TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TPHCM
KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG



NGUYỄN QUANG HẢI – DV04020

ĐỀ TÀI:

NGHIÊN CỨU GIẢI PHÁP CỘNG TÁC CHUYỂN TIẾP THÔNG MINH TRONG HỆ THỐNG THÔNG MINH DI ĐỘNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

GIÁO VIÊN HƯỚNG DẪN

Th.S LÊ NGỌC PHÚC

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GTVT TP.HCM
THƯ VIỆN
1.040
DV07 - 2009

NIÊN KHÓA 2004-2009

LỜI CẢM ƠN

***

Sau quá trình học tập và nghiên cứu , em đã hoàn thành khóa luận của mình về " ***Nghiên cứu giải pháp cộng tác chuyển tiếp thông minh trong hệ thống thông tin di động*** " dưới sự hướng dẫn và chỉ bảo tận tình của ThS Lê Ngọc Phúc.

Với tình cảm trân trọng , em xin chân thành cảm ơn ThS Lê Ngọc Phúc đã hướng dẫn, chỉ bảo em hoàn thành khóa luận.

Em xin gửi lời cảm ơn sâu sắc tới các thầy, cô trong khoa Điện – Điên Tử Viễn Thông cùng toàn thể các thầy cô trong trường Đại Học Giao Thông Vận Tải TP.HCM đã dạy dỗ em trong năm năm học vừa qua.

Sự tiến bộ trong học tập và nghiên cứu của tôi có sự giúp đỡ và động viên rất lớn của các bạn cùng lớp và người thân. Em xin cảm ơn những tình cảm quý báu đó.

TP.HCM, ngày 20 tháng 07 năm 2009

Nguyễn Quang Hải

TRƯỜNG ĐẠI HỌC GIAO THÔNG VẬN TẢI TPHCM
KHOA ĐIỆN - ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG

CỘNG HÒA XÃ HỘI CHỦ NGHĨA VIỆT NAM
Độc Lập - Tự Do - Hạnh Phúc
---oOo---

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

(Chú ý: SV phải đóng bản nhiệm vụ này vào trang thứ nhất của đồ án)

Họ và tên SV: Nguyễn Quang Hải MSSV: DVO402D

Ngành: Điện tử viễn thông Lớp: DVO4

1. **Tên đồ án tốt nghiệp:**

Hệ thống chuyển tiếp công tác thông minh trong thông tin di động

2. **Nhiệm vụ (yêu cầu về nội dung và số liệu ban đầu):**

- Tìm hiểu về hệ thống thông tin di động
- Nghiên cứu hệ thống công tác chuyển tiếp
- Mô phỏng đánh giá các giao thức công tác chuyển tiếp và kỹ thuật kết hợp

3. **Ngày giao nhiệm vụ đồ án:** 20./4/2009

4. **Ngày hoàn thành nhiệm vụ:** 20./7./2009

5. **Họ tên người hướng dẫn:** **Phần hướng dẫn**

1) Lê Ngọc Phúc	1) Toàn bộ ĐATN
2)	2)
3)	3)

Nội dung và yêu cầu ĐATN đã được thông qua.
Ngày 25 tháng 04 năm 2009.

TRƯỞNG KHOA
(Ký và ghi rõ họ tên)

TRƯỞNG KHOA
PGS-TS. Trần Hoài An

NGƯỜI HƯỚNG DẪN CHÍNH
(Ký và ghi rõ họ tên)

Lê Ngọc Phúc

3.1.4 Một số loại nhiễu điển hình: 27
3.2 Hiện tượng fading: 28
3.2.1 Truyền sóng đa đường: 28
3.2.2 Hiệu ứng doppler: 29
3.2.3 Mô hình kênh truyền bị ảnh hưởng bởi hiện tượng fading 29
3.2.4 Ảnh hưởng của kênh truyền fading trong truyền thông vô tuyến: 34
3.2.5 Phương pháp hạn chế ảnh hưởng của kênh fading: 37
Chương 4: Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh trong hệ thống thông tin di động (Cooperative Communnication) 43
4.1 Giới thiệu 43
4.2 Nền tảng của giao tiếp cộng tác chyển tiếp thông minh 44
4.3 Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh 44
4.4 Các giao thức truyền trong hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh 46
4.4.1 Amplify and Forward 46
4.4.2 Decode and Forward 48
4.4.3 Coded Communication 49
4.5 Những phương pháp kết hợp tại đích 52
4.5.1 Phương pháp kết hợp cân bằng (ERC: Equal Ratio Combining) 52
4.5.2 Phương pháp kết hợp tỉ số cố định (FRC: Fixed Ratio Combining) 52
4.5.3 Phương pháp kết hợp tỉ số cực đại (MRC: Maximum Ratio Combining) 53
4.6 Ứng dụng của hệ thống giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh 53
Chương 5: Kết quả mô phỏng 56
5.1 Sự thực thi trong giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh 56
5.1.1 Sự sắp xếp cân bằng 56
5.1.2 Sự so sánh 2 phương pháp AAF và DAF 59
5.2 Sự thay đổi khoảng cách trong giao tiếp kết hợp 62
Chương 6: Tổng kết và hướng nghiên cứu xa hơn 66
6.1 Tổng kết 66
6.2 Hướng nghiên cứu xa hơn 67

TÀI LIỆU THAM KHẢO 68
PHỤ LỤC 69

DANH SÁCH CÁC HÌNH

***

Hình 2.1: Mô hình hệ thống thông tin di động GSM.....6
Hình 2.2: Phân hệ trạm gốc 7
Hình 2.4: Trung tâm chuyển mạch MSC.....9
Hình 2.5: Bộ AuC 10
Hình 2.6: Quá trình thiết lập cuộc gọi giữa BTS và MS 17
Hình 3.1: Sơ đồ chức năng hệ thống thông tin 21
Hình 3.2: Nhiễu trắng 24
Hình 3.3: Môi trường truyền dẫn với sự có mặt của nhiễu trắng 24
Hình 3.4: Sự ảnh hưởng của nhiễu xuyên kênh.....25
Hình 3.5 : Fading đa đường 28
Hình 3.6 : Hiệu ứng doppler 29
Hình 3.7: Biểu diễn các kênh truyền fading 30
Hình 3.8: Các loại fading trong cấu trúc tín hiệu thu 31
Hình 3.9: Fading Rayleigh.....33
Hình 3.10: Ảnh hưởng của fading 34
Hình 3.11: Các loại kênh fading 36
Hình 3.12: Phân tập theo thời gian 40
Hình 3.13: Phân tập theo tần số 41
Hình 4.1: Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh 45
Hình 4.2: Giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh cho mỗi user và relay.....46
Hình 4.3: Phương pháp Amplify and Forward 47
Hình 4.4: Phương pháp Decode and Forward 48
Hình 4.5: Thực thi quá trình Decode and Forward.....48
Hình 4.6: Giao thức Coded Cooperation 49
Hình 4.7 : Quá trình xử lí trong phương pháp coded cooperation.....50

Hình 4.8: ứng dụng trong mạng ad-hoc 55
Hình 5.1: Sự thực thi ERC và FRC trong phương pháp AAF không có mã hóa kênh 57
Hình 5.2: Các hệ số khuếch đại khác nhau với không có mã hóa kênh 57
Hình 5.3: Phương pháp kết hợp ERC và FRC trong DAF có mã hóa kênh 58
Hình 5.4: Phương pháp DAF không có mã hóa kênh 59
Hình 5.5: So sánh 2 phương pháp AAF và DAF với SNR thấp 60
Hình 5.6 : So sánh 2 phương pháp DAF và AAF với SNR cao 60
Hình 5.7: So sánh 2 phương pháp DAF và AAF khi không có mã hóa kênh 61
Hình 5.8 : So sánh AAF và DAF sử dụng mã hóa kênh 62
Hình 5.9: Ảnh hưởng thay đổi khoảng cách trong DAF có mã hóa kênh 62
Hình 5.10: Phương pháp MRC với DAF không dùng mã hóa kênh 63
Hình 5.11: Phương pháp MRC khi AAF không dùng mã hóa kênh và DAF dùng mã hóa kênh 64
Hình 5.12 : Dùng FRC đánh giá sự thay đổi khoảng cách 64

DANH SÁCH TỪ VIẾT TẮT

***

A

ACCH	Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết
AGCH	Access Grant Channel	Kênh cho phép truy nhập
AuC	Authentication Center	Trung tâm nhận thực
AAF	Amplify and Forward	Khuếch đại và chuyển tiếp
AWGN	Additive White Gaussian Noise	Nhiễu trắng Gauss

B

BCCH	Broadcast Control Channel	Kênh điều khiển quảng bá
BER	Bit Error Rate	Tỷ lệ lỗi bít
BS	Base Station	Trạm gốc
BSC	Base Station Controller	Bộ điều khiển trạm gốc
BSIC	Base Station Identity Code	Mã nhận dạng trạm gốc
BSS	Base Station Subsystem	Phân hệ trạm gốc
BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
BPSK	Binary Phase Shift Keying	Điều chế pha nhị phân

C

CCCH	Common Control Channel	Kênh điều khiển chung
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CSPDN	Circuit Switch Public Data Network	Mạng số liệu công cộng chuyển mạch gói

D

DCCH	Dedicated Control Channel	Kênh điều khiển dành riêng
DAF	Decode and Forward	Giải mã và chuyển tiếp
DAAF	Decode Amplify and Forward	Giải mã khuếch đại và chuyển tiếp

E

EIR	Equipment Identification Register	Bộ ghi nhận dạng thiết bị
ERC	Equal Ratio Combining	Kết hợp tỉ số cân bằng

F

FRC	Fixed Ratio Combining	Phương pháp kết hợp ổn định

G

GMSC	Gateway MSC	Cổng Tổng đài di động
GSM	Global System for Mobile Communication	Thông tin di động toàn cầu

H

HLR	Home Location Register	Bộ đăng ký định vị thường trú
HSN	Hopping Sequence Number	Số nhảy tần kế tiếp

I

IMSI	International Mobile Subscriber Identity	Số nhận dạng thuê bao di động quốc tê
ISDN	Integrated Service Digital Network	Mạng số đa dịch vụ
ICI	Interchannel Interference	Nhiễu liên kênh
IMEI	International Mobile Equipment Identity	Số nhận diện di động quốc tế
ISI	Inter Symbol Interference	Nhiễu liên ký tự

L

LA	Location Area	Vùng định vị
LAC	Location Area Code	Mã vùng định vị
LAI	Location Area Identifier	Số nhận dạng vùng định vị
LAPD	Link Access Procedures on D channel	Các thủ tục truy cập đường truyền trên kênh D

M

MCC	Mobile Country Code	Mã quốc gia của mạng di động
MIMO	Muilti Input Multi Output	
MRC	Maximum Ratio Combining	Phương pháp kết hợp tỉ số cực đại
MNC	Mobile Network Code	Mã mạng thông tin di động
MS	Mobile station	Trạm di động
MSC	Mobile Service	Tổng đài di động

	Switching Center	
MSIN	Mobile station Identification Number	Số nhận dạng trạm di động
MSISDN	Mobile station ISDN Number	Số ISDN của trạm di động
MAIO	Mobile Allocation Index Offset	Chênh lệch chỉ số phân bổ di động
ME	Mobile Equiment	Thiết bị di động

O

OSS	Operation and Support Subsystem	Phân hệ khai thác và hỗ trợ
OMS	Operation & Maintenace Subsystem	Phân hệ khai thác và bảo dưỡng

P

PLMN	Public Land Mobile Network	Mạng di động mặt đất công cộng
PSPDN	Packet Switch Public Data Network	Mạng số liệu công cộng chuyển mạch gói
PSTN	Public Switched Telephone Network	Mạng chuyển mạch điện thoại công cộng

R

RACH	Random Access Channel	Kênh truy cập ngẫu nhiên
Rx	Receiver	Máy thu

S

SACCH	Slow Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết chậm
SNR	Signal Noise Ratio	Tỉ số tín hiêu trên nhiễu
SDCCH	Stand Alone Dedicated Control Channel	Kênh điều khiển dành riêng đứng một mình (độc lập)
SIM	Subscriber Identity Modul	Mô đun nhận dạng thuê bao
SN	Subscriber Number	Số thuê bao

T

TACH	Traffic and Associated Channel	Kênh lưu lượng và liên kết
TCH	Traffic Channel	Kênh lưu lượng
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
TRAU	Transcoder/Rate Adapter Unit	Bộ thích ứng tốc độ và chuyển mã
TRX	Tranceiver	Bộ thu – phát
TS	Time Slot	Khe thời gian

V

VLR	Visitor Location Register	Bộ định vị đăng kí tạm trú

W

WSSUS	Wide-Sense Stationary Uncorrelated Scattering	

Chương 1: Giới thiệu

1.1 Tổng quan:

Do sự phát triển của nghiên cứu và công nghệ mới và những tiêu chuẩn mới, sự thực thi của mạng không dây thường ảnh hưởng xấu kênh fading trong truyền đa đường. Vì vậy kĩ thuật phân tập kết hợp là để giảm tác động của fading trong kênh truyền vô tuyến bằng truyền dữ liệu thông qua những kênh fading độc lập đa đường và những kênh fading này sẽ được kết hợp tại bộ phân thu.

Phân tập truyền phát, một cách tổng quát thì yêu cầu nhiều hơn 1 anten tại thiết bị phát. Tuy nhiên, những thiết bị không dây bị giới hạn bởi kích thước và sự phức tạp về phần cứng đến 1 anten. Hiện tại, 1 phương pháp mới ra đời đó là giao tiếp cộng tác sử dụng một anten trong hệ thống nhiều user để chia sẽ anten và vận hành bộ phát anten ảo hệ thống này cho phép hệ thống đạt được phân tập phát.

Do sự thuận lợi của hệ thống MIMO (Multiple-input Multiple-output) đã được thừa nhận rộng rãi về khả năng phân tập phát.

Trong sự phát triển của hệ thống giao tiếp cộng tác, những vấn đề cần được chú ý, bao gồm như sau: suy giảm tốc độ của di động kết hợp, khó khăn chung trong mạng, sự công bằng của hệ thống và yêu cầu phát và nhận của thiết bị di động.

Hơn thế nữa hiện tại thì có ngày càng nhiều trạm thu phát sóng (BTS) trong mạng GSM tại Việt Nam và cũng như trên toàn thế giới, chúng ta không thể nào phát triển và xây dựng các trạm thu phát sóng liên tục điều này dẫn đến ảnh hưởng mỹ quan đô thị cũng như làm ảnh hưởng đến cuộc sống của con người vì vậy chúng ta đang nghiên cứu một công nghệ mới đó là giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh..

Những khó khăn trong mạng GSM khi tăng trạm thu phát sóng BTS là:

- ✓ Phải cung cấp thêm các đường truyền dẫn (thường là các luồng E1) từ các trạm BTS mới đến trung tâm điều khiển gốc BSC. Nhưng trên

thực tế không phải lúc nào các luồng truyền dẫn E1 cũng sẵn có đối với tất cả các nhà khai thác mạng di động.

- ✓ Cần phải tổ chức lại mạng lưới như: ấn định lại các tần số vô tuyến cho từng trạm thu phát gốc và dịch chuyển các điểm đặt trạm thu phát gốc.
- ✓ Cung cấp thêm các tần số vô tuyến vì nhiều trạm thu phát gốc mới đã được đưa vào. Điều này có thể chưa khó khăn với những nhà mới đi vào khai thác mạng chưa phát triển. Nhưng đối với những nhà khai thác mạng đã sử dụng gần hết các tần số cấp phép thì việc thêm tần số vô tuyến mới là rất khó khăn.

Phải thuê và xây dựng các trạm thu phát mới cũng gây nên những tốn kém nhất định trong việc triển khai hệ thống vì trong một khu vực việc chọn được một điểm tối ưu để đặt trạm gốc là rất khó khăn. Đặc biệt là trong tình trạng nhiều nhà khai thác hoạt động.

Với những lí do trên thì em đã chọn đề tài cộng tác chuyển tiếp thông minh trong hệ thống thông tin di động để giải quyết những khó khăn hiện tai đang tồn đọng trong thực tế.

Đối tượng nghiên cứu trong đề tài là hệ thống cộng tác với những giao thức chuyển tiếp và phương pháp kết hợp khác nhau được lấy làm ví dụ để chứng tỏ được những ảnh hưởng của chúng trong mục đích nghiên cứu của em. Trong đồ án này những giao thức truyền phát như là Amplify and Forward và Decode and Forward sẽ được sử dụng. Và những phương pháp kết hợp tại đích như là FRC (Fixed Ratio Combining), ERC (Equal Ratio Combining) and MRC (Maximum Ratio Combining) cũng sẽ được thực hiên để chứng minh được chất lượng kênh sẽ được cải thiện hơn so với kênh trực tiếp.

1.2 Cấu trúc đề tài:

Chương 2: Hệ thống thông tin di động GSM

Chương này sẽ nêu lên tổng quan về hệ thống thông tin di động mạng GSM để chúng ta có cái nhìn tổng quan về mạng không dây đang sử dụng.

Chương 3: Kênh truyền vô tuyến

Chương này sẽ nêu lên được những yếu tố ảnh hưởng đến kênh truyền vô tuyến trong mạng không dây và những hướng khắc phục được những tình trạng này.

Chương 4: Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh trong hệ thống thông tin di động (cooperative communication)

Trong chương này sẽ đi sâu vào hướng nghiên cứu của đề tài và những phương pháp được thực thi trong đồ án này.

Chương 5: Kết quả mô phỏng

Chương 6: Tổng kết và hướng nghiên cứu xa hơn

Chương 2: Hệ thống thông tin di động GSM

2.1 Giới thiệu:

Trong cuộc sống hằng ngày thông tin liên lạc đóng vai trò rất quan trọng và không thể thiếu được. Nó quyết định nhiều mặt hoạt động của xã hội, giúp con người nắm bắt nhanh chóng các thông tin có giá trị văn hóa, kinh tế, khoa học kỹ thuật rất đa dạng và phong phú.

Ngày nay với những nhu cầu cả về số lượng của khách hàng sử các dịch vụ viễn thông ngày càng cao, đòi hỏi phải có những phương tiện thông tin hiện đại nhằm đáp ứng các nhu cầu đa dạng.

Thông tin di động ngày nay đã trở thành một dịch vụ kinh doanh không thể thiếu được của tất cả các nhà khai thác viễn thông trên thế giới. Đối với các khách hàng viễn thông, nhất là các nhà doanh nghiệp thì thông tin di động trở thành phương tiện liên lạc quen thuộc và không thể thiếu được. Dịch vụ thông tin di động ngày nay không chỉ hạn chế cho các khách hàng giàu có nữa mà nó đang dần trở thành dịch vụ phổ cập cho mọi đối tượng viễn thông.

GSM (Global system for mobile communication) là hệ thống thông tin di động toàn cầu, hệ thống GSM có tính lưu động và hoàn toàn tự động. Hơn thế nữa, mạng GSM còn cung cấp một số tính năng như thông tin tôc độ cao, faxcimile và dịch vụ thông báo ngắn. Tiêu chuẩn GSM được thiết kế kết hợp ISDN và tích hợp với môi trường di động. Nhờ vây tiêu chuẩn này cũng được đảm bảo.

Ở Viêt Nam, mạng GSM ngày càng phát triển và có nhiều công ty viễn thông đang cung cấp dịch vụ này như là: Mobile Fone, Vinaphone, Viettel, Beeline…

Các thông số kỹ thuật của mạng GSM:

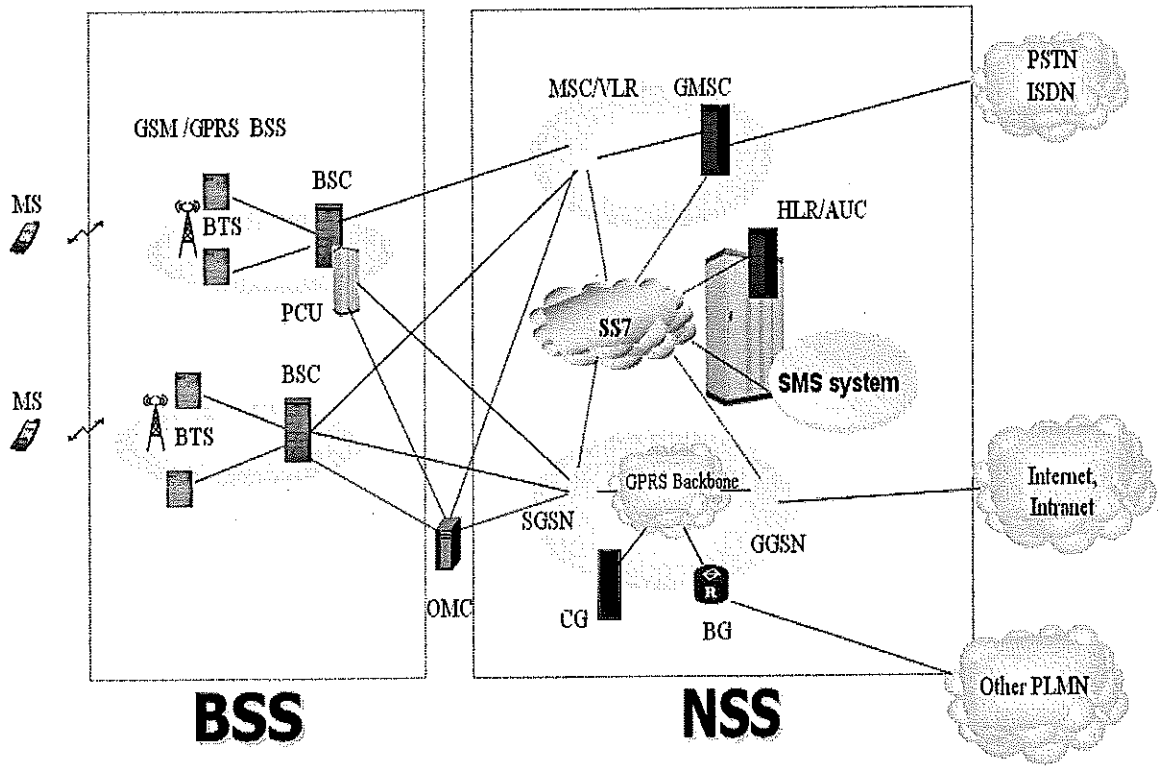
- GSM 900:
  - Tần số:

- Uplink : 890MHz – 915MHz
- Downlink : 935MHz – 960MHz

- Khoảng cách duplex: 45MHz (duplex là khoảng cách giữa một tần số uplink và tần số downlink tương ứng).
- Khoảng cách giữa hai kênh kế cận: 200KHz, là khoảng tần số an toàn cần thiết giữa hai kênh kế cận để đảm bảo cho việc truyền giảm nhiễu xuyên kênh
- Phương pháp truy cập: TDMA
- Số kênh cho một tần số: 8 kênh

- GSM 1800
  - Tần số:
    - Uplink : 1710MHz – 1785MHz
    - Downlink : 1805MHz – 1880MHz
  - Khoảng cách duplex: 95MHz
  - Khoảng cách giữa hai kênh kế cận: 200KHz
  - Phương pháp truy cập: TDMA
  - Số kênh cho một tần số: 8 kênh

2.2 Mô hình hệ thống thông tin di động GSM:



Hình 2.1: Mô hình hệ thống thông tin di động GSM

Mô hình hệ thống được chia thành 3 thành phần:

- Phân hệ chuyển mạch SS
- Phân hệ trạm gốc BSS
- Phân hệ khai thác bảo dưỡng OSS

2.3 Các thành phần trong hệ thống GSM:

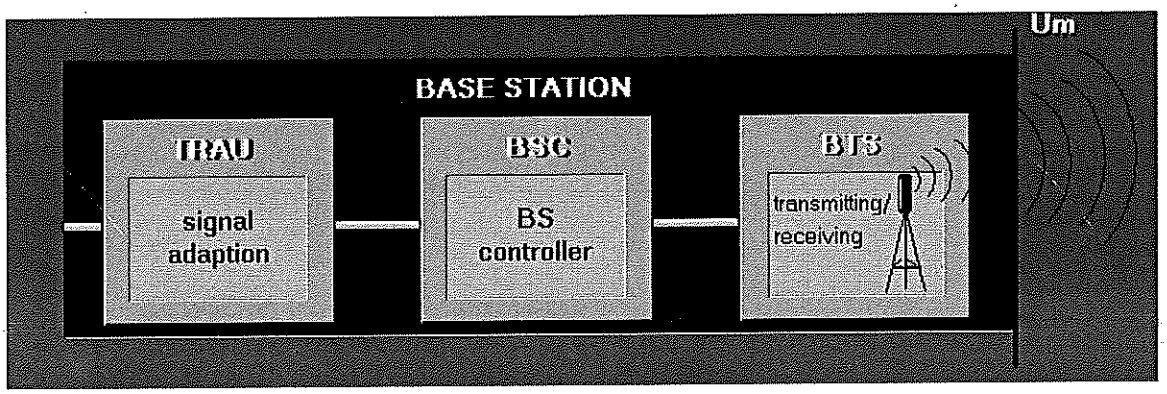
2.3.1 Trạm di động MS:

Bao gồm thiết bị trạm di động ME (Mobile Equipment) và một khối nhỏ gọi là modun nhận dạng thuê bao (SIM – Subscriber Identity Module).Trạm di đông thực hiện 2 chức năng chính như sau:

- Thiết bị vật lý để giao tiếp giữa thuê bao di động với mạng thông qua đường vô tuyến

- Đăng kí thuê bao thì phải lắp đặt SIM card.Trừ trường hợp gọi cấp cứu.Thuê bao chỉ có thể truy cập vào thệ thống khi cắm thẻ này vào.

2.3.2 Phân hệ trạm gốc (BSS – Base Station Subsystem):



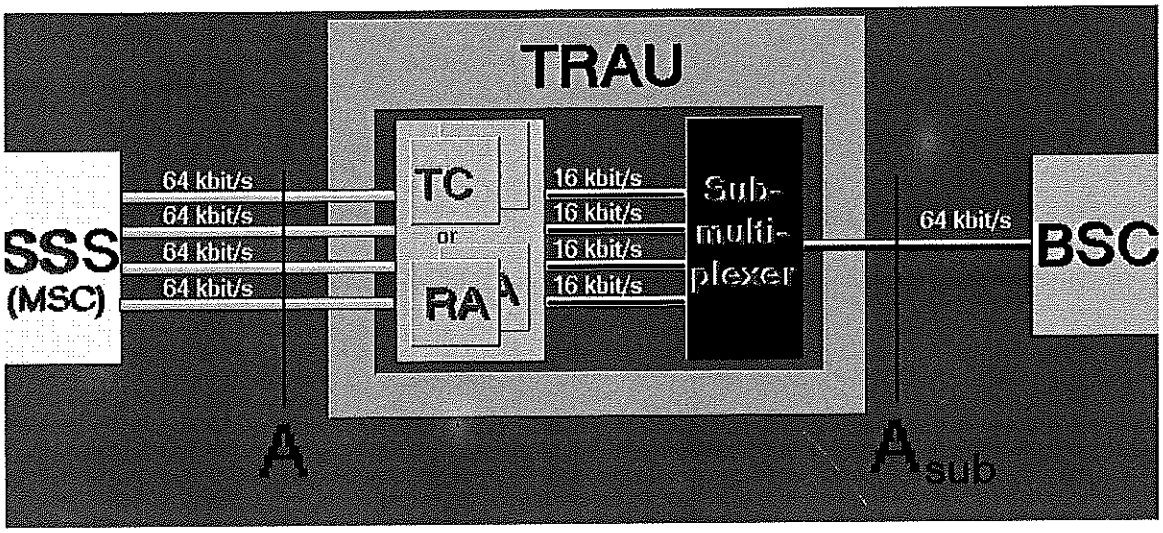
Hình 2.2: Phân hệ trạm gốc

❖ **Khối BTS (Base Tranceiver Station):**

Một BTS bao gồm các thiết bị thu phát tín hiệu sóng vô tuyến, anten và bộ phận mã hóa và giải mã giao tiếp với BSC. BTS là thiết bị trung gian giữa mạng GSM và thiết bị thuê bao MS, trao đổi thông tin với MS qua giao diện vô tuyến. Mỗi BTS tạo ra một hay một số khư vực vùng phủ sóng nhất định gọi là tế bào. Giao diện giữa BTS và MS là A_bis.

❖ **Khối TRAU (Transcode/Rate Adapter Unit):**

Khối thích ứng và chuyển đổi mã thực hiện chuyển đổi mã thông tin từ các kênh vô tuyến (16Kb/s) theo tiêu chuẩn GSM thành các kênh thoại chuẩn (64Kb/s) trước khi chuyển đến tổng đài. TRAU là thiết bị mà ở đó quá trình mã hoá và giải mã tiếng đặc thù riêng cho GSM được tiến hành, tại đây cũng thực hiện thích ứng tốc độ trong trường hợp truyền số liệu. TRAU là một bộ phận của BTS, nhưng cũng có thể được đặt cách xa BTS và thậm chí còn đặt trong BSC và MSC.



Hình 2.3: Khối TRAU

❖ **Khối BSC (Base Station Controller) :**

BSC có nhiệm vụ quản lý giao diện vô tuyến thông qua các lệnh điều khiển từ xa. Các lệnh này chủ yếu là lệnh ấn đinh, giải phóng kênh vô tuyến và chuyển giao. Một phía BSC được kết nối đến BTS còn phía kia nối với MSC của phân hệ chuyển mạch SS. Giao diện giữa BSC và MSC là giao diện A, còn giữa BTS và BSC là A_bis. Chức năng của BSC:

- Quản lí mạng vô tuyến: quản lí các cell và các kênh logic. Các số liệu quản lí đều được đưa về BSC để đo đạc và xử lí, chẳng hạn như lưu thông thông tin ở 1 cell, môi trường vô tuyến, số lượng cuộc gọi mất, các lần chuyển thành công và thất bại.
- Quản lí trạm vô tuyến gốc BTS: trước khi đưa vào khai thác, BSC lập cấu hình của BTS. Nhờ đó mà BSC có sẵn mỗi tập các kênh vô tuyến dành cho điều khiển và nối thông cuộc gọi.
- Điều khiển nối thông các cuộc gọi và điều chỉnh chất lượng của nó
- Quản lí mạng truyền dẫn: quản lí cấu hình các đường truyền dẫn tới MSC và BTS để đảm bảo chất lượng thông tin.

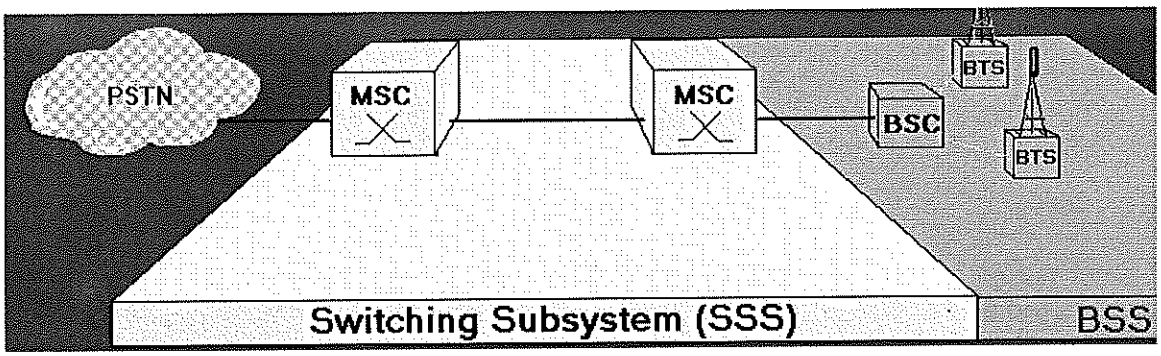
2.3.3 Phân hệ chuyển mạch (SS – Switching Subsystem):

Phân hệ chuyển mạch bao gồm các khối chức năng sau:

- Trung tâm chuyển mạch nghiệp vụ di động MSC.
- Thanh ghi định vị thường trú HLR.
- Thanh ghi định vị tạm trú VLR.
- Trung tâm nhận thực AuC.
- Thanh ghi nhận dạng thiết bị EIR.

Phân hệ chuyển mạch (SS) bao gồm các chức năng chuyển mạch chính của mạng GSM cũng như các cơ sở dữ liệu cần thiết cho số liệu thuê bao và quản lí di động của thuê bao. Chức năng chính của SS là quản lí thông tin giữa những người sử dụng mạng GSM với nhau và với mạng khác.

❖ **Trung tâm chuyển mạch MSC**



Hình 2.4: Trung tâm chuyển mạch MSC

Chức năng chính:

- Điều phối và thiết lập cuộc gọi.
- Giao tiếp với mạng ngoài: để đảm bảo thông tin của người sử dụng trong mạng GSM.
- Quản lí di động.

❖ **Bộ định vi thương trú (HLR – Home Location Register):**

HLR là cơ sở dữ liệu tham chiếu lưu giữ lâu dài các thông tin về thuê bao, các thông tin liên quan tới việc cung cấp các dịch vụ viễn thông. HLR không phụ thuộc vào vị trí hiện thời của thuê bao và chứa các thông tin về vị trí hiện thời của thuê bao.

HLR bao gồm:

- Các số nhận dạng: IMSI, MSIDN.

- Các thông tin về thuê bao
- Danh sách các dịch vụ mà MS được sử dụng và bị hạn chế
- Số hiệu VLR đang phục vụ MS

❖ **Bộ ghi định vị tam trú (VLR – Visitor Location Register):**

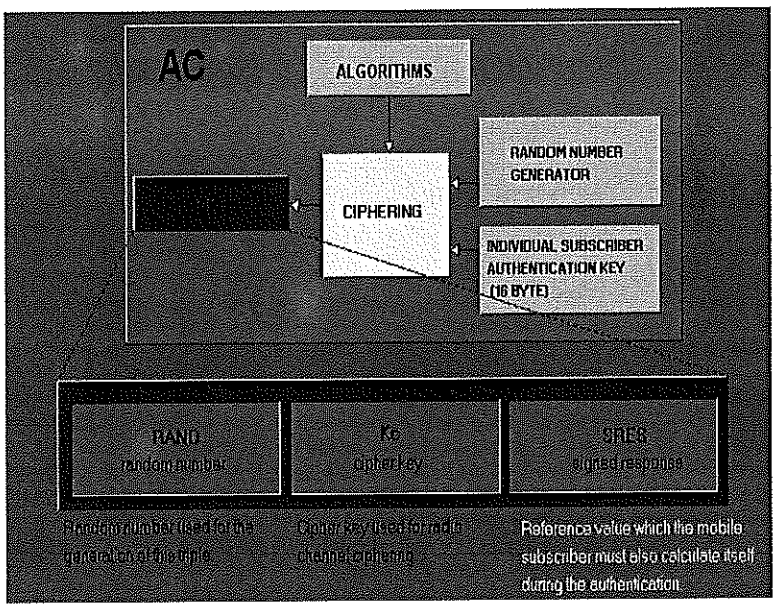
VLR là cơ sở dữ liệu thứ 2 trong mạng GSM. Nó được nối một hay nhiều MSC và có nhiệm vụ lưu trữ tạm thời số liệu thuê bao của các thuê bao đang nằm trong vùng phục vụ của MSC tương ứng mức độ chính xác hơn HLR. Các chức năng VLR thường được liên kết với các chức năng của MSC

❖ **AuC (Authentication Center):**

Nhằm bảo vệ mạng chống bị sử dụng trái phép bằng cách sử dụng bộ ba RAND, SRES, Kc.

Những thủ tuc mà AuC thực hiện tạo 3 bộ bao gồm:

- Tạo số ngẫu nhiên RAND.
- RAND va Ki cùng với thuật toán A3 tạo ra số SRES (Signed Respone) và tạo ra khóa mật mã Kc thông qua thuật toán A8.
- RAND, SRES và Kc được phân phối tới HLR.



Hình 2.5: Bộ AuC

❖ **Thanh ghi nhận dạng thiết bị (EIR – Equipment Identity Register):**

EIR có chức năng kiểm tra tính hợp lệ của ME thông qua số liệu nhận dạng di động quốc tế (IMEI – International Mobile Equipment Identity) và chứa các số liệu về phần cứng của thiết bị. Một ME sẽ có số IMEI thuộc một trong ba danh sách sau:

- Nếu ME thuộc danh sách trắng (White list) thì nó được quyền truy nhập và sử dụng dịch vụ đăng kí.
- Nếu ME thuộc danh sách xám (Gray list) tức là có nghi vấn cần kiểm tra. Danh sách xám bao gồm những ME có lỗi nhưng không nghiêm trọng tới mức phải loại trừ khỏi hệ thống.
- Nếu ME thuộc danh sach đen (Black list) tức là bị cấm không cho truy cập vào hệ thống, những ME đã thông báo mất.

2.3.4 Phân hệ khai thác và bảo dưỡng (OSS):

OSS (Operation and Support System) thực hiện 3 chức năng chính:

- Khai thác và bảo dưỡng mạng.
- Quản lí thuê bao và tính cước.
- Quản lí thiết bị di động.

❖ Khai thác:

- Là hoạt động cho phép nhà khai thác mạng theo dõi hành vi của mạng như tải của hê thống, mức độ chặn, số lượng chuyển giao giữa hai cell... Nhờ vậy nhà khai thác có thể giám sát được toàn bộ chất lượng dịch vụ mà họ cung cấp cho khách hàng và kịp thời nâng cấp. Khai thác có bao gồm việc thay đổi cấu hình để giảm những vẫn đề xuất hiện ở thời điểm hiện thời, để chuẩn bị tăng lưu lượng trong tương lai và mở rộng vùng phủ sóng. Ở hệ thống viễn thông hiện đại, khai thác được thực hiện bằng máy tính và được tập trung ở một trạm.

❖ Bảo dưỡng:

- Có nhiêm vụ phát hiện, định vị và sữa chửa các sự cố hỏng hóc, nó có một số quan hệ với khai thác. Bảo dưỡng bao gồm các hoạt động tại hiện trường nhằm thay thế các thiết bị có sự cố, cũng như việc sử dụng các phần mềm điều khiển từ xa.
- Hệ thống khai thác và bảo dưỡng được nối đến các phần tử của mạng viễn thông (MSC, HLR, VLR, BSC và các phần tử mạng khác trừ BTS). Mặt khác hệ thống khai thác và bảo dưỡng được nối tới máy tính chủ đóng vai trò giao tiếp người – máy.

2.3.5 Các giao diện trong mạng GSM:

Trong RSS:

A_{bis}: giữa BTS và BSC

Name	:	**Abis**
Location	:	BSC-BTS
Physical basis	:	64 kbit/s channels organized as PCM30=2,048 Mbit/s system
Traffic channels	:	speech : 16 kbit/s (GSM-specificTRAU-frame channel) data : 16 kbit/s (GSM-specific TRAU-frame channel)
Signaling	:	one 64 kbit/s - channel per TDMA - system **or** one 64 kbit/s channel per BTS protocol : *LAPD*

Trong SSS:

E: giữa MSC và MSC

Name	:	E
Location	:	MSC - MSC
Physical basis	:	64 Kbit/s channels organized as PCM30=2048 Kbit/s system
Traffic channels	:	speech and data (audio) : 64 Kbit/s digital data : 64 Kbit/s (unrestricted)
Signaling	:	common channel signaling 64 Kbit/s protocol : CCS7 *MTP* level 4 : 1) *ISUP / TUP* 2) *SCCP + TCAP + MAP*

B: giữa MSC và VLR

Name	: B
Location	: MSC - VLR
Physical basis	: 64 kbit/s channels organized as PCM30=2048 kbit/s system
Traffic channels	: none
Signaling	: common channel signaling 64 kbit/s protocol : CCS7 *MTP* level 4 : *SCCP* + *TCAP* + *MAP*

G: giữa VLR – VLR

Name	: G
Location	: VLR - VLR
Physical basis	: 64 Kbit/s channels organized as PCM30=2048 Kbit/s system
Traffic channels	: none
Signaling	: common channel signaling 64 Kbit/s protocol : CCS7 *MTP* level 4 : *SCCP* + *TCAP* + *MAP*

C: giữa MSC – HLR

Name	: C
Location	: MSC - HLR
Physical basis	: 64 kbit/s channels organized as PCM30=2048 kbit/s system
Traffic channels	: none
Signaling	: common channel signaling 64 kbit/s protocol : CCS7 *MTP* level 4 : *SCCP* + *TCAP* + *MAP*

F: MSC – EIR

Name	: F
Location	: MSC - EIR
Physical basis	: 64 kbit/s channels organized as PCM30=2048 kbit/s system
Traffic channels	: none
Signaling	: common channel signaling 64 kbit/s protocol : CCS7 *MTP* level 4 : *SCCP* + *TCAP* + *MAP*

PLMN – PSTN

Name	: **interface PLMN - PSTN**
Location	: gateway MSC - gateway exchange
Physical basis	: 64 kbit/s channels organized as PCM30=2048 kbit/s system
Traffic channels	: speech and data (audio) : 64 kbit/s digital data : 64 kbit/s (unrestricted)
Signaling	: 1) common channel signaling 64 Kbit/s protocol : CCS7 *MTP* level 4 : 1) *ISUP* 2) *SCCP* 2) *CAS* (z.B. *MFC* R2)

2.3.6 Chức năng của SIM card:

Do tính chất di động cho các thuê bao, khác với hệ thống thoại cố định, 1 thuê bao gắn liền một đường dây kéo đến tổng đài, trong hệ thống GSM, một thuê bao tương ứng một thẻ SIM (Subcriber Identification Modul).

SIM card là một chip card bao gồm Microprocessor và Memory và được thuê bao dùng để được nhận diện trong mạng GSM/DCS.

SIM có thể lưu thông tin cố định (permanent) và thông tin tạm thời (temporary) trong quá trình xử lý cuộc gọi.

Khi đưa SIM vào thiết bị di động, thuê bao khởi tạo một số hoạt động báo hiệu với mạng. Quá trình này được gọi là Đăng ký vị trí *(Location Registration)* hoặc Cập nhận vị trí *(Location Update)*.Khi quá trình trên kết thúc thì MSC sẽ biết được vị trí hiện tại (current location) của thuê bao.

Thông tin vị trí hiện tại sẽ được lưu trên SIM.

Và chỉ sau quá trình này, thuê bao mới có thể được theo dõi và giám sát (reached) và thuê bao có thể sử dúng các dịch vụ viễn thông. (Ngoại trừ việc thực hiện cuộc gọi khẩn cấp, Emergency calls, không cần quá trình cập nhật vị trí).

Cuối cùng: ME+SIM→MS.

2.4 Các loại kênh trong mạng GSM:

2.4.1 Kênh vật lý:

Tương tự như kênh trong hệ thống PCM30 (1 kết nối, 32 kênh), một RFC có kênh. Nên một vài thuê bao có thể đồng thời truy cập một RFC. Cơ chế này được gọi là TDMA.

Một kênh vật lý có thể được định nghĩa bằng một cặp RFC và một khe thời gian trong khung TDMA.

Như thế, trong GSM băng thông 35MHz, có 1392 kênh vật lý.

2.4.2 Kênh luận lý:

Kênh vật lý có thể thực hiên các chức năng sau:

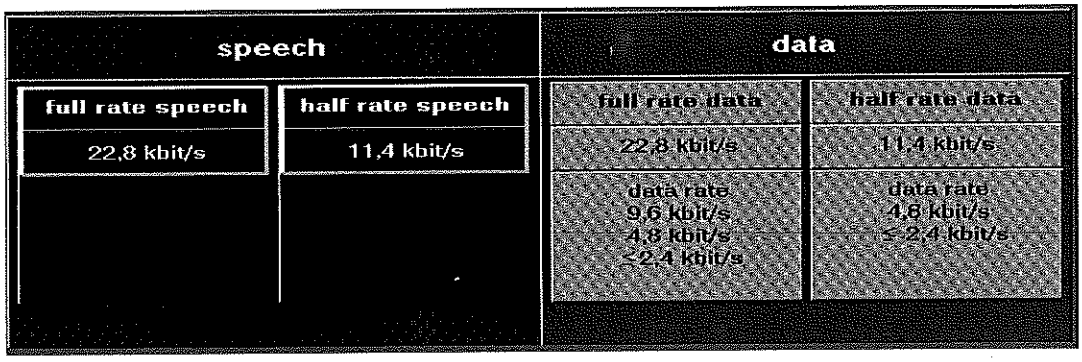
- ✓ Làm kênh lưu lượng để truyền thoại và dữ liệu.
- ✓ Làm kênh điều khiển để truyền thông tin báo hiệu và điều khiển

Kênh lưu lượng hay kênh điều khiển chỉ là tên gọi, cả hai đều có được từ kênh vật lý nên gọi là kênh luận lý

- ❖ Kênh lưu lượng traffic channel:

TCH: Traffic Channel được phân biệt với nhau theo:

- ✓ Loại thông tin truyền đi: thoại hay dữ liệu.
- ✓ Dung lượng hay tốc độ cho phép của kênh.
- ✓ Tốc độ dữ liệu thực hiện trên kênh.



❖ Kênh điều khiển:

Channel		Functions
BCCH	Broadcast control CH	BCCH là kênh điều khiển hướng xuống, mang thông tin về cell, đồng bộ, sửa lỗi.
DCCH	Dedicated control CH	DCCH được gán cho mỗi thuê bao để xác nhận sự chuyển dịch với điều kiện không có kênh lưu lượng được cung cấp.
ACCH	Assosiate Comon CH	ACCH luôn luôn được gán với một kênh lưu lượng. Mục đích là trao đổi thông tin để điều khiển kênh traffic hiện hữu.
CCCH	Commom control CH	Là kênh điều khiển được tất cả MS và BS sử dụng. Ví dụ như dùng CCCH để yêu cầu hoặc cung cấp kênh DCCH

Ví dụ về ý nghĩa của các kênh trên:

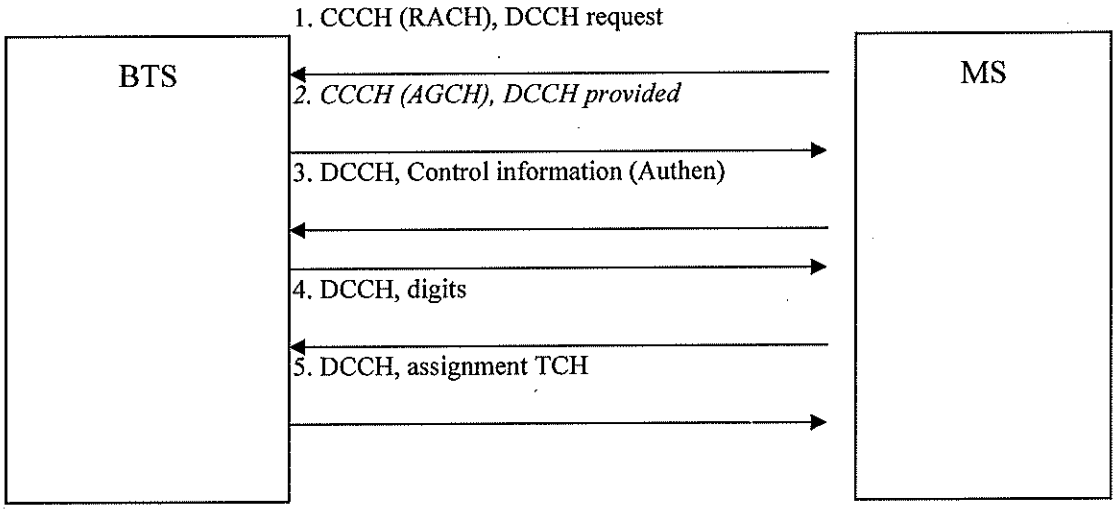
BCCH: theo kênh này, BTS truyền thông tin phát một cách liên tục, ví dụ như thông tin về cell, qua đó MS biết được vị trí hiện tại của mình.

DCCH, ACCH và CCCH:

Khi muốn thực hiện cuộc gọi, thuê bao gởi yêu cầu cần có kênh DCCH đến BSC thông qua kênh CCCH, lúc đó có tên là RACCH

BSC gán một DCCH cho MS theo CCCH, lúc đó có tên là AGCH.

Theo DCCH, tất cả các thông tin báo hiệu, điều khiển nhằm giúp thực hiện kết nối được truyền đi. Các thông tin đó là thông tin về sự chứng thực, các digits được quay số, vị trí kênh traffic.



Hình 2.6: Quá trình thiết lập cuộc gọi giữa BTS và MS

2.5 Kỹ thuật nhảy tần trong GSM:

- Nhảy tần (Hopping): Một tập hợp các tần được sử dụng trong mỗi tế bào và MS có thể thay đổi các tần số đó ngay trong mỗi khung TDMA. Tốc độ nhảy tần trong hệ thống GSM là 217 lần/s.
- Một số định nghĩa trong kỹ thuật nhảy tần:
  - Khe thời gian số 0 mang kênh BCCH của sóng mang BCCH (sóng mang f_0) không được phép nhảy tần vì để cho phép các thuê bao ở các tế bào lân cận thực hiên đo lường trong chế độ rỗi (điều này đúng với mọi loại nhảy tần trong GSM hiện nay). MS trong quá trình liên lạc còn phải liên tục đo giám sát cường độ trường của các neighbour cells để phục vụ quá trình chuyển giao, nên nếu tất cả các tần số không thể dùng để nhảy tần.
  - Với lý do trên nên người ta nghĩ ra cách phân chia ra thành từng nhóm kênh, nhóm nhảy tần... để dễ dàng điều khiển đến từng nhóm kênh (timeslot) với tần số nào đó (tập tần số nhảy tần) có nhảy tần hay không bằng thì liên quan đến thông số HOP.
  - Vậy thì nếu đã xác định tập tần số nhảy tần thì quá trình nhảy tần sẽ được điều khiển như thế nào? Người ta định nghĩa thêm thông

số HSN (Hopping Sequence Number) là thông số dùng để xác định trật tự các tần số nhảy tần sẽ sử dụng cho một nhóm kênh khi thực hiên nhảy tần. Ví dụ: khi có một tập tần số f_1, f_2, f_3, f_4, f_5, f_6, f_7 thì trật tự nhảy tần có thể là f_1, f_4, f_7, f_2 trật tự nhảy tần do HSN quyết định.

- Để ngăn chặn nhiễu cận kênh bên trong một tế bào cũng như giữa các tế bào thuộc cùng một trạm khi thực hiện nhảy tần thì cần sử dụng thêm thông số nữa đó là độ lệch chỉ số ấn định di động (MAIO: Mobile Allocation Index Offset) là thông số xác định độ lệch trong chuỗi nhảy tần.

❖ Các kỹ thuật nhảy tần:

- Có 2 kỹ thuật nhảy tần trong GSM là nhảy tần băng gốc (Base Band Hopping) và nhảy tần tổng hợp (Sythersizer Hopping), trong đó kỹ thuật nhảy tần tổng hợp là kỹ thuật tiên tiến trên thế giới hiện nay. Nhưng dù kỹ thuật nhảy tần nào thì cũng có đặc điểm chung đó là: chỉ số kênh SDCCH/8, TCH và kênh dữ liệu gói được phép nhảy tần, và khe thời gian số 0 mang kênh BCCH của sóng mang BCCH (sóng mang f_0) không được phép nhảy tần
- Nhảy tần băng gốc có đặc điểm là mỗi bộ thu phát vô tuyến (TRX) được ấn định một tần số cố định, số tần số dùng để nhảy tần bằng vói số bộ thu phát vô tuyến, tần số BCCH được nhảy tần ngoại trừ kênh BCCH nằm trên TS0. Khi phát, các cụm được định tuyến đến các bộ phát thích hợp với tần số riêng biệt.
- Nhảy tần tổng hợp có đặc điểm là mỗi tế bào được chia thành 2 hoặc nhiều nhóm kênh (ít nhất là 2 nhóm kênh), số tần số nhảy tần không phụ thuộc vào số bộ thu phát vô tuyến, tần số BCCH không được phép nhảy tần kể các kênh TCH còn lại nằm trên các khe thời gian khác từ TS1 – TS7. Điều này có nghĩa là tất cả các TS nằm trên tần số sóng mang BCCH dù có bị nhiễu cũng không được

phép nhảy tần, chỉ có các TS không thuộc sóng mang BCCH mới được phép nhảy tần.

- Trong thực tế nhảy tần băng gốc ít được sử dung hơn so với nhảy tần tổng hợp. Nhảy tần băng gốc có tần số nhảy tần bị giới hạn bằng với số bộ thu phát nên độ lợi nhảy tần thấp với những cấu hình nhỏ hơn 4 bộ thu phát. Còn nhảy tần tổng hợp có số nhảy tần không phụ thuộc vào số bộ thu phát nhưng cần phải sô nhảy tần lớn hơn 4 để đạt được hiệu quả sử dụng trung binh nhiễu. Nhảy tần băng tần gốc được dùng nhiều ở những khu vực cần vùng phủ sóng rộng như đường quốc lộ còn nhảy tần tổng hợp lai được sử dụng ở khu vực thành phố có mật độ trạm BTS dày vì nhảy tần tổng hợp sử dụng bộ hybrid combiner.

❖ Ưu điểm của kỹ thuật nhảy tần: là làm giảm ảnh hưởng của fading đa đường, của nhiễu nên chất lượng thoại được cải thiện. Làm quá trình sử dụng lại tần số chặt chẽ và hiệu quả hơn. Lý do là vì kỹ thuật nhảy tần có 2 ưu điểm chính là độ lợi phân tập tần số và độ lợi trung bình hóa nhiễu. Độ lợi phân tập tần số có ý nghĩa trong việc cải thiện vùng phủ, vì các tần số khác nhau có độ dự trữ khác nhau. Độ lợi trung bình hóa nhiễu có ý nghĩa trong việc cải thiện chất lượng, vì MS chỉ bị nhiễu ở một tần số nhất định trong chuỗi tần số nhảy tần, một tần số bị nhiễu sẽ được trung bình hóa với các tần số không bị nhiễu khác nhau. Càng nhiều tần số trong chuỗi tần số nhảy tần sẽ cho kết quả độ lợi lớn hơn. Để đạt được độ lợi trung bình hóa nhiễu cao thì hệ số tải tần (fractional loading) được các hãng viễn thông khuyến nghị nên nhỏ hơn 30%. Hệ số tải tần là tỷ số của số bộ thu phát (TRX: Transceiver) trên tần số dùng để nhảy tần.

Chương 3: Kênh tuyền vô tuyến

3.1 Hệ thống thông tin:

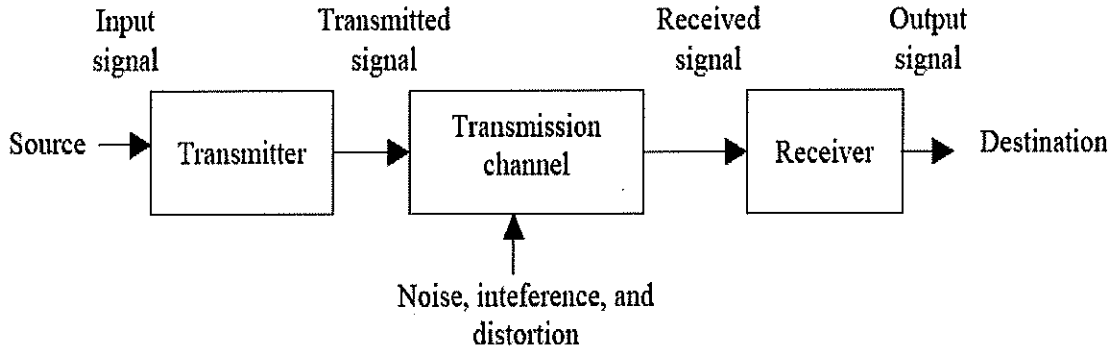
3.1.1 Độ suy giảm và hấp thụ:

Các hệ thống thông tin dùng để truyền tin. Tin đó có thể là liên tục (tiếng nói, âm nhạc) hoặc rời rạc (văn bản, dữ liệu số). Trong hệ thống thông tin, tín hiệu được biến đổi thành tín hiệu phù hợp với kênh thông tin. Theo loại tin truyền đi, có thể chia thành hệ thống rời rạc hoặc liên tục. Các hệ thống điện thoại vô tuyến và truyền hình với điều tần hoặc điều biên có thể qui về loại hệ thống thông tin liên lạc (tương tự). Đôi khi các tín hiệu liên tục được biến đổi thành tin rời rạc (lượng tử hóa) rồi truyền đi bằng phương pháp đặc trưng cho các hệ thống rời rạc (chẳng hạn truyền tiếng nói bằng PCM). Hệ thống liên lạc điện báo là ví dụ của hệ thống rời rạc.

Người ta qui ước gọi tập hợp các phương tiện kỹ thuật dùng để truyền tin từ nguồn đến người nhận là đường thông tin. Các phương tiện này bao gồm thiết bị thu phát, kênh thông tin và thiết bị thu (hình 3.1). Đường thông tin cùng với nguồn và người nhận tạo thành hệ thống thông tin. Chức năng của thiết bị phát là biến đổi tin thành tín hiệu thuận tiện nhất cho việc truyền trên đường thông tin đã cho. Tổng quát quá trình truyền tin gồm 3 giai đoạn: biến đổi, mã hóa và điều chế.

Kênh thông tin là môi trường dùng để truyền các tín hiệu từ máy phát đến máy thu. Nó có thể cáp, ống dẫn sóng hoặc khí quyển.

Trong các hệ thống thông tin thực tế không thể tránh khỏi các nhiễu loạn làm méo tín hiệu. Các nhiễu có thể là cộng tính (nhiễu khí quyển và nhiễu công nghiệp, nhiễu từ các máy lân cận). Nhiễu này tác động vào máy thu không phụ thuộc vào tín hiệu vào và xảy ra ngay cả khi lối vào máy thu không có tín hiệu. Dạng nhiễu loạn phổ biến khác trong các hệ thống thông tin là nhiễu loạn gây bởi thay đổi ngẫu nhiên các tham số của kênh (liên quan trực tiếp đến quá trình tín hiệu đi qua kênh, vì thế chỉ xuất hiện khi có tín hiệu). Ví dụ của loại này là hiện tượng fading.



Hình 3.1: Sơ đồ chức năng hệ thống thông tin

Trong trường hợp lan truyền 1 tia có nhiễu cộng và nhiễu nhân trong kênh, tín hiệu ở lối vào máy thu có thể viết ở dạng:

$$X(t)=\mu(t)A[t-\tau(t),\varphi(t),u(t)]+N(t)$$

ở đây: $\mu(t)$ - hệ số truyền đạt của kênh; $A(t,u)$- tín hiệu phát đi; $\tau(t)$ - thời gian trễ tín hiệu, $\varphi(t)$- pha của tín hiệu; $u(t)$- tin phát đi; $N(t)$ - nhiễu cộng. Kênh thông tin có μ và τ cố định theo thời gian được gọi là kênh có tham số không đổi. Trường hợp ngược lại được gọi là kênh có tham số biến đổi.

3.1.2 Các tính chất kênh thông tin vô tuyến

- **Kênh thông tin vô tuyến có độ suy hao rất lớn, thường đạt tới 140 – 160 dB**

Công suất tín hiệu ở lối vào phần thu của kênh thường có giá trị nằm trong khoảng 10^{-10} - 10^{-14}W, trong khi đó cần công suất hàng W hoặc lớn hơn ở lối ra để thiết bị đầu cuối làm việc tin cậy. Nghĩa là thiết bị thu của kênh phải có hệ số khuếch đại theo công suất ít nhất là $10^{10} – 10^{14}$ hay $10^5 – 10^7$ theo điện áp. Vấn đề khuếch đại tín hiệu không chỉ khó ở chỗ hệ số khuếch đại phải cao mà còn khó ở chỗ mức tín hiệu ở lối vào thiết bị thu so sánh được với tạp âm thăng giáng. Tạp âm thăng giáng lẫn vào tín hiệu và không thể tách riêng được

❖ **Độ suy hao của kênh vô tuyến thay đổi trong phạm vi rộng.**

Cường độ trường điện từ tại điểm thu tỉ lệ nghịch với bình phương của quãng đường mà sóng đi qua, vì vậy sự thay đổi mức tín hiệu ở lối vào phần thu của kênh trong dải cự ly thông tin cần thiết đạt tới 100 – 120 dB. Có nghĩa là việc bảo đảm mức tín hiệu ra không đổi (để thiết bị cuối hoạt động bình thường) gặp nhiều khó khăn.

Độ suy hao thay đổi của kênh còn gây khó khăn cho việc thành lập các hệ thống thông tin duplex (song công), tương tự như hệ thống thông tin dây dẫn với lối ra hai dây, nếu tham số mang tin của tín hiệu cao tần là biên độ (vì khó tránh khỏi sự mất ổn định tức là tăng khả năng tự kích).

Độ suy hao kênh thay đổi lớn khi tiến hành thông tin giữa các đối tượng cơ động nếu sử dụng các sóng SCN (SCN lan truyền phụ thuộc vào địa hình). Điều kiện tiến hành thông tin trở nên không thuận lợi khi trên đường hành tiến gặp phải các đối tượng phản xạ sóng vô tuyến, vì sẽ gây nên hiện tượng fading giao thoa.

❖ **Độ suy giảm của kênh thông tin vô tuyến biến đổi còn do sự thay đổi của cá tham số khí quyển quả đất.**

Sự thay đổi này thấy rõ hơn ở dải sóng ngắn, khi tiến hành thông tin bằng các sóng phản xạ từ tầng ion. Trước hết do những thay đổi chậm theo ngày đêm của mức độ ion hoá các miền khác nhau của tầng khí quyển mà xuất hiện các dao động theo ngày đêm của mức tín hiệu. Ngoài ra việc thu các sóng phản xạ từ tầng ion kèm theo những fading thường xuyên và khá nhanh của tín hiệu do sự giao thoa của các tia đến được điểm thu bằng những con đường khác nhau.

❖ **Kênh thông tin, nếu hạn chế chỉ là môi trường truyền sóng, thì về mặt vật lý là chung cho tất cả các phương tiện vô tuyến đang tồn tại, các đài phát thanh, dẫn đường vô tuyến...**

Khả năng phát đồng thời một số lượng lớn các tin trên vô tuyến dựa trên cơ sở phân tách tín hiệu theo tần số. Tuy nhiên, vì việc sử dụng một cách có tổ chức dải tần mà cự ly truyền sóng không bị giới hạn (SN), là cực kỳ khó khăn, trong khi nhu cầu ở một số đoạn tần lại vượt quá dung lượng vật lý của chúng thì dễ dàng rút

ra kết luận về khả năng và sự không tránh khỏi của việc gây nhiễu lẫn nhau khi phát tin, dẫn tới sự mất mát nào đó của tin tức.

Tình hình lại càng tồi tệ hơn do sự không hoàn thiện về mặt kỹ thuật của thiết bị, thể hiện ở chỗ việc phát tín hiệu thường kèm theo các bức xạ phụ, còn việc thu thì lại tiếp nhận cả các nhiễu từ miền tần số lớn hơn nhiều dải tần chiếm bởi tín hiệu cần nhận, nhất là khi nguồn nhiễu ở gần ngay nơi thu.

Ngoài ra các nguồn nhiễu còn là các quá trình tự nhiên, như sự phóng điện cơn giông trong khí quyển, bức xạ vô tuyến của mặt trời và thiên hà. Nguồn nhiễu còn là các thiết bị điện trong công nghiệp và sinh hoạt. Đa số các nhiễu có nguồn gốc tự nhiên và công nghiệp là các nhiễu dải rộng, bao trùm hầu hết toàn bộ dải tần.

- **Kênh vô tuyến gây méo tín hiệu phát đi do sự hạn chế phổ tần của nó.**

Người ta hạn chế phổ rộng vô hạn của tín hiệu có độ rộng hữu hạn trong tất cả các hệ thống thông tin, vì năng lượng cơ bản của các tín hiệu chỉ tập trung trong dải tương đối hẹp. Trong các hệ thống thông tin vô tuyến, sự cần thiết phải hạn chế phổ còn do dung lượng không đủ của dải tần và giảm xác suất nhiễu lạ lọt vào dải thông của kênh.

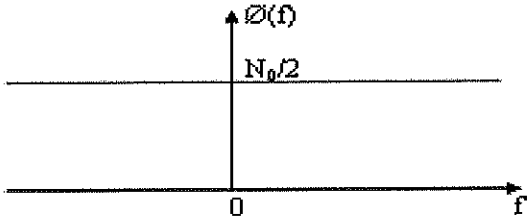
Tóm lại: Khác với kênh đường dây, kênh vô tuyến được đặc trưng bởi dải rộng của những thay đổi nhanh và chậm của độ suy hao và bởi sự tác động số lượng lớn các nhiễu từ nguồn ngoài.

3.1.3 Nhiễu:

- **Nhiễu trắng:**

Nhiễu trắng là quá trình xác xuất có mật độ phổ công suất phẳng (không đổi) trên toàn bộ dải tần.

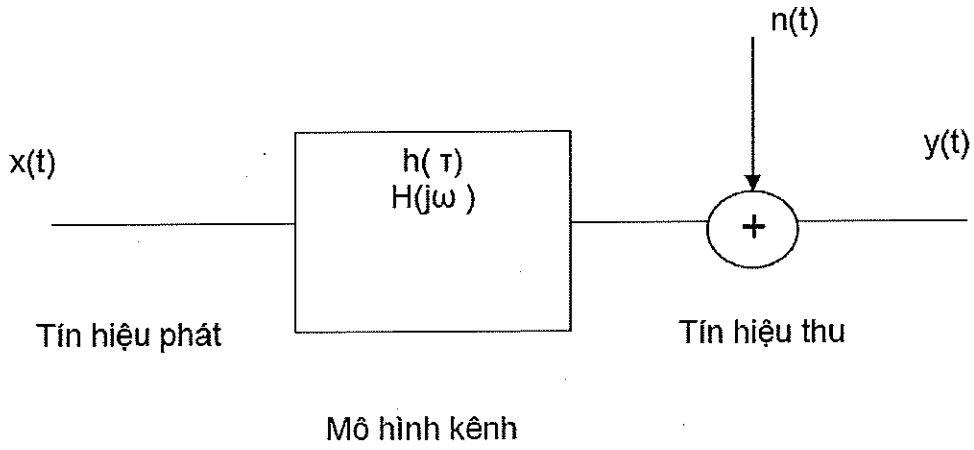
Nhiễu trắng là một loại nhiễu có hàm mật độ xác suất tuân theo phân bố Gauss



Hình 3.2: Nhiễu trắng

Nhiễu trắng có thể do nhiều nguồn khác nhau gây ra như thời tiết, do bộ khuếch đại ở máy thu, do nhiệt độ, hay do con người. Tín hiệu thu do vậy được viết lại như sau:

$$y(t)=x(t)*h(\tau)+n(t)$$



Hình 3.3: Môi trường truyền dẫn với sự có mặt của nhiễu trắng

❖ **Nhiễu liên kí tự ISI (Inter Symbol Interference)**

Trong môi trường truyền dẫn đa đường, nhiễu xuyên ký tự (ISI) gây bởi tín hiệu phản xạ có thời gian trễ khác nhau từ các hướng khác nhau từ phát đến thu là điều không thể tránh khỏi. Ảnh hưởng này sẽ làm biến dạng hoàn toàn mẫu tín hiệu khiến bên thu không thể khôi phục lại được tín hiệu gốc ban đầu. Các kỹ thuật sử dụng trải phổ trực tiếp DS-CDMA như trong chuẩn 802.11b rất dễ bị ảnh hưởng bởi

nhiễu đa đường vì thời gian trễ có thể vượt quá khoảng thời gian của một ký tự. OFDM sử dụng kỹ thuật truyền song song nhiều băng tần con nên kéo dài thời gian truyền một ký tự lên nhiều lần. Ngoài ra, OFDM còn chèn thêm một khoảng bảo vệ (guard interval - GI), thường lớn hơn thời gian trễ tối đa của kênh truyền, giữa hai ký tự nên nhiễu ISI có thể bị loại bỏ hoàn toàn. Đặc điểm: Dải thông tuyệt đối của các xung nhiều mức đỉnh phẳng là vô hạn. Nếu các xung này được lọc không đúng khi chúng truyền qua một hệ thống thông tin thì chúng sẽ trải ra trên miền thời gian và xung cho mỗi kí hiệu sẽ chèn vào các khe thời gian bên cạnh gây ra nhiễu giữa các kí hiệu (ISI). ISI là hiện tượng nhiễu liên kí hiệu. ISI xảy ra do hiệu ứng đa đường, trong đó một tín hiệu tới sau sẽ gây ảnh hưởng lên kí hiệu trước đó.

❖ **Nhiễu liên kênh ICI (Interchannel Interference)**

Nhiễu xuyên kênh gây ra do các thiết bị phát trên các kênh liền nhau

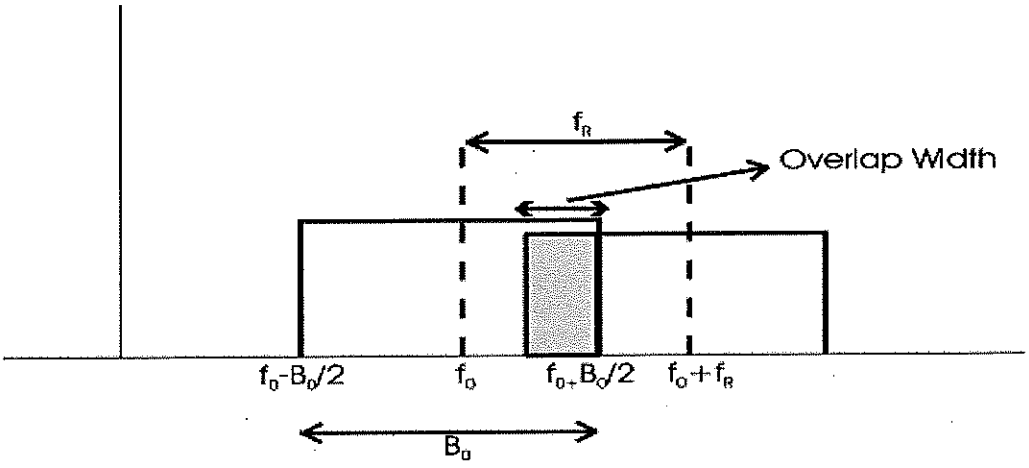


Illustration of interchannel interference.

Hình 3.4: Sự ảnh hưởng của nhiễu xuyên kênh

Nhiễu liên kênh thường xảy ra do tín hiệu truyền trên kênh vô tuyến bị dịch tần gây can nhiễu sang các kênh kề nó. Để loại bỏ nhiễu xuyên kênh người ta phải có khoảng bảo vệ (guard band) giữa các dải tần.

Trong phương pháp đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao (OFDM), băng thông truyền được chia thành nhiều kênh nhỏ, và được truyền song song với nhau. Do đó, giới hạn của ký tự tăng lên và nhiễu liên ký tự (ISI) gây ra môi trường

fading theo thời gian bị loại bỏ. Tuy nhiên, với những giới hạn ký tự dài hơn, nhiễu xuyên kênh (ICI) gây ra bởi Doppler ở kênh thông tin di động lại tăng lên. Hiệu ứng Doppler có ảnh hưởng đến hệ thống OFDM. Ở đây, chúng ta nhận được giới hạn của ICI, tính toán dễ dàng hơn và hữu ích hơn. Giới hạn bao gồm cả giới hạn chung và riêng. Giới hạn chung chỉ phụ thuộc vào tần số Doppler lớn nhất (df) và thời gian ký tự (sT). Giới hạn riêng cũng phụ thuộc vào biến của phổ Doppler.

❖ **Nhiễu đồng kênh (Co-Channel Interference)**

Nhiễu đồng kênh xảy ra khi cả hai máy phát trên cùng một tần số hoặc trên cùng một kênh. Máy thu điều chỉnh ở kênh này sẽ thu được cả hai tín hiệu với cường độ phụ thuộc vào vị trí của máy thu so với hai máy phát.

Nhiễu đồng kênh thường gặp trong hệ thống thông tin số cellular, trong đó để tăng hiệu suất sử dụng phổ bằng cách sử dụng lại tần số. Như vậy có thể coi nhiễu đồng kênh trong hệ thống cellular là nhiễu gây nên do các cell sử dụng cùng 1 kênh tần số.

Nhiễu đồng kênh liên quan tới việc sử dụng tần số. Có thể ví dụ trong mạng GSM: Trong mạng GSM, mỗi trạm BTS được cấp phát một nhóm tần số vô tuyến. Các trạm thu phát gốc BTS lân cận được cấp phát các nhóm kênh vô tuyến không trùng với các kênh của BTS liền kề.

Đặc trưng cho loại nhiễu này là tỉ số sóng mang trên nhiễu (C/I). Tỉ số này được định nghĩa là cường độ tín hiệu mong muốn trên cường độ tín hiệu nhiễu sau lọc cao tần và nó thể hiện mối quan hệ giữa cường độ tín hiệu mong muốn so với nhiễu đồng kênh từ các BTS khác.

$$C/I = 10\log (Pc/Pi)$$

Yêu cầu là C/I <=12dB.

Trong đó :

– Pc là công suất tín hiệu thu mong muốn.

– Pi là công suất nhiễu thu được.

Một số giải pháp để hạn chế loại nhiễu đồng kênh trong các hệ thống cellular như sau:

– Không thể dùng bộ lọc để loại bỏ giao thoa này do các máy phát sử dụng cùng một tần số.

– Chỉ có thể tối thiểu hóa nhiễu đồng kênh bằng cách thiết kế mạng cellular phù hợp.

– Tức là thiết kế sao cho các cell trong mạng có sử dụng cùng nhóm tần số không ảnh hưởng tới nhau => khoảng cách các cell cùng tần số phải đủ lớn.

3.1.4 Một số loại nhiễu điển hình:

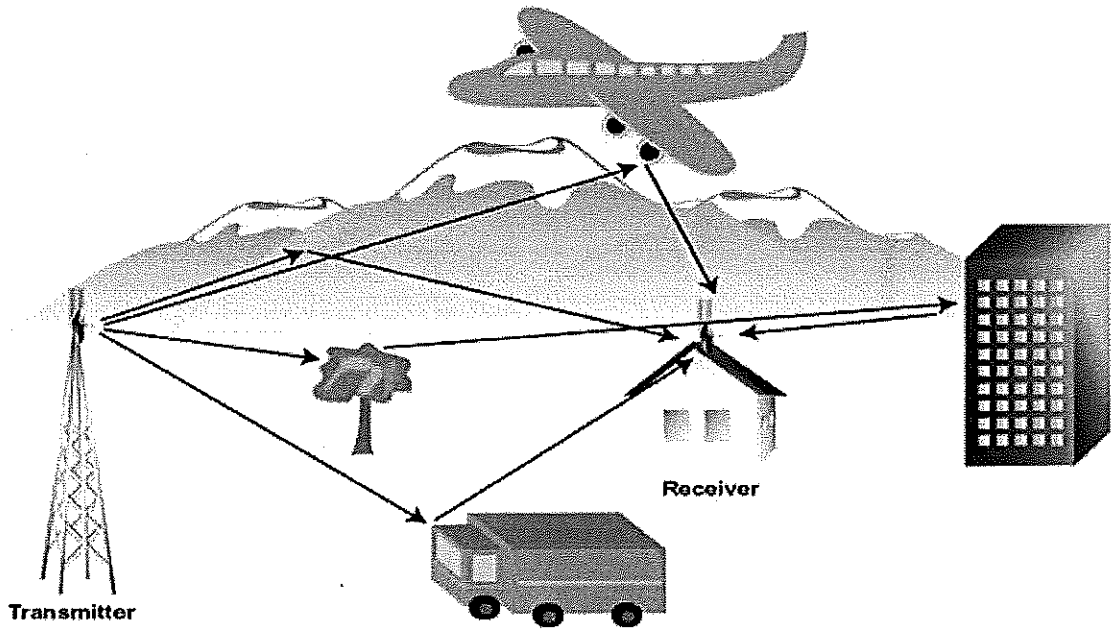
- Nhiễu khí quyển: do phóng điện cơn giông xuất hiện ở ngay gần nơi thu cũng như ở các vùng xa. Mật độ phổ của các khí quyển cực đại ở miền tần số âm thanh và giảm dần với sự tăng tần số.
- Tạp âm vũ trụ: tạo ra nền tạp âm chung, chúng xuất hiện do bức xạ của thiên hà và ngoai thiên hà. Mật độ phổ lớn lớn nhất của các tạp âm này nằm trong dải decimet (dm) và centimet (cm) và cần lưu ý tới trong thông tin vũ trụ.
- Nhiễu công nghiệp: xuất phát từ các thiết bị điện khác nhau. Mức nhiễu thường giảm theo tần số.
- Nhiễu tập trung: gồm các tín hiệu từ các đài lạ, các bức xạ của các bộ dao động cao tần có nhiệm vụ khác nhau (công nghiệp, y học)... Trong trường hợp tổng quát, đây là các dao động có điều chế (dao động hình sin có tham số thay đổi). Các dao động này có thể liên tục (ví dụ tín hiệu của các đài phát thanh và truyền hình), hoặc có tính chất xung (tín hiệu các đài phát tín và các đài điều chế xung). Những thay đổi tham số dao động của nhiễu tại điểm thu không chỉ phụ thuộc vào tính chất các tín hiệu của nguồn nhiễu mà còn vào điều kiện truyền sóng của các tín hiệu này.

3.2 Hiện tượng fading:

3.2.1 Truyền sóng đa đường:

Trong môi trường thông tin di động tế bào, các vật xung quanh như là nhà cửa, cây cối, đồi núi…đóng vai trò là các vật phản xạ sóng vô tuyến. Những vật cản này tạo ra các sóng phản xạ với pha biến động và biên độ bị suy hao. Khi một tín hiệu được phát đi, nhiều sóng phản xạ của tín hiệu phát sẽ đến tại anten thu theo nhiều hướng khác nhau với các độ trễ khác nhau, những sóng phản xạ này gọi là sóng đa đường (multipath waves). Do sự khác nhau về góc và thời gian đến, các sóng đa đường tại máy thu có pha khác nhau. Khi thiết bị di động di chuyển qua vùng đa đường, nó sẽ thu được tín hiệu mà có pha và biên độ thay đổi trong phạm vi lớn. Ngay cả khi các thiết bị di động đang đứng yên, biên độ cũng thay đổi do sự chuyển động của các vật cản xung quanh.

Hiện tượng biên độ thăng giáng một cách ngẫu nhiên này được gọi là hiện tượng fading.



Hình 3.5 : Fading đa đường

3.2.2 Hiệu ứng doppler:

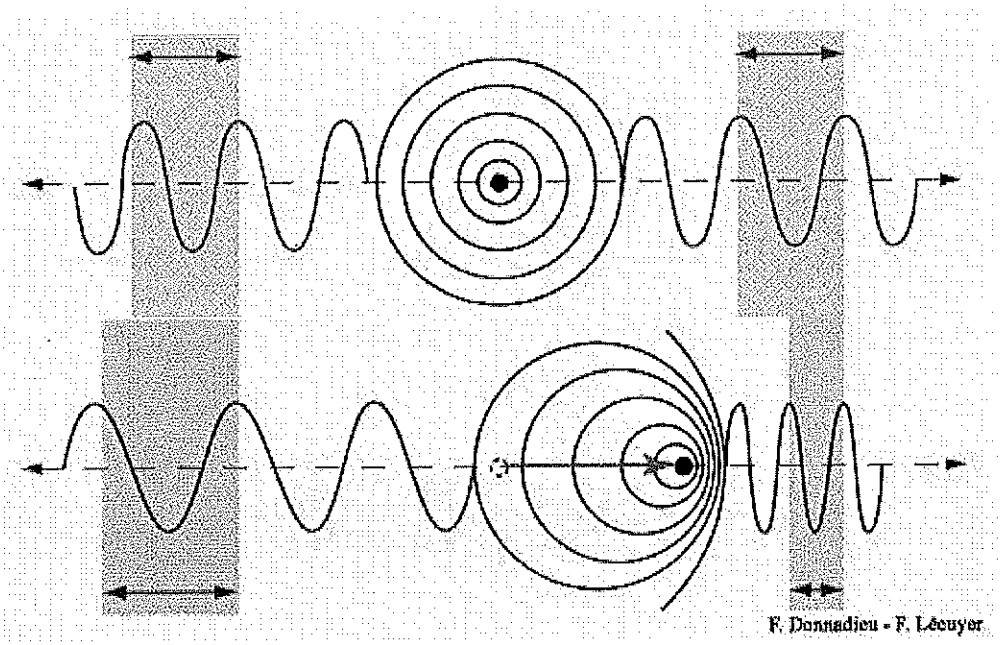
Do sự di chuyển tương ứng giữa máy phát và máy thu, mỗi sóng mang đa đường sẽ tương ứng với một độ dịch tần số. Hiện tượng dịch tần số tín hiệu thu gây ra do chuyển động tương đối được gọi là hiệu ứng dịch doppler. Nó tỉ lệ với tốc độ chuyển động của thiết bị di động.

Xét tình huống khi một tín hiệu đơn tần fc được phát đi và tín hiệu thu chỉ gồm một sóng tới với góc pha tới θ theo hướng chuyển động. Độ dịch doppler của tín hiêu thu được ký hiệu là fd, được xác đinh bởi:

$F_d=vf_c\cos\theta/c$

Trong đó: v là vân tốc chuyển động.

c là vận tốc ánh sáng.

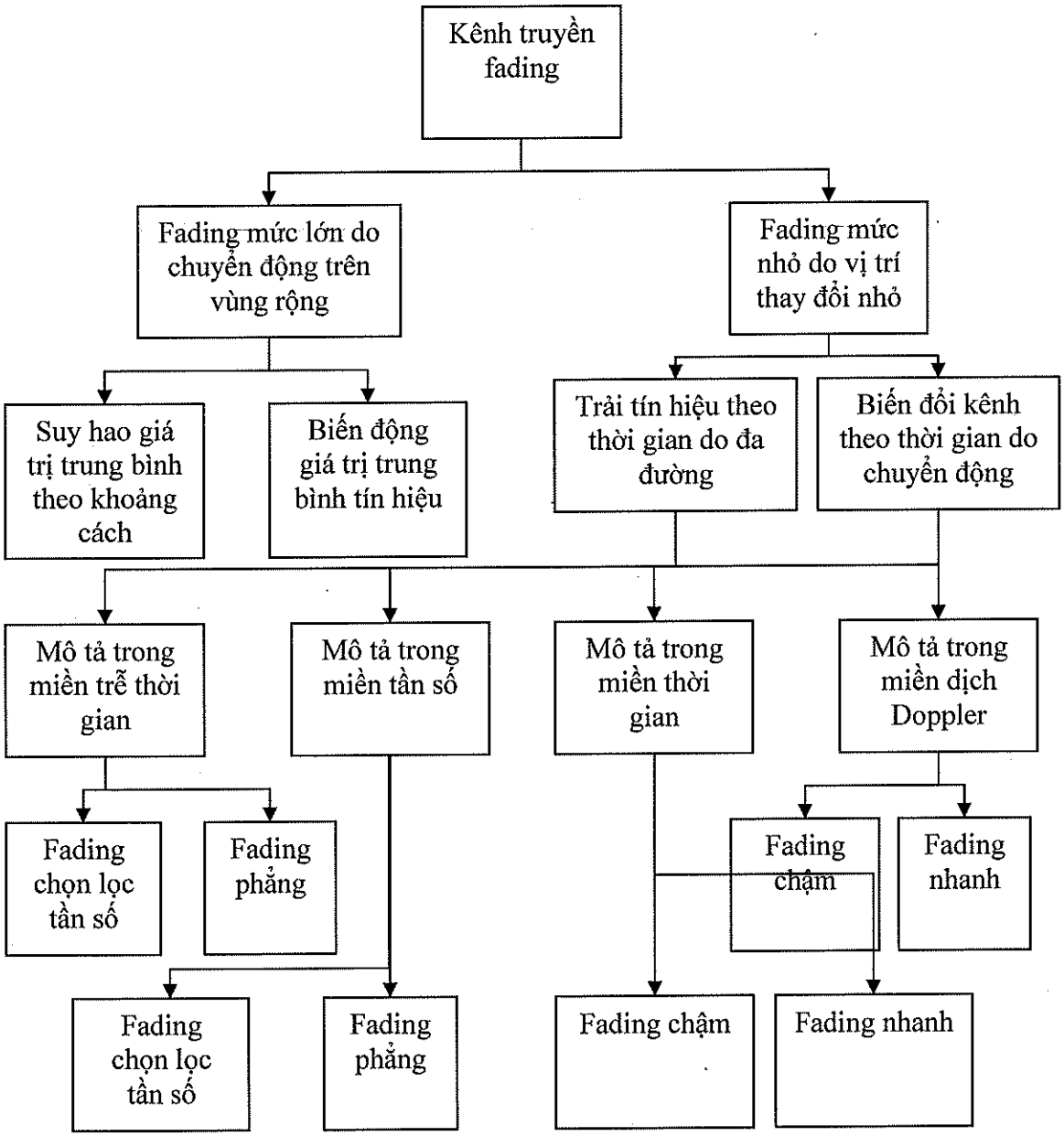


Hình 3.6 : Hiệu ứng doppler

3.2.3 Mô hình kênh truyền bị ảnh hưởng bởi hiện tượng fading

Quá trình truyền sóng trong môi trường di động thường chịu ảnh hưởng của nhiều yếu tố khác nhau. Mô hình kênh thông tin bị ảnh hưởng bởi fading với nhiều yếu tố khác nhau. Mô hình kênh thông tin bị ảnh hưởng bởi fading thay đổi theo thời gian tổng quát rất phức tạp và khó khăn trong việc phân tích chất lượng. Một

mô hình xấp xỉ là WSSUS (Wide-Sense Stationary Uncorrelated Scattering). Trong hình này các quá trình fading thay đổi theo thời gian được giả sử là các quá trình ngẫu nhiên dừng theo nghĩa rộng và các bản sao của tín hiệu phản xạ từ môi trường xung quanh giả sử là độc lập nhau. Các tham số của kênh WSSUS bao gồm: độ trễ cực đại, băng thông kết hợp, thời gian kết hợp và độ dịch doppler cực đại.



Hình 3.7: Biểu diễn các kênh truyền fading

Hình này mô tả tổng quan về các góc độ tiếp cận khi tìm hiểu về kênh fading, bắt đầu băng hai loại fading mà đặc trưng cho thông tin di động là fading mức nhỏ và fading mức lớn.

❖ **Fading mức lớn:**

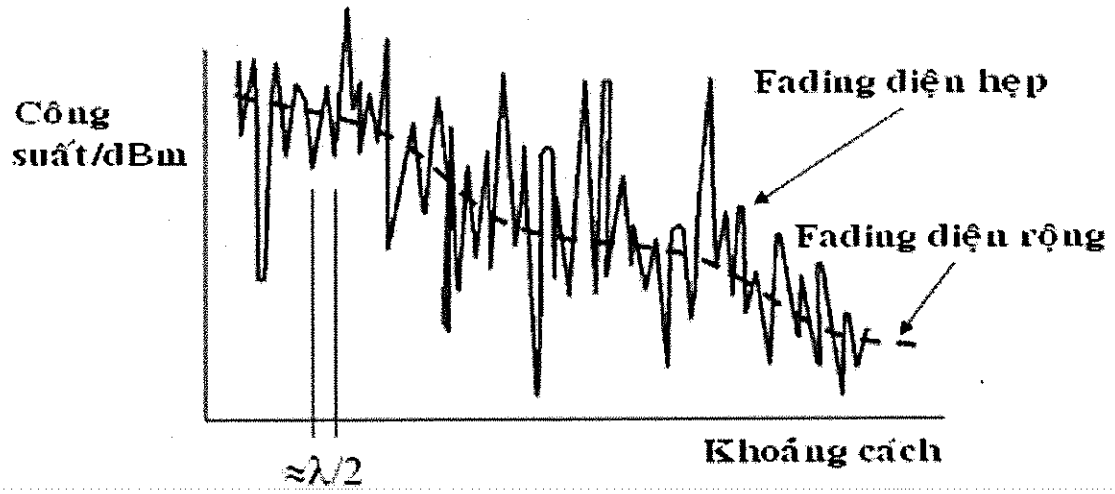
Fading mức lớn đặc trưng cho sự suy hao công suất tín hiệu trung bình hay tổn hao đường truyền do di chuyển trong một phạm vi lớn. Hiên tượng này do ảnh hưởng bởi yếu tố địa hình (đồi núi,rừng cây, cao ốc…)giữa máy phát và máy thu. Nhìn chung, các mô hình lan truyền trong kênh vô tuyến thường biêu diễn tổn hao đường truyền $\overline{L_p}(d)\alpha\left(\frac{d}{d_0}\right)^n$

Trong đó: d_0 là khoảng cách tham chiếu, tương ứng với điểm ở vị trí xa anten phát

n là hệ số mũ phụ thuộc vào tần số, chiều cao anten và môi trường lan truyền. Trong không gian tự do, n có giá trị bằng 2, còn trong môi trường đô thị n có giá tri lớn hơn.

❖ **Fading mức nhỏ:**

Fading mức nhỏ đặc trưng cho sự thay đổi liên tục và đột ngột về biên độ và pha của tín hiệu. Nó là kết quả của sự thay đổi vị trí nhỏ, khoảng nửa chiều dài bước sóng, giữa máy phát và máy thu.



Hình 3.8: Các loại fading trong cấu trúc tín hiệu thu

Fading mức nhỏ được gọi là fading Rayleigh hay fading Rician tùy thuộc vào cấu trúc tín hiệu thu được.

➢ Fading Rayleigh

Xét trường hợp tín hiệu truyền đi là đơn tần với biên độ không đổi. Trong một kênh vô tuyến di động tiêu biểu, chúng ta giả sử sóng trực tiếp bị ngăn cản và máy thu di động chỉ thu các sóng phản xạ là lớn, theo định lý giới hạn trung tâm, hai thành phần vuông góc tín hiệu thu là các quá trình Gausian ngẫu nhiên không tương quan với giá trị trung bình bằng zero và tương quan là δ^2_s. Kết quả là, đường bao của tín hiệu thu tại bất kỳ thời điểm nào cũng có phân bố Rayleigh và pha của nó phân bố đồng nhất trong khoảng [-π, π].

➢ Fading Rician

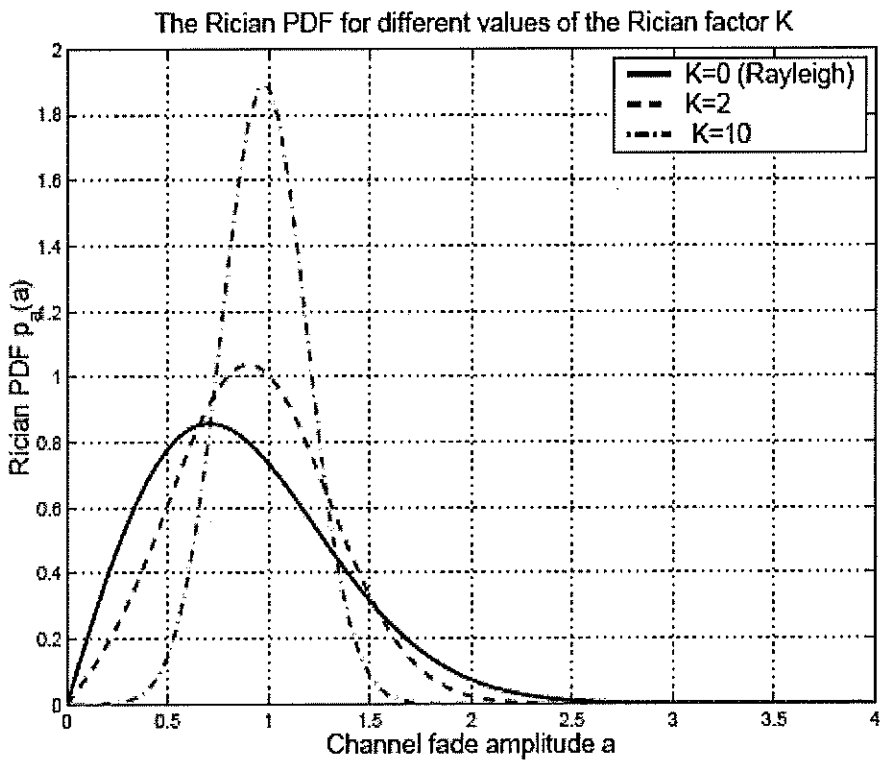
Trong một số hệ thống truyền theo kiểu nhìn thẳng LoS, như thông tin vệ tinh, tín hiệu thu được bao gồm một sóng trực tiếp và các sóng phản xạ. Sóng trực tiếp có biên độ không đổi trong khi các sóng phản xạ thì mang tính ngẫu nhiên.

Khi số lượng các sóng phản xạ là lớn, các thành phần vuông góc của chúng được đặc trưng bằng quá trình Gaussian ngẫu nhiên có trị trung bình bằng zero và phương sai là δ^2_s và đường bao có phân bố Rayleigh. Tổng các tín hiệu trực tiếp có biên độ là hằng số với các tín hiệu phản xạ có phân bố Rayleigh tạo nên tín hiệu có phân bố đường bao Rician. Hàm phân bố xác suất của phân bố Rician được xác định như sau:

$$p(a) = \begin{cases} \dfrac{a}{\delta_s^2} e^{\frac{(a^2+D^2)}{2\delta_s^2}} I_0\left(\dfrac{aD}{\delta_s^2}\right) & a>0, a=0 \end{cases}$$

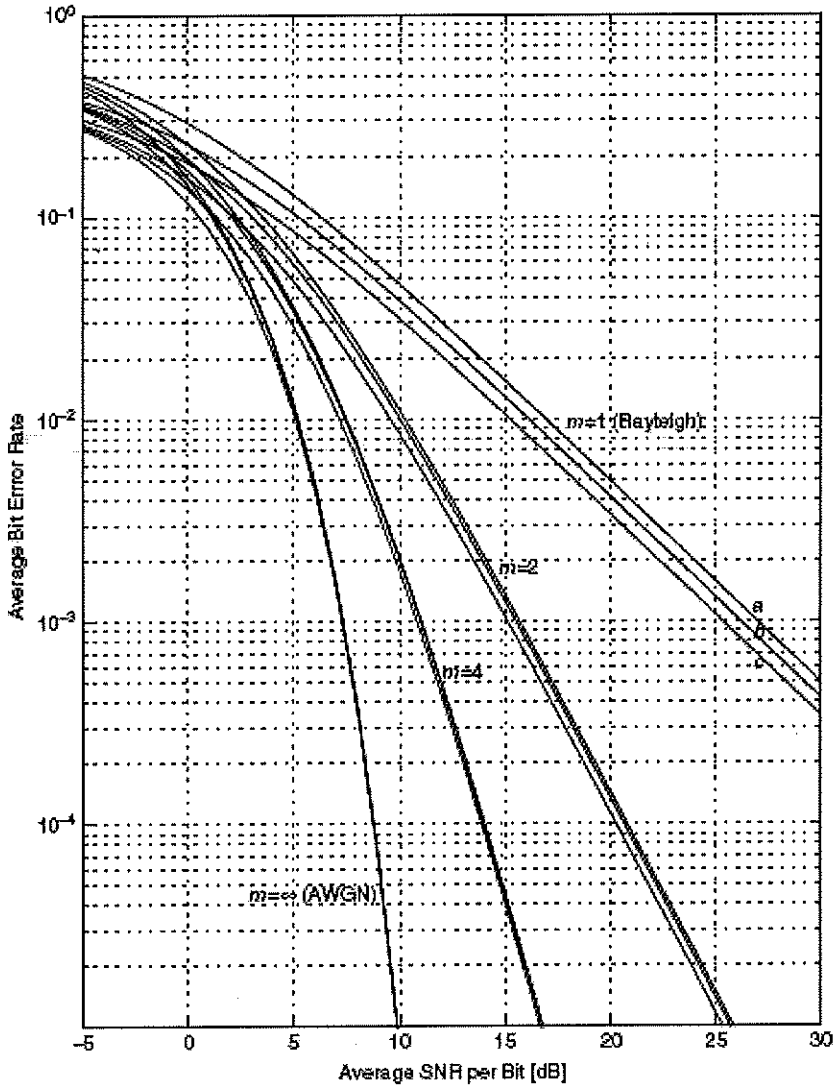
p(a)=0 a<0

Trong đó D^2 là công suất tín hiêu theo đường trực tiếp và $I_0(.)$ là hàm Bessel sửa đổi loại 1, bậc zero.



Hình 3.9: Fading Rayleigh

3.2.4 Ảnh hưởng của kênh truyền fading trong truyền thông vô tuyến:



Hình 3.10: Ảnh hưởng của fading

Quan sát đồ thị này, chúng ta có nhận xét sau:

- Đường cong phía trái biểu diễn chất lượng của hệ thống trong kênh AWGN. Rõ ràng, ứng với giá trị E_b/N_0 hợp lý, chúng ta có thể thu được chất lượng tốt.
- Đường cong ở giữa, gọi là giới hạn Rayleigh, biểu diễn sự suy giảm chất lượng do suy hao giá trị E_b/N_0 mà đặc trưng cho kênh fading phẳng hay

fading chậm khi không có sự hiên diện của thành phần tín hiệu tuyền trực tiếp.

- Đường cong trên có xác suất lỗi bit gần bằng 0.5. Đây là sự suy giảm chất lượng có thể xảy ra đối với kênh fading chọn lọc tần số và fadinh nhanh

Như vậy, khi tín hiệu truyền qua kênh fading chất lượng của hệ thống bị ảnh hưởng nghiêm trọng. Đặc biệt, trong mốt số trường hợp, tín hiệu thu có thể bị gián đoạn do fading. Do đó, việc nghiên cứu và đi tìm các giải pháp hạn chế ảnh hưởng của fading là hết sức cần thiết, đặc biệt là đối với các hệ thống thông tin di động.

❖ **Phân loại các kênh truyền bị ảnh hưởng bởi fading**

Dựa trên tham số kênh truyền và các đặc tính của tín hiệu truyền đi, kênh truyền fading có thể được phân chia như sau:

➢ **Fading chọn lọc tần số và fading phẳng:**

Trong hệ thống băng thông hẹp, tín hiệu phát thường chỉ chiếm một băng thông nhỏ hơn băng thông kết hợp của kênh truyền (coherencce bandwidth), được định nghĩa là khoảng tần sô mà trong đó quá trình là tương quan. Nghĩa là tất cả các thành phần phổ của tín hiệu phát có mức suy hao fading như nhau. Loại fading này được này được gọi là fading phẳng hay fading không chọn lọc tần số (frequency flat fading or frequency non-selective fading).

Ngược lại, nếu tín hiệu được truyền có băng thông lớn hơn băng thông kết hợp của kênh, như trong các hệ thống băng rộng, các thành phần phổ của tín hiệu phát sẽ bị fading với các hệ số khác nhau. Lúc này, phổ của tín hiêu thu trở nên méo dạng vì tương quan giữa các thành phần phổ là khác so với mối tương quan ở tín hiệu phát. Hiện tượng này gọi là fading chọn lọc tần số (frequency selective fading).

➢ **Fading nhanh và fading chậm:**

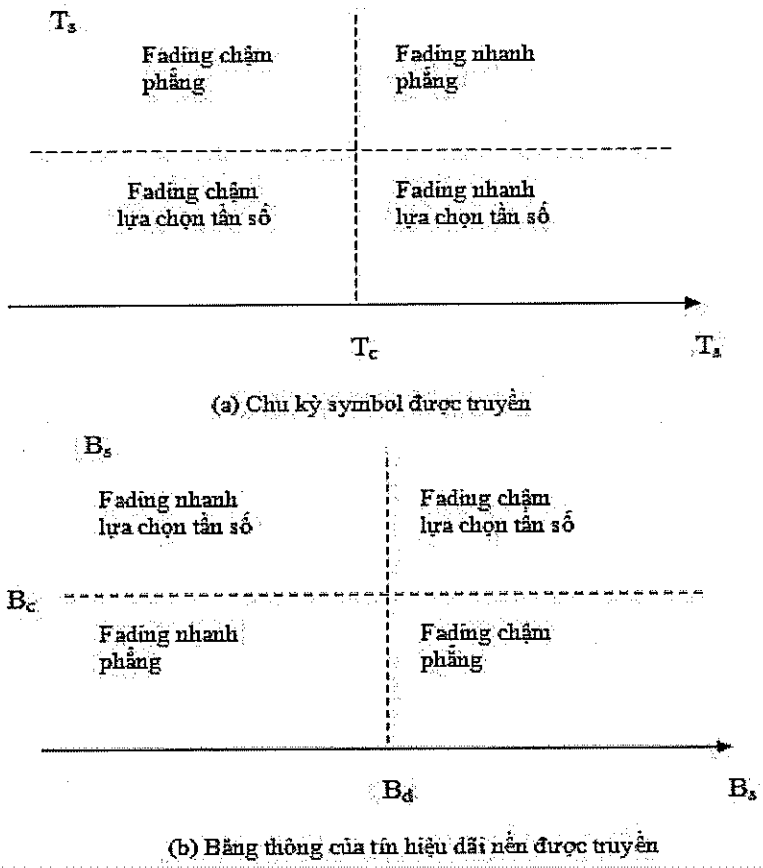
Nếu khoảng thời gian symbol đủ nhỏ, ở mức có thể so sánh được với thời gian kết hợp của kênh truyền thi kênh được xem la fading chậm (slow fading). Kênh fading chậm thường được mô hình hóa là các kênh bất biến theo thời gian

trong khoảng vài symbol. Với các loại kênh này, các tham số của kênh thay đổi chậm nên chúng có thể ước lượng băng nhiều kỹ thuật khác nhau.

Ngược lại, nếu thời gian kết hợp của kênh nhỏ hơn khoảng thời gian symbol thì kênh được xem là kênh fading nhanh hay fading chọn lọc thời gian (fast fading or time selective fading). Nói chung là rất khó để thực hiện việc ước lượng các tham số kênh fading nhanh.

Chúng ta chú ý là viêc phân loại kênh fading phụ thuộc vào các đặc tinh của tín hiệu truyền đi. Từ đó mà chúng ta có bốn loại kênh fading sau:

- ✓ Kênh fading chậm, phẳng.
- ✓ Kênh fading chậm, chọn lọc tần số.
- ✓ Kênh fading nhanh, phẳng.
- ✓ Kênh fading nhanh, chọn lọc tần số.



Hình 3.11: Các loại kênh fading

3.2.5 Phương pháp hạn chế ảnh hưởng của kênh fading:

Qua quá trình phân tích về kênh truyền bị ảnh hưởng bởi fading, chúng ta thấy rằng, chất lượng của hệ thống bị ảnh hưởng nghiêm trọng khi truyền qua kênh fading. Để hạn chế những ảnh hưởng này, chúng ta cần thực hiện hai bước cơ bản sau:

- ✓ Thứ nhất, lựa chọn phương pháp để hạn chế méo dạng fading. Phương pháp được chọn lựa chọn là tùy thuộc vào méo dạng gây bởi fading chọn lọc tần số hay fading nhanh.
- ✓ Kế tiếp, chọn phương pháp phân tập để thu được chất lượng tiệm cận với trường hợp kênh AWGN.

❖ **Hạn chế dạng méo tín hiệu trong kênh truyền fading**

➢ **Kênh fading chọn lọc tần số:**

Đối với kênh fading chọn lọc tần số, vì tốc độ symbol lớn hơn tốc độ fading nên không có méo dạng fading nhanh. Tuy nhiên, việc hạn chế những ảnh hưởng của fading chọn lọc tần số là rất cần thiết. Các kỹ thuật sau thường được xem xét:

- Sử dụng các bộ cân bằng thích nghi (adaptive equalizer). Mục đích của việc kết hợp bộ lọc cân bằng với kênh truyền là để tạo ra đáp ứng tần số tín hiệu thu phẳng và pha tuyến tính. Ngoài ra, do các đặc tính của kênh truyền luôn thay đổi theo thời gian nên bộ cân bằng cần phải có tính thich nghi để thích ứng với điều kiện mới. Các bộ cân bằng thich nghi thường được sử dụng là bộ cân bằng hồi tiếp quyết định DFE (Decision Feedback Equalizer), bộ cân bằng MLSE (Maximum-Likelihood Sequence Estimation). Ý tưởng chính của bộ cân bằng hồi tiếp quyêt định DFE là khi một symbol được xác định, ISI do nó gây ra trong các symbol tương lai sẽ có thể được ước lượng và trư đi khi thưc hiên việc xác định nội dung của các symbol đó. Còn đối với bộ cân băng MLSE nó sẽ

kiểm tra tất cả các chuỗi bit dữ liệu và chọn chuỗi có khả năng nhất. Bộ cân bằng này là tối ưu theo nghĩa nó cực tiểu hóa xác xuất sai nhầm chuỗi dữ liệu. Nó được thực hiện bằng cách sử dụng thuật giải mã Viterbi nên còn được gọi là bộ cân bằng Viterbi.

- Kĩ thuật trải phổ: có hao kỹ thuật thường được sử dụng là trải phổ chuỗi trực tiếp DS-SS và trải phổ kiểu nhảy tần FH. Với hệ thống DS-SS, băng thông trải phổ phải lớn hơn rất nhiều so với băng thông kết hợp kênh truyền. Tỉ số này càng lớn thì hiệu quả càng cao.
- Kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần sô trực giao OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing). Mục đích của phương pháp này là giảm tốc độ symbol trên mỗi sóng mang sao cho nhỏ hơn băng thông kết hợp kênh.
- Sử dụng tín hiệu pilot: các tín hiệu pilot có thể được thực hiện trong miền tần số là các tần số trong cùng băng tần hay trong miền thời gian là các chuỗi số mà cung cấp các thông tin về trạng thái kênh truyền. Vì vậy, nó giúp nâng cao chất lượng trong điều kiên fading.

➢ **Kênh fading nhanh**

Đối với kênh fading nhanh, để hạn chế méo dạng tín hiệu, người ta thường sử dụng các phương pháp sau:

- Lựa chọn sơ đồ điều chế phù hợp như các kiểu điều chế không nhất quán vi sai hay điều chế nhất quán vi sai.
- Tăng tốc độ symbol để chúng lớn hơn nhiều so với tốc độ fading bằng cách thêm bit dư thừa.
- Sử dụng cac phương pháp mã hóa điều khiển lỗi và có thể kết hợp thêm các bộ xáo trộn.

❖ **Kỹ thuật phân tập:**

Sau khi thực hiện một số kỹ thuật để hạn chế sự méo dạng tín hiệu do fading chọn lọc tần số hay fading nhanh, bước kế tiếp là sử dụng các phương pháp phân tập (diversity methods) để thu được chất lượng tiệm cận với chất lượng trong trường hợp kênh AWGN.

Trong truyền thông di động, kỹ thuật phân tập được sử dụng rộng rãi để giảm ảnh hưởng của fading đa đường và tăng độ tin cậy mà không cần phải tăng công suất phát hay yêu cầu băng thông. Kỹ thuật phân tập yêu cầu cần phải có nhiều bản sao của tín hiệu phát tại máy thu. Tất cả chúng đều cùng một nội dung thông tin nhưng có mức tương quan rất nhỏ. Ý tưởng cơ bản của phân tập là nếu nhận được 2 hay nhiều mẫu độc lập của cùng một tín hiệu thì các mẫu sẽ bị thăng giáng theo các cách không giống nhau, có nghĩa là một số mẫu sẽ bị suy hao hơn các mẫu khác. Điều này đưa đến kết quả là xác suất tất cả các mẫu đồng thời nhỏ hơn một ngưỡng nào đó sẽ nhỏ hơn nhiều so với xác suất từng mẫu nhỏ hơn ngưỡng đó. Do đó, bằng cách sử dụng các phương pháp kết hợp hợp lí các mẫu này sẽ giảm đáng kể ảnh hưởng của fading và như vậy sẽ tăng độ tin cậy của quá trình truyền thông.

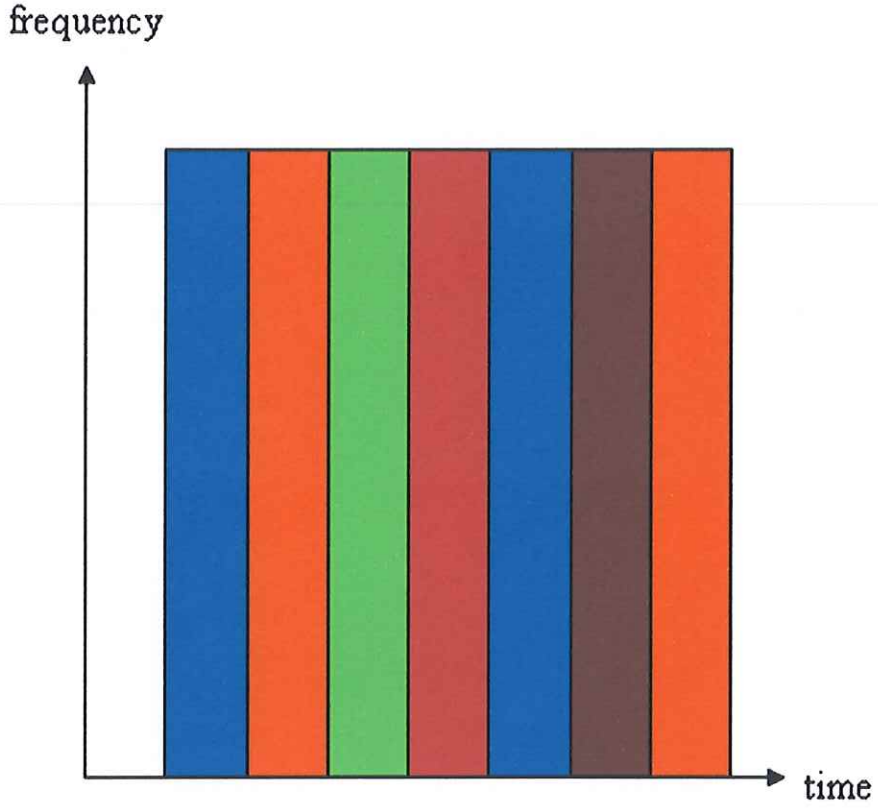
Tùy theo miền phân tập được tạo ra mà các kỹ thuật phân tập được phân thành các loại khác nhau: phân tập theo thời gian, phân tập theo không gian, phân tập tần số và phân tập kết hợp.

- Phân tập theo thời gian (time diversity):

Phân tập theo không gian được thực hiện bằng cách phát các bản tin giống nhau trong các khe thời gian khác nhau mà tạo ra các tín hiệu fading không tương quan tại máy thu. Độ phân cách thời gian yêu cầu phải lớn hơn thòi gian kết hợp kênh.

Trong thông tin di động, mã hóa điều khiển lỗi được sử dụng kết hợp với các bộ xáo trộn để thu phân tập theo thời gian. Trong trường hợp này, các bản sao của tín hiệu phát thường được cung cấp ở máy thu dưới dạng thông tin dư thừa trong miền thời gian được tạo ra bởi quá trình mã hóa điều khiển lỗi. Độ phân cách về thời gian giữa các bản sao tín hiệu phát được tạo bởi thời gian xáo trộn. Kỹ thuật

này mang lại hiệu quả cao trong môi trường fading nhanh. Nhưng đối với kênh fading chậm, việc sử dụng bộ xáo trôn có thời gian trễ lớn làm tăng thời gian trì hoãn, do đó không đáp ứng yêu cầu thời gian thực. Ngoài ra, do có độ dư thừa trong miền thời gian nên kỹ thuật này làm giảm hiệu suất băng thông.

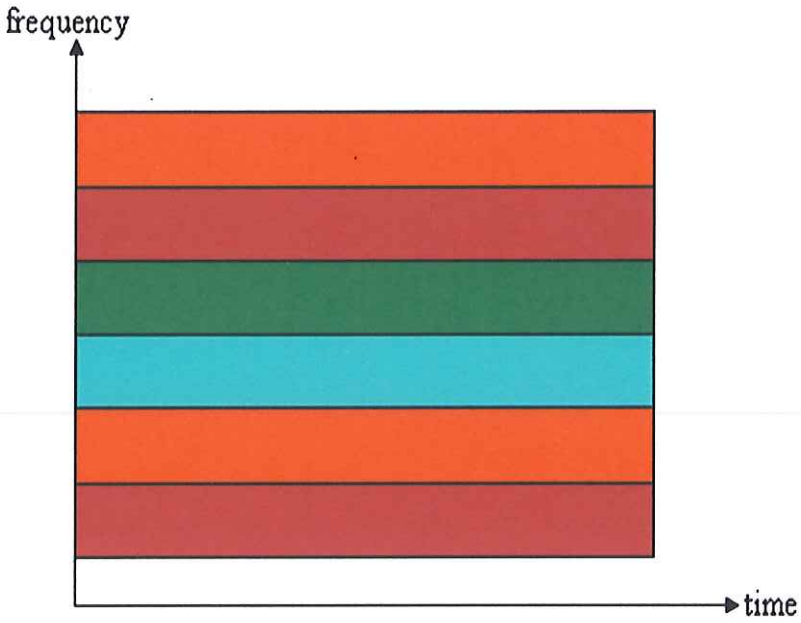


Hình 3.12: Phân tập theo thời gian

- Phân tập theo tần số (Frequency Diversity):

Trong kiểu phân tập theo tần số, một số các tần số khác nhau được sử dụng để phát cùng một bản tin. Các tần số này phải có đủ phân cách cần thiết để đảm bảo sự độc lập fading theo tần số.

Trong thông tin di động, bản sao của tín hiệu phát thường được cung cấp ở máy thu bằng các phương pháp như trải phổ trực tiếp, trải phổ nhảy tần hay điều chế đa sóng mang. Các kỹ thuật trải phổ chỉ có hiệu quả khi băng thông kết hợp là nhỏ. Giống như kiểu phân tập theo thời gian, phân tập theo tần số cũng có nhược điểm là làm giảm hiệu suất băng thông do độ dư thừa trong miền tần số.



Hình 3.13: Phân tập theo tần số

- Phân tập theo không gian (Space Diversity):

Phân tập theo không gian đã trở thành một phương pháp phổ biến trong thông tin viba vô tuyến và nó còn được gọi là phân tập anten.

Cách thức thực hiện phương pháp này là sử dụng nhiều anten hay các mảng anten được sắp xếp cùng nhau trong không gian để thực hiện việc phát hay thu. Các anten này được phân tích về mặt vật lý bởi khoảng cách phù hợp vì vậy mà các tín hiệu không tương quan với nhau. Khoảng phân cách này thay đổi theo độ cao của anten, tần số hoạt động và tính chất của môi trường truyền thông. Nhìn chung, với khoảng phân cách cở vài lần chiều dài bước sóng là đủ để thu các tín hiệu không tương quan. Không giống như phân tập theo thời gian và theo tần số, kiểu phân tập theo không gian không làm giảm hiệu suất sử dụng băng thông. Đặc điểm này rất hấp dẫn cho các hệ thống thông tin vô tuyến độ cao trong tương lai.Tùy thuộc vào vị trí mà nhiều anten được sử dụng là ở phía phát hay phía thu, kỹ thuật phân tập theo không gian được chia thành hai loại: phân tập phát (transmit diversity) và phân tập thu (receive diversity).

Phân tập cực tính (Polarizaion diversity) và phân tập theo góc (angle diversity) là hai ví dụ của phân tập theo không gian. Trong kiểu phân tập theo cực tính, các tín hiệu phân cực dọc và phân cực ngang được phát bởi 2 anten cũng được phân cực khác nhau. Việc phân cực khác nhằm đảm bảo hai tín hiệu được phát không tương quan với nhau mà không cần đòi hỏi hai anten cách xa nhau. Kiểu phân tập theo góc thường được sử dụng trong các hệ thống có tần số sóng mang lớn hơn 10Ghz. Trong trường hợp này, các tín được phát bị phân tán mạnh trong không gian nên các tín hiệu thu được từ các hướng khác nhau sẽ độc lập với nhau. Do đó, hai hay nhiều anten định hướng (directional antennas) có thể được sử dụng ở phía thu để cung cấp các bản sao không tương quan của tín hiệu phát,

Phân tập theo không gian có thể được sử dụng để chống lại ảnh hưởng của fading chọn lọc tần số và fading chọn loc thời gian. Tuy nhiên, những giới hạn về vật lý có thể hạn chế khả năng áp dụng chúng.

Trong các hệ thống thông tin thực tế, để đáp ứng các yêu cầu về chất lượng, hai hay nhiều sơ đồ phân tập thông thường được sử dụng kết hợp với nhau để tạo ra kiểu phân tập đa chiều (multi-dimensional diversity).

Chương 4: Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh trong hệ thống thông tin di động (Cooperative Communnication)

4.1 Giới thiệu:

Trong thế kỷ 21 những mạng không dây đã trở nên phổ biến trên khắp toàn thế giới. Những thiết bị di động khác nhau như là điện thoại di động và laptop, chúng được kết nối đến những thiết bị khác trong hệ thống mạng không dây.

Sự truyền phát vượt qua kênh không dây thường phải bị ảnh hưởng của việc thăng giáng ngẫu nhiên trong các mức tín hiệu được biết như là fading. Một trong những kỹ thuật để làm giảm ảnh hưởng của fading đó là xử lý phân tập. Chúng ta sử dụng kỹ thuật phân tập đó chính dùng bộ phát sẽ gửi nhiều hơn 1 bản tin được phát đến bộ nhận, và bộ nhận có thể lựa chọn những bit thông tin chuẩn xác trong những bản tin được gửi đó. Nhưng có 1 việc vô cùng khó khăn với chúng ta đó chính là thiết bị di động do bởi những kích thước của những thiết bị đầu cuối nhỏ và thêm nhiều nhân tố khác nữa làm cho việc áp dụng những kỹ thuật phân tập này là vô cùng khó khăn nhưng chúng ta đã có 1 cách mới và cách này được thông qua sự nhận thức phân tập đã được giới thiệu đó chính là sử dụng phân tập cộng tác chuyển tiếp thông minh.

Phân tập cộng tác chuyển tiếp thông minh cho phép những tín hiệu đơn của thiết bị không dây sẽ được chia sẽ đến những anten của thiết bị không dây khác trong cùng mạng và quá trình chuyền phát dữ liệu như vậy chúng ta có thể hiểu sơ bộ chúng như là môi trường phân tập không gian và hệ thống MIMO ảo.

Sự phân tập giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh có thể tăng độ tin cậy của bản tin thu được trong mạng không dây để làm giảm hiệu ứng của fading.

4.2 Nền tảng của giao tiếp cộng tác chyển tiếp thông minh:

Trong lý thuyết thông tin giao tiếp đa điểm (multi-hop communications) trong hệ thống này thì đã quay trở lại với một khái niệm đó là chế độ kênh chuyển tiếp. Chế độ kênh chuyển tiếp bao gồm nguồn (Source), đích (destination) và chuyển tiếp (relay). Chúng sẽ được sử dụng dễ dàng để vận chuyển thông tin từ nguồn đến đích. Trong hệ thống giao tiếp kết hợp được xây dựng dựa trên kênh quảng bá của hệ thống không dây và những kênh quảng bá này sẽ được sử dụng tại những node kế cận nằm giữa nguồn và đích để chia sẽ truyền phát thông tin. Và những node kế cận này sẽ tạo nên phân tập không gian thông qua quá trình xử lý thông tin và phát lại bản tin của nguồn do vậy thì bản tin thu sẽ đạt được độ tin cậy cao.

Thông qua những ý tưởng cơ bản trên của giao tiếp cộng tác kết hợp là chế độ kênh chuyển tiếp. giao tiếp cộng tác chuyển tiếp kết hợp là khác nhau thông qua những kênh chuyển tiếp khác nhau. Trong hầu hết những hệ thống đa điểm, đích chỉ xử lí tín hiệu đến từ kênh chuyển tiếp và mục đích của kênh chuyển tiếp là giúp đỡ kênh chính để tăng thêm độ tin cậy cho bản tin thu được so với bản tin gốc được phát. Trong giao tiếp cộng tác kết hợp những nguồn hệ thống hoạt động như là những nguồn thông tin như là chuyển tiếp và đích xử lí hầu hết những tín hiệu từ nguồn và đích. Do đó những công việc hiện tại của hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh phải có những điểm nhấn mạnh khác biệt so với những hệ thống cũ.

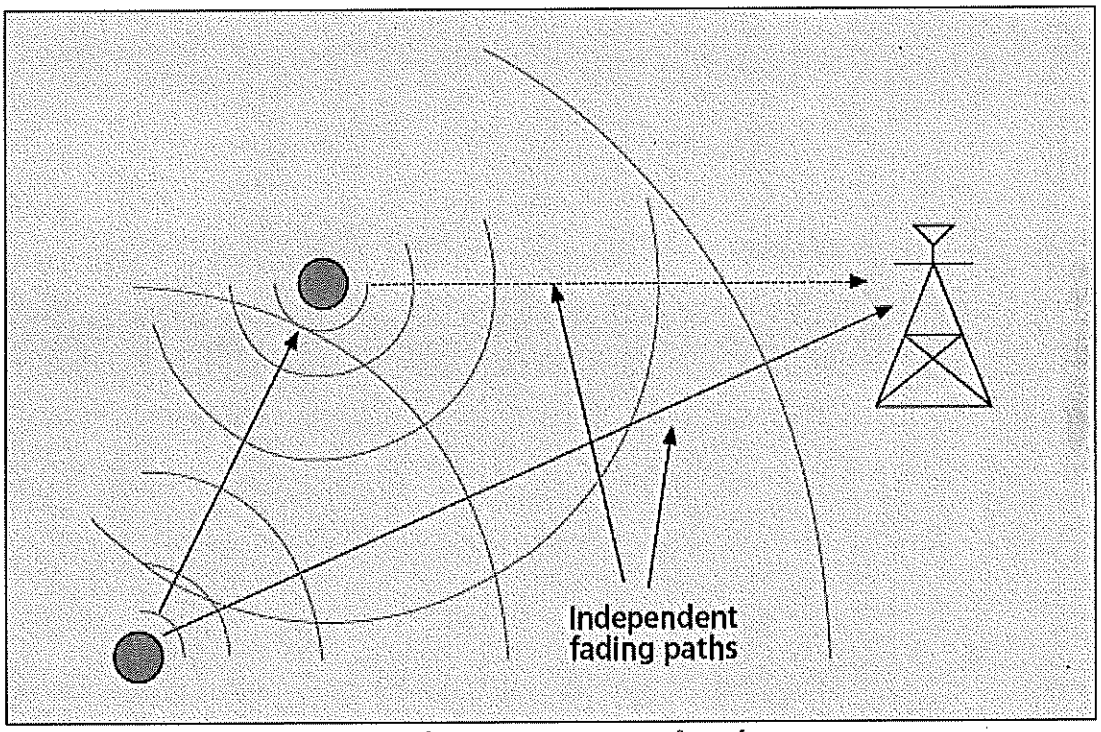
4.3 Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh:

Trong mạng không dây cộng tác chuyển tiếp thông minh, chúng ta cần quan tâm tới mạng không dây tế bào hoặc là mạng ad-hoc. Ở đây các điểm thu phát sẽ liên lạc với nhau trong mạng ad-hoc và các thuê bao sẽ thực hiện cuộc gọi cho nhau khi đó chúng ta đo lường chất lượng của những bản tin thu được tại đầu thu khi đó chất lượng của những bản tin thu được sẽ được tăng (chúng ta đo lường tại lớp vật lý bởi tốc độ lỗi bit, tốc độ lỗi khối, hoặc công suất tiêu hao) thông qua cộng tác chuyển tiếp thông minh. Trong hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh, mỗi user được

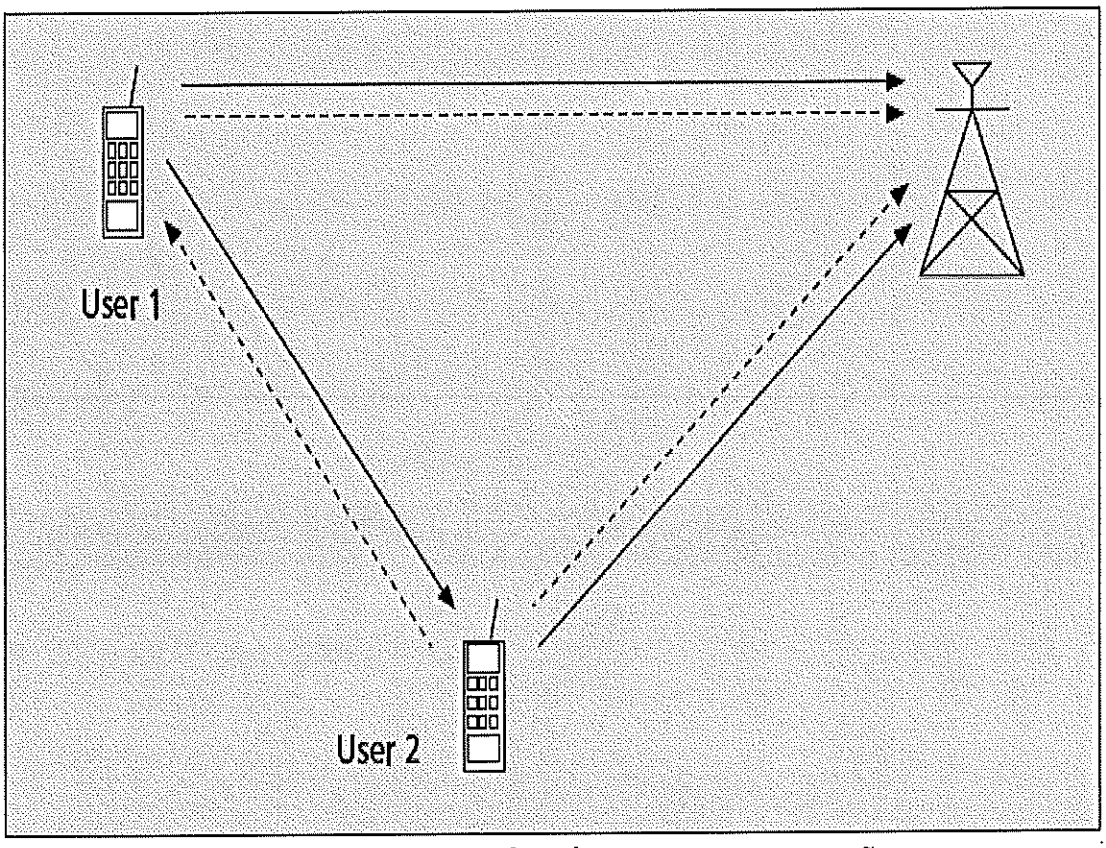
giả sử rằng truyền dữ liệu tốt cũng như là user cộng tác khác. Sự cộng tác chuyển tiếp thông minh dẫn đến sự quan tâm về tốc độ mã và việc phát công suất. Trong trường hợp công suất phát, một vấn đề tranh cãi đó chính là công suất phát cho mỗi user, chúng ta không thể nào phát công suất với những mức tùy ý vì vậy chúng ta cần phải tuân theo môt sự tính toán nào đó để đảm bảo công suất phát tại mỗi user và khả năng sử dụng nguồn của các user.

Những câu hỏi tương tự được đưa ra đó là tốc độ của hệ thống. Trong giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh, mỗi user phát những bit riêng của chúng tốt như là một vài thông tin cho partner của chúng, một điều có lẽ suy nghĩ đó là sự suy giảm tốc độ trong hệ thống. Nhưng không phải thế mà tốc độ kênh cũng sẽ được tăng lên.

Bên dưới là những mô hình cho hệ thống giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh.



Hình 4.1: Hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh



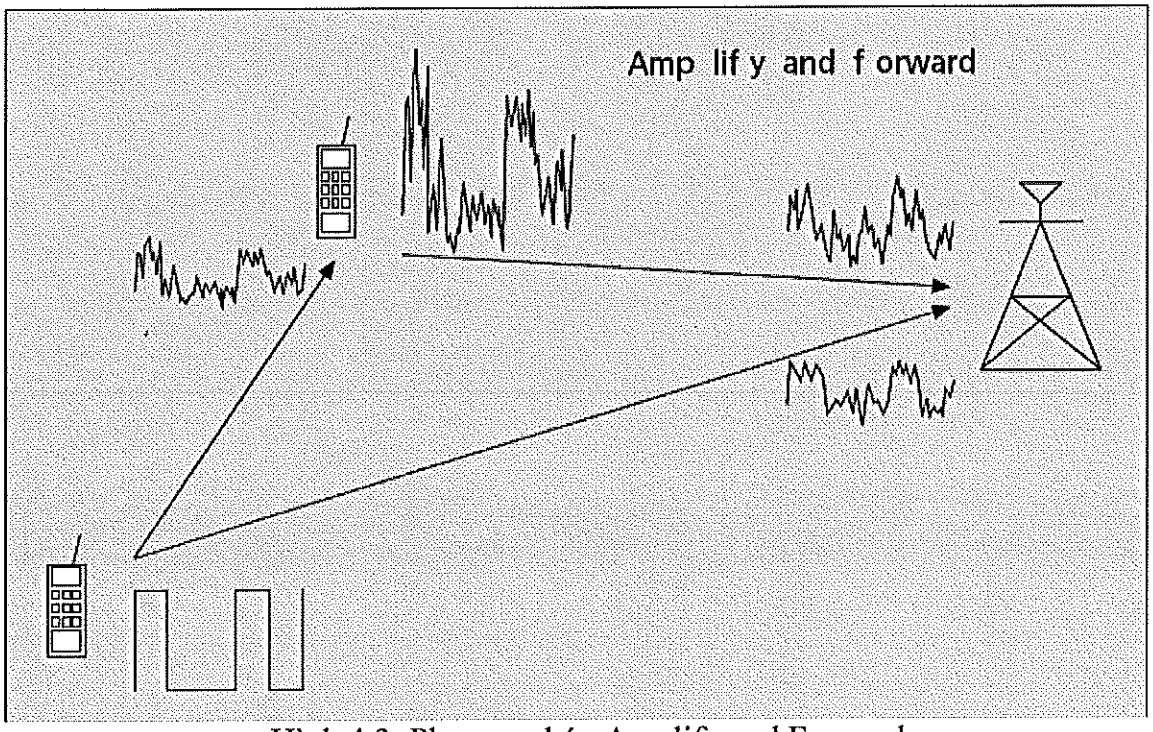
Hình 4.2: Giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh cho mỗi user và relay

4.4 Các giao thức truyền trong hệ thống cộng tác chuyển tiếp thông minh:

Trong những giao thức cộng tác sử dụng tại trạm chuyển tiếp là Amplify and Forward, Decode and Forward hoặc là Coded Cooperation

4.4.1 Amplify and Forward:

Trong phương pháp này mỗi user nhận 1 phiên bản nhiễu phát tín hiệu bởi partner của nó. Nhưng ngụ ý như sau, user khuếch đại và phát lại phiên bản nhiễu này. Trạm gốc kết hợp thông tin được gửi bởi nguồn phát chính và nguồn chuyển tiếp thông tin của nguồn phát chính, và làm tại đích quyết định cuối cùng trên bit được phát.



Hình 4.3: Phương pháp Amplify and Forward

Mặc dù nhiễu được khuếch đại bởi kết hợp, trạm gốc nhận được hai phiên bản fading một cách độc lập và có thể làm những quyết định tốt hơn trên sự dò tìm của thông tin.

Ý tưởng của giao thức này la đơn giản. Tín hiệu nhận bởi chuyển tiếp bị suy giảm và cần được khuếch đại trước khi nó được gủi một lần nữa. Giả sử những đặc tính kênh có thể được ước lượng một cách hoàn hảo, độ khuếch đại cho sự khuếch đại có thể được tính toán như sau:

Công suất của tín hiệu đến được cho như sau:

$$E[|y_r^2|]=E[|h_{s,r}|^2]E[|x_s|^2] + E[|z_{s,r}|^2]= |h_{s,r}|^2\xi + 2\sigma^2_{s,r}$$

Khi đó S là nguồn và r là chuyển tiếp. Để gửi dữ liệu với công suất như là của nguồn thì trạm chuyển tiếp phải sư dụng hệ số khuếch đại sau:

$$\beta = \sqrt{\frac{\xi}{|h_{s,r}|^2 \xi + 2\sigma^2_{s,r}}}$$

ξ: Công suất của tín hiệu phát

$h_{i,j}$: độ suy giảm của kênh i, j

$\sigma_{i,j}$: phương sai

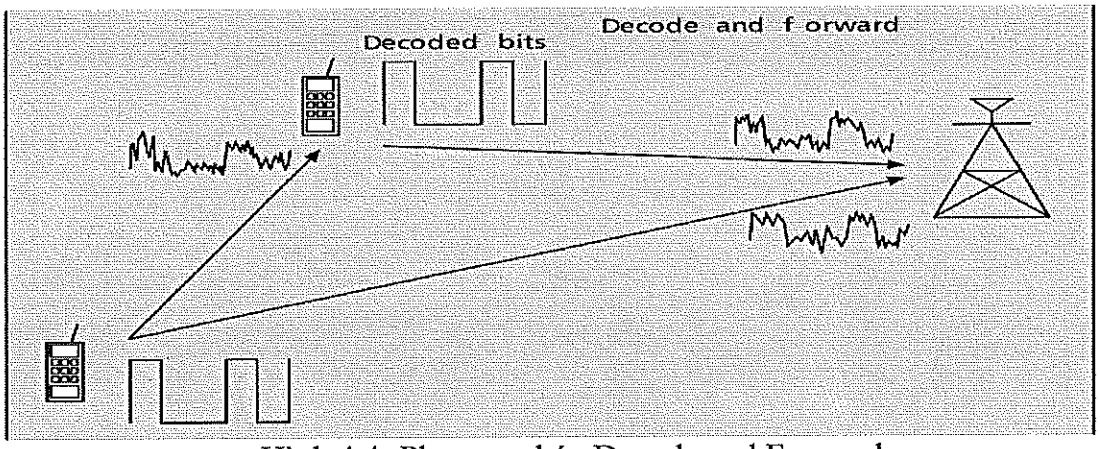
S: $X_s[k]$ k=1, 2, 3…n

R: $Y_r[k]$ k=1, 2, 3…n

D: $Y_d[k]$ k=1, 2, 3…n

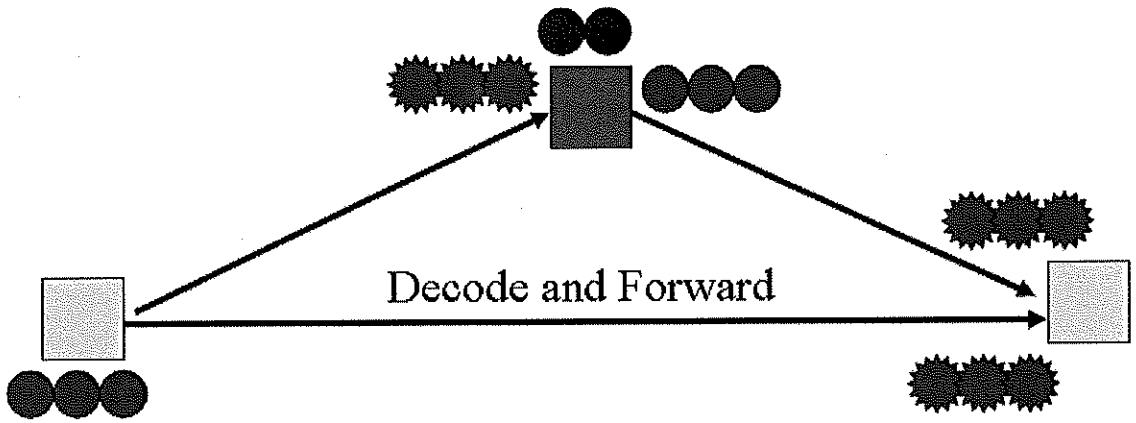
4.4.2 Decode and Forward:

Phương pháp này có lẽ gần kề nhất ý kiến của một kênh chuyển tiếp truyền thống. Trong phương pháp này một trạm chuyển tiếp thử dò tìm bit của nguồn phát chính và rồi truyền phát lại bit dò tìm phát được.



Hình 4.4: Phương pháp Decode and Forward

Quá trình thực hiên trong phương pháp này:



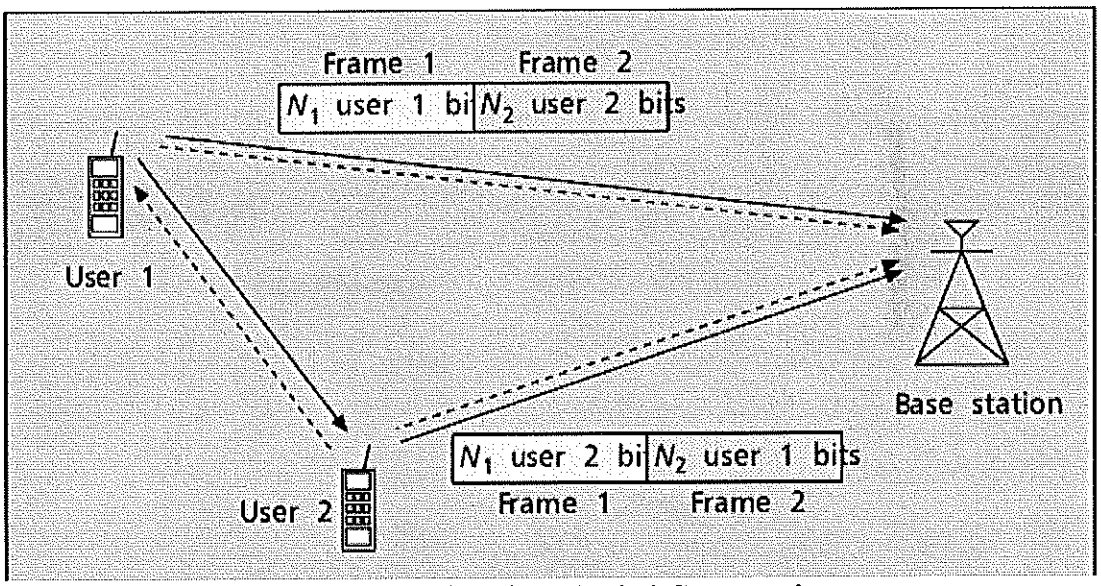
Hình 4.5: Thực thi quá trình Decode and Forward

Đầu tiên, từ nguồn truyên dữ liệu muốn phát đến đích và trạm chuyển tiếp, tại trạm chuyển tiếp cố gắng giải mã bản tin và mã hóa lại. Vì vậy không khuếch đại tín hiệu nhiễu tín hiệu được truyền, điều này dẫn đến sự khác biệt so với AAF (Ampify and Forward).

Trạm chuyển tiếp có thể giải mã bản tin gốc 1 cách hoàn toàn. Những yêu cầu này tốn nhiều thời gian tính toán, nhưng có những thuận lợi lớn. Những những bản tin nguồn có chứa mã sửa lỗi sai, những lỗi bit nhận có lẽ sẽ làm chính xác tại trạm chuyển tiếp. Hoặc nếu ở đó không có những mã được thực thi 1 sự tổng kiểm tra cho phép trạm chuyển tiếp dò tìm nếu tín tín hiệu nhận có chứa lỗi.

Nhưng nó không thể luôn luôn có thể giải mã bản tin nguồn một cách đầy đủ. Sự trễ thêm vào là nguyên nhân giải mã 1 cách đầy đủ và quá trình xử lý bản tin không được chấp nhận, trạm chuyển tiếp có lẽ không đủ dung lượng tính toán hoặc là bản tin có nguồn có thể được mã bảo vệ. Trong trường hợp này, tín hiệu đến được giải mã và mã hóa lại ký tự. Vì vậy xác suất lỗi cũng không được thực thi và cũng không tổng kiểm tra lỗi.

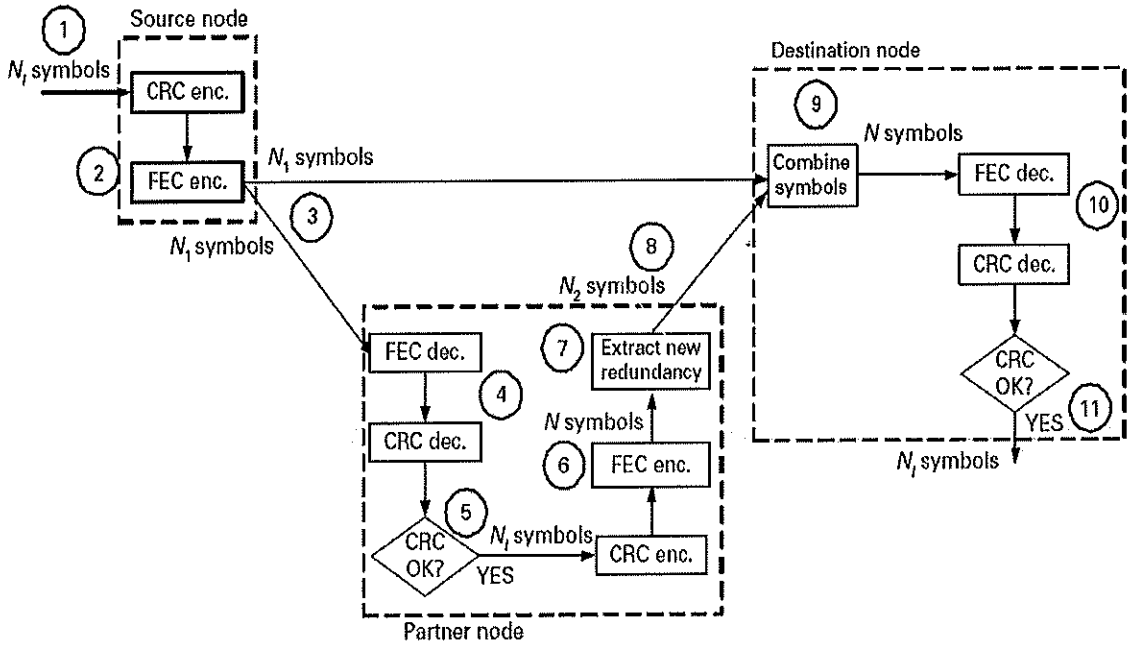
4.4.3 Coded Cooperation:



Hình 4.6: Giao thức Coded Cooperation

Coded Coooeration là một phương pháp kết hợp tích hợp bên trong mã hóa kênh. Coded Cooperation làm việc bằng gửi phần chia khác nhau của từ mã mỗi nguồn

phát thông qua 2 đường fading độc lập. Để hiểu được phương pháp này thực thi như thế nào thì chúng ta cần tìm hiểu quá trình thự thi như sau :



Hình 4.7 : Quá trình xử lí trong phương pháp coded cooperation

Trong phương pháp coded cooperative 1 từ mã được phát trong 2 phần, mỗi phần sử dụng những đường hoặc kênh khác nhau. Trong hình 4.7 là 1 chu trình của sự truyền phát thông tin trong code cooperation. Những bước chính của chu trình được đánh số trong hình tròn của hình 4.7. Chu trình bắt đầu với 1 khối của những lý tự thông tin N_I đi vào bên trong quá trinh mã hóa CRC (Cylic Redundancy Check) tại nguồn phát (bước 1) kết quả của bước 1 được cho vào bộ mã hóa mã FEC (Forward Error Correcting) (bước 2) kết quả tạo ra là từ mã N1 ký tự nghĩa là với tốc độ $R_I=N1/N_I$. Từ mã này được phát đến đích và cũng đến trạm chuyển tiếp. Và trạm chuyển tiếp nhận chuỗi tín hiệu này và trạm chuyển tiếp sẽ giải mã FRC và CRC, nếu quá trình CRC hoàn thành tốt không có lỗi nao trong bản tin được mã hóa (bước 5) sau khi kết thúc bước thứ 5 thì ta có được N_I ký tự và được mã hóa CRC và FEC một lần nữa tạo ra được N bit lớn hơn N1 có nghĩa là tốc độ mã hóa kênh $R=N/N_I$ >R1. Sau đó thì tram chuyển tiếp sẽ thêm N2 ký tự chẵn lẽ vào trong chuỗi

vừa mã hóa xong và phát từ mã này đến đích và tại đích sẽ kết hợp từ mã này với từ mã N1 và cũng thông qua 2 quá trình FEC và CRC để khôi phục lại bản tin gốc. Chúng ta cũng cần chú ý 1 trường hợp nếu tại nguồn phát mã hóa kênh đạt được tốc độ R thì không cần phải thực hiện những bước xử lý bên trên và phát từ mã với N1 ký tự trong N ký tự. Bất chấp mã hóa kênh được thực thi phức tạp đến mức nào, 1 tầm quan trọng để nhận ra đó là từ mã phát bởi nguồn phụ thuộc vào mã mà mã này yếu hơn mã sử dụng tại bộ nhận. Khi đó thì tại bộ nhận sẽ nhận được N2 ký tự từ trạm chuyển tiếp.

Một chú ý quan trọng nữa là trạm chuyển tiếp và nguồn vận hành thông qua những kênh trực giao với nhau vì vậy trong cùng thời gian thì nguồn phát từ mã, và trạm chuyển tiếp cũng cũng vận hành với dữ liệu của trạm chuyển tiếp. Hơn thế nữa, trong khi trạm chuyển tiếp cố gắng giúp nguồn băng việc gửi những ký tự chẵn lẽ N2, nguồn cũng phải giúp đỡ trạm chuyển tiếp những điều như vậy.

Sự vận hành coded cooperation được miêu tả xa hơn với việc giả sử thực hiện mã hóa thành công. Trong trường hợp không thành công thì sao ? khi đó trạm chuyển tiếp không thể phát được những ký tự chẵn lẽ N2 cho nguồn thay vậy thì nó sẽ vận hành và phát những ký tụ chẵn lẽ N2 từ chính dữ liệu của trạm chuyển tiếp. Nhưng chính vì điều này, từ mã yếu hơn được phát bởi nguồn phải là từ mã có giá trị, từ mã này phải đươc giải mã khi trạm chuyển tiếp không gửi ký tự chẵn lẽ N2.

Trong phương pháp này thì chúng ta có được 3 trường hợp có thể xảy ra :

- ✓ Cả trạm chuyển tiếp và trạm chuyển tiếp giải mã thành công trong mỗi kênh khác nhau.
- ✓ Cả trạm chuyển tiếp và nguồn đều thất bại.
- ✓ Một trong trạm chuyển tiếp hoặc là nguồn thất bại trong việc giải mã thì khi đó cả trạm chuyển tiếp và nguồn đều gửi thêm chẵn lẽ cho cả 2 và được kết hợp tại đích.

4.5 Những phương pháp kết hợp tại đích:

4.5.1 Phương pháp kết hợp cân bằng (ERC: Equal Ratio Combining):

Nếu tính toán thời gian là quan điểm có tầm quan trọng trong hệ thống mà chúng ta mong muốn và chúng ta không quan tâm đến sự ước lượng chất lượng của kênh truyền thì khi đó trong giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh tại đích thì chúng ta chỉ cần tổng hợp lại những tín hiệu thu được từ nguồn phát và từ trạm chuyển tiếp. Vì vậy đây là cách tốt nhất để kết hợp những tín hiệu này, nhưng sự thực thi này sẽ không tốt so với những phương pháp được đề cập bên dưới

$$y_d[n]=\sum_{i=1}^{k} y_{i,d}[n]$$

Chỉ với 1 trạm chuyển tiếp:

$y_d[n]=y_{s,d}[n] + y_{r,d}[n]$

Ở đây $y_{s,d}$ được chỉ định là tín hiệu nhận của người gửi.

$y_{r,d}$: là tín hiệu từ trạm chuyển tiếp.

4.5.2 Phương pháp kết hợp tỉ số cố định (FRC: Fixed Ratio Combining):

Một sự thực thi tốt hơn có thể đạt được khi FRC được sử dụng so với phương pháp ERC. Những tín hiệu vào tại đích thì chúng ta sẽ gán 1 cặp hệ số cố định không thay đổi trong suốt quá trình xử lý tại đích trong hệ thông giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh. Tỷ số này được trình bày chất lượng kênh trung bình và do đó không nên lấy những sự tính toán của những ảnh hưởng tạm thời trên kênh do bởi fading và những ảnh hưởng khác để đưa vào thông số thu tại đích. Nhưng những ảnh hưởng trên kênh với nó thay đổi ảnh hưởng của chất lượng kênh trung bình như là khoảng cách giữa các trạm khác nhau nên được cân nhắc. Sự cân nhắc này chính là việc thực hiện phương pháp MRC (Maximum Ratio Combining) được miêu tả trong phần dưới

FRC được biểu diễn như sau:

$$Y_d[n]=\sum_{i=1}^{k} d_{i,d}\, y_{i,d}[n]$$

$d_{i,d}$: là trọng số của tín hiệu vào $y_{i,d}$

Với chỉ một kênh giao tiếp thì:

$y_d[n]=d_{s,d}y_{s,d}[n]+d_{s,r,d}y_{r,d}[n]$

$d_{s,d}$: là trọng số kênh trực tiếp

$d_{s,r,d}$: là trọng số kênh chuyển tiếp

và chúng ta có thể ký hiệu phương pháp này như sau : FRC (a : b) trong đó a hệ số của kênh chính và b là hệ số của kênh chuyển tiếp.

4.5.3 Phương pháp kết hợp tỉ số cực đại (MRC: Maximum Ratio Combining):

Trong phương pháp này thì chúng cần phải tính toán được chất lượng của kênh truyền việc tính toán chất lượng của kênh truyền không phải là một chuyện đơn giản khi đó chúng ta cần phải biết được thông tin chính xác của kênh truyền đó khi đó thì tại đích thì chúng ta khi sự dụng phương pháp này thì chúng ta phải cân bằng được tỉ số nhiễu của những kênh truyền tại đích trong hệ thống

Đây là phương pháp có sự thực thi có khả năng nhất bằng nhân mỗi tín hiệu vào với độ lợi kênh kết hợp tương ứng. Điều này giả sử rằng sự dịch pha của kênh và sự suy hao phải được biết tại bộ nhận:

$$y_d[n]=\sum_{i=1}^{k} h_{i,d}^{*}[n]y_{i,d}[n]$$

Với 1 kênh chuyển tiếp thì:

$$y_d[n]=h_{s,d}^{*}[n]y_{s,d}[n]+h_{r,d}^{*}y_{r,d}[n]$$

Tóm tắt: Trong chương này 3 giao thức đã được miêu tả đó là Amplify and Forward, Decode and Forward, và Coded Communication. Khi đích nhận những mẫu tín hiệu khác nhau từ những dữ liệu giống nhau, thì chúng cần được kết hợp tại đích. ERC chỉ cộng thêm những tín hiệu nhận khác nhau trong khi đó FRC dựa trên trong số của tín hiệu với một tỉ số cố định. Khi chất lượng kênh được ước lượng một cách hợp lí, những phương pháp kết hợp tốn nhiều công suất hơn đó chính là MRC được sử dụng.

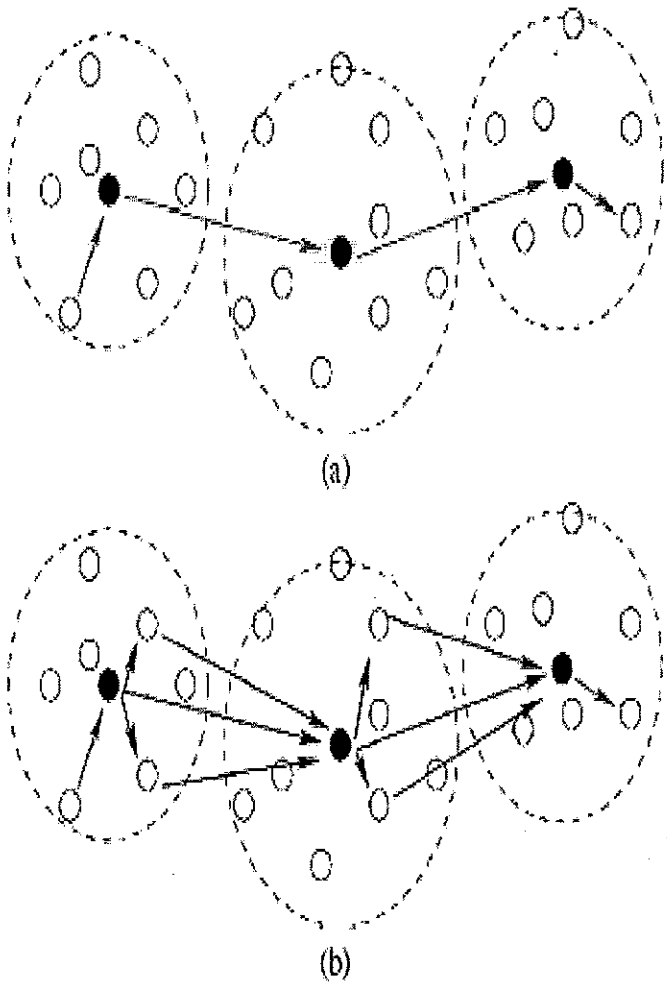
4.6 Ứng dụng của hệ thống giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh:

Trong hệ thống 4G: hệ thống 4G là hệ thống "hội tụ" và "phức tạp". Nền tảng của những vấn đề cũng đã được thảo luận tại điễn đàn của Samsung 4G. Chúng ta cần chú ý đến những khuynh hướng dành cho thuê bao như là thiết bị di động là một nguồn thông tin như vậy thiết bị di động cũng xử lý thông tin, chia sẽ hình ảnh,

video...vì vậy cần hỗ trợ những thiết bị đầu cuối phức tạp khi đó nó sẽ dẫn đến những hình dạng và kích thước khác nhau và chúng thì chúng sẽ dẫn đến những dung lượng giao tiếp khác nhau và thêm nhiều chức năng khác. Hơn thế nữa, kỹ thuật đa anten cũng được thừa nhận là một chìa khóa công nghệ có khả năng cho việc nâng cao thực thi mạng trong 4G nhưng nếu chúng ta áp dụng những điều này dẫn đến kích thước của thiết bị di động lớn khi đó thì chúng ta cũng đã có giải pháp mới cho kỹ thuật này đó chính là giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh trong hệ thống thông tin di động.

Trong mạng ad-hoc: vấn đề chúng ta cần tập trung trong phần này là nhóm trong mạng ad-hoc, và làm thế nào để phân tập kết hợp có thể được tích hợp trong kiến trúc của mạng ad-hoc. Phân chia thuật toán nhóm 1 mạng ad-hoc lớn bên trong việc cài đặt nhóm, và chúng ta định nghĩa thành cluster và clusterhead. Trong trường hợp này thì chúng ta phân cluster thành cell và clusterhead thành trạm thu phát gốc. Tuy nhiên, trong mạng cài đặt ad-hoc thì cluster và clusterhead cần được có những đặt tính khác nhau trong vận hành mạng, clusterhead có thông tin để phát đi, và mạng clusterhead phải đươc chia sẽ dữ liệu. như vậy thì có rất nhiều vấn đề trong thiết kế và có quá nhiều địa chị tại đó. Bây giờ thay vì quan tâm vấn đề nay thì chúng ta chuyển sang một hướng áp dụng khác cho mạng ad-hoc đó là tìm cách áp dụng giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh trong mạng ad-hoc. Để kết thúc vấn này, chúng ta cân nhắc đến 3 cluster như trong hình sau: hình 4.7a chứng tỏ như thế nào sự truyền phát trực tiếp có thể đạt tối ưu thông tin giao tiếp giữa những thiết bị đầu cuối trong những cluster khác nhau. 1 thiết bị đầu cuối phát đến những cluster của chính nó, clusterhead định tuyến sự truyền dẫn đến những nhưng cluster đích, và những clusterhead đích phát đến những thiết bị đầu cuối đích. Trong hình 4.7b chứng tỏ những cluster phụ những sự truyền phát trực tiếp có thể sẽ được biến đổi trong sự truyền phát thông tin trong giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh khi đó thì tại các clusterhead sẽ phát bản tin đến các cluster và sau đó thi cả clusterhead và cluster sẽ truyền đến clusterhead trong cluster khác quá trình này cứ thực hiện như vậy cho đến thiết bị thu phát đích mong muốn và chúng ta sẽ được sự thực thi

tốt hơn. Như vậy, chúng ta có thể đưa đến 1 kết luân là như vậy thì chúng ta nên tăng kích thướt của các cluster và như vậy số lượng cluster trong mạng sẽ giảm như vậy thì việc nhảy tuyến sẽ giảm. Khi đó thì chúng ta có nhiều kênh chuyển tiếp tiền năng hơn để khai thác thì chúng ta sẽ có được độ tin cậy của bản tin hơn.



Hình 4.8: ứng dụng trong mạng ad-hoc

Chương 5: Kết quả mô phỏng

5.1 Sự thực thi trong giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh:

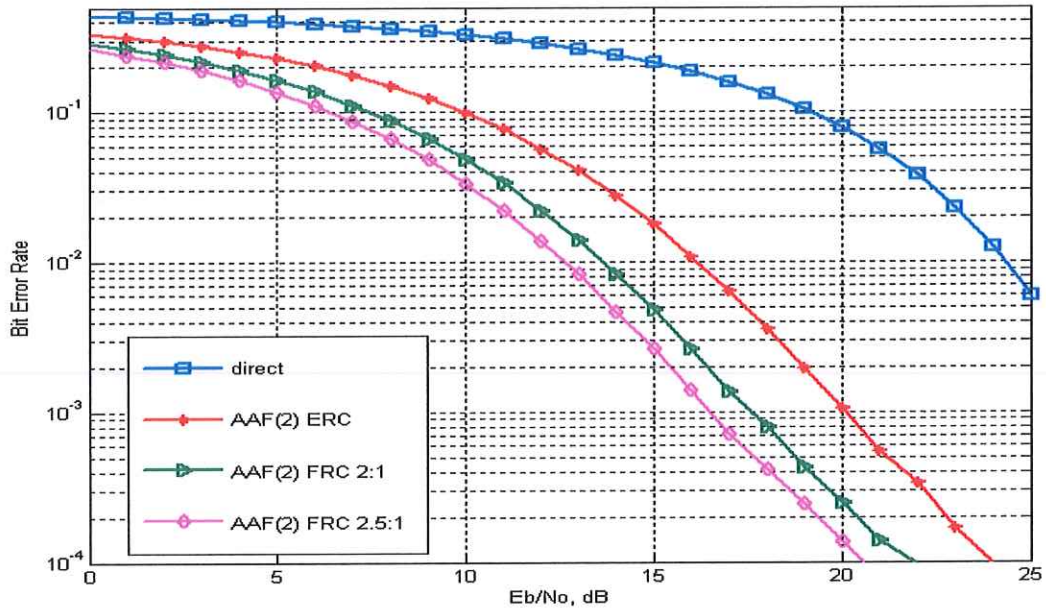
5.1.1 Sự sắp xếp cân bằng:

Trong phần này, chúng ta giả sử 3 trạm được sắp xếp cân bằng tại 3 điểm của 1 tam giác đều . Điều này có ý nghĩa là tất cả các kênh đều có suy hao như nhau do đó tỉ số SNR trung bình là như nhau.

- AAF (Amplify and Forward) không có mã hóa kênh:

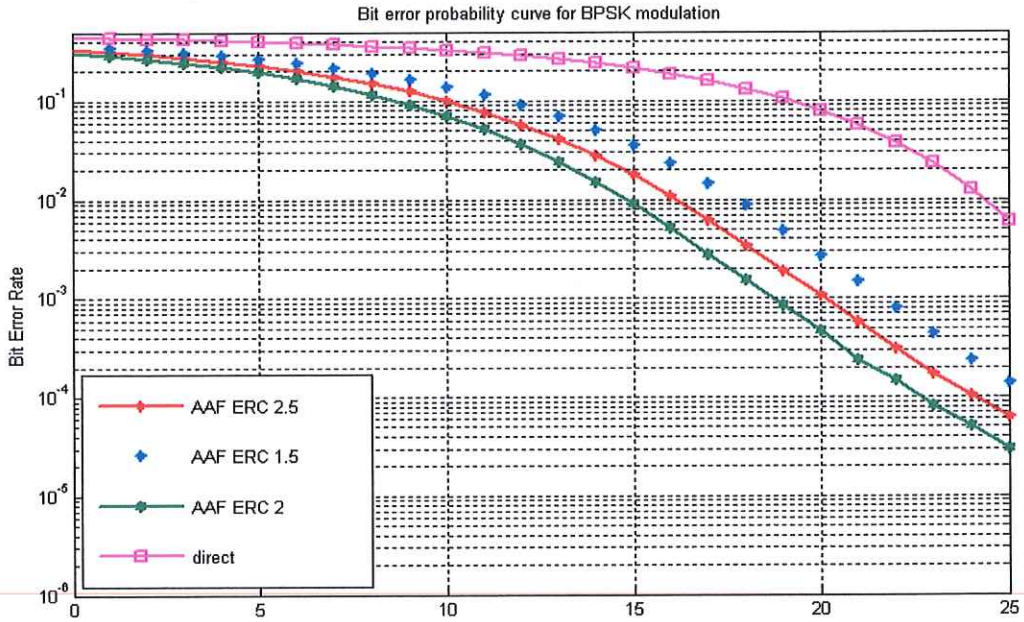
Để so sánh những thuận lợi của những phương pháp kết hợp khác nhau, tỉ số tối ưu cần cho FRC cần được đánh giá trước tiên. Hình 5.2 chứng tỏ những hiệu ứng của những trọng lượng khác nhau. Như được thấy, một sự thực thi tốt hơn đạt được sử dụng FRC thay vì ERC. Điều này rõ ràng trong sự sắp xếp cân bằng, ở đây tín hiệu vượt qua nhiều điểm phải sản sinh vượt qua hai lần khoảng cách hơn kênh trực tiếp. Kết quả của sự mô phỏng trong hình 10 thể hiện cách thực thi tốt khi FRC được sử dụng tỉ số 2.5:1.

Kết quả hài lòng đầu tiên là bất kỳ phương pháp gì được sử dụng, thì giao thức phân tập AAF tốt hơn so với kênh trực tiếp. Cho dù tỉ số kết hợp cân bằng được thể hiện những thuận lợi. Nhưng so sánh với phương pháp FRC thì ERC thể hiện không bằng. Ngược lại chúng ta nên biết được điều này là phương pháp ERC không cần bất kỳ thông tin nào của kênh, trong một khía cạnh khác thì phương pháp FRC cần một vài thông tin của kênh để tính toán trọng lượng xấp xỉ.



Hình 5.1: Sự thực thi ERC và FRC trong phương pháp AAF không có mã hóa kênh

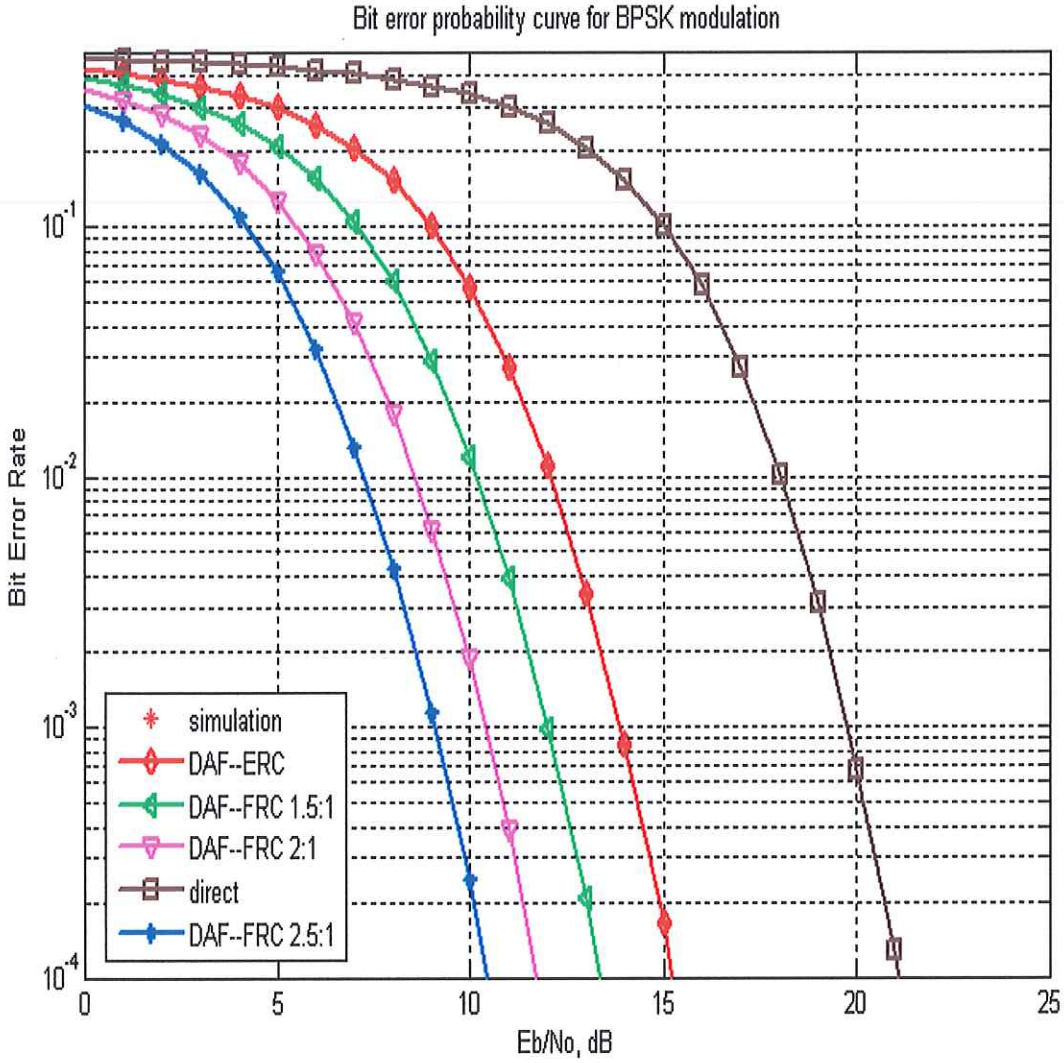
Trong phương pháp AAF chúng ta cũng so sánh được những hệ số khuếch đại khác nhau cũng cho chúng ta những kết quả thực thi khác nhau. Hệ số khuếch đại càng tốt thì càng chứng tỏ được sự kết hợp càng tốt trong phương pháp AAF. Hình 5.2 kết quả mô phỏng được chứng tỏ được kết quả này.



Hình 5.2: Các hệ số khuếch đại khác nhau với không có mã hóa kênh

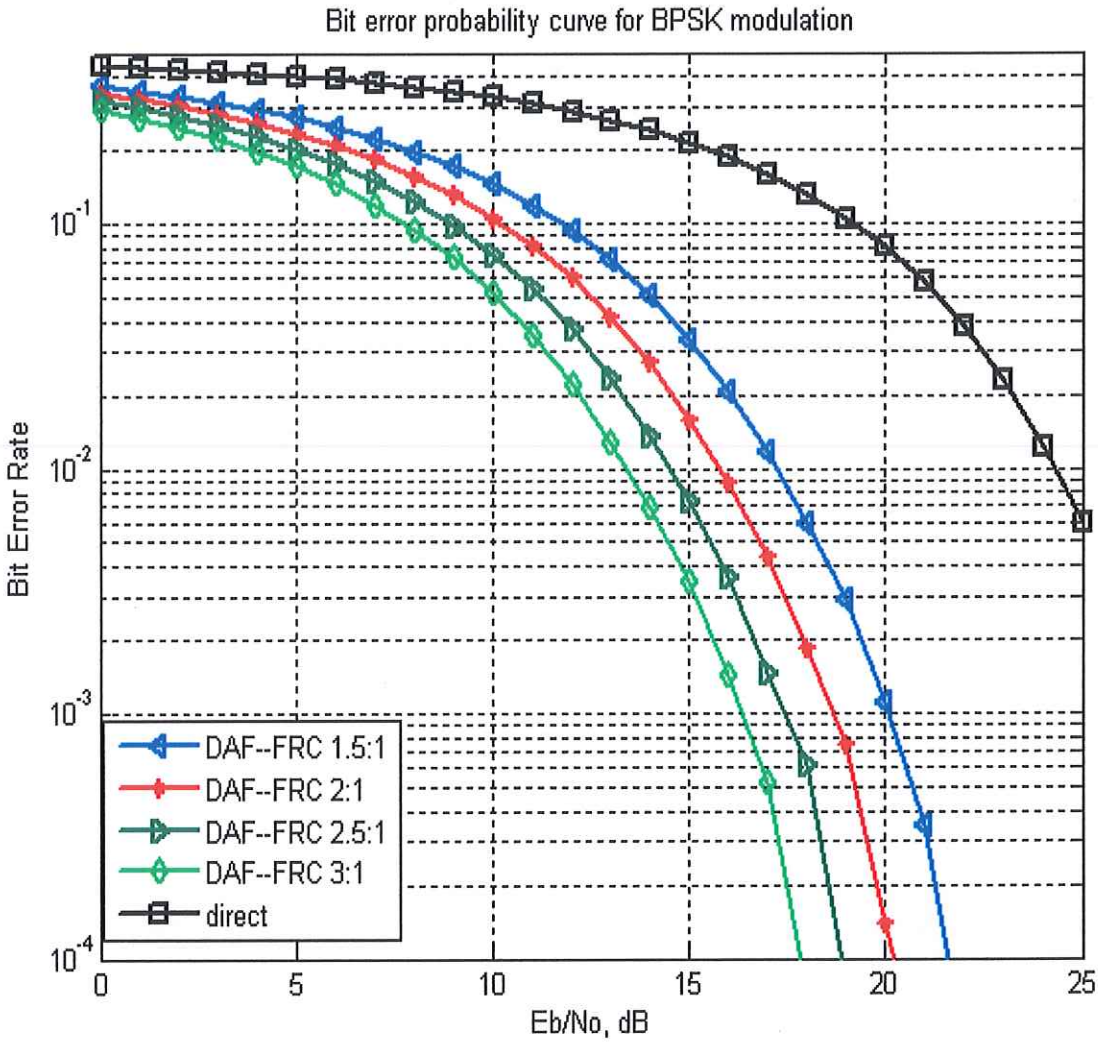
❖ DAF (Decode and Forward):

Trong 2 phương pháp ERC và FRC thì tại giao thức kết hợp này thì phương pháp kết hợp FRC vẫn thực thi với chất lượng tốt hơn so với phương pháp ERC hai hình bên dưới sẽ chứng minh được điều này.



Hình 5.3: Phương pháp kết hợp ERC và FRC trong DAF có mã hóa kênh

Hình 5.3 là kết quả thu được khi chúng ta thực hiện phương pháp DAF có dùng mã hóa kênh truyền thì ta thấy việc thực hiện cho kết quả tốt hơn so với việc khi chúng ta dùng DAF mà không dùng mã hóa kênh và điều này được thể hiện trong hình 5.4.

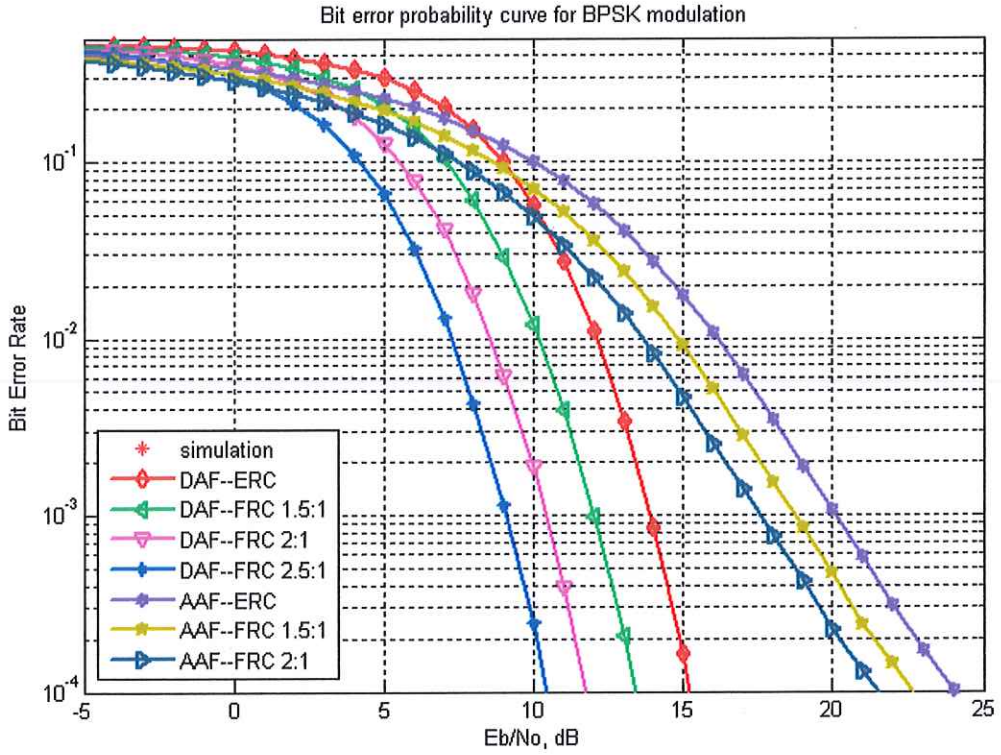


Hình 5.4: Phương pháp DAF không có mã hóa kênh

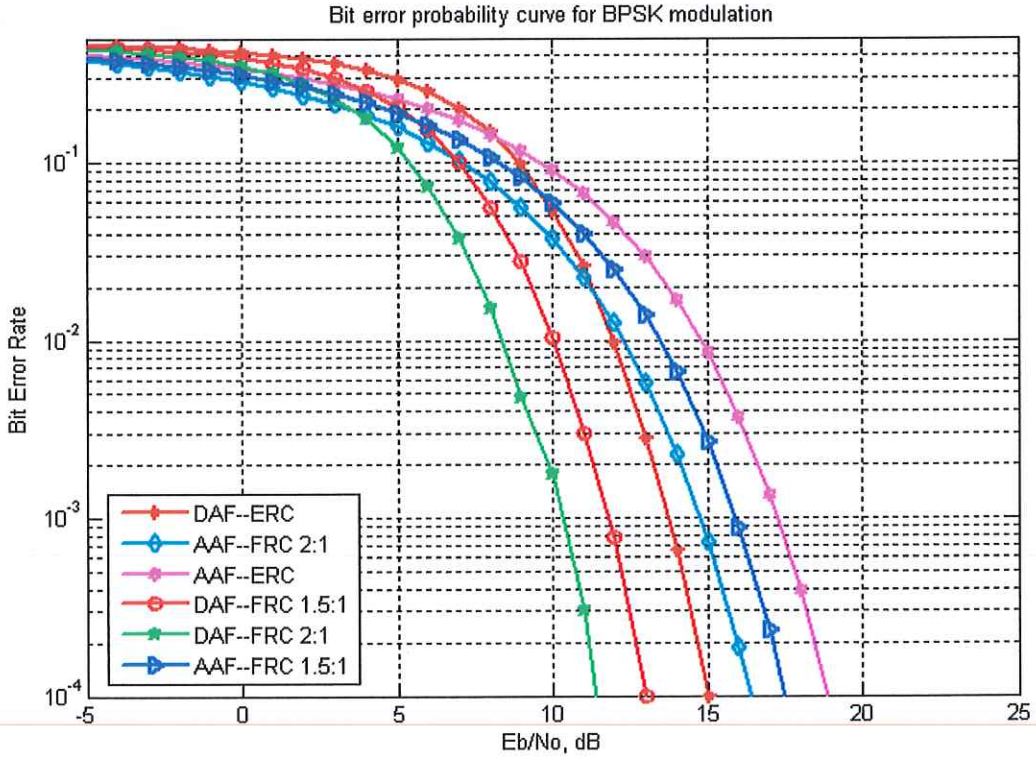
5.1.2 Sự so sánh 2 phương pháp AAF và DAF:

Trong cả phương pháp đều có mặt lợi của chúng, kết quả mô phỏng cho thấy rằng phương pháp DAF vẫn tốt hơn AAF và độ dốc của đường BER vẫn tốt hơn khi chúng ta sử dụng phương pháp DAF với mã hóa kênh truyền. Điều này chứng tỏ khi sử dụng DAF khi thực hiện mã hóa kênh và giải mã kênh thì làm cho xác suất lỗi nhỏ đi làm cho viêc thực thi DAF mang lại cho chúng ta tính khả thi hơn và độ tin cậy cao nhưng bù lại chúng ta tốn mất nhiều thời gian hơn cho trong việc giải mã và mã hóa kênh.

❖ AAF không có mã hóa kênh và DAF có mã hóa kênh



Hình 5.5: So sánh 2 phương pháp AAF và DAF với SNR thấp

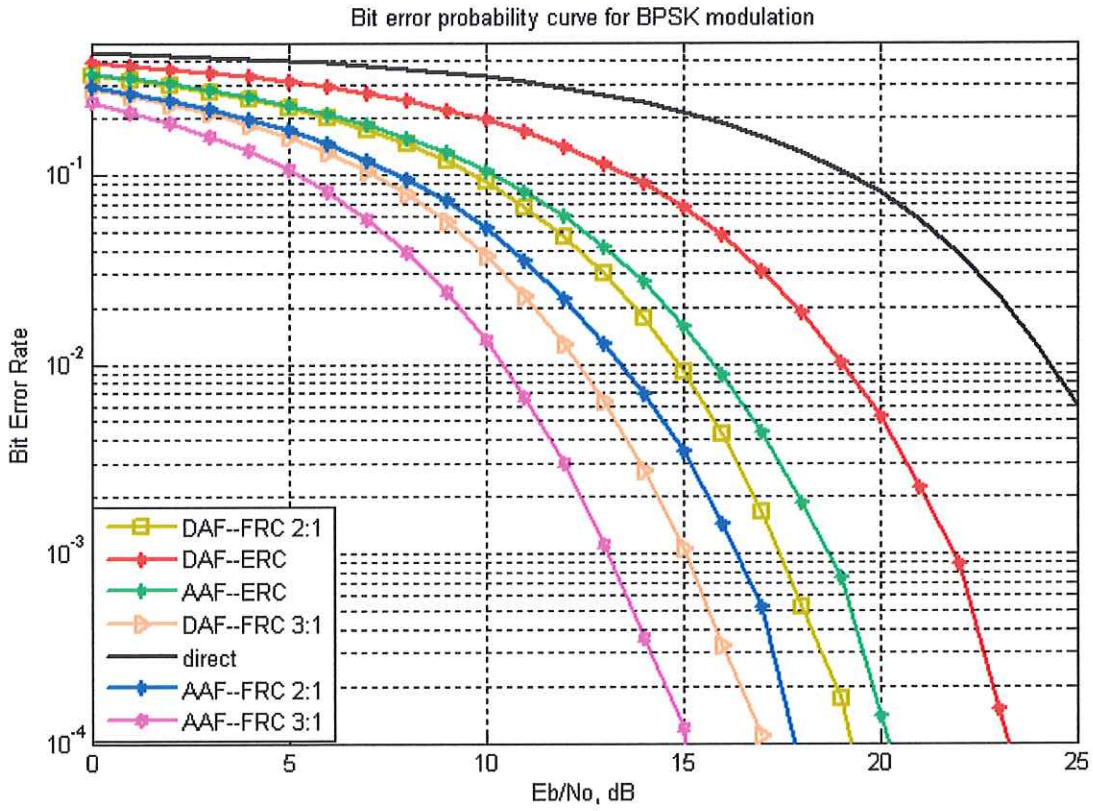


Hình 5.6 : So sánh 2 phương pháp DAF và AAF với SNR cao

Với kết quả được mô phỏng trong hình 5.6 thì ta thấy rằng khi sử dụng tỉ số tín hiệu trên nhiễu cao khi đó thì chất lượng tín hiệu sẽ tốt dẫn đến ít lỗi bit và khi sử dụng phương pháp AAF thì ta thấy sự thi tốt hơn so với tỉ số tín hiệu trên nhiễu thấp của hình 5.5.

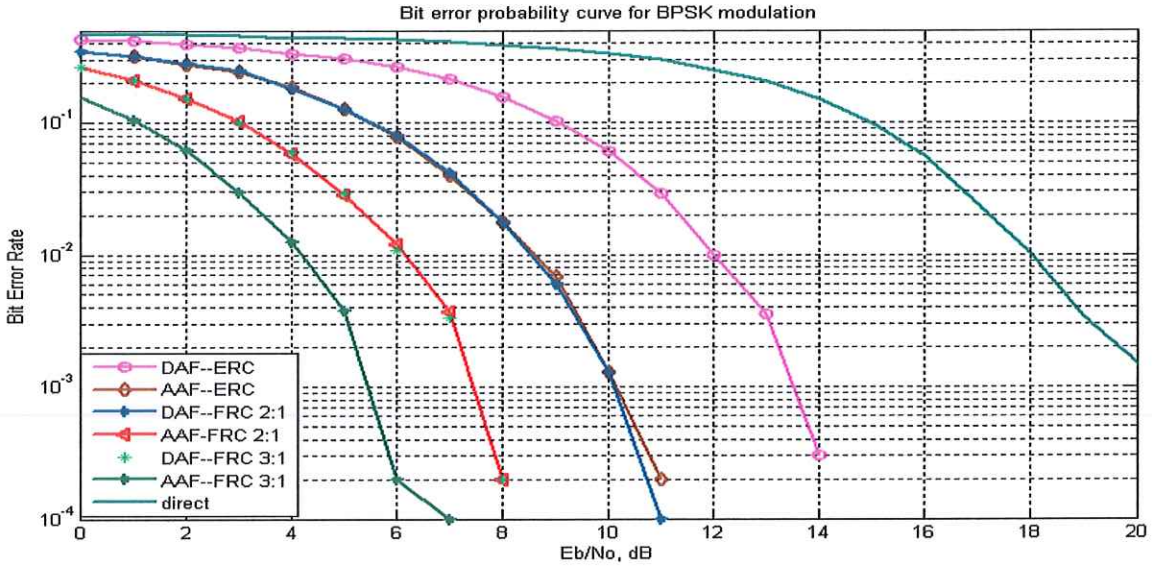
❖ AAF và DAF không có mã hóa kênh :

Khi không có mã hóa kênh truyền thì phương pháp DAF có sự thực thi không tốt bằng phương pháp AAF và điều này được chỉ ra trong hình bên dưới.



Hình 5.7: So sánh 2 phương pháp DAF và AAF khi không có mã hóa kênh

❖ AAF và DAF sử dụng mã hóa kênh :



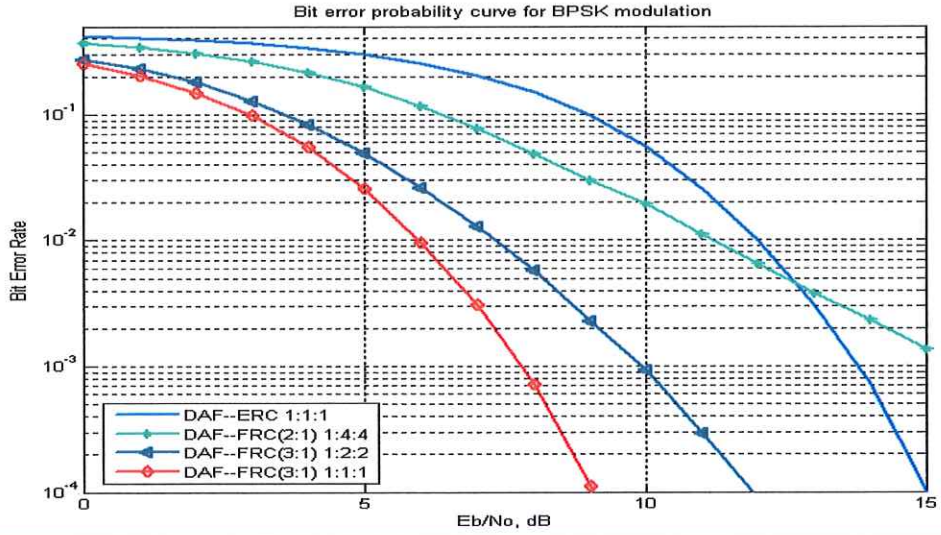
Hình 5.8 : So sánh AAF và DAF sử dụng mã hóa kênh

5.2 Sự thay đổi khoảng cách trong giao tiếp kết hợp:

Những vấn đề xa hơn, 3 trạm được đặt ở những vị trí có những khoảng cách như nhau thì 3 kênh sẽ co tỉ số SNR trung bình là như nhau. Trong phần này chúng xét đến sự ảnh hưởng của việc di chuyển trạm chuyển tiếp.

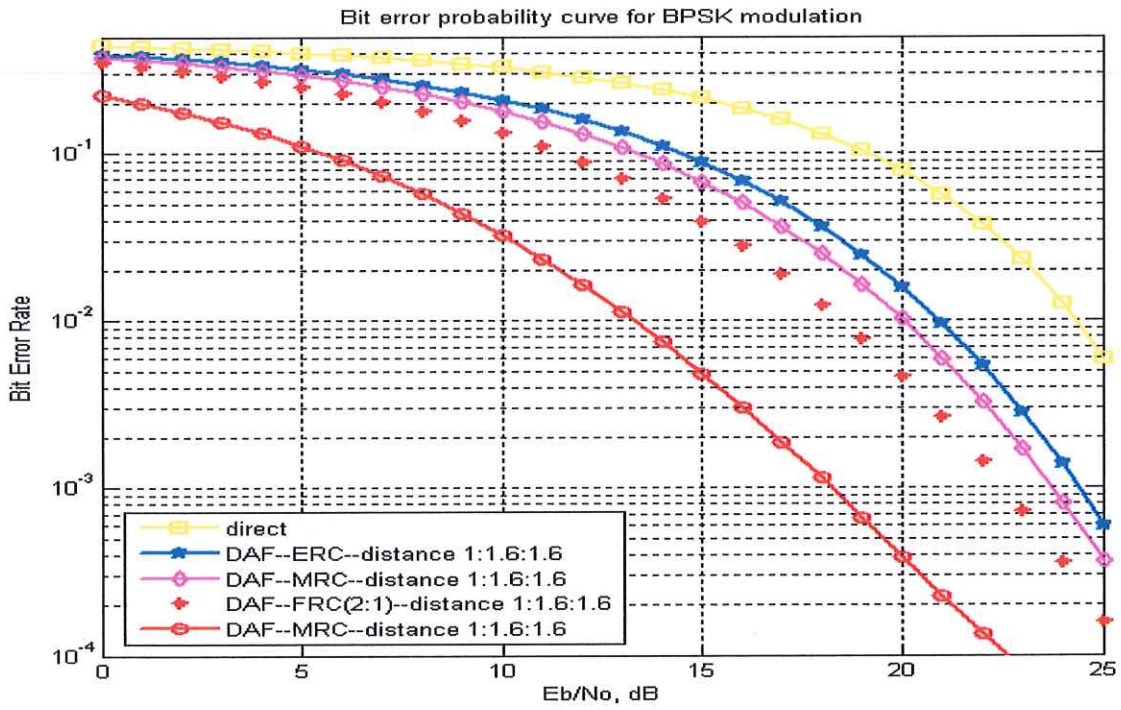
Những vị trí cân bằng trong sự dịch chuyển khoảng cách của trạm chuyển tiếp:

Để thấy được sự ảnh hưởng của chiều dài trong kênh chuyển tiếp chúng ta sẽ thấy ảnh hưởng của sự thay đổi này trong các phương pháp kết hợp trong hình 5.9.



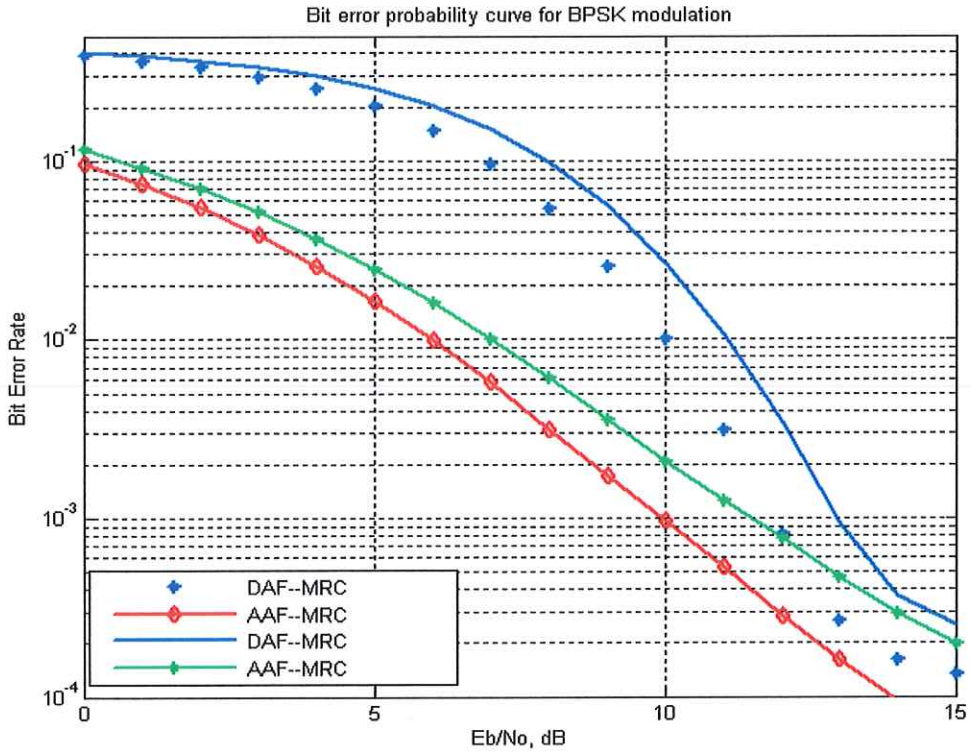
Hình 5.9: Ảnh hưởng thay đổi khoảng cách trong DAF có mã hóa kênh

Trong phần này từ kết quả mô phỏng chúng ta thấy được những ảnh hưởng của thay đổi khoảng cách rõ ràng trong giao tiếp kết hợp nếu trạm chuyển tiếp quá xa hơn so với nguồn thì việc kết hợp khó có thể tốt hơn kênh trực tiếp. Hình 5.10 cũng thể hiện sự thực thi rất tốt của phương pháp MRC trong giao thức kết hợp trong những trường hợp thay đổi khoảng cách.

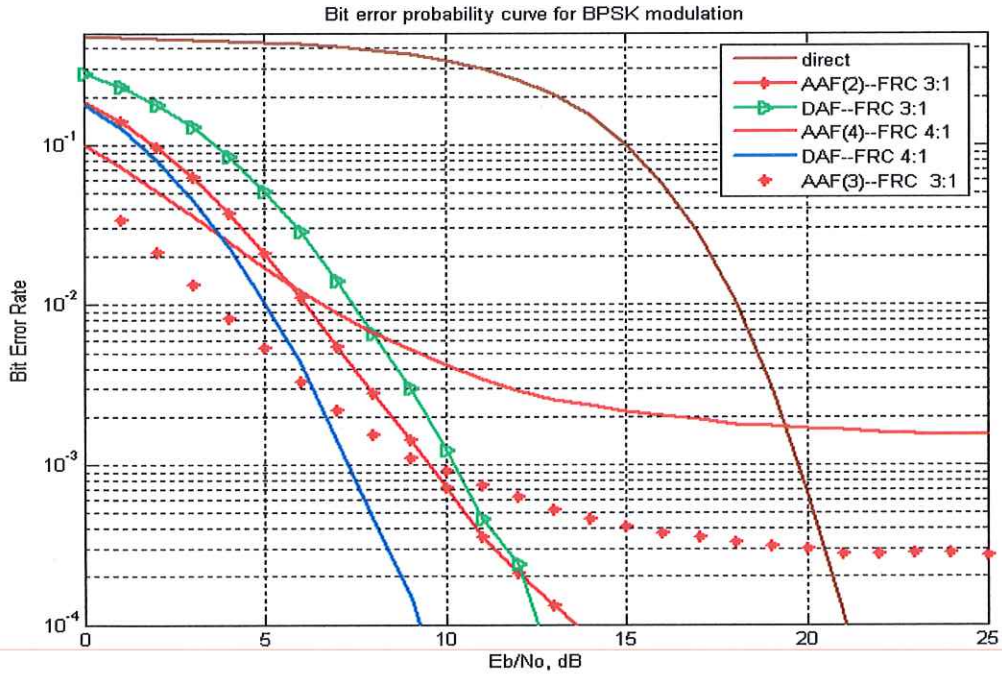


Hình 5.10: Phương pháp MRC với DAF không dùng mã hóa kênh

Trong trường hợp tỉ số SNR thấp từ nguồn đến trạm chuyển tiếp khi dùng phương pháp DAF có mã hóa kênh và AAF không sử dụng mã hóa kênh ta nhận thấy rằng khi dùng DAF thì tại trạm chuyển tiếp có gắng giải mã nhưng lại mang đến lỗi lớn của bản tin thu ngay tại trạm chuyển tiếp nhưng ngược lai thì AAF chỉ cần khuếch đại tín hiệu lên. Và tai đích chúng ta dùng phương pháp MRC để kết hợp 2 tín hiệ lại với nhau thì ta nhận thấy phương pháp AAF thực thi tốt hơn so với phương pháp DAF.



Hình 5.11: Phương pháp MRC khi AAF không dùng mã hóa kênh và DAF dùng mã hóa kênh



Hình 5.12 : Dùng FRC đánh giá sự thay đổi khoảng cách

Chúng ta xét thêm trường hợp khi sử dụng phương pháp FRC nhưng với kênh truyền từ nguồn đến trạm chuyển tiếp là xấu (SNR=15dB) và sau đó chúng ta đó tại trạm chuyển tiếp chúng ta cố gắng giải mã và khuếch đại nhưng ta nhân xét thấy là khi càng tăng hệ số khuếch đại càng cao thì làm cho tín hiệu kết hợp so với phương pháp DAF thi có sự thực thi không bằng và nó được chỉ ra bên trong hình 5.12.

Chương 6: Tổng kết và hướng nghiên cứu xa hơn

6.1 Tổng kết:

Trong đồ án này đã thể hiện được những thuận lợi của truyền phát không dây sử dụng phân tập kết hợp để tăng tính thực thi trong mạng giao tiếp không dây, giúp cải thiện xác suất lỗi cho kênh truyền vô tuyến. Dữ liệu được gửi thiết bị di động đến trạm gốc thông qua kênh kết hợp cho kết quả tốt hơn những giao thức phân tập khác.

Khi không có mã hóa kênh truyền thì giao thức AAF thể hiện sự thực thi tốt hơn phương pháp DAF ở trong mọi phương thức kết hợp khi các kênh truyền có tỉ số SNR như nhau. Nhưng khi chúng sử dụng phương pháp mã hóa kênh tuyền tại trong DAF thì DAF sẽ thực thi tốt hơn so với phương pháp AAF. Hơn thế nữa, khi kênh truyền từ nguồn đến trạm chuyển tiếp với chất lượng kênh xấu thì việc thực thi phương pháp AAF cho kết quả không tốt bằng phương pháp DAF. Nhưng nó cũng có ưu và khuyêt điểm khi chúng ta thực hiên mã hóa kênh truyền và giải mã kênh thì tại trạm chuyển tiếp sẽ tốn nhiều năng lượng hơn và độ trễ kênh truyền lớn hơn. Sự lựa chọn phương thức kết hợp có những ảnh hưởng lớn đến tốc độ lỗi tại bộ nhận. Khi sử dụng phương pháp AAF tại trạm chuyển tiếp thì dễ dàng thực hiện phương pháp kết hợp ERC (Equal Ration Combining) thể hiện những lợi ích hơn so với kênh truyên trực tiếp. Nếu FRC (Fixed Ratio Combining) được sử dụng thì phương pháp này cần biết được thông tin trung bình về chất lượng kênh, và thể hiện một sự thực thi tốt hơn ERC. Sử dụng phương pháp MRC thì cần phải tính toán nhiều hơn để có được những thông số tối ưu nhất.

Vị trí của trạm chuyển tiếp cũng mang lai cho chúng ta nhiều nhận xét, khi trạm chuyển tiếp thực thi nhiệm vụ tốt nhất tai vị trí khoảng cách đều nhau và trạm chuyển tiếp di chuyển gần về vị trí của nguồn có nghĩa là vị trí của nó gần nguồn hơn so với đích.

Vì vậy tùy theo trường hợp thì chúng ta áp dụng từng phương pháp cụ thể để mạng lai kết quả tốt nhất sự giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh.

6.2 Hướng nghiên cứu xa hơn:

Nâng cao giao thức phân tập với một vài phản hồi trong kết hợp với mã hóa sửa lỗi sai. Điểm đích cố gắng giải mã dữ liệu nhận tại trạm đang gửi và gửi một bản tin ngắn tới trạm chuyển tiếp và trạm nguồn để cho chúng biết nếu sự truyền phát thành công. Điều này không phải là trường hợp trong lúc trạm chuyển tiếp gửi dữ liệu như bình thường. Nhưng ngược lai thì nó không lãng phí băng thông nếu gủi thông tin lần nữa thay vì gửi bản tin kế tiếp.

Một hướng nghiên cứu khác đó là sử dụng nhiều hơn một trạm chuyển tiếp. thực vậy hệ thống sẽ thể hiện những mức cao hơn của phân tập và có lẽ sẽ rất có tiềm năng.

Làm cách nào để gán được partner và quản lí chúng như thế nào trong mạng đa người sử dụng, hay làm cách nào để xác định được những thuê bao nào được sử dụng để kết hợp.

Hơn nữa là chúng ta cũng cần phải nghiên cứu về hướng phát triển trong việc điều khiển công suất phát để cân bằng công suất phát.

Hướng mở rộng nữa đó là sự phát triển của những chuẩn thiết kế riêng biệt cho những mã với những mã này tối ưu sự thực thi của giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh.

Cuối cùng là hướng phát triển về báo hiệu trong giao tiếp cộng tác chuyển tiếp thông minh.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

***

❖ Tiếng Việt:

[1] Nguyễn Trung Hiếu, Nguyễn Viết Đảm, "*Trạm chuyển tiếp thông minh trong thông tin vô tuyến*", tạp chí bưu chính viễn thông.

[2] Lê Dương Hải, "*Kênh fading và các phương pháp mô phỏng*", đồ án tốt nghiệp trường đại học Quốc Gia Hà Nội.

❖ Tiếng Anh:

[1] Frank H.P Fitzek and Marcos D.Katz, "*Cooperation in Wireless Networks: Principles and Applications, Real Egoistic Behavior is to Cooperate*".

[2] Aria Nosratinia, University of Texas, Dallas, Todd E. Hunter, Nortel Networks Ahmadreza Hedayat, University of Texas, Dallas, "*Adaptive Antennas And MIMO System for Wireless Communications*".

[3] Behnaam Aazhang, "*Cooperative Communication*"

[4] Kamal Khatir , "*Coded Cooperation Communications*".

[5] Marvin K. Simon, Mohamed – Slim Alouini, "*Digital Communication over Fading Channels*".

[6] Yao-Win Hong, Wan-Jen Huang, Fu-Hsuan Chiu and C.-C Jay Kuo, "*Cooperative Communication in Resource-Constrained Wireless Networks*"

[7] Gunnar Heine, "*GSM Network: Protocols, Terminology, and Implementation*"

PHỤ LỤC

***

➢ **Kênh trực tiếp:**

```
function nErr=direct(n,ip,Eb_N0_dB);
s = 2*ip-1;
y = s + 10^(-Eb_N0_dB/20)*n; % additive white gaussian noise
    % receiver - hard decision decoding
ipHat = real(y)>0;
ipHatr=[1]*ipHat;
    %counting the errors
nErr= size(find([ip- ipHat]),2);
```

➢ **Khuếch Đại:**

```
function nErrd=AAF(n,N,ip,Eb_N0_dB_r,b,g,j)
    s = 2*ip-1;
    Eb_N0_dB = [0:40];
    for ii = 1:length(Eb_N0_dB)
    % Noise addition
    y = s + 10^(-Eb_N0_dB(ii)/20)*n; % additive white gaussian noise
    % receiver - hard decision decoding
    ipHat = real(y)>0;
    ipHatr=[1]*ipHat;
    end
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
%%%%%kenh relay%%%%%%%%%
%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%%
m = 10/sqrt(2)*[randn(1,N)];
```

```
amp=b*y;
% Noise addition
ydr =amp+10^(-Eb_N0_dB_r/20)*m; % additive white gaussian noise
yd=g*ydr+j*y;
% receiver - hard decision decoding
ipHatd = real(yd)>0;
% counting the errors
nErrd = size(find([ip- ipHatd]),2);
```

➢ **Chương trình gọi hàm khuếch đại AAF:**

```
rand('state',100); % initializing the rand() function
randn('state',200); % initializing the randn() function
ip = rand(1,N)>0.5; % generating 0,1 with equal probability
n = 10/sqrt(2)*[randn(1,N)];
Eb_N0_dB = [0:40];
for ii = 1:length(Eb_N0_dB)
   c(ii)=direct(n,ip,Eb_N0_dB(ii));
end
simBer=c/N;
semilogy(Eb_N0_dB,simBer,'r--');
hold on
Eb_N0_dB_r=[0:40];
for i=1:length(Eb_N0_dB_r)
   a(i)=AAF(n,N,ip,Eb_N0_dB_r(i),b,g,j);
end
simBerd=a/N;
semilogy(Eb_N0_dB_r,simBerd,'m--')
%hold on
axis([0 25 10^-4 0.5])
%axis([0 25 10^-4 0.5])
```

```
grid on
legend('direct','coop AAF')
xlabel('Eb/No, dB')
ylabel('Bit Error Rate')
hold on
```

➢ **Hàm DAF (Decode and Forward) không có mã hóa kênh:**

```
function nErrdd=DAF(ip,n,N,Eb_N0_dB_d,u,o)
s = 2*ip-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1
Eb_N0_dB = [0:40]; % multiple Eb/N0 values
   for ii = 1:length(Eb_N0_dB)
      % Noise addition
      y_DAF = s + 10^(-Eb_N0_dB(ii)/20)*n; % additive white gaussian noise
      % receiver - hard decision decoding
      ipHat_DAF = real(y_DAF)>0;
      ipHatr_DAF=[1]*ipHat_DAF;
   end
m= 10/sqrt(2)*[randn(1,N)];
dec=2*ipHatr_DAF-1;
ydr_DAF =dec+10^(-Eb_N0_dB_d/20)*m; % additive white gaussian noise
yd_DAF=u*ydr_DAF+o*y_DAF;
ipHatd_DAF = real(yd_DAF)>0;
nErrdd = size(find([ip- ipHatd_DAF]),2);
```

➢ **Hàm gọi phương pháp DAF không có mã hóa kênh:**

```
rand('state',100); % initializing the rand() function
randn('state',200); % initializing the randn() function
ip = rand(1,N)>0.5; % generating 0,1 with equal probability
n = 10/sqrt(2)*[randn(1,N)];
Eb_N0_dB = [0:40];
for ii = 1:length(Eb_N0_dB)
```

```
    c(ii)=direct(n,ip,Eb_N0_dB(ii));
end
simBer=c/N;
semilogy(Eb_N0_dB,simBer,'r--');
hold on
Eb_N0_dB_d=[0:40];
for iii=1:length(Eb_N0_dB_d)
    q(iii)=DAF(ip,n,N,Eb_N0_dB_d(iii),u,o);
end
simBerdd=q/N;
semilogy(Eb_N0_dB_d,simBerdd,'b--')
hold on
axis([0 25 10^-4 0.5]);
grid on
legend('direct','Coop DAF')
xlabel('Eb/No,dB')
ylabel('Bit Error Rate')
hold on
```

➢ **Hàm AAF có mã hóa kênh**

```
function nErrd=AAF1(amp,Eb_N0_dB_AAF,m,u,o,y,trellis,tx1)
    ydr =amp+10^(-Eb_N0_dB_AAF/20)*m; % additive white gaussian noise
    yd=u*ydr+o*y;
    % receiver - hard decision decoding
    ipHatd = real(yd)>0;
    ipHatdr=[1]*ipHatd;
    opmode='trunc';%che do van hanh
    dectype='hard';
    tblen=12;
    rr=vitdec(ipHatdr,trellis,tblen,opmode,dectype);
```

```
% counting the errors
nErrd = size(find([tx1- rr]),2);
```

➢ **Hàm gọi AAF có mã hóa kênh**

```
rand('state',100); % initializing the rand() function
randn('state',200); % initializing the randn() function
% Transmitter
tx=randint(N,1);
tx1=tx';
%ip = rand(1,N)>0.5;
conlen=4;
codegen=[15 7 5 2];
%trellis=poly2trellis([3 3],[4 5 7;7 4 2]);
trellis=poly2trellis(conlen,codegen);
x=convenc(tx,trellis)';%ma hoa chuoi bit thanh cong
M=4*N;
%ip = rand(1,N)>0.5; % generating 0,1 with equal probability
s = 2*x-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1
n = 10/sqrt(2)*[randn(1,M)]; % white gaussian noise, 0dB variance
Eb_N0_dB = [0:40]; % multiple Eb/N0 values
  for ii = 1:length(Eb_N0_dB)
    % Noise addition
    y = s + 10^(-Eb_N0_dB(ii)/20)*n; % additive white gaussian noise
    % receiver - hard decision decoding
    ipHat = real(y)>0;
    ipHatr=[1]*ipHat
    opmode='trunc';%che do van hanh
    dectype='hard';
    tblen=12;
    r=vitdec(ipHatr,trellis,tblen,opmode,dectype);
```

```
        %[nErrors,BER(n)]=biterr(tx(2:end),r(2:end));
        %counting the errors
       %nErr(ii) = size(find([tx1- r]),2);
    end
Eb_N0_dB_2 = [0:40]; % multiple Eb/N0 values
    for ii = 1:length(Eb_N0_dB_2)
      % Noise addition
      y_2 = s + 10^(-Eb_N0_dB_2(ii)/20)*n; % additive white gaussian noise
      % receiver - hard decision decoding
      ipHat_2 = real(y_2)>0;
      ipHatr_2=[1]*ipHat_2;
      opmode='trunc';%che do van hanh
      dectype='hard';
      tblen=12;
      r_2=vitdec(ipHatr_2,trellis,tblen,opmode,dectype);
      r2=r_2';
      %[nErrors,BER(n)]=biterr(tx(2:end),r(2:end));
      %counting the errors
     nErr(ii) = size(find([tx1- r_2]),2);
    end
m = 10/sqrt(2)*[randn(1,M)];
Eb_N0_dB_AAF = [0:40];
%s1= 2*r-1; % multiple Eb/N0 values
amp=b*y_2;
    for iii = 1:length(Eb_N0_dB_AAF)
      b(iii)=AAF1(amp,Eb_N0_dB_AAF(iii),m,u,o,y,trellis,tx1);

    end
%figure(2)
```

```
simBerd = b/N; % simulated ber
semilogy(Eb_N0_dB_AAF,simBerd,'r*');
hold on
axis([0 25 10^-4 0.5])
grid on
legend('direct','simulation');
xlabel('Eb/No, dB');
ylabel('Bit Error Rate');
title('Bit error probability curve for BPSK modulation');
hold on
```

➢ **Hàm DAF có mã hóa kênh**

```
function nErrdd=DAF1(s1,Eb_N0_dB_d,m,u,o,y,trellis,tx1)
    % Noise addition
    ydr =s1+10^(-Eb_N0_dB_d/20)*m; % additive white gaussian noise
    yd=u*ydr+o*y;
    % receiver - hard decision decoding
    ipHatd = real(yd)>0;
    ipHatdr=[1]*ipHatd;
    opmode='trunc';%che do van hanh
    dectype='hard';
    tblen=12;
    rr=vitdec(ipHatdr,trellis,tblen,opmode,dectype);
    % counting the errors
    nErrdd= size(find([tx1- rr]),2);
```

➢ **Hàm gọi DAF có mã hóa kênh:**

```
rand('state',100); % initializing the rand() function
randn('state',200); % initializing the randn() function
%ip = rand(1,N)>0.5; % generating 0,1 with equal probability
%n = 10/sqrt(2)*[randn(1,N)];
```

```
% Transmitter
tx=randint(N,1);
tx1=tx';
conlen=4;
codegen=[15 7 5 2 0];
trellis=poly2trellis(conlen,codegen);
x=convenc(tx,trellis)';%ma hoa chuoi bit thanh cong
M=5*N;
s = 2*x-1; % BPSK modulation 0 -> -1; 1 -> 1
m = 10/sqrt(2)*[randn(1,M)]; % white gaussian noise, 0dB variance
Eb_N0_dB = [-10:40]; % multiple Eb/N0 values
   for ii = 1:length(Eb_N0_dB)
      % Noise addition
      y = s + 10^(-Eb_N0_dB(ii)/20)*m; % additive white gaussian noise
      % receiver - hard decision decoding
      ipHat = real(y)>0;
      ipHatr=[1]*ipHat;
      opmode='trunc';%che do van hanh
      dectype='hard';
      tblen=12;
      r=vitdec(ipHatr,trellis,tblen,opmode,dectype);
      r1=r';
      %[nErrors,BER(n)]=biterr(tx(2:end),r(2:end));
      %counting the errors
     nErr(ii) = size(find([tx1- r]),2);
   end
simBer=nErr/N;
m = 10/sqrt(2)*[randn(1,M)];
%Eb_N0_dB_AAF = [-10:40];
```

```
%s1= (2*r-1)'; % multiple Eb/N0 values
%amp=2*y;
conlen=4;
codegen=[15 7 5 2 0];
%trellis=poly2trellis([3 3],[4 5 7;7 4 2]);
trellis=poly2trellis(conlen,codegen);
x1=convenc(r1,trellis)';%ma hoa chuoi bit thanh cong
s1=2*x1-1;
Eb_N0_dB_d=[-10:40];
for iii=1:length(Eb_N0_dB_d)
   q(iii)=DAF1(s1,Eb_N0_dB_d(iii),m,u,o,y,trellis,tx1);
end
simBerdd=q/N;
semilogy(Eb_N0_dB_d,simBerdd,'b--')
hold on
axis([-5 25 10^-4 0.5]);
grid on
legend('Coop DAF')
xlabel('Eb/No,dB')
ylabel('Bit Error Rate')
hold on
```

➢ **GUI chương trình mô phỏng**

```
function varargout = mophong(varargin)
% MOPHONG M-file for mophong.fig
%      MOPHONG, by itself, creates a new MOPHONG or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = MOPHONG returns the handle to a new MOPHONG or the handle to
%      the existing singleton*.
```

```
%
%    MOPHONG('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%      function named CALLBACK in MOPHONG.M with the given input
arguments.
%
%    MOPHONG('Property','Value',...) creates a new MOPHONG or raises the
%    existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%    applied to the GUI before mophong_OpeningFunction gets called.  An
%    unrecognized property name or invalid value makes property application
%    stop.  All inputs are passed to mophong_OpeningFcn via varargin.
%
%      *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only
one
%    instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
% Copyright 2002-2003 The MathWorks, Inc.
% Edit the above text to modify the response to help mophong
% Last Modified by GUIDE v2.5 18-Jun-2009 01:06:13
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @mophong_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @mophong_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
```

```
end
if nargout
   [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
   gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
% --- Executes just before mophong is made visible.
function mophong_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to mophong (see VARARGIN)
% Choose default command line output for mophong
handles.output = hObject;
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes mophong wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = mophong_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;
% --- Executes on button press in pushbutton1.
```

```
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
DAF1gui
```

➢ **GUI gọi chương trình chính hoạt động:**

```
function varargout = DAF1gui(varargin)
% DAF1GUI M-file for DAF1gui.fig
%      DAF1GUI, by itself, creates a new DAF1GUI or raises the existing
%      singleton*.
%
%      H = DAF1GUI returns the handle to a new DAF1GUI or the handle to
%      the existing singleton*.
%
%      DAF1GUI('CALLBACK',hObject,eventData,handles,...) calls the local
%           function named CALLBACK in DAF1GUI.M with the given input
arguments.
%
%      DAF1GUI('Property','Value',...) creates a new DAF1GUI or raises the
%      existing singleton*.  Starting from the left, property value pairs are
%      applied to the GUI before DAF1gui_OpeningFunction gets called.  An
%      unrecognized property name or invalid value makes property application
%      stop.  All inputs are passed to DAF1gui_OpeningFcn via varargin.
%
%       *See GUI Options on GUIDE's Tools menu.  Choose "GUI allows only
one
%      instance to run (singleton)".
%
% See also: GUIDE, GUIDATA, GUIHANDLES
```

```
% Copyright 2002-2003 The MathWorks, Inc.
% Edit the above text to modify the response to help DAF1gui
% Last Modified by GUIDE v2.5 21-Jun-2009 21:15:12
% Begin initialization code - DO NOT EDIT
gui_Singleton = 1;
gui_State = struct('gui_Name',       mfilename, ...
                   'gui_Singleton',  gui_Singleton, ...
                   'gui_OpeningFcn', @DAF1gui_OpeningFcn, ...
                   'gui_OutputFcn',  @DAF1gui_OutputFcn, ...
                   'gui_LayoutFcn',  [] , ...
                   'gui_Callback',   []);
if nargin && ischar(varargin{1})
    gui_State.gui_Callback = str2func(varargin{1});
end
if nargout
    [varargout{1:nargout}] = gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
else
    gui_mainfcn(gui_State, varargin{:});
end
% End initialization code - DO NOT EDIT
% --- Executes just before DAF1gui is made visible.
function DAF1gui_OpeningFcn(hObject, eventdata, handles, varargin)
% This function has no output args, see OutputFcn.
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% varargin   command line arguments to DAF1gui (see VARARGIN)
% Choose default command line output for DAF1gui
handles.output = hObject;
```

```
% Update handles structure
guidata(hObject, handles);
% UIWAIT makes DAF1gui wait for user response (see UIRESUME)
% uiwait(handles.figure1);
% --- Outputs from this function are returned to the command line.
function varargout = DAF1gui_OutputFcn(hObject, eventdata, handles)
% varargout  cell array for returning output args (see VARARGOUT);
% hObject    handle to figure
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Get default command line output from handles structure
varargout{1} = handles.output;
function edit1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit1 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit1 as a double
u = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(u)
   errordlg('parametter must be a positive number','Error');
   handles.metricdata.edit1 = -1;
else
   if (u<=0)
      errordlg('parametter must be a positive number','Error');
      handles.metricdata.edit1 = -1;
   else
      % Save the new density value
      handles.metricdata.edit1 = u;
```

```
    end
end
guidata(hObject,handles)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit1_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc
   set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
   set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end
function edit2_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit2 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit2 as a double
o = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(o)
   errordlg('parametter must be a positive number','Error');
   handles.metricdata.edit1 = -1;
else
   if (o<=0)
      errordlg('parametter must be a positive number','Error');
      handles.metricdata.edit2 = -1;
```

```
    else
        % Save the new density value
        handles.metricdata.edit2 = o;
    end
end
guidata(hObject,handles)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit2_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit2 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end
% --- Executes on button press in pushbutton1.
function pushbutton1_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton1 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
o=handles.metricdata.edit2;
u=handles.metricdata.edit1;
N=handles.metricdata.edit3;
figure(1)
PP_DAF
function edit3_Callback(hObject, eventdata, handles)
```

```
% hObject    handle to edit3 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit3 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit3 as a double
N = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(N)
   errordlg('parametter must be a positive number','Error');
   handles.metricdata.edit3 = -1;
else
   if (N<=0)
      errordlg('parametter must be a positive number','Error');
      handles.metricdata.edit3 = -1;
   else
      % Save the new density value
      handles.metricdata.edit3 = N;
   end
end
guidata(hObject,handles)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit7_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit7 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit7 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit7 as a double
b = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(b)
   errordlg('parametter must be a positive number','Error');
```

```
    handles.metricdata.edit7 = -1;
  else
    if (b<=0)
      errordlg('parametter must be a positive number','Error');
      handles.metricdata.edit7 = -1;
    else
      % Save the new density value
      handles.metricdata.edit7 = b;
    end
  end
  guidata(hObject,handles)
  % --- Executes during object creation, after setting all properties.
  function edit7_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
  % hObject    handle to edit7 (see GCBO)
  % eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
  % handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called

  % Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
  %       See ISPC and COMPUTER.
  if ispc
    set(hObject,'BackgroundColor','white');
  else
    set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
  end
  function edit5_Callback(hObject, eventdata, handles)
  % hObject    handle to edit5 (see GCBO)
  % eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
  % handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
  % Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit5 as text
```

```
%       str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit5 as a double
g = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(g)
   errordlg('parametter must be a positive number','Error');
   handles.metricdata.edit5 = -1;
else
   if (g<=0)
      errordlg('parametter must be a positive number','Error');
      handles.metricdata.edit5 = -1;
   else
      % Save the new density value
      handles.metricdata.edit5 = g;
   end
end
guidata(hObject,handles)
% --- Executes during object creation, after setting all properties.
function edit5_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc
   set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
   set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end
function edit6_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit6 (see GCBO)
```

```
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
% Hints: get(hObject,'String') returns contents of edit6 as text
%        str2double(get(hObject,'String')) returns contents of edit6 as a double
j = str2double(get(hObject, 'String'));
if isnan(j)
   errordlg('parametter must be a positive number','Error');
   handles.metricdata.edit6 = -1;
else
   if (j<=0)
      errordlg('parametter must be a positive number','Error');
      handles.metricdata.edit6 = -1;
   else
      % Save the new density value
      handles.metricdata.edit6 = j;
   end
end
guidata(hObject,handles)
function edit10_CreateFcn(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to edit10 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    empty - handles not created until after all CreateFcns called
% Hint: edit controls usually have a white background on Windows.
%       See ISPC and COMPUTER.
if ispc
   set(hObject,'BackgroundColor','white');
else
   set(hObject,'BackgroundColor',get(0,'defaultUicontrolBackgroundColor'));
end
```

```
% --- Executes on button press in pushbutton5.
function pushbutton5_Callback(hObject, eventdata, handles)
% hObject    handle to pushbutton5 (see GCBO)
% eventdata  reserved - to be defined in a future version of MATLAB
% handles    structure with handles and user data (see GUIDATA)
N=handles.metricdata.edit3;
b=handles.metricdata.edit7;
u=handles.metricdata.edit1;
o=handles.metricdata.edit2;
%b=handles.metricdata.edit7;
%g=handles.metricdata.edit5;
%j=handles.metricdata.edit6;
figure(1);
PP_AAF1
```