

**ĐẠI HỌC THÁI NGUYÊN**  
**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KỸ THUẬT CÔNG NGHIỆP**

**NGUYỄN VIỆT PHÚ**

**TRIỂN KHAI HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G/LTE  
CHO MẠNG DI ĐỘNG MOBIFONE TẠI TỈNH TUYÊN QUANG**

**LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT VIỄN THÔNG**

**THÁI NGUYÊN 2020**

## LỜI CAM ĐOAN

Tên tôi là: **Nguyễn Việt Phú**

Sinh ngày: 14/10/1985

Học viên lớp cao học CHK20KTĐT - Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp  
- Đại học Thái Nguyên.

Hiện đang công tác tại: Tổng công ty Viễn thông MobiFone

Xin cam đoan: Đề tài “*Triển khai hệ thống thông tin di động 4G/LTE cho mạng di động MobiFone tại tỉnh Tuyên Quang*” do Thầy giáo **PGS. TS. Nguyễn Văn Chí** hướng dẫn là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Tất cả tài liệu tham khảo đều có nguồn gốc, xuất xứ rõ ràng.

Tác giả xin cam đoan tất cả những nội dung trong luận văn đúng như nội dung trong đề cương và yêu cầu của thầy giáo hướng dẫn. Nếu sai tôi hoàn toàn chịu trách nhiệm trước hội đồng khoa học và trước pháp luật.

Tôi xin cam đoan đây là công trình nghiên cứu của riêng tôi. Các kết quả nêu trong luận văn là trung thực và chưa từng được ai công bố trong bất kỳ công trình nào khác.

Tôi xin cam đoan rằng các thông tin trích dẫn trong luận văn đều đã được chỉ rõ nguồn gốc.

*Tuyên Quang, Ngày 01 tháng 6 năm 2020*

**Tác giả luận văn**

**Nguyễn Việt Phú**

## LỜI CẢM ƠN

Trong suốt quá trình học tập và làm luận văn, tôi đã nhận được sự hướng dẫn, sự giúp đỡ tận tình của các Thầy Cô giáo và bạn bè. Với lòng kính trọng và biết ơn sâu sắc, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới: Thầy giáo PGS.TS. Nguyễn Văn Chí, người đã tận tình chỉ dạy, giúp đỡ, động viên tôi trong suốt quá trình học tập và làm luận văn. Những dạy bảo, ý kiến nhận xét, đánh giá, góp ý mang tính gợi mở của Thầy vô cùng quý giá giúp tôi hiểu được sâu sắc hơn các vấn đề học tập và nghiên cứu và công việc của tôi sau này.

Tôi cũng xin chân thành gửi lời cảm ơn các Thầy Cô và cán bộ thuộc trường Đại học Kỹ thuật Công Nghiệp Thái Nguyên đã nhiệt tình giúp đỡ, tạo điều kiện cho tôi hoàn thành tốt khóa học và làm luận văn đúng tiến độ quy định.

Tôi cũng xin được gửi lời cảm ơn tới Gia đình, đồng nghiệp cùng các bạn học viên lớp 20 Kỹ thuật Viễn Thông đã luôn động viên, giúp đỡ tôi trong suốt quá trình học tập vừa qua.

## MỤC LỤC

TRANG PHỤ BÌA	
LỜI CAM ĐOAN.....	i
LỜI CẢM ƠN .....	iii
DANH MỤC CÁC BẢNG .....	viii
DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ .....	ix
CHƯƠNG I: TỔNG QUAN VỀ CÔNG NGHỆ MẠNG 4G/LTE .....	1
1.1 Sự phát triển của hệ thống thông tin di động .....	1
1.1.1 Hệ thống thông tin di động từ 1G đến 3G.....	2
1.1.2 Cấu trúc hệ thống thông tin di động thế hệ 2G/3G .....	2
1.2 Nhu cầu tiến lên 4G LTE .....	6
1.2.1 Tăng trưởng dữ liệu người dùng .....	6
1.2.2 Dung lượng hệ thống thông tin di động (lý thuyết shannon).....	6
1.2.3 Tăng dung lượng hệ thống .....	8
1.2.4 Các yếu tố khác tiến lên LTE.....	8
1.3 Từ 3G tiến lên 4G LTE .....	9
1.3.1 LTE.....	9
1.3.2 Cải tiến phần mạng lõi .....	10
1.3.3 Hệ thống thông tin di động 4G.....	11
1.3.4 Các tiêu chuẩn 3GPP cho LTE .....	11
1.3.5 Sự khác biệt giữa mạng 4G và LTE .....	12
1.3.6 Sự tiến hóa LTE lên 4G .....	13
1.4 Kết luận Chương 1: .....	17
CHƯƠNG 2: CẤU TRÚC MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G LTE .....	19
2.1 Kiến trúc của LTE.....	19
2.1.1 Cấu trúc tổng quát.....	19
2.1.2 Thiết bị người dùng.....	19
2.1.3 Mạng truy nhập vô tuyến tiên tiến .....	21
2.1.4 Mạng Core trong LTE.....	22
2.1.5 Cấu trúc roaming.....	24
2.1.6 Vùng mạng (network area).....	25
2.1.7 Định danh, địa chỉ, đánh số.....	26

2.2 Các giao thức thông tin .....	27
2.2.1 Mô hình giao thức .....	27
2.2.2 Các giao thức truyền tải giao diện vô tuyến.....	29
2.2.3 Các giao thức truyền tải giao diện mạng cố định.....	30
2.2.4 Các giao thức người dùng (user plane) .....	30
2.2.5 Các giao thức báo hiệu .....	31
2.3 Một vài ví dụ về điều khiển cuộc gọi.....	33
2.3.1 Báo hiệu lớp truy nhập .....	33
2.3.2 Báo hiệu lớp truyền tải dữ liệu.....	34
2.4 Quản lý tài nguyên .....	35
2.4.1 Kênh mang EPS .....	35
2.4.2 Kỹ thuật đường hầm tunneling sử dụng GTP .....	38
2.4.3 Kỹ thuật đường hầm sử dụng GRE và PMIP.....	39
2.4.4 Kênh mang báo hiệu vô tuyến.....	40
2.5 Sơ đồ trạng thái .....	41
2.5.1 Quản lý trạng thái di động EPS.....	41
2.5.2 Quản lý kết nối EPS .....	42
2.5.3 Điều khiển tài nguyên vô tuyến .....	43
2.6 Ấn định phổ.....	44
2.7 Các kỹ thuật được dung trong 4G LTE.....	45
2.7.1 Ghép kênh theo tần số trực giao.....	46
2.7.2 OFDMA trong thông tin di động .....	51
2.7.3 Đa truy nhập phân chia theo tần số đơn sóng mang .....	58
2.8 Quy trình quy hoạch mạng LTE .....	62
2.8.1 Khái quát về quá trình quy hoạch mạng LTE .....	62
2.8.2 Dự báo lưu lượng và phân tích vùng phủ.....	62
2.8.2.1 Dự báo lưu lượng .....	62
2.8.2.2 Phân tích vùng phủ.....	64
2.8.2.3 Quy hoạch chi tiết .....	64
2.8.2.4 Quy hoạch vùng phủ .....	64
2.8.3 Quy hoạch dung lượng.....	65
2.8.4 Tối ưu mạng .....	65

2.9 Kết luận Chương 2 : .....	66
<b>CHƯƠNG 3: QUY HOẠCH MẠNG 4G/LTE VÀ THỰC TIỄN TRIỂN KHAI ÁP DỤNG TRÊN MẠNG LƯỚI MOBIFONE TỈNH TUYỀN QUANG .....</b>	<b>66</b>
3.1 Thực trạng hạ tầng mạng thông tin di động MobiFone tại tỉnh Tuyên Quang. .	67
3.1.1 Hiện trạng CSHT nhà trạm: .....	67
3.1.1.1. Phân bố trạm thu phát sóng:.....	67
3.1.1.2. Hạ tầng cột Ăng-ten: .....	67
3.1.2 Hiện trạng hạ tầng truyền dẫn: .....	69
3.2 Đánh giá chung hiện trạng hạ tầng mạng lưới MobiFone: .....	69
3.2.1 Kết quả đạt được .....	69
3.2.2 Tồn tại và hạn chế .....	70
3.3 Hiện trạng sử dụng dịch vụ của thuê bao MobiFone tại Tuyên Quang:.....	70
3.4 Định hướng triển khai 4G/LTE tại tỉnh Tuyên Quang:.....	71
3.5 Những thách thức và giải pháp khi triển khai mạng 4G dựa trên nền tảng hạ tầng 3G sẵn có tại tỉnh Tuyên Quang. ....	73
3.5.1 Lựa chọn tần số sử dụng cho LTE .....	73
3.5.2 Lựa chọn vị trí lắp đặt eNodeB: .....	75
3.5.3 Nâng cấp mạng truyền dẫn hiện tại:.....	76
3.5.3.1 Truyền dẫn Viba:.....	76
3.5.3.2 Truyền dẫn quang:.....	76
3.5.4. Hệ thống anten: .....	77
3.5.5: Hệ thống nguồn DC: .....	78
3.5.6. Nâng cấp mạng lõi: .....	79
3.6. Các giải pháp thiết bị eNodeB: .....	80
3.6.1 Giải pháp của hãng Huawei: .....	80
3.6.1.1 Giải pháp tổng thể hãng Huawei:.....	80
3.6.1.2 Giải pháp thiết bị hãng Huawei: .....	82
3.6.2 Giải pháp của hãng Nokia Siemens: .....	82
3.6.2.1 Giải pháp tổng thể hãng Nokia Siemens:.....	82
3.6.2.2 Giải pháp thiết bị của hãng Nokia Siemens: .....	83
3.7 Quy hoạch phát triển mạng vô tuyến 4G/LTE mạng MobiFone tỉnh Tuyên Quang .....	85

3.7.1 Lựa chọn giải pháp thiết bị: .....	85
3.7.1.1 Giá thành: .....	85
3.7.1.2 Khả năng vận hành khai thác: .....	85
3.7.1.3 Khả năng cung ứng thiết bị và triển khai lắp đặt: .....	85
3.7.1.4 Khả năng tương thích ngược với các hệ thống sẵn có của MobiFone:.....	85
3.7.1.5 Dịch vụ hỗ trợ sau bán hàng: .....	86
3.7.1.6 An toàn, bảo mật thông tin:.....	86
3.8 Kết luận Chương 3: .....	88
KẾT LUẬN .....	89
TÀI LIỆU THAM KHẢO .....	91

## DANH MỤC CÁC BẢNG

Bảng 1. 1 Các điểm khác nhau giữa WCDMA và LTE trên giao diện vô tuyến.....	10
Bảng 1. 2: Các điểm khác nhau giữa UMTS và LTE trên phân mạng CORE.....	11
Bảng 1. 3: các tiêu chuẩn 3GPP từ UMTS lên LTE .....	11
Bảng 2. 1: Kênh mang báo hiệu vô tuyến .....	40
Bảng 2. 2: Các băng tần TDD .....	45
Bảng 2. 3: Các băng tần FDD .....	45
Bảng 3. 1: Số lượng trạm thông tin di động 2G/3G trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang tính đến tháng 4/2018.....	67
Bảng 3. 2: Hiện trạng phân loại hạ tầng cột Ăng-ten thu phát sóng thông tin di động MobiFone tỉnh Tuyên Quang .....	68
Bảng 3. 3: Số lượng trạm thông tin di động 2G/3G trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang tính đến tháng 4/2018.....	69
Bảng 3. 4: Thuê bao thông tin di động tại tỉnh Tuyên Quang .....	71
Bảng 3. 5: Chi tiết đầu cuối hỗ trợ các chế độ mạng MobiFone tại tỉnh Tuyên Quang: .....	72
Bảng 3. 6:Nâng cấp mạng lõi PS để triển khai LTE .....	79
Bảng 3. 7: Quy hoạch số lượng eNode B LTE trên mạng MobiFone. ....	86
Bảng 3. 8: Danh sách dự kiến các trạm lắp đặt 4G pha 1 tại tỉnh Tuyên Quang .....	87



## DANH MỤC CÁC HÌNH VẼ, ĐỒ THỊ

Hình 1. 1 Sự phát triển của hệ thống thông tin di động .....	1
Hình 1. 2 Cấu trúc mức cao của GSM và UMTS .....	3
Hình 1. 3 Cấu trúc của mạng truy nhập vô tuyến UTRAN.....	4
Hình 1. 4 Cấu trúc mạng Core trong 2G/3G .....	5
Hình 1. 5 Tăng trưởng dữ liệu người dùng thoại và data từ 2007 đến 2011.....	6
Hình 1. 6 Dự báo lưu lượng thoại và data trên toàn thế giới .....	7
Hình 1. 7 Dung lượng Shannon trong một hệ thống truyền thông với băng thông 5, 10, 20 Mhz .....	7
Hình 1. 8 Sự phát triển cấu trúc hệ thống từ mạng GSM/UMTS lên LTE .....	9
Hình 1. 9: LTE chỉ là một tiệm cận và là cách gọi tên chuẩn công nghệ 4G .....	12
Hình 1. 10: LTE-Advanced - Thế hệ mạng viễn thông thứ 4 .....	13
Hình 2. 1: Cấu trúc lớp cao của LTE .....	19
Hình 2. 2: Cấu trúc bên trong của UE, quy định bởi ETSI.....	20
Hình 2. 3: Kiến trúc mạng truy nhập vô tuyến UMTS tiên tiến .....	21
Hình 2. 4: Các thành phần chính trong mạng core LTE .....	23
Hình 2. 5: Cấu trúc của LTE cho thuê bao roaming .....	25
Hình 2. 6: Mối quan hệ giữa vùng tìm kiếm, vùng pool MME và vùng dịch vụ S-GW .....	25
Hình 2. 7: Các định danh sử dụng bởi MME .....	26
Hình 2. 8: Các định danh tạm thời được sử dụng bởi máy đầu cuối .....	27
Hình 2. 9: Cấu trúc giao thức mức cao trong LTE.....	27
Hình 2. 10: Các giao thức truyền tải sử dụng trong giao diện vô tuyến .....	28
Hình 2. 11: Mối quan hệ giữa tầng truy nhập (access) và tầng không truy nhập (nonaccess) trên giao diện vô tuyến .....	29
Hình 2. 12: Các giao thức truyền tải sử dụng bởi phần tử mạng cố định .....	29
Hình 2. 13: Các giao thức user plan sử dụng bởi LTE.....	31
Hình 2. 14: Các giao thức báo hiệu sử dụng trong LTE .....	32
Hình 2. 15: Thủ tục trao đổi năng lực UE.....	32
Hình 2. 16: Ngăn xếp giao thức trao đổi bản tin báo hiệu RRC giữa UE và eNB....	33

Hình 2. 17: Thủ tục tái chỉ định GUTI (a) Các bản tin tầng non-access và (b) truyền tải bản tin sử dụng tầng truy nhập.....	33
Hình 2. 18: Ngăn xếp giao thức sử dụng để trao đổi bản tin báo hiệu tầng non-access giữa máy đầu cuối và MME.....	34
Hình 2. 19: Ngăn xếp giao thức sử dụng để trao đổi dữ liệu giữa máy đầu cuối và các server bên ngoài mạng khi sử dụng giao diện S5/S8 dựa trên GTP .....	35
Hình 2. 20: Kênh mang EPS dành riêng và mặc định khi sử dụng S5/S8 dựa trên GTP .....	37
Hình 2. 21: Cấu trúc kênh mang LTE, khi sử dụng giao diện S5/S8 dựa trên GTP.	37
Hình 2. 22: Triển khai đường hầm trên đường xuống sử dụng giao diện S5/S8 dựa trên GTP .....	38
Hình 2. 23: Triển khai đường hầm trên đường xuống sử dụng giao diện S5/S8 dựa trên PMIP .....	39
Hình 2. 24: Sơ đồ trạng thái quản lý di động EPS (EMM).....	41
Hình 2. 25: Sơ đồ trạng thái quản lý kết nối EPS (ECM).....	41
Hình 2. 26: Sơ đồ trạng thái điều khiển tài nguyên vô tuyến .....	44
Hình 3. 1: Sơ đồ phân bố trạm thu phát sóng trên địa bàn tỉnh Tuyên Quang .....	69
Hình 3. 2: So sánh hiệu quả về mật băng tần của HSPA+ và LTE.....	74
Hình 3. 3: Quy hoạch sử dụng tần số mạng mobifone giai đoạn 2014-2020 .....	74
Hình 3. 4: Thiết bị BBU 3910.....	75
Hình 3. 5: Rack 42U thường được sử dụng trong trạm BTS .....	76
Hình 3. 6: hệ thống anten tiêu biểu của trạm thu phát sóng di động .....	78
Hình 3. 7: Mạng PS hiện tại của MobiFone.....	80
Hình 3. 8: giải pháp SAE của Huawei .....	81
Hình 3. 9: Thiết bị BTS 3910 của Huawei.....	82
Hình 3. 10: Giải pháp tổng thể của NSN từ R6 HSPA đến Rel 8 hỗ trợ LTE.....	83
Hình 3. 11: Giải pháp thiết bị vô tuyến NSN cho LTE.....	84
Hình 3. 12: Giải pháp hệ thống MME/SAE GW của NSN .....	84
Hình 3. 13: Sơ đồ phân bố các trạm lắp đặt 4G Pha 1 tại tỉnh Tuyên Quang.....	88