**1. Cách Wi-Fi Hoạt Động trong Mạng Không Dây**

**NGUYÊN LÝ CHUNG**

* Wi-Fi hoạt động dựa trên nguyên lý biến đổi dữ liệu số thành sóng vô tuyến.
* Nó sử dụng băng tần vô tuyến để truyền và nhận tín hiệu giữa các thiết bị.

**THÀNH PHẦN CHÍNH CỦA MỘT MẠNG WI-FI**

* **Thiết bị đầu cuối (Client):** Là các thiết bị sử dụng mạng như laptop, điện thoại, máy tính bảng.
* **Bộ định tuyến không dây (Router):** Là trung tâm của mạng, có nhiệm vụ phát sóng và quản lý lưu lượng.
* **Bộ chuyển mạch (Switch) / Cổng (Port):** Trong router, kết nối có dây với các thiết bị.
* **Modem:** Thiết bị kết nối mạng nội bộ với Internet toàn cầu (thông qua nhà mạng).

**QUÁ TRÌNH TRUYỀN DỮ LIỆU**

* Dữ liệu từ máy tính (dạng số 0 và 1) được thiết bị thu phát (adapter) trên máy chuyển đổi thành tín hiệu vô tuyến.
* Tín hiệu này được truyền đi qua ăng-ten dưới dạng sóng điện từ.
* Bộ định tuyến (router) nhận các sóng này thông qua ăng-ten của nó.
* Router giải mã sóng vô tuyến trở lại thành dữ liệu số.
* Router chuyển tiếp dữ liệu này đến mạng cục bộ (LAN) có dây hoặc đến Internet thông qua modem.

**QUÁ TRÌNH NHẬN DỮ LIỆU**

* Quá trình diễn ra ngược lại.
* Router nhận dữ liệu từ Internet hoặc mạng nội bộ.
* Router mã hóa dữ liệu số thành tín hiệu vô tuyến.
* Router phát sóng vô tuyến vào không gian.
* Adapter không dây trên thiết bị đầu cuối (như laptop) bắt lấy tín hiệu này.
* Adapter giải mã tín hiệu vô tuyến trở lại thành dữ liệu số để máy tính xử lý.

**TẦN SỐ HOẠT ĐỘNG**

* Wi-Fi chủ yếu hoạt động ở hai dải tần số: 2.4 GHz và 5 GHz.
* Gần đây có thêm băng tần 6 GHz (với chuẩn Wi-Fi 6E).
* Băng tần 2.4 GHz: sóng xa hơn, xuyên vật cản tốt hơn nhưng dễ bị nhiễu.
* Băng tần 5 GHz: tốc độ cao hơn, ít bị nhiễu hơn nhưng khoảng cách ngắn hơn và xuyên vật cản kém hơn.

**ĐIỀU CHẾ VÀ KÊNH (CHANNEL)**

* Dữ liệu được đặt lên sóng mang bằng kỹ thuật điều chế (modulation).
* Mỗi băng tần được chia thành nhiều "kênh" (channel) nhỏ.
* Các router và thiết bị hoạt động trên các kênh cụ thể để tránh nhiễu lẫn nhau.

**BẢO MẬT**

* Tín hiệu Wi-Fi có thể được thu bởi bất kỳ thiết bị nào trong phạm vi.
* Do đó, các giao thức mã hóa như WPA2, WPA3 được sử dụng để bảo vệ dữ liệu.

**2. So Sánh Các Chuẩn Wi-Fi (802.11a/b/g/n/ac/ax)**

**CHUẨN WI-FI 1: 802.11b**

* Ra đời năm: 1999.
* Băng tần: 2.4 GHz.
* Tốc độ tối đa lý thuyết: 11 Mbps.
* Ưu điểm: Đầu tiên, phổ biến, giá rẻ, tầm phủ sóng tốt.
* Nhược điểm: Tốc độ chậm, dễ bị nhiễu từ lò vi sóng, điện thoại không dây.

**CHUẨN WI-FI 2: 802.11a**

* Ra đời năm: 1999.
* Băng tần: 5 GHz.
* Tốc độ tối đa lý thuyết: 54 Mbps.
* Ưu điểm: Tốc độ nhanh hơn, ít bị nhiễu hơn do dùng băng tần 5 GHz.
* Nhược điểm: Giá thành cao, tầm phủ sóng ngắn, không tương thích ngược với 802.11b.

**CHUẨN WI-FI 3: 802.11g**

* Ra đời năm: 2003.
* Băng tần: 2.4 GHz.
* Tốc độ tối đa lý thuyết: 54 Mbps.
* Ưu điểm: Kết hợp tốc độ của 11a với sự phổ biến và tầm xa của 11b.
* Nhược điểm: Vẫn dễ bị nhiễu ở băng tần 2.4 GHz.

**CHUẨN WI-FI 4: 802.11n (Wi-Fi 4)**

* Ra đời năm: 2009.
* Băng tần: 2.4 GHz và 5 GHz (hỗ trợ song song).
* Tốc độ tối đa lý thuyết: 600 Mbps.
* **Công nghệ mới: MIMO (Multiple-Input Multiple-Output).**
* MIMO: Sử dụng nhiều ăng-ten để phát và nhận cùng lúc, tăng tốc độ và độ ổn định.
* Đây là một bước nhảy vọt quan trọng về hiệu suất.

**CHUẨN WI-FI 5: 802.11ac (Wi-Fi 5)**

* Ra đời năm: 2014.
* Băng tần: Chủ yếu 5 GHz (có một số phiên bản hỗ trợ 2.4GHz nhưng không phải là chuẩn).
* Tốc độ tối đa lý thuyết: 3.5 Gbps (với MU-MIMO và băng thông rộng).
* **Công nghệ mới: MU-MIMO (Multi-User MIMO).**
* MU-MIMO: Cho phép router giao tiếp cùng lúc với nhiều thiết bị, thay vì lần lượt.
* Tốc độ cao hơn nhờ kênh rộng hơn (lên đến 160 MHz).

**CHUẨN WI-FI 6: 802.11ax (Wi-Fi 6)**

* Ra đời năm: 2019.
* Băng tần: 2.4 GHz và 5 GHz.
* Tốc độ tối đa lý thuyết: 9.6 Gbps (cải thiện hiệu suất hơn là tốc độ tối đa).
* **Công nghệ mới: OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access).**
* OFDMA: Cho phép một kênh truyền được chia nhỏ để phục vụ nhiều thiết bị cùng lúc.
* Mục tiêu chính: Tối ưu hiệu suất trong môi trường đông thiết bị (nhà thông minh, sân bay).

**CHUẨN WI-FI 6E: Mở rộng của Wi-Fi 6**

* Ra đời năm: 2020.
* Băng tần: 2.4 GHz, 5 GHz **và 6 GHz**.
* Điểm khác biệt lớn: Băng tần 6 GHz hoàn toàn mới, rộng rãi, không có nhiễu từ các thiết bị cũ.
* Mang lại hiệu suất cực kỳ cao và độ trễ cực thấp.

**CHUẨN WI-FI 7: 802.11be (Wi-Fi 7)**

* Dự kiến ra mắt: 2024.
* Băng tần: 2.4 GHz, 5 GHz, 6 GHz (kết hợp đồng thời).
* Tốc độ tối đa lý thuyết: Lên đến 46 Gbps.
* **Công nghệ mới: Multi-Link Operation (MLO).**
* MLO: Cho phép thiết bị kết nối và truyền dữ liệu qua cả ba băng tần cùng một lúc.
* Mục tiêu: Tăng tốc độ cực đại, giảm độ trễ xuống mức tối thiểu.