

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG**

ĐOÀN XUÂN THẢO

**NGHIÊN CỨU KỸ THUẬT CHUYÊN TIẾP
TRONG HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG
4G/LTE-ADVANCED**

**Chuyên ngành: Kỹ thuật Điện tử
Mã số: 60.52.70**

TÓM TẮT LUẬN VĂN THẠC SĨ KỸ THUẬT

Đà Nẵng - Năm 2011

Công trình được hoàn thành tại
ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG

Người hướng dẫn khoa học: TS. Phạm Văn Tuấn

Phản biện 1: TS. Nguyễn Lê Hùng

Phản biện 2: TS. Lê Thanh Thu Hà

Luận văn được bảo vệ trước Hội đồng chấm Luận văn tốt nghiệp thạc sĩ kỹ thuật họp tại Đại học Đà Nẵng vào ngày 03 tháng 12 năm 2011.

Có thể tìm hiểu luận văn tại:

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

MỞ ĐẦU

1. TÍNH CẤP THIẾT CỦA ĐỀ TÀI

Trước sự phát triển vô cùng mạnh mẽ của các dịch vụ số liệu, trước xu hướng tích hợp và IP hoá đã đặt ra các yêu cầu mới đối với công nghiệp Viễn Thông di động. Trong bối cảnh đó người ta đã chuyển hướng sang nghiên cứu và triển khai hệ thống thông tin di động mới có tên gọi là 4G dựa trên nền tảng là công nghệ LTE (Long Term Evolution).

Hiện nay, trên thế giới, các nước Bắc Mỹ và Bắc Âu đã bắt đầu triển khai các mạng Viễn Thông 4G dùng công nghệ LTE. Tại Việt Nam, công nghệ 4G/LTE đã được thử nghiệm bởi Ericsson phối hợp với Bộ Thông tin và Truyền thông trong năm 2010. Đến nay, Bộ Thông tin và Truyền thông đã cấp giấy phép thử nghiệm 4G/LTE trong một năm cho năm đơn vị, gồm: VNPT, Viettel, FPT, tập đoàn Công nghệ CMC và tổng công ty VTC. Trong giai đoạn 1, dự án thử nghiệm cung cấp dịch vụ vô tuyến băng rộng 4G/LTE sẽ phủ sóng tại khu vực Hà Nội có tốc độ truy cập Internet lên đến 60 Mbps. Trạm BTS dùng công nghệ 4G/LTE đã được lắp xong vào ngày 10/10/2010, đặt tại Cầu Giấy, Hà Nội.

2. MỤC ĐÍCH NGHIÊN CỨU

Sự ra đời của hệ thống 4G/LTE mở ra khả năng tích hợp tất cả các dịch vụ, cung cấp băng thông rộng (đến 100 MHz), dung lượng lớn, truyền dẫn dữ liệu tốc độ cao (1Gbps cho Downlink và 500Mbps cho Uplink). Để đạt được các yêu cầu trên, cùng với việc đảm bảo tốt chất lượng dịch vụ, các công nghệ thành phần tiên tiến đã được đề xuất sử dụng như: OFDMA, MIMO anten, truyền dẫn đa

điểm phối hợp, ... Một trong những công nghệ đem lại nhiều ưu điểm và lợi ích thiết thực là kỹ thuật chuyển tiếp, đó là việc đặt thêm các nút chuyển tiếp để chuyển tiếp dữ liệu truyền giữa trạm thu phát gốc và thiết bị người dùng. Kỹ thuật chuyển tiếp được sử dụng với nhiều ưu điểm:

- Mở rộng vùng phủ sóng của eNodeB
- Cung cấp tốc độ dữ liệu cao, đặc biệt tại khu vực rìa cell, nơi mà ở đó có tỉ số tín hiệu trên nhiễu SNR thấp
- Nâng cao chất lượng hệ thống
- Tối ưu được tiêu thụ công suất trên toàn bộ tuyến truyền dẫn
- Giá thành thiết bị thấp hơn eNodeB

3. ĐỐI TƯỢNG VÀ PHẠM VI NGHIÊN CỨU

Tập trung chính vào đối tượng nghiên cứu là kỹ thuật chuyển tiếp trong hệ thống thông tin di động 4G/LTE-Advanced, trên cơ sở nghiên cứu:

- Lý thuyết tổng quan về công nghệ LTE/LTE-Advanced
- Lý thuyết về kỹ thuật chuyển tiếp
- Phân tích đặc tính hệ thống phối hợp
- Phân tích vùng phủ sóng và tiêu thụ công suất trong kỹ thuật chuyển tiếp
- Viết chương trình mô phỏng trên phần mềm Matlab để kiểm chứng kết quả lý thuyết đã đề cập.

4. PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU:

- Thu thập, phân tích các tài liệu và thông tin liên quan đến đề tài

- Viết chương trình chạy mô phỏng thực hiện kiểm chứng các kết quả.

5. Ý NGHĨA KHOA HỌC VÀ THỰC TIỄN CỦA ĐỀ TÀI

Công nghệ 4G/LTE đang được triển khai ở nhiều nơi trên thế giới và đã bắt đầu triển khai thử nghiệm ở Việt Nam. Theo nhiều đánh giá chuyên môn, thời điểm thích hợp cho các dịch vụ Viễn Thông 4G/LTE phát triển tại Việt Nam được dự đoán khoảng từ năm 2013 trở đi. Để đạt được những tiêu chuẩn đưa ra của hệ thống về tốc độ, băng thông, dung lượng, ... kỹ thuật chuyển tiếp với nhiều ưu điểm của nó đã được đề xuất sử dụng. Hướng nghiên cứu và kết quả đạt được của đề tài sẽ có những ứng dụng hiệu quả giải quyết những vấn đề nêu trên. Hơn nữa, việc thực hiện thành công đề tài mở ra nhiều hướng nghiên cứu và ứng dụng khác trong thực tiễn.

6. KẾT CẤU LUẬN VĂN

- Chương 1: Tổng quan về LTE và LTE-Advanced
- Chương 2: Kỹ thuật chuyển tiếp
- Chương 3: Phân tích đặc tính hệ thống phối hợp
- Chương 4: Phân tích vùng phủ sóng và tiêu thụ công suất trong kỹ thuật chuyển tiếp
- Chương 5: Các kết quả mô phỏng bằng phần mềm Matlab.

CHƯƠNG 1

TỔNG QUAN VỀ LTE VÀ LTE-ADVANCED

1.1. GIỚI THIỆU

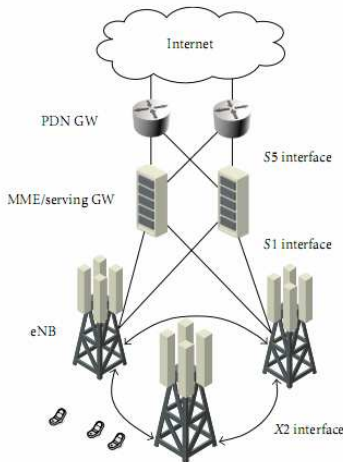
LTE (Long Term Evolution) là bước tiếp theo dẫn đến hệ thống thông tin di động thứ 4 hay còn gọi là 4G. Hệ thống này được kỳ vọng có những tiến bộ vượt bậc về công nghệ cũng như những tính năng so với thế hệ 3G trước đó.

1.2. LTE

1.2.1. Các yêu cầu của LTE

1.2.2. Kiến trúc LTE

Trong LTE, mạng truy nhập E-UTRAN và mạng lõi là EPC.



Hình 1.1 Kiến trúc LTE Release 8.

1.2.2.1. Mạng truy nhập vô tuyến

Một trạm gốc mới phức tạp hơn NodeB trong WCDMA, đó là eNodeB (Enhanced NodeB). eNodeB thừa hưởng các chức năng

của RNC. eNodeB chịu trách nhiệm quản lý tài nguyên vô tuyến của 1 ô, các quyết định chuyển giao, lập biểu cho cả đường lên và đường xuống trong các ô của mình.

eNodeB được nối tới mạng lõi thông qua giao diện S1. S1 giống như giao diện Iu giữa mạng lõi và RNC trong WCDMA

Giữa các eNodeB có giao diện X2 giống như giao diện Iur trong WCDMA.

1.2.2.2. Mạng lõi

- *Thực thể quản lý di động MME*
- *Cổng dịch vụ (Serving Gateway)*
- *Cổng mạng dữ liệu gói (PDN Gateway)*

1.2.3. Cơ chế truyền dẫn

Đa truy nhập phân chia tần số trực giao cho đường xuống (OFDMA) và đa truy nhập phân chia tần số - đơn sóng mang (SC-FDMA) cho đường lên.

1.2.3.1. Truyền dẫn đường xuống

1.2.3.2. Truyền dẫn đường lên

1.2.4. Giải pháp đa anten (MIMO: Multi Input Multi Output)

MIMO là kỹ thuật sử dụng nhiều anten phát và nhiều anten thu để truyền và nhận dữ liệu. MIMO chia luồng dữ liệu thành nhiều luồng đơn lẻ, phát các luồng dữ liệu này trên cùng một kênh vô tuyến tại cùng một thời điểm. Phía thu sử dụng một thuật toán để xử lý và tạo ra tín hiệu phát ban đầu từ nhiều tín hiệu thu được.

1.3. LTE-ADVANCED

LTE-Advanced là sự tiến hóa trong tương lai của công nghệ LTE nhằm đáp ứng những yêu cầu của công nghệ thế hệ thứ 4 (4G).

1.3.1. Các yêu cầu của LTE-Advanced

1.3.2. Các công nghệ thành phần đề xuất cho LTE-Advanced

1.3.2.1. Truyền dẫn băng rộng hơn và chia sẻ phổ tần.

1.3.2.2. Giải pháp đa anten mở rộng

1.3.2.3. Truyền dẫn đa điểm phối hợp

1.3.2.4. Các bộ lặp và các bộ chuyển tiếp

1.4. SO SÁNH LTE và LTE-ADVANCED

Bảng 1.1 So sánh các yêu cầu của LTE và LTE-Advanced

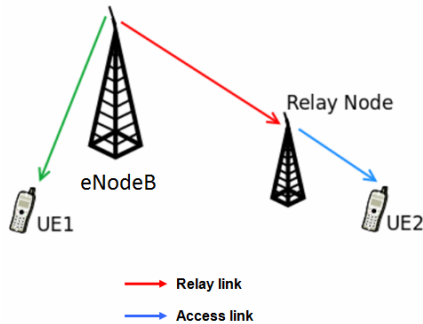
Công nghệ	LTE	LTE-Advanced
Tốc độ Downlink	150 Mbit/s	1 Gbit/s
Tốc độ Uplink	75 Mbit/s	500 Mbit/s
Băng thông Downlink	20 MHz	100 MHz
Băng thông Uplink	20 MHz	40 MHz
Tính di động	<ul style="list-style-type: none"> - Hoạt động tối ưu với tốc độ thấp (< 15 km/hr) - Vẫn hoạt động tốt ở tốc độ đến 120 km/hr - Vẫn duy trì hoạt động ở tốc độ đến 350 km/hr 	- Tương tự như LTE
Vùng phủ sóng	- Lên đến 5 Km	- Tương tự như yêu cầu của LTE
Dung lượng	- Cell với 200 người dùng hoạt động trong 5 MHz	- Gấp 03 lần LTE

CHƯƠNG 2

KỸ THUẬT CHUYỂN TIẾP

2.1. GIỚI THIỆU TỔNG QUAN

Nguyên lý của kỹ thuật chuyển tiếp là việc sử dụng nút chuyển tiếp (Relay node) để nhận và truyền dữ liệu giữa eNodeB và thiết bị người dùng UE thông qua việc truyền dẫn qua nhiều chặng.



Hình 2.1 Minh họa kỹ thuật chuyển tiếp

Các ưu điểm của việc sử dụng nút chuyển tiếp:

- Mở rộng vùng phủ sóng của eNodeB
- Cung cấp tốc độ dữ liệu cao, đặc biệt tại khu vực rìa cell
- Nâng cao chất lượng hệ thống
- Tối ưu được tiêu thụ công suất của hệ thống
- Giá thành thiết bị thấp hơn eNodeB
- Nhỏ gọn, dễ dàng lắp đặt.

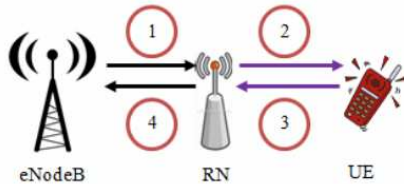
2.2. CÁC LOẠI NÚT CHUYỂN TIẾP

Hai loại nút chuyển tiếp: **loại 1 và loại 2.**

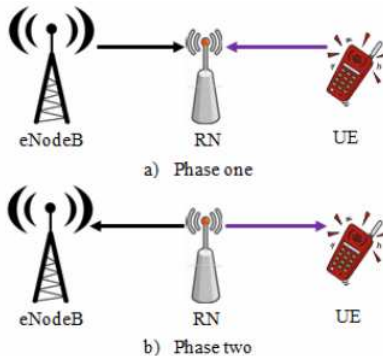
Một nút chuyển tiếp loại 1 có thể giúp một UE ở xa, nằm ngoài vùng phủ của eNodeB, truy nhập đến eNodeB. Mục tiêu chính của nó là để mở rộng vùng phủ tín hiệu và dịch vụ.

Một nút chuyển tiếp loại 2 có thể giúp một UE nội hạt, nằm trong vùng phủ của eNodeB và có tuyến thông tin trực tiếp đến eNodeB, cải thiện được chất lượng dịch vụ và dung lượng tuyến truyền dẫn của nó. Mục tiêu chính của nó là để gia tăng toàn bộ dung lượng hệ thống bằng việc tạo ra phân tập đa đường và độ lợi truyền dẫn cho các UE nội hạt.

2.3. CÁC CHIẾN LƯỢC CHUYỂN TIẾP



Hình 2.5 Chuyển tiếp 1 chiều



Hình 2.6 Chuyển tiếp 2 chiều

2.4. CÁC CƠ CHẾ TRUYỀN DẪN CHUYỂN TIẾP

2.4.1. Khuếch đại và chuyển tiếp (AF: Amplify and Forward)

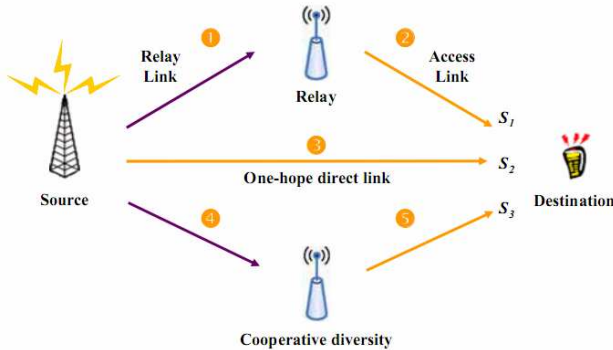
Đầu tiên, nút chuyển tiếp nhận tín hiệu từ eNodeB (hay UE). Sau đó nó khuếch đại tín hiệu thu này và chuyển tiếp nó đến UE (hay eNodeB).

2.4.2. Giải mã hóa và chuyển tiếp (DF: Decode and Forward)

Đầu tiên, nút chuyển tiếp giải mã hóa tín hiệu thu được từ eNodeB (hay UE). Sau đó nếu dữ liệu được giải mã đúng, nút chuyển tiếp sẽ thực hiện mã hóa kênh và chuyển tiếp tín hiệu mới đến UE (hay eNodeB).

2.5. HỆ THỐNG PHỐI HỢP

Hệ thống phối hợp có 01 nút nguồn phân phát 01 bản tin đến một số nút chuyển tiếp. Các nút này gửi lại tín hiệu đã được xử lý đến nút đích. Nút đích kết hợp và sử dụng phân tập tín hiệu thu được từ các nút chuyển tiếp và từ nút nguồn để nhận được tín hiệu thu.



Hình 2.7 Hệ thống phối hợp với 02 nút chuyển tiếp

2.6. CÁC CƠ CHẾ BẮT CẶP CHO VIỆC LỰA CHỌN CHUYỂN TIẾP

Trong một mạng với nhiều nút chuyển tiếp và nhiều UE hiện diện, một điều quan trọng là lựa chọn một nút chuyển tiếp bắt cặp với một UE để đạt được đầu ra tốt nhất. Có 02 kiểu cơ chế bắt cặp:

2.6.1. Cơ chế bắt cặp tập trung

2.6.2. Cơ chế bắt cặp phân phối

CHƯƠNG 3

PHÂN TÍCH ĐẶC TÍNH HỆ THỐNG PHỐI HỢP

3.1. GIỚI THIỆU

Thông tin phối hợp cung cấp phân tập không gian để chống lại fading trong vô tuyến. Trong thông tin phối hợp, tín hiệu thu là sự kết hợp của tín hiệu phát từ nút nguồn và từ các nút chuyển tiếp.

3.2. HỆ THỐNG PHỐI HỢP VỚI NÚT CHUYỂN TIẾP AF

3.2.1. Mô hình hệ thống

Xem xét một hệ thống thông tin phối hợp bao gồm một kênh trực tiếp và N kênh hai chặng với các nút chuyển tiếp AF.

Đầu tiên, thiết bị nguồn phát tín hiệu x . Tín hiệu thu tại nút chuyển tiếp thứ i và tại đích tương ứng là:

$$y_{SR_i} = h_{SR_i} x + n_{SR_i} \quad (3.1)$$

$$y_{SD} = h_{SD} x + n_{SD} \quad (3.2)$$

ở đây h_{SR_i} và h_{SD} tương ứng là độ lợi kênh giữa nguồn và nút chuyển tiếp thứ i và độ lợi kênh giữa nguồn và đích.

Kế tiếp, nút chuyển tiếp thứ i khuếch đại tín hiệu thu được của nó và chuyển tiếp đến đích thông qua kênh $h_{R_i,D}$. Đầu cuối đích nhận tín hiệu trên truyền dẫn chuyển tiếp theo biểu thức:

$$y_{R_i,D} = G_i h_{R_i,D} y_{SR_i} + n_{R_i,D} \quad (3.3)$$

ở đây $h_{R_i,D}$ là độ lợi kênh giữa nút chuyển tiếp thứ i và đích. Độ lợi nút chuyển tiếp thứ i là $G_i = E_s / (E_s |h_{SR_i}|^2 + N_0)$, ở đây E_s là năng lượng symbol trung bình.

Sử dụng kết hợp tỉ số cực đại (MRC) tại đích, SNR end-to-end tức thời có thể được viết:

$$\gamma_D = \gamma_{SD} + \sum_{i=1}^N \frac{\gamma_{SR_i} \gamma_{R_i D}}{1 + \gamma_{SR_i} + \gamma_{R_i D}} \quad (3.4)$$

ở đây $\gamma_{SR_i} = |h_{SR_i}|^2 E_s / N_0$ và $\gamma_{R_i D} = |h_{R_i D}|^2 E_s / N_0$ tương ứng là SNR tức thời của các chặng $S - R_i$ và $R_i - D$ và $\gamma_{SD} = |h_{SD}|^2 E_s / N_0$ biểu thị SNR tức thời của tuyến $S - D$.

3.2.2. PDF và CDF cho SNR giới hạn trên

3.2.2.1. Trường hợp không có chọn lựa nút chuyển tiếp

3.2.2.2. Trường hợp chọn lựa nút chuyển tiếp tốt nhất

3.2.3. Phân tích đặc tính hệ thống

3.2.3.1. Độ lợi SNR end-to-end trung bình

$$\text{Gain}_{\text{SNR}} = \frac{2}{3} \left[1 + \sum_{n=1}^N \frac{1}{2n} \right] \quad (3.28)$$

3.2.3.2. Tỷ lệ lỗi symbol trung bình

$$\overline{\text{SER}} = \int_0^{\infty} \text{SER}(\gamma) f_{\gamma_{\text{opt}}}(\gamma) d\gamma \quad (3.33)$$

- Tín hiệu nhị phân

$$\overline{\text{SER}} = \sum_{n=1}^N \binom{N}{n} \frac{(-1)^{n-1}}{(1-2n)} \left[L_1 \left(\frac{\bar{\gamma}_0}{2n} \right) - 2n L_1(\bar{\gamma}_0) \right] \quad (3.36)$$

ở đây biểu thức cho $L_1(\cdot)$ được cho bởi:

$$L_1(c) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi/2} \left(\frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \theta + c} \right) d\theta = \frac{1}{2} \left(1 - \sqrt{\frac{c}{1+c}} \right) \quad (3.37)$$

$$\bar{\gamma}_0 = \bar{\gamma}_{SD} = E_s / N_0$$

- Tín hiệu M-PSK

$$\overline{\text{SER}} = \sum_{n=1}^N \binom{N}{n} \frac{(-1)^{n-1}}{(1-2n)} \times \left[L_2 \left(\frac{\bar{\gamma}_0}{2n} \sin^2 \left(\frac{\pi}{M} \right) \right) - 2n L_2 \left(\bar{\gamma}_0 \sin^2 \left(\frac{\pi}{M} \right) \right) \right] \quad (3.39)$$

ở đây biểu thức cho $L_2(\cdot)$ được cho bởi:

$$L_2(c) = \frac{1}{\pi} \int_0^{(M-1)\pi/M} \left(\frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \theta + c} \right) d\theta \quad (3.40)$$

$$= \left(\frac{M-1}{M} \right) \left\{ 1 - \sqrt{\frac{c}{1+c}} \left(\frac{M}{(M-1)\pi} \right) \times \left[\frac{\pi}{2} + \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{c}{1+c}} \cot \left(\frac{\pi}{M} \right) \right) \right] \right\}$$

• *Tín hiệu M-QAM*

$$\overline{SER} = 4 \sum_{n=1}^N \binom{N}{n} \frac{(-1)^{n-1}}{(1-2n)} \times \left\{ \begin{array}{l} \left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}} \right) \left[L_1 \left(\frac{0.75\bar{\gamma}_0}{n(M-1)} \right) - 2nL_1 \left(\frac{1.5\bar{\gamma}_0}{M-1} \right) \right] \\ - \left(1 - \frac{1}{\sqrt{M}} \right)^2 \left[L_3 \left(\frac{0.75\bar{\gamma}_0}{n(M-1)} \right) - 2nL_3 \left(\frac{1.5\bar{\gamma}_0}{M-1} \right) \right] \end{array} \right\} \quad (3.42)$$

ở đây $L_1(\cdot)$ được định nghĩa trong (3.37) và $L_3(\cdot)$ được cho bởi:

$$L_3(c) = \frac{1}{\pi} \int_0^{\pi/4} \left(\frac{\sin^2 \theta}{\sin^2 \theta + c} \right) d\theta \quad (3.43)$$

$$= \frac{1}{4} \left\{ 1 - \sqrt{\frac{c}{1+c}} \left[\frac{4}{\pi} \tan^{-1} \left(\sqrt{\frac{1+c}{c}} \right) \right] \right\}$$

3.3. HỆ THỐNG PHỐI HỢP VỚI NÚT CHUYỂN TIẾP DF

3.3.1. Mô hình hệ thống

Tín hiệu thu $y_{s,d}$ và $y_{s,r}$ tương ứng tại đích và tại nút chuyển tiếp có thể được viết:

$$y_{s,d} = \sqrt{P_1} h_{s,d} x + \eta_{s,d} \quad (3.44)$$

$$y_{s,r} = \sqrt{P_1} h_{s,r} x + \eta_{s,r} \quad (3.45)$$

ở đây P_1 là công suất phát của nguồn. Tín hiệu thu tại đích lúc này:

$$y_{r,d} = \sqrt{\tilde{P}_2} h_{r,d} x + \eta_{r,d} \quad (3.46)$$

ở đây $\tilde{P}_2 = P_2$ nếu nút chuyển tiếp giải mã đúng symbol phát, nếu không thì $\tilde{P}_2 = 0$.

3.3.2. Phân tích SER

- Điều chế M -PSK

$$\begin{aligned}
 P_{PSK} &= F_1 \left(1 + \frac{b_{PSK} P_1 \delta_{s,d}^2}{N_0 \sin^2 \theta} \right) F_1 \left(1 + \frac{b_{PSK} P_1 \delta_{s,r}^2}{N_0 \sin^2 \theta} \right) \\
 &+ F_1 \left(\left(1 + \frac{b_{PSK} P_1 \delta_{s,d}^2}{N_0 \sin^2 \theta} \right) \left(1 + \frac{b_{PSK} P_2 \delta_{r,d}^2}{N_0 \sin^2 \theta} \right) \right) \\
 &\times \left[1 - F_1 \left(1 + \frac{b_{PSK} P_1 \delta_{s,r}^2}{N_0 \sin^2 \theta} \right) \right]
 \end{aligned} \tag{3.53}$$

ở đây:

$$F_1(x(\theta)) = \frac{1}{\pi} \int_0^{(M-1)\pi/M} \frac{1}{x(\theta)} d\theta \tag{3.54}$$

$$b_{PSK} = \sin^2(\pi/M)$$

$\delta_{s,d}^2$, $\delta_{s,r}^2$ và $\delta_{r,d}^2$ lần lượt là phương sai của $h_{s,d}$, $h_{s,r}$ và $h_{r,d}$.

- Điều chế M -QAM

$$\begin{aligned}
 P_{QAM} &= F_2 \left(1 + \frac{b_{QAM} P_1 \delta_{s,d}^2}{2N_0 \sin^2 \theta} \right) F_2 \left(1 + \frac{b_{QAM} P_1 \delta_{s,r}^2}{2N_0 \sin^2 \theta} \right) \\
 &+ F_2 \left(\left(1 + \frac{b_{QAM} P_1 \delta_{s,d}^2}{2N_0 \sin^2 \theta} \right) \left(1 + \frac{b_{QAM} P_2 \delta_{r,d}^2}{2N_0 \sin^2 \theta} \right) \right) \\
 &\times \left[1 - F_2 \left(1 + \frac{b_{QAM} P_1 \delta_{s,r}^2}{2N_0 \sin^2 \theta} \right) \right]
 \end{aligned} \tag{3.55}$$

ở đây:

$$F_2(x(\theta)) = \frac{4K}{\pi} \int_0^{\pi/2} \frac{1}{x(\theta)} d\theta - \frac{4K^2}{\pi} \int_0^{\pi/4} \frac{1}{x(\theta)} d\theta \tag{3.56}$$

$$b_{QAM} = 3/(M-1); \quad K = 1 - \frac{1}{\sqrt{M}}$$

CHƯƠNG 4

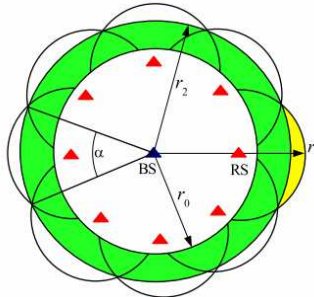
PHÂN TÍCH VÙNG PHỦ SÓNG VÀ TIÊU THỤ CÔNG SUẤT TRONG KỸ THUẬT CHUYỂN TIẾP

4.1. PHÂN TÍCH VÙNG PHỦ SÓNG

4.1.1. Tốc độ truyền dẫn cho cơ chế chuyển tiếp DF

4.1.2. Mở rộng dải vùng phủ trong các hệ thống tế bào

Xem xét một cell gốc được biểu thị là một hình tròn và các trạm chuyển tiếp được đặt đồng đều bao quanh BS. Bán kính cell cực đại đạt được bởi BS và các trạm chuyển tiếp đặt đồng đều bao quanh nó gọi là *dải vùng phủ* r_{cov} .



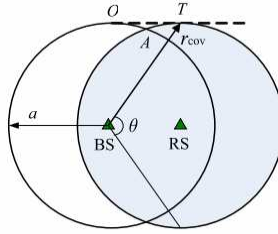
Hình 4.2 Ví dụ về tăng vùng phủ bằng 8 trạm chuyển tiếp

Bán kính r_0 là dải vùng phủ chỉ của BS. Diện tích của hình tròn cực đại được định nghĩa bởi bán kính r_2 là dải vùng phủ mới r_{cov} cho hệ thống gồm BS và các trạm chuyển tiếp. Trong hình 4.2, góc α quyết định kích cỡ của sector hình tròn được hình thành bởi một trạm chuyển tiếp được xem là *góc vùng phủ* α_{cov} .

4.1.3. Phân tích dải vùng phủ trong hệ thống chuyển tiếp

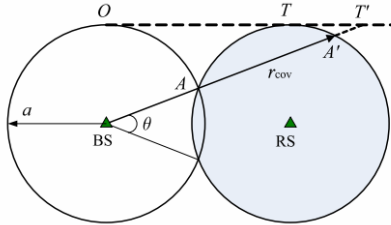
4.1.3.1. Xấp xỉ lác quan cho dải vùng phủ

Đầu tiên xem xét một user biên A được mô tả như hình 4.3. Khoảng cách của nó đến BS và RS là bằng nhau.



Hình 4.3 Xấp xỉ lác quan cho dải vùng phủ ($\theta \geq 60^\circ$)

Giả sử rằng diện tích vùng phủ của RS bằng với BS, ta biểu thị bán kính của chúng là a . Cho một góc vùng phủ $\theta > 60^\circ$, dải vùng phủ cực đại đạt được khi điểm T ở trên góc θ , tương ứng là $a/\sin(\theta/2)$. Và cho góc vùng phủ $\theta \leq 60^\circ$, dải vùng phủ cực đại bằng khoảng cách từ BS đến A' qua điểm cắt A của hai hình tròn.



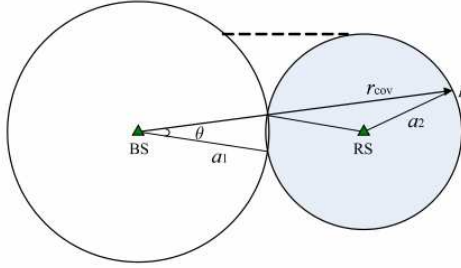
Hình 4.4 Xấp xỉ lác quan cho dải vùng phủ ($\theta < 60^\circ$)

Vì vậy biểu thức dải vùng phủ theo góc vùng phủ với xấp xỉ lác quan được cho như sau:

$$r_{\text{cov}} = \begin{cases} a + 2a \cos \theta, & \text{if } \theta < 60^\circ \\ \frac{a}{\sin(\theta/2)}, & \text{if } \theta \geq 60^\circ \end{cases} \quad (4.11)$$

4.1.3.2. Xấp xỉ bi quan cho dải vùng phủ

Không phải tất cả các user ở biên đều nhận tín hiệu có độ mạnh như nhau từ BS và RS.



Hình 4.5 Xấp xỉ bi quan cho dải vùng phủ

Như mô tả trong hình 4.5, user ở biên B nằm cách xa BS rất nhiều so với RS. Chúng ta biểu thị bán kính diện tích vùng phủ của BS là a_1 và bán kính diện tích vùng phủ của RS là a_2 như trong hình 4.5. Lúc này biểu thức dải vùng phủ theo góc vùng phủ là:

$$r_{\text{cov}} = \begin{cases} a_1 + 2a_2 \cos \varphi, & \text{if } \theta < \theta_1 \\ \frac{a_2}{\sin(\theta/2)}, & \text{if } \theta_1 \leq \theta < \theta_2 \\ a_1, & \text{if } \theta \geq \theta_2 \end{cases} \quad (4.13)$$

ở đây: $\theta_1 = 2 \arcsin\left[\left(\sqrt{p^2 + 8} - p\right)/4\right]$, $\theta_2 = 2 \arcsin(1/p)$

và: $\cos \varphi = \cos(\theta/2) \sqrt{1 - p^2 \sin^2(\theta/2)} - p \sin^2(\theta/2)$ với $p = a_1/a_2$.

4.2. PHÂN TÍCH SỰ TIÊU THỤ CÔNG SUẤT

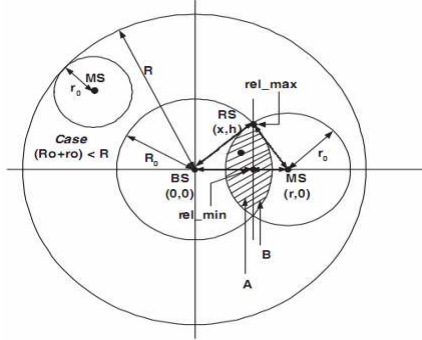
Giả sử fading và shadowing không tồn tại trong kênh truyền vô tuyến. Lúc này công suất tiêu thụ được định nghĩa như sau:

$$P_{\text{dtx}} = \alpha + \beta r^n \quad (4.14)$$

ở đây: α là công suất tiêu thụ tại máy phát, máy thu và quá trình xử lý tín hiệu, βr^n là tổn hao đường truyền. r là khoảng cách giữa MS và BS. Công suất tiêu thụ toàn bộ là:

$$P_{\text{rel}} = P_{\text{BS-RS}} + P_{\text{RS-MS}} \quad (4.15)$$

Khi BS, MS và RS ở trên cùng một đường thẳng, tiêu thụ công suất là nhỏ nhất bởi vì lúc này khoảng cách giữa mỗi nút là ngắn nhất. Mặt khác, khi RS đặt tại điểm giao nhau giữa hai vùng phủ, tiêu thụ công suất là lớn nhất.



Hình 4.6 Vị trí của RS trong truyền dẫn chuyển tiếp

Xem MS, RS và BS được đặt tương ứng tại $(r, 0)$, (x, h) , và $(0, 0)$. Công suất tiêu thụ nhỏ nhất và lớn nhất được mô tả như sau:

$$P_{rel\ min} = (\alpha + \beta x^n) + (\alpha + \beta(r-x)^n) \quad (4.16)$$

$$P_{rel\ max} = (\alpha + \beta R_0^n) + (\alpha + \beta r_0^n) \quad (4.17)$$

Công suất tiêu thụ trung bình được tính bằng cách lấy tích phân tiêu thụ công suất trên vùng chuyển tiếp A và B như trên hình:

$$P_{rel\ avg} = \iint_{A+B} P_{BS-RS} + P_{RS-MS} dh dx \quad (4.18)$$

ở đây: $P_{BS-RS} = \alpha + \beta \sqrt{x^2 + h^2}^n \quad (4.19)$

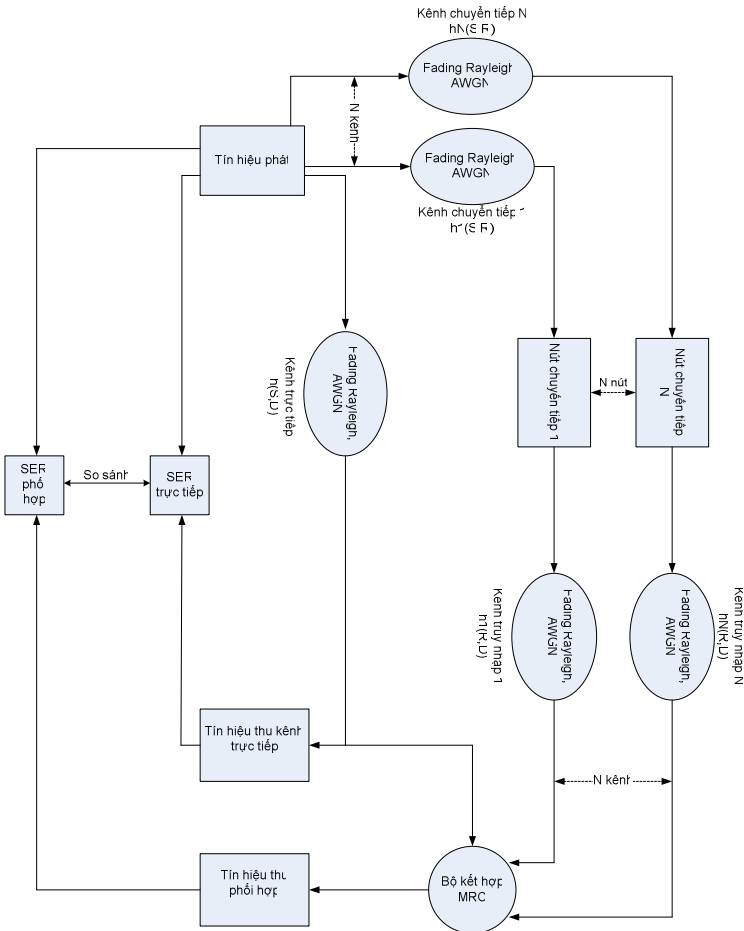
và $P_{RS-MS} = \alpha + \beta \sqrt{(r-x)^2 + h^2}^n \quad (4.20)$

CHƯƠNG 5

CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG BẰNG MATLAB

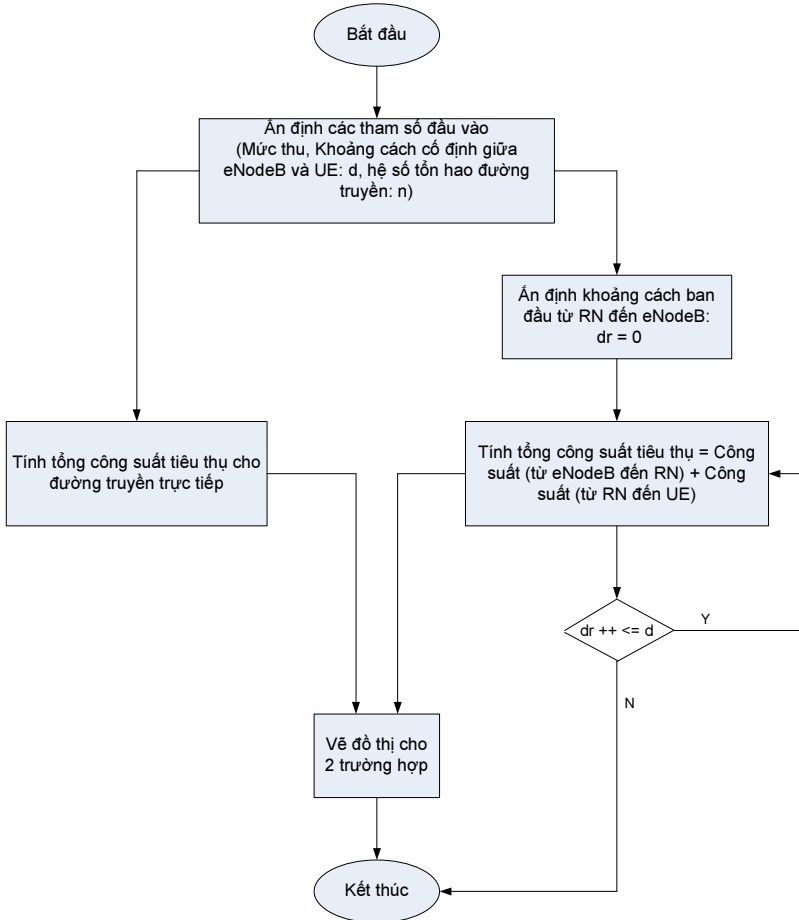
5.1. GIỚI THIỆU CHUNG

5.1.1. Sơ đồ mô phỏng và đánh giá sự cải thiện chất lượng trong hệ thống phối hợp

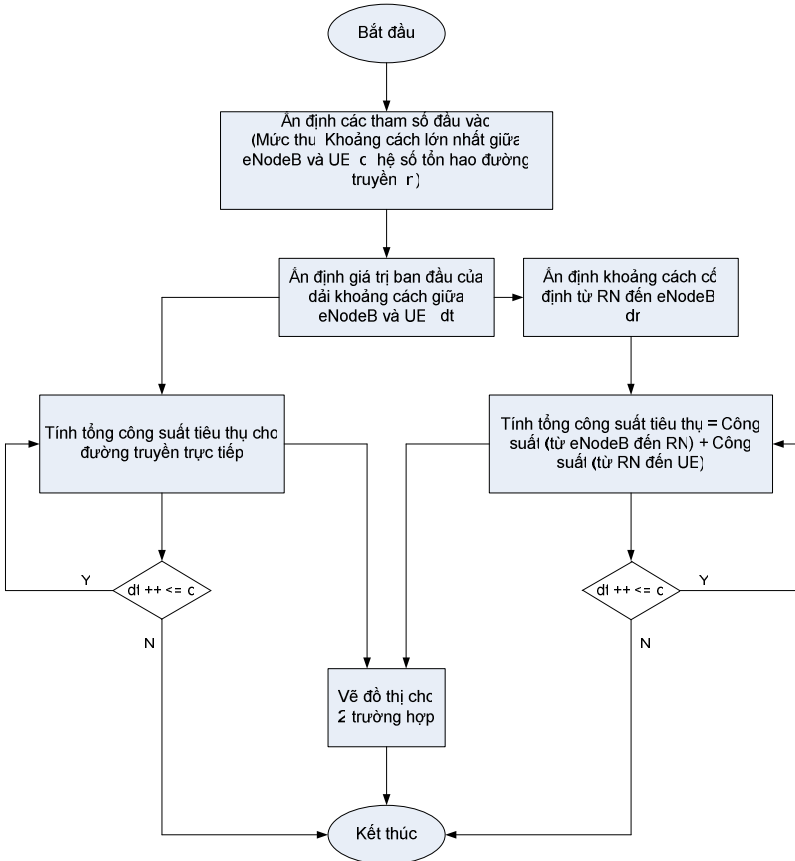


Hình 5.2 Sơ đồ mô phỏng với nhiều nút chuyển tiếp

5.1.2. Lưu đồ giải thuật mô phỏng và đánh giá sự cải thiện công suất tiêu thụ khi sử dụng nút chuyển tiếp



Hình 5.3 Lưu đồ giải thuật trong trường hợp nút chuyển tiếp di chuyển giữa eNodeB và UE, khoảng cách giữa eNodeB và UE cố định.

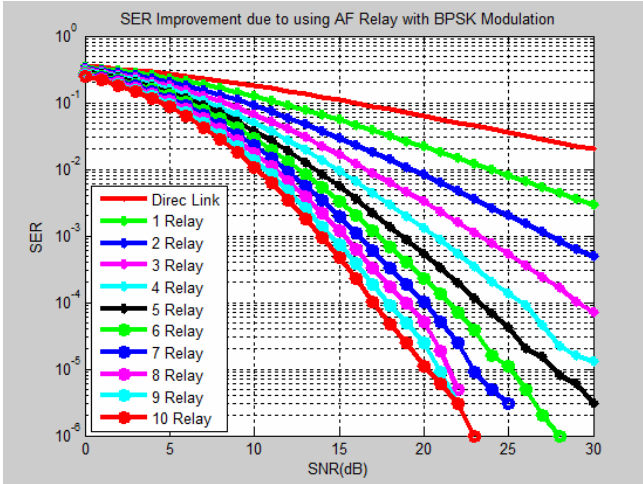


Hình 5.4 Lưu đồ giải thuật trong trường hợp nút chuyển tiếp đứng yên, khoảng cách giữa eNodeB và UE thay đổi.

5.2. CÁC KẾT QUẢ MÔ PHỎNG

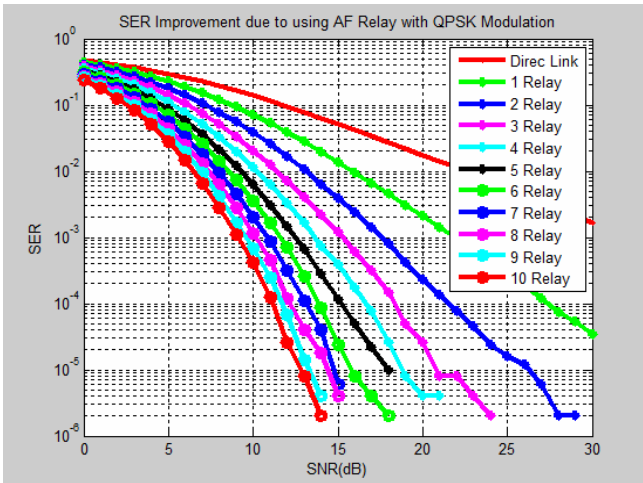
5.2.1. Kết quả mô phỏng sự cải thiện chất lượng trong hệ thống phối hợp

5.2.1.1. Điều chế BPSK



Hình 5.9 Sự cải thiện SER dùng 10 nút chuyển tiếp

5.2.1.2. Điều chế QPSK



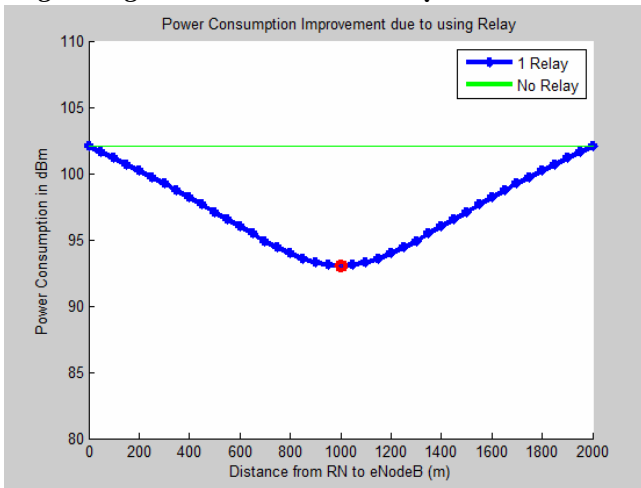
Hình 5.14 Sự cải thiện SER dùng 10 nút chuyển tiếp

5.2.1.3. Nhận xét và đánh giá kết quả

- Mô phỏng được thực hiện với nguồn vào là 1 triệu bit ngẫu nhiên, điều chế pha và loại nút chuyển tiếp AF.
- Từ các kết quả mô phỏng đạt được đã cho thấy:
 - Sử dụng kỹ thuật chuyển tiếp giúp nâng cao được chất lượng hệ thống thông tin. Điều này thể hiện khá rõ thông qua kết quả mô phỏng so sánh tỉ số SER.
 - Chất lượng hệ thống càng được cải thiện khi gia tăng số lượng nút chuyển tiếp. Tuy nhiên, khi số lượng nút chuyển tiếp đã đủ lớn (10 nút trở lên) thì SER giảm rất ít, không đáng kể.

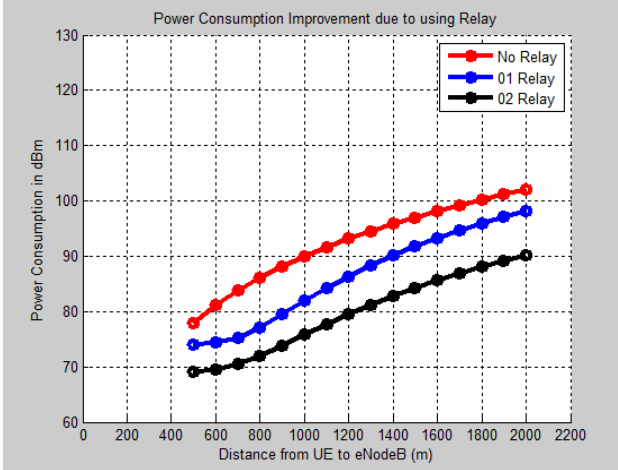
5.2.2. Kết quả mô phỏng sự cải thiện công suất tiêu thụ

5.2.2.1. Trường hợp nút chuyển tiếp di chuyển giữa eNodeB và UE, khoảng cách giữa eNodeB và UE cố định.



Hình 5.16 Sự cải thiện công suất tiêu thụ khi sử dụng 01 nút chuyển tiếp với $n = 4$ (chấm màu đỏ là vị trí cho công suất tiêu thụ bé nhất).

5.2.2.2. Trường hợp nút chuyển tiếp đứng yên, khoảng cách giữa UE và eNodeB thay đổi.



Hình 5.20 Sự cải thiện công suất tiêu thụ khi sử dụng 02 nút chuyển tiếp ($n = 4$).

5.2.2.3. Nhận xét và đánh giá kết quả

- Sử dụng kỹ thuật chuyển tiếp giúp giảm được tổng công suất tiêu thụ. Điều này thể hiện khá rõ qua kết quả mô phỏng.
- Khi nút chuyển đặt ở vị trí chính giữa cách đều eNodeB và UE thì công suất tiêu thụ là thấp nhất.
- Tổng công suất tiêu thụ của hệ thống càng giảm khi gia tăng số lượng nút chuyển tiếp.

KẾT LUẬN VÀ KIẾN NGHỊ

Chất lượng luôn là một chỉ tiêu được quan tâm hàng đầu trong thông tin di động. Hệ thống thông tin di động 4G là hệ thống tích hợp tất cả các dịch vụ, cung cấp băng thông rộng, dung lượng lớn, truyền dẫn dữ liệu tốc độ cao, ... nên đòi hỏi chỉ tiêu chất lượng phải càng khắt khe hơn nữa. Kỹ thuật chuyển tiếp giúp nâng cao được chất lượng hệ thống đã giải quyết được đòi hỏi khắt khe này của hệ thống 4G.

Trong thông tin di động, các user ở khu vực rìa cell thường thu tín hiệu với SNR rất thấp vì xa trạm gốc. Hệ thống 4G lại yêu cầu truyền dữ liệu tốc độ cao nên những user ở rìa cell sẽ không đáp ứng được tốc độ theo yêu cầu đó. Sử dụng kỹ thuật chuyển tiếp để mở rộng vùng phủ sóng ở khu vực rìa cell, giúp các user ở khu vực rìa cell vẫn đảm bảo được tốc độ truyền dữ liệu cao đúng như yêu cầu của hệ thống 4G.

Hệ thống 4G truyền tải dữ liệu tốc độ cao nên tiêu tốn nhiều năng lượng của trạm gốc cũng như của thiết bị người dùng hơn so với các hệ thống thế hệ trước. Sử dụng kỹ thuật chuyển tiếp giúp cải thiện được công suất tiêu thụ nên tiết kiệm được năng lượng, làm tăng thời gian sống của trạm gốc và của thiết bị người dùng trong hệ thống 4G.

Trong khuôn khổ luận văn chỉ nghiên cứu tổng quan những vấn đề trên. Trong tương lai, kỹ thuật chuyển tiếp cần được xem xét nghiên cứu ở mức độ sâu hơn trong các vấn đề về xử lý tín hiệu như chuyển giao, điều khiển công suất trong chuyển tiếp, các vấn đề về quy hoạch vị trí nút chuyển tiếp để đạt được hiệu suất tối ưu nhất cho hệ thống.