



Luận văn tốt nghiệp

**Đề tài: Tối ưu hóa mạng di
động GSM**

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Số hiệu sinh viên:

Khoá:..... Khoa: Điện tử - Viễn thông Ngành:

1. *Đầu đề đồ án:*

.....
.....

2. *Các số liệu và dữ liệu ban đầu:*

.....
.....
.....

3. *Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:*

.....
.....
.....
.....

4. *Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):*

.....
.....
.....

5. *Họ tên giảng viên hướng dẫn:*

6. *Ngày giao nhiệm vụ đồ án:*

7. *Ngày hoàn thành đồ án:*

Chủ nhiệm Bộ môn

Ngày tháng năm
Giảng viên hướng dẫn

Sinh viên đã hoàn thành và nộp đồ án tốt nghiệp ngày tháng năm

Cán bộ phản biện

BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

BẢN NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

Họ và tên sinh viên: Số hiệu sinh viên:

Ngành: Khoa:

Giảng viên hướng dẫn:

Cán bộ phản biện:

1. Nội dung thiết kế tốt nghiệp:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

2. Nhận xét của cán bộ phản biện:

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Ngày tháng năm

Cán bộ phản biện

(Ký, ghi rõ họ và tên)

LỜI NÓI ĐẦU

Trong cuộc sống hàng ngày thông tin liên lạc đóng một 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 hoá, kinh tế, khoa học kỹ thuật rất đa dạng và phong phú.

Ngày nay với những nhu cầu cả về số lượng và chất lượng của khách hàng sử dụng 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 của khách hàng “mọi lúc, mọi nơi” mà họ cần.

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.

Trong những năm gần đây, lĩnh vực thông tin di động trong nước đã có những bước phát triển vượt bậc cả về cơ sở hạ tầng lẫn chất lượng phục vụ. Với sự hình thành nhiều nhà cung cấp dịch vụ viễn thông mới đã tạo ra sự cạnh tranh để thu hút thị phần thuê bao giữa các nhà cung cấp dịch vụ. Các nhà cung cấp dịch vụ liên tục đưa ra các chính sách khuyến mại, giảm giá và đã thu hút được rất nhiều khách hàng sử dụng dịch vụ. Cùng với đó, mức sống chung của toàn xã hội ngày càng được nâng cao đã khiến cho số lượng các thuê bao sử dụng dịch vụ di động tăng đột biến trong các năm gần đây.

Các nhà cung cấp dịch vụ di động trong nước hiện đang sử dụng hai công nghệ là GSM (Global System for Mobile Communication - Hệ thống thông tin di động toàn cầu) với chuẩn TDMA (Time Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo thời gian) và công nghệ CDMA (Code Division Multiple Access - đa truy cập phân chia theo mã). Các nhà cung cấp dịch vụ di động sử dụng hệ thống

thông tin di động toàn cầu GSM là Mobiphone, Vinaphone, Viettel và các nhà cung cấp dịch vụ di động sử dụng công nghệ CDMA là S-Fone, EVN, Hanoi Telecom.

Các nhà cung cấp dịch vụ di động sử dụng công nghệ CDMA mang lại nhiều tiện ích hơn cho khách hàng, và cũng đang dần lớn mạnh. Tuy nhiên hiện tại do nhu cầu sử dụng của khách hàng nên thị phần di động trong nước phần lớn vẫn thuộc về các nhà cung cấp dịch vụ di động GSM với số lượng các thuê bao là áp đảo. Chính vì vậy việc tối ưu hóa mạng di động GSM là việc làm rất cần thiết và mang một ý nghĩa thực tế rất cao.

Trên cơ sở những kiến thức tích lũy trong những năm học tập chuyên ngành Điện Tử - Viễn Thông tại trường đại học Bách Khoa Hà Nội và sau thời gian thực tập tại phòng Kỹ thuật_Khai thác thuộc Trung tâm di động KVI_công ty VMS-MobiFone cùng với sự hướng dẫn của **thầy Nguyễn Tiến Quyết**, em đã tìm hiểu, nghiên cứu và hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài **“Tối ưu hóa mạng di động GSM”**.

Em xin chân thành cảm ơn Trưởng phòng Đỗ Vũ Anh_Phòng Công nghệ và Phát triển mạng, Trưởng phòng Nguyễn Xuân Nghĩa_Phòng Kỹ thuật Khai thác đã tạo điều kiện giúp đỡ em trong đợt thực tập tốt nghiệp.

Đồng thời, em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy Nguyễn Tiến Quyết cùng với tổ trưởng tổ tối ưu hóa anh Đỗ Trung Minh và các cán bộ phòng Kỹ thuật_Khai thác thuộc công ty thông tin di động VMS_MobiFone khu vực I đã trực tiếp hướng dẫn và giúp đỡ em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này.

Hà Nội, Ngày Tháng Năm 2007

Sinh viên thực hiện

Hoàng Anh Dũng

MỤC LỤC

Trang

<u>LỜI NÓI ĐẦU.....</u>	<u>4</u>
<u>DANH SÁCH HÌNH MINH HỌA.....</u>	<u>8</u>
<u>DANH SÁCH TỪ VIẾT TẮT.....</u>	<u>10</u>
<u>PHẦN MỞ ĐẦU.....</u>	<u>15</u>
<u>Phần I.....</u>	<u>1</u>
<u>TỔNG QUAN VỀ MẠNG GSM.....</u>	<u>1</u>
<u>1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ MẠNG GSM.....</u>	<u>1</u>
<u>2. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG GSM.....</u>	<u>6</u>
<u>Phần II.....</u>	<u>22</u>
<u>TỐI ƯU HÓA MẠNG GSM.....</u>	<u>22</u>
<u>3. TÍNH TOÁN MẠNG DI ĐỘNG GSM.....</u>	<u>22</u>
<u>4. THIẾT KẾ HỆ THỐNG.....</u>	<u>41</u>
<u>5. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG.....</u>	<u>86</u>
<u>6. MỘT SỐ MINH HỌA CÔNG TÁC TỐI ƯU HÓA MẠNG VMS_MOBIFONE....</u>	<u>98</u>
<u>KẾT LUẬN.....</u>	<u>105</u>
<u>TÀI LIỆU THAM KHẢO.....</u>	<u>106</u>
<u>PHỤ LỤC.....</u>	<u>107</u>

DANH SÁCH HÌNH MINH HỌA

Hình 1-1	Thị phần thông tin di động trên thế giới năm 2006.....	3
Hình 1-2	Phân cấp cấu trúc địa lý mạng GSM.....	3
Hình 1-3	Phân vùng và chia ô.....	4
Hình 2-4	Mô hình hệ thống thông tin di động GSM.....	6
Hình 2-5	Chức năng xử lý cuộc gọi của MSC.....	10
Hình 2-6	Phân loại kênh logic.....	16
Hình 3-7	Lưu lượng: Muốn truyền, được truyền, nghẽn.....	23
Hình 3-8	Xác suất nghẽn GoS.....	24
Hình 3-9	Truyền sóng trong trường hợp coi mặt đất là bằng phẳng.....	27
Hình 3-10	Vật chắn trong tầm nhìn thẳng.....	28
Hình 3-11	Biểu đồ cường độ trường của OKUMURA.....	29
Hình 3-12	Tỷ số nhiễu đồng kênh C/I.....	33
Hình 3-13	Đặt BTS gần chướng ngại vật để tránh phân tán thời gian.....	39
Hình 3-14	Phạm vi vùng Elip.....	40
Hình 4-15	Cấu trúc hệ thống thông tin di động trước đây.....	41
Hình 4-16	Hệ thống thông tin di động sử dụng cấu trúc tế bào.....	42
Hình 4-17	Khái niệm Cell.....	43
Hình 4-18	Khái niệm về biên giới của một Cell.....	43
Hình 4-19	Omni (3600) Cell site.....	45
Hình 4-20	Sector hóa 1200.....	45
Hình 4-21	Phân chia Cell.....	46
Hình 4-22	Các Omni (3600) Cells ban đầu.....	47
Hình 4-23	Giai đoạn 1 :Sector hóa.....	48
Hình 4-24	Tách chia 1:3 thêm lần nữa.....	49
Hình 4-25	Tách chia 1:4 (sau lần đầu chia 3).....	49
Hình 4-26	Mảng mẫu gồm 7 cells.....	53
Hình 4-27	Khoảng cách tái sử dụng tần số.....	53
Hình 4-28	Sơ đồ tính C/I.....	54
Hình 4-29	Mẫu tái sử dụng lại tần số 3/9.....	56

Hình 4-30	Mẫu tái sử dụng lại tần số 4/12.....	58
Hình 4-31	Mẫu tái sử dụng tần số 7/21.....	59
Hình 4-32	Thay đổi quy hoạch tần số.....	61
Hình 4-33	Phủ sóng không liên tục.....	63
Hình 4-34	Một ví dụ về hiệu quả của kỹ thuật nhảy tần trên phân tập nhiều của một mạng lưới. Kích thước của mũi tên phản ánh nhiều tương quan giữa các cell đồng kênh.....	64
Hình 4-35	Ví dụ về thiết kế tần số với phương pháp MRP.....	68
Hình 4-36	Anten vô hướng (Omni antenna).....	71
Hình 4-37	Đã được Sector hóa.....	72
Hình 4-38	Anten vô hướng có góc nghiêng bằng 0 độ.....	74
Hình 4-39	Đồ thị quan hệ giữa góc thẳng đứng và suy hao cường độ trường	75
Hình 4-40	Ví dụ về hiệu quả của “downtilt”.....	75
Hình 4-41	Intra-cell Handover.....	78
Hình 4-42	Inter-cell Handover.....	78
Hình 4-43	Intra-MSC Handover.....	79
Hình 4-44	Inter-MSC Handover.....	79
Hình 4-45	GD 1: Trong lúc kết nối, MS vẫn tiếp tục đo đạc mức thu và chất lượng truyền dẫn của cell phục vụ và những cell xung quanh.....	81
Hình 4-46	Quyết định chuyển giao_Handover Decision.....	81
Hình 4-47	GD 1: BSC khai báo thông tin với MSC.....	82
Hình 4-48	GD 2: MSC1 yêu cầu MSC2 cấp Handover Number.....	83
Hình 4-49	GD 2: Cấp mã HON và kênh vô tuyến cho MSC1.....	84
Hình 4-50	GD 3: MSC1 chuyển mạch kết nối cho MS trên kênh lưu lượng thiết lập với MSC2.....	84
Hình 4-51	Kết nối với BTS cũ được giải phóng.....	85
Hình 6-52	Đo kiểm tra Handover từ trạm Trương Định sang trạm Đại La.....	98
Hình 6-53	Kết quả đo Handover giữa hai trạm là tốt.....	99
Hình 6-54	Kết quả đo sóng phát hiện nhiều tần số tại khu đô thị mới Pháp Vân.....	100
Hình 6-55	Phát hiện nhiều tần số.....	101
Hình 6-56	Các chỉ tiêu chất lượng hệ thống trước và sau khi mở rộng TRX tại Hàng Lược (Cell A_Băng tần 1800).....	102

DANH SÁCH TỪ VIẾT TẮT

A

ACCH	Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết
AGCH	Access Grant Channel	Kênh cho phép truy nhập
ARFCH	Absolute Radio Frequency Channel	Kênh tần số tuyệt đối
AUC	Authentication Center	Trung tâm nhận thực
AVDR	Average Drop Call Rate	Tỉ lệ rớt cuộc gọi trung bình

B

BCCH	Broadcast Control Channel	Kênh điều khiển quảng bá
BCH	Broadcast Channel	Kênh quảng bá
BER	Bit Error Rate	Tỷ lệ lỗi bit
Bm	Full Rate TCH	TCH toàn tốc
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

C

C/A	Carrier to Adjacent	Tỉ số sóng mang/nhiều kênh lân cận
CCBR	SDCCH Blocking Rate	Tỉ lệ nghẽn mạch trên SDCCH
CCCH	Common Control Channel	Kênh điều khiển chung
CCDR	SDCCH Drop Rate	Tỉ lệ rớt mạch trên SDCCH

CCH	Control Channel	Kênh điều khiển
CCS7	Common Channel Signalling N°7	Báo hiệu kênh chung số 7
CCITT	International Telegraph and Telephone Consultative Committee	Ủy ban tư vấn quốc tế về điện thoại và điện báo
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
Cell	Cellular	Ô (tế bào)
CI	Cell Identity	Nhận dạng ô (xác định vùng LA)
C/I	Carrier to Interference	Tỉ số sóng mang/nhiều đồng kênh
C/R	Carrier to Reflection	Tỉ số sóng mang/sóng phản xạ
CSPDN	Circuit Switch Public Data Network	Mạng số liệu công cộng chuyển mạch gói
CSSR	Call Successful Rate	Tỉ lệ cuộc gọi thành công

D

DCCH	Dedicated Control Channel	Kênh điều khiển dành riêng
------	---------------------------	----------------------------

E

EIR	Equipment Identification Register	Bộ ghi nhận dạng thiết bị
ETSI	European Telecommunications Standard Institute	Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu

F

FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
FACCH	Fast Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết nhanh
FCCH	Frequency Correction Channel	Kênh hiệu chỉnh tần số

G

GMSC	Gateway MSC	Tổng đài di động công
GoS	Grade of Service	Cấp độ phục vụ
GSM	Global System for Mobile Communication	Thông tin di động toàn cầu

H

HLR	Home Location Register	Bộ đăng ký định vị thường trú
HON	Handover Number	Số chuyển giao

I

IHOSR	Incoming HO Successful Rate	Tỉ lệ thành công Handover đến
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	Số nhận dạng thuê bao di động quốc tế
ISDN	Integrated Service Digital Network	Mạng số đa dịch vụ

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
LAPDm	Link Access Procedures on Dm channel	Các thủ tục truy cập đường truyền trên kênh Dm
Lm	Haft Rate TCH	TCH bán tốc

M

MCC	Mobile Country Code	Mã quốc gia của mạng di động
MNC	Mobile Network Code	Mã mạng thông tin di động
MS	Mobile station	Trạm di động
MSC	Mobile Service Switching Center	Tổng đài di động
MSIN	Mobile station Identification Number	Số nhận dạng trạm di động
MSISDN	Mobile station ISDN Number	Số ISDN của trạm di động
MSRN	MS Roaming Number	Số vãng lai của thuê bao di động

N

NMC	Network Management Center	Trung tâm quản lý mạng
NMT	Nordic Mobile Telephone	Điện thoại di động Bắc Âu

O

OHOSR	Outgoing HO Successful Rate	Tỉ lệ thành công Handover ra
OSI	Open System Interconnection	Liên kết hệ thống mở
OSS	Operation and Support Subsystem	Phân hệ khai thác và hỗ trợ
OMS	Operation & Maintenance Subsystem	Phân hệ khai thác và bảo dưỡng.

P

PAGCH	Paging and Access Grant Channel	Kênh chấp nhận truy cập và nhắn tin
PCH	Paging Channel	Kênh tìm gọi

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
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
TCBR	TCH Blocking Rate	Tỉ lệ nghẽn mạch TCH
TCDR	TCH Drop Rate	Tỉ lệ rớt mạch trên TCH
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

PHẦN MỞ ĐẦU

Đề tài được chia thành hai phần:

- Phần I: TỔNG QUAN VỀ MẠNG DI ĐỘNG GSM
- Phần II: TỐI ƯU HÓA MẠNG DI ĐỘNG GSM

Phần I của đề tài sẽ đề cập tới những khái niệm cơ bản nhất về hệ thống thông tin di động GSM.

Phần II trình bày các tính toán mạng GSM cùng với công tác tối ưu hóa hệ thống.

Nội dung chính được trình bày trong các chương như sau:

- Chương I: Giới thiệu về lịch sử phát triển mạng GSM và cấu trúc địa lý của mạng.
- Chương II: Trình bày về các thành phần chức năng trong hệ thống.
- Chương III: Trình bày các tính toán mạng GSM về dung lượng và các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng phủ sóng.
- Chương IV: Trình bày những quy hoạch thiết kế hệ thống.
- Chương V: Các chỉ tiêu chất lượng hệ thống, giá trị khuyến nghị và các chỉ tiêu chất lượng thực tế đạt được của mạng VMS_MobiFone.
- Chương VI: Giới thiệu một số công tác tối ưu hóa tại mạng VMS_MobiFone.

Phần I

TỔNG QUAN VỀ MẠNG GSM

Chương I

1. GIỚI THIỆU CHUNG VỀ MẠNG GSM

Hệ thống thông tin di động toàn cầu (tiếng Pháp: *Groupe Spécial Mobile* tiếng Anh: *Global System for Mobile Communications*; viết tắt **GSM**) là một công nghệ dùng cho mạng thông tin di động. Dịch vụ GSM được sử dụng bởi hơn 2 tỷ người trên 212 quốc gia và vùng lãnh thổ. Các mạng thông tin di động GSM cho phép có thể *roaming* với nhau do đó những máy điện thoại di động GSM của các mạng GSM khác nhau ở có thể sử dụng được nhiều nơi trên thế giới.

GSM là chuẩn phổ biến nhất cho điện thoại di động (ĐTDD) trên thế giới. Khả năng phủ sóng rộng khắp nơi của chuẩn GSM làm cho nó trở nên phổ biến trên thế giới, cho phép người sử dụng có thể sử dụng ĐTDD của họ ở nhiều vùng trên thế giới. GSM khác với các chuẩn tiền thân của nó về cả tín hiệu và tốc độ, chất lượng cuộc gọi. Nó được xem như là một hệ thống ĐTDD thế hệ thứ hai (*second generation, 2G*). GSM là một chuẩn mở, hiện tại nó được phát triển bởi 3rd Generation Partnership Project (3GPP).

Đứng về phía quan điểm khách hàng, lợi thế chính của GSM là chất lượng cuộc gọi tốt hơn, giá thành thấp và dịch vụ tin nhắn. Thuận lợi đối với nhà điều hành mạng là khả năng triển khai thiết bị từ nhiều người cung ứng. GSM cho phép nhà điều hành mạng có thể kết hợp chuyển vùng với nhau do vậy mà người sử dụng có thể sử dụng điện thoại của họ ở khắp nơi trên thế giới.

1.1. Lịch sử phát triển mạng GSM

Những năm đầu 1980, hệ thống viễn thông tế bào trên thế giới đang phát triển mạnh mẽ đặc biệt là ở Châu Âu mà không được chuẩn hóa về các chỉ tiêu kỹ thuật. Điều này đã thúc giục Liên minh Châu Âu về Bưu chính viễn thông CEPT (*Conference of European Posts and Telecommunications*) thành lập nhóm đặc trách về di động GSM (*Groupe Spécial Mobile*) với nhiệm vụ phát triển một chuẩn thống nhất cho hệ thống thông tin di động để có thể sử dụng trên toàn Châu Âu.

Ngày 27 tháng 3 năm 1991, cuộc gọi đầu tiên sử dụng công nghệ GSM được thực hiện bởi mạng Radiolinja ở Phần Lan (mạng di động GSM đầu tiên trên thế giới).

Năm 1989, Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu ETSI (*European Telecommunications Standards Institute*) quy định chuẩn GSM là một tiêu chuẩn chung cho mạng thông tin di động toàn Châu Âu, và năm 1990 chỉ tiêu kỹ thuật GSM phase I (giai đoạn I) được công bố.

Năm 1992, Telstra Australia là mạng đầu tiên ngoài Châu Âu ký vào biên bản ghi nhớ GSM MoU (*Memorandum of Understanding*). Cũng trong năm này, thỏa thuận chuyển vùng quốc tế đầu tiên được ký kết giữa hai mạng Finland Telecom của Phần Lan và Vodafone của Anh. Tin nhắn SMS đầu tiên cũng được gửi đi trong năm 1992.

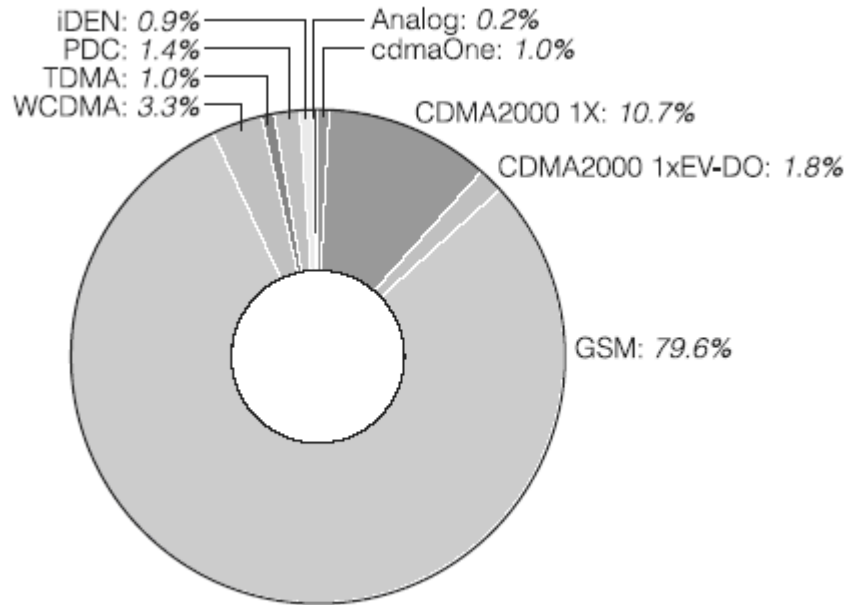
Những năm sau đó, hệ thống thông tin di động toàn cầu GSM phát triển một cách mạnh mẽ, cùng với sự gia tăng nhanh chóng của các nhà điều hành, các mạng di động mới, thì số lượng các thuê bao cũng gia tăng một cách chóng mặt.

Năm 1996, số thành viên GSM MoU đã lên tới 200 nhà điều hành từ gần 100 quốc gia. 167 mạng hoạt động trên 94 quốc gia với số thuê bao đạt 50 triệu.

Năm 2000, GPRS được ứng dụng. Năm 2001, mạng 3GSM (UMTS) được đi vào hoạt động, số thuê bao GSM đã vượt quá 500 triệu. Năm 2003, mạng EDGE đi vào hoạt động.

Cho đến năm 2006 số thuê bao di động GSM đã lên tới con số 2 tỉ với trên 700 nhà điều hành, chiếm gần 80% thị phần thông tin di động trên thế giới. Theo dự đoán của GSM Association, năm 2007 số thuê bao GSM sẽ đạt 2,5 tỉ.

(Nguồn: www.gsmworld.com; www.wikipedia.org)

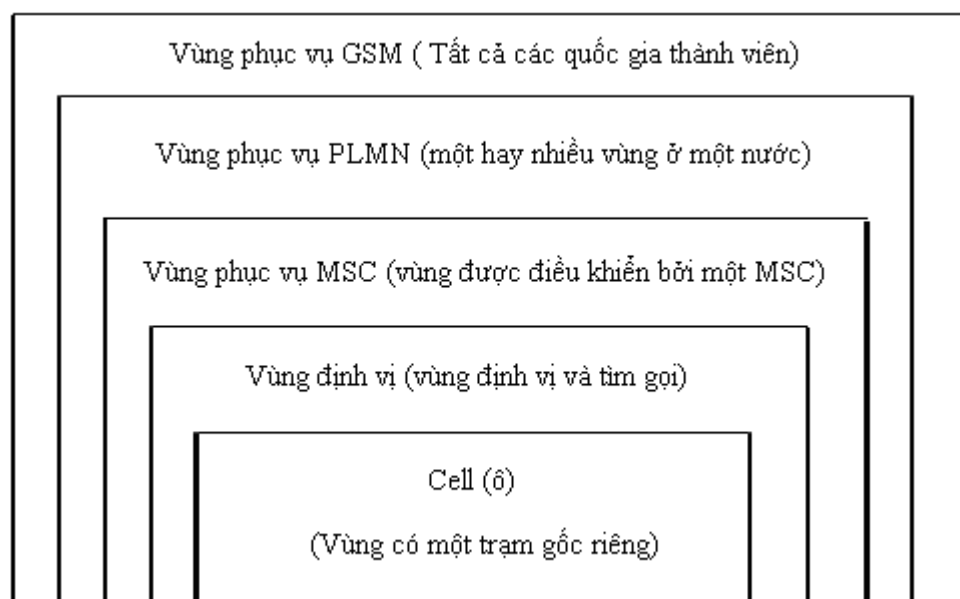


Nguồn: GSM Association (www.gsmworld.com)

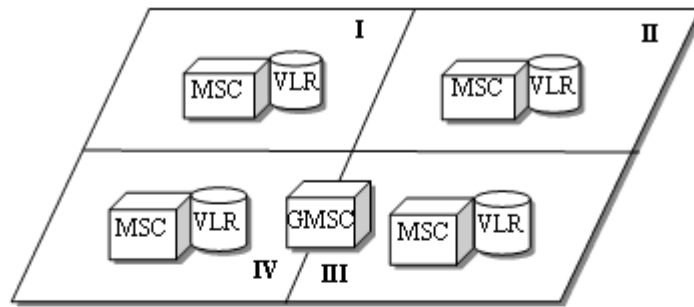
Hình 1-1 Thị phần thông tin di động trên thế giới năm 2006

1.2. Cấu trúc địa lý của mạng

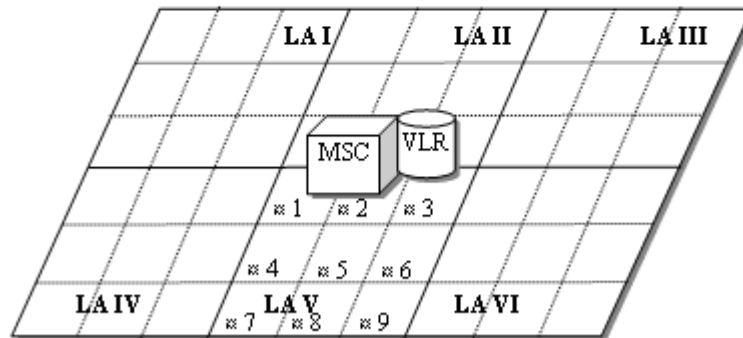
Mọi mạng điện thoại cần một cấu trúc nhất định để định tuyến các cuộc gọi đến tổng đài cần thiết và cuối cùng đến thuê bao bị gọi. Ở một mạng di động, cấu trúc này rất quan trọng do tính lưu thông của các thuê bao trong mạng. Trong hệ thống GSM, mạng được phân chia thành các phân vùng sau (hình 1.2):



Hình 1-2 Phân cấp cấu trúc địa lý mạng GSM



a. Các vùng phục vụ MSC/VLR



b. Phân vùng một vùng phục vụ MSC/VLR thành các vùng định vị và các ô

Hình 1-3 Phân vùng và chia ô

1.2.1. Vùng phục vụ PLMN (Public Land Mobile Network)

Vùng phục vụ GSM là toàn bộ vùng phục vụ do sự kết hợp của các quốc gia thành viên nên những máy điện thoại di động GSM của các mạng GSM khác nhau ở có thể sử dụng được nhiều nơi trên thế giới.

Phân cấp tiếp theo là vùng phục vụ PLMN, đó có thể là một hay nhiều vùng trong một quốc gia tùy theo kích thước của vùng phục vụ.

Kết nối các đường truyền giữa mạng di động GSM/PLMN và các mạng khác (cố định hay di động) đều ở mức tổng đài trung kế quốc gia hay quốc tế. Tất cả các cuộc gọi vào hay ra mạng GSM/PLMN đều được định tuyến thông qua tổng đài vô tuyến cổng G-MSC (Gateway - Mobile Service Switching Center). G-MSC làm việc như một tổng đài trung kế vào cho GSM/PLMN.

1.2.2. Vùng phục vụ MSC

MSC (Trung tâm chuyển mạch các nghiệp vụ di động, gọi tắt là tổng đài di động). Vùng MSC là một bộ phận của mạng được một MSC quản lý. Để định tuyến một cuộc gọi đến một thuê bao di động. Mọi thông tin để định tuyến cuộc gọi

tới thuê bao di động hiện đang trong vùng phục vụ của MSC được lưu giữ trong bộ ghi định vị tạm trú VLR.

Một vùng mạng GSM/PLMN được chia thành một hay nhiều vùng phục vụ MSC/VLR.

1.2.3. Vùng định vị (LA - Location Area)

Mỗi vùng phục vụ MSC/VLR được chia thành một số vùng định vị LA. Vùng định vị là một phần của vùng phục vụ MSC/VLR, mà ở đó một trạm di động có thể chuyển động tự do mà không cần cập nhật thông tin về vị trí cho tổng đài MSC/VLR điều khiển vùng định vị này. Vùng định vị này là một vùng mà ở đó thông báo tìm gọi sẽ được phát quảng bá để tìm một thuê bao di động bị gọi. Vùng định vị LA được hệ thống sử dụng để tìm một thuê bao đang ở trạng thái hoạt động.

Hệ thống có thể nhận dạng vùng định vị bằng cách sử dụng nhận dạng vùng định vị LAI (Location Area Identity):

$$\mathbf{LAI = MCC + MNC + LAC}$$

MCC (Mobile Country Code): mã quốc gia

MNC (Mobile Network Code): mã mạng di động

LAC (Location Area Code) : mã vùng định vị (16 bit)

1.2.4. Cell (Tế bào hay ô)

Vùng định vị được chia thành một số ô mà khi MS di chuyển trong đó thì không cần cập nhật thông tin về vị trí với mạng. Cell là đơn vị cơ sở của mạng, là một vùng phủ sóng vô tuyến được nhận dạng bằng nhận dạng ô toàn cầu (CGI). Mỗi ô được quản lý bởi một trạm vô tuyến gốc BTS.

$$\mathbf{CGI = MCC + MNC + LAC + CI}$$

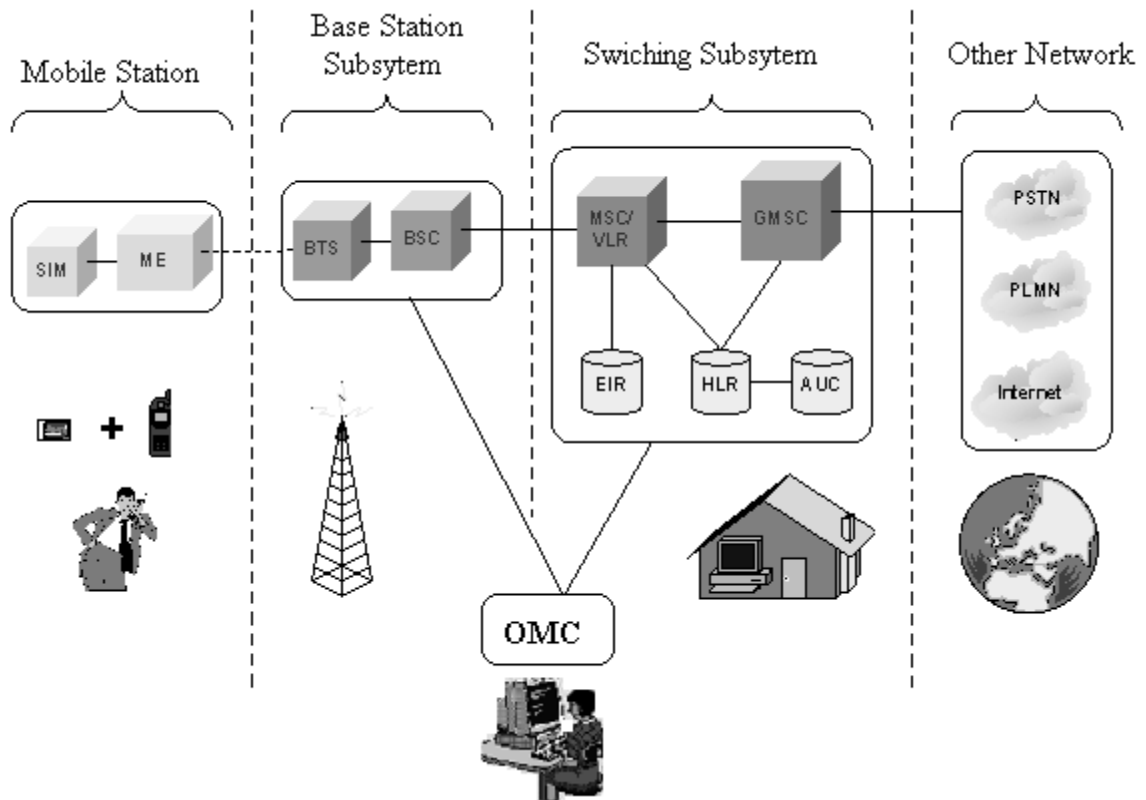
CI (Cell Identity): Nhận dạng ô để xác định vị trí trong vùng định vị.

Trạm di động MS tự nhận dạng một ô bằng cách sử dụng mã nhận dạng trạm gốc BSIC (Base Station Identification Code).

Chương II

2. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG GSM

2.1. Mô hình hệ thống thông tin di động GSM



Hình 2-4 Mô hình hệ thống thông tin di động GSM

Các ký hiệu:

OSS	: Phân hệ khai thác và hỗ trợ	BTS	: Trạm vô tuyến gốc
AUC	: Trung tâm nhận thực	MS	: Trạm di động
HLR	: Bộ ghi định vị thường trú	ISDN	: Mạng số liên kết đa dịch vụ
MSC	: Tổng đài di động	PSTN (Public Switched Telephone Network):	
BSS	: Phân hệ trạm gốc	Mạng chuyển mạch điện thoại công cộng	
BSC	: Bộ điều khiển trạm gốc	PSPDN	: Mạng chuyển mạch gói công cộng
OMC	: Trung tâm khai thác và bảo dưỡng	CSPDN (Circuit Switched Public Data Network):	
SS	: Phân hệ chuyển mạch	Mạng số liệu chuyển mạch kênh công cộng	
VLR	: Bộ ghi định vị tạm trú	PLMN	: Mạng di động mặt đất công cộng
EIR	: Thanh ghi nhận dạng thiết bị		

2.2. Các thành phần chức năng trong hệ thống

Mạng thông tin di động công cộng mặt đất PLMN (Public Land Mobile Network) theo chuẩn GSM được chia thành 4 phân hệ chính sau:

- ✓ Trạm di động MS (Mobile Station)
- ✓ Phân hệ trạm gốc BSS (Base Station Subsystem)
- ✓ Phân hệ chuyển mạch SS (Switching Subsystem)
- ✓ Phân hệ khai thác và hỗ trợ (Operation and Support Subsystem)

2.2.1. Trạm di động (MS - Mobile Station)

Trạm di động (MS) bao gồm thiết bị trạm di động ME (Mobile Equipment) và một khối nhỏ gọi là module nhận dạng thuê bao (SIM-Subscriber Identity Module). Đó là một khối vật lý tách riêng, chẳng hạn là một IC Card hoặc còn gọi là card thông minh. SIM cùng với thiết bị trạm (ME-Mobile Equipment) hợp thành trạm di động MS. SIM cung cấp khả năng di động cá nhân, vì thế người sử dụng có thể lắp SIM vào bất cứ máy điện thoại di động GSM nào truy nhập vào dịch vụ đã đăng ký. Mỗi điện thoại di động được phân biệt bởi một số nhận dạng điện thoại di động IMEI (International Mobile Equipment Identity). Card SIM chứa một số nhận dạng thuê bao di động IMSI (International Subscriber Identity) để hệ thống nhận dạng thuê bao, một mật mã để xác thực và các thông tin khác. IMEI và IMSI hoàn toàn độc lập với nhau để đảm bảo tính di động cá nhân. Card SIM có thể chống việc sử dụng trái phép bằng mật khẩu hoặc số nhận dạng cá nhân (PIN).

Trạm di động ở GSM thực hiện hai chức năng:

- Thiết bị vật lý để giao tiếp giữa thuê bao di động với mạng qua đường vô tuyến.
- Đăng ký thuê bao, ở chức năng thứ hai này mỗi thuê bao phải có một thẻ gọi là SIM card. Trừ một số trường hợp đặc biệt như gọi cấp cứu... thuê bao chỉ có thể truy nhập vào hệ thống khi cắm thẻ này vào máy.

2.2.2. Phân hệ trạm gốc (BSS - Base Station Subsystem)

BSS giao diện trực tiếp với các trạm di động MS bằng thiết bị BTS thông qua giao diện vô tuyến. Mặt khác BSS thực hiện giao diện với các tổng đài ở phân

hệ chuyển mạch SS. Tóm lại, BSS thực hiện đầu nối các MS với tổng đài và nhờ vậy đầu nối những người sử dụng các trạm di động với những người sử dụng viễn thông khác. BSS cũng phải được điều khiển, do đó nó được đầu nối với phân hệ vận hành và bảo dưỡng OSS. Phân hệ trạm gốc BSS bao gồm:

- ✓ TRAU (Transcoding and Rate Adapter Unit): Bộ chuyển đổi mã và phối hợp tốc độ.
- ✓ BSC (Base Station Controller): Bộ điều khiển trạm gốc.
- ✓ BTS (Base Transceiver Station): Trạm thu phát gốc.

2.2.2.1. Khối BTS (Base Transceiver 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 khu vực vùng phủ sóng nhất định gọi là tế bào (cell).

2.2.2.2. 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 (16 Kb/s) theo tiêu chuẩn GSM thành các kênh thoại chuẩn (64 Kb/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.

2.2.2.3. Khối BSC (Base Station Controller):

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

Các chức năng chính của BSC:

1. Quản lý mạng vô tuyến: Việc quản lý vô tuyến chính là quản lý các cell và các kênh logic của chúng. Các số liệu quản lý đều được đưa về BSC để đo đạc và xử lý, chẳng hạn như lưu lượng thông tin ở một cell, môi trường vô tuyến, số lượng cuộc gọi bị mất, các lần chuyển giao thành công và thất bại...

2. Quản lý trạm vô tuyến gốc BTS: Trước khi đưa vào khai thác, BSC lập cấu hình của BTS (số máy thu/phát TRX, tần số cho mỗi trạm...). Nhờ đó mà BSC có sẵn một tập các kênh vô tuyến dành cho điều khiển và nối thông cuộc gọi.

3. Điều khiển nối thông các cuộc gọi: BSC chịu trách nhiệm thiết lập và giải phóng các đầu nối tới máy di động MS. Trong quá trình gọi, sự đấu nối được BSC giám sát. Cường độ tín hiệu, chất lượng cuộc đấu nối được ở máy di động và TRX gửi đến BSC. Dựa vào đó mà BSC sẽ quyết định công suất phát tốt nhất của MS và TRX để giảm nhiễu và tăng chất lượng cuộc đấu nối. BSC cũng điều khiển quá trình chuyển giao nhờ các kết quả đo kể trên để quyết định chuyển giao MS sang cell khác, nhằm đạt được chất lượng cuộc gọi tốt hơn. Trong trường hợp chuyển giao sang cell của một BSC khác thì nó phải nhờ sự trợ giúp của MSC. Bên cạnh đó, BSC cũng có thể điều khiển chuyển giao giữa các kênh trong một cell hoặc từ cell này sang kênh của cell khác trong trường hợp cell này bị nghẽn nhiều.

4. Quản lý mạng truyền dẫn: BSC có chức năng quản lý cấu hình các đường truyền dẫn tới MSC và BTS để đảm bảo chất lượng thông tin. Trong trường hợp có sự cố một tuyến nào đó, nó sẽ tự động điều khiển tới một tuyến dự phòng.

2.2.3. 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 lý di

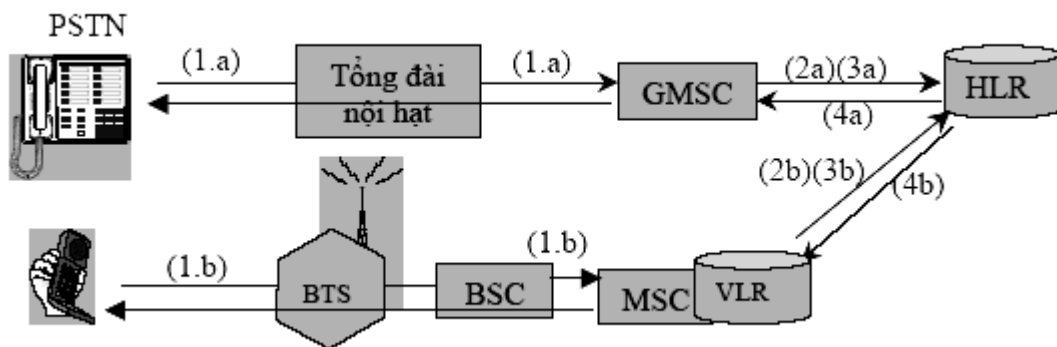
động của thuê bao. Chức năng chính của SS là quản lý thông tin giữa những người sử dụng mạng GSM với nhau và với mạng khác.

2.2.3.1. Trung tâm chuyển mạch di động MSC:

Tổng đài di động MSC (Mobile services Switching Center) thường là một tổng đài lớn điều khiển và quản lý một số các bộ điều khiển trạm gốc BSC. MSC thực hiện các chức năng chuyển mạch chính, nhiệm vụ chính của MSC là tạo kết nối và xử lý cuộc gọi đến những thuê bao của GSM, một mặt MSC giao tiếp với phân hệ BSS và mặt khác giao tiếp với mạng ngoài qua tổng đài cổng GMSC (Gateway MSC).

Chức năng chính của tổng đài MSC:

- ✓ Xử lý cuộc gọi (Call Processing)
- ✓ Điều khiển chuyển giao (Handover Control)
- ✓ Quản lý di động (Mobility Management)
- ✓ Tương tác mạng IWF(Interworking Function): qua GMSC



Hình 2-5 Chức năng xử lý cuộc gọi của MSC

(1): Khi chủ gọi quay số thuê bao di động bị gọi, số mạng dịch vụ số liên kết của thuê bao di động, sẽ có hai trường hợp xảy ra :

- ✓ (1.a) – Nếu cuộc gọi khởi đầu từ mạng cố định PSTN thì tổng đài sau khi phân tích số thoại sẽ biết đây là cuộc gọi cho một thuê bao di động. Cuộc gọi sẽ được định tuyến đến tổng đài cổng GMSC gần nhất.

- ✓ (1.b) – Nếu cuộc gọi khởi đầu từ trạm di động, MSC phụ trách ô mà trạm di động trực thuộc sẽ nhận được bản tin thiết lập cuộc gọi từ MS thông qua BTS có chứa số thoại của thuê bao di động bị gọi.

(2): MSC (hay GMSC) sẽ phân tích số MSISDN (The Mobile Station ISDN) của thuê bao bị gọi để tìm ra HLR nơi MS đăng ký.

(3): MSC (hay GMSC) sẽ hỏi HLR thông tin để có thể định tuyến đến MSC/VLR quản lý MS.

(4): HLR sẽ trả lời, khi đó MSC (hay GMSC) này có thể định tuyến lại cuộc gọi đến MSC cần thiết. Khi cuộc gọi đến MSC này, VLR sẽ biết chi tiết hơn về vị trí của MS. Như vậy có thể nội thông một cuộc gọi ở mạng GSM, đó là chức năng xử lý cuộc gọi của MSC.

Để kết nối MSC với một số mạng khác cần phải thích ứng các đặc điểm truyền dẫn của mạng GSM với các mạng này. Các thích ứng này gọi là chức năng tương tác IWF (Inter Networking Function). IWF bao gồm một thiết bị để thích ứng giao thức và truyền dẫn. IWF có thể thực hiện trong cùng chức năng MSC hay có thể ở thiết bị riêng, ở trường hợp hai giao tiếp giữa MSC và IWF được để mở.

2.2.3.2. Bộ ghi định vị thường 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, MSISDN.
- ✓ 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

2.2.3.3. Bộ ghi định vị tạm trú (VLR - Visitor Location Register):

VLR là một cơ sở dữ liệu chứa thông tin về tất cả các MS hiện đang ở vùng phục vụ của MSC. Mỗi MSC có một VLR, thường thiết kế VLR ngay trong MSC. Ngay cả khi MS lưu động vào một vùng MSC mới. VLR liên kết với MSC sẽ yêu

cầu số liệu về MS từ HLR. Đồng thời HLR sẽ được thông báo rằng MS đang ở vùng MSC nào. Nếu sau đó MS muốn thực hiện một cuộc gọi, VLR sẽ có tất cả các thông tin cần thiết để thiết lập một cuộc gọi mà không cần hỏi HLR, có thể coi VLR như một HLR phân bố. VLR chứa thông tin chính xác hơn về vị trí MS ở vùng MSC. Nhưng khi thuê bao tắt máy hay rời khỏi vùng phục vụ của MSC thì các số liệu liên quan tới nó cũng hết giá trị.

Hay nói cách khác, VLR là cơ sở dữ liệu trung gian lưu trữ tạm thời thông tin về thuê bao trong vùng phục vụ MSC/VLR được tham chiếu từ cơ sở dữ liệu HLR.

VLR bao gồm:

- ✓ Các số nhận dạng: IMSI, MSISDN, TMSI.
- ✓ Số hiệu nhận dạng vùng định vị đang phục vụ MS
- ✓ Danh sách các dịch vụ mà MS được và bị hạn chế sử dụng
- ✓ Trạng thái của MS (bận: busy; rỗi: idle)

2.2.3.4. 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:

1. Nếu ME thuộc danh sách trắng (White List) thì nó được quyền truy nhập và sử dụng các dịch vụ đã đăng ký.
2. Nếu ME thuộc danh sách xám (Gray List), tức là có nghi vấn và cần kiểm tra. Danh sách xám bao gồm những ME có lỗi (lỗi phần mềm hay lỗi sản xuất thiết bị) nhưng không nghiêm trọng tới mức loại trừ khỏi hệ thống
3. Nếu ME thuộc danh sách đen (Black List), tức là bị cấm không cho truy nhập vào hệ thống, những ME đã thông báo mất máy.

2.2.3.5. Khối trung tâm nhận thực AuC (Authentication Center)

AuC được nối đến HLR, chức năng của AuC là cung cấp cho HLR các tài số nhận thực và các khoá mật mã để sử dụng cho bảo mật. Đường vô tuyến cũng được AuC cung cấp mã bảo mật để chống nghe trộm, mã này được thay đổi riêng biệt cho từng thuê bao. Cơ sở dữ liệu của AuC còn ghi nhiều thông tin cần thiết khác khi

thuê bao đăng ký nhập mạng và được sử dụng để kiểm tra khi thuê bao yêu cầu cung cấp dịch vụ, tránh việc truy nhập mạng một cách trái phép.

2.2.4. Phân hệ khai thác và bảo dưỡng (OSS)

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

- 1) Khai thác và bảo dưỡng mạng.
- 2) Quản lý thuê bao và tính cước.
- 3) Quản lý thiết bị di động.

2.2.4.1. Khai thác và bảo dưỡng mạng:

✓ Khai thác:

Là hoạt động cho phép nhà khai thác mạng theo dõi hành vi của mạng như tải của hệ thống, mức độ chặn, số lượng chuyển giao giữa hai cell.v.v.. 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 còn bao gồm việc thay đổi cấu hình để giảm những vấn 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 nhiệm vụ phát hiện, định vị và sửa chữa các sự cố và hỏng hóc, nó có một số quan hệ với khai thác. Các thiết bị ở hệ thống viễn thông hiện đại có khả năng tự phát hiện một số các sự cố hay dự báo sự cố thông qua kiểm tra. 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 có thể được xây dựng trên nguyên lý của TMN (Telecommunication Management Network - Mạng quản lý viễn thông). Lúc này, một mặt 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. Theo tiêu chuẩn GSM hệ thống này được gọi là trung tâm vận hành và bảo dưỡng (OMC - Operation and Maintenance Center).

2.2.4.2. Quản lý thuê bao:

Bao gồm các hoạt động quản lý đăng ký thuê bao. Nhiệm vụ đầu tiên là nhập và xoá thuê bao khỏi mạng. Đăng ký thuê bao cũng có thể rất phức tạp, bao gồm nhiều dịch vụ và các tính năng bổ sung. Nhà khai thác có thể thâm nhập được các thông số nói trên. Một nhiệm vụ quan trọng khác của khai thác là tính cước các cuộc gọi rồi gửi đến thuê bao. Khi đó HLR, SIM-Card đóng vai trò như một bộ phận quản lý thuê bao.

2.2.4.3. Quản lý thiết bị di động:

Quản lý thiết bị di động được bộ đăng ký nhận dạng thiết bị EIR thực hiện. EIR lưu trữ toàn bộ dữ liệu liên quan đến trạm di động MS. EIR được nối đến MSC qua đường báo hiệu để kiểm tra tính hợp lệ của thiết bị. Trong hệ thống GSM thì EIR được coi là thuộc phân hệ chuyển mạch NSS.

2.3. Giao diện vô tuyến số

Các kênh của giao diện vô tuyến bao gồm các kênh vật lý và các kênh logic.

2.3.1. Kênh vật lý

Kênh vật lý tổ chức theo quan niệm truyền dẫn. Đối với TDMA GSM, kênh vật lý là một khe thời gian ở một tần số sóng mang vô tuyến được chỉ định.

✓ GSM 900 nguyên thủy

Dải tần số: 890 ÷ 915 MHz cho đường lên uplink (từ MS đến BTS).

935 ÷ 960 MHz cho đường xuống downlink (từ BTS đến MS).

Dải thông tần của một kênh vật lý là 200KHz. Dải tần bảo vệ ở biên cũng rộng 200KHz.

$$F_{ul}(n) = 890,0 \text{ MHz} + (0,2 \text{ MHz}) * n$$

$$F_{dl}(n) = F_{ul}(n) + 45 \text{ MHz}$$

$$\text{Với } 1 \leq n \leq 124$$

Các kênh từ 1 ÷ 124 được gọi là các kênh tần số vô tuyến tuyệt đối ARFCN (Absolute Radio Frequency Channel Number). Kênh 0 là dải phòng vệ.

Vậy GSM 900 có 124 tần số bắt đầu từ 890,2MHz. Mỗi dải thông tần là một khung TDMA có 8 khe thời gian. Như vậy, số kênh vật lý ở GSM 900 là sẽ 992 kênh.

✓ **EGSM (GSM mở rộng E : extended)**

Hệ thống GSM nguyên thủy được mở rộng mỗi băng tần thêm 10 MHz (tương đương 50 kênh tần số) thì được gọi là EGSM:

Dải tần số: 880 ÷ 915 MHz uplink.

925 ÷ 960 MHz downlink.

$F_{ul}(n) = 880 \text{ MHz} + (0,2 \text{ MHz}) * n$

$F_{dl}(n) = F_{ul}(n) + 45 \text{ MHz}$.

Với $n = \text{ARFCN}$, $1 \leq n \leq 174$. Kênh 0 là dải phòng vệ.

✓ **DCS 1800:**

DCS 1800 có số kênh tần số tăng gấp 3 lần so với GSM 900

Dải tần số: 1710 ÷ 1785 MHz uplink.

1805 ÷ 1880 MHz downlink.

$F_{ul}(n) = 1710 \text{ MHz} + (0,2 \text{ MHz}) * (n - 511)$

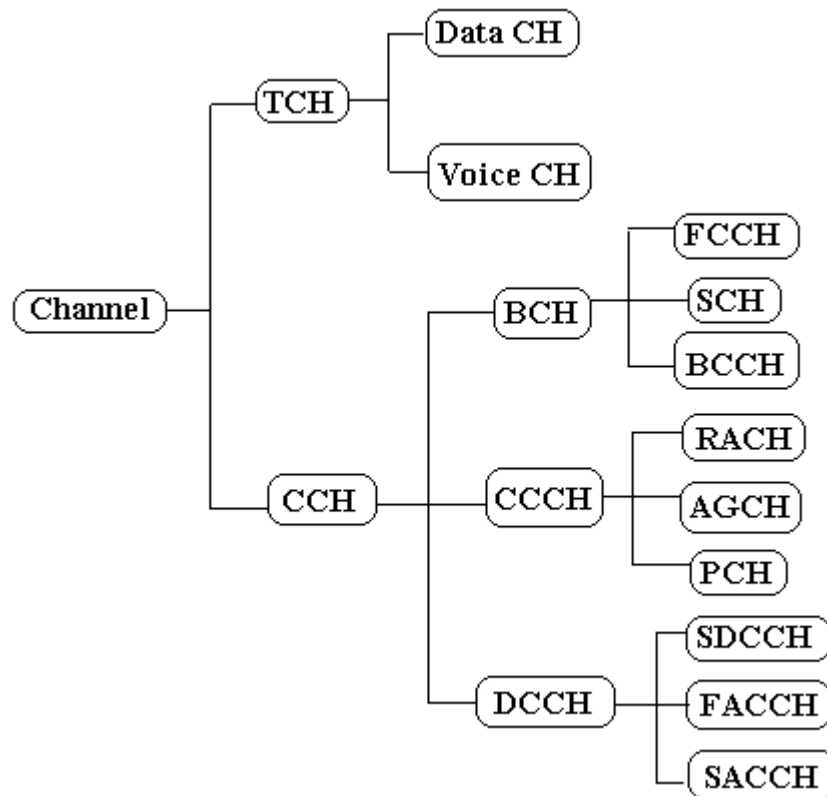
$F_{dl}(n) = F_{ul}(n) + 95 \text{ MHz}$

Với $512 \leq n \leq 885$.

2.3.2. Kênh logic

Kênh logic được tổ chức theo quan điểm nội dung tin tức, các kênh này được đặt vào các kênh vật lý. Các kênh logic được đặc trưng bởi thông tin truyền giữa BTS và MS.

Có thể chia kênh logic thành hai loại tổng quát: các kênh lưu lượng TCH và các kênh báo hiệu điều khiển CCH.



Hình 2-6 Phân loại kênh logic

- a. **Kênh lưu lượng TCH:** Có hai loại kênh lưu lượng:
- Bm hay kênh lưu lượng toàn tốc (TCH/F), kênh này mang thông tin tiếng hay số liệu ở tốc độ 22,8 kbit/s.
 - Lm hay kênh lưu lượng bán tốc (TCH/H), kênh này mang thông tin ở tốc độ 11,4 kbit/s
- b. **Kênh điều khiển CCH (ký hiệu là D_m):** bao gồm:
- Kênh quảng bá BCH (Broadcast Channel).
 - Kênh điều khiển chung CCCH (Common Control Channel).
 - Kênh điều khiển riêng DCCH (Dedicate Control Channel).
- ✓ **Kênh quảng bá BCH:** $BCH = BCCH + FCCH + SCH$.
- FCCH (Frequency Correction Channel): Kênh hiệu chỉnh tần số cung cấp tần số tham chiếu của hệ thống cho trạm MS. FCCH chỉ được dùng cho đường xuống.
 - SCH (Synchronous Channel): Kênh đồng bộ khung cho MS.

– BCCH (Broadcast Control Channel): Kênh điều khiển quảng bá cung cấp các tin tức sau: Mã vùng định vị LAC (Location Area Code), mã mạng di động MNC (Mobile Network Code), tin tức về tần số của các cell lân cận, thông số dải quạt của cell và các thông số phục vụ truy cập.

✓ **Kênh điều khiển chung CCCH:** CCCH là kênh thiết lập sự truyền thông giữa BTS và MS. Nó bao gồm: $CCCH = RACH + PCH + AGCH$.

– RACH (Random Access Channel), kênh truy nhập ngẫu nhiên. Đó là kênh hướng lên để MS đưa yêu cầu kênh dành riêng, yêu cầu này thể hiện trong bản tin đầu của MS gửi đến BTS trong quá trình một cuộc liên lạc.

– PCH (Paging Channel, kênh tìm gọi) được BTS truyền xuống để gọi MS.

– AGCH (Access Grant Channel): Kênh cho phép truy nhập AGCH, là kênh hướng xuống, mang tin tức phúc đáp của BTS đối với bản tin yêu cầu kênh của MS để thực hiện một kênh lưu lượng TCH và kênh DCCH cho thuê bao.

✓ **Kênh điều khiển riêng DCCH:** DCCH là kênh dùng cả ở hướng lên và hướng xuống, dùng để trao đổi bản tin báo hiệu, phục vụ cập nhật vị trí, đăng ký và thiết lập cuộc gọi, phục vụ bảo dưỡng kênh. DCCH gồm có:

– Kênh điều khiển dành riêng đứng một mình SDCCH dùng để cập nhật vị trí và thiết lập cuộc gọi.

– Kênh điều khiển liên kết chậm SACCH, là một kênh hoạt động liên tục trong suốt cuộc liên lạc để truyền các số liệu đo lường và kiểm soát công suất.

– Kênh điều khiển liên kết nhanh FACCH, nó liên kết với một kênh TCH và hoạt động bằng cách lấy lên một khung FACCH được dùng để chuyển giao cell.

2.4. Các mã nhận dạng sử dụng trong hệ thống GSM

Trong GSM, mỗi phần tử mạng cũng như mỗi vùng phục vụ đều được địa chỉ hoá bằng một số gọi là mã (code). Trên phạm vi toàn cầu, hệ thống mã này là đơn trị (duy nhất) cho mỗi đối tượng và được lưu trữ rải rác trong tất cả các phần tử mạng.

✓ **Mã xác định khu vực LAI (Location Area Identity):** LAI là mã quốc tế cho các khu vực, được lưu trữ trong VLR và là một thành phần trong mã nhận dạng tế bào toàn cầu CGI (Cell Global Identity). Khi một thuê bao có mặt tại một vùng

phủ sóng nào đó, nó sẽ nhận CGI từ BSS, so sánh LAI nhận được trước đó để xác định xem nó đang ở đâu. Khi hai số liệu này khác nhau, MS sẽ nạp LAI mới cho bộ nhớ. Cấu trúc của một LAI như sau:

MCC	MNC	LAC
-----	-----	-----

Trong đó:

- MCC (Mobile Country Code): mã quốc gia của nước có mạng GSM.
- MNC (Mobile Network Code): mã của mạng GSM, do quốc gia có mạng GSM qui định.
- LAC (Location Area Code): mã khu vực, dùng để nhận dạng khu vực trong mạng GSM.

✓ **Các mã số đa dịch vụ toàn cầu (International ISDN Numbers):** Các phần tử của mạng GSM như MSC, VLR, HLR/AUC, EIR, BSC đều có một mã số tương ứng đa dịch vụ toàn cầu. Mã các điểm báo hiệu được suy ra từ các mã này được sử dụng cho mạng báo hiệu CCS7 trong mạng GSM.

Riêng HLR/AUC còn có một mã khác, gồm hai thành phần. Một phần liên quan đến số thuê bao đa dịch vụ toàn cầu - MSISDN (International Mobile Subscriber ISDN Number) được sử dụng trong việc thiết lập cuộc gọi từ một mạng khác đến MS trong mạng. Phần tử khác liên quan đến mã nhận dạng thuê bao di động quốc tế - IMSI (International Mobile Subscriber Identity) được lưu giữ trong AUC.

✓ **Mã nhận dạng tế bào toàn cầu CGI:** CGI được sử dụng để các MSC và BSC truy nhập các tế bào.

$$\text{CGI} = \text{LAI} + \text{CI.}$$

CI (Cell Identity) gồm 16 bit dùng để nhận dạng cell trong phạm vi của LAI. CGI được lưu giữ trong cơ sở dữ liệu của MSC/VLR.

✓ **Mã nhận dạng trạm gốc BSIC (Base Station Identity Code):**

Cấu trúc của mã nhận dạng trạm gốc như sau:

NCC (3 bits)	BCC (3 bits)
--------------	--------------

Trong đó:

NCC (Network Color Code): mã màu của mạng GSM. Được sử dụng để phân biệt với các mạng khác trong nước.

BCC (BTS Color Code): mã màu của BTS. Dùng để phân biệt các kênh sử dụng cùng một tần số của các trạm BTS khác nhau.

✓ **Số thuê bao ISDN của máy di động - MSISDN (Mobile Subscriber ISDN Number):**

Mỗi thuê bao di động đều có một số máy MSISDN được ghi trong danh bạ điện thoại. Nếu một số dùng cho tất cả các dịch vụ viễn thông liên quan đến thuê bao thì gọi là đánh số duy nhất, còn nếu thuê bao sử dụng cho mỗi dịch vụ viễn thông một số khác nhau thì gọi là đánh số mở rộng.

MSISDN được sử dụng bởi MSC để truy nhập HLR khi cần thiết lập cuộc nói. MSISDN có cấu trúc theo CCITT, E164 về kế hoạch đánh số ISDN như sau:

CC	NDC	SN
----	-----	----

Trong đó:

CC (Country Code): mã nước, là nơi thuê bao đăng kí nhập mạng (Việt Nam thì CC = 84).

NDC (National Destination Code): mã mạng GSM, dùng để phân biệt các mạng GSM trong cùng một nước.

SN (Subscriber Number): số thuê bao, tối đa được 12 số, trong đó có 3 số để nhận dạng HLR.

✓ **Nhận dạng thuê bao di động toàn cầu IMSI (International Mobile Subscriber Identity):**

IMSI là mã số duy nhất cho mỗi thuê bao trong một vùng hệ thống GSM. IMSI được ghi trong MS và trong HLR và bí mật với người sử dụng. IMSI có cấu trúc như sau:

MCC	MNC	MSIN
-----	-----	------

Trong đó:

MCC (Mobile Country Code): mã nước có mạng GSM, do CCITT qui định để nhận dạng quốc gia mà thuê bao đang có mặt.

MNC (Mobile Network Code): mã mạng GSM.

MSIN (Mobile Subscriber Identification Number): số nhận dạng thuê bao di động, gồm 10 số được dùng để nhận dạng thuê bao di động trong các vùng dịch vụ của mạng GSM, với 3 số đầu tiên được dùng để nhận dạng HLR.

MSIN được lưu giữ cố định trong VLR và trong thuê bao MS. MSIN được VLR sử dụng khi truy nhập HLR/AUC để tạo lập “Hộ khẩu thường trú” cho thuê bao.

✓ ***Nhận dạng thuê bao di động cục bộ - LMSI (Location Mobile subscriber Identity):***

Gồm 4 octet. VLR lưu giữ và sử dụng LMSI cho tất cả các thuê bao hiện đang có mặt tại vùng phủ sóng của nó và chuyển LMSI cùng với IMSI cho HLR. HLR sử dụng LMSI mỗi khi cần chuyển các mẫu tin liên quan đến thuê bao tương ứng để cung cấp dịch vụ.

✓ ***Nhận dạng thuê bao di động tạm thời - TMSI (Temporaly Mobile subscriber Identity):***

TMSI do VLR tự tạo ra trong cơ sở dữ liệu của nó cùng với IMSI sau khi việc kiểm tra quyền truy nhập của thuê bao chứng tỏ hợp lệ. TMSI được sử dụng cùng với LAI để địa chỉ hoá thuê bao trong BSS và truy nhập số liệu của thuê bao trong cơ sở dữ liệu của VLR.

✓ ***Số vắng lai của thuê bao di động - MSRN (Mobile Station Roaming Number):***

MSRN do VLR tạm thời tạo ra yêu cầu của HLR trước khi thiết lập cuộc gọi đến một thuê bao đang lưu động đến mạng của nó. Khi cuộc gọi kết thúc thì MSRN cũng bị xoá. Cấu trúc của MSRN bao gồm CC, NDC và số do VLR tạm thời tự tạo ra.

✓ **Số chuyển giao HON (Handover Number):**

Handover là việc di chuyển cuộc nói mà không làm gián đoạn cuộc nói từ tế bào này sang tế bào khác (trường hợp phức tạp nhất là chuyển giao ở những tế bào thuộc các tổng đài MSC khác nhau). Ví dụ khi thuê bao di chuyển từ MSC1 sang MSC2 mà vẫn đang sử dụng dịch vụ. MSC2 yêu cầu VLR của nó tạm thời tạo ra HON để gửi cho MSC1 và MSC1 sử dụng HON để chuyển cuộc nói sang cho MSC2. Sau khi hết cuộc thoại hay thuê bao rời khỏi vùng phủ sóng của MSC1 thì HON sẽ bị xoá.

✓ **Nhận dạng thiết bị di động quốc tế - IMEI (International Mobile Equipment Identity):**

IMEI được hãng chế tạo ghi sẵn trong thiết bị thuê bao và được thuê bao cung cấp cho MSC khi cần thiết. Cấu trúc của IMEI:

TAC	FAC	SNR
-----	-----	-----

Trong đó:

TAC (Type Approval Code): mã chứng nhận loại thiết bị, gồm 6 kí tự, dùng để phân biệt với các loại không được cấp bản quyền. TAC được quản lý một cách tập trung.

FAC (Final Assembly Code): xác định nơi sản xuất, gồm 2 kí tự.

SNR (Serial Number): là số Seri, dùng để xác định các máy có cùng TAC và FAC.

Phần II

TỐI ƯU HÓA MẠNG GSM

Chương III

3. TÍNH TOÁN MẠNG DI ĐỘNG GSM

3.1. Lý thuyết dung lượng và cấp độ dịch vụ

Trong quá trình phát triển mạng, tăng cường dung lượng của mạng là một nhu cầu cấp thiết. Tuy nhiên, cùng cần xác định dung lượng cần tăng là bao nhiêu để phù hợp với từng giai đoạn phát triển của mạng và phù hợp với yêu cầu về mặt kỹ thuật và kinh tế hiện tại.

3.1.1. Lưu lượng và kênh vô tuyến đường trục

Trong lĩnh vực giao thông vận tải, đường trục để cho nhiều xe cộ đi đến mọi nơi. Hiệu quả sử dụng của đường trục lớn hơn nhiều so với đường cụt (chỉ nối với một xã vùng sâu chẳng hạn). Nếu liên lạc vô tuyến bằng kênh vô tuyến dành riêng PRM (Private Mobile Radio), thì phần lớn thời gian kênh vô tuyến đó không được sử dụng. Tài nguyên kênh vô tuyến là rất hạn chế, nên phải quản lý nó trên phạm vi quốc gia và quốc tế. Từ đó, xu hướng là kênh vô tuyến đường trục dùng chung.

Hệ thống thông tin di động cellular áp dụng kênh vô tuyến đường trục: Mỗi BTS có một số kênh vô tuyến dùng chung cho nhiều người. Tỷ lệ người dùng trên số kênh dùng chung càng cao thì hiệu quả sử dụng đường trục càng cao. Hiệu suất sử dụng phổ tần số lại càng cao khi cùng một tần số mà được dùng lại nhiều lần ở các cell cách xa nhau.

Lưu lượng: Trong hệ thống viễn thông, lưu lượng là tin tức được truyền dẫn qua các kênh thông tin.

Lưu lượng của một thuê bao được tính theo công thức:

$$A = \frac{C * t}{3600}$$

Trong đó:

C : số cuộc gọi trung bình trong một giờ của một thuê bao.

t : thời gian trung bình cho một cuộc gọi.

A : lưu lượng thông tin trên một thuê bao (tính bằng Erlang).

Theo số liệu thống kê điển hình thì:

C = 1 : trung bình một người có một cuộc gọi trong một giờ.

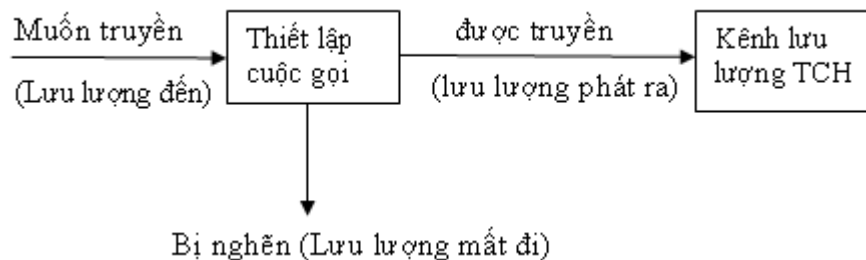
t = 120s : thời gian trung bình cho một cuộc gọi là 2 phút.

$$\Rightarrow A = \frac{1 * 120}{3600} \approx 33 \text{ mErlang/người sử dụng}$$

Như vậy, để phục vụ cho 1000 thuê bao ta cần một lưu lượng là 33 Erlang.

3.1.2. Cấp độ dịch vụ - GoS (Grade of Service)

Nếu một kênh bị chiếm toàn bộ thời gian, thì kênh đó đạt được dung lượng cực đại 1 Erl. Vì người sử dụng truy cập kênh vô tuyến theo kiểu ngẫu nhiên, nên không thể tránh khỏi những khoảng thời gian để trống kênh vô tuyến đó, do vậy kênh vô tuyến không đạt được dung lượng lý tưởng (1 Erl). Khi số người dùng tăng lên, số cuộc gọi đi qua kênh càng tăng, nên thông lượng tăng lên. Có thể xảy ra tình huống nhiều người dùng đồng thời truy cập một kênh vô tuyến, khi đó chỉ có một người được dùng kênh, những người khác bị tắc nghẽn.



Hình 3-7 Lưu lượng: Muốn truyền, được truyền, nghẽn

$$\begin{aligned} \text{Lưu lượng muốn truyền} &= \text{Lưu lượng được truyền} + \text{Lưu lượng nghẽn.} \\ \text{Offered Traffic} &= \text{Carried Traffic} + \text{Blocked Traffic} \end{aligned}$$

Cấp phục vụ (GoS = Grade of Service):

Để một kênh đường trục có chất lượng phục vụ cao thì xác suất nghẽn phải thấp. Vậy nên số người dùng có thể phải bị giới hạn, tức là lưu lượng muốn truyền phải giữ trong dung lượng kênh. Nếu chấp nhận một cấp phục vụ thấp hơn, tức là xác suất nghẽn lớn hơn, thì tương ứng tăng được dung lượng muốn truyền (tăng số người dùng). GoS cùng một nghĩa với xác suất nghẽn:

Lưu lượng muốn truyền: A (lưu lượng muốn truyền)

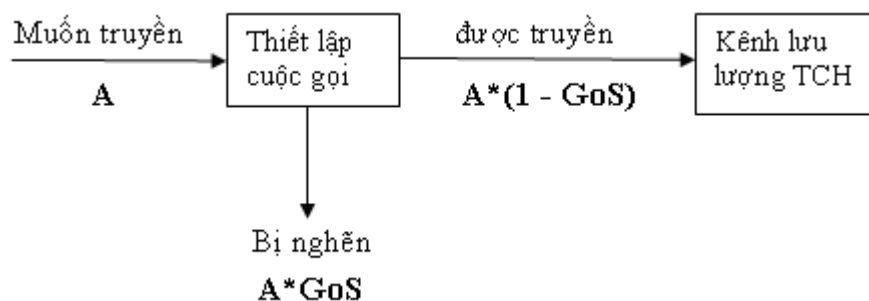
Lưu lượng bị nghẽn : $A * GoS$ (lưu lượng mất đi)

Lưu lượng được truyền : $A * (1 - GoS)$ (lưu lượng phát ra)

Theo thống kê cho thấy thì các thuê bao cá nhân sẽ không nhận ra được sự tắc nghẽn hệ thống ở mức dưới 10%. Tuy nhiên để mạng hoạt động với hiệu suất cao thì mạng cellular thường có $GoS = 2\%$ nghĩa là tối đa 2% lưu lượng bị nghẽn, tối thiểu 98% lưu lượng được truyền.

Mô hình ERLANG B:

Đây là mô hình hệ thống thông tin hoạt động theo kiểu tiêu hao. Thuê bao không hề gọi lại khi cuộc gọi không thành. Đồng thời giả thiết rằng: Xác suất cuộc gọi phân bố theo luật ngẫu nhiên Poisson, số người dùng rất lớn so với số kênh dùng chung, không có kênh dự trữ dùng riêng, cuộc gọi bị nghẽn không được gọi lại ngay.



Hình 3-8 Xác suất nghẽn GoS

Mô hình Erlang B là mô hình thích hợp hơn cả cho mạng GSM. Từ các công thức toán học, người ta lập ra bảng Erlang B cho tiện dụng (phần Phụ lục).

Ví dụ: Số kênh dùng chung là 10, GoS là 2%. Tra bảng Erlang B ta có lưu lượng muốn truyền là $A = 5,084$ Erl. Vậy lưu lượng được truyền là:

$$A * (1 - \text{GoS}) = 5,084 * (1 - 0,02) = 4,9823 \text{ Erl.}$$

3.1.3. Hiệu suất sử dụng trung kế (đường trực)

Hiệu suất sử dụng trung kế là tỷ số giữa lưu lượng được truyền với số kênh của đường trực.

Ở ví dụ trên, ta đang xét trung kế có số kênh dùng chung $n = 10$, $\text{GoS} = 2 \%$, nên lưu lượng được truyền sẽ là 4,9823 Erl. Ta có:

$$\text{Hiệu suất sử dụng trung kế} = \frac{4,9823}{10} * 100\% = 49,823 \%$$

Hiệu suất có vẻ thấp này tương ứng với GoS tốt (Xác suất nghẽn thấp). Chẳng hạn, nếu $\text{GoS} = 10 \%$ (tồi hơn) thì lưu lượng muốn truyền là 7,511 Erl, tương ứng lưu lượng được truyền là: $7,511 * (1 - 0,1) = 6,7599$ Erl. Khi đó, hiệu suất sử dụng trung kế lên đến $\frac{6,7599}{10} * 100\% = 67,599 \%$.

GoS càng tốt thì hiệu suất sử dụng trung kế càng thấp, cần phải có nhiều kênh vô tuyến cho lưu lượng muốn truyền đã cho. GoS càng kém thì với một lưu lượng đã cho thì chỉ cần số kênh vô tuyến là ít hơn.

Với cùng một cấp phục vụ, trung kế càng lớn (số kênh dùng chung lớn) thì hiệu quả sử dụng trung kế cũng cao.

Số kênh TCH	Lưu lượng được truyền (GoS = 2%)	Hiệu suất sử dụng trung kế
6	2,2305 Erlang	37 %
10	4,9823 Erlang	49,82 %
15	8,8300 Erlang	58,86 %
25	17,155 Erlang	68,62 %
40	30,377 Erlang	75,94 %

3.2. Các yếu tố ảnh hưởng tới chất lượng phủ sóng

3.2.1. Tổn hao đường truyền sóng vô tuyến

Hệ thống GSM được thiết kế với mục đích là một mạng tổ ong dày đặc và bao trùm một vùng phủ sóng rộng lớn. Các nhà khai thác và thiết kế mạng của mình để cuối cùng đạt được một vùng phủ liên tục bao tất cả các vùng dân cư của đất nước. Vùng phủ sóng được chia thành các vùng nhỏ hơn là các cell. Mỗi cell được phủ sóng bởi một trạm phát vô tuyến gốc BTS. Kích thước cực đại của một cell thông thường có thể đạt tới bán kính $R = 35$ km. Vì vậy, suy hao đường truyền là không thể tránh khỏi.

Với một anten cho trước và một công suất phát đã biết, suy hao đường truyền tỉ lệ với bình phương (d.f), trong đó d là khoảng cách từ trạm thu đến trạm phát gốc BTS. Trong môi trường thành phố, với nhiều nhà cao tầng, suy hao có thể tỉ lệ với lũy thừa 4 hoặc cao hơn nữa.

Dự đoán tổn hao đường truyền trong thông tin di động GSM bao gồm một loạt các vấn đề khó khăn, mà lý do chính bởi vì trạm di động luôn luôn di động và anten thu thấp. Những lý do thực tế này dẫn đến sự thay đổi liên tục của địa hình truyền sóng, vì vậy trạm di động sẽ phải ở vào những vị trí tốt nhất để thu được các tia phản xạ.

3.2.1.1. Tính toán lý thuyết

Cách cơ bản mà đơn giản ta coi không gian truyền sóng là không gian tự do. Giả thiết rằng không có tia phản xạ và sóng vô tuyến được truyền trong không gian tự do. Với anten vô hướng, ta có công thức suy hao đường truyền trong không gian tự do:

$$L_f = 20\log(4\pi d / \lambda) \quad [\text{dB}]$$

Công thức này có thể được viết lại như sau:

$$L_f = 32,5 + 20\log d + 20\log f \quad [\text{dB}]$$

Trong đó:

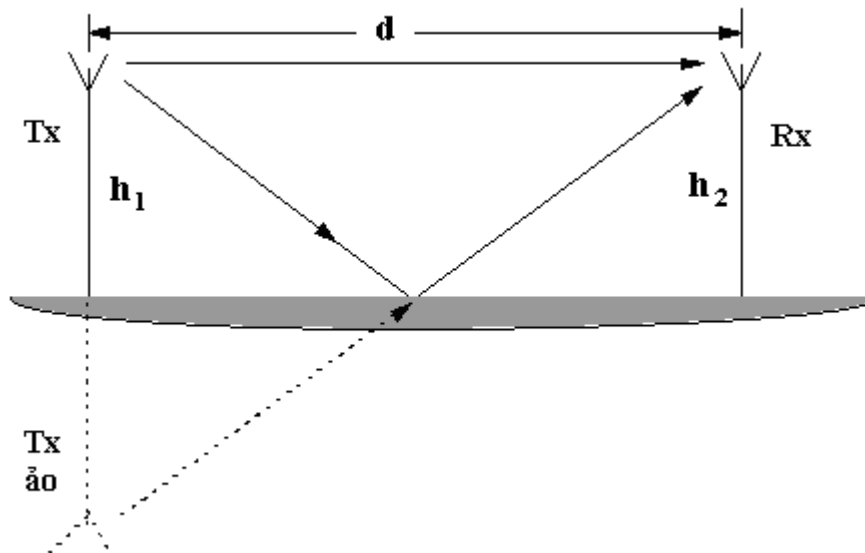
d = khoảng cách từ anten phát đến anten thu [km].

f = tần số làm việc [MHz].

Những công thức lý thuyết đơn giản và trọn vẹn trên không còn phù hợp trong môi trường di động nữa, nơi mà truyền sóng do nhiều đường là chủ yếu. Những sóng này cũng bị tán xạ, nhiễu xạ, suy giảm do nhiều trạng thái khác nhau của cả vật thể cố định và vật thể chuyển động. Hơn nữa, sự khúc xạ tầng đối lưu làm đường truyền sóng bị uốn cong.

✓ **Mô hình mặt đất bằng phẳng:**

Mô hình mặt đất được trình bày trong hình 3.3 cho thấy tổng tín hiệu đến trong máy thu bao gồm thành phần đến trực tiếp cộng với thành phần phản xạ từ mặt đất (thành phần này có thể được coi như là tín hiệu gốc từ một anten ảo trong lòng đất). Hai sóng này cùng nhau tạo thành sóng không gian (Space Wave).

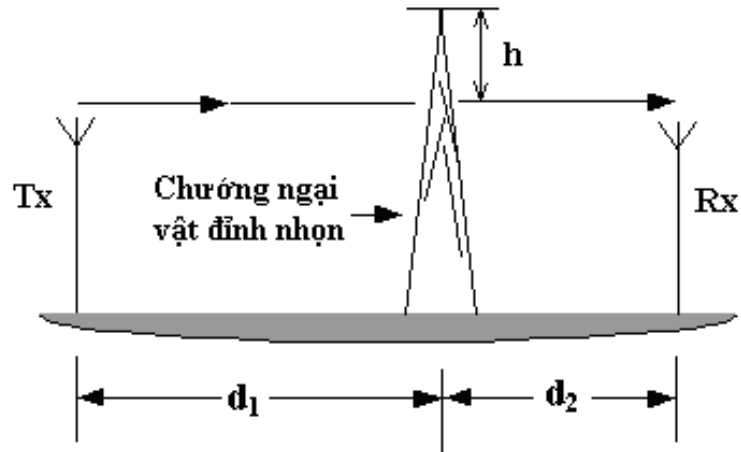


Hình 3-9 Truyền sóng trong trường hợp coi mặt đất là bằng phẳng

Ta có công thức sau để tính suy hao đường truyền:

$$L = 20 \cdot \log(d^2 / h_1 \cdot h_2)$$

Nhưng trong thực tế, khoảng không gian giữa máy thu và máy phát thường có các vật chắn (hình 3.4). Theo lý thuyết về truyền sóng vô tuyến, một chướng ngại vật sẽ làm suy giảm cường độ của tín hiệu truyền thẳng. Sự suy giảm này phụ thuộc vào vật chắn trong tầm nhìn thẳng của vật chắn.



Hình 3-10 Vật chắn trong tầm nhìn thẳng

Công thức sau dùng để tính toán sự suy giảm do vật chắn gây ra:

$$V = \sqrt[3]{\frac{2(d_1 + d_2)}{d_1 d_2 \lambda}}$$

Trên thực tế các loại địa hình truyền sóng rất phức tạp, không một công thức nào có thể đề cập được hết các loại địa hình này. Vì vậy, đã xuất hiện những mô hình truyền sóng nhờ những đo đạc thực tế của các nhà khoa học. Những kết quả từ những phép đo được chuyển thành những đồ thị chỉ ra mối quan hệ giữa cường độ trường và khoảng cách với một số biến như: chiều cao anten, loại địa hình...

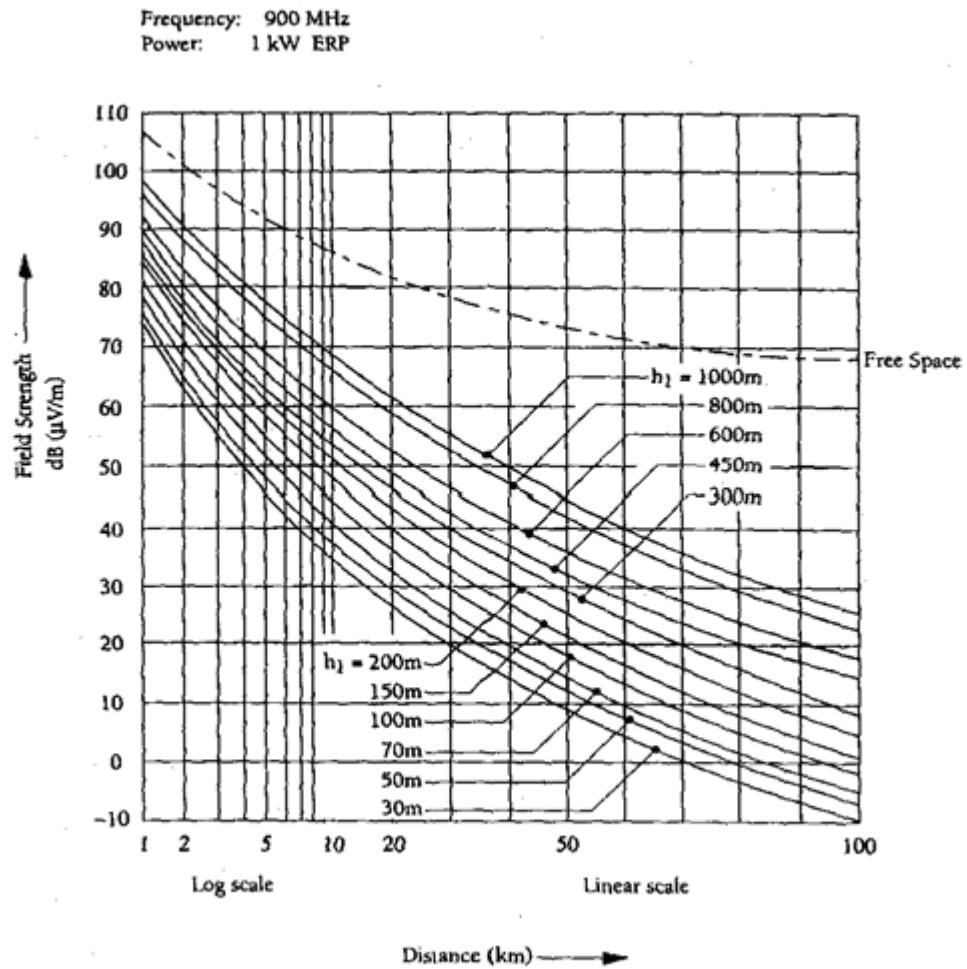
✓ **Phương pháp đo cường độ trường:**

Năm 1968, Y. Okumura là một kỹ sư người Nhật Bản đã đưa ra rất nhiều số liệu về việc đo cường độ trường để tham khảo. Ông chia địa hình thành 5 loại chính

1. Vùng hầu như bằng phẳng
2. Vùng nhiều đồi
3. Vùng có chòm núi độc lập
4. Vùng có địa hình dốc
5. Vùng ranh giới giữa đất và nước (bờ sông, bờ biển...)

Ông đưa ra những thử nghiệm trên tất cả các loại địa hình trên tại những tần số khác nhau, với những độ cao anten khác nhau và sử dụng các công suất phát

khác nhau. Đối với mỗi loại địa hình có một biểu đồ tương ứng chỉ ra tổn hao ứng với loại địa hình đó (hình 3.5).



Hình 3-11 Biểu đồ cường độ trường của OKUMURA

Ta thấy rằng sự đo lường của Okumura chỉ cho thấy sự suy giảm của cường độ tín hiệu theo khoảng cách, nhưng nó giảm nhanh hơn nhiều so với những gì ta đã biết trong không gian tự do.

3.2.1.2. Các mô hình chính lan truyền sóng trong thông tin di động:

✓ **Mô hình truyền sóng Hata:**

Vào khoảng năm 1980, M.Hata đã giới thiệu mô hình toán học trong việc tính suy giảm đường truyền dựa trên những phân tích dữ liệu của Okumula.

Công thức Hata:

$$L_p(\text{đô thị}) = 69,55 + 26,16.\log f - 13,82.\log(h_b) - a(h_m) + [44,9 - 6,55\log(h_b)].\log d$$

Trong đó:

$L_p(\text{đô thị})$: suy hao đường truyền đối với đô thị đông dân [dB]

f : tần số sóng mang (150÷ 1500) MHz

h_b : chiều cao của anten trạm gốc (30÷ 200) m

h_m : chiều cao anten máy di động (1÷ 20) m

d : khoảng cách từ trạm gốc đến máy di động (1÷ 20) km

Hệ số hiệu chỉnh anten $a(h_m)$:

$$a(h_m) = (1,1.\log f - 0,7).h_m - (1,56.\log f - 0,8)$$

Và công thức tính suy hao cho vùng ngoài đô thị:

$$L_p(\text{ngoại ô}) = L_p(\text{đô thị}) - 2.[\log(f/28)]^2 - 5,4$$

$$L_p(\text{nông thôn}) = L_p(\text{đô thị}) - 4,78(\log f)^2 + 18,33.\log f - 40,94$$

Mô hình Hata được sử dụng rộng rãi nhưng trong các trường hợp đặc biệt như nhà cao tầng phải sử dụng Microcell với anten lắp đặt dưới mái nhà cần phải sử dụng mô hình khác được giới thiệu tiếp theo.

✓ Mô hình COST 231:

COST (Collaborative studies in Science and Technology - Cộng tác nghiên cứu khoa học và công nghệ) được sự bảo trợ của EU. COST231 bao gồm một số vấn đề liên quan tới vô tuyến của ô và những mô hình truyền sóng. Một Microcell được COST231 định nghĩa là một cell nhỏ với phạm vi từ 0,5 đến 1 km, trong phạm vi này anten gốc nói chung được đặt thấp hơn độ cao của toà nhà cao nhất.

Anten trạm gốc của cell lớn hoặc cell nhỏ nói chung đều được đặt phía trên của toà nhà cao nhất. Cell nhỏ của GSM được giới hạn trong phạm vi bán kính khoảng 1÷ 3 km, trái lại cell lớn có thể mở rộng phạm vi bán kính lên tới 35 km. Dựa trên cơ sở này, COST đưa ra mô hình Hata COST231.

Mô hình Hata COST231

Mô hình này được thiết kế để hoạt động trong dải tần từ 1500÷ 2000 MHz ở đô thị hoặc ngoại ô, ta có công thức:

$$L_p = 46,3 + 33,9.\log f - 13,82.\log h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55.\log h_b).\log d + C_m$$

Trong đó:

L_p : suy hao đường truyền (dB)

f : tần số hoạt động (MHz)

h_b : độ cao anten trạm gốc (m)

h_m : độ cao anten máy di động (m)

$a(h_m)$: hệ số hiệu chỉnh anten

d : khoảng cách từ trạm gốc đến máy di động (km)

C_m $\left\{ \begin{array}{l} = 0 \text{ dB đối với thành phố cỡ trung bình hoặc trung tâm ngoại ô} \\ = 3 \text{ dB đối với trung tâm đô thị} \end{array} \right.$

✓ Mô hình SAKAGAMIKUBOL:

Đây là mô hình được phát triển dựa trên kết quả của mô hình Okumura. Kết quả là có được một mô hình đáng quan tâm bởi những lý do sau:

1. Nó đưa ra rất nhiều tham số cho môi trường đô thị.
2. Nó có thể đáp ứng được trên phạm vi tần số 450 ÷ 2200 MHz.
3. Nó đưa ra những qui định hợp lệ đối với những độ cao của anten trạm gốc thấp hơn đỉnh các toà nhà, để tạo ra mô hình hữu ích cho ứng dụng của Microcell.

Công thức của mô hình này là:

$$L_p = 100 - 7,1.\log W + 0,023.\phi + 1,4.\log h_s + 6,1.\log \langle H \rangle - [24,37 - 3,7.(H/h_b)^2].\log h_b + (43,42 - 3,1.\log h_b).\log d + 20\log f + \exp[13(\log f - 3,23)]$$

Trong đó:

L_p : suy hao [dB]

W : bề rộng của đường tại điểm thu (5 ÷ 50 m)

ϕ : góc giữa trục của đường với đường thẳng nối từ anten trạm gốc đến máy di động

h_s : độ cao của toà nhà có đặt anten trạm gốc phía điểm thu (5 ÷ 80 m)

$\langle H \rangle$: độ cao trung bình của các toà nhà xung quanh điểm thu (5 ÷ 50 m)

h_b : độ cao của anten trạm gốc tại điểm thu (20 ÷ 100 m)

H : độ cao trung bình của các toà nhà xung quanh trạm gốc ($H > h_b$)

d : khoảng cách giữa trạm gốc và điểm thu (0,5 ÷ 10 km)

f : tần số hoạt động (450÷ 2200 MHz)

3.2.2. Vấn đề Fading

✓ **Fading chuẩn Loga:** trạm di động thường hoạt động ở các môi trường có nhiều chướng ngại vật (các quả đồi, toà nhà...). Điều này dẫn đến hiệu ứng che khuất (Shadding) làm giảm cường độ tín hiệu thu, khi thuê bao di chuyển cường độ thu sẽ thay đổi.

✓ **Fading Rayleigh:** Khi môi trường có nhiều chướng ngại vật, tín hiệu thu được từ nhiều phương khác nhau. Điều này nghĩa là tín hiệu thu là tổng của nhiều tín hiệu giống nhau nhưng khác pha và biên độ .

Để giảm phần nào tác hại do Fading gây ra, người ta thường tăng công suất phát đủ lớn để tạo ra một lượng dự trữ Fading, sử dụng một số biện pháp như: phân tập anten, nhảy tần ...

3.2.3. Ảnh hưởng nhiễu C/I và C/A

Một đặc điểm của cell là các kênh đang sử dụng đã có thể được sử dụng ở các cell khác. Nhưng giữa các cell này phải có một khoảng cách nhất định. Điều này có nghĩa là cell sẽ bị nhiễu đồng kênh do việc các cell khác sử dụng cùng tần số. Cuối cùng vùng phủ sóng của trạm gốc sẽ bị giới hạn bởi lý do này hơn là do tạp âm thông thường. Vì vậy, ta có thể nói rằng một hệ thống tổ ong hoàn thiện là giới hạn được nhiễu mà đã được qui chuẩn, loại trừ được nhiễu hệ thống. Một vấn đề trong thiết kế hệ tổ ong là điều khiển các loại nhiễu này ở mức chấp nhận được. Điều này được thực hiện một phần bởi việc điều khiển khoảng cách sử dụng lại tần số. Khoảng cách này càng lớn thì nhiễu càng bé.

Để chất lượng thoại luôn được đảm bảo thì mức thu của sóng mang mong muốn C (Carrier) phải lớn hơn tổng mức nhiễu đồng kênh I (Interference) và mức nhiễu kênh lân cận A (Adjacent).

3.2.3.1. Nhiễu đồng kênh C/I:

Nhiễu đồng kênh xảy ra khi cả hai máy phát 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.

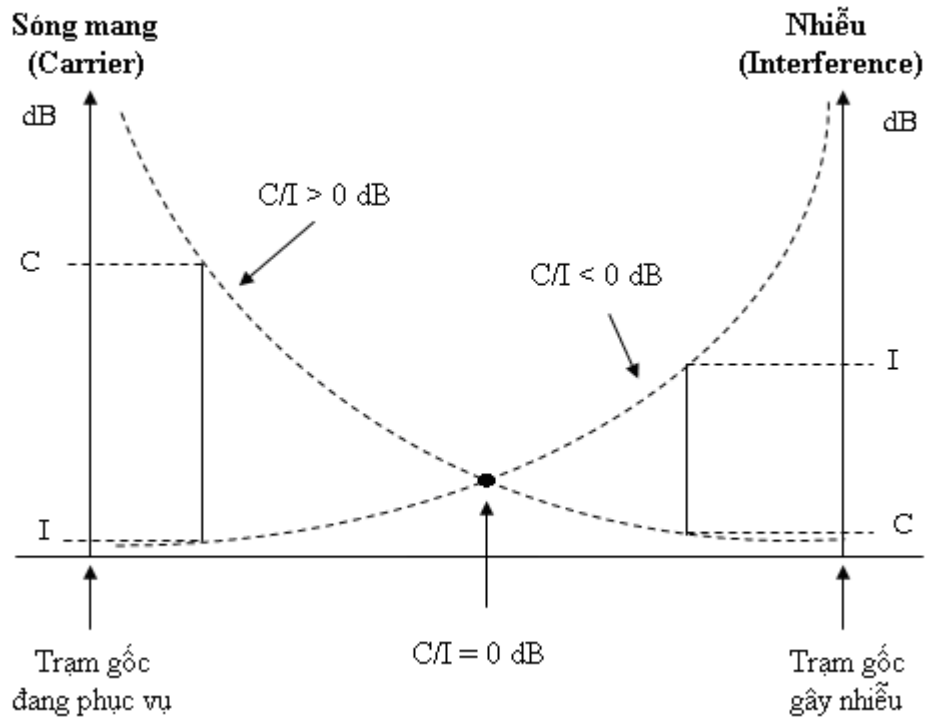
Tỉ số sóng mang trên nhiễu được định nghĩa là cường độ tín hiệu mong muốn trên cường độ tín hiệu nhiễu.

$$C/I = 10\log(P_c/P_i) .$$

Trong đó:

P_c = công suất tín hiệu thu mong muốn

P_i = công suất nhiễu thu được.



Hình 3-12 Tỷ số nhiễu đồng kênh C/I

Hình 3.6 ở trên chỉ ra trường hợp mà máy di động (cellphone) đặt trong xe đang thu một sóng mang mong muốn từ một trạm gốc phục vụ (Serving BS) và đồng thời cũng đang chịu một nhiễu đồng kênh do nhiễu phát sinh của một trạm gốc khác (Interference BS).

Giả sử rằng cả hai trạm đều phát với một công suất như nhau các đường truyền sóng cũng tương đương (hầu như cũng không khác nhau trong thực tế) và ở điểm giữa, máy di động có C/I bằng 0 dB, có nghĩa là cả hai tín hiệu có cường độ bằng nhau. Nếu máy di động đi gần về phía trạm gốc đang phục vụ nó thì $C/I > 0$ dB. Nếu máy di động chuyển động về phía trạm gây ra nhiễu thì $C/I < 0$ dB.

Theo khuyến nghị của GSM giá trị C/I bé nhất mà máy di động vẫn có thể làm việc tốt là 9 dB. Trong thực tế, người ta nhận thấy rằng giá trị này cần thiết phải lên đến 12 dB ngoại trừ nếu sử dụng nhảy tần thì mới có thể làm việc ở mức C/I là 9dB. Ở mức C/I thấp hơn thì tỷ lệ lỗi bit BER (Bit Error Rate) sẽ cao không chấp nhận được và mã hoá kênh cũng không thể sửa lỗi một cách chính xác được.

Tỉ số C/I được dùng cho các máy di động phụ thuộc rất lớn vào việc quy hoạch tần số và mẫu tái sử dụng tần số. Nói chung việc sử dụng lại tần số làm dung lượng tăng đáng kể tuy nhiên đồng thời cũng làm cho tỉ số C/I giảm đi. Do đó việc quy hoạch tần số cần quan tâm đến nhiều đồng kênh C/I.

3.2.3.2. Nhiễu kênh lân cận C/A:

Nhiễu kênh lân cận xảy ra khi sóng vô tuyến được điều chỉnh và thu riêng kênh C song lại chịu nhiễu từ kênh lân cận C-1 hoặc C+1. Mặc dù thực tế sóng vô tuyến không được chỉnh để thu kênh lân cận đó, nhưng nó vẫn đề nghị một sự đáp ứng nhỏ là cho phép kênh lân cận gây nhiễu tới kênh mà máy thu đang điều chỉnh. Tỉ số sóng mang trên kênh lân cận được định nghĩa là cường độ của sóng mang mong muốn trên cường độ của sóng mang kênh lân cận.

$$C/A = 10.\log(P_c/P_a)$$

Trong đó :

P_c = công suất thu tín hiệu mong muốn

P_a = công suất thu tín hiệu của kênh lân cận

Giá trị C/A thấp làm cho mức BER cao. Mặc dù mã hoá kênh GSM bao gồm việc phát hiện lỗi và sửa lỗi, nhưng để việc đó thành công thì cũng có giới hạn đối với nhiễu. Theo khuyến nghị của GSM, để cho việc quy hoạch tần số được tốt thì giá trị C/A nhỏ nhất nên lớn hơn - 9 dB.

Khoảng cách giữa nguồn tạo ra tín hiệu mong muốn với nguồn của kênh lân cận lớn sẽ tốt hơn cho C/A. Điều này có nghĩa là các cell lân cận không nên được ấn định các sóng mang của các kênh cạnh nhau nếu C/A được đã được đề nghị trong một giới hạn nhất định.

Cả hai tỉ số C/I và C/A đều có thể được tăng lên bằng việc sử dụng quy hoạch cấu trúc tần số.

3.2.3.3. Một số biện pháp khắc phục

Vấn đề can nhiễu kênh chung là một thách thức lớn với hệ thống thông tin di động tế bào. Có các phương pháp để giảm can nhiễu kênh chung như:

1. Tăng cự ly sử dụng lại tần số (D)
2. Hạ thấp độ cao anten trạm gốc
3. Sử dụng Anten định hướng ở BTS (Sector hóa)

Với phương pháp thứ nhất: việc tăng cự ly sử dụng lại tần số D sẽ làm giảm can nhiễu kênh chung, tuy nhiên khi đó số cell trong mỗi mảng mẫu sẽ tăng, tương ứng với số kênh tần số dành cho mỗi cell sẽ giảm và như vậy thì dung lượng phục vụ sẽ giảm xuống.

Phương pháp thứ hai việc hạ thấp anten trạm gốc làm cho ảnh hưởng giữa các cell dùng chung tần số sẽ được giảm bớt và như vậy can nhiễu kênh chung cũng được giảm bớt. Tuy nhiên, việc hạ thấp anten sẽ làm ảnh hưởng của các vật cản (nhà cao tầng...) tới chất lượng của hệ thống trở nên nghiêm trọng hơn.

Phương pháp thứ 3 có hai ích lợi: Một là biện pháp làm giảm can nhiễu kênh chung trong khi cự ly sử dụng lại tần số không đổi, hai là tăng dung lượng hệ thống. Phương pháp này sẽ được trình bày trong phần sau.

Ngoài ra, các kỹ thuật khác như:

- Điều khiển công suất phát sóng kiểu động
- Truyền phát gián đoạn
- Nhảy tần

cũng làm cải thiện thêm đáng kể tỷ số C/ I của hệ thống

✓ Một số kỹ thuật tăng chất lượng hệ thống:

- Nhảy tần:

Thực chất của việc nhảy tần là thực hiện trải các cụm (burst) dữ liệu trên các kênh tần số khác nhau một cách ngẫu nhiên, nhằm giảm nhiễu trong toàn bộ hệ thống. Điều này có ý nghĩa rất lớn đối với các mạng lớn mà việc sử dụng lại tần số là cực kỳ khó khăn. Để nhảy tần cần chú ý trong trường hợp tổ hợp nhảy tần, số tần số này có thể nhiều hơn số trạm thu/phát TRX của cell. Khi chọn các tần số để nhảy

tần khác nhau sẽ làm cho các cụm dữ liệu nhảy tần theo các cách khác nhau và làm giảm khả năng trùng tần số giữa các cụm số liệu trên 2 cell.

- **Truyền phát gián đoạn _ Discontinuous Transmission (DTX):**

Thực chất của phương pháp DTX là BTS hay MS chỉ phát khi nhận được tín hiệu đầu vào như có tín hiệu thoại và khi kết thúc tín hiệu nó sẽ ngừng phát. Việc phát hay không được thực hiện trên cơ sở từng khe thời gian. Mục đích của phương pháp này là tiết kiệm năng lượng và giảm nhiễu trên kênh lân cận một cách tối đa. Khi sử dụng phương pháp truyền dẫn gián đoạn ta cần thêm các thiết bị phụ trợ khác như VAD (Voice Active Detector) để phát hiện tín hiệu vào và tạo ra tiếng ồn giả khi một phía nào đó ngừng cung cấp tín hiệu.

- **Điều khiển công suất thu phát của MS và BTS:** Việc điều khiển tăng giảm công suất thu phát của MS và BTS cũng làm cải thiện đáng kể tỷ số C/I.

3.2.4. Phân tán thời gian

Phân tán thời gian xảy ra là do có nhiều đường truyền sóng từ máy phát đến máy thu. Hiện tượng phân tán thời gian gây ra một số vấn đề cho mạng thông tin di động số. Việc sử dụng truyền dẫn số cũng gây ra một số vấn đề khác như: phân tán thời gian do các tín hiệu phản xạ (Reflection) gây ra.

Sự phân tán thời gian sẽ gây ra hiện tượng “giao thoa giữa các ký tự”. Giả thiết chúng ta phát đi một chuỗi bit 1 và 0. Nếu tín hiệu phản xạ đi chậm hơn tín hiệu đi thẳng đúng 1 bit thì máy thu phát hiện bit 1 từ sóng phản xạ đồng thời cũng phát hiện bit 0 từ sóng đi thẳng.

Cửa sổ thời gian được định nghĩa là khoảng thời gian 15 ms sau khi máy thu nhận được tín hiệu trực tiếp từ máy phát. Giả sử các tia phản xạ đến máy thu bên ngoài cửa sổ thời gian, tức là sau 15 ms, sẽ gây phiền phức cho hệ thống giống như là nhiễu. Ta đã biết giá trị tối thiểu của C/I trong hệ thống GSM là 9 dB.

Chúng ta có thể coi giá trị này là giá trị cực đại của phân tán thời gian. Nghĩa là tất cả các tín hiệu phản xạ mà đến trễ hơn 15 ms, bên ngoài cửa sổ thời gian, phải có giá trị tổng nhỏ hơn 9 dB. Tỷ số này chính là C/R.

3.2.4.1. Các trường hợp phân tán thời gian

✓ **Những môi trường nguy hiểm:** (là những môi trường có thể gây nên vấn đề về phân tán thời gian).

- Những vùng núi
- Hồ sâu hoặc nhiều nhà cao tầng
- Những toà nhà cao có kết cấu kim loại , ...

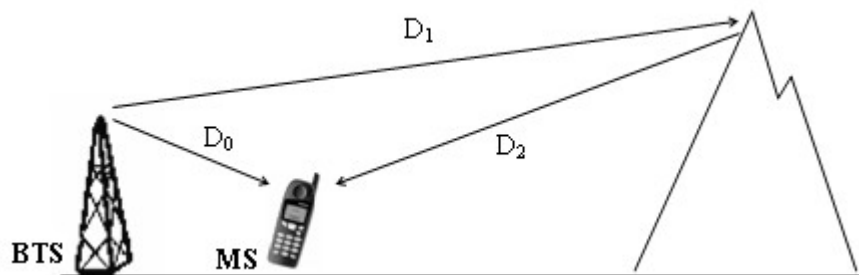
Trong tất cả những trường hợp như vậy phân tán thời gian chỉ có thể xảy ra khi hiệu quãng đường giữa tín hiệu trực tiếp và tín hiệu phản xạ từ những chướng ngại vật kể trên lớn hơn cửa sổ cân bằng (4,5 km).

Nói chung, sự nguy hiểm của phân tán thời gian sẽ tăng cùng với khoảng cách giữa BTS và MS. Khi một MS gần BTS có thể nhận được tín hiệu phản xạ mạnh với hiệu quãng đường lớn nhưng vẫn không ảnh hưởng gì do tín hiệu trực tiếp mạnh để đảm bảo tỉ số C/R trên ngưỡng tới hạn. Khi MS chuyển động ra xa BTS thì nguy cơ tỉ số C/R thấp sẽ tăng lên do tín hiệu trực tiếp đã yếu đi.

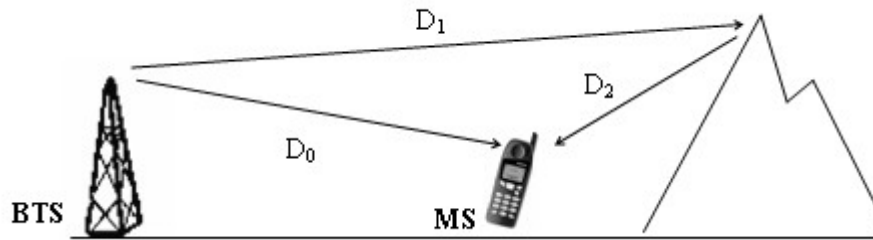
Tuy nhiên, một điều cần chú ý đó là tia phản xạ cũng là một phần của sóng mang cho nên việc quy hoạch một hệ thống cần phải chỉ ra được các trường hợp đặc thù có thể xảy ra hiện tượng giao thoa ký tự.

✓ Phân tán thời gian với các trường hợp khác nhau

Trường hợp 1:



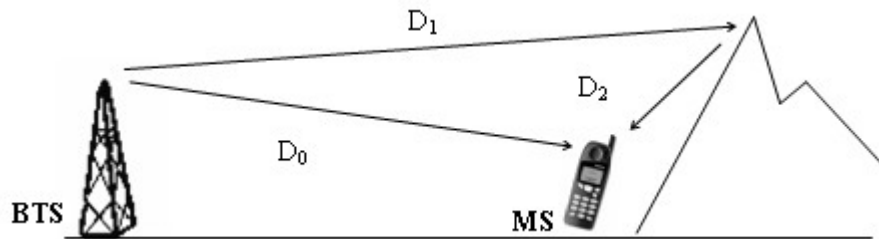
Trường hợp này: Tuy hiệu số quãng đường = $D_R - D_0$ lớn ($D_R = D_1 + D_2$), nhưng tín hiệu trực tiếp mạnh, tín hiệu phản xạ yếu. Do vậy tỉ số C/R trên ngưỡng.

Trường hợp 2:

Trường hợp này: Hiệu số quãng đường vẫn còn khá lớn nên các tín hiệu phản xạ nằm ngoài cửa sổ thời gian.

Trong khi tín hiệu đến trực tiếp đã yếu đi, tín hiệu phản xạ mạnh hơn. Tỉ số C/R gần hoặc thấp hơn ngưỡng.

Đây là trường hợp nguy hiểm nhất, hiện tượng phân tán thời gian biểu hiện rõ ràng nhất.

Trường hợp 3:

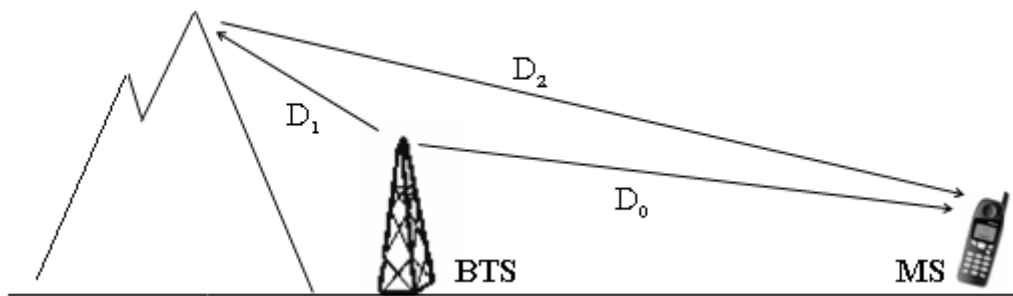
Trường hợp này: Tín hiệu phản xạ mạnh gần như tín hiệu trực tiếp, tỉ số C/R gần hoặc dưới ngưỡng. Nhưng do hiệu quãng đường nhỏ nằm trong cửa sổ cân bằng, hay các tín hiệu phản xạ nằm trong cửa sổ thời gian, nên trường hợp này không bị ảnh hưởng bởi phân tán thời gian.

3.2.4.2. Một số giải pháp khắc phục

Những giải pháp khả thi để tránh tác hại của phân tán thời gian là:

1. Chọn vị trí đặt BTS:

- Di chuyển BTS đến càng gần vật gây phản xạ càng tốt. Điều này sẽ đảm bảo cho hiệu khoảng cách luôn nhỏ nằm trong phạm vi cửa sổ cân bằng.



Hình 3-13 Đặt BTS gần chướng ngại vật để tránh phân tán thời gian

- Chuyển hướng anten của BTS ra khỏi phía vật chướng ngại gây phản xạ nếu BTS được đặt xa nó. Anten nên chọn có tỉ số tăng ích trước trên sau cao.

2. Thay đổi anten và góc nghiêng anten:

Nếu vật phản xạ không bị chiếu vào thì sẽ không có hiện tượng phản xạ. Như vậy, ta phải cố gắng giảm phần năng lượng bức xạ từ vật phản xạ mà có thể gây ra hiện tượng phản xạ có hại.

Sử dụng anten down tilt là một cách có thể áp dụng được. Anten down tilt với độ rộng búp sóng vào khoảng 10° , được sử dụng để tránh chiếu vào những vùng núi và trong trường hợp cần phủ sóng cho một trục đường quốc lộ. Vấn đề chính khi sử dụng anten này là chúng phải được lắp đặt thật chính xác, sai số không được vượt quá 1° .

3. Điều chỉnh tham số cell:

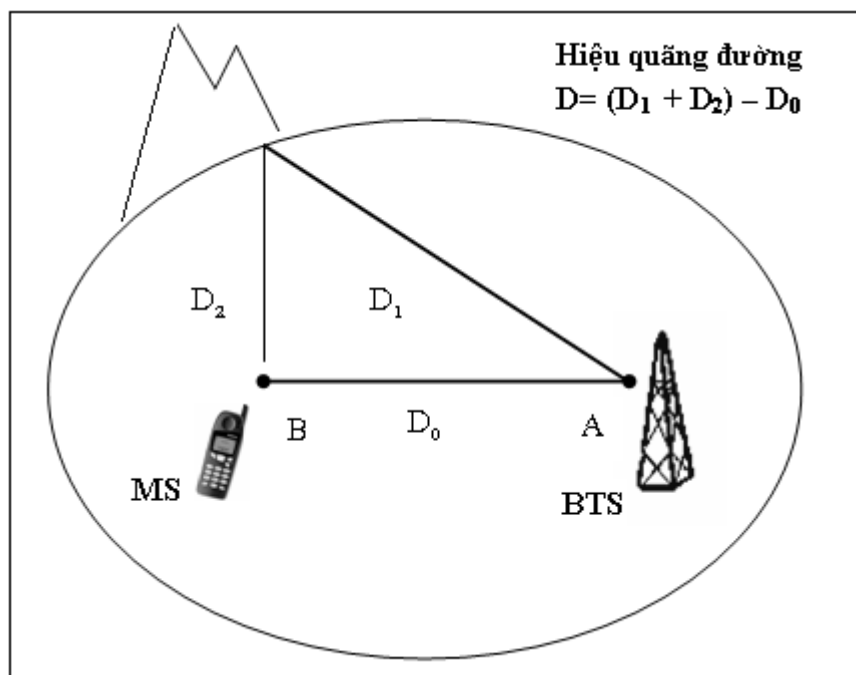
Một cách khác để chống phân tán thời gian là thay đổi tham số của cell.

Nếu một vùng nào đó trong một cell có cường độ tín hiệu thấp so với vùng còn lại trong cell thì các tham số điều khiển chuyển giao nên được thiết lập để tiến hành các cuộc chuyển giao ra ngay khỏi cell này trước khi để máy di động MS đi vào vùng nguy hiểm đó. Các tham số của các cell bên cạnh cũng nên được thiết lập để sao cho các cuộc chuyển giao không bị chuyển vào những vùng có xảy ra tán sắc thời gian nằm trong cell đó.

4. Đo lường:

Biện pháp đo lường được đưa ra trong những môi trường khác nhau mà những chướng ngại vật gây nên phân tán chỉ nằm ngoài vùng ellipse được tạo nên bởi vị trí giữa BTS và MS và phạm vi cửa sổ cân bằng (hình 3.8).

Năng lượng sóng phản xạ tỉ lệ với R^{-4} của khoảng cách. Có nghĩa là nó sẽ giảm rất nhanh khi ra xa chướng ngại vật. Và lại, nếu BTS và MS nhìn thấy được nhau thì tín hiệu trực tiếp sẽ mạnh hơn rất nhiều so với tín hiệu phản xạ và tác hại làm cho chất lượng cuộc kết nối không được ổn định trong thời gian phân tán thời gian sẽ rất nhỏ.



Hình 3-14 Phạm vi vùng Elip

Chương IV

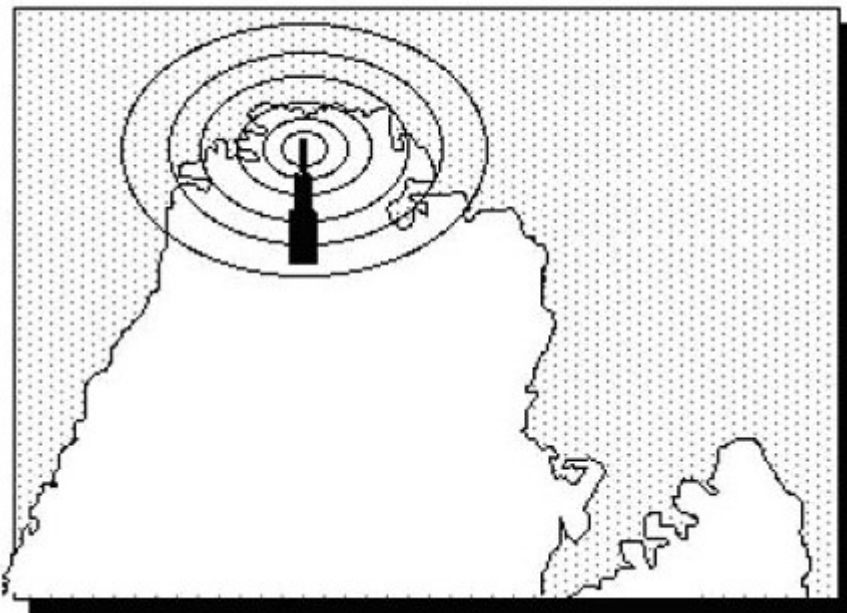
4. THIẾT KẾ HỆ THỐNG

4.1. Hệ thống thông tin di động tế bào

Hệ thống thông tin di động tế bào sử dụng một số lượng lớn các máy phát vô tuyến công suất thấp để tạo nên các cell hay còn gọi là tế bào (đơn vị địa lý cơ bản của hệ thống thông tin vô tuyến). Thay đổi công suất máy phát nhằm thay đổi kích thước cell theo phân bố mật độ thuê bao, nhu cầu thuê bao theo từng vùng cụ thể. Khi thuê bao di động di chuyển từ cell này sang cell khác, cuộc đàm thoại của họ sẽ được giữ nguyên liên tục, không gián đoạn. Tần số sử dụng ở cell này có thể được sử dụng lại ở cell khác với khoảng cách xác định giữa hai cell.

✓ Cấu trúc hệ thống thoại di động trước đây

Dịch vụ thoại di động truyền thống được cấu trúc giống như hệ thống truyền hình phát thanh quảng bá: Một trạm phát sóng công suất mạnh đặt tại một cao điểm có thể phát tín hiệu trong vòng bán kính đến 50km.

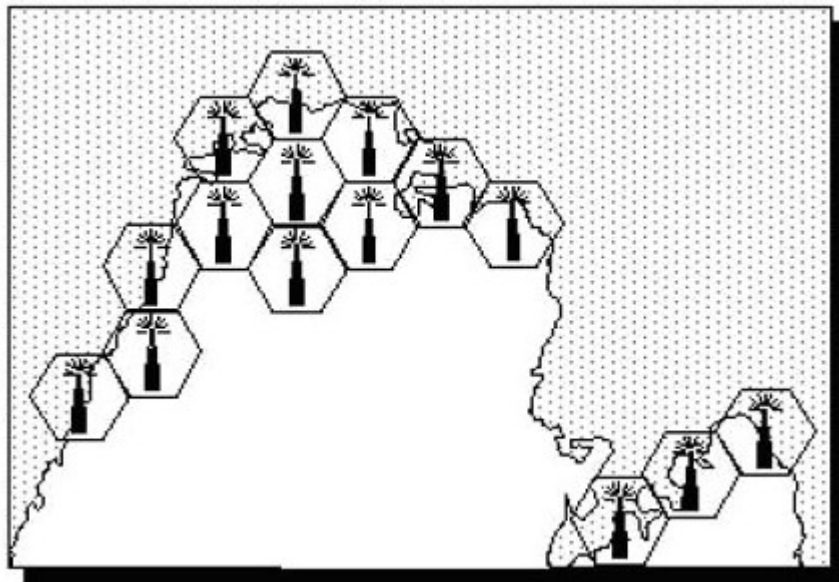


Hình 4-15 Cấu trúc hệ thống thông tin di động trước đây

✓ Hệ thống thông tin di động tế bào

Khái niệm mạng tổ ong đã cấu trúc lại hệ thống thông tin di động theo cách khác. Thay vì sử dụng một trạm công suất lớn, người ta sử dụng nhiều trạm công suất nhỏ trong vùng phủ sóng được ấn định trước. Lấy ví dụ, bằng cách phân chia một vùng trung tâm thành 100 vùng nhỏ hơn (các tế bào), mỗi cell sử dụng một máy phát công suất thấp với khả năng cung cấp 12 kênh thoại cho mỗi máy. Khi đó năng lực của hệ thống về lý thuyết có thể tăng từ 12 kênh thoại sử dụng một máy phát công suất lớn lên đến 1200 kênh thoại bằng cách sử dụng 100 máy phát công suất thấp. Như vậy là dung lượng hệ thống đã tăng lên rất nhiều.

Bằng cách giảm bán kính của vùng phủ sóng đi 50% (diện tích vùng phủ sóng giảm 4 lần), nhà cung cấp dịch vụ có thể tăng khả năng phục vụ lên 4 lần. Hệ thống được triển khai trên vùng có bán kính 1 Km có thể cung cấp số kênh lớn hơn gấp 100 lần so với hệ thống triển khai trên vùng có bán kính 10 Km. Từ thực tế rút ra kết luận rằng, bằng cách giảm bán kính vùng đi vài trăm mét thì nhà cung cấp có thể phục vụ thêm vài triệu cuộc gọi.



Hình 4-16 Hệ thống thông tin di động sử dụng cấu trúc tế bào

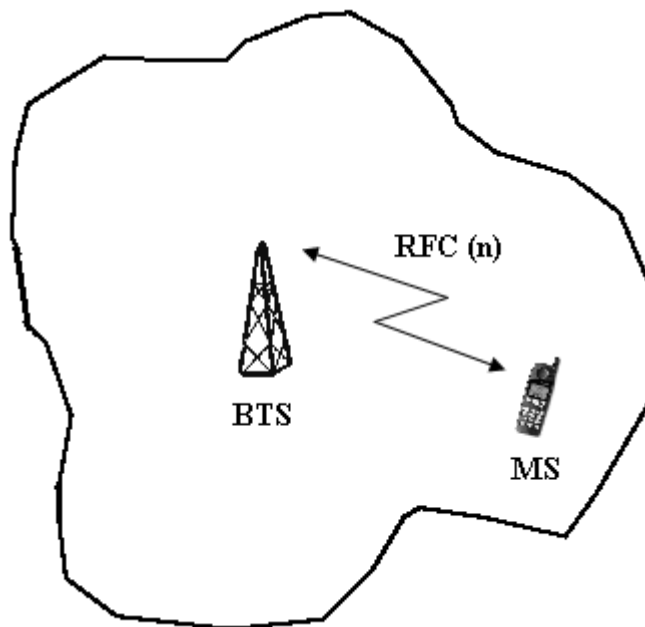
Khái niệm cell (tế bào) được sử dụng với các mức công suất thấp khác nhau, nó cho phép các cell (các tế bào) có thể thay đổi vùng phủ sóng tùy theo mật độ, nhu cầu của thuê bao trong một vùng nhất định. Các cell có thể được thêm vào từng

vùng tùy theo sự phát triển của thuê bao trong vùng đó. Tần số ở cell này có thể được tái sử dụng ở cell khác, các cuộc điện thoại vẫn được duy trì liên tục khi thuê bao di chuyển từ cell này sang cell khác.

4.2. Quy hoạch Cell

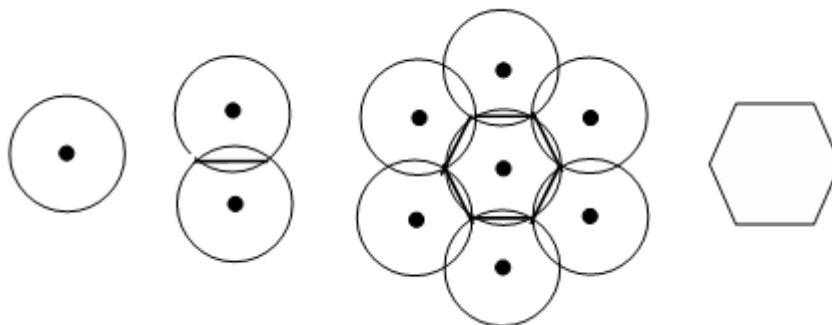
4.2.1. Khái niệm tế bào (Cell)

Cell (tế bào hay ô): là đơn vị cơ sở của mạng, tại đó trạm di động MS tiến hành trao đổi thông tin với mạng qua trạm thu phát gốc BTS. BTS trao đổi thông tin qua sóng vô tuyến với tất cả các trạm di động MS có mặt trong Cell.



Hình 4-17 Khái niệm Cell

Hình dạng lý thuyết của Cell là một ô tổ ong hình lục giác:



Hình 4-18 Khái niệm về biên giới của một Cell

Trên thực tế, hình dạng của cell là không xác định. Việc quy hoạch vùng phủ sóng cần quan tâm đến các yếu tố địa hình và mật độ thuê bao, từ đó xác định số lượng trạm gốc BTS, kích thước cell và phương thức phủ sóng thích hợp.

4.2.2. Kích thước Cell và phương thức phủ sóng

4.2.2.1. Kích thước Cell

- ✓ **Cell lớn:** Bán kính phủ sóng khoảng: $n \text{ km} \div n*10 \text{ km}$ (GSM: $\leq 35 \text{ km}$)

Vị trí thiết kế các Cell lớn:

- Sóng vô tuyến ít bị che khuất (vùng nông thôn, ven biển...)
- Mật độ thuê bao thấp.
- Yêu cầu công suất phát lớn.

- ✓ **Cell nhỏ:** Bán kính phủ sóng khoảng: $n*100 \text{ m}$. (GSM: $\leq 1 \text{ km}$)

Vị trí thiết kế các Cell nhỏ:

- Sóng vô tuyến bị che khuất (vùng đô thị lớn).
- Mật độ thuê bao cao.
- Yêu cầu công suất phát nhỏ.

Có tất cả bốn kích thước cell trong mạng GSM đó là macro, micro, pico và umbrella. Vùng phủ sóng của mỗi cell phụ thuộc nhiều vào môi trường.

Macro cell được lắp trên cột cao hoặc trên các tòa nhà cao tầng.

Micro cell lại được lắp ở các khu thành thị, khu dân cư.

Pico cell thì tầm phủ sóng chỉ khoảng vài chục mét trở lại nó thường được lắp để tiếp sóng trong nhà.

Umbrella lắp bổ sung vào các vùng bị che khuất hay các vùng trống giữa các cell.

Bán kính phủ sóng của một cell tùy thuộc vào độ cao của anten, độ lợi anten thường thì nó có thể từ vài trăm mét tới vài chục km. Trong thực tế thì khả năng phủ sóng xa nhất của một trạm GSM là 32 km (22 dặm).

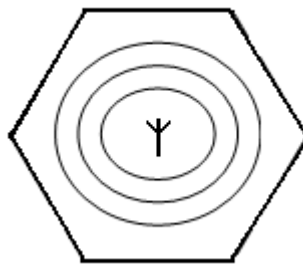
Một số khu vực trong nhà mà các anten ngoài trời không thể phủ sóng tới như nhà ga, sân bay, siêu thị... thì người ta sẽ dùng các trạm pico để chuyển tiếp sóng từ các anten ngoài trời vào.

4.2.2.2. Phương thức phủ sóng

Hình dạng của cell trong mỗi một sơ đồ chuẩn phụ thuộc vào kiểu anten và công suất ra của mỗi một BTS. Có hai loại anten thường được sử dụng: anten vô hướng (omni) là anten phát đẳng hướng, và anten có hướng là anten bức xạ năng lượng tập trung trong một rế quạt (sector).

✓ Phát sóng vô hướng – Omni directional Cell (360^0)

Anten vô hướng hay 360^0 bức xạ năng lượng đều theo mọi hướng.



Hình 4-19 Omni (360^0) Cell site

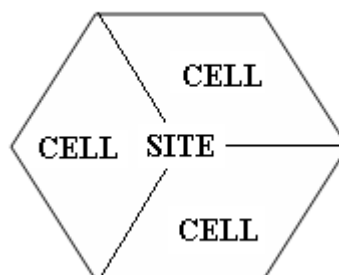
Khái niệm Site: Site được định nghĩa là vị trí đặt trạm BTS.

Với Anten vô hướng: **1 Site = 1 Cell 360^0**

✓ Phát sóng định hướng – Sectorization:

Lợi ích của sectorization (sector hóa):

- Cải thiện chất lượng tín hiệu (Giảm can nhiễu kênh chung).
- Tăng dung lượng thuê bao.



Hình 4-20 Sector hóa 120^0

Với Anten định hướng 120^0 : **1 Site = 3 Cell 120^0**

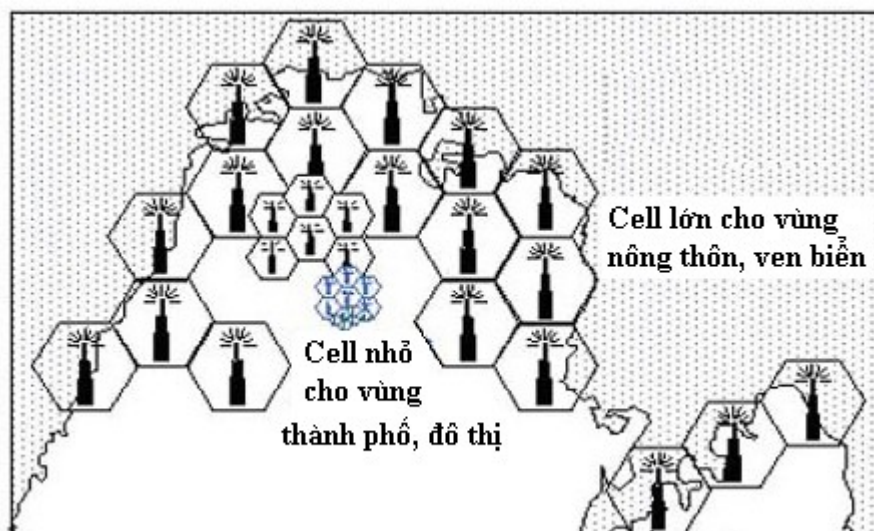
4.2.3. Chia Cell (Cells Splitting)

Một cell với kích thước càng nhỏ thì dung lượng thông tin càng tăng. Tuy nhiên, kích thước nhỏ đi có nghĩa là cần phải có nhiều trạm gốc hơn và như thế chi phí cho hệ thống lắp đặt trạm cũng cao hơn.

Khi hệ thống bắt đầu được sử dụng số thuê bao còn thấp, để tối ưu thì kích thước cell phải lớn. Nhưng khi dung lượng hệ thống tăng thì kích thước cell cũng phải giảm đi để đáp ứng với dung lượng mới. Phương pháp này gọi là chia cell.

Tuy nhiên, sẽ không thực tế khi người ta chia nhỏ toàn bộ các hệ thống ra các vùng nhỏ hơn nữa và tương ứng với nó là các cells. Nhu cầu lưu lượng cũng như mật độ thuê bao sử dụng giữa các vùng nông thôn và thành thị có sự khác nhau nên đòi hỏi cấu trúc mạng ở các vùng đó cũng khác nhau.

Các nhà quy hoạch sử dụng khái niệm cells splitting để phân chia một khu vực có mật độ thuê bao cao, lưu lượng lớn thành nhiều vùng nhỏ hơn để cung cấp tốt hơn các dịch vụ mạng. Ví dụ các thành phố lớn được phân chia thành các vùng địa lý nhỏ hơn với các cell có mức độ phủ sóng hẹp nhằm cung cấp chất lượng dịch vụ cũng như lưu lượng sử dụng cao, trong khi khu vực nông thôn nên sử dụng các cell có vùng phủ sóng lớn, tương ứng với nó số lượng cell sẽ sử dụng ít hơn để đáp ứng cho lưu lượng thấp và số người dùng với mật độ thấp hơn.



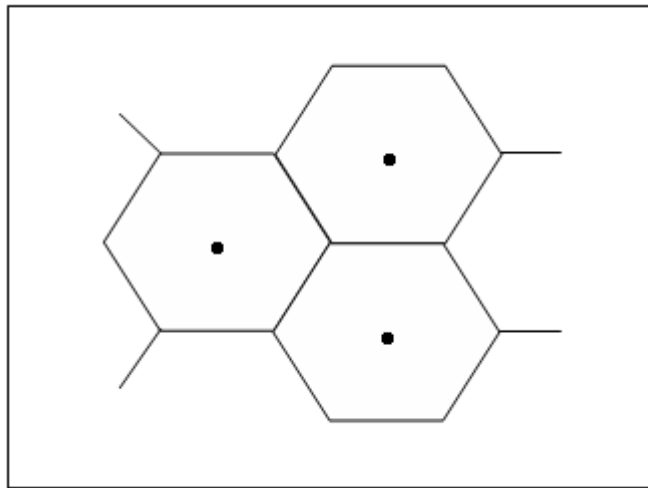
Hình 4-21 Phân chia Cell

Đứng trên quan điểm kinh tế, việc hoạch định cell phải bảo đảm lưu lượng hệ thống khi số thuê bao tăng lên, đồng thời chi phí phải là thấp nhất. Thực hiện

được điều này thì yêu cầu phải tận dụng được cơ sở hạ tầng của đài trạm cũ. Để đáp ứng được yêu cầu này, người ta sử dụng phương pháp giảm kích thước cell gọi là tách cell (cells splitting). Theo phương pháp này việc hoạch định được chia thành các giai đoạn sau:

1. Giai đoạn 0 (phase 0):

Khi mạng lưới mới được thiết lập, lưu lượng còn thấp, số lượng đài trạm còn ít, mạng thường sử dụng các “omni cell” với các anten vô hướng, phạm vi phủ sóng rộng.



Hình 4-22 Các Omni (360^o) Cells ban đầu

Khi mạng được mở rộng, dung lượng sẽ tăng lên, để đáp ứng được điều này phải dùng nhiều sóng mang hơn hoặc sử dụng lại những sóng mang đã có một cách thường xuyên hơn.

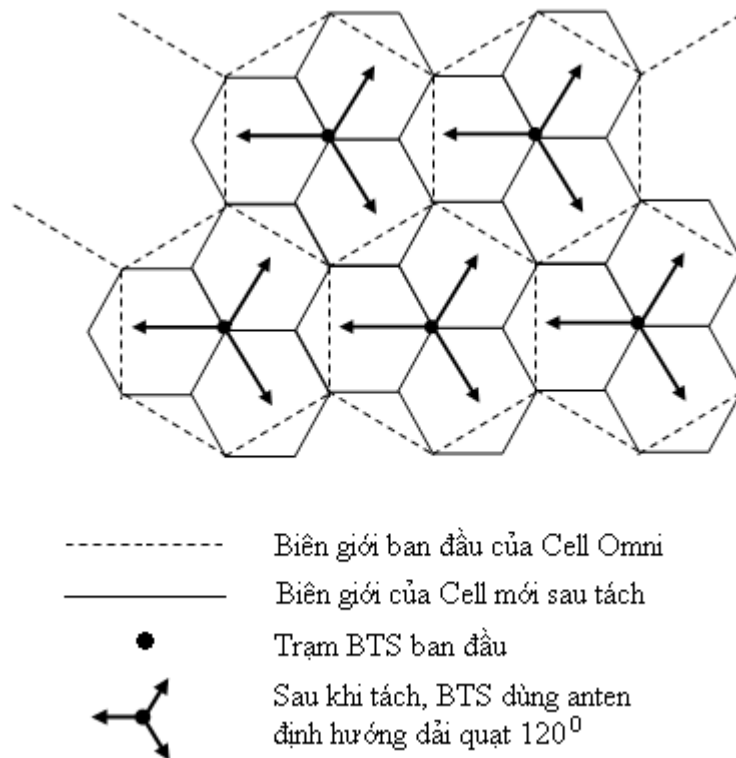
Tuy nhiên, mọi sự thay đổi trong quy hoạch cấu trúc tần số phải gắn liền với việc quan tâm tới tỉ số C/I. Các tần số không thể được ấn định một cách ngẫu nhiên cho các cell. Để thực hiện được điều này, phương pháp phổ biến là chia cell theo thứ tự.

2. Giai đoạn 1 (Phase 1): Sector hóa

Thay anten vô hướng (omni) bằng 3 anten riêng biệt định hướng dải quạt 120^o là một giải pháp tách chia một Cell thành 3 Cells. Đó là giải pháp dải quạt hóa (sectorization – sector hóa). Cách làm này không đòi hỏi thêm mặt bằng cho các

Cell mới. Tuy các Cell mới phân biệt nhau theo chức năng mạng nhưng chúng vẫn ở tại mặt bằng cũ.

Khi đó, tại mỗi vị trí cũ (Site) bây giờ có thể phục vụ được 3 cell mới, những cell này nhỏ hơn và có 3 anten định hướng được đặt ở vị trí này, góc giữa các anten này là 120° .



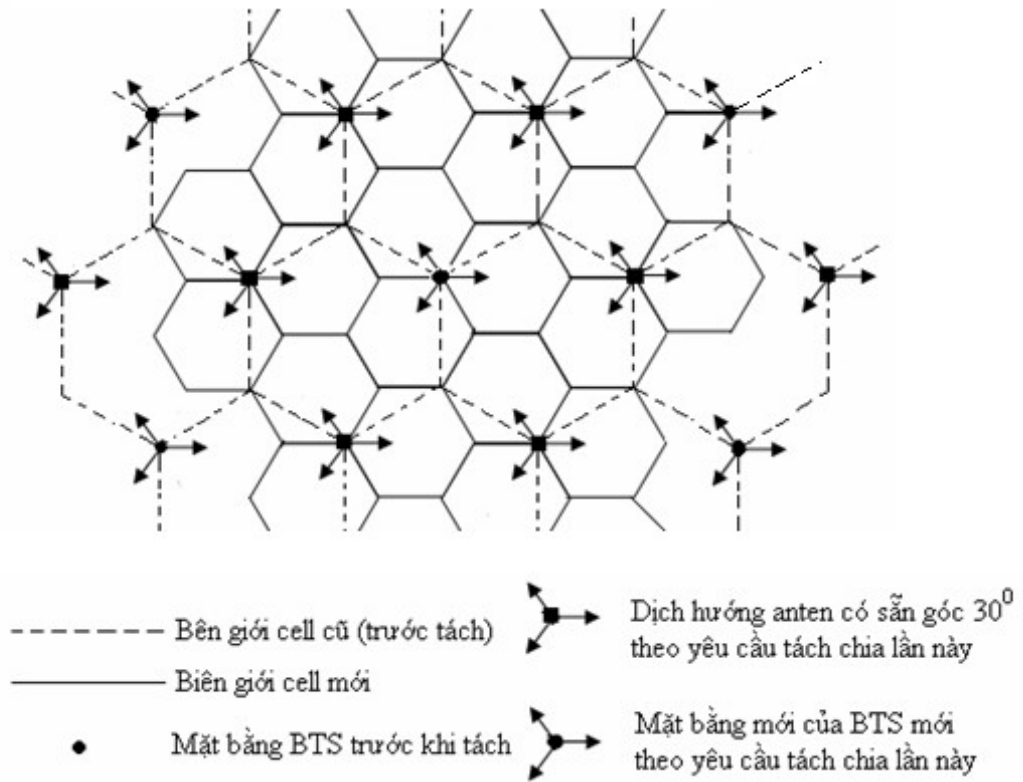
Hình 4-23 Giai đoạn 1 :Sector hóa

3. Giai đoạn 2: Tách chia nhỏ hơn nữa về sau

✓ Tách chia Cell 1:3 thêm lần nữa

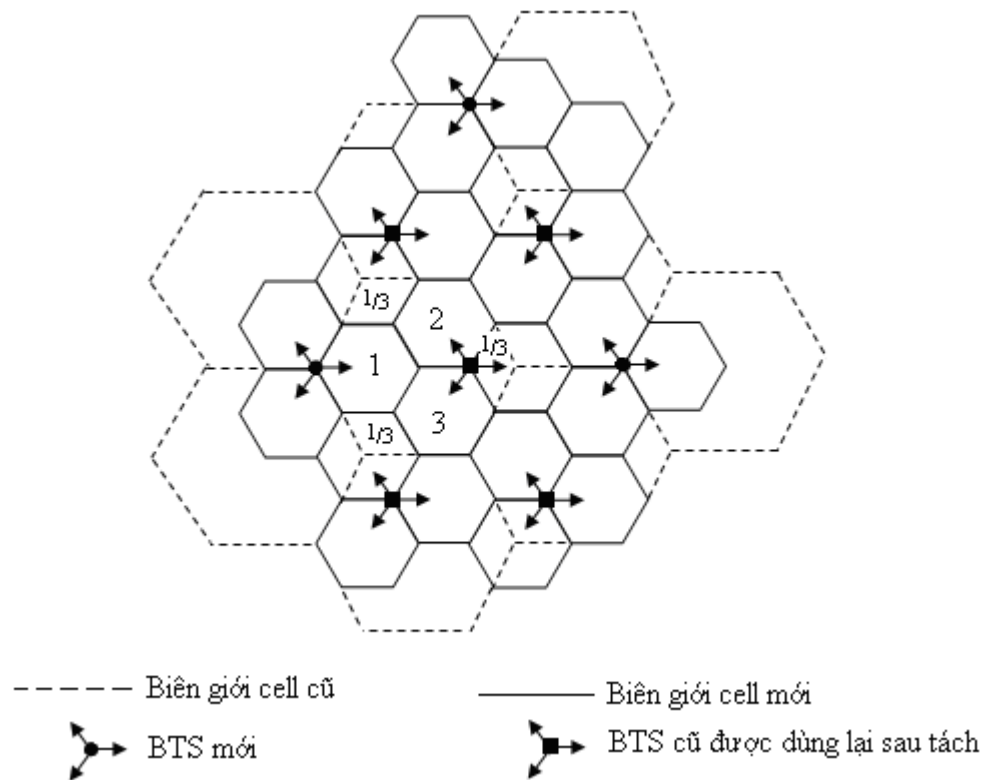
Hình 4.10 trình bày việc tách chia 3 thêm lần nữa. Lần tách này sử dụng lại mặt bằng cũ và thêm mới gấp đôi mặt bằng mới cho các BTS mới.

Ở mặt bằng cũ, anten cần quay đi 30° ngược chiều kim đồng hồ. Như vậy tổng số mặt bằng gấp 3 lần mặt bằng cũ để trả giá cho sự tăng dung lượng mạng lên gấp 3 lần.



Hình 4-24 Tách chia 1:3 thêm lần nữa

✓ Tách chia 1:4 (sau lần đầu chia 3)



Hình 4-25 Tách chia 1:4 (sau lần đầu chia 3)

Sự tách chia này không đòi hỏi xoay hướng anten ở tất cả các BTS có mặt bằng cũ. Vị trí BTS mặt bằng mới được biểu thị trên hình vẽ 4.11.

Số lần sử dụng lại tần số, dung lượng hệ thống và số lượng mặt bằng BTS đều tăng 4 lần so với trước khi chia tách.

Tùy theo yêu cầu về dung lượng hệ thống, việc chia cell có thể được thực hiện tiếp tục. Tuy nhiên, mọi sự thay đổi trong quy hoạch cấu trúc tần số phải gắn liền với việc quan tâm tới tỉ số nhiễu C/I.

Bây giờ ta hãy xét một ví dụ để thấy được sự tăng dung lượng khi thu hẹp kích thước cell. Giả thiết rằng hệ thống có 24 tần số và chúng ta bắt đầu từ một cụm 7 cell có bán kính cực đại 14 km. Sau đó chúng ta thực hiện các giai đoạn 1 tách 3 và 1 tách 4.

Cũng giả thiết rằng một thuê bao có lưu lượng 0,02 Erlang với mức độ phục vụ GoS = 5%. Với 24 tần số, nghĩa là số kênh logic của hệ thống sẽ là:

$$24 \times 8 = 192 \text{ kênh}$$

Trong giai đoạn thứ nhất, khi 1 cụm (số nhóm tần số) là $N = 7$, thì số kênh lưu lượng TCH cho mỗi cell là:

$$(192 - 2 \times 7) / 7 = 178 / 7 = 25 \text{ TCH}$$

Trong giai đoạn tiếp theo, khi một cụm có $N = 21$. Số kênh lưu lượng cho mỗi cell là:

$$(192 - 21) / 21 = 171 / 21 = 8 \text{ TCH}$$

Trong giai đoạn thứ nhất, ta phải sử dụng 2 kênh cho việc điều khiển. Trong các giai đoạn tiếp theo ta chỉ cần dành 1 kênh cho việc điều khiển là đủ.

Căn cứ bảng Erlang ta sẽ có bảng thống kê về mật độ lưu lượng qua các bước tách cell như sau:

Giai đoạn	Bán kính ô	N	TCH mỗi ô	Phạm vi ô	Số thuê bao/ 1 ô	Số thuê bao/km ²	Hiệu quả trung kế
0	14 km	7	25	499,2km ²	999	2,0	76%
1	8 km	21	8	166,4km ²	227	1,4	54%
2	4 km	21	8	41,6 km ²	227	5,5	54%
3	2 km	21	8	10,4 km ²	227	21,8	54%

Từ bảng ta thấy, trong lần tách thứ nhất, dung lượng bị giảm (số thuê bao trên 1 km² giảm từ 2 xuống còn 1,4) là do hiệu suất trung kế bị giảm khi số kênh

trên một cell ít đi. Tuy nhiên, đây là một bước không thể thiếu được để thực hiện các bước tiếp theo. Đối với các bước tiếp theo là qui trình 1 tách 4, bán kính cell giảm 2 lần, nhưng dung lượng tăng 4 lần.

Như vậy, ta thấy rằng biện pháp “cell split” làm giảm kích thước của cell. Nhưng cũng làm tăng dung lượng hệ thống. Biện pháp này phải được áp dụng theo từng giai đoạn phát triển của mạng. Tuy nhiên, biện pháp này cũng có một số hạn chế bởi kích thước cell cũng có giới hạn (giới hạn trên là do công suất bức xạ của BTS và MS có hạn, giới hạn dưới là do vấn đề nhiễu). Đồng thời việc lắp đặt các vị trí trạm mới đòi hỏi kinh phí lớn, việc khảo sát để chọn được những vị trí thích hợp cũng gặp nhiều khó khăn (nhà trạm đặt thiết bị, xây dựng cột anten, mạng điện lưới thuận tiện...)

Để giải quyết vấn đề dung lượng ở những khu vực có mật độ rất cao mà các biện pháp trên không giải quyết được, thì việc sử dụng các “minicell” và các “microcell” sẽ trở nên phổ biến với phạm vi phủ sóng nhỏ, công suất bức xạ của BTS (thường là các trạm Repeater) thấp.

4.3. Quy hoạch tần số

Ngày nay các nhà cung cấp dịch vụ di động GSM sử dụng hai dải tần số, đó là GSM 900 và GSM 1800.

Một số quốc gia ở Châu Mỹ thì sử dụng băng 850 Mhz và 1900 Mhz do băng 900 Mhz và 1800 Mhz ở đây đã được sử dụng trước đó.

Dải tần số dùng cho GSM 900 là 890 ÷ 960 MHz, gồm 124 tần số sóng mang với mỗi hướng:

Uplink: 890 ~ 915 MHz và Downlink: 935~960 MHz.

Dải tần số dùng cho GSM 1800 là 1710 ÷ 1880 MHz, gồm 374 tần số sóng mang với mỗi hướng:

Uplink: 1710~1785 MHz và Downlink: 1805~1880 MHz.

Hiện nay, tại Việt Nam đang có 3 nhà cung cấp dịch vụ di động GSM đó là Vinaphone, Mobiphone, Viettel, cùng đồng thời hoạt động, nên dải tần số hạn hẹp phải chia sẻ đều cho cả 3 mạng.

Với mạng di động VMS-Mobifone dải tần được ấn định cho mạng như sau:

– GSM 900: Dải tần sử dụng trong VMS là 41 tần số từ kênh 84 đến 124 tương ứng với:

Uplink: 906,6 MHz ÷ 914,8 MHz.

Downlink: 951,6 MHz ÷ 959,8 MHz.

– GSM 1800: Dải tần sử dụng trong VMS là từ kênh 579 đến 644 tương ứng với:

Uplink: 1723,6 MHz ÷ 1736,6 MHz.

Downlink: 1818,6 MHz ÷ 1831,6 MHz.

Tài nguyên tần số có hạn trong khi số lượng thuê bao thì ngày càng tăng lên, nên việc sử dụng lại tần số là điều tất yếu. Tuy nhiên, khi sử dụng lại tần số thì vẫn đề nhiều đồng kênh xuất hiện. Do đó cần có sự hoạch định tần số tốt để tối thiểu hóa ảnh hưởng của nhiễu tới chất lượng của hệ thống.

4.3.1. Tái sử dụng lại tần số

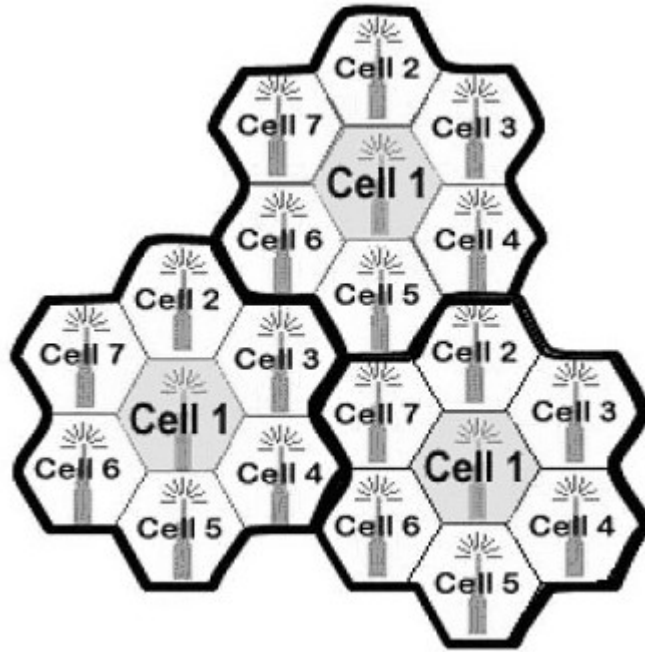
Một hệ thống tổ ong là dựa trên việc sử dụng lại tần số. Nguyên lý cơ bản khi thiết kế hệ thống tổ ong là các mẫu sử dụng lại tần số. Theo định nghĩa sử dụng lại tần số là việc sử dụng các kênh vô tuyến ở cùng một tần số mang để phủ sóng cho các vùng địa lý khác nhau. Các vùng này phải cách nhau một cự ly đủ lớn để mọi nhiễu giao thoa đồng kênh (có thể xảy ra) chấp nhận được. Tỷ số sóng mang trên nhiễu C/I phụ thuộc vào vị trí tức thời của thuê bao di động do địa hình không đồng nhất, số lượng và kiểu tán xạ.

✓ Mạng mẫu (Cluster)

Cluster là một nhóm các cell. Các kênh không được tái sử dụng tần số trong một cluster.

Nhà khai thác mạng được giấy phép sử dụng một số có hạn các tần số vô tuyến. Việc quy hoạch tần số, ta phải sắp xếp thích hợp các tần số vô tuyến vào một mạng mẫu sao cho các mạng mẫu sử dụng lại tần số mà không bị nhiễu quá mức.

Hình 4.12 mô tả cách phủ sóng bằng mạng mẫu gồm 7 cell đơn giản.



Hình 4-26 Mảng mẫu gồm 7 cells

✓ **Cự ly dùng lại tần số**

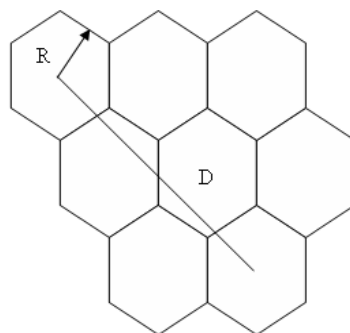
Ta biết rằng sử dụng lại tần số ở các cell khác nhau thì bị giới hạn bởi nhiễu đồng kênh C/I giữa các cell đó nên C/I sẽ là một vấn đề chính cần được quan tâm.

Dễ dàng thấy rằng, với một kích thước cell nhất định, khoảng cách sử dụng lại tần số phụ thuộc vào số nhóm tần số N. Nếu N càng lớn, khoảng cách sử dụng lại tần số càng lớn và ngược lại.

Ta có công thức tính khoảng cách sử dụng lại tần số:

$$D = R * \sqrt{3 * N}$$

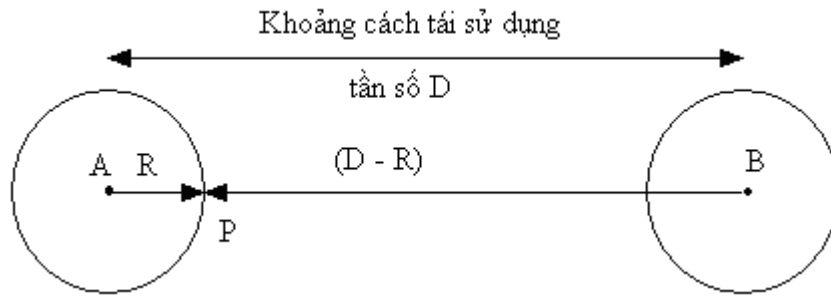
(trong đó: R là bán kính cell)



Hình 4-27 Khoảng cách tái sử dụng tần số

✓ **Tính toán C/I**

Đồng thời ta có công thức tính tỉ số C/I như sau:



Hình 4-28 Sơ đồ tính C/I

P là vị trí của MS thuộc cell A, chịu ảnh hưởng nhiều kênh chung từ cell B là lớn nhất.

Tại vị trí P (vị trí máy di động MS) có:

$$C \cdot \alpha \cdot R^x = I \cdot \alpha \cdot (D-R)^x \Rightarrow \frac{C}{I} = \frac{(D-R)^x}{R^x} = \left(\frac{D}{R} - 1\right)^x = (\sqrt{3 \cdot N} - 1)^x$$

Trong đó: x là hệ số truyền sóng, phổ biến nằm trong khoảng từ 3 đến 4 đối với hầu hết các môi trường.

$$\Rightarrow \frac{C}{I} (dB) = 10 \cdot \lg(\sqrt{3 \cdot N} - 1)^x$$

Số cell (N)	Tỉ số C/I (dB)		
	x		
Kích thước mảng	3,0	3,5	4,0
3	9,0	10,5	12,0
4	11,7	13,7	15,6
7	16,6	19,4	22,2
9	18,7	21,8	24,9
12	21,0	24,5	28,0
21	25,2	29,4	33,6

Bảng quan hệ N & C/I

Để xác định vị trí của các cell đồng kênh ta sử dụng công thức:

$$N = i^2 + i \cdot j + j^2. \quad (i; j \text{ nguyên})$$

Theo công thức này: di chuyển từ cell thứ nhất đi i cell theo một hướng, sau đó quay đi 60° và di chuyển đi j cell theo hướng này. Hai cell đầu và cuối của quá trình di chuyển này là hai cell đồng kênh.

Phân bố tỉ số C/I cần thiết để hệ thống có thể xác định số nhóm tần số N mà ta có thể sử dụng. Nếu toàn bộ số kênh quy định Σ được chia thành N nhóm thì mỗi nhóm sẽ chứa (Σ / N) kênh. Vì tổng số kênh Σ là cố định nên số nhóm tần số N nhỏ hơn sẽ dẫn đến nhiều kênh hơn ở một nhóm và một đài trạm. Vì vậy, việc giảm số lượng các nhóm tần số sẽ cho phép mỗi đài trạm tăng lưu lượng nhờ đó sẽ giảm số lượng các đài trạm cần thiết cho tải lưu lượng định trước.

4.3.2. Các mẫu tái sử dụng tần số

Ký hiệu tổng quát của mẫu sử dụng lại tần số: Mẫu M/N

Trong đó: M = tổng số sites trong mảng mẫu

N = tổng số cells trong mảng mẫu

Ba kiểu mẫu sử dụng lại tần số thường dùng là: 3/9, 4/12 và 7/21.

4.3.2.1. Mẫu tái sử dụng tần số 3/9:

Mẫu tái sử dụng lại tần số 3/9 có nghĩa các tần số sử dụng được chia thành 9 nhóm tần số ấn định trong 3 vị trí trạm gốc (Site). Mẫu này có khoảng cách giữa các trạm đồng kênh là $D = 5,2R$.

Các tần số ở mẫu 3/9 (giả thiết có 41 tần số từ các kênh 84 đến 124 - là số tần số sử dụng trong mạng GSM900 của VMS):

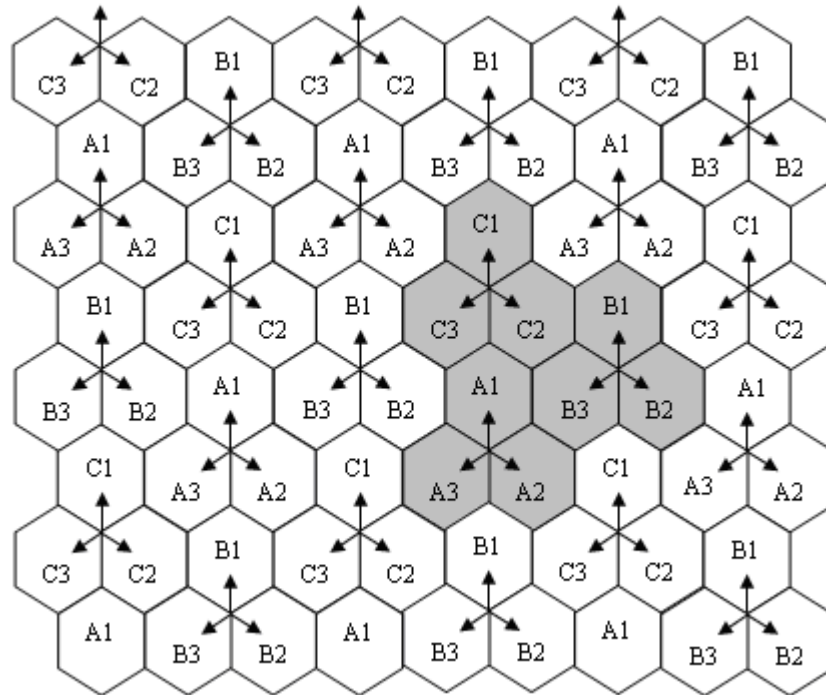
Ấn định tần số									
	A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3
BCCH	84	85	86	87	88	89	90	91	92
TCH1	93	94	95	96	97	98	99	100	101
TCH2	102	103	104	105	106	107	108	109	110
TCH3	111	112	113	114	115	116	117	118	119
TCH4	120	121		122	123		124		

Ta thấy mỗi cell có thể phân bố cực đại đến 5 sóng mang.

Như vậy, với khái niệm về kênh như đã nói ở phần trước thì phải dành một khe thời gian cho BCH, một khe thời gian cho SDCCH/8. Vậy số khe thời gian dành cho kênh lưu lượng của mỗi cell còn $(5 \times 8 - 2) = 38$ TCH.

Tra bảng Erlang-B (Phụ lục), tại GoS 2 % thì một cell có thể cung cấp dung lượng 29,166 Erlang.

Giả thiết trung bình mỗi thuê bao trong một giờ thực hiện 1 cuộc gọi kéo dài 120s tức là trung bình mỗi thuê bao chiếm 0,033 Erlang, thì mỗi cell có thể phục vụ được $29,166/0,033 = 833$ (thuê bao).



Hình 4-29 Mẫu tái sử dụng lại tần số 3/9

Theo lý thuyết, cấu trúc mảng 9 cells có tỉ số C/I > 9 dB đảm bảo GSM làm việc bình thường.

Tỉ số C/A cũng là một tỉ số quan trọng và người ta cũng dựa vào tỉ số này để đảm bảo rằng việc ấn định tần số sao cho các sóng mang liền nhau không nên được sử dụng ở các cell cạnh nhau về mặt địa lý.

Tuy nhiên, trong hệ thống 3/9 các cell cạnh nhau về mặt địa lý như A1 & C3, C1 & A2, C2 & A3 lại sử dụng các sóng mang liền nhau. Điều này chứng tỏ rằng tỉ số C/A đối với các máy di động hoạt động ở biên giới giữa hai cell A1 và C3 là 0dB, đây là mức nhiễu cao mặc dù tỉ số này là lớn hơn tỉ số chuẩn của GSM là (- 9 dB). Việc sử dụng các biện pháp như nhảy tần, điều khiển công suất động, truyền dẫn gián đoạn là nhằm mục đích giảm tối thiểu các hiệu ứng này.

4.3.2.2. Mẫu tái sử dụng tần số 4/12:

Mẫu sử dụng lại tần số 4/12 có nghĩa là các tần số sử dụng được chia thành 12 nhóm tần số ấn định trong 4 vị trí trạm gốc. Khoảng cách giữa các trạm đồng kênh khi đó là $D = 6R$.

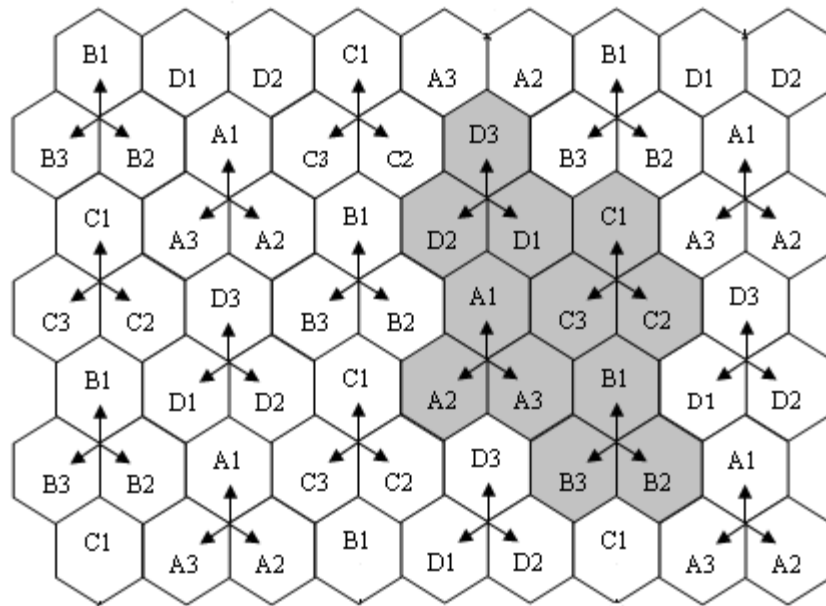
Các tần số ở mẫu 4/12:

Ấn định tần số												
	A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2	A3	B3	C3	D3
BCCH	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
TCH1	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107
TCH2	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119
TCH3	120	121	122	123	124							

Ta thấy mỗi cell có thể phân bố cực đại là 4 sóng mang.

Như vậy, với khái niệm về kênh như đã nói ở phần trước, một khe thời gian dành cho kênh BCH, một khe thời gian dành cho kênh SDCCH/8. Vậy số khe thời gian dành cho kênh lưu lượng của mỗi cell còn $(4 \times 8 - 2) = 30$ TCH. Tra bảng Erlang-B (Phụ lục), tại $GoS = 2\%$ thì mỗi cell có thể cung cấp dung lượng 21,932 Erlang. Giả sử mỗi thuê bao chiếm 0,033 Erlang thì mỗi cell có thể phục vụ được $21,932/0,033 = 664$ thuê bao.

Trong mẫu 4/12 số lượng các cell D sắp xếp theo các cách khác nhau để nhằm phục vụ cho các cell A,B,C. Hiệu quả của việc điều chỉnh này là để đảm bảo hai cell cạnh nhau không sử dụng hai sóng mang liền nhau (khác với mẫu 3/9). Với mẫu này, khoảng cách tái sử dụng tần số là lớn hơn.



Hình 4-30 Mẫu tái sử dụng lại tần số 4/12

Về lý thuyết, cụm 12 cells có tỉ số C/I > 12 dB. Đây là tỉ số thích hợp cho phép hệ thống GSM hoạt động tốt. Tuy nhiên, mẫu 4/12 có dung lượng thấp hơn so với mẫu 3/9 vì:

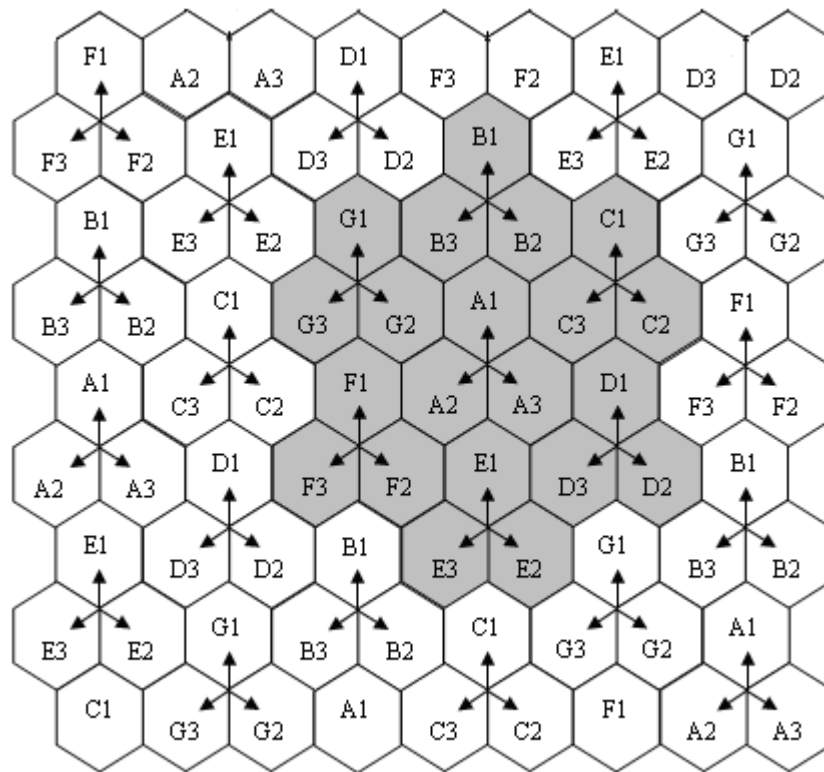
- a) Số lượng sóng mang trên mỗi cell ít hơn (mỗi cell có 1/12 tổng số sóng mang thay vì 1/9).
- b) Hệ số sử dụng lại tần số thấp hơn (đồng nghĩa với khoảng cách sử dụng lại là lớn hơn).

4.3.2.3. Mẫu tái sử dụng lại tần số 7/21:

Mẫu 7/21 có nghĩa là các tần số sử dụng được chia thành 21 nhóm ấn định trong 7 trạm gốc. Khoảng cách giữa các trạm đồng kênh là $D = 7,9R$.

Các tần số ở mẫu 7/21:

Ân định tần số	BCCH	TCH
A1	84	105
B1	85	106
C1	86	107
D1	87	108
E1	88	109
F1	89	110
G1	90	111
A2	91	112
B2	92	113
C2	93	114
D2	94	115
E2	95	116
F2	96	117
G2	97	118
A3	98	119
B3	99	120
C3	100	121
D3	101	122
E3	102	123
F3	103	124
G3	104	



Hình 4-31 Mẫu tái sử dụng tần số 7/21

Ta thấy mỗi cell chỉ được phân bố tối đa 2 sóng mang.

Như vậy với khái niệm về kênh như đã nói ở phần trước. Phải có một khe thời gian dành cho BCH và có ít nhất một khe thời gian dành cho SDCCH, số khe thời gian dành cho kênh lưu lượng của mỗi cell còn $(2 \times 8 - 2) = 14$ TCH. Tra bảng Erlang-B (Phụ lục), tại $GoS = 2\%$ thì mỗi cell có thể cung cấp một dung lượng 8,2003 Erlang. Giả sử mỗi thuê bao chiếm 0,033 Erlang, như vậy một cell có thể phục vụ được $8,2003/0,033 = 248$ thuê bao.

Nhận xét:

Khi số nhóm tần số N giảm (21, 12, 9), nghĩa là số kênh tần số có thể dùng cho mỗi trạm (Σ/N) tăng thì khoảng cách giữa các trạm đồng kênh D sẽ giảm 7,9R; 6R; 5,2R. Điều này nghĩa là số thuê bao được phục vụ sẽ tăng lên là: 248; 664 và 883, nhưng đồng thời nhiễu trong hệ thống cũng tăng lên.

Như vậy, việc lựa chọn mẫu sử dụng lại tần số phải dựa trên các đặc điểm địa lý vùng phủ sóng, mật độ thuê bao của vùng phủ và tổng số kênh Σ của mạng.

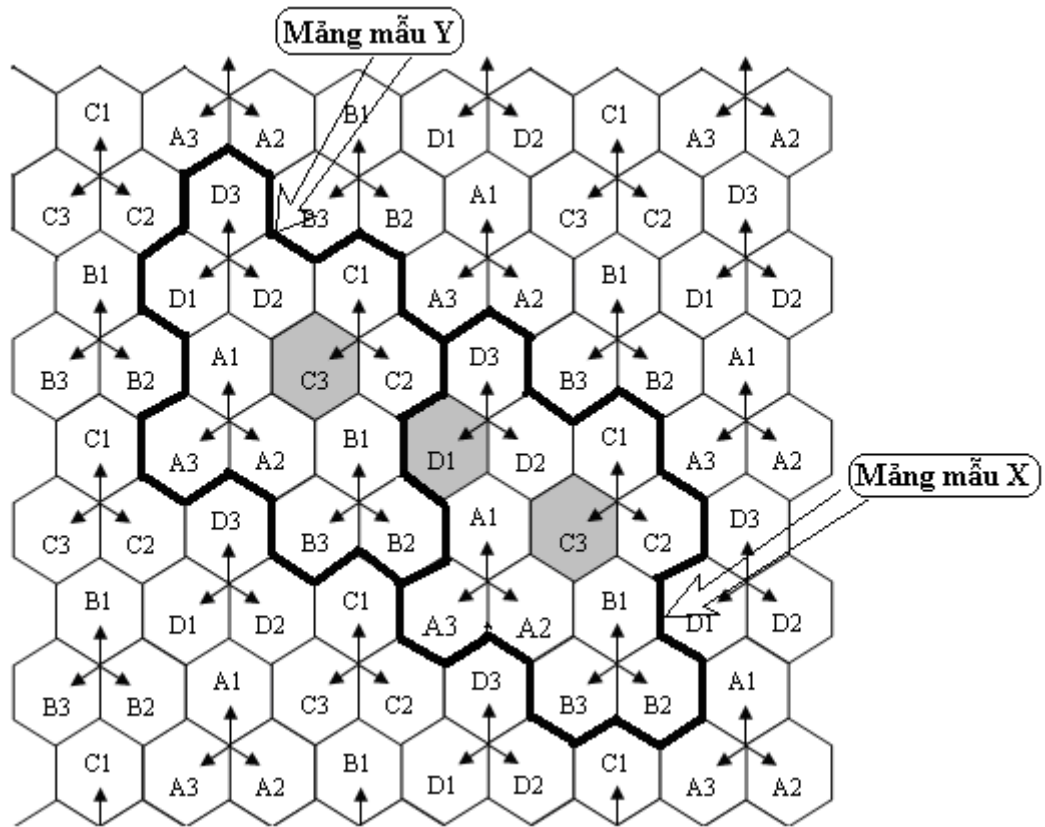
- Mẫu 3/9: số kênh trong một cell là lớn, tuy nhiên khả năng nhiễu cao. Mô hình này thường được áp dụng cho những vùng có mật độ máy di động cao.
- Mẫu 4/12: sử dụng cho những vùng có mật độ lưu lượng trung bình.
- Mẫu 7/21: sử dụng cho những khu vực mật độ thấp.

4.3.3. Thay đổi quy hoạch tần số theo phân bố lưu lượng

4.3.3.1. Thay đổi quy hoạch tần số

Sự phân bố lưu lượng

Sự thay đổi lưu lượng và hiệu ứng điểm nóng (hotspot) hình thành nhu cầu tăng thêm kênh tần số ở một cell nào đó. Khi đó người ta nghĩ ngay đến khả năng lấy kênh tần số ở cell nào có lưu lượng rất nhỏ để thêm vào cho cell nào có lưu lượng quá lớn. Tuy nhiên, việc làm này phá hỏng quy hoạch tần số và mang lại can nhiễu quá mức cho phép nếu như việc thực thi không đúng khoa học.



Hình 4-32 Thay đổi quy hoạch tần số

Hình 4.18 biểu thị một tình huống như vậy: Đây là mẫu tái sử dụng tần số 4/12. Tại mảng mẫu X, cell D1 cần 3 kênh tần số để đảm bảo lưu lượng, trong khi cell C3 chỉ cần 1 kênh tần số để đáp ứng lưu lượng tại thời điểm đang xét.

Nhóm tần số (24 kênh tần số)											
A1	B1	C1	D1	A2	B2	C2	D2	A3	B3	C3	D3
84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95
96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107

Tại cell C3, có hai kênh tần số 94 và 106, như vậy nên chọn tải tần 94 hay 106 để chuyển sang D1 ?

Ảnh hưởng tới $\frac{C}{A}$

Cell D1 và cell D3 là hai cell liền kề. Mà tải tần 94, 106 của cell C3 liền kề với tải tần 95, 107 của cell D3. Chính vì vậy, chọn tải tần nào dù là 94 hay 106 để

đưa sang D1 thì đều làm tăng can nhiễu kênh kề, đối với MS ở biên giới D1 và D3 thì tỉ số $\frac{C}{A}$ của chúng gần bằng 0 dB.

Ảnh hưởng tới $\frac{C}{I}$

Nếu chọn tải tần 94 (hay 106) từ cell C3 đưa sang D1, thì cụ ly sử dụng lại tần số 94 (hay 106) bây giờ là từ cell D1 của mảng mẫu X đến cell C3 của mảng mẫu Y, tức là đã giảm đi một nửa so với ban đầu. Nghĩa là nhiễu kênh chung tăng lên nghiêm trọng, tỷ số C/I giảm đáng kể.

Vì bán kính cell R vẫn giữ nguyên, mà cụ ly sử dụng lại tần số của tải tần chuyển sang giảm chỉ còn một nửa, nghĩa là D/R còn lại một nửa so với quy hoạch trước. Về lý thuyết, điều đó làm giảm tỷ số C/I đi chừng 6 ÷ 8 dB.

Muốn phân tích chính xác C/I, phải kể đến yếu tố địa hình thực tế và các nhân tố mảng mẫu. Điều này cần đến công cụ phần mềm đặc biệt để xử lý vấn đề bằng máy tính.

Một trong những giải pháp cho vấn đề này là cấu trúc đồng tâm của cell được tăng cường thêm tải tần lấy từ cell khác. Khi đó, các tải tần sẵn có ban đầu của cell vẫn được dùng như vốn có, còn tải tần tăng cường được phát công suất bé hơn ở mức microcell.

Các nhân tố khác

Công cụ phần mềm quy hoạch vô tuyến sẽ tính đến nhiều yếu tố sau đây khi chuyển kênh tần số:

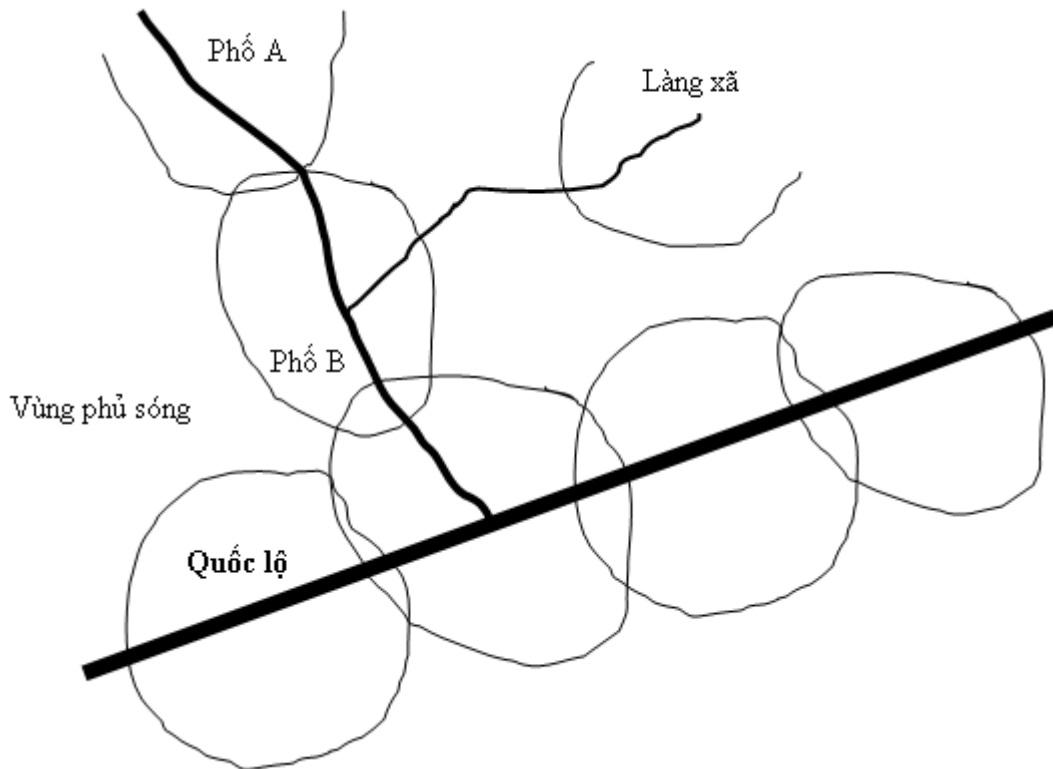
- Sự khác nhau về công suất phát vô tuyến cả các BTS.
- Sự khác nhau về anten được dùng ở các cơ sở mặt bằng.
- Địa hình thay đổi
- Mảng mẫu thay đổi. .v.v..

Vì GSM là hệ thống bị giới hạn bởi can nhiễu, nên phải xét mẫu sử dụng lại tần số nào có mức can nhiễu chấp nhận được.

4.3.3.2. Quy hoạch phủ sóng không liên tục

Bài toán quy hoạch này phải xử lý đặc biệt. Tuy nhiên, cơ sở giải bài toán này vẫn là quy hoạch tần số sao cho các tỷ số C/I và C/A đạt mức quy định chất

lượng. Những mâu thuẫn phát sinh có thể được dung hòa tùy hoàn cảnh. Ví dụ: trong làng xã ven quốc lộ có thể chịu C/I nhỏ.



Hình 4-33 Phủ sóng không liên tục

4.3.4. Thiết kế tần số theo phương pháp MRP (Multiple Reuse Patterns)

Thiết kế hệ thống có dung lượng lớn với chi phí cho hạ tầng là tối thiểu đang ngày càng trở nên quan trọng trong cuộc chạy đua giữa các nhà điều hành di động. Phần này trình bày về việc áp dụng kỹ thuật nhảy tần kết hợp với một phương pháp thiết kế tần số tiên tiến, Multiple Reuse Patterns (MRP)_ Đa mẫu sử dụng lại.

4.3.4.1. Nhảy tần _ Frequency Hopping

Việc tăng dung lượng mạng bằng cách giảm cự ly tái sử dụng lại tần số sẽ kéo theo những vấn đề về nhiễu tần số trở nên trầm trọng hơn, điều này gây khó khăn cho việc thiết kế tần số với chất lượng tốt. Một số kỹ thuật được sử dụng nhằm giảm bớt ảnh hưởng của nhiễu như: nhảy tần, điều khiển công suất, truyền phát gián đoạn DTX (Discontinuous Transmission). Trong phần này ta quan tâm đến kỹ thuật nhảy tần _ Frequency Hopping.

Kỹ thuật nhảy tần đưa ra hai khái niệm phân tán tần số và phân tán nhiễu.

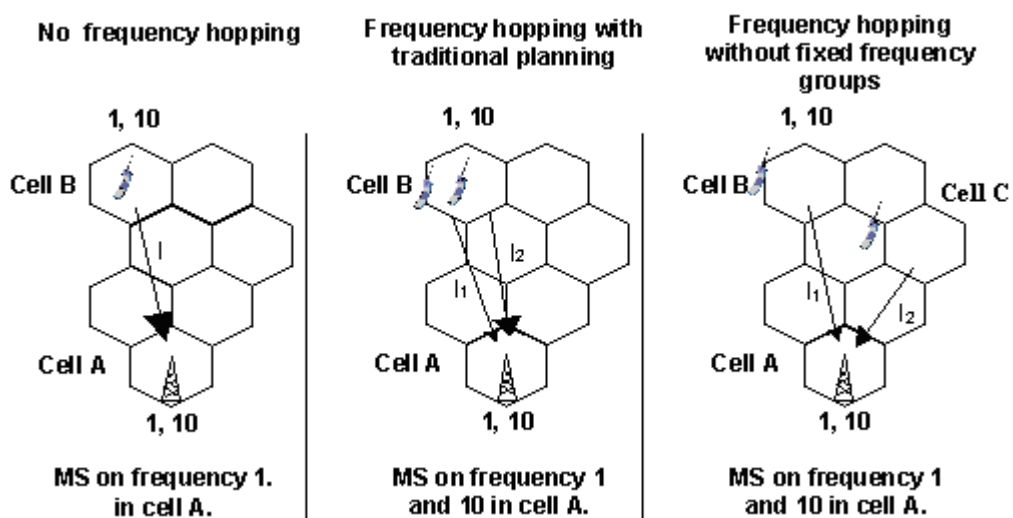
Phân tán tần số: Tần số được phân chia nhằm cân bằng chất lượng tín hiệu giữa các thuê bao cho dù thuê bao đó đang di chuyển nhanh hay chậm. Điều này có nghĩa là độ dự trữ cho Fading nhanh (Rayleigh Fading) là không cần thiết. Chính nhờ hiệu quả của phân tán tần số mà vùng phủ sóng được tăng lên do giảm được độ dự trữ cho Fading nhanh. Ngày nay, quy hoạch cell tiêu biểu dùng 3 dB cho dự trữ Fading nhanh.

Phân tán nhiễu: Cường độ nhiễu được chia sẻ đều cho các thuê bao để quy về mức nhiễu trung bình.

Nói chung, với một mạng lưới sử dụng kỹ thuật nhảy tần thì ta có thể giảm cự ly tái sử dụng tần số do đó có thể cải thiện được dung lượng của hệ thống so với mạng không sử dụng kỹ thuật nhảy tần.

✓ **Hiệu quả của kỹ thuật nhảy tần**

Phân tán nhiễu trong kỹ thuật nhảy tần có thể được nhìn nhận như sự giảm tương quan của tín hiệu nhiễu trải qua những cụm (burst) liên tiếp. Hình 4.20 mô tả sự suy giảm tương quan tín hiệu trong ba trường hợp, khi đường lên uplink của một kết nối trong cell A bị gây nhiễu bởi các trạm di động trong các cell đồng kênh. Cell A được ấn định tần số 1 và 10 trong cả ba trường hợp.



Hình 4-34 Một ví dụ về hiệu quả của kỹ thuật nhảy tần trên phân tán nhiễu của một mạng lưới. Kích thước của mũi tên phản ánh nhiễu tương quan giữa các cell đồng kênh.

Trường hợp thứ nhất, mạng không sử dụng kỹ thuật nhảy tần. MS kết nối trên kênh tần số 1 trong cell A. Sau đó nhiễu I xuất hiện từ một thuê bao ở cell B đồng thời hoạt động trên cùng kênh tần số 1. Tương quan của tín hiệu nhiễu trên các cụm liên tiếp do đó là rất cao. Như vậy chất lượng của kết nối là xấu. Tình hình chỉ có thể cải thiện nếu cell đồng kênh ngừng phát tín hiệu trên kênh tần số này hoặc kết nối ở cell A được thực hiện chuyển giao Handover (bởi Intra-cell Handover, hay Inter-cell Handover).

Trong trường hợp thứ hai là trường hợp nhảy tần trong quy hoạch tần số truyền thống, khi các nhóm tần số ấn định cho từng cell. Kết nối trong cell A nhảy trên hai kênh tần số (1 và 10), cell B cũng vậy. Do đó, nguồn nhiễu có thể thay đổi giữa hai thuê bao trong cell B, gây ra hai tín hiệu nhiễu I_1 và I_2 . Bởi vì cường độ hai tín hiệu nhiễu này có sự khác nhau khá rõ rệt, tương quan tín hiệu nhiễu có thể thấp hơn cho các cụm liên tiếp. Nói cách khác, sự phân tán nhiễu đã tăng lên so với trường hợp không dùng kỹ thuật nhảy tần.

Trường hợp cuối cùng, một thiết kế tần số bất quy tắc kết hợp với kỹ thuật nhảy tần. Điểm đặc biệt trong trường hợp này là không có sự ấn định tần số sử dụng trong một cell và các cell đồng kênh của nó. Do đó, cell B chỉ là một cell đồng kênh bộ phận của cell A, bởi chúng chỉ có một tần số dùng chung. Mặt khác, sự sắp xếp này tạo ra số cell đồng kênh bộ phận là lớn hơn, trong ví dụ trên là cell C. Trong trường hợp này, những cụm khác nhau của một kết nối tại cell A sẽ bị nhiễu bởi các thuê bao ở những cell khác nhau. Do đó, các cụm liên tiếp sẽ trải qua các tín hiệu nhiễu I_1 và I_2 , thông thường là không tương quan. Chính vì vậy, ở trường hợp này phân tán nhiễu là cao hơn so với thiết kế tần số theo truyền thống. Mà thuật ngữ gọi là **“Phân tán nhiễu tối đa”** – **“Maximizing Interference Diversity”**.

Ví dụ trên đây trình bày cách thức để có thể đạt được phân tán nhiễu tối đa, một thiết kế tần số không sử dụng các nhóm tần số cố định là thích hợp hơn cả. Tuy nhiên, cách thiết kế tần số này biểu hiện những hạn chế, bao gồm cả việc thiết kế lại trên phạm vi rộng cần thiết cho một hệ thống tiến triển và mở rộng không ngừng.

Áp dụng kỹ thuật đa mẫu sử dụng lại_MRP có thể đạt được phân tán nhiễu tối đa mà vẫn duy trì cấu trúc thiết kế tần số.

4.3.4.2. Phương pháp đa mẫu sử dụng lại MRP _ Multiple Reuse Patterns

Phương pháp MRP là phương pháp tổng quát để đạt được dung lượng cao bằng cách sử dụng lại tần số kết hợp với kỹ thuật nhảy tần. Phương pháp MRP khai thác lợi thế của kỹ thuật nhảy tần nhằm tăng dung lượng. Cơ sở của phương pháp MRP là phân chia các tần số thành các mẫu lớp băng tần số khác biệt với các mức độ sử dụng lại khác nhau và dùng kỹ thuật nhảy tần kết hợp chúng lại ở một mức sử dụng lại trung bình. Với mục đích là triển khai được càng nhiều càng tốt các bộ thu phát TRX ở các cell hiện tại để tối thiểu chi phí cho lắp đặt trạm mới. Phần này ta chỉ xét tới MRP sử dụng nhảy tần băng cơ bản.

4.3.4.2.1 Phân chia băng tần:

Bước đầu tiên của phương pháp MRP là phân chia phổ tần sẵn có thành các băng tần khác nhau. Một băng tần là băng tần BCCH, và một hay nhiều băng tần TCH theo nghĩa rằng một tần số đã được dùng làm tần số BCCH ở một cell thì sẽ không được sử dụng làm tần số TCH ở một cell khác và ngược lại. Băng tần BCCH dùng để thiết kế cho kênh điều khiển quảng bá BCCH. Lý do dùng các tần số BCCH duy nhất là:

- **Lưu lượng không phụ thuộc vào đặc tính giải mã BSIC:** Khi MS cố gắng giải mã BSIC (Base Station Identity Code_ Mã nhận dạng trạm gốc) trên kênh đồng bộ SCH (Synchronisation Channel), đặc tính này không bị ảnh hưởng bởi tải lưu lượng. Lý do là lưu lượng được ấn định vào các tần số TCH sẽ không làm nhiễu loạn bất kỳ tần số BCCH mà kênh đồng bộ SCH ánh xạ vào. Giải mã nhận dạng trạm gốc BSIC là rất quan trọng đối với hiệu suất chuyển giao (Handover). Hiệu suất handover không tốt sẽ làm tăng số lượng các cuộc gọi bị rớt.
- **Đơn giản hóa việc khai báo danh sách cell lân cận:** Với một băng tần BCCH riêng biệt, số lượng các tần số cell lân cận sẽ được giảm bớt. Việc thiết kế sẽ đơn giản khi mà tất cả các tần số ngoại trừ tần số BCCH của chính cell đó và trong danh sách cell lân cận đều có thể được sử dụng. Nếu sử dụng tất cả các tần số sẵn có như là các tần số BCCH sẽ dẫn tới kết quả là danh sách cell lân cận dài hơn ảnh hưởng xấu tới hiệu suất handover.

- **Việc thiết kế lại tần số TCH không ảnh hưởng gì tới thiết kế tần số BCCH:** Nếu những TRX bổ sung được thêm vào các cell đã có sẵn, việc thiết kế tần số BCCH sẽ không bị ảnh hưởng gì. Hạn chế duy nhất cần tính đến là nhiều tần số kế bên. Chính vì vậy, sẽ là hợp lý khi giữ cùng thiết kế tần số cho dù TRX bổ sung được thêm vào hệ thống. Nhà điều hành mạng do đó biết rằng nếu thiết kế tần số BCCH tốt thì nó vẫn giữ nguyên được tình trạng tốt, không phụ thuộc vào những tần số TCH.
- **Lợi ích của việc điều khiển công suất và phát gián đoạn DTX:** Chỉ có các tần số TCH có thể sử dụng phát gián đoạn và điều khiển công suất trên hướng xuống downlink. Với một băng tần BCCH riêng biệt, lợi ích đầy đủ từ việc điều khiển công suất và phát gián đoạn DTX là đạt được trên hướng xuống downlink.

Bước tiếp theo trong phương pháp MRP, những tần số còn lại (TCH) được phân chia thành những băng tần khác nhau. Như vậy sẽ tồn tại một băng tần BCCH và vài băng tần TCH. Ý tưởng chính là một vài băng tần TCH được áp dụng những mẫu sử dụng lại khác nhau trên những bộ thu phát khác nhau. Bộ thu phát TCH thứ nhất trong tất cả các cell sẽ sử dụng các tần số của băng tần TCH thứ nhất, băng tần TCH thứ hai cho bộ thu phát thứ hai, v.v...

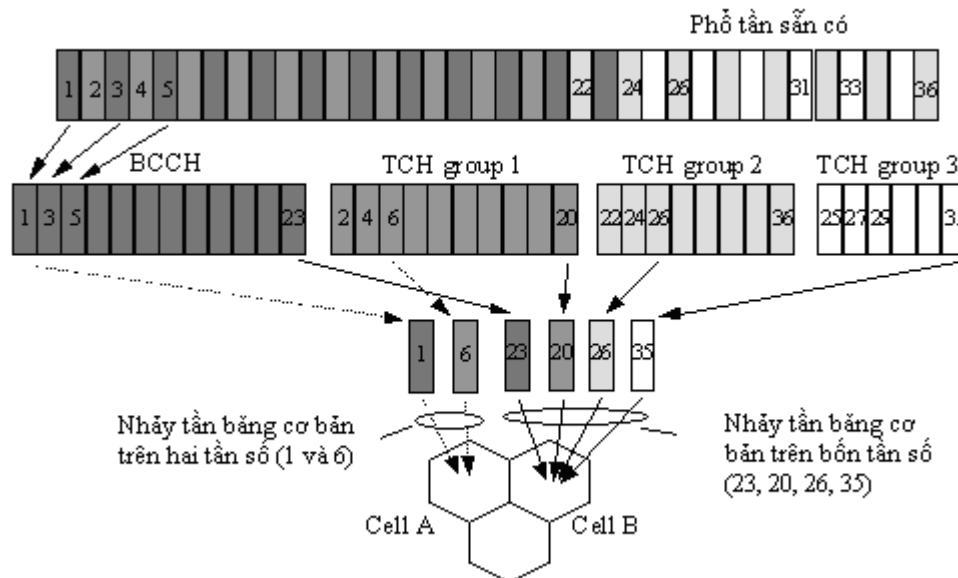
Lý do cho việc phân chia những tần số TCH thành các băng khác nhau là:

- **Kích cỡ sử dụng lại tần số trung bình phụ thuộc vào phân bố các TRX của mạng lưới:** Sự phân bố TRX quyết định hệ số sử dụng lại tần số trung bình mà có thể áp dụng trong mạng. Hệ số sử dụng lại tần số trung bình được điều chỉnh theo số TRX tối đa cần thiết cho mỗi cell và số lượng cell cần số TRX như vậy. Theo cách này thì chất lượng hệ thống có thể kiểm soát tốt hơn nhờ điều chỉnh trong xử lý thiết kế tần số.
- **Khi mở rộng thêm TRX, ảnh hưởng tới thiết kế tần số hiện tại sẽ nhỏ hơn:** Việc phân chia băng tần TCH sẽ giới hạn số lượng các yêu cầu của công tác thiết kế tần số khi có thêm những TRX được bổ sung. Chỉ những cell có cùng số TRX hoặc nhiều hơn mới bị ảnh hưởng nếu có thêm những TRX bổ sung. Ví dụ, thêm TRX thứ tư vào một cell có ba TRX sẽ chỉ có ảnh hưởng tới những cell có bốn hoặc có nhiều hơn số TRX.

- **Một biện pháp cấu trúc cho thiết kế tần số:** Với việc phân chia băng tần TCH thành các băng khác nhau, cấu trúc sẽ trở nên hợp lý khi thiết kế quy hoạch tần số cho bộ thu phát TCH thứ nhất mà không làm thay đổi quy hoạch BCCH hay những quy hoạch cho những bộ thu phát TCH khác. Cấu trúc này giúp đơn giản hơn trong việc đưa ra thiết kế tần số mới và trong việc phát hiện ra thiết kế tần số không tốt.

4.3.4.2.2 Ấn định tần số

Việc ấn định tần số được minh họa trong hình 4.21, một biểu đồ chỉ ra cách những tần số khác nhau có thể ấn định cho một cấu hình MRP với tối đa bốn TRX mỗi cell. Ví dụ này xét thiết kế 12/10/8/6. Điều này nghĩa là có 12 tần số BCCH (tần số 1, 3, 5, ..., 23), 10 tần số TCH cho nhóm 1 (tần số 2, 4, 6, ..., 20), 8 tần số TCH nhóm 2 (22, 24, 26, ..., 36) và 6 tần số TCH cho nhóm 3 (25, 27, ..., 35). Hình vẽ cũng chỉ ra sự ấn định tần số cho hai cell A và B với số bộ thu phát theo thứ tự là hai và bốn.



Hình 4-35 Ví dụ về thiết kế tần số với phương pháp MRP

Cell A được ấn định tần số BCCH thứ 1 và tần số TCH thứ 6. Do đó cell A sẽ sử dụng nhảy tần băng cơ bản trên hai tần số. Trong khi đó cell B được ấn định tần số BCCH thứ 23 và các tần số TCH thứ 20, 26, 35. Do đó, cell B sử dụng nhảy tần băng cơ bản trên bốn tần số. Chú ý rằng, những tần số BCCH không cần xác

định rõ vị trí, do đó bất kỳ tần số nào trong dải tần có sẵn đều có thể chọn làm tần số BCCH miễn sao sự chia tách BCCH/ TCH được thỏa mãn.

Không cần phải lúc nào cũng tuân thủ chặt chẽ việc ấn định tần số theo phương pháp MRP. Nếu một cell tồn tại những vấn đề về chất lượng thì có thể giải quyết vấn đề này bằng thay đổi một tần số trong cell đó sang một tần số “trái luật”, tần số mà ban đầu đã được sử dụng trong nhóm bộ thu phát khác. Tuy nhiên, theo khuyến nghị thì việc tuân thủ cấu trúc MRP nên thực hiện một cách chặt chẽ nhất có thể.

4.3.4.2.3 Thiết kế tần số

Phương pháp MRP được phát triển nhằm xử lý đặc trưng tiêu biểu của mạng lưới khi sự phân phối TRX là không đồng đều. Điều này rất quan trọng khi mạng tế bào có sự khác nhau về những đặc tính mạng như kích cỡ cell, số phổ tần sẵn có và địa hình. Có nghĩa là trong mạng lưới, một số cell có nhiều TRX trong khi có những cell với số TRX ít hơn.

Để tìm hiểu các trạng thái sử dụng lại tần số khác nhau của những cell khác nhau với số TRX là khác nhau, ta xem xét ví dụ sau: Cấu hình MRP 12/8/6/4 được chọn cho tổng số 30 tần số sẵn có. Trong đó, 12 tần số BCCH, ba nhóm tần số TCH lần lượt gồm 8, 6, 4 tần số. Trong ví dụ này ta giả thiết rằng tỷ lệ các cell có 2, 3, 4 TRX lần lượt là 20%, 30%, 50%.

Hệ số sử dụng lại tần số trung bình của một cell = Tổng số tần số trong nhóm ấn định cho cell đó / Số TRX của cell đó

Do đó, các cell khác nhau sẽ có hệ số sử dụng lại tần số khác nhau: hệ số bằng 10 với cell có 2 TRX, bằng 8,7 với cell có 3 TRX, và bằng 7,5 với cell có 4 TRX.

Số TRX /cell	2	3	4
--------------	---	---	---

Tỷ lệ cell (%)	20%	30%	50%
MRP groups	12 / 8	12 / 8 / 6	12 / 8 / 6 / 4
Hệ số sử dụng lại tần số TB	$\frac{12+8}{2}=10$	$\frac{12+8+6}{3}=8,7$	$\frac{12+8+6+4}{4}=7,5$
Sử dụng lại tần số TB thực tế (Giới hạn trên)	10	9,0	8,5
Độ phân tán	Nhỏ	Lớn	Rất lớn

Hệ số sử dụng lại tần số trung bình thực tế được hiểu theo nghĩa “rải rác”, vì không phải tất cả các cell đều trang bị đầy đủ thiết bị. Ví dụ, TRX thứ 3 được sử dụng trên 80% tổng số cell, do vậy mà hệ số sử dụng lại thực tế của TRX này rải rác sẽ là $6 / 0,8 = 7$ (làm tròn từ 7,5), tùy thuộc vào phân bố địa lý của những cell với TRX thứ 3. Do đó, giới hạn trên của hệ số sử dụng lại tần số thực tế của cell có 3 TRX sẽ là: $(12+8+7)/3 = 9,0$.

Lợi ích của nhảy tần sẽ tăng cùng với số lượng những tần số trong chuỗi nhảy tần. Những cell có nhiều TRX hơn tương ứng với hiệu quả sử dụng lại cao hơn, cũng đồng nghĩa với mức nhiễu là cao hơn, nhưng với phương pháp MRP điều này được cân bằng với một độ phân tán nhiễu là lớn hơn.

Ví dụ trên minh họa MRP có thể điều chỉnh thiết kế tần số theo phân bố TRX trong hệ thống. Tuy nhiên, cũng phải chú ý rằng MRP không cần thiết phải thực hiện trên toàn bộ hệ thống, mà chỉ cần áp dụng cho những vùng có dung lượng cao. Cũng có thể sử dụng các cấu hình MRP khác nhau cho những vùng địa lý khác nhau trong mạng.

Mẫu MRP tại Hà Nội năm 2007 của VMS_Center1 là cấu hình 15/ 12/ 9 /3:

Group	Cell A					Cell B					Cell C					
BCCH	84	86	88	90	92	94	96	98	100	102	104	106	108	110	112	15
TCH1	113	114	115	120		117	118	119	124		121	122	123	116		12
TCH2	95	99	107			105	109	87			85	89	97			9
TCH3	103					91					101					3
Patch	93	111														2
																41

4.4. Antenna

Anten là thiết bị thực hiện việc chuyển đổi năng lượng giữa sóng được dẫn hướng (ví dụ trong cáp đồng trục) và sóng trong môi trường không gian tự do, hoặc ngược lại. Anten có thể được sử dụng để phát hoặc thu tín hiệu vô tuyến.

Trong thông tin di động, việc sử dụng anten thích hợp sẽ có vai trò rất quan trọng, quyết định tới chất lượng hệ thống.

4.4.1. Kiểu loại anten:

Trong thông tin di động người ta thường dùng hai loại anten chính là:

- Anten vô hướng (omni anten): Phát xạ tín hiệu theo mọi hướng (360°).
- Anten định hướng (sector anten): Chỉ phát xạ theo một hướng nhất định.

Sử dụng Anten định hướng có hiệu quả chống nhiễu đồng kênh cao hơn so với Anten vô hướng.

✓ Giảm nhiễu đồng kênh sử dụng anten định hướng (Sector hóa)

Ta đã biết vấn đề nhiễu giao thoa đồng kênh thường liên quan đến việc sử dụng lại tần số và một trong những dạng của loại nhiễu này là từ các thuê bao đang hoạt động ở những vị trí cao (các quả đồi, trên các toà nhà cao tầng...) gây nhiễu tới các cell có cùng tần số làm việc.

Khi dùng Omni Antenna:



Hình 4-36 Anten vô hướng (Omni antenna)

Ta giả thiết hai cell E1 và E2 sử dụng chung một tần số và E1 có địa thế cao hơn so với E2. Một thuê bao MS đang di chuyển từ E1 tới E2. Khi thuê bao di chuyển càng gần E2, khả năng gây nhiễu của nó tới E2 càng lớn.

Khi dùng Sector Antenna:**Hình 4-37 Đã được Sector hóa**

Bây giờ ta cũng vẫn dùng E1 và E2. Nhưng đã được sector hoá thành: EA1, EB1, EC và EA2, EB2, EC2.

MS di chuyển về phía E2, xuất phát từ EA1 (có khoảng cách lớn nhất tới E2). Khi MS vượt qua vị trí trạm EA1, nó được chuyển giao tới EB1 và khoảng cách từ MS tới E2 gần hơn. EB1 cùng tần số với EB2 nhưng như địa hình ta thấy, các nhiễu nó tạo ra đều nằm phía sau anten của EB2 (vì là anten định hướng nên có tỉ số năng lượng hướng trước trên hướng sau = $6 \div 15$ dB). Điều này có nghĩa là khả năng chống nhiễu của hệ thống đã tăng từ $6 \div 15$ dB. Tương tự như vậy khi MS đi tới EA2 nó chỉ tạo nhiễu cho EA1 từ phía sau của anten EA1.

Tóm lại dùng sector anten là một biện pháp làm tăng tỉ số C/ I của hệ thống.

4.4.2. Độ tăng ích anten (Gain of an Antenna)

Độ tăng ích của một anten là tỷ số, thường tính bằng dB, giữa công suất cần thiết tại đầu vào của một anten chuẩn không suy hao với công suất cung cấp ở đầu vào của anten đó sao cho ở một hướng cho trước tạo ra cường độ trường hay mật độ thông lượng công suất như nhau tại cùng một cự ly. Nếu không có ghi chú gì thêm, thì độ tăng ích anten được tính đối với hướng phát xạ lớn nhất.

Tùy thuộc vào sự lựa chọn vào anten chuẩn, có các loại tăng ích anten sau:

1. Tăng ích tuyệt đối hay tăng ích đẳng hướng (G_i) khi anten chuẩn là một anten đẳng hướng biệt lập trong không gian.

2. Độ tăng ích ứng với một dipol nửa bước sóng (Gd) khi anten chuẩn là một dipol nửa bước sóng biệt lập trong không gian và mặt phẳng vuông góc của nó chứa hướng phát xạ.
3. Độ tăng ích ứng với một anten thẳng đứng ngắn (Gv) khi anten chuẩn là một dây dẫn thẳng ngắn hơn nhiều so với một phần tư bước sóng, vuông góc với mặt phẳng dẫn điện lý tưởng chứa hướng phát xạ.

4.4.3. Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương - EIRP

Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương – EIRP (Equivalent Isotropic Radiated Power) là tích số của công suất sinh ra để cung cấp cho một anten với tăng ích của anten đó ở hướng nhất định ứng với anten đẳng hướng (độ tăng ích đẳng hướng hay tăng ích tuyệt đối)

EIRP được xác định bởi công thức:

$$P_{EIRP} (W) = P_t (W) * 10^{(G-L)/10}$$

Hay

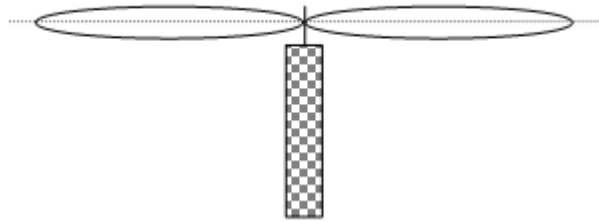
$$P_{EIRP} (dB) = P_t (dB) - L + G$$

Trong đó:

- P_{EIRP} (dBm): công suất bức xạ đẳng hướng tương đương;
- P_t (dBm): tổng công suất của các máy phát;
- L (dB): tổng suy hao từ các máy phát đến anten (ví dụ do combiner, feeder...);
- G (dBi): độ tăng ích cực đại của anten tương ứng với anten đẳng hướng.

4.4.4. Độ cao và góc nghiêng (down tilt) của anten:

Khi anten đặt thẳng đứng, hướng bức xạ chính sẽ nằm trên một đường thẳng nằm ngang.



Hình 4-38 Anten vô hướng có góc nghiêng bằng 0 độ

Ở những khu vực thị trấn nhỏ hay nông thôn, lưu lượng của hệ thống thấp nên việc tái sử dụng tần số là không cần thiết. Do vậy, ta nên sử dụng các vị trí cao hay đặt anten cao để tối đa hoá vùng phủ sóng.

Tuy nhiên ở những khu vực đô thị lớn, lưu lượng hệ thống cao, kích thước cell hẹp thì có lẽ thích hợp nhất là giảm độ cao anten để có làm giảm can nhiễu kênh chung. Tuy nhiên, nếu đặt quá thấp, các vật cản (nhà cao tầng...) sẽ có ảnh hưởng lớn tới chất lượng hệ thống. Do vậy, hiện nay độ cao anten ở các đô thị thường là $30 \div 50$ m. Để giải quyết phạm vi vùng phủ sóng hẹp, một kỹ thuật được đưa ra là “làm nghiêng hướng búp sóng chính của anten” (down tilt).

Để thấy rõ hiệu quả của “downtilt” đối với chất lượng hệ thống ta xét minh họa sau:

Chúng ta đã biết rằng công suất bức xạ của anten càng giảm khi càng rời xa búp sóng chính. Đồ thị thực nghiệm sau đây (được xây dựng từ đặc tính bức xạ của anten trong mặt phẳng đứng) chỉ rõ quan hệ đó.

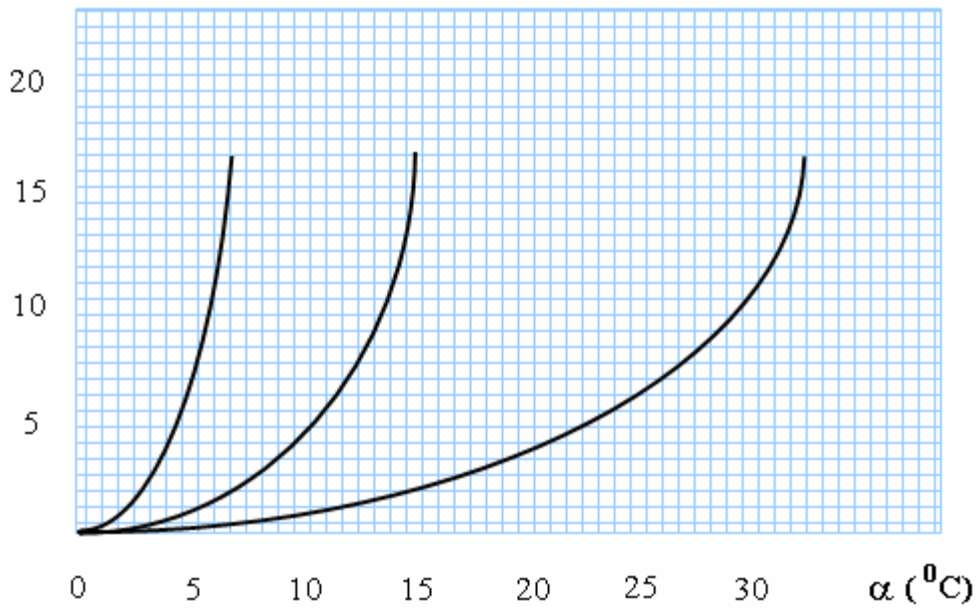
Đồ thị này sử dụng cho 3 loại anten có độ rộng búp sóng trong mặt phẳng đứng lần lượt là 7° , 14° , 28° .

Trong đó:

Trục X biểu diễn góc α là góc giữa hướng ta đang xét và hướng bức xạ chính trên mặt phẳng đứng (Vertical Angle – Degree $^\circ$ C).

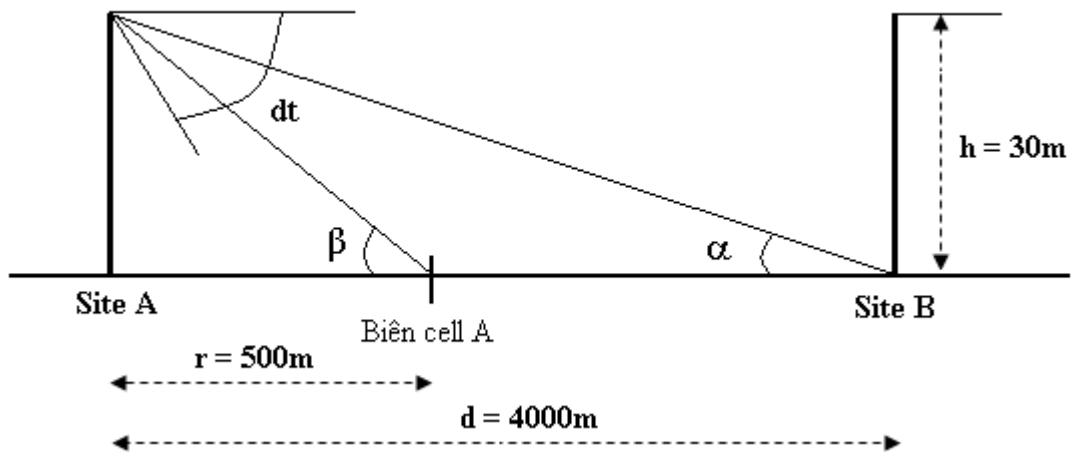
Trục Y biểu diễn sự suy hao cường độ trường (Gain Reduction - dB).

Suy hao cường độ trường (dB)



Hình 4-39 Đồ thị quan hệ giữa góc thẳng đứng và suy hao cường độ trường

Giả thiết có hai cell A và B sử dụng cùng tần số. Bán kính mỗi cell $r = 500\text{m}$, khoảng cách hai cell là $d = 4 \text{ km}$, độ cao anten là $h = 30 \text{ m}$, độ rộng búp sóng là 7° .



Hình 4-40 Ví dụ về hiệu quả của “downtilt”

Sử dụng đồ thị thực nghiệm ta tính được:

- Suy hao tín hiệu nhiễu của cell A gây ra tại cell B:

$$\alpha = \arctg\left(\frac{h}{d}\right) = \arctg\left(\frac{30}{4000}\right) = 0,43^\circ$$

Từ đồ thị thực nghiệm ta có Gain Reduction = 0,2 (dB).

- Suy hao tín hiệu của anten A tại biên của cell A:

$$\beta = \arctg\left(\frac{h}{r}\right) = \arctg\left(\frac{30}{500}\right) = 3,44^\circ$$

Nên Gain Reduction = 4 (dB).

Bây giờ ta nghiêng góc của anten A đi một góc $4,93^\circ$, khi đó hướng búp sóng chính đã lệch đi góc $4,93^\circ$. Lúc này:

- Suy hao tín hiệu nhiễu của cell A gây ra tại cell B:

$$\alpha' = dt - \alpha = 4,93^\circ - 0,43^\circ = 4,5^\circ$$

Nên Gain Reduction = 6,2 (dB).

- Suy hao tín hiệu của anten A tại biên của cell A:

$$\beta' = dt - \beta = 4,93^\circ - 3,44^\circ = 1,49^\circ$$

Nên Gain Reduction = 0,5 (dB).

Như vậy ta thấy, tín hiệu nhiễu do cell A gây ra cho cell B lúc này đã bị suy hao đáng kể (suy hao thêm 6 dB), đồng thời suy hao tín hiệu trong cell A đã giảm đáng kể nghĩa là chất lượng phủ sóng ở cell A đã được cải thiện.

Qua thí dụ trên ta thấy, với việc nghiêng góc của anten thì chất lượng phủ sóng của cả hai cell A và B đều được cải thiện. Vừa làm chất lượng thu ở cell A tăng lên, vừa làm giảm nhiễu do cell A gây ra cho cell B.

Việc nghiêng góc anten có thể dùng để giải quyết vấn đề phủ sóng. Tuy nhiên việc áp dụng nghiêng góc anten cần có sự phân tích kỹ càng những yếu tố liên quan có thể xảy ra trong vùng phủ sóng.

4.5. Chuyển giao cuộc gọi (Handover)

Một trở ngại trong việc phát triển mạng thông tin di động tế bào là vấn đề phát sinh khi một thuê bao di động di chuyển từ cell này sang cell khác. Các khu vực kề nhau trong hệ thống tế bào sử dụng các kênh vô tuyến có tần số khác nhau, khi thuê bao di động di chuyển từ cell này sang cell khác thì cuộc gọi hoặc bị rớt hoặc tự động chuyển từ kênh vô tuyến này sang một kênh khác thuộc cell khác.

Thay vì để cuộc gọi bị rớt, quá trình Handover (tiếng Mỹ: Handoff) giúp cho cuộc gọi được liên tục. Quá trình Handover xảy ra khi hệ thống thông tin di động tự

động chuyển cuộc gọi từ kênh vô tuyến này sang kênh vô tuyến khác khi thuê bao di động di chuyển từ cell này sang cell khác liền kề với nó. Trong quá trình đàm thoại, hai thuê bao cùng chiếm một kênh thoại. Khi một thuê bao di động chuyển động ra khỏi vùng phủ sóng của cell cho trước, tín hiệu đầu thu của cell này sẽ giảm. Khi đó, cell đang sử dụng sẽ yêu cầu một Handover (chuyển giao) đến hệ thống. Hệ thống sẽ chuyển mạch cuộc gọi đến một cell có tần số với cường độ tín hiệu thu mạnh hơn mà không làm gián đoạn cuộc gọi hay gửi cảnh báo đến người sử dụng. Cuộc gọi sẽ được tiếp tục mà người sử dụng không nhận thấy quá trình Handover diễn ra.

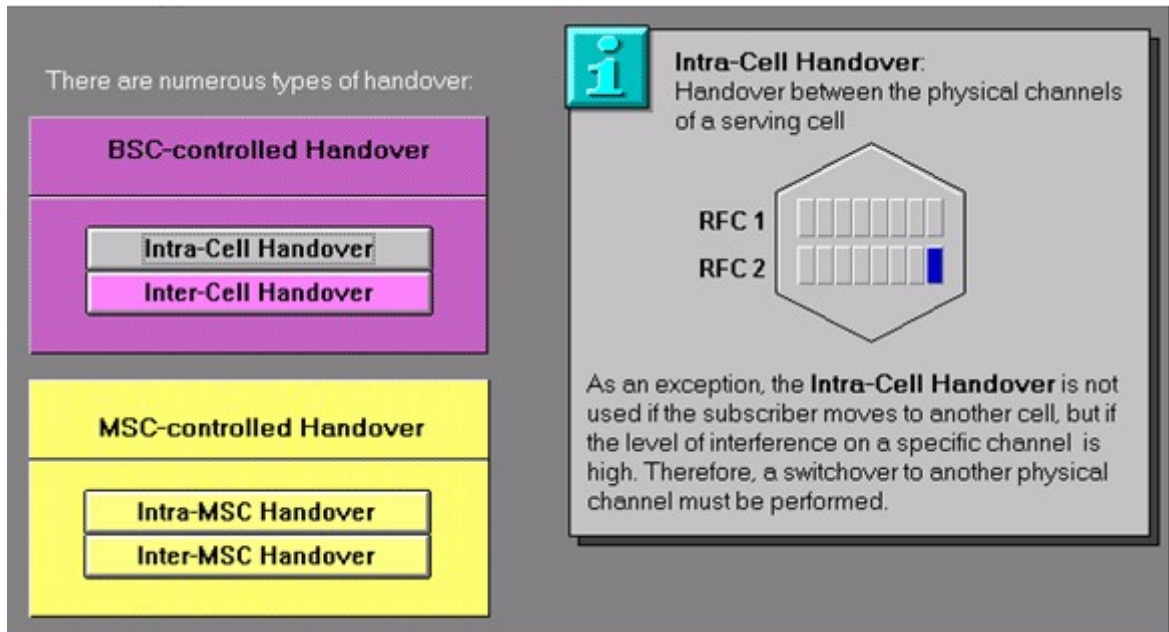
4.5.1. Phân loại Handover

Hệ thống phân loại các quá trình chuyển giao cuộc gọi thành những loại sau:

- **Intra-cell Hand Over.**
- **Inter-cell Hand Over.**
- **Intra-MSO Hand Over.**
- **Inter-MSO Hand Over.**

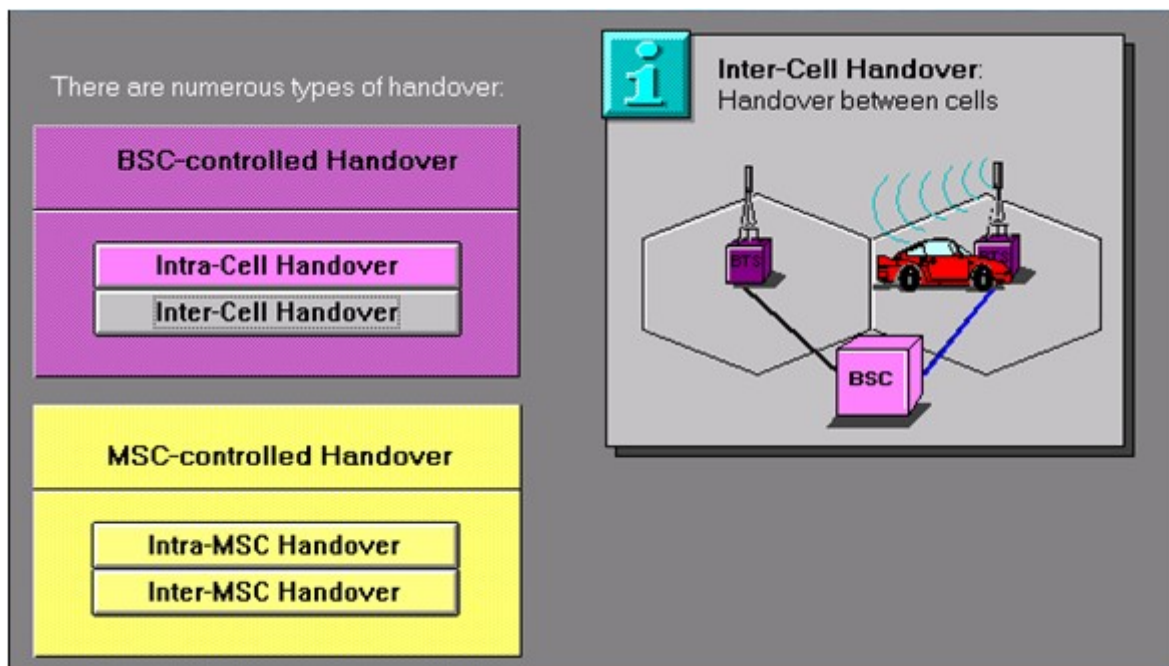
✓ **Intra-cell Hand Over** (Chuyển giao trong nội bộ tế bào): Thủ tục chuyển giao thực hiện giữa hai kênh vật lý của cell đang phục vụ.

Intra-cell Hand Over không được sử dụng khi thuê bao di chuyển sang cell khác, ngoại trừ trường hợp nếu mức nhiễu trên kênh riêng là cao thì một sự chuyển giao sang một kênh vật lý khác phải được thực hiện.



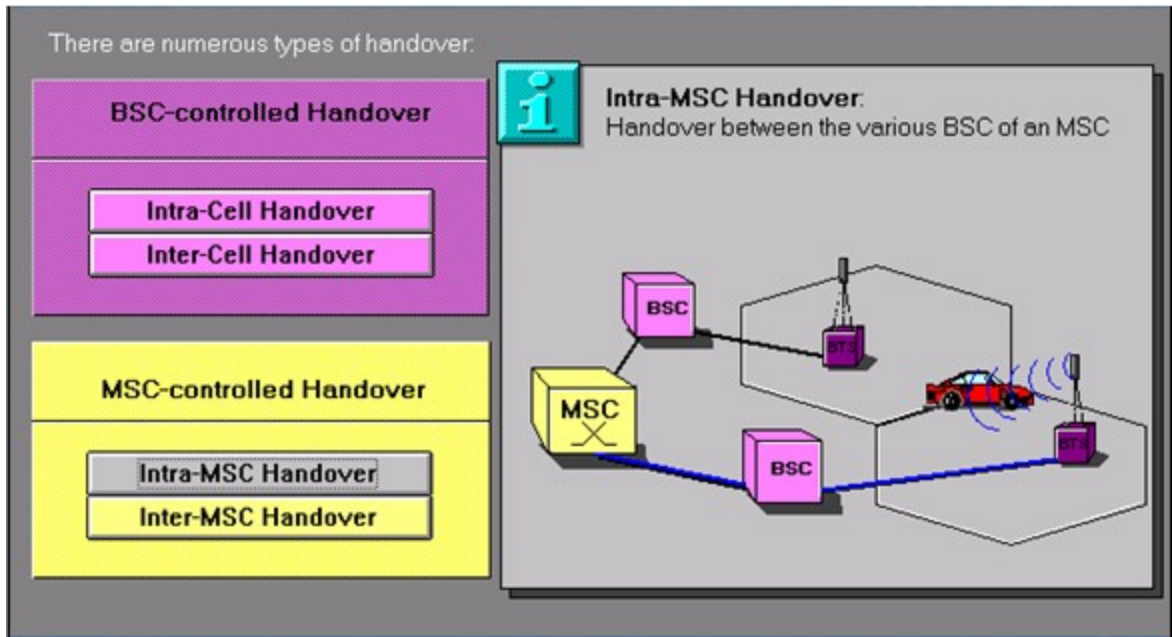
Hình 4-41 Intra-cell Handover

✓ **Inter-cell Hand Over** (Chuyển giao liên tế bào): MS được chuyển mạch sang một kênh vô tuyến mới của một cell khác nhưng được điều khiển của cùng một bộ điều khiển trạm gốc BSC.



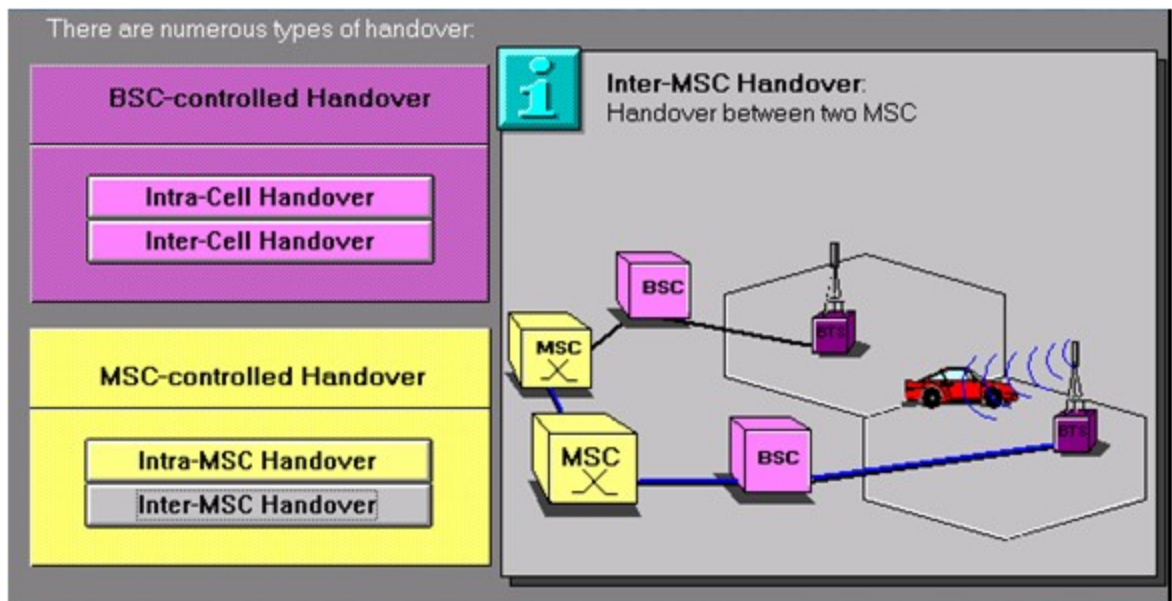
Hình 4-42 Inter-cell Handover

✓ **Intra-MSC Hand Over** (Chuyển giao trong nội bộ MSC): Chuyển mạch kênh vô tuyến giữa hai BSC của cùng một tổng đài di động MSC.



Hình 4-43 Intra-MSC Handover

✓ **Inter-MSC Hand Over** (Chuyển giao liên MSC): Chuyển mạch kênh vô tuyến giữa hai tổng đài di động MSC.



Hình 4-44 Inter-MSC Handover

Trong trường hợp này, MSC ban đầu giữ toàn quyền điều khiển cuộc gọi và sắp đặt truy nhập mạng cho đến khi kết thúc cuộc gọi. Cuộc gọi được định tuyến vật lý lại từ MSC ban đầu trực tiếp đến MSC đích.

4.5.2. Khởi tạo thủ tục Handover

Thủ tục Handover sẽ được khởi tạo vào bất kỳ lúc nào mỗi khi xuất hiện nhu cầu chuyển đổi đường vô tuyến giữa BSS và MS sang một kênh mới, có thể là cùng BSS hay một BSS khác. BSS sẽ nhận thấy yêu cầu thiết lập thủ tục Handover để duy trì sự liên tục của cuộc gọi trong khi MS di chuyển.

Nếu cell đích ưu tiên nằm trong cùng BSC thì thủ tục Handover sẽ được thực hiện bởi BSC. Nếu không, BSC sẽ gửi đến MSC một danh sách ưu tiên các cell đích. Trong danh sách này, MSC chỉ cần nhắc đến ba cell đầu tiên.

Giải thuật MSC (với ví dụ là có ba cell được cân nhắc) là bước thứ nhất sẽ thử với cell đầu tiên, nếu không được thì sẽ chuyển sang thử với cell thứ hai rồi thứ ba, mà không có việc tính đến những khía cạnh lưu lượng. Nếu như trong khi thủ tục handover này đang diễn ra mà có thêm một yêu cầu Handover khác nhận được từ BSC, danh sách sẽ được cập nhật để tính toán đến các cell mới. Với mỗi lần thử, MSC yêu cầu một tài nguyên tần số thích hợp tới phân hệ trạm gốc BSS đích mà theo mặc định là không cho phép việc xếp hàng đợi, hoặc là cho phép hàng đợi nếu cho phép nếu như có chỉ thị tương ứng trong yêu cầu handover nhận được từ BSS nguồn.

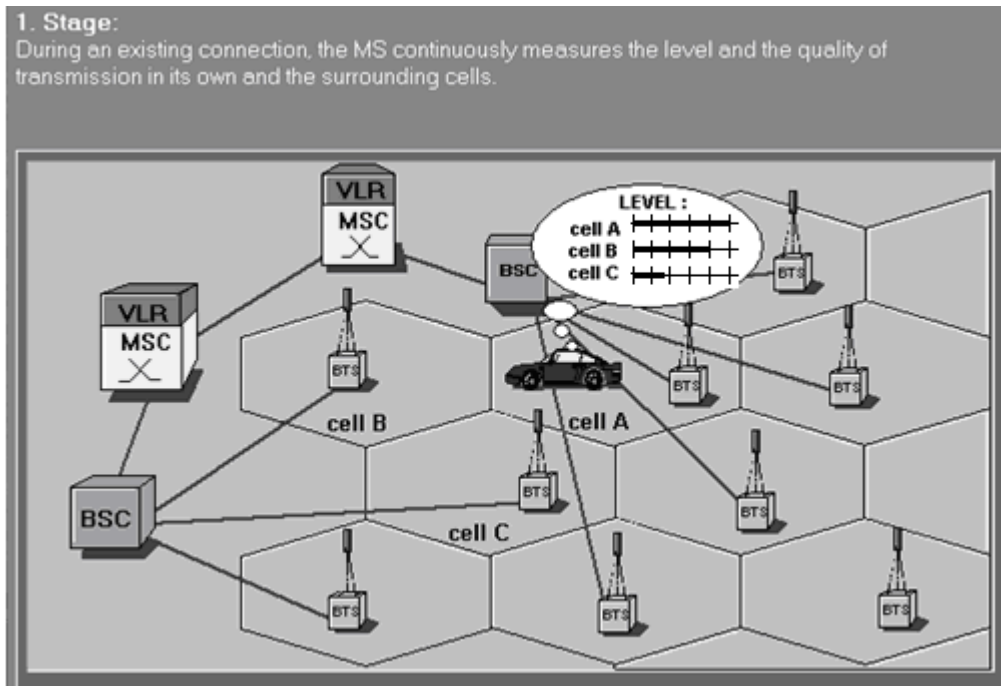
Nếu như MS không hoàn thành việc đạt được một kênh mới từ cell đích thì nó sẽ gửi một “bản tin thông báo chuyển giao thất bại” thông qua cell trước tới mạng lưới và MSC sẽ hồi phục lại kết nối trước của MS hoặc nếu MSC nhận thấy MS đã mất kết nối thì cuộc gọi sẽ được giải phóng.

4.5.3. Quy trình chuyển giao cuộc gọi

Về cơ bản, thủ tục Handover bao gồm 4 giai đoạn:

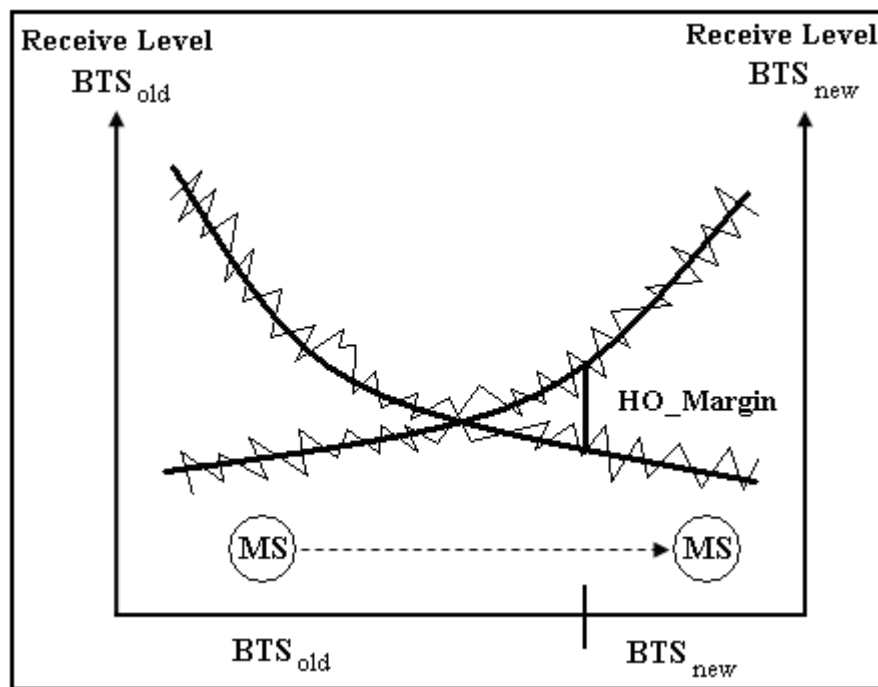
- **Giai đoạn 1:** BSC quyết định thực hiện thủ tục handover để đảm bảo kết nối của cuộc gọi.
- **Giai đoạn 2:** Một kết nối mới được thiết lập, song song với kết nối gốc.
- **Giai đoạn 3:** MSC chuyển cuộc gọi sang kết nối mới.
- **Giai đoạn 4:** Kết nối gốc được giải phóng.

✓ **Giai đoạn 1:**



Hình 4-45 GD 1: Trong lúc kết nối, MS vẫn tiếp tục đo đạc mức thu và chất lượng truyền dẫn của cell phục vụ và những cell xung quanh.

Những kết quả đo đạc được gửi tới BSC và là căn cứ để yêu cầu một thủ tục Handover sang một cell khác để có một chất lượng truyền dẫn tốt hơn.



Hình 4-46 Quyết định chuyển giao_Handover Decision

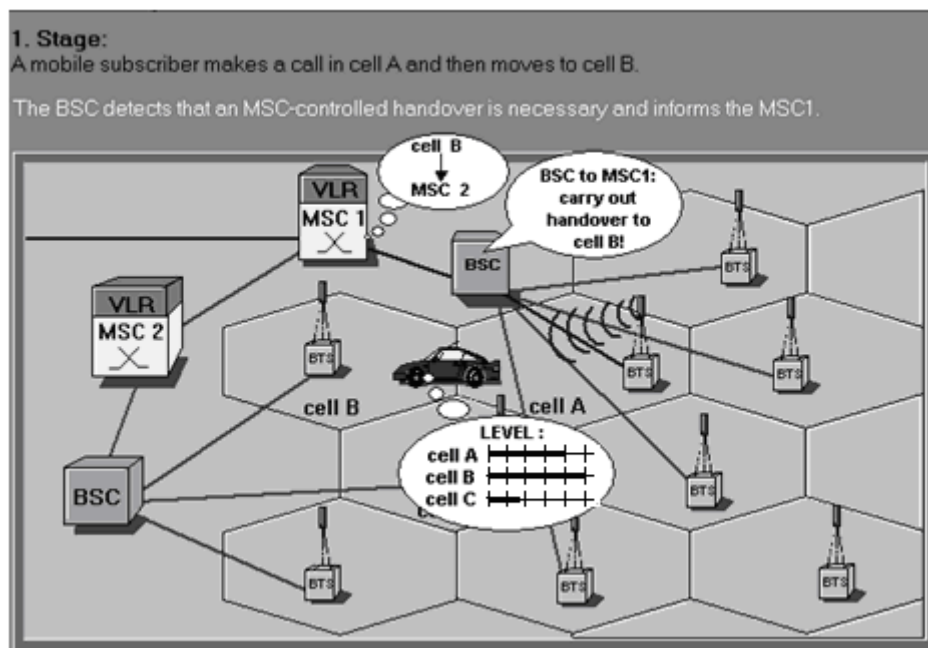
Handover Margin: Thực chất của Handover Margin là sự chênh lệch giữa mức thu của cell đang phục vụ và các cell lân cận. Khi mức thu của một cell lân cận nào đó vượt quá mức thu của cell đang phục vụ một khoảng lớn hơn giá trị Handover Margin định sẵn thì một Handover Alarm sẽ được gửi về hệ thống nhằm đưa đến quyết định chuyển giao. Thông thường thì thủ tục Handover sẽ được thực hiện ngay sau đó.

Nếu việc đặt giá trị Handover Margin quá thấp sẽ dẫn tới việc Handover quá nhiều, nhưng ngược lại khi giá trị này đặt quá lớn có thể làm cho chất lượng cuộc gọi bị giảm xuống.

Vì vậy, tùy vào tính chất phủ sóng của từng vùng cũng như mức độ nhiễu của từng cell phục vụ, Handover Margin cần được điều chỉnh thích hợp để đạt được chất lượng tốt nhất. Ví dụ như vùng bị nhiễu nhiều có thể đặt giá trị Handover Margin thấp để MS có thể nhanh chóng chuyển giao sang cell khác có chất lượng tốt hơn.

Giá trị khuyến nghị là 4 dB, trên mạng VMS_Mobifone hiện đang sử dụng Handover Margin là 5 dB.

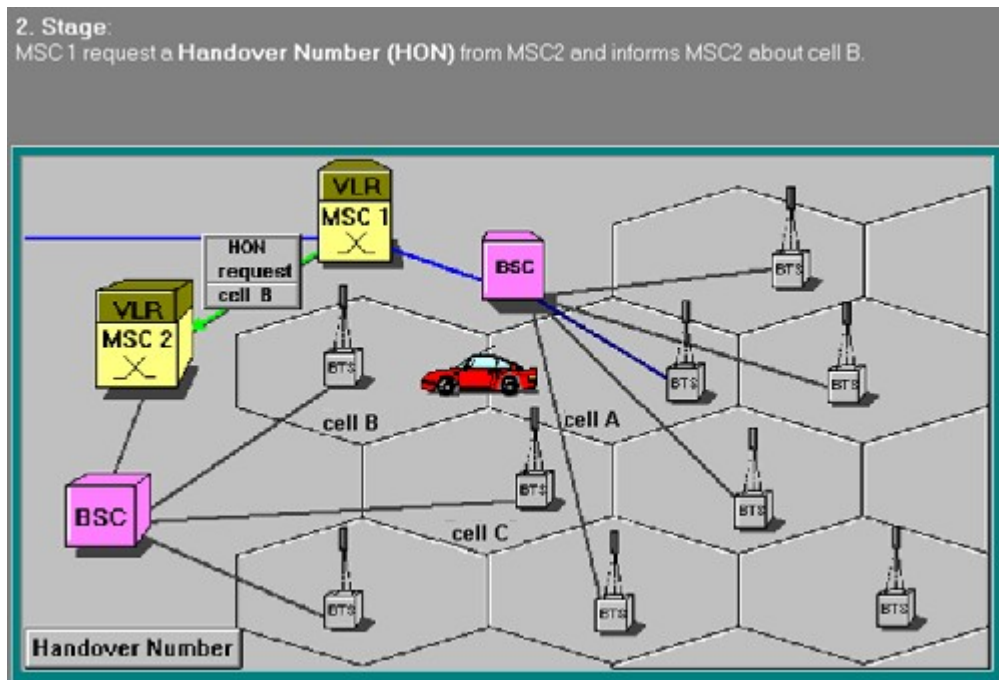
BSC sẽ thông báo cho MSC về sự cần thiết thực hiện thủ tục Handover, và khai báo thông tin với MSC1.



Hình 4-47 GD 1: BSC khai báo thông tin với MSC

✓ **Giai đoạn 2:**

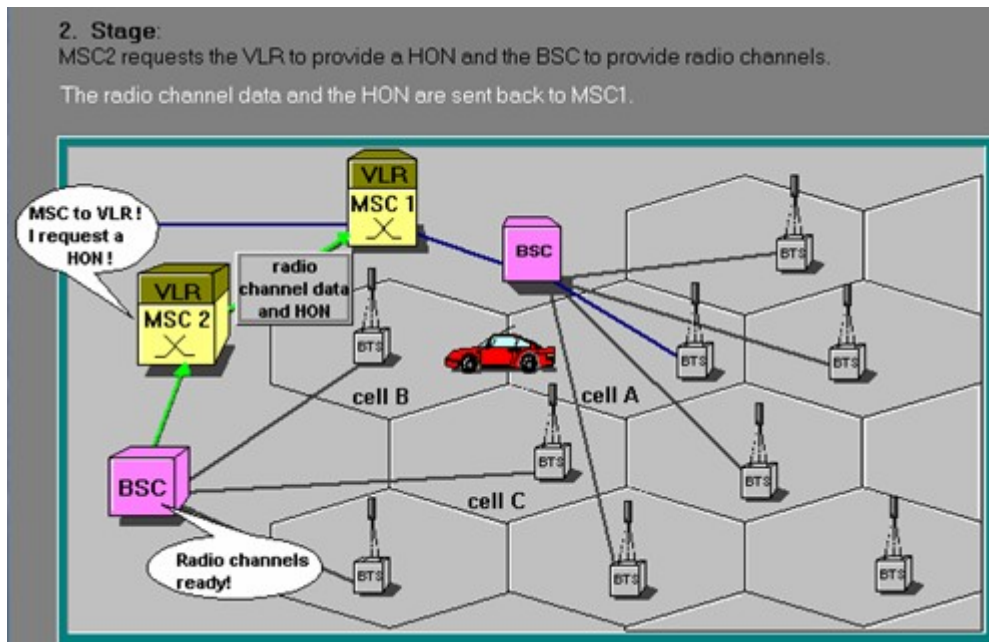
MSC1 yêu cầu một Handover Number (HON) từ MSC2 và thông báo với MSC2 thông tin về cell B.



Hình 4-48 GD 2: MSC1 yêu cầu MSC2 cấp Handover Number

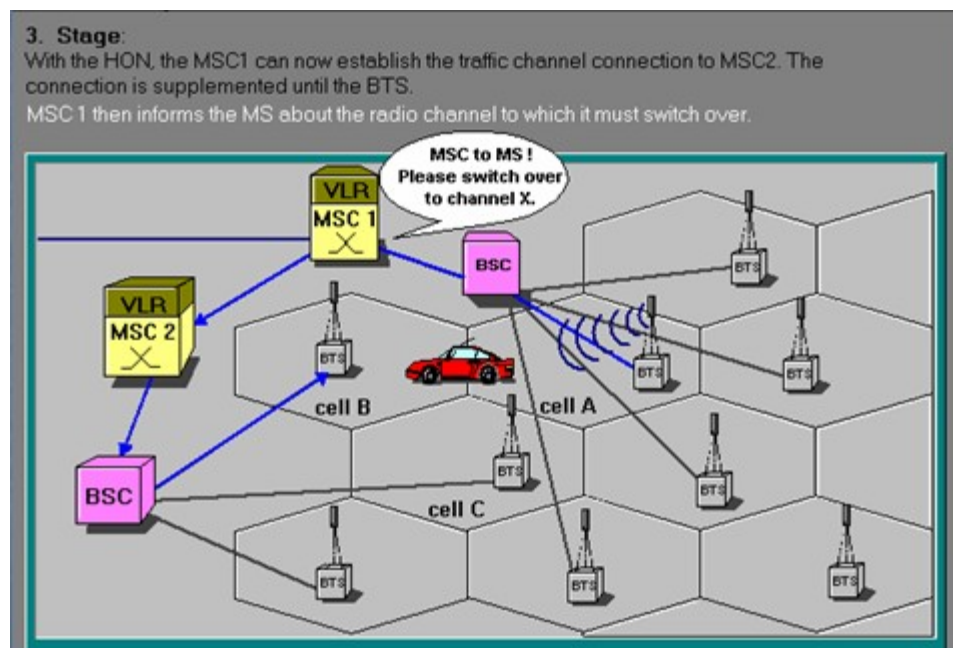
Mã HON (Handover Number) chỉ quan trọng trong trường hợp Inter-MSC Handover. Nó được dùng để MSC1 thiết lập kết nối kênh lưu lượng với MSC2. Cấu trúc của mã HON cũng giống như mã MSRN và cũng được cung cấp bởi VLR mới.

MSC2 yêu cầu VLR cung cấp một mã HON, đồng thời yêu cầu BSC cung cấp kênh vô tuyến. Sau đó, kênh vô tuyến và mã HON được gửi lại cho MSC1.



Hình 4-49 GD 2: Cấp mã HON và kênh vô tuyến cho MSC1

✓ **Giai đoạn 3:**

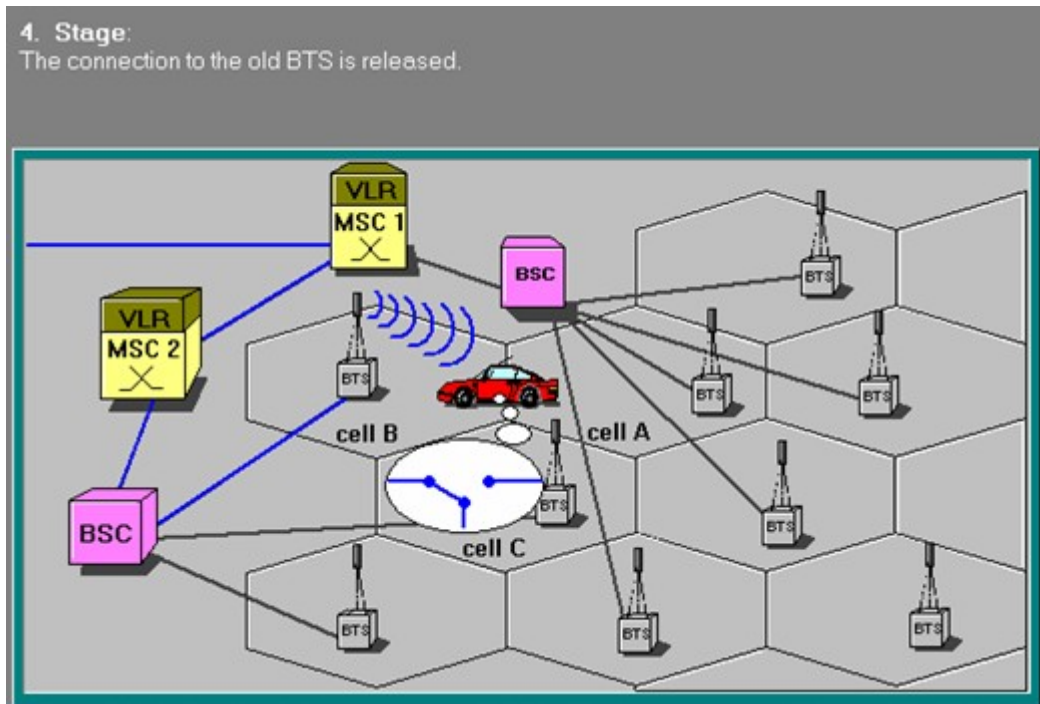


Hình 4-50 GD 3: MSC1 chuyển mạch kết nối cho MS trên kênh lưu lượng thiết lập với MSC2

Với mã HON, MSC1 có thể thiết lập kênh lưu lượng kết nối với MSC2. MSC1 thông báo cho MS về kênh vô tuyến mà nó phải chuyển mạch tới.

✓ **Giai đoạn 4:**

Giải phóng kết nối với BTS cũ.



Hình 4-51 Kết nối với BTS cũ được giải phóng

Chương V

5. CÁC CHỈ TIÊU CHẤT LƯỢNG HỆ THỐNG

5.1. Khái niệm về chất lượng dịch vụ QOS

QOS (Quality of Service) có thể xem như là những chỉ tiêu đánh giá mạng lưới mà bất cứ một hệ thống thông tin di động nào đều phải có. Chỉ tiêu chất lượng mạng lưới ở đây phải là những tiêu chí thực sự “chất lượng” chẳng hạn như tiếng nói trong trẻo, ít rớt cuộc gọi và không bị nghẽn mạch. Để đánh giá được chất lượng mạng chúng ta phải xác định những đại lượng đặc trưng (key indicators), qua đó cho phép những cái nhìn chính xác về sự hoạt động của mạng lưới cũng như chất lượng của mạng.

5.2. Các đại lượng đặc trưng

5.2.1. Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công CSSR (Call Setup Successful Rate)

Có thể định nghĩa CSSR như là tỉ lệ mà người sử dụng (thuê bao) thành công trong việc bắt đầu thực hiện cuộc gọi xét trên cả hai chiều gọi đi và gọi đến (lưu ý là những cuộc gọi đã được nối nhưng bị rớt trong trường hợp này vẫn được coi là thành công). Thành công ở đây ta có thể tạm coi là khi người sử dụng quay số và bấm “YES”, cuộc gọi chắc chắn được nối (trường hợp gọi đi). Trong trường hợp gọi đến, sự không thành công có thể hiểu đơn giản là một ai đó đã thực sự gọi đến thuê bao nhưng thuê bao vẫn không nhận được một tín hiệu báo gọi nào mặc dù anh ta vẫn bật máy và nằm ở trong vùng phủ sóng. CSSR có thể được tính như sau:

$$CSSR = \frac{\text{Tổng số lần thực hiện (nhận) thành công cuộc gọi}}{\text{Tổng số lần thực hiện (nhận) cuộc gọi}}$$

Theo khuyến nghị Alcatel về chỉ tiêu chất lượng hệ thống thì tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công CSSR cần đạt là $\geq 92\%$.

5.2.2. Tỷ lệ rớt cuộc gọi trung bình (Average Drop Call Rate - AVDR)

AVDR là tỉ lệ số cuộc gọi bị rớt mạch trên tổng số cuộc gọi thành công. AVDR có thể được tính như sau:

$$AVDR = \frac{\text{Tổng số lần rớt mạch}}{\text{Tổng số lần chiếm mạch TCH thành công ngoại trừ trường hợp Handover}}$$

$$(AVDR = \text{Total drops} / \text{Total TCH seizures excluding TCH seizures due to HO})$$

Đại lượng này nên sử dụng để đánh giá chất lượng toàn mạng, chứ không nên áp dụng cho từng cell riêng lẻ vì rằng mỗi cell không chỉ mang những cuộc gọi được bắt đầu từ nó (trên cả hai nghĩa gọi đi và gọi đến) mà nó còn phải chịu trách nhiệm tải những cuộc gọi được handover từ những cell khác sang - điều đó có nghĩa là nó bị chiếm mạch nhiều hơn rất nhiều lần. Hơn nữa đối với mỗi cell, việc mang một cuộc gọi do handover hay bình thường là có cùng một bản chất.

5.2.3. Tỷ lệ rớt mạch trên TCH (TCH Drop Rate - TCDR)

TCDR có thể tạm định nghĩa là tỉ lệ rớt mạch tính trên các kênh TCH của từng cell riêng biệt.

$$TCDR = \frac{\text{Tổng số lần rớt mạch}}{\text{Tổng số lần chiếm mạch thành công}}$$

$$(TCDR = \text{Total TCH Drops} / \text{Total TCH Seizures})$$

Tổng số lần chiếm mạch ở đây có thể xuất phát từ bất cứ nguyên nhân nào, kể cả Handover.

Có rất nhiều nguyên nhân gây nên rớt mạch, loại trừ nguyên nhân do máy di động gây ra ta có thể đưa ra những nguyên nhân chính sau đây:

- Do bị nhiễu quá nhiều hoặc do chất lượng kênh truyền quá thấp
- Do tín hiệu quá yếu
- Do lỗi của hệ thống chẳng hạn như phần cứng trục trặc
- Do sử dụng các giá trị không chuẩn của các tham số BSS
- Do không Handover được (thiếu neighbour cell chẳng hạn)

Nhằm dễ dàng hơn cho công tác kỹ thuật, TCDR được phân ra làm hai đại lượng mới:

Rớt mạch do lỗi hệ thống: TCDR-S (Drop due to System): tham số này bao gồm tất cả các lỗi do hệ thống chẳng hạn như software, transcoder ..được tính theo

tỷ lệ phần trăm trên tổng số lần rớt mạch. Với một hệ thống tốt, tỷ lệ này là rất nhỏ (thường vào khoảng 2-5 % tổng số lần rớt mạch).

Rớt mạch do lỗi tần số vô tuyến RF : TCDR-R (Drop due to RF): tham số này bao gồm tất cả các lỗi như mức tín hiệu kém, chất lượng quá kém, quá nhiễu, Handover kém... cũng được tính theo tỷ lệ phần trăm trên tổng số lần rớt mạch.

$$TCDR-R + TCDR-S = 100\%$$

5.2.4. Tỷ lệ nghẽn mạch TCH (TCH Blocking Rate - TCBR)

TCBR được định nghĩa như tỉ lệ chiếm mạch không thành công do nghẽn kênh thoại (không có kênh TCH rỗi) trên tổng số lần hệ thống yêu cầu cung cấp kênh thoại.

$$TCBR = \text{Tổng số lần bị nghẽn} / \text{Tổng số lần yêu cầu đường thông}$$

$$(TCBR = \text{Total blocks} / \text{Total TCH attempts})$$

Tỷ số này phản ánh mức độ nghẽn mạch trên từng cell riêng lẻ hay trên toàn hệ thống. Khi tỷ số này ở một cell (hay khu vực) nào đó trở nên quá cao điều đó có nghĩa là rất khó thực hiện được cuộc gọi trong cell (hay khu vực) đó. Tuy nhiên tham số này không phản ánh một cách chính xác yêu cầu về lưu lượng trên mạng vì rằng khi một người nào đó muốn thực hiện một cuộc gọi trong vòng một phút chẳng hạn, người ta sẽ cố nhiều lần để có thể nối được một kênh thoại và như vậy sự thử có thể là rất nhiều lần (có thể là hàng chục) để có thể chỉ thực hiện một cuộc gọi duy nhất kéo dài một phút. Điều này làm tăng tỷ lệ nghẽn mạch lên rất nhanh, vượt quá cả bản chất thực tế của vấn đề. Vì vậy để đánh giá một cách chính xác hơn, người ta sử dụng một đại lượng khác là cấp độ phục vụ GoS (Grade of Service).

Đôi khi ta không hiểu tại sao mà tỷ lệ TCBR lại rất cao ở một số cell, trong trường hợp này cách tốt nhất là tham khảo thêm các đại lượng Maxbusy và Congestion time cho cell đó

- Maxbusy: Số kênh lớn nhất bị chiếm tại cùng một thời điểm
- Congestion time: Tổng số thời gian mà toàn bộ số kênh bị chiếm hết (Tổng số thời gian nghẽn).

✓ **Lưu lượng và Grade of Service (GOS):**

Lưu lượng mang bởi hệ thống trong khoảng thời gian t được định nghĩa như sau:

$$C = n * T / t$$

Trong đó

T là thời gian đàm thoại trung bình

n số cuộc gọi trong khoảng thời gian t .

Đơn vị của lưu lượng được tính bằng Erlang (E), nếu như thay $t=3600$, ta có Eh (Erlang giờ).

Một cách hoàn toàn đơn giản, ta có thể tính lưu lượng như sau:

$$C = \text{Tổng thời gian chiếm mạch} / \text{Thời gian đo}$$

Lưu lượng của hệ thống cũng phần nào đẩy cho thấy sự hoạt động của mạng. Nếu như lưu lượng của một cell nào đấy giảm đi một cách bất bình thường, điều đó có nghĩa là hoặc vùng phủ sóng của cell đã bị thu hẹp lại (do tụt công suất hay anten hỏng) hoặc một nhóm thu phát nào đấy của cell không hoạt động.

Lưu lượng của hệ thống có một tương quan tương đối đối với tỷ lệ nghẽn TCH (TCBR) đã trình bày ở trên, khi lưu lượng tăng vượt một giá trị nào đó (tùy thuộc vào dung lượng của cell) thì tỷ lệ TCBR cũng tăng lên rất nhanh theo nó. Tuy nhiên trong một số trường hợp, ngay cả khi có lưu lượng rất thấp, tỷ lệ TCBR vẫn rất cao. Khi đó không có một cách lý giải nào tốt hơn là một số khe thời gian timeslot trên cell đã không hoạt động.

Giờ bận của hệ thống BH (busy hour) được tính như là giờ mà lưu lượng đi qua hệ thống là lớn nhất. Và do đó khi thiết kế một hệ thống nào đó, nhằm thoả mãn yêu cầu về lưu lượng một cách tốt nhất người ta thường sử dụng các số liệu thống kê cho giờ bận.

Trong một hệ thống với một số hữu hạn kênh thoại và mỗi thuê bao chiếm mạch hết một thời gian trung bình T nào đấy, ta thấy ngay rằng khi số thuê bao tăng lên hay nói cách khác khi mà lưu lượng tăng lên thì xác suất bị nghẽn mạch cũng tăng lên và khi lưu lượng tăng lên đến một mức độ nào đó thì tình trạng nghẽn mạch không thể chấp nhận được nữa. Vậy làm sao có thể đánh giá mức độ nghẽn mạch

này một cách chính xác? Người ta sử dụng một đại lượng là cấp độ phục vụ GOS để thực hiện điều đó.

GOS có thể được định nghĩa như là xác suất bị nghẽn mạch cho một thuê bao khi thực hiện cuộc gọi trong một khu vực có một “lưu lượng yêu cầu” (offered traffic) xác định nào đó. Vấn đề này sinh ra là “lưu lượng yêu cầu” ở đây là gì? Nó có thể được coi như là lưu lượng mà hệ thống có thể mang được trong giờ bận trong trường hợp không có nghẽn mạch hay nói cách khác đi là khi số kênh thoại của hệ thống tăng đủ lớn.

Người ta có thể tính GOS cho một hệ thống với t - kênh và A - “lưu lượng yêu cầu” như sau:

$$\begin{cases} \text{GOS}(t, A) = \varphi(\text{GOS}(t-1, A)) & (*) \\ \text{GOS}(0, A) = 1. \end{cases}$$

Tuy nhiên “Lưu lượng yêu cầu” là một cái gì đó có vẻ không thực, không thể cân đo đong đếm được và người ta chỉ có thể đo được “lưu lượng thực” mang bởi các kênh thoại mà thôi. Vì vậy người ta tính “lưu lượng yêu cầu” A như sau:

$$A = C \cdot (1 + \text{GOS})$$

Trong đó C - lưu lượng đo được trên hệ thống

Nhưng vấn đề lại là làm sao tính được GOS. Để tính GOS đầu tiên người ta giả sử $A = C$, dựa vào công thức (*) ta có thể tính được GOS_1 nào đấy, và khi đó:

$$C_1 = A / (1 + \text{GOS}_1)$$

Nếu như C_1 vừa tính được lại nhỏ hơn C thực, người ta lại tăng A lên một chút chẳng hạn $A = C + 0,00001$, lại tính theo cách ở trên và cứ như thế cho tới khi C_n tính được gần với C thực nhất. Khi đó giá trị tính được GOS_n chính là giá trị của GOS cần tìm. Khi đã tính được “lưu lượng yêu cầu” A , ta có thể dễ dàng xác định số kênh cần thiết bằng cách tra bảng.

5.2.5. Tỷ lệ rớt mạch trên SDCCH (SDCCH Drop Rate - CCDR)

CCDR được định nghĩa như là tỷ lệ giữa tổng số lần rớt mạch trên kênh SDCCH và tổng số lần chiếm SDCCH thành công.

$$\text{CCDR} = \frac{\text{Tổng số lần rớt trên SDCCH}}{\text{Tổng số lần chiếm SDCCH thành công}}$$

(CCDR = SDCCH drops / SDCCH seizures)

CCDR cũng rất quan trọng, nó một phần đánh giá tỷ lệ thành công của cuộc gọi nói chung. Nói chung trong thông tin di động GSM và về một khía cạnh nào đó, ít nhất là trên mặt tần số vô tuyến RF, CCDR và TCDR có cùng bản chất, nếu như CCDR cao thì tỉ lệ TCDR cũng cao và ngược lại.

Vì rằng thời gian chiếm mạch trên SDCCH là rất ngắn (trung bình khoảng 3s) so với thời gian chiếm mạch trên TCH (trung bình khoảng 65 s) nên CCDR cũng nhỏ hơn TCDR rất nhiều. Tuy nhiên, khi CCDR trở nên lớn một cách không bình thường so sánh với TCDR, điều đó có nghĩa là có một cái gì đó không ổn hoặc là do các tham số của phần BSS hoặc là do kênh tần số có chứa SDCCH quá nhiều.

5.2.6. Tỷ lệ nghẽn mạch trên SDCCH (SDCCH Blocking Rate - CCBR)

CCBR được định nghĩa như là tỷ số giữa tổng số lần chiếm SDCCH không thành công do nghẽn SDCCH và tổng số lần yêu cầu cung cấp kênh SDCCH.

$$CCBR = \text{Tổng nghẽn SDCCH} / \text{Tổng yêu cầu SDCCH}$$

$$(CCBR = \text{SDCCH blocks} / \text{SDCCH Attempts})$$

Đại lượng này rất quan trọng đối với một hệ thống GSM và trực tiếp ảnh hưởng đến tỷ lệ thành công khi một thuê bao thực hiện cuộc gọi. Nếu như tỷ lệ nghẽn SDCCH quá cao thì khả năng thực hiện cuộc gọi rất khó - khi bạn bấm “Yes” sẽ chẳng có gì xảy ra cả (!), và điều nguy hiểm nhất là thuê bao không thể nhận biết được điều này (khác với trường hợp nghẽn TCH, thuê bao có thể được biết nhờ âm thanh hoặc nhờ thông điệp “net fail” trên màn hình của máy di động) và rất có thể họ nghĩ rằng máy của mình hỏng ???!

Cũng tương tự như trên TCH ta cũng có thể tham khảo thêm hai đại lượng khác là Maxbusy và Congestion time cho SDCCH.

5.2.7. Một số đại lượng đặc trưng khác

Những đại lượng đặc trưng dưới đây tuy không phản ánh một cách trực tiếp chất lượng của hệ thống nhưng rất cần thiết cho công tác đánh giá chất lượng hệ thống.

5.2.7.1. Số kênh hoạt động (Available Channels)

Đây là một chỉ tiêu rất quan trọng cho những người theo dõi hoạt động của mạng lưới. Thông thường đối với mỗi cell trong một hệ thống GSM, số kênh này (trong trường hợp bình thường) sẽ là 6, 7, 14, 15, 22, 23, 30 tùy thuộc vào cấu hình của cell. Tuy nhiên khi theo dõi các báo cáo về mạng, đôi khi ta thấy số kênh này là một số khác những con số ở trên thậm chí là một số với dấu phẩy kèm theo (ví dụ 13,2) - điều này có nghĩa là trong suốt thời gian mà ta quan sát có một lúc nào đấy một số timeslots trên cell đã không hoạt động hoặc là cả toàn bộ cell đã bị sự cố. Việc một số timeslot không hoạt động ảnh hưởng trực tiếp đến tỷ lệ handover thành công sẽ đề cập đến ở phần sau.

5.2.7.2. Tỷ lệ thành công handover đến (Incoming HO Successful Rate - IHOSR)

IHOSR được định nghĩa như là tỷ lệ giữa số lần nhận handover thành công và tổng số lần được yêu cầu chấp nhận handover.

$$IHOSR = \frac{\text{Tổng handover vào thành công}}{\text{Tổng handover vào}}$$

$$(IHOSR = \text{Incoming HO Success} / \text{Total Incoming HO request by BSS})$$

IHOSR của một cell rất quan trọng, nó ảnh hưởng trực tiếp đến chất lượng của khu vực có chứa cell đó. Nếu IHOSR là thấp, nó sẽ làm tăng tỷ lệ rớt mạch ở những cell xung quanh nó và thậm chí làm ảnh hưởng đến chất lượng thoại của cuộc gọi bởi vì nếu một lần handover không thành công thì cuộc gọi hoặc sẽ bị rớt hoặc hệ thống sẽ phải thực hiện một lần handover khác và mỗi lần như thế luồng tín hiệu thoại sẽ bị cắt và làm cho người nghe cảm giác bị đi đứt đoạn trong đàm thoại.

IHOSR còn phản ánh cả chất lượng phần cứng của cell, chẳng hạn sleeping TRXs trên cell.

5.2.7.3. Tỷ lệ thành công handover ra (Outgoing HO Successful Rate - OHOSR)

OHOSR được định nghĩa như là tỷ lệ giữa số lần handover ra thành công và tổng số lần được yêu cầu handover.

$$OHOSR = \frac{\text{Tổng handover thành công}}{\text{Tổng số lần quyết định handover}}$$

$$(OHOSR = \text{HO Success} / \text{Total HO request by BSS})$$

Dựa trên OHOSR, ta có thể đánh giá được việc định nghĩa neighbour cell là đủ hay chưa hay còn có thể đánh giá chất lượng của các cell lân cận nó. Một tỷ lệ OHOSR tốt sẽ dẫn đến một tỷ lệ rớt mạch TCDR tốt và một chất lượng thoại tốt. Hơn nữa, dựa trên OHOSR, ta có thể đánh giá cả vùng phủ sóng của cell mà do đó có thể đưa ra những điều chỉnh thích hợp.

Có rất nhiều nguyên nhân để hệ thống cân nhắc handover, tuy nhiên ta có thể kể ra một số nguyên nhân chính sau đây:

- Handover do power budget: hệ thống tính toán power budget cho serving cell và các cell lân cận để cân nhắc handover
- Đây cũng là một trong những nguyên nhân chính.
- Do mức thu quá thấp, vượt quá giới hạn trên serving cell (downlink hoặc uplink)
- Chăng hạn trong mỗi hệ thống người ta có thể set mức thu danh định, chẳng hạn thấp hơn -90dB. Nếu mức thu thấp hơn mức này chẳng hạn, hệ thống sẽ quyết định cân nhắc handover.
- Do chất lượng trên serving cell quá thấp, vượt quá giới hạn (downlink hoặc uplink)
- Do timing advance vượt quá giới hạn (downlink hoặc uplink)
- Do quá nhiễu trên serving cell (downlink hoặc uplink)

5.2.7.4. EMPD

EMPD được định nghĩa như là tỷ số giữa traffic tính theo phút và tổng số lần rớt mạch.

$$EMPD = 60 * traffic / Tổng số cuộc rớt$$

EMPD biểu thị sự tương quan giữa traffic và sự rớt mạch, nó phản ánh một cách rõ ràng chất lượng của hệ thống và có thể dùng làm thước đo chung cho các hệ thống sử dụng các thiết bị khác nhau và hoạt động ở những khu vực có đặc thù kinh tế khác nhau.

5.2.7.5. Thời gian chiếm mạch trung bình (MHT - Mean Holding Time)

MHT được định nghĩa như là thời gian chiếm mạch trung bình cho một lần chiếm mạch. Và nó có thể được tính như sau:

$$MHT = \text{Tổng thời gian chiếm mạch} / \text{Tổng số lần chiếm mạch thành công.}$$

Đây cũng là một đại lượng tốt để tham khảo khi quan sát chất lượng của một hệ thống. Trong hệ thống GSM của Mobifone giá trị này trung bình nằm trong khoảng 60-70 giây. Tuy nhiên giá trị của MHT còn phụ thuộc vào mật độ của cell trên mạng: mật độ cell trên mạng càng cao thì MHT càng nhỏ và ngược lại

Nếu như một lúc nào đó giá trị này trở nên rất cao (ví dụ 200 s chẳng hạn), điều đó có nghĩa là một số timeslot của cell đã bị “treo” hay nói cách khác là nó đã bị chiếm liên tục mặc dù không có cuộc gọi nào đang được thực hiện trên nó cả. Ngược lại trong một số trường hợp ta lại thấy MHT rất thấp (15 s chẳng hạn), khi đó nhất định là ta có vấn đề với cell - hoặc giả là chất lượng quá kém (do nhiễu hoặc phần cứng) hoặc vùng phủ sóng quá hẹp (do công suất tụt hay hỏng anten).

5.3. Các chỉ tiêu chất lượng thực tế mạng VMS_MobiFone

5.3.1. Số liệu thống kê chất lượng mạng hiện tại

Số liệu thống kê chất lượng mạng VMS_Trung tâm 1 (Ngày 20.4.2007):

VMS1 Network Daily Report (20.04.2007)

STT	BSC	Traffic(Erl)	Sites	Cells	TRXs	TCH Define	TCH AVAIL	SDCCH Define	SDCCH AVAIL	TCH Request	TCH Success	SDCCH CONG (%)	TCH CONG (%)	SDCCH DROP RATE %	Call Setup Succ Rate %	Call Drop Rate %	HO OUT SUCC (%)	HO INC SUCC (%)	% DATA
1	Bo Ho	10,915	29	97	212	1425	1425	1296	1296	1,607,430	1,566,461	0.03	0.95	0.16	98.46	0.66	96.41	96.32	100
2	Gia Lam	4,939	26	74	149	980	976	1030	1025.5	612,021	600,001	0.22	0.47	0.57	98.42	0.7	96.32	96.28	100
3	Giap Bat 1	11,159	34	104	221	1465	1457	1488	1488	1,360,429	1,330,782	0.03	0.87	0.2	98.57	0.6	96.3	96.31	100
4	Giap Bat 2	5,257	31	79	160	1049	1047	1137	1134.8	617,705	598,318	0.13	0.54	1.08	97.72	0.87	93.89	92.34	100
5	Hai Duong	7,081	26	73	159	1060	1052	1039	1039	819,208	790,794	0.13	0.75	0.95	97.79	0.97	89.27	90.43	100
6	Hai Phong 2	9,983	27	85	191	1276	1275.9	1251	1250.9	1,293,191	1,255,218	0.68	0.63	1.01	97.52	1.07	94.07	94.14	100
7	haiphong	10,545	23	76	180	1222	1222	1060	1060	1,412,648	1,374,474	0.22	0.95	0.48	98.03	0.8	95.14	95.19	100
8	hanoi4	7,065	76	169	248	1539.8	1513.2	1765	1745.6	847,326	818,137	3.7	1.37	1.24	96.4	1.27	94.54	94.05	100
9	hanoi6	10,032	38	98	204	1355	1348.4	1335	1328.7	1,183,220	1,158,903	0.21	0.7	0.25	98.64	0.67	96	96.5	100
10	HThuc Khang	10,698	27	92	204	1374	1373.6	1236	1235.5	1,523,563	1,486,578	0.22	0.84	0.23	98.46	0.71	96.69	96.48	100
11	Lao Cai	937	10	19	34	227	227	190	190	70,511	62,248	0.29	5.76	0.5	93.11	4.65	75.53	75.53	100
12	Nam Dinh	2,652	21	50	107	718	718	654	654	353,173	339,868	0.07	0.18	0.61	96.86	1.48	95.4	93.99	100
13	ninhbinh	3,406	32	72	140	920	910.4	952	940.7	379,068	372,353	0.04	0.16	0.63	98.81	1.17	92.3	94.44	100
14	Quang Ninh	9,930	28	78	189	1273	1257.7	1212	1205.5	1,180,893	1,155,450	0.07	0.85	0.71	97.9	0.96	95.97	96.14	100
15	Quang Ninh 2	6,663	20	59	121	811	809.5	734	732.4	772,765	727,816	0.53	2.32	0.84	94.41	1.13	92.28	91.95	100
16	Soc Son	2,363	19	46	78	484.8	484.1	560.5	560.5	293,257	280,516	0.31	0.46	0.71	97.12	1.25	91.77	91.89	100
17	Thuong Dinh	8,699	32	91	191	1268	1268	1261	1261	1,132,377	1,104,462	1.37	0.71	0.71	97.86	0.87	95.75	95.84	100
18	Viet Tri	2,613	41	101	138	871	850.2	955	931	277,858	273,367	0.13	0.21	0.72	98.42	0.97	96.02	96.12	100
19	Ha Tinh	1,679	19	57	121	919	905	527	511	200,338	199,128	0.01	0	0.2	99.69	0.7	96.38	97.05	100
20	Nghe An	3,578	35	105	198	1,460	1,441	879	879	429,136	423,788	0	0.14	0.26	99.55	0.84	94.46	94.17	100
	ALL Total:	134,415	639	1760	3540	23,752	23,569	21,652	21,537	16,885,392	16,432,020	0.61	0.78		97.9	0.9			100

5.3.2. Nhận xét, đánh giá

Các chỉ tiêu chất lượng mạng lưới cần theo khuyến nghị của GSM cần phải đạt được các yêu cầu đề ra trong bảng sau:

Thông số	Khuyến nghị Alcatel
Tỷ lệ rớt cuộc gọi (Drop Call Rate)	$\leq 4 \%$
Tỷ lệ chuyển giao HO in	$\geq 90 \%$
Tỷ lệ chuyển giao HO out	$\geq 90 \%$
Tỷ lệ rớt SDCCH	$\leq 6 \%$
Tỷ lệ nghẽn TCH	$\leq 2 \%$
Tỷ lệ nghẽn SDCCH	$\leq 0,5 \%$
Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công CSSR	$\geq 92 \%$

Theo số liệu thống kê chất lượng mạng VMS_MobiFone Trung tâm I ở trên, ta thấy:

Thông số	Chỉ tiêu VMS_Center 1
Tỷ lệ rớt cuộc gọi (Drop Call Rate)	$\leq 1,2 \%$
Tỷ lệ chuyển giao HO in	$\geq 93 \%$
Tỷ lệ chuyển giao HO out	$\geq 93 \%$
Tỷ lệ rớt SDCCH	$\leq 1,5 \%$
Tỷ lệ nghẽn TCH	$\leq 1,2 \%$
Tỷ lệ nghẽn SDCCH	$\leq 0,5 \%$
Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công CSSR	$\geq 96 \%$

Như vậy là hệ thống đã đảm bảo tốt các chỉ tiêu chất lượng yêu cầu.

5.4. Một số giải thích về các thuật ngữ thường dùng

Do trong khi vận hành và giám sát mạng, chúng ta thường sử dụng một số thuật ngữ bằng tiếng Anh. Dưới đây là một số giải thích cho những thuật ngữ thường dùng:

- **Attempt:** Yêu cầu cho một mục đích nào đó nhưng không nhất thiết được đáp ứng.

Ví dụ TCH attempts: Tổng số lần MS hoặc hệ thống yêu cầu một kênh TCH, tuy nhiên có thể yêu cầu này không được đáp ứng do không còn kênh rỗi (do nghẽn)

- **Seizures:** Tổng số lần thực hiện thành công một yêu cầu nào đó về phía MS.

Ví dụ TCH seizures: tổng số lần mà việc gán TCH cho một MS nào đấy thành công. Đôi khi BSS đã chọn sẵn được một kênh TCH và yêu cầu MS sử dụng nó, tuy nhiên vì một lý do nào đó (chẳng hạn signalling lỗi MS không giải mã được thông tin). Trong trường hợp này ta không thể gọi là TCH seizures mà chỉ có thể gọi là BSS seizure mà thôi.

- **Normal Attempt:** Những Attempt chỉ liên quan đến call setup mà thôi.
- **Normal Seizures:** Những seizure chỉ liên quan đến call setup mà thôi.
- **Drop:** Rớt mạch
- **Block:** Nghẽn mạch (về mặt số lượng)
- **Traffic:** Lưu lượng trên mạng - đã được mô tả chi tiết ở trên
- **Mean Hold Time (MHT):** Thời gian chiếm mạch trung bình, đã mô tả ở trên
- **Define Channel:** Số lượng kênh được cấu hình trên hệ thống - không nhất thiết là phải hoạt động toàn bộ.
- **Avail Channel:** Số kênh đang hoạt động.

Chương VI

6. MỘT SỐ MINH HỌA CÔNG TÁC TỐI ƯU HÓA MẠNG VMS_MOBIFONE

6.1. Đo kiểm tra Handover giữa hai trạm

Cùng với các công cụ khác, máy TEMS được sử dụng thường xuyên trong việc đo và kiểm tra chất lượng hệ thống.

Dưới đây giới thiệu việc sử dụng máy TEMS T68i của Ericsson đo kiểm tra handover từ trạm Trương Định sang trạm Đại La.



Hình 6-52 Đo kiểm tra Handover từ trạm Trương Định sang trạm Đại La

Với máy TEMS ta có thể đo được mức thu của cell phục vụ và các cell lân cận, các thông số của kênh hiện tại. Như trên đây ta thấy các thông số đo được sau khi handover như sau:

- Mức thu của cell phục vụ (lúc này là cell Đại La) và các cell lân cận:

Cell Name	ARFCN	BSIC	RxLevel (dBm)
Đại La	84	1-2	-53
Trương	103	2-3	-57
Định	98	1-5	-73
	85		-78
	102		-79
	104		-80

- Các thông số của kênh hiện tại:

CGI (MCC, MNC, LAC, CI)	452 01 111 10991
Băng tần	900
BCCH ARFCN	84
BSIC	1-2
Timeslot	6



Hình 6-53 Kết quả đo Handover giữa hai trạm là tốt

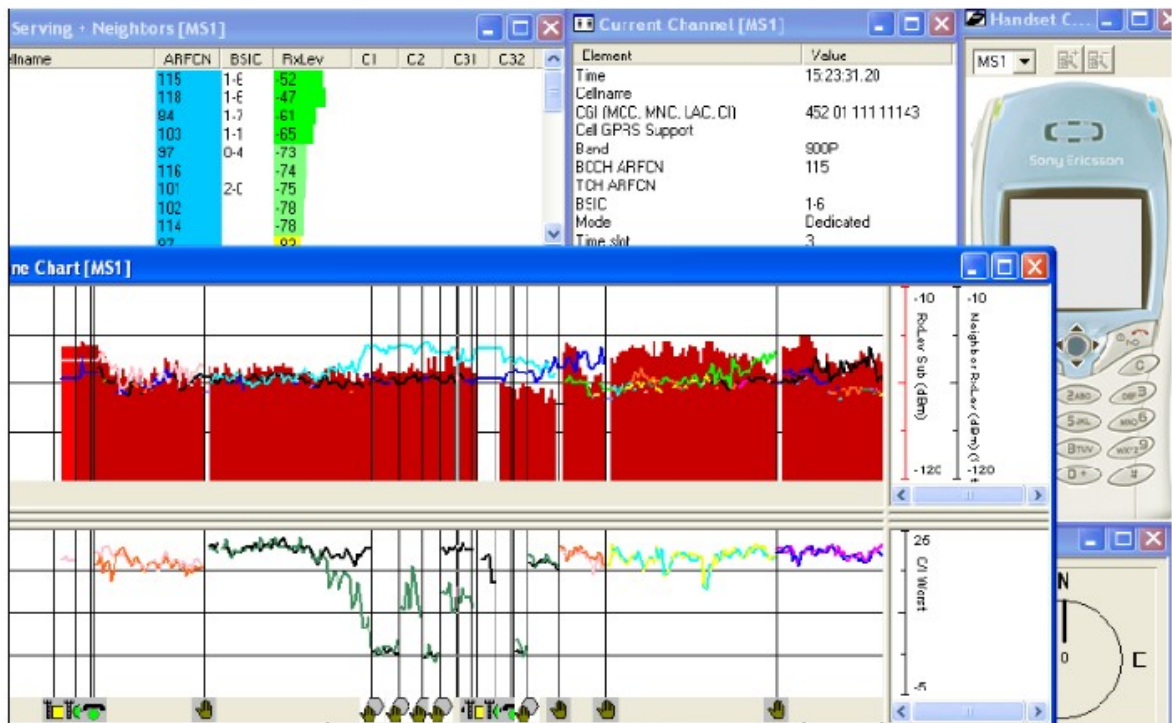
Từ biểu đồ phổ tín hiệu trên ta thấy trước thời điểm handover mức thu của cell phục vụ đã giảm xuống thấp hơn so với mức thu của cell lân cận, đồng thời tỷ số tín hiệu trên nhiễu C/ I cũng giảm xuống chỉ còn 12 dB, MS yêu cầu thiết lập thủ tục Handover.

Sau khi Handover: mức thu cell phục vụ là -53 dBm, tỷ số C/ I được cải thiện là 22dB.

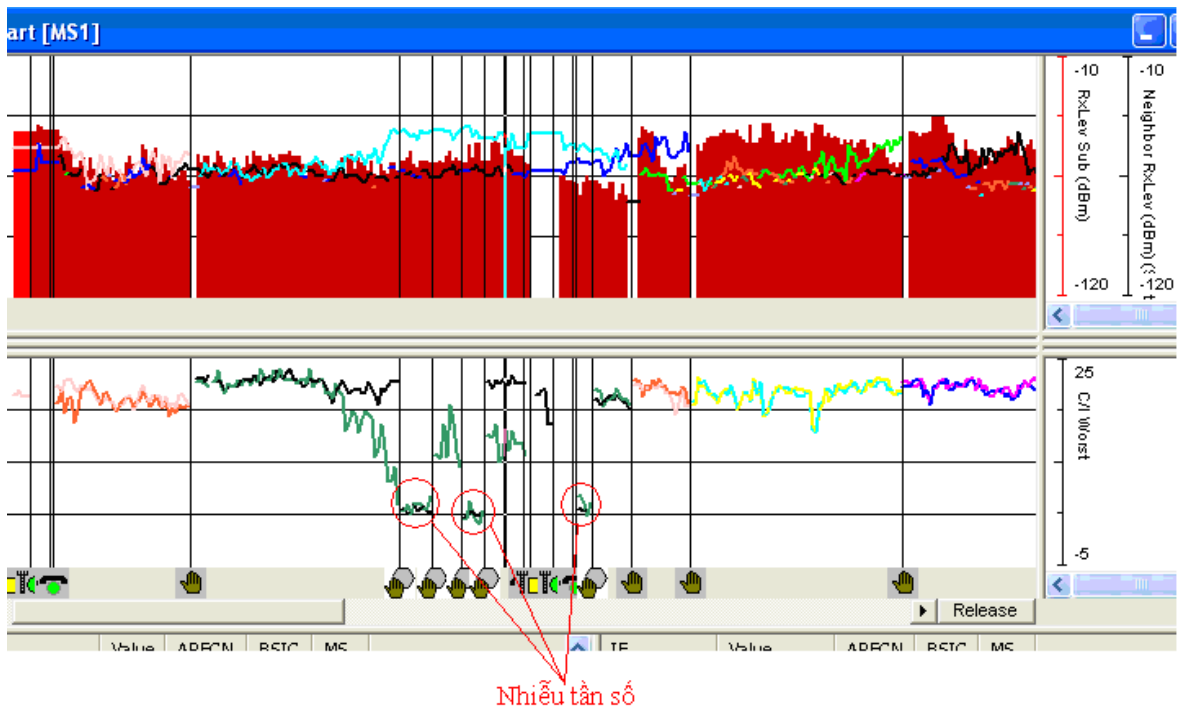
Kết luận: Kết quả Handover giữa hai trạm là tốt.

6.2. Phân tích kết quả đo sóng để phát hiện nhiễu tần số

Sử dụng máy TEMS T68i của Sony Ericsson để đo sóng để phát hiện nhiễu tần số tại khu đô thị mới Pháp Vân - Hà Nội. Dưới đây là phổ tín hiệu thu được tại khu đô thị mới Pháp Vân:



Hình 6-54 Kết quả đo sóng phát hiện nhiễu tần số tại khu đô thị mới Pháp Vân



Hình 6-55 Phát hiện nhiễu tần số

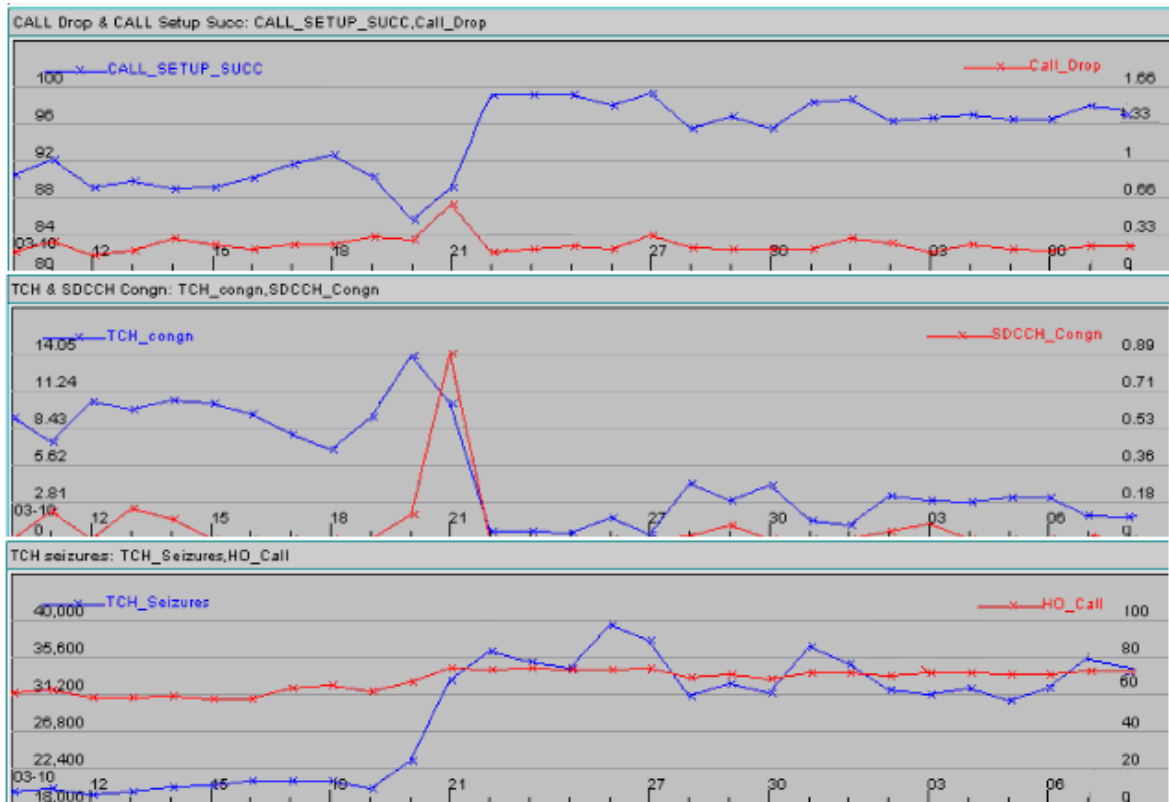
Trên biểu đồ phổ tín hiệu thu được ta thấy: một số vị trí có chỉ số C/ I rất thấp, có những lúc bị giảm xuống dưới 9dB (giá trị C/ I bé nhất mà chất lượng có thể chấp nhận được theo khuyến nghị GSM). Mức nhiễu đồng kênh quá cao là nguyên nhân dẫn đến số lượng yêu cầu Handover tăng đột biến trong khi mức thu tín hiệu vẫn tốt (RxLevel khoảng -52 dBm). Nhiễu tần số xuất hiện làm cho tín hiệu đàm thoại dễ bị ngắt quãng, nghe không rõ, ảnh hưởng đến chất lượng thoại. Nếu kéo dài sẽ làm cuộc gọi bị rớt mạch.

Kết luận: Mức nhiễu đồng kênh như vậy là vượt quá mức cho phép, điều này có thể là do khi thực hiện quy hoạch tần số đã có sự khai báo nhầm tần số (sau khi kiểm tra dữ liệu mạng cho thấy 2 trạm BTS tại khu đô thị mới Pháp Vân khai báo cùng tần số BCCH). Như vậy cần kiểm tra và tiến hành khai báo lại tần số để đảm bảo yêu cầu.

6.3. Thực hiện mở rộng TRX để nâng cao chỉ tiêu chất lượng

Dưới đây trình bày kết quả việc thực hiện mở rộng TRX tại trạm Hàng Lược để nâng cao chỉ tiêu chất lượng.

Thời gian giám sát và theo dõi chất lượng từ ngày 08/03/2007 đến ngày 08/04/2007:



Hình 6-56 Các chỉ tiêu chất lượng hệ thống trước và sau khi mở rộng TRX tại Hàng Lược (Cell A_Băng tần 1800)

Từ biểu đồ số liệu thống kê trên ta nhận thấy trước ngày 22/03/07 các chỉ tiêu chất lượng hệ thống tại cell Hàng Lược A là không được đảm bảo:

- Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công thấp.
- Tỷ lệ nghẽn TCH rất cao.
- Tỷ lệ nghẽn TCH cao dẫn đến số lần chiếm mạch TCH thành công thấp.

Cụ thể ta xem xét số liệu thống kê cho từng ngày để thấy rõ tình trạng của hệ thống trước và sau khi mở rộng TRX:

Trước khi mở rộng TRX:

Date(mm-dd)	TCH AVAIL	Traffic	AVG TCH SEIZED	TCH Seizures	HO Call (%)	CALL SETUP SUCC	Call Drop	TCH congñ	SDCCH Congñ
03-08 Thursday	12.4	156.58	65.64	16941	57.64	89.62	0.29	10.18	0.13
03-09 Friday	13	176.79	68.25	19384	58.99	89.07	0.26	10.72	0.11
03-10 Saturday	13	170.61	66.33	19813	61.55	90.55	0.18	9.28	0
03-11 Sunday	13	168.64	66.17	20082	62.64	92.26	0.28	7.39	0.14
03-12 Monday	13	177.3	67.63	19458	58.6	89.2	0.16	10.5	0
03-13 Tuesday	13	174.24	65.54	19700	58.84	89.92	0.2	9.84	0.15
03-14 Wednesday	13	181.37	69.54	20218	59.38	89.13	0.31	10.59	0.1
03-15 Thursday	13	176.47	67.58	20408	57.73	89.28	0.26	10.4	0
03-16 Friday	13	176.18	68.08	21039	57.8	90.28	0.22	9.53	0
03-17 Saturday	13	172.31	66.54	20988	63.77	91.73	0.25	7.98	0
03-18 Sunday	13	174.18	67.46	21107	65.71	92.72	0.26	6.88	0
03-19 Monday	13	175.29	67.08	20092	61.71	90.34	0.32	9.26	0
03-20 Tuesday	12.4	208.32	61.39	23485	66.79	85.78	0.3	14.01	0.12
03-21 Wednesday	15.3	279.63	63.08	32857	74.25	89.33	0.61	10.36	0.89

Sau khi mở rộng TRX:

Date(mm-dd)	TCH AVAIL	Traffic	AVG TCH SEIZED	TCH Seizures	HO Call	CALL SETUP SUCC	Call Drop	TCH congñ	SDCCH Congñ
03-22 Thursday	21	315.2	70.75	36357	74.1	99.17	0.18	0.61	0
03-23 Friday	21	301.72	71.55	35083	74.41	99.23	0.21	0.65	0
03-25 Sunday	21	275.64	70.64	34422	73.53	99.33	0.24	0.47	0
03-26 Monday	21	328.9	71.25	39574	74.08	98.14	0.21	1.64	0
03-27 Tuesday	21	319.46	69.79	37689	74.67	99.44	0.34	0.45	0
03-28 Wednesday	21	270.26	102.26	31115	69.59	95.58	0.23	4.31	0.02
03-29 Thursday	21	278.95	102.58	32630	71.05	96.88	0.21	2.97	0.07
03-30 Friday	21	272.18	100.58	31494	68.78	95.6	0.22	4.18	0
03-31 Saturday	21	298.05	104.33	37004	72.06	98.38	0.22	1.45	0
04-01 Sunday	21	279.59	104.54	35008	72.27	98.68	0.31	1.16	0
04-02 Monday	21	275.2	103.46	31861	70.68	96.44	0.27	3.32	0.04
04-03 Tuesday	21	271.4	99.54	31341	72.05	96.76	0.19	3.03	0.08
04-04 Wednesday	21	282.34	100.71	32035	71.92	97.05	0.26	2.82	0
04-05 Thursday	21	268.45	100.88	30497	71.06	96.6	0.22	3.17	0

Theo số liệu thống kê trên ta thấy:

- Trước khi mở rộng TRX: Số kênh TCH hoạt động là 13 kênh.
 - Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công thấp: trung bình khoảng 89%. Thấp nhất là ngày 20-3 chỉ đạt 85,78%)
 - Tỷ lệ nghẽn TCH rất cao: trung bình khoảng 10% (cao hơn rất nhiều so với khuyến nghị GSM là nhỏ hơn 2%). Ngày 20-3, tỷ lệ nghẽn TCH lên tới 14,01%
 - Tỷ lệ nghẽn SDCCH cao (giá trị theo khuyến nghị là dưới 0,5%)
 - Số lần chiếm mạch TCH thành công (TCH_Seizures) thấp.

- Sau khi mở rộng TRX (ngày 22-3): Số kênh TCH hoạt động bây giờ là 21 kênh. Các chỉ tiêu chất lượng trên đã được cải thiện rõ rệt, đảm bảo yêu cầu chất lượng hệ thống:
 - Tỷ lệ thiết lập cuộc gọi thành công cao (~97%).
 - Tỷ lệ nghẽn TCH giảm (~2%).
 - Tỷ lệ nghẽn SDCCH giảm (~0,02%)
 - TCH_Seizures tăng.

Kết luận: Sau khi mở rộng TRX, các chỉ tiêu chất lượng được cải thiện và đã đạt yêu cầu về chỉ tiêu chất lượng theo khuyến nghị GSM.

KẾT LUẬN

Đồ án tốt nghiệp đã trình bày những nét cơ bản nhất về mạng thông tin di động GSM, cùng với một số công tác tối ưu hóa hệ thống được thực hiện tại mạng VMS_MobiFone. Tối ưu hoá là một công việc khó khăn và đòi hỏi người thực hiện phải nắm vững hệ thống, ngoài ra cũng cần phải có những kinh nghiệm thực tế và sự trợ giúp của nhiều phương tiện hiện đại để có thể giám sát và kiểm tra rồi từ đó mới đưa ra các công việc thực hiện tối ưu hoá.

Do thời gian thực tập có hạn và những hạn chế không tránh khỏi của việc hiểu biết các vấn đề dựa trên lý thuyết là chính nên báo cáo tốt nghiệp của em chắc chắn không tránh khỏi những thiếu sót. Em rất mong có được những ý kiến đánh giá, góp ý của các thầy và các bạn để đồ án thêm hoàn thiện.

Qua thời gian thực tập em thấy tối ưu hoá là một mảng đề tài rộng và luôn cần thiết cho các mạng viễn thông hiện tại nói chung và mạng thông tin di động nói riêng. Khả năng ứng dụng của đề tài là giúp ích cho những người làm công tác tối ưu hoá mạng, là cơ sở lý thuyết để phân tích và tiến hành, từ đó hoàn toàn có thể tìm ra giải pháp tối ưu khoa học nhất. Về phần mình, em tin tưởng rằng trong tương lai nếu được làm việc trong lĩnh vực này, em sẽ tiếp tục có sự nghiên cứu một cách sâu sắc hơn nữa về đề tài này.

Một lần nữa, em xin chân thành cảm ơn Trưởng phòng Đỗ Vũ Anh_Phòng Công nghệ và Phát triển mạng, Trưởng phòng Nguyễn Xuân Nghĩa_Phòng Kỹ thuật Khai thác đã tạo điều kiện giúp đỡ em trong đợt thực tập tốt nghiệp.

Đồng thời, em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy Nguyễn Tiến Quyết cùng với tổ trưởng tổ tối ưu hóa anh Đỗ Trung Minh và các cán bộ phòng Kỹ thuật_Khai thác thuộc công ty thông tin di động VMS_MobiFone khu vực I đã trực tiếp hướng dẫn và giúp đỡ em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này.

Hà Nội, Ngày tháng năm 2007

Sinh viên thực hiện

Hoàng Anh Dũng

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] PTS.Nguyễn Phạm Anh Dũng, *Thông tin di động GSM*, Nhà xuất bản bưu điện, Hà Nội 1999.
- [2] Vũ Đức Thọ, *Tính toán mạng thông tin di động số CELLULAR*, Nhà xuất bản giáo dục, Hà Nội 1999.
- [3] J. Dahlin, *Ericsson's Multiple Reuse Pattern For DCS 1800*, in Mobile Communications International, Nov., 1996.
- [4] Asha K. Mehrotra, *GSM System Engineering*, Artech House, Inc Boston London 1996.
- [5] GSM Association, <http://www.gsmworld.com>, Truy cập cuối cùng ngày 10/05/2007.
- [6] <http://www.wikipedia.org>, Truy cập cuối cùng ngày 10/05/2007.
- [7] <http://www.tapchibcv.gov.vn>, Truy cập cuối cùng ngày 10/05/2007.

PHỤ LỤC

BẢNG ERLANG B

TCH	GoS (Grade of Service)							TCH
	1 %	2 %	3 %	5 %	10 %	20 %	40 %	
1	.01010	.02041	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667	1
2	.15259	.22347	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000	2
3	.45549	.60221	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798	3
4	.86942	1.0923	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210	4
5	1.3608	1.6571	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955	5
6	1.9090	2.2759	2.5431	2.9603	3.7548	5.1086	8.1907	6
7	2.5009	2.9354	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998	7
8	3.1276	3.6271	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419	8
9	3.7825	4.3447	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045	9
10	4.4612	5.0840	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677	10
11	5.1599	5.8415	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314	11
12	5.8760	6.6147	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954	12
13	6.6072	7.4015	7.9967	8.8349	10.470	13.222	19.589	13
14	7.3517	8.2003	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243	14
15	8.1080	9.0096	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891	15
16	8.8750	9.8284	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541	16
17	9.6516	10.656	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192	17
18	10.437	11.491	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844	18
19	11.230	12.333	13.115	14.315	16.579	20.424	29.498	19
20	12.031	13.182	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152	20
21	12.838	14.036	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808	21
22	13.651	14.896	15.778	17.132	19.692	24.046	34.464	22
23	14.470	15.761	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121	23
24	15.295	16.631	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779	24
25	16.125	17.505	18.483	19.985	22.833	27.720	39.437	25
26	16.959	18.383	19.392	20.943	23.885	28.941	41.096	26

27	17.797	19.265	20.305	21.904	24.939	30.164	42.755	27
28	18.640	20.150	21.221	22.867	25.995	31.388	44.414	28
29	19.487	21.039	22.140	23.833	27.053	32.614	46.074	29
30	20.337	21.932	23.062	24.802	28.113	33.840	47.735	30
31	21.191	22.827	23.987	25.773	29.174	35.067	49.395	31
32	22.048	23.725	24.914	26.746	30.237	36.295	51.056	32
33	22.909	24.626	25.844	27.721	31.301	37.524	52.718	33
34	23.772	25.529	26.776	28.698	32.367	38.754	54.379	34
35	24.638	26.455	27.711	29.677	33.434	39.985	56.041	35
36	25.507	27.343	28.647	30.657	34.503	41.216	57.703	36
37	26.378	28.254	29.585	31.640	35.572	42.448	59.365	37
38	27.252	29.166	30.526	32.624	36.643	43.680	61.028	38
39	28.129	30.081	31.468	33.609	37.715	44.913	62.690	39
40	29.007	30.997	32.412	34.596	38.787	46.147	64.353	40
41	29.888	31.916	33.357	35.584	39.864	47.381	66.016	41
42	30.771	32.836	34.305	36.574	40.936	48.616	67.679	42
43	31.656	33.758	35.253	37.565	42.011	49.851	69.342	43
44	32.543	34.682	36.203	38.557	43.088	51.086	71.066	44
45	33.432	35.607	37.155	39.550	44.165	52.322	72.669	45
46	34.322	36.534	38.108	40.545	45.243	53.559	74.333	46
47	35.215	37.462	39.062	41.540	46.322	54.796	75.997	47
48	36.109	38.392	40.018	42.537	47.404	56.033	77.660	48
49	37.004	39.323	40.975	43.534	48.481	57.270	79.324	49
50	37.901	40.255	41.933	44.533	49.562	58.508	80.988	50
51	38.800	41.189	42.892	45.533	50.644	59.746	82.652	51
52	39.							52
TCH	1 %	2 %	3 %	5 %	10 %	20 %	40 %	TCH