

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



TRẦN NGỌC QUÝ

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP VÀ LỘ TRÌNH
TRIỂN KHAI KIẾN TRÚC MẠNG 5G Ở VIỆT NAM**

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

TRẦN NGỌC QUÝ

**CHUYÊN NGÀNH
KỸ THUẬT VIỄN THÔNG**

2019–2020

**HÀ NỘI
2020**

HÀ NỘI – 2020

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



TRẦN NGỌC QUÝ

**NGHIÊN CỨU ĐỀ XUẤT GIẢI PHÁP VÀ LỘ TRÌNH
TRIỂN KHAI KIẾN TRÚC MẠNG 5G Ở VIỆT NAM**

CHUYÊN NGÀNH : KỸ THUẬT VIỄN THÔNG

MÃ SỐ: **8.52.02.08**

LUẬN VĂN THẠC SỸ KỸ THUẬT

(Theo định hướng ứng dụng)

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. TRƯƠNG TRUNG KIÊN

HÀ NỘI - 2020

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan: Luận văn này là công trình nghiên cứu thực sự của cá nhân, được thực hiện dưới sự hướng dẫn khoa học của Tiến sỹ Trương Trung Kiên.

Để hoàn thành đồ án, tôi đã sử dụng những tài liệu được ghi trong mục tài liệu tham khảo, ngoài ra không sử dụng bất kỳ tài liệu tham khảo nào khác mà không được ghi. Tôi xin cam đoan nội dung của luận văn này không giống hoàn toàn với các công trình hay thiết kế tốt nghiệp đã có trước đây.

Hà Nội, ngày tháng năm 2020

Tác giả luận văn

Trần Ngọc Quý

LỜI CẢM ƠN

Trong quá trình thực hiện, để hoàn thành luận văn này tôi đã nhận được sự giúp đỡ nhiệt tình của các thầy giáo, các anh chị cùng khóa, tôi xin tỏ lòng biết ơn sâu sắc đến các thầy cô và các anh chị.

Tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành đến Khoa Quốc tế và Đào tạo Sau đại học Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và các thầy giáo, cô giáo đã truyền đạt kiến thức bổ ích giúp tôi nghiên cứu và hoàn thiện luận văn này.

Tôi xin bày tỏ lời cảm ơn sâu sắc đến người hướng dẫn khoa học, Tiến sỹ Trương Trung Kiên đã dành nhiều thời gian và tâm huyết chỉ dẫn giúp tôi hoàn thành luận văn này.

Tôi xin chân thành cảm ơn Ban Lãnh đạo Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, các thầy cô trong khoa Quốc tế và Đào tạo Sau đại học đã giúp đỡ và tạo điều kiện cho tôi trong suốt quá trình học tập.

Do những hạn chế của bản thân cũng như hạn hẹp về thời gian. Luận văn không tránh khỏi những sai sót, tôi mong nhận được sự thông cảm và đóng góp ý kiến của các thầy cô và của các bạn.

Xin chân thành cảm ơn !

MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
MỤC LỤC.....	iii
DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ VÀ VIẾT TẮT	v
MỞ ĐẦU	1
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CÁC THỂ HỆ MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG	4
1.1. Giới thiệu chung về kiến trúc mạng thông tin di động.....	4
1.2. Kiến trúc mạng thông tin di động 2G GSM	5
1.3. Kiến trúc mạng thông tin di động 3G WCDMA	7
1.4. Kiến trúc mạng thông tin di động 4G LTE/LTE-Advanced	8
1.5. Xu hướng tiến hoá kiến trúc mạng thông tin di động từ 2G tới 4G	9
1.6. Kết luận chương	11
CHƯƠNG 2. CÁC LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KIẾN TRÚC MẠNG 5G NR... 12	
2.1. Giới thiệu chung về mạng 5G	12
2.1.1. Nhu cầu ứng dụng tại Việt Nam	14
2.2. Tổng quan kiến trúc mạng 5G theo tiêu chuẩn 3GPP 5G NR.....	17
2.2.1. Mạng lõi 5G.....	18
2.2.2. Mạng truy nhập vô tuyến 5G.....	21
2.3. Các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng 5G NR.....	22
2.4. Kết luận chương	30
CHƯƠNG 3. ĐỀ XUẤT LỰA CHỌN GIẢI PHÁP VÀ LỘ TRÌNH TRIỂN KHAI KIẾN TRÚC MẠNG 5G Ở VIỆT NAM	31
3.1. Nghiên cứu hiện trạng của một số nhà mạng ở Việt Nam	31
3.1.1. Hiện trạng mạng thông tin di động ở Việt Nam	31
3.1.2. Hiện trạng triển khai thử nghiệm mạng 5G tại Việt Nam	35

3.2. Đề xuất lựa chọn giải pháp và lộ trình triển khai kiến trúc mạng 5G	38
3.2.1. So sánh đánh giá các lựa chọn kiến trúc mạng.....	38
3.2.2. Đối với các nhà mạng ở Việt Nam chưa có mạng 4G LTE/LTE-Advanced	39
3.2.3. Đối với các nhà mạng ở Việt Nam đã có mạng 4G LTE/LTE-Advanced	40
3.3. Kết luận chương.	41
KẾT LUẬN.....	42
TÀI LIỆU THAM KHẢO	43

DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ VÀ VIẾT TẮT

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
2G	The Second Generation	Thế hệ thứ hai
3G	The Third Generation	Thế hệ thứ ba
3GPP	3rd Generation Partnership Project	Đề án các đối tác thế hệ thứ 3
4G	The Fourth Generation	Thế hệ thứ tư
5G	The Fifth Generation	Thế hệ thứ năm
BS	Base Station	Trạm gốc
BSC	Base Station Controller	Trạm điều khiển trạm gốc
BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
CN	Core Network	Mạng lõi
CP	Control Plane	Mặt phẳng điều khiển
CS	Circuit Switched	Chuyển mạch kênh
EPC	Evolved Packet Core	Mạng lõi chuyển mạch gói cải tiến
E-UTRAN	Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network	Mạng truy nhập toàn cầu cải tiến
FDM	Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh theo tần số
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
GGSN	Gateway GPRS Support Node	Nút hỗ trợ GPRS cổng
GSM	Global System for Mobile Communications	Thông tin di động toàn cầu
HSS	Home Subscriber Server	Máy chủ đăng ký thuê bao thường trú
IP	Internet Protocol	Giao thức liên kết mạng
ITU	International Telecommunications Union	Liên minh Viễn thông Quốc tế
LTE	Long Term Evolution	Sự phát triển dài hạn
M2M	Machine-to-Machine	Dịch vụ thông tin giữa các thiết bị
MGW	Media Gateway	Trạm cổng đa phương tiện
MME	Mobility Management Entity	Thực thể quản lý di động

Viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
MSC	Mobile Switching Centre	Trung tâm chuyển mạch di động
NR	New Radio	Vô tuyến mới
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
PCRF	Policy and Charging Rules Function	Chức năng kiểm soát chính sách và cước
P-GW	PDN Gateway	Cổng PDN
PS	Packet Switched	Chuyển mạch gói
PSTN	Public Switched Telephone Networks	Mạng điện thoại chuyển mạch kênh công cộng
RAN	Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến
RNC	Radio Network Controller	Bộ điều khiển mạng vô tuyến
RNS	Radio Network System	Phân hệ Mạng vô tuyến
SGSN	Serving GPRS Support Node	Nút hỗ trợ GPRS phục vụ
S-GW	Service Gateway	Cổng dịch vụ
TRAU	Transcoder and Rate Application Unit	Khởi chuyển mã và thích nghi tốc độ
UE	User Equipment	Thiết bị người dùng/ Thiết bị đầu cuối
UP	User Plane	Mặt phẳng người sử dụng
URLLC	Ultra-Reliable Low-Latency Communications	Các dịch vụ thông tin có độ tin cậy rất cao và độ trễ nhỏ
UTRAN	UMTS Terrestrial Access Network	Mạng truy nhập mặt đất UMTS
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã băng rộng

DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ

Hình 1-1. Sự phát triển các thế hệ mạng thông tin qua các giai đoạn.....	5
Hình 1-2. Kiến trúc mạng thông tin di động 2G GSM kết hợp mạng 3.5G GPRS....	6
Hình 1-3. Kiến trúc mạng thông tin di động 3G WCDMA phiên bản 99.....	7
Hình 1-4. Kiến trúc mạng thông tin di động 4G LTE/LTE-Advanced.....	8
Hình 1-5. Kiến trúc mạng kết hợp các công nghệ 2G GSM, 3G WDCMA và 4G LTE/LTE-Advanced.	9
Hình 1-6. Sự phát triển kiến trúc mạng qua các phiên bản của mạng 3G lên mạng 4G.	10
Hình 2-1. Một số dịch vụ đã, đang và sẽ được cung cấp bởi mạng 5G.	13
Hình 2-2. So sánh các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu của mạng 5G so với mạng 4G....	13
Hình 2-3. Kiến trúc tổng quan của mạng thông tin di động 5G.....	18
Hình 2-4. Dự báo được công bố vào tháng 12/2018 về thị phần thuê bao di động theo công nghệ, bao gồm 2G GSM, 3G HSPA, 4G LTE/LTE-Advanced và 5G, trong thời gian từ năm 2019 tới năm 2024.	22
Hình 2-5. Lựa chọn 1 - mạng 4G hiện có.	23
Hình 2-6. Lựa chọn 2 - mạng 5G NR riêng rẽ.	24
Hình 2-7. Lựa chọn 3 - Sử dụng mạng lõi 4G EPC với tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập 4G LTE/LTE-Advanced.....	25
Hình 2-8. Lựa chọn 3 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 3a, trong đó mạng truy nhập vô tuyến 5G NR truyền dữ liệu trực tiếp tới mạng lõi 4G EPC.....	25
Hình 2-9. Lựa chọn 4 sử dụng mạng lõi 5G và tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.	26
Hình 2-10. Lựa chọn 4 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 4a, trong đó mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced truyền dữ liệu trực tiếp lên mạng lõi 5G.....	26
Hình 2-11. Lựa chọn 5 sử dụng mạng lõi 5G kết hợp với mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced.	27
Hình 2-12. Lựa chọn 6 sử dụng mạng lõi 4G EPC kết hợp với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.	27
Hình 2-13. Lựa chọn 7 sử dụng mạng lõi 5G và tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced.	28

Hình 2-14. Lựa chọn 7 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 7a, trong đó dữ liệu được truyền trực tiếp từ mạng truy nhập vô tuyến 5G NR lên mạng lõi 5G.....	28
Hình 2-15. Lựa chọn 8 sử dụng mạng lõi 4G EPC và tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.	29
Hình 2-16. Lựa chọn 8 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 8a, trong đó dữ liệu được truyền trực tiếp từ mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced lên mạng lõi 4G EPC.	30
Hình 3-1. Sơ đồ thiết kế Cluster 1 cho mạng 5G Viettel	37
Hình 3-2. Mô hình triển khai mạng vô tuyến chung cho các cluster.	37
Hình 3-3. Kiến trúc mạng được đề xuất cho các nhà mạng triển khai mới hoàn toàn mạng 5G NR riêng rẽ từ khi bắt đầu trong điều kiện chưa có sẵn mạng 4G LTE/LTE-Advanced.	40
Hình 3-4. Lộ trình triển khai các lựa chọn kiến trúc mạng 5G cho các nhà mạng đã có sẵn mạng 4G LTE/LTE-Advanced ở Việt Nam.....	41

MỞ ĐẦU

Thông tin di động trong những năm qua đã phát triển không ngừng và hiện nay đã phổ biến rộng khắp trên toàn thế giới, thế hệ thứ 4 (4G – the 4th Generation) đã được triển khai tại rất nhiều quốc gia, sắp tới sẽ tiếp tục triển khai thương mại thế hệ thứ 5 (5G-the 5th Generation) với nhiều ưu điểm vượt trội. Tại Việt Nam, mạng 4G đã được triển khai rộng rãi trên cả nước với cả 3 nhà mạng Viettel, Vinaphone và Mobifone. Trong khi đó, các nhà mạng Viettel, Vinaphone và Mobifone đều đã nhận được giấy phép triển khai thử nghiệm mạng 5G tại Việt Nam. Đặc biệt, đến ngày 25/09/2019, Viettel đã triển khai thành công và đưa vào thử nghiệm 20 trạm thu phát gốc 5G (01 trạm ở sát Hồ Hoàn Kiếm, Hà Nội và 19 trạm ở thành phố Hồ Chí Minh). Cùng lúc đó, các nhà mạng khác đã tiến hành khảo sát vị trí đặt trạm và các công việc liên quan để sớm triển khai thử nghiệm mạng 5G. Như vậy, việc triển khai thử nghiệm và từ đó khai thác thương mại mạng 5G ở Việt Nam đang là một xu thế và chắc chắn đã và đang được hiện thực hoá.

Vấn đề đặt ra ở đây là các mạng thử nghiệm thường có kiến trúc đơn giản và được triển khai riêng lẻ và tách biệt với các mạng thông tin di động thế hệ cũ hơn (bao gồm 2G, 3G, 4G) mà các nhà mạng đang khai thác. Trong tương lai, mạng 5G sẽ phải được triển khai trong hệ sinh thái sẵn có của các nhà mạng để tận dụng tối đa hạ tầng mạng sẵn có. Ngoài ra, mạng 5G đem lại nhiều cơ hội tham gia cho các nhà mạng mới, ví dụ Tập đoàn VinGroup đang nghiên cứu để tham gia vào thị trường viễn thông với định hướng “đi tắt đón đầu” bằng cách triển khai luôn một mạng 5G mới. Trong khi đó, bộ tiêu chuẩn 3GPP 5G Vô tuyến mới (NR: New Radio) cho các mạng thông tin di động thế hệ 5 đã được ban hành vào tháng 06/2018 với nhiều tùy chọn giải pháp kiến trúc mạng khác nhau tùy thuộc theo các kịch bản triển khai khác nhau để các nhà mạng viễn thông lựa chọn [1]. Vì vậy, cần thiết phải nghiên cứu các lựa chọn kiến trúc mạng ứng cử và dựa trên đó đề xuất lộ trình triển khai cho các kịch bản và điều kiện khác nhau của các nhà mạng viễn thông ở Việt Nam nhằm tận dụng tối đa và hiệu quả hạ tầng mạng sẵn có đồng thời tiết kiệm chi phí đầu tư, vận hành và khai thác trong tương lai.

Với mục đích nghiên cứu các giải pháp kiến trúc mạng 5G NR phục vụ việc lựa chọn giải pháp và lộ trình triển khai cho các nhà mạng thông tin di động học viên đã lựa chọn đề tài: “Nghiên cứu kiến trúc mạng 5G NR”. Viết đầy đủ: “Nghiên cứu đề xuất giải pháp và lộ trình triển khai kiến trúc mạng 5G ở Việt Nam”. Học viên lựa

chọn thực hiện luận văn theo định hướng ứng dụng với hy vọng các kết quả nghiên cứu của luận văn sẽ một tài liệu tốt cho các nhà mạng viễn thông ở Việt Nam tham khảo để lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng và lộ trình triển khai phù hợp nhất với điều kiện hạ tầng mạng sẵn có và chiến lược phát triển của mình.

Công nghệ mạng thông tin di động 5G đang là một vấn đề nghiên cứu còn rất mới ở Việt Nam. Mặc dù các nhà mạng lớn ở Việt Nam đã nhận được giấy phép triển khai thử nghiệm và thậm chí đã triển khai thực tế một số trạm thu phát gốc 5G tại một số địa phương, vẫn chưa có các nghiên cứu một cách hệ thống liên quan đến các vấn đề kỹ thuật của mạng 5G theo định hướng ứng dụng. Ví dụ, hiện nay, chưa có tài liệu khoa học nào được công bố công khai về các lựa chọn kiến trúc mạng và lộ trình triển khai cho các nhà mạng ở Việt Nam.

Năm 2015, Liên minh Viễn thông Quốc tế ITU (International Telecommunications Union) đã công bố tầm nhìn, các kịch bản ứng dụng dự kiến và các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu đối với các mạng thông tin di động thế hệ 5 (5G). Vào tháng 06/2018 Tổ chức tiêu chuẩn hoá quốc tế 3GPP đã công bố bộ tiêu chuẩn 3GPP 5G NR Release 15 phiên bản 15.0.0 cho các mạng thông tin di động 5G. Bộ tiêu chuẩn này được cập liên tục. Đến tháng 09/2019, 3GPP vừa ban hành phiên bản 15.7.0 với một số cập nhật và hiệu chỉnh. Trên thế giới, mỗi nhà mạng đều có lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng và lộ trình phát triển riêng, tuy nhiên rất ít khi các thông tin này được công bố rộng rãi vì lý do đảm bảo bí mật chiến lược kinh doanh.

Gần đây, đã có một số cuốn sách và báo cáo kỹ thuật được công bố liên quan đến các vấn đề kỹ thuật của mạng 5G NR như [2], [3], và [4], nhưng các tài liệu này đều được viết chuyên sâu về các kỹ thuật truyền dẫn mà ít tập trung vào kiến trúc mạng. Ngoài ra, các tài liệu trên thường giả thiết các mạng 5G NR sẽ được triển khai riêng lẻ mà chưa tính đến các điều kiện cơ sở hạ tầng sẵn có của các nhà mạng. Trong khi đó, các nhà mạng viễn thông lớn ở Việt Nam đều đã vận hành các mạng 4G trên phạm vi gần như cả nước do đó, cần nghiên cứu lựa chọn kiến trúc mạng và lộ trình triển khai phù hợp nhất với hiện trạng mạng thông tin di động hiện có.

Với mục đích nghiên cứu và đề xuất lựa chọn các giải pháp tổ chức kiến trúc mạng thông tin di động 5G cho Việt Nam, học viên đã lựa chọn đề tài: ***“Nghiên cứu đề xuất giải pháp và lộ trình triển khai kiến trúc mạng 5G ở Việt Nam”***.

Bố cục luận văn gồm 3 chương như sau:

Chương 1: Tổng quan về kiến trúc của các thể hệ mạng thông tin di động.

Chương 2: Các lựa chọn giải pháp kiến trúc của mạng 5G.

Chương 3: Đề xuất lựa chọn giải pháp và lộ trình triển khai kiến trúc mạng 5G ở Việt Nam.

CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ KIẾN TRÚC CÁC THỂ HỆ MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

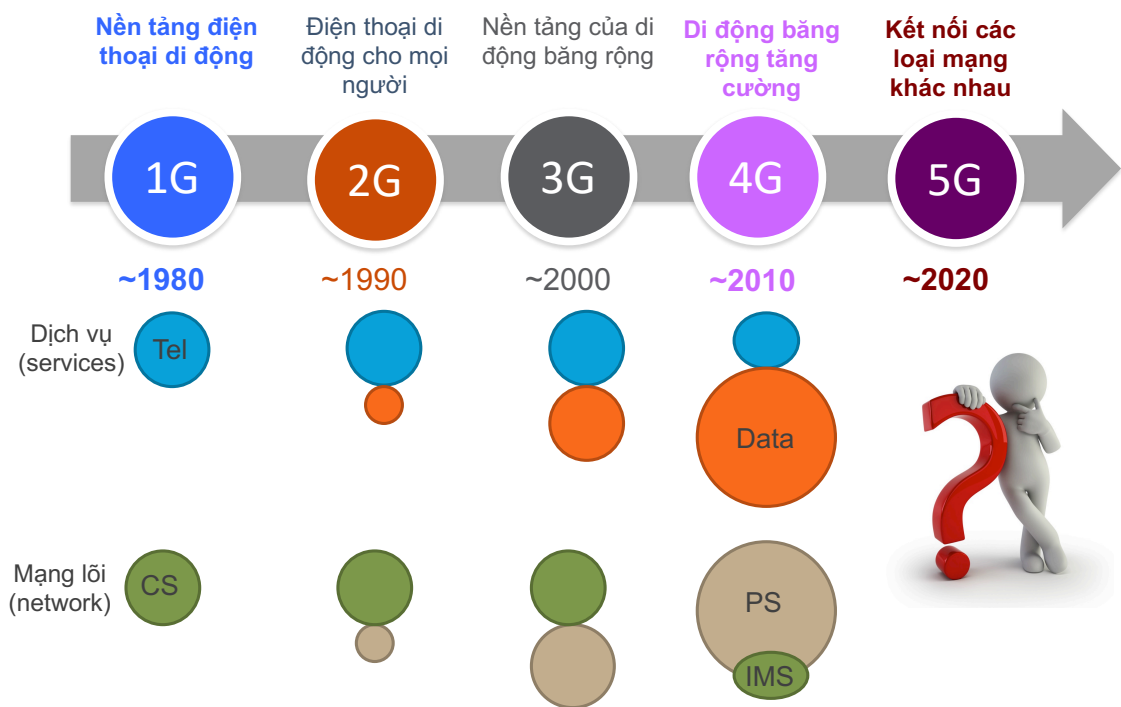
Trong chương này, luận văn sẽ trình bày khái niệm cơ bản về kiến trúc mạng thông tin di động. Sau đó, kiến trúc của một số mạng thông tin di động điển hình sẽ được trình bày.

1.1. Giới thiệu chung về kiến trúc mạng thông tin di động

Về nguyên lý, một mạng thông tin di động là một cơ sở hạ tầng nhằm cung cấp kết nối để các thiết bị đầu cuối (UE: User Equipment) thường ở phân tán trao đổi tín hiệu báo hiệu/điều khiển và tín hiệu thoại/dữ liệu với các thiết bị đầu cuối khác hoặc với mạng ngoài. Các thiết bị đầu cuối có thể là thiết bị của người dùng như điện thoại di động hoặc các máy móc, thiết bị, cảm biến. Các mạng ngoài có thể là mạng điện thoại chuyển mạch kênh công cộng (PSTN: Public Switched Telephone Networks) hoặc mạng dữ liệu (Packet/IP-Network hay mạng Internet). Do bản chất phục vụ cùng lúc một số lượng rất lớn (có thể lên tới hàng trăm triệu) các thiết bị đầu cuối trên một phạm vi rộng lớn (trên một quốc gia), các mạng thông tin di động thường được triển khai trên dựa trên một kiến trúc mạng nhất định để đảm bảo chất lượng hoạt động và đáp ứng yêu cầu mở rộng mạng trong quá trình triển khai.

Về cơ bản, kiến trúc một mạng thông tin di động được chia thành 2 thành phần chính được kết nối với nhau bao gồm: mạng truy nhập vô tuyến (RAN: Radio Access Network) và mạng lõi (CN: Core Network). Mạng truy nhập vô tuyến phụ trách việc thu phát tín hiệu để trao đổi thông tin với thiết bị đầu cuối. Trong khi đó, mạng lõi sẽ giao tiếp với các mạng ngoài. Đến nay, mạng thông tin di động đã phát triển qua 5 thế hệ khác nhau như được minh họa trong Hình 1-1. Có thể thấy rằng, từ 1980 đến nay, trung bình khoảng 10 năm lại xuất hiện một thế hệ mạng thông tin di động mới. Chú ý rằng mỗi thế hệ mạng thông tin di động có mục tiêu thiết kế khác nhau để hướng tới cung cấp các dịch vụ ngày càng đa dạng và có yêu cầu kỹ thuật khắt khe hơn (ví dụ yêu cầu tốc độ dữ liệu cao hơn và/hoặc độ trễ thấp hơn). Bên cạnh việc sử dụng các kỹ thuật truyền dẫn thông tin mới, các thế hệ mạng thông tin di động có sự thay đổi về kiến trúc để góp phần đáp ứng các yêu cầu kỹ thuật này. Phần tiếp theo của Chương này tập trung trình bày kiến trúc của các thế hệ mạng thông tin di động. Do mạng thế hệ 5 (5G: the Fifth Generation) hiện nay chủ yếu sẽ dựa trên bộ tiêu chuẩn 5G Vô tuyến mới (NR: New Radio) cho tổ chức 3GPP phát triển và chuẩn hóa, nên

luận văn này cũng tập trung vào các thế hệ mạng thông tin di động liên quan đến tổ chức này. Cụ thể, Mục 1.2 trình bày kiến trúc mạng thông tin di động thế hệ 2 (2G: the Second Generation) theo công nghệ GSM (Global System for Mobile Communications) và mạng thông tin di động thế hệ 2.5G dựa trên công nghệ GPRS (General Packet Radio Service). Mục 1.3 trình bày kiến trúc mạng thông tin di động thế hệ 3 (3G: the Third Generation) theo công nghệ WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access). Mục 1.4 trình bày kiến trúc mạng thông tin di động thế hệ 4 (4G: the Fourth Generation) theo công nghệ LTE (Long Term Evolution)/LTE-Advanced. Mục 1.5 sẽ nhận xét và trình bày xu hướng phát triển các thế hệ mạng thông tin di động từ 2G tới 4G. Những nội dung này sẽ cung cấp kiến thức nền tảng để đi sâu hơn vào tìm hiểu kiến trúc mạng 5G.

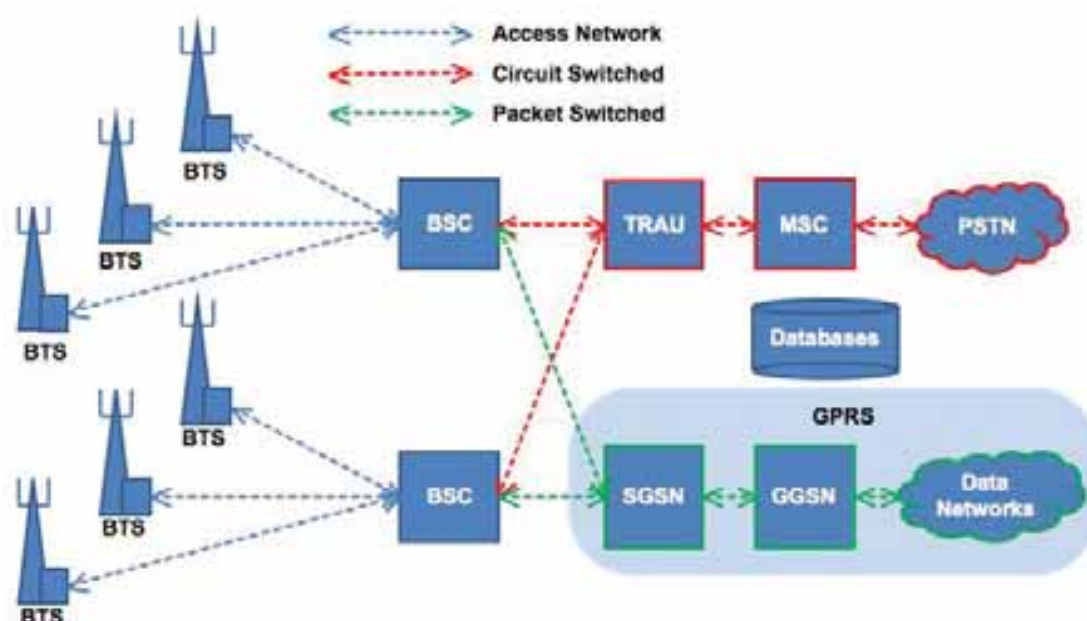


Hình 1-1. Sự phát triển các thế hệ mạng thông tin qua các giai đoạn

1.2. Kiến trúc mạng thông tin di động 2G GSM

Hình 1-2 minh họa kiến trúc mạng 2G GSM kết hợp với mạng 2.5G GPRS. Về mặt kiến trúc, giao diện vô tuyến tới các thiết bị đầu cuối trong mỗi cell được quản lý bởi một trạm thu phát gốc (BTS: Base Transceiver Station). Mỗi BTS được nối tới một trạm điều khiển trạm gốc (BSC: Base Station Controller); trong khi mỗi BSC có thể nối tới vài BTS. BSC có nhiệm vụ quản lý phần mạng vô tuyến và chuyển giao cuộc gọi giữa các BTS nối tới BSC này. Mỗi BSC được nối tiếp vào một Trung tâm chuyển

mạch di động (MSC: Mobile Switching Centre) thông qua một Khối chuyển mã và thích nghi tốc độ (TRAU: Transcoder and Rate Application Unit). Khối TRAU có nhiệm vụ chuyển đổi bộ mã hoá thoại 13kbps của tiêu chuẩn GSM sang bộ mã hoá thoại 64kbps dùng trong mạng PSTN. Thêm vào đó, khối TRAU hỗ trợ các dịch vụ dữ liệu dựa trên chuyển mạch kênh (CS: Circuit Switched). Các MSC đóng vai trò tổng đài chuyển mạch kênh lõi chịu trách nhiệm quản lý việc xác thực thuê bao, thiết lập và chấm dứt cuộc gọi, tính cước và bám vị trí của thuê bao. Các MSC cũng cung cấp các kết nối tới mạng PSTN bên ngoài. Chú ý rằng, trong mạng 2G GSM, phần mạng truy nhập vô tuyến bao gồm các BTS và các BSC trong khi phần mạng lõi bao gồm các khối TRUA và các MSC.

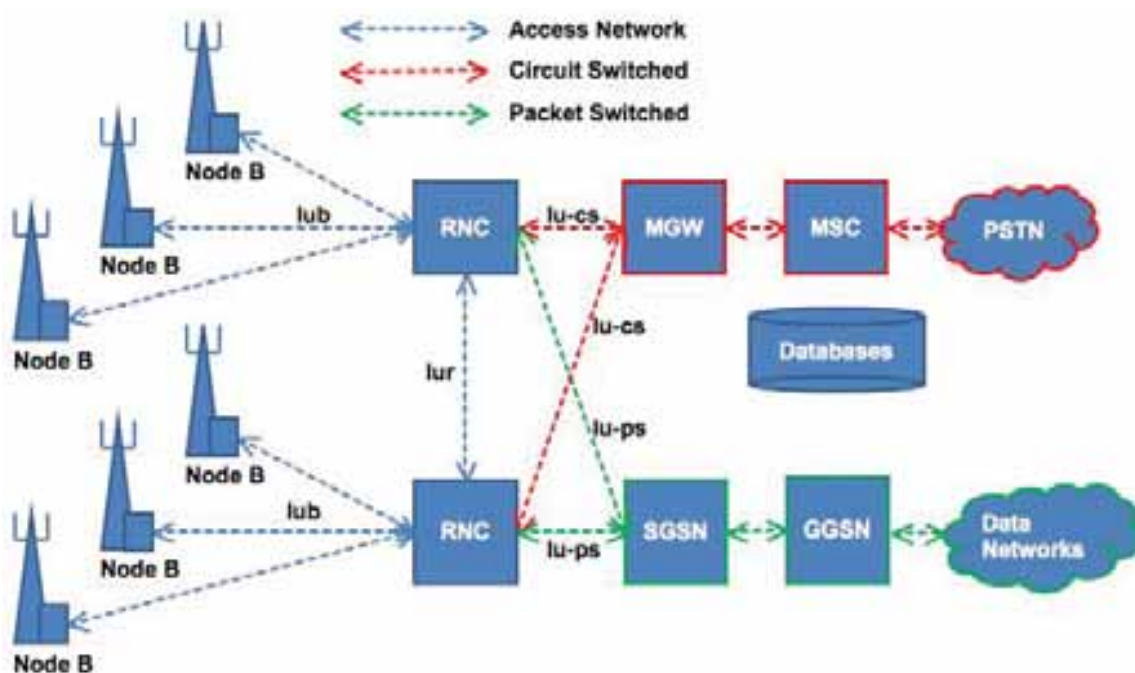


Hình 1-2. Kiến trúc mạng thông tin di động 2G GSM kết hợp mạng 3.5G GPRS.

Sau một thời gian phát triển, mạng 2G GSM không còn phù hợp để cung cấp các dịch vụ dữ liệu. Giải pháp khi đó là nâng cấp mạng để hỗ trợ các dịch vụ dữ liệu dựa trên chuyển mạch gói sử dụng công nghệ GPRS. Trong mạng 2.5G GPRS, phần mạng truy nhập vô tuyến vẫn tương tự như mạng 2G GSM chỉ khác là tại BSC các luồng dữ liệu được tách ra khỏi phần thoại và được chuyển đến các Nút hỗ trợ GPRS phục vụ (SGSN: Serving GPRS Support Node) sử dụng công nghệ chuyển mạch gói (PS: Packet Switched). Dữ liệu sau đó được chuyển vào mạng lõi dữ liệu chuyển mạch gói trước khi được chuyển ra mạng dữ liệu bên ngoài thông qua Nút hỗ trợ GPRS cổng (GGSN: Gateway GPRS Support Node).

1.3. Kiến trúc mạng thông tin di động 3G WCDMA

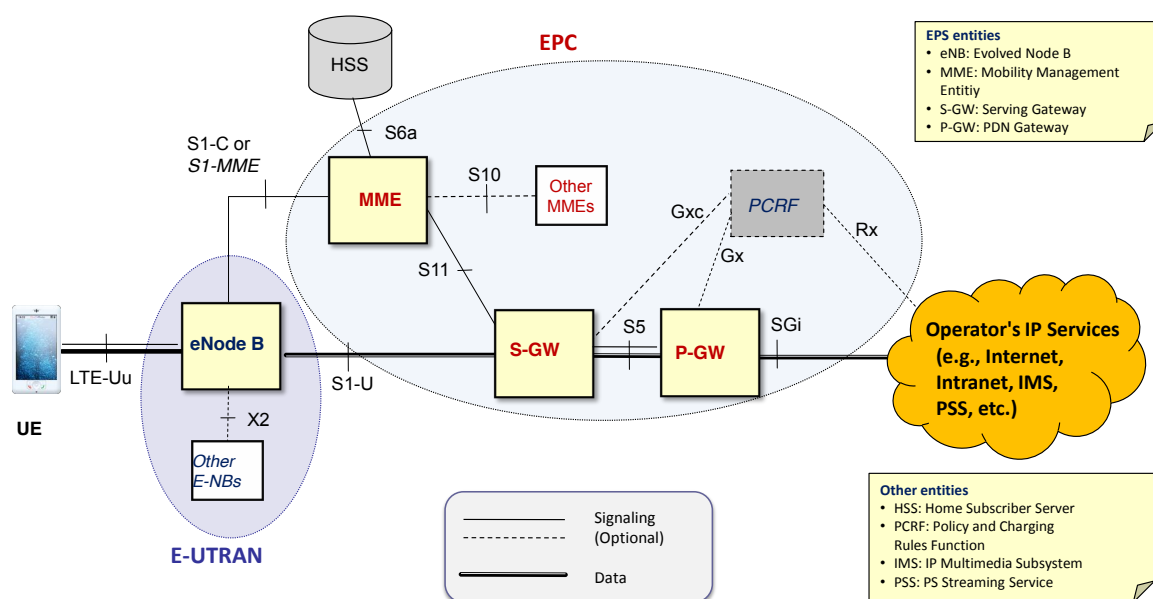
Hình 1-3 minh họa kiến trúc mạng 3G WCDMA phiên bản 99 của 3GPP. Trong kiến trúc này, Nút B (Node B) đóng vai trò trạm gốc thu phát vô tuyến trao đổi thông tin trực tiếp với các UE. Cụ thể, NodeB được sử dụng để thu phát tín hiệu vô tuyến ở lớp vật lý cùng với các kỹ thuật như mã hoá kênh, phân tập phát, và điều khiển công suất vòng kín. Các NodeB được nối với một Trạm điều khiển mạng vô tuyến (RNC: Radio Network Controller) thông qua giao diện Iub. Các RNC chịu trách nhiệm điều khiển việc truy nhập vào hệ thống, mã hoá và giải mã kênh vô tuyến, quản lý tính di động và quản lý tài nguyên vô tuyến. Một RNC và các NodeB nối đến RNC này tạo nên một Phân hệ Mạng vô tuyến (RNS: Radio Network System). Một mạng truy nhập vô tuyến 3G WCDMA, hay còn gọi là mạng UTRAN (UMTS Terrestrial Access Network), được tạo bởi một số RNS. Các RNC được nối vào mạng lõi thông qua các trạm cổng đa phương tiện (MGW: Media Gateway). Các MGW chịu trách nhiệm chuyển đổi mã tín hiệu thoại và liên kết làm việc giữa phần mạng vô tuyến 3G với MSC thuộc phần mạng lõi chuyển mạch kênh CS. Về phần dữ liệu, mạng vô tuyến 3G được nối trực tiếp đến SGSN thuộc mạng lõi chuyển mạch gói PS.



Hình 1-3. Kiến trúc mạng thông tin di động 3G WCDMA phiên bản 99.

1.4. Kiến trúc mạng thông tin di động 4G LTE/LTE-Advanced

Hình 1-4 trình bày kiến trúc mạng thông tin di động 4G LTE/LTE-Advanced. Phần mạng truy nhập vô tuyến, được gọi là E-UTRAN (Enhanced UTRAN), bao gồm các Nút B tăng cường (eNodeB: evolved Node B hay eNB) đóng vai trò các trạm thu phát gốc vô tuyến. Chú ý rằng, ngoài trách nhiệm thu và phát tín hiệu vô tuyến với các UE, các eNodeB còn chịu trách nhiệm điều khiển mạng vô tuyến. Giao diện X2 giữa các eNodeB giúp các nút này trao đổi thông tin nhằm quản lý tính di động của các UE cũng như hợp tác trong quá trình truyền dữ liệu, ví dụ để cân bằng tải.



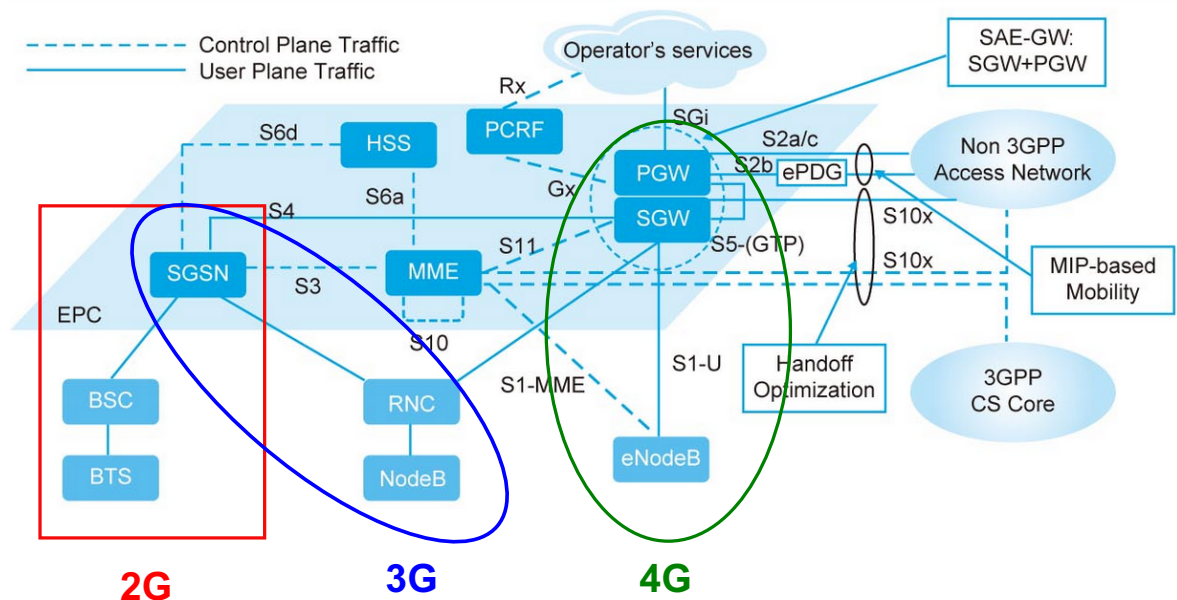
Hình 1-4. Kiến trúc mạng thông tin di động 4G LTE/LTE-Advanced.

Phần mạng lõi của mạng 4G, còn được gọi là mạng lõi chuyển mạch gói tăng cường (EPC: Evolved Packet Core), được dựa hoàn toàn trên công nghệ truyền dẫn IP (Internet Protocol). Phần mạng lõi được chia tách giữa chức năng truyền dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng (UP: User Plane) và chức năng điều khiển trên mặt phẳng điều khiển (CP: Control Plane). Trên mặt phẳng truyền dữ liệu, các eNodeB kết nối tới các trạm cổng phục vụ (S-GW: Serving Gateway) để chuyển dữ liệu vào mạng lõi trước khi được kết nối đến các mạng dữ liệu ngoài thông qua các trạm cổng mạng dữ liệu gói (P-GW hay PDN-GW: Packet Data Network Gateway). S-GW có các chức năng như định vị vị trí thuê bao nội hạt để chuyển giao giữa các eNodeB, tạo bộ đệm gói tin, định tuyến và chuyển tiếp gói tin. Trên mặt phẳng điều khiển, các eNodeB được kết nối đến Thực thể quản lý di động (MME: Mobility Management Entity). MME có các chức năng như báo hiệu, bảo mật báo hiệu, báo hiệu giữa các nút mạng

khi di chuyển giữa các mạng truy nhập 3GPP khác nhau, quản lý danh sách các vùng theo dõi thuê bao, nhắn tin (paging), lựa chọn S-GW và P-GW cùng với việc xác thực, thiết lập và quản lý các bearer (thực thể mang dữ liệu trong mạng 4G). Mạng lõi 4G còn có một trạm chức năng các nguyên tắc chính sách và tính cước (PCRF: Policy and Charging Rules Function) để cung cấp thông tin điều khiển chính sách như phát hiện luồng dữ liệu, chất lượng dịch vụ (QoS: Quality of Service), sắp xếp ưu tiên và xác định thông tin cước dựa trên từng luồng dữ liệu.

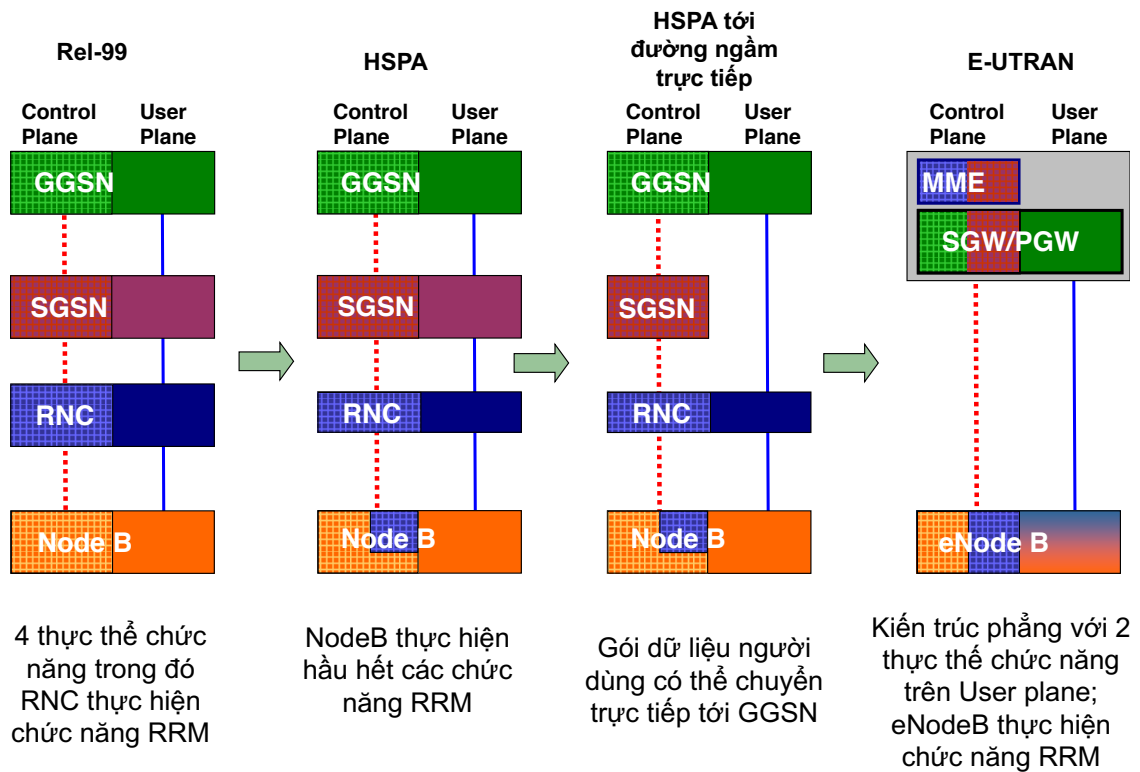
1.5. Xu hướng tiến hoá kiến trúc mạng thông tin di động từ 2G tới 4G

Hình 1-5 trình bày sơ đồ kiến trúc mạng thông tin di động kết hợp cả ba thế hệ 2G, 3G, và 4G như một số nhà mạng hiện nay ở Việt Nam như Viettel, Mobifone và Vinaphone đang triển khai, vận hành và khai thác.



Hình 1-5. Kiến trúc mạng kết hợp các công nghệ 2G GSM, 3G WCDMA và 4G LTE/LTE-Advanced.

Hình 1-6 trình bày sự phân chia chức năng tại các nút trong mạng truy nhập vô tuyến và trong mạng lõi của một số phiên bản mạng 3G WCDMA và mạng 4G.



Hình 1-6. Sự phát triển kiến trúc mạng qua các phiên bản của mạng 3G lên mạng 4G.

Có thể nhận thấy một số xu hướng phát triển kiến trúc mạng từ mạng 2G lên mạng 4G như sau:

- Số nút chức năng trong phần mạng truy nhập vô tuyến ngày càng giảm. Cụ thể, trong các mạng 2G và mạng 3G, chức năng thu phát tín hiệu vô tuyến và chức năng điều khiển truy nhập tài nguyên vô tuyến được tách ra trên các khối chức năng khác nhau. Tuy nhiên, đến mạng 4G, các chức năng này được phụ trách bởi chỉ eNodeB. Điều này cho phép giảm độ trễ xử lý, đặc biệt trong quá trình báo hiệu và thiết lập cuộc gọi. Ngoài ra, việc giảm số nút chức năng trong mạng truy nhập vô tuyến cũng tạo điều kiện thuận lợi trong việc triển khai và mở rộng mạng.
- Các chức năng điều khiển và các chức năng truyền dữ liệu trong phần mạng lõi cũng có xu hướng được tách riêng biệt. Điều này giúp cho việc mở rộng mạng được dễ dàng hơn.

- Về mặt tổng thể, đối với mỗi chức năng điều khiển và chức năng truyền dữ liệu, số nút tham gia ngày càng giảm để giúp giảm độ trễ và tạo điều kiện thuận lợi để mở rộng mạng.

1.6. Kết luận chương

Chương 1 của luận văn đã trình bày vai trò của kiến trúc mạng trong mạng thông tin di động. Cụ thể, chương này đã trình bày được kiến trúc mạng của một số mạng thông tin di động điển hình trong các thế hệ 2G, 3G và 4G. Bên cạnh việc nêu ra được chức năng của các nút thành phần trong mạng truy nhập vô tuyến và mạng lõi, chương này còn đưa ra được một số nhận xét về xu hướng phát triển kiến trúc mạng từ mạng 2G lên mạng 4G.

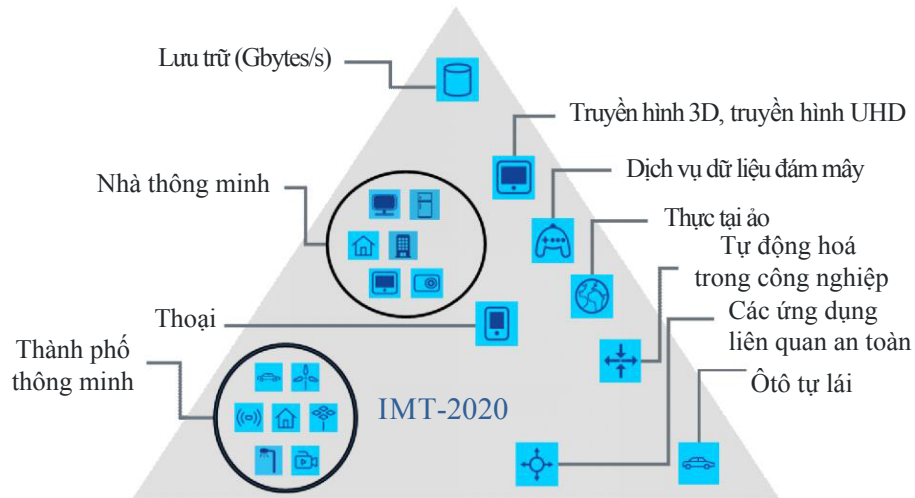
CHƯƠNG 2. CÁC LỰA CHỌN GIẢI PHÁP KIẾN TRÚC MẠNG 5G NR

2.1. Giới thiệu chung về mạng 5G

Từ 2015, Liên minh viễn thông quốc tế (ITU: International Telecommunications Union) đã nghiên cứu và xác định bộ các tiêu chí kỹ thuật tối thiểu cần đạt được đối với các mạng thông tin di động thế hệ 5 (5G), gọi là bộ tiêu chuẩn IMT-2020. Một số yêu cầu chính của ITU đối với mạng 5G có thể được tóm tắt như sau:

- Linh hoạt, tin cậy và bảo mật hơn các IMT trước và có khả năng cung cấp dịch vụ đa dạng. Hình 2-1 trình bày ba nhóm dịch vụ 5G chính bao gồm: i) các dịch vụ dữ liệu băng rộng tăng cường, ii) các dịch vụ thông tin giữa các thiết bị (M2M: Machine-to-Machine) và iii) các dịch vụ thông tin có độ tin cậy rất cao và độ trễ nhỏ (URLLC: Ultra-Reliable Low-Latency Communications).
- Có thể xem xét từ nhiều góc độ: thuê bao, nhà sản xuất, nhà phát triển ứng dụng, nhà khai thác mạng và nhà cung cấp dịch vụ và nội dung.
- Có thể được áp dụng cho nhiều kịch bản triển khai khác nhau và có thể hỗ trợ phạm vi rộng các môi trường hoạt động, khả năng dịch vụ và lựa chọn công nghệ
- Các công nghệ IMT-2020 phải đáp ứng được một bộ các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu. Hình 2-2 so sánh các yêu cầu tối thiểu phải đạt được của mạng 5G so với mạng 4G (theo bộ tiêu chuẩn IMT-Advanced). Có thể thấy rằng, các yêu cầu kỹ thuật đối với mạng 5G thường cao hơn một bậc so với các yêu cầu kỹ thuật tương ứng cho mạng 4G.
 - Ví dụ, tốc độ dữ liệu đỉnh của mạng 5G cần đạt được tối thiểu 20Gbps, bằng 20 lần so với yêu cầu tương đương đối với mạng 4G.
 - Yêu cầu về độ trễ đối với mạng 5G tối đa chỉ là 1ms đối với dịch vụ URLLC, chỉ bằng 1/10 so với yêu cầu về độ trễ đối với mạng 4G.
 - Tốc độ dữ liệu thực của thuê bao ở mạng 5G là 100Mbps, gấp 10 lần so với mạng 4G.
 - Hiệu quả sử dụng phổ tần số vô tuyến điện của mạng 5G tối thiểu phải gấp 3 lần so với mạng 4G.

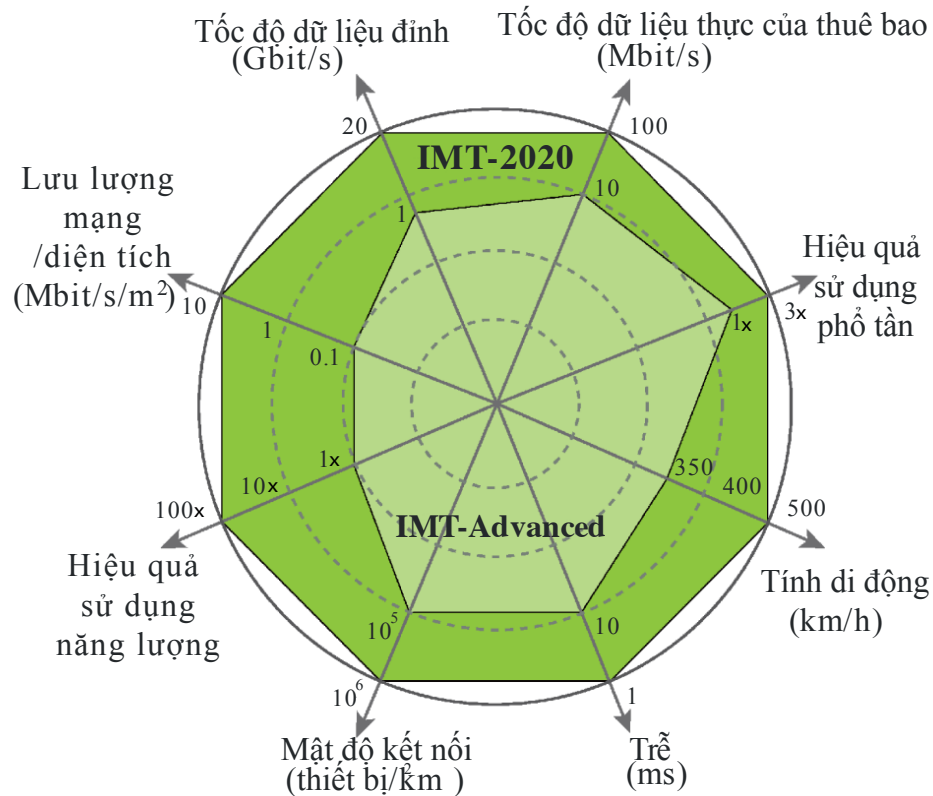
Di động băng rộng tăng cường



Dịch vụ thông tin M2M

Dịch vụ thông tin có độ tin cậy rất cao và trễ rất nhỏ

Hình 2-1. Một số dịch vụ đã, đang và sẽ được cung cấp bởi mạng 5G.



Hình 2-2. So sánh các yêu cầu kỹ thuật tối thiểu của mạng 5G so với mạng 4G.

2.1.1. Nhu cầu ứng dụng tại Việt Nam

Từ xu hướng phát triển chung và tình hình hiện trạng mạng thông tin di động trên thế giới và Việt Nam, nhu cầu ứng dụng 5G tại Việt Nam hiện đang rất cao khi mà người dân luôn muốn tiếp cận các công nghệ dịch vụ tốt nhất và các nhà quản lý, các doanh nghiệp, trường đại học, các nhà khoa học nghiên cứu luôn định hướng nắm bắt, đón đầu công nghệ mới trong tương lai.

Thực tế tại Việt Nam năm 2008 và 2009, các nhà mạng đã tiến hành chạy đua triển khai cung cấp dịch vụ 3G. Năm 2016, Bộ TT&TT đã chính thức cấp giấy phép triển khai dịch vụ 4G cho các nhà mạng, đánh dấu bước phát triển mới trong lĩnh vực viễn thông của Việt Nam. Tuy nhiên do cơ sở hạ tầng ở Việt Nam hiện đang ở mức độ đang phát triển, chưa được quy hoạch và đồng bộ tốt, còn nhiều tuyến mạng chưa triển khai, hệ thống dây cáp từ nhiều đơn vị công kênh bị ảnh hưởng xấu bởi môi trường... dẫn đến việc cung cấp các dịch vụ dữ liệu 3G/4G chưa phát triển được như thế giới. Tốc độ kết nối trải nghiệm người dung thực tế của 3G/4G chưa được tốt đồng thời cũng chưa có nhiều ứng dụng được cung cấp rộng rãi dựa trên nền tảng 3G/4G.

Vào đầu tháng 07/2017, tại cuộc hội thảo “Xu hướng công nghệ 5G và IoT – hướng tới cách mạng công nghiệp 4.0”, Bộ TT&TT đã nhấn mạnh: khi triển khai 2G, Việt Nam là một trong những nước nằm trong tốp đi đầu, triển khai 3G Việt Nam ở vào tốp giữa, đến 4G chúng ta đã đi sau. Do đó các nhà mạng Việt Nam phải kịp thời nắm bắt 5G để Việt Nam có thể trở thành quốc gia thuộc về tốp đi đầu triển khai 5G trong thời gian tới. Tính tới thời điểm này, đây là cuộc hội thảo và trình diễn công nghệ 5G đầu tiên tại Việt Nam do Cục Tần số Vô tuyến điện phối hợp với công ty Ericsson đồng tổ chức. Trong hoàn cảnh thế giới vẫn đang tiến hành các cuộc chạy thử nghiệm hệ thống 5G và hiện vẫn đang thực hiện chuẩn hóa 5G theo tiêu chuẩn IMT-2020 của ITU thì việc Việt Nam sớm tiếp cận công nghệ 5G sẽ là điều kiện tốt (hơn so với 4G) để sớm có kế hoạch và xây dựng chính sách thúc đẩy 5G trong thời gian tới. Tuy vậy các nhà mạng Việt Nam cần tập trung hơn nữa trong việc phát triển 4G LTE, cung cấp nhiều ứng dụng dịch vụ đa dạng cho người dân và doanh nghiệp, tạo dựng cơ sở hạ tầng truyền dẫn vững chắc làm tiền đề chắc chắn nhất để Việt Nam tiến lên mạng 5G, bắt kịp xu thế hội tụ mạng của thế giới.

Về tính ưu việt của công nghệ 5G như đã đề cập ở các phần trước, so với 4G thì 5G sẽ cung cấp tốc độ dữ liệu nhanh hơn tới 100 lần, độ trễ mạng được hạ thấp tới 5 lần,

lượng dữ liệu di động tăng lên tới hàng nghìn lần, tuổi thọ pin tốt hơn hàng chục lần. Ericsson dự đoán đến năm 2022, công nghệ 5G sẽ phát triển nhanh chóng và có khoảng 500 triệu thuê bao. 5G cũng cho phép triển khai nhanh chóng và có khoảng 500 triệu thuê bao, các dịch vụ tiên tiến cho người dân: khả năng truy cập với chất lượng tốt hơn tới dịch vụ y tế trên cả nước, hệ thống giao thông thông minh (xe ô tô tự lái), những sáng tạo mới trong nhiều lĩnh vực như dịch vụ tài chính, năng lượng, an toàn xã hội... 5G cho phép theo dõi và tự động hóa trên quy mô lớn. Ở góc độ người dùng, 5G cho phép băng thông rộng và đa phương tiện ở mọi nơi. Khách hàng có thể sử dụng 5G để tải về các bộ phim 4K trong vài giây. Các ứng dụng và dịch vụ này có thể được sử dụng trong nhiều công việc bao gồm: phẫu thuật từ xa, quản lý tai nạn đường bộ, các tình huống mà sự có mặt của con người có thể không an toàn, phát triển truyền hình chất lượng hình ảnh video 4K, các ứng dụng trợ lý ảo sử dụng các công nghệ trí tuệ nhân tạo, AR/VR, ảnh ba chiều... và các ứng dụng IoT với mật độ kết nối lớn, độ trễ thấp, độ tin cậy cao.

Nhờ ứng dụng của công nghệ 5G cách thức sử dụng internet sẽ thay đổi và 5G nhất định sẽ hỗ trợ một số công nghệ trong tương lai. Khi duyệt web, cần tải về cả một bộ phim HD với mạng 3G/4G hiện tại phải mất 2 tiếng đồng hồ nhưng khi ứng dụng công nghệ 5G thì sẽ chỉ mất có 15 giây. Một số ứng dụng có thể nắm bắt của mạng di động 5G trong tương lai:

- Game và thực tế ảo: Game trên di động đã phát triển vượt bậc, thậm chí là gần đuổi kịp được các nền tảng chơi game chuyên nghiệp như PS 4 hay Xbox One. Tuy nhiên có một hạn chế khiến những người chơi game di động chưa thể có được trải nghiệm như các hệ máy chơi game khác, đó là tốc độ đường truyền. Tuy nhiên sự khác biệt đó sẽ không còn nữa, khi mà tốc độ internet không dây trên di động có thể sánh ngang, thậm chí là nhanh hơn đường truyền cáp quang. Đây sẽ là bước tiến vượt bậc của các tựa game di động. Nhưng cuộc cách mạng không phải là game, mà đó là công nghệ thực tế ảo. Mark Zuckerberg đã từng phát biểu tại MWC 2016: “VR sẽ là một trong những ứng dụng sát thủ của mạng 5G”. Truyền dữ liệu không dây với tốc độ cao, đồng nghĩa với việc bạn sẽ không phải chờ đợi để dữ liệu được truyền đến thiết bị thực tế ảo sử dụng smartphone, giống như Samsung VR. Điều đó cũng đồng nghĩa với việc bạn có thể trải nghiệm các nội dung thực tế ảo trực tuyến, có thể là những đoạn video,

những bộ phim hay những tựa game thực tế ảo online. Một cánh cửa mới sẽ được mở ra với 5G và thực tế ảo.

- Xe tự lái: Xe tự lái là một công nghệ mới, không chỉ dựa vào các camera và cảm biến, mà những chiếc xe này cần phải có khả năng giao tiếp với nhau và giao tiếp với hệ thống cơ sở hạ tầng để đưa ra cách xử lý tình huống. Chính vì vậy mà mạng internet di động tốc độ cao là một yếu tố vô cùng cần thiết. Không có độ trễ đồng nghĩa với việc những chiếc xe sẽ xử lý tình huống nhanh hơn và giảm thiểu tai nạn xảy ra. Trong những tình huống nguy hiểm, 1 giây cũng có thể quyết định giữa sống chết.
- Chăm sóc y tế từ xa: Các bác sĩ đã có thể phẫu thuật bằng những cánh tay robot, tuy nhiên mạng 5G có thể cách mạng hóa phương pháp đó lên một tầm cao mới. Không còn độ trễ sẽ giúp các bác sĩ thực hiện các thao tác phẫu thuật một cách chuẩn xác hơn hay cả khi cách đó hàng nghìn cây số. Trong khi hầu hết các thiết bị di động cao cấp hiện nay đều có tính năng theo dõi sức khỏe, nhưng nó vẫn chưa thực sự tỏ ra hiệu quả trong việc chẩn đoán bệnh. Nhưng với mạng 5G, các bác sĩ có thể chẩn đoán bệnh từ xa và theo dõi tình hình sức khỏe người bệnh theo thời gian thực.
- Hội nghị trực tuyến: Đây không phải là một công nghệ mới, nhưng với tốc độ đường truyền internet như trước đây thì việc họp hội nghị trực tuyến vẫn còn rất bị hạn chế. Bởi độ trễ hoặc độ phân giải quá thấp. Nhưng với 5G, mọi thứ sẽ được giải quyết khi bạn có thể tham gia vào một cuộc họp mà giống như mình đang có mặt trực tiếp tại đó. Kết hợp với công nghệ thực tế ảo, đó sẽ là một cuộc cách mạng lớn trong việc kết nối tất cả mọi người trên thế giới. Sẽ không còn khoảng cách nhờ có mạng di động tốc độ cao.
- Duyệt web với tốc độ ánh sáng: Khi bạn tìm kiếm một thứ gì đó trên Google và chỉ cần đợi vài giây để có được kết quả. Bạn nghĩ rằng như thế đã là rất nhanh, nhưng thậm chí nó còn có thể nhanh hơn rất nhiều với mạng 5G. Đó là ngay lập tức, các trang web có thể tải với độ trễ gần bằng 0 giây. Ngay cả khi bạn cần tải về cả một bộ phim HD với thời lượng 2 tiếng đồng hồ, nó cũng sẽ chỉ mất có 15 giây. Và chỉ riêng điều đó thôi cũng đã khiến rất nhiều người thêm muốn được sử dụng mạng.

Theo quan điểm của các nhà quản lý viễn thông Việt Nam, 5G sẽ là xu hướng tất yếu của tương lai, người dân mong muốn có thể liên lạc và truy cập nội dung một cách

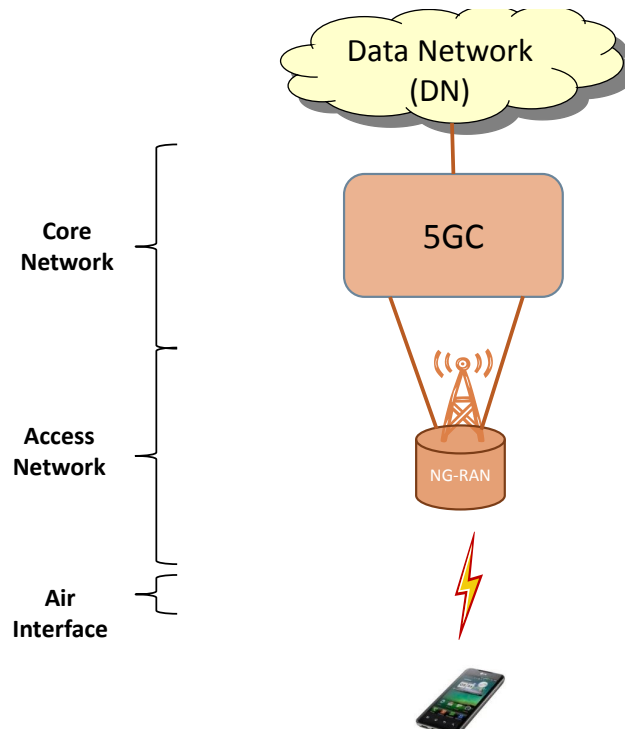
tức thời tại bất kỳ đâu. 5G không chỉ đáp ứng nhu cầu này mà còn mang lại nhiều lợi ích cho ngành viễn thông và xã hội, góp phần thúc đẩy sự phát triển của nhiều ngành kinh tế quan trọng trong cuộc Cách mạng công nghiệp 4.0. Với 4G Việt Nam có thể ứng dụng chậm hơn nhiều nước trong khu vực tuy nhiên 5G cần phải sớm nắm bắt tìm hiểu để Việt Nam là một trong những nước ứng dụng 5G sớm ở khu vực.

Ở Việt Nam, trong cuộc họp giao ban Quản lý nhà nước vào ngày 10/08/2018, đồng chí Nguyễn Mạnh Hùng, Quyền Bộ trưởng Bộ Thông tin và Truyền thông (TT&TT) đã chỉ đạo về viễn thông, Bộ TT&TT phải quy hoạch lại tần số và cho phép các doanh nghiệp thử nghiệm công nghệ mạng thông tin di động 5G ngay, trước mắt tại thành phố Hà Nội và thành phố Hồ Chí Minh. Hiện nay, những doanh nghiệp cung cấp dịch vụ viễn thông lớn nhất Việt Nam đang đẩy mạnh việc nghiên cứu và tìm hiểu về công nghệ mạng thông tin di động 5G để làm cơ sở cho việc thử nghiệm công nghệ 5G trước mắt và để có quyết sách đầu tư nghiên cứu và phát triển liên quan trong thời gian tới.

2.2. Tổng quan kiến trúc mạng 5G theo tiêu chuẩn 3GPP 5G NR

Về kiến trúc, giống như các mạng 2G, 3G và 4G, mạng 5G được chia thành hai phần chính như minh hoạ trong Hình 2-3.

- Mạng truy nhập vô tuyến (RAN: Radio Access Network): trao đổi tín hiệu vô tuyến trực tiếp với các thiết bị đầu cuối thông qua giao diện vô tuyến. Mạng truy nhập vô tuyến 5G theo chuẩn của 3GPP còn có tên gọi là mạng Vô tuyến mới (NR: New Radio). Ngoài ra, trong một số tài liệu, mạng truy nhập vô tuyến 5G được đề cập đến dưới tên gọi NG-RAN (Next-Generation RAN). Phần mạng truy nhập vô tuyến chịu trách nhiệm về tất cả các chức năng liên quan đến giao diện vô tuyến của cả mạng, ví dụ lập lịch, quản lý tài nguyên, các giao thức phát lại, mã hoá, và các hệ thống đa ăng-ten khác nhau.
- Mạng lõi (CN: Core Network): kết nối với mạng RAN và với các mạng dữ liệu khác. Mạng lõi 5G còn có tên 5GC (5G Core). Mạng lõi 5G chịu trách nhiệm đối với các chức năng không liên quan đến giao diện vô tuyến nhưng cần thiết để cung cấp một mạng toàn vẹn. Các chức năng này bao gồm xác thực thuê bao, tính cước và thiết lập các kết nối từ đầu đến cuối.



Hình 2-3. Kiến trúc tổng quan của mạng thông tin di động 5G.

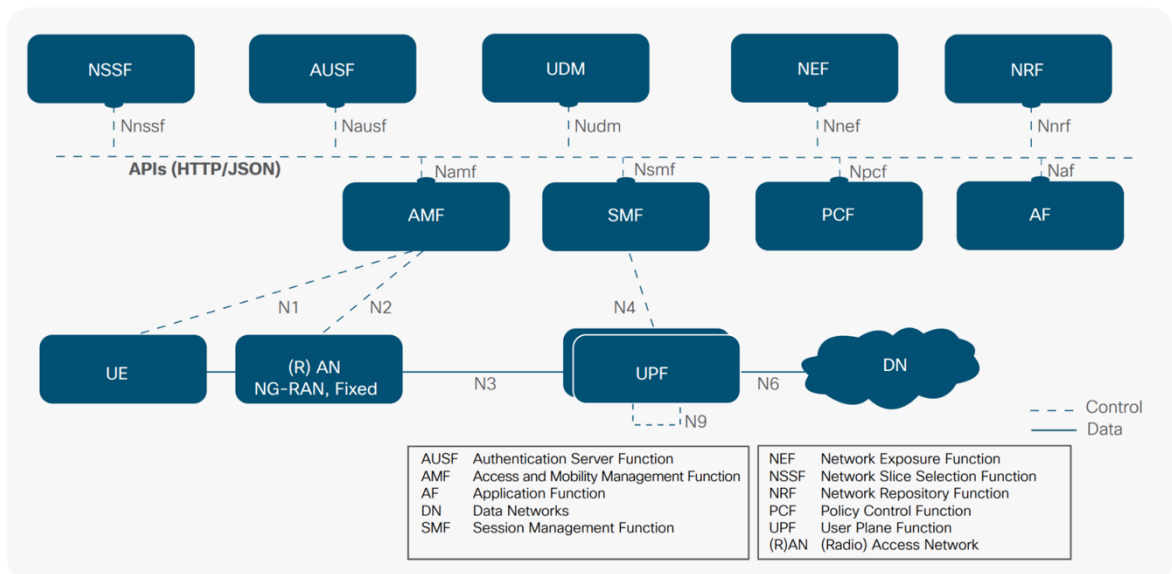
2.2.1. Mạng lõi 5G

Mạng lõi 5G được phát triển dựa trên mạng lõi 4G EPC với ba cải tiến chính: i) kiến trúc hướng đến dịch vụ, ii) hỗ trợ kỹ thuật cắt lát mạng (Network Slicing) và iii) kỹ thuật phân tách mặt phẳng điều khiển CP và mặt phẳng dữ liệu UP (CUPS: Control and User Plane Separation)

- Kiến trúc hướng đến dịch vụ là nền tảng chính cho mạng lõi 5G. Cụ thể, tiêu chuẩn mới tập trung vào các dịch vụ và các chức năng mà mạng lõi 5G sẽ cung cấp, thay vì tập trung vào thiết kế các nút trong hệ thống. Đây là một xu hướng phát triển rất tự nhiên phù hợp với mục tiêu ảo hóa mạng lõi để có thể chạy các chức năng mạng lõi trên các phần cứng tính toán mục đích chung. Lưu ý rằng, mạng lõi 4G EPC được thiết kế theo tiêu chí hướng đến hệ thống, do đó các dịch vụ chỉ được tạo ra sau khi đã có hệ thống cụ thể.
- Kỹ thuật cắt lát mạng là một thuật ngữ thường xuất hiện trong các kịch bản ứng dụng của mạng 5G. Một lát cắt mạng là một mạng logic được tạo ra trên nền tảng mạng vật lý chung để phục vụ nhu cầu của một doanh nghiệp hoặc một khách hàng cụ thể. Một lát cắt mạng bao gồm các chức năng cần thiết được cấu hình dựa trên kiến trúc hướng đến dịch vụ để đảm

bảo chất lượng dịch vụ đồng thời tối ưu tài nguyên hệ thống. Ví dụ, một lát cắt mạng có thể được thiết lập để hỗ trợ các ứng dụng di động băng rộng cho phép thuê bao di chuyển trong khi một lát cắt mạng khác có thể được tạo ra cùng lúc để hỗ trợ một ứng dụng tự động hóa trong công nghiệp yêu cầu độ trễ thấp nhưng không di chuyển. Các lát cắt mạng này có thể chạy cùng lúc trên cùng một mạng lõi và mạng truy nhập vô tuyến vật lý, nhưng từ góc độ của ứng dụng đầu cuối thì các lát cắt mạng này tồn tại như các mạng độc lập. Ý tưởng của kỹ thuật này về cơ bản giống như ý tưởng cấu hình nhiều máy tính ảo (virtual computers) trên cùng một máy tính thực.

- Kỹ thuật phân tách mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng ứng dụng CUPS được nhấn mạnh trong kiến trúc mạng 5G để cho phép mở rộng các mặt phẳng này một cách độc lập với nhau và thuận tiện hơn. Ví dụ, khi cần nhiều dung lượng trên mặt phẳng truyền dữ liệu thì có thể chỉ cần bổ sung và nâng cấp thiết bị cho mặt phẳng này mà không cần thay đổi mặt phẳng điều khiển.



Hình 2-4. Các chức năng được cung cấp bởi mạng lõi theo kiến trúc hướng đến ứng dụng.

Hình 2-4 trình bày các chức năng chi tiết được cung cấp bởi mạng lõi theo kiến trúc hướng đến ứng dụng. Hình vẽ này minh họa kiến trúc mạng lõi dựa trên các dịch vụ và chức năng trên mặt phẳng dữ liệu và trên mặt phẳng điều khiển.

- Mặt phẳng dữ liệu bao gồm khối chức năng mặt phẳng dữ liệu (UPF: User Plane Function) đóng vai trò công trao đổi dữ liệu giữa mạng truy nhập vô tuyến và các mạng ngoài như mạng Internet. UPF chịu trách nhiệm định tuyến và chuyển tiếp gói tin, kiểm tra gói tin (packet inspection), quản lý chất lượng dịch vụ và lọc gói tin, đo các tham số liên quan đến lưu lượng. UPF cũng đóng vai trò là điểm neo (anchor point) để quản lý tính di động của thuê bao giữa các công nghệ mạng truy nhập vô tuyến khác nhau khi cần.
- Mặt phẳng điều khiển bao gồm một số phần khác nhau như sau:
 - Khối chức năng quản lý phiên làm việc (SMF: Session Management Function) quản lý việc cấp phát địa chỉ IP cho thiết bị đầu cuối UE, điều khiển việc áp dụng các chính sách và các chức năng quản lý phiên làm việc nói chung.
 - Khối chức năng quản lý truy nhập và di động (AMF: Access and Mobility Management Function) chịu trách nhiệm báo hiệu điều khiển giữa mạng lõi và thiết bị đầu cuối, bảo mật dữ liệu người dùng, quản lý tính di động khi thiết bị đầu cuối ở trạng thái nghỉ, và xác thực thuê bao. Chức năng hoạt động giữa mạng lõi, cụ thể là AMF, và thiết bị đầu cuối thường được gọi là Lớp không truy nhập (NAS: Non-Access Stratum) để phân biệt với chức năng Lớp truy nhập (AS: Access Stratum) quản lý các chức năng hoạt động giữa thiết bị đầu cuối và mạng truy nhập vô tuyến.
 - Khối chức năng điều khiển chính sách (PCF: Policy Control Function) chịu trách nhiệm về các quy định về chính sách.
 - Khối chức năng quản lý dữ liệu thống nhất (UDM: Unified Data Management) chịu trách nhiệm cấp các chứng nhận xác thực thuê bao và cấp phép truy nhập.
 - Khối chức năng bảo mật mạng (NEF: Network Exposure Function) chịu trách nhiệm cung cấp các phương tiện để bảo mật các dịch vụ và chức năng được cung cấp bởi mạng lõi cho bên thứ ba.
 - Khối chức năng kho chức năng mạng (NRF: Network function Repository Function) chịu trách nhiệm lưu trữ một kho các tính năng và đăng ký các dịch vụ được cập nhật mới nhất của tất cả các thành phần trong mạng lõi 5G để cho phép chức năng mạng có thể phát hiện ra nhau.
 - Khối chức năng máy chủ xác thực (AUSF: Authentication Server Function) thực hiện xác thực thuê bao dựa trên Giao thức xác thực có thể

mở rộng (EAP: Extensible Authentication Protocol) và lưu trữ các khoá bảo mật.

- Khối chức năng ứng dụng (AF: Application Function) thực hiện định tuyến lưu lượng của ứng dụng, truy nhập khối NEF và tương tác với nền tảng chính sách để điều khiển chính sách áp dụng cho từng ứng dụng.

Chú ý rằng, các chức năng mạng lõi có thể được triển khai theo nhiều cách khác nhau. Ví dụ, tất cả các chức năng có thể được triển khai tập trung trên cùng một nút vật lý duy nhất hoặc có thể được triển khai phân tán nhiều nút hoặc có thể được chạy trên nền tảng đám mây.

2.2.2. Mạng truy nhập vô tuyến 5G

Có thể thấy rằng, giống như trong mạng 4G, phần mạng truy nhập vô tuyến ở mạng 5G chỉ bao gồm các trạm thu phát sóng vô tuyến kiêm chức năng điều khiển và báo hiệu. Mạng truy nhập vô tuyến 5G có thể có hai loại nút:

- gNB phục vụ các thiết bị hỗ trợ công nghệ truy nhập vô tuyến 5G NR sử dụng các giao thức trên mặt phẳng điều khiển và trên mặt phẳng dữ liệu của 5G NR.
- eNB thế hệ tiếp theo, ký hiệu là ng-eNB, phục vụ các thiết bị hỗ trợ công nghệ truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced sử dụng các giao thức trên mặt phẳng điều khiển và trên mặt phẳng dữ liệu của 4G LTE/LTE-Advanced.

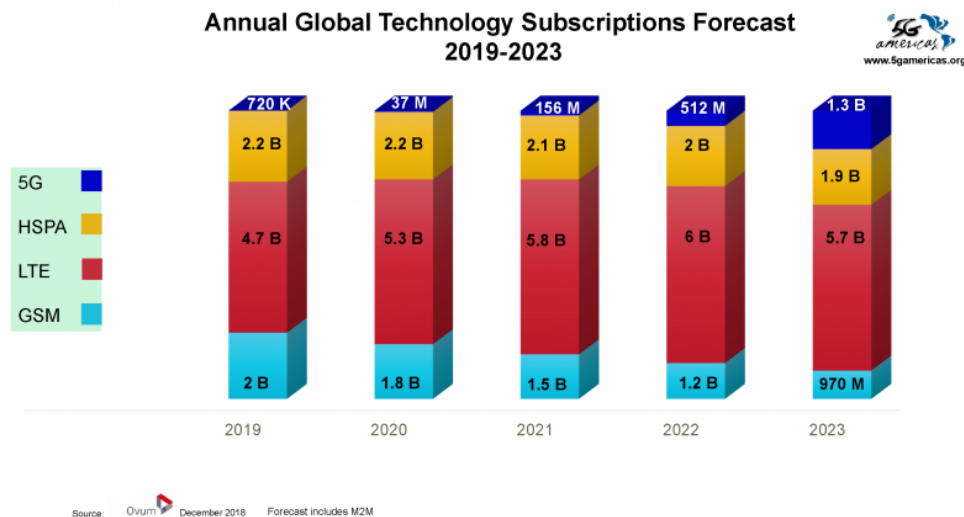
Các gNB và ng-eNB chịu trách nhiệm thực hiện tất cả các chức năng liên quan đến thu phát vô tuyến trong một hoặc vài cell, ví dụ, quản lý tài nguyên vô tuyến, điều khiển nhận thuê bao (admission control), thiết lập kết nối, định tuyến dữ liệu trên mặt phẳng dữ liệu tới UPF và thông tin điều khiển đến AMF, quản lý chất lượng dịch vụ cho từng luồng (flow) truyền dẫn. Chú ý rằng, gNB chỉ là một nút logic chứ không phải là một triển khai vật lý. Về cấu trúc, một gNB bao gồm ba khối chính sau đây:

- Khối trung tâm (CU: Centralized Unit) là một nút logic bao gồm các chức năng của gNB như truyền dữ liệu, điều khiển tính di động, chia sẻ mạng truy nhập vô tuyến, định vị, quản lý phiên làm việc,... trừ các chức năng được phân riêng cho DU. CU điều khiển hoạt động của các DU qua giao diện front-haul.
- Khối phân tán (DU: Distributed Unit) là nút logic bao gồm các chức năng của gNB, tùy theo lựa chọn phân tách chức năng. Hoạt động của DU được điều khiển bởi CU.

- Khởi thu phát vô tuyến (RU: Radio Unit) thực hiện các chức năng thu phát vô tuyến và xử lý tín hiệu cao tần cũng như các quá trình xử lý tín hiệu băng gốc ở mức thấp tại băng gốc.

2.3. Các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng 5G NR

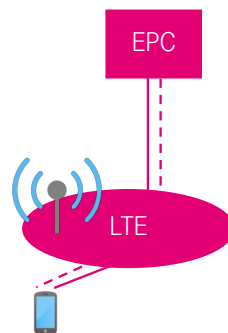
Hình 2-5 trình bày dự báo của Ovum được công bố trên 5G Americas vào tháng 12/2018 về thị phần thuê bao di động theo công nghệ, bao gồm 2G GSM, 3G HSPA, 4G LTE/LTE-Advanced và 5G, trong thời gian từ năm 2019 tới năm 2024. Có thể thấy rằng đến 2024, thuê bao 4G LTE/LTE-Advanced vẫn chiếm thị phần áp đảo, gần 60%, trong khi thuê bao 5G chỉ chiếm thị phần gần 15%. Như vậy, trong vài năm tới, mạng 4G LTE/LTE-Advanced vẫn tiếp tục giữ vai trò quan trọng đối với hạ tầng mạng thông tin di động. Thêm vào đó, mạng truy nhập vô tuyến 5G NR và mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced đều dựa trên công nghệ truyền dẫn vô tuyến ghép kênh phân chia theo tần số trực giao (OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing) do đó hai công nghệ mạng truy nhập này hoàn toàn có thể phối hợp hoạt động để đồng thời cung cấp dịch vụ cho cùng một thiết bị đầu cuối. Đây là hai lý do chính khiến các nhà cung cấp thiết bị và các nhà mạng trên thế giới cần tính đến các giải pháp kiến trúc mạng để có thể linh hoạt khi triển khai mà vẫn có thể tận dụng tối đa hạ tầng mạng 4G LTE/LTE-Advanced sẵn có.



Hình 2-5. Dự báo được công bố vào tháng 12/2018 về thị phần thuê bao di động theo công nghệ, bao gồm 2G GSM, 3G HSPA, 4G LTE/LTE-Advanced và 5G, trong thời gian từ năm 2019 tới năm 2024.

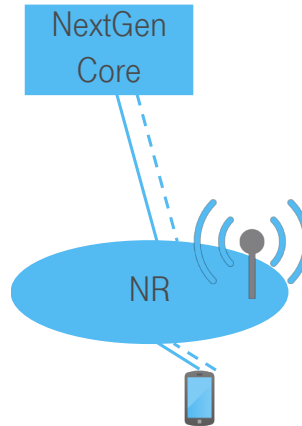
Tháng 6 năm 2016, nhà mạng Deutsche Telekom ở Đức đã đề xuất một tập hợp đầy đủ các kiến trúc mạng có thể tận dụng hạ tầng mạng 4G LTE/LTE-Advanced và mạng 5G NR để cung cấp dịch vụ cho một thiết bị đầu cuối. Để minh họa các lựa chọn giải pháp này, Deutsche Telekom đề xuất một kiến trúc cơ bản với các thành phần sau: i) một mạng lõi EPC của mạng 4G LTE/LTE-Advanced (ký hiệu bằng khối EPC), ii) một mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced (ký hiệu bằng khối LTE), iii) một mạng lõi 5G (ký hiệu bằng khối NextGenCore), iv) một mạng truy nhập vô tuyến 5G (ký hiệu bằng khối NR) và v) một thiết bị đầu cuối. Các lựa chọn giải pháp khác nhau được phân biệt dựa trên cách kết nối đường truyền tín hiệu điều khiển và đường truyền dữ liệu giữa các thành phần của kiến trúc mạng cơ bản trên. Nếu các thành phần trong kiến trúc mạng không có kết nối với thành phần khác thì tức là các thành phần đó không được sử dụng hoặc không cần đến. Ngoài ra, thiết bị đầu cuối phải có một kết nối truyền tín hiệu điều khiển đến một mạng lõi thông qua một mạng truy nhập vô tuyến. Trong khi đó, thiết bị đầu cuối có thể có một hoặc nhiều kết nối truyền dữ liệu đến các mạng lõi thông qua các mạng truy nhập vô tuyến. Trong các hình minh họa dưới đây, kết nối truyền dữ liệu được thể hiện bằng đường kẻ nét liền trong khi kết nối truyền tín hiệu điều khiển được thể hiện bằng đường kẻ nét đứt. Cụ thể, Deutsche Telekom đề xuất 08 lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng cơ bản (một số lựa chọn có thể có biến thể) sau đây [6]:

- **Lựa chọn 1** được minh họa trong Hình 2-6 trong đó cả tín hiệu điều khiển và dữ liệu đều được truyền từ thiết bị đầu cuối qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced tới mạng lõi 4G EPC. Thật ra, đây chính là kiến trúc mạng 4G LTE/LTE-Advanced hiện có và chỉ được đưa vào để cho đầy đủ về mặt logic.



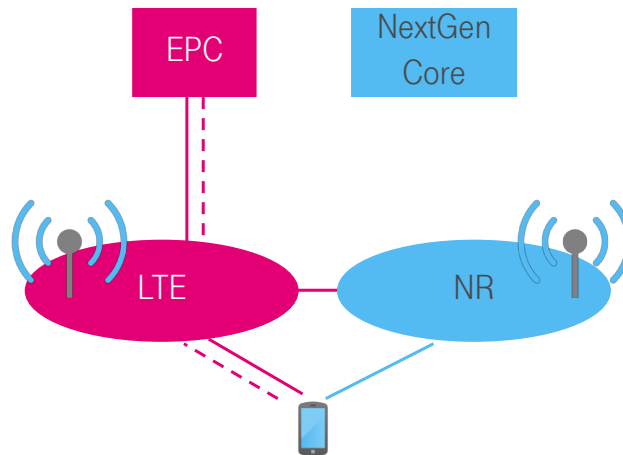
Hình 2-6. Lựa chọn 1 - mạng 4G hiện có.

- **Lựa chọn 2** được minh hoạ trong Hình 2-7 trong đó tín hiệu điều khiển và dữ liệu đều được truyền từ thiết bị đầu cuối qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR tới mạng lõi 5G.

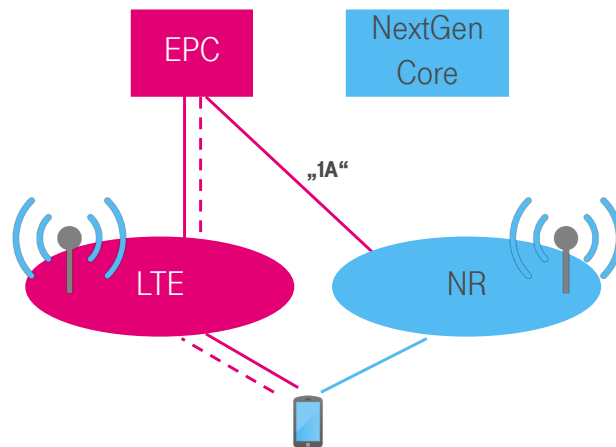


Hình 2-7. Lựa chọn 2 - mạng 5G NR riêng rẽ.

- Lựa chọn 3 được minh hoạ trong Hình 2-8 trong đó sử dụng mạng lõi 4G EPC với tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập 4G LTE/LTE-Advanced. Trong khi đó, thiết bị đầu cuối có đồng thời hai kết nối dữ liệu đến cả mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Mạng truy nhập vô tuyến 5G NR sau đó sẽ chuyển tiếp dữ liệu về mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced. Mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced sẽ tổng hợp dữ liệu nhận được cả trực tiếp từ thiết bị đầu cuối và gián tiếp qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR rồi truyền tới mạng lõi 4G EPC. Chú ý, để triển khai lựa chọn này, mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced phải được nâng cấp để có thể trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Việc truyền dữ liệu đồng thời qua hai mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và 5G NR giúp tăng tốc độ dữ liệu đối với thiết bị đầu cuối. Một biến thể của lựa chọn này, còn gọi là lựa chọn 3a, được minh hoạ trong Hình 2-9 trong đó mạng truy nhập vô tuyến 5G NR truyền dữ liệu trực tiếp tới mạng lõi 4G EPC. Trong trường hợp này, cần nâng cấp mạng lõi 4G EPC để có thể trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.



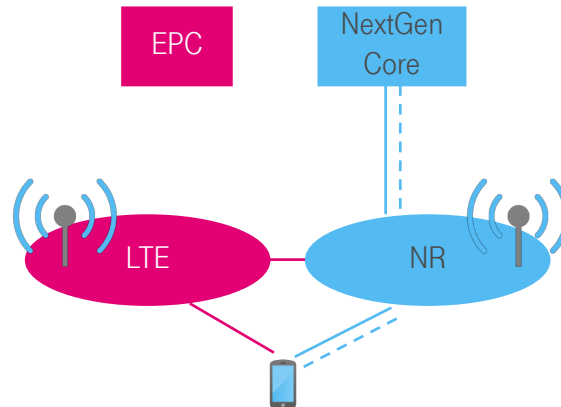
Hình 2-8. Lựa chọn 3 - Sử dụng mạng lõi 4G EPC với tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập 4G LTE/LTE-Advanced.



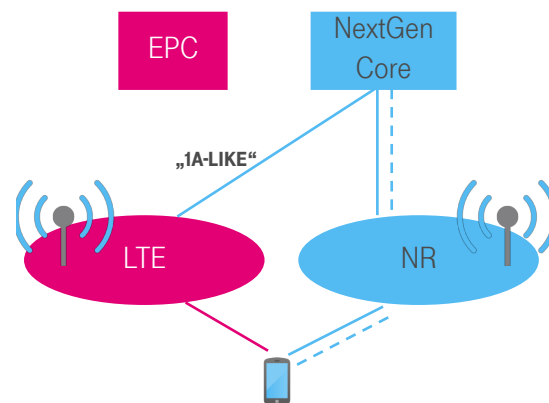
Hình 2-9. Lựa chọn 3 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 3a, trong đó mạng truy nhập vô tuyến 5G NR truyền dữ liệu trực tiếp tới mạng lõi 4G EPC.

- Lựa chọn 4 được minh họa trong Hình 2-10 trong đó sử dụng mạng lõi 5G với tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập 5G NR. Trong khi đó, thiết bị đầu cuối có đồng thời hai kết nối dữ liệu đến cả mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced sau đó sẽ chuyển tiếp dữ liệu về mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Mạng truy nhập vô tuyến 5G NR sẽ tổng hợp dữ liệu nhận được cả trực tiếp từ thiết bị đầu cuối và gián tiếp qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced rồi truyền tới mạng lõi 5G. Chú ý, để triển khai lựa chọn này, mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced phải được nâng cấp để có thể trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Việc truyền dữ liệu đồng thời qua hai mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và 5G

NR giúp tăng tốc độ dữ liệu đối với thiết bị đầu cuối. Một biến thể của lựa chọn này, còn gọi là lựa chọn 4a, được minh họa trong Hình 2-11 trong đó mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced truyền dữ liệu trực tiếp tới mạng lõi 5G EPC. Trong trường hợp này, cần nâng cấp mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced để có thể trao đổi dữ liệu với mạng lõi 5G.

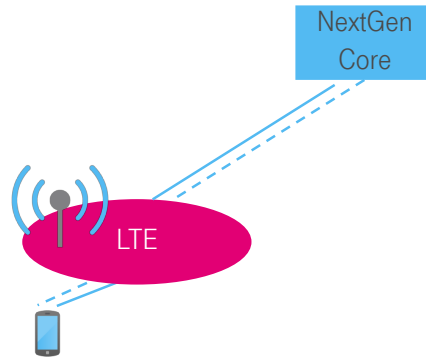


Hình 2-10. Lựa chọn 4 sử dụng mạng lõi 5G và tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.



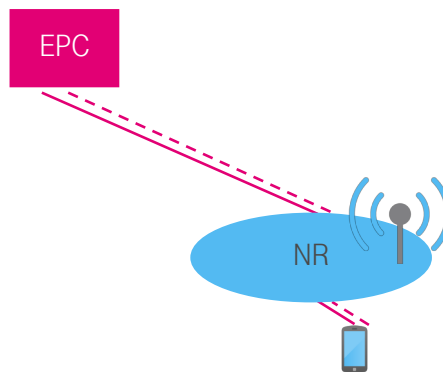
Hình 2-11. Lựa chọn 4 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 4a, trong đó mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced truyền dữ liệu trực tiếp lên mạng lõi 5G.

- Lựa chọn 5 được minh họa trong Hình 2-12 trong đó cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển được trao đổi giữa thiết bị đầu cuối với mạng lõi 5G thông qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced.



Hình 2-12. Lựa chọn 5 sử dụng mạng lõi 5G kết hợp với mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced.

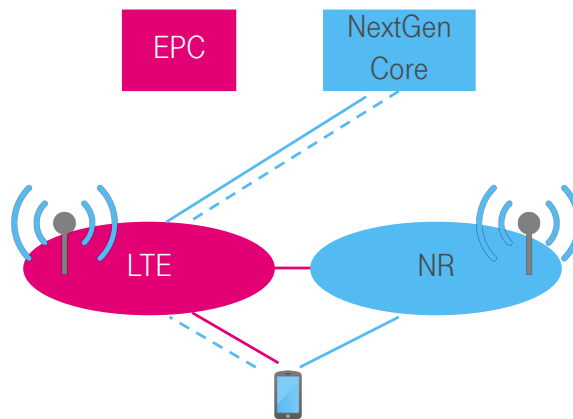
- Lựa chọn 6 được minh họa trong Hình 2-13 trong đó cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển được trao đổi giữa thiết bị đầu cuối với mạng lõi 4G EPC thông qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.



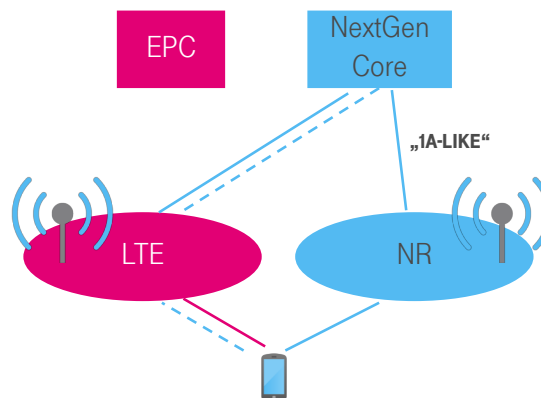
Hình 2-13. Lựa chọn 6 sử dụng mạng lõi 4G EPC kết hợp với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.

- Lựa chọn 7 được minh họa trong Hình 2-14 trong đó sử dụng mạng lõi 5G với tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập 4G LTE/LTE-Advanced. Trong khi đó, thiết bị đầu cuối có đồng thời hai kết nối dữ liệu đến cả mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Mạng truy nhập vô tuyến 5G NR sau đó sẽ chuyển tiếp dữ liệu về mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced. Mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced sẽ tổng hợp dữ liệu nhận được cả trực tiếp từ thiết bị đầu cuối và gián tiếp qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR rồi truyền tới mạng lõi 5G. Chú ý, để triển khai lựa chọn này, mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced phải được nâng cấp để có thể trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR

và để có thể trao đổi cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển với mạng lõi 5G. Giống như lựa chọn 3 và lựa chọn 4, việc truyền dữ liệu đồng thời qua hai mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và 5G NR ở lựa chọn 7 giúp tăng tốc độ dữ liệu đối với thiết bị đầu cuối. Một biến thể của lựa chọn này, còn gọi là lựa chọn 7a, được minh họa trong Hình 2-15 trong đó mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced truyền dữ liệu trực tiếp tới mạng lõi 5G. Trong trường hợp này, cần nâng cấp mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced để có thể trao đổi cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển với mạng lõi 5G. Tuy nhiên, khác với lựa chọn 7, không cần nâng cấp mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced để trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.



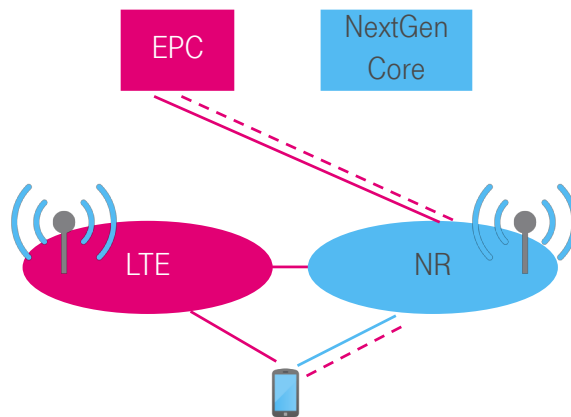
Hình 2-14. Lựa chọn 7 sử dụng mạng lõi 5G và tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced.



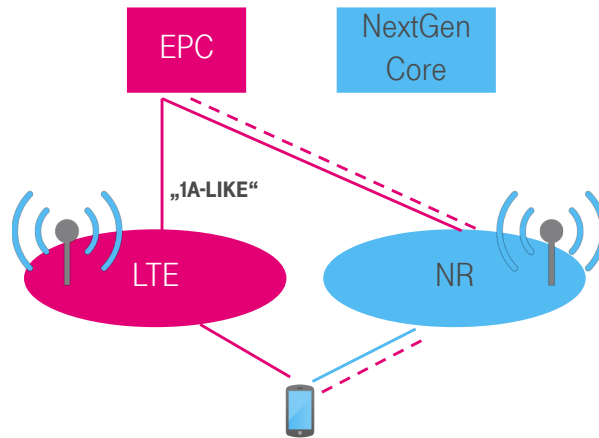
Hình 2-15. Lựa chọn 7 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 7a, trong đó dữ liệu được truyền trực tiếp từ mạng truy nhập vô tuyến 5G NR lên mạng lõi 5G.

- Lựa chọn 8 được minh họa trong Hình 2-16 trong đó sử dụng mạng lõi 4G EPC với tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập 5G NR. Trong khi đó,

thiết bị đầu cuối có đồng thời hai kết nối dữ liệu đến cả mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced sau đó sẽ chuyển tiếp dữ liệu về mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Mạng truy nhập vô tuyến 5G NR sẽ tổng hợp dữ liệu nhận được cả trực tiếp từ thiết bị đầu cuối và gián tiếp qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced rồi truyền tới mạng lõi 4G EPC. Chú ý, để triển khai lựa chọn này, mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced phải được nâng cấp để có thể trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Ngoài ra, mạng lõi 4G EPC cũng phải được nâng cấp để có thể trao đổi cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Giống như lựa chọn 3, lựa chọn 4 và lựa chọn 7, việc truyền dữ liệu đồng thời qua hai mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced và 5G NR ở lựa chọn 8 giúp tăng tốc độ dữ liệu đối với thiết bị đầu cuối. Một biến thể của lựa chọn này, còn gọi là lựa chọn 8a, được minh họa trong Hình 2-17 trong đó mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced truyền dữ liệu trực tiếp tới mạng lõi 4G EPC. Trong trường hợp này, chỉ cần nâng cấp mạng lõi 4G EPC để có thể trao đổi cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Tuy nhiên, khác với lựa chọn 8, không cần nâng cấp mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced để trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR



Hình 2-16. Lựa chọn 8 sử dụng mạng lõi 4G EPC và tín hiệu điều khiển được truyền qua mạng truy nhập vô tuyến 5G NR.



Hình 2-17. Lựa chọn 8 biến thể, hay còn gọi lựa chọn 8a, trong đó dữ liệu được truyền trực tiếp từ mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced lên mạng lõi 4G EPC.

2.4. Kết luận chương

Chương này đã trình bày được các nội dung tổng quan về mạng thông tin di động 5G, nhu cầu ứng dụng dịch vụ thông tin 5G. Sau đó, kiến trúc tổng quan và chi tiết về các thành phần của mạng 5G theo tiêu chuẩn của 3GPP đã được trình bày. Phần cuối chương tập trung vào trình bày tập hợp đầy đủ các lựa chọn giải pháp triển khai kiến trúc mạng cơ bản được đề xuất trong 3GPP để cung cấp các lựa chọn linh hoạt để triển khai mạng 5G mới trong khi vẫn có thể tận dụng hạ tầng mạng 4G LTE/LTE-Advanced sẵn có.

CHƯƠNG 3. ĐỀ XUẤT LỰA CHỌN GIẢI PHÁP VÀ LỘ TRÌNH TRIỂN KHAI KIẾN TRÚC MẠNG 5G Ở VIỆT NAM

3.1. Nghiên cứu hiện trạng của một số nhà mạng ở Việt Nam

3.1.1. Hiện trạng mạng thông tin di động ở Việt Nam

Từ năm 2009, Việt Nam đã đầu tư phát triển công nghệ 3G. Sau 9 năm triển khai, số lượng thuê bao sử dụng mạng 3G tại Việt Nam đã tăng từ 7 triệu thuê bao lên xấp xỉ 49 triệu thuê bao và vẫn đang tiếp tục tăng mạnh. Tính đến thời điểm này, công nghệ 3G đã phủ sóng 63/64 tỉnh thành và các vùng biên giới hải đảo. Giá cước 3G cũng ở mức hợp lý, vừa túi tiền đa số người dân. Đây là yếu tố vững chắc để các nhà mạng viễn thông tại Việt Nam triển khai mạng 4G LTE/LTE-Advanced.

Nhu cầu sử dụng dịch vụ dữ liệu cũng như sự tăng trưởng của dịch vụ dữ liệu với các nhà cung cấp OTT gần đây. Số lượng thuê bao di động băng rộng sử dụng dữ liệu gia tăng và làm cho dịch vụ thoại di động truyền thống có xu hướng giảm dần. Theo nghiên cứu từ Ovum, sự thâm nhập của dịch vụ 3G đã gia tăng một cách nhanh chóng lên gấp 3 lần vào cuối quý 3 năm 2016, sóng 3G đã phủ trên 80% lãnh thổ Việt Nam.

Hiện tại với sự phát triển mạnh mẽ của các thiết bị điện thoại thông minh, máy tính bảng, sự phổ cập cũng như nhiều mẫu mã giá thành rẻ làm cho thị trường di động băng rộng phát triển mạnh mẽ. Năm 2016 tỉ lệ thâm nhập điện thoại thông minh tại Việt Nam là 72% ở khu vực đô thị thành phố và 53% ở khu vực nông thôn. Điều này dẫn đến nhu cầu tốc độ, băng thông ngày một cao hơn. Nếu chỉ duy trì mạng 3G sẽ là không đủ, cần phát triển lên công nghệ 4G LTE để đảm bảo đủ dung lượng, nâng cao hiệu quả sử dụng phổ, tiết kiệm băng tần, chi phí đầu tư. Các thiết bị hỗ trợ 4G LTE/LTE-Advanced đã có mặt rộng rãi trên thị trường Việt Nam với nhiều chủng loại và giá thành hợp lý. Đây là yếu tố thuận lợi để Việt Nam có thể triển khai mạng LTE/LTE-Advanced.

Trước tình hình phát triển mạnh mẽ của mạng 4G LTE/LTE-Advanced trên thế giới, tại hội thảo về 4G diễn ra vào tháng 3 năm 2015, Bộ Thông tin – Truyền thông đã công bố lộ trình và kế hoạch cấp phép băng tần triển khai 4G LTE/LTE-Advanced và cho phép các nhà mạng được dung băng tần 1800MHz (trước kia được dung cho 2G) để triển khai thử nghiệm 4G LTE/LTE-Advanced vào cuối tháng 04/2015.

Tại Việt Nam, 3 nhà mạng lớn được Bộ TT&TT cấp giấy phép thiết lập mạng viễn thông công cộng và giấy phép cung cấp dịch vụ viễn thông 4G bao gồm: Viettel, Mobifone và Vinaphone. Như vậy năm 2017 cuộc đua 4G chính thức bùng nổ, cạnh tranh giữa các nhà mạng hứa hẹn sẽ đem tới cho khách hàng những trải nghiệm 4G LTE/LTE-Advanced với tốc độ cao và chất lượng nhất.

Sau quá trình khởi động, VNPT đã triển khai lắp đặt trạm 4G tại nhiều địa phương để chuẩn bị cho việc phổ biến mạng này trên toàn quốc trong năm 2017. Theo kế hoạch, trong năm nay, VNPT sẽ đưa khoảng 15.000 trạm thu phát sóng 4G chính thức đi vào hoạt động, phủ sóng tất cả các khu vực trọng điểm tại 63 tỉnh thành trên cả nước.

Trong khi đó, Viettel đã khai trương dịch vụ 4G LTE trên toàn quốc sử dụng công nghệ 4T4R trong tháng 4 vừa qua, đồng thời triển khai 36.000 trạm thu phát sóng, phủ sóng 95% dân số. Riêng nhà mạng MobiFone, hiện nay MobiFone đã xây dựng được 4.500 trạm phát sóng 4G LTE và dự kiến con số này sẽ là 30.000 trạm phát sóng 4G giai đoạn 2017 – 2018.

Theo đánh giá của các chuyên gia, sự triển khai mạnh mẽ mạng 4G LTE sẽ tạo điều kiện thuận lợi thúc đẩy phát triển các dịch vụ giá trị gia tăng trên nền tảng 4G nhằm nâng cao trải nghiệm khách hàng. Bên cạnh đó, các nhà mạng viễn thông cũng phải đối mặt với những thách thức không hề nhỏ liên quan tới cơ sở hạ tầng kỹ thuật như: nâng cấp hệ thống mạng lưới kỹ thuật, các đường truyền tốc độ cao, quản trị lưu lượng hiệu quả, cải tiến các phần mềm quản lý thuê bao, phát triển các thiết bị đầu cuối tương thích công nghệ 4G và bảo mật thông tin trên nền tảng mạng 4G LTE/LTE-Advanced.

Tại Hội thảo Quốc tế 4G LTE 2017 do Hiệp hội Internet Việt Nam phối hợp với Tập đoàn dữ liệu quốc tế IDG Việt Nam tổ chức ngày 27/7 tại Hà Nội, theo số liệu từ Cục Viễn thông (Bộ TT&TT), Việt Nam hiện có gần 60 triệu thuê bao băng rộng, trong đó có khoảng 48 triệu thuê bao di động băng rộng gồm cả 3G và 4G. Xét về tỷ lệ số SIM 4G đã đổi với tỉ lệ người dung dịch vụ 4G hiện tại là không cao, mới chỉ 3,5 triệu người (trong tổng số 6,3 triệu SIM 4G được đổi) nhưng Bộ TT&TT cho rằng trong thời gian tới tỷ lệ thuê bao dung 4G sẽ phát triển mạnh mẽ.

Tốc độ tăng trưởng thuê bao đăng ký sử dụng Internet băng rộng cố định tăng khoảng 8,2% so với năm 2016, thuê bao đăng ký di động tăng 2,2% so với năm 2016. Như vậy số lượng thuê bao di động ở Việt Nam giai đoạn 2016-2021 sẽ tăng trưởng với tốc độ chậm lại.

Theo dự báo ARPU di động của Việt Nam ở mức dưới 5\$ hàng năm, ở mức thấp so với thế giới mặc dù lượng dữ liệu sử dụng tăng nhanh nhưng phải đối mặt với vấn đề nhạy cảm về giá cước và sự cạnh tranh gay gắt giữa các nhà cung cấp. Có thể thấy rằng theo dự báo thì từ nay đến năm 2020-2021, người sử dụng tại Việt Nam sẽ chuyển sang sử dụng dịch vụ data thay thế cho dịch vụ thoại truyền thống. Doanh thu thoại sẽ giảm và doanh thu trên data sẽ tăng. Đây là xu hướng chung và là động lực phát triển cho LTE và 5G vì cả hai nền tảng này sử dụng công nghệ chuyển mạch gói cung cấp dịch vụ data cho khách hàng.

Dựa vào các thông số dự báo được cung cấp từ các báo cáo phân tích đánh giá của Ovum, GSA và từ các nhà mạng viễn thông khác (Viettel, Mobifone, Vinaphone) có thể thấy nhu cầu dữ liệu data ở Việt Nam trong những năm tới sẽ tăng rất mạnh, số lượng thuê bao phát triển lên 4G tăng cao do cả 3 nhà mạng lớn ở Việt Nam đều cam kết triển khai thương mại 4G LTE trên toàn quốc. Vấn đề gói cước dịch vụ, các nhà mạng đều đã cho biết sẽ có những gói cước 4G dành riêng với đơn giá dữ liệu rẻ hơn 3G cho người dùng. Tuy nhiên phải chờ tới khi chính thức khai trương dịch vụ trên diện rộng thì các gói cước này mới được áp dụng. Điện thoại thông minh đã trở nên phổ biến nhanh chóng ở Việt Nam trong thời gian qua. Theo thông tin mới đây nhất thì hiện có khoảng 52% dân số Việt Nam đang sở hữu điện thoại thông minh. Đây là điều kiện rất thuận lợi để 4G có thể phát triển nhanh bởi một lượng lớn người dùng đã có nền tảng nhất định về kiến thức sử dụng thiết bị số thông minh.

Việc các nhà mạng đẩy mạnh triển khai 4G được các chuyên gia đánh giá sẽ là đòn bẩy cho Việt Nam bước vào cuộc cách mạng công nghiệp 4.0. Việc triển khai thành công 4G và tiếp theo 5G sẽ giúp Việt Nam bắt kịp với cuộc cách mạng lần thứ 4 khi vai trò của viễn thông phải đảm bảo cho việc kết nối mạng, đòi hỏi tốc độ cao và liên tục. Theo dự báo của Qualcomm đến năm 2020, 60% thiết bị di động bán trong nước tương đương với 120 triệu thiết bị sẽ hỗ trợ kết nối 4G. Xu hướng này cũng bắt kịp với thế giới khi hiện nay trên toàn cầu đã có 601 mạng LTE/LTE-A được triển khai và thương mại hóa ở 189 quốc gia. Cũng theo đánh giá từ đại diện Qualcomm, 4G LTE sẽ đem lại những dịch vụ, cơ hội kinh doanh mới cho các nhà mạng, nhà cung cấp dịch vụ, nội dung, nhà sản xuất thiết bị cũng như toàn bộ hệ sinh thái di động tại Việt Nam. 4G LTE sẽ là nền tảng thiết yếu khi Việt Nam đi vào kỷ nguyên IoT và chuẩn bị tham gia vào cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ 4.

Việc đẩy mạnh lộ trình phát triển công nghệ và triển khai các công nghệ mới nhất của LTE/LTE-A là điều rất quan trọng cho Việt Nam để tạo tiền đề vững chắc và chuẩn bị sẵn sàng cho công nghệ 5G.

Khi thế giới triển khai thử nghiệm mạng 4G đầu tiên (năm 2009) các định hướng và tầm nhìn cho công nghệ 5G đã được hình thành. Tại Việt Nam công nghệ 5G cũng sớm được nghiên cứu để bắt kịp xu hướng thế giới. Năm 2017, các cuộc hội thảo về 5G được tổ chức: hội thảo “Hệ sinh thái di động 5G và các thách thức nghiên cứu” tại Học viện CNBCVT, 03/2017, giới thiệu những nghiên cứu về công nghệ 5G trên thế giới, những định hướng và công nghệ của mạng vô tuyến thế hệ thứ 5; hội thảo “Những thách thức trong nghiên cứu mạng 5G” tại Đại học Duy Tân, 04/2017, giới thiệu những cơ hội và thách thức trong quá trình nghiên cứu và ứng dụng mạng 5G vào thực tế; hội thảo “Quản lý tần số đối với vô tuyến băng rộng và kết nối vạn vật” của Cục Tần số - Bộ TT&TT, 06/2017, giới thiệu bức tranh toàn cảnh về xu hướng phát triển của vô tuyến băng rộng và IoT trên thế giới hiện nay.

Mới đây nhất vào tháng 07/2017, Hội thảo trình diễn công nghệ 5G đầu tiên tại Việt Nam, đưa ra các đánh giá về hạ tầng mạng, vạn vật kết nối và các giải pháp kinh doanh kỹ thuật số do Cục Tần số vô tuyến điện (Bộ TT&TT) phối hợp với công ty Ericsson Việt Nam và Myanmar tổ chức tại Hà Nội. Hội thảo đã cho thấy ảnh hưởng công nghệ và tác động kinh tế của 5G trong các ngành công nghiệp bao gồm: sản xuất, y tế, năng lượng và giao thông công cộng. Hệ thống thử nghiệm công nghệ 5G bao gồm tất cả chức năng cần thiết cho thử nghiệm tiền thương mại như điều hướng và theo dõi chùm sóng MIMO đa người dung, truyền dữ liệu từ nhiều trạm cho 1 máy đầu cuối và thiết kế tối ưu hóa dữ liệu đường truyền. Tại cuộc trình diễn, tốc độ tín hiệu từ trạm phát đến thiết bị thu đã đạt đến tốc độ 5,75 Gbps ở chiều downlink.

Các nhà mạng hiện đang tập trung trong việc phát triển công nghệ, tối ưu cơ sở hạ tầng mạng lưới và đảm bảo tính tương thích với các thiết bị đầu cuối. Mạng 4G LTE/LTE-Advanced hiện đại tốc độ cao sẽ là thành phần quan trọng của mạng 5G trong tương lai. Từ đó Việt Nam sẽ có cơ sở vững chắc về hạ tầng mạng truyền dẫn có khả năng nắm bắt nhanh chóng các công nghệ theo tiêu chuẩn mới nhất đi lên mạng 5G và bắt kịp với xu hướng công nghệ chung của thế giới. Tuy công nghệ 4G LTE/LTE-Advanced và những ứng dụng của nó chưa thực sự được phổ cập tới tay khách hàng nhưng dự báo trong vài năm nữa, khi nhu cầu của khách hàng tăng cao, nhất định sẽ có những hạn chế về mặt chất lượng dịch vụ do LTE đem lại. Khi đó

theo sự phát triển một cách tự nhiên, thế hệ mạng tiếp theo 5G sẽ dần thay thế cho LTE với những công nghệ vượt bậc giúp nâng cao chất lượng dịch vụ của mạng lưới. Vì vậy ngay từ lúc này việc các nhà mạng bắt tay vào nghiên cứu, ứng dụng mạng 5G là hết sức cần thiết.

3.1.2. Hiện trạng triển khai thử nghiệm mạng 5G tại Việt Nam

Mạng 5G không chỉ là cơ hội về dịch vụ kết nối, mà còn là cơ hội để phát triển ngành công nghiệp thông tin (ICT). Với nhu cầu lớn về thiết bị mạng lưới và đặc biệt là thiết bị đầu cuối, 5G sẽ tạo ra thị trường lớn cho các công ty công nghệ Việt Nam.

Bộ Thông tin và Truyền thông (TT&TT) đã cấp phép thử nghiệm 5G cho 3 doanh nghiệp viễn thông (Viettel, VNPT và MobiFone). Đầu tháng 5/2019, Viettel cùng với Tập đoàn Ericsson (Thụy Điển) thực hiện cuộc gọi đầu tiên trên mạng di động 5G ở Việt Nam. Việc thử nghiệm kỹ thuật này, nhằm đánh giá về khả năng ứng dụng công nghệ 5G trong thực tiễn tại Việt Nam. Ghi nhận tốc độ kết nối mạng 5G với thiết bị đầu cuối đã đạt từ 1,5 – 1,7 Gbps, vượt xa tốc độ giới hạn lý thuyết của mạng 4G LTE, tương đương với tốc độ của cáp quang thương mại. Sau thử nghiệm, Viettel sẽ tiếp tục mở rộng mạng di động 5G tại Hà Nội và TP Hồ Chí Minh.

3.1.2.1. Tập đoàn Bưu chính viễn thông Việt Nam VNPT

VNPT đã khẩn trương thiết lập mạng 5G thử nghiệm tại Hà Nội và TP Hồ Chí Minh và Mobifone dự kiến tại Hà Nội, Hải Phòng và Đà Nẵng. Đại diện VNPT cho biết, để thử nghiệm hệ thống mạng 5G, VNPT đã ký kết thỏa thuận hợp tác phát triển với Tập đoàn Nokia để cùng thiết lập phòng Lab nghiên cứu về công nghệ và giải pháp, ứng dụng trong mạng di động 5G. Hai bên sẽ hợp tác thử nghiệm các công nghệ mạng 5G và các giải pháp, ứng dụng trên mạng 5G, nghiên cứu, khảo sát, thử nghiệm triển khai công nghệ 5G. Nokia sẽ hiện đại hóa mạng lưới VNPT theo định hướng 5G và Cloud. Bên cạnh đó, hai bên cũng hợp tác chia sẻ thông tin về các nghiên cứu mới nhất về công nghệ, sản phẩm mới trên mạng 5G. Dự án này sẽ được thực hiện trong 3 năm, với tổng giá trị khoảng 15 triệu USD.

VNPT cũng tăng cường hợp tác với nhiều đối tác công nghệ lớn trên thế giới để xây dựng nguồn nhân lực, nhằm làm chủ và tham gia vào hệ sinh thái 5G (từ mạng lưới, nền tảng platform kết nối cung cấp dịch vụ, ứng dụng trên nền 5G, an ninh, an toàn). Đây là các dự án đặt nền móng cho quá trình chuyển đổi và hiện đại hóa toàn bộ hạ

tầng mạng lõi của VNPT để có thể vận hành và khai thác trên nền tảng công nghệ ảo hóa và điện toán đám mây (cloud).

Không chỉ tập trung đầu tư nâng cấp và phát triển hạ tầng mạng lưới, VNPT còn chủ động sản xuất thiết bị với mục tiêu nội địa hóa các sản phẩm viễn thông, để giúp tiết kiệm chi phí, đảm bảo an ninh thông tin.

Theo kế hoạch, các nhà mạng thử nghiệm 5G năm 2019 và triển khai thương mại năm 2020 là định hướng phát triển của nền công nghiệp thông tin (ICT) Việt Nam. Việc thử nghiệm công nghệ 5G ở khu vực tần số cao, về khả năng phủ sóng trong thành phố, đánh giá về can nhiễu vệ tinh, thử nghiệm tốc độ cao, dung lượng lớn để đánh giá độ suy hao, thử nghiệm các ứng dụng của 5G, trong đó có các ứng dụng cho nhà máy thông minh, đô thị thông minh, IoT, hệ sinh thái 5G...

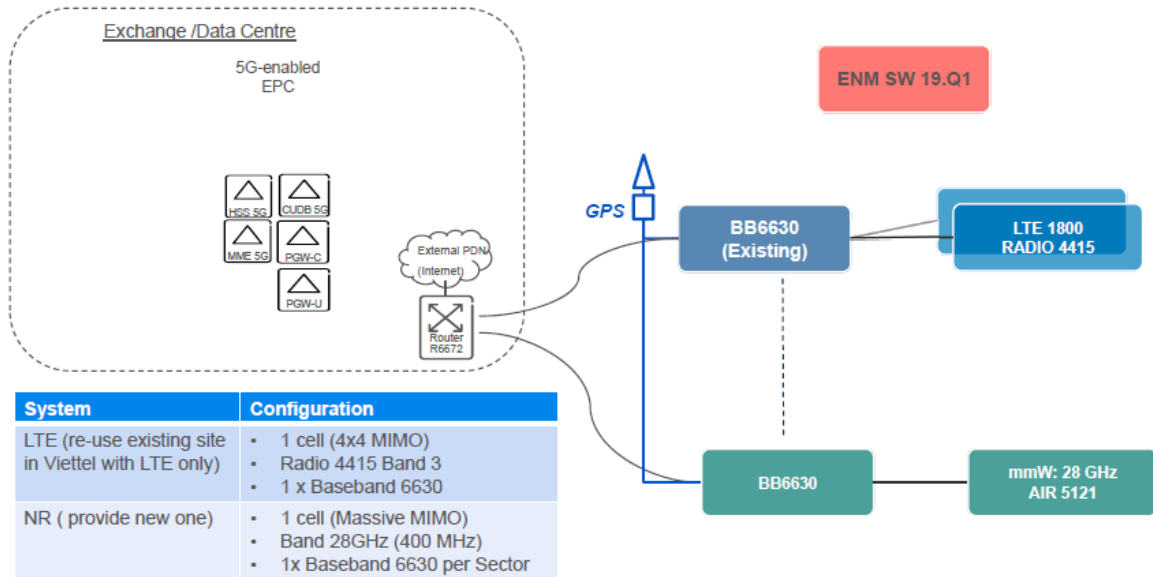
3.1.2.2. Tổng công ty Viễn thông Mobifone

Đại diện MobiFone cho biết, quá trình thử nghiệm 5G sẽ cung cấp dịch vụ miễn phí cho khách hàng các ứng dụng dữ liệu tốc độ siêu cao eMBB, phục vụ nhu cầu thông tin, giải trí như nghe nhạc trực tuyến, video trực tuyến (HD, UHD 4K), trò chơi trực tuyến thời gian thực (AR, VR)... Đây cũng chính là tiện ích mà nhiều khách hàng mong chờ.

3.1.2.3. Tập đoàn Công nghiệp - Viễn thông Quân đội Viettel

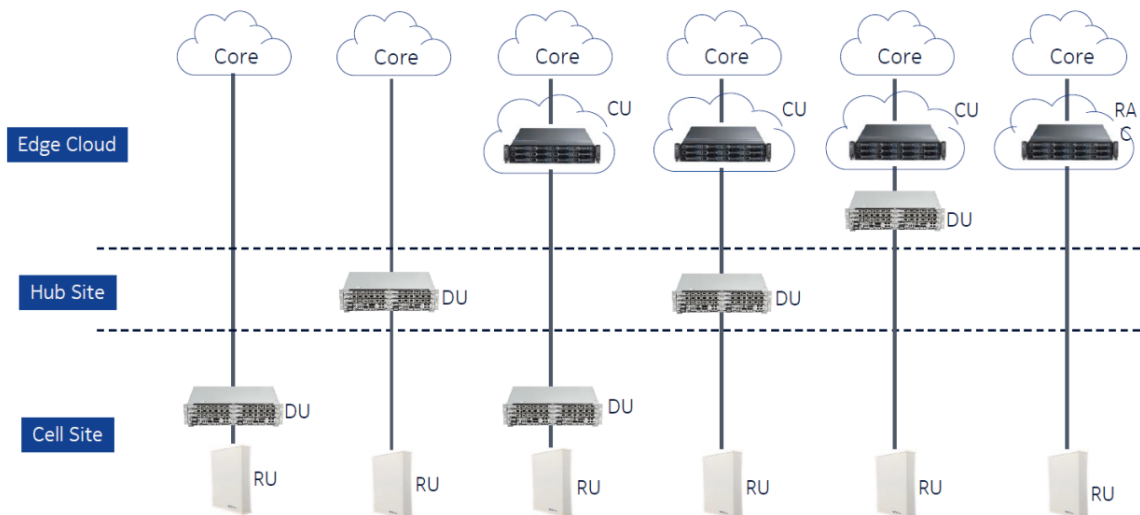
Hiện nay, Viettel đã triển khai 04 cluster cho mạng 5G, cụ thể như sau:

- Cluster 1: phục vụ first call tại HNI với quy mô 03 trạm tại HNI (01 trạm tại tòa nhà Viettel – Crown, 01 trạm tại Duy Tân, 01 trạm tại phố đi bộ - Hoàn Kiếm). Sử dụng band 2600MHz, thiết bị của vendor Ericson, triển khai song song với mạng 4G (chạy chế độ NSA) hoàn thành vào tháng 4/2019. Sơ đồ thiết kế như sau:



Hình 3-1. Sơ đồ thiết kế Cluster 1 cho mạng 5G Viettel

- Cluster 2: 10 gNB tại TP.HCM với band tần triển khai từ 2.6-3.8GHz, sử dụng kiến trúc NSA với thiết bị của vendor Nokia. Hoàn thành tháng 11/2019.
- Cluster 3: 10 gNB ở Hà Nội band tần 2.7 GHz tại quận Ba Đình, sử dụng kiến trúc NSA với thiết bị của vendor Ericsson. Hoàn thành tháng 12/2019.
- Cluster 4: Đường đua F1, triển khai 15 gNB vendor Ericsson với kiến trúc NSA (11 gNB band 3.7GHz, 4 gNB 2.7 GHz).



Hình 3-2. Mô hình triển khai mạng vô tuyến chung cho các cluster.

3.2. Đề xuất lựa chọn giải pháp và lộ trình triển khai kiến trúc mạng 5G

Mục này tập trung nghiên cứu và đề xuất khuyến nghị chọn lựa các giải pháp kiến trúc mạng lộ trình triển khai cho một số nhà mạng ở Việt Nam. Các đề xuất này sẽ dựa trên cơ sở các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng đã trình bày ở Mục 2.3 để hiện trạng của cả nhà mạng ở Việt Nam đã trình bày ở Mục 3.1. Cụ thể, Mục 3.2.1 so sánh và đánh giá các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng đã trình bày ở Mục 2.3. Sau đó, Mục 3.2.2 đưa ra một số đề xuất đối với các nhà mạng ở Việt Nam chưa có mạng 4G LTE/LTE-Advanced. Trong khi đó, Mục 3.2.3 đưa ra một số đề xuất đối với các nhà mạng ở Việt Nam đã có mạng 4G LTE/LTE-Advanced.

3.2.1. So sánh đánh giá các lựa chọn kiến trúc mạng

Các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng đã trình bày ở Mục 2.3 có thể được phân thành hai nhóm: i) nhóm kiến trúc riêng rẽ (SA: Stand-Alone) và ii) nhóm kiến trúc không riêng rẽ (NSA: Non-Stand-Alone). Các lựa chọn giải pháp thuộc nhóm kiến trúc riêng rẽ SA, bao gồm lựa chọn 1, lựa chọn 2, lựa chọn 5 và lựa chọn 6, chỉ sử dụng một công nghệ mạng truy nhập vô tuyến để trao đổi dữ liệu với thiết bị đầu cuối. Trong khi đó, các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng còn lại sử dụng cả hai công nghệ mạng truy nhập vô tuyến 5G NR và 4G LTE/LTE-Advanced để đồng thời trao đổi dữ liệu với thiết bị đầu cuối. Có thể thấy, phần truyền dữ liệu ở các lựa chọn kiến trúc mạng riêng rẽ SA sẽ đơn giản hơn nhưng lại không tận dụng hết được hạ tầng mạng truy nhập vô tuyến để tăng tốc độ dữ liệu so với phần truyền dữ liệu ở các lựa chọn kiến trúc mạng không riêng rẽ NSA.

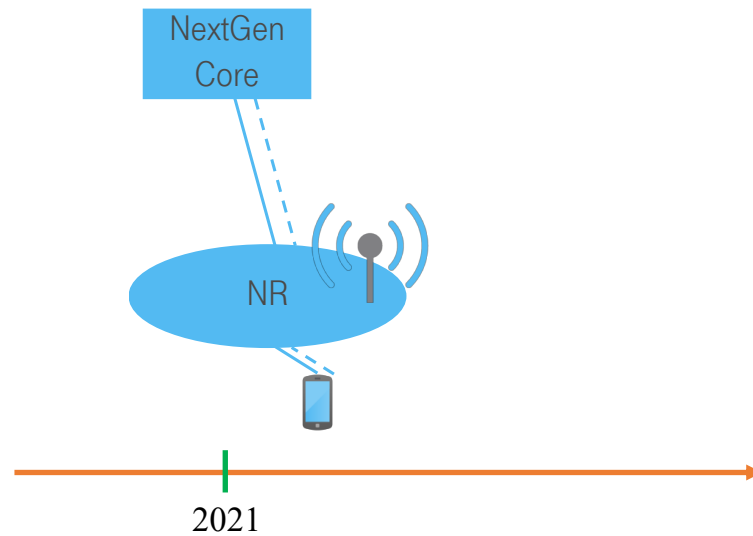
Một số lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng được trình bày ở Mục 2.3, bao gồm lựa chọn 6 và lựa chọn 8, chỉ được trình bày với mục đích tạo ra sự đầy đủ về mặt logic, tuy nhiên nhiều khả năng sẽ không được xảy ra trong thực tế. Cụ thể, lựa chọn 6 đề xuất chỉ sử dụng mạng truy nhập vô tuyến 5G NR kết hợp với mạng lõi 4G EPC. Điều này bỏ qua mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced hiện có vẫn đang hoạt động tốt và sẵn sàng liên kết làm việc với mạng lõi 4G EPC trong khi lại yêu cầu nâng cấp mạng lõi 4G EPC để có thể trao đổi cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Tương tự, lựa chọn 8 đề xuất sử dụng mạng truy nhập vô tuyến 5G NR để chuyển tiếp tín hiệu điều khiển giữa mạng lõi 4G EPC và thiết bị đầu cuối trong khi mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced chỉ dùng để chuyển tiếp dữ liệu. Điều này không hợp lý và hiệu quả vì mạng truy nhập

vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced đang thực hiện tốt việc truyền tín hiệu điều khiển giữa thiết bị đầu cuối và mạng lõi 4G EPC và thường có vùng phủ rộng hơn mạng truy nhập vô tuyến 5G NR. Vì vậy, lựa chọn 6 và lựa chọn 8 sẽ không được đề xuất sử dụng cho các nhà mạng ở Việt Nam cũng như ở trên thế giới.

Như đã trình bày ở đầu Mục 2.3, một động lực thúc đẩy cho việc 3GPP nghiên cứu và khảo sát các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng khác nhau là để tận dụng hiệu quả hạ tầng mạng 4G hiện có. Như vậy, việc đề xuất lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng và lộ trình triển khai tương ứng cho các nhà mạng ở Việt Nam sẽ phụ thuộc nhiều vào việc nhà mạng đó có đang vận hành khai thác một mạng 4G hay không. Chính vì vậy, phần tiếp theo của Mục này sẽ thảo luận hai trường hợp tương ứng với việc chưa có hay đã có mạng 4G LTE/LTE-Advanced.

3.2.2. Đối với các nhà mạng ở Việt Nam chưa có mạng 4G LTE/LTE-Advanced

Đến thời điểm tháng 5/2020, chính phủ Việt Nam vẫn chưa chính thức cấp phép triển khai mạng 5G thương mại cho một nhà mạng nào, dù đã cấp giấy phép triển khai thử nghiệm mạng 5G cho một số công ty như Viettel, VNPT và Mobifone. Như vậy, việc có một hoặc nhiều nhà mạng mới tham gia cung cấp dịch vụ di động 5G là điều hoàn toàn có thể xảy ra. Thêm vào đó, hiện nay một xu hướng trên thế giới là các tập đoàn và công ty lớn đang xin giấy phép để triển khai các mạng 5G riêng chỉ để phục vụ tập đoàn hay công ty đó. Ví dụ, đến tháng 5/2020, đã có 30 công ty ở Đức đã nộp hồ sơ mua giấy phép sử dụng phổ tần số vô tuyến điện để triển khai mạng 5G riêng cho công ty của mình. Xu hướng này hoàn toàn có thể xảy ra ở Việt Nam. Tóm lại, trong vài năm tới, vẫn có thể xảy ra trường hợp xuất hiện các nhà mạng hoàn toàn mới ở Việt Nam. Các nhà mạng này chưa có hạ tầng mạng thông tin di động 4G. Do đó, lựa chọn 2 được đề xuất cho các nhà mạng này, tức là các nhà mạng này triển khai một mạng lõi 5G và một mạng truy nhập vô tuyến 5G NR để cung cấp dịch vụ 5G cho thiết bị đầu cuối.



Hình 3-3. Kiến trúc mạng được đề xuất cho các nhà mạng triển khai mới hoàn toàn mạng 5G NR riêng rẽ từ khi bắt đầu trong điều kiện chưa có sẵn mạng 4G LTE/LTE-Advanced.

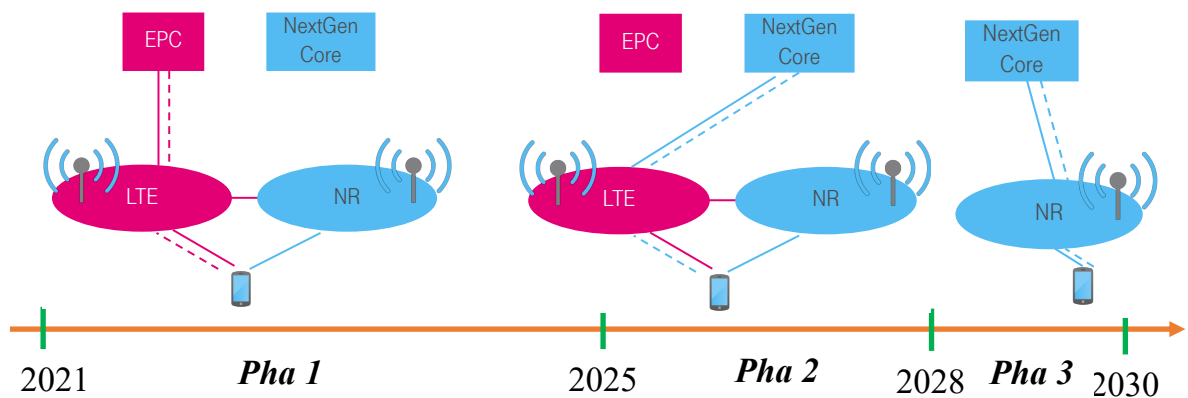
3.2.3. Đối với các nhà mạng ở Việt Nam đã có mạng 4G LTE/LTE-Advanced

Đối với các nhà mạng ở Việt Nam đã có mạng 4G LTE/LTE-Advanced như Viettel, VNPT và Mobifone, việc đề xuất một lộ trình triển khai với việc nâng cấp từng bước hạ tầng mạng qua các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng khác nhau sẽ phù hợp hơn. Cụ thể, lộ trình triển khai này có thể sẽ giúp các nhà mạng này có thể tận dụng tối đa hạ tầng mạng 4G sẵn có đặc biệt trong giai đoạn đầu phát triển với số thuê bao 5G còn ít và chưa xuất hiện nhiều dịch vụ 5G có yêu cầu kỹ thuật cao. Lộ trình triển khai phù hợp còn giúp các nhà mạng này có thêm thời gian cân nhắc và chuẩn bị trong việc mua và triển khai thiết bị. Giả thiết rằng các nhà mạng bắt đầu triển khai mạng 5G thương mại từ năm 2021. Chú ý rằng, lộ trình triển khai được đề xuất hoàn toàn có thể được hiệu chỉnh cho phù hợp với mốc bắt đầu triển khai thực tế. Cụ thể, học viên đề xuất lộ trình triển khai mạng 5G dựa trên nền tảng mạng 4G sẵn có với ba pha như sau:

- Pha 1 (từ 2021-2024): chuyển từ lựa chọn 1 (mạng 4G hiện có) lên lựa chọn 3 hoặc lựa chọn 3a bằng cách triển khai thêm các gNB của mạng truy nhập vô tuyến 5G NR và nâng cấp mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced phải được nâng cấp để có thể trao đổi dữ liệu với mạng truy nhập vô tuyến 5G NR hoặc mạng lõi 5G. Kiến trúc mạng này đặc biệt phù hợp với việc cung cấp dịch vụ 5G tại một số điểm nóng (hotspot) có yêu cầu dịch vụ cao. Ngoài ra, pha này chưa yêu cầu nhà mạng phải triển khai ngay mạng lõi 5G.

- Pha 2 (từ 2025-2028): chuyển từ lựa chọn 3 sang lựa chọn 7 hoặc lựa chọn 7a bằng cách thay thế mạng lõi 4G EPC bằng mạng lõi 5G. Khi đó, mạng truy nhập vô tuyến 4G LTE/LTE-Advanced hiện có sẽ được nâng cấp để có thể trao đổi tín hiệu điều khiển với mạng lõi 5G.
- Pha 3 (2029-2030): vào thời điểm nay, có thể số thuê bao 5G đã trở nên thống trị và mạng 4G có thể cũng đã khá lỗi thời. Khi đó, học viên đề xuất chuyển từ lựa chọn 7 hoặc lựa chọn 7a sang lựa chọn 2 để mạng lõi 5G và thiết bị đầu cuối chỉ trao đổi cả dữ liệu và tín hiệu điều khiển qua mạng truy nhập 5G.

Liên quan đến vấn đề băng tần, mạng 4G hiện nay chủ yếu hoạt động ở băng tần thấp, dưới 2,6GHz) trong khi mạng 5G thường hoạt động ở băng tần cao 3,5GHz hoặc 4,9GHz. Do đó, trong pha đầu, mạng 4G thường có vùng phủ rộng hơn mạng 5G đồng thời mạng 5G mới triển khai nên mạng 4G sẽ đóng vai trò truyền báo hiệu theo lựa chọn 3 của kiến trúc mạng. Trong các pha tiếp theo, khi mạng 5G đã phát triển rộng rãi hơn thì sẽ dần chiếm vai trò truyền báo hiệu theo lựa chọn kiến trúc 7 và dần dần khi đến 2030 mạng 4G chỉ còn được triển khai rất hạn chế trong khi các băng tần thấp được quy hoạch lại cho mạng 5G thì lựa chọn kiến trúc mạng 2 sẽ phù hợp.



Hình 3-4. Lộ trình triển khai các lựa chọn kiến trúc mạng 5G cho các nhà mạng đã có sẵn mạng 4G LTE/LTE-Advanced ở Việt Nam

3.3. Kết luận chương.

Chương này đã trình bày hiện mạng thông tin di động ở Việt Nam, hiện trạng thử nghiệm mạng 5G của các nhà mạng ở Việt Nam. Chương này cũng so sánh đánh giá các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng. Trên cơ sở đó, học viên đã đề xuất chọn các lựa chọn giải pháp kiến trúc lộ trình triển khai tương ứng cho các nhà mạng ở Việt Nam tùy theo hiện trạng mạng 4G của nhà mạng đó.

KẾT LUẬN

Đến tháng 5/2020, ba nhà mạng lớn nhất ở Việt Nam là Viettel, VNPT và Mobione đều đã thử nghiệm thành công mạng 5G. Như vậy, nhu cầu triển khai thực tế các mạng thương mại 5G là rất lớn. Trong phạm vi một luận văn thạc sỹ kỹ thuật theo hướng ứng dụng, Học viên đã tìm hiểu các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng có thể dựa trên các trao đổi tại 3GPP. Trên cơ sở đó, học viên đã đề xuất chọn các lựa chọn giải pháp kiến trúc mạng và lộ trình triển khai phù hợp hiện trạng mạng và từng giai đoạn phát triển của các quá trình tiêu chuẩn hoá và thương mại hoá các dịch vụ 5G ở Việt Na,

Sau một thời gian nghiên cứu, tham khảo các tài liệu, và được sự chỉ dẫn tận tình của TS. Trương Trung Kiên, luận văn **“Nghiên cứu đề xuất giải pháp và lộ trình triển khai kiến trúc mạng 5G ở Việt Nam”** đã hoàn thành. Việc thực hiện luận văn này đã giúp học viên có điều kiện nghiên cứu sâu hơn các công nghệ mạng 4G LTE/LTE-Advanced và mạng 5G NR. Bên cạnh đó, học viên cũng trau dồi cập nhật được kiến thức mới, phương pháp học tập nghiên cứu chuyên sâu. Tuy nhiên do bản thân còn nhiều hạn chế, học viên rất mong nhận được sự góp ý của các thầy cô giáo và các đồng nghiệp để luận văn được hoàn thiện hơn.

Hướng nghiên cứu tiếp theo: Học viên mong muốn được tiếp tục tìm hiểu các công nghệ mới được áp dụng cho mạng 5G và các mạng sau đó. Nghiên cứu sâu hơn các chỉ dẫn kỹ thuật trong hệ thống chuẩn hóa 3GPP, cập nhật thông tin các bài báo quốc tế, hội thảo chuyên đề về mạng thông tin di động 5G, nắm bắt tình hình triển khai mạng 5G trên thế giới, đúc rút kinh nghiệm để có thể xây dựng các đề xuất phù hợp với Việt Nam trong các báo cáo nghiên cứu tiếp theo.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1]. 3GPP TS 23.501, “*System architecture for 5G system (5GS)*,” Technical Specification Release 15, v.15.7.0, 09/2019.
- [2]. E. Dahlman, S. Parkvall, and J. Skold, “*5G NR: The next generation wireless access technology*,” Academic Press, 2018.
- [3]. P. Marsch, O. Bulakci, O. Queseth and M. Boldi, “*5G system design: Architectural and functional considerations and long term research*,” Wiley, 2018.
- [4]. A. K. Soong et. al, “*5G system design: An end-to-end perspective*,” Springer, 2019.
- [5]. 5G Americas, “*Wireless technology evolution: Transition from 4G to 5G*, 3GPP Release 14 to 16”, Technical report, October 2018.
- [6]. RP-161266, “5G Architecture options – full set,” Deutsche Telekom, June 2016.