

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

ET4330

TS. Trần Quang Vinh
BM. Kỹ thuật Thông tin
Viện Điện tử - Viễn thông
Đại học Bách Khoa Hà Nội
vinhtq@hust.edu.vn
<http://sanslab.vn>



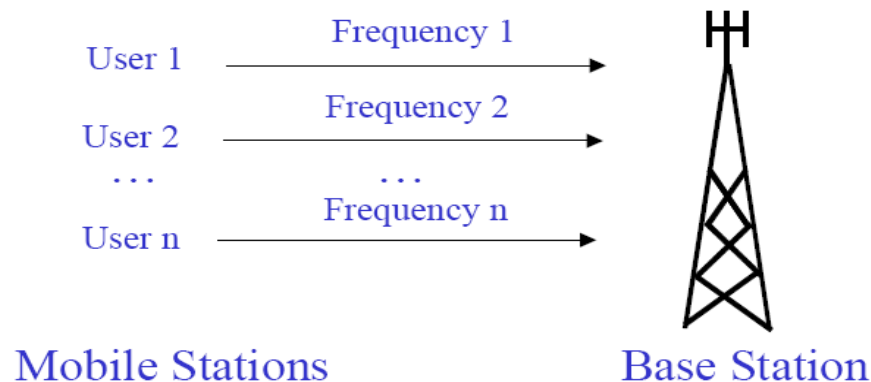
OUTLINE

- TỔNG QUAN CÁC HỆ THỐNG TTĐĐ
 - 1G, 2G, 3G, 4G
- LỘ TRÌNH PHÁT TRIỂN LÊN 4G/LTE Ở VIỆT NAM

Thế hệ 1G (First Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

- Công nghệ tương tự
- Phương pháp đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA)
- Mỗi MS được cấp phát đôi kênh liên lạc suốt thời gian thông tuyến
 - Khi người sử dụng gửi yêu cầu tới BS, BS sẽ cấp phát một kênh trong tập hợp có trật tự các kênh trong băng tần và dành riêng trong suốt quá trình thực hiện cuộc gọi
 - Khi cuộc gọi kết thúc, kênh được cấp phát cho người khác sử dụng
 - Nếu số người sử dụng yêu cầu lớn hơn kênh tần số có thể phục vụ, một số người dùng sẽ bị chặn không truy cập được



Thế hệ 1G (First Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

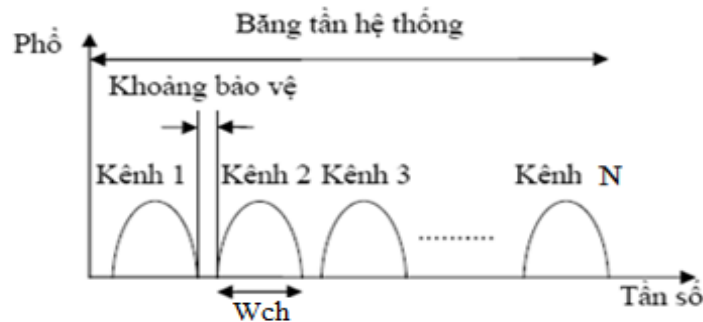
- Nhiều giao thoa do tần số các kênh lân cận nhau là đáng kể
 - Phương pháp FDMA ít nhạy cảm với phân tán thời gian do lan truyền sóng, không cần đồng bộ, không xảy ra trễ do không cần xử lý tín hiệu nhiều nhưng chịu ảnh hưởng của nhiễu kênh lân cận, khi máy di chuyển trong môi trường fading đa đường.
- BTS phải có bộ thu phát riêng làm việc với mỗi MS
- Dịch vụ đơn thuần là thoại
- Chất lượng thấp và bảo mật kém
- Không tương thích với các hệ thống khác nên thuê bao không thể sử dụng máy di động của mình ở các nước khác

Thế hệ 1G (First Generation)

■ ĐẶC ĐIỂM

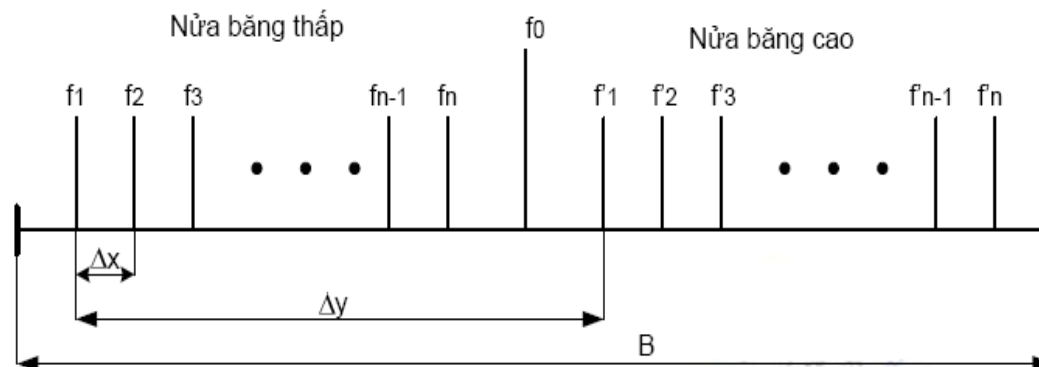
– Ghép kênh phân chia theo tần số (FDMA/FDD)

- Băng tần chia thành 2 nửa: nửa băng tần thấp và nửa băng tần cao
 - + cặp tần số ở nửa băng tần thấp và nửa băng tần cao có cùng chỉ số gọi là cặp tần số thu-phát hay cặp tần số song công
 - + Một tần số sử dụng cho đường lên, một tần số sử dụng cho đường xuống



Trong đó:

- Δx : Khoảng cách tần số giữa hai kênh lân cận.
- Δy : Khoảng cách tần số thu phát.
- B : Băng thông cấp phát cho hệ thống.
- f_0 : Tần số trung tâm.
- f_i' : Tần số đường xuống cho kênh i .
- f_i : Tần số đường lên cho kênh i .

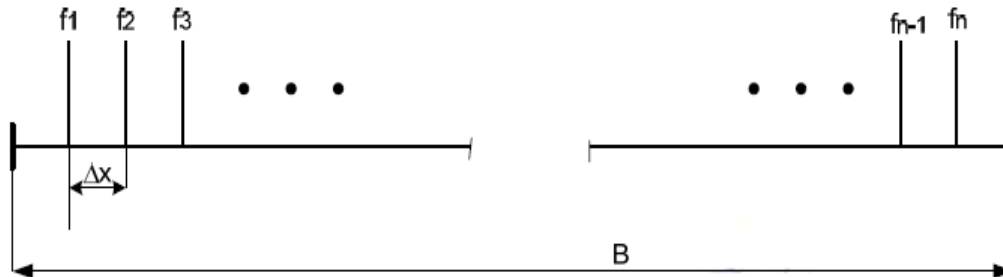


Thế hệ 1G (First Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

– Ghép kênh phân chia theo thời gian (FDMA/TDD)

- cả máy thu và máy phát sử dụng chung một tần số nhưng phân chia theo thời gian (TDD)
- Mỗi kênh có thể chọn một tần số bất kỳ trong băng tần dành cho cả phía phát và phía thu



Thế hệ 1G (First Generation)

▪ MỘT SỐ HỆ THỐNG 1G ĐIỂN HÌNH

- NMT (Nordic Mobile Telephone): sử dụng băng tần 450Mhz triển khai tại các nước Bắc Âu vào năm 1981
- TACS (Total Access Communication System): triển khai ở Anh vào năm 1985 băng tần 800/900Mhz
- AMPS (Advance Mobile Phone System): triển khai tại Bắc Mỹ vào năm 1978 tại băng tần 800Mhz

Thế hệ 2G (Second Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

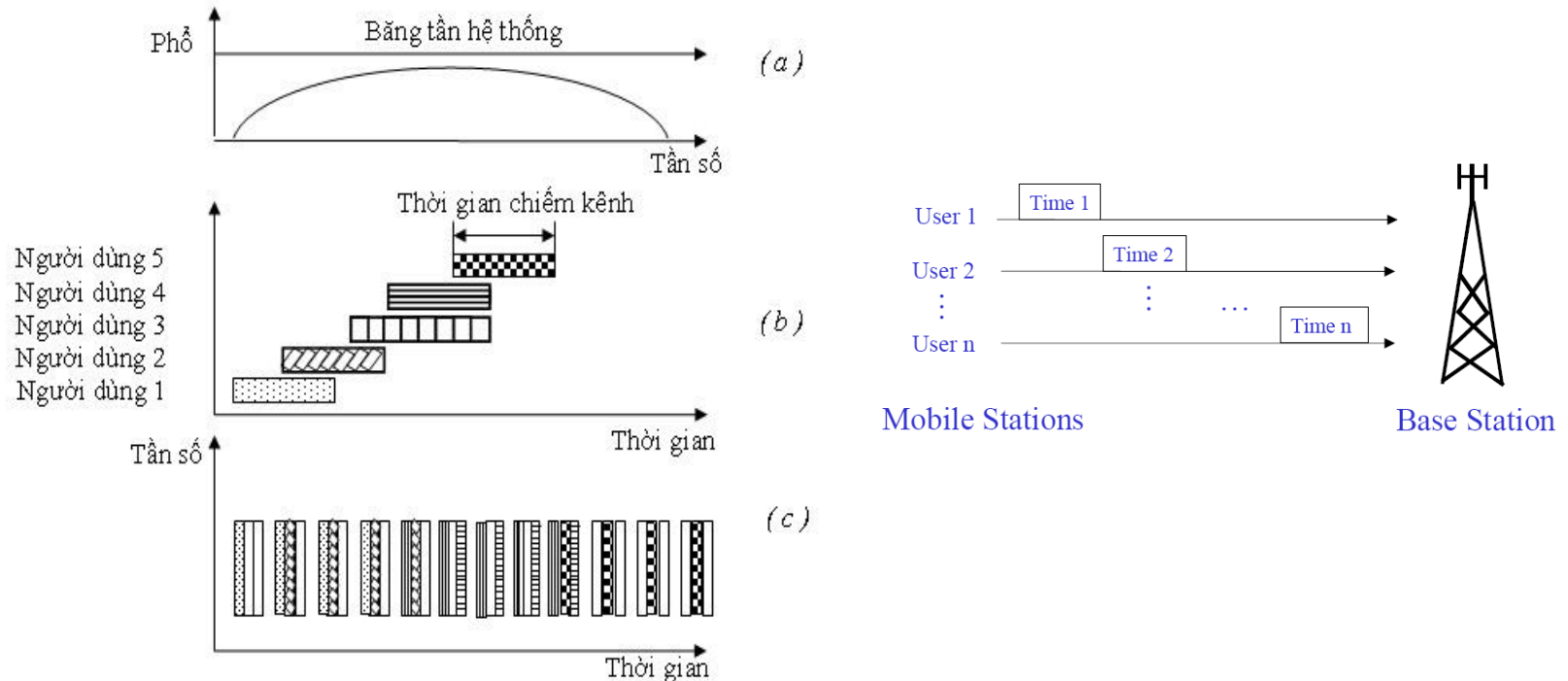
- Dải tần tín hiệu rộng hàng MHz
- Sử dụng kỹ thuật trải phổ phức tạp, cho phép sử dụng tín hiệu vô tuyến có cường độ trường rất nhỏ và chống fading hiệu quả
- Thuê bao sử dụng chung tần số nên thiết bị truyền dẫn đơn giản, chuyển giao thành mềm, điều khiển dung lượng cell linh hoạt
- Chất lượng thoại cao, dung lượng hệ thống tăng đáng kể, tính bảo mật thông tin cao hơn do sử dụng dãy mã ngẫu nhiên để trải phổ, chống nhiễu tốt, thu đa đường tốt hơn, chuyển vùng linh hoạt, không có hiện tượng nhiễu đồng kênh do hệ số tái sử dụng là 1
- Hệ thống thông tin di động sử dụng công nghệ CDMA là hệ thống băng hẹp với tốc độ bit thông tin người sử dụng là 8-13kbps

Thế hệ 2G (Second Generation)

▪ Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA)

– Phổ tần quy định cho cả hệ thống được chia thành các dải tần liên lạc

- Mỗi dải tần dùng chung cho N kênh liên lạc
- Mỗi kênh liên lạc được cấp một khe thời gian (TS) trong một chu kỳ khung



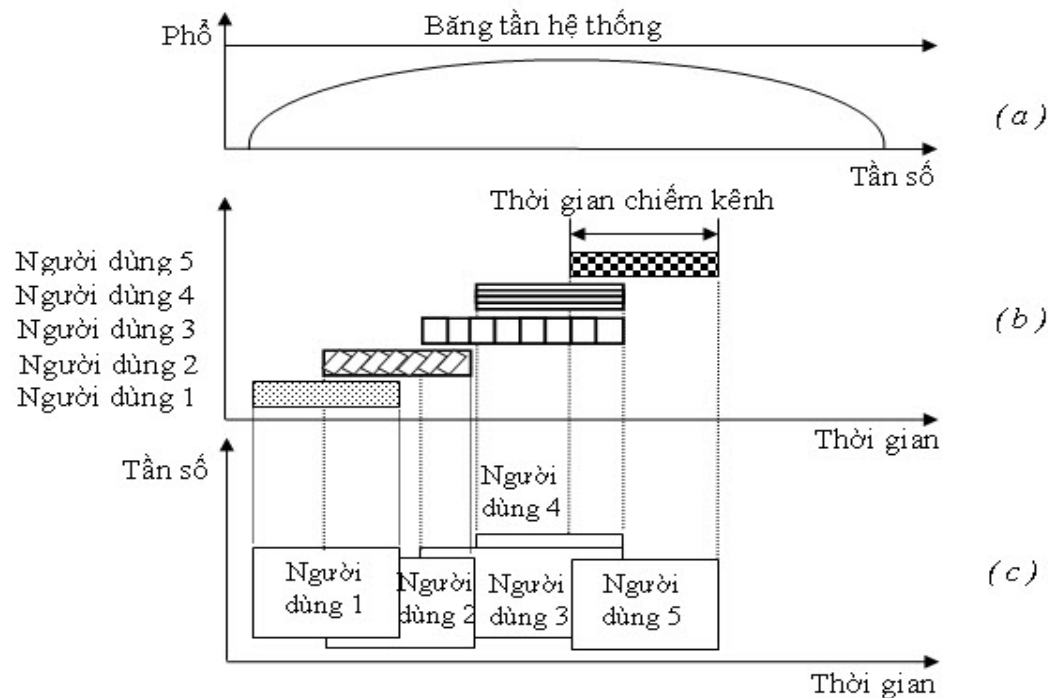
Khái niệm về hệ thống TDMA: (a) Một dải tần của hệ thống TDMA; (b) Mô hình khởi đầu và duy trì cuộc gọi với 5 người dùng; (c) Phân bố kênh (khe), với giả thiết dùng TDMA 3 kênh

Thế hệ 2G (Second Generation)

▪ Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA)

– Tất cả người dùng sẽ sử dụng cùng một băng tần.

- Tín hiệu truyền đi sẽ chiếm toàn bộ băng tần của hệ thống
- Các tín hiệu của mỗi người dùng phân biệt với nhau bởi các chuỗi mã



Khái niệm về hệ thống CDMA:

(a) phổ tần; (b) mô hình khởi đầu và duy trì cuộc gọi với 5 người dùng; (c) phân bố kênh

Thế hệ 2G (Second Generation)

- Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA)
 - Công nghệ CDMA sử dụng kỹ thuật trải phổ
 - Tín hiệu băng hẹp được nhân với tín hiệu băng thông rất rộng, gọi là tín hiệu phân tán
 - Nhiều người sử dụng có thể chiếm cùng kênh vô tuyến đồng thời tiến hành các cuộc gọi mà không sợ can nhiễu lẫn nhau
 - Kênh vô tuyến CDMA được dùng lại mỗi cell trong toàn mạng, và những kênh này cũng được phân biệt nhau nhờ mã giả ngẫu nhiên (Pseudo Noise – PN)

Thế hệ 2G (Second Generation)

- Một số hệ thống 2G điển hình
 - PDC (Personal Digital Cellular) sử dụng phương thức truy cập TDMA được triển khai tại Nhật Bản, 1991
 - GSM (Global System for Mobile Phone) sử dụng phương thức truy cập TDMA được triển khai tại châu Âu, 1992
 - IS-95 (CDMA One) sử dụng phương thức truy cập CDMA được triển khai tại Mỹ và Hàn Quốc, 1993
 - D-AMPS (IS-136-Digital Advance Mobile Phone System) sử dụng phương thức truy cập TDMA được triển khai tại Mỹ, 1994

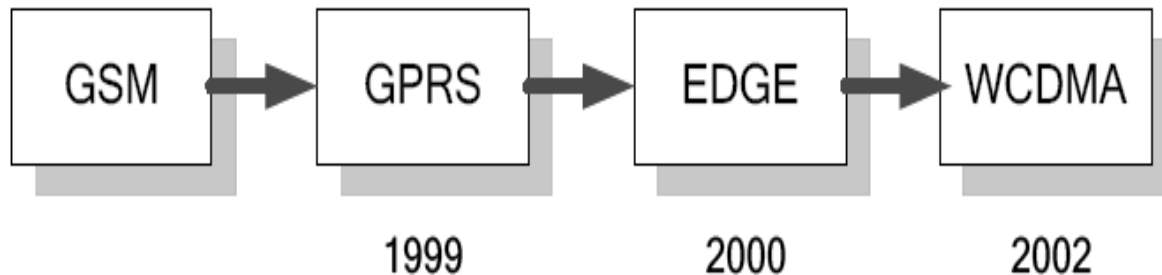
Thế hệ 3G (Third Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

- Cho phép truyền cả dữ liệu thoại và khác thoại (tải dữ liệu, gửi email, tin nhắn nhanh, hình ảnh...) cho cả thuê bao cố định và thuê bao đang di chuyển ở các tốc độ khác nhau
- Cung cấp cả hai hệ thống là chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh
- Hệ thống 3G yêu cầu một mạng truy cập vô tuyến hoàn toàn khác so với hệ thống 2G
- Mạng 3G đặc trưng bởi tốc độ dữ liệu cao, dung lượng của hệ thống lớn, tăng hiệu quả sử dụng phổ tần và nhiều cải tiến khác
- Các chuẩn công nghệ di động 3G (tất cả đều dựa trên CDMA)
 - UMTS hay WCDMA (dùng cả FDD lẫn TDD),
 - CDMA2000 và TD-SCDMA

Thế hệ 3G (Third Generation)

- Hướng phát triển lên 3G sử dụng công nghệ WCDMA
 - UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) được chuẩn hoá bởi 3GPP.
 - UMTS là công nghệ 3G, sử dụng kỹ thuật đa truy cập WCDMA, được lựa chọn bởi hầu hết các nhà cung cấp dịch vụ GSM/GPRS để đi lên 3G
 - Các mạng WCDMA được xây dựng dựa trên cơ sở mạng GSM, tận dụng cơ sở hạ tầng sẵn có của các nhà khai thác mạng GSM



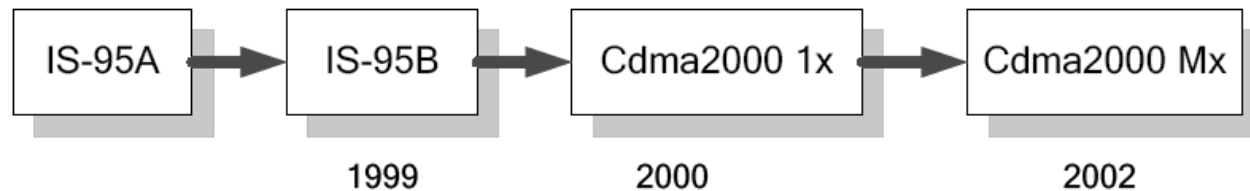
Thế hệ 3G (Third Generation)

- Hướng phát triển lên 3G sử dụng công nghệ WCDMA
 - GPRS (General packet radio service)
 - Cung cấp các kết nối số liệu chuyển mạch gói với tốc độ truyền lên tới 171,2Kbps (tốc độ số liệu đỉnh) và hỗ trợ chức năng giao thức Internet TCP/IP và X25, nhờ vậy tăng cường đáng kể các dịch vụ số liệu của GSM
 - Nâng cấp từ GSM: nút chuyển mạch số liệu Gateway (GGSN và SGSN)
 - EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution)
 - Hệ thống 2,5G tiếp theo đối với GSM.
 - + EDGE áp dụng phương pháp điều chế 8PSK → làm tăng tốc độ của GSM lên 3 lần
 - Chỉ cần nâng cấp phần mềm ở trạm gốc
 - Tốc độ tối đa đối với GPRS khi sử dụng cả 8 khe thời gian là 384kbps
 - WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access)
 - WCDMA là một công nghệ truy nhập vô tuyến được phát triển mạnh ở Châu Âu
 - + Hệ thống này hoạt động ở chế độ FDD & TDD và dựa trên kĩ thuật trải phổ chuỗi trực tiếp (DSSS-Direct Sequence Spectrum) sử dụng tốc độ chip 3,84Mcps, băng tần 5MHz
 - WCDMA hỗ trợ cả CS và PS tốc độ cao

Thế hệ 3G (Third Generation)

- Hướng phát triển lên 3G sử dụng công nghệ CDMA 2000

- Sử dụng đa sóng mang cho các sóng có độ rộng n lần 1,25MHz hoạt động ở chế độ FDD



- IS – 95B (CDMA One): 2,5GC
 - Cung cấp dịch vụ số liệu tốc độ lên đến 115 Kbps
- CDMA 2000 1xRTT (1x (single-carrier))
 - Radio Transmission Technology: công nghệ truyền dẫn vô tuyến một sóng mang
 - Tốc độ đỉnh lên tới 307,2Kbps. thiết bị đầu cuối thương mại của 1x mới chỉ cho phép tốc độ số liệu đỉnh lên tới 153,6Kbps
- CDMA 2000 3x (MC-CDMA) - Multi carrier
 - Sử dụng 3 sóng mang 1x để tăng tốc độ số liệu đường xuống và được thiết kế cho dải tần 5MHz (gồm 3 kênh 1,25 MHz)
 - Đường lên trải phổ trực tiếp, giống như WCDMA với tốc độ chip 3,6864Mcps

Thế hệ 3G (Third Generation)

- Hướng phát triển lên 3G sử dụng công nghệ TD-SCDMA
 - Đây là chuẩn 3G của Trung Quốc (được ITU duyệt vào năm 1999)
 - TD-SCDMA dùng song công TDD
 - Hoạt động trên một dải tần hẹp 1,6MHz (cho tốc độ 2Mbps) hay 5MHz (cho tốc độ 6Mbps)

Thế hệ 4G (Fourth Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

- Kỹ thuật đa truy cập phân chia theo tần số trực giao OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)
 - nhiều tín hiệu được gửi đi cùng một lúc nhưng trên những tần số khác nhau
- Thiết bị 4G sử dụng máy thu vô tuyến xác nhận bởi phần mềm SDR (Software Defined Radio)
 - cho phép sử dụng băng thông hiệu quả hơn bằng cách dùng đa kênh đồng thời
- Các chuẩn 4G
 - LTE (Long Term Evolution) của 3GPP
 - UMB (Ultra Mobile Broadband)
 - WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Thế hệ 4G (Fourth Generation)

▪ ĐẶC ĐIỂM

- Kỹ thuật đa truy cập phân chia theo tần số trực giao OFDM (Orthogonal Frequency-Division Multiplexing)
 - nhiều tín hiệu được gửi đi cùng một lúc nhưng trên những tần số khác nhau
- Thiết bị 4G sử dụng máy thu vô tuyến xác nhận bởi phần mềm SDR (Software Defined Radio)
 - cho phép sử dụng băng thông hiệu quả hơn bằng cách dùng đa kênh đồng thời
- Các chuẩn 4G
 - LTE (Long Term Evolution) của 3GPP
 - UMB (Ultra Mobile Broadband)
 - WiMax (Worldwide Interoperability for Microwave Access)

Thế hệ 4G (Fourth Generation)

▪ UMB

– TIÊU CHUẨN

- Công nghệ UMB (Ultra Mobile Broadband) là thế hệ mạng thông tin di động tiếp nối của CDMA2000 được phát triển bởi 3GPP2 mà chủ lực là Qualcomm.
- UMB cũng được so sánh ngang với công nghệ LTE của 3GPP với kỳ vọng trở thành lựa chọn cho thế hệ di động 4G.

– ĐẶC ĐIỂM

- UMB sử dụng OFDMA, MIMO, đa truy cập phân chia theo không gian cũng như các kỹ thuật anten hiện đại để tăng khả năng của mạng, tăng vùng phủ và tăng chất lượng dịch vụ.
- UMB có thể cho tốc độ dữ liệu đường xuống tới 280Mb/s và dữ liệu đường lên tới 75Mb/s.
- Hiện tại có rất ít hãng sản xuất thiết bị viễn thông lớn ủng hộ, do Qualcomm chiếm giữ địa vị độc quyền về bằng sáng chế và về con chip → chi phí thiết bị và máy đầu cuối tăng cao
- Qualcomm đã chính thức “khai tử” công nghệ UMB, → 2 ứng viên cho mạng 4G là LTE và Wimax cùng sử dụng kỹ thuật OFDMA

Thế hệ 4G (Fourth Generation)

■ WIMAX

– TIÊU CHUẨN

- IEEE 802.16, 10/2004 → IEEE 802.16 2004.
- Phiên bản di động IEEE 802.16e → Mobile WiMAX
 - + Mobile WiMAX đã được khuyến cáo như là OFDMA TDD WMAN
 - + Thông số kỹ thuật của WiMAX được tiêu chuẩn hóa trong IEEE 802.16e/d

– ĐẶC ĐIỂM

- Vùng phủ rộng và tốc độ
 - + Vùng phủ của WiMAX có đường kính trung bình từ 30 đến 50 km
 - + Tốc độ truyền dữ liệu tốc độ cao: 100 Mbps với độ rộng băng tần là 20 MHz
 - + Hỗ trợ tính di động đầu cuối lên đến 120 km/giờ
- Công nghệ truy nhập:
 - + Tùy thuộc vào tần số sóng mang khác nhau mà có 3 kiểu công nghệ ở lớp vật lý được định nghĩa cho chuẩn 802.16d:
 - » Đơn sóng mang (Single Carrier - SC): Truy nhập không dây cố định FWA (Fixed Wireless Access) ở tần số từ 10GHz đến 66GHz
 - » Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM 256 điểm)
 - » Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA 2048 điểm): OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access) được sử dụng cho hệ thống FWA ở tần số 2GHz đến 11GHz

Thế hệ 4G (Fourth Generation)

▪ LTE

- Các công nghệ chính:
 - OFDMA; SC-FDMA; MIMO
- Hỗ trợ di động:
 - Hoạt động tối ưu với tốc độ di chuyển của thuê bao là 0-15 km/h.
 - Vẫn chạy tốt với tốc độ từ 15-120 km/h.
 - Vẫn duy trì được hoạt động khi thuê bao di chuyển với tốc độ từ 120-350 km/h (thậm chí 500 km/h tùy băng tần được phát)
- Tốc độ truyền dữ liệu:
 - Trong điều kiện lý tưởng với băng thông 20MHz (5bit /Hz/s):
 - + Tải xuống: 100-826.4Mbit/s (~100MB/s);
 - + Tải lên: 50-86.4Mbit/s (cả 2 hướng đều tùy thuộc anten và kiểu điều chế)
- Hiệu suất phổ tần cao với băng thông linh hoạt
 - 1.4MHz, 3MHz, 5MHz, 10 MHz, 15 MHz và 20 MHz

Thế hệ 4G (Fourth Generation)

▪ LTE-A

- Tốc độ dữ liệu đỉnh
 - 1 Gbps cho đường xuống và 500 Mbps cho đường lên
- Băng thông sử dụng: 20Mhz - 100Mhz.
- Hiệu quả phổ đỉnh:
 - 30bps/Hz cho đường xuống và 15 bps/Hz cho đường lên
- Thời gian chờ:
 - nhỏ hơn 50 ms khi chuyển từ trạng thái rỗi sang trạng thái kết nối và
 - nhỏ hơn 5ms cho mỗi chuyển mạch gói riêng lẻ
- Tính di động: giống LTE
- Khả năng tương thích:
 - LTE Advance có khả năng liên kết mạng với LTE và các hệ thống của 3GPP

CÁC TỔ CHỨC CHUẨN HÓA

- ITU-T (T-Telecommunications)
 - Cụ thể là nhóm SSG (Special Study Group)
- ITU-R (R- Radio)
 - Cụ thể là nhóm Working Group 8F –WG8F.
- 3GPP: 3rd Global Partnership Project
- 3GPP2: 3rd Global Partnership Project 2
- IETF: Internet Engineering Task Force
- Các tổ chức phát triển tiêu chuẩn khu vực (SDO-Standard Development Organization)

Lộ trình phát triển từ GSM lên LTE tại Việt Nam

- 1993: Triển khai mạng GSM
 - dịch vụ truyền số liệu qua miền CS với tốc độ đạt được 96Kbps
- 2000: mạng GSM → GPRS:
 - dịch vụ truyền số liệu qua miền PS đã đạt được đến 171 kbps
- 2009: mạng 3G/WCDMA
 - dịch vụ truyền dữ liệu miền PS đã có thể đạt đến 384Kbps khi di chuyển và có thể đạt đến 2Mbps với môi trường trong nhà
 - các dịch vụ gia tăng trên mạng 3G: Internet, các dịch vụ trực tuyến, nghe nhạc, xem phim online...
 - Nâng cấp 3G → HSDPA, HSDPA+, HSUPA tại các vùng trọng điểm
 - truyền dữ liệu tối đa có thể đạt đến 42Mbps (3.5G)
- 2015: Chuẩn bị triển khai 4G/LTE

Lộ trình phát triển từ GSM lên LTE tại Việt Nam

- 2016: Triển khai LTE tại các vùng trọng điểm:
 - Triển khai vùng phủ sóng LTE tại các thành phố lớn
 - Triển khai phủ sóng LTE/4G khoảng 5% diện tích tại các thành phố lớn
 - Phủ sóng khoảng 10% dân số
 - Cung cấp dịch vụ cơ bản
- Giai đoạn 2016-2020: Triển khai mở rộng vùng phủ sóng toàn quốc
 - Mở rộng vùng phủ sóng LTE/4G đến các khu vực tập trung thuê bao, lưu lượng cao tại tất cả các tỉnh/TP trên cả nước đạt khoảng 50% diện tích
 - Phủ sóng khoảng 75% dân số
 - Cung cấp các dịch vụ gia tăng trên nền LTE
- Giai đoạn 2020-2025: Tiếp tục mở rộng vùng phủ sóng ra toàn quốc
 - Mở rộng phủ sóng khoảng 70% diện tích và 100% dân số
 - Nâng cấp mạng theo hướng LTE Advance