

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HẢI PHÒNG

CUỘC THI
KHOA HỌC KỸ THUẬT CẤP THÀNH PHỐ
DÀNH CHO HỌC SINH TRUNG HỌC NĂM HỌC 2025 – 2026

TÊN DỰ ÁN:
“HỆ THỐNG GIÁM SÁT VÀ LỌC BỤI MỊN TỰ ĐỘNG
CHO HỘ GIA ĐÌNH”
(AirSafe Home – Automatic PM Dust Purifier System)

Lĩnh vực: Hệ thống lập trình nhúng

Loại dự án: Dự án kỹ thuật

MÃ DỰ ÁN:

VỊ TRÍ:.....

Hải Phòng, ngày 25 tháng 10 năm 2025

MỤC LỤC

I. VẤN ĐỀ NGHIÊN CỨU	2
1. Câu hỏi nghiên cứu	2
2. Giả thuyết khoa học.....	2
II. THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP	2
1. Phương pháp nghiên cứu	2
1.1 Phương pháp lí thuyết.....	3
1.2 Phương pháp thực nghiệm khoa học	3
2. Quá trình thực hiện.....	3
3. Sơ đồ mô tả dự án và nguyên tắc hoạt động	4
III. THỰC HIỆN: CHẾ TẠO VÀ KIỂM TRA.....	4
1. Đồ dụng, dụng cụ cần thiết cho dự án.....	4
2. Thiết kế sản phẩm và mô tả dự án	5
2.1 Các thiết bị chính của sản phẩm	5
2.2 Tiến hành lắp đặt	6
3. Kết quả kiểm tra.....	6
3.1. Kết quả lý thuyết.....	6
3.2. Kết quả thực tế.....	7
4. Hướng phát triển và đề xuất.....	8
IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO	8

I. Vấn đề nghiên cứu

1. Câu hỏi nghiên cứu

Làm thế nào để thiết kế và chế tạo một hệ thống lọc bụi mịn trong nhà sử dụng cảm biến bụi GP2Y1014AU0F và bộ điều khiển Arduino nhằm:

- Giám sát chất lượng không khí trong thời gian thực,
- Tự động điều chỉnh tốc độ quạt lọc theo nồng độ bụi,
- Đảm bảo hiệu quả làm sạch không khí cho hộ gia đình,
- Đồng thời giảm chi phí so với các thiết bị lọc không khí thương mại?

2. Giả thuyết khoa học

- Nếu sử dụng cảm biến bụi GP2Y1014AU0F để đo nồng độ bụi mịn PM trong không khí và điều khiển tốc độ quạt lọc thông qua mạch công suất (L298 hoặc MOSFET), thì hệ thống có thể tự động điều chỉnh lưu lượng lọc theo mức độ ô nhiễm.
- Khi nồng độ bụi vượt ngưỡng, hệ thống tăng tốc độ quạt và còi cảnh báo hoạt động → chất lượng không khí giảm → cần lọc mạnh.
- Khi nồng độ bụi thấp, hệ thống giảm hoặc tắt quạt → tiết kiệm điện năng, giảm tiếng ồn, kéo dài tuổi thọ thiết bị.
- Do đó, mô hình hoàn toàn có khả năng thay thế hoặc hỗ trợ các thiết bị lọc không khí gia đình với chi phí thấp, dễ bảo trì và dễ triển khai.

II-THIẾT KẾ VÀ PHƯƠNG PHÁP

1. Phương pháp nghiên cứu

1.1. Phương pháp nghiên cứu lý thuyết

- Tìm hiểu tài liệu về bụi mịn PM2.5, PM10 và ảnh hưởng của chúng đến sức khỏe con người.
- Nghiên cứu nguyên lý hoạt động của cảm biến bụi GP2Y1014AU0F, các cảm biến khí MQ2, MQ7, MQ135.
- Tìm hiểu về điều khiển tốc độ động cơ DC bằng L298, điều chế xung PWM trên Arduino.
- Khảo sát các mô hình máy lọc không khí thương mại và nguyên lý lọc màng – tuần hoàn không khí.
- Tổng hợp thông tin từ sách, báo khoa học, trang web kỹ thuật và tài liệu Arduino.

1.2. Phương pháp thực nghiệm khoa học

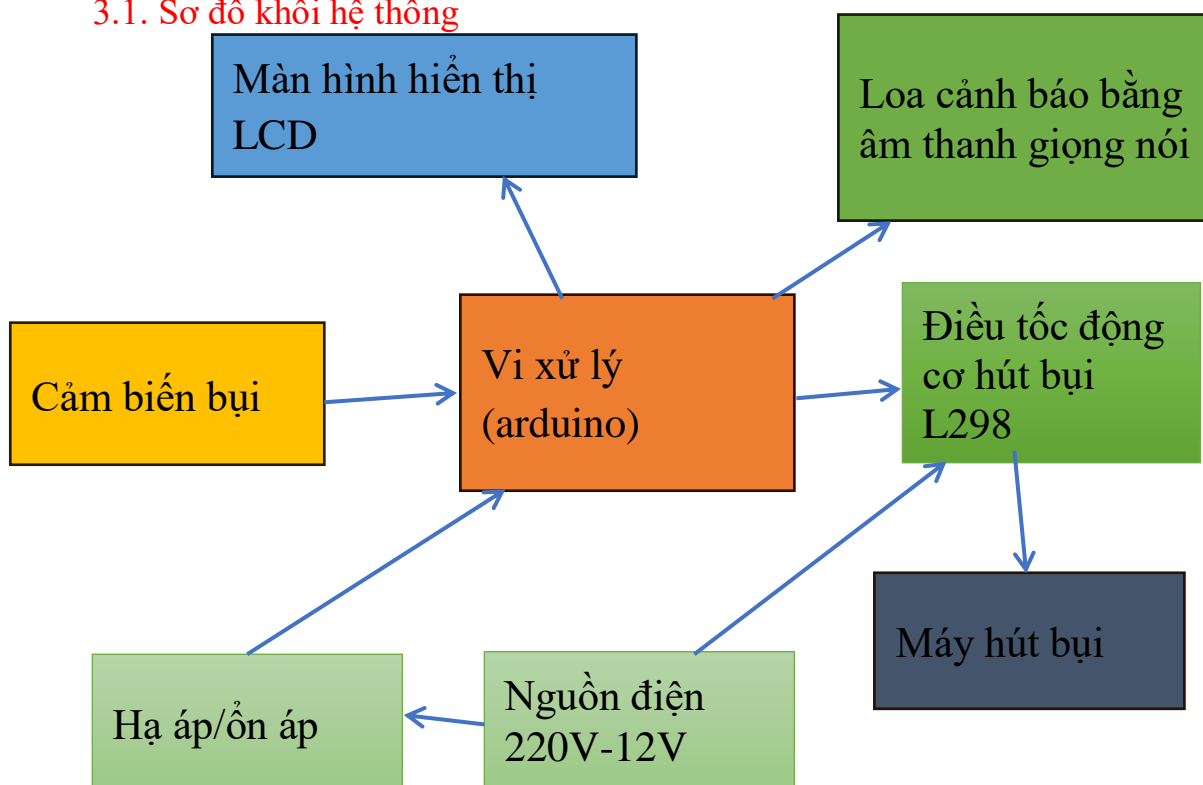
- Tiến hành lắp mạch thử nghiệm cảm biến bụi để đo tín hiệu và hiệu chỉnh giá trị.
- Tạo mô hình điều khiển quạt lọc bằng L298 và Arduino để kiểm tra hiệu suất lọc ở các mức tốc độ.
- Đo nồng độ bụi trước và sau khi lọc trong cùng môi trường để đánh giá hiệu quả.
- Ghi nhận dữ liệu trong nhiều thời điểm / không gian khác nhau để đảm bảo độ tin cậy.

2. Quá trình thực hiện

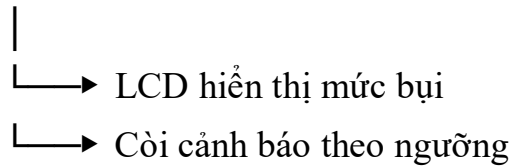
Thời gian	Nội dung công việc
Tuần 1	Khảo sát thực trạng ô nhiễm bụi trong gia đình, thu thập tài liệu khoa học
Tuần 2	Nghiên cứu cảm biến và lựa chọn mạch điều khiển phù hợp
Tuần 3	Thiết kế sơ đồ mạch và mô hình khung lọc không khí
Tuần 4	Lắp đặt mô hình nguyên mẫu lần 1 và chạy thử nghiệm
Tuần 5	Đo đạc – hiệu chỉnh ngưỡng cảnh báo và tốc độ quạt
Tuần 6	Hoàn thiện mô hình, đánh giá hiệu quả lọc và ghi kết quả

3. Sơ đồ mô tả dự án và nguyên tắc hoạt động

3.1. Sơ đồ khối hệ thống



Không khí ô nhiễm → Cảm biến bụi GP2Y1014AU0F → Arduino → Điều khiển L298 → Quạt hút lọc → Không khí sạch



3.2. Nguyên tắc hoạt động

- Cảm biến GP2Y1014AU0F liên tục đo nồng độ bụi trong không khí và gửi tín hiệu analog về Arduino.
- Arduino xử lý dữ liệu và so sánh với các ngưỡng chất lượng không khí.
- Dựa vào kết quả:
 - Bụi thấp (<160) → Quạt tắt, thông báo “Không khí rất tốt”.
 - Bụi trung bình (160–300) → Quạt chạy tốc độ thấp.
 - Bụi cao (300–1000) → Quạt chạy tốc độ trung bình + còi 1 báo ngắn.
 - Bụi rất cao (>1000) → Quạt chạy tốc độ cao + còi 2 cảnh báo liên tục.
- Không khí được hút qua bộ lọc, bụi được giữ lại → không khí sạch được trả lại phòng.

III. Thực hiện: Chế tạo và kiểm tra

1. Đồ dùng, dụng cụ cần thiết cho dự án

STT	Tên linh kiện / Vật liệu	Số lượng	Chức năng
1	Bo mạch Arduino Uno / Nano	1	Điều khiển toàn hệ thống
2	Cảm biến bụi GP2Y1014AU0F	1	Đo nồng độ bụi mịn trong không khí
3	Cảm biến khí MQ135 (tùy chọn)	1	Đánh giá chất lượng khí tổng quát
4	Module điều khiển động cơ L298N	1	Điều khiển tốc độ quạt lọc
5	Quạt DC 12V (loại hút lọc)	1	Tạo dòng khí, hút bụi qua màng lọc
6	Màng lọc bụi (HEPA hoặc than hoạt tính)	1	Lọc các hạt bụi, khói
7	Màn hình LCD I2C 16x2	1	Hiển thị thông số và trạng thái
8	Còi báo (buzzer 5V)	2	Cảnh báo khi bụi vượt ngưỡng
9	Tụ lọc 220 μ F hoặc 470 μ F	1	Ổn định nguồn cảm biến bụi
10	Dây điện, breadboard, đinh vít, vỏ hộp	1	Lắp ráp mô hình hoàn chỉnh

STT	Tên linh kiện / Vật liệu	Số lượng	Chức năng
11	Board mở rộng chân cắm	1	rộng chân cắm cho dễ thử nghiệm
12	Module ghi âm + loa	2	Tạo giọng nói thân thiện, cá nhân hóa sản phẩm
13	Nguồn 12V/220V	1	Bộ chuyển đổi nguồn điện
14	Điều tốc L298	1	Điều khiển tốc độ cho quạt
15	Vỏ hộp nhựa	1	Vỏ nhựa lấy từ thiết bị hỏng, cải tạo lại
16	Module Hạ áp DC LM2596S 3A	1	Nguồn cấp cho vi xử lý

2. Thiết kế sản phẩm mô tả dự án

Sản phẩm được thiết kế dạng máy lọc không khí mini, có luồng khí đi từ trước → qua màng lọc → ra sau.

Khối điều khiển và cảm biến đặt trong khoang phía trên để tránh bị bụi bám trực tiếp.

2.1. Các thiết bị chính của sản phẩm

Khối	Thành phần chính	Chức năng
Khối cảm biến	GP2Y1014AU0F	Đo nồng độ bụi thời gian thực
Khối xử lý	Arduino	Điều khiển logic theo ngưỡng
Khối chấp hành	L298N + Quạt DC	Điều chỉnh tốc độ lọc không khí
Khối hiển thị	LCD I2C	Hiển thị mức bụi và trạng thái quạt
Khối cảnh báo	2 còi 5V	Phát âm thanh cảnh báo theo cấp độ nguy hại
Khối lọc khí	Màng HEPA / than hoạt tính	Giữ lại bụi mịn và mùi độc hại

2.2. Tiến hành lắp đặt

1. Chuẩn bị khung vỏ

- Cắt và ghép vật liệu (mica, gỗ, nhựa hoặc vỏ hộp sẵn có) để tạo khung.
- Chừa các khe thoáng gió và vị trí gắn màng lọc thay thế.

2. Gắn quạt hút và màng lọc

- Đặt màng lọc trước quạt để quạt hút không khí qua màng lọc.

- Cố định bằng khung hoặc tấm giữ.
3. Lắp mạch điều khiển
- Kết nối GP2Y1014AU0F đến Arduino theo sơ đồ chuẩn (LED PIN điều xung).
 - Kết nối L298N điều khiển quạt theo PWM.
 - Gắn LCD I2C lên phía trước để hiển thị.
 - Gắn 2 còi vào 2 chân điều khiển độc lập.
4. Bổ sung tụ lọc $220\mu\text{F} - 470\mu\text{F}$
- Đặt song song giữa VCC và GND gần cảm biến GP2Y1014AU0F để giảm nhiễu.
5. Cấp nguồn và kiểm tra
- Dùng nguồn 12V cho L298N và quạt.
 - Dùng 5V ổn định cho Arduino và cảm biến.
 - Hiệu chỉnh lại giá trị ngưỡng nếu cần.

Kết quả mong đợi

- Máy có thể hiển thị chính xác nồng độ bụi trong phòng.
- Quạt chạy 4 mức tương ứng với mức độ ô nhiễm.
- Cảnh báo bằng âm thanh khi vượt ngưỡng nguy hiểm.
- Không khí trong phòng giảm bụi sau 20–30 phút vận hành.

3. Kết quả kiểm tra

3.1. Kết quả lý thuyết

Thông qua nghiên cứu các tài liệu khoa học về chất lượng không khí, nguyên lý hoạt động của cảm biến bụi quang học và mô hình lọc khí cưỡng bức, đề tài đã xây dựng được cơ sở lý thuyết cho hệ thống lọc bụi trong nhà. Nguyên lý chính của thiết bị dựa trên việc:

- Dùng cảm biến GP2Y1014AU0F để đo nồng độ bụi mịn PM trong không khí.
- Vi điều khiển Arduino xử lý dữ liệu cảm biến, phân loại mức ô nhiễm theo ngưỡng WHO/PM.
- Quạt DC kết hợp màng lọc HEPA tạo dòng khí và lọc các hạt bụi có kích thước nhỏ.

- Tín hiệu âm thanh và LCD giúp cảnh báo kịp thời quá trình thay đổi chất lượng không khí.

Như vậy, cơ sở lý thuyết của đề tài phù hợp với nguyên lý cơ học chất lưu, quang cảm biến và điều khiển tự động.

3.2. Kết quả thực tế

3.2.1. Sản phẩm hoàn thiện

Nhóm đã chế tạo thành công máy lọc không khí mini tự động dành cho gia đình, với các tính năng:

- Đo và hiển thị nồng độ bụi theo thời gian thực.
- Tự động điều chỉnh tốc độ quạt theo mức ô nhiễm (4 cấp độ).
- Cảnh báo bằng còi khi không khí tốt hoặc ô nhiễm nặng.
- Giảm được lượng bụi trong phòng sau thời gian hoạt động.

Thiết bị vận hành ổn định, dễ sử dụng và an toàn.

3.2.2. Tính mới, tính sáng tạo

- Tích hợp đo và lọc bụi trong một thiết bị giá rẻ tự chế, phù hợp hộ gia đình.
- Có cảnh báo âm thanh phân loại theo mức chất lượng không khí.
- Sử dụng thuật toán lọc nhiễu bằng trung bình đa mẫu, giúp tăng độ chính xác.
- Kết cấu nhỏ gọn, dễ thay thế màng lọc, tiết kiệm năng lượng.

3.2.3. Khả năng áp dụng và nhân rộng

Sản phẩm có thể ứng dụng:

- Trong phòng ngủ, phòng học, văn phòng, nhà ở khu phố, khu công nghiệp.
- Nhân rộng thành mô hình thương mại giá rẻ cho:
 - Nhà trẻ, trường học
 - Phòng y tế thôn/xã
 - Hộ gia đình gần công trường xây dựng hoặc đường lớn

Cấu trúc modul điện tử giúp dễ nâng cấp thành sản phẩm công nghiệp.

3.2.4. Hiệu quả kinh tế

Tiêu chí	Thiết bị tự chế	Máy lọc thương mại
----------	-----------------	--------------------

Tiêu chí	Thiết bị tự chế	Máy lọc thương mại
Giá thành lắp ráp	300.000 – 600.000đ	2.000.000 – 8.000.000đ
Chi phí thay màng lọc	Thấp, dễ thay	Cao
Khả năng tự sửa chữa	Dễ dàng	Khó và tốn chi phí

→ Thiết bị tiết kiệm 70% - 90% chi phí so với sản phẩm thương mại cùng chức năng.

4. Hướng phát triển và đề xuất

Để nâng cấp hệ thống trong tương lai, nhóm đề xuất:

1. Thêm kết nối WiFi / IoT: gửi cảnh báo lên điện thoại.
2. Thêm cảm biến khí độc (CO, CO₂, VOC) để đánh giá chất lượng không khí tổng quát.
3. Sử dụng quạt loại BLDC để giảm tiếng ồn và tiết kiệm điện.
4. Bổ sung cảm biến độ ẩm và ion âm để cải thiện hiệu quả làm sạch không khí.

IV. TÀI LIỆU THAM KHẢO

5. - Bộ Giáo dục và Đào tạo. Sách giáo khoa vật lí 8. NXB Giáo dục.
6. - Bộ Giáo dục và Đào tạo. Sách giáo khoa vật lí 9. NXB Giáo dục.
7. - Bộ Giáo dục và Đào tạo. Sách giáo khoa công nghệ lớp 8. NXB Giáo dục.
8. - Bộ Giáo dục và Đào tạo. Sách giáo khoa công nghệ lớp 9. NXB Giáo dục.
9. - **World Health Organization (WHO)** (2021). *Air Quality Guidelines: Global update 2021*. Geneva: WHO Press.
- 10.- Ministry of Natural Resources and Environment (2023). *Báo cáo hiện trạng môi trường quốc gia – Chất lượng không khí đô thị Việt Nam*. Hà Nội.
- 11.- Nguyễn Văn Hòa (2020). *Giáo trình Cảm biến và Đo lường*. NXB Khoa học và Kỹ thuật.
- 12.- Trần Ngọc Phúc (2022). *Kỹ thuật điều khiển và tự động hóa cơ bản*. NXB Giáo dục Việt Nam.
- 13.- Sharp Corporation (2016). *GP2Y1014AU0F Optical Dust Sensor – Product Datasheet*.
- 14.- Arduino.cc. (2024). *Analog Read and PWM Control Documentation*. Truy cập tại: <https://www.arduino.cc/reference/en/>
- 15.- AirVisual (IQAir). (2024). *Air Quality Index and PM2.5 Pollution Measurement*. Truy cập tại: <https://www.iqair.com/>
- 16.- Tài liệu chuyên môn HEPA Filter Technologies (2023). *High Efficiency Particulate Air Filter Technical Specifications*.

- 17.- Bộ Y Tế Việt Nam (2019). *Hướng dẫn đánh giá tác động sức khỏe do ô nhiễm không khí*. Hà Nội.
- 18.- Kho lưu trữ cộng đồng điện tử Arduino Việt Nam (2022). *Chia sẻ kinh nghiệm sử dụng cảm biến GP2Y1014AU0F*.

Sản phẩm của chúng em rất mong được sự đóng góp sâu sắc nhất đến từ ban tổ chức, quý thầy cô và mọi người...để chúng em có thể hoàn thiện hơn nữa trong cuộc thi này cũng như các cuộc thi sắp tới.

Cuối cùng, em xin chân thành cảm ơn Ban tổ chức cuộc thi **“Khoa học kỹ thuật dành cho học sinh trung học năm học 2025 - 2026”**.

Cảm ơn quý thầy, cô giáo, gia đình cùng các bạn đã động viên, giúp đỡ, tạo điều kiện cho chúng em hoàn thành đề tài này.

Hải Phòng, ngày 25 tháng 10 năm 2025

Giáo viên hướng dẫn

Người thực hiện

Ban giám hiệu