

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN
📖 📚 📖

BÀI TIỂU LUẬN

Đề tài:

Phát triển cảm biến đếm người với ESP32

Sinh viên thực hiện: NGUYỄN VĂN KHUYẾN
Khóa: K45 – HỆ CHÍNH QUY

Huế, tháng 4 năm 2025

ĐẠI HỌC HUẾ
TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC
KHOA CÔNG NGHỆ THÔNG TIN



BÀI TIỂU LUẬN

PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IOT-NHÓM 4

Đề tài:

Phát triển cảm biến đếm người với ESP32

Sinh viên thực hiện:

Khóa:

Giáo viên hướng dẫn:

NGUYỄN VĂN KHUYẾN

K45 – HỆ CHÍNH QUY

GV.VÕ VIỆT DŨNG

Huế, tháng 4 năm 2025

MỤC LỤC

TRANG BÌA	1
LỜI MỞ ĐẦU	3
CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐẾM NGƯỜI	4
CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐẾM NGƯỜI	6
CHƯƠNG 3: NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG	9
CHƯƠNG 4: MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRÊN WOKWI	11
CHƯƠNG 5: ĐÁNH GIÁ VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN	13
CHƯƠNG 6: ỨNG DỤNG THỰC TẾ VÀ TRIỂN KHAI	15
KẾT LUẬN	16
TÀI LIỆU THAM KHẢO	17

LỜI MỞ ĐẦU

1. Lý do chọn đề tài

Quản lý lưu lượng người trong các không gian công cộng như trường học, văn phòng, trung tâm thương mại hay bệnh viện là một nhu cầu ngày càng quan trọng, đặc biệt trong bối cảnh cần đảm bảo an toàn và tối ưu hóa tài nguyên. Các hệ thống đếm người truyền thống thường dựa vào nhân lực hoặc thiết bị đắt tiền, gây khó khăn trong việc triển khai rộng rãi. Với sự phát triển của công nghệ Internet vạn vật (IoT), việc sử dụng các cảm biến giá rẻ như cảm biến hồng ngoại kết hợp với vi điều khiển ESP32 đã mở ra một giải pháp hiệu quả và dễ tiếp cận.

Đề tài "Dùng cảm biến hồng ngoại để đếm số người ra/vào, hiển thị dữ liệu trên màn hình hoặc web" được lựa chọn vì tính ứng dụng thực tiễn cao, từ việc giám sát số lượng người trong phòng học đến kiểm soát lưu lượng khách tại cửa hàng. Việc sử dụng nền tảng mô phỏng Wokwi giúp nhóm dễ dàng thiết kế và kiểm tra hệ thống trước khi triển khai thực tế, đồng thời nâng cao kỹ năng lập trình và tích hợp IoT. Đề tài không chỉ mang ý nghĩa học thuật mà còn có tiềm năng đóng góp vào các giải pháp quản lý thông minh trong tương lai.

2. Mục tiêu

Bài tiểu luận hướng đến các mục tiêu cụ thể sau:

- **Thiết kế lý thuyết:** Xây dựng hệ thống đếm người ra/vào bằng cảm biến hồng ngoại, sử dụng ESP32 làm trung tâm xử lý.
- **Mô phỏng:** Triển khai hệ thống trên Wokwi, tích hợp hiển thị dữ liệu trên màn hình OLED và gửi thông tin qua web bằng Blynk hoặc ThingSpeak.
- **Đánh giá:** Phân tích ưu điểm, hạn chế và khả năng ứng dụng thực tế, đề xuất hướng cải tiến.

NỘI DUNG

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐẾM NGƯỜI

1.1. Vai trò của hệ thống đếm người

Hệ thống đếm người ra/vào đóng vai trò quan trọng trong việc:

- **Quản lý không gian:** Đảm bảo số lượng người trong một khu vực không vượt quá giới hạn, đặc biệt trong các tình huống cần kiểm soát an toàn (ví dụ: phòng cháy chữa cháy).
- **Tối ưu hóa tài nguyên:** Giúp các cơ sở thương mại hoặc văn phòng điều chỉnh dịch vụ dựa trên lưu lượng người.
- **Hỗ trợ ra quyết định:** Cung cấp dữ liệu thời gian thực để phân tích hành vi khách hàng hoặc lập kế hoạch vận hành.

1.2. Ứng dụng IoT trong đếm người

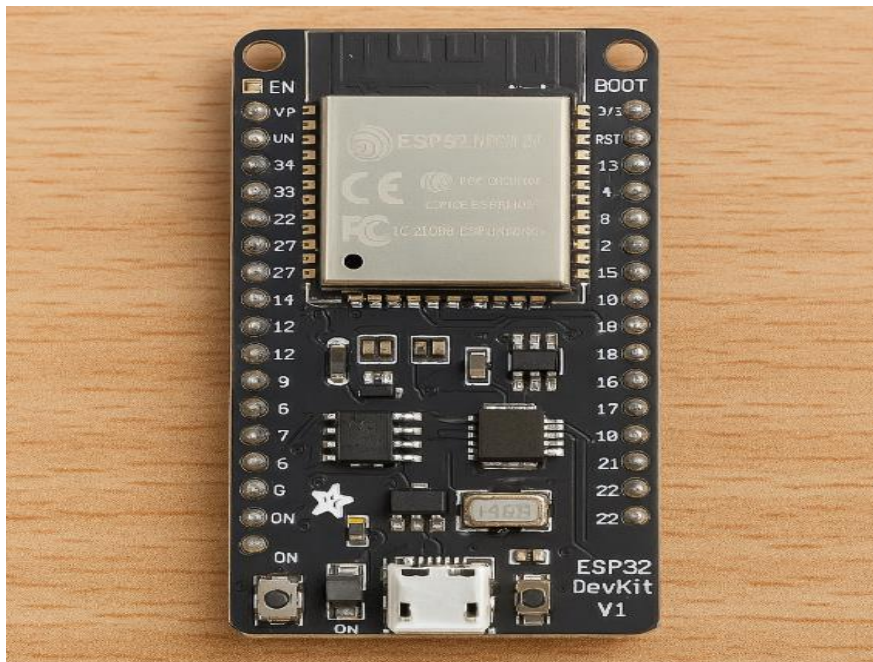
IoT cho phép tích hợp cảm biến, vi điều khiển và nền tảng trực tuyến để tạo ra hệ thống đếm người thông minh:

- **Thu thập dữ liệu:** Cảm biến hồng ngoại phát hiện chuyển động và gửi tín hiệu đến vi điều khiển.
- **Kết nối trực tuyến:** Dữ liệu được truyền qua Wi-Fi đến các nền tảng như Blynk hoặc ThingSpeak để giám sát từ xa.
- **Tự động hóa:** Hệ thống hoạt động mà không cần can thiệp thủ công, đảm bảo hiệu quả và độ tin cậy.

1.3. Giới thiệu về ESP32

ESP32 là vi điều khiển do Espressif Systems phát triển, phù hợp cho các dự án IoT với các đặc điểm:

- Bộ xử lý lõi kép Xtensa LX6, tốc độ lên đến 240 MHz.
- Tích hợp Wi-Fi và Bluetooth, hỗ trợ kết nối không dây.
- Nhiều chân GPIO, tương thích với cảm biến hồng ngoại và màn hình OLED.

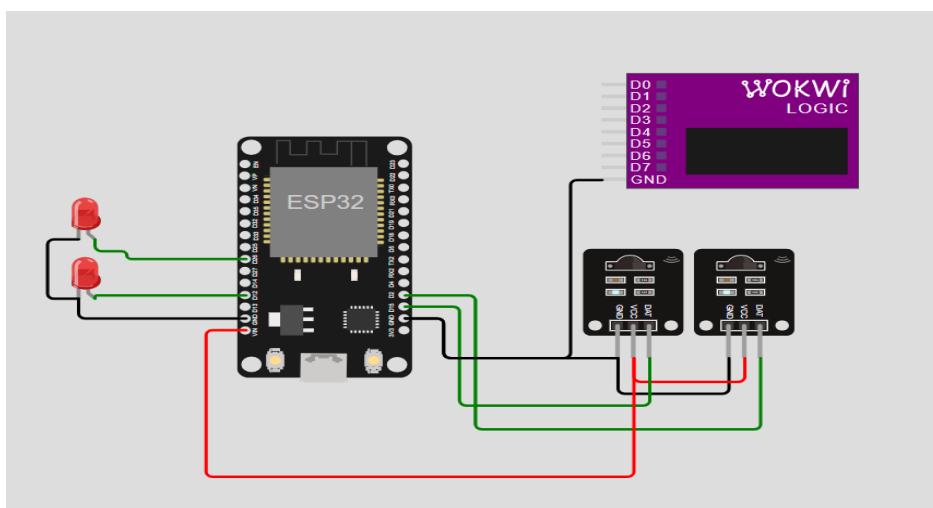


Hình 1.1: Module ESP32 DevKit V1 – Trung tâm xử lý của hệ thống.

1.4. Giới thiệu về Wokwi

Wokwi là nền tảng mô phỏng trực tuyến cho các dự án IoT, hỗ trợ:

- Thiết kế mạch với ESP32, cảm biến hồng ngoại và OLED mà không cần phần cứng thực tế.
- Lập trình và kiểm tra mã nguồn ngay trên trình duyệt.
- Tích hợp Wi-Fi giả lập để mô phỏng gửi dữ liệu qua web.



Hình 1.2: Giao diện Wokwi với ESP32 và cảm biến hồng ngoại.

CHƯƠNG 2: THIẾT KẾ HỆ THỐNG ĐẾM NGƯỜI

2.1. Yêu cầu hệ thống

Hệ thống cần đáp ứng:

- Phát hiện chính xác người ra/vào bằng hai cảm biến hồng ngoại.
- Hiển thị số người hiện tại trên màn hình OLED.
- Gửi dữ liệu qua Wi-Fi đến nền tảng web (Blynk/ThingSpeak).
- Hỗ trợ mô phỏng trên Wokwi trước khi triển khai thực tế.

2.2. Thành phần phần cứng

2.2.1. ESP32

ESP32 xử lý tín hiệu từ cảm biến và gửi dữ liệu đến OLED hoặc web.

2.2.2. Cảm biến hồng ngoại (IR Sensor)

Hai cảm biến hồng ngoại (IR Obstacle Sensor) phát hiện chuyển động dựa trên sự gián đoạn tia hồng ngoại.

2.2.3. Màn hình OLED

Màn hình OLED hiển thị số người hiện tại trong khu vực.

2.2.4. Module cảnh báo

- **LED:** Sáng khi số người vượt ngưỡng .
- **Buzzer:** Phát âm thanh khi cần cảnh báo.

2.3. Thành phần phần mềm

2.3.1. Wokwi

Wokwi mô phỏng mạch và kiểm tra hoạt động của hệ thống.

2.3.2. Dịch vụ hiển thị dữ liệu

- **Blynk:** Hiển thị số người trên ứng dụng di động.
- **ThingSpeak:** Lưu trữ và phân tích dữ liệu dài hạn.

2.4. Chi tiết về cảm biến và cách kết nối

2.4.1. Cảm biến hồng ngoại

Cảm biến hồng ngoại bao gồm bộ phát (LED hồng ngoại) và bộ thu (photodiode):

- **Chân VCC:** Kết nối với 3.3V hoặc 5V của ESP32.
- **Chân GND:** Nối đất.
- **Chân OUT:** GPIO 4 (cảm biến 1), GPIO 5 (cảm biến 2).

2.4.2. Màn hình OLED

OLED SSD1306 sử dụng giao thức I2C:

- **Chân VCC:** 3.3V từ ESP32.
- **Chân GND:** Nối đất.
- **Chân SDA:** GPIO 21.
- **Chân SCL:** GPIO 22.

2.4.3. Module cảnh báo

- **LED:** Nối với GPIO 2 qua điện trở 220Ω .
- **Buzzer:** Nối với GPIO 15.

2.5. Nguồn điện và bảo vệ hệ thống

- **Nguồn:** ESP32 dùng nguồn 5V qua USB (mô phỏng trên Wokwi).
- **Bảo vệ:** Linh kiện cần hộp kín IP65 khi triển khai thực tế để chống ẩm và bụi.

CHƯƠNG 3: NGUYÊN LÝ HOẠT ĐỘNG CỦA HỆ THỐNG

3.1. Quy trình hoạt động

1. Thu thập dữ liệu:

- Hai cảm biến hồng ngoại phát hiện người đi qua bằng cách ghi nhận sự gián đoạn tia hồng ngoại.
- Cảm biến 1 kích hoạt trước → Người vào → Tăng biến đếm.
- Cảm biến 2 kích hoạt trước → Người ra → Giảm biến đếm.

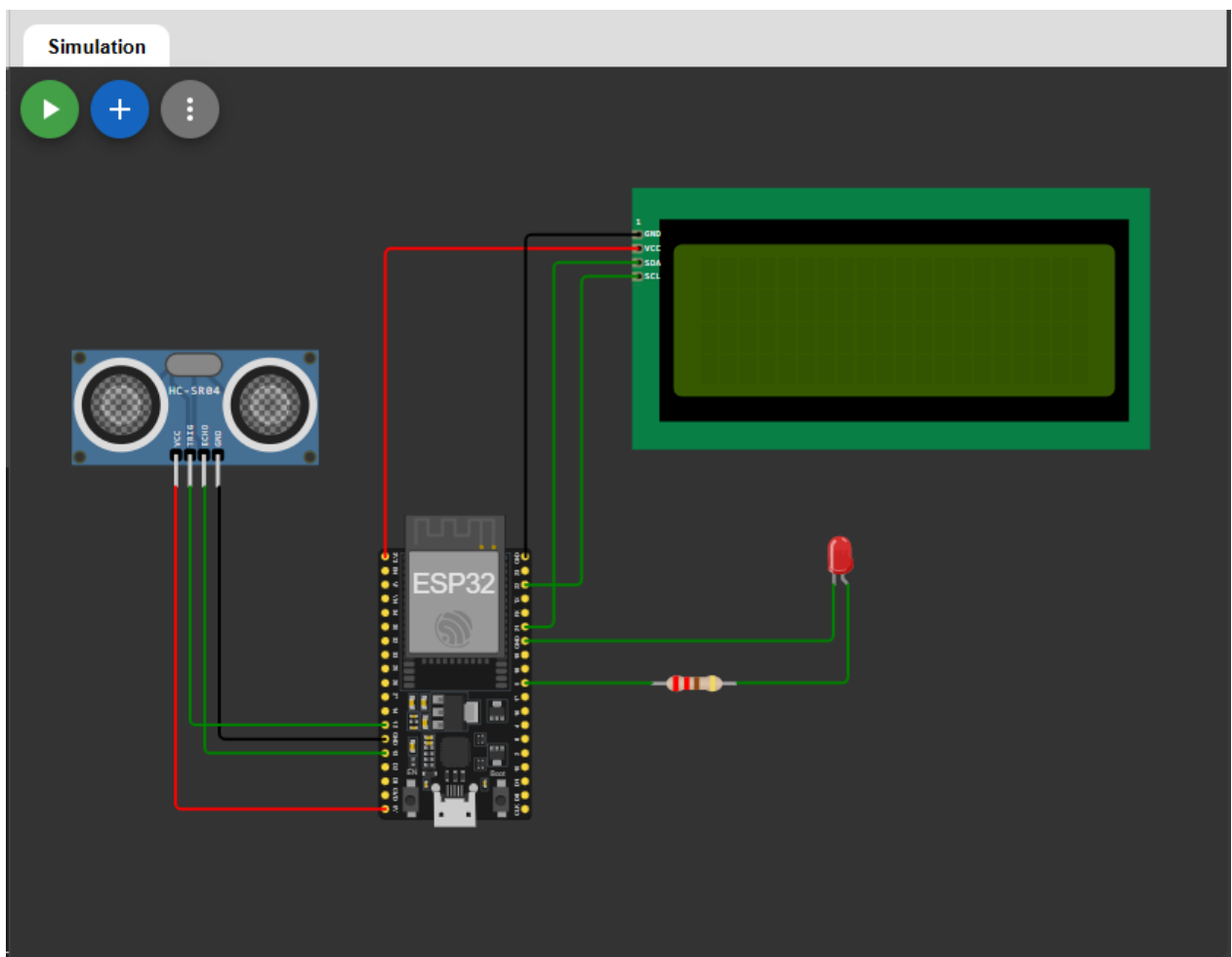
2. Xử lý dữ liệu:

- ESP32 đọc tín hiệu từ GPIO 4 và GPIO 5, xác định thứ tự kích hoạt để tính số người.
- Số liệu được cập nhật liên tục và lưu tạm trong bộ nhớ.

3. **Hiện thị và cảnh báo:**

- Màn hình OLED hiển thị số người hiện tại.
- Dữ liệu được gửi qua Wi-Fi đến Blynk/ThingSpeak.
- LED/Buzzer kích hoạt nếu số người vượt ngưỡng .

3.2. Sơ đồ khối hệ thống



Hình 3.1: Sơ đồ khối hệ thống đếm người với ESP32.

3.3. Xử lý dữ liệu chi tiết

3.3.1. Đọc tín hiệu từ cảm biến hồng ngoại

- Tín hiệu OUT của cảm biến chuyển từ HIGH sang LOW khi tia hồng ngoại bị gián đoạn.
- ESP32 sử dụng ngắt (interrupt) để phát hiện thay đổi trạng thái, đảm bảo độ nhạy cao.

3.3.2. Hiển thị dữ liệu trên OLED

- Thư viện Adafruit_SSD1306 điều khiển OLED, hiển thị số người dạng "Count: [số]".

3.3.3. Gửi dữ liệu qua Wi-Fi

- **Blynk:** ESP32 gửi biến đếm đến ứng dụng Blynk qua API.
- **ThingSpeak:** Lưu trữ lịch sử dữ liệu để phân tích dài hạn.

CHƯƠNG 4: MÔ PHỎNG HỆ THỐNG TRÊN WOKWI

4.1. Thiết lập sơ đồ trên Wokwi

Sơ đồ mô phỏng bao gồm:

- **ESP32:** Trung tâm xử lý.
- **Cảm biến hồng ngoại:**
 - Cảm biến 1: VCC → 3.3V, GND → GND, OUT → GPIO 4.
 - Cảm biến 2: VCC → 3.3V, GND → GND, OUT → GPIO 5.
- **OLED:** VCC → 3.3V, GND → GND, SDA → GPIO 21, SCL → GPIO 22.
- **LED:** GPIO 2 qua điện trở 220Ω.

- **Buzzer:** GPIO 15.
- **Wi-Fi:** Mạng giả lập "Wokwi-GUEST".

4.2. Lập trình mô phỏng

Mã nguồn mẫu trên Wokwi:

```
#include <Wire.h>

#include <Adafruit_GFX.h>

#include <Adafruit_SSD1306.h>

#define SCREEN_WIDTH 128

#define SCREEN_HEIGHT 64

#define OLED_RESET -1

Adafruit_SSD1306 display(SCREEN_WIDTH, SCREEN_HEIGHT, &Wire, OLED_RESET);

#define IR_SENSOR1 4

#define IR_SENSOR2 5

#define LED 2

#define BUZZER 15

int count = 0;

void setup() {

  pinMode(IR_SENSOR1, INPUT);

  pinMode(IR_SENSOR2, INPUT);

  pinMode(LED, OUTPUT);

  pinMode(BUZZER, OUTPUT);

  Serial.begin(115200);

  Wire.begin(21, 22);

  if (!display.begin(SSD1306_SWITCHCAPVCC, 0x3C)) {

    Serial.println("OLED failed!");
```

```

    for(;;);

}

display.clearDisplay();

display.setTextSize(2);

display.setTextColor(SSD1306_WHITE);

display.setCursor(0,0);

display.println("Count: 0");

display.display();

}

void loop() {

    int sensor1 = digitalRead(IR_SENSOR1);

    int sensor2 = digitalRead(IR_SENSOR2);

    if (sensor1 == LOW && sensor2 == HIGH) {

        while (digitalRead(IR_SENSOR1) == LOW);

        if (digitalRead(IR_SENSOR2) == LOW) {

            count++;

            updateDisplay();

            if (count > 10) { // Ngưỡng cảnh báo

                digitalWrite(LED, HIGH);

                tone(BUZZER, 1000, 500);

            }

        }

    }

    if (sensor2 == LOW && sensor1 == HIGH) {

        while (digitalRead(IR_SENSOR2) == LOW);

        if (digitalRead(IR_SENSOR1) == LOW) {

            count--;

            updateDisplay();

            digitalWrite(LED, LOW);

```

```

    }
}

void updateDisplay() {
    display.clearDisplay();
    display.setCursor(0,0);
    display.print("Count: ");
    display.println(count);
    display.display();
}

```

4.3. Gửi dữ liệu qua web

- **Blynk:** Thêm thư viện BlynkSimpleEsp32, gửi biến "count" đến ứng dụng Blynk.
- **ThingSpeak:** Gửi dữ liệu qua HTTP POST để lưu trữ lịch sử.

4.4. Quy trình thiết lập mô phỏng

1. Tạo dự án trên wokwi.com, chọn ESP32.
2. Thêm cảm biến hồng ngoại, OLED, LED, Buzzer.
3. Kết nối theo sơ đồ ở mục 4.1.
4. Cấu hình Wi-Fi với SSID "Wokwi-GUEST".
5. Chạy mô phỏng, kiểm tra dữ liệu trên OLED và Blynk.

CHƯƠNG 5: ĐÁNH GIÁ VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN

5.1. Ưu điểm của hệ thống

- Chi phí thấp, dễ triển khai nhờ ESP32 và cảm biến hồng ngoại.

- Hỗ trợ hiển thị cục bộ (OLED) và trực tuyến (Blynk/ThingSpeak).
- Wokwi giúp kiểm tra nhanh mà không cần phần cứng thực tế.

5.2. Hạn chế

- Cảm biến hồng ngoại dễ bị nhiễu bởi ánh sáng mạnh hoặc vật cản.
- Mô phỏng trên Wokwi không phản ánh hoàn toàn điều kiện thực tế (nhiều người cùng lúc).
- Phụ thuộc vào Wi-Fi, có thể bị gián đoạn nếu mất mạng.

5.3. Hướng phát triển

- Thay cảm biến hồng ngoại bằng cảm biến siêu âm hoặc camera AI để tăng độ chính xác.
- Thêm bộ nhớ SD để lưu trữ dữ liệu offline.
- Phát triển ứng dụng di động riêng thay vì dùng Blynk.

5.4. So sánh với các hệ thống hiện có

- **Hệ thống truyền thống:** Dùng nhân viên hoặc camera đắt tiền, khó mở rộng.
- **Hệ thống ESP32:** Giá rẻ, tích hợp IoT, nhưng độ chính xác phụ thuộc vào cảm biến.

5.5. Khả năng mở rộng chi tiết

- Thêm cảm biến nhiệt để phát hiện đám đông.
- Tích hợp GPS để định vị hệ thống tại nhiều địa điểm.
- Phân tích dữ liệu bằng AI để dự đoán lưu lượng người.

CHƯƠNG 6: ỨNG DỤNG THỰC TẾ VÀ TRIỂN KHAI

6.1. Ứng dụng trong đời sống

Hệ thống có thể áp dụng tại:

- **Trường học:** Theo dõi số học sinh trong lớp học.
- **Trung tâm thương mại:** Quản lý lưu lượng khách để điều chỉnh dịch vụ.
- **Sự kiện:** Đảm bảo số người tham gia không vượt quá giới hạn an toàn.

6.2. Quy trình triển khai thực tế

1. **Chọn vị trí:** Cửa ra vào của phòng học, cửa hàng hoặc khu vực cần giám sát.
2. **Lắp đặt phần cứng:** Gắn hai cảm biến hồng ngoại cách nhau 15-20 cm, cố định ESP32 và OLED trong hộp chống bụi.
3. **Kết nối mạng:** Dùng Wi-Fi cục bộ hoặc module SIM nếu không có Wi-Fi.
4. **Kiểm tra và bảo trì:** Định kỳ kiểm tra cảm biến và nguồn điện để đảm bảo hoạt động ổn định.

6.3. Chi phí ước tính

- ESP32: ~100.000 VNĐ.
- Cảm biến hồng ngoại (x2): ~40.000 VNĐ.
- OLED SSD1306: ~70.000 VNĐ.
- LED + Buzzer + linh kiện phụ: ~30.000 VNĐ.
- Tổng cộng: ~240.000 VNĐ (chưa tính hộp bảo vệ).

KẾT LUẬN

Hệ thống đếm người ra/vào bằng cảm biến hồng ngoại và ESP32 là một giải pháp IoT hiệu quả, phù hợp cho các không gian công cộng. Việc mô phỏng trên Wokwi giúp kiểm tra tính khả thi, giảm chi phí và thời gian phát triển. Hệ thống hỗ trợ hiển

thị dữ liệu cục bộ qua OLED và trực tuyến qua Blynk/ThingSpeak, mang lại sự linh hoạt cho người dùng. Trong tương lai, hệ thống có thể được cải tiến với các cảm biến hiện đại hơn để đáp ứng nhu cầu quản lý lưu lượng người phức tạp.