**ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI**

**TRƯỜNG ĐIỆN – ĐIỆN TỬ**

A picture containing diagram

Description automatically generated

**Mạng cảm biến không dây**

**THIẾT KẾ MẠNG CẢM BIẾN ĐO**

**NHIỆT ĐỘ**

|  |  |
| --- | --- |
| **Giảng viên hướng dẫn:** | PGS. TS. Lê Minh Thùy |
| **Nhóm sinh viên thực hiện:**  **(Nhóm 19)** |  |
| **Họ và tên:**  Lê Thanh Hải  Bùi Sơn Nam  Lê Đình Tứ | **MSSV**  20191831  20191975  20192142 |

MỤC LỤC

[Yêu cầu của dự án 3](#_Toc123075251)

[Giới thiệu thành viên của dự án 6](#_Toc123075252)

[Kế hoạch thực hiện chung của dự án 7](#_Toc123075253)

[Kế hoạch và nội dung thực hiện của từng thành viên 8](#_Toc123075254)

[Tự đánh giá tỷ lệ đóng góp của từng thành viên trong dự án theo kế hoạch (trước khi thực hiện, thực hiện trong khi lên kế hoạch thực hiện dự án) 10](#_Toc123075255)

[Phân tích các yêu cầu của dự án 12](#_Toc123075256)

[Tổng quan về Mạng cảm biến không dây 12](#_Toc123075257)

[Cảm biến không dây (Wireless sensor) 12](#_Toc123075258)

[Mạng cảm biến không dây (WSN) 13](#_Toc123075259)

[Hạn chế và thách thức của mạng cảm biến không dây 14](#_Toc123075260)

[Công nghệ truyền thông Bluetooth Low Energy 15](#_Toc123075261)

[Tìm hiểu chung 15](#_Toc123075262)

[Mô hình mạng truyền thông cho BLE (Network Topology) 15](#_Toc123075263)

[Protocols và Profiles 17](#_Toc123075264)

[BLE Protocols Stack 18](#_Toc123075265)

[Các profiles cơ sở: GAP và GATT 19](#_Toc123075266)

[Ba loại cấu trúc mạng BLE 20](#_Toc123075267)

[Tìm hiểu các nghiên cứu, dự án liên quan 23](#_Toc123075268)

[Lựa chọn giải pháp và lên phương án thiết kế 24](#_Toc123075269)

[Cấu trúc tổng quan của hệ thống 24](#_Toc123075270)

[Ứng dụng đo nhiệt độ 26](#_Toc123075271)

[Review phòng xông hơi khô 26](#_Toc123075272)

[Cảm biến nhiệt độ 27](#_Toc123075273)

[Hiển thị 28](#_Toc123075274)

[Bộ Vi điều khiển 29](#_Toc123075275)

[Nguồn cấp 32](#_Toc123075276)

[Thử nghiệm và Đánh giá 32](#_Toc123075277)

[Hoàn thiện sản phẩm 33](#_Toc123075278)

[Kết luận 34](#_Toc123075279)

# Danh mục hình ảnh

[Hình 1. Sơ đồ khối chức năng của cảm biến không dây 12](#_Toc123075626)

[Hình 2. Cấu trúc mạng cảm biến không dây 14](#_Toc123075627)

[Hình 3. Kiến trúc mạng cảm biến không dây 14](#_Toc123075628)

[Hình 4. Broadcast topology 15](#_Toc123075629)

[Hình 5. Connected topology 16](#_Toc123075630)

[Hình 6. BLE Protocols Stack 18](#_Toc123075631)

[Hình 7 20](#_Toc123075632)

[Hình 8. Start Network 21](#_Toc123075633)

[Hình 9. Mesh Network 22](#_Toc123075634)

[Hình 10. Tree Structure Network 23](#_Toc123075635)

[Hình 11. Cấu trúc tổng quan 24](#_Toc123075636)

[Hình 12. Cấu trúc chi tiết 25](#_Toc123075637)

[Hình 13 Led 7 Thanh 0.56 Katot Chung Sáng Đỏ 28](#_Toc123075638)

[Hình 14. 29](#_Toc123075639)

[Hình 15 30](#_Toc123075640)

[Hình 16 30](#_Toc123075641)

[Hình 17 31](#_Toc123075642)

# Yêu cầu của dự án

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| TT | Yêu cầu | Chức năng, Thông số,.. | Mức độ ưu tiên |
| 1 | * Dải đo: 25oC ÷ 125oC * Độ chính xác: ±1oC * Độ phân giải hiển thị: 0.1oC | * Đo nhiệt độ phòng xông hơi khô (50oC ÷ 75oC) * Đo nhiệt độ bằng cảm biển DS18B20. * Hiển thị bằng led 7 thanh có nút bấm bật tắt hiển thị. | 1 |
| 2 | Nguồn pin, thời gian hoạt động của thiết bị là 4h (nâng cao: 8h). Pin có thể sạc trực tiếp trên máy hoặc tháo ra ngoài | * Pin Li-Po 3.7V, 2500mAh. * Có thể tháo ra sạc lại. | 2 |
| 3 | * Kích thước (dự kiến): 70x50x100 mm (kiểu trụ để dễ cầm tay) * Trọng lượng (dự kiến): <150g. | Dự kiến đáp ứng được | 3 |
| 4 | Thời gian đo một mẫu : <20s. (nâng cao < 5s) | Tối đa 20s | 2 |
| 5 | * Kết nối máy tính: RF * Khoảng cách truyền trong phạm vi 20m từ hệ thống đo đến trạm thu RF có nối nguồn và mạng | * Sử dụng công nghệ BLE: để trao đổi dữ liệu giữa node cảm biến với gateway, gateway trao đổi với database qua internet. | 2 |
| 6 | Quản lý tối thiểu cho 10 thiết bị đo. (nâng cao: phương án mở rộng số thiết bị với khoảng cách từ thiết bị đến trạm tiếp nhận có thể lên tới 100m) | * Quản lý 10 thiết bị * Tự phát hiện được thiết bị lỗi và thiết bị thêm vào mạng. * Dự kiến cấu trúc mạng Mesh | 2 |
| 7 | Phần mềm máy tính: thu thập giá trị đo từ thiết bị đo, quản lý dữ liệu, xuất báo cáo dạng excel, giao diện theo mẫu thống nhất. | * Hiển thị trên giao diện thingsbroad. * Hỗ trợ hiển thị real-time, có đồ thị history, hỗ trợ xuất dữ liệu. | 2 |
| 8 | Có nút bấm bắt đầu đo; Đèn LED báo ngưỡng nhiệt độ (3 LED); Các ngưỡng nhiệt độ có thể cập nhật từ máy tính | * Có nút bấm bắt đầu đo. * Có LED báo ngưỡng nhiêt. * Có thể cập nhật lại các ngưỡng. | 2 |
| 9 | OTA (nâng cao) |  | 3 |

# Giới thiệu thành viên của dự án

|  |  |
| --- | --- |
|  | Họ và tên: Lê Thanh Hải  MSSV: 20191813  App, hiển thị, truyền thông cloud |
| Không có mô tả. | Họ và tên: Bùi Sơn Nam  MSSV: 20191975  Chịu trách nhiệm phần cứng |
| Không có mô tả. | Họ và tên: Lê Đình Tứ  MSSV: 20192142  Triển khai mạng |

# Kế hoạch thực hiện chung của dự án

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Kết quả cần đạt | Thời gian (tuần) | Ghi chú |
| * Tìm hiểu tổng quát về hệ thống Mạng cảm biến không dây. * Tìm hiểu về các bài toán liên quan | * Báo cáo tổng quan, đánh giá. | T1-T5 |  |
| Lên phương án sơ bộ | * Sơ đồ khối chức năng. * Công nghệ truyền thông sẽ sử dụng. * Linh kiện sẽ sử dụng. | T5-T10 |  |
| Triển khai và Thử nghiệm. | * Hệ thống hoạt động theo mục tiêu. | T11-T15 |  |
| Hoàn thiện sản phẩm và đánh giá | * Đóng vỏ sản phẩm, hoàn thành hệ thống. * Báo cáo word, powerpoint. | T18-T19 |  |

# Kế hoạch và nội dung thực hiện của từng thành viên

**Lê Thanh Hải**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Kết quả cần đạt | Thời gian thực hiện (theo tuần) | Ghi chú |
| Điều khiển LED 7 thanh | Hiển thị được led 7 thanh | T12 |  |
| Giao tiếp gateway với cloud ThingsBroad bằng HTTP | Đẩy dữ liệu từ gateway(esp32) lên được ThingsBroad | T13 |  |
| Tạo giao diện hiển thị dữ liệu trên ThingsBroad | Hoàn thành giao hiện hiển thị | T14 |  |
| Xuất file | Xuất dữ liệu thành file excel | T15 |  |
| Nghỉ tết |  | T16 |  |
| Nghỉ tết |  | T17 |  |
| Đồng bộ các phần thiết bị | Lắp ráp thiết bị và kiểm thử mạng | T18 |  |
| Hoàn thành và viết báo cáo | Hoàn thành slide báo cáo | T19 |  |

**Bùi Sơn Nam**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Kết quả cần đạt | Thời gian thực hiện (theo tuần) | Ghi chú |
| Thiết kế nguồn | Nguồn pin cho node đo | T12 |  |
| Thiết kế mạch nguyên lí | File pdf mạch nguyên lí của node đo và gateway | T13 |  |
| Thiết kế mạch PCB và vỏ thiết bị | File PCB cho node đo và gateway  File Autocad vỏ hộp | T14 |  |
| Triển khai mạch PCB và vỏ hộp | Mạch PCB và vỏ hộp hoàn thiện | T15 |  |
| Nghỉ tết |  | T16 |  |
| Nghỉ tết |  | T17 |  |
| Đồng bộ các phần thiết bị | Lắp ráp thiết bị và kiểm thử mạng | T18 |  |
| Hoàn thành và viết báo cáo | Viết báo cáo Word | T19 |  |

**Lê Đình Tứ**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Kết quả cần đạt | Thời gian thực hiện (theo tuần) | Ghi chú |
| Đọc cảm biến ds18b20 | Đọc được giá trị cảm biến ds18b20 | T12 |  |
| Giao tiếp 2 esp32 bằng BLE | Thực hiện kết nối và truyền dữ liệu thành công | T13 |  |
| Triển khai mạng mesh | Thử nghiệm | T14 |  |
| Triển khai mạng mesh |  | T15 |  |
| Nghỉ tết |  | T16 |  |
| Nghỉ tết |  | T17 |  |
| Đồng bộ các phần thiết bị | Lắp ráp thiết bị và kiểm thử mạng | T18 |  |
| Hoàn thành và viết báo cáo | Đánh giá lại chức năng hệ thống | T19 |  |

# Tự đánh giá tỷ lệ đóng góp của từng thành viên trong dự án theo kế hoạch (trước khi thực hiện, thực hiện trong khi lên kế hoạch thực hiện dự án)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Người thực hiện | Tỷ lệ | Giải quyết được những vấn đề gì của dự án (cần ghi rõ để có cơ sở đánh giá tỷ lệ) |
| Nguyễn Văn A | Xx% |  |
| Nguyễn Văn B | Yy% |  |
| Nguyễn Văn C | Zz% |  |

NỘI DUNG THỰC HIỆN

# Phân tích các yêu cầu của dự án

## Tổng quan về Mạng cảm biến không dây

### Cảm biến không dây (Wireless sensor)

Cảm biến không dây (Wireless sensor), hay node cảm biến là một thiết bị đo, lưu trữ, xử lý, thu thập dữ liệu đo và truyền đi sử dụng công nghệ không dây.

Diagram

Description automatically generatedHình 1. Sơ đồ khối chức năng của cảm biến không dây

Về cơ bản một cảm biến không dây bao gồm 4 khối chức năng chính là : khối cảm biến, khối xử lý, khối truyền thông và khối nguồn:

* *Khối cảm biến*: tích hợp một hoặc nhiều cảm biến vật lí, đồng thời cung cấp các bộ chuyển đổi tương tự sang số ADC. Một cảm biến vật lí chuyển đổi các đại lượng không điện sang điện, điển hình là điện áp (Volt). Đầu ra của chúng là các tín hiệu tương tự, vì thế cần các bộ ADC chuyển đổi sang tín hiệu số để giao tiếp với bộ vi xử lí số.
* *Khối xử lý*: bao gồm một chip xử lý, một nonvolatile memory (thường là bộ nhớ flash nội) để lưu trữ các lệnh của chương trình, một active memory để lưu trữ tạm thời dữ liệu đo được và một clock nội,.. Khối này kết nối các khối khác cùng một số ngoại vi, với mục đích chình là xử lí các liên quan đến quá trình đo, giao tiếp và tự quản lí.
* *Khối truyền thông*: làm nhiệm vụ gửi và nhận dữ liệu thu được từ chính nó hoặc các nút lân cận tới các nút khác hoặc tới Sink. Đây là khố sử dụng nhiều năng lượng nhất vì thế mức tiêu thụ điện năng của nó cần phải được điều chỉnh.
* *Khối nguồn*: một trong những thành phần quan trọng nhất của nút cảm biến, nó cung cấp nguồn DC cho các khối khác, có thể sử dụng nguồn pin hoặc tự thu thập từ các năng lượng ngoài môi trường.

Trong một số ứng dụng cụ thể, node cảm biến còn có thể có các thành phần bổ trợ như hệ thống tìm vị trí, bộ sinh năng lượng và thiết bị di động…

### Mạng cảm biến không dây (WSN)

Ngày càng có nhiều cảm biến truyền dữ liệu thu thập được đến trạm xử lý tập trung nhờ các công nghệ không dây thay vì cảm biến liên kết trực tiếp với bộ điều khiển và trạm xử lý (ví dụ: sử dụng mạng cục bộ). Điều này rất quan trọng vì nhiều ứng dụng mạng yêu cầu hàng trăm hoặc hàng nghìn nút cảm biến, thường được triển khai ở các khu vực xa xôi và khó tiếp cận. Do đó, cảm biến không dây không chỉ có thành phần cảm biến mà còn có khả năng xử lý, giao tiếp và lưu trữ trên bo mạch. Với những cải tiến này, một nút cảm biến thường không chỉ chịu trách nhiệm thu thập dữ liệu mà còn chịu trách nhiệm phân tích, tương quan và kết hợp dữ liệu cảm biến của chính nó với dữ liệu từ các nút cảm biến khác trong mạng.

Khi nhiều cảm biến hợp tác giám sát môi trường vật lý rộng lớn, chúng tạo thành một *mạng cảm biến không dây (WSN)*. Các nút cảm biến không chỉ giao tiếp với nhau mà còn với một trạm cơ sở (BS) bằng cách sử dụng radio không dây của chúng, cho phép chúng chuyển dữ liệu đo của mình tới các hệ thống xử lý, trực quan hóa, phân tích và lưu trữ từ xa.

Ví dụ, hình dưới cho thấy hai trường cảm biến giám sát hai vùng địa lý khác nhau và kết nối với Internet bằng các trạm cơ sở của chúng.

Diagram

Description automatically generated

Hình 2. Cấu trúc mạng cảm biến không dây

Khi phạm vi truyền sóng vô tuyến của tất cả các node cảm biến đủ lớn và các cảm biến có thể truyền dữ liệu của chúng trực tiếp đến trạm gốc, chúng có thể tạo thành cấu trúc liên kết *hình sao* như thể hiện ở hình dưới bên trái. Trong cấu trúc liên kết này, mỗi node cảm biến giao tiếp trực tiếp với trạm cơ sở bằng một bước nhảy *a single hop*. Tuy nhiên, các mạng cảm biến thường bao phủ các khu vực địa lý rộng lớn và công suất truyền dẫn vô tuyến nên được giữ ở mức tối thiểu để tiết kiệm năng lượng; do đó, giao tiếp *multi-hop* là trường hợp phổ biến hơn đối với các hoạt động của mạng cảm biến.

Diagram

Description automatically generated

Hình 3. Kiến trúc mạng cảm biến không dây

### Hạn chế và thách thức của mạng cảm biến không dây

## Công nghệ truyền thông Bluetooth Low Energy

### Tìm hiểu chung

Bluetooth là 1 công nghệ truyền thông sử dụng băng tần ISM từ 2.4GHz đến 4.4835GHz hoặc từ 2.402Ghz đến 2.48GHz để trao đổi dữ liệu. Bluetooth đạt tốc độ truyền dữ liệu tối đa khoảng 721kps và chỉ kết nối được ở khoảng cách gần (nhỏ hơn 10m). Từ phiên bản 4.x trở lên, Bluetooth được chia làm 2 hướng phát triển và BLE là 1 trong các hướng đó.

Bluetooth Low Energy (BLE) được tích hợp vào Bluetooth 4.x bởi Bluetooth Special Interest Group (Bluetooth SIG) vào năm 2010 với trọng tâm là thiết kế một chuẩn truyền tiêu thụ năng lượng thấp nhất có thể, đồng thời tối ưu về mặt chi phí cũng như độ phức tạp khi chế tạo, kết nối.

### Mô hình mạng truyền thông cho BLE (Network Topology)

Một thiết bị BLE có thể giao tiếp với bên ngoài thông qua 2 cơ chế: Broadcasting hoặc Connection. Mỗi cơ chế có thế mạnh và giới hạn riêng, cả hai được thiết lập bởi GAP (Generic Access Profile).

#### Broadcasting và Observing

Diagram

Description automatically generated

Hình 4. Broadcast topology

* Thiết bị Broadcaster: Gửi các gói tin quảng bá phi kết nối đến bất kỳ thiết bị nào có thể nhận.
* Thiết bị Observer: Quét liên tục theo tần số đặt trước để nhận các gói tin quảng bá phi kết nối.

Đây là kiểu truyền thông cho phép một thiết bị có thể truyền dữ liệu đến nhiều thiết bị khác nhau cùng lúc (một chiều). Đây là cơ chế nhanh chóng và dễ sử dụng, là lựa chọn tốt nếu muốn truyền lượng nhỏ dữ liệu đến nhiều thiết bị cùng lúc. Hạn chế là dữ liệu không được bảo đảm an ninh, vì thế không phù hợp để truyền các dữ liệu nhạy cảm.

#### Connection

Diagram

Description automatically generated

Hình 5. Connected topology

* Thiết bị Central (Master): Quét các *gói tin quảng bá hướng kết nối* theo tần số đặt trước, khi phù hợp thì khởi tạo một kết nối với một peripheral. Central quản lý timing và bắt đầu những sự trao đổi dữ liệu theo chu kỳ.
* Thiết bị Peripheral (Slave): Phát các gói tin quảng bá hướng kết nối theo chu kỳ và chấp nhận kết nối do central yêu cầu.

**Khởi tạo kết nối**

* Khi muốn kết nối, slave phát các gói tin quảng bá ra không gian.
* Central nhận được các gói tin quảng bá của slave, trong đó chứa các thông tin cần thiết cho phép kết nối với slave đó.
* Dựa trên đó, central gửi yêu cầu kết nối đến slave để thiết lập một kết nối riêng giữa hai thiết bị.
* Khi kết nối được thiết lập, slave dừng quảng bá và hai thiết bị có thể bắt đầu trao đổi dữ liệu hai chiều.

Vai trò Master và Slave không ảnh hưởng đến việc truyền dữ liệu, mặc dù Master là bên quản lý thiết lập kết nối.

Lợi thế của Connection so với Broadcasting là:

* Thông lượng cao.
* Khả năng thiết lập kết nối liên kết mã hóa an ninh.
* Khả năng quản lý năng lượng tối ưu hơn.
* Khả năng tổ chức dữ liệu với nhiều sự thay đổi phù hợp cho các thuộc tính thông qua việc sử dụng các lớp giao thức bổ sung thêm, đặc biệt là Generic Attribute Profile (GATT). Dữ liệu được tổ chức theo cấu trúc có ý nghĩa xoay quanh cái gọi là services và characteristics.

### Protocols và Profiles

Để hai thiết bị có thể giao tiếp với nhau thông qua chuẩn BLE, các thiết bị BLE cần tuân thủ một số quy định. Các quy định này được khái quát hóa thành các giao thức và cấu hình.

***Protocol*** (Giao thức): Tập các luật quy định việc định dạng gói tin, định tuyến, dồn kênh, mã hóa,… để trao đổi dữ liệu giữa các bên.

***Profile*** (Cấu hình): Định nghĩa cách mà giao thức được dùng để đạt các mục tiêu cụ thể. Có hai loại cấu hình là cấu hình chung (generic profiles) và cấu hình cụ thể theo trường hợp sử dụng (use-case profiles)

* Generic profiles: các profile cơ sở được định nghĩa trong tài liệu Bluetooth Specifications, đặc biệt là hai profiles không thể thiếu giúp các thiết bị BLE kết nối và trao đổi dữ liệu với nhau, GAP và GATT.
* Use-case profile: Các profile cho các trường hợp sử dụng cụ thể
* Các profile do Bluetooth Special Interest Group (SIG) định nghĩa
* Các profile do vendor tự định nghĩa

### BLE Protocols Stack

A picture containing table

Description automatically generated

Hình 6. BLE Protocols Stack

Bộ giao thức cho thiết bị BLE được chia thành 3 phần chính: *controller*, *host* và *application*. Mỗi phần bao gồm một hoặc nhiều lớp (layer) theo chức năng:

**Application**

Là lớp cao nhất của bộ giao thức, cung cấp giao diện người dùng, xử lý logic, và điều khiển dữ liệu của mọi thứ liên quan đến các trường hợp hoạt động của ứng dụng. Kiến trúc của application phụ thuộc nhiều vào từng bài toán cụ thể.

**Host**

Bao gồm các lớp sau:

* Generic Access Profile (GAP)
* Generic Attribute Profile (GATT)
* Attribute Protocol (ATT)
* Security Manager (SM)
* Logical Link Control and Adaptation Protocol (L2CAP)
* Host Controller Interface (HCI), Host side

**Controller**

Bao gồm các lớp sau

* Host Controller Interface (HCI), Controller side
* Link Layer (LL)
* Physical Layer (PHY)

### Các profiles cơ sở: GAP và GATT

#### Các profiles cơ sở: GAP và GATT

GAP (Generic Access Profile) là nền tảng cho phép các thiết bị BLE giao tiếp với nhau. Nó cung cấp một framework mà bất cứ thiết bị BLE nào cũng phải tuân theo để có thể tìm kiếm các thiết bị BLE (Bluetooth) khác, quảng bá dữ liệu, thiết lập kết nối an ninh, thực hiện nhiều hoạt động nền tảng theo một chuẩn.

Tài liệu BLE Specifications định nghĩa các khái niệm sau khi xét đến sự tương tác giữa các thiết bị:

* *Roles*: Mỗi thiết bị có thể hoạt động theo một hoặc nhiều vai trò khác nhau tại cùng một thời điểm: broadcaster, observer, central, peripheral.
* *Modes*: Một mode là một trạng thái mà thiết bị có thể chuyển đến trong một khoảng thời gian để đạt được một mục đích cụ thể hoặc nhiều điều đặc biệt, để cho phép một peer thực hiện một thủ tục cụ thể.
* *Procedures*: Là các thủ tục (thường thì Link Layer điều khiển sự trao đổi gói tin) để cho phép một thiết bị đạt được một mục đích chắc chắn. Một thủ tục thường được liên kết với một mode, nên mode và procedure thường được xem xét cùng nhau

#### GATT (Services and Characteristics)

GATT(Generic Attribute Profile) thiết lập chi tiết cách trao đổi tất cả profile và dữ liệu người dùng qua kết nối BLE. Ngược lại với GAP (định nghĩa sự tương tác mức thấp với các thiết bị), GATT chỉ trình bày các thủ tục truyền và định dạng dữ liệu thực tế.

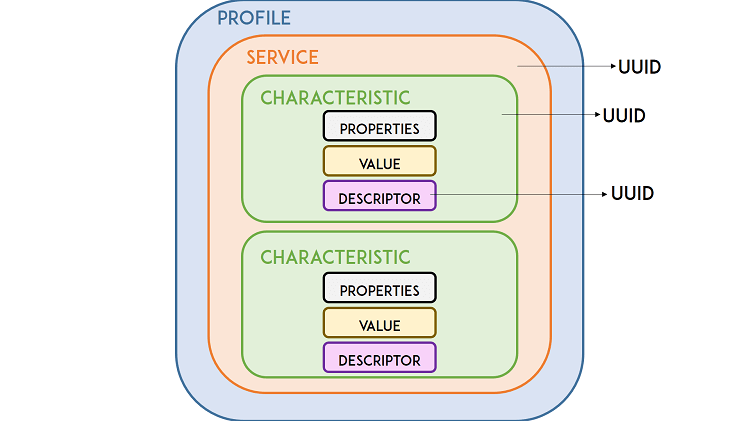
GATT là từ viết tắt của Generic Attribute Profile (Cấu hình thuộc tính chung) và GATT xác định cách hai thiết bị Bluetooth Low Energy truyền dữ liệu qua lại giữa nhau, sử dụng các khái niệm gọi là **Services** và **Characteristics**. GATT sử dụng một giao thức dữ liệu chung được gọi là Giao thức thuộc tính (Attribute Protocol - ATT), để lưu trữ **Services**, **Characteristics** và dữ liệu liên quan trong một bảng tra cứu đơn giản bằng cách sử dụng ID 16 bit cho mỗi mục trong bảng. Cấu trúc dữ liệu phân cấp GATT bao gồm ba yếu tố chính: **Profile**, **Services** và **Characteristics**.

A **Profile** is :

* Có thể bao gồm một hoặc nhiều **Services**
* được biên soạn bởi Bluetooth SIG hoặc bởi các nhà thiết kế ngoại vi.

**Services**:

* nhóm dữ liệu thành các thực thể logic và chứa các khối dữ liệu cụ thể được gọi là **Characteristics.**
* **Mỗi Services có thể gồm một hoặc nhiều Characteristics,**
* **Mỗi Services được phân biệt bằng bởi 1 ID duy nhất gọi là UUID:**
* 16-bit (cho BLE Services được phê duyệt chính thức)
* 128-bit (cho custom services)



Hình 7

### Ba loại cấu trúc mạng BLE

#### Star Network

Giới thiệu

Cấu trúc mạng hình sao (Start potology) là cấu trúc mạng đơn giản nhất trong 3 cấu trúc sẽ giới thiệu.

Bao gồm 1 central node và một số peripheral node:

* Mỗi *peripheral node* chỉ có thể giao tiếp với *central node* mà không thể giao tiếp trực tiếp với nhau.
* Các *periphenal node* chỉ có thể giao tiếp gián tiếp với nhau bằng cách chuyển tiếp qua *central node*.

Diagram

Description automatically generated

Hình 8. Start Network

**Ưu điểm:** Đơn giản và trực tiếp nên *độ trễ thấp nhất* trong 3 cấu trúc sẽ trình bày.

**Nhược điểm:**

* Số lượng periphenal node có thể kết nối với central node bị giới hạn.
* Do đó phạm vi bao phủ hẹp.

#### Mesh

**Giới thiệu**

Trong *mesh network*, mỗi thiết bị có thể kết nối tới 1 hoặc nhiều thiết bị khác.

Một mesh topology điển hình bao gồm:

* 1 coordinator:
* Một số routers: có thể giao tiếp với nhiều node khác bởi vì the Mesh topology defines the routing rules.
* Một số end device

Chart, radar chart

Description automatically generated

Hình 9. Mesh Network

**Ưu điểm:**

* Considered the most flexible network.
* Provide a larger network coverage area.
* A strong fault-tolerant ability: Nếu một bộ định tuyến gặp sự cố trong mạng, thông tin vẫn có thể được truyền tự động theo đường định tuyến khác.

**Nhược điểm:**

* Complex network protocols yêu cầu nhiều từ hardware and software được sử dụng.
* Tiêu thụ nhiều năng lượng.
* Độ trễ cao hơn.
* More unpredictable since the number of jumps between peer devices is not fixed.

**Bluetooth Mesh** là protocal mạng mesh dựa trên cơ chế “message flooding” sử dụng vai trò Bluetooth Low Energy Broadcaster và Observer GAP --- Giao thức này khác *phức tạp*, *không hiệu hiệu quả về mặt năng lượng* và *độ trễ cao* so với *start networks*.

#### Tree Structure Network

Giới thiệu

The tree structure network bao gồm:

* One grandpa node:
* Several father nodes:
* Several children nodes:

Các node cùng cấp không thể giao tiếp trực tiếp với nhau mà chỉ có thể giao tiếp bằng cách chuyển tiếp.

A picture containing diagram

Description automatically generated

Hình 10. Tree Structure Network

**Ưu điểm:**

* So với *mesh network* :
* The tree structure network routing rules đơn giản hơn mesh routing rules
* Nên, yêu cầu về hardware và software thấp hơn mesh topology.
* Do đó, dễ xây dựng hơn.
* So với *start network*:
* Có thể kết nối nhiều node hơn.
* Phạm vi bao phủ rộng.

**Nhược điểm:**

* Độ trễ cao do nhiều lớp.
* Mạng dễ tổn thương nếu 1 father node is disconnected.

**Thực tế**: số lượng nút cần thiết được đưa ra, do đó, độ trễ là có thể dự đoán và chấp nhận được.

# Tìm hiểu các nghiên cứu, dự án liên quan

# Lựa chọn giải pháp và lên phương án thiết kế

## Cấu trúc tổng quan của hệ thống

Diagram

Description automatically generated

Hình 11. Cấu trúc tổng quan

Graphical user interface, diagram

Description automatically generated

Hình 12. Cấu trúc chi tiết

## Ứng dụng đo nhiệt độ

### Review phòng xông hơi khô

Phòng xông hơi khô có cấu tạo bao gồm:

* Khung phòng với cửa phòng, vách phòng và nóc phòng được làm bằng các loại gỗ cao cấp để đảm bảo độ bền cao
* Máy xông hơi khô tạo hơi nóng trong phòng xông hơi bằng cách làm nóng đá sauna để đá lan tỏa nhiệt khắp phòng
* Bảng điều khiển có cài đặt sẵn thời gian, nhiệt độ thích hợp, người dùng chỉ cần điều chỉnh trước khi bước vào phòng xông hơi là có thể đảm bảo an toàn cho mình

Ngoài 3 thành phần cấu tạo chính ở trên thì phòng xông hơi khô còn có một số phụ kiện khác như nhiệt kế, nhiệt ẩm, ghế, đồng hồ cát, đèn, xô - gáo múc nước, đá sauna... Nguyên lý hoạt động của phòng xông hơi khô chủ yếu dựa vào sự tỏa nhiệt của các viên đá sauna được đặt trên các thanh điện trở và rải khắp phòng. Nhiệt độ lý tưởng của loại phòng xông hơi này là ở vào khoảng từ 50 - 80°C.

Trên thị trường hiện tại có một số phòng xông hơi khô như sau:

*PHÒNG XÔNG HƠI MONACO MC-3017*

KT:1000 x 1000 x 1988mm

Điện áp : AC220V±15%

Tần số : 50Hz ± 5Hz

Công suất máy xông hơi khô: 4kw

Hệ thống thiết bị đi kèm:

Đèn trần : 1 bộ

Cảm biến nhiệt: 1 bộ

Đồng hồ cát: 1 bộ.

Đồng hồ nhiệt kế: 1 bộ.

Xô gáo gỗ: 1 bộ.

Nồi xông khô: 1 bộ

*PHÒNG XÔNG HƠI DAROS HT-1005*

KT:1250x1250x1900 mm

Điện áp : AC 200V±15%

Tần số : 50Hz±5Hz

Công suất: 4kW

Chất liệu:gỗ thông Phần Lan, gỗ hemlock, gỗ tuyết tùng, kính cường lực, ...

Phụ kiện:Đồng hồ cát, đồng hồ nhiêt, bảng điều khiển điện tử chịu nhiệt, ....

Nhiệt độ thường được sử dụng trong phòng xông hơi khô là từ 50-80 độ C, phù hơp với yêu cầu đặt ra của dự án.

### Cảm biến nhiệt độ

Yêu cầu dự án:

* Dải đo: 25oC ÷ 125oC
* Độ chính xác: ±1oC.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| ­­ | LM35 | DS18B20 | DHT11 | SHT31 |
| Dải đo | -55 - 150°C | -55 - 125°C | 0-50°C | -40 - 125°C |
| Độ phân giải | 0.5°C | 0.0625 - 0.5°C(9-12bit) | 1°C(8bit) | 0.015°C |
| Kiểu giao tiếp | Analog | 1 Wire | 1 Wire | I2C |
| Điện áp hoạt động | 4 - 30V | 3 - 5.5V | 3-5.5V | 2.4-5.5V |
| Dòng tiêu thụ | 60µA | Stanby:1000nA Active: 1.5mA | Stanby:100µA Active: 0.2mA | Stanby: 45µA Active:0.8mA |
| Độc chính xác | ±0.5°C@25°C | ±0.5°C | ±2°C | ±0.2°C |
| Thời gian đo 1 mẫu |  | 93.75ms - 750ms (9bit-12bit) | 1s | 2.5-15ms |
| Giá (VNĐ) | 90 000 | 45 000 | 40 000 | 120.000 |

**Nhận xét**: Trên đây là một số loại cảm biến phổ biến trên thị trường cho các ứng dụng đo nhiệt độ:

* DHT11 có dải đo hẹp hơn yêu cầu của dự án.
* SHT31 có dải đo phù hợp cho dự án, sai số nhỏ nhưng giá thành cao khó triển khai với nhiều node.
* LM35 cần sử dụng ADC nhưng có đầu ra tương đối nhỏ so của ADC nên cần IC khuếch đại.
* DS18B20 với mạch ổn định tín hiệu đầu ra, độ phân giải cao, đồng thời giá thành hợp thành.

**Kết luận:** sử dụng cảm biến DS18B20.

### Hiển thị

Yêu cầu dự án: Độ phân giải hiển thị: 0.1°C

Sử dụng led 7 thanh:

A picture containing text

Description automatically generated

Hình 13 Led 7 Thanh 0.56 Katot Chung Sáng Đỏ

* Màu hiển thị: Màu đỏ.
* K chung (K katode).
* Số led: như phân loại đã chọn.
* Số chân: 10 chân.
* Kích thước: 0.56 inch.
* Điện áp: 2.2V.
* Dòng tối đa chạy qua mỗi LED là 25mA.
* Dòng chạy bình thường: 10mA. Nếu nguồn 5V thì mỗi Led phải nối với 1 điện trở 220R (dòng chạy qua mỗi led 13mA).

## Bộ Vi điều khiển

Đề xuất sử dụng vi điều khiển ESP32 do giá thành hợp lí đồng thời lại có tích hợp sẵn Wi-Fi và BLE.

**Core**

A screenshot of a computer

Description automatically generated with low confidence

Hình 14.

* CPU: Được đặt tên là “PRO\_CPU” và “APP\_CPU” Xtensa Dual-Core LX6. Khi chúng ta dùng FreeRTOS sẽ ứng với Core 0 và Core 1 (protocol cpu và application cpu).
* 32 bit.
* Tốc độ xử lý 160MHZ - 240 MHz.
* Tốc độ xung nhịp đọc flash chip 40mhz 80mhz (tùy chỉnh khi lập trình)
* ROM:448 Kbyte ROM
* 4MB external FLASH
* RAM: 520 KByte SRAM, 520 KB SRAM liền chip –(trong đó 8 KB RAM RTC tốc độ cao – 8 KB RAM RTC tốc độ thấp (dùng ở chế độ DeepSleep).

**Ngoại vi**

Graphical user interface, application

Description automatically generated

Hình 15

18 kênh Bộ chuyển đổi Analog-to-Digital (ADC) , 3xSPI, 3xUART, 2xI2C, 16 kênh đầu ra PWM, 2 Bộ chuyển đổi Digital-to-Analog (DAC), 2 x I2S, 10 GPIO cảm biến điện dung.

Các tính năng ADC và DAC được gán cho các chân cố định. Tuy nhiên, có thể quyết định các chân nào là UART, I2C, SPI, PWM, v.v. – chúng ta chỉ cần khai báo trong code. Điều này có thể thực hiện được do tính năng ghép kênh của chip ESP32.

**Ultra-Low Power**

Graphical user interface, application, icon

Description automatically generated

Hình 16

Vấn đề năng lượng luôn luôn quan trọng. Và năng lượng 1 điều hạn chế của ESP là nó tương đối ngốn điện.

* Sleep mode : là trạng thái ESP32 tiết kiệm năng lượng của ESP32 khi không sử dụng. Năng lượng chỉ đủ truyền cho RAM để lưu trữ dữ liệu.
* Chế độ Hoạt động : Tất cả tính năng hoạt động. Dòng chip yêu cầu là 240mA, đôi khi nếu sử dụng cả Bluetooth và wifi có thể lên tới 790mA.
* Light Sleep : Tắt hết Wifi, BLE, RAM và CPU được định mức clock, dòng tiêu thụ ~0.8mA.
* Deep Sleep : Ở chế độ ngủ sâu, CPU, hầu hết RAM và tất cả ngoại vi bị tắt. Các phần của chip vẫn được bật là: bộ điều khiển RTC, ngoại vi RTC ( bộ đồng xử lý ULP) và RTC memories. Dòng tiêu thụ 15µA 0.15mA.
* Hibernate: Mọi thứ khác đều bị tắt ngoại trừ chỉ một bộ đếm thời gian RTC và một số GPIO RTC đang hoạt động. Chúng chịu trách nhiệm đánh thức chip khỏi Hibernate.

**Wi-Fi**

Logo

Description automatically generated

Hình 17

* 802.11 b/g/n/e/i (Wi-Fi 2,4 GHz).
* Station mode (STA hay Wi-Fi client). ESP32 sẽ kết nối tới các điểm truy cập.
* Hoạt động như một điểm truy cập (Access Ponit mode hay Soft-AP). Nó giống như trung tâm của mọi thông tin liên lạc. Các Station sẽ kết nối tới ESP32(lúc này là Access-Point).
* AP-STA mode ESP32 sẽ đồng thời là điểm truy cập và truy cập đến điểm khác.
* Các chế độ bảo mật khác nhau cho những điều trên (WPA, WPA2, WEP, v.v.).
* Lưu ý: Không thể sử dụng chân ADC2 khi sử dụng Wi-Fi.

**Bluetooth**

* Bluetooth: v4.2 BR/EDR và BLE
* Việc hỗ trợ cả bluetooth khiến ESP32 có thể tương tác với các thiết bị như là bàn phím, chuột, điện thoại khi mà không có
* Bluetooth và Wi-Fi có thể chạy song song nhau nhưng việc gửi nhận dữ liệu phải xảy ra tuần tự không thể đồng thời nhận gói tin Bluetooth và nhận dữ liệu với Wifi. Bởi vì dù có 2 core riêng nhưng lại chung ăng-ten. Việc chạy song song 2 chức năng này cũng làm cho ESP32 ngốn rất nhiều năng lượng.

## Nguồn cấp

Công suất tiêu thụ của node cảm biến:

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Linh kiện | Trạng thái hoạt động | Dòng (mA) | Điện áp (V) | Công suất tiêu thụ (mW) |
| DS18B20 | Standby | 0.0000001 | 3.3 | 0.000000033 |
| Active | 1.5 | 4.95 |
| Esp32 | Wifi TX/RX | 240 | 3.3 | 792 |
| Modem - sleep | 68 | 66 |
| Light - sleep | 0.8 | 6.6 |
| Deep-sleep | 0.02 | 0.66 |
| Power of | 0.001 | 0.00165 |
| Led cảnh báo | Active | 6 | 1.2 | 7.2 |
| Led 7 thanh | Active | 20 | 2.2 | 44 |

Tổng công suất tiêu thụ của node: 848.17 mW

Pin lựa chọn: Li-Po 3.7V dung lượng 2000mAh.

# Thử nghiệm và Đánh giá

# Hoàn thiện sản phẩm

# Kết luận

(Đối chiếu lại kế hoạch dự kiến ở mục Tổ chức thực hiện, Nếu có thay đổi thì cần ghi rõ những phần thay đổi so với Kế hoạch, nêu lý do)

Nguyễn Văn A

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Mô tả (tính năng, thông số,…) | Kết quả cần đạt | Thời gian thực hiện thực tế (theo tuần) | Trạng thái (hoàn thành, chư hoàn thành, không thực hiện) và kết quả đã đạt được so với dự kiến |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Nguyễn Văn B

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Mô tả (tính năng, thông số,…) | Kết quả cần đạt | Thời gian thực hiện thực tế (theo tuần) | Trạng thái (hoàn thành, chư hoàn thành, không thực hiện) và kết quả đã đạt được so với dự kiến |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |

Nguyễn Văn C

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Nội dung | Mô tả (tính năng, thông số,…) | Kết quả cần đạt | Thời gian thực hiện thực tế (theo tuần) | Trạng thái (hoàn thành, chư hoàn thành, không thực hiện) và kết quả đã đạt được so với dự kiến |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |