

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ
BỘ MÔN ĐIỆN TỬ
-----o0o-----



MÔN HỌC: THIẾT KẾ HỆ THỐNG NHÚNG
BÀI TẬP LỚN

THIẾT KẾ MÔ HÌNH XE ĐIỆN 4 BÁNH ĐIỀU
KHIỂN TỪ XA BẰNG JOYSTICK

GVHD: Ths. Trần Hoàng Quân
Lớp: L01

Họ và tên	MSSV
Nguyễn Nhật Duy (Nhóm trưởng)	1910088
Nguyễn Đức Thế	2014554
Nguyễn Đỗ Đức Huy	2011271
Lâm Vinh Phú	1813541

TP. HỒ CHÍ MINH, THÁNG 05 NĂM 2023

LỜI CẢM ƠN

Đầu tiên, chúng em xin cảm ơn quý, đặc biệt là quý thầy cô trong khoa đã tận tình và hết lòng hướng dẫn, truyền đạt những kiến thức cho em trong suốt quá trình học tập và rèn luyện tại trường Đại Học Bách Khoa-ĐHQG TPHCM để em có thể hoàn thành phần bài tập lớn một cách tốt nhất.

Nhóm xin gửi lời cảm ơn chân thành đến thầy ThS. Trần Hoàng Quân là giáo viên phụ trách bộ môn Thiết kế hệ thống nhúng của nhóm em đã giúp đỡ tận tình, đưa ra gợi ý và chỉ ra những lỗi sai mà em mắc phải, giúp em sửa lỗi trong suốt quá trình thực hiện bài tập lớn lần này.

Nhóm em cũng xin gửi lời cảm ơn đến toàn thể các bạn trong lớp, những bạn đã cùng nhau học, cùng giúp đỡ lẫn nhau trong quá trình học tập cũng như trong quá trình thực hiện đề tài bài tập lớn này.

Và nhóm em cũng xin gửi lời cảm ơn đến các Thầy trong bộ môn đã truyền đạt những kiến thức, đưa ra những nhận xét cũng như góp ý cho nhóm em để chúng em có thể hoàn thiện bài tập lớn này một cách tốt nhất.

Cuối cùng, chúng em xin gửi lời kính chúc sức khỏe và thành công đến với toàn thể quý nhà trường.

Tp. Hồ Chí Minh, ngày 10 tháng 05 năm 2023.

Sinh viên

TÓM TẮT BÀI TẬP LỚN

Bài tập lớn "Thiết kế mô hình xe điện 4 bánh điều khiển từ xa bằng Joystick" là một đề tài tập trung vào việc thiết kế và lập trình một mô hình xe điện 4 bánh. Mô hình này có thể được điều khiển từ xa bằng Joystick và giao tiếp tay cầm điều khiển qua kết nối không dây Bluetooth, với khả năng di chuyển theo nhiều hướng khác nhau. Một trong những tính năng nổi bật của mô hình xe này là có thể thay đổi tốc độ và hướng di chuyển của xe. Các bước thực hiện bài tập lớn gồm:

1. Thiết kế mô hình xe điện 4 bánh với các linh kiện cần thiết.
 2. Lắp ráp mô hình xe điện 4 bánh.
 3. Lập trình vi điều khiển để điều khiển các động cơ, hệ thống điều khiển và các chức năng khác của xe.
 4. Kết nối Joystick để điều khiển xe bằng cách sử dụng các chân kết nối của vi điều khiển.
 5. Kiểm tra và sửa lỗi cho mô hình xe điện 4 bánh để đảm bảo chức năng hoạt động tốt.
- ❖ Kết quả cuối cùng sẽ là một mô hình xe điện 4 bánh có thể được điều khiển từ xa bằng Joystick, với khả năng di chuyển theo nhiều hướng khác nhau và có thể thay đổi tốc độ và hướng di chuyển của xe. Bài tập lớn này giúp cho người thực hiện có cơ hội học tập và nghiên cứu quy trình thiết kế một hệ thống nhúng, các kỹ thuật lập trình và điện tử, đồng thời có thể áp dụng vào nhiều ứng dụng khác nhau trong thực tế.

MỤC LỤC

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU	1
1.1 Tổng quan	1
1.2 Nhiệm vụ đề tài	1
1.2.1 Mục tiêu	1
a. Đối tượng làm việc chính:.....	1
b. Điều kiện làm việc	1
c. Nhiệm vụ thiết kế.....	1
1.3 Giới hạn đề tài.....	2
1.4 Phân chia công việc trong nhóm[1].....	2
1.4.1 Hợp đồng nhóm.....	2
1.4.2 Kế hoạch dự án tổng quan	4
1.4.3 Kế hoạch dự án chi tiết	4
CHƯƠNG 2: LÝ THUYẾT	5
2.1 Mô hình xe điện	5
2.2 Module điều khiển từ xa	5
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG	7
3.1 Yêu cầu thiết kế	7
3.1.1 Yêu cầu thiết kế của xe:	7
3.1.2 Một số thông số kỹ thuật của xe:.....	7
3.1.3 Thiết kế thông số.....	7
3.2 Phân tích thiết kế	8
3.2.1 Động học xe.....	8
3.2.2 Trình bày phương án và chọn phương án.....	9

3.2.2.1 Vi điều khiển	9
3.2.2.2 Driver điều khiển motor	11
3.2.2.3 Giao thức giao tiếp	14
3.2.2.4 Joystick Module	16
3.2.2.5 Sơ đồ khối chi tiết	17
3.2.2.6 Sơ đồ mạch chi tiết	19
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM	24
4.1 Yêu cầu phần mềm	24
4.2 Lưu đồ giải thuật	24
4.3 Mô phỏng Proteus	28
CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ THỰC HIỆN	30
5.1 Kết quả đạt được	30
5.2 Vận hành, kiểm tra.....	34
5.3 Đánh giá kết quả làm việc nhóm.....	34
CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	35
6.1 Kết luận.....	35
6.2 Hướng phát triển.....	35
CHƯƠNG 7: TÀI LIỆU THAM KHẢO	36

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU

1.1 Tổng quan

Hiện nay, thế giới đang đối mặt với tình trạng thiếu nhiên liệu trầm trọng, đặc biệt là các nhiên liệu hóa thạch (như: xăng, dầu...) vì chúng có tác động rất lớn đến đời sống người dân nói riêng và nền kinh tế nói chung. Việc tăng hay giảm giá xăng dầu sẽ ảnh hưởng tới giá các nguyên liệu đầu vào khác, trực tiếp tác động dây chuyền đến cả nền kinh tế. Mỗi lần giá xăng dầu tăng, giá cả hàng hóa lập tức theo đó lập đỉnh mới, gây khó khăn đến sinh hoạt, đời sống người dân (giá xăng tăng làm cho chi phí vận chuyển tăng từ đó làm tăng giá của hàng hóa, nguyên vật liệu). Ngoài ra việc sử dụng xăng dầu trong giao thông đã gây ô nhiễm môi trường nghiêm trọng do khói bụi được thải ra từ những xe làm ảnh hưởng đến sức khỏe và môi trường sống của mọi người. Vì vậy, các nhà khoa học trên thế giới đã nghiên cứu và phát triển những mô hình thay thế xe xăng như: xe sử dụng năng lượng mặt trời (Lightyear 0, Sono Sion); xe điện (Vinfast, Tesla, Toyota, BMW)... Trong các mô hình nói trên thì mô hình xe điện được các chuyên gia dự đoán sẽ là xu hướng trong tương lai và sẽ thay thế xe điện bởi các ưu điểm nổi bật như: thân thiện với môi trường, không có tiếng ồn động cơ,....

1.2 Nhiệm vụ đề tài

- Thiết kế mô hình xe điện 4 bánh điều khiển từ xa bằng Joystick.

1.2.1 Mục tiêu

a. Đối tượng làm việc chính:

- Mô hình xe điện 4 bánh.

b. Điều kiện làm việc

Mô hình hoạt động trong khu vực khô ráo.

c. Nhiệm vụ thiết kế

- Chọn phương án thiết kế.
- Thiết kế động học xe.
- Thiết kế mạch điều khiển motor và mạch xử lý Joystick.
- Thiết kế phần mềm: nhận và gửi tín hiệu Joystick, xử lý tín hiệu và điều khiển motor.

- Mô phỏng proteus.
- Vận hành, kiểm tra.

1.3 Giới hạn đề tài

- + **Giới hạn vật liệu:** Các vật liệu sử dụng để xây dựng mô hình xe điện cần phải được hạn chế theo khả năng tài chính và khả năng truy cập vào các vật liệu.
- + **Giới hạn kỹ thuật:** Các phần cứng và phần mềm sử dụng để lập trình và điều khiển mô hình xe điện cần phải được hạn chế theo khả năng kiến thức và kinh nghiệm của người thiết kế.
- + **Giới hạn mô hình:** Mô hình xe điện 4 bánh không cầu dẫn động cần được thiết kế sao cho phù hợp với kích thước và trọng lượng để có thể di chuyển một cách dễ dàng và an toàn.
- + **Giới hạn tính năng:** Mô hình xe điện 4 bánh có các tính năng cơ bản như di chuyển, dừng lại và điều khiển hướng di chuyển nhưng không có các tính năng khác như tăng tốc độ và phanh.

1.4 Phân chia công việc trong nhóm[1]

1.4.1 Hợp đồng nhóm

Hợp đồng nhóm			
Tên Nhóm: BK		Ngày: 15/2/2023	
Tên thành viên	MSSV	Vai trò	Kí tên
Nguyễn Nhật Duy	1910088	Nhóm trưởng, thiết kế hệ thống, thiết kế phần cứng, thiết kế phần mềm	
Nguyễn Đức Thế	2014554	Thiết kế phần cứng	
Nguyễn Đỗ Đức Huy	2011271	Thiết kế phần mềm	
Lâm Vinh Phú	1813541	Thiết kế phần mềm	
Nhiệm vụ			
1. Xây dựng hệ thống		Nguyễn Nhật Duy	
2. Thiết kế phần cứng		Nguyễn Nhật Duy Nguyễn Đức Thế	
3. Phát triển phần mềm		Nguyễn Nhật Duy Nguyễn Đỗ Đức Huy Lâm Vinh Phú	
4. Tổng hợp và kiểm tra		Tất cả	
Hợp nhóm		Offline: 9h, Thứ tư hàng tuần Online: 9h, Chủ nhật hàng tuần	
Quy định chung		<ol style="list-style-type: none"> 1. Tham gia đầy đủ các buổi họp. 2. Tổng hợp đầy đủ các ý kiến, quan điểm của các thành viên. 3. Hoàn thành tất cả nhiệm vụ đã phân công trước deadline. 4. Kiểm tra kết quả hoàn thành trong từng giai đoạn. 	

1.4.2 Kế hoạch dự án tổng quan

Kế hoạch dự án	
Tên Nhóm	Nhóm 01
Tên sản phẩm	Xe điện 4 bánh điều khiển từ xa sử dụng Joystick
Đặc trưng chính	Xe chạy tiến, lùi, chuyển hướng, quay vòng
Thời gian ước tính	3 tháng (20 giờ/ tuần) Ngày bắt đầu: 15/02/2023 Ngày kết thúc: 03/05/2023
Giá ước tính	Thành phần: 500k Công cụ: 50K Vật liệu: 50K
Thành viên	Nguyễn Nhật Duy: Nhóm trưởng, thiết kế hệ thống, phần cứng, phần mềm Nguyễn Đức Thế: Thiết kế phần cứng Nguyễn Đỗ Đức Huy: Thiết kế phần mềm Lâm Vinh Phú: Thiết kế phần mềm
Schedule	Offline: 9h, Thứ tư hàng tuần Online: 9h, Chủ nhật hàng tuần

1.4.3 Kế hoạch dự án chi tiết

Stt	Nội dung	Tuần														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	X	11	12	13	14	15
1	Tìm hiểu cơ sở lý thuyết	x	x	x												
2	Thiết kế kiến trúc hệ thống			x	x											
3	Thiết kế phần cứng				x	x	x	x								
3.1	Thiết kế động học				x	x	x									
3.2	Thiết kế mạch điều khiển động cơ					x	x	x								
3.3	Thiết kế mạch xử lý Joystick				x	x	x	x	x							
4	Thiết kế phần mềm				x	x	x	x	x	x	x					
4.1	Thiết kế giao tiếp				x	x	x	x	x	x	x					
4.2	Thiết kế xử lý				x	x	x	x	x	x	x					
5	Mô phỏng proteus										x	x	x			
6	Lắp ráp													x	x	x
7	Vận hành, kiểm tra														x	x
8	Thuyết minh, slide												x	x	x	x

CHƯƠNG 2: LÝ THUYẾT

2.1 Mô hình xe điện

Các mô hình xe điện được chia thành nhiều loại với nhiều phân khúc giá khác nhau tùy vào nhu cầu của người tiêu dùng trên thị trường như: xe điện mini, xe điện địa hình, xe oto điện, xe điện đua mini,... Xe điện mini được dùng cho trẻ em chơi ở trong các khu vui chơi hay trung tâm thương mại. Xe oto điện và xe máy điện được ưa chuộng thời gian gần đây bởi người tiêu dùng với nhiều tính năng nổi trội và tiện lợi hơn xe xăng rất nhiều. Xe đạp điện leo núi được sử dụng phổ biến ở những địa hình không bằng phẳng như: núi, đèo, các cung đường với độ dốc cao hay những con đường mòn với rất nhiều trở ngại.



2.2 Module điều khiển từ xa

Trong thời đại công nghệ 4.0 đã có rất nhiều công nghệ về truyền nhận dữ liệu được ra đời đã tạo ra sự thay đổi rất lớn với cuộc sống của mọi người. Trong số đó 2 công nghệ phổ biến nhất là: Wifi và Bluetooth. Bluetooth là một công nghệ cho phép truyền thông giữa các thiết bị với nhau mà không cần dây dẫn. Nó là một chuẩn điện tử, điều đó có nghĩa là các hãng sản xuất muốn có đặc tính này trong sản phẩm thì họ phải tuân theo các yêu cầu của chuẩn này cho sản phẩm của mình. Bluetooth là chuẩn kết nối không dây tầm ngắn, thiết kế cho các kết nối thiết bị cá nhân hay mạng cục bộ nhỏ trong phạm vi băng tần từ 2.4GHz đến 2.485 Ghz.

Bluetooth được thiết kế hoạt động trên 79 tần số đơn lẻ. Khi kết nối, nó sẽ tự động tìm ra tần số thích hợp để di chuyển đến thiết bị cần kết nối trong khu vực nhằm đảm bảo sự liên tục. Công nghệ Wifi và các kết nối khác thường phức tạp, đòi hỏi cấu hình của phần cứng, phần mềm và tiêu thụ nhiều năng lượng hơn so với Bluetooth. Bluetooth có nhiều kiểu kết nối nhưng em sẽ chỉ giới thiệu 3 kiểu kết nối: Bluetooth qua app, Bluetooth qua tay cầm ps2 và joystick vì chúng có liên quan đến đề tài nhóm đang làm.

Vì điều khiển ESP32 không chỉ có công nghệ Wi-Fi mà còn có cả công nghệ Bluetooth và Bluetooth Low Energy (BLE). Bluetooth Low Energy, viết tắt là BLE, là một công nghệ Bluetooth tiết kiệm năng lượng. BLE chủ yếu được dùng để truyền lượng dữ liệu nhỏ (băng thông thấp) với khoảng cách ngắn. Khác với Bluetooth là luôn được bật, BLE ngủ liên tục trừ khi bắt đầu kết nối. Điều này làm BLE tiêu thụ năng lượng thấp, lượng tiêu thụ ít hơn 100 lần so với Bluetooth (tùy vào môi trường sử dụng).

Hơn nữa, BLE không chỉ hỗ trợ giao tiếp point-to-point mà còn hỗ trợ broadcast và mesh network. Ngoài ra, chúng ta cũng có thể kết nối BLE với điện thoại thông qua app nRF Connect for Mobile của Nordic để thuận tiện hơn trong việc truyền dẫn dữ liệu thông qua điện thoại thông minh đến các thiết bị khác như: tay cầm ps2,... Việc kết nối với tay cầm Playstation cũng vô cùng đơn giản, ta chỉ cần dùng các dây sau: Clock, Data, Command, VCC & GND, Attention. Clock, Data, Command, Attention nối với các chân I/O bất kỳ. Chân Data nên được kéo nguồn bằng điện trở từ 1k-10k. Clock: xung, đồng bộ hóa quá trình truyền dữ liệu. Data: dữ liệu từ gamepad về vdk; Command: dữ liệu từ vdk đến gamepad. Attention: Chip select VCC: 3-5V; GND: 0V. Sau khi truyền dẫn tín hiệu hoàn tất, ta có thể sử dụng tay cầm để điều khiển mạch của mình.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN CỨNG

3.1 Yêu cầu thiết kế

3.1.1 Yêu cầu thiết kế của xe:

- Xe chạy ổn định tiến, lùi, chuyển hướng, quay vòng theo các hướng.
- Giao tiếp được các module với vi điều khiển, xử lý dữ liệu đọc được một cách chính xác và hiệu quả.
- Thiết lập được mô hình xe di động để nhận tín hiệu và thực thi đúng với yêu cầu điều hướng điều khiển từ joystick.
- Xây dựng mô hình xe bốn bánh chắc chắn, khung xe cứng cáp.
- Thiết kế của xe đơn giản, khối lượng của xe nhỏ.
- Chi phí chế tạo, lắp đặt thấp.
- Xây dựng khối nguồn ổn định cho các module và vi điều khiển.
- Tiêu thụ năng lượng ít.
- Khoảng cách giao tiếp tín hiệu: 10m
- Xe hoạt động trong không gian khô ráo, thoáng mát, không gian không phụ thuộc vào điều kiện lắp đặt mạng chủ.

3.1.2 Một số thông số kỹ thuật của xe:

- Đường kính bao quanh xe (tối đa): 10x20 (cm)
- Chiều cao của xe (tối đa): 20 (cm)
- Kích thước của các bánh xe: 5 (cm)
- Điện áp cấp đầu vào: 7 ~ 12 VDC.
- Điện áp giao tiếp: TTL tương thích 3.3VDC và 5VDC.
- Dải tần sóng hoạt động: Bluetooth 2.4GHz
- Sử dụng bluetooth chip, bluetooth V2.0 protocol standards.
- Dòng điện khi hoạt động: hoạt động truyền nhận bình thường 8 mA
- Kích thước của module chính: 28 mm x 15 mm x 2.35 mm

⇒ Thiết kế xe sử dụng bo mạch ESP32 có nhiệm vụ nhận tín hiệu từ model Bluetooth, xử lý và xuất tín hiệu cho module Driver động cơ để điều khiển động cơ.

3.1.3 Thiết kế thông số

Thứ tự	Thông số kỹ thuật	Miêu tả
1	Thông số sản phẩm	Tính năng: Điều khiển xe từ xa di chuyển theo các hướng Ràng buộc: + Giá: < 600k + Công suất thấp: 10W + Kích thước tối đa: 30x20x10 I/O: motor, Joystick, L298N User interface: Joystick, switch on/of External interface: Bluetooth
2	Thông số kỹ thuật	Input: L298N Motor Diver, Joystick Module Output: Motor
3	Thông số phần cứng	- Microcontroller: Esp32 - Actuators: Driver L298N, Motor
4	Thông số phần mềm	- Hàm: btCallback() ghi nhận sự kiện trong quá trình kết nối Bluetooth. Hàm while(1) tạo vòng lặp đọc tín hiệu và điều khiển motor. - Giải thuật điều khiển: + Giải thuật đọc tín hiệu Joystick và gửi tín hiệu điều khiển. + Giải thuật nhận và xử lý tín hiệu, điều khiển motor.
5	Thông số thử nghiệm	- Quá trình thử nghiệm

3.2 Phân tích thiết kế

3.2.1 Động học xe

Xe thiết kế không cầu dẫn động. Vì vậy, mô hình xe điều khiển không cầu dẫn động bao gồm các thành phần chính sau đây:

1. Khung xe: Là phần chính của xe, giúp hỗ trợ các bộ phận khác như động cơ, bánh xe và các mạch điện tử.
2. Động cơ điện: Cung cấp năng lượng cho xe chạy.
3. Bộ điều khiển: Là bộ phận điều khiển tốc độ và hướng di chuyển của xe. Bộ điều khiển có thể sử dụng các loại vi điều khiển như Arduino, Esp, Raspberry Pi hoặc các vi điều khiển khác.
4. Pin và bộ sạc: Cung cấp nguồn điện cho xe. Pin có thể là pin Lithium-ion hoặc pin NiMH và được sạc bằng một bộ sạc điện.

Động học xe				
	Bánh trước trái	Bánh sau trái	Bánh trước phải	Bánh trước trái
Tiến	+	+	+	+
Lùi	-	-	-	-
Đứng yên	0	0	0	0
Tiến trái	0	0	+	+

Tiến phải	+	+	0	0
Lùi trái	0	0	-	-
Lùi phải	-	-	0	0

5. Các bộ phận khác như bánh xe, và mạch điện tử, mạch đồng, dây dẫn: Giúp xe di chuyển, thu thập thông tin về tốc độ, hướng di chuyển.

6. Động học xe được thiết kế theo nguyên lý như sau:

Chú thích:

(+): Quay chiều dương

(-): Quay chiều âm

0: Không quay

3.2.2 Trình bày phương án và chọn phương án

3.2.2.1 Vi điều khiển

Bảng so sánh thông số cơ bản của một số module phổ biến được ưa chuộng trên thị trường:

	ARDUINO UNO R3	ARDUINO NANO	ESP32
Vi điều khiển	Atmega328 họ 8 bit	Atmega328 họ 8 bit	Xtensa Dual-Core LX6 32 bit
Điện áp hoạt động	5V DC	5V – DC	2.2 – 3.6 V DC
Tần số hoạt động	16Mhz	16Mhz	240Mhz
Dòng tiêu thụ	Khoảng 30mA	30mA	30mA
Điện áp vào	7 – 12V DC	7 – 12V DC	7 – 12V DC
Số chân Digital I/O	14	14	34
Số chân Analog	6	8	18
Ngõ ra PWM	6	6	16
Dòng tối đa trên mỗi chân I/O	30mA	40mA	30mA
Bộ nhớ flash	32 KB	32 KB	4MB

SRAM	2 KB	2KB	520 KB
Wifi	Không có	Không có	802.11 b/g/n
Bluetooth	Không có	Không có	v4.2 BR/EDR và BLE
Kết nối USB	USB-B	USB-B	Micro USB
Kích thước	68.6 x 53.4 mm	18.542 x 43.18mm	25.4 x 48.3mm
Giá	185,000 VND	125,000	190,000 VND

[2], [3]

Qua những thông số trên thì ta có thể thấy được một số ưu điểm vượt trội của module ESP32 so với hai vi điều khiển kể trên:

- Tốc độ xung nhịp lên tới 240Mhz.
- ESP32 có vi điều khiển 32-bit.
- Hỗ trợ Wi-Fi và Bluetooth kép.
- Hoạt động ở mức điện áp thấp (3.3V).
- ESP32 có 18 kênh ADC trong khi Arduino Uno chỉ có sáu kênh ESP32 đi kèm với 48 chân GPIO trong khi Uno chỉ có 14 chân đầu vào/đầu ra kỹ thuật số và 6 chân analog.

Nhóm thấy được những điểm mạnh của ESP32 nên đã quyết định sử dụng vi điều khiển ESP32 làm bộ điều khiển trung tâm. Việc điều khiển ESP rất đơn giản chỉ việc kết nối nó với máy tính bằng cable USB. Mạch có bộ nhớ trong là 512 KB đủ để lưu các chương trình điều khiển cần thiết của xe. Tốc độ xử lý lên tới 240 MHz, đáp ứng đủ yêu cầu về tốc độ xử lý của xe. Với những ưu điểm đó thì ESP đã được chọn để làm bộ xử lý trung tâm của xe. Các thông số của mạch ESP32:



Vi điều khiển ESP32

❖ Thông số kỹ thuật của ESP32

- Bộ vi xử lý LX6 32-bit lõi đơn hoặc lõi kép với xung nhịp lên đến 240 MHz.
- 520 KB SRAM, 448 KB ROM và 16 KB SRAM RTC.
- Hỗ trợ kết nối Wi-Fi 802.11 b / g / n với tốc độ lên đến 150 Mbps.
- Hỗ trợ cho cả thông số kỹ thuật Bluetooth v4.2 và BLE cổ điển.

- 34 GPIO có thể lập trình. 18 kênh SAR ADC 12 bit và 2 kênh DAC 8 bit
- Kết nối nối tiếp bao gồm 4 x SPI, 2 x I2C, 2 x I2S, 3 x UART.
- Ethernet MAC cho giao tiếp mạng LAN vật lý (yêu cầu PHY bên ngoài). 1 bộ điều khiển host cho SD / SDIO / MMC và 1 bộ điều khiển slave cho SDIO / SPI.
- Động cơ PWM và 16 kênh LED PWM.
- Khởi động an toàn và mã hóa Flash.
- Tăng tốc phần cứng mật mã cho AES, Hash (SHA-2), RSA, ECC và RNG.[4]

3.2.2.2 Driver điều khiển motor

❖ Xe điều khiển động cơ DC bằng mạch cầu H.

Để điều khiển hướng quay, chúng ta chỉ cần đảo ngược hướng của dòng điện qua động cơ, và phương pháp phổ biến nhất để làm điều đó là sử dụng mạch cầu H. Một mạch cầu H chứa bốn chân chuyển mạch, điện trở hoặc MOSFET, với động cơ ở trung tâm tạo thành một cấu hình giống như chữ H. Bằng cách kích hoạt hai công tắc cụ thể cùng một lúc, chúng ta có thể thay đổi hướng của dòng điện, do đó thay đổi hướng quay của động cơ. L298N là trình điều khiển động cơ H-Bridge kép cho phép điều khiển tốc độ và hướng của hai động cơ DC cùng một lúc. Mô-đun có thể điều khiển động cơ DC có điện áp trong khoảng từ 5 đến 35V, với dòng điện cực đại lên đến 2A.

Tiếp theo là các đầu vào điều khiển logic. Các chân Bật A và Bật B được sử dụng để bật và kiểm soát tốc độ của động cơ. Nếu một dây có mặt trên chân này, động cơ sẽ được kích hoạt và hoạt động ở tốc độ tối đa, và nếu chúng ta loại bỏ dây, chúng ta có thể kết nối một đầu vào PWM với chân này và theo cách đó kiểm soát tốc độ của động cơ. Nếu chúng ta kết nối chân này với Ground, động cơ sẽ bị vô hiệu hóa.

Các chân Đầu vào 1 và Đầu vào 2 được sử dụng để điều khiển hướng quay của động cơ A và đầu vào 3 và 4 cho động cơ B. Sử dụng các chân này, chúng tôi thực sự điều khiển các công tắc của mạch cầu H bên trong IC L298N. Nếu đầu vào 1 ở mức THẤP và đầu vào 2 là CAO thì động cơ sẽ di chuyển về phía trước và ngược lại, nếu đầu vào 1 ở mức CAO và đầu vào 2 ở mức THẤP thì động cơ sẽ di chuyển lùi. Trong trường hợp cả hai đầu vào đều giống nhau, cùng THẤP hoặc CAO, động cơ sẽ dừng. Điều tương tự áp dụng cho đầu vào 3 và 4 và động cơ B.



Module L298N

❖ Module L298N

Mạch điều khiển động cơ L298N giúp bạn có thể điều khiển tốc độ và chiều quay của động cơ DC một cách dễ dàng, ngoài ra module L298N còn điều khiển được 1 động cơ bước lưỡng cực. Mạch cầu H L298N động cơ có điện áp từ 5V đến 35V. Trên mạch cầu H L298N có tích hợp một IC nguồn 7805 để tạo ra nguồn 5V để cung cấp cho các thiết bị khác.

Thông số kỹ thuật:

- Driver: L298N tích hợp hai mạch cầu H.
- Điện áp điều khiển: +5 V ~ +35 V
- Dòng tối đa cho mỗi cầu H là: 2A
- Điện áp của tín hiệu điều khiển: +5 V ~ +7 V
- Dòng của tín hiệu điều khiển: 0 ~ 36ma
- Công suất hao phí: 20W (khi nhiệt độ $T = 75\text{ }^{\circ}\text{C}$) Nhiệt độ bảo quản: $-25\text{ }^{\circ}\text{C} \sim +130\text{ }^{\circ}\text{C}$

Điều khiển tốc độ quay của động cơ bằng xung PWM.

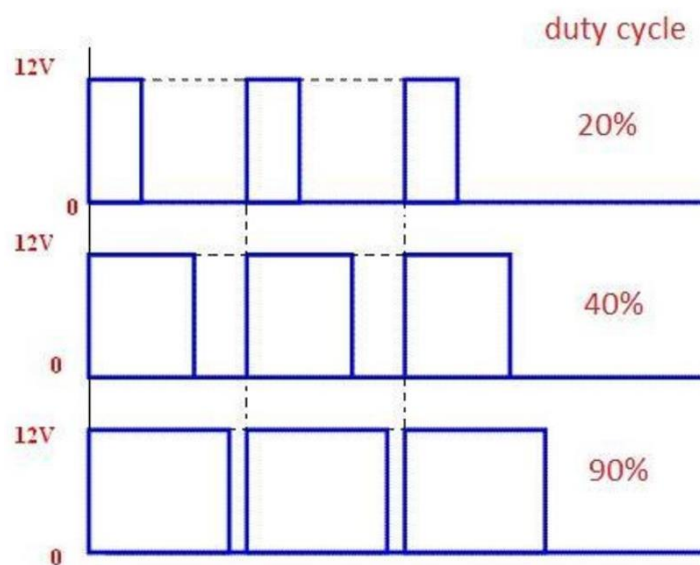
Phương pháp điều chỉnh điện áp tải, hay đơn giản hơn đây là phương pháp điều chỉnh thay đổi điện áp tải ra bằng việc thay đổi độ rộng của chuỗi xung vuông điều khiển các công tắc bán dẫn, từ đó thay đổi điện áp trung bình đặt lên động cơ. PWM khi thay đổi sẽ có cùng 1 tần số, thay đổi duty-cycle từ đó thay đổi độ rộng xung. Tốc độ quay của động cơ DC tỷ lệ thuận với điện áp đặt vào nó. Do đó, cách đơn giản nhất để điều khiển tốc độ quay của motor là thay đổi mức điện áp đặt vào động cơ. PWM là một phương pháp rất hiệu quả trong việc cung cấp ngay lập tức điện áp giữa mức cao và mức thấp của nguồn điện giúp động cơ thay đổi tốc độ mượt hơn so với phương pháp cổ điển. Với công tắc đơn giản và một bộ nguồn thông dụng, chúng ta chỉ có thể cung cấp điện áp lớn nhất của bộ nguồn khi đóng công tắc, nghĩa là động cơ sẽ chạy với vận tốc tối đa. Và ngược lại khi hở công tắc động cơ sẽ tắt hẳn.

Nguyên tắc cơ bản của phương pháp điều khiển PWM là giữ nguyên giá trị điện áp và thay đổi thời gian đặt điện áp vào động cơ. Điều này có nghĩa, với tần số đóng ngắt công tắc đủ lớn, thời gian cấp điện áp vào động cơ càng lâu thì điện áp trung bình càng cao, ngược lại thời gian cấp điện vào động cơ ngắn điện áp trung bình giảm. Như vậy, PWM là một kỹ thuật so sánh tỷ lệ phần trăm điện áp nguồn bằng cách đóng ngắt nhanh nguồn điện cấp vào động cơ tạo ra một tín hiệu xung, với độ rộng xung (thời gian cấp điện áp) xác định sẽ tạo ra một điện áp trung bình xác định (được minh họa như hình 1). Khi tần số đóng ngắt đủ lớn (thường từ 1 ÷ 20 kHz), động cơ sẽ chạy với một tốc độ ổn định nhờ moment quay. Đại lượng mô tả mối quan hệ giữa khoảng thời gian T-on và T-off được gọi là độ rộng xung (duty cycle).

$$\text{Duty cycle} = \frac{T_{on}}{T_{on} + T_{off}} \cdot 100$$

Trong đó: T_{on} là thời gian xung điện áp ở mức cao trong một chu kỳ T.

T_{off} là thời gian xung điện áp ở mức thấp trong một chu kỳ T.



Đồ thị dạng xung điều chế PWM

Để điều khiển tốc độ động cơ một chiều bằng PWM ta phải tạo ra PWM trước. Thông thường ta sẽ sử dụng bảng phân cứng. Vì điều khiển ESP32 có hỗ trợ lên đến 16 kênh điều rộng xung PWM được sử dụng khá linh hoạt cho việc điều xung. Chúng ta chỉ cần thiết lập đúng các thông số thích hợp ở các thanh ghi để xuất ra tín hiệu xung PWM như mong muốn.

Nhờ vào ưu điểm tiện dụng do có thể thực hiện điều khiển ngay trên bộ biến tần mà không cần thêm các bộ chuyển đổi điện áp khác. Đa số hiện nay các hệ thống điều

hiệu suất cao và không cần bộ chuyển đổi điện áp.

3.2.2.3 *Giao thức giao tiếp*

Các kết nối dữ liệu wifi, bluetooth và sóng vô tuyến 2.4GHz đều được sử dụng rộng rãi trong điều khiển mô hình xe điện điều khiển từ xa. Tuy nhiên, chúng có những điểm khác nhau sau:

1. **Tần số hoạt động:** Wifi hoạt động ở tần số 2.4 GHz hoặc 5 GHz, trong khi Bluetooth và sóng vô tuyến 2.4GHz hoạt động ở tần số 2.4 GHz.
2. **Tốc độ truyền tải dữ liệu:** Wifi có tốc độ truyền tải dữ liệu nhanh nhất, có thể đạt đến hàng trăm Mbps hoặc hơn. Bluetooth có tốc độ truyền tải dữ liệu thấp hơn, khoảng 1-3 Mbps, trong khi sóng vô tuyến 2.4GHz có tốc độ truyền tải dữ liệu trung bình khoảng 54 Mbps.
3. **Phạm vi hoạt động:** Wifi có phạm vi hoạt động lớn nhất trong các kết nối này, khoảng vài chục mét hoặc hơn tùy thuộc vào môi trường. Bluetooth và sóng vô tuyến 2.4GHz có phạm vi hoạt động hạn chế hơn, khoảng vài mét hoặc ít hơn.
4. **Yêu cầu không gian điều khiển:** Với sóng vô tuyến 2.4GHz phải cần có module giao tiếp rời kết nối với vi điều khiển. Bluetooth và Wifi giao tiếp nội giữa các vi điều khiển.
5. **Tiêu thụ năng lượng:** Bluetooth tiêu thụ năng lượng thấp hơn so với Wifi và sóng vô tuyến 2.4GHz, cho phép thiết bị hoạt động lâu hơn trên cùng một nguồn điện.
6. **Độ ổn định và độ tin cậy:** Wifi thường có độ ổn định và độ tin cậy cao hơn so với Bluetooth và sóng vô tuyến 2.4GHz, đặc biệt là khi sử dụng trong các mạng lớn.

Dựa trên các phân tích các đặc điểm giữa các kết nối không dây, chúng ta chọn điều khiển từ xa mô hình xe điện thông qua Bluetooth do thỏa mãn yêu cầu thiết kế là tiêu thụ năng lượng ít hơn và không gian điều khiển.

Kết luận: Xe được thiết kế dựa trên nguyên lý bộ điều khiển trung tâm nhận tín hiệu vào từ bộ thu tín hiệu Bluetooth.

❖ **Khái niệm:**

Bluetooth là một công nghệ cho phép truyền thông giữa các thiết bị với nhau mà không cần dây dẫn. Nó là một chuẩn điện tử, điều đó có nghĩa là các hãng sản xuất muốn có đặc tính này trong sản phẩm thì họ phải tuân theo các yêu cầu của chuẩn này cho sản phẩm của mình. Những tiêu chuẩn kỹ thuật này đảm bảo cho các thiết bị có

thể nhận ra và tương tác với nhau khi sử dụng công nghệ Bluetooth. Ngày nay phần lớn các nhà máy đều sản xuất các thiết bị có sử dụng công nghệ Bluetooth. Các thiết bị này gồm có điện thoại di động, máy tính và thiết bị hỗ trợ cá nhân PDA (Personal Digital Assistant). Công nghệ Bluetooth là một công nghệ dựa trên tần số vô tuyến và bất cứ một thiết bị nào có tích hợp bên trong công nghệ này đều có thể truyền thông với các thiết bị khác với một khoảng cách nhất định về cự ly để đảm bảo công suất cho việc phát và nhận sóng. Công nghệ này thường được sử dụng để truyền thông giữa hai loại thiết bị khác nhau



Công nghệ bluetooth

❖ **Hoạt động:**

Bluetooth là chuẩn kết nối không dây tầm ngắn, thiết kế cho các kết nối thiết bị cá nhân hay mạng cục bộ nhỏ trong phạm vi băng tần từ 2.4GHz đến 2.485 Ghz. Bluetooth được thiết kế hoạt động trên 79 tần số đơn lẻ. Khi kết nối, nó sẽ tự động tìm ra tần số thích hợp để di chuyển đến thiết bị cần kết nối trong khu vực nhằm đảm bảo sự liên tục.

Đặc điểm của công nghệ Bluetooth

+ Ưu điểm

- Tiêu thụ năng lượng thấp.
- Cho phép ứng dụng được nhiều loại thiết bị bao gồm các thiết bị cầm tay và điện thoại di động. Giá thành ngày một giảm.
- Khoảng cách giao tiếp cho phép giữa hai thiết bị kết nối có thể lên đến 100m.

- Bluetooth sử dụng băng tần 2.4GHz, tốc độ truyền dữ liệu có thể đạt tới mức tới đa 1Mbps mà các thiết bị không cần phải trực tiếp thấy nhau.
- Dễ dàng trong việc phát triển ứng dụng: Bluetooth kết nối một ứng dụng này với một ứng dụng khác thông qua chuẩn Bluetooth, do đó có thể độc lập về phần cứng cũng như hệ điều hành sử dụng.
- Tính tương thích cao, được nhiều nhà sản xuất phần cứng cũng như phần mềm hỗ trợ.

+ **Nhược điểm**

- Khoảng cách kết nối còn ngắn so với công nghệ mạng không dây khác.
- Chỉ kết nối được hai thiết bị với nhau, không kết nối thành mạng.

3.2.2.4 Joystick Module

Module Joystick đơn được sử dụng để làm cần điều khiển hướng di chuyển của xe, mạch có kích thước nhỏ gọn với bốn lỗ ốc trên mạch rất dễ gá bắt.

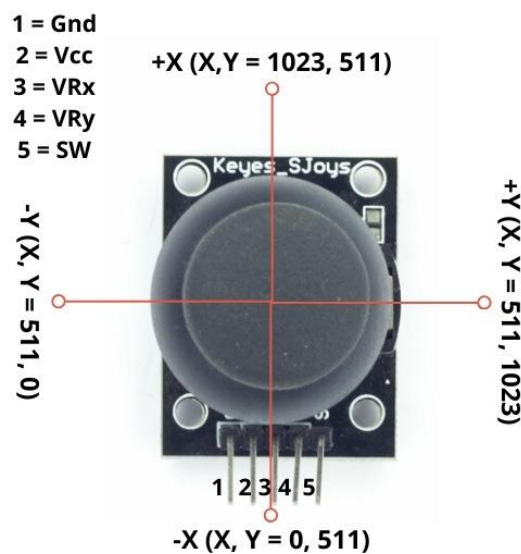
Module joystick điều khiển đơn rất dễ sử dụng, chỉ cần cấp nguồn cho mạch, các tín hiệu trả ra bao gồm tín hiệu Analog của hai trục X,Y và 1 nút bấm.

Arduino PS2 JoyStick hoạt động giống như nút nhấn trên bàn phím trên tay game Playstation. Bên trong module là 2 biến trở 10k.

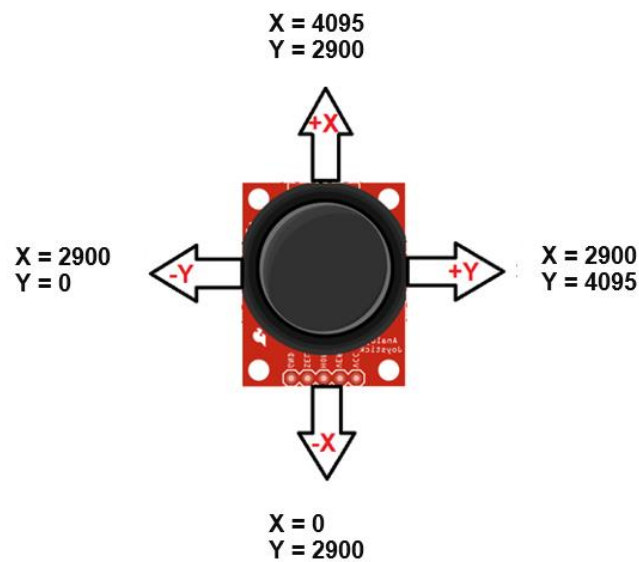


Hình ảnh thực tế joystick module

Khi xoay tay cầm trên module thì sẽ thay đổi điện trở thông qua module Analog ta sẽ biết được giá trị của trục X và trục Y, đồng thời trên module tích hợp thêm 1 nút nhấn để nhận biết khi nhấn nút xuống.



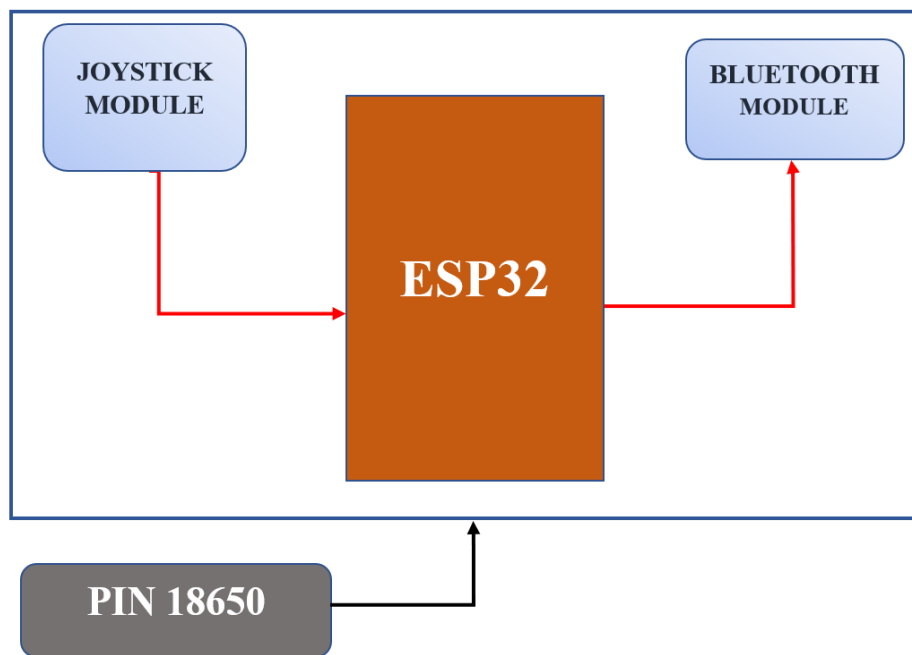
Giá trị analog của joystick tương ứng trục x, trục y (dạng analog 10 bit)



Giá trị analog của joystick tương ứng trục x, trục y (dạng analog 12 bit)

3.2.2.5 Sơ đồ khối chi tiết

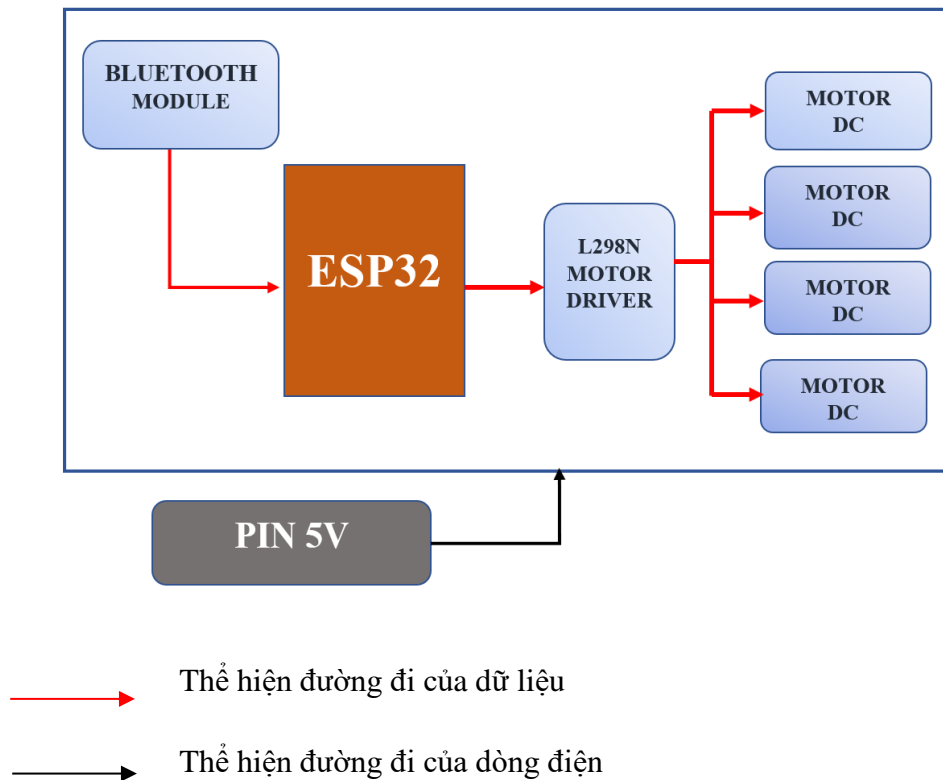
➤ TRANSMIT DEVICE



- Thể hiện đường đi của dữ liệu
 → Thể hiện đường đi của dòng điện

- **Joystick:** Khối chức năng đầu vào, cung cấp tín hiệu điều khiển từ người dùng.
- **ESP32:** Một bộ vi xử lý chính trong hệ thống, có khả năng nhận tín hiệu từ joystick và điều khiển các thiết bị khác trong hệ thống.
- **Bluetooth Module:** Nhận tín hiệu điều khiển từ ESP32 sau đó phát sóng điều khiển đến thiết bị Receiver Device
- **Pin 18650:** cung cấp nguồn nuôi cho cả hệ thống

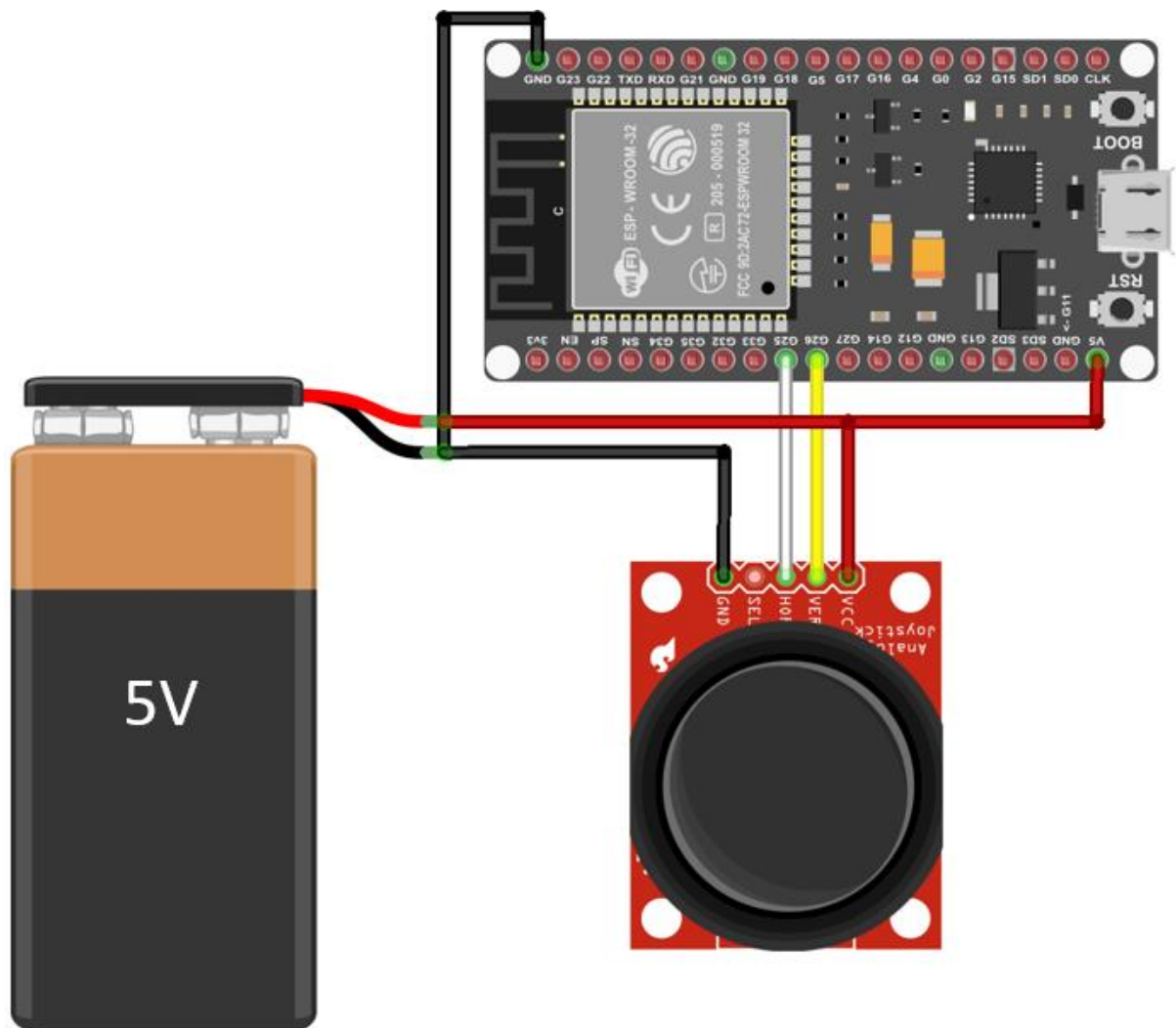
➤ RECEIVER DEVICE



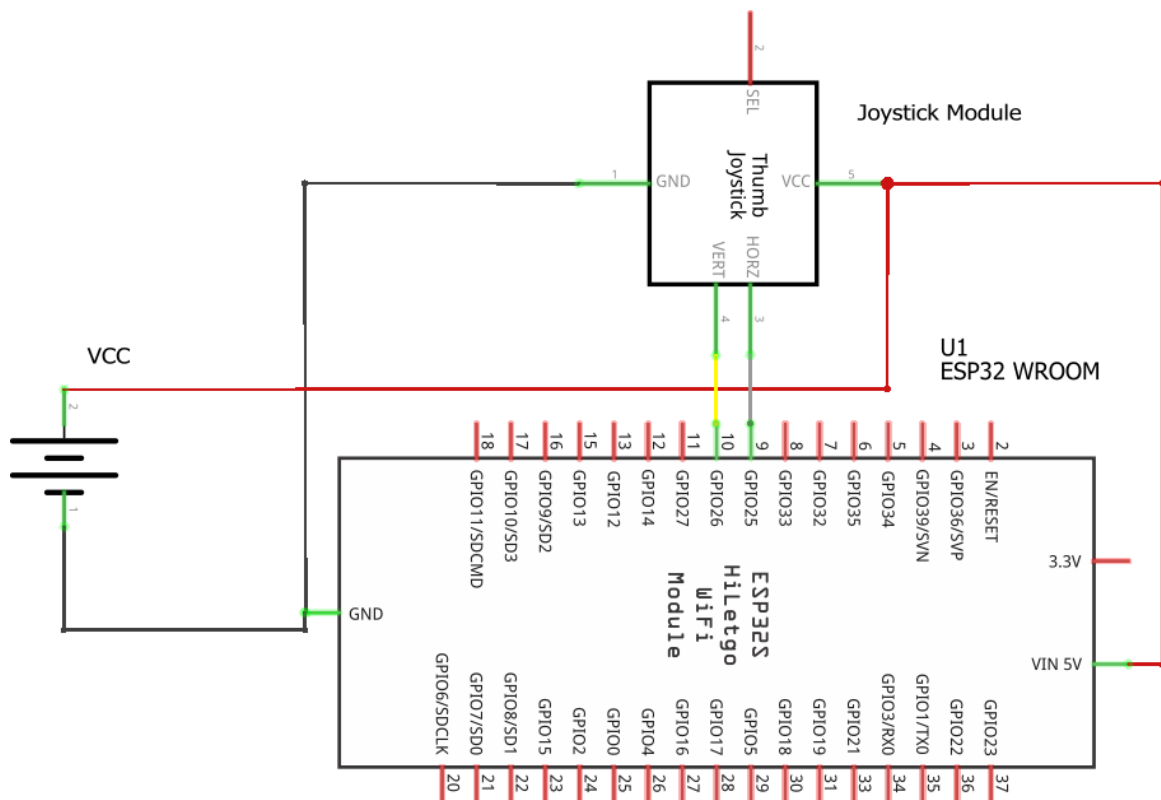
- **Bluetooth Module:** nhận tín hiệu từ Transmitter Device và gửi tín hiệu điều khiển đến ESP32
- **ESP32:** nhận tín hiệu từ Bluetooth Module và điều khiển L298N Motor Driver
- **L298N Motor Driver:** khối chức năng điều khiển 4 động cơ
- **Motor DC:** khối chức năng đầu ra của hệ thống
- **Pin 18650:** cung cấp nguồn nuôi cho cả hệ thống

3.2.2.6 Sơ đồ mạch chi tiết

➤ TRANSMIT DEVICE



Sơ đồ nối mạch điều khiển hướng từ xa bằng joystick

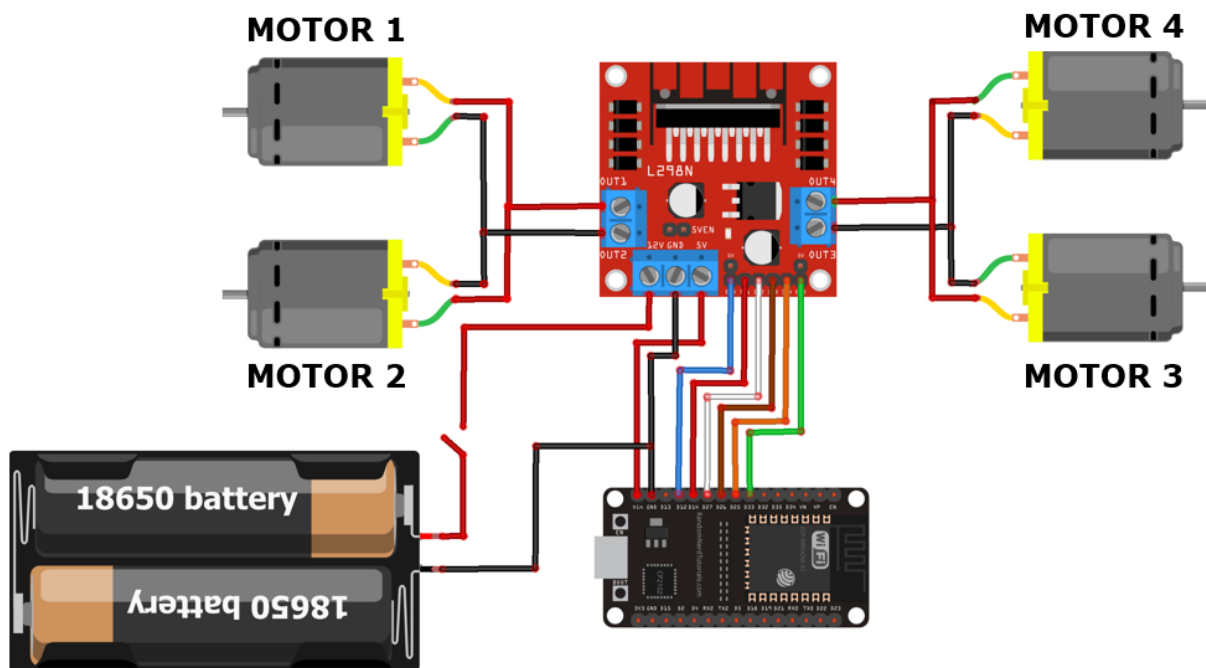


Sơ đồ mạch chi tiết mạch điều khiển hướng từ xa bằng joystick

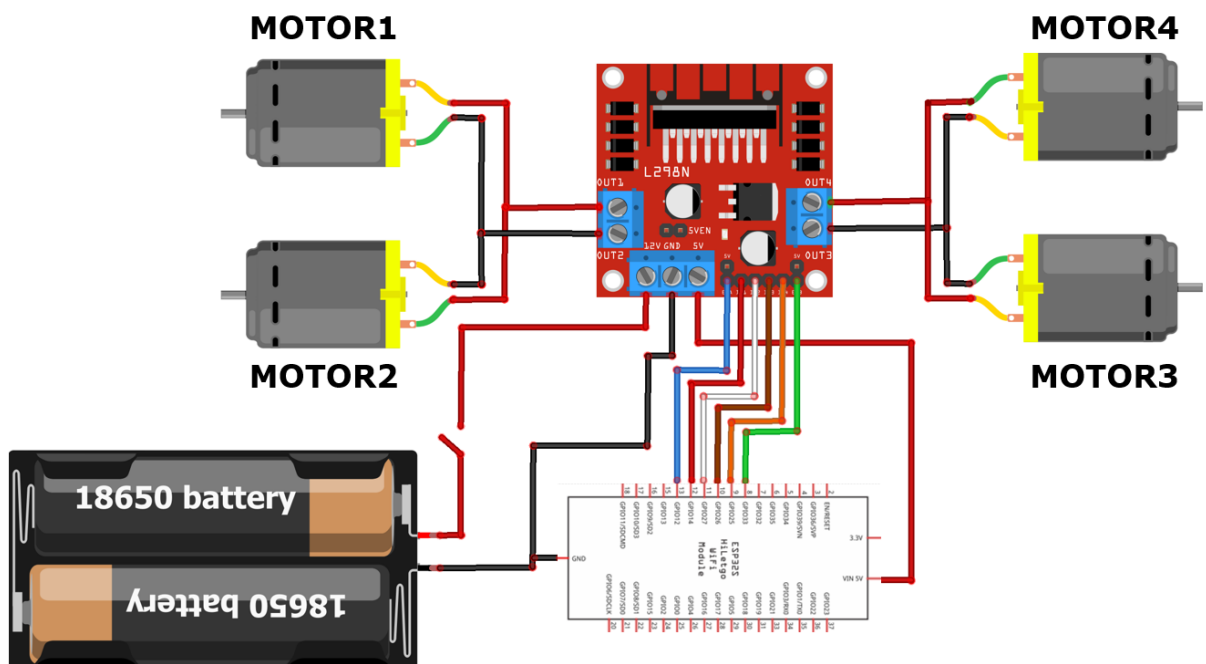
+ Chức năng các khối

- Khối module joystick là một thiết bị đầu vào dạng analog, nó cho phép người dùng điều khiển các thiết bị điện tử bằng cách thay đổi giá trị điện áp đầu vào tương ứng với hướng và cường độ của chuyển động của nó. Hai chân Vx (HORZ), Vy (VERT) xuất tín giá trị điện áp trên 2 trục X và Y của joystick. Khi người dùng di chuyển joystick theo một hướng nào đó, giá trị điện áp trên một trong hai trục sẽ thay đổi tương ứng. Điều này khối vi điều khiển Esp32-S đọc giá trị điện áp và xác định hướng và cường độ của chuyển động của joystick.

➤ RECEIVER DEVICE



Sơ đồ nối mạch chi tiết nhận tín hiệu và điều khiển motor



Sơ đồ mạch chi tiết nhận tín hiệu và điều khiển motor[5]

- + Chức năng các khối
- Khối Esp32-S: mạch điều khiển chính. Vi điều khiển Esp32-S sẽ đọc giá trị tín hiệu từ mạch điều khiển hướng từ bảng joystick thông qua đường truyền Bluetooth và tính toán ra hướng di chuyển (lên, xuống, trái, phải) và tốc độ của

động cơ. Sau đó, mạch điều khiển sẽ gửi tín hiệu điều khiển động cơ đến mạch điều khiển động cơ thông qua chân ENA, ENB.

- Khối Driver L298N: IC điều khiển động cơ sẽ tiếp nhận tín hiệu này thông qua chân ENA, ENB và điều khiển động cơ di chuyển theo hướng và tốc độ đã được tính toán. Điều này được thực hiện bằng cách cung cấp động cơ với dòng điện và điện áp thích hợp thông qua các kết nối chân IN1, IN2, IN3, IN4.

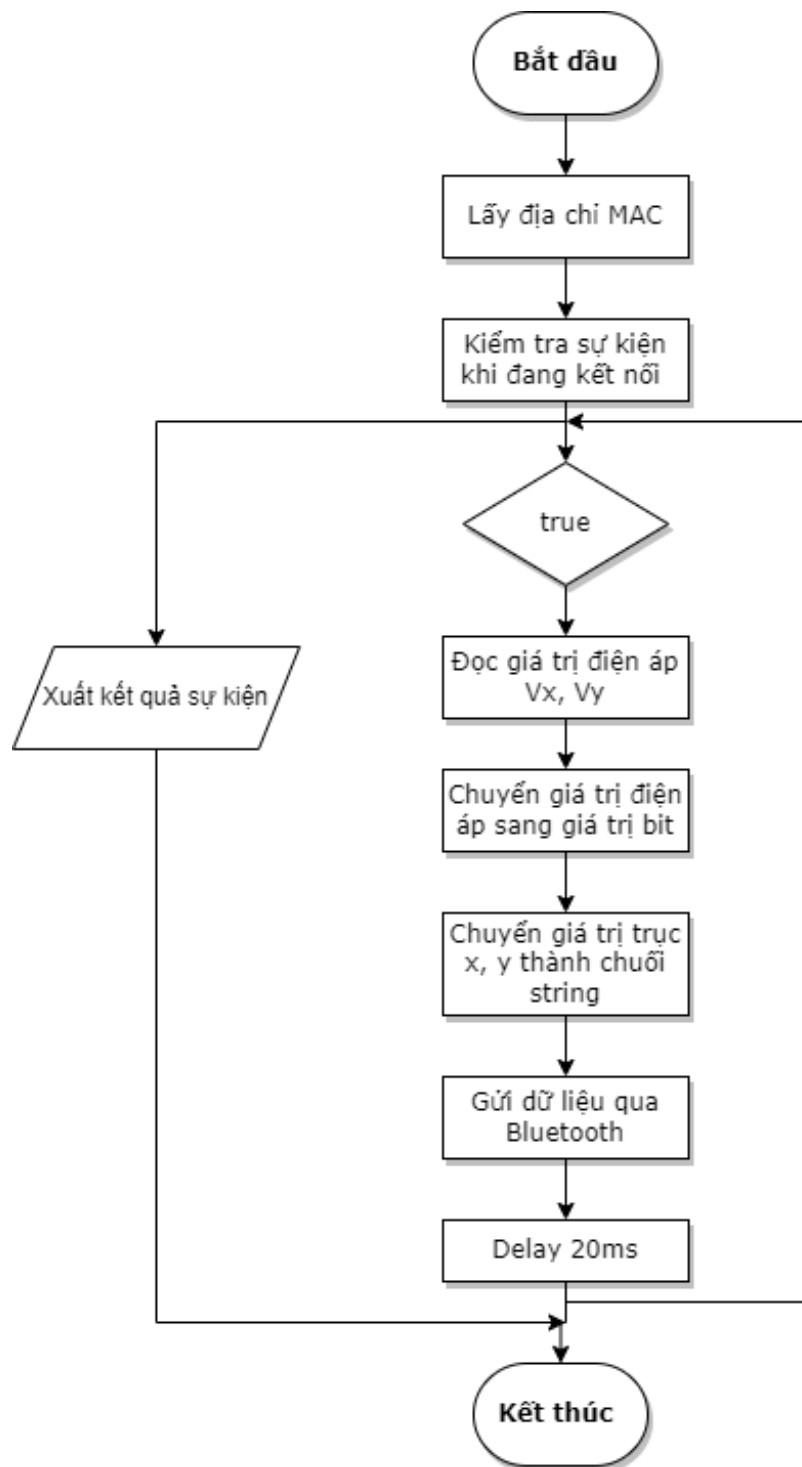
CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ VÀ THỰC HIỆN PHẦN MỀM

4.1 Yêu cầu phần mềm

- + Thiết lập kết nối giữa điều khiển và mô hình xe điện thông qua Bluetooth.
- + Đọc tín hiệu điều khiển từ Joystick và truyền đến mô hình xe điện để điều khiển di chuyển.
- + Điều khiển mô hình xe điện di chuyển theo hướng và tốc độ được yêu cầu từ Joystick.
- + Đảm bảo tính ổn định và an toàn cho phần mềm điều khiển và mô hình xe điện, tránh xảy ra các sự cố gây thiệt hại cho người và tài sản.
- + Lập trình mạch điều khiển bằng ngôn ngữ C trên phần mềm Arduino IDE và mô phỏng trên Proteus

4.2 Lưu đồ giải thuật

- ❖ **Đọc tín hiệu Joystick và gửi tín hiệu điều khiển**



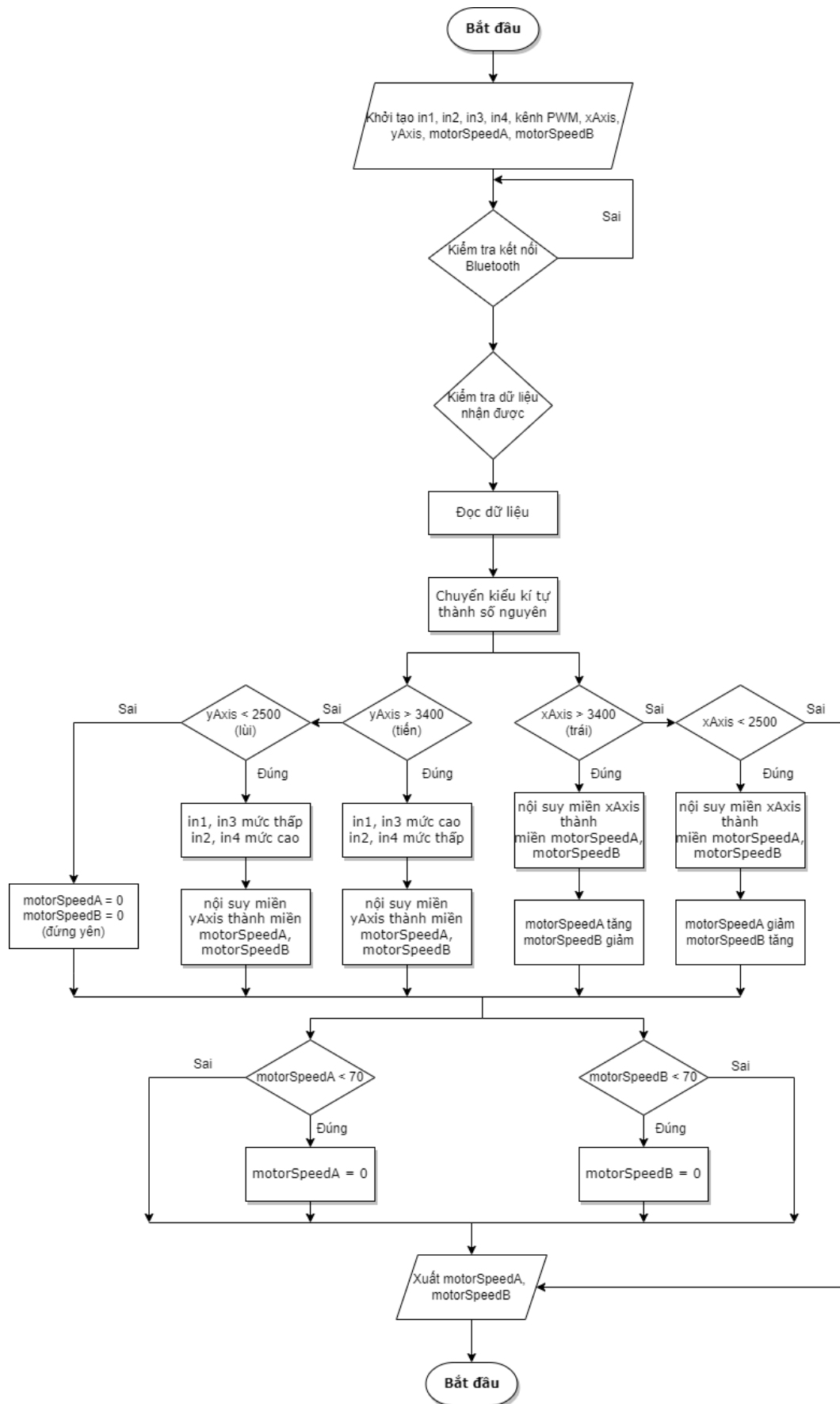
Lưu đồ giải thuật đọc tín hiệu Joystick và gửi tín hiệu điều khiển

➤ **Giải thích lưu đồ giải thuật**

+ Bắt đầu

+ Khởi tạo BluetoothSerial SerialBT |

- + Lấy địa chỉ MAC của thiết bị Bluetooth bằng hàm `getMAC()` |
- + Tạo hàm callback `btCallback()` ghi nhận sự kiện trong quá trình kết nối Bluetooth.
- + Vòng lặp:
 - Đọc giá trị của trục X và trục Y của joystick.
 - Chuyển giá trị của trục X và trục Y thành một chuỗi String bằng hàm `String()`.
 - Gửi dữ liệu chuỗi String của trục X và trục Y qua Bluetooth bằng hàm `SerialBT.write()`.
 - Gửi giá trị của trục X và trục Y qua `Serial.write()`.
 - Delay 20ms trước khi lặp lại.
- + Kết thúc.
 - ❖ **Nhận và xử lý tín hiệu, điều khiển motor**



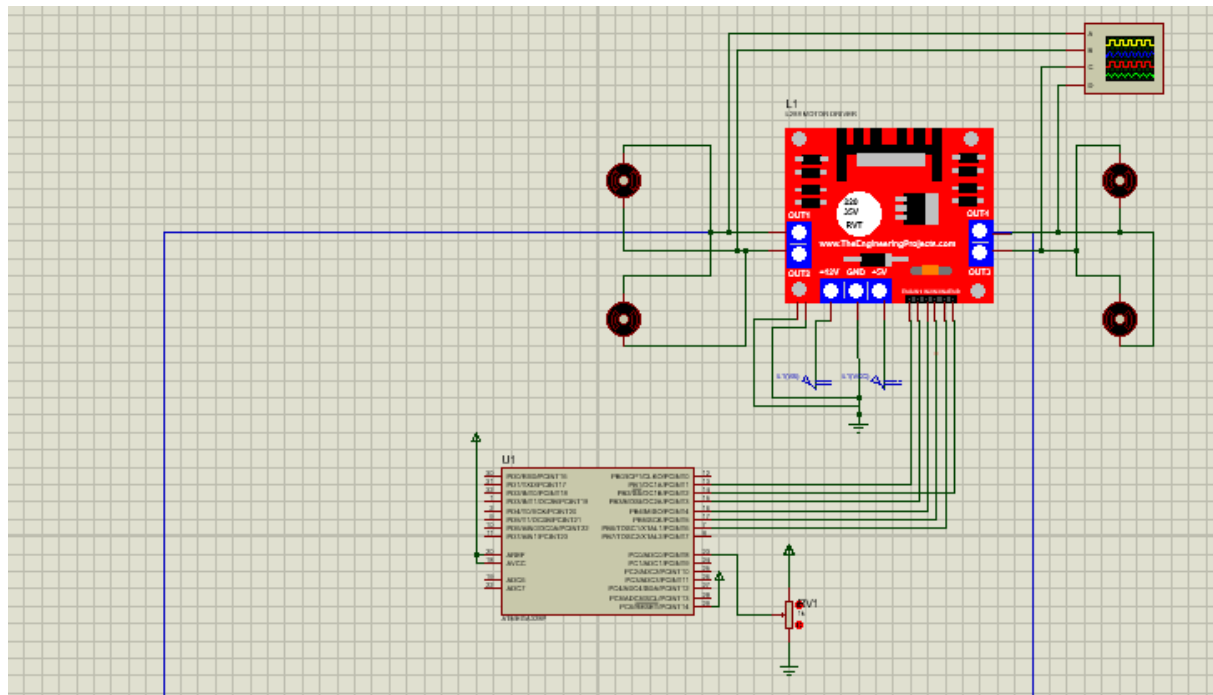
Lưu đồ giải thuật nhận và xử lý tín hiệu, điều khiển motor

➤ **Giải thuật lưu đồ giải thuật**

- + Bắt đầu
- + Khởi tạo các chân điều khiển motor in1, in2, in3, in4 (điều khiển xung PWM bằng chân enA, enB), biến trục X, Y và giá trị tốc độ motor.
- + Khởi tạo kênh PWM (2 kênh).
- + Kết nối Bluetooth.
- + Nếu kết nối Bluetooth thành công thì thực hiện -> In ra thông báo kết nối thành công Ngược lại, in ra thông báo kết nối thất bại và đợi để kết nối.
- + Khi Bluetooth đã được kết nối:
 - Nếu nhận được dữ liệu Bluetooth tiến hành đọc dữ liệu.
 - Chuyển đổi dữ liệu từ ký tự sang số nguyên.
 - Sử dụng giá trị trục X và Y để điều khiển mô hình xe (biến giá trị trục X và Y nằm trong khoảng 12 bit (0-> 4095)).
- + Kết thúc.

4.3 Mô phỏng Proteus

Do trên proteus không có sẵn model Esp32 để mô phỏng nên nhóm mô phỏng điều khiển motor thông qua chip ATmega328P trên module Arduino Uno. Thuật giải điều khiển tương tự khi lập trình trên chip Esp32-Wroom trên module Esp32.



Sơ đồ mạch mô phỏng trên Proteus

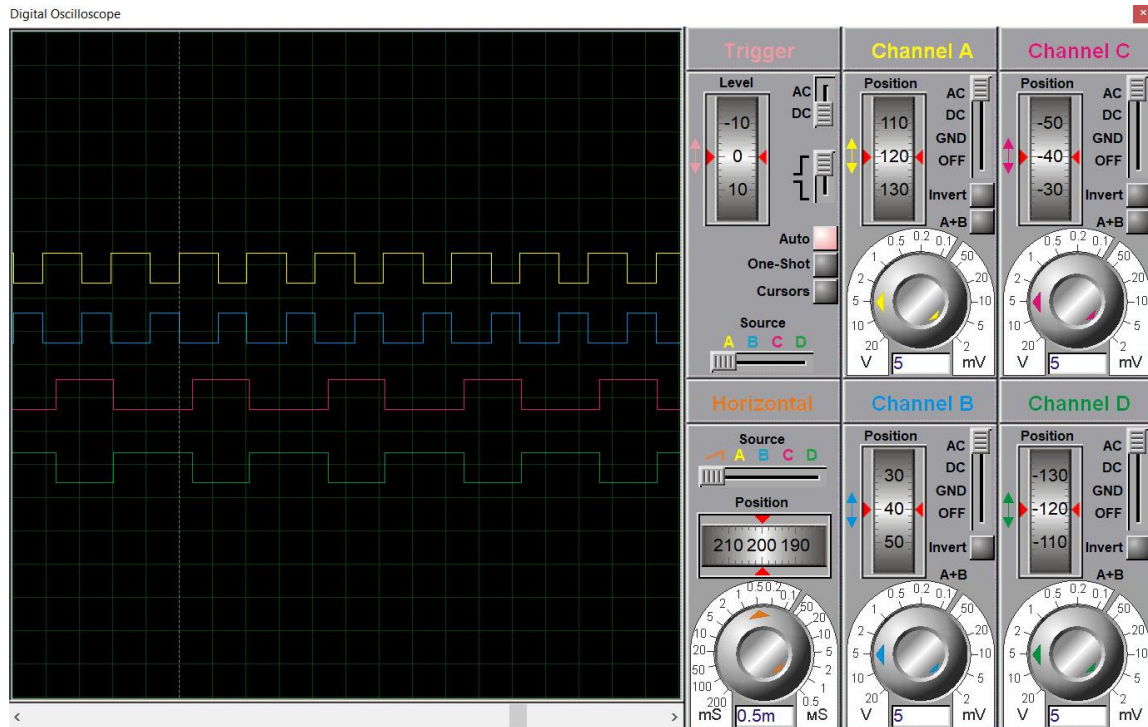
Sơ đồ kết nối chân tương tự như sơ đồ mạch khi dùng Esp32. Chip ATmega328P phát xung PWM đến driver L298N thông qua chân enA và enB của driver. L298N sẽ cấp

dòng điện đến motor thông qua 4 chân in1, in2, in3, in4 được mắc theo nguyên lý động học xe.

CHƯƠNG 5: KẾT QUẢ THỰC HIỆN

5.1 Kết quả đạt được

❖ Kết quả mô phỏng



Kết quả đo điều xung PWM trên Oscilloscope

➤ Chú thích

Channel A: in1

Channel B: in2

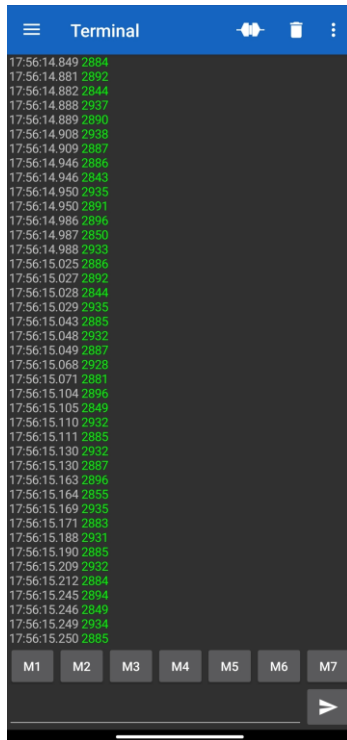
Channel C: in3

Channel D: in4

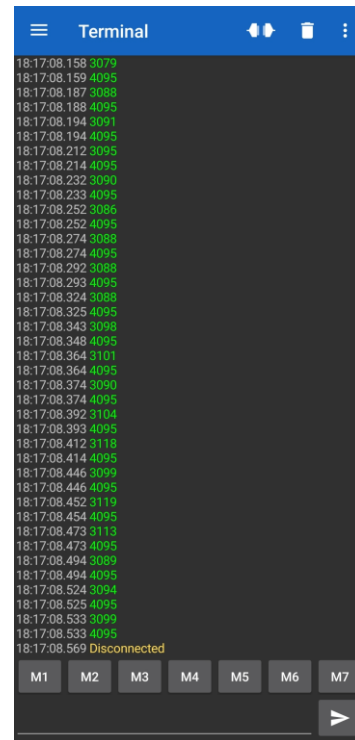
Xét trường hợp điều chế độ rộng xung đến chân in1 với duty cycle = 62,5%, in3 với duty cycle = 40% \Rightarrow Kết quả xung PWM đo trên Digital Oscilloscope đạt đúng duty cycle, xung PWM trên từng cặp Channel A, B và C, D ngược chiều.

❖ Kết quả sản phẩm

- Tín hiệu joystick đọc từ app



a) Xe đứng yên



b) Xe tiến thẳng

- Mạch nhận và xử lý tín hiệu, điều khiển motor

```
17:59:18.182 -> ESP_SPP_DISCOVERY_COMP_EVT
17:59:23.043 -> Failed to connect! Reset to re-try
17:59:23.044 -> SerialBT.connect() == false
18:00:40.428 -> ESP_SPP_DISCOVERY_COMP_EVT
18:00:40.428 -> ESP_SPP_CL_INIT_EVT
18:00:40.493 -> ESP_SPP_OPEN_EVT
18:00:40.493 -> ESP_SPP_CLOSE_EVT
18:00:40.558 -> ESP_SPP_DISCOVERY_COMP_EVT
18:00:40.558 -> ESP_SPP_CL_INIT_EVT
18:00:40.591 -> ESP_SPP_OPEN_EVTSerialBT.connect() == true
18:00:40.591 ->
18:00:40.591 -> isSppOpened == true
18:00:40.591 -> CONNECTED
```

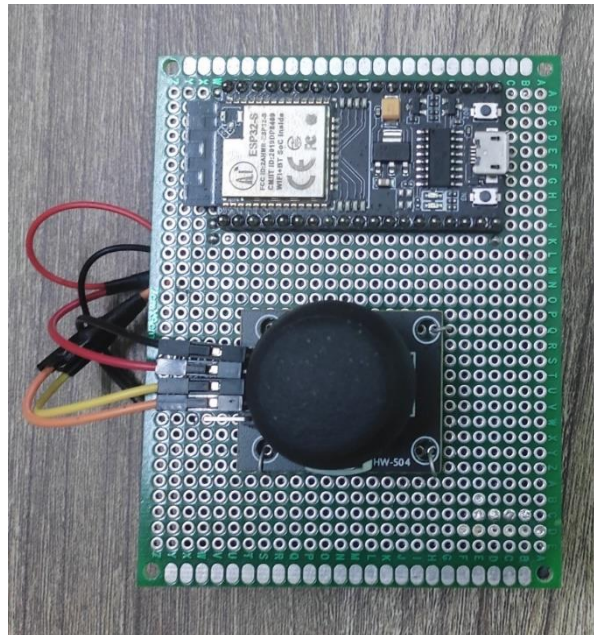
Các sự kiện trong quá trình kết nối Bluetooth

```
18:08:38.970 -> xAxis: 2935
18:08:38.970 -> yAxis: 2887
18:08:39.002 -> motorSpeedA: 0
18:08:39.002 -> motorSpeedB: 0
18:08:39.002 -> xAxis: 2935
18:08:39.002 -> yAxis: 2891
18:08:39.002 -> motorSpeedA: 0
18:08:39.002 -> motorSpeedB: 0
```

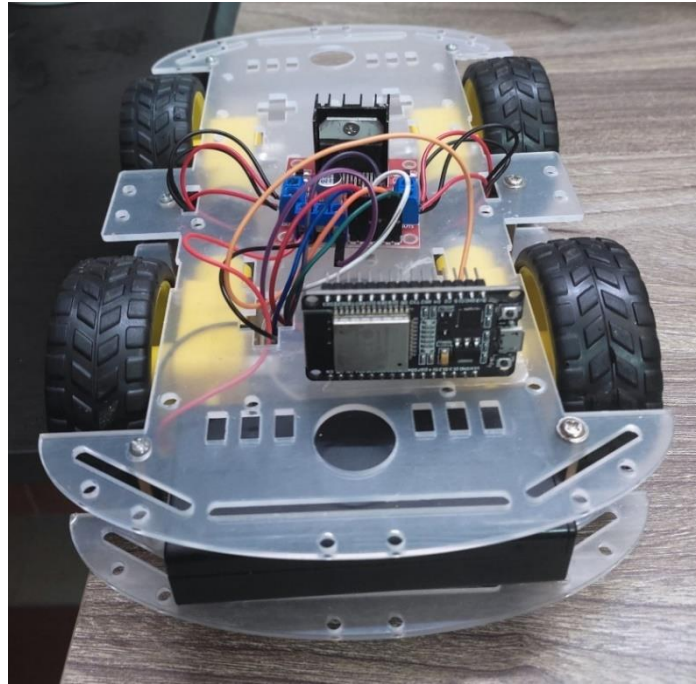
a) Xe đứng yên

```
18:25:25.953 -> xAxis: 2990
18:25:25.953 -> yAxis: 4095
18:25:25.986 -> motorSpeedA: 255
18:25:25.986 -> motorSpeedB: 255
18:25:25.986 -> xAxis: 2997
18:25:25.986 -> yAxis: 4095
18:25:25.986 -> motorSpeedA: 255
18:25:25.986 -> motorSpeedB: 255
```

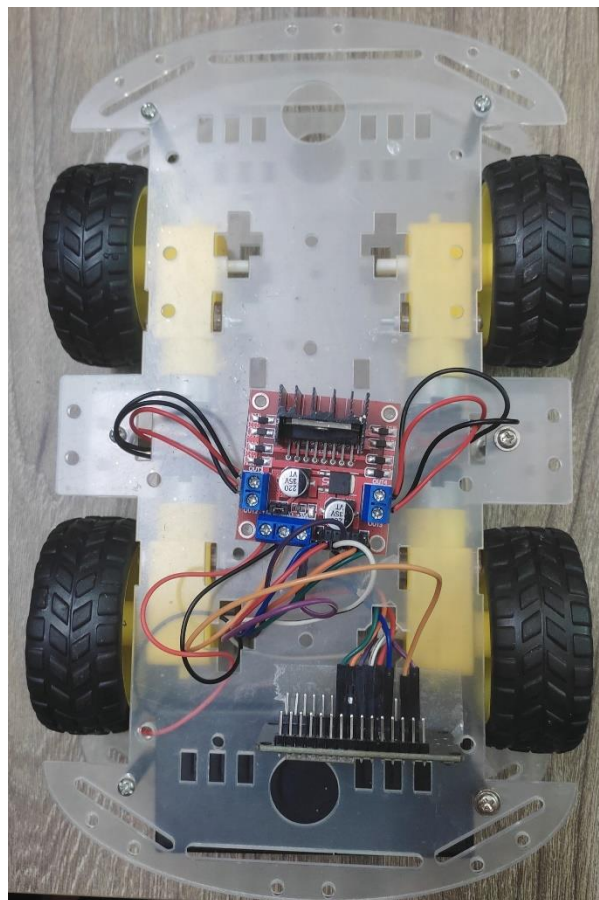
b) Xe tiến thẳng



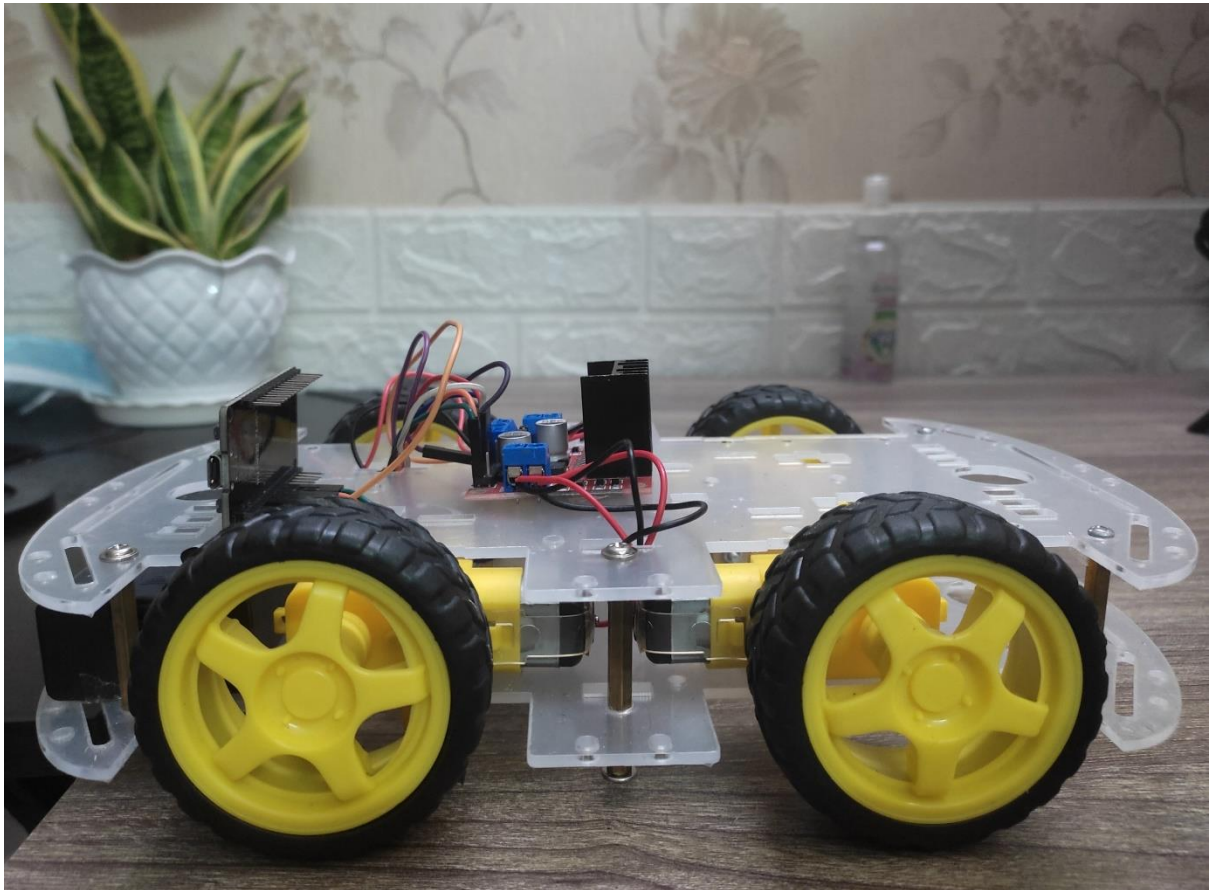
Tay cầm điều khiển hướng Joystick



Mặt trước mô hình xe điện 4 bánh điều khiển từ xa bằng joystick



Mặt trên mô hình xe điện 4 bánh điều khiển từ xa bằng joystick



Mặt ngang mô hình xe điện 4 bánh điều khiển từ xa bằng joystick

5.2 Vận hành, kiểm tra

- Điện áp ở các chân kết nối đạt đúng giá trị mong muốn. Nguồn pin đúng điện áp cung cấp.
- Thời gian bắt đầu kết nối Bluetooth là 3s.
- Khoảng cách kết nối giao tiếp Bluetooth trong bán kính 10m.
- Xe chạy ổn định, chính xác, đầy đủ theo các hướng đặt ra ban đầu.

5.3 Đánh giá kết quả làm việc nhóm

Các thành viên trong nhóm đều tích cực đóng góp ý kiến, hoàn thành đúng hạn các nhiệm vụ được phân công. Cả nhóm thường xuyên trao đổi kết quả tiến độ để giải quyết kịp thời các vấn đề. Mục tiêu chung của đề tài đã đạt được đúng hạn và đúng yêu cầu đặt ra.

CHƯƠNG 6: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

6.1 Kết luận

- ⇒ Đề tài bài tập lớn “Thiết kế mô hình xe điện 4 bánh điều khiển từ xa bằng Joystick” thỏa mãn được các yêu cầu thiết kế đặt ra ban đầu như sau:
- Xe chạy ổn định tiến, lùi, chuyển hướng, quay vòng theo các hướng.
 - Giao tiếp được các module với vi điều khiển, xử lý dữ liệu được một cách chính xác và hiệu quả.
 - Thiết lập được mô hình xe di động để nhận tín hiệu và thực thi đúng với yêu cầu điều hướng điều khiển từ joystick.
 - Xây dựng mô hình xe bốn bánh chắc chắn, khung xe cứng cáp.
 - Thiết kế của xe đơn giản, khối lượng của xe nhỏ.
 - Chi phí chế tạo, lắp đặt thấp.
 - Xây dựng khối nguồn ổn định cho các module và vi điều khiển.
 - Tiêu thụ năng lượng ít.
 - Khoảng cách giao tiếp tín hiệu: 10m.
 - Xe hoạt động trong không gian khô ráo, thoáng mát, không gian không phụ thuộc vào điều kiện lắp đặt mạng chủ.

6.2 Hướng phát triển

- Điều khiển xe di chuyển bằng App Bluetooth trên điện thoại.
- Thiết kế dẫn động xe qua cầu dẫn động.
- Điều khiển xe di chuyển tránh vật cản.
- Điều khiển xe qua giọng nói.

CHƯƠNG 7: TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Đ. H. Q. G. T. H. C. MINH, T. Đ. H. B. KHOA, K. Đ.-Đ. TỬ, and B. M. K. T. Đ. TỬ, “Embedded System Design.” 2016.
- [2] AVR Studio®, “ATmega328P 8-bit AVR Microcontroller with 32K Bytes In-System Programmable Flash DATASHEET,” *Atmel*. pp. 1–294, 2016. [Online]. Available: https://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/Atmel-7810-Automotive-Microcontrollers-ATmega328P_Datasheet.pdf
- [3] S. Alike, “Arduino Nano V2.3 User Manual,” *Arduino*. pp. 1–5, 2008. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>
- [4] E. Systems, “ESP32-WROOM-32 Datasheet.” 2018.
- [5] E. Systems, “esp32_devkitc_v4-schematic.pdf.”
- [6] quocbao (17/08/2014), “Mạch cầu H và điều khiển động cơ với SN754410”, Truy cập từ: <http://arduino.vn/bai-viet/281-mach-cau-h-va-dieu-khien-dong-co-voi-sn754410>
- [7] STMICROELECTRONICS [STMicroelectronics], "L298N Datasheet (PDF) - STMicroelectronics", Truy cập từ: <https://pdf1.alldatasheet.com/datasheet-pdf/view/22440/STMICROELECTRONICS/L298N.html>
- [8] Bluetooth SIG, "LEARN ABOUT BLUETOOTH -BLUETOOTH TECHNOLOGY OVERVIEW", Truy cập từ: <https://www.bluetooth.com/learn-about-bluetooth/tech-overview/>