

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:

**THIẾT KẾ MÔ HÌNH LỚP HỌC THÔNG MINH
GIÚP TIẾT KIỆM ĐIỆN NĂNG VÀ GÓP PHẦN
CẢI THIỆN SỨC KHOẺ HỌC ĐƯỜNG**

Lĩnh vực dự thi: Hệ thống nhúng

Loại dự án: Dự án kỹ thuật

Hải Phòng, tháng 11 năm 2025

MỤC LỤC

1. Vấn đề nghiên cứu.....	2
1.1. Thực trạng	2
1.2. Xác định vấn đề cần giải quyết	3
1.3. Các tiêu chí cho giải pháp giải quyết vấn đề	3
2. Thiết kế và phương pháp.....	3
2.1. Thiết kế.....	3
2.1.1. Nguyên lý hoạt động	3
2.1.2. Vật liệu, linh kiện sử dụng	4
2.2. Phương pháp.....	6
2.2.1 Phương pháp khảo sát thực tế	6
2.2.2 Phương pháp nghiên cứu tài liệu.....	7
2.2.3 Phương pháp thiết kế kỹ thuật.....	7
2.2.4 Phương pháp thực nghiệm	8
2.2.5 Phương pháp phân tích và đánh giá	8
3. Thực hiện: chế tạo và kiểm tra.....	8
3.1. Chế tạo.....	8
3.2. Kiểm tra.....	10
3.3.Kết luận	11
4.Tài liệu tham khảo.....	12

1. Vấn đề nghiên cứu

1.1. Thực trạng

Trong những năm gần đây, cùng với sự phát triển của xã hội, nhu cầu tiêu thụ điện của Việt Nam tăng nhanh, tạo áp lực lớn lên hệ thống truyền tải và cung cấp điện. Theo báo cáo của Tập đoàn điện lực Việt Nam sản lượng điện toàn quốc: ước đạt khoảng 155,79 tỷ kWh trong 6 tháng đầu năm 2025, tăng khoảng 2,67% so với cùng kỳ năm 2024. Công suất tiêu thụ lớn nhất đạt: ngày 2/6/2025 công suất tiêu thụ lớn nhất hệ thống điện quốc gia đạt 51.672 MW, tăng khoảng 5,7% so với cùng kỳ năm 2024. Thực tế cho thấy, vào mùa cao điểm, các nhà máy, doanh nghiệp, công sở, trường học và kể cả các hộ gia đình đều ở trong tình trạng sử dụng điện rất nhiều, dẫn đến tình trạng quá tải, chi phí cho tiền điện tăng cao, nguy cơ cắt điện luân phiên vào các đợt đỉnh tải, và việc tăng huy động nguồn nhiệt than đã làm tăng phát thải khí nhà kính (ảnh hưởng đến mục tiêu giảm phát thải quốc gia). Bối cảnh này làm cho các giải pháp tiết kiệm năng lượng ở mọi ngành, trong đó có trường học, trở nên rất cần thiết - vừa giảm chi phí vận hành, vừa góp phần ổn định lưới và giảm áp lực nguồn cung.

Bên cạnh việc tiêu thụ điện thì sức khỏe học đường, đặc biệt là tật khúc xạ của học sinh đang là một vấn đề đáng lo ngại. Một nghiên cứu tại Hải Phòng khảo sát trên 5.766 học sinh ở 11 trường trên địa bàn thành phố, trong đó 4 trường nội thành với 2.414 học sinh (41,9%), 6 trường ngoại thành với 3.229 học sinh (56,0%), 1 trường hải đảo với 123 học sinh (2,1%). Số học sinh mắc cận thị chiếm 86,3%; số học sinh mắc loạn thị chiếm 8,5%; số học sinh mắc viễn thị chiếm 5,2%. Đồng thời, nhóm nghiên cứu cũng chỉ ra các yếu tố nguy cơ ảnh hưởng tới tật khúc xạ của các em học sinh như: các yếu tố nguy cơ từ gia đình (tư thế ngồi học, đèn chiếu sáng, tỉ lệ xem tivi, điện thoại...); các yếu tố từ nhà trường (diện tích bình quân/học sinh, ánh sáng lớp học, tỉ lệ học sinh thấy bảng bị lóa...); các yếu tố từ xã hội (tỉ lệ học sinh được khám mắt định kì, học sinh được chỉnh kính đúng số). Điều đó đòi hỏi cần phải có một số biện pháp can thiệp giảm thiểu tật khúc xạ ở học sinh thành phố Hải Phòng. Ngoài các tật khúc xạ, môi trường lớp học quá nóng hoặc quá lạnh, kém thông gió có thể gây mệt mỏi, giảm tập trung, tăng tỉ lệ đau đầu, buồn ngủ và thậm chí ảnh hưởng đến khả năng tiếp thu kiến thức. Vì vậy, việc xây dựng lớp học có điều kiện môi trường chuẩn (ánh sáng, nhiệt độ, thông gió) sẽ góp phần giảm các vấn đề sức khỏe và nâng cao hiệu quả học tập.

1.2. Xác định vấn đề cần giải quyết

Trước thực trạng trên, chúng em mong muốn thiết kế được một mô hình lớp học thông minh có thể giúp giải quyết các vấn đề sau:

- Tiết kiệm được điện năng, đặc biệt là trong mùa cao điểm để vừa có thể tiết kiệm kinh phí hoạt động của nhà trường, vừa góp phần giảm các tác động tiêu cực lên môi trường.
- Có thể cung cấp ánh sáng tối ưu và điều chỉnh tự động theo cường độ ánh sáng nhằm giúp bảo vệ mắt của học sinh trước những tác động tiêu cực của ánh sáng, đặc biệt là ánh sáng nhân tạo.
- Tạo ra môi trường học tập hiện đại và tích hợp công nghệ, từ đó tăng cường sự tập trung và nắm vững kiến thức của học sinh.

1.3. Các tiêu chí cho giải pháp giải quyết vấn đề

- Phát triển một mô hình có thiết kế sáng tạo và thân thiện với học sinh, tạo điều kiện thuận lợi cho quá trình học tập.
- Tích hợp các linh kiện công nghệ như cảm biến ánh sáng, cảm biến nhiệt độ đèn LED và adapter để cung cấp ánh sáng tối ưu cho học sinh, bảo vệ thị lực của học sinh, điều chỉnh bật tắt quạt điện theo nhiệt độ môi trường.
- Có khả năng nhân rộng, phát triển trong thực tế, nếu có thể đưa vào thực tế thì giúp tiết kiệm điện tối thiểu 30% so với bật đèn và bật quạt thủ công. Hệ thống thực tế ổn định, dễ lắp đặt và vận hành.
- Vấn đề nghiên cứu phù hợp với lứa tuổi và trình độ của học sinh, đồng thời tiết kiệm chi phí, khơi gợi sự sáng tạo và niềm đam mê học hỏi của các bạn học sinh.

2. Thiết kế và phương pháp

2.1. Thiết kế

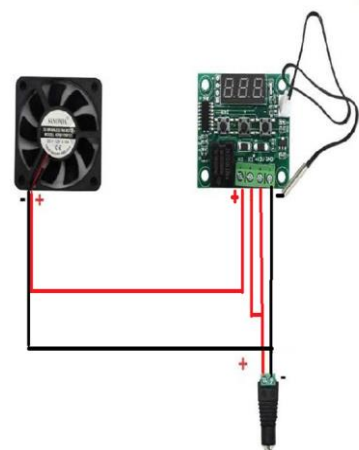
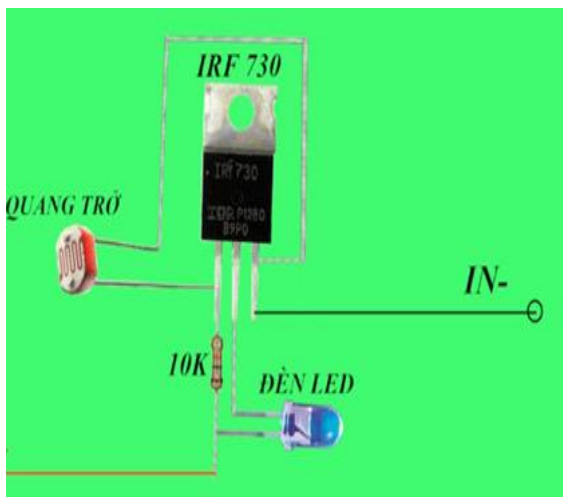
2.1.1. Nguyên lý hoạt động

Nguyên lý hoạt động của mô hình Lớp học thông minh được xây dựng dựa trên sự kết hợp hài hoà giữa cảm biến ánh sáng (LDR), cảm biến nhiệt độ, đèn LED và hệ thống điều khiển.

- Cơ chế hoạt động của module cảm biến nhiệt độ 12V được dựa trên nguyên lý đo, so sánh và điều khiển tự động. Khi module được cấp nguồn 12V, cảm biến nhiệt độ (DS18B20) bắt đầu đo nhiệt độ môi trường xung quanh và gửi tín hiệu điện áp hoặc tín hiệu số về vi điều khiển trung tâm của module. Vi điều khiển này có nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu cảm biến thành giá trị nhiệt độ thực tế và hiển thị trên màn hình LED. Người dùng có thể cài đặt một ngưỡng nhiệt độ giới hạn bằng các nút bấm trên module. Khi nhiệt độ đo được thấp hơn giá trị cài

đặt, mạch điều khiển vẫn giữ relay ở trạng thái ngắt, nghĩa là quạt chưa hoạt động. Khi nhiệt độ tăng vượt qua ngưỡng đã cài, vi điều khiển sẽ gửi tín hiệu kích hoạt relay đóng mạch, cho phép dòng điện 12V đi qua tải. Lúc này, quạt bắt đầu quay để làm mát môi trường. Khi nhiệt độ giảm xuống thấp hơn giá trị cài đặt một khoảng nhất định, vi điều khiển lại ngắt relay, cắt nguồn cho quạt để tiết kiệm điện năng và tránh việc bật tắt liên tục gây mòn relay. Quá trình này diễn ra hoàn toàn tự động: cảm biến liên tục đo, vi điều khiển liên tục so sánh, và relay đóng hoặc ngắt tùy theo điều kiện nhiệt độ.

- Cảm biến ánh sáng có khả năng phản ứng với mức độ ánh sáng trong môi trường, khi ánh sáng môi trường giảm đi, điện trở của cảm biến tăng lên. Hệ thống điều khiển được thiết kế để nhận tín hiệu từ cảm biến LDR và cảm biến nhiệt độ để thực hiện các quyết định dựa trên thông tin nhận được. Đặc biệt với phần cảm biến ánh sáng, đèn LED sẽ được kết nối với hệ thống điều khiển, khi hệ thống nhận thấy mức độ ánh sáng môi trường giảm xuống dưới một ngưỡng nhất định, nó sẽ kích hoạt đèn LED, khi môi trường ánh sáng yếu đi, cảm biến LDR sẽ gửi tín hiệu tới hệ thống điều khiển. Hệ thống sẽ tiếp nhận và phân tích tín hiệu này. Nếu mức độ ánh sáng không đủ, hệ thống sẽ điều khiển kích hoạt đèn LED, đèn LED sẽ toả sáng với độ sáng cần thiết để cung cấp ánh sáng tối ưu cho không gian học tập. Ngược lại, khi mức độ ánh sáng đủ, cảm biến LDR sẽ trở về trạng thái ban đầu và hệ thống điều khiển sẽ tắt đèn LED. Cả hai hệ thống cảm biến sẽ giúp tiết kiệm năng lượng và bảo vệ môi trường cũng như bảo vệ sức khỏe của các bạn học sinh.



Hình 1.1: Sơ đồ nguyên lý hoạt động

2.1.2. Vật liệu, linh kiện sử dụng

- Phần thân mô hình (Fomex): Là phần cơ bản tạo nên bề mặt và kết cấu chung của mô hình. Sau khi chúng em tiến hành nghiên cứu các chất liệu khác nhau như nhựa, gỗ ép, tấm kim loại, tấm fomex, chúng em quyết định sử dụng tấm fomex với ưu điểm vượt trội là độ bền cao, nhẹ và có thể dễ dàng điều chỉnh theo yêu cầu thiết kế. Các cạnh của mô hình được gia công một cách tỉ mỉ, tạo

nên một bề mặt vững chắc và trơn mịn, giúp mô hình trở nên dễ dàng di chuyển và bố trí trong không gian học tập một cách linh hoạt.

-Khởi cảm biến ánh sáng:

+ Cảm biến ánh sáng (LDR - Light Dependent Resistor) với dải đo: 0.1 lux đến 1000 lux và độ nhạy: 10 kohm/lux. Cảm biến này được đặt ở vị trí phù hợp nhất sẽ cảm nhận mức độ ánh sáng trong môi trường xung quanh. Dựa vào dữ liệu thu nhập được, hệ thống sẽ điều chỉnh đèn LED tương ứng.



Hình 1.2: Cảm biến ánh sáng (LDR)

+ Đèn LED: Chúng em lựa chọn sử dụng loại đèn LED tiết kiệm năng lượng, công suất :5W, độ sáng : 500 lumen, nhiệt độ màu : 4000 Kelvin, tuổi thọ 20000 giờ. Đèn LED được tích hợp trong mô hình, sử dụng công nghệ tiên tiến để cung cấp ánh sáng tối ưu cho không gian học tập. Đèn có khả năng điều chỉnh độ ánh sáng phù hợp với môi trường.



Hình 1.3: Đèn Led

+ Adapter 5V : Điện áp vào: 100 -240 V, 50 – 60 Hz, điện áp ra: 5V, 2A, loại kết nối USB, Adapter 5V để cung cấp nguồn điện cho hệ thống, sử dụng Adapter 5V đảm bảo nguồn điện ổn định và an toàn.



Hình 1.4: Adapter 5V

- Khối điều khiển nhiệt

- + Mô-đun cảm biến nhiệt độ 12V (có hiển thị LED)
- + Quạt DC 12V
- + Adapter nguồn 12V – 1A
- + Dây nối, jack nguồn DC.

■



Hình 1.5: Bộ cảm biến nhiệt và quạt

- Keo nền: Chúng em sử dụng keo nền chất lượng cao để gắn các linh kiện với nhau, đảm bảo sự vững chắc và an toàn cho mô hình. Tất cả các linh kiện này được lựa chọn và kết hợp một cách cẩn thận để đảm bảo tính hiệu quả, an toàn và độ bền của sản phẩm. Qua đó mô hình Lớp học thông minh trở thành một hệ thống hoàn thiện, phục vụ tối đa cho quá trình thực nghiệm, nghiên cứu, học tập.

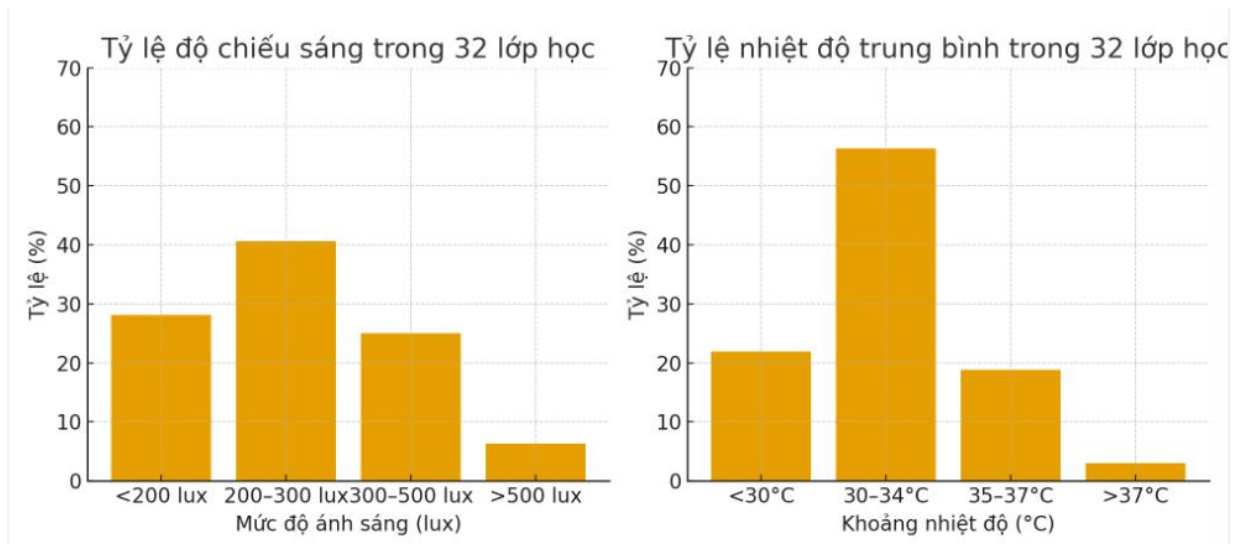
2.2. Phương pháp

Phương pháp nghiên cứu của đề tài là kết hợp giữa khảo sát thực tiễn – nghiên cứu tài liệu – thiết kế kỹ thuật – thực nghiệm – phân tích đánh giá, nhằm đảm bảo mô hình vừa hoạt động được, vừa có tính ứng dụng cao trong đời sống học đường.

2.2.1 Phương pháp khảo sát thực tế

Để xác định tính cần thiết của mô hình, chúng em đã tiến hành khảo sát 32 lớp học thuộc trường em trong tháng 9/2025. Các phép đo được thực hiện trong ba khung giờ (7h00-7h30, 9h30-10h30 và 14h30-15h30) bằng phần mềm đo cường độ ánh sáng và nhiệt kế điện tử.

Kết quả thu được như sau:



Hình 1.6: Biểu đồ khảo sát thực tế

Nhận thấy 68,7% lớp có độ sáng chưa đạt chuẩn và 78% lớp có nhiệt độ vượt ngưỡng thoải mái, rất nhiều phòng học ánh sáng yếu và không đều, phòng học nóng nhưng quạt lại bật thủ công gây lãng phí, từ đó khẳng định sự cần thiết của mô hình lớp học thông minh.

2.2.2 Phương pháp nghiên cứu tài liệu

Chúng em đã tiến hành các bước sau để nghiên cứu tài liệu:

- Thu thập thông tin về cảm biến ánh sáng (LDR), cảm biến nhiệt độ (NTC), nguyên lý hoạt động của transistor, MOSFET, relay và module W1209.
- Tìm hiểu các tiêu chuẩn chiếu sáng và nhiệt độ học đường do Bộ Y tế và Bộ GD&ĐT ban hành.
- Nghiên cứu các báo cáo KHKT tương tự trong và ngoài nước, đặc biệt là mô hình nhà thông minh, để chọn ra cấu trúc phù hợp và tiết kiệm.

2.2.3 Phương pháp thiết kế kỹ thuật

Chúng em sử dụng phương pháp phân tích hệ thống để chia mô hình thành hai khối:

- + Khối 1: Cảm biến ánh sáng → điều khiển đèn LED.
- + Khối 2: Cảm biến nhiệt → điều khiển quạt.

Chúng em Thiết kế sơ đồ nguyên lý và lựa chọn linh kiện dựa theo công suất và điện áp. Đồng thời tính toán các thông số điện:

- + Điện trở hạn dòng của LED.
- + Ngưỡng nhiệt bật/tắt quạt (~30°C).

Sau đó chúng em bắt tay vào việc xây dựng mạch thử nghiệm (prototype) trên breadboard trước khi hàn cố định vào mô hình.

2.2.4 Phương pháp thực nghiệm

Chúng em tiến hành lắp ráp mô hình lớp học bằng fomex, keo nến, bố trí đèn LED và quạt ở vị trí thực tế. Thử nghiệm trong các điều kiện ánh sáng và mức nhiệt độ khác nhau để thu thập dữ liệu phản hồi. Sử dụng đồng hồ đo điện áp, ampe kế, lux kế hoặc phần mềm đo cường độ ánh sáng, nhiệt kế để đo đạc và ghi nhận. So sánh kết quả thực nghiệm với tiêu chuẩn lý thuyết.

2.2.5 Phương pháp phân tích và đánh giá

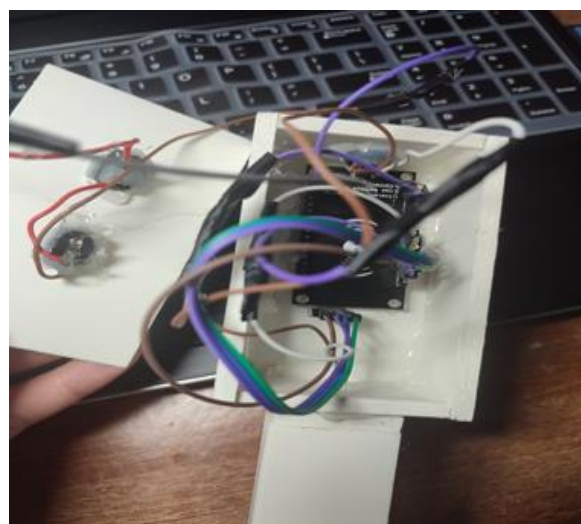
Chúng em tiến hành đánh giá hiệu quả của mô hình bằng cả việc phân tích định lượng bằng cách tính phần trăm tiết kiệm điện năng so với bật thủ công; biểu diễn kết quả bằng bảng và biểu đồ và phân tích định tính: quan sát sự thay đổi độ sáng và nhiệt độ, đánh giá cảm nhận của người sử dụng mô hình. Từ đó chúng em xác định hiệu quả của mô hình, ưu – nhược điểm, đề xuất cải tiến.

3. Thực hiện: chế tạo và kiểm tra

3.1. Chế tạo

Để tạo ra mô hình Lớp học thông minh hoàn chỉnh và hoạt động một cách ổn định, sau khi đã tiến hành khảo sát và nghiên cứu, chúng em tiến hành lắp đặt sản phẩm theo các bước sau:

Bước 1: Lắp đặt cảm biến ánh sáng và cảm biến nhiệt: Chúng em xác định vị trí cần lắp đặt cảm biến ánh sáng sao cho tiếp nhận ánh sáng một cách tối ưu, phần cảm biến nhiệt độ và quạt cũng được tính toán vị trí lắp đặt sao cho hợp lý nhất. Chúng em sử dụng keo nến chất lượng cao để gắn các thiết bị vào các vị trí đã chuẩn bị sẵn, đảm bảo thiết bị được lắp đặt một cách chính xác và vững chắc nhất.



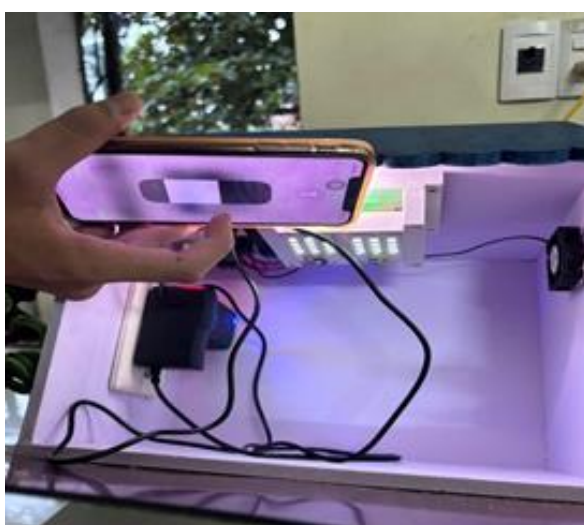
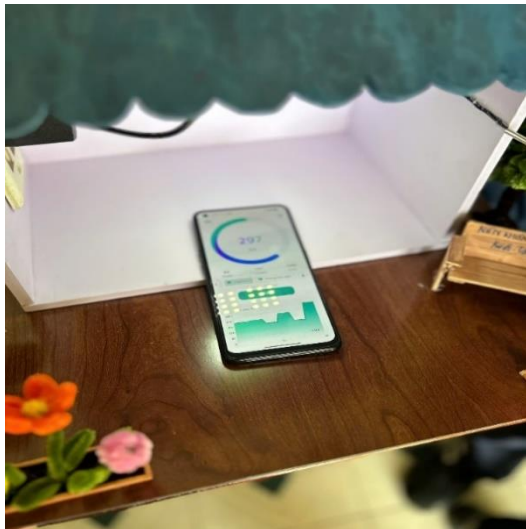
Hình 1.7 Lắp đặt cảm biến ánh sáng và nhiệt độ

Bước 2: Lắp đèn LED và quạt: Chúng em xác định vị trí cần lắp đèn LED để đảm bảo ánh sáng phủ khắp không gian của mô hình, sử dụng keo nến hoặc kẹp đèn chuyên dụng để gắn đèn LED và quạt vào các vị trí đã xác định đảm bảo đèn được gắn chặt và hướng ánh sáng cho phù hợp.

Bước 3: Kết nối cảm biến ánh sáng và đèn, cảm biến nhiệt độ và quạt: Sử dụng dây dẫn phù hợp để kết nối cảm biến LDR và đèn LED với mạch điều khiển, tương tự cho cảm biến nhiệt độ và quạt. Sau khi đã kết nối dây chúng em tiến hành kiểm tra kết nối đảm bảo rằng kết nối dây được thực hiện là chính xác và không có lỗi nào xảy ra.

Bước 4: Lắp đặt adapter: Chúng em chọn một vị trí phù hợp để lắp đặt adapter, đảm bảo độ dài dây đủ để kết nối adapter với một mạch điều khiển. Sau đó chúng em sử dụng cổng USB của adapter để kết nối với mạch điều khiển sao cho đảm bảo rằng kết nối được chặt chẽ và ổn định.

Bước 5: Kiểm tra hoạt động: Kết nối adapter với nguồn điện ổn định, bật nguồn và kiểm tra xem cảm biến LDR và đèn LED, cảm biến nhiệt độ và quạt có hoạt động một cách chính xác hay không, đảm bảo rằng hệ thống tự động điều chỉnh đèn LED dựa trên mức độ ánh sáng và hệ thống quạt tự động điều chỉnh theo mức độ của nhiệt độ.



Hình 1.8: Thử nghiệm cảm biến ánh sáng với các mức độ khác nhau

Bước 6: Hoàn thiện bên ngoài, nghiệm thu và đánh giá sản phẩm: Chúng em tiến hành kiểm tra lại mọi kết nối và điều chỉnh các linh kiện nếu cần thiết để đảm bảo mọi hoạt động ổn định, đồng thời chỉnh sửa lại bên ngoài của mô hình để đảm bảo tính thẩm mỹ hơn và phù hợp với không gian hoạt động. Sản phẩm của chúng em cũng được lắng nghe góp ý của các thầy cô giáo trong hội đồng KHKT của nhà trường để chúng em có thể hoàn thiện hơn nữa sản phẩm của mình.



Hình 1.9: Sản phẩm hoàn thiện và báo cáo

3.2. Kiểm tra

Quá trình kiểm tra nhằm đánh giá mức độ khả thi, ổn định và hiệu quả thực tế của mô hình lớp học thông minh. Các thử nghiệm được tiến hành trong nhiều điều kiện khác nhau để chứng minh giải pháp có thể ứng dụng rộng rãi trong môi trường học. Chúng em thực hiện kiểm tra mô hình trong nhiều điều kiện môi trường khác nhau, cả ánh sáng tự nhiên và ánh sáng nhân tạo.

Thời điểm	Đặc điểm ánh sáng	Nhiệt độ phòng	Mục tiêu thử nghiệm
Sáng sớm (6h30 đến 7h30)	Ánh sáng yếu từ 100 đến 200 Lux	26°C	Đánh giá khả năng bật đèn tự động
Buổi trưa (10h00 đến 11h30)	Ánh sáng mạnh từ 500 đến 700 Lux	32°C	Đánh giá khả năng tắt đèn và bật quạt
Buổi chiều (15h00 đến 15h30)	Ánh sáng trung bình từ 350 đến 400 Lux	28°C	Đánh giá khả năng điều chỉnh ánh sáng
Buổi tối (18h00 đến 19h00)	Không có ánh sáng tự nhiên	25°C	Đánh giá khả năng duy trì ánh sáng ổn định của đèn và khả năng tắt quạt tự động
Thử nghiệm kéo dài	Ánh sáng nhân tạo khoảng 400 Lux	24°C – 35°C	Đánh giá độ bền của sản phẩm sau 3-4h hoạt động

Kết quả thử nghiệm cho thấy, **cảm biến ánh sáng (LDR)**: phản hồi nhanh; đèn LED bật/tắt chính xác theo điều kiện môi trường. **Cảm biến nhiệt**: sai số nhiệt độ $\pm 1^{\circ}\text{C}$; quạt bật tại ngưỡng 30°C , tắt ở ngưỡng 27°C , phù hợp tiêu chuẩn học đường. Hệ thống điện ổn định, không quá nhiệt, không rò điện. Kết quả chứng minh mô hình hoạt động ổn định, phản ứng nhanh, tiêu thụ ít năng lượng, an toàn cho học sinh và thiết bị điện trong lớp. Sau khi tiến hành thử nghiệm, chúng em nhận thấy cần gia cố mô hình fomex, bố trí dây điện gọn gàng, đảm bảo an toàn và thẩm mỹ. Dán nhãn và ghi chú linh kiện, giúp thuận tiện cho việc thuyết minh, hướng dẫn các bạn học sinh khác sử dụng.

3.3. Kết luận

Chúng em nhận thấy mô hình lớp học thông minh có khả năng mang lại nhiều tiềm năng áp dụng trong các lĩnh vực khác nhau: ứng dụng trực tiếp trong lớp học, hỗ trợ trong việc nghiên cứu và thực nghiệm, các thầy cô giáo có thể sử dụng mô hình để thực hiện các thí nghiệm về ánh sáng, nhiệt độ và môi trường học tập. Mô hình cũng có thể phát triển để áp dụng trong các không gian làm việc như văn phòng hoặc thư viện để cung cấp ánh sáng tối ưu cho công việc và học tập. Tính năng tự động điều chỉnh đèn và tự động bật tắt quạt giúp tiết kiệm năng lượng, giảm thiểu chi phí, góp phần nâng cao sức khỏe học đường đặc biệt là các tật khúc xạ mắt do ánh sáng phòng học không đảm bảo. Đồng thời, công nghệ cảm biến ánh sáng và cảm biến nhiệt độ cùng với hệ thống điều khiển trong mô hình có thể được áp dụng trong các dự án nghiên cứu và phát triển sản phẩm khác. Mô hình cũng cung cấp một cơ hội học hỏi về cách hoạt động cảm biến và hệ thống điều khiển tự động, khuyến khích tư duy sáng tạo, góp phần tạo sân chơi cho học sinh tham gia vào việc tạo ra các giải pháp công nghệ hữu ích. Chúng em cũng đặt ra mục tiêu nghiên cứu phát triển sản phẩm là kết hợp thêm một số phần mềm khác như nhận diện khuôn mặt, vân tay nâng cao khả năng bảo mật... nhằm tạo ra những mô hình thông minh hơn, có tính ứng dụng cao hơn trong cuộc sống.

4.Tài liệu tham khảo

1. Nguyễn Văn Nam, *Điện tử cơ bản – linh kiện và cảm biến*, NXB Giáo dục. NXB Giáo dục, 2022.
2. Bộ Giáo dục và Đào tạo, *Tiêu chuẩn chiếu sáng học đường*, Hà Nội, 2023.
3. WHO , *Eye Health and Lighting Conditions in Schools*, Geneva, 2021.
4. Tập đoàn Điện lực Việt Nam, *Báo cáo tiết kiệm năng lượng quốc gia*, Hà Nội, 2024.
5. Trang web: <https://arduino.vn>