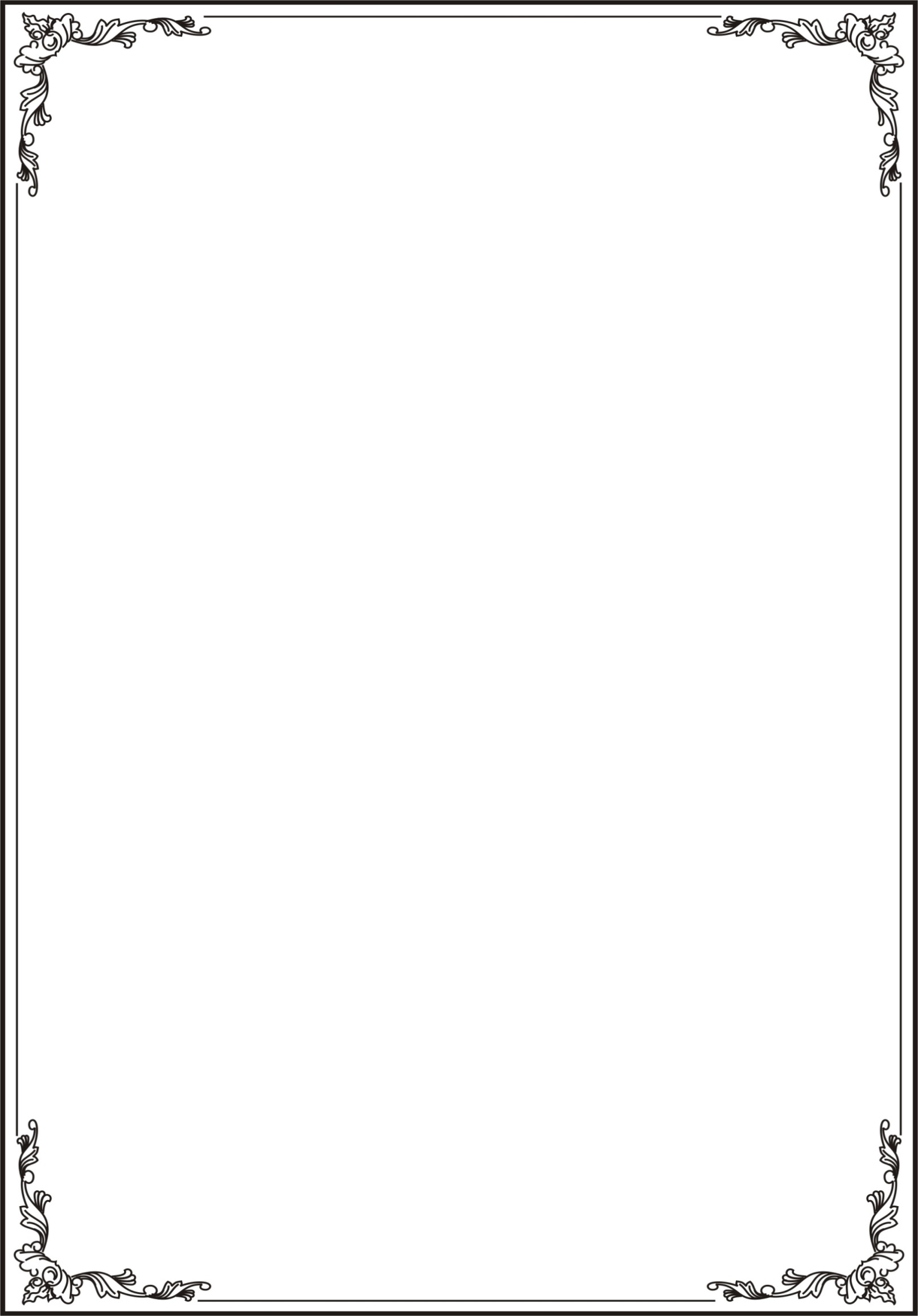
****

**LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP**

Đề tài: **ROBOT HÚT BỤI TỰ ĐỘNG**

**(**ROBOTIC VACUUM CLEANER**)**

GVHD: KS. Bùi Thanh Huyền

Nhóm :

**Lê Thị Mỹ Duyên 1510525**

**Nguyễn Tuấn 1513831**

TP.HCM ,ngày …...tháng ..…năm…..

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

TRƯỜNG ĐH BÁCH KHOA CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

Thành phố Hồ Chí Minh Độc Lập – Tự Do – Hạnh Phúc

🙣 🟑 🙡 🙣 🟑 🙡

Số: \_/BKĐT Khoa: Điện – Điện tử Bộ Môn: Tự Động Hóa

**NHIỆM VỤ LUẬN VĂN TỐT NGHIỆP**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Họ và tên: | **NGUYỄN TUẤN** | MSSV: **1513831** |
| Họ và tên: | **LÊ THỊ MỸ DUYÊN** | MSSV: **1510525** |
| Ngành: | **TỰ ĐỘNG HÓA** |  |

1. **Đầu đề luận văn: “Robot hút bụi tự động”**
2. **Nhiệm vụ** ( Yêu cầu về nội dung và số liệu ban đầu):

......................................................................................................................................

......................................................................................................................................

......................................................................................................................................

......................................................................................................................................

1. **Ngày giao nhiệm vụ luận văn:**
2. **Ngày hoàn thành nhiệm vụ:**
3. **Họ và tên người hướng dẫn: Phần hướng dẫn**

................................................

Nội dung và yêu cầu LVTN đã được thông qua Bộ Môn.

Ngày . ........ tháng ........... năm 2019

CHỦ NHIỆM BỘ MÔN NGƯỜI HƯỚNG DẪN CHÍNH

(*Ký và ghi rõ họ tên*) (*Ký và ghi rõ họ tên*)

PHẦN DÀNH CHO KHOA, BỘ MÔN:

Người duyệt (chấm sơ bộ): Đơn vị:

Ngày bảo vệ: Điểm tổng kết:

Nơi lưu trữ luận văn:

TRƯỜNG ĐH BÁCH KHOA CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ Độc Lập – Tự Do – Hạnh Phúc

BỘ MÔN: ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG --o0o--

*TP.HCM, Ngày tháng năm* 2019

**PHIẾU CHẤM BẢO VỆ LVTN**

**(*Dành cho cán bộ hướng dẫn*)**

Họ và tên: **NGUYỄN TUẤN** MSSV: **1513831**

Họ và tên: **LÊ THỊ MỸ DUYÊN** MSSV: **1510525**

Ngành: **TỰ ĐỘNG HÓA**

##### Đề tài: “Robot hút bụi tự động”

1. Họ tên người phản biện:
2. Tổng quát về bản thuyết minh:

Số trang ........ Số chương ........

Số bảng số liệu ........ Số hình vẽ ........

Số tài liệu tham khảo ........ Phần mềm tính toán ........

1. Những ưu điểm chính của LVTN:
2. Những thiếu sót chính của LVTN:
3. Về thái độ làm việc của sinh viên:
4. Đề nghị: Được bảo vệ 🞏, Bổ sung thêm để bảo vệ 🞏, Không được bảo vệ 🞏 .
5. Đánh giá chung (*bằng chữ: Giỏi, Khá, TB*): Điểm …………**/10**

TRƯỜNG ĐH BÁCH KHOA CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM

KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ Độc Lập – Tự Do – Hạnh Phúc

BỘ MÔN: ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG --o0o--

*TP.HCM, Ngày tháng năm* 2019

**PHIẾU CHẤM BẢO VỆ LVTN**

**(*Dành cho cán bộ phản biện*)**

Họ và tên: **NGUYỄN TUẤN** MSSV: **1513831**

Họ và tên: **LÊ THỊ MỸ DUYÊN** MSSV: **1510525**

Ngành: **TỰ ĐỘNG HÓA**

##### Đề tài: “Robot hút bụi tự động”

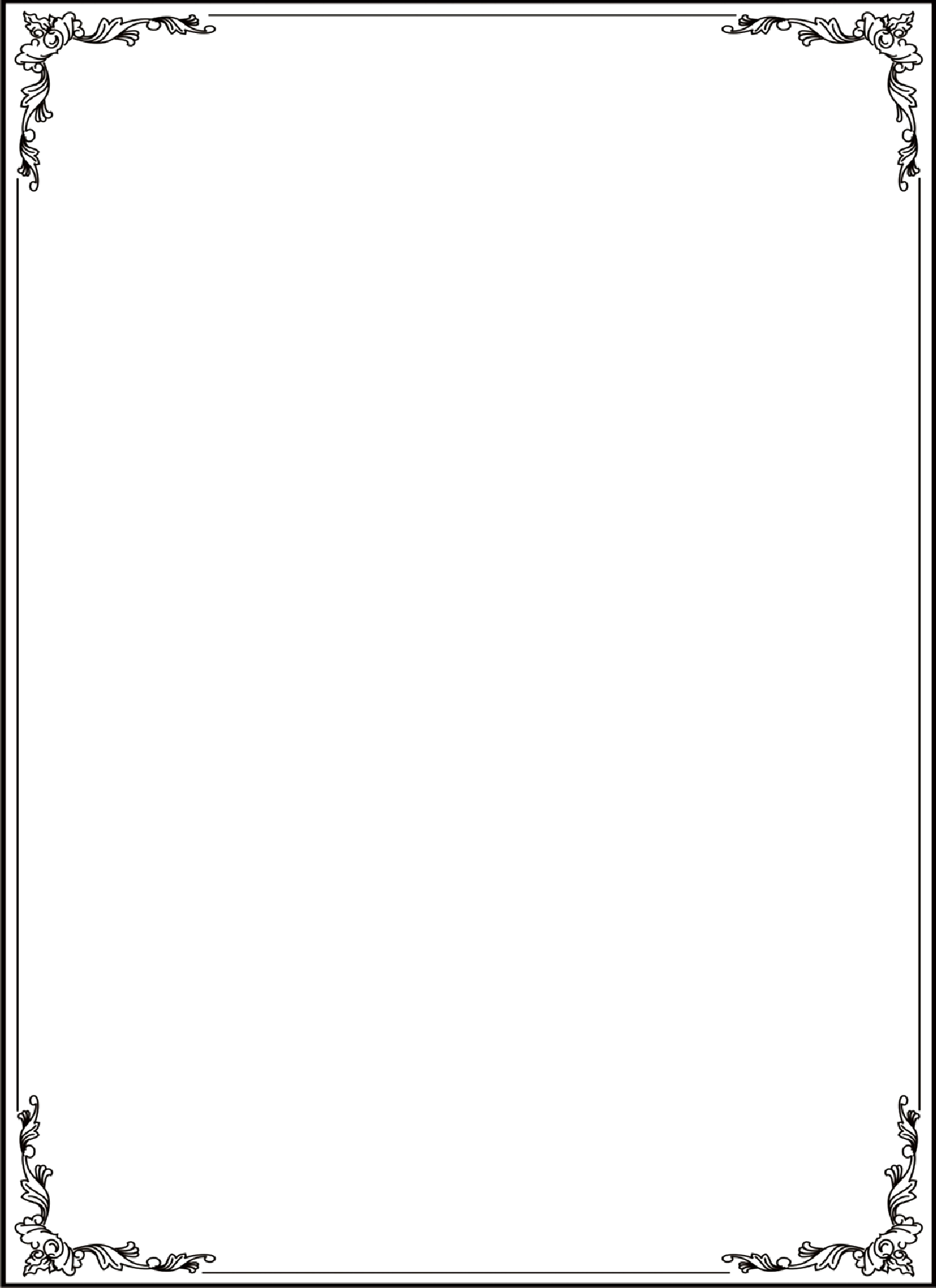
1. Họ tên người phản biện:
2. Tổng quát về bản thuyết minh:

Số trang ........ Số chương ........

Số bảng số liệu ........ Số hình vẽ ........

Số tài liệu tham khảo ........ Phần mềm tính toán ........

1. Những ưu điểm chính của LVTN:
2. Những thiếu sót chính của LVTN:
3. Về thái độ làm việc của sinh viên:
4. Đề nghị: Được bảo vệ 🞏, Bổ sung thêm để bảo vệ 🞏 , Không được bảo vệ 🞏 .
5. Đánh giá chung (*bằng chữ: Giỏi, Khá, TB*): Điểm …………**/10**



# LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, chúng em xin gửi đến Cô KS. Bùi Thanh Huyền lời cảm ơn chân thành và sâu sắc nhất. Nhờ có sự hướng dẫn và giúp đỡ của Cô trong suốt thời gian qua, chúng em đã có thể thực hiện và hoàn thành Đồ Án Môn Học , Thực Tập Tốt Nghiệp và Luận Văn Tốt Nghiệp. Với những lời nhận xét, góp ý và hướng dẫn tận tình, Cô đã giúp chúng em có một định hướng đúng đắn trong suốt quá trình thực hiện Đề tài, cũng như nhìn ra được những ưu khuyết điểm của sản phẩm và từng bước hoàn thiện hơn.

Đồng thời, chúng em xin trân trọng cảm ơn các Thầy Cô của Trường Đại Học Bách Khoa nói chung và của khoa Điện - Điện Tử nói riêng đã dạy dỗ và truyền đạt cho chúng em những bài học vô cùng bổ ích suốt quãng thời gian ngồi trên ghế giảng đường Đại học. Những lời giảng của Thầy Cô trên bục giảng đã trang bị cho chúng em nhiều kiến thức cần thiết và giúp chúng em có thể tích lũy thêm kinh nghiệm cho tương lai sau này.

Bên cạnh đó, chúng tôi xin cảm ơn sự hỗ trợ, giúp đỡ của bạn bè và sự ủng hộ của gia đình- những người thân luôn là chỗ dựa tinh thần vững chắc cho chúng tôi trong thời gian học tập tại Trường Đại Học Bách Khoa và trong quá trình hoàn trình hoàn thành Luận Văn Tốt Nghiệp này.

Trong thời gian thực hiện Luận Văn Tốt Nghiệp, mặc dù có nhiều sự cố gắng nhưng chắc chắn đề tài sẽ không tránh khỏi sự thiếu sót. Kính mong Thầy Cô chỉ bảo và góp ý kiến để đề tài được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng, kính chúc quý Thầy Cô và gia đình luôn dồi dào sức khỏe, niềm vui và hạnh phúc trong công việc và cuộc sống. Xin chân thành cảm ơn!

*Hồ Chí Minh, ngày tháng năm 2019*

NGUYỄN TUẤN & LÊ THỊ MỸ DUYÊN

# LỜI NÓI ĐẦU

*Theo xã hội hiện đại ngày nay, khoa học kĩ thuật phát triển rất mạnh mẽ và và đi cùng với những thành tựu vượt bậc đó là việc tạo ra những sản phẩm ứng dụng vào thực tế trong nhiều lĩnh vực: y tế , giáo dục, nông nghiệp, sản phẩm dân dụng… . Nhìn thấy được xu hướng này và mong muốn  áp dụng kiến thức mà mình đã học được trong hơn bốn năm ở giảng đường đại học, nhóm chúng em đã quyết định làm một sản phẩm mang tình ứng dụng vào đời sống thực tiễn. Sản phẩm đó chính là một robot hút bụi tự động.*

*Trong khuôn khổ của luận văn, nhóm sẽ tập trung xây dựng nghiên cứu xây dựng giải thuật dùng vi điều khiển STM32F4 và các module để điều khiển robot hút bụi tự động với một số tính năng đặc biệt, hạn chế tối đa các thao tác của con người, tìm hiểu phương pháp sử dụng các cảm biến để robot di chuyển linh hoạt trong các không gian tránh chướng ngại vật trên quãng đường di chuyển, đạt được hiệu quả cao vừa tối ưu hóa và tiết kiệm.. Một điểm mới được nhấn mạnh là nhóm sẽ xây dựng phần mềm giao diện người dùng để có thế điều khiển robot thông qua đường truyền không dây, tiện lợi hơn trong việc điều khiển cũng như theo dõi hoạt động của robot.*

***Nhóm sinh viên thực hiện***

***NGUYỄN TUẤN***

***LÊ THỊ MỸ DUYÊN***

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| |  |  | | --- | --- | | TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA TP. HỒ CHÍ MINH  **KHOA ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**  **BỘ MÔN: ĐIỀU KHIỂN TỰ ĐỘNG** | CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM  Độc lập - Tự do - Hạnh phúc | |  | *TP. HCM, ngày….tháng…..năm……..* | |  |

**ĐỀ CƯƠNG CHI TIẾT**

|  |  |
| --- | --- |
| **TÊN ĐỀ TÀI: MÁY HÚT BỤI TỰ ĐỘNG** | |
| **Cán bộ hướng dẫn: KS. Bùi Thanh Huyền** | |
| **Thời gian thực hiện:** | |
| **Sinh viên thực hiện: NGUYỄN TUẤN – 1513831**  **LÊ THỊ MỸ DUYÊN – 1510525** | |
| Nội dung đề tài:   1. Nghiên cứu xây dựng giải thuật dùng vi điều khiển STM32F4 và các module để điều khiển robot hút bụi tự động với một số tính năng đặc biệt, hạn chế tối đa các thao tác của con người. 2. Tìm hiểu phương pháp sử dụng các cảm biến để robot di chuyển linh hoạt trong các không gian, môi trường làm việc có vật cản…đạt được hiệu quả cao vừa tối ưu hóa và tiết kiệm. 3. Xây dựng phần mềm giao diện người dùng để có thế điều khiển robot thông qua đường truyền không dây.   Kết quả mong đợi:   * Xây dựng thành công mô hình máy hút bụi. * Điều khiển máy hút bụi tự động di chuyển với các thông số được cài đặt online từ giao diện người dùng. * Điều khiển máy hút bụi vận hành bằng tay theo sự quan sát của người dùng. | |
| **Kế hoạch thực hiện:**   |  |  |  | | --- | --- | --- | | **TT** | **Công việc** | **Thời gian**  **thực hiện** | |  |  |  | | |
| **Xác nhận của Cán bộ hướng dẫn** | TP. HCM, ngày….tháng …..năm…..  **Sinh viên** |

**DANH SÁCH HỘI ĐỒNG BẢO VỆ LUẬN VĂN**

Hội đồng chấm luận văn tốt nghiệp, thành lập theo Quyết định số …………………… ngày ………………….. ……..của Hiệu trưởng Trường Đại học Bách khoa TP.HCM.

* 1. …………………………………………. – Chủ tịch.
  2. …………………………………………. – Thư ký.
  3. …………………………………………. – Ủy viên.
  4. …………………………………………. – Ủy viên.

**ĐỀ MỤC**

[LỜI CẢM ƠN 1](#_Toc5140750)

[LỜI NÓI ĐẦU 2](#_Toc5140751)

[MỤC LỤC 6](#_Toc5140752)

[DANH MỤC HÌNH VẼ 9](#_Toc5140753)

[DANH MỤC BẢNG 10](#_Toc5140754)

[DANH MỤC VIẾT TẮT 11](#_Toc5140755)

# MỤC LỤC

[CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN ĐỀ TÀI 1](#_Toc5140804)

[1.1. Đặt vấn đề 2](#_Toc5140805)

[1.2. Giới thiệu một số robot hút bụi ngày nay 2](#_Toc5140806)

[1.3. Phạm vi đề tài và phương pháp thực hiện 3](#_Toc5140807)

[1.4. Sơ lược nội dung luận văn 4](#_Toc5140808)

[CHƯƠNG 2: TÌM HIỂU MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH DI CHUYỂN 6](#_Toc5140809)

[2.1. Phương pháp di chuyển ZigZag 7](#_Toc5140810)

[2.2. Phương pháp di chuyển xoắn ốc 7](#_Toc5140811)

[2.3. Phương pháp di chuyển spot 7](#_Toc5140812)

[CHƯƠNG 3: GIỚI THIỆU MỘT SỐ MODULE SỬ DỤNG TRONG ROBOT 8](#_Toc5140813)

[3.1. Vi điều khiển trung tâm STM32F407 9](#_Toc5140814)

[3.2. Phát hiện vật cản, vùng chênh lệch độ cao tránh rơi rớt 15](#_Toc5140815)

[3.2.1 Module cảm biến siêu âm SRF-04 15](#_Toc5140816)

[3.2.2 Module cảm biến hồng ngoại 17](#_Toc5140817)

[3.3. Động cơ và module điều khiển tốc độ 18](#_Toc5140818)

[3.3.1 Động cơ encoder 18](#_Toc5140819)

[3.3.2 Mạch lái động cơ L298 19](#_Toc5140820)

[3.4. Thời gian thực – RTC 21](#_Toc5140821)

[3.5. Module kết nối không dây truyền dữ liệu UART 23](#_Toc5140822)

[CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ MÔ HÌNH PHẦN CƠ KHÍ 25](#_Toc5140823)

[4.1 Giới thiệu phần mềm Soliwork 26](#_Toc5140824)

[4.2 Giới thiệu mô hình Robot 27](#_Toc5140825)

[4.3 Thiết kế phần thân Robot 28](#_Toc5140826)

[4.4 Thiết kế phần đế Robot 29](#_Toc5140827)

[4.5 Thiết kế hộp bụi 30](#_Toc5140828)

[4.6 Kết quả thiết kế 30](#_Toc5140829)

[CHƯƠNG 5: LẬP TRÌNH ROBOT 31](#_Toc5140830)

[5.1 Phương pháp điều chế PWM 32](#_Toc5140831)

[5.1.1 Giới thiệu thuật toán 32](#_Toc5140832)

[5.1.2 Giới thiệu phương pháp 33](#_Toc5140833)

[5.1.3 Ứng dụng vào robot 33](#_Toc5140834)

[5.1.4 Sơ đồ thuật toán 33](#_Toc5140835)

[5.2 Thuật toán PID 33](#_Toc5140836)

[5.2.1 Giới thiệu thuật toán: 33](#_Toc5140837)

[5.3 Thuật toán tránh vật cản, vùng chênh lệch độ cao 33](#_Toc5140838)

[5.4 Phương pháp truyền UART qua kết nối không dây 33](#_Toc5140839)

[5.5 Đọc giá trị ADC xác định giá trị pin 33](#_Toc5140840)

[5.6 Lập trình đọc giá trị thời gian thực 33](#_Toc5140841)

[5.7 Thuật toán di chuyển của robot 33](#_Toc5140842)

[5.8 Sơ đồ ghép nối các module 33](#_Toc5140843)

[CHƯƠNG 6: THIẾT KẾ GIAO DIỆN NGƯỜI BẰNG NGÔN NGỮ C# 35](#_Toc5140844)

[6.1 Giới thiệu chương trình Visual Studio 36](#_Toc5140845)

[6.2 Giới thiệu giao diện người dùng 36](#_Toc5140846)

[6.3 Thư viện Bunifu – thiết kế giao diện 36](#_Toc5140847)

[6.4 Các tính năng chính của giao diện 36](#_Toc5140848)

[6.3.1 Kết nối thiết bị 36](#_Toc5140849)

[6.3.2 Cài đặt cho robot 36](#_Toc5140850)

[6.3.3 Chế độ sử dụng 36](#_Toc5140851)

[6.3.4 Theo dõi trạng thái của robot 36](#_Toc5140852)

[6.3.5 Ghi chép quá trình làm việc 36](#_Toc5140853)

[CHƯƠNG 7: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ 37](#_Toc5140854)

[7.1 Thông số kĩ thuật Robot hút bụi 38](#_Toc5140855)

[7.2 Thực nghiệm khả năng di chuyển và tránh vật cản 38](#_Toc5140856)

[7.3 Nhận xét kết quả thực nghiệm 38](#_Toc5140857)

[CHƯƠNG 8: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN 39](#_Toc5140858)

[8.1 Kết luận đề tài 40](#_Toc5140859)

[8.2 Hướng phát triển 40](#_Toc5140860)

[TÀI LIỆU THAM KHẢO 41](#_Toc5140861)

DANH MỤC HÌNH VẼ

# DANH MỤC BẢNG

# DANH MỤC VIẾT TẮT

**A**

**ADC** Analog Digital Converter

**AGV** Autonomous Guided Vehicles

**API** Application Programming Interface **AUV** Autonomous Underwater Vehicles **AUX** AUXiliary

**C**

**CCP** Capture/Compare/PWM

**CL** Code Laboratories

**CMOS** Complementary Metal – Oxide – Semiconductor

**CNC** Computerized Numerical Control

**CPU** Central Processing Unit

**E**

**ECCP** Enhanced Capture/Compare/PWM

**EEPROM** Electrically Erasable Programmable Read – Only Memory

**EUSART** Enhanced Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

**F**

**FLANN** Fast Library for Approximate Nearest Neighbors

**G**

**GPIO** General Purpose Input Ouput

**H**

**HDD** Hard Disk Drive

**I**

**ICD** In – Circuit Debugger

**ICSP** In – Circuit Serial Programming

**IR** Infrared

**J**

**JNA** Java Native Access

**JNI** Java Native Interface

**M**

**MFC** Microsoft Foundation Class Library **MSSP** Master Synchronous Serial Port **MUX** Multiplexer

**N**

**NI** Natural Interaction

**NUI** Natural User Interface

**Q**

**QVGA** Quarter Video Graphics Array

**R**

**RAM** Random Access Memory **RANSAC** RANdom SAmple Consensus **RGB** Red, Green, Blue

**S**

**SDK** Software Development Kit

**SSP** Synchronous Serial Port

**SXGA** Super eXtended Graphics Array

**T**

**TOF** Time Of Flight

**TTL** Transistor – Transistor Logic

**U**

**UAV** Unmanned Arial Vehicles

**USART** Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter

**USB** Universal Serial Bus

**V**

##### VGA VTK

Video Graphics Array

Visualization Too

## CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU TỔNG QUAN ĐỀ TÀI

* 1. **Đặt vấn đề**
  2. **Giới thiệu một số Robot hút bụi hiện nay**
  3. **Phạm vi đề tài và phương pháp thực hiện**
  4. **Sơ lược nội dung luận văn**

Nội dung chính

### Đặt vấn đề

Trong cuộc sống hiện đại ngày nay, khái niệm robot đã xuất hiện vô cùng rộng rãi và phổ biến, không còn xa lạ với chúng ta. Nó có thể là món đồ chơi trẻ em, một công cụ phụ trợ trong công việc hoặc thậm chí là một hướng dẫn viên du lịch. Robot là sự tổ hợp khả năng hoạt động linh hoạt của các cơ cấu điều khiển tự động, từ xa với mức độ “tri thức” ngày càng phong phú của hệ thống điều khiển theo chương trình số cũng như kỹ thuật chế tạo các bộ cảm biến, công nghệ lập trình và các phát triển của trí khôn nhân tạo, ...

Không những được ứng dụng nhiều trong công nghiệp, Robot cũng được xem là trợ thủ đắc lực, phục vụ trong gia đình, giải trí,… dần thay thế các hoạt động tay chân, tự động hóa mọi thứ, giúp cho cuộc sống trở nên tiện nghi, dễ dàng hơn trong khuôn nhịp hối hả, bận rộn như hiện nay. Và một ví dụ điển hình đó chính là robot hút bụi tự động - giúp chúng ta thực hiện công việc làm sạch sàn nhà hiệu quả, không mất sức lực và tiết kiệm thời gian.

Bên cạnh đó, chúng ta cũng thấy được nhiều cải tiến, nâng cấp trong lĩnh vực vi điều khiển. Các module vi điều khiển đã xuất hiện trên thị trường ngày càng nhiều, cực kì đa dạng với tốc độ xử lí cao, cung cấp những tính năng hỗ trợ ngày càng mạnh mẽ. Có thể kể đến PIC,STM,AVR,…Đó là điều kiện thuận lợi để ngành công nghiệp hệ thống nhúng phát triển hơn. Và trong xu thế cạnh tranh, các hãng đang cố gắng phát triển vi mạch, tăng độ tích hợp để có thể hạ giá thành đến mức thấp nhất. Người sử dụng nói chung và sinh viên nói riêng có thể tìm được một bộ vi điều khiển phù hợp, giá rẻ phục vụ cho mục đích chế tạo cũng như học tập, nghiên cứu.

Nhiệm vụ của đề tài là khảo sát các tính năng của robot hút bụi trên thị trường, tham khảo các tài lệu sẵn có, sử dụng vi điều khiển STM và các cảm biến liên quan,..để từ đó phát triển nên một robot có các tính năng tương tự với giá thành thấp hơn, góp phần hỗ trợ cho con người tiết kiệm được thời gian công sức.

### Giới thiệu một số robot hút bụi ngày nay

[Robot hút bụi thông minh](https://meta.vn/robot-hut-bui-thong-minh-c1230) xuất hiện tại Việt Nam và trở nên phổ biến trong khoảng vài năm trở lại đây. Trong các thương hiệu Robot hút bụi thông minh thì Deeboot của Ecovacs và Botvac của Neato là 2 dòng robot hút bụi đang “làm mưa làm gió” trên thị trường trong và ngoài nước, đây cũng là sự lựa chọn số 1 của các gia đình tại Việt Nam.

* **Dòng sản phẩm Botvac của Neato**

## Táº¥t táº§n táº­t vá» 2 dÃ²ng robot hÃºt bá»¥i Äang âlÃ m mÆ°a lÃ m giÃ³â trÃªn thá» trÆ°á»ng - áº¢nh 1.

* ***Giới thiệu***

Neato – thương hiệu đến từ Mỹ - là một trong những nhà sản xuất có tên tuổi nhất trên thị trường robot hút bụi thông minh hiện nay. Robot hút bụi của Neato có nhiều sản phẩm thuộc dòng Botvac như Botvac Connected, Botvac D5 Connected, Botvac D3 Connected và Botvac D85,... Trong đó sản phẩm cao cấp nhất là phải kể đến là dòng Botvac Connected với rất nhiều tính năng thông minh, cải tiến kỹ thuật mang lại sự ưu Việt khi sử dụng. Nó đã dành được rất nhiều các giải thưởng danh giá khi được giới thiệu. Điển hình như giải Robot hút bụi thông minh tốt nhất năm 2016 do CNET bình chọn.



* ***Thiết kế***

Botvac là sản phẩm robot hút bụi đầu tiên trên thị trường sở hữu một thiết kế hình chữ D. Nó có thể tiến sâu vào các góc vuông trong căn nhà mà các robot hình tròn không thể làm được. Tuy nhiên, nó vẫn không thể xóa bỏ hoàn toàn cấu trúc dạng tròn của các loại robot hút bụi truyền thống. Thiết kế hình chữ D cũng mang lại sự vượt trội về chổi quét chính và hộp chứa bụi. Chổi quét chính và hộp chứa bụi của Botvac Connected nói riêng và các sản phẩm Botvac nói chung có kích thước lớn gần gấp đôi so với các sản phẩm thông thường. Nhờ chổi quét lớn hơn này, sản phẩm có thể làm sạch nhanh hơn và diện tích làm sạch cũng lớn hơn.

* ***Định hướng đường đi***

Botvac được trang bị công nghệ dẫn đường bằng Laser. Phía trên bề mặt robot có một tháp Laser được thiết kế nhô hẳn lên trên. Khi hoạt động, tháp Laser này sẽ quét toàn bộ căn phòng để tạo ra một bản đồ hoạt động. Bản đồ này sẽ bao gồm chu vi hoạt động, các vật cản có trong căn phòng, các vị trí cửa ra vào, cầu thang… Từ đó sản phẩm sẽ tiến hành dọn dẹp căn phòng theo bản đồ làm việc mà tháp laser thu được.

* ***Sạc***

Một ưu điểm lớn nữa là robot sẽ tự động quay trở lại ổ sạc sau khi hoàn thành công việc của mình chứ không chạy lòng vòng cho đến khi hết pin như một số loại khác. Sở dĩ có được điều này là bởi hệ thống điều hướng của tháp laser giúp thiết lập lộ trình cho robot hoạt động.

* ***Hút bụi***

Các sản phẩm Botvac được trang bị công nghệ làm sạch SpinFlow Power Clean. Công nghệ này được tối ưu thiết kế đường dẫn bụi để tạo ra dòng khí xoáy, kết hợp động cơ hút công suất lớn có lực hút mạnh mẽ, hút mọi bụi bẩn trên sàn nhà hay các khu vực thảm. Phía bên trong, hộp chứa bụi được trang bị bộ lọc hiệu suất cao, có thể lọc được các hạt bụi với kích cỡ 0,3 micron giúp người dùng tránh được các tác nhân gây hại cho sức khỏe và dị ứng.

* ***Điều khiển***

Dòng Botvac connected còn được trang bị khả năng kết nối với Smartphone giúp người dùng có thể điều khiển robot hoạt động từ xa, đặt lịch làm việc cho robot…thông qua ứng dụng đi kèm của nhà sản xuất. Và ngược lại bạn cũng sẽ nhận được thông tin về căn phòng, khu vực đã được làm sạch,… từ robot được gửi về điện thoại.

* **Dòng sản phẩm Deebot của Ecovacs**



* ***Giới thiệu***

Deebot Ozmo 930, Deebot Ozmo 600 hay Deebot R98 là 3 sản phẩm nổi bật của Ecovacs hiện đang được phân phối tại Việt Nam. Trên các dòng sản phẩm này, người dùng còn được cung cấp thêm tính năng lau nhà tự động. Như vậy là sau khi hút sạch bụi của căn phòng thì robot sẽ tiến hành lau nhà luôn, căn phòng của bạn sẽ luôn sạch bong sáng bóng.

* ***Thiết kế***

Giống như phần lớn các robot hút bụi hiện nay tại Việt Nam, thì robot của Ecovacs cũng mang dạng hình tròn. Chứng tỏ đây vẫn là hình dạng thông dụng nhất trong thiết kế robot hút bụi với những đặc tính ưu việt trong thiết kế cũng như vận hành.

* ***Định hướng đường đi***

Hệ thống dẫn đường của Deebot cũng sử dụng một tháp Laser điều hướng thông minh với công nghệ SmartNavi. Nhờ đó Robot có thể làm sạch căn phòng hoàn hảo, tự động dừng khi hoàn thành công việc.

* ***Hút bụi***

Nói về khả năng làm sạch, Deebot được trang bị tới 2 chổi quét ven và 1 chổi chính hình chữ V, giúp cho robot có thể quét tất cả mọi thứ trên đường nó đi qua. Hai cây chổi quét ven có mục đích giúp robot có thể thu được nhiều bụi hơn ở các khu vực góc tường.

Trên Deebot có một cảm biến giúp máy tự động nhận diện khu vực nào là sàn, khu vực nào trải thảm để thay đổi chế độ làm việc giúp mang lại hiệu quả làm sạch cao nhất.

* ***Điều khiển***

Deebot cũng được trang bị khả năng kết nối và điều khiển thông qua Smartphone mang lại sự tiện lợi cho người dùng.

### Phạm vi đề tài và phương pháp thực hiện

* **Phạm vi đề tài:**

Xây dựng mô hình robot có những tính năng cơ bản sau:

* Robot có khả năng hút các hạt bụi li ti, những bụi bẩn có trọng lượng tương đối nhẹ để làm sạch nền nhà với các giải thuật ZICZAC, xoắn ốc, spot,.. phù hợp với từng loại không gian.
* Robot tránh chướng ngại vật trên quãng đường di chuyển, ngăn việc va đập gây hư hỏng. Ngoài ra nó cũng được trang bị cảm biến để phát hiện ‘vực sâu’ giúp cho chiếc máy không ngã cầu thang, các bậc lên xuống trong quá trình làm việc.
* Xây dựng phần mềm giao diện người dùng để có thế điều khiển robot thông qua đường truyền không dây, tiện lợi hơn trong việc điều khiển cũng như theo dõi hoạt động của robot.

Với các tính năng như trên, ta có thể thấy sản phẩm hoàn toàn có thể đảm bảo được yêu cầu tối thiểu để làm sạch một ngôi nhà không khác những chiếc robot hiện có mặt trên thị trường. Do vậy, tính khả thi của đề tài này sẽ rất là cao, và nhóm chúng em mong muốn sản phẩm sẽ dần hoàn thiện hơn và sớm đi vào thực tế.

* **Phương pháp thực hiện:**

Thiết kế mô hình một robot di động tự động, trong đó bao gồm phần gia công cơ khí, mạch công suất, mạch vi điều khiển. Robot hoạt động dựa trên các cảm biến chính là cảm biến hồng ngoại, cảm biến siêu âm, công tắc hành trình và encoder . Tất cả các cảm biến này sẽ gửi tín hiệu về vi vi xử lý chính STM32f407 để xử lý và đưa ra  các thuật tóan, giải thuật điều khiển nhằm tránh vật cản, những nơi chênh lệch độ cao và định hướng đường đi. Tích hợp thêm các thành phần khác như module thời gian thực (DS 3231), mạch chia áp, module wifi (ESP 8266),… để máy hoạt động ở chế độ thời gian thực, truyền nhận không dây và kiểm soát dung lượng pin. Bên cạnh đó, xây dựng phần mềm giao diện người dùng điều khiển Robot qua đường truyền không dây với 2 chế độ bằng tay và tự động, giúp người dùng thuận tiện hơn trong việc điều khiển và theo dõi sản phẩm.

Cảm biến từ trường dùng để định hướng cho robot,  xác định hướng đi chính xác và thông minh nhất. Encoder dùng để phát hiện robot dừng do bị trượt bánh hoặc bị mắc do các vật cản.

### Sơ lược nội dung luận văn

Nội dung luận văn bao gồm 8 chương:

* **Chương 1: Giới thiệu tổng quan đề tài.**

*Giới thiệu sơ lược về nội dung đề tài và những sản phẩm trên thị trường.*

* **Chương 2: Tìm hiểu một số phương pháp vận hành di chuyển**

*Nội dung chính giới thiệu một số cách thức di chuyển của Robot trong quá trình vận hành để thực thi công việc làm sạch trên những khoảng không gian khác nhau.*

* **Chương 3: Giới thiệu một số module sử dụng trong robot**

*Giới thiệu sơ lược các Module được sử dụng trong quá trình chế tạo Robot cũng như công dụng chính của chúng trong quá trình làm việc.*

* **Chương 4: Thiết kế phần cơ khí**

*Giới thiệu phần mềm Soliwork và quá trình sử dụng để thiết kế 3D chế tạo phần cơ khí cho Robot.*

* **Chương 5: Lập trình robot**

*Tập trung vào các giải thuật, phương pháp dùng để lập trình cho Robot cũng như cách kết nối chúng để tạo nên giải thuật hoàn chỉnh giúp cho sản phẩm vận hành*

* **Chương 6: Thiết kế giao diện người dùng bằng C#**

*Giới thiệu phần mềm Visual Studio và giao diện người dùng trên thị trường hiện nay và những tính năng chính của UI đi kèm với sản phẩm Robot hụt bụi trong đề tài này*

* **Chương 7: Thực nghiệm và đánh giá kết quả**

*Tiến hành sử dụng sản phẩm trên các môi trường thực tế, từ đó thống kê và đánh giá mức độ hiệu quả cũng như mức độ hoàn thành công việc của Robot, nêu ra những ưu điểm, khuyết điểm cần cải thiện.*

* **Chương 8: Kết luận và hướng phát triển**

*Đưa ra điểm mạnh, điểm còn thiếu của sản phẩm. Từ đó, đề ra phương hướng phát triển trong tương lai.*

## CHƯƠNG 2: TÌM HIỂU MỘT SỐ PHƯƠNG PHÁP VẬN HÀNH DI CHUYỂN

* 1. **Phương pháp di chuyển ZigZag**
  2. **Phương pháp di chuyển xoắn ốc**
  3. **Phương pháp di chuyển spot**

Nội dung chính

### Phương pháp di chuyển ZigZag

### Phương pháp di chuyển xoắn ốc

### Phương pháp di chuyển spot

## CHƯƠNG 3: GIỚI THIỆU MỘT SỐ MODULE SỬ DỤNG TRONG ROBOT

**3.1 Vi điều khiển trung tâm**

**3.2 Phát hiện vật cản, vùng chênh lệch độ cao tránh rơi rớt**

**3.3 Động cơ và module điều khiển tốc độ**

**3.4 Thời gian thực – RTC**

**3.5 Module kết nối không dây truyền dữ liệu UART**

Nội dung chính

### Vi điều khiển trung tâm STM32F407

STM32 được thiết kế dựa trên dòng Cortex-M3, dòng Cortex-M3 được thiết kế đặc biệt để nâng cao hiệu suất hệ thống, kết hợp với tiêu thụ năng lượng thấp. CortexM3 được thiết kế trên nền kiến trúc mới, do đó chi phí sản xuất đủ thấp để cạnh tranh với các dòng vi điều khiển 8 và 16-bit truyền thống.

KIT STM32F4 có những đặc trưng như sau:

* *Bộ nhớ*: 1MB Flash, 192KB SRAM
* ARM 32-bit Cortex™-M4F CPU với FPU, tần số lên đến 168 MH
* *Giao thức truyền thông*: Full Speed USB 2.0 Port, Ethernet LAN 10/100Mb, 2 kênh mạng CAN chuẩn, 4 SCI (UART), 3 SPI, 3 I2C Giao tiếp camera 8-14 bit song song với tốc độ lên đến 54 Mbytes /s
* *Analog*: 3 kênh ADC 12 bit, 2 kênh DAC 12 bit
* 16 kênh DMA
* *Timer*: Lên đến 17 timers (16 và 32 bit) với tốc độ lên đến 168MHz mỗi timer có 4 IC/OC/PWM hoặc đếm xung encoder.
* *GPIO*: Có đến 100 chân ngoại vi được tích hợp chức năng ngắt ngoài
* Cấp nguồn 3.3V riêng
* **GPIO (General Purpose Input/Output)**

Vi điều khiển STM32F407 có 5 port ngoại vi (PA, PB, PC, PD, PE), với 16 chân mỗi port (Px0 -> Px15). Mỗi chân IO có thể được lập trình một cách riêng rẽ , độc lập dưới dạng input hoặc output. Đối với output có thể thiết lập các chế độ như: push-pull, open-drain hoặc có điện trở pull-up/pull-down. Đối với input có thể chọn dạng floating, pull-up/pull-down hoặc analog. Đặc biệt tất cả các chân ngoại vi đều được tích hợp chức năng ngắt ngoài và có thể giao tiếp trực tiếp với các thiết bị ngoại vi có mức logic 0-5V.

* **Timer**

Timer là bộ định thời có thể sử dụng để tạo ra thời gian cơ bản dựa trên các thông số: **TIM\_CLOCK** (xung clock cấp cho timer), **PSC** (Prescaler - bộ chia từ 1 đến 65535), **ARR** (auto-reload register - giá trị đếm của timer 16 hoặc 32 bit), **RCR** (repetition counter register - giá trị đếm lặp lại 16bits). Timer của STM32F407 là timer 16 bits có thể tạo ra các sự kiện trong khoảng thời gian từ nano giây tới vài phút gọi là **UEV** (update event).

Giá trị UEV được tính theo công thức sau:

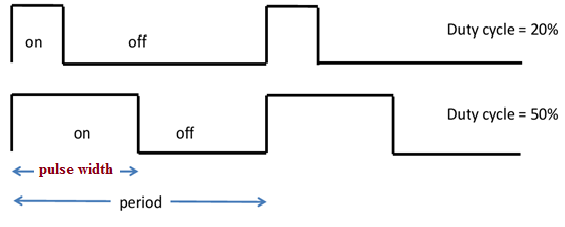
UEV = TIM\_CLK/((PSC + 1)\*(ARR + 1)\*(RCR + 1))

STM32F407 có tổng cộng 14 timer. Trong đó mỗi timer sẽ có chức năng và độ phân giải khác nhau. Có thể tóm tắt theo bảng sau:

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **TIMER** | **Loại** | **Độ phân giải** | **Độ chia** |
| TIM1, TIM8 | Cao cấp | 16bit | 16bit |
| TIM2, TIM5 | Dùng chung | 32bit | 16bit |
| TIM3, TIM4  TIM9 -> TIM14 | Dùng chung | 16bit | 16bit |
| TIM6, TIM7 | Cơ bản | 16bit | 16bit |

* **PWM (Pulse Width Modulation)**

PWM (bộ điều chế xung, hay bộ“băm xung”) là bộ xử lý và điều khiển tạo ra dạng xung vuông chu kỳ thay đổi theo cấu hình. Đây là phương pháp điều chỉnh điện áp ra tải dựa vào trung bình tín hiệu điều chế. Khi độ rộng xung tăng, trung bình điện áp ra tăng và ngược lại. Các module PWM thường sử dụng tần số điều chế không đổi, và điều chỉnh dựa trên sự thay đổi của chu kỳ nhiệm vụ (duty cycle). Trong STM32F407, PWM thuộc khối timer.



Duty cycle = pulse width x 100/period

Để cấu hình sử dụng PWM ta có thể chia làm 2 phần như sau :

* Cấu hình timer cho PWM: sẽ quyết định độ rộng của 1 chu kỳ xung PWM là bao nhiêu (period)
* Cấu hình PWM : sẽ quyết định phần trăm của xung mức cao là bao nhiêu phần trăm (pulse width)
* **DMA (Direct Memory Access)**

DMA là một kỹ thuật chuyển dữ liệu tốc độ cao giữa bộ nhớ và ngoại vi hoặc giữa các vùng nhớ mà không yêu cầu đến sự thực thi của lõi vi xử lý. Ở STM32F407 có 2 bộ DMA ( DMA1 và DMA2) với 8 kênh mỗi bộ (Stream 0 -> Stream 7) hỗ trợ các chức năng như ADC, SPI, USART, I2C, timer,…

Trong đó có các đặc trưng chính:

* Mỗi kênh đều có thể được cấu hình riêng biệt.
* Với mỗi chức năng sẽ có các kênh hỗ trợ riêng.
* Có 4 mức ưu tiên có thể lập trình: rất cao (very high), cao (high), trung bình (medium), thấp (low).
* Kích thước data được sử dụng là: Byte (8bit), Half Word (16bit), Word (32bit).
* Có 2 chế độ lưu trữ dữ liệu: Bình thường (Normal), Xoay tròn (Cicular).
* Có 3 loại truyền dữ liệu là ngoại vi tới vùng nhớ, vùng nhớ tới vùng nhớ và vùng nhớ tới ngoại vi.
* Số lượng data có thể lên đến 65535.

Khi cấu hình DMA kèm theo cấu hình các chức năng chính phải cho phép ngắt DMA. Khi lập trình có thể cho phép hoặc không cho phép DMA hoạt động.

* **ADC (Analog-to-Digital Converter)**

Trong STM32F407 có hỗ trợ 3 bộ ADC, mỗi bộ 15 kênh (ADC1 -> ADC15) chuyển đổi tín hiệu điện áp thành tín hiệu số với độ phân giải lên tới 12bit. Có thể sử dụng cùng lúc nhiều kênh của các bộ ADC khác nhau và có thể lập trình thời gian lấy mẫu riêng cho từng kênh. Ngoài ra có thể thiết lập các chế độ cho các bộ ADC như quét lần lượt từng kênh (Scan Conversion Mode), quét liên tục (Continuous Conversion Mode). Đặc biệt có thể kết hợp DMA để lưu trữ giá trị giúp cho việc chuyển đổi và xử lý sau chuyển đổi diễn ra nhanh hơn và không làm gián đoạn chương trình thực thi những thao tác khác.

* **USART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter)**

USART là một phương thức truyền nhận nối tiếp đồng bộ và không đồng bộ. Ưu điểm của truyền thông nối tiếp là vi điều khiển có khả năng truyền-nhận nhiều dữ liệu, tiết kiệm đường đường IO, nhưng nhược điểm là không được nhanh như truyền song song. STM32F407 có 4 bộ USART (1,2,3,6) và 2 bộ UART (4,5) nằm trên các port từ PA đến PD.

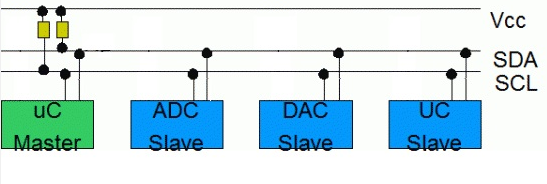
Để sử dụng USART phải cấu hình các chi tiết sau:

* Tốc độ baud: tốc độ cài đặt phải nằm tròn khoảng từ 642bits/s đến 2625 Mbits/s.
* Độ dài chuỗi truyền: 8 bit hoặc 9bit (đã bao gồm Parity).
* Parity: có thể chọn có hoặc không.
* Stop Bits: Chọn số stop bit (1 hoặc 2).

Ngoài ra, còn có thể cấu hình ngắt truyền nhận nối tiếp và kết hợp sử dụng DMA lưu trữ dữ liệu giúp cho quá trình truyền nhận diễn ra nhanh và thuận tiện hơn.

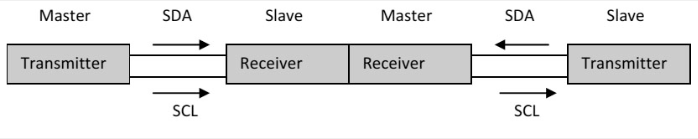
* **I2C (Inter Intergrated Circuit)**

I2C là một chuẩn giao tiếp nối tiếp 2 dây (Serial Data - SDA và Serial Clock - SCL) được sử dụng làm bus giao tiếp ngoại vi cho rất nhiều loại IC khác nhau như các loại Vi điều khiển 8051, PIC, AVR, ARM... Trong đó, SDA là đường truyền dữ liệu 2 hướng, còn SCL là đường truyền xung đồng hồ để đồng bộ và chỉ theo một hướng.



Hình trên cho thấy sẽ có nhiều thiếu bị cùng kết nối trên 1 bus I2C, do đó phải có sự phân địa chỉ và một quan hệ chủ / tớ cho từng thiết bị tránh sự nhầm lẫn trong suốt quá trình giao tiếp. Mỗi thiết bị có thể hoạt động như là thiết bị nhận hoặc truyền dữ liệu hay có thể vừa truyền vừa nhận tùy thuộc vào việc thiết bị đó là chủ (master) hay tớ (slave).

Trong giao tiếp I2C chỉ có thiết bị chủ (master) mới có quyền điều khiển, nó sẽ tạo xung đồng hồ và quản lý địa chỉ cho toàn hệ thống bus I2C đó. Thiết bị chủ giữ vai trò chủ động, còn thiết bị tớ giữ vai trò bị động trong việc giao tiếp.



Nhìn hình trên ta thấy xung đồng hồ chỉ có một hướng từ chủ đến tớ, còn luồng dữ liệu có thể đi theo hai hướng, từ chủ đến tớ hay ngược lại tớ đến chủ.

STM32F407 có 2 bộ I2C với 2 chế độ hoạt động: Standard mode và Fast mode.

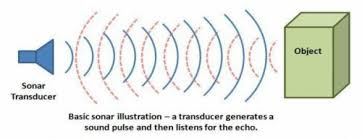
* Standard mode (chế độ chuẩn)
* Đây là chế độ chuẩn ban đầu được phát hành vào đầu những năm 80.
* Có tốc độ dữ liệu tối đa 100kbps.
* Sử dụng 7-bit địa chỉ và 112 địa chỉ tớ
* Fast mode (chế độ nhanh)
* Tốc độ dữ liệu tối đa được tăng lên đến 400 kbps.
* Có thể lựa chọn duty cycle Tlow/Thigh.

### Phát hiện vật cản, vùng chênh lệch độ cao tránh rơi rớt

#### **Module cảm biến siêu âm SRF-04**



**Cảm biến siêu âm** hoạt động dựa trên nguyên lý phát sóng âm ra ngoài, khi sóng âm tiếp cận tới các vật thể (chất lỏng như nước, nước thải, chất lỏng dạng kết dính…, chất rắn như hạt nhựa, cát, đá, xi măng, bột, cám gạo…)  sẽ phản xạ sóng âm về cảm biến. Sau đó cảm biến sẽ xử lý và đưa về thành tín hiệu dòng 4-20mA tiếp tục truyền đi tới các thiết bị kết nối để phát tín hiệu kết quả đo được cho người dùng.



**Thông số kỹ thuật:**

* Điện thế hoạt động: DC 5V
* Dòng tiêu thụ: 2 mA
* Góc quét: <15 degree
* Khoảng cách nhận: 2~100cm
* Độ chính xác: lên đến 0.3cm

**Giao tiếp:**

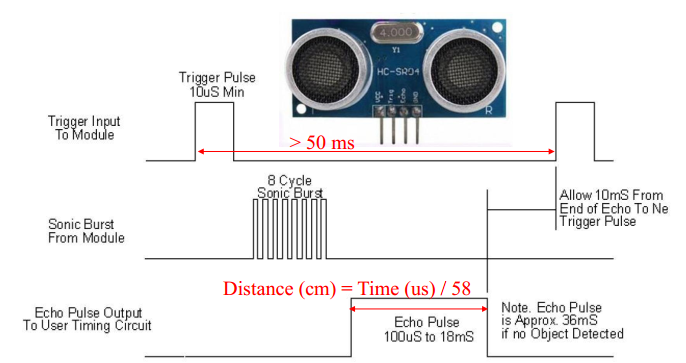
* VCC: điện áp cấp từ 3.3V đến 5V
* GND: GND ngoài
* Trig: chân Trigger để nhận tín hiệu điều khiển
* Echo: chân Echo để phản hồi về xung có độ rộng tương ứng với khoảng cách vật

Để đo khoảng cách, ta sẽ phát 1 xung rất ngắn (5 microSeconds - us) từ chân **Trig.**Sau đó, cảm biến sẽ phát ra lượt sóng siêu âm và tạo ra 1 xung HIGH ở chân **Echo** cho đến khi nhận lại được sóng phản xạ thì hạ xuống mức LOW. Chiều rộng của xung sẽ bằng với thời gian sóng siêu âm được phát từ cảm biển và quay trở lại. Quá trình được lặp lại với chu kì phải lớn hơn 50ms để đảm bảo độ chính xác.

Tốc độ của âm thanh trong không khí là 340 m/s (hằng số vật lý). Khoảng cách từ cảm biến đến vật được tính theo công thức:

Distance = (cm)

với T là độ rộng xung Echo (us)



#### **Module cảm biến hồng ngoại**



Cảm biến có khả năng nhận biết vật cản trực diện, có một cặp truyền và nhận tia hồng ngoại và một biến trở điều chỉnh khoảng cách.

Tia hồng ngoại phát ra một tần số nhất định, khi phát hiện hướng truyền có vật cản (mặt phản xạ), phản xạ vào đèn thu hồng ngoại, sau khi so sánh, đèn màu xanh sẽ sáng lên, đồng thời đầu cho tín hiệu số đầu ra (một tín hiệu bậc thấp).

Khoảng cách làm việc hiệu quả 2 ~ 5cm, điện áp làm việc là 3.3 V đến 5V. Độ nhạy sáng của cảm biến được điều chỉnh bằng chiết áp, cảm biến dễ lắp ráp, dễ sử dụng,....

Có thể được sử dụng rộng rãi trong robot tránh chướng ngại vật, xe tránh chướng ngại vật  và dò đường....

**Thông số kỹ thuật:**

* Bộ so sánh sử dụng LM393, làm việc ổn định
* Điện áp làm việc: 3.3V - 5V DC.
* Khi bật nguồn, đèn báo nguồn sáng.
* Lỗ vít 3 mm, dễ dàng cố định, lắp đặt.
* Kích thước: 3.2cm \* 1.4cm

**Giao tiếp:**

* VCC: điện áp chuyển đổi từ 3.3V đến 5V (có thể được kết nối trực tiếp đến vi điều khiển  5V và 3.3V)
* GND: GND ngoài
* OUT: đầu ra kỹ thuật số (0 và 1) với mức 0 khi phát hiện có vật cản.

### Động cơ và module điều khiển tốc độ

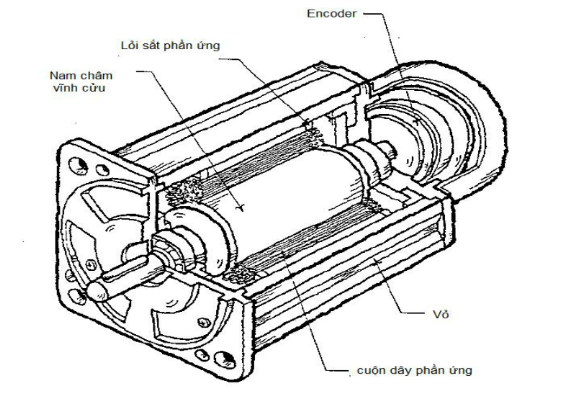
#### **Động cơ encoder**

Động cơ servo là “cơ bắp” của hệ thống điều khiển chuyển động. Chúng cung cấp lực cần thiết để di chuyển các thiết bị theo yêu cầu của ứng dụng. Động cơ servo có nhiều kiểu dáng và kích thước, được sử dụng trong nhiếu máy khác nhau, từ máy tiện điều khiển bằng máy tính cho đến các mô hình máy bay và xe hơi. Ứng dụng mới nhất của động cơ servo là trong các robot, cùng loại với các động cơ dùng trong mô hình máy bay và xe hơi.

Động cơ servo được thiết kế cho những hệ thống hồi tiếp vòng kín. Tín hiệu ra của động cơ được nối với một mạch điều khiển. Khi động cơ quay, vận tốc và vị trí sẽ được hồi tiếp về mạch điều khiển này. Nếu có bầt kỳ lý do nào ngăn cản chuyển động quay của động cơ, cơ cấu hồi tiếp sẽ nhận thấy tín hiệu ra chưa đạt được vị trí mong muốn. Mạch điều khiển tiếp tục chỉnh sai lệch cho động cơ đạt được điểm chính xác.

Cấu tạo cơ bản của một động cơ servo gồm có:

1. Nam châm vĩnh cửu
2. Lõi sắt phần cứng
3. Bộ Encoder
4. Vỏ
5. Cuộn dây phần cứng



#### **Mạch lái động cơ L298**

Mạch điều khiển động cơ DC L298 là module được tích hợp sẵn IC L298, các diode bảo vệ vi xử lý giúp chống lại các dòng điện cảm ứng từ việc bật/tắt động cơ và một IC 7805 để cấp nguồn 5VDC cho các thiết bị khác. Module có khả năng điều khiển 2 động cơ DC hoặc 1 động cơ bước, dòng tối đa là 2A mỗi động cơ.

**Thông số kỹ thuật:**

* IC chính: L298N (tích hợp 2 mạch cầu H)
* Điện áp điều khiển: 5V – 12V
* Công suất tối đa mỗi cầu H: 25W
* Dòng tối đa mỗi cầu H: 2A
* Điện áp của tín hiệu điều khiển: +5V - +7V
* Dòng điện của tín hiệu điều khiển: 0 – 36mA
* Nhiệt độ bảo quản: -250C -> 1300C



Trên module có:

* Chân nguồn vào 12V để cấp điện áp cho động cơ hoạt động.
* Chân nguồn ra 5V để cấp áp cho các thiết bị khác.
* chân A Enable và B Enable đã được đưa lên tích cực mức 1.
* 1 chân 5V Enable để cho phép có ngõ ra 5V.
* chân input để cấp ngõ vào điều rộng xung (PWM) để điều khiển động cơ.
* ngõ ra output A và output B để xuất điện áp ra điều khiển động cơ.
* Input: Nhóm này gồm 4 chân IN1, IN2, IN3, IN4. Đây là 4 chân chính dùng để nhận tín hiệu điều khiển động cơ từ vi điều khiển.
* IN1 = 1 , IN2 = 0: Động cơ A sẽ quay theo chiều thuận.
* IN1 = 0 , IN2 = 1: Động cơ sẽ A quay theo chiều nghịch.
* IN1 = 0 , IN2 = 0: Dừng động cơ A.
* IN3 = 1 , IN4 = 0: Động cơ B quay theo chiều thuận.
* IN3 = 0 , IN4 = 1: Động cơ B quay theo chiều nghịch.
* IN3 = 0 , IN4 = 0: Dừng động cơ B

Nếu 4 chân input được thiết lập như trên thì động cơ sẽ quay với tốc độ tối đa. Tương tự như các chân A Enable và B Enable ta cũng có thể điều khiển tốc độ động cơ bằng cách cấp xung PWM vào các chân này, giả sử ta cấp một xung PWM có duty cycle = 50% vào chân INA và giữ chân INB ở mức 0 thì động cơ A sẽ quay với tốc độ 50%. Tương tự với các chân còn lại.

### Thời gian thực – RTC

DS3231 là IC thời gian thực giá rẻ, rất chính xác với thạch anh tích hợp sẵn có khả năng điều chỉnh nhiệt. IC có nguồn pin đầu vào riêng, tách biệt khỏi nguồn chính đảm bảo cho việc giữ thời gian chính xác trong thời gian không sử dụng. Thạch anh tích hợp sẵn giúp tăng độ chính xác trong thời gian dài hoạt động và giảm số lượng linh kiện cần thiết khi làm board.

Thời gian trong IC được giữ ở dạng: giờ, phút, giây, ngày, thứ, tháng, năm. Các tháng có ít hơn 31 ngày sẽ tự động được điều chỉnh, các năm Nhuận cũng được chỉnh đúng số ngày. Thời gian có thể hoạt động ở chế độ 24h hoặc 12h AM/PM. IC còn có chức năng báo động, có thể cài đặt 2 thời gian báo và lịch, có tín hiệu ra là xung vuông. Giao tiếp với IC được thực hiện thông qua I2C bus.

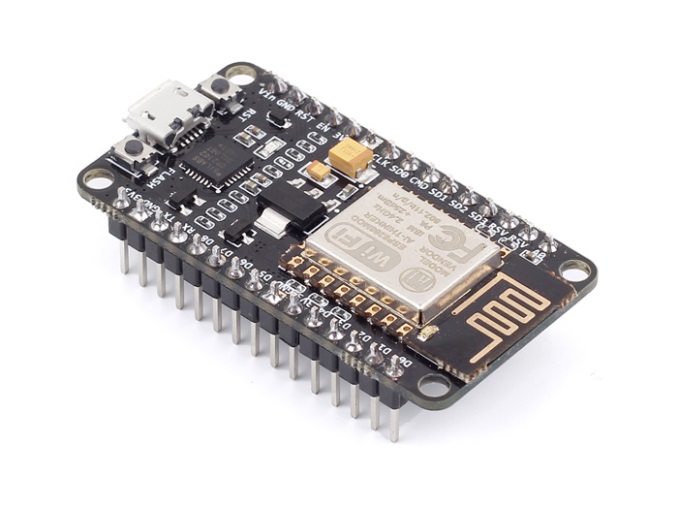


Trong chip có mạch điện áp chuẩn dùng để theo dõi trạng thái của nguồn VCC, phát hiện lỗi nguồn, tự động chuyển nguồn khi có vấn đề. Có tín hiệu Reset xuất ra cho mạch ngoài, MCU khi nguồn điện phục hồi trạng thái. Ngoài ra trong IC còn có sẵn cảm biến nhiệt độ, có độ chính xác là ± 3°C.

**Thông số kĩ thuật:**

* Size: dài 38mm, rộng 22mm, cao 14mm
* Khối lượng: 8g
* Điện thế hoạt động: 3.3 - 5.5V
* Độ chính xác: trong tầm nhiệt 400C, với độ chênh lệch 2 phần triệu thì có sai số khoảng 1 phút.
* Thông tin thời gian: giờ, phút, giây, ngày, thứ, tháng, năm, đến 2100.
* Cảm biến nhiệt trên IC có độ chính xác ± 3 ℃
* I2C bus có tốc độ tối đa 400Khz
* Kèm thêm pin sạc được CR2032
* Kèm thêm memory IC AT24C32 (32k bits)

### Module kết nối không dây truyền dữ liệu UART

**

Kit RF thu phát Wifi ESP8266 NodeMCU Lua là kit phát triển dựa trên nền chip Wifi SoC ESP8266 với thiết kế dễ sử dụng và đặc biệt là có thể sử dụng trực tiếp trình biên dịch của Arduino để lập trình và nạp code, điều này khiến việc sử dụng và lập trình các ứng dụng trên ESP8266 trở nên rất đơn giản.

Kit RF thu phát Wifi ESP8266 NodeMCU Lua được dùng cho các ứng dụng cần kết nối, thu thập dữ liệu và điều khiển qua sóng Wifi, đặc biệt là các ứng dụng liên quan đến IoT.

Kit RF thu phát Wifi ESP8266 NodeMCU Lua sử dụng chip nạp và giao tiếp UART mới và ổn định nhất là CP2102 có khả năng tự nhận Driver trên tất cả các hệ điều hành Window là Linux, đây là phiên bản nâng cấp từ các phiên bản sử dụng IC nạp giá rẻ CH340.

**Thông số kỹ thuật:**

* IC chính: ESP8266 Wifi SoC.
* Phiên bản firmware: NodeMCU Lua
* Chip nạp và giao tiếp UART: CP2102.
* GPIO tương thích hoàn toàn với firmware Node MCU.
* Cấp nguồn: 5VDC MicroUSB hoặc Vin.
* GIPO giao tiếp mức 3.3VDC
* Tích hợp Led báo trạng thái, nút Reset, Flash.
* Tương thích hoàn toàn với trình biên dịch Arduino.
* Kích thước: 25 x 50 mm

## CHƯƠNG 4: THIẾT KẾ MÔ HÌNH PHẦN CƠ KHÍ

**4.1 Giới thiệu phần mềm Soliwork**

**4.2 Giới thiệu mô hình Robot**

**4.3 Thiết kế phần thân Robot**

**4.4 Thiết kế phần đế Robot**

**4.5 Thiết kế hộp bụi**

**4.6 Kết quả thiết kế**

Nội dung chính

### Giới thiệu phần mềm Soliwork

Vì đề tài Robot hút bụi tự động mang tính ứng dụng thực tế nên vấn đề cần có mô hình cụ thể là cần thiết vì như vậy mới đáp ứng được các yêu cầu đặt ra. Để có thể khái quát cấu trúc của một Robot hút bụi, nhóm tác giả đã tham khảo các mô hình máy thực tế đang được bán trên thị trường hiện nay và sử dụng phần mềm SolidWorks để vẽ lên mô hình 3D một cách trực quan nhất.



SOLIDWORKS là phần mềm thiết kế 3D chạy trên hệ điều hành Windows. Đây là một công cụ hỗ trợ mạnh mẽ cho việc thiết kế, mô hình hóa vật thể, phục vụ không chỉ riêng cho lĩnh vực cơ khí chế tạo mà còn được ứng dụng cho các ngành nghề khác như: kiến trúc, xây dựng, mỹ thuật,…

Trong SolidWorks có tính năng nổi bật nhất là có thể thiết kế các biên dạng 2D và từ đó có thể dựng lên các khối 3D theo yêu cầu. Các chi tiết 3D sau đó có thể lắp ráp lại với nhau để tạo thành một bộ phận hoặc một máy hoàn chỉnh.

Phần mềm SolidWorks cho phép tạo ra các hình chiếu vuông góc hoặc các bản lắp với tỉ lệ và vị trí do người thiết kế quy định mà không ảnh hưởng đến kích thước. Đặc biệt, SolidWorks còn hỗ trợ để xuất các file thiết kế ra dạng đuôi \*.STL phù hợp với hầu hết các máy in 3D hiện nay trên thị trường. Do đó, nhóm đã quyết định thiết kế Robot bằng phần mềm SolidWorks sau đó đặt in 3D mô hình.

### Giới thiệu mô hình Robot

Yêu cầu của robot hút bụi là nhỏ gọn, di chuyển linh hoạt. Do đó, cơ cấu di chuyển của robot hút bụi sử dụng mô hình di động sử dụng hai bánh dẫn chủ động và một bánh dẫn hướng. Vì nhiệm vụ chính của robot là hút bụi nên cụm hút bụi được ưu tiên khi thiết kế. Cụm hút bụi được đặt ở phần sau của robot, trong đó hộp chứa bụi có thể được tháo rời để làm sạch một cách dễ dàng. Vùng hút bụi được mở rộng tối đa với kích thước miệng hút mở rộng theo phương ngang ( phương vuông góc với phương di chuyển của robot ). Để tăng hiệu suất hút bụi, cụm chổi quét được thiết kế phía trước cụm quạt hút. Cụm chổi quét hoạt động liên tục để khoáy đảo lớp bụi bám trên bề mặt sàn đồng thời gom bụi trên đường đi và bụi ở những góc tường tới gần vị trí cửa hút gió của robot. Sau đó, lớp bụi này được hút bởi cụm quạt hút ở phía sau.

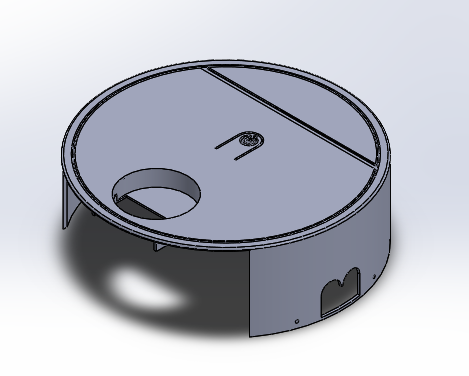
Bố trí vị trí cảm biến trên robot: robot sử dụng các cảm biến hồng ngoại để tránh chống rơi và cảm biến siêu âm để phát hiện vật cản. Từ mục đích trên, các cảm biến được thiết kế với các vị trí như sau:

* Có 3 cảm biến hồng ngoại chống rơi được đặt hai bên và phía trước, ngay mép của thân robot hút bụi hướng xuống phía dưới để xác định mặt sàn như là một vật cản.
* Cảm biến phát hiện vật cản trên đường đi được đặt phía trước robot và 2 bên thân. Nhằm xác định vật cản phía trước (khi chạy thẳng) và hai bên hông (khi xoay).

Ngoài ra, trên thân robot còn thiết kế vị trí lắp đặt nguồn nuôi cho robot và mạch điện, quạt hút bụi, động cơ bánh xe và các chi tiết khác.

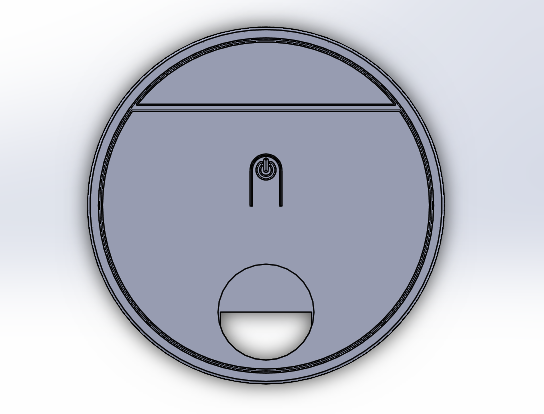
Từ các ý tưởng thiết kế trên, tác giả đề xuất cấu tạo của robot hút bụi như sau:

### Thiết kế phần thân Robot

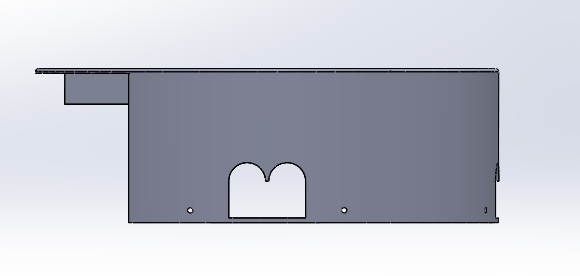


Phần trên robot mang dạng tròn, đường kính 30 cm, cao 10cm, thành dày 3mm và rỗng ruột, có chức năng như là nắp của robot. Kích thước của robot được tính toán phù hợp sao cho vừa có sức chứa đầy đủ các thành phần cấu tạo vừa không quá cồng kềnh và đặc biệt phải có độ bền, tránh hư hại trong quá trình lắp ráp cũng như vận hành.

Thiết kế của Robot rất quan trọng do nó ảnh hưởng trực tiếp đến cách di chuyển và hút bụi của chính nó. Robot hút bụi thông minh hiện nay hầu hết được thiết kế theo dạng hình tròn. Dạng tròn nhằm tối ưu hóa cho việc di chuyển linh hoạt dễ dàng, lăn xả vào những nơi ngóc ngách nhất trong căn nhà, tại các vách tường hoặc các bề mặt đứng. Hơn nữa, thiết kế dạng tròn giúp tránh va đập mạnh, gây xây xước và tổn hại cho cả vật, người và robot. Ngoài ra nó cũng giúp cho các cảm biến xác định tương đối chính xác khoảng cách từ robot đến vật cản phía trước. Về mặt hình học thì hình tròn còn mang ý nghĩa của sự hoàn hảo và trọn vẹn, mang đến cảm giác tự nhiên, thuận mắt người nhìn.



Phía trên của nắp có thiết kế nút nhấn với hình ảnh kí hiệu nguồn trực quan tinh xảo giúp cho việc bật/tắt robot thuận tiện hơn khi vận hành. Một lỗ tròn ở phía đuôi robot là để gắn quạt hút bụi, lợi dụng phần không gian phía trên để tiết kiệm diện tích trong thân. Lỗ quạt này sẽ được liên kết với hộp bụi phía trong tạo nên một khoảng không gian kín, đủ để tạo áp suất hút tại miệng hút bụi. Ngoài ra, trên nắp còn có các đường rãnh mang mục đích trang trí, tăng tính thẩm mĩ, giảm độ thô khi nhìn vào sản phẩm. Tại mỗi cạnh trên phần nắp đều được thiết kế bo góc tròn nhằm tăng sự mềm mại cũng như tránh để cạnh vuông góc sắc nhọn gây nguy hại cho vật và người sử dụng.



Lỗ bắt vít

Khung siêu âm

Không gian để hộp chứa bụi

Phần thân có độ dày 3mm với độ cứng tương đối cao, khó gãy vỡ, đủ để định hình dạng cố định cho phần nắp của robot. Trên thân tại các vị trí phía trước và hai bên bánh xe được khoét các lỗ để gắn giá đỡ cảm biến siêu âm với dạng hai cung tròn liên kết với hình chữ nhật bên dưới. Hình dạng của khung siêu âm này được đo đạc cẩn thận từ kích thước của khung trong thực tế để tạo nên sự đồng nhất. Hai bên mỗi khung siêu âm sẽ được khoét hai lỗ tròn để bắt vít cố định phần nắp với phần đế của robot tạo nên sự đối xứng hài hòa. Ở phía đuôi được thiết kế trống hoàn toàn vì đây sẽ là nơi để hộp chứa bụi. Việc thiết kế hộp chứa bụi nằm ở một phía của robot nhằm tách biệt khu vực hút với các khu vực còn lại, tránh để bụi làm ảnh hưởng đến các thiết bị điện tử bên trong, không những vậy nó còn giúp tiết kiệm diện tích không gian, dễ dàng thiết kế, lắp đặt và tháo rời.

Do hạn chế trong khâu thiết kế và in 3D nên mặt nền của phần nắp có dạng bằng phẳng, trong khi một số máy hút bụi hiện nay với thiết kế tinh xảo hơn thì phần nền này có dạng hơi lồi lên và có cấu tạo lắp ghép phức tạp hơn, để tạo sự đẹp mắt và tăng thêm không gian phía trong của máy. Tuy nhiên, nhóm nhận thấy việc này thực sự không cần thiết và tăng chi phí in ấn lên nhiều lần nên vẫn giữ thiết kế bằng phẳng với điểm nhấn là những đường viền trên thân.

### Thiết kế phần đế Robot

Phần đế được thiết kế với hình dáng và kích thước tương ứng với phần thân của robot, trong đó đã tính tới các trường hợp giãn nở khi in ấn. Các chi tiết được đo đạc cẩn thận sao cho khi lắp ráp các bộ phận phải khít với nhau, tránh cong vênh. Đồng thời các chi tiết này phải hỗ trợ định hình, kết nối để chịu được trọng lượng lớn mà không bị gãy do robot được lắp ghép thêm các bộ phận có khối lượng tương đối nặng.

Động cơ

Cảm biến

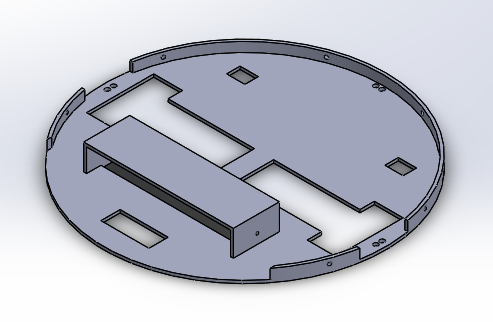
hồng ngoại

Bánh đa hướng

Chổi quét

Bánh xe

Miệng hút



Có thể thấy trên phần đế các các chi tiết được thiết kế để gắn các bộ phận của robot như động cơ, bánh xe, chổi quét, cảm biến hồng ngoại,…với kích thước đã được đo sao cho phù hợp với vật thể thực tế. Đặc biêt, bộ phần miệng hút được thiết kế mở rộng tối đa để có được diện tích một lần quét là lớn nhất có thể, giúp tiết kiệm thời gian và năng lượng để hoạt động.

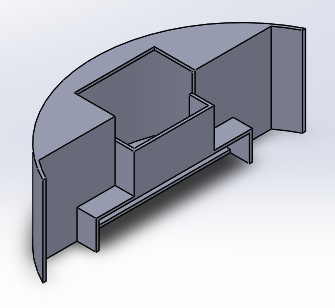
Đế của robot có độ dày 3mm đảm bảo cho sức chịu trọng lượng của các chi tiết lắp ghép. Xung quanh đế có phần thành nhô cao lên 1cm. Khi lắp ráp thì mặt ngoài của phần thành này sẽ áp sát với mặt trong của phần nắp. Đồng thời trên thành này cũng sẽ chừa những khoảng trống để lắp khung cảm biến siêu âm, hộp chứa bụi và lỗ bắt vít với vị trí tương ứng với nắp. Thành được thiết kế dày 3mm đủ chắc chắn để chịu được sức nặng của toàn bộ phần đế khi kết nối với nắp mà không bị nứt gãy.



Cũng giống như phần nắp robot, đế robot cũng được thiết kế với phần mặt dưới bằng phẳng, sau đó sẽ được gia công thêm các chi tiết lồi ra sau khi in (khung chứa động cơ, thanh cố định bánh đa hướng) để tiết kiệm chi phí cũng như đảm bảo tính thẩm mĩ cho mặt ngoài của robot.

### Thiết kế hộp bụi

Hộp bụi được coi là phần quan trọng nhất của khung cơ khí vì nó quyết định cấu trúc bên trong robot cũng như khả năng hút bụi khi làm việc. Do đó, việc thiết kế đòi hỏi sự tính toán và tỉ mỉ tròn từng chi tiết. Nó phải vừa vặn với hai phần còn lại nhưng vẫn phải đảm bảo sự nhỏ gọn, tiện lợi và thẩm mĩ.



Lỗ đặt quạt

Lỗ hút bụi

Phần rìa ngoài

Hộp bụi được thiết kế để lắp vào phần còn trống của thân robot, với cấu tạo liền khối giúp cho bụi được giữ kĩ bên trong cho tới khi được làm sạch. Lỗ hút bụi và lỗ đặt quạt cũng được đo đạc sao cho vừa vặn với phần thân và đế robot, tạo không gian kín có áp suất lớn để hút được các loại bụi khác nhau.

Ở hai cạnh bên của hộp được thiết kế thêm phần rìa dài thêm, phần rìa này sẽ ôm sát thân robot ở phía ngoài khi lắp ráp nhằm che đi mối nối giữa thân và hộp. Đồng thời nó còn giúp cho hộp có diện tích lớn hơn do phần cung tròn có đường kính ngoài lớn hơn đường kính thân của robot (như vậy mới có thể ôm sát thân từ phía ngoài).

### Kết quả thiết kế

## CHƯƠNG 5: LẬP TRÌNH ROBOT

**5.1 Phương pháp điều chế PWM**

**5.2 Thuật toán PID**

**5.3 Thuật toán tránh vật cản, vùng chênh lệch độ cao**

**5.5 Phương pháp truyền UART qua kết nối không dây**

**5.5 Đọc giá trị ADC xác định giá trị pin**

**5.6 Lập trình đọc giá trị thời gian thực**

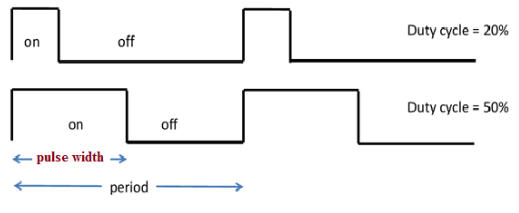
**5.7 Thuật toán di chuyển của robot**

**5.8 Sơ đồ ghép nối các module**

Nội dung chính

### Phương pháp điều chế PWM

#### **Giới thiệu thuật toán**

Điều chế PWM (Pulse Width Modulation) hay còn gọi là bộ“băm xung” là bộ xử lý và điều khiển tạo ra dạng xung vuông chu kỳ thay đổi theo cấu hình. Đây là phương pháp điều chỉnh điện áp ra tải dựa vào trung bình tín hiệu điều chế. Khi độ rộng xung tăng, trung bình điện áp ra tăng. Các module PWM thường sử dụng tần số điều chế không đổi, và điều chỉnh dựa trên sự thay đổi của chu kỳ nhiệm vụ (duty cycle).

Như trên hình đã rất rõ : Duty cycle = pulse width x 100/period

– Duty cycle là tỷ lệ phần trăm mức cao.

– Period là chu kỳ xung.

– Pulse width là giá trị mức cao so với period.

Dựa trên nguyên lý bên trên mà trong STM32 hay các loại vi điều khiển khác điều hỗ trợ bộ tạo độ rộng xung tự động mà bạn không phải tốn thời gian bật tắt chân IO, có thể thiết lập chu kỳ, tần số, độ rộng xung và một số chức năng đặc biệt. PWM thuộc khối timer

#### **Giới thiệu phương pháp**

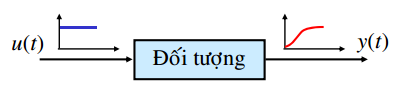
#### **Ứng dụng vào robot**

#### **Sơ đồ thuật toán**

### Thuật toán PID

#### **Giới thiệu thuật toán**

Bộ điều khiển PID (hay bộ điều khiển vi tích phân tỉ lệ) là một cơ chế phản hồi vòng điều khiển tổng quát, là bộ điều khiển được sử dụng nhiều nhất trong các bộ điều khiển phản hồi. Bộ điều khiển PID sẽ tính toán giá trị sai số là hiệu giữa giá trị đặt và giá trị phản hồi về. Nó sẽ thực hiện giảm tối đa sai số bằng cách điều chỉnh giá trị điều khiển đầu vào, các giá trị này là các thông số KP, KI và KD sao cho đáp ứng của hệ thống về gần nhất với giá trị đặt.

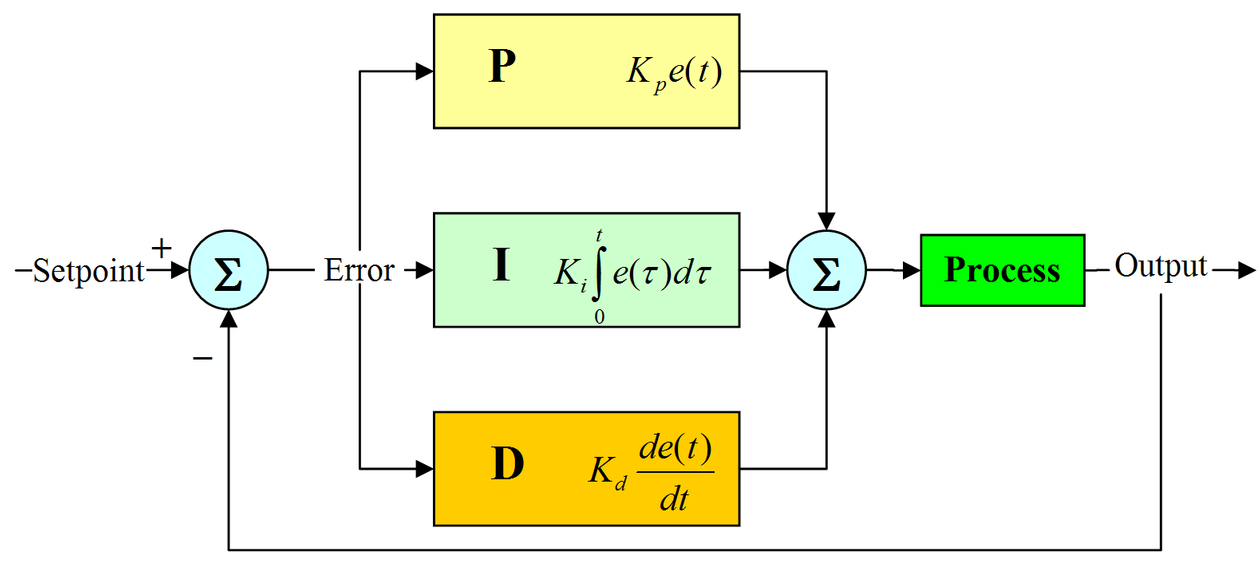


#### **Giải thuật PID**

Giải thuật tính toán bộ điều khiển PID bao gồm 3 thông số riêng biệt đại diện cho 3 khâu: tỷ lệ (P), tích phân(I) và vi phân (D). Trong đó:

* Giá trị *tỷ lệ*  xác định tác động của sai số hiện tại
* Giá trị *tích phận* xác định tác động của tổng các sai số quá khứ
* Giá trị *vi phân* xác định tác động của tốc độ biến đổi sai số

Tổng của ba tác động này dùng để điều chỉnh quá trình thông qua một phần tử điều khiển. Nhờ vậy, những giá trị này có thể làm sáng tỏ về quan hệ thời gian: P phụ thuộc vào sai số hiện tại, I phụ thuộc vào tích lũy các sai số quá khứ và D dự đoán các sai số tương lai dựa vào tốc độ thay đổi hiện tại.



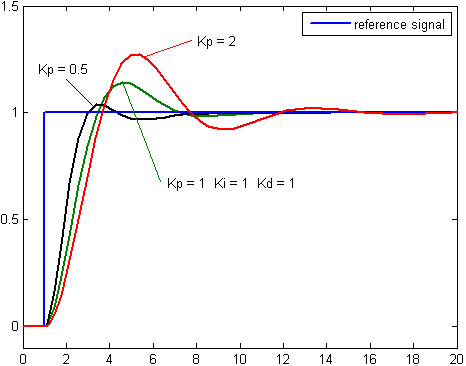
Hàm truyền bộ điều khiển PID



Hay 

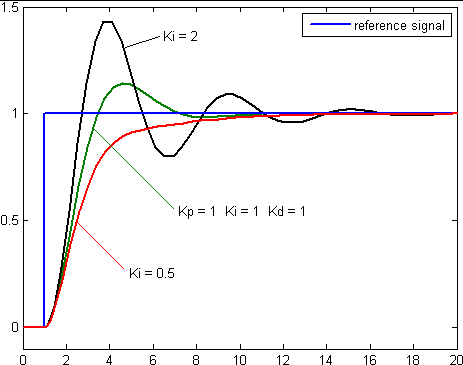
Bằng cách điều chỉnh 3 hằng số trong giải thuật của bộ điều khiển PID, ta có thể ứng dụng bộ điều khiển này vào những dự án, công việc có yêu cầu cụ thể, đặc biệt.

* **Khâu tỷ lệ**



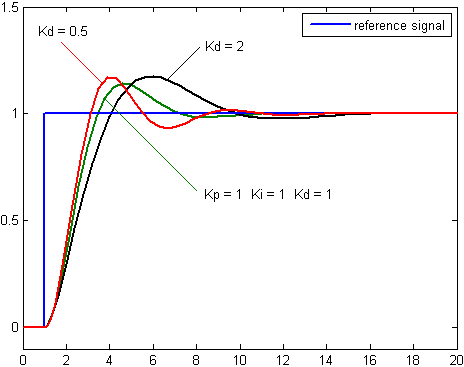
Khâu tỷ lệ (hay còn gọi là độ lợi) làm thay đổi giá trị đầu ra, tỉ lệ với giá trị sai số hiện tại. Đáp ứng tỉ lệ có thể được điều chỉnh bằng cách nhân sai số đó với một hằng số KP, được gọi là độ lợi tỷ lệ.

* **Khâu tích phân**



Phân phối của khâu tích phân tỷ lệ với cả biên độ sai số lẫn quảng thời gian xảy ra sai số. Khâu tích phân nếu cộng thêm khâu tỷ lệ sẽ tăng tốc chuyển động của quá trình tới điểm đặt và khử số dư sai số ổn định với một tỷ lệ chỉ phụ thuộc vào bộ điều khiển. Tuy nhiên, do khâu tích phân là đáp ứng của sai số tích lũy trong quá khứ, nó có thể khiến giá trị hiện tại vọt lố qua giá trị đặt.

* **Khâu vi phân**



Tốc độ thay đổi của sai số quá trình được tính toán bằng cách xác định đọ dốc của sai số theo thời gian (tức là đạo hàm bậc 1 theo thời gian) và nhân tốc độ này với độ lợi tỷ lệ KD. Khâu vi phân làm chậm tốc độ thay đổi của đầu ra bộ điều khiển và đặc tính này là đáng chú ý nhất để đạt tới giá trị đặt của bọ điều khiển. Do đó, điệu khiển vi phân được sử dụng để làm giảm biên độ vọt lố được tạo ra bởi thành phần tích phân và tăng cường tính ổn định của bộ điều khiển. Tuy nhiên, khâu này sẽ nhạy hơn đối với nhiễu trong sai số và có thể khiến quá tình trở nên không ổn định nếu nhiễu và độ lợi vi phân đủ lớn.

***Tóm lại:***

* Độ lợi tỷ lệ (KP): giá trị càng lớn thì đáp ứng càng nhanh do đó sai số càng lớn và khi giá trị đạt tới mức quá lớn sẽ dẫn đến hệ thống mất ổn định và dao động.
* Độ lợi tích phân (KI): giá trị càng lớn kéo theo sai số ổn định bị khử càng nhanh. Đổi lại là vọt lố càng lớn.
* Độ lợi vi phân (KD): giá trị càng lớn càng giảm độ vọt lố, nhưng lại làm chậm đáp ứng quá độ và có thể dẫn đến mất ổn định.

Tác động của mỗi thông số điều khiển được trình bày trong bảng sau đây

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Thời gian lên | Độ vọt lố | Thời gian quá độ | Sai số xác lập |
| Kp | Tăng | Tăng | Thay đổi nhỏ | Tăng |
| Ki | Giảm | Tăng | Tăng | Triệt tiêu |
| Kd | Thay đổi nhỏ | Giảm | Giảm | Thay đổi nhỏ |

* Mỗi hệ số sẽ tác động đến chất lượng hệ thống theo một chiều hướng nhất định. Và các hệ số này có mối liên hệ tác động lẫn nhau. Do đó ta cần phải điểu chỉnh các hệ số một cách thích hợp với từng hệ thống để đạt được chất lượng đáp ứng tốt nhất.

### Thuật toán tránh vật cản, vùng chênh lệch độ cao

### Phương pháp truyền UART qua kết nối không dây

### Đọc giá trị ADC xác định giá trị pin

### Lập trình đọc giá trị thời gian thực

### Thuật toán di chuyển của robot

### Sơ đồ ghép nối các module

## CHƯƠNG 6: THIẾT KẾ GIAO DIỆN NGƯỜI BẰNG NGÔN NGỮ C#

**6.1 Giới thiệu chương trình Visual Studio**

**6.2 Giới thiệu giao diện người dùng**

**6.3 Thư viện Bunifu – thiết kế giao diện**

**6.4 Các tính năng chính của giao diện**

**6.3.1 Kết nối thiết bị**

**6.3.2 Cài đặt cho robot**

**6.3.3 Chế độ sử dụng**

**6.3.4 Theo dõi trạng thái của robot**

**6.3.5 Ghi chép quá trình làm việc**

Nội dung chính

### Giới thiệu chương trình Visual Studio

### Giới thiệu giao diện người dùng

### Thư viện Bunifu – thiết kế giao diện

### Các tính năng chính của giao diện

#### **Kết nối thiết bị**

#### **Cài đặt cho robot**

#### **Chế độ sử dụng**

#### **Theo dõi trạng thái của robot**

#### **Ghi chép quá trình làm việc**

## CHƯƠNG 7: THỰC NGHIỆM VÀ ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ

**7.1 Thông số kĩ thuật Robot hút bụi**

**7.2 Thực nghiệm khả năng di chuyển và tránh vật cản**

**7.3 Nhận xét kết quả thực nghiệm**

Nội dung chính

### Thông số kĩ thuật Robot hút bụi

### Thực nghiệm khả năng di chuyển và tránh vật cản

### Nhận xét kết quả thực nghiệm

(đánh giá tính hiệu quả, giá thành, điện áp)

## CHƯƠNG 8: KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

**8.1 Kết luận đề tài**

**8.2 Hướng phát triển**

Nội dung chính

### Kết luận đề tài

### Hướng phát triển

## TÀI LIỆU THAM KHẢO