

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

✓ **NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CẤP CHẤT LƯỢNG và mở rộng mạng di động GSM**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG**

Hải Phòng - 2009

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

✓ **NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CẤP CHẤT LƯỢNG và mở rộng mạng di động GSM**

**ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC HỆ CHÍNH QUY
NGÀNH: ĐIỆN TỬ VIỄN THÔNG**

Người hướng dẫn: Th.s Nguyễn

Kh^{3/4}c H-ng

Sinh viên : L^a Cao Huệ

Hải Phòng - 2009

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC DÂN LẬP HẢI PHÒNG**

Nhiệm vụ đề tài nghiên cứu

Sinh viên: L^a Cao Huệ.....M^a sinh viên: 090226

Lớp: §T 901 Ngành: §iÖn tö viÖn th«ng

T^an đề tài: Nghi^an cứu c₃c gi[¶]i ph₃p n©ng cÊp chÊt l-îng vµ mẽ réng
m¹ng di ®éng

GSM.....

Nhiệm vụ 00 tại

1. Nội dung vụ c,c yêu cầu cCu cCn giải quyết trong nhiệm vụ 00 tại xét nghiệm (về lý luận, thực tiễn, c,c sẽ liou cCn tÝnh to,n vụ c,c bñn vĩ).

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. C,c sẽ liou cCn thiết 00 thiết kÕ, tÝnh to,n.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

3. §Pa 00iÓm thực tẾp xét nghiệm.

.....

.....

.....

.....

.....

CÁN BỘ HỖ ỚNG DẪN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

Ng-êi h-íng dÉn thø nhÊt:

Hã vµ t^{án}: NguyÔn Kh^{¾c} H-ng

Hãc hµm, hãc vĐ: Thạc sĩ

C^{án} quan c^{án}g t, c: Hãc ViÖn KÙ ThuËt Qu©n Sù

Néi dung h-íng dÉn: Toµn bé ®Ò tui.....

Ng-êi h-íng dÉn thø hai:

Hã vµ t^{án}:

Hãc hµm, hãc vĐ:

C^{án} quan c^{án}g t, c:

Néi dung h-íng dÉn:

§Ò tui tèt nghiÖp ®-íc giao nguy 7 th,ng 4 n^{ăm} 2009

Y^{êu} cÇu ph¶i hoµn thµnh xong tr-íc nguy 10 th,ng 07 n^{ăm} 2009

§. nhËn nhiÖm vô §TTN

Sinh vi^{án}

L^à Cao Hµ

H-ng

§. giao nhiÖm vô §TTN

Ng-êi h-íng dÉn

Th.s NguyÔn Kh^{¾c}

H¶i Ph¶ng, nguyth, ng.....n^{ăm} 2009

HIỆU TRƯ ỚNG

PHÂN NHẬN XÉT TÓM TẮT CỦA CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

1. Tình thÇn th,i ®é cña sinh vi^n trong qu, tr×nh lµm ®Ò tµi tèt nghiÖp:

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

2. §,nh gi, chÊt l-îng cña ®ã, n (so víi néi dung y^u cÇu ®. ®Ò ra trong nhiÖm vô §.T. T.N tr^n c,c mÆt lý luËn, thùc tiÖn, tÝnh to,n sè liÖu):

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

3. Cho ®iÓm cña c,n bé h-îng dÉn (ghi c¶ sè vµ ch÷)

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

H¶i Phßng, nguy th,ng n^m 2009

C,n bé h-îng dÉn

(hà t^n vµ ch÷ ký)

NHẬN XÉT ĐÁNH GIÁ CỦA NGƯỜI CHẤM PHẢN BIỆN ĐỀ TÀI TỐT NGHIỆP

1. §nh gi, chÊt l-îng ®Ò tui tèt nghiÖp vÒ c,c mÆt thu thËp vµ ph©n tÝch sè liÖu ban ®Çu, c¬ s¸ lý luËn chän ph-¬ng ¸n tòi -u, c, ch tÝnh to, n chÊt l-îng thuyÕt minh vµ b¶n v¸, gi, trÞ lý luËn vµ thùc tiÖn ®Ò tui.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

2. Cho ®iÓm cña c,n bé chÊm ph¶n biÖn (®iÓm ghi b»ng sè vµ ch÷).

.....

.....

.....

.....

.....

Nguy th,ng n`m 2009
Ng-êi chÊm ph¶n biÖn.

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 nâng cấp và mở rộng 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 Đại Học Dân Lập Hải Phòng và sau thời gian thực tập tại Trung Tâm Viễn Thông I cùng với sự hướng dẫn của thầy Nguyễn Khắc Hưng, em đã tìm hiểu, nghiên cứu và hoàn thành đồ án tốt nghiệp với đề tài “NGHIÊN CỨU CÁC GIẢI PHÁP NÂNG CẤP VÀ MỞ RỘNG MẠNG GSM”.

Em xin chân thành cảm ơn các anh, chị ở trung tâm viễn thông I 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 Khắc Hưng đã trực tiếp hướng dẫn và giúp đỡ em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này.

Hải phòng , Ngày Tháng Năm 2009

Sinh viên thực hiện

Lê Cao Hà

Chương 1

Giới thiệu chung về mạng GSM

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.

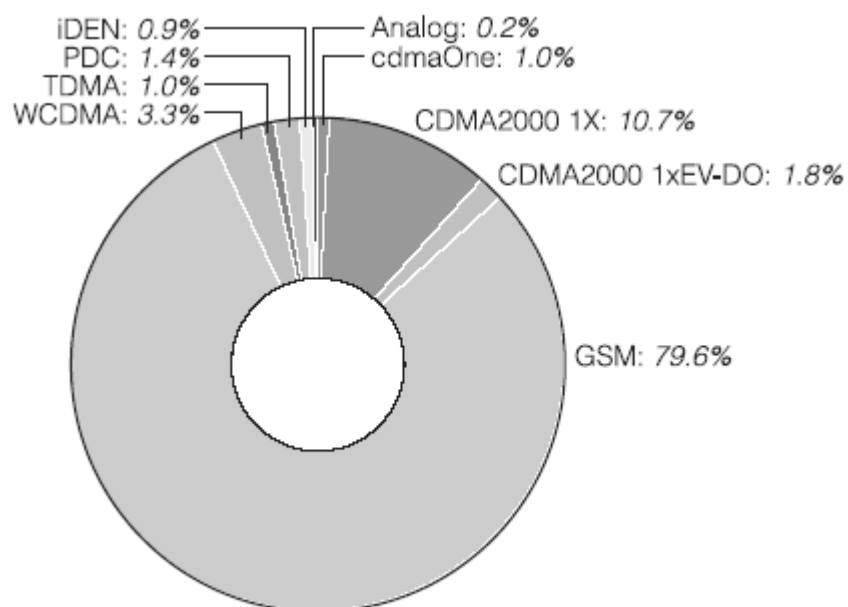
Những năm sau đó, hệ thống thông tin di động toàn cầu GSM phát triển một cách mạnh mẽ, cùng với sự gia tăng nhanh chóng của các nhà điều hành, các mạng di động mới, thì số lượng các thuê bao cũng gia tăng một cách chóng mặt.

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.

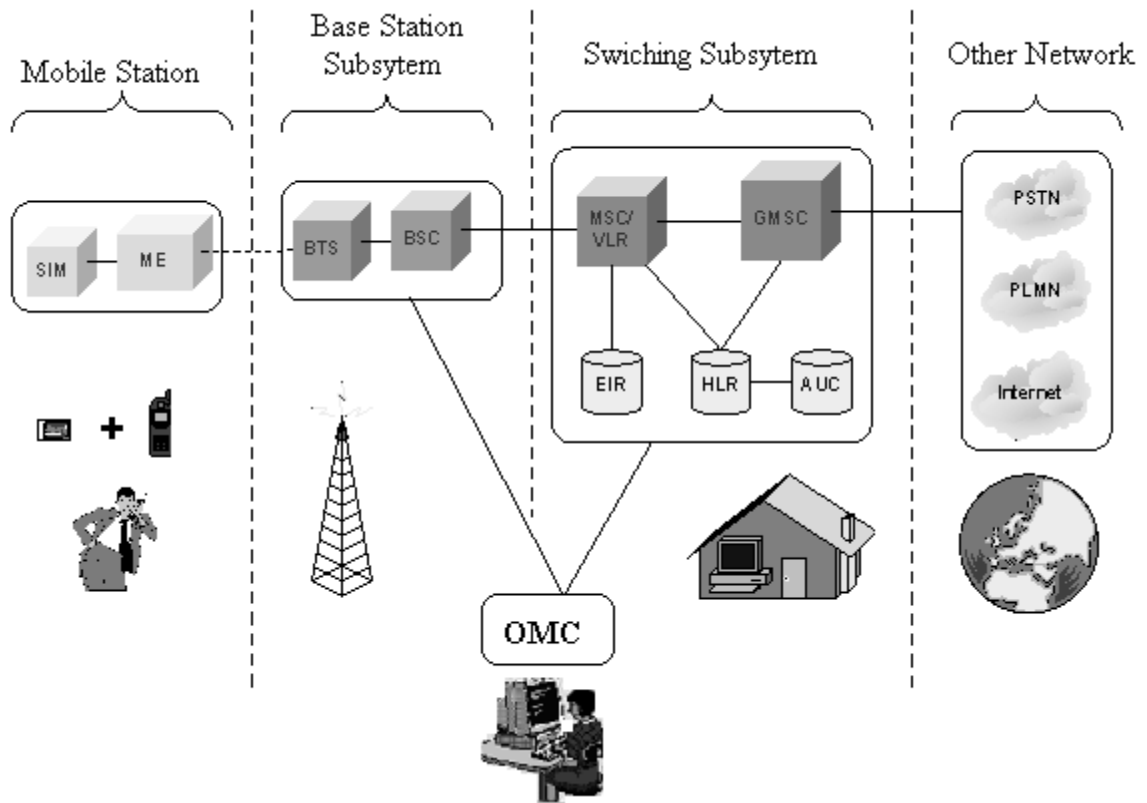
(Nguồn: www.gsmworld.com; www.wikipedia.org)



Nguồn: GSM Association (www.gsmworld.com)

Hình 1.1: Thị phần thông tin di động trên thế giới năm 2006

1.2. Cấu hình hệ thống



Hình 1.4: Mô hình hệ thống thông tin di động GSM

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)

✓ 1.2.1. 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 modul 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.

✓ 1.2.2. Phần 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.

a) 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).

b) 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.

c) 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.

✓ 1.2.3. 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.

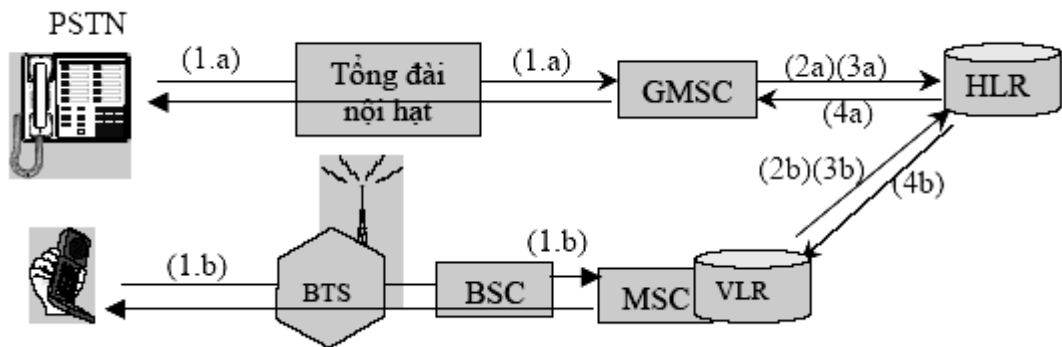
a) Trung tâm chuyển mạch di động MSC:

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 1.5: 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 nối 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

đề 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 đề mở.

b) 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

c) 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)

d) *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.

e) *Khối trung tâm nhận thực AuC (Authentication Center)*

AuC được nối đến HLR, chức năng của AuC là cung cấp cho HLR các tần 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.

✓ 1.2.4. **Phõn 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.

a) *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).

b) Quản lý thuê bao:

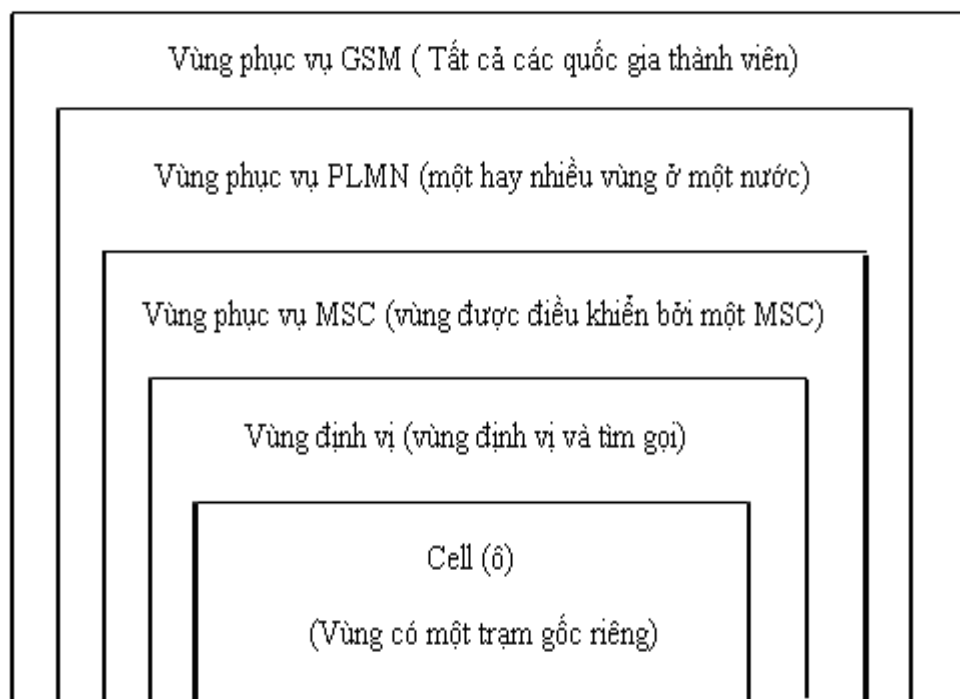
Bao gồm các hoạt động quản lý đăng ký thuê bao. Nhiệm vụ đầu tiên là nhập và xóa thuê bao khỏi mạng. Đăng ký thuê bao cũng có thể rất phức tạp, bao gồm nhiều dịch vụ và các tính năng bổ sung. Nhà khai thác có thể thâm nhập được các thông số nói trên. Một nhiệm vụ quan trọng khác của khai thác là tính 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.

c) *Quản lý thiết bị di động:*

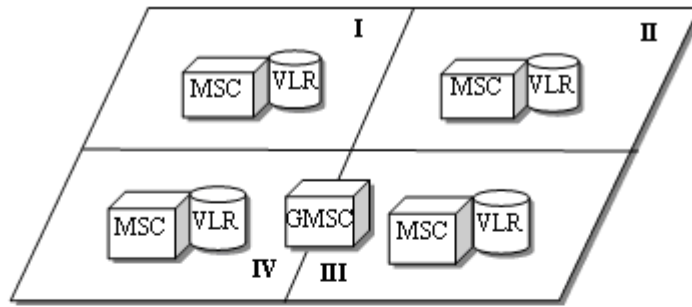
Quản lý thiết bị di động được bộ đăng ký nhận dạng thiết bị EIR thực hiện. EIR lưu trữ toàn bộ dữ liệu liên quan đến trạm di động MS. EIR được nối đến MSC qua đường báo hiệu để kiểm tra tính hợp lệ của thiết bị. Trong hệ thống GSM thì EIR được coi là thuộc phân hệ chuyển mạch NSS

1.3. Cấu trúc địa lý của mạng

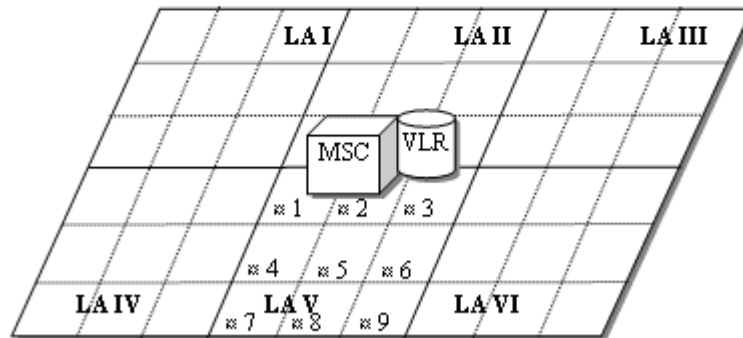
Mọi mạng điện thoại cần một cấu trúc nhất định để định tuyến các cuộc gọi đến tổng đài cần thiết và cuối cùng đến thuê bao bị gọi. Ở một mạng di động, cấu trúc này rất quan trọng do tính lưu thông của các thuê bao trong mạng. Trong hệ thống GSM, mạng được phân chia thành các phân vùng sau (hình 1.2):



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

✓ 1.3.1. 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.

✓ 1.3.2. Vùng phục vụ MSC/VLR

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.

✓ 1.3.3. 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)

✓ 1.3.4. Cell (Tế bào hay ụ)

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).

1.4. Giao diện vô tuyến số

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

✓ 1.4.1. 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.

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

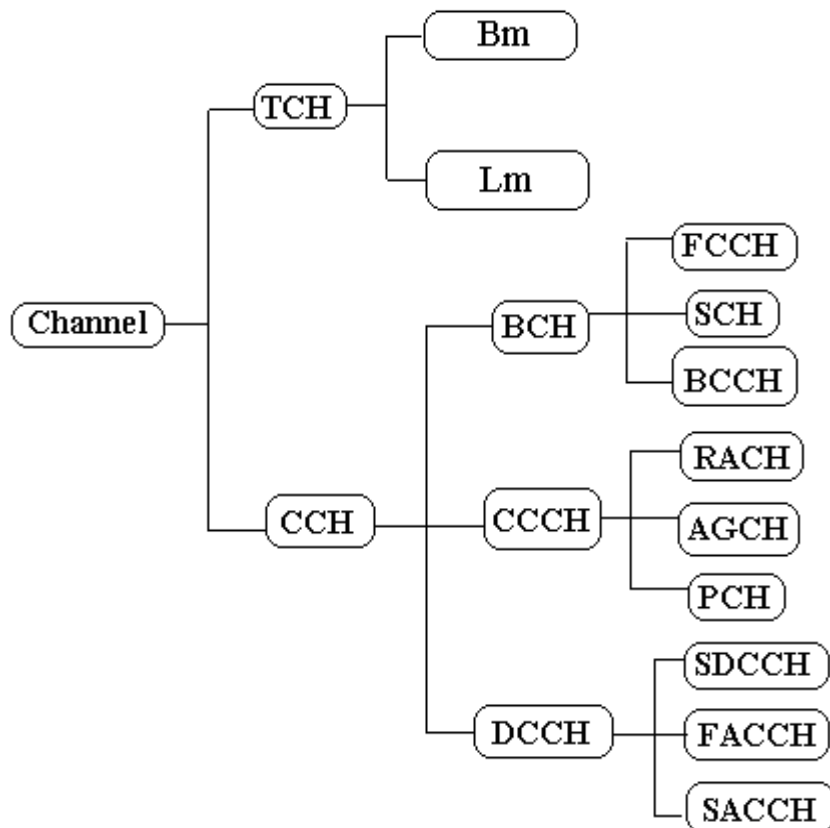
$$F_{dl}(n) = F_{ul}(n) + 95\text{ MHz}$$

Với $512 \leq n \leq 885$.

✓ 1.4.2. 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 1.6: 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 Dm): 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 quét 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.

1.5. Nhu cầu mở rộng và nâng cao chất lượng mạng

Với sự phát triển vượt bậc của kinh tế và khoa học công nghệ, trong những năm gần đây thông tin liên lạc đã trở thành một nhu cầu không thể thiếu đối với tất cả mọi thành phần kinh tế và người dân. Với sự tăng trưởng ấn tượng về số lượng thuê bao trong những năm qua, cũng như nhu cầu được sử dụng các dịch vụ chất lượng cao của người tiêu dùng. Để đáp ứng được nhu cầu đó việc nâng cấp và mở rộng mạng trở thành một nhiệm vụ quan trọng với các nhà cung cấp dịch vụ di động nói chung và các nhà mạng cung cấp dịch vụ sử dụng công nghệ GSM nói riêng.

Việc nâng cấp mạng phải thực hiện đồng thời hai nhiệm vụ:

- + Nâng cấp chất lượng dịch vụ mạng.
- + Mở rộng và tăng dung lượng mạng.

Chương 2

Các giải pháp nâng cấp chất lượng dịch vụ mạng

Chất lượng dịch vụ của mạng là vấn đề sống còn, nó tạo niềm tin cho khách hàng khi sử dụng dịch vụ mạng, lôi kéo các khách hàng mới, khuyến khích sử dụng các dịch vụ nhất là các dịch vụ mới.

Chương này sẽ nêu một số giải pháp để nhằm nâng cao chất lượng dịch vụ cho mạng GSM. Đáp ứng với sự phát triển của mạng và yêu cầu của người dùng.

2.1. Giải pháp chống quá tải, chống tắc nghẽn mạng

Để đưa ra các giải pháp chống quá tải và tắc nghẽn mạng thì ta phải đưa ra được tiêu chuẩn về chất lượng phục vụ đối với toàn hệ thống mạng. Chất lượng phục vụ được định nghĩa là khả năng thiết lập và kết nối các cuộc gọi cho thuê bao di động, nhằm giảm hiện tượng quá tải và tắc nghẽn mạng thì ta có các biện pháp như sau:

- Trước tiên ta phải khảo sát và đo đạc tín hiệu, mật độ thuê bao để thống kê lưu lượng phục vụ của từng khu vực tại những thời điểm khác nhau. Từ đó có thể đưa ra những khu vực nào thường xuyên xảy ra quá tải và tắc nghẽn mạng để từ đó đưa ra các hướng giải quyết cho phù hợp. Thực hiện khảo sát mạng bằng cách kiểm tra các điều kiện dài hạn trong quá trình dài hạn trong quá trình điều đặn và môi trường truyền dẫn.

- Tiến hành mở rộng băng thông của kênh truyền tại những khu vực thường xuyên xảy ra hiện tượng tắc nghẽn.

- Tiến hành chia ô (cell) một cách hợp lý để làm sao khả năng phủ sóng của các trạm BTS là tối ưu nhất.

- Tái sử dụng tần số.

- Phân bố tần số. Các biện pháp này nhằm giảm hiện tượng chồng lấn tần số, gây nhiễu lẫn nhau, gây ra hiện tượng quá tải và tắc nghẽn cục bộ.

- Nâng cấp và tăng cường các trạm BTS. Trong các trường hợp có khả năng quá tải và tắc nghẽn mạng tại một số khu vực nào đó trong một thời điểm nhất định mà đã có thể cảnh báo trước thì phải nâng cấp các trạm BTS tại khu vực đó và lắp đặt các trạm BTS di động. Các trạm BTS di động chỉ

phục vụ các khu vực xảy ra quá tải và tắc nghẽn mạng tạm thời trong thời gian ngắn.

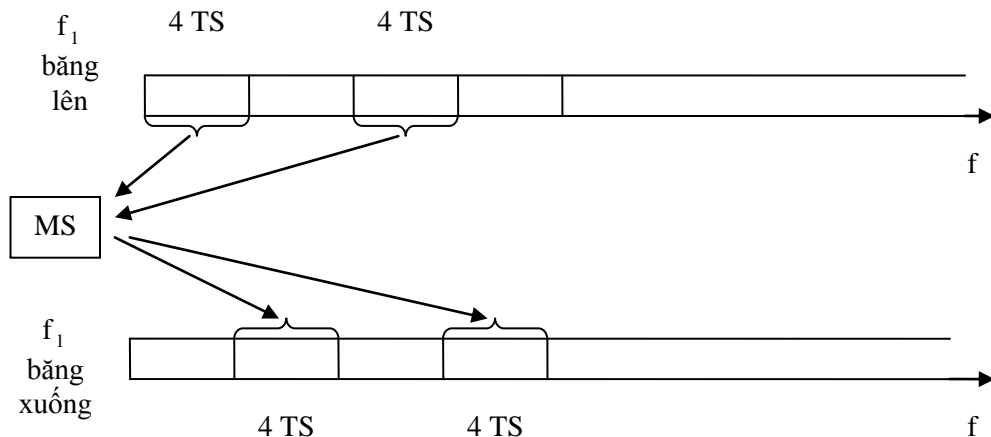
Tất cả các biện pháp trên đều có khả năng chống quá tải và tắc nghẽn mạng cao. Các biện pháp này sẽ được nói rõ và cụ thể hơn ở chương 3.

2.2. Giải pháp nâng cấp chất lượng bằng tăng tốc độ truyền dẫn

2.2.1. Tăng tốc độ truyền dẫn bằng tăng thời gian truyền

a) Công nghệ HSCSD

Số liệu chuyển mạch tốc độ cao HSCSD (High Speed Circuit Swicthed Data) là phương thức đơn giản nhất để nâng cao tốc độ bằng cách cấp phát nhiều khe thời gian hơn cho người sử dụng thay vì một khe thời gian như trước đây. Trong các ứng dụng thương mại hiện nay thông thường sử dụng tối đa 4 khe thời gian mà mỗi khe thời gian có thể đạt được tốc độ 9,6 Kbps hoặc 14,4 Kbps. Đây là cách không tốn kém nhằm tăng dung lượng dữ liệu chỉ bằng cách nâng cấp phần mềm của mạng trong điều kiện các máy tương thích HSCSD. Nhưng phương thức này có nhược điểm lớn nhất là cách sử dụng tài nguyên các khe thời gian một cách liên tục, thậm chí ngay cả khi không có tín hiệu trên đường truyền.



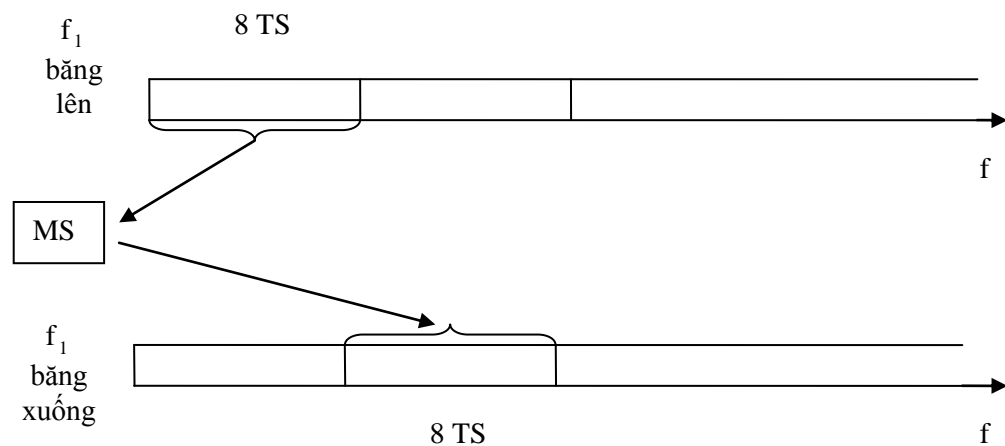
Hình 2.1: Tăng từ 1 TS (GSM) lên 4 TS (HSCSD)

b) công nghệ GPRS

❖ Giới thiệu chung về công nghệ GPRS

Công nghệ GPRS hay dịch vụ vô tuyến gói đa năng là một dịch vụ dữ liệu di động di động dạng gói dành cho những người dùng hệ thống thông tin di động thoại toàn cầu (GSM) và điện thoại di động thoại IS-136.

GPRS sử dụng cùng một sóng mang với băng thông 200Khz và 8 khe thời gian như GSM. Tuy nhiên, Trong GPRS có thể kết hợp (tối đa 8 khe) các khe trong số 8 khe thời gian để truyền dữ liệu, nên số gói dữ liệu truyền đi trong mỗi khung truyền tăng lên. Kết hợp việc cấp phát tài nguyên động nên hiệu quả sử dụng băng tần tăng lên đáng kể.



Hình 2.2: Tăng từ 1TS (GSM) lên 8TS (GPRS)

GPRS có thể được dùng cho những dịch vụ như truy cập giao thức ứng dụng không dây (WAP), dịch vụ nhắn tin ngắn (SMS), và với dịch vụ trên internet như là Email và Word Wide Web. Dữ liệu truyền trên GPRS thường được tính theo Megabit đi qua, trong khi dữ liệu liên lạc qua chuyển mạch truyền thống được tính theo thời gian kết nối, bất kể người sử dụng có đang dùng, có thực sự đang sử dụng dung lượng hay đang trong thời gian chờ.

GPRS là một dịch vụ chuyên mạch gói nỗ lực hỗ trợ tối đa, trái với chuyên mạch kênh, trong đó một mực chất lượng dịch vụ (Qos) được đảm bảo trong suốt quá trình kết nối đối với người sử dụng cố định.

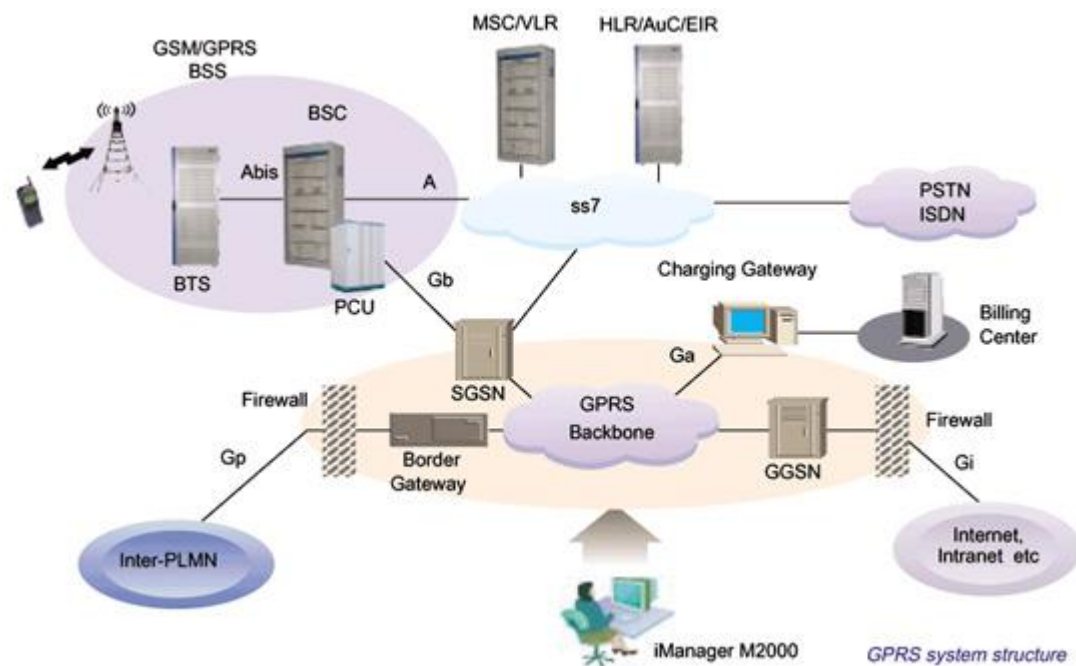
Các thế hệ di động 2G kết hợp với GPRS thường được gọi là thế hệ di động 2,5G, tức là một thế hệ trung gian giữa hai thế hệ di động thứ 2 là (2G) và thế hệ thứ 3 là (3G) . Nó cung cấp tốc độ truy cập dữ liệu vừa phải ,bằng cách sử dụng các kênh đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA) đang còn trống, ví dụ như là hệ thống GSM. Và sau này các nghiên cứu đã định hướng đây là một chuyển đổi để sử dụng chuẩn GSM.

GPRS bao gồm nhiều dịch vụ mạng mới của GSM như là cung cấp khả năng truyền dẫn dạng gói bên trong PLMN với các mạng bên ngoài trong khi vẫn đồng thời khai thác các dịch vụ GSM tuyến thống, người sử dụng có thể mua bán ngay trên mạng, có thể dạo chơi trên mạng. GPRS cho phép người dùng gửi và nhận dữ liệu dưới dạng gói thông qua máy mobile của mình.

Nhờ việc sử dụng tài nguyên vô tuyến một cách hiệu quả hơn, người sử dụng có thể sử dụng các dịch vụ đa dạng và thuận tiện một cách mềm dẻo, với việc tính cước không phải dựa vào thời gian kết nối như trước mà dựa trên số lượng dữ liệu thực sự được truyền. Thời gian kết nối và truy cập nhanh hơn so với hệ thống GSM thường, đặc biệt với việc truyền tải dữ liệu gói hiệu quả hơn hẳn so với hệ thống hiện tại.

Với các ứng dụng của GPRS kế nối với các mạng dữ liệu chuyên mạch gói bên ngoài dùng giao thức internet, người sử dụng có thể được cung cấp các ứng dụng IP không dây một cách hiệu quả hơn, tốc độ cao hơn và chi phí hợp lý hơn. Với các dịch vụ này, người sử dụng kết nối với các mạng internet, intranet một cách dễ dàng, có thể nhận và gửi dữ liệu lên đến 171,2 Kbps.

❖ Cấu trúc hệ thống GPRS



Hình 2.3: Cấu trúc hệ thống GPRS

PCU (Packet Control Unit) - Khối điều khiển dữ liệu gói

GGSN (Gateway GPRS Support Node) - Nút hỗ trợ GPRS cổng

SGSN (Serving GPRS Support Node)- Nút hỗ trợ GPRS phục vụ

✓ **Các node hỗ trợ GPRS và các giao diện**

✓ **Gateway GSN (GGSN):**

GGSN tạo giao diện giữa BSS và các mạng chuyển mạch gói khác nhau như Internet hay X.25, gần tương tự như việc MSC tạo giao diện giữa BSS với PSTN và cũng đóng vai trò như một router đối với các mạng dữ liệu gói khác tương tự như vai trò của Gateway MSC với các chức năng của khối tương tác liên mạng IWF.

Dựa trên địa chỉ của các gói nhận được từ các mạng chuyển mạch gói bên ngoài, GGSN “chuyển gói qua đường hầm” (tunnelling) tới cho các Serving GSN thích hợp để từ đó gửi tới MS nhận, và ngược lại các gói dữ liệu từ MS đi qua SGSN và được GGSN định tuyến tới địa chỉ nhận thích hợp ở

mạng bên ngoài. Thuật ngữ tunnelling dùng chỉ quá trình truyền một khối dữ liệu từ một điểm gắn các thông tin địa chỉ và điều khiển vào khối dữ liệu tới một điểm nhận có nhiệm vụ gỡ bỏ các thông tin điều khiển và địa chỉ ấy ra. Một đường hầm là một đường truyền hai chiều và người ta chủ yếu quan tâm tới hai điểm đầu và cuối của đường hầm. Để GGSN có khả năng định tuyến thông tin nó phải lưu trữ các thông tin quản lý di động đối với MS, và ngoài ra GGSN còn lưu trữ thông tin phục vụ cho việc tính cước.

GGSN kết nối với các mạng dữ liệu gói bên ngoài qua giao diện Gi, với các mạng GPRS ở mạng di động mặt đất PLMN khác qua giao diện Gp (khi đó nó được coi như là một Border GGSN), nghĩa là GGSN luôn là điểm đầu tiên của các kết nối liên mạng (GGSN hỗ trợ điểm tham chiếu Gi). GGSN có thể kết nối tới bộ đăng ký định vị thường trú HLR qua giao diện Gc để lấy các thông tin định tuyến để định tuyến các đơn vị dữ liệu gói PDU một cách chính xác tới MS.

GGSN nối tới các Serving GSN qua mạng đường trục bằng giao diện Gn, các PDU được chuyển trên giao diện này bằng việc đóng gói vào các IP datagram. Điều này cho phép các PDU của cả X.25 và IP đều có thể được truyền trong mạng GPRS với cùng một dạng như nhau. GGSN tập hợp các CDR (Call Data Recorder) đánh dấu thời gian truy nhập, cung cấp thời gian truy nhập của MS cho SGSN.

Tóm tắt chức năng chính của GGSN:

- Đóng vai trò như một tổng đài cổng giữa PLMN và các mạng dữ liệu gói bên ngoài.
- Thiết lập việc truyền thông với các mạng dữ liệu gói bên ngoài.
- Định tuyến và tunnel packets đến và ra khỏi SGSN.
- Tính toán số lượng gói trên/dữ liệu.
- Đánh địa chỉ, lập bảng định tuyến.
- Hỗ trợ tính cước.

✓ **Serving GSN (SGSN):**

SGSN có chức năng tương đương với một MSC trong hệ thống GSM, chịu trách nhiệm định tuyến dữ liệu gói tới từ vùng phục vụ địa lý mà nó đảm nhận, có chức năng quản lý di động Mobile Management, nhận thực và bảo mật truy cập vô tuyến, quản lý kết nối vật lý tới các MS. SGSN có nhiệm vụ tạo ra một PDP context cần thiết để có thể cho phép các PDU được truyền giữa MS và GGSN mà MS đang liên lạc để trao đổi dữ liệu gói với mạng ngoài. Luồng lưu thông được định tuyến từ SGSN qua một bộ kiểm tra dữ liệu gói PCU để tới BSC, qua BTS và tới MS. Kỹ thuật nén dữ liệu cũng được sử dụng giữa MS và SGSN để nâng cao hiệu quả của kết nối, giảm nhỏ kích thước của các gói dữ liệu được truyền.

SGSN nối với các MSC/VLR của mạng GSM qua giao diện Gs để giải quyết các vấn đề về tương tác giữa GSM và GPRS để phục vụ cho thuê bao chung khi cả hai công nghệ dùng chung tài nguyên. Kết nối tới trung tâm dịch vụ bản tin ngắn SMSC dùng giao diện Gd, giao diện này hoạt động như một dịch vụ mạng của GPRS hỗ trợ dịch vụ các bản tin ngắn từ điểm tới điểm. SGSN nối với HLR/AUC qua giao diện Gr, cả ba giao diện trên đều là các giao diện sử dụng trong hệ thống báo hiệu số 7.

Nếu trong mạng có sử dụng thanh ghi nhận dạng thiết bị EIR thì sẽ được kết nối với SGSN bằng giao diện Gf.

Tùy theo yêu cầu định tuyến, các PDU sẽ từ SGSN tới PCU nằm ở BSS qua giao diện Gb.

Kết nối giữa SGSN và BSC dùng giao diện Gb là giao diện hoạt động dựa trên giao thức chuyển tiếp khung frame relay. Một SGSN có thể đấu nối tới nhiều BSC nhưng ngược lại một BSC chỉ có thể đấu nối tới một SGSN và đường truyền từ BSC tới SGSN có thể dùng nhiều kết nối vật lý như E1 hay T1.

Tóm tắt các chức năng chính của SGSN:

- Quản lý di động
- Mật mã hóa, nhận thực.
- Nén dữ liệu.
- Tương tác với công nghệ chuyển mạch kênh của GSM (giao diện Gs).
- Tính toán số lượng gói dữ liệu.
- Tính cước.

✓ **Đơn vị điều khiển dữ liệu gói PCU (Packet Control Unit):**

PCU chịu trách nhiệm việc quản lý tài nguyên vô tuyến dữ liệu gói trong BSS. Đặc biệt PCU chịu trách nhiệm xử lý lớp MAC và RLC của giao diện vô tuyến và giao diện Gb (BSSGP và lớp NS). Trong PCU có bộ xử lý vùng RPP có thể làm việc với cả hai giao diện Gb và A-bis hoặc chỉ với A-bis. Chức năng RPP là phân bố khung PCU giữa giao diện Gb và A-bis.

✓ **HLR, VLR, AUC và EIR:**

HLR hiện có của hệ thống GSM vẫn được giữ nguyên trong hệ thống GPRS, nó chứa dữ liệu về thuê bao bao gồm các loại dịch vụ mà người sử dụng yêu cầu được cung cấp qua đăng kí với nhà khai thác mạng, tài khoản, số cước còn lại của thuê bao nhằm xác định tính hợp lệ khi nhập mạng của thuê bao ở cả hai hệ thống GSM và GPRS ..., ngoài ra nó còn chứa các thông tin giúp định tuyến dữ liệu đến thuê bao, cung cấp và cập nhật thông tin về truyền dẫn dữ liệu gói, sự liên hệ giữa số nhận dạng máy di động IMSI với địa chỉ IP của thuê bao tới SGSN khi có yêu cầu.

MSC/VLR tuy không tham gia định tuyến dữ liệu GPRS nhưng được dùng để tiến hành các thủ tục đăng kí và kết nối các MS của GPRS. MSC/VLR được tác động qua lại với SGSN khi giao diện Gs được cài đặt, giao diện Gs được sử dụng để giải quyết các vấn đề về các thiết bị đầu cuối được kết nối với cả hai hệ thống chuyển mạch gói GPRS và chuyển mạch

kênh GSM. Khi một MS được kết nối tới GPRS (GPRS attached) và GSM (IMSI attached) thì việc cập nhật vùng định vị LA và vùng định tuyến RA được phối hợp để tiết kiệm tài nguyên vô tuyến. Khi MS di chuyển vào một vùng RA mới thì nó sẽ gửi yêu cầu cập nhật vùng định tuyến RA tới SGSN. Việc cập nhật RA bao gồm cả việc cập nhật LA và SGSN sẽ chuyển thông tin cập nhật LA tới MSC/VLR bằng cách chuyển số nhận dạng vùng định tuyến RAI sang một VLR number và MSC/VLR có thể tùy chọn gửi VLR TMSI tới SGSN để chuyển tới MS. SGSN và MSC/VLR sẽ độc lập nhau thông báo cho HLR biết vị trí của MS.

Cùng với HLR, VLR chứa các thông tin về tình trạng thuê bao của người sử dụng bao gồm các thông tin về cước hay tài khoản của người sử dụng, từ đó phối hợp quản lý thuê bao với hệ thống GSM trong việc tính toán tài khoản và cước.

Trong mạng GPRS, AUC vẫn đóng vai trò nhận thực và bảo mật, tạo ra các thông số nhận thực và mã hóa bảo vệ mạng khỏi sự khai thác trái phép và tránh việc thông tin người dùng bị xâm phạm.

EIR giúp xác nhận tính hợp lệ của các thiết bị di động và ngăn ngừa các thiết bị đầu cuối bị mất hay bị lỗi hoạt động.

✓ **BSS(Base Station system):**

BSS bao gồm các khối BTS, BSC và PCU. PCU đã được giới thiệu ở trên, ở đây chúng ta chỉ nhắc đến BTS và BSC:

BSC cung cấp tất cả các chức năng liên quan đến vô tuyến. BSC có thể thiết lập, giám sát và bỏ kết nối chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói. Để sử dụng dịch vụ GPRS thì BSC phải nâng cấp thêm phần mềm và phần cứng, phần cứng của nó chính là PCU.

BTS dùng để truyền và nhận thông tin qua giao diện vô tuyến giữa MS và BSC. BTS làm chức năng tách chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói ở chiều Downlink và uplink.

c) Công nghệ EDGE

Bước tiếp theo là cải tiến GSM thành tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự phát triển GSM hay toàn cầu (EDGE) tăng tốc độ dữ liệu lên đến 384 Kbps với 8 khe thời gian. Thay vì 14,4 Kbps cho mỗi khe thời gian, EDGE đạt tới 48 Kbps cho mỗi khe thời gian bằng cách EDGE sử dụng một phương pháp điều chế mới là 8 PSK. EDGE là một phương thức nâng cấp hấp dẫn đối với mạng GSM vì nó chỉ yêu cầu một phần mềm nâng cấp trạm gốc. Nó thay thế phương pháp điều chế khoá dịch tối thiểu Gaussian (GMSK) mà GSM sẽ sử dụng cả nó và GMSK. Các thuê bao có thể tiếp tục sử dụng máy di động cũ của mình nếu không cần được cung cấp chất lượng dịch vụ tốt hơn. Nếu EDGE được sử dụng cùng với GPRS thì sự kết hợp này được gọi là GPRS nâng cấp (EGPRS) còn sự kết hợp EDGE và HSCSD được gọi là ECSD.

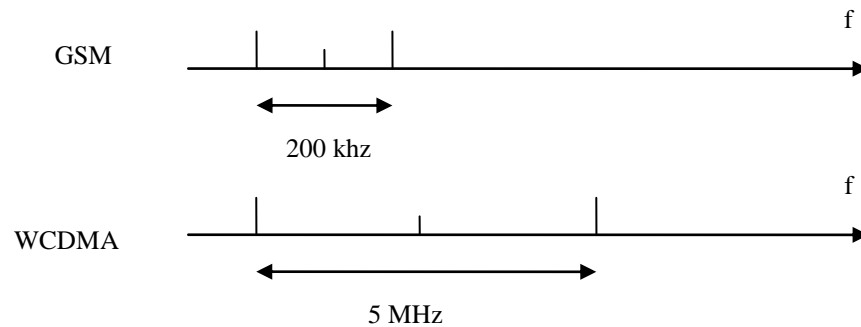
Mục đích ban đầu của EDGE là nâng cấp cao tốc độ dữ liệu của GSM bằng các phương pháp điều chế nâng cao nhưng do điều này làm tăng phạm vi dịch vụ nên EDGE đã được xem như là một hệ thống 3G. EDGE được dùng làm bước chuyển tiếp sang 3G hoặc dùng làm công nghệ để cung cấp tính liên tục dịch vụ từ một ô 3G sang GSM. Do đó mặc dù các hệ thống 3G thực sự mang lại nhiều các dịch vụ đa phương tiện mới nhưng EDGE có thể là một lựa chọn tốt cho các hệ thống 3G trong những khu vực xác định cho các nhà khai thác không có bản quyền 3G.

2.2.2. Tăng tốc độ bằng cách tăng độ rộng băng thông của kênh truyền

Để tăng tốc truyền số liệu thì trong mạng GSM ngoài cách tăng tốc độ bit bằng cách tăng thời gian truyền thì còn có cách tăng tốc độ bit bằng cách tăng băng thông của kênh truyền. Biện pháp này ứng dụng cho quá trình phát triển mạng thông tin di động lên thế hệ thứ 3 và một trong số cách đó là đa truy nhập theo phương pháp băng rộng (W-CDMA) tích hợp cho mạng GSM. Theo phương pháp này thì dải tần của GSM đã được nâng lên với:

- Đường lên: 1885-2025 Mhz

- Đường xuống: 2110-2200 Mhz



Hình 2.4 : Độ rộng băng tần của GSM và WCDMA

Các thông số giao diện vô tuyến của W-CDMA :

Sơ đồ đa truy nhập	DS-SSMA băng thông
Độ rộng băng tần (Mhz)	5/10/15/20
Tốc độ chip (Mcps)	(1,28)/3,84/7,68/11,52/15/36
Độ dài khung (ms)	10
Đồng bộ khung giữa các BTS	Dị bộ/đồng bộ
Điều chế đường lên/đường xuống	QPSK/BPSK
Trải phổ đường lên/đường xuống	QPSK/OCQPSK (HPSK)
Vcoder	CS-ACELP/(AMR)
Tổ chức tiêu chuẩn	3GPP/EIT/AIRB

Kí hiệu:

- OCQPSK (HPSK): Orthogonal complex quadrature phase shift keying Hybrid PSK) – Khoá chuyển pha vuông góc trực giao (PSK lai).

- CS-ACELP: Conjugate Structure- Algebraic code excited linear prediction - Dự báo tuyến tính kích thước theo mã đại số - cấu trúc liên hợp.

- EVRC: Enhanced variable rate code - Bộ mã hoá tốc độ thay đổi tăng cường.

W-CDMA sử dụng đa truy nhập phân chia theo mã chuỗi trực tiếp đơn sóng với thông tin trải phổ trên băng tần 5 Mhz. Giao diện vô tuyến sử dụng hai chế độ: FDD (Frequency Division Duplex – ghép song công phân chia theo tần số) và TDD (Time division Duplex – ghép song công phân chia theo thời gian) để làm việc với một cặp tần số hoặc chỉ một tần số cho cả thu và phát. Khả năng làm việc ở cả chế độ FDD và TDD cho phép sử dụng hiệu quả phổ tần được cấp phát ở các vùng khác nhau. Các chế độ ở FDD và TDD được định nghĩa như sau:

-FDD:là phương pháp ghép song công trong đó truyền dẫn đường lên và xuống sử dụng hai tần số riêng biệt. Ở FDD các đường lên và xuống sử dụng các băng tần khác nhau. Hệ thống được phân bổ một cặp băng tần riêng biệt.

-TDD: là phương pháp ghép song công trong đó truyền dẫn đường lên và đường xuống được thực hiện cùng một tần số bằng cách sử dụng các khe thời gian luân phiên. Ở TDD các khe thời gian ở kênh vật lý được chia thành hai phần : phần phát và phần thu. Thông tin đường xuống và đường lên được truyền luân phiên.

Vì TDD sử dụng TDMA nên đây là chế độ kết hợp giữa TDMA và CDMA. Ở TDD mỗi khung vô tuyến 10 ms được chia thành 15 khe thời gian (2560 chip/khe ở tốc độ chip 3,84 Mcps). Vì thế mỗi kênh vật lý được xác định bởi một mã và một chuỗi khe thời gian.

Tốc độ thông tin của kênh thay đổi tùy theo tốc độ ký hiệu được rút ra từ tốc độ chip và hệ số trải phổ. Hệ số trải phổ thay đổi từ 256 đến 4 đối với đường lên FDD, từ 512 đến 4 đối với đường xuống FDD và từ 16 đến 1 đối với đường lên và đường xuống TDD. Như vậy tốc độ ký hiệu điều chế thay đổi từ 960 Kbps đến 15 kbps cho đường lên và từ 960 Kbps đến 15 Kbps cho

đường xuống FDD và đối với TDD tốc độ ký hiệu điều chế tức thời thay đổi từ 3,84 Msps đến 240 Ksps.

Ngoài việc chuyển tiếp giữa các nút có thể được thực hiện bằng đa truy nhập điều khiển theo khả năng (ODMA : Opportunity Driven Multiple Acces) ở chế độ TDD.

❖ **Đặc điểm của công nghệ W-CDMA :**

✓ **Dịch vụ linh hoạt:**

W-CDMA cho phép mỗi một sóng mang 5Mhz xử lý các dịch vụ hỗn hợp trong dải từ 8 Kbps lên đến 2Mbps. Các dịch vụ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói với các độ rộng băng thay đổi được có thể trộn tự do và đồng thời chuyển đến cùng người sử dụng có số mức yêu cầu. Mỗi máy đầu cuối W-CDMA có thể là dịch vụ âm thoại hoặc tổ hợp các dịch vụ như là internet, thư điện tử, multimedia và video.

✓ **Hiệu quả phổ:**

W-CDMA tạo nên việc sử dụng phổ tần vô tuyến hiện có rất hiệu quả . Không đòi hỏi có quy hoạch tần số vì việc sử dụng lại một cell được áp dụng. Khi sử dụng kỹ thuật như các cấu trúc ở ô phân cấp, dãy anten tương hợp và dải điều chế Coherent hai hướng đã làm tăng dung lượng mạng. mạng phân lớp có thể được triển khai trong phạm vi băng tần 2x15 Mhz. Hầu như sự phân phối của các nhà khai thác trong băng tần 2 Mhz vì mỗi lớp của ô yêu cầu tất cả là 2x5 Mhz. Sự phân phối này cho phép áp dụng với cấu trúc ô phân cấp của W-CDMA. Như vậy phân phối của 2x5 Mhz đủ cho nhà khai thác triển khai truy nhập W-CDMA sóng mang đơn.

✓ **Dung lượng và vùng bao phủ:**

Mỗi sóng mang tần số vô tuyến W-CDMA có thể sử lý đồng thời 100 cuộc gọi âm tần khi sử dụng mã hoá tiếng nói 13 Kbps hoặc 50 người sử dụng (NSD) cùng với dữ liệu internet cho mỗi sóng mang tần số vô tuyến. Độ rộng băng tần lớn hơn và việc sử dụng điều chế Coherent và điều chế nhanh công

suất ở tuyến lên và tuyến xuống cho phép có một ngưỡng thu thấp hơn, cho dung lượng đạt gấp 2 lần so với các công nghệ CDMA băng hẹp.

✓ **Tính kinh tế đối với mạng:**

Qua việc truy nhập vô tuyến W-CDMA được bổ xung vào mạng tế bào số hiện có như GSM hoặc IS-136/D-AMPS và việc kết nối đến hai hệ thống, cùng các mạng lõi cũng được sử dụng lại và cũng các trạm gốc ấy được sử dụng các truyền từ mạng truy nhập W-CDMA và mạng lõi GSM-136 sử dụng giao thức truyền dẫn mini-cell của ATM. Biện pháp sử lý cuộc gọi số liệu có hiệu quả cao này làm tăng dung lượng của các tuyến tiêu chuẩn E1/T1 lên xấp xỉ 300 cuộc gọi âm thoại so với 30 của mạng hiện nay. Tiết kiệm chi phí truyền dẫn đến 50%.

✓ **Dung lượng âm thoại cao hơn:**

Mặc dù mục đích đầu tiên của truy nhập di động thế hệ 3G là truyền dẫn lưu lượng Multimedia với tốc độ cao. Điều này cũng chính là cơ chế hiệu quả của phổ đối với lưu lượng thoại. Nhà khai thác với sự phân phối phổ 2x15 Mhz sẽ có khả năng sử lý ít nhất 192 cuộc gọi âm thoại cho mỗi vùng của cell, kết quả này có thể so với 100 cuộc gọi âm thoại cho mỗi vùng của cell trong mạng GSM.

✓ **Truy nhập dịch vụ nhanh:**

Để trợ giúp cho việc truy nhập đến mạng Internet và các dịch vụ Multimedia, một thủ tục truy nhập mới đã được nghiên cứu phát triển khi sử dụng đồng bộ nhanh để sử lý các dịch vụ số liệu gói 384 Kbps, chỉ cần vài chục giây để thiết lập cuộc nối giữa người sử dụng (NSD) và trạm gốc.

✓ **Thiết bị đầu cuối đơn giản, kinh tế:**

Việc sử lý số liệu yêu cầu của máy đầu cuối W-CDMA thấp so với công nghệ cũ. Do ít phức tạp nên các thiết bị đầu cuối yêu cầu chi phí thấp sẽ được sản xuất dễ dàng với số lượng lớn, nên có tính kinh tế cao, cạnh tranh

manh mẽ và tạo nên nhiều khả năng lựa chọn cho nhà khai thác và người sử dụng (NSD).

2.3. Giải pháp nâng cấp chất lượng bằng chống nhiễu và fading

2.3.1. Ảnh hưởng của nhiễu và fading trong đường truyền sóng GSM

a) Ảnh hưởng của nhiễu

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).

✓ Nhiễu đồng kênh C/I:

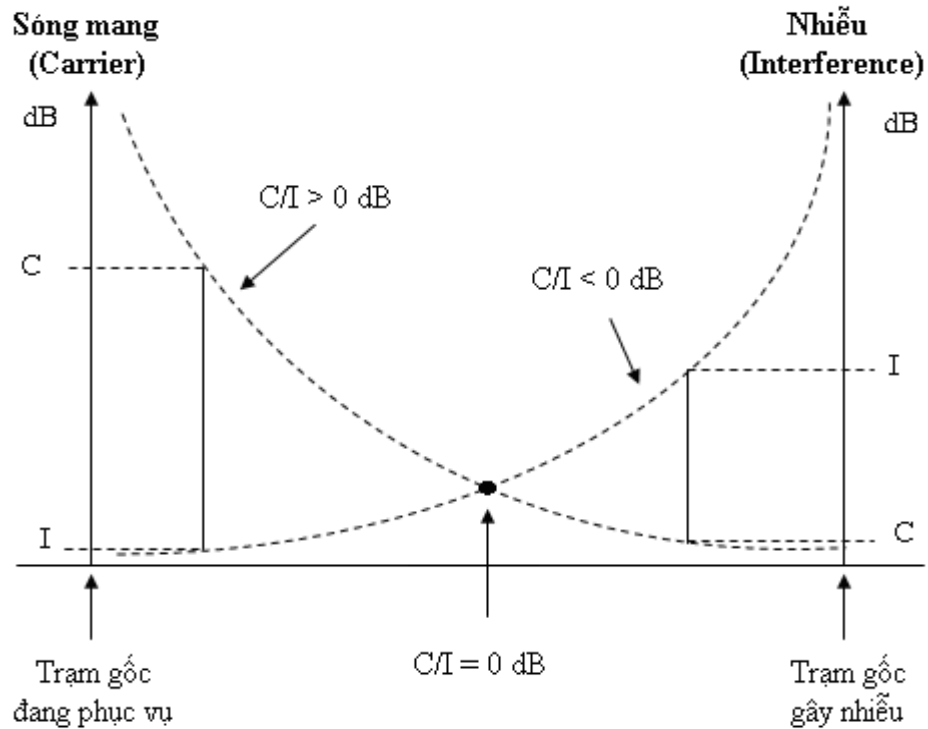
Nhiễu đồng kênh xảy ra khi cả hai máy phát phát trên cùng một tần số hoặc trên cùng một kênh. Máy thu điều chỉnh ở kênh này sẽ thu được cả hai tín hiệu với cường độ phụ thuộc vào vị trí của máy thu so với hai máy phát.

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 2.5: Tỷ số nhiễu đồng kênh C/I

Hình 2.5 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 $C/I > 0 \text{ dB}$. Nếu máy di động chuyển động về phía trạm gây ra nhiễu thì $C/I < 0 \text{ dB}$.

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.

✓ **Nhiều kênh lân cận C/A:**

Nhiều 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.

b) Ảnh hưởng của fading

Trong môi trường vô tuyến, sóng vô tuyến được truyền trong môi trường khí quyển gần bề mặt trái đất chịu ảnh hưởng của các yếu tố gây nên hiện tượng fading:

- Sự thẳng giáng của tầng điện ly đối với các hệ thống sóng ngắn .
- Sự hấp thụ năng lượng tín hiệu do các phân tử khí, hơi nước, mưa...phụ thuộc vào tần số công tác.
- Sự thay đổi khác xạ của không khí do tính không đồng đều của mật độ không khí làm cong tia sóng có thể dẫn tới hiện tượng truyền sóng đa tia.
- Do sự phản xạ từ bề mặt trái đất dẫn đến truyền sóng đa tia.
- Sự phản xạ, nhiễu xạ từ các chướng ngại vật trên đường truyền lan sóng điện từ gây nên hiện tượng trải trễ và giao thoa sóng tại điểm thu.

Hệ số suy hao đặc trưng trong quá trình truyền sóng:

$$A(t,f) = a^{fs} \cdot A(t,f)$$

$a(t,f)$: Hệ số suy hao sóng vô tuyến trong khí quyển

$A(t,f)$: Hệ số suy hao năng lượng sóng điện từ do fading vào các hiện tượng khí quyển, còn gọi là hệ số suy hao fading.

a^{fs} : Hệ số suy hao trong không gian tự do.

Hệ số suy hao fading $A(t,f)$ được giả thiết là một quá trình dừng, nó là hàm của biến thiên thời gian t và tần số f . Nếu $A(t,f)$ là hằng số trên toàn bộ trục tần số thì ta có fading phẳng và ngược lại thì ta có fading chọn lọc theo tần số.

Khi các máy di động MS hoạt động tại nơi có nhiều vật chắn (nhà cao tầng, đồi núi...) sẽ xảy ra hiện tượng che tối làm giảm tín hiệu thu. Khi MS di chuyển thì cường độ tín hiệu có lúc tăng lúc giảm do có lúc không có vật chắn. Ảnh hưởng của fading này làm cho cường độ tín hiệu có lúc tăng lúc

giảm, thăng giáng liên tục. Vùng giảm tín hiệu là chỗ trống fading và khoảng cách giữa hai chỗ trống thường chỉ khoảng vài giây (s) nếu mà MS di động.

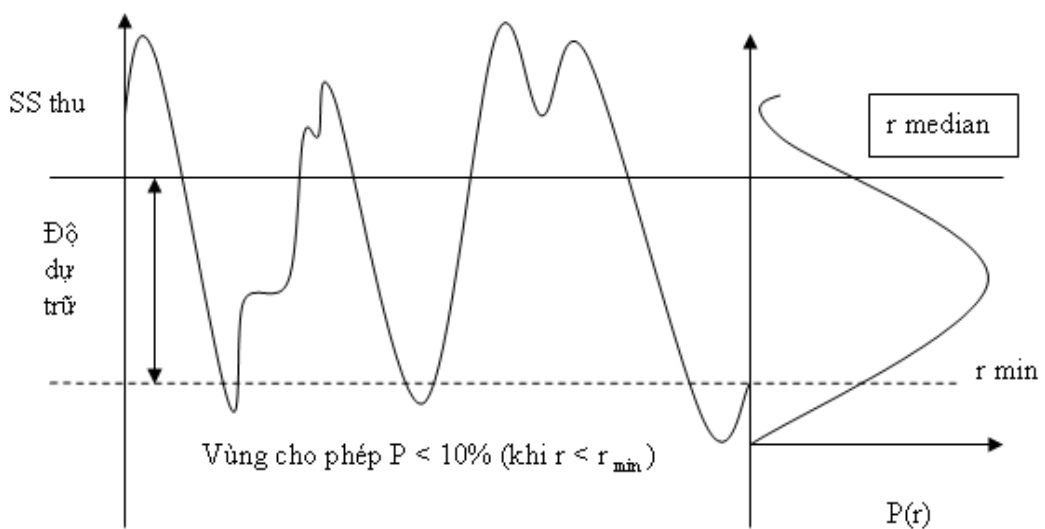
✓ **Fading ngắn (hay còn gọi là fading thời hạn ngắn)**

Đây là loại fading rất nhanh (khoảng cách đỉnh – đỉnh = $\lambda/2$) xảy ra khi anten Mobile nhận tín hiệu là gồm nhiều tín hiệu phản xạ. Nó thường diễn ra trong suốt thời gian liên lạc. Do anten Mobile thường thấp hơn các cấu trúc không gian xung quanh như cây cối nhà cửa, đóng vai trò là những vật phản xạ. Tín hiệu phản xạ bao gồm nhiều sóng có biên độ và pha khác nhau, nên nó có tín hiệu thay đổi bất kỳ nhiều khi chúng còn triệt tiêu lẫn nhau.

Fading gây cho ta nghe thấy những tiếng ồn. Trong môi trường thoáng mà ở đó có sóng trực tiếp vượt trội, thì loại fading không đáng kể hơn trong khu đô thị.

Loại fading ngắn hạn này có biên độ phân bố theo phân bố Rayleigh nên còn được gọi là fading Rayleigh.

Loại fading này có tác động lớn đến chất lượng tín hiệu nên cần thiết phải xử lý hạn chế fading này. Giải pháp đầu tiên và đơn giản nhất là sử dụng đủ công suất phát để cung cấp một khoản dự trữ fading.

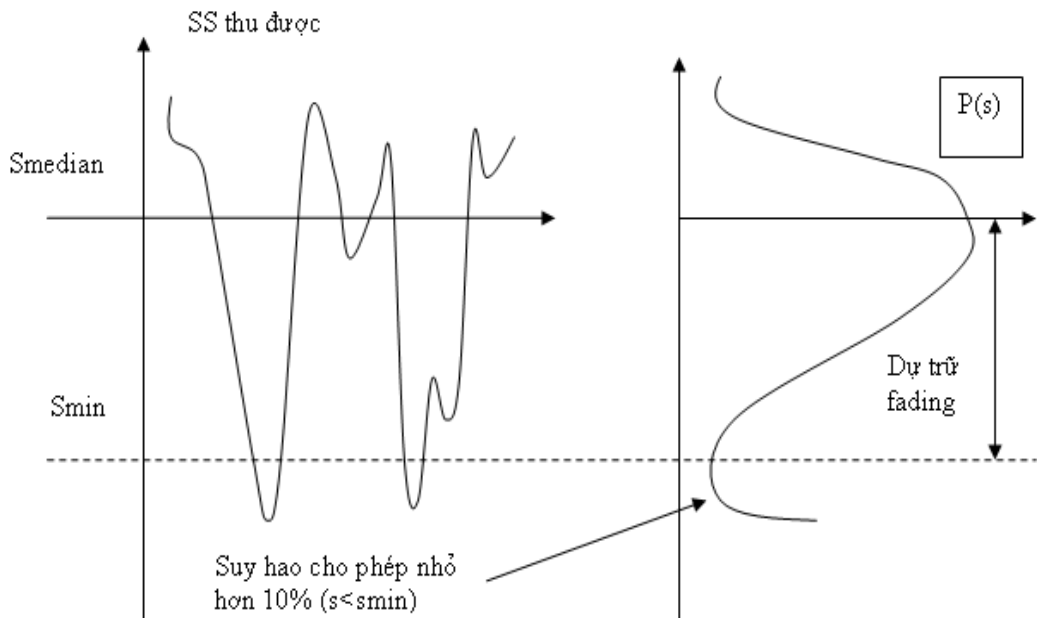


Hình 2.6: Dự trữ fading chậm

Một giải pháp được sử dụng phổ biến và hiệu quả là phân tập không gian. Nó làm giảm những chỗ trống fading, tăng chất lượng thoại. Cường độ tín hiệu có thể thấp hơn mức r_{\min} thường không yêu cầu quá 10%.

✓ **Fading chậm (hay còn gọi là fading thời gian dài)**

Loại fading này do hiệu ứng che khuất bởi các vật che chắn của địa hình xung quanh gây nên. Nó có phân bố chuẩn xung quanh một giá trị trung bình nếu ta lấy logarit cường độ tín hiệu. Do vậy, người ta còn gọi là fading chuẩn loga. Ảnh hưởng của fading chuẩn loga là làm giảm khả năng phủ sóng của máy phát. Để chống lại fading này, người ta cũng sử dụng khoảng dự trữ fading. Khoảng dự trữ này phụ thuộc vào độ lệch tiêu chuẩn thường được giả thiết 4 ÷ 8 dB. Nếu suy hao tín hiệu có thể là 10% thì khoảng dự trữ fading yêu cầu 3 ÷ 5 dB.



Hình 2.7: Dự trữ fading chậm

Khi thành lập một mạng di động, ta cần phải có chuẩn cho tín hiệu nhỏ nhất có thể chấp nhận được tại biên giới cell.

Độ nhạy yêu cầu ở đường vào máy thu:

- 104 dBm cho BTS.
- 104 dBm cho MS trên ô tô.
- 102 dBm cho máy MS cầm tay.
- Dự trữ fading cho chuẩn loga: $5 \div 5$ dB
- Dự trữ nhiễu : $3 \div 5$ dB

Dự trữ nhiễu cần được cộng thêm khi tính toán vì độ nhạy máy thu chỉ được tính toán cho chất lượng nhỏ nhất khi không có nhiễu.

✓ **Fading Rician**

Khi thành phần trực tiếp của tín hiệu mạnh hơn cùng với những tín hiệu không trực tiếp yếu hơn cùng tới máy thu thì tại đây fading nhanh vẫn còn xảy ra những tín hiệu sẽ không sắc nét. Đường bao fading này có dạng phân bố Rician. Dạng fading này xảy ra phần lớn ở môi trường vùng nông thôn, microcellular, picocellular.

2.3.2. Giải pháp mã hóa sửa sai

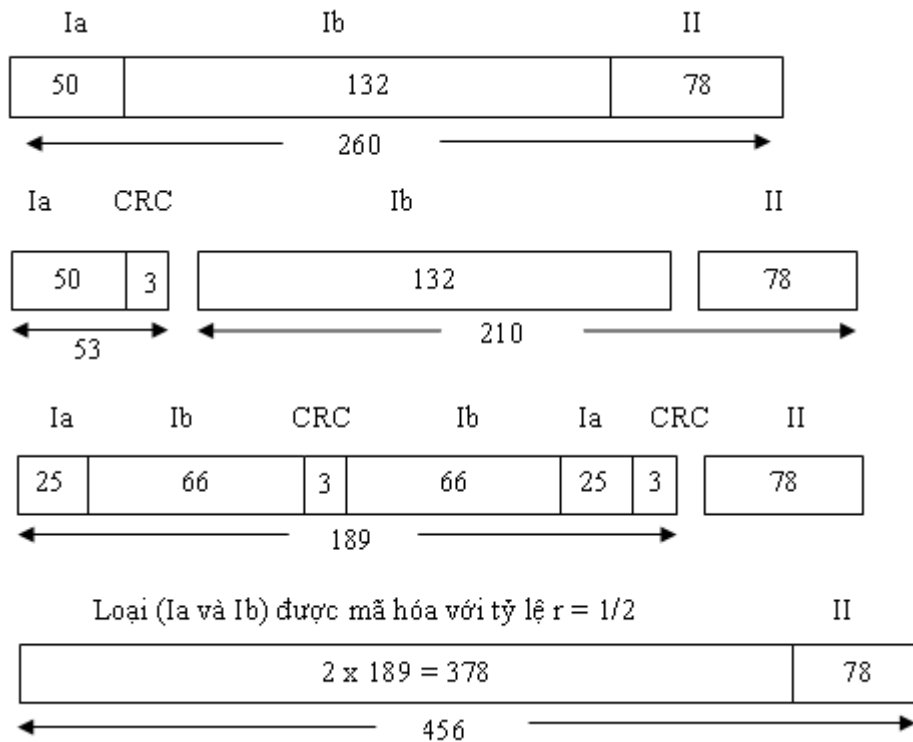
a) Mã hóa thoại

Mã hóa kênh được sử dụng để phát hiện và hiệu chỉnh lỗi trong luồng bit thu để giảm tỉ số bit lỗi BER. Có hai bước mã hóa kênh chống lỗi được sử dụng trong thông tin di động là:

- Mã hóa phát hiện lỗi: Mã khối tuyến tính (Linear Block Code)
- Mã sửa lỗi: Mã xoắn và mã turbo.

Các lỗi bit mã phân tập và san bằng kênh không thể triệt tiêu được hoàn toàn có thể khắc phục được bằng các mã chống nhiễu.

Bộ mã hóa tiếng đưa ra các khối 260 bit/20ms hay là 13 kbps đến bộ mã hóa kênh. Các bit này được chia thành 182 bit loại I (các bit được bảo vệ), và 78 bit loại II (không được bảo vệ). Sự phân loại này dựa vào tầm quan trọng của các bit nhận được từ các thí nghiệm chủ quan. 50 bit đầu của loại I được bảo vệ bằng 3 bit chẵn lẻ (CRC) để phát hiện lỗi và có thể hủy bỏ toàn bộ của số đang xét và bộ ngoại suy ở máy thu lắp lỗi trống này.



Hình 2.8: Mã hóa kênh cho tiếng toàn tốc

Các bit kiểm tra chẵn lẻ này được tạo ra ở bộ mã hóa khối tuyến tính có đa thức tạo mã $g(x) = x^3 + x + 1$ cho phép phát hiện lỗi trên một khối 50 bit. Sau đó các bit loại I cùng với các bit chẵn lẻ được bổ xung thêm 4 bit đuôi bằng 0 và được mã hóa xoắn theo hai đa thức: $g_1(x) = 1 + x^3 + x^4$ và $g_2(x) = 1 + x + x^3 + x^4$. Cuối cùng các bit lớp II được bổ xung và mã xoắn để được mã ở đầu ra.

Mã hóa vòng xoắn cho phép sửa sai lỗi và được áp dụng cho các bit bit cấp Ia và Ib. Tổng quát ta có thể biểu diễn đường cộng modun 2 phía trên (hoặc phía dưới) thanh ghi dịch dưới dạng đa thức sau:

$$g(x) = g_0 + g_1x + \dots + g_{m-1}x^{m-1} + g_mx^m$$

Trong đó : x là toán tử trễ đơn vị.

m là số thứ tự của flip-flop trong thanh ghi dịch.

Tương tự như vậy ta cũng có thể biểu diễn bản tin m ở đầu vào thanh ghi dịch như sau: $m(x) = m_0 + m_1x + \dots + m_{l-2}x^{l-2} + m_{l-1}x^{l-1}$

Trong đó m_0, m_1, \dots, m_{l-1} là khối bản tin ở đầu vào, x là toán tử trễ đơn vị, l là độ dài của khối bản tin: trong đó m_0 là bit vào đầu tiên.

Mã xoắn ở đầu vào cộng hai phía trên được xác định theo công thức sau: $u_1(x) = m(x) \cdot g_1(x)$

trong đó $g_1(x)$ là đa thức tạo mã ở nhánh trên.

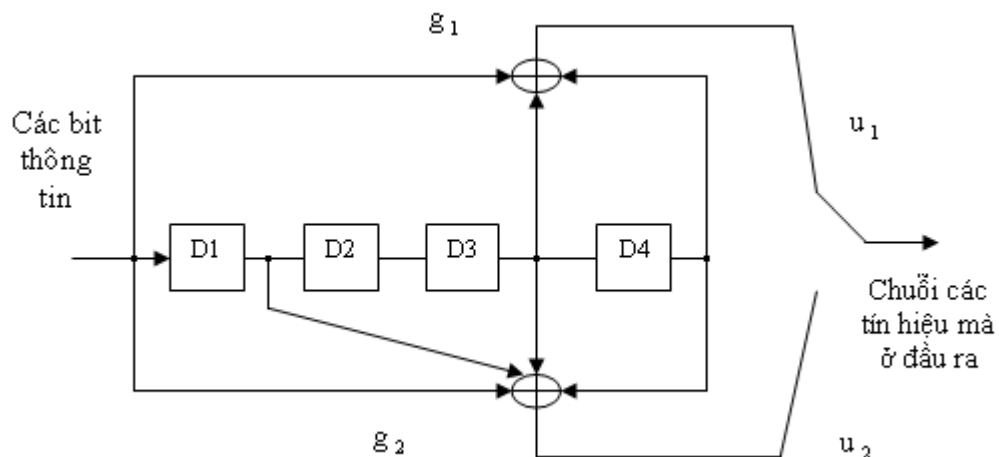
Mã xoắn ở đường cộng modun 2 phía dưới được xác định như sau:

$$u_2(x) = m(x) \cdot g_2(x)$$

trong đó $g_2(x)$ là đa thức tạo mã ở nhánh dưới.

Có thể tăng hiệu suất xoắn bằng cách chích bỏ một số bit ở các luồng xoắn u_1 hoặc u_2 hoặc là cả hai.

Thường dùng mã xoắn với tốc độ $r = 1/2$ và độ trễ $K = 5$. Ý nghĩa của các thông số này là: 5 bit liên tiếp được dùng để tính ra bit dư (redundancy bit: thêm vào các bit tin cần bảo vệ), mỗi bit tin được kèm theo một bit dư. Bộ mã hóa vòng xoắn được xóa về trạng thái ban đầu bằng 4 bit 0, vì vậy bit cuối cùng của một cửa sổ sẽ kéo theo 4 bit 0.



Hình 2.9: Mã hóa vòng xoắn

D^x ($x = 1 \div 4$): Độ trễ của toán tử

Với mã vòng xoắn $r = 1/2$ và $K = 5$ thì ta có kết quả như sau:

Dòng bit đầu vào	1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1
Thêm vào 4 bit 0	1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0
Làm trễ lần 1	0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0
Làm trễ lần 2	0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0
Làm trễ lần 3	0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0
Làm trễ lần 4	0 0 0 0 1 0 1 1 0 0 0 1 1 0 1 0 1 0 0 0 0
U ₁	1 0 1 0 1 1 0 0 1 0 0 0 0 1 0 0 0
U ₂	1 1 1 1 0 1 0 0 0 1 0 1 0 0 0 1 1
Dòng bit đầu ra	1 1 1 0 1 1 1 0 0 1 1 1 0 0 0 0 0 1 0 0 0 1 0 0 1 0 1 0

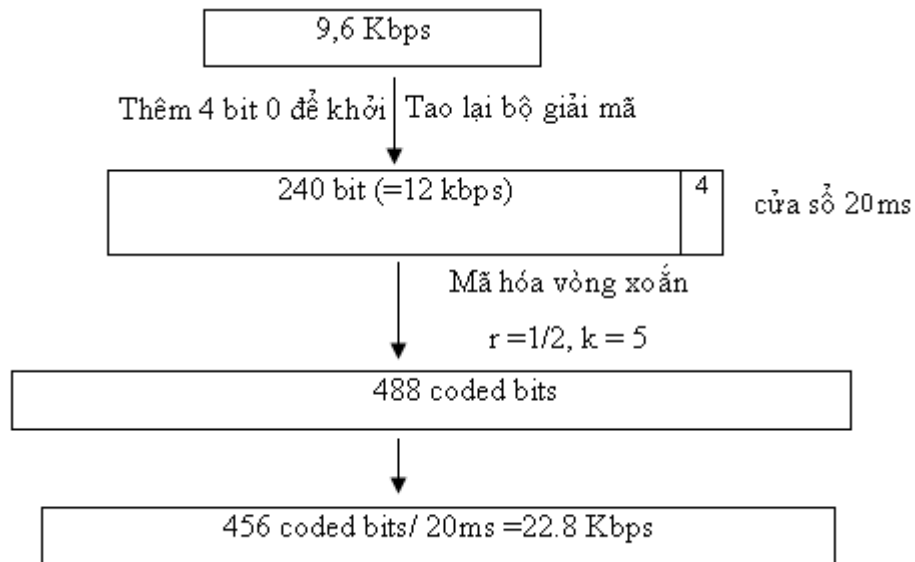
Kết quả việc mã hóa kênh đối với 260 bit của một cửa sổ tín hiệu thoại số đầu ra bộ mã hóa là :

$$456 \text{ bit}/20\text{ms} = 4 \times 114 = 8 \times 57 = 22,8 \text{ Kb/s}$$

b) Mã hóa số liệu

Một bit lỗi có thể làm mất một cửa sổ thoại (không gây ra tổn hại gì) nhưng cũng có thể làm thay đổi vị trí dấu phẩy của số liệu (1Kg thành 1000Kg). Do yêu cầu thực tế đó, số liệu cần được bảo vệ chống sai lỗi cẩn thận hơn so với thoại. GSM có 5 tốc độ truyền số liệu TCH/F 9,6; TCH/F 4,8; TCH/F 2,4; TCH/H 4,8; TCH/H 2,4 các thông số mã hóa vòng xoắn và cài xen khác nhau. Dưới đây ta chọn ra tốc độ mã hóa tiêu biểu là TCH/F 9,6:

Quá trình mã hóa vòng xoắn để biến đổi tốc độ truyền dữ liệu sau bộ mã hóa từ 9,6 Kbps lên 22,8 Kbps xảy ra như sau:



Hình 2.10: Sơ đồ mã hóa số liệu 9,6 Kbps

Chia 456 bit thành các mảng có số bit khác nhau:

16 mảng 24 bit/mảng	384
2 mảng 18 bit/mảng	36
2 mảng 12 bit/mảng	24
2 mảng 6 bit/mảng	12

456

- burst (1 khe) chứa được 114 bit có thể truyền được:

24 bit/mảng + 1 mảng 18 bit/mảng

Hoặc là 24 bit/mảng + 1 mảng 12 bit/mảng + 1 mảng 6 bit/mảng

- Các mảng của một cửa sổ được rải dài trong một đa khung lưu lượng (chiếm chỗ 22 khung trong số 26 khung).

Ví dụ:

Xếp mảng 6 -12 -18 -24 ...24 - 18 - 12 - 6 vào 22 khung (trong đó có 16 khung 24 bit/mảng).

- Số liệu của các cửa sổ đan xen nhau trong một khung với tổng số 114 bit (1 khe). Vậy một đa khung có:

$22 \times 114 = 5,5 \times 456$ bit số liệu tốc độ bằng gốc 9,6 kbps.

Nếu số liệu bị báo hiệu FACCH thay thế thì cờ đánh cặp đồng thời cũng làm thay đổi thông số cài xen từ 22 khung về 8 khung, nghĩa là để đảm bảo truyền báo hiệu được nhanh hơn.

Quá trình mã hóa kênh đã biến đổi tốc độ truyền thoại từ 13 kbps lên 22,8 kbps và tốc độ kênh số liệu từ 9,6 kbps lên 22,8 kbps bằng cách thêm các bit ở kênh thoại, chia khung thành các mảng ở kênh số liệu. Quá trình này đã nâng tốc độ đầu ra để có thể truyền tín hiệu tốt trên kênh truyền, đảm bảo rằng tín hiệu này ở máy thu có thể khôi phục được và tránh sự sai mã trong quá trình truyền.....

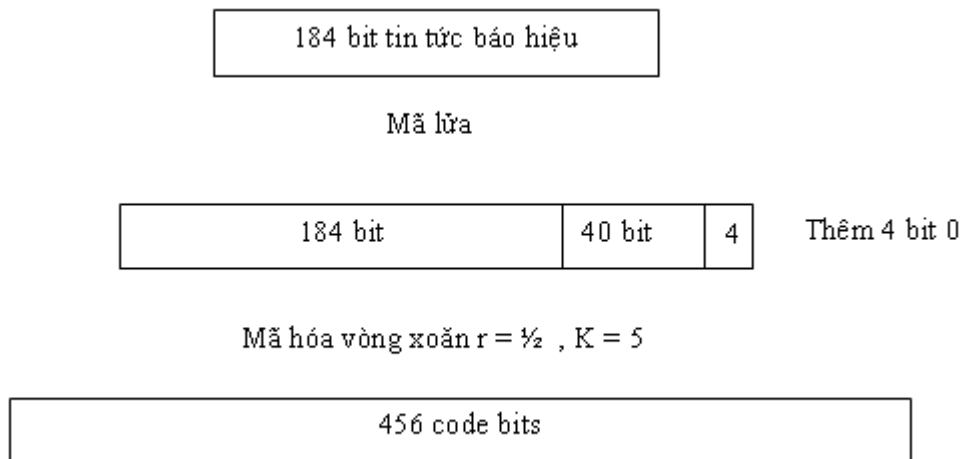
c) Mã hóa báo hiệu

Mỗi cửa sổ 20ms của tin tức báo hiệu có tối đa 184 bit. Các kênh logic BCCH, PCH, SDCCH, RACCH có cùng kiểu mã hóa. Các kênh SCH, RACH có kiểu mã hóa riêng. Còn kênh FCCH không cần mã hóa kênh.

Sơ đồ mã hóa kênh báo hiệu có 2 bước:

- mã hóa khối đối với 40 bit parity
- mã hóa vòng xoắn $r = \frac{1}{2}$ và $K = 5$

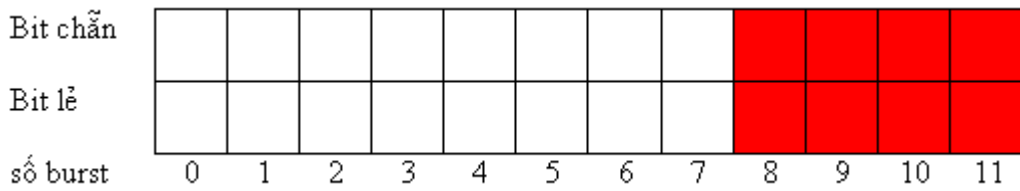
Xem hình 2.11. Kết quả được 456 bit/20ms.



Hình 2.11: Sơ đồ mã hóa khối đối với kênh báo hiệu

456 bit sau mã hóa kênh được chia thành 8 nhóm 57 bit, mỗi nhóm vừa khít nào nửa burst dữ liệu mã hóa.

Tuy nhiên 456 bit này được cài xen chỉ trải vào 4 burst (xem hình 2.12 và bảng dưới).



số thứ tự bit trước cài xen	Cài xen trong cấu trúc khung
0 8.....448	Event bits of burst N
1 9.....449	Event bits of burst N + 1
2 10.....450	Event bits of burst N + 2
3 11.....451	Event bits of burst N + 3
4 12.....452	Odd bits burst N
5 13.....453	Odd bits burst N + 1
6 14.....454	Odd bits burst N + 2
7 15.....455	Odd bits burst N + 3

Hình 2.12: Sơ đồ cài xen của báo hiệu

Lưu ý rằng, trong cấu trúc đa khung 51 khung, các kênh logic BCCH, CCCH, SDCCH, SACCH. Luôn chiếm 4 khung liên tiếp nhau. Nhờ vậy, 4 khung này mang trọn vẹn 456 bit báo hiệu (của 1 cửa sổ) trong một kênh báo hiệu. Còn trong cấu trúc đa khung 26 khung kênh logic SACCH chỉ chiếm 1 khung, nên cần bộ nhớ tạm thời nội dung, cho đến khi SACCH thuộc 4 đa khung được nhận đủ.

2.3.3. Giải pháp ghép xen

Ở thông tin di động, do ảnh hưởng của các fading sâu, các lỗi bit thường xảy ra từng cụm dài. Tuy nhiên, mã hóa kênh đặc biệt là mã hóa xoắn chỉ hiệu quả nhất khi phát hiện và sửa các lỗi ngẫu nhiên đơn lẻ và các cụm không quá dài. Để giải quyết các vấn đề này, người ta chia các khối bản tin thành các cụm ngắn rồi tiến hành ghép xen các cụm bản tin này với các cụm

khác của khối bản tin khác, nhờ vậy mà khi xảy ra lỗi cụm dài thì mỗi bản tin chỉ mất đi một cụm nhỏ. Phần còn lại của bản tin vẫn cho phép các mã hóa kênh khôi phục các bản tin theo dạng đúng sau khi đã sắp xếp các cụm bản tin theo đúng như thứ tự ở phía phát. Quá trình này được gọi là quá trình ghép xen.

Khái niệm: Ghép xen là quá trình sắp xếp lại trật tự của một từ mã trước khi truyền đi. Mục đích của ghép xen là phân tán về thời gian, chống nhiễu và giải tương quan lỗi (cụm lại trên kênh truyền do fading, nhiễu...).

Ở phần thu, quá trình khôi phục lại trật tự được gọi là giải ghép xen.

Hệ thống GSM dùng 2 cấp mã xen kẽ khác nhau và chúng được mô tả như sau:

a) Xen kẽ đường chéo khối:

Đối với kênh TCH/FS mang thông tin tiếng nói, khối đã mã 456 bit được chia nhỏ thành 8 khối con, mỗi khối gồm 57 bit B^0, \dots, B^i bằng cách gán bit đã mã c^k cho khối con B^i theo nguyên tắc sau:

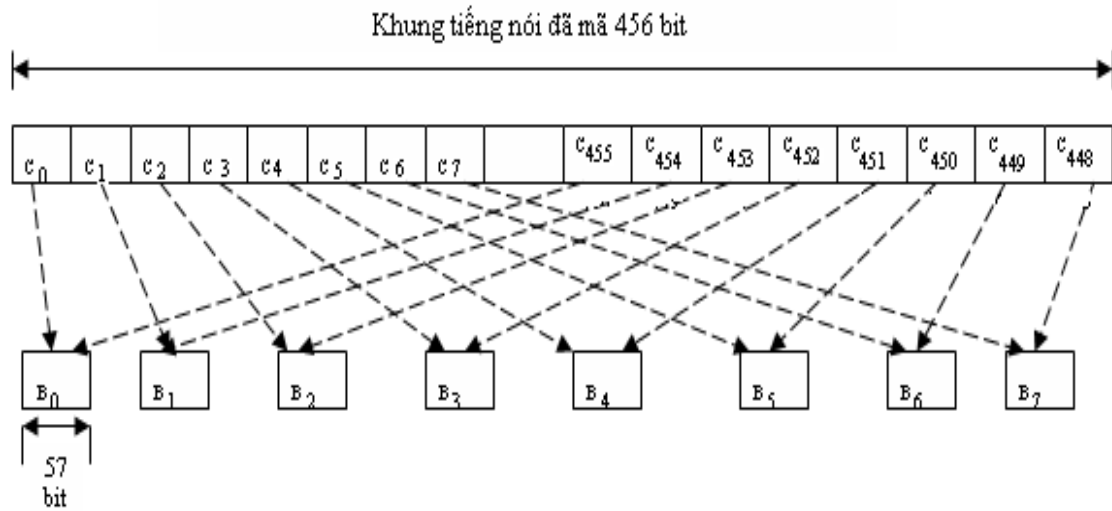
$$i = k \bmod 8$$

Tức là mỗi bit thứ 8 được gán cho cùng khối con. Quá trình này được mô tả trên hình vẽ. Mỗi khối con khi đó tạo thành một nửa của 8 cụm phát liên tiếp trên giao diện vô tuyến. Nửa còn lại của mỗi cụm được chiếm bởi các khối con từ cụm tiếng nói trước đó hoặc cụm tiếp theo như hình B. Ở đây B^i là khối con thứ i của khung tiếng nói n . Cụm cũng chứa 2 cờ đánh cặp bởi kênh FACCH hay không.

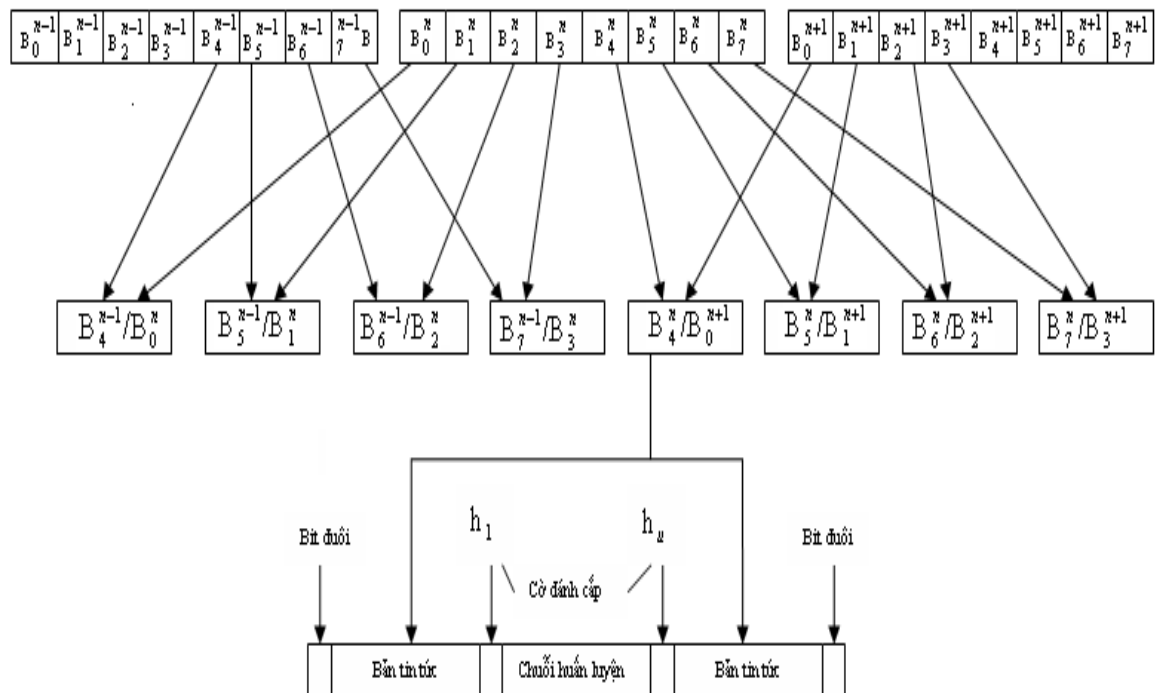
b) Xen kẽ giữa các cụm:

Ngoài xen kẽ đường chéo khối như trên thì các bit dữ liệu còn được xen kẽ trong cụm. Một khối con sẽ chiếm các vị trí bit chẵn hoặc lẻ bên trong cụm. Chỗ nào mà khối con từ khung tiếng nói chia sẻ cụm của nó với khối con từ khung trước đó, thì nó sẽ chiếm vị trí bit đánh số chẵn. Ngược lại chỗ nào khối con chia sẻ cụm của nó với các khối con từ các khung tiếp theo, thì

nó sẽ sử dụng các vị trí đánh số lẻ. Nói cách khác, ta có thể nói rằng B^0, \dots, B^3 sẽ dùng các vị trí đánh số chẵn, còn B^4, \dots, B^7 sẽ dùng các vị trí bit đánh số lẻ. Các bit trong khối con cũng được tráo thứ tự để tăng khoảng cách cực đại giữa các bit liên tiếp.



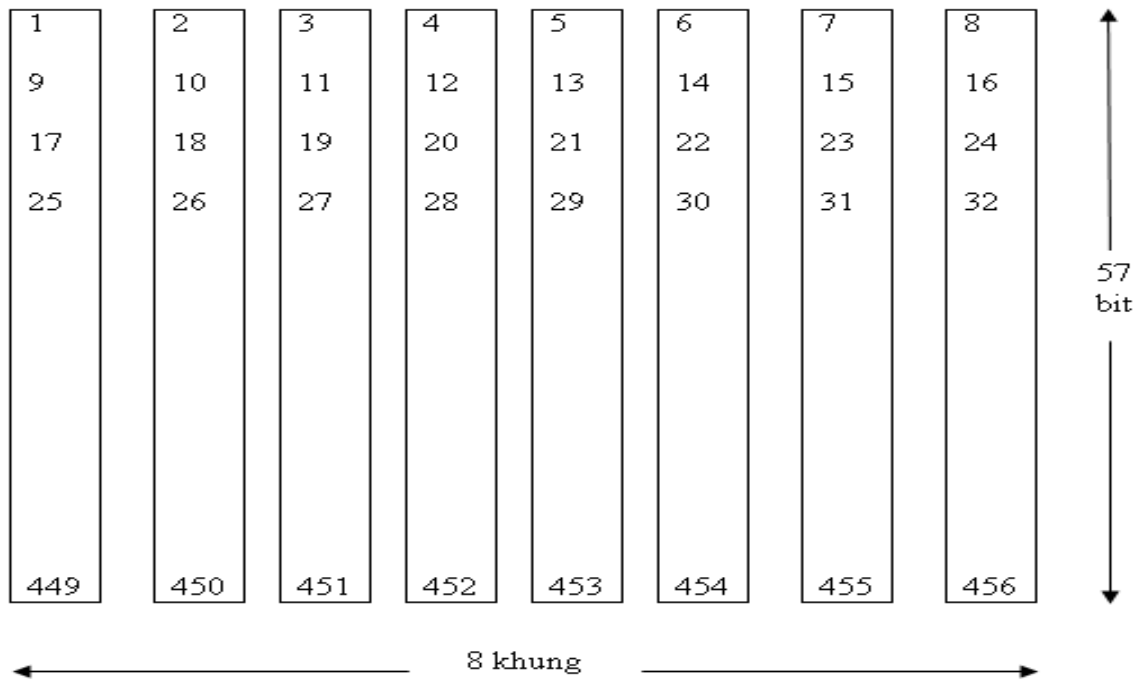
A: chia khung tiếng nói



B: Quá trình xen kẽ GSM trên kênh tiếng nói toàn tốc

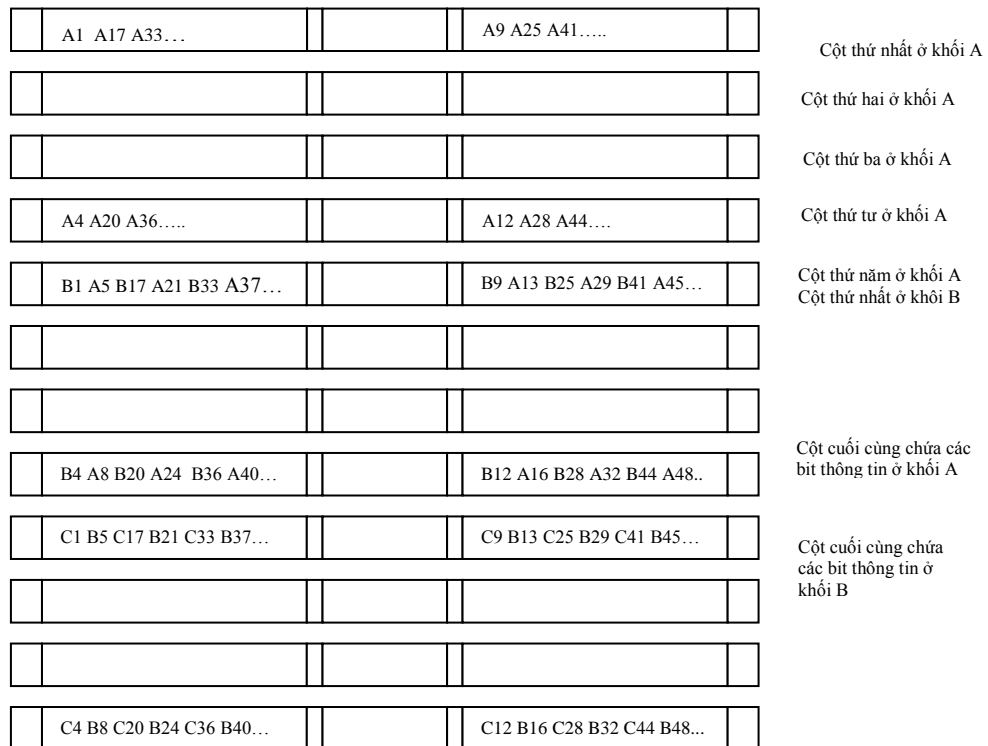
Hình 2.13: Quá trình chia khung tiếng nói và ghép xen

Các bit sẽ được mã hóa và tổ chức lại sau đó ghép xen theo 8 nửa cụm như sau :



Hình 2.14: Đan xen tiếng toàn tốc (mức 1)

Mỗi bán cụm chứa 57 bit. Sau đó các bán cụm nói trên lại được đan xen mức thứ 2:



Hình 2.15: ghép xen mức 2

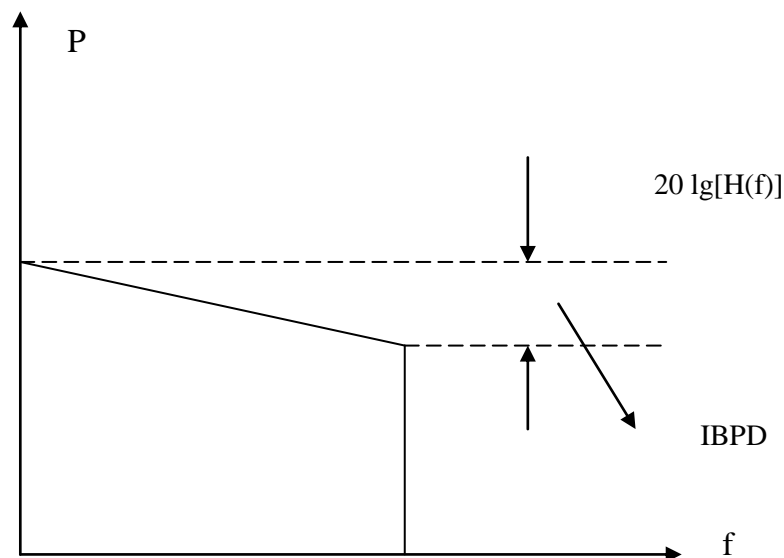
Ở đan xen này ta thấy bốn bán cụm đầu ở các bit lẻ, các vị trí chẵn được dành cho ghép xen các bit của bốn bán cụm sau của khối trước đó (khối D chẳng hạn). Bốn bán cụm sau khối A được đặt vào các vị trí chẵn của bốn cụm sau, các vị trí lẻ để đan xen các bán cụm từ khối B. Với cách đan xen này nếu ta mất hẳn một cụm thì ta chỉ mất 12,5% thông tin của một khối bản tin và sau khi sắp xếp lại các bit lỗi sẽ phân tán cách nhau 8 bit. Nếu bị lỗi một cụm liên tiếp 10 bit thì khi sắp xếp lại ở phát thu các bit lỗi sẽ phân tán cách nhau 16 bit.

Từ tất cả các giải pháp chống nhiễu và fading đã được nêu ra ở phía trên thì sự ảnh hưởng của nhiễu và fading trên đường truyền đã được giải quyết. Nó đảm bảo cho quá trình truyền tín hiệu từ điểm phát đến điểm thu không bị sai lệch.

2.3.4. Giải pháp điều chế đa sóng mang

Đối với các hệ thống có phổ tín hiệu quá rộng dẫn đến rất khó đảm bảo độ bằng phẳng của đặc tính đường truyền, biện pháp có thể được áp dụng là truyền dẫn nhiều sóng mang. Luồng bit cần truyền được biến đổi thành nhiều luồng con song song và mỗi luồng con được điều chế bằng một sóng mang riêng biệt. Nhờ vậy, băng tín hiệu rất rộng được tách thành nhiều băng con, trong đó đặc tính tần số của hệ thống dễ đảm bảo bằng phẳng hơn. Nhược điểm của phương pháp này là tính kinh tế thấp do phải sử dụng mỗi hệ thống con cho mỗi luồng con. Thêm vào đó, phổ chiếm của tín hiệu tổng cộng trong trường hợp này lớn hơn một chút so với trường hợp truyền dẫn một sóng mang do các mạch lọc phân cách các băng con không thể chế tạo với các biên hàm truyền hoàn toàn dốc đứng được. Chính vì vậy mà biện pháp này chỉ áp dụng trong những trường hợp nhất định, chẳng hạn như trong những trường hợp băng tín hiệu quá rộng hay trong một số hệ thống mà truyền dẫn đi qua khu vực có bề mặt nước (rất hay xảy ra fading đa đường mạnh).

Khi băng thông quá rộng dẫn đến phổ tín hiệu có dạng:



Hình 2.16: Dạng phổ tín hiệu khi chưa phân luồng

Khi đó độ chênh lệch công suất trong băng IBDP (Inband Power Difference) càng lớn do vậy phổ có dạng cosin nâng. Vì vậy IBDP rất lớn đến mức mà ATDE không thể bù nổi.

Giải pháp để chống lại hiện tượng này là chia nhỏ luồng dữ liệu đầu vào thành n luồng con, mỗi một luồng con dùng để điều chế một sóng mang con (tốc độ sẽ giảm n lần, phổ giảm n lần cho nên ISI sẽ giảm).

- Ưu điểm : Chống méo tuyến tính.

- Nhược điểm:

+ Tốn băng thông do phải có GB-băng bảo vệ.

+ Tốn thiết bị (N cặp Tx-Rx) cho nên chỉ sử dụng trong trường hợp bất khả kháng.

2.3.5. giải pháp thu phân tập

Về bản chất: truyền thông tin trên hai hay nhiều kênh truyền độc lập nhau về fading. Ở đầu thu sẽ chọn lấy tín hiệu trên kênh truyền tốt để xử lý. Do fading là quá trình ngẫu nhiên, nếu kênh truyền này có fading thì kênh truyền kia không có fading. Các biện pháp phân tập bao gồm có phân tập theo không gian, phân tập theo tần số, và phân tập theo góc.

➤ Phân tập theo không gian (Space Diversity):

Tức là truyền dẫn đồng thời cùng một tín hiệu trên một kênh truyền vô tuyến bằng cách sử dụng 2 anten bố trí cách nhau một khoảng cách nào đó để phát và thu cùng một thông tin từ nguồn tin tới nơi nhận tin. Ở đầu thu sẽ sử dụng hai hay nhiều anten đặt cách nhau đủ xa, khi đó mỗi một anten sẽ tạo nên một kênh và các kênh này tương đối độc lập nhau về fading.

+ Ưu điểm: Không tốn phổ, không tốn băng thông, hiệu quả cao (nhất là đối với fading nhiều tia).

+ Nhược điểm: Tốn anten, phải sử dụng hai anten, hai mạch thu siêu cao tần và xử lý trung tần cho tổ hợp tín hiệu, cột anten phải khoẻ hơn để chịu tải trọng của 2 anten.

➤ **Phân tập theo tần số:**

Truyền đồng thời một tín hiệu có thể trên 2 hoặc có thể nhiều hơn 2 kênh tần số vô tuyến được bố trí trong cùng một dải tần. Sử dụng 2 kênh tần số dùng trong hai sóng mang cùng truyền tin và hai tần số này cách nhau đủ xa. Biện pháp này đặc biệt kinh tế nếu như thỏa mãn hai điều kiện sau:

1) Tuyến vô tuyến có một kênh dự phòng và kênh dự phòng này cho một hiệu quả thỏa đáng khi được sử dụng như kênh phân tập. Đối với các tuyến đường trực dung lượng lớn, điều kiện thứ nhất hầu như luôn thỏa mãn do các tuyến vô tuyến số này thường được triển khai theo cấu hình N+1 (kênh vô tuyến công tác và một kênh dự phòng).

2) Điều kiện thứ hai về mặt thực tế thì luôn luôn thỏa mãn. Thực tế đã chứng tỏ rằng đối với các hệ thống vô tuyến số dung lượng lớn thì việc phân tập theo tần số có khả năng giảm méo và hai tần số phân tập càng gần nhau thì hiệu quả phân tập càng cao.

+ Ưu điểm: hiệu quả phân tập rất cao.

+ Nhược điểm: tốn băng thông.

➤ **Phân tập theo góc:**

Khi đó trên cùng một anten người ta bố trí hai hay nhiều đầu thu sóng nhằm “hứng” các tia sóng tuyến tới anten thu theo nhiều góc tới khác nhau. Thực chất đây là phân tập theo hướng hay là theo tia sóng tới. Biện pháp này được coi là có hiệu quả kinh tế cao.

2.3.6. giải pháp san bằng kênh

✓ **Chức năng của san bằng trong thông tin di động:**

- Do điều chế phổ hẹp, sự tạo dạng xung không kết thúc trong một khoảng thời gian T_s dẫn đến hiện tượng ISI. (do đặc tính kênh thông tin di động là giới hạn băng một cách quá mức nhằm đạt hiệu quả phổ cao).

- Do kênh vô tuyến phân tán theo thời gian (do truyền dẫn đa tia của tín hiệu) dẫn đến hiện tượng ISI.

✓ **Nhiệm vụ của san bằng kênh:**

Loại bỏ ISI tại đầu thu nhằm khôi phục lại tín hiệu chính xác. Do kênh nghi.vô tuyến di động biến đổi ngẫu nhiên theo thời gian nên san bằng phải có tính thích.

- + Một bộ san bằng thích nghi thường công tác trong hai chế độ:
- Huấn luyện (training code)
- Bám (tracking mode)

✓ **Bản chất san bằng kênh :**

Có nhiệm vụ bù các biến thiên của đặc tính biên độ tần số và đặc tính trễ pha của kênh cũng như việc điều chỉnh thích nghi nó nhằm bù một dải trung bình nào đó các đặc tính nói trên của kênh.

Việc huấn luyện dựa trên 1 chuỗi bit giả ngẫu nhiên PN (Pseudo Noise) hay một chuỗi bit cố định có mẫu biết trước ở phần thu. Sau thời gian huấn luyện, đặc tính kênh được bù nhờ phần thu căn cứ vào chuỗi huấn luyện để điều chỉnh thích ứng tới trạng thái gần tối ưu bộ san bằng, sau đó hệ thống được chuyển sang chế độ bám.

- Các bộ san bằng thích nghi hoạt động trên thuật toán truy toán (lập) nhằm tối thiểu hóa ISI hay sai số trung bình bình phương giữa đặc tính kênh mong muốn và đặc tính kênh thực.
- Các bộ san bằng có thể thực hiện tại trung tần hay tại băng tần gốc. Quá trình san bằng kênh đã thực hiện quá trình bù các biến thiên của đặc tính biên độ và đặc tính trễ pha của kênh, cũng như việc điều chỉnh thích nghi nhằm bù một dải trung bình nào đó để có thể loại bỏ được nhiễu ISI tại đầu thu và tín hiệu có thể khôi phục chính xác.

2.3.7. Giải pháp nhảy tần

khả năng nhảy tần được người khai thác mạng sử dụng hoặc trên toàn bộ mạng hoặc một phần mạng. Mục đích chính của tính năng này là đảm bảo sự phân tập ở đường truyền dẫn (đặc biệt là tăng hiệu quả của mã hoá kênh và

ghép xen đối với MS chuyên động chậm) và trung bình hoá tỷ số tín hiệu trên nhiễu(C/I) để đảm bảo tỷ số này lớn hơn mức ngưỡng. Nguyên lý nhảy tần như sau, ở một khe thời gian trạm di động phát ở một tần số, sau đó nó chuyển sang phát ở tần số khác ở khe thời gian sau. Nhảy tần số xảy ra giữa các khe thời gian với tốc độ 217 lần trong một giây. Các tần số phát và tần số thu luôn luôn song công (cách nhau 45 Mhz nghĩa là các đường lên và đường xuống sử dụng cùng một chuỗi nhảy tần). Chuỗi nhảy tần nằm trong một ô hoàn toàn trực giao nghĩa là không xảy ra va chạm giữa các thông tin. Các chuỗi này cũng độc lập với các ô đồng kênh (sử dụng cùng tập tần số). Chuỗi nhảy tần được MS tính toán từ các thông số nhận được từ BTS mỗi khi thay đổi kênh (ấn định ban đầu của chuyển giao) như sau:

- Ấn định ô (CA: Cell Allocation): danh sách các kênh vô tuyến rồi trong ô.

- Ấn định di động (MA: Mobile Allocation):danh sách các kênh dành cho MS để nhảy tần, đây là một tập con của CA (cực đại 64), trường hợp không nhảy tần danh sách chỉ có một tần số.

- Dịch chỉ số ấn định di động (MAIO: Mobile Allocation index offset): 6 bit chỉ số liệu đặc trưng cho nhảy tần đối với MS.

- Số chuỗi nhảy tần (HSH: Hopping Sequence Number): chuẩn điều luật nhảy tần trong ô

Để tính chuỗi nhảy tần MS phải tính chỉ số ấn định di động MAI (Mobile Allocation Index): Đặc tính cho một tần số ở một khung cho trước.

✓ **MS tính MAI như sau:**

- Nhảy tần tuần hoàn:

$$HSH = 0$$

$$MAI = (FN + MAIO) \bmod N$$

- Nhảy tần ngẫu nhiên:

$$M = T2 + RNTABLE(HSH \text{ XOR } TIR + T3)$$

$$M' = M \bmod (2^{NBIN})$$

$$T' = T3 \bmod (2^{NBIN})$$

$$S = M' \text{ nếu } M' < N$$

$$S = (M' + T') \text{ nếu } M' \geq N$$

Trong đó : N: số các tần số ở MA

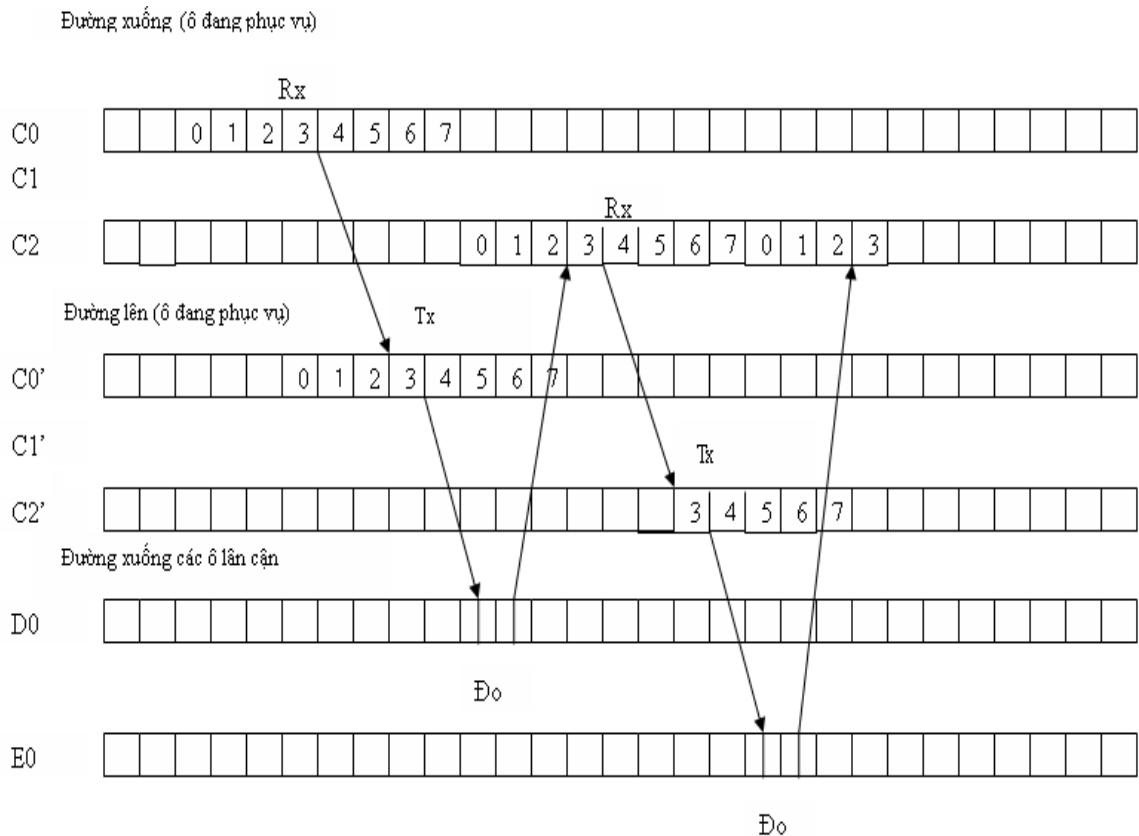
NBIN: số các bit hiển thị N

$$TIR = T1 \bmod 64$$

T1, T2, T3: số khung rút gọn RFN (Reduce Frame Number)

thường thì các kênh của cùng một ô có cùng HSH nhưng MAIO khác nhau.

Quá trình nhảy tần được thể hiện như sau:



Hình 2.17: Nhảy tần (nhìn từ MS)

Chương 3

Các giải pháp nâng cấp mở rộng mạng

Trong quá trình phát triển của xã hội cũng như sự phát triển về công nghệ thì số thì số thuê bao sử dụng di động càng ngày càng tăng lên nhanh chóng. Do vậy ta phải tìm cách mở rộng và phát triển mạng để làm sao cho chất lượng phục vụ là tốt nhất.

Trước tiên ta phải khảo sát cùng phân bố địa lý phủ sóng dân cư. Sau đó tiến hành thống kê lưu lượng phục vụ ở từng vùng theo các thời điểm khác nhau. Để dự đoán chính xác số thuê bao cần phục vụ tối đa ở khu vực đó là bao nhiêu, vùng ở đây có thể là vùng định vị hoặc vùng cell. Tiến hành kiểm tra chất lượng phục vụ tại các vùng phủ sóng từ đó đánh giá chất lượng để bổ xung cho vùng phủ sóng nhằm nâng cao chất lượng vùng phủ. Dựa vào tính chất lưu lượng số thuê bao và chất lượng phục vụ cần thiết để xác định ở trên ta sẽ sơ bộ phân kênh và vị trí các đài trạm cho mạng cần phát triển.

Tiếp theo, ấn định tần số và vị trí kênh logic cho mạng. Các cell được tạm thời cung cấp tần số sử dụng (phụ thuộc vào mẫu sử dụng lại tần số) và tổng số kênh lưu lượng TCH theo cấu hình FU của các BTS theo dự tính ở trên cùng với công suất phát của các BTS này.

Nếu ở môi trường truyền không gian và thời gian là lý tưởng thì ta có thể đi đến chấp nhận việc cung cấp tạm thời ở trên, lập cấu hình BTS và cấu hình truyền dẫn cho mạng, đưa vào hoạt động. Tuy nhiên trong thực tế không bao giờ tồn tại môi trường lý tưởng như trên. Do vậy, cần phải tiến hành thực hiện dự kiến vùng phủ sóng trên cơ sở dữ liệu về đài trạm dự kiến (tọa độ, anten...) và các hạn chế do phân tích thời gian.

Môi trường truyền dẫn luôn là một vấn đề được đặt ra hàng đầu đối với thông tin di động. Các loại nhiễu giao thoa $C/(I + R + A)$; nhiễu giao thoa đồng kênh C/I ; phản xạ C/R và nhiễu giao thoa kênh lân cận C/A .

Thực tế khảo sát mạng bằng cách kiểm tra các điều kiện dài hạn và môi trường truyền dẫn.

Xây dựng sơ đồ mạng trên cơ sở các đài trạm phù hợp với các thông số định vị.

Do đặc vô tuyến để đưa ra các biện pháp khắc phục và tăng cường chất lượng mạng, đưa ra các thông số kỹ thuật của từng trạm BTS sao cho phù hợp với vùng phủ sóng.

Thực hiện các dự án cuối cùng sau khi đã phân tích tất cả các vấn đề của mạng.

Tổng hợp các thông số tối ưu cho ô. Đưa ra việc đặt tần số, phân bố tần số, chia ô, cấu hình của BSC và phương thức truyền dẫn cho BTS.

Các phương thức đã nêu trên sẽ được trình bày rõ hơn ở các phần dưới đây. Mặc dù đây là các giải pháp mang tính lý thuyết và từ lý thuyết cho đến thực tế vẫn còn một khoảng khác nhau nhưng với những quy trình này sẽ giúp các nhà quản lý sẽ có cái nhìn tổng quan về việc nâng cấp và mở rộng mạng GSM.

3.1. Giải pháp mở rộng vùng phủ sóng bằng cách tăng cường BTS

Mở rộng vùng phủ sóng bằng cách tăng cường BTS sẽ có một số phương pháp sau:

3.1.1. Phương án A

Sử dụng các trạm BTS có sẵn để mở rộng khả năng phục vụ của mạng bằng cách nâng cấp cấu hình trạm này. Đối với các trạm Omni có cấu hình hiện tại là một BTS bằng cách lắp thêm các bộ TRX vào mỗi hướng cần phục vụ căn cứ vào góc của anten, phương pháp này có ưu điểm là tận dụng được cơ sở nhà trạm, nguồn điện lưới cung cấp và đường truyền có sẵn.

Cho nên việc mở rộng, thi công lắp đặt không phức tạp, đỡ tốn kém, dễ bảo dưỡng và khai thác. Phương pháp này còn cho phép đáp ứng được lưu lượng tại các khu vực có mật độ sử dụng di động cao, đồng thời tăng chất

lượng vùng phủ sóng tại các khu vực trước đây có cường độ tín hiệu yếu và lưu lượng thấp. Nhược điểm của phương pháp này là nếu mở rộng vùng phủ sóng có sẵn thì với cấu hình tối đa thì các trạm này vẫn không đáp ứng được số thuê bao di động như đã dự đoán và chất lượng phủ sóng là không thể để giữa các khu vực ở xa các trạm có sẵn mà chưa được phủ sóng. Mặt khác chất lượng phủ sóng Indoor cho máy đầu cuối di động 2W sẽ không đảm bảo tại các vùng phủ sóng hoặc cường độ thu được là rất yếu.

3.1.2. Phương án B

Bổ xung thêm một số trạm mới tại những khu vực có lưu lượng cao và nơi có chất lượng phủ sóng yếu, cùng với khu vực chưa được phủ sóng phải sử dụng các trạm ở xa. Đồng thời với việc giảm kích thước cell các trạm có sẵn bằng cách giảm công suất phát anten của các trạm để đảm bảo chất lượng phủ sóng Indoor cho các máy đầu cuối di động 2W tại các nơi có cường độ yếu. Tuy nhiên nhược điểm của phương án này là rất khó khắc phục ở cả hai phương diện kỹ thuật và kinh tế. Về mặt kỹ thuật thì việc thiết kế site mới đòi hỏi phải khảo sát lựa chọn một cách kỹ lưỡng trước khi lắp đặt các trạm để vừa thuận lợi cho việc bảo dưỡng tối ưu mạng vừa thuận tiện cho việc nhà trạm, truyền dẫn nguồn điện lưới cung cấp để vận hành mạng. Về mặt kinh tế mà nói thì việc đầu tư cho lắp đặt quá nhiều trạm sẽ gây tốn kém rất lớn về mặt kinh tế, trong đó là: các kinh phí về truyền dẫn, về thiết bị về nguồn điện cung cấp kinh phí cho thuê nhà trạm và phân công lắp đặt trạm và để bảo dưỡng trạm.

3.1.3. Phương án C

Đây là phương án tổng hợp của 2 phương án trên bằng cách lựa chọn các ưu điểm và loại trừ các nhược điểm của chúng. Phương án này thực hiện sector và tăng cường các BTS cho các trạm có sẵn, đồng thời lắp đặt các trạm cần thiết tại các khu vực có lưu lượng cao và nơi có chất lượng phủ sóng yếu

nhằm đáp ứng nhu cầu về lưu lượng và chất lượng phủ sóng đồng đều của toàn mạng.

Có thể nói đây là phương pháp không những đáp ứng được nhu cầu thông tin di động ở các nước trên thế giới trong những năm tới mà nó còn là một giải pháp đơn giản hóa về mặt kỹ thuật và tiết kiệm chi phí mở rộng mạng.

3.2. Giải pháp nâng cấp cấu hình BTS

Đối với mạng di động tế bào thì các BTS có thể được coi là các thành phần chủ yếu của mạng. Do đó ta có thể gọi BTS là các phần tử của mạng GSM. Công việc thiết kế mạng sau khi tính toán được lưu lượng và chất lượng phục vụ sẽ là lập cấu hình cho các BTS hay các phần tử của mạng. Cấu trúc của các phần tử của mạng không những cho phép tăng dung lượng và lưu lượng của mạng mà nó cũng can thiệp vào quá trình tăng chất lượng phục vụ của mạng.

Các khái niệm về đài trạm:

- Site: là một cell nếu sử dụng anten Omni hoặc là 3 cell nếu sử dụng anten Sector.
- TRX: khối thu phát gồm anten thu phân tập và anten phát kết hợp.

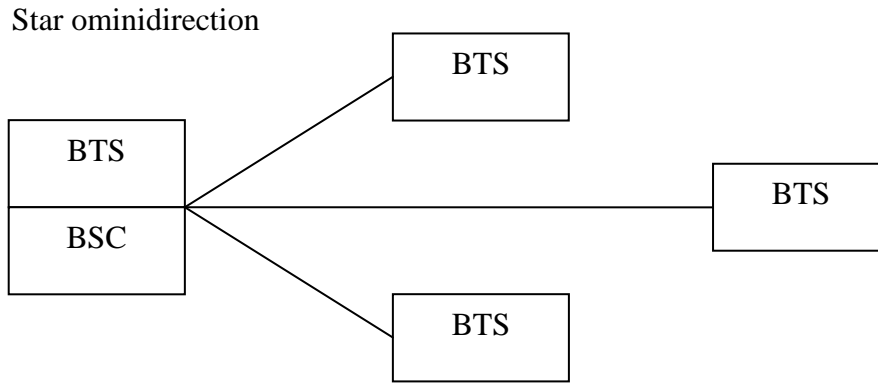
3.2.1. Cấu hình BTS

Các BTS nối đến các BSC có thể được đặt trong cùng một vị trí hoặc chế độ Remote, giao diện của BTS và BSC là giao diện Abis.

❖ Các loại cấu hình BTS

a) Cấu hình đẳng hướng hình sao (Star Ominidirection)

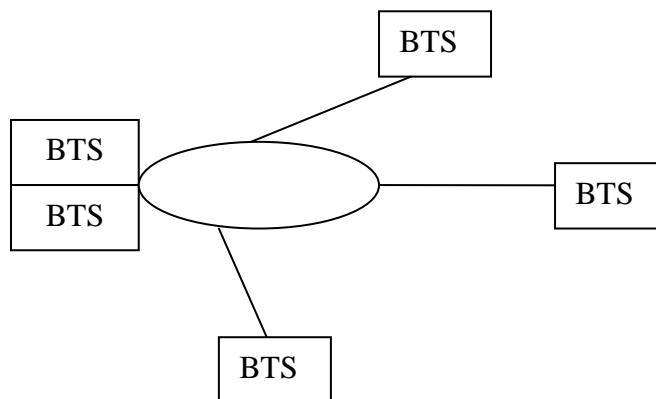
Đây là cấu hình cho phép BSC điều khiển một số các BTS đặt ở xa hoặc cùng vị trí với BTS. Các BTS này sử dụng anten đẳng hướng khi thu phát vô tuyến. Cấu hình này được sử dụng ở vùng có mật độ thấp hoặc bổ sung tại vùng có lưu lượng cao.



Hình 3.1: Cấu hình đẳng hướng hình sao

b) Cấu hình nối vòng (Multidrop Loop)

Một số BTS có thể nối với nhau sau đó nối đến BSC theo hình vòng. Cho phép đồng bộ 2 hoặc 3 BTS đầu vòng với khoảng cách hạn chế. Cấu hình này được sử dụng cho vùng có lưu lượng thấp và cho số giới hạn các BTS.

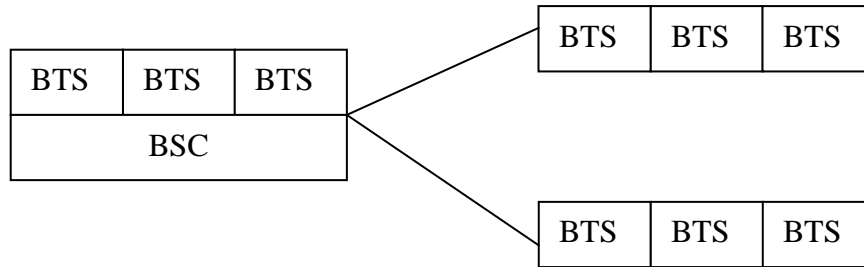


Hình 3.2: Cấu hình nối vòng

c) Cấu hình định hướng hình sao (star sectorized)

Các anten đặt định hướng sử dụng anten sector và nối đến một BSC. Cấu hình này cho phép vùng có mật độ cao đối với việc phát triển mạng, các trạm thu phát BTS đơn lẻ trong cấu hình Star-Omini directional có thể được

tăng lên cấu hình Sectorized bằng cách cộng thêm các BTS và thay đổi đặc tính của anten từ Omini sang sector hóa.



Hình 3.3: Cấu hình định hướng hình sao

3.2.2. Cấu trúc anten BTS

a) Phân loại anten

Hệ thống anten dùng cho mạng tổ ong có thể được chia làm 3 nhóm chính, phụ thuộc vào kiểu mẫu bức xạ của chúng như sau:

- Anten đẳng hướng (Omini direction Antenas): Trường hợp này bức xạ của sóng điện từ từ anten ra mọi hướng là như nhau.
- Anten định hướng (direction Antenas): Với trường hợp này bức xạ sóng điện từ của anten sẽ theo một hướng xác định. Thường được sử dụng trong các site được Sector hóa. Công suất phát tập trung vào một hướng do đó nó được dùng phổ biến trong mạng tổ ong vì hai lý do: Mở rộng vùng phủ sóng và sử dụng lại tần số.
- Anten đa hướng (Multi Antenas): Đây là hệ thống anten mà mỗi một anten thực hiện một mẫu bức xạ phối hợp. Loại đơn giản nhất là anten hai hướng ngược nhau, loại anten này có khả năng phủ sóng theo dải dài như trục giao thông mà có lưu lượng nhỏ.

Thiết bị thu phát cho một trạm (site) được gọi là TRX

Cột thu phát cho một site bao gồm 2 Anten:

- + Các TRX được kết hợp qua bộ Combiner và được phát triển cùng một anten phát Tx

- + Các anten phát được phân tập về không gian để thu một tín hiệu. Đó là các anten phát Tx
- + Các anten thu được phân tập về không gian để cùng thu một tín hiệu. Đó là các anten Rx và Rx-Diversity (phân tập).

b) Các loại góc anten

ta có hai loại anten chính là anten Omini Anten và Sector Anten (hay Panel anten). Phụ thuộc vào trường bức xạ mà ta có thể có hai loại góc của anten.

✓ **Góc bức xạ ngang α (hozizonetan):**

Là góc theo mặt phẳng nằm ngang của anten so với phương bắc (north)

- Đối với anten Omini Antenas thì không tồn tại góc α .
- Đối với Sector Antenas thì có thể có 3 trường hợp:

+ Sector theo góc 120° tức là gồm 3 anten định hướng do đó có 3 góc α như sau:

$$\alpha_1 - \alpha_2 = 120^\circ$$

Ví dụ trong mạng GSM có sử dụng trạm Sector có chỉ số các góc như sau:

$$\alpha_1 = 0^\circ \qquad \alpha_2 = 120^\circ \qquad \alpha_3 = 240^\circ$$

+ Sector theo góc 180° tức là gồm 2 anten định hướng do đó hai góc α như sau:

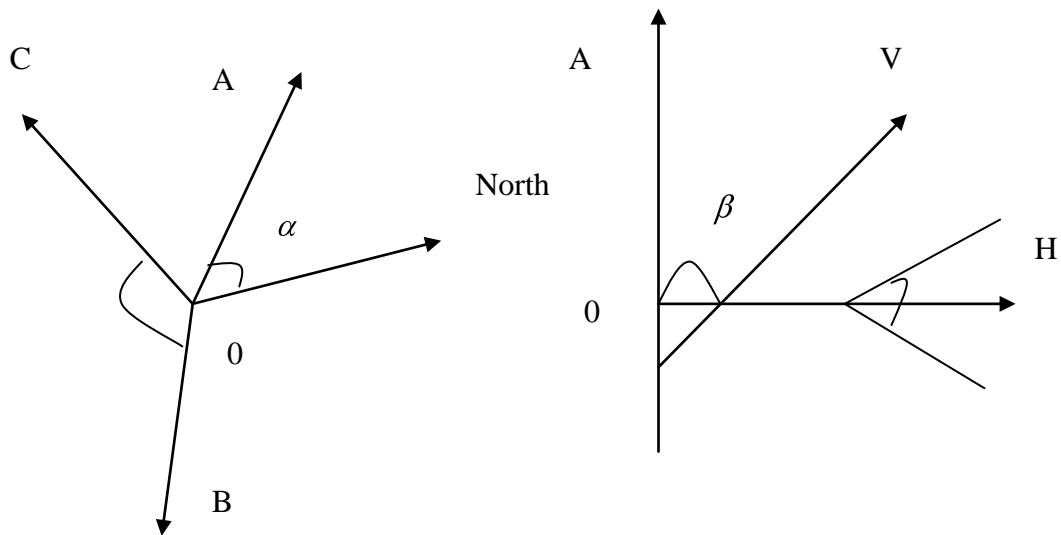
$$\alpha_1 - \alpha_2 = 180^\circ$$

+ Sector hai hướng theo bất kì để phục vụ cho vùng quan trọng.

$$120^\circ < \alpha_1 - \alpha_2 < 180^\circ$$

Góc bức xạ ngang α phản ánh truyền bức xạ tập trung theo hướng của anten. Nó liên quan đến việc tăng mức độ phục vụ cho vùng phục vụ cho vùng theo hướng truyền anten. Ví dụ khi muốn phục vụ cho đường giao thông ta sẽ thực hiện sector anten theo góc 180° dọc các đường giao thông để phục vụ incar. Khi muốn tăng lưu lượng vào một hướng phục vụ cao, cần giảm đối

với hướng không cần thiết phục vụ cao ta sẽ thay đổi góc α nhằm tăng hoặc giảm số TRX cho các cell đó cho phù hợp. Khi muốn phục vụ cho hai hướng bất kì ta sẽ thay đổi góc α theo hai hướng đó để cung cấp số TRX cần thiết phục vụ các cell theo hai hướng đó.



Hình 3.4: Các góc bức xạ của anten

✓ **Góc bức xạ đứng β (Vertical)**

Là góc của trường bức xạ điện từ của anten theo hướng đứng. Tức là góc hợp bởi biên của trường bức xạ điện từ với trục nằm ngang H. Đây là hai góc phân giác với trục H, β là góc tổng của hai góc này.

$$\beta = \beta_1 + \beta_2$$

Thông thường các nhà thiết kế hay sử dụng các giá trị sau:

$$\beta = 6^\circ \quad (\beta_1 = \beta_2 = 3^\circ)$$

$$\beta = 8^\circ \quad (\beta_1 = \beta_2 = 4^\circ)$$

Góc này thường được dùng cho cả hai loại Anten Omini và Sector. Ví dụ như mạng GSM sử dụng các góc $\beta = 6^\circ$ và $\beta = 8^\circ$

Thay đổi góc β có thể thay đổi được vùng không gian phủ sóng. Ví dụ muốn mở rộng vùng phủ sóng của một cell có thể thay đổi góc β từ 6° đến 8° . Hoặc muốn giảm kích thước cell phục vụ có thể giảm góc β từ 8° đến 6° .

Tuy nhiên góc α và β là cố định đối với từng loại anten do đó muốn thay đổi góc anten ta phải thay đổi loại anten.

✓ **Góc Tile γ :**

Là góc hợp bởi chân tử anten với trục đứng (hoặc cột anten). Góc này mang các giá trị $\gamma = 3^\circ$; $\gamma = 6^\circ$.

Góc này luôn có thể thay đổi nhưng không gian trường bức xạ luôn phụ thuộc vào góc β . Khi tăng γ ta có thể phủ sóng gần trung tâm của cell hơn, khi giảm góc γ có thể phủ sóng xa trung tâm của cell hơn.

c) Công suất thu phát của anten

Công suất thu phát của anten BTS có ảnh hưởng đến chất lượng thu phát của các đầu cuối di động.

Các anten khác nhau có độ khuếch đại khác nhau. Độ khuếch đại của anten được định nghĩa mà khả năng theo đó tổng năng lượng bức xạ trong không gian có thể định hướng theo một trục. Trục càng hẹp thì độ thu phát càng cao.

* Độ khuếch đại phân tập anten (G): Khi ta sử dụng anten thu phân tập để phối hợp, lựa chọn sự đa dạng của các mức tín hiệu. Phân tập anten cải thiện được chất lượng tín hiệu trong vùng môi trường sóng phức tạp. Khả năng có thể tăng mức tín hiệu từ 3 đến 6 dB.

* Độ nhạy phân thu : Là mức tín hiệu thấp nhất mà anten vẫn có thể thu được tốt tín hiệu, thông thường ở BTS độ nhạy máy thu là 104 dB và ở MS là 102 dBm ($P_{dBm} = 10\log P_W/10^3$)

Từ đó ta có công thức cân bằng công suất anten:

$$G_{\text{phân tập}} \text{ (dB)} + P_{\text{bức xạ}} \text{ (dB)} = P_{\text{độ nhạy máy thu}} \text{ (dBm)} + L_{\text{suy hao feeder}} \text{ (dB)}$$

(3.1)

Từ công thức trên ta sẽ có biện pháp kỹ thuật can thiệp vào công suất bức xạ của anten BTS theo các thông số trên nhằm thực hiện thu phát tốt với các MS.

Khi sử dụng hệ thống phối hợp các FU trên các anten phát bằng các bộ Combiner sẽ gây ra suy hao tín hiệu bị suy giảm từ 3 đến 9dB tùy thuộc vào số Combiner mà nó phải trải qua. Khi tính toán đến công suất phát của BTS cần phải quan tâm đến suy hao này. Mức công suất phát của BTS được chia thành các lớp. Các lớp thu phát ở TRX được định nghĩa theo mức tín hiệu lớn nhất mà nó có thể điều chỉnh:

Bảng lớp công suất

Lớp công suất TRX	1	2	3	4	5	6	7	8
Công suất lớn nhất (W)	320	160	80	40	20	10	5	2.5

Bảng lớp công suất cho phép ta thay đổi công suất thu phát của BTS cho MS. Giả sử đang ở lớp công suất phát TRX là 4 và công suất lớn nhất là 40W thì ta có thể điều chỉnh lớp công suất phát theo mức 15, 17, 19,...25 < 40W trường hợp MS ở xa trạm gốc thì có nghĩa là ta phải điều chỉnh công suất đến mức lớn nhất là 40W.

- Độ nhạy máy thu: 104 dB với loại MS đặt trên xe
102 dB với loại MS cầm tay

- Độ tăng ích anten: 0 dB với MS trên xe
-2 dB với MS cầm tay

- Công suất phát của anten còn phụ thuộc vào chiều dài của chân tử anten.

Độ dài của chân tử anten tỷ lệ với bước sóng ($\lambda/2$). Do đó vấn đề tăng công suất của anten bị hạn chế. Trong việc quy hoạch mạng ta muốn giảm

kích thước Cell để đảm bảo chất lượng phục vụ trong Cell thì có nghĩa là ta phải giảm công suất của trạm gốc tức là giảm công suất phát của anten BTS.

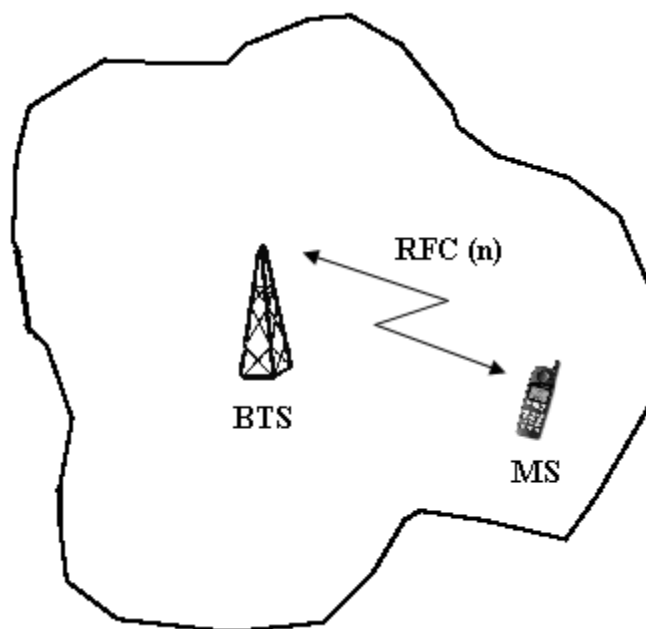
Ngược lại khi ta tăng công suất của anten trạm gốc tức là mở rộng kích thước Cell thì với một số lượng kênh có sẵn đủ lớn ta có thể tăng lưu lượng phục vụ của Cell đó.

Khả năng phủ sóng có hiệu quả còn phụ thuộc vào chiều cao của anten. Điều này có ý nghĩa rất lớn trong việc thiết kế mạng theo tính chất địa lý của vùng phục vụ.

3.3. Giải pháp chia nhỏ ô

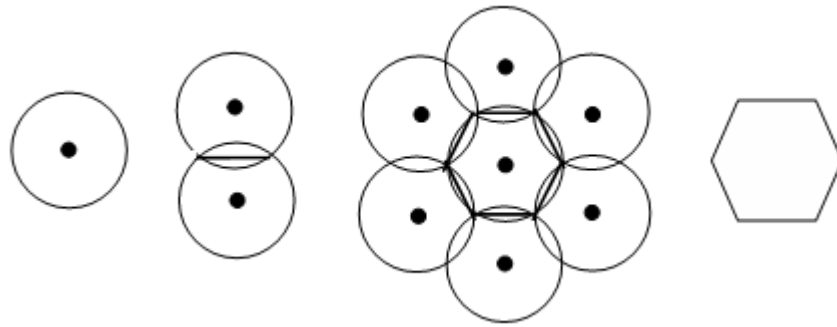
3.3.1. khái niệm ô (Cell)

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 3.5: Khái niệm Cell

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



Hình 3.6: 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.

✓ 3.3.2. Kích thước Cell và phương thức phủ sóng

a) 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 toà 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).

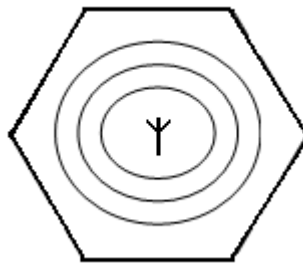
Một số khu vực trong nhà mà các anten ngoài trời không thể phủ sóng tới như nhà ga, sân bay, siêu thị... thì người ta sẽ dùng các trạm pico để chuyển tiếp sóng từ các anten ngoài trời vào.

b) 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 (360⁰)**

Anten vô hướng hay 360⁰ bức xạ năng lượng đều theo mọi hướng.



Hình 3.7: Omni (360⁰) Cell site

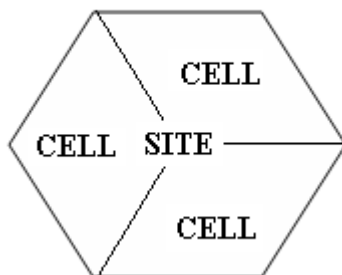
Khái niệm Site: Site được định nghĩa là vị trí đặt trạm BTS.

Với Anten vô hướng: 1 Site = 1 Cell 360⁰

✓ 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 3.8: Sector hóa 120^0

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

✓ 3.3.3.Chia Cell (Cells Splitting)

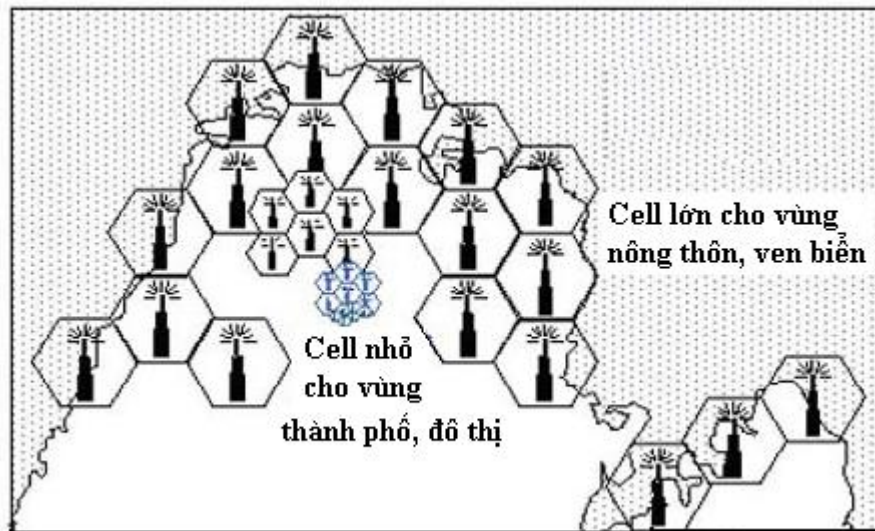
Một cell với kích thước càng nhỏ thì dung lượng thông tin càng tăng. Tuy nhiên, kích thước nhỏ đi có nghĩa là cần phải có nhiều trạm gốc hơn và như thế chi phí cho hệ thống lắp đặt trạm cũng cao hơn.

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.

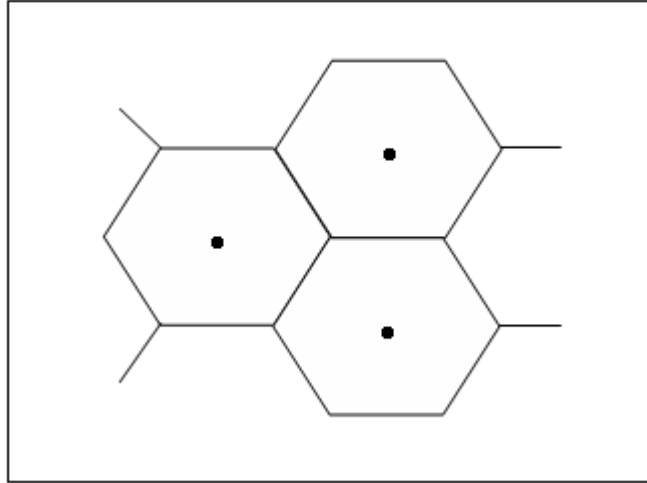


Hình 3.9: Phân chia Cell

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 3.10: Các Omni (360^0) Cells ban đầu

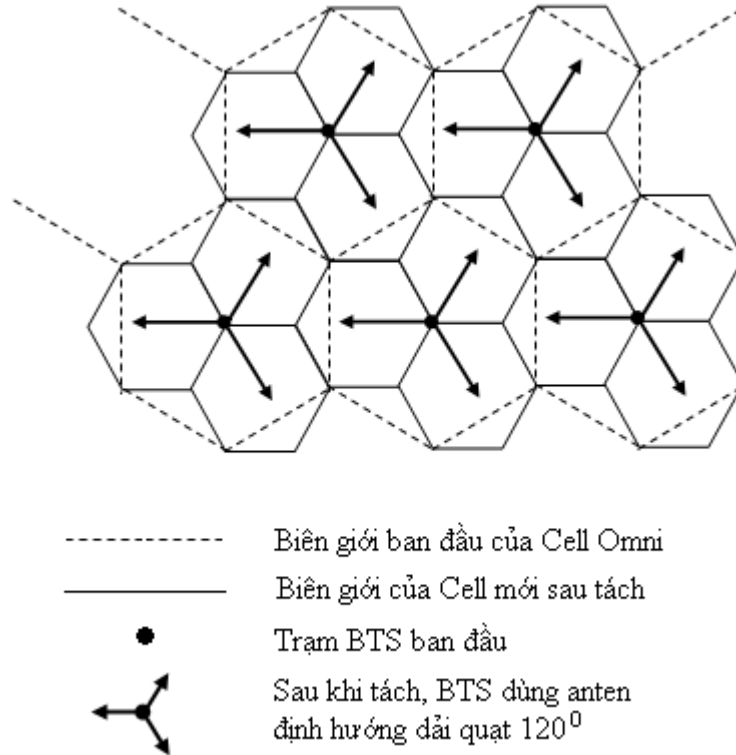
Khi mạng được mở rộng, dung lượng sẽ tăng lên, để đáp ứng được điều này phải dùng nhiều sóng mang hơn hoặc sử dụng lại những sóng mang đã có một cách thường xuyên hơn.

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 120^0 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 120^0 .



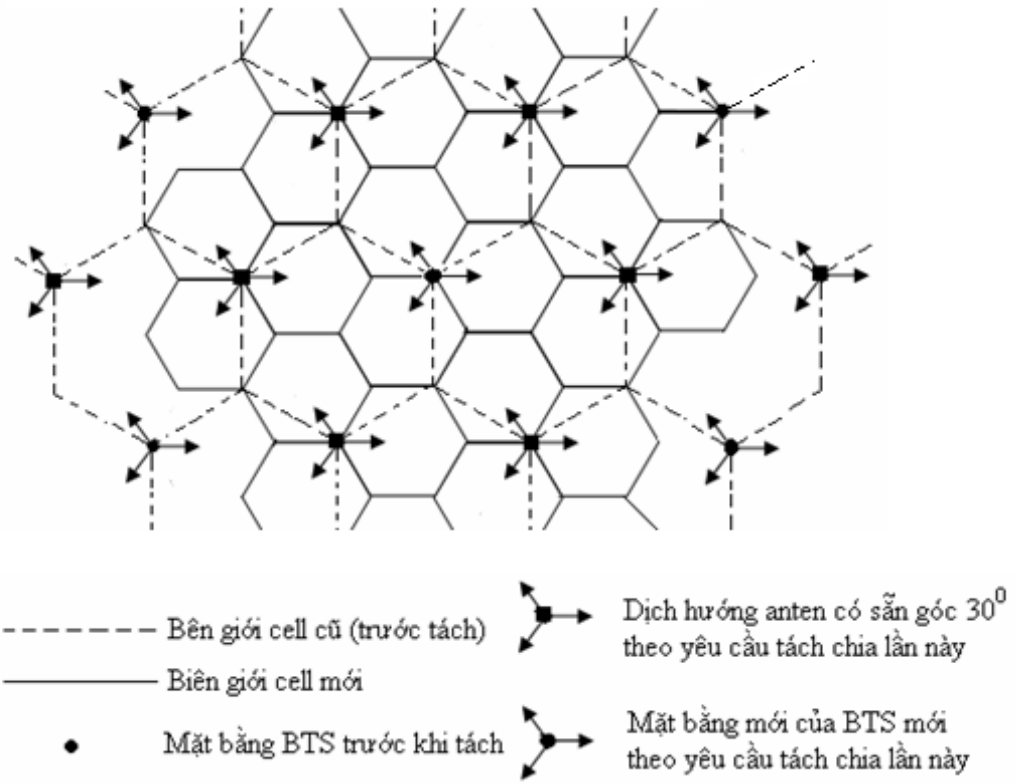
Hình 3.11: Giai đoạn 1 :Sector hóa

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

✓ Tách chia Cell 1:3 thêm lần nữa

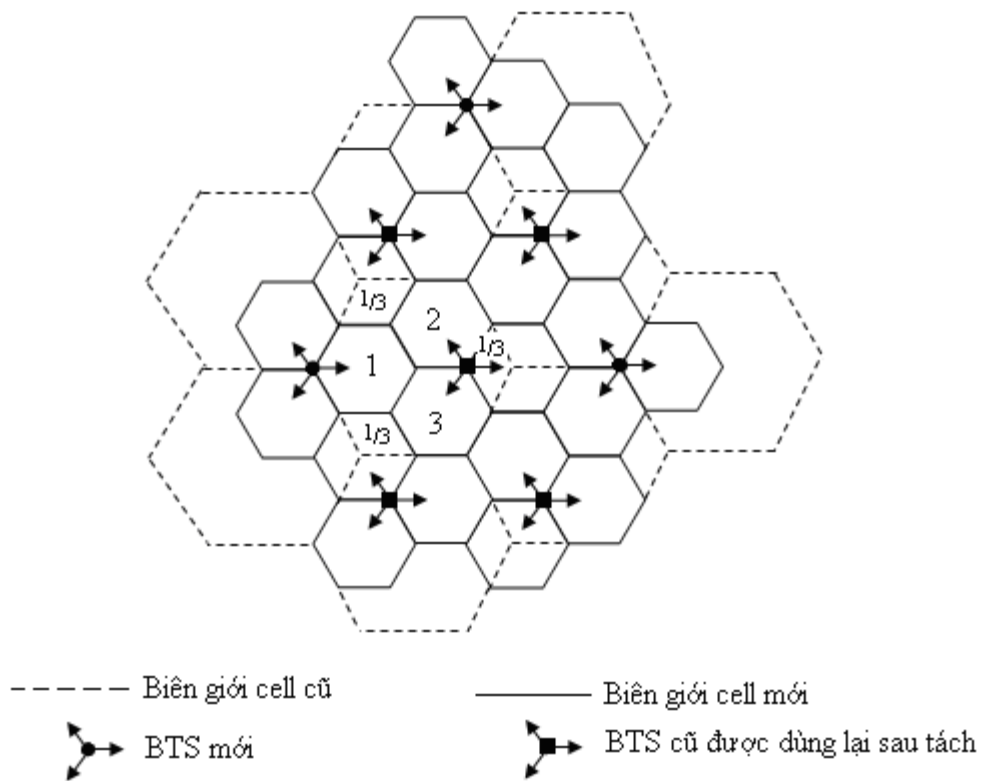
Hình 3.12 trình bày việc tách chia 3 thêm lần nữa. Lần tách này sử dụng lại mặt bằng cũ và thêm mới gấp đôi mặt bằng mới cho các BTS mới.

Ở mặt bằng cũ, anten cần quay đi 30^0 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 3.12: Tách chia 1:3 thêm lần nữa

✓ Tách chia 1:4 (sau lần đầu chia 3)



Hình 3.13: 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 3.13.

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.

3.3.4. Cấu trúc cell phân cấp (Hierarchical cell structures)

Khái niệm về cấu trúc cell phân cấp (hay phân lớp) là dựa trên ý tưởng sử dụng mức công suất thấp nhất để tối thiểu hóa nhiễu giao thoa. Các lớp bao gồm macro cell, micro cell, pico cell. Mỗi lớp thực hiện các chức năng khác nhau nhưng được định nghĩa rõ ràng. Macro cell phục vụ cho các cuộc gọi mà người thực hiện có tốc độ di chuyển khá nhanh, chẳng hạn cuộc gọi được thực hiện trên ô tô, micro cell phục vụ cho các cuộc gọi có tốc độ di chuyển chậm hơn như của người đi bộ. Trong khi đó pico cell phủ sóng Indoor ở những khu vực như các siêu thị hoặc các tòa nhà cao tầng, trung tâm thương mại.

Với việc đưa vào các lớp macro cell, pico cell, micro cell thì việc tăng thêm dung lượng mạng và cải thiện chất lượng thông tin là hoàn toàn có thể thực hiện được. Theo đó chức năng của các lớp thấp hơn là để cung cấp *dung lượng*

(provide capacity) cho hệ thống, còn chức năng của các lớp cao hơn là để cung cấp vùng *phủ sóng* (provide coverage), lấp đầy các lỗ trống trong vùng phủ sóng của các lớp thấp hơn.

3.4. Giải pháp 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 vấn đề nhiễu 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.

✓ 3.4.1. Tái sử dụng lại tần số

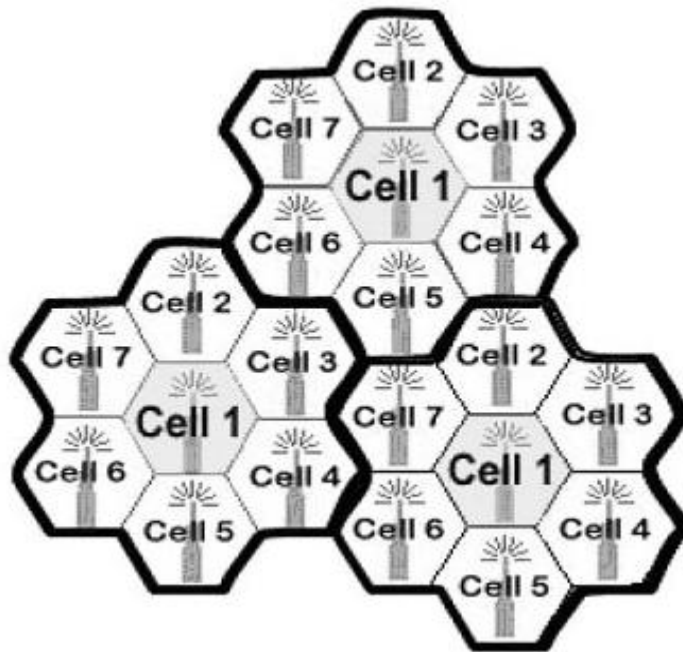
Một hệ thống tổ ong là dựa trên việc sử dụng lại tần số. Nguyên lý cơ bản khi thiết kế hệ thống tổ ong là các mẫu sử dụng lại tần số. Theo định nghĩa sử dụng lại tần số là việc sử dụng các kênh vô tuyến ở cùng một tần số mang để phủ sóng cho các vùng địa lý khác nhau. Các vùng này phải cách nhau một 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 mảng mẫu sao cho các mảng mẫu sử dụng lại tần số mà không bị nhiễu quá mức.

Hình 3.14 mô tả cách phủ sóng bằng mảng mẫu gồm 7 cell đơn giản.



Hình 3.14: Mảng mẫu gồm 7 cells

✓ Cụ ly dùng lại tần số

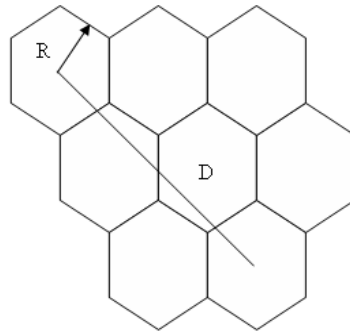
Ta biết rằng sử dụng lại tần số ở các cell khác nhau thì bị giới hạn bởi nhiễu đồng kênh C/I giữa các cell đó nên C/I sẽ là một vấn đề chính cần được quan tâm.

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:

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

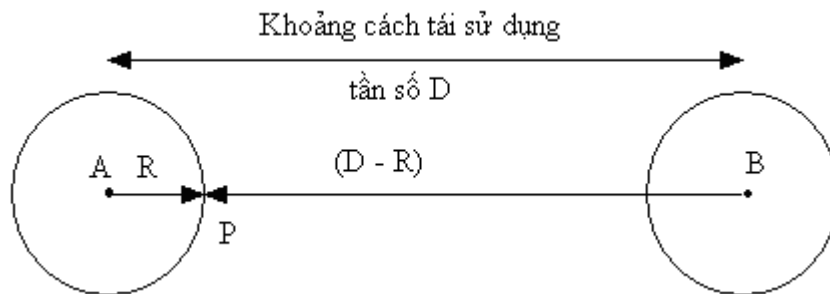
(trong đó: R là bán kính cell)



Hình 3.15: 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 3.16: 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.

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

Số cell (N) Kích thước mảng	Tỉ số C/I (dB)		
	x		
	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:

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

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.

✓ 3.4.2. Các mẫu tải 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.

a) *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):

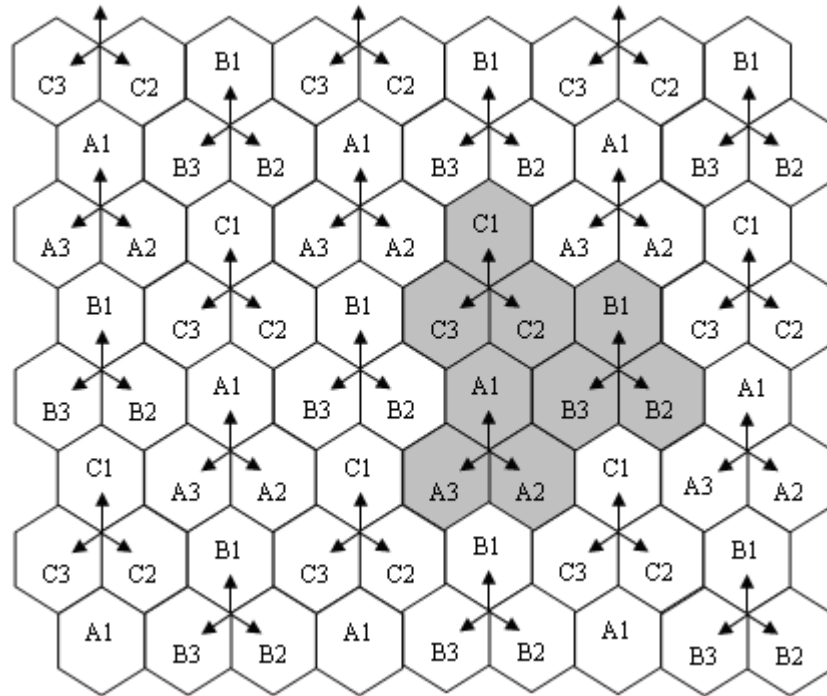
Ấn định tần số									
	A1	B1	C1	A2	B2	C2	A3	B3	C3
BCCH	84	85	86	87	88	89	90	91	92
TCH1	93	94	95	96	97	98	99	100	101
TCH2	102	103	104	105	106	107	108	109	110
TCH3	111	112	113	114	115	116	117	118	119
TCH4	120	121	122	123	124				

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 3.17: Mẫu tái sử dụng lại tần số 3/9

Theo lý thuyết, cấu trúc mạng 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 liên 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 liên 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.

b) 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 $D = 6R$.

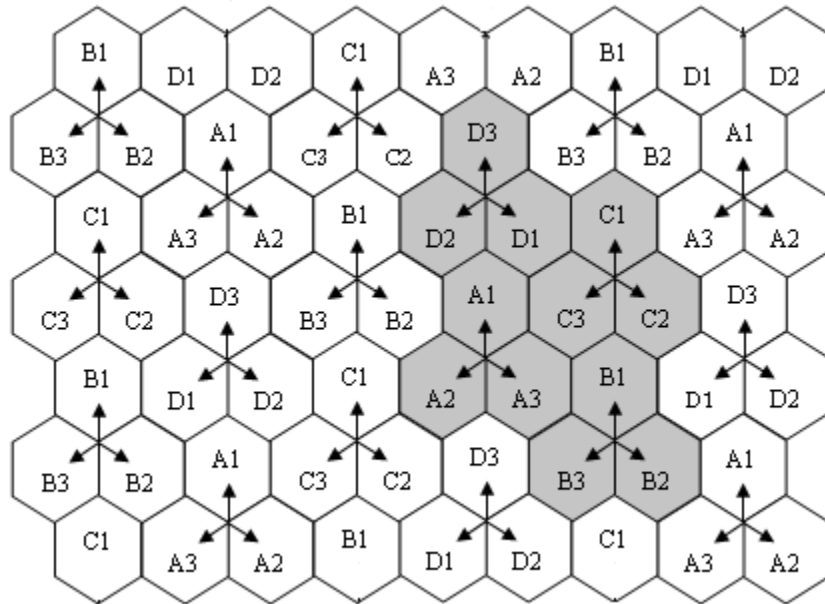
Các tần số ở mẫu 4/12:

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 3.18: 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).

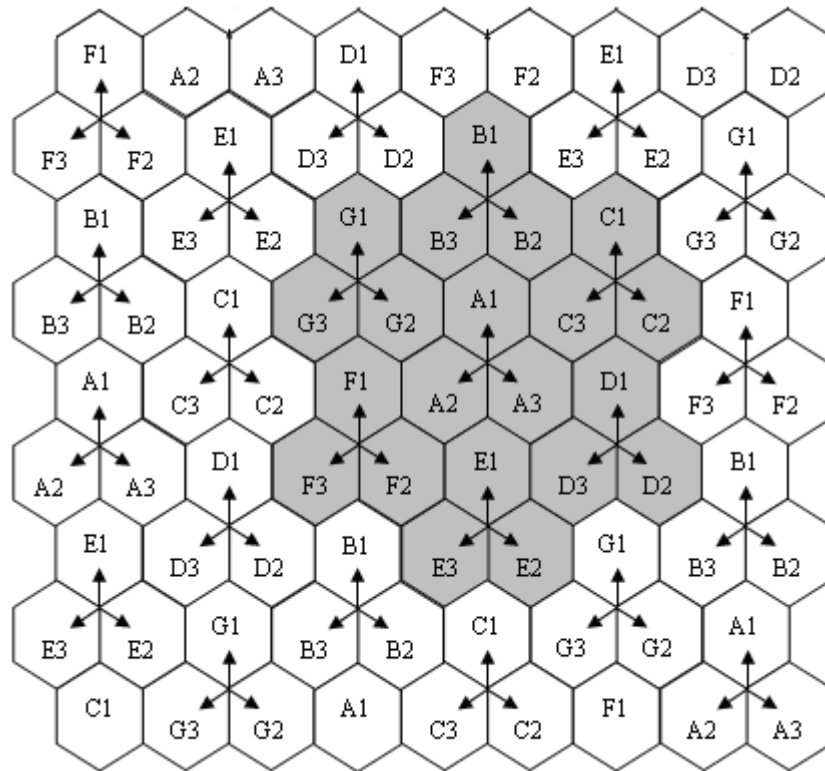
b) Hệ số sử dụng lại tần số thấp hơn (đồng nghĩa với khoảng cách sử dụng lại là lớn hơn).

c) *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:

Án 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 3.19: 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.

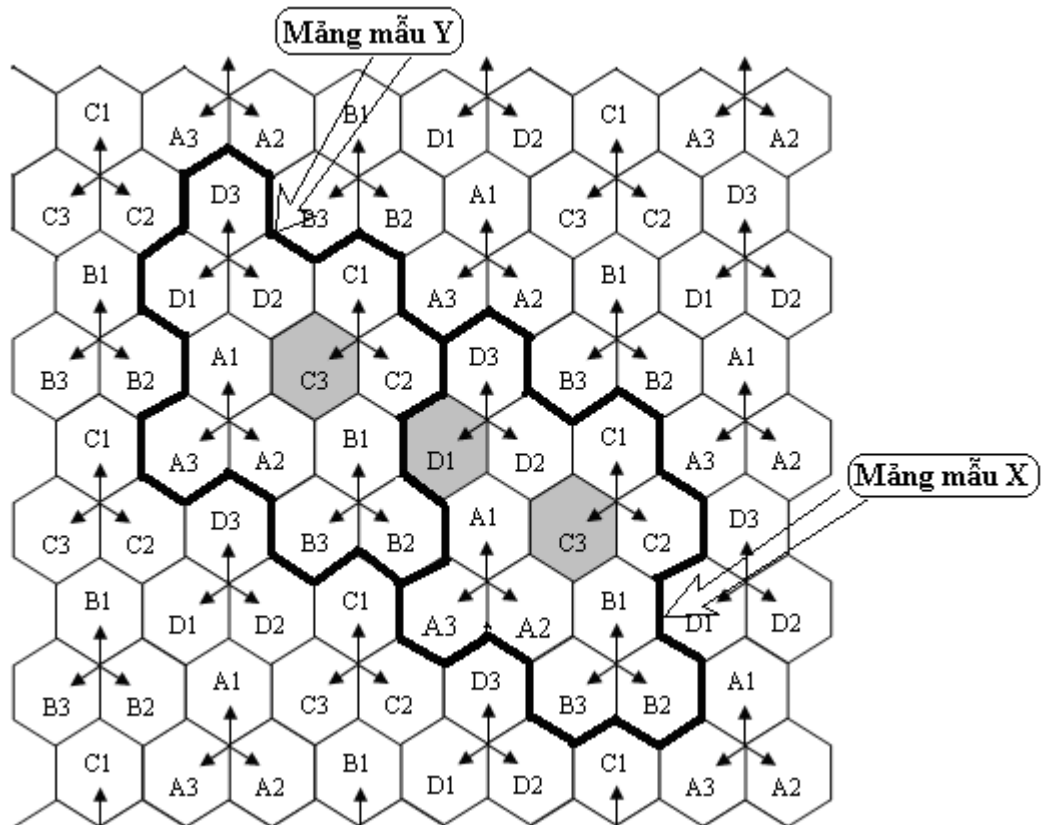
✓ 3.4.3. Thay đổi quy hoạch tần số theo phân bố lưu lượng

a) 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 3.20: Thay đổi quy hoạch tần số

Hình 3.20. biểu thị một tình huống như vậy: Đây là mẫu tái sử dụng tần số 4/12. Tại mạng 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 cự 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 cự 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 $6 \div 8$ 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:

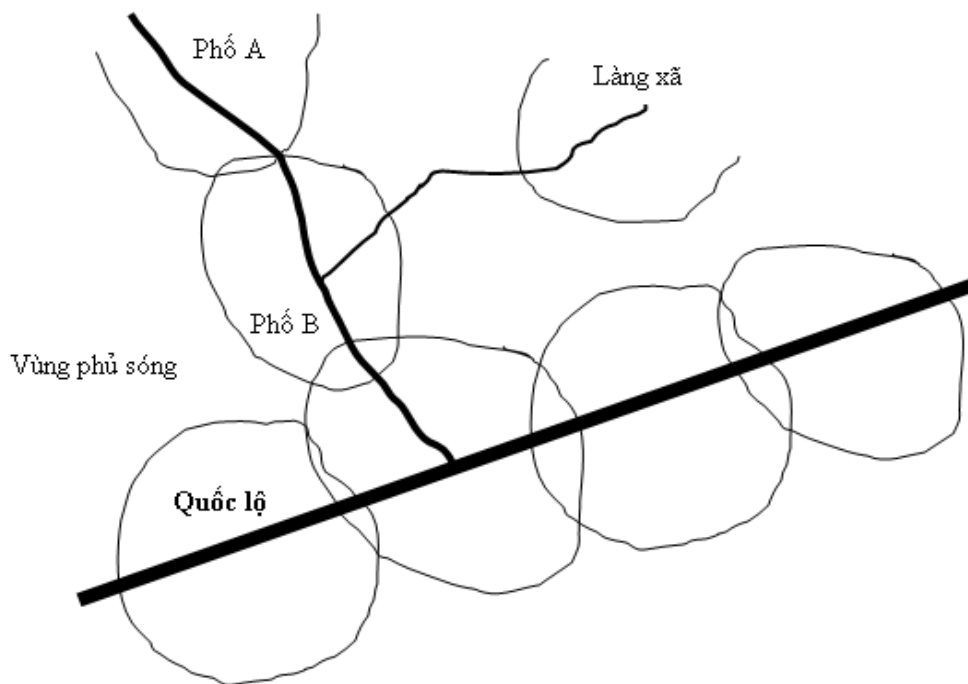
- Sự khác nhau về công suất phát vô tuyến cả các BTS.

- Sự khác nhau về anten được dùng ở các cơ sở mặt bằng.
- Địa hình thay đổi
- Mạng 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.

3.4.4. 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 3.21: Phủ sóng không liên tục

✓ 3.5. 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.

3.5.1. 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.

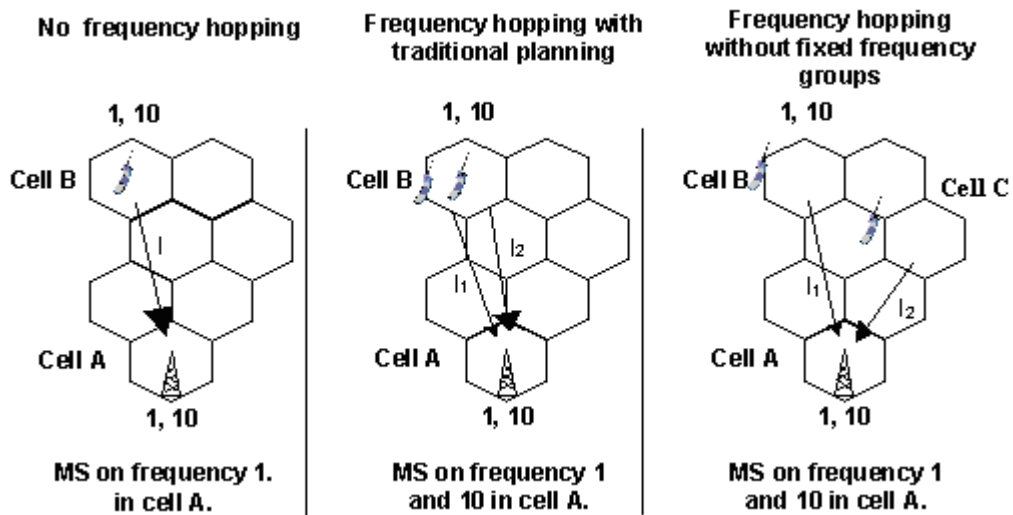
Phân tán nhiễu: Cường độ nhiễu được chia sẻ đều cho các thuê bao để quy về mức nhiễu trung bình.

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 3.22: Một ví dụ về hiệu quả của kỹ thuật nhảy tần trên phân tập 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.

3.5.2. Phương pháp đa mẫu sử dụng 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.

a) *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.

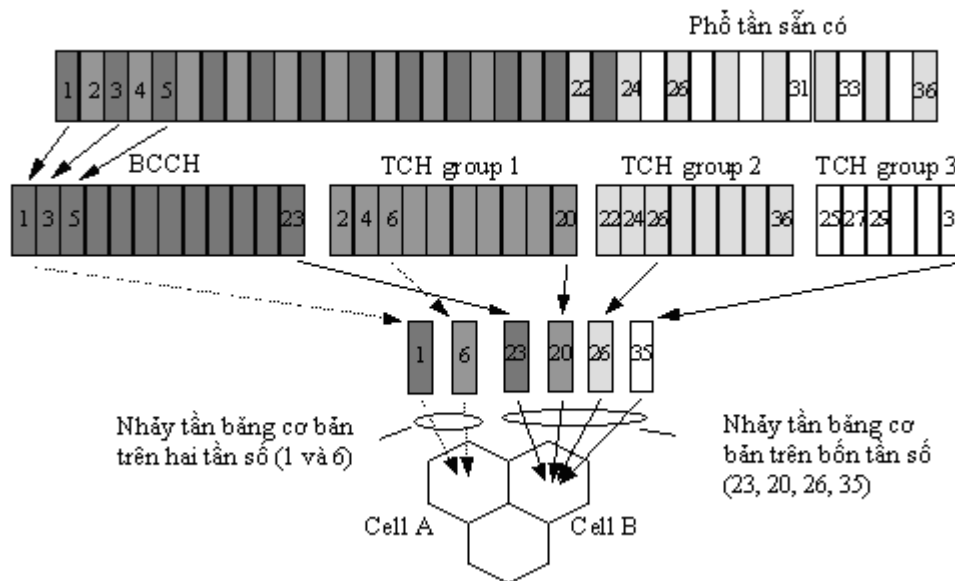
- **Khi mở rộng thêm TRX, ảnh hưởng tới thiết kế tần số hiện tại sẽ nhỏ hơn:** Việc phân chia băng tần TCH sẽ giới hạn số lượng các yêu cầu của công tác thiết kế tần số khi có thêm những TRX được bổ sung. Chỉ những cell có cùng số TRX hoặc nhiều hơn mới bị ảnh hưởng nếu có thêm những TRX bổ sung. Ví 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.

b) 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 3.23: 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.

c) 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%.

$$\text{Hệ số sử dụng lại tần số trung bình của một cell} = \frac{\text{Tổng số tần số trong nhóm ấn định cho cell đó}}{\text{Số TRX của cell đó}}$$

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

3.6. Giải pháp nâng cao khả năng truyền dẫn

Truyền dẫn là cơ sở rất quan trọng trong thiết kế mạng. Truyền dẫn trên đường truyền vô tuyến có ảnh hưởng tới chất lượng cuộc gọi của mạng. Truyền dẫn trên Abí có ảnh hưởng cấu hình và lưu lượng phục vụ mạng.

3.6.1. Kỹ thuật truyền dẫn vô tuyến

Đặc điểm của phương thức thông tin di động là truyền dẫn vô tuyến bằng song vi ba nối giữa BTS và BSC. Tuy nhiên điều này lại hạn chế chất lượng thuê bao của mạng.

a) dải tần số

GSM sử dụng phương pháp điều chế tối thiểu Gause – GMSK cho điều chế các tín hiệu số có tốc độ xấp xỉ 270 kbit/s. Dải tần số điều chế có độ rộng khoảng 900 KHz do vậy việc lựa chọn các kênh trong một cell hoặc các cell lân cận có tần số quá nhỏ sẽ gây nên một sự tập hợp quá lớn về dải tần phổ bởi băng tần quá hẹp. Điều này có thể khắc phục bằng việc sử dụng lại tần số theo mẫu sử dụng lại tần số một cách khoa học để tránh nhiễu tần số gây ra.

b) Suy hao đường truyền

Môi trường sóng có ảnh hưởng đến tín hiệu thu. Tổn hao truyền sóng phụ thuộc rất nhiều vào ảnh hưởng của địa hình và các điều kiện về khí tượng và thủy văn. Mặt khác các yếu tố này luôn thay đổi theo thời gian (ví dụ : khi xây dựng thêm những tòa nhà cao tầng mới, nhiệt độ môi trường thay đổi....). Trong quá trình truyền sóng tín hiệu thu giảm dần do khoảng cách giữa các trạm phát và thu ngày càng xa nhau. Suy hao này có thể tỷ lệ bình phương với khoảng cách giữa trạm thu và trạm phát, trong điều kiện thành phố thì nó tỷ lệ với mũ 4 lần khoảng cách - tức là với môi trường phức tạp thì mọi nhiễu đều tăng lên. Do đó hata đã đưa ra công thức mang tính chất thực nghiệm sau:

• Vùng thành phố

$$L_p(\text{đô thị}) = 69,55 + 26,16 \cdot \lg f_c - 13,82 \cdot \lg h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \cdot \lg h_b) \cdot \lg d$$

(dB)

Trong đó:

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

f_c : 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 tới máy di động (1 ÷ 20) km

Hệ số điều chỉnh anten $a(h_m)$:

$$a(h_m) = (1,1 \cdot \lg f_c - 0,7) \cdot h_m - (1,56 \cdot \lg f_c - 0,8) \quad (\text{dB})$$

Cũng có công thức khác cho vùng đông dân:

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

$$L_p(\text{nông thôn}) = L_p(\text{đô thị}) - 4,78 \cdot (\lg f_c)^2 + 18,33 \cdot \lg f_c - 40,49 \quad (\text{dB})$$

Mô hình Hata 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 thiết phải sử dụng một mô hình khác.

Quy định : C/R >9 dB

Để hạn chế hiện tượng này, ta phải chú ý đặt trạm cách xa vật cản của anten phải có hướng tính cao và xa vật cản. Hiện tượng phân cách thời gian sẽ xảy ra khi hiệu khoảng cách truyền giữa tín hiệu truyền trực tiếp và tín hiệu phản xạ lớn hơn 4.5 km.

Nhiều giao thoa đồng kênh (C/I) > 9 dB :

Định nghĩa tỷ số giữa mức sóng mang mong muốn và sóng mang không mong muốn. Nhiều giao thoa đồng kênh là nhiễu do tín hiệu thu không mong muốn có cùng tần số với tín hiệu thu mong muốn. Nhiều này thường xảy ra khi sử dụng không tốt mẫu sử dụng lại tần số, các cell dùng chung tần số cách nhau không xa hoặc giữa chúng có các con sông hoặc ao hồ. Các cell cách nhau không đủ sẽ bị nhiễu khi dùng chung tần số, còn môi trường điện ly của nước tốt hơn đất do đó các cell dùng chung tần số được phân cách bởi sông hồ sẽ bị nhiễu giao thoa đồng kênh.

Nhiều giao thoa kênh lân cận C/A:

Các kênh có tần số gần với tín hiệu thu của kênh lân cận mình, dải tần của chúng chồng lên nhau ở mức độ lớn.

Khi sử dụng mẫu sử dụng lại tần số không tốt cũng gây hiện tượng nhiễu giao thoa kênh lân cận nghĩa là khoảng cách giải tần giữa các tần số sóng mang (kênh) cùng cell, site bị nhiễu giao thoa.

Quy định: C/A > -9dB

Khi thiết kế mạng ta luôn phải đo đạc thăm dò để xác định được các tỷ số C/I; C/A; C/R nhằm đưa ra một cấu hình phân bố kênh và tần số hợp lý.

3.6.2. Truyền dẫn cho BTS

Công việc cuối cùng của thiết kế và mở rộng mạng là lựa chọn phương pháp truyền dẫn tới các trạm mới được bổ sung. Truyền dẫn từ BSC tới BTS có thể bằng môi trường cáp quang hay vi ba nhưng đều là đường truyền PCM. Đường truyền dẫn BTS – BSC quy định cấu hình TRX của BTS xác định lưu lượng của mạng.

Phân phối các thông số cơ bản của ô

- ✓ Các thông số chung:
 - Tên MSC: Nhận dạng MSC mà kênh này được nối tới.
 - Nhận dạng BSC: Nhận dạng BSC được nối tới ô.
 - Nhận dạng địa điểm (site).
 - Tên địa điểm (site name).
- ✓ Thông số mô tả ô:
 - Tên ô (cell) sử dụng anten site cùng với nhận dạng ô (được đánh số A, B, C, hoặc 1, 2, 3, bắt đầu từ hướng bắc theo chiều kim đồng hồ).
 - Nhận dạng ô toàn cầu CGI.
 - Nhận dạng trạm BTS (BSIC).
 - Công suất phát của máy phát BSWRB.
 - Phân bố tần số vô tuyến:
 - + Tần số sóng mang BCCH
 - + Tần số sóng mang SDCCH
 - + Tần số sóng mang kết hợp BCCH và SDCCH (CBCHNO)

Các tần số sử dụng có hướng lên là:

$$FL = 890,2 + 0,2 (n-1) \text{ (MHz)} \quad (3.7)$$

3.6.3. Phân bố các khe thời gian trên đường truyền dẫn tới BTS

Ta biết rằng truyền dẫn từ BSC tới BTS (giao diện Abis) là đường truyền dẫn số PCM. Đường truyền dẫn PCM sử dụng 30 khe thời gian (TS) cho thông tin và dùng TS0 và TS1 cho báo hiệu việc phân bố các khe thời gian trong 30 tần số thông tin cho đường PCM cho BTS như sau:

- + Một TRX cần một khe thời gian cho tín hiệu thoại, số liệu.
- + Một TRX cần một khe thời gian cho đường báo hiệu vô tuyến RSI. (Radio Signaling Link).
- + Một BTS cần một TS cho khai thác bảo dưỡng OML. (Operation Maintenance Link).

Như vậy cấu trúc tần số trên đường truyền dẫn PCM cho các BTS sẽ quy định cấu hình TRX của BTS và giới hạn cấu hình cực đại TRX cho các site.

Ví dụ với cấu hình site của một Sector có BTS như sau: 4 TRX – 3 TRX – 2 TRX thì theo tính toán ở trên ta được tổng số TS là:

$19 + 19 + 2 = 40$ TS, như vậy đây là một cấu hình cực đại của BTS về truyền dẫn vì đã sử dụng hết số TS trong một PCM.

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 giải pháp nâng cấp và mở rộng mạng GSM. Nâng cấp và mở rộng mạng 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 giải pháp để nâng cấp và mở rộng mạng.

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 cô và các bạn để đồ án thêm hoàn thiện.

Qua thời gian thực tập em thấy việc nâng cấp và mở rộng mạng 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 nâng cấp mở rộng 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.

Em xin gửi lời cảm ơn chân thành tới thầy Nguyễn Khắc Hưng người đã trực tiếp hướng dẫn và giúp đỡ em hoàn thành đồ án tốt nghiệp này. Đồng thời em cũng gửi lời cảm ơn tới toàn thể các thầy cô, các bạn và gia đình những người đã giúp đỡ và ủng hộ em trong suốt thời gian qua.

Hải phòng , Ngày tháng năm 2009

Sinh viên thực hiện

Lê Cao Hà

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 08/07/2009.
- [6] <http://www.wikipedia.org>, Truy cập cuối cùng ngày 08/07/2009.
- [7] <http://www.tapchibcvn.gov.vn>, Truy cập cuối cùng ngày 08/07/2009.

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

