

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT MÁY TÍNH**



**BÁO CÁO
ĐỒ ÁN MÔN HỌC KỸ THUẬT MÁY TÍNH
PHÁT TRIỂN THƯ VIỆN GIAO DIỆN
CHO MẠCH NHÚNG ESP32
SỬ DỤNG THƯ VIỆN ĐỒ HỌA LVGL**

Ngành: Kỹ thuật máy tính

**HỘI ĐỒNG: HỘI ĐỒNG X KỸ THUẬT MÁY TÍNH
GVHD: TS. LÊ TRỌNG NHÂN
TKHD: TS. LÊ TRỌNG NHÂN**

—o0o—

**SVTH 1: Nguyễn Trọng Vinh (2015070)
SVTH 2: Lê Thanh Dương (MSSV)
SVTH 3: Lê Đỗ Minh Thông (MSSV)**

TP. Hồ Chí Minh, 05/2025

Lời cam đoan

Chúng em xin xác nhận rằng báo cáo luận văn này là kết quả của quá trình học tập và nghiên cứu nghiêm túc của nhóm, được thực hiện dưới sự hướng dẫn tận tình của thầy Lê Trọng Nhân. Tất cả nội dung và số liệu trình bày trong báo cáo đều do nhóm tự triển khai, không sao chép từ bất kỳ nguồn tài liệu hay công trình nào trước đó. Những hỗ trợ và tài liệu tham khảo liên quan đều đã được trích dẫn rõ ràng và đầy đủ. Nhóm chúng em xin chịu hoàn toàn trách nhiệm nếu có bất kỳ vi phạm nào liên quan đến tính trung thực và bản quyền của báo cáo.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 4 năm 2025.

Lời cảm ơn

Chúng em xin gửi lời cảm ơn chân thành và sâu sắc đến thầy Lê Trọng Nhân, giảng viên đã trực tiếp hướng dẫn và đồng hành cùng nhóm trong suốt quá trình thực hiện đề tài. Thầy không chỉ tận tâm theo dõi tiến độ mà còn luôn sẵn sàng đưa ra những góp ý quý báu, kịp thời chỉnh sửa những thiếu sót và tạo điều kiện thuận lợi để nhóm có thể làm việc một cách hiệu quả nhất. Trong suốt một học kỳ, bên cạnh sự nỗ lực của từng thành viên, sự hỗ trợ tận tình của thầy đã giúp nhóm vượt qua nhiều khó khăn, đảm bảo đúng tiến độ và từng bước hoàn thiện đề tài một cách tốt nhất. Chúng em vô cùng trân trọng và biết ơn sự giúp đỡ quý báu ấy.

Chúng em cũng xin bày tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến những nhận xét và góp ý chân thành từ thầy. Những lời góp ý không chỉ giúp chúng em nâng cao chất lượng nội dung luận văn, mà còn là nguồn động viên lớn, tiếp thêm sự tự tin để chúng em hoàn thành tốt môn học cũng như phần bảo vệ đồ án.

Chúng em xin kính chúc thầy Lê Trọng Nhân luôn dồi dào sức khỏe, thành công trong công tác giảng dạy và tiếp tục truyền cảm hứng tích cực đến các thế hệ sinh viên sau này.

Cuối cùng, dù đã nỗ lực hết mình để hoàn thành đề tài trong khả năng và thời gian cho phép, nhưng chắc chắn vẫn còn những thiếu sót. Chúng em rất mong nhận được sự góp ý và chỉ dẫn thêm từ thầy và quý thầy cô để hoàn thiện hơn trong tương lai.

Chúng em xin chân thành cảm ơn.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 4 năm 2025.

Tóm tắt đồ án

Đồ án này tập trung vào việc xây dựng một hệ thống nhà thông minh, sử dụng vi điều khiển ESP32-S3 Touch 7 inch LCD làm trung tâm điều khiển, kết hợp với phần mềm thiết kế giao diện người dùng SquareLine Studio và nền tảng CoreIOT để giám sát và điều khiển thiết bị trong nhà theo thời gian thực. Trong quá trình nghiên cứu, các thành phần chính của hệ thống đã được xác định gồm:

- **Giao diện điều khiển cảm ứng:** Thiết kế trên SquareLine, chạy trực tiếp trên màn hình 7 inch của ESP32-S3, cho phép người dùng tương tác trực quan để bật/tắt các thiết bị điện, theo dõi trạng thái môi trường và điều khiển theo từng khu vực.
- **Mạch relay điều khiển thiết bị:** Được điều khiển bởi ESP32 để quản lý các thiết bị đầu ra như đèn, quạt, máy bơm,... thông qua giao diện cảm ứng hoặc từ xa qua internet.
- **Cảm biến nhiệt độ và độ ẩm sử dụng giao tiếp RS485:** Hệ thống sử dụng các cảm biến RS485 để thu thập dữ liệu nhiệt độ và độ ẩm từ nhiều khu vực trong ngôi nhà. Các dữ liệu môi trường này được gửi về ESP32 để hiển thị lên giao diện người dùng và đồng bộ lên CoreIOT.
- **Nền tảng IoT – CoreIOT:** Hỗ trợ kết nối với hệ thống mạng, cho phép người dùng giám sát trạng thái và điều khiển thiết bị từ xa, đồng thời ghi nhận lịch sử dữ liệu môi trường và thiết bị.

Sau quá trình thiết kế, lập trình và kiểm thử, hệ thống đã cho thấy hiệu quả hoạt động ổn định, khả năng phản hồi nhanh và giao diện dễ sử dụng. Việc tích hợp cảm biến RS485 cho phép mở rộng quy mô và tăng độ chính xác trong việc giám sát môi trường. Đồ án không chỉ giúp sinh viên làm quen với các công nghệ hiện đại trong lĩnh vực IoT, nhúng và giao tiếp công nghiệp, mà còn mở ra hướng ứng dụng thực tiễn trong các mô hình nhà ở thông minh.

Thành phố Hồ Chí Minh, tháng 4 năm 2025.

Mục lục

Lời cam đoan	I
Lời cảm ơn	II
Tóm tắt đề án	III
Danh sách bảng	IV
Danh sách hình vẽ	V
1 Tổng quan về đề tài	1
1.1 Giới thiệu	1
1.2 Mục tiêu	2
1.3 Thực trạng	3
1.4 Phạm vi dự án	3
1.5 Ý nghĩa thực tiễn	4

Danh sách bảng

Danh sách hình vẽ

Chương 1

Tổng quan về đề tài

1.1 Giới thiệu

Trong thời đại công nghệ số ngày càng phát triển, nhà thông minh (Smart Home) đã trở thành một xu hướng tất yếu trong việc nâng cao chất lượng sống. Các hệ thống tự động hóa giúp tối ưu hóa việc sử dụng năng lượng, tăng cường tính an toàn và mang lại sự tiện nghi cho người dùng.

Với sự hỗ trợ của các công nghệ hiện đại như vi điều khiển ESP32-S3, màn hình cảm ứng 7 inch, và phần mềm thiết kế giao diện trực quan SquareLine Studio, việc xây dựng hệ thống điều khiển trực tiếp trên màn hình cảm ứng trở nên đơn giản và hiệu quả. Đồng thời, nền tảng CoreIOT đóng vai trò như một cầu nối IoT, cho phép hệ thống gửi dữ liệu cảm biến, nhận lệnh điều khiển và đồng bộ trạng thái thiết bị lên đám mây theo thời gian thực.

Ngoài ra, hệ thống còn tích hợp các cảm biến nhiệt độ và độ ẩm sử dụng giao tiếp RS485, giúp giám sát điều kiện môi trường tại nhiều khu vực khác nhau trong ngôi nhà. Thông tin từ các cảm biến sẽ được xử lý bởi ESP32-S3, hiển thị trực tiếp trên màn hình cảm ứng và đồng thời gửi lên nền tảng CoreIOT để người dùng có thể theo dõi và điều khiển từ xa thông qua internet. Việc điều khiển các thiết bị điện được thực hiện thông qua mạch relay ESP32, đảm bảo hoạt động ổn định và linh hoạt.

Với đề tài **Phát triển thư viện giao diện cho mạch nhúng ESP32 sử dụng LVGL**, nhóm chúng em hướng đến mục tiêu xây dựng một mô hình điều khiển thông minh, trực quan và dễ mở rộng, đồng thời làm quen với các công nghệ IoT đang được ứng dụng rộng rãi trong thực tế.

1.2 Mục tiêu

Mục tiêu của nhóm chúng em trong dự án này là phát triển một hệ thống nhà thông minh sử dụng ESP32-S3 kết hợp với màn hình cảm ứng 7 inch LCD, cảm biến nhiệt độ và độ ẩm qua RS485, và mạch relay ESP32. Hệ thống này nhằm mục đích giám sát và điều khiển các thiết bị trong nhà một cách tự động và thông minh, tạo ra một môi trường sống tiện nghi và an toàn cho người sử dụng. Cụ thể, mục tiêu của dự án bao gồm:

- **Xây dựng hệ thống phần cứng:** Thiết kế và tích hợp các thành phần chính của hệ thống nhà thông minh, bao gồm vi điều khiển ESP32-S3, màn hình cảm ứng 7 inch LCD, các cảm biến môi trường như cảm biến nhiệt độ và độ ẩm qua RS485, và các bộ relay ESP32 để điều khiển các thiết bị đầu ra như đèn, quạt, máy lạnh... Đảm bảo sự kết nối mượt mà và ổn định giữa các thành phần này để tạo thành một hệ thống hoạt động hiệu quả.
- **Phát triển giao diện người dùng và kết nối IoT:** Xây dựng giao diện trực quan trên màn hình cảm ứng, cho phép người dùng dễ dàng giám sát và điều khiển các thiết bị trong nhà. Tích hợp nền tảng CoreIOT để truyền tải dữ liệu cảm biến và điều khiển thiết bị từ xa qua mạng Wi-Fi, giúp người dùng theo dõi tình trạng của ngôi nhà mọi lúc, mọi nơi.
- **Cải thiện độ ổn định và chính xác của cảm biến:** Sử dụng các cảm biến RS485 để đo nhiệt độ và độ ẩm, đồng thời xử lý dữ liệu cảm biến để hiển thị chính xác trên giao diện người dùng. Đảm bảo hệ thống có thể hoạt động ổn định trong điều kiện thực tế, loại bỏ các nhiễu dữ liệu không mong muốn và cung cấp thông tin đáng tin cậy cho người dùng.
- **Tăng cường khả năng điều khiển tự động và tiện ích:** Phát triển các tính năng tự động hóa như bật/tắt thiết bị theo điều kiện môi trường (nhiệt độ, độ ẩm), điều khiển thiết bị theo thời gian biểu và từ xa qua ứng dụng. Mở rộng khả năng của hệ thống để dễ dàng kết nối với các thiết bị khác trong tương lai.

Thông qua việc đạt được các mục tiêu trên, nhóm chúng em không chỉ tạo ra một hệ thống nhà thông minh có khả năng điều khiển linh hoạt và giám sát hiệu quả, mà còn góp phần phát triển nền tảng công nghệ IoT, ứng dụng được trong các mô hình nhà ở thông minh, tiết kiệm năng lượng, và cải thiện chất lượng sống.

1.3 Thực trạng

Trong những năm gần đây, công nghệ nhà thông minh đã phát triển mạnh mẽ, với sự kết hợp của các thiết bị IoT, cảm biến và các nền tảng điều khiển từ xa. Tuy nhiên, vẫn còn tồn tại một số hạn chế trong các hệ thống điều khiển và giám sát hiện tại. Đặc biệt, sự tương thích giữa các thiết bị khác nhau và khả năng kết nối ổn định trong môi trường mạng không dây vẫn gặp một số thách thức. Mặc dù các hệ thống nhà thông minh đã trở nên phổ biến và có nhiều cải tiến, nhưng vẫn còn nhiều yếu tố cần được tối ưu hóa để mang lại hiệu quả và độ tin cậy cao hơn. Một số vấn đề hiện tại bao gồm:

- Độ chính xác của cảm biến: Các hệ thống nhà thông minh phụ thuộc vào cảm biến nhiệt độ, độ ẩm và các cảm biến môi trường khác để thu thập dữ liệu và điều khiển thiết bị. Tuy nhiên, chất lượng và độ chính xác của các cảm biến, đặc biệt là khi sử dụng giao tiếp RS485, có thể bị ảnh hưởng bởi nhiễu tín hiệu và môi trường. Điều này có thể dẫn đến sai lệch trong việc thu thập thông tin và ảnh hưởng đến hiệu quả hoạt động của hệ thống.
- Kết nối và độ trễ trong điều khiển: Hệ thống nhà thông minh cần một mạng lưới kết nối ổn định để người dùng có thể điều khiển các thiết bị từ xa. Tuy nhiên, trong môi trường mạng không dây (Wi-Fi), có thể gặp phải vấn đề về độ trễ khi điều khiển thiết bị hoặc đồng bộ hóa trạng thái giữa các thiết bị. Điều này có thể làm giảm trải nghiệm người dùng và ảnh hưởng đến tính linh hoạt của hệ thống.
- Tính mở rộng và tương thích với các thiết bị khác: Dù công nghệ nhà thông minh ngày càng phát triển, nhưng vẫn tồn tại vấn đề về tính mở rộng của các hệ thống. Việc tích hợp và điều khiển các thiết bị từ các nhà sản xuất khác nhau có thể gặp khó khăn, do thiếu sự đồng nhất trong các giao thức kết nối và giao diện điều khiển.
- Điều kiện môi trường thay đổi: Các hệ thống nhà thông minh cần phải hoạt động ổn định trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau. Ví dụ, trong môi trường có độ ẩm cao hoặc nhiệt độ thay đổi nhanh chóng, các cảm biến có thể bị ảnh hưởng, dẫn đến việc điều khiển thiết bị không chính xác hoặc không đáp ứng đúng yêu cầu.

1.4 Phạm vi dự án

Trong quá trình thực hiện dự án, chúng em đã xác định và giới hạn các tính năng của hệ thống để đảm bảo dự án hoàn thành đúng tiến độ và phù hợp với khả năng nghiên cứu và kiến thức hiện có. Đối với hệ thống nhà thông minh, chúng em đã lựa chọn sử

dụng các thiết bị và công nghệ đơn giản nhưng hiệu quả, bao gồm ESP32-S3 Touch 7 inch LCD, cảm biến nhiệt độ và độ ẩm qua giao thức RS485, cùng với mạch relay của ESP32 để điều khiển các thiết bị điện trong nhà.

Phạm vi dự án sẽ tập trung vào việc phát triển hệ thống điều khiển và giám sát từ xa các thiết bị trong nhà, đảm bảo tính ổn định và hiệu quả của hệ thống. Cụ thể, các yếu tố cần triển khai bao gồm:

- **Giám sát và điều khiển từ xa:** Hệ thống sẽ cho phép người dùng giám sát các thông số như nhiệt độ, độ ẩm qua cảm biến, và điều khiển các thiết bị như quạt, đèn, điều hòa thông qua mạch relay ESP32.
- **Kết nối và đồng bộ dữ liệu:** Tất cả các thiết bị sẽ được kết nối với nhau thông qua Wi-Fi, sử dụng ESP32 và các cảm biến RS485 để truyền tải dữ liệu đến một nền tảng giám sát như CoreIOT. Người dùng có thể theo dõi trạng thái của các thiết bị trong thời gian thực và thực hiện các điều chỉnh từ xa.
- **Môi trường thử nghiệm:** Do thời gian thực hiện dự án có hạn và để tránh các yếu tố không kiểm soát được như thời tiết, nhóm em sẽ thực hiện các thử nghiệm trong môi trường phòng thí nghiệm. Khi có thêm thời gian, hệ thống sẽ được mở rộng và thử nghiệm trong môi trường thực tế để đánh giá hiệu quả hoạt động của toàn bộ hệ thống.

Với các mục tiêu và phạm vi nghiên cứu rõ ràng như vậy, nhóm chúng em hy vọng sẽ có thể hoàn thiện dự án đúng tiến độ và mang lại kết quả thực tiễn cho việc phát triển các hệ thống nhà thông minh trong tương lai.

1.5 Ý nghĩa thực tiễn

Hệ thống nhà thông minh sử dụng ESP32-S3 Touch 7 inch LCD, cảm biến RS485 và mạch relay mang lại nhiều lợi ích quan trọng trong cuộc sống hiện đại, đặc biệt trong việc tối ưu hóa quản lý và điều khiển các thiết bị trong gia đình:

1. **Quản lý năng lượng hiệu quả:** Hệ thống có khả năng tự động điều khiển các thiết bị điện như đèn, quạt, điều hòa, giúp tiết kiệm năng lượng và giảm thiểu chi phí điện năng trong gia đình.
2. **Tăng cường an ninh:** Hệ thống hỗ trợ giám sát và điều khiển hệ thống an ninh từ xa, bao gồm cảm biến chuyển động, camera và hệ thống báo động, giúp tăng cường bảo vệ ngôi nhà.

3. **Tiện lợi và tự động hóa:** Các thiết bị trong nhà có thể được điều khiển thông qua màn hình cảm ứng 7 inch hoặc ứng dụng di động, mang lại sự tiện lợi và tự động hóa cho người sử dụng.
4. **Giám sát và bảo trì từ xa:** Hệ thống cho phép theo dõi tình trạng hoạt động của các thiết bị trong nhà, phát hiện sự cố sớm và hỗ trợ bảo trì kịp thời, giúp duy trì hoạt động ổn định của hệ thống.
5. **Điều khiển thông minh qua RS485:** Việc sử dụng giao thức RS485 giúp kết nối các thiết bị ngoại vi, mở rộng khả năng điều khiển và giám sát các thiết bị không dây trong hệ thống nhà thông minh, tăng cường tính linh hoạt và khả năng mở rộng.
6. **Tăng cường trải nghiệm người dùng:** Với giao diện màn hình cảm ứng 7 inch, người dùng có thể dễ dàng thao tác và điều khiển các thiết bị trong nhà một cách trực quan và tiện lợi, nâng cao trải nghiệm sử dụng.

Hệ thống này không chỉ tối ưu hóa các tác vụ quản lý trong nhà mà còn mang lại sự thuận tiện, an toàn và hiệu quả. Nó mở ra cơ hội phát triển mạnh mẽ cho hệ thống nhà thông minh trong tương lai, góp phần nâng cao chất lượng cuộc sống và hướng tới một không gian sống hiện đại.

Tài liệu tham khảo

- [1] Karl Johan Astrom, Richard M. Murray, *Feedback Systems: An Introduction for Scientists and Engineers*, Princeton University Press, 2012.
- [2] A Joukhadar, I Hasan, A Alsabbagh, M Alkouzbary, *Integral Lqr-Based 6dof Autonomous Quadcopter Balancing System Control*, International Journal of Advanced Research in Artificial Intelligence, Vol. 4, No.5, 2015.
- [3] Nur Hayati Sahrir, Mohd Ariffanan Mohd Basri, *Modelling and Manual Tuning PID Control of Quadcopter*, Control, Instrumentation and Mechatronics: Theory and Practice (pp.346-357).
- [4] Nguyễn Đình Huy, *Giáo trình giải tích 1*, Đại học Quốc gia TP. Hồ Chí Minh, 2020.
- [5] Faisal Iqbal, Hussamud Din, Byeungleul Lee, *Single Drive Multi-Axis Gyroscope with High Dynamic Range, High Linearity and Wide Bandwidth*, Micromachines 2019, 10(6), 410.
- [6] Heja Cengiz, *Quadcopter Modeling and Linear Quadratic Regulator Design Using Simulink*, Uppsala Universitet, 2024.
- [7] Ha Quang Thinh Ngo, Thanh Phuong Nguyen, Hung Nguyen, "A COMPLETE COMPARISON TO DESIGN COMPLEMENTARY FILTER AND KALMAN FILTER FOR AERIAL VEHICLE", *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*, 2018.
- [8] Rio Ikhsan Alfian, Alfian Ma'arif, Sunardi Sunardi, "Noise Reduction in the Accelerometer and Gyroscope Sensor with the Kalman Filter Algorithm", *Journal of Robotics and Control (JRC)*, 2021.
- [9] Luis E. Romero, David F. Pozo, Jorge A. Rosales, "Quadcopter Stabilization by Using PID Controllers", *ACADEMIA*, 2014.

- [10] Yan Michalevsky, Dan Boneh, "Gyrophone: Recognizing Speech from Gyroscope Signals", *Proceedings of the 23rd USENIX Security Symposium*, 2014.
- [11] Dennis Freeman, Kevin Chen "Linear quadratic regulator (LQR) control" Source: https://introcontrol.mit.edu/_static/spring23/lectures/lec08a-handout.pdf.
- [12] "MPU-6000 and MPU-6050 Product Specification Revision 3.4", 2013. Source: www.invensense.com.
- [13] "Hướng dẫn sử dụng cảm biến gia tốc MPU6050 với Arduino", 2023. Source: <https://arduino.vn/huong-dan-su-dung-cam-bien-gia-toc-mpu6050-voi-arduino/>.
- [14] "tkinter — Python interface to Tcl/Tk". Source: <https://docs.python.org/3/library/tkinter.html>.
- [15] "socket — Low-level networking interface". Source: <https://docs.python.org/3/library/socket.html>.
- [16] "Arduino Documentation". Source: <https://docs.arduino.cc/>.
- [17] "Distance Measurement with an Ultrasonic Sensor HY-SRF05", 2017. Source: https://projecthub.arduino.cc/Nicholas_N/distance-measurement-with-an-ultrasonic-sensor-hy-srf05-bf2923.
- [18] "ESC Calibration". Source: <https://ardupilot.org/plane/docs/common-esc-calibration.html>.
- [19] Wikipedia, "Quadcopter". Source: <https://en.wikipedia.org/wiki/Quadcopter>.
- [20] STMicroelectronics, "Everything about STMicroelectronics' 3-axis digital MEMS gyroscopes". Source: <https://www.elecrow.com/download/TA0343.pdf>.
- [21] Teppo Luukkonen, "Modelling and control of quadcopter". Source: https://sal.aalto.fi/publications/pdf-files/eluu11_public.pdf.
- [22] "Accelerometer and Gyroscopes Sensors: Operation, Sensing, and Applications". Source: <https://www.analog.com/en/resources/technical-articles/accelerometer-and-gyroscopes-sensors-operation-sensing-and-applications.html>.
- [23] "Single Drive Multi-Axis Gyroscope with High Dynamic Range, High Linearity and Wide Bandwidth". Source: <https://www.mdpi.com/2072-666X/10/6/410>.

- [24] Michel van Biezen, "SPECIAL TOPICS 1 - THE KALMAN FILTER". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=CaCcOwJPYtQ&list=PLX2gX-ftPVXU3oUFNATxGXY90AULiqnWT&index=1>.
- [25] Kevin Jordan, "Self-Stabilizing Quadcopter UAV Using PID Control: Full Control Systems Project Presentation". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=clyusOrMqbU>.
- [26] Curio Res, "How Gyroscope Sensor Works? | 3D Animated". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=HJ-C4Incgpw>.
- [27] Blue Butterfly, "How to design and implement a digital low-pass filter on an Arduino". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=REVP33SwwHE>.
- [28] Dr. KC Craig, "Quadrotor Equations of Motion and Control KCC Final 4 2023 Video". Source: <https://www.youtube.com/watch?v=REVP33SwwHE>.
- [29] thegioiic, "Tìm hiểu về chuẩn giao tiếp I2C". Source: <https://www.thegioiic.com/tin-tuc/tim-hieu-ve-chuan-giao-tiep-i2c>.
- [30] Timothy Hirzel, "Basics of PWM (Pulse Width Modulation)". Source: <https://docs.arduino.cc/learn/microcontrollers/analog-output/>.
- [31] Carbon Aeronautics, "Carbon Aeronautics Quadcopter Manual". Source: https://github.com/CarbonAeronautics/Manual-Quadcopter-Drone/blob/main/Carbon_Aeronautics_Quadcopter_Manual.pdf.
- [32] LinhKienRC, "Combo điều khiển TX – RX Flysky FS i6". Source: <https://bandochoi.net/combo-dieu-khien-tx-rx-flysky-fs-i6.html>.
- [33] nshopvn, "Module thu phát Wifi ESP8266 NodeMCU Lua CP2102". Source: <https://nshopvn.com/product/module-thu-phat-wifi-esp8266-nodemcu-lua-cp2102/>.
- [34] Sam Market, "Teensy 4.0 (Headers)". Source: <https://market.samm.com/teensy-4-0-headers-en>.
- [35] hshop, "Cảm biến GY-521 6DOF IMU MPU6050". Source: <https://hshop.vn/cam-bien-6-dof-bac-tu-do-gy-521-mpu6050>.
- [36] nshopvn, "Cảm biến áp suất IIC I2C và nhiệt độ của BMP280 3.3 V". Source: <https://nshopvn.com/product/cam-bien-ap-suat-iic-i2c-va-nhiet-do-cua-bmp280-3-3-v/>.

- [37] Nguyễn Hiền, "Mạch điều khiển tốc độ động cơ không chổi than ESC 30A 4V-16V (Pin 2S-4S) BEC 5V". Source: <https://dientunguyenhien.vn/show/3252>.
- [38] nshopvn, "Động cơ không chổi than A2212". Source: <https://nshopvn.com/product/dong-co-khong-choi-than-a2212/>.
- [39] FPT Jetking, "ESP8266 là gì? Tìm hiểu về module Wi-Fi phổ biến cho IoT". Source: <https://jetking.fpt.edu.vn/esp8266/>.
- [40] pjrc, "Using the Hardware Serial Ports". Source: https://www.pjrc.com/teensy/td_uart.html
- [41] x-engineer, "On-off control system". Source: <https://x-engineer.org/on-off-control-system>
- [42] webOS TV Developer, "Sensor Data for Motion Sensor". Source: <https://webostv.developer.lge.com/develop/guides/motion-sensor-sensor-data>.
- [43] Yahya Tawil, "Towards understanding IMU: Basics of Accelerometer and Gyroscope Sensors and How to Compute Pitch, Roll and Yaw Angles". Source: <https://atadiat.com/en/e-towards-understanding-imu-basics-of-accelerometer-and-gyroscope-sensors/>.
- [44] Nasser M. Abbasi, "Dynamics equations, kinematics, velocity and acceleration diagrams". Source: https://www.12000.org/my_notes/dynamics_cheat_sheet/reportchapter2.htm.