

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

-----



**NGUYỄN DUY THUẦN**

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU NĂNG  
MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G CỦA VNPT BẮC NINH**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

*(Theo định hướng ứng dụng)*

HÀ NỘI – 2020

**HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG**

-----



**NGUYỄN DUY THUẦN**

**NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU NĂNG  
MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G CỦA VNPT BẮC NINH**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật Viễn thông**

**Mã số: 8.52.02.08**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT**

***(Theo định hướng ứng dụng)***

**NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC:**

**TS. HOÀNG VĂN VỖ**

**HÀ NỘI - 2020**

## **LỜI CAM ĐOAN**

Tôi cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi.

Các số liệu, kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tác giả luận văn

**Nguyễn Duy Thuần**

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên, tôi xin cảm ơn tới khoa Đào tạo sau đại học - Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông và các thầy cô giảng dạy trực tiếp đã giúp đỡ, truyền đạt cho tôi nhiều kiến thức bổ ích cho hoạt động công tác thực tiễn của bản thân cũng như đúc kết kiến thức vào bản luận văn này.

Đặc biệt, tôi xin bày tỏ lòng cảm ơn sâu sắc tới TS.Hoàng Văn Võ công tác tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông, người thầy đã tận tình hướng dẫn và giúp tôi hoàn thành luận văn này.

Xin chân thành cảm ơn các anh, chị và bạn bè thuộc lớp Cao học Kỹ thuật Viễn thông khóa 2018 đợt 1 đã đồng viên, giúp đỡ tôi trong thời gian học tập và trong quá trình hoàn thiện luận văn.

Mặc dù đã rất cố gắng hoàn thành luận văn, nhưng với thời gian và khả năng có hạn, nên luận văn không thể tránh khỏi còn những thiếu sót, hạn chế. Tôi rất mong được sự góp ý chân thành của các thầy, cô và các bạn để bổ sung hoàn thiện trong quá trình nghiên cứu tiếp theo về vấn đề này.

Xin chân thành cảm ơn!

*Hà nội, ngày 25 tháng 11 năm 2019*

*Học viên*

**Nguyễn Duy Thuần**

## MỤC LỤC

LỜI CAM ĐOAN	i
LỜI CẢM ƠN	ii
MỤC LỤC	iii
DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT	vii
DANH SÁCH HÌNH VẼ	xxi
CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G	3
1.1. Quá trình phát triển của công nghệ thông tin di động	3
1.1.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1 (1G)	3
1.1.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2 (2G)	3
1.1.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3 (3G)	4
1.1.4. Hệ thống thông tin di động thế hệ 4 (4G)	4
1.1.5. Hệ thống thông tin di động thế hệ 5 (5G)	5
1.2. Tổng quan về công nghệ thông tin di động 4G	5
1.3. Các công nghệ trong thông tin di động 4G	6
1.3.1. Các công nghệ thuộc chuẩn WiMAX di động	6
1.3.2. Các công nghệ thuộc chuẩn LTE	7
1.4. Tổng kết	7
CHƯƠNG 2. CÔNG NGHỆ LTE VÀ CÔNG NGHỆ LTE-ADVANCED	9
2.1. Công nghệ LTE	9
2.1.1. Tổng quan về LTE	9
2.1.2. Kiến trúc mạng LTE	11
2.1.2.1. Đặc điểm kiến trúc của LTE	11
2.1.2.2. Mô hình kiến trúc mạng LTE	11

2.1.2.3. Các thành phần trong kiến trúc của LTE	14
2.1.3. Truy nhập vô tuyến trong LTE	22
2.1.3.1. Cấu trúc mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN	22
2.1.3.2. Giao diện vô tuyến trong LTE	23
2.1.3.3. Các chế độ truy nhập vô tuyến	26
2.1.3.4. Băng tần truyền dẫn	26
2.1.3.5. Kỹ thuật đa truy nhập vô tuyến sử dụng trong LTE	27
2.1.3.6. Kỹ thuật đa anten MIMO	29
2.1.3.7. Kỹ thuật lập biểu phụ thuộc kênh	31
2.1.3.8. Kỹ thuật thích ứng đường truyền	31
2.1.3.9. Kỹ thuật Hybrid ARQ	32
2.1.4. Xử lý tín hiệu gọi trong LTE	32
2.1.4.1. Điều chế	32
2.1.4.2. Truyền tải dữ liệu người sử dụng hướng lên	33
2.1.4.3. Truyền tải dữ liệu người sử dụng hướng xuống	34
2.1.4.4. Các thủ tục truy nhập LTE	36
2.2. Công nghệ LTE – Advanced	36
2.2.1. Tổng quan về công nghệ LTE – Advanced	36
2.2.2. Những công nghệ cho LTE-Advanced	37
2.2.2.1. Giải pháp băng thông và phổ tần	37
2.2.2.2. Giải pháp đa anten	38
2.2.2.3. Giải pháp truyền dẫn đa điểm phối hợp	39
2.2.2.4. Giải pháp các bộ lặp và chuyển tiếp	40

2.2.2.5. Giải pháp CDMA đa code đa sóng mang	40
2.3. Tổng kết	45
CHƯƠNG 3. GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU NĂNG MẠNG THÔNG TIN	46
DI ĐỘNG 4G CHO VNPT BẮC NINH	
3.1. Khái quát điều kiện địa lý, kinh tế-xã hội của tỉnh Bắc Ninh	46
3.2. Nhu cầu triển khai các dịch vụ viễn thông băng rộng của VNPT Bắc Ninh	48
3.2.1. Nhu cầu các dịch vụ băng rộng của VNPT và xu hướng phát triển	48
3.2.1.1. Nhu cầu các dịch vụ băng rộng của VNPT	48
3.2.1.2 Xu hướng phát triển các dịch vụ băng rộng	49
3.2.2. Nhu cầu triển khai các dịch vụ viễn thông băng rộng của VNPT Bắc Ninh	51
3.2.2.1. Phát triển các dịch vụ băng rộng	52
3.2.2.2. Phát triển các dịch vụ hội tụ	52
3.2.2.3. Phát triển các dịch vụ đa phương tiện	54
3.2.2.4. Phát triển các dịch vụ tương	54
3.3. Tình hình triển khai mạng 4G ở VNPT Bắc Ninh	54
3.3.1. Tình hình triển khai mạng thông tin di động 4G ở Việt Nam	54
3.3.2. Tình hình triển khai 4G của VNPT	55
3.3.3. Tình hình triển khai mạng thông tin di động 4G tại VNPT Bắc Ninh	56
3.3.4. Giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh	57
3.3.4.1. Lựa chọn giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh	57
3.3.4.2. Phân tích, đánh giá công nghệ LTE-Advanced so với LTE	59
3.3.4.3. Lựa chọn công nghệ 4G phù hợp cho VNPT Bắc Ninh để nâng	62

cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT BắcNinh

3.3.4.4. Lộ trình triển khai công nghệ LTE –Advanced cho VNPT Bắc Ninh	63
3.4. Tổng kết	65
KẾT LUẬN	66
TÀI LIỆU THAM KHẢO	68



## DANH MỤC CÁC THUẬT NGỮ, CHỮ VIẾT TẮT

<b>Viết tắt</b>	<b>Tiếng Anh</b>	<b>Tiếng Việt</b>
3GPP	The 3rd Generation Partnership Project, a grouping of international standards bodies, operators and vendors with the responsibility of standardising the WCDMA based members of the IMT-2000 family	Dự án hùng vốn thế hệ thứ ba, sự hợp thành nhóm của các nhóm tiêu chuẩn, nhà hoạt động và người bán quốc tế với nhiệm vụ tiêu chuẩn hóa WCDMA dựa trên các thành viên của IMT-2000
3GPP(2)	Third Generation Partnership Project (2)	Dự án hùng chung vốn thế hệ thứ 3 (2)
16-QAM	16-Phase Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương pha 16 mức.
64-QAM	64-Phase Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương pha 64 mức
8PSK	Octant Phase Shift Keying	Khóa dịch pha 8 mức
<b>A</b>		
AAA	Authentication Authorization and Accounting	Nhận thực, trao quyền và thanh toán
AAL	ATM Adaptation Layer	Lớp thích ứng ATM
AAL2	ATM Adaptation Layer type 2	Lớp thích ứng ATM kiểu
AAL5	ATM Adaptation Layer type 5	Lớp thích ứng ATM kiểu 5
ACCH	Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết
ACELP	Algebraic Code Excited Linear Prediction	Bộ mã hóa dự báo tuyến tính kích thích theo mã đại số
ABR	Available Bit Rate	Tốc độ biết khả dụng
AC	Authentication Centre	Trung tâm nhận thực

ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	Đường dây thuê bao số bất đối xứng
AI	Acquisition Indicator	Chỉ thị bắt
AICH	Acquisition Indication Channel	Kênh chỉ thị bắt
AMR	Adaptive Multirate	Đa tốc độ thích ứng
AN	Access Network	Truy nhập mạng
ARP	Address Resolution Protocol	Giao thức phân giải địa chỉ
APN	Access Point Name	Tên điểm truy nhập
ARQ	Automatic Repeat Request	Yêu cầu phát lại tự động
ASP	Application Service Provider	Nhà cung cấp ứng dụng
ATM	Asynchronous Transfer Mode	Chế độ truyền dị bộ
AuC	Authentication Center	Trung tâm nhận thực
AT	Access Terminal	Truy nhập đầu cuối
B		
BER	Bit Error Rate	Tỷ số lỗi bit
BCH	Broadcast Channel	Kênh quảng bá
BCCH	Broadcast Control Channel	Kênh điều khiển quảng bá
BG	Border Gateway	Cổng biên giới
B-ISDN	Broadband ISDN	ISDN băng rộng
BLER	Block Error Rate):	Tỷ số lỗi khối
BPSK	Binary Phase-Shift Keying	Khóa dịch pha nhị phân
BS	Base Station	Trạm gốc
BSC	Base Station Controller	Bộ điều khiển trạm gốc
BSS	Base Station Subsystem	Hệ thống con trạm gốc

BSSGP	BSS GPRS Protocol	Giao thức BSS GPRS
BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
Bps	Bit per second	Bit trên giây.
BPSK	Binary Phase Shift Keying	Khóa chuyển pha hai trạng thái
C		
CB	Cell Broadcast	Phát quảng bá ô
CC	Call Control	Điều khiển cuộc gọi
CCCH	Common Control Channel	Kênh điều khiển chung
CCPCH	Common Control Physical Channel	Kênh vật lý điều khiển chung
CCS7	Common Channel Signalling No. 7	Báo hiệu kênh chung số 7
CCTrCH	Coded Composite Transport Channel	Kênh truyền tải đa hợp
CDMA	Code-Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CD/CA-ICH	Collision Detection/Channel Assignment Indicator Channel	Kênh chỉ thị phát hiện va chạm hoặc chỉ thị ấn định kênh
CDMA 1X EV-DO	A variant of CDMA 1X which delivers data only	Một thay đổi của CDMA 1X nó chỉ phân phối dữ liệu
CDMA2000	A member of the IMT-2000 3G family; backwardly compatible with cdmaOne	Một thành viên của họ IMT-2000 3G; cạnh tranh trở lại với cdmaOne
CI	Carrier to Interference ratio	Tỉ số sóng mang trên nhiễu
CGF	Charging Gateway Function	Chức năng cổng tích cước
CHAP	Challenge Handshake Authentication Protocol	Giao thức nhận thực Hồ lệnh bắt tay
CN	Core Network	Mạng lõi

CPCH	Common Packet Channel	Kênh gói chung
CPICH	Common Pilot Channel	Kênh hoa tiêu chung
CUG	Closed User Group	Nhóm người sử dụng đóng
CRC	Cyclical Redundancy Check):	
CRNC	Controlling RNC	RNC điều khiển
CS	Circuit Switched	Chuyển mạch kênh
CSCF	Call State Control Function	Chức năng điều khiển trạng thái cuộc gọi
CSICH	CPCH Status Indication Channel	Kênh chỉ thị trạng thái CPCH
D		
D/A	Digital to Analogue conversion	Chuyển đổi số sang tương tự
DAB	Digital audio Broadcast	Quảng bá âm thanh số
DAC	Digital to Analogue Convertor	Bộ chuyển đổi số sang tương tự
D-AMPS	Digital AMPS, a US wireless standard also known as IS-136	AMPS số, một chuẩn không dây được biết như IS-136
DAN	DECT Access Node	Nút truy cập DECT
DCE	Data Communications Equipment	Thiết bị thông tin dữ liệu
DRNS	Drift RNS	RNS trôi
DRX	Discontinuous Reception	Phát không liên tục
DPCH	Dedicated Physical Channel	Kênh vật lý riêng
DPDCH	Dedicated Physical Data Channel	Kênh vật lý số liệu riêng
DPCCH	Dedicated Physical Control Channel	Kênh vật lý điều khiển riêng
DPSK	Digital Phase Shift Keying	Khóa dịch pha số
DSCH	Downlink Shared Channel	Kênh chia sẻ đường xuống

DSSS	Direct-Sequence Spread Spectrum	Trải phổ chuỗi trực tiếp
DTE	Data Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối dữ liệu
E		
EDGE	Enhanced Data rates for GPRS Evolution	Tốc độ số liệu tăng cường để phát triển GPRS
EGPRS	Enhanced GPRS	GPRS tăng cường
EIR	Equipment Identity Register	Bộ ghi nhận dạng thiết bị
EIRP	Effective Equivalent Isotropically Radiated Power	Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương.
ETSI	European Telecommunications Standards Institute	Viện tiêu chuẩn viễn thông châu Âu
ETSI-BRAN	ETSI Broadband Access Network	Mạng truy nhập băng rộng ETSI
EV-DO	EVolution - Data Optimised	Tiến hóa-Tối ưu hóa dữ liệu
EV-DV	EVolution - Data and Voice	Tiến hóa-Dữ liệu và Thoại
F		
FA	Foreign Agent	Tác nhân khách
FACH	Forward Access Channel	Kênh truy nhập đường xuống
FDD	Frequency-Division Duplex	Ghép song công phân chia theo tần số
FDM	Frequency-Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo thời gian
FDMA	Frequency-Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
FEC	Forward Error Correction	Sửa lỗi thuận
FSK	Frequency Shift Keying; a method of using frequency modulation to	Khóa dịch tần; một phương pháp sử dụng tần số để gửi thông tin số

send digital information

## G

GERAN	GSM/EDGE Radio Access Network	Mạng truy nhập vô tuyến GSM/EDGE
GMSC	Gateway Mobile Services Switching Centre; the gateway between two networks	Trung tâm chuyển mạch dịch vụ di động công; Cổng giữa hai mạng
GPRS	General Packet Radio Service	Dịch vụ vô tuyến gói tổng hợp
GSM	Global System for Mobile communication	Hệ thống toàn cầu cho thông tin di động
GTP	GPRS Tunneling Protocol	Giao thức truyền tunnel GPRS
GTP-C	GPRS Tunneling Protocol-Control plane	Giao thức truyền tunnel-Mặt điều khiển
GTP-U	GPRS Tunneling Protocol-User plane	Giao thức truyền tunnel-Mặt phẳng người sử dụng

## H

HA	Home Agent	Tác nhân nhà
HLR	Home Location Register	Bộ ghi định vị thường trú
HPLMN	Home PLMN	PLMN nhà
HSCSD	High Speed Channel Switching Data	Số liệu chuyển mạch kênh tốc độ cao
HSDPA	High Speed Downlink Packet Access	Đa truy cập gói tải xuống tốc độ cao

## I

IASA	Inter AS Anchor	Lỗi hệ thống liên kiến trúc (trong LTE)
------	-----------------	---

IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers	Học viện các kỹ sư điện và điện tử
IETF	Internet Engineering Task Force	Lực lượng thực hiện nhiệm vụ kỹ thuật Internet
IMEI	International Mobile Equipment Identifier	Nhận dạng thiết bị di động quốc tế
IMT-2000	The family of third generation technologies approved by the ITU	Họ công nghệ thế hệ thứ ba được phê chuẩn bởi ITU.
InterServ	Integrated Services	Các dịch vụ liên kết
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
IP-CAN	IP- Connectivity Access Network	Mạng truy cập kết nối dựa trên IP
IS-136	Cellular standard also known as TDMA or D-AMPS	Tiêu chuẩn tế bào cũng được biết như TDMA hoặc D-AMPS
IS-54	The first evolution in the USA from analogue to digital technology. Used a hybrid of analogue and digital technology, superseded by IS-136	Sự phát triển đầu tiên ở Mỹ từ công nghệ tương tự đến công nghệ số. Sử dụng ghép công nghệ tương tự và số được thay thế bởi IS-136
ISP	Internet Service Provider	Nhà cung cấp dịch vụ Internet
ITU	International Telecommunications Union	Hiệp hội viễn thông quốc tế
ITU-R	ITU Telecommunications Radio Sector	Khu vực vô tuyến viễn thông ITU
ITU-T	ITU Telecommunications Standardisation Sector	Khu vực tiêu chuẩn hóa viễn thông ITU
L		
L2F	Layer Two Forwarding	Định tuyến lớp 2

L2TP	Layer Two Tunneling Protocol	Giao thức truyền tunnel lớp 2
LA	Location Area	Vùng định vị
LAC	L2TP Access Concentrator	Bộ tập trung truy nhập L2TP
LAC	Link Access Control	Điều khiển truy nhập liên kết
LAI	Location Area Identifier	Nhận dạng vùng định vị
LAN	Local Area Network	Mạng vùng nội hạt
LLC	Logical Link Control	Điều khiển kênh logic
LNS	L2TP Network Server	Server mạng L2TP
M		
MAC	Media Access Control	Điều khiển truy nhập môi trường
MAP	Mobile Application Part	Phần ứng dụng di động
MCC	Mobile Country Code	Mã nước di động
ME	Mobile Equipment	Thiết bị di động
MM	Mobility Management	Quản lý di động
MN	Mobile Node	Nút di động
MMS	Multimedia Messaging Service	Dịch vụ truyền bản tin đa phương tiện
MNC	Mobile Network Code	Mã mạng di động
MO	Mobile Originated	Khởi xướng từ MS
MOHO	Mobile Originated Handover	Chuyển giao khởi xướng từ MS
MS	Mobile Station	Trạm di động
MSISDN	Mobile Station ISDN	Số máy di động trong danh bạ
MT	Mobile Terminal	Đầu cuối di động
MTP	Message Transfer Part	Phần truyền bản tin
MTP3-B	Message Transfer Part Level 3-	Mức 3 của phần truyền bản tin-



	Broadband	băng rộng
MVPN	Mobile Virtual Private Network	Mạng riêng ảo di động
N		
NAI	Network Access Identifier	Nhận dạng truy nhập mạng
NCP	Network Control Protocol	Giao thức điều khiển mạng
NS	Network Service	Dịch vụ mạng
NSAPI	(Network Services Access Point Identifier	Nhận dạng điểm truy nhập dịch vụ mạng
O		
O&M	Operation and Management	Khai thác và bảo dưỡng
OA&M	Operations Administration and Maintenance	Khai thác, quản trị và bảo dưỡng
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OSI	Open Systems Interconnection	Kết nối các hệ thống mở
P		
PCCH	Paging Control Channel	Kênh điều khiển tìm gọi
PCPCH	Physical Common Packet Channel	Kênh vật lý gói chung
PCCPCH	Primary Common Control Physical Channel	Kênh vật lý điều khiển chung sơ cấp
PCF	Packet Control Function	Chức năng điều khiển gói
PCH	Paging Channel	Kênh tìm gọi
PDCP	Packed Data Convergence Protocol	Giao thức hội tụ số liệu gói
PDP	Packet Data Protocol	Giao thức số liệu gói
PDSCH	Physical Downlink Shared Channel	Kênh vật lý chia sẻ đường xuống

PDSN	Packet Data Serving Node	Nút dịch vụ dữ liệu gói
PhyCH	Physical Channel	Kênh vật lý
PI	Page Indicator	Chỉ thị tìm gọi
PICH	Page Indication Channel	Kênh chỉ thị tìm gọi
PCH	Pilot Channel	Kênh hoa tiêu
PLMN	Public Land Mobile Network	Mạng di động công cộng mặt đất
PPP	Point-to-Point Protocol	Giao thức điểm đến điểm
PRACH	Physical Random Access Channel	Kênh vật lý truy nhập ngẫu nhiên
PRACH	Physical Random Access Channel	Kênh vật lý truy nhập ngẫu nhiên
PS	Packet Switched	Chuyển mạch gói
PSDN	Public Switched Data Network	Mạng dữ liệu chuyển mạch công cộng
PSK	Phase Shift Keying	Khóa dịch pha
PSPDN	Public Switched Packet Data Network	Mạng dữ liệu gói chuyển mạch công cộng
PSTN	Public Switched Telephone Network	Mạng điện thoại chuyển mạch công cộng
Q		
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế biên độ cầu phương
QAPSK	Quadrature Amplitude Phase Shift Keying	Khóa dịch pha biên độ cầu phương
QoS	Quality of Service; a broad term to describe the performance attributes of an end-to-end connection	Chất lượng dịch vụ; một tên thông thường để mô tả thuộc tính hiệu quả của kết nối end to end
QPSK	Quadrature Phase Shift Keying	Khoá chuyển pha vuông góc
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ

## R

RACH	Random Access Channel	Kênh truy nhập ngẫu nhiên
RANAP	Radio Access Network Application Part	Phần ứng dụng mạng truy nhập vô tuyến
RF	Radio Frequency	Tần số vô tuyến
RLP	Radio Link Protocol	Giao thức đường truyền vô tuyến
RNSAP	Radio Network Subsystem Application Part	Phần ứng dụng hệ thống con mạng vô tuyến
RNS	Radio Network Subsystem	Hệ thống con mạng vô tuyến
RRC	Radio Resource Control	Điều khiển tài nguyên vô tuyến
	RRC Connection	Kết nối RRC
RRM	Radio Resource Management	Quản lý tài nguyên vô tuyến
RTP	Real Time Protocol	Giao thức thời gian thực
RTCP	Real Time Control Protocol	Giao thức quản lý thời gian thực
RSVP	Resource Resrvation Protocol	Giao thức dành trước tài nguyên
S		
SAP	Service Access Point	Điểm truy nhập dịch vụ
SCCP	Signalling Connection Control Part	Phần điều khiển kết nối báo hiệu
SCCPCH	Secondary Common Control Physical Channel	Kênh vật lý điều khiển chung sơ cấp
SCH	Sync Channel	Kênh đồng bộ
SCTP	Stream Control Transmission Protocol	Giao thức truyền dẫn điều khiển luồng
SCCPCH	Secondary Common Control Physical Channel	Kênh vật lý điều khiển chung thứ cấp
SDP	Session Description Protocol	Giao thức mô tả phiên

SM	Session Management	Quản lý phiên
SF	Spreading Factor	Hệ số trải phổ
SIR	Signal-to-Interference Ratio	Tỷ số tín hiệu trên nhiễu
SIP	Session Initiation Protocol	Giao thức khởi đầu phiên
SMS	Short Message Service	Dịch vụ bản tin ngắn
SMS-CB	SMS Cell Broadcast	Dịch vụ quảng bá ô bản tin ngắn
SNDCP	Subnetwork Dependent Convergence Protocol	Giao thức hội tụ phụ thuộc mạng con
SRNS	Serving RNS	RNS phục vụ
SSC	Secondary Synchronization Code	Mã đồng bộ thứ cấp
STTD	Space Time Transmit Diversity	Phân tập phát thời gian không gian
T		
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền dẫn
TCH	Traffic channel	Kênh lưu lượng
TDD	Time Division Duplex	Ghép song công phân chia theo thời gian
TDM	Time Division Multiple	Ghép kênh phân chia theo thời gian
TF	Transport Format	Khuôn dạng truyền tải
TFC	Transport Format Combination	Tổ hợp khuôn dạng truyền tải
TFCI	Transport Format Combination Indicator	Chỉ thị tổ hợp khuôn dạng truyền tải
TFI	Transport Format Identification	Nhận dạng khuôn dạng truyền tải
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity	Nhận dạng thuê bao di động tạm thời

TRAU	Transcoder Rate Adapter Unit; the transport unit for a 16kbit/s traffic channel on the A-bis interface	Khối tương thích tốc độ mã hóa chuyển đổi; đơn vị truyền tải cho kênh lưu lượng 16kbps trên giao diện A-bis
TrCH	Transport channel	Kênh truyền tải
TPC	Transmit Power Control	Điều khiển công suất phát
TSTD	Time Switched Transmit Diversity	Phân tập phát chuyển mạch thời gian
TTI	Transmission Time Interval	Khoảng thời gian truyền dẫn
TTĐĐ	Viết tắt của chữ “Thông Tin Di Động”	Khoảng thời gian truyền dẫn
U		
UDP	User Datagram Protocol	Giao thức datagram của người sử dụng
UE	User Equipment	Thiết bị của người sử dụng
UL	Uplink	Đường lên
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
UNI	User-Network Interface	Giao diện người sử dụng-mạng
URA	UTRAN Registration Area	Vùng đăng ký UTRAN
USIM	UMTS Subscriber Identity Module	Modul nhận dạng thuê bao UMTS
UTRA	Universal Terrestrial Radio Access	Truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network	ạng truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu.

VBR	Variable Bit Rate	Tốc độ bit khả biến
VPLMN	Visited PLMN	PLMN khách
VHE	Virtual Home Environment	Môi trường nhà ảo
VLR	Vistor Location Register	Bộ ghi định vị thường trú
W		
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access	Đa truy nhập vô tuyến phân chia theo thời gian băng rộng
WAP	Wirless Application Protocol	Giao thức ứng dụng vô tuyến

## DANH SÁCH HÌNH VẼ

Hình 2.1: Kiến trúc tổng thể của mạng LTE	12
Hình 2.2: Phát triển kiến trúc LTE của 3GPP hướng tới kiến trúc phẳng hơn	13
Hình 2.3: Kiến trúc tổng thể một hệ thống EPS	14
Hình 2.4: Sơ đồ các thành phần kết nối mạng lõi EPC	15
Hình 2.5: Các chức năng chính của MME	16
Hình 2.6: Các chức năng và giao diện của S-GW	18
Hình 2.7: Các chức năng và kết nối của P-GW	20
Hình 2.8. Chức năng PCRF và các kết nối	21
Hình 2.9: Kiến trúc mạng E-UTRAN tổng quát	22
Hình 2.10: OFDMA và SC-FDMA truyền một chuỗi ký hiệu dữ liệu QPSK	28
Hình 2.11: Các chế độ truy nhập kênh vô tuyến	30
Hình 2.12: Các chòm điểm điều chế trong LTE	33
Hình 2.13: Cấp phát tài nguyên hướng lên được điều khiển bởi bộ lập biểu eNodeB	34
Hình 2.14: Cấp phát tài nguyên đường xuống tại eNodeB	35
Hình 2.15: Ví dụ về khối tập kết sóng mang	38
Hình 2.16: Hệ thống phối hợp với 2 nút chuyển tiếp	40
Hình 2.17: Chuyển tiếp trong LTE-Advanced	40
Hình 2.18: Sự tạo tín hiệu MC-CDMA cho một người dùng	41
Hình 2.19: Máy phát MC-CDMA tuyến xuống	42

Hình 2.20: Sơ đồ khối bộ phát Multi-code CDMA kiểu truyền song song	43
Hình 2.21: Sơ đồ khối bộ thu Multi-code CDMA kiểu truyền song song	43
Hình 2.22: Mô hình bộ phát và thu hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền M-ary	44



## MỞ ĐẦU

### **Lý do chọn đề tài:**

Mạng viễn thông đã chứng kiến những phát triển nhanh trong những năm gần đây. Khi mạng thông tin di động thế hệ thứ ba 3G (Third Generation) đang được sử dụng rộng rãi, thì công nghệ 4G (Fourth Generation) đã bắt đầu được triển khai và được sử dụng nhiều trong những năm gần đây.

Hiện nay, 4G gần như đã được phủ sóng toàn cầu, Việt Nam cũng đang triển khai và đưa vào khai thác mạng 4G. Công nghệ LTE (Long Term Evolution) hứa hẹn nhiều tiềm năng cho thị trường viễn thông Việt Nam.

Bắc Ninh hiện có 04 nhà mạng đang cung cấp dịch vụ trên địa bàn gồm: Vinaphone, MobiFone, Viettel, Vietnamobile. Với đầy đủ các loại dịch vụ: điện thoại cố định, ADSL, truyền số liệu, dịch vụ di động 2G, 3G, 4G. Mặc dù là tỉnh với diện tích nhỏ, dân số trung bình nhưng có nhiều khu công nghiệp trên địa bàn nên nhu cầu sử dụng dịch vụ mạng viễn thông di động của người dân cũng như các doanh nghiệp là rất lớn, nhà mạng Vinaphone đã triển khai mạng 4G/LTE trong địa phận toàn tỉnh, nhưng do tính chất cạnh tranh thị phần giữa các doanh nghiệp viễn thông trong địa bàn là rất cao, nên việc tìm ra giải pháp để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động và từ đó nâng cao chất lượng dịch vụ trong mạng 4G một bài toán được các nhà mạng quan tâm.

Do đó em đã lựa chọn đề tài: **“Nghiên cứu công nghệ thông tin di động 4G và giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh”** nhằm tìm hiểu thực trạng mạng 4G tại tỉnh Bắc Ninh.

### **Tổng quan về vấn đề nghiên cứu:**

Ngày nay, chúng ta ai cũng thấy rõ vai trò quan trọng của thông tin di động bởi khả năng kết nối thông tin mọi lúc mọi nơi. Khi triển khai mạng 4G thì nhà mạng sẽ xác định là đáp ứng được nhu cầu sử dụng thông tin di động của người dân địa phương, các doanh nghiệp trong địa bàn như tốc độ truy cập, vùng phủ sóng, rút ngắn thời gian truyền tải dữ liệu đồng thời mang lại lợi ích cho những giao tiếp có tính chất trao đổi liên tục như trong các game trực tuyến nhiều người chơi, chất

lượng các cuộc gọi video call cũng trở nên tốt hơn nhờ độ trễ của âm thanh và hình ảnh được rút ngắn,...Nhưng do nhu cầu sử dụng rất lớn của doanh nghiệp, dân số trên địa bàn tăng và các công trình xây dựng mới trên địa bàn tỉnh phát triển mạnh, điều đó ảnh hưởng không ít đến chất lượng mạng dẫn tới nghẽn mạng, rớt mạng, tín hiệu yếu,... Chính vì vậy luận văn tập trung nghiên cứu mạng thông tin di động 4G và giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh.

### **Mục đích nghiên cứu:**

Trên cơ sở nghiên cứu về thông tin di động 4G. Luận văn nghiên cứu công nghệ thông tin di động 4G và giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh

### **Đối tượng và phạm vi nghiên cứu.**

Nghiên cứu mạng và công nghệ di động 4G

Thực trạng mạng viễn thông 4G của VNPT trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh

Giải pháp nâng cao hiệu năng mạng 4G VNPT trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh trên cơ sở hiện trạng mạng viễn thông 4G của VNPT trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh và nhu cầu của người sử dụng dịch vụ tại tỉnh.

### **Phương pháp nghiên cứu**

Luận văn được thực hiện dựa trên các phương pháp nghiên cứu:

Thu thập, phân tích các tài liệu và thông tin liên quan đến đề tài (mạng thông tin di động 4G).

Nghiên cứu lý thuyết các bước trong quy hoạch mạng và các giải pháp khác để nâng cao hiệu năng sử dụng

Tìm hiểu thực trạng mạng viễn thông 4G trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

Tìm giải pháp nâng cao chất lượng 4G trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

Để thực hiện mục tiêu trên, luận văn gồm các nội dung sau:

Chương 1: Tổng quan về hệ thống thông tin di động 4G

Chương 2: Công nghệ LTE và Công nghệ LTE – Advanced

Chương 3: Giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh

# CHƯƠNG 1. TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN

## DI ĐỘNG 4G

### 1.1. Quá trình phát triển của công nghệ thông tin di động [1,2,3,4,5]

Với đặc thù của mạng thông tin di động là đảm bảo thông tin mọi nơi mọi lúc, nên mạng thông tin di động đã được các nhà khoa học, các hãng sản xuất thiết bị viễn thông cũng như các công ty cung cấp khai thác và cung cấp các dịch vụ viễn thông đặc biệt quan tâm. Kể từ khi ra đời vào những năm đầu thập niên 70s của thế kỷ 20, đến nay mạng thông tin di động đã trải qua 5 giai đoạn phát triển tương ứng với 5 thế hệ công nghệ khác nhau (1G, 2G, 3G, 4G và 5G) để đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của xã hội loài người.

#### *1.1.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1 (1G)*

1G là mạng thông tin di động không dây cơ bản đầu tiên trên thế giới. Nó là hệ thống giao tiếp thông tin qua kết nối tín hiệu analog được giới thiệu lần đầu tiên vào những năm đầu thập niên 70s. Hệ thống mạng 1G được triển khai vào những năm 1980 và được sử dụng cho đến khi mạng 2G ra đời và thay thế nó.

#### *1.1.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2 (2G)*

Thế hệ thứ 2 (2G) được áp dụng lần đầu tiên tại Phần Lan năm 1991 và được phổ biến trong suốt thập niên 90. Sự phát triển công nghệ thông tin di động thế hệ thứ hai cùng các tiện ích của nó đã làm bùng nổ lượng thuê bao di động trên toàn cầu. Đây là thời kỳ chuyển đổi từ các công nghệ analog sang digital.

Mạng 2G mang tới cho người sử dụng di động 3 lợi ích: mã hoá dữ liệu theo dạng kỹ thuật số, phạm vi kết nối rộng hơn 1G và đặc biệt là sự xuất hiện của tin nhắn dạng văn bản đơn giản – SMS.

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

### ***1.1.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3 (3G)***

3G là thuật ngữ dùng để chỉ các hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 3 (Third Generation). Mạng 3G cho phép truyền cả dữ liệu thoại và dữ liệu ngoài thoại (tải dữ liệu, gửi email, tin nhắn nhanh, hình ảnh...). 3G cung cấp cả hai hệ thống là chuyển mạch gói và chuyển mạch kênh. Hệ thống 3G yêu cầu một mạng truy cập radio hoàn toàn khác so với hệ thống 2G hiện nay. Điểm mạnh của công nghệ này so với công nghệ 2G và 2.5G là cho phép truyền, nhận các dữ liệu, âm thanh, hình ảnh chất lượng cao cho cả thuê bao cố định và thuê bao đang di chuyển ở các tốc độ khác nhau. Với công nghệ 3G, các nhà cung cấp có thể mang đến cho khách hàng các dịch vụ đa phương tiện, như âm nhạc chất lượng cao; hình ảnh video chất lượng và truyền hình số; Các dịch vụ định vị toàn cầu (GPS); E-mail; video streaming; High-ends games;...

Công nghệ 3G được nhắc đến như là một chuẩn IMT-2000 của Tổ chức Viễn thông Thế giới (ITU), thống nhất trên thế giới. Tuy nhiên, trên thực tế các nhà sản xuất thiết bị viễn thông lớn trên thế giới đã xây dựng thành 4 chuẩn 3G thương mại chính: W-CDMA, CDMA 2000, TD-CDMA, TD-SCDMA

### ***1.1.4. Hệ thống thông tin di động thế hệ 4 (4G)***

Một hệ thống công nghệ viễn thông di động thế hệ thứ 4 – 4G, ngoài việc phục vụ nhu cầu truyền tải dữ liệu âm thanh và các dịch vụ truyền thống của 3G còn cung cấp dịch vụ Internet di động băng thông rộng cho máy tính xách tay với modem USB cho điện thoại thông minh và các thiết bị di động khác. Dịch vụ đạt tiêu chuẩn 4G phải đảm bảo tốc độ kết nối 100Mbit/giây với kết nối đang di chuyển với tốc độ cao và 1Gbits/giây với kết nối di chuyển với tốc độ thấp.

Hiện tại có 2 chuẩn công nghệ được coi là 4G đang được sử dụng:

- Chuẩn di động WiMAX được triển khai lần đầu tiên tại Hàn Quốc năm 2006
- Chuẩn di động LTE (Long Term Evolution – Tiến hóa dài hạn) được triển khai lần đầu tiên tại Thụy Điển năm 2009.

### ***1.1.5. Hệ thống thông tin di động thế hệ 5 (5G)***

Các nhà sản xuất thông tin di động bắt đầu chuẩn bị cho cuộc đua phát triển mạng thông tin di động 5G- thế hệ mạng không dây trong tương lai.

Hiện 5G còn đang trong giai đoạn phát triển và hứa hẹn sẽ ứng dụng rộng rãi trong tương lai gần nhưng là sản phẩm mới nhất, 5G sẽ khắc phục những khuyết điểm của 4G-LTE, đặc biệt là tốc độ truyền tải dữ liệu nhanh hơn gấp 20 lần, đạt 20 Gbps mỗi cell đơn tải về. Người dùng có thể xem trực tuyến video “8K” ở định dạng 3D, kết nối thiết bị VR và chơi game mà gần như không có độ trễ. 5G phục vụ cho một thế giới vạn vật kết nối trong đó sự kết nối biến dữ liệu thành thông tin, tri thức để sử dụng phục vụ cho mục đích kinh doanh, con người và xã hội. 5G được mô tả bởi sáu từ: “ Linh hoạt - An toàn - Sử dụng tần số hiệu quả - Chi phí hợp lý - Nhanh - Tốc độ cực nhanh - Bền vững”. Nói ngắn gọn, công nghệ 5G là một mạng lưới phục vụ cho nhiều ngành công nghệ 5G là một mạng lưới phục vụ cho nhiều ngành công nghiệp.

Theo lý thuyết mạng 5G đạt tốc độ 10 Gbps, thậm chí cao hơn. 5G có thể giao tiếp tốt với các thiết bị công nghệ điện tử trong nhà thông minh và các ô tô có kết nối internet. Bên cạnh tốc độ là ưu điểm vượt trội của 5G so với mạng 4G thì còn có các ưu điểm khác khiến 5G sẽ là thế hệ mạng không dây của tương lai: là mạng đầu tiên sử dụng trạm vệ tinh và không gặp vấn đề về phủ sóng. Bên cạnh đó 5G hứa hẹn sẽ có khả năng tiết kiệm năng lượng hiệu quả hơn và có thể hỗ trợ, giao tiếp tốt với các thiết bị công nghệ có kết nối mạng.

### **1.2. Tổng quan về công nghệ thông tin di động 4G [5,6,7,8,9,10]**

4G là công nghệ truyền thông thông tin di động thế hệ thứ tư, cho phép truyền tải dữ liệu với tốc độ lên tới 1 - 1,5 Gbit/s. 4G không phải cuộc cách mạng mà là một sự tiến hóa, cải thiện đáng kể trải nghiệm Internet 3G. Cải thiện tốc độ là yếu tố gây ấn tượng và dễ nhận thấy nhất. 4G có công suất cao hơn, nghĩa là có thể hỗ trợ một lượng lớn người dùng tại một thời điểm bất kỳ. 4G hỗ trợ truyền dữ liệu tốc độ cao hơn, do vậy các ứng dụng đa truyền thông như thoại có hình hay các đoạn video chạy sẽ mượt hơn. 4G có hiệu suất sử dụng phổ tần cao hơn 3G, cho

phép dung lượng dữ liệu truyền lớn hơn. Đó là nhờ 4G sử dụng các chương trình mã hóa thông minh hơn.

Hệ thống thông tin di động 4G có thể cung cấp được các dịch vụ cơ bản sau:

- Dịch vụ phục vụ giáo dục, nghệ thuật, khoa học
- Dịch vụ phục vụ giải trí
- Hệ thống định vị
- Truyền thông hình ảnh
- Dịch vụ phục vụ thương mại di động
- Dịch vụ phục vụ cuộc sống thường nhật
- Dịch vụ phục vụ y tế và chăm sóc sức khỏe
- Điều trị trong các tình trạng khẩn cấp
- Ứng dụng trong thảm họa thiên tai
- Dịch vụ bảo hiểm rủi ro
- Dịch vụ hành chính quản lý di động

### **1.3. Các công nghệ trong thông tin di động 4G[5,6,7,8,9,10]**

Hiện tại có 2 chuẩn công nghệ được coi là 4G đang được sử dụng:

Chuẩn di động WiMAX được triển khai lần đầu tiên tại Hàn Quốc năm 2006

Chuẩn di động LTE (Long Term Evolution – Tiến hóa dài hạn) được triển khai lần đầu tiên tại Thụy Điển năm 2009.

#### ***1.3.1. Các công nghệ thuộc chuẩn WiMAX di động***

Thuật ngữ WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) gắn liền với tiêu chuẩn giao diện vô tuyến IEEE 802.16 WMAN (Wireless Metropolitan Area Network). Phiên bản tiêu chuẩn 802.16 ban đầu áp dụng cho các ứng dụng trong băng tần được cấp phép trong dải tần từ 10 đến 66 GHz, yêu cầu có các trạm phát trong tầm nhìn thẳng. Sau này tiêu chuẩn giao diện vô tuyến 802.16 được mở rộng cho các ứng dụng tầm nhìn hạn chế NLOS (non-line of sight) trên băng tần được cấp phép và không được cấp phép trong dải tần số từ 2 - 11 GHz. Kết hợp các tính năng của hai hệ thống Wireless LAN và WAN, hệ thống WiMAX đưa ra một giải pháp vô tuyến cố định hiệu quả để thay thế những đường dây DSL và các

hệ thống cáp tại những khu vực mà công nghệ đã sẵn sàng. Và quan trọng hơn công nghệ WiMAX có thể cung cấp một giải pháp truy nhập băng rộng hiệu quả tại những khu vực mà không thể thực hiện đối với các hệ thống cáp và DSL. Xu hướng của IEEE 802.16 sẽ mở rộng tiêu chuẩn cho các ứng dụng di động do vậy có thể truy nhập trực tiếp từ các thiết bị xách tay từ smartphone và PDA đến máy tính xách tay.

### ***1.3.2. Các công nghệ thuộc chuẩn LTE***

LTE (viết tắt của cụm từ Long Term Evolution, có nghĩa là Tiến hóa dài hạn), công nghệ này được coi như công nghệ di động thế hệ thứ 4 (4G, nhưng thực chất LTE cung cấp tốc độ thấp hơn nhiều so với một mạng 4G thực sự). 4G LTE là một chuẩn cho truyền thông không dây tốc độ dữ liệu cao dành cho điện thoại di động và các thiết bị đầu cuối dữ liệu. Nó dựa trên các công nghệ mạng GSM/EDGE và UMTS/HSPA, LTE nhờ sử dụng các kỹ thuật điều chế mới và một loạt các giải pháp công nghệ khác như lập lịch phụ thuộc kênh và thích nghi tốc độ dữ liệu, kỹ thuật đa anten để tăng dung lượng và tốc độ dữ liệu.<sup>[1][2]</sup> Các tiêu chuẩn của LTE được tổ chức 3GPP (Dự án đối tác thế hệ thứ 3) ban hành và được quy định trong một loạt các chỉ tiêu kỹ thuật của Phiên bản 8 (Release 8), với những cải tiến nhỏ được mô tả trong Phiên bản 9.

Với sự đột phá về dung lượng, hệ thống di động 4G LTE cung cấp những dịch vụ băng rộng và đa phương tiện cho người dùng. Hiện nay, chuẩn công nghệ 4G LTE có 4 công nghệ gồm:

- LTE (3,9G),
- LTE-Advanced (LTE-A),
- LTE-Capacity Boosting (LTE-B),
- LTE-Optimized diverse service support (LTE-C).

Công nghệ LTE là một chuẩn truyền thông di động do 3GPP phát triển từ chuẩn UMTS. UMTS thế hệ thứ ba dựa trên WCDMA đã được triển khai trên toàn thế giới. LTE là chuẩn truyền thông di động phiên bản Rel 8/9 đã được phê duyệt bởi ITU và được hoàn thành bởi 3GPP vào năm 2008.

Công nghệ LTE–Advanced (LTE A) là một chuẩn truyền thông di động phiên bản Rel 10/11. Chính thức trở thành chuẩn thông tin di động 4G vào cuối năm 2009, đã được phê duyệt bởi ITU và được hoàn thành bởi 3GPP vào tháng 3 năm 2011.

Thực sự là một công nghệ truyền thông di động 4G, LTE-A có đầy đủ các đặc điểm tính năng cũng như ứng dụng của hệ thống di động 4G đã nêu trên.

Công nghệ LTE B là bước phát triển tiếp theo của công nghệ LTE A với mục tiêu tăng cường dung lượng. LTE B là chuẩn thông tin di động phiên bản Rel 12/13, đã được phê duyệt bởi ITU và được hoàn thành bởi 3GPP vào năm 2016.

Công nghệ LTE–C là bước phát triển tiếp theo của công nghệ LTE B với mục tiêu tăng cường dung lượng và tối ưu hóa hỗ trợ đa dịch vụ. LTE C là một chuẩn truyền thông di động phiên bản Rel 14/15, được phê duyệt bởi ITU và được hoàn thành bởi 3GPP vào năm 2019.

#### **1.4. Tổng kết**

4G là công nghệ truyền thông thông tin di động thế hệ thứ tư, cho phép truyền tải dữ liệu với tốc độ lên tới 1 - 1,5 Gbit/s. 4G không phải cuộc cách mạng mà là một sự tiến hóa, cải thiện đáng kể trải nghiệm Internet 3G, cải thiện tốc độ, hỗ trợ truyền dữ liệu tốc độ cao hơn, có hiệu suất sử dụng phổ tần cao hơn 3G, cho phép dung lượng dữ liệu truyền lớn hơn.

Hiện tại có 2 chuẩn công nghệ được coi là 4G: chuẩn di động WiMAX và chuẩn di động LTE. Tuy nhiên, trên thực tế công nghệ WiMAX di động ít được sử dụng và VNPT cũng không phát triển công nghệ này. VNPT tập trung vào công nghệ di động LTE.

Với sự đột phá về dung lượng, hệ thống di động 4G LTE cung cấp những dịch vụ băng rộng và đa phương tiện cho người dùng. Hiện nay, chuẩn công nghệ 4G LTE có 4 công nghệ, đó là LTE (3,9G), LTE-A, LTE-B và LTE-C. Tuy nhiên, các công nghệ LTE-B và LTE-C có nhiều ưu điểm, song các công nghệ LTE này chưa được thương mại hóa.



## **CHƯƠNG 2. CÔNG NGHỆ LTE VÀ CÔNG NGHỆ LTE – ADVANCED**

Mặc dù hiện tại có 3 công nghệ thông tin di động được coi là 4G đang được khai thác thương mại trên thế giới như đã trình bày ở chương 1, song định hướng của các nhà cung cấp hạ tầng viễn thông của Việt Nam đều có định hướng không sử dụng công nghệ thông tin di động WiMAX, mà tập trung vào các công nghệ thông tin di động LTE và công nghệ LTE Advanced. Do đó, ở chương này luận văn tập trung vào nghiên cứu 2 công nghệ thông tin di động LTE và LTE Advanced. Trên cơ sở đó, để tìm ra giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh.

### **2.1. Công nghệ LTE [5,6,7,8,9,10]**

#### **2.1.1. Tổng quan về LTE**

LTE là một chuẩn truyền thông di động do 3GPP phát triển từ chuẩn UMTS. UMTS thế hệ thứ ba dựa trên WCDMA đã được triển khai trên toàn thế giới. Để đảm bảo tính cạnh tranh cho hệ thống này trong tương lai, tháng 11/2004 3GPP đã bắt đầu dự án nhằm xác định bước phát triển về lâu dài cho công nghệ di động UMTS với tên gọi Long Term Evolution (LTE). 3GPP đặt ra yêu cầu cao cho LTE bao gồm giảm chi phí cho mỗi bit thông tin, cung cấp dịch vụ tốt hơn, sử dụng linh hoạt các băng tần hiện có và băng tần mới, đơn giản hóa kiến trúc mạng với các giao tiếp mở và giảm đáng kể năng lượng tiêu thụ ở thiết bị đầu cuối. Mục tiêu của LTE lúc đó là:

Tốc độ đỉnh tức thời với băng thông 20MHz: Tải xuống: 100Mbps; Tải lên: 50Mbps

Dung lượng dữ liệu truyền tải trung bình của một người dùng trên 1MHz so với mạng HSDPA Rel.6: Tải xuống: gấp 3 đến 4 lần; Tải lên: gấp 2 đến 3 lần.

Hoạt động tối ưu với tốc độ di chuyển của thuê bao là 0-15km/h. Vẫn duy trì hoạt động khi thuê bao di chuyển với tốc độ từ 120-350 km/h (thậm chí 500km/h tùy băng tần).

Các chỉ tiêu trên phải đảm bảo trong bán kính vùng phủ sóng 5km, giảm chút ít trong phạm vi đến 30km. Từ 30-100km thì không hạn chế.

Độ dài băng thông linh hoạt: có thể hoạt động với các băng 1.25MHz, 1.6MHz, 2.5MHz, 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz cả chiều lên và xuống.

Để đạt được mục tiêu này, sẽ có rất nhiều kỹ thuật mới được áp dụng trong đó, LTE có rất nhiều cải tiến. Các cải tiến chính của LTE so với UMTS bao gồm:

Yêu cầu bắt buộc đối với các thiết bị LTE là rất cao. Ngoài việc hỗ trợ linh hoạt băng thông, các thiết bị LTE phải hỗ trợ MIMO cho phép trạm gốc truyền đồng thời nhiều luồng dữ liệu trên cùng một sóng mang. Trong điều kiện tín hiệu rất tốt, tốc độ dữ liệu thu được theo cách này đạt cao hơn mức đạt được với truyền dẫn một luồng.

Ngày nay, một số thiết bị LTE hỗ trợ đồng thời cả FDD và TDD đáp ứng yêu cầu theo quốc gia, vùng áp dụng tiêu chuẩn giao diện vô tuyến.

Thay đổi lớn thứ 2 của LTE so với các hệ thống trước đó là nó đáp ứng nền tảng mạng toàn IP. Trong khi UMTS sử dụng mạng lõi gói-kênh cho dịch vụ thoại, SMS và các dịch vụ thừa kế từ GSM, LTE chỉ dựa duy nhất vào mạng lõi IP. Ngoài trừ SMS được truyền qua các bản tin báo hiệu. Kiến trúc mạng toàn IP đơn giản trong thiết kế và thực thi giao diện vô tuyến LTE, mạng vô tuyến và mạng lõi. Với LTE, công nghiệp vô tuyến đi cùng hướng với mạng đường dây cố định DSL, cáp quang và IP băng rộng qua cáp tivi, ở đây, dịch vụ điện thoại cũng được chuyển đổi sang IP. Trong khi đó, về mặt kiến trúc thì đây là một điều khá khó thực thi trong thực tế. Kết quả là, mạng LTE hiện tại sử dụng một cơ chế được gọi là tương thích ngược với chuyển mạch kênh đến UMTS hoặc GSM cho cuộc gọi thoại. Trong thời gian sau, khả năng cung cấp dịch vụ thoại qua LTE giữa mạng và thiết bị là hoàn toàn có thể và không cần thiết phải có thành phần tương thích ngược với các mạng vô tuyến khác.

Các giao diện giữa các nút mạng trong LTE đều dựa trên IP. So với các công nghệ trước đây dựa trên E1, ATM, chuyển tiếp khung là các công nghệ băng hẹp và đắt đỏ thì sử dụng kết nối IP là đơn giản hơn nhiều. Các thiết bị LTE cần hỗ trợ

GSM, GPRS, EDGE và UMTS. Về phía mạng, các giao diện và giao thức được tạo ra để các phiên dữ liệu có thể truyền dễ dàng giữa GSM, UMTS và LTE khi người dùng chuyển vùng giữa các công nghệ vô tuyến khác nhau. Trong những năm đầu, mạng lõi LTE và các nút mạng truy nhập được lắp đặt độc lập với hạ tầng mạng GSM và UMTS đã có, nhưng hiện nay các nút tích hợp GSM, UMTS và LTE đã được sử dụng trong thực tế.

LTE là công nghệ kế tiếp không chỉ của UMTS mà còn của CDMA2000. Để chuyển vùng giữa CDMA và LTE, các giao diện giữa 2 mạng lõi phải được quy định. Trên thực tế, người dùng có thể chuyển vùng giữa 2 mạng truy nhập trong khi vẫn duy trì địa chỉ IP và tất cả các phiên đã được thiết lập.

LTE được quy định trong 3GPP Rel 8 là phiên bản đầu tiên và là nền móng cho những bổ sung cải tiến về sau. Đồng thời, LTE sử dụng một số công nghệ mới, nổi bật là kỹ thuật vô tuyến OFDMA, kỹ thuật anten MIMO. Ngoài ra hệ thống này sẽ chạy hoàn toàn trên nền IP (all-IP network), và hỗ trợ cả 2 chế độ FDD và TDD.

### ***2.1.2. Kiến trúc mạng LTE***

#### **2.1.2.1. Đặc điểm kiến trúc của LTE**

Kiến trúc mạng LTE được thiết kế với mục tiêu hỗ trợ lưu lượng chuyển mạch gói với tính di động linh hoạt, chất lượng dịch vụ QoS và độ trễ tối thiểu. Một phương pháp chuyển mạch gói cho phép hỗ trợ tất cả các dịch vụ bao gồm cả thoại thông qua các kết nối gói.

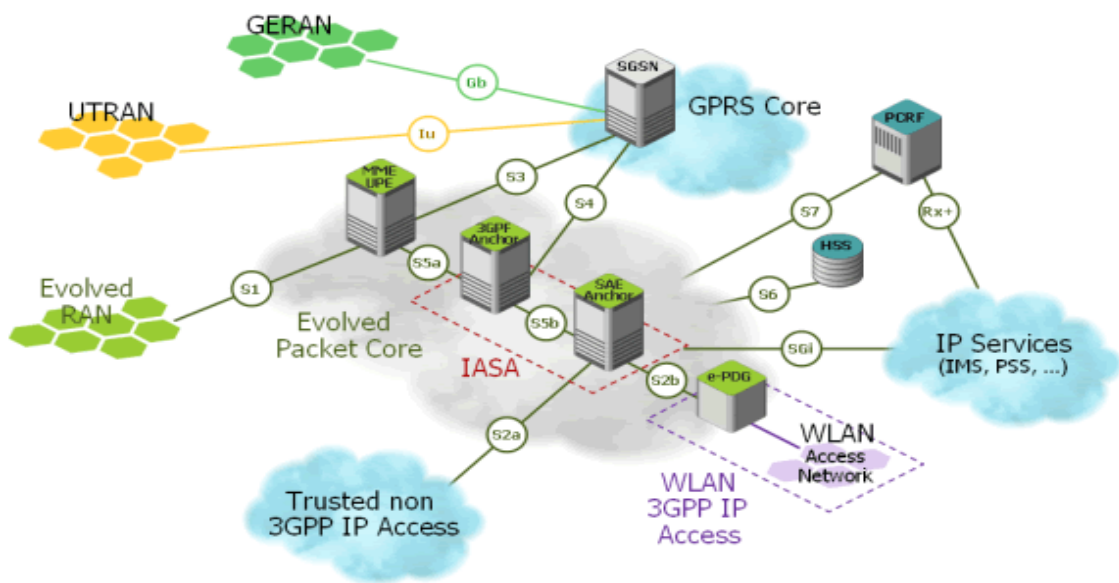
Kiến trúc mạng LTE được thiết kế là một trong kiến trúc phẳng – kiến trúc rất đơn giản với chỉ 2 loại nút cụ thể là nút B phát triển (eNB) và phần tử quản lý di động/ cổng (MME/GW)

Một thay đổi lớn nữa so với 3G UMTS là phần điều khiển mạng vô tuyến (RNC) được loại bỏ khỏi đường dữ liệu và chức năng này được thực hiện ở eNodeB (eNB).

#### **2.1.2.2. Mô hình kiến trúc mạng LTE**

##### **a. Mô hình kiến trúc tổng thể của LTE**

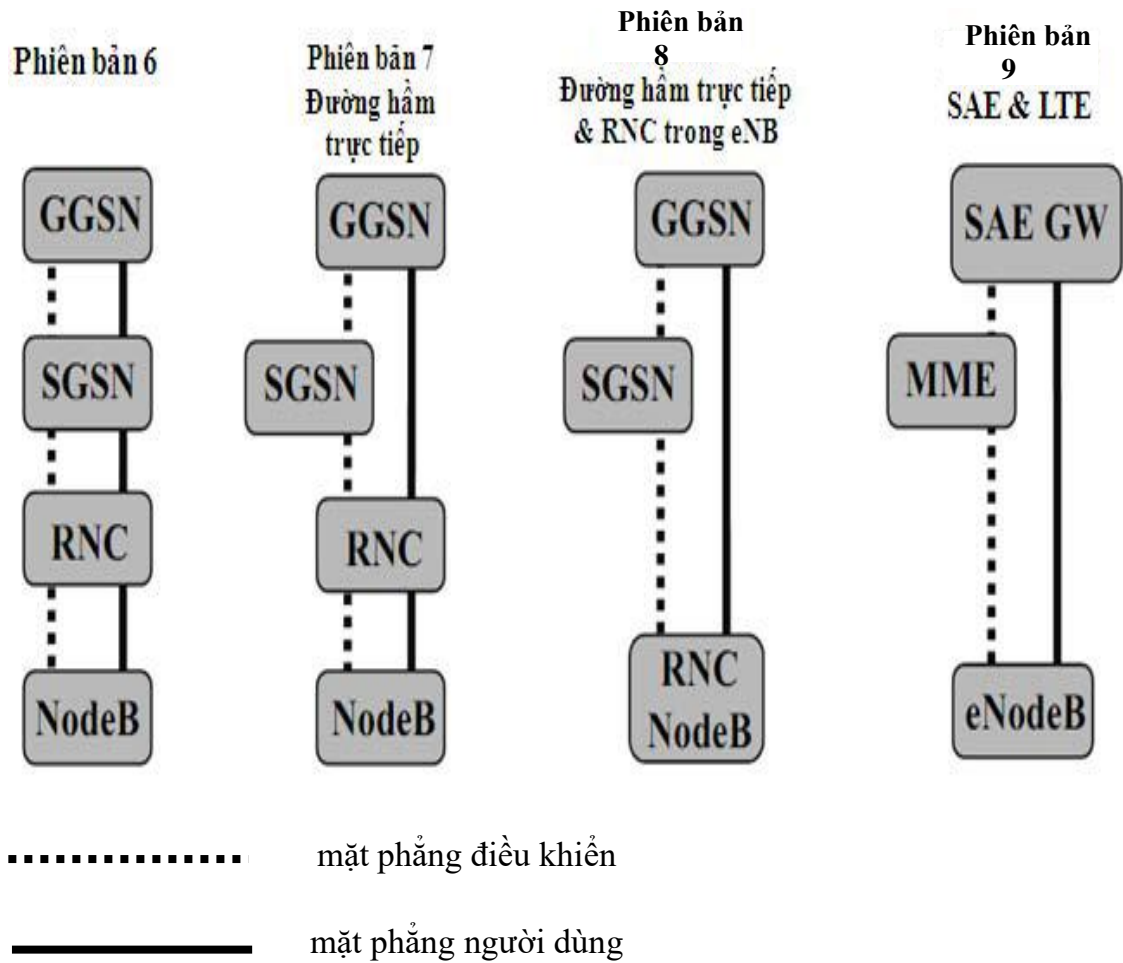
Mô hình kiến trúc tổng thể của mạng LTE được chỉ ra ở hình 2.1. Trong đó: GERAN: Mạng truy nhập vô tuyến GSM/EDGE; UTRAN: Mạng truy nhập vô tuyến 3G WCDMA UMTS; Evolved RAN (E-UTRAN): Mạng truy nhập vô tuyến phát triển (của LTE); GPRS Core: Lõi GPRS; IP Services: Mạng cung cấp các dịch vụ IP; WLAN Access Network: Mạng truy nhập WLAN; WLAN 3GPP IP Access: Mạng truy nhập IP WLAN 3GPP; Trusted non 3GPP IP Access: Mạng truy nhập không IP 3GPP; Evolved Packet core: Mạng lõi gói phát triển (của LTE); IASA (Inter AS Anchor): Lõi hệ thống liên kết.



**Hình 2.1 Kiến trúc tổng thể của mạng LTE**

#### b. Mô hình kiến trúc phân lớp của LTE

Xu hướng phát triển kiến trúc của LTE theo mô hình kiến trúc phẳng với ít nút tham gia sẽ làm giảm độ trễ và cải thiện hiệu suất. Bắt đầu từ phiên bản 7, 3GPP đã phát triển ý tưởng đường hầm trực tiếp cho phép mặt phẳng người dùng bỏ qua SGSN (nút hỗ trợ GPRS phục vụ) và dần xóa bỏ SGSN và RNC. LTE theo mô hình kiến trúc phẳng với số nút tham gia sẽ giảm theo các phiên bản được mô tả ở hình sau:



**Hình 2.2. Phát triển kiến trúc LTE của 3GPP hướng tới kiến trúc phẳng hơn**

Dựa theo hình trên ta thấy, mô hình kiến trúc phẳng với số nút tham gia sẽ giảm theo các phiên bản. Bắt đầu từ phiên bản 7, 3GPP đã phát triển ý tưởng đường hầm trực tiếp cho phép mặt phẳng người dùng bỏ qua SGSN (nút hỗ trợ GPRS phục vụ) và dần xoá bỏ SGSN và RNC.

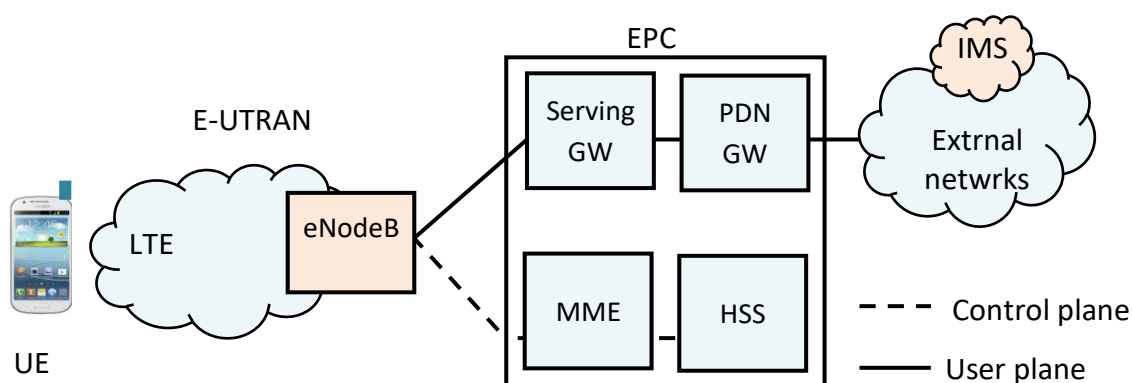
Kiến trúc mạng LTE được thiết kế với mục tiêu hỗ trợ lưu lượng chuyển mạch gói với tính di động linh hoạt, chất lượng dịch vụ (QoS) và độ trễ tối thiểu. Một phương pháp chuyển mạch gói cho phép hỗ trợ tất cả các dịch vụ bao gồm cả thoại thông qua các kết nối gói. Kết quả là trong một kiến trúc phẳng hơn, rất đơn giản chỉ với 2 loại nút cụ thể là nút B phát triển (eNB) và phần tử quản lý di động/cổng (MME/GW). Điều này hoàn toàn trái ngược với nhiều nút mạng trong kiến trúc mạng phân cấp hiện hành của hệ thống 3G. Một thay đổi lớn nữa là phần

điều khiển mạng vô tuyến (RNC) được loại bỏ khỏi đường dữ liệu và chức năng của nó hiện nay được thành lập ở eNB. Một số ích lợi của một nút duy nhất trong mạng truy nhập là giảm độ trễ và phân phối của việc xử lý tải RNC vào nhiều eNB. Việc loại bỏ RNC ra khỏi mạng truy nhập có thể một phần do hệ thống LTE không hỗ trợ chuyển giao mềm

### 2.1.2.3. Các thành phần trong kiến trúc của LTE

3GPP đưa ra kiến trúc tổng thể của cả mạng truy nhập vô tuyến (RAN) và mạng lõi (CN) và phân tách chức năng của 2 phần mạng này. SAE là kiến trúc mạng lõi mới, cải tiến của cấu trúc mạng lõi GPRS với các đặc trưng là kiến trúc đơn giản hơn, là mạng lõi all-IP, hỗ trợ các mạng truy nhập RAN tốc độ cao và độ trễ thấp, hỗ trợ tính di động giữa các mạng truy nhập không đồng nhất bao gồm cả E-UTRA (giao diện vô tuyến LTE), hệ thống 3GPP tồn tại (GERAN hay UTRAN là giao diện vô tuyến các mạng GSM/GPRS và UMTS) và cả các hệ thống không thuộc 3GPP (ví dụ Wifi, WiMAX hay CDMA2000). SAE có kiến trúc phẳng với phân tách giữa lưu lượng điều khiển và lưu lượng người dùng. Thành phần chính cấu thành SAE được gọi là EPC. Khi kết hợp cả mạng truy nhập vô tuyến LTE và EPC ta có được hệ thống hoàn chỉnh chuyển mạch gói tiên tiến EPS.

Kiến trúc tổng thể một hệ thống EPS được chỉ ra ở hình 2.3.



### Hình 2.3. Kiến trúc tổng thể một hệ thống EPS

Phần thiết bị người dùng UE là thiết bị người dùng sử dụng để truy nhập mạng LTE. Thông thường nó là những thiết bị cầm tay như điện thoại thông minh

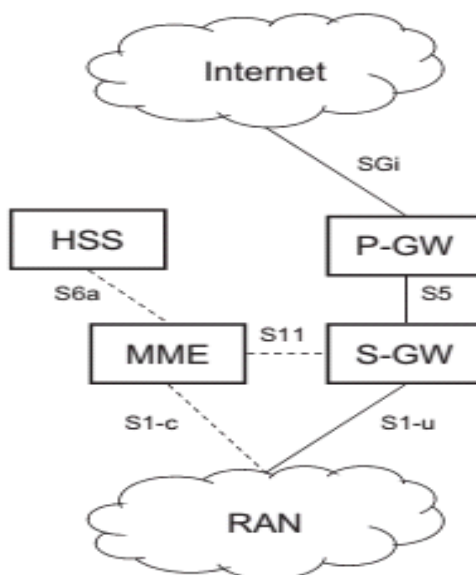
hoặc một thẻ dữ liệu như mọi người vẫn đang sử dụng hiện tại trong mạng 2G và 3G. Hoặc nó có thể được nhúng vào, ví dụ một máy tính xách tay. UE cũng có chứa các modul nhận dạng thuê bao toàn cầu (USIM). Nó là một modul riêng biệt với phần còn lại của UE, thường được gọi là thiết bị đầu cuối (TE). USIM là một ứng dụng được đặt vào một thẻ thông minh có thể tháo rời được gọi là thẻ mạch tích hợp toàn cầu (UICC). USIM được sử dụng để nhận dạng và xác thực người sử dụng để lấy khóa bảo mật nhằm bảo vệ việc truyền tải trên giao diện vô tuyến.

Ngoài ra thành phần mạng lõi cũng có các cổng kết nối ra mạng ngoài để liên kết hoạt động, đặc biệt cho dịch vụ thoại VoIP qua các hệ thống mạng IMS.

Dưới đây sẽ trình bày về cấu trúc của mạng lõi EPC và mạng truy nhập E-UTRAN.

#### a. Cấu trúc mạng lõi EPC

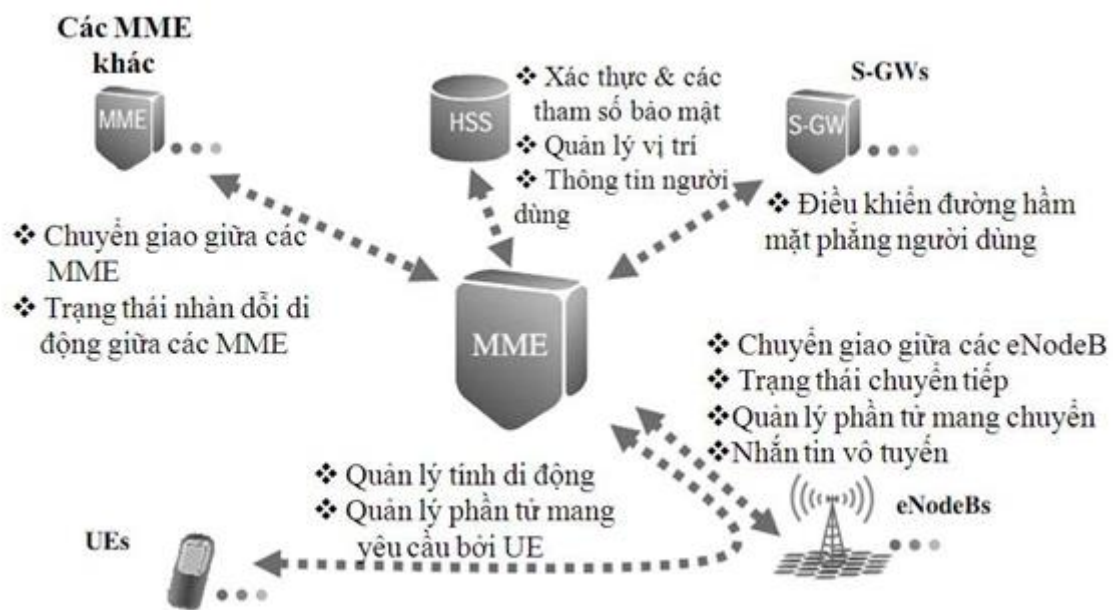
EPC là sự tiến hóa mạnh mẽ từ cấu trúc mạng GSM/GPRS sử dụng cho GSM và WCDMA/HSPA. EPC chỉ hỗ trợ miền chuyển mạch gói mà không hỗ trợ miền chuyển mạch kênh. Nó bao gồm một số loại nút chức năng cho trong hình 2.4.



**Hình 2.4.** Sơ đồ các thành phần kết nối mạng lõi EPC

### b. Thực thể quản lý di động (MME)

MME là một nút thuộc mặt phẳng điều khiển để xử lý quá trình báo hiệu giữa UE và mạng lõi, nó có trách nhiệm cho tất cả các chức năng của mặt phẳng điều khiển liên quan đến quản lý thuê bao và quản lý phiên, cụ thể là kết nối/giải phóng sóng mang tới đầu cuối, kiểm soát quá trình chuyển đổi từ trạng thái IDLE sang ACTIVE, kiểm soát khóa bảo mật. Các chức năng chính của MME được mô tả ở hình 2.5.



**Hình 2.5. Các chức năng chính của MME**

Các chức năng chính của MME trong cấu hình kiến trúc cơ bản hệ thống :

**Xác thực và bảo mật:** khi một UE đăng ký vào mạng lần đầu tiên, MME sẽ khởi tạo quá trình xác thực bằng cách thực hiện như sau: nó tìm ra danh tính thường trú của UE, hoặc từ các mạng truy nhập trước đó hoặc chính bản thân UE; yêu cầu từ máy chủ phục vụ thuê bao thường trú (HSS) trong mạng chủ của UE các điều khiển chứng thực có chứa các mệnh lệnh chứng thực – trả lời các cặp tham số, gửi các thử thách với UE và so sánh các trả lời nhận được từ UE vào một trong những cái đã nhận từ mạng chủ. Chức năng này là cần thiết để đảm bảo các yêu cầu bảo vệ với UE.



Quản lý tính di động: MME theo dõi vị trí của tất cả các UE trong khu vực của mình, khi một UE đăng ký vào mạng lần đầu tiên, MME sẽ tạo ra một lối vào cho UE và tín hiệu với vị trí tới HSS trong mạng chủ của UE. MME yêu cầu tài nguyên thích hợp được thiết lập trong eNodeB, cũng như trong các S-GW mà nó lựa chọn cho UE. Các MME sau đó tiếp tục theo dõi vị trí của UE hoặc là dựa trên mức độ của eNB, nếu UE vẫn kết nối, tức là truyền thông đang hoạt động hoặc ở mức độ khu vực theo dõi (TA). MME điều khiển các thiết lập và giải phóng nguồn tài nguyên dựa trên những thay đổi chế độ hoạt động của UE. MME cũng tham gia vào việc điều khiển tín hiệu chuyển giao của UE trong chế độ hoạt động giữa các eNB, S-GW hoặc MME. MME tham gia vào mọi thay đổi của eNB vì không có phần tử điều khiển mạng vô tuyến riêng biệt nên nó đã ẩn hầu hết các sự kiện này. Một UE ở trạng thái rồi nó sẽ báo cáo vị trí của nó hoặc là định kỳ, hoặc là khi nó chuyển tới một khu vực theo dõi. Nếu dữ liệu nhận được từ bên ngoài cho một UE rồi, MME sẽ được thông báo, nó sẽ yêu cầu các eNB trong TA đã được lưu giữ cho UE tới vị trí nhớ của UE.

Quản lý hồ sơ thuê bao và dịch vụ kết nối: vào thời điểm một UE đăng ký vào mạng, các MME sẽ chịu trách nhiệm lấy hồ sơ đăng ký của nó từ mạng chủ về. Các MME sẽ lưu trữ thông tin này trong suốt thời gian phục vụ UE. Hồ sơ này xác định những gì các kết nối mạng dữ liệu gói được phân bổ tới các mạng ở tập tin đính kèm. Các MME sẽ tự động thiết lập mặc định phần tử mạng, cho phép các UE kết nối IP cơ bản. Điều này bao gồm tín hiệu mặt phẳng điều khiển với eNB và S-GW. Tại bất kỳ thời điểm nào sau này, các MME có thể cần tới được tham gia vào việc thiết lập phần tử mạng dành riêng cho các dịch vụ được hưởng lợi xử lý cao hơn. Các MME có thể nhận được các yêu cầu thiết lập một phần tử mạng dành riêng, hoặc từ các S-GW nếu yêu cầu bắt nguồn từ khu vực dịch vụ điều hành, hoặc trực tiếp từ UE, nếu UE yêu cầu kết nối cho một dịch vụ mà không được biết đến bởi khu vực dịch vụ điều hành, và do đó không thể được bắt đầu từ đó.

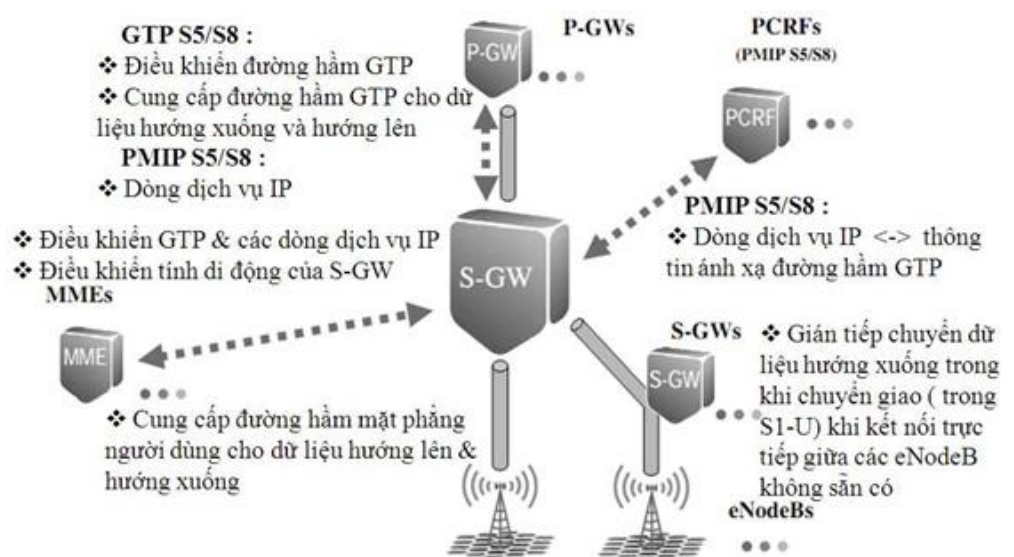
Về nguyên tắc MME có thể được kết nối với bất kỳ MME khác trong hệ thống, nhưng thường kết nối được giới hạn trong một nhà điều hành mạng. Các kết

nối từ xa giữa các MME có thể được sử dụng khi một UE đã đi xa, trong khi đi nó đăng ký với một MME mới sau đó tìm kiếm nhận dạng thường trú mới của UE, sau đó lấy nhận dạng thường trú của UE, mã nhận dạng thuê bao di động quốc tế IMSI từ MME truy cập trước đó. Các kết nối giữa MME với các MME lân cận được sử dụng trong chuyển giao.

Kết nối tới một số HSS cũng cần được hỗ trợ, các HSS nằm trong mạng chủ của người dùng, và một đường kết nối có thể được tìm thấy dựa trên IMSI. Mỗi MME được cấu hình để điều khiển một tập hợp các S-GW và eNodeB. Cả hai S-GW và eNodeB cũng có thể được kết nối tới các MME khác. Các MME có thể phục vụ một số UE cùng một lúc, trong khi mỗi UE sẽ chỉ kết nối tới một MME tại một thời điểm.

### c. Cổng phục vụ (S-GW)

Cổng phục vụ là nút thuộc mặt phẳng người dùng kết nối EPC với LTE RAN. Cổng phục vụ đóng vai trò một neo di động khi các thiết bị người dùng di chuyển giữa các eNodeB cũng như neo di động cho các công nghệ thuộc 3GPP (GSM/GPRS và HSPA). Thu thập các thông tin và các thống kê cần thiết để tính cước cũng được điều khiển bởi S-GW. Các chức năng và giao diện của S-GW được mô tả ở hình 2.6



**Hình 2.6. Các chức năng và giao diện của S-GW**

Khi giao diện S5/S8 dựa trên GTP, S-GW sẽ có đường hầm GTP trên tất cả các giao diện mặt phẳng người dùng của nó. Ánh xạ giữa các luồng dịch vụ IP và đường hầm GTP được thực hiện trong P-GW, và S-GW không cần được kết nối với PCRF. Toàn bộ điều khiển có liên quan tới các đường hầm GTP, đến từ MME hoặc P-GW. Khi sử dụng giao diện PMIP S5/S8, S-GW sẽ thực hiện việc ánh xạ giữa các dòng dịch vụ IP trong các đường hầm S5/S8 và đường hầm GTP trong giao diện S1-U, và sẽ kết nối tới PCRF để nhận được thông tin ánh xạ.

S-GW có một vai trò rất nhỏ trong các chức năng điều khiển. Nó chỉ chịu trách nhiệm về nguồn tài nguyên của riêng nó, và nó cấp phát chúng dựa trên các yêu cầu từ MME, P-GW hoặc PCRF, từ đó mà các hành động được thiết lập, sửa đổi hoặc xóa sạch các phần tử mang cho UE. Nếu các lệnh trên được nhận từ P-GW hoặc PCRF thì S-GW cũng sẽ chuyển tiếp các lệnh đó tới MME để nó có thể điều khiển các đường hầm tới eNodeB. Tương tự, khi MME bắt đầu có yêu cầu thì S-GW sẽ báo hiệu tới một trong hai P-GW hoặc PCRF tùy thuộc vào S5/S8 được dựa trên GTP hoặc PMIP tương ứng. Nếu giao diện S5/S8 được dựa trên PMIP thì dữ liệu trong giao diện đó sẽ được các luồng IP trong một đường hầm GRE truyền tới mỗi UE. Khi đó trong giao diện S5/S8 dựa trên GTP mỗi phần tử mang sẽ có đường hầm của riêng mình. Do đó S-GW hỗ trợ PMIP S5/S8 có trách nhiệm liên kết các phần tử mang, ví dụ: ánh xạ các luồng IP trong giao diện S5/S8 vào các phần tử mang trong giao diện S1. Chức năng này trong S-GW được gọi là chức năng liên kết phần tử mang và báo cáo sự kiện (BBERF). Bất kể nơi mà tín hiệu phần tử mang bắt đầu, BBERF luôn nhận các thông tin liên kết phần tử mang từ PCRF.

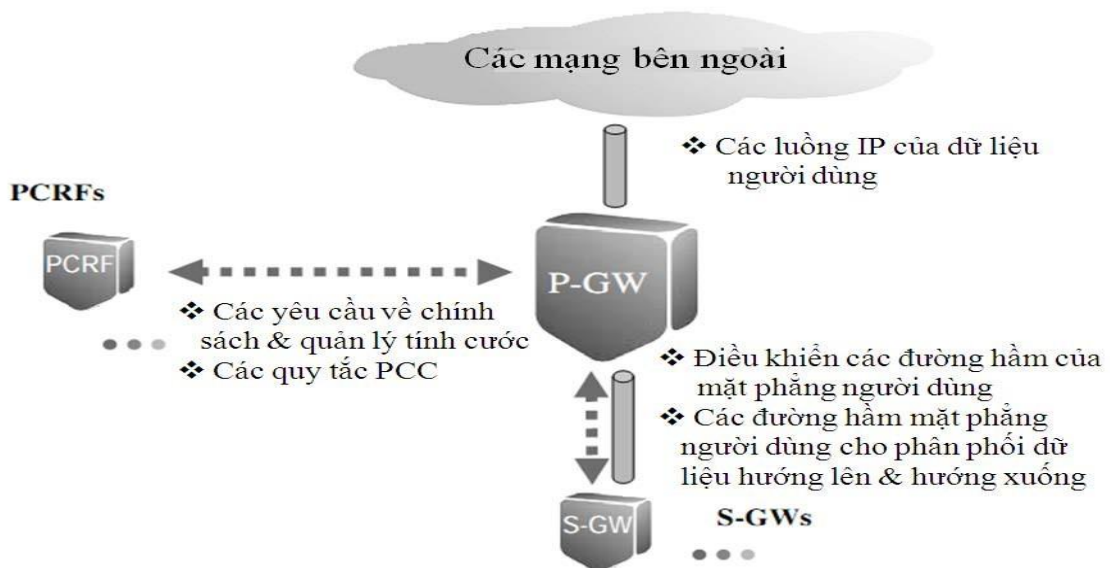
#### d. Cổng mạng dữ liệu gói (P-GW)

Cổng mạng dữ liệu gói chịu trách nhiệm kết nối EPC đến mạng Internet, trong đó, nó phân bổ địa chỉ IP cho UE, tính cước phát triển. Cổng mạng dữ liệu gói là tuyến biên giữa EPC và các mạng dữ liệu gói bên ngoài. Nó là nút cuối trong hệ thống, và nó thường hoạt động như là điểm IP của các thiết bị cho UE.

Điện hình là P-GW cấp phát các địa chỉ IP cho UE, và UE sử dụng nó để giao tiếp với các máy chủ IP khác trong các mạng bên ngoài (ví dụ như Internet).

Nó cũng có thể là PDN bên ngoài mà UE đã được kết nối cấp phát các địa chỉ đó là để sử dụng bởi các UE, các đường hầm P-GW cho tất cả lưu lượng vào mạng đó. Địa chỉ IP luôn được cấp phát khi UE yêu cầu một kết nối PDN, nó sẽ diễn ra ít nhất là khi UE được gắn vào mạng, và nó có thể xảy ra sau khi có một kết nối PDN mới. Các P-GW thực hiện chức năng giao thức cấu hình máy chủ động (DHCP) khi cần, hoặc truy vấn một máy chủ DHCP bên ngoài, và cung cấp địa chỉ cho UE. Ngoài ra tự cấu hình động được hỗ trợ bởi các tiêu chuẩn. Chỉ sử dụng IPv4 hoặc IPv6 hoặc cả hai loại địa chỉ có thể được phân bổ tùy theo nhu cầu. UE có thể báo hiệu rằng nó muốn nhận địa chỉ ngay trong tín hiệu kết nối hoặc nếu nó muốn thực hiện cấu hình địa chỉ sau khi lớp liên kết được kết nối.

P-GW bao gồm cả PCEF, có nghĩa là nó thực hiện các chức năng chọn lưu lượng và lọc theo yêu cầu bởi các chính sách được thiết lập cho UE và các dịch vụ nói đến, nó cũng thu thập các báo cáo thông tin chi phí liên quan.



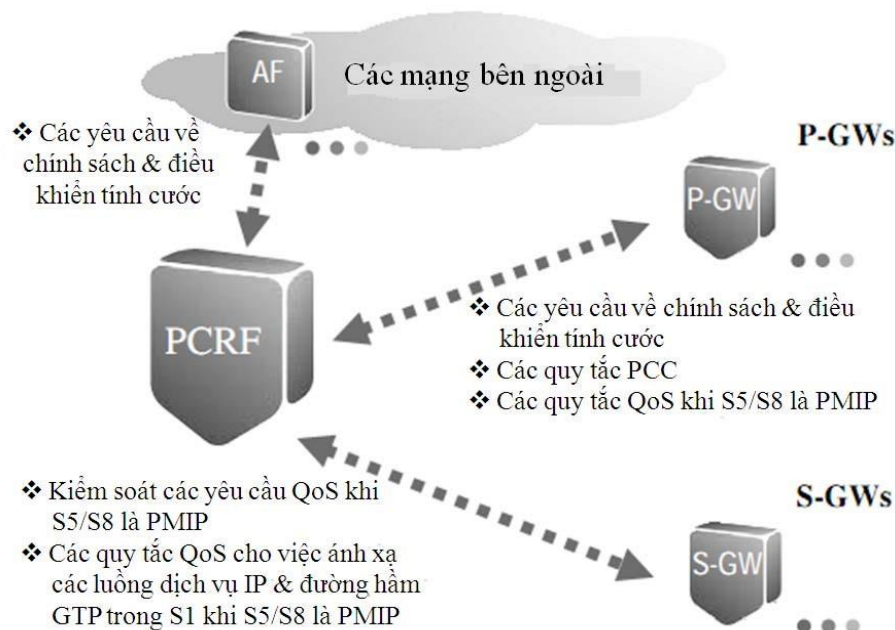
**Hình 2.7. Các chức năng và kết nối của P-GW**

Mỗi P-GW có thể được kết nối tới một hoặc nhiều PCRF, S-GW và mạng bên ngoài. Đối với một UE liên kết với P-GW thì chỉ có duy nhất một S-GW, nhưng có các kết nối tới nhiều các mạng bên ngoài và tương ứng có nhiều các PCRF có thể

cần phải được hỗ trợ, nếu có kết nối tới nhiều các PDN được hỗ trợ thông qua một P-GW.

e. Chức năng điều khiển chính sách và tính cước (PCRF)

Chức năng điều khiển chính sách và tính cước (PCRF) là phần tử mạng chịu trách nhiệm về chính sách và điều khiển tính cước (PCC). Nó đưa ra các quyết định về cách xử lý các dịch vụ về QoS, và cung cấp thông tin cho PCEF được đặt trong P-GW, và nếu được áp dụng cho cả BBERF (chức năng liên kết phần tử mạng và báo cáo sự kiện) được đặt trong S-GW, để cho việc thiết lập các phần tử mạng thích hợp và việc lập chính sách. PCRF là một máy chủ và thường được đặt với các phần tử CN khác tại các trung tâm điều hành chuyển mạch. Các thông tin PCRF cung cấp cho PCEF được gọi là các quy tắc PCC. PCRF sẽ gửi các quy tắc PCC bất cứ khi nào một phần tử mạng mới được thiết lập. Các phần tử mạng EPC sau đó sẽ được thiết lập dựa trên những điều đó. Các chức năng của PCRF và các kết nối được mô tả ở hình 2.8.



**Hình 2.8. Chức năng PCRF và các kết nối**

Các kết nối giữa PCRF và các nút khác được thể hiện như trong hình trên, mỗi PCRF có thể được kết nối với một hoặc nhiều AF, P-GW và S-GW. Chỉ có một PCRF liên kết với mỗi kết nối PDN.

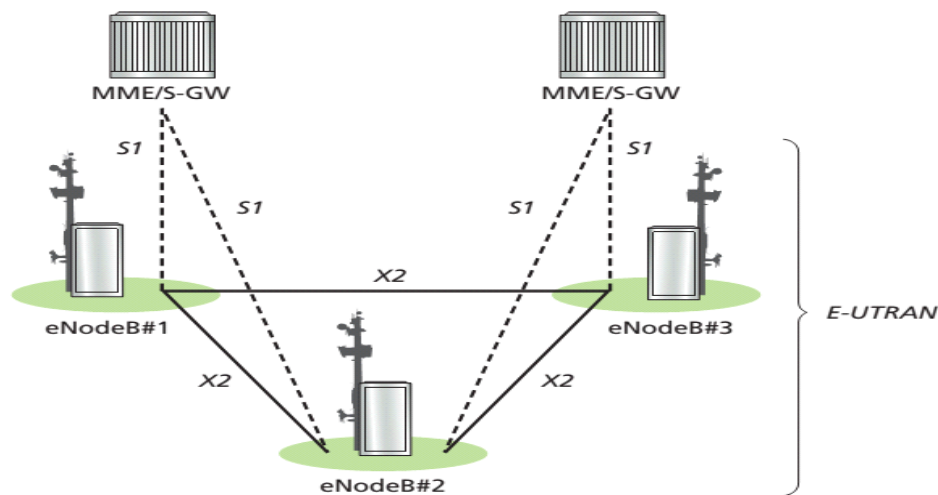
f. Máy chủ thuê bao thường trú (HSS)

Máy chủ thuê bao thường trú (HSS) là nút dữ liệu chứa các thông tin về thuê bao cho tất cả dữ liệu người dùng. Nó cũng ghi lại vị trí của người sử dụng ở mức độ của nút điều khiển mạng tạm trú, chẳng hạn như MME. Nó là một máy chủ cơ sở dữ liệu và được duy trì tại các phòng trung tâm của nhà điều hành.

### 2.1.3. Truy nhập vô tuyến trong LTE

#### 2.1.3.1. Cấu trúc mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN

Mạng truy nhập vô tuyến phát triển E-UTRAN của LTE bao gồm một mạng các eNodeB như trong hình 2.9 dưới đây.



**Hình 2.9. Kiến trúc mạng E-UTRAN tổng quát**

Mạng E-UTRAN gồm các eNodeB cung cấp cho E-UTRAN quyết định giao thức mặt phẳng người sử dụng (PDCP/RLC/MAC/PHY) và giao thức mặt phẳng điều khiển (RRC) đến thiết bị đầu cuối. Các giao thức chạy giữa eNodeB và UE được gọi là “Các giao thức AS”. Các eNodeB liên kết với nhau bằng giao diện X2 và kết nối với mạng lõi gói EPC qua giao diện S1, kết nối đến MME qua giao diện S1-MME và kết nối đến cổng phục vụ (S-GW) qua giao diện S1-U. Giao diện S1 hỗ trợ trong mối tương quan đa kết nối giữa các phần tử.

eNodeB giữ vai trò đặc biệt quan trọng trong E-UTRAN. eNodeB bao gồm các chức năng của NodeB UMTS cũng như một số chức năng của RNC. Như vậy

hầu hết các chức năng của RNC trong UTRAN được tập trung trong eNodeB trong mạng E-UTRAN. Một số chức năng chính như sau:

Lựa chọn MME ở chế độ “attachment”.

Lập trình các bản tin tìm gọi (paging).

Định tuyến dữ liệu mặt phẳng người dùng đến cổng kết nối phục vụ: eNodeB được kết nối đến S-GW qua giao diện S1-U sử dụng giao thức GTP-U (giao thức đường hầm GPRS) với cấu trúc dữ liệu UDP/IP để chuyển dữ liệu người dùng giữa ENodeB và cổng phục vụ S-GW..

### 2.1.3.2. Giao diện vô tuyến trong LTE

#### a. Các kiểu kênh của giao diện vô tuyến

Giao diện vô tuyến của LTE được xây dựng trên ba kiểu kênh: kênh logic, kênh truyền tải và kênh vật lý. Kênh logic được hình thành trên cơ sở đóng gói các thông tin từ lớp cao trước khi sắp xếp vào kênh truyền tải. Nhiều kênh truyền tải được ghép chung vào kênh vật lý. Kênh vật lý được xây dựng trên công nghệ đa truy nhập OFDMA kết hợp với FDD/TDD cho đường xuống và SC-FDMA cho đường lên.

#### - Kênh vật lý

Các kênh vật lý sử dụng cho dữ liệu người dùng bao gồm:

PDSCH (Physical Downlink Shared Channel): phụ tải có ích (payload).

PUSCH (Physical Uplink Shared Channel): PUSCH được dùng để mang dữ liệu người dùng. Các tài nguyên cho PUSCH được chỉ định trên một subframe cơ bản bởi việc lập biểu đường lên. Các sóng mang được chỉ định là 12 khối tài nguyên (RB) và có thể nhảy từ subframe này đến subframe khác. PUSCH có thể dùng các kiểu điều chế QPSK, 16QAM, 64QAM.

PUCCH (Physical Uplink Control Channel) : lập biểu, ACK/NAK.

PDCCCH (Physical Downlink Shared Channel) : lập biểu, ACK/NAK.

PBCH (Physical Broadcast Channel) : mang các thông tin đặc trưng của cell.

#### - Kênh vật lý

Kênh logic được xác định bởi các thông tin nó mang theo, bao gồm:

Kênh điều khiển quảng bá (BCCH): Được sử dụng để truyền thông tin điều khiển hệ thống từ mạng đến tất cả máy di động trong cell. Trước khi truy nhập hệ thống, đầu cuối di động phải đọc thông tin pahts trên BCCH để biết được hệ thống được lập cấu hình như thế nào, chẳng hạn băng thông hệ thống.

Kênh điều khiển tìm gọi (PCCH) : được sử dụng để tìm gọi các đầu cuối di động vì mạng không thể vbieets được vị trí của chun gs ở cấp độ ô và vì thế cần phát các bản tin tìm gọi trong nhiều ô (vùng định vị).

Kênh điều khiển riêng (DCCH) : được sử dụng để truyền thông tin điều khiển tới/từ một đầu cuối di động. Kênh này được sử dụng cho cấu hình riêng của các đầu cuối di động các bản tin chuyển giao khác nhau.

Kênh điều khiển đa phương (MCCH) : được sử dụng để truyền thông tin cần thiết để thu kênh MTCH.

Kênh lưu lượng riêng (DRCH) : được sử dụng để truyền số liệu người sử dụng đến từ một đầu cuối di động. Đây là kiểu logic được sử dụng để truyền tất cả số liệu đường lên của người sử dụng và số liệu đường xuống của người sử dụng không phải MBMS.

Kênh lưu lượng đa phương tiện (MTCH) : Được sử dụng để phát các dịch vụ MBMS.

- Kênh truyền tải

Kênh truyền tải bao gồm các kênh sau:

Kênh quảng bá (BCH): có khuôn dạng truyền tải cố định do cbuaanr cung cấp.

Nó được sử dụng để phát thông tin trên kênh logic.

Kênh tìm gọi (PCH): được sử dụng để phát thông tin tìm gọi trên kênh PCCH, PCH hỗ trợ thu không liên tục (DRX) để cho phép đầu cuối tiết kiệm công suất ắc quy bằng cách ngủ và chỉ thức để thu PCH tại các thời điểm quy định trước.

Kênh chia sẻ đường xuống (DL-SCH): là kênh truyền tải để phát số liệu đường xuống trong LTE. Nó hỗ trợ các chức năng của LTE như thích ứng tốc độ động và lập biểu phụ thuộc kênh trong miền thời gian và miền tần số. Nó cũng hỗ



trợ DRX để giảm tiêu thụ công suất của đầu cuối di động mà vẫn đảm bảo cảm giác luôn kết nối giống như cơ chế CPC trong HSPA. DL-DCH TTI là 1ms.

Kênh đa phương tiện (MCH): được sử dụng để hỗ trợ MBMS. Nó được đặc trưng bởi khuôn dạng truyền tải bán tĩnh và lập biểu bán tĩnh. Trong trường hợp phát đa ô sử dụng MBSFN, lập biểu và lập cấu hình khuôn dạng truyền tải được điều phối giữa các ô tham gia phát MBSFN.

#### b. Các giao diện của mạng truy cập vô tuyến

Mô hình giao diện mạng E-UTRAN của LTE được phân tách thành 2 phần:

Lớp mạng vận chuyển–tương đương cách thức truyền dữ liệu mạng vô tuyến.

Lớp mạng vô tuyến – bao gồm các giao thức mức cao nhất của giao diện trong sự kết hợp với mô hình OSI, trong đó mỗi giao diện được phân tách rõ giữa mặt phẳng người sử dụng và mặt phẳng điều khiển.

#### Giao diện S1

Giao diện S1 kết nối eNodeB với EPC, được phân chia thành mặt phẳng điều khiển (S1-MME) và mặt phẳng người dùng (S1-U).

Giao diện S1-MME sẽ cung cấp độ tin cậy cao để tránh phải truyền lại bản tin và tránh tạo ra độ trễ không đáng có trong việc vận hành thủ tục của mặt phẳng điều khiển.

S1-U giữ vai trò truyền tải gói dữ liệu người dùng giữa eNodeB và công phục vụ.

#### Giao diện X2

Giao diện X2 kết nối các eNodeB. LTE sử dụng cấu trúc giao thức tương tự nhau trên hai giao diện S1 và X2 để đơn giản hóa việc truyền dữ liệu. Giao diện X2 được chia thành: Mặt phẳng điều khiển x2-C và mặt phẳng người dùng X2-U.

Giao diện mặt phẳng người dùng X2-U: giữ vai trò truyền các gói dữ liệu người dùng giữa các eNodeB...

Giao diện mặt phẳng điều khiển X2-C: là giao diện báo hiệu hỗ trợ khởi tạo các chức năng và thủ tục giữ các eNodeB.

### 2.1.3.3. Các chế độ truy nhập vô tuyến

Giao diện không gian LTE hỗ trợ cả hai chế độ là song công phân chia theo tần số (FDD) và song công phân chia theo thời gian (TDD), mỗi chế độ có một cấu trúc khung riêng. Chế độ bán song công FDD cho phép chia sẻ phần cứng giữa đường lên và đường xuống vì đường lên và đường xuống không bao giờ sử dụng đồng thời. Kỹ thuật này được sử dụng trong một số dải tần và cũng cho phép tiết kiệm chi phí khi giảm một nửa khả năng truyền dữ liệu.

Giao diện không gian LTE cũng hỗ trợ phát đa phương tiện và các dịch vụ phát quảng bá đa điểm (MBMS). Một công nghệ tương đối mới cho nội dung phát sóng như truyền hình kỹ thuật số tới UE bằng cách sử dụng kết nối điểm – đa điểm. Các thông số kỹ thuật 3GPP cho MBMS đầu tiên được xuất hiện trong UMTS phiên bản 6. LTE xác định là một cấp cao hơn dịch vụ eMBMS, mà nó hoạt động qua một mạng đơn tần số phát quảng bá / đa điểm (MBSFN), bằng cách sử dụng một dạng sóng đồng bộ thời gian chung mà có thể truyền tới đa ô trong một khoảng thời gian nhất định. MBSFN cho phép kết hợp qua vô tuyến của truyền đa ô tới UE, sử dụng tiền tố vòng (CP) để bảo vệ các sự sai lệch do trễ khi truyền tải, để các UE truyền tải như là từ một tế bào lớn duy nhất. Công nghệ này giúp cho LTE có hiệu suất cao cho truyền tải MBMS.

### 2.1.3.4. Băng tần truyền dẫn

LTE phải hỗ trợ thị trường không dây quốc tế, các quy định về phổ tần trong khu vực và phổ tần có sẵn. Để đạt được điều này các thông số kỹ thuật bao gồm cả băng thông kênh biến đổi có thể lựa chọn từ 1,4 đến 20MHz. Với khoảng cách giữa các sóng mang con là 15 kHz. Nếu eMBMS mới được sử dụng, cũng có thể khoảng cách giữa các sóng mang con là 7,5 kHz. Khoảng cách giữa các sóng mang con là một hằng số và nó không phụ thuộc vào băng thông của kênh. 3GPP đã xác định giao diện vô tuyến của LTE là băng thông không thể biết, nó cho phép giao diện vô tuyến thích ứng với băng thông kênh khác nhau với ảnh hưởng nhỏ nhất vào hoạt động của hệ thống.

Giá trị nhỏ nhất của tài nguyên có thể được phân bố ở đường lên và đường xuống được gọi là một khối tài nguyên (RB). Một RB có độ rộng là 180kHz và kéo dài trong một khe thời gian là 0.5ms. với LTE tiêu chuẩn thì một RB bao gồm 12 sóng mang con với khoảng cách giữa các sóng mang con là 15kHz, và cho eMBMS với tùy chọn khoảng cách giữa các sóng mang con là 7,5kHz và một RB gồm 24 sóng mang con cho 0.5ms.

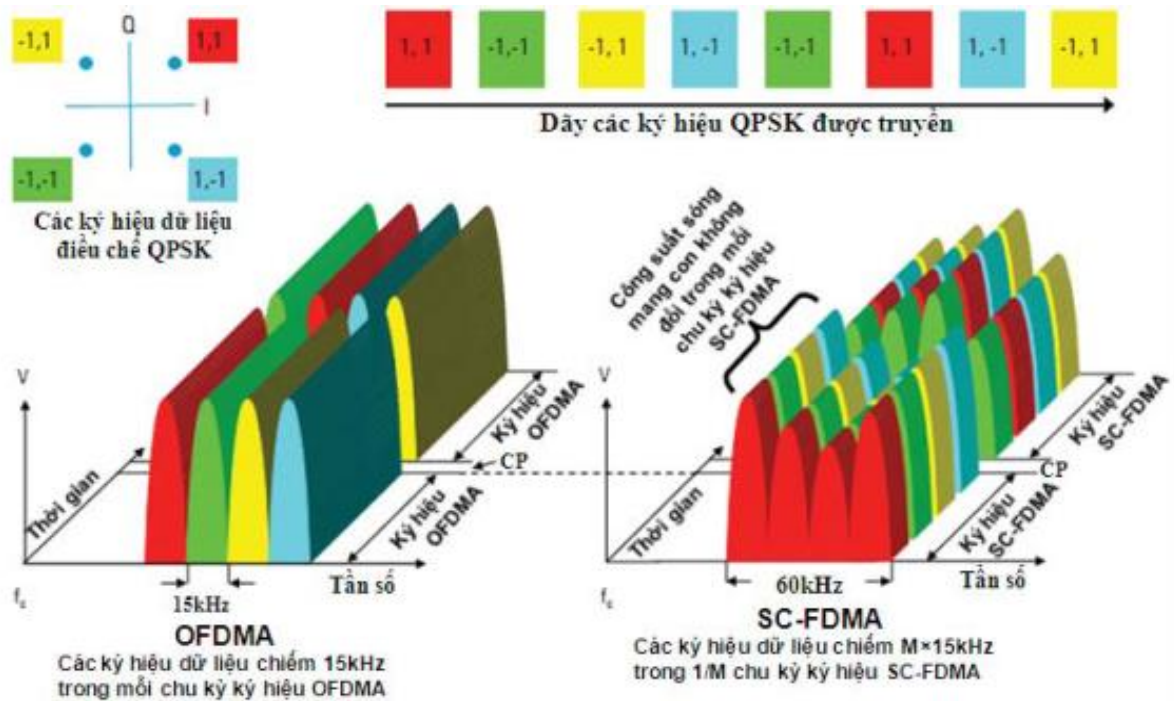
#### 2.1.3.5. Kỹ thuật đa truy nhập vô tuyến sử dụng trong LTE

Kế hoạch truyền dẫn đường xuống cho E-UTRAN chế độ FDD và TDD được dựa trên kỹ thuật OFDM truyền thống. Trong hệ thống OFDM phổ tần có sẵn được chia thành nhiều sóng mang, được gọi là các sóng mang con. Mỗi sóng mang con được điều chế độc lập bởi một dòng dữ liệu tốc độ thấp. Tuy nhiên, việc truyền OFDMA phải chịu một tỷ lệ công suất đỉnh-đến-trung bình (PAPR) cao, điều này có thể dẫn đến những hệ quả tiêu cực đối với việc thiết kế một bộ phát sóng nhúng trong UE. Đó là, khi truyền dữ liệu từ UE đến mạng, cần có một bộ khuếch đại công suất để nâng tín hiệu đến lên một mức đủ cao để mạng thu được. Bộ khuếch đại công suất là một trong những thành phần tiêu thụ năng lượng lớn nhất trong một thiết bị, và vì thế nên hiệu quả công suất càng cao càng tốt để làm tăng tuổi thọ pin của máy. 3GPP đã tìm một phương án truyền dẫn khác cho hướng lên LTE. SC-FDMA được chọn bởi vì nó kết hợp các kỹ thuật với PAPR thấp của các hệ thống truyền dẫn đơn sóng mang, như GSM và CDMA, với khả năng chống được đa đường và cấp phát tần số linh hoạt của OFDMA.

Một sự so sánh giữa OFDMA và SC-FDMA được thể hiện như trong hình 2.10, ví dụ này chỉ sử dụng bốn (M) sóng mang con trong hai chu kỳ ký hiệu với dữ liệu tải trọng được biểu diễn bởi điều chế khóa dịch pha cầu phương (QPSK).

Các tín hiệu LTE được cấp phát trong các đơn vị của 12 sóng mang con lân cận. Bên trái hình 2.10, M các sóng mang con 15kHz liền kề đã được đặt vào địa điểm mong muốn trong băng thông kênh và mỗi sóng mang con được điều chế với chu kỳ ký hiệu OFDMA là 66,7 $\mu$ s bởi một ký hiệu dữ liệu QPSK. Trong ví dụ này, bốn sóng mang con, bốn ký hiệu được đưa ra song song. Đây là các ký hiệu dữ liệu

QPSK do đó chỉ có pha của mỗi sóng mang con là được điều chế và công suất của sóng mang con vẫn giữ không đổi giữa các ký hiệu. Sau một chu kỳ ký hiệu OFDMA trôi qua, các CP được chèn vào và bốn ký hiệu tiếp theo được truyền đi song song. Để cho hình ảnh nhìn được rõ ràng nên các CP được hiển thị như một khoảng trống, tuy nhiên, nó thực sự được lấp đầy với một bản sao của sự kết thúc của ký hiệu tiếp theo, có nghĩa là công suất truyền dẫn là liên tục nhưng có một sự gián đoạn pha ở biên của ký hiệu. Để tạo ra tín hiệu truyền đi, một IFFT được thực hiện trên mỗi sóng mang con để tạo ra  $M$  tín hiệu miền thời gian. Chúng lần lượt là vector tổng hợp để tạo ra dạng sóng miền thời gian cuối cùng được sử dụng để truyền dẫn.



**Hình 2.10. OFDMA và SC-FDMA truyền một chuỗi ký hiệu dữ liệu QPSK**

Sự tạo thành tín hiệu SC-FDMA được bắt đầu với một quy trình đặc biệt rồi sau đó nó cũng tiếp tục một cách tương tự như OFDMA. Tuy nhiên trước hết ta sẽ xem hình bên phải của hình 7.12. Sự khác biệt rõ ràng nhất là OFDMA truyền bốn ký hiệu dữ liệu QPSK song song trên mỗi sóng mang con, trong khi SC-FDMA

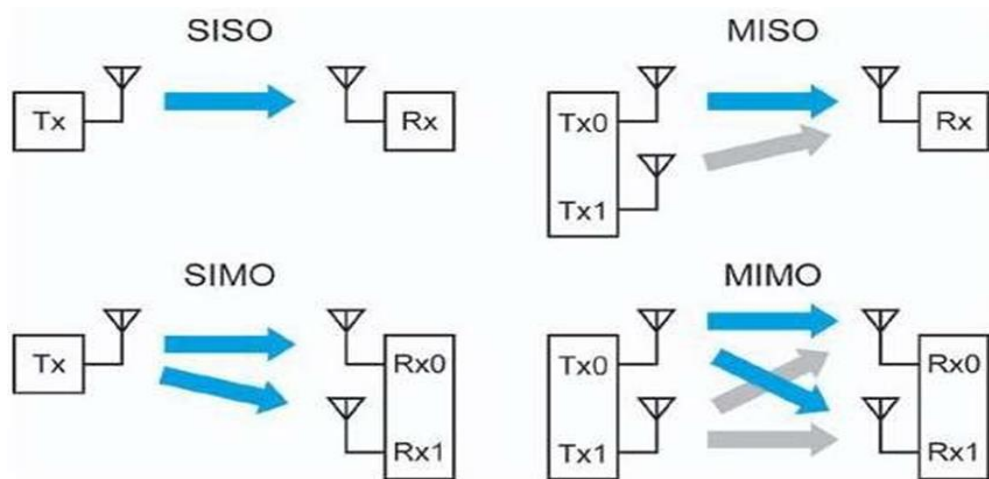
truyền bốn ký hiệu dữ liệu QPSK trong loạt bốn lần, với mỗi ký hiệu dữ liệu chiếm  $M \times 15\text{kHz}$  băng thông.

Nhìn một cách trực quan, tín hiệu OFDMA rõ ràng là đa sóng mang với một ký hiệu dữ liệu trên mỗi sóng mang con, nhưng tín hiệu SC-FDMA xuất hiện như nhiều hơn một sóng mang đơn (vì thế mà có “SC” trong tên SC-FDMA) với mỗi ký hiệu dữ liệu được biểu diễn bằng một loạt tín hiệu. Lưu ý rằng chiều dài ký hiệu OFDMA và SC-FDMA là như nhau với  $66,7\mu\text{s}$ , tuy nhiên, ký hiệu SC-FDMA có chứa  $M$  các ký hiệu con mà biểu diễn cho dữ liệu điều chế. Đó là việc truyền tải song song của nhiều các ký hiệu tạo ra PAPR cao không mong muốn với OFDMA. Bằng cách truyền  $M$  các ký hiệu dữ liệu trong dãy vào  $M$  thời điểm, SC-FDMA chiếm băng thông cũng như đa sóng mang OFDMA nhưng chủ yếu là PAPR tương tự như được sử dụng cho các ký hiệu dữ liệu gốc. Thêm vào cùng nhau nhiều dạng sóng QPSK băng hẹp trong OFDMA sẽ luôn tạo ra các đỉnh cao hơn có thể thấy trong băng thông rộng hơn, dạng sóng QPSK đơn sóng mang SC-FDMA.

#### 2.1.3.6. Kỹ thuật đa anten MIMO

Trung tâm của LTE là ý tưởng của kỹ thuật đa anten, được sử dụng để tăng vùng phủ sóng và khả năng của lớp vật lý. Thêm vào nhiều anten hơn với một hệ thống vô tuyến cho phép khả năng cải thiện hiệu suất bởi vì các tín hiệu phát ra sẽ có các đường dẫn vật lý khác nhau. Có ba loại chính của kỹ thuật đa anten. Đầu tiên nó giúp sử dụng trực tiếp sự phân tán đường dẫn trong đó một sự bức xạ đường dẫn có thể bị mất mát do fading và một cái khác có thể không. Thứ hai là việc sử dụng kỹ thuật hướng búp sóng (beamforming) bằng cách điều khiển mối tương quan pha của các tín hiệu điện phát ra vào các anten với năng lượng truyền lái theo tự nhiên. Loại thứ ba sử dụng sự phân tách không gian ( sự khác biệt đường dẫn bằng cách tách biệt các anten ) thông qua việc sử dụng ghép kênh theo không gian và sự tạo chùm tia, còn được gọi là kỹ thuật đa đầu vào, đa đầu ra (MIMO ).

Hình 2.11 cho thấy, có 4 cách để thực hiện việc sử dụng kênh vô tuyến. Để đơn giản các ví dụ được miêu tả chỉ sử dụng một hoặc hai anten.



**Hình 2.11 Các chế độ truy nhập kênh vô tuyến**

Các chế độ truy nhập kênh vô tuyến bao gồm :

Đơn đầu vào đơn đầu ra (SISO)

Đơn đầu vào đa đầu ra (SIMO)

Đa đầu vào đơn đầu ra (MISO)

Đa đầu vào đa đầu ra (MIMO)

LTE sử dụng kỹ thuật đa anten MIMO, ta tập trung tìm hiểu về kỹ thuật này. Từ hình 2.11, ta có thể thấy MIMO yêu cầu 2 hoặc nhiều máy phát và hai hoặc nhiều máy thu. MIMO làm tăng công suất phổ bằng cách phát nhiều luồng dữ liệu cùng một lúc trong cùng một tần số và thời gian, tận dụng đầy đủ các lợi thế của các đường dẫn khác nhau trong kênh vô tuyến. Đối với một hệ thống được mô tả như MIMO, nó phải có ít nhất là nhiều máy thu với nhiều luồng phát. Số lượng các luồng phát không được nhầm lẫn với số lượng các anten phát. Hãy xem xét trường hợp phân tập phát (MISO) trong đó có hai máy phát nhưng chỉ có một dòng dữ liệu. Thêm nữa sự phân tập thu (SIMO) không chuyển cấu hình này vào MIMO, mặc dù hiện tại có hai anten phát và hai anten thu có liên quan. Nói cách khác  $\text{SIMO} + \text{MISO} \neq \text{MIMO}$ . Nếu  $N$  luồng dữ liệu được truyền từ ít hơn  $N$  anten, dữ liệu có thể không được giải xáo trộn một cách đầy đủ bởi bất kỳ máy thu nào từ đó tạo ra sự chồng chéo các luồng mà không có sự bổ sung của phân tập theo không gian thì chỉ tạo ra nhiễu. Tuy nhiên về mặt không gian việc tách biệt  $N$  các luồng qua tối thiểu  $N$  anten,  $N$  máy thu sẽ có thể tái tạo lại đầy đủ dữ liệu ban đầu và nhiễu trong

kênh vô tuyến là đủ thấp. Một yếu tố quan trọng cho hoạt động MIMO là việc truyền từ mỗi anten phải là duy nhất để mỗi máy thu có thể xác định được cái gì mà nó đã nhận được. Việc nhận dạng này thường được thực hiện với các tín hiệu chỉ đạo, trong đó sử dụng các mẫu trực giao cho mỗi anten. Sự phân tập không gian của kênh vô tuyến nghĩa là MIMO có khả năng làm tăng tốc độ dữ liệu.

#### 2.1.3.7. Kỹ thuật lập biểu phụ thuộc kênh

Lập biểu phụ thuộc kênh giải quyết vấn đề cách thức chia sẻ các tài nguyên vô tuyến giữa những người sử dụng (các đầu cuối di động) khác nhau trong hệ thống để đạt được hiệu suất sử dụng tài nguyên tốt nhất. Lập biểu phụ thuộc kênh cho phép giảm thiểu lượng tài nguyên cần thiết cho một người sử dụng, vì thế cho phép nhiều người sử dụng hơn trong khi vẫn đáp ứng được các yêu cầu chất lượng dịch vụ. Nguyên lý lập biểu cũng như việc chia sẻ các tài nguyên giữa những người sử dụng, ít nhất về mặt lý thuyết, phụ thuộc vào các đặc tính của giao diện vô tuyến, vào việc đường truyền là đường truyền lên hay truyền xuống và vào việc truyền dẫn của những người sử dụng với nhau có trực giao hay không. Thích ứng đường truyền và lập biểu phụ thuộc kênh liên quan mật thiết với nhau và thường thì chúng được coi như là một chức năng liên kết.

#### 2.1.3.8. Kỹ thuật thích ứng đường truyền

Thích ứng đường truyền giải quyết vấn đề liên quan đến cách thiết lập các thông số truyền dẫn của đường truyền vô tuyến để xử lý các thay đổi chất lượng đường truyền vô tuyến. Nó sử dụng điều chế thích nghi. Phương pháp này cho phép hệ thống điều chỉnh nguyên lý điều chế tín hiệu theo tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu (SNR) của đường truyền vô tuyến. Khi đường truyền vô tuyến có chất lượng cao, nguyên lý điều chế cao nhất được sử dụng làm tăng thêm dung lượng hệ thống. Trong quá trình suy giảm tín hiệu, hệ thống LTE có thể chuyển sang một nguyên lý điều chế thấp hơn để duy trì chất lượng và sự ổn định của đường truyền. Đặc điểm này cho phép hệ thống khắc phục hiệu ứng fading lựa chọn thời gian. Đặc điểm quan trọng của điều chế thích nghi là khả năng tăng dải sử dụng của nguyên lý điều chế ở mức độ cao hơn, do đó hệ thống có tính mềm dẻo đối với tình trạng fading thực tế.

Kỹ thuật điều chế và mã hoá thích nghi là một trong những ưu việt của OFDM vì nó cho phép tối ưu hoá mức điều chế trên mỗi kênh con dựa trên chất lượng tín hiệu (tỷ lệ SNR) và chất lượng kênh truyền dẫn.

#### 2.1.3.9. Kỹ thuật Hybrid ARQ

Một sự kết hợp của FEC (Forward Error Correction) và ARQ được biết như là HARQ. HARQ trong thực tế phần lớn được xây dựng xung quanh mã CRC để phát hiện lỗi và mã Turbo để sửa lỗi, như trong trường hợp của LTE.

Trong HARQ với kết nối mềm, những gói nhận được bị sai, được lưu trong một bộ đệm và sau đó được kết hợp với truyền lại để đạt được một gói đáng tin cậy. Trong LTE, Incremental Redundancy (IR) được áp dụng, nghĩa là những gói được truyền lại không giống những gói đã truyền đầu tiên, mà nó mang thông tin bổ sung.

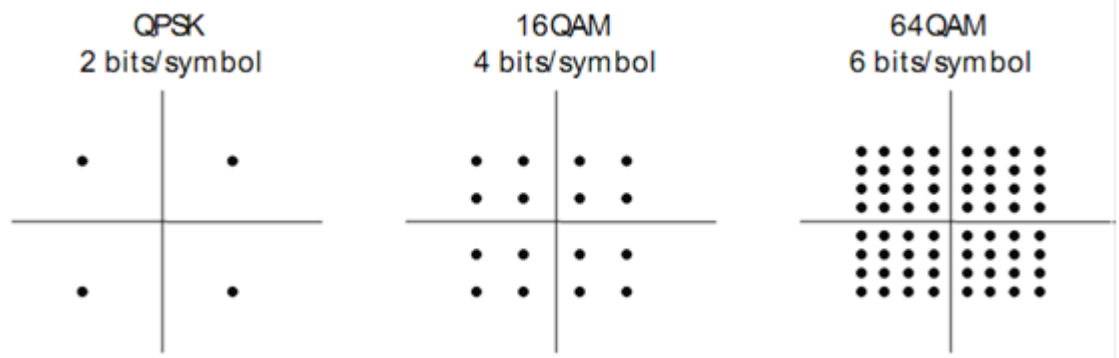
#### 2.1.4. Xử lý tín hiệu gọi trong LTE

##### 2.1.4.1. Điều chế

Trong điều chế hướng lên sử dụng bộ điều chế truyền thống là điều chế biên độ cầu phương (QAM). Trong các phương pháp điều chế có sẵn (cho dữ liệu người dùng) là khóa dịch pha vuông góc (QPSK), 16QAM và 64QAM. Trong đó QPSK và 16QAM là có sẵn trong tất cả các thiết bị, trong khi đó việc hỗ trợ cho 64QAM theo hướng đường lên là một khả năng của UE. Các chòm điểm điều chế khác nhau được thể hiện như trong hình 2.12.

Sử dụng điều chế QPSK cho phép hiệu quả công suất phát tốt khi vận hành tại chế độ công suất truyền tải đầy đủ cũng như điều chế sẽ quyết định kết quả của khối dữ liệu (đối với SC-FDMA) và do đó nó cũng yêu cầu thiết bị khuếch đại chờ để truyền. Các thiết bị sẽ sử dụng công suất phát tối đa thấp hơn khi vận hành với điều chế 16 QAM hoặc 64 QAM.



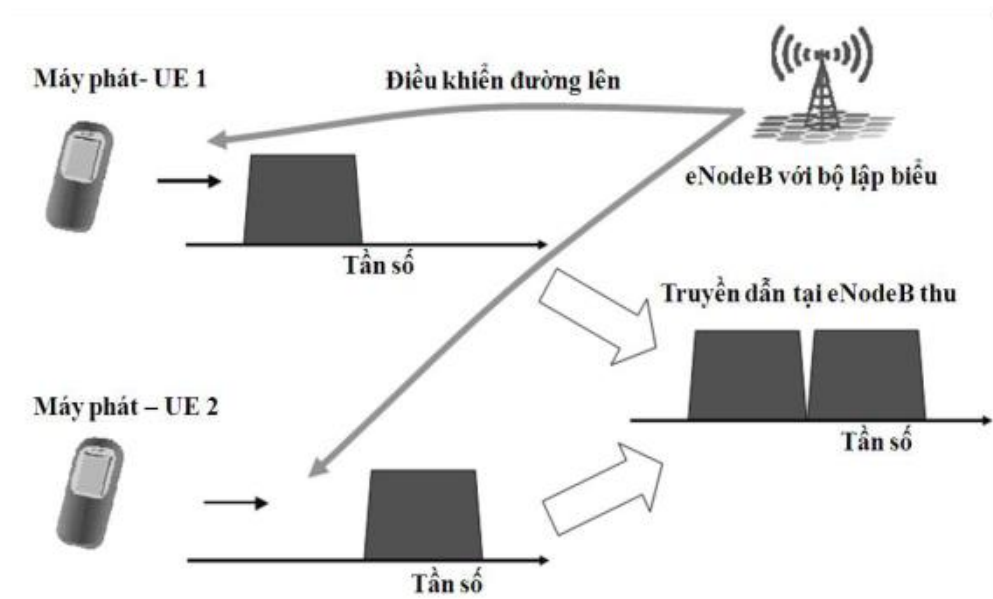


**Hình 2.12. Các chòm điểm điều chế trong LTE**

Trong hướng đường xuống, các phương pháp điều chế cho dữ liệu người sử dụng cũng tương tự như trong hướng lên. Theo lý thuyết thì hệ thống OFDM có thể sử dụng các điều chế khác nhau cho mỗi sóng mang con. Để có kênh thông tin chất lượng (và báo hiệu) với độ chi tiết như vậy là sẽ không thể khả thi do dẫn đến chi phí quá mức. Nếu điều chế riêng từng sóng mang con sẽ có quá nhiều bit trong hướng đường xuống dành cho báo nhận trong các tham số của mỗi sóng mang con và trong hướng đường lên phản hồi chỉ thị chất lượng kênh (CQI) sẽ cần phải quá chi tiết để đạt được mức độ chi tiết các sóng mang con để có thể thích ứng.

#### 2.1.4.2. Truyền tải dữ liệu người sử dụng hướng lên

Dữ liệu người sử dụng trong hướng lên được mang trên PUSCH (**Physical Uplink Shared Channel**), trong đó một cấu trúc khung 10ms và được dựa trên sự cấp phát tài nguyên miền thời gian và miền tần số với 1ms và khoảng chia 180kHz. Việc phân bổ tài nguyên đi kèm từ một bộ lập biểu được đặt tại eNodeB, được minh họa trong hình 2.13.



**Hình 2.13. Cấp phát tài nguyên hướng lên được điều khiển bởi bộ lập biểu eNodeB**

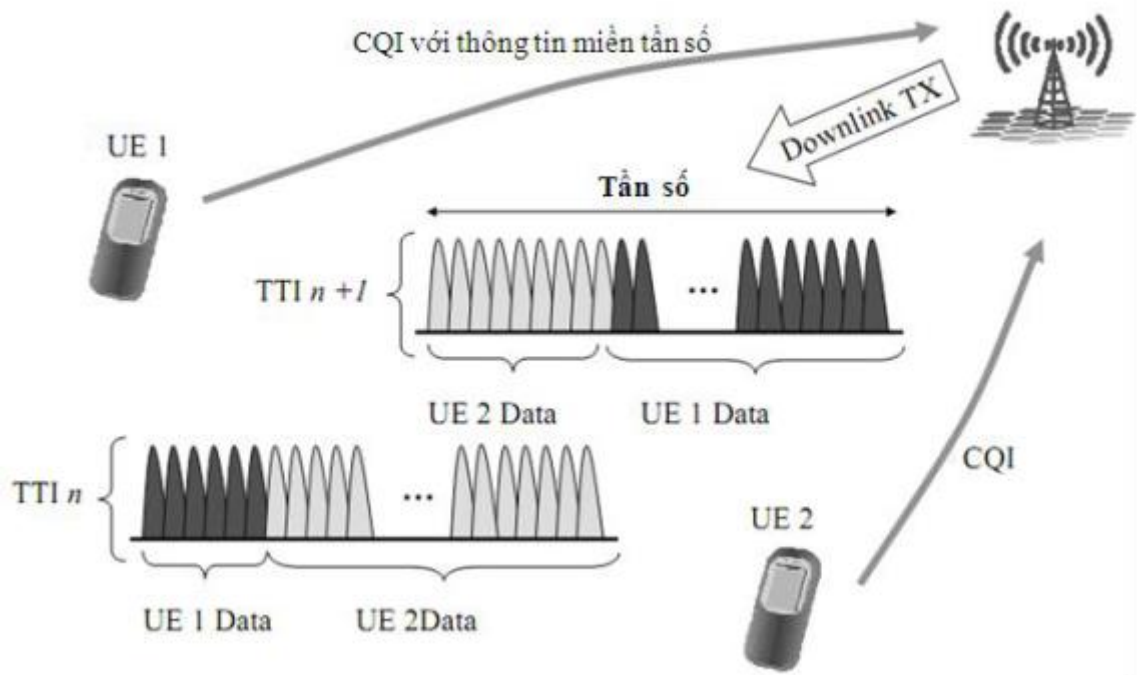
Do đó không có sự cố định các nguồn tài nguyên cho các thiết bị, và cũng không cần tín hiệu trước từ eNodeB các nguồn tài nguyên chỉ cần truy nhập ngẫu nhiên là có thể được sử dụng. Đối với mục đích này các thiết bị có nhu cầu cần phải cung cấp thông tin cho các bộ lập lịch biểu đường lên của các yêu cầu truyền dẫn (bộ đệm trạng thái) nó có cũng như dựa trên các nguồn tài nguyên công suất truyền tải hiện sẵn có.

Tốc độ dữ liệu tức thời cho một UE phụ thuộc vào các đặc điểm đường lên LTE từ các yếu tố sau:

#### 2.1.4.3. Truyền tải dữ liệu người sử dụng hướng xuống

Dữ liệu người dùng hướng xuống được truyền trên kênh chia sẻ đường xuống vật lý (PDSCH). Tương tự việc phân bổ tài nguyên 1ms cũng là hợp lệ trên đường xuống. Các sóng mang con được cấp phát các đơn vị tài nguyên của 12 sóng mang con dẫn đến các đơn vị cấp phát là 180kHz (khối tài nguyên vật lý, PRBs). Với PDSCH, đa truy nhập là OFDMA, mỗi sóng mang con được truyền đi song song với 15kHz và do đó tốc độ dữ liệu của người sử dụng phụ thuộc vào số lượng các sóng mang con được cấp phát (hoặc các khối tài nguyên trong thực tế) cho một người dùng nhất định. eNodeB cấp phát khối tài nguyên dựa trên chỉ số chất lượng

kênh (CQI) từ thiết bị đầu cuối. Tương tự như đường lên, các khối tài nguyên được cấp phát trong miền thời gian và miền tần số, được minh họa như trong hình 2.14.



**Hình 2.14. Cấp phát tài nguyên đường xuống tại eNodeB**

Kênh điều khiển đường xuống vật lý (PDCCH) thông báo cho thiết bị đo các khối tài nguyên được cấp phát cho nó, tự động với độ chi tiết cấp phát là 1ms. Dữ liệu PDSCH sẽ chiếm giữ từ 3 đến 6 ký hiệu trên mỗi khe 0,5ms tùy thuộc vào việc cấp phát cho PDCCH và nó cũng phụ thuộc xem liệu một tiền tố vòng được sử dụng là ngắn hay dài. Trong một khung con 1ms, chỉ có khe 0,5ms đầu tiên chứa PDCCH trong khi khe 0,5ms thứ 2 là hoàn toàn cho dữ liệu (cho PDSCH).

Hiệu quả của tốc độ dữ liệu hướng xuống tức thời phụ thuộc vào :

Điều chế, với phương pháp tương tự có thể như hướng đường lên.

Cấp phát số lượng các sóng mang con. Lưu ý rằng trong đường xuống các khối tài nguyên là không cần thiết phải cấp phát liên tục trong miền tần số. Phạm vi của việc cấp phát băng thông là tương tự như hướng đường lên từ 12 sóng mang con (180kHz) tới 1200 sóng mang con.

Tốc độ mã hóa kênh.

Số lượng anten phát (các luồng độc lập) với sự hoạt động của MIMO.

#### 2.1.4.4. Các thủ tục truy nhập LTE

##### a. Dò tìm tế bào

Dò tìm cell là thủ tục mà theo đó thiết bị đầu cuối tìm thấy một cell có khả năng kết nối tới. Như là một phần của thủ tục dò tìm cell, thiết bị đầu cuối thu được nhận dạng cell và ước tính định thời khung của cell được xác định. Hơn nữa, thủ tục dò tìm cell cũng cung cấp sự đánh giá các thông số cần thiết cho việc thu nhận thông tin của hệ thống trên kênh quảng bá, có chứa các thông số còn lại cần thiết cho việc truy nhập vào hệ thống.

Để tránh việc lập kế hoạch cell phức tạp, số lượng các nhận dạng cell lớp vật lý phải có đủ lớn. LTE hỗ trợ 510 nhận dạng ô khác nhau, được chia thành 170 nhóm nhận dạng cell.

Để giảm sự phức tạp trong việc dò tìm cell, dò tìm cell trong LTE thường được thực hiện trong một vài bước, tương tự như thủ tục dò tìm ô ba bước trong WCDMA.

##### b. Truy nhập ngẫu nhiên

Một yêu cầu cơ bản cho bất kỳ một hệ thống di động tế bào nào là khả năng cho thiết bị đầu cuối yêu cầu thiết lập một kết nối. Điều này thường được gọi là truy nhập ngẫu nhiên và phục vụ hai mục đích chính của LTE, đó là thiết lập đồng bộ hướng lên và thiết lập một nhận dạng thiết bị đầu cuối duy nhất, C-RNTI, được biết đến ở cả hệ thống mạng và thiết bị đầu cuối. Do đó, truy nhập ngẫu nhiên được sử dụng không chỉ cho truy nhập ban đầu, khi chuyển giao từ LTE\_DETACHED (LTE\_tách biệt) hoặc LTE\_IDLE (LTE\_rảnh rỗi) tới LTE\_ACTIVE (LTE\_tích cực), mà còn sau những giai đoạn của tình trạng không tích cực đường lên khi đồng bộ đường lên bị mất trong LTE\_ACTIVE.

## 2.2. Công nghệ LTE – Advanced [10, 11, 12, 13, 14]

### 2.2.1. Tổng quan về công nghệ LTE – Advanced

Hiện nay, tại nhiều nước trên thế giới, khi phiên bản đầu tiên của chuẩn LTE đang hoàn thành thì tâm điểm của sự chú ý đang chuyển sang sự tiến hóa tiếp theo

của công nghệ này, đó là LTE-Advanced. Một trong những mục tiêu của quá trình tiến hóa này là để đạt tới và thậm chí vượt xa những yêu cầu của IMT-Advanced của ITU-R nhằm cải thiện một cách đáng kể về mặt hiệu năng so với các hệ thống hiện tại bao gồm cả hệ thống LTE phiên bản đầu tiên.

LTE-Advanced (Long Term Evolution-Advanced) là sự tiến hóa trong tương lai của công nghệ LTE, công nghệ dựa trên OFDMA này được chuẩn hóa bởi 3GPP trong phiên bản (Release) 8 và 9. LTE-Advanced, dự án được nghiên cứu và chuẩn hóa bởi 3GPP vào năm 2009 với các đặc tả được mong đợi hoàn thành vào quý 2 năm 2010 như là một phần của Release 10 nhằm đáp ứng hoặc vượt hơn so với những yêu cầu của thế hệ công nghệ vô tuyến di động thế hệ thứ 4 (4G) IMT-Advanced được thiết lập bởi ITU. LTE-Advanced sẽ tương thích ngược và thuận với LTE, nghĩa là các thiết bị LTE sẽ hoạt động ở cả mạng LTE Advanced mới và các thiết bị LTE-Advanced sẽ hoạt động ở cả các mạng LTE cũ.

Gần đây, ITU đã đưa ra các yêu cầu cho IMT-Advanced nhằm tạo ra định nghĩa chính thức về 4G. Thuật ngữ 4G sẽ áp dụng trên các mạng tuân theo các yêu cầu của IMT-Advanced xoay quanh báo cáo ITU-R M.2134. Một số yêu cầu then chốt bao gồm:

Hỗ trợ độ rộng băng tần lên đến và bao gồm 40 MHz.

Khuyến khích hỗ trợ các độ rộng băng tần rộng hơn (chẳng hạn 100 MHz)

Hiệu quả sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống tối thiểu là 15 b/s/Hz (giả sử sử dụng MIMO 4x4)

Hiệu quả sử dụng phổ tần đỉnh đường lên tối thiểu là 6,75 b/s/Hz (giả sử sử dụng MIMO 4x4)

Tốc độ thông lượng lý thuyết là 1,5 Gb/s (trong phiên bản trước đây, 1Gb/s thường được coi là mục tiêu của hệ thống 4G).

### ***2.2.2. Những công nghệ mới cho LTE – Advanced***

#### ***2.2.2.1. Giải pháp băng thông và phổ tần***

Mục tiêu tốc độ số liệu đỉnh của LTE-Advanced rất cao và chỉ có thể được thỏa mãn một cách vừa phải bằng cách tăng độ rộng băng truyền dẫn hơn nữa so với

những gì được cung cấp ở Release đầu tiên của LTE và độ rộng băng truyền dẫn lên đến 100MHz được thảo luận trong nội dung của LTE-Advanced. Việc mở rộng độ rộng của băng sẽ được thực hiện trong khi vẫn duy trì được tính tương thích phổ. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng “khối tập kết sóng mang”, trong đó nhiều sóng mang thành phần LTE được kết hợp trên lớp vật lý để cung cấp độ rộng băng cần thiết. Đối với thiết bị đầu cuối LTE, mỗi sóng mang thành phần sẽ xuất hiện như là một sóng mang LTE trong khi một thiết bị đầu cuối LTE-Advanced có thể khai thác toàn bộ độ rộng băng khối kết tập.

Hình 2.15 minh họa trường hợp các sóng mang thành phần liên tiếp nhau mặc dù ở khía cạnh băng gốc, điều này không phải là điều kiện tiên quyết. Truy nhập đến một lượng lớn phổ liên tục ở bậc 100MHz không thể có thường xuyên. Do đó, LTE-Advanced có thể cho phép kết tập các sóng mang thành phần không liên kế để xử lý các tình huống trong đó một khối lượng lớn phổ liên tiếp nhau không sẵn có. Tuy nhiên, nên lưu ý rằng sự kết tập phổ không liên kế nhau đang là thách thức từ khía cạnh thực thi. Vì vậy, mặc dù khối kết tập phổ được hỗ trợ bởi các đặc tả cơ bản thì sự kết tập phổ phân tán chỉ được cung cấp bởi các thiết bị đầu cuối cấp cao nhất. Truy nhập trên các độ rộng băng tần truyền dẫn cao hơn không chỉ hữu ích từ khía cạnh tốc độ đỉnh mà quan trọng hơn là công cụ cho việc mở rộng độ phủ sóng với các tốc độ số liệu trung bình.



**Hình 2.15. Ví dụ về khối tập kết sóng mang**

#### 2.2.2.2. Giải pháp đa anten

Các công nghệ đa anten, bao gồm định dạng chùm và ghép kênh theo không gian là các thành phần công nghệ then chốt vốn có của LTE và chắc chắn sẽ tiếp tục đóng vai trò quan trọng hơn trong LTE-Advanced. Thiết kế đa anten hiện tại cung

cấp lên đến bốn cổng anten với các tín hiệu tham chiếu ô cụ thể tương ứng ở đường xuống, kết hợp với sự tiền mã hóa dựa trên số mã. Cấu trúc này cung cấp cả sự ghép theo không gian lên đến bốn lớp, đưa đến tốc độ bit đỉnh là 300Mbit/s cũng như là định dạng chùm (dựa trên số mã). Kết hợp với nhau trên độ rộng băng toàn phần là 100 Mhz, sơ đồ ghép không gian LTE hiện tại sẽ đạt được tốc độ đỉnh là 1,5Gb/s vượt xa so với yêu cầu của LTE-Advanced. Có thể thấy trước rằng hỗ trợ ghép kênh theo không gian đường lên sẽ là một phần của LTE-Advanced. Việc tăng số lớp truyền dẫn đường xuống vượt xa con số bốn là có khả năng và có thể được sử dụng như là phần bổ sung đối với sự tăng tốc đỉnh thông qua sự mở rộng băng tần.

### 2.2.2.3. Giải pháp truyền dẫn đa điểm phối hợp

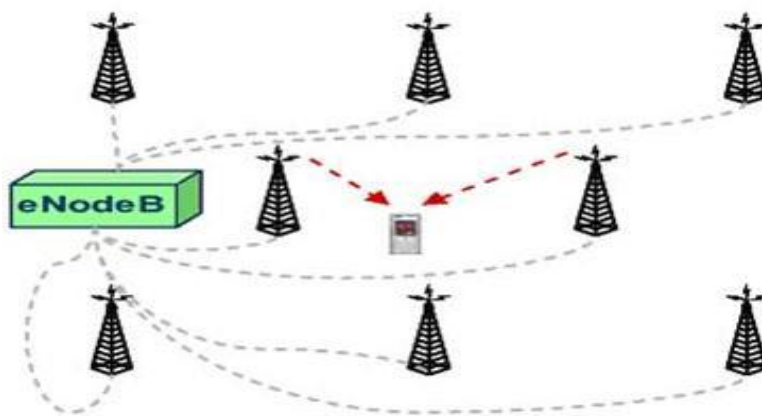
Mục tiêu về số liệu đỉnh của LTE-Advanced yêu cầu sự cải thiện đáng kể về tỉ lệ tín hiệu trên tạp âm và can nhiễu SINR ở thiết bị đầu cuối. Định dạng chùm là một cách. Ở các mạng hiện tại, nhiều anten nằm phân tán về mặt địa lý kết nối đến một đơn vị xử lý băng gốc trung tâm được sử dụng nhằm đem lại hiệu quả về chi phí. Mô hình triển khai thu/phát đa điểm phối hợp với quá trình xử lý băng gốc ở một nút đơn được mô tả ở hình 2.16. Ở đường xuống, nó chỉ ra sự phối hợp truyền dẫn từ đa điểm truyền dẫn.

Lợi ích của hệ thống CoMP trong việc nâng cao chất lượng dịch vụ:

Tăng hiệu quả sử dụng mạng: bằng việc cung cấp kết nối tới nhiều trạm cùng lúc, dữ liệu có thể tận dụng tối ưu tài nguyên của các trạm thu phát đó.

Nâng cao chất lượng thuê bao: Sử dụng nhiều tế bào mạng trên 1 thuê bao sẽ tăng khả năng thu nhận và giảm đáng kể việc mất kết nối.

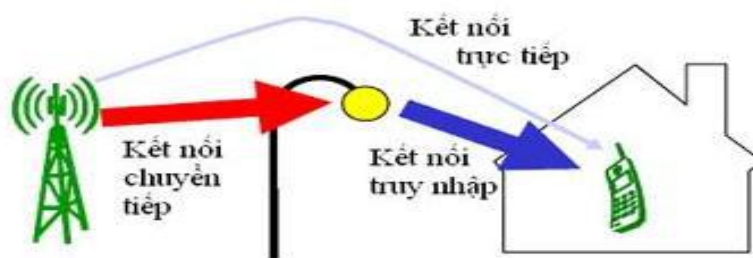
Giảm nhiễu: Hệ thống này giúp cải thiện đáng kể về tỉ lệ tín hiệu trên tạp âm và can nhiễu ở thiết bị đầu cuối.



**Hình 2.16. Hệ thống phối hợp với 2 nút chuyển tiếp**

#### 2.2.2.4. Giải pháp các bộ lặp và chuyển tiếp

Đối với các bộ lặp, tồn tại nhiều tùy chọn khác nhau phụ thuộc vào các tính năng được hỗ trợ nhưng ở mức cao, có thể phân biệt hai tầng khác nhau, dựa trên việc truyền tiếp được thực hiện ở lớp 2 (chuyển tiếp lớp 2) hay lớp 3 (chuyển tiếp lớp 3). Mặc dù giống nhau ở nhiều điểm cơ bản (trễ, không khuếch đại tạp âm), giải pháp self backhauling không yêu cầu bất kì nút, giao thức hoặc giao diện mới nào để chuẩn hóa bởi vì các giải pháp đang tồn tại được tái sử dụng và do đó có thể được ưa chuộng hơn trên các kĩ thuật cùng chức năng L2 của chúng.



**Hình 2.17. Chuyển tiếp trong LTE-Advanced**

#### 2.2.2.5. Giải pháp CDMA đa code đa sóng mang

Kỹ thuật CDMA đa code đa sóng mang (MCMC CDMA) nhằm cung cấp nhiều loại tốc độ khác nhau được truyền đi trên nhiều sóng mang con.

Kỹ thuật MCMC CDMA có 3 giải pháp sau:

Hệ thống Multicarrier CDMA

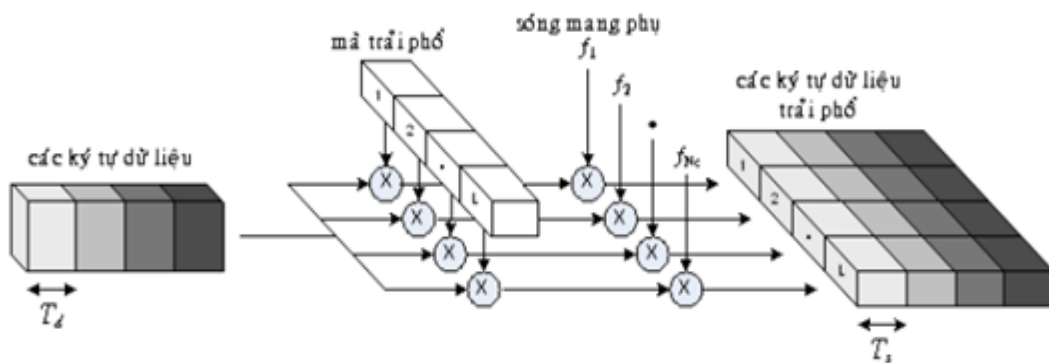
Hệ thống Multicode CDMA



## Hệ thống CDMA đa code đa sóng mang MCMC CDMA

### a. Hệ thống Multicarrier CDMA

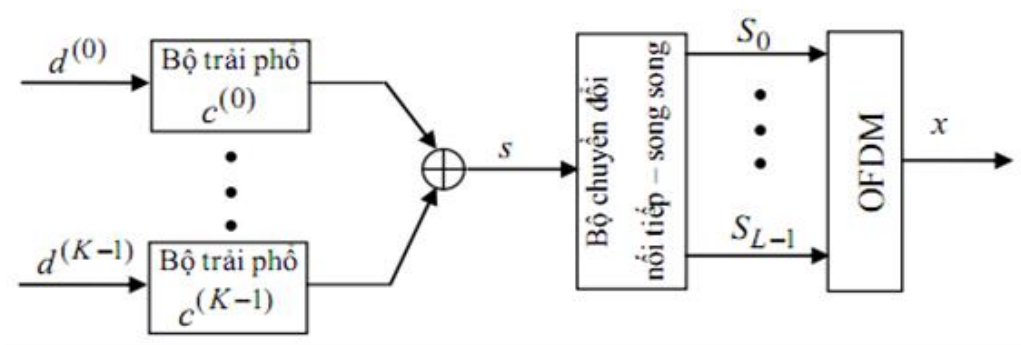
Hệ thống Multicarrier CDMA(MC-CDMA) được xem như là sự kết hợp nối tiếp của CDMA và OFDM. Sự kết hợp này có hai ưu điểm chính, thứ nhất nó kế thừa khả năng làm chậm tốc độ ký tự trên mỗi sóng mang phụ đủ để có được một sự nhận tín hiệu gần đồng bộ (quasi-synchronous). Ưu điểm thứ hai đó là nó có thể kết hợp một cách hiệu quả năng lượng tín hiệu bị phân tán trong miền tần số. Đặc biệt trong những trường hợp truyền dẫn tốc độ cao khi một bộ thu DS-CDMA có thể thấy 20 đường trong đáp ứng xung tức thời, một bộ kết hợp RAKE 20 đường là điều không thể thực hiện cho bộ thu DS-CDMA. Hình 2.18 cho ta khái niệm về sự tạo tín hiệu MC-CDMA cho một người dùng.



**Hình 2.18. Sự tạo tín hiệu MC-CDMA cho một người dùng**

- Tín hiệu đường xuống (downlink):

Ở tuyến xuống, sự tạo tín hiệu trải phổ đa sóng mang sử dụng OFDM cho một người dùng được minh họa ở hình 2.19. Trong đó, ở bộ phát ký tự dữ liệu giá trị  $d_k$  của người dùng thứ  $k$  được trải phổ, các tín hiệu trải phổ của  $K$  user được cộng với nhau tạo thành tín hiệu tổng  $S$ . Tiếp theo, tín hiệu  $S$  được chuyển đổi thành  $L$  luồng dữ liệu con song song thông qua bộ chuyển đổi nối tiếp-song song. Sau đó,  $L$  luồng dữ liệu con song song được thực hiện phương pháp OFDM.



**Hình 2.19. Máy phát MC-CDMA tuyến xuống**

Tín hiệu đường lên (uplink)

Ở tuyến lên, tín hiệu MC-CDMA có được một cách trực tiếp sau khi xử lý chuỗi  $S_k$  của user thứ k bằng khối OFDM. Sau khi thực hiện quá trình biến đổi ngược OFDM và loại bỏ các khoảng tần số thừa ở máy thu.

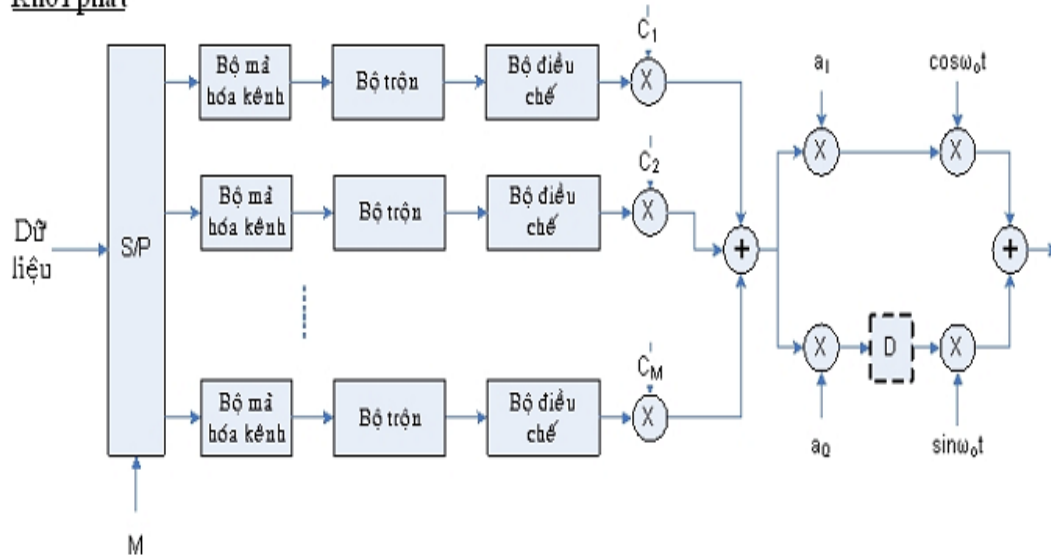
Cần lưu ý, tuyến lên phải được đồng bộ để phương pháp OFDM đạt hiệu suất sử dụng phổ caonhất.

#### b. Hệ thống Multicode CDMA

Hệ thống Multi-code CDMA cung cấp nhiều loại tốc độ khác nhau bằng cách ấn định cho mỗi người dùng một tập gồm M chuỗi mã, kích thước M của tập mã sẽ thay đổi theo tốc độ yêu cầu. Tùy thuộc vào cách thức “ánh xạ” các bit dữ liệu vào các chuỗi mã mà ta có các hệ thống Multi-code CDMA khác nhau.

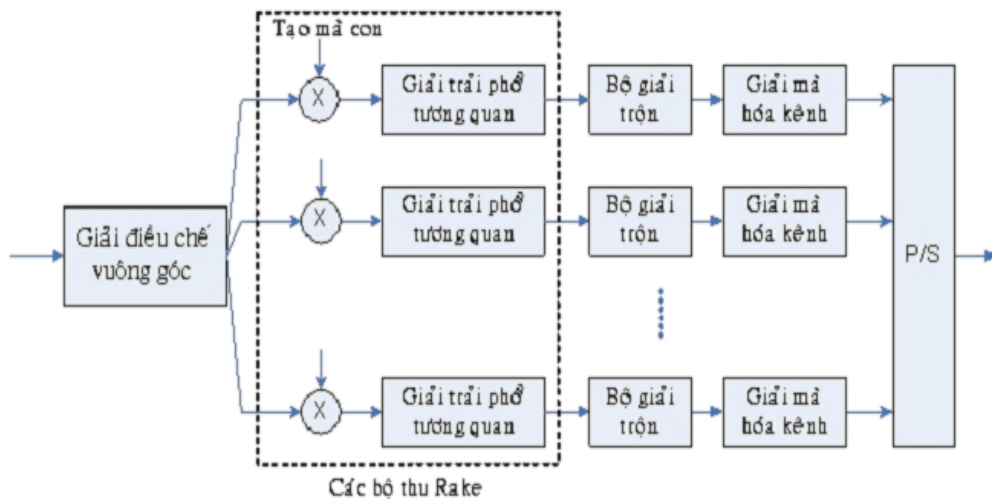
##### Hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền song song

Trong hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền song song khi một người dùng cần truyền một luồng dữ liệu có tốc độ lớn hơn tốc độ cơ bản M lần thì hệ thống sẽ chuyển luồng dữ liệu này thành M luồng dữ liệu con song song (sử dụng bộ chuyển đổi nối tiếp sang song song), M luồng dữ liệu con này được xem như là của M người dùng độc lập, mỗi luồng sẽ được trải phổ (mã hóa) bằng một mã khác nhau trong tập và được cộng lại trước khi chuyển lên truyền dẫn cao tần. Hình 2.20 miêu tả sơ đồ khối bộ phát trong hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền song song.

Khối phát

**Hình 2.20. Sơ đồ khối bộ phát Multi-code CDMA kiểu truyền song song**

Bộ thu của hệ thống Multi-code CDMA được xem như tương ứng với M bộ thu của hệ thống DS-CDMA. Hình 2.21 miêu tả sơ đồ khối của bộ thu hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền song song.

Khối thu

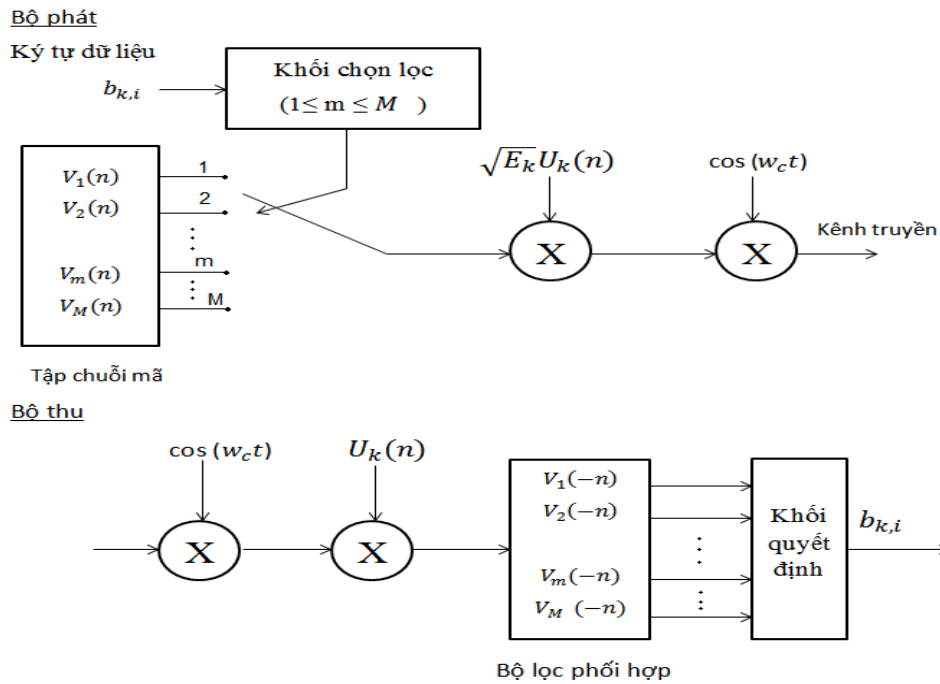
**Hình 2.21. Sơ đồ khối bộ thu Multi-code CDMA kiểu truyền song song**

### Hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền M-ary

Trong hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền M-ary mỗi người dùng cũng được gán một tập gồm M chuỗi mã. Các tốc độ dữ liệu khác nhau của người dùng sẽ được hỗ trợ bằng cách thay đổi kích thước M của tập chuỗi mã. Người dùng truyền

dữ liệu bằng cách chọn một chuỗi mã từ tập chuỗi của họ và truyền nó qua kênh chung, bằng cách này  $\log_2(M)$  bit dữ liệu đã được truyền trong một chu kỳ ký tự dữ liệu.

Mô hình bộ phát và bộ thu hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền Mary được miêu tả trên hình 2.22.



**Hình 2.22. Mô hình bộ phát và thu hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền M-ary**

Tại bộ phát, một trong số  $M$  chuỗi mã thông tin  $V_m(n)$  được chọn tùy thuộc vào ký tự dữ liệu M-ary. Chuỗi mã này sẽ được nhân với chuỗi mã đặc trưng cho người dùng và một hệ số biên độ  $\sqrt{E_k}$ , phép nhân giữa hai chuỗi mã được thực hiện theo kiểu chip-nhân-chip. Chuỗi kết quả được điều chế và truyền ra ngoài kênh truyền.

Tại bộ thu, tín hiệu thu được giải điều chế, nhân với chuỗi đặc trưng cho người dùng và được đưa qua bộ giải mã là một băng các bộ lọc tương hợp cho các chuỗi thông tin  $V_m(n)$  với  $1 \leq m \leq M$ . Một đơn vị quyết định sẽ xác định chuỗi nào đã được gửi (dò tìm cực đại) và cho ra ký tự dữ liệu M-ary tương ứng.

c. Hệ thống CDMA đa code đa sóng mang (MCMC CDMA)

Hệ thống CDMA đa code đa sóng mang kiểu song song (PMC-MC CDMA)

Hệ thống PMC-MC-CDMA (Parallel Multicode Multicarrier CDMA) được xem như là sự kết hợp của hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền song song và hệ thống MC-CDMA. Khi một người dùng cần truyền một luồng dữ liệu có tốc độ lớn hơn tốc độ cơ bản  $M$  lần thì hệ thống sẽ chuyển luồng dữ liệu này thành  $M$  luồng dữ liệu con, mỗi luồng dữ liệu con bây giờ được xem như là của từng người dùng riêng biệt. Mỗi luồng dữ liệu con sẽ được đưa qua bộ mã hóa kênh truyền, bộ trộn và được nhân với mã trải rộng có chiều dài  $L$ . Mỗi luồng dữ liệu con sau đó sẽ được điều chế đa sóng mang và phát ra ngoài kênh truyền.

Hệ thống CDMA đa code đa sóng mang kiểu ma trận(MMC-MC CDMA)

Hệ thống MMC-MC-CDMA (M-ary Multicode MC-CDMA) là sự kết hợp nối tiếp của hệ thống Multi-code CDMA kiểu truyền M-ary và hệ thống MC-CDMA. Trong hệ thống này mỗi người dùng có một mã  $C_k$  (chiều dài  $L$ ) đặc trưng cho người dùng và một tập mã  $\{V_m(n) | 1 \leq m \leq M\}$  chung cho tất cả người dùng (chiều dài của mỗi mã trong tập mã chung là  $N$ ).

### 2.3. Tổng kết

Trước hết chương này trình bày công nghệ LTE: với kiến trúc mạng LTE là một chuẩn cho công nghệ truyền thông dữ liệu không dây và là một sự tiến hóa của các chuẩn GSM/UMTS. Trình bày giao diện vô tuyến, kiến trúc giao thức của LTE. Đồng thời chương này tập trung trình bày mạng truy nhập vô tuyến, xử lý tín hiệu gọi trong LTE

Phần tiếp theo, chương này trình bày LTE-Advanced là phiên bản nâng cấp của LTE. Trong đó tập trung trình bày các công nghệ mới sử dụng cho LTE-Advanced, như giải pha đa anten, truyền dẫn đa điểm phối hợp, các bộ lặp, các bộ chuyển tiếp, kỹ thuật đa sóng mang, đa code,... và trình bày các tính năng ưu việt mới của LTE-Advanced.

## **CHƯƠNG 3. GIẢI PHÁP NÂNG CAO HIỆU NĂNG MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G CHO VNPT BẮC NINH**

### **3.1. Khái quát điều kiện địa lý, kinh tế-xã hội của tỉnh Bắc Ninh**

#### **a. Về vị trí địa lý**

Bắc Ninh là tỉnh có diện tích nhỏ nhất Việt Nam, thuộc Đồng bằng sông Hồng và nằm trên Vùng kinh tế trọng điểm Bắc bộ

Khi trở thành thành phố trực thuộc Trung ương, Bắc Ninh sẽ có 5 quận, 1 thị xã và 2 huyện, với 2 vùng: Nội thị và ngoại thị, trong đó vùng nội thị là đô thị loại I gồm các địa phương phía Bắc sông Đuống, phát triển đô thị theo hướng Văn hóa - Sinh thái - Tri thức - Thông minh; phát triển kinh tế theo hướng công nghiệp công nghệ cao và dịch vụ hiện đại, chú trọng các ngành tài chính, ngân hàng, thương mại, giáo dục, y tế, nghỉ dưỡng, Logistic và du lịch. Vùng ngoại thị ở phía Nam sông Đuống là vùng nông nghiệp công nghệ cao, phát triển công nghiệp phục vụ nông nghiệp, công nghiệp sạch, trung tâm của vùng là đô thị Hồ, huyện Thuận Thành.

#### **b. Về dân số**

Năm 2019 dân số Bắc Ninh là 1.368.840 người, chỉ chiếm 1,4% dân số cả nước và đứng thứ 22/63 tỉnh, thành phố, Mật độ dân số Bắc Ninh năm 2010 đã lên tới 1,262 người/km<sup>2</sup>, gần gấp 5 lần mật độ dân số bình quân của cả nước và là địa phương có mật độ dân số cao thứ 3 trong số 63 tỉnh, thành phố, chỉ thấp hơn mật độ dân số của Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh.

#### **c. Về văn hóa**

Bắc Ninh có một nền văn hoá nhân văn đặc sắc, một vùng quê văn hiến có nhiều di tích lịch sử văn hoá, lễ hội dân gian, làng nghề truyền thống. Những dấu ấn lịch sử sống động truyền thống văn hoá Việt Nam, đậm đà bản sắc Kinh Bắc, được kết tinh trong những di sản văn hoá, các lễ hội dân gian.

Tính đến ngày 05/12/2015 Bắc Ninh đã vinh dự nhận 3 danh hiệu UNESCO Việt Nam đó là dân ca Quan họ, Ca trù và trò chơi kéo co truyền thống.

#### **d. Về kinh tế-xã hội**

Một phần quan trọng của sự phát triển vượt bậc của Bắc Ninh là do đường lối định hướng kinh tế. Cơ cấu kinh tế tiếp tục chuyển dịch đúng hướng: khu vực công nghiệp - xây dựng chiếm 75,2%; dịch vụ chiếm 21,8%; nông, lâm nghiệp và thủy sản chiếm 3,0%.

Trong đó, đó Bắc Ninh tập trung phát triển công nghiệp, xây dựng. Nếu như năm 1997, khu vực nông nghiệp đóng góp hơn 45% thì đến nay chỉ còn 5,8% tỷ trọng. Ngược lại khu vực công nghiệp xây dựng tăng nhanh từ mức 23,8% lên 73,7% hiện nay. Công nghiệp chính là động lực tăng trưởng cho tỉnh này khi giá trị sản xuất tính theo giá hiện hành năm 2016 đạt 765,8 nghìn tỷ đồng, gấp gần 1.200 lần so với mốc 646 tỷ đồng năm 1997. Hiện nay không chỉ những tập đoàn hàng đầu thế giới như Samsung, Canon, Microsoft, Hanaka,... mà những doanh nghiệp lớn tại Việt Nam như Dabaco, Vinasoy, Bia Việt Hà,... cũng góp mặt cho sự tăng trưởng kinh tế của Bắc Ninh.

Công tác thu hút đầu tư được đẩy mạnh với cơ chế, giải pháp thông thoáng. Bắc Ninh đứng thứ 2 toàn quốc về thu hút FDI với 160 dự án mới và điều chỉnh tăng vốn cho 115 dự án với tổng vốn đăng ký sau điều chỉnh đạt 3,5 tỷ USD. Lũy kế đến nay, tỉnh Bắc Ninh cấp đăng ký đầu tư ước 1.112 dự án FDI còn hiệu lực với tổng vốn đầu tư đăng ký sau điều chỉnh khoảng 16 tỷ USD.

Qua 20 năm sau khi tái lập tỉnh, kinh tế thành phố đã phát triển vượt bậc, hệ thống cơ sở hạ tầng được đầu tư xây dựng một cách đồng bộ, hoàn chỉnh cùng với cơ sở chính sách thông thoáng của tỉnh, kết hợp với những điều kiện thuận lợi về vị trí địa lý, hệ thống giao thông đầu mối, nguồn nhân lực dồi dào, trình độ dân trí phát triển, cơ sở hạ tầng kinh tế, hệ thống hạ tầng kỹ thuật và hạ tầng xã hội của đô thị Bắc Ninh đã cơ bản hoàn thiện, đời sống kinh tế và tinh thần của người dân được nâng cao; diện mạo đô thị đã có bước thay đổi đáng kể, thành phố Bắc Ninh đã và đang trở thành điểm hấp dẫn thu hút đầu tư các doanh nghiệp trong và ngoài nước, góp phần quan trọng thúc đẩy tiến trình công nghiệp hóa, hiện đại hóa. Khẳng định vai trò vị thế đô thị trung tâm của tỉnh Bắc Ninh và vùng thủ đô Hà Nội.

## **3.2. Nhu cầu triển khai các dịch vụ viễn thông băng rộng của VNPT Bắc Ninh**

### ***3.2.1. Nhu cầu các dịch vụ băng rộng của VNPT và xu hướng phát triển***

Hiện nay, thế giới đang thực hiện mạnh mẽ cuộc cách mạng công nghiệp lần thứ tư (cuộc cách mạng công nghiệp 4.0).

Nền kinh tế tri thức là nền kinh tế mà tri thức trở thành động lực chính cho quá trình sản xuất, phân phối và tăng trưởng, cho quá trình tạo ra của cải và việc làm trong tất cả các ngành kinh tế. Trong nền kinh tế tri thức, cơ cấu sản xuất dựa ngày càng nhiều vào việc ứng dụng các thành tựu của khoa học công nghệ, đặc biệt là công nghệ cao và nguồn nhân lực được tri thức hóa. Đặc trưng của cuộc cách mạng này là trí tuệ nhân tạo, số hóa, thông minh hóa các thiết bị, và sự hội tụ, dung hợp nhiều công nghệ, cũng như sự kết nối, tương tác giữa chúng trên các lĩnh vực rộng lớn, cho phép con người có thể kiểm soát mọi thứ từ xa, không giới hạn về không gian, thời gian.

Khi thế giới cũng như Việt Nam đang bước sang kỷ nguyên của nền kinh tế tri thức, trong đó thông tin là động lực thúc đẩy sự phát triển xã hội thì nhu cầu truyền thông ngày càng lớn các dịch vụ băng rộng. các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác và đa phương tiện trong đời sống kinh tế – xã hội của Việt Nam cũng như các nước trên toàn thế giới.

Là một tập đoàn Viễn thông hàng đầu và chủ lực của Việt Nam, VNPT đã và đang triển khai mạnh mẽ các dịch vụ băng rộng. các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác và đa phương tiện trong đời sống kinh tế – xã hội của Việt Nam. Dưới đây là các dịch vụ băng rộng. các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác và đa phương tiện cơ bản mà VNPT đang và sẽ triển khai trong tương lai.

#### **3.2.1.1. Nhu cầu các dịch vụ băng rộng của VNPT**

Với sự phát triển của nền kinh tế tri thức với trong đó thông tin là động lực thúc đẩy sự phát triển của xã hội, đã tạo nên một cuộc cách mạng phát triển mạng internet và bùng nổ lưu lượng IP. Sự bùng nổ của lưu lượng IP theo cấp số nhân



cũng như sự phát triển mạnh mẽ công nghệ truyền tải IP với tốc độ cao có đủ khả năng truyền tải tất cả các dịch vụ truyền thông băng rộng hay dữ liệu tốc độ cao đã làm cho truyền tải IP đang trở thành phương thức truyền tải chính trên cơ sở hạ tầng truyền tải thông tin hiện nay cũng như trong tương lai. Nó đã làm thay đổi hoàn toàn quan điểm thiết kế các mạng truyền thông và quan điểm phát triển các dịch vụ băng rộng hiện nay của nhiều tập đoàn truyền thông trên thế giới cũng như ở VNPT, trong đó có VNPT Bắc Ninh.

Sau đây là một số các dịch vụ băng rộng/ tốc độ cao điển hình mà VNPT đã và đang có nhu cầu triển khai trên mạng truyền thông của VNPT:

- Truyền hình qua Internet
- Thương mại điện tử
- Các dịch vụ y tế từ xa, chăm sóc sức khoẻ và nghiên cứu y học
- Chính phủ điện tử
- Công dân điện tử
- Doanh nghiệp điện tử
- Nghiên cứu và giảng dạy từ xa
- Thư viện kỹ thuật số
- Bảo tàng số (Digital Museums)
- Phục vụ trong nghiên cứu khoa học, thiên văn học và vật lý học
- Các dịch vụ đa phương tiện ( Multimedia Services)

### 3.2.1.2 Xu hướng phát triển các dịch vụ băng rộng

Trong tương lai, xu hướng phát triển các dịch vụ băng rộng hay tốc độ cao theo một số hướng cơ bản sau:

#### Xu hướng hội tụ các dịch vụ

Khía cạnh hội tụ đầu tiên được thấy trong sự xuất hiện các dịch vụ trung gian liên kết giữa viễn thông và quảng bá. Truyền thông điểm-điểm là một thuộc tính cơ bản của công nghệ viễn thông, nhưng hiện nay giao thức Internet cho phép sử dụng mạng viễn thông để phân phát thông tin tới nhiều người, chẳng hạn như trình bày lại các nội dung trên Internet qua các phương tiện của công nghệ streaming. Việc kết

hợp Internet và công nghệ viễn thông sẽ nhận thấy thông tin có bản chất công cộng mà nhờ đó âm thanh thoại và các hình ảnh động được phát đi tới nhiều người nhận. Các kiểu phân phát thông tin dạng điểm-đa điểm đã sẵn có trên mạng thông tin bao gồm các bảng thông báo điện tử, email, truyền fax, các hệ thống hội nghị truyền hình từ xa và các trang chủ (homepage).

Dưới đây là một số dịch vụ hội tụ quan trọng:

Hội tụ dịch vụ thoại và dữ liệu

Với những ưu điểm vượt trội, mạng chuyển mạch gói đang thay thế dần các hệ thống chuyển mạch kênh lỗi thời. Mạng chuyển mạch gói ban đầu được tạo ra để chuyển tải dữ liệu nhưng cùng với sự phát triển rất nhanh của công nghệ IP, việc chuyển thoại qua mạng Internet đã được thực hiện. Mạng Internet cho phép hội tụ giữa số liệu và thoại. Kiến trúc mạng ngày nay đã thay đổi từ các mạng thoại và dữ liệu riêng rẽ thành một mạng duy nhất hội tụ cả thoại và dữ liệu. Dịch vụ thoại qua Internet VoIP tiếp tục được phát triển với ưu thế về giá cước rẻ. Hiện nay, các thế hệ máy di động có khả năng gọi điện thoại Internet đã xuất hiện.

Hơn nữa, năng lực dịch vụ hiện nay đã được mở rộng từ thoại truyền thống sang đa phương tiện. Một trong những lý do quan trọng đó là băng thông của mạng đã được mở rộng gấp 100 lần so với PSTN truyền thống (từ 64kbps lên đến hàng chục Mbps) và việc cung cấp các nền tảng dịch vụ là rất nhanh chóng đối với cả các dịch vụ ứng dụng hội tụ cố định-vô tuyến khác nhau cũng như các dịch vụ của nhà cung cấp mới.

Hội tụ dịch vụ truyền thông quảng bá và viễn thông

Với xu hướng hội tụ về cung cấp dịch vụ vào một thiết bị đầu cuối trên cơ sở mạng băng rộng sử dụng IPv6, người sử dụng có thể xem trực tiếp các chương trình truyền hình quảng bá trên máy điện thoại di động hoặc tại tivi thông qua mạng cáp CATV, qua hộp settop-box thu các chương trình DMB hoặc qua chính máy tính/PDA đời mới.

Xu hướng phát triển các dịch vụ đa phương tiện

Các dịch vụ đa phương tiện sẽ cung cấp các dữ liệu sử dụng các máy tính để thể hiện văn bản-text, đồ họa-graphics, hình ảnh-video, hoạt ảnh-animation, và âm thanh-sound theo cách tích hợp trong truyền thông.

Các dịch vụ đa phương tiện quan trọng đã sử dụng trong hiện tại và phát triển mạnh tương lai sẽ là: Thoại đa phương tiện, truyền hình theo yêu cầu, hội nghị truyền hình, hội nghị đa phương tiện,...

Xu hướng phát triển các dịch vụ tương tác (Interactiveservices):

Các dịch vụ tương tác quan trọng đã sử dụng trong hiện tại và phát triển mạnh tương lai sẽ là: Dịch vụ đàm thoại thời gian thực, tương tác đa phương tiện kiểu điểm-điểm, thông tin tương tác, game tương tác, dịch vụ thông tin dữ liệu, các ứng dụng phục hồi dữ liệu, các ứng dụng trực tuyến, các dịch vụ bản tin SMS, MMS,....

### ***3.2.2. Nhu cầu triển khai các dịch vụ viễn thông băng rộng của VNPT Bắc Ninh***

Chính các điều kiện địa lý, kinh tế-xã hội, văn hóa của tỉnh Bắc Ninh đã đòi hỏi rất lớn nhu cầu trao đổi các dịch vụ viễn thông-công nghệ thông tin của tỉnh. Đặc biệt, sự phát triển kinh tế với phát triển công nghiệp, xây dựng, văn hóa du lịch của Bắc Ninh đã và đang thu hút đầu tư được đẩy mạnh, Bắc Ninh đứng thứ 2 toàn quốc về thu hút FDI với 1.112 dự án, chương trình xây dựng nông thôn mới phát triển mạnh mẽ và Bắc Ninh có một nền văn hoá nhân văn đặc sắc, một vùng quê văn hiến có nhiều di tích lịch sử văn hoá, lễ hội dân gian, làng nghề truyền thống đã tạo nên một sự bùng nổ nhu cầu phát triển các dịch vụ viễn thông-công nghệ thông tin tốc độ cao/băng rộng, các dịch vụ viễn thông hiện đại như các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác cũng như các dịch vụ đa phương tiện của tỉnh.

Để đáp ứng được điều đó, tỉnh Bắc Ninh cần xây dựng mạng viễn thông phải có khả năng linh hoạt cao, tốc độ truyền dẫn lớn, băng thông rộng, đa dịch vụ đáp ứng mọi nhu cầu trao đổi thông tin của xã hội, trong đó mạng thông tin di động 4G đóng vai trò rất quan trọng trong việc đưa các dịch vụ tốc độ cao, băng thông rộng

đến người sử dụng. Ngược lại, sự phát triển viễn thông và công nghệ thông tin sẽ là động lực phát triển kinh tế-xã hội của tỉnh Bắc Ninh.

Chính vì vậy, trong những năm qua VNPT Bắc Ninh đã tập trung phát triển cơ sở hạ tầng viễn thông hiện đại, đặc biệt hạ tầng thông tin di động thế hệ 4G cho tỉnh. Trên cơ sở đó, VNPT Bắc Ninh đã xác định trong tương lai tập trung phát triển các dịch vụ mới theo một số hướng cơ bản sau:

#### 3.2.2.1. Phát triển các dịch vụ băng rộng

Một số các dịch vụ băng rộng hay tốc độ cao quan trọng sẽ được phát triển mạnh trong tương lai gồm: Internet tốc độ cao, truyền hình qua Internet, thương mại điện tử, các ứng dụng y tế từ xa, chăm sóc sức khỏe và nghiên cứu y học, chính phủ điện tử, doanh nghiệp điện tử, nghiên cứu và giảng dạy từ xa, thư viện kỹ thuật số,...

#### 3.2.2.2. Phát triển các dịch vụ hội tụ

Hội tụ về mặt dịch vụ có nghĩa là cùng một nội dung có thể được truy cập từ các kiểu cơ sở hạ tầng kỹ thuật khác nhau (ví dụ truy cập Internet thông qua mạng viễn thông hoặc phân phát dịch vụ quảng bá video số DVB thông qua mạng truyền hình quảng bá). Việc số hoá nội dung là một trong các yếu tố chính dẫn đến hội tụ. Trong thế giới số, cùng một nội dung có thể được truyền dẫn qua các mạng khác nhau và các dịch vụ khác nhau có thể được cung cấp dựa trên cùng một nội dung.

Khía cạnh hội tụ đầu tiên được thấy trong sự xuất hiện các dịch vụ trung gian liên kết giữa viễn thông và quảng bá. Truyền thông điểm-điểm là một thuộc tính cơ bản của công nghệ viễn thông, nhưng hiện nay giao thức Internet cho phép sử dụng mạng viễn thông để phân phát thông tin tới nhiều người, chẳng hạn như trình bày lại các nội dung trên Internet qua các phương tiện của công nghệ streaming. Việc kết hợp Internet và công nghệ viễn thông sẽ nhận thấy thông tin có bản chất công cộng mà nhờ đó âm thanh thoại và các hình ảnh động được phát đi tới nhiều người nhận. Các kiểu phân phát thông tin dạng điểm-đa điểm đã sẵn có trên mạng thông tin bao gồm các bảng thông báo điện tử, email, truyền fax, các hệ thống hội nghị truyền

hình từ xa và các trang chủ (homepage). Các dịch vụ trung gian này có các đặc điểm của cả viễn thông và quảng bá hy vọng sẽ được mở rộng trong tương lai.

Dưới đây là một số dịch vụ hội tụ quan trọng:

Hội tụ dịch vụ thoại và dữ liệu

Với những ưu điểm vượt trội của mình, mạng chuyển mạch gói đang thay thế dần các hệ thống chuyển mạch kênh lỗi thời. Mạng chuyển mạch gói ban đầu được tạo ra chỉ để chuyển tải dữ liệu nhưng cùng với sự phát triển rất nhanh của công nghệ IP, việc chuyển thoại qua mạng Internet đã trở thành hiện thực. Mạng Internet cho phép hội tụ giữa số liệu và thoại. Kiến trúc mạng ngày nay đã thay đổi từ các mạng thoại và dữ liệu riêng rẽ thành một mạng duy nhất hội tụ cả thoại và dữ liệu.

Tuy nhiên, với mạng hiện tại, dịch vụ VoIP vẫn chưa có được chất lượng dịch vụ mong muốn. Mạng truyền dẫn băng rộng trong tương lai với QoS cao sẽ bảo đảm thời gian thực sẽ cho phép cung cấp dịch vụ thoại chất lượng cao. Một hệ thống chuyển mạch thường được sử dụng bao gồm các chức năng điều khiển, chuyển tiếp và truy nhập, tuy nhiên hiện nay từng chức năng này được phân tách ra thành các thiết bị khác nhau kết nối với mạng gói IP và đều được dùng để xử lý thoại cũng như dữ liệu.

Hội tụ dịch vụ truyền thông quảng bá và viễn thông

Với xu hướng hội tụ về cung cấp dịch vụ vào một thiết bị đầu cuối trên cơ sở mạng băng rộng sử dụng IPv6, người sử dụng có thể xem trực tiếp các chương trình truyền hình quảng bá trên máy điện thoại di động hoặc tại ti vi thông qua mạng cáp CATV, qua hộp settop-box thu các chương trình DMB hoặc qua chính máy tính/PDA đời mới.

Trong mạng hội tụ băng rộng, khách hàng có thể sử dụng các dịch vụ như :

Thông tin liên lạc thấy hình thông qua máy điện thoại cố định: các máy điện thoại tại nhà riêng và công sở sẽ được phát triển sang kiểu mới. Chỉ cần chạm vào màn hình máy tính/ti vi trong khi đang xem ti vi hoặc đang làm việc trên máy tính để thực hiện cuộc gọi. Người bị gọi sẽ xuất hiện trên màn hình để trả lời bạn.

3 trong 1: không cần thiết phải có 3 thiết bị ti vi, Internet và máy điện thoại riêng lẻ nữa. Người sử dụng chỉ cần 1 máy PDA để xem ti vi, lướt web hoặc thực hiện cuộc gọi.

#### 3.2.2.3. Phát triển các dịch vụ đa phương tiện

Các dịch vụ đa phương tiện sẽ cung cấp các dữ liệu sử dụng các máy tính để thể hiện văn bản-text, đồ họa-graphics, hình ảnh-video, hoạt ảnh-animation, và âm thanh-sound theo cách tích hợp trong truyền thông.

Các dịch vụ đa phương tiện quan trọng đã sử dụng trong hiện tại và phát triển mạnh tương lai sẽ là:

- Thoại đa phương tiện
- Truyền hình theo yêu cầu
- Hội nghị truyền hình
- Hội nghị đa phương tiện

#### 3.2.2.4. Phát triển các dịch vụ tương tác

Các dịch vụ tương tác quan trọng sẽ được phát triển mạnh tương lai sẽ là:

Dịch vụ đàm thoại thời gian thực

Tương tác đa phương tiện kiểu điểm-điểm

Thông tin tương tác (Collaborative interactive communication)

Game tương tác

Dịch vụ thông tin dữ liệu, các ứng dụng phục hồi dữ liệu

Các ứng dụng trực tuyến

Các dịch vụ bản tin SMS, MMS ,....

### **3.3. Tình hình triển khai mạng 4G ở VNPT Bắc Ninh**

#### ***3.3.1. Tình hình triển khai mạng thông tin di động 4G ở Việt Nam[15]***

Để triển khai mạng thông tin di động 4G ở Việt Nam, ngay từ năm 2010 Bộ TT&TT đã cấp giấy phép thử nghiệm LTE cho 5 nhà khai thác bao gồm: VNPT, Viettel, FPT Telecom, CMC và VTC. Trong đó, VNPT là đơn vị đầu tiên thử nghiệm LTE, hoàn thành lắp đặt trạm LTE đầu tiên vào 10/10/2010 cho phép truy cập Internet tốc độ là 60 Mbps, sau đó mở rộng lắp đặt 15 trạm trên địa bàn Hà Nội.

Tháng 7/2011 công ty Huawei (Trung Quốc) cùng các nhà khai thác viễn thông Việt Nam, gồm VNPT, Viettel và VMS-MobiFone tổ chức Diễn đàn Công nghệ HUAWEI -LTE tại Hà Nội để cùng trao đổi, thảo luận và chia sẻ những thông tin, kinh nghiệm về tình hình triển khai ứng dụng công nghệ di động 4G/LTE (4G) và băng rộng di động trên toàn cầu.

### ***3.3.2. Tình hình triển khai 4G của VNPT[15]***

Ngày 14/10/2016, Bộ TT&TT đã ký giấy phép triển khai mạng 4G cho VNPT (VinaPhone). 5 ngày sau khi Bộ Thông tin & Truyền thông cấp phép, VinaPhone công bố khai trương dịch vụ 4G tại Phú Quốc, mở đầu cho chiến lược phủ sóng 4G tới toàn bộ các tỉnh thành trên cả nước.

Tính đến thời điểm hiện tại, nhà mạng Vinaphone đã triển khai phủ sóng mạng 4G với công nghệ LTE tại một số khu vực trọng điểm của các tỉnh thành bao gồm: Hà Nội, thành phố Hồ Chí Minh, Bạc Liêu, Cà Mau, Lâm Đồng, Kiên Giang, Bình Dương, Đồng Nai, Vũng Tàu. Mạng 4G với công nghệ LTE của VinaPhone đã cung cấp các dịch vụ xem video chất lượng cao (Mobile TV), dịch vụ truyền video Live streaming (Mobile Broadcast), truyền hình hội nghị (Cloud Video Conferencing) và dịch vụ sử dụng máy tính ảo (Daas).

Năm 2017, VNPT đã chính thức triển khai mạng thông tin di động 4G trên 18 tỉnh thành phía Bắc bằng công nghệ thông tin di động G LTE của Huawei (Trung Quốc) với 929 trạm eNodeB sử dụng kỹ thuật đa anten MIMO (đa đầu vào và đa đầu ra) với các cấp độ 4x4, 2x4 và 2x2 cho phép trạm gốc truyền đồng thời nhiều luồng dữ liệu trên cùng một sóng mang.

Đến năm 2019, VNPT đã triển khai mở rộng mạng lưới phủ sóng mạng 4G LTE toàn quốc với số lượng khoảng 5000 trạm phát 4GLTE, đồng thời đảm bảo tỷ lệ phủ sóng 4GLTE đi kèm với chất lượng luôn được giữ vững độ ổn định cao.

Theo kế hoạch sự kiện đến năm 2020, VNPT sẽ triển khai mở rộng mạng lưới phủ sóng mạng 4GLTE toàn quốc với số lượng khoảng 15000 trạm phát 4GLTE, đồng thời đảm bảo tỷ lệ phủ sóng 4G LTE sẽ đi kèm với chất lượng luôn được giữ vững ở mức độ ổn định nhất có thể.

### **3.3.3. Tình hình triển khai mạng thông tin di động 4G tại VNPT Bắc Ninh**

Năm 2017, được phép của lãnh đạo VNPT và Tổng giám đốc công ty Vianphone, VNPT Bắc Ninh đã chính thức triển khai mạng thông tin di động 4G trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

Công nghệ thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh triển khai trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh là công nghệ 4G LTE của Huawei (Trung Quốc). Các đặc tính cơ bản của công nghệ 4G LTE Huawei là:

Các thiết bị LTE của Huawei sử dụng kỹ thuật đa anten MIMO (đa đầu vào và đa đầu ra) với các cấp độ 4x4, 2x4 và 2x2 cho phép trạm gốc truyền đồng thời nhiều luồng dữ liệu trên cùng một sóng mang.

Độ rộng băng thông của các thiết bị LTE của Huawei linh hoạt: có thể hoạt động với các băng 5MHz, 10MHz, 15MHz, 20MHz cả chiều lên và xuống.

Băng thông cực đỉnh của công nghệ 4G LTE của Huawei đạt tới 20MHz.

Tốc độ đỉnh tức thời của công nghệ 4G LTE của Huawei với băng thông 20MHz: đường xuống: 150/300Mbps; đường lên: 75Mbps. Trong đó, khi sử dụng kỹ thuật đa anten MIMO (đa đầu vào và đa đầu ra) với các cấp độ 2x2, băng thông 20 MHz thì tốc độ đường xuống có thể đạt được 150 Mbps và khi sử dụng kỹ thuật đa anten MIMO với các cấp độ 4x4, băng thông 20 MHz thì tốc độ đường xuống có thể đạt được 300 Mbps.

Hoạt động tối ưu với tốc độ di chuyển của thuê bao là 0-15km/h. Vẫn duy trì hoạt động khi thuê bao di chuyển với tốc độ hàng trăm km/h.

Các thiết bị LTE của Huawei sử dụng kỹ thuật đa truy nhập với giải pháp song công theo tần số FDD và song công theo thời gian TDD dựa trên kỹ thuật ghép kênh theo tần số trực giao OFDM cho đường xuống và kỹ thuật SC-FDMA cho đường lên.

Các thiết bị LTE của Huawei sử dụng điều chế QPSK đối với hướng lên sử dụng kỹ thuật SC-FDMA để cho phép hiệu quả công suất phát đường lên và hướng xuống sử dụng điều chế 16QAM để sử dụng hiệu quả công suất phát đường xuống.



Năm 2017, VNPT Bắc Ninh đã lắp đặt 65 trạm eNodeB được lắp đặt ở những địa điểm có mật độ dân cư cao như thành phố Bắc Ninh, trong đó tập các khu đô thị với quy mô lớn như: Vũ Ninh - Kinh Bắc, Hòa Long - Kinh Bắc, Hồ Ngọc Lâm ; Khu đô thị mới đường Lê Thái Tổ, Khu đô thị mới Bắc đường Kinh Dương Vương (phường Vũ Ninh); Khu đô thị mới Nam Võ Cường (phường Võ Cường)... Đồng thời, các trạm eNodeB được lắp đặt ở 2 khu công nghiệp tập trung và 5 cụm công nghiệp, làng nghề, nhiều địa điểm tham quan, du lịch, các đường cao tốc. Đây là những nơi có nhu cầu các dịch vụ di động phát triển sôi động.

Đến nay, VNPT Bắc Ninh đã có khoảng 50.000 thuê bao di động 4G hoạt động thường xuyên trên mạng 4G của VNPT Bắc Ninh. Có những thời điểm, đặc biệt trong một số ngày lễ hội, số thuê bao di động 4G hoạt động trên mạng 4G của VNPT Bắc Ninh lên đến 80.000 thuê bao.

Theo kế hoạch dự kiến đến năm 2020 tăng thêm 20.000 thuê bao di động 4G hoạt động thường xuyên trên mạng 4G của VNPT Bắc Ninh và những năm tiếp theo số thuê bao di động 4G hoạt động thường xuyên trên mạng 4G của VNPT Bắc Ninh tăng thêm từ 45-50%.

Một số nhận xét đánh giá:

Khả năng mạng 4G hiện tại chưa đáp ứng hết nhu cầu của khách hàng như số lượng trạm 4G còn hạn chế, các khu dân cư vùng sâu, vùng xa của một số huyện còn chưa được phủ sóng mạng 4G.

Trong khi đó, nhu cầu khách hàng sử dụng mạng 4G của Bắc Ninh là rất lớn đặc biệt là các khu công nghiệp, làng nghề, trên các đường cao tốc trên địa bàn tỉnh Bắc Ninh.

### ***3.3.4. Giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh***

#### ***3.3.4.1. Lựa chọn giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh***

Để đáp ứng nhu cầu khách hàng sử dụng mạng 4G của Bắc Ninh cũng như thực hiện kế hoạch dự kiến phát triển mạng di động 4G đến năm 2020 và những

năm tiếp theo của VNPT Bắc Ninh, VNPT Bắc Ninh cần có giải pháp phát triển mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh một cách hợp lý trên cơ sở đảm bảo tính kinh tế-kỹ thuật.

Để phát triển mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh một cách hợp lý, ngoài việc phát triển thêm mạng thông tin di động 4G, mà còn có giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh.

Để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh, có thể có nhiều giải pháp như tăng dung lượng mạng, nâng cao chất lượng, nâng cao khả năng phục vụ cung cấp các dịch vụ, sử dụng hiệu quả tài nguyên mạng,.... Để đáp ứng được điều đó, một trong những giải pháp quan trọng và có tính quyết định là lựa chọn công nghệ 4G hợp lý phát triển thêm mạng thông tin di động 4G trên cơ sở đảm bảo tính kinh tế-kỹ thuật cho VNPT Bắc Ninh.

Như phần trên đã trình bày, với sự đột phá về dung lượng, hệ thống di động 4G LTE là giải pháp hiệu quả cung cấp những dịch vụ băng rộng và đa phương tiện cho người dùng. Tuy nhiên, hiện nay chuẩn công nghệ 4G- LTE có 4 công nghệ, đó là LTE, LTE-A, LTE-B và LTE-C.

Trên quan điểm tăng dung lượng mạng, nâng cao khả năng phục vụ cung cấp các dịch vụ,.... thì công nghệ LTE-C là sự lựa chọn tốt nhất vì LTE-C không chỉ tăng dung lượng mà còn và tối ưu hóa hỗ trợ đa dịch vụ, sau đó đến LTE-B, vì LTE-B là giải pháp tăng cường dung lượng với việc sử dụng giải pháp điều chế 256 QAM và tổ chức vùng phủ vô tuyến với 10 tế bào nhỏ (Small Cell) trong một tế bào lớn (Macro Cell). Tuy nhiên, hiện nay các công nghệ LTE-B và LTE-C chưa được thương mại hóa.

Do đó, đề tài luận văn sẽ tập trung phân tích, so sánh 2 hệ thống LTE và LTE-A. Trên cơ sở đó, đề tài luận văn sẽ lựa chọn công nghệ 4G hợp lý trên cơ sở đảm bảo tính kinh tế-kỹ thuật cho VNPT Bắc Ninh để đưa ra giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh trong thời gian tới.

Để thực hiện bài toán đó, đề tài luận văn sẽ giải quyết vấn đề theo các bước sau:

- Phân tích, đánh giá các công nghệ LTE và LTE-Advanced của mạng thông tin di động 4G

- Lựa chọn công nghệ 4G phù hợp cho VNPT Bắc Ninh để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh.

- Đề xuất lộ trình triển khai mạng 4G cho VNPT Bắc Ninh

#### 3.3.4.2. Phân tích, đánh giá công nghệ LTE-Advanced so với LTE

Như phần 1.3.2. đã trình bày, công nghệ LTE là một chuẩn truyền thông di động do 3GPP phát triển từ chuẩn UMTS. UMTS thế hệ thứ ba dựa trên WCDMA đã được triển khai trên toàn thế giới. LTE là chuẩn truyền thông di động phiên bản Rel 8/9 đã được phê duyệt bởi ITU và được hoàn thành bởi 3GPP vào năm 2008.

Công nghệ LTE-Advanced (LTE A) là sự phát triển tiếp theo của công nghệ LTE, và là một chuẩn truyền thông di động phiên bản Rel 10/11. Chính thức trở thành chuẩn thông tin di động 4G vào cuối năm 2009, đã được phê duyệt bởi ITU và được hoàn thành bởi 3GPP vào tháng 3 năm 2011. Với điều đó, công nghệ LTE được xếp vào công nghệ 3,9G.

Sau đây, đề tài luận văn sẽ phân tích một số tính năng ưu việt chính của LTE-Advanced so với LTE.

Một trong những tiêu chí quan trọng là tốc độ. Về mặt lý thuyết, LTE-Advanced có tốc độ tải xuống đạt tới 3Gbps, tốc độ tải lên 1,5Gbps. Đây là một sự vượt trội tuyệt đối khi so sánh với thông số đường xuống và đường lên của LTE thường là 300Mb/s và 75Mb/s. Không chỉ có tốc độ nhanh hơn, LTE-Advanced cũng bao gồm những giao thức truyền tải mới, hỗ trợ đa anten cho phép số lượng bit/s truyền tải qua tần phổ mượt mà hơn và kết quả là kết nối ổn định hơn và chi phí dữ liệu sẽ rẻ hơn.

Đúng như tên gọi, LTE-Advanced là phiên bản nâng cấp của LTE và 2 chuẩn này hoàn toàn tương thích với nhau. Các thiết bị đầu cuối sử dụng LTE-Advanced mới vẫn hoạt động tốt với các mạng LTE thông thường và ngược lại. Điều này có lợi cho cả người dùng và nhà mạng.

Phương thức này tăng số lượng băng thông khả dụng dành cho thiết bị di động bằng cách ghép nối các kênh tần số, hoặc nhà mạng nằm rải rác trong phổ vô tuyến. LTE thông thường có thể cung cấp dữ liệu bằng cách sử dụng các block dữ liệu liền kề của tần số lên đến 20 MHz. Nhưng khi ngày càng nhiều các công ty/khách hàng cung cấp dịch vụ và cùng với nó là số lượng các thiết bị tranh giành tần số viễn thông ngày càng nhiều, những dải rộng lên tới 20Mhz như vậy đang ngày càng khan hiếm. Hầu hết các nhà khai thác đành phải mua các bit và mảnh tần phổ rời rạc, hình thành một sưu tập phân mảnh để phục vụ cho hoạt động của mình. Phương thức cung cấp dịch vụ kết hợp của LTE- Advanced đã giải quyết vấn đề này. Nó cho phép các nhà khai thác kết hợp các kênh rời rạc, nhỏ bé, phân tán thành "một đường ống rất lớn". Đó chính là một trong các ưu điểm của công nghệ mới LTE-Advanced. Hiện tại công nghệ này cho phép các nhà mạng có thể kết hợp tới 5 kênh có độ rộng 20Mhz thành 1 kênh có độ rộng 100Mhz, nhanh hơn 5 lần so với LTE thông thường.

Tiếp theo sự tiên phong đầy ấn tượng của SK Telecom, các doanh nghiệp cung cấp LTE-Advanced tập trung vào phương thức cung cấp dịch vụ kết hợp do tốc độ truy cập mạng cao dễ gây ấn tượng với người dùng. Tuy nhiên đây mới chỉ là một phần nhỏ trong số những ưu điểm mà LTE-Advanced mang lại. Bên cạnh phương thức cung cấp dịch vụ kết hợp kể trên, LTE –Advanced còn có thêm 4 tính năng quan trọng khác so với chuẩn LTE. Đầu tiên là tính năng cho phép các thiết bị di động và trạm phát sóng kết nối gửi nhận dữ liệu với nhau thông qua nhiều anten gọi là MIMO. LTE-Advanced cho phép 8 anten kết nối cùng lúc thay vì 4 như ở LTE thường.

MIMO mang lại 2 tính năng chính. Trong môi trường tín hiệu sóng không ổn định như ở rìa vùng phủ sóng hay trong phương tiện di chuyển tốc độ cao, các anten thu phát sẽ kết hợp cùng với nhau để tập trung hướng tín hiệu theo một hướng nhất định. Kiểu điều hướng chùm tia này tăng cường độ tín hiệu nhận được lên nhiều lần mà không cần tăng công suất của nguồn phát. Mặt khác, nếu tín hiệu mạnh và độ nhiễu ít như khi người dùng ở gần trạm phát sóng, MIMO sẽ được

dùng trong việc tăng tốc độ truyền tải dữ liệu, tăng số lượng kết nối. Kỹ thuật này thực chất là một kiểu ghép kênh không gian, cho phép nhiều luồng dữ liệu cùng tần số đi qua cùng một lúc. Ví dụ một trạm phát sóng với 8 an-ten có thể gửi liên tục 8 luồng dữ liệu tới 1 điện thoại có 8 an-ten. Và các luồng dữ liệu này được tiếp nhận từ các góc độ khác nhau với cường độ và thời gian khác nhau, sau đó điện thoại mới tổng hợp và tiến hành xử lý phân tích để chọn ra các luồng dữ liệu cần thiết. Do vậy, việc ghép kênh không gian có thể tăng số liệu tương ứng với số an-ten có thể kết nối. Như vậy ở trường hợp lý tưởng, 8 an-ten sẽ làm tăng tốc dữ liệu lên tới 8 lần.

Một trong những mặt mạnh khác của LTE-Advanced là chuyển tiếp, tăng khả năng phủ sóng ở những địa hình phức tạp. Hiện bộ chuyển tiếp đã được ứng dụng trong công nghệ không dây từ rất lâu để tăng khả năng khuếch đại tín hiệu ở những nơi như đường hầm hay khu vực hẻm lách, vùng sâu, vùng xa. Song các bộ kiểu cũ như đang dùng vẫn tương đối “thô sơ”, chúng chỉ đơn thuần nhận tín hiệu, khuếch đại chúng và truyền tải chúng đi tiếp. Kỹ thuật khuếch đại chuyển tiếp của LTE-Advanced tiên tiến hơn, đầu tiên nó giải mã tín hiệu truyền đi và sau đó chỉ chuyển tiếp các dữ liệu đến các thiết bị di động trong phạm vi của rơ-le khuếch đại mà thôi. Như vậy sẽ làm giảm nhiễu và kết nối được với nhiều người dùng trong phạm vi chuyển tiếp hơn. LTE-Advanced cũng cho phép rơ-le kết nối với trạm phát sóng và thiết bị sử dụng chung một tần phổ và giao thức giống như bản thân trạm phát sóng. Như vậy thì các thiết bị dùng LTE thường cũng kết nối được với bộ chuyển tiếp này.

Một tính năng quan trọng khác của LTE-Advanced là giảm bớt nghẽn mạng được gọi là eICIC. Tính năng này được sử dụng đối với mạng không đồng nhất bao gồm các trạm phát sóng nhỏ đang được các nhà mạng phát triển thay cho các trạm phát truyền thống. Các trạm phát dạng này có ưu điểm dễ tăng khả năng truyền tải dữ liệu một cách đa dạng tại các khu đô thị chật chội. Chúng có giá thành rẻ hơn, dễ lắp đặt vận hành hơn và rất có tiềm năng phát triển, tuy nhiên các nhà mạng cần có giải pháp để chống nghẽn khi cổ nhồi nhét ngày càng nhiều dữ liệu vào tần phổ.

Giao thức eICIC được xây dựng trên giao thức ICIC của LTE thường, cho phép giảm nhiễu giữa các trạm phát trong khi vẫn tăng cường tín hiệu được tới các người dùng nằm ở rìa vùng phủ sóng. Nhìn chung, LTE-Advanced giải quyết các rắc rối này bằng cách duy trì được một tín hiệu cường độ mạnh và chịu được độ nhiễu cao. Mặc dù vậy, các trạm phát sóng nhỏ cũng làm cho tình hình phức tạp hơn khi thiết bị di động có thể bị nằm trong vùng phủ sóng của cả trạm phát chính. Khi ấy, giao thức eICIC sẽ tùy theo hiện trạng của mạng để tiến hành kết hợp kênh hay phối hợp sử dụng các nguồn tần số thời gian khác nhau.

Tính năng quan trọng nữa của công nghệ LTE-Advanced là giúp cải thiện tín hiệu và tăng tốc độ truyền tải dữ liệu tới tận vùng ven của khu vực phủ sóng, nơi hiếm khi có được tốc độ kết nối tốt. Ở đây, nó sử dụng công nghệ đa phối hợp (CoMP). Ví dụ như nó cho phép một thiết bị di động có thể trao đổi dữ liệu với nhiều trạm phát cùng một lúc. Cụ thể hơn là hai trạm gần nhất có thể gửi liên tục cùng một dữ liệu tới thiết bị để đảm bảo thiết bị có được kết nối tốt hơn. Cũng như vậy, thiết bị di động có thể tải dữ liệu lên hai trạm phát cùng một lúc và giảm thiểu sai sót phát sinh. Hoặc thiết bị cũng có thể chọn tải dữ liệu lên một trạm phát nhỏ gần nhất để tiết kiệm năng lượng truyền dẫn trong khi vẫn nhận về dữ liệu tải xuống từ các trạm phát khác.

#### 3.3.4.3. Lựa chọn công nghệ 4G phù hợp cho VNPT Bắc Ninh để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh

Trên cơ sở nhu cầu triển khai sử dụng các dịch vụ băng rộng ở VNPT Bắc Ninh (như đã chỉ ra ở phần 3.2.2), cũng như tình hình triển khai 4G tại VNPT Bắc Ninh (như đã chỉ ra ở phần 3.3.2), và từ các tính năng ưu việt chính của LTE-Advanced so với LTE (như chỉ ra ở phần 3.3.3.2), VNPT Bắc Ninh cần lựa chọn công nghệ 4G LTE – Advanced nhằm không chỉ để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh trong hiện tại, mà còn đáp ứng nhu cầu phát triển các dịch vụ viễn thông-công nghệ thông tin tốc độ cao/băng rộng, các dịch vụ viễn thông hiện đại như các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác cũng như các dịch vụ đa phương tiện của tỉnh trong tương lai.

Một điều rất thuận lợi khi đưa công nghệ LTE-Advanced vào mạng 4G hiện tại của VNPT Bắc Ninh đang sử dụng công nghệ LTE, đó là công nghệ LTE-Advanced là phiên bản nâng cấp của LTE và 2 chuẩn này hoàn toàn tương thích với nhau. Các thiết bị đầu cuối sử dụng LTE-Advanced mới vẫn hoạt động tốt với các mạng LTE thông thường và ngược lại.

#### 3.3.4.4. Lộ trình triển khai công nghệ LTE –Advanced cho VNPT Bắc Ninh

Để có lộ trình triển khai LTE-Advanced cho VNPT Bắc Ninh một cách hợp lý, cần dựa vào một số sở cứ sau:

Nhu cầu sử dụng các dịch vụ băng rộng/tốc độ cao ở Bắc Ninh,

Khả năng đầu tư LTE-Advanced của VNPT Bắc Ninh để cung cấp các dịch vụ băng rộng/tốc độ cao,

Hiệu quả đầu tư LTE-Advanced của VNPT Bắc Ninh khi cung cấp các dịch vụ băng rộng/tốc độ cao.

Nhu cầu sử dụng các dịch vụ băng rộng/tốc độ cao ở VNPT Bắc Ninh

Về nhu cầu sử dụng các dịch vụ băng rộng/ tốc độ cao, như đã trình bày ở phần 3.2.2. Từ các điều kiện địa lý, kinh tế-xã hội, văn hóa của tỉnh Bắc Ninh đã đòi hỏi rất lớn nhu cầu trao đổi các dịch vụ viễn thông-công nghệ thông tin của tỉnh. Đặc biệt, sự phát triển kinh tế với phát triển công nghiệp, xây dựng, văn hóa du lịch của Bắc Ninh đã và đang thu hút đầu tư được đẩy mạnh, Bắc Ninh đứng thứ 2 toàn quốc về thu hút FDI với 1.112 dự án, chương trình xây dựng nông thôn mới phát triển mạnh mẽ và Bắc Ninh có một nền văn hoá nhân văn đặc sắc, một vùng quê văn hiến có nhiều di tích lịch sử văn hoá, lễ hội dân gian, làng nghề truyền thống đã tạo nên một sự bùng nổ nhu cầu phát triển các dịch vụ viễn thông-công nghệ thông tin tốc độ cao/băng rộng, các dịch vụ viễn thông hiện đại như các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác cũng như các dịch vụ đa phương tiện của tỉnh.

Khả năng đầu tư và hiệu quả đầu tư của VNPT Bắc Ninh cung cấp dịch vụ 4G

Hiện nay, VNPT Bắc Ninh với sự hỗ trợ đầu tư của tập đoàn VNPT có đủ khả năng đầu tư phát triển mạng 4G. Tuy nhiên, do đặc thù cạnh tranh và mạng 3G WCDMA, mạng 4G LTE của VNPT Bắc Ninh còn rất lớn. Do đó, VNPT Bắc Ninh phải tính toán hiệu quả đầu tư mạng 4G LTE-Advanced và có lộ trình triển khai mạng 4G LTE-Advanced cho phù hợp và mang lại hiệu quả đầu tư cao. Mặt khác, VNPT Bắc Ninh còn phải chịu sự chỉ đạo của VNPT với nguyên tắc các đầu tư đều phải bảo đảm tiết kiệm, không được lãng phí và bảo đảm hiệu quả đầu tư cao.

#### Lộ trình triển khai LTE- Advanced tại Việt Nam

Trên cơ sở đó, đáp ứng nhu cầu sử dụng các dịch vụ băng rộng/tốc độ cao ở Bắc Ninh và khả năng đầu tư cũng như hiệu quả đầu tư LTE-Advanced của VNPT Bắc Ninh để cung cấp các dịch vụ băng rộng/tốc độ cao, đề tài luận văn đề xuất lộ trình triển khai mạng 4G LTE-Advanced ở VNPT Bắc Ninh như sau:

- Giai đoạn 1 (từ năm 2019-2020):

Không phát triển thêm mạng LTE.

Tập trung phát triển các mạng 4G LTE- Advanced ở các quận trong thành phố Bắc Ninh, các khu công nghiệp, các vùng quê có nhiều di tích lịch sử văn hoá, lễ hội dân gian, làng nghề truyền thống để cung cấp các dịch vụ viễn thông-công nghệ thông tin tốc độ cao/băng rộng, các dịch vụ viễn thông hiện đại như các dịch vụ hội tụ, các dịch vụ tương tác cũng như các dịch vụ đa phương tiện của tỉnh. Trong đó, cần phải:

Lựa chọn băng tần phù hợp sử dụng cho LTE- Advanced: 900 MHz; 1800 MHz; 2100 MHz; 2600 MHz. Trong đó, có băng tần của LTE hiện tại, nhưng chưa sử dụng cho LTE- Advanced mà để cho LTE hiện tại hoạt động. Khi nào nâng cấp LTE hiện tại lên LTE- Advanced thì sử dụng băng tần đó. Việc phân bổ, lựa chọn như trên vừa đảm bảo hiệu quả sử dụng phổ tần, vừa đảm bảo tính cạnh tranh giữa các nhà mạng.

Nâng cấp mạng truyền dẫn hiện tại, bao gồm cả mạng truyền dẫn của mạng truy nhập và mạng lõi, để đáp ứng nhu cầu truyền dẫn của LTE-Advanced.



Từng bước chuyển đổi cấp LTE hiện tại lên LTE- Advanced. Trong đó, cần phải:

Kết hợp băng tần hợp lý, tận dụng được tài nguyên tần số và nâng tốc độ cho phép của hệ thống phù hợp với LTE- Advanced.

Chuyển đổi, thay thế, nâng cấp các thiết bị trạm gốc E-UTRAN để hỗ trợ ghép sóng mang và băng tần một phần hoặc toàn bộ mạng tùy theo mục đích phủ sóng, phát triển dịch vụ theo khu vực thị trường khác nhau.

- Giai đoạn 2 (từ năm 2020-2025): mở rộng phát triển các mạng 4G LTE-Advanced ở tất cả các vùng ngoại ô hoặc nông thôn của tỉnh. Triển khai tương tự như ở thành phố nhưng với qui mô nhỏ hơn phù hợp với nhu cầu của từng vùng.

### **3.4. Tổng kết**

Trước hết chương này trình bày nhu cầu triển khai sử dụng các dịch vụ băng rộng ở VNPT Bắc Ninh và tình hình triển khai 4G tại VNPT nói chung và VNPT Bắc Ninh.

Tiếp theo, chương này đề tài luận văn đã phân tích, đánh giá các công nghệ LTE và LTE-Advanced của mạng thông tin di động 4G. Trên cơ sở đó, đề tài luận văn đã lựa chọn công nghệ 4G LTE-Advanced ở Bắc Ninh để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh và đề xuất lộ trình triển khai mạng 4G LTE-Advanced cho VNPT Bắc Ninh.

## KẾT LUẬN

4G là công nghệ truyền thông thông tin di động thế hệ thứ tư, cho phép truyền tải dữ liệu với tốc độ lên tới 1 - 1,5 Gbit/s. 4G không phải cuộc cách mạng mà là một sự tiến hóa, cải thiện đáng kể trải nghiệm Internet 3G, cải thiện tốc độ, hỗ trợ truyền dữ liệu tốc độ cao hơn, có hiệu suất sử dụng phổ tần cao hơn 3G, cho phép dung lượng dữ liệu truyền lớn hơn.

Hiện tại có 2 chuẩn công nghệ được coi là 4G: chuẩn di động WiMAX và chuẩn di động LTE. Tuy nhiên, trên thực tế công nghệ WiMAX di động ít được sử dụng và VNPT cũng không phát triển công nghệ này. VNPT tập trung vào công nghệ di động LTE.

Với sự đột phá về dung lượng, hệ thống di động 4G LTE cung cấp những dịch vụ băng rộng và đa phương tiện cho người dùng. Hiện nay, chuẩn công nghệ 4G LTE có 4 công nghệ, đó là LTE (3,9G), LTE-A, LTE-B và LTE-C. Tuy nhiên, các công nghệ LTE-B và LTE-C có nhiều ưu điểm, song các công nghệ LTE này chưa được thương mại hóa.

Hiện nay, VNPT Bắc Ninh đã và đang triển khai mạng 4G với công nghệ LTE trong tỉnh. Tuy nhiên, do tính chất cạnh tranh thị phần giữa các doanh nghiệp viễn thông trong địa bàn là rất cao và khả năng đáp ứng nhu cầu các dịch vụ tốc độ cao, băng thông rộng, dung lượng lớn, dịch vụ đa phương tiện, dịch vụ tương tác cho người dân cũng như các doanh nghiệp còn khá hạn chế. Nên việc tìm ra giải pháp để nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động và từ đó nâng cao khả năng đáp ứng nhu cầu các dịch vụ tốc độ cao, băng thông rộng, dung lượng lớn, dịch vụ đa phương tiện, dịch vụ tương tác cho người dân cũng như các doanh nghiệp của mạng 4G là một bài toán đang được các nhà mạng đặc biệt quan tâm.

Do đó em đã lựa chọn đề tài: **“Nghiên cứu giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh”** với mục đích nghiên cứu các công nghệ mạng thông tin di động 4G thống LTE và LTE-Advanced, phân tích, đánh giá các công nghệ LTE và LTE-Advanced để tìm ra giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh.

Để thực hiện mục tiêu trên, đề tài luận văn đã thực hiện 3 vấn đề được trình bày ở các chương sau:

Chương 1: Tổng quan về hệ thống thông tin di động 4G

Chương 2: Công nghệ LTE và LTE – Advanced

Chương 3: Giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G của VNPT Bắc Ninh

Trên cơ sở nghiên cứu các công nghệ mạng thông tin di động 4G thông LTE và LTE-Advanced, phân tích, đánh giá các công nghệ LTE và LTE-Advanced, tìm hiểu nhu cầu triển khai sử dụng các dịch vụ băng rộng ở Bắc Ninh cũng như tình hình triển khai 4G tại VNPT nói chung và VNPT Bắc Ninh nói riêng, đề tài luận văn đã phân tích, đánh giá các công nghệ LTE và LTE-Advanced và đề xuất giải pháp nâng cao hiệu năng mạng thông tin di động 4G cho VNPT Bắc Ninh thông qua lựa chọn công nghệ 4G LTE-Advanced và đề xuất lộ trình triển khai mạng 4G cho VNPT Bắc Ninh.

## TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Nguyễn Phạm Anh Dũng, Thông tin di động, NXB Bưu điện, 2002.
- [2] Phạm Thị Thúy Hiền, Bài giảng Thông tin di động, Học viện Công nghệ BCVT, 2009.
- [3] PhD, Vijay K. Gar and others, IS-95 and cdma2000, Prentice Hall PTR, 2000
- [4] Harri Holma and Anti Toskala, W-CDMA for UMTS, Jonh Winley and Sons, 2000
- [5] Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold and Per Beming, “3G Evolution HSPA and LTE Mobile Broadband”, Academic Press, 2007.
- [6] Dr. Lee, HyenonWoo, 3GPP LTE & 3GPP2 LTE Standarization, Samsung Electronics, 6/2006.
- [7] Erik Dahlman, Stefan Parkvall, Johan Skold, 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, Second Edition, 2014, Elsevier Ltd.
- [8] Harri Holma, Antti Toskala, “LTE for UMTS – OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access”, 2009, John Wiley & Sons Ltd.
- [9] Farooq Khan, “LTE for 4G Mobile Broadband: Air Interface Technologies and Performance”, 2009, Cambridge University Press.
- [10] C.Gessner, “UMTS Long Term Evolution (LTE) Technology Introduction”, 2008, Rohde-Schwarz.
- [11] Martin Sauter, From GSM to LTE-Advanced – An Introduction to mobile networks and mobile broadband, Revised 2<sup>nd</sup> Edition, 2014, John Wiley & Sons Ltd.
- [12] Harri Holma, Antti Toskala, LTE for UMTS – Evolution to LTE-Advanced, Second Edition, 2011, John Wiley & Sons Ltd.
- [13] Moray Rumney, LTE and the Evolution to 4G Wireless Design and Measurement Challenges, Second Edition, 2013, John Wiley & Sons Ltd.
- [14] PC World VN, Quang PT, LTE-Advanced - Thế hệ mạng viễn thông thứ 4, 3/2014.

- [15] Đề tài “Nghiên cứu định hướng xây dựng các tiêu chuẩn phục vụ thiết lập, triển khai mạng di động công nghệ LTE tại Việt Nam”, mã số: 159-12-KHKT-TC, viện Khoa học kỹ thuật Bưu điện, 2015.