

Đề bài

Lời nói đầu !

Thị trường viễn thông Việt Nam đang bùng nổ , mở ra nhiều cơ hội cho các nhà cung cấp dịch vụ . “ Mọi lúc mọi nơi ” , “ Hãy nói theo cách của bạn ” , “ Không ngần ngại vươn xa ” là những slogan nổi tiếng của ba nhà khai thác viễn thông hàng đầu Việt Nam là Mobiphone , Viettel và Vinaphone . Đó cũng là tiêu chí hướng đến của nhà mạng để khách hàng được sử dụng những dịch vụ tốt nhất mà vẫn thu được lợi nhuận cao nhất . Để làm được điều đó , việc quy hoạch , xây dựng cơ sở hạ tầng mạng cần được tính toán , thiết kế tối ưu nhất . Là những sinh viên viễn thông , sau khi được học môn Thông tin di động do TS.Ngô Thé Anh trực tiếp giảng dạy , chúng em được trang bị những kiến thức cơ bản về hệ thống viễn thông . Sau thời gian học tập , trao đổi thảo luận cùng với sự hướng dẫn của thầy , chúng em đã có thể **Tính toán thiết kế ô trong hệ thống thông tin di động GSM 1800** dựa trên những thông số cơ bản . Đó cũng là nhiệm vụ thiết kế môn học thông tin di động mà nhóm em được giao . Sau hơn một tuần cùng làm việc , nhóm chúng em đã hoàn thành bài báo cáo với các phần nội dung chính sau :

Phần 1 : Tìm hiểu về GSM . Trong phần này , chúng em trình bày về cấu trúc hệ thống GSM .

Phần 2 : Các vấn đề khi tính toán thiết kế hệ thống . Phần này trình bày về các vấn đề để có thể tối ưu hóa hệ thống đó là kỹ thuật tách cell (CA) , sử dụng lại tần số (FR).

Phần 3 : Tính toán thiết kế một hệ thống GSM 1800 . Đây là nhiệm vụ chính của bài thiết kế . Với các thông số đề bài cho , chúng em đã tính toán để có thể thiết kế các cell , cũng như giải quyết các vấn đề đặt ra trong đề bài .

Chúng em đã cố gắng để hoàn thành nhiệm vụ đúng thời hạn nhưng để thiết kế được hệ thống tối ưu nhất thì cần giải quyết rất nhiều vấn đề mà có thể chúng em chưa biết để đề cập trong bài báo cáo , kính mong thầy bổ sung để chúng em trang bị được kiến thức tốt nhất cho mình .

Chúng em xin được chân thành cảm ơn thầy đã tận tình chỉ dạy và tập thể lớp Kỹ thuật viễn thông K48 Đh Giao thông vận tải cơ sở 2 nhiệt tình thảo luận , xây dựng ý kiến và nỗ lực hết mình để có thể hoàn thành công việc được giao !

TP Hồ Chí Minh , Ngày 31 , tháng 5 , năm 2011

Nhóm 1

Mục lục

Đề bài	1
Lời nói đầu !	2
Mục lục	4
Phụ lục 1 Thuật ngữ viết tắt	6
Phụ lục 2 Danh mục hình vẽ	8
Phần 1 : Tìm hiểu về mạng GSM	9
1.1 Lịch sử của GSM (History of GSM)	9
1.2 Cấu trúc mạng GSM	10
1.1.1 Các phần tử của hệ thống chuyển mạch (SS)	11
1.1.2 Hệ thống trạm gốc	12
1.1.3 Trung tâm giám sát mạng	13
1.1.4 Trạm di động (MS)	13
1.3 Cấu trúc địa lý của mạng GSM	14
1.3.1 Cell	14
1.3.2 Vùng định vị (LA)	15
1.3.3 Vùng phục vụ MSC	15
1.3.4 Vùng phục vụ PLMN	16
1.3.5 Vùng phục vụ GSM	16
Phần 2 Các vấn đề cơ bản khi tính toán thiết kế cell trong mạng GSM 2G	16
2.1 Kỹ thuật sự dụng lại tần số (FR)	16
2.1 Kỹ thuật phân chia tần số	21
Phần 3 Tính toán hệ thống	25
3.1 Số cell thực tế tối thiểu cần phải lắp đặt để đảm bảo yêu cầu dịch vụ và lựa chọn N	25

3.2 Lựa chọn N sau 5 năm.....	30
3.3 Giải pháp để giảm GoS.....	32

Phụ lục 1 Thuật ngữ viết tắt

TT	Từ viết tắt	Tiếng Anh	Tiếng Việt
1	AUC	Authentiation Center	Trung tâm nhận thực
2	AMR	Adaptive Multi-Rate	Tương thích đa tốc độ
3	BSC	Base Station Controller	Bộ điều khiển trạm gốc
4	BSS	Base Station Subsuytem	Phân hệ trạm gốc
5	BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
6	CEFT	Conférence Européenne des Postes et Télécommunications	Hội nghị các cơ quan quản lý viễn thông và Bưu chính châu Âu .
7	CGI	Cell Global Identity	Nhận dạng ô toàn cầu
8	FDMA	Frequency Devision Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
9	ETSI	European Telecommunications Standards Institute)	Viện tiêu chuẩn viễn thông châu Âu
10	EDGE	Enhanced Data rates for Global Evolution	Cải tiến tốc độ dữ liệu cho phát triển toàn cầu
11	EIR	Equipment Identity Register	thanh ghi nhận dạng thiết bị
12	GSM	Global System for Mobile communications	Hệ thống thông tin di động toàn cầu
13	HLR	Home Location Register	Thanh định vị thường trú
14	IN	Intelligent Network	Mạng thông minh
15	LA	Location Area	Vùng định vị
16	MoU	Memorandum of Understanding	Biên bản ghi nhớ
17	MS	Mobile Station	Trạm di động
18	MSC	Mobile services Switching Center	Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động
19	MVPNs	Mobile Virtual Private Networks	Điện thoại di động mạng riêng ảo

Thiết kế cell trong hệ thống GSM 1800

20	NMC	Network Management Center	Trung tâm quản lý mạng
21	OMC	Operation and Maintenance Center	Trung tâm khai thác và bảo dưỡng
22	PCS	Personal Communications Services	Dịch vụ truyền thông cá nhân
23	PLMN	Public Land Mobile Network	Mạng di động mặt đất công cộng
24	SIM	SUBSCRIBER IDENTITY MODULE	Phân tử nhận dạng thuê bao
25	SMS	Short Message Service	Dịch vụ bản tin ngắn
26	SS	Switching Subsystem	Phân hệ chuyển mạch
27	TDMA	Time Devision Muntiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
28	VLR	Visit Location Register	Thanh ghi định vị tạm trú

Phụ lục 2 Danh mục hình vẽ

	Trang
Hình 1.1 : Hệ thống GSM	11
Hình 1.2 : Mối quan hệ giữa các vùng trong cấu trúc địa lý của mạng GSM.....	14
Hình 2.1 : Mẫu sử dụng lại tần số với N= 3 (Cluster)	17
Hình 2.2 : cell đồng kênh	18
Hình 2.3 Phân chia tần số cố định	21
Hình 2.4 : Cáp phát cố định sô kênh tần số cho mỗi cell	22
Hình 2.4 Phân chia tần số linh động	23
Hình 2.5 Phân chia tần số kết hợp	24
Hình 3.1 : Lưu đồ tính toán	25
Hình 3.2 : Hình dạng thu nhỏ của khu vực diện tích X.Y (km ²).....	26
Hình 3.3 Quy luật bố trí cell.....	26
Hình 3.4 : Bố trí cell cho các chiều.....	27

Phần 1 : Tìm hiểu về mạng GSM

1.1 Lịch sử của GSM (History of GSM)

Năm 1982 : CEFT – Hội nghị các cơ quan quản lý viễn thông và Bộ chính phủ châu Âu bắt đầu đề ra Chuẩn truyền thông số châu Âu sử dụng băng tần 900MHz. Tiêu chuẩn này sau được biết như là Hệ thống thông tin di động toàn cầu (GSM) .

Năm 1986 :một cuộc kiểm tra ngoài hiện trường ở Paris để lựa chọn công nghệ truyền dẫn số theo phương án sử dụng TDMA hoặc FDMA .

Năm 1987 :sự kết hợp giữa TDMA và FDMA được lựa chọn là công nghệ truyền dẫn cho GSM . 12 quốc gia đã ký vào biên bản ghi nhớ (MoU) thực hiện các quy định của GSM vào năm 1991 .

Năm 1988 :CEPT bắt đầu đưa ra các tiêu chuẩn kỹ thuật GSIM cho từng giai đoạn thực hiện . Trong năm này cũng có 5 quốc gia khác ký vào MoU .

Năm 1989 :ETSI quy định các tiêu chuẩn kỹ thuật của GSM là tiêu chuẩn chung được sử dụng trên toàn châu Âu .

Năm 1990: chỉ tiêu kỹ thuật phase 1 được ứng dụng trong các công ty phát triển mạng .

Năm 1991 :chuẩn GSM 1800 đã ra đời . một quy định đã được thêm vào cho phép các quốc gia ngoài CEPT ký vào MoU .

Năm 1992 :chỉ tiêu kỹ thuật phase 1 hoàn thành . Cuộc gọi đầu tiên của mạng Phase 1 GSM được thực hiện. Thỏa thuận chuyển vùng quốc tế đầu tiên được ký giữa Telecom Phần Lan và Vodafone ở Anh .

Năm 1993 : Australia trở thành quốc gia đầu tiên ngoài châu Âu ký vào MoU . Mô hình giờ đã có tổng cộng 70 thành viên . Mạng GSM bùng nổ ở Nauy, Australia ,Ireland ,Hong Kong . Thuê bao của GSM đã lên đến 1 triệu .Hệ thống GSIM 1800 được bắt đầu ở Anh .

Năm 1994 : MoU đã có 100 công ty , tập đoàn viễn thông của 60 quốc gia ký . Mạng GSIM phát triển nhanh và con số thuê bao lúc này được thống kê là 3 triệu .

Năm 1995 : Chỉ tiêu kỹ thuật cho PCS đã phát triển ở Mỹ . Phiên bản của GSM hoạt động ở băng tần 1900MHz. GSIM tiếp tục phát triển thi trường với tốc độ tăng số thuê bao là 10,000 mỗi ngày April. Tháng Tư ,năm 1995, đã có 188 thành viên của 69 quốc gia tham gia ký vào MoU .

Năm 1996 :Đã có hệ thống GSM đầu tiên với chuẩn PCS 1900.

Năm 1998 : MoU đã có tổng cộng 253 thành viên của hơn 100 quốc gia và có 70 triệu thuê bao . Số thuê bao GSM đã chiếm 31% thị phần viễn thông thế giới .

Năm 1999:mạng GSม bấy giờ đã có mặt ở hơn 179 quốc gia .

Năm 2002 : Chức năng của GSM được mở rộng để hỗ trợ EDGE ,AMR và các dịch vụ định vị phức tạp .

Năm 2003 , tổng số thuê bao của GSM là hơn 1 tỉ .

GSM cung cấp chuẩn chung, các thuê bao có thể sử dụng dịch vụ của GSM trên toàn thế giới . Ngoài ra,GSм cung cấp các dịch vụ người dùng phong phú như truyền dữ liệu tốc độ cao,facsimile ,SMS và dịch vụ Intelligent Network (IN) như là Mobile Virtual Private Networks (MVPNs) . Tiêu chuẩn kỹ thuật cũng được thiết kế để làm việc với các chuẩn khác và chuẩn giao diện được đảm bảo .

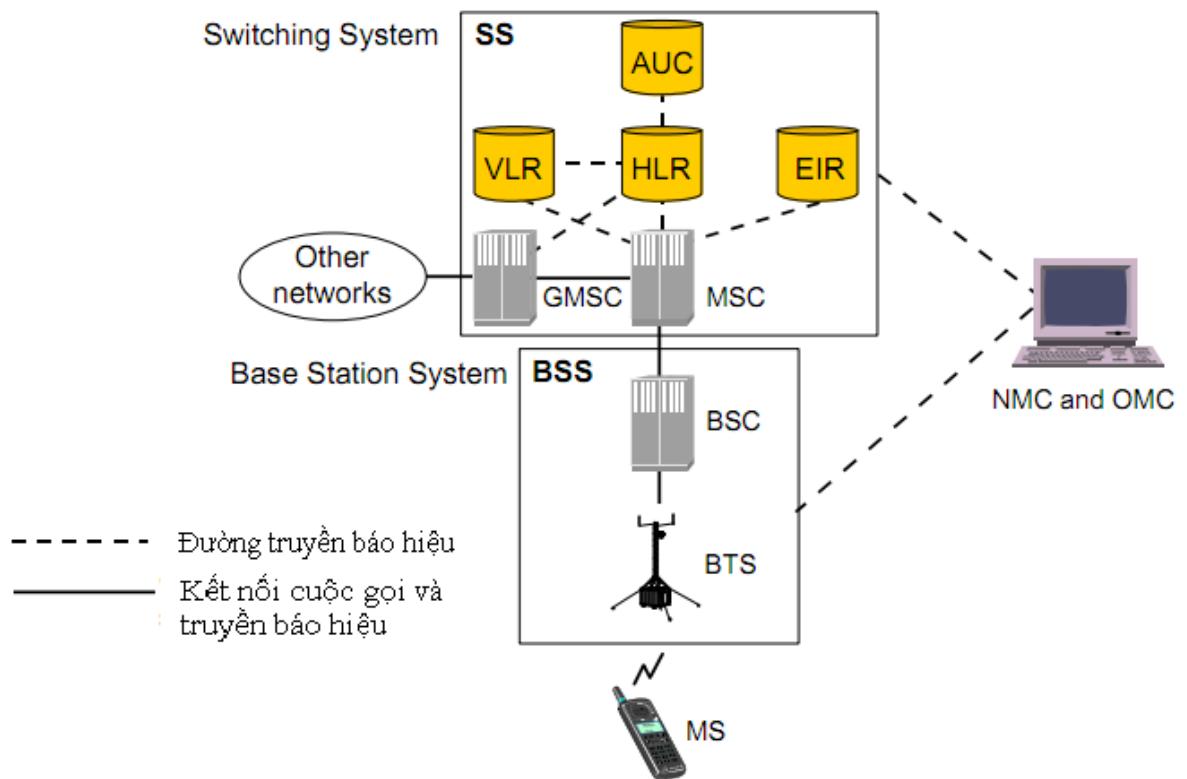
1.2 Cấu trúc mạng GSM

Mạng GSM được phân chia thành hai hệ thống chính .Mỗi hệ thống kết hợp một số chức đơn vị chức năng hoặc các phần tử riêng của mạng di động . Hai hệ thống chính của mạng GSM là:

- Hệ thống chuyển mạch (SS)
- Hệ thống trạm gốc (BSS)

Ngoài ra , như với tất cả các mạng di động khác , mạng GSM được khai thác , bảo dưỡng ,giám sát và quản lý từ máy tính trung tâm.

Mô hình cấu trúc hệ thống như hình 1.1 :



Hình 1.1 : Hệ thống GSM

1.1.1 Các phần tử của hệ thống chuyển mạch (SS)

- Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động (MSC)

MSC thực hiện chức năng chuyển mạch điện thoại cho mạng di động . Nó điều khiển cuộc gọi đến và từ điện thoại và hệ thống dữ liệu khác như là PSTN ,ISDN , mạng dữ liệu công cộng ,mạng chuyên dụng và mạng di động khác .

MSC cảng (GMSC) , nó cho phép một MSC hỏi HLR của mạng trong lệnh định tuyến một cuộc gọi đến một trạm di động (MS) . Đó là nhiệm vụ của MSC khi giao tiếp với mạng ngoài .

- **Thanh ghi định vị thường trú (HLR)** là trung tâm dự liệu cơ sở của mạng .HLR là một bộ nhớ chứa và quản lý tất cả thuê bao di động .Nó không phụ thuộc vào vị trí hiện thời của thuê bao . Nó lưu giữ các thông tin lâu dài của thuê bao . Các thông tin này là cố định cho đến khi thuê bao được xóa khỏi mạng . Các thông tin được lưu giữ gồm :

- Các số nhận dạng
- Các dịch vụ hỗ trợ thuê bao
- Thông tin định vị thuê bao
- Thông tin nhận thực thuê bao

HLR có thể thực hiện tại một nút mạng như là MSC hoặc một dữ liệu cơ bản chuẩn . Có thể thêm vào nhiều HLR nếu dung lượng của HLR bị quá tải .

- **Thanh ghi định vị tạm trú (VLR)**

Trạm dữ liệu cơ sở chứa thông tin về tất cả các thuê bao di động hiện đang nằm trong vùng phục vụ của MSC . Như vậy , có một VLR cho mỗi MSC trong một mạng . VLR tạm thời lưu giữ thông tin thuê bao để MSC có thể phục vụ tất cả các thuê bao hiện đang trong vùng phục vụ. VLR có thể được coi như một HLR phân bố vì nó copy thông tin lưu trữ tong HLR về thuê bao .

Khi một thuê bao di chuyển trong vùng phục vụ của MSC, VLR kết nối với MSC và nó yêu cầu thông tin về thuê bao từ HLR. HLR gửi một bản thông tin copy đến VLR và cập nhật thông tin định vị của chính nó . Khi thuê bao kết nối cuộc gọi , VLR sẽ sẵn sàng cấp thông tin yêu cầu của thuê bao để thiết lập cuộc gọi .

- **Trung tâm nhận thực (AUC)**

Chức năng chính của AUC là xác nhận thuê bao được sử dụng trong mạng , xác nhận truy cập mạng của thuê bao . AUC là một trạm dữ liệu cơ sở kết nối đến HLR để cung cấp các tham số nhận thực và mã hóa đường truyền vô tuyến nhằm mục đích bảo mật mạng .

- **Thanh ghi nhận dạng thiết bị (EIR)**

EIR là một bộ nhớ dữ liệu cơ sở chứa thông tin nhận dạng thiết bị di động mà nó giúp khóa các cuộc gọi trộm , không xác thực hoặc các trạm di động khiếm khuyết .

1.1.2 Hệ thống trạm gốc

- **Bộ điều khiển trạm gốc (BSC)**

BSC quản lý chức năng kết nối vô tuyến của mạng GSM .Nó là một hệ thống chuyển mạch tốc độ cao mà có chức năng quản lý chuyển giao của MS , phân chia kênh vô tuyến và tập trung dữ liệu cấu hình của cell .Một MSC có thể điều khiển một số BSC .

• **Trạm thu phát gốc (BTS)**

BTS điều khiển giao diện vô tuyến đến MS .BTS bao gồm các phần tử thu phát vô tuyến và BTS phủ song một ô trong mạng .Một nhóm BTS được điều khiển bằng một BSC .

1.1.3 Trung tâm giám sát mạng

• **Trung tâm khai thác và bảo dưỡng (OMC)**

OMC là một máy tính tính trung tâm có chức năng giám sát .OMC kết nối với các thành phần khác của mạng như là các MSC , các BSC thông qua các liên kết mạng dữ liệu X.25 hoặc TCP/IP . OMC cho biết các thông tin về trạng thái của mạng và có thể giám sát ,điều khiển sự thay đổi của các tham số hệ thống. Phụ thuộc vào kích thước mạng một mạng có thể có một hay nhiều OMC .

• **Trung tâm quản lý mạng (NMC)**

Trung tâm điều khiển của mạng được thực hiện tại NMC . Một mạng chỉ yêu cầu một NMC .

1.1.4 Trạm di động (MS)

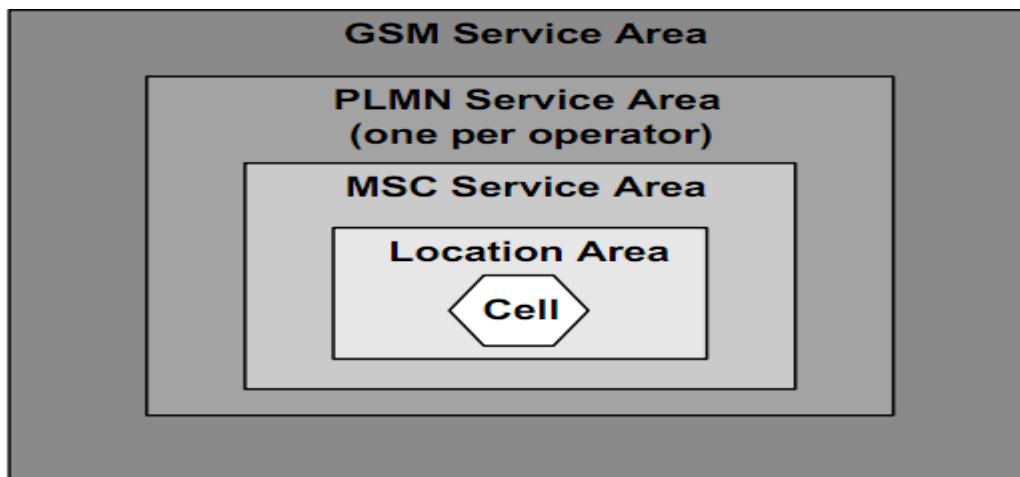
Một MS được sử dụng bằng một thuê bao di động truyền thông với mạng di động . Hiện trên thị trường có nhiều loại MS do nhiều nhà sản xuất cung cấp Vùng phủ song của một MS phủ thuộc vào công suất ra và tần số hoạt động của MS . Các loại MS khác nhau có công suất ra khác nhau . Ví dụ : MS cầm tay có công suất phát bé hơn MS đặt ở các ô tô .

Các MS theo chuẩn GSM bao gồm :

- Một đầu cuối di động
- Một module xác nhận thuê bao (SIM)

1.3 Cấu trúc địa lý của mạng GSM

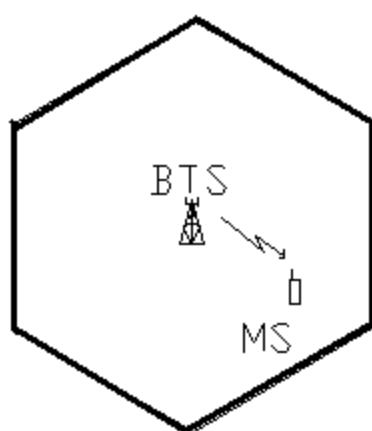
Mỗi mạng viễn thông cần một cấu trúc không gian để định tuyến chính xác cuộc gọi vào tổng đài và đến thuê bao.Trong mạng di động , cấu trúc này rất quan trọng bởi vì thuê bao là di động .Bởi vì các thuê bao di chuyển khắp mạng nên cấu trúc địa lý được sử dụng để giám sát vị trí của nó . Mỗi quan hệ giữa các vùng địa lý được mô tả trong hình 1.2 :



Hình 1.2 : Mối quan hệ giữa các vùng trong cấu trúc địa lý của mạng GSM

1.3.1 Cell

Cell là đơn vị cơ bản của cấu trúc tế bào và được định nghĩa là một vùng phủ sóng vô tuyến bởi một hệ thống anten trạm gốc .Một cell được xác định bởi một số gọi là nhận dạng ô toàn cầu (CGI) .



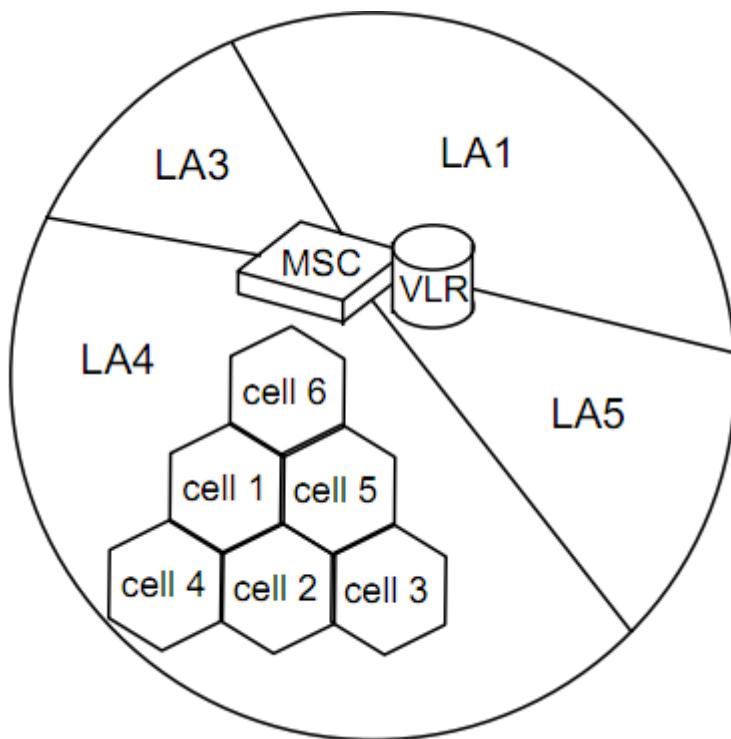
Hình 1.3 : Mô hình một cell

1.3.2 Vùng định vị (LA)

Một vùng định vị (LA) được định nghĩa là một nhóm cell . Vị trí hiện thời của thuê bao trong LA cần được xác định . Thông tin định vị này được lưu giữ ở VLR . Khi một MS di chuyển qua biên giới hai cell thuộc hai LA khác nhau , nó phải báo cáo vùng định vị của nó đến mạng (điều này chỉ đúng khi MS đang rỗi . Vị trí không được cập nhật trong suốt quá trình cuộc gọi . Thay vào đó , nó sẽ được cập nhật sau khi cuộc gọi được giải phóng) . Nếu MS di chuyển giữa hai cell thuộc cùng một LA thì nó không cần báo cáo vị trí của cell mới đến mạng . Khi một cuộc gọi đến một MS , một bản tin nhắn được phát quảng bá đến tất cả các cell trong LA .

1.3.3 Vùng phục vụ MSC

Một vùng phục vụ MSC được tạo thành bởi một vài LA và đại diện cho một khu vực địa lý của mạng điều khiển bởi một MSC Để định tuyến một cuộc gọi đến một MS , vùng phục vụ MSC của thuê bao cũng được đăng ký và giám sát . Thông tin này được lưu giữ trong HLR.



Hình 1.4 : Vùng phục vụ MSC

1.3.4 Vùng phục vụ PLMN

Một vùng phục vụ PLMN bao gồm toàn bộ cell cung cấp bởi một nhà khai thác mạng và được định nghĩa là một vùng mà nhà khai thác cung cấp phủ sóng vô tuyến và truy cập chính mạng đó . Mỗi quốc gia có thể có nhiều vùng phục vụ PLMN , mỗi một PLMN cho mỗi nhà khai thác di động

1.3.5 Vùng phục vụ GSM

Vùng phục vụ GSM là bao gồm toàn bộ vùng địa lý mà thuê bao có thể thuận lợi truy cập mạng GSM

Phần 2 Các vấn đề cơ bản khi tính toán thiết kế cell trong mạng GSM 2G

Với mạng GSM , tần số là một tài nguyên có hạn. Với dải tần được cấp phát , các nhà khai thác dịch vụ cần phải đáp ứng tất cả các dịch vụ ngày càng đa dạng của khách hàng . Để sử dụng hiệu quả tài nguyên tần số , cải thiện dung lượng hệ thống thì GSM 2G đã sử dụng các kỹ thuật như sử dụng lại tần số , phân chia tần số , tách cell . Đó là các vấn đề cơ bản nhưng không hề đơn giản , đi kèm với nó là các vấn đề về nhiễu và tính tối ưu cần được giải quyết .

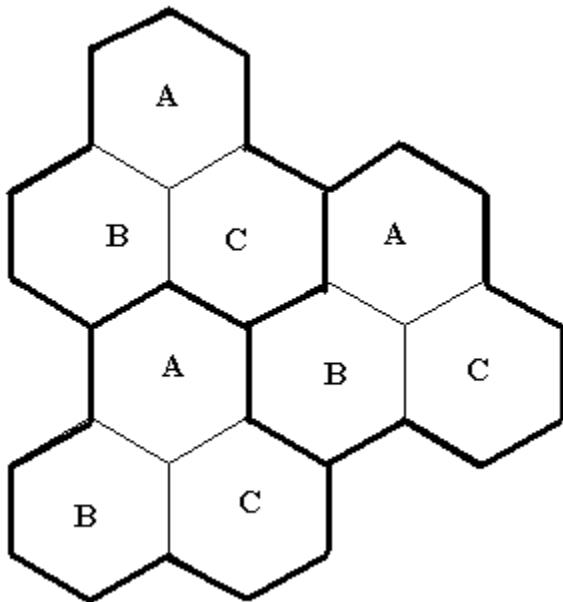
2.1 Kỹ thuật sử dụng lại tần số (FR)

Tần số là tài nguyên vô tuyến , nó cần được khai thác hợp lý và sử dụng hiệu quả . Với dải tần được cấp , nhà khai thác cần cung cấp các dịch vụ ngày càng tăng về kiểu loại và số lượng . Ngoài nhu cầu dịch vụ thoại , các dịch vụ phi thoại và số liệu , hình ảnh , đặc biệt là video đòi hỏi băng thông lớn cũng ngày càng lớn . Như vậy , nếu đem toàn bộ băng tần được cấp phát chỉ phân chia đều cho tất cả các kênh vô tuyến trong hệ thống thì không thể đủ . Đó là lý do áp dụng kỹ thuật sử dụng lại tần số trong hệ thống GSM 2G .

Sử dụng lại tần số được hiểu là việc sử dụng một hoặc một nhóm tần số cùng một lúc ở các cell khác nhau mà vẫn không sinh ra nhiễu .

Nếu một hay một nhóm tần số được sử dụng lại thì toàn bộ băng tần cũng có thể sử dụng lại . Vùng địa lý gồm các cell kề nhau mà toàn bộ băng tần hệ thống được sử dụng được gọi

là Cluster hay là mẫu sử dụng lại tần số . Số cell trong một Cluster gọi là Cluster size , ký hiệu là N . Mẫu nhỏ nhất là N=3 , giá trị N điển hình là 4 ,7 hoặc 12 . Một ví dụ cho một mẫu với N=3 , trong mỗi cluster có 3 cell được đặt tên là A,B,C . Việc sử dụng lại tần số được mô tả như hình 2.1



Hình 2.1 : Mẫu sử dụng lại tần số với N= 3 (Cluster)

FR dẫn đến việc một vùng phủ sóng có nhiều cell sử dụng chung một tần số .Các cell có cùng một tần số được gọi là các cell đồng kênh (Co.channel).Nhiều của tín hiệu giữa các cell này gọi là nhiễu đồng kênh (Co.Channel interference).Nhiều đồng kênh phụ thuộc vào công suất phát của các trạm BTS , bán kính của các cell , khoảng cách giữa các cell đồng kênh . Xác định cell đồng kênh theo công thức .

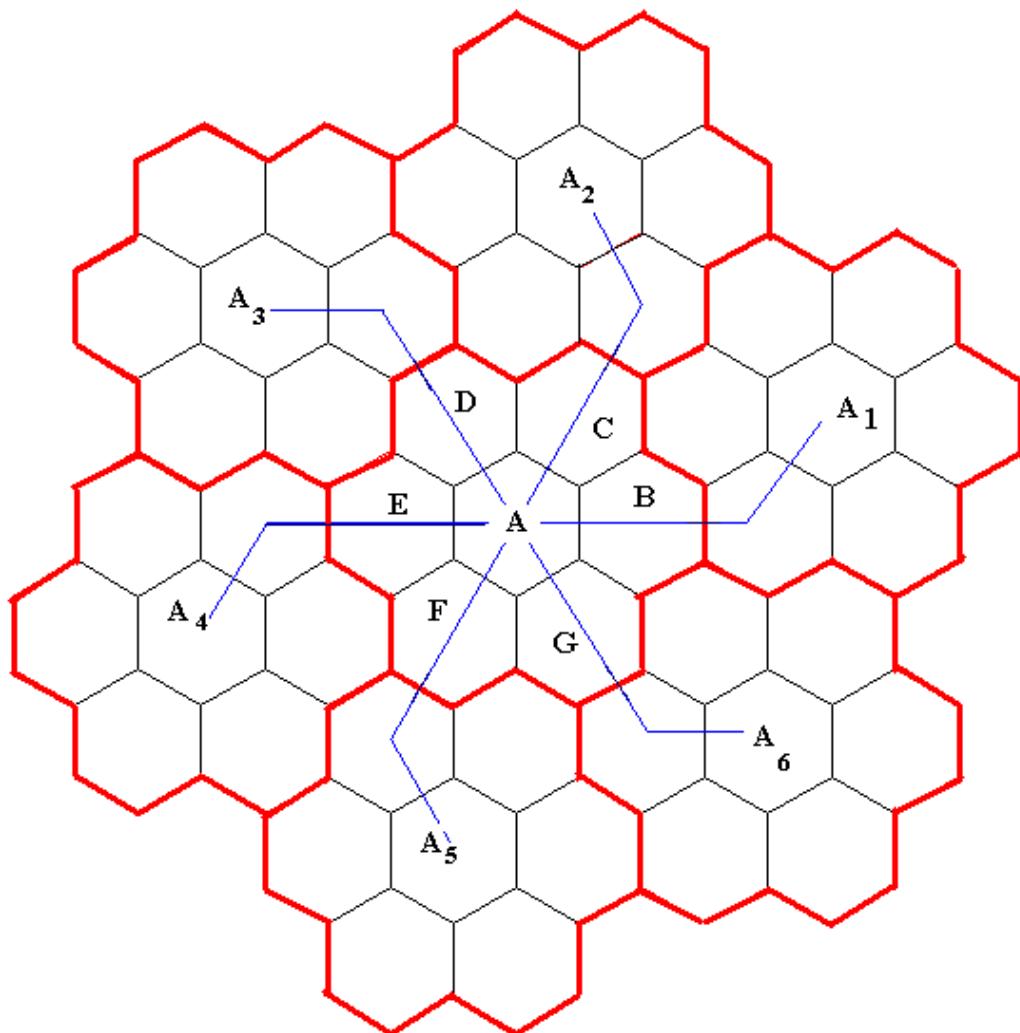
$$N = i^2 + ij + j^2$$

Công thức này nghĩa là một cell lục giác có 6 cell lân cận , ta đi theo hướng bất kỳ i bước , xoay đồng nhất 60^0 (chỉ xoay theo hướng thuận hoặc ngược kim đồng hồ) , sau đó bước j bước sẽ tới cell đồng kênh với nó . Ví dụ , với Cluster có N=7 , ta có :

$$7 = i^2 + ij + j^2$$

Đây là phương trình đối xứng nên vai trò của hai biến i,j trong phương trình là như nhau , ta có thể chọn $i=2,j=1$. ta tìm được các cell đồng kênh với cell A trong cluster như minh họa trong hình 2.2 .

Hình 2.2 : cell đồng kênh



Một vùng địa lý được phủ sóng bởi một hay nhiều Cluster . Tùy thuộc vào lưu lượng và các điều kiện thực tế của mạng để có thể lựa chọn Cluster size (N) phù hợp . Việc sử dụng N làm cho dung lượng hệ thống tăng theo số lần mà N được sử dụng lại theo công thức :

$$C = M * N$$

Trong đó , N là Cluster size ; M là số lần sử dụng lại . Nhưng giữa các cell đồng kênh cần có một khoảng cách nhỏ nhất đủ lớn để tránh được nhiễu đồng kênh , khoảng cách này là D và được tính theo công thức :

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

Trong đó , R là bán kính cell .

Để thiết kế đường truyền , chỉ số nhiễu đồng kênh CI cần được thỏa mãn. Do đó bài toán tính N là rất quan trọng . Ta có thể tính toán N dựa vào lưu lượng hệ thống và công thức Erlang . Lưu lượng được đo bằng Erl , công thức tính lưu lượng như sau :

$$T_u = \mu * H$$

T_u là ký hiệu cho lưu lượng , μ là số cuộc gọi trung bình trong một đơn vị thời gian (số cuộc gọi / thời gian đo) ; H là thời gian trung bình của một cuộc gọi (thời gian / cuộc gọi) . Cho một hệ thống có U người dùng dịch vụ di động và không nói rõ số kênh thì tổng lưu lượng phục vụ là T , được cho bởi công thức :

$$T = U * T_u$$

Từ công thức Erlang B:

$$GoS = \frac{\frac{T^{N_c}}{N_c!}}{\sum_{k=0}^{N_c} \frac{T^k}{k!}}$$

Trong đó : GoS là phân cấp dịch vụ tức là xác suất rớt cuộc gọi ;

N_c Số kênh trung kế do hệ thống trung kế cung cấp

T_c : lưu lượng phục vụ được đo bằng Erl .

GoS là cấp bậc phục vụ hay xác suất chặn cuộc gọi .Để mạng hoạt động với hiệu suất cao thì hệ thống được thiết kế sao cho $GoS \leq 2\%$. Giả sử $GoS = 2\%$, là cố định , ta sẽ có :

$N_c = F(2\%, T)$, do đó dựa vào bảng Erlang B , căn cứ vào giá trị của T và GoS ta tra được giá trị của N_c :

$$\left\{ \begin{array}{l} GoS \\ T \end{array} \right. \Rightarrow N_c$$

Toàn bộ băng tần hệ thống là BW , được phân chia trong N_c kênh vô tuyến trong N cell là Cluster size . Suy ra :

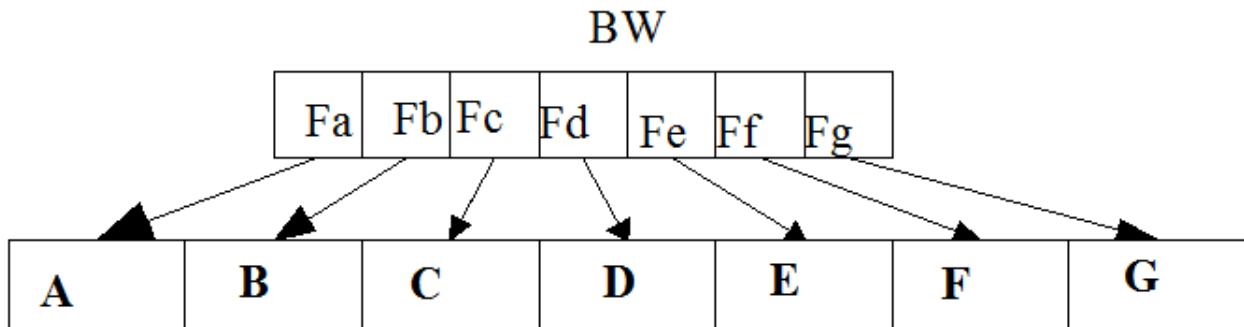
$$N = \frac{BW}{N_c}$$

2.1 Kỹ thuật phân chia tần số

Trong hệ thống GSM , toàn bộ băng tần được sử dụng lại và được phân chia sao cho hiệu quả nhất . Băng tần hệ thống được phân chia trong các kênh vô tuyến trong Cluster . Để sử dụng hiệu quả BW , trong GSM sử dụng các kỹ thuật phân chia tần số gồm các phương pháp :

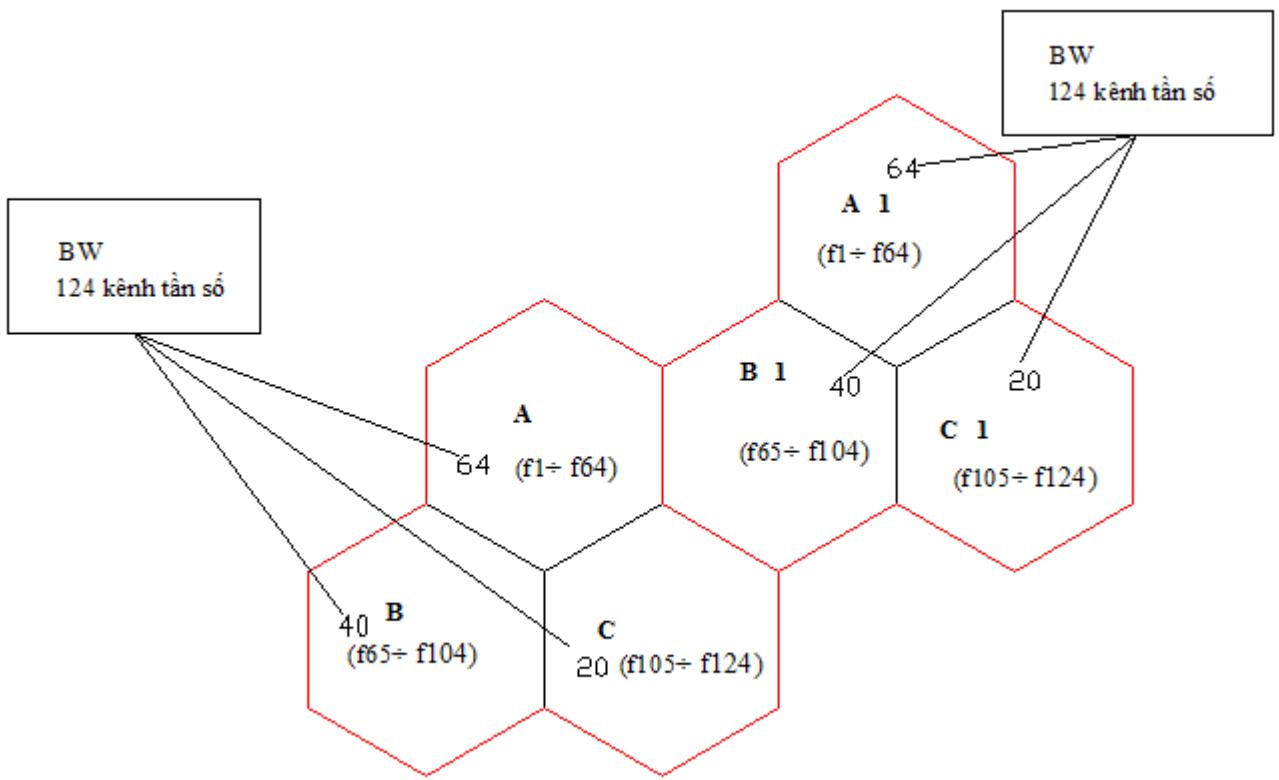
- Phân chia tần số cố định (FCA)
- Phân chia tần số linh động (DCA)
- Phân chia tần số kết hợp (HCA)

- Trong phương pháp FCA , toàn bộ băng tần hệ thống cấp cho các cell trong Cluster là cố định (Fixed) . Tần số không sử dụng lại trong các cell trong cùng một Cluster nên các cell này không gây nhiễu cho nhau . Mỗi cell được gán một lượng tần số nhất định sao cho toàn bộ băng tần được phân bổ hết trong một Cluster . Một cách truyền thông và đơn giản nhất thì người ta chia đều số kênh ra cho mỗi cell . Như hình 2.3 :



Hình 2.3 Phân chia tần số cố định

Trong thực tế , nhu cầu lưu lượng ở mỗi cell trong một Cluster là khác nhau , ta sẽ khảo sát và cấp một giá trị số kênh cố định , thường xuyên là lớn nhất cho mỗi cell . Ví dụ như trong hệ thống GSM 900 , có 124 kênh tần số . Giả sử hệ thống sử dụng Cluster có N=3 , Cấp cho cell A 64 kênh , B 40 kênh , cấp 20 kênh cho C . Như hình 2.4 :



Hình 2.4 : Cáp phát cố định số kênh tần số cho mỗi cell .

Ở đây , số kênh tần số cấp cho cell A là $F_A = 64$, cell B là $F_B=40$,cell C là $F_C = 20$ là những giá trị cố định , thường xuyên đáp ứng và lớn nhất cho các cell đó . Các kênh này được cấp lại tương ứng cho các cell đồng kênh với nó . Khi một thuê bao yêu cầu thiết lập cuộc gọi thì được hệ thống cấp kênh . Ở đây các kênh được phân bổ cho các cell như sau :

$$\begin{cases} F_A = 64 = (f1 \div f64) \\ F_B = 40 = (f65 \div f104) \\ F_C = 20 = (f105 \div f124) \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} F_{A1} = 64 = (f1 \div f64) \\ F_{B1} = 40 = (f65 \div f104) \\ F_{C1} = 20 = (f105 \div f124) \end{cases}$$

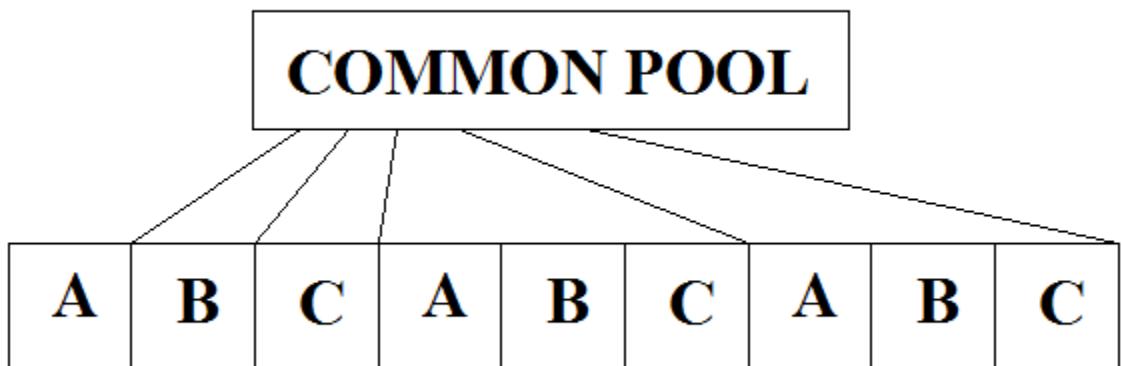
Giả sử cell C cần thêm 20 kênh nữa và các kênh này nằm trong khoảng $(f65 \div f104)$ thì nó không gây nhiễu trong một Cluster nhưng nó sẽ gây nhiễu trong cell B ở Cluster bên cạnh . Điều này sẽ được giải quyết nếu ta dịch toàn bộ các kênh tịnh tiến cho các cell . Việc này được hiểu như là nếu cell C mượn kênh f65 của cell B thì kênh f65 này ở B1 cũng phải dời sang cell B1 . Nhưng liệu kênh f65 ở B1 có đang rồi . Vì vậy trước khi cho mượn kênh thì mạng cần xét đến tình trạng của kênh đó trong các cell đồng kênh với nó để đảm bảo khoảng cách

sử dụng lại tần số phù hợp . Như vậy , có thể mượn kênh từ các cell khác dựa trên tình trạng cầu các cell đồng kênh và kênh được trả về khi thuê bao đầu tiên kết thúc cuộc gọi .

Phân chia tần số cố định gấp bất lợi khi lưu lượng mạng thấp , phân bố không đều theo không gian và thời gian .

- Phân chia tần số linh động

Khi lưu lượng mạng thấp , hay phân bố không đồng đều ta sử dụng kỹ thuật phân chia tần số linh động . Khi một thuê bao bất kỳ trong cell có nhu cầu gọi . Các thuê bao này nằm trong vùng phủ sóng của các cell A,B,C là các cell hình chữ nhật thuộc một cluster với N=3 . Thì MSC cấp tần số cho A,B,C theo nhu cầu . Có nghĩa là bây giờ , các cell cần bao nhiêu kênh , dùng xong thì kênh đó được giải phóng để trả về hệ thống và kênh tần số đó có thể được cấp lại cho cell A, B ,C khi cần . Các kênh tần số được cấp từ CP (Common pool – kho tài nguyên chung) . Minh họa như hình 2.4 :



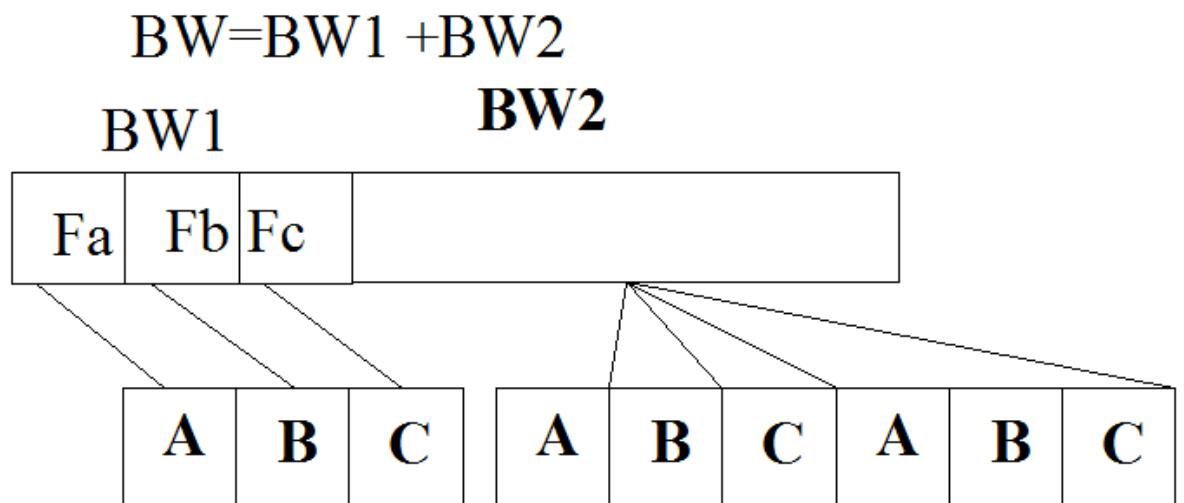
Hình 2.5 Phân chia tần số linh động .

Nếu lưu lượng mạng cao , cùng một lúc yêu cầu cấp kênh – trả kênh diễn ra thường trực , tần suất truy cập CP cao thì việc phân chia tần số linh động gấp vấn đề vì giới hạn tốc độ xử lý của các MSC .

Phương pháp phân chia tần số cố định và linh động đều có những ưu , nhược điểm riêng và ưu điểm điểm của phương pháp này là nhược điểm của phương pháp kia và ngược lại .

Nhưng đây là 2 phương pháp chính để phân chia tần số . Để có thể khắc phục những nhược điểm của hai phương pháp này , người ta dùng phương pháp phân chia tần số kết hợp – HCA . Trong phương pháp này , toàn bộ băng tần hệ thống được chia thành phần , một phần dùng để phân chia tần số cố định , một phần dùng để phân chia tần số linh động .

Minh họa như hình 2.5 :



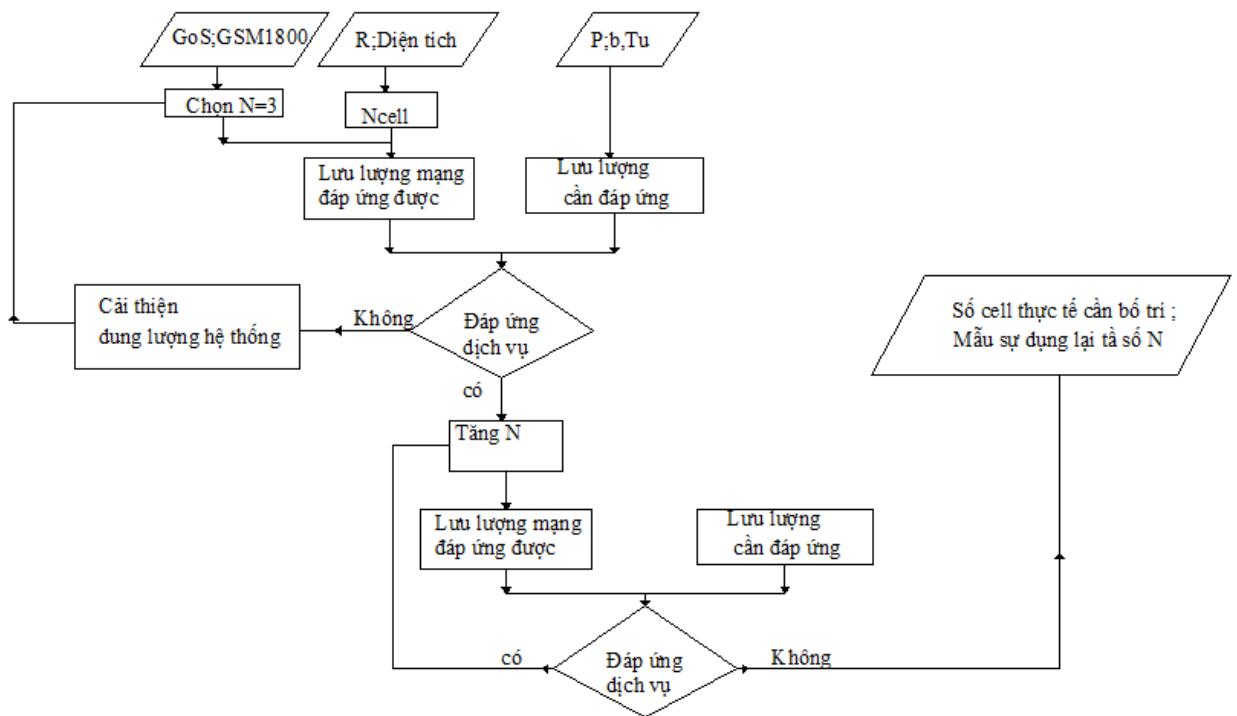
Hình 2.6 Phân chia tần số kết hợp

Vấn đề ở đây là nhà khai thác cần xác định được tỉ lệ giữa BW1 và BW2 sao cho phù hợp với điều kiện thực tế và sự dụng hiệu quả băng tần nhất .

Phần 3 Tính toán hệ thống

3.1 Số cell thực tế tối thiểu cần phải lắp đặt để đảm bảo yêu cầu dịch vụ và lựa chọn N

Giải quyết bài toán theo yêu cầu dựa vào lưu đồ như hình 3.1



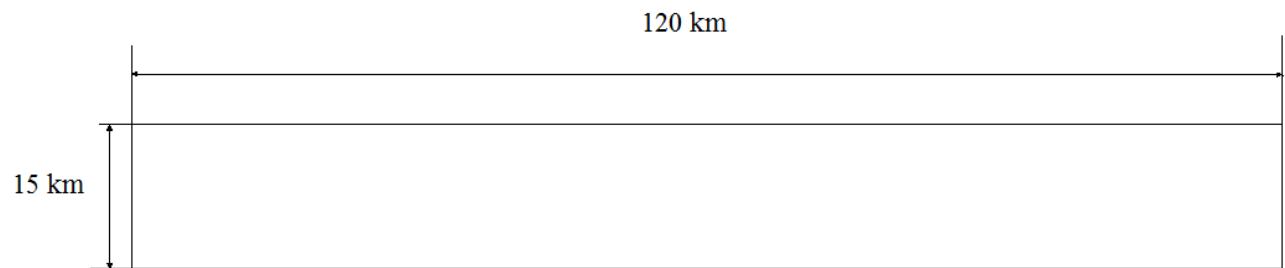
Hình 3.1 : Lưu đồ tính toán

Các tham số để bài cho :

- Tính lưu lượng mạng cần đáp ứng T_1
- Diện tích vùng dân cư : $S = X \cdot Y = 120.15 (\text{km}^2)$
- Dân số : $P = 10.000.000 \text{ người}$
- Tỉ lệ người sử dụng dịch vụ $b = 60\%$
- Lưu lượng trung bình của một thuê bao $x = 0.08 \text{ Erlang}$
- \Rightarrow Lưu lượng mạng cần đáp ứng là

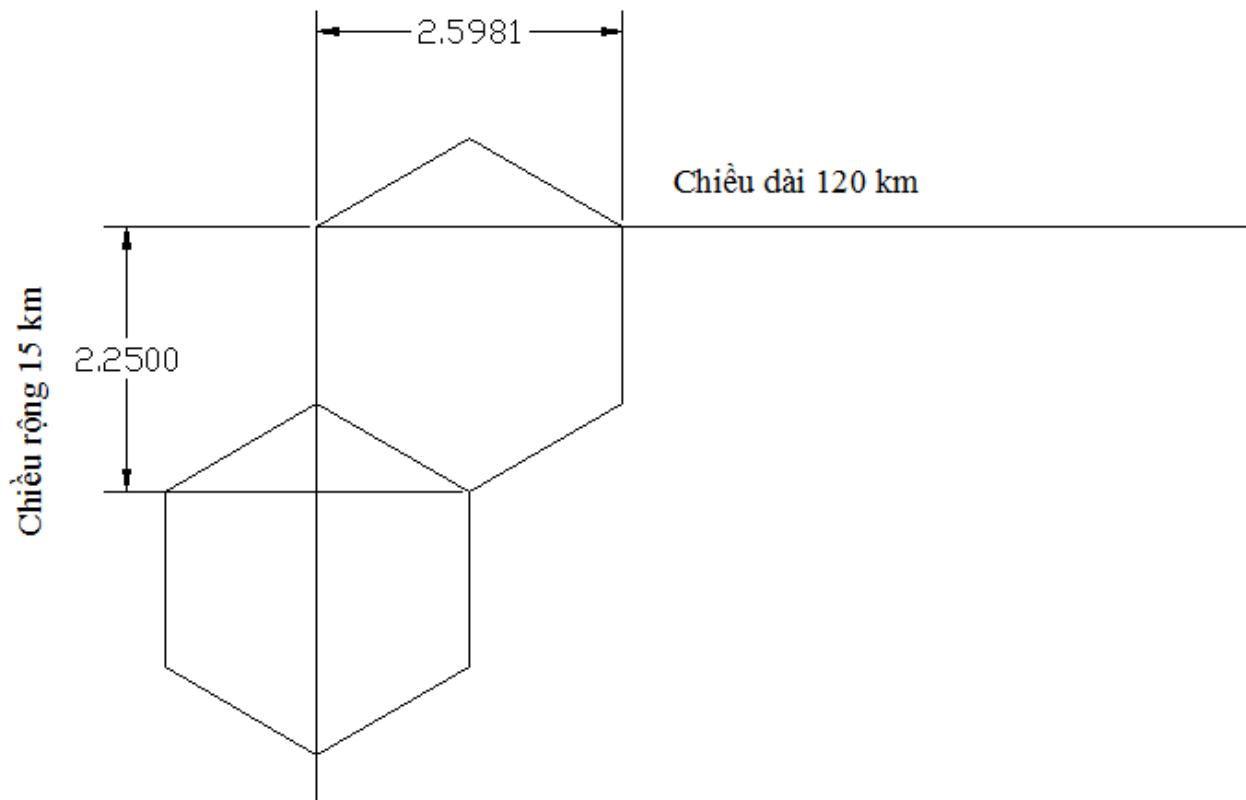
$$T_1 = P \cdot b \cdot x = 10.000.000 \cdot 60\% \cdot 0.08 = 480.000 (\text{Erl}) \quad (\text{exp 3.1})$$

- Số cell lục giác bán kính $R=1.5$ km cần dùng để phục vụ cho khu vực dân cư có diện tích 120×15 (km^2) như hình 3.2



Hình 3.2 : Hình dạng thu nhỏ của khu vực điện tích X.Y (km^2)

Diện tích này có hình chữ nhật, có chiều dài rất lớn so với chiều rộng. Giả sử ta sẽ tính số cell khi bố trí theo quy luật như hình 3.3



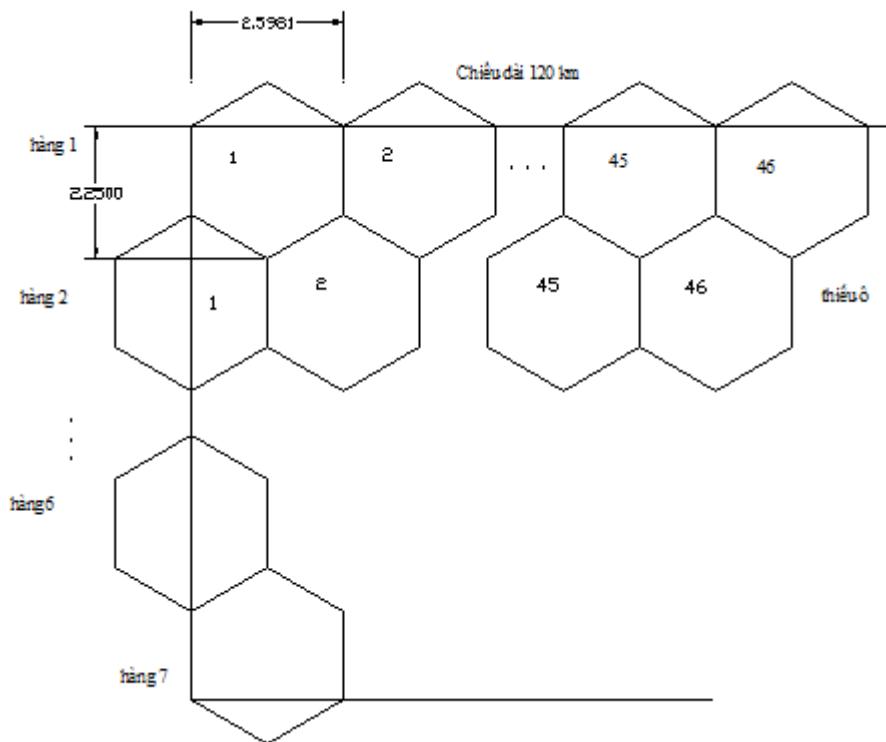
Hình 3.3 Quy luật bố trí cell

Với quy luật này, theo chiều dài 120km của vùng dân cư, ta cần bố trí A cell; theo chiều rộng 15 km của vùng dân cư ta cần bố trí B cell.

$$A = \frac{X}{\sqrt{3} R} = \frac{120}{\sqrt{3} \cdot 1.5} = 46.1880 \approx 46 (\text{cell}) \quad (\text{exp 3.2})$$

$$B = \frac{Y}{1.5 * R} = \frac{15}{1.5 * 1.5} = 6.6667 \approx 7 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.3})$$

Với ý tưởng theo quy luật như hình 3.3 thì theo chiều dài 120 km và chiều rộng 15 km , các cell được bố trí như hình 3.4 :



Hình 3.4 : Bố trí cell cho các chiều

Nếu bố trí thế này thì ở các hàng chẵn sẽ thiếu các ô ở các hàng chẵn ,như trên hình 3.4 . Do đó , ở các hàng chẵn cần bố trí thêm cell 47 .

Số cell cần bố trí thêm là

$$\text{Cell}_{\text{add}} = \frac{B-1}{2} = \frac{7-1}{2} = 3 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.4})$$

⇒ Số cell lục giác bán kính $R=1.5$ km cần để phủ sóng tốt nhất cho vùng diện tích $120*15(\text{km}^2)$ là :

$$N_{\text{cell},1.5} = A * B + \text{Cell}_{\text{add}} = 46 * 7 + 3 = 325 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.5})$$

- Kiểm tra đáp ứng yêu cầu dịch vụ

- Lưu lượng hệ thống đáp ứng được :

Hệ thống GSM 1800 cung cấp 2992 kênh lưu lượng cho mỗi Cluster . Để hệ thống cung cấp dung lượng lớn nhất thì Cluster size phải bé nhất có thể .

Nếu N=3 :

Số kênh lưu lượng mỗi cell đáp ứng được là :

$$K = \frac{2992}{3} = 997.3333 \approx 997 \text{ (kênh)} \quad (\text{exp 3.6})$$

Chỉ số GoS=3% , kết hợp với K =997 kênh , tra bảng Erlang B ta có lưu lượng mỗi cell đáp ứng được là :

$$T_2 = 1005 \text{ Erl} \quad (\text{exp 3.7})$$

Lưu lượng hệ thống đáp ứng được là :

$$T_3 = T_2 * N_{cell1.5} = 1005 * 325 = 326625 \text{ Erl} \quad (\text{exp 3.8})$$

Từ (exp 3.1) và (exp 3.8), ta thấy $T_1 > T_3$. Do đó , hệ thống không đáp ứng được yêu cầu dịch vụ . Cần phải sử dụng các biện pháp tăng dung lượng hệ thống . Trong từng trường hợp cụ thể , các nhà khai thác mạng có thể đưa ra những giải pháp để cải thiện và tăng dung lượng hệ thống . Các phương pháp thường được sử dụng đó là : kỹ thuật nhảy tần , sector hóa , tách cell . Trong bài toán này , chúng ta sử dụng phương pháp tách cell . Dựa vào nguyên tắc : nếu giảm một nửa bán kính phục vụ của cell thì số cell trong mạng sẽ tăng lên gấp 4 và dung lượng hệ thống tăng gấp 4 lần . Như vậy , trong bài nà , ta sẽ giảm bán kính cell đi một nửa . Tức là , bán kính cell mới lúc này là $1.5/2=0.75$ (km). Ta tiến hành tính toán số cell với bán kính mới này tương tự như đối với Số cell lục giác bán kính R=1.5 km , tức là :

- Trong một hàng cần trồng A1 cell

$$A1 = \frac{X}{\sqrt{3}R} = \frac{120}{\sqrt{3}*0.75} = 92.3760 \approx 92 \text{ cell} \quad (\text{exp 3.9})$$

- Trong một cột cần trồng B1 cell

$$B1 = \frac{Y}{1.5*R} = \frac{15}{1.5*0.75} = 13.3333 \approx 13 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.10})$$

- Cần trồng thêm 1 cell ở các hàng chẵn

$$C1 = \frac{B1-1}{2} = \frac{13-1}{2} = 6 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.11})$$

\Rightarrow Số cell bán kính 0.75 km cần lắp đặt là

$$N_{cell0.75} = A1 * B1 + C1 = 92 * 13 + 6 = 1202 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.12})$$

- Tính lưu lượng mạng đáp ứng được

1. N=3

- Số kênh lưu lượng trong một cell : theo (exp 3.6) , K3=997 kênh
- Lưu lượng một cell đáp ứng được là $T_2=1005$ Erl theo (exp 3.7)
- Lưu lượng hệ thống đáp ứng được là :

$$T_{meet3} = T_2 * N_{cell0.75} = 1005 * 1202 = 1.208.010 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.13})$$

Từ (exp 3.13) và (exp 3.1) ta có $T_{meet3} > T_1$, tức là hệ thống đáp ứng được yêu cầu dịch vụ . Nhưng N sẽ ảnh hưởng đến C/I , khi N càng lớn , C/I càng được đảm bảo . Trong bài toán này ta không đủ các tham số để tính C/I nhưng để chất lượng hệ thống đảm bảo , ta cần chọn một giá trị N phù hợp nhất .

2. N=4

- Số kênh lưu lượng trong một cell :

$$K3 = \frac{2992}{4} = 748 \text{ kênh} \quad (\text{exp 3.14})$$

- GoS=3% , Tra bảng Erlang B => Lưu lượng một cell đáp ứng được là

$$T4 = 749.6 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.15})$$

- Lưu lượng hệ thống đáp ứng được là :

$$T_{meet4} = T4 * N_{cell0.75} = 749.6 * 1202 = 901.020 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.13})$$

Từ (exp 3.1) và (exp 3.13) ta có : $T_{meet4} > T_1$. Do đó , hệ thống đáp ứng yêu cầu dịch vụ nếu N=4 .

3. N=7

- Số kênh lưu lượng của một cell :

$$K7 = \frac{2992}{7} = 427.4286 \approx 427 \text{ (kênh)} \quad (\text{exp 3.15})$$

- GoS=3% , Tra bảng Erlang B => Lưu lượng một cell đáp ứng được là :

$$T7 = 421.3 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.16})$$

- Lưu lượng hệ thống đáp ứng được là :

$$T_{meet7} = T7 * N_{cell0.75} = 421.3 * 1202 = 506400 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.17})$$

Từ (exp 3.1) và (exp 3.17) ta có : $T_{meet7} > T_1$. Do đó , hệ thống đáp ứng yêu cầu dịch vụ nếu N=7 .

4. N=12

- Số kênh lưu lượng của một cell

$$K12 = \frac{2992}{12} = 249.3333 \approx 249 \text{ (kênh)} \quad (\text{exp 3.18})$$

- GoS=3% , Tra bảng Erlang B => Lưu lượng một cell đáp ứng được là :

$$T12 = 240.4 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.19})$$

- Lưu lượng hệ thống đáp ứng được là :

$$T_{meet12} = T12 * N_{cell0.75} = 240.4 * 1202 = 299700 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.20})$$

Từ (exp 3.1) và (exp 3.20) ta có : $T_{meet4} < T1$. Do đó , hệ thống không đáp ứng yêu cầu dịch vụ nếu $N=12$.

⇒ Kết luận : trong năm đầu tiên , để đáp ứng tốt nhất yêu cầu dịch vụ ta cần bố trí 1202 cell lục giác có bán kính 0.75 km và mẫu sử dụng lại tần số tốt nhất cho năm đầu tiên là $N=7$.

3.2 Lựa chọn N sau 5 năm

- Chọn N phù hợp sau 5 năm

Tính dân số trong vùng sau 5 năm với tỉ lệ tăng dân số tự nhiên là $a=1.2\%$.

- Số dân năm đầu tiên $P = P(1+a)^0$ (triệu)
- Dân số sau 1 năm là $P1 = P + P*a = P(1+a)^1$ (triệu)
- Dân số sau 2 năm là $P2 = P(1+a)^2$ (triệu)
- Dân số sau Z năm là $Pz = P(1+a)^Z$ (triệu)

Với $Z=5$, $P=10$ triệu , $a=1.2\%$, ta tính được $P5 = 10.615.000$ người .

Các tham số không đổi , tức là $b=60\%$, $x=0.08Erl$,

Lưu lượng mạng cần đáp ứng sau 5 năm là

$$T_{need5} = P5 * b * x = 10.615.000 * 60\% * 0.08 = 509.500 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.21})$$

=> Từ (exp 3.13), (exp 3.17) và (exp 3.21) ta chọn được $N=4$ là phù hợp sau 5 năm .

- Cách khác để tính N :

Lưu lượng một cell cần đáp ứng :

$$T_{cn} = \frac{T_{need5}}{N_{cell0.75}} = \frac{509.500}{1202} = 423.8769 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.22})$$

Với GoS =3% , tra bảng Erlang B , số kênh một cell cần đáp ứng là :

$$N_c = 429 \text{ kênh} \quad (\text{exp 3.23})$$

Mẫu sử dụng lại lần số phù hợp là :

$$N = \frac{2992}{429} = 6.9744 \Rightarrow \text{chọn } N = 4$$

- Giả sử N=3 , tính GoS tại năm thứ 5

- VỚI N=3 , số kênh trong một cell là :

$$K=997 \text{ (kênh)} \quad \text{theo} \quad (\text{exp 3.6})$$

Năm đầu tiên xây dựng mạng với N=3 .

- Số cell thực tế cần lắp đặt nếu chọn N=3 ngay từ năm đầu tiên :

Năm đầu :

$$T = 480.000 \text{ Erl} \quad \text{theo} \quad (\text{exp 3.1})$$

- Mật độ phân bố lưu lượng :

$$Td = T/(X.Y) = 266.6667 \text{ (Erl/km}^2\text{)} \quad (\text{exp 3.24})$$

- Lưu lượng của một cell đáp ứng được

$$\begin{cases} GoS = 3\% \\ 997 \text{ kênh} \end{cases} \Rightarrow T_{cell} = 1005(\text{Erl}) \quad (\text{exp 3.25})$$

=> Diện tích của một cell :

$$S_{cell} = \frac{T_{cell}}{Td} = \frac{1005}{266.6667} = 3,7687 \text{ (km}^2\text{)} \quad (\text{exp 3.26})$$

- Bán kính cell cần lắp đặt :

$$S_{cell} = \frac{3\sqrt{3} * R^2}{2} \Rightarrow R = \sqrt{\frac{2 * S_{cell}}{3 * \sqrt{3}}} = \sqrt{\frac{2 * 3,7687}{3 * \sqrt{3}}} = 1.2044 \text{ (km)} \quad (\text{exp 3.27})$$

• Tính số cell bán kính R=1.2044 km cần để phủ sóng diện tích S =120*15 (km²) .

- Trong một hàng cần trồng A cell

$$A = \frac{X}{\sqrt{3}R} = \frac{120}{\sqrt{3} * 1.2044} = 57.524 \approx 58 \text{ cell} \quad (\text{exp 3.28})$$

- Trong một cột cần trồng B cell

$$B = \frac{Y}{1.5 * 1.2044} = \frac{15}{1.5 * 1.2044} = 8.302 \approx 9 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.29})$$

Số cell bán kính 1.2044 km cần lắp đặt là

$$N_{cell1.2044} = A * B = 58 * 9 = 522 \text{ (cell)} \quad (\text{exp 3.30})$$

- Sau 5 năm

- Lưu lượng của một cell cần đáp ứng

$$T_{cell} = \frac{T_{neets}}{N_{cell1.2044}} = \frac{509.500}{522} = 976,0536 \text{ (Erl)} \quad (\text{exp 3.31})$$

. Số kênh mỗi cell đáp ứng được :

$$N_{kênh/cell} = 997 \text{ kênh theo (exp 3.6)}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T_{cell} = 976,0536 \text{ Erl} \\ N_{kênh/cell} = 997 \text{ kênh} \end{array} \right. \Rightarrow GoS \approx 1.34 \% \quad (\text{exp 3.32})$$

\Rightarrow Kết luận : Giả sử với $N = 3$ ngay từ năm đầu tiên thì tại năm thứ 5, hệ thống vẫn đảm bảo chất lượng dịch vụ với $GoS=1.34\%$.

3.3 Giải pháp để giảm GoS

Công thức Erlang B

$$GoS = \frac{\frac{T^C}{C!}}{\sum_{k=0}^C \frac{T^k}{k!}}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} T \text{ Lưu lượng của một cell} \\ C \text{ số kênh cell có thể đáp ứng} \\ k \text{ là biến chạy từ 0 đến } C \end{array} \right. \quad (\text{exp 3.33})$$

Như vậy : GoS , T và C có quan hệ hữu cơ với nhau.

$$GoS = F(C, T)$$

Giá trị của GoS phụ thuộc vào giá trị của C và T tăng thì GoS tăng. Ngược lại C hoặc T giảm thì GoS cũng giảm.

Trong bài toán của chúng ta tính được ở (exp 3.32) là $GoS=1.34\%$ và đáp ứng yêu cầu dịch vụ và yêu cầu kỹ thuật của hệ thống.

Để giải quyết vấn đề đặt ra là đưa ra các giải pháp để giảm chỉ số GoS . Khi thiết kế , lưu lượng mạng cần đáp ứng là một con số được khảo sát , dự đoán trước . Các nhà thiết kế hệ thống muốn cải thiện chỉ số GoS chỉ còn bằng cách thực hiện các biện pháp để thay đổi C . Tức là thay đổi số kênh mà mỗi cell có thể đáp ứng .

Để giảm GoS thì ta phải giảm C .

$$\text{Mà } C = \frac{2992}{N} \quad (\text{exp 3.34})$$

*2992 số kênh lưu lượng trong mỗi Cluster mà hệ thống GSM1800 cung cấp
N là mẫu sử dụng lại tần số (Cluster size)*

Như vậy , C giảm khi N tăng . Như vậy , muốn tăng giá trị GoS ta phải tăng giá trị của N