

BỘ CÔNG THƯƠNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SAO ĐỎ



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Ngành: Công nghệ thông tin

TÊN ĐỀ TÀI: NGHIÊN CỨU, XÂY DỰNG SẢN PHẨM THÙNG RÁC THÔNG MINH DỰA TRÊN CÔNG NGHỆ IOT

Họ và tên sinh viên: Hà Quang Trường

Lớp, khóa: DK10-CNTT, Đại học khóa 10

Giảng viên hướng dẫn : ThS. Vũ Bảo Tạo

HẢI ĐƯƠNG – NĂM 2023

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan các kết quả đưa ra trong Đồ án tốt nghiệp này là các kết quả thu được trong quá trình nghiên cứu, thực nghiệm của tôi dưới sự hướng dẫn của ThS. Vũ Bảo Tạo, không sao chép bất kỳ kết quả nghiên cứu nào của các tác giả khác.

Nội dung nghiên cứu có tham khảo và sử dụng một số thông tin, tài liệu từ các nguồn tài liệu đã được liệt kê trong danh mục các tài liệu tham khảo.

Nếu sai tôi xin chịu mọi hình thức kỷ luật theo quy định.

Hải Dương, ngày 05 tháng 12 năm 2023

Sinh viên thực hiện

Hà Quang Trường

Đại học Sao Đỏ

LỜI CẢM ƠN

Để hoàn thành đồ án tốt nghiệp này, em xin chân thành gửi lời cảm ơn đến thầy Vũ Bảo Tạo là giảng viên khoa Công Nghệ Thông Tin trường Đại Học Sao Đỏ, đã tận tình hướng dẫn, định hướng cho em về kiến thức để thực hiện đề tài này giúp em có thể tiếp cận được kiến thức mới.

Em cũng xin chân thành cảm ơn đến toàn thể thầy cô trong Trường Đại học Sao Đỏ nói chung và các thầy cô trong khoa Công Nghệ Thông Tin nói riêng. Những người đã giảng dạy cho em những kiến thức về các môn đại cương cũng như các môn chuyên ngành, giúp em có được cơ sở lý thuyết vững vàng. Em xin cảm ơn nhà trường đã cung cấp những tài liệu bổ ích từ thư viện để hoàn thành tốt đồ án lần này.

Trong quá trình làm đồ án, kiến thức của em vẫn còn hạn chế và nhiều bỡ ngỡ. Do vậy, những thiếu sót là điều chắc chắn không thể tránh khỏi, em rất mong nhận được những ý kiến đóng góp của thầy cô và các bạn để kiến thức của em được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn gia đình, bạn bè đã luôn tạo điều kiện, quan tâm, giúp đỡ và hỗ trợ em trong suốt quá trình học tập và hoàn thành đồ án tốt nghiệp này.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hải Dương, ngày 05 tháng 12 năm 2023

Sinh viên thực hiện

Hà Quang Trường

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	1
LỜI CẢM ƠN.....	2
MỞ ĐẦU	7
CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	11
1.1. TỔNG QUAN IOT	11
1.1.1. Khái niệm IoT.....	11
1.1.2. Thiết bị IoT	12
1.1.3. Cơ sở kỹ thuật của IoT	13
1.2. TỔNG QUAN VỀ ARDUINO.....	Error! Bookmark not defined.
1.2.1. Các loại kết nối trong Arduino:	15
1.2.2. Arduino IDE	16
1.3. CẢM BIẾN (SENSOR).....	17
1.3.1. Module cảm biến vật cản hồng ngoại.....	17
1.3.2. Cảm biến rung cơ học.....	19
1.4. CÁC CHUẨN GIAO THỨC SỬ DỤNG TRONG ĐỀ TÀI.....	20
1.4.1. Giao tiếp Serial - UART	20
1.4.2. Giao tiếp I2C	25
CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH LINHKIỆN	29
2.1. LINH KIỆN SỬ DỤNG	29
2.1.1. Mạch arduino nano	29
2.1.2. Module cảm biến hồng ngoại LM393	33
2.1.3. Cảm biến rung SW-420	34
2.1.4. Servo MG996R	36
2.1.5. Module MP3 mini player.....	37
2.1.6. Loa 3W	38
2.1.7. Module usb micro.....	40
2.2. CHỨC NĂNG VÀ SỰ TƯƠNG THÍCH.....	41
2.2.1. Chức năng.....	41
2.2.2. Tính tương thích	42
CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ SẢN PHẨM	43
3.1. KẾT NỐI PHẦN CỨNG.....	43
3.1.1. Tổng quan kết nối	43
3.1.2. Cách kết nối các module.....	44

3.1.3. Nạp code cho chương trình	45
3.2. CƠ CHẾ HOẠT ĐỘNG CỦA THÙNG RÁC	48
3.3. KẾT QUẢ THỰC NGHIỆM.....	50
3.3.1. Biết cách sử dụng cảm biến.....	50
3.3.2. Biết cách sử dụng Arduino Nano	50
3.3.3. Kết quả thực nghiệm thực tế	50
KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỀN	54
TÀI LIỆU THAM KHẢO	57
1. Sách tham khảo.....	57
2. Trang web tham khảo	57
PHỤC LỤC: CODE ARDUINO	58

Đại học Sao Đỏ

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1.1. “Internet of Things”.....	11
Hình 1.2. Thiết bị IoT	12
Hình 1.3. Nền tảng arduino	14
Hình 1.4. Cảm biến hồng ngoại	18
Hình 1.5. Cách thức cảm biến hoạt động	18
Hình 1.6. Mô hình hoạt động cảm biến rung.....	19
Hình 1.7. Ide frame và break frame trong đường truyền.....	21
Hình 1.8. Mô hình Start bit trong đường truyền.....	22
Hình 1.9. Parity kiểm tra dữ liệu truyền.....	22
Hình 1.10. Stop bits báo cáo tới cho bộ truyền	23
Hình 1.11. Cách truyền dữ liệu nối tiếp	23
Hình 1.12. Kết nối trên mạng I2C	25
Hình 1.13. Truyền nhận dữ liệu từ Master	26
Hình 1.14. Sơ đồ kết nối	27
Hình 1.15. Thiết bị master gửi điều kiện đến Slave	27
Hình 1.16. Slave so sánh địa chỉ từ Master	28
Hình 1.17. Thiết bị Master gửi điều kiện dừng	28
Hình 2.1. Arduino nano	29
Hình 2.2. Arduino nano datasheet	30
Hình 2.3. Sơ đồ thiết kế nguồn arduino nano.....	31
Hình 2.4. Sơ đồ mạch dao động arduino nano	32
Hình 2.5. Cảm biến LM393	33
Hình 2.6. Cảm biến rung	34
Hình 2.7. Sơ đồ nguyên lý cảm biến rung	35
Hình 2.8. Servo	36
Hình 2.9. Data sheet MP3 mini player	37
Hình 2.10. Loa 3W	39
Hình 2.11. Module Usb micro	40
Hình 3.1. Sơ đồ kết nối hệ thống	43
Hình 3.2. Sơ đồ nguyên lý	44
Hình 3.3. Tạo file mới	46
Hình 3.4. Cài đặt thư viện	46
Hình 3.5. Code chương trình	47
Hình 3.6. Nạp code cho mạch	48
Hình 3.7. Cơ chế kích hoạt	49
Hình 3.8. Cách thùng rác hoạt động	49
Hình 3.9. Thùng rác ở trạng thái không hoạt động	50
Hình 3.10. Sử dụng thùng rác bằng cảm biến hồng ngoại	51
Hình 3.11. Sử dụng thùng rác bằng cảm biến rung	51
Hình 3.12. Nắp thùng rác được mở	52
Hình 3.13. Sau 3s nắp thùng rác từ từ đóng lại	52

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 3.1. Kết nối cảm biến hồng ngoại LM393 và mạch arduino nano.....	44
Bảng 3.2. Kết nối cảm biến rung và mạch arduino nano	44
Bảng 3.3. Kết nối MP3 mini player và mạch arduino nano	45
Bảng 3.4. Kết nối Servo MG996R và mạch arduino nano.....	45
Bảng 3.5. Kết nối Module micro usb và mạch arduino nano	45
Bảng 3.6. Kết nối MP3 mini player và Loa 3W.....	45

Đại học Sao Đỏ

MỞ ĐẦU

Hiện nay, với sự bùng nổ về khoa học kỹ thuật và công nghệ thông tin, tốc độ đô thị hóa ngày càng nhanh và ngày càng phát triển, nhu cầu sử dụng công nghệ tiên tiến ngày một nhiều. Các xu hướng công nghệ ngày càng phát triển và mang tính chất cách mạng trong đó có công nghệ IoT (Internet of Things) đã trở thành một xu hướng quan trọng và ảnh hưởng đến nhiều lĩnh vực trong cuộc sống. Sự kết nối giữa các thiết bị thông minh, cảm biến, và hệ thống máy tính mở ra những khả năng đặc biệt, từ việc tối ưu hóa quản lý năng lượng đến cải thiện chất lượng cuộc sống hằng ngày. Với sự phát triển của “IoT” các sản phẩm công nghệ hiện đại ngày càng trở nên phổ biến vì vậy nhu cầu nghiên cứu các sản phẩm công nghệ mới phục vụ cho đời sống ngày càng cao và cần thiết.

Công nghệ IoT đang ngày càng phát triển với tốc độ chóng mặt, và được dự đoán sẽ trở thành xu hướng công nghệ chủ đạo trong tương lai. Các sản phẩm công nghệ IoT sẽ ngày càng trở nên phổ biến và thông minh hơn, mang lại nhiều tiện ích cho cuộc sống con người. Với mục đích giúp cho mọi người sử dụng thùng rác một cách thuận tiện và hiện đại hơn với cơ chế tự động theo xu hướng ngôi nhà thông minh đồng thời em muốn tìm hiểu sâu hơn về công nghệ lập trình mạch để tạo ra các sản phẩm có thể có thể kết hợp với các mô hình IoT hiện đại.

Trên cơ sở đó, em đã quyết định thực hiện đề tài nghiên cứu và ứng dụng công nghệ IoT vào sản phẩm thùng rác thông minh. Mục đích của đề tài là tạo ra một sản phẩm thùng rác thông minh có khả năng đóng mở nắp tự động, góp phần cải thiện chất lượng cuộc sống, đáp ứng nhu cầu sử dụng và giải quyết vấn đề trong việc sử dụng thùng rác trong cuộc sống hằng ngày trở nên hiện đại và thuận tiện hơn.

Trong quá trình nghiên cứu và phát triển sản phẩm, em đã gặp phải một số thách thức và khó khăn nhưng em đã cố gắng và nỗ lực để hoàn thành nhiệm vụ đặt ra và đúng thời hạn nhưng do còn hạn chế về kiến thức và thời gian thực hiện nên chắc chắn sẽ không tránh khỏi những thiếu sót, hạn chế, mong quý Thầy/Cô thông cảm. Em rất biết ơn và mong được những ý kiến đóng góp của quý Thầy/Cô về đề tài này.

a. Lí do chọn đề tài

Thùng rác là một vật dụng quen thuộc trong cuộc sống hàng ngày của con người. Chúng được sử dụng để chứa rác thải sinh hoạt, rác thải công nghiệp,... Thùng rác có vai trò quan trọng trong việc bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng. Tuy nhiên, việc sử dụng thùng rác truyền thống có một số hạn chế như:

- Phải dùng tay để mở nắp thùng rác, có thể gây ô nhiễm cho tay
- Nhiều người sử dụng tay để mở cùng một thùng rác có khả năng lây lan virus, vi khuẩn gây bệnh ví dụ như covid...
- Không phù hợp với các mô hình cơ sở hạ tầng hiện đại, tự động hóa
- Thiết kế đơn giản, không có nhiều tính năng

Để khắc phục những hạn chế trên, em đã nghiên cứu thiết kế ra một thùng rác thông minh, có khả năng tự đóng mở nắp tự động và phát ra âm thanh.

Thùng rác tự đóng mở nắp tự động sử dụng cảm biến để phát hiện người dùng. Khi có người kích hoạt cảm biến, cảm biến sẽ nhận diện và kích hoạt cơ chế mở nắp thùng đồng thời phát ra âm thanh phản hồi lại người dùng. Khi người dùng bỏ rác vào thùng và rời đi, nắp thùng sẽ tự động đóng lại.

Thùng rác tự đóng mở nắp tự động mang lại nhiều lợi ích như:

Tiện lợi cho người sử dụng: Người dùng không cần phải dùng tay để mở nắp thùng, giúp tiết kiệm thời gian và công sức.

Giảm nguy cơ ô nhiễm cho tay: Người dùng không cần phải chạm tay vào nắp thùng rác, giúp giảm nguy cơ tiếp xúc với vi khuẩn và các chất ô nhiễm.

Nhắc nhở người dùng bỏ rác đúng cách: Âm thanh nhắc nhở có thể giúp người dùng bỏ rác đúng cách, tránh vứt rác bừa bãi, và truyền thông điệp bảo vệ môi trường.

Đề tài đồ án “Tạo thùng rác có khả năng tự đóng mở nắp tự động và phát ra âm thanh” có ý nghĩa quan trọng trong việc nâng cao chất lượng cuộc sống. Thùng rác sẽ khắc phục những hạn chế của thùng rác truyền thống, mang lại nhiều tiện ích cho người sử dụng, góp phần bảo vệ môi trường và sức khỏe cộng đồng. Đem lại cảm giác vệ sinh trong gia đình, là một thiết kế tuyệt vời cho những ngôi nhà hiện đại không chỉ làm nhiệm vụ đựng rác, nó còn thể hiện sự văn minh của gia đình hiện đại và đặc biệt phù hợp cho căn bếp của chị em phụ nữ.

b. Mục tiêu đề tài

- Tìm hiểu nghiên cứu công nghệ IoT, board mạch arduino
- Sử dụng tính năng của cảm biến hồng ngoại và cảm biến rung để kích hoạt cơ chế đóng mở cho thùng rác
- Thiết kế được một chiếc thùng rác có khả năng mở và đóng nắp tự động và có tính năng phát âm thanh
- Khi phát hiện người dùng trong phạm vi cảm biến thùng rác tự động mở nắp
- Sau 3s khi người dùng rời đi thùng rác từ từ hạ nắp xuống một cách an toàn

- Khi nắp thùng rác mở ra âm thanh được phát ra loa

c. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

➤ Đối tượng nghiên cứu

Công nghệ Internet of Thing(IoT): Nghiên cứu về các giao thức kết nối, cách thức hoạt động, mô hình truyền tải và vận hành của công nghệ IoT.

Thùng rác thông minh: Nghiên cứu cách thiết kế và cách hoạt động của thùng rác thông minh bao gồm cơ cấu cơ học, linh kiện điện tử

Arduino Nano: Nghiên cứu Arduino nano bao gồm cấu tạo, vi điều khiển cách hoạt động, sơ đồ data sheet và cách lập trình nạp code vào mạch

Module cảm biến hồng ngoại: Phân tích và thử nghiệm hiệu suất của module cảm biến hồng ngoại để xác định sự hiện diện của người dùng và kích hoạt servo mở nắp thùng rác.

Module thẻ nhớ: Sử dụng module thẻ nhớ để lưu trữ thông điệp âm thanh về bảo vệ môi trường và phát lại chúng khi nắp thùng rác ~~được~~ mở.

Servo: Nghiên cứu cách sử dụng servo để điều khiển việc mở nắp thùng rác và giải quyết các khía cạnh cơ khí của việc đóng mở nắp thùng rác.

Giao thức kết nối UART và I2C: Nghiên cứu về phương pháp truyền tải dữ liệu, cấu trúc và nguyên lý hoạt động của giao thức

➤ Phạm vi nghiên cứu

- Sử dụng board Arduino nano làm khối điều khiển trung tâm
- Số lượng cảm biến: 2
 - Cảm biến hồng ngoại LM393
 - Cảm biến rung SW-420
- Thùng rác hoạt động trong điều kiện ổn định
- Hiệu suất cảm biến hồng ngoại và cảm biến rung
- Sử dụng module thẻ nhớ để ghi và phát lại thông điệp âm thanh
- Dùng động cơ Servo MG996R
- Tương tác Người dùng: Điều tra cách người dùng tương tác với hệ thống, nhận thức về thông điệp âm thanh và đánh giá mức độ chấp nhận và hài lòng của họ đối với sản phẩm.
- Đề tài xây dựng trên thùng rác có sẵn

d. Phương pháp nghiên cứu

Nghiên cứu các nguyên lý hoạt động của các thành phần chính trong của thùng rác thông minh thông qua các phương pháp kết nối các module của mô hình Arduino

Tìm hiểu các thông số trên các mô hình Arduino, từ đó thiết kế mô hình có kiến trúc tương tự áp dụng vào dự án.

Tìm hiểu về thông số phần cứng về cách kết nối và lập nạp một chương trình mới trên board.

Tìm hiểu về thói quen sử dụng thùng rác của mọi người để điều chỉnh mô hình cho phù hợp với nhu cầu thực tế.

Phương pháp thực nghiệm:

Tiến hành thiết kế các kết nối phần cứng được sử dụng trên board mạch arduino nano và kết nối với phần mềm nhúng Arduino IDE để kết luận về ưu điểm của mô hình Arduino IoT dựa trên thiết kế phần cứng từ đó đưa ra phương pháp để xây dựng sản phẩm thùng rác thông minh.

Thực hiện kết nối và lập trình các board mạch để đánh giá hiệu quả hoạt động về tần suất của các phần cứng.

Theo dõi tần suất mở nắp thùng rác trong một khoảng thời gian nhất định, đo thời gian mở thùng rác, đo âm lượng phát ra từ loa.

e. Bộ cục báo cáo

• Mở đầu

Trong phần em trình bày phần đặt vấn đề dẫn nhập lý do chọn đề tài , mục tiêu của đề tài, đối tượng nghiên cứu và phạm vi nghiên cứu, phương pháp nghiên cứu của đề tài.

• Chương 1: Cơ sở lý thuyết

Chương này trình bày khái niệm tổng quan về IoT, khái niệm của mạch arduino nano và các module trong hệ thống, trình bày giao thức UART và I2C. Phân tích những ưu điểm của hệ thống dựa trên các thiết kế phần cứng trong mô hình.

• Chương 2: Phân tích linh kiện

Chương này trình bày về các linh kiện được sử dụng trong đề tài, thông số kỹ thuật và nguyên lý hoạt động của các linh kiện, phân tích sự tương thích và phù hợp của linh kiện trong đề tài

• Chương 3: Thiết kế sản phẩm

Trình bày sơ đồ kết nối, sơ đồ nguyên lý, cách thiết kế sản phẩm, kết nối linh kiện và thiết lập môi trường nạp code cho chương trình, trình bày cơ chế hoạt động của thùng rác thông minh và kết quả thực nghiệm

• Kết luận và hướng phát triển

Phần này trình bày kết quả mà đề tài đã đạt được và những phần chưa đạt được. Đồng thời, đưa ra những giải pháp khắc phục và những hướng phát triển cho đề tài để có thể ứng dụng sản phẩm vào cuộc sống.

Trình bày các kiến thức, cũng như kỹ năng đạt được sau khi thực hiện đề tài như: Sử dụng cảm biến, cách lập trình cho arduino để thùng rác thực hiện một số tác vụ theo yêu cầu đồng thời là những hình ảnh thực tế của thùng rác hoạt động. Đưa ra kết luận tổng quan về những gì đã và chưa đạt được của đề tài. Từ đó đưa ra hướng phát triển để tăng hiệu năng của sản phẩm và có thể ứng dụng vào thực tế đời sống.

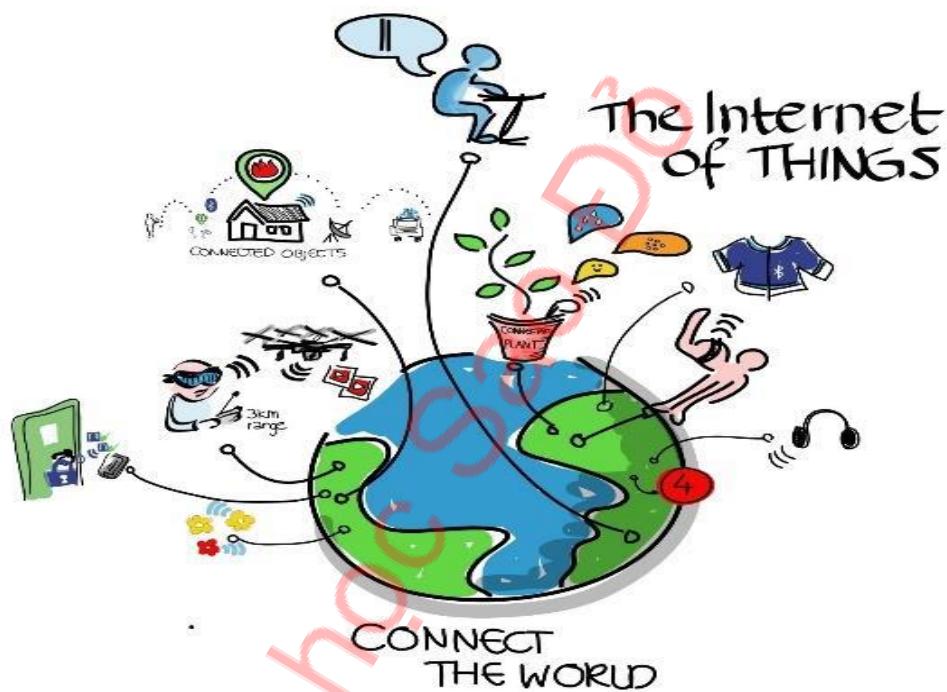
CHƯƠNG 1: CƠ SỞ LÝ THUYẾT

1.1. Tổng quan IoT

1.1.1. Khái niệm IoT

Nền tảng IoT (Internet of Things - Mạng lưới vạn vật) là một hệ thống bao gồm các thiết bị vật lý được kết nối với nhau và với Internet. Các thiết bị này có thể thu thập, xử lý và truyền dữ liệu về môi trường xung quanh.

Nền tảng IoT có thể được sử dụng để tạo ra các hệ thống tự động hóa, giám sát và phân tích dữ liệu. Các hệ thống này có thể được ứng dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, bao gồm sản xuất, vận tải, chăm sóc sức khỏe, nhà thông minh, v.v.



Hình 1.1. “Internet of Things”

Nền tảng IoT bao gồm các thành phần chính sau:

Thiết bị IoT: Đây là các thiết bị vật lý được kết nối với nhau và với Internet. Các thiết bị IoT có thể bao gồm cảm biến, công tắc, động cơ, v.v.

Mạng kết nối: Mạng kết nối là phương tiện để các thiết bị IoT giao tiếp với nhau và với Internet. Các mạng kết nối có thể bao gồm Wi-Fi, Ethernet, 3G/4G, v.v.

Trung tâm dữ liệu: Trung tâm dữ liệu là nơi lưu trữ và xử lý dữ liệu được thu thập từ các thiết bị IoT.

Phần mềm ứng dụng: Phần mềm ứng dụng là phần mềm được sử dụng để điều khiển và quản lý các thiết bị IoT và dữ liệu được thu thập từ chúng. Hiện nay, có rất nhiều cộng đồng và nền tảng phát triển hỗ trợ làm sản phẩm IoT như là:

Social: Cộng đồng mã nguồn mở dùng ngôn ngữ Arduino - Top 3 ngôn ngữ lập trình thông dụng.

Mobile: Blynk một ứng dụng trên hai nền tảng IOS và Android giúp bạn làm nhanh một ứng dụng trong vòng 5 phút để giám sát và điều khiển các thiết bị IoT.

Analyze: ThingSpeak nền tảng mã nguồn mở IoT cho phép bạn hiển thị và phân tích dữ liệu.

Cloud: Particle Dashboard hỗ trợ lập trình IDE online, lập trình một thiết bị phần cứng như lập trình web với Restful

1.1.2. Thiết bị IoT

Thiết bị IoT là thành phần quan trọng nhất của nền tảng IoT. Các thiết bị IoT có thể thu thập, xử lý và truyền dữ liệu về môi trường xung quanh.



Hình 1.2. Thiết bị IoT

Các thiết bị IoT có thể được phân loại theo chức năng của chúng, bao gồm:

Thiết bị cảm biến: Các thiết bị cảm biến thu thập dữ liệu về môi trường xung quanh, chẳng hạn như nhiệt độ, độ ẩm, ánh sáng, v.v.

Thiết bị điều khiển: Các thiết bị điều khiển thực hiện các hành động dựa trên dữ liệu được thu thập từ các thiết bị cảm biến, chẳng hạn như bật/tắt đèn, mở/đóng cửa.

Thiết bị giao tiếp: Các thiết bị giao tiếp cung cấp kết nối giữa các thiết bị IoT và Internet.

Thiết bị IoT ngày càng nhỏ gọn và tiết kiệm năng lượng, giúp dễ dàng tích hợp vào các vật dụng và thiết bị hàng ngày.

Các thiết bị IoT ngày càng trở nên thông minh hơn, có thể tự học và thích ứng với môi trường xung quanh.

Các thiết bị IoT đang được sử dụng trong nhiều lĩnh vực khác nhau, từ sản xuất đến chăm sóc sức khỏe.

Các thiết bị IoT có tiềm năng tác động sâu sắc đến cuộc sống của chúng ta, giúp chúng ta sống hiệu quả và an toàn hơn.

1.1.3. Cơ sở kỹ thuật của IoT

Giao thức kết nối là một phần quan trọng của cơ sở kỹ thuật trong lĩnh vực Internet of Things (IoT), đóng vai trò quyết định trong việc chuyển đổi dữ liệu giữa các thiết bị kết nối một số giao thức tiêu biểu như:

- **MQTT**: Một giao thức cho việc thu thập dữ liệu và giao tiếp cho các máy chủ (D2S)
- **CoAP**: Một giao thức mạnh mẽ dành cho các thiết bị có tài nguyên hạn chế, chẳng hạn như các cảm biến IoT
- **DDS**: Giao thức tốc độ cao cho việc tích hợp máy thông minh (D2D)
- **AMQP**: Hệ thống hàng đợi được thiết kế để kết nối các máy chủ với nhau
- **HTTP/HTTPS**: Giao thức được sử dụng trong IoT để truyền tải dữ liệu giữa thiết bị và các hệ thống backend
- **WebSockets**: WebSockets cung cấp một kênh truyền thông liên tục giữ máy khách và máy chủ thích hợp cho các ứng dụng yêu cầu truyền tải dữ liệu liên tục và thời gian thực.
- **Thread**: Thread là một tiêu chuẩn giao thức mạng dành cho IoT, chủ yếu sử dụng giao thức IPv6. Cung cấp khả năng tự tổ chức và tự động cấu hình mạng

+ Mạng và Bảo mật:

- IPv6: Cung cấp không gian địa chỉ lớn hơn để hỗ trợ lượng lớn thiết bị kết nối.
- TLS/SSL (Transport Layer Security/Secure Sockets Layer): Đảm bảo an toàn trong việc truyền tải dữ liệu giữa các thiết bị IoT và các hệ thống backend.
- Firewalls và Mô hình Bảo mật Zero Trust: Bảo vệ mạng IoT khỏi các mối đe dọa bảo mật bằng cách áp dụng các biện pháp kiểm soát truy cập nghiêm ngặt.

+ Quản lý Thiết bị và Đăng ký:

- IoT Device Management Platforms (DMPs): Quản lý vòng đời của thiết bị từ đăng ký, cập nhật firmware đến theo dõi tình trạng hoạt động.
- OTA (Over-The-Air) Updates: Cho phép cập nhật firmware từ xa, giảm thiểu sự gián đoạn hoạt động của thiết bị.

+ Tiêu chuẩn Hỗ trợ:

- IoT Standards: Các tiêu chuẩn như Zigbee, Z-Wave, và Thread giúp định rõ các quy tắc và giao thức để thiết bị có thể tương tác với nhau một cách hiệu quả.

+ Năng lượng và Hiệu suất:

- Low Power and Energy Harvesting: Thiết kế thiết bị để sử dụng ít năng lượng và khai thác năng lượng từ môi trường nếu có thể.

+ Giao diện Người dùng:

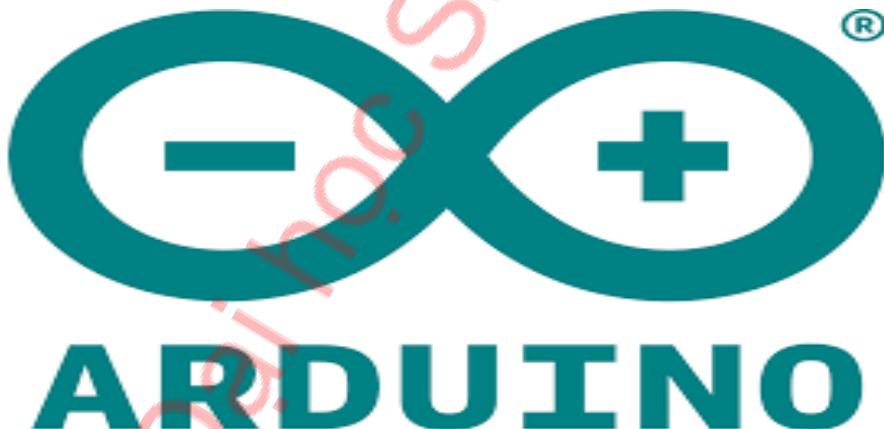
- APIs (Application Programming Interfaces): Cung cấp các giao diện để ứng dụng và dịch vụ có thể tương tác với thiết bị IoT.
- User Interface (UI) và User Experience (UX): Tích hợp giao diện người dùng thân thiện để quản lý và theo dõi thiết bị IoT.

+ Các tiêu chí kĩ thuật của IoT:

Các tiêu chí hình thức chính của thiết bị khi triển khai một ứng dụng IoT là phải giá thành thấp, mỏng, nhẹ...và như vậy phần năng lượng nuôi thiết bị cũng sẽ trở nên nhỏ gọn lại, năng lượng tích trữ cũng sẽ trở nên ít đi. Do đó đòi hỏi thiết bị phải tiêu tốn một công suất cực nhỏ (Ultra Low Power) để sử dụng nguồn năng lượng có hạn đó. Bên cạnh đó yêu cầu có những giao thức truyền thông không dây gọn nhẹ hơn, đơn giản hơn, đòi hỏi ít công suất hơn (Low Energy Wireless Technologies) như Zigbee, BLE (Bluetooth low energy), ANT/ANT+, NIKE+...

1.2. Tổng quan về arduino nano

Arduino là một nền tảng nguyên mẫu (mã nguồn mở) dựa trên nền phần mềm và phần cứng dễ sử dụng. Nó bao gồm một bo mạch - thứ mà có thể được lập trình (đang để cập đến vi điều khiển) và một phần mềm hỗ trợ gọi là Arduino IDE (Môi trường phát triển tích hợp cho Arduino), được sử dụng để viết và nạp từ mã máy tính sang bo mạch vật lý.



Hình 1.3. Nền tảng arduino

Những tính năng chính như:

Các bo mạch Arduino có khả năng đọc các tín hiệu tương tự (analog) hoặc tín hiệu số (digital) làm đầu vào từ các cảm biến khác nhau và chuyển thành đầu ra như kích hoạt mô-tơ quay, bật / tắt đèn LED, kết nối mạng Internet hoặc nhiều hoạt động khác nữa.

Có thể điều khiển các chức năng của bo mạch của mình bằng cách nạp các tập lệnh đến vi điều khiển trên bo mạch. Thông qua phần mềm hỗ trợ là Arduino IDE.

Không giống như bo mạch có khả năng lập trình trước kia, Arduino chỉ cần bạn sử dụng cáp USB để nạp mã vào trong bo mạch.

Hơn nữa, phần mềm Arduino IDE sử dụng phiên bản giản thể của C++, làm việc học lập trình nó trở nên dễ dàng hơn rất nhiều

Môi trường phát triển tích hợp (IDE) của Arduino là một ứng dụng cross platform (nền tảng) được viết bằng Java, và từ IDE này sẽ được sử dụng cho ngôn ngữ lập trình xử lý (Processing programming language) và project Wiring. Nó được thiết kế để dành cho những người mới tập làm quen với lĩnh vực phát triển phần mềm. Nó bao gồm một chương trình code editor với các chức năng như đánh dấu cú pháp, tự động brace matching, và tự động canh lề, cũng như compile (biên dịch) và upload chương trình lên board chỉ với 1 cú nhấp chuột. Một chương trình hoặc code viết cho Arduino được gọi là một sketch. Các chương trình Arduino được viết bằng C hoặc C++. Arduino IDE đi kèm với một thư viện phần mềm được gọi là "Wiring", từ project Wiring gốc có thể giúp các thao tác input/output được dễ dàng hơn. Người dùng chỉ cần định nghĩa 2 hàm để tạo ra một chương trình vòng thực thi (cyclic executive) có thể chạy được:

- Setup (): hàm này chạy mỗi khi khởi động một chương trình, dùng để thiết lập các cài đặt.

- Loop (): hàm này được gọi lặp lại cho đến khi tắt nguồn board mạch

1.2.1. Các loại kết nối trong Arduino:

+ Kết nối hồng ngoại:

Hầu hết chúng ta đã sử dụng remote hồng ngoại để điều khiển TV, quạt, máy điều hòa,... nhưng không phải ai cũng biết remote làm việc ra sao. Tín hiệu hồng ngoại là 1 chùm sóng ánh sáng không thể nhìn thấy bằng mắt thường, do đó, bạn không thể thấy ánh sáng khi nhìn vào cái đèn LED.

Trên remote có một hoặc nhiều LEDs hồng ngoại được sử dụng để truyền tín hiệu hồng ngoại. Tín hiệu này sẽ được nhận bởi một bộ thu hồng ngoại đặc biệt và chuyển thành dạng xung điện, sau đó các xung điện này được chuyển đổi thành dữ liệu được sử dụng cho các thiết bị điện tử.

Về ưu điểm:

Kết nối hồng ngoại dễ cài đặt và thiết lập, nó giữ được kết nối ổn định trong phạm vi cho phép và đang rất phổ biến trong cuộc sống hằng ngày

Về nhược điểm:

Do là kết nối kiểu cũ nên hồng ngoại có phạm vi kết nối ngắn, dễ bị gây nhiễu hoặc chấn bởi vật cản và phụ thuộc nhiều vào thiết bị điều khiển.

+ Kết nối bluetooth

Bluetooth là một đặc tả công nghiệp cho truyền thông không dây tầm gần giữa các thiết bị điện tử. Công nghệ này hỗ trợ việc truyền dữ liệu qua các khoảng cách ngắn giữa các thiết bị di động và cố định, tạo nên các mạng cá nhân không dây (Wireless Personal Area Network-PANs).

Bluetooth có thể đạt được tốc độ truyền dữ liệu 1Mb/s. Bluetooth hỗ trợ tốc độ truyền tải dữ liệu lên tới 720 Kbps trong phạm vi 10 m–100 m. Khác với kết nối hồng ngoại (IrDA), kết nối Bluetooth là vô hướng và sử dụng giải tần 2,4GHz.

Hiện nay loại kết nối này khá phổ biến, có mặt trong hầu hết tất cả các lĩnh vực của đời sống. Bluetooth cho phép kết nối và trao đổi thông tin giữa các thiết bị như điện thoại di động, điện thoại cố định, máy tính xách tay, PC, máy in, thiết bị định vị dùng GPS, máy ảnh số, và video game console. Tuy vậy, công nghệ bluetooth cũng có những nhược điểm riêng của nó. Khoảng cách kết nối cũng như phạm vi hoạt động tuy đã có sự cải tiến hơn so với kết nối hồng ngoại nhưng vẫn có giới hạn. Kết nối giữa các thiết bị sử dụng chỉ là 1-1 tức là nếu như cùng thời điểm chỉ có một thiết bị kết nối với một thiết bị thông qua kết nối này.

+ Kết nối Wifi

Phải nói rằng, nếu kết nối bluetooth là kết nối mang tính công nghệ thì kết nối wifi lại mang tính chất lịch sử. Nó mở ra sự gắn kết đưa mọi người đến với nhau từ khi mạng internet ra đời, con người đã có bước nhảy vọt trong việc thu thập cũng như tìm kiếm tri thức. Internet giúp cho những người cách xa nhau hàng trăm hàng nghìn cây số có thể liên lạc hay nói chuyện với nhau như đang ở cạnh nhau. Sau đó wifi ra đời và phổ biến rộng rãi đến tận ngày nay bởi vì sự tiện lợi của nó. Wi-Fi viết tắt từ Wireless Fidelity hay mạng 802.11 là hệ thống mạng không dây sử dụng sóng vô tuyến, giống như điện thoại di động, truyền hình và radio. Hệ thống này đã hoạt động ở một số sân bay, quán cafe, thư viện hoặc khách sạn. Hệ thống cho phép truy cập Internet tại những khu vực có sóng của hệ thống này, hoàn toàn không cần đến cáp nối. Ngoài các điểm kết nối công cộng (hotspots), wifi có thể được thiết lập ngay tại nhà riêng. Tuy cần phải có kết nối wifi ở điểm đầu và điểm cuối, tồn tài nguyên hơn so với 2 loại kết nối còn lại nhưng wifi có nhiều điểm mạnh đáng chú ý. Nó có 9 kết nối mạnh mẽ ở bất kì đâu miễn là bạn có kết nối internet. Ứng dụng phổ biến trong đời sống và hỗ trợ hầu hết các thiết bị kết nối mạng. Có thể điều khiển thiết bị khác ngay cả khi bạn cách xa nửa vòng trái đất. Vì sự tiện lợi này nên em đã quyết định sử dụng kết nối wifi trong khóa luận này

1.2.2. Arduino IDE

Arduino IDE (Arduino Integrated Development Environment) là một trình soạn thảo văn bản, giúp chúng ta có thể viết code để nạp vào bo mạch arduino.

Một chương trình viết bởi Arduino IDE được gọi là sketch, sketch được lưu dưới định dạng ino. IDE Arduino là phần mềm nguồn mở được viết bằng Java và sẽ làm việc được trên các nền tảng khác nhau: Windows, Mac, và Linux. IDE cho phép viết mã trong môi trường đặc biệt với sự nhấn mạnh cú pháp và các tính năng khác sẽ làm cho việc lập trình dễ dàng hơn, và sau đó dễ dàng tải mã vào thiết bị với việc đơn giản nháy vào một cái nút bấm.

1.3. Cảm biến (sensor)

Cảm biến là một thiết bị, mô-đun, máy móc hoặc hệ thống nhằm phát hiện các sự kiện hoặc thay đổi trong môi trường và chuyển đổi chúng thành tín hiệu có thể được sử dụng để gửi thông tin tới các thiết bị điện tử khác, thường là một bộ xử lý máy tính.

Cảm biến có sử dụng rất phổ biến trong cuộc sống hàng ngày, ví dụ như các nút cảm ứng trên thang máy (cảm biến tiếp xúc) và đèn tự tắt hoặc tự sáng khi chạm vào cơ sở, và được ứng dụng trong vô số các lĩnh vực.

Cảm biến biến trở và cảm biến trở lực vẫn được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Chúng có ứng dụng trong sản xuất và máy móc, hàng không và không gian, ô tô, y tế, robot và nhiều khía cạnh khác của cuộc sống hàng ngày. Ngoài ra, còn có rất nhiều loại cảm biến khác để đo lường các thuộc tính hóa học và vật lý của các vật liệu, bao gồm cả cảm biến quang học để đo chỉ số khúc xạ, cảm biến rung để đo độ nhót của chất lỏng và cảm biến điện hóa để giám sát độ pH của các chất lỏng.

Độ nhạy của một cảm biến cho biết tín hiệu đầu ra thay đổi như thế nào khi giá trị đầu vào mà nó đo thay đổi. Ví dụ, nếu một nhiệt kế chứa thủy ngân di chuyển 1 cm khi nhiệt độ thay đổi 1 °C, thì độ nhạy của nó là 1 cm/°C (được tính dựa trên đường cong đơn giản). Một số cảm biến có thể ảnh hưởng đến đối tượng mà chúng đo; ví dụ, một nhiệt kế nhiệt độ phòng khi được đặt trong một cốc chứa nước nóng sẽ làm lạnh chất lỏng trong khi chất lỏng làm nhiệt kế nóng lên. Thông thường, cảm biến được thiết kế để có tác động nhỏ đến đối tượng đo; việc làm cho kích thước cảm biến nhỏ hơn thường cải thiện tính chất này và có thể mang lại những lợi ích khác.

Công nghệ tiên tiến cho phép sản xuất ngày càng nhiều cảm biến trên một tỷ lệ nhỏ hơn bằng cách sử dụng công nghệ vi cơ điện tử vi mạch (MEMS). Thông thường, cảm biến vi nhỏ có thời gian đo nhanh hơn đáng kể và độ nhạy cao hơn so với cảm biến vi lớn hơn. Với nhu cầu ngày càng tăng về thông tin nhanh chóng, chi phí thấp và độ tin cậy cao trong thế giới ngày nay, cảm biến tiếp xúc - các thiết bị giá rẻ và dễ sử dụng để giám sát trong thời gian ngắn hoặc đo một lần - trở nên ngày càng quan trọng.

1.3.1. Module cảm biến vật cản hồng ngoại

Cảm biến vật cản hồng ngoại sử dụng một cặp truyền và nhận tia hồng ngoại. Tia hồng ngoại phát một tần số nhất định khi gặp vật cản sẽ phản xạ vào đèn thu hồng ngoại, sau khi qua IC so sánh đèn màu xanh sẽ sáng lên.

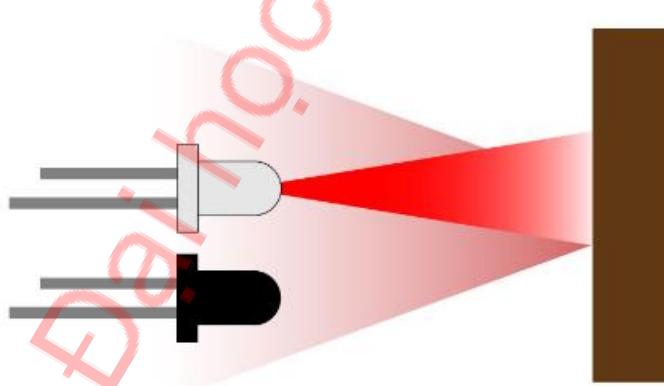
TX RX



Hình 1.4. Cảm biến hồng ngoại

Phát sóng hồng ngoại: Cảm biến hồng ngoại có thể được thiết kế để phát sóng hoặc nhận sóng hồng ngoại. Trong trường hợp phát sóng, cảm biến sẽ tạo ra sóng hồng ngoại và gửi nó ra môi trường xung quanh.

ánh sáng IR không phản xạ lại,
cảm biến không phát hiện được vật cản



ánh sáng IR gặp vật cản và phản xạ lại
cảm biến phát hiện được vật cản

Hình 1.5. Cách thức cảm biến hoạt động

Tương tác với môi trường: Sóng hồng ngoại sẽ tương tác với các vật thể trong môi trường. Các vật thể khác nhau có khả năng hấp thụ, phản xạ hoặc truyền sóng hồng ngoại theo các cách khác nhau.

Thu thập sóng phản xạ: Trong trường hợp cảm biến hồng ngoại là một bộ thu, nó sẽ thu lại sóng hồng ngoại được phản xạ từ các vật thể. Điều này có thể thực hiện thông qua một mảng cảm biến hoặc một cảm biến duy nhất, tùy thuộc vào thiết kế cụ thể của cảm biến.

Chuyển đổi thành tín hiệu điện: Sóng hồng ngoại thu được sau đó được chuyển đổi thành tín hiệu điện thông qua sử dụng các thành phần như bộ chuyển đổi quang điện hoặc bộ chuyển đổi sóng hồng ngoại. Điều này tạo ra một tín hiệu điện biểu thị mức độ sóng hồng ngoại được nhận thức.

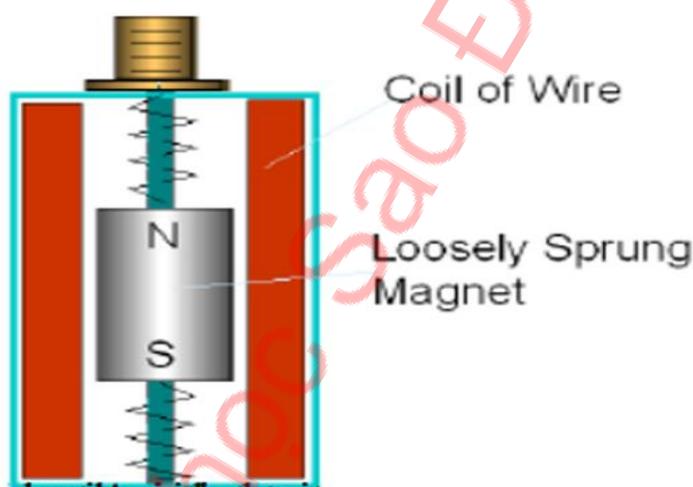
Xử lý tín hiệu: Tín hiệu điện thu được sau đó được xử lý để xác định thông tin cụ thể về mức độ sóng hồng ngoại và từ đó, các thông tin như sự có mặt, khoảng cách, hoặc các thông số khác liên quan đến đối tượng.

1.3.2. Cảm biến rung cơ học

Cảm biến rung (Vibration Sensor) là một loại thiết bị điện tử có khả năng đo lường độ rung động hoặc dịch chuyển của một các vật xung quanh

+ Nguyên tắc hoạt động:

Cảm biến rung hoạt động dựa trên nguyên tắc cơ học. Khi có gia tốc hoặc rung động diễn ra, khối cảm biến bên trong di chuyển hoặc biến đổi vị trí ban đầu.



Hình 1.6. Mô hình hoạt động cảm biến rung

Thay đổi vị trí này tạo ra một biến đổi điện trở hoặc điện áp, và thông qua cách đọc giá trị đó, ta có thể xác định mức độ gia tốc hoặc rung động.

+ Bộ cảm biến:

Cảm biến rung cơ học thường chứa một hoặc nhiều bộ cảm biến gia tốc nhỏ, có thể là các thiết bị cơ học như các khối dao động hoặc là cảm biến dựa trên hiệu ứng của điện tử.

+ Duy trì vị trí ban đầu:

Trong trạng thái không chuyển động, cảm biến giữ cho một vị trí ban đầu. Nếu không có gia tốc, các thành phần cảm biến được duy trì ở vị trí cân bằng của chúng.

+ Phát hiện thay đổi:

Khi có gia tốc xảy ra, cảm biến bắt đầu phát hiện sự thay đổi trong vị trí của các thành phần cảm biến. Đối với các cảm biến gia tốc dựa trên hiệu ứng điện tử, sự thay đổi này có thể ảnh hưởng đến dòng điện hoặc điện áp tạo ra bởi cảm biến.

+ Ghi nhận giá trị gia tốc:

Thông qua quá trình đo lường sự thay đổi vị trí, cảm biến có thể xác định giá trị gia tốc tương ứng với sự chuyển động của vật thể. Thông thường, đơn vị đo gia tốc là "g" (1 g tương đương với gia tốc của trọng trường trái đất, khoảng 9.8 m/s²).

+ Tín hiệu đầu ra:

Các giá trị gia tốc được chuyển thành tín hiệu đầu ra mà hệ thống có thể hiểu và sử dụng. Thông thường, cảm biến sẽ gửi thông tin này đến một vi xử lý để xử lý dữ liệu và thực hiện các hành động tương ứng, chẳng hạn như phát hiện rung động, đo lường góc quay, hoặc theo dõi vị trí.

1.4. Các chuẩn giao thức sử dụng trong đề tài

1.4.1. Giao tiếp Serial - UART

UART, viết tắt của Universal Asynchronous Receiver Transmitter, là một giao thức truyền dữ liệu nối tiếp bất đồng bộ. Giao thức này được sử dụng rộng rãi trong các thiết bị điện tử, từ máy tính, điện thoại thông minh đến các thiết bị IoT.

a. Khung dữ liệu UART:

Một khung dữ liệu UART bao gồm các thành phần sau:

- Start bit: Bit bắt đầu, có giá trị 0 hoặc 1, được truyền trước dữ liệu để báo hiệu cho bên nhận rằng sắp có dữ liệu truyền đến.
- Data bits: Bit dữ liệu, có thể có độ dài từ 5 đến 9 bit.
- Parity bit: Bit chẵn lẻ, có thể được sử dụng để kiểm tra dữ liệu truyền có chính xác hay không.
- Stop bit: Bit dừng, có giá trị 0 hoặc 1, được truyền sau dữ liệu để báo hiệu cho bên nhận rằng dữ liệu đã được truyền xong.

b. Các chế độ truyền UART:

UART có thể hoạt động ở các chế độ sau:

- Chế độ 8 bit: Chế độ này sử dụng 8 bit dữ liệu, không có bit chẵn lẻ và 1 bit dừng.
- Chế độ 9 bit: Chế độ này sử dụng 9 bit dữ liệu, có thể có bit chẵn lẻ và 1 bit dừng.
- Các ưu điểm của UART
- Đơn giản và dễ sử dụng: UART là một giao thức đơn giản và dễ sử dụng.
- Tốc độ truyền nhanh: UART có thể truyền dữ liệu với tốc độ lên đến 115.200 bps.
- Tương thích với nhiều thiết bị: UART là một giao thức tương thích với nhiều thiết bị điện tử.

c. Các khái niệm quan trọng trong chuẩn truyền thông UART

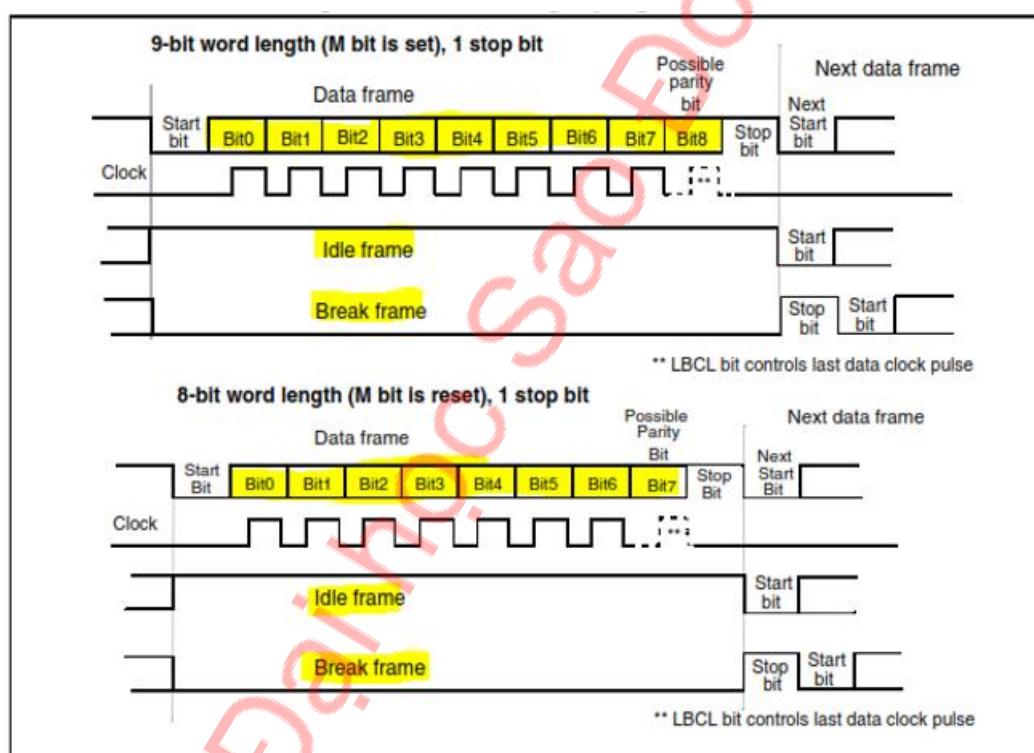
Baud rate: Số bit truyền được trong 1s nhận không đồng bộ thì ở các bên truyền và nhận phải thống nhất Baudrate.

Các thông số tốc độ Baudrate thường hay sử dụng để giao tiếp với máy tính là 600,1200,2400,4800,9600,14400,19200,38400,56000,57600,115200.

Frame: Ngoài việc giống nhau của tốc độ baud 2 thiết bị truyền nhận thì khung truyền của bên cũng được cấu hình giống nhau. Khung truyền quy định số bit trong mỗi lần truyền, bit bắt đầu “Start bit”, các bit kết thúc (Stop bit), bit kiểm tra tính chẵn lẻ (Parity), ngoài ra số bit quy định trong một gói dữ liệu cũng được quy định bởi khung truyền. Có thể thấy, khung truyền đóng một vai trò rất quan trọng trong việc truyền thành công dữ liệu.

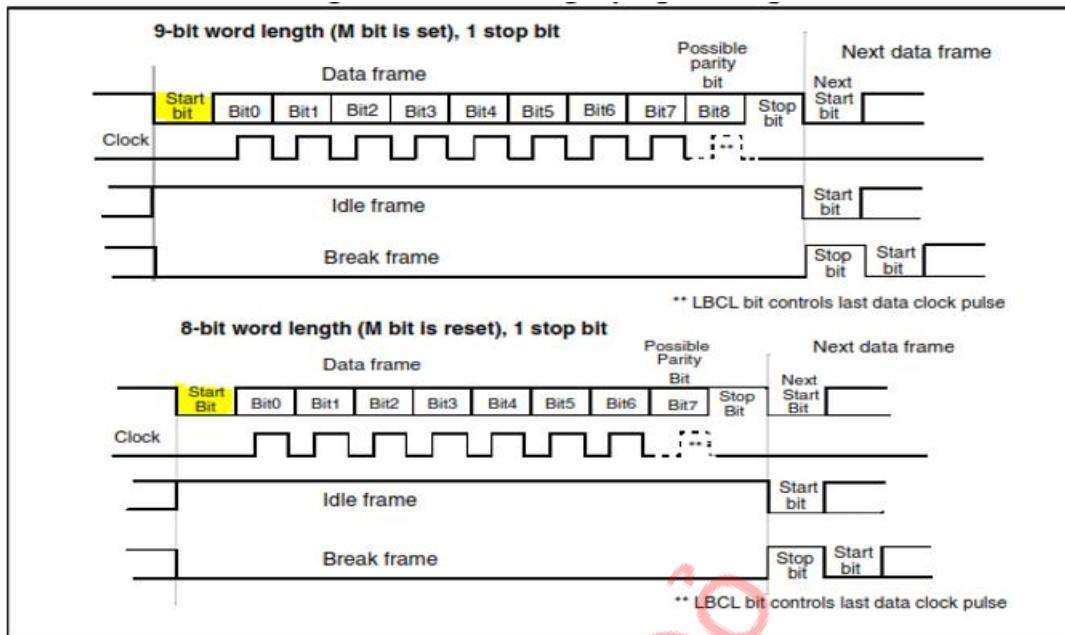
Idle frame: Đường truyền UART ở mức “1”, để xác nhận hiện tại đường truyền dữ liệu trống, không có frame nào đang được truyền đi.

Break frame: Đường truyền UART ở mức “0”, để xác nhận hiện tại trên đường truyền đang truyền dữ liệu, có frame đang được truyền đi.



Hình 1.7. Idle frame và break frame trong đường truyền

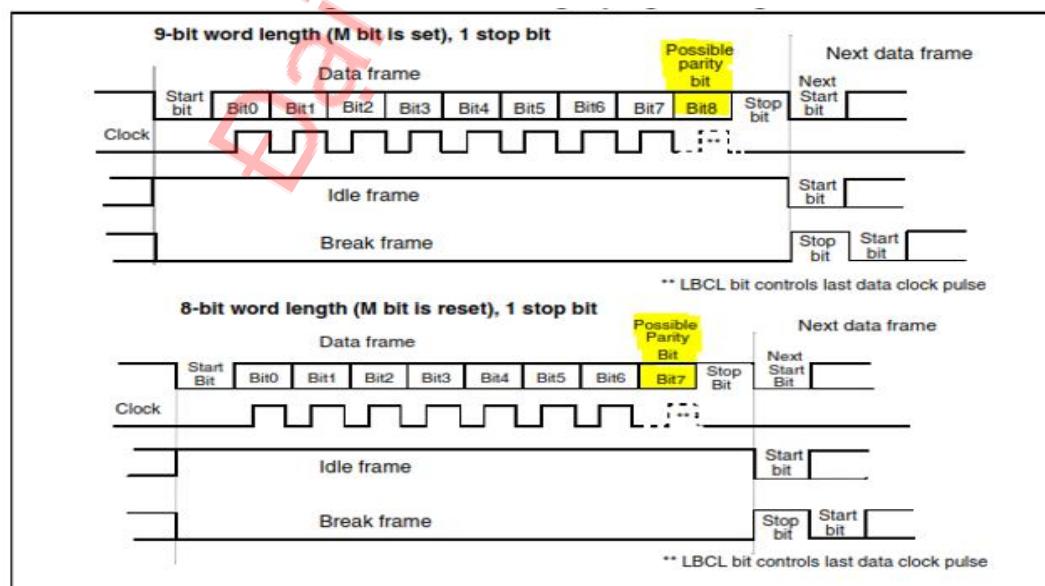
Start bit: Bit đầu tiên được truyền trong một frame, bit này có chức năng báo cho bên nhận rằng sắp có một gói dữ liệu truyền đến. Đường truyền UART luôn ở trạng thái cao mức “1” cho đến khi chip muốn truyền dữ liệu đi thì nó gọi bit start bằng cách kéo xuống mức “0”. Như vậy start bit giá trị điện áp 0V và phải bắt buộc có bit start trong khung truyền



Hình 1.8. Mô hình Start bit trong đường truyền

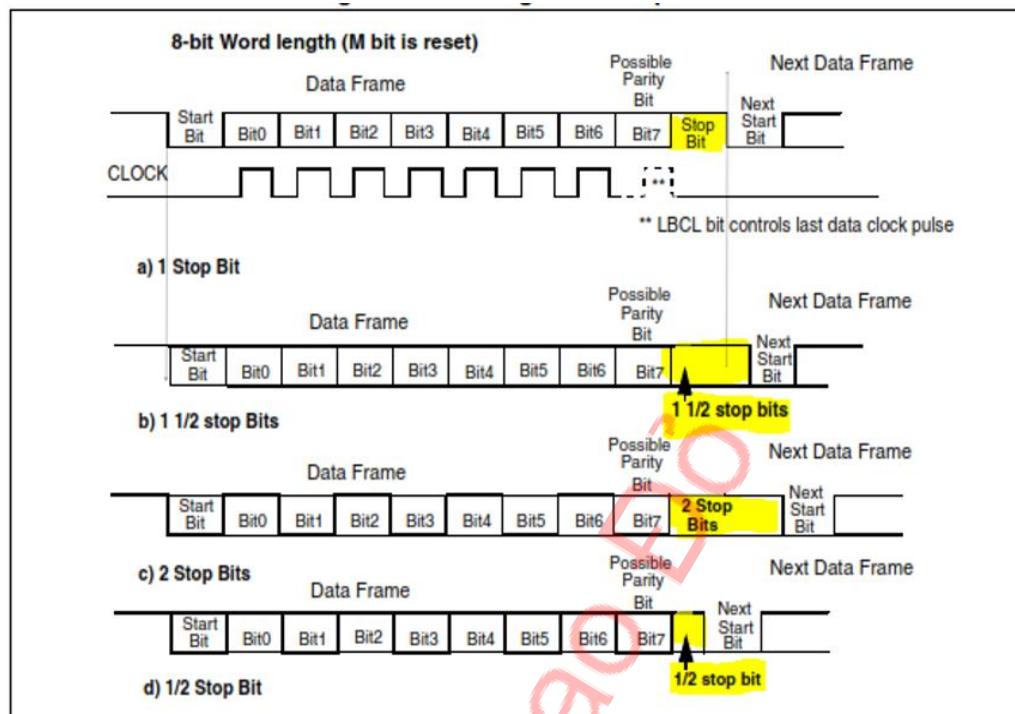
Data: Data hay dữ liệu là thông tin mà chúng ta nhận được trong quá trình truyền và nhận. Data trong STM32 có quy định khung truyền là 8bit hoặc 9bit. Trong quá trình truyền UART, bit có trọng số thấp nhất (LSB – least significant bit – bên phải) sẽ được truyền trước và cuối cùng là bit có ảnh hưởng cao nhất (MSB – most significant bit – bên trái)

Parity bit: Parity dùng để kiểm tra dữ liệu truyền có đúng hay không. Có 2 loại Parity đó là Parity chẵn (even parity) và parity lẻ (odd parity). Parity chẵn nghĩa là số bit 1 trong data truyền cùng với bit Parity luôn là số chẵn, ngược lại nếu Parity lẻ nghĩa là số bit 1 trong data truyền cùng với bit Parity luôn là số lẻ. Bit Parity không phải là bit bắt buộc và vì thế chúng ta có thể loại bỏ bit này ra khỏi khung truyền.



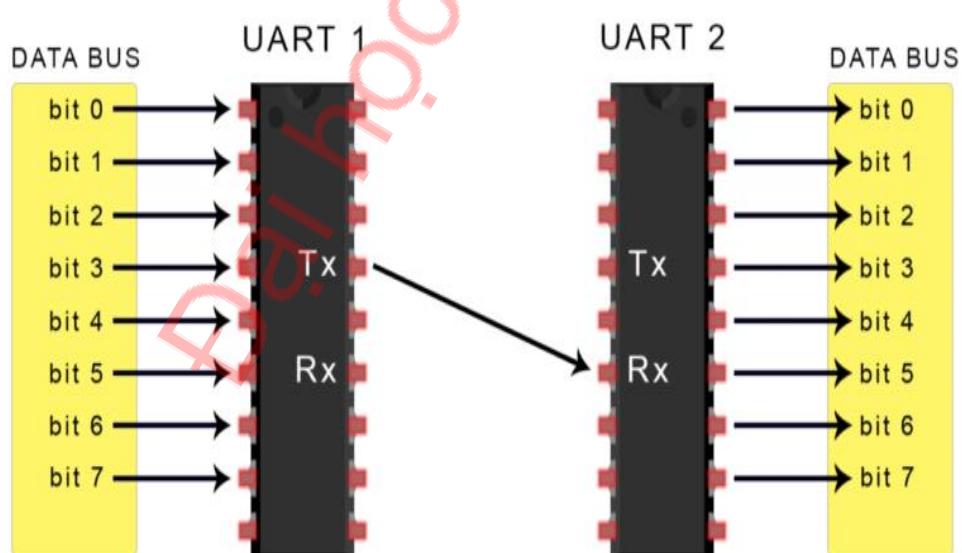
Hình 1.9. Parity kiểm tra dữ liệu truyền

Stop bits: Stop bits là một bit báo cáo để cho bộ truyền/nhận biết được gói dữ liệu đã được gửi xong. Stop bits là bit bắt buộc phải có trong khung truyền. Stop bits có thể là 1 bit, 1.5 bit, 2 bit, 0.5 bit tùy thuộc vào ứng dụng UART của người sử dụng.



Hình 1.10. Stop bits báo cáo tới cho bộ truyền

d. Nguyên lý hoạt động



Hình 1.11. Cách truyền dữ liệu nối tiếp

+ UART truyền dữ liệu nối tiếp, theo 1 trong 3 chế độ:

- Simplex: Chỉ tiến hành giao tiếp một chiều
- Half duplex: Dữ liệu sẽ đi theo một hướng tại 1 thời điểm
- Full duplex: Thực hiện giao tiếp đồng thời đến và đi từ mỗi master và slave

Chân Tx (truyền) của một chip sẽ kết nối trực tiếp với chân Rx (nhận) của chip khác và ngược lại. Quá trình truyền dữ liệu thường sẽ diễn ra ở 3.3V hoặc 5V. Uart là một giao thức giao tiếp giữa một master và một slave. Trong đó 1 thiết bị được thiết lập để tiến hành giao tiếp với chỉ duy nhất 1 thiết bị khác.

Dữ liệu truyền đến và đi từ Uart song song với thiết bị điều khiển. Khi tín hiệu gửi trên chân Tx (truyền), bộ giao tiếp Uart đầu tiên sẽ dịch thông tin song song này thành dạng nối tiếp và sau đó truyền tới thiết bị nhận. Chân Rx (nhận) của Uart thứ 2 sẽ biến đổi nó trở lại thành dạng song song để giao tiếp với các thiết bị điều khiển.

Dữ liệu truyền qua Uart sẽ đóng thành các gói (packet). Mỗi gói dữ liệu chứa 1 bit bắt đầu, 5 – 9 bit dữ liệu (tùy thuộc vào bộ Uart), 1 bit chẵn lẻ tùy chọn và 1 bit hoặc 2 bit dừng.

Quá trình truyền dữ liệu Uart sẽ diễn ra dưới dạng các gói dữ liệu này, bắt đầu bằng 1 bit bắt đầu, đường mức cao được kéo dần xuống thấp. Sau bit bắt đầu là 5 – 9 bit dữ liệu truyền trong khung dữ liệu của gói, sau là bit chẵn lẻ tùy chọn để nhằm xác minh việc truyền dữ liệu thích hợp. Sau cùng, 1 hoặc nhiều bit dừng sẽ được truyền ở nơi đường đặt tại mức cao. Vậy là sẽ kết thúc việc truyền đi một gói dữ liệu

e. Ưu điểm và nhược điểm của giao tiếp Uart

+ Ưu điểm:

- Chỉ cần dùng 2 dây truyền dữ liệu
- Không cần đến tín hiệu clock
- Có 2 bit chẵn lẻ nên có thể kiểm tra lỗi dễ dàng
- Cấu trúc gói dữ liệu có thể thay đổi được miễn là cả 2 bên đều được thiết lập để giao tiếp với nhau
- Phương pháp giao tiếp Uart có nhiều tài liệu hướng dẫn và cũng là bộ truyền dữ liệu đang được sử dụng rộng rãi hiện nay

+ Nhược điểm

- Kích thước khung dữ liệu giới hạn tối đa là 9 bit, khá nhỏ so với nhu cầu sử dụng
- Không được hỗ trợ nhiều hệ thống master và slave
- Tốc độ truyền của mỗi giao tiếp Uart phải nằm trong khoảng 10% của nhau

f. Ứng dụng của giao tiếp Uart

Kết nối thiết bị điện tử với máy tính: chẳng hạn như vi điều khiển, cảm biến, màn hình hiển thị, máy in và các thiết bị khác. Khi được kết nối với máy tính, các thiết bị này có thể gửi và nhận dữ liệu thông qua cổng giao tiếp Uart.

Giao tiếp giữa các vi điều khiển: Các vi điều khiển này có thể truyền và nhận dữ liệu để thực hiện các tác vụ như điều khiển động cơ, đo lường và kiểm soát các thông số, và điều khiển các thiết bị khác.

Giao tiếp không dây: Giao thức UART có thể được sử dụng để giao tiếp không dây giữa các thiết bị, chẳng hạn như các thiết bị Bluetooth hoặc wifi. Trong trường hợp này, các dữ liệu được truyền qua sóng radio hoặc sóng vô tuyến.

Điều khiển robot: Các thiết bị như bộ điều khiển và các mô-đun điều khiển robot có thể sử dụng giao thức UART để gửi và nhận dữ liệu từ nhau.

Hệ thống đo lường: Giao thức UART có thể được sử dụng để kết nối các thiết bị đo lường với các thiết bị khác, chẳng hạn như máy tính hoặc các thiết bị nhúng. Các thiết bị đo lường có thể gửi dữ liệu về các thông số đo được thông qua cổng UART, và thiết bị nhận có thể hiển thị hoặc xử lý dữ liệu này.

1.4.2. Giao tiếp I2C

a) Khái niệm:

I2C là tên viết tắt của cụm từ tiếng anh “Inter-Integrated Circuit”. Nó là một giao thức giao tiếp được phát triển bởi Philips Semiconductors để truyền dữ liệu giữa một bộ xử lý trung tâm với nhiều IC trên cùng một board mạch chỉ sử dụng hai đường truyền tín hiệu.

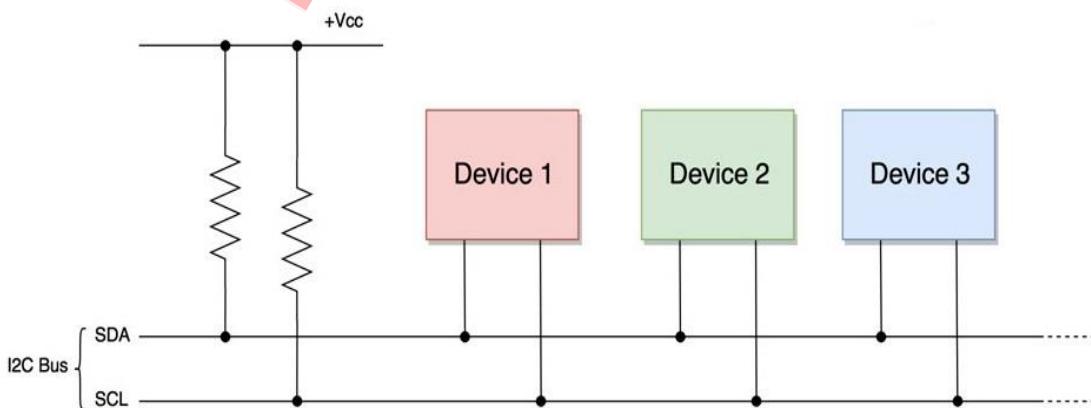
Do tính đơn giản của nó nên loại giao thức này được sử dụng rộng rãi cho giao tiếp giữa vi điều khiển và mảng cảm biến, các thiết bị hiển thị, thiết bị IoT, EEPROMs, v.v

Đây là một loại giao thức giao tiếp nối tiếp đồng bộ. Nó có nghĩa là các bit dữ liệu được truyền từng bit một theo các khoảng thời gian đều đặn được thiết lập bởi một tín hiệu đồng hồ tham chiếu.

b) Phân cứng giao tiếp I2C

Bus vật lý I2C:

Bus vật lý I2C chỉ gồm hai dây và được đặt tên là Serial Clock Line (SCL) và Serial Data Line (SDA). Dữ liệu được truyền đi được gửi qua dây SDA và được đồng bộ với tín hiệu đồng hồ (clock) từ SCL. Tất cả các thiết bị / IC trên mạng I2C được kết nối với cùng đường SCL và SDA như sau:



Hình 1.12. Kết nối trên mạng I2C

Cả 2 đường Bus I2C (SDA, SCL) đều hoạt động như các bộ lái cực máng hở (open drain). Nó có nghĩa là bất kỳ thiết bị / IC trên mạng I2C có thể lái SDA và SCL xuống mức thấp, nhưng không thể lái chúng lên mức cao. Vậy nên một điện trở kéo lên (khoảng $1\text{ k}\Omega$ đến $4,7\text{ k}\Omega$) được sử dụng cho mỗi đường bus, để giữ cho chúng ở mức cao (ở điện áp dương) theo mặc định.

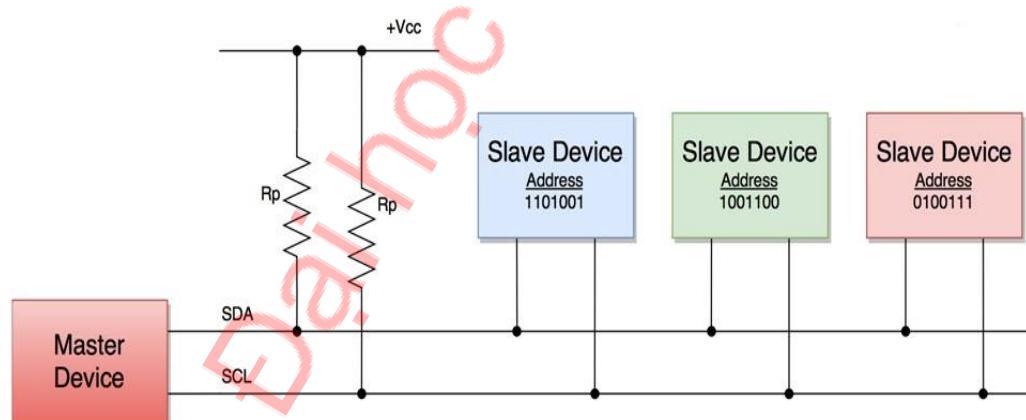
Thiết bị chủ (Master) và tớ (Slave):

Các thiết bị kết nối với bus I2C được phân thành hai loại: Thiết bị Chủ (Master) và Thiết bị Tớ (Slave). Trong bất kỳ thời điểm nào, chỉ có một thiết bị Master hoạt động trên bus I2C, điều này đồng nghĩa với việc nó kiểm soát đường tín hiệu đồng hồ SCL và quyết định hoạt động nào sẽ được thực hiện trên đường dữ liệu SDA.

Tất cả các thiết bị đáp ứng hướng dẫn từ thiết bị Master được gọi là Slave. Để phân biệt giữa nhiều thiết bị Slave kết nối với cùng một bus I2C, mỗi thiết bị Slave được gán một địa chỉ vật lý 7-bit cố định.

Khi một thiết bị Master muốn truyền hoặc nhận dữ liệu từ một thiết bị Slave, nó cần xác định địa chỉ của thiết bị Slave cụ thể trên đường SDA và sau đó tiến hành truyền dữ liệu. Do đó, giao tiếp hiệu quả diễn ra giữa thiết bị Master và một thiết bị Slave cụ thể.

Tất cả các thiết bị Slave khác giữ im lặng trừ khi địa chỉ của chúng được xác định bởi thiết bị Master trên dòng SDA.

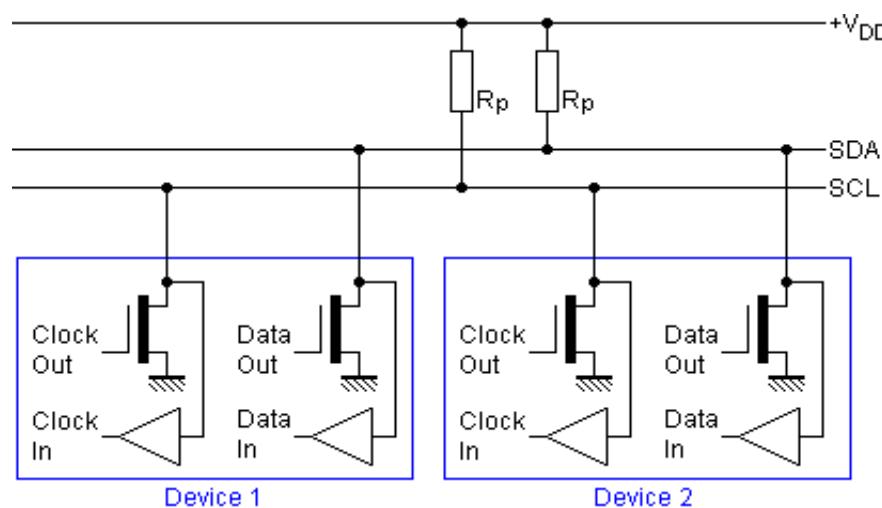


Hình 1.13. Truyền nhận dữ liệu từ Master

c) Đặc điểm của giao thu

I2C sử dụng hai đường truyền tín hiệu:

- Một đường xung nhịp đồng hồ(SCL) chỉ do Master phát đi (thông thường ở 100kHz và 400kHz . Mức cao nhất là 1MHz và 3.4MHz).
- Một đường dữ liệu(SDA) theo 2 hướng.
- Sơ đồ kết nối như hình dưới.



Hình 1.14. Sơ đồ kết nối

d) Các chế độ hoạt động của I2C

Dựa vào tốc độ ta chia làm 2 loại:

- Chế độ chuẩn (standard mode) hoạt động ở tốc độ 100 Kbit/s.
- Chế độ tốc độ thấp (low-speed mode) hoạt động ở tốc độ 10 Kbit/s.

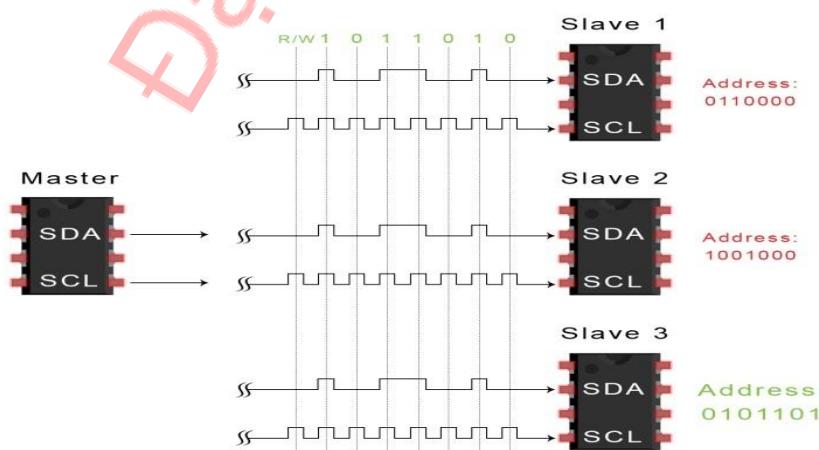
e) Cách hoạt động

Giao tiếp I2C được bắt đầu bởi thiết bị Master hoặc để gửi dữ liệu đến thiết bị Slave hoặc nhận dữ liệu từ thiết bị đó. Chúng ta hãy tìm hiểu về cách làm việc của cả hai kịch bản một cách chi tiết.

Gửi dữ liệu đến thiết bị Slave:

Trình tự hoạt động sau đây diễn ra khi một thiết bị Master gửi dữ liệu đến một thiết bị Slave cụ thể thông qua bus I2C:

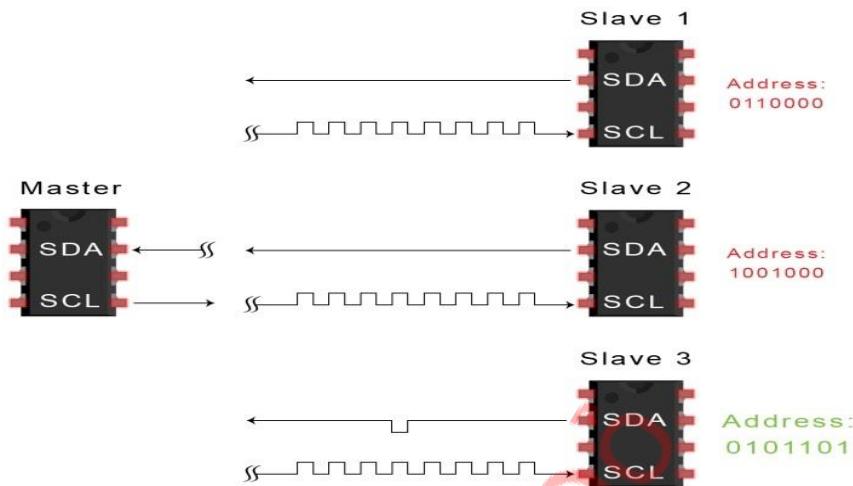
- Thiết bị Master gửi điều kiện bắt đầu đến tất cả các thiết bị Slave
- Thiết bị Master gửi 7 bit địa chỉ của thiết bị Slave mà thiết bị Master muốn giao tiếp cùng với bit Read/Write



Hình 1.15. Thiết bị master gửi điều kiện đến Slave

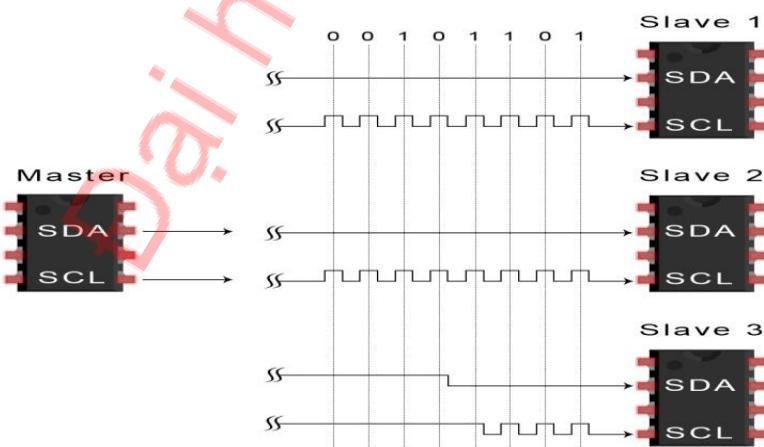
- Mỗi thiết bị Slave sẽ sánh địa chỉ được gửi từ thiết bị Master đến địa chỉ riêng của nó. Nếu địa chỉ trùng khớp, thiết bị Slave gửi về một bit ACK bằng cách

kéo đường SDA xuống thấp và bit ACK / NACK được thiết lập là ‘0’,. Nếu địa chỉ từ thiết bị Master không khớp với địa chỉ riêng của thiết bị Slave thì đường SDA ở mức cao và bit ACK / NACK sẽ ở mức ‘1’ (mặc định).



Hình 1.16. Slave so sánh địa chỉ từ Master

- Thiết bị Master gửi hoặc nhận khung dữ liệu. Nếu thiết bị Master muốn gửi dữ liệu đến thiết bị Slave, bit Read / Write là mức điện áp thấp. Nếu thiết bị Master đang nhận dữ liệu từ thiết bị Slave, bit này là mức điện áp cao.
- Nếu khung dữ liệu được thiết bị Slave nhận được thành công, nó sẽ thiết lập bit ACK / NACK thành ‘0’, báo hiệu cho thiết bị Master tiếp tục
- Sau khi tất cả dữ liệu được gửi đến thiết bị Slave, thiết bị Master gửi điều kiện dừng để báo hiệu cho tất cả các thiết bị Slave biết rằng việc truyền dữ liệu đã kết thúc.



Hình 1.17. Thiết bị Master gửi điều kiện dừng

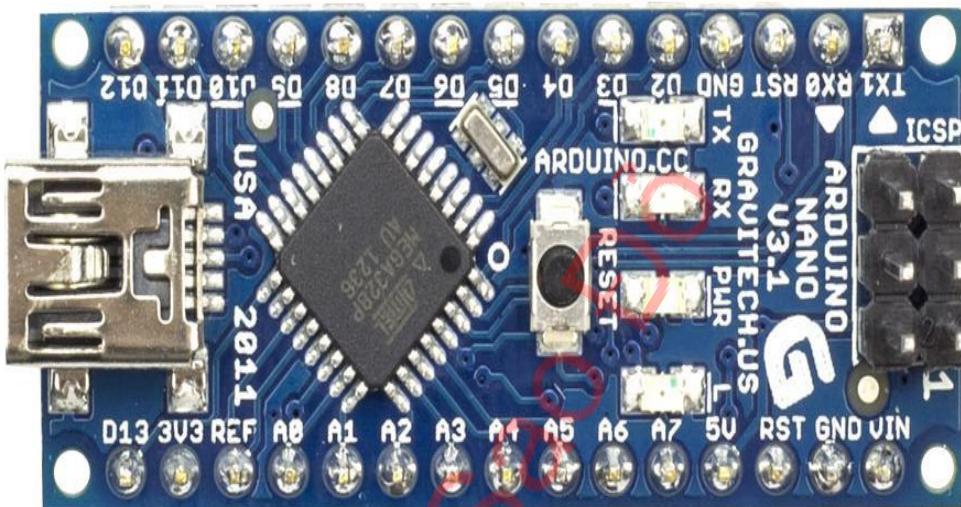
I2C là giao thức truyền thông nối tiếp đồng bộ phổ biến hiện nay, đã được sử dụng rộng rãi trong việc kết nối nhiều IC với nhau, hay kết nối giữa IC và các thiết bị ngoại vi với tốc độ thấp.

CHƯƠNG 2: PHÂN TÍCH LINH KIỆN

2.1. Linh kiện sử dụng

2.1.1. Mạch arduino nano

Arduino Nano là một bảng mạch điện tử có kích thước nhỏ chỉ bằng 1 nửa đồng xu gấp lại, được phát triển dựa trên ATmega328P phát hành vào năm 2008 và khá thân thiện với breadboard. Arduino Nano cung cấp các kết nối và thông số kỹ thuật tương tự như Arduino Uno nhưng với kích thước nhỏ gọn hơn rất nhiều.



Hình 2.1. Arduino nano

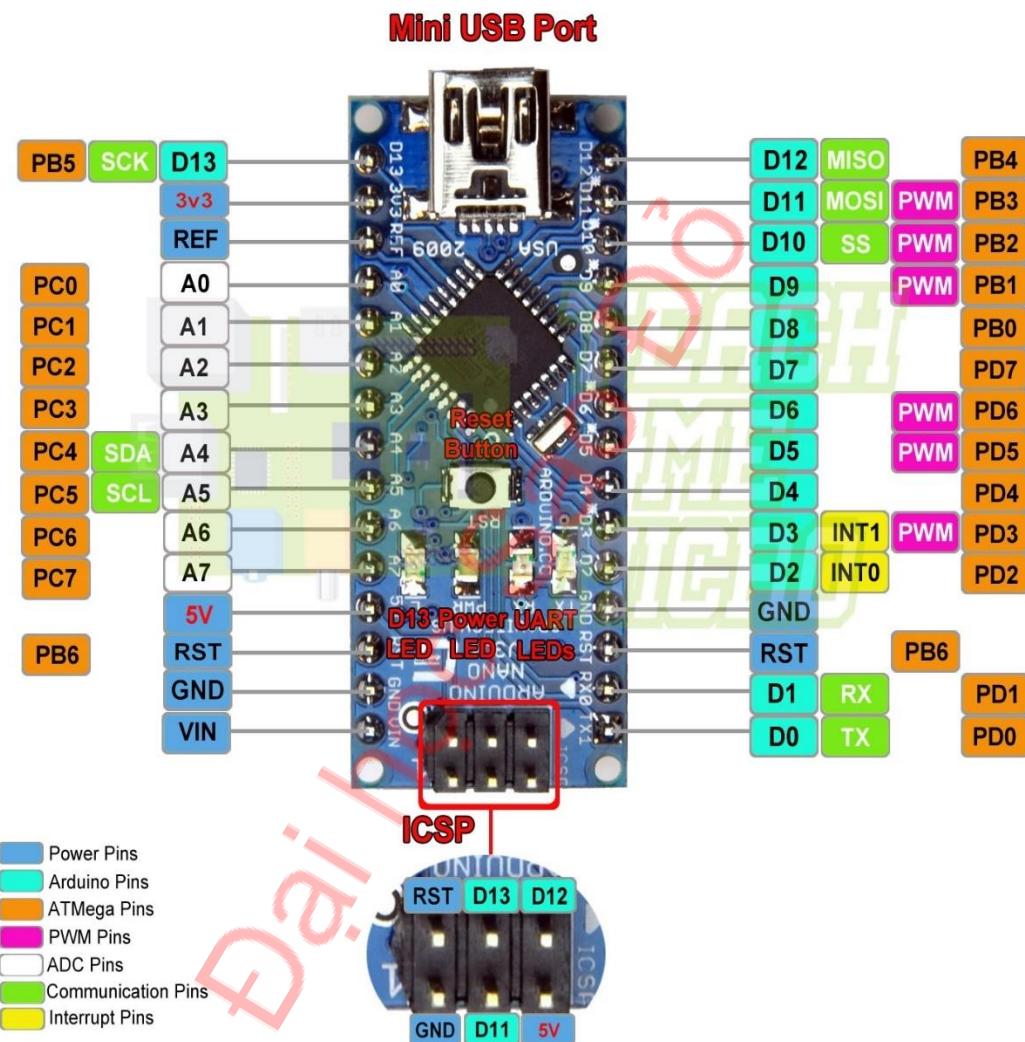
Arduino Nano sở hữu chức năng tương tự như Arduino Duemilanove hay Arduino UNO. Sự khác biệt điển hình giữa chúng chính là dạng mạch. Arduino Nano pinout được tích hợp vi điều khiển ATmega328P giống với Arduino UNO nhưng bảng UNO lại có dạng Plastic Dual-In-line Package PDIP với tổng số chân là 30, trong khi bảng Nano có sẵn trong Plastic Quad Flat Pack với 32 chân. Điểm khác biệt tiếp theo đó là bảng Nano có tới 8 cổng ADC còn bảng UNO có 6 cổng ADC. Bên cạnh đó, bảng Nano không có jack nguồn DC như các bo mạch Arduino thông thường khác, thay vào đó chúng được trang bị cổng mini-USB cho phép vừa sử dụng trong lập trình vừa làm bộ giám sát nối tiếp.

Arduino Nano có ưu điểm là chọn được công suất lớn nhất với hiệu điện thế của nó, có thể lập trình trực tiếp từ máy tính một cách tiện dụng và đơn giản. Đặc biệt, Arduino Nano pinout có kích thước nhỏ gọn, chỉ 185 mm x 430 mm với trọng lượng khoảng 7g. Nhờ điều này mà Arduino Nano được ứng dụng cực kỳ đa dạng trong cuộc sống hiện đại ngày nay. Mạch Arduino nano có thể viết code trực tiếp để chạy trên board mà không cần sử dụng công cụ thiết kế phần cứng

+ Arduino Nano datasheet

Arduino Nano datasheet là bảng dữ liệu cho biết các thông số kỹ thuật của bảng mạch điện tử Nano này và cho phép tìm hiểu về vai trò của từng thành phần trong toàn bộ hệ thống mạch.

ARDUINO NANO PINOUT



Hình 2.2. Arduino nano datasheet

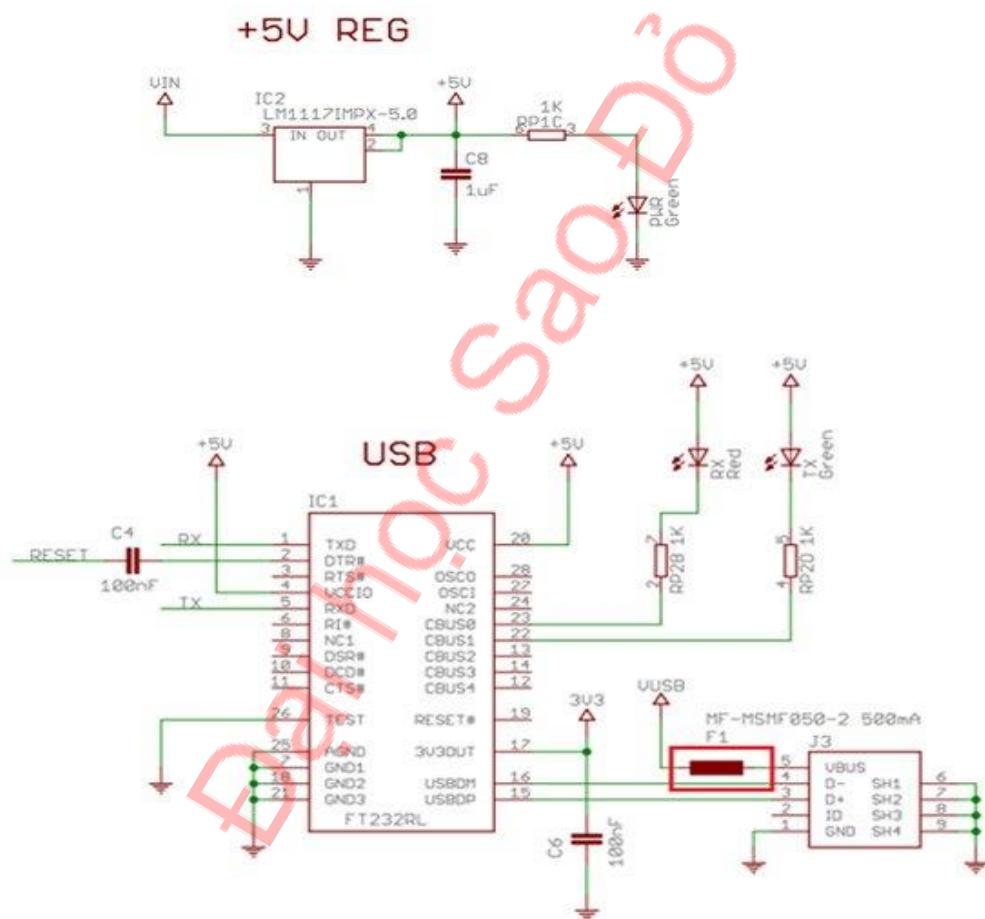
+ Thông số kỹ thuật

- Vi điều khiển: ATMega328
- Điện áp hoạt động: 5 VDC
- Tần số hoạt động : 16 MHz
- Dòng tiêu thụ: 30 mA
- Điện áp khuyên dùng: 7 - 12 VDC
- Điện áp giới hạn: 6 - 20 VDC
- Số chân Digital I/O: 14 (6 chân PWM)
- Số chân Analog: 8 (Độ phân giải 10 bit)

- Dòng tối đa trên mỗi chân I/O: 40 mA
- Dòng ra tối đa 5V: 500 mA
- Dòng ra tối đa 3.3V: 50 mA
- Bộ nhớ Flash: 32 KB (ATmega328) với 2KB dùng bởi bootloader
- SRAM: 2 KB (ATmega328)
- EEPROM: 1 KB (ATmega328)

+ Thiết kế nguồn

Dòng điện tiêu thụ của Arduino Nano khi hoạt động ổn định là khoảng 15mA. Điều này làm cho nó trở thành một lựa chọn tiết kiệm năng lượng cho các ứng dụng di động và pin được cung cấp thông qua cổng Vin.



Hình 2.3. Sơ đồ thiết kế nguồn arduino nano

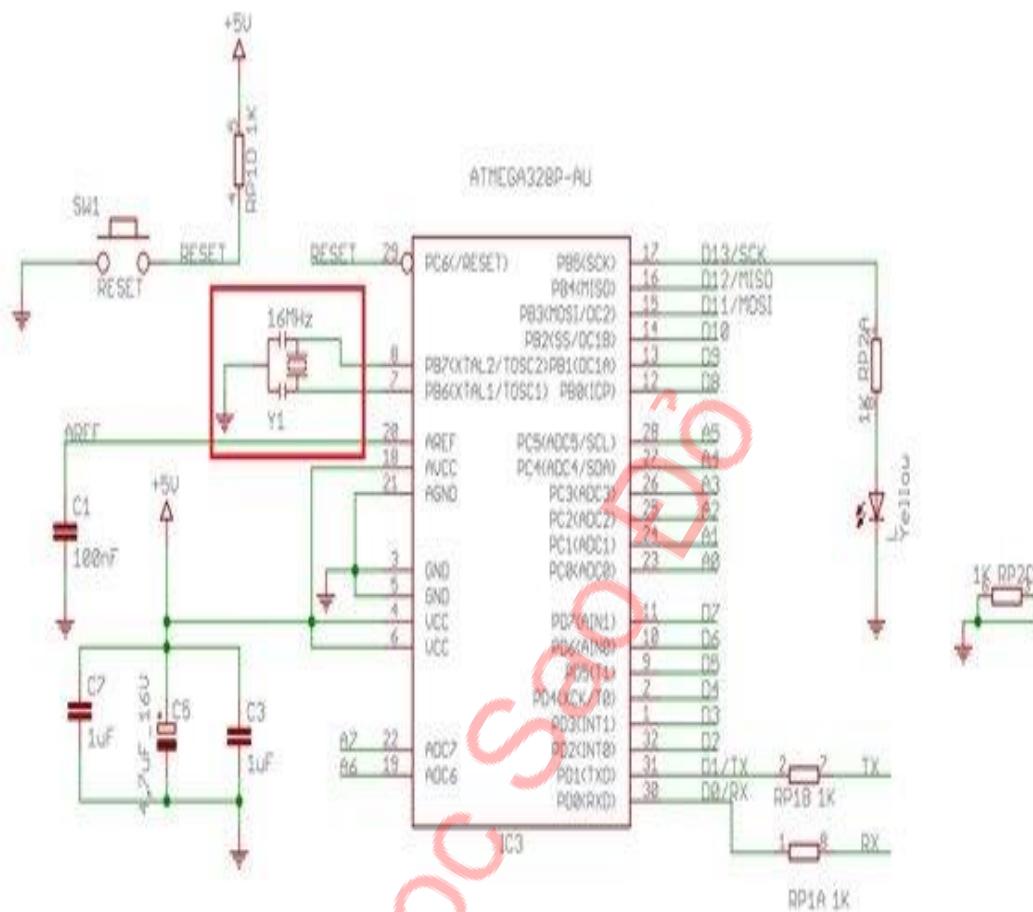
Nguồn điện được quản lý thông qua cổng Vin và cổng USB. Điều này giúp Arduino Nano thích hợp cho nhiều loại nguồn điện, từ pin sạc đến nguồn điện tường.

Mạch bảo vệ quá dòng được tích hợp giúp bảo vệ Arduino Nano khỏi thiệt hại do nguồn điện quá mức.

Mạch ổn áp và lọc nhiễu giúp duy trì điện áp ổn định, giảm thiểu ảnh hưởng của nhiễu từ nguồn điện.

+ Thiết kế mạch dao động

Bảng mạch điện tử Arduino Nano sử dụng thạch anh 16Mhz để tạo nguồn giao động, tạo ra các xung Clock giúp vi điều khiển hoạt động, thực thi các lệnh.



Hình 2.4. Sơ đồ mạch dao động arduino nano

+ Linh kiện chính

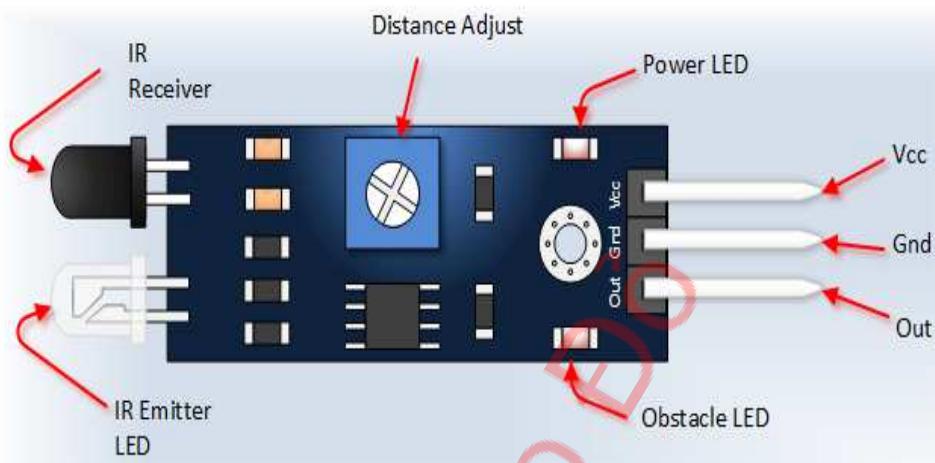
- Resistor (R1): Kết nối giữa chân A0 của Arduino Nano và chân nối của một linh kiện điện trở nối tiếp (R2 và C1).
 - Resistor (R2): Kết nối giữa chân nối của R1 và chân GND của Arduino Nano.
 - Capacitor (C1): Kết nối giữa chân nối của R1 và chân A0 của Arduino Nano.

+ Nguyên lý hoạt động

- Mạch sử dụng một đoạn của một chu kỳ dao động để tạo ra tín hiệu đầu vào cho chân A0 của Arduino Nano.
 - Resistor R1 tạo thành một phần chia áp cùng với R2, tạo điều kiện cho việc đo đặc điện áp.
 - Capacitor C1 giúp tạo ra một đỉnh nhọn trong tín hiệu, tăng độ chậm của mạch và làm cho dao động trở nên ổn định hơn.

2.1.2. Module cảm biến hồng ngoại LM393

Module cảm biến hồng ngoại LM393 là một module cảm biến đơn giản và hiệu quả được sử dụng để phát hiện sự hiện diện của vật cản. Module này sử dụng IC so sánh LM393 để so sánh điện áp từ hai cảm biến hồng ngoại. Nếu sự khác biệt điện áp giữa hai cảm biến vượt quá một ngưỡng nhất định, module sẽ xuất ra một tín hiệu logic gửi tới board mạch chính.



Hình 2.5. Cảm biến LM393

+ Thông số kỹ thuật

- IC so sánh: LM393
- Điện áp: 3.3V - 6VDC
- Dòng tiêu thụ:
 - Vcc = 3.3V: 23 mA
 - Vcc = 5.0V: 43 mA
- Góc hoạt động: 35°
- Khoảng cách phát hiện: 2 ~ 30 cm
- LED báo nguồn và LED báo tín hiệu ngõ ra
- Mức logic ngõ ra:
 - Mức thấp - 0V: khi có vật cản
 - Mức cao - 5V: khi không có vật cản
- Kích thước: 3.2cm x 1.4cm
- Kết nối chân
 - VCC: 3.3V-5V nguồn đầu vào
 - GND: 0V
 - OUT: Xuất dữ liệu logic đầu ra

+ Module LM393 bao gồm các thành phần

- Hai cảm biến hồng ngoại: Hai cảm biến hồng ngoại được sử dụng để phát hiện vật cản.

- IC so sánh LM393: IC so sánh LM393 được sử dụng để so sánh điện áp từ hai cảm biến hồng ngoại.
- LED báo hiệu: LED báo hiệu sẽ sáng khi module phát hiện vật cản.
- Dây kết nối: Module có các dây kết nối để kết nối với Arduino hoặc các thiết bị

+ Ứng dụng của module cảm biến hồng ngoại

Module cảm biến hồng ngoại LM393 được ứng dụng rộng rãi trong các ứng dụng điện tử như:

- Phát hiện vật cản
- Đo khoảng cách
- Theo dõi chuyển động
- Kiểm soát tự động

+ Ưu điểm và hạn chế

Ưu điểm: Dễ sử dụng, giá thành rẻ, có thể được tích hợp dễ dàng vào các dự án.

Hạn chế: Tầm phát hiện có thể bị ảnh hưởng bởi môi trường ánh sáng mạnh, chỉ có thể phát hiện vật thể trong phạm vi góc hẹp.

2.1.3. Cảm biến rung SW-420

Cảm biến rung SW-420 là một cảm biến rung kỹ thuật số được sử dụng để phát hiện sự rung động. Cảm biến này sử dụng một cảm biến piezo điện để phát hiện rung động và chuyển đổi rung động thành tín hiệu điện.



Hình 2.6. Cảm biến rung

+ Thông số kỹ thuật

- Điện áp: 3.3-5V
- Dòng tiêu thụ: 15mA

- Biến trở điều chỉnh ngưỡng so sánh
- Kích thước 32x14MM
- Chân sử dụng: VCC, GND, DO
 - VCC: 3.3-5V
 - GND: 0V
 - DO:Tín hiệu ra 0 và 1

+ Linh kiện chính

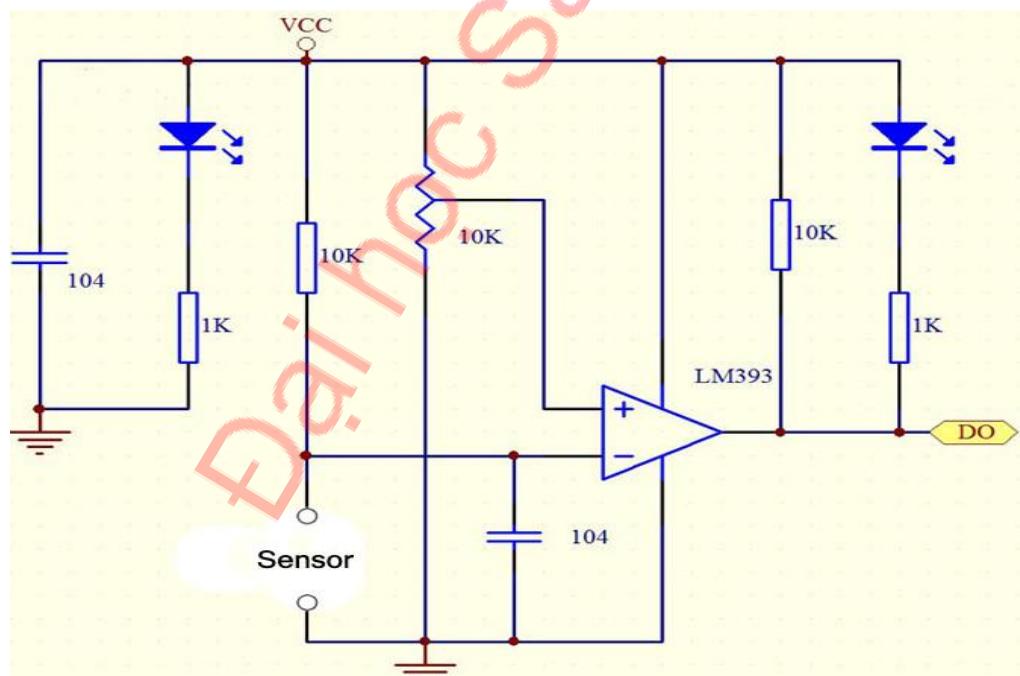
Module Cảm Biến Rung SW-420:

- 1 Cảm biến rung
- 1 Bộ khuếch đại
- 1 Bộ so sánh.

+ Nguyên lý hoạt động

- Khi có rung động, cảm biến sẽ phát hiện và tạo ra một tín hiệu điện thay đổi.
- Bộ khuếch đại tăng cường tín hiệu và đưa nó vào bộ so sánh.
- Bộ so sánh sẽ so sánh tín hiệu với một ngưỡng được đặt trước. Nếu tín hiệu vượt quá ngưỡng, nó sẽ kích thích LED hoặc relay.

+ Sơ đồ nguyên lý



Hình 2.7. Sơ đồ nguyên lý cảm biến rung

+ Ứng dụng

Module cảm biến rung SW-420 được ứng dụng rộng rãi trong các ứng dụng điện tử như:

- Phát hiện rung động
- Chống trộm
- Cảm ứng

- Đo sôc

+ Ưu điểm và hạn chế

Ưu điểm: Dễ sử dụng, giá thành thấp, linh hoạt trong ứng dụng.

Hạn chế: Có thể bị ảnh hưởng bởi rung nhô, cần điều chỉnh ngưỡng một cách chính xác tùy thuộc vào ứng dụng cụ thể.

2.1.4. Servo MG996R

Servo MG996R: Là một loại servo motor, được thiết kế để cung cấp chuyển động góc chính xác và kiểm soát vị trí.



Hình 2.8. Servo

+ Thông số kỹ thuật

- Điện áp hoạt động thường là +5V
- Hiện tại: 2,5A (6V)
- Mô-men xoắn dừng: 9,4 kg/cm (ở 4,8V)
- Mô-men xoắn tối đa: 11 kg/cm (6V)
- Tốc độ hoạt động là 0,17 giây/60°
- Loại bánh răng: Kim loại
- Xoay: 0°-180°
- Trọng lượng động cơ: 55gm

+ Cấu hình Pin

- Dây màu nâu: Dây nối đất nối với đất của hệ thống
- Dây màu đỏ: Nguồn điện động cơ thường + 5V được sử dụng
- Dây màu cam: Tín hiệu PWM được đưa vào qua dây này để điều khiển động cơ

+ Nguyên lý hoạt động

Servo MG996R hoạt động dựa trên nguyên lý điều khiển vòng hở. Bộ phận điều khiển của servo sẽ nhận tín hiệu điện từ bộ điều khiển và điều chỉnh tốc độ quay của

động cơ. Bánh răng của servo MG996R sẽ truyền chuyển động của động cơ sang trực quay của servo.

+ Ứng dụng

Servo MG996R được ứng dụng trong:

- Điều khiển robot
- Điều khiển cánh tay robot
- Điều khiển cửa tự động
- Điều khiển cánh quạt

+ Ưu điểm và hạn chế

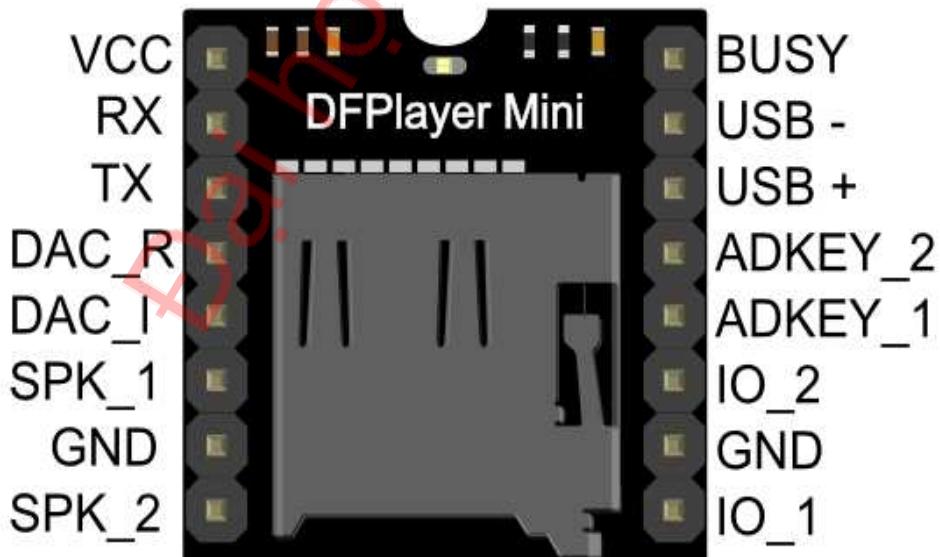
Ưu điểm: Độ chính xác cao, độ tin cậy, dễ sử dụng, giá thành phải chăng.

Hạn chế: Cần nguồn điện liên tục, không phải lúc nào cũng đủ mạnh cho các ứng dụng nặng.

Servo Motor MG996R là một thành phần quan trọng trong ứng dụng điều khiển vị trí. Hiểu rõ về nguyên lý hoạt động và đặc điểm kỹ thuật giúp tích hợp servo motor một cách hiệu quả trong các dự án.

2.1.5. Module MP3 mini player

DFPlayer Mini MP3 là mạch phát tập tin âm thanh kiểu máy chơi nhạc MP3. Mạch có thể được sử dụng riêng lẻ chỉ cần pin, loa và nút nháy hoặc kết hợp với vi điều khiển có giao tiếp chuẩn UART.



Hình 2.9. Data sheet MP3 mini player

+ Thông số kỹ thuật

- Tốc độ lấy mẫu (kHz): 8/11.025/12/16/22.05/24/32/44.1/48
- Đầu ra DAC 24-bit, hỗ trợ dải động 90dB, hỗ trợ SNR 85dB

- Hỗ trợ đầy đủ hệ thống tệp FAT16, FAT32, hỗ trợ tối đa 32G thẻ TF,
- Hỗ trợ 32G đĩa U, 64MB Nor flash
- Chế độ điều khiển I/O, chế độ nối tiếp, chế độ điều khiển nút AD
- Âm lượng điều chỉnh 30 cấp, điều chỉnh EQ 6 cấp

+ Đặc điểm kỹ thuật

- Nguồn Điện: Thường sử dụng nguồn điện DC từ 3.3V đến 5V.
- Tích Hợp Bộ Khuếch Đại
- Chip Decoder MP3: Xử lý và giải mã file MP3 từ thẻ nhớ MicroSD.
- Kết Nối Loa: Cho phép kết nối với loa để phát âm thanh.
- Module DF MP3 chỉ hỗ trợ các định dạng âm thanh MP3, WAV, WMA.

+ Nguyên lý hoạt động

- Đọc Tệp MP3 từ Thẻ Nhớ: Module đọc file âm thanh từ thẻ nhớ MicroSD thông qua chip decoder MP3.
- Xử Lý và Phát Âm Thanh: Dữ liệu âm thanh được giải mã và xử lý để phát qua loa kết nối.

+ Ứng dụng

Module MP3 mini player được ứng dụng rộng rãi trong các ứng dụng điện tử:

- Phát nhạc
- Gọi đồ
- Báo thức
- Hướng dẫn sử dụng

+ Ưu điểm và hạn chế

Ưu điểm: Nhỏ gọn, dễ sử dụng, chi phí thấp, linh hoạt trong tích hợp.

Hạn chế: Dung lượng bộ nhớ có thể hạn chế, không thể hiển thị thông tin về bài hát trên màn hình.

2.1.6. Loa 3W

Loa 3W: Là một loại loa có công suất đầu ra khoảng 3 watt, thường được sử dụng để phát âm thanh trong các ứng dụng nhỏ đến trung bình. Đây thường là loại loa nhỏ, phổ biến trong nhiều ứng dụng từ thiết bị di động đến các dự án DIY (làm tự chế) cung cấp âm thanh chất lượng trong một kích thước nhỏ gọn.



Hình 2.10. Loa 3W

+ Thông số kỹ thuật

- Công suất: 3W
- Điện trở: 4Ω
- Đường kính: 40mm
- Tần số đáp ứng: 20Hz - 20kHz
- Độ nhạy: 85dB
- Thích hợp cho các mạch audio có công suất: Thấp

+ Đặc điểm kỹ thuật

- Công suất: Khoảng 3W.
- Điện áp: Thường sử dụng nguồn điện có điện áp đầu vào khoảng 4V đến 8V.
- Kích thước: Có nhiều kích thước khác nhau, nhưng thường nhỏ và dễ tích hợp vào các dự án.

+ Linh kiện chính

- Động cơ loa: Tạo ra âm thanh bằng cách di chuyển màng loa.
- Nam châm: Tạo ra từ trường nam châm để đưa động cơ loa vào chuyển động.
- Màng loa: Phát ra âm thanh khi di chuyển do tác động của động cơ và nam châm tạo thành.

+ Nguyên lý hoạt động

- Chuyển động màng loa: Điện áp âm thanh được đưa vào động cơ loa, làm di chuyển màng loa theo nhịp.

- Tạo âm thanh: Chuyển động của màng loa tạo sóng âm, tạo ra âm thanh được người nghe cảm nhận.

+ Ứng dụng

- Loa 3W được ứng dụng rộng rãi trong các sản phẩm điện tử sau:
- Loa máy tính
- Loa điện thoại
- Loa bluetooth
- Loa nghe nhạc

2.1.7. Module usb micro

Module USB Micro là một thiết bị nhỏ gọn chứa cổng kết nối USB Micro, bộ điều chỉnh điện áp và bộ vi điều khiển giúp tạo ra một kết nối tiện lợi và tiêu chuẩn cho dự án. Thường được sử dụng trong các dự án DIY, hệ thống nhúng.



Hình 2.11. Module Usb micro

+ Thông số kỹ thuật

- Jack MicroUSB --> 5 Pin 2.54MM
- Kích Thước: 15x13x8MM
- Điện áp 5 (v)
- V : Cực dương
- D -: D âm dữ liệu
- D +: Dữ liệu tích cực
- GDN: cực âm

+ Đặc điểm kỹ thuật

- Kích thước: Nhỏ gọn và dễ tích hợp vào dự án.

- USB micro: Cổng kết nối USB chuẩn Micro
- Mạch kết nối: Bảng mạch chứa các linh kiện cần thiết để kết nối USB Micro với mạch điều khiển hoặc nguồn điện.
- Dễ sử dụng: Module USB micro được thiết kế đơn giản, dễ sử dụng, không cần phải có kiến thức chuyên môn về điện tử.
- Nhiều ứng dụng: Module USB micro có thể được ứng dụng trong nhiều sản phẩm điện tử khác nhau, giúp cho sản phẩm trở nên tiện lợi và đa năng hơn.

+ Nguyên lý hoạt động

- Kết nối usb micro: Module cung cấp một cổng USB Micro để kết nối với các thiết bị sử dụng cổng này.
- Truyền dữ liệu và nguồn điện: Khi kết nối, module có thể được sử dụng để truyền dữ liệu và/hoặc cung cấp nguồn điện cho các thiết bị liên quan.

+ Ứng dụng

- Kết Nối Cổng Serial: Sử dụng để chuyển đổi tín hiệu USB sang UART, giúp kết nối với các thiết bị sử dụng giao diện serial.
- Dự Án DIY: Sử dụng để mở rộng khả năng kết nối USB cho các dự án tự chế.
- Giao Tiếp I2C hoặc SPI: Chuyển đổi USB thành giao diện I2C hoặc SPI để kết nối với các linh kiện hoặc vi điều khiển.

+ Ưu điểm và hạn chế:

Ưu điểm: Linh hoạt, dễ sử dụng, có thể được tích hợp vào nhiều ứng dụng.

Hạn chế: Tùy thuộc vào mục đích sử dụng, có thể không hỗ trợ tất cả các loại giao diện.

2.2. Chức năng và tính tương thích

2.2.1. Chức năng

- Arduino Nano: Được sử dụng để điều khiển các linh kiện khác, giúp cho việc điều khiển thùng rác trở nên linh hoạt và dễ dàng hơn.
- Module cảm biến hồng ngoại LM393: Được sử dụng để phát hiện vật cản hoặc chuyển động, giúp nắp thùng rác tự động mở khi có người đến gần.
- Module cảm biến rung SW-420: Được sử dụng để phát hiện rung động, giúp nắp thùng rác tự động mở khi có người đá nhẹ vào thùng rác.
- Servo MG996R: Được sử dụng để điều khiển nắp thùng rác, giúp nắp thùng rác đóng mở một cách nhẹ nhàng và chính xác.
- Module MP3 mini player: Được sử dụng để phát nhạc hoặc các thông báo, giúp thùng rác trở nên thông minh và tiện lợi hơn.
- Loa 3W: Được sử dụng để phát ra âm thanh từ module MP3 mini player.

2.2.2. Tính tương thích

Các linh kiện trên đều có các đặc điểm phù hợp với sản phẩm thùng rác thông minh, cụ thể như sau:

Arduino Nano: Có thể được sử dụng làm trung tâm điều khiển cho thùng rác thông minh. Nó dễ lập trình, nhỏ gọn, và có nhiều chân kết nối.

Module cảm biến hồng ngoại LM393: Có kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt, hoạt động ổn định, hoạt động với các mức điện áp phổ biến, dễ tích hợp với Arduino Nano thông qua chân số hoặc chân ngoại vi. Dễ dàng lắp đặt vào thùng rác mà không làm ảnh hưởng đến khả năng chứa rác.

Module cảm biến rung SW-420: Có kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt, hoạt động ổn định, giá thành hợp lý. Giúp phát hiện sự va chạm hoặc thay đổi trạng thái của thùng rác.

Servo MG996R: Có kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt, hoạt động ổn định, giá thành hợp lý. Servo MG996R có thể được điều khiển thông qua tín hiệu PWM từ Arduino Nano, giúp mở hoặc đóng nắp thùng rác. Phù hợp với việc điều khiển cơ cấu mở nắp.

Module MP3 mini player: Có kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt, giá thành hợp lý. Module MP3 có thể được kết nối với Arduino Nano thông qua các chân kỹ thuật số hoặc analog để phát âm thanh. Module MP3 có thể được kết nối với Arduino Nano thông qua các chân kỹ thuật số hoặc analog để phát âm thanh.

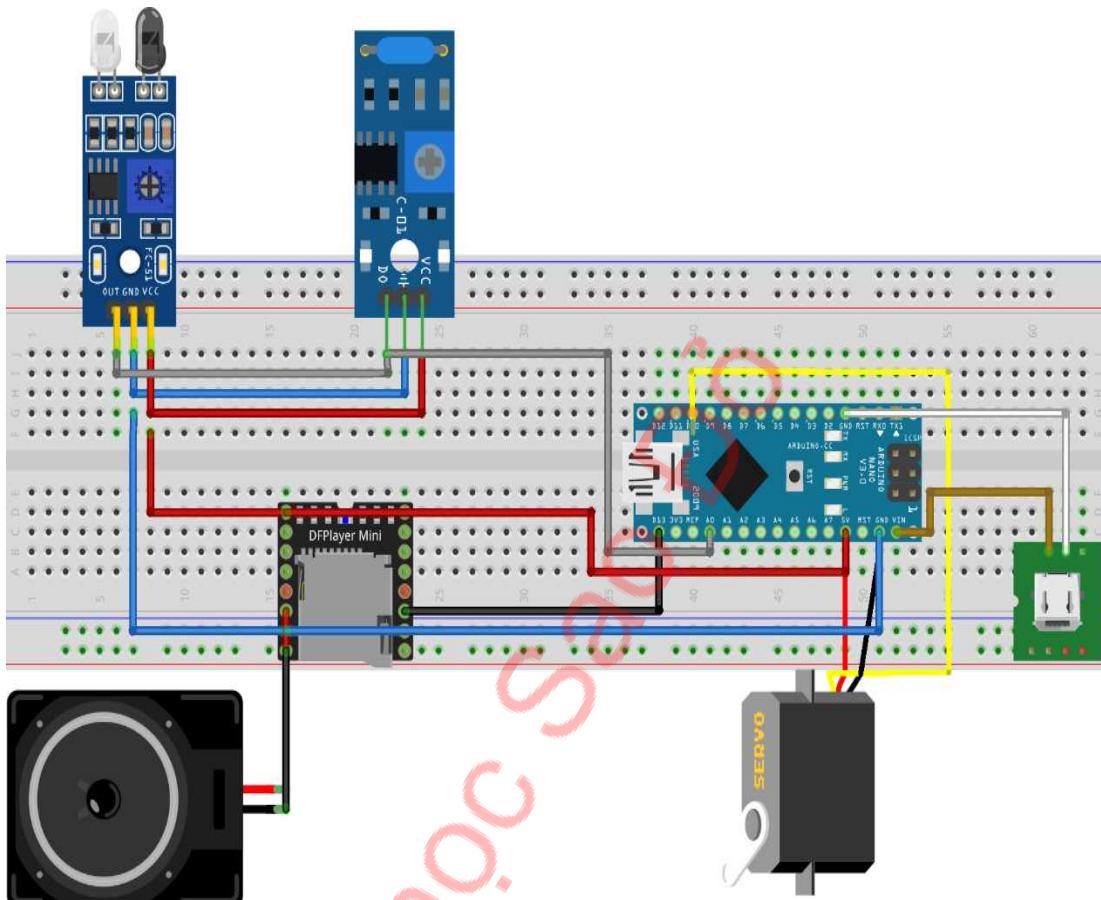
Loa 3W: Có kích thước nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt, giá thành hợp lý. Âm thanh phát ra vừa phải không quá to, nguồn sử dụng thấp phù hợp với việc phát âm thanh cho thùng rác thông minh

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ SẢN PHẨM

3.1. Kết nối phần cứng

3.1.1. Tổng quan kết nối

a. Sơ đồ kết nối



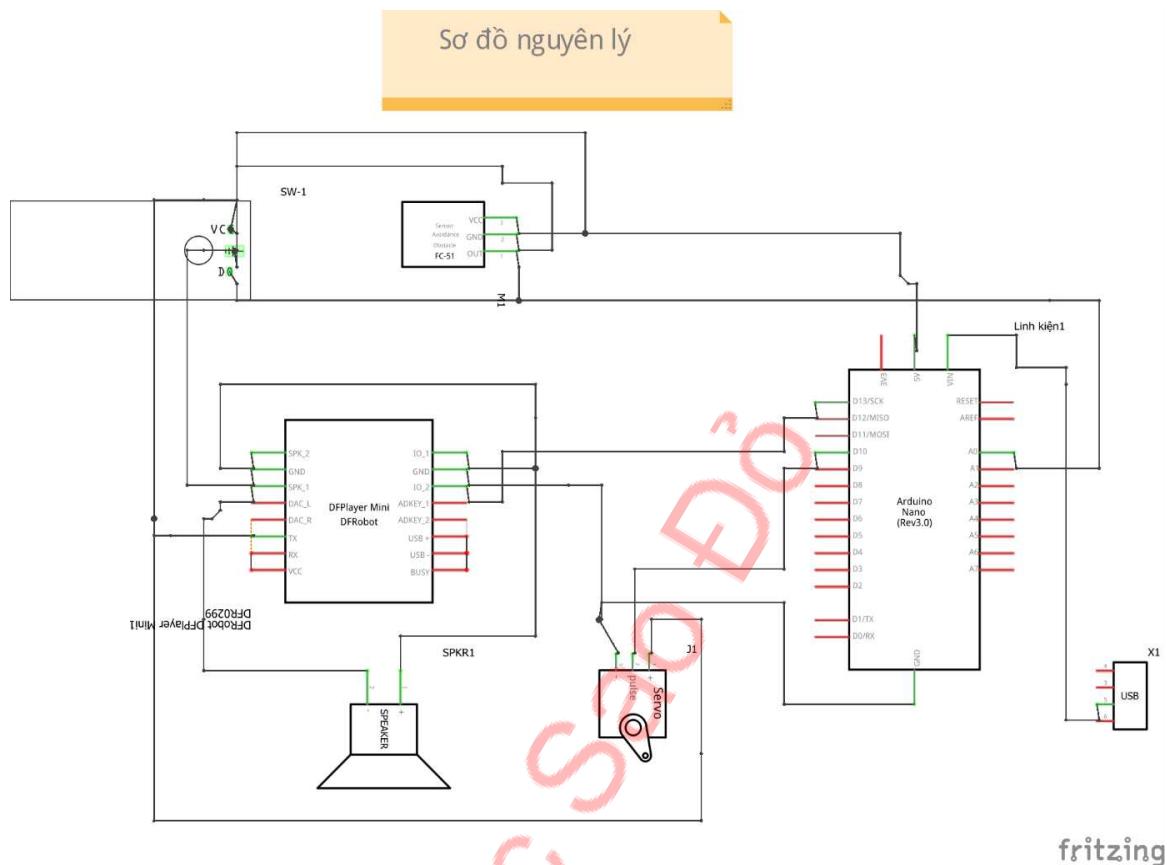
Hình 3.1. Sơ đồ kết nối hệ thống

Bo mạch Arduino nano được kết nối với các module và linh kiện khác trong hệ thống bao gồm:

- Module cảm biến hồng ngoại LM393
 - Module cảm biến rung SW-420
 - Servo MG996R
 - Module MP3 mini player
 - Loa 3W
 - Module usb micro

Các linh kiện được kết nối với bộ xử lý trung tâm là board mạch Arduino nano thông qua các chân Pin và được đấu nối tiếp bằng dây dẫn điện loại nhỏ với nhau để truyền và nhận dữ liệu và có thể điều khiển thùng rác thông minh qua các tín hiệu điện truyền qua các linh kiện.

b. Sơ đồ nguyên lý



Hình 3.2. Sơ đồ nguyên lý

Các linh kiện được kết nối mô phỏng trên platform fritzing bao gồm kết nối các chân pin của các module với mạch xử lý trung tâm arduino nano sau đó từ thiết kế tiến hành xây dựng trên hệ thống thật.

3.1.2. Cách kết nối các module

Bảng 3.1. Kết nối cảm biến hồng ngoại LM393 và mạch arduino nano

Cảm biến hồng ngoại LM393	Kết nối chân	Mạch Arduino nano
VCC	→	VCC
GND	→	GND
OUT	→	A0

Bảng 3.2. Kết nối cảm biến rung và mạch arduino nano

Cảm biến rung SW-420	Kết nối chân	Mạch Arduino nano
VCC	→	VCC

GND	→	GND
D0	→	A0

Bảng 3.3. Kết nối MP3 mini player và mạch arduino nano

MP3 mini player	Kết nối chân	Mạch Arduino nano
VCC	→	VCC
GND	→	GND
IO_2	→	D13

Bảng 3.4. Kết nối Servo MG996R và mạch arduino nano

Servo Emax ES08MA	Kết nối chân	Mạch Arduino nano
VCC	→	VCC
GND	→	GND
J1	→	D10

Bảng 3.5. Kết nối Module micro usb và mạch arduino nano

Micro usb	Kết nối chân	Mạch Arduino nano
VBUS	→	VIN
GND	→	GND

Bảng 3.6. Kết nối MP3 mini player và Loa 3W

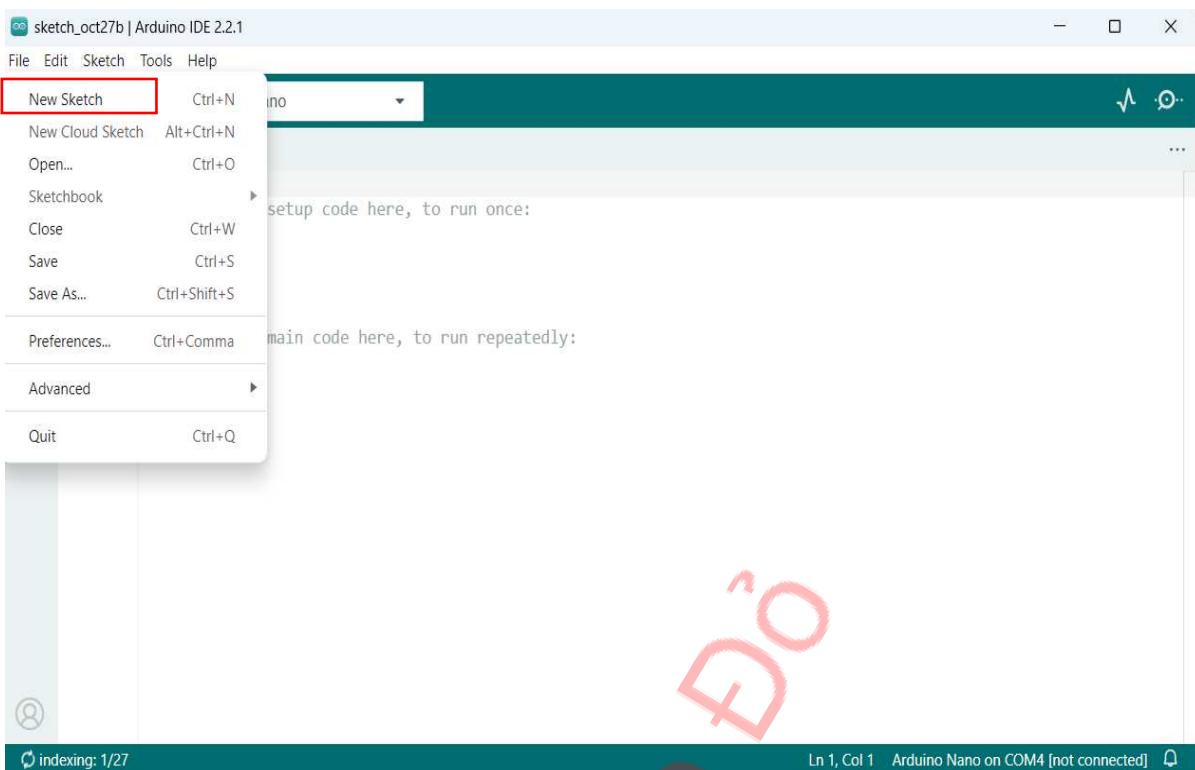
MP3 mini player	Kết nối chân	Loa 3W
SPK1	→	(+)
SPK2	→	(-)

3.1.3. Nạp code cho chương trình

Dùng phần mềm Arduino IDE để viết code và nạp chương trình:

+ Tạo 1 file mới trong Arduino IDE

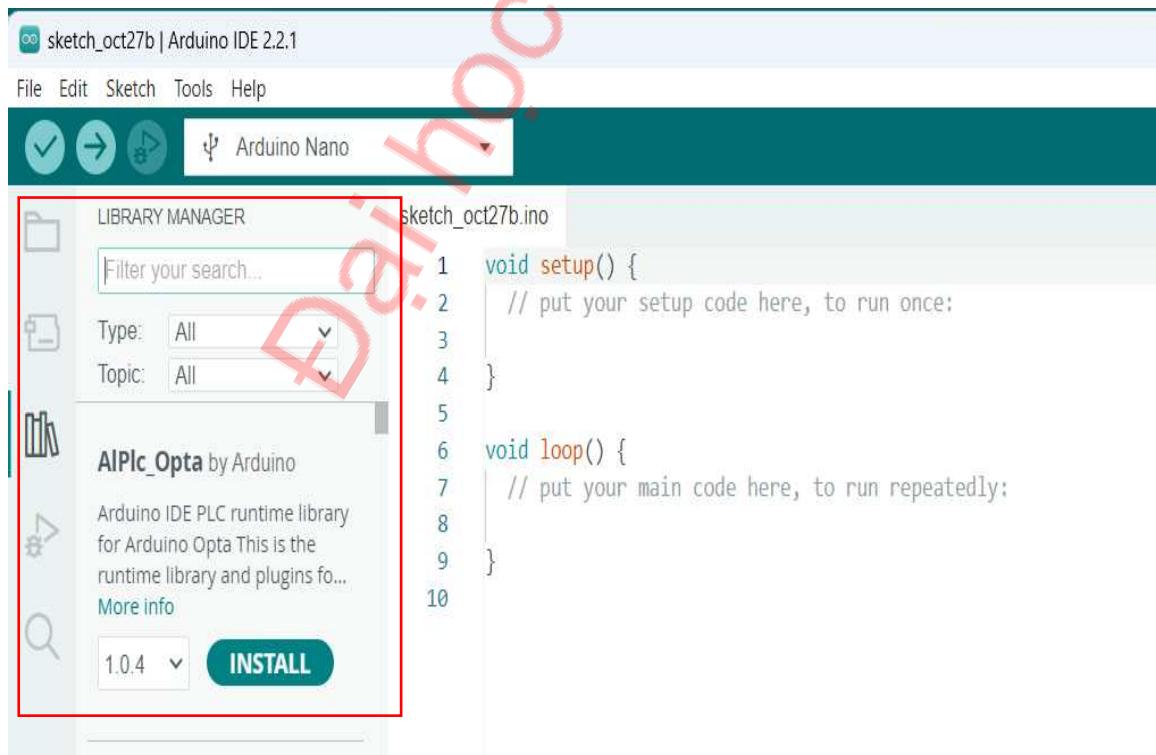
Tạo một file trong ứng dụng Arduino IDE để có thể viết code và nạp code vào trong board mạch arduino nano.



Hình 3.3. Tạo file mới

- Chọn file -> chọn New Sketch
- Một file mới được tạo trong Arduino IDE để viết code nạp chương trình.

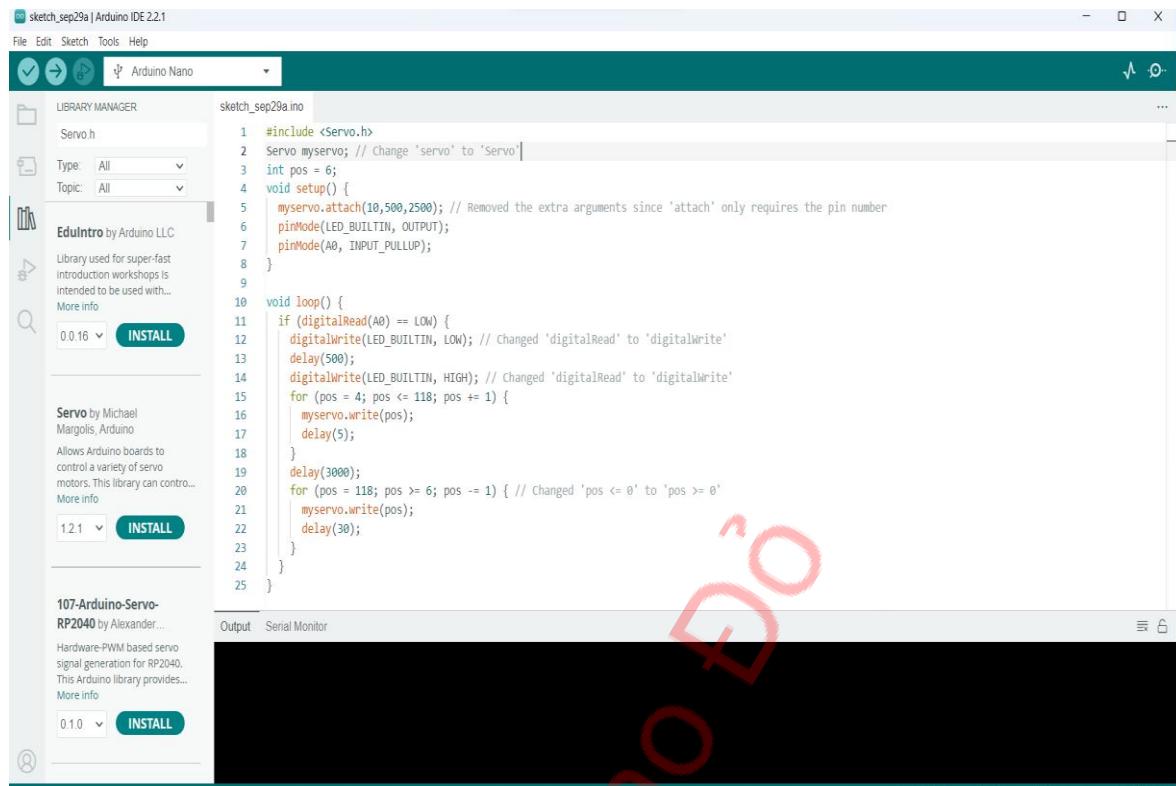
+ Cài thư viện cần thiết cho chương trình



Hình 3.4. Cài đặt thư viện

- Chọn LIBRARY MANAGER -> Chọn thư viện Servo Easing và install
- Các thư viện giúp code hoạt động được khi được gọi đến

+ Viết code chương trình



Hình 3.5. Code chương trình

❖ Giải thích code:

```

#include <Servo.h>
Servo myservo; // Khai báo một đối tượng Servo có tên là 'myservo'
int pos = 6; // Khởi tạo biến 'pos' với giá trị là 6
void setup() {
    myservo.attach(10, 500, 2500); // Gắn servo vào chân 10 với giá trị độ rộng xung (500, 2500)
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT); // Đặt chân tích hợp làm đầu ra
    pinMode(A0, INPUT_PULLUP); // Đặt chân A0 làm đầu vào
}
void loop() {
    if (digitalRead(A0) == LOW) { // Nếu cảm biến kết nối với chân A0 được nhấn (trạng thái LOW)
        digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // Tắt trạng thái servo
        delay(500); // Chờ 500 mili giây
        digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // Bật trạng thái servo
        for (pos = 4; pos <= 118; pos += 1) { // Di chuyển servo từ vị trí 4 đến 118
            myservo.write(pos); // Thiết lập vị trí của servo
        }
    }
}

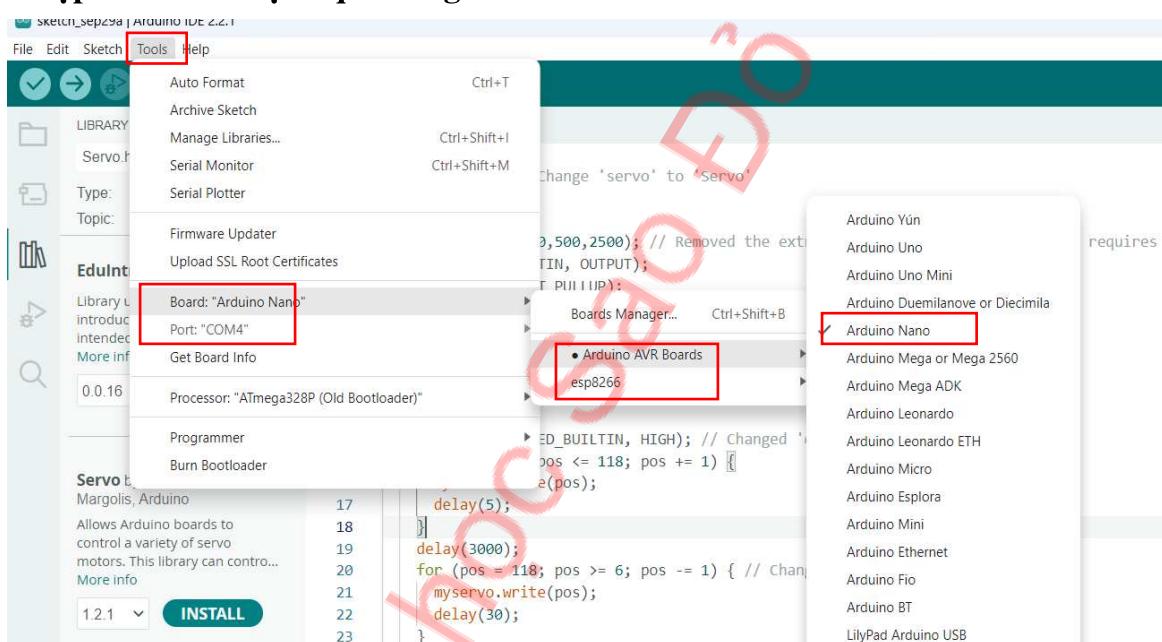
```

```

delay(5); // Chờ 5 mili giây
}
delay(3000); // Chờ 3000 mili giây (3 giây)
for (pos = 118; pos >= 7; pos -= 1) { // Di chuyển servo từ vị trí 118 đến 7
    myservo.write(pos); // Thiết lập vị trí của servo
    delay(30); // Chờ 30 mili giây
}
}
}

```

+ Nạp code cho mạch qua cổng kết nối

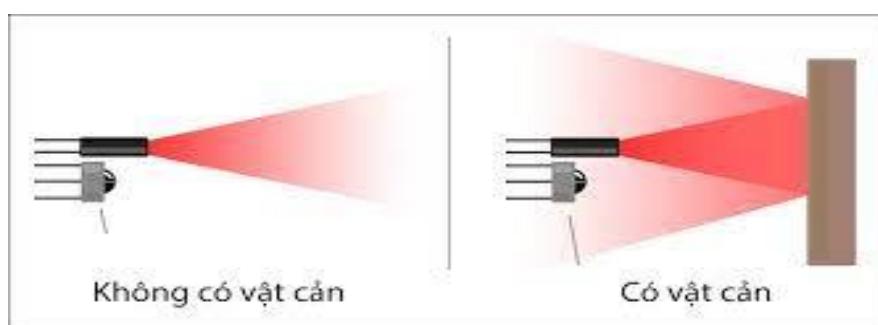


Hình 3.6. Nạp code cho mạch

- Chọn tools -> Chọn board “Arduino Nano”
- Chọn cổng nạp -> Vào phần port chọn cổng để nạp
- Nạp code cho mạch

3.2. Cơ chế hoạt động của thùng rác

Khi dùng tay hoặc vật cản đưa qua cảm biến hồng ngoại khoảng 5-10cm cảm biến xác nhận có vật cản và kích hoạt board mạch arduino nano



Hình 3.7. Cơ chế kích hoạt



Hình 3.8. Cách thùng rác hoạt động

- Sau khi nhận tín hiệu từ cảm biến hồng ngoại, cảm biến rung
- Arduino nano kích hoạt servo hoạt động đẩy nắp thùng rác trong 3s
- Module DF mini player phát âm thanh phản hồi từ thùng rác đến người dùng
- Sau 3 giây nắp thùng rác tự động đóng lại một cách tự từ.

3.3. Kết quả thực nghiệm

3.3.1. Biết cách sử dụng cảm biến.

Các cảm biến sử dụng trong đề tài là cảm biến hồng ngoại và cảm biến rung dây là 2 cảm biến đa năng có thể kết hợp với nhiều hệ thống khác nhau rất phù hợp cho các đề tài phục vụ cuộc sống hiện đại ngày nay.

Qua quá trình nghiên cứu đã giúp em nâng cao được kỹ năng đọc – hiểu cảm biến đồng thời trau dồi thêm kiến thức về các loại cảm biến khác nhau. Đặc biệt là tăng khả năng vận dụng lý thuyết được dạy trên trường và kiến thức qua quá trình tự học của bản thân vào thực tế, có khả năng lựa chọn được loại cảm biến phù hợp với sản phẩm thực tiễn đời sống.

3.3.2. Biết cách sử dụng Arduino Nano

Arduino Nano là một trong những board mạch thông minh được sử dụng rộng rãi. Tuy vậy để sử dụng thành thành và đầy đủ các chức năng của nó thì cần nắm bắt được cấu trúc của mạch. Và em đã nắm bắt được nó qua quá trình nghiên cứu. Ngoài khả năng điều khiển các ngõ ra để điều khiển động cơ, tốc độ động cơ theo ý muốn, khả năng đọc giá trị của các loại cảm biến khác nhau đồng thời với kích thước nhỏ gọn của mình board mạch rất phù hợp để lắp đặt vào sản phẩm. Trong đề tài này việc sử dụng Arduino Nano để điều khiển servo và nhận tín hiệu từ các module đã cho thấy sự hiệu quả của nó trong đề tài.

3.3.3. Kết quả thực nghiệm thực tế

- Tiến hành thử nghiệm thùng rác thông minh ở trong nhà.
- Đặt cố định thùng rác một nơi, sau đó tiến hành sử dụng thùng rác để kiểm tra hoạt động của thùng rác và thu được kết quả thực nghiệm.



Hình 3.9. Thùng rác ở trạng thái không hoạt động



Hình 3.10. Sử dụng thùng rác bằng cảm biến hồng ngoại



Hình 3.11. Sử dụng thùng rác bằng cảm biến rung



Hình 3.12. Nắp thùng rác được mở



Hình 3.13. Sau 3s nắp thùng rác tự từ đóng lại

Đây là quá trình thực nghiệm thùng rác ở trong nhà được thử nghiệm nhiều lần để kiểm tra tính ổn định của sản phẩm.

+ Giải thích hình ảnh thực nghiệm

Khi người dùng dùng tay quét qua cảm biến hồng ngoại hoặc dùng tay gỗ vào nắp thùng rác thùng rác tự động đẩy nắp thùng lên đồng thời phát ra âm thanh đã được lưu trong khoảng thời gian là 3 giây sau đó thùng rác từ từ đóng nắp thùng rác lại khi người dùng không sử dụng nữa.

Đại học Sao Đỏ

KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

❖ Kết luận

Sau thời gian nghiên cứu và thực hiện đề tài, em đã hoàn thành quyển báo cáo đồ án và thiết kế mô hình theo những yêu cầu đã được đề ra ban đầu. Trong quá trình thực hiện em đã thu được những kết quả nhất định.

- Thiết kế thành công mô hình thùng rác cân đối, gọn gàng có tính thẩm mỹ
- Thùng rác có thể mở bằng 2 chế độ
- Có chức năng phát âm thanh gửi thông điệp tới người dùng
- Chế độ đóng nắp an toàn cho người sử dụng
- Có kiến thức vững chắc về các chuẩn truyền thông UART, I2C, và cách thức hoạt động của cảm biến hồng ngoại, cảm biến rung, module DF mini player, cách lập trình board mạch Arduino.
- Thùng rác có thể tự động mở nắp giúp người dùng không cần chạm tay vào thùng rác, hạn chế tiếp xúc với vi khuẩn. Đồng thời, thùng rác cũng phát âm thanh nhắc nhở người dùng bảo vệ môi trường.
- Tuy nhiên đề tài còn gặp một số hạn chế như:
- Mô hình hiện tại không phù hợp với môi trường ngoài trời mà phù hợp với môi trường trong nhà, văn phòng hơn
- Chưa có pin lắp trực tiếp vào thùng rác phải sử dụng pin bên ngoài hoặc cắm nguồn ngoài
- Chưa có chế độ giám sát lượng rác để thông báo khi rác đầy để người dùng có thể kiểm soát lượng rác.

❖ Hướng phát triển

Sản phẩm “Thùng rác thông minh” là sản phẩm có nhiều ưu điểm có khả năng tự động hóa cao vận hành một cách độc lập. Vậy nên việc phát triển sản phẩm này là rất cần thiết để có thể trở thành một sản phẩm thương mại. Một số hướng phát triển là:

- Ứng dụng AI và xử lý ảnh vào sản phẩm để giảm khả năng kích hoạt sai bằng cách nhận diện có người đang sử dụng hay không.
- Thêm chức năng giám sát lượng rác để thông báo cho người dùng khi đầy rác
- Kết hợp với nhiều cảm biến khác để thùng rác thông minh hơn
- Ứng dụng IoT để điều khiển thùng rác qua Webserver hoặc qua nền tảng di động
- Phát triển thêm cơ chế di chuyển cho thùng rác.

1. Ứng dụng AI và xử lý ảnh cho thùng rác.

Thùng rác thông minh sử dụng cảm biến hồng ngoại để phát hiện vật thể đến gần. Tuy nhiên, cảm biến hồng ngoại có thể bị kích hoạt sai bởi các vật thể khác như vật nuôi, trẻ em,... Để khắc phục hạn chế này, có thể ứng dụng AI và xử lý ảnh vào sản phẩm để giảm khả năng kích hoạt sai.

Cụ thể, có thể sử dụng camera để chụp ảnh và thu thập dữ liệu vật thể đến gần. Sau đó, sử dụng AI để phân tích ảnh và xác định xem vật thể đó có phải là người hay

không. Nếu là người, thì thùng rác sẽ mở nắp. Ngược lại, nếu là vật thể khác, thì thùng rác sẽ không mở nắp. Để thực hiện được điều này, cần nghiên cứu và phát triển thuật toán AI có thể phân tích ảnh một cách chính xác và sử dụng mô hình học máy để nhận diện người dùng.

2. Thêm chức năng giám sát lượng rác

Sử dụng cảm biến trọng lượng hoặc và cảm biến hồng ngoại để đo lường lượng rác trong thùng. Gửi cảnh báo đến người dùng thông qua ứng dụng di động khi thùng rác đầy.

Để thực hiện được điều này, cần nghiên cứu và phát triển cảm biến trọng lực có độ chính xác cao. Ngoài ra, cũng cần dùng cảm biến hồng ngoại để đo độ đầy của thùng rác tới một mức nhất định

3. Kết hợp với nhiều cảm biến khác

Ngoài các cảm biến hiện có như cảm biến hồng ngoại, cảm biến rung,... có thể kết hợp với nhiều cảm biến khác để thùng rác trở nên thông minh hơn. Ví dụ, có thể kết hợp với cảm biến nhiệt độ để kiểm tra nhiệt độ của rác thải. Nếu nhiệt độ của rác thải cao, thì có thể là rác thải đang cháy. Thùng rác sẽ tự động báo động để người dùng xử lý kịp thời.

Ngoài ra, cũng có thể kết hợp với cảm biến âm thanh để phát hiện tiếng động lạ trong thùng rác. Nếu phát hiện tiếng động lạ, thì có thể là rác thải đang bị động vật phá hoại. Thùng rác sẽ tự động đóng nắp để ngăn chặn động vật tiếp cận rác thải.

4. Ứng dụng IoT để điều khiển thùng rác

Xây dựng Webserver để theo dõi trạng thái và điều khiển thùng rác từ xa.

Để thuận tiện hơn cho người dùng, xây dựng ứng dụng IoT để điều khiển thùng rác qua Webserver hoặc qua nền tảng di động.

Cụ thể, có thể xây dựng một ứng dụng di động để điều khiển thùng rác. Người dùng có thể sử dụng ứng dụng này để mở nắp thùng rác, kiểm tra lượng rác, hoặc thay đổi các cài đặt của thùng rác.

Ngoài ra, cũng có thể sử dụng Webserver để điều khiển thùng rác. Người dùng có thể sử dụng trình duyệt web để truy cập vào Webserver và điều khiển thùng rác.

5. Phát triển cơ chế di chuyển cho thùng rác

Để thùng rác có thể hiện đại hơn phát triển thêm động cơ bánh xe di chuyển cho thùng rác. Có thể kết hợp với chế độ điều khiển trên di động hoặc thiết lập cung đường đi cho thùng rác.

❖ Nhận xét và đánh giá

Sau thời gian nghiên cứu đề tài cơ bản đã đáp ứng được yêu cầu thiết kế ban đầu.

a. Ưu điểm

- Thùng rác có sử dụng tốt trong điều kiện thực tế ở nhiều môi trường khác nhau

- Thùng rác thiết kế đơn giản dễ dàng sử dụng ai cũng dụng được
- Thùng rác có chế độ phát âm thanh tạo sự thích thú cho người dùng
- Có 2 chế độ mở nắp thuận tiện khi sử dụng
- Thiết kế nhỏ gọn có thể để ở nhiều nơi

b. Hạn chế

- Thùng rác chưa có sự hỗ trợ của nhiều module để hoạt động tốt hơn
- Khó có thể sử dụng ngoài trời
- Chưa có chế độ giám sát lượng rác để thông báo khi rác đầy
- Chưa có chế độ kết nối với điện thoại để điều khiển trên di động

c. Đánh giá

Sau thời gian vận hành thử nghiệm sử dụng thùng rác trong một khoảng thời gian em đánh giá thùng rác thông minh đã hoàn thành những yêu cầu ban đầu đề ra.

Thùng rác tự động mở nắp đã hoạt động ổn định là một giải pháp tiện lợi, thân thiện với môi trường và tiết kiệm chi phí.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Sách tham khảo

- [1] Trường đại học Sao Đỏ (2022), *Phát triển ứng dụng IoT*
- [2] Lê Trung Quân, Huỳnh Văn Đặng, Nguyễn Khánh Thuật (2021), *Giáo trình công nghệ internet of things và ứng dụng*, NXB Đại học Quốc gia 2021.
- [3] Ismail, Yasser (2019), *Internet of thing (IoT) for Automated and Smart Applications.*

2. Trang web tham khảo

- [4] Cộng đồng Arduino Việt Nam (2014), “Arduino Nano – Nhỏ, tiện lợi, mang trên mình tinh hoa của Arduino Uno”,

<http://arduino.vn/bai-viet/273-arduino-nano-nho-tien-loi-mang-tren-minh-tinh-hoa-cua-arduino-uno>

- [5] Cộng đồng Arduino Việt Nam (2015), “Cách sử dụng cảm biến rung với Arduino”,

<http://arduino.vn/bai-viet/557-cach-su-dung-cam-bien-rung-voi-arduino>

- [6] Điện Tử Việt (2021), “Kiến thức cơ bản về giao tiếp UART”

<https://dientuviet.com/kien-thuc-co-ban-ve-giao-tiep-uart/>

PHỤC LỤC: CODE ARDUINO

```
#include <Servo.h>
Servo myservo; // Change 'servo' to 'Servo'
int pos = 6;
void setup() {
    myservo.attach(10,500,2500); // Removed the extra arguments since 'attach'
only requires the pin number
    pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
    pinMode(A0, INPUT_PULLUP);
}
void loop() {
    if (digitalRead(A0) == LOW) {
        digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW); // Changed 'digitalRead' to 'digitalWrite'
        delay(500);
023
+*\98hb      digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH); // Changed 'digitalRead' to
'digitalWrite'
        for (pos = 4; pos <= 118; pos += 1) {
            myservo.write(pos);
            delay(5);
        }
        delay(3000);
        for (pos = 118; pos >= 7; pos -= 1) { // Changed 'pos <= 0' to 'pos >= 0'
            myservo.write(pos);
            delay(30);
        }
    }
}
```