

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG



ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

Sinh viên: Ngô Mạnh Thắng
Người hướng dẫn: ThS. Đỗ Anh Dũng

HẢI PHÒNG - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

**NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 5G
VÀ LỘ TRÌNH ÁP DỤNG TRIỂN KHAI VÀO
MẠNG VIỄN THÔNG VNPT HẢI PHÒNG**

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN - ĐIỆN TỬ

Sinh viên: Ngô Mạnh Thắng
Người hướng dẫn: ThS. Đỗ Anh Dũng

HẢI PHÒNG - 2024

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC QUẢN LÝ VÀ CÔNG NGHỆ HẢI PHÒNG

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Sinh viên : Ngô Mạnh Thắng – MSV : 2113103018

Lớp : ĐTL2501 - Ngành Điện Tử Truyền Thông

Tên đề tài : Nghiên cứu hệ thống thông tin di động 5G và lộ trình áp dụng triển khai vào mạng viễn thông VNPT Hải Phòng.

NHIỆM VỤ ĐỀ TÀI

1. Nội dung và các yêu cầu cần giải quyết trong nhiệm vụ đề tài tốt nghiệp (về lý luận, thực tiễn, các số liệu cần tính toán và các bản vẽ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Các số liệu cần thiết để thiết kế, tính toán

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. Địa điểm thực tập tốt nghiệp..... :

CÁC CÁN BỘ HƯỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Họ và tên : Đỗ Anh Dũng
Học hàm, học vị : Thạc sĩ
Cơ quan công tác : Trường Đại Học Quản Lý Và Công Nghệ Hải Phòng
Nội dung hướng dẫn : Toàn bộ đề tài

Đề tài tốt nghiệp được giao ngày tháng năm 2024.
Yêu cầu phải hoàn thành xong trước ngày tháng năm 2024.

Đã nhận nhiệm vụ Đ.T.T.N
Sinh viên

Đã giao nhiệm vụ Đ.T.T.N
Cán bộ hướng dẫn Đ.T.T.N

Ngô Mạnh Thắng

ThS. Đỗ Anh Dũng

Hải Phòng, ngày.....thángnăm 2024

TRƯỞNG KHOA

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIẢNG VIÊN HƯỚNG DẪN TỐT NGHIỆP

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác:

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Nội dung hướng dẫn:

1. Tinh thần thái độ của sinh viên trong quá trình làm đề tài tốt nghiệp

.....
.....
.....
.....
.....

2. Đánh giá chất lượng của đề án/khóa luận (so với nội dung yêu cầu đã đề ra trong nhiệm vụ Đ.T. T.N trên các mặt lý luận, thực tiễn, tính toán số liệu...)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên hướng dẫn tốt nghiệp

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2024

Giảng viên hướng dẫn

(Ký và ghi rõ họ tên)

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

PHIẾU NHẬN XÉT CỦA GIÁO VIÊN CHẤM PHẢN BIỆN

Họ và tên giảng viên:

Đơn vị công tác:

Họ và tên sinh viên: Chuyên ngành:

Đề tài tốt nghiệp:

.....

1. Phần nhận xét của giáo viên chấm phản biện

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Những mặt còn hạn chế

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

3. Ý kiến của giảng viên chấm phản biện

Được bảo vệ ☐ Không được bảo vệ ☐ Điểm hướng dẫn ☐

Hải Phòng, ngày ... tháng ... năm 2024

Giảng viên chấm phản biện

(Ký và ghi rõ họ tên)

LỜI CẢM ƠN

Khi em nghiên cứu đề tài, trong quá trình thực hiện đồ án này ngoài sự nỗ lực, cố gắng của bản thân thì em đã nhận được sự hướng dẫn, giúp đỡ, động viên không nhỏ từ phía thầy giáo, cô giáo và bạn bè. Em xin gửi lời cảm ơn trân thành đến:

Thầy giáo TS. Đỗ Anh Dũng đã trực tiếp giúp em định hướng đề tài đồ án cũng như tận tình hướng dẫn, giải đáp những thắc mắc. Thầy cũng chia sẻ những kiến thức chuyên môn sâu và những kinh nghiệm quý báu giúp em hoàn thành đồ án này.

Đồng thời em xin cảm ơn đến các thầy giáo, cô giáo trong bộ môn và các bạn trong lớp DTL2501 đã nhiệt tình chia sẻ, giúp đỡ và động viên trong suốt quá trình làm đồ án.

Cho dù em đã rất cố gắng, nỗ lực trong quá trình thực hiện nhưng đồ án này có nhiều kiến thức mới. Cho nên sẽ không thể tránh khỏi những thiếu sót và những câu văn dịch từ tiếng anh không được rõ nghĩa lắm. Em rất mong nhận được sự góp ý, chỉ bảo tận tình của quý thầy giáo, cô giáo và các bạn đồng môn.

Hải Phòng, tháng 2 năm 2024

Sinh viên thực hiện

Ngô Mạnh Thắng

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG..... 1

1. Giới thiệu chung.....	1
1.1. Lịch sử ra đời và phát triển.....	1
1.2. Phân loại hệ thống thông tin di động	3
1.2.1. Phân loại theo đặc tính tín hiệu.....	3
1.2.2. Phân loại theo cấu trúc hệ thống	3
1.2.3. Phân loại theo phương thức đa truy nhập vô tuyến.....	3
1.2.4. Phân loại theo phương thức song song.....	5
2. Một số thế hệ mạng di động.....	5
2.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1G (First Generation)	7
Chức năng các trạm:	8
2.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2G (Second Generation).....	10
2.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3G (Third Generation).....	11
3. Kết luận chương 1	14

CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G 15

1. Giới thiệu chung.....	15
2. Mô hình cấu trúc mạng 4G.....	16
2.1. Yêu cầu cấu trúc mạng mới của mạng 4G	16
2.1.1. Hệ thống mạng có tính năng tích hợp.....	16
2.1.2. Hệ thống mạng có tính mở.....	17
2.1.3. Hệ thống mạng phải đảm bảo chất lượng dịch vụ cho các ứng dụng đa phương tiện trên nền IP	17
2.1.4. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính an toàn, bảo mật thông tin.....	18
2.1.5. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính di động và tốc độ	18
2.2. Một số kỹ thuật mới nhằm làm tăng tốc độ đường truyền	18
2.2.1. Sử dụng anten thông minh	18
2.2.2. Sử dụng các điều chế và mã hóa thích ứng (AMC - Adaptation and Modulation Coding)	19
2.2.3. Ghép kênh phân chia tần số trực giao OFDM.....	19
2.3. Mô hình cấu trúc mạng 4G.....	22
3. Công nghệ mạng 4G.....	24
3.1. Công nghệ tiền 4G.....	24

3.1.1.	Giới thiệu	24
3.1.2.	Cấu trúc mạng LTE	25
3.1.2.1.	Mạng truy nhập vô tuyến.....	26
3.1.2.2.	Mạng Core.....	27
3.1.2.3.	Kiến trúc Roaming.....	27
3.2.	Công nghệ LTE Advanced của thế hệ 4G.....	28
3.2.1.	Kết hợp sóng mang.....	30
3.2.2.	Giải pháp đa anten cải tiến - MIMO.....	31
3.2.2.1.	Mô hình hệ thống MIMO (Multiple Input Multiple Output)	32
3.2.2.2.	Hệ thống Single user MIMO (SU-MIMO).....	34
3.2.2.3.	Hệ thống Multi User MIMO (MU – MIMO).....	35
3.2.2.4.	Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced.....	35
3.2.3.	Truyền dẫn đa điểm phối hợp	36
3.2.4.	Các bộ lặp và các nút chuyển tiếp.....	37
3.2.4.1.	Các bộ lặp.....	37
3.2.4.2.	Các nút chuyển tiếp.	37
4.	Kết luận chương 2.....	39
CHƯƠNG 3: KIẾN TRÚC CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG		
5G		40
3.1.	Số liệu thực tế và thách thức	40
3.1.1.	Những số liệu thực tế.....	40
3.1.2.	Thách thức đối với hệ thống thông tin di động thứ 5	42
3.2.	Các yêu cầu chính cho hệ thống thông tin di động 5G.....	43
3.3.	Khái niệm và Kiến trúc.....	45
3.3.1.	Dịch vụ đổi mới	46
3.3.2.	Nền tảng cho phép (Enabling Platform)	47
3.3.3.	Cơ sở hạ tầng siêu kết nối	48
3.4.	Các công nghệ cho phép.....	50
3.5.	Kết luận chương 3	52
CHƯƠNG 4: LỘ TRÌNH TRIỂN KHAI ÁP DỤNG VÀO MẠNG VIỄN THÔNG VNPT HẢI PHÒNG		53
4.1 .	Các yếu tố thúc đẩy phát triển và kỳ vọng với 5G.....	53
4.3	Giải pháp và lộ trình dự kiến triển khai mạng di động 5G tại tập đoàn VNPT	60
4.3.1	Giai đoạn nghiên cứu, thử nghiệm công nghệ (2019 – 2020).....	61

4.3.2	Giai đoạn chuẩn bị cơ sở hạ tầng (2019-2022 và tiếp sau đó)	62
4.3.3	Giai đoạn triển khai	65
4.4	Giải pháp và lộ trình cho triển khai mạng di động 5G tại VNPT Hải Phòng	68
KẾT LUẬN		71
TÀI LIỆU THAM KHẢO		72

DANH MỤC HÌNH

Hình 1.1: Cấu trúc mạng tế bào	3
Hình 1.2: Các công nghệ đa truy nhập.....	5
Hình 1.3: Lộ trình phát triển của hệ thống thông tin di động tế bào.....	6
Hình 1.4: Cấu trúc mạng cơ bản của hệ thống GSM	7
Hình 1.5: Điện thoại thế hệ 1G	9
Hình 1.6: Sự phát triển của công nghệ mạng di động.....	12
Hình 2.1: Sự tích hợp của các mạng khác nhau dẫn đến 4G.....	16
Hình 2.2: Sự kết hợp của các mạng khác nhau	17
Hình 2.3: Các mạng khác nhau có thể truy nhập vào hệ thống	17
Hình 2.4. Tốc độ truyền dữ liệu trong mạng 4G.....	18
Hình 2.5: Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM	20
Hình 2.6: Phổ tín hiệu OFDM với 5 sóng mang.	20
Hình 2.7: Tiết kiệm băng thông khi sử dụng OFDM.....	21
Hình 2.8: Mô hình cấu trúc mạng 4G	22
Hình 2.9: Tốc độ của 2 công nghệ Wimax và LTE	25
Hình 2.10: Cấu trúc mạng LTE Cấu trúc này rất đơn giản với 2 nút:	25
Hình 2.11: Liên kết IP giữa một UE với PDNs.....	26
Hình 2.12: Mạng truy nhập vô tuyến	26
Hình 2.13: Mạng Core	27
Hình 2.14: Kiến trúc Roaming	27
Hình 2.15: Công nghệ 4G	28
Hình 2.16: Tổng số di động được kết nối của các thế hệ theo từng năm (theo GSMA Intelligence)	29
Hình 2.17: Các sóng mang thành phần trong truyền dẫn băng rộng trong LTE-Advanced.....	30
Hình 2.18: Khối tập hợp sóng mang.....	31
Hình 2.19: Các kiểu kết hợp sóng mang.....	31
Hình 2.20: Mô hình hệ thống MIMO MxN.....	33
Hình 2.21: Ghép kênh không gian V-BLAST.....	34
Hình 2.22: Hệ thống Single user MIMO	34
Hình 2.23: Hệ thống Multi User MIMO	35
Hình 2.24: Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced.....	35
Hình 2.25: Cấu hình MIMO 8x8.....	36
Hình 2.26: Hệ thống phối hợp với 2 nút chuyển tiếp.....	36

Hình 2.27: Kỹ thuật chuyển tiếp	37
Hình 2.28: Chuyển tiếp 1 chiều.....	38
Hình 2.29: Chuyển tiếp 2 chiều.....	38
Hình 3.1: Số lượng người dùng smartphone trên toàn thế giới từ 2014 đến 2020 (tính bằng tỷ).....	40
Hình 3.2: Các lô hàng điện thoại thông minh toàn cầu dự báo từ năm 2010 đến năm 2021.....	41
Hình 3.3: Tổng băng thông kết nối internet trong nước năm 2017 (Mbps).....	41
Hình 3.4: Tổng băng thông kết nối internet quốc tế năm 2017 (Mbps).....	42
Hình 3.5: Các nhóm ứng dụng 5G (theo ITU).....	43
Hình 3.6: Cấu trúc tổng quát của hệ thống 5G.....	46
Hình 3.7: Ví dụ về các dịch vụ 5G.....	47
Hình 3.8: Nền tảng cho phép 5G dựa trên phần mềm.....	48
Hình 3.9: Cơ sở hạ tầng 5G hỗ trợ tốc độ dữ liệu cực cao và kết nối lớn.....	49
Hình 3.10: Kiến trúc 4G	50
Hình 3.11: Các loại công nghệ chính từ kiến trúc / giá trị 5G.....	51
Hình 4.1. Mô hình mạng truyền tải chuẩn bị cho triển khai 5G VNPT	63
Hình 4.2. Mô hình triển khai DC dự kiến mạng 5G VNPT giai đoạn 2020-2030	64

DANH MỤC BẢNG

Bảng 1.1: Bảng so sánh tham số công nghệ cơ bản.....	13
Bảng 2.1: Đặc điểm của anten thông minh.....	19
Bảng 2.2: So sánh các tham số của LTE và LTE-Advanced.....	29
Bảng 2.3: So sánh các tham số của LTE-Advanced với công nghệ khác.....	30

DANH MỤC TỪ VIẾT TẮT

TỪ VIẾT TẮT	ENGLISH	TIẾNG VIỆT
3GPP	3 rd Generation Partnership Project	Dự án đối tác thế hệ thứ 3
AMPS	Advanced Mobile Phone System	Dịch vụ điện thoại di động cao cấp
API	Application Programming Interface	Giao diện lập trình ứng dụng
AR	Augmented Reality	Thực tế tăng cường
BI	Business Intelligence	Kinh doanh thông minh
BS	Base Station	Trạm gốc
BTS	Base Tranceiver Station	Trạm thu phát gốc
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CDN	<i>Content Distribution Network</i>	Mạng phân phối nội dung
CQI	Channel Quality Indicator	Chỉ số chất lượng kênh
C-RAN	Cloud Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến đám mây
CSI	Channel State Information	Thông tin trạng thái kênh
D2D	Divice to Divice Communication	Truyền thông thiết bị - thiết bị
DoS	Denial of Service	Từ chối dịch vụ
DU	Digital Unit	Đơn vị số
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution	Cải tiến tốc độ dữ liệu cho sự phát triển GSM
EE	Energy Efficiency	Hiệu suất năng lượng
eMBB	Enhanced Mobile Broadband	Băng rộng di động nâng cao
FBMC	Filter Bank Multi-Carrier	Đa sóng mang lọc băng tần
FDD	Frequency Division Duplex	Ghép song công phân chia theo tần số
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
GPRS	General Packet Radio Service	Dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp
GPS	Global Positioning System	Hệ thống định vị toàn cầu
GPU	Graphics Processing Unit	Bộ xử lý đồ họa

GSM	Global System for Mobile Communication	Hệ thống thông tin di động toàn cầu
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Truy nhập gói đường xuống tốc độ cao
HSUPA	High Speed Uplink Packet Access	Truy nhập gói đường lên tốc độ cao
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Viện kỹ nghệ điện và điện tử
IMT	International Mobile Telecommunications	Viễn thông di động quốc tế
ITM	Intelligent Traffic Management	Quản lý lưu lượng thông minh
IoT	Internet of Things	Mọi vật kết nối internet
IP	Internet Protocol	Giao thức internet
IS	Interim Standard	Tiêu chuẩn tạm thời
ISDN	Integrated Services Digital Network	Mạng số tích hợp đa dịch vụ
ITU	International Telecommunication Union	Liên minh viễn thông quốc tế
LTE	Long Term Evolution	Phát triển dài hạn
MAC	Medium Access Control	Lớp điều khiển truy cập môi trường
METIS	Mobile and wireless communications Enablers for Twenty-twenty (2020) Information Society	Thông tin di động và truyền thông không dây ứng dụng vào năm 2020
MIMO	Multi-input Multi-output	Đa đầu vào – đa đầu ra
MMS	Multimedia Messaging Service	Dịch vụ tin nhắn đa phương tiện
MMT	MPEG Media Transport	Công nghệ xử lý hình ảnh kỹ thuật số
mMTC	Massive Machine Type Communications	Truyền thông máy số lượng lớn
MN	Moving Network	Mạng di chuyển
MRN	Moving Relay Node	Điểm chuyển tiếp di động
MS	Mobile Station	Trạm di động
MVC	Multi-view Video Encoding	Mã hóa đa video
NFV	Network Functions Virtualization	Ảo hóa mạng
NI	Network Intelligence	Mạng thông minh

NOMA	Non-Orthogonal Multiple Access	Đa truy nhập không trực giao
OAM	Operation and Management	Tổ chức và quản lý
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao
PHY	Physical Layer	Lớp vật lý
POTN	Packet Optical Transport Network	Mạng truyền tải quang packet
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
RAN	Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến
RAT	Radio Access Technology	Công nghệ truy cập vô tuyến
SDMA	Space Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo không gian
SDN	Software Defined Networks	Công nghệ mạng được xác định bởi phần mềm
SE	Spectral Efficiency	Hiệu quả quang phổ
SIC	Self – Interference Cancellation	Kỹ thuật tự hủy nhiễu
SIM	Subscriber Identification Module	Mô-đun nhận thực thuê bao
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio	Tín hiệu nhiễu cộng với tạp âm
SMS	Short Message Service	Dịch vụ tin nhắn ngắn
SON	Self - Organizing Network	Mạng tự tổ chức
TACS	Total Access Communications System	Hệ thống thông tin truy nhập toàn bộ
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền vận
TDD	Time Division Duplex	Ghép song công phân chia theo thời gian
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
uCTN	Unified Converged Transport Network	Mạng vận tải hội tụ hợp nhất
UE	User Equipment	Thiết bị người sử dụng
UMB	Ultra Mobile Broadband	Siêu băng thông rộng di động

UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
URLLC	Ultra-Reliable and Low-Latency Communications	Truyền thông thời gian trễ thấp và tin cậy cực cao
UX	User Experience	Trải nghiệm người dùng
VR	Virtual Reality	Thực tế ảo
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã băng rộng
WiMax	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Tương tác toàn cầu bằng truy nhập viba

CHƯƠNG 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

1. Giới thiệu chung

1.1. Lịch sử ra đời và phát triển

Ở cuối thế kỷ thứ 19 Marconi đã chỉ ra rằng thông tin vô tuyến có thể liên lạc trên cự ly xa, máy phát và máy thu có khả năng liên lạc di động với nhau. Nhưng thời đó người ta liên lạc chủ yếu bằng điện báo Morse.

Trong những năm 1895, hệ thống thông tin liên lạc không dây là một trong những hệ thống phát triển nhanh nhất của các thông tin liên lạc thời xưa. Nó sử dụng các dịch vụ băng thông rộng của di động.

Các khái niệm về hệ thống di động được phát triển bởi các nhà nghiên cứu tại Phòng thí nghiệm AT & T Bell để giải quyết các vấn đề công suất các hệ thống thông tin di động đầu. Trái ngược với các thông tin di động: Đầu tiên hệ thống, mà chỉ có một trạm trung tâm (BS) bao phủ toàn bộ vùng phủ sóng khu vực, hệ thống tế bào phân chia vùng phủ sóng vào các tế bào không chồng chéo nhau và hoạt động với BS riêng của mình. Bằng cách khai thác một thực tế rằng sức mạnh của một tín hiệu truyền với khoảng cách, cùng một tần số tương tự có thể được tái sử dụng trong tiểu tế bào mà không cần giới thiệu nhiều liên cell nặng như một hệ quả, khả năng làm tăng đáng kể việc sử dụng gói của phổ tần số.

Đến năm 1928 sở cảnh sát Bayone – Mỹ đã bắt đầu triển khai mạng vô tuyến truyền thanh đầu tiên. Do là mạng vô tuyến truyền thanh đầu tiên nên các máy di động tốn nguồn và khá cồng kềnh được đặt trên ô tô để liên lạc về 1 trạm gốc BS ở trung tâm. Chất lượng liên lạc lại cực kỳ kém do đặc điểm địa hình truyền sóng di động rất phức tạp mà các máy chỉ gồm 10 đèn điện tử thực hiện các chức năng tối thiểu.

Hệ thống điện thoại cố định phát triển nhanh và hình thành mạng PSTN (Public Switching Telephone Network) song suốt thời gian dài vô tuyến di động không phát triển do hạn chế về công nghệ. Mạng PSTN bao gồm đường dây điện thoại, cáp quang, truyền dẫn vi ba liên kết, các mạng di động, vệ tinh thông tin liên lạc, và dây cáp điện thoại dưới đáy biển, tất cả các kết nối với

nhau bởi các trung tâm chuyển mạch, do đó cho phép hầu hết các máy điện thoại để liên lạc với nhau. Ban đầu là một mạng lưới các đường dây cố định tương tự hệ thống thoại. Mạng PSTN hiện nay gần như hoàn toàn kỹ thuật số trong của mạng lõi và bao gồm điện thoại di động và các mạng khác, cũng như điện thoại cố định.

Trong năm 1947 Bell Labs đã cho ra ý tưởng về mạng điện thoại di động tế bào: Các máy di động được tự do và chuyển vùng từ vùng tế bào này sang vùng tế bào khác. Các tế bào được thiết kế nhằm phủ kín vùng phủ sóng (là vùng địa lý được cung cấp dịch vụ di động), kết nối thành mạng thông qua chuyển mạch tổng đài di động và được bố trí tại trung tâm vùng. Những người sử dụng di động có thể di chuyển được trong vùng phủ sóng của các trạm gốc (Base station).

Nhưng ý tưởng của Bell Labs đã không được sử dụng do hạn chế về mặt công nghệ.

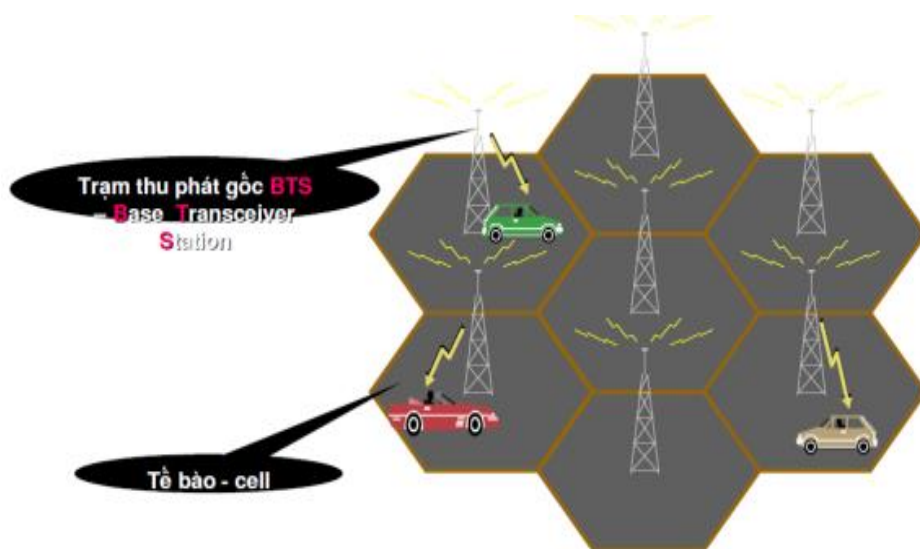
Năm 1979 thì mạng di động tế bào đầu tiên đã được đưa vào sử dụng ở Mỹ và phát triển rất nhanh do doanh thu thu lớn và tính thuận tiện trong việc sử dụng. Mạng di động tế bào được ra đời nhờ các tiến bộ kỹ thuật về:

Có các hệ thống chuyển mạch tự động với tốc độ chuyển mạch lớn, dung lượng cao.

Sử dụng kỹ thuật vi mạch: VLSI ra đời (Very Large Scale Integrated Circuit) nó có thể tích hợp các linh kiện từ hàng trăm ngàn đến 10⁶ transistor trong 1 máy điện thoại di động. Do vậy có thể giải quyết được những khó khăn trong việc truyền sóng di động.

Hệ thống thông tin di động tế bào số hay còn được gọi là hệ thống thông tin di động (Mobile Systems) là hệ thống thông tin liên lạc được truy cập với nhiều điểm khác nhau (access point or base stations) trên một vùng tế bào hay còn gọi là các Cell.

Cell (tế bào hay ô): là đơn vị cơ sở của mạng mà tại đó trạm MS (trạm di động) tiến hành việc trao đổi các thông tin với mạng thông qua trạm thu phát gốc BTS (Base Transceiver Stations)



Hình 1.1: Cấu trúc mạng tế bào

1.2. Phân loại hệ thống thông tin di động

1.2.1. Phân loại theo đặc tính tín hiệu.

- Analog: Thế hệ 1, thoại điều tần analog, các tín hiệu điều khiển đã được số hóa toàn bộ.
- Digital: Thế hệ 2, và cao hơn, thoại, điều khiển đều số hóa. Ngoài dịch vụ thoại nó còn có khả năng phục vụ các dịch vụ khác như truyền số liệu ...

1.2.2. Phân loại theo cấu trúc hệ thống

- Các mạng vô tuyến tế bào: Cung cấp các dịch vụ trên diện rộng với khả năng lưu động (roaming) toàn cầu (liên mạng).
- Vô tuyến viễn thông không dây (CT: Cordless Telecome) cung cấp dịch vụ trên diện hẹp, các giải pháp kỹ thuật đơn giản, không có khả năng roaming.
- Vành vô tuyến địa phương (WLL: Wireless Local Loop): Cung cấp dịch vụ điện thoại vô tuyến với chất lượng như điện thoại cố định cho một vành đai quanh một trạm gốc, không có khả năng roaming. Mục đích nhằm cung cấp dịch vụ điện thoại cho các vùng mật độ dân cư thấp, mạng lưới điện thoại cố định chưa phát triển.

1.2.3. Phân loại theo phương thức đa truy nhập vô tuyến

a. Đa truy nhập phân chia theo tần số FDMA

Mỗi thuê bao truy nhập mạng bằng 1 tần số, băng tần chung W được chia thành N kênh vô tuyến. Mỗi một thuê bao truy nhập và liên lạc trên kênh liên lạc

trên kênh con trong suốt thời gian liên lạc.

+Ưu điểm: yêu cầu về đồng bộ không quá cao, thiết bị đơn giản.

+Nhược điểm:

- Thiết bị trạm gốc công kênh do có bao nhiêu kênh (tần số sóng mang kênh con) thì tại trạm gốc phải có bấy nhiêu máy thu phát.

- Cần phải đảm bảo các khoảng cách bảo vệ giữa từng kênh bị sóng mang chiếm nhằm mục đích phòng ngừa sự không hoàn thiện của các bộ lọc và các bộ dao động. Các máy thu đường lên hoặc đường xuống chọn sóng mang cần thiết và theo tần số phù hợp.

Như vậy để đảm bảo FDMA tốt thì tần số phải được phân chia và quy hoạch thống nhất trên toàn thế giới.

b. Đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA

Các phổ mà quy định cho liên lạc thông tin di động được chia ra thành các dải tần liên lạc, mỗi dải tần liên lạc này sẽ dùng chung cho N kênh liên lạc. Trong mỗi kênh liên lạc là một khe thời gian trong chu kỳ một khung. Các thuê bao dùng chung một tần số song luân phiên nhau về thời gian, mỗi thuê bao được chỉ định cho một khe thời gian trong cấu trúc khung.

+Ưu điểm:

- Trạm gốc đơn giản do với một tần số chỉ cần một máy thu phát phục vụ được nhiều người truy nhập và được phân biệt nhau về thời gian.

- Các tín hiệu của thuê bao được truyền dẫn số

- Giảm nhiễu giao thoa

+Nhược điểm:

- Yêu cầu về đồng bộ ngặt nghèo.

- Loại máy điện thoại di động mà dùng kỹ thuật số TDMA phức tạp hơn loại máy điện thoại di động dùng kỹ thuật FDMA. Hệ thống xử lý số đối với tín hiệu trong MS tương tự có khả năng xử lý không quá 106 lệnh trong một giây, còn trong MS số TDMA phải có khả năng xử lý hơn $50 \times 10^6/s$

c. Đa truy nhập phân chia theo mã CDMA

Các thuê bao dùng chung một tần số trên suốt thời gian liên lạc. CDMA phân biệt nhau nhờ kỹ thuật mã trải phổ khác nhau, nhờ đó hầu như không gây nhiễu lẫn nhau. Những thiết bị mà người sử dụng được phân biệt với nhau nhờ dùng một mã đặc trưng, riêng biệt không trùng với ai.

+Ưu điểm:

- Hiệu quả sử dụng phổ cao, có khả năng chuyển vùng miền và đơn giản

trong kế hoạch phân bổ tần số.

- Khả năng chống nhiễu và bảo mật cao, thiết bị trạm gốc đơn giản (1 máy thu phát).

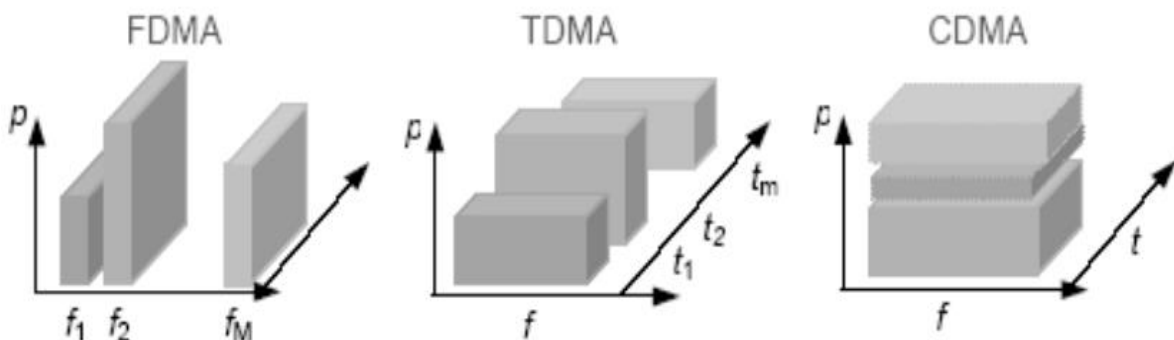
- Dải tần tín hiệu hoạt động rộng hàng MHz.

- Những kỹ thuật trải phổ trong hệ thống truy nhập này cho phép tín hiệu vô tuyến sử dụng có cường độ trường hiệu quả hơn FDMA, TDMA

+Nhược điểm:

- Yêu cầu về đồng bộ và điều khiển công suất rất ngặt nghèo, chênh lệch công suất thu tại trạm gốc từ các máy di động trong một tế bào phải nhỏ hơn hoặc bằng 1dB, trái lại thì số kênh phục vụ được.

- Kỹ thuật trải phổ phức tạp.



Hình 1.2: Các công nghệ đa truy nhập

1.2.4. Phân loại theo phương thức song song

- + FDD (Frequency Division Duplex: Song công phân chia theo tần số). Nó được thu phát đồng thời ở 2 tần số khác nhau, phát 1 tần số và thu 1 tần số. Băng tần công tác gồm 2 dải tần dành cho đường lên up-link từ MS tới BS và đường xuống down-link từ BS tới MS. Đường lên luôn là dải tần thấp và MS có công suất nhỏ hơn, thường di động và có khả năng bị che khuất. Khi đó với giải pháp tần thấp hơn (bước sóng lớn hơn) thì khả năng bị che khuất giảm.

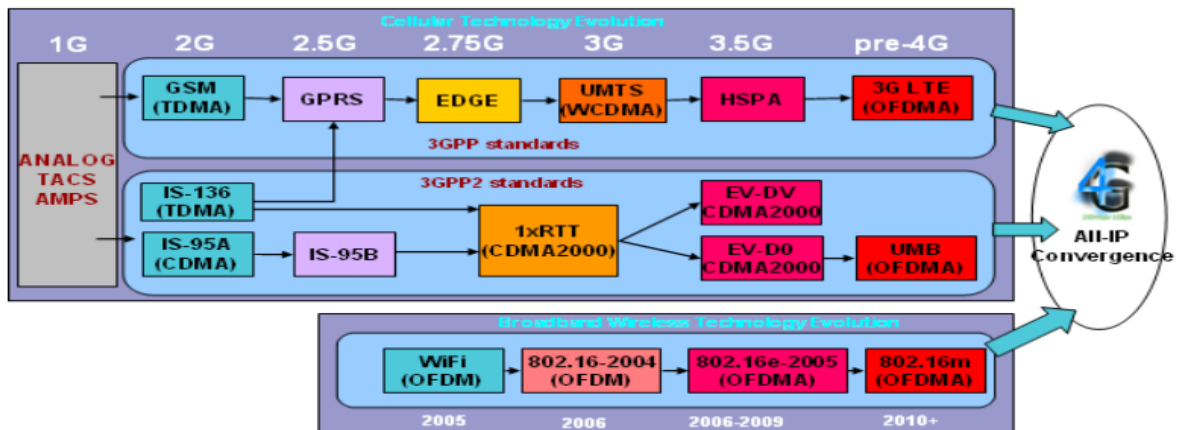
- + TDD (Time Division Duplex: Song công phân chia theo thời gian). Một tần số chia 8 khe thời gian. Khung thời gian công tác được chia đôi, 1 nửa cho đường lên, 1 nửa cho đường xuống.

2. Một số thể hệ mạng di động

Các thể hệ di động khác nhau đều có bốn khía cạnh chính là:

- Truy cập vô tuyến
- Tốc độ dữ liệu
- Băng thông

- Cấu hình chuyển mạch



Hình 1.3: Lộ trình phát triển của hệ thống thông tin di động tế bào.

Thế hệ ra đời đầu tiên vào thập niên 80 là mạng thông tin thế hệ 1G, mạng này dùng tín hiệu tương tự (analog), băng thông khác nhau từ 10 đến 30 KHz tùy thuộc vào loại hệ thống và dịch vụ, dịch vụ chủ yếu là thoại. Tuy mạng này chứa đựng nhiều khuyết điểm về kỹ thuật nhưng nó đã đánh dấu sự đổi mới và là một bước ngoặt quan trọng trong lịch sử truyền thông. Chính vì thế, để chứng kiến sự chuyển biến, thay đổi của mạng thông tin di động trên khắp thế giới thì vào đầu những năm 90 người ta người ta cho ra đời thế hệ thứ hai là mạng 2G với băng thông số 200 MHz. Mạng 2G được phân ra làm 2 loại: dựa trên nền tảng đa truy nhập phân chia theo thời gian TDMA và dựa trên nền tảng đa truy nhập phân chia theo mã CDMA. Để đánh dấu điểm mốc thời điểm bắt đầu của mạng 2G là sự ra đời của công nghệ D-AMPS (hay IS-136) trên nền tảng TDMA được áp dụng ở Mỹ. Sau đó là mạng CdmaOne (hay IS-95) trên nền tảng CDMA được áp dụng phổ biến ở châu Mỹ và một phần châu Á. Tiếp theo là công nghệ mạng GSM dựa trên nền tảng TDMA được ra đời đầu tiên tại châu Âu và sau đó triển khai trên toàn thế giới. Mạng 2G đã đem lại nhiều lợi ích cho người sử dụng, tiêu biểu như khả năng di động, chất lượng thoại và hình ảnh đen trắng. Tiếp nối mạng 2G là mạng thông tin di động thế hệ di động thứ ba là mạng 3G. Sự cải tiến nổi bật nhất của mạng 3G trong dịch vụ so với thế hệ 2G là khả năng đáp ứng truyền thông với chuyển mạch gói tốc độ cao với băng thông rộng 5 MHz giúp cho việc triển khai các dịch vụ truyền thông đa phương tiện với hình ảnh động. Mạng 3G với mô hình mạng UMTS dựa trên nền kỹ thuật công nghệ WCDMA và mạng CDMA2000 trên nền CDMA.

Theo nguyên lý dung lượng kênh truyền Shannon:

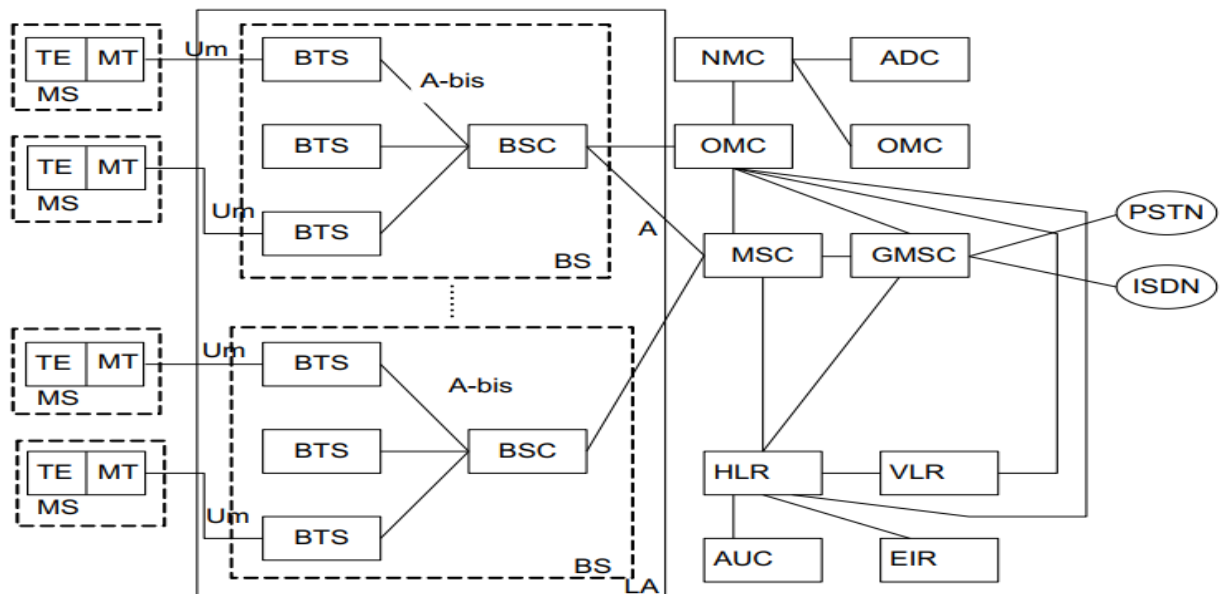
$$C=B.\log_2(1+S/N)$$

Trong đó:

- C là dung lượng kênh (bit/s)
- B là băng thông của hệ thống thông tin (Hz)
- S/N là tỉ số công suất tín hiệu trên công suất tạp âm Theo chuẩn của

ITU thì tỉ số S/N tầm 12 dB

2.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1G (First Generation)



Hình 1.4: Cấu trúc mạng cơ bản của hệ thống GSM

Trong đó:

- MS : Mobile Station (Trạm di động)
- MT : Mobile Termination (Đầu cuối di động).
- TE : Terminal Equipment (Thiết bị đầu cuối).
- Um : Giao diện vô tuyến giữa trạm cố định và trạm di động.
- BS : Base Station (Trạm gốc cố định).
- BSS : Base Station System (Hệ thống trạm gốc).
- BTS : Base Transceiver Station (Trạm thu phát gốc).
- BSC : Base Station Controller (Đài điều khiển trạm gốc).
- MSC : Mobile Switching Centre (Trung tâm chuyển mạch di động).
- NMC : Network Management Centre (Trung tâm quản lý mạng).
- OMC : Operation Maintenance Centre (Trung tâm khai thác và bảo trì).
- ADC : Administration Centre (Trung tâm quản trị điều phối).
- AUC : Authentication Centre (Trung tâm nhận thực thuê bao).
- EIR : Equipment Identity Register (Bộ ghi nhận thiết bị).

HLR : Home Location Register (Bộ ghi định vị thường trú).

VLN : Visitor Location Register (Bộ ghi định vị tạm trú).

GMSC: Gateway MSC (Tổng đài cổng)

PSTN : Public Switched Telephone Network (Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng)

ISDN : Integrated Service Digital Network (Mạng tích hợp số đa dịch vụ)

LA : Location Area (Vùng định vị)

Chức năng các trạm:

Trạm di động (Mobile Station): là thiết bị mà một thuê bao sử dụng để truy nhập các dịch vụ của hệ thống. MS có chức năng tạo kênh vật lý giữa BS và MS như quản lý kênh, thu phát vô tuyến, mã hóa và giải mã kênh, mã hóa và giải mã tiếng nói ... Nó gồm thiết bị đầu cuối TE và một đầu cuối di động MT.

Trạm gốc cố định (Base Station): có chức năng quản lý kênh vô tuyến bao gồm đặt kênh, giám sát chất lượng đường thông tin, phát các tin quảng bá và thông tin báo hiệu liên quan, cũng như điều khiển các mức công suất và điều khiển nhảy tần. Trạm BS còn có các chức năng khác như là mã hoá giải mã và sửa lỗi, mã chuyển tiếng nói số hoặc phối hợp tốc độ số liệu, khởi đầu chuyển điều khiển HO trong nội bộ tế bào về kênh tốt hơn cũng như mã tín hiệu báo hiệu và số liệu.

Hệ thống trạm gốc (BSS- Base Station Systems): hệ thống này bao gồm:

- Trạm thu phát gốc (BTS – Base Transceiver Station) là một máy thu phát vô tuyến được sử dụng để phủ sóng cho một tế bào
- Đài điều khiển trạm gốc (BSC – Base Station Controller) có nhiệm vụ thực hiện mọi chức năng kiểm soát trong BS như điều khiển HO, điều khiển công suất

Hai trạm này kết nối với nhau bằng giao diện A-bis.

Tổng đài thông tin di động (MSC – Mobile Switching Centre): MSC được kết nối tuyến với BS thông qua giao diện A. Các chức năng của MSC bao gồm : điều khiển cuộc gọi, lập tuyến cuộc gọi, các thủ tục cần thiết để làm việc với các mạng khác (như PSTN, ISDN), các thủ tục liên quan tới quản lý quá trình di động của các trạm di động như nhắn tin để thiết lập cuộc gọi, báo mới vị trí trong quá trình di động và nhận thực nhằm chống các cuộc truy nhập trái phép, cũng như các thủ tục cần thiết để tiến hành chuyển điều khiển.

Trung tâm nhận thực (AUC – Authentication Centre): trung tâm này là một

đơn vị cơ sở dữ liệu trong mạng, cung cấp các tham số mã mật và nhận thực cần thiết để giúp cho đảm bảo tính riêng tư (mật) của từng cuộc gọi và nhận thực quyền truy nhập của thuê bao đang tiến hành truy nhập mạng.

Bộ ghi định vị thường trú (HLR – Home Location Register): là một đơn vị cơ sở dữ liệu có chức năng dùng để quản lý các thuê bao di động

Bộ ghi số nhận diện thiết bị (EIR – Equipment Identity Register): Bộ ghi số nhận diện thiết bị nối tới MSC bằng một tuyến báo hiệu, cũng là một cơ sở dữ liệu chứa thông tin liên quan đến thiết bị (con số nhận diện phần cứng của thiết bị di động) cho phép MSC nhận biết được MS hỏng, bị lấy cắp hay đang gọi trộm.

Bộ ghi định vị tạm trú (VLR – Visitor Location Register): là một khối có chức năng theo dõi mọi MS hiện có trong vùng MSC của nó hay không, kể cả MS đang hoạt động ở ngoài vùng HLR. VLR vì vậy là một cơ sở dữ liệu chứa thông tin của mọi MS hợp lệ hiện đang có trong vùng của nó. Mỗi MSC có một VLR duy nhất. Vùng mà MSC/VLR quản lý gọi là vùng phục vụ MSC/VLR.

Thế hệ di động 1G là thế hệ di động không dây cơ bản đầu tiên trên thế giới được thiết kế vào năm 1970 và cho ra mắt năm 1984. Nó dựa trên công nghệ vô tuyến tương tự, dịch vụ đơn thuần là thoại. Nó sử dụng phương thức đa truy nhập FDMA. Các hệ thống giao tiếp thông tin được kết nối bằng tín hiệu analog, sử dụng các anten thu phát sóng gắn ngoài. Nó kết nối các tín hiệu analog này tới các trạm thu phát sóng và nhận tín hiệu xử lý thoại thông qua các module gắn trong các máy di động, tích hợp cả 2 module thu tín hiệu và phát tín hiệu. Do vậy mà các thế hệ máy di động đầu tiên trên thế giới có kích thước khá to, cồng kềnh, chất lượng thấp và bảo mật kém.



Hình 1.5: Điện thoại thế hệ 1G

Ở thế hệ mạng di động thông tin đầu tiên, có tần số chỉ 150MHz nhưng

nó cũng được phân ra khá nhiều chuẩn kết nối và được chia theo từng phân vùng riêng trên thế giới như:

- + NMT (Nordic Mobile Telephone) là một hệ thống tương tự cho truyền thông di động chuẩn dành cho Nga và các nước Bắc Âu (như Na Uy, Phần Lan, Iceland, Đan Mạch, Thụy Điển)

- +AMPS (Advanced Mobile Phone System) là một hệ thống tương tự của điện thoại di động tiêu chuẩn được phát triển bởi phòng thí nghiệm Bell. Đã được chính thức giới thiệu vào châu Mỹ năm 1983.

- +TACS (Total Access Communications System: hệ thống tổng truy nhập thông tin) là các hệ thống lỗi thời của AMPS, sử dụng tại Anh.

2.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2G (Second Generation)

Thế hệ di động 2G được áp dụng bằng tín hiệu kỹ thuật số digital thay cho tín hiệu tương tự analog của thế hệ 1G. Hay nói cách khác nó là thế hệ có kết nối thông tin di động mang tính đột phá có sự cải cách, đổi mới hoàn toàn, khác hẳn so với thế hệ đầu tiên. Kể từ khi được thay đổi mô hình từ công nghệ tương tự analog sang công nghệ kỹ thuật số digital, mạng 2G đem lại cho người sử dụng di động có được 3 lợi ích tiến bộ trong suốt một thời gian dài như là:

- + Các dữ liệu được mã hóa theo dạng kỹ thuật số, chất lượng thoại tốt hơn, dung lượng tăng.

- + Có phạm vi kết nối rộng hơn thế hệ 1G.

- + Có sự xuất hiện của tin nhắn dưới dạng văn bản-SMS.

Khi tín hiệu thoại được thu nhận nó sẽ mã hóa thành tín hiệu kỹ thuật số dưới dạng nhiều mã hiệu (codecs). Nó còn cho phép nhiều gói mã thoại được lưu chuyển trên cùng một băng thông, cho nên nó còn tiết kiệm được thời gian và chi phí.

Các tiêu chuẩn 2G liên tục được cải thiện, cùng có nhiều dạng kết nối mạng tùy theo yêu cầu sử dụng từng thiết bị cũng như hạ tầng từng phân vùng quốc gia:

- + GSM (Global System for Mobile Communication) sử dụng phương thức truy nhập TDMA và song công FDD. Đầu tiên được áp dụng tại Châu Âu, sau đó trở thành chuẩn chung ở 6 Châu lục và nó vẫn còn đang được sử dụng với hơn 80% nhà cung cấp mạng thông tin di động toàn cầu. GSM là công nghệ truyền thông có được tốc độ nhanh nhất từ trước đến nay

- + IS-95 hay còn gọi là CDMA One, dựa trên nền tảng kỹ thuật đa

truy nhập CDMA đã được sử dụng phổ biến tại Mỹ và một số nước Châu Á như Hàn Quốc và chiếm gần 17% các mạng toàn cầu.

- + PDC (Personal Digital Cellular) dựa trên nền tảng TDMA tại Nhật Bản.

- + IS-136 hay còn được gọi là D-AMPS (Digital-AMPS) dựa trên nền tảng TDMA song công TDD. Nó là chuẩn kết nối phổ biến và được sử dụng nhiều nhất tính đến thời điểm này, được sử dụng hầu hết ở Hoa Kỳ cũng như các nước trên thế giới.

2.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3G (Third Generation)

Thế hệ 3G là thế hệ mạng truyền thông di động thứ ba, nó ra đời sau nên thế hệ này cải tiến rõ nét so với các thế hệ trước đó. Nó giúp cho người sử dụng điện thoại di động truyền tải cả thông tin dữ liệu thoại, thông tin đa phương tiện như tin nhắn nhanh, âm thanh, hình ảnh, hình ảnh động... và cả thông tin dữ liệu ngoài thoại như tải dữ liệu gửi email, video clips, ... Đặc biệt với người dùng di động thế hệ 3G, mạng 3G cung cấp dịch vụ truyền tải dữ liệu như xem tivi trực tuyến, online, chat, ... Thế hệ 3G cũng cung cấp cả hai hệ thống chuyển mạch đó là chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh. Mạng 3G cho phép truyền tải tốc độ dữ liệu cao, tăng hiệu quả sử dụng phổ tần và nhiều cải tiến khác. Nó chủ yếu sử dụng phương thức đa truy nhập CDMA.

Vì nó ra đời sau thế hệ 1G và 2G nên công nghệ mạng 3G cũng được xem như là một chuẩn IMT – 2000 của Tổ chức Viễn thông Thế giới (ITU). Lúc đầu 3G được dự kiến là một chuẩn thống nhất trên toàn thế giới, nhưng trên thực tế thế giới 3G đã bị chia thành 4 phần riêng biệt:

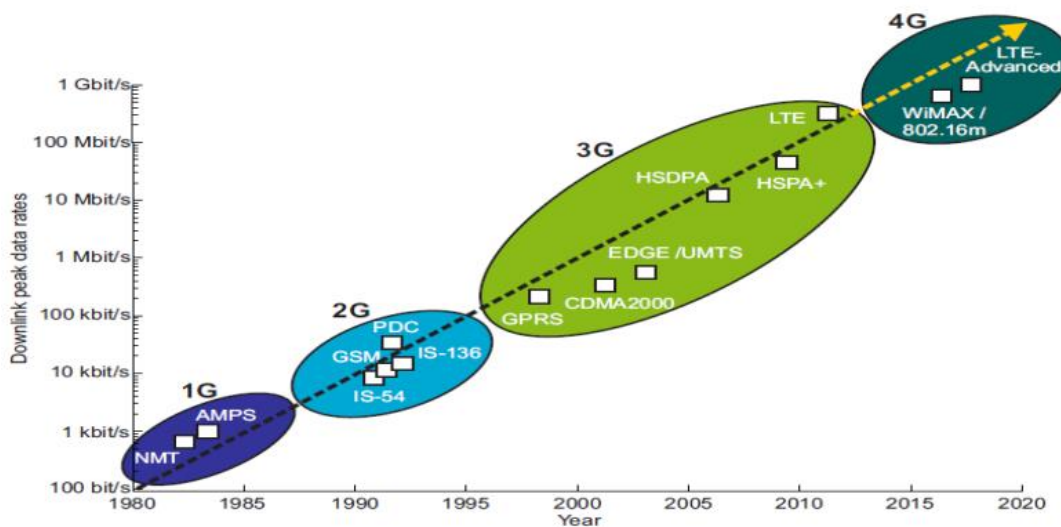
- + UMTS (Universal Mobile Telecommunication System) đôi khi còn được gọi là 3GSM, dựa trên công nghệ truy nhập vô tuyến W-CDMA, dùng cả FDD và TDD. Tốc độ dữ liệu tốt đạt theo lý thuyết là 1920Kbps (đạt gần 2Mbps) nhưng trong thực tế tốc độ này chỉ khoảng 384Kbps thôi. Nó phù hợp với các nhà mạng khai thác dịch vụ di động sử dụng GSM, phổ biến ở các nước châu Âu và một phần châu Á (trong đó có Việt Nam). Hệ thống UMTS đã được tiêu chuẩn hóa bởi tổ chức 3GPP và đó cũng là tổ chức chịu trách nhiệm chuẩn cho GPRS, GSM.

- + Hệ thống CDMA 2000 là thế hệ mạng kế tiếp của chuẩn 2G CDMA và IS-95. Công nghệ CDMA 2000 được quản lý và chuẩn hóa bởi 3GPP2 đây là một tổ chức độc lập, riêng biệt với 3GPP và đã có nhiều kỹ thuật công nghệ truyền thông khác nhau được sử dụng trong CDMA 2000 bao gồm 1xRTT

(Radio Transmission Technology, CDMA2000-1xEV-DO (Evolution-Data Optimized) và CDMA2000-1xEV-DV (Evolution-Data Voice). Công nghệ CDMA 2000 cho phép cung cấp tốc độ dữ liệu từ 144 kbit/s tới trên 3 Mbit/s, chuẩn này đã được tổ chức ITU phê duyệt.

+ HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access): tăng tốc độ downlink (đường xuống, từ BS tới MS) tốc độ tối đa theo lý thuyết là 14,4Mbps, nhưng mà trên thực tế nó chỉ đạt khoảng tầm 1,8Mbps.

+ HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access): giúp tăng tốc độ uplink (đường lên) và cải tiến được chất lượng dịch vụ QoS. Nó cho phép upload lên đến tốc độ 5,8Mbps theo lý thuyết.



Hình 1.6: Sự phát triển của công nghệ mạng di động

Thế hệ di động	1G	2G	3G
Năm thiết kế	1970	1980	1990
Năm thực hiện	1984	1991	2002
Dịch vụ	Chủ yếu là thoại	Chủ yếu cho thoại kết hợp với dịch vụ bản tin ngắn, hình ảnh đen trắng	Truyền dẫn thoại và dịch vụ số liệu đa phương tiện với hình ảnh động, gửi email, chat, tải dữ liệu, tin nhắn nhanh, hình ảnh, âm thanh, ...
Tín hiệu	Tương tự	Kỹ thuật số	Tín hiệu số

Thế hệ di động	1G	2G	3G
Tốc độ truyền	1.9 Kb/s	14.4 Kb/s	2 Mb/s
Băng thông	từ 10 đến 30 KHz tùy thuộc vào loại hệ	200 KHz	5 MHz
	thống và dịch vụ.		
Công nghệ	+AMPS (Advanced Mobile Phone System). +TACS (Total Access Communications System). +NMT (Nordic Mobile Telephone).	+GSM (Global System for Mobile Communication). +IS-136 hay còn được gọi là D-AMPS (Digital-AMPS). +IS-95 hay còn gọi là CDMA One. +PDC (Personal Digital Cellular).	+UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). +CDMA 2000. +HSDPA (High-Speed Downlink Packet Access). +HSUPA (High-Speed Uplink Packet Access).
Phương thức đa truy nhập	FDMA	TDMA, CDMA	CDMA
Core network (mạng lõi)	PSTN	PSTN	Packet network
Chuyển mạch	Vật lý	Vật lý	Vật lý + Gói
Đặc điểm	Chất lượng thấp, bảo mật kém, công kênh	Dung lượng tăng, tốc độ tốt hơn.	Có cả chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói, chất lượng tốt hơn so với thế hệ trước

Bảng 1.1: Bảng so sánh tham số công nghệ cơ bản

3. Kết luận chương 1

Trong chương 1: “Tổng quan về hệ thống thông tin di động” thì chương này đã đề cập đến nhiều vấn đề về lịch sử phát triển, quá trình hình thành của hệ thống thông tin di động từ 1G đến 3G với các công nghệ đa truy cập như là FDMA, TDMA, CDMA mà người ta áp dụng của các thế hệ trước.

Từ đó giúp em hiểu thêm, nắm bắt những vấn đề cơ bản, cốt lõi trọng tâm nhất mà một phần nào đó nó làm tiền đề để còn áp dụng cho các hệ thống sau này.

CHƯƠNG 2: NGHIÊN CỨU CÔNG NGHỆ TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G

1. Giới thiệu chung

Do ở thế hệ 3G tuy có nhiều cải tiến mới nhưng nó vẫn còn nhiều nhược điểm như:

- Khó khăn trong việc tăng băng thông liên tục cùng với sự tồn tại của các dịch vụ khác nhau cần có băng thông và chất lượng dịch vụ QoS khác nhau, rất khó tăng tốc độ dữ liệu cao để có thể đáp ứng được yêu cầu của các dịch vụ đa phương tiện.
- Bị giới hạn phổ và phân bố phổ.
- Khả năng lưu động (roaming) từ môi trường dịch vụ này tới môi trường dịch vụ khác ở các băng tần là rất khó.

Cho nên cho ra đời thế hệ 4G sẽ phải có tốc độ truyền thông tin dữ liệu cao hơn, với những công nghệ trong mạng 4G người dùng di động tốc độ có thể đạt tới 100Mbps. Còn đối với người dùng cố định tốc độ có thể đạt tới 1Gbps.

Mạng di động thế hệ 4G là công nghệ truyền thông tin không dây thế hệ thứ tư, đã được đưa vào sử dụng và khai thác tại một số quốc gia trên thế giới từ năm 2012. Nó cho phép người dùng truyền tải dữ liệu với tốc độ truyền dẫn tối đa trong điều kiện lý tưởng đạt tới 1 - 1,5 Gbit/s. Công nghệ 4G với sự đột phá về dung lượng nên có thể nói nó là chuẩn tương lai của các thiết bị không dây. Các dịch vụ trong di động 4G không những có khả năng cung cấp băng thông rộng với sự hỗ trợ của chức năng quản lý chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service) mà các ứng dụng truy cập mạng không băng tần rộng (Wireless broadband access) với dung lượng lớn, chất lượng tốt, truyền dẫn tốc độ cao, cung cấp cho người sử dụng những hình ảnh video màu chất lượng cao với các trò chơi đồ họa 3D linh hoạt với các dịch vụ âm thanh số, tin nhắn đa phương tiện MMS. Mà nó còn hỗ trợ các dịch vụ hệ thống tương tác đa phương tiện như truyền hội nghị, Internet không dây, có tính di động toàn cầu cao và tính di chuyển dịch vụ, giá thành hạ, truyền hình trực tuyến với độ phân giải cao (HDTV), truyền hình kỹ thuật số mặt đất DVB (Digital Video Broadcasting) và các loại hình dịch vụ mà cần đến băng thông rộng khác. Trong tương lai mạng 4G có thể thay thế được một cách hoàn hảo các đường truyền Internet cố định trong đó có cả cáp quang với tốc độ không

thua kém, tính di động cao và vùng phủ sóng rộng hơn. Hệ thống này nó sẽ tác động mạnh mẽ tới nhiều lĩnh vực cụ thể như:

-Trong lĩnh vực khoa học giáo dục: với sự tiên tiến của các thiết bị đầu cuối. Các sinh viên, học sinh, nhà nghiên cứu khoa học có thể trao đổi thông tin, hình ảnh cần thiết cho việc học tập cũng như nghiên cứu.

-Trong lĩnh vực giải trí: có thể truy cập trò chơi, hình ảnh, âm nhạc online, ... ở bất cứ nơi nào trong hay ngoài nước có hệ thống 4G với nội dung phong phú đa dạng.

-Trong lĩnh vực thương mại: ứng dụng trao đổi hàng hóa như thông tin về sản phẩm, đặt hàng thông qua thiết bị di động.

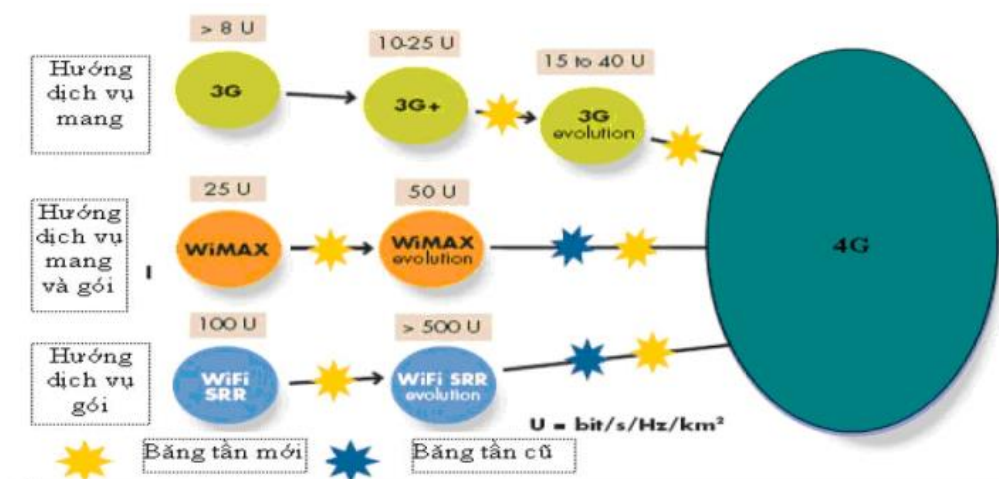
-Trong lĩnh vực y tế và chăm sóc sức khỏe: các dữ liệu về sức khỏe con người được gửi tự động đến bệnh viện hay bác sỹ theo thời gian thực từ các thiết bị được mang trên người để cho các bác sỹ tư vấn và điều trị.

2. Mô hình cấu trúc mạng 4G

2.1. Yêu cầu cấu trúc mạng mới của mạng 4G

Để đảm bảo mục đích cho phép người sử dụng có thể truy nhập và khai thác các tính năng mới trong mạng với chất lượng tốt, tính di động, tốc độ cao, an toàn và bảo mật. Do vậy mạng 4G phải đáp ứng được các yêu cầu cần thiết như sau:

2.1.1. Hệ thống mạng có tính năng tích hợp



Hình 2.1: Sự tích hợp của các mạng khác nhau dẫn đến 4G

Mạng 4G kết hợp các mạng khác nhau dựa trên nền giao thức IP, đảm bảo với tốc độ cao, cung cấp các dịch vụ đa dạng, ứng dụng chất lượng cao, ... Sự kết hợp này giúp người sử dụng có thể kết nối tới nhiều loại mạng, sử dụng được nhiều dịch vụ khác nhau như ISDN, PSTN, internet, WLAN,

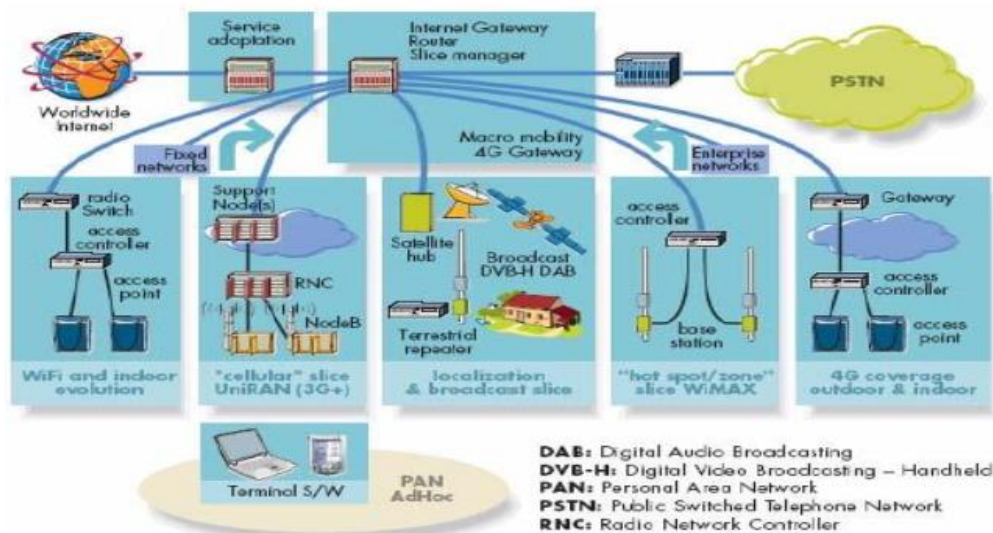
WiMax, ...



Hình 2.2: Sự kết hợp của các mạng khác nhau

2.1.2. Hệ thống mạng có tính mở

Cấu trúc mở trong mạng 4G cho phép cài đặt các thành phần mới cùng với các giao diện mới giữa các cấu trúc khác nhau trên các lớp. Nó giúp cho tối ưu các dịch vụ trong mạng di động với liên kết không dây và đặc tính di động chính vì vậy mô hình xây dựng ra phải có tính mở.



Hình 2.3: Các mạng khác nhau có thể truy nhập vào hệ thống

2.1.3. Hệ thống mạng phải đảm bảo chất lượng dịch vụ cho các ứng dụng đa phương tiện trên nền IP

Cần phải có sự kết hợp chặt chẽ giữa các lớp truy nhập, truyền tải và các dịch vụ internet để đảm bảo chất lượng dịch vụ. Do mạng 4G yêu cầu độ trễ nhỏ, tốc độ dữ liệu cao, dịch vụ thời gian thực cho nên phải tránh các

trường hợp về vấn đề trễ mạng, băng thông dịch vụ.

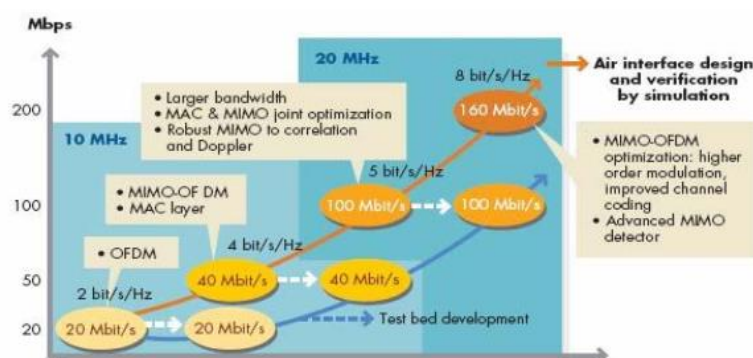
2.1.4. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính an toàn, bảo mật thông tin

Khi hệ thống thông tin ngày càng phát triển, có nhiều người dùng của các mạng khác nhau truy nhập vào thì những dữ liệu thông tin cần được phải đảm bảo an toàn. Tính an toàn được đánh giá qua khả năng bảo mật trong truyền thông, tính đúng đắn, riêng tư dữ liệu người dùng cũng như khả năng giám sát và quản lý hệ thống.

2.1.5. Hệ thống mạng phải đảm bảo tính di động và tốc độ

Vấn đề quan trọng trong mạng di động 4G đó là cách để truy nhập nhiều mạng di động và không dây khác nhau. Có 3 cách để đảm bảo tính di động là sử dụng thiết bị đa chế độ, người dùng truy nhập vào vùng phủ đa dịch vụ gồm nhiều điểm truy nhập chung UAP (Universal Access Point) hoặc sử dụng giao thức truy nhập chung.

Tốc độ truyền dữ liệu trong mạng mới có thể đạt tới 100Mbps và 160Mbps khi sử dụng MIMO.



Hình 2.4. Tốc độ truyền dữ liệu trong mạng 4G

2.2. Một số kỹ thuật mới nhằm làm tăng tốc độ đường truyền

2.2.1. Sử dụng anten thông minh

Anten thông minh là sự kết hợp của nhiều phần tử anten với một khả năng xử lý tín hiệu để tự động tối ưu mẫu thu và bức xạ của nó dựa vào sự hồi đáp của môi trường tín hiệu. Mục đích sử dụng anten thông minh là để làm tăng dung lượng bằng cách truyền tập trung các tín hiệu vô tuyến trong khi tăng dung lượng tức là tăng việc dùng lại tần số. Nó là một thành phần quan trọng trong mạng 4G. Một hệ thống anten thông minh có những đặc tính và lợi ích cơ bản như:

Đặc tính	Lợi ích
<i>Độ lợi tín hiệu:</i> Tín hiệu được đưa vào từ nhiều anten sau đó được kết hợp lại để tối ưu công suất có sẵn nhằm thiết lập mức vùng phủ đã cho.	<i>Vùng phủ tốt hơn:</i> Việc tập trung năng lượng gửi ra trong một tế bào sẽ làm tăng vùng phủ của trạm gốc. Thời gian dùng pin lâu hơn do các yêu cầu công suất tiêu thụ thấp hơn.
<i>Phân tập không gian:</i> Thông tin được tập hợp từ mảng anten được dùng để tối thiểu fading và các tác động của truyền đa đường không mong muốn.	<i>Loại bỏ các thành phần đa đường:</i> Cho phép truyền với tốc độ bit cao hơn mà không cần dùng bộ cân bằng và làm giảm tác động trễ của kênh.
<i>Hiệu quả công suất:</i> Kết hợp các ngõ vào đến nhiều thiết bị để tối ưu tăng ích xử lý có sẵn trên đường xuống	<i>Chi phí giảm:</i> Chi phí giảm cho các bộ khuếch đại công suất, độ tin cậy cao hơn.
<i>Sự loại bỏ nhiễu:</i> Anten pattern có thể loại bỏ các nguồn nhiễu đồng kênh, cải thiện tỷ số tín hiệu trên nhiễu của tín hiệu thu được.	<i>Tăng dung lượng:</i> Việc điều khiển chất lượng các null tín hiệu chính xác và giảm nhiễu kết hợp với việc sử dụng lại tần số sẽ làm tăng dung lượng mạng. Kỹ thuật thích nghi (như là đa truy cập phân chia theo không gian) hỗ trợ việc sử dụng lại tần số trong cùng một tế bào.

Bảng 2.1: Đặc điểm của anten thông minh

2.2.2. Sử dụng các điều chế và mã hóa thích ứng (AMC - Adaptation and Modulation Coding)

Với kỹ thuật này, tỉ lệ mã hóa và quá trình điều chế được thích ứng theo một cách liên tục và chất lượng kênh thay cho việc điều chỉnh công suất. Trong việc truyền dẫn, sử dụng nhiều mã Walsh trong quá trình thích ứng liên kết. Việc kết hợp kỹ thuật thích ứng liên kết đã góp phần thay thế hoàn toàn kỹ thuật hệ số trải phổ biến thiên của truyền dẫn vô tuyến không dây tốc độ cao.

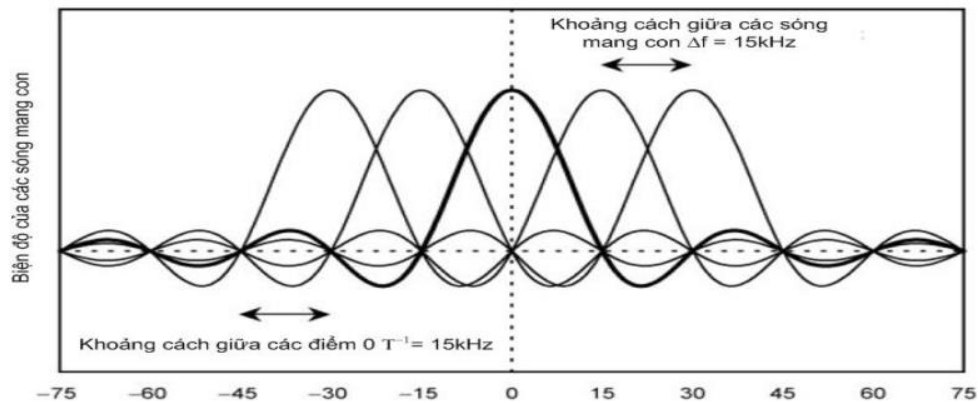
2.2.3. Ghép kênh phân chia tần số trực giao OFDM

OFDM là một trường hợp đặc biệt của phương pháp điều chế FDM

-Mỗi một sóng mang con là một dạng sóng hình sine mang biên độ và

pha thay đổi tại khoảng độ dài của mỗi symbol T , $66.7\mu s$ (trong miền tần số là một hàm $\sin x/x$).

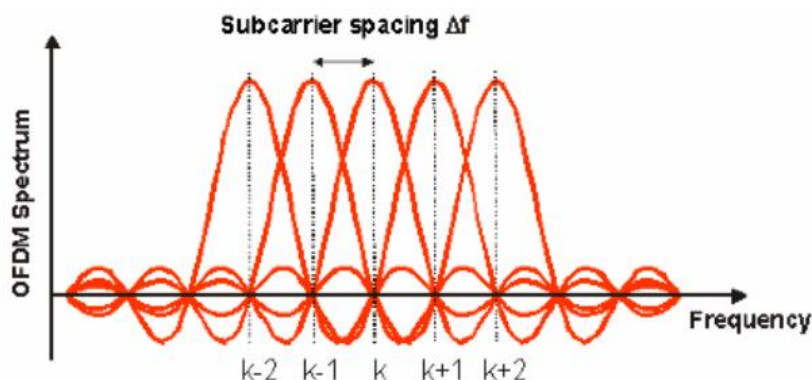
-Khoảng cách giữa các sóng mang con lân cận gọi là khoảng sóng mang con Δf nếu $\Delta f = 1/T$ thì các sóng mang con sẽ chồng lấn trong miền tần số nhưng đáp ứng đỉnh của mỗi sóng mang con sẽ trùng với thời điểm 0 của các sóng mang con khác.



Hình 2.5: Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao OFDM

Vì vậy máy đầu cuối có thể lấy mẫu một sóng mang con và đo kiểm biên độ, pha của sóng mang con này để khôi phục dữ liệu mà không sợ bị ảnh hưởng bởi các sóng mang con khác mặc dù thực tế các sóng mang con này gần như được phát một cách đồng thời. Các sóng mang con này do đó được gọi là trực giao với nhau

Tín hiệu gửi đi được chia ra thành các sóng mang nhỏ, ở trên mỗi sóng mang đó tín hiệu là băng hẹp cho nên tránh được hiệu ứng đa đường. Vì vậy tạo nên một khoảng bảo vệ để chen giữa mỗi tín hiệu OFDM.

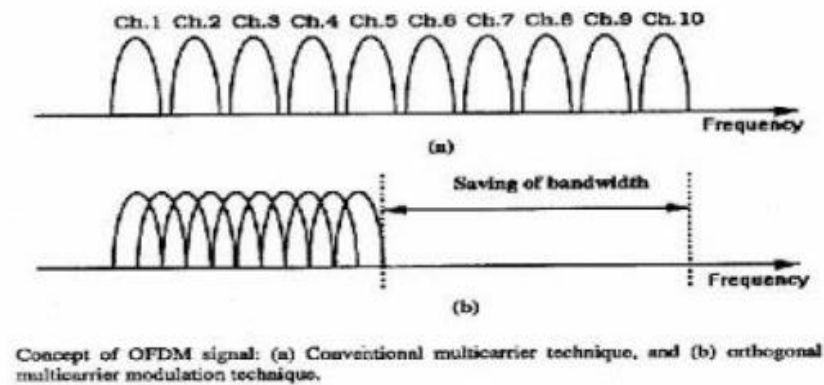


Hình 2.6: Phổ tín hiệu OFDM với 5 sóng mang.

Trong đó các sóng mang phụ nó được trực giao với nhau. Do vậy phổ tính hiệu ở các sóng mang phụ cho phép chồng lấn lên nhau mà phía thu vẫn có thể khôi phục lại được tín hiệu ban đầu. Nhờ có sự chồng lấn phổ này tín

hiệu giúp cho hệ thống OFDM có hiệu suất sử dụng phổ lớn hơn nhiều so với các kỹ thuật điều chế thông thường. OFDM cũng tạo nên độ lợi về sự phân tập tần số, cải thiện được hiệu năng của lớp vật lý. Nó đã được sử dụng trong nhiều hệ thống cả có dây cũng như không dây như ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line), DVB (Digital Video Broadcasting) và WLAN (Wireless Local Area Network).

OFDM tiết kiệm băng thông, phù hợp cho việc thiết kế băng rộng, loại bỏ hoàn toàn hiện tượng giao thoa giữa các ký hiệu, giúp cho sự phức tạp thấp hơn của bộ cân bằng trong trường hợp chậm trễ lây lan so với các hệ thống đơn sóng mang. Tuy nhiên đường bao biên độ của tín hiệu phát nó lại không bằng phẳng, nó đã làm cho gây méo phi tuyến cho các bộ khuếch đại công suất ở máy thu và máy phát.



Hình 2.7: Tiết kiệm băng thông khi sử dụng OFDM

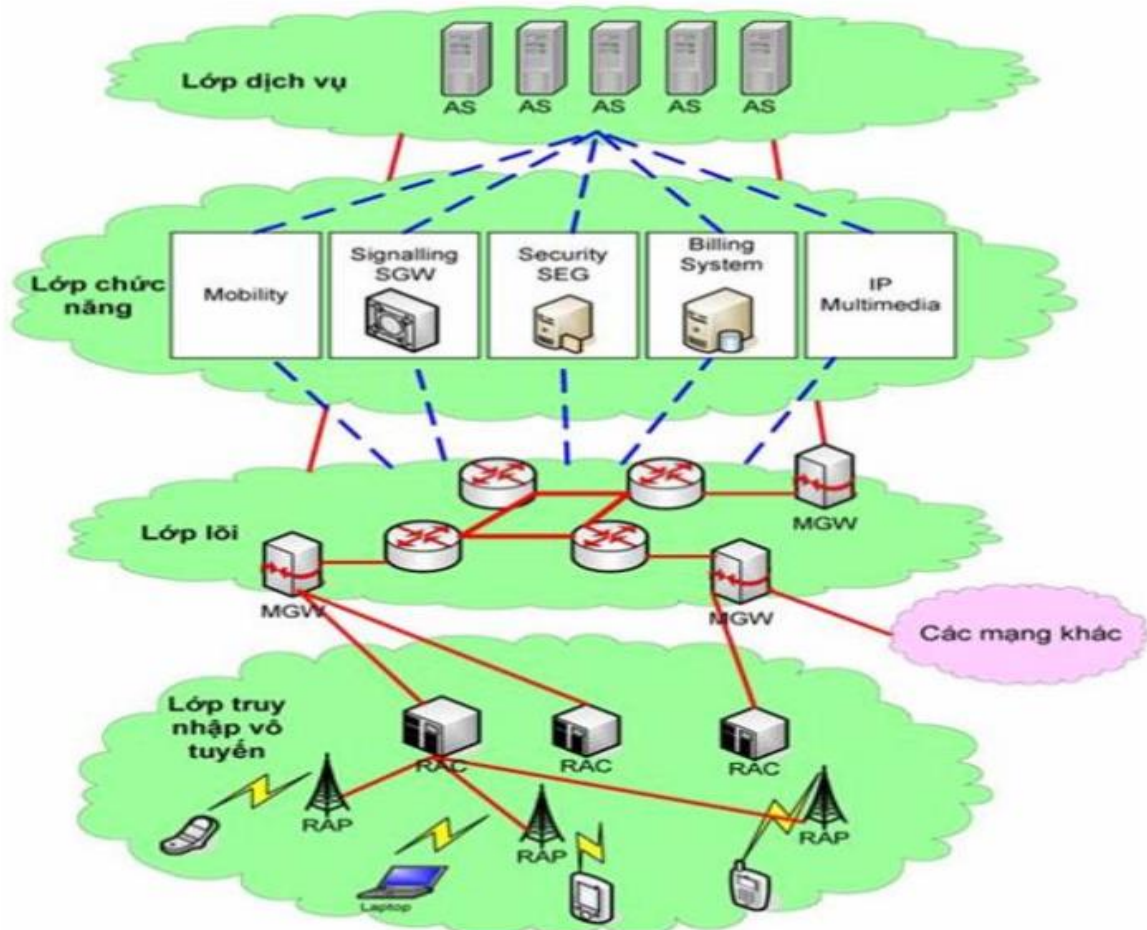
Ngoài ra, công nghệ LTE sử dụng kỹ thuật OFDM trong việc truy cập đường xuống vì có ưu điểm sau:

- Kỹ thuật OFDM giúp loại bỏ hiện tượng xuyên nhiễu ký hiệu ISI nếu độ dài chuỗi bảo vệ lớn hơn độ trễ truyền dẫn lớn nhất của kênh truyền.
- Tối ưu được hiệu quả phổ tần vì cho phép sự chồng phổ ở các sóng mang con.
- Cấu trúc máy thu đơn giản.
- OFDM thích hợp cho việc thiết kế hệ thống thông tin truyền dẫn băng rộng (hệ thống có tốc độ truyền dẫn cao)
- Tương thích với các anten tiên tiến và các bộ thu.

Kỹ thuật OFDMA là kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao. Kỹ thuật này chia băng tần thành các băng con, mỗi băng con là một sóng mang con. OFDMA là kỹ thuật đa truy nhập vào kênh truyền OFDM và

là một cải tiến của OFDM. Nhưng nó khác với OFDM ở chỗ trong OFDMA mỗi trạm thuê bao không sử dụng toàn bộ không gian sóng mang con không gian sóng mang con được chia cho nhiều thuê bao cùng sử dụng một lúc. Khi mà các trạm thuê bao không sử dụng hết không gian sóng mang thì tất cả công suất phát của trạm gốc sẽ chỉ tập trung vào số sóng mang con được sử dụng. Kỹ thuật này sử dụng cho đường lên của công nghệ LTE.

2.3. Mô hình cấu trúc mạng 4G



Hình 2.8: Mô hình cấu trúc mạng 4G

Hệ thống mạng 4G sử dụng chung môi trường truyền vô tuyến được tích hợp chung vào mạng RAN (Radio Access Network) giúp cho thuê bao di động đầu cuối ở bất cứ môi trường truyền vô tuyến nào cũng đảm bảo hoạt động trong mạng.

*Phần tử lớp truy nhập vô tuyến: có nhiệm vụ là tạo và duy trì các kênh mạng truy nhập vô tuyến (RAB: Radio Access Bearer) để thực hiện trao đổi thông tin giữa các thiết bị đầu cuối như máy tính hay điện thoại di động với mạng lõi. Do đó mạng truy nhập vô tuyến phải có khả năng giao tiếp với các thiết bị đầu cuối cho dù là thiết bị di động không dây thuộc mạng khác.

+ Điểm truy nhập vô tuyến RAP (Radio Access Point): có chức năng là:

- Thực hiện xử lý lớp 1 của giao diện vô tuyến như đan xen, mã hóa kênh, thích ứng tốc độ, trải phổ ...

- Thực hiện một phần khai thác quản lý tài nguyên vô tuyến như điều khiển công suất vòng trong.

+Thiết bị đầu cuối: trong mạng 4G các thiết bị đầu cuối di động phải có sự phát triển mạnh như là chạy nhiều ứng dụng khác nhau và phải hoạt động có tính thích nghi và có tính linh động cao. Do vậy độ phức tạp của nó cũng không nhỏ. Tính phức tạp của thiết bị đầu cuối sẽ phải chứa đựng đầy đủ các điều kiện về phần mềm và phần cứng như sau:

- Thực hiện trên nhiều dạng hệ điều hành (như Symbian, SmartPhone, Linux, ...)

- Các ứng dụng khác nhau về di động như email, MMS ...
- Hoạt động trên nhiều môi trường ứng dụng như J2ME, .NET
- Có bộ nhớ lớn.
- Hoạt động trên nhiều phương thức mã hóa (tiếng nói, âm thanh)
- Thực hiện được nhiều phần mềm ghép ứng dụng như dự đoán kiểu gõ, soạn thảo văn bản ...

- Hoạt động trên nhiều phương thức mã hóa vô tuyến như CDMA2000, GPRS, GSM, W- CDMA, WiFi, ...

*Lớp mạng lõi (Core Network): mạng lõi phải tích hợp được tất cả các mạng viễn thông khác như các mạng di động, WiMAX, WLAN và các mạng không dây khác. Nhờ sự phát triển mạnh mẽ của NGN trên toàn cầu người ta xây dựng hệ thống truyền dẫn trong mạng lõi sử dụng giao thức IPv6. Đặc biệt sử dụng IP di động một cách linh hoạt giúp cho việc kết hợp giữa các mạng. Các cổng đa phương tiện MGW (Multimedia Gateway) có nhiệm vụ: một là thực hiện chuyển đổi dữ liệu sang gói IP và ngược lại, hai là thực hiện chức năng chuyển mạch, định tuyến dữ liệu từ/tới một vùng dịch vụ của mạng tùy thuộc vào vị trí thuê bao.

* Lớp chức năng: dùng để điều khiển hệ thống như hệ thống báo hiệu, điều khiển lưu lượng, bảo mật thông tin ... Đồng thời cung cấp cơ sở hạ tầng cho lớp dịch vụ cung cấp các loại hình dịch vụ. Các chức năng điều khiển như:

- Chức năng báo hiệu: báo hiệu trong mạng lõi là báo hiệu tập trung.
- Chức năng bảo mật: là một chức năng quan trọng trong hệ thống

tương lai. Nó đảm bảo cho việc thông tin, bí mật, tính riêng tư của người dùng một cách an toàn.

- Chức năng về Billing: chức năng này có nhiệm vụ cung cấp cho mạng khả năng về nhận thực, tính cước đối với các dịch vụ sử dụng trong mạng.

- Chức năng về tính di động trong mạng (Mobility): chức năng này được kế thừa từ các mạng di động thế hệ trước.

- Chức năng IP Multimedia: nhiệm vụ là thực hiện các chức năng điều khiển, quản lý các phiên làm việc IP trong mạng 4G.

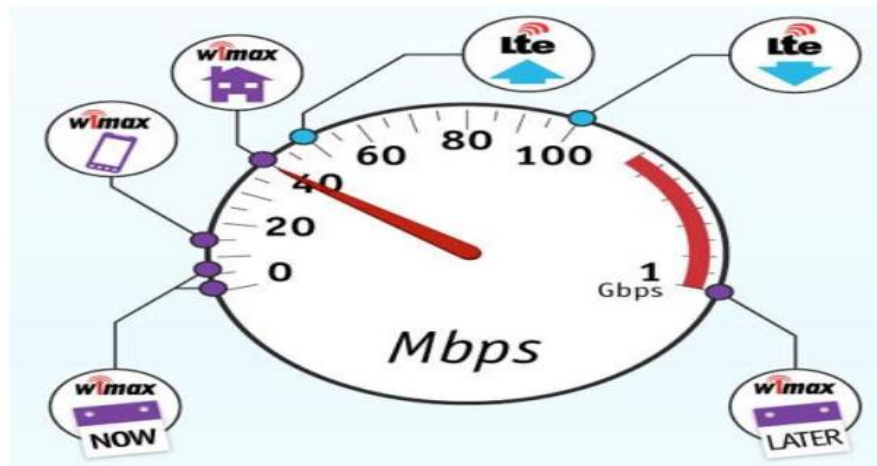
- * Lớp dịch vụ: có chức năng cung cấp các dịch vụ theo yêu cầu của người dùng, có chất lượng cao như: dịch vụ đa phương tiện chất lượng cao, dịch vụ thông tin định vị, dịch vụ điều khiển từ xa ...

3. Công nghệ mạng 4G

3.1. Công nghệ tiền 4G

3.1.1. Giới thiệu

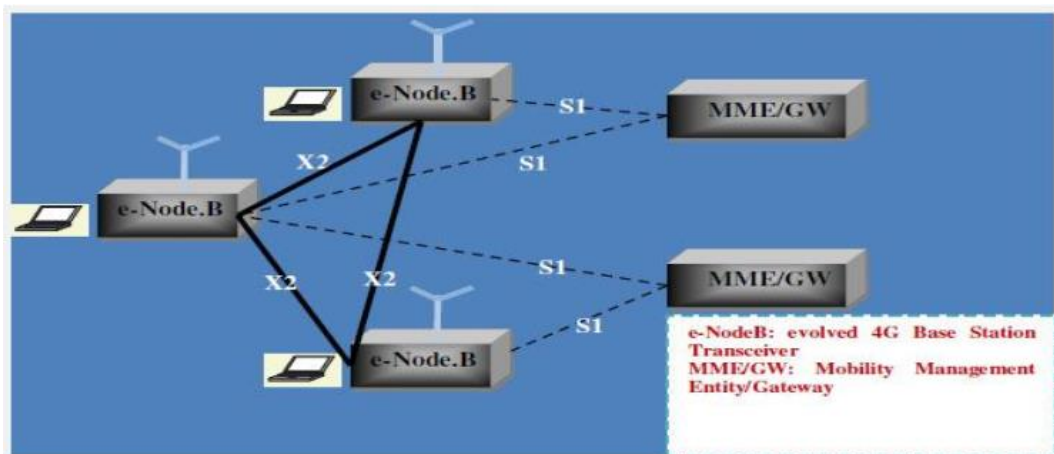
Trước khi chuyển sang công nghệ 4G thì hai công nghệ được xem như là tiền 4G (Pre-4G hoặc 3.9G) là chuẩn Wimax2 (802.11m) và Long Term Evolution (LTE). Bởi vì nó chưa đáp ứng được chuẩn kết nối của mạng 4G là có thể truyền tải tốc độ 1Gbps đối với người dùng cố định và 100Mbps đối với người dùng di động. Công nghệ LTE được phát triển và chuẩn hóa bởi 3GPP trong đó 3GPP là một bộ phận của liên minh các nhà mạng sử dụng công nghệ GSM, có tốc độ bit net lý thuyết là 100 Mbit/s cho download và 50 Mbit/s cho upload. Công nghệ Wimax2 được phát triển bởi IEEE (IEEE 802.16m: Institute of Electrical and Electronics Engineers) cung cấp khả năng kết nối Internet không dây nhanh hơn so với WiFi, cho phép sử dụng nhiều ứng dụng hơn, vùng phủ sóng rộng hơn và không chịu ảnh hưởng bởi địa hình. Cả Wimax và LTE đều sử dụng các công nghệ thu phát tiên tiến để nâng cao khả năng bắt sóng và hoạt động của thiết bị, mạng lưới. Tuy nhiên mỗi công nghệ đều sử dụng một băng tần khác nhau.



Hình 2.9: Tốc độ của 2 công nghệ Wimax và LTE

3.1.2. Cấu trúc mạng LTE

Công nghệ LTE được dùng với mục đích cung cấp một tốc độ dữ liệu cao, độ trễ thấp, công nghệ truy cập vô tuyến gói tin, tối ưu hóa băng thông. Hệ thống LTE hỗ trợ tính di động cho tốc độ lên đến 350 km/h, hỗ trợ tốc độ dữ liệu đỉnh đường xuống là 326 Mb/s đối với hệ thống 4x4 MIMO, băng thông 20 MHz.



Hình 2.10: Cấu trúc mạng LTE Cấu trúc này rất đơn giản với 2 nút:

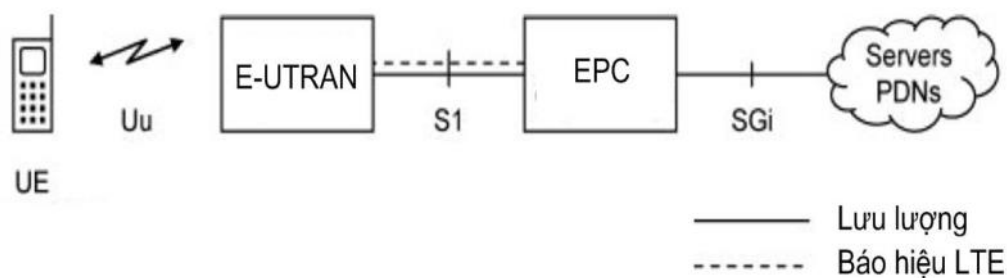
- Evolved Node-B (eNB):
- Mobility Management Entity/Gateway (MME/GW)

Bộ điều khiển mạng vô tuyến (RNC: radio network controller) được loại bỏ khỏi mạng truy cập và chức năng của nó được thực hiện trong nhiều eNB.

Tất cả các giao diện dựa trên giao thức IP, các eNBs được kết nối với MME/GW bằng các cách thức của giao diện S1 và X2. Cấu trúc LTE bao gồm 2 cổng logic là cổng phục vụ (S- GW: serving gateway) và cổng mạng dữ liệu gói (P-GW: packetdata network gateway). S- GW chuyển tiếp và nhận gói dữ liệu từ eNB để đưa đến UE. P-GW với mạng dữ liệu gói bên ngoài (external

packet data networks: PDNs) còn thực hiện một số chức năng IP như phân bổ địa chỉ, thực thi chính sách, lọc gói và định tuyến. MME là một sự tồn tại duy nhất mà tín hiệu nơi người dùng gói tin IP không đi qua. Lưu lượng mạng của truyền tín hiệu và lưu lượng truy cập có thể phát triển một cách độc lập như là một lợi thế của sự tồn tại mạng riêng biệt.

Sự phát triển của hệ thống chuyển mạch gói Evolved Packet Switched System (EPS) bao gồm một Evolved Packet Core (EPC) và Evolved UTRAN (E-UTRAN), cung cấp các liên kết IP giữa một UE và mạng dữ liệu gói bên ngoài. external packet data networks (PDNs).

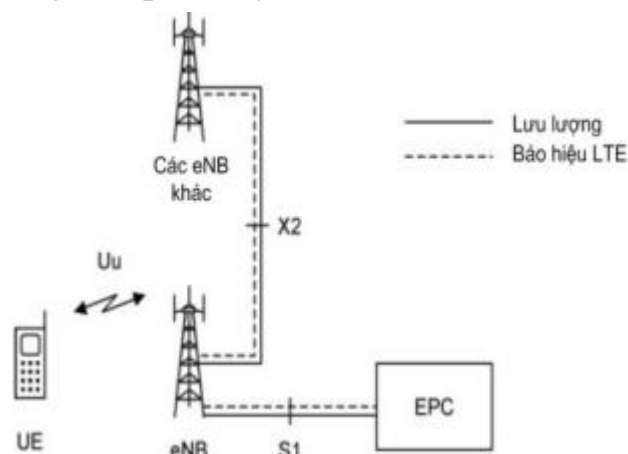


Hình 2.11: Liên kết IP giữa một UE với PDNs

Trong đó:

- UE: máy đầu cuối (user equipment)
- E-UTRAN: mạng truy nhập radio
- EPC: Evolved Packet Core. Mạng Core cũng là thành phần giao tiếp với các mạng packet khác như internet, mạng riêng của các công ty, hoặc hệ thống truyền thông đa phương tiện IP IMS (Ip multimedia system).
- Giao diện giữa các thành phần khác nhau của hệ thống LTE là các giao diện Uu, S1, và Sgi

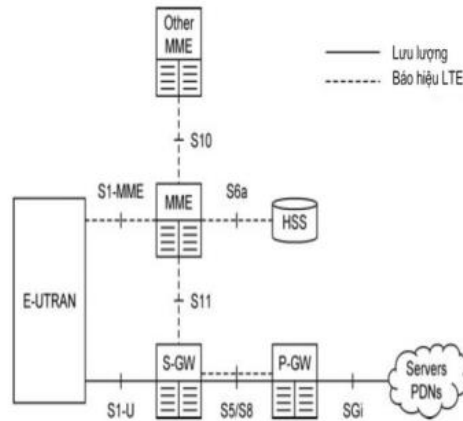
3.1.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến



Hình 2.12: Mạng truy nhập vô tuyến

- Trạm gốc evolved node B (eNB): điều khiển giao tiếp với máy đầu cuối trên 1 hay nhiều cell, điều khiển chuyển giao (no soft HO)
- Giao tiếp với mạng lõi EPC qua giao diện S1
- Tích hợp tính năng RNC trong WCDMA

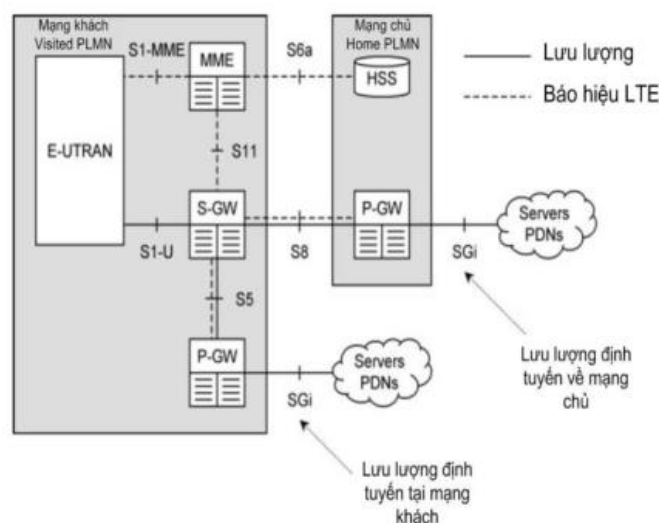
3.1.2.2. Mạng Core



Hình 2.13: Mạng Core

- HSS (home subscriber server) DATABASE
- P-GW hay PDN (packet data network) gateway là điểm giao tiếp của mạng Core EPC với các mạng ngoài khác
- Serving – Gateway (S-GW) hoạt động như một router để chuyển tiếp data từ eNB đến PDN gateway
- MME (mobility management entity) điều khiển các hoạt động mức cao của thuê bao thông qua các bản tin báo hiệu: Authen, ciphering, signalling...

3.1.2.3. Kiến trúc Roaming



Hình 2.14: Kiến trúc Roaming

-Kiến trúc thứ nhất đó là PDN gateway nằm tại mạng chủ, toàn bộ dữ liệu của thuê bao sẽ được định tuyến về P-GW này.

Ưu điểm: dễ quản lý, tính cước Nhược điểm: trễ truyền dẫn

-Trường hợp thứ 2 là PDN của thuê bao sẽ được cấu hình ngay tại mạng khách, trong trường hợp thuê bao roaming HSS sẽ lựa chọn P-GW nào cho thuê bao (APN)

Ưu điểm: giảm độ trễ, tài nguyên nhà mạng Nhược điểm: khó quản lý tính cước

3.2. Công nghệ LTE Advanced của thế hệ 4G

3GPP bắt đầu nghiên cứu với một mục được gọi là LTE – Advanced với các nhiệm vụ xác định yêu cầu và nghiên cứu thành phần công nghệ của sự tiến triển của LTE để đáp ứng tất cả các yêu cầu của IMT – Advanced theo định nghĩa bởi ITU. LTE-Advanced (phiên bản R10, R11) là công nghệ mạng di động 4G còn LTE (phiên bản R8, R9) chỉ được xem như là công nghệ 3.9G.



Hình 2.15: Công nghệ 4G

Nhưng thực chất nó là bản nâng cấp của LTE nhằm thỏa mãn các yêu cầu của IMT- Advanced, vẫn sử dụng các công nghệ như: OFDMA, SC – FDMA, MIMO, AMC, ...và dùng thêm một số kỹ thuật mới như:

- Kết hợp sóng mang
- Các bộ lặp và nút chuyển tiếp
- Đa anten cải tiến MIMO
- Phối hợp đa điểm
- Heterogeneous Network (mạng không đồng nhất)

Việc sử dụng những công nghệ mới này sẽ giúp LTE – Advanced có những đặc tính cao như về tốc độ, băng thông, độ trễ xử lý, hiệu suất sử dụng phổ, ... hơn hẳn so với LTE như:

- Băng thông sử dụng: 20 MHz – 100 MHz
- Tốc độ dữ liệu là 1 Gbps cho đường xuống và 500 Mbps cho đường lên.

- Hiệu quả phổ đỉnh: 15 b/s/Hz cho uplink và 30 b/s/Hz cho downlink với một anten cấu hình 4x4 hoặc ít hơn trong uplink và 8x8 hoặc ít hơn trong downlink

- Khả năng tương thích: công nghệ LTE – Advanced có khả năng liên kết mạng với LTE và các hệ thống của 3GPP.

- Thời gian chờ: nhỏ hơn 50 ms khi chuyển từ trạng thái rỗi sang trạng thái kết nối và nhỏ hơn 5ms khi chuyển mạch gói riêng lẻ.

Công nghệ LTE mở rộng phổ linh hoạt để hỗ trợ tối đa băng thông 100 Mhz, nâng cao giải pháp đa anten, tăng lên đến tám lớp truyền dẫn trong Downlink và bốn lớp truyền dẫn trong uplink, phối hợp đa điểm truyền/ nhận, việc sử dụng các trạm lặp/chuyển tiếp.

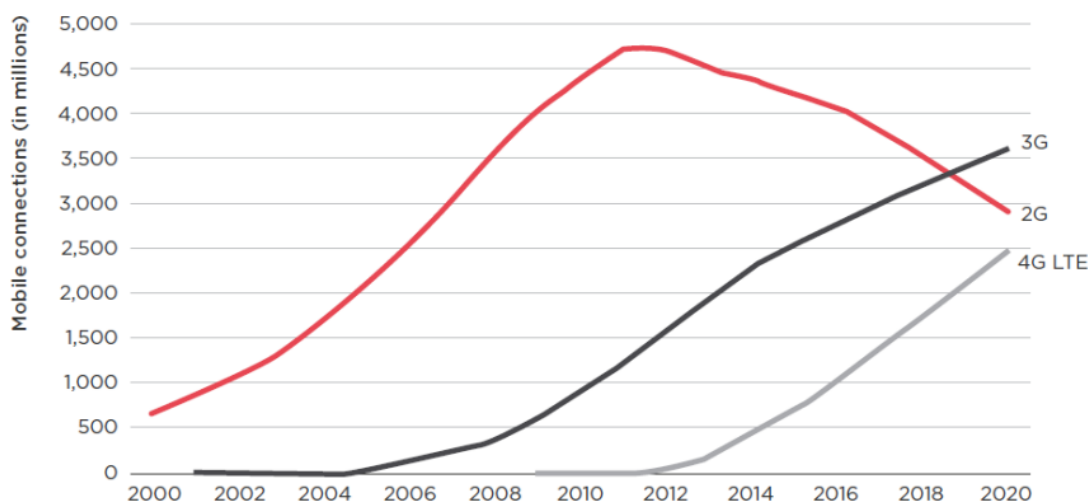


Figure 6: Total cellular connections, global, by technology generation

Hình 2.16: Tổng số di động được kết nối của các thế hệ theo từng năm (theo GSMA Intelligence)

Đặc tính		LTE	LTE - Advanced
Tốc độ chỉ định	Downlink	326 Mbps	1 Gbps
	Uplink	86 Mbps	500 Mbps
Băng thông		≤ 20 MHz	≤ 100 MHz
Hiệu suất sử dụng phổ tần (b/s/Hz)	Downlink	16.3 (4x4 MIMO)	30 (8x8 MIMO)
	Uplink	4.32 (SISO)	15 (4x4 MIMO)
Độ trễ		~ 10 ms	~ 5 ms
Cấu hình MIMO	Downlink	4x4 MIMO	8x8 MIMO
	Uplink	2x4 MIMO	4x4 MIMO

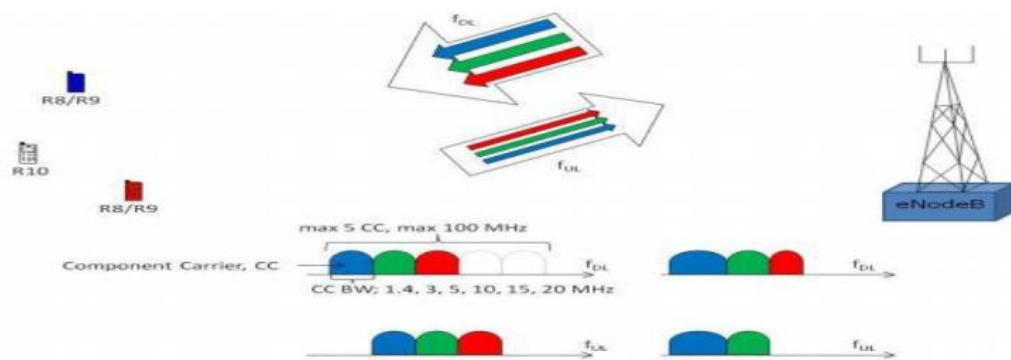
Bảng 2.2: So sánh các tham số của LTE và LTE-Advanced

	WCDMA (UMTS)	HSPA HSDPA / HSUPA	HSPA+	LTE	LTE ADVANCED (IMT ADVANCED)
Max downlink speed bps	384 k	14 M	28 M	100M	1G
Max uplink speed bps	128 k	5.7 M	11 M	50 M	500 M
Latency round trip time approx	150 ms	100 ms	50ms (max)	~10 ms	less than 5 ms
3GPP releases	Rel 99/4	Rel 5 / 6	Rel 7	Rel 8	Rel 10
Approx years of initial roll out	2003 / 4	2005 / 6 HSDPA 2007 / 8 HSUPA	2008 / 9	2009 / 10	
Access methodology	CDMA	CDMA	CDMA	OFDMA / SC-FDMA	OFDMA / SC-FDMA

Bảng 2.3: So sánh các tham số của LTE-Advanced với công nghệ khác

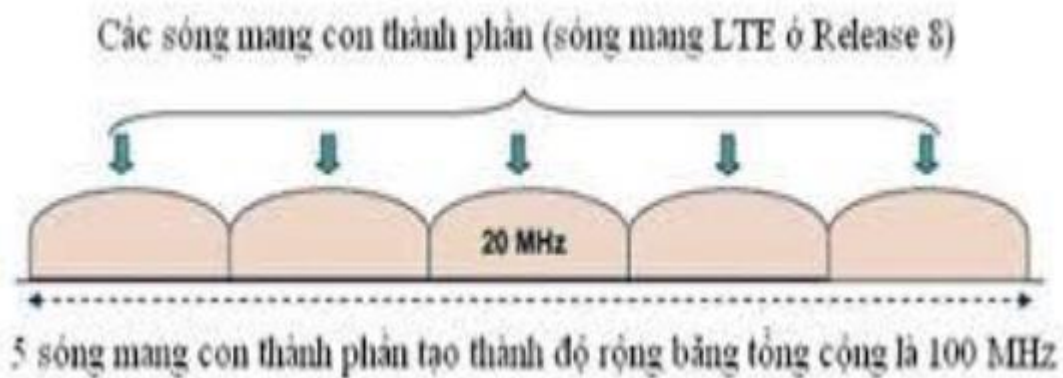
3.2.1. Kết hợp sóng mang

Việc kết hợp sóng mang giúp cho công nghệ LTE-Advanced chia sẻ phổ tần và truyền dẫn băng được rộng hơn.



Hình 2.17: Các sóng mang thành phần trong truyền dẫn băng rộng trong LTE-Advanced.

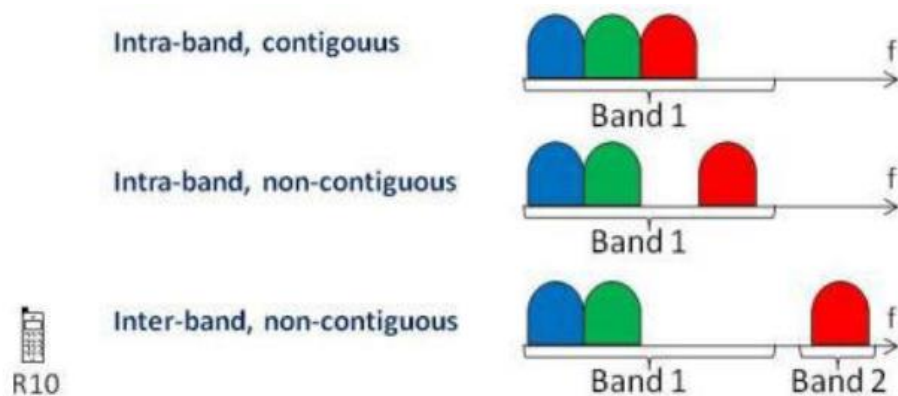
Độ rộng băng truyền dẫn là 100 MHz đối với Downlink và 40 MHz đối với Uplink. Mỗi sóng mang có thể sử dụng băng thông là 1.4, 3, 5, 10, 15 hoặc 20 MHz nhưng không được vượt quá giới hạn băng thông tối đa là 100 MHz và các thành phần được kết hợp tối đa cũng chỉ có 5 sóng mang. Kết hợp trên lớp vật lý để cung cấp độ rộng băng cần thiết.



Hình 2.18: Khối tập hợp sóng mang

Việc tăng độ rộng băng truyền giúp cho thỏa mãn hướng đến mục tiêu đạt tốc độ đỉnh trong khi vẫn duy trì được tính tương thích phổ (không bị nhiễu sóng mang). Nó còn là công cụ cho việc mở rộng độ phủ sóng với các tốc độ số liệu trung bình.

Có các kiểu kết hợp sóng mang:



Hình 2.19: Các kiểu kết hợp sóng mang

+ Intra-band, contiguous: là loại kết hợp sóng mang trong cùng băng tần và liên tục, mỗi thiết bị đầu cuối chỉ cần một bộ thu phát, dạng này dễ thực thi nhất với các sóng mang liền kề nhau.

+ Intra-band, non-contiguous: là loại kết hợp sóng mang cùng băng tần và không liên tục. Các sóng mang thành phần không thể truyền như một tín hiệu đơn do vậy cần tới 2 bộ thu phát, loại này phức tạp hơn.

+ Inter-band non-contiguous: là loại kết hợp có các sóng mang thành phần trong các băng tần khác nhau. Loại này cần phải có các thiết bị đầu cuối hỗ trợ nhiều bộ thu phát, chính vì vậy nó rất phức tạp.

3.2.2. Giải pháp đa anten cải tiến - MIMO

Người ta dùng hệ thống thông tin không dây nhằm cải thiện chất lượng, dung lượng của hệ thống và còn có khả năng chống lại hiện tượng đa đường. Do

vậy người ta dùng giải pháp đa anten cải tiến bằng hệ thống MIMO. Hệ thống MIMO là hệ thống có thể tăng dung lượng kênh truyền, sử dụng các băng thông rất hiệu quả nhờ công nghệ ghép kênh không gian (V-BLAST), chất lượng hệ thống cải thiện đáng kể nhờ vào phân tập tại phía phát và phía thu (STBC, STTC) mà lại không cần phải tăng công suất phát cũng như băng thông của hệ thống. Hệ thống MIMO có những ưu và nhược điểm sau:

+ Ưu điểm:

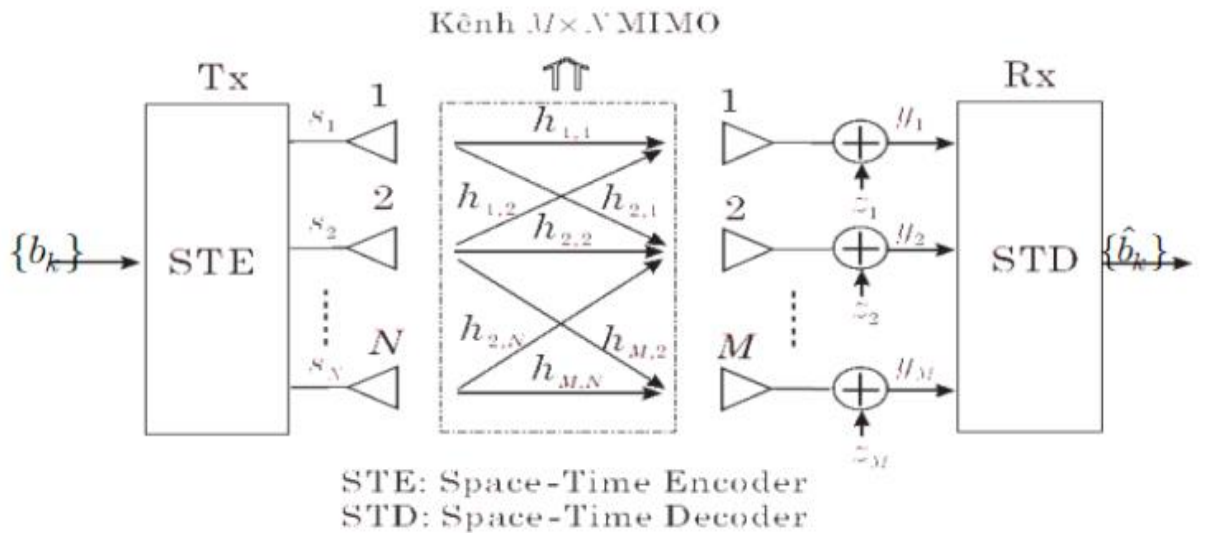
- Tăng độ lợi phân tập: làm giảm hiện tượng fading thông qua việc sử dụng hệ thống anten phân tập giúp cho nâng cao chất lượng hệ thống.
- Tăng hiệu quả phổ nhờ sử dụng ghép kênh không gian.
- Tăng độ lợi mảng đồng thời làm tăng tỉ số S/N (tín hiệu trên nhiễu) và làm giảm tỷ suất lỗi bit. Từ đó làm tăng tốc độ truyền dẫn mà không cần tăng công suất phát.
- Tăng dung lượng kênh mà không cần tăng công suất phát và băng thông.

+ Nhược điểm:

- Làm cho kích thước của thiết bị di động tăng lên.
- Độ phức tạp tăng trong xử lý tín hiệu phát và thu.
- Nhiều đồng kênh: do sử dụng nhiều anten truyền dữ liệu với cùng một băng tần.
- Nhiều liên kênh: do nhiều người dùng sử dụng cùng hệ thống MIMO.

3.2.2.1. Mô hình hệ thống MIMO (Multiple Input Multiple Output)

Hệ thống MIMO (Multiple Input Multiple Output) là hệ thống thông tin đa đầu vào và đa đầu ra. Trong lĩnh vực truyền thông thì kỹ thuật MIMO là sử dụng nhiều anten phát và nhiều anten thu để truyền dữ liệu. Kỹ thuật này tận dụng sự phân tập – sự đa dạng hóa (không gian, thời gian, mã hóa ...) giúp cho hệ thống nâng cao được chất lượng tín hiệu và tốc độ truyền dữ liệu. Tuy nhiên kỹ thuật này không giống với OFDM, mà nó phát đồng thời và cùng tần số.



Hình 2.20: Mô hình hệ thống MIMO $M \times N$

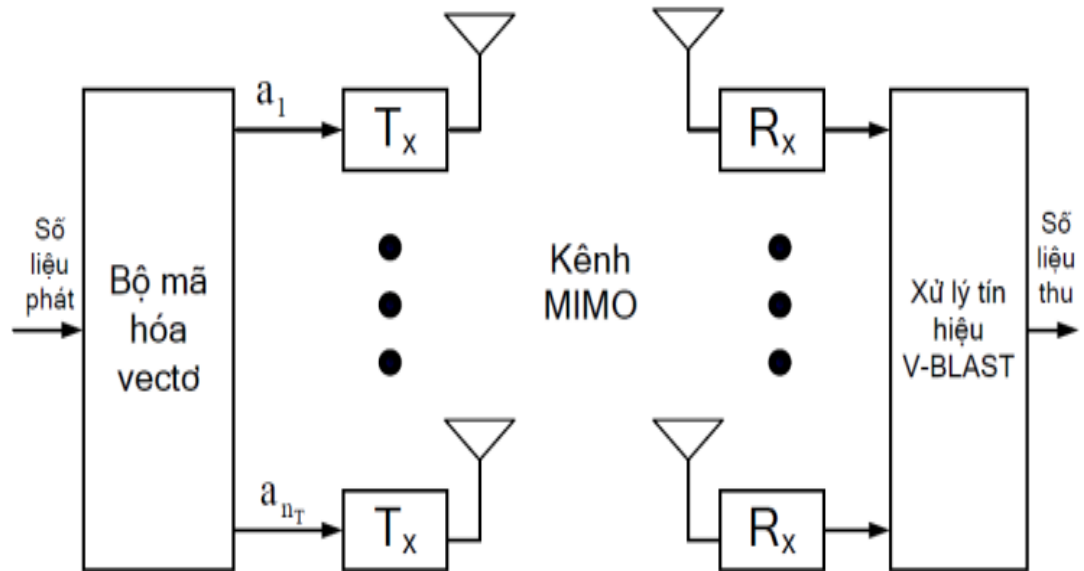
Trong hệ thống này:

- Ở phía phát: chuỗi tín hiệu đầu vào $\{b_k\}$ được mã hóa theo cả 2 miền không gian (theo hướng các anten phát) và thời gian nhờ bộ mã hóa không gian thời gian (STE: Space – Time Encoder). Các tín hiệu s_k ($k=1/N$) sau khi qua bộ mã hóa không gian và thời gian được phát đi nhờ sử dụng phân tập phát của các anten phát (anten 1 đến anten N). Phân tập phát là sử dụng 2 hay nhiều anten để truyền 1 tín hiệu và dùng phương pháp mã hóa không gian thời gian để mã hóa cho hệ thống phân tập phát.

- Các kênh tổng hợp giữa máy phát (Tx) và máy thu (Rx) có N đầu vào và M đầu ra và vì vậy được gọi là kênh MIMO $M \times N$.

- Ở phía thu: các máy thu sử dụng phân tập thu nhờ các anten thu (anten 1 đến anten M). Phân tập thu là sử dụng 2 hay nhiều anten để thu nhận tín hiệu để nhận 1 tín hiệu phát. Ở máy thu những tín hiệu khác nhau được bắt (pick up) bởi các anten độc lập và các dây chuyền thiết bị thu độc lập. (Kỹ thuật LTE được gửi đồng thời trên cùng tần số nhưng thông qua các anten khác nhau). Sau đó được đưa đến bộ giải mã hóa không gian thời gian (STD: Space – Time Decoder)

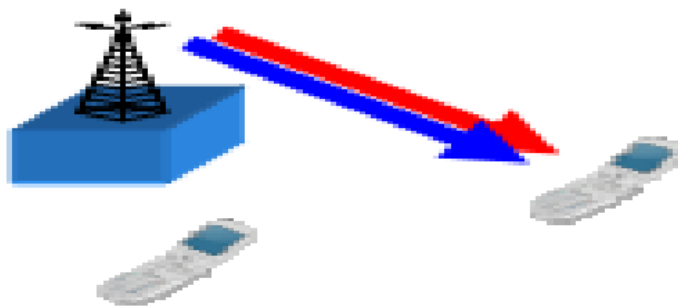
Ghép kênh không gian V-BLAST (Vertical Bell labs layered space – time)



Hình 2.21: Ghép kênh không gian V-BLAST

Hệ thống này ở phía phát các tín hiệu truyền được sắp xếp theo chiều dọc (vertically) cho từng anten phát. Luồng data truyền sau khi được mã hóa và điều chế được chia thành các n_T chuỗi symbols nhỏ, mỗi anten sẽ truyền đồng thời 1 chuỗi symbols khác nhau của tín hiệu. Do đó tốc độ dữ liệu tăng lên n_T lần (n_T là số anten phát). Còn ở phía thu: các anten thu, tín hiệu chồng chập của nhiều anten phát khác nhau sẽ được xử lý bởi bộ giải mã xử lý tín hiệu V-BLAST để lấy ra tín hiệu thu với mức lớn nhất.

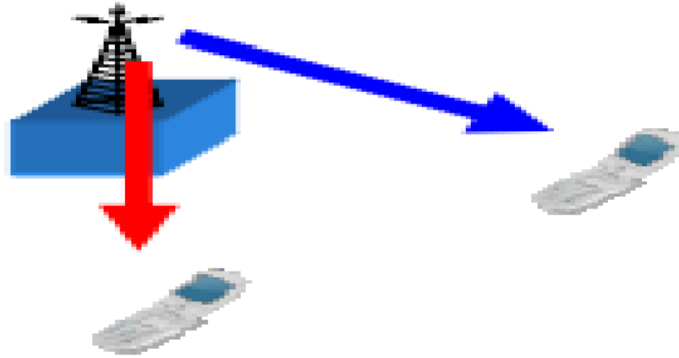
3.2.2.2. Hệ thống Single user MIMO (SU-MIMO)



Hình 2.22: Hệ thống Single user MIMO

Hệ thống Single user MIMO là hệ thống MIMO đơn người dùng hay là MIMO điểm – điểm. Hệ thống này có hai dòng dữ liệu được mã hóa để phù hợp với kênh truyền và có dung lượng cell tăng và tốc độ dữ liệu tăng.

3.2.2.3. Hệ thống Multi User MIMO (MU – MIMO)



Hình 2.23: Hệ thống Multi User MIMO

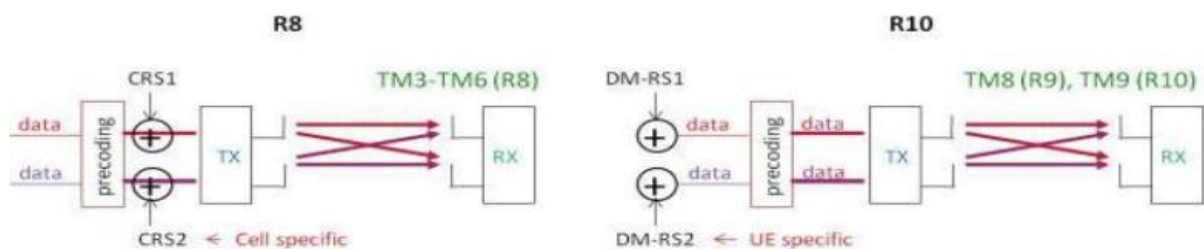
Hệ thống Multi User MIMO là hệ thống MIMO đa người dùng. Nó cho phép một điểm truy cập sử dụng nhiều anten để truyền tín hiệu đến nhiều thiết bị đầu cuối hoặc nhiều người dùng khác nhau cùng lúc trên cùng một băng tần. Do vậy các thiết bị sẽ không phải chờ đợi đến lượt mình như ở SU – MIMO, từ đó độ trễ sẽ được giảm xuống đáng kể, tốc độ dữ liệu không đổi và dung lượng cell tăng.

Hệ thống MU-MIMO có thể chia thành hai loại kênh:

+Kênh MIMO quảng bá (MIMO Broadcast Channel hay MIMO BC) cho đường xuống.

+Kênh MIMO đa truy nhập (MIMO Multiple Access Channel hay MIMO MAC) cho đường lên.

3.2.2.4. Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced



Hình 2.24: Sự khác nhau ở bộ thu nhận trong LTE và LTE-Advanced

Trong kỹ thuật đa anten cải tiến thì precoding là mã được sử dụng để phân loại đánh dấu các điều chế khác nhau cho mỗi anten khác nhau.

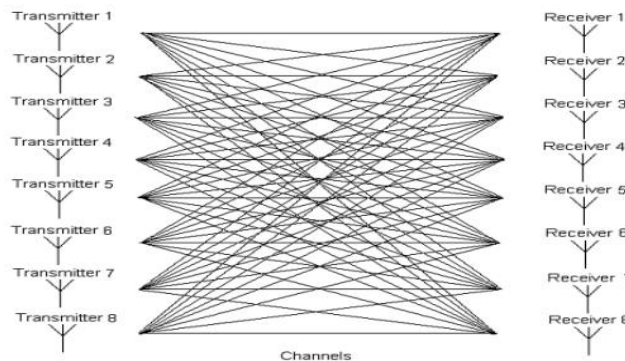
+ Ở Release 8 (công nghệ của LTE) thì tín hiệu CRS (Cell-specific Reference Signal) được thêm vào sau khi đi qua bộ precoding. Từ việc nhận được các CRS này các thiết bị sử dụng

(UE) ước tính kênh truyền thông qua các tác động của tín hiệu truyền. Các

thiết bị UE sẽ giải điều chế tín hiệu dựa trên bảng mã code của precoding để tái tạo lại thông tin gửi.

+ Ở Release 10, các bộ DM RSS (Demodulation Reference Signals) cho thêm vào tín hiệu truyền trước khi đi qua bộ precoding. Tín hiệu này sau khi được điều chế sẽ phát đi. Sau đó bên thu khi nhận được tín hiệu sẽ giải điều chế mà không cần dựa vào bảng mã code của precoding.

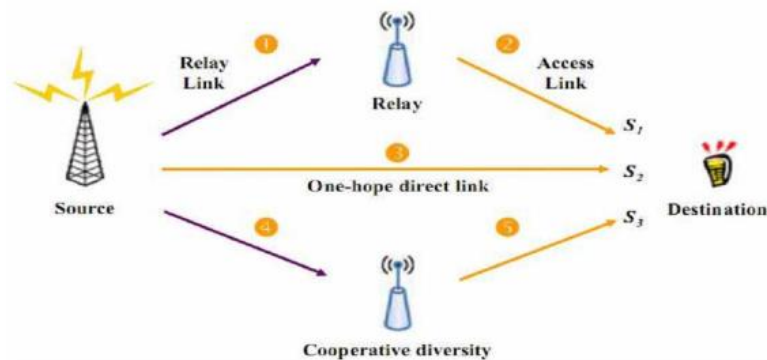
Ví dụ trong công nghệ LTE-Advanced có cấu hình MIMO 8x8.



Hình 2.25: Cấu hình MIMO 8x8.

Với cấu hình này, một trạm phát song MIMO 8x8 với 8 anten phát có thể gửi liên tục 8 luồng dữ liệu tới 1 điện thoại có 8 anten thu. Các luồng dữ liệu này được tiếp nhận từ các nguồn khác nhau với cường độ và thời gian khác nhau. Sau đó điện thoại mới tổng hợp lại và xử lý phân tích để chọn ra các luồng dữ liệu phù hợp và cần thiết. Do vậy, việc ghép kênh không gian có thể tăng số liệu tương ứng với số anten có thể kết nối. Nếu ở trường hợp lý tưởng thì 8 anten sẽ làm tăng tốc độ dữ liệu lên tới 8 lần.

3.2.3. Truyền dẫn đa điểm phối hợp



Hình 2.26: Hệ thống phối hợp với 2 nút chuyển tiếp.

Trong hệ thống phối hợp này có một nút nguồn phân phát một bản tin đến một số nút chuyển tiếp. Các nút này chuyển tiếp các tín hiệu đã được xử lý đến nút đích. Nút đích này kết hợp và sử dụng phân tập tín hiệu thu được từ nút nguồn và các nút chuyển tiếp để nhận được tín hiệu thu. Hệ thống này có những đặc điểm nổi trội như:

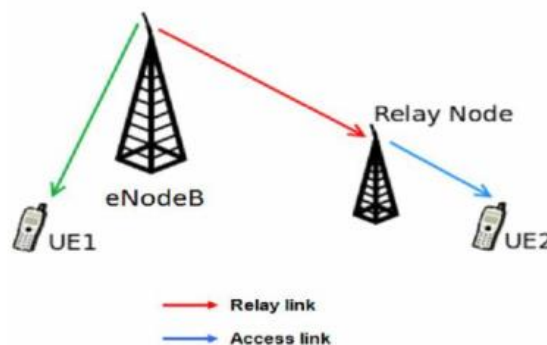
- Tăng hiệu quả sử dụng mạng: có thể tận dụng tối ưu tài nguyên của các trạm thu phát đó bằng việc cung cấp kết nối tới nhiều trạm cùng lúc.
- Giảm nhiễu: giúp cải thiện đáng kể về tỉ lệ tín hiệu can nhiễu và tạp âm ở thiết bị đầu cuối.
- Nâng cao chất lượng thuê bao: sử dụng nhiều tế bào mạng trên 1 thuê bao sẽ giúp cho tăng khả năng thu nhận và giảm đáng kể việc mất kết nối.

3.2.4. Các bộ lặp và các nút chuyển tiếp

3.2.4.1. Các bộ lặp.

Nếu các bộ lặp đơn giản sẽ khuếch đại và chuyển đi các tín hiệu tương tự thu được. Khi được cài đặt, các bộ lặp liên tục được phát đi tín hiệu thu được mà không quan tâm đến có thiết bị đầu cuối có trong vùng phủ sóng của nó hay không và những bộ lặp như vậy không hiển thị được với trạm gốc và thiết bị đầu cuối. Cho nên sử dụng các bộ lặp có các cấu trúc lặp cao cấp hơn như sơ đồ trong đó mạng có thể điều khiển công suất truyền của bộ lặp. Chỉ tích cực bộ lặp khi người sử dụng có mặt trong khu vực được điều khiển bởi bộ lặp giúp tăng tốc độ số liệu cung cấp trong khu vực. Các báo cáo đo đạc bổ sung từ các thiết bị đầu cuối được xem như là phương tiện hướng dẫn mạng mà trong đó các bộ lặp được bật lên. Nhưng như vậy việc điều khiển truyền dẫn thường nằm ở trạm gốc, do vậy các bộ lặp thường trong suốt từ khía cạnh di động.

3.2.4.2. Các nút chuyển tiếp.



Hình 2.27: Kỹ thuật chuyển tiếp

Các nút chuyển tiếp để truyền và nhận dữ liệu giữa trạm thu phát gốc và thiết bị đầu cuối thông qua việc truyền dẫn nhiều chặng.

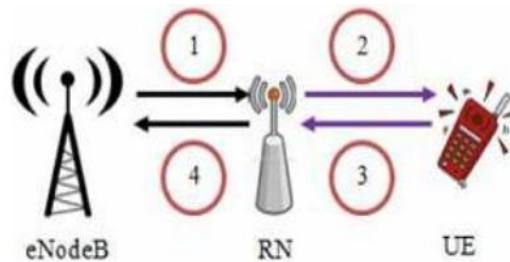
a. Có 2 loại chuyển tiếp là:

+ Thiết bị đầu cuối nằm ở xa, nằm ngoài vùng phủ sóng của eNodeB và được truy nhập tới eNodeB. Mục tiêu là để mở rộng vùng phủ tín hiệu của dịch vụ.

+ Thiết bị đầu cuối nằm ở trong vùng phủ của eNodeB và tuyến thông tin trực tiếp đến eNodeB. Việc dùng chuyển tiếp nút loại này sẽ giúp cho cải thiện được chất lượng dịch vụ, dung lượng tuyến truyền dẫn và gia tăng toàn bộ dung lượng hệ thống bằng việc tạo ra phân tập đa đường và độ lợi truyền dẫn của các UE nội hạt

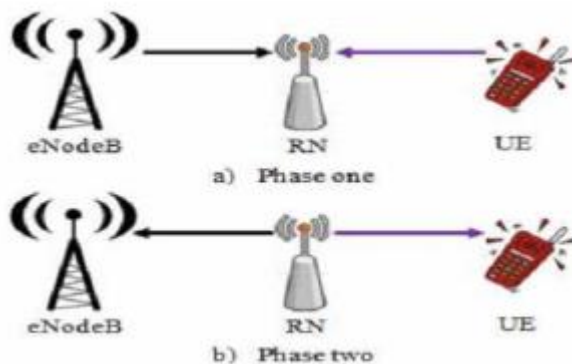
b. Có 2 chiến lược chuyển tiếp.

+ Chuyển tiếp 1 chiều



Hình 2.28: Chuyển tiếp 1 chiều

+ Chuyển tiếp 2 chiều



Hình 2.29: Chuyển tiếp 2 chiều

c. Các cơ chế

+ Khuếch đại và chuyển tiếp (AF: Amplify and Forward): nút chuyển tiếp nhận tín hiệu từ eNodeB (hay UE). Sau đó khuếch đại tín hiệu thu này và chuyển tiếp nó đến UE (hay eNodeB).

+ Giải mã hoá và chuyển tiếp (DF: Decode and Forward): nút chuyển tiếp giải mã hoá tín hiệu thu được từ eNodeB (hay UE). Sau đó nếu dữ liệu

được giải mã đúng, nút chuyển tiếp sẽ thực hiện mã hoá kênh và chuyển tiếp tín hiệu mới đến UE (hay eNodeB).

d. Các cơ chế bắt cặp cho việc lựa chọn chuyển tiếp

Trong một mạng mà có nhiều nút chuyển tiếp và nhiều thiết bị đầu cuối, thì phải lựa chọn nút chuyển tiếp bắt cặp phù hợp với thiết bị đầu cuối sao cho tín hiệu ra tốt nhất. Vì vậy có 2 cơ chế:

- + Cơ chế bắt cặp tập trung.
- + Cơ chế bắt cặp phân phối.

e. Ưu điểm: với việc sử dụng các trạm chuyển tiếp sẽ có các ưu điểm như :

- + Cung cấp tốc độ dữ liệu cao, đặc biệt ở khu vực rìa cell, nơi mà có tỉ số tín hiệu trên nhiễu thấp.
- + Nâng cao chất lượng hệ thống.
- + Mở rộng vùng phủ sóng của eNodeB
- + Tối ưu được công suất tiêu thụ toàn bộ tuyến truyền dẫn.
- + Nhỏ gọn dễ lắp đặt và có giá thành thiết bị thấp hơn eNodeB.

4. Kết luận chương 2

Sau khi đi sâu vào nghiên cứu chương 2: “Nghiên cứu công nghệ trong hệ thống thông tin di động 4G” thì công nghệ 4G có nhiều ưu điểm mới so với hệ thống 1G, 2G, 3G.

Công nghệ LTE-Advanced của mạng 4G mang lại nhiều dịch vụ mới với tốc độ xử lý nhanh hơn hiệu quả hơn.

CHƯƠNG 3: KIẾN TRÚC CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 5G

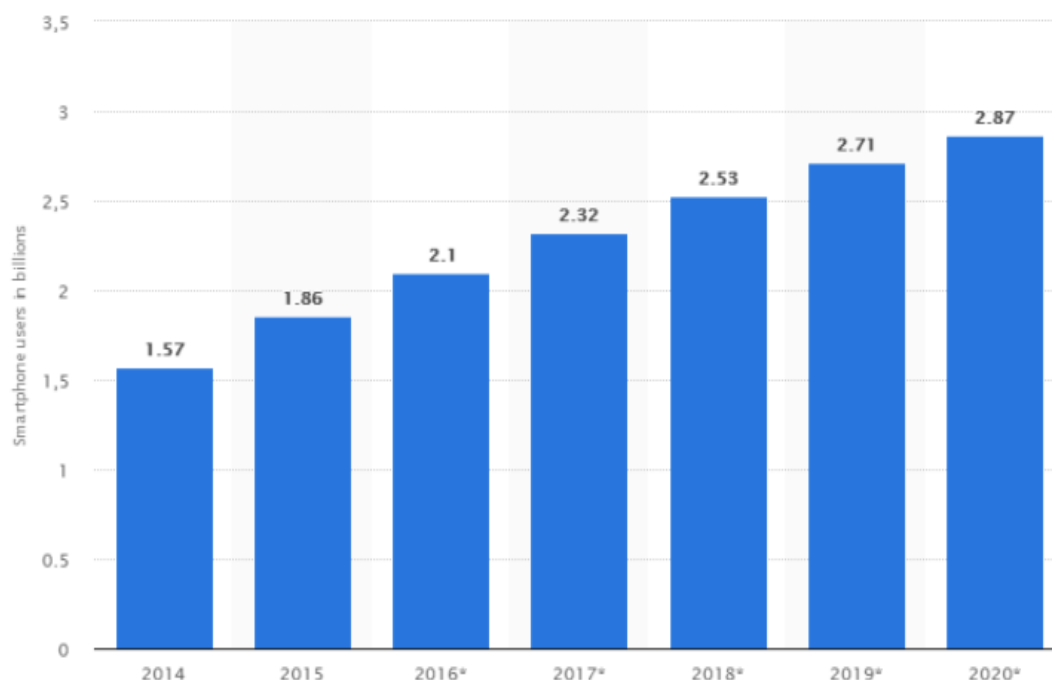
❖ **Giới thiệu chương:** Chương này sẽ đưa ra các yêu cầu tối thiểu của hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 5 (5G) từ đó tập trung phân tích ra các nhu cầu cuối cùng của hệ thống di động 5G rồi đưa đến kết luận cho kiến trúc và các công nghệ, kỹ thuật mới của 5G.

3.1. Số liệu thực tế và thách thức

3.1.1. Những số liệu thực tế

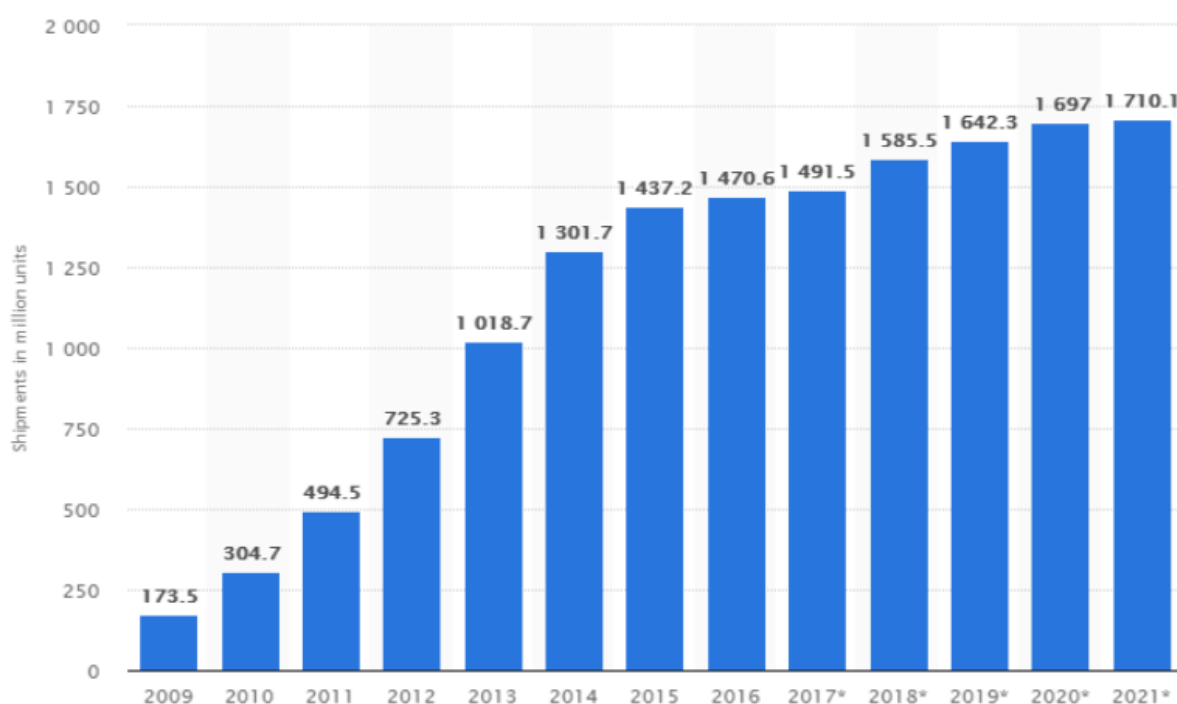
Thời điểm hiện tại, mạng 4G mới bắt đầu được đưa vào sử dụng, nhưng đến năm 2020, các nhà phân tích cho rằng, sẽ liên tục xảy ra tình trạng quá tải thông tin. Nguyên nhân, cho dù sự tăng vọt về doanh số bán hàng của các loại điện thoại thông minh (smartphone) và máy tính bảng (tablet) đồng nghĩa với khối lượng dữ liệu ngày càng lớn. Sau đây là một số thống kê mới nhất về lĩnh vực viễn thông được trích từ trang web statista.com (một chuyên trang thống kê) và Cục viễn thông Việt Nam để thấy sự tăng trưởng mạnh mẽ của lĩnh vực viễn thông.

• **Số lượng người dùng smartphone trên toàn thế giới từ 2014 đến 2020 (tính bằng tỷ):**



Hình 3.1: Số lượng người dùng smartphone trên toàn thế giới từ 2014 đến 2020 (tính bằng tỷ).

- Các lô hàng điện thoại thông minh toàn cầu dự báo từ năm 2010 đến năm 2021 (triệu đơn vị) :



Hình 3.2: Các lô hàng điện thoại thông minh toàn cầu dự báo từ năm 2010 đến năm 2021 (triệu đơn vị).

- Tổng băng thông kết nối internet trong nước Việt Nam năm 2017 (Mbps) ^[3]:



Hình 3.3: Tổng băng thông kết nối internet trong nước năm 2017 (Mbps).

- Tổng băng thông kết nối internet Việt Nam đi quốc tế năm 2017 (Mbps) ^[4]:



Hình 3.4: Tổng băng thông kết nối internet quốc tế năm 2017 (Mbps).

Trên đây là một số thống kê tiêu biểu cho thị trường viễn thông tính đến năm 2017 và một số dự đoán cho các năm tiếp theo.

3.1.2. Thách thức đối với hệ thống thông tin di động thứ 5

Từ những số liệu thực tế đã trình bày ở phần 2.1.1 có thể nhận ra rằng ngay từ khi mạng Viettel và các mạng khác triển khai hoàn tất mạng 4G hồi tháng 4 năm 2017 tại Việt Nam thì lượng dữ liệu đi quốc tế phát sinh ra rất lớn. Trong khi đó lượng người sử dụng và lượng thiết bị smartphone (chưa kể các thiết bị khác) vẫn tăng một cách đều đặn.

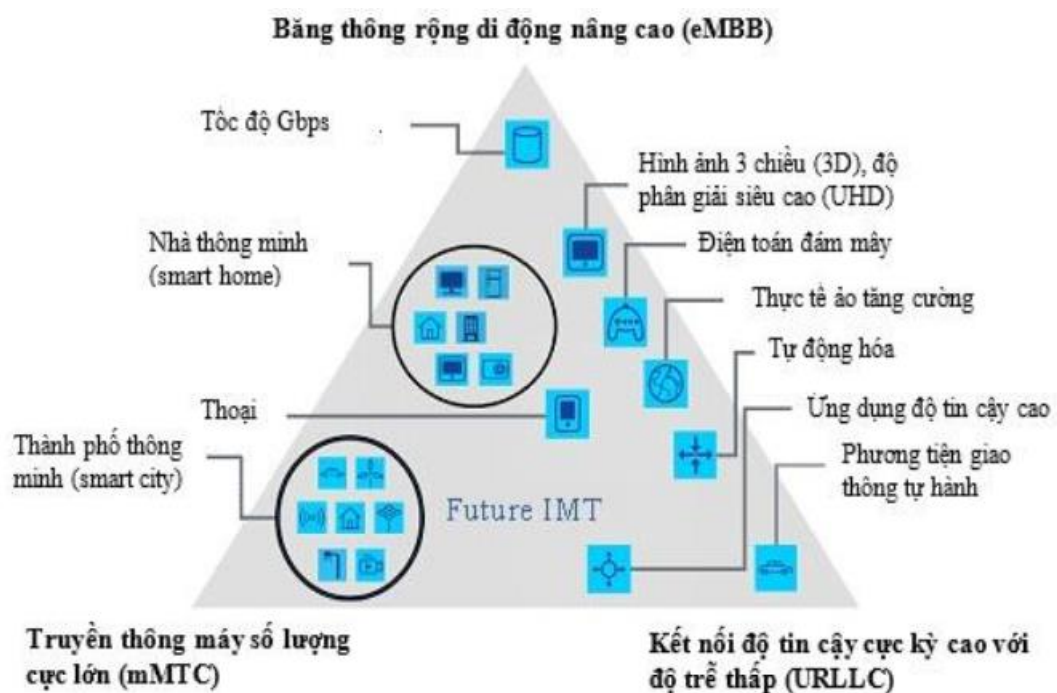
Như vậy, khi thiết bị người dùng (UE) phát triển đều như hiện tại mà dữ liệu ngày càng phát sinh ra càng nhiều, đến một lúc nào đó sẽ bị quá tải, khi đó người dùng sẽ có xu hướng chọn lưu trữ điện toán đám mây để lưu trữ các tập tin. Nếu tập tin có dung lượng lớn thì sẽ cần một khoảng thời gian rất lâu để tập tin đó upload xong, điều đó làm người dùng cảm thấy khó chịu. Đó là thách thức cho hệ thống thông tin di động tiếp theo phải được nâng cấp gấp nhiều lần so với 4G đó là khả năng tương tác linh hoạt và hỗ trợ nhiều loại thiết bị khác nhau. Ngoài những kết nối tới điện thoại thông minh hoặc máy tính bảng, nó còn cung cấp thêm các liên kết tới thiết bị đeo tay, smart-watch, bộ theo dõi sức khỏe, ... Thêm vào đó, nó cũng hỗ trợ cả những tiện ích smart-home như bộ điều ôn nhiệt và nhiều loại cảm biến khác.

Tuy nhiên, khó khăn tiếp theo lại nảy sinh. Thật khó để có thể xác nhận những công nghệ nào sẽ có mặt trong 5G và dữ liệu dung lượng cần thiết để cấp cho tất cả các thiết bị. Cải thiện hiệu suất "end-to-end" cũng là một vấn đề khác khi đề cập đến 5G. Hiệu suất end-to-end được định nghĩa là khả năng duy trì các kết nối vô tuyến từ điện thoại tới máy chủ cung cấp thông tin. Mục tiêu cuối cùng của 5G là cung cấp những kết nối liên tục cho người dùng, dù họ đang ở trong lòng đất, trên cao hay thậm chí cả ở ngoài biển đảo thì vẫn có kết nối 5G.

3.2. Các yêu cầu chính cho hệ thống thông tin di động 5G

Liên minh Viễn thông quốc tế về các hệ thống thông tin di động quốc tế (ITU - International Telecommunication Union) gồm các nhà công nghiệp hàng đầu thế giới, các tổ chức xây dựng tiêu chuẩn kỹ thuật của quốc gia và khu vực, cơ quan quản lý, các nhà khai thác, các nhà sản xuất thiết bị, các học giả và viện nghiên cứu đã xây dựng xong dự thảo các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu của hệ thống IMT-2020 (được gọi là hệ thống thông tin động thể hệ thứ 5 - 5G)

IMT-2020 sẽ có 3 nhóm ứng dụng là băng rộng di động nâng cao (Enhanced Mobile Broadband - eMBB), truyền thông thời gian trễ thấp và tin cậy cực cao (Ultra-Reliable and Low-Latency Communications - URLLC) và truyền thông máy số lượng lớn (Massive Machine Type Communications - mMTC).



Hình 3.5: Các nhóm ứng dụng 5G (theo ITU).

eMBB sẽ cung cấp dữ liệu tốc độ cực cao, tốc độ đường xuống là 10Gbps gấp 100 tốc độ sóng mang đơn của mạng LTE. Sử dụng các kỹ thuật tiên tiến như băng thông rộng hơn (2GHz), tần số mới ở băng tần cao (sóng milimet) và sử dụng kết hợp băng tần cấp phép.

URLLC được sử dụng để xây dựng thành phố thông minh, kết nối giao tiếp giữa đèn giao thông, ô tô tự động và đường cao tốc để điều khiển giao thông. Trong môi trường này, mật độ nút, tiêu thụ năng lượng và chi phí là yêu cầu cực kỳ quan trọng.

Cuối cùng là mMTC, hai yêu cầu của kết nối không dây là độ trễ và độ tin cậy. Thử tưởng tượng việc bác sỹ thực hiện phẫu thuật từ xa bằng robot kết nối qua không dây, khi đó độ tin cậy của đường truyền chính là sự thành công của ca phẫu thuật.

Nhóm nghiên cứu 5D (Working Party 5D) của ITU-R vừa kết thúc cuộc họp đầu tiên tại Bắc Kinh, Trung Quốc. Một trong những nhiệm vụ chính của nhóm là xây dựng tiêu chuẩn IMT-2020 (5G) dựa trên các đóng góp của các cơ quan quản lý, nhà mạng, hãng sản xuất thiết bị, và các tổ chức tiêu chuẩn của quốc gia và khu vực.

Sau cuộc họp, ngày 23 tháng 2 năm 2017 ITU-R đã ra văn bản công bố **Các yêu cầu tối thiểu liên quan đến hiệu suất kỹ thuật cho giao diện vô tuyến IMT-2020 (s)**, được tóm tắt các vấn đề cơ bản như sau:

- ✓ Tốc độ dữ liệu đỉnh đường xuống là 20 Gbps và đường lên là 10 Gbps.
- ✓ Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống là 30 bit/s/Hz và đường lên là 15 bit/s/Hz.
- ✓ Tốc độ dữ liệu người dùng trải nghiệm đường xuống là 100 Mbps và đường lên là 50 Mbps.
- ✓ Lưu lượng đường xuống theo vùng 10Mb/s/m² đối với Hotspot trong nhà.
- ✓ Độ trễ trên giao diện người dùng là 4 mili giây (ms) cho ứng dụng eMBB và 1 ms cho ứng dụng URLLC, độ trễ trên giao diện điều khiển là 20 ms.
- ✓ Mật độ kết nối: 1 triệu thiết bị / km².
- ✓ Băng thông tối thiểu là 100 MHz và cho phép hỗ trợ băng thông lên đến 1 GHz khi hoạt động ở băng tần trên 6 GHz.
- ✓ Tốc độ di chuyển tối đa của thuê bao là 500 km/h.

Ngoài ra còn có các yêu cầu khác để đánh giá đạt tiêu chuẩn công nghệ IMT-2020 trong các vấn đề sử dụng khác nhau như: Hiệu quả sử dụng năng lượng, độ tin cậy, thời gian gián đoạn khi di động, tổng lưu lượng vùng.

Có thể tóm tắt các yêu cầu kỹ thuật đối với 5G trên vào trong 5 điều kiện cũng như các yêu cầu chính cho hệ thống thông tin di động 5G như sau:

- **Quan điểm người sử dụng: "Tốc độ siêu cao và độ trễ thấp".**
 - Đạt được tốc độ truyền dữ liệu nhanh gấp 1000 lần so với LTE, độ trễ cực thấp thời gian ít hơn một vài phần nghìn giây và thực hiện quan điểm: "Kết nối Massive".
 - Có thể chứa hơn 1000 thiết bị và lưu lượng truy cập và an toàn liên mạch kết nối (kết nối bất cứ lúc nào, bất cứ nơi nào, bất cứ ai, bất cứ điều gì).
- **Kiến trúc nhận thức: "Mạng linh hoạt, thông minh".**
 - Đáp ứng nhu cầu di chuyển nhanh, liên lạc phân tích dữ liệu trong thời gian thực và cung cấp dịch vụ thông minh, cá nhân hóa.
- **Quan điểm hoạt động: "Hoạt động tin cậy, an toàn".**
 - Bảo vệ hơn 99% mạng sẵn có và độ tin cậy cũng như tự phục hồi, cấu hình lại.
- **Quan điểm quản lý: "Năng lượng, chi phí, hiệu quả chi phí".**
 - Đạt được hiệu quả năng lượng cao hơn 50-100 lần so với LTE và cơ sở hạ tầng, thiết bị có chi phí thấp.

3.3. Khái niệm và Kiến trúc

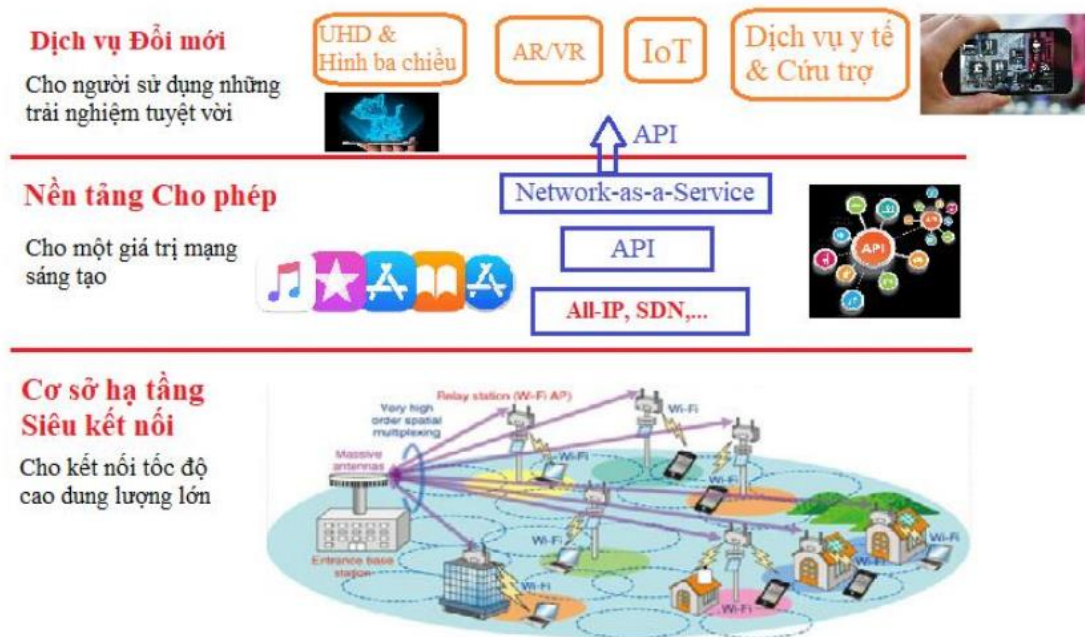
Ngay thời điểm hiện tại, các kiến trúc 5G được đề xuất từ các trang công nghệ nổi tiếng đã được đưa ra nhưng vẫn chưa được ITU công nhận. Đa phần các kiến trúc đều xét ở phương diện cơ sở hạ tầng 5G. Theo báo cáo của ITU như đã trình bày ở phần 3.2, 5G không chỉ dừng lại ở mức cơ sở hạ tầng nữa mà còn là các phương diện khác như dịch vụ kèm theo đặc biệt là IoT. Không những vậy, để đạt được IoT thì cần có một nền tảng để thực hiện dịch vụ này.

Để đạt được 5 điều kiện như đã phân tích ở phần 3.2, mục tiêu cuối cùng cũng như nhu cầu hệ thống 5G sẽ bao gồm 3 thành phần và sẽ là kiến trúc tổng quát của 5G như sau:

- 1 - **Các dịch vụ 5G sáng tạo.**
- 2 - **Nền tảng cho phép để thực hiện các dịch vụ sáng tạo.**
- 3 - **Cơ sở hạ tầng tốc độ siêu cao.**

Dựa trên phân tích này, hệ thống 5G sẽ bao gồm ba lớp Dịch vụ Đối

mới, Nền tảng Cho phép và Cơ sở hạ tầng Siêu kết nối trong kiến trúc mức cao như trong Hình 3.6:



Hình 3.6: Cấu trúc tổng quát của hệ thống 5G

Trên lớp trên cùng là dịch vụ, đó là Dịch vụ đổi mới, đáp ứng yêu cầu 5G là cung cấp trải nghiệm người dùng mới. Bên dưới đó là Nền tảng cho phép, một nền tảng phần mềm, trên đó một loạt các chức năng mạng viễn thông phức tạp có thể được thực hiện hiệu quả và một động cơ thông minh có thể được gắn kết. Ở phía dưới là Cơ sở hạ tầng siêu kết nối là cơ sở hạ tầng phần cứng của các mạng viễn thông, đóng vai trò như một đường dẫn dữ liệu hỗ trợ kết nối tốc độ cao và siêu cao qua phủ sóng mạng kết nối mật độ cao.

3.3.1. Dịch vụ đổi mới

Về dịch vụ mạng, hệ thống thông tin di động 5G sẽ tách ra khỏi các thế hệ công nghệ viễn thông trước đây vì trải nghiệm của khách hàng vượt quá giới hạn thời gian và địa điểm, điều này sẽ được kích hoạt bởi việc truyền dữ liệu cực nhanh và giao diện người dùng sáng tạo. Ví dụ như tốc độ dữ liệu gigabit sẽ có sẵn ở mọi lúc và mọi nơi trên các thiết bị đa phương tiện có độ phân giải cao bao gồm UHD và 4K, công nghệ 5G sẽ cho phép người dùng tận hưởng các dịch vụ thực tế, ví dụ như chăm sóc sức khỏe từ xa, thực tế ảo và hình ba chiều, các dịch vụ IoT (Internet of Things).



Hình 3.7: Ví dụ về các dịch vụ 5G

3.3.2. Nền tảng cho phép (Enabling Platform)

5G Enabling Platform cung cấp khuôn khổ định hướng phần mềm và giao diện dựa trên các nguyên tắc của các hệ điều hành (một số hệ điều hành phổ biến hiện nay như iOS, Android, Microsoft ...) để tạo ra giá trị khác biệt thông qua một loạt các dịch vụ sáng tạo. Một chức năng cốt lõi của 5G Enabling Platform là cung cấp nền tảng Network-as-a-Service cho phép cấu hình và có thể thay đổi được tất cả các chức năng viễn thông và dịch vụ.

Giao diện lập trình ứng dụng API (Application Programming Interface) là một giao diện mà một hệ thống máy tính hay ứng dụng cung cấp để cho phép các yêu cầu dịch vụ có thể được tạo ra từ các chương trình máy tính khác, hoặc cho phép dữ liệu có thể được trao đổi qua lại giữa chúng. Chẳng hạn, một chương trình máy tính có thể (thường hoặc bắt buộc) dùng các hàm API của hệ điều hành để xin cấp phát bộ nhớ và truy xuất tập tin. Đối với API cho 5G, vì là nền tảng cho các dịch vụ mới nên các nhà phát triển cần phát triển một hệ sinh thái API mới để hỗ trợ cho các IoT mới.

Ngoài Network-as-a-Service và API ra, nền tảng mạng là hỗ trợ đặc lực cho 5G Enabling Platform này. Cụ thể: các ứng dụng, trò chơi điện tử hay mới hơn là các dịch vụ đổi mới ngày nay đang có xu hướng kết nối người dùng lại với nhau. Các dịch vụ truyền hình tại Việt Nam đang dần chuyển qua truyền hình số hay còn gọi là truyền hình IP. Do vậy, một bức tranh tổng

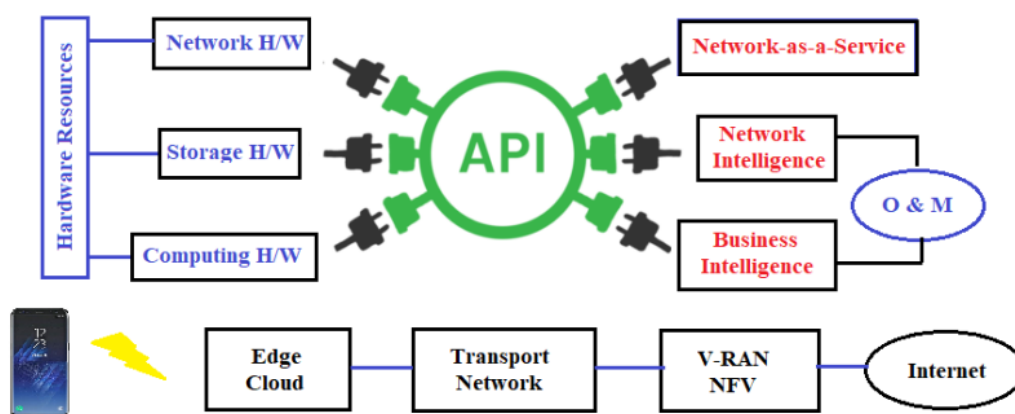
thể về mạng internet là các dịch vụ số - dịch vụ IP. Từ đó, nền tảng All-IP và là công nghệ All-IP sẽ là một bước tiến mạnh. Song song đó là công nghệ mạng được xác

định bởi phần mềm SDN (Software Defined Networks) sẽ là những trụ đỡ đặc lực cho 5G Enabling Platform.

Đề án này đề xuất 2 công nghệ nữa để làm nền tảng cho 5G Enabling Platform đó là:

- NFV (Network Functions Virtualization) là một công nghệ để xây dựng đám mây bằng ảo hóa một phần cứng.
- Virtualized RAN: một công nghệ để tập trung và ảo hóa DU (Digital Unit) của một trạm gốc thành một đám mây dựa trên phần cứng (H/W – Hardware) tiêu chuẩn và xử lý tín hiệu RAN trong thời gian thực.

Tổng quan 5G Enabling Platform được mô tả trong hình 3.8:



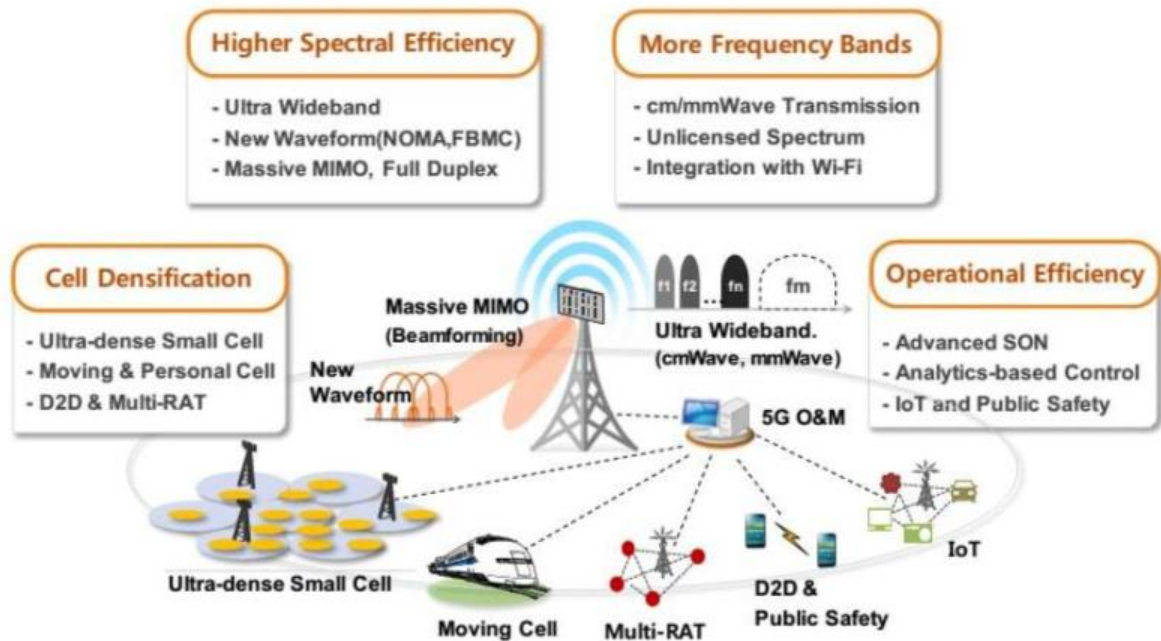
Hình 3.8: Nền tảng cho phép 5G dựa trên phần mềm

3.3.3. Cơ sở hạ tầng siêu kết nối

Để đáp ứng lưu lượng dữ liệu gấp 1000 lần so với 4G và hỗ trợ kết nối Massive, các công nghệ mạng mới đang được thảo luận là những công nghệ 5G tiềm năng nên được kết hợp để cấu hình cơ sở hạ tầng siêu kết nối. Điều này cần phát triển một loạt các công nghệ thành phần 5G để tăng phân chia cell, cải thiện hiệu quả quang phổ, mở rộng băng thông tần số và tăng hiệu quả hoạt động của mạng. Tăng cường sự phân chia cell, đặc biệt là tối đa hóa khả năng của vùng phủ thông qua các kiểu cấu tạo cell bao gồm cell nhỏ cực nhỏ, các phân tử di chuyển, thiết bị cá nhân và D2D, là những công nghệ cốt lõi để đáp ứng yêu cầu tăng 1000 lần sức chứa dữ liệu. Ngoài ra, khả năng của các hệ thống 5G có thể được tăng lên bằng cách áp dụng các công nghệ khác nhau để nâng cao hiệu suất quang phổ như điều chế mới / đa truy cập,

massive MIMO và sự phối hợp nhiều sóng trong khi mở rộng băng thông ở các dải tần số cao hơn (cm / mm wave). Cuối cùng, các công nghệ đa dạng để nâng cao

hiệu quả hoạt động của mạng bao gồm Multi-RAT, SON (Self-Organizing Network) tiên tiến và IoT dựa trên nền di động sẽ giúp độ tin cậy của hệ thống mạng 5G và năng lượng.

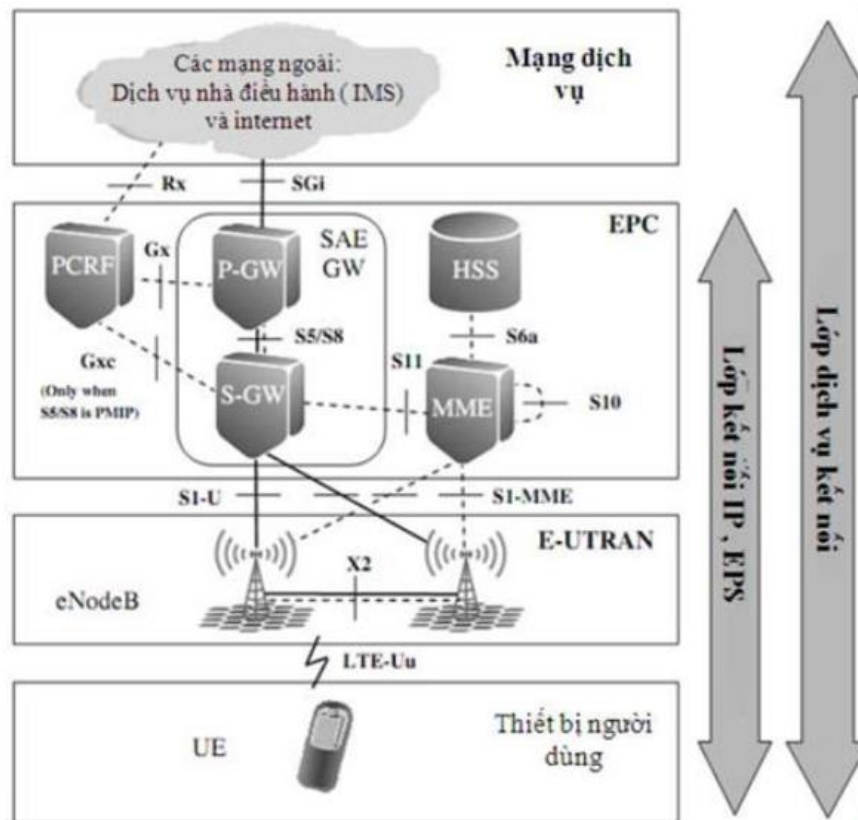


Hình 3.9: Cơ sở hạ tầng 5G hỗ trợ tốc độ dữ liệu cực cao và kết nối lớn

Có một điều đáng chú ý là phần tử moving cell được tách ra khỏi cell thông thường. Lấy ví dụ cụ thể để chứng minh điều này là khi UE ở trên tàu điện với vận tốc hàng trăm km/h, khi đó UE di chuyển từ cell này sang cell khác liên tục điều này làm tăng độ trễ, đi ngược với tiêu chuẩn IMT-2020 đặt ra là độ trễ trên giao diện người dùng là 4 mili giây.

So sánh kiến trúc giữa 4G-LTE với 5G:

Mô hình kiến trúc 4G được thể hiện trong hình 3.10:



Hình 3.10: Kiến trúc 4G

Sự khác biệt giữa mô hình tổng thể 4G với 5G (Hình 3.6) đó là Nền tảng cho phép. Trong khi 4G sử dụng các nền tảng hiện tại để hỗ trợ cho các dịch vụ thì 5G cần phải có nền tảng mới để hỗ trợ cho các dịch vụ mới.

Ngoài ra, lớp Dịch vụ đổi mới của 5G cũng là minh chứng cho sự khác biệt. Đó là các dịch vụ IoT, dịch vụ ghi nhận và truyền tải hình ba chiều, AR/VR, dịch vụ y tế từ xa... Sự nâng cấp mới mẻ và toàn diện về dịch vụ phục vụ con người. Trong khi dịch vụ 4G là sự nâng cấp tốc độ truyền tải dịch vụ.

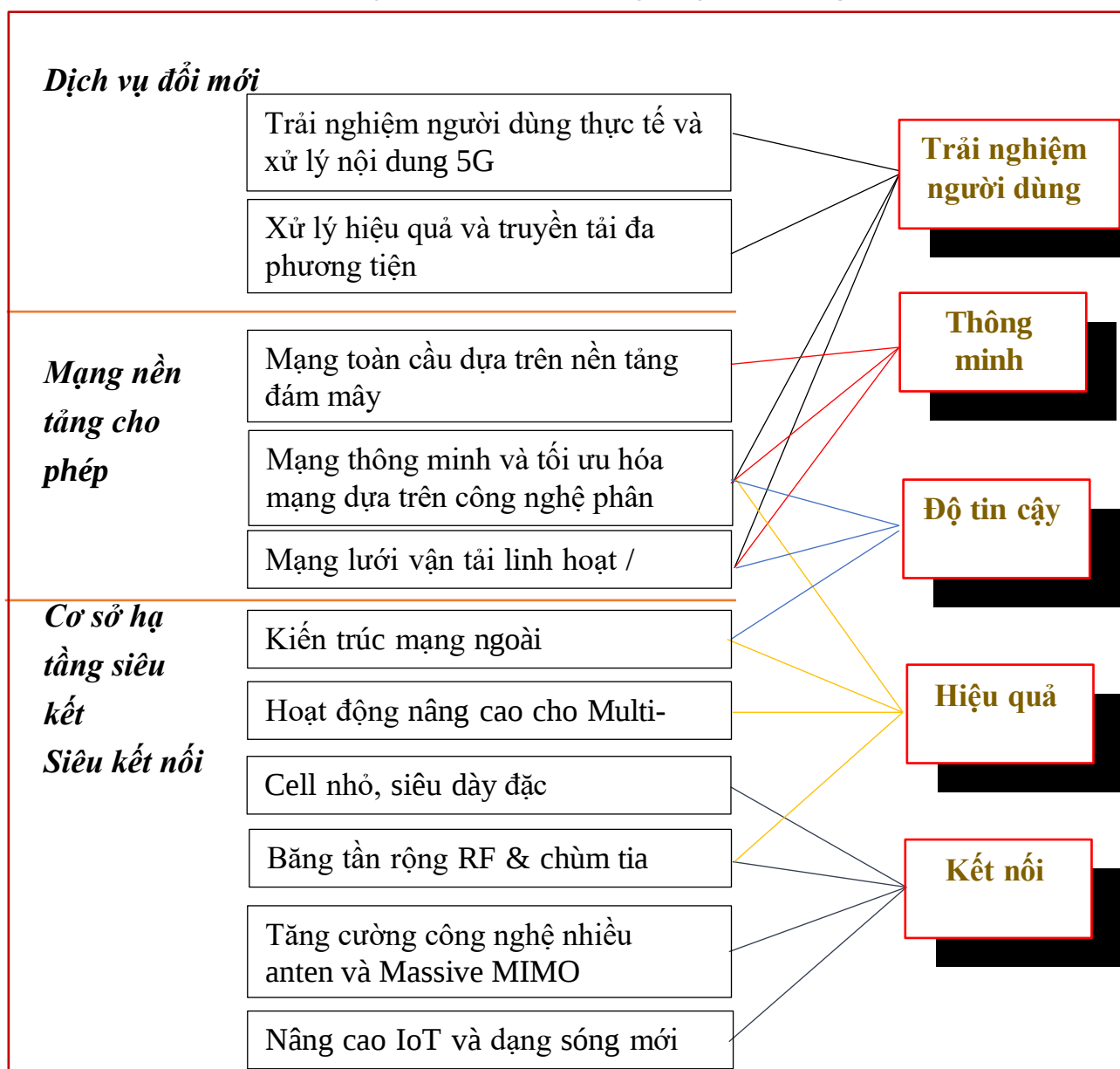
Sự khác biệt cuối cùng là cơ sở hạ tầng của 4G và 5G. Cơ sở hạ tầng của 5G sẽ được nâng cấp từ 4G ví dụ: anten MIMO nâng cấp lên Massive MIMO. Sự thay đổi cell, dạng sóng mới, truyền thông mới (D2D, multi-RAT)

...

3.4. Các công nghệ cho phép

Như đã giải thích trong phần 3.3.1, Dịch vụ đổi mới, Nền tảng cho phép và Cơ sở hạ tầng siêu kết nối là ba lớp tạo thành cấu trúc cao cấp của công nghệ 5G và sẽ trở thành nền tảng để đạt được 5 giá trị lớn. Từ các chi tiết kỹ thuật của các khái niệm, kiến trúc, các tiêu chuẩn, các yêu cầu tối thiểu đề án này đưa ra tổng cộng 11 công nghệ chính được rút ra từ kiến trúc và mỗi

loại được liên kết với 5 yêu cầu chính tương ứng như trong hình 3.11.



Hình 3.11: Các loại công nghệ chính từ kiến trúc / giá trị 5G

Đối với trải nghiệm người dùng, các công nghệ cốt lõi bao gồm xử lý nội dung và truyền dẫn đa phương tiện cho dịch vụ trải nghiệm thực tế. Các công nghệ chính liên quan đến kết nối bao gồm các cell nhỏ siêu dày đặc, tần số cao / MIMO băng rộng và các chương trình nâng cao cho hiệu quả quang phổ chủ yếu được đặt trên lớp Cơ sở hạ tầng. Các công nghệ thông minh và độ tin cậy chủ yếu dựa trên nền tảng cho phép bao gồm các công nghệ được vận hành và kiểm soát thông minh, linh hoạt bằng cách phân tích ảo hóa. Cuối cùng, các công nghệ đa dạng để nâng cao hiệu quả hoạt động trên nền tảng cho phép và lớp cơ sở hạ tầng được kết nối hiệu quả.

3.5. Kết luận chương 3

Từ những số liệu thực tế và các yêu cầu kỹ thuật, chương 3 đã đề xuất kiến trúc của hệ thống 5G gồm 3 lớp: Dịch vụ đổi mới, Nền tảng cho phép và Cơ sở hạ tầng siêu kết nối ba lớp tạo thành cấu trúc cao cấp của công nghệ 5G và sẽ trở thành nền tảng để đạt được 5 giá trị lớn. Tương ứng với 5 giá trị là 11 công nghệ đã được rút ra:

- 1 - Trải nghiệm người dùng thực tế và xử lý nội dung 5G.
- 2 - Xử lý và tuyến tải đa phương tiện.
- 3 - Mạng toàn cầu dựa trên mạng đám mây.
- 4 - Mạng thông minh dựa trên công nghệ phân tích.
- 5 - Mạng lưới vận tải linh hoạt / nhanh.
- 6 - Kiến trúc mạng ngoài.
- 7 - Tăng cường hoạt động cho nhiều ô (cell).
- 8 - Ô nhỏ, siêu dày đặc.
- 9 - Băng rộng tần số cao RF và chùm tia 3D.
- 10 - Tăng cường MIMO và Massive MIMO.
- 11 - Nâng cao dịch vụ IoT và dạng sóng mới.

CHƯƠNG 4: LỘ TRÌNH TRIỂN KHAI ỨNG DỤNG VÀO MẠNG VIỄN THÔNG VNPT HẢI PHÒNG

4.1 . Các yếu tố thúc đẩy phát triển và kỳ vọng với 5G

1. Yếu tố thị trường :

#1. Các ứng dụng yêu cầu tốc độ rất cao :

	VR Glasses	PC VR	Cloud VR
			
	Handset + Glass	Local PC + Fat Terminal	Cloud + Thin Terminal
Experience	Install handset inside the box, Easy to use, but poor experience.	Good video experience. With Cable connected, headset is heavy ,not convenient to use.	Cloud Image rendering with good experience and low requirements to terminal , wireless connection to more types of terminals.
Cost	Very Cheap, could be 2USD.	PC+PC VR head display, total cost up to 2000USD.	With the cloud computing service , terminal need to support the decoding and display only , the cost could be lower than 400 USD.
Content Copyright	Difficult to control the offline content, and no copyright protection is provided.	Difficult to control the offline content, and no copyright protection is provided.	Easy to control the content, and copyright protection is ensured.
Business prospect	Not the mainstream market.	High cost for a single user, content is insufficient, and difficult to promote.	Cheaper cost, easy access, and good ecosystem.

Cloud VR có yêu cầu cao hơn trên mạng di động .Ví dụ : trải nghiệm cấp đầu vào yêu cầu băng thông 200 Mbit/s và độ trễ 10s , trong khi trải nghiệm đỉnh cao yêu cầu độ trễ 9.4Gbps và 2ms . Chỉ mạng 5G mới có thể đáp ứng các yêu cầu trải nghiệm.

#2. Các ứng dụng mới:

Standard	Pre-VR (current)	Entry-Level VR (in the next two years)	Advanced VR (in the next three to five years)
Resolution	1080*1200	1920*1920	3840*3840
Color depth	8	8	10
Frame rate	90	90	120
Typical Bandwidth Requirements	50Mbps	200Mbps	1.4Gbps

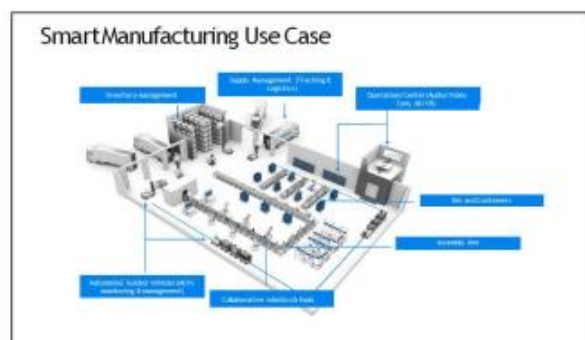


#3. Các ứng dụng mới trong các lĩnh vực công nghiệp khác :



#4. Các nhu cầu chuyên biệt:

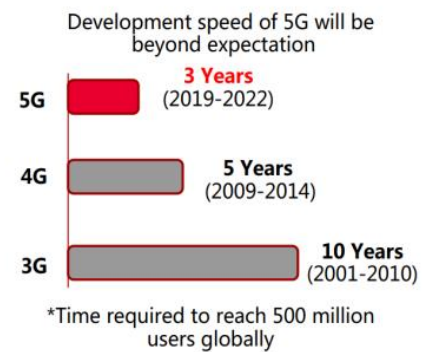
#5. Các ngành nghề yêu cầu kết nối chuyên biệt:





#6. Số lượng người dung thông tin di động tăng:

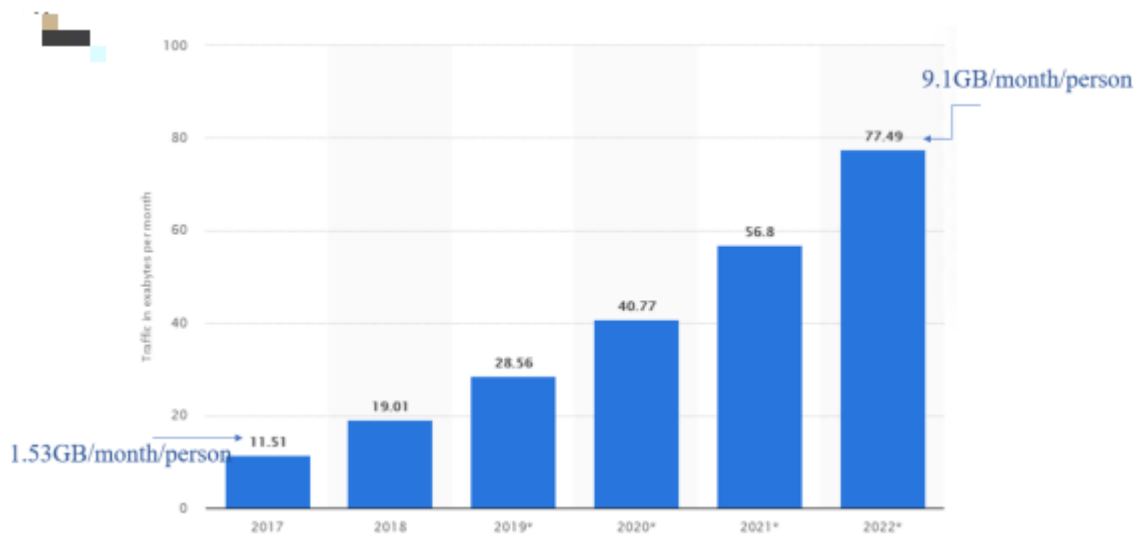
Users: It will take only three years for 5G to reach 500 million user scale.



Thực tế tốc độ phát triển mạng 5G nhanh hơn nhiều so với 3G, 4G ; Theo The Mobile Economy 2022 của GSMA , đến cuối năm 2022 sẽ đạt khoảng 1 tỷ thuê bao 5G. Như vậy trong thời gian 3 năm triển khai từ 2019 số lượng thuê bao 5G đã gấp đôi số lượng thuê bao 4G triển khai trong vòng 5 năm. Theo số liệu của Statista số lượng thuê bao 5G đạt 500 triệu thuê bao vào năm 2021(chỉ sau 2 năm triển khai 5G).

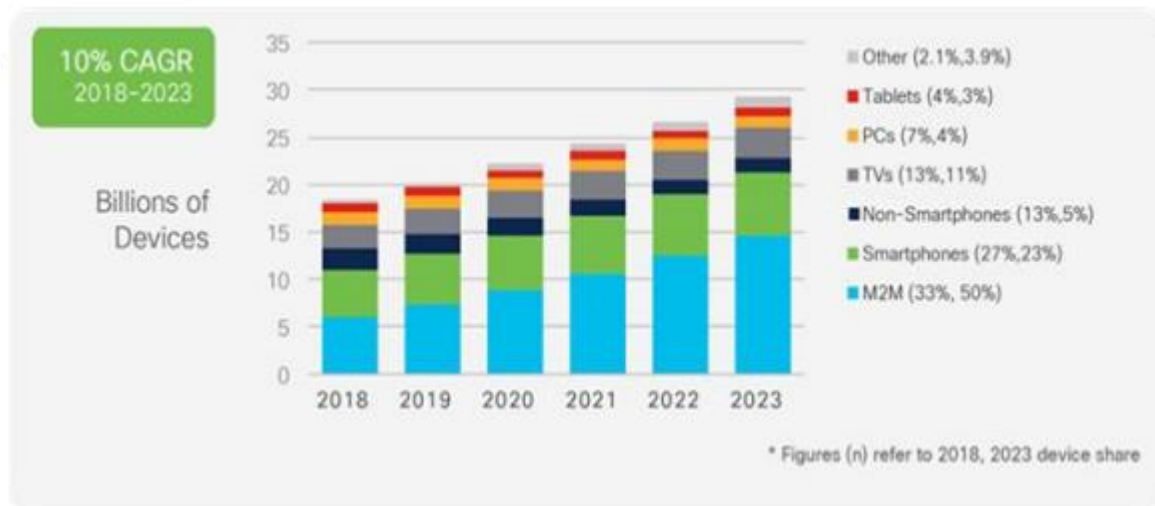
2. Năng lực nhà mạng:

#7. Nhu cầu Data di động trên mỗi UE không ngừng tăng.



Lưu lượng data di động tăng cao, phần lớn do các dịch vụ streaming video, gaming...

#8. Số lượng kết nối thiết bị không ngừng tăng:



Người dùng có đa thiết bị, gia tăng lượng kết nối tới hệ thống.

4G : 4G mạng LTE là công nghệ chính phục vụ Data, trong bối cảnh đó :

Áp lực lên nhà mạng giảm chi phí vận hành, khi người sử dụng đã quen với biểu phí hiện hữu, không muốn trả tiền thêm.

Càng nhiều thiết bị di động, càng nhiều lưu lượng Data, yêu cầu sử dụng hiệu quả năng lượng tiêu thụ của thiết bị lẫn mạng lưới.

Các phương cách sử dụng mới (như độ trễ cực thấp hoặc độ tin cậy cao) và các ứng dụng mới, mở ra cơ hội kiếm tiền mới cho các nhà mạng.

3. So sánh một số điểm chính giữa 4G và 5G :

So sánh với 4G :

5G cho tốc độ hơn gấp 10 đến 100 lần nhanh hơn, với độ trễ nhỏ hơn 10 lần so với 4G.

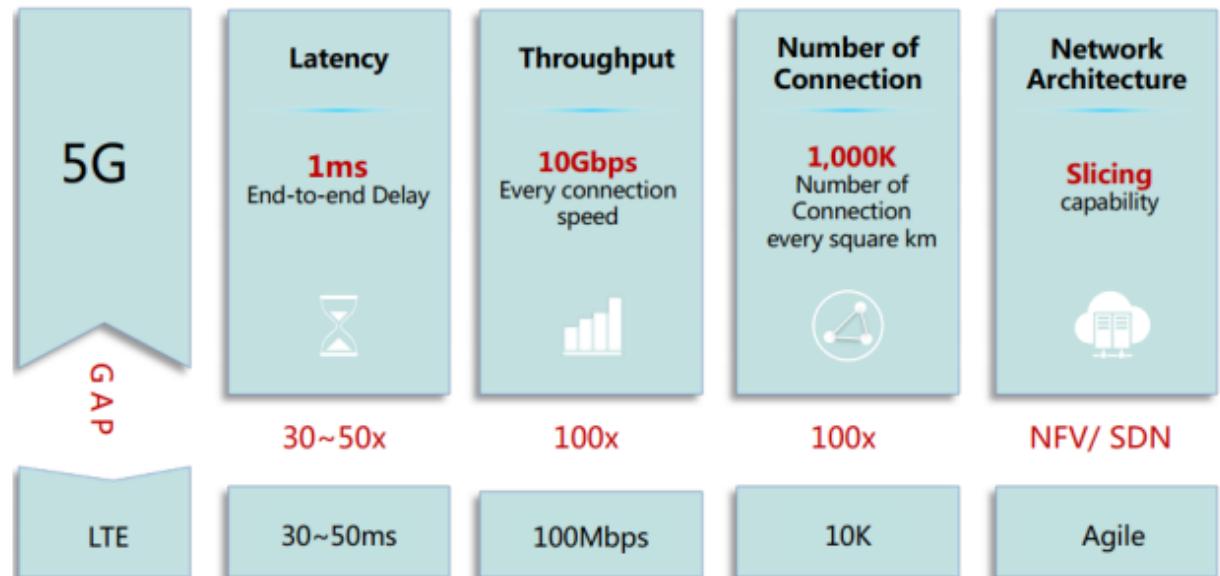
Độ trễ cải thiện đáng kể so với 4G.

Số lượng kết nối hỗ trợ nhiều vượt trội.

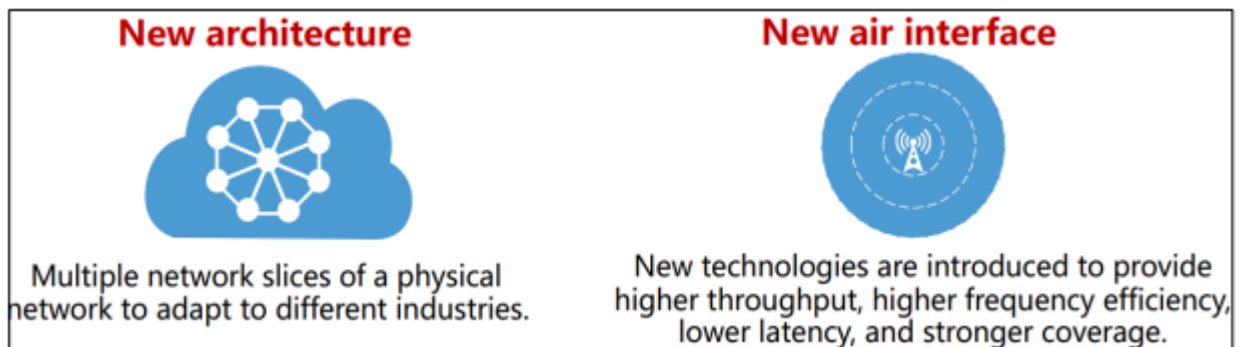
Kiến trúc mạng 5G triển khai rất linh hoạt.

Một số nguyên nhân : Cải tiến kiến trúc mạng lõi và truy nhập; Công nghệ vô tuyến sử dụng hiệu quả tần số , băng thông lớn hơn và mật độ mạng dày hơn.

Trải nghiệm vượt trội do 5G mang lại không chỉ tăng cường cho người dùng/ usecase hiện hữu mà còn mở ra các năng lực khác , usecase khác.



➤ 4G cannot fulfill the requirements of the future applications



4.2 Mục tiêu kỳ vọng hệ thống 5G:

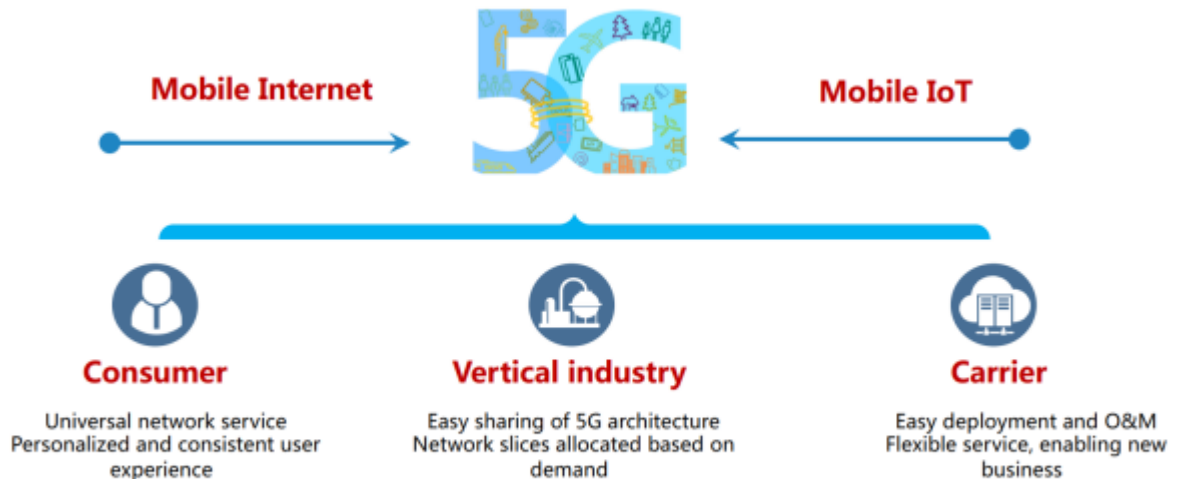
5G là công nghệ di động thế hệ tiếp theo và sẽ thay đổi vai trò công nghệ di động trong đời sống xã hội.

5G khi thương mại hóa đầy đủ sẽ tạo làm nền tảng cho nhiều dịch vụ mới giúp gia tăng doanh thu.

5G là cơ hội cho khách hàng doanh nghiệp, nhà mạng , nhà sản xuất và các bên liên quan.

5G mục tiêu chính của 5G là :

Cung cấp kết nối vô hạn cho mọi đối tượng .
 Mạng lưới 5G mới, tiết kiệm chi phí đầu tư.
 Chuyển đổi trải nghiệm mạng băng rộng di động.
 Thúc đẩy phát triển các ứng dụng di động massive và critical IoT.
 Tăng tốc chuyển đổi số và ngành dọc công nghiệp.



5G is a platform for new applications, new business models, and new industries.

Recommendation ITU-R M.2083 – IMT Vision – “Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2020 and beyond”

5G nhằm đến cung cấp kết nối cho các đối tượng sử dụng như:

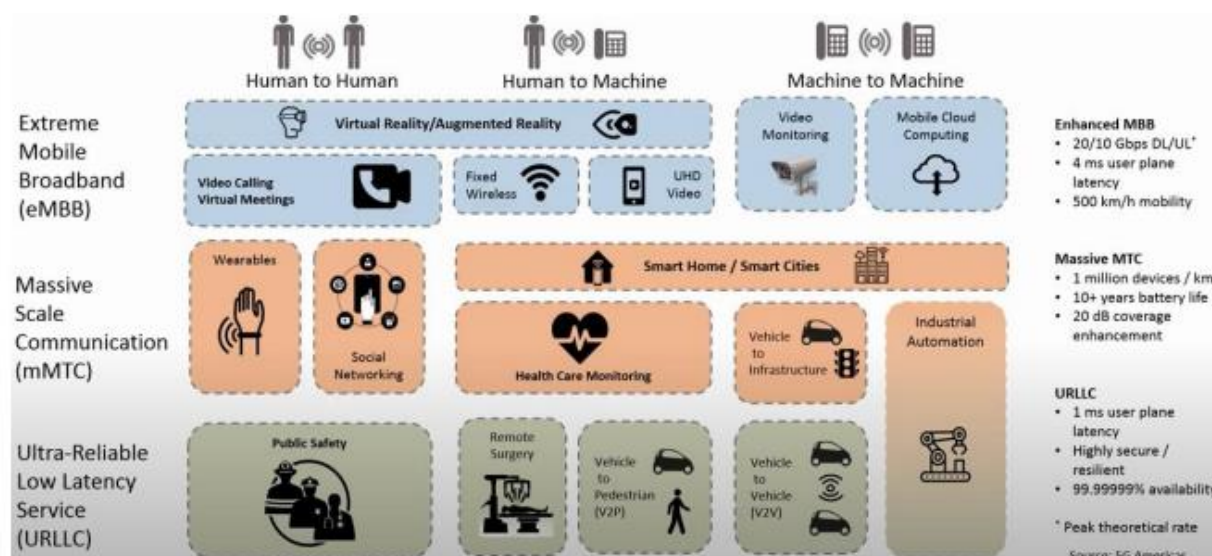
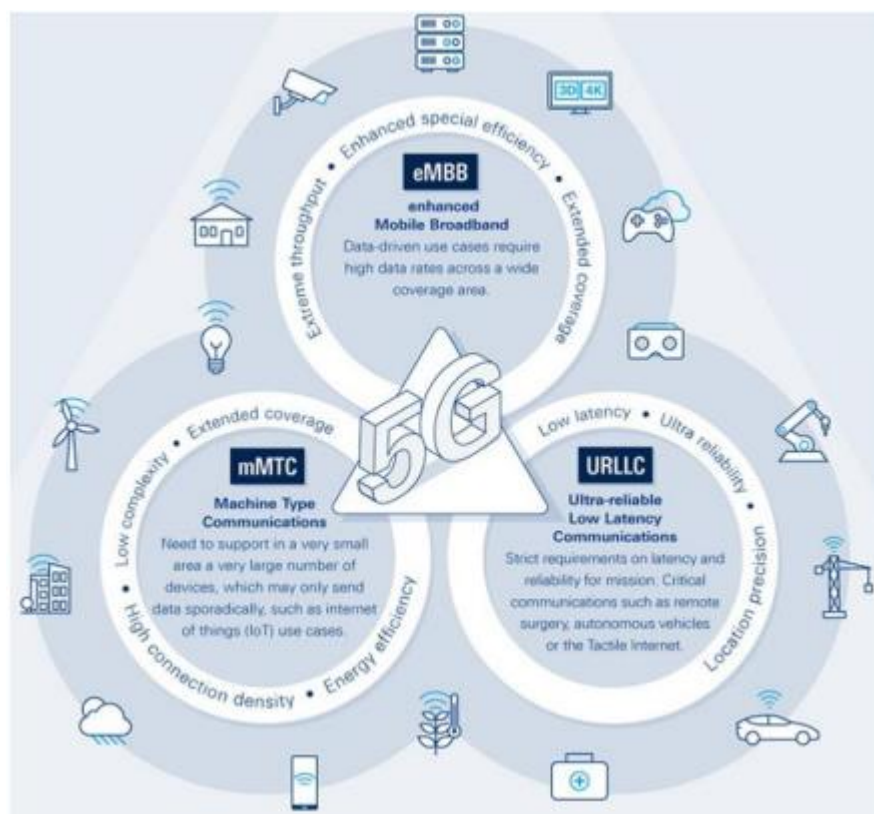
Người – Người

Người - Máy

Máy - Máy

Các loại kết nối với đặc tính kỹ thuật khác nhau được chia thành 3 nhóm chính :

eMBB , mMTC, URLLC



4.3 Giải pháp và lộ trình dự kiến triển khai mạng di động 5G tại tập đoàn VNPT

Lộ trình triển khai mạng 5G VNPT dự kiến sẽ được triển khai chia làm 3 giai đoạn :

- Giai đoạn 1: Nghiên cứu, thử nghiệm công nghệ
- Giai đoạn 2: Chuẩn bị cơ sở hạ tầng
- Giai đoạn 3: Triển khai

4.3.1 Giai đoạn nghiên cứu, thử nghiệm công nghệ (2019 – 2020)

4.3.1.1 Nghiên cứu công nghệ 5G

Tập trung nghiên cứu công nghệ 5G trên toàn bộ các lĩnh vực vô tuyến, truyền tải, 5GC và dịch vụ, các công nghệ mới SDN/NFV, AI/BigData, điện toán biên, kiến trúc mạng 5G và lộ trình sản phẩm thiết bị mạng cũng như hệ sinh thái đầu cuối, phối hợp với các đối tác tư vấn cấu trúc lại các mạng hiện hữu 2G/3G/4G và xây dựng kiến trúc mạng 5G, cụ thể như sau [6]:

- Lĩnh vực vô tuyến: Nghiên cứu công nghệ vô tuyến thế hệ mới 5G MIMO cỡ lớn/ tạo búp sóng, băng tần triển khai cho 5G, tính toán mô phỏng bán kính phủ sóng trạm 5G trên các băng tần khác nhau. Nghiên cứu các mô hình triển khai vô tuyến D-RAN/C-RAN/CloudRAN, các giải pháp về cơ sở hạ tầng, nguồn điện phục vụ triển khai 5G.

- Lĩnh vực truyền tải: Nghiên cứu mô hình truyền tải IP mới cho công nghệ 5G như SDN/NFV, các giao thức định tuyến mới, các router thế hệ mới phục vụ triển khai tính năng lát cắt mạng (Network Slicing). Đánh giá phương án nâng cấp các thiết bị mạng Metro, VN2 hoặc đầu tư mặt phẳng truyền tải mới (5G Transport network). Nghiên cứu các công nghệ truyền tải front-haul, mid-haul và backhaul theo các mô hình C-RAN hoặc CloudRAN sử dụng quang sợi, C/DWDM hoặc WDM-PON.

- Lĩnh vực mạng lõi: Nghiên cứu công nghệ về lõi cho 5G: SBA, Lõi nền tảng đám mây. Nghiên cứu xây dựng lộ trình ảo hóa các thực thể mạng hiện tại theo nguyên tắc đảm bảo chất lượng dịch vụ, không phụ thuộc phần cứng. Định hướng lộ trình triển khai 5GC theo giai đoạn mô hình NSA, SA và phân tích đánh giá lựa chọn các option 3/7/4/2. Định hướng xây dựng quy hoạch mạng lõi 5G cho hội tụ toàn bộ các công nghệ 3G/4G/5G/NB-IoT/Fixed Access sử dụng 5GC.

- Lĩnh vực hạ tầng DC (Data Center): Định hướng xây dựng quy hoạch, thiết kế hạ tầng DC trên toàn bộ 63 Tỉnh/Thành phố, lộ trình triển khai gắn với lộ trình cung cấp các dịch vụ 5G. Nghiên cứu giải pháp triển khai ảo hóa các công nghệ vô tuyến đám mây (CloudRAN) và mạng lõi đám mây trên hạ tầng DC, giải pháp triển khai điện toán biên di động MEC và mạng phân phối nội dung CDN.

- Lĩnh vực IT: Nghiên cứu phát triển các ứng dụng dịch vụ cho 5G/IoT, áp dụng AI/Big Data trong việc triển khai các dịch vụ 5G và tối ưu trong quá trình vận hành khai thác, hướng tới một mạng tự động tối ưu trong vận hành

khai thác. Xây dựng các đội ngũ lập trình quản trị, làm chủ các hệ thống VNF, NFVI.

- Lĩnh vực dịch vụ: Tập trung nghiên cứu đề xuất lộ trình cung cấp các dịch vụ tiềm năng cho 5G, các dịch vụ mang lại doanh thu cao. Tham khảo mô hình triển khai cung cấp các dịch vụ 5G của các nước trên thế giới và khu vực.

4.3.1.2 Thử nghiệm công nghệ 5G

Thử nghiệm được chia ra làm 2 giai đoạn :

- Giai đoạn 1: Từ Quý 2&3/2019 thử nghiệm công nghệ 5G mô hình NSA, Rel

15. Thực hiện triển khai với số lượng trạm nhất định tại Hà Nội và Thành phố Hồ Chí Minh, sử dụng thiết bị của 2 hãng Nokia và Ericsson. Băng tần thử nghiệm là Lowband 700MHz; Midband 2,6GHz; Highband 26/28GHz. Mô hình mạng thử nghiệm: NSA, Option3x. Dịch vụ thử nghiệm là dịch vụ eMBB. Dịch vụ mMTC thử nghiệm trên công nghệ 4G LTE-M và NB-IoT

- Giai đoạn 2: Triển khai từ quý 4/2019. Thử nghiệm công nghệ 5G mô hình SA, Rel 15 &16. Tích hợp toàn bộ các lớp vô tuyến, truyền tải đến 5GC theo chuẩn 5G, tích hợp trên các DC, thực thi lát cắt mạng (Network Slicing) toàn trình end to end cung cấp đầy đủ nhóm dịch vụ thử nghiệm đặc trưng của mạng 5G bao gồm: eMBB, mMTC và URLLC. Đánh giá khả năng tích hợp 4G/5G đa nhà cung cấp trên mạng. Băng tần thử nghiệm có mở thêm băng tần 3,5GHz. Mô hình mạng thử nghiệm là SA, Option 2. Thử nghiệm công nghệ VoNR và thử nghiệm các tính năng Inter-working 4G/5G. Fallback cho voice từ 5G về 4G bao gồm EPS và RAT Fallback. Triển khai thử nghiệm khai báo ảo hóa CloudRAN, 5GC và MEC/CDN

trên DC. Mạng truyền tải sử dụng router thế hệ mới SDN. Hệ thống mạng đồng bộ cho 5G sử dụng GPS hoặc mạng đồng bộ pha - thời gian riêng. Thử nghiệm đầy đủ các dịch vụ eMBB, mMTC, URLLC hoàn toàn trên nền mạng 5G.

4.3.2 Giai đoạn chuẩn bị cơ sở hạ tầng (2019-2022 và tiếp sau đó)

4.3.2.1 Chuẩn bị cơ sở hạ tầng vô tuyến

4.3.2.1.1 Tiếp tục mở rộng vùng phủ sóng 4G, tăng thêm số cơ sở hạ tầng 4G macro, làm nền móng cho mạng 5G, bổ xung thêm cơ sở hạ tầng mới chèn xung quanh vùng phủ của trạm 3G/4G hiện tại nhằm sau khi triển khai 5G băng tần mmWave (26/28GHz) có thể đảm bảo vùng phủ sóng 5G .

4.3.2.1.2 Triển khai smallcell 3G/4G trên diện rộng một mặt để và

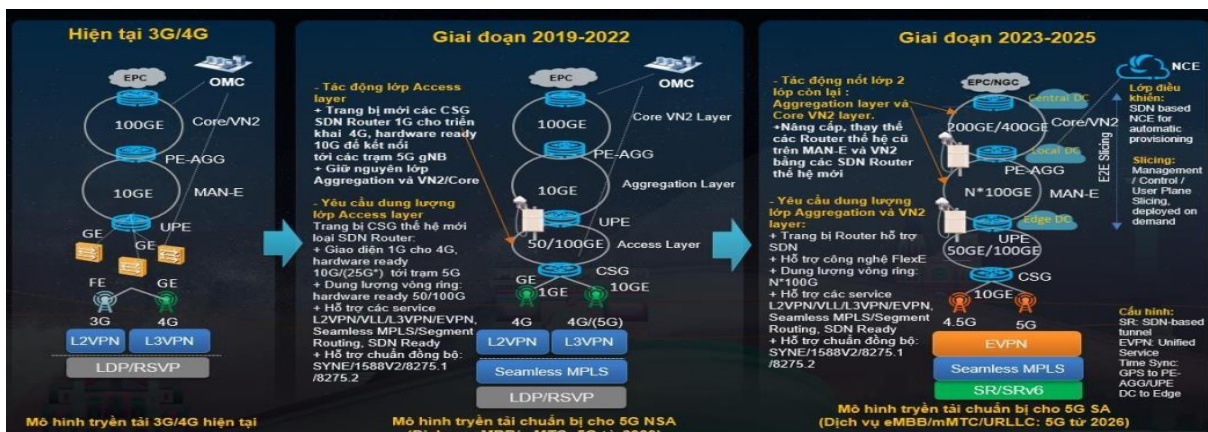
điểm lõm sóng một mặt tạo cơ sở hạ tầng mắt lưới 5G, chiếm lĩnh vị trí, sẵn sàng cho lắp đặt các trạm 5G (mmWave), trên nguyên tắc các trạm smallcell 3G/4G được lắp đặt vào giữa 2 trạm macro 3G/4G hiện có (Bán kính phủ sóng trạm 5G mmWave băng tần 26/28GHz chỉ được từ 70-100m nên khoảng cách ISD giữa 2 trạm 5G mmWave là 150-200m.

4.3.2.1.3 Rà soát toàn bộ năng lực cơ sở hạ tầng đang khai thác, có kế hoạch nâng cấp, thay thế nếu cần thiết.

4.3.2.2 Chuẩn bị cơ sở hạ tầng mạng truyền tải cho 5G

Xây dựng mạng truyền tải, mạng thu gom nội tỉnh, liên tỉnh theo kiến trúc SDN cho 5G trên nguyên tắc bám theo độ chín của dịch vụ 5G, dịch vụ chín đến đâu đầu tư đến đó .

4.3.2.2.1 Giai đoạn 2019-2022: Tiếp cận, triển khai lớp truy nhập trước để chuẩn bị cho cung cấp dịch vụ eMBB và mMTC/IoT song song trong quá trình triển khai mở rộng mạng 4G: Yêu cầu các Router CSG trang bị cho các nhóm tỉnh/ thành phố được dự kiến triển khai 5G sẽ phải là loại nền tảng (platform) mới hỗ trợ công nghệ SDN/FlexE, hỗ trợ các giao thức SR/EVPN/ Seamless MPLS. Chưa cần tác động lớp MAN-E tại các tỉnh và mạng truyền tải VN2.



Hình 4.1. Mô hình mạng truyền tải chuẩn bị cho triển khai 5G VNPT

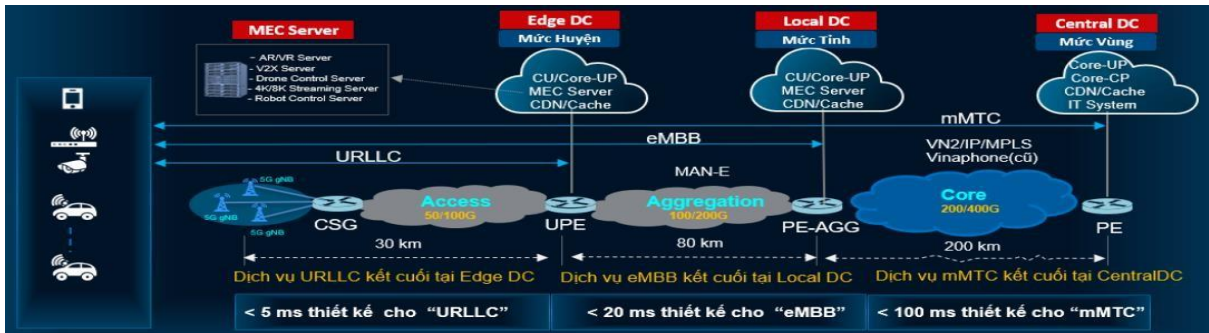
4.3.2.2.2 Giai đoạn 2023-2025: Tiếp cận nốt 2 lớp còn lại là MAN-E và mạng truyền tải VN2 trước 1 -2 năm khi cung cấp nhóm dịch vụ cuối cùng URLLC của 5G (Dự kiến các dịch vụ URLLC nở rộ phải tới năm sau 2026, khi đó, sẽ cung cấp đầy đủ các nhóm dịch vụ đặc trưng của 5G gồm eMBB, mMTC và URLLC, lúc này mới cần tính năng Network Slicing). Yêu cầu tất cả các router của cả 3 lớp: Truy nhập, MAN-E và mạng VN2 đều là loại SDN router thế hệ mới. Trên bình diện tính khả thi mà nói ngoài nâng cấp lớp MAN-E và mạng VN2 để hỗ trợ cắt lát mạng cho dịch vụ URLLC, cần phải đẩy các DC

xuống tới mức huyện mới đảm bảo được yêu cầu độ trễ dưới 5ms, thì ít nhất cũng phải đến sau năm 2026 mới khả thi .

4.3.2.2.3 Chuẩn bị hạ tầng cáp quang X-haul cho C-RAN/D-RAN theo quy hoạch vùng và lộ trình triển khai 5G tỉnh/ thành phố.

4.3.2.3 Quy hoạch xây dựng hạ tầng dữ liệu trung tâm DC (Data Center)

Quy hoạch triển khai hạ tầng DC tại 63 tỉnh/ thành phố tuân theo nguyên tắc bám theo dịch vụ 5G và chiến lược phủ sóng vô tuyến “Ốc đảo” .



Hình 4.2. Mô hình triển khai DC dự kiến mạng 5G VNPT giai đoạn 2020-2030

- Giai đoạn 1 (2019-2022): Triển khai các DC tỉnh tại trung tâm các tỉnh/ thành phố (Riêng Hà Nội, Hồ Chí Minh, Đà Nẵng, Cần Thơ gọi là DC trung tâm vùng - Regional DC hoặc Central DC). Hạ tầng DC bao gồm các server cho 5GC/ vô tuyến đám mây và MEC/CDN. Các server DC kết nối trực tiếp đến cặp PE-AGG đặt tại trung tâm VNPT tỉnh/ thành phố [6].

- Giai đoạn 2 (2023-2026 và tiếp theo) Triển khai DC biên (Edge DC) xuống mức huyện. Hạ tầng DC bao gồm các server cho 5GC, CloudRAN, MEC/ CDN. Các server DC kết nối trực tiếp đến UPE trên MAN-E tại huyện [6].

4.3.2.4 Quy hoạch triển khai lõi di động cho 5G

Triển khai hệ thống mạng lõi 5GC trên nền tảng ảo hóa NFV/SDN. Với nguyên tắc bám theo dịch vụ và chiến lược triển khai vô tuyến 5G “Ốc đảo” .

4.3.2.4.1 Giai đoạn 1(2020 – 2022, và có thể hơn nữa): Triển khai 5GC đám mây tới mức tỉnh. 5GC được khai báo, cấu hình ảo hoá NFVI trên các DC khu vực tại trung tâm tỉnh/ thành phố. Triển khai 5G theo mô hình NSA. Tách mặt phẳng C/U theo CUPS (UPF tại tỉnh/ thành phố; AMF tại DC trung tâm vùng). Riêng lõi cho mMTC/ IoT chỉ triển khai tại mức DC vùng. Giới thiệu đưa từng chức năng của lõi 5GC vào và mở dần từng giao diện theo dịch vụ cung cấp để giảm chi phí đầu tư. Trong tương lai trường hợp cần nâng cấp lõi cho

3G/4G nên đầu tư trang bị 5GC nền tảng đám mây và sử dụng 5GC này khai báo, cấu hình tính năng lõi EPC cho 3G/4G để giảm chi phí đầu tư. Trong trường hợp chưa cần triển khai tính năng 5GC tại tỉnh/ thành phố chưa có kế hoạch triển khai 5G, ta có thể trang bị 5GC đám mây nhưng chỉ mua giấy phép tính năng 4G EPC để đưa lõi EPC xuống mức tỉnh/ thành phố, giảm trễ cho các dịch vụ 4G nâng cao trải nghiệm khách hàng. Sau này, triển khai 5G tới tỉnh/ thành phố đó chỉ cần mua bổ xung giấy phép kích hoạt tính năng 5GC .

4.3.2.4.2 Giai đoạn 2 (Sau 2026): Triển khai 5GC xuống mức huyện. 5GC được khai báo cấu hình ảo hoá NFVI trên các DC biên đặt tại mức huyện. Triển khai 5G theo mô hình SA. Tách mặt phẳng C/U theo CUPS (UPF tại mức Huyện, AMF tại mức vùng/ trung tâm DC) .

4.3.3 Giai đoạn triển khai

Tuỳ thuộc vào định hướng, yêu cầu của Bộ TT&TT và độ nóng của 5G, bản triển khai 5G chia làm 2 kịch bản: Kịch bản sớm và kịch bản chín muồi .

4.3.3.1 Kịch bản triển khai sớm bắt đầu từ năm 2020 hoặc 2021

Kịch bản này sẽ triển khai như sau:

Giai đoạn (2020-2022): Tập trung triển khai trọng điểm

4.3.3.1.1 Chỉ tập trung triển khai tại một số trung tâm tỉnh/ thành phố trọng điểm, không triển khai tràn lan vì hệ sinh thái đầu cuối hỗ trợ 5G và dịch vụ 5G chưa có nhiều. Chỉ triển khai tại lõi các thành phố Hà Nội, Hồ Chí Minh, Đà Nẵng và thêm lõi của 10 tỉnh/hành phố trọng điểm.

4.3.3.1.2 Thiết bị 5G mid-band trang bị loại MIMO cỡ lớn 64T64R cho toàn bộ các tỉnh/ thành phố dự kiến triển khai. Hoặc phương án chỉ đối với 3 thành phố đặc biệt Hà Nội, Hồ Chí Minh, Đà Nẵng sử dụng loại thiết bị 64T64R, các tỉnh/ thành phố còn lại trang bị loại 32T32R hoặc thậm chí 8T8R để giảm chi phí. Sau này, ví dụ, sau 2023 thiết bị 64T64R rẻ sẽ mua để lắp vào lõi các tỉnh/ thành phố trên, thiết bị 32T32R/16T16R/8T8R thay thế ra chuyển đến lắp cho các khu vực ngoại thành, khu vực có lưu lượng thấp hơn.

4.3.3.1.3 Dịch vụ 5G eMBB & mMTC trên công nghệ NB-IoT, Dịch vụ FWA (Fixed Wireless Access) cho các khu vực khó khăn triển khai FTTH/GPON hoặc chi phí triển khai cáp quang đắt.

Giai đoạn từ 2023 trở đi : Mở rộng triển khai 5G tại các tỉnh/ thành phố khác.

4.3.3.2 Kịch bản chín muồi

Bắt đầu triển khai thương mại 5G từ năm 2023. Với kịch bản này, chín và

an toàn hơn so với kịch bản triển khai sớm vì các lý do sau đây :

4.3.3.2.1 Tới năm 2023, hệ sinh thái 5G trở nên phổ biến từ thiết bị đầu cuối, đến thiết bị mạng và giá sẽ rẻ hơn rất nhiều so với giá khi mới có thiết bị 5G. Giúp cho đầu tư an toàn và hiệu quả, thời gian khấu hao thiết bị nhanh. Tới 2023, cùng với sự phổ biến của các thiết bị 5G giá rẻ, các dịch vụ 5G nở rộ, nhiều dịch vụ mới cho các ngành dọc: các dịch vụ AR/VR, trò chơi trực tuyến, và đặc biệt là các dịch vụ mMTC/IoT (nhà thông minh, thành phố thông minh...) mang lại doanh thu tốt đạt hiệu quả đầu tư.

4.3.3.2.2 Tới năm 2023, là khoảng thời gian cần thiết để VNPT chuẩn bị cơ sở hạ tầng từ vô tuyến, truyền tải, mạng lõi, hạ tầng DC như đã trình bày ở mục “Chuẩn bị cơ sở hạ tầng”.

4.3.3.2.3 Về trường hợp băng tần Mid-Band 3.5GHz bị vướng nếu thử nghiệm 5G C- Band thất bại và chỉ có thể có băng tần Mid-Band băng 3.5GHz khi VNPT tắt vệ tinh VinaSat-1 vào hoặc sau 2023. Trong trường hợp Bộ TT&TT đã cấp phép băng tần 2,6GHz cho công nghệ 4G và thử nghiệm 3,5GHz thất bại, chỉ còn trông chờ thời điểm tắt VinaSat-1 thì các nhà mạng ở Việt Nam mới có cơ hội triển khai 5G.

Như vậy, kịch bản triển khai sẽ như sau:

Giai đoạn 2023-2025 :

Chiến lược triển khai: triển khai 5G tại trung tâm các tỉnh/ thành phố trọng điểm theo mô hình ốc đảo; Mở rộng ra các tỉnh thành phố khác, khu vực ngoại ô, nông thôn theo thứ tự (Đô thị mật độ cao – Đô thị - Ngoại ô – Vùng nông thôn), bám theo độ chín của dịch vụ 5G.

4.3.3.2.4 Dịch vụ cung cấp: Nhóm dịch vụ eMBB và mMTC, chưa cung cấp nhóm dịch vụ URLLC cho tới năm 2026.

4.3.3.2.5 Mô hình kiến trúc mạng:

+ NSA, option 3x, kết nối kép 4G/5G. Lớp mạng 4G LTE là lớp nền, bao phủ cho mạng 4G/5G liên tục không gián đoạn (Do trong giai đoạn đầu trạm 5G ít, băng tần cao, vùng phủ 5G yếu bắt buộc phải sử dụng NSA và kết nối kép, lấy mạng 4G LTE làm lớp nền cung cấp vùng phủ). Dịch vụ thoại được chạy trên VoLTE 4G và CS Fallback về 3G trong trường hợp ngoài vùng phủ của 4G/5G. Trong giai đoạn này tắt mạng 2G GSM (dự kiến sau 2022)

+ Mạng vô tuyến sử dụng mô hình kết hợp giữa D-RAN (RAN phân tán) và C-RAN (RAN tập trung - Centralized-RAN). Nền tảng chính là D-RAN, C-RAN có thể triển khai tại các khu vực lõi, trung tâm tỉnh/ thành phố nơi lưu

lượng cao, cần triển khai các tính năng tiên tiến (CoMP, Intersite CA...), nơi có hạ tầng mạng cáp quang, WDM mạnh. (DU/CU vẫn nằm trên BBU, chưa triển khai CloudRAN).

+ Mạng truyền tải transport: Thay thế lớp truy nhập (switch Layer 2/3) dưới MAN-E bằng các SDN router/CSG thế hệ mới, hỗ trợ các công nghệ FlexE/ Seamless MPLS/ EVPN/ SR. Hỗ trợ cổng 10G tới site 5G và có khả năng nâng cấp lên 25Gbps/ n*10Gbps. Các mạng vòng truy nhập dung lượng từ 50/100Gbps; Lớp mạng MAN-E các tỉnh/ thành phố và lớp lõi VN2 giữ nguyên và sẽ được thay thế dần tới hết bằng các Router SDN thế hệ mới từ năm 2025 để phục vụ cho chuyển tiếp sang mô hình SA, chạy E2E cắt lát mạng (Network Slicing) vào năm 2026. Yêu cầu kết nối đối với lớp mạng MAN-E tỉnh/ thành phố là 100/200Gbps; lớp mạng vòng lõi VN2 là 200/400Gbps. Tất cả các router của 2 lớp này yêu cầu hỗ trợ các công nghệ SDN, FlexE/ Seamless MPLS/ EVPN/ SR.

+ Triển khai trung tâm dữ liệu DC (Data Center) xuống mức tỉnh/ thành phố: Hệ thống DC gồm một hay nhóm các Server kết nối tới PE-AGG router thuộc mạng MAN-E tại phòng máy trung tâm VNPT tỉnh/ thành phố. Triển khai mở tính năng

NSA/ lõi EPC và các NFVI, giao diện Interface cần thiết khác phục vụ cho 5G NSA trên nền tảng 5GC đám mây trên các DC, đồng thời, sử dụng chức năng EPC trên 5GC đám mây này cho các trạm 3G/4G nội tỉnh để giảm trễ, tăng dung lượng trải nghiệm cho dịch vụ 3G/4G. Không đầu tư thêm vEPC thế hệ cũ lõi thời và lãng phí vì khi chuyển sang 5GC nền tảng đám mây hệ thống vEPC này không thể sử dụng.

+ Triển khai MEC, CDN tại các DC phục vụ cho triển khai các ứng dụng, dịch vụ 5G

+ Triển khai ứng dụng AI trên các máy chủ MEC và nhúng AI vào các thực thể mạng để tối ưu vận hành khai thác O&M theo mô hình mạng điều khiển tự động.

Giai đoạn 2026-2030 :

4.3.3.2.6 Chiến lược chiến khai: Tiếp tục mở rộng vùng phủ sóng 5G trên toàn quốc.

4.3.3.2.7 Dịch vụ cung cấp: Cung cấp thêm nhóm dịch vụ yêu cầu độ trễ thấp URLLC (Lái xe tự hành, nhà máy thông minh, tự động trong công nghiệp, thực tế ảo/ thực tế tăng cường nâng cao, Viễn thuật từ xa...).

4.3.3.2.8 Mô hình kiến trúc mạng: SA, option 2, 5G NR kết nối tới 5GC; 4G LTE kết nối về EPC. Lý do để triển khai mô hình SA từ năm 2026 trở đi có 2 lý do:

+ Thứ nhất, phải đợi đến 2026, khi vùng phủ 5G sau ít nhất 3 năm triển khai mới có được vùng phủ rộng và liên tục, cho phép lớp mạng vô tuyến 5G chạy riêng không phải “ký sinh” trên lớp mạng vô tuyến 4G.

+ Thứ hai, đến năm 2026 khi nhóm dịch vụ độ trễ thấp – độ tin cậy cao URLLC chín, nới rộng mới cần triển khai tính năng lát cắt mạng và cần triển khai SA sử dụng 5GC.

4.3.3.2.9 Tại giai đoạn này, sau 2026 tắt mạng 3G. Có 3 lý do sau:

+ Thứ nhất, sau 2026 mạng 4G LTE đã có vùng phủ rất rộng đảm bảo phủ sóng cung cấp dịch vụ thoại trên VoLTE cho toàn bộ các thuê bao thay thế hoàn toàn năng lực thoại trên 3G. Tại thời điểm này, thiết bị đầu cuối thông minh VoLTE đã trở nên phổ biến.

+ Thứ hai, khi 5G đã chuyển sang mô hình SA, hoàn toàn không có khả năng tương tác Interworking với mạng 3G, cần tắt để tối ưu mạng lưới và giảm chi phí vận hành khai thác.

+ Thứ 3, về mặt đầu tư thiết bị thì toàn bộ các dự án 3G của VNPT đến thời điểm này là hết khấu hao. Do đó, đến 2026 là thời điểm tắt khả thi xét về quan điểm đầu tư.

4.3.3.2.10 Triển khai DC tới mức huyện; Các DC biên (Edge DC) kết nối tới UPE trên MAN-E tại huyện, đảm bảo độ trễ E2E 5ms RTT (round-trip time) cho các dịch vụ độ trễ thấp URLLC.

4.3.3.2.11 Triển khai 5GC, MEC/CDN trên Edge DC mức huyện.

4.3.3.2.12 Triển khai ảo hoá CloudRAN trên các DC: CloudRAN được thực hiện sau cùng, sau khi đã thực hiện được lõi đám mây trên mạng. CU chuyển lên DC, Tại BBU chỉ còn DU.

4.3.3.2.13 Giai đoạn này: Thoại trên 4G VoLTE, chuyển từ 5G về 4G cho thoại hoặc một phần trên VoNR (sau 2028). Dữ liệu trên 4G/5G: IoT (NB-IoT/ LTE-M trên 4G, mMTC trên 5G)

4.4 Giải pháp và lộ trình cho triển khai mạng di động 5G tại VNPT Hải Phòng

1. Cơ sở hạ tầng Hải Phòng hiện tại chưa đủ năng lực để đáp ứng việc triển khai lắp đặt thiết bị 5G: Số lượng nhà trạm còn ít và thưa, đặc biệt tại các khu đô thị và các khu công nghiệp lưu lượng cao thì mật độ trạm vẫn còn thấp,

mức thu 4G hiện tại thấp chưa nói đến khi triển khai 5G yêu cầu mật độ trạm cao hơn rất nhiều. Tải trọng cột ăng-ten tại các trạm đang lớn do đang sử dụng đồng thời cả 3 công nghệ 2G/3G/4G. Công suất máy nắn, accu tại các trạm hiện mới đủ năng lực cung cấp cho các thiết bị hiện tại. Do đó cần có thời gian để bổ xung lắp đặt thêm nhiều trạm di động mới tăng mật độ trạm, nâng cao chất lượng vùng phủ 4G, làm tiền đề để lắp đặt trạm vô tuyến 5G; Thay thế ăng-ten nhiều công dụng chung cho 2G/3G/4G tại trạm nhằm hạ tải trọng cột, lấy vị trí cho lắp ăng-ten 5G sau này; Thay mới và nâng cấp máy nắn/ accu đảm bảo đủ công suất nuôi thiết bị vô tuyến 5G khi được triển khai (vì thiết bị vô tuyến 5G tiêu thụ công suất lớn hơn 4G rất nhiều).

2.Cơ sở hạ tầng cho việc triển khai các trung tâm dữ liệu DC hiện chưa có sẵn, cần có thời gian để chuẩn bị.

3.Mạng cáp quang tại tỉnh cần được mở rộng và các thiết bị truyền tải backhaul cần được thay thế bằng các công nghệ truyền tải mới để phù hợp truyền tải dữ liệu tốc độ lớn cho mạng 5G.

4.Thời điểm chín muồi của các công nghệ mạng hỗ trợ cho triển khai 5G chưa đến và thị trường thiết bị mạng 5G chưa thực sự phong phú, giá cả đang rất cao. Thời điểm hiện tại số lượng và chủng loại thiết bị di động đầu cuối hỗ trợ 5G không nhiều

5.Cuối cùng và cơ bản là chi phí đầu tư CAPEX ban đầu cho việc triển khai mạng 5G sao cho phù hợp năng lực tài chính doanh nghiệp hiện có và việc đảm bảo đầu tư có hiệu quả, cũng như cần tính toán phù hợp nhu cầu dịch vụ của từng khu vực triển khai trong tương lai gần sao cho có thể thu hồi vốn để tái đầu tư mở rộng,nâng cấp mạng lưới. Tránh việc tổn động vốn đầu tư trong thời gian dài làm suy yếu doanh nghiệp, giảm sức cạnh tranh.

Căn cứ vào các cân nhắc trên cho thấy rõ trước khi triển khai được các trạm vô tuyến 5G địa bàn cần có một giai đoạn phải chuẩn bị thay thế, nâng cấp, mở rộng cơ sở hạ tầng mạng lưới để sẵn sàng cho việc triển khai mạng 5G. Trên cơ sở nắm bắt định hướng, lộ trình triển khai mạng di động 5G và bám sát kế hoạch thực hiện trong từng giai đoạn cụ thể của tập đoàn VNPT. Căn cứ vào hiện trạng thực tế của mạng di động tại địa bàn Hải Phòng, cũng như năng lực mạng lưới hiện có và tốc độ tăng trưởng lưu lượng dịch vụ trên địa bàn, đồng thời lựa chọn một số trạm tập trung tại quận huyện/ thị xã/ thành phố có các khu đô thị và khu công nghiệp có lưu lượng cao, tăng trưởng tốt, có hiệu suất sử dụng thiết bị trên 50% trở lên làm triển khai thí điểm.

Về giải pháp công nghệ, vì là công ty con của tập đoàn VNPT nên VNPT Hải Phòng cần tuân thủ các giải pháp công nghệ mà tập đoàn đã lựa chọn đảm bảo tính đồng bộ toàn tập đoàn và đồng bộ thiết bị theo phân bổ khu vực các vùng miền theo định hướng chung.

Mỗi giai đoạn chính có các giai đoạn con cho mỗi bước trong từng giai đoạn. Các giai đoạn con trong từng giai đoạn chính lại được đan xen nhau nhằm đảm bảo đồng bộ việc chuẩn bị đến đâu xong thì triển khai đến đấy, đưa các thiết bị vào sử dụng ngay sau khi đầu tư nhằm đem lại ngay hiệu quả đầu tư, tránh lãng phí.

KẾT LUẬN

Sau khi nghiên cứu qua đề tài: "**NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 5G VÀ LỘ TRÌNH ÁP DỤNG TRIỂN KHAI VÀO MẠNG VIỄN THÔNG VNPT HẢI PHÒNG**" nhờ sự giúp đỡ chỉ bảo tận tình của thầy giáo Ths. Đỗ Anh Dũng em đã hiểu thêm nhiều về cấu trúc cũng như công nghệ được áp dụng trong các mạng di động từ mạng 1G, 2G, 3G, 4G và 5G. Các tùy chọn triển khai và các con đường dịch chuyển từ mạng di động 4G hiện có lên mạng 5G cũng như các giải pháp, lộ trình triển khai mạng di động 5G của một số quốc gia và nhà cung cấp dịch vụ di động trên thế giới. Cùng với đó đề tài tập trung nghiên cứu định hướng, giải pháp và lộ trình dự kiến triển khai mạng di động 5G của VNPT và mạng lưới di động của VNPT Hải Phòng.. Giải pháp và lộ trình đảm bảo tính kế thừa của mạng lưới mà vẫn đáp ứng được nhu cầu dịch vụ từng giai đoạn phát triển tới đây.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- 1 - ITU-T Focus Group IMT-2020 Deliverables
www.itu.int/dms_pub/itu-t/opb/tut/T-TUT-IMT-2017-2020-PDF-E.pdf
- 2 - ITU towards “IMT for 2020 and beyond”
www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/Pages/default.aspx
- 3 - 5G PPP architecture
5g-ppp.eu/wp-content/uploads/2017/07/5G-PPP-5G-Architecture-White-Paper-2-Summer-2017_For-Public-Consultation.pdf
- 4 - 5G SKT
5g.co.uk/white-papers/sk-telecom-5g-whitepaper/ 5 - ITU
www.itu.int
- 6 - 5G PPP of Huawei 5g-ppp.eu
- 7 - IEEE – 5G
www.ieeeexplore.ieee.org