

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG



NGUYỄN TRỌNG HIẾU

**THIẾT KẾ HỆ THỐNG
PHỦ SÓNG DI ĐỘNG 4G CHO TỔ HỢP HẢI
PHÁT PLAZA**

Chuyên ngành : KỸ THUẬT VIỄN THÔNG
Mã số : 8.52.02.08

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

HÀ NỘI - 2021

Luận văn được hoàn thành tại:
HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. NGUYỄN VIỆT HÙNG

Phản biện 1:

.....

Phản biện 2:

.....

Luận văn sẽ được bảo vệ trước Hội đồng chấm luận văn thạc sĩ tại Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

Vào lúc: giờ ngày tháng năm 2021

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

- Thư viện của Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông

MỞ ĐẦU

Trong 20 năm gần đây với sự phát triển của nền kinh tế Việt Nam, cơ sở hạ tầng đô thị tại các thành phố phát triển. Các thành phố lớn liên tục được mở rộng. Đồng thời dân số tại đây cũng liên tục tăng do di dân của lực lượng trẻ từ các vùng miền đổ dồn về. Các tòa nhà cao tầng, các khu đô thị gồm tổ hợp các tháp nhà liên tục được hoàn thành nhằm mục đích đáp ứng nhu cầu của các hộ gia đình mới trong thời điểm giá đất nền liên tục tăng cao. Với các dự án cao tầng này, giải quyết được tỷ lệ người sinh sống, làm việc tập trung với mật độ rất cao. Dẫn đến rất nhiều khó khăn cho một số dịch vụ trong đó có các dịch vụ trên nền tảng sóng di động. Mặt khác, các dự án cao tầng tại các thành phố lớn luôn có chiều cao lớn hơn nhiều lần chiều cao hạn chế của cột phát sóng trạm BTS ngoài trời. Với các công nghệ xây dựng ứng dụng như tường, dầm bê tông trên mặt sàn diện tích rất rộng đã ngăn cản hoàn toàn các bước sóng của mạng di động, chúng không thể đâm xuyên cũng như các búp sóng tốt gần như không phủ tới thiết bị di động đang được sử dụng phía bên trong tòa nhà. Tỷ lệ con người (cũng như tỷ lệ thuê bao di động) tập trung trên diện tích mặt đất cao và vậy tín hiệu và dịch vụ của dịch vụ viễn thông di động không đạt được tiêu chuẩn để kết nối thuê bao là một vấn đề cần giải quyết của các nhà cung cấp dịch vụ di động cũng như chủ đầu tư của các dự án. Tổ hợp Hải Phát Plaza cũng nằm trong trường hợp trên với quy mô khá lớn với các dịch vụ: Văn phòng, Trung tâm thương mại, nhà ở và bãi giữ xe luôn cần các dịch kết nối di động với chất lượng cao nhất. Phát sinh ra các nhu cầu lớn trong đó có nhu cầu dịch vụ sử dụng các thiết bị di động kết nối với các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông

Với mục đích giải quyết các vướng mắc trên, trong đề tài luận văn sẽ đề xuất Thiết kế hệ thống phủ sóng di động (IBS: In-building Solution) 4G cho tổ hợp Hải Phát Plaza là bước đầu rất quan trọng, trước khi tiến hành lắp đặt Hệ thống, nhằm đảm bảo 100% vùng phủ tại tất cả diện tích mặt sàn, đảm bảo dung lượng cho dự án. Hệ thống thiết kế cũng phải đáp ứng các yêu cầu và tiêu chuẩn của các nhà mạng đang cung cấp dịch vụ tại Việt Nam và sẵn sàng mở rộng cho các nhà mạng mới cũng như các dịch vụ mới.

Công nghệ IBS ra đời không những giải quyết triệt để những tồn tại này mà còn nâng cao chất lượng cuộc gọi thực hiện mọi lúc mọi nơi bên trong tòa nhà. Mở đầu cho kỷ nguyên công nghệ Inbuilding là những quốc gia tiên tiến hàng đầu trên thế giới trong lĩnh vực Viễn thông (như Mỹ, Pháp, Đức, Thụy Điển...) đã đưa công nghệ này vào ứng dụng và khai thác. Sự phát triển không ngừng của ngành Viễn thông đã đưa công

nghe Inbuilding lên một tầm cao mới, hoàn thiện hơn, tối ưu hơn. Công nghệ Inbuilding nhanh chóng đã được ứng dụng rộng rãi trên toàn thế giới. Ở Châu Á, Trung Quốc là quốc gia tiên phong trong lĩnh vực sử dụng công nghệ Inbuilding để phủ sóng cho tất cả các tòa nhà cao tầng.

Với giải pháp thông qua lắp đặt các thiết bị, tối ưu vùng phủ IBS thành công trong việc đã giải quyết được vấn đề chính như: Nâng cấp dung lượng mạng, chất lượng cuộc gọi và mở rộng vùng phủ sóng. Với bài toán đặt ra như vậy, IBS thực sự là giải pháp hoàn hảo. Là một hệ thống hoạt động độc lập, hoàn toàn không bị ảnh hưởng bởi hệ thống phủ sóng bên ngoài tòa nhà, với mạng anten phân phối tại các tầng, đưa sóng di động đến từng góc ngách, giúp cho cuộc gọi với chất lượng cao nhất luôn luôn có thể được thực hiện ở mọi lúc, mọi nơi. Đồng thời, do tính chất độc lập nên IBS cũng khắc phục được luôn tình trạng nghẽn mạng ngoài ý muốn. Trong tiến trình hội nhập, hiện đại hóa trên cả nước như hiện nay, cùng với yêu cầu về chất lượng cuộc sống ngày càng cần được nâng cao, việc trang bị hạ tầng cơ sở hiện đại với chất lượng cao, đồng bộ cho các công trình xây dựng thực sự là một việc cấp bách và vô cùng cần thiết.

Với dịch vụ di động không phải đơn thuần là dịch vụ thoại, tin nhắn mà dịch vụ data đang là dịch vụ chủ yếu. Tỷ lệ sử dụng data qua thiết bị di động bên trong tòa nhà nói riêng và di động nói chung đang dần thay thế các dịch vụ có dây. Với ứng công nghệ 2G, 3G hiện nay trong thiết kế hệ thống phủ sóng di động truyền dữ liệu sẽ chậm khi cùng một lúc có nhiều thiết bị kết nối, chưa phát huy được hết các ưu điểm và ứng dụng IOT cho các tòa nhà cao tầng. Qua đề tài nghiên cứu này, khi ứng dụng 4G LTE hệ thống phủ sóng mạng thông tin di động cho Tổ hợp Hải Phát Plaza sẽ giúp cho việc kết nối di động dễ dàng và tốc độ trao đổi dữ liệu nhanh lên rất nhiều lần. Với tốc độ truyền trên 4G LTE sẽ cải thiện tất cả hạn chế của mạng thông tin. Các thuê bao di động sẽ sử dụng được tất cả các ứng dụng trên nền tảng 4G với chất lượng tốt nhất. Cũng với nghiên cứu này, ngoài các dịch vụ của nhà mạng di động, hệ thống sẽ được sử dụng làm cơ sở hạ tầng không dây cho các hệ thống khác như Camera an ninh, hệ thống báo cháy, báo khói, thông tin liên lạc khác.....

Bố cục của luận văn gồm 3 chương:

Chương I: “Tổng quan về mạng di động 4G”.

Chương II: “Giải pháp phủ sóng di động trong nhà”.

Chương III: “Thiết kế hệ thống phủ sóng di động 4G LTE cho tổ hợp Hải Phát Plaza”.

Do còn hạn chế về hiểu biết về công nghệ và giải pháp nên luận văn chắc chắn không tránh khỏi nhiều thiếu sót. Em rất mong nhận được sự góp ý của các thầy giáo, cô giáo và các giảng viên của Học viện để luận văn được hoàn thiện hơn.

Em xin chân thành cảm ơn các thầy giáo, cô giáo cùng toàn thể các giảng viên Khoa Điện tử-Viễn thông, Học viện Công nghệ Bưu chính Viễn thông đã giúp đỡ em trong suốt quá trình học tập. Em xin cảm ơn PGS. TS. Lê Nhật Thăng đã hướng dẫn em trong quá trình thực hiện và hoàn thành luận văn.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ MẠNG THÔNG TIN DI ĐỘNG 4G LTE

1.1 Mạng thông tin di động 4G LTE

1.1.1 Nhu cầu sử dụng công nghệ truyền thông không dây thứ tư (4G)

Hiện nay, sự phát triển mạnh mẽ của nền kinh tế cũng như khoa học và kỹ thuật đã mang lại những lợi ích to lớn cho con người. Một trong những lợi ích đó là sự phát triển của các công nghệ và dịch vụ viễn thông giúp cho nhu cầu trao đổi thông tin và nhu cầu giải trí của chúng ta ngày một nâng cao. Điều này cùng với IOT dẫn đến SỰ BÙNG NỔ SỐ LIỆU, tạo nên sức ép lên mạng di động truyền thông sử dụng công nghệ không dây thứ ba (3G) di động hiện nay phải tiến lên mạng di động truyền thông sử dụng công nghệ không dây có tốc độ và băng thông lớn hơn.

Truyền thông băng thông rộng đang trở thành yếu tố cơ bản của toàn bộ nền kinh tế, hỗ trợ toàn bộ ngành công nghiệp, không chỉ thay đổi cái cách mà con người làm việc mà còn thay đổi cuộc sống của con người. Khi công nghệ vô tuyến ngày càng trở nên cơ bản của cấu trúc hạ tầng thông tin thế giới, chúng ta phải hiểu xu hướng của băng rộng trong tương lai... Các xu hướng cho thấy sự tăng trưởng mạnh mẽ của Internet nói chung và cho các mạng băng rộng di động nói riêng. Theo Cisco lưu lượng truy cập băng rộng di động toàn cầu sẽ tăng gấp tám lần từ năm 2011 đến năm 2016. Vào cuối năm 2017, thị trường băng rộng di động toàn cầu dự kiến sẽ bao gồm hơn 5,6 tỷ thuê bao, trong đó 5 tỷ thuê bao sẽ sử dụng công nghệ 3GPP, chiếm 90% thị phần.

1.1.2 Sự ra đời 4G

Với sự tăng trưởng rất lớn trong việc sử dụng, các nhà khai thác di động đang sử dụng hoặc xem xét nhiều cách tiếp cận để quản lý băng thông.

Trong đưa ra các phương pháp giải quyết vấn đề nhu cầu sử dụng dữ liệu của người sử dụng, các nhà khai thác dịch vụ di động đã tăng dung lượng mạng không dây, sử dụng nhiều phổ (3GHz và 150MHz) mã hoá âm thanh và hình ảnh tốt hơn. Dùng các phương pháp điều chế và giao thức mạng tốt hơn từ những tế bào nhỏ hơn tổng số một triệu tế bào. Chúng ta luôn luôn có thể tiếp tục tăng tái sử dụng tần số không gian bằng cách giảm kích thước tế bào. Đây chính là nền tảng cho sự xuất hiện 4G LTE để giải quyết trước hết và trực tiếp nhu cầu khổng lồ của thông tin di động và IOT. 4G LTE được xác định đáp ứng một phần yêu cầu của IMT-Advanced (Bộ tiêu chuẩn IMT-Advanced được ITU phê chuẩn tại cuộc họp từ ngày 16/01-20/01/2012 tại

thành phố Geneva, Thụy Sĩ)^[14] và có khả năng, thông lượng lý thuyết vượt quá 1 gigabit mỗi giây (Gbps).

1.1.3 Kiến trúc mạng 4G LTE

Kiến trúc mạng 4G LTE là các thành phần mạng trong cấu hình kiến trúc nơi chỉ có 1 E-UTRAN tham gia. Kiến trúc mạng 4G LTE cho thấy sự phân chia kiến trúc mạng 4G LTE thành bốn thành phần chính: thiết bị người dùng (UE), UTRAN phát triển (E-UTRAN), mạng lõi gói phát triển (EPC) và các vùng dịch vụ.

1.1.4 Các ứng dụng hệ thống thông tin di động 4G LTE

Hệ thống di động 4G bao gồm rất nhiều dịch vụ nâng cao của hệ thống di động 3G. Tuy nhiên hệ thống 4G còn có thể đưa ra tốc độ truyền dữ liệu cao hơn nhiều so với hệ thống 3G, do đó có thể cung cấp nhiều ứng dụng yêu cầu tốc độ cao và nâng cao trải nghiệm người dùng trong khi chỉ cần kết nối qua một đơn sóng mang [3]. Các ứng dụng của hệ thống 4G có thể kể đến như: duyệt email tốc độ cao, các dịch vụ tương tác người dùng thời gian thực, cuộc họp truyền hình với nhiều người, các dịch vụ dựa vào vị trí người dùng, chăm sóc trực tuyến, xem tivi chuẩn chất lượng cao, các trò chơi truyền hình tương tác, ...vv^[13]

1.1.5 Hiệu năng hệ thống

Chuẩn kỹ thuật truyền thông di động quốc tế nâng cao (IMT-Advanced) yêu cầu hệ thống 4G đạt các chuẩn kỹ thuật sau: mạng chuyển mạch gói giao thức IP, tốc độ truyền dữ liệu lên tới 100Mbps trong điều kiện di chuyển cao và lên tới 1Gbps trong điều kiện di chuyển thấp hoặc cố định, tối ưu và chia sẻ nguồn tài của hệ thống, các dịch vụ chất lượng cao, phổ tần số tối ưu, ...vv^[13]

1.1.6 Đặc điểm phát triển 4G LTE trên thế giới

LTE là giải pháp công nghệ truyền thông không dây tốc độ cao dành cho các thiết bị di động và thiết bị đầu cuối dữ liệu. LTE đã đáp ứng được các yêu cầu chính đáng cho mạng các truy cập với những ưu điểm nổi bật mà với mạng thế hệ trước đây chưa đáp ứng được. Với những truy cập là hiệu quả phổ tần, tốc độ dữ liệu cao, thời gian trễ ngắn cũng như sự linh hoạt trong tần số và băng thông. LTE được đưa vào sử dụng chính thức cho các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông được gọi là 4G LTE. Trên thực tế thì để đạt được mạng 4G thì LTE – Advanced mới là tốc độ chuẩn hoá theo yêu cầu IMT-Advanced. Cho đến năm 2017, theo số liệu thống kê 4G LTE đã được triển

khai và lắp đặt trên 186 quốc gia để đáp ứng nhu cầu càng ngày càng tăng của người sử dụng nhất là với điện thoại thông minh.

1.2 Các mô hình truyền sóng trong IBC

1.2.1 Nguyên lý truyền sóng điện từ

1.2.1.1 Cơ chế lan truyền sóng điện từ

Việc truyền sóng vô tuyến trong IBC cũng như trong viễn thông, bao gồm 3 thuộc tính: Phản xạ, nhiễu xạ và tán xạ

1.2.1.2 Các hiệu ứng truyền sóng

Lan truyền sóng điện từ trong môi trường thực là một quá trình phức tạp, đó là sự kết hợp của nhiều cơ chế lan truyền khác nhau. Tuy nhiên, nó được mô hình hóa thành 3 loại hiệu ứng cơ bản sau: Hiệu ứng nhiễu xạ, hiệu ứng che khuất và lan truyền qua tòa nhà và khu vực giao thông

a. Hiệu ứng nhiễu xạ

Hiệu ứng nhiễu xạ là hiệu ứng lan truyền sóng rất phổ biến trong môi trường di động. Nó là sự tổng quát của cơ chế phản xạ hai tia. Trong thực tế, lan truyền nhiễu xạ sẽ có hành chực cho tới hàng trăm tín hiệu thành phần với biên độ và pha ngẫu nhiên sẽ đến máy thu.

Đây là cơ chế phading nhanh, nó xuất hiện khi tín hiệu thu được từ rất nhiều đường truyền có pha biến đổi. Kết quả là pha sẽ loại trừ nhau một cách ngẫu nhiên, gây ra phading nhanh, đôi khi rất sâu hoặc đôi khi biên độ tăng lên nhiều lần, xuất hiện với khoảng cách là hệ số nguyên lần bước sóng.

b. Hiệu ứng che khuất

Sự thay đổi chậm trong suy hao đường truyền gây ra bởi sự che chắn hoặc che chắn một phần do kích thước lớn của vật thể hoặc đặc tính của địa hình. Sự che khuất thay đổi chậm được miêu tả bởi một phân bố khác được gọi là phân bố loga. Đó là kết quả của cơ chế tán xạ trên một số các vật thể, dẫn tới sự thay đổi ngẫu nhiên của tín hiệu.

c. Lan truyền qua tòa nhà và các khu vực giao thông

Máy di động có thể di chuyển khắp mọi nơi, trong tòa nhà cũng như trên các phương tiện giao thông, trên mọi nẻo đường. Để đảm bảo rằng cường độ tín hiệu đủ mạnh tới các máy di động, chúng ta cần phải tính toán suy hao đường truyền khi tín

hiệu xuyên qua các vật thể. Vì có sự khác nhau của vật liệu, hướng truyền, vị trí của vật thể nên rất khó có thể dự đoán chính xác suy hao cho từng trường hợp cụ thể. Vì vậy, chúng ta phải sử dụng các mô hình thống kê.

1.2.2 Đặc điểm truyền sóng trong không gian tự do

Lan truyền trong không gian tự do khi tín hiệu chỉ truyền trên một đường (line of sight), không có sự phản xạ cũng như che chắn đường truyền bởi vật thể. Về mặt kỹ thuật, điều kiện để có lan truyền tự do là miền Fresnel thứ nhất không bị che chắn bởi các vật thể.

1.2.3 Các mô hình truyền sóng

1.2.3.1 Mô hình truyền sóng Okumura

Trong các bản báo cáo của Okumura có chứa một tập các đường cong được xây dựng từ rất nhiều các phép đo được thực hiện từ năm 1962 đến 1965. Mục đích của nó là sự miêu tả suy hao và sự thay đổi cường độ trường điện từ theo sự thay đổi của địa hình.

1.2.3.2 Mô hình Hata

Okumura đã phân tích các đặc tính tổn hao truyền sóng dựa trên số lượng lớn dữ liệu thực nghiệm thu được ở quanh Tokyo, Nhật bản. Ông đã chọn các điều kiện truyền sóng và thu được các đường cong tổn hao trung bình ở khu vực đô thị. Sau đó ông áp dụng vài nhân tố đúng cho các điều kiện truyền sóng khác.

1.2.3.3 Mô hình COST231-Walfish-Ikegami

Mô hình COST 213 là kết quả của quá trình phát triển và mở rộng các mô hình lan truyền sóng. Lấy ví dụ, mô hình Hata được mở rộng để có thể ứng dụng vào phạm vi truyền sóng lên tới 100km, trên dải tần số từ 1.5 tới 2GHz. Đây chính là mô hình COST231-Hata. Một mô hình khác được phát triển mở rộng dựa trên đó là mô hình COST231-Walfish-Ikegami.

Các mô hình truyền sóng mà chúng ta đã đề cập ở phần trước chỉ được áp dụng cho các đường truyền sóng trực tiếp từ BTS tới MS. Những mô hình cổ điển này được ứng dụng vào các cell lớn (macro cell) với chiều cao lớn của cột anten BTS. Kết quả là, các mô hình này không thể áp dụng vào các hệ thống đang được triển khai hiện nay, với đường truyền ngắn hơn 1km và rất hiếm đường truyền thẳng trực tiếp LOS.

1.2.3.4 Mô hình Motley&Keenan

Các mô hình trước có thể áp dụng vào hệ thống phủ sóng trong nhà nhưng do đặc trưng của môi trường truyền sóng trong nhà phức tạp, cấu trúc và vật liệu xây dựng đa dạng nên sẽ chọn thêm mô hình truyền sóng Montley Keenan vì mô hình này xây dựng trên cơ sở thực tế đo đạc tại hiện trường của tòa nhà cao tầng và được áp dụng rộng rãi khi tính toán thiết kế hệ thống IBC ở Việt Nam và các nước khác trên thế giới.

1.2.4 Các mô hình truyền sóng thực nghiệm truyền sóng bên ngoài vào bên trong tòa nhà

Khoảng thời gian gần đây, công nghệ thông tin đánh dấu sự phát triển bùng nổ của các thiết bị di động cá nhân cả về số lượng lẫn chủng loại. Việc lập kế hoạch mạng viễn thông là vấn đề cần thiết để theo kịp với sự phát triển này. Trong thông tin di động, các nhà chuyên môn lấy yếu tố suy hao đường truyền tín hiệu trong tòa nhà để đánh giá chất lượng cho từng mạng di động. Các vấn đề của mô hình truyền lan tín hiệu trong nhà rất phức tạp và khác nhau.

Một cách cụ thể, thứ nhất, đó là môi trường truyền dẫn 3 chiều. Bởi vì với một khoảng cách xác định từ BTS tới MS, chúng ta phải quan tâm tới yếu tố chiều cao, nó phụ thuộc vào số tầng của tòa nhà. Trong khu vực thành thị, sẽ dễ dàng nhận ra rằng tín hiệu sẽ có đường truyền thẳng LOS từ BTS tới MS khi MS đang ở các tầng cao của tòa nhà, trong khi nếu MS ở các tầng thấp hay trên phố, đường truyền LOS rất khó đạt được

Thứ hai, môi trường truyền dẫn bên trong tòa nhà có chứa nhiều vật cản. Những vật cản này được làm từ nhiều loại vật liệu khác nhau, có vị trí rất gần với MS. Với môi trường như vậy, đặc tính truyền lan của tín hiệu sẽ thay đổi đáng kể so với môi trường ngoài trời.

Các nghiên cứu loại thứ nhất xuất phát từ hệ thống điện thoại vô tuyến cầm tay vì hệ thống này phục vụ cho một số lượng lớn các thiết bị cầm tay công suất thấp, có bán kính cell nhỏ ($<1\text{km}$). Trong hệ thống này, việc phủ sóng cho một tòa nhà cao tầng được thực hiện thông qua rất nhiều cell nhỏ nằm trong tòa nhà. Đó là lý do tại sao các nghiên cứu lại sử dụng chiều cao của anten thấp, khoảng cách từ BTS tới MS nhỏ hơn 1km, và các phép đo được tiến hành trong nhà.

Trong mạng thông tin di động cellular, anten của các trạm thu phát macrocell thường được đặt trên mái nhà của tòa nhà cao tầng nên thường có chiều cao từ 60 đến

100m so với mặt đất và bán kính cell lớn nhất có thể tới 30km. Do vậy chúng ta không thể áp dụng các kết quả nghiên cứu của loại thứ nhất vào hệ thống này. Tuy nhiên, các nghiên cứu này cũng chỉ ra rằng tín hiệu trong các khu vực nhỏ như trong tòa nhà có phading Rayleigh phân bố xấp xỉ với phading hàm log. Nói cách khác, hàm thống kê tín hiệu trong tòa nhà có thể được mô hình như là sự xếp chồng của quá trình small-scale (Rayleigh) và large-scale (lognormal)- là các mô hình truyền sóng ngoài trời cho khu vực thành thị. Mức tín hiệu luôn thay đổi theo chiều cao của anten và chịu ảnh hưởng của sự phản xạ từ mặt đất.

1.3 Kết luận chương

Chương 1 đã trình bày nhu cầu và khái quát về công nghệ truyền thông không dây thứ 4 trong đó ứng dụng trên truyền dẫn SISO và MIMO. Đồng thời chương đầu cũng đã phân tích và giải thích các mô hình truyền sóng IBS để phục mục đích nghiên cứu thiết kế hoàn chỉnh hệ thống phủ sóng bên trong toà nhà

Chương 2: GIẢI PHÁP PHỦ SÓNG DI ĐỘNG TRONG TOÀ NHÀ

2.1 Cấu trúc chung của hệ thống phủ sóng di động trong nhà (IBC)

Cho đến hiện nay, 80% lưu lượng thông tin hiện nay là được truyền trong các toà nhà, vì thế chúng ta đã đến giai đoạn thiếu phổ tần số mang tín hiệu. Theo định lý Shannon phát biểu như sau: Dung lượng của hệ thống thông tin vô tuyến tỉ lệ thuận với băng thông của tín hiệu B_w và tỉ số Tín/Tạp (SNR).

Nhằm mục đích để tăng dung lượng của hệ thống phủ sóng di động trong toà nhà cần tăng băng thông B_w (phổ) của tín hiệu.

Giảm tải cho mạng tế bào Femtocell/Wifi: Dùng mạng Wifi có cấp độ băng thông rộng, ví dụ như chuẩn 802.11ac (băng thông lên đến 80 MHz, tần số sóng mang 5.6 GHz).

Sử dụng hiệu quả phổ tần số: Chuyển sang thế hệ thông tin di động 4G - LTE (LTE-advanced). LTE - MIMO. 5G new Radio Sub-6 GHz và tiến đến mmWave (27 GHz), băng thông từ 40/80/100 MHz đến 1 GHz. Hiện nay ở VN đã được cấp phép 4G ở dải tần 1800 MHz – 2100MHz và 2.6 GHz. Còn 5G New Radio Sub-6 GHz đang được thử nghiệm

Tăng mật độ các Cell (tế bào thông tin di động): Dùng các cell nhỏ - Small Cell và dùng hệ thống DAS - Distributed Antenna System - hệ thống phân bố anten (trong nhà, ngoài trời; thụ động và chủ động). DAS - yêu cầu đầu tư ban đầu cao. Yêu cầu về mạng lõi - Backhaul (Core) để kết nối các tế bào Cell và DAS. Sử dụng mạng C-RAN (**C-RAN (Cloud-RAN)**), sometimes referred to as **Centralized-RAN**) - Mạng truy nhập vô tuyến tập trung, hay còn gọi là mạng truy nhập vô tuyến đám mây.

2.1.1 Hệ thống phủ sóng di động trong nhà thụ động

2.1.1.1 Đặc tính của hệ thống

Hệ thống dùng một hoặc nhiều ăng ten thu tín hiệu từ các trạm BTS được đặt từ các vị trí có khoảng cách không sử dụng được các phương pháp truyền dẫn bằng cáp đồng hoặc cáp quang. Sau đó khi tín hiệu được thu lại và sau đó phân phối phát truyền qua thiết như cáp nối, bộ chia... và được phát qua ăng ten phát, tín hiệu sẽ được gửi và nhận tới các thiết bị di động.

Với đặc tính trên nên hệ thống phủ sóng di động trong nhà thụ có mức đầu tư thấp. Chất lượng mạng đáng tin cậy và phụ thuộc vào chất lượng của trạm BTS gốc.

Thông thường các trạm gốc khi được tiếp tín hiệu cho hệ thống này phải xây dựng và tính toán để đủ dung lượng để tránh việc nghẽn mạng khi lưu lượng phát từ từ các thuê bao tăng đột biến. Ưu điểm hệ thống này là rất tiết kiệm chi phí bảo trì và bảo dưỡng. Hệ thống được sử dụng với nguồn cấp điện dân dụng và gần không cần phải có phòng máy độc lập dùng làm nơi để các thiết bị trung tâm.

2.1.1.2 Thiết bị chính sử dụng

Hệ thống được ghép nối bởi các thiết bị thụ động, không phụ thuộc nhiều vào các thiết bị chủ động, hệ thống bao gồm các thiết bị:

- Ăng ten thu sóng (Donor Antenna)/ Trạm phát sóng (Indoor BTS)
- Ăng ten phát sóng (Service Antenna)
- Bộ chia (Splitter)
- Bộ chia công suất không đều (Coupler)
- Bộ ghép kênh tần số (Combiner)
- Cáp đồng trục (Feeder Cable)

2.1.1.3 Ứng dụng hệ thống trong thực tế

Do hệ thống là hệ thống tiếp sóng thụ động hoàn toàn nên bị giới hạn về công suất và lưu lượng. Hệ thống phủ sóng trong nhà thụ động thường được sử dụng để phủ tại các khu vực có diện tích nhỏ mà sóng từ các trạm phát sóng ngoài trời không phủ tới như: Tòa nhà có diện tích nhỏ, siêu thị, nhà hàng, sàn chứng khoán, tầng hầm, khu vực triển lãm...

2.1.2 Hệ thống phủ sóng di động trong nhà chủ động

2.1.2.1 Đặc tính của hệ thống

Hệ thống phủ sóng di động trong toà nhà chủ động gần tương tự như hệ thống thụ động, nhưng với quy mô hệ thống lớn hơn. Hệ thống được xây dựng trên cơ sở với hệ thống DAS với số lượng ăng ten phủ sóng nhiều hơn. Hệ thống được lắp đặt một hoặc nhiều trạm BTS của các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông để đáp ứng việc phủ khắp sóng di động bên trong toà nhà hoặc các công trình ngầm. Những nơi mà sóng di động được cung cấp bởi trạm BTS ngoài trời không thể phủ tới. Với trạm BTS độc lập cung cấp tín hiệu thì Hệ thống chủ động cung cấp tín hiệu cho người dùng có chất lượng mạng tốt và độ tin cậy cao. Tùy thuộc vào nhu cầu và tính chất các công trình mà nhà cung cấp dịch vụ viễn thông sẽ chủ động được việc thay đổi cấu hình các trạm

BTS để phù hợp với các công trình. Chính vì thế Hệ thống chủ động này chất lượng cao và khắc phục được tình trạng nghẽn mạng do việc tập trung các thuê bao sử dụng mạng viễn thông tại một nơi có diện tích hẹp. Đồng thời cũng có thể thay đổi cấu hình thấp hơn khi nhu cầu sử dụng của các thuê bao viễn thông giảm.

2.1.2.2 Thiết bị chính sử dụng

- Trạm phát sóng (Indoor BTS)
- Ăng ten phát sóng (Service Antenna)
- Bộ chia (Splitter)
- Bộ chia công suất không đều (Coupler)
- Cáp đồng trục (Feeder Cable)
- Phòng máy gồm: Bộ ghép kênh (Combiner/POI)
- Bộ công suất (Trunk Amplifier)
- Nguồn (Power)

2.1.2.3 Ứng dụng hệ thống trong thực tế

Hệ thống phủ sóng trong nhà chủ động thường được lắp đặt tại các toà nhà cao tầng có diện tích mặt sàn rộng hoặc các toà nhà có tầng cao, các công trình nhiều tầng hầm, các đại siêu thị và khác sạn lớn...

2.1.3 Hệ thống phủ sóng di động trong nhà lai ghép

2.1.3.1 Đặc tính của hệ thống

Với tốc độ phát triển và đặc tính các toà nhà và các tổ hợp các toà nhà, Hệ thống phủ sóng di động bên trong toà nhà phải đảm bảo chất lượng và độ lớn để phủ sóng tốt nhất. Hệ thống lai ghép được phát triển dựa trên cơ sở mở rộng thông qua trực chính là hệ thống cáp quang và các thiết bị quang. Sau các thiết bị quang là một hệ thống DAS gồm đầy đủ các thiết bị của một hệ thống phủ sóng trong nhà như một hệ thống chủ động hoặc hệ thống bị động. Phần hệ thống sẽ tùy thuộc quy mô của diện tích phủ sóng di động nhà cung cấp dịch vụ sẽ phát triển hệ thống theo quy mô tương ứng.

2.1.3.2 Thiết bị chính sử dụng

- Trạm phát sóng (Indoor BTS)
- Bộ lặp quang (Fiber Optic Repeaters)
- Cáp quang (Fiber Optic Cable)
- Cáp đồng trục (Feeder Cable)

- Ăng ten phát sóng (Service Antenna)
- Bộ chia (Splitter)
- Bộ chia công suất không đều (Coupler)
- Cáp đồng trục (Feeder Cable)
- Phòng máy gồm: Bộ ghép kênh (Combiner/POI)
- Bộ công suất (Trunk Amplifier)
- Nguồn (Power)
- Phòng máy gồm: Bộ ghép kênh (Combiner/POI) nguồn (Power), Master Unit

2.1.3.3 Ứng dụng hệ thống trong thực tế

Với điểm mạnh là không quá hạn chế về mở rộng và chủ động được dung lượng mạng, hệ thống lai ghép hiện được ứng dụng rất nhiều dự án phủ sóng di động đặc thù trong đó có dự án phủ sóng toà nhà Hải Phát. Hệ thống được áp dụng cho các toà nhà diện tích lớn, khu đô thị, khu công trình ngầm không gần kề nhau, tuyến hầm đường bộ hoặc vượt sông....

2.1.4 Hệ thống phủ sóng di động cáp dò

2.1.4.1 Đặc tính của hệ thống

Với một số đặc tính công trình có phạm vi phủ sóng chiều rộng hẹp nhưng có chiều dài kéo tới hàng nghìn kilomet, nhưng phải yêu cầu vùng phủ sóng hạn chế giao thoa sóng. Đồng thời, bên trong vùng phủ có các thiết bị và thuê bao di chuyển với tốc độ cao thì cần phải có phương pháp phủ sóng rất đặc thù. Hệ thống phủ sóng di động bằng cáp dò (Leaky Cable Distribution Cable) gồm các thiết bị phủ sóng như hệ thống phủ sóng lai ghép nhưng ngoài các ăng ten phát sóng, hệ thống sử dụng các sợi cáp dò có công dụng như những ăng ten phát và thu tín hiệu từ các thiết đầu cuối. Các sợi cáp dò sẽ trải dài theo các tuyến phủ sóng trong phạm vi hẹp. Với giải pháp này, nhà cung cấp dịch vụ viễn thông sẽ tiết kiệm được nhiều chi phí đầu tư, lắp đặt và bảo dưỡng để đáp ứng được điều kiện phủ sóng đưa ra.

2.1.4.2 Thiết bị chính sử dụng

- Trạm phát sóng (Indoor BTS)
- Bộ lặp quang (Fiber Optic Repeaters)
- Cáp quang (Fiber Optic Cable)

- Cáp đồng trục (Feeder Cable)
- Cáp dò (Leaky Cable)
- Ăng ten phát sóng (Service Antenna)
- Bộ chia (Splitter)
- Bộ chia công suất không đều (Coupler)
- Cáp đồng trục (Feeder Cable)
- Phòng máy gồm: Bộ ghép kênh (Combiner/POI)
- Bộ công suất (Trunk Amplifier)
- Nguồn (Power)
- Phòng máy gồm: Bộ ghép kênh (Combiner/POI) nguồn (Power), Master Unit

2.1.4.3 Ứng dụng hệ thống trong thực tế

Với tính năng được xây dựng trên cơ sở nhu cầu sử dụng của các tuyến đường hầm trong lòng đất, nên hệ thống phủ sóng cáp dò được ứng dụng trong các tuyến giao thông như: Tuyến tàu điện ngầm, đường hầm xuyên núi, đường xuyên biển và các tuyến đường các xa các trạm BTS như tuyến cao tốc qua vùng không có dân cư, đường tàu hỏa...

2.2 Thiết bị đo truyền lan RF dùng trong khảo sát thiết kế hệ thống phủ sóng di động trong nhà

2.3 Các tham số, thông số chỉ tiêu cần thiết để thiết kế cho hệ thống phủ sóng di động 4G LTE trong nhà

Trong quá trình thiết kế hệ thống phủ sóng di động 4G bên trong toà nhà cần tuân thủ một số điều kiện cơ bản. Hệ thống phải đảm bảo việc phủ sóng cho toàn bộ công trình thiết kế kể cả các nơi mà người sử dụng di chuyển ra vào. Các thuê bao viễn thông chỉ được phủ vụ bởi sóng của trạm BTS bên trong công trình (Cell Inbuilding). Việc chuyển đổi (hand over) giữa BTS bên trong và BTS bên ngoài (Cell Macro) phải được thực hiện ngay khi người sử dụng di chuyển ra ngoài công trình được phủ sóng. Một vấn đề quan trọng tuy không thể kiểm soát trong vấn đề thiết kế, nhưng trên thực tế, phụ thuộc vào việc bố trí thiết bị cũng như đâu nối dẫn đến việc gây nhiễu. Do vậy, hệ thống phủ sóng di động 4G LTE, sau khi hoàn thiện sẽ làm gây nhiễu giữa các Cell Inbuilding, giữa BTS bên trong toà nhà với BTS bên ngoài. Hơn nữa, trong công trình

có nhiều nhà cung cấp mạng dịch vụ viễn thông sẽ không gây nhiễu lẫn nhau và gây nhiễu giữa các thiết bị công suất như Amplifier.

2.3.1 Chỉ tiêu vùng phủ hệ thống phủ sóng trong nhà 4G LTE

Hệ thống phủ sóng di động 4G LTE đáp ứng được trong một thời điểm tín hiệu thu phát phải được phục vụ bởi một Cell duy nhất nằm bên trong công trình, mặc dù thiết bị thu phát của người sử dụng có nằm trong vùng giao thoa của hai hay nhiều Cell thuộc bên trong hay bên ngoài toà nhà. Việc bố trí ăng ten và công suất phát sóng mang 4G LTE trong thiết kế luôn tuân thủ tín hiệu của trạm BTS bên trong công trình làm sao luôn khoẻ và mạnh hơn tín hiệu của các tín hiệu của trạm BTS bên ngoài. Mức tối thiểu để đạt được là 5-6dB. Để đáp ứng được nhu cầu và tốc độ cho mạng 4G LTE, yêu cầu cường độ khi thiết kế hệ thống và chất lượng tính hiệu lớn hơn hoặc bằng 95% vùng phủ. Vì vậy đảm bảo tín hiệu cho một số khu vực trong thiết kế hệ thống cần kiểm soát mức thu cho phép như: khu vực tầng nổi có mức thu RSRP $\geq -95\text{dBm}$, cầu thang máy mức thu RSRP $\geq -105\text{dBm}$, mặt sàn rập ngoài công trình mức thu RSRP $\geq -110\text{dBm}$..

2.3.2 Chỉ tiêu thiết kế băng tần cho hệ thống phủ sóng trong nhà 4G LTE

Khi thiết kế hệ thống phủ sóng ngoài các yếu tố liên quan đến địa hình và tính chất của công trình dự án liên quan đến vùng phủ, việc lựa chọn thiết bị đạt các tiêu chuẩn băng tần đã được cấp phép cho các nhà dịch vụ viễn thông tại Việt Nam là rất quan trọng. Đây là chỉ tiêu cho thiết bị để chuẩn bị cho việc sẵn sàng đấu nối hoặc nâng cấp cho hệ thống phủ sóng 4G LTE cho hiện tại và tương lai. Dựa trên cơ sở băng tiêu chuẩn đã được công bố, đơn vị thiết kế lựa chọn các thiết bị nằm trong dải tần theo bảng như sau:

2.3.3 Chỉ tiêu nhiễu uplink RTWP

Đảm bảo cho tín hiệu truyền lên từ thiết bị về tới trạm gốc, trong thiết kế phải tính toán để sao cho tổng công suất nhiễu đường lên trên kênh sóng mang đo trên PRB của toàn hệ thống phải đáp ứng chỉ tiêu RTWP được đưa ra theo yêu cầu của nhà mạng. (RTWP $\leq -115\text{dBm}$)

2.4 Kết luận

Chương 2 đã tìm hiểu tổng quan về hệ thống phủ sóng trong nhà và các tiêu chí tiêu phủ sóng di động bên trong toà nhà.

CHƯƠNG 3: THIẾT KẾ HỆ THỐNG PHỦ SÓNG DI ĐỘNG 4G LTE CHO TỔ HỢP HẢI PHÁT PLAZA

3.1. Giới thiệu dự án Hải Phát Plaza và yêu cầu chất lượng phủ sóng 4G LTE

Tổ hợp Hải Phát Plaza được xây dựng trên tổng thể diện tích mặt bằng 3,5 ha với các khu biệt thự, nhà liền kề và khu nhà cao tầng với nhiều tiện nghi đính kèm. Khu nhà cao tầng gồm hai tháp cao 25 tầng nổi và 3 tầng hầm được thiết kế phục vụ cho ba dịch vụ chính gồm: Nhà ở, căn hộ cho thuê, không gian đa năng, Bãi để xe, Trung tâm thương mại và văn phòng làm việc với tổng diện tích mặt sàn xấp xỉ 180.000M²

3.2. Thiết kế hệ thống phủ sóng 4G LTE cho dự án Hải phát Plaza

3.2.1. Khảo sát cơ bản

3.2.1.1. Khảo sát mặt bằng phân bố các tầng

Trên cơ sở bản thiết kế mặt bằng điển hình các tầng đã được chủ đầu tư là Công ty Đầu tư Hải Phát phê duyệt, cán bộ khảo sát sẽ dụng các thiết bị để kiểm tra và so sánh chất liệu xây dựng thực tế và bản vẽ cùng với các biên bản hoàn công. Sau đó sẽ cập nhật chi tiết các thông số như độ dày của tường, kích thước các cột và dầm, nguyên liệu xây dựng, chất liệu cửa.... lên trên bảng thông số để cập nhật vào phần mềm thiết kế.

Căn cứ vào khảo sát thiết kế của tổng thể toàn bộ dự án được xây dựng trên một đế gồm 2 tầng hầm và 5 tầng nổi. Từ tầng 6 trở lên tầng 25 là hai tháp độc lập và không thông với nhau

3.2.1.2. Khảo sát tín hiệu mức thu phía bên trong dự án từ BTS bên ngoài

Để quyết định chọn loại ăng ten và đặt vị trí ăng ten bên trong toà nhà cho từng khu vực tại các tầng của dự án Hải phát Plaza. Việc người thực hiện khảo sát căn cứ và yêu cầu của nhà mạng Viettel sẽ lựa chọn đo kiểm chất lượng của các sóng 4G LTE được phát tại các trạm BTS đặt xung quang dự án là bước cần và đủ trong quá trình thiết kế. Đây cũng là chỉ số làm tiêu chí để so sánh trước và sau khi lắp đặt hệ thống và phủ sóng mạng 4G LTE. Chúng ta sẽ lựa chọn bốn chỉ số cơ bản trong quá trình khảo sát và đo kiểm như sau: Công suất tín hiệu thu RSRP, Chất lượng tín hiệu thu RSRQ, và tốc độ dữ liệu đường lên (UL) và đường xuống (DL)

* RSRP (Công suất thu Reference Signals Received Power) đo mức công suất nhận được trong mạng di động 4G LTE. RSRP 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): là 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.

* RSRQ (Reference Signal Received Quality) 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.

Trên cơ sở đo kiểm thực tế 4G LTE của nhà cung cấp dịch vụ viễn thông Viettel về Công suất tín hiệu thu RSRP, Chất lượng tín hiệu thu RSRQ, và tốc độ dữ liệu đường lên (UL) và đường xuống (DL), tại một số tầng của dự án Hải Phát Plaza. Qua thông tin của bản đồ phổ được tải xuống từ các máy Tems Pocket thì chất lượng tín hiệu và công suất tín hiệu thu không đảm bảo phục vụ cho các thuê bao di động Viettel tại dự án này. Chỉ có một số vùng biên ở các tầng nổi mới đạt được chất lượng trung bình còn phía bên trong chất lượng rất tồi nhất là các khu vực trong tầng hầm và cầu thang máy. Theo lựa chọn mẫu thì tỷ lệ diện tích có công suất tín hiệu thu RSRP có công suất thu < -105 dBm chiếm đến 80% diện tích mặt sàn của dự án. Tốc độ tải lên và xuống dữ liệu 4G LTE trung bình của dự án rất thấp của dự án rất thấp, chỉ có 15% diện tích sàn (gần như chỉ nằm ở vùng biên) đạt được tốc độ 1000kbps đến 10.000kbps còn lại chỉ nằm ở ngưỡng dưới 1000kbps với tốc độ này rất thấp so với yêu cầu của nhà cung cấp dịch vụ Viettel

- Kết luận: Trong quá trình thiết kế hệ phủ sóng 4G LTE cần chú trọng tới việc tính toán công suất phát từ hệ thống anten trong nhà để phù hợp với hiện trạng chất lượng và công suất tín hiệu của các trạm BTS ở bên ngoài. Tránh trường hợp thiết kế thiếu vùng phủ hoặc bổ sung nhiều thiết bị phủ sóng gây thiệt hại nhiều cho chi phí đầu tư.

3.2.1.3. Đề xuất thiết kế hệ thống phủ sóng di động 4G LTE cho dự án Hải Phát Plaza
Qua khảo sát và phân tích các chỉ số cần thiết mà được nhà cung cấp dịch vụ viễn thông Viettel khuyến cáo. Cùng với nhu cầu sử dụng dịch vụ và chất lượng dịch vụ viễn thông

di động. Đề xuất thiết kế hệ thống phủ sóng di động 4G LTE với những điều kiện như sau:

- Với diện tích mặt sàn trải rộng, việc cấp tín hiệu từ trạm phát để các đầu ăng ten kéo dài đến điểm xa nhất phải đến vài trăm mét. Hệ thống thiết kế được dùng giải pháp lai ghép với hệ thống trục chính là sử dụng công nghệ quang sau đó được phân phối qua hệ thống cáp đồng trục bằng đồng (đề xuất sử dụng thiết bị quang gồm MU, RU của hãng Comba).
- Với nhu cầu thực tế của nhà mạng, và điều kiện tài chính đầu tư không cho phép chi phí lỗ, đồng thời tiết kiệm chi phí vận hành cho hệ thống phủ sóng 4G LTE. Hệ thống thiết kế sẽ sử dụng công nghệ truyền dẫn SISO để đảm bảo yêu cầu cho tất cả các bên
- Công trình Hải Phát Plaza là công trình trọng điểm, ngoài phục vụ cho hơn 800 hộ gia đình cùng với số lượng khách hàng đến làm việc và kinh doanh thì phần thiết kế phải thiết kế cho trạm BTS 4G LTE indoor riêng cho dự án. Vì nếu sử dụng giải pháp lấy tín hiệu từ các MicroCell sẽ đủ dung lượng cung cấp trước nhu cầu to lớn của người sử dụng dịch vụ mạng di động. Sơ bộ tính toán nhu cầu của lưu lượng thì một nhà mạng không phải dùng trạm tử BTS 4G LTE một cell phải dùng nhiều hơn.
- Thiết kế hệ thống phủ sóng phải sử dụng các thiết bị không chỉ đáp ứng dải tần hiện nay là 1800Mhz và 2100Mhz mà phải sẵn sàng cho dải tần 2,6Ghz. Đây là dải tần đã được một số nhà mạng tại Việt Nam đăng ký cho 4G LTE. Khi lựa chọn thiết bị thiết kế, chúng ta sẽ chọn các thiết bị được sản xuất tại các hãng uy tín. Thiết bị này có độ bền cao, suy hao thấp nhất và công suất cao và ổn định.
- Cấu trúc xây dựng của dự án Hải Phát Plaza được xây dựng bên ngoài theo thiết kế bên ngoài là bán cổ điển. Chính vì vậy, phía bên ngoài các tòa nhà có nhiều hình khối lồi lõm, đồng thời được trang trí và xây dựng nhiều cột lớn phía bên ngoài. Đây là lý do tại sao sóng 4G LTE từ các trạm BTS bên ngoài không phủ được nhiều cho dự án. Khi thiết kế thì chúng ta phải xác định là dịch vụ di động 4G LTE sẽ được phục vụ bởi hệ thống đang thiết kế. Yêu cầu thiết kế phải tính toán về mật độ ăng ten lẫn công suất thu phát đạt 98% vùng phủ.

3.2.2. Thiết kế hệ thống phủ sóng 4G LTE

3.2.2.1. *Thiết kế hệ thống phủ sóng di động 4G LTE trong nhà cho dự án Hải Phát Plaza*

a. *Công cụ thực hiện*

Để chuẩn bị cho công việc tiếp theo là thiết kế hệ thống phủ sóng trong nhà 4G LTE cho dự án Hải Phát Plaza, khi thực hiện phải có chuẩn bị đầy đủ một số thiết bị và số liệu cơ bản:

- Máy tính có hệ điều hành Windows 10 Intel I7-10400 RAM: 16Gb
- Phần mềm AutoCad Version 2018
- Phần mềm iBwave Version 6.5
- Phần mềm TEMs Discovery Professional 11.1.10
- Các số liệu và báo cáo khảo sát được thực hiện trong khảo sát. Thông số các thiết bị sẽ được sử dụng cho công trình để nhập vào phần mềm thiết kế, tăng độ chính xác khi thực hiện lắp đặt.

b. *Hệ thống ăng ten trên các tầng*

Với mặt bằng của bản thiết kế xây dựng có sẵn và được chuyển sử đổi (nếu có) và bổ sung các thông số kỹ thuật trong quá trình khảo sát. Người thiết kế sẽ tiến hành thiết kế bố trí ăng ten tại các mặt sàn. Việc bố trí ăng ten phải được tính toán trên cơ sở sự suy giảm của đường tín hiệu của sóng vô tuyến khi lan truyền trong không gian. Tùy vào tính chất mặt bằng chúng ta sẽ bố trí tùy loại ăng ten. Trong dự án này chỉ chúng ta sử dụng các ăng ten đặc thù của hệ thống phủ sóng di động là: Ăng ten omni 360 độ có độ lợi ích từ 3dBi đến 4,5dBi (tùy thuộc vào băng tần sử dụng thì sẽ có độ lợi khác nhau), ăng ten có hướng 120 độ, 240 độ và ăng ten xương có độ lợi 11dBi.

c. *Hệ thống quang MU-RU, cáp Feeder, bộ chia*

Trong quá trình thiết kế hệ thống 4G LTE cho dự án, khi thiết kế hệ thống trực truyền dẫn tín hiệu từ máy phát từ các BTS 4G LTE đến các ăng ten tại các điểm của toà nhà. Toà nhà có diện tích rộng và thiết kế công năng phức tạp nên phân thiết kế trực tín hiệu phải tính toán phân công suất phân bổ thông qua truyền dẫn phải chi tiết, tránh trường hợp tín hiệu tới đầu ăng ten bị suy hao hết hoặc yếu không đủ điều kiện để phục theo phân thiết kế của mặt bằng bố trí ăng ten. Do vậy, chúng ta sẽ tính suy hao trên cơ sở dải tần hiện nay đang phát 4G LTE tại Việt Nam là 1800Mhz, 21000 Mhz và 2700Mhz. Công suất phát tại đầu ra của BTS sẽ là 45 dBm. Trong

quá trình tính toán, nếu suy hao từ các trạm BTS đến ăng ten tại một số khu vực xấp xỉ bằng 0 thì sẽ bổ sung bộ công suất (Ở công trình này chúng ta sẽ sử dụng bộ công suất quang là MU và RU của hãng Comba ... với công suất đầu ra cho dải tần 1800MHz – 2700MHz là 43 dBm) để nâng công suất phát và suy hao sẽ từ các ăng ten đó sẽ được tính từ công suất máy phát là bộ RU được bổ sung. Để đảm bảo cho mạng 4G LTE cho dự án này hoạt động tốt, công suất phát từ trạm BTS đến ăng ten phải còn công suất còn lại đối với dải tần 1800 MHz là 10dBm và 2100 MHz là 5dBm.

Sau hoàn thành phần thiết kế dây dẫn từ ăng ten về trục chúng ta sẽ thiết kế phần trục nối giữa các bộ chia với nhau. Làm giảm phần suy hao thì các bộ chia có khoảng các đề sử dụng feeder 7/8 nối với nhau để giảm phần suy hao. Khi đã tính toán tín hiệu từ đầu ăng ten của các nhánh đến điểm mà tổng số suy hao của feeder xấp xỉ bằng 43 dBm mà khoảng cách đó chưa nối với BTS thì chúng ta tính toán để bổ sung các thiết bị công suất như Amplifier hoặc MU-RU.

Trong dự án này chúng ta sử dụng toàn bộ bằng MU-RU là phần tăng công suất đường truyền. Nhằm đảm bảo công suất đường truyền và cân đối với suy hao, trong thiết kế đã dùng 16 RU và với 5 bộ MU để đủ đảm bảo chất lượng cho mạng 4G LTE và tính toán công suất dự phòng trong tương lai

d. Hệ thống trạm BTS 4G LTE inbuilding

Dự án Hải Phát Plaza có tính chất người sống và làm việc mở, số lượng người ra vào dự án luôn biến động. Đồng nghĩa với việc thuê bao di động 4G LTE cũng biến động. Việc tính toán để đảm bảo lưu lượng cho hệ thống làm sao tránh nghẽn mạng nhưng cũng không được để tài nguyên hoang phí mà không được khai thác. Theo thiết kế của dự án thì sẽ có 2600 người sẽ cư trú thường xuyên tại đây và căn cứ công năng văn phòng, trung tâm thương mại số người sống và làm việc tăng lên gấp 2,5 lần. Căn cứ vào số liệu cập nhật

Với số liệu trên chúng ta sẽ thiết kế hệ thống 4G LTE chia các mặt sàn thành 03 khu vực, mỗi khu vực sẽ được phục vụ bởi một Cell riêng biệt,

- Cell 1: phân phối tín hiệu cho toàn bộ khối đế và tầng hầm
- Cell 2: phân phối tín hiệu cho tháp A của dự án
- Cell 3: phân phối tín hiệu cho tháp B của dự án

Việc phân bộ cell này không chỉ theo công suất mà còn dựa trên cơ sở của lượng người dùng qua thi lệ phân bổ số lượng thuê bao trên km². Trong thiết kế tập trung nâng công suất và lưu lượng vào các tầng thấp vì mật độ người sử dụng tại khu vực này cao hơn nên nhu cầu cũng cao hơn

3.2.2.2. *Bản thiết kế*

Sau khi hoàn thiện thiết kế mặt bằng bố trí ăng ten, bố trí thiết bị trên trục truyền dẫn và cáp truyền dẫn và tính toán độ suy hao tín hiệu (sơ đồ hình cây)... người thiết kế hệ thống sẽ rà soát và kiểm tra lần cuối để đưa ra bản thiết kế mặt bằng. Công việc này rà soát này phụ thuộc rất nhiều vào kinh nghiệm người thiết kế vì phải căn cứ vào thực địa. Việc bỏ sót một mặt bằng hoặc sai địa hình và chủng loại vật liệu xây dựng trong toà nhà sẽ dẫn tới sai sót đến công suất để các ăng ten khi phải bổ sung thiết bị. Để đảm bảo thiết kế phủ sóng 4G LTE cho dự án Hải Phát Plaza người thiết kế đã sử dụng thiết bị CW (PCTel Seagull CW Transmitter) đặt ở dải tần 4G LTE tại Việt Nam để phát giả lập. Mục đích kiểm tra vùng sóng và chất lượng trên thực địa. Tại mỗi tầng điển hình, chúng ta sẽ đặt ăng ten thu phát của CW tại các vị trí sẽ lắp đặt ăng ten sau đó dùng máy quét có tính năng cao (điện thoại di động thông thường không thể thử tính năng của CW) để kiểm tra vùng phủ 4G LTE. Sau đó dùng kết quả của CW là một trong những phương thức để thay đổi thiết kế bố trí ăng ten tại mặt bằng các tầng.

Sau các bước thực hiện trên, người thiết kế sẽ hoàn thiện lại toàn bộ bản thiết kế hệ thống phủ sóng bên trong toà nhà 4G LTE cho dự án Hải Phát Plaza bao gồm:

- Bản vẽ mặt bằng bố trí ăng ten trên các tầng điển hình (*phụ lục 1*)
- Bản vẽ sơ đồ hình cây (Do dự án là dự án lớn bản vẽ tại *phụ lục 2* sẽ được chia là ba khu vực khác nhau theo bố trí cell)
- Danh sách các thiết để hoàn thành hệ thống phủ sóng 4G LTE

3.3. **Kiểm tra chất lượng hệ thống phủ sóng di động qua chạy giả lập trên phần mềm iBware**

Để đánh giá chỉ tiêu 4G LTE thêm chính xác của hệ thống phủ sóng trong toà nhà khi đầu nối trạm BTS, chúng ta sẽ chạy giả lập trên phần mềm iBwave. Qua không gian giả lập 2D và 3D chúng ta sẽ kiểm tra kết quả các thông số của 4G LTE (RSRP và RSRQ) tại các điểm mẫu của toà nhà. Trên thực tế thông qua bảng màu nhiệt chúng

ta có thể đánh giá sơ bộ được chất lượng dịch vụ 4G LTE chúng ta có thể đánh giá qua bản đồ nhiệt sau khi chạy giả lập

3.3.1. Thông số giả lập

Trên cơ sở các thông số của nhà cung cấp dịch vụ viễn thông Viettel, chúng ta sử dụng các thông số của nhà mạng Viettel và chất liệu xây dựng tổ hợp Hải Phát Plaza

3.3.2. Kết quả giả lập

Sau khi các thông số giả lập đã được nhập đầy đủ, phần mềm iBwave sẽ đưa ra bản đồ chất lượng sóng theo dạng 2D và 3D căn cứ vào bản màu, chúng ta sẽ đánh giá được mức thu các chỉ số RSRQ và RSRP. Trong bảng thiết kế của được hoàn thiện của dự án Hải Phát Plaza sau khi chạy giả lập chúng ta thấy màu thể hiện các hệ số đều nằm trong khoảng cho phép của nhà mạng.

3.4. Kết luận

Chương 3 sau khi đưa ra phương án khảo sát đã hoàn chỉnh bản thiết kế phủ sóng di động 4G LTE cho dự án Hải Phát Plaza. Trong quá trình thiết kế đã sử dụng mô hình giả lập của phần mềm iBwave. Với khảo sát thực tế và môi trường giả lập tốt, chúng ta có một bản thiết kế đưa ra ứng dụng rất gần với thực tế.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

I. Kết luận đề tài.

Việc thiết kế một hệ thống viễn thông là một bước rất quan trọng trong phát triển mạng lưới phủ sóng của các nhà dịch vụ viễn thông. Với cuộc cách mạng 4.0 về chuyển đổi số thì để có dịch vụ phủ sóng 4G LTE cho các công trình nhà cao tầng là rất quan trọng.

Luận văn đã xây dựng ra quy trình thiết kế hệ thống phủ sóng di động cho một toà nhà cụ thể là dự án Hải Phát Plaza với nhiều công năng khác nhau. Tùy mỗi khu vực với công năng khác nhau sẽ được thiết kế nhằm mục đích phân bổ tín hiệu 4G LTE khác nhau. Thiết kế được thực hiện trên cơ sở được khảo sát đo đạc kỹ lưỡng và dựa thiết kế của công trình thì thiết kế hệ thống phủ sóng cũng thay đổi khác nhau. Trong luận văn này hệ thống thiết kế đã được chạy trong mô hình mô phỏng của ứng dụng với các hình ảnh được kết xuất nhằm mục đích đánh giá luôn hệ thống thiết kế. Nếu chất lượng hệ thống có chỗ không ổn định về mạng 4G LTE thì giúp tìm được nguyên nhân để sửa chữa và tối ưu luôn. Như vậy là đã tiết kiệm rất nhiều chi phí nếu sử dụng bản thiết kế trong thực tế.

II. Thách thức

Vì hệ thống thiết kế xây dựng trên phương thức truyền dẫn SISO cho mạng 4G LTE nếu áp dụng cho thực tế sẽ tiết kiệm chi phí đầu tư và dễ dàng bảo dưỡng thay thế so với công nghệ MIMO, nên có nhiều thách thức cần phải giải quyết:

- ❖ Giới hạn về tốc độ, còn có khoảng cách xa với chuẩn IMT-Advance
- ❖ Băng tần giới hạn trong khoảng 1800MHz đến 2700MHz

III. Hướng phát triển của đề tài

Xây dựng một tiêu chuẩn thiết kế hệ thống phủ sóng di động trong toà nhà với các công nghệ kết hợp từ 2G, 3G, 4G, 5G....

Phát triển thiết kế hệ thống 4G LTE không chỉ đảm bảo kết nối riêng cho một mà nhiều nhà mạng cùng với thiết kế phát sóng Wifi qua hệ thống phủ sóng di động đang có sẵn (Wifi Merging), Wifi marketing