

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

LƯU NGUYỄN VIỄN

**NGHIÊN CỨU QUY HOẠCH MẠNG THÔNG TIN
DI ĐỘNG SỬ DỤNG CÔNG NGHỆ LTE VÀ ÁP DỤNG
CHO TỈNH QUẢNG NAM**

Chuyên ngành: Kỹ thuật điện tử

Mã số: 60.52.70

LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2013

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: **TS. NGUYỄN VĂN CƯỜNG**

Phản biện 1: **PGS. TS. TĂNG TẤN CHIẾN**

Phản biện 2: **TS. NGUYỄN HOÀNG CẨM**

Luận văn được bảo vệ tại Hội đồng chấm luận văn tốt nghiệp Thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 2 tháng 6 năm 2013.

** Có thể tìm hiểu luận văn tại:*

- Trung tâm Thông tin - Học liệu, Đại học Đà Nẵng

MỞ ĐẦU

1. Tính cấp thiết của đề tài

Tiếp theo mạng thông tin di động (TTDD) thế hệ thứ 3(3G), Liên minh Viễn thông quốc tế (ITU) đang hướng tới một chuẩn cho mạng di động tế bào mới thế hệ thứ 4 (4G). 4G có những tính năng vượt trội như: cho phép thoại dựa trên nền IP, truyền số liệu và đa phương tiện với tốc độ cao hơn rất nhiều so với các mạng di động hiện nay. Theo tính toán, tốc độ truyền dữ liệu có thể lên đến 100 Mb/s, thậm chí lên đến 1 Gb/s trong các điều kiện tĩnh. Trong bối cảnh đó người ta đã chuyển hướng sang nghiên cứu hệ thống thông tin di động mới có tên gọi là 4G mà nền tảng là công nghệ LTE và LTE-Advanced.

Nhu cầu của khách hàng luôn tác động lớn đến sự ra đời, tồn tại và phát triển của một công nghệ mới. Có thể nói, hiện nay có hai yếu tố từ nhu cầu của người dùng tác động đến sự phát triển của công nghệ 4G. Thứ nhất, đó là sự gia tăng về nhu cầu của các ứng dụng của mạng không dây và nhu cầu băng thông cao khi truy nhập internet. Thứ hai, người dùng luôn muốn công nghệ không dây mới ra đời vẫn sẽ cung cấp các dịch vụ và tiện ích theo cách tương tự như mạng hữu tuyến, mạng không dây hiện có mà họ đang dùng với những thói quen của họ. Và hiển nhiên, nhu cầu về chất lượng dịch vụ cung cấp được tốt hơn, tốc độ cao hơn, tốc độ truy nhập Web, tải xuống các tài nguyên mạng nhanh hơn,... đó là đích hướng tới của công nghệ di động 4G.

Để hòa nhập với xu thế chung, người thực hiện đã chọn đề tài “**Nghiên cứu quy hoạch mạng thông tin di động sử dụng công nghệ LTE và áp dụng cho tỉnh Quảng Nam**” để có cơ hội nghiên cứu, tìm hiểu kỹ hơn về công nghệ mới này đồng thời qua đó tìm cách quy hoạch tối ưu trong việc triển khai công nghệ LTE trong mạng di động và áp dụng cho mạng di động tại tỉnh Quảng Nam.

2. Mục đích nghiên cứu

Mục đích của đề tài là nghiên cứu công nghệ LTE và LTE – A, qua đó đưa ra các cách thức quy hoạch mạng thông tin di động sử dụng công nghệ LTE để tối ưu hóa việc triển khai công nghệ đồng thời tiết kiệm chi phí, nhân lực và hạ tầng mạng đồng thời áp dụng lý thuyết quy hoạch trên cho tỉnh Quảng Nam.

3. Đối tượng và phạm vi nghiên cứu

a) Đối tượng nghiên cứu:

+ Tập trung vào việc nghiên cứu công nghệ LTE và LTE-Advanced.

+ Đưa ra giải pháp quy hoạch mạng thông tin di động sử dụng công nghệ LTE dựa trên cơ sở nghiên cứu lý thuyết về công nghệ LTE.

b) Phạm vi nghiên cứu:

+ Nghiên cứu về công nghệ LTE và LTE - A

+ Giải pháp quy hoạch mạng thông tin di động sử dụng công nghệ LTE.

+ Viết chương trình mô phỏng và tính toán để kiểm chứng kết quả mà lý thuyết đã đề cập.

4. Phương pháp nghiên cứu

Trong quá trình thực hiện đề tài, phương pháp nghiên cứu chủ yếu là kết hợp giữa nghiên cứu lý thuyết, viết chương trình chạy mô phỏng, tính toán thực hiện kiểm chứng các kết quả.

5. Bộ cục đề tài

Luận văn gồm các phần chính sau đây:

Chương 1: Nghiên cứu về hệ thống thông tin di động 4G LTE

Nghiên cứu chi tiết kiến trúc mạng, kiến trúc giao thức và các công nghệ thành phần sử dụng cho LTE.

Chương 2: Công nghệ LTE-A

Giới thiệu tổng quan cấu trúc, các yêu cầu và các công nghệ thành phần đề xuất cho LTE-A

Chương 3: Lý thuyết Quy hoạch mạng LTE

Trình bày lý thuyết về quy hoạch mạng thông tin di động sử dụng công nghệ LTE.

Chương 4: Mô phỏng và áp dụng cho tỉnh Quảng Nam.

Giới thiệu các sơ đồ thực hiện chương trình mô phỏng và các kết quả tính toán mô phỏng thu được về quy hoạch mạng tại Quảng Nam.

6. Tổng quan tài liệu nghiên cứu

Tài liệu nghiên cứu được tham khảo là những công trình được viết sách, các bài báo, các luận văn thạc sỹ từ các trường đại học của các quốc gia khác trên thế giới, cùng với các trang web tìm hiểu. Luận văn chắc chắn không tránh khỏi những sai sót, rất mong nhận được sự góp ý của Hội đồng để luận văn trở thành một công trình thực sự có ích.

CHƯƠNG 1

NGHIÊN CỨU HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G (LTE)

1.1. GIỚI THIỆU CHƯƠNG

Công nghệ viễn thông trên thế giới phát triển không ngừng và có thể nói đây là ngành có tốc độ thay đổi công nghệ cao nhất, nhanh nhất. Ngoài công nghệ mạng lõi thì công nghệ đầu cuối hiện nay đã phát triển thay đổi từng ngày đòi hỏi các công ty, doanh nghiệp phải kịp thời nắm bắt và triển khai, nếu không sẽ bị chậm trễ và tụt hậu. Với sự phát triển nhanh chóng của công nghệ di động, mạng di động thế hệ thứ 4 (4G) ra đời dựa trên kỹ thuật LTE và LTE-Advanced. Trong chương này chúng ta tìm hiểu về nguyên lý, kiến trúc của công nghệ LTE và LTE-Advanced.

1.2. CÁC GIAI ĐOẠN PHÁT TRIỂN CỦA CÔNG NGHỆ VIỄN THÔNG DI ĐỘNG

Sự phát triển công nghệ viễn thông di động có thể tóm tắt những cột mốc chính sau đây:

Công nghệ di động thế hệ thứ nhất (1G) ra đời vào khoảng thời gian năm 1980 dựa trên công nghệ FDMA (đa truy cập phân chia theo tần số); tiếp đến công nghệ di động thế hệ thứ 2 (2G) ra đời vào khoảng thời gian năm 1990 dựa trên công nghệ TDMA (đa truy cập phân chia theo thời gian); công nghệ di động thế hệ thứ 3 (3G) ra đời vào khoảng thời gian năm 2000 dựa trên công nghệ WCDMA (đa truy cập phân chia theo mã); công nghệ di động thế hệ thứ 4 (4G) ra đời trong khoảng thời gian từ năm 2009 đến nay, đã qua giai đoạn triển khai thử nghiệm ban đầu và hiện nay đang triển khai tại một số

nước, dựa trên công nghệ OFDM, SDMA- tức là công nghệ LTE – LTE ADVANCE.

LTE là từ viết tắt của Long Term Evolution, mô tả công việc chuẩn hóa của 3GPP để xác định phương thức truy nhập vô tuyến tốc độ cao mới cho hệ thống truyền thông di động. LTE là bước tiếp theo dẫn đến hệ thống thông tin di động thế hệ thứ 4 hay còn gọi là 4G. Hệ thống này được kỳ vọng có những tiến bộ vượt bậc về công nghệ cũng như những tính năng so với thế hệ 3G trước đó.

1.3. CÔNG NGHỆ LTE

1.3.1. Giới thiệu

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

1.3.2. Các chuẩn của công nghệ LTE

Tốc độ: Tốc độ tải xuống (Downlink) cao nhất ở băng thông 20MHz có thể lên đến 100Mbps, cao hơn từ 3-4 lần so với công nghệ HSDPA (3GPP Release 6) và tốc độ tải lên (Uplink) có thể lên đến 50Mbps, cao hơn từ 2-3 lần so với công nghệ HSUPA (3GPP Release 6) với 2 anten thu và 1 anten phát ở thiết bị đầu cuối.

Độ trễ: Thời gian trễ tối đa đối với dịch vụ người dùng phải thấp hơn 5ms.

Độ rộng băng thông linh hoạt: Có thể hoạt động với băng thông 5MHz, 10MHz, 15MHz và 20MHz, thậm chí nhỏ hơn 5MHz như 1,25MHz và 2,5MHz.

Tính di động: Tốc độ di chuyển tối ưu là 0-15km/giờ, vẫn hoạt động tốt với tốc độ di chuyển từ 15-120km/giờ, thậm chí lên đến 500km/giờ tùy băng tần.

Phổ tần số: Hoạt động theo chế độ phân chia theo tần số hoặc chế độ phân chia theo thời gian. Độ phủ sóng từ 5-100km (tín hiệu suy yếu từ km thứ 30), dung lượng hơn 200 người/cell (băng thông 5MHz).

Chất lượng dịch vụ: Hỗ trợ tính năng đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS cho các thiết bị. VoIP đảm bảo chất lượng âm thanh tốt, độ trễ ở mức tối thiểu (thời gian chờ gần như không có) thông qua các mạng chuyển mạch UMTS.

Liên kết mạng: Khả năng liên kết với các hệ thống UTRAN/GERAN hiện có và các hệ thống không thuộc 3GPP cũng sẽ được đảm bảo. Thời gian trễ trong việc truyền tải giữa E-UTRAN và UTRAN/GERAN sẽ nhỏ hơn 300ms cho dịch vụ thời gian thực và không quá 500ms cho các dịch vụ còn lại.

Chi phí: Chi phí triển khai và vận hành giảm.

Để đạt được các mục tiêu trên, LTE sẽ phải sử dụng các kỹ thuật mới: OFDMA (Orthogonal Frequency Division Multiple Access – Đa truy cập đa phân chia theo tần số trực giao) cho hướng xuống và SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple

Access – Đa truy cập đa phân chia theo tần số sóng mang đơn) cho hướng lên. Thêm vào đó là sử dụng anten MIMO cũng là một yêu cầu tất yếu.

1.3.3 Cấu trúc mạng

Như đã đề cập, LTE được thiết kế để hỗ trợ cho các dịch vụ chuyên mạch gói, đối lập với chuyên mạch kênh truyền thống. Nó hướng đến cung cấp các kết nối IP giữa các UE (User Equipment) và PDN (Packet Data Network), mà không có bất kì sự ngắt quãng nào đối với những ứng dụng của người dùng trong suốt quá trình di chuyển. Trong khi thuật ngữ LTE đề cập quanh sự tiến triển việc truy cập vô tuyến thông qua E-UTRAN (Evolved-UTRAN), nó còn được kết hợp cùng với các phương diện cải tiến “ không vô tuyến” dưới thuật ngữ SAE (System Architecture Evolution)_bao gồm mạng lõi gói cải tiến EPC (Evolved Packet Core). LTE cùng với SAE tạo thành hệ thống gói cải tiến EPS (Evolved Packet System).

a) Mạng lõi

Mạng lõi CN (được gọi là EPC trong SAE) đáp ứng cho việc điều khiển UE và thiết lập các thông báo. Các Node chính của EPC:

- PDN Gateway (P-GW)
- Serving Gateway (S-GW)
- Mobility Management Entity (MME)

b) Mạng truy cập

E-UTRAN là một cấu trúc phẳng. Các eNodeB kết nối với nhau thông qua các đường giao tiếp X2, và kết nối với EPC bằng đường giao tiếp S1.

E-UTRAN chịu trách nhiệm về các chức năng liên quan đến vô tuyến, gồm có :

- Quản lý nguồn tài nguyên vô tuyến.
- Nén Header.
- Bảo mật.
- Kết nối với EPC.

1.3.4 Kiến trúc giao thức

a) Mặt phẳng người dùng

Một gói IP của UE được đóng gói trong một EPC-giao thức và đường hầm cụ thể giữa P-GW và eNodeB- để truyền đến UE. Các giao thức xuyên hầm khác nhau được dùng với các đường giao tiếp khác nhau. Một giao thức xuyên hầm trong 3GPP gọi là giao thức xuyên hầm GPRS (GPRS Tunnelling Protocol) được sử dụng trong các đường giao tiếp của mạng lõi, S1 và S5/S8.

b) Mặt phẳng điều khiển

Giao thức RRC được biết đến như giao thức lớp 3 trong tầng truy cập. Nó có chức năng điều khiển chính trong tầng truy cập, chịu trách nhiệm thiết lập các thông báo vô tuyến và cấu hình tất cả các lớp thấp hơn sử dụng báo hiệu RRC giữa eNodeB và UE.

1.3.5 Truyền dữ liệu hướng xuống

Trong LTE, truyền dữ liệu hướng xuống sử dụng công nghệ OFDM, dưới đây là những nét cơ bản của OFDM

a) Nguyên tắc cơ bản của OFDM

Kỹ thuật truyền OFDM có thể được xem như là một loại của truyền đa sóng mang. Đặc điểm cơ bản của truyền OFDM là:

- Sử dụng một lượng tương đối lớn các sóng mang con băng hẹp. Truyền OFDM sử dụng vài trăm sóng mang con được truyền trên cùng một liên kết vô tuyến đến cùng một máy thu.

- Dạng xung hình chữ nhật đơn giản, điều này đáp ứng phổ dạng sinc-square ở mỗi sóng mang.

Những sóng mang con được sắp xếp chặt chẽ trên miền tần số với khoảng cách giữa các sóng mang con $\Delta f = 1/T_u$, với T_u là thời gian điều chế symbol trên mỗi sóng mang con. Khoảng cách sóng mang con bằng tốc độ điều chế trên mỗi sóng mang con.

1.3.6 Truyền dữ liệu hướng lên

OFDM được xem là phương án tối ưu cho hướng DL nhưng hướng UL thì chưa được thuận lợi. Điều này là do thuộc tính của OFDM có tỉ lệ công suất đỉnh trung bình (PARP-Peak-to-Average Power Ratio) thấp, làm ảnh hưởng đến việc truyền tín hiệu của hướng UL. Do đó, hướng UL của chế độ FDD và TDD sẽ sử dụng kỹ thuật đa truy nhập phân chia tần số sóng mang đơn SC-FDMA (Single Carrier Frequency Division Multiple Access) theo chu kì. Các tín hiệu SC-FDMA có tín hiệu PARP tốt hơn OFDMA. Đây là một trong những lí do chính để chọn SC-FDMA cho LTE. PARP giúp mang lại hiệu quả cao trong việc thiết kế các bộ khuếch đại công suất UE, và việc xử lí tín hiệu của SC-FDMA vẫn có một số điểm tương đồng với OFDMA, do đó, tham số hướng DL và UL có thể cân đối với nhau. Tín hiệu SC-FDMA được tạo ra bằng kỹ thuật trải phổ DFT-OFDM (DFT-s-OFDM).

1.3.7 MIMO

MIMO là một kỹ thuật đổi mới quan trọng của LTE, được sử dụng để cải thiện hiệu suất của hệ thống. Kỹ thuật cho phép LTE cải thiện hơn về dung lượng và hiệu quả sử dụng phổ. Mặc dù, sử dụng MIMO làm cho hệ thống phức tạp hơn về quá trình xử lý tín hiệu và yêu cầu số lượng anten, nhưng nó có thể tăng tốc độ dữ liệu lên mức cao, cho phép hiệu quả sử dụng phổ tần. MIMO là một kỹ thuật không thể thiếu của LTE.

Kết luận Chương 1: Chương 1 đã nghiên cứu và mô tả một cách chi tiết về công nghệ LTE, lý thuyết này sẽ được vận dụng để giải bài toán quy hoạch cho chương 4.

CHƯƠNG 2

CÔNG NGHỆ LTE ADVANCE

2.1 GIỚI THIỆU

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

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

- Hỗ trợ độ rộng băng tần lên đến và bao gồm 40Mhz.
- Khuyến khích hỗ trợ các độ rộng băng tần rộng hơn (chẳng hạn 100Mhz).
- Hiệu quả sử dụng phổ tần đỉnh đường xuống tối thiểu là 15 b/s/Hz (giả sử sử dụng MIMO 4x4).
- Hiệu quả sử dụng phổ tần đỉnh đường lên tối thiểu là 6,75 b/s/Hz (giả sử sử dụng MIMO 4x4).
- Tốc độ thông lượng lý thuyết là 1,5 Gb/s.

2.2 NHỮNG CÔNG NGHỆ THÀNH PHẦN ĐỀ XUẤT CHO LTE-A

2.2.1 Truyền dẫn băng rộng hơn và chia sẻ phổ tần

Mục tiêu tốc độ số liệu đỉnh của LTE-Advance rất cao và chỉ có thể được thỏa mãn một cách vừa phải bằng cách tăng độ rộng băng truyền dẫn hơn nữa so với những gì được cung cấp ở Release đầu tiên của LTE và độ rộng băng truyền dẫn lên đến 100Mhz được thảo luận trong nội dung của LTE-Advance. Việc mở rộng độ rộng của băng sẽ được thực hiện trong khi vẫn duy trì được tính tương thích phổ. Điều này có thể đạt được bằng cách sử dụng “khối tập kết sóng mang”, trong đó nhiều sóng mang thành phần LTE được kết hợp trên lớp vật lý để cung cấp độ rộng băng cần thiết. Đối với thiết bị đầu cuối LTE, mỗi sóng mang thành phần sẽ xuất hiện như là một

sóng mang LTE trong khi một thiết bị đầu cuối LTE-Advance có thể khai thác toàn bộ độ rộng băng khối kết tập.

2.2.2 Giải pháp đa anten

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

2.2.3 Truyền dẫn đa điểm phối hợp

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

2.2.4 Các bộ lặp và các bộ chuyển tiếp

Từ việc xem xét quỹ đường truyền, việc triển khai các giải pháp chuyển tiếp khác nhau nhằm giảm khoảng cách máy phát và máy thu xuống và cho phép tăng tốc độ số liệu. Các bộ lặp đơn giản sẽ khuếch đại và chuyển đi các tín hiệu tương tự thu được

2.2.5 MCMC CDMA

Song song với các giải pháp trên thì một đề xuất cũng đang được đưa ra đó là MCMC CDMA (Multicode Multicarrier Code Division Multiple Access) nhằm cung cấp nhiều loại tốc độ khác nhau được truyền đi trên nhiều sóng mang con.

Kết luận chương 2: Chương này đã khái quát được công nghệ LTE – Advance, các giải pháp tối ưu trong truyền dẫn vô tuyến giúp cải thiện chất lượng dịch vụ và tăng tốc độ dữ liệu.

CHƯƠNG 3

QUY HOẠCH MẠNG LTE

3.1 GIỚI THIỆU

Tiếp theo công nghệ 3G, công nghệ 4G ra đời mang lại nhiều lợi ích cho người tiêu dùng. Tuy nhiên, để đưa công nghệ 4G vào hoạt động thì không thể bỏ qua bài toán quy hoạch. Công cụ này giúp giảm thiểu chi phí đầu tư và tối ưu hóa mạng lưới.

3.2 QUY HOẠCH MẠNG LTE

Mục đích của quy hoạch mạng vô tuyến là để tối đa vùng bao phủ mạng trong khi cung cấp được dung lượng mong muốn tại cùng thời điểm.

3.2.1 Quy hoạch vùng phủ

Quy hoạch vùng phủ là một bước quan trọng trong việc triển khai một mạng di động. Quá trình này bao gồm việc lựa chọn mô hình truyền sóng thích hợp dựa trên địa hình của khu vực, vật cản phản xạ sóng, và dân số. Các mô hình truyền sóng (các mô hình thực nghiệm) là quá đơn giản để dự đoán các trạng thái truyền tín hiệu một cách chính xác, chúng cung cấp tương đối chính xác những trạng thái tín hiệu xảy ra như thế nào. Lĩnh vực đo lường là chính xác nhất trong việc dự đoán vùng phủ sóng trong một khu vực nhất định.

a) Tính toán quỹ đường lên (UL)

Các thông số và công thức sử dụng để tính toán quỹ đường truyền lên cho LTE:

- Công suất máy phát (P_{Txm}) : đối với đường lên công suất máy phát ở đây là công suất của UE. Tùy thuộc vào lớp công suất phát mà UE sử dụng sẽ có giá trị công suất tối đa khác nhau. Đơn vị dùng để tính toán cho công suất máy phát là dBm.
- Khuếch đại anten (G_m) : phụ thuộc vào thiết bị và băng tần sử dụng.
- Tổn hao phi đơ và bộ nối (L_{fm})
- Tổn hao cơ thể (L_{body}) : là tổn hao điển hình đối với quỹ đường truyền cho dịch vụ thoại vì di động được giữ gần với tai nghe.
- Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương ($EIPR_m$) : có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau:

$$EIPR_m = P_{Txm} + G_m + L_{fm} - L_{body} \quad (3.1)$$

- Hệ số tạp âm máy thu (NF) : trong trường hợp này máy thu là trạm gốc và có đơn vị là dB.
- Công suất tạp âm nhiệt đầu vào máy thu (N_i) : có đơn vị là dBm và được tính toán bằng công thức sau:

$$N_i = 30 + 10\lg k + 10\log 290K + 10\lg B \quad (3.2)$$

Với k là hằng số Boltzman và có giá trị $k = 1.3824 \times 10^{-23}$ J/K. B là băng thông phụ thuộc vào tốc độ bit, tương ứng với mỗi tốc độ bit sẽ có số RB khác nhau được phát đi. Chẳng hạn như 64 kbps tương ứng với 2 RB được phát đi tương ứng với B là 360 KHz.

- Công suất tạp âm nền máy thu (N) : có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau :

$$N = N_i + NF \quad (3.3)$$

- Dự trữ nhiễu (M_i) : dự trữ nhiễu ở LTE sẽ nhỏ hơn dự trữ nhiễu ở WCDMA vì các tín hiệu ở đường lên đã được trực giao.
- Tổng tạp âm nhiễu + giao thoa ($N + I$) : có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau :

$$(N + I)(\text{dBm}) = N + M_i \quad (3.4)$$

- Tỷ số SNR yêu cầu (SNR_r) : được lấy từ mô phỏng. Có đơn vị là dB.
- Độ nhạy máy thu hiệu dụng (P_{\min}) : có đơn vị là dB và được xác định theo công thức sau:

$$P_{\min} = (N + I) (\text{dBm}) + \text{SNR}_r (\text{dB}) \quad (3.5)$$

- Khuếch đại anten trạm gốc (G_b) : phụ thuộc vào kích cỡ anten và số sector. Đơn vị của nó là dBi.
- Tổn hao phi đơ và bộ nối (L_f) : tổn hao ở phía trạm gốc. Có đơn vị là dB.
- Khuếch đại MHA (G_{MHA}) : MHA là bộ khuếch đại trên tháp anten, nó có đơn vị là dB.
- Tổn hao đường truyền cực đại cho phép (L_{\max}) : có đơn vị là dB và được tính toán theo công thức sau:

$$L_{\max} = \text{EIRP}_m - P_{\min} + G_b - L_f + G_{\text{MHA}} \quad (3.6)$$

b) Tính toán quỹ đường xuống cho LTE

Các thông số và công thức sử dụng để tính toán quỹ đường truyền xuống cho LTE:

- Công suất máy phát (P_{Txb}) : đối với đường lên công suất máy phát ở đây là công suất của trạm gốc. Đơn vị dùng để tính toán cho công suất máy phát là dBm. Giá trị điển hình là từ 43 - 48 dBm.
- Khuếch đại anten (G_b) : phụ thuộc vào kích cỡ anten và số sector. Đơn vị của nó là dBi.
- Tổn hao phi đơ và bộ nối (L_f)
- Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương ($EIRP_b$) : có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau:

$$EIPR_b = P_{Txm} + G_b + L_f \quad (3.7)$$

- Hệ số tạp âm máy thu (NF) : trong trường hợp này máy thu là trạm gốc và có đơn vị là dB.
- Công suất tạp âm nhiệt đầu vào máy thu (N_i) : có đơn vị là dBm và được tính toán bằng công thức sau:

$$N_i = 30 + 10\lg k + 10\log 290K + 10\lg B \quad (3.8)$$

- Công suất tạp âm nền máy thu (N) : có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau :

$$N = N_i + NF \quad (3.9)$$

- Dự trữ nhiễu (M_i) : Nó có đơn vị là dB
- Tổng tạp âm nhiễu + giao thoa ($N + I$) : có đơn vị là dBm và được tính toán theo công thức sau :

$$(N + I)(dBm) = N + M_i + M_{cch} \quad (3.10)$$

- Tỷ số SNR yêu cầu (SNR_r) : được lấy từ mô phỏng. Có đơn vị là dB.
- Độ nhạy máy thu hiệu dụng (P_{min}) : có đơn vị là dB và được xác định theo công thức sau:

$$P_{\min} = (N + I) \text{ (dBm)} + \text{SNR}_r \text{ (dB)} \quad (3.11)$$

- Khuếch đại Anten trạm gốc (G_m) : phụ thuộc vào thiết bị và băng tần sử dụng.
- Tổn hao phi đơn và bộ nối (L_{fm}) : tổn hao ở phía UE. Có đơn vị là dB.
- Tổn hao cơ thể (L_{body}) : là tổn hao điển hình đối với quỹ đường truyền cho dịch vụ thoại vì di động được giữ gần với tai nghe.
- Tổn hao đường truyền cực đại cho phép (L_{max}) : có đơn vị là dB và được tính toán theo công thức sau:

$$L_{\max} = \text{EIRP}_b - P_{\min} + G_m - L_{fm} - L_{body} \quad (3.12)$$

c) Các mô hình truyền dẫn cơ bản:

Phần này giới thiệu 2 mô hình truyền dẫn được sử dụng rộng rãi, đó là mô hình Hata-Okumura và Walfisch-Ikegami. Những mô hình thực nghiệm này là những phương tiện cơ bản cho việc tính toán suy hao truyền dẫn.

d) Tính bán kính cell và diện tích vùng phủ

Trước tiên, dựa vào các tham số của quỹ đường truyền để xác định suy hao đường truyền tối đa cho phép. Khi đó, dễ dàng tính được bán kính cell nếu biết được mô hình truyền sóng áp dụng với môi trường đang khảo sát ($L_{\max} = L_p$).

Suy ra công thức tính bán kính cell như sau:

$$R_{\text{cell}} = 10^{(L_p - L)/X} \quad (3.13)$$

$$L_p = L' + X * \lg R \quad (3.14)$$

Sau khi tính được kích thước cell, dễ dàng tính được diện tích vùng phủ với chú ý diện tích vùng phủ phụ thuộc vào cấu hình phân

đoạn trạm gốc. Diện tích vùng phủ đối với một cell có cấu trúc lục giác đều được tính như sau:

$$S = K * R_{\text{cell}}^2 \quad (3.15)$$

Trong đó: S là diện tích vùng phủ, R_{cell} là bán kính cực đại cell, K là hằng số

Tính được diện tích Cell, số eNodeB tính theo vùng phủ được tính như sau:

$$\text{Số eNodeB} = \text{Diện tích toàn tỉnh} / \text{diện tích cell} \quad (3.16)$$

3.2.2 Quy hoạch dung lượng

Dung lượng lý thuyết của mạng bị giới hạn bởi số eNodeB đặt trong mạng. Dung lượng của mạng bị ảnh hưởng bởi các yếu tố như mức can nhiễu, kỹ thuật mã hóa và điều chế được cung cấp. Sau đây là các công thức dùng để tính số eNodeB được tính bởi khía cạnh dung lượng.

$$\text{Số eNodeB} = (\text{Toàn bộ tốc độ dữ liệu}) / (\text{Dung lượng site}) \quad (3.17)$$

Trong đó:

$$\text{Toàn bộ tốc độ dữ liệu} = (\text{Số thuê bao}) * (\text{Tốc độ bit đỉnh}) * (\text{Hệ số OBF}) \quad (3.18)$$

Dung lượng site :

$$C = F * BW * \log_2(1 + \text{SNR}) \quad (3.19)$$

F: hệ số sửa lỗi, F được tính toán theo công thức sau:

$$F = \frac{T_{\text{frame}} - T_{\text{cp}}}{T_{\text{sub}}} * \frac{N_{\text{sc}} * N_s / 2 - 4}{N_{\text{sc}} * N_s / 2}$$

Số eNodeB cuối cùng sẽ là:

Max {số eNodeB theo vùng phủ, số eNodeB theo dung lượng}

Kết luận chương 3: Chương 3 đã trình bày các bước cụ thể để tiến hành quy hoạch mạng LTE bao gồm: tính toán suy hao cực đại cho phép đường lên và đường xuống, dựa trên suy hao cực đại cho phép tính toán bán kính cell và diện tích phủ của cell và tính số trạm BS cần thiết để phủ toàn bộ vùng địa lý mong muốn. Bước tiếp theo là quy hoạch dung lượng, bước này cũng dựa trên các thông số thống kê và lý thuyết quy hoạch dung lượng từ đó đưa ra số tổng số BS để đáp ứng nhu cầu của tất cả thuê bao. Sau cùng là việc lấy số BS lớn nhất giữa quy hoạch vùng phủ và dung lượng cùng với việc bố trí đặt các trạm BS sao cho kinh tế nhất.

CHƯƠNG 4

QUY HOẠCH MẠNG LTE CHO QUẢNG NAM GIAI ĐOẠN 2013-2020 VÀ TÍNH TOÁN MÔ PHỎNG

4.1 GIỚI THIỆU

Quảng Nam thuộc vùng duyên hải Nam Trung Bộ, với diện tích 10,417.14 km² trong đó 72% là diện tích núi rừng và dân số là 1,463,240 người gồm 16 huyện và hai thành phố trực thuộc tỉnh. Tuy nhiên, để dễ dàng quản lý và đầu tư, trong ngành viễn thông người ta gộp chung các huyện và thành phố như: Tam Kỳ - Phú Ninh, Tiên Phước – Trà My (Nam, Bắc Trà My), Tam Giang (Nam, Đông, Tây Giang), Hiệp Đức – Phước Sơn, Quế Sơn – Nông Sơn.

4.2 MÔ TẢ VẤN ĐỀ

Chất lượng của một hệ thống vô tuyến LTE là kết quả tính toán tối ưu của 3 đặc trưng: vùng phủ sóng, chất lượng dịch vụ và dung lượng phục vụ của hệ thống, ba đặc trưng này có liên hệ chặt chẽ với

nhau. Người thiết kế hệ thống có trách nhiệm cân bằng các đặc trưng trên để đạt tối ưu trên lãnh thổ cụ thể. Việc cân bằng này sẽ khác nhau cho từng lãnh thổ khác nhau: vùng trung tâm đô thị, vùng xa trung tâm đô thị, vùng nông thôn, v.v...

Trong luận văn này sẽ sử dụng mô hình *Walfisch-Ikegami* cho phương án tính toán thiết kế vì mô hình này thích hợp với điều kiện địa lý Quảng Nam.

4.3 TÍNH TOÁN THIẾT KẾ MẠNG LTE CHO QUẢNG NAM

4.3.1 Quy hoạch vùng phủ

a) Tính suy hao cực đại cho phép từ việc tính toán quỹ đường truyền.

Áp dụng lý thuyết Chương 3 và tính toán theo mô hình Walfisch – Ikegami ta tính được:

- Suy hao cực đại cho phép đường lên: **159.9 dB**
- Suy hao cực đại cho phép đường xuống: **162.2 dB**

b) Tính số trạm BS dựa theo bán kính phục vụ của BS và diện tích phủ sóng của cell.

➤ Tính bán kính cell

- Tần số làm việc (f) : 1800 MHz

** Với điều kiện địa hình, dân số và mức độ phát triển ở các huyện và thành phố thuộc tỉnh Quảng Nam nên ta có được các thông số như sau:*

- Độ rộng đường phố (w) : 15 m
- Khoảng cách giữa các tòa nhà (b) : 35 m
- Độ cao trung bình của tòa nhà (h_r) : 15 m
- Độ cao của anten mobile (h_m) : 1,5 m

- Độ cao trung bình của anten BS (h_b) : 30 m
- Góc tới của tia sóng từ tòa nhà đến mặt đường: $b/2 \approx 20$ độ

Sử dụng kết quả suy hao cực đại cho phép ở đường lên và đường xuống tương ứng là: 163.4 dB và 165.4 dB ta tính được:

- Bán kính cell tính theo tổn hao cực đại cho phép đường lên: **4.173 Km.**

- Bán kính cell tính theo tổn hao cực đại cho phép đường xuống: **4.549 Km**

Như vậy, để đảm bảo phủ sóng hết toàn tỉnh thì ta chọn bán kính cell $R = 4.173$ Km để tính diện tích Cell và đó là phần tiếp theo.

Với anten 3 sector nên hệ số $K = 1,95$, từ đó tính được diện tích Cell: **$S = 33.957 \text{ km}^2$**

⇒ Số eNodeB = diện tích Quảng Nam/S = 306 trạm.

4.3.2 Quy hoạch dung lượng

Áp dụng lý thuyết Chương 3 ta tính được số eNode cho từng vùng cụ thể:

Bảng 4.1. Kết quả tính toán số trạm BS theo dung lượng

Đơn vị	Năm		Số BS được tính toán
	2013	2020	
	Số thuê bao	Số thuê bao	
Tỉnh Quảng Nam	120046	177363	594
Điện Bàn	18781	27748	93
Hội An	15826	23382	78
Thị trấn Đại Lộc	9582	14157	47
Thị trấn Tam Giang	6395	9448	32

uyện Duy Xuyên	10351	15293	51
uyện Quế Sơn	8174	12077	40
uyện Thăng Bình	7785	11502	39
uyện HD-Phước Sơn	6719	9927	33
. Tam Kỳ - Pninh	21.738	32117	108
uyện Núi Thành	8.411	12427	42
uyện TP – TM	6.284	9284	31

Như vậy, số eNodeB cuối cùng sẽ là:

$$\text{Max}\{205, 890\} = 594 \text{ trạm}$$

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Công nghệ LTE sẽ trở thành một công nghệ tương lai, tạo ra nhiều cơ hội phát triển cho ngành viễn thông. Trong bối cảnh hội nhập hiện nay ở nước ta, việc nắm bắt và triển khai công nghệ mới này là hết sức cần thiết.

Luận văn này đã đi vào nghiên cứu công nghệ LTE, LTE-A và thực hiện quy hoạch mạng LTE cho tỉnh Quảng Nam trong giai đoạn 2013-2020.

Luận văn đã thực hiện nghiên cứu và hoàn thành cơ bản những vấn đề lý thuyết như sau:

- Lý thuyết về công nghệ LTE, LTE-A
- Phân tích được những yêu cầu và nguyên tắc thực hiện quy hoạch mạng LTE ứng với đặc trưng, cấu trúc địa lý từng vùng cụ thể, đưa ra sơ đồ tính toán dung lượng, vùng phủ và đánh giá chất lượng dịch vụ với 2 mô hình thực nghiệm cụ thể Hata-Okumura và Walfisch-Ikegami.

Từ những vấn đề trên, luận văn đã tiến hành đưa ra mô hình lý thuyết để tính toán, thiết kế, định cỡ mạng LTE cho tỉnh Quảng Nam với tiêu chí tối ưu hóa về phương diện vùng phủ sóng và dung lượng hệ thống vô tuyến trong giai đoạn 2013-2020.

Hạn chế của đề tài:

- Trong tính toán thực tế, ngoài việc lấy một số tham số của nhà cung cấp thiết bị, một phần lớn các tham số khác còn lấy theo các giá trị điển hình. Do vậy, kết quả thiết kế chỉ dừng ở mức định cỡ mạng sơ bộ.

Hướng phát triển của đề tài:

- Hiệu chỉnh, tối ưu hóa mạng ở từng khu vực tỉnh Quảng Nam nhằm đảm bảo công suất phát hợp lý, dung lượng, vùng phủ và chất lượng dịch vụ.

- Dung lượng và vùng phủ sau khi quy hoạch sẽ được phân tích cho từng cell.

- Phải có bản đồ truyền sóng thực tế và các dự tính lưu lượng ở từng vùng.