

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

TRẦN HOÀNG DIỆU

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÔNG CỤ ĐO KIỂM VÀ
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ DI ĐỘNG 4G (LTE)**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ,
TRUYỀN THÔNG**

HÀ NỘI - 2016

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

TRẦN HOÀNG DIỆU

**NGHIÊN CỨU XÂY DỰNG CÔNG CỤ ĐO KIỂM VÀ
ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG DỊCH VỤ DI ĐỘNG 4G (LTE)**

Ngành: Công nghệ Kỹ thuật điện tử, Truyền thông

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử

Mã số: 60520203

**LUẬN VĂN THẠC SĨ CÔNG NGHỆ KỸ THUẬT ĐIỆN TỬ,
TRUYỀN THÔNG**

NGƯỜI HƯỚNG DẪN KHOA HỌC: TS. NGUYỄN NAM HOÀNG

HÀ NỘI - 2016

LỜI CẢM ƠN

Tôi xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới TS. Nguyễn Nam Hoàng, Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội, người thầy đã dành nhiều thời gian tận tình chỉ bảo, hướng dẫn, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình tìm hiểu, nghiên cứu. Thầy là người định hướng và đưa ra nhiều góp ý quý báu trong quá trình tôi thực hiện luận văn.

Tôi xin chân thành cảm ơn các thầy, cô ở khoa Điện tử Viễn thông – Trường Đại học Công nghệ - ĐHQGHN đã cung cấp cho tôi những kiến thức và tạo cho tôi những điều kiện thuận lợi trong suốt quá trình tôi học tập tại trường.

Tôi cũng xin cảm ơn gia đình, người thân, bạn bè và các đồng nghiệp tại Trung tâm Nghiên cứu Phát Triển Sản Phẩm - Viện KHKT Bưu điện đã luôn động viên và tạo mọi điều kiện tốt nhất cho tôi.

Tôi xin chân thành cảm ơn!

LỜI CAM ĐOAN

Tôi xin cam đoan đây là đề tài nghiên cứu của riêng tôi, thực hiện dưới sự hướng dẫn của TS. Nguyễn Nam Hoàng. Các nội dung nghiên cứu, kết quả trong luận văn này là trung thực và chưa công bố dưới bất kỳ hình thức nào trước đây. Tôi không sao chép các tài liệu hay các công trình nghiên cứu của người khác để làm luận văn này.

Nếu phát hiện có bất kỳ sự gian lận nào tôi xin hoàn toàn chịu trách nhiệm về nội dung của luận văn. Trường Đại học Công nghệ - Đại học Quốc gia Hà Nội không liên quan đến những vi phạm tác quyền, bản quyền do tôi gây ra trong quá trình thực hiện (nếu có).

Hà Nội, tháng 10 năm 2016

Họ và tên

Trần Hoàng Diệu

MỤC LỤC

LỜI CẢM ƠN.....	3
LỜI CAM ĐOAN.....	4
MỤC LỤC.....	5
DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT.....	9
DANH MỤC HÌNH VẼ.....	11
DANH MỤC BẢNG BIỂU.....	13
MỞ ĐẦU.....	14
CHƯƠNG I - NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ MẠNG 4G (LTE/LTE ADVANCED)	15
1.1 Tổng quan mạng 4G LTE/LTE Advanced.....	15
1.1.1 Tổng quan mạng 4G LTE.....	15
1.1.2 Tổng quan mạng 4G LTE - Advanced.....	18
1.2 Kiến trúc mạng 4G LTE/ LTE Advanced.....	23
1.2.1 Mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN.....	23
2.2.2 Kiến trúc mạng lõi LTE (EPC – Evolved Packet Core).....	29
1.2.2.1 Thực thể quản lý tính di động MME (Mobility Management Entity).....	29
1.2.2.2 Công phục vụ S – GW (Serving gateway).....	32
1.2.2.3 Công mạng dữ liệu gói P – GW (Packet Data Network gateway).....	35
1.2.2.4 PCRF (Policy and Charging Resource Function).....	37
1.2.2.5 Máy chủ thuê bao thường trú HSS (Home Subscriber Server).....	38
1.2.3 Các vùng dịch vụ.....	39

1.2.3.1	Mô hình cung cấp dịch vụ thoại VoLTE	39
1.2.3.2	Mô hình cung cấp dịch vụ thoại CSFB	43
1.2.4	Các giao thức và giao diện trong kiến trúc cơ bản của hệ thống.....	49
1.2.4.1	Các giao thức trong lớp NAS:	50
1.2.4.2	Các giao thức trong giao diện vô tuyến:.....	51
1.2.4.3	Các giao thức trong giao diện S1 giữa E – UTRAN và mạng lõi EPC:.....	56
1.2.4.4	Các giao thức trong giao diện S5/S8 trong mạng lõi EPC:	57
1.2.4.5	Các giao thức trong giao diện X2:.....	58
2.2.5	Các kênh trong kiến trúc của LTE.....	59
1.2.5.1	Các kênh logic	60
1.2.5.2	Các kênh truyền tải	61
1.2.5.3	Các kênh vật lý	64
1.3	Kết luận:	66
CHƯƠNG II - NGHIÊN CỨU TIÊU CHUẨN VÀ CÁC CÔNG CỤ ĐO KIỂM, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MẠNG & DỊCH VỤ 4G (LTE / LTE ADVANCE)		68
2.1	Phương pháp đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/ LTE Advanced).....	68
2.1.1	Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced).....	68
2.1.2	Phương pháp đo kiểm đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced).....	70
2.1.3	Một số công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/ LTE Advanced) hiện nay.....	73

2.2 Lựa chọn các tham số cho việc đo kiểm và đánh giá chất mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced).....	78
2.2.1 Phân loại các tham số KPI.....	80
2.2.2 Công suất tín hiệu thu RSRP – Reference Signal Received Power	80
2.2.3 Chất lượng tín hiệu thu RSRQ – Reference Signal Received Quality	81
2.2.4 Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR – Signal to Noise Ratio	83
2.2.5 Chỉ số chất lượng kênh CQI – Channel Quality Indicator	84
2.2.6 CELL ID và TAC	85
2.2.7 Tốc độ tải xuống trung bình Download DS – Download Speed	86
2.2.8 Tốc độ tải lên trung bình Upload US – Upload Speed.....	86
2.2.9 Tỷ lệ truyền tải gói bị rơi – Packet loss.....	86
2.2.10 Thời gian trễ truy nhập dịch vụ trung bình – Latency.....	86
2.2.11 Tỷ lệ truy nhập dịch vụ thành công – Service Access Success Rate	86
2.2.12 Tỷ lệ cuộc gọi được thiết lập thành công CSSR – Call Setup Success Rate...86	
2.2.13 Tỷ lệ cuộc gọi bị rơi CDR – Call Drop Rate	87
2.2.14 Chất lượng cuộc gọi MOS – Mean Opinion Score	87
2.3 Kết luận:	87
CHƯƠNG III - NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ ĐO KIỂM VÀ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MẠNG & DỊCH VỤ 4G.....	88
3.1 Mục tiêu xây dựng công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G .88	
3.2 Lựa chọn yêu cầu kỹ thuật cho việc xây dựng bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE	89
3.2.1 Yêu cầu phần cứng	89

3.2.2 Yêu cầu phần mềm	90
3.3 Kiến trúc bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE.....	93
3.3.1 Kiến trúc bộ công cụ.....	93
3.3.2 Thiết kế chức năng	94
3.3.3 Thiết kế cơ sở dữ liệu	97
3.4 Mô tả công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G	106
3.4.1 Giới thiệu giao diện công cụ đo kiểm chất lượng dịch vụ 4G.....	107
3.4.2 Hướng dẫn thiết lập và đo kiểm	110
CHƯƠNG IV - THỬ NGHIỆM ĐÁNH GIÁ CÔNG CỤ ĐO KIỂM VỚI CÁC DỊCH VỤ	
TRÊN MẠNG DI ĐỘNG 4G (LTE/LTE ADVANCED) TẠI VIỆT NAM.....	117
4.1 Bộ bài đo, đánh giá chất lượng dịch vụ 4G.....	117
4.1.1 Bài đo tỷ lệ thiết lập thành công cuộc gọi chiều đi MO CSSR	117
4.1.2 Bài đo thời gian thiết lập thành công cuộc gọi chiều đi MO CSSR.....	118
4.1.3 Bài đo tỷ lệ rớt cuộc gọi DCR	120
4.1.4 Bài đo MOS	121
4.1.5 Bài đo Download và Upload trên 1 băng tần và băng tần kết hợp.....	122
4.1.6 Bài đo Scan tham số mạng	122
4.2 Kết quả đo kiểm, thử nghiệm công cụ đo 4G.....	123
CHƯƠNG V - KẾT LUẬN & KHUYẾN NGHỊ.....	126
TÀI LIỆU THAM KHẢO	128

DANH MỤC CÁC TỪ VIẾT TẮT

ACI	Adjacent channel Interference	Xuyên nhiễu giữa các kênh kề cận
AMA	Alphabet Matched Algorithm	Thuật toán phối hợp chữ cái
AWG	Additive White Gaussian Noise	Nhiễu Gauss trắng cộng
BER	Bit Error Radio	Tỷ lệ lỗi Bit
BPSK	Binary Phase Shift Keying	Khóa dịch pha nhị phân
CIR	Channel Impulse Response	Đáp ứng xung kênh
CMA	Constant Modulus Algorithm	Thuật toán Modulus hằng số
DFE	Decision Feedback Equalizer	Cân bằng phản hồi quyết định
DFT	Discrete Fourier Transform	Biến đổi Fourier rời rạc
DVB-T	Digital Video Broadcasting Terrestrial	Truyền hình số mặt đất
FFT	Fast Fourier Transform	Biến đổi Fourier nhanh
HPA	High Power Amplifier	Bộ khuếch đại công suất cao
ICI	Inter Carrier Interference	Cản nhiễu giữa các sóng mang
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform	Biến đổi ngược Fourier nhanh
ISI	Inter Symbol Interference	Cản nhiễu giữa các ký hiệu
IWLMS	Iterative - Weighted Least mean Square	Lặp trung bình bình phương trọng số
LMS	Least Mean Square	Trung bình bình phương bé nhất
MIMO	Multiple Input - Multiple Output	Nhiều đầu vào - nhiều đầu ra
MLP	Multi Layer Perception	Đào tạo đa lớp
MLSE	Minimum Least Square Error	Cực tiểu sai số bình phương bé nhất
MLSE	Maximum Likelihood Sequence Equalizer	Cân bằng dãy hợp lý cực đại
MMSE	Minimum Mean Square Error	Trung bình bình phương tối thiểu

M-PSK	Multiple Phase Shift Keying	Điều chế pha đa mức
M-QAM	Multi Quadrature Amplitude Modulation	Điều biên cầu phương đa mức
MU	Multi User	Nhiều người dùng
NBI	Narrow Band Interference	Can nhiễu băng hẹp
NN	Neural Network	Mạng nơron
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân theo tần số trực giao
PAPR	Peak to Average Power Ratio	Tỷ số công suất đỉnh - công suất trung bình
PSD	Power Spectrum Density	Mật độ phổ công suất
QAM	Quadrature Amplitude Modulation	Điều chế cầu phương
RBF	Radial Basis Function	Hàm xuyên tâm
RLS	Recursive Least Square	Hồi quy bình phương bé nhất
RMS	Recursive Mean Square	Hồi quy trung bình bình phương
SBS	Signal By Signal	Tùng ký hiệu
SFBC	Space Frequency Binary Coder	Bộ mã hóa nhị phân không gian tần số
SISO	Simple Input - Simple Output	Một đầu vào - Một đầu ra
SNR	Signal Noise Ratio	Tỷ số tín hiệu trên nhiễu
STBC	Space Time Binary Coder	Bộ mã hóa nhị phân không gian thời gian
UT	User Terminal	Đầu cuối người dùng
ZF	Zero Forcing	Cưỡng bức 0
LRLS	Kernel Recursive Least Squares	Bình phương bé nhất hồi quy Kernel

DANH MỤC HÌNH VẼ

<i>Hình 1 - 1: Kiến trúc cơ bản của hệ thống LTE</i>	23
<i>Hình 1 - 2: Các kết nối của ENodeB tới các nút logic khác và các chức năng chính</i>	26
<i>Hình 1 - 3: Các bước tự cấu hình của ENodeB</i>	28
<i>Hình 1 - 4: Các kết nối của MME tới các nút logic khác và các chức năng chính</i>	32
<i>Hình 1 - 5: Các kết nối của S - GW tới các nút logic khác và các chức năng chính</i>	34
<i>Hình 1 - 6: Các kết nối của P - GW tới các nút logic khác và các chức năng chính</i>	36
<i>Hình 1 - 7: Các kết nối của PCRF tới các nút logic khác và các chức năng chính</i>	38
<i>Hình 1 - 8: Các giao thức trên mặt phẳng điều khiển trong hệ thống EPS</i>	49
<i>Hình 2 - 9: Các giao thức trong giao diện vô tuyến của LTE</i>	51
<i>Hình 1 - 10: Chế độ UM trong phân lớp RLC</i>	54
<i>Hình 1 - 11: Chế độ AM trong phân lớp RLC</i>	55
<i>Hình 1 - 12: MAC Layer</i>	55
<i>Hình 1 - 13: Các giao thức trên mặt phẳng người sử dụng trong hệ thống EPS</i>	58
<i>Hình 1 - 14: Các giao thức trên mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người sử dụng cho giao diện X2</i>	59
<i>Hình 1 - 15: Ảnh xạ của các loại kênh được sử dụng trong LTE</i>	60
<i>Hình 2 - 1: Mô hình phương pháp đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE</i>	72
<i>Hình 2 - 2 : Mẫu Cellfile được sử dụng trong LTE</i>	74
<i>Hình 2 - 3: Bộ công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng dịch vụ 4G LTE</i>	77
<i>Hình 2 - 4 : Phân loại KPI trong mạng LTE</i>	80

<i>Hình 3 - 2: Kiến trúc chung của hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ RDBMS</i>	<i>91</i>
<i>Hình 3 - 3: Mô hình kiến trúc bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE .</i>	<i>93</i>
<i>Hình 3 - 4: Mô hình phân rã chức năng.....</i>	<i>94</i>
<i>Hình 3 - 5: Biểu đồ use case.....</i>	<i>95</i>
<i>Hình 3 - 6: Biểu đồ logic cho use case thiết lập bài đo cho các tham số đo kiểm.....</i>	<i>96</i>
<i>Hình 3 - 7: Biểu đồ logic cho use case phân tích, đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G</i>	<i>96</i>
<i>Hình 4 - 1 : Call flow thực hiện cuộc gọi chiều đi</i>	<i>117</i>
<i>Hình 4 - 2 : Kết quả đo thử nghiệm các tham số RSRP, RSRQ, SNR, CellID</i>	<i>124</i>

DANH MỤC BẢNG BIỂU

<i>Bảng 1: Khoảng giá trị của RSRP trong 4G LTE</i>	<i>81</i>
<i>Bảng 2: Khoảng giá trị của RSRQ trong 4G LTE.....</i>	<i>83</i>
<i>Bảng 3: Bảng giá trị của CQI</i>	<i>85</i>
<i>Bảng 4 : Yêu cầu phân cứng cho bộ công cụ đo 4G LTE</i>	<i>89</i>
<i>Bảng 5 : Các bảng dữ liệu chính.....</i>	<i>104</i>

MỞ ĐẦU

Thông tin di động hiện đang là một trong những ngành công nghiệp viễn thông phát triển nhanh nhất theo nghiên cứu thì đến hết năm 2015 số lượng thuê bao đã đạt tới con số 4.7 tỉ thuê bao đi kèm với đó là khoảng 7.6 tỉ kết nối di động trên toàn cầu, doanh thu của các nhà cung cấp đã đạt hơn 1.000 tỉ đô và dự kiến sẽ còn tiếp tục tăng trưởng mạnh trong giai đoạn từ 2015-2020. Cùng với sự phát triển của số lượng kết nối và thuê bao là sự phát triển của các loại hình dịch vụ đòi hỏi tốc độ cao, băng thông lớn, yêu cầu thời gian thực với độ trễ nhỏ ngày càng trở nên phổ biến và 3G đã không còn đáp ứng được một cách đầy đủ các tiêu chí trên. Do đó việc phát triển mạng và dịch vụ viễn thông 4G (LTE/ LTE Advanced) là vô cùng cần thiết và là tất yếu cho tất cả các nhà cung cấp dịch vụ hiện nay.

Công nghệ vô tuyến di động thế hệ kế tiếp (4G) hiện nay đã được triển khai ở một số các quốc gia trên thế giới. Mỗi một loại hình công nghệ 4G có những ưu nhược điểm, mức độ hoàn thiện, chuẩn hóa khác nhau. Nhiều quốc gia trên thế giới đã lựa chọn triển khai công nghệ LTE để tiếp cận thế hệ di động kế tiếp (4G). Tuy nhiên, theo như khuyến nghị tổ chức 3GPP và nhiều tổ chức uy tín trên thế giới, LTE-Advanced là tiêu chuẩn sẽ cải thiện, nâng cao và thay thế tiêu chuẩn LTE.

Cùng với sự phát triển mạnh mẽ của các giải pháp công nghệ, hàng loạt các yêu cầu mới được đặt ra đối với các vấn đề khai thác và đo kiểm, đánh giá chất lượng dịch vụ. Bài toán đo kiểm giám sát chất lượng mạng viễn thông luôn là mối quan tâm hàng đầu và là một trong những vấn đề quan trọng nhất cần giải quyết của các nhà khai thác mạng viễn thông. Hướng tới công tác đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ trên nền tảng mạng 4G (LTE/LTE_A) đề tài đã tập trung xây dựng công cụ đo kiểm, đánh giá các chỉ tiêu chất lượng mạng và dịch vụ như các tham số RSRP, RSRQ, SNR, CSSR, CDR, MOS, Packet loss, Packet delay, Throughput (Up_load & Download).

Ngoài việc đo kiểm các tham số chất lượng mạng và dịch vụ, công cụ đo cũng hỗ trợ tổng hợp các thông tin mạng lưới như Cell ID, LAC, và hỗ trợ đo kiểm Driving Test.

CHƯƠNG I - NGHIÊN CỨU TỔNG QUAN VỀ MẠNG 4G (LTE/LTE ADVANCED)

1.1 Tổng quan mạng 4G LTE/LTE Advanced

1.1.1 Tổng quan mạng 4G LTE

LTE là một chuẩn cho công nghệ truyền thông dữ liệu không dây và là một sự tiến hóa của các chuẩn GSM/UMTS. Mục tiêu của LTE là tăng dung lượng và tốc độ dữ liệu của các mạng dữ liệu không dây bằng cách sử dụng các kỹ thuật điều chế và DSP (xử lý tín hiệu số) mới được phát triển vào đầu thế kỷ 21 này. Một mục tiêu cao hơn là thiết kế lại và đơn giản hóa kiến trúc mạng thành một hệ thống dựa trên nền IP với độ trễ truyền dẫn tổng giảm đáng kể so với kiến trúc mạng 3G. Giao diện không dây LTE không tương thích với các mạng 2G và 3G, do đó nó phải hoạt động trên một phổ vô tuyến riêng biệt.

Đặc tả kỹ thuật LTE chỉ ra tốc độ tải xuống đỉnh đạt 300 Mbit/s, tốc độ tải lên đỉnh đạt 75 Mbit/s và QoS quy định cho phép trễ truyền dẫn tổng thể nhỏ hơn 5 ms trong mạng truy nhập vô tuyến. LTE có khả năng quản lý các thiết bị di động chuyển động nhanh và hỗ trợ các luồng dữ liệu quảng bá và đa điểm. LTE hỗ trợ băng thông linh hoạt, từ 1,25 MHz tới 20 MHz và hỗ trợ cả song công phân chia theo tần số (FDD) và song công phân chia theo thời gian (TDD). Kiến trúc mạng dựa trên IP, được gọi là mạng lõi EPC và được thiết kế để thay thế mạng lõi GPRS, hỗ trợ chuyển giao liên tục cho cả thoại và dữ liệu tới trạm eNodeB với công nghệ mạng cũ hơn như GSM, UMTS và CDMA 2000, các kiến trúc đơn giản và chi phí vận hành thấp hơn.

Phần lớn tiêu chuẩn LTE hướng đến việc nâng cấp 3G UMTS để cuối cùng có thể thực sự trở thành công nghệ truyền thông di động 4G. Một lượng lớn công việc là nhằm mục đích đơn giản hóa kiến trúc hệ thống, vì nó chuyển từ mạng UMTS sử dụng kết hợp chuyển mạch kênh + chuyển mạch gói sang hệ thống kiến trúc phẳng toàn IP. E-UTRA là giao diện vô tuyến của LTE. Nó có các tính năng chính sau:

- Tốc độ tải xuống đỉnh lên tới 299.6 Mbit/s và tốc độ tải lên đạt 75.4 Mbit/s phụ thuộc vào kiểu thiết bị người dùng (với 4x4 anten sử dụng độ rộng băng thông là 20 MHz). 5 kiểu thiết bị đầu cuối khác nhau đã được xác định từ một kiểu tập trung vào giọng nói tới kiểu thiết bị đầu cuối cao cấp hỗ trợ các tốc độ dữ liệu đỉnh. Tất cả các thiết bị đầu cuối đều có thể xử lý băng thông rộng 20 MHz.
- Trễ truyền dẫn dữ liệu tổng thể thấp (thời gian trễ đi-về dưới 5 ms cho các gói IP nhỏ trong điều kiện tối ưu), trễ tổng thể cho chuyển giao thời gian thiết lập kết nối nhỏ hơn so với các công nghệ truy nhập vô tuyến kiểu cũ.
- Cải thiện hỗ trợ cho tính di động, thiết bị đầu cuối di chuyển với vận tốc lên tới 350 km/h hoặc 500 km/h vẫn có thể được hỗ trợ phụ thuộc vào băng tần.
- OFDMA được dùng cho đường xuống, SC-FDMA dùng cho đường lên để tiết kiệm công suất.
- Hỗ trợ cả hai hệ thống dùng FDD và TDD cũng như FDD bán song công với cùng công nghệ truy nhập vô tuyến.
- Hỗ trợ cho tất cả các băng tần hiện đang được các hệ thống IMT sử dụng của ITU-R.
- Tăng tính linh hoạt phổ tần: độ rộng phổ tần 1,4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz và 20 MHz được chuẩn hóa (W-CDMA yêu cầu độ rộng băng thông là 5 MHz, dẫn tới một số vấn đề với việc đưa vào sử dụng công nghệ mới tại các quốc gia mà băng thông 5 MHz thương được ấn định cho nhiều mạng, và thường xuyên được sử dụng bởi các mạng như 2G GSM và cdmaOne).
- Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống là 16.3 b/s (giả sử sử dụng MIMO 4x4). Hiệu suất sử dụng phổ tần đường lên là 4.32 b/s (giả sử sử dụng SISO)
- Hỗ trợ kích thước tế bào từ bán kính hàng chục m (femto và picocell) lên tới các macrocell bán kính 100 km. Trong dải tần thấp hơn dùng cho các khu vực nông thôn, kích thước tế bào tối ưu là 5 km, hiệu quả hoạt động hợp lý vẫn đạt được ở 30 km, và khi lên tới 100 km thì hiệu suất hoạt động của tế bào vẫn có thể chấp nhận được. Trong khu vực thành phố và đô thị, băng tần cao hơn (như 2,6 GHz ở châu Âu)

được dùng để hỗ trợ băng thông di động tốc độ cao. Trong trường hợp này, kích thước tế bào có thể chỉ còn 1 km hoặc thậm chí ít hơn.

- Hỗ trợ ít nhất 200 đầu cuối dữ liệu hoạt động trong mỗi tế bào có băng thông 5 MHz.
- Đơn giản hóa kiến trúc: phía mạng E-UTRAN chỉ gồm các eNode B
- Hỗ trợ hoạt động với các chuẩn cũ (ví dụ như GSM/EDGE, UMTS và CDMA2000). Người dùng có thể bắt đầu một cuộc gọi hoặc truyền dữ liệu trong một khu vực sử dụng chuẩn LTE, nếu tại một địa điểm không có mạng LTE thì người dùng vẫn có thể tiếp tục hoạt động nhờ các mạng GSM/GPRS hoặc UMTS dùng WCDMA hay thậm chí là mạng của 3GPP2 như cdmaOne hoặc CDMA2000).
- Giao diện vô tuyến chuyển mạch gói.
- Hỗ trợ cho MBSFN (Mạng quảng bá đơn tần). Tính năng này có thể cung cấp các dịch vụ như Mobile TV dùng cơ sở hạ tầng LTE, và là một đối thủ cạnh tranh cho truyền hình dựa trên DVB-H.

Tiêu chuẩn LTE chỉ hỗ trợ chuyển mạch gói với mạng toàn IP của nó. Các cuộc gọi thoại trong GSM, UMTS và CDMA2000 là chuyển mạch kênh, do đó với việc thông qua LTE, các nhà khai thác mạng sẽ phải tái bố trí lại mạng chuyển mạch kênh của họ. Có 3 cách tiếp cận khác nhau hiện nay để tái bố trí lại mạng chuyển mạch kênh cho các nhà mạng:

- VoLTE (Voice Over LTE – Thoại trên nền LTE): Hướng này dựa trên mạng IMS.
- CSFB (Circuit Switched Fallback – Dự phòng chuyển mạch kênh): Trong hướng này, LTE chỉ cung cấp dịch vụ dữ liệu, và khi có cuộc gọi thoại, LTE sẽ trở lại miền CS (chuyển mạch kênh). Khi sử dụng giải pháp này, các nhà mạng chỉ cần nâng cấp các MSC (trung tâm chuyển mạch di động) thay vì phải triển khai IMS, do đó có thể cung cấp các dịch vụ một cách nhanh chóng. Tuy nhiên, nhược điểm là trễ thiết lập cuộc gọi dài hơn.
- SVLTE (Simultaneous Thoại và LTE đồng thời): Trong hướng này, điện thoại làm việc đồng thời trong chế độ LTE và CS, với chế độ LTE cung cấp các dịch vụ dữ liệu

và chế độ CS cung cấp dịch vụ thoại. Đây là một giải pháp hoàn toàn dựa vào máy di động, nó không có yêu cầu đặc biệt về mạng và không yêu cầu phải triển khai IMS. Nhược điểm của giải pháp này là điện thoại có thể đắt hơn do tiêu thụ công suất nhiều hơn.

1.1.2 Tổng quan mạng 4G 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. Các chuyên gia công nghệ cũng nhận định rằng LTE cần phải cải tiến và LTE-Advanced sẽ là chuẩn thống trị trong tương lai gần. Họ cũng coi công nghệ này mới thật sự là 4G do đáp ứng đầy đủ các tiêu chí kỹ thuật mà Liên minh Viễn thông Quốc tế (International Telecommunication Union) đặt ra cho hệ thống mạng không dây thế hệ thứ 4. Các yêu cầu chủ yếu 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 (ví dụ như 100 MHz).
- Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống tối thiểu là 15 bit/Hz/s (giả sử sử dụng MIMO 4x4).
- Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường lên tối thiểu là 6.75 bit/Hz/s (giả sử sử dụng MIMO 4x4).
- Tốc độ thông lượng lý thuyết là 1.5 Gb/s.

LTE – Advanced là bản nâng cấp của LTE và hoàn toàn có thể đáp ứng các yêu cầu này:

- LTE-Advanced là phiên bản nâng cấp của LTE và 2 chuẩn này hoàn toàn tương thích với nhau. Các 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.

- 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 tải xuống/tải 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 an-ten 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.
- Hỗ trợ độ rộng băng tần lên đến 100 MHz. Với một kỹ thuật mới có tên là tổng hợp sóng mang (**Carrier Aggregation**) LTE – Advanced có thể làm tăng số lượng băng thông khả dụng dành cho thiết bị di động bằng cách ghép nối các kênh tần số, hay còn gọi là sóng mang nằm ở các phần khác nhau nằm rải rác trong phổ vô tuyến. LTE thông thường có thể cung cấp dữ liệu bằng cách sử dụng các block dữ liệu liên tiếp của tần số lên đến 20MHz. Nhưng khi ngày càng nhiều các công ty 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 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". Ví dụ, có thể kết hợp hai kênh có độ rộng 10MHz ở các tần số 800MHz và 1,8GHz riêng biệt thành một kênh 20MHz toàn duy nhất, cơ bản tăng gấp đôi tốc độ dữ liệu khả dụng cho mỗi người dùng. 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.
- Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống là 30 b/s (giả sử sử dụng MIMO 8x8). Hiệu suất sử dụng phổ tần đỉnh đường lên là 15 b/s (giả sử sử dụng MIMO 4x4). MIMO (**Multiple Input Multiple Output**) cho phép các trạm thu phát và các

thiết bị di động gửi và nhận dữ liệu bằng nhiều ăng-ten. LTE có hỗ trợ phân nào MIMO nhưng chỉ cho chiều tải xuống. Ngoài ra chuẩn này còn giới hạn số lượng ăng-ten ở mức tối đa là bốn bộ phát ở phía trạm và bốn bộ thu ở thiết bị di động. LTE-Advanced thì cho phép tối đa tám cặp thu phát ở chiều tải xuống và bốn cặp ở chiều tải lên. MIMO thực hiện hai chức năng. Ở môi trường không dây nhiều nhiễu—như tại rìa các cell hoặc trong một ô tô đang di chuyển—các bộ phát và thu sẽ phối hợp với nhau để tập trung tín hiệu vô tuyến vào một hướng cụ thể. Chức năng **beamforming** giúp cho tín hiệu thu được mạnh lên mà không cần phải tăng công suất phát. Khi sóng tín hiệu mạnh còn nhiều thì yếu—như khi người dùng đứng yên và ở gần trạm phát—MIMO có thể được dùng để làm tăng tốc độ dữ liệu, hay tăng số lượng người dùng, mà không phải dùng thêm phổ tần số. Kỹ thuật này có tên là “ghép kênh không gian” (**spatial multiplexing**), giúp nhiều luồng dữ liệu được truyền đi cùng lúc, trên cùng tần số sóng mang. Ví dụ, một trạm thu phát với tám bộ phát có thể truyền đồng thời tám luồng tín hiệu tới một máy điện thoại có tám bộ thu. Do mỗi luồng dữ liệu tới mỗi bộ thu có hướng, cường độ, và thời gian hơi khác nhau một chút nên các thuật toán xử lý trong máy có thể kết hợp chúng với nhau và dựa vào những khác biệt này để tìm ra các luồng dữ liệu gốc. Thông thường thì ghép kênh không gian có thể làm tăng tốc độ dữ liệu tỷ lệ thuận với số cặp ăng-ten thu phát. Do vậy, trong trường hợp khả quan nhất, 8 cặp thu phát có thể tăng tốc độ dữ liệu lên khoảng 8 lần.

- Một công nghệ quan trọng khác của LTE-Advanced là truyền nối tiếp (**relaying**), được dùng để mở rộng vùng phủ sóng tới những nơi có tín hiệu yếu. Các kỹ sư thiết kế mạng vẫn thường dùng công nghệ này để mở rộng vùng phủ sóng của các trạm thu phát tới nơi xa xôi hoặc trong đường hầm của tàu hỏa. Dẫu vậy thì các bộ truyền nối tiếp thông thường, hay còn gọi là bộ lặp, lại khá đơn giản. Chúng nhận tín hiệu, khuếch đại, rồi truyền đi. LTE-Advanced hỗ trợ các chế độ truyền nối tiếp tiên tiến hơn. Trước tiên nó sẽ giải mã tất cả các dữ liệu thu được rồi sau đó chỉ chuyển đi những dữ liệu có đích đến là các thiết bị di động mà mỗi bộ truyền nối tiếp đang phục vụ. Phương pháp này giúp giảm nhiễu và tăng số lượng

khách hàng kết nối tới bộ truyền nối tiếp. LTE-Advanced còn cho phép các bộ truyền nối tiếp dùng cùng phổ tần số và các giao thức của trạm thu phát để liên lạc với trạm thu phát và với các thiết bị đầu cuối. Lợi thế của việc này là nó cho phép các máy LTE kết nối tới bộ truyền nối tiếp như thể đó là một trạm thu phát thông thường. Bộ truyền nối tiếp sẽ chỉ phát sóng vào những thời điểm cụ thể khi mà trạm thu phát không hoạt động để tránh gây nhiễu cho trạm thu phát.

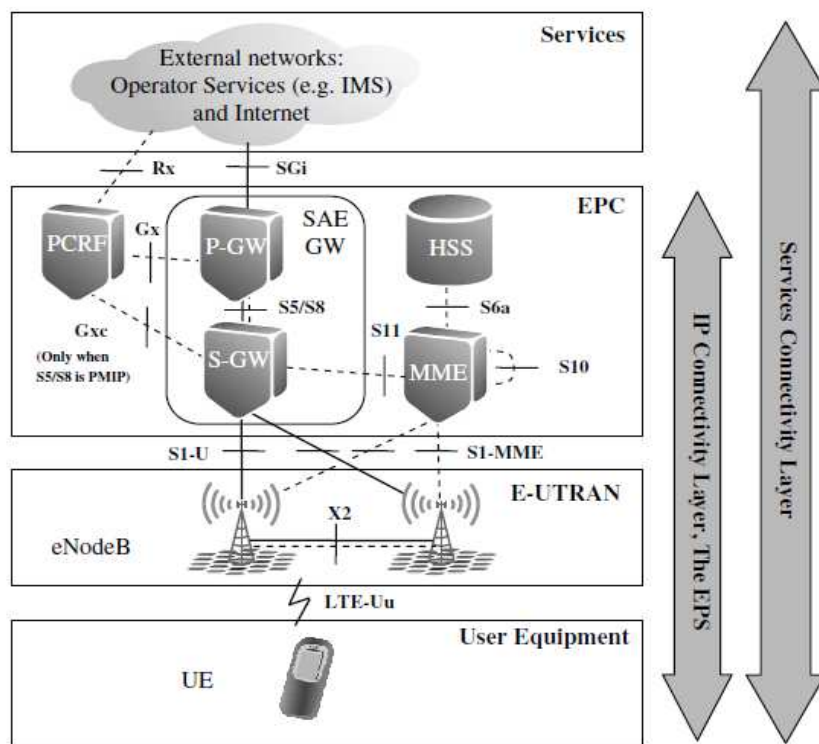
- Một công cụ quan trọng khác của LTE-Advanced thì sẽ giúp giải quyết hiện tượng nghẽn mạng. Được biết tới với cái tên eICIC (**enhanced inter-cell interference coordination**), nó sẽ được sử dụng trong hệ thống được gọi là mạng không đồng nhất (**Heterogeneous Networks**). Trong mạng này, các trạm thu phát công suất thấp sẽ tạo ra các cell nhỏ nằm chồng lên mạng lưới các cell lớn do các trạm thu phát thông thường tạo ra. Rất nhiều nhà mạng đã bắt đầu sử dụng các trạm thu phát nhỏ với nhiều mức kích cỡ (còn được gọi bằng các tên metro-, micro-, pico-, hay femtocell) để tăng mức tải dữ liệu trong các vùng đô thị đông đúc. Những bộ thu phát này có kích thước nhỏ gọn, giá thành rẻ, không cồng kềnh, và lắp đặt thì dễ dàng hơn. Do vậy mà giới phân tích cho rằng chúng có tương lai tươi sáng. Nhưng khi các nhà mạng đặt ngày càng nhiều trạm thu phát vào cùng một khu vực, họ sẽ phải tìm cách để giảm thiểu can nhiễu khó tránh khỏi giữa chúng. Giao thức eICIC được xây dựng dựa trên giao thức ICIC của LTE vốn để giúp giảm can nhiễu giữa hai cell lớn. Sử dụng ICIC, một trạm thu phát có thể giảm công suất phát ở những tần số và khoảng thời gian cụ thể trong khi một trạm kế bên sử dụng những tài nguyên đó để liên lạc với các máy đang ở rìa vùng phủ sóng của nó. Tuy nhiên phương pháp chia sẻ phổ này chỉ có tác dụng với các luồng dữ liệu. Để liên lạc được với một thiết bị di động và giúp nó hiểu được luồng dữ liệu thì trạm phát phải truyền đi các tín hiệu điều khiển trong đó có chứa các thông tin về quản lý như lịch trình hoạt động, các yêu cầu phát lại, và các chỉ dẫn để giải mã. Do thiết bị di động chờ các thông điệp này tới trên các tần số và thời điểm cụ thể, nên một trạm phát không thể thoải mái cho các trạm bên cạnh dùng những tài nguyên đó mỗi khi chúng cần. LTE giải quyết vấn đề này bằng cách phát các tín hiệu điều

khuyến có thể chịu được lượng can nhiễu tương đối cao. Tuy vậy, sự xuất hiện của các cell nhỏ lại làm cho mọi việc phức tạp hơn. Ví dụ khi một số thiết bị di động muốn thiết lập kết nối tới một cell nhỏ đang nằm trong một cell lớn, thì các tín hiệu điều khiển từ cell lớn có thể lấn át những tín hiệu này từ cell nhỏ. Giao thức eICIC xử lý tình huống này theo một trong hai cách sau. Nếu hệ thống mạng có sử dụng kỹ thuật cộng gộp sóng mang để ghép hai hay nhiều kênh tần số thì cell lớn và cell nhỏ sẽ chỉ việc sử dụng các kênh tách biệt để gửi các tín hiệu điều khiển. Tuy vậy cả hai cell đều sử dụng tất cả các kênh để truyền dữ liệu nên khách hàng di động vẫn hưởng lợi từ việc gộp băng thông. Hai cell này chia sẻ phổ tần số, bằng cách phối hợp với nhau để sử dụng các tần số trong những thời điểm khác nhau, tương tự như trong ICIC. Đối với các mạng chỉ sử dụng một kênh tần số, eICIC có một giải pháp khác. Nó cho phép cell lớn dừng việc truyền dữ liệu và giảm công suất phát tín hiệu điều khiển trong những khoảng thời gian dài 1/1000 giây đã được quy định trước, gọi là các khung cấp thấp (subframe). Một cell nhỏ có thể thu xếp để truyền cả tín hiệu điều khiển và dữ liệu trong những khoảng thời gian này. Kỹ thuật này cho phép nhiều người dùng kết nối tới cell nhỏ và do vậy tăng dung lượng dữ liệu.

- Tính năng chính cuối cùng trong danh sách các tính năng của LTE-Advanced sẽ giúp cải thiện hơn nữa tín hiệu và tăng tốc độ dữ liệu tại vùng biên của các cell, nơi mà có thể khó có được một kết nối tốt. Kỹ thuật này có tên gọi là CoMP (**coordinated multipoint** – phối hợp đa điểm). Về cơ bản, nó cho phép một thiết bị di động cùng một lúc trao đổi dữ liệu với nhiều trạm thu phát. Ví dụ như hai trạm thu phát liền kề có thể cùng lúc gửi dữ liệu giống nhau tới một thiết bị do đó tăng khả năng nhận được tín hiệu tốt của thiết bị đó. Tương tự như vậy, một thiết bị cũng có thể cùng một lúc tải dữ liệu lên cả hai trạm thu phát, các trạm này đóng vai trò như một mảng ăng-ten ảo sẽ cùng nhau xử lý tín hiệu thu được để loại bỏ lỗi. Hoặc thiết bị có thể tải dữ liệu lên qua cell nhỏ ở gần bên, giúp giảm năng lượng phát trong khi vẫn nhận tín hiệu tải xuống tốt từ một trạm thu phát lớn hơn.

1.2 Kiến trúc mạng 4G LTE/ LTE Advanced

Kiến trúc mạng LTE được thiết kế với mục tiêu hỗ trợ hoàn toàn chuyển mạch gói với tính di động linh hoạt, chất lượng dịch vụ cao và độ trễ tối thiểu. Với một thiết kế phẳng hơn, đơn giản hơn, chỉ với 2 nút chủ thể là eNodeB và thực thể quản lý di động MME (**Mobility Management Entity**). Phần điều khiển mạng vô tuyến RNC được loại bỏ và thay vào đó chức năng của nó sẽ được thực hiện trong các eNodeB. Hình 2 - 1 dưới đây mô tả kiến trúc và các thành phần của mạng LTE. Kiến trúc của mạng về cơ bản được chia thành các phần chính bao gồm : mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN (**Evolved UMTS Terrestrial Radio Access Network**), mạng lõi EPC (**Evolved Packet Core**), vùng dịch vụ (Services Domain).



Hình 1 - 1: Kiến trúc cơ bản của hệ thống LTE

1.2.1 Mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN

Mặc dù UMTS, HSDPA và HSUPA cùng các phiên bản phát triển của chúng đã có thể cung cấp truyền tải dữ liệu với tốc độ cao, sử dụng dữ liệu không dây. Tuy nhiên do

nhu cầu của các dịch vụ và nội dung trên đường truyền đòi hỏi các nhà mạng phải có tốc độ nhanh hơn nhưng lại phải giảm chi phí cho người sử dụng tại đầu cuối. Do đó 3GPP đã phát triển một giao diện vô tuyến mới để đáp ứng các nhu cầu này. E – UTRAN (Evolved UMTS Terrestrial Radio Access) đã ra đời và là phiên bản nâng cấp của giao diện vô tuyến cho các mạng di động.

Các tính năng của E – UTRAN:

- Đối với hệ thống LTE tốc độ tải xuống lớn nhất có thể đạt tới 300 Mbit/s (với hệ thống MIMO 4x4 anten), 150 Mbit/s (với hệ thống MIMO 2x2 anten) với độ rộng băng tần 20 MHz. Còn đối với hệ thống LTE – Advanced sử dụng MIMO 8x8 anten tốc độ tải xuống lớn nhất có thể đạt tới 3000 Mbit/s trên băng tần có độ rộng 100 Mhz.
- Đối với hệ thống LTE tốc độ tải lên lớn nhất có thể đạt tới 75 Mbit/s với băng tần 20 MHz, còn với LTE – Advanced thì có thể lên tới 1500 Mbit/s với băng tần 100 Mhz.
- Trễ truyền tải dữ liệu thấp (khoảng 5ms cho các gói IP nhỏ trong điều kiện tối ưu), thời gian trễ cho việc chuyển giao và thời gian thiết lập kết nối cũng thấp hơn.
- Hỗ trợ cho các thiết bị đầu cuối di chuyển với tốc độ cao có thể lên tới 350 – 500 km/h tùy thuộc vào băng tần.
- Hỗ trợ cả FDD và TDD song công, FDD bán song công cho cùng một công nghệ truy nhập vô tuyến.
- Hỗ trợ tất cả các băng tần đang được sử dụng cho các hệ thống IMT theo ITU – R.
- Băng thông linh hoạt: 1.4 MHz, 3 MHz, 5 MHz, 10 MHz, 15 MHz, 20 MHz đều đã được chuẩn hóa.
- Tăng hiệu quả sử dụng tần số có thể lên tới 2-5 lần so với trong 3GPP (HSPA) phiên bản 6.
- Hỗ trợ các cell có bán kính từ vài chục met (femto và pico cell) cho tới 100 km (marco cell).
- Kiến trúc đơn giản: về phía mặt phẳng mạng của E – UTRAN được tạo nên chỉ bằng các eNodeB.

- Hỗ trợ tương tác với các hệ thống khác (như GSM/EDGE, UMTS, CDMA 2000, WIMAX...).

- E – UTRAN là giao diện vô tuyến chuyên mạch gói.

1.2.1.1 User Equipment (UE)

UE là thiết bị đầu cuối mà người sử dụng dùng để kết nối. Thông thường UE là các thiết bị cầm tay như điện thoại thông minh hoặc các card dữ liệu được sử dụng như trong 2G và 3G. UE thường có một module để nhận dạng thuê bao gọi là USIM (Universal Subscriber Identity Module), đây là một module riêng biệt với các phần còn lại của UE thường được gọi là thiết bị đầu cuối TE (Terminal Equipment). USIM thường được sử dụng để nhận dạng và xác thực thuê bao và dùng các khóa bảo mật cho việc bảo vệ truyền tải trong giao diện vô tuyến. Chức năng chính của UE là nền tảng cho các ứng dụng kết nối, giúp cho tín hiệu kết nối với mạng được thiết lập, duy trì và ngắt khi người sử dụng yêu cầu. Điều này bao gồm các chức năng quản lý tính di động như chuyển giao, thông báo vị trí của thiết bị và những việc đó sẽ được UE thực hiện theo các chỉ dẫn của mạng. Chức năng quan trọng nhất có lẽ là UE cung cấp giao diện người sử dụng – các ứng dụng tới cho người sử dụng.

1.2.1.2 ENodeB

E – UTRAN đơn giản có thể hiểu là một mạng các ENodeB kết nối với nhau, các ENodeB được phân bố khắp các vùng phủ sóng của mạng. ENodeB là trạm gốc mới phát triển từ NodeB trong UTRAN của UMTS và là nút mạng duy nhất trong mạng truy nhập vô tuyến E - UTRAN. ENodeB vừa thực hiện chức năng như một NodeB bình thường vừa thực hiện chức năng điều khiển như RNC (Radio Network Controller), việc đơn giản hóa kiến trúc này cho phép giảm thời gian trễ trong các hoạt động của giao diện vô tuyến. ENodeB hoạt động như một cầu nối lớp 2 giữa UE và mạng lõi EPC, ENodeB là điểm kết thúc của tất cả các giao thức vô tuyến về phía UE và chuyển tiếp dữ liệu giữa kết nối vô tuyến và các kết nối IP tương ứng về phía EPC. Trong vai trò này các ENodeB

thực hiện việc nén/giải nén các tiêu đề IP, mã hóa/giải mã các dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng.

Các giao diện kết nối của ENodeB:

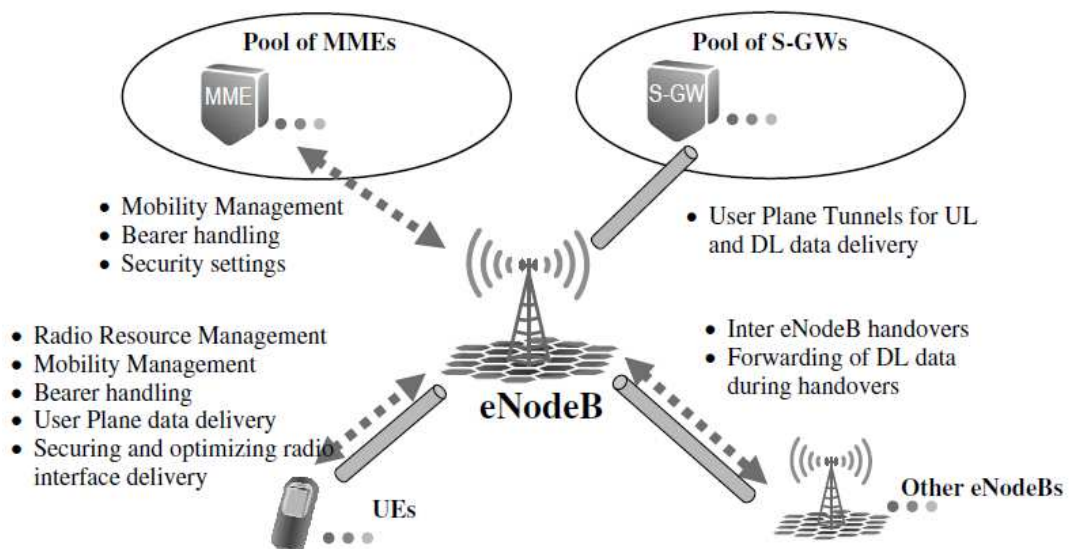
- ENodeB kết nối với thiết bị của người sử dụng thông qua giao diện LTE – Uu bằng giao thức OFDMA (theo hướng xuống) và giao thức SC – FDMA (theo hướng lên).

- ENodeB kết nối với thực thể quản lý di động MME thông qua giao thức S1 – AP trên giao diện S1 – MME (hay S1 – C) cho các lưu lượng của mặt phẳng điều khiển.

- ENodeB kết nối với Serving Gateway (S - GW) thông qua giao thức GTP – U trên giao diện S1 – U cho các lưu lượng của mặt phẳng người sử dụng.

Cả 2 giao diện S1 – MME và S1 – U được gọi chung là giao diện S1 là giao diện kết nối từ ENodeB tới mạng lõi EPC.

- ENodeB sử dụng giao thức X2 – AP trên giao diện X2 để kết nối với các ENodeB khác.



Hình 1 - 2: Các kết nối của ENodeB tới các nút logic khác và các chức năng chính

ENodeB cũng thực hiện nhiều các chức năng trên mặt phẳng điều khiển:

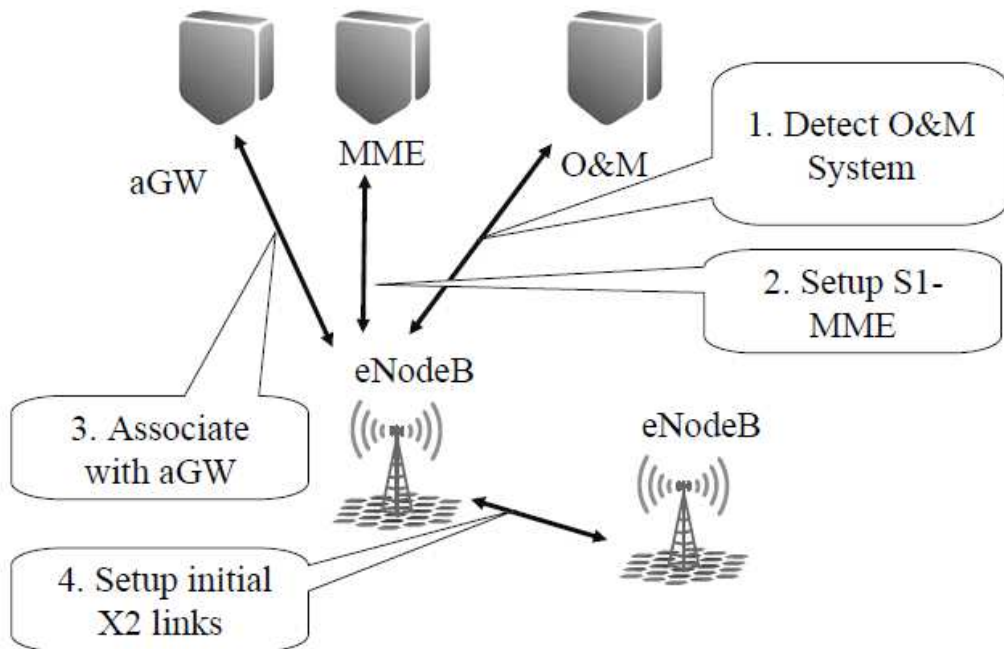
- **Quản lý tài nguyên vô tuyến RRM (Radio Resource Management):** điều khiển việc sử dụng tài nguyên trên các giao diện vô tuyến như phân bổ tài nguyên dựa trên yêu cầu, cấu hình và lập lịch lưu lượng theo các yêu cầu QoS, liên tục giám sát việc sử dụng tài nguyên trên giao diện vô tuyến.

- **Quản lý tính di động MM (Mobility Management):** đo đạc và phân tích mức độ tín hiệu trên các kết nối với UE, quản lý các UE trong vùng phủ sóng của ENodeB, kết nối tới các ENodeB khác để trao đổi các thông tin chuyển giao giữa ENodeB đó và MME, lựa chọn MME khi có yêu cầu từ một UE, cung cấp dữ liệu mặt phẳng người sử dụng tới các cổng dịch vụ S – GW. Các ENodeB có thể phục vụ đồng thời nhiều UE trong vùng phủ sóng của nó nhưng mỗi UE chỉ được kết nối tới một ENodeB trong cùng một thời điểm. Một ENodeB có thể kết nối tới nhiều MME và S – GW nhằm mục đích phân tải và dự phòng, tuy nhiên mỗi UE chỉ được phục vụ bởi một MME và S – GW tại một thời điểm và ENodeB phải chịu trách nhiệm về việc định tuyến cũng như phải duy trì việc theo dõi các liên kết này.

Hình 1 - 2 cho chúng ta thấy các kết nối của ENodeB tới các nút logic khác cùng với các chức năng chính của ENodeB trên các giao diện này. Trong tất cả các kết nối của ENodeB có thể có dạng một – nhiều hoặc nhiều – nhiều. Một ENodeB có thể phục vụ nhiều UE trong vùng phủ sóng của nó, tuy nhiên mỗi UE chỉ kết nối tới một ENodeB trong một thời điểm. Việc các ENodeB kết nối tới các ENodeB hàng xóm để trao đổi thông tin chuyển giao là rất cần thiết khi nó phải thực hiện chuyển giao. Các MME và S – GW là một tập hợp các nút được gộp lại để phục vụ một tập hợp các ENodeB riêng biệt. Một ENodeB có thể kết nối tới nhiều MME và S – GW tuy nhiên mỗi UE chỉ được phục vụ bởi một MME và S – GW tại một thời điểm, và ENodeB sẽ theo dõi các liên kết này. Các liên kết này sẽ không bao giờ thay đổi với một ENodeB riêng lẻ, bởi vì MME và S – GW chỉ thay đổi liên kết khi có sự chuyển giao liên ENodeB.

1.2.1.3 Tự cấu hình trên các giao diện S1 – MME và X2

Trong 3GPP phiên bản 8 đã chấp thuận định nghĩa cho việc hỗ trợ tự cấu hình trên các giao diện S1 – MME và X2. Về cơ bản quá trình thực hiện việc tự cấu hình được trình bày trong hình 1 - 3. Khi một ENodeB được bật lên (và có tồn tại sẵn một kết nối IP), nó sẽ kết nối đến O&M (Operation and Maintenance) (dựa trên các địa chỉ IP đã được biết) để nhận được các tham số trong các điều khoản đối với mỗi thành phần của mạng mà nó kết nối tới, cũng như các tham số khởi tạo ban đầu của nhà cung cấp dịch vụ chẳng hạn như băng tần hoạt động và các loại tham số bao gồm cho các kênh quảng bá.



Hình 1 - 3: Các bước tự cấu hình của ENodeB

Việc tự cấu hình này dự kiến bao gồm cả việc thiết lập kết nối S1 – MME bằng cách đầu tiên sẽ thiết lập liên kết SCTP (Stream Control Transmission Protocol) với ít nhất một MME, và một khi đã được kết nối nó sẽ tiếp tục trao đổi các thông tin trên lớp ứng dụng để tạo ra các hoạt động trên giao diện S1 – MME. Sau khi liên kết tới MME đã tồn tại, thì sau đó các liên kết tới S – GW cần được thiết lập cho việc truyền dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng.

Để kích hoạt các chức năng như điều khiển tính di động và nhiễu các cell lân cận, việc cấu hình giao diện X2 cũng cần tuân theo các bước tương tự như ở giao diện S1 – MME. Có một sự khác biệt ở đây đó là ban đầu ENodeB sẽ thiết lập kết nối X2 cho những ENodeB được chỉ định từ O&M và sau khi đã thích ứng được với các điều kiện môi trường thì sẽ tiến hành tối ưu hóa miền kết nối X2 dựa trên nhu cầu thực tế của việc chuyển giao. Các thông số được trao đổi trên giao diện X2 gồm có:

- Định danh toàn cầu của ENodeB.
- Thông tin về các tham số cụ thể như Physical Cell ID (PCI), tần số đường lên/đường xuống được sử dụng, băng thông được sử dụng.
- Các MME kết nối tới. (MME Pool)

2.2.2 Kiến trúc mạng lõi LTE (EPC – Evolved Packet Core)

Một trong những thay đổi lớn nhất trong kiến trúc mạng LTE là trong khu vực mạng lõi chỉ sử dụng một phương thức chuyển mạch duy nhất đó là chuyển mạch gói. Kiến trúc của mạng lõi EPC hướng tới là một kiến trúc đơn giản, một kiến trúc all – IP cùng với việc phân chia lưu lượng theo các mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người sử dụng, hỗ trợ tốc độ cao hơn và trễ nhỏ hơn nhưng lại giảm được chi phí.

Các thành phần của mạng lõi EPC bao gồm:

1.2.2.1 Thực thể quản lý tính di động MME (Mobility Management Entity)

Thực thể quản lý tính di động MME là thành phần điều khiển chính trong mạng lõi EPC. Thông thường MME là các máy chủ được đặt tại một vị trí an toàn của nhà cung cấp. MME chỉ hoạt động trên mặt phẳng điều khiển và không tham gia vào việc truyền dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng. Như chúng ta đã thấy trong kiến trúc của LTE rằng không có các giao diện kết nối trực tiếp từ MME tới UE tuy nhiên MME có một kết nối logic trực tiếp tới UE trên mặt phẳng điều khiển, kết nối này được sử dụng như một kênh điều khiển chính giữa UE và mạng. Các chức năng chính của MME bao gồm:

Xác thực và bảo mật: Khi một UE đăng ký vào mạng lần đầu tiên, MME sẽ thực hiện việc khởi tạo việc xác thực theo các bước sau: đầu tiên MME sẽ tìm kiếm định danh thường trú của UE từ các mạng khác hoặc từ chính UE, sau đó yêu cầu từ máy chủ quản lý thuê bao thường trú trong mạng chủ của UE các vector xác thực có chứa các cặp tham số xác thực có dạng yêu cầu – đáp ứng; gửi các yêu cầu tới UE và so sánh đáp ứng nhận được từ UE với một đáp ứng nhận được từ mạng chủ. Chức năng này là cần thiết để đảm bảo rằng UE đúng là thiết bị mà MME đang cần xác thực. MME có thể lặp lại việc xác thực khi cần hoặc theo các chu kỳ. MME sẽ tính toán để tạo ra các khóa mã hóa và khóa bảo vệ toàn vẹn từ các khóa chính nhận được trong các vector xác thực của mạng chủ, và nó sẽ điều khiển các thiết lập liên quan trong mạng truy nhập vô tuyến E – UTRAN cho các mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người sử dụng một cách riêng biệt. Để bảo vệ sự riêng tư của UE, MME sẽ cung cấp cho mỗi UE một định danh tạm thời Globally Unique Temporary Identity (GUTI), điều này giúp cho việc gửi các định danh thường trú của UE – International Mobile Subscriber Identity (IMSI) trên giao diện vô tuyến được tối thiểu hóa. Các định danh GUTI có thể được cấp lại theo định kỳ để ngăn chặn việc theo dõi UE không được xác thực.

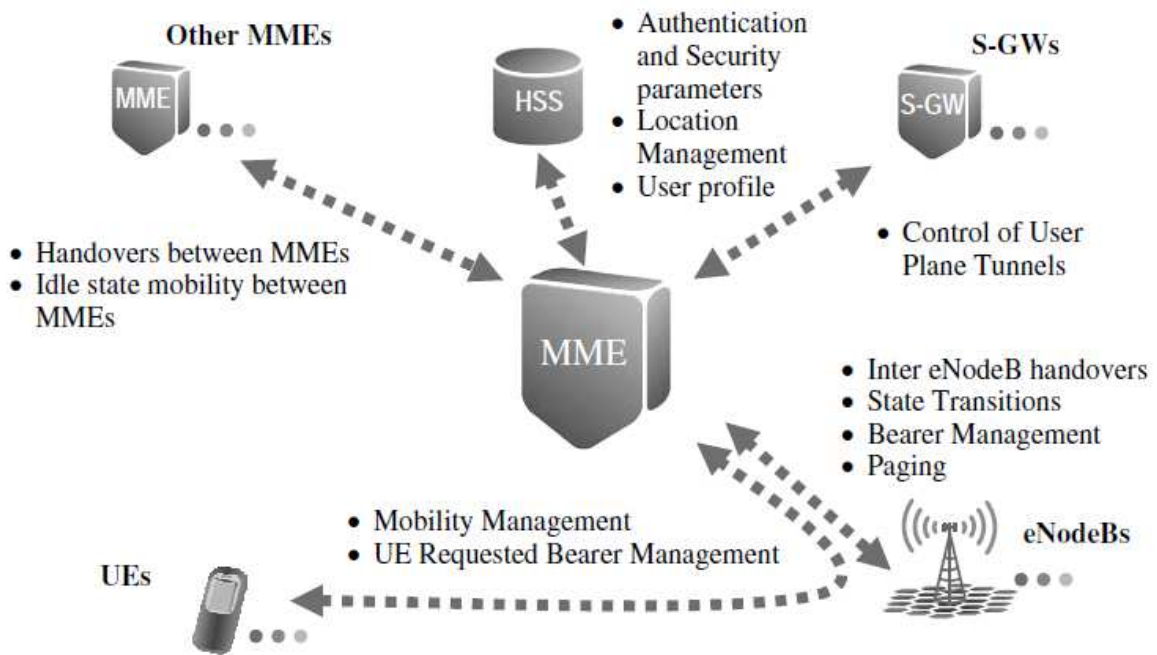
Quản lý tính di động: MME theo dõi vị trí của tất cả các UE trong khu vực dịch vụ của nó. Khi một UE lần đầu tiên đăng ký vào mạng, MME tạo một mục cho UE và tín hiệu và báo hiệu vị trí tới máy chủ HSS trong mạng chủ của UE. MME yêu cầu các tài nguyên thích hợp cho việc thiết lập tại ENodeB cũng như tại S – GW mà nó đã chọn cho UE. MME điều khiển việc thiết lập và giải phóng tài nguyên dựa trên sự thay đổi trạng thái hoạt động của UE. MME cũng tham gia vào việc điều khiển tín hiệu cho việc chuyển giao thông tin trạng thái hoạt động của UE giữa các ENodeB, S – GW hoặc các MME khác. MME cũng có liên quan tới mọi sự thay đổi của ENodeB, bởi vì nó không có các RNC riêng biệt để giấu đi các sự kiện thay đổi này. Một UE nhàn rỗi sẽ báo cáo vị trí của nó hoặc là theo định kỳ hoặc là khi nó di chuyển vào một vùng theo dõi (Tracking Area) khác. Nếu dữ liệu được nhận từ các mạng ngoài của một UE rảnh rỗi, thì MME sẽ được

thông báo và yêu cầu các ENodeB trong vùng theo dõi lưu trữ lại các thông tin đó trong mục của UE.

Quản lý hồ sơ thuê bao và dịch vụ kết nối: Tại thời điểm một UE đăng ký vào mạng, MME có trách nhiệm lấy hồ sơ thuê bao từ mạng chủ và lưu trữ thông tin này trong suốt thời gian phục vụ UE. Hồ sơ này sẽ xác định các kết nối PDN (Packet Data Network) sẽ được cấp cho UE để kết nối vào mạng. MME sẽ tự động thiết lập **sóng mang** mặc định để có thể cung cấp cho UE các kết nối IP cơ bản. Điều này bao gồm báo hiệu trên mặt phẳng điều khiển với ENodeB và S – GW. Tại bất kỳ thời điểm nào sau này, MME cần phải tham gia vào việc thiết lập các **sóng mang** dành riêng cho các dịch vụ điều đó sẽ có hiệu quả trong việc xử lý nhanh hơn. MME có thể nhận các yêu cầu thiết lập **sóng mang** dành riêng hoặc là từ S – GW nếu như yêu cầu được xuất phát từ vùng dịch vụ của các nhà cung cấp dịch vụ hoặc trực tiếp từ UE nếu như UE yêu cầu một kết nối cho một dịch vụ mà không biết được cung cấp bởi vùng dịch vụ của nhà cung cấp dịch vụ nào, và không thể khởi tạo được từ đó.

Về nguyên tắc MME có thể kết nối tới bất kỳ MME nào trong hệ thống tuy nhiên chỉ kết nối tới một nhà cung cấp dịch vụ duy nhất. Các kết nối giữa các MME được sử dụng khi một UE di chuyển quá xa so với MME cũ và đăng ký trong một MME mới, MME mới sau đó sẽ nhận được định danh thường trú IMSI từ MME cũ. Các kết nối liên – MME với các MME hàng xóm được sử dụng trong việc chuyển giao.

Các kết nối tới một số máy chủ HSS cũng cần được hỗ trợ. Các HSS thường được phân bố tại mỗi mạng chủ của người sử dụng, và việc định tuyến tới nó có thể được tìm thấy dựa trên IMSI. Mỗi MME sẽ được cấu hình để điều khiển một tập hợp S – GW và ENodeB. Tuy nhiên các S – GW và ENodeB có thể kết nối tới nhiều MME khác nhau. Các MME có thể phục vụ nhiều UE tại cùng một thời điểm nhưng mỗi UE chỉ có thể kết nối tới một MME tại cùng một thời điểm.



Hình 1 - 4: Các kết nối của MME tới các nút logic khác và các chức năng chính

1.2.2.2 Cổng phục vụ S – GW (Serving gateway)

Trong kiến trúc cơ bản của hệ thống, tại mức **high level** chức năng của S – GW đó là quản lý các đường hầm và việc chuyển mạch trên mặt phẳng người sử dụng. S – GW là một trong những thành phần trong cơ sở hạ tầng mạng được khai thác tại một vị trí trung tâm trong mạng của các nhà cung cấp dịch vụ.

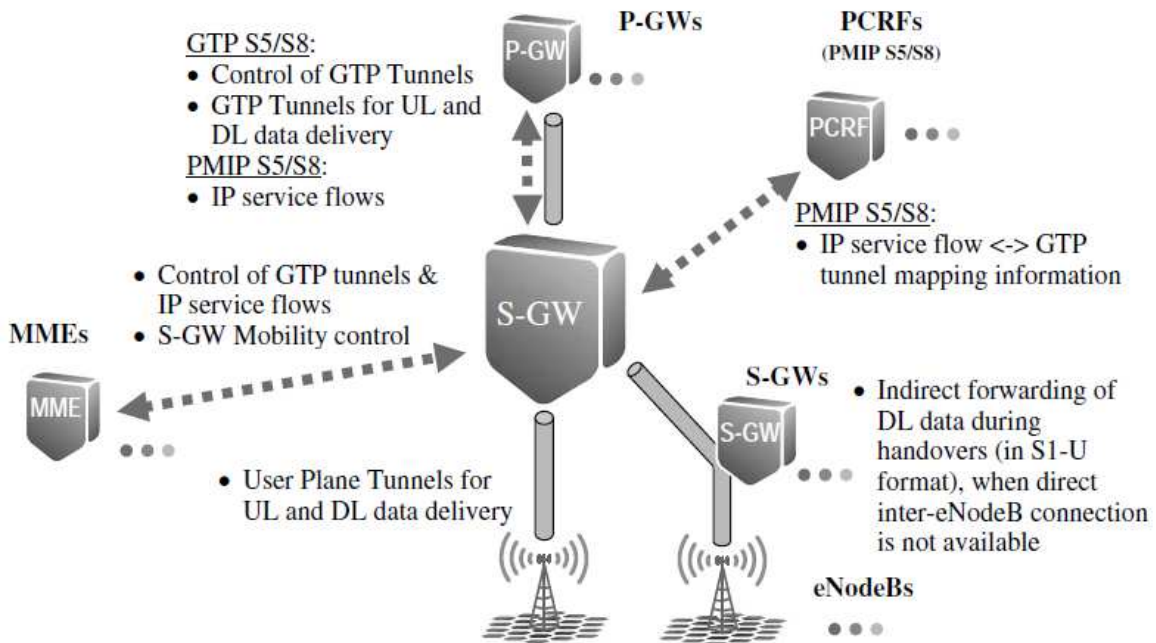
S – GW liên kết với cổng mạng dữ liệu gói P – GW qua giao diện S5/S8. Nếu giao diện S5/S8 dựa trên giao thức GTP (GPRS Tunneling Protocol) thì S – GW sẽ có các đường hầm GTP trên tất cả các giao diện thuộc mặt phẳng người sử dụng của nó. Việc ánh xạ giữa các luồng dịch vụ IP và các đường hầm GTP được thực hiện tại P – GW và S – GW không cần thiết phải kết nối tới PCRF. Nếu giao diện S5/S8 sử dụng giao thức PMIP (Proxy Mobile Internet Protocol) thì S – GW sẽ thực hiện việc ánh xạ các luồng dịch vụ IP trong giao diện S5/S8 và các đường hầm GTP trên giao diện S1 – U, và sẽ kết nối tới PCRF để nhận các thông tin ánh xạ.

S – GW có một vai trò rất nhỏ trong các chức năng điều khiển, nó chỉ đáp ứng cho các tài nguyên của chính nó và phân bổ chúng theo yêu cầu từ MME, P – GW hoặc PCRF

hoặc các hoạt động cần thiết cho việc thiết lập, sửa chữa hoặc hủy bỏ các **sóng mang** cho UE. Nếu như nhận được yêu cầu từ P – GW hoặc PCRF thì S – GW sẽ truyền lệnh tới MME để nó điều khiển đường hầm tới ENodeB. Tương tự như vậy khi MME khởi tạo các yêu cầu, thì S – GW sẽ báo hiệu hoặc cho P – GW hoặc PCRF phụ thuộc vào giao diện S5/S8 dựa trên giao thức GTP hay PMIP. Nếu giao diện S5/S8 dựa trên giao thức PMIP, thì dữ liệu trong giao diện đó sẽ là các luồng IP đặt trong một đường hầm GRE (Generic Routing Encapsulation) cho mỗi UE; còn nếu giao diện S5/S8 dựa trên giao thức GTP thì mỗi **sóng mang** sẽ có một đường hầm GTP của chính nó.

MME có thể ra lệnh cho S – GW chuyển các đường hầm từ một ENodeB này sang một ENodeB khác. MME cũng có thể yêu cầu S – GW cung cấp các đường hầm cho việc chuyển tiếp dữ liệu, khi mà cần chuyển tiếp dữ liệu từ ENodeB nguồn đến một ENodeB đích trong lúc UE đang thực hiện chuyển giao vô tuyến. Trong các kịch bản tính di động có thể bao gồm việc thay đổi từ một S – GW này sang một cái khác, MME sẽ điều khiển việc thay đổi này sao cho phù hợp, bằng cách xóa bỏ các đường hầm cho S – GW cũ và thiết lập các đường hầm cho S – GW mới.

Đối với tất cả các luồng dữ liệu đi tới một UE đang ở trạng thái đã kết nối, S – GW sẽ chuyển tiếp dữ liệu giữa ENodeB và P – GW. Tuy nhiên nếu UE ở trạng thái rảnh rỗi, các nguồn tài nguyên trên ENodeB đã được giải phóng và đường truyền dữ liệu sẽ kết thúc tại S – GW. Nếu S – GW nhận được các gói dữ liệu từ P – GW trên bất kỳ đường hầm nào, nó sẽ cho các gói vào bộ đệm và yêu cầu MME khởi tạo **paging** cho các UE, điều này chính là nguyên nhân giúp cho UE kết nối lại và sau đó các đường hầm cũng được kết nối lại và các gói tin trong bộ đệm sẽ được gửi đi. S – GW sẽ theo dõi dữ liệu trong các đường hầm và có thể thu thập các dữ liệu cho việc tính cước của người sử dụng. S – GW cũng gồm chức năng cho việc ngăn chặn hợp pháp, điều này có nghĩa là có thể cung cấp dữ liệu đã theo dõi của người sử dụng cho chính quyền để kiểm tra.



Hình 1 - 5: Các kết nối của S - GW tới các nút logic khác và các chức năng chính

Hình 1 - 5 cho ta thấy cách S – GW kết nối tới các nút logic khác, và các chức năng chính trên các giao diện này. Tất cả các giao diện đều được cấu hình theo dạng một – nhiều khi quan sát trên một S – GW. Một S – GW có thể phục vụ một khu vực địa lý cụ thể với một số hạn chế các ENodeB, và tương tự sẽ có một số hạn chế các MME để điều khiển khu vực này. S – GW có thể kết nối tới bất kỳ P – GW nào trong toàn bộ mạng, bởi vì P – GW không thay đổi trong suốt quá trình di động, trong khi S – GW có thể được định vị lại khi UE di chuyển. Đối với các kết nối liên quan đến một UE, S – GW sẽ luôn báo hiệu với chỉ một MME, và từ các điểm trên mặt phẳng người sử dụng tới một ENodeB tại một thời điểm. Nếu như UE cho phép kết nối tới nhiều mạng dữ liệu gói PDN (Packet Data Network) thông qua các P – GW khác nhau, thì S – GW cần kết nối đến chúng một cách riêng biệt. Nếu giao diện S5/S8 dựa trên giao thức PMIP, S – GW sẽ kết nối tới một PCRS cho mỗi P – GW riêng biệt mà UE sử dụng.

Hình 1 - 5 cũng cho chúng ta thấy trường hợp chuyển tiếp dữ liệu gián tiếp khi dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng được chuyển tiếp giữa các ENodeB thông qua các S – GW. Các giao diện được sử dụng giữa các S – GW không có tên cụ thể tuy nhiên nó có

định dạng gần giống như giao diện S1 – U, nó giúp S – GW có thể kết nối trực tiếp với một ENodeB. Điều này trong trường hợp chuyển tiếp dữ liệu gián tiếp sẽ thực hiện trên chỉ một S – GW, các ENodeB có thể kết nối tới cùng một S – GW.

1.2.2.3 Cổng mạng dữ liệu gói P – GW (Packet Data Network gateway)

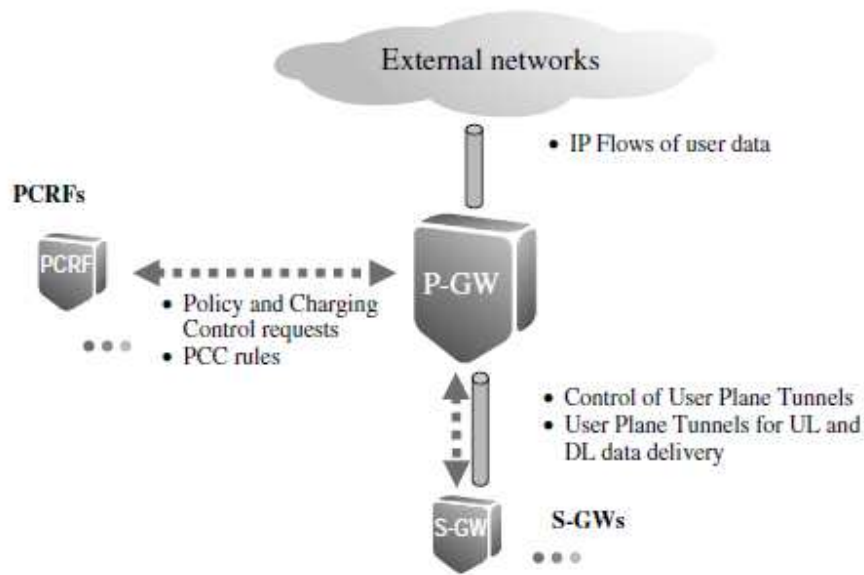
P – GW là các bộ định tuyến biên giữa EPS và các mạng chuyển mạch gói khác. Thông thường P – GW hoạt động như một nút IP (IP point) được gắn với UE, nó thực hiện các chức năng chọn và lọc lưu lượng đi qua theo yêu cầu của dịch vụ. Tương tự như S – GW, các P – GW cũng được khai thác tại một vị trí trung tâm trong mạng của các nhà cung cấp dịch vụ.

Chức năng của P – GW là phân bổ các địa chỉ IP tới cho UE, và UE sẽ dùng địa chỉ IP đó để kết nối với các IP host trong các mạng ngoài. Một mạng PDN bên ngoài mà UE kết nối đến cũng có thể phân bổ địa chỉ đang được sử dụng bởi UE, và P – GW sẽ tạo các đường hầm cho tất cả các lưu lượng đến mạng đó. Các địa chỉ IP luôn luôn được phân bổ khi UE yêu cầu một kết nối PDN, hoặc được thực hiện nếu có một UE kết nối tới mạng, và có thể được phân bổ khi có một kết nối PDN mới điều này là cần thiết. P – GW thực hiện việc phân bổ địa chỉ IP sẽ yêu cầu các chức năng DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol), hoặc truy vấn đến một máy chủ DHCP bên ngoài và gửi các địa chỉ đến UE. Chỉ IPv4, chỉ IPv6 hoặc cả hai loại địa chỉ sẽ được phân bổ nếu cần, UE có thể báo hiệu nó muốn nhận được loại địa chỉ nào trong báo hiệu **Attachsignalling**, hoặc trong trường hợp UE muốn cấu hình địa chỉ sau khi link layer được kết nối.

P – GW bao gồm cả PCEF (Policy and Charging Enforcement Function), điều này có nghĩa là P – GW thực hiện các chức năng chọn và lọc lưu lượng theo các chính sách được thiết lập cho UE và các dịch vụ theo yêu cầu, P – GW sẽ thu thập và báo cáo các thông tin liên quan tới việc tính cước.

Lưu lượng trên mặt phẳng người sử dụng giữa P – GW và các mạng ngoài sẽ được định dạng theo các gói tin IP và đi theo các luồng dịch vụ IP khác nhau. Nếu giao diện S5/S8 với S – GW dựa trên giao thức GTP, P – GW thực hiện việc ánh xạ giữa các luồng

dữ liệu IP với các đường hầm GTP bằng các sóng mang. P – GW thiết lập các sóng mang dựa trên các yêu cầu nhận được thông qua PCRF hoặc tới từ S – GW, hoặc các thông tin chuyển tiếp tới từ MME. Trong trường hợp cuối, P – GW cần phải tương tác với PCRF để nhận được thông tin điều khiển chính sách phù hợp nếu như thông tin đó không được cấu hình trong P – GW. Nếu giao diện S5/S8 dựa trên giao thức PMIP, P – GW sẽ ánh xạ tất cả các luồng dịch vụ IP từ các mạng ngoài tới một UE vào trong một đường hầm GRE, và tất cả các thông tin điều khiển sẽ chỉ được trao đổi với PCRF. P – GW cũng có các chức năng cho việc giám sát các luồng dữ liệu cho mục đích tính cước và các chức năng cho việc ngăn chặn hợp pháp. Khi một UE di chuyển từ một S – GW này sang một S – GW khác, các sóng mang sẽ chuyển mạch trong P – GW. P – GW sẽ nhận được các chỉ thị chuyển mạch từ S – GW mới.



Hình 1 - 6: Các kết nối của P - GW tới các nút logic khác và các chức năng chính

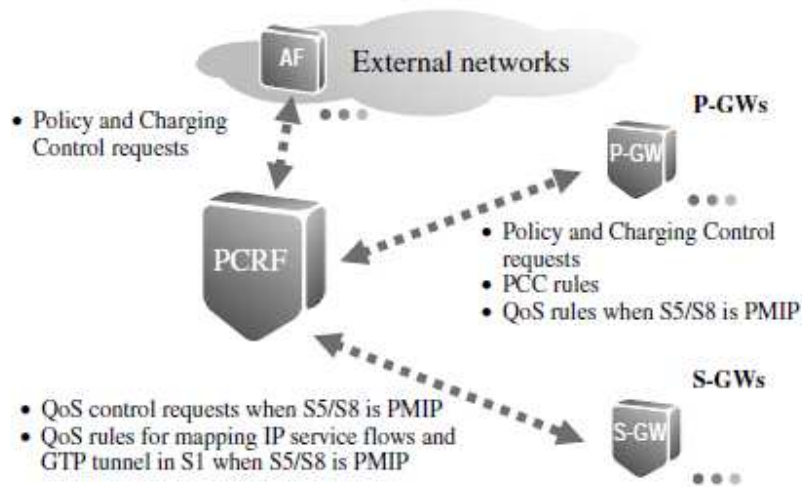
Hình 1 - 6 cho chúng ta thấy các kết nối của P – GW tới các nút logic khác trong mạng và chức năng chính của P – GW trên từng giao diện. Mỗi P – GW có thể kết nối tới một hoặc nhiều PCRF, S – GW, và mạng ngoài. Đối với một UE đã liên kết với P – GW, thì chỉ có duy nhất S – GW, nhưng có thể kết nối tới nhiều mạng ngoài và tương ứng với

nhiều PCRF cần được hỗ trợ, còn nếu kết nối tới nhiều mạng PDN thì được hỗ trợ thông qua một P – GW.

1.2.2.4 PCRF (Policy and Charging Resource Function)

PCRF là một thành phần của mạng để đáp ứng cho chức năng điều khiển chính sách và tính cước. Nó sẽ đưa ra các quyết định cho việc xử lý các dịch vụ như thế nào theo QoS, và cung cấp các thông tin tới các PCEF được đặt trong P – GW, và áp dụng cho cả các BBERF được đặt trong S – GW nhằm mục đích thiết lập các sóng mang và chính sách tương ứng. PCRF là một máy chủ thường được đặt cùng với các thành phần khác của mạng lõi tập trung tại một vị trí của nhà cung cấp dịch vụ.

Các thông tin mà PCRF cung cấp cho PCEF được gọi là các luật điều khiển chính sách và tính cước PCC (Policy and Charging Control). PCRF sẽ gửi các luật PCC bất cứ khi nào có một sóng mang mới được thiết lập. Điều này đối với việc thiết lập sóng mang là cần thiết, ví dụ như khi UE khởi tạo việc kết nối tới mạng và một sóng mang sẽ được thiết lập, và ngay sau đó một hoặc nhiều sóng mang dành riêng sẽ được thiết lập. PCRF có thể cung cấp các luật PCC dựa trên yêu cầu từ P – GW và từ S – GW trong trường hợp giao diện S5/S8 dựa trên giao thức PMIP, hoặc dựa trên yêu cầu từ các AF (Application Function) nằm trong các vùng dịch vụ (Service Domain). Trong kịch bản này UE sẽ nhận báo hiệu trực tiếp từ Service Domain và AF sẽ đẩy thông tin QoS của dịch vụ tới PCRF để tạo ra các luật PCC sau đó sẽ đẩy các luật này tới P – GW, và các thông tin ánh xạ sóng mang tới S – GW. Sau đó các sóng mang EPC sẽ được thiết lập dựa trên các thông tin đó. Các kết nối giữa PCRF và các nút khác được chỉ ra trong hình 1 - 7. Mỗi PCRF có thể được liên kết với một hoặc nhiều AF, P – GW, và S – GW. Tuy nhiên chỉ có một PCRF được kết nối với mỗi kết nối PDN của một UE riêng lẻ.



Hình 1 - 7: Các kết nối của PCRF tới các nút logic khác và các chức năng chính

1.2.2.5 Máy chủ thuê bao thường trú HSS (Home Subscriber Server)

Máy chủ thuê bao thường trú HSS là nơi lưu trữ dữ liệu thuê bao của tất cả các thuê bao cố định. Nó cũng ghi lại vị trí của người sử dụng đối với các nút điều khiển mạng mà người sử dụng đã kết nối tới, chẳng hạn như MME. HSS là một máy chủ cơ sở dữ liệu được khai thác tại một vị trí trung tâm trong mạng của nhà cung cấp dịch vụ.

HSS lưu trữ bản sao gốc của thông tin về thuê bao, trong đó có chứa thông tin về các dịch vụ đang được áp dụng cho người sử dụng, bao gồm các thông tin về việc cho phép các kết nối tới mạng PDN, và việc roaming đến các mạng khác có được cho phép hay không. Để hỗ trợ tính di động giữa các mạng truy nhập non – 3GPP, HSS cũng lưu trữ cả định danh của các P – GW mà chúng sử dụng. Các khóa vĩnh viễn được sử dụng để tính toán các vector xác thực, sau đó được gửi đến một mạng khác dùng để xác thực người sử dụng và tạo ra các khóa tiếp theo cho việc mã hóa và bảo mật toàn vẹn, các khóa này được lưu trữ tại trung tâm xác thực AuC (Authentication Center) nơi thường là một phần nằm trong HSS. Trong tất cả các báo hiệu liên quan tới các chức năng này, HSS sẽ tương tác với MME. HSS cần kết nối tới mọi MME trong toàn bộ mạng, nơi mà các UE được phép di chuyển. Đối với mỗi UE, HSS sẽ ghi lại vị trí của MME đang phục vụ UE tại một thời điểm, và ngay sau khi một MME mới thông báo là nó đang phục vụ UE, HSS sẽ xóa vị trí của MME trước đó và lưu vị trí của MME mới.

1.2.3 Các vùng dịch vụ

Các vùng dịch vụ có thể bao gồm các hệ thống trong đó có một vài nút logic. Các vùng dịch vụ được phân loại theo các loại dịch vụ có thể được cung cấp cùng với một mô tả ngắn về cơ sở hạ tầng cần phải cung cấp cho chúng:

- Các dịch vụ của nhà cung cấp dựa trên IMS (IP Multimedia System): Các nhà cung cấp dịch vụ có thể cung cấp các dịch vụ thông qua hệ thống IMS bằng cách sử dụng giao thức SIP (Session Initiation Protocol).
- Các dịch vụ của nhà cung cấp không dựa trên IMS: Các dịch vụ này không được định nghĩa trong các tiêu chuẩn. Một cách đơn giản các nhà cung cấp có thể đặt một máy chủ trong mạng của họ và UE kết nối tới máy chủ đó thông qua một vài giao thức được cho phép mà được hỗ trợ bởi các ứng dụng của UE.
- Các dịch vụ khác không được cung cấp bởi các nhà cung cấp mạng di động ví dụ như các dịch vụ được cung cấp qua Internet: Các kiến trúc này không được đề cập đến trong các tiêu chuẩn của 3GPP, và nó phụ thuộc vào yêu cầu của dịch vụ. Cấu hình điển hình sẽ là UE kết nối tới một máy chủ trong mạng Internet.

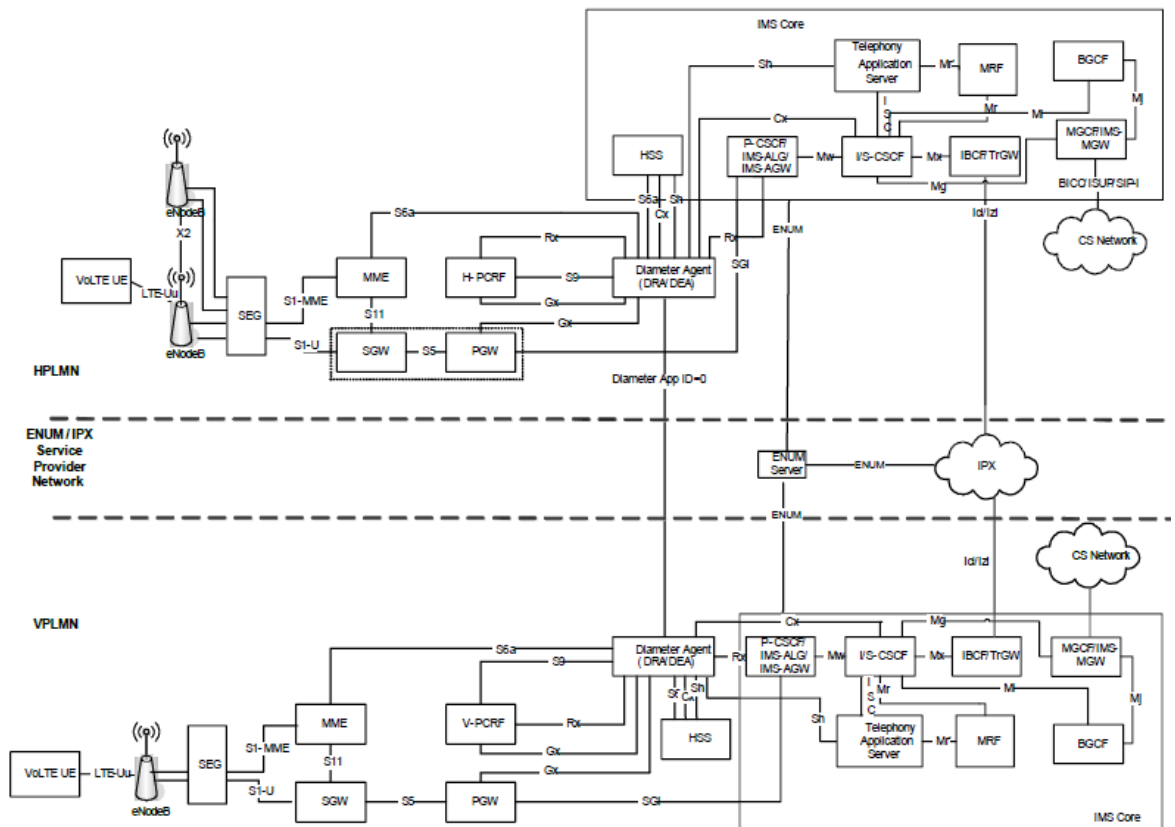
1.2.3.1 Mô hình cung cấp dịch vụ thoại VoLTE

Voice over LTE hay VoLTE được định nghĩa như một tiêu chuẩn cho việc cung cấp các dịch vụ trên mạng chuyên mạch kênh – chủ yếu là các dịch vụ thoại và SMS – có thể cung cấp trên mạng chỉ có chuyên mạch gói của LTE, bằng cách tận dụng các mạng lõi của hệ thống IMS (IP Multimedia Sub-System). Khi các mạng di động được triển khai trên công nghệ LTE, VoLTE là rất phù hợp trong việc giúp cho các nhà cung cấp dịch vụ có thể đảm bảo liên kết giữa mạng LTE của họ với các thiết bị của người sử dụng đang liên kết tới mạng, cũng như cung cấp các dịch vụ đúng như mong đợi của người sử dụng trong các dịch vụ thoại thông thường, thoại multimedia và SMS. Cùng với các chính sách điều khiển (Policy Control), IMS sẽ cung cấp các chất lượng dịch vụ cần thiết phù hợp cho các dịch vụ thoại sử dụng công nghệ LTE, qua đó cung cấp các trải nghiệm mà người dùng mong muốn với các dịch vụ thoại. Hơn nữa, VoLTE được thiết kế sao cho tương

thích đầy đủ giúp người sử dụng cảm nhận được giống hệt như khi dịch vụ thoại được triển khai trên các thiết bị chuyển mạch kênh, và do đó người sử dụng sẽ không cảm nhận được là mình đang sử dụng cuộc gọi trên nền chuyển mạch kênh hay cuộc gọi VoLTE (bao gồm việc di chuyển khỏi vùng phủ sóng của mạng LTE). 3GPP phiên bản 8 là phiên bản đầu tiên hỗ trợ LTE, và là cơ sở cho VoLTE, tuy nhiên không phải tất cả các tính năng bắt buộc trong 3GPP phiên bản 8 đều được yêu cầu tương thích với VoLTE. Ngược lại một số tính năng cần thiết phù hợp với VoLTE được dựa trên một số chức năng được định nghĩa trong 3GPP phiên bản 9 hoặc các phiên bản cao hơn.

Kiến trúc logic của VoLTE được dựa trên các kiến trúc và nguyên tắc mà 3GPP đã định nghĩa cho VoLTE UE, LTE, Evolved Packet Core Network (EPC), và IMS Core Network bao gồm các thành phần sau :

- VoLTE UE : là thiết bị có chức năng truy nhập vào mạng vô tuyến của LTE và mạng lõi EPC qua đó cho phép thiết bị có thể kết nối tới các dịch vụ VoLTE . Trên thiết bị này sẽ có một ứng dụng VoLTE IMS điều này là cần thiết khi truy nhập vào các dịch vụ VoLTE.
- Mạng truy nhập vô tuyến : mạng truy nhập vô tuyến E – UTRAN (Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network).
- Mạng lõi : mạng lõi EPC (Evolved Packet Core)
- Mạng lõi IMS : IMS Core Network trong kiến trúc VoLTE cung cấp các lớp dịch vụ giúp cho việc cung cấp các dịch vụ thoại thông thường, thoại đa phương tiện.



Hình 1- 8: Kiến trúc logic của VoLTE

- Ngoài các giao diện được thể hiện trên hình vẽ còn có giao diện Gm (giữa UE và P-CSCF) và giao diện (giữa UE và TAS) cũng có trong kiến trúc của VoLTE nhưng không được thể hiện ở đây.
- Hình vẽ đã thể hiện chi tiết các nút logic trong kiến trúc VoLTE, tuy nhiên trên thực tế có thể kết hợp một số nút chức năng vào trong một nút vật lý duy nhất khi triển khai (ví dụ như SGW và PGW). Khi điều này được thực hiện, các giao diện liên quan giữa các nút logic này (ví dụ S5) sẽ trở thành giao diện bên trong và mạng sẽ không biết đến giao diện này.

Các nút chức năng trong kiến trúc VoLTE được định nghĩa bởi 3GPP:

- Các thành phần trong mạng LTE :
- + User Equipment : UE.

- + Evolved Universal Terrestrial Access Network (E – UTRAN) : eNodeB.
- + Evolved Packet Core (EPC) : MME (Mobility Management Entity), SGW (Serving Gateway), PGW (Packet Data Network Gateway), HSS (Home Subscriber), PCRF (Policy Charging and Rules Function).
- Các thành phần trong hệ thống IMS bao gồm các thành phần sau :
 - + Proxy Call Session Control Function : P – CSCF là điểm khởi đầu cho các phiên báo hiệu tới IMS để kích hoạt VoLTE từ phía UE. P – CSCF sẽ hoạt động như một SIP proxy để chuyển tiếp các bản tin SIP giữa UE và mạng lõi IMS.
 - + Interrogating Call Session Control Function : I – CSCF là điểm liên lạc giữa mạng của nhà cung cấp dịch vụ với tất cả các kết nối đã biết từ một người sử dụng tới mạng. Trong việc đăng ký IMS, I – CSCF sẽ hỏi HSS để xác định S – CSCF phù hợp cho việc định tuyến các yêu cầu đăng ký.
 - + Serving Call Session Control Function : S – CSCF cung cấp các phiên thiết lập, các phiên điều khiển và các chức năng định tuyến. S – CSCF sẽ tạo ra các bản ghi cho mục đích thanh toán cho tất cả các phiên mà nó điều khiển.
 - + Telephony Application Server : TAS là một ứng dụng trên máy chủ IMS bao gồm một tập hợp tối thiểu các dịch vụ thoại multi media bắt buộc được định nghĩa theo 3GPP.
 - + Media Resource Function : MRF có chức năng quản lý nguồn tài nguyên media nói chung, được sử dụng bởi các máy chủ ứng dụng IMS và các I/S – CSCF.
 - + Interconnection Border Control Function/ Transition Gateway : IBCF/TrGW chịu trách nhiệm với các mặt phẳng điều khiển/ mặt phẳng media tại các điểm liên kết tới các mạng PMN khác.
 - + IMS Application Level Gateway/IMS Access Gateway : IMS – ALG/ IMS – AGW không phải là một chức năng độc lập nó được đặt trong P – CSCF. IMS – ALG/ IMS –

AGW chịu trách nhiệm với các mặt phẳng điều khiển/ mặt phẳng media tại các điểm truy cập vào hệ thống IMS.

+ Media Gateway Control Function / IMS Media Gateway : MGCF/ IMS – MGW chịu trách nhiệm với các mặt phẳng điều khiển/ mặt phẳng media tại các điểm kết nối mạng LTE tới các mạng chuyển mạch kênh.

+ Breakout Gateway Control Function : BGCF chịu trách nhiệm cho việc xác định nút kế tiếp trong việc định tuyến các bản tin IMS. Việc xác định này được dựa trên các thông tin nhận được trong các bản tin SIP/SDP hoặc các dữ liệu cấu hình định tuyến.

- Một số nút chức năng khác như :

+ ENUM : là nút chức năng cho phép dịch số dưới dạng E.164 sang dạng SIP URI sử dụng cho DNS để định tuyến cho các bản tin trong các phiên của IMS. Một ENUM Server có thể được truy cập từ một mạng PMN khác hoặc từ một IPX.

+ IPX : làm chức năng như một IP Packet Exchange nhằm cung cấp khả năng kết nối liên mạng giữa các PMN.

+ Diameter Agent : là một thành phần của mạng dùng để điều khiển báo hiệu Diameter, cho phép các kết nối hoạt động một cách liên tục và điều khiển các thông tin giữa các thành phần trong mạng LTE hoặc IMS và trên đường biên giữa các mạng.

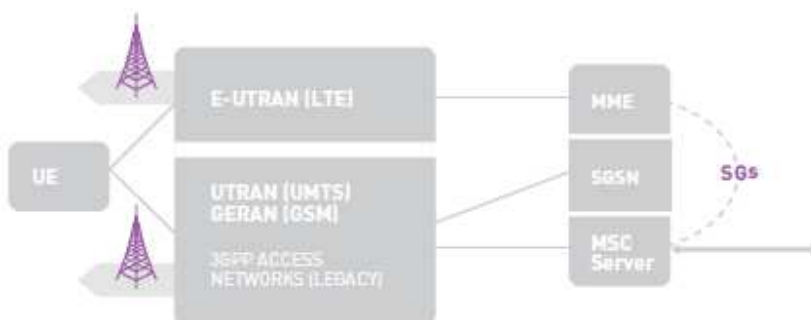
+ Security Gateway : SEG được sử dụng để khởi tạo hoặc kết thúc các kết nối giữa eNodeB và mạng lõi EPC một cách an toàn.

1.2.3.2 Mô hình cung cấp dịch vụ thoại CSFB

Mạng di động LTE được biết đến là một mạng toàn IP, công nghệ truyền tải dữ liệu được sử dụng trong LTE đều chỉ là chuyển mạch gói, do đó có rất nhiều thách thức trong việc thiết lập các đáp ứng cho các chất lượng dịch vụ kỳ vọng cho việc chuyển mạch kênh trong một số dịch vụ như thoại và SMS cho các thiết bị di động khi nó được phục vụ trong mạng LTE. Trên thực tế có hai cách thực hiện để giải quyết các vấn đề phân chia trong mạng LTE giữa chuyển mạch gói cho dịch vụ dữ liệu và chuyển mạch

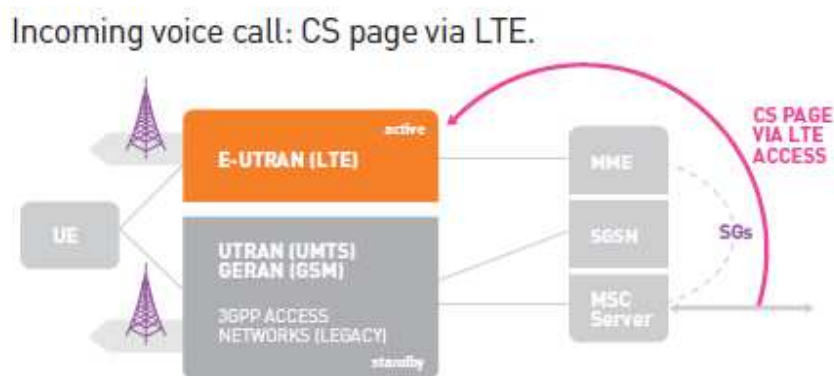
kênh cho các dịch vụ thoại : các giải pháp dùng hai sóng vô tuyến (dual radio) và các giải pháp dùng một sóng vô tuyến (single radio). Các giải pháp dùng hai sóng vô tuyến (được hỗ trợ bởi chipset), một sóng vô tuyến được dùng cho chuyển mạch gói dữ liệu LTE và một sóng vô tuyến được dùng cho chuyển mạch kênh thoại và data fallback tại các điểm không có sóng LTE. Các giải pháp dùng một sóng radio duy nhất được sử dụng để xử lý cả 2 loại lưu lượng thoại và dữ liệu, và sẽ sử dụng các bản tin báo hiệu trong mạng để xác định xem khi nào có sự chuyển đổi giữa mạng chuyển mạch gói và mạng chuyển mạch kênh hoặc ngược lại.

Với circuit – switched fall back, khi một thiết bị người sử dụng đang hoạt động trong mạng LTE (kết nối dữ liệu) thì có một cuộc gọi đến. Thiết bị sẽ phản hồi với một bản tin yêu cầu dịch vụ đặc biệt tới mạng, và sau đó mạng sẽ gửi các bản tin để báo hiệu cho thiết bị sẽ chuyển xuống mạng 2G/3G (fall back) để chấp nhận cuộc gọi đến. Tương tự cho các cuộc gọi đi, bản tin yêu cầu dịch vụ tương tự được sử dụng để thông báo thiết bị chuyển xuống mạng 2G/3G để thực hiện các cuộc gọi đi. CSFB là một giải pháp được sử dụng trong các giải pháp dùng một sóng vô tuyến. CSFB giải quyết các yêu cầu của giai đoạn đầu tiên trong việc phát triển của các dịch vụ thoại di động, và nó bắt đầu được thương mại hóa từ năm 2011. CSFB là giải pháp cho các mạng thực tế hiện nay – đó là mạng bao gồm rất nhiều mạng như 2G, 3G, 4G ... và trong suốt quá trình chuyển đổi sang các mạng toàn 4G LTE trong các giai đoạn tiếp theo cho việc phát triển dịch vụ thoại.



Hình 1- 9: Kiến trúc mạng trong giải pháp CSFB

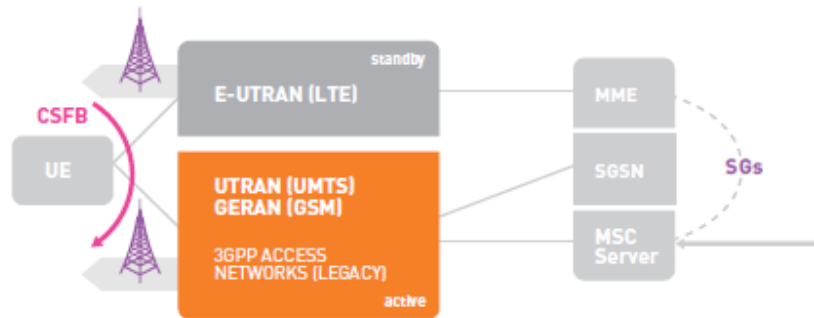
- Đối với mạng LTE : MME (Mobility management Entity) sẽ phục vụ cho các truy cập dịch vụ của người sử dụng.
- Đối với mạng 2G/3G : SGSN (Serving GPRS Support Node) sẽ phục vụ người sử dụng với các dịch vụ dữ liệu và MSC Server (Mobile Switching Center Server) sẽ phục vụ người sử dụng cho các dịch vụ thoại. MSC Server sẽ được kết nối tới mạng điện thoại của các nhà cung cấp dịch vụ.
- Để hỗ trợ cho việc báo hiệu CS Fallback và truyền tải SMS cho các thiết bị LTE, MME cần được kết nối với MSC Center thông qua giao diện SGs. CSFB sẽ được triển khai bằng cách sử dụng giao diện này.
- Giao diện SGs cho phép người sử dụng có thể được đăng ký trên cả PS và CS trong suốt quá trình người sử dụng truy nhập vào mạng LTE. Với một kết nối dữ liệu đang hoạt động trong mạng LTE, nếu như có một cuộc gọi đến được khởi tạo thì CS sẽ kích hoạt một bản tin thông qua mạng truy nhập của LTE tới thiết bị của người sử dụng.



Hình 1- 10: Tiến trình Incoming Call trong giải pháp CSFB

- Bản tin này sẽ khởi tạo quá trình CSFB, giống như việc thiết bị của người sử dụng sẽ gửi một bản tin dịch vụ mở rộng tới mạng để chuyển từ mạng LTE sang mạng 2G/3G.

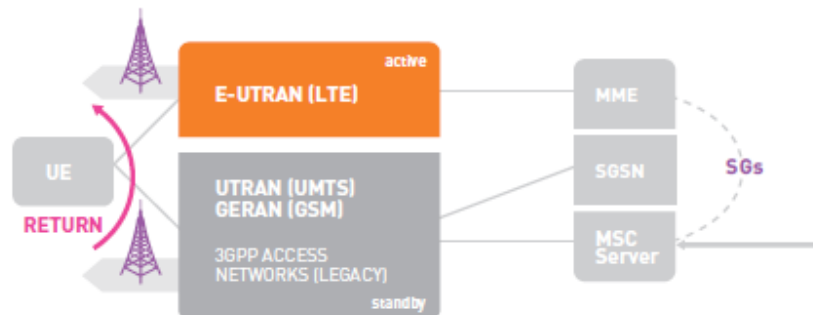
Circuit-switched fallback.



Hình 1- 11: Tiến trình chuyển cuộc gọi trong giải pháp CSFB

- Trong suốt quá trình chuyển mạng, các thủ tục trong việc thiết lập các cuộc gọi trong mạng 2G/3G sẽ được tuân theo để thiết lập các cuộc gọi trong mạng CS.
- Việc khởi tạo các cuộc gọi đi cũng tuân theo một quá trình chuyển đổi tương tự từ mạng LTE (PS) sang mạng 2G/3G ngoại trừ bước kích hoạt bản tin là không cần thiết. Trong mạng 3G, các phiên dữ liệu PS có thể được sử dụng đồng thời cho cả dịch vụ thoại và dữ liệu. Còn trong mạng 2G, các phiên dữ liệu PS sẽ được dừng lại cho tới khi cuộc gọi chấm dứt và thiết bị kết nối lại mạng LTE, trừ khi mạng 2G hỗ trợ hai chế độ truyền tải (Dual transfer mode – DTM), nó sẽ thực hiện đồng thời cả thoại và dữ liệu.
- Sau khi cuộc gọi kết thúc, thiết bị sẽ kết nối lại mạng LTE có thể trong idle mode hoặc connected mode.

Return to LTE after voice call.



Hình 1- 12: Tiến trình chuyển về LTE trong giải pháp CSFB

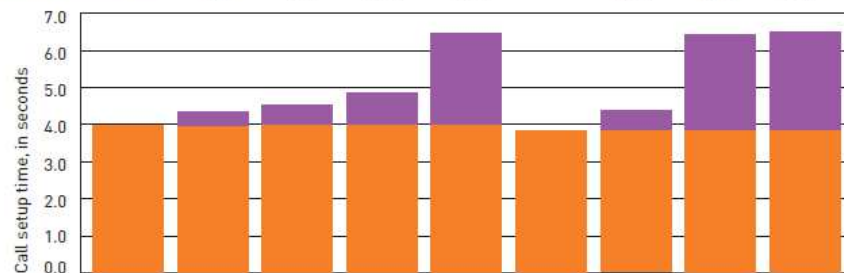
- Khi một thiết bị của người sử dụng nhận được một bản tin từ mạng LTE với một cuộc gọi đến hoặc khi người sử dụng khởi tạo một cuộc gọi, thiết bị sẽ chuyển mạng từ LTE xuống 2G/3G. Trong quá trình này mạng 2G/3G sẽ thu thập và thiết lập các cuộc gọi bằng cách có thể sử dụng một trong hai thủ tục : chuyển giao (handover) hoặc chuyển hướng (redirection). Trong thủ tục chuyển giao các cell mục tiêu được chuẩn bị trước và các thiết bị có thể truy nhập vào cell một cách trực tiếp trong chế độ connected mode. Việc đo kiểm cường độ tín hiệu có thể được yêu cầu trên LTE trong quá trình này, trước khi được thực hiện chuyển giao. Trong thủ tục chuyển hướng chỉ có tần số mục tiêu được chỉ ra cho các thiết bị. Thiết bị có thể chấp nhận và chọn bất kỳ cell nào trong tần số đã được chỉ định hoặc có thể thử các tần số khác trong trường hợp không có cell nào được tìm thấy trong tần số được chỉ định. Nếu một cell được tìm thấy, các thiết bị sẽ khởi tạo các thủ tục thiết lập cuộc gọi một cách bình thường. Việc thực hiện đo cường độ tín hiệu là không cần thiết trước khi chuyển hướng. Kết quả là sử dụng thủ tục chuyển hướng có thể đòi hỏi ít thời gian hơn để xác định các cell tốt nhất so với sử dụng thủ tục chuyển giao.

Thời gian thiết lập cuộc gọi

Về cơ bản với việc bổ xung các bước chuẩn bị cho việc chuyển cuộc gọi từ mạng LTE xuống mạng 2G/3G sẽ tốn thêm một khoảng thời gian cho việc thiết lập cuộc gọi. Thời gian thiết lập cuộc gọi là khác nhau trong việc CSFB sử dụng thủ tục chuyển giao hay chuyển hướng để chuyển cuộc gọi từ mạng LTE xuống mạng 2G/3G. Hình dưới đây so sánh thời gian thiết lập cuộc gọi giữa việc sử dụng CSFB chuyển cuộc gọi từ LTE xuống 2G/3G so với thời gian thiết lập cuộc gọi trên mạng 2G/3G.

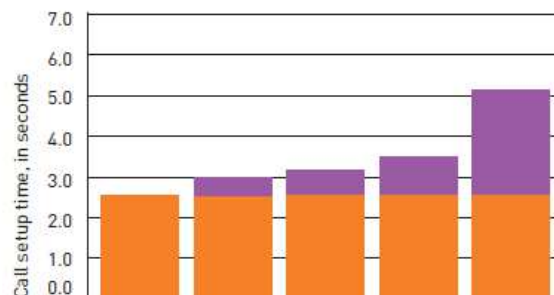
Thời gian thiết lập cuộc gọi đi khi sử dụng CSFB chuyển cuộc gọi từ LTE xuống 2G/3G

	UMTS					GSM			
	UTRAN Legacy	Handover	Redirection			GERAN Legacy	Redirection		Handover
		Rel-8 / Rel 9	Rel 9	Rel-8			Rel 9		Rel-8 / Rel 9
		SI Tunnel	Skip SIBs	Basic		SI Tunnel	Basic	Rel 9	
LTE Idle to connected transition	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	
Service Request for CSFB	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
IRAT Measurement	0.3							2.4	
Handover	0.3							0.4	
RRC Release		0.2	0.2	0.2		0.3	0.3		
Tune To & Measure 3G Cells		0.2	0.2	0.2					
Read MIB & SIBs	0.2		0.4	2.0			2.0		
Camp on Cell/Channel Assignment		0.1	0.1	0.1	0.4	0.4	0.4		
3G RRC Connection Setup	0.3	0.3	0.3	0.3					
NAS / E2E Procedures	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	
Total	4.0	4.4	4.5	4.9	6.5	3.9	4.5	6.6	
Difference vs. Legacy	0.4	0.5	0.9	2.5	3.9	0.6	2.6	2.7	
	9%	13%	22%	63%		14%	65%	68%	



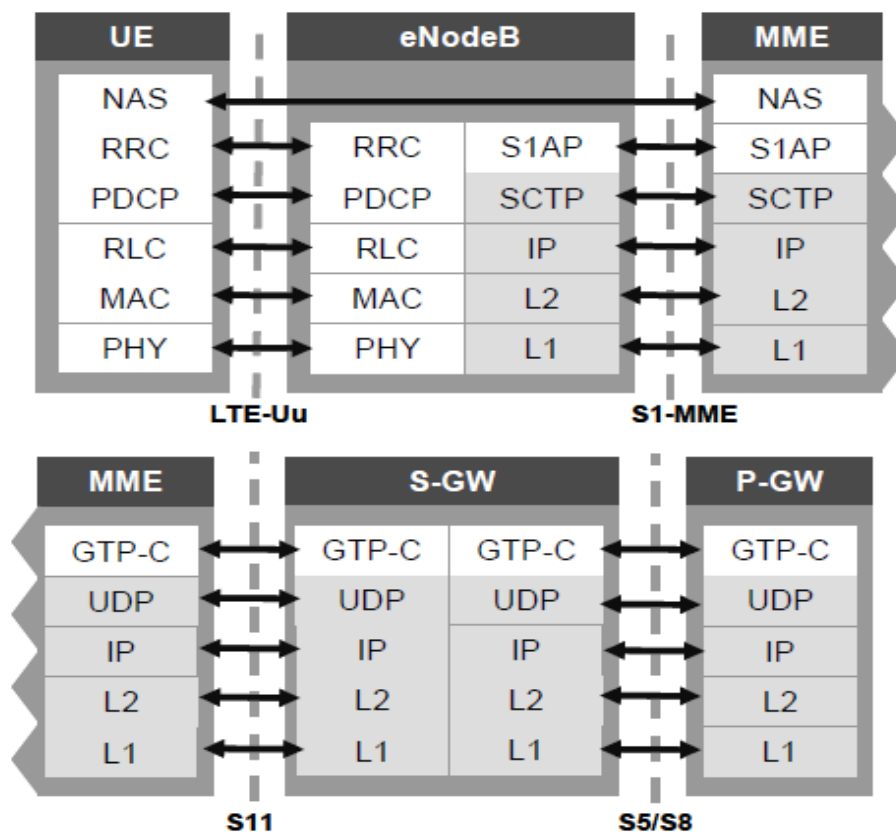
Hình 1- 13: Thời gian thiết lập cuộc gọi đến khi sử dụng CSFB chuyển cuộc gọi từ LTE xuống 3G

	UMTS				
	UTRAN Legacy	Handover	Redirection		
		Rel-8 / Rel 9	Rel 9	Rel-8	
		SI Tunnel	Skip SIBs	Basic	
Paging (Assuming 1.2s DRX Cycle)	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
LTE Idle to connected transition	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Service Request for CSFB	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
IRAT Measurement	0.3				
Handover	0.3				
RRC Release		0.2	0.2	0.2	0.2
Tune To & Measure 3G Cells		0.2	0.2	0.2	0.2
Read MIB & SIBs	0.2		0.4	2.0	
Camp on Cell		0.1	0.1	0.1	0.1
3G RRC Connection Setup	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
NAS / E2E Procedures	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Total	2.6	3.0	3.2	3.5	5.2
Difference vs. Legacy	0.4	0.5	0.9	2.5	
	14%	20%	33%	96%	



1.2.4 Các giao thức và giao diện trong kiến trúc cơ bản của hệ thống

Hình 1 - 14 chỉ ra các giao thức trên mặt phẳng điều khiển có liên quan tới một kết nối của UE đến một mạng chuyển mạch gói PDN. Các giao diện từ một MME riêng lẻ được chia ra làm 2 phần, hình phía trên cho chúng ta thấy các giao thức về phía E – UTRAN và UE còn hình ở dưới cho chúng ta thấy các giao thức về phía các gateway. Các giao thức trong nền màu trắng được phát triển bởi 3GPP, và các giao thức trong nền màu xám thì được phát triển bởi IETF, các giao thức này là các giao thức đại diện cho các công nghệ internet được dùng cho việc truyền tải trong các hệ thống chuyển mạch gói phát triển EPS (Evolved Packet System). 3GPP chỉ định nghĩa cách thức cụ thể mà các giao thức này được sử dụng.



Hình 1 - 14: Các giao thức trên mặt phẳng điều khiển trong hệ thống EPS

Lớp trên cùng trong mặt phẳng điều khiển là giao thức Non – Access Stratum (NAS), được chia làm hai giao thức riêng biệt và được truyền tải bằng các báo hiệu trực

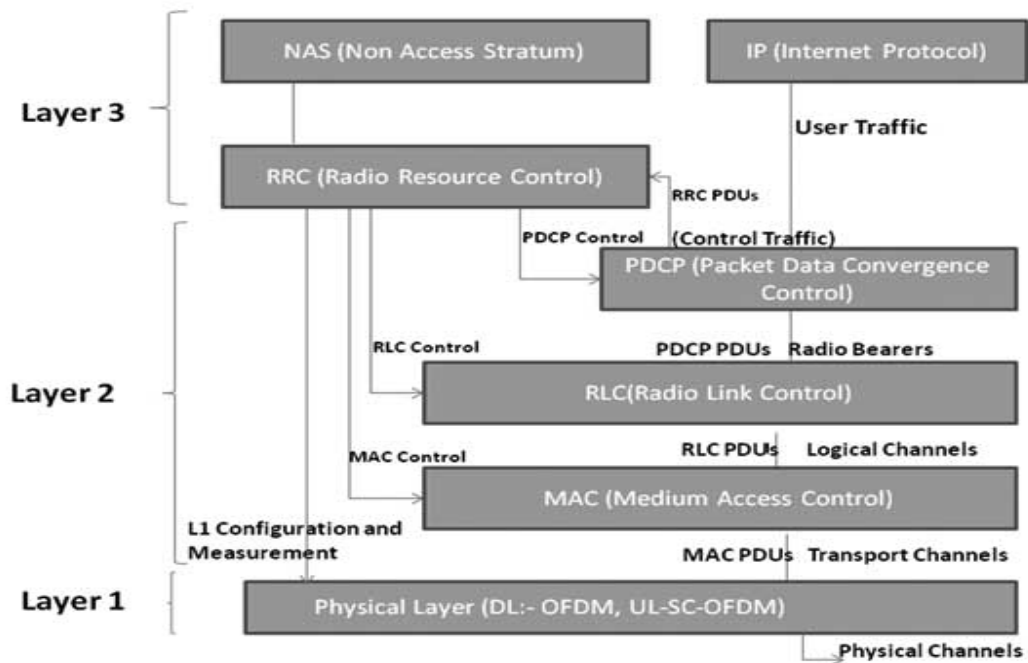
tiếp giữa UE và MME. ENodeB không nhìn thấy được nội dung trong các giao thức lớp NAS, và ENodeB không tham gia vào các nội dung này ngoài việc truyền tải các tin nhắn, và cung cấp một số chỉ dẫn trên lớp truyền tải cùng với các tin nhắn trong một số trường hợp.

1.2.4.1 Các giao thức trong lớp NAS:

- Giao thức quản lý tính di động trong EPS – EMM (EPS Mobility Management): Giao thức EMM có trách nhiệm xử lý tính di động của UE trong hệ thống. Nó bao gồm các chức năng kết nối và rời khỏi mạng, thực hiện cập nhật vị trí, điều này được gọi là TAU (Tracking Area Updating) và nó hoạt động trong trạng thái rảnh rỗi. Chú ý rằng các chuyển giao trong trạng thái đã kết nối được xử lý bởi các giao thức lớp thấp hơn, nhưng lớp EMM vẫn có các chức năng để tái kích hoạt UE khỏi trạng thái rảnh rỗi. Các trường hợp mà UE khởi tạo được gọi là yêu cầu dịch vụ, trong khi đó Paging đại diện cho các trường hợp do mạng khởi tạo. Việc xác thực và bảo vệ định danh của UE, ví dụ như phân bổ các định danh tạm thời GUTI tới UE là một phần nhiệm vụ của EMM, cũng như việc điều khiển các chức năng bảo mật trong lớp NAS bao gồm việc mã hóa và bảo vệ toàn vẹn.

- Giao thức quản lý phiên trong EPS – ESM (EPS Session Management): Giao thức này có thể được sử dụng để xử lý việc quản lý các sóng mang giữa UE và MME, và nó còn được sử dụng thêm cho các quy trình quản lý các sóng mang trong mạng truy nhập vô tuyến E – UTRAN. Lưu ý rằng với mục đích không sử dụng quy trình ESM thì các ngữ cảnh cho các sóng mang phải sẵn sàng trong các quy trình của mạng và U – TRAN, và có thể chạy ngay lập tức.

1.2.4.2 Các giao thức trong giao diện vô tuyến:



Hình 1 - 15: Các giao thức trong giao diện vô tuyến của LTE

Radio Resource Control - RRC: Lớp RRC

Giao thức này dùng để điều khiển việc sử dụng tài nguyên vô tuyến. Nó quản lý các kết nối báo hiệu và dữ liệu của UE, và bao gồm cả các chức năng cho việc chuyển giao. Các chức năng được cung cấp bởi lớp giao thức RRC:

- Chức năng quảng bá các thông tin hệ thống.
- Paging.
- Chức năng thiết lập, duy trì và giải phóng các kết nối RRC giữa UE và E – UTRAN.
- Chức năng quản lý bảo mật bao gồm quản lý các khóa.
- Chức năng thiết lập, cấu hình, duy trì và giải phóng các sóng mang vô tuyến theo dạng điểm – điểm.
- Chức năng điều khiển việc báo cáo đo kiểm cho UE.
- Chức năng quản lý việc chuyển giao.

- Chức năng điều khiển chọn và chọn lại cell cho UE.
- Chức năng quản lý các ngữ cảnh truyền tải giữa các ENodeB.
- Chức năng cho NAS truyền tải bản tin trực tiếp giữa UE và mạng.
- Chức năng quản lý năng lực truyền tải của các UE.
- Chức năng xử lý các lỗi giao thức chung.
- Chức năng hỗ trợ tự cấu hình và tự tối ưu.

Packet Data Convergence Protocol - PDCP:

Giao thức PDCP được đặt tại phân lớp giữa 2 phân lớp RLC và trong mặt phẳng người sử dụng và giao thức này cũng được sử dụng hầu hết các bản tin của RRC. Sự khác biệt quan trọng nhất so với WCDMA đó là tất cả dữ liệu của người sử dụng đều đi qua phân lớp PDCP, bởi vì việc mã hóa hiện nay nằm trong phân lớp này và nó nằm trong ENodeB. Trong những kiến trúc LTE đầu PDCP được biết đến như một phía của giao diện S1 (trong mạng lõi) tuy nhiên về sau này nó được đặt trong ENodeB cùng với tất cả các giao diện vô tuyến khác. Các chức năng chính của PDCP bao gồm:

- Nén tiêu đề và giải nén tương ứng cho các gói tin IP. Việc này dựa trên giao thức Robust Header Compression (ROHC) được quy định trong IETF và một phần trong phân lớp PDCP của WCDMA. Việc nén tiêu đề là quan trọng hơn cho việc yêu cầu các gói tin IP nhỏ, đặc biệt trong các kết nối tới dịch vụ VoIP.
- Mã hóa và giải mã, truyền dữ liệu trên cả mặt phẳng người sử dụng và mặt phẳng điều khiển. Trong WCDMA chức năng này được đặt trong các phân lớp MAC và RLC.
- Xác minh và bảo vệ toàn vẹn để bảo đảm rằng các thông tin điều khiển đến từ các nguồn chính xác trên mặt phẳng điều khiển.

Radio Link Control - RLC: Lớp RLC

Các chức năng cơ bản của RLC bao gồm:

- Truyền tải các PDU nhận được từ các phân lớp cao hơn ví dụ như từ RRC và PDCP.

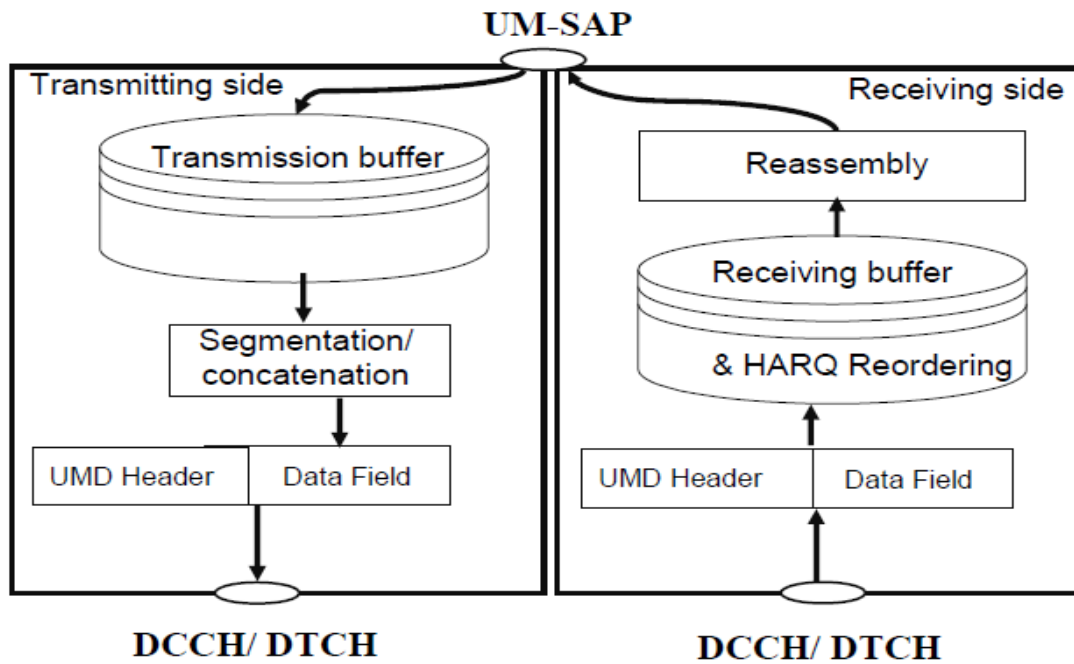
- Sau đó (tùy thuộc vào chế độ RLC được sử dụng), tiến hành sửa lỗi với phương thức ARQ (Automatic Repeat Request), phân mảnh/ghép nối, truyền tải không tuần tự và việc phát hiện trùng lặp có thể được chấp nhận trong giao thức.

- Giao thức sẽ xử lý các lỗi phát hiện được và phục hồi chúng từ các nguyên nhân gây ra trạng thái lỗi của giao thức ví dụ như các lỗi về báo hiệu.

Giao thức RLC có thể chia làm 3 chế độ khác nhau:

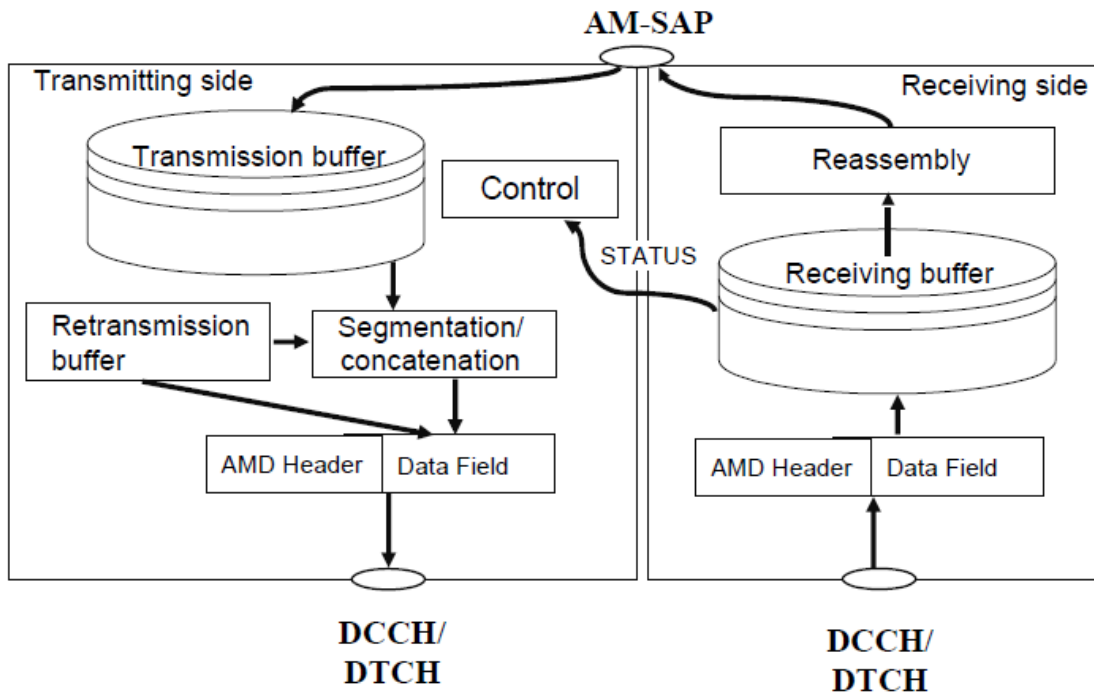
- Transparent Mode (TM). Trong chế độ này, RLC chỉ truyền và nhận các PDU trên một kênh logic và không gắn thêm bất cứ tiêu đề nào cho các PDU nên nó sẽ không theo dõi các PDU nhận được đó. Chế độ TM chỉ hoạt động tương thích với các dịch vụ mà không sử dụng việc truyền lại ở lớp vật lý hoặc dịch vụ không nhạy cảm với các yêu cầu truyền tải. Như vậy các kênh logic như BCCH, CCCH, PCCH có thể được hoạt động trong chế độ TM. Trong WCDMA

- Unacknowledged Mode (UM). Chế độ này hoạt động cung cấp nhiều chức năng bao gồm việc truyền tải không tuần tự các dữ liệu tuần tự nhận được từ hoạt động HARQ tại các phân lớp thấp hơn. Dữ liệu trong chế độ UM (UMD) được phân mảnh và ghép nối sao cho phù hợp với kích thước của các SDU RLC và các tiêu đề UMD sẽ được thêm vào. Các tiêu đề RLC UM bao gồm các số thứ tự để dễ dàng hơn cho việc truyền tải không tuần tự (cũng như để phát hiện trùng lặp). Ngoài các kênh DCCH và DTCH, chế độ UM RLC cũng được lên kế hoạch để sử dụng cho các kênh multicast (MCCH/MTCH) dự kiến sẽ được hoàn thành sau phiên bản 8.



Hình 1 -16: Chế độ UM trong phân lớp RLC

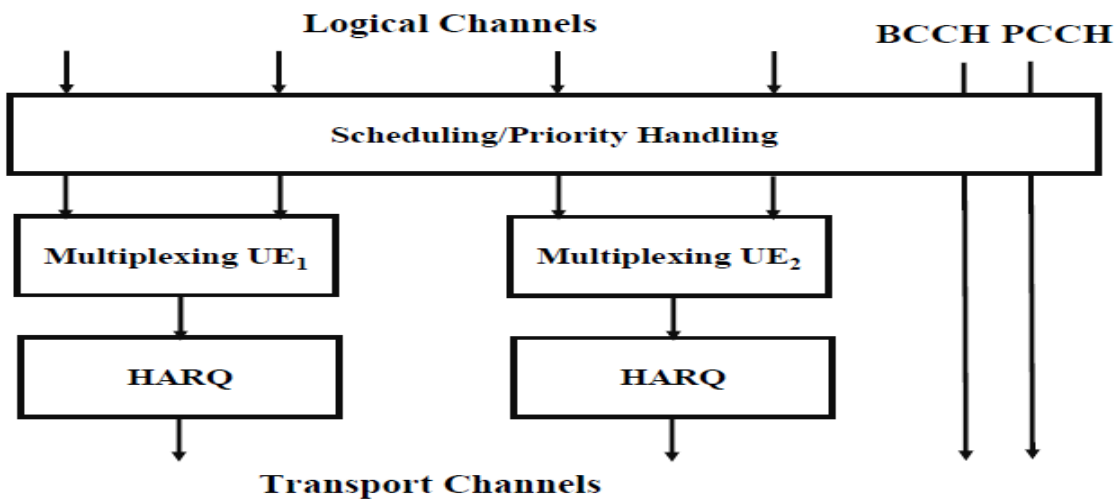
- Acknowledged Mode (AM). Chế độ AM ngoài các chức năng như trong chế độ UM, còn có chức năng truyền lại nếu các PDU bị mất là kết quả của các hoạt động của các phân lớp thấp hơn. Các dữ liệu trong chế độ AM (AMD) có thể được tái phân đoạn để phù hợp với nguồn tài nguyên lớp vật lý có sẵn cho việc truyền lại như được chỉ ra trong hình 1 - 17. Các tiêu đề bây giờ chứa các thông tin về gói tin cuối cùng nhận được một cách chính xác ở phía bên nhận cùng với số thứ tự như trong chế độ UM.



Hình 1 -17: Chế độ AM trong phân lớp RLC

Medium Access Control - MAC: Lớp MAC

Lớp MAC là lớp dùng để ánh xạ từ các kênh logic đến các kênh truyền tải. Các chức năng của lớp MAC bao gồm:



Hình 1 -18: MAC Layer

-Lớp MAC có nhiệm vụ ghép/ tách các RLC PDU (Payload Data Units) từ một hoặc nhiều sóng mang vô tuyến vào trong các khối truyền tải TB (Transport Block) để thực hiện truyền tới lớp vật lý trên các kênh truyền tải; ngoài ra còn đệm thêm (**Padding**) nếu một PDU không được điền đầy đủ dữ liệu.

- Báo cáo việc đo lường lưu lượng qua đó cung cấp cho phân lớp RRC các thông tin mang tính kinh nghiệm về mặt lưu lượng.

- Sửa lỗi thông qua phương thức HARQ, điều khiển việc xử lý truyền lại trên hướng lên và hướng xuống của lớp vật lý trong ENodeB, cùng với các chức năng lập lịch.

- Xử lý ưu tiên giữa các kênh logic của một UE và giữa các UE bằng việc lập lịch tự động, do đó việc lập lịch trong ENodeB được coi như là một chức năng trong phân lớp MAC tương tự như trong HSPA.

- Lựa chọn định dạng truyền tải (như một phần chức năng chọn các liên kết thích ứng trong việc lập lịch của ENodeB).

Physical Layer - PHY: Lớp vật lý

Đây chính là Layer 1 trong giao diện vô tuyến LTE – Uu. Lớp vật lý trong LTE về phía hướng xuống sử dụng kỹ thuật OFDM và hướng lên là kỹ thuật SC – OFDM. Lớp vật lý truyền tải tất cả các thông tin từ các kênh truyền tải của lớp MAC trên giao diện vô tuyến. Lớp vật lý quan tâm tới việc tìm các liên kết thích ứng, điều khiển công suất, tìm kiếm cell (cho việc khởi tạo đồng bộ và chuyển giao), và một số việc đo lường cho lớp RRC (bên trong hệ thống LTE và giữa các hệ thống).

1.2.4.3 Các giao thức trong giao diện S1 giữa E – UTRAN và mạng lõi EPC:

- S1 Application Protocol (S1 AP): Giao thức S1 AP chịu trách nhiệm xử lý các kết nối của UE trên cả 2 mặt phẳng người sử dụng và mặt phẳng điều khiển giữa E – UTRAN và mạng lõi EPC, bao gồm tham gia vào việc chuyển giao khi mà EPC có liên quan tới.

- SCTP/IP cho việc truyền tải báo hiệu: Cả hai giao thức SCTP (Stream Control Transmission Protocol) và IP (Internet Protocol) đều là các tiêu chuẩn truyền tải IP thích

hợp với các bản tin báo hiệu. SCTP cung cấp các chức năng truyền tải một cách tuần tự và tin cậy. IP có thể chạy được trên một loạt các công nghệ của liên kết dữ liệu và lớp vật lý (L1 và L2), có thể được tùy chọn dựa theo khả năng.

1.2.4.4 Các giao thức trong giao diện S5/S8 trong mạng lõi EPC:

Các giao thức trên được sử dụng khi giao diện S5/S8 dựa trên GTP:

- GTPS Tunnelling Protocol, Control Panel (GTP – C): Giao thức này quản lý các kết nối trên mặt phẳng người sử dụng trong mạng lõi EPC. Điều này bao gồm cả báo hiệu cho QoS và các tham số khác. Nếu GTP được sử dụng trên giao diện S5/S8 thì nó sẽ quản lý các đường hầm GTP – U. GTP – C cũng thực hiện các chức năng quản lý tính di động bên trong mạng lõi EPC.

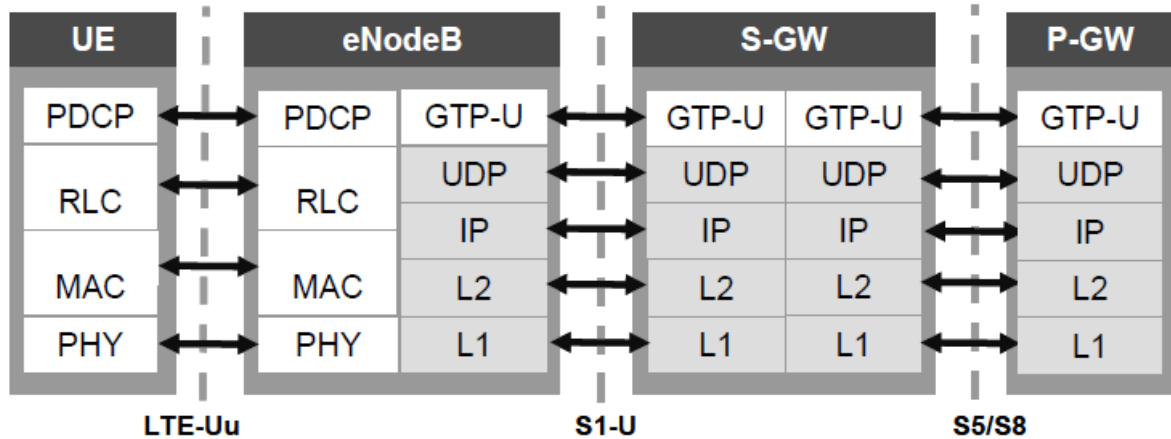
- Truyền tải UDP/IP: UDP/IP được sử dụng như một tiêu chuẩn và cơ bản cho việc truyền tải IP. UDP được sử dụng thay thế cho TCP (Transmission Control Protocol) bởi vì các lớp cao hơn đã cung cấp việc truyền tải tin cậy với các chức năng sửa lỗi và truyền lại. Các gói tin IP trong mạng lõi EPC có thể được truyền tải trên các công nghệ của L1 và L2.

Các giao thức trên được sử dụng khi giao diện S5/S8 dựa trên PMIP:

- Proxy Mobile IP (PMIP): PMIP là một giao thức khác có thể sử dụng trên giao diện S5/S8. Nó quan tâm đến việc quản lý tính di động nhưng không bao gồm các chức năng quản lý sóng mang. Tất cả lưu lượng trên kết nối của UE tới một mạng dữ liệu gói cụ thể sẽ được xử lý.

- IP: PMIP chạy trực tiếp trên IP và nó sẽ sử dụng như một tiêu chuẩn truyền tải IP.

Hình 1 - 19 minh họa cho cấu trúc giao thức trên mặt phẳng người sử dụng trong kịch bản UE kết nối tới P – GW.



Hình 1 -19: Các giao thức trên mặt phẳng người sử dụng trong hệ thống EPS

Cấu trúc giao thức là khá giống với trên mặt phẳng điều khiển. Điều này nhấn mạnh rằng toàn bộ hệ thống được thiết kế chung cho việc truyền tải dữ liệu, cả báo hiệu trên mặt phẳng điều khiển hay dữ liệu trên mặt phẳng người sử dụng đều là gói dữ liệu cuối cùng, chỉ có khối lượng là khác nhau. Hầu hết các giao thức đã được giới thiệu ở phía trên, ngoài ra còn có hai giao thức được lựa chọn phù hợp với giao diện S5/S8:

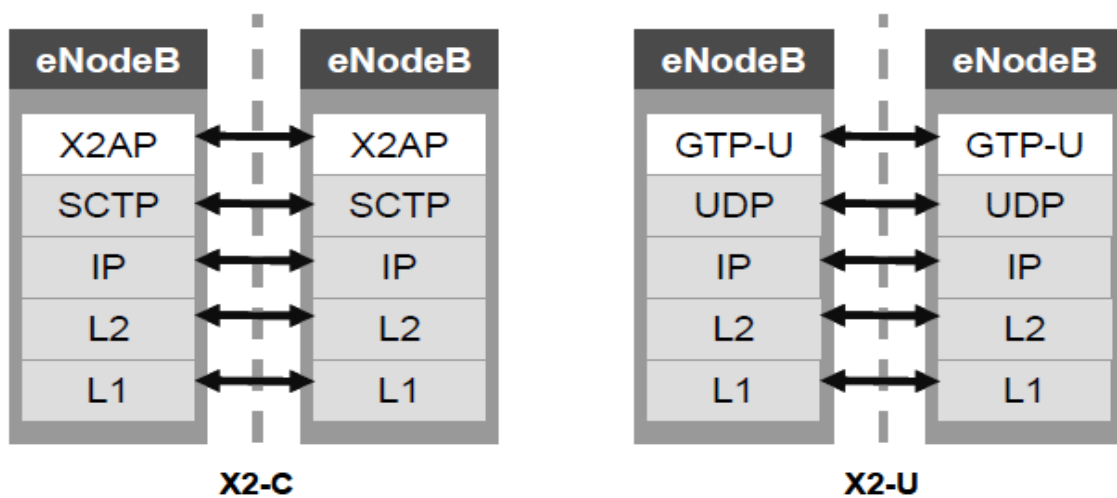
- GPRS Tunnelling Protocol, User Plane (GTP-U): GTP – U được sử dụng khi giao diện S5/S8 dựa trên GTP. GTP – U định dạng các đường hầm GTP – U được sử dụng các gói tin IP của người sử dụng tới một sóng mang của thế thống. Giao thức này được sử dụng trong giao diện S1 – U, và được sử dụng trong S5/S8 nếu mặt phẳng điều khiển sử dụng GTP – C.

- Generic Routing Encapsulation (GRE): GRE được sử dụng khi giao diện S5/S8 dựa trên PMIP. GRE định dạng một IP trong đường hầm IP cho việc truyền tải tất cả dữ liệu trong một kết nối từ UE tới một mạng PDN cụ thể. GRE chạy trực tiếp trên IP và UDP không được sử dụng.

1.2.4.5 Các giao thức trong giao diện X2:

Hình 1 - 20 minh họa cho cấu trúc giao thức của giao diện X2, tương tự như giao diện S1. Chỉ có giao thức Application Protocol trên mặt phẳng điều khiển là có sự khác

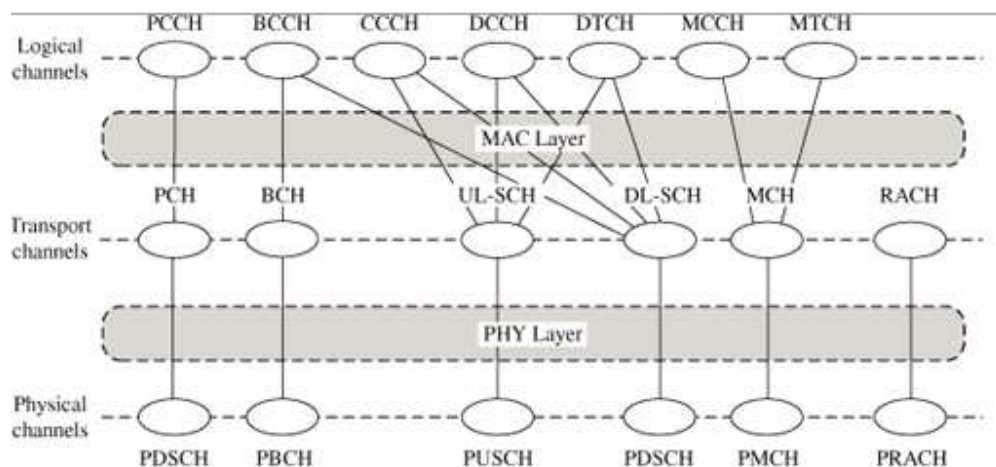
biệt. Giao diện X2 được sử dụng cho việc quản lý tính di động giữa các ENodeB, và X2AP bao gồm các chức năng chuẩn bị cho việc chuyển giao và duy trì các mối liên kết với các ENodeB hàng xóm. Mặt phẳng người sử dụng trên giao diện X2 được sử dụng để chuyển tiếp dữ liệu trong trạng thái quá độ suốt quá trình chuyển giao, khi mà giao diện vô tuyến đã ngắt kết nối về phía ENodeB nguồn và vẫn chưa kết nối được với ENodeB mục tiêu.



Hình 1 -20: Các giao thức trên mặt phẳng điều khiển và mặt phẳng người sử dụng cho giao diện X2

2.2.5 Các kênh trong kiến trúc của LTE

Các luồng thông tin giữa các giao thức khác nhau được biết đến trong LTE như là các kênh truyền hoặc các luồng tín hiệu. LTE sử dụng một số các kênh khác nhau như: kênh logic, kênh truyền tải và kênh vật lý. Các kênh này được phân biệt bởi loại thông tin mà chúng truyền tải và cách thức mà các thông tin đó được xử lý. Hình 1 - 15 cho ta thấy ánh xạ giữa các loại kênh trong kiến trúc LTE.



Hình 1 -21: Ảnh xạ của các loại kênh được sử dụng trong LTE

1.2.5.1 Các kênh logic

Kênh logic định nghĩa loại thông tin được truyền tải trong giao diện vô tuyến như các kênh lưu lượng, kênh điều khiển, kênh quảng bá hệ thống... Các kênh này định nghĩa các dịch vụ truyền tải dữ liệu được đưa ra trong lớp MAC. Các bản tin báo hiệu và dữ liệu được truyền tải trên các kênh logic giữa các giao thức RLC và MAC.

Các kênh logic có thể chia làm 2 loại: kênh điều khiển và kênh lưu lượng. Trong kênh điều khiển có thể chia làm kênh chung và kênh dành riêng. Một kênh chung có nghĩa là dùng chung cho tất cả các người sử dụng trong một cell (mô hình điểm – đa điểm) trong khi đó các kênh dành riêng có nghĩa là các kênh đó chỉ có thể được sử dụng bởi một người sử dụng (mô hình điểm – điểm). Các kênh lưu lượng truyền tải dữ liệu trong mặt phẳng người sử dụng trong khi đó các kênh điều khiển truyền tải các bản tin báo hiệu trong mặt phẳng điều khiển. Các kênh điều khiển bao gồm: BCCH, PCCH, CCCH, DCCH và MCCH; các kênh lưu lượng bao gồm: DTCH và MTCH.

Các kênh logic được định nghĩa trong hướng lên của LTE bao gồm:

- Kênh điều khiển chung (Common Control Channel – CCCH) truyền tải thông tin điều khiển giữa UE và mạng; nó được sử dụng khi không có kết nối RRC giữa UE và mạng.

- Kênh điều khiển dành riêng (Dedicated Control Channel – DCCH) là kênh điễm – điễm phục vụ cho các thông tin điều khiển dành riêng giữa UE và mạng.

- Kênh lưu lượng dành riêng (Dedicated Traffic Channel – DTCH) là kênh truyền tải tất cả dữ liệu của người sử dụng cho các kết nối điễm – điễm.

Theo hướng lên tất cả các kênh logic được ánh xạ tới kênh truyền tải UL – SCH, không có kênh logic nào được ánh xạ tới kênh truyền tải RACH vì vậy nó sẽ không mang bất kỳ thông tin nào về lớp MAC.

Tương tự với các kênh theo hướng xuống bao gồm:

- CCCH, DCCH, DTCH có chức năng tương tự giống như các kênh tương ứng theo hướng lên, chỉ cần truyền tải các thông tin điều khiển hoặc dữ liệu người sử dụng theo hướng xuống. Các kênh này được ánh xạ tới kênh DL – SCH trong các kênh truyền tải.

- Kênh điều khiển Multicast và kênh lưu lượng Multicast (Multicast Control Channel – MCCH, Multicast Traffic Channel - MTCH) không có trong phiên bản 8 nhưng được kỳ vọng sẽ là một phần của LTE trong phiên bản 9 (hoặc các phiên bản sau). Các kênh này sẽ được ánh xạ tới các kênh truyền tải MCH.

- Kênh điều khiển quảng bá (Broadcast Control Channel – BCCH) truyền tải thông tin quảng bá, ví dụ như các thông tin cần thiết để truy nhập vào hệ thống. Kênh này sẽ được ánh xạ tới kênh truyền tải BCH nếu sử dụng MIB (Master Information Block) hoặc sẽ được ánh xạ tới kênh truyền tải DL – SCH nếu sử dụng SIBs (System Information Blocks).

- Kênh điều khiển Paging (Paging Control Channel – PCCH) truyền tải thông tin Paging, kênh này sẽ giúp mạng bật chức năng đánh dấu các thiết bị đang không ở trạng thái kết nối. Kênh này được ánh xạ tới kênh truyền tải PCH (Paging Channel).

1.2.5.2 Các kênh truyền tải

Các kênh truyền tải định nghĩa bằng cách nào mà các loại dữ liệu đặc trưng được truyền tải trong lớp vật lý, bao gồm việc mã hóa kênh, điều chế, và ánh xạ tới anten. Dữ

liệu và các bản tin báo hiệu được truyền trên các kênh truyền tải giữa lớp MAC và lớp vật lý. Mỗi kênh truyền tải được đặc trưng bởi việc xử lý lớp vật lý có liên quan được áp dụng cho việc sử dụng các kênh vật lý tương ứng để truyền các kênh truyền tải được yêu cầu. Lớp vật lý cần cung cấp tài nguyên một cách linh hoạt cho cả sự thay đổi về tốc độ dữ liệu và phân chia tài nguyên giữa các người dùng khác nhau. Trong phần này, chúng ta sẽ hiểu thêm về các kênh truyền tải được ánh xạ tới các kênh vật lý tương ứng.

- Kênh quảng bá (Broadcast Channel – BCH) là một kênh quảng bá về theo hướng xuống được sử dụng để quảng bá các tham số cần thiết của hệ thống để cho phép các thiết bị có thể truy cập vào hệ thống.

- Kênh chia sẻ đường xuống DL – SCH (Downlink Shared Channel) truyền tải các dữ liệu của người sử dụng cho các kết nối điểm – điểm theo hướng xuống. Tất cả các thông tin (dữ liệu người sử dụng hoặc thông tin điều khiển của lớp cao hơn) được mong đợi chỉ có một người sử dụng hoặc một UE được truyền tải trên kênh DL – SCH, giả sử như UE đã ở trạng thái RRC_CONNECTED. Trong LTE, chức năng chính của BCH là thông báo cho thiết bị về thông tin lập lịch của hệ thống; thông tin điều khiển cho nhiều thiết bị được truyền tải trên DL – SCH. Trong trường hợp dữ liệu trên kênh DL – SCH được dự định cho chỉ một UE riêng lẻ, thì ngay sau đó việc đáp ứng các liên kết linh động và truyền lại trên lớp vật lý có thể được sử dụng.

- Kênh Paging (Paging Channel – PCH) được sử dụng để truyền tải các thông tin paging cho các thiết bị theo hướng xuống để chuyển các thiết bị từ trạng thái RRC_IDLE sang trạng thái RRC_CONNECTED.

- Kênh Multicast (Multicast Channel – MCH) được sử dụng để truyền tải nội dung dịch vụ multicast tới UE theo hướng xuống.

Theo hướng xuống kênh BCH sẽ được ánh xạ tới kênh vật lý PBCH (Physical Broadcast Channel) tuy nhiên như đã trình bày ở trên trong phần ánh xạ giữa kênh logic và kênh truyền tải thì có một phần các tham số quảng bá sẽ ánh xạ vào kênh DL - SCH, kênh DL – SCH và PCH được ánh xạ tới kênh vật lý PDSCH (Physical Downlink Shared

Channel), còn kênh MCH được ánh xạ tới kênh vật lý PMCH (Physical Multicast Channel) như trong hình 1-21.

- Kênh chia sẻ đường lên UL – SCH (Uplink Shared Channel) truyền tải các dữ liệu người sử dụng như là thiết bị đã khởi tạo thông tin điều khiển theo hướng lên trong trạng thái RRC_CONNECTED. Tương tự như DL – SCH việc đáp ứng liên kết linh động và truyền lại có thể được sử dụng.

- Kênh truy nhập ngẫu nhiên (Random Access Channel – RACH) được sử dụng trong hướng lên để đáp ứng các bản tin paging hoặc để khởi tạo việc chuyển đến trạng thái RRC_CONNECTED khi UE có nhu cầu truyền tải dữ liệu. Không có dữ liệu của lớp cao hơn hoặc dữ liệu của người sử dụng được truyền trong kênh này tuy nhiên nó có thể được sử dụng để kích hoạt việc truyền tải kênh UL – SCH ví dụ như trong trường hợp thiết lập các kết nối cần phải xác thực.

Theo hướng lên kênh UL – SCH được truyền tải bằng kênh vật lý PUSCH (Physical Uplink Shared Channel). Tương tự kênh RACH cũng được truyền tải bằng kênh vật lý PRACH (Physical Random Access Channel) như trong hình 1-15.

Dữ liệu trên mỗi kênh truyền tải được sắp xếp vào trong các khối truyền tải, và có các khoảng thời gian truyền tải cho mỗi khối được gọi là TTI (Transmission Time Interval) là 1 ms trong LTE. TTI là khoảng thời gian nhỏ nhất cho việc thiết lập các liên kết thích ứng và quyết định lập lịch. Nếu không có ghép kênh không gian, thì có nhiều nhất một khối truyền tải được truyền tới UE trong mỗi TTI, còn nếu có ghép kênh không gian thì có 2 khối được truyền trong mỗi TTI đến một UE.

Bên cạnh các kênh truyền tải, có một số loại thông tin điều khiển được định nghĩa trong lớp MAC, điều này là rất quan trọng đối với một số thủ tục trong lớp vật lý. Các thông tin điều khiển được định nghĩa bao gồm:

- Thông tin điều khiển hướng xuống (Downlink Control Information – DCI): Nó bao gồm các thông tin có liên quan việc lập kế hoạch, quá trình mã hóa, điều chế, các câu lệnh TPC

(Transmit Power Control) cho cả hướng lên và hướng xuống. Các thông tin này được gửi đi trên kênh vật lý PDCCH.

- Control Format Indicator – CFI: Thông tin này chỉ ra có bao nhiêu ký tự được miễn DCI sử dụng trong các khung con. Các giá trị của CFI có thể là 1, 2 hoặc 3 và nó được truyền đi trên kênh vật lý PCFICH.

- HARQ Indicator – HI: Thông tin này truyền đi các bản tin ACK HARQ trong phản hồi tới việc truyền tải trên hướng lên, và được truyền trên kênh vật lý PHICH. HI = 1 cho các bản tin ACK, còn HI = 0 là cho bản tin non – ACK.

- Thông tin điều khiển hướng lên (Uplink Control Information – UCI): Thông tin này đưa ra các thông tin đo lường cho việc truyền tải trên hướng xuống, lập lịch theo yêu cầu của hướng lên, và các bản tin ACK HARQ trong việc truyền tải hướng xuống. UCI có thể được truyền trên kênh vật lý PUCCH hoặc PUSCH.

1.2.5.3 Các kênh vật lý

Mỗi kênh vật lý tương ứng với một tập hợp các hạng mục tài nguyên trong mạng lưới tần số truyền tải các thông tin từ các lớp cao hơn. Các thành phần cơ bản để tạo nên một kênh vật lý là các hạng mục tài nguyên và các khối tài nguyên. Một hạng mục tài nguyên là một sóng mang con riêng lẻ trên một ký tự OFDM, và có thể truyền tải một (hoặc hai với phân tập không gian) các ký tự đã được điều chế. Một khối tài nguyên là một tập hợp các hạng mục tài nguyên và trong miền tần số nó đại diện cho một đơn vị tài nguyên nhỏ nhất có thể được phân bổ. Kênh vật lý có thể được chia làm 2 loại:

Các kênh vật lý dành cho truyền dữ liệu:

- Kênh vật lý dành cho quảng bá (Physical Broadcast Channel – PBCH): Kênh này là kênh quảng bá dành riêng theo hướng đường xuống trong LTE, nó được dùng để truyền tải các thông tin về các tham số quan trọng của hệ thống như băng thông của hệ thống, số frame trong hệ thống, và cũng có thể là số anten truyền tải được sử dụng bởi ENodeB.

- Kênh vật lý dành cho việc chia sẻ theo hướng xuống (Physical Downlink Shared Channel – PDSCH): Kênh này là kênh dữ liệu chính có trách nhiệm truyền tải dữ liệu theo hướng xuống. Kênh này truyền tải dữ liệu người sử dụng và báo hiệu trong phân lớp trên. Kênh này có thể được chia sẻ bởi nhiều người sử dụng và nó cũng được chia sẻ bởi nhiều kênh logic, kênh truyền tải khác nhau như đã được đề cập đến ở phần trên.
- Kênh vật lý dành cho Multicast (Physical Multicast Channel – PMCH): Kênh này được dùng để truyền tải gói tin multicast tới nhiều UE thay vì tới một UE riêng lẻ. Cấu trúc của nó gần giống như kênh PDSCH.
- Kênh vật lý dành cho việc chia sẻ theo hướng lên (Physical Uplink Shared Channel – PUSCH): Kênh này được sử dụng để truyền tải dữ liệu của người sử dụng và các báo hiệu của phân lớp trên theo hướng lên.
- Kênh vật lý dành cho việc truy nhập ngẫu nhiên (Physical Random Access Channel – PRACH): Kênh này được sử dụng truyền tải một bản tin choviệc khởi tạo truy nhập ngẫu nhiên của một UE gửi đi để truy nhập vào mạng trong chế độ không đồng bộ và được sử dụng để cho phép UE đồng bộ thời gian với ENodeB.

Các kênh vật lý dành cho việc điều khiển:

- Physical Control Format Indicator Channel – PCFICH: Kênh này được sử dụng để thông báo cho UE về số ký tự OFDM được sử dụng trong kênh PDCCH.
- Physical Hybrid ARQ Indicator Channel – PHICH: Kênh này truyền tải các bản tin HARQ ACK/NAK được kết hợp với việc truyền dữ liệu theo đường lên.
- Kênh vật lý điều khiển hướng xuống (Physical Downlink Control Channel – PDCCH): Kênh này truyền tải các thông tin về định dạng truyền tải và cấp phát tài nguyên có liên hệ với các kênh truyền tải DL – SCH và PCH, và các thông tin HARQ có liên quan tới kênh DL – SCH. Kênh này cũng thông báo cho UE về các thông tin nói trên.
- Kênh vật lý điều khiển hướng lên (Physical Uplink Control Channel – PUCCH): Kênh này truyền tải các thông tin điều khiển theo hướng lên bao gồm chỉ số chất lượng kênh

CQI (Channel Quality Indicators), các bản tin ACK/NAK về việc phản hồi HARQ theo hướng lên.

Ngoài các kênh vật lý, còn có một số tín hiệu khác được truyền trong cả hướng lên và hướng xuống của lớp vật lý nhưng không truyền tải thông tin từ các phân lớp cao hơn. Các tín hiệu vật lý này có thể chia thành:

- Tín hiệu chuẩn: Các tín hiệu này được định nghĩa trên cả hướng lên và hướng xuống giúp cho việc ước lượng kênh truyền, kết hợp thực hiện giải điều chế và đo đặc chất lượng kênh giúp cho việc lập lịch cho các người sử dụng.

Có 3 loại tín hiệu chuẩn trên hướng xuống:

+ Các tín hiệu chuẩn cho cell cụ thể, được kết hợp với truyền tải trên kênh non – MBSFN.

+ Các tín hiệu chuẩn MBSFN kết hợp với truyền tải trên kênh MBSFN (Multicast-broadcast single-frequency network).

+ Các tín hiệu chuẩn cho người sử dụng cụ thể.

Về phía hướng lên có 2 loại:

+ Các tín hiệu chuẩn giải điều chế, kết hợp với việc truyền tải trên kênh PUSCH hoặc PUCCH.

+ Các tín hiệu chuẩn cho việc thăm dò, để hỗ trợ cho việc lập lịch cho các kênh phụ thuộc trên hướng lên.

- Tín hiệu đồng bộ: Tín hiệu này được chia thành một tín hiệu chính và một tín hiệu dự phòng cho việc đồng bộ, và nó chỉ được sử dụng cho hướng xuống để kích hoạt việc nhận các ký tự thời gian và tần số chính xác của tín hiệu hướng xuống.

1.3 Kết luận:

Chương I của đề tài đã mô tả tổng quan về mạng 4G LTE và LTE Advanced cũng như các kiến trúc của mạng 4G (LTE/LTE Advanced) như: Kiến trúc mạng truy nhập vô tuyến E-UTRAN, kiến trúc mạng lõi EPC cùng các thành phần của hệ thống mạng 4G.

Trong chương I cũng đã đề cập đến các dịch vụ cũng như các giao thức được sử dụng trong mạng di động 4G như:

- Giao thức trong lớp NAS
- Các giao thức trong giao diện vô tuyến
- Các giao thức sử dụng trên các giao diện S1/S5/S8/X2
- Các kiến trúc kênh sử dụng trong mạng 4G.

CHƯƠNG II - NGHIÊN CỨU TIÊU CHUẨN VÀ CÁC CÔNG CỤ ĐO KIỂM, ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MẠNG & DỊCH VỤ 4G (LTE / LTE ADVANCE)

2.1 Phương pháp đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/ LTE Advanced)

2.1.1 Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced)

Thuật ngữ chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service) hiện nay được sử dụng trong các tiêu chuẩn quốc tế về chất lượng dịch vụ viễn thông bao gồm cả chất lượng dịch vụ thông tin di động trong đó có 4G. Theo khuyến nghị E800 MCE – T thì chất lượng dịch vụ QoS chính là tổng hợp những tham số, ý kiến đánh giá thể hiện sự hài lòng, không hài lòng của khách hàng đối với một dịch vụ viễn thông. Về cơ bản, khái niệm QoS chủ yếu tập trung vào mô tả các chỉ tiêu mang tính kỹ thuật mà hạ tầng mạng hay các dịch vụ cần phải đạt được để chất lượng dịch vụ được đảm bảo. QoS trong mạng viễn thông nói chung và mạng 4G LTE nói riêng được định nghĩa cụ thể qua các tham số kỹ thuật cơ bản bao gồm:

- Băng thông (Bandwith).
- Độ trễ (Delay).
- Biến động trễ (Jitter).
- Mất gói (Packet loss).
- Độ sẵn sàng.
- Bảo mật.

Tuy phát triển chậm hơn so với thế giới nhưng mạng 4G cũng đã bắt đầu được triển khai tại Việt Nam. Đầu năm 2016, Chính phủ đã ban hành Chương trình phát triển băng rộng quốc gia đến năm 2020. Chương trình có mục tiêu xây dựng và phát triển cơ sở hạ tầng viễn thông hiện đại, an toàn, dung lượng lớn và có tốc độ cao, vùng phủ dịch vụ đa dạng rộng khắp cả nước mà trong đó có hạ tầng băng rộng di động 4G. Mạng 4G LTE

sẽ đóng vai trò xúc tác cho những đợt tăng trưởng bằng việc làm nền tảng cho các dịch vụ di động mới nhằm đáp ứng nhu cầu của người sử dụng như: thanh toán điện tử, game mobile, giải trí trực tuyến, quay phát các video theo chuẩn 4K... Bên cạnh việc phát triển cơ sở hạ tầng cho mạng 4G LTE, có một vấn đề mà các nhà cung cấp dịch vụ cũng rất quan tâm đó là làm sao để đảm bảo chất lượng dịch vụ. Chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE có thể chịu ảnh hưởng bởi sự kết hợp của nhiều yếu tố cả khách quan lẫn chủ quan bao gồm:

2.1.1.1 Các yếu tố khách quan:

+ **Cấu trúc địa hình:** Cấu trúc địa hình tại Việt Nam là khá phức tạp, bao gồm các khu vực đồi núi cao, khu vực đồng bằng, nhiều sông suối, ao hồ... Tại các thành phố lớn có các khu vực đông dân cư bên trong nội thành tuy nhiên vẫn có những vùng ngoại thành ít dân cư, quy hoạch xây dựng thiếu đồng bộ, thống nhất. Đặc điểm địa hình này đã tạo ra khá nhiều vùng lõm không được phủ sóng, chất lượng dịch vụ không tốt, mặc dù theo thiết kế đó là khu vực được phủ sóng.

+ **Suy hao vô tuyến do thời tiết:** Do thời tiết Việt Nam nằm ở khu vực cận nhiệt đới gió mùa. Điều đó cho thấy lượng mưa và mây mù ở Việt Nam khá lớn, nhất là vào mùa đông ở miền bắc và mùa mưa ở miền nam. Đặc biệt là khu vực miền bắc có đồi núi cao, mây mù và mưa kéo dài. Điều này ảnh hưởng rất lớn tới chất lượng dịch vụ, đặc biệt là quá trình truy nhập vô tuyến cũng như phạm vi phủ sóng.

2.1.1.2 Các yếu tố chủ quan:

+ **Thiết kế và triển khai mạng 4G:** Các nhà mạng tại Việt Nam mới bắt đầu bắt tay vào việc thử nghiệm triển khai 4G LTE tại một số tỉnh thành phố, ban đầu các kết quả thu được đạt được kết quả khá tốt, chất lượng dịch vụ tương đối ổn định. Tuy nhiên, khi một nhà cung cấp dịch vụ triển khai trên diện rộng, cùng với việc triển khai của các nhà cung cấp khác thì việc gặp các vấn đề về chất lượng dịch vụ là không thể tránh khỏi như: trong thực tế việc đặt các trạm phát sóng có thể không đúng với các tọa độ trên thiết kế,

sau khi đặt các trạm thì địa hình của khu vực bị thay đổi gây ảnh hưởng đến chất lượng dịch vụ, thiếu vùng phủ sóng do số lượng trạm chưa đủ....

+ **Nhiều kênh lân cận:** Chất lượng dịch vụ bị ảnh hưởng bởi nhiều kênh lân cận trong các mạng của các nhà cung cấp dịch vụ khác nhau, trong mạng của một nhà cung cấp dịch vụ. Trong môi trường có nhiều mạng vô tuyến 4G LTE, còn có các mạng vô tuyến 2G, 3G hoạt động với các tần số gần nhau, các tín hiệu có thể gây nhiễu lẫn nhau làm ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ, vùng phủ cũng như dung lượng của mỗi hệ thống là không thể tránh khỏi.

+ **Chuyển giao trong hệ thống và liên hệ thống:** Việc chuyển giao cuộc gọi giữa các cell trong cùng một hệ thống hoặc giữa các hệ thống 4G LTE, giữa hệ thống 4G với các hệ thống di động 2G,3G khác có thể gây ra rớt cuộc gọi của người sử dụng, gây ra trễ ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ.

+ **Thiết bị của người sử dụng:** Thiết bị của người sử dụng có thể chưa tương thích hoặc chưa đáp ứng được yêu cầu sử dụng trong một hệ thống 4G LTE. Do đó có thể gây ra việc tải dữ liệu có thể bị chậm, trễ gây ra ảnh hưởng tới chất lượng dịch vụ.

2.1.2 Phương pháp đo kiểm đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced)

Tất cả các nhà khai thác mạng thông tin di động đều cần thiết đo kiểm và giám sát các chỉ tiêu KPI CLM/CLDV thường xuyên và định kỳ để đảm bảo, duy trì và cải thiện dịch vụ mạng cung cấp đến khách hàng.

Có 2 phương thức đo kiểm được sử dụng để kiểm tra và giám sát các chỉ tiêu:

- Drive test
- Thu thập số liệu thống kê từ OMC

Drivetest

Phương pháp đo này bao gồm một phương tiện di chuyển có trang bị thiết bị đo kiểm tra giao diện vô tuyến của mạng di động, cho phép thu thập và ghi lại thông tin về dịch vụ

cung cấp bởi mạng di động trên một khu vực địa lý. Bằng phương thức đo kiểm này, nhà khai thác có thể đưa ra những thay đổi phù hợp đối với mạng lưới để cung cấp tốt hơn vùng phủ sóng và dịch vụ đến khách hàng.

Drive test có thể được phân thành một số loại với các mục đích khác nhau:

- Mục đích so sánh giữa các mạng (Benchmarking)
- Tối ưu và khắc phục sự cố.
- Giám sát chất lượng dịch vụ.

Thống kê OMC

Thu thập số liệu thống kê từ hệ thống OMC để tính toán các tham số KPI

Ưu điểm:

- Kết quả của phương thức đo này bao gồm tất cả những kịch bản có thể xảy ra khi người dùng sử dụng dịch vụ
- Có thể giám sát trên tất cả giao diện mạng
- Có thể xử lý kịp thời các tình huống của mạng.

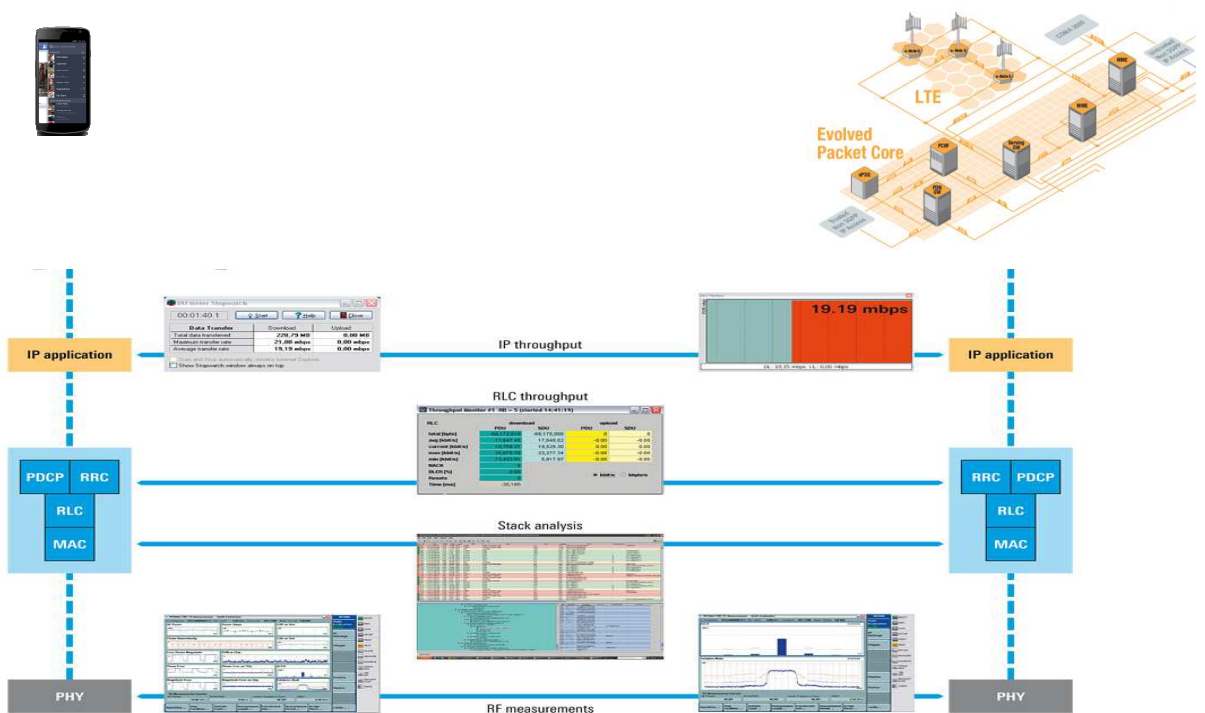
Nhược điểm:

- Rất khó để so sánh được thống kê CLM/CLDV giữa 2 khu vực sử dụng thiết bị của các hãng (vendor) khác nhau.
- Dữ liệu thống kê từ hệ thống OMC khá lớn và phức tạp, do đó cần nhiều thời gian để thu thập và xử lý.

Về mặt nguyên tắc chung các phương pháp đo kiểm đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ viễn thông nói chung và mạng 4G nói riêng đều dựa trên việc mô phỏng các cuộc gọi, thiết lập các kết nối đến dịch vụ để tiến hành đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ. Các phương pháp này sẽ được thực hiện theo các bước như sau:

- Lựa chọn các tham số KPI trong mạng 4G để đo kiểm chất lượng dịch vụ, tạo các kịch bản đo kiểm trong các trường hợp khác nhau:

- + Theo khu vực: khu đông dân cư, vùng đô thị và nông thôn, trong nhà hay ngoài trời.
- + Theo tính di động: tại các điểm cố định, khi đang di chuyển, tại các khu vực chuyển giao.
- Cấu hình và thực hiện các phép đo cho các tham số KPI trong mạng 4G:
- + Thực hiện mô phỏng các phép đo các tham số chất lượng mạng vô tuyến như: RSRP, RSRQ...
- + Thực hiện mô phỏng các cuộc gọi để đo kiểm cho các tham số liên quan đến chất lượng dịch vụ thoại như: tỷ lệ cuộc gọi thành công, tỷ lệ cuộc gọi bị rơi, chất lượng cuộc gọi...
- + Thực hiện mô phỏng kết nối dịch vụ để đo kiểm cho các tham số liên quan đến chất lượng dịch vụ data như: tốc độ download, tốc độ upload, trễ, tỷ lệ gói bị rơi...
- Lưu trữ kết quả của các phép đo; thực hiện phân tích, đánh giá các kết quả cho từng tham số KPI trong mỗi kịch bản đo kiểm.
- Đưa ra các báo cáo thống kê, kết luận về chất lượng dịch vụ trong mỗi kịch bản đo, chỉ ra các vấn đề còn tồn tại.



Hình 2 - 1: Mô hình phương pháp đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE

2.1.3 Một số công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/ LTE Advanced) hiện nay

Hiện nay có một số hãng máy đo được các nhà cung cấp dịch vụ sử dụng thiết bị để đo kiểm chất lượng dịch vụ 4G LTE dựa trên phương pháp đo kiểm đánh giá như đã đề cập đến trong phần 3.1.2:

Phần mềm phục vụ Drivetest

Thiết bị đo được sử dụng cho phương thức đo Drivetest bao gồm một số hãng sau:

- Ascom TEMS Investigation
- Anite Nemo Outdoor
- Swissqual
- Accuver XCAL Series

TEMS Investigation và Nemo là 2 công cụ đo phổ biến nhất được sử dụng cho phương thức Drive test.

Trang thiết bị phục vụ Drivetest

- Các công cụ chuẩn bị drive test:
 - Laptop
 - GSP
 - Phần mềm TEMS
 - Dongle (TEMS licence)
 - Điện thoại (Hỗ trợ TEMS)
 - Cáp kết nối
 - Inverter
 - Phương tiện di chuyển (Oto, xe máy...)
 - Dữ liệu như cellfile, bản đồ...

- Cellfile: trong LTE gồm một số trường sau: cell, site, tần số, PCI, TAC, MCC, MNC, CI, Long, Lat, ANT_Direction...

Cell	SITE	ENODE_B	EARFCN	PCI	MCC	MNC	TAC	CI	Lon	Lat	ANT_DIREC	ANT_BEAM	ANT_HEIGHT	Total Tilt
Phu-Quoc-2	Phu-Quoc-	730035	1276	172	452	2	250	131	103.9547	10.25561	20	60		
Phu-Quoc-2	Phu-Quoc-	730035	1276	173	452	2	250	132	103.9547	10.25561	140	60		
Phu-Quoc-2	Phu-Quoc-	730035	1276	171	452	2	250	133	103.9547	10.25561	240	60		
Safari11	Safari1	730046	1276	144	452	2	250	131	103.8827	10.335	350	60		
Safari12	Safari1	730046	1276	145	452	2	250	132	103.8827	10.335	150	60		
Safari13	Safari1	730046	1276	146	452	2	250	133	103.8827	10.335	220	60		
Safari21	Safari2	730047	1276	144	452	2	250	131	103.897	10.3334	0	60		
Safari22	Safari2	730047	1276	145	452	2	250	132	103.897	10.3334	120	60		
Safari23	Safari2	730047	1276	146	452	2	250	133	103.897	10.3334	200	60		
Safari31	Safari3	730048	1276	143	452	2	250	131	103.8684	10.3373	310	60		
Safari32	Safari3	730048	1276	142	452	2	250	132	103.8684	10.3373	150	60		
Safari33	Safari3	730048	1276	141	452	2	250	133	103.8684	10.3373	230	60		
An-Thoi-PQ	An-Thoi-PQ	730005	1276	255	452	2	250	131	104.0168	10.0445	20	60		
An-Thoi-PQ	An-Thoi-PQ	730005	1276	257	452	2	250	132	104.0168	10.0445	150	60		

Hình 2 - 2 : Mẫu Cellfile được sử dụng trong LTE

- Giới thiệu một số thiết bị UE phục vụ cho quá trình đo kiểm LTE:
 - **Samsung Galaxy Note 4 SM-N910F**
 - Bảng tần hỗ trợ:
 - LTE 2100 (Band 1), 1900 (B2), 1800 (B3), AWS 700/2100 (B4), 850 (B5), 2600(B7), 900 (B8), 700 (B17), 800 (B20)
 - WCDMA 850 (Band V), 900 (VIII), 1900 (II), 2100 (I)
 - GSM 850, 900, 1800, 1900
 - Bảng thông hỗ trợ:
 - LTE Category 6 (300/50 Mbit/s)
 - HSDPA Category 24 (42 Mbit/s), HSUPA Category 6 (5.8 Mbit/s)
 - GPRS/EDGE Class 12
 - **Samsung S6 SM-G920F**
 - Bảng tần hỗ trợ:
 - LTEband 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900), 12(700), 17(700), 18(800), 19(800), 20(800), 26(850).

- UMTS: HSPA+ 850 (Band V), 900 (Band VIII), 1700 (Band IV), 1900 (Band II), 2100 (Band I) MHz
- GSM: GPRS/EDGE 850, 900, 1800, 1900 MHz

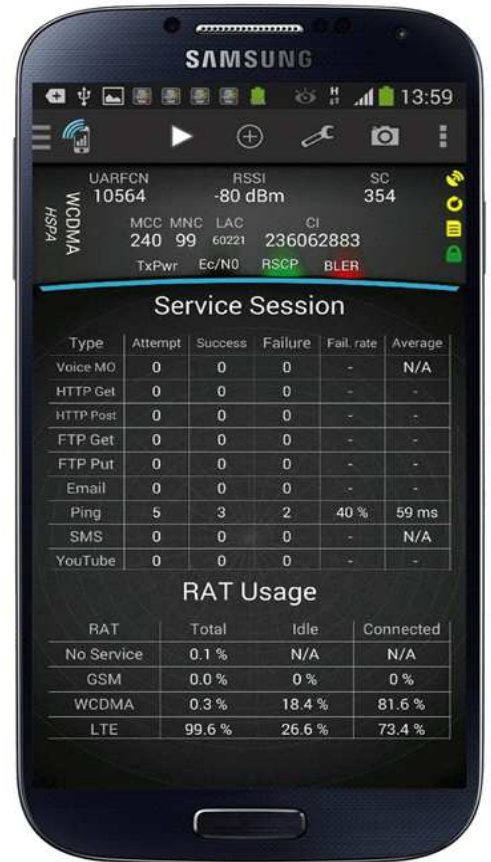
□ Bảng thông hỗ trợ: LTE Cat6 300/50 Mbps

- **Samsung S5 SM-G900T**

□ Bảng tần hỗ trợ:

- LTE band 1(2100), 2(1900), 3(1800), 4(1700/2100), 5(850), 7(2600), 8(900),17(700)
- WCDMA 850 (Band V), 900 (VIII), 1900 (II), 2100 (I)
- GSM 850, 900, 1800, 1900

□ Bảng thông hỗ trợ: LTE Cat4 150/50 Mbps



- **Sony Xperia Z2 D6503 model**

□ Bảng tần hỗ trợ:

- LTE (Bands 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 13, 17, 20).
- UMTS: HSPA+ 850 (Band V), 900 (Band VIII), 1700 (Band IV), 1900 (Band II), 2100 (Band I) MHz
- GSM: GPRS/EDGE 850, 900, 1800, 1900 MHz

□ Bảng thông hỗ trợ: LTE Cat 4 (150/50Mbps)

- **Samsung Galaxy S4 GT-I9505**

□ Bảng tần hỗ trợ:

- LTE 800 (Band 20), 850 (B5), 900 (B8), 1800 (B3), 2100 (B1), 2600 (B7)
- WCDMA 850 (Band V), 900 (VIII), 1900 (II), 2100 (I)
- GSM 850, 900, 1800, 1900

□ Bảng thông hỗ trợ:

- LTE Category 3 (100/50 Mbit/s)
 - HSDPA Category 24 (42 Mbit/s), HSUPA Category 6 (5.8 Mbit/s)
 - GPRS/EDGE Class 12
- **Sony Xperia V LT25i**
- Bảng tần hỗ trợ:
 - LTE band 1(2100), 3(1800), 5(850), 7(2600), 20(800).
 - UMTS: HSPA+ 850 (Band V), 900 (Band VIII), 2100 (Band I) MHz
 - GSM: GPRS/EDGE 850, 900, 1800, 1900 MHz
 - Bảng thông hỗ trợ: LTE Cat 3 (100/50Mbps)
- **Samsung Galaxy S4 GT-I9506**
- Bảng tần hỗ trợ:
 - LTE 800/850/900/1800/2100/2600 (Band 20,5,3, 8,1,7)
 - WCDMA 850 (Band V), 900 (VIII), 1900 (II), 2100 (I)
 - GSM 850, 900, 1800, 1900
 - Bảng thông hỗ trợ:
 - LTE Cat. 4 (150/37.5 Mbps)
 - HSDPA Cat. 24 (42 Mbps), HSUPA Cat. 6 (5.8 Mbps)
 - GPRS/EDGE Class 12
- **Samsung Galaxy Note 3 N9005**
- Bảng tần hỗ trợ:
 - LTE band 1(2100), 3(1800), 5(850), 7(2600), 8(900), 20(800)
 - WCDMA 850 (Band V), 900 (VIII), 1900 (II), 2100 (I)
 - GSM 850, 900, 1800, 1900
 - Bảng thông hỗ trợ:
 - LTE Cat 4 (150/50Mbps)
 - HSPA 42.2/5.76 Mbps

- **TEMS Investigation:** TEMS Investigation là một công cụ kiểm tra, phát hiện các bản tin trên giao diện vô tuyến theo thời gian thực. Công cụ này được sử dụng như một giải pháp đo kiểm từ đầu cuối tới đầu cuối để nhằm phục vụ cho việc tối ưu, và xử lý lỗi của chất lượng dịch vụ trong giao diện vô tuyến về phía thuê bao trong các kịch bản thử nghiệm khác nhau như: khi di chuyển, khi trong các tòa nhà... Công cụ này cung cấp các tính năng mở cho các công nghệ, chức năng và các thiết bị mới và luôn được cập nhật phát triển để đáp ứng nhu cầu phát triển. TEMS Investigation hỗ trợ hầu hết các công nghệ như LTE – A, LTE, GSM, WCDMA, HSPA, HSPA+, CDMA, Wimax...

- **Nemo Analyze:** Nemo Analyze là một công cụ phân tích có hiệu quả cao và có khả năng mở rộng cho việc đo đánh giá chất lượng mạng, tự động xử lý lỗi, thiết lập các báo cáo thống kê dựa trên các dữ liệu đo kiểm. Đối với việc đo đánh giá mạng, công cụ này định nghĩa trước các mẫu báo cáo giúp cho việc so sánh các tham số KPI (Key Performance Indicator) theo tiêu chuẩn của các nhà cung cấp dịch vụ, của các công nghệ khác nhau và hiển thị các kết quả trong một báo cáo. Nemo Analyze hỗ trợ tất cả các công nghệ mạng lớn bao gồm CDMA2000, HSPA+, LTE, LTE – A....



Hình 2 - 3: Bộ công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng dịch vụ 4G LTE

Như trên hình 2 – 3 chúng ta có thể thấy được một bộ công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng dịch vụ 4G LTE về phần cứng cơ bản gồm các thiết bị:

- Máy điện thoại và USB 4G: thực hiện mô phỏng các cuộc gọi thoại, video, và các dịch vụ dữ liệu khác ...

- GPS: thực hiện cập nhật tọa độ, vị trí của các điểm đo giúp cho việc tạo bản đồ vùng phủ trong các báo cáo.

- Máy tính: Cài đặt phần mềm lưu trữ dữ liệu, tính toán kết quả, tạo báo cáo, phân tích và đánh giá chất lượng dịch vụ.

- Máy quét tần số (Scanner): thực hiện việc quét các tần số một cách nhanh, chính xác trong các mạng vô tuyến trên nhiều băng tần cũng như các công nghệ khác nhau.

2.2 Lựa chọn các tham số cho việc đo kiểm và đánh giá chất mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced)

Xuất phát từ nhu cầu thực tế, kết hợp việc tìm hiểu các công cụ đo kiểm hiện nay đang được sử dụng với việc nghiên cứu các tiêu chuẩn có liên quan tới việc đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G tại Việt Nam cũng như trên thế giới như:

- QCVN 36:2015/BTTTT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng dịch vụ điện thoại trên mạng viễn thông di động mặt đất.

- QCVN 81:2014/BTTTT Quy chuẩn kỹ thuật quốc gia về chất lượng dịch vụ truy nhập Internet trên mạng viễn thông di động mặt đất.

- ETSI TS 136.214 version 13.2.0 Release 13 (2016 - 08) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer – Measurements.

- ETSI TS 136.314 version 13.1.0 Release 13 (2016 - 04) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Layer 2 – Measurements.

- ETSI TS 136.133 version 13.3.0 Release 13 (2016 - 05) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Requirements for support of radio resource management.

- ETSI TS 136.213 version 13.0.0 Release 13 (2016 - 05) LTE; Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures.

Nhóm chủ trì đề tài đã lựa chọn ra một bộ tham số cơ bản cho việc đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE về phía người sử dụng bao gồm:

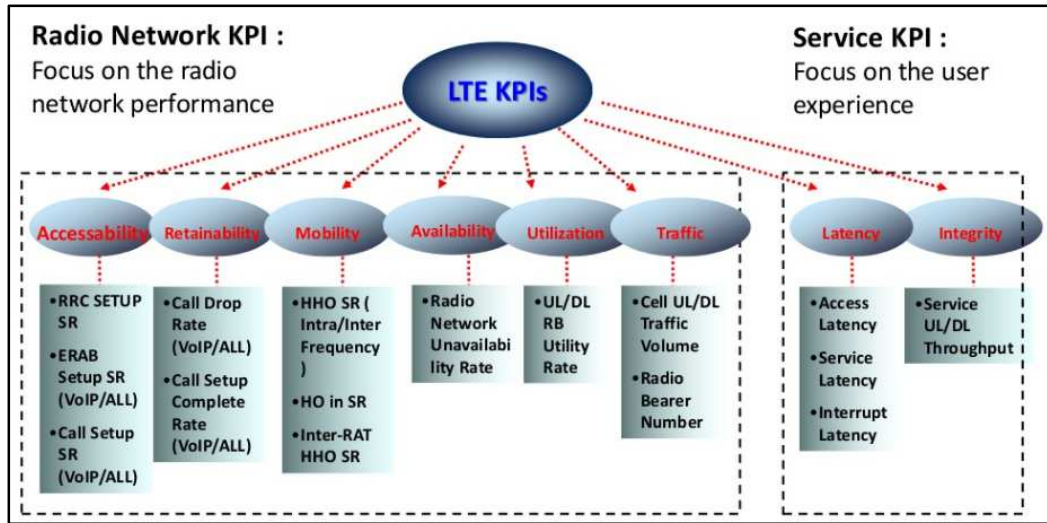
- Các tham số KPI về chất lượng của mạng vô tuyến 4G.
- Các tham số KPI về chất lượng dịch vụ thoại trên mạng 4G.
- Các tham số KPI về chất lượng dịch vụ dữ liệu trên mạng 4G.

Khái niệm Key Performance Indicator (KPI): KPIs là thuật ngữ chung được sử dụng bởi các tổ chức để đánh giá mức độ thành công của tổ chức hoặc của một khía cạnh hoạt động cụ thể mà tổ chức cam kết. Đối với các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông, các chỉ tiêu KPI là các chỉ tiêu chất lượng dịch vụ (QoS) và các chỉ tiêu chất lượng mạng (NP).

KPI trong mạng LTE bao gồm: Chất lượng vùng phủ, khả năng truy nhập, khả năng duy trì, khả năng di động, KPI dịch vụ, Khả năng sử dụng, khả năng sẵn sàng và lưu lượng (Coverage, Accessibility, Retainability, Mobility, Service Integrity, Utilization, Availability và Traffic).

KPI vùng phủ bao gồm các tham số để đánh giá chất lượng vùng phủ, ví dụ như: RSRP, RSRQ, SINR ...

2.2.1 Phân loại các tham số KPI



Hình 2 - 4 : Phân loại KPI trong mạng LTE

Tổng quan có hai phương thức được sử dụng để thu thập các tham số KPI:

- Thống kê: Hầu hết các KPI được xác định tương đối bằng phương thức này, ví dụ như RRC Success Rate, HO Success Rate, ...
- Drivetest/ Stationary test: Một số các KPI được xác định bằng phương thức này như Attach Latency, Handover Latency, ...

2.2.2 Công suất tín hiệu thu RSRP – Reference Signal Received Power

RSRP là một trong các tham số cơ bản trong việc đo kiểm trên lớp vật lý của UE. RSRP sẽ cung cấp cho các UE các thông tin cần thiết về cường độ tín hiệu của các cell từ đó việc mất đường truyền có thể được tính toán và sử dụng trong các thuật toán để điều chỉnh và thiết lập công suất tối ưu cho việc hoạt động trong mạng. RSRP có thể được sử dụng trong cả trạng thái IDLE và CONNECTED của UE.

RSRP được tính toán theo công thức:

$$RSRP \text{ (dBm)} = RSSI \text{ (dBm)} - 10 \cdot \log(12 \cdot N)$$

Với:

- RSRP là công suất nhận được của 1 Resource Element - RE (theo định nghĩa của 3GPP): được tính bằng trung bình của các mức công suất thu được trên tất cả các tín hiệu chuẩn trong toàn bộ băng tần đo kiểm.
- RSSI (Received Signal Strength Indicator – Mức tín hiệu thu) là tham số cung cấp thông tin về tổng công suất thu được (trên toàn bộ các tín hiệu) bao gồm cả nhiễu. RSSI được đo kiểm trên toàn bộ băng thông.
- N: số RB (Resource Block) khi RSSI được đo kiểm, và tham số này phụ thuộc vào băng thông.

Trong đó:

$$\text{RSSI} = \text{wideband power} = \text{noise} + \text{serving cell power} + \text{interference power}$$

RSRP trong 4G LTE là một tham số được sử dụng cho việc đo kiểm vùng phủ trong mạng 4G LTE. Theo ETSI TS 136.133 khoảng giá trị của RSRP được định nghĩa trong khoảng từ -140 dBm cho tới -44 dBm.

Reported value	Measured quantity value	Unit
RSRP_00	$\text{RSRP} < -140$	dBm
RSRP_01	$-140 \leq \text{RSRP} < -139$	dBm
RSRP_02	$-139 \leq \text{RSRP} < -138$	dBm
...
RSRP_95	$-46 \leq \text{RSRP} < -45$	dBm
RSRP_96	$-45 \leq \text{RSRP} < -44$	dBm
RSRP_97	$-44 \leq \text{RSRP}$	dBm

Bảng 1: Khoảng giá trị của RSRP trong 4G LTE

2.2.3 Chất lượng tín hiệu thu RSRQ – Reference Signal Received Quality

RSRQ cung cấp cho UE các thông tin cần thiết về chất lượng tín hiệu của các cell, việc đo kiểm tham số RSRQ trở nên đặc biệt quan trọng ở phía biên của các cell, khi cần

quyết định có thực hiện việc chuyển giao tới một cell khác. RSRQ chỉ được sử dụng trong trạng thái CONNECTED của UE.

RSRQ được tính toán theo công thức:

$$RSRQ = N_{prb} \frac{RSRP}{RSSI}$$

Với:

- N: là số Physical Resource Blocks (PRB) khi RSSI được đo kiểm, thông thường nó bằng với băng thông hệ thống.

- RSRP, RSSI là tương tự như trong phần 2.2.1.

RSRQ trong 4G LTE là một tham số được sử dụng cho việc đo kiểm chất lượng mạng trong mạng 4G LTE. Theo ETSI TS 136.133 khoảng giá trị của RSRQ được định nghĩa trong khoảng từ -34 dB cho tới 2.5 dB.

Reported value	Measured quantity value	Unit
RSRQ_-30	RSRQ < -34	dB
RSRQ_-29	-34 ≤ RSRQ < -33.5	dB
...
RSRQ_-02	-20.5 ≤ RSRQ < -20	dB
RSRQ_-01	-20 ≤ RSRQ < -19.5	dB
RSRQ_00	RSRQ < -19.5	dB
RSRQ_01	-19.5 ≤ RSRQ < -19	dB
RSRQ_02	-19 ≤ RSRQ < -18.5	dB
...
RSRQ_32	-4 ≤ RSRQ < -3.5	dB
RSRQ_33	-3.5 ≤ RSRQ < -3	dB

RSRQ_34	$-3 \leq \text{RSRQ}$	dB
RSRQ_35	$-3 \leq \text{RSRQ} < -2.5$	dB
RSRQ_36	$-2.5 \leq \text{RSRQ} < -2$	dB
...
RSRQ_45	$2 \leq \text{RSRQ} < 2.5$	dB
RSRQ_46	$2.5 \leq \text{RSRQ}$	dB

Bảng 2: Khoảng giá trị của RSRQ trong 4G LTE

2.2.4 Tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu SNR – Signal to Noise Ratio

Về mặt lý thuyết riêng tham số công suất tín hiệu không thể đại diện cho chất lượng tín hiệu nó không thể giúp dự đoán có bao nhiêu lỗi có thể xảy ra trên đường truyền. Mặc dù công suất tín hiệu có thể rất lớn nhưng đi cùng với công suất nhiễu cũng lớn tương đương thì chưa chắc chất lượng tín hiệu được truyền đi là tốt, ngược lại công suất tín hiệu thấp nhưng công suất nhiễu lại thấp hơn rất nhiều thì kết quả là chất lượng tín hiệu có thể rất tốt. Do đó SNR được sử dụng như một tham số đo kiểm đánh giá chất lượng tín hiệu.

SNR được tính toán theo công thức:

$$\text{SNR} = S/N$$

Với:

- S: là công suất của các tín hiệu được sử dụng đo kiểm (các thông tin có ý nghĩa, các tín hiệu mong muốn). Các tín hiệu chuẩn và các kênh vật lý chia sẻ đường xuống là liên quan chủ yếu.
- N: là tổng công suất nhiễu nền (các tín hiệu không mong muốn), nó liên quan tới việc đo kiểm băng thông và các hệ số nhiễu thu được.

Về mặt giá trị SNR có thể có cả giá trị âm và dương khi tính theo dB. Giá trị SNR âm có nghĩa là công suất tín hiệu là thấp hơn so với công suất nhiễu.

2.2.5 Chỉ số chất lượng kênh CQI – Channel Quality Indicator

CQI là một tham số đo kiểm quan trọng của LTE, nó là tham số đại diện cho chất lượng kết nối của các kênh vô tuyến, có tác động đáng kể đến hiệu suất của hệ thống. Thông thường, một giá trị CQI cao chỉ ra một kênh có chất lượng cao và ngược lại, các giá trị CQI này được sử dụng bởi các eNode-B cho việc lập lịch đường xuống và đáp ứng liên kết, đây là một tính năng quan trọng của LTE. UE có thể sử dụng một trong hai phương pháp để gửi giá trị CQI tới eNode-B theo đường lên:

- Định kỳ thông qua các kênh PUCCH hoặc PUSCH.
- Không định kỳ thông qua kênh PUSCH trong trường hợp, eNode-B trực tiếp yêu cầu UE gửi một báo cáo về tham số CQI.

Trong LTE, CQI là một giá trị nguyên 4 bit được tính toán dựa trên tham số SINR tại phía UE, có 15 giá trị CQI khác nhau từ 1 đến 15 và được ánh xạ giữa CQI và các phương thức điều chế, kích thước khối truyền tải như được trong ETSI TS 136.213. Giá trị 0 chỉ ra rằng UE không nhận được bất kỳ tín hiệu LTE nào có thể được sử dụng và kênh đang không hoạt động

CQI Index	Modulation	Code rate x 1024	Efficiency
0	Out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	120	0.2344
3	QPSK	193	0.3770
4	QPSK	308	0.6016
5	QPSK	449	0.8770
6	QPSK	602	1.1758
7	16QAM	378	1.4766
8	16QAM	490	1.9141
9	16QAM	616	2.4063
10	64QAM	466	2.7305
11	64QAM	567	3.3223

12	64QAM	666	3.9023
13	64QAM	772	4.5234
14	64QAM	873	5.1152
15	64QAM	948	5.5547

CQI Index	Modulation	Code rate x 1024	Efficiency
0	Out of range		
1	QPSK	78	0.1523
2	QPSK	193	0.3770
3	QPSK	449	0.8770
4	16QAM	378	1.4766
5	16QAM	490	1.9141
6	16QAM	616	2.4063
7	64QAM	466	2.7305
8	64QAM	567	3.3223
9	64QAM	666	3.9023
10	64QAM	772	4.5234
11	64QAM	873	5.1152
12	256QAM	711	5.5547
13	256QAM	797	6.2266
14	256QAM	885	6.9141
15	256QAM	948	7.4063

Bảng 3: Bảng giá trị của CQI

2.2.6 CELL ID và TAC

CELL ID là tham số định danh duy nhất cho mỗi cell trong mạng 4G LTE. Mục đích để có thể tìm và định vị một UE trong vùng phục vụ của eNodeB.

TAC (Tracking Area Code): Trong mạng di động 4G LTE thì TAC được gắn với một nhóm eNodeB nhất định. Mục đích để có thể dễ dàng tìm và định vị một UE. MME

sẽ xác định vị trí của toàn bộ các UE trong vùng phục vụ của nó. Khi các UE lần đầu tiên đăng ký vào một mạng thì MME sẽ tạo ra một thực thể để chứa các thông tin này trong HSS. MME sẽ biết toàn bộ các thông tin khi thay đổi eNodeB cũng như vị trí của các UE qua các bản tin định kỳ.

2.2.7 Tốc độ tải xuống trung bình Download DS – Download Speed

Tốc độ tải xuống trung bình là tỷ số giữa tổng dung lượng các tệp dữ liệu tải xuống trên tổng số thời gian tải xuống.

2.2.8 Tốc độ tải lên trung bình Upload US – Upload Speed

Tốc độ tải lên trung bình là tỷ số giữa tổng dung lượng các tệp dữ liệu tải lên trên tổng số thời gian tải lên.

2.2.9 Tỷ lệ truyền tải gói bị rơi – Packet loss

Tỷ lệ truyền tải gói bị rơi là tỷ lệ (%) giữa số lần truyền tải gói bị rơi trên tổng số lần truyền tải gói.

2.2.10 Thời gian trễ truy nhập dịch vụ trung bình – Latency

Thời gian trễ truy nhập dịch vụ trung bình là trung bình cộng của các khoảng thời gian trễ truy nhập dịch vụ.

2.2.11 Tỷ lệ truy nhập dịch vụ thành công – Service Access Success Rate

Tỷ lệ truy nhập dịch vụ thành công là tỷ lệ (%) giữa số lần truy nhập dịch vụ thành công trên tổng số lần truy nhập dịch vụ.

2.2.12 Tỷ lệ cuộc gọi được thiết lập thành công CSSR – Call Setup Success Rate

Tỷ lệ cuộc gọi được thiết lập thành công CSSR là tỷ lệ (%) giữa số cuộc gọi được thiết lập thành công trên tổng số cuộc gọi được thực hiện.

2.2.13 Tỷ lệ cuộc gọi bị rơi CDR – Call Drop Rate

Tỷ lệ cuộc gọi bị rơi là tỷ lệ (%) giữa số cuộc gọi bị rơi trên tổng số cuộc gọi được thiết lập thành công.

2.2.14 Chất lượng cuộc gọi MOS – Mean Opinion Score

Chất lượng cuộc gọi là chỉ số tích hợp của chất lượng truyền tiếng nói (với voice call), chất lượng truyền tiếng nói và hình ảnh (với video call) được xác định bằng cách tính điểm trung bình với thang điểm MOS từ 1-5.

2.3 Kết luận:

Chương II của đề tài đã trình bày và phân tích các phương pháp, công cụ đo kiểm, đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G; Phân tích các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng mạng và dịch vụ.

Ngoài ra, trong phần này cũng đã đề cập, phân tích và lựa chọn các tham số, tiêu chí, các bộ KPI phục vụ cho việc đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng, dịch vụ 4G như RSRP, RSRQ, SNR, CSSR, DCR, MOS

CHƯƠNG III - NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ VÀ XÂY DỰNG BỘ CÔNG CỤ ĐO KIỂM VÀ ĐÁNH GIÁ CHẤT LƯỢNG MẠNG & DỊCH VỤ 4G.

3.1 Mục tiêu xây dựng công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G

Trong những năm tới đây, ở Việt Nam mạng 4G LTE sẽ có những bước phát triển mạnh mẽ, nhiều doanh nghiệp viễn thông trong nước đã sẵn sàng triển khai và đưa mạng 4G LTE vào thực tế cùng với nhiều loại hình dịch vụ vô cùng đa dạng và đòi hỏi chất lượng dịch vụ rất cao. Để đảm bảo chất lượng dịch vụ, chiếm lĩnh thị phần, cạnh tranh bền vững, các doanh nghiệp sẽ không ngừng mở rộng hạ tầng và phát triển mạng lưới. Một vấn đề vô cùng đáng quan tâm trong quá trình mở rộng là làm sao đảm bảo được chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE. Nhằm đáp ứng nhu cầu thực tế về việc đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE trong tương lai gần, đề tài đã nghiên cứu và xây dựng “Bộ công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE” dựa theo các tham số đã được lựa chọn từ các tiêu chuẩn trên thế giới và Việt Nam:

- Các tham số đo kiểm chất lượng mạng 4G: RSRP, RSRQ, CQI, CELL ID, TAC.
- Các tham số đo kiểm chất lượng dịch vụ thoại trên mạng 4G: CSSR, CDR, MOS, CELL ID, TAC.
- Các tham số đo kiểm chất lượng dịch vụ dữ liệu trên mạng 4G: download speed, upload speed, packet loss, delay, service access success rate.

Ngoài việc đáp ứng các tính năng đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G nói chung, bộ công cụ còn có các tính năng khác như:

- Bộ công cụ hỗ trợ thống kê và phân tích dữ liệu đo kiểm đa dạng: dưới dạng text, đồ thị, bản đồ... tạo các báo cáo theo mẫu định sẵn hoặc có thể tùy biến theo yêu cầu của người sử dụng dưới dạng xml, csv, pdf.
- Bộ công cụ sử dụng nhiều kỹ thuật và các thuật toán đo kiểm tiên tiến nhất hiện nay trên thế giới cho kết quả đo kiểm với độ chính xác cao.

- Bộ công cụ được phát triển và xây dựng bởi đội ngũ chuyên gia, kỹ sư người Việt nên rất thân thiện, dễ dàng triển khai, mở rộng và hoạt động vô cùng ổn định tuy nhiên giá thành của sản phẩm lại thấp hơn rất nhiều so với các công cụ đo khác đang được sử dụng hiện nay như TEMS, NEMO. Qua đó sẽ tiết kiệm được nhân lực và chi phí cho việc đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE.

3.2 Lựa chọn yêu cầu kỹ thuật cho việc xây dựng bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE

3.2.1 Yêu cầu phần cứng

Thông qua việc tìm hiểu các chủng loại thiết bị khác nhau hiện nay đang có mặt trên thị trường, nhóm nghiên cứu đã lựa chọn ra một số thiết bị được cho là phù hợp với việc đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ mạng 4G LTE.

Thiết bị	Cấu hình
Laptop	Intel Core i5, RAM 4GB, HDD 500GB
Điện thoại Samsung J5	Chip Qualcomm Snapdragon 410 – 4 nhân 64 bit, 1.2 GHz RAM 2GB Bộ nhớ trong 16GB Hệ điều hành Android 6.0 Hỗ trợ kết nối 4G LTE Cat4
USB 4G	USB 4G Huawei, Sierra Wireless
GPS	

Bảng 4 : Yêu cầu phần cứng cho bộ công cụ đo 4G LTE

3.2.2 Yêu cầu phần mềm

3.2.2.1 Hệ điều hành Android

Bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE được phát triển trên nền tảng phần cứng là Samsung J5 với hệ điều hành Android 6.0 tương thích với nhiều công nghệ vô tuyến như: GPRS, UMTS, HSxPA, LTE... Hệ điều hành Android cung cấp cho chúng ta khả năng phát triển các ứng dụng bằng cách sử dụng các Telephony API, các giao diện gỡ lỗi, và các môi trường thuận lợi cho việc kiểm tra khả năng tương thích với các loại thiết bị Android khác nhau. Tất cả các phần mềm được sử dụng là mã nguồn mở và đều được cấp phép, do đó chúng ta không phải chịu thêm bất cứ chi phí nào cho việc phát triển sản phẩm.

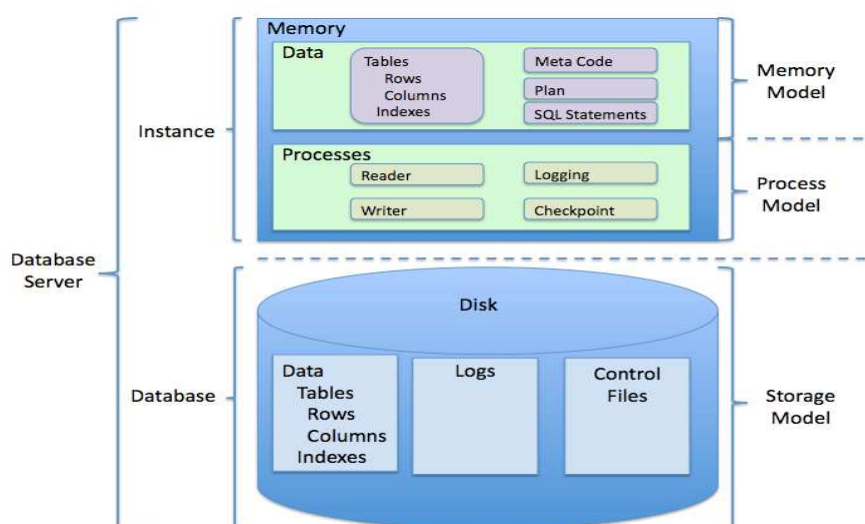
Các ứng dụng cho Android được phát triển bằng ngôn ngữ Java sử dụng bộ phát triển phần mềm Android (SDK). SDK bao gồm một bộ đầy đủ các công cụ dùng để phát triển, gồm có công cụ gỡ lỗi, thư viện phần mềm, bộ giả lập điện thoại dựa trên QEMU, tài liệu hướng dẫn, mã nguồn mẫu, và hướng dẫn từng bước. Môi trường phát triển tích hợp (IDE) được hỗ trợ chính thức là Eclipse sử dụng phần bổ sung Android Development Tools (ADT). Các công cụ phát triển khác cũng có sẵn, gồm có Bộ phát triển gốc dành cho các ứng dụng hoặc phần mở rộng viết bằng C hoặc C++, Google App Inventor, một môi trường đồ họa cho những nhà lập trình mới bắt đầu, và nhiều nền tảng ứng dụng web di động đa nền tảng phong phú.

Android có một hạt nhân dựa trên nhân Linux phiên bản 2.6, kể từ Android 4.0 *Ice Cream Sandwich* trở về sau, là phiên bản 3.x, với middleware, thư viện và API viết bằng C, còn phần mềm ứng dụng chạy trên một nền tảng ứng dụng gồm các thư viện tương thích với Java dựa trên Apache Harmony. Android sử dụng máy ảo Dalvik với một trình biên dịch động để chạy 'mã dex' (Dalvik Executable) của Dalvik, thường được biên dịch sang Java bytecode. Nền tảng phần cứng chính của Android là kiến trúc ARM. Người ta cũng hỗ trợ x86 thông qua dự án Android x86, và Google TV cũng sử dụng một phiên bản x86 đặc biệt của Android. Nhân Linux dùng cho Android đã được Google thực hiện

nhiều thay đổi về kiến trúc so với nhân Linux gốc. Các ứng dụng Android chạy trong một khu vực riêng rẽ với hệ thống và không được tiếp cận đến phần còn lại của tài nguyên hệ thống, trừ khi nó được người dùng trao quyền truy cập một cách công khai khi cài đặt. Sau khi xem xét các quyền này, người dùng có thể chọn đồng ý hoặc từ chối chúng, ứng dụng chỉ được cài đặt khi người dùng đồng ý.

2.2.2.2 Cơ sở dữ liệu

Cơ sở dữ liệu – database là một ứng dụng dùng để lưu trữ tập hợp các dữ liệu, tạo, truy cập, quản lý, tìm kiếm và sao lưu các dữ liệu mà nó lưu trữ. Trong thực tế có thể có nhiều cách khác được sử dụng để lưu trữ dữ liệu, tuy nhiên việc đọc và ghi dữ liệu bằng các cách này không thể dễ dàng và nhanh chóng như việc lưu trữ dữ liệu trong cơ sở dữ liệu. Hiện nay các hệ thống nói chung có một lượng cơ sở dữ liệu vô cùng lớn, với số lượng bản ghi được yêu cầu đọc ghi liên tục đòi hỏi sự chính xác tuyệt đối nhưng cũng phải đáp ứng yêu cầu về mặt thời gian. Chính vì lý do đó, các hệ thống quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ (RDBMS – Relational Database Management System) đã ra đời, RDBMS là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu dựa trên mô hình quan hệ được phát minh bởi E. F. Codd. Tất cả các hệ quản trị cơ sở dữ liệu được sử dụng rộng rãi hiện nay như Microsoft SQL Server, MySQL, SQLite, Oracle ... đều được phát triển dựa trên mô hình RDBMS.



Hình 3 - 1: Kiến trúc chung của hệ quản trị cơ sở dữ liệu quan hệ RDBMS

Như ta đã thấy có rất nhiều hệ quản trị cơ sở dữ liệu hiện nay đang được các nhà phát triển phần mềm sử dụng như Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL..., tuy nhiên để tương thích với nền tảng phần cứng và hệ điều hành Android trong bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE nhóm nghiên cứu lựa chọn MySQL là hệ quản trị cơ sở dữ liệu bởi vì:

- MySQL có thể tương thích với nhiều loại ngôn ngữ lập trình khác nhau như Java, ASP, .NET, PHP, Python ...trong khi chạy MySQL lại không đòi hỏi quá nhiều tài nguyên như CPU, RAM của máy tính. Ngoài ra MySQL còn hỗ trợ chạy tốt trên nhiều hệ điều hành khác nhau như: Linux, Windows, Mac OS...

- MySQL là một hệ quản trị cơ sở dữ liệu mã nguồn mở phổ biến nhất trên thế giới với cơ chế xử lý nhanh và ổn định của nó, sự đáng tin cậy cao và dễ sử dụng. Cộng đồng hỗ trợ cho việc sử dụng MySQL là rất lớn, chúng ta rất dễ tìm kiếm các câu trả lời cho các vướng mắc gặp phải trong quá trình sử dụng MySQL.

- MySQL đưa ra tính năng bảo mật đặc biệt chắc chắn dữ liệu sẽ được bảo mật tuyệt đối. Trong việc xác nhận truy cập cơ sở dữ liệu, MySQL cung cấp các kỹ thuật mạnh mẽ mà chắc chắn chỉ có người sử dụng đã được xác nhận mới có thể truy cập được vào server cơ sở dữ liệu, với khả năng này để chặn người dùng ngay từ mức máy khách là điều có thể làm được. SSH và SSL cũng được hỗ trợ để chắc chắn các kết nối được an toàn và bảo mật. Một đối tượng framework đặc quyền được đưa ra mà người sử dụng chỉ có thể nhìn thấy dữ liệu, các hàm mã hóa và giải mã dữ liệu mạnh mẽ chắc chắn rằng dữ liệu sẽ được bảo mật.

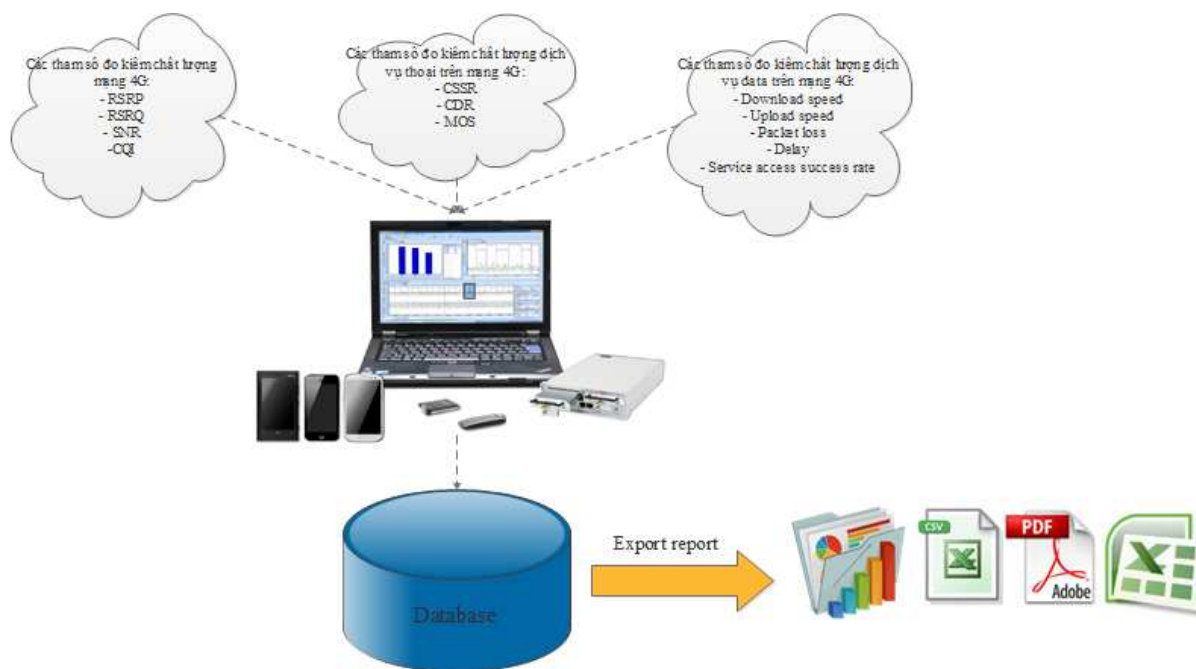
- Các công cụ backup và recovery cơ sở dữ liệu được cung cấp bởi MySQL và các hãng phần mềm thứ 3 cho phép backup logic và vật lý hoàn thiện cũng như recovery toàn bộ hoặc tại một thời điểm nào đó.

- MySQL hoạt động theo mô hình client/server, các client có thể kết nối tới server để thực hiện truy vấn, cập nhật dữ liệu bằng các công cụ có sẵn trong MySQL hoặc bằng một phần mềm của một bên thứ 3. Nhiều công cụ của các hãng phần mềm thứ 3 cũng có sẵn

trong MySQL để điều khiển các tác vụ từ thiết kế dữ liệu và, đến việc quản trị cơ sở dữ liệu hoàn thiện, thực hiện kiểm tra, backup và recovery cơ sở dữ liệu khi cần thiết.

3.3 Kiến trúc bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE

3.3.1 Kiến trúc bộ công cụ



Hình 3 - 2: Mô hình kiến trúc bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE

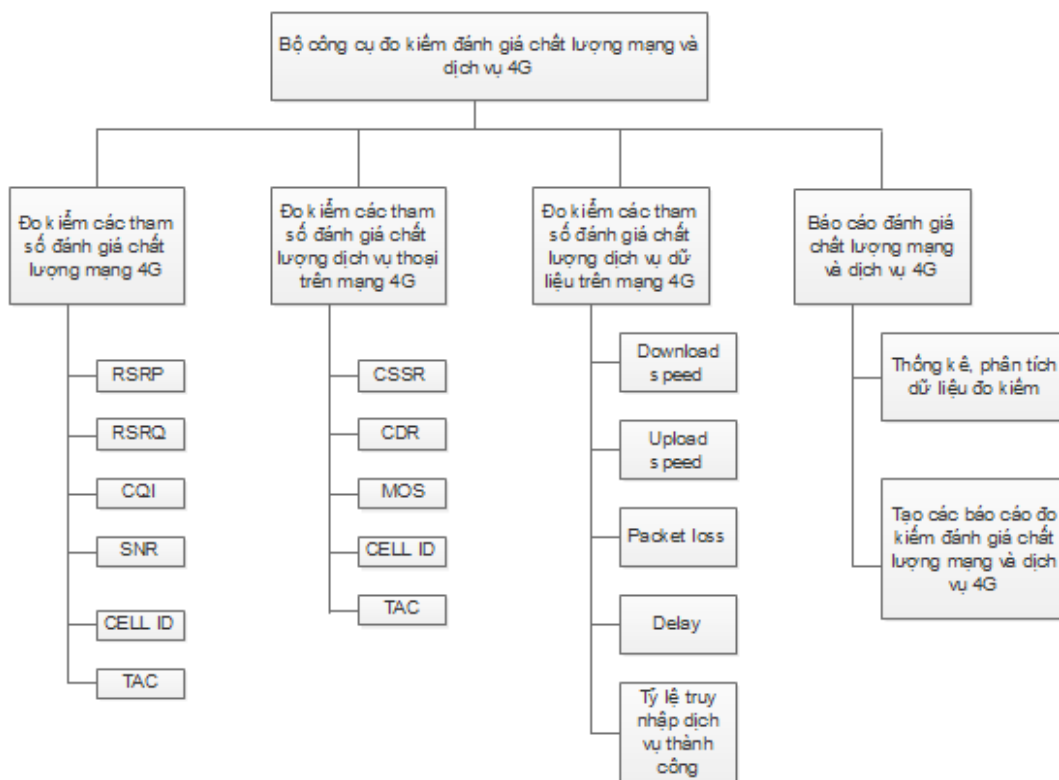
Về cơ bản bộ công cụ được thiết kế một cách đơn giản nhất, rất tiện lợi cho người sử dụng bao gồm các module chức năng được mô tả như trong hình 4.1 bao gồm:

- Module giao diện người sử dụng: cho phép người sử dụng thiết lập các bài đo, mẫu đo cho các tham số đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE.
- Module đo kiểm các tham số chất lượng mạng 4G: cho phép thực hiện đo kiểm và thu thập các số liệu có liên quan tới chất lượng mạng 4G.
- Module đo kiểm các tham số chất lượng dịch vụ thoại trên mạng 4G: cho phép thực hiện đo kiểm và thu thập các số liệu có liên quan tới chất lượng dịch vụ thoại trên mạng 4G.
- Module đo kiểm các tham số chất lượng dịch vụ dữ liệu trên mạng 4G: cho phép thực hiện đo kiểm và thu thập các số liệu có liên quan tới chất lượng dịch vụ dữ liệu trên mạng 4G.

- Module cơ sở dữ liệu: cho phép lưu trữ các dữ liệu của toàn bộ các tham số đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G.
- Module thống kê và phân tích: làm nhiệm vụ thống kê và phân tích các dữ liệu đo kiểm đã thu thập được trong cơ sở dữ liệu.
- Module tạo báo cáo: thông qua các số liệu đã phân tích và thống kê ở trên cho phép người sử dụng tạo các báo cáo đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G theo các mẫu có sẵn hoặc các mẫu báo cáo tùy biến.

3.3.2 Thiết kế chức năng

3.3.2.1 Yêu cầu chức năng



Hình 3 - 3: Mô hình phân rã chức năng

3.3.2.2 Biểu đồ use case

Bộ công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G LTE bao gồm các use case chính sau:

- Use case thiết lập bài đo cho các tham số đo kiểm:

+ Đo kiểm tham số chất lượng mạng 4G.

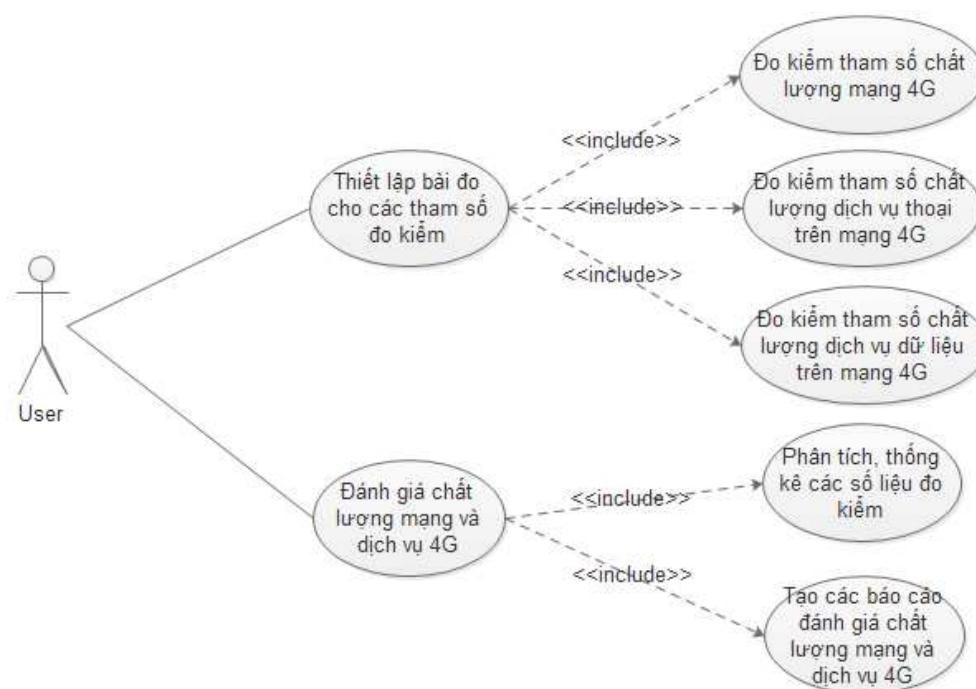
+ Đo kiểm tham số chất lượng dịch vụ thoại trên mạng 4G.

+ Đo kiểm tham số chất lượng dịch vụ dữ liệu trên mạng 4G.

- Use case phân tích đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G:

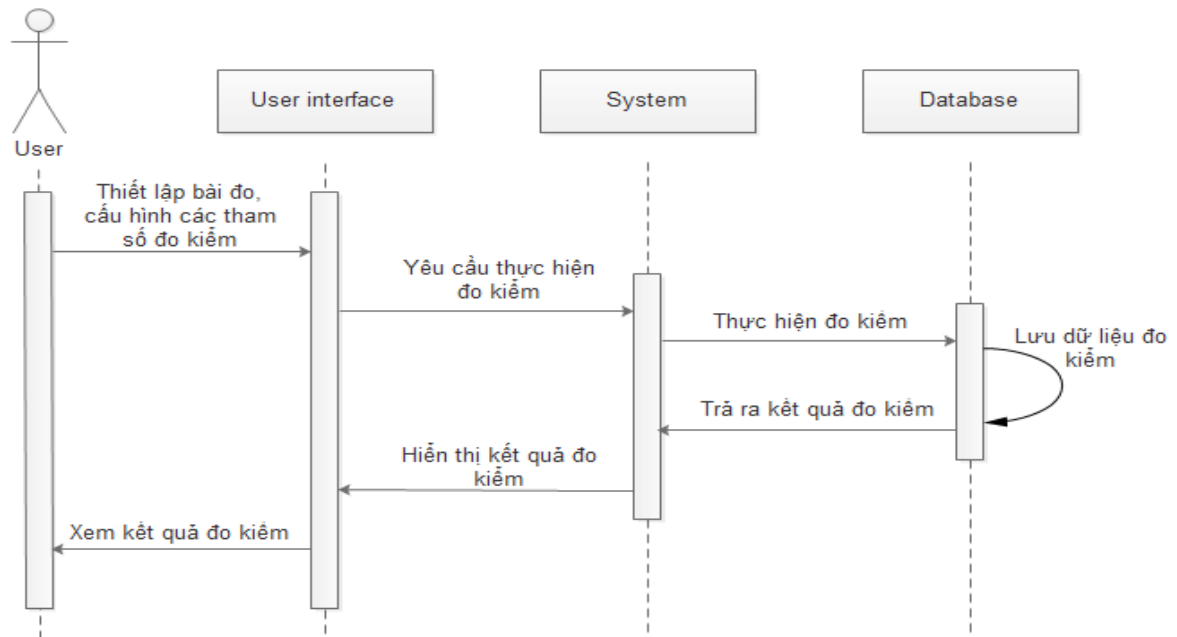
+ Phân tích, thống kê các số liệu đo kiểm.

+ Tạo các báo cáo, đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G.

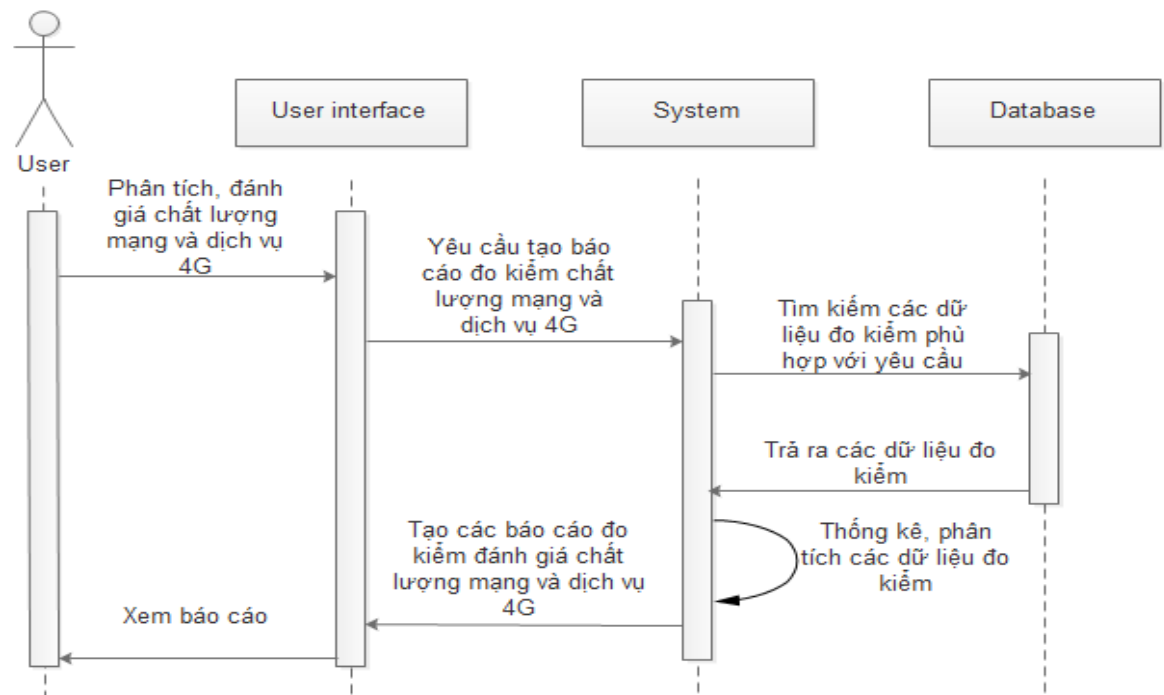


Hình 3 - 4: Biểu đồ use case

3.3.2.3 Biểu đồ logic



Hình 3 - 5: Biểu đồ logic cho use case thiết lập bài đo cho các tham số đo kiểm



Hình 3 - 6: Biểu đồ logic cho use case phân tích, đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G

3.3.3 Thiết kế cơ sở dữ liệu

3.3.3.1 Tổng quan về thiết kế cơ sở dữ liệu

Thiết kế là một bước khá quan trọng trong quá trình xây dựng một cơ sở dữ liệu. Trong hệ thống quản lý dữ liệu, các công việc chủ yếu được thực hiện không chỉ là thu thập dữ liệu, lưu trữ dữ liệu, và khôi phục các dữ liệu mà quan trọng hơn cả là chuyển đổi các dữ liệu đó thành thông tin. Có người cho rằng phân tích và thiết kế cơ sở dữ liệu là một lĩnh vực phức tạp và rất khó hoàn thiện, bởi bên cạnh sự am hiểu về cấu trúc, hệ thống thông tin, để hoàn thành được một cơ sở dữ liệu những nhà thiết kế cơ sở dữ liệu còn phải có tư duy, khả năng phân tích và nhìn nhận vấn đề tốt, thêm vào đó kinh nghiệm làm việc thực tiễn là một vấn đề không kém phần quan trọng... Tuy nhiên, có nhiều người lại cho rằng việc phân tích và thiết kế cơ sở dữ liệu cũng không có gì khó khăn, có thể dùng những phần mềm hỗ trợ thiết kế cơ sở dữ liệu để trợ giúp cho việc tạo lập các bảng, các trường, các chỉ mục, các mối quan hệ... và chỉ trong một khoảng thời gian rất ngắn, một cơ sở dữ liệu đã được hoàn thành. Tuy nhiên điểm then chốt của việc thiết kế cơ sở dữ liệu không phải nằm ở đó. Người thiết kế cơ sở dữ liệu sẽ thấy thời gian mình tạo lập các bảng, các mối quan hệ... là quá ngắn so với quá trình tìm cách phát triển và duy trì cơ sở dữ liệu vừa được thiết kế lên một mức cao hơn, đầy đủ hơn; xuất phát từ những yêu cầu của việc phân tích chức năng, hay từ các yêu cầu về cấu hình của hệ thống. Để thiết kế một cơ sở dữ liệu về cơ bản bao gồm các bước:

- Xác định vấn đề cần giải quyết (hoặc định nghĩa các đối tượng).
- Nghiên cứu các hệ thống cơ sở dữ liệu sẵn có.
- Thiết kế các cấu trúc dữ liệu.
- Xây dựng các quan hệ.
- Mô tả các luật và ràng buộc.
- Tạo lập các bản đặc tả dữ liệu.
- Thực hiện thiết kế cơ sở dữ liệu.

a. *Xác định vấn đề cần giải quyết (hoặc định nghĩa các đối tượng)*

Đây là bước đầu tiên và cũng là bước quan trọng nhất để bắt đầu với một quá trình làm việc mang tính trừu tượng cao. Xác định vấn đề một cách đầy đủ, cụ thể sẽ giúp cho các đối tượng mà nhà thiết kế quan tâm trong cơ sở dữ liệu của mình trở nên rõ ràng hơn. Tầm quan trọng của việc xác định vấn đề cần giải quyết được thể hiện trên hai yêu cầu:

- Cơ sở dữ liệu sẽ được sử dụng như thế nào?
- Những thông tin gì cần được lưu trữ trong cơ sở dữ liệu?

Bước này là bước thực hiện quan trọng đầu tiên. Bởi nguồn dữ liệu trong tương lai sẽ được truyền tải vào cơ sở dữ liệu mà nhà thiết kế đang tiến hành phân tích luôn mang những đặc tính tự nhiên vốn có của nó. Điều này cũng đồng nghĩa với suy nghĩ: thông tin không phải là nguồn gốc của dữ liệu. Thông tin chỉ là cái mô tả hình thức cũng như bản chất của đối tượng hay những vấn đề cần giải quyết. Ở đây, có thể xuất hiện một số khó khăn đối với nhiều người thiết kế cơ sở dữ liệu. Đó là những khó khăn xuất phát từ yêu cầu mô tả thông tin của các đối tượng sẽ có mặt trong cơ sở dữ liệu. Đối tượng trong thực tế thường mang những nét đặc thù, có thể thay đổi theo thời gian, theo từng địa điểm, và suy nghĩ chủ quan của người sử dụng. Vấn đề sẽ được đơn giản hơn khi chúng ta phân biệt hai hướng thiết kế cơ sở dữ liệu: *Hướng thứ nhất*: cơ sở dữ liệu sẽ được thiết kế một cách đơn lẻ phục vụ cho một đối tượng ít thay đổi. *Hướng thứ hai*: cơ sở dữ liệu được thiết kế theo hướng tổng quát hóa, xuất phát từ các yêu cầu của nhiều đối tượng khác nhau.

Một số mâu thuẫn trong ý tưởng thiết kế sẽ nảy sinh và đối chọi với nhau từ hai vấn đề này. Theo hướng thứ nhất, mức độ đầy đủ, chính xác khi mô tả các đối tượng sẽ dễ dàng hơn nhưng yêu cầu cho việc phát triển ý tưởng thiết kế sẽ bị bó buộc. Hướng thứ hai sẽ có lợi cho quá trình phát triển hệ thống, nhưng sẽ khó khăn hơn cho các nhà thiết kế, cũng như yêu cầu về tính chính xác, đầy đủ của dữ liệu. Lựa chọn hướng thiết kế nào là điều rất quan trọng, bởi khi đã lựa chọn được hướng thiết kế, thì người thiết kế cơ sở dữ liệu sẽ xác định được phạm vi cũng như nội dung của các đối tượng và những vấn đề cần giải quyết. Trong trường hợp, bạn đang thực hiện một giải pháp tin học mang tính

tổng quát cao hay đang sản xuất một phần mềm đóng gói có thể áp dụng được nhiều nơi, dĩ nhiên, hướng thiết kế thứ hai là lựa chọn tốt nhất của bạn. Trường hợp, bạn chỉ thực hiện một giải pháp tin học trong khuôn khổ một công ty, hay doanh nghiệp nào đó, sẽ tùy vào từng điều kiện cụ thể khác, ví dụ: yêu cầu phát triển hệ thống, tính ổn định trong các hoạt động của doanh nghiệp, vấn đề tư vấn, triển khai, giá trị hợp đồng... để bạn có thể lựa chọn một hướng thiết kế cơ sở dữ liệu thích hợp nhất cho mình.

b. Nghiên cứu các hệ thống cơ sở dữ liệu sẵn có

Trong hầu hết các trường hợp thiết kế, chúng ta thường bắt gặp những thông tin, chi tiết đã được thể hiện một cách tương đối chính xác trong một số hệ thống dữ liệu đã có từ trước. Những hệ thống dữ liệu này sẽ cung cấp cho các nhà thiết kế rất nhiều thông tin cần thiết, dưới bất kỳ hình thức mô tả nào. Đây chính là một trong những điểm khởi đầu thích hợp nhất của quá trình thiết kế một cơ sở dữ liệu. Người thiết kế sẽ dễ dàng hơn trong việc mô tả những đặc tính cần thiết của rất nhiều đối tượng cần được xây dựng trong cơ sở dữ liệu. Tính thực tế của các hệ thống dữ liệu có sẵn này không những sẽ giúp cho người thiết kế nắm bắt được thông tin của đối tượng mà còn giúp cho họ thấy được những mối quan hệ giữa chúng. Đây là một căn cứ rất hữu ích phục vụ cho quá trình mô tả các ràng buộc sau này.

Trong quá trình nghiên cứu những hệ thống dữ liệu có sẵn này, người thiết kế cần có các bước chọn lọc thông tin thật hợp lý. Bởi thông tin chứa đựng trong đó chưa chắc đã hoàn toàn chính xác, có thể thiếu hoặc dư thừa. Đây là một trường hợp thường gặp trong thực tế, đặc biệt là khi nghiên cứu những hệ thống dữ liệu ở những đơn vị mà tính tổ chức cũng như khả năng quản lý chưa cao. Nghiên cứu các hệ thống dữ liệu sẵn có là một điều hết sức cần thiết trong bất cứ trường hợp thiết kế cơ sở dữ liệu nào. Đối với trường hợp thiết kế cơ sở dữ liệu đơn lẻ phục vụ cho đối tượng ít thay đổi thì người thiết kế sẽ hạn chế được việc bỏ sót thông tin và đỡ mất thời gian hơn khi tìm cách thêm bớt các trường lưu trữ dữ liệu. Ngược lại, trong trường hợp thiết kế theo hướng tổng quát, người thiết kế sẽ tích lũy được nhiều kiến thức thực tế hơn, từ đó có cái nhìn tổng thể hơn

và thuận lợi hơn trong quá trình qui nạp thông tin phục vụ cho hướng đi tổng quát của mình.

c. *Thiết kế các cấu trúc dữ liệu*

Một cơ sở dữ liệu là một tập hợp của các bảng dữ liệu (*Tables*) và các mối quan hệ (*Relations*). Trong mỗi bảng dữ liệu đều có các trường dữ liệu (*Fields, Columns*), đây chính là nơi lưu trữ các chi tiết của dữ liệu. Vì vậy, bước tiếp theo của quá trình thiết kế là xác định và mô tả cấu trúc của các trường dữ liệu này. Dĩ nhiên, bạn chưa phải đặt tên cho các bảng dữ liệu cũng như suy nghĩ để lựa chọn tên trường dữ liệu sao cho hợp lý nhất. Việc đặt tên, bạn sẽ thực hiện rất dễ dàng trong bước thực hiện thiết kế sau này, khi bạn đã có sẵn những bản mô tả chi tiết về các bảng, các trường dữ liệu đã được trình bày rõ ràng.

Đây có thể là công đoạn mang đến nhiều ích lợi đối với bạn, bởi lúc này những hình ảnh của các đối tượng thực tế sẽ được bạn mô tả lại theo suy nghĩ của mình. Những vấn đề cần được giải quyết mà bạn đã xác định từ bước đầu tiên sẽ dần dần hiện ra rõ ràng hơn. Bạn sẽ thấy được cụ thể những đối tượng mà mình đã định nghĩa, từ đó mà biết được cái nào chưa thực sự hợp lý, cái nào cần phải điều chỉnh lại... Trong nhiều trường hợp, từ bước xác định đối tượng đến bước thiết kế cấu trúc dữ liệu, người thiết kế có thể dễ dàng thực hiện công việc của mình, bởi các chi tiết thực tế gần như thống nhất với những cấu trúc dữ liệu đang được phân tích. Trong một số trường hợp khác, sẽ xuất hiện một số trục trặc cần phải xử lý ở đây. Ví dụ: nhiều tổ chức có thể sử dụng những thuật ngữ tương tự nhau để mô tả những dữ liệu tương đối khác nhau, hoặc thông tin của một đối tượng được lưu trữ lặp đi lặp lại nhiều lần, ở nhiều nơi... Cũng có thể, bạn sẽ gặp khó khăn trong việc định nghĩa trường dữ liệu nào sẽ làm khóa chính (*Primary key*), hay trường dữ liệu nào sẽ được tham chiếu từ dữ liệu được mô tả trong một đối tượng khác (*Foreign key*) ...

Sau khi các bảng dữ liệu được xác định và các trường dữ liệu đã được sắp xếp vào mỗi bảng, chúng ta sẽ quan tâm đến việc mô tả những đặc tính riêng cho mỗi trường dữ liệu đó. Một trường dữ liệu tốt phải là một trường mà thông tin được chứa đựng trong đó

không thể chia nhỏ thêm được nữa. Đây chính là một yêu cầu cơ bản trong quá trình chuẩn hóa dữ liệu. Tìm hiểu kỹ các dạng chuẩn hóa dữ liệu và áp dụng vào việc thiết kế các trường dữ liệu là một vấn đề không thể bỏ qua khi bạn thiết kế bất cứ cơ sở dữ liệu nào. Đây cũng là lúc thích hợp để bắt đầu nghĩ đến việc xác định kiểu dữ liệu cho từng trường. Những thông tin giúp cho việc xác định các kiểu dữ liệu (*Datatype*), có thể chúng ta đã biết được phần nhiều từ khi bắt tay vào bước xác định đối tượng nghiên cứu. Tuy nhiên, vẫn còn một số vấn đề cần giải quyết. Chủ yếu là việc mô tả lại những kiểu dữ liệu đang được thể hiện trong thực tế vào hệ thống kiểu dữ liệu mà chúng ta đang định nghĩa của cơ sở dữ liệu. Ví như: nhận dạng kiểu dữ liệu của các trường và kiểm tra tính chính xác của nó bằng tập hợp các dữ liệu mẫu. Đây là công việc rất dễ dàng nhưng sẽ giúp bạn giảm được rất nhiều thời gian trong suốt quá trình chỉnh sửa và phát triển mô hình mà mình đang thiết kế.

Thường thì chúng ta ít có thói quen tập hợp những chi tiết tương tự nhau thành một hình thức mô tả mang tính tổng quát. Trong khi xác định các kiểu dữ liệu, nếu bạn có cách nhìn hơi ngược với thói quen trên, có thể bạn sẽ làm cho vấn đề cần giải quyết trở nên đơn giản hơn. Một cơ sở dữ liệu có thể có hàng trăm, hàng ngàn trường dữ liệu, mỗi trường nhất định phải được mô tả theo một kiểu dữ liệu nào đó. Trong số đó, lại có thể, có những trường dữ liệu được lưu trữ theo cùng một kiểu dữ liệu. Vận dụng khái niệm định nghĩa miền dữ liệu (*Domain*), chúng ta sẽ không mất nhiều thời gian để mô tả kiểu dữ liệu cho các trường.

d. Xây dựng các mối quan hệ

Một cơ sở dữ liệu không thể thiếu đi các mối quan hệ, những thành phần chủ yếu mà chúng ta thường dùng để liên kết thông tin giữa các đối tượng có trong cơ sở dữ liệu. Các quan hệ mà chúng ta mô tả trong cơ sở dữ liệu sẽ có nhiệm vụ nối kết thông tin một cách chính xác và đầy đủ những mối quan hệ giữa các đối tượng. Khi tiến hành mô tả các mối quan hệ, bạn thử nhìn lại những cấu trúc dữ liệu mà mình đã tạo lập. Những hình ảnh về cấu trúc của các đối tượng sẽ là một yếu tố đầu vào khá quan trọng có thể giúp chúng ta mô tả được các quan hệ một cách chính xác, đầy đủ. Cần kiểm tra lại việc tạo lập các

trường dữ liệu đóng vai trò là khóa chính trong từng bảng dữ liệu. Xác định khóa chính một cách hợp lý sẽ giúp cho bạn mô tả các mối quan hệ rõ ràng hơn cũng như sẽ giúp cho dữ liệu được lưu trữ sau này mang tính chuẩn hóa cao. Ở giai đoạn này, có thể bạn sẽ thấy rõ hơn tầm quan trọng của việc mô tả cấu trúc dữ liệu, ví như xác định trường dữ liệu làm khóa chính. Bởi khi tạo lập các mối quan hệ, có những đối tượng mà thông tin lưu trữ của nó phải dựa vào sự liên kết thông tin của một số đối tượng khác, mới được tạo thành.

Các mối quan hệ được mô tả trong cơ sở dữ liệu, có phần tương tự như những mối quan hệ trong những hoạt động đời thường của con người vậy. Quan sát những mối quan hệ thực tế đó, chúng ta có thể thuận lợi hơn rất nhiều trong khi thiết kế. Rất nhiều những quan hệ mà bạn đã từng nhìn thấy trong thực tế, sẽ được yêu cầu mô tả và lần lượt xuất hiện trong cơ sở dữ liệu. Tuy nhiên, hình thức, tính chất của các mối quan hệ đó là gì? Điều này, bạn không thể bỏ qua được. Có những quan hệ bắt buộc phải có, có những quan hệ không bắt buộc, có những quan hệ mang tính duy nhất, có những quan hệ đa chiều...

e. Mô tả các luật và ràng buộc

Hệ thống cơ sở dữ liệu, thực ra, chính là nơi lưu trữ các thông tin về một vấn đề, được tổ chức hợp lý để thành một cơ sở cho các công việc như: truy tìm thông tin, rút ra các kết luận và đưa ra các quyết định... Thực tế các hoạt động này thường nằm trong giới hạn của các luật (*rules*) và một loạt ràng buộc quan hệ (*constraints*). Nếu không có các luật, cũng như các ràng buộc trong một đối tượng hay giữa các đối tượng, cơ sở dữ liệu vẫn có thể tạo lập được, nhưng đó là một cơ sở dữ liệu kém chất lượng. Các luật và các ràng buộc quan hệ xuất hiện ở hai phần:

- Ở ngay bên trong của từng đối tượng (*quan hệ bên trong*).
- Diễn ra khi có sự liên kết giữa các đối tượng (*quan hệ bên ngoài*).

Các luật và các ràng buộc quan hệ là hai yếu tố không thể thiếu được trong cấu trúc của một cơ sở dữ liệu, tính an toàn, chính xác và hợp lý của cơ sở dữ liệu được quan tâm trước hết qua các luật và các ràng buộc quan hệ. Ở đó, những kiểm tra mang tính chất bắt buộc cũng như không bắt buộc, sẽ mô tả cho quá trình thiết kế các đối tượng. Một ví dụ

cụ thể: Nếu trong một đối tượng nào đó có lưu trữ 2 thông tin: giá trị lớn nhất và giá trị nhỏ nhất của một thuộc tính nào đó thì nhất thiết giá trị nhỏ nhất phải luôn bé hơn hoặc bằng giá trị lớn nhất, đó chính là một luật. Các luật và ràng buộc sẽ làm cho dữ liệu được rõ ràng hơn vì vậy thông tin sẽ tốt hơn khi sử dụng dữ liệu đó. Các luật và ràng buộc sẽ giới hạn định dạng các dữ liệu hoặc cách thức mà dữ liệu từ bảng này có thể được liên qua (tham chiếu) từ bảng khác. Một số ràng buộc được xác định dựa trên tính tự nhiên vốn có của dữ liệu. Hình thức ràng buộc này được thực hiện một cách bình thường để đảm bảo tính chính xác và đúng đắn của dữ liệu. Có thể những giá trị của dữ liệu thường được kiểm tra lại dựa trên một danh sách hoặc sự lựa chọn những giá trị khác với các ràng buộc đã được xác định. Kiểu ràng buộc này thường được dễ dàng thực hiện và thay đổi hơn.

f. Tạo lập các bản đặc tả dữ liệu

Việc tạo lập các bản đặc tả dữ liệu là một bước hết sức cần thiết để thể hiện rõ nét hơn hình ảnh và những đặc điểm của dữ liệu trong quá trình thiết kế cơ sở dữ liệu. Các bản đặc tả dữ liệu là những mẫu dữ liệu mang tính thực tế, được trình bày cụ thể trên giấy, máy tính... Trong quá trình tạo lập các bản đặc tả dữ liệu thì một kỹ thuật khá quan trọng để nâng hiệu quả trình bày dữ liệu lên rất nhiều đó là kỹ thuật *View*. View là những sự lựa chọn dữ liệu mà chúng ta có khả năng lấy được từ cơ sở dữ liệu. Nó cũng có thể là một tập con được rút ra một cách đơn giản từ dữ liệu có trong các bảng hoặc cũng có thể là một sự lựa chọn dữ liệu phức tạp hơn bằng cách liên kết các bảng lại với nhau dưới một số điều kiện nào đó. Dĩ nhiên, lúc này, chúng ta chưa hoàn thành việc thiết kế một cơ sở dữ liệu thì các kỹ thuật để tạo View thông qua các câu lệnh truy vấn khó mà thực hiện được. Ở đây, View được thể hiện bằng các bản đặc tả dữ liệu trong đó có thêm sự trình bày, liên kết thông tin giữa các đối tượng (bảng).

g. Thực hiện thiết kế cơ sở dữ liệu

Bạn có thể bắt đầu dùng một tờ giấy khổ lớn để vẽ lên đó các đối tượng và quan hệ giữa các đối tượng. Khi đã có đầy đủ thông tin về các đối tượng, các cấu trúc dữ liệu, các

quan hệ và ràng buộc thì việc thiết kế cơ sở dữ liệu chỉ là công việc khá đơn giản và mang tính chất tổ chức. Tuy nhiên, một cơ sở dữ liệu muốn thành hình và có thể mang vào ứng dụng trong thực tế thì không thể thiếu được bước này. Khi thực hiện thiết kế cơ sở dữ liệu cần đảm bảo các yêu cầu:

- Tổ chức, sắp xếp các đối tượng và quan hệ đúng với các yêu cầu và ràng buộc.
- Các đối tượng của cơ sở dữ liệu đã phân tích, chọn lọc cần được thể hiện đầy đủ.
- Hình ảnh của các đối tượng, quan hệ phải được thể hiện phù hợp, bố trí hợp lý.
- Diễn giải, ghi chú những điểm quan trọng để bản thiết kế được rõ ràng hơn.

Để thực hiện tốt những yêu cầu đó, chúng ta nên sử dụng các phần mềm hỗ trợ cho việc phân tích và thiết kế cơ sở dữ liệu. Các phần mềm này, bên cạnh là một công cụ giúp cho chúng ta vẽ, minh họa các đối tượng, thuộc tính, quan hệ... còn là những tiện ích giúp chúng ta trình bày bản thiết kế của mình một cách rõ ràng, hợp lý hơn. Đồng thời cũng giúp cho việc kiểm tra lỗi thiết kế, và trợ giúp cho chúng ta cách chỉnh sửa các lỗi đó nhanh hơn.

3.3.3.2 Thiết kế bảng dữ liệu

Bảng 5 : Các bảng dữ liệu chính

Tên trường	Kiểu dữ liệu	Kích thước trường	Mô tả
Bảng 4G_Data			
id	int	11	Primary key (not null)
test_name	varchar	255	Tên bài test
download	varchar	255	Giá trị tham số download
upload	varchar	255	Giá trị tham số upload
packet loss	varchar	255	Giá trị tham số packet loss
delay	varchar	255	Giá trị tham số delay

http_code	varchar	255	Giá trị tham số tỷ lệ truy nhập dịch vụ thành công
last_update	varchar	255	Thời gian cập nhật
download_profile	varchar	255	Thông tin cấu hình tốc độ download
upload_profile	varchar	255	Thông tin cấu hình tốc độ upload
Bảng 4G_Network			
id	int	11	Primary key (not null)
test_name	varchar	255	Tên bài test
RSRP	varchar	255	Giá trị tham số RSRP
RSRQ	varchar	255	Giá trị tham số RSRQ
SNR	varchar	255	Giá trị tham số SNR
CQI	varchar	255	Giá trị tham số CQI
CELL ID	varchar	255	Giá trị tham số CELL ID
TAC	varchar	255	Giá trị tham số TAC
last_update	varchar	255	Thời gian cập nhật
Bảng 4G_Call			
id	int	11	Primary key (not null)
test_name	varchar	255	Tên bài test
CSSR	varchar	255	Giá trị tham số CSSR
CDR	varchar	255	Giá trị tham số CDR
MOS	varchar	255	Giá trị tham số MOS
CELL ID	varchar	255	Giá trị tham số CELL ID

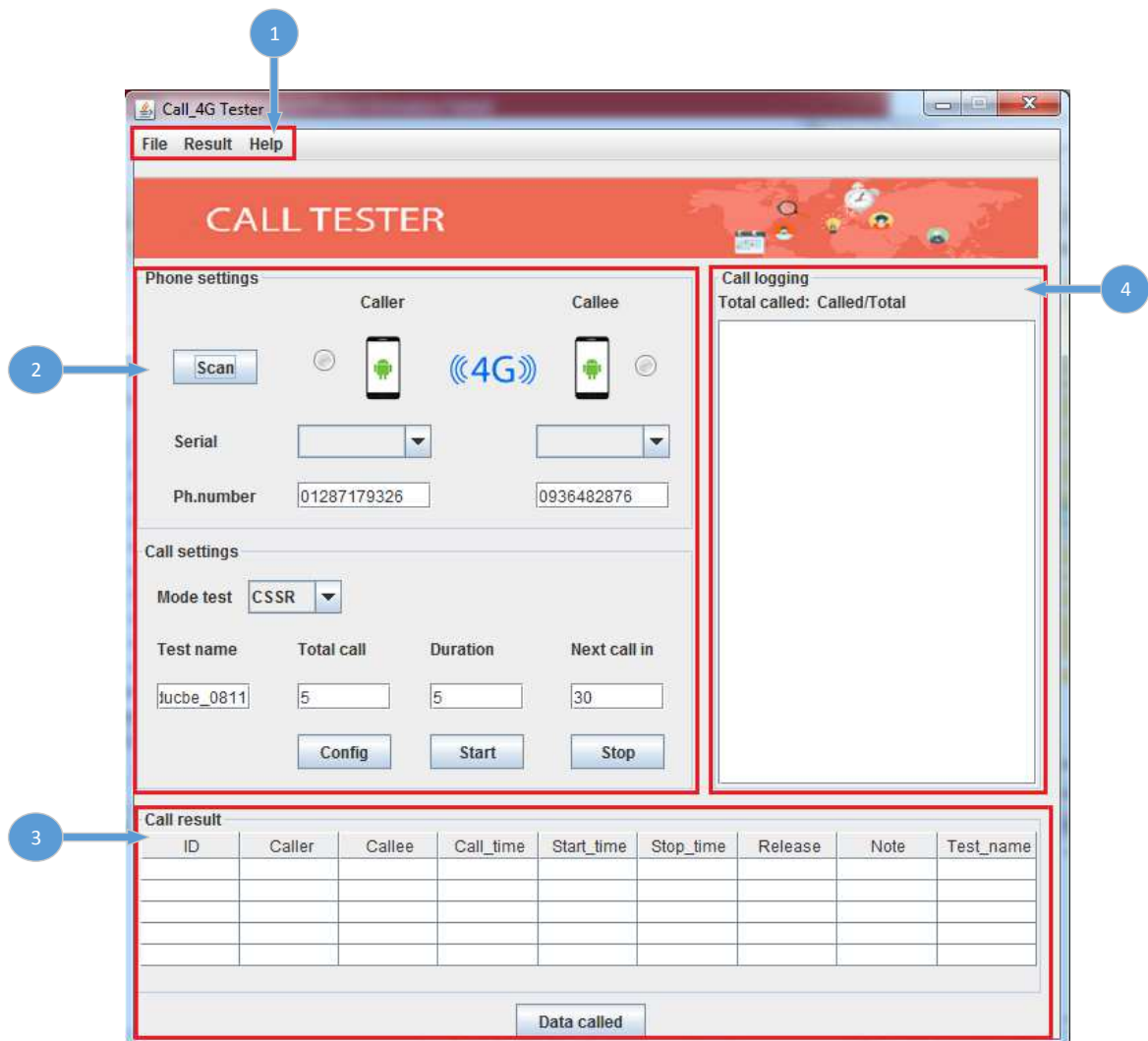
TAC	varchar	255	Giá trị tham số TAC
last_update	varchar	255	Thời gian cập nhật

3.4 Mô tả công cụ đo kiểm và đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G

Công cụ đo kiểm, đánh giá chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced) được xây dựng hướng tới việc phục vụ công tác đo kiểm và đánh giá chất lượng dịch vụ thoại và Data trên mạng 4G của Cục Viễn thông cũng như các nhà cung cấp dịch vụ như MobiFone, VinaPhone, Viettel, Vietnamobile. Công cụ đo kiểm được xây dựng và phát triển. Cụ thể hệ thống đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G (LTE/LTE Advanced) có thể đo và đánh giá các chỉ tiêu sau:

- Đo kiểm các thông số về chất lượng mạng:
 - RSRP
 - RSRQ
 - SNR
 - Cell ID
 - LAC
 - TAC
 - PCI
- Đo kiểm các chỉ tiêu chất lượng dịch vụ thoại:
 - Tỷ lệ cuộc gọi được thiết lập thành công;
 - Tỷ lệ cuộc gọi bị rơi
 - Chất lượng thoại (MOS);
- Đo kiểm các chỉ tiêu chất lượng dịch vụ Internet (Data)
 - Tỷ lệ truy nhập thành công dịch vụ
 - Thời gian trễ truy nhập dịch vụ trung bình
 - Tỷ lệ truyền tải dữ liệu bị rơi
 - Tốc độ tải dữ liệu trung bình (đường lên và đường xuống)
 - Trễ gói
 - Mất gói

3.4.1 Giới thiệu giao diện công cụ đo kiểm chất lượng dịch vụ 4G

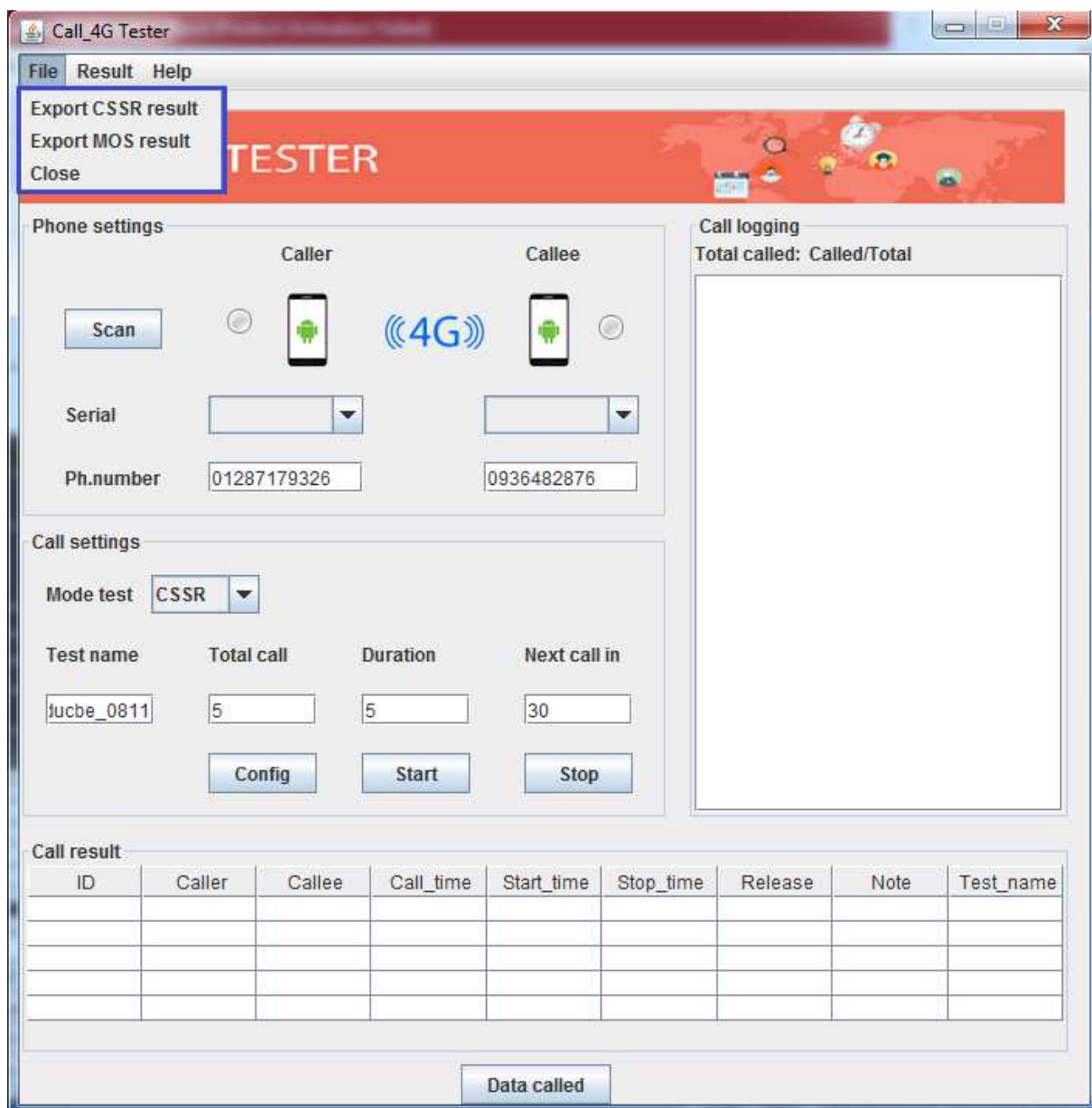


- 1 Khởi menu của phần mềm
- 2 Khởi thiết lập các thông số và thực hiện test.
- 3 Khởi hiển thị thông tin kết quả.
- 4 Khởi giám sát tiến trình test và ghi lại.

Bộ công cụ mặc định thực hiện đo kiểm các tham số mạng, kèm theo chất lượng thoại cuộc gọi nếu có yêu cầu.

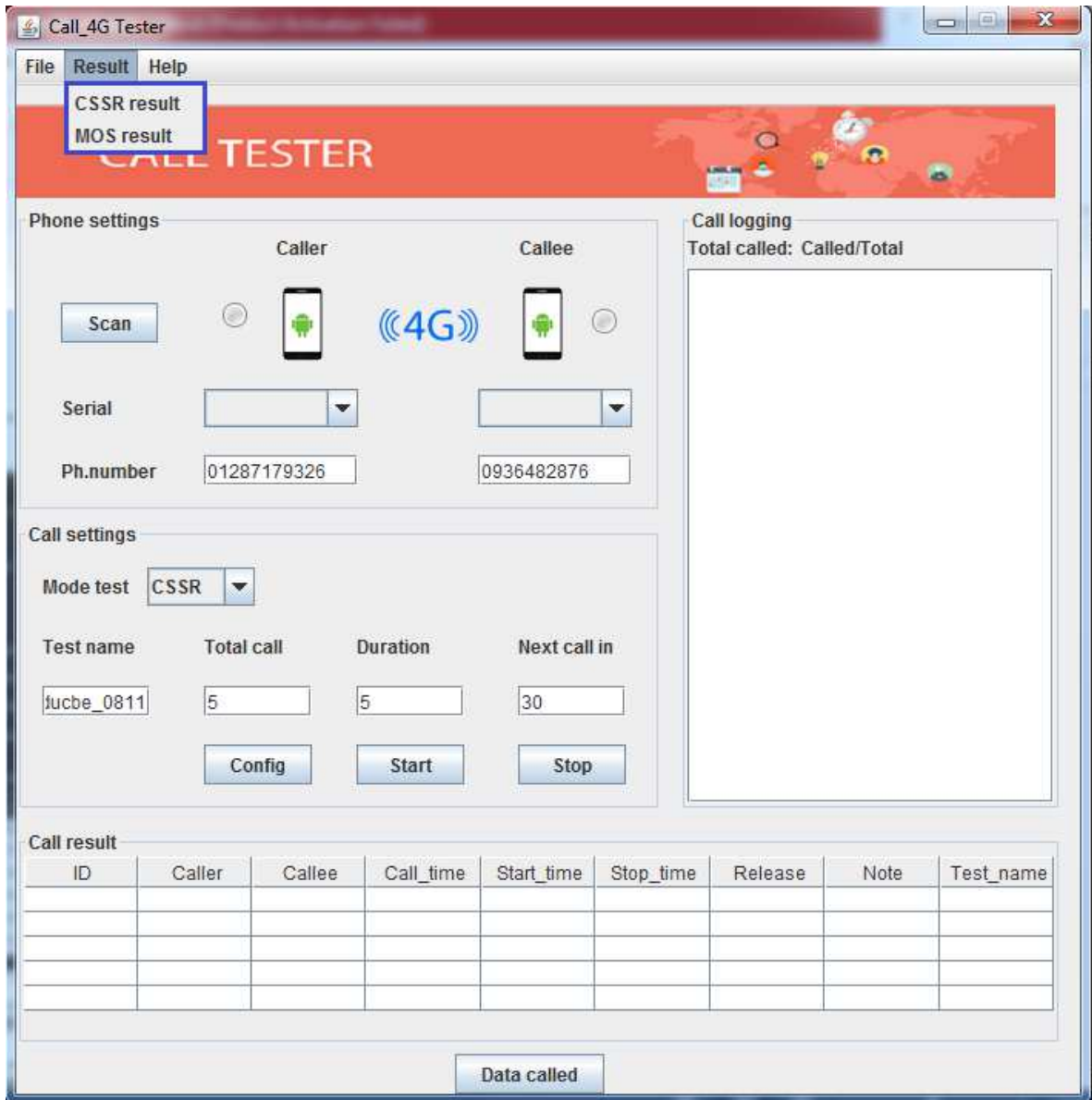
3.4.1.1 Khởi menu của phần mềm

Menu File



Export CSSR result	Xuất kết quả của bài đo CSSR dạng *.csv.
Export MOSresult	Xuất kết quả của bài đo MOS dạng *.csv.
Close	Đóng ứng dụng.

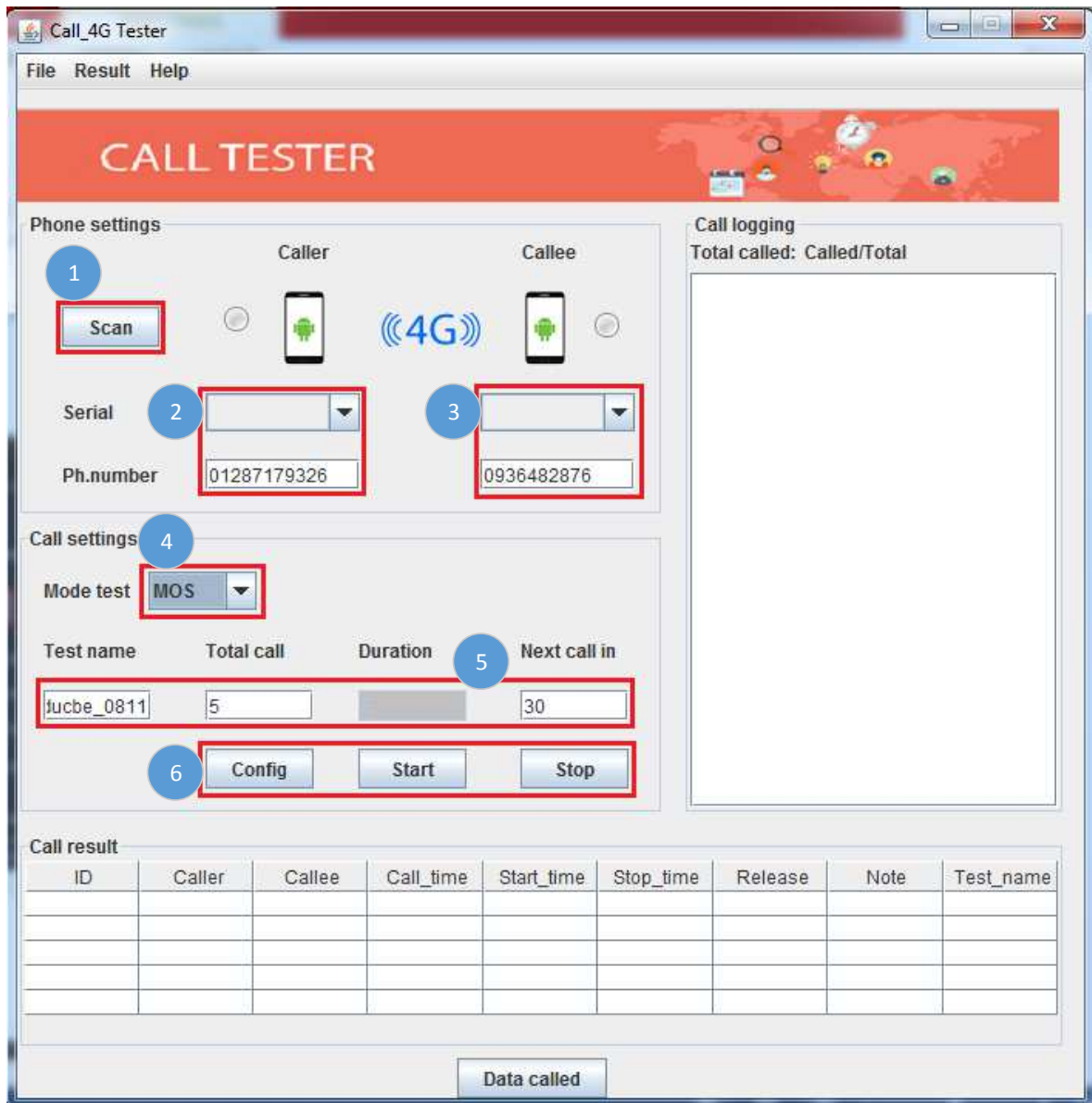
Menu Result



CSSR Result	Mở bảng thống kê kết quả đo kiểm MOS
MOS Result	Mở bảng thống kê kết quả đo kiểm CSSR

3.4.2 Hướng dẫn thiết lập và đo kiểm

3.4.2.1 Thiết lập chung



- 1 Quét các thiết bị kết nối đến.
- 2 Khai báo serial và số chủ gọi tương ứng.
- 3 Khai báo serial và số bị gọi tương ứng.

- 4 Chọn chế độ test.
- 5 Khai báo tên bài test, tổng số cuộc gọi test, khoảng các giữa 2 cuộc gọi liên tiếp.
- 6 Sau khi khai báo xong thì vào “Config” để xác nhận cấu hình.

3.4.2.2 Đo kiểm chỉ tiêu chất lượng thoại (MOS)

Thiết lập

Bước 1.

The screenshot shows the 'Call_4G Tester' application window. The interface is divided into several sections:

- Phone settings:** Contains 'Caller' and 'Callee' sections. A 'Scan' button is highlighted with a red box and a blue circle '1'. Below are 'Serial' dropdown menus (highlighted with a red box and blue circle '2') and 'Ph.number' text boxes (01287179326 for Caller, 0936482876 for Callee, highlighted with a red box and blue circle '3').
- Call settings:** Contains a 'Mode test' dropdown menu set to 'MOS' (highlighted with a red box and blue circle '4'). Below are 'Test name' (lucbe_0811), 'Total call' (5), 'Duration' (greyed out), and 'Next call in' (30) fields, all highlighted with a red box and blue circle '5'.
- Buttons:** 'Config', 'Start', and 'Stop' buttons are highlighted with a red box and blue circle '6'.
- Call logging:** A panel on the right with the text 'Total called: Called/Total' and an empty table.
- Call result:** A table at the bottom with columns: ID, Caller, Callee, Call_time, Start_time, Stop_time, Release, Note, Test_name.
- Data called:** A button at the very bottom.

- 1 Quét các thiết bị kết nối đến.
- 2 Khai báo serial và số chủ gọi tương ứng.

- 3 Khai báo serial và số bị gọi tương ứng.
- 4 Chọn chế độ test MOS
- 5 Khai báo tên bài test, tổng số cuộc gọi test, khoảng các giữa 2 cuộc gọi liên tiếp.
- 6 Sau khi khai báo xong thì vào “Config” để xác nhận cấu hình.

Thực hiện đo

The screenshot shows the 'Call_4G Tester' application window. It features a menu bar (File, Result, Help) and a main area with a red header 'CALL TESTER'. The 'Phone settings' section includes 'Caller' and 'Callee' fields with serial numbers and phone numbers. The 'Call settings' section includes a 'Mode test' dropdown set to 'MOS', a 'Test name' field, and input fields for 'Total call' (10), 'Duration', and 'Next call in' (30). A 'Start' button is highlighted with a red box and a blue circle labeled '1'. The 'Call logging' section on the right shows a list of call events with a 'Total called: 8/10' indicator. The 'result' section at the bottom contains a table with columns: id, caller, callee, call_time..., start_tim..., stop_tim..., release1, note, mos, and ten_bai_t... The table contains several rows of data, with the first five rows highlighted in red. A 'Data called' button is located at the bottom center.

id	caller	callee	call_time...	start_tim...	stop_tim...	release1	note	mos	ten_bai_t...
530	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	3.482	ducbe_0...
531	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	3.285	ducbe_0...
532	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	3.778	ducbe_0...
533	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	3.793	ducbe_0...
534	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	3.810	ducbe_0...
535	0128717...	0936482...	2016-11-...	N/A	N/A	not_com...	N/A		ducbe_0...

- 1 Ấn nút Start để thực hiện test với thông số đã cấu hình ở bước trên.
- 2 Đèn báo trạng thái cuộc gọi (trắng, xám : Idle, vàng : đang thiết lập cuộc gọi, xanh : cuộc gọi đang diễn ra).

- 3 Hiển thị thứ tự cuộc gọi trên tổng số cuộc gọi cần test.
- 4 Hiển thị thông tin kết quả của các cuộc gọi đã thực hiện.
- 5 Hiển thị log các cuộc gọi đã diễn ra (gọi từ thiết bị nào, thời gian nào, có kết nối được không, và đã kết thúc chưa....)

Xem và xuất kết quả

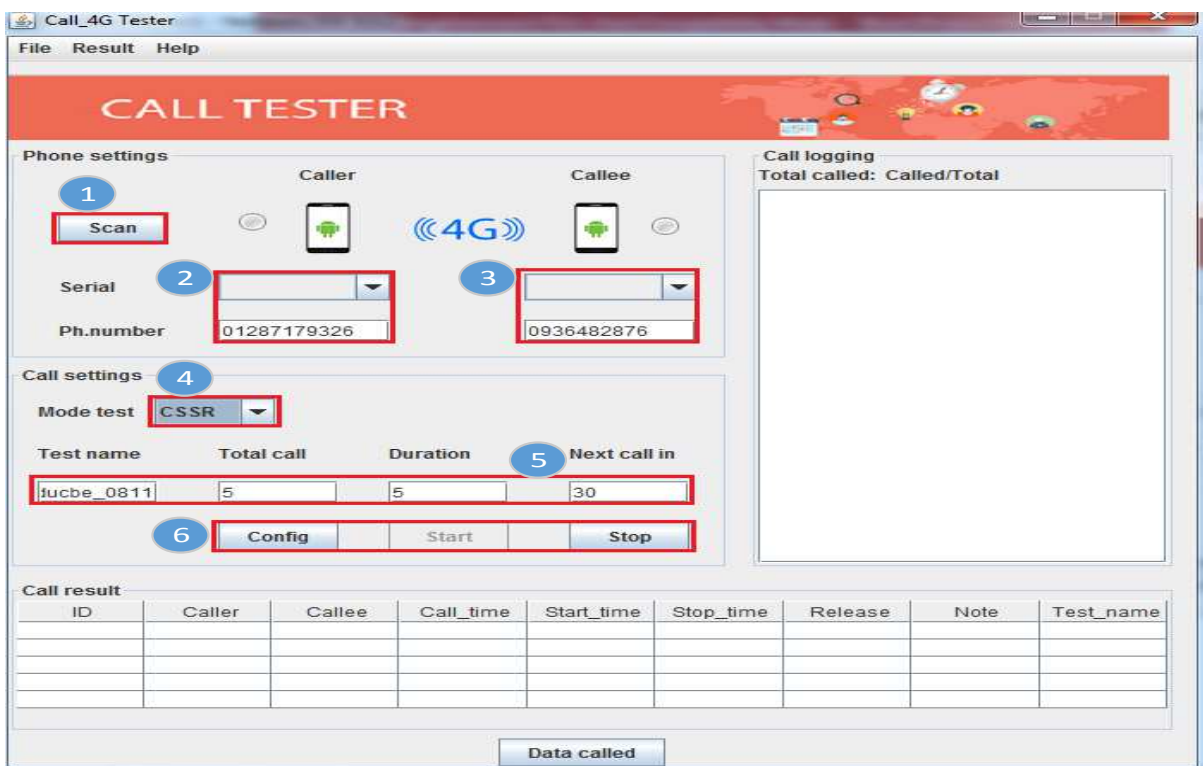
Người sử dụng có thể xuất kết quả ra file excel bằng cách sử dụng menu File ->Export MOS Result.

Người dùng cũng có thể xem nhanh kết quả và lọc khoảng thời gian mong muốn theo từng line bằng cách sử dụng menu Result ->MOS Result.

3.4.2.3 Đo kiểm chỉ tiêu tỉ lệ cuộc gọi thiết lập thành công (CSSR)

Thiết lập

Bước 1.



- 1 Quét các thiết bị kết nối đến.
- 2 Khai báo serial và số chủ gọi tương ứng.
- 3 Khai báo serial và số bị gọi tương ứng.
- 4 Chọn chế độ test CSSR
- 5 Khai báo tên bài test, tổng số cuộc gọi test, khoảng các giữa 2 cuộc gọi liên tiếp.
- 6 Sau khi khai báo xong thì vào “Config” để xác nhận cấu hình.

Thực hiện đo

The screenshot shows the 'Call_4G Tester' application window. The interface is divided into several sections:

- Phone settings:** Includes 'Caller' and 'Callee' sections. The 'Caller' section has a 'Scan' button (2) and a serial number '63fecad2'. The 'Callee' section has a serial number '08c7ce4b' (3) and a phone number '0936482876' (5).
- Call settings:** Includes a 'Mode test' dropdown set to 'CSSR' (4). Below it are fields for 'Test name' (ducbe_2111), 'Total call' (5), 'Duration' (5) (1), and 'Next call in' (30). A 'Start' button is highlighted with a red box.
- Call logging:** A log window on the right shows call details. A red box highlights a specific call entry (5):


```

2016-11-21 15:10:53 : Networktype is HS
2016-11-21 15:10:54 : Caller is SET_DIA
2016-11-21 15:10:57 : Callee is ringing
2016-11-21 15:10:59 : Callee is answer
2016-11-21 15:10:59 : Caller is SET_AC
2016-11-21 15:11:14 : Callee is onDisc
2016-11-21 15:11:14 : Caller is SET_DIS
2016-11-21 15:11:16 : Networktype is HS
2016-11-21 15:11:20 : Networktype is LT
      
```
- 4 result:** A table at the bottom shows the results of the calls. A red box highlights the first four rows (4):

id	caller	callee	call_time...	start_time...	stop_time...	release1	note	CSSR	ten bai t...
639	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	Success	ducbe_2...
640	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	Success	ducbe_2...
641	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	Success	ducbe_2...
642	0128717...	0936482...	2016-11-...	2016-11-...	2016-11-...	NORMAL	N/A	Success	ducbe_2...

- 1 Ấn nút Start để thực hiện test với thông số đã cấu hình ở bước trên.
- 2 Đèn báo trạng thái cuộc gọi (trắng, xám : Idle, vàng : đang thiết lập cuộc gọi, xanh : cuộc gọi đang diễn ra).
- 3 Hiển thị thứ tự cuộc gọi trên tổng số cuộc gọi cần test.
- 4 Hiển thị thông tin kết quả của các cuộc gọi đã thực hiện.
- 5 Hiển thị log các cuộc gọi đã diễn ra (gọi từ thiết bị nào, thời gian nào, có kết nối được không, và đã kết thúc chưa....)

Xem và xuất kết quả

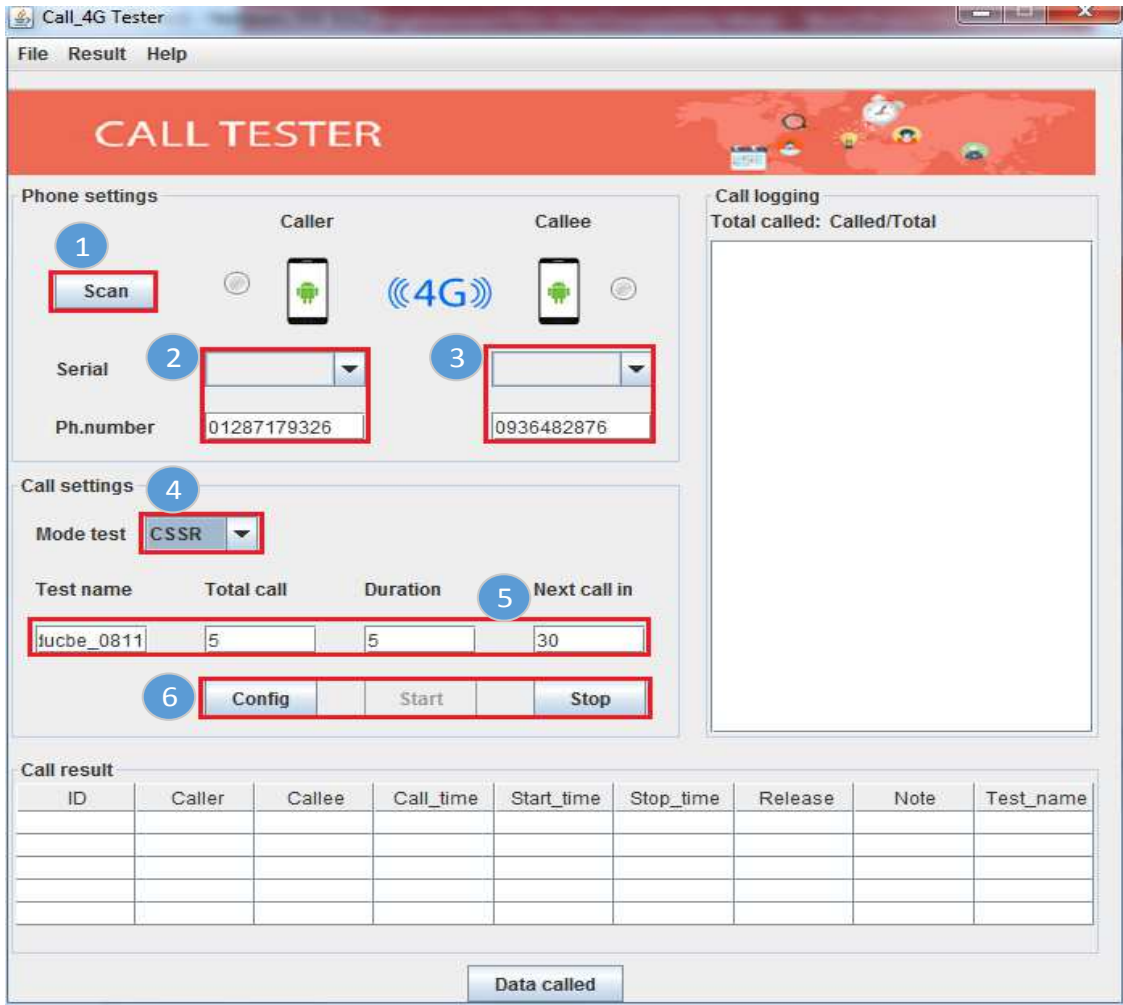
Người sử dụng có thể xuất kết quả ra file excel bằng cách sử dụng menu File ->Export CSSR Result.

Người dùng cũng có thể xem nhanh kết quả và lọc khoảng thời gian mong muốn theo từng line bằng cách sử dụng menu Result ->CSSR Result.

3.4.2.4 Đo kiểm chỉ tiêu tham số mạng 4G

Thiết lập

Bước 1.



- 1 Quét các thiết bị kết nối đến.
- 2 Khai báo serial và số chủ gọi tương ứng.
- 3 Khai báo serial và số bị gọi tương ứng.
- 4 Chọn chế độ test CSSR hoặc MOS
- 5 Khai báo tên bài test, tổng số cuộc gọi test = 0.
- 6 Sau khi khai báo xong thì vào “Config” để xác nhận cấu hình.

CHƯƠNG IV - THỬ NGHIỆM ĐÁNH GIÁ CÔNG CỤ ĐO KIỂM VỚI CÁC DỊCH VỤ TRÊN MẠNG DI ĐỘNG 4G (LTE/LTE ADVANCED) TẠI VIỆT NAM

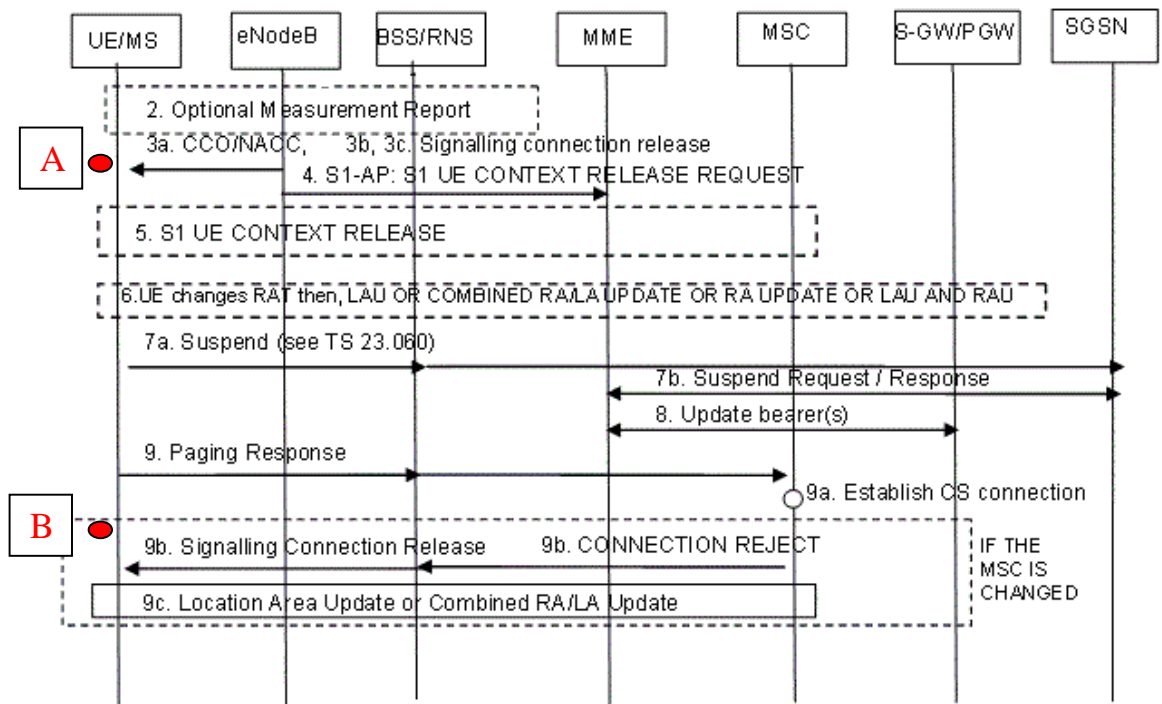
4.1 Bộ bài đo, đánh giá chất lượng dịch vụ 4G

4.1.1 Bài đo tỷ lệ thiết lập thành công cuộc gọi chiều đi MO CSSR

Điểm đo, công thức

a. Call flow

Call flow thực hiện cuộc gọi chiều đi (MO):



Hình 4 - 1 : Call flow thực hiện cuộc gọi chiều đi

b. Công thức: MO CSSR= (B/A)*100%.

Trong đó:

- + A là tổng số lần thực hiện gọi điện, điểm đo A như hình vẽ trên, xác định bởi thời điểm thực hiện lệnh gọi tại điện thoại như trên hình vẽ.

+ B là tổng số lần thiết lập thành công cuộc gọi, điểm đo B như hình vẽ trên, xác định bởi điểm nhận được chỉ thị thông kênh lưu lượng trên hình vẽ.

Thiết lập bài đo

Điều kiện:

+ Thuê bao chủ gọi là thuê bao đang hoạt động bình thường thuộc 1 trong 3 nhà mạng cần kiểm tra tại Việt Nam, còn tài khoản sử dụng cho cuộc gọi >60s.

+ Thuê bao bị gọi là 1 số di động khác của nhà mạng tại nước ngoài thuộc 1 trong 5 quốc gia cần kiểm tra, không bị chặn chiều nhận, nhận cuộc gọi bình thường.

Thủ tục:

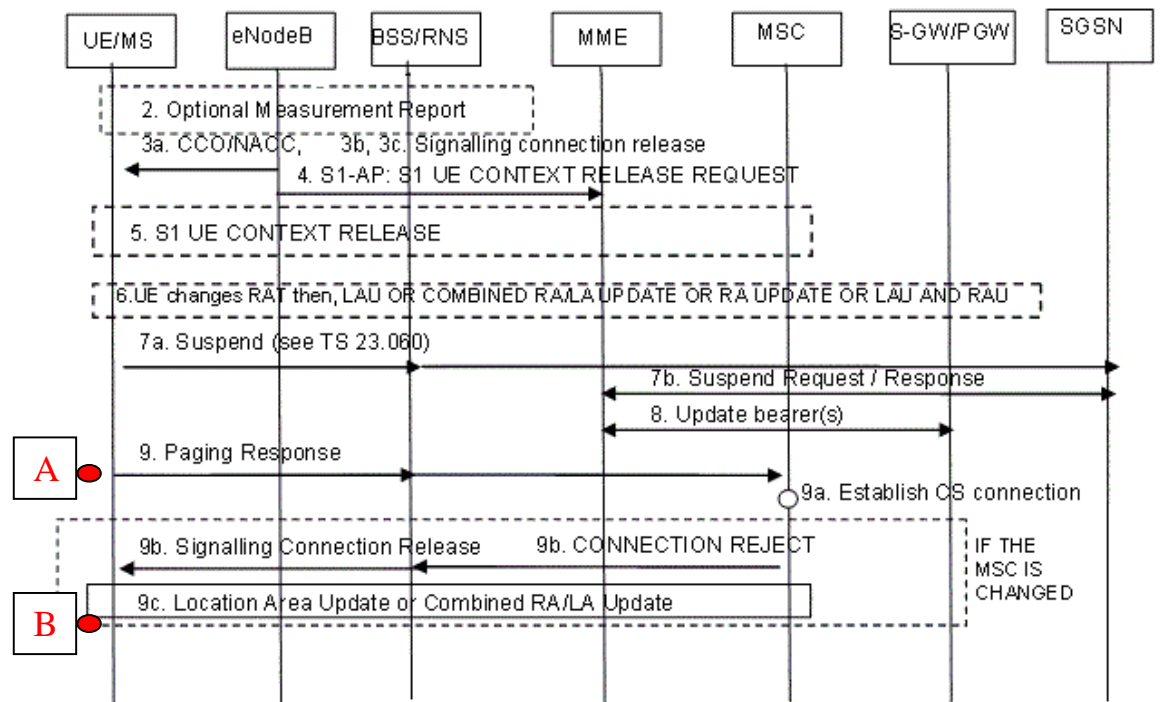
- + Thuê bao chủ gọi bấm thực hiện cuộc gọi cho thuê bao bị gọi.
- + Khoảng cách giữa 2 cuộc gọi $\geq 10s$.
- + Thực hiện ghi log và thông tin CLIP/CLIR cuộc gọi
- + Thực hiện 1500 cuộc.

4.1.2 Bài đo thời gian thiết lập thành công cuộc gọi chiều đi MO CSSR

Điểm đo, công thức

a. Call flow

Call flow thực hiện cuộc gọi chiều đi (MO):



b. Công thức: thời gian thiết lập cuộc gọi = time(B) – time(A).

Trong đó:

- + A là tổng số lần thực hiện gọi điện, điểm đo A như hình vẽ trên, xác định bởi thời điểm thực hiện lệnh gọi tại điện thoại như trên hình vẽ.
- + B là tổng số lần thiết lập thành công cuộc gọi, điểm đo B như hình vẽ trên, xác định bởi điểm nhận được chỉ thị thông kênh lưu lượng trên hình vẽ.

Thiết lập bài đo

Điều kiện:

- + Thuê bao chủ gọi là thuê bao đang hoạt động bình thường thuộc 1 trong 3 nhà mạng cần kiểm tra tại Việt Nam, còn tài khoản sử dụng cho cuộc gọi >60s.
- + Thuê bao bị gọi là 1 thuê bao di động khác của nhà mạng tại nước ngoài thuộc 1 trong 5 quốc gia cần kiểm tra, nhận cuộc gọi bình thường.

Thủ tục:

- + Thuê bao chủ gọi bấm thực hiện cuộc gọi cho thuê bao bị gọi.
- + Khoảng cách giữa 2 cuộc gọi $\geq 10s$.

- + Thực hiện ghi log và thông tin CLIP/CLIR cuộc gọi
- + Thực hiện 1500 cuộc.

4.1.3 Bài đo tỷ lệ rớt cuộc gọi DCR

- + Số mẫu mô phỏng là 1500 cuộc, cuộc gọi có độ dài 60s, khoảng cách giữa 2 cuộc gọi cùng 1 chủ gọi không nhỏ hơn 10s.

Điểm đo, công thức

Công thức: $DCR = (B/A) * 100\%$.

Trong đó:

- + A là tổng số lần thực hiện thành công cuộc gọi, xác định bởi việc thiết lập được kênh lưu lượng, mà thuê bao chủ gọi nhận được từ mạng.
- + B là tổng số cuộc gọi bị drop, xác định bởi bản tin **Disconnect** mà thuê bao nhận được từ mạng hoặc do chính thuê bao gửi cho mạng. **Trong đó, thời gian từ điểm nhận bản tin Alerting –thời điểm nhận bản tin Disconnect nhỏ hơn giá trị thời gian cuộc gọi được cài đặt.**

Thiết lập bài đo

Điều kiện:

- + Thuê bao chủ gọi là thuê bao đang hoạt động bình thường thuộc 1 trong 3 nhà mạng cần kiểm tra tại Việt Nam, còn tài khoản sử dụng cho cuộc gọi >60s. Thuê bao chủ gọi nằm số bị gọi nằm trong vùng sóng tốt và ổn định đảm bảo cuộc gọi không bị rớt do nguyên nhân phía đầu xa.
- + Thuê bao đủ tài khoản để thực hiện cuộc gọi với thời gian được cài đặt (60s).
- +Thuê bao bị gọi là 1 thuê bao di động khác của nhà mạng tại nước ngoài thuộc 1 trong 5 quốc gia cần kiểm tra, nhận cuộc gọi bình thường.

Thủ tục:

- + Thuê bao chủ gọi thiết lập cuộc gọi, cuộc gọi được duy trì 60s.

- + Khoảng cách giữa 2 cuộc gọi $\geq 10s$.
- + Thực hiện 1500 lần, thuê bao chủ gọi thực hiện lại cuộc gọi sau khi drop hoặc timeout.

4.1.4 Bài đo MOS

- + Số mẫu mô phỏng là 1500 cuộc, khoảng cách giữa 2 cuộc gọi cùng 1 chủ gọi không nhỏ hơn 10s.

Điểm đo, công thức

$$\text{Công thức: } DCR = \frac{\sum B}{A}$$

Trong đó:

- + A là tổng số lần thực hiện thành công cuộc gọi.
- + B là tổng giá trị điểm MOS của các mẫu đo.

Thiết lập bài đo

Điều kiện:


- + Thuê bao chủ gọi là thuê bao đang hoạt động bình thường thuộc 1 trong 3 nhà mạng cần kiểm tra tại Việt Nam. Thuê bao chủ gọi nằm số bị gọi nằm trong vùng sóng tốt và ổn định đảm bảo cuộc gọi không bị rớt do nguyên nhân phía đầu xa.
- + Thuê bao chủ gọi đủ tài khoản để thực hiện cuộc gọi với thời gian được cài đặt (khoảng 15s).
- + Thuê bao bị gọi là 1 số di động khác của nhà mạng tại nước ngoài thuộc 1 trong 5 quốc gia cần kiểm tra, không bị chặn chiều nhận, nhận cuộc gọi bình thường.

Thủ tục:



- + Thuê bao chủ gọi thiết lập cuộc gọi, phát và ghi âm thanh.

- + Khoảng cách giữa 2 cuộc gọi $\geq 10s$.
- + Thuê bao bị gọi thu lại âm thanh và so sánh với âm thanh gốc được phát đi để phân tích điểm MOS.
- + Thực hiện ghi log và thông tin CLIP/CLIR cuộc gọi
- + Thực hiện 1500 lần.

4.1.5 Bài đo Download và Upload trên 1 băng tần và băng tần kết hợp

- 01 UE lock vào LTE DL/UL phiên FTP trên 1 băng tần.
- 01 UE lock vào LTE DL/UL phiên FTP trên băng tần kết hợp.
- 01 UE quét tần 4G
- Số lượng mẫu ≥ 1000
- Các tham số KPI có thể đo kiểm đánh giá:
 -  Lưu lượng: Thông lượng trung bình DL/UL.

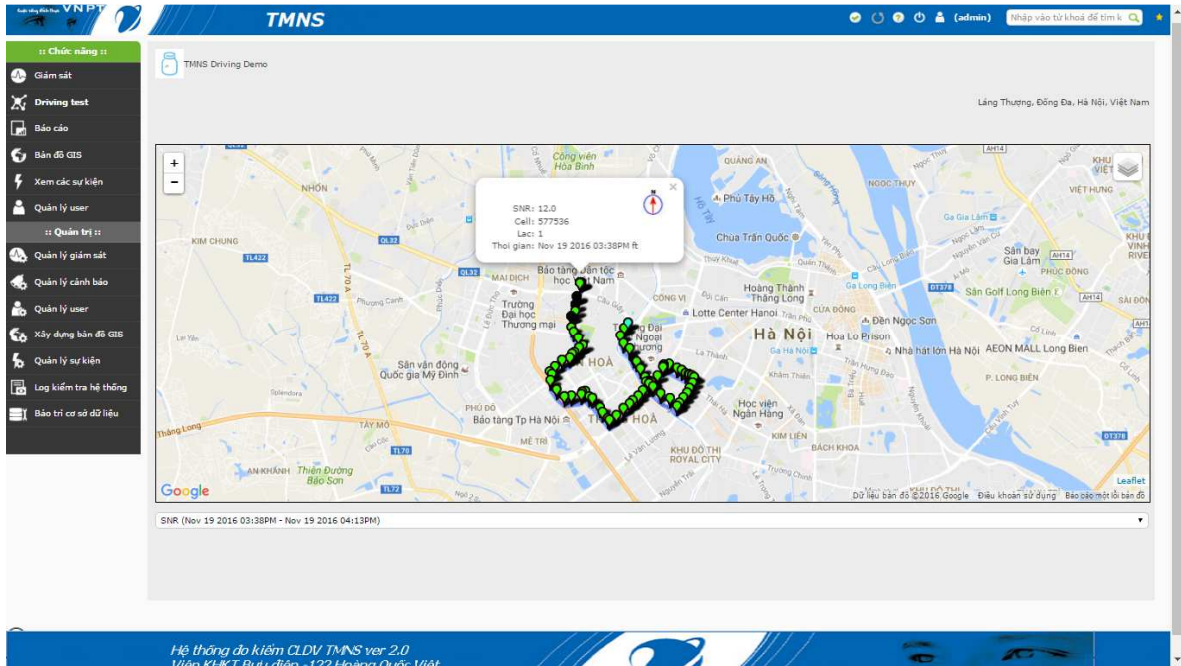
4.1.6 Bài đo Scan tham số mạng

- 02 UE khóa ở chế độ LTE thực hiện cuộc gọi dài 30s, thời gian giữa 2 cuộc gọi 10s
- 01 UE để chế độ Idle mode lock vào 4G.
- Số lượng cuộc gọi ≥ 1000
- Các tham số KPI có thể đo kiểm đánh giá:
 -  Vùng phủ sóng: RSRP, RSRQ, SINR
 -  Khả năng truy nhập: tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công.

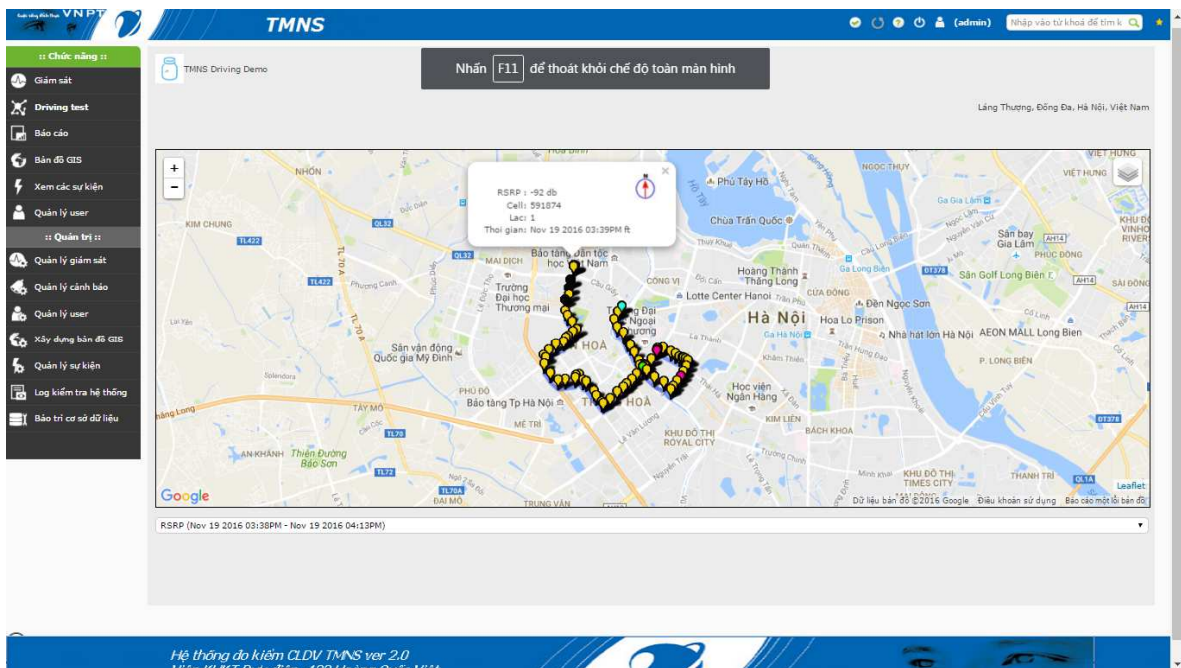
4.2 Kết quả đo kiểm, thử nghiệm công cụ đo 4G

Người sử dụng có thể kiểm tra kết quả trên web:

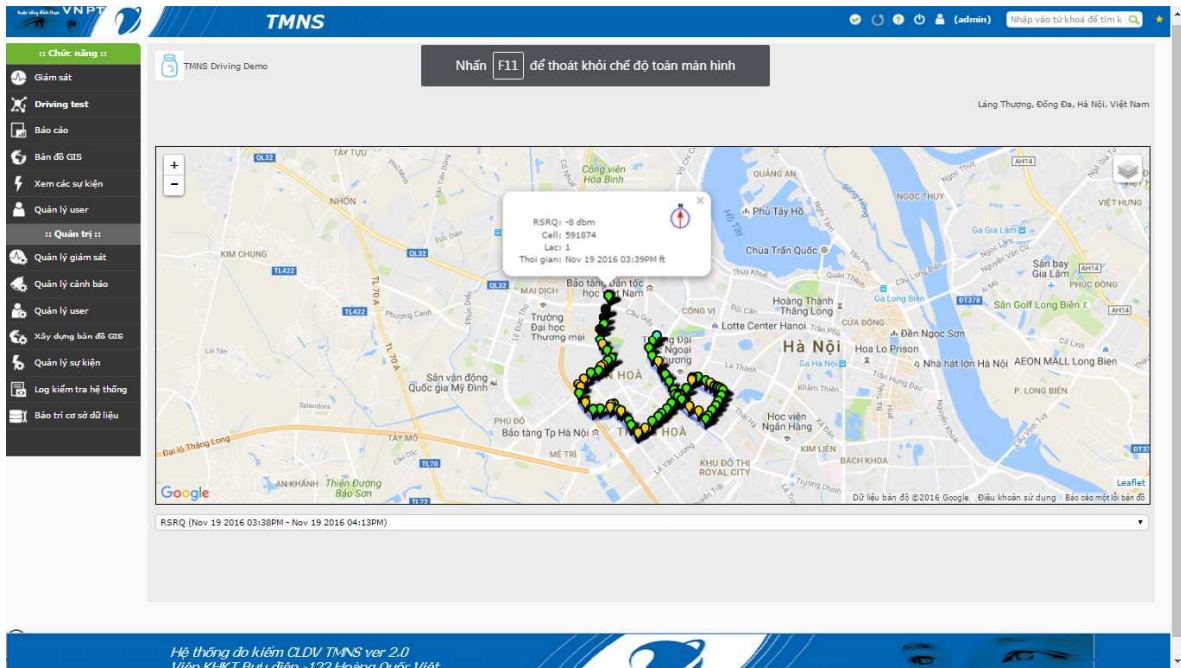
- Tham số SNR



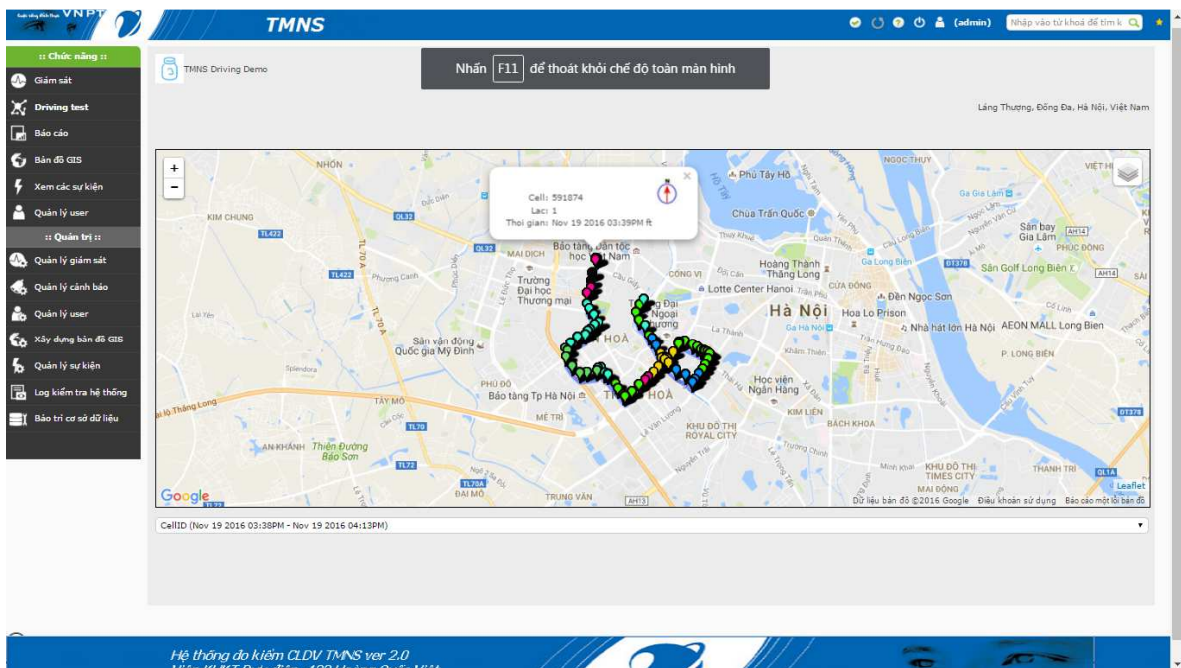
- Tham số RSRP:



- Tham số RSRQ:

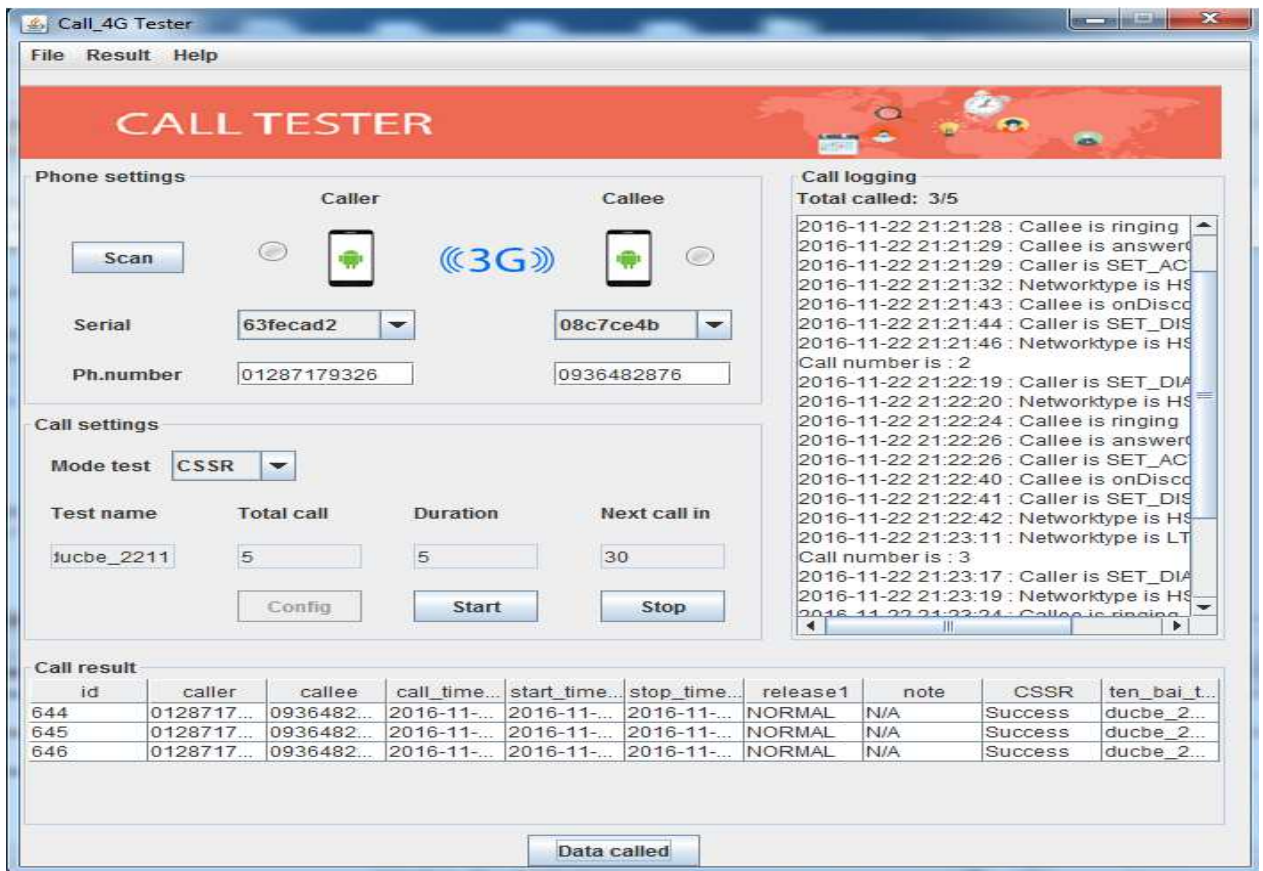


- Tham số CellID:

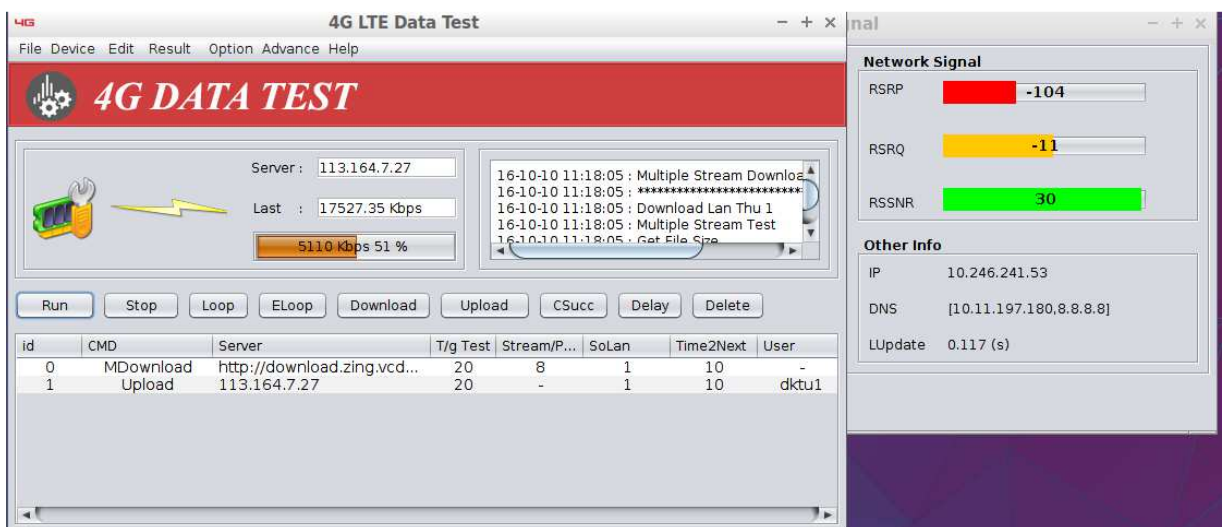


Hình 4 - 2 : Kết quả đo thử nghiệm các tham số RSRP, RSRQ, SNR, CellID

- Đo kiểm chỉ tiêu CSSR



- Đo kiểm chỉ tiêu Tốc độ tải dữ liệu



CHƯƠNG V - KẾT LUẬN & KHUYẾN NGHỊ

Với sự phát triển của công nghệ truy nhập mạng di động 4G (LTE/LTE Advanced). Việc xây dựng được công cụ đo kiểm chất lượng mạng và dịch vụ 4G rất thiết thực. Mục tiêu của công cụ đo kiểm nhằm thực hiện đo kiểm và đánh giá các thông số chất lượng mạng và dịch vụ 4G. Cung cấp một công cụ quản lý, cảnh báo và phân tích các vấn đề trong mạng.

Nhằm đáp ứng nhu cầu cần thiết về tính khả dụng của mạng và yêu cầu đo kiểm chất lượng dịch vụ mạng 4G, các kỹ thuật lưu lượng IP trên mạng 4G đã trở nên rất quan trọng, do đó việc đo kiểm theo hướng kỹ thuật lưu lượng là cần thiết. Hệ thống phần mềm đã xem xét đến các yếu tố sau đây:

- 1) Đo kiểm, đánh giá các tham số chất lượng mạng vô tuyến 4G (LTE / LTE Advanced) như: RSRP, RSRQ, SNR, PCI, CellID.
- 2) Đo kiểm, đánh giá chất lượng dịch vụ thoại trên mạng di động 4G với các chỉ tiêu: Tỷ lệ CSSR, DCR, MOS.
- 3) Đo kiểm chất lượng dịch vụ Internet trên mạng 4G: Công cụ đo kiểm đã đáp ứng được các yêu cầu cơ bản về đo kiểm chất lượng dịch vụ Internet thông qua các tham số: Tốc độ tải dữ liệu trung bình, Tốc độ tải dữ liệu bị rơi, Packet delay, Packet loss, cũng như đánh giá cơ bản một số dịch vụ mạng như Web loading
- 4) Khả năng mở rộng – hệ thống đo kiểm có khả năng mở rộng phù hợp với tốc độ và kích thước của mạng.
- 5) Quản lý tập trung: Hệ thống được thiết kế và thực thi theo mô hình Client – Server giúp cho nhà quản trị có thể quản lý chất lượng mạng tại nhiều điểm trên mạng của mình. Hệ thống cho phép quản lý, giám sát tập trung.
- 6) Đảm bảo đo kiểm chính xác và tin cậy.
- 7) Đo kiểm tích cực không bị ảnh hưởng bởi các ISP.
- 8) Việc tổng hợp, phân tích một lượng dữ liệu lớn được thực hiện bởi hệ thống, giúp giảm thiểu thời gian phân tích cho người quản trị.

- 9) Dự báo lưu lượng dựa trên kết quả đo kiểm và mẫu - bằng cách lưu giữ những thống kê về đặc tính mạng từ kết quả đo kiểm trước đó, các tài nguyên có thể được sắp xếp lại, mạng có thể được cấu hình lại theo lưu lượng dự báo, do đó có thể cải thiện hiệu năng và QoS của mạng.

Hướng nghiên cứu và phát triển mở rộng tiếp theo của hệ thống phần mềm đo kiểm gồm:

- 1) Nghiên cứu đo kiểm chất lượng dịch vụ đang được cung cấp trên mạng.
- 2) Nâng cấp các kỹ thuật đo và thử tục đo chất lượng dịch vụ, mạng 4G nhằm đáp ứng linh hoạt theo nhu cầu đo kiểm thực tế trên mạng.
- 3) Phân tích sâu hơn các bản tin điều khiển nhằm xác định rõ nguyên nhân của các sự kiện, phục vụ công tác tối ưu và nâng cao chất lượng mạng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] LTE L11 KPI Analysis - ERICSSON
- [2] LTE L11 Throughput Troubleshooting Techniques - ERICSSON
- [3] TEMS Discovery Training – ASCOM
- [4] eRAN 7.0 KPI Reference – HUAWEI
- [5] Carrier Aggregation: Fundamentals and Deployments– Keysight Technology
- [6] Dimensioning of LTE Network – Helsinki University of Technology
- [7] LTE RF Optimization Guide v1.0 – HUAWEI
- [8] LTE Signaling, Troubleshooting and Optimization, First Edition - Ralf Kreher and Karsten Gaenger.
- [9] LTE Transmission Modes and Beamforming (Whitepaper) – Rohde&Schwarz
- [10] Validating LTE-A UEs: The Increasing Importance of Data Throughput Performance – Keysight Technology
- [11] LTE-Advanced Carrier Aggregation Optimization – Nokia Network
- [12] 3GPP Technical Specification 24.301, Non-Access-Stratum (NAS) protocol for Evolved Packet System (EPS); Stage 3 (Release 8), www.3gpp.org.
- [13] 3GPP Technical Specification 33.401, System Architecture Evolution (SAE): Security Architecture (Release 8) , www.3gpp.org.
- [14] 3GPP Technical Specification 23.402, Architecture enhancements for non-3GPP accesses (Release 8), www.3gpp.org.
- [15] 3GPP Technical Specification 29.060, General Packet Radio Service (GPRS); GPRS Tunnelling Protocol (GTP) across the Gn and Gp interface (Release 8), www.3gpp.org.

- [16] 3GPP Technical Specification 23.203, Policy and charging control architecture (Release 8), www.3gpp.org.
- [17] 3GPP Technical Specification 36.300, Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall description; Stage 2 (Release 8), www.3gpp.org.
- [18] Request for Comments 4960, The Internet Engineering Task Force (IETF), Network Working Group, Stream Control Transmission Protocol, <http://www.ietf.org>.
- [19] S. Sesia, I. Toufik, M. Baker (eds), LTE – The UMTS Long Term Evolution: From Theory to Practice, Wiley, 2009
- [20] S. Sesia, I. Toufik, M. Baker, LTE – The UMTS Long Term Evolution: A Pocket Dictionary of Acronyms, Wiley, 2009, www.wiley.com/go/sesia_theumts.
- [21] 3GPP, ‘Continuous connectivity for packet data users’, 3GPP TR25.903 V7.0.0, March 2007.
- [22] 3GPP, Technical Specification 24.008 ‘Mobile radio interface Layer 3 specification; Core network protocols’, V.8.3.0.
- [23] 3GPP, ‘Further discussion on delay enhancements in Rel7’, 3GPP R2-061189, August 2006.
- [24] 3GPP, ‘64QAM for HSDPA’, 3GPP R1-063335, November 2006.
- [25] 3GPP, Technical Specifications 25.104 ‘Base Station (BS) radio transmission and reception (FDD)’, V.8.3.0.
- [26] 3GPP, Technical Report 25.820 ‘3G Home NodeB Study Item Technical Report’, V.8.1.1.
- [27] LTE for UMTS: OFDMA and SC-FDMA Based Radio Access Edited by Harri Holma and Antti Toskala © 2009 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-99401-6