

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

# **XÂY DỰNG ĐỒNG HỒ THỜI GIAN THỰC VỚI ESP32 VÀ NTP**

**PHÁT TRIỂN ỨNG DỤNG IoT- TIN4024.004**

**Giảng viên hướng dẫn : Võ Việt Dũng**

**Học viên thực hiện : Phan Bá Dân**

**Chuyên ngành : Công nghệ phần mềm**

**Khóa học : 2021-2025**

**HUẾ, THÁNG 4 NĂM 2025**

## **DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT**

- IoT: Internet of Things
- NTP: Network Time Protocol
- OLED: Organic Light Emitting Diode
- ESP32: Espressif Systems 32-bit Microcontroller
- I2C: Inter-Integrated Circuit
- SSD1306: Solomon Systech Display Driver
- API: Application Programming Interface
- UTC: Coordinated Universal Time

## MỤC LỤC

<b>PHẦN MỞ ĐẦU</b> .....	1
1. Bối cảnh và tầm quan trọng của đề tài.....	1
2. Lý do chọn đề tài .....	1
3. Mục tiêu và phạm vi .....	2
4. Ý nghĩa của đề tài .....	2
<b>PHẦN NỘI DUNG</b> .....	4
1. Nội dung của đề tài .....	4
1.1. Tổng quan về hệ thống .....	4
1.2. Thiết kế hệ thống.....	4
1.2.1. Sơ đồ logic .....	4
1.2.2. Các linh kiện và chức năng.....	5
1.2.3. Nguyên lý hoạt động .....	6
1.2.4. Sơ đồ mạch.....	7
1.3. Tổng quan về công nghệ liên quan.....	8
1.3.1. Giao thức NTP .....	8
1.3.2. Giao thức I2C.....	9
1.3.3. Telegram API.....	9
1.4. So sánh với các giải pháp khác .....	10
2. Cài đặt hệ thống .....	11
3. Kết quả thực hiện.....	11
<b>PHẦN KẾT LUẬN, NHẬN XÉT, ĐÁNH GIÁ VÀ KIẾN NGHỊ</b> .....	13
1. Kết luận.....	13
2. Nhận xét.....	13
3. Đánh giá.....	13
4. Kiến nghị.....	14
<b>TÀI LIỆU THAM KHẢO</b> .....	16

# PHẦN MỞ ĐẦU

## 1. Bối cảnh và tầm quan trọng của đề tài

Trong những năm gần đây, công nghệ Internet vạn vật (IoT) đã trở thành một xu hướng quan trọng, thúc đẩy sự phát triển của nhiều lĩnh vực như nhà thông minh, nông nghiệp thông minh, y tế, giáo dục và quản lý giao thông. IoT cho phép các thiết bị kết nối với nhau qua Internet, thu thập và xử lý dữ liệu để đưa ra các quyết định tự động. Từ đó nâng cao hiệu quả và cải thiện chất lượng cuộc sống. Một trong những yếu tố quan trọng của các hệ thống IoT là khả năng đồng bộ thời gian thực, giúp đảm bảo các thiết bị hoạt động chính xác theo lịch trình được lập sẵn.

Tại Việt Nam, IoT đang được ứng dụng mạnh mẽ trong nhiều lĩnh vực. Ví dụ, ở Đồng bằng sông Cửu Long, các hệ thống tưới tiêu tự động dựa trên IoT đã giúp nông dân tiết kiệm nước và tăng năng suất cây trồng. Tại các thành phố lớn như Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, IoT được sử dụng trong quản lý giao thông thông minh như điều khiển đèn giao thông hoặc giám sát mật độ giao thông. Trong giáo dục, các hệ thống thông minh như đồng hồ thời gian thực trong lớp học hoặc ứng dụng nhắc nhở lịch học qua các nền tảng nhắn tin (như Telegram) cũng đang được triển khai. Những ứng dụng này cho thấy tiềm năng to lớn của IoT trong việc giải quyết các vấn đề thực tiễn tại Việt Nam.

Đề tài “Xây dựng đồng hồ thời gian thực với ESP32 và NTP” được thực hiện nhằm thiết kế một hệ thống sử dụng vi điều khiển ESP32 để đồng bộ thời gian từ giao thức NTP (Network Time Protocol), hiển thị thời gian lên màn hình OLED SSD1306, và gửi thông báo thời gian qua Telegram. Hệ thống này không chỉ đáp ứng yêu cầu kỹ thuật mà còn có tiềm năng ứng dụng thực tiễn trong nhiều lĩnh vực, từ quản lý cá nhân đến các hệ thống tự động hóa.

## 2. Lý do chọn đề tài

Lý do chọn đề tài xuất phát từ nhu cầu thực tiễn về các hệ thống thời gian thực trong đời sống. Trong nhà thông minh, thời gian thực được sử dụng để điều khiển tự động các thiết bị như đèn, máy lạnh hoặc rèm cửa theo lịch trình, giúp tiết kiệm năng

lượng và tăng sự tiện nghi. Trong nông nghiệp thông minh, thời gian thực giúp quản lý lịch tưới tiêu tự động, đảm bảo cây trồng được chăm sóc đúng thời điểm. Từ đó tiết kiệm tài nguyên và nâng cao năng suất. Trong quản lý cá nhân, các hệ thống thời gian thực có thể gửi thông báo nhắc nhở lịch học, lịch làm việc hoặc các sự kiện quan trọng qua các nền tảng nhắn tin như Telegram giúp người dùng tổ chức công việc hiệu quả hơn.

Ngoài ra, việc sử dụng vi điều khiển ESP32 và giao thức NTP trong đề tài này mang lại nhiều lợi ích. ESP32 là một vi điều khiển mạnh mẽ, tích hợp Wi-Fi và Bluetooth có chi phí thấp và dễ sử dụng, rất phù hợp cho các ứng dụng IoT. Giao thức NTP cung cấp thời gian chuẩn với độ chính xác cao, đảm bảo hệ thống hoạt động ổn định. Việc tích hợp thông báo qua Telegram cũng mang lại sự tiện lợi, vì Telegram là một nền tảng nhắn tin phổ biến, miễn phí và hỗ trợ trên nhiều thiết bị (điện thoại, máy tính).

### **3. Mục tiêu và phạm vi**

Mục tiêu của đề tài là thiết kế một hệ thống mô phỏng trên Wokwi, trong đó:

- ESP32 lấy thời gian từ máy chủ NTP (pool.ntp.org), điều chỉnh múi giờ Việt Nam (+7 giờ).
- Hiển thị thời gian định dạng HH:MM:SS trên màn hình OLED SSD1306.
- Gửi thông báo “Thời gian hiện tại: HH:MM” qua Telegram mỗi giờ (phút 00).

### **4. Ý nghĩa của đề tài**

Đề tài mang lại nhiều ý nghĩa cả về mặt học thuật và thực tiễn. Về mặt học thuật, quá trình thực hiện đề tài giúp hiểu rõ hơn về công nghệ IoT, giao thức NTP, giao tiếp I2C và cách tích hợp các nền tảng nhắn tin như Telegram vào hệ thống IoT.

Về mặt thực tiễn, hệ thống này có thể được áp dụng trong nhiều lĩnh vực tại Việt Nam. Trong nhà thông minh, hệ thống có thể được sử dụng để điều khiển tự động các thiết bị theo thời gian, ví dụ bật đèn lúc 18:00 và tắt lúc 22:00, giúp tiết kiệm điện. Trong nông nghiệp thông minh, hệ thống có thể quản lý lịch tưới tiêu tự động, ví dụ tưới cây lúc 6:00 sáng và 17:00 chiều, giúp tiết kiệm nước và tăng năng suất. Trong giáo dục, hệ thống có thể được tích hợp vào các lớp học thông minh, hiển thị thời gian trên màn hình

OLED và gửi thông báo lịch học qua Telegram cho học sinh, sinh viên. Những ứng dụng này cho thấy tiềm năng của hệ thống trong việc giải quyết các vấn đề thực tiễn tại Việt Nam, nơi IoT đang ngày càng được chú trọng.

## **PHẦN NỘI DUNG**

### **1. Nội dung của đề tài**

#### **1.1. Tổng quan về hệ thống**

Hệ thống đồng hồ thời gian thực được thiết kế với các chức năng chính:

- Đồng bộ thời gian từ máy chủ NTP thông qua ESP32.
- Hiển thị thời gian định dạng HH:MM:SS trên màn hình OLED SSD1306.
- Gửi thông báo thời gian “Thời gian hiện tại: HH:MM” qua Telegram mỗi giờ (phút 00).

Hệ thống được mô phỏng trên Wokwi, một nền tảng trực tuyến cho phép thiết kế mạch và giả lập hoạt động của các thiết bị IoT. Wokwi hỗ trợ ESP32, OLED SSD1306, và kết nối Wi-Fi ảo, giúp việc mô phỏng trở nên thuận tiện mà không cần phần cứng thực tế. Telegram được giả lập dưới dạng logic, mô tả việc gửi tin nhắn qua API mà không triển khai thực tế.

#### **1.2. Thiết kế hệ thống**

##### **1.2.1. Sơ đồ logic**

Hệ thống bao gồm các thành phần chính:

- ESP32: Vi điều khiển trung tâm, đảm nhiệm việc kết nối Wi-Fi, đồng bộ thời gian từ NTP, giao tiếp với OLED và Telegram.
- OLED SSD1306: Màn hình hiển thị thời gian, giao tiếp với ESP32 qua giao thức I2C.
- Máy chủ NTP: Cung cấp thời gian chuẩn (sử dụng pool.ntp.org).
- Telegram Bot: Gửi thông báo thời gian (mô phỏng logic).

Quy trình hoạt động: ESP32 kết nối Wi-Fi, gửi yêu cầu lấy thời gian từ máy chủ NTP, nhận thời gian UTC và điều chỉnh múi giờ Việt Nam (+7 giờ). Thời gian sau đó được gửi qua giao thức I2C để hiển thị trên OLED. Mỗi giờ, hệ thống gửi tin nhắn qua

Telegram dưới dạng “Thời gian hiện tại: HH:MM”. Sơ đồ mạch được thiết kế trên Wokwi, chi tiết xem tại Hình 1 (phần 1.2.4).

### 1.2.2. Các linh kiện và chức năng

#### 1. ESP32:

ESP32 là vi điều khiển mạnh mẽ của Espressif Systems, được thiết kế dành riêng cho các ứng dụng IoT. ESP32 có tần số 240 MHz, bộ nhớ flash 4MB, và tích hợp Wi-Fi (802.11 b/g/n) và Bluetooth (v4.2 BR/EDR, BLE). Vi điều khiển này hỗ trợ nhiều giao thức giao tiếp như I2C, SPI, UART và có 36 chân GPIO, cho phép kết nối với nhiều thiết bị ngoại vi. Trong hệ thống này, ESP32 đảm nhiệm vai trò lấy thời gian từ NTP, xử lý dữ liệu và giao tiếp với OLED qua I2C. ESP32 cũng giả lập logic gửi tin nhắn qua Telegram. ESP32 được chọn vì tính linh hoạt, chi phí thấp và cộng đồng hỗ trợ rộng lớn, giúp dễ dàng tìm tài liệu tham khảo.

#### 2. OLED SSD1306:

OLED SSD1306 là màn hình hiển thị 0.96 inch, độ phân giải 128x64 pixel, sử dụng chip điều khiển SSD1306 của Solomon Systech. Màn hình này hỗ trợ giao thức I2C, chỉ cần 2 dây tín hiệu (SDA và SCL) để giao tiếp, ngoài 2 dây nguồn (VCC và GND). OLED SSD1306 có ưu điểm nhỏ gọn, tiết kiệm điện (dòng tiêu thụ khoảng 10-20mA) và hiển thị rõ nét với độ tương phản cao, rất phù hợp để hiển thị thời gian. Màn hình được cấp nguồn 3.3V từ ESP32, phù hợp với mức điện áp hoạt động của nó (3.3V-5V). Trong hệ thống, OLED hiển thị thời gian định dạng HH:MM:SS, ví dụ “16:45:00”.

#### 3. Máy chủ NTP:

NTP (Network Time Protocol) là giao thức đồng bộ thời gian qua mạng, được phát triển từ năm 1985 bởi David L. Mills. NTP cung cấp thời gian chuẩn với độ chính xác cao, thường chỉ sai lệch vài mili-giây so với thời gian UTC. Máy chủ pool.ntp.org là một hệ thống máy chủ NTP công cộng, được sử dụng rộng rãi để đồng bộ thời gian. Trong hệ thống này, ESP32 gửi yêu cầu đến pool.ntp.org, nhận thời gian UTC và điều chỉnh múi giờ Việt Nam (+7 giờ). Quá trình này được giả lập logic trên Wokwi.



#### 4. Telegram Bot:

Telegram Bot được giả lập để gửi thông báo thời gian “Thời gian hiện tại: HH:MM” mỗi giờ. Telegram là một nền tảng nhắn tin phổ biến, hỗ trợ API để gửi tin nhắn tự động thông qua bot. Trong thực tế, để triển khai Telegram Bot, cần tạo bot qua BotFather (một bot chính thức của Telegram), lấy token và sử dụng API (ví dụ: <https://api.telegram.org/bot<token>/sendMessage>) để gửi tin nhắn.

#### 1.2.3. Nguyên lý hoạt động

Hệ thống hoạt động theo các bước sau:

1. ESP32 khởi động, kết nối Wi-Fi (trong Wokwi là Wi-Fi ảo “Wokwi-GUEST”).
2. ESP32 gửi yêu cầu lấy thời gian từ máy chủ NTP ([pool.ntp.org](http://pool.ntp.org)), nhận thời gian UTC và điều chỉnh múi giờ Việt Nam (+7 giờ). Ví dụ, nếu thời gian UTC là 7:00, thì thời gian Việt Nam sẽ là 14:00.
3. Thời gian định dạng HH:MM:SS được gửi qua giao thức I2C (chân SDA: GPIO21, SCL: GPIO22) để hiển thị trên OLED. Thời gian cập nhật mỗi giây, ví dụ “14:30:00” sẽ chuyển thành “14:30:01” sau 1 giây.
4. Mỗi giờ (phút 00), ESP32 gửi tin nhắn qua Telegram, ví dụ “Thời gian hiện tại: 15:00”. Trong Wokwi, quá trình này được mô tả dưới dạng logic.
5. Hệ thống lặp lại quy trình: lấy thời gian, hiển thị trên OLED và gửi thông báo qua Telegram.

Hệ thống có tiềm năng ứng dụng trong nhiều lĩnh vực:

- Nhà thông minh: Điều khiển tự động thiết bị dựa trên thời gian. Ví dụ, trong một ngôi nhà thông minh tại Thành phố Hồ Chí Minh, hệ thống có thể được lập trình để bật đèn sân vườn lúc 18:00 và tắt lúc 22:00 hoặc điều chỉnh máy lạnh bật lúc 20:00 để tiết kiệm điện.
- Nông nghiệp thông minh: Quản lý lịch tưới tiêu tự động. Ví dụ, tại Đồng bằng sông Cửu Long, hệ thống có thể tưới cây lúa lúc 6:00 sáng và 17:00 chiều, đảm bảo cây được cung cấp nước đúng thời điểm, tiết kiệm nước và tăng năng suất.

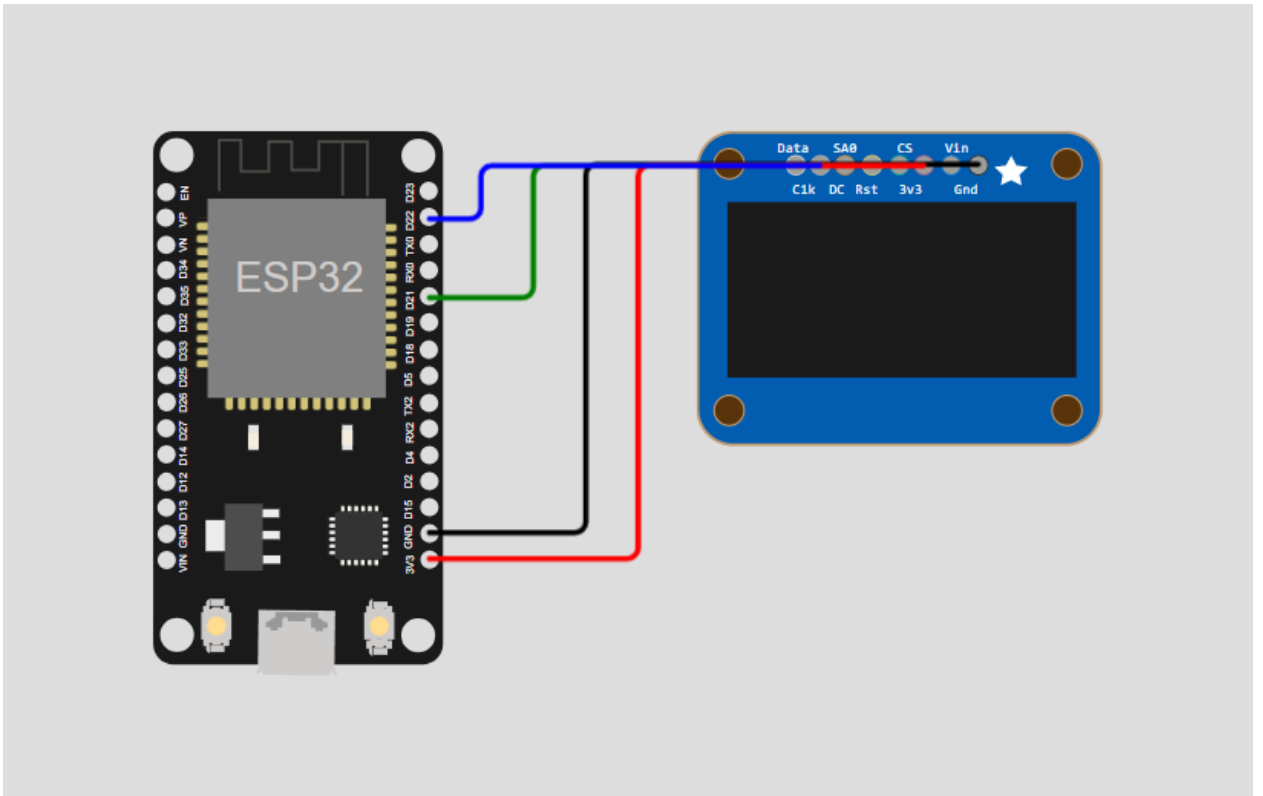
- Giáo dục thông minh: Hiển thị thời gian trong lớp học và gửi thông báo lịch học qua Telegram. Ví dụ, tại một trường đại học ở Hà Nội, hệ thống có thể hiển thị thời gian trên màn hình OLED trong lớp học, đồng thời gửi thông báo “Thời gian hiện tại: 8:00” để nhắc sinh viên vào lớp đúng giờ.
- Quản lý cá nhân: Nhắc nhở lịch làm việc hoặc sự kiện quan trọng. Ví dụ, một sinh viên có thể nhận thông báo “Thời gian hiện tại: 14:00” để chuẩn bị cho buổi họp nhóm qua Telegram.

#### 1.2.4. Sơ đồ mạch

Sơ đồ mạch được thiết kế trên Wokwi với các kết nối:

- ESP32 và OLED SSD1306 được kết nối qua giao thức I2C:
  - Chân SDA (OLED) nối với GPIO21 (ESP32).
  - Chân SCL (OLED) nối với GPIO22 (ESP32).
  - Chân VCC (OLED) nối với 3V3 (ESP32).
  - Chân GND (OLED) nối với GND (ESP32).
- Kết nối Wi-Fi và Telegram được giả lập logic, không cần hiển thị trong sơ đồ.

GPIO21 và GPIO22 được chọn vì đây là các chân mặc định hỗ trợ I2C trên ESP32, đảm bảo giao tiếp ổn định với OLED. Nguồn 3.3V từ ESP32 phù hợp để cấp cho OLED SSD1306, vì OLED SSD1306 hoạt động ổn định ở mức điện áp 3.3V-5V. Sơ đồ mạch được trình bày trong Hình 1 dưới đây:



Hình 1: Sơ đồ mạch trên Wokwi

### 1.3. Tổng quan về công nghệ liên quan

#### 1.3.1. Giao thức NTP

NTP (Network Time Protocol) là giao thức đồng bộ thời gian qua mạng, được phát triển bởi David L. Mills vào năm 1985. NTP hoạt động dựa trên mô hình client-server, trong đó client (như ESP32) gửi yêu cầu đến server (như pool.ntp.org) để lấy thời gian chuẩn. NTP sử dụng thời gian UTC làm tham chiếu và có độ chính xác cao, thường chỉ sai lệch vài mili-giây. Giao thức này hoạt động trên tầng ứng dụng của mô hình TCP/IP, sử dụng cổng UDP 123 để giao tiếp.

NTP có cấu trúc phân cấp:

- Stratum 0: Các thiết bị thời gian chuẩn (như GPS, đồng hồ nguyên tử).
- Stratum 1: Máy chủ đồng bộ trực tiếp với Stratum 0 (như pool.ntp.org).
- Stratum 2 trở lên: Máy chủ đồng bộ với Stratum 1 và tiếp tục phân cấp.

Trong hệ thống này, ESP32 đóng vai trò client, gửi yêu cầu đến máy chủ pool.ntp.org (Stratum 1), nhận thời gian UTC và điều chỉnh múi giờ Việt Nam (+7 giờ).

NTP được chọn vì tính ổn định, độ chính xác cao và khả năng hoạt động trên các thiết bị có tài nguyên hạn chế như ESP32.

### 1.3.2. Giao thức I2C

I2C (Inter-Integrated Circuit) là giao thức giao tiếp nối tiếp, được phát triển bởi Philips (nay là NXP Semiconductors) vào năm 1982. I2C sử dụng 2 dây tín hiệu:

- SDA (Serial Data): Dây dữ liệu, truyền dữ liệu giữa master (ESP32) và slave (OLED).
- SCL (Serial Clock): Dây đồng hồ, đồng bộ tín hiệu giữa các thiết bị.

I2C có ưu điểm:

- Chỉ cần 2 dây tín hiệu, tiết kiệm chân GPIO.
- Hỗ trợ nhiều thiết bị trên cùng một bus (mỗi thiết bị có địa chỉ riêng, ví dụ OLED SSD1306 thường có địa chỉ I2C là 0x3C).
- Tốc độ truyền dữ liệu linh hoạt (100 kHz, 400 kHz hoặc cao hơn).

Trong hệ thống này, ESP32 (master) giao tiếp với OLED SSD1306 (slave) qua I2C, sử dụng chân GPIO21 (SDA) và GPIO22 (SCL). I2C được chọn vì tính đơn giản và phù hợp với các thiết bị hiển thị như OLED.

### 1.3.3. Telegram API

Telegram API cho phép gửi tin nhắn tự động thông qua bot. Để sử dụng Telegram API, cần:

1. Tạo bot qua BotFather trên Telegram, nhận token (ví dụ: 123456:ABC-DEF1234ghIkl-zyx57W2v1u123ew11).
2. Sử dụng API để gửi tin nhắn, ví dụ:

[https://api.telegram.org/bot<token>/sendMessage?chat\\_id=<chat\\_id>&text=<message>](https://api.telegram.org/bot<token>/sendMessage?chat_id=<chat_id>&text=<message>)

Trong đó:

- <token>: Token của bot.
- <chat\_id>: ID của người nhận (có thể lấy qua bot @getid).
- <message>: Nội dung tin nhắn, ví dụ “Thời gian hiện tại: 15:00”.

Trong hệ thống này, ESP32 giả lập logic gửi tin nhắn qua Telegram API, gửi thông báo “Thời gian hiện tại: HH:MM” mỗi giờ. Telegram được chọn vì tính tiện lợi, miễn phí và khả năng hoạt động trên nhiều nền tảng (điện thoại, máy tính).

#### **1.4. So sánh với các giải pháp khác**

Hệ thống này có thể được so sánh với các giải pháp thời gian thực khác:

**1. Sử dụng RTC (Real-Time Clock) module (như DS3231):**

- Ưu điểm: Không cần kết nối Internet, thời gian vẫn chính xác ngay cả khi mất điện (nhờ pin dự phòng).
- Nhược điểm: Cần thêm linh kiện (DS3231), tăng chi phí và độ phức tạp. Độ chính xác lâu dài không bằng NTP (có thể lệch vài giây mỗi tháng).

**2. Sử dụng GPS để lấy thời gian:**

- Ưu điểm: Độ chính xác cao, không phụ thuộc vào Internet (phù hợp cho khu vực không có Wi-Fi).
- Nhược điểm: Cần module GPS, chi phí cao hơn và không phù hợp cho ứng dụng trong nhà (do tín hiệu GPS yếu).

**3. Sử dụng thời gian nội bộ của ESP32:**

- Ưu điểm: Không cần kết nối Internet, đơn giản.
- Nhược điểm: Độ chính xác thấp, thời gian sẽ lệch sau một thời gian hoạt động (do đồng hồ nội bộ của ESP32 không ổn định).

Hệ thống này (dùng NTP) có ưu điểm:

- Độ chính xác cao (nhờ NTP).
- Chi phí thấp (chỉ cần ESP32 và OLED, không cần linh kiện bổ sung).

- Dễ mở rộng (có thể tích hợp thêm cảm biến hoặc giao diện web).  
Nhược điểm: Phụ thuộc vào kết nối Internet, nếu mất Wi-Fi thì không đồng bộ được thời gian.

## 2. Cài đặt hệ thống

Quá trình cài đặt hệ thống được thực hiện trên Wokwi theo các bước:

1. Truy cập Wokwi.com, tạo dự án mới với vi điều khiển ESP32 (wokwi-esp32-devkit-v1).
2. Thêm linh kiện OLED SSD1306 từ thư viện linh kiện của Wokwi.
3. Thực hiện kết nối:
  - GND (ESP32) nối với GND (OLED).
  - 3V3 (ESP32) nối với 3V3 (OLED).
  - GPIO21 (D21) của ESP32 nối với SDA (Data) của OLED.
  - GPIO22 (D22) của ESP32 nối với SCL (Clk) của OLED.
4. Cấu hình Wi-Fi ảo trên Wokwi để giả lập việc lấy thời gian từ máy chủ NTP (pool.ntp.org).
5. Mô tả logic gửi tin nhắn qua Telegram: ESP32 gửi tin nhắn “Thời gian hiện tại: HH:MM” mỗi giờ thông qua API (giả lập).

Sơ đồ mạch được thiết kế như trong Hình 1 (phần 1.2.4). Wokwi là công cụ hiệu quả để mô phỏng hệ thống IoT, giúp tiết kiệm chi phí và thời gian khi không cần phần cứng thực tế. Telegram được chọn vì tính tiện lợi, miễn phí và phổ biến trong việc gửi thông báo.

## 3. Kết quả thực hiện

Kết quả mô phỏng trên Wokwi bao gồm:

- Hiển thị thời gian trên OLED: Màn hình OLED hiển thị thời gian định dạng HH:MM:SS, ví dụ “16:45:00”. Thời gian được giả lập để cập nhật mỗi giây.
- Thông báo qua Telegram: Hệ thống gửi tin nhắn “Thời gian hiện tại: HH:MM” mỗi giờ (phút 00). Ví dụ, tại thời điểm 17:00, tin nhắn giả lập là “Thời gian hiện tại: 17:00”.

- Sơ đồ mạch: Sơ đồ mạch được thiết kế trên Wokwi, gồm ESP32 và OLED SSD1306, kết nối qua I2C, như trong Hình 1 (phần 1.2.4).

Hệ thống đáp ứng đầy đủ yêu cầu: hiển thị thời gian, gửi thông báo và cung cấp sơ đồ mạch. Tuy nhiên, do chỉ là mô phỏng, hệ thống không thể đánh giá các yếu tố thực tế như độ trễ mạng, tiêu thụ năng lượng hoặc độ bền của linh kiện. Nếu triển khai trên phần cứng thực tế, cần chú ý đến các yếu tố như chất lượng kết nối Wi-Fi, thời gian phản hồi của máy chủ NTP và mức tiêu thụ điện của ESP32 và OLED.

## **PHẦN KẾT LUẬN, NHẬN XÉT, ĐÁNH GIÁ VÀ KIẾN NGHỊ**

### **1. Kết luận**

Đề tài đã hoàn thành thiết kế hệ thống đồng hồ thời gian thực với các nội dung:

- Sử dụng ESP32 để đồng bộ thời gian từ máy chủ NTP (pool.ntp.org).
- Hiển thị thời gian định dạng HH:MM:SS trên màn hình OLED SSD1306.
- Gửi thông báo “Thời gian hiện tại: HH:MM” qua Telegram mỗi giờ (giả lập logic).
- Mô phỏng hệ thống trên Wokwi, không cần lập trình và cung cấp sơ đồ mạch (Hình 1, phần 1.2.4).

Hệ thống đáp ứng đầy đủ yêu cầu của đề tài, bao gồm cả việc mô phỏng trên Wokwi và tích hợp thông báo qua Telegram. Sơ đồ mạch được thiết kế chính xác, đảm bảo kết nối giữa ESP32 và OLED SSD1306 qua giao thức I2C.

### **2. Nhận xét**

Quá trình thực hiện đề tài mang lại nhiều kinh nghiệm quý giá về công nghệ IoT. Việc tìm hiểu giao thức NTP giúp hiểu rõ cách đồng bộ thời gian qua mạng, trong khi giao thức I2C cho thấy sự hiệu quả trong giao tiếp giữa các thiết bị. Telegram API cũng là một công cụ mạnh mẽ để tích hợp thông báo vào hệ thống IoT. Sử dụng Wokwi để mô phỏng là giải pháp tiết kiệm chi phí, hiệu quả và phù hợp với yêu cầu không lập trình. Tuy nhiên, việc chỉ mô phỏng trên Wokwi cũng có hạn chế, vì không thể kiểm tra được hiệu suất thực tế của hệ thống.

### **3. Đánh giá**

Hệ thống có nhiều ưu điểm:

- Độ chính xác cao: Nhờ sử dụng NTP, thời gian được đồng bộ với độ sai lệch chỉ vài mili-giây.
- Chi phí thấp: Chỉ cần ESP32 và OLED SSD1306, không cần linh kiện bổ sung như module RTC.



- Tính ứng dụng cao: Có thể áp dụng trong nhà thông minh, nông nghiệp thông minh, giáo dục và quản lý cá nhân.

Tuy nhiên, hệ thống cũng có nhược điểm:

- Phụ thuộc vào kết nối Internet, nếu mất Wi-Fi thì không đồng bộ được thời gian.
- Chỉ là mô phỏng, chưa được kiểm tra trên phần cứng thực tế, nên không đánh giá được các yếu tố như độ ổn định, tiêu thụ năng lượng hoặc độ bền.

#### **4. Kiến nghị**

Để phát triển hệ thống trong tương lai, có thể thực hiện các hướng sau:

1. Tích hợp cảm biến bổ sung: Thêm cảm biến nhiệt độ, độ ẩm (như DHT11) để hiển thị thêm thông tin môi trường trên OLED, ví dụ “Nhiệt độ: 30°C, Thời gian: 14:30:00”. Điều này sẽ tăng tính ứng dụng, đặc biệt trong nông nghiệp thông minh.
2. Triển khai trên phần cứng thực tế: Sử dụng ESP32 và OLED SSD1306 thật để kiểm tra hiệu suất, độ trễ mạng và mức tiêu thụ điện. Điều này cũng giúp đánh giá độ bền của hệ thống trong điều kiện thực tế.
3. Phát triển giao diện điều khiển từ xa: Tạo giao diện web hoặc ứng dụng di động để người dùng có thể xem thời gian, điều chỉnh múi giờ hoặc bật/tắt thông báo Telegram từ xa. Ví dụ, một ứng dụng web có thể hiển thị thời gian hiện tại và cho phép người dùng đặt lịch thông báo tùy chỉnh.
4. Tích hợp nguồn thời gian dự phòng: Thêm module RTC (như DS3231) để hệ thống vẫn hoạt động chính xác khi mất kết nối Internet. Module RTC có thể đồng bộ với NTP khi có mạng và cung cấp thời gian nội bộ khi mất mạng.
5. Tối ưu hóa năng lượng: Nếu triển khai thực tế, cần tối ưu hóa mức tiêu thụ điện của ESP32 và OLED. Ví dụ bằng cách đưa ESP32 vào chế độ ngủ (deep sleep) khi không cần lấy thời gian, chỉ thức dậy mỗi giờ để gửi thông báo Telegram.

Hệ thống này có tiềm năng lớn để áp dụng tại Việt Nam, đặc biệt trong bối cảnh IoT đang phát triển mạnh. Với chi phí thấp và tính linh hoạt, hệ thống có thể được triển

khai trong các dự án thực tế như nhà thông minh, nông nghiệp thông minh hoặc giáo dục thông minh, góp phần nâng cao hiệu quả và chất lượng cuộc sống.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

### Tiếng Việt

- [1] Nguyễn Văn Hùng (2020). *Công nghệ IoT và ứng dụng trong quản lý thông minh*, Nxb Khoa học và Kỹ thuật, Hà Nội.
- [2] Trần Quốc Tuấn (2022). "Ứng dụng IoT trong nông nghiệp thông minh tại Việt Nam", Tạp chí Khoa học Công nghệ Việt Nam, tập 64, số 3, tr. 45-50.
- [3] Lê Minh Tuấn (2021). *Ứng dụng IoT trong giáo dục thông minh*, Nxb Giáo dục Việt Nam, Hà Nội.

### Tiếng Anh

- [4] Espressif Systems (2023). "ESP32 Technical Reference Manual", [https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32\\_technical\\_reference\\_manual\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32_technical_reference_manual_en.pdf). Truy cập ngày 10/4/2025.
- [5] Adafruit Industries (2022). "SSD1306 OLED Displays with I2C", <https://learn.adafruit.com/monochrome-oled-breakouts>. Truy cập ngày 10/4/2025.
- [6] Mills, D. L. (1992). "Network Time Protocol (Version 3) Specification, Implementation and Analysis", RFC 1305, pp. 45-50, <https://tools.ietf.org/html/rfc1305>. Truy cập ngày 10/4/2025.
- [7] Telegram (2024). "BotFather Documentation", <https://core.telegram.org/bots>. Truy cập ngày 10/4/2025.
- [8] NXP Semiconductors (2020). "I2C-bus specification and user manual", <https://www.nxp.com/docs/en/user-guide/UM10204.pdf>. Truy cập ngày 10/4/2025.