I. Cách hoạt động của Wi-Fi trong mạng không dây

Wi-Fi là công nghệ mạng LAN không dây dùng sóng vô tuyến (radio waves) để truyền dữ liệu giữa thiết bị (như điện thoại, máy tính) và điểm truy cập (Access Point – thường là router). ￼

Các bước cơ bản:

1. Thiết bị gửi tín hiệu (Wi-Fi adapter)

Thiết bị có module Wi-Fi sẽ chuyển dữ liệu số thành tín hiệu vô tuyến, modulate (điều chế) để truyền qua không khí.

2. Điểm truy cập / Router nhận tín hiệu

Router / AP nhận tín hiệu, giải điều chế để lấy lại dữ liệu. Router có thể nối tiếp dữ liệu này qua đường dây (cáp Ethernet) tới Internet hoặc tới thiết bị khác trong mạng LAN.

3. Quay lại (downlink)

Khi dữ liệu từ Internet hoặc máy khác gửi tới thiết bị, router sẽ chuyển dữ liệu thành tín hiệu vô tuyến và phát tới thiết bị.

4. Tần số & kênh (Frequency & Channels)

Wi-Fi dùng các băng tần như 2.4 GHz, 5 GHz, và gần đây là 6 GHz (với Wi-Fi mới) để truyền. Mỗi băng tần được chia thành các kênh (channel) để giảm nhiễu giữa các mạng.

5. Kiểm soát truy cập phương tiện (MAC layer)

Wi-Fi dùng các giao thức quản lý (medium access control) để tránh xung đột khi nhiều thiết bị cùng phát tín hiệu. Ví dụ: cơ chế CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance). Đảm bảo rằng hai thiết bị không cùng phát trên cùng kênh lúc cùng lúc gây nhiễu. (Không phải chi tiết của chuẩn 802.11 nào cũng giống nhau, nhưng khung MAC / PHY cơ bản có những thành phần chung).

6. Các công nghệ phụ trợ để nâng cao hiệu suất

• MIMO: sử dụng nhiều anten phát & nhận để truyền nhiều luồng dữ liệu song song (spatial streams).

• OFDM: chia kênh thành nhiều sóng con để truyền song song – giúp hiệu suất cao hơn, chống nhiễu, tận dụng tốt phổ tần.

• Beamforming: điều hướng tín hiệu để tập trung về thiết bị nhận, giảm hao phí năng lượng, tăng chất lượng tín hiệu. ￼

7. Tương thích ngược & bảo mật

Các chuẩn Wi-Fi mới thường tương thích với chuẩn cũ hơn, để thiết bị cũ vẫn có thể kết nối. Đồng thời các chuẩn cũng cập nhật yếu tố bảo mật (WPA, WPA2, WPA3) để chống nghe trộm, tấn công mạng.

II. Tìm hiểu về các Wi-Fi chuẩn (802.11a/b/g/n/ac/ax) và các sự khác biệt giữa chúng:

1. 802.11a (ra mắt 1999)

• Tần số: 5 GHz

• Tốc độ tối đa: ~54 Mbps

• Đặc điểm:

• Ít bị nhiễu hơn do chạy trên băng tần 5 GHz.

• Phạm vi phủ sóng ngắn hơn so với 2.4 GHz.

• Chủ yếu dùng trong môi trường doanh nghiệp ban đầu.

⸻

2. 802.11b (ra mắt 1999)

• Tần số: 2.4 GHz

• Tốc độ tối đa: 11 Mbps

• Đặc điểm:

• Giá thành rẻ, dễ phổ biến.

• Phạm vi phủ sóng rộng, nhưng dễ bị nhiễu (từ lò vi sóng, điện thoại không dây, Bluetooth…).

⸻

3. 802.11g (ra mắt 2003)

• Tần số: 2.4 GHz

• Tốc độ tối đa: 54 Mbps

• Đặc điểm:

• Kết hợp ưu điểm của 802.11a (tốc độ cao) và 802.11b (tầm phủ rộng).

• Tuy nhiên vẫn chịu ảnh hưởng của nhiễu trên băng tần 2.4 GHz.

⸻

4. 802.11n (Wi-Fi 4) (ra mắt 2009)

• Tần số: 2.4 GHz và 5 GHz (dual-band)

• Tốc độ tối đa lý thuyết: 600 Mbps (với 4 luồng MIMO)

• Đặc điểm:

• Giới thiệu MIMO (Multiple Input Multiple Output): nhiều ăng-ten để tăng tốc độ và độ ổn định.

• Phổ biến rộng rãi, vẫn còn dùng nhiều đến nay.

⸻

5. 802.11ac (Wi-Fi 5) (ra mắt 2013)

• Tần số: 5 GHz

• Tốc độ tối đa lý thuyết: vài Gbps (tới ~6.9 Gbps với nhiều luồng MU-MIMO).

• Đặc điểm:

• Hỗ trợ MU-MIMO (Multi-User MIMO): nhiều thiết bị có thể nhận dữ liệu cùng lúc.

• Băng thông kênh rộng hơn (20/40/80/160 MHz).

• Tốc độ thực tế nhanh, phù hợp cho video 4K/8K, game online.

⸻

6. 802.11ax (Wi-Fi 6 & Wi-Fi 6E) (ra mắt 2019)

• Tần số: 2.4 GHz, 5 GHz, và với Wi-Fi 6E mở rộng thêm 6 GHz.

• Tốc độ tối đa lý thuyết: ~9.6 Gbps

• Đặc điểm:

• Hỗ trợ OFDMA (chia nhỏ kênh truyền, nhiều thiết bị dùng cùng lúc hiệu quả hơn).

• Tăng hiệu suất trong môi trường đông thiết bị (nhà thông minh, văn phòng, sân bay…).

• Giảm độ trễ, tiết kiệm pin hơn (Target Wake Time).

• Wi-Fi 6E mở rộng lên băng tần 6 GHz → nhiều kênh sạch, ít nhiễu, tốc độ cao hơn.