



ĐẠI HỌC  
BÁCH KHOA HÀ NỘI  
HANOI UNIVERSITY  
OF SCIENCE AND TECHNOLOGY

# BÁO CÁO: Mạng cảm biến không dây

Giảng viên:

PGS.TS Lê Minh Thùy

Nhóm sinh viên thực hiện

Nhóm 5

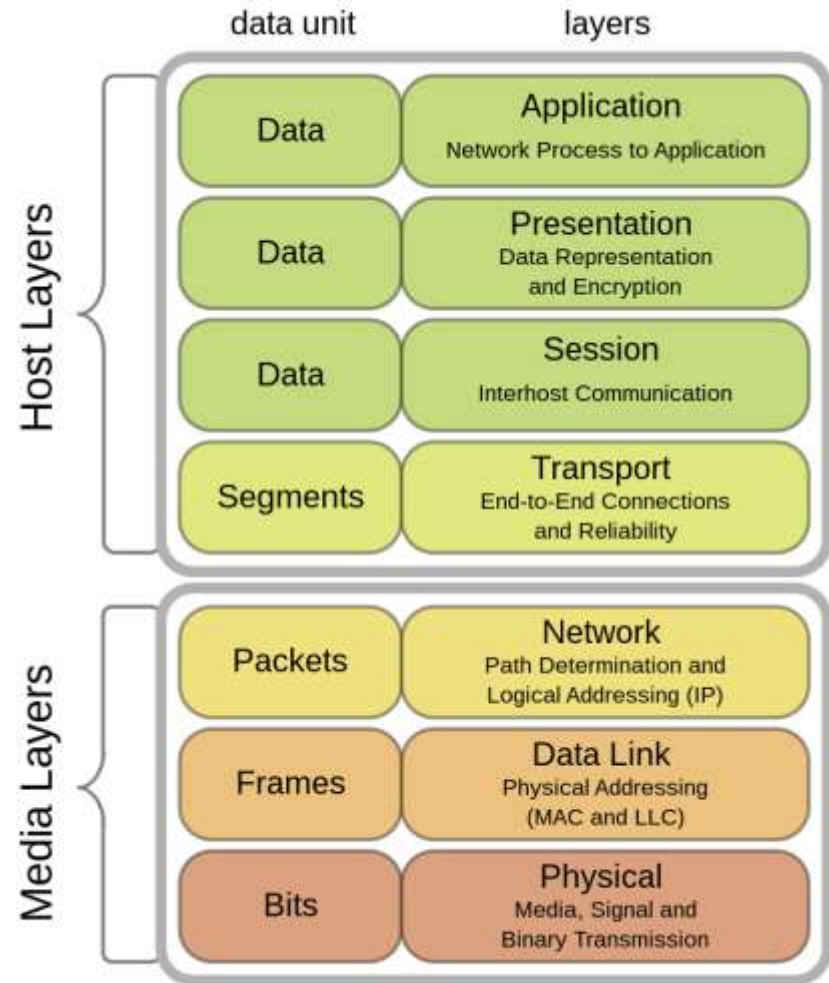
Trình bày về chuẩn 802.15.4 và các công nghệ truyền tin không dây

ONE LOVE. ONE FUTURE.

1. Trình bày về mô hình OSI và chuẩn 802.15.4
2. Trình bày về công nghệ Bluetooth và BLE Mesh
3. Trình bày về công nghệ Zigbee
4. Trình bày về công nghệ WiFi

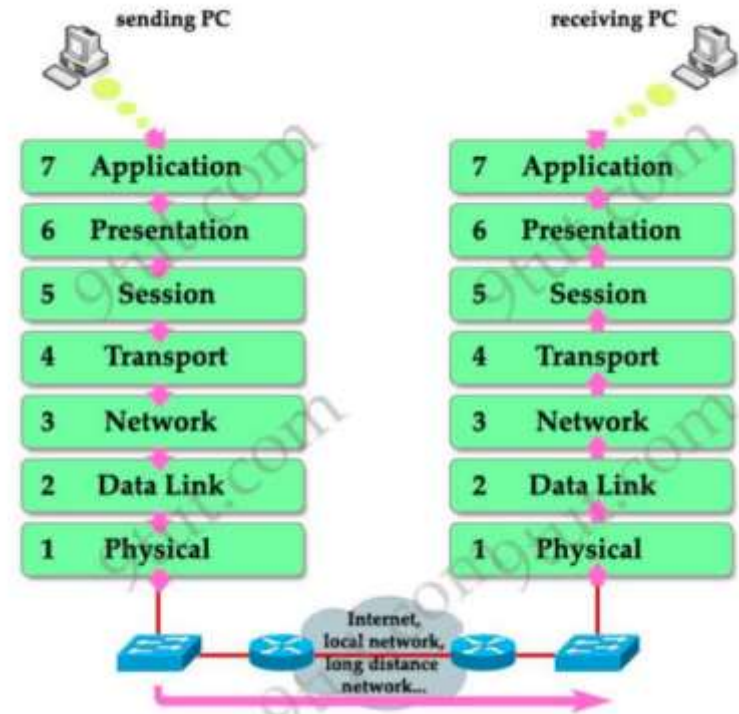
# 1. Trình bày về mô hình OSI và chuẩn 802.15.4

- Tầng 1: Tầng vật lý (*Physical Layer*)
- Tầng 2: Tầng liên kết dữ liệu (*Data-Link Layer*)
- Tầng 3: Tầng mạng (*Network Layer*)
- Tầng 4: Tầng giao vận (*Transport Layer*)
- Tầng 5: Tầng phiên (*Session layer*)
- Tầng 6: Tầng trình diễn (*Presentation layer*)
- Tầng 7: Tầng ứng dụng (*Application layer*)



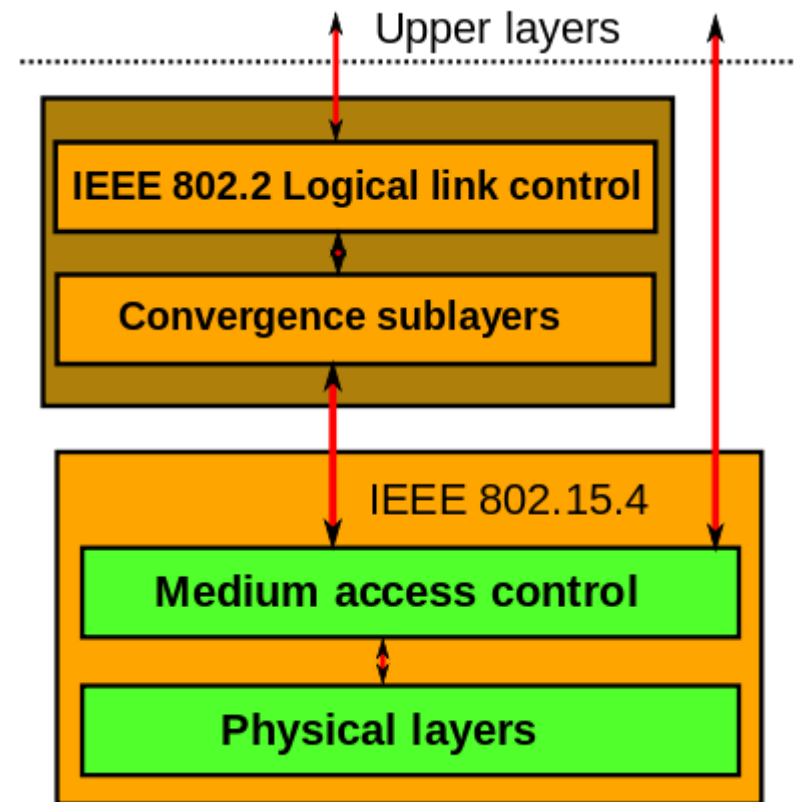
# Nguyên tắc của mô hình OSI

- Tầng dưới cung cấp dịch vụ cho các tầng trên nó. Các tầng trên sẽ gửi yêu cầu dữ liệu xuống tầng dưới và nhận được kết quả. Các tầng trên không quan tâm cách thức hoạt động của các tầng dưới.
- Phân lớp giao tiếp ngang hàng giữa 2 host với nhau, nhưng các lớp ngang hàng nay muốn giao tiếp được với nhau phải thông qua hoạt động của các lớp dưới. Các loại dữ liệu sẽ đi lần lượt từ lớp trên xuống lớp dưới, cuối cùng đến tầng vật lý sẽ biến đổi thành các tín hiệu để đến được host 2 và tiếp tục đi lên lớp ngang hàng của host 1.



# Chuẩn 802.15.4

- IEEE 802.15.4 là tiêu chuẩn kỹ thuật xác định hoạt động của mạng khu vực cá nhân không dây tốc độ thấp (LR-WPAN). Nó định nghĩa các lớp vật lý và MAC cho LR-WPAN và được duy trì bởi nhóm làm việc IEEE 802.15, nhóm đã xác định tiêu chuẩn vào năm 2003. IEEE 802.15.4 thường được sử dụng trong các giao thức mạng không dây như Zigbee, 6LoWPAN và WirelessHART để cung cấp các tính năng mạng phức tạp hơn cho các ứng dụng cụ thể.
- IEEE 802.15.4 định nghĩa lớp Physical (PHY) và lớp con của Data Link là Medium Access Control (MAC) .



- **Lớp PHY (Physical Layer):**

- **Chế độ hoạt động:** Bao gồm chế độ truyền và chế độ nhận.
- **Tần số hỗ trợ:** Từ 868 MHz đến 2.4 GHz.
- **Loại chế độ truyền:** Truyền thông thường, truyền nhanh, và truyền siêu nhanh.
- **Chức năng:** Xử lý việc truyền và nhận khung dữ liệu, điều chỉnh công suất phát, và quản lý đồng bộ hóa thời gian.

- **Lớp MAC (Media Access Control):**

- **Chế độ hoạt động:** Bao gồm chế độ không đồng bộ và chế độ đồng bộ.
- **Chức năng:** Quản lý việc truy cập vào phương tiện truyền thông, xác định cách truyền và nhận khung dữ liệu, quản lý địa chỉ, kiểm soát xung đột, kiểm tra xung đột, đa truy nhập, và đồng bộ hóa thời gian.



# 1. Bluetooth Low Energy (BLE)

**Bluetooth Low Energy (BLE)** là một chuẩn kết nối không dây tiết kiệm năng lượng, được phát triển bởi Bluetooth SIG (Special Interest Group), một tổ chức chuyên về việc phát triển các công nghệ không dây. BLE đã được giới thiệu lần đầu tiên vào năm 2010 và nhanh chóng trở thành một trong những chuẩn kết nối không dây phổ biến nhất trên thế giới.



# BLE và Bluetooth Classic

## Bluetooth® Classic

### Solution Areas



AUDIO STREAMING



DATA TRANSFER

### Device Communication



POINT-TO-POINT

### Basic Rate/Enhanced Data Rate Radio



SPECTRUM: 2.4 GHz ISM band

CHANNELS: 79 one MHz channel with Adaptive Frequency Hopping

BIT RATES: 1 Mb/s, 2 Mb/s, 3 Mb/s

## Bluetooth® Low Energy

### Solution Areas



AUDIO STREAMING



DATA TRANSFER



LOCATION SERVICES



DEVICE NETWORKS

### Device Communication



POINT-TO-POINT



BROADCAST



MESH

### Device Positioning



PRESENCE



DISTANCE



DIRECTION

### Low Energy Radio



SPECTRUM: 2.4 GHz ISM band

CHANNELS: 40 two MHz channel with Adaptive Frequency Hopping

BIT RATES: 125 Kbps, 500 Kbps, 1 Mbps, 2 Mbps



# Nguyên lý hoạt động

BLE hoạt động bằng cách sử dụng tần số 2,4 GHz để truyền thông tin giữa các thiết bị. Nó sử dụng một giao thức kết nối hai bước để thiết lập kết nối giữa hai thiết bị BLE: Giao thức kết nối và Giao thức giao tiếp:

1. Giao thức kết nối là quá trình mà hai thiết bị BLE trao đổi các thông tin để thiết lập kết nối giữa chúng. Giao thức này bao gồm hai giai đoạn: quảng bá và kết nối.

- Trong giai đoạn quảng bá, thiết bị BLE sẽ gửi các thông điệp quảng bá đến các thiết bị khác trong vùng phủ sóng của nó. Các thông điệp này chứa các thông tin cơ bản về thiết bị như tên, địa chỉ MAC và loại thiết bị. Các thiết bị khác trong vùng phủ sóng có thể nhận thông điệp này và quyết định liệu chúng có muốn kết nối với thiết bị gửi thông điệp hay không.
- Trong giai đoạn kết nối, khi một thiết bị nhận được yêu cầu kết nối từ một thiết bị khác, nó sẽ phản hồi bằng một thông điệp kết nối và thiết lập kết nối giữa hai thiết bị. Sau khi kết nối được thiết lập, hai thiết bị sẽ chuyển sang giai đoạn giao tiếp.

2. Giao thức giao tiếp là quá trình mà hai thiết bị BLE trao đổi các thông tin dữ liệu. Nó sử dụng một giao thức chuyển giao dữ liệu hai chiều, cho phép hai thiết bị gửi và nhận dữ liệu đồng thời. Các thông điệp dữ liệu này có thể chứa các thông tin về trạng thái của thiết bị, dữ liệu cảm biến, âm thanh hoặc hình ảnh.

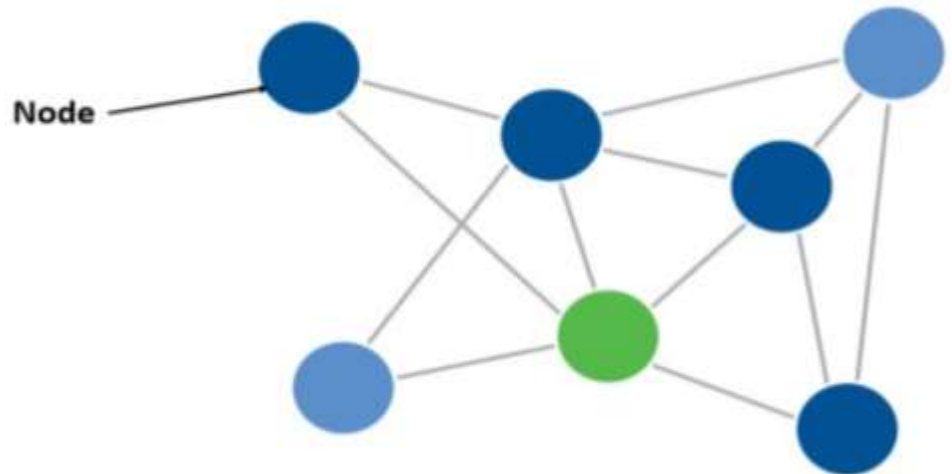
# Ưu điểm và nhược điểm

Ưu điểm	Nhược điểm
<ul style="list-style-type: none"><li>• Tiêu thụ rất ít năng lượng so với các giao thức khác.</li><li>• Độ tin cậy cao.</li><li>• Chi phí thấp: Do ít phần cứng và tiêu thụ ít năng lượng.</li><li>• Tích hợp trên hầu hết các smartphone.</li><li>• Thời gian trễ, bao gồm thiết lập kết nối và truyền tải thấp: 6 ms</li><li>• Ổn định, tính bảo mật cao</li><li>• Có khả năng mở rộng</li><li>• Hạn chế nhiều bởi khả năng chia kênh tần số</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>- Tốc độ truyền dữ liệu thấp: 125Kbps – 2Mbps</li><li>- Khoảng cách hạn chế: &lt;30m trong thực tế</li></ul>

## 2. Bluetooth Mesh

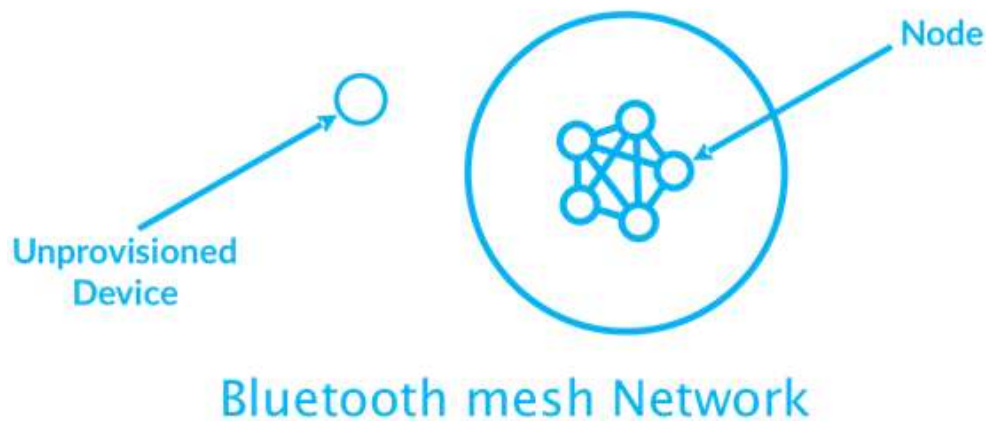
**Bluetooth Low Energy Mesh (BLE Mesh )** là một mô hình mạng hoạt động dựa trên nền công nghệ BLE, có Specification được giới thiệu lần đầu tiên vào năm 2017. Với mô hình mạng lưới hoạt động theo kiểu many – to –many , có thể giải quyết vấn đề về khoảng cách truyền tải xa mà BLE không thể đáp ứng.

BLE Mesh sử dụng chế độ Advertising - Scanning để truyền và nhận các gói tin.



# Device, Node and Element

**Device** là một thiết bị không thuộc mạng BLE Mesh, được gọi là thiết bị chưa được cấp phát (Unprovisioned Device). Trong khi đó, **Node** là một thiết bị đã được cấp phát và hoạt động như một thành phần trong mạng.



**Element** là các phần tử bên trong một Node.

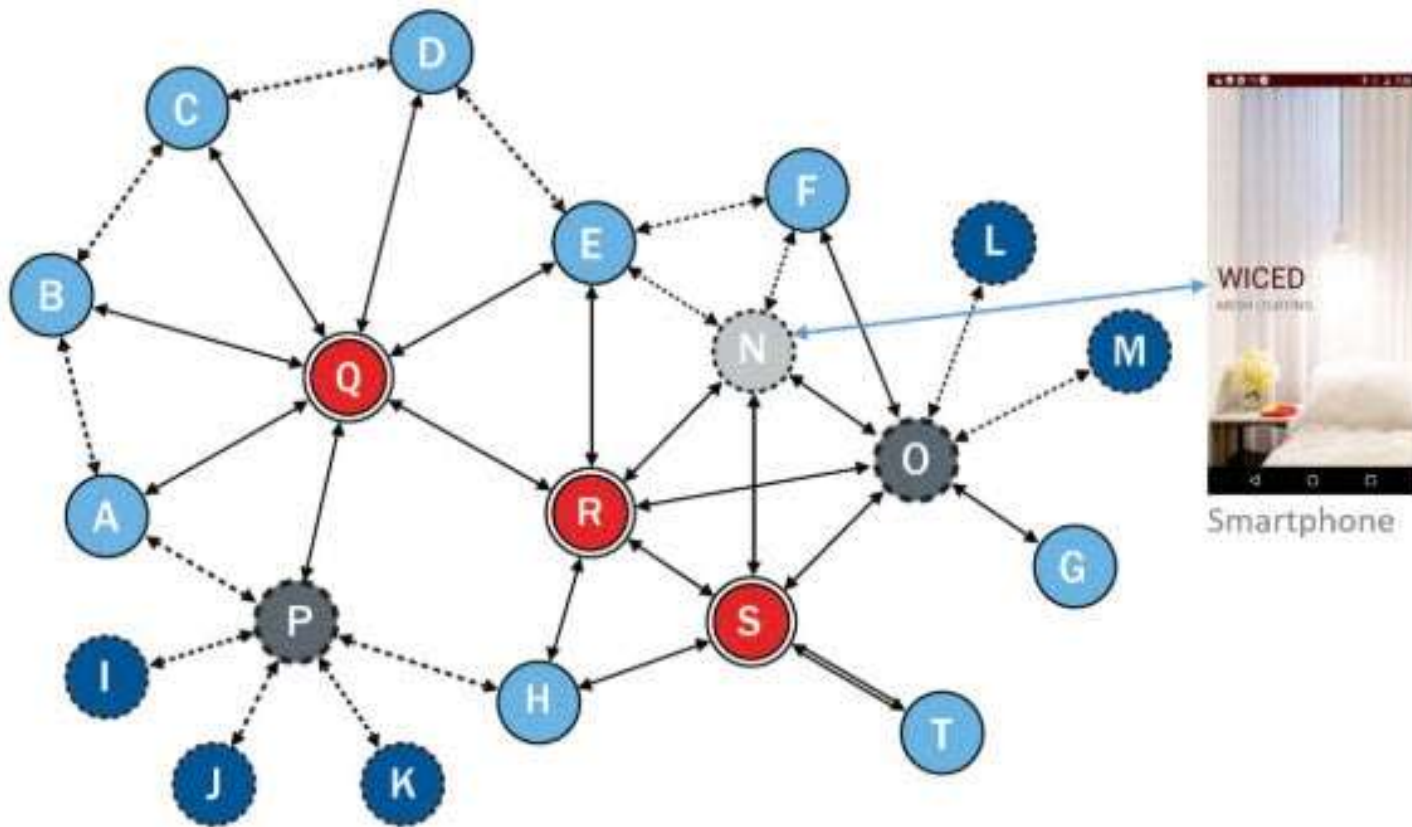
# States and Messages

**Trạng thái (State)** là giá trị đại diện cho trạng thái hiện tại của một phần tử trong Node.

Mỗi tin nhắn (**Message**) được tổ chức bao gồm 3 phần chính là mã (**Opcode**), các thông số (**Parameter**) và các hành vi (**Behavior**). Với phần mã Opcode, ta có thể chia ra thành 3 loại tin nhắn trong mạng, bao gồm: **GET**, **SET** và **STATUS**

Các tin nhắn khi truyền đi được chia thành hai loại chính, bao gồm: Gói tin phản hồi (có ACK) và Gói tin không phản hồi (không có ACK).

# Các loại Node



**BLUETOOTH MESH NODE TYPES**

Relay Node

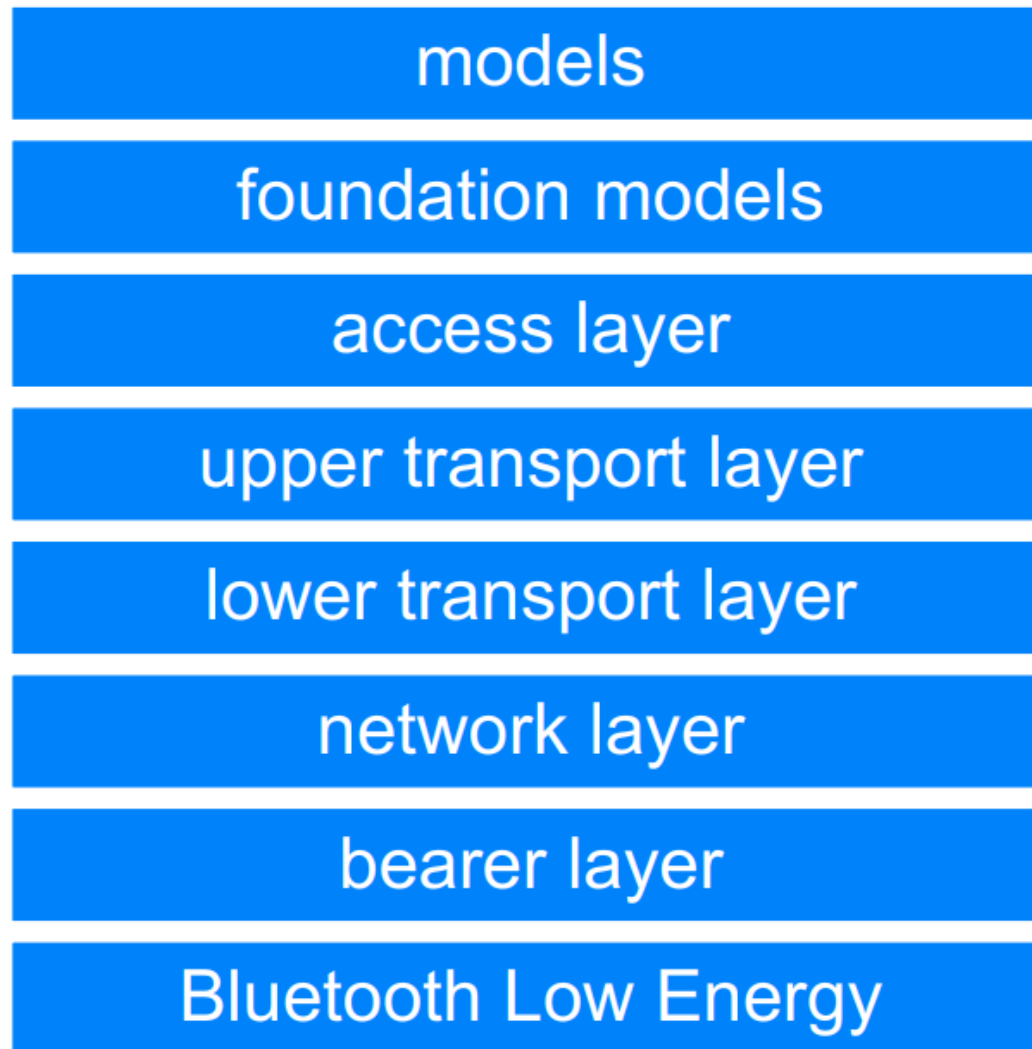
Low Power Node

Friend Node

Proxy Node

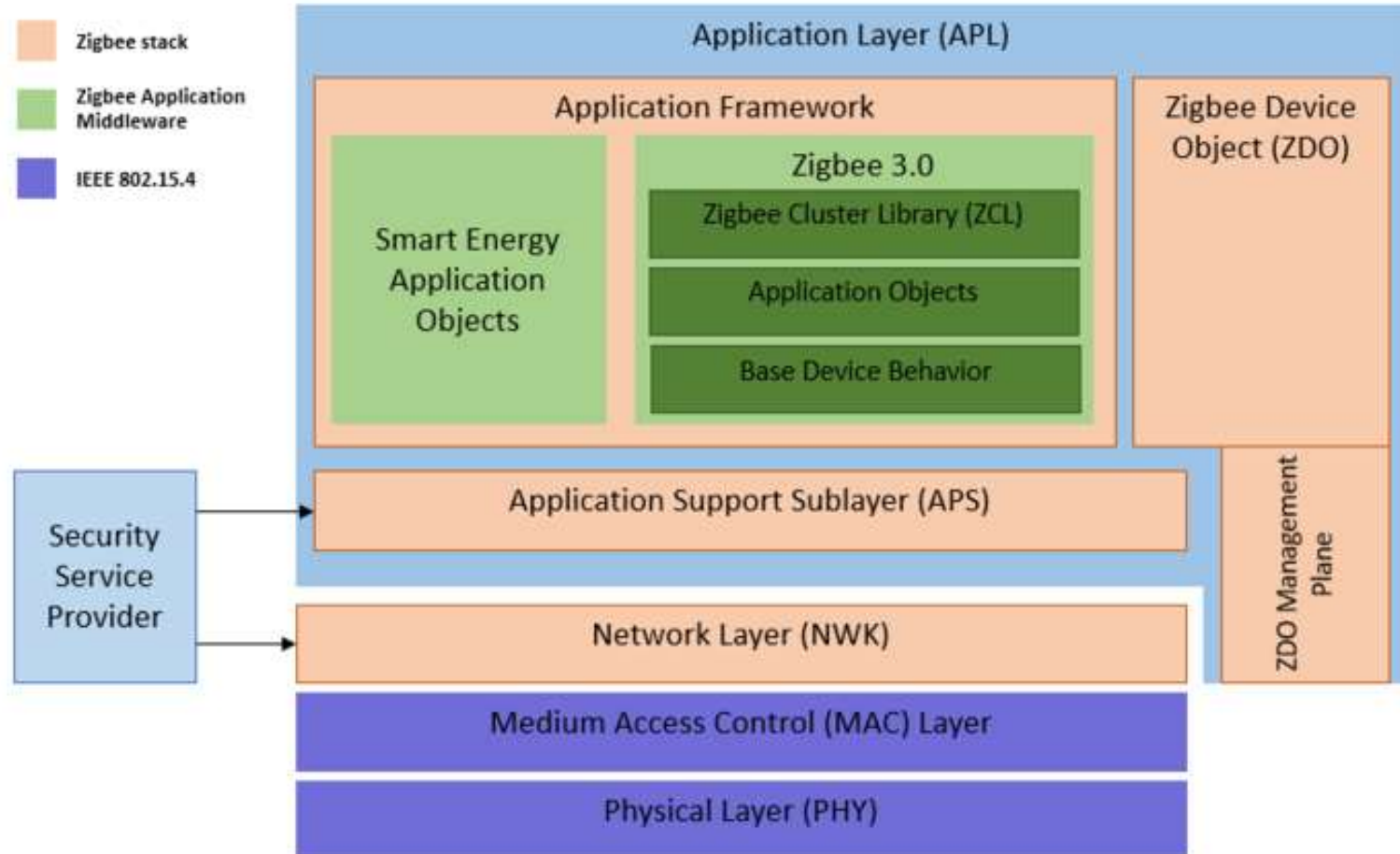


# Kiến trúc hệ thống Bluetooth Mesh



# 3. Zigbee

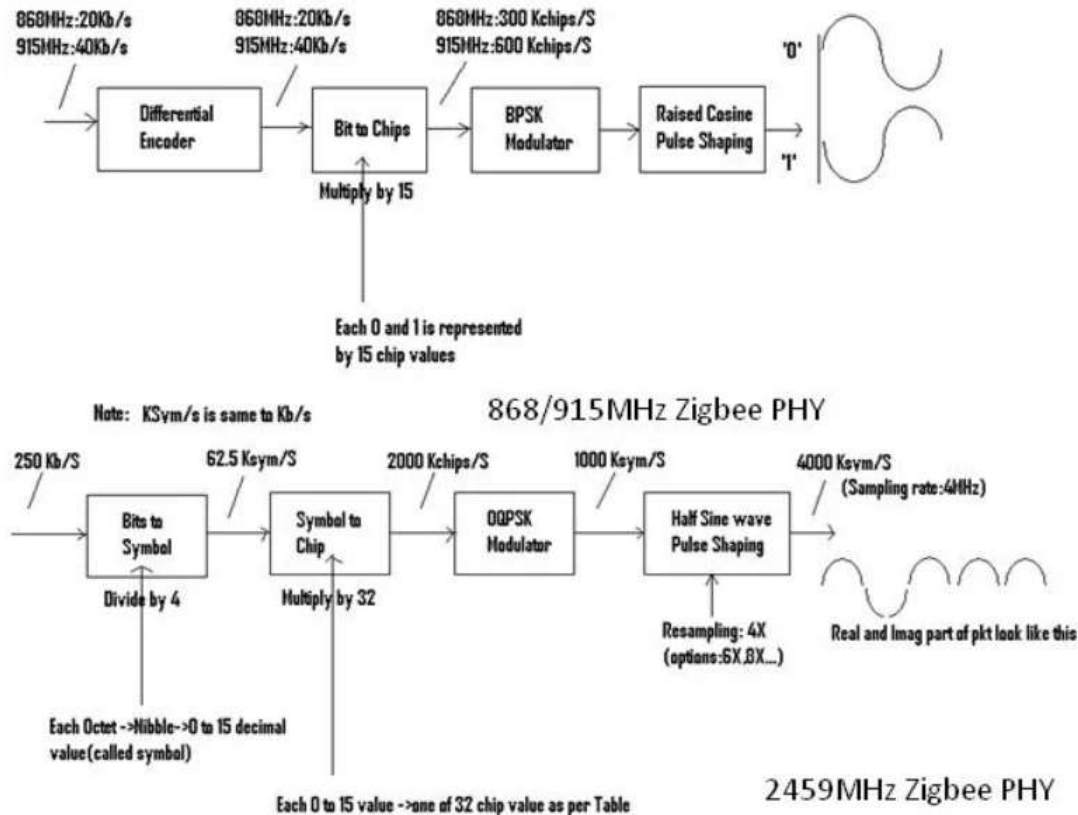
## 3.1. Giao thức Zigbee



# 3. Zigbee

**Physical Layer:** Lớp vật lý dịch các gói dữ liệu ở dạng bit không dây để truyền và ngược lại trong quá trình nhận.

## Zigbee Physical Layer



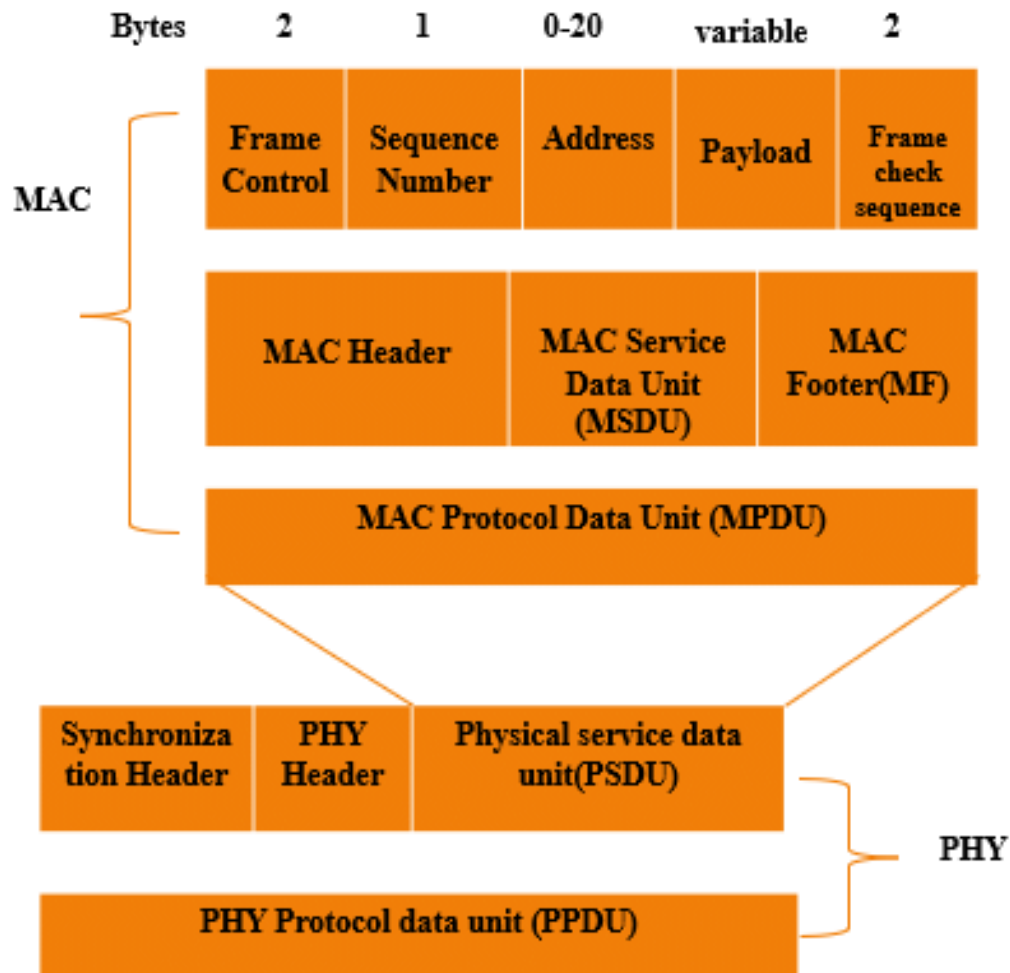
# 3. Zigbee

## MAC Layer

MAC layer chịu trách nhiệm về giao tiếp giữa Physical layer và Network layer. Lớp MAC cũng chịu trách nhiệm cung cấp PAN ID và khám phá mạng thông qua beacon request.

MAC frame sử dụng 2 byte điều khiển. Bit 0-2 chỉ loại frame, là 1 trong 4 loại sau:

- **Beacon frame(000):** scan networks
- **Data frame(001):** dùng để gửi data từ những lớp cao hơn
- **Acknowledgement frame(010)**
- **MAC command(011)**



### 3. Zigbee

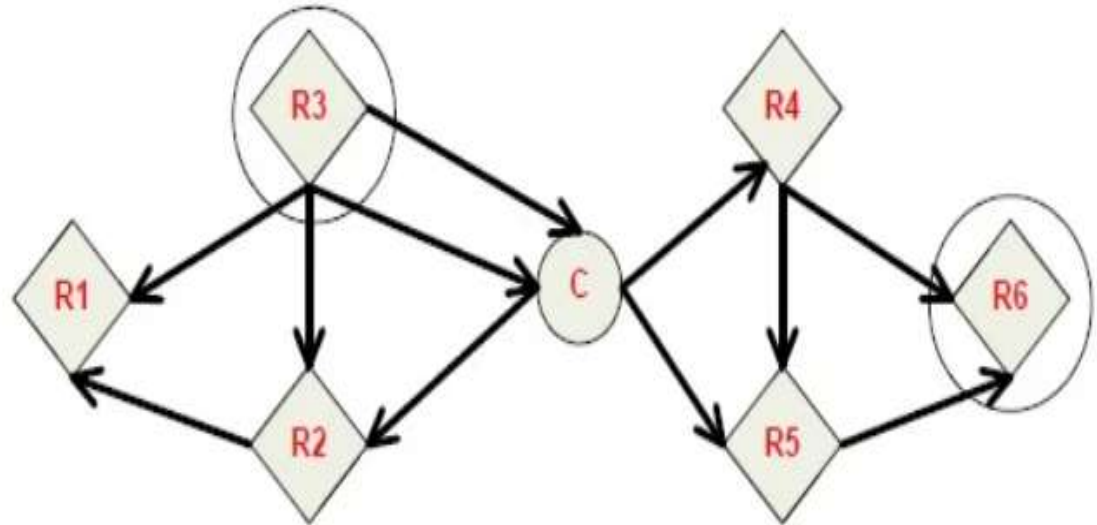
**Network Layer:** lớp này hoạt động như một trung gian giữa lớp MAC và lớp ứng dụng, và chịu trách nhiệm về mạng lưới

Lớp mạng chịu trách nhiệm cho việc xây dựng, duy trì cấu trúc mạng, đặt tên, định tuyến và bảo mật.

Zigbee xác định 2 loại thiết bị:

- **FFD (full feature device)** có thể đảm nhiệm mọi vai trò trong mạng (C, R, E).
- **RFD (reduced feature device)** chỉ hỗ trợ vai trò thiết bị cuối.

#### Zigbee Network Layer



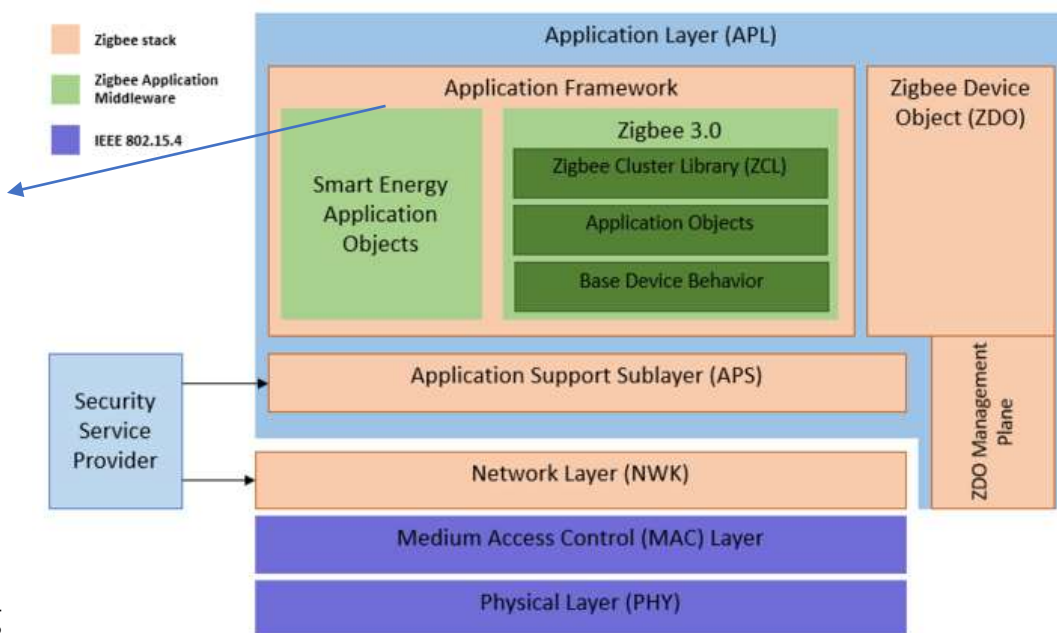
# 3. Zigbee

Lớp ứng dụng: là lớp giao thức cao nhất trong kiến trúc Zigbee, nó bao gồm lớp hỗ trợ ứng dụng (application support sub-layer) và đối tượng thiết bị Zigbee. Lớp ứng dụng chứa các ứng dụng do nhà sản xuất quy định.

## Application support sub-layers(APS)

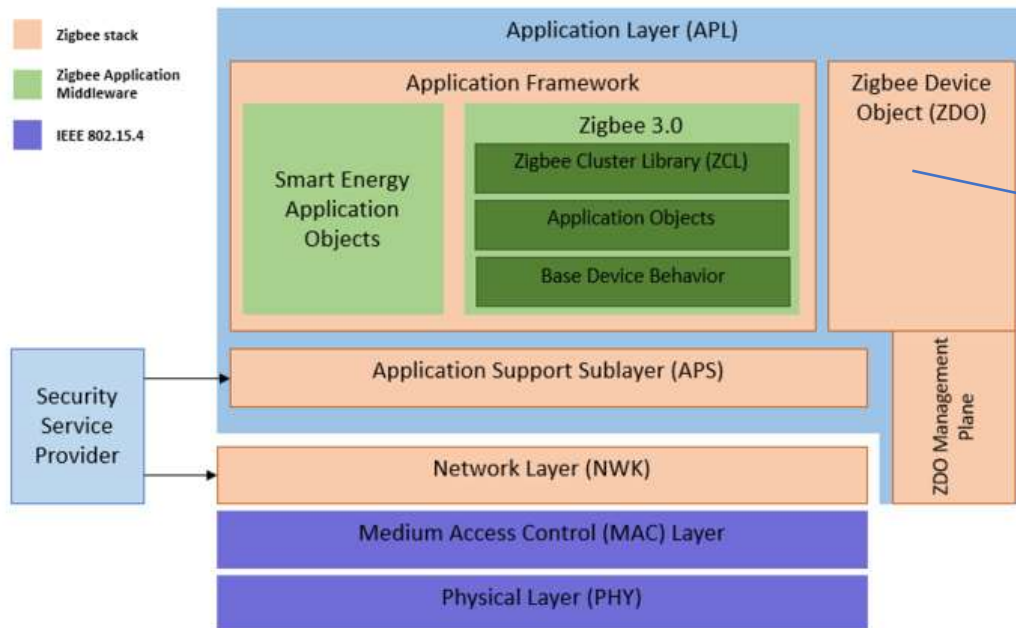
APS cung cấp một giao diện giữa lớp mạng (NWK) và lớp ứng dụng thông qua một tập hợp các dịch vụ chung mà cả ZDO và các đối tượng ứng dụng được định nghĩa bởi nhà sản xuất đều sử dụng. APS chịu trách nhiệm cho:

- Quản lý liên kết
- Chuyển tiếp tin nhắn
- Xác định và quản lý nhóm
- Ánh xạ địa chỉ từ 64 bit mở rộng sang 16 bit NWR
- Phân đoạn và tái tổng hợp các gói tin
- Công cụ vận chuyển data tin cậy





# 3. Zigbee

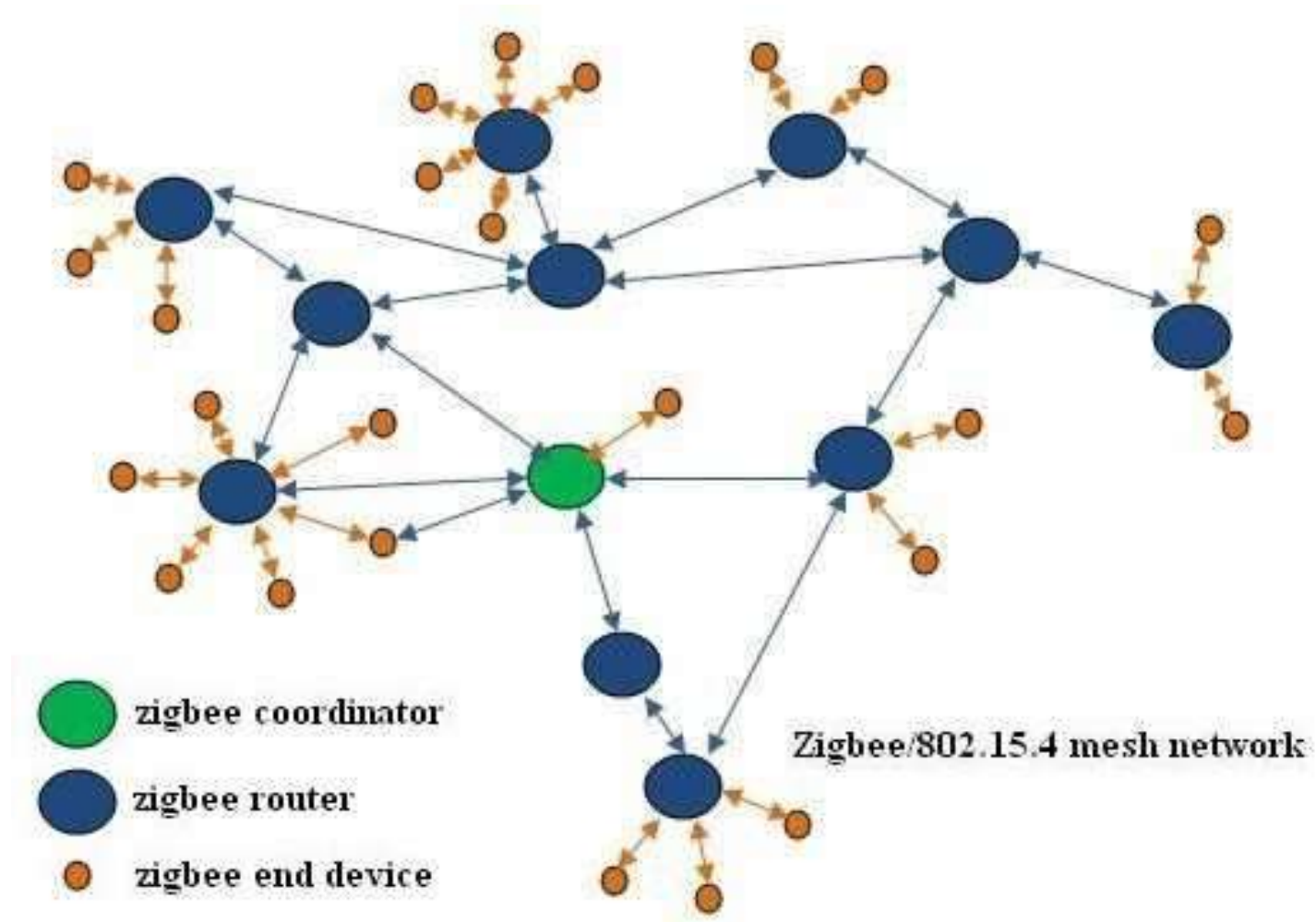


Zigbee device object (ZDO)

ZDO đảm nhiệm chức năng quản lý thiết bị và chức năng giao tiếp:

- Khởi tạo lớp APS và NWK
- Quản lý mạng, bao gồm xác định chế độ hoạt động của thiết bị (C, R, E)
- Quản lý bảo mật
- Khởi tạo, phản hồi yêu cầu liên kết

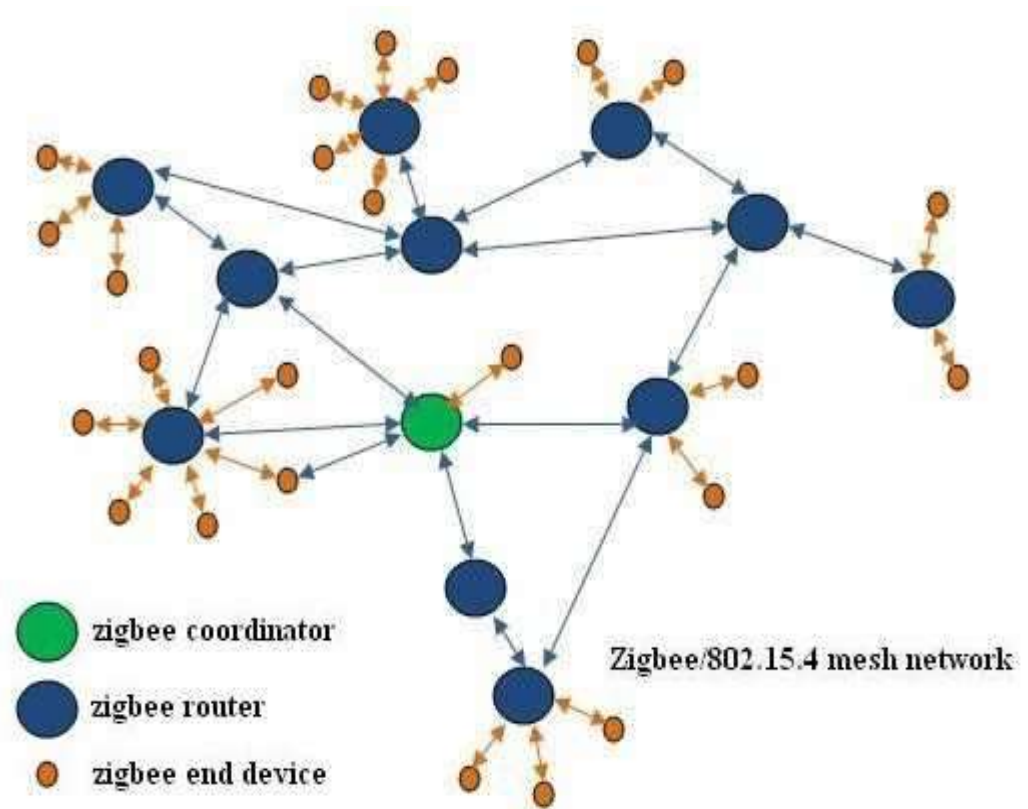
## 4. Zigbee network



# 4. Zigbee network

## Coordinator

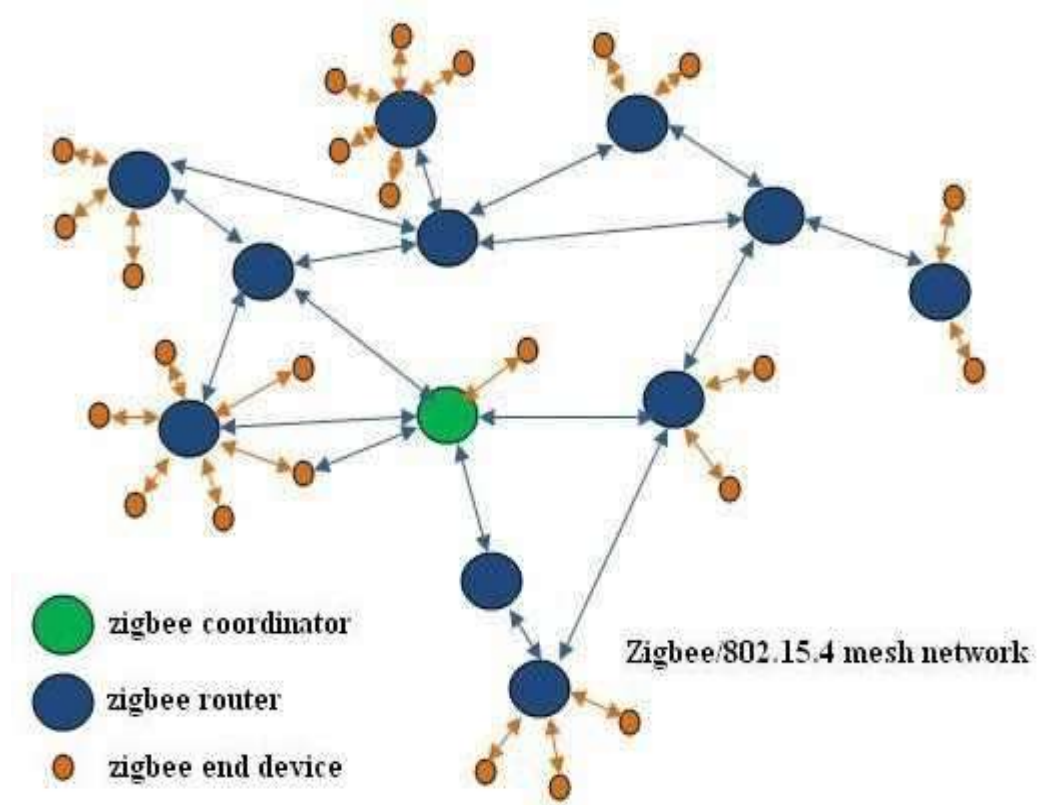
- Thiết bị gốc luôn luôn phải được cài đặt đầu tiên để thiết lập dịch vụ mạng, nó sẽ khởi tạo mới một mạng PAN, sau đó những thành phần khác như router và thiết bị cuối có thể tham gia vào mạng (PAN)
- Chịu trách nhiệm lựa chọn kênh và PAN ID.
- Có thể hỗ trợ lan truyền data thông qua mạng lưới và chấp nhận yêu cầu tham gia mạng từ router và thiết bị cuối.
- Không thể vào trạng thái ngủ (sleep mode)



# 4. Zigbee network

## Router

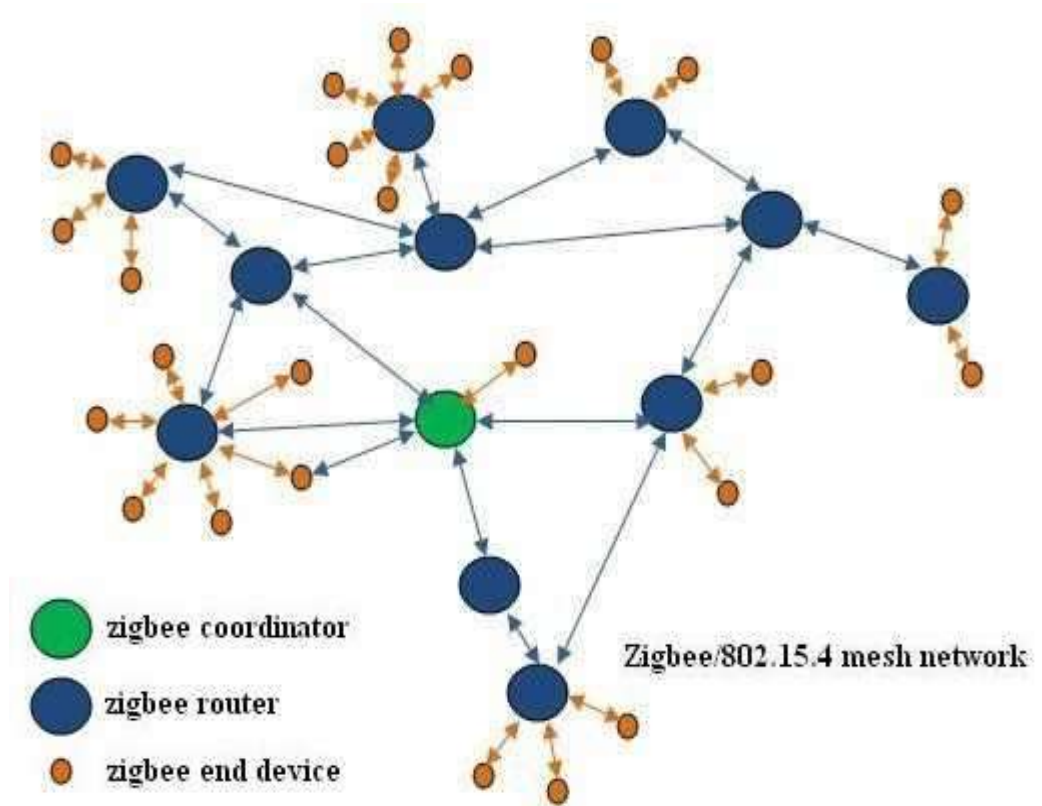
- Router đầu tiên cần tham gia mạng, sau đó nó có thể cho phép các router khác và thiết bị cuối tham gia mạng.
- Không vào sleep mode



# 4. Zigbee network

## End device

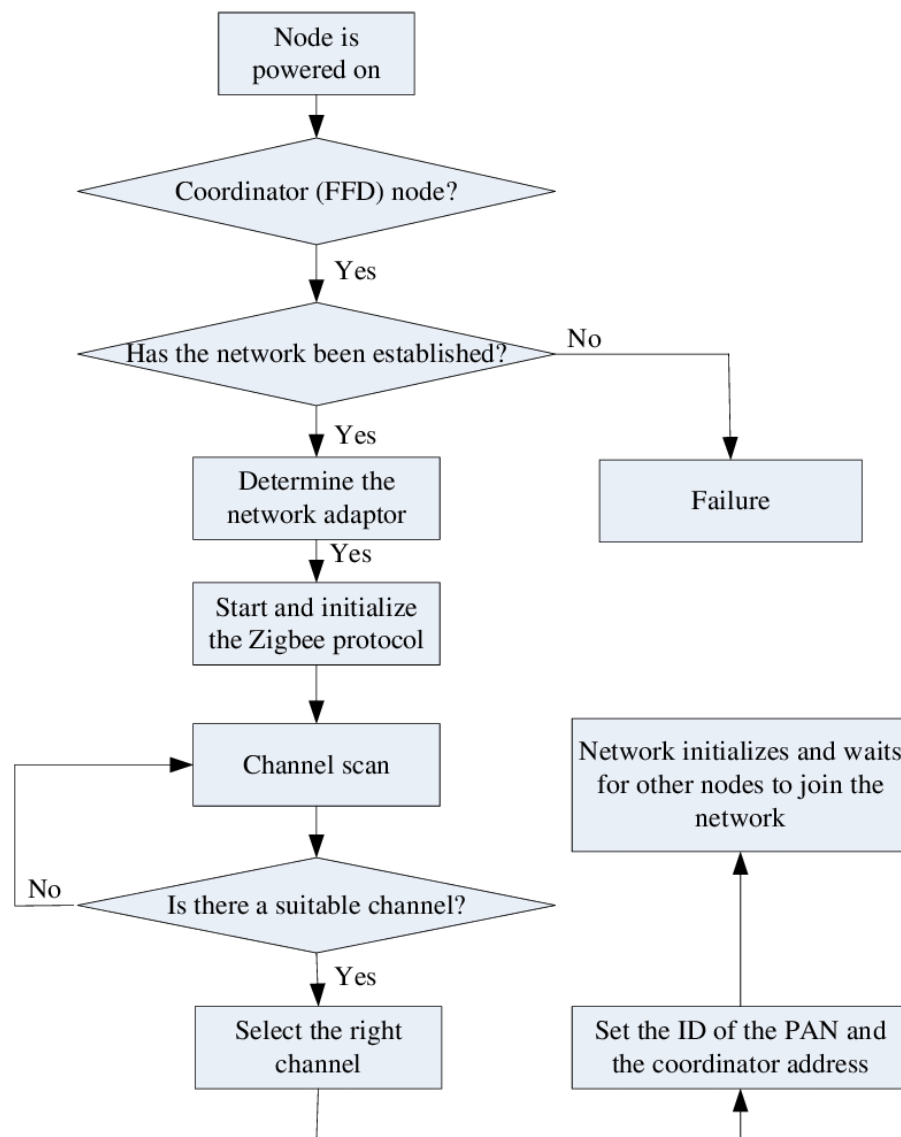
- Không thể cho phép những thiết bị khác tham gia mạng, không hỗ trợ truyền data qua mạng.
- Được cấp nguồn từ pin và không hỗ trợ thiết bị con



# 4. Zigbee network

## Thiết lập mạng Zigbee

- Coordinator tìm kiếm kênh RF phù hợp có thể sử dụng và không ảnh hưởng đến tần số mạng LAN không dây đang sử dụng. Bởi vì mạng WLAN cũng hoạt động ở băng tần 2.4 GHz. Điều này được thực hiện trên tất cả 16 kênh.
- Coordinate khởi tạo mạng bằng cách gán một PAN ID cho mạng. Việc gán được thực hiện theo 2 cách: thủ công (được cấu hình trước) và dynamic (bằng cách quét các PAN ID của các mạng khác đang hoạt động gần đó để tránh xung đột. Tại đây coordinator cũng gán địa chỉ mạng cho chính nó.
- Bây giờ, coordinator đã hoàn thành việc cấu hình và sẵn sàng chấp nhận các yêu cầu tham gia mạng từ các router và thiết bị cuối muốn tham gia vào PAN.
- Ngoài ra, Coordinator cũng gửi một broadcast beacon request frame trên kênh tĩnh còn lại, được gọi là beacon scan hay PAN scan. Bằng cách này, coordinator nhận được PAN ID của các router và thiết bị cuối gần đó. Nó cũng biết được router hay thiết bị cuối có cho phép tham gia mạng hay không.
- Bây giờ, R/E có thể tham gia mạng bằng cách gửi yêu cầu kết hợp đến C => C sẽ phản hồi

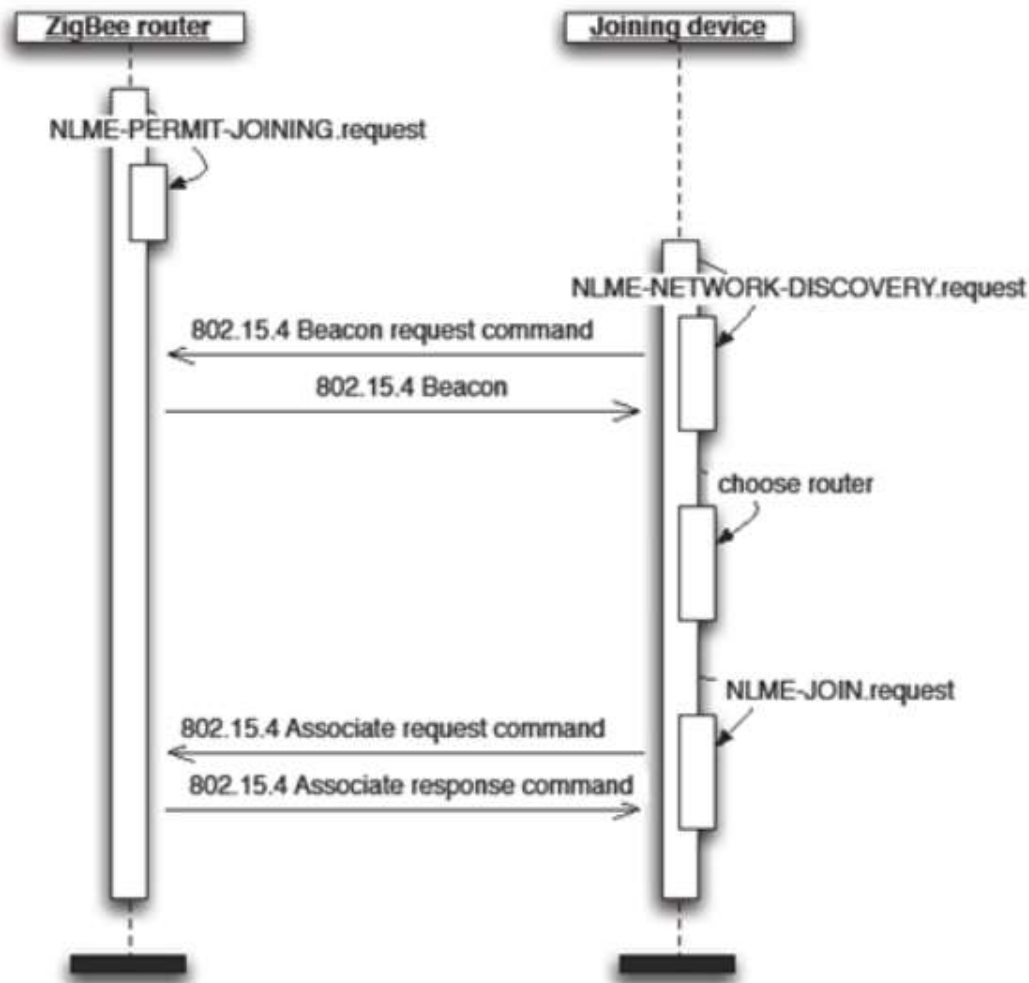




## 4. Zigbee network

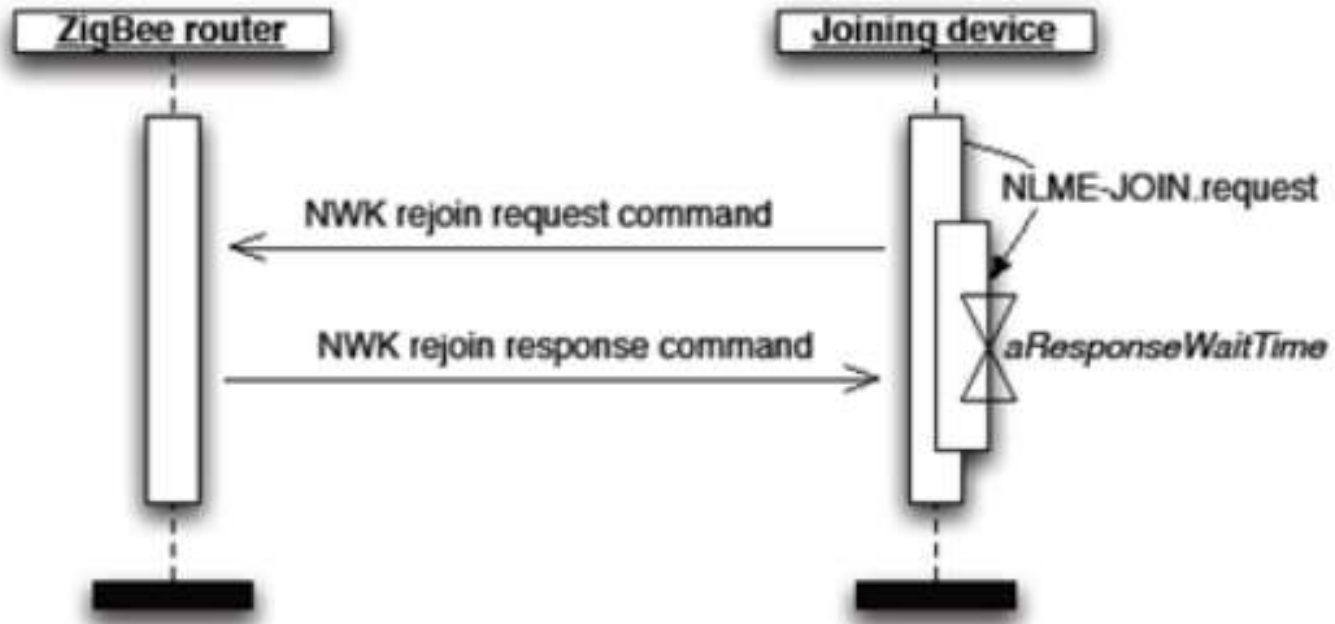
### Tham gia mạng

- Liên kết MAC có thể được thực hiện giữa C và R/E, R và E hay R và R.
- Sau khi C hoàn thành thiết lập mạng PAN, R và E sẽ thực hiện PAN scan hoặc gửi beacon request frame tới C để biết được có được cho phép tham gia mạng hay không. Sau khi biết rằng được phép kết nối vào mạng, chúng sẽ gửi 1 bản tin yêu cầu kết nối và tham gia vào mạng ngay sau khi nhận được tín hiệu phản hồi.



# 4. Zigbee network

## Tham gia mạng



Network re-join

## 5. WIFI

- Wi-Fi là một họ các giao thức mạng không dây, dựa trên các tiêu chuẩn của họ IEEE 802.11, được sử dụng rộng rãi trong cho việc kết nối không dây của thiết bị trong mạng nội bộ và việc kết nối Internet, cho phép các thiết bị điện tử trong phạm vi ngắn chia sẻ dữ liệu thông qua sóng vô tuyến.
- WiFi làm việc ở lớp vật lý (physical) và lớp liên kết dữ liệu (data link layer).
- Các phiên bản WiFi khác nhau tương ứng với các chuẩn khác nhau.
- Các phiên bản chuẩn WiFi được sử dụng phổ biến ngày nay:
  - 802.11b**: Tốc độ tối đa 11 Mbps, sử dụng băng tần 2.4 GHz, phổ biến nhất, giá rẻ, nhưng dễ nhiễu.
  - 802.11g**: Tốc độ tối đa 54 Mbps, sử dụng băng tần 2.4 GHz, tương thích với 802.11b, tốc độ cao hơn, nhiễu nhiều hơn.
  - 802.11n**: Tốc độ tối đa 600 Mbps, sử dụng băng tần 2.4 GHz và 5 GHz, tương thích với 802.11b/g, tốc độ cao, ít nhiễu hơn.
  - 802.11ac**: Tốc độ tối đa 1.3 Gbps, sử dụng băng tần 5 GHz, không tương thích với 802.11b/g, tốc độ cao nhất, ít nhiễu nhất.
  - 802.11ax**: Tốc độ tối đa 9.6 Gbps, sử dụng băng tần 2.4 GHz và 5 GHz, tương thích với 802.11b/g/n/ac, tốc độ cao nhất hiện nay, ít nhiễu, hiệu quả cao.

## 6 . Cấu trúc của WiFi Network

- a. Mô hình mạng độc lập hay còn gọi là Ad hoc (Independent basic service set)
- b. Mô hình mạng cơ sở (Basic service set)
- c. Mô hình mạng mở rộng (Extended service set)

# 6 . Cấu trúc của WiFi Network

## a. Mô hình mạng độc lập

Wifi cho phép các thiết bị giao tiếp trực tiếp với nhau không cần thông qua điểm truy cập



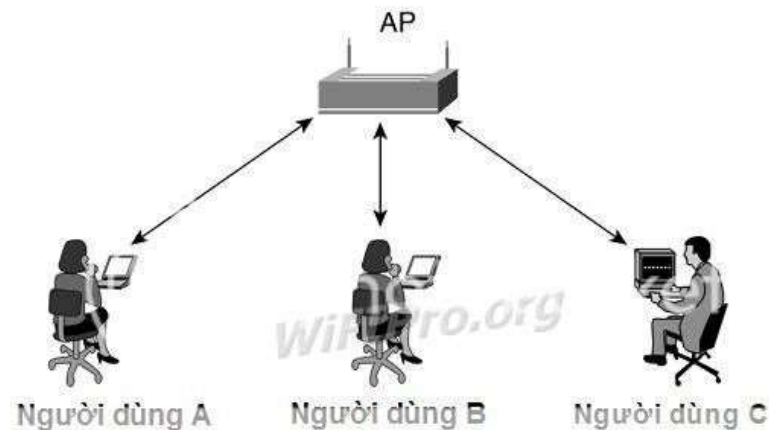
Hình 1-1

Mô hình mạng Ad-hoc

# 6 . Cấu trúc của WiFi Network

## b. Mô hình mạng cơ sở (Basic service set)

- Sử dụng điểm truy cập (access point)
- Tất cả các thiết bị trong mạng đều phải kết nối tới access point



Hình 1-2

Mô hình mạng cơ sở



## 6 . Cấu trúc của WiFi Network

### c. Mô hình mạng mở rộng (Extended service set)

- Là tập hợp của các mô hình mạng cơ sở nơi mà các access point giao tiếp với nhau thông qua hệ thống phân phối (distribution system) để trao đổi dữ liệu

# Ưu điểm và hạn chế

Ưu điểm	Hạn chế
Tiện lợi và linh hoạt: Truy cập internet ở bất cứ đâu trong vùng phủ sóng, không cần cáp kết nối.	Phạm vi: Giới hạn bởi vùng phủ sóng của điểm truy cập, tín hiệu có thể yếu đi qua các vật cản.
Tính di động cao: Di chuyển thiết bị trong vùng phủ sóng mà không bị gián đoạn kết nối.	Độ ổn định: Tốc độ và độ ổn định có thể bị ảnh hưởng bởi nhiễu sóng, số lượng người dùng, khoảng cách với điểm truy cập.
Mở rộng mạng lưới dễ dàng: Thêm điểm truy cập đơn giản và tốn ít chi phí hơn so với lắp đặt cáp.	An ninh mạng: Dễ bị xâm nhập hơn mạng có dây nếu không được bảo mật đúng cách.
Tốc độ: Cung cấp tốc độ truyền tải dữ liệu cao, đáp ứng nhu cầu cho các hoạt động trực tuyến.	