành	19
CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG ÁN BỐ TRÍ VÀ ĐIỀU KHIỂN XE	21
2.1. Phân tích điều kiện làm việc và đặc điểm của xe.....	21
2.1.1 Điều kiện làm việc.	21
2.1.2. Đặc điểm.	21
2.2. Phân tích các phương án bố trí.....	22
2.2.1. Phương án 1.....	22
2.2.2. Phương án 2.....	24
2.2.3. Phương án 3.....	25
Chọn phương án phù hợp	27
CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA XE TỰ HÀNH.....	28
3.1. Tính toán thiết kế động cơ.....	28
3.2. Tính toán hệ thống truyền lực	30
3.2.1. Tính toán phân phối tỷ số truyền	30

3.3. Phân tích chọn cơ cấu phanh.....	32
3.3. Tính toán hệ thống phanh.....	32
3.3.1. Chọn phương án dẫn động	32
3.3.1.1 Phương án 1.....	32
3.3.1.2 Hành trình dịch chuyển đầu piston xy lanh công tác của cơ cấu ép	32
3.3.1.3 Tính toán lực cần thiết ở cánh tay dẫn	32
3.3.2. Lựa chọn động cơ kéo cáp	34
3.3. Hệ thống phanh tự động trên xe	35
3.4. Hệ thống lái:	37
CHƯƠNG 4. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHO XE TỰ HÀNH	39
4.1. Mô tả quy trình hoạt động của xe tự hành	39
4.1.1. Mô tả quy trình hoạt động của xe tự hành:	39
4.1.2. Sơ đồ nguyên lí hoạt động của hệ thống	39
4.2. Khối nguồn.....	40
4.3 Khối cảm biến	42
4.3.1Cảm biến hồng ngoại TCRT5000	42
4.3.2. Cảm biến siêu âm HC-SR04	45
4.4. Khối xử lý trung tâm	46
4.5. Khối điều khiển động cơ	48
Mạch điều khiển động cơ chính.	48
4.6. Lập trình hệ thống	49
4.7. Kết quả tiến hành chạy thử nghiệm:	51
KẾT LUẬN.....	52
TÀI LIỆU THAM KHẢO	53
CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN	54
Chương trình chính được viết dựa trên yêu cầu của các chế độ hoạt động và chức năng của xe.	54

MỞ ĐẦU

I. MỤC ĐÍCH LỰA CHỌN ĐỀ TÀI

Ngày nay, công nghệ sử dụng robot di chuyển tự động thay thế hoạt động con người trong các ngành công nghiệp và trong đời sống xã hội ngày càng được nâng cao, đặc biệt công nghệ này được sử dụng rất phổ biến ở các nước phát triển mạnh. Xe tự hành bắt nguồn từ Hoa Kỳ và sau đó phát triển sang Châu Âu. Đến Nhật Bản và sau đó đến Trung Quốc và các nước khác, trong đó có Việt Nam.

Với những ưu thế có sẵn của xe tự hành như thay thế được phần lớn nhân lực, tiết kiệm chi phí, quy trình vận chuyển khoa học, từ đó nâng cao hiệu suất công việc, nên mô hình này đã và đang được các nước châu Âu sử dụng rộng rãi, nhất là trong các ngành công nghiệp vận chuyển hàng hóa, linh kiện, bưu phẩm,

Cộng nghệ xe tự hành có bề dày lịch sử hơn trăm năm và sự phát triển phổ biến đi cùng nền công nghiệp hiện đại, nên ngày càng nhiều doanh nghiệp ở các nước trên thế giới áp dụng và phát triển khả năng vận chuyển của loại xe này. Điển hình là Công ty Ford của Hoa Kỳ đã sử dụng phương tiện dẫn đường có hành trình được xác định trước vào năm 1913 và vẫn được sử dụng đến ngày nay, số lượng ước tính lên đến vài nghìn chiếc.

Tại Việt Nam, một số nhỏ loại xe tự hành đang được sử dụng tại các nhà máy xí nghiệp nhưng số lượng còn rất hạn chế và hầu hết được nhập khẩu từ nước ngoài. Nhờ đó có thể nhận ra rằng khả năng sử dụng xe tự hành cho các lĩnh vực vận chuyển trong nước còn rất thấp nhưng cơ hội phát triển và tiềm năng sử dụng AGV của Việt Nam trong tương lai là cực kì lớn. Với những ưu điểm cũng như các yêu cầu về tính an toàn của xe tự hành nhóm nghiên cứu đã quyết định chọn đề tài "*Nghiên cứu, thiết kế mô hình xe tự hành phục vụ trong sân bay*".

II. MỤC TIÊU ĐỀ TÀI

- Nghiên cứu bố trí thiết kế trên xe.
- Nghiên cứu thiết kế chế tạo hệ thống điều khiển trên xe.
- Nghiên cứu hệ thống điều hướng trên xe.

- Thiết lập được một xe tự hành có thể nhận tín hiệu và thực thi đúng với yêu cầu do phần mềm điều hướng điều khiển.

III. PHẠM VI VÀ ĐỐI TƯỢNG NGHIÊN CỨU

1. Phạm vi nghiên cứu

- Xe thiết kế chạy trên các địa hình bằng phẳng trong sân bay.
- Xe di chuyển với vận tốc tối đa khoảng 1 [m/s].
- Tính toán lựa chọn động cơ điện.
- Tính toán, bộ truyền động cho xe.
- Thiết kế hệ thống điều khiển trên xe.
- Thiết kế hệ thống an toàn trên xe.

2. Đối tượng nghiên cứu

Xe điện tự hành kéo kiện hàng trong sân bay.

IV. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1. Về lý thuyết

- Sử dụng các giáo trình, tài liệu nước ngoài, các bài báo, các trang web về xe tự hành.
- Sử dụng excel để tính toán.
- Sử dụng các phần mềm thiết kế CAD để thiết kế xe.

2. Về thực nghiệm

- Sau khi chế tạo xong phần khung vỏ của xe thì tiến hành lắp đặt hệ thống điện lên xe.
- Sử dụng phần mềm lập trình để lập trình cho hệ thống điều khiển và hệ thống an toàn.
- Chạy thử nghiệm sau khi lắp đặt.
- Đo đạc các thông số và tiến hành điều chỉnh chương trình để xe hoạt động ổn định

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ XE TỰ HÀNH.

1.1. Giới thiệu xe tự hành.

1.1.1 Khái niệm xe tự hành.

Xe tự hành là một khái niệm chung chỉ tất cả các hệ thống có khả năng vận chuyển mà không cần người lái. Trong công nghiệp xe tự hành được hiểu là các xe chuyên chở tự động được áp dụng trong các lĩnh vực:

- Cung cấp sắp xếp linh kiện tại khu vực kho và sản xuất.
- Chuyển hàng giữa các trạm sản xuất.
- Phân phối cung cứng sản phẩm, đặc biệt trong buôn bán.
- Cung cấp, sắp xếp trong các lĩnh vực đặc biệt như bệnh viện, siêu thị, văn phòng, nhà kho, nhà xưởng, ...



Hình 1. 1 : Xe tự hành .

- Lợi ích của việc tự hành được sử dụng trong các nhà máy sản xuất, nhà kho thông minh:

- Giảm chi phí nhân công: Hoàn toàn có thể hoạt động độc lập mà không cần đến sự can thiệp của công nhân, hơn thế nữa, Hoàn toàn đáp ứng khối lượng hàng hóa với tải trọng lớn.

- Tuyệt đối an toàn: Xe tự hành hoạt động dựa trên hệ thống được lập trình với độ chính xác và an toàn cao, với hệ thống máy ảnh, các loại cảm biến giúp phát hiện ra vật cản trong quá trình vận chuyển nguyên vật liệu. Hơn thế nữa, xe tự hành hoạt động tốt trong các môi trường mà con người không thể tiếp cận được như: Môi trường hóa chất, môi trường quá nóng hoặc quá lạnh

- Nâng cao năng suất lao động: Hầu hết các xe đều được thiết kế với độ chính xác cao, đảm bảo quá trình vận chuyển không xảy ra lỗi hay sai sót. Xe có thể hoạt động liên tục 24/7 giúp tối ưu năng suất lao động.

- Dễ dàng thay đổi và mở rộng modul: Hầu hết các xe có thể thay đổi về Modul để đáp ứng yêu cầu của người sử dụng như: nâng cấp, giảm tải trọng, thay đổi quãng đường...

1.1.2. Lịch sử phát triển của xe tự hành.

Hệ thống xe dẫn hướng tự động đã tồn tại từ năm 1953 bởi Barrett Electronics OF Northbrook, bang Illinois – USA, nay là Savant Automation of Walker, bang Michigan – USA. Một nhà phát minh với một giấc mơ sáng chế ra một phương pháp tự động hóa con người trên chiếc xe tải kéo mà đã được sử dụng trong các nhà máy trong nhiều năm. Lúc đầu chỉ là một chiếc xe kéo nhỏ chạy theo một đường dẫn. Hệ thống hướng dẫn đầu tiên được tạo ra khi xuất hiện các cảm biến dò theo một từ trường. Tồn tại ở mức này cho đến giữa những năm 70. Công nghệ lúc này đã điều khiển các hệ thống để mở rộng khả năng và tính linh hoạt. Xe không chỉ còn được dùng để kéo rơ moóc trong kho, mà còn được sử dụng trong quá trình sản xuất, làm việc, và các hệ thống lắp ráp ô tô.

Qua nhiều năm, khi công nghệ trở nên tinh vi hơn, thì ngày nay các xe chủ yếu được định vị bởi hệ thống Lazer LGV (Lazer Guided Vehicle). Trong quá trình tự hành, LGV được lập trình để giao tiếp với các robot khác nhằm đảm bảo sản phẩm được chuyển qua các trạm, kho nơi mà sau đó chúng được giữ lại hoặc chuyển đến một vị trí khác. Ngày nay, LGV đóng vai trò quan trọng trong thiết kế các nhà máy và nhà kho, đưa hàng hóa đến đúng địa điểm một cách an toàn.

1.2. Phân loại xe tự hành.

Mỗi loại hàng hóa có yêu cầu khi lưu trữ và vận chuyển khác nhau, do đó có nhiều phương pháp vận chuyển hàng tùy thuộc vào mục đích sử dụng, loại hàng hóa, nơi làm việc mà chọn loại xe tự hành phù hợp.

1.2.1. Xe tự hành dạng kéo (Towing Vehicle).

Xe tự hành dạng kéo xuất hiện sớm nhất và hiện tại vẫn đang được ứng dụng rộng rãi, hỗ trợ tốt trong việc: kéo hàng, chuyển tải, tải pallet. Xe tự hành dạng kéo được sử dụng

trong các ứng dụng như: Kết thúc công đoạn bằng tay, vận chuyển vật liệu trong quá trình làm việc và một số ứng dụng tùy chọn khác.

Một số đặc điểm của xe tự hành dạng kéo:

- Xe tự hành dạng kéo sử dụng trong các ngành nghề: ô tô, hàng tiêu dùng nhanh, thực phẩm và đồ uống, đóng gói...
- Phù hợp với thiết bị có bánh xe
- Vận chuyển được tải trọng lớn hơn các loại xe tự hành khác.



Hình 1. 2 Xe tự hành dạng kéo.

1.2.2. Xe tự hành dạng chở (Unit Load Automated Guided Vehicle).

Xe tự hành dạng chở (Unit Load) được trang bị cảm biến sẽ được chờ sẵn tại vị trí băng tải, tiếp theo khi hàng hóa từ băng tải chuyển lên xe, xe tự hành sẽ tự động chạy đến các điểm đã được lập trình.



Hình 1. 3 Xe tự hành dạng chở.

Một số đặc điểm của xe tự hành dạng chở:

- Thời gian đáp ứng nhanh gọn.
- Đường đi linh hoạt.
- Tải trọng được phân phối và di chuyển theo yêu cầu.
- Giảm thiểu tắc nghẽn giao thông chuyên chở.
- Phù hợp với việc vận chuyển các hàng hóa nhỏ gọn, trọng lượng nhẹ như: linh kiện điện tử, ô tô...

1.2.3. Xe tự hành dạng nâng (Fork vehicle).

Xe tự hành dạng nâng giúp đáp ứng yêu cầu vận chuyển hàng hóa lên cao, phù hợp với các nhà kho sắp xếp các hàng hóa lên trên các kệ hàng.

Một số đặc điểm của xe tự hành dạng nâng:

- Phù hợp cho hàng hóa được đặt trên bục hoặc pallet.
- Có khả năng đưa hàng lên cao.
- Có chi phí cao hơn các loại xe tự hành khác do thiết kế phức tạp.



Hình 1. 4 Hình minh họa xe tự hành dạng nâng

1.2.4. Xe tự hành dạng đẩy (Cart Vehicle).

Xe đẩy được cho là có tính linh hoạt cao và rẻ tiền. Chúng được sử dụng để chuyên chở vật liệu và các hệ thống lắp ráp.

Một số đặc điểm của xe tự hành dạng đẩy:

- Có tính linh hoạt cao.
- Giá thành thấp.
- Thường có tải trọng khoảng 0,5 tấn, phù hợp chở các tiết bị, linh kiện đơn lẻ trong các hệ thống lắp ráp

1.2.5. Phân loại theo phương pháp tìm đường.

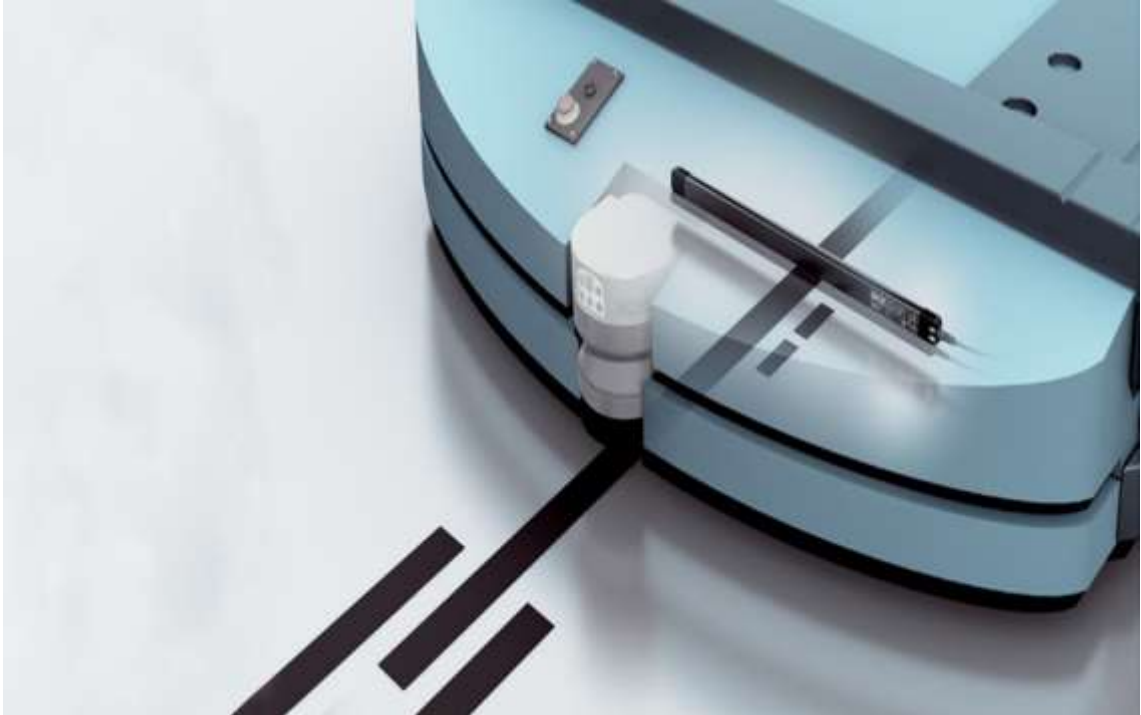
- Loại xe dò theo đường dẫn cố định: Xe tự hành có quỹ đạo di chuyển theo đường dẫn lắp đặt sẵn. Đường dẫn có thể là đường ray, từ trường, dây điện... Đường dẫn cố định có lợi khi quỹ đạo xác định rõ, đơn giản và tồn tại lâu dài. Bộ điều khiển tích hợp trên xe tự hành đơn giản.

- Ưu điểm của loại đường dẫn cố định là:

- Quỹ đạo được xác định rõ, độ chính xác cao.
- Khả năng vận chuyển hàng hóa lớn.
- Có tính linh hoạt cao.
- Bộ điều khiển tích hợp trên xe tự hành đơn giản.
- Chi phí đầu tư thấp.

- Nhược điểm:

- Hạn chế trong việc thay đổi đường ray.
- Giới hạn trong việc di chuyển trên địa hình không bằng phẳng.



Hình 1. 5 Đường dẫn băng từ.

• Loại xe di chuyển tự do: Có thể di chuyển đến các vị trí bất kỳ trong không gian hoạt động. Xe tự hành xác định vị trí nhờ các cảm biến như laser, camera để xác định vị trí các vật thể xung quanh trong quá trình di chuyển, hệ thống định vị cục bộ (Local navigation Location) để xác định tọa độ tức thời sau đó bộ điều khiển tự tính toán đường đi.

Ưu điểm của loại dẫn đường tự do là:

- Cung cấp sắp xếp linh kiện tại khu vực kho và sản xuất.
- Quỹ đạo xe rất linh hoạt.
- Phù hợp với môi trường thay đổi thường xuyên.
- Tự động tìm ra tuyến đường ngắn nhất để rút ngắn thời gian.

Nhược điểm:

- Bộ điều khiển cần xử lý các thuật toán phức tạp nên yêu cầu tốc độ xử lý cao.
- Chế tạo phức tạp đòi hỏi công nghệ cao.
- Chi phí đầu tư lớn.



Hình 1. 6 Xe tự hành chạy không theo đường dẫn.

Dựa vào những so sánh trên và điều kiện kho hàng tồn tại lâu dài, không thay đổi vị trí lưu trữ và xe hoạt động trong nhà kho với địa hình bằng phẳng thì phương pháp dẫn đường cố định là phù hợp. Do đó trong đề tài này sử dụng phương pháp dẫn đường cố định.

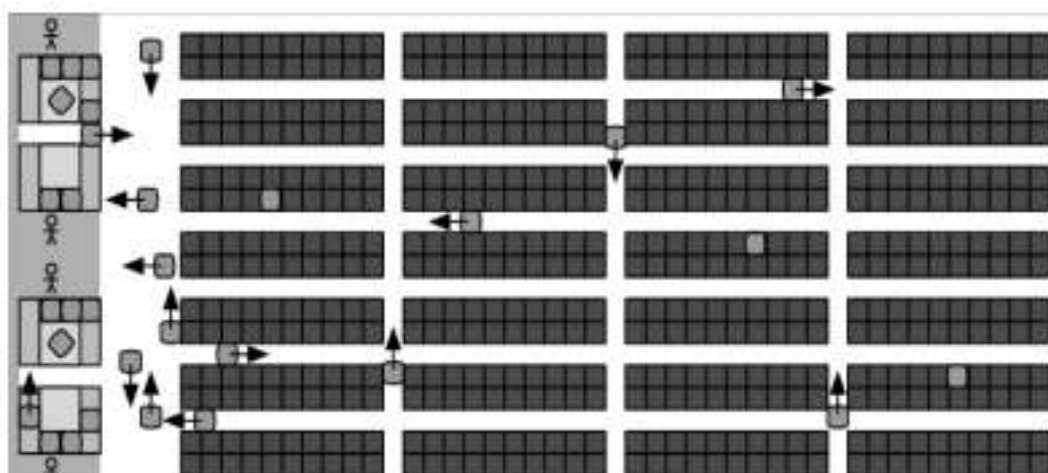
Trên thế giới, xe tự hành trong nhà kho đã được nghiên cứu phát triển từ lâu và ngày càng có nhiều ứng dụng đa dạng do tích hợp các công nghệ mới nhất. Các xe tự hành được lập trình các tính năng để nhận và thực hiện đơn hàng, hoàn thành nhiệm vụ và tiếp tục công việc mới. Tự động nhận nhiệm vụ khi sạc pin xong.

1.3. Vai trò của xe tự hành phục vụ vận chuyển hàng hóa trong nhà kho.

Nhà kho là khu vực tập trung hàng hóa như linh kiện, trang thiết bị, nguyên vật liệu phục vụ cho việc lưu trữ, bảo quản, di chuyển hàng hóa. Việc di chuyển hàng hóa trong nhà kho theo cách truyền thống là sử dụng xe đẩy, xe nâng do con người vận hành hoặc vận chuyển bằng chính người công nhân. Hơn nữa, công việc di chuyển hàng hóa thường nặng nhọc, nguy hiểm và lặp lại. Trên thế giới, xe tự hành đã và đang ứng dụng rộng rãi trong công đoạn di chuyển đó, mang lại hiệu quả to lớn trong nhà máy, kho bãi.

Xe tự hành trong nhà kho là dạng xe tự di chuyển theo tín hiệu dẫn đường như laser, hình ảnh, từ trường, đường ray... Từ cuối thế kỷ XX, xe tự hành ngày càng phổ biến hơn nhờ tiến bộ của khoa học – kỹ thuật. Những cải tiến quan trọng trong công nghệ cảm biến và dẫn đường, bộ xử lý và truyền thông, thiết bị truyền động, nguồn năng

lượng giúp tạo ra hệ thống xe tự hành có năng suất hoạt động cao, ổn định và chi phí vận hành thấp.

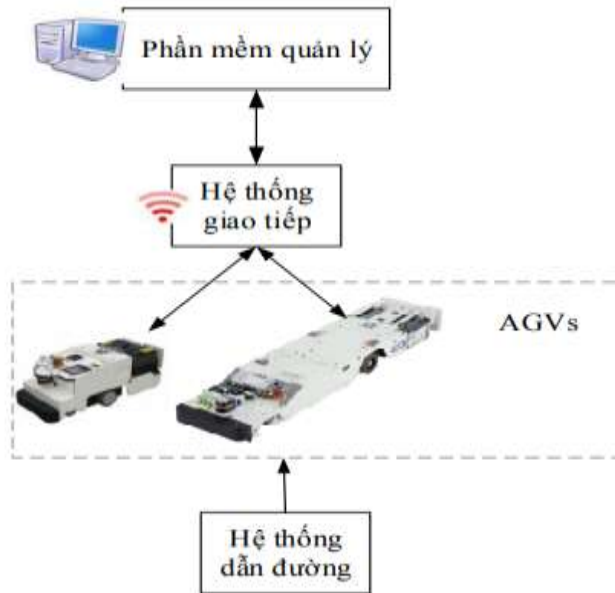


Hình 1. 7 Sơ đồ vận chuyển hàng hóa trong nhà kho của hệ thống xe tự hành.

- Việc áp dụng xe tự hành vào nhà kho, nhà xưởng có lợi ích sau:
- Vận chuyển hàng hóa: Xe tự hành được lập trình để vận chuyển hàng hóa từ nơi này đến nơi khác trong nhà kho một cách tự động, giảm thiểu thời gian và chi phí vận chuyển.
- Theo dõi hàng tồn kho: Xe tự hành được trang bị các cảm biến để theo dõi tình trạng hàng hóa trong nhà kho, từ đó giúp quản lý kho hàng một cách hiệu quả hơn.
- Tăng tính an toàn: Bằng cách sử dụng xe tự hành để vận chuyển hàng hóa trong nhà kho có trang bị các cảm biến phát hiện vật cản giúp giảm nguy cơ tai nạn và thương tích cho nhân viên lao động.
- Tăng năng suất và hiệu quả: Nhờ sử dụng xe tự hành, công việc vận chuyển hàng hóa sẽ được thực hiện một cách nhanh chóng và chính xác hơn, làm việc liên tục cả ngày và đêm giúp nâng cao năng suất và hiệu quả của các hoạt động vận tải trong nhà kho.
- Tiết kiệm chi phí: Sử dụng xe tự hành để vận chuyển hàng hóa trong nhà kho sẽ giảm thiểu chi phí vận chuyển, giúp doanh nghiệp tiết kiệm điện năng được chi phí và tăng cường sức mạnh cạnh tranh.
- Không gây ô nhiễm môi trường trong nhà máy.

Do đó, các công ty sản xuất, thương mại đã và đang đẩy mạnh phát triển hệ thống nhà kho, nhà xưởng tự động dùng xe tự hành.

Trong nhà xưởng, xe tự hành sử dụng để vận chuyển hàng tự động từ nơi cấp hàng đến các vị trí sản xuất. Xe tự hành thông thường bao gồm phương tiện (xe), bộ điều khiển tích hợp trên xe tự hành, phần mềm quản lý, hệ thống giao tiếp và hệ thống dẫn đường.



Hình 1. 8 Cấu trúc cơ bản của một xe tự hành.

1.3.1. Phần mềm quản lý.

Phần mềm trên máy tính cần giải quyết việc quản lý tất cả xe tự hành. Những nhiệm vụ máy chủ là: tối ưu việc sử dụng xe tự hành, nhận yêu cầu và quản lý hàng, theo dõi và thống kê hàng hóa trong kho.... Như vậy, một hệ thống xe tự hành có năng suất cao hay thấp phụ thuộc rất nhiều vào phần mềm quản lý. Tùy vào ứng dụng của hệ thống xe tự hành mà phần mềm quản lý sẽ đóng vai trò và cách thức quản lý cũng khác nhau.

Hệ thống xe tự hành sử dụng phần mềm quản lý chỉ thu nhận thông tin loại hàng, vì các bước di chuyển có thể lập trình sẵn trên từng xe tự hành. Đường đi từ khu A, đến khu B, khu C, theo trình tự không cần nhiều tính toán của máy chủ.

Đối với một kho hàng, trung tâm xử lý phải thu nhận tất cả thông tin về vị trí, hàng hóa trên xe tự hành để điều khiển toàn bộ hệ thống. Đó có thể là chọn xe ở vị trí nào, tính toán đường đi hiệu quả, vận tốc phù hợp để tránh gặp các robot khác, giảm thời gian di chuyển khi sắp xếp hàng trong kho hàng.

1.3.2. Hệ thống giao tiếp.

Bao gồm giao tiếp giữa máy chủ với xe tự hành và giữa các xe với nhau với nhau. Do xe tự hành di động nên sử dụng phương thức giao tiếp không dây. Công nghệ sóng vô tuyến áp dụng trong công nghiệp thông dụng như Wireless LAN và Bluetooth Những yêu cầu về công nghệ không dây của hệ thống xe tự hành là:

- Kết nối ổn định.
- Có tính năng bảo mật cao.
- Cấu hình và phương thức giao tiếp đơn giản.

Công nghệ Bluetooth thích hợp cho thiết bị tự động yêu cầu sử dụng năng lượng thấp, chi phí thấp. Tầm hoạt động của Bluetooth khoảng 10 (m), tuy nhiên một vài module đặc biệt có thể bao phủ vùng 200 ÷ 400 (m).

Công nghệ Wireless LAN (IEEE 802.11) rất thích hợp cho các hệ thống xe tự hành thường xuyên mở rộng quy mô, theo dõi và phân tích dữ liệu tốc độ cao. Tầm hoạt động thông thường của băng thông 2.4 GHz là 200 (m), băng thông 5 GHz là 50

Từ những yêu cầu làm việc và các thông số ban đầu đã đề ra cũng với khảo sát nhu cầu thực tế tại nhà kho, nhóm đã lựa chọn phương án thiết kế xe tự hành. Qua đó nhóm đã đưa ra tổng thể của xe tự hành như sau:

- Bộ truyền chuyển động: Có nhiệm vụ truyền động năng từ động cơ qua các bộ giảm tốc đến bánh xe giúp xe di chuyển một cách linh hoạt và đạt được vận tốc cũng như lực kéo phù hợp, đáp ứng được yêu cầu công việc.

- Bánh xe chủ động lớn, dày và có độ bám đường tốt nhằm đảm bảo xe không bị trượt trên đường di chuyển.

- Bánh xe vô hướng giúp cho xe cân bằng và việc dò tìm đường linh hoạt hơn, giúp xe tự hành di chuyển linh hoạt trong các khúc cua hay quay đầu.

- Hệ thống các loại cảm biến giúp xe tự hành nhận biết line chạy cũng như phát hiện các chướng ngại trên đường di chuyển của xe.

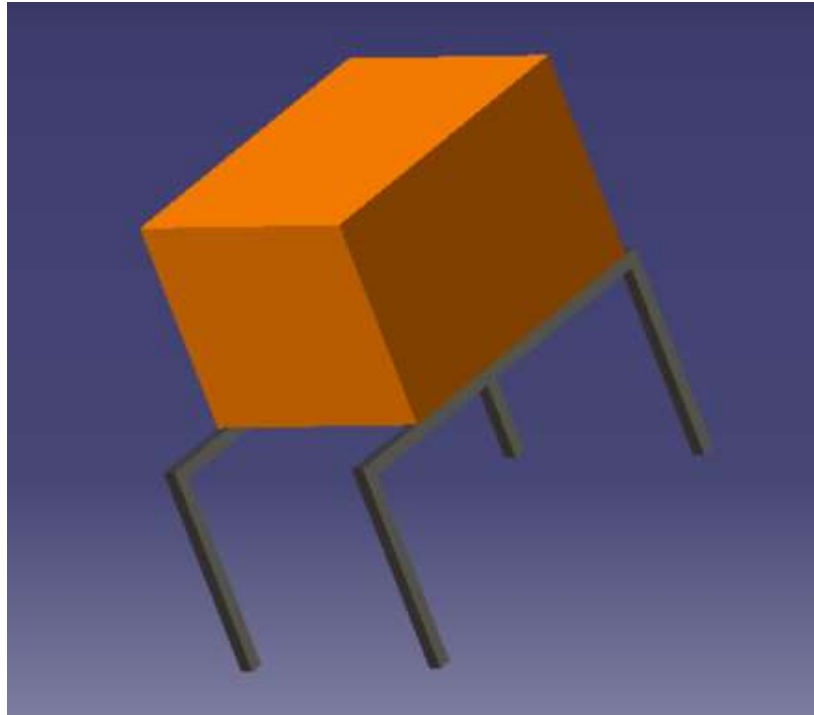
- Bộ nguồn ắc quy.

- Bộ Driver điều khiển động cơ có nhiệm vụ thay đổi chiều quay và tốc độ của động cơ.

- Bộ board mạch chủ để điều khiển mọi hoạt động xe tự hành thông qua giao tiếp với các bộ driver. Gồm có các cảm biến của hệ thống an toàn và hệ thống dẫn hướng.

1.3.3. Nguyên lý hoạt động của xe tự hành .

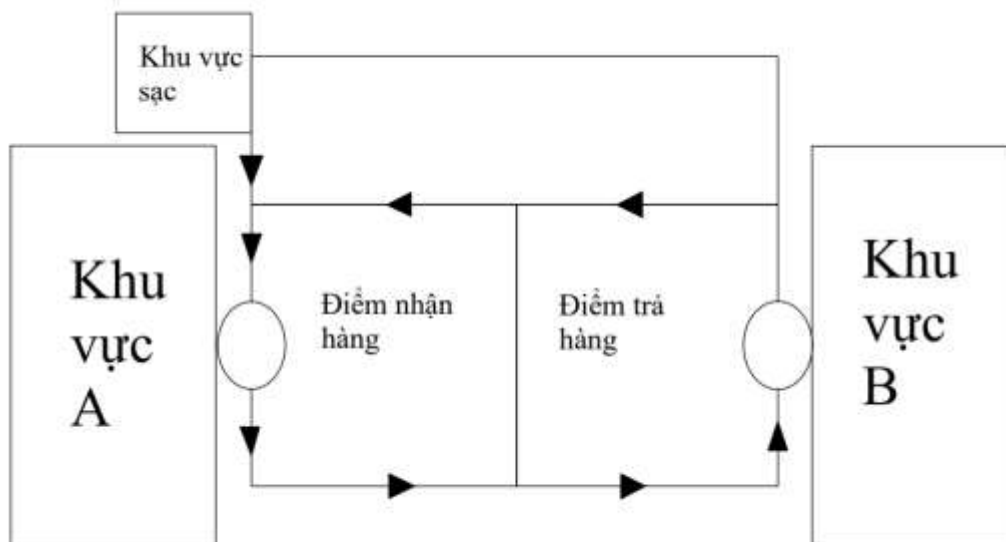
- Hàng hóa được công nhân xếp lên các kệ và sẵn sàng để được vận chuyển đến nơi lắp ráp.



Hình 1. 9 Kệ chứa hàng hóa.

- Đầu tiên, xe tự hành ở kho chứa hàng hóa, nhận lệnh di chuyển đến vị trí nhận hàng. Sau khi đã đến vị trí nhận hàng, hệ thống nâng sẽ hoạt động nâng hàng hóa ra khỏi kệ chứa và hạ xuống sau khi đã lấy được hàng.

- Xe tự hành sử dụng cảm biến hồng ngoại dò line và cảm biến chống va chạm để di chuyển đến vị trí trả hàng.



Hình 1. 10 Sơ đồ di chuyển của xe tự hành trong nhà kho.

- Khi sắp đến trạm trả hàng, xe tự động dừng lại, hệ thống nâng hạ của xe sẽ nâng hàng hóa lên kệ chứa ở trạm trả hàng và hạ xuống để đặt hàng lên kệ chứa. Khi đã hoàn thành việc chuyển hàng, xe tiếp tục chu trình làm việc mới.

CHƯƠNG 2. NGHIÊN CỨU CÁC PHƯƠNG ÁN BỐ TRÍ VÀ ĐIỀU KHIỂN XE

2.1. Phân tích điều kiện làm việc và đặc điểm của xe.

2.1.1 Điều kiện làm việc.

Điều kiện môi trường: Nhà kho phải đảm bảo được môi trường làm việc cho xe tự hành, bao gồm độ ẩm, nhiệt độ, ánh sáng, độ phẳng của sàn nhà, v.v. Điều này đảm bảo rằng xe tự hành có thể hoạt động hiệu quả và đáng tin cậy trong quá trình vận chuyển hàng hóa.

Hệ thống định vị: Xe tự hành cần được trang bị hệ thống định vị chính xác để xác định vị trí và hướng di chuyển trong nhà kho. Các công nghệ định vị phổ biến bao gồm sử dụng mã vạch, RFID, GPS, v.v.

Hệ thống an toàn: Xe tự hành cần được trang bị hệ thống an toàn để đảm bảo an toàn cho người và hàng hóa. Các hệ thống an toàn phổ biến bao gồm cảm biến va chạm để phát hiện các vật cản và tránh va chạm, hệ thống dừng khẩn cấp để ngừng xe tự hành trong trường hợp khẩn cấp, v.v.

Hệ thống điều khiển: Xe tự hành cần được cài đặt và điều khiển bởi một hệ thống phần mềm hoặc điều khiển tự động để đảm bảo chính xác và hiệu quả trong quá trình vận chuyển hàng hóa.

Hệ thống nạp điện: Xe tự hành cần được trang bị hệ thống nạp điện để đảm bảo hoạt động liên tục trong suốt quá trình vận chuyển hàng hóa. Thông thường, các xe tự hành sẽ được thiết kế để tự động tìm kiếm và nạp lại các điểm sạc điện khi năng lượng của pin xuống thấp.

Hệ thống quản lý và giám sát: Nhà kho cần được trang bị hệ thống quản lý và giám sát để đảm bảo xe tự hành hoạt động đúng cách và giám sát việc vận chuyển hàng hóa. Các hệ thống này bao gồm các phần mềm quản lý, hệ thống giám sát thời gian thực và các báo cáo về hoạt động của xe tự hành.

Xe phải có tính năng động lực cao như: tốc độ trung bình cao nhằm quay vòng xe nhanh, nâng cao năng suất vận chuyển, thời gian gia tốc và quãng đường gia tốc ngắn, xe khởi động dễ dàng. Xe phải có tính an toàn cao, đặc biệt đối với hệ thống phanh và hệ thống lái. Xe phải đảm bảo tính tiện nghi cho người sử dụng thao tác nhẹ và dễ dàng, đảm bảo hoạt động linh hoạt. Kích thước và hình dáng xe phải phù hợp với trọng tải để nâng cao hệ số sử dụng trọng tải. Xe chạy phải êm, không ồn.

2.1.2. Đặc điểm.

Vận chuyển hàng hóa: Xe tự hành có kích thước nhỏ gọn, hình dáng đơn giản, không quá phức tạp trong thiết kế. Có khả năng di chuyển linh hoạt, chính xác và nhanh

chóng trong kho. Chúng có thể vận chuyển hàng hóa từ nơi này đến nơi khác trong kho một cách tự động và an toàn.

Tối ưu hóa quá trình vận chuyển: Xe tự hành có thể được lập trình để hoạt động trong một chu trình nhất định và hoàn thành các nhiệm vụ được giao một cách hiệu quả. Chúng có thể được đồng bộ hóa với các hệ thống khác trong nhà kho để tối ưu hóa quá trình vận chuyển hàng hóa.

Tự động hóa các công việc thủ công, mang tính chất lặp lại: Xe tự hành giúp doanh nghiệp giải quyết các bài toán công việc thủ công. Chẳng hạn như các công việc có tính chất lặp đi lặp lại như vận chuyển hàng hóa đến các kệ trong kho. Khi đã có Robot tự hành xử lý các nhiệm vụ này, các nhân viên có thể tập trung thời gian, công sức vào những công việc có tính chất phức tạp hơn để tạo ra nhiều giá trị hơn cho doanh nghiệp.

Tăng tính linh hoạt và độ chính xác: Với khả năng di chuyển tự động và chính xác, giúp tăng tính linh hoạt và độ chính xác của hoạt động trong kho. Chúng có thể hoạt động 24/7 và được lập trình để làm việc theo các chu kỳ nhất định.

Giảm thiểu sai sót: Xe tự hành được lập trình để thực hiện các nhiệm vụ một cách chính xác và đáng tin cậy. Chúng giúp giảm thiểu sai sót do yếu tố con người gây ra, như việc vận chuyển hàng hóa sai hoặc bị lỡ hẹn.

Tăng năng suất: Với khả năng hoạt động liên tục và đáng tin cậy, có thể giúp tăng năng suất và giảm thời gian chờ đợi trong kho.

Tiết kiệm chi phí: Hệ thống Robot tự hành có thể thay thế cho nhân lực kho, giúp doanh nghiệp giảm thiểu chi phí nhân công, đi kèm với các chi phí đào tạo và các khoản thưởng khác. Với khả năng di chuyển linh hoạt, liên tục và bền bỉ, có thể rút ngắn thời gian trong việc vận chuyển, tiết kiệm chi phí đầu tư cho các hệ thống vận chuyển tự động cố định. Chẳng hạn như băng tải, băng chuyền. Do đó mà nhà máy sẽ hoạt động hiệu quả và năng suất hơn, đồng thời mang lại lợi nhuận cao hơn.

2.2. Phân tích các phương án bố trí.

Ngày nay có rất nhiều xe chở linh kiện trong nhà máy được các công ty trong và ngoài nước đầu tư phát triển. Nhằm đáp ứng nhu cầu sản xuất trong các nhà máy. Chúng đa dạng về chủng loại, hình dáng thiết kế. Với đề tài mà nhóm hướng đến sẽ thực có 4 phương án bố trí như sau:

2.2.1. Phương án 1.

• Mô tả kết cấu:

- Xe sử dụng ắc quy để cung cấp điện cho động cơ. Chỉ sử dụng 1 động cơ có công suất lớn.

- Hệ thống lái của xe được dẫn hướng bằng hai bánh trước. Động cơ bước được đặt phía trên hai bánh trước đã được lập trình sẵn thông qua bộ Driver, khi động cơ bước xoay thì hệ thống lái sẽ xoay theo thông qua trục lái.

- Động cơ sẽ truyền chuyển động cho hai bánh xe sau thông qua trục các đăng. Nhờ có bộ vi sai, nó giúp cho bánh xe quay với tốc độ khác nhau, tạo sự cân bằng và ổn định cho xe khi vào cua.

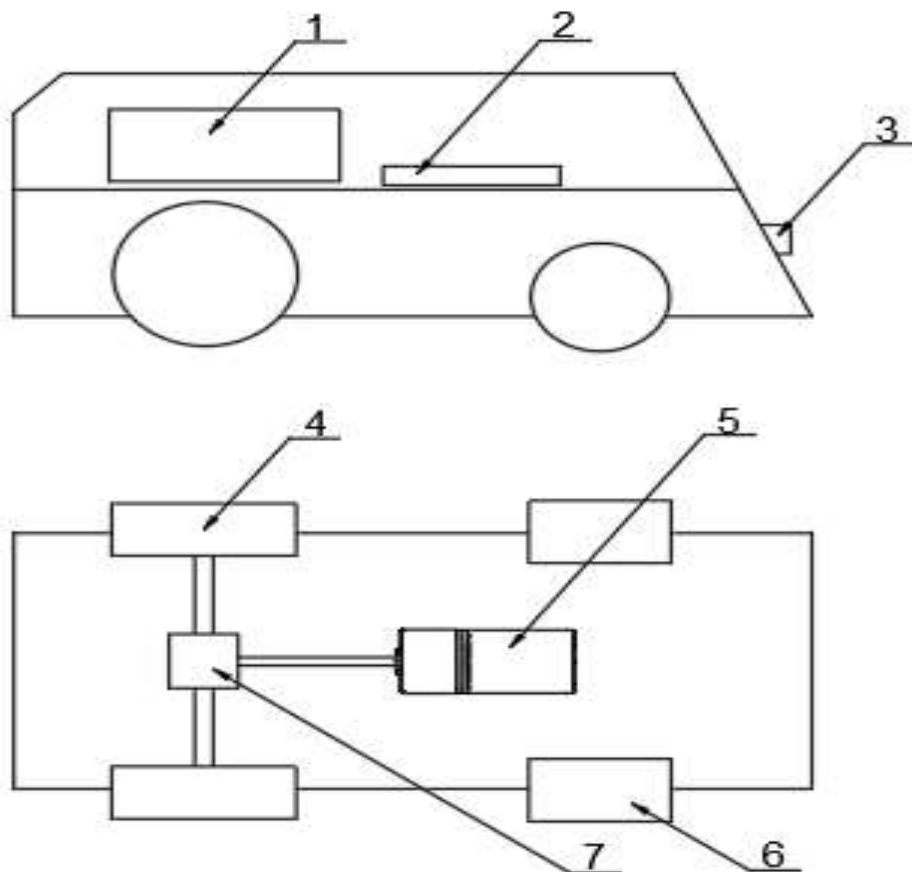
- Trên đỉnh của xe có gắn một cảm biến đo khoảng cách(cảm biến siêu âm). Khi vật cản ở gần nó sẽ chủ động giảm tốc độ, khi vật cản ở vị trí quá gần so với xe ở một mức độ nào đó, xe sẽ dừng hoàn toàn. Quá trình dò đường của xe sử dụng cảm biến tiệm cận.

• **Ưu điểm:**

- Hệ thống lái đơn giản, chỉ sử dụng một động cơ bước để điều khiển góc quay trục lái.

- Xe thiết kế có độ rộng hẹp, thuận lợi cho việc di chuyển trong nhà máy.

- Bộ vi sai giúp xe ổn định khi quay vòng.



Hình 2. 1 Sơ đồ bố trí.

1- Nguồn cấp năng lượng; 2- Mạch điều khiển; 3- Cảm biến dò đường line;
4- Bánh xe chủ động; 5- Động cơ điện; 6- Bánh xe dẫn hướng; 7- Vi sai; 8- Động cơ

• **Nhược điểm:**

- Tồn thất cơ khí lớn do phải truyền công suất thông qua trục các đăng và bộ vi sai.

- Chỉ sử dụng một động cơ điện công suất lớn để kéo nên việc mua và lựa chọn khó khăn hơn.

- Do đặc thù môi trường làm việc trong nhà máy, mặt sàn được sơn nên lớp phải có kết cấu đặc biệt để tăng hệ số bám. Gây ra tăng chi phí cho xe.

2.2.2. Phương án 2.

• **Mô tả kết cấu:**

- Bố trí hai động cơ phía sau để kéo xe.

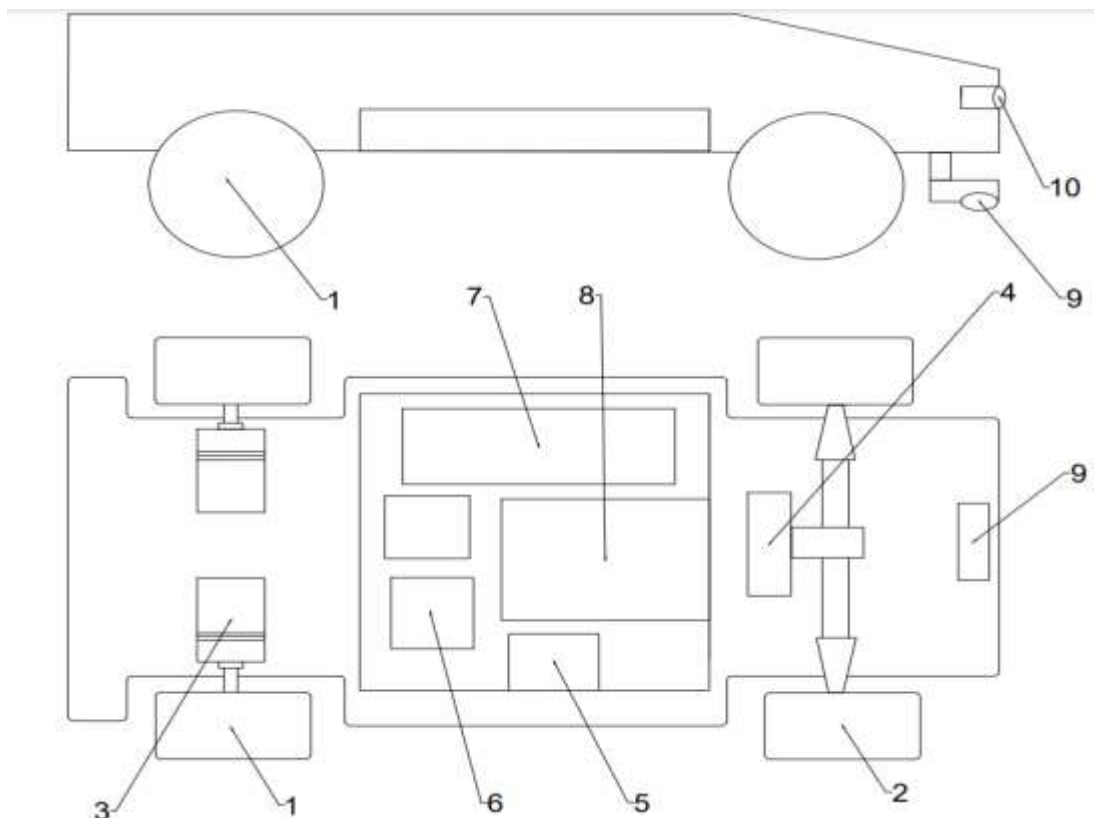
- Hệ thống lái hoạt động bằng cách thay đổi tốc độ hai bánh sau.

- Hai động cơ truyền chuyển động đến hai bánh sau thông qua bộ truyền xích.

- Hai bánh trước quay lồng không chỉ có chức năng đỡ, tránh cho xe đỡ bấp bênh trong quá trình di chuyển. Không cần tải trọng lớn.

- Động cơ và nguồn cấp năng lượng có khối lượng lớn được đặt chệch về phía bánh xe chủ động, nhờ vậy tăng lực bám cho xe.

- Xe vẫn sử dụng cảm biến tiệm cận để dò đường và cảm biến siêu âm để tránh vật cản.



Hình 2. 2 Sơ đồ bố trí

1 - Bánh dẫn động ; 2- Bánh xe dẫn hướng; 3- Động cơ điện; 4- Bộ phận điều khiển hệ thống lái; 5- Moodun sử lý nguồn; 6- Mạch điều khiển động cơ chính; 7- Khối xử lý trung tâm; 8- Pin; 9- Cảm biến dò line; 10- cảm biến siêu âm.

• **Ưu điểm:**

- Xe tự hành dò line được lập trình để theo dõi và nhận diện các đường line, cho phép nó điều hướng chính xác trên mặt đường. Xe tự hành dò line có khả năng phát hiện các rào cản hoặc vật cản trên đường, tránh va chạm và giảm thiểu nguy cơ tai nạn.

- Động cơ và nguồn cấp năng lượng có khối lượng lớn được đặt trên bánh xe chủ động, nhờ vậy tăng lực bám cho xe.

• **Nhược điểm:**

- Xe tự hành dò line có thể gặp khó khăn khi đường line bị che khuất hoặc ảnh hưởng bởi mưa, tuyết, hoặc đèn lấp lánh. Chỉ hoạt động được trên những đường đã được đánh dấu rõ ràng bằng đường line. Khi không có đường line hoặc line bị mờ, xe có thể gặp khó khăn trong việc điều hướng

- Khối lượng của xe chủ yếu đặt dồn về phía sau, mà bánh sau thường xuyên phải xoay để dẫn hướng nên mau mòn. Vì thế phải chọn bánh chủ động phải lớn, chịu lực tốt.

- Khó khăn trong việc điều khiển thay đổi tốc độ hai bánh động cơ sau khi quay vòng.

2.2.3. Phương án 3.

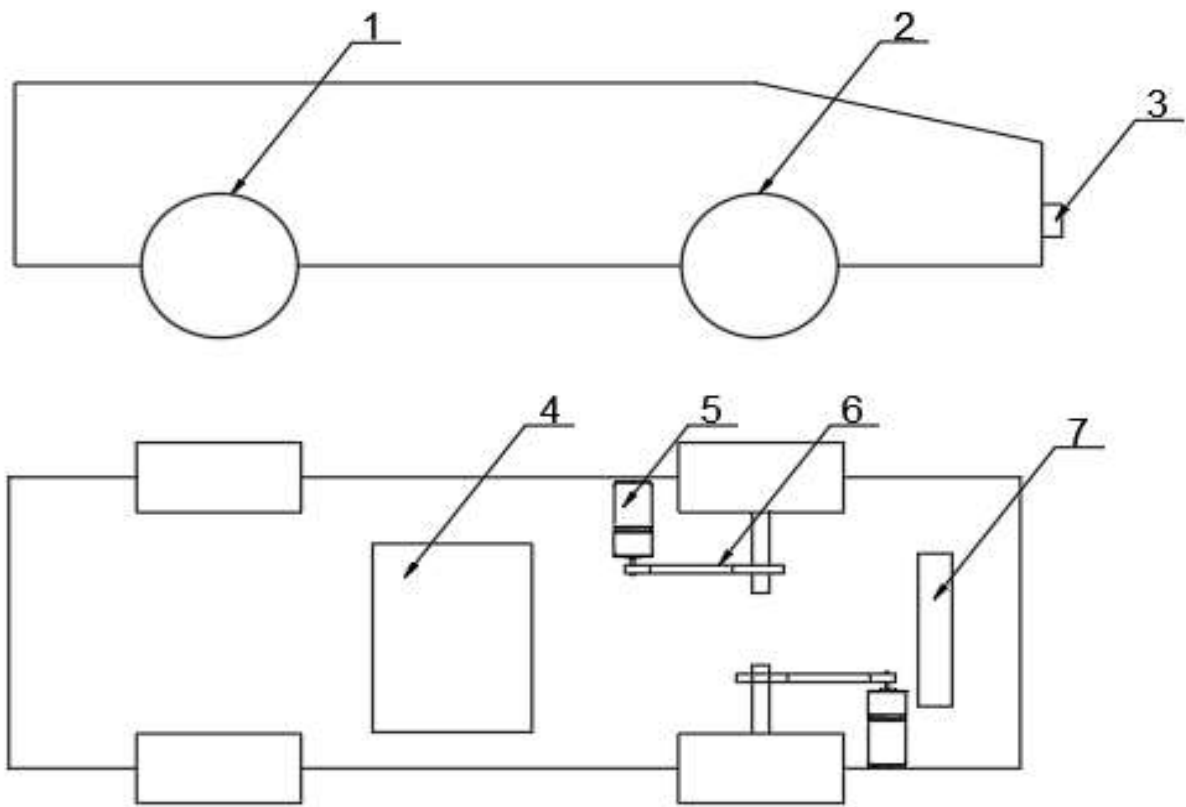
• **Mô tả kết cấu:**

- Hai động cơ được bố trí phía trước để kéo xe.

- Cả 2 bánh xe và mô tơ điều khiển sẽ được gá đặt lên một bàn xoay. Bàn xoay này kết nối với khung xe bằng một ổ bi. Khi thay đổi tốc độ giữa hai bánh xe thì xe sẽ di chuyển êm hơn.

- Hai bánh sau quay lỏng không chỉ có chức năng đỡ tránh cho xe đỡ bấp bênh trong quá trình di chuyển.

- Xe vẫn sử dụng cảm biến tiệm cận để dò đường và cảm biến siêu âm để tránh vật cản.



Hình 2. 3 Kết cấu xe theo phương án 3

1- Bánh đỡ ở phía sau; 2- Bánh dẫn động và dẫn hướng; 3- Cảm biến chướng vật cản;
4- Nguồn năng lượng; 5 - Động cơ điện; 6- Bộ truyền xích; 7- Cảm biến dò line.

• **Ưu điểm:**

- Xe có khoảng sáng gầm xe nhỏ và trọng tâm thấp nên quá trình vận hành ổn định.

- Trọng tâm của xe đặt lên bánh dẫn động nên xe có lực bám cao. Tăng được lực kéo của xe.

- Đặc biệt cơ cấu dẫn hướng bằng ổ bi nên có thể quay 360, tạo được sự dẫn hướng trơn tru, linh hoạt.

• **Nhược điểm:**

- Kết cấu cụm dẫn động phức tạp. Phải sử dụng ổ bị đỡ chặn dọc trục có tải trọng lớn. Gây tăng chi phí.

- Phân bố tải trọng chủ yếu trên trục sau, mà bánh sau thường xuyên phải xoay để dẫn hướng nên nhanh mòn. Vì thế phải chọn bánh chủ động có chất lượng cao.

- Khó khăn trong việc điều khiển thay đổi tốc độ hai động cơ sau khi quay vòng.

Chọn phương án phù hợp

Để thuận tiện trong việc di chuyển trong nhà máy thì xe thiết kế nên có kích thước nhỏ gọn. Và việc thay đổi tốc độ của động cơ sẽ giúp xe chuyển hướng và quay vòng tốt hơn. Để việc dò đường được chính xác thì cảm biến nên đặt phía đầu xe và hệ thống lái xe đặt ở phía giữa để cảm biến có thời gian xử lý.

Như vậy phương án thiết kế xe kéo linh kiện của ta là phương án 2 đã nêu trên.

CHƯƠNG 3. TÍNH TOÁN CÁC THÔNG SỐ CƠ BẢN CỦA XE TỰ HÀNH

3.1. Tính toán thiết kế động cơ

Qua tài liệu tham khảo, nhóm đã đưa ra được bảng thông yêu cầu cần thiết của xe.

Thông số đầu vào của bài toán

- + Trọng lượng của xe: $G_a = 250$ kg
- + Trọng lượng khi xe đầy tải: $G_{dm} = 1250$ kg
- + Tốc độ lớn nhất của xe: $V_{max} = 3,6$ [km/h] = 1 [m/s].
- + Bán kính làm việc của bánh xe: $R_{bx} = 0,0725$ [m].
- + Hệ số cản lăn: $\mu = 0,01 \div 0,03$ chọn $\mu = 0,01$

Công suất cần thiết của động cơ điện có thể tạo ra lực kéo F_k dùng để thắng lực cản lăn của mặt đường F_f , lực cản lên dốc F_α , lực cản gió F_w và lực quán tính khi tăng tốc F_j .

Phương trình cân bằng lực như sau:

$$F_k = F_f + F_\alpha + F_j + F_w \quad (3.1)$$

Vì xe hoạt động trong môi trường bằng phẳng nên $F_\alpha = 0$, $F_w = 0$

Theo công thức IV-2 trang 89 [1], để thỏa mãn điều kiện kéo thì công suất của động cơ điện tạo ra phải lớn hơn hoặc bằng tổng công suất các lực cản tác dụng lên xe.

Từ đó, ta có biểu thức liên hệ như sau:

$$N_k \cdot \eta \geq N_f + N_w \pm N_j \pm N_\alpha$$

Trong đó:

- + N_k : Công suất của động cơ điện, [W]
- + N_f : Công suất của lực cản lăn, [W]
- + N_w : Công suất của lực cản khí động, [W]
- + N_j : Công suất của lực quán tính, [W]
- + N_α : Công suất của lực cản do độ dốc gây ra, [W]
- + η : Hiệu suất của hệ truyền lực từ động cơ đến bánh xe, ta chọn $\eta = 0,98$.

Ta xem xe đang đứng yên trên đường nằm ngang, tốc độ ban đầu của xe là 0 km/h. Khi đó, ta có thể bỏ qua lực cản khí động và lực cản do độ dốc gây ra.

$$N_{kmax} = \frac{N_f + N_j}{\eta} = \frac{F_\mu + F_j}{\eta} \cdot V_{min} \quad (3.2)$$

- + Lực cản lăn F_μ :

Theo công thức I-22 trang 25 [1], lực cản lăn được tính như sau:

$$F_\mu = G \cdot \mu \cdot \cos\alpha \quad (3.3)$$

Trong đó:

- + G : Trọng lượng của xe khi đầy tải, [N]. Theo bảng (3.1): $m = 1000$ [kg],
- + $G = m \cdot g = 1000 \cdot 9,81 = 9810$ [N]

- + Hệ số cản lăn: $\mu = 0,01 \div 0,03$ chọn $\mu = 0,01$
- + α : Góc dốc mặt đường, [$^{\circ}$]. Xe làm việc trong môi trường bằng phẳng, $\alpha = 0$.

Thay các thông số vào công thức (3.3), ta được:

$$F_{\mu} = 9810.0,03 = 294,3 \text{ [N]}$$

- + Theo công thức (I-38) trang 30 [1] lực cản quán tính được tính theo công thức

$$F_j = m.j \quad (3.4)$$

Trong đó:

- + m – khối lượng của ô tô
- + j – gia tốc của xe. Từ bảng IV-1 trang 113 [1] Chọn gia tốc $j = 0,26 \text{ (m/s}^2\text{)}$ ta thay vào công thức (3.4).

$$\Rightarrow F_j = 1000.0,26 = 260 \text{ [N]}$$

Thay giá trị tính được vào công thức (3.2), ta được:

$$N_{kmax} = \frac{N_f + N_j}{\eta} = \frac{F_{\mu} + F_j}{\eta} \cdot V_{min} = \frac{(294,3 + 260).1}{0,98} = 540,6 \text{ [W]}$$

Vì công suất cần thiết là 540W để xe khởi động luôn là lớn nhất, nên ta chọn công suất của động cơ theo công suất của khi khởi động. Theo như phương án bố trí sơ bộ, để thuận tiện cho việc điều khiển dẫn động, ta chọn phương án dung 2 động cơ dẫn động 2 bánh xe. Tham khảo trên catalog của nhà sản xuất, nhóm quyết định chọn động cơ DC0.54-126 có các thông số như sau:

Bảng 3.1 Bảng giá trị thông số động cơ

STT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Tên động cơ	DC0.54-126	
2	Công suất định mức	540	w
3	Điện áp định mức	24	v
4	Tốc độ định mức	2000	Vòng/phút
5	Mômen định mức	2,8	Nm
6	Cường độ dòng điện định mức	29	A

1	Tốc độ của xe	v	1	m/s
2	Khối lượng hàng	m_h	1000	Kg
3	Thời gian hoạt động	t	8	h/ngày
4	Chiều dài đường line	h	80	m
5	Kích cỡ cần thiết xe tự hành	$D \times R \times C$		
6	Thời gian tăng tốc	t	5	s

7	Tổng trọng lượng xe và hàng	G_1	9810	N
8	Khối lượng xe tự hành	m_2	250	Kg
9	Trọng lượng xe tự hành	G_2	2452,5	N
10	Khối lượng trục trước xe tự hành	m_{22}	73,6	kg
11	Khối lượng trục sau xe tự hành	m_{21}	176,4	kg
12	Trọng lượng trục trước xe tự hành	G_{22}	721,7	N
13	Trọng lượng trục sau xe tự hành	G_{21}	1730,8	N
14	Bán kính bánh xe	R_{bx}	72,5	mm
15	Hệ số cản lăn	μ	0,01	

3.2. Tính toán hệ thống truyền lực

3.2.1. Tính toán phân phối tỷ số truyền

Momen xoắn M_x tính theo công thức, theo tài liệu tham khảo [14]:

$$T_{max} = \frac{9550 \cdot N_{kmax}}{n_{dc}} \quad (3.5)$$

Trong đó :

T_{max} : momen xoắn của động cơ

N_{kmax} : công suất của động cơ

n: tốc độ quay

thay vào công thức (3.5), ta được:

$$T_x = \frac{540,4 \cdot 9550}{2000} = 2580,41 [Nm]$$

Tỷ số truyền lớn nhất được xác định theo ba điều kiện sau:

- xe phải khắc phục được lực cản lớn nhất (gồm cản lăn và cản do độ dốc của đường) trong điều kiện đường xá xấu nhất.

- Lực kéo tại bánh xe không vượt quá lực bám trong điều kiện đường tốt nhất.

- Đảm bảo tốc độ tối thiểu của ô tô khi cần chuyển động ổn định ở tốc độ thấp.

Theo điều kiện cản, tỷ số truyền lớn nhất của hệ thống truyền lực được xác định theo điều kiện khắc phục góc dốc lớn nhất. Được tính theo công thức sau:

$$i_{tlmax} = \frac{mg(f \cos \alpha + \sin \alpha) r_{bx} + FKv^2}{T_{mmax} \eta_{tl}} \quad (3.6)$$

Trong đó: f – hệ số cản lăn; α - góc dốc của đường; r_{bx} - bán kính bánh xe; v – vận tốc chuyển động của ô tô; T_{mmax} – mô men xoắn lớn nhất của động cơ điện; η_{tl} - hiệu suất truyền lực.

Khi xe chuyển động ở tỷ số truyền cao nhất thì tốc độ của chúng rất thấp, do đó ta có thể bỏ qua thành phần lực cản gió $F_w = KFv^2$ (*)

Trong lý thuyết ô tô người ta dùng khái niệm lực cản tổng cộng của đường thay thế cho tổng lực cản lăn và lực cản lên dốc. Đại lượng $f \cos \alpha + \sin \alpha$ được rút gọn và tính xấp xỉ và quy đổi thành đại lượng được gọi là hệ số cản tổng cộng của đường ψ .

$$\psi \approx f \cos \alpha + \sin \alpha \quad (3.7)$$

Vậy công thức được viết lại như sau:

$$i_{tlmax} = \frac{mg\psi r_k}{T_{mmax}\eta_{tl}} \quad (3.8)$$

Theo điều kiện bám, tỷ số truyền lớn nhất của hệ thống truyền lực bị hạn chế bởi điều kiện lực kéo tối đa của bánh xe không vượt quá lực bám.

$$\frac{i_{tlmax} T_{mmax} \eta_{tl}}{r_{bx}} \leq F_{\varphi} = \varphi G_{\varphi} k \quad (3.9)$$

Trong đó φ là hệ số bám, G_{φ} là trọng phân bố lên cầu chủ động; k – hệ số phân bố lại trọng lượng khi kéo

Tỷ số truyền nhỏ nhất được xác định theo điều kiện đảm bảo cho xe đạt được vận tốc lớn nhất theo tiết kế V_{max} khi chuyển động ở tay số cuối cùng.

$$i_{tlmin} = \frac{\omega_{mV} r_{bx}}{v_{max}} \quad (3.10)$$

Trong đó: ω_{mV} - tốc độ quay của động cơ điện khi ô tô đạt vận tốc lớn nhất

Tỷ số truyền của hệ thống truyền lực bao gồm tỷ số truyền của bộ truyền CVT và tỷ số truyền của truyền lực chính:

$$i_{tl} = i_{cvt} i_0 \quad (3.11)$$

Tỷ số truyền lực chính là hằng số, được lựa chọn sao cho tỷ số truyền lớn nhất và nhỏ nhất của nằm trong giới hạn cho phép của bộ truyền đai, thường chọn $i_{cvt}^{max} = 1; i_{cvt}^{min}$

$$[i_{tlmax}, i_{tlmin}] = [i_{cvt}^{max}, i_{cvt}^{min}] i_0 \quad (3.12)$$

Với thông số của xe tham khảo trong Bảng 3.1, vận tốc lớn nhất của ô tô $v_{max}=1m/s$ và tốc độ của động cơ tương ứng với vận tốc lớn nhất $\Omega_{mV}= 2000v/ph=209,4 \text{ rad/s}$ bán kính bánh xe $r_{bx}=0,0725m$. Tỷ số truyền lớn nhất và nhỏ nhất của xe xác định được:

Thay vào công thức (3.8) ta được tỷ số truyền lớn nhất:

$$i_{tlmax} = \frac{1000.9,8.0.01.0,0725}{2580.0,95} = 9,27$$

Thay vào công thức (3.10) ta được tỷ số truyền nhỏ nhất :

$$i_{tmin} = \frac{2000 \cdot 2\pi / 60 \cdot 0,072}{1} = 3,26$$

Tỷ số truyền của hệ thống truyền lực chính chọn:

$$i_0 = 5,497 \Rightarrow i_{cvt}^{max} = 1,686, i_{cvt}^{min} = 0,593$$

3.3. Phân tích chọn cơ cấu phanh

Chọn cơ cấu phanh là phanh đĩa má kẹp cố định vì có những ưu điểm sau đây:

Có khả năng làm việc với khe hở nhỏ $0,05 \div 0,15$ mm nên rất nhạy, giảm được thời gian chậm tác dụng và cho phép tăng tỷ số truyền dẫn động.

Áp suất phân bố đều trên bề mặt má phanh, do đó má phanh mòn đều.

Bảo dưỡng đơn giản do không phải điều chỉnh khe hở.

Lực ép tác dụng theo chiều trục và tự cân bằng nên cho phép tăng giá trị của chúng để đạt hiệu quả phanh cần thiết mà không bị giới hạn bởi điều kiện biến dạng của kết cấu. Vì thế phanh đĩa có kích thước nhỏ gọn và dễ bố trí trong bánh xe.

Hiệu quả phanh không phụ thuộc chiều quay và ổn định hơn.

Điều kiện làm mát tốt hơn, nhất là đối với loại đĩa quay.

Phương án lắp cố định có độ cứng vững cao, cho phép sử dụng lực dẫn động lớn

3.3. Tính toán hệ thống phanh

3.3.1. Chọn phương án dẫn động

3.3.1.1 Phương án 1

Để đảm bảo giảm khối lượng cho xe tự hành, đơn giản cho sản xuất lắp ráp. Nhóm đã quyết định chọn phương án dẫn động phanh cơ khí.

3.3.1.2 Hành trình dịch chuyển đầu piston xy lanh công tác của cơ cấu ép

Trong truyền động phanh dầu, để tạo ra lực ép cho cơ cấu phanh chúng ta thường dùng piston để truyền lực ép P lên guốc phanh.

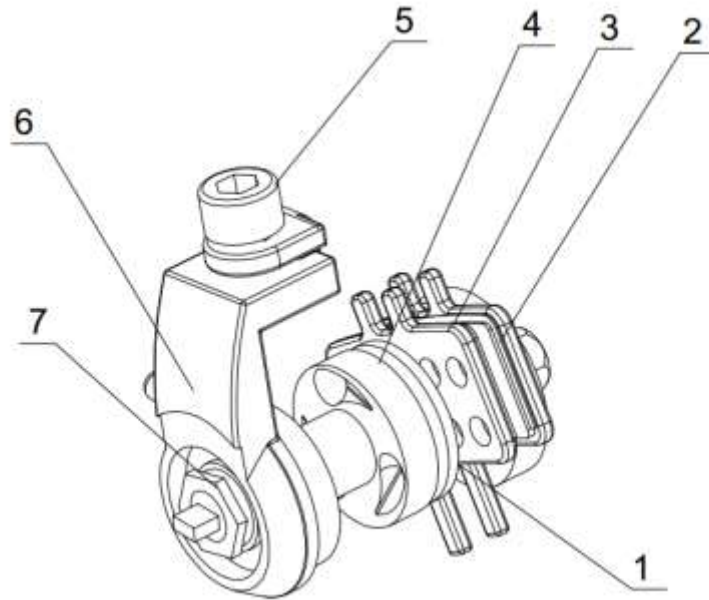
Đối với kiểu cơ cấu phanh đĩa: hành trình dịch chuyển của piston công tác x [mm] của cơ cấu ép phanh đĩa được xác định bằng: $x = \delta_o$

δ_o là khe hở hướng trục $\delta_o = 0,3 \div 0,5$ [mm], chọn $\delta_o = 0,5$ [mm]. Suy ra

$$x = 0,5 \text{ [mm]}$$

3.3.1.3 Tính toán lực cần thiết ở cánh tay dẫn

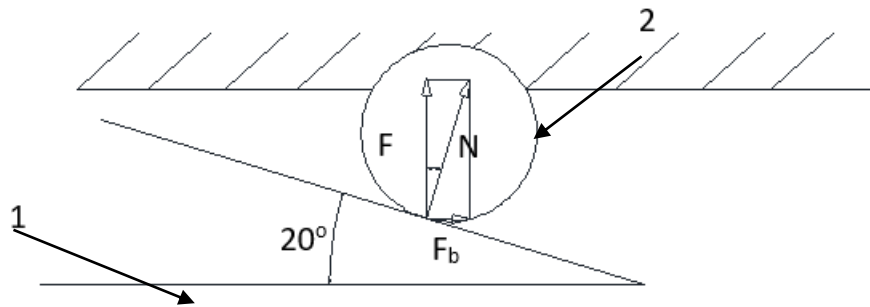
Để dẫn động má phanh đi vào tác dụng lên đĩa phanh thì người ta dùng cơ cấu dẫn động như sau. Trên trục piston người ta khoét 3 vành khuyết để cho 3 viên bi tác dụng vào đầu piston đi vào tác dụng lên đĩa phanh.



Hình 3.3 Cụm cần trục má phanh

1- Tấm đệm; 2- Má phanh; 3- Tấm hồi vị; 4- Piston đẩy;
 5- Bulong bắt cặp; 6- Cần quay, 8- Bulông nối cần và piston đẩy

Hình 3.3 Mô tả các lực tác dụng lên cơ cấu bi đỡ của gói đỡ tại vị trí lực ép lên piston và xy lanh là lớn nhất.



Hình 3.4 Lực tác dụng lên bi đỡ
 1- Má phanh; 2- Bi đỡ

Phản lực từ má phanh tác dụng lên bi đỡ N được tách thành 2 lực như sau:

$$\vec{N} = \vec{F} + \vec{F}_b \tag{3.13}$$

Trong đó:

\vec{N} : Phản lực của má phanh tác dụng lên ổ bi [N]

\vec{F}_b : Phản lực ngang má phanh tác dụng lên ổ bi [N]

\vec{F} : Phản lực dọc của má phanh tác dụng lên bi đỡ [N]

Theo phân tích ta thấy rằng phản lực dọc \vec{F} của má phanh tác dụng lên bi đỡ chính là lực ép mà piston tác dụng vào má phanh. Phản lực ngang \vec{F}_b của má phanh tác dụng lên bi đỡ chính là lực cản ngang của bi, muốn cho bi dịch chuyển thì trục quay của piston phải được tác dụng 1 lực tương tự như vậy. Phản lực ngang \vec{F}_b được tính theo công thức sau:

$$F_b = F \cdot \tan \alpha \quad (3.14)$$

Trong đó lực ép phanh cần thiết $F = 1763,67$ [N]. Và α là góc nghiêng tại vị trí tiếp xúc giữa piston và bi đỡ, chọn $\alpha = 20^\circ$. Thay số vào công thức (3.14), ta được giá trị phản lực ngang như sau:

$$F_b = 1763,67 \cdot \tan(20^\circ) = 644,12 \quad [\text{N}]$$

Vậy mô men cần thiết của trục piston là:

$$M_{tp} = F_b \cdot R_{vb} \quad (3.15)$$

Trong đó, $R_{vb} = 8$ [mm] = 0.008 [m] là bán kính vòng tròn đặt các viên bi làm gối tựa. Thay vào công thức (3.15), ta được mô men cần thiết làm quay trục piston là:

$$M_{tp} = 644,12 \cdot 0,008 = 5.513 [\text{Nm}]$$

Lực kéo cáp cần thiết:

$$F_{cap} = \frac{M_{tp}}{R_c} \quad (3.16)$$

Trong đó, $R_c = 30$ [mm] = 0.03 (m) là bán kính cần kéo trục piston. Thay vào công thức (3.16), ta có được lực kéo cáp cần thiết:

$$F_{cap} = \frac{5,513}{0,03} = 171,76 \quad [\text{N}]$$

3.3.2. Lựa chọn động cơ kéo cáp

Ta sử dụng 2 động cơ bước để kéo cáp cho cả 2 phanh bên trái và bên phải. Lúc này, mô men yêu cầu của động cơ điện được tính như sau:

$$M_{đcb} = F_{cap} \cdot R_{đc} \quad (3.17)$$

Trong đó, trục đầu ra của động cơ điện ta thiết kế chọn $R_{đc} = 8$ [mm] = 0,008(m). Thay số vào ta được:

$$M_{đcb} = 171,76 \cdot 0,008 = 1,378 \quad [\text{MN}]$$

Chọn động cơ bước có mã động cơ SEAHAN 60Q-02065S. Vì trục ra của động cơ có bán kính 4mm, nên ta phải lắp thêm 1 trục phụ có bán kính 8mm.



Hình 3. 6 Động cơ bước

Bảng 3.3 Thông số kỹ thuật động cơ bước SAEHAN 60Q-02065S

STT	Thông số	Giá trị	Đơn vị
1	Tên động cơ	SAEHAN 60Q-02065S	
2	Góc bước (θ°)	1,8 $^\circ$	w
3	Dòng điện (I)	3 A	Vdc
4	Điện áp hoạt động	24V	Nm
5	Mô men xoắn	1,96 Nm	mm
6	Đường kính trục	8	mm

3.3. Hệ thống phanh tự động trên xe

- Bằng cách sử dụng khả năng "phanh bằng dây" ("brake-by-wire"), Sensotronic Brake Control (SBC) [20] có thể là xu hướng cho hệ thống phanh tự động trong tương lai.

- Hệ thống SBC kiểm soát áp suất thủy lực trong xi lanh phanh bánh xe hoàn toàn độc lập với đầu vào từ bàn đạp phanh của người lái (không có sự thông dòng dầu thủy lực). Do đó, các chức năng hệ thống phanh tự động SBC vượt ra ngoài các chức năng được thực hiện bởi ABS (hệ thống chống bó cứng phanh), TCS (hệ thống kiểm soát lực kéo) và ESP (chương trình ổn định điện tử) có thể được thực hiện trong tương lai. Một ví dụ là phương pháp ứng dụng phanh tự động thuận tiện cho ACC (kiểm soát hành trình thích ứng).

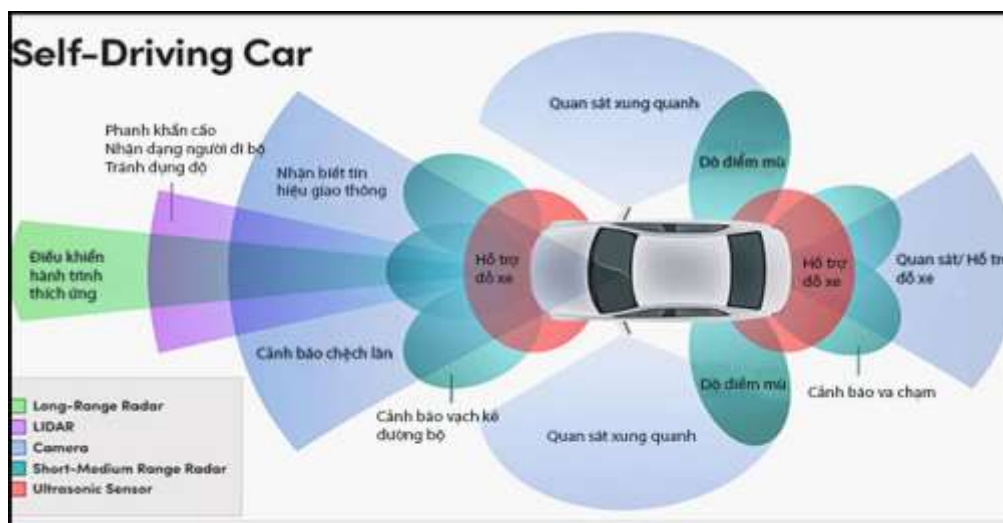
- Kiểm soát phanh Sensotronic (SBC) là một hệ thống phanh điện thủy lực kết hợp các chức năng của một đơn vị trợ lực phanh cùng với các thiết bị ABS (hệ thống chống bó cứng phanh), TCS (hệ thống kiểm soát lực kéo) và bao gồm cả ESP (chương trình ổn định điện tử). Hoạt động cơ học của bàn đạp phanh được đo lại bởi bộ truyền động và truyền đến bộ điều khiển bằng dây ("brake-by-wire") để thực hiện quá trình phanh. Ở đó, các lệnh điều khiển được tính toán theo các thuật toán cụ thể và được chuyển đến

bộ điều khiển thủy lực, nơi chúng được chuyển đổi thành các hoạt động điều chỉnh áp suất cho phanh. Tuy nhiên, nếu các thiết bị điện tử bị hỏng, một hệ thống dự phòng thủy lực có sẵn sẽ tự động kết nối.

- Bên cạnh việc nghiên cứu hệ thống hỗ trợ lái xe nâng cao (Advance Driver Assistance System) gồm các cảm biến và camera nhằm thu nhận thông tin, xử lý và truyền dữ liệu đến các hệ thống chấp hành nhằm thực hiện việc điều khiển tự động xe như điều khiển tự động chân ga (Position Throttle Control), hệ thống lái (Steering System), cùng với đó là hệ thống phanh tự động (Automatic Emergency Brake) cho ô tô là hết sức quan trọng đối với ô tô tự lái thông minh (Self-Driving Cars).

- Nội dung chương này nghiên cứu chuyên sâu hệ thống phanh tự động thông minh, một trong những nền móng cho ô tô tự lái thông minh.

- Để thực hiện hỗ trợ lái tự động, đầu tiên hệ thống sẽ tạo và duy trì bản đồ môi trường xung quanh nhờ hệ thống định vị GPS cùng với hệ thống cảm biến và camera bố trí quanh xe như minh họa trên; theo đó chức năng của chúng lần lượt được giải thích theo sau.



Hình 3.5: Minh họa hệ thống cảm biến & camera ở xe hỗ trợ tự lái.

+ Cảm biến RADAR giám sát vị trí của các phương tiện gần đó. Có 2 loại RADAR được sử dụng:

- Cảm biến RADAR tầm dài (Long-Range RADAR): Điều khiển hành trình thích ứng.

- Cảm biến RADAR tầm ngắn (Short-Medium Range RADAR): Giúp phát hiện điểm mù, cảnh báo va chạm.

+ Cảm biến LIDAR (Light + RADAR) phản xạ xung ánh sáng từ môi trường xung quanh ô tô, giám sát khoảng cách của những người đi bộ và bất kỳ phương tiện nào khác phía trước nó; từ đó, ra lệnh phanh giảm tốc độ hoặc dừng khẩn cấp.

+ Cảm biến siêu âm (Ultrasonic Sensor) sử dụng sự truyền âm thanh để phát hiện vật thể. Theo dõi các chuyển động của xe, phát hiện lề đường và các phương tiện khác khi đỗ xe. Thông thường, cảm biến này được kích hoạt khi xe chuyển động ngược chiều.

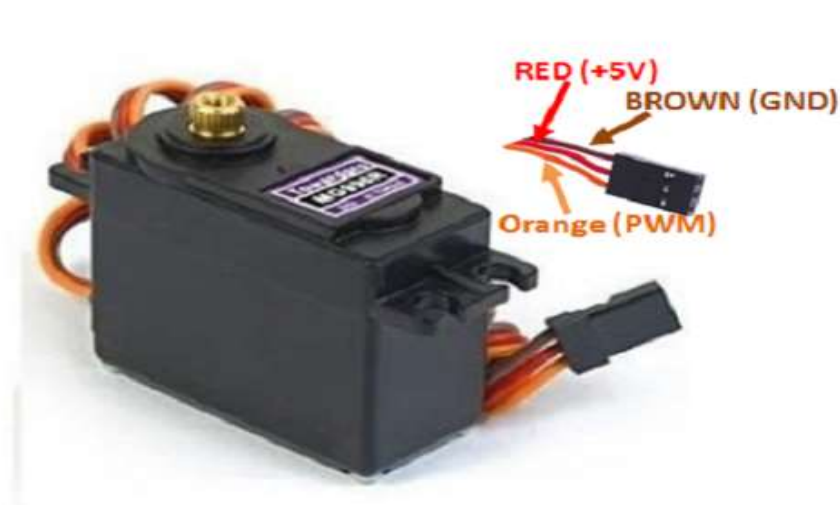
+ Hệ thống các camera để phát hiện các tín hiệu đèn giao thông, đọc các tín hiệu biển báo đường bộ, phát hiện cảnh báo chệch làn đường, nhận dạng và theo dõi người đi bộ và các phương tiện khác.

Công nghệ tự động điều khiển điện tử áp dụng cho hệ thống phanh trước hết phải ghi nhận là công nghệ tự động chống trượt bánh xe khi phanh; bao gồm chống trượt ABS (Anti-lock Brake System) và trượt quay TCS (Traction Control System) [1]; trên cơ sở đó, hệ thống phanh tự động AEB (Automatic Emergency Brake) được hình thành cho ô tô tự lái thông minh.

3.4. Hệ thống lái:

Điều hướng bằng servo MG996R

MG996R là động cơ server bánh răng kim loại với mô-men xoắn cực đại 11kg/cm. Động cơ có góc quay từ 0 đến 180 độ dựa trên chu kỳ hoạt động của sóng PWM được cung cấp cho chân tín hiệu của nó.



Hình 3.7: Servo MG996R

Bảng 3. 4: Bảng sơ đồ dây của servo MG996R

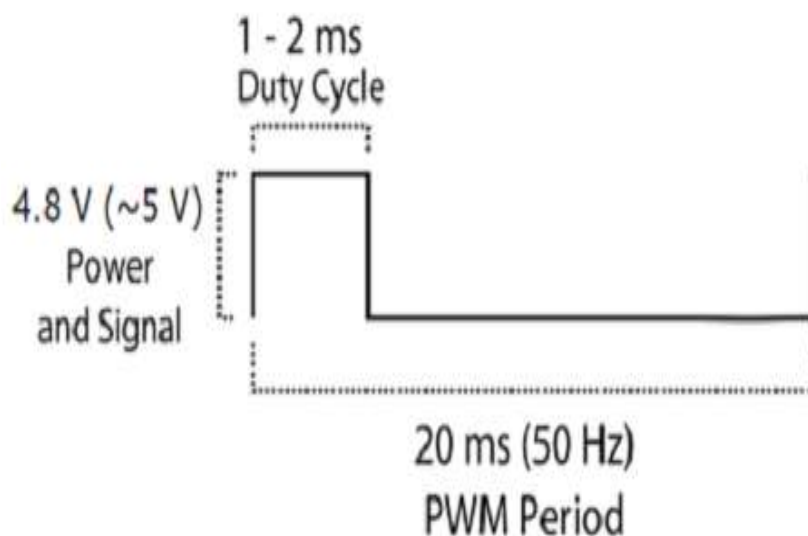
Số dây	Màu dây	Miêu tả
1	Màu nâu	Dây nối mass
2	Màu đỏ	Nối với nguồn điện thường là +5V để sử dụng
3	Màu cam	Dây tín hiệu xung PWM được đưa vào để điều khiển động cơ

Hiện tại trên thị trường có rất nhiều động cơ Servo và chúng có đặc điểm, ứng dụng riêng biệt. Hầu hết các servo hoạt động từ 4,8V đến 6,5V, điện áp càng cao thì momen xoắn càng lớn nhưng thường thì điện áp được sử dụng và hoạt động ở mức +5V. các loại servo hiện nay đều có thể quay góc quay từ 0 đến 180 độ.

Để làm cho động cơ này quay thì chúng ta phải cấp nguồn cho động cơ +5V sử dụng dây Đỏ và Nâu và gửi tín hiệu PWM đến dây màu cam. Và các dây tín hiệu trên được kết nối đến Arduino để được lập trình và điều khiển.

Bảng 3.5: Bảng thông số servo MG996R

Tên thiết bị	Servo MG996R
Dạng sóng	Digital
Lực kéo	9,4 kg (4,8V), 11 kg (6V)
Tốc độ quay	0.19 sec /60 ⁰ (4,8V), 0,15 sec/60 ⁰ (6V)
Trọng lượng	55g
Kích thước:	L40,7 x W19,7 x H42,9 (mm)
Loại motor	3 cực
Phạm vi quay	180 ⁰
Chu kì	1 ms



Hình 3. 7: Xung tín hiệu PWM của servo MG996R

Hình 3.7 chúng ta có thể thấy rằng tín hiệu xung PWM tạo ra có tần số 50Hz và chu kỳ PWM là 20ms. Trong đó thời gian thay đổi góc độ quay từ 1ms đến 2ms. Khi thời gian 1ms động cơ sẽ ở 0⁰, 1,5ms thì động cơ sẽ ở 90⁰ tương tự khi nó 2ms thì động cơ sẽ ở 180⁰. Vì vậy bằng cách thay đổi thời gian từ 1ms đến 2ms động cơ có thể điều khiển từ 0 đến 180 độ.

Hiện nay servo được ứng dụng nhiều vào cho robot, hexapod, cánh tay robot, hệ thống lái cho xe RC,...

CHƯƠNG 4. THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐIỀU KHIỂN CHO XE TỰ HÀNH

4.1. Mô tả quy trình hoạt động của xe tự hành

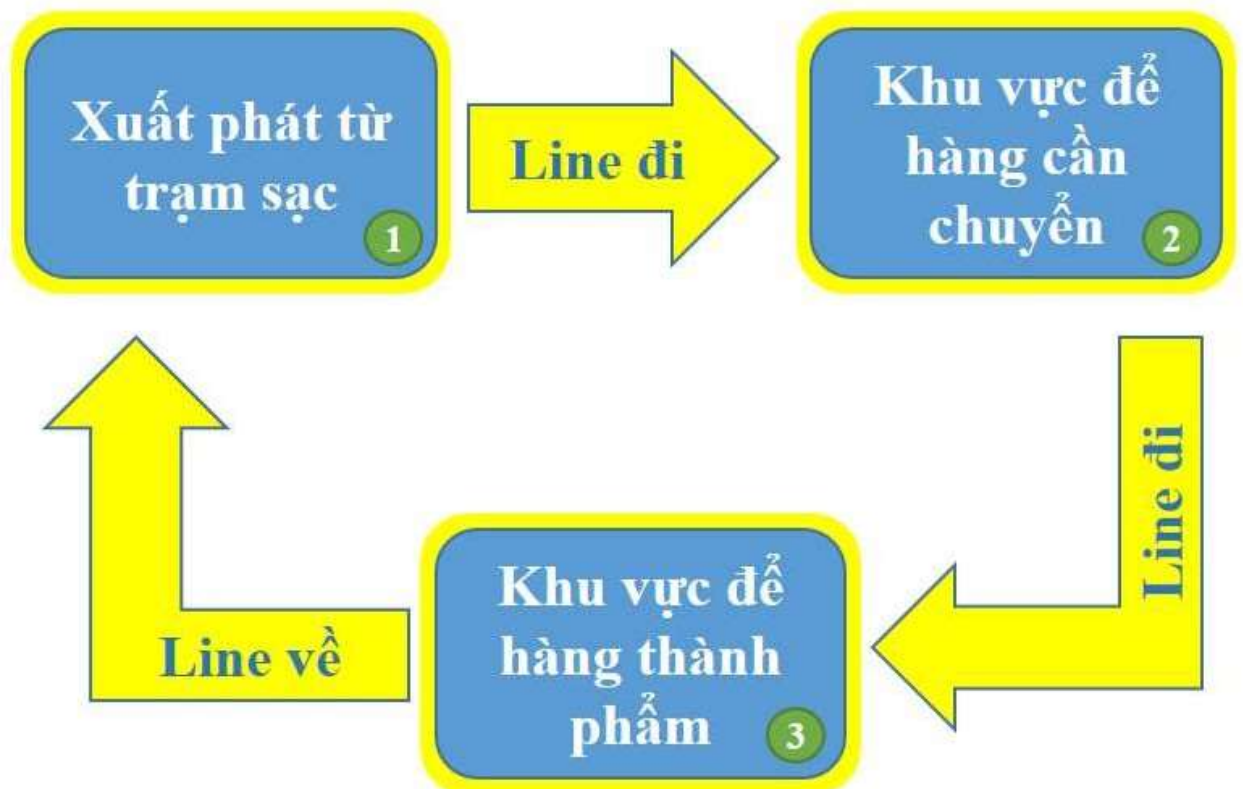
4.1.1. Mô tả quy trình hoạt động của xe tự hành:

- ❖ Có hai chế độ điều khiển: điều khiển bằng tay và điều khiển chạy tự động và ta có thể thay đổi chế độ linh hoạt thông qua nút chuyển chế độ ở trên xe

Chế độ điều khiển bằng tay (Manual): được điều khiển thông qua ứng dụng Bluetooth RC Controller, kết nối và truyền thông tin giữa xe tự hành và điện thoại.

Chế độ tự động (Auto): Khi nhận được tín hiệu từ nhân viên cấp nguồn, sẽ bắt đầu hoạt động dựa trên line đen (bề ngang line đen 2 cm) đã được dán sẵn. Khi đến vị trí đánh dấu để nhận hàng, xe tự hành dừng lại với thời gian 15 giây (thời gian có thể thay đổi trong code) đồng thời xi lanh điện hoạt động. Bộ phận nâng được xi lanh nâng lên để nhận hàng. Sau 15 giây xe tự hành tiếp tục hoạt động di chuyển đến vị trí được đánh dấu trả hàng, xe tự hành dừng lại với thời gian 15 giây đồng thời xi lanh điện hoạt động. Bộ phận hạ xuống để trả hàng. Sau 15 giây xe tự hành tiếp tục hoạt động di chuyển theo line đến vị trí bắt đầu và kết thúc chu trình.

Hình 4. 1: Sơ đồ mô tả hoạt động của xe tự hành



4.1.2. Sơ đồ nguyên lí hoạt động của hệ thống

Thành phần từng khối:

Khối nguồn: Sử dụngẮc quy 24V cung cấp cho động cơ, vi điều khiển, cảm biến, đèn,... các thiết bị linh kiện khác, modul giảm áp.

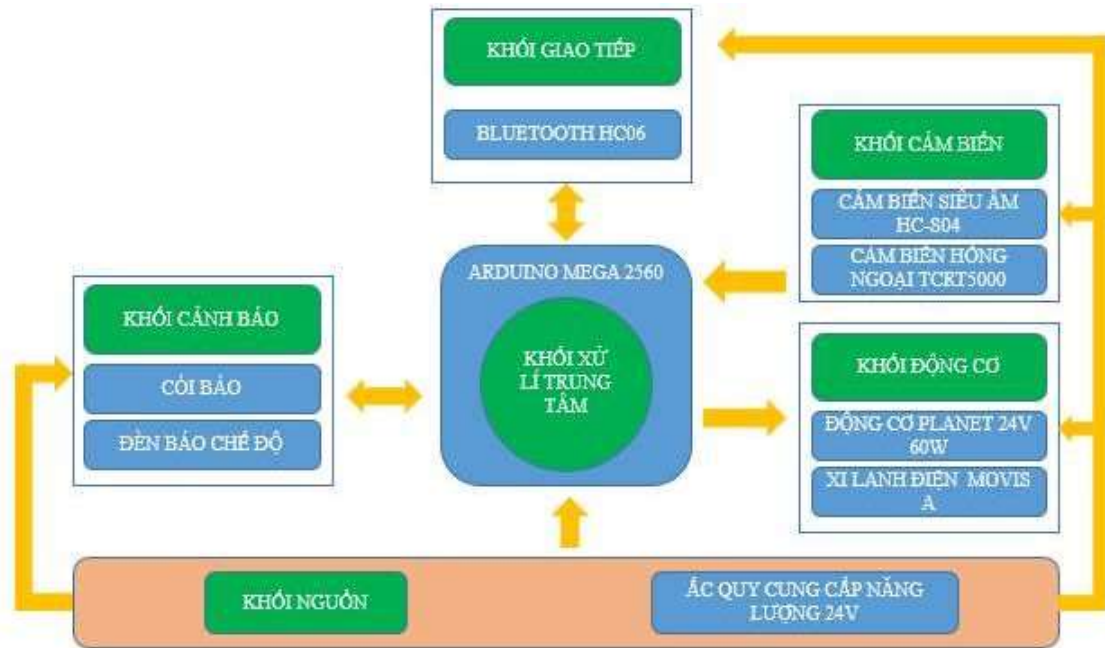
Khối cảm biến: Bao gồm cảm biến hồng ngoại và cảm biến siêu âm giúp phát hiện vật cản để dừng lại, báo hiệu trên đường di chuyển.

Khối xử lý trung tâm: Mạch Arduino mega 2560.

Khối động cơ: Gồm 2 drive điều khiển 2 động cơ DC Encoder (Planet 24V 60W), 1 xi lanh điện Movis A dùng để nâng cơ cầu nâng.

Khối cảnh báo: Còi cảnh báo, đèn báo chế độ.

Khối giao tiếp: Bluetooth HC06.



Hình 4. 2: Sơ đồ nguyên lý hoạt động của xe tự hành

4.2. Khối nguồn

❖ *Môđun xử lý nguồn LM25496S 5V DC*

Mạch giảm áp LM2596 là môđun giảm áp có khả năng điều chỉnh được dòng ra đến 3A với IC nguồn LM2596 tích hợp đầy đủ bên trong. Cụ thể khi nhóm sử dụng nguồn 24V cho xe tự hành khi qua bộ hạ áp LM2596 thì nguồn ra sẽ được hạ xuống 5V hay 3.3V, mục đích là để cấp nguồn ổn định cho các trang thiết bị điện tử, bo mạch arduino.

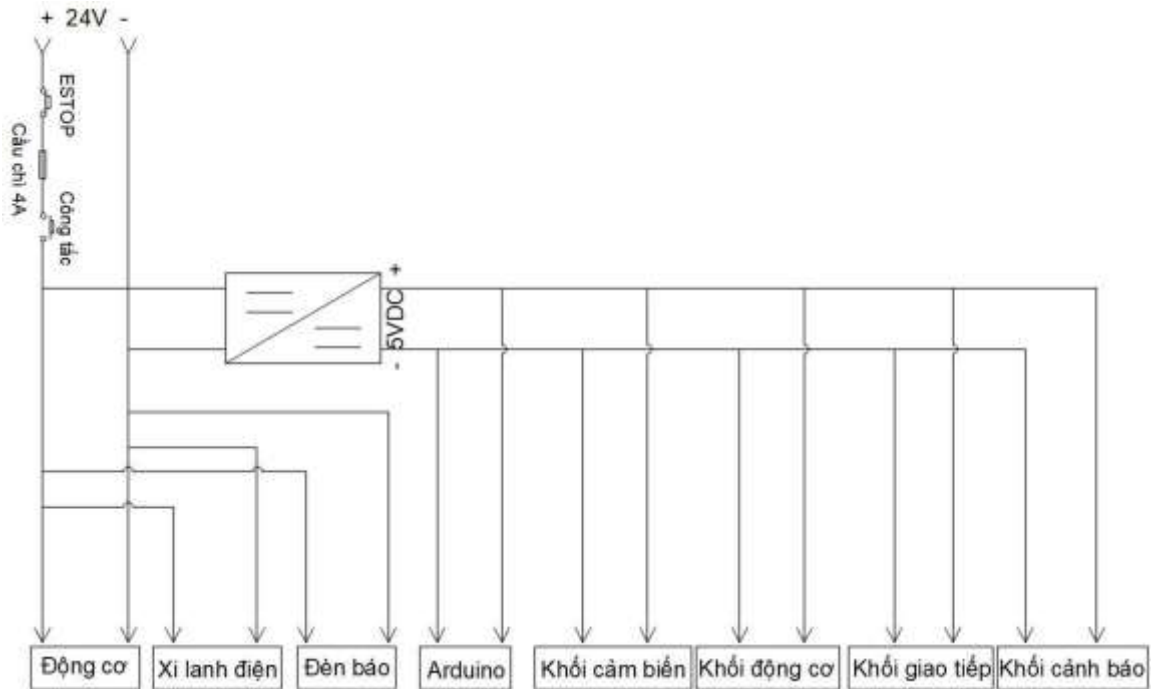


Hình 4. 3: Modun hạ áp LM2596s 5V DC [31]

Bảng 4. 1: Thông số kỹ thuật của modun hạ áp LM2596s

Thông số kỹ thuật		Đơn vị
Nguồn đầu vào	4 - 35	V
Nguồn đầu ra	1 - 30	V
Dòng ra max	3	A
Công suất	15	W
Kích thước mạch	53 x 26	mm
Mạch sử dụng chip	IC LM2596s	
Đầu ra	INPUT + , INPUT -	
Đầu vào	OUTPUT + , OUTPUT -	
Hiệu suất	92%	

❖ Mạch điện



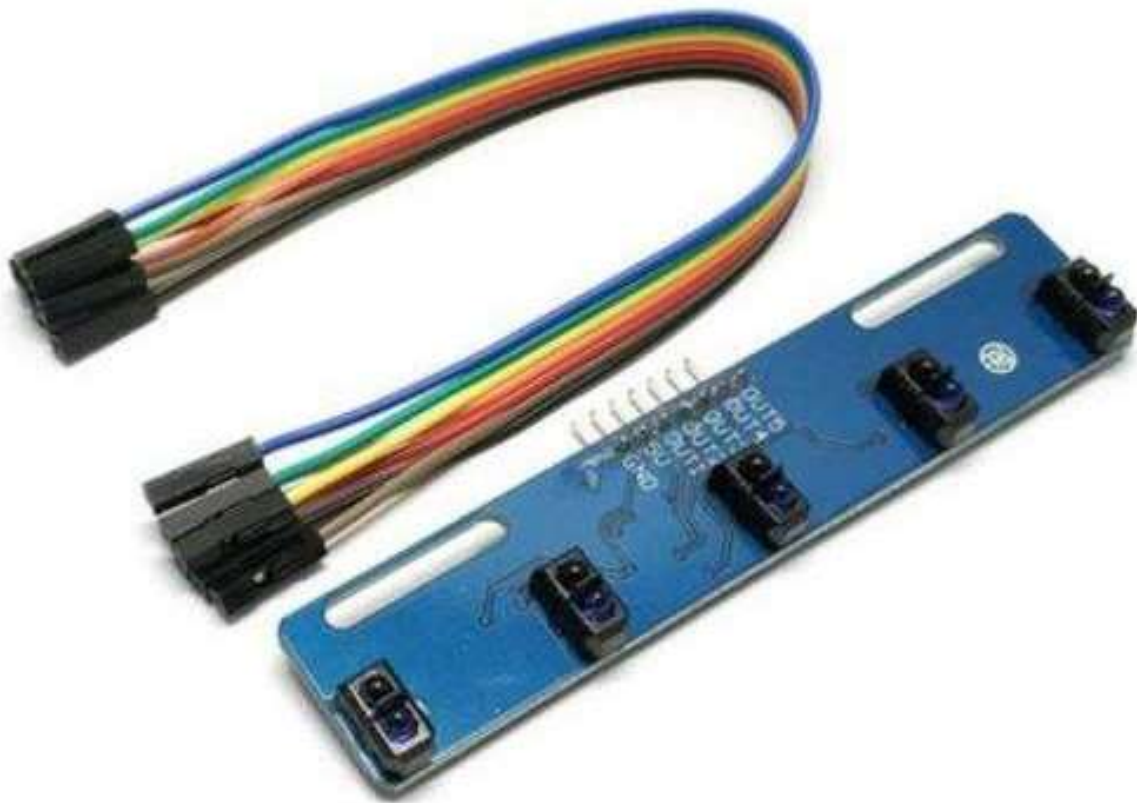
Hình 4. 4: Sơ đồ mạch điện theo từng khối khi qua modun hạ áp

4.3 Khối cảm biến

4.3.1 Cảm biến hồng ngoại TCRT5000

Nhóm sử dụng modun cảm biến hồng ngoại TCRT5000 để dò line di chuyển theo yêu cầu, với 5 mắt cảm biến dò line để tăng độ chính xác khi di chuyển. Môđun TCRT5000 có 7 chân tín hiệu gồm 5 chân OUT từ 1 đến 5 và 2 chân nguồn 5V, GND.

Modun TCRT5000 gồm 5 led phát hiện thị cho cảm biến dò đường và 5 led thu hồng ngoại nhận tín hiệu line dẫn đường, khi nhận tín hiệu hồng ngoại từ đèn phát thì đèn thu sẽ hoạt động và truyền tín hiệu về cho mạch chủ arduino xử lý.

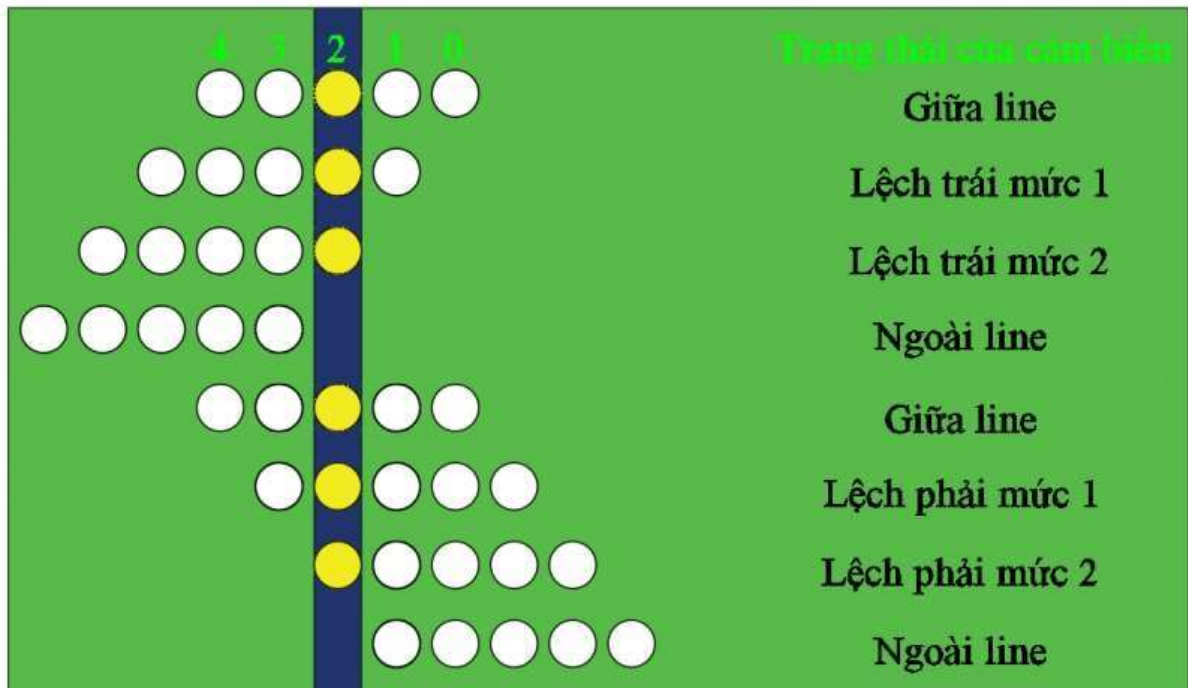


Hình 4. 5: Modul cảm biến hồng ngoại 5 mắt TCRT5000 [32]

Bảng 4. 2: Thông số kỹ thuật của modul cảm biến hồng ngoại TCRT5000

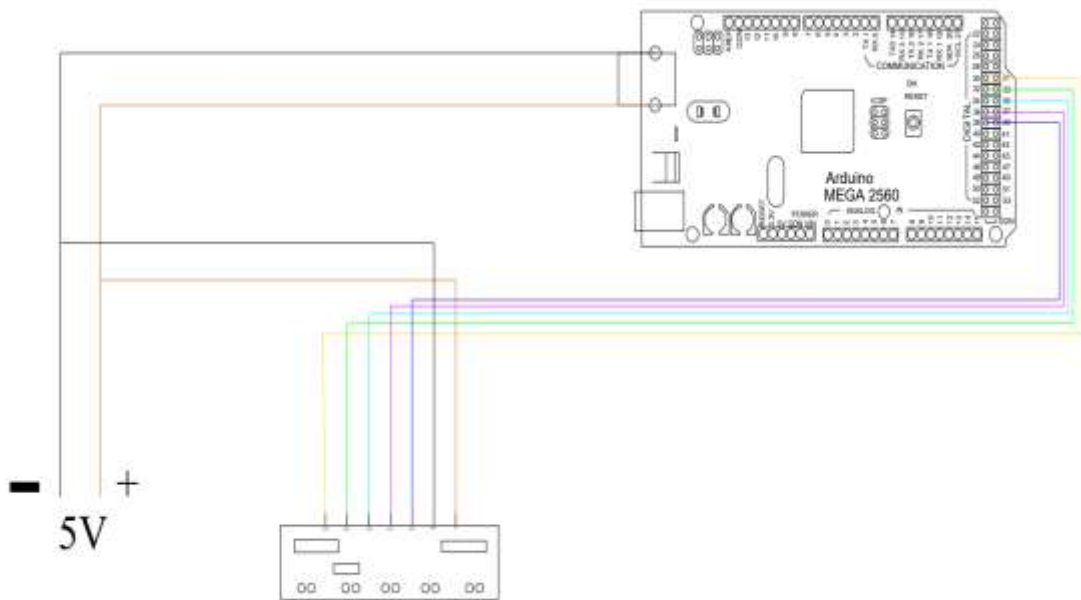
Thông số kỹ thuật		Đơn vị
Điện áp	5	Volt
Khoảng cách phát hiện	0 - 25	mm
Dải nhiệt độ hoạt động	0 - 50	°C
Mạch sử dụng chip	74HC15D	
Dòng điện tiêu thụ	< 10mA	
Ngõ ra giao tiếp	OUT 1-5, tín hiệu số digital	
Cảm biến	TCRT5000	

Khi xe hoạt động các cảm biến hồng ngoại sẽ thu thập thông tin thông qua bộ chuyển đổi ADC chuyển thành tín hiệu điện và đưa về vi điều khiển. Mạch cảm biến dùng 5 LED thu phát ứng với 5 giá trị ADC gửi về vi điều khiển. Dựa trên 5 giá trị ADC thu về, xác định độ lệch tương đối giữa quỹ đạo của xe tự hành và quỹ đạo mong muốn, sau đó so thực hiện điều chỉnh động cơ trái phải phụ thuộc vào mức lệch line.



Hình 4. 6: Các mức lệch line của AGV

❖ Mạch điện



Hình 4. 7: Sơ đồ mạch điện cảm biến dò line

❖ Bố trí

Nhóm bố trí vị trí đặt ở giữa xe, nằm ở dưới xi lanh điện, cách mặt đất khoảng 2cm, vị trí này có thể giúp xe bám line 1 cách dễ dàng, ngoài ra yếu tố ánh sáng cũng ảnh hưởng ít nhiều đến cảm biến hồng ngoại nên nhóm bố trí ở vị trí này để

cảm biến hồng ngoại hoạt động một cách nhạy bén, mượt mà khi chuyển hướng, di chuyển trên line



Hình 4. 8: Vị trí lắp đặt cảm biến dò line

4.3.2. Cảm biến siêu âm HC-SR04

Cảm biến gồm hai modul: một modul phát và một modul thu, gồm bốn chân VCC (5V), GND, Trig, Echo.



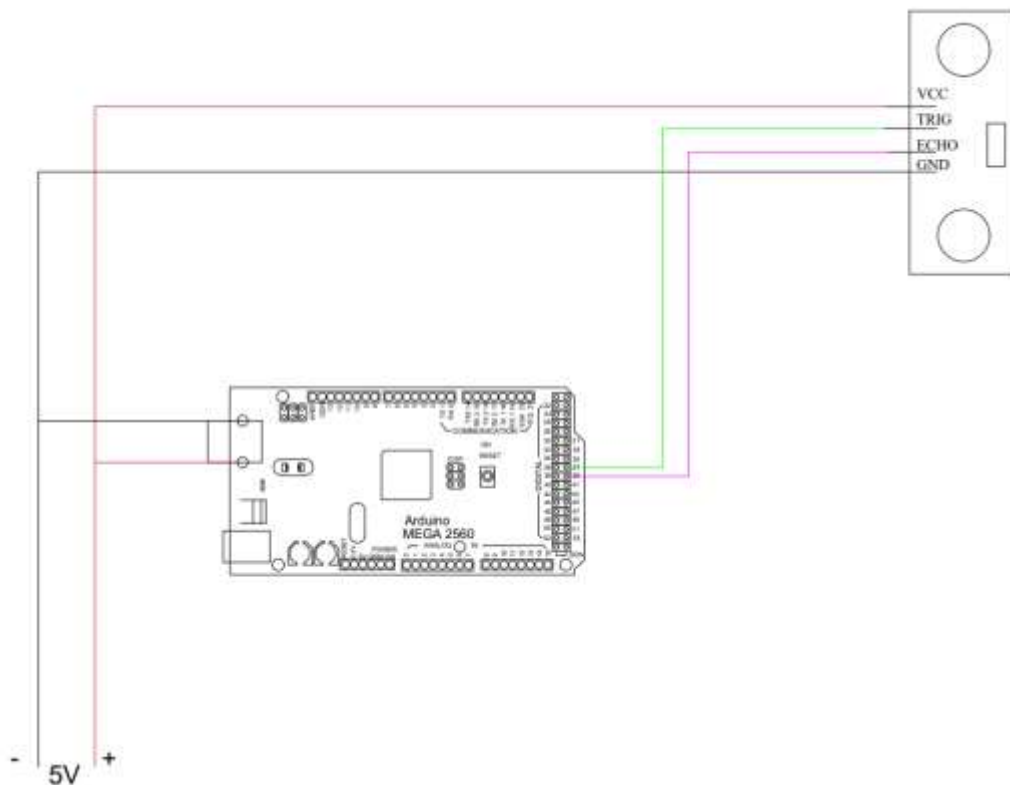
Hình 4. 9: Modul cảm biến siêu âm HC - SR04 [33]

Bảng 4. 3: Thông số kỹ thuật của modul cảm biến siêu âm HC - SR04

Thông số kỹ thuật			
Điện áp	5V DC	Mức cao	5V
Dòng hoạt động	< 2 mA	Mức thấp	0V
Khoảng cách	2 – 450 cm	Góc tối đa	15 độ
Độ chính xác	3mm		

Để sử dụng cảm biến, đầu tiên cảm biến phát sẽ phát ra một sóng siêu âm với tần số 40khz từ chân Trig, sau đó bật HIGH chân Echo lên. Nếu có chướng ngại vật trên đường đi, sóng siêu âm sẽ phản xạ lại và tác động lên chân Echo. Bằng cách đo thời gian từ lúc phát đến lúc nhận sóng ta sẽ tính được khoảng cách từ cảm biến đến chướng ngại vật. Từ đó nhóm có thể thiết lập được khoảng cách giữa xe tự hành và vật cản để cho xe dừng lại.

❖ Mạch điện

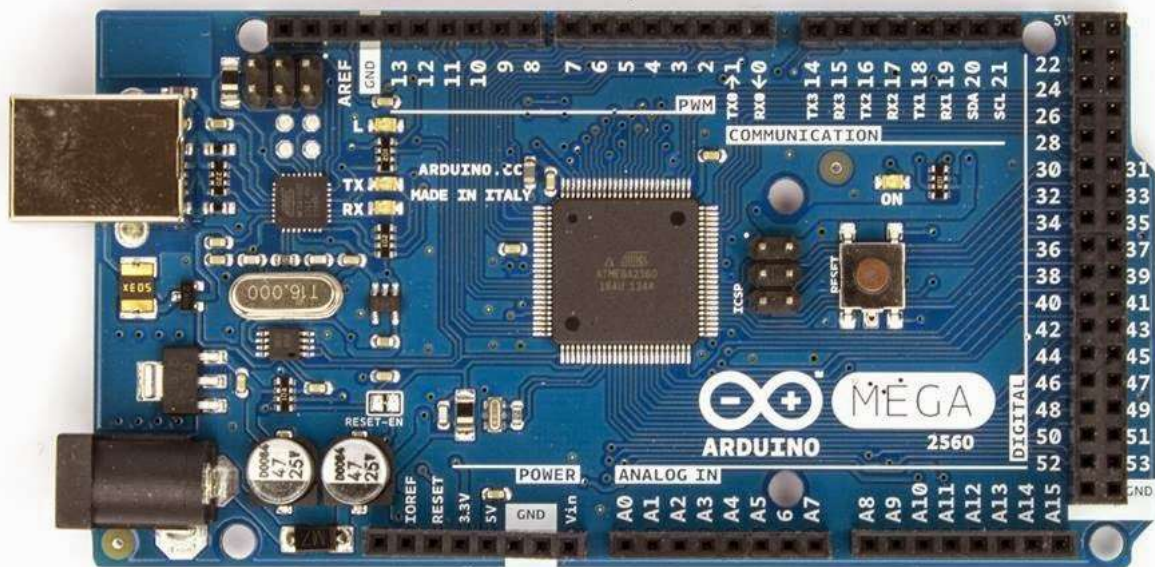


Hình 4. 10: Sơ đồ mạch điện cảm biến siêu âm

4.4. Khối xử lý trung tâm

❖ Vi điều khiển Arduino mega 2560

Nhóm em sử dụng Arduino Mega 2560 làm vi xử lý trung tâm để lập trình tương tác giữa các thiết bị phần cứng như các cảm biến, moodun điều khiển động cơ, đèn báo, loa,... và các thiết bị khác trên xe tự hành.



Hình 4. 11: Vi điều khiển Arduino mega 560 [34]

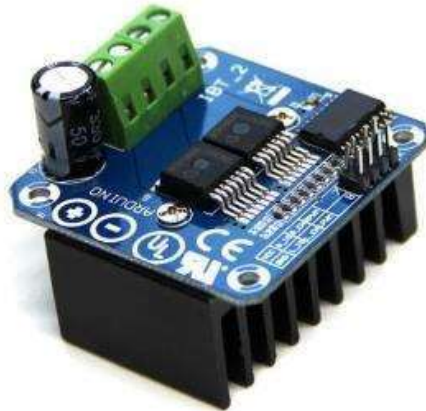
Bảng 4. 4: Thông số kỹ thuật của Arduino mega 2560

<i>Thông số kỹ thuật</i>	<i>Đơn vị</i>	
Vi điều khiển chính	ATmega 2560	
IC nạp và giao tiếp UART	ATmega 16U2	
Nguồn	5V DC	
Chân Digital I/O	54 chân (15 chân xuất xung PWM)	
Chân Analog Input	16	Chân
Dòng điện DC Current trên mỗi chân I/O	20	mA
Dòng điện DC Current chân 3.3V	50	mA
Bộ nhớ	256	KB
SRAM	8	Kb
EPROM	4	KB
Tần số giao động	16	MHz
Kích thước	101,52 x 53,3	Mm

4.5. Khối điều khiển động cơ

Mạch điều khiển động cơ chính.

Trong quá trình vận hành mạch điều khiển sẽ sinh ra nhiệt gây ảnh hưởng đến khả năng hoạt động của động cơ, để hạn chế điều này nhóm sử dụng mạch cầu H – BTS7960 43A. BTS7960 dễ dàng giao tiếp với vi điều khiển được tích hợp đầy đủ các ứng dụng truyền động động cơ và IC, có thể chống quá nhiệt, quá áp, quá dòng, sụt áp, ngắt mạch,...

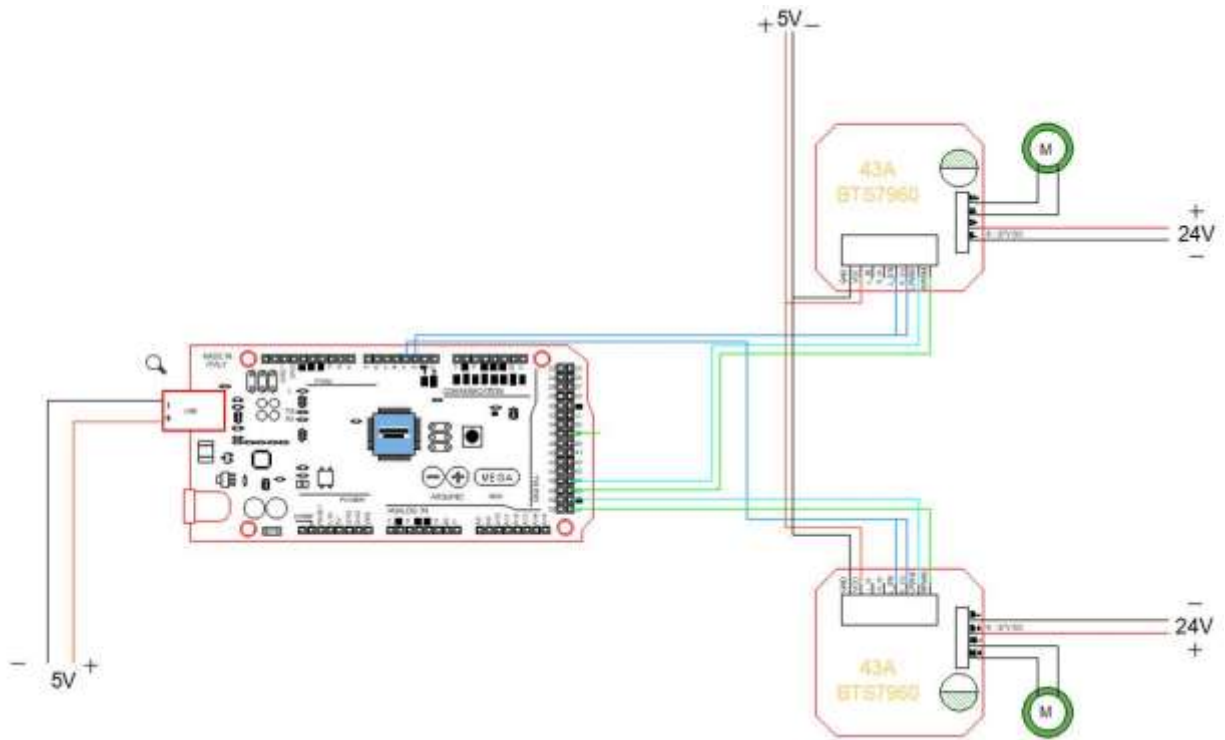


Hình 4. 12: Mạch điều khiển động cơ DC BTS7960 43A [36]

Bảng 4. 5: Thông số kỹ thuật của mạch điều khiển động cơ BTS7960 43A

Thông số kỹ thuật		Đơn vị
Điện áp sử dụng	6-27	Volt
Dòng điện tải mạch	43 (tải trở) 15(tải cảm)	A
Tần số PWM	0-25	kHz
Kích thước	50x50x43	Mm
Khối lượng	66	g
Bảo vệ quá nhiệt	BTS7960 bảo vệ chống quá nhiệt bằng cảm biến nhiệt tích hợp bên trong. Đầu ra sẽ bị ngắt khi có hiện tượng quá nhiệt	
Tự động tắt khi điện áp thấp	Điện áp < thì BTS7960 sẽ tự tắt	

❖ Mạch điện

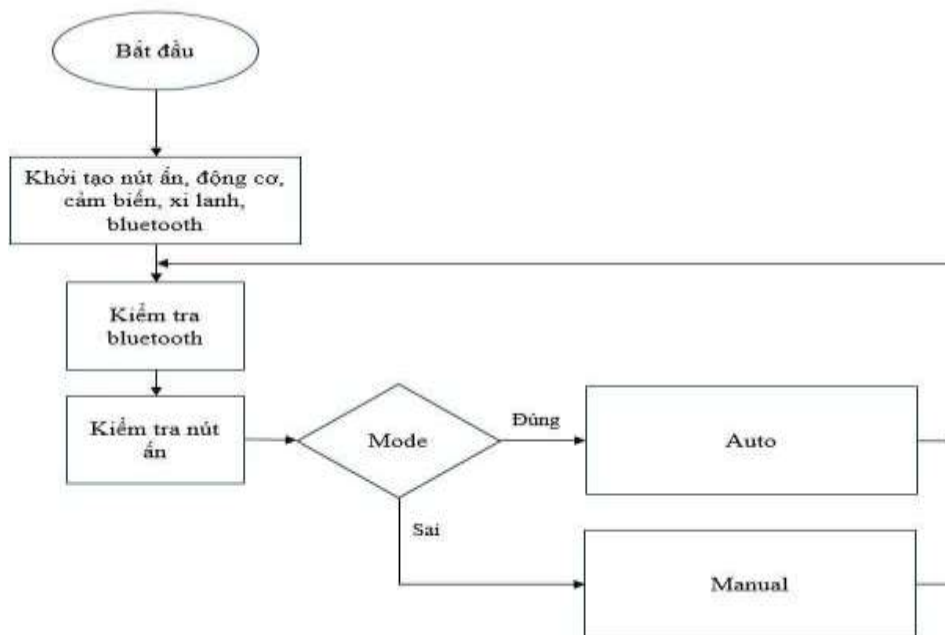


Hình 4. 13: Sơ đồ mạch điện mạch điều khiển động cơ

4.6. Lập trình hệ thống

❖ Với việc mô tả quy trình hoạt động của xe tự hành tại mục 4.1.1 thì nhóm đã tiến hành lập trình bằng phần mềm Arduino IDE và có được các lưu đồ thuật toán như sau:

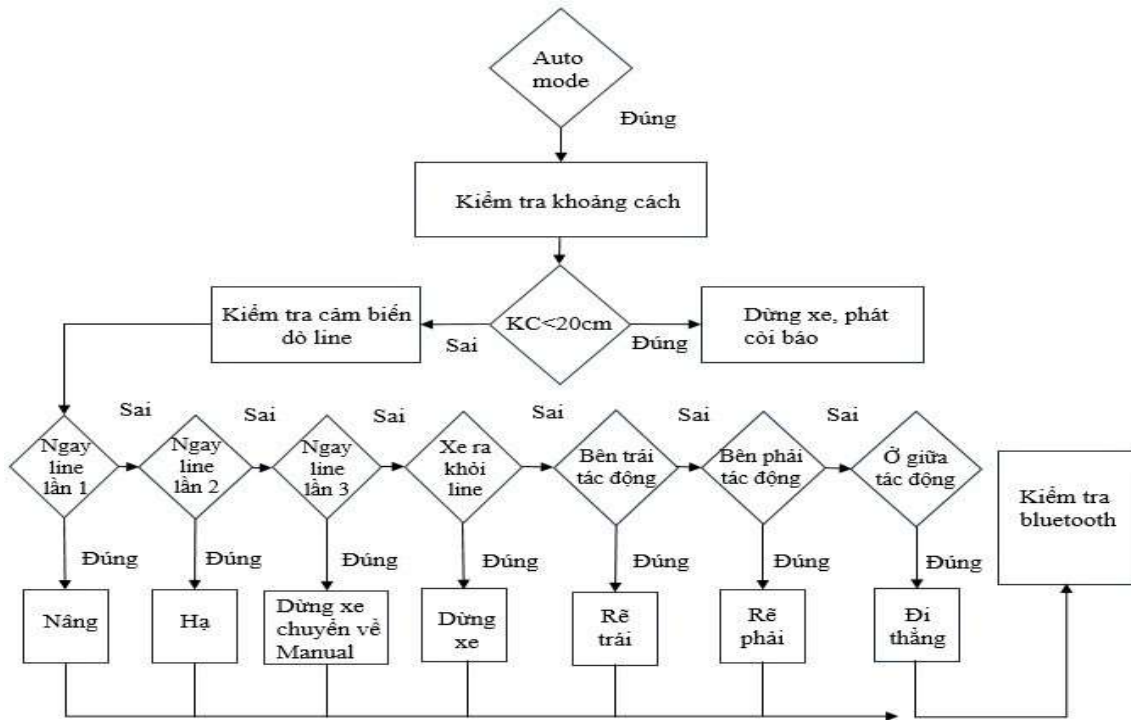
- Lưu đồ thuật toán của cả hệ thống



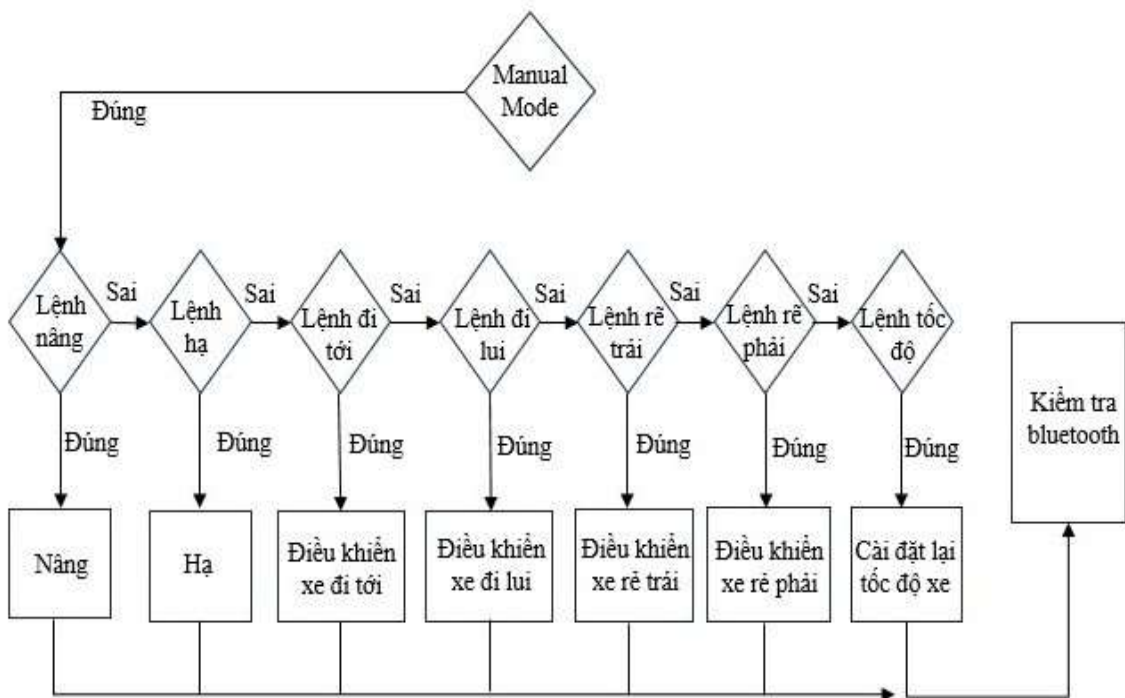
Hình 4.14: Lưu đồ thuật chuyển đổi giữa hai chế độ auto và Manual

- Lưu thuật toán của chế độ điều khiển bằng tay (Manual)

Hình 4. 15: Lưu đồ thuật toán chế độ điều khiển bằng tay qua Bluetooth (Manual)



- Lưu đồ thuật toán của chế độ tự động theo line (Auto)



Hình 4.16: Lưu đồ thuật toán chế độ chạy tự động theo line auto

4.7. Kết quả tiến hành chạy thử nghiệm:

Sau khi hoàn thiện quá trình chế tạo mô hình xe tự hành, nhóm tiến hành chạy thực nghiệm với các chức năng sau:

Bảng kết quả thử nghiệm xe tự hành

STT	CHỨC NĂNG	CHI TIẾT THỰC NGHIỆM	LỖI GẶP PHẢI	TÌNH TRẠNG, ĐỀ XUẤT KHẮC PHỤC
1	Khả năng bám line	Lệch khỏi line	Xe di chuyển ra khỏi line	Đã khắc phục
2	Chế độ chạy tự động	Khả năng kết nối	Chạy không ổn định	Đã khắc phục
		Chạy không ổn định		
3	Dừng xe khi gặp vật cản	Khả năng hoạt động của cảm biến siêu âm	Hoạt động tốt	
4	Đèn báo	Ánh sáng	Hoạt động tốt	
5	Khả năng hoạt động của bánh xe	Tốc độ di chuyển	Rung lắc khi di chuyển	Đã khắc phục
		Khả năng chịu tải Độ rung lắc khi di chuyển		
6	Ăc quy cấp nguồn	Thời gian cấp nguồn	Hoạt động tốt	
		An toàn khi hoạt động		
7	Động cơ hoạt động	Độ căng của dây đai	Tiếng ồn động cơ	Hoạt động tốt
		Độ ăn khớp bánh đai răng		
		Tiếng ồn		
		Nguồn kết nối		
		Khả năng tải		
8	Khả năng hoạt động của các modul điều khiển	Nhiệt độ hoạt động	Hoạt động tốt	
		Kết nối điện		

KẾT LUẬN

❖ Những kết quả đạt được của đề tài

Mục tiêu của đề tài là nghiên cứu, thiết kế và chế tạo xe tự hành để phục vụ vận chuyển hàng hóa trong kho nhằm giảm thiểu sức lao động của công nhân, rút ngắn thời gian vận chuyển từ đó có thể giảm thiểu lãng phí. Sau 3 tháng nghiên cứu, thiết kế với sự nỗ lực hết mình nhóm chúng em đã chế tạo thành công mô hình hoàn thiện nhất với yêu cầu ban đầu đặt ra. Qua quá trình thực nghiệm nhóm đạt được kết quả được tóm tắt như sau:

Qua quá trình thiết kế, chế tạo, tham khảo một số tài liệu về xe điện AGV kéo hàng cùng với sự hướng dẫn tận tình của thầy Nguyễn Văn Đông và thầy Phạm Quốc Thái đến nay nhóm đã hoàn thành đề tài: **“Nghiên cứu, thiết kế mô hình xe tự hành phục vụ trong sân bay”**.

Mô hình đã được nhóm chế tạo thử nghiệm và vận hành ổn định. Hy vọng trong tương lai công nghệ này sẽ được ứng dụng rộng rãi trong tất cả các ngành công nghiệp ở Việt Nam.

Hướng phát triển đề tài

Nhóm sẽ tiếp tục nghiên cứu cải tiến và đưa vào thử nghiệm trong môi trường công nghiệp.

Thiết kế kết cấu cơ khí, chọn loại động cơ và nguồn thích hợp giúp xe tự hành có khả năng kéo tải trọng cao hơn.

Ngoài ra để đáp ứng yêu cầu sản xuất của các nhà máy nhóm sẽ phát triển tạo ra một hệ thống nhiều xe cùng hoạt động đồng thời với nhau, với hệ thống định vị GPS cục bộ trong nhà xưởng hoặc nhà máy để kiểm soát chính xác hành trình, trạng thái của xe tự hành.

Hoàn thiện giao diện điều khiển trên máy tính, phát triển những tính năng chạy tự động theo lộ trình đặt trước, hoặc theo thời gian đặt trước.

Nâng cao hiệu suất sử dụng (tăng thời gian vận hành, tiết kiệm năng lượng...), kiểm soát chính xác vị trí cũng như tốc độ hoạt động của xe.

Chuẩn hóa các module để phát triển, chế tạo xe tự hành theo mô hình công nghiệp, sản xuất trên quy mô lớn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] T. T. V. Giang, "Tạp chí điện tử du lịch," 26/11/2021: <https://htt.edu.vn/vai-tro-cua-cua-nganh-du-lich-hien-nay/>.
- [2] N. N. Đàm, "Khoa Ô Tô - Đại học Sao Đỏ," 1/6/22: <http://oto.saodo.edu.vn/nghien-cuu-khoa-hoc/cong-nghe-tu-lai-tren-xe-o-to-483.html>.
- [3] MEDICAR, "MEDICAR," 26/7/2022: <https://medicar.vn/blogs/news/tuoi-tho-pin-o-to-dien>.
- [4] Viện Tiêu chuẩn Chất lượng Việt Nam, " *Xây dựng hạ tầng chất lượng cho xe điện Việt Nam*" 29/12/2022: http://vjst.vn/vn/_layouts/15/ICT.Webparts.TCKHCN/mt_poup/Intrangweb.aspx?IdNews=7189.
- [5] ThS.Lê Duy Đức, " *Xe điện và xu hướng phát triển*", 5/01/2023: <http://vjst.vn/vn/tin-tuc/7240/xe-dien-va-xu-huong-phat-trien.aspx>.
- [7] DACO, "DACO," 2023: <https://daco.vn/san-pham/khai-niem-tri-tue-nhan-tao-ai-la-gi-loi-ich-va-ung-dung-cua-ai-trong-cuoc-song-7643>.
- [8] <http://tudonghoatmp.com/hmi-la-gi-ung-dung-cua-hmi-trong-dieu-khien-tu-dong-hoa>.
- [9] <https://www.slamtec.ai/home/support/#tools-3>.
- [10] P. Thao, "Subiz Blog," 09/01/2023: <https://subiz.com.vn/blog/tri-tue-nhan-tao-la-gi-uu-nhuoc-diem.html>.
- [11] <https://katavina.com/tin-xe/cong-nghe-ai-tren-o-to.html>.
- [12] <https://www.dientudat.com/arduino-uno-r3>.
- [13] <https://dolin.org.vn/cong-thuc-tinh-momen-xoan-tren-truc-dong-co-dien/>
- [14] [file:///C:/Users/Admin/Downloads/%C3%94-t%C3%B4-c%C3%B4ng-ngh%E1%BB%87-m%E1%BB%9B_i_kh%C3%B4ng-chia-s%E1%BA%BB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Admin/Downloads/%C3%94-t%C3%B4-c%C3%B4ng-ngh%E1%BB%87-m%E1%BB%9B_i_kh%C3%B4ng-chia-s%E1%BA%BB%20(1).pdf)

CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN

Chương trình chính được viết dựa trên yêu cầu của các chế độ hoạt động và chức năng của xe.

```
#include <Servo.h> // thư viện đc sero

const int sensorPin1 = 5;

const int sensorPin2 = 6;

const int sensorPin3 = 7;

const int trigPin = 8; // Chân Trigger của cảm biến siêu âm

const int echoPin = 9; // Chân Echo của cảm biến siêu âm

const int motorA1 = 10;

const int motorA2 = 11;

Servo servoMotor;

void setup() {

  Serial.begin(9600); // Khởi tạo cổng Serial với tốc độ baud là 9600

  pinMode(sensorPin1, INPUT); // chân sensor

  pinMode(sensorPin2, INPUT); //

  pinMode(sensorPin3, INPUT);

  pinMode(motorA1, OUTPUT); // chân động cơ

  pinMode(motorA2, OUTPUT);

  pinMode(trigPin, OUTPUT);

  pinMode(echoPin, INPUT); // chân cảm biến

  digitalWrite(motorA1, LOW);

  digitalWrite(motorA2, LOW);

  servoMotor.attach(3);
```

```
servoMotor.write(90);  
  
}  
  
void loop() {  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
    delayMicroseconds(2);  
    digitalWrite(trigPin, HIGH);  
    delayMicroseconds(10);  
    digitalWrite(trigPin, LOW);  
    long duration = pulseIn(echoPin, HIGH);  
    float distance = duration * 0.034 / 2;  
    Serial.print("Khoảng cách: ");  
    Serial.print(distance);  
    Serial.println(" cm");  
  
    int sensorValue1 = digitalRead(sensorPin1);  
    int sensorValue2 = digitalRead(sensorPin2);  
    int sensorValue3 = digitalRead(sensorPin3);  
  
    Serial.print(sensorValue1); Serial.print("-");Serial.print(sensorValue2);  
    Serial.print("-");Serial.println(sensorValue3);  
  
    if ((sensorValue1== 0) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 ==  
0)) {  
        forward(); // đi tiến
```

```

}

if ((sensorValue1== 1) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 ==
0)) {

    turnLeft(); // rẽ trái

}

if ((sensorValue1== 1) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 ==
0)) {

    turnLeft1(); // rẽ trái

}

if ((sensorValue1== 0) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 ==
1)) {

    turnRight(); // rẽ phải

}

if ((sensorValue1== 0) && (sensorValue2 == 1) && (sensorValue3 ==
1)) {

    turnRight1(); // rẽ phải

}

if ((sensorValue1== 0) && (sensorValue2 == 0) && (sensorValue3 ==
0)) {

    Stop(); // stop

}

else if (distance <= 20){ Stop(); }

}

```

```
void forward() { // chương trình con xe robot đi tiến
```

```
    servoMotor.write(90);
```

```
    analogWrite (motorA1, 120);
```

```
    analogWrite (motorA2, 0);
```

```
    Serial.print("TIEN");
```

```
}
```

```
void turnRight() {
```

```
    servoMotor.write(60);
```

```
    analogWrite (motorA1, 110);
```

```
    analogWrite (motorA2, 0);
```

```
    Serial.print("REPHAI");
```

```
}
```

```
void turnLeft() {
```

```
    servoMotor.write(120);
```

```
    analogWrite (motorA1, 110);
```

```
    analogWrite (motorA2, 0);
```

```
    Serial.print("RETRAI");  
}  
  
void turnRight1() {  
  
    servoMotor.write(30);  
    analogWrite (motorA1, 90);  
    analogWrite (motorA2, 0);  
  
    Serial.print("REPHAI");  
}  
  
void turnLeft1() {  
    servoMotor.write(150);  
    analogWrite (motorA1, 90);  
    analogWrite (motorA2, 0);  
  
    Serial.print("RETRAI");  
  
}  
  
void Stop() {  
    servoMotor.write(90);  
    analogWrite (motorA1, 0);  
    analogWrite (motorA2, 0);  
    Serial.print("DUNG");  
}
```

```
delay(1000);
```

```
}
```

```
*** END ***
```

