

**Đề tài “Công  
nghệ WCDMA  
và giải pháp  
nâng cấp mạng  
GSM lên  
WCDMA”**

## M Ụ C L Ụ C

### CHƯƠNG 1 : GIỚI THIỆU CÁC HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG

<b>Giới thiệu chương 1</b> .....	1
Giới thiệu chương 2:.....	9
2.1.Đặc điểm chung.....	9
2.2.Kiến trúc của hệ thống GSM.....	10
2.2.1.Kiến trúc mạng.....	10
2.2.1.1.Phân hệ trạm gốc (BSS).....	11
2.2.1.2.Phân hệ chuyển mạch (SS).....	12
2.2.1.3.Phân hệ khai thác và hỗ trợ (OSS).....	13
2.2.2.Kiến trúc địa lý.....	14
2.2.2.1.Vùng mạng : Tổng đài vô tuyến công (Gateway - MSC).....	14
2.2.2.2.Vùng phục vụ MSC/VLR.....	14
2.2.2.3.Vùng định vị LA (Location Area).....	14
2.2.2.4.Cell.....	15
2.3.Kỹ thuật vô tuyến số trong GSM.....	15
2.3.1.Mã hóa kênh.....	15
2.3.1.1.Mã khối.....	16
2.3.1.2.Mã xoắn.....	17
2.3.2.Điều chế.....	18
2.3.3.Phương pháp đa truy cập trong GSM.....	21
2.3.4.Giao tiếp vô tuyến.....	22
2.4.Quản lý tài nguyên vô tuyến RRM (Radio Resoucre Management).....	23
2.4.1.Quản lý di động MM (Mobility Manegement).....	23
2.4.2.Quản lý cập nhật vị trí.....	23
2.4.3.Quản lý chuyển giao (Handover).....	24
2.4.4.Các thủ tục thông tin.....	24

2.5.1.Đăng nhập thiết bị vào mạng.....	24
2.5.2.Chuyển vùng.....	25
2.5.3.Thực hiện cuộc gọi.....	25
2.5.3.1.Cuộc gọi từ thiết bị di động vào điện thoại cố định.....	25
2.5.3.2.Cuộc gọi từ điện thoại cố định đến thiết bị di động.....	26
2.5.3.3.Cuộc gọi từ thiết bị di động đến thiết bị di động.....	27
2.5.4.Kết thúc cuộc gọi.....	27
2.6.Nâng cấp GSM lên W-CDMA.....	27
2.6.1.Sự cần thiết nâng cấp mạng GSM lên 3G.....	27
2.6.2.Giải pháp nâng cấp.....	28
Gới thiệu chương.....	31
Chương này trình bày các kiến trúc,cấu trúc dữ liệu GPRS và giải pháp nâng cấp lên GPRS cho mạng GSM.Sau đó là EDGE và các kế hoạch cần thực hiện khi áp dụng EDGE trên mạng GSM.....	31
3.1.Kiến trúc mạng GPRS.....	31
3.1.1.Node GSN.....	32
3.1.1.1.Cấu trúc.....	32
3.1.1.2.Thuộc tính của node GSN.....	33
3.1.1.3.Chức năng .....	34
3.2.2.Mạng Backbone.....	35
3.2.3.Cấu trúc BSC trong GPRS.....	36
3.3.Cấu trúc dữ liệu GPRS.....	37
3.4.Các giải pháp nâng cấp lên GPRS cho mạng GSM Việt Nam.....	38
3.4.1.Giải pháp của hãng Alcatel (Pháp).....	38
3.4.2.Giải pháp của hãng Ericson (Thụy Điển).....	39
3.4.3.Giải pháp của hãng Motorola (Mỹ).....	39
3.4.4.Giải pháp của hãng Siemen (Đức).....	40
3.5.EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution).....	41
3.5.1.Tổng quan.....	41
3.5.2.Kỹ thuật điều chế trong EDGE.....	41
3.5.3.Giao tiếp vô tuyến.....	42
3.5.3.1.Truyền dẫn chuyển mạch gói EDGE – EGPRS.....	42

3.5.3.2. Truyền dẫn chuyển mạch kênh EDGE – ECSD.....	43
3.5.4. Các kế hoạch cần thực hiện khi áp dụng EDGE trên mạng GSM.....	44
3.5.4.1. Kế hoạch phủ sóng (Coverage Planning).....	44
3.5.4.2. Kế hoạch tần số (Frequency Planning).....	45
3.5.4.3. Điều khiển công suất.....	45
3.5.4.4. Quản lý kênh.....	45
Giới thiệu chương.....	47
4.1. Cấu trúc mạng W-CDMA.....	48
● UE (User Equipment).....	49
4.1.1. Giao diện vô tuyến.....	51
4.1.1.1. Giao diện UTRAN – CN, IU.....	51
4.1.1.2. Giao diện RNC – RNC, IUr.....	52
4.1.1.3. Giao diện RNC – Node B, IUb.....	53
4.2. Các giải pháp kỹ thuật trong W-CDMA.....	53
4.2.1. Mã hóa.....	53
4.2.1.1. Mã vòng.....	53
4.2.1.2. Mã xoắn.....	55
4.2.1.3. Mã Turbo.....	55
4.2.2. Điều chế BIT/SK và QPSK.....	56
4.2.2.1. Điều chế BIT/SK.....	56
4.2.2.2. Điều chế QPSK.....	57
4.3. Trải phổ trong W-CDMA.....	58
4.3.1. Giới thiệu.....	59
4.3.2. Nguyên lý trải phổ DSSS.....	60
4.3.3. Mã trải phổ.....	61
4.4. Truy nhập gói.....	63
4.4.1. Tổng quan về truy nhập gói trong W-CDMA.....	63
4.4.2. Lưu lượng số liệu gói.....	63
4.4.3. Các phương pháp lập biểu gói.....	64
4.4.3.1. Lập biểu phân chia theo thời gian.....	65
4.4.3.2. Lập biểu phân chia theo mã.....	65

## Bảng tra cứu từ viết tắt

### A

ACCH	Associated Control Channels Kênh điều khiển liên kết.
AI	Acquisition Indicator Chỉ thị bắt.
AMPS	Advanced Mobile Phone System Hệ thống điện thoại di động tiên tiến.
ARQ	Automatic Repeat Request Yêu cầu lặp lại tự động.
AS	Access Stratum Tầng truy nhập.

### B

BCCH	Broadcast Control Channel Kênh quảng bá điều khiển.
BCH	Broadcast Channel Kênh quảng bá.
BER	Bit Error Ratio Tỷ số bit lỗi.
BSC	Base Station Controller Bộ điều khiển trạm gốc.
BSS	Base Station Subsystem Phân hệ trạm gốc.
BTS	Base Transceiver Station Trạm vô tuyến gốc.
BPSK	Binary Phase Shift Keying Khóa dịch pha nhị phân.

## C

CCCH	Common Control Channel Kênh điều khiển chung.
CDMA	Code Division Multiple Access Đa truy cập chia theo mã.
C/I	Carrier to Interference ratio Tỷ số sóng mang trên nhiễu.
CCCH	Common Control Chanel Kênh điều khiển chung.
CCPCH	Common Control Physical Chanel Kênh vật lý điều khiển chung.
CPCC	Common Power Control Chanel Kênh điều khiển công suất chung.
CPCH	Common Packet Chanel. Kênh gói chung.
CPICH	Common Pilot Chanel Kênh hoa tiêu chung.
CR	Chip Rate Tốc độ chip (tương đương với tốc độ trải phổ của kênh).
CS	Circuit Switch Chuyển mạch kênh.

## D

DCA	Dynamic Chanel Allocation Phân bổ kênh động.
DCCH	Dedicated Control Channel Kênh điều khiển dành riêng.
DPCCH	Dedicated Physical Control Chanel Kênh điều khiển vật lý riêng.
DPCH	Dedicated Physical Chanel Kênh vật lý riêng.
DPDCH	Dedicated Physical Data Chanel Kênh số liệu vật lý riêng.
DTCH	Dedicated Traffic Chanel Kênh lưu lượng riêng.
DTE	Data Terminal Equipment Thiết bị đầu cuối số liệu.
DSCH	Downlink Shared Chanel Kênh dùng chung đường xuống.

## E

EDGE	Enhanced Data rate for GSM Evolution. Tăng tốc độ truyền dẫn...
ETSI	European Telecommunications Standards Institute Viện Tiêu chuẩn viễn thông châu Âu.

## F

FACCH	Fast Associated Control Channel Kênh điều khiển liên kết nhanh.
FACH	Forward Access Chanel Kênh truy nhập đường xuống.
FAUSCH	Fast Uplink Signalling Chanel Kênh báo hiệu đường lên nhanh.
FCCCH	Forward Common Control Chanel Kênh điều khiển chung đường xuống.
FCCH	Frequency Correction Channel Kênh hiệu chỉnh tần số.
FDD	Frequency Division Duplex Ghép kênh song công phân chia theo tần số.
FDMA	Frequence Division Multiple Access Đa truy cập phân chia theo tần số
FDCCH	Forward Dedicated Control Chanel Kênh điều khiển riêng đường xuống.
FSK	Frequency Shift Keying Khoá điều chế dịch tần.

## G

GOS	Grade Of Service Cấp độ phục vụ.
GSM	Global System for Mobile Communication Thông tin di động toàn cầu
GPS	Global Position System Hệ thống định vị toàn cầu.
GPRS	General Packet Radio Services Dịch vụ vô tuyến gói chung.

## H

Handover	Chuyển giao.
HH	Hard Handoff Chuyển giao cứng.
HSCSD	Hight Speed Circuit Switched Data Hệ thống chuyển mạch kênh tốc độ cao.

## I

IMT-2000	International Mobile Telecommunication Tiêu chuẩn thông tin di động toàn cầu.
IMSI	International Mobile Subscriber Identity Số nhận dạng thuê bao di động quốc tế.
IP	Internet Protocol

	Giao thức Internet.
IS-54	Interim Standard 54 Tiêu chuẩn thông tin di động TDMA của Mỹ (do AT&T đề xuất).
IS-136	Interim Standard 136 Tiêu chuẩn thông tin di động TDMA cải tiến của Mỹ (AT&T).
IS-95A	Interim Standard 95A Tiêu chuẩn thông tin di động TDMA cải tiến của Mỹ (Qualcomm)
ISDN	Integrated Service Digital Network Mạng số đa dịch vụ.
ITU-R	International Mobile Telecommunication Union Radio Sector Liên minh viễn thông quốc tế - bộ phận vô tuyến.
IWF	InterWorking Function Chức năng tương tác mạng

## L

LAC	Link Access Control Điều khiển truy nhập liên kết.
LAI	Location Area Indentify Nhận dạng vùng vị trí.
LLC	Logical Link Control Điều khiển liên kết logic.
LR	Location Registration Đăng ký vị trí.

## M

ME	Mobile Equipment Thiết bị di động.
MS	Mobile Station Trạm di động.
MTP	Message Transfer Part Phần truyền bản tin.
MSC	Mobile Service Switching Center Tổng đài di động.

## N

NAS	Non-Access Stratum Tầng không truy nhập.
Node B	Là nút logic kết cuối giao diện IuB với RNC.
NSS	Network and Switching Subsystem Hệ thống chuyển mạch

## O

ODMA	Opportunity Driven Multiplex Access Đa truy cập theo cơ hội.
------	---



OM                    Operation and Management  
Khai thác và bảo dưỡng.

## **P**

PAGCH              Paging and Access  
Kênh chấp nhận truy cập và nhắn tin.  
PCCC                Parallel Concatenated Convolutional Code  
Mã xoắn móc nối song song.  
PCCH                Paging Contrlo Chanel  
Kênh điều khiển tìm gọi.  
PCH                 Paging Channel  
Kênh nhắn tin.  
PCPCH              Physical Common Packet Chanel  
Kênh gói chung vật lý.  
PCS                 Personal Communication Services  
Dịch vụ thông tin cá nhân.  
PLMN                Public Land Mobile Network  
Mạng di động mặt đất công cộng.  
PSTN                Public Switched Telephone Network  
Mạng chuyển mạch thoại công cộng.

## **Q**

QPSK                Khóa dịch pha vuông góc.

## **R**

RACH                Random Access Channel  
Kênh truy cập ngẫu nhiên.  
RRC                 Radio Resource Control  
Điều khiển tài nguyên vô tuyến.

## **S**

SCH                 Synchronization Channel  
Kênh đồng bộ.  
SDCCH              Stand alone Dedicated Control Channel  
Kênh điều khiển dành riêng.  
SDMA                Space Division Multiple Access  
Đa truy cập phân chia theo không gian

## **T**

TACH                Traffic and Associated Channel  
Lênh lưu lượng và liên kết.

TCH	Traffic Channel Kênh lưu lượng.
TDMA	Time Division Multiple Access Đa truy cập phân chia theo thời gian
TDD	Time Division Duplex Ghép song công phân chia thời gian.

## U

UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network Mạng truy nhập vô tuyến mặt đất toàn cầu.
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System

## V

VA	Voice Activity factor Hệ số tích cực thoại.
VBR	Variable Bit Rate Tốc độ khả biến.

## W

WCDMA	Wideband Code Division Multiplex Access Đa truy cập phân chia theo mã băng rộng.
-------	---

## Lời giới thiệu

**C**ùng với sự phát triển của các ngành công nghệ như điện tử, tin học... công nghệ thông tin di động trong những năm qua đã phát triển rất mạnh mẽ cung cấp các loại hình dịch vụ đa dạng đáp ứng nhu cầu ngày càng cao của người sử dụng. Kể từ khi ra đời vào cuối năm 1940 cho đến nay thông tin di động đã phát triển qua nhiều thế hệ và đã tiến một bước dài trên con đường công nghệ.

Trong thế kỷ 21, thế giới đã chứng kiến sự bùng nổ về nhu cầu truyền thông không dây cả về số lượng, chất lượng và các loại hình dịch vụ. Tuy nhiên, theo đánh giá thì công nghệ truyền thông không dây hiện thời vẫn còn quá chậm và không đáp ứng được các yêu cầu về dịch vụ mới đặc biệt là các dịch vụ truyền số

liệu đa phương tiện. Điều này đòi hỏi các nhà khai thác phải có được công nghệ truyền thông không dây nhanh hơn và tốt hơn. Để đáp ứng yêu cầu đó, ngay từ những năm đầu của thập kỷ 90 người ta đã tiến hành nghiên cứu, hoạch định hệ thống thông tin di động thế hệ ba. ITU-R đang tiến hành công tác tiêu chuẩn hóa cho hệ thống thông tin di động toàn cầu IMT-2000, còn ở châu Âu ETSI đang tiến hành tiêu chuẩn hóa phiên bản này với tên gọi là UMTS (Universal Mobile Telecommunication System). Mục tiêu trước mắt là tăng tốc độ bit truyền từ 9.5Kbps lên 2Mbps. Công nghệ này sẽ nâng cao chất lượng thoại, và dịch vụ dữ liệu sẽ hỗ trợ truyền thông đa phương tiện đến các thiết bị không dây.

Có nhiều chuẩn thông tin di động thế hệ ba được đề xuất, trong đó chuẩn W-CDMA đã được ITU chấp thuận và hiện nay đang được triển khai ở một số khu vực. Hệ thống W-CDMA là sự phát triển tiếp theo của các hệ thống thông tin di động thế hệ hai sử dụng công nghệ TDMA như GSM, PDC, IS-136... W-CDMA sử dụng công nghệ CDMA đang là mục tiêu hướng tới của các hệ thống thông tin di động trên toàn thế giới, điều này cho phép thực hiện tiêu chuẩn hóa giao diện vô tuyến công nghệ truyền thông không dây trên toàn cầu.

Hiện nay, mạng thông tin di động của Việt Nam đang sử dụng công nghệ GSM, tuy nhiên mạng GSM không đáp ứng được các yêu cầu về dịch vụ mới cũng như đòi hỏi chất lượng dịch vụ ngày càng cao của người sử dụng. Do đó việc nghiên cứu và triển khai mạng thông tin di động thế hệ ba W-CDMA là một điều tất yếu. Xuất phát từ những suy nghĩ như vậy nên em đã quyết định chọn đề tài: " Công nghệ W-CDMA và giải pháp nâng cấp mạng GSM lên W-CDMA".

Nội dung đồ án gồm 4 chương :

Chương 1: Giới thiệu các hệ thống thông tin di động

Chương này trình bày tổng quan về quá trình phát triển của các hệ thống thông tin di động và sự cần thiết của việc xây dựng hệ thống thông tin di động thế hệ ba.

Chương 2: Mạng GSM và giải pháp nâng cấp lên 3G

Trình bày kiến trúc mạng GSM và các kỹ thuật vô tuyến số áp dụng trong mạng GSM. Đề xuất các giải pháp nâng cấp hệ thống thông tin di động thế hệ 2 lên thế hệ ba và khái quát lộ trình nâng cấp mạng GSM lên W-CDMA.

### Chương 3 : Dịch vụ vô tuyến gói chung GPRS và EDGE

Giới thiệu về dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS) và dịch vụ vô tuyến gói chung nâng cao (EDGE). Các giải pháp kỹ thuật trong bước tiến triển từ GSM sang GPRS và hiệu quả đạt được. Giải pháp GPRS cho mạng GSM Việt Nam.

### Chương 4 : Công nghệ W-CDMA

Giới thiệu công nghệ thông tin di động thế hệ 3 W-CDMA. Các giải pháp kỹ thuật khi nâng cấp mạng GPRS & EDGE lên W-CDMA.

Trong quá trình làm đề tài, em đã cố gắng rất nhiều song do kiến thức hạn chế nên không thể tránh khỏi những thiếu sót, sai lầm. Em rất mong nhận được sự phê bình, hướng dẫn và sự giúp đỡ của Thầy cô, bạn bè.

Em xin chân thành cảm ơn sự giúp đỡ tận tình của Thầy Nguyễn Văn Phòng cùng các Thầy cô trong khoa để em hoàn thành đề tài tốt nghiệp này.

Đà Nẵng, ngày.....tháng.....năm 2007

Sinh viên : Trương Văn Hào

# CHƯƠNG 1

## GIỚI THIỆU VỀ HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG



### Giới thiệu chương 1:

Thông tin di động là một lĩnh vực rất quan trọng trong đời sống xã hội. Xã hội càng phát triển, nhu cầu về thông tin di động của con người càng tăng lên và thông tin di động càng khẳng định được sự cần và tính tiện dụng của nó. Cho đến nay, hệ thống thông tin di động đã trải qua nhiều giai đoạn phát triển, từ thế hệ di động thế hệ 1 đến thế hệ 3 và thế hệ đang phát triển trên thế giới - thế hệ 4. Trong chương này sẽ trình bày khái quát về các đặc tính chung của các hệ thống thông tin di động.

### 1.1. Hệ thống thông tin di động thế hệ 1

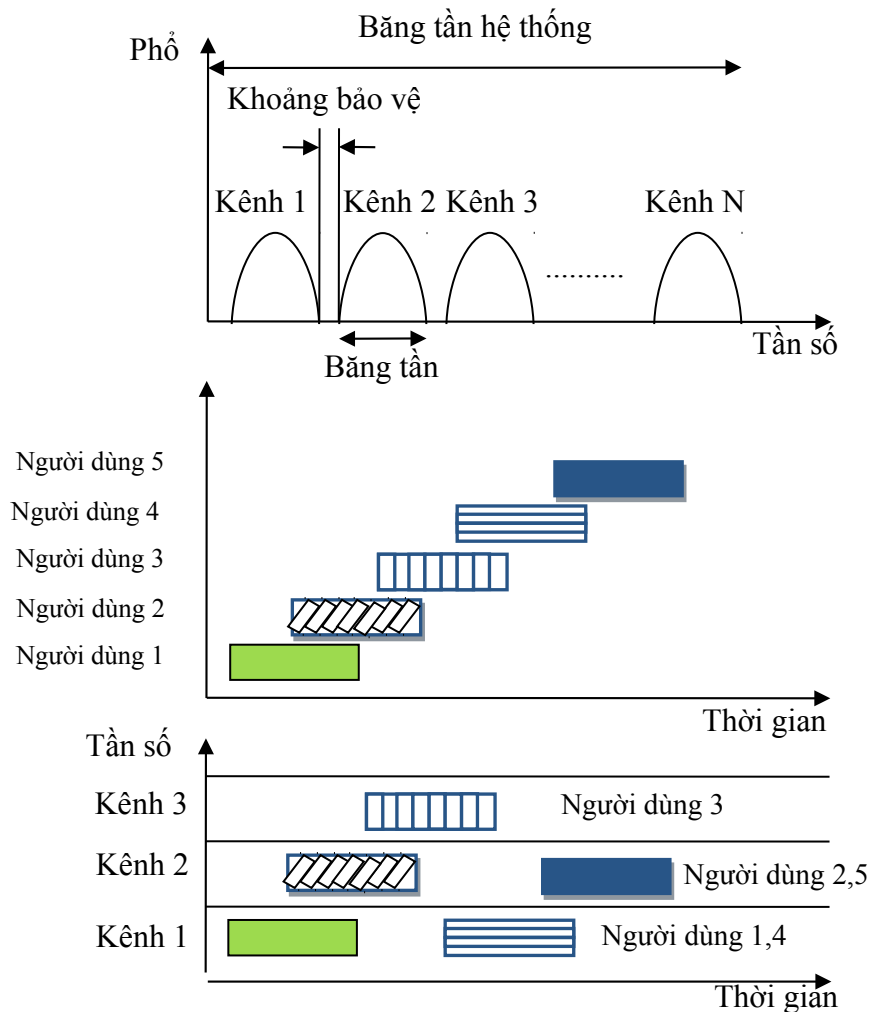
Hệ thống di động thế hệ 1 chỉ hỗ trợ các dịch vụ thoại tương tự và sử dụng kỹ thuật điều chế tương tự để mang dữ liệu thoại của mỗi người, và sử dụng phương pháp đa truy cập phân chia theo tần số (FDMA). Hình 1.1 mô tả phương pháp đa truy cập FDMA với 5 người dùng. Hình 1.1(a) là phổ của hệ thống FDMA. Ở đây, băng thông của hệ thống được chia thành các băng có độ rộng  $W_{ch}$ . Giữa các kênh kề nhau có một khoảng bảo vệ để tránh chồng phổ do sự không ổn định của tần số sóng mang. Khi một người dùng gọi yêu cầu tới BS, BS sẽ ấn định một trong các kênh chưa sử dụng và giành riêng cho người dùng đó trong suốt cuộc gọi. Tuy nhiên, ngay khi cuộc gọi kết thúc, kênh được ấn định lại cho người khác. Khi có năm người dùng xác định và duy trì cuộc gọi như hình 1.1(b), có thể ấn định kênh như trên hình 1.1(c).

#### **Đặc điểm:**

- Mỗi MS được cấp phát đôi kênh liên lạc suốt thời gian thông tuyến.
- Nhiều giao thoa do tần số các kênh lân cận nhau là đáng kể.
- BTS phải có bộ thu phát riêng làm việc với mỗi MS.

Hệ thống FDMA điển hình là hệ thống điện thoại di động tiên tiến (Advanced Mobile phone System - AMPS).

Hệ thống di động thế hệ 1 sử dụng phương pháp đa truy cập đơn giản. Tuy nhiên hệ thống không thỏa mãn nhu cầu ngày càng tăng của người dùng về cả dung lượng và tốc độ. Vì các khuyết điểm trên mà người ta đưa ra hệ thống di động thế hệ 2 ưu việt hơn thế hệ 1 về cả dung lượng và các dịch vụ được cung cấp.



Hình 1.1 Khái niệm về hệ thống FDMA:  
(a) Phổ tần của hệ thống FDMA; (b) Mô hình khởi đầu và duy trì cuộc gọi với 5 người dùng; (c) Phân bố kênh.

## 1.2. Hệ thống thông tin di động thế hệ 2

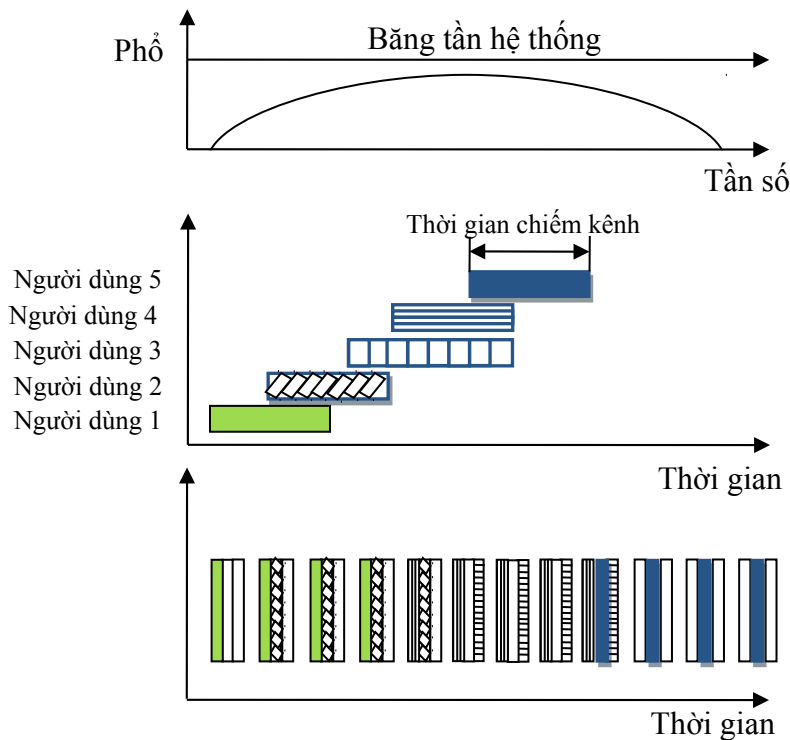
Với sự phát triển nhanh chóng của thuê bao, hệ thống thông tin di động thế hệ 2 được đưa ra để đáp ứng kịp thời số lượng lớn các thuê bao di động dựa trên công nghệ số.

Tất cả hệ thống thông tin di động thế hệ 2 sử dụng điều chế số. Và chúng sử dụng 2 phương pháp đa truy cập:

- Đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA).
- Đa truy cập phân chia theo mã (CDMA).

### 1.2.1 Đa truy cập phân chia theo thời gian TDMA

Phổ quy định cho liên lạc di động được chia thành các dải tần liên lạc, mỗi dải tần liên lạc này dùng chung cho N kênh liên lạc, mỗi kênh liên lạc là một khe thời gian trong chu kỳ một khung. Các thuê bao khác dùng chung kênh nhờ cài xen thời gian, mỗi thuê bao được cấp phát cho một khe thời gian trong cấu trúc khung. Hình 1.2 cho thấy quá trình truy cập của một hệ thống TDMA 3 kênh với 5 người dùng.



Hình 1.2 Khái niệm về hệ thống TDMA:  
(a) Phổ tần của hệ thống TDMA; (b) Mô hình khởi đầu và duy trì cuộc gọi với 5 người dùng; (c) Phân bố kênh (khe), với giả thiết dùng TDMA 3 kênh.



**Đặc điểm :**

- Tín hiệu của thuê bao được truyền dẫn số.
- Liên lạc song công mỗi hướng thuộc các dải tần liên lạc khác nhau, trong đó một băng tần được sử dụng để truyền tín hiệu từ trạm gốc đến máy di động và một băng tần được sử dụng để truyền tín hiệu từ máy di động đến trạm gốc. Việc phân chia tần như vậy cho phép các máy thu và máy phát có thể hoạt động cùng một lúc mà không sợ can nhiễu nhau.

- Giảm số máy thu phát ở BTS.

- Giảm nhiễu giao thoa.

Hệ thống TDMA điển hình là hệ thống thông tin di động toàn cầu (Global System for Mobile - GSM).

Máy điện thoại di động kỹ thuật số TDMA phức tạp hơn kỹ thuật FDMA. Hệ thống xử lý số đối với tín hiệu trong MS tương tự có khả năng xử lý không quá 106 lệnh trong một giây, còn trong MS số TDMA phải có khả năng xử lý hơn 50x106 lệnh trên giây.

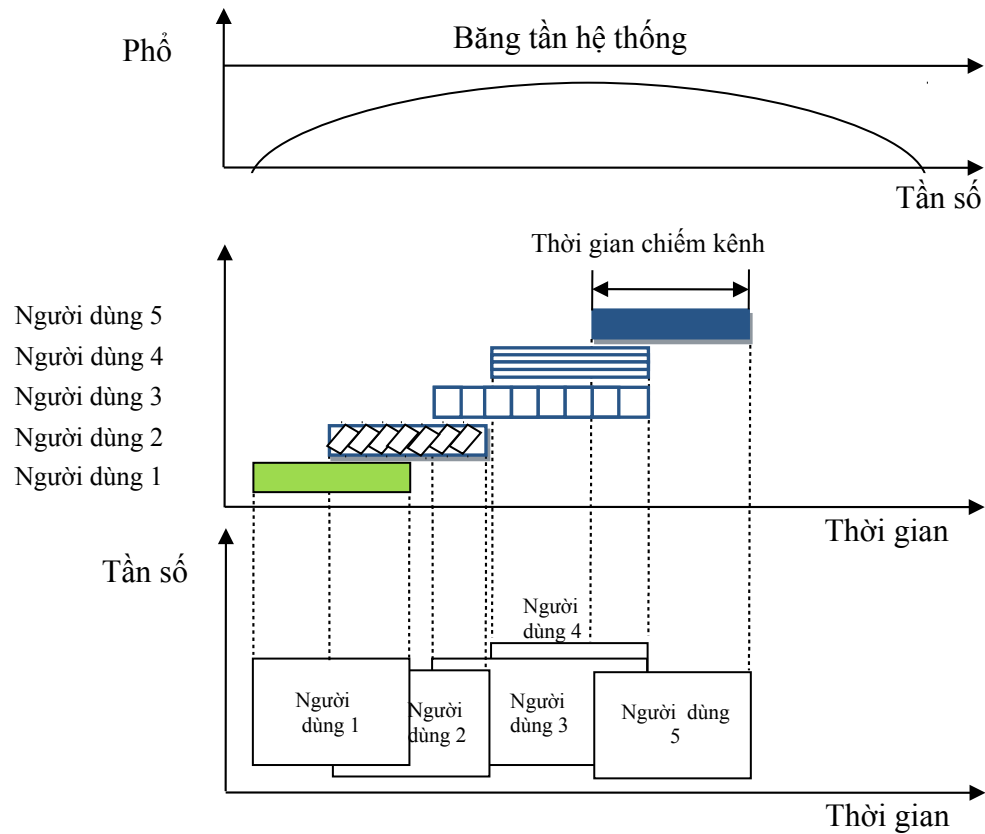
**1.2.2 Đa truy cập phân chia theo mã CDMA**

Thông tin di động CDMA sử dụng kỹ thuật trải phổ cho nên nhiều người sử dụng có thể chiếm cùng kênh vô tuyến đồng thời tiến hành các cuộc gọi, mà không sợ gây nhiễu lẫn nhau. Những người sử dụng nói trên được phân biệt với nhau nhờ dùng một mã đặc trưng không trùng với bất kỳ ai. Kênh vô tuyến CDMA được dùng lại mỗi ô (cell) trong toàn mạng, và những kênh này cũng được phân biệt nhau nhờ mã trải phổ giả ngẫu nhiên (Pseudo Noise - PN).

**Đặc điểm:**

- Dải tần tín hiệu rộng hàng MHz.
- Sử dụng kỹ thuật trải phổ phức tạp.
- Kỹ thuật trải phổ cho phép tín hiệu vô tuyến sử dụng có cường độ trường hiệu quả hơn FDMA, TDMA.

- Việc các thuê bao MS trong ô dùng chung tần số khiến cho thiết bị truyền dẫn vô tuyến đơn giản, việc thay đổi kế hoạch tần số không còn vấn đề, chuyển giao trở thành mềm, điều khiển dung lượng ô rất linh hoạt.



Hình 1.3 Khái niệm về hệ thống CDMA:  
(a) phổ tần; (b) mô hình khởi đầu và duy trì cuộc gọi với 5 người dùng;  
(c) phân bố kênh.

### 1.3. Hệ thống thông tin di động thế hệ 3

Hệ thống thông tin di động chuyển từ thế hệ 2 sang thế hệ 3 qua một giai đoạn trung gian là thế hệ 2,5 sử dụng công nghệ TDMA trong đó kết hợp nhiều khe hoặc nhiều tần số hoặc sử dụng công nghệ CDMA trong đó có thể chồng lên phổ tần của thế hệ hai nếu không sử dụng phổ tần mới, bao gồm các mạng đã được đưa vào sử dụng như: GPRS, EDGE và CDMA2000-1X. Ở thế hệ thứ 3 này các hệ thống thông tin di động có xu thế hoà nhập thành một tiêu chuẩn duy nhất và có khả năng phục vụ ở tốc độ bit lên đến 2 Mbit/s. Để phân biệt với các hệ thống thông tin di động băng hẹp hiện nay, các hệ thống thông tin di động thế hệ 3 gọi là các hệ thống thông tin di động băng rộng.



**Yêu cầu đối với hệ thống thông tin di động thế hệ 3:**

Thông tin di động thế hệ thứ 3 xây dựng trên cơ sở IMT-2000 được đưa vào phục vụ từ năm 2001. Mục đích của IMT-2000 là đưa ra nhiều khả năng mới nhưng cũng đồng thời bảo đảm sự phát triển liên tục của thông tin di động thế hệ 2.

- *Tốc độ của thế hệ thứ ba được xác định như sau:*

+ 384 Kb/s đối với vùng phủ sóng rộng.

+ 2 Mb/s đối với vùng phủ sóng địa phương.

- *Các tiêu chí chung để xây dựng hệ thống thông tin di động thế hệ ba (3G):*

+ Sử dụng dải tần quy định quốc tế 2GHz như sau:

➤ Đường lên : 1885-2025 MHz.

➤ Đường xuống : 2110-2200 MHz.

+ Là hệ thống thông tin di động toàn cầu cho các loại hình thông tin vô tuyến:

➤ Tích hợp các mạng thông tin hữu tuyến và vô tuyến.

➤ Tương tác với mọi loại dịch vụ viễn thông.

+ Sử dụng các môi trường khai thác khác nhau: trong công sở, ngoài đường, trên xe, vệ tinh.

+ Có thể hỗ trợ các dịch vụ như:

➤ Môi trường thông tin nhà ảo (VHE: Virtual Home Environment) trên cơ sở mạng thông minh, di động cá nhân và chuyển mạng toàn cầu.

➤ Đảm bảo chuyển mạng quốc tế.

➤ Đảm bảo các dịch vụ đa phương tiện đồng thời cho thoại, số liệu chuyển mạch theo kênh và số liệu chuyển mạch theo gói.

+ Dễ dàng hỗ trợ các dịch vụ mới xuất hiện.

**1.4. Hệ thống thông tin di động thế hệ tiếp theo**

Hệ thống thông tin di động thế hệ 3 sang thế hệ 4 qua giai đoạn trung gian là thế hệ 3,5 có tên là mạng truy nhập gói đường xuống tốc độ cao HSDPA. Thế hệ 4 là công nghệ truyền thông không dây thứ tư, cho phép truyền tải dữ liệu với tốc độ

tối đa trong điều kiện lý tưởng lên tới 1 cho đến 1.5 Gb/giây. Công nghệ 4G được hiểu là chuẩn tương lai của các thiết bị không dây. Các nghiên cứu đầu tiên của NTT DoCoMo cho biết, điện thoại 4G có thể nhận dữ liệu với tốc độ 100 Mb/giây khi di chuyển và tới 1 Gb/giây khi đứng yên, cho phép người sử dụng có thể tải và truyền lên hình ảnh động chất lượng cao. Chuẩn 4G cho phép truyền các ứng dụng phương tiện truyền thông phổ biến nhất, góp phần tạo nên các những ứng dụng mạnh mẽ cho các mạng không dây nội bộ (WLAN) và các ứng dụng khác.

Thế hệ 4 dùng kỹ thuật truyền tải truy cập phân chia theo tần số trực giao OFDM, là kỹ thuật nhiều tín hiệu được gửi đi cùng một lúc nhưng trên những tần số khác nhau. Trong kỹ thuật OFDM, chỉ có một thiết bị truyền tín hiệu trên nhiều tần số độc lập (từ vài chục cho đến vài ngàn tần số). Thiết bị 4G sử dụng máy thu vô tuyến xác nhận bởi phần mềm SDR (Software - Defined Radio) cho phép sử dụng băng thông hiệu quả hơn bằng cách dùng đa kênh đồng thời. Tổng đài chuyển mạch mạng 4G chỉ dùng chuyển mạch gói, do đó, giảm trễ thời gian truyền và nhận dữ liệu.

### ***Kết luận chương 1:***

Chương 1 đã trình bày một cách khái quát về những nét đặc trưng cũng như sự phát triển của các hệ thống thông tin di động thế hệ 1, 2 và 3, đồng thời đã sơ lược những yêu cầu của hệ thống thông tin di động thế hệ 3.

Thế hệ thứ nhất là thế hệ thông tin di động tương tự sử dụng công nghệ truy cập phân chia theo tần số (FDMA). Tiếp theo là thế hệ thứ hai sử dụng kỹ thuật số với các công nghệ đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA) và phân chia theo mã (CDMA). Và hiện nay là thế hệ thứ ba đang chuẩn bị đưa vào hoạt động.

Hệ thống thông tin di động thế hệ thứ ba với tên gọi IMT-2000 khẳng định được tính ưu việt của nó so với các thế hệ trước cũng như đáp ứng kịp thời các nhu cầu ngày càng tăng của người sử dụng về tốc độ bit thông tin và tính di động. Tuy chưa xác định chính xác khả năng di động và tốc độ bit cực đại nhưng dự đoán có thể đạt tốc độ 100 km/h và tốc độ bit từ 1÷10 Mbit/s. Thế hệ thứ tư có tốc độ lên tới 34 Mbit/s đang được nghiên cứu để đưa vào sử dụng.

## CHƯƠNG 2 MẠNG GSM VÀ GIẢI PHÁP NÂNG CẤP LÊN 3G



### **Giới thiệu chương 2:**

Năm 1982, CEPT (Hiệp hội bưu chính viễn thông châu Âu) bắt đầu đưa ra chuẩn viễn thông kỹ thuật số châu Âu tại băng tần 900MHz, tên là GSM (Global System for Mobile communication – hệ thống thông tin di động toàn cầu).

Năm 1986, CEPT đã lập nhiều phòng thử nghiệm tại Paris để lựa chọn công nghệ truyền phát. Cuối cùng kỹ thuật đa truy cập phân chia theo thời gian (TDMA) và đa truy cập phân chia theo tần số đã được lựa chọn (FDMA). Hai kỹ thuật này đã kết hợp để tạo nên công nghệ phát cho GSM. Các nhà khai thác của 12 nước châu Âu đã cùng ký bản ghi nhớ Memorandum of Understanding (MoU) quyết tâm giới thiệu GSM vào năm 1991. Cho đến hiện nay mạng thông tin di động GSM đang là một hệ thống sử dụng phổ biến nhất trên thế giới.

Trong chương này sẽ đề cập đến đặc điểm ,cấu trúc mạng GSM và giải pháp nâng cấp lên 3G.

### **2.1. Đặc điểm chung**

GSM được thiết kế độc lập với hệ thống nên hoàn toàn không phụ thuộc vào phần cứng, mà chỉ tập trung vào chức năng và ngôn ngữ giao tiếp của hệ thống. Điều này tạo điều kiện cho nhà thiết kế phần cứng sáng tạo thêm tính năng và cho phép công ty vận hành mạng mua thiết bị từ nhiều hãng khác nhau.

- GSM với tiêu chuẩn thông số toàn Châu Âu mới, sẽ giải quyết sự hạn chế dung lượng hiện nay. Thực chất dung lượng sẽ tăng 2 – 3 lần nhờ việc sử dụng tần số tốt hơn và kỹ thuật ô nhỏ, do vậy số thuê bao được phục vụ sẽ tăng lên.

- Lưu động là hoàn toàn tự động, người sử dụng dịch vụ có thể đem máy di động của mình đi sử dụng ở nước khác. Hệ thống sẽ tự động cập nhật thông tin về vị trí. Người sử dụng cũng có thể gọi đi và nhận cuộc gọi đến mà người gọi không biết vị trí của mình. Ngoài tính lưu động quốc tế, tiêu chuẩn GSM còn cung cấp một

số tính năng như thông tin tốc độ cao, faxcimile và dịch vụ thông báo ngắn. Các máy điện thoại di động sẽ ngày càng nhỏ hơn và tiêu thụ ít công suất hơn các thế hệ trước chúng.

- Tiêu chuẩn GSM được thiết kế để có thể kết hợp với ISDN và tương thích với môi trường di động. Nhờ vậy tương tác giữa hai tiêu chuẩn này đảm bảo.

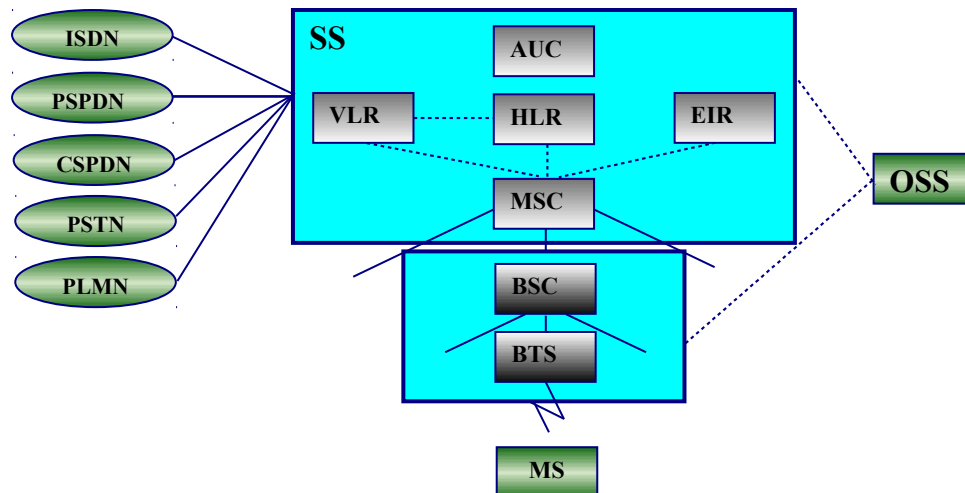
- Ở GSM việc đăng ký thuê bao được ghi ở module nhận dạng thuê bao SIM (Subscribe Identity Module). Card thuê bao chỉ được sử dụng với một máy. Hệ thống kiểm tra là đăng ký thuê bao đúng và card không bị lấy cắp. Quá trình này được tự động thực hiện bằng một thủ tục nhận thực thông qua một trung tâm nhận thực.

- Tính bảo mật cũng được tăng cường nhờ việc sử dụng mã số để ngăn chặn hoàn toàn việc nghe trộm ở vô tuyến. Ở các nước điều kiện tương đối tốt, chất lượng tiếng ở GSM ngang bằng với hệ thống tương tự. Tuy nhiên, ở các điều kiện xấu do tín hiệu yếu hay do nhiễu giao thoa nặng, GSM có chất lượng vượt trội.

## **2.2. Kiến trúc của hệ thống GSM**

### **2.2.1. Kiến trúc mạng**

Hệ thống GSM được chia thành hệ thống trạm gốc BSS (Base Station Subsystem) và hệ thống chuyển mạch NSS (Network and Switching Subsystem). Mỗi hệ thống nói trên chứa một số khối chức năng, ở đó thực hiện tất cả các chức năng của hệ thống. Các khối chức năng được thực hiện bởi các thiết bị phần cứng khác nhau.



Hình 2.1- Mô hình hệ thống GSM

### 2.2.1.1. Phân hệ trạm gốc (BSS)

Hệ thống được thực hiện như là một mạng gồm nhiều ô vô tuyến cạnh nhau để đảm bảo toàn bộ vùng phủ của vùng phục vụ. Mỗi ô có một trạm vô tuyến gốc (BTS) làm việc ở tập hợp các kênh vô tuyến. Các kênh này khác với các kênh làm việc của ô kế cận để tránh nhiễu giao thoa. BTS được điều khiển bởi bộ điều khiển trạm gốc BSC. Các BSC được phục vụ bởi trung tâm chuyển mạch nghiệp vụ di động (MSC). Một BSC điều khiển nhiều BTS.

BSS nối với MS thông qua giao diện vô tuyến và cũng nối đến NSS. Một bộ phận TRAU (Transcoder/Rate Adaption Unit) thực hiện mã hoá và giải mã đồng thời điều chỉnh tốc độ cho việc truyền số liệu.

Hệ thống GSM sử dụng mô hình OSI (Open System Interconnection). Có 3 giao diện phổ biến trong mô hình OSI: giao diện vô tuyến giữa MS và BTS, giao diện A giữa MSC và BSC và giao diện A-bis giữa BTS và BSC.

- Đài vô tuyến gốc BTS : Một BTS bao gồm các thiết bị phát thu, anten và xử lý tín hiệu đặc thù cho giao diện vô tuyến. Có thể coi BTS là các modem vô tuyến phức tạp có thêm một số các chức năng khác. Một bộ phận quan trọng của BTS là TRAU (Transcoder and rate adapter unit: khối chuyển đổi mã và thích ứng tốc độ). TRAU là thiết bị mà ở đó quá trình mã hóa và giải mã tiếng đặc thù riêng cho GSM



được tiến hành, ở 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 đặt nó cách xa BTS và thậm chí trong nhiều trường hợp được đặt giữa các BSC và MSC.

- Đài điều khiển trạm gốc BSC : BSC có nhiệm vụ quản lý tất cả giao diện vô tuyến thông qua các lệnh điều khiển từ xa BTS và MS. Các lệnh này chủ yếu là các lệnh ấn định, giải phóng kênh vô tuyến và quản lý chuyển giao (handover). Một phía BSC được nối với BTS còn phía kia nối với MSC của SS. Trong thực tế BSC là một tổng đài nhỏ có khả năng tính toán đáng kể. Vai trò chủ yếu của nó là quản lý các kênh ở giao diện vô tuyến và chuyển giao (handover). Một BSC trung bình có thể quản lý tới vài chục BTS phụ thuộc vào lưu lượng của các BTS này. Giao diện giữa BSC với MSC được gọi là giao diện A, còn giao diện giữa nó với BTS được gọi là giao diện Abis.

#### **2.2.1.2. Phân hệ chuyển mạch (SS)**

NSS trong GSM là một mạng thông minh. NSS quản lý giao diện giữa người sử dụng mạng GSM với người sử dụng mạng viễn thông khác, nó bao gồm:

- Trung tâm chuyển mạch dịch vụ di động MSC (Mobile Service Switching Centre): Thực hiện chức năng chuyển mạch, nhiệm vụ chính của MSC là điều phối việc thiết lập cuộc gọi đến những người sử dụng mạng GSM. Một mặt MSC giao tiếp với hệ thống con BSS, mặt khác giao tiếp với mạng ngoài. MSC làm nhiệm vụ giao tiếp với mạng ngoài gọi là MSC công. Việc giao tiếp với mạng ngoài để đảm bảo thông tin cho những người sử dụng mạng GSM đòi hỏi công thích ứng (các chức năng tương tác – IWF: interworking function). Chẳng hạn SS có thể sử dụng mạng báo hiệu kênh chung số 7 (CCS No7), mạng này đảm bảo hoạt động tương tác giữa các phần tử của SS trong một hay nhiều mạng GSM. MSC thường là một tổng đài lớn điều khiển trạm gốc (BSC).

- Chức năng tương tác mạng IWF (InterWorking Function): Là công giao tiếp giữa người dùng mạng GSM với các mạng ngoài như PSPDN, CSPDN... Để kết nối MSC với một số mạng khác cần phải thích ứng với các đặc điểm truyền dẫn của

GSM với các mạng này. Các thích ứng này được gọi là các chức năng tương tác bao gồm một thiết bị để thích ứng giao thức và truyền dẫn. Nó cho phép kết nối với các mạng: PSPDN (mạng số liệu công cộng chuyên mạch gói) hay CSPDN (mạng số liệu công cộng chuyên mạch theo mạch), nó cùng tồn tại khi các mạng khác chỉ đơn thuần là PSTN hay ISDN. IWF có thể được 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.

- Thanh ghi định vị thường trú HLR (Home Location Register): chứa tất cả các thông tin về thuê bao, và các thông tin liên quan đến vị trí hiện hành của thuê bao, nhưng không chính xác. HLR có trung tâm nhận thực AUC (Authentication Center) và thanh ghi nhận dạng thiết bị EIR (Equipment Identity Register). AUC quản lý bảo mật dữ liệu cho việc nhận thực thuê bao. EIR chứa các số liệu phần cứng của thiết bị.

- Thanh ghi định vị tạm trú VLR (Visitor Location Register): VLR là cơ sở dữ liệu thứ hai trong mạng GSM. Nó được nối đến một hoặc nhiều MSC, có nhiệm vụ lưu giữ tạm thời số liệu thuê bao của các thuê bao hiện đang nằm trong vùng phục vụ của MSC tương ứng và đồng thời lưu giữ số liệu về vị trí của các thuê bao nói trên để cập nhật cho MSC với mức độ chính xác hơn HLR.

- MSC cổng (GMSC): SS có thể chứa nhiều MSC, VLR, HLR. Để thiết lập một cuộc gọi đến người sử dụng GSM, trước hết cuộc gọi phải được định tuyến đến một tổng đài cổng được gọi là GMSC mà không cần biết đến hiện thời thuê bao đang ở đâu. Các tổng đài cổng có nhiệm vụ lấy thông tin về vị trí của thuê bao và định tuyến cuộc gọi đến tổng đài đang quản lý thuê bao ở thời điểm hiện thời (MSC tạm trú).

### **2.2.1.3. Phân hệ khai thác và hỗ trợ (OSS)**

Hệ thống khai thác và hỗ trợ được nối đến tất cả các thiết bị ở hệ thống chuyên mạch và nối đến BSC. Nó cung cấp hỗ trợ ít tốn kém cho khách hàng để đảm bảo công tác bảo dưỡng khai thác tại chỗ. OSS có các tính năng chính như sau :

- Mô hình mạng logic được máy tính hóa.
- Các khai thác định hướng theo hành động.
- Các chức năng quản lý điều khiển theo thực đơn.
- Các phương tiện thu thập số liệu và xử lý.

Mục đích chính của OSS là đảm bảo theo dõi tổng quan hệ thống và hỗ trợ các hoạt động bảo dưỡng của các cơ quan khai thác và bảo dưỡng khác nhau.

### **2.2.2. Kiến trúc địa lý**

Trong mọi mạng điện thoại, kiến trúc địa lý là nền tảng quan trọng để xây dựng quy trình kết nối cuộc thoại đến đúng đích. Với mạng di động điều này càng quan trọng hơn do người dùng luôn luôn thay đổi vị trí nên kiến trúc phải có khả năng theo dõi được vị trí của thuê bao.

#### **2.2.2.1. Vùng mạng : Tổng đài vô tuyến cổng (Gateway - MSC)**

Các đường truyền giữa mạng GSM/PLMN và mạng PSTN/ISDN khác hay các mạng PLMN khác sẽ ở mức tổng đài trung kế quốc gia hay quốc tế. Tất cả các cuộc gọi vào mạng GSM/PLMN sẽ được định tuyến đến một hay nhiều tổng đài gọi là tổng đài vô tuyến cổng (GMSC). GMSC làm việc như một tổng đài trung kế vào cho GSM/PLMN. Đây là nơi thực hiện chức năng hỏi định tuyến cuộc gọi cho các cuộc gọi kết cuối di động. Nó cho phép hệ thống định tuyến các cuộc gọi đến nhận cuối cùng của chúng là các thuê bao di động bị gọi.

#### **2.3.2.2. Vùng phục vụ MSC/VLR**

Vùng phục vụ là một bộ phận của mạng do MSC quản lý. Để định tuyến một cuộc gọi đến một thuê bao di động, đường truyền qua mạng sẽ nối đến MSC ở vùng phục vụ mà thuê bao di động đang ở. Một vùng mạng GSM/PLMN sẽ được chia thành một hay nhiều vùng phục vụ MSC/VLR.

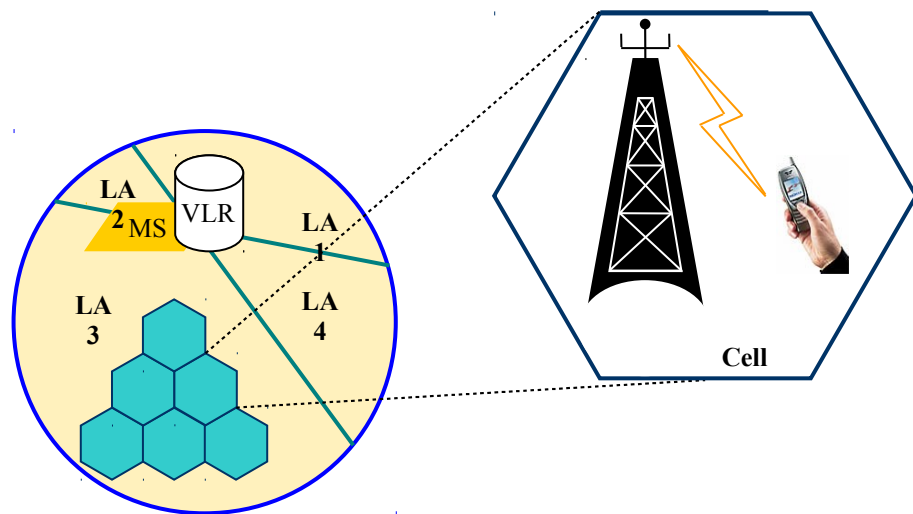
#### **2.3.2.3. Vùng định vị LA (Location Area)**

Mỗi vùng phục vụ MSC/VLR được chia thành một số vùng định vị. Vùng định vị là một phần của vùng phục vụ MSC/VLR mà ở đó trạm di động có thể di chuyển

tự do mà không cần cập nhật thông tin về vị trí cho tổng đài MSC/VLR điều khiển vùng định vị này. Trong vùng định vị một thông báo tìm gọi sẽ được phát quảng bá để tìm thuê bao di động bị gọi. Vùng định vị có thể có một số ô và phụ thuộc một hay vài BSC nhưng nó chỉ phụ thuộc một MSC/VLR.

#### 2.3.2.4. Cell

Vùng định vị được chia thành một số ô. Ô là vùng bao phủ vô tuyến được mạng định danh bằng nhận dạng ô toàn cầu (CGI – Cell Global Identify). Trạm di động tự nhận dạng một ô bằng cách sử dụng mã nhận dạng trạm gốc (BSIC).



Hình 2.2. Phân vùng một vùng phục vụ MSC thành các vùng định vị và các ô

### 2.3. Kỹ thuật vô tuyến số trong GSM

#### 2.3.1. Mã hóa kênh

Trong truyền dẫn số người ta thường đo chất lượng của tín hiệu bằng tỷ số lỗi bit (BER). Tỷ số BER càng nhỏ thì chất lượng truyền dẫn càng cao, tuy nhiên do đường truyền dẫn luôn thay đổi nên không thể giảm tỷ số này xuống không. Nghĩa là ta phải chấp nhận một số lượng lỗi nhất định. Mã hóa kênh được sử dụng để phát hiện và hiệu chỉnh lỗi trong luồng bit thu nhằm giảm tỉ số lỗi bit BER. Để đạt được điều này người ta bổ sung các bit dư vào luồng thông tin. Như vậy ta phải gửi đi nhiều bit hơn cần thiết cho thông tin, nhưng bù lại ta có thể đạt được độ an toàn chống lỗi tốt hơn.

Công thức tính dung lượng kênh Shannon :

$$C = B \log_2 \left( 1 + \frac{P}{N_0 B} \right) = B \log_2 \left( 1 + \frac{S}{N} \right)$$

Trong đó:

C : Dung lượng kênh.

B : Băng thông truyền dẫn (Hz).

P : Công suất tín hiệu thu (W).

$N_0$  : Mật độ công suất nhiễu đơn biên (W/Hz).

Công suất thu được tại máy thu:

$$P = E_b R_b$$

Trong đó :

$E_b$ : năng lượng bit trung bình.

$R_b$  : tốc độ bit truyền dẫn.

Phương trình có thể được chuẩn hóa:

$$\frac{C}{B} = \log_{\text{og}} \left( 1 + \frac{E_b R_b}{N_0 B} \right)$$

Với  $\frac{C}{B}$  là hiệu suất băng thông.

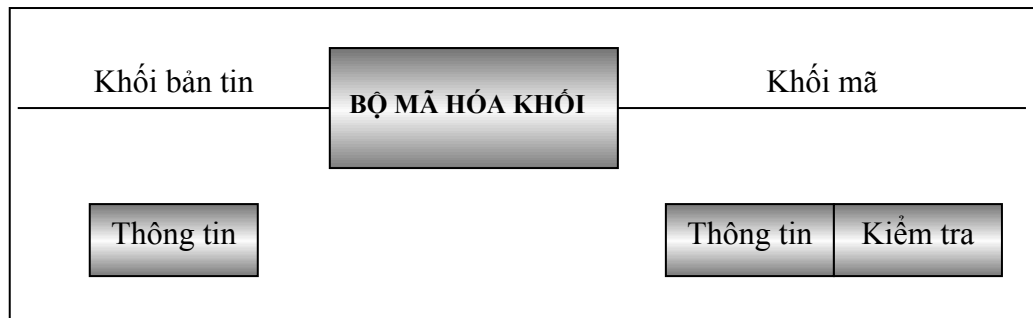
Bộ mã hóa kênh mã hóa dữ liệu thông tin nguồn ra một chuỗi mã khác để phát lên kênh truyền. Có thể chia mã hóa kênh thành hai loại : mã khối (Block code) và mã xoắn (Convolutional code).

### 2.3.1.1. Mã khối

Mã khối là mã sửa sai truyền thẳng (Forward Error Correction – FEC), nó cho phép một số bits lỗi được sửa sai mà không cần truyền lại. Trong mã khối, các bits parity được thêm vào khối bits thông tin để tạo nên các từ mã khác hoặc khối mã. Ở bộ mã hóa khối, k bits thông tin được mã hóa ra thành n bits. Tổng các bits (n – k)

được cộng vào các bits thông tin với mục đích phát hiện sai và sửa sai.

Ở mã khối ta bổ sung bit kiểm tra vào một số bit thông tin nhất định, nguyên tắc này được mô tả như sau :

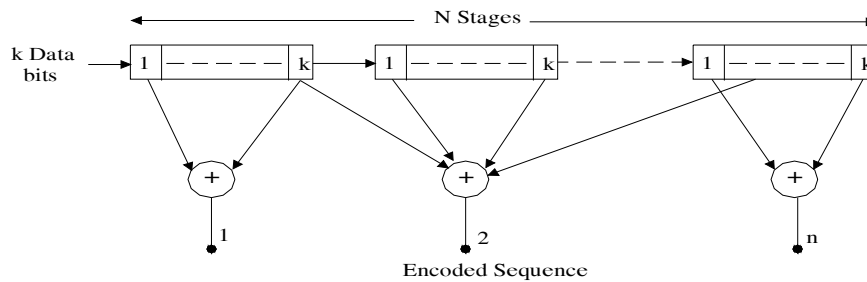


Hình 2.3. Mã hóa khối

Trong mã hóa khối các bit kiểm tra trong khối chỉ phụ thuộc vào các bit thông tin ở khối bản tin.

### **2.3.1.2. Mã xoắn**

Ở mã hóa xoắn, bộ mã hóa tạo ra khối các bit mã không chỉ phụ thuộc vào các bit của khối bản tin hiện thời được dịch vào bộ mã hóa mà còn phụ thuộc vào các bit của các khối trước. Các chuỗi thông tin được chia ra thành các khối riêng lẻ và mã hóa là một chuỗi bits thông tin được sắp xếp thành một chuỗi liên tục tại đầu ra của bộ mã hóa. Với cùng một độ phức tạp thì độ lợi mã hóa của mã chập lớn hơn mã khối.



Hình 2.4 – Sơ đồ khối tổng quát của bộ mã hóa chập.

Một mã xoắn được sinh ra bằng cách cho chuỗi thông tin đi qua các thanh ghi dịch trạng thái hữu hạn. Thanh ghi dịch này chứa  $n$  ( $k$  bits) tầng và phát ra một hàm đại số tuyến tính dựa trên việc phát ra các đa thức. Dữ liệu ngõ vào được dịch vào và theo thanh ghi dịch  $k$  bits tại mỗi thời điểm. Số bits đầu ra với mỗi chuỗi dữ liệu ngõ vào  $k$  bits là  $n$  bits. Tỷ lệ mã  $R_c = k/n$ . Hệ số  $N$  được gọi là chiều dài bắt buộc và cho thấy số bits dữ liệu ngõ vào phụ thuộc vào ngõ ra hiện hành. Nó quyết định thể mạnh và độ phức tạp của mã.

### 2.4.2. Điều chế

Mục tiêu chính của sự phát triển hệ thống thông tin di động số là việc sử dụng tốt hơn phổ tần số đã có. Với mục tiêu trên kỹ thuật điều chế và giải điều chế băng hẹp là cực kỳ quan trọng. GSM sử dụng phương pháp điều chế khóa dịch pha cực tiểu Gauss GMSK (Gaussian Minimum Shift Keying). Phương pháp điều chế này thỏa mãn được các yêu cầu đặt ra :

- Phổ công suất đầu ra hẹp : Đảm bảo yêu cầu công suất ngoài băng phát xạ vào các kênh lân cận nhỏ hơn 60 – 80 dB trong các kênh yêu cầu. Điều này là cần thiết để tránh nhiễu các kênh lân cận gây ra trong quá trình truyền lan.

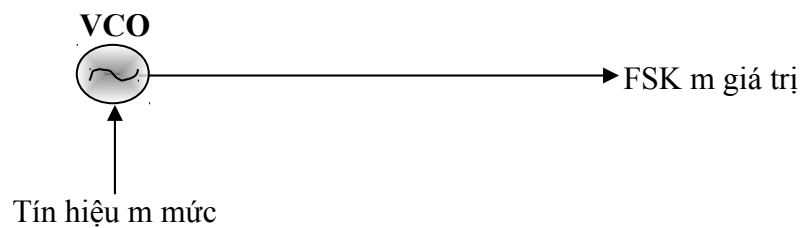
- Xác suất lỗi quá trình truyền lan nhỏ : Chỉ tiêu này bị ảnh hưởng bởi độ ẩm môi trường cũng như tạp âm nhiệt và nhiễu. Vì thế yêu cầu công suất máy phát phải thấp và tái sử dụng cùng kênh trong vùng địa lý phải cao.

- Chỉ số khuếch đại tuyến tính nhỏ : Yêu cầu này rất cần thiết để tiết kiệm nguồn và cải thiện hiệu quả tăng ra.

- Nguồn sóng mang nhiều tần số : Yêu cầu này cần thiết để cho phép thâm nhập bất cứ kênh vô tuyến nào được ấn định. Bộ tổng hợp tần số khóa pha với tần số trung tâm có thể lập trình được thường được sử dụng cho mục đích này.

GMSK là phương pháp điều chế băng hẹp dựa trên kỹ thuật điều chế dịch pha, thực hiện bằng cách nối dây chuyền một bộ lọc Gauss và bộ điều chế MSK. MSK chính là phương pháp điều chế FSK liên tục (CPFSK) trong trường hợp hệ số điều chế bằng 0.5.

FSK là phương pháp điều tần, nó biến đổi thông tin thành các tín hiệu tần số trong sóng mạng, sau đó truyền đi. Có thể sử dụng bộ VCO (Voltage Controlled Oscillator) để thực hiện FSK.



Hình 2.5. Cấu tạo nguyên lý bộ FSK

Tín hiệu điều chế có pha thay đổi liên tục gọi là FSK liên tục (CPFSK). CPFSK thoả mãn điều kiện trực giao khi lượng thay đổi pha trên một mã bằng số nguyên lần 0.5. Trong trường hợp đặc biệt CPFSK có hệ số điều chế bằng 0.5 được gọi là khóa dịch tần cực tiểu MSK.

Giả sử sóng mang đã được điều chế đối với MSK có dạng như sau :

$$S(t) = A \cdot \cos(\omega_0 t + \Psi_t + \varphi_0)$$

Trong đó :

A : Biên độ không thay đổi.

$\omega_0 = 2\pi f$  (rad/s) : Tần số góc của sóng mang.



$\Psi_t$ : Góc pha phụ thuộc vào luồng số đưa lên điều chế.

$\varphi_0$ : Pha ban đầu.

Lúc này ta sẽ có góc pha  $\Psi_t$  như sau :

$$\Psi_t = \sum k_i \Phi_i (t - iT)$$

Trong đó :

$$k_i = 1 \text{ nếu } d_i = d_{i-1}$$

$$k_i = -1 \text{ nếu } d_i \neq d_{i-1}$$

$$\Phi_i(t) = \pi t / 2T, \text{ T là khoảng thời gian của bit.}$$

$d_i$  là chuỗi bit đưa lên điều chế.

Ta thấy ở MSK nếu bit điều chế ở thời điểm xét giống như bit ở thời điểm trước đó  $\Psi_t$  sẽ thay đổi tuyến tính từ  $0 \div \pi/2$ , ngược lại nếu bit điều chế ở thời điểm xét khác bit trước đó thì  $\Psi_t$  sẽ thay đổi tuyến tính từ  $0 \div -\pi/2$ .

Sự thay đổi góc pha ở điều chế MSK cũng dẫn đến thay đổi tần số theo quan hệ sau:

$$\omega = d\varphi(t)/dt$$

Trong đó :

$$\varphi(t) = \omega_0 t + \Psi t + \varphi_0$$

Nếu chuỗi bit đưa lên điều chế không đổi (toàn số 1 hoặc toàn số 0) ta có tần số như sau:

$$\omega_1 = 2\pi f_1 = \omega_0 + \pi T / 2$$

Nếu chuỗi bit đưa lên điều chế thay đổi luân phiên (1,0,1,0...) thì ta có:

$$\omega_2 = 2\pi f_2 = \omega_0 - \pi T / 2$$

Để thu hẹp phổ tần của tín hiệu điều chế luồng bit đưa lên điều chế được đưa qua bộ lọc Gauss. Ở GSM bộ lọc Gauss được sử dụng  $BT = 0.3$ , trong đó B là độ

rộng băng tần. Vậy độ rộng băng tần ở 3dB có thể tính như sau:

$$B.T = 0.3 \text{ hay } B = 0.3/T = 0.3 / (1/271 \times 10^3) = 81 \text{ Khz}$$

### **2.4.3. Phương pháp đa truy cập trong GSM**

Ở giao diện vô tuyến MS và BTS liên lạc với nhau bằng sóng vô tuyến. Do tài nguyên về tần số có hạn mà số lượng thuê bao lại không ngừng tăng lên nên ngoài việc sử dụng lại tần số, trong mỗi cell số kênh tần số được dùng chung theo kiểu trung kế. Hệ thống trung kế vô tuyến là hệ thống vô tuyến có số kênh sẵn sàng phục vụ ít hơn số người dùng khả dĩ. Xử lý trung kế cho phép tất cả người dùng sử dụng chung một cách trật tự số kênh có hạn vì chúng ta biết chắc rằng xác suất mọi thuê bao cùng lúc cần kênh là thấp. Phương thức để sử dụng chung các kênh gọi là đa truy nhập.

Hiện nay, người ta sử dụng 5 phương pháp truy cập kênh vật lý:

- FDMA (Đa truy cập phân chia theo tần số) : Phục vụ các cuộc gọi theo các kênh tần số khác nhau.
- TDMA (Đa truy cập phân chia theo thời gian) : Phục vụ các cuộc gọi theo các khe thời gian khác nhau.
- CDMA (Đa truy cập phân chia theo mã) : Phục vụ các cuộc gọi theo các chuỗi mã khác nhau.
- PDMA (Đa truy cập phân chia theo cực tính) : Phục vụ các cuộc gọi theo các sự phân cực khác nhau của sóng vô tuyến.
- SDMA (Đa truy cập phân chia theo không gian) : Phục vụ các cuộc gọi theo các anten định hướng búp sóng hẹp.

GSM sử dụng kết hợp hai phương pháp đa truy cập là FDMA và TDMA. Dải tần 935 – 960MHz được sử dụng cho đường lên và 890 – 915MHz cho đường xuống (GSM 900). Dải thông tần một kênh là 200KHz, dải tần bảo vệ ở biên cũng rộng 200KHz nên ta có tổng số kênh trong FDMA là 124. Một dải thông TDMA là một khung có tám khe thời gian, một khung kéo dài trong 4.616ms. Khung đường

lên trễ 3 khe thời gian so với khung đường xuống, nhờ trễ này mà MS có thể sử dụng một khe thời gian có cùng số thứ tự ở cả đường lên lẫn đường xuống để truyền tin bán song công.

Các kênh tần số được sử dụng ở GSM nằm trong dãy tần số quy định 900Mhz xác định theo công thức sau:

$$F_L = 890,2 + 0,2.(n-1) \text{ MHz}$$

$$F_U = F_L(n) + 45 \text{ MHz}$$

$$1 \leq n \leq 124$$

Từ công thức trên  $F_L$  là tần số ở nửa băng thấp,  $F_U$  là tần số ở nửa băng cao, 0,2MHz là khoảng cách giữa các kênh lân cận, 45Mhz là khoảng cách thu phát, n số kênh tần vô tuyến. Ta thấy tổng số kênh tần số có thể tổ chức cho mạng GSM là 124 kênh. Để cho các kênh lân cận không gây nhiễu cho nhau mỗi BTS phủ một ô của mạng phải sử dụng các tần số cách xa nhau và các ô chỉ được sử dụng lại tần số ở khoảng cách cho phép.

Truyền dẫn vô tuyến ở GSM được chia thành các cụm (Burst) chứa hàng trăm bit đã được điều chế. Mỗi cụm được phát đi trong một khe thời gian  $577\mu\text{s}$  ở trong một kênh tần số có độ rộng 200 Khz nói trên. Mỗi một kênh tần số cho phép tổ chức các khung thâm nhập theo thời gian, mỗi khung bao gồm 8 khe thời gian từ TS0 đến TS7.

#### **2.4.4. Giao tiếp vô tuyến**

Giao tiếp vô tuyến là khái niệm dùng để chỉ cấu trúc truyền dẫn giữa trạm di động và trạm thu phát gốc. GSM sử dụng kết hợp hai phương pháp đa truy cập FDMA và TDMA. Trong FDMA có 124 kênh với dải tần 935 – 960MHz sử dụng cho đường lên và 890 – 915MHz cho đường xuống. Mỗi kênh được đặc trưng bởi một tần số (sóng mang) gọi là kênh tần số RFCH (Radio channel) cho mỗi hướng thu phát và được gán cho một khung thời gian trong TDMA, mỗi khung được chia ra 8 khe thời gian để truyền dẫn thông tin theo hai hướng. Như vậy ta có tổng số kênh ở GSM 900 là 992.

Một cặp RFCH (thu và phát) tại một khe thời gian được gọi là một kênh vật lý. Một kênh nhìn theo quan điểm nội dung tin tức được gọi là kênh logic (logical channel). Các kênh logic được sắp xếp lên các kênh vật lý theo một nguyên tắc nhất định.

#### **2.4. Quản lý tài nguyên vô tuyến RRM (Radio Resource Management)**

Khi một MS đang ở trong cuộc gọi thì có nghĩa một đường truyền dẫn tin tức và một đường báo hiệu giữa MS đó với MSC neo đang được duy trì. Sự duy trì đó bắt đầu từ lúc MS rời bỏ trạng thái chờ bước vào trạng thái truyền tin đến lúc trở về lại trạng thái chờ. Về phía cơ sở hạ tầng của PLMN, đường truyền dẫn tuy duy trì liên tục nhưng có thể thay đổi nhiều, nhất là chuyển giao. Chức năng RRM liên quan đến việc quản lý đường truyền dẫn, có ba chức năng quản lý chính là định vị, chuyển giao và di động.

##### **2.5.1. Quản lý di động MM (Mobility Management)**

Lớp quản lý di động được xây dựng trên lớp RR đảm nhận các chức năng xuất hiện do sự di chuyển của tế bào cũng như vấn đề nhận thực và bảo mật. Thuê bao di động được thông báo cuộc gọi đến bằng thông điệp ngắn gửi qua kênh chấp thuận truy cập và nhắn tin (PAGCH) của một cell. Quản lý di động cung cấp khả năng khởi động cuộc gọi ở trong hệ thống mạng này và phân phối nó đến hệ thống các mạng khác.

##### **2.5.2. Quản lý cập nhật vị trí**

Thuê bao luôn được liên kết với mạng di động mặt đất PLMN (Public Land Mobile Network) thường trú của nó. Khi di chuyển nó sẽ liên kết với mạng PLMN tạm trú. Chúng ta có thể nhận dạng cuộc gọi từ PLMN tạm trú từ vị trí của MS.

Trong quá trình xử lý chọn lựa PLMN, MM thường tìm cell ở trong PLMN thường trú. Nếu không có dịch vụ hiện hành, user có thể chọn chế độ tự động (tìm kiếm mạng) hoặc chế độ thao tác bằng tay (tìm kiếm user) để tìm được PLMN phù hợp. Trong trường hợp dịch vụ giới hạn, MM tiếp tục kiểm tra chỉ 30 sóng mang mạnh nhất. Dịch vụ giới hạn luôn quan tâm đến vùng phủ sóng tại biên giới của các

quốc gia lân cận.

### **2.5.3. Quản lý chuyển giao (Handover)**

Trong lúc cuộc gọi diễn ra, hai thuê bao cùng ở trên một kênh thoại. Khi một MS di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của trạm gốc chứa nó thì tín hiệu thu trở nên yếu. Để cuộc gọi không bị ngắt, trạm gốc hiện hành sẽ yêu cầu một thủ tục chuyển giao cuộc gọi đến một kênh tần số mới ở một trạm gốc mới mà không gây ra ngắt cuộc gọi hoặc bắt đầu một cuộc gọi mới. Cũng có thể chuyển giao xảy ra không phải do tín hiệu yếu mà để cải thiện chung về nhiều. Chuyển giao này sẽ giúp cho MS hoạt động thông tin trong vùng tối ưu nhất theo quan điểm phòng vệ nhiều mặc dù tín hiệu trực chuyển giao vẫn mạnh. Loại chuyển giao thứ ba là chuyển giao lưu thông. Vì một lý do nào đó mà dung lượng trong một cell tăng đột biến, để giải tỏa nghẽn mạch ở cell đó ta thực hiện chuyển giao thuê bao sang cell kế cận.

Có hai tiêu chuẩn chuyển giao sau đây :

- Tiêu chuẩn 1 : Liên quan đến sự sớm định thời. Nếu cell mới đồng bộ với cell cũ thì MS có thể tính ra sự sớm định thời mới, đó là chuyển giao đồng bộ. Trường hợp chuyển giao dị bộ thì cả MS và BTS mới đều khởi tạo sự sớm định thời.

- Tiêu chuẩn 2 : Liên quan đến vị trí điểm chuyển mạch ở cơ sở hạ tầng PLMN. Có thể chuyển giao xảy ra giữa các cell do một BSC quản lý, giữa các BSC do MSC quản lý và giữa các MSC.

## **2.5. Các thủ tục thông tin**

### **2.5.1. Đăng nhập thiết bị vào mạng**

Khi một thuê bao không ở trạng thái gọi, nó sẽ quét 21 kênh thiết lập trên tổng số 416 kênh. Sau đó nó chọn một kênh mạnh nhất và khóa ở kênh này. Sau 60s quá trình tự định vị được lặp lại.

Khi thuê bao bật lên, thiết bị dò tần số GSM để tìm kênh điều khiển. Sau đó, thiết bị đo cường độ của tín hiệu từ các kênh và ghi lại. Cuối cùng chuyển sang kết nối với kênh có tín hiệu mạnh nhất.

### 2.5.2. Chuyển vùng

Vì GSM là một chuẩn chung nên thuê bao có thể dùng điện thoại hệ GSM tại hầu hết các mạng GSM trên thế giới. Trong khi di chuyển thiết bị liên tục dò kênh để luôn duy trì tín hiệu với trạm là mạnh nhất. Khi tìm thấy trạm có tín hiệu mạnh hơn, thiết bị sẽ tự động chuyển sang trạm mới, nếu trạm mới nằm trong LA khác thiết bị sẽ báo cho mạng biết vị trí mới của mình.

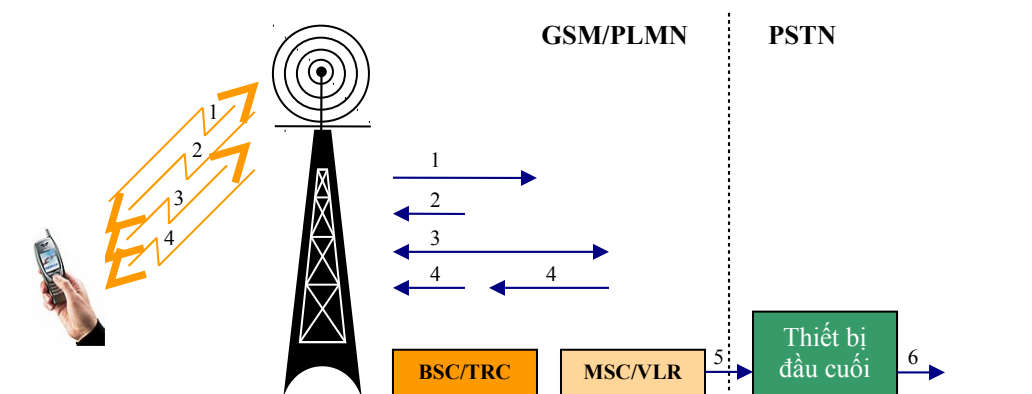
Riêng trong chế độ chuyển vùng quốc tế hoặc chuyển vùng giữa mạng của hai nhà khai thác dịch vụ khác nhau thì quá trình cập nhật vị trí đòi hỏi phải có sự chấp thuận và hỗ trợ từ cấp nhà khai thác dịch vụ.

### 2.5.3. Thực hiện cuộc gọi

#### 2.5.3.1. Cuộc gọi từ thiết bị di động vào điện thoại cố định

Trình tự thiết lập cuộc gọi từ thiết bị di động vào điện thoại cố định như sau :

1. Thiết bị gửi yêu cầu một kênh báo hiệu.
2. BSC/TRC sẽ chỉ định kênh báo hiệu.



Hình 2.9. Gọi từ thiết bị di động vào điện thoại cố định

3. Thiết bị gửi yêu cầu cuộc gọi cho MSC/VLR. Thao tác đăng ký trạng thái tích cực cho thiết bị vào VLR, xác thực, mã hóa, nhận dạng thiết bị, gửi số được gọi cho mạng, kiểm tra xem thuê bao có đăng ký dịch vụ cấm gọi ra đều được thực hiện

trong bước này.

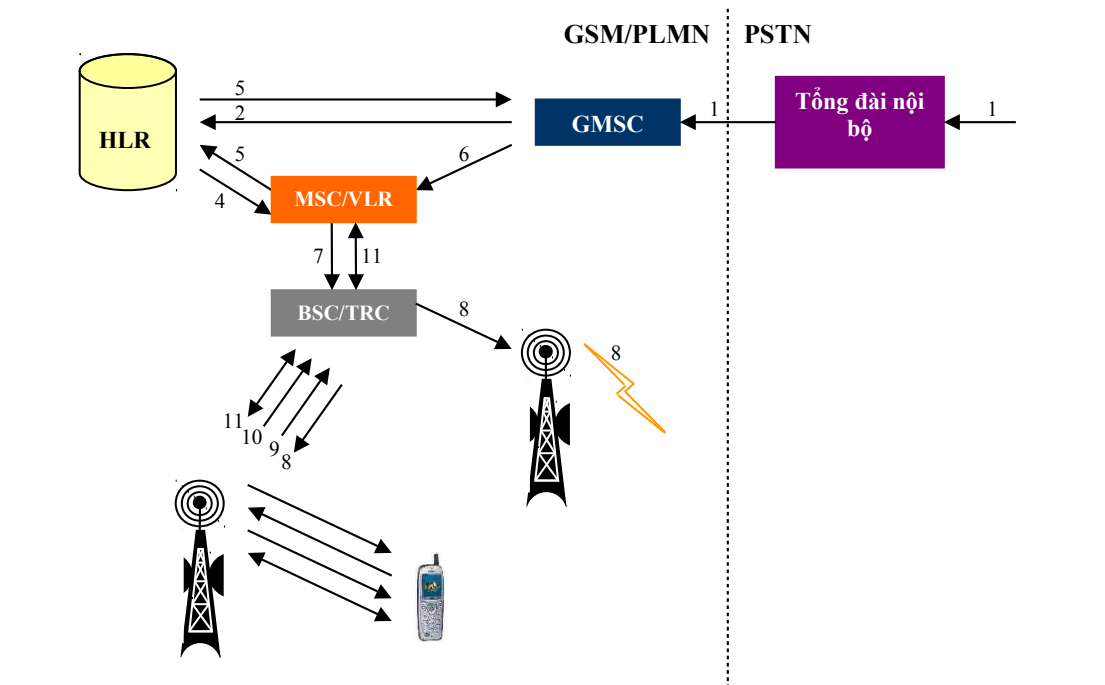
4. Nếu hợp lệ MSC/VLR báo cho BSC/TRC một kênh đang rỗi.
5. MSC/VLR chuyển tiếp số được gọi cho mạng PSTN.
6. Nếu máy được gọi trả lời, kết nối sẽ thiết lập.

### 2.5.3.2. Cuộc gọi từ điện thoại cố định đến thiết bị di động

Điểm khác biệt quan trọng so với gọi từ thiết bị di động là vị trí của thiết bị không được biết chính xác. Chính vì thế trước khi kết nối, mạng phải thực hiện công việc xác định vị trí của thiết bị di động.

1. Từ điện thoại cố định, số điện thoại di động được gửi đến mạng PSTN. Mạng sẽ phân tích và nếu phát hiện ra từ khóa gọi mạng di động, mạng PSTN sẽ kết nối với trung tâm GMSC của nhà khai thác thích hợp

2. GMSC phân tích số điện thoại di động để tìm ra vị trí đăng ký gốc trong HLR của thiết bị và cách thức nối đến MSC/VLR phục vụ.



Hình 2.10. Gọi từ điện thoại cố định đến thiết bị di động

3. HLR phân tích số di động gọi đến để tìm ra MSC/VLR đang phục vụ cho thiết bị. Nếu có đăng ký dịch vụ chuyển tiếp cuộc gọi đến, cuộc gọi sẽ được trả về GMSC với số điện thoại được yêu cầu chuyển đến.
4. HLR liên lạc với MSC/VLR đang phục vụ.
5. MSC/VLR gửi thông điệp trả lời qua HLR đến GMSC.
6. GMSC phân tích thông điệp rồi thiết lập cuộc gọi đến MSC/VLR.
7. MSC/VLR biết địa chỉ LA của thiết bị nên gửi thông điệp đến BSC quản lý LA này.
8. BSC phát thông điệp ra toàn bộ vùng các ô thuộc LA.
9. Khi nhận được thông điệp thiết bị sẽ gửi yêu cầu ngược lại.
10. BSC cung cấp một khung thông điệp chứa thông tin.
11. Phân tích thông điệp của BSC gửi đến để tiến hành thủ tục bật trạng thái của thiết bị lên tích cực, xác nhận, mã hóa, nhận diện thiết bị.
12. MSC/VLR điều khiển BSC xác lập một kênh rồi, đổ chuông. Nếu thiết bị di động chấp nhận trả lời, kết nối được thiết lập.

### **2.5.3.3. Cuộc gọi từ thiết bị di động đến thiết bị di động**

Quá trình diễn ra tương tự như gọi từ điện thoại cố định đến thiết bị di động, chỉ khác điểm giao tiếp với mạng PSTN của điện thoại cố định sẽ được thay thế bằng MSC/VLR khác.

### **2.5.4. Kết thúc cuộc gọi**

Khi MS tắt máy phát, một tín hiệu đặc biệt (tín hiệu đơn tone) được phát đến các trạm gốc và hai bên cùng giải phóng cuộc gọi. MS tiếp tục kiểm tra tìm gọi thông qua kênh thiết lập mạnh nhất.

## **2.6. Nâng cấp GSM lên W-CDMA**

### **2.6.1. Sự cần thiết nâng cấp mạng GSM lên 3G**

Để đáp ứng được các dịch vụ mới về truyền thông đa phương tiện trên phạm vi



toàn cầu đồng thời đảm bảo tính kinh tế, hệ thống GSM sẽ được nâng cấp từng bước lên thế hệ ba. Thông tin di động thế hệ ba có khả năng cung cấp dịch vụ truyền thông multimedia băng rộng trên phạm vi toàn cầu với tốc độ cao đồng thời cho phép người dùng sử dụng nhiều loại dịch vụ đa dạng. Việc nâng cấp GSM lên 3G thực hiện theo các tiêu chí sau :

- Là mạng băng rộng và có khả năng truyền thông đa phương tiện trên phạm vi toàn cầu. Cho phép hợp nhất nhiều chủng loại hệ thống tương thích trên toàn cầu.

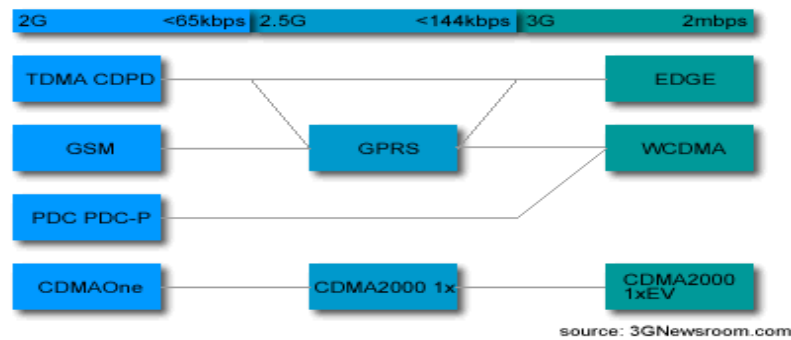
- Có khả năng cung cấp độ rộng băng thông theo yêu cầu nhằm hỗ trợ một dải rộng các dịch vụ từ bản tin nhắn tốc độ thấp thông qua thoại đến tốc độ dữ liệu cao khi truyền video hoặc truyền file. Nghĩa là đảm bảo các kết nối chuyển mạch cho thoại, các dịch vụ video và khả năng chuyển mạch gói cho dịch vụ số liệu. Ngoài ra nó còn hỗ trợ đường truyền vô tuyến không đối xứng để tăng hiệu suất sử dụng mạng (chẳng hạn như tốc độ bit cao ở đường xuống và tốc độ bit thấp ở đường lên).

- Khả năng thích nghi tối đa với các loại mạng khác nhau để đảm bảo các dịch vụ mới như đánh số cá nhân toàn cầu và điện thoại vệ tinh. Các tính năng này sẽ cho phép mở rộng đáng kể vùng phủ sóng của các hệ thống di động.

- Tương thích với các hệ thống thông tin di động hiện có để bảo đảm sự phát triển liên tục của thông tin di động. Tương thích với các dịch vụ trong nội bộ IMT-2000 và với các mạng viễn thông cố định như PSTN/ISDN. Có cấu trúc mở cho phép đưa vào dễ dàng các tiến bộ công nghệ, các ứng dụng khác nhau cũng như khả năng cùng tồn tại và làm việc với các hệ thống cũ.

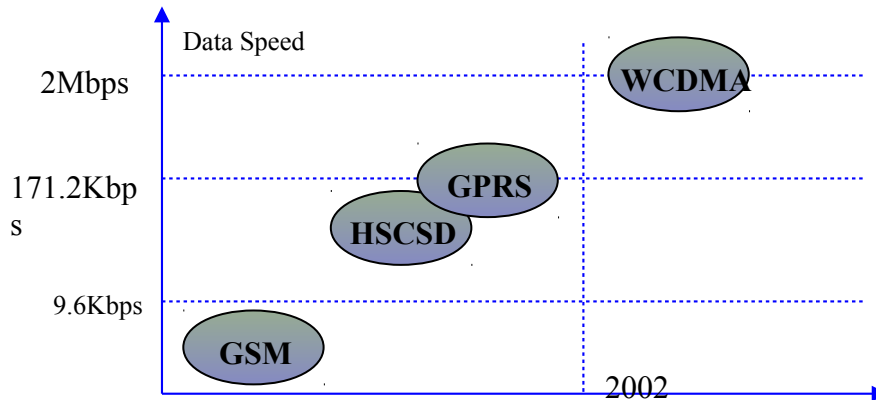
### **2.6.2. Giải pháp nâng cấp**

Có hai giải pháp nâng cấp GSM lên thế hệ ba : một là bỏ hẳn hệ thống cũ, thay thế bằng hệ thống thông tin di động thế hệ ba; hai là nâng cấp GSM lên GPRS và tiếp đến là EDGE nhằm tận dụng được cơ sở mạng GSM và có thời gian chuẩn bị để tiến lên hệ thống 3G W-CDMA. Giải pháp thứ hai là một giải pháp có tính khả thi và tính kinh tế cao nên đây là giải pháp được ưa chuộng ở những nước đang phát triển như nước ta.



Hình 2.11. Các giải pháp nâng cấp hệ thống 2G lên 3G

Giai đoạn đầu của quá trình nâng cấp mạng GSM là phải đảm bảo dịch vụ số liệu tốt hơn, có thể hỗ trợ hai chế độ dịch vụ số liệu là chế độ chuyển mạch kênh (CS : Circuit Switched) và chế độ chuyển mạch gói (PS : Packet Switched). Để thực hiện kết nối vào mạng IP, ở giai đoạn này có thể sử dụng giao thức ứng dụng vô tuyến (WAP : Wireless Application Protocol). WAP chứa các tiêu chuẩn hỗ trợ truy cập internet từ trạm di động. Hệ thống WAP phải có cổng WAP và chức năng kết nối mạng.



Hình 2.12. Lộ trình nâng cấp GSM lên W-CDMA

Trong giai đoạn tiếp theo, để tăng tốc độ số liệu có thể sử dụng công nghệ số liệu chuyển mạch kênh tốc độ cao (HSCSD : High Speed Circuit Switched Data) và dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS : General Packet Radio Protocol Services). GPRS sẽ hỗ trợ WAP có tốc độ thu và phát số liệu lên đến 171.2Kbps. Một ưu điểm quan trọng của GPRS nữa là thuê bao không bị tính cước như trong hệ thống chuyển mạch kênh mà cước phí được tính trên cơ sở lưu lượng dữ liệu sử dụng thay

vì thời gian truy cập.

Dịch vụ GPRS tạo ra tốc độ cao chủ yếu nhờ vào sự kết hợp các khe thời gian, tuy nhiên kỹ thuật này vẫn dựa vào phương thức điều chế nguyên thủy GMSK nên hạn chế tốc độ truyền. Bước nâng cấp tiếp theo là thay đổi kỹ thuật điều chế kết hợp với ghép khe thời gian ta sẽ có tốc độ truyền dữ liệu cao hơn, đó chính là công nghệ EDGE.

EDGE vẫn dựa vào công nghệ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói với tốc độ tối đa đạt được là 384Kbps nên sẽ khó khăn trong việc hỗ trợ các ứng dụng đòi hỏi việc chuyển mạch linh động và tốc độ truyền dữ liệu lớn hơn. Lúc này sẽ thực hiện nâng cấp EDGE lên W-CDMA và hoàn tất việc nâng cấp GSM lên 3.

***Kết luận chương 2:***

Chương 2 trình bày kiến trúc mạng GSM và các kỹ thuật vô tuyến số áp dụng trong mạng GSM. Đề xuất các giải pháp nâng cấp hệ thống thông tin di động thế hệ 2 lên thế hệ ba và khái quát lộ trình nâng cấp mạng GSM lên W-CDMA.

Chương tiếp theo sẽ trình bày dịch vụ vô tuyến gói đa năng GPRS.

## CHƯƠNG 3 GIẢI PHÁP GPRS TRÊN MẠNG GSM



### Giới thiệu chương

Dịch vụ vô tuyến gói đa năng GPRS là một chuẩn của viện định chuẩn châu Âu ETSI. Đây là một kỹ thuật mới áp dụng cho mạng thông tin di động GSM. Nó cung cấp dịch vụ dữ liệu gói bên trong mạng PLMN và giao tiếp với mạng ngoài qua cổng đầu nối trực tiếp như TCP/IP, X.25... Điều này cho phép các thuê bao di động GPRS có thể dễ dàng truy nhập vào mạng internet, intranet và truyền dữ liệu với tốc độ lên đến 171Kbps. Trong mạng GPRS, một MS chỉ được dành tài nguyên vô tuyến khi nó có số liệu cần phát và ở thời điểm khác những người sử dụng có thể sử dụng chung một tài nguyên vô tuyến. Nhờ vậy mà hiệu quả sử dụng băng tần tăng lên đáng kể.

Chương này trình bày các kiến trúc, cấu trúc dữ liệu GPRS và giải pháp nâng cấp lên GPRS cho mạng GSM. Sau đó là EDGE và các kế hoạch cần thực hiện khi áp dụng EDGE trên mạng GSM.

### 3.1. Kiến trúc mạng GPRS

GPRS được phát triển trên cơ sở mạng GSM sẵn có. Các phần tử của mạng GSM chỉ cần nâng cấp về phần mềm, ngoại trừ BSC phải nâng cấp phần cứng. GSM lúc đầu được thiết kế cho chuyển mạch kênh nên việc đưa dịch vụ chuyển mạch gói vào mạng đòi hỏi phải bổ sung thêm thiết bị mới. Hai node được thêm vào để làm nhiệm vụ quản lý chuyển mạch gói là node hỗ trợ GPRS dịch vụ (SGSN) và node hỗ trợ GPRS công (GGSN), cả hai node được gọi chung là các node GSN. Node hỗ trợ GPRS dịch vụ (SGSN) và node hỗ trợ GPRS công (GGSN) thực hiện thu và phát các gói số liệu giữa các MS và các thiết bị đầu cuối số liệu cố định của mạng số liệu công cộng (PDN). GSN còn cho phép thu phát các gói số liệu đến các MS ở các mạng thông tin di động GSM khác.



Có ba loại xử lý được dùng là :

- Bộ xử lý ứng dụng trung tâm (AP/C) cho các chức năng trung tâm và dùng chung như OM.
- Bộ xử lý ứng dụng (AP) để quản lý các chức năng đặc trưng riêng biệt của GPRS.
- Bộ xử lý thiết bị (DP) chuyên dùng trong quản lý lưu lượng tại một vài kiểu giao diện nào đó như IP thông qua giao diện ATM.

Ngoài ra cấu trúc phần mềm của GSN cũng được chia ra thành các phân hệ bao gồm các phân hệ nòng cốt và các phân hệ ứng dụng để hỗ trợ và quản lý hệ thống.

### **3.1.1.2. Thuộc tính của node GSN**

Các node GSN thường là các Router có dung lượng lớn. Trong các GGSN có thêm cổng BG để chia sẻ các giao diện vật lý đến các mạng ngoài và đến mạng backbone. Một BG có thể quản lý nhiều mạng PLMN.

Chức năng tính cước thực hiện trong các SGSN và GGSN có kết hợp với các thiết bị khác để cung cấp cho nhà quản lý mạng khả năng tính cước đa dạng như : tính cước theo lượng dữ liệu, theo thời gian cuộc gọi, theo kiểu dịch vụ, theo đích đến...

Khả năng cấp phát động địa chỉ IP cho phép nhà quản lý mạng sử dụng và tái sử dụng lại một số lượng địa chỉ IP giới hạn dùng cho mạng PLMN. Điều này sẽ hạn chế tối đa tổng số địa chỉ IP cấp cho mỗi PLMN.

Cung cấp các chức năng bảo mật trong GSN thông qua các thủ tục xác nhận có chọn lọc.

Quản lý lưu lượng trong SGSN : Trong một chu kỳ thời gian, các gói dữ liệu có độ trễ cấp 1 theo QoS sẽ được phân phát trước bất kỳ gói dữ liệu nào có độ trễ cấp 2. Lưu lượng đến và đi từ các MS trong cùng một mức trễ sẽ được xử lý theo kiểu hàng đợi.

### **3.1.1.3.Chức năng**

- Node hỗ trợ GPRS dịch vụ (SGSN)

SGSN có các chức năng chính sau :

- Quản lý việc di chuyển của các đầu cuối GPRS bao gồm việc quản lý vào mạng, rời mạng của thuê bao, mật mã, bảo mật của người sử dụng, quản lý vị trí hiện thời của thuê bao v.v...

- Định tuyến và truyền các gói dữ liệu giữa các máy đầu cuối GPRS. Các luồng được định tuyến từ SGSN đến BSC thông qua BTS để đến MS.

- Quản lý trung kế logic tới đầu cuối di động bao gồm việc quản lý các kênh lưu lượng gói, lưu lượng nhắn tin ngắn SMS và tín hiệu giữa các máy đầu cuối với mạng.

- Xử lý các thủ tục dữ liệu gói PDP (Packet Data Protocol) bao gồm các thông số quan trọng như tên điểm truy nhập, chất lượng dịch vụ khi kết nối với một mạng dữ liệu khác bên ngoài hệ thống.

- Quản lý các nguồn kênh tài nguyên BSS.

- Cung cấp các file tính cước dành cho dữ liệu gói.

- Quản lý truy nhập, kiểm tra truy nhập các mạng dữ liệu ngoài bằng mật mã và sự xác nhận.

- Node hỗ trợ GPRS cổng (GGSN)

Để trao đổi thông tin với mạng dữ liệu ngoài SGSN phải thông qua node hỗ trợ GPRS cổng là GGSN. Về mặt cấu trúc GGSN có vị trí tương tự như gate MSC. Thông thường GGSN là một Router mạnh có dung lượng lớn. Chức năng chính của GGSN là :

- Hỗ trợ giao thức định tuyến cho dữ liệu máy đầu cuối.

- Giao tiếp với các mạng dữ liệu gói IP bên ngoài .

- Cung cấp chức năng bảo mật mạng.

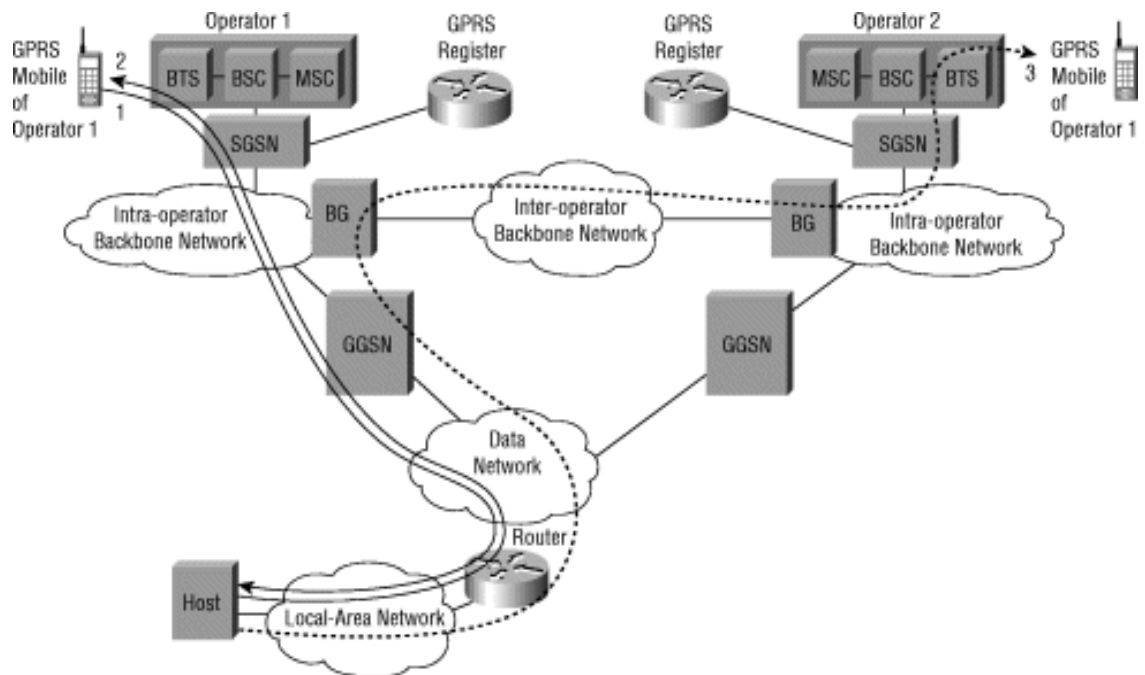
- Quản lý phiên GPRS theo mức IP, thiết lập thông tin đến mạng bên ngoài.
- Cung cấp dữ liệu tính cước (CDRs).

### 3.2.2. Mạng Backbone

Mạng Backbone kết hợp một số giao diện chuẩn dữ liệu chuẩn dùng để kết nối các giữa node SGSN, GGSN và các mạng dữ liệu bên ngoài. Có hai loại mạng backbone :

- Mạng intra-backbone : Kết nối các phần tử trong cùng một PLMN như các node SGSN, GGSN.
- Mạng inter-backbone : Dùng để kết nối giữa các mạng intra-backbone của hai PLMN khác nhau thông qua cổng BG (Border Gateway).

Như vậy mạng Backbone giải quyết vấn đề tương tác giữa các mạng GPRS. Lý do chính mà hệ thống hỗ trợ vấn đề tương tác giữa các mạng GPRS là để cho phép roaming giữa các thuê bao GPRS. Các thuê bao roaming sẽ có một địa chỉ PDP được cấp phát bởi mạng PLMN chủ, một router chuyển tiếp giữa mạng PLMN chủ và mạng PLMN mà thuê bao di chuyển đến. Định tuyến này được dùng cho cả thuê bao đã hoàn thành hay bắt đầu truyền dữ liệu. Thông tin được truyền đi thông qua các cổng biên BG.

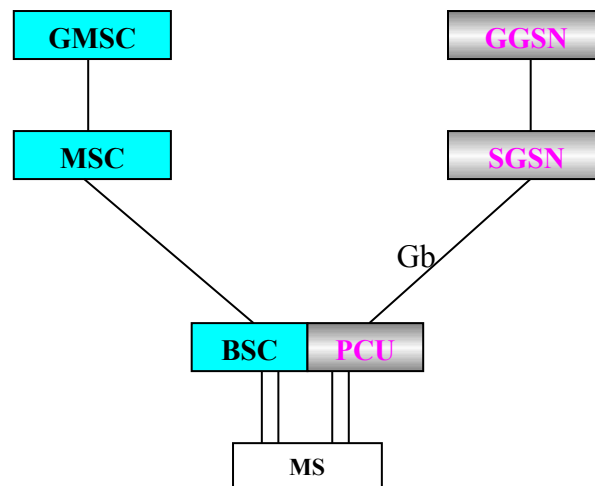


Hình 3.2. Mạng Backbone



### 3.2.3. Cấu trúc BSC trong GPRS

Để nâng cấp mạng GSM lên GPRS, ngoài việc nâng cấp phần mềm ta cần bổ sung vào trong BSC một phần cứng gọi là khối kiểm soát gói (PCU). PCU có nhiệm vụ xử lý việc truyền dữ liệu gói giữa máy đầu cuối và SGSN trong mạng GPRS.



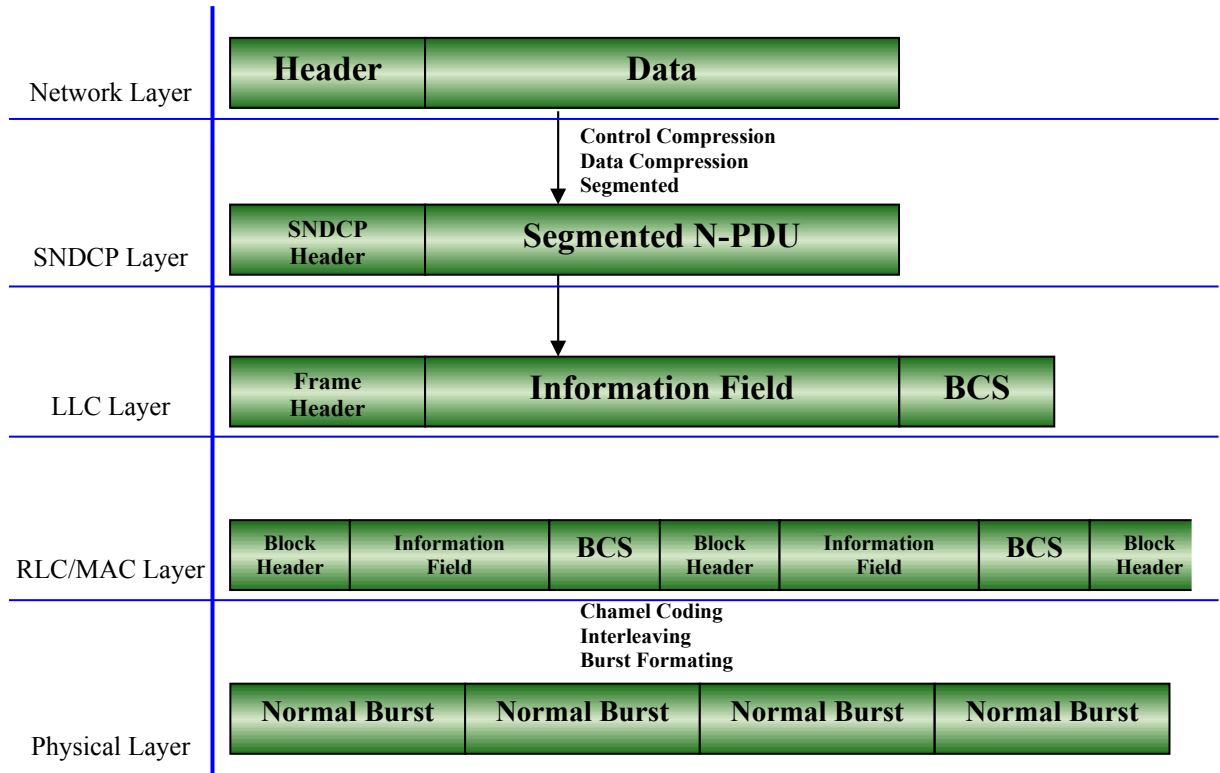
Hình 3.3. Giao diện Gb mở kết nối PCU với SGSN

PCU quản lý các lớp MAC và RLC của giao diện vô tuyến, các lớp dịch vụ mạng của giao diện Gb (giao diện giữa PCU và SGSN). Nó bao gồm phần mềm trung tâm, các thiết bị phần cứng và các phần mềm vùng (RPPs). Chức năng của RPP là phân chia các khung PCU giữa các giao diện Gb và A-bis, chúng có thể được thiết lập để làm việc với một giao diện A-bis hay với cả hai giao diện A-bis và Gb. Giải pháp bổ sung PCU vào BSC là một giải pháp hiệu quả về mặt chi phí hệ thống.

Về truyền dẫn thì giao diện A-bis được sử dụng lại cho cả chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói trên GPRS, nhưng giao diện giữa BSS và SGSN lại dựa trên giao diện mở Gb. Thông qua A-bis, các đường truyền dẫn và báo hiệu hiện tại của GSM được sử dụng lại trong GPRS nên đem lại hiệu suất hệ thống cao và hiệu quả trong giá thành. Giao diện Gb mới là một đề xuất mới nhưng nó có thể định tuyến lưu thông Gb một cách trong suốt thông qua MSC.

### 3.3. Cấu trúc dữ liệu GPRS

Dữ liệu GPRS phải được chuẩn hóa theo dạng cấu trúc dữ liệu GSM để truyền qua mạng GSM.



Hình 3.8. Cấu trúc dữ liệu GPRS

- Phần tiêu đề và dữ liệu được sắp xếp lại thành đơn vị dữ liệu thủ tục mạng (N-PDU) tại lớp mạng.

- N-PDU được nén và phân đoạn thành đơn vị dữ liệu thủ tục mạng con (SN-PDU) ở lớp SNDCP nhờ giao thức SNDCP.

- Các dữ liệu SN-PDU được ghép lại thành các khung LLC có các kích thước khác nhau. Kích thước tối đa của một khung LLC là 1600 octets.

- Toàn bộ khung LLC được phân đoạn thành các khối dữ liệu RLC, kích cỡ khối phụ thuộc vào cách điều chế CS. Dữ liệu trên được đưa vào trường thông tin, thêm phần tiêu đề khối và bit BCS.

- Dữ liệu RLC được đưa qua bộ mã hóa kênh CS cho khung chuẩn

456bit/20ms, ghép xen nhờ bộ tạo loạn (interleaving) và cuối cùng là định dạng burst để tạo thành các burst chuẩn 114bit. Sau đó các burst được điều chế qua bộ điều chế GMSK rồi khuếch đại và truyền đi trong không gian.

### **3.4.Các giải pháp nâng cấp lên GPRS cho mạng GSM Việt Nam**

Hiện tại mạng di động GSM Việt Nam có hai nhà khai thác chính là MobilePhone (VMS) và VinaPhone (GPC).

- Mạng di động MobilePhone do công ty VMS quản lý khai thác sử dụng thiết bị của các hãng sau :

- Khu vực miền Bắc do hãng Alcatel (Pháp) cung cấp toàn bộ thiết bị trên mạng từ thiết bị chuyển mạch (MSC) đến thiết bị vô tuyến BSC, BTS.

- Khu vực miền Nam do hãng Ericson (Thụy Điển) cung cấp thiết bị hệ thống toàn mạng từ MSC, BSC đến BTS.

- Mạng VinaPhone do công ty GPC quản lý, thiết bị sử dụng được thống nhất cả hai miền do các hãng sau cung cấp :

- Thiết bị chuyển mạch MSC, OMCS do hãng Siemen (Đức) cung cấp.

- Thiết bị vô tuyến BSS bao gồm BSC, BTS, OMSC do hãng Motorola (Mỹ) cung cấp.

Việc đưa dịch vụ GPRS áp dụng trên mạng GSM Việt Nam sẽ có nhiều giải pháp của các hãng sản xuất khác nhau.

#### **3.4.1.Giải pháp của hãng Alcatel (Pháp)**

Giải pháp của hãng Alcatel tập trung ở các điểm chính sau :

- Trạm BTS không thay đổi phần cứng, chỉ thay đổi phần mềm.

- BSC giữ nguyên không thay đổi.

- Đặt thêm một server chuyển mạch gói MFS (A935) ở phần Transcoder. Server này làm chức năng của khối PCU và xử lý giao tiếp Pb hỗ trợ cho BSC trong việc chuyển dữ liệu từ BTS đến SGSN.

- SGSN : Sử dụng thiết bị của hãng Cisco gồm có một server SGSN, một server tính cước và một router truy nhập IP để làm hệ thống truyền dữ liệu backbone.

- GGSN : Sử dụng router của hãng Cisco.

- HLR, SMS và NMC được nâng cấp phần mềm để hỗ trợ cho dịch vụ GPRS.

Giải pháp của Alcatel là thêm vào các thiết bị server, router của hãng Cisco mà Alcatel đã liên kết, không sử dụng thiết bị đặc chủng, nên dễ dàng áp dụng với mạng GSM có quy mô vừa hoặc nhỏ.

### **3.4.2. Giải pháp của hãng Ericson (Thụy Điển)**

Giải pháp của hãng Ericson gồm một số điểm sau :

- Trạm BTS với thiết bị RBS 200 chỉ cần nâng cấp phần mềm không bổ sung phần cứng.

- BSC được bổ sung thêm phần cứng PCU (Packet Control Unit) và phần mềm để đáp ứng yêu cầu của GPRS.

- HLR cũng được bổ sung phần mềm để hỗ trợ cho việc truy cập, quản lý GPRS và chuyển tin nhắn SMS.

- MSC/VLR cũng được nâng cấp phần mềm để hỗ trợ cho việc quản lý thuê bao GPRS class A và B.

- Riêng SGSN và GGSN được lắp đặt trong AXB-250, một dạng tổng đài mới truyền dữ liệu của Ericson.

Như vậy giải pháp của Ericson là có tổng đài dữ liệu AXB-250, phần cứng thêm vào cho BSC và nâng cấp phần mềm các phần tử còn lại của mạng GSM như BTS, HLR, MSC/VLR.

### **3.4.3. Giải pháp của hãng Motorola (Mỹ)**

Hãng Motorola đưa ra giải pháp thực hiện GPRS như sau :

- Trạm BTS không thay đổi.

- BSC được bổ sung thêm phần cứng PCU và phần mềm hỗ trợ cho việc chuyển dữ liệu đến SGSN.

- Các phần tử khác được đặt thiết bị GSN gồm có :

- Ngăn SGSN : Mỗi ngăn có 3 card SGSN và một card tín hiệu số 7 để cung cấp cho 10.000 thuê bao, phần cứng SGSN dựa trên cơ sở của phần cứng hãng Compact PCI.

- Ngăn GGSN : Chuẩn là Router 7206 của hãng Cisco. Mỗi ngăn có khả năng cung cấp dịch vụ cho 15.000 thuê bao.

- Ngăn CommHub : Dựa trên cơ sở của Router 5500 của hãng Cisco. Ngăn này làm nhiệm vụ mạng Backbone của GPRS trên các giao tiếp Gi, Gn, Gp.

- Ngăn ISS : Dựa trên cơ sở của Server Dual-T 1125 của hãng SUN Nestra. Server này có bộ nhớ trên 100Gb đảm nhận các chức năng : công tính cước, đồng bộ mạng, địa chỉ IP động và bảo mật.

Giải pháp của Motorola là sử dụng phần cứng bổ sung BSC và lắp đặt thiết bị GSN cho mạng dựa trên các router chuyên dụng của các hãng Cisco, Compact, Sun Nestra. Dung lượng của GPRS Motorola tương đối lớn, do có thể mở rộng thêm các tủ của GSN và các thiết bị của các hãng chuyên dụng có dung lượng cao.

#### **3.4.4. Giải pháp của hãng Siemen (Đức)**

Giải pháp của hãng Siemen bao gồm các điểm chính :

- Không thêm phần cứng BTS chỉ nâng cấp phần mềm.

- BSC bổ sung thêm phần cứng PCU và phần mềm hỗ trợ.

- HLR nâng cấp bổ sung thêm để hỗ trợ GPRS.

- Các phần tử khác được chế tạo theo công nghệ của Siemen và lắp đặt tủ SGN gọi là EWSX (36190) gồm :

- SGSN và GGSN chế tạo theo công nghệ của Siemen.

- Phần chuyển mạch và mạng backbone dựa trên cơ sở kỹ thuật ATM.

- Có bộ xử lý chính (Main Processor) điều khiển hoạt động toàn bộ thiết bị trong tủ.

Tóm lại, giải pháp của Siemen là sản xuất riêng biệt thiết bị chuyên mạch gói EWSX cho SGSN và GGSN còn BTS và HLR nâng cấp phần mềm, BSC thêm phần cứng PCU.

### 3.5.EDGE (Enhanced Data rate for GSM Evolution)

#### 3.5.1.Tổng quan

Giải pháp nâng cấp mạng GSM lên GPRS đã tăng tốc độ truyền dữ liệu lên đến 170Kbps nhưng vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu của các dịch vụ truyền thông đa phương tiện. Dịch vụ GPRS tạo ra tốc độ cao chủ yếu nhờ sự kết hợp của các khe thời gian. Tuy nhiên do vẫn sử dụng kỹ thuật điều chế nguyên thủy GMSK nên tốc độ truyền dữ liệu còn hạn chế. Công nghệ EDGE sẽ kết hợp việc ghép khe thời gian với việc thay đổi kỹ thuật điều chế GMSK bằng 8PSK, điều này sẽ giúp tăng tốc độ truyền dữ liệu trong mạng GPRS lên 2 đến 3 lần.

#### 3.5.2.Kỹ thuật điều chế trong EDGE

Để tăng tốc độ truyền dữ liệu trong EDGE người ta sử dụng kỹ thuật điều chế 8PSK thay thế cho GMSK trong GSM.

Dạng tín hiệu điều chế của 8PSK :

$$s(t) = \sqrt{E_s} \cdot \left[ \cos \frac{2\pi(i-1)}{8} \cdot \sqrt{\frac{2}{T}} \cos(w_o t) - \sin \frac{2\pi(i-1)}{8} \cdot \sqrt{\frac{2}{T}} \sin(w_o t) \right]$$

Trong đó :

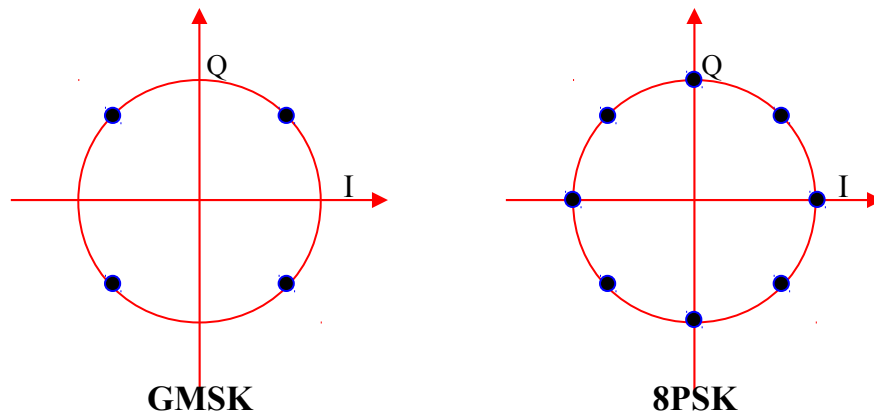
$w_o$  : Tần số góc sóng mang.

$E_s$  : Năng lượng tín hiệu.

$T$  : Chu kỳ tín hiệu.

$A$  : Hằng số.

Giản đồ tín hiệu điều chế :



Hình 3.1212. Biểu đồ tín hiệu hai loại điều chế

Sử dụng điều chế 8PSK có tốc độ bit gấp ba lần tốc độ bit của điều chế GMSK, do đó tốc độ truyền dữ liệu của EDGE gấp ba lần so với GSM. Tuy nhiên điều chế 8PSK trong EDGE thay đổi theo thời gian nên việc <sup>Cấu hình</sup> thiết kế các bộ khuếch đại <sub>đài t</sub> rất phức tạp. Hiệu suất công suất của điều chế 8PSK chỉ bằng 4/7 của điều chế GMSK nên công suất của máy thu phát EDGE phải lớn gần gấp đôi so với GSM. Điều này ảnh hưởng đến việc chế tạo thiết bị đầu cuối và các trạm thu phát công suất nhỏ như Micro BTS, Pico BTS...

Do phần lớn các dịch vụ tốc độ cao đều nằm ở đường xuống nên để hạn chế tính phức tạp cho máy đầu cuối, người ta đã đưa ra giải pháp : đường lên sẽ phát tín hiệu sử dụng điều chế GMSK nhằm hạn chế tính phức tạp cho máy đầu cuối còn đường xuống sử dụng điều chế 8PSK.

### 3.5.3. Giao tiếp vô tuyến

Trong công nghệ EDGE ngoài việc thay thế kỹ thuật điều chế, các thông số vật lý khác của giao diện vô tuyến tương tự như trong GSM. Thủ tục vô tuyến của EDGE chính là các thủ tục được sử dụng trong GSM/GPRS. Điều này hạn chế tối thiểu việc xây dựng thêm các thủ tục mới cho EDGE. Tuy nhiên để hỗ trợ cho việc truyền dữ liệu tốc độ cao, một vài thủ tục sẽ được thay đổi cho phù hợp. Có hai dạng truyền dữ liệu của EDGE cần xem xét là : truyền chuyển mạch gói và truyền chuyển mạch kênh.

#### 3.5.3.1. Truyền dẫn chuyển mạch gói EDGE – EGPRS

nh đài trạm.

Hiện tại GPRS cung cấp tốc độ truyền dữ liệu từ 9,6Kbps đến 21,4Kbps cho một khe thời gian. EDGE sẽ cho phép truyền với tốc độ từ 11,2Kbps đến 59,2Kbps cho một khe thời gian và nếu ghép nhiều khe sẽ cho tốc độ truyền tối đa là 384Kbps. Để đảm bảo tốc độ truyền cũng như bảo vệ thông tin, thủ tục kiểm soát kênh vô tuyến LLC trong EDGE sẽ có một số thay đổi cơ bản xoay quanh việc cải tiến mẫu RLC về sự tương hợp đường kết nối và gia tăng tốc độ dự phòng.

Sự tương hợp đường kết nối là việc lựa chọn mô hình điều chế và mã hóa để phù hợp với chất lượng đường truyền vô tuyến. Sự gia tăng tốc độ dự phòng cũng là một biện pháp đảm bảo chất lượng dịch vụ. Tương ứng với mỗi mẫu mã hóa, thông tin sẽ được thiết lập và gửi đi với mã hóa ít nhất để đạt tốc độ cao nhất. Tuy nhiên nếu ở bộ phận giải mã bị sai, nhiều bit mã sẽ được thêm vào và gửi cho đến khi nào việc giải mã thành công. Dĩ nhiên, việc thêm mã sẽ làm cho tốc độ truyền giảm và trễ truyền dẫn tăng.

EGPRS cung cấp mẫu tương hợp kết nối và gia tăng dự phòng để làm cơ sở cho việc đo lường chất lượng đường truyền nhằm đảm bảo việc khai thác dịch vụ truyền dẫn với độ trễ ngắn hơn và giảm yêu cầu bộ nhớ.

### **3.5.3.2. Truyền dẫn chuyển mạch kênh EDGE – ECSD**

Chuẩn GSM hiện tại có thể cung cấp truy nhập vô tuyến truyền dẫn trong suốt và không trong suốt. Truyền trong suốt yêu cầu tốc độ bit cố định hàng dãy từ 9,6 đến 64 Kbps, còn truyền không trong suốt thay đổi từ 4,8 đến 57,6Kbps. Tốc độ thực tế của truyền không trong suốt phụ thuộc vào chất lượng kênh và kết quả của việc truyền lại khi sai sót.

EDGE không ảnh hưởng gì đến việc truyền này trong hệ thống chuyển mạch GSM nên tốc độ bit cũng không thay đổi. Tuy nhiên các thành phần trong mã hóa kênh sẽ có một số thay đổi để có tốc độ cao hơn.

Trong tương lai khi EDGE sử dụng dịch vụ thời gian thực thông qua giao thức internet thì sẽ có tác động mạnh không những trên truy nhập vô tuyến mà cả trên trường chuyển mạch truyền thống.



#### **3.5.4. Các kế hoạch cần thực hiện khi áp dụng EDGE trên mạng GSM**

EDGE chủ yếu tác động đến phần truy xuất vô tuyến của mạng GSM cụ thể là ở trạm thu phát vô tuyến gốc BTS, đài kiểm soát gốc BSC nhưng không ảnh hưởng đến các ứng dụng và giao tiếp dựa vào chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói. Các giao tiếp đang tồn tại được giữ lại thông qua trung tâm chuyển MSC và các node hỗ trợ GPRS (SGSN, GGSN).

Trong EDGE tốc độ bit sẽ được tăng lên đến 384Kbps. Tốc độ này chủ yếu ảnh hưởng đến giao tiếp không gian cụ thể là làm giảm khả năng phân tán thời gian và vận tốc di chuyển của máy đầu cuối. Mặt khác giao tiếp A-bis giữa trạm thu phát và BSC trong GSM chỉ đạt tốc độ 16Kbps, với EDGE tốc độ này phải đạt đến 64Kbps nên phải gán nhiều khe thời gian cho kênh thoại. Để giải quyết vấn đề này ta có thể sử dụng mã hóa kênh CS3, CS4 cho phép đạt đến tốc độ 28,8Kbps. Trong giao tiếp giữa MSC và BSC tốc độ cho phép là 64Kbps nên MSC không cần có sự thay đổi. Các node chuyển mạch gói của GPRS là SGSN và GGSN sử dụng các giao thức chuyển mạch gói sẽ không ảnh hưởng đến tốc độ cao của EDGE nên cũng không cần thay đổi cả phần cứng lẫn phần mềm.

Tóm lại, do thay đổi cách điều chế để tăng tốc độ truyền nên việc thay đổi các phần tử trong mạng GSM để tương thích với EDGE chủ yếu xảy ra ở các máy đầu cuối, trạm thu phát gốc BSS. Các hệ thống chuyển mạch kênh, chuyển mạch gói như MSC, SGSN, GGSN sẽ không cần phải thay đổi.

Để có thể thực hiện EDGE trên mạng GSM hiện tại, việc cần thiết là phải tiến hành từng bước thông qua các kế hoạch phủ sóng, kế hoạch tần số, quản lý kênh, điều khiển công suất ... để không làm ảnh hưởng đến việc khai thác.

##### **3.5.4.1. Kế hoạch phủ sóng (Coverage Planning)**

Trong EDGE, nếu tỷ lệ sóng mang trên nhiều thấp sẽ không làm rớt mạch như trong GSM mà chỉ làm giảm tạm thời tốc độ truyền dữ liệu EDGE. Một tế bào EDGE sẽ đồng thời phục vụ cho nhiều người sử dụng với tốc độ yêu cầu khác nhau. Tốc độ bit trong trung tâm tế bào sẽ cao và bị giới hạn ở biên tế bào.

#### **3.5.4.2. Kế hoạch tần số (Frequency Planning)**

Hiện nay mạng GSM đang dùng mẫu sử dụng lại tần số 4/12. Tuy nhiên việc áp dụng các tính năng nhảy tần, mẫu đa sử dụng lại tần số MRP và truyền không liên tục DTX thì thông số sử dụng lại có thể thấp hơn hoặc là 3/9.

Đối với EDGE nhờ kỹ thuật tương hợp đường kết nối nên vẫn có thể sử dụng mẫu tần số 3/9 vì việc ảnh hưởng tỉ số nhiễu cùng kênh không tác động lớn đến chất lượng mạng.

#### **3.5.4.3. Điều khiển công suất**

Các hệ GSM hiện nay đang sử dụng tính năng điều khiển công suất tự động ở máy đầu cuối và trạm thu phát vô tuyến gốc BTS. Tính năng này cho phép giảm công suất khi thuê bao tiến lại gần trạm và tăng công suất khi thuê bao rời xa trạm hay có vật cản giữa máy đầu cuối và trạm BTS. Việc tự động điều chỉnh công suất sẽ làm tăng tuổi thọ hệ thống và pin máy đầu cuối đồng thời nâng cao chất lượng cuộc gọi do cân bằng công suất đường lên và đường xuống cũng như hạn chế nhiễu giao thoa giữa hai kênh kế cận. EDGE cũng hỗ trợ chức năng này mặc dù có thể có một số điểm khác biệt so với GSM.

#### **3.5.4.4. Quản lý kênh**

Sau khi đưa vào sử dụng EDGE, một số tế bào sẽ bao gồm hai kiểu thu phát : GSM chuẩn và EDGE.

Mỗi kênh vật lý trong tế bào có thể là :

- Thoại GSM và dữ liệu chuyển mạch kênh.
- Dữ liệu gói GPRS.
- Dữ liệu chuyển mạch kênh EDGE ECSD.
- Dữ liệu gói EDGE, cho phép hỗn hợp giữa GPRS và EGPRS.

***Kết luận chương 3:***

Trong GPRS tốc độ truyền dữ liệu không phụ thuộc vào tốc độ dữ liệu của từng kênh cụ thể mà có thể thay đổi. Một người sử dụng GPRS có thể sử dụng đến 8 khe thời gian để đạt được tốc độ hơn 100kbps. Tuy nhiên đây là tốc độ cực đại, nếu nhiều người sử dụng thì tốc độ bit sẽ thấp hơn.

Giao diện vô tuyến GPRS sử dụng các tính năng cơ bản của giao diện vô tuyến GSM. Như vậy cả dịch vụ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói đều có thể sử dụng cùng sóng mang. Tuy nhiên mạng đường trục của GPRS được thiết kế sao cho nó không phụ thuộc vào giao diện vô tuyến.

Chương 3 này giới thiệu về dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS) và dịch vụ vô tuyến gói chung nâng cao (EDGE). Các giải pháp kỹ thuật trong bước tiến triển từ GSM sang GPRS và hiệu quả đạt được. Giải pháp GPRS cho mạng GSM Việt Nam. Chương tiếp theo sẽ trình bày về công nghệ WCDMA

## CHƯƠNG 4 CÔNG NGHỆ DI ĐỘNG THẾ HỆ BA W-CDMA



### **Giới thiệu chương**

Công nghệ EDGE là một bước cải tiến của chuẩn GPRS để đạt tốc độ truyền dữ liệu theo yêu cầu của thông tin di động thế hệ ba. Tuy nhiên EDGE vẫn dựa trên cấu trúc mạng GSM, chỉ thay đổi kỹ thuật điều chế vô tuyến kết hợp với dịch vụ chuyên mạch vô tuyến gói chung (GPRS) nên tốc độ vẫn còn hạn chế. Điều này gây khó khăn cho việc ứng dụng các dịch vụ truyền thông đa phương tiện đòi hỏi việc chuyển mạch linh động và tốc độ truyền dữ liệu lớn hơn. Để giải quyết vấn đề này, giải pháp đưa ra là nâng cấp EDGE lên chuẩn di động thế hệ ba W-CDMA.

W-CDMA (Wideband CDMA) là công nghệ thông tin di động thế hệ ba (3G) giúp tăng tốc độ truyền nhận dữ liệu cho hệ thống GSM bằng cách dùng kỹ thuật CDMA hoạt động ở băng tần rộng thay thế cho TDMA. Trong các công nghệ thông tin di động thế hệ ba thì W-CDMA nhận được sự ủng hộ lớn nhất nhờ vào tính linh hoạt của lớp vật lý trong việc hỗ trợ các kiểu dịch vụ khác nhau đặc biệt là dịch vụ tốc độ bit thấp và trung bình.

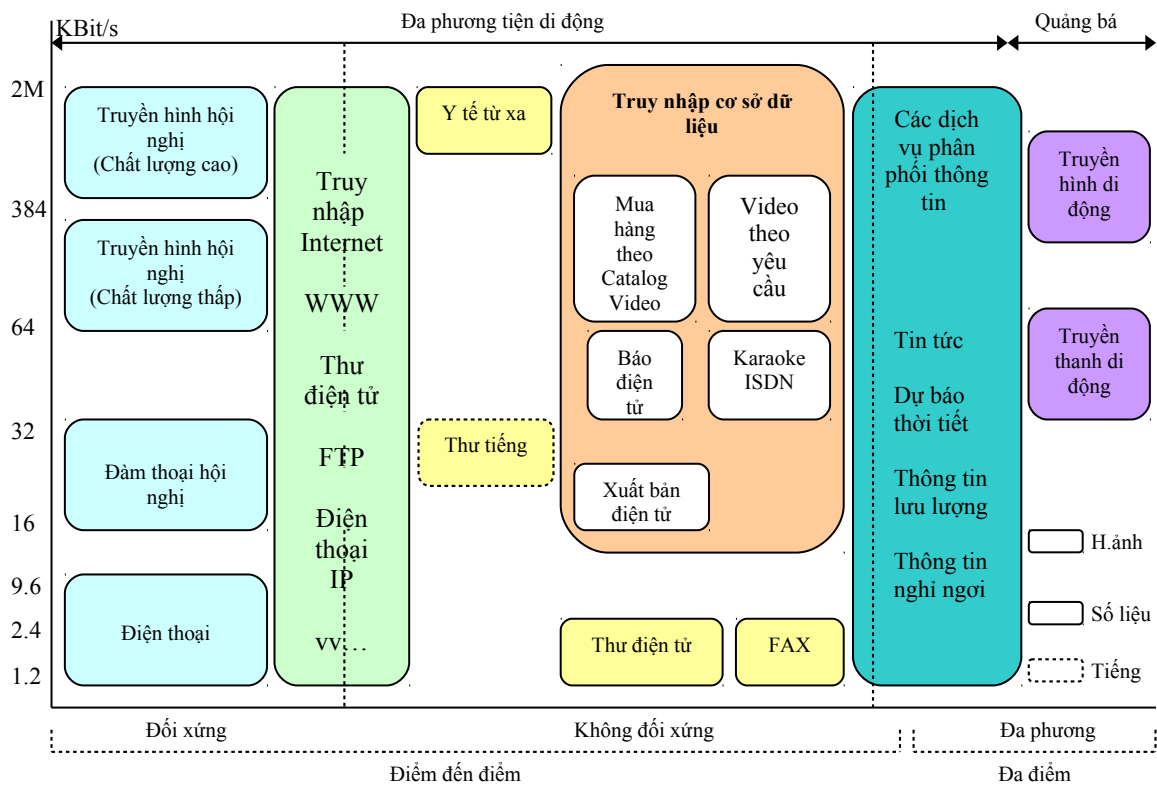
#### **\* W-CDMA có các tính năng cơ sở sau :**

- Hoạt động ở CDMA băng rộng với băng tần 5MHz.
- Lớp vật lý mềm dẻo để tích hợp được tất cả thông tin trên một sóng mang.
- Hệ số tái sử dụng tần số bằng 1.
- Hỗ trợ phân tập phát và các cấu trúc thu tiên tiến.

Nhược điểm chính của W-CDMA là hệ thống không cấp phép trong băng TDD phát liên tục cũng như không tạo điều kiện cho các kỹ thuật chống nhiễu ở các môi trường làm việc khác nhau.

Hệ thống thông tin di động thế hệ ba W-CDMA có thể cung cấp các dịch vụ với tốc độ bit lên đến 2MBit/s. Bao gồm nhiều kiểu truyền dẫn như truyền dẫn đối xứng và không đối xứng, thông tin điểm đến điểm và thông tin đa điểm. Với khả năng đó, các hệ thống thông tin di động thế hệ ba có thể cung cấp dễ dàng các dịch vụ mới

nhu : điện thoại thấy hình, tải dữ liệu nhanh, ngoài ra nó còn cung cấp các dịch vụ đa phương tiện khác.

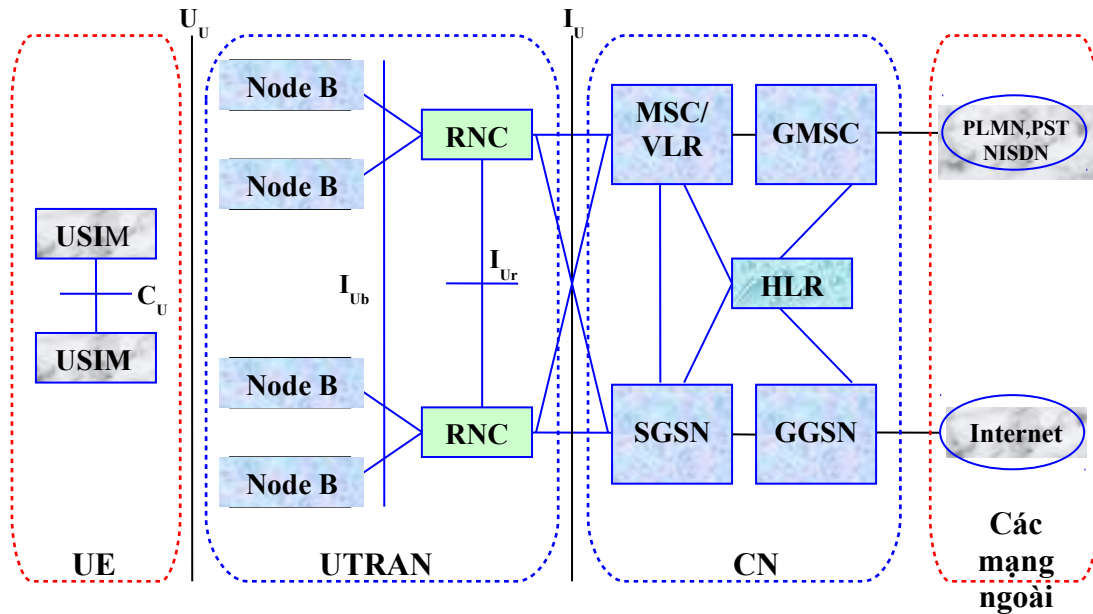


Hình 4.1 Các dịch vụ đa phương tiện trong hệ thống thông tin di động thế hệ ba

Các nhà khai thác có thể cung cấp rất nhiều dịch vụ đối với khách hàng, từ các dịch vụ điện thoại khác nhau với nhiều dịch vụ bổ sung cũng như các dịch vụ không liên quan đến cuộc gọi như thư điện tử, FPT...

#### 4.1.Cấu trúc mạng W-CDMA

Hệ thống W-CDMA được xây dựng trên cơ sở mạng GPRS. Về mặt chức năng có thể chia cấu trúc mạng W-CDMA ra làm hai phần : mạng lõi (CN) và mạng truy nhập vô tuyến (UTRAN), trong đó mạng lõi sử dụng toàn bộ cấu trúc phần cứng của mạng GPRS còn mạng truy nhập vô tuyến là phần nâng cấp của W-CDMA. Ngoài ra để hoàn thiện hệ thống, trong W-CDMA còn có thiết bị người sử dụng (UE) thực hiện giao diện người sử dụng với hệ thống. Từ quan điểm chuẩn hóa, cả UE và UTRAN đều bao gồm những giao thức mới được thiết kế dựa trên công nghệ vô tuyến W-CDMA, trái lại mạng lõi được định nghĩa hoàn toàn dựa trên GSM. Điều này cho phép hệ thống W-CDMA phát triển mang tính toàn cầu trên cơ sở công nghệ GSM.



Hình 4.3. Cấu trúc của UMTS

● **UE (User Equipment)**

Thiết bị người sử dụng thực hiện chức năng giao tiếp người sử dụng với hệ thống. UE gồm hai phần :

- Thiết bị di động (ME : Mobile Equipment) : Là đầu cuối vô tuyến được sử dụng cho thông tin vô tuyến trên giao diện  $U_u$ .

- Module nhận dạng thuê bao UMTS (USIM) : Là một thẻ thông minh chứa thông tin nhận dạng của thuê bao, nó thực hiện các thuật toán nhận thực, lưu giữ các khóa nhận thực và một số thông tin thuê bao cần thiết cho đầu cuối.

● **UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)**

Mạng truy nhập vô tuyến có nhiệm vụ thực hiện các chức năng liên quan đến truy nhập vô tuyến. UTRAN gồm hai phần tử :

- Nút B : Thực hiện chuyển đổi dòng số liệu giữa các giao diện  $I_{ub}$  và  $U_u$ . Nó cũng tham gia quản lý tài nguyên vô tuyến.

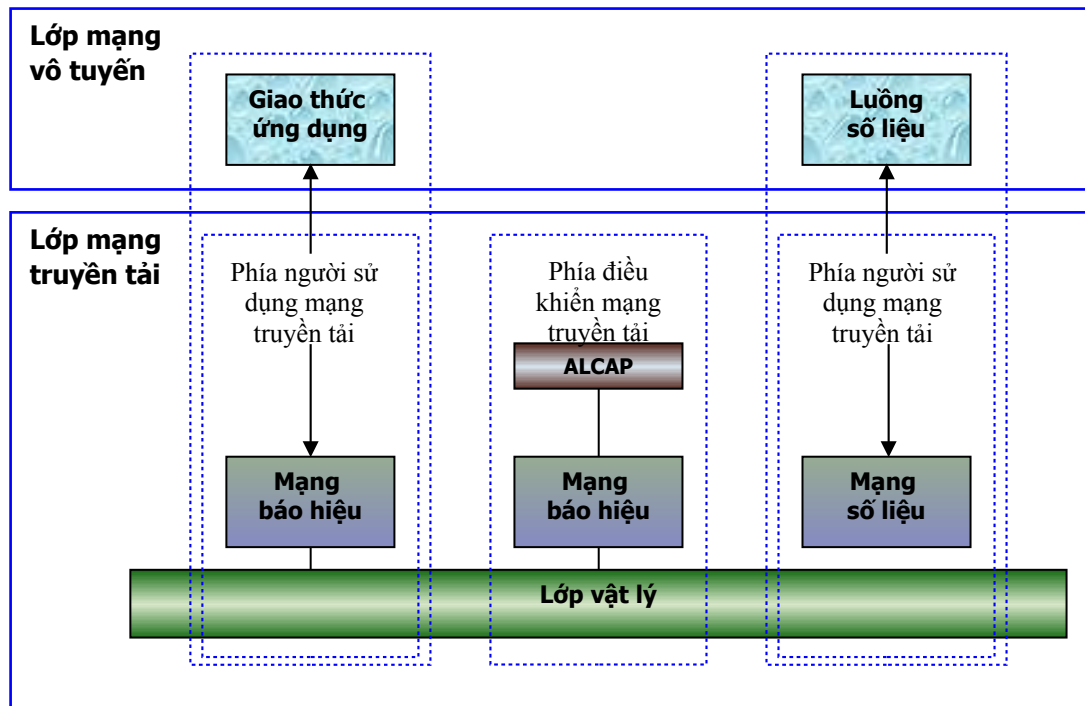
- Bộ điều khiển mạng vô tuyến RNC : Có chức năng sở hữu và điều khiển các tài nguyên vô tuyến ở trong vùng (các nút B được kết nối với nó). RNC còn là điểm truy cập tất cả các dịch vụ do UTRAN cung cấp cho mạng lõi CN.

- CN (Core Network)
  - HLR (Home Location Register) : Là thanh ghi định vị thường trú lưu giữ thông tin chính về lý lịch dịch vụ của người sử dụng. Các thông tin này bao gồm : Thông tin về các dịch vụ được phép, các vùng không được chuyển mạng và các thông tin về dịch vụ bổ sung như : trạng thái chuyển hướng cuộc gọi, số lần chuyển hướng cuộc gọi.
  - MSC/VLR (Mobile Services Switching Center/Visitor Location Register) : Là tổng đài (MSC) và cơ sở dữ liệu (VLR) để cung cấp các dịch vụ chuyển mạch kênh cho UE tại vị trí của nó. MSC có chức năng sử dụng các giao dịch chuyển mạch kênh. VLR có chức năng lưu giữ bản sao về lý lịch người sử dụng cũng như vị trí chính xác của UE trong hệ thống đang phục vụ.
  - GMSC (Gateway MSC) : Chuyển mạch kết nối với mạng ngoài.
  - SGSN (Serving GPRS) : Có chức năng như MSC/VLR nhưng được sử dụng cho các dịch vụ chuyển mạch gói (PS).
  - GGSN (Gateway GPRS Support Node) : Có chức năng như GMSC nhưng chỉ phục vụ cho các dịch vụ chuyển mạch gói.
- Các mạng ngoài
  - Mạng CS : Mạng kết nối cho các dịch vụ chuyển mạch kênh.
  - Mạng PS : Mạng kết nối cho các dịch vụ chuyển mạch gói.
- Các giao diện vô tuyến
  - Giao diện  $C_U$  : Là giao diện giữa thẻ thông minh USIM và ME. Giao diện này tuân theo một khuôn dạng chuẩn cho các thẻ thông minh.
  - Giao diện  $U_U$  : Là giao diện mà qua đó UE truy cập các phần tử cố định của hệ thống và vì thế mà nó là giao diện mở quan trọng nhất của UMTS.
  - Giao diện  $I_U$  : Giao diện này nối UTRAN với CN, nó cung cấp cho các nhà khai thác khả năng trang bị UTRAN và CN từ các nhà sản xuất khác nhau.
  - Giao diện  $I_{Ur}$  : Cho phép chuyển giao mềm giữa các RNC từ các nhà sản xuất khác nhau.
  - Giao diện  $I_{Ub}$  : Giao diện cho phép kết nối một nút B với một RNC.  $I_{Ub}$  được

tiêu chuẩn hóa như là một giao diện mở hoàn toàn.

#### 4.1.1. Giao diện vô tuyến

Cấu trúc UMTS không định nghĩa chi tiết chức năng bên trong của phần tử mạng mà chỉ định nghĩa giao diện giữa các phần tử logic. Cấu trúc giao diện được xây dựng trên nguyên tắc là các lớp và các phần cao độc lập logic với nhau, điều này cho phép thay đổi một phần của cấu trúc giao thức trong khi vẫn giữ nguyên các phần còn lại.



Hình 4.5. Mô hình tổng quát các giao diện vô tuyến của UTRAN

##### 4.1.1.1. Giao diện UTRAN – CN, $I_U$

Giao diện  $I_U$  là một giao diện mở có chức năng kết nối UTRAN với CN.  $I_U$  có hai kiểu :  $I_U$  CS để kết nối UTRAN với CN chuyển mạch kênh và  $I_U$  PS để kết nối UTRAN với chuyển mạch gói.

- Cấu trúc  $I_U$  CS

$I_U$  CS sử dụng phương thức truyền tải ATM trên lớp vật lý là kết nối vô tuyến, cáp quang hay cáp đồng. Có thể lựa chọn các công nghệ truyền dẫn khác nhau như SONET, STM-1 hay E1 để thực hiện lớp vật lý.

- Ngăn xếp giao thức phía điều khiển : Gồm RANAP trên đỉnh giao diện SS7 băng rộng và các lớp ứng dụng là phần điều khiển kết nối báo hiệu SCCP, phần truyền



bản tin MTP3-b, và lớp thích ứng báo hiệu ATM cho các giao diện mạng SAAL-NNI.

- Ngăn xếp giao thức phía điều khiển mạng truyền tải : Gồm các giao thức báo hiệu để thiết lập kết nối AAL2 (Q.2630) và lớp thích ứng Q.2150 ở đỉnh các giao thức SS7 băng rộng.

- Ngăn xếp giao thức phía người sử dụng : Gồm một kết nối AAL2 được dành trước cho từng dịch vụ CS.

- Cấu trúc I<sub>U</sub> PS

Phương thức truyền tải ATM được áp dụng cho cả phía điều khiển và phía người sử dụng.

- Ngăn xếp giao thức phía điều khiển I<sub>U</sub> PS : Chứa RANAP và vật mang báo hiệu SS7. Ngoài ra cũng có thể định nghĩa vật mang báo hiệu IP ở ngăn xếp này. Vật mang báo hiệu trên cơ sở IP bao gồm : M3UA (SS7 MTP3 User Adaption Layer), SCTP (Simple Control Transmission Protocol), IP (Internet Protocol) và ALL5 chung cho cả hai tùy chọn.

- Ngăn xếp giao thức phía điều khiển mạng truyền tải I<sub>U</sub> PS : Phía điều khiển mạng truyền tải không áp dụng cho I<sub>U</sub> PS. Các phần tử thông tin sử dụng để đánh địa chỉ và nhận dạng báo hiệu AAL2 giống như các phần tử thông tin được sử dụng trong CS.

- Ngăn xếp giao thức phía người sử dụng I<sub>U</sub> PS : Luồng số liệu gói được ghép chung lên một hay nhiều AAL5 PVC (Permanent Virtual Connection). Phần người sử dụng GTP-U là lớp ghép kênh để cung cấp các nhận dạng cho từng luồng số liệu gói. Các luồng số liệu sử dụng truyền tải không theo nối thông và đánh địa chỉ IP.

#### **4.1.1.2. Giao diện RNC – RNC, I<sub>Ur</sub>**

I<sub>Ur</sub> là giao diện vô tuyến giữa các bộ điều khiển mạng vô tuyến. Lúc đầu giao diện này được thiết kế để hỗ trợ chuyển giao mềm giữa các RNC, trong quá trình phát triển tiêu chuẩn nhiều tính năng đã được bổ sung và đến nay giao diện I<sub>Ur</sub> phải đảm bảo 4 chức năng sau :

- Hỗ trợ tính di động cơ sở giữa các RNC.

- Hỗ trợ kênh lưu lượng riêng.
- Hỗ trợ kênh lưu lượng chung.
- Hỗ trợ quản lý tài nguyên vô tuyến toàn cầu.

#### **4.1.1.3. Giao diện RNC – Node B, $I_{Ub}$**

Giao thức  $I_{Ub}$  định nghĩa cấu trúc khung và các thủ tục điều khiển trong băng cho các từng kiểu kênh truyền tải. Các chức năng chính của  $I_{Ub}$  :

- Chức năng thiết lập, bổ sung, giải phóng và tái thiết lập một kết nối vô tuyến đầu tiên của một UE và chọn điểm kết cuối lưu lượng.
- Khởi tạo và báo cáo các đặc thù ô, node B, kết nối vô tuyến.
- Xử lý các kênh riêng và kênh chung.
- Xử lý kết hợp chuyển giao.
- Quản lý sự cố kết nối vô tuyến.

### **4.2. Các giải pháp kỹ thuật trong W-CDMA**

#### **4.2.1. Mã hóa**

##### **4.2.1.1. Mã vòng**

Mã khối là bộ mã hóa chia dòng thông tin thành những khối tin (message) có k bit. Mỗi tin được biểu diễn bằng một khối k thành phần nhị phân  $u = (u_1, u_2, \dots, u_n)$ , u được gọi là vector thông tin. Có tổng cộng  $2^k$  vector thông tin khác nhau. Bộ mã hóa sẽ chuyển vector thông tin u thành một bộ n thành phần  $v = (v_1, v_2, \dots, v_n)$  được gọi là từ mã. Như vậy ứng với  $2^k$  vector thông tin sẽ có  $2^k$  từ mã khác nhau. Tập hợp  $2^k$  từ mã có chiều dài n được gọi là một mã khối (n,k). Tỉ số  $R = k/n$  được gọi là tỉ số mã, R chính là số bit thông tin đưa vào bộ giải mã trên số bit được truyền. Do n bit ra chỉ phụ thuộc vào k bit thông tin vào, bộ giải mã không cần nhớ và có thể được thực hiện bằng mạch logic tổ hợp. Mã vòng là một tập con của mã khối tuyến tính.

Mã vòng là phương pháp mã hóa cho phép kiểm tra độ dư vòng (CRC – Cyclic Redundance Check) và chỉ thị chất lượng khung ở các khung bản tin.

Mã hóa mã vòng (n,k) dạng hệ thống gồm ba bước :

- (1). Nhân đa thức thông tin  $u(x)$  với  $x^{n-k}$ .
- (2). Chia  $x^{n-k}.u(x)$  cho đa thức sinh  $g(x)$ , ta được phần dư  $b(x)$ .
- (3). Hình thành từ mã  $b(x) + x^{n-k}$

Tất cả ba bước này được thực hiện bằng mạch chia với thanh ghi dịch  $(n-k)$  tầng có hàm hồi tiếp tương ứng với đa thức sinh  $g(x)$ .

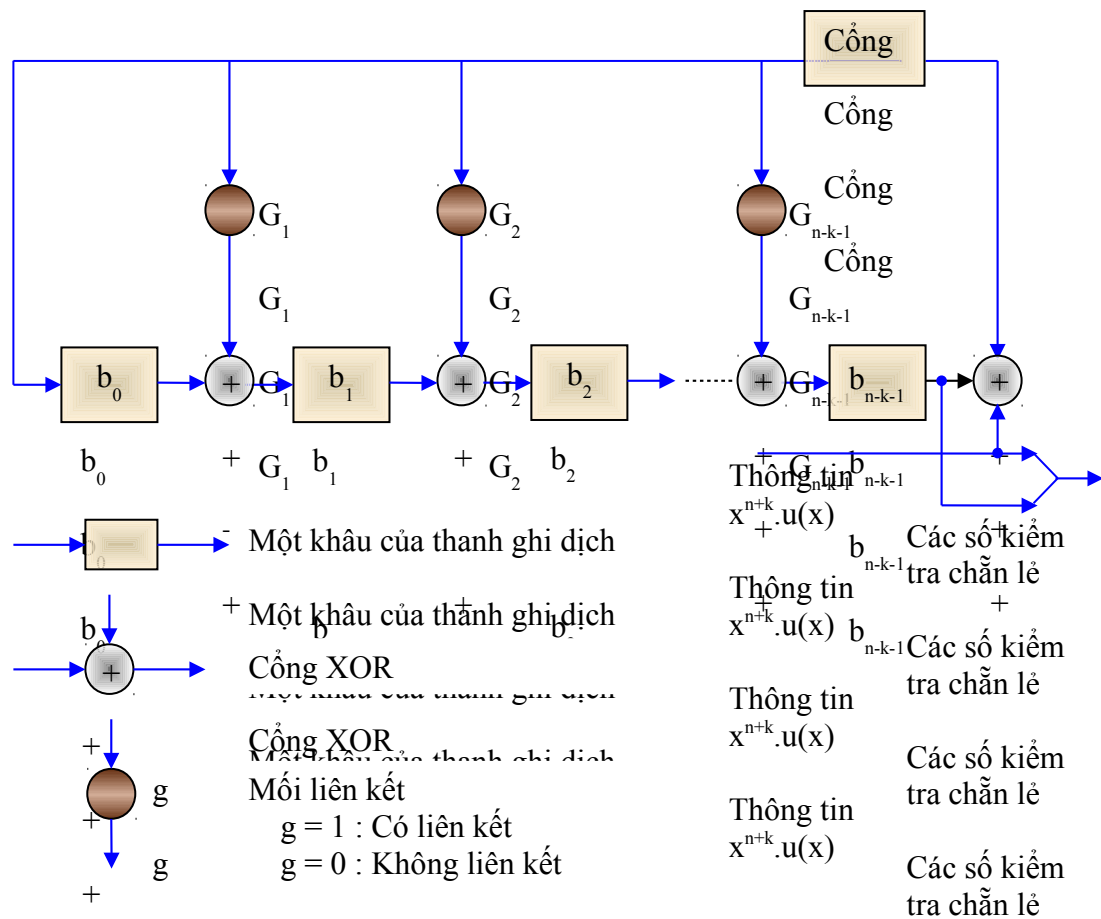
- Nguyên lý hoạt động :

Bước 1 : Cổng đóng cho thông tin qua mạch,  $k$  chữ số thông tin  $u_0, u_1, \dots, u_{n-k}$  được dịch vào mạch từ thiết bị đầu cuối để nhân trước  $u(x)$  với  $x^{n-k}$ . Ngay sau khi thông tin được đưa vào mạch thì  $n-k$  chữ số còn lại trong thanh ghi là những con số kiểm tra chẵn lẻ.

Bước 2 : Cắt đứt đường hồi tiếp bằng cách điều khiển cho các cổng  $g_i$  hở (không cho thông tin qua).

Bước 3 : Dịch các con số kiểm tra chẵn lẻ và đưa ra đường truyền. Các chữ số kiểm tra này kết hợp với  $k$  chữ số thông tin tạo thành vector mã.

- Sơ đồ mạch mã hóa vòng :



Hình vẽ 4.6. Mạch mã hóa vòng với đa thức sinh  $g(x) = 1 + g_1x + g_2x^2 + \dots + g_{n-k-1}x^{n-k-1} + x^{n-k}$

#### 4.2.1.2. Mã xoắn

Mã xoắn (Convolutional Code)  $(n,k,m)$  cũng có  $n$  đầu ra,  $k$  đầu vào như mã khối  $(n,k)$  nhưng  $n$  đầu ra của mã xoắn phụ thuộc không chỉ vào  $k$  đầu vào tại thời gian đó mà còn phụ thuộc vào  $m$  khối bản tin trước đó. Mã xoắn  $(n,k,m)$  được xây dựng bởi mạch dây. Mạch này dùng thanh ghi dịch  $m$  bit làm bộ nhớ, các đầu ra của các phần tử nhớ được cộng với nhau theo quy luật nhất định để tạo nên chuỗi mã, sau đó các chuỗi này được ghép xen với nhau để tạo nên chuỗi mã đầu ra.

#### 4.2.1.3. Mã Turbo

Mã hóa Turbo chỉ được sử dụng trong các hệ thống thông tin di động thế hệ ba khi hoạt động ở tốc độ bit cao với yêu cầu tỉ số lỗi bit BER nằm trong khoảng  $10^{-3}$  đến  $10^{-6}$ . Bộ mã hóa turbo thực chất là bộ mã xoắn móc nối song song PCCC (Parallel

Concatenated Convolutional Code) với các bộ mã hóa thành phần 8 trạng thái được sử dụng.

#### 4.2.2. Điều chế BIT/SK và QPSK

##### 4.2.2.1. Điều chế BIT/SK

Trong một hệ thống điều chế BIT/SK (BPSK – Binary Phase Shift Keying) cặp tín hiệu  $s_1(t)$  và  $s_2(t)$  được sử dụng để biểu diễn các giá trị nhị phân. Ta có

$$s_i(t) = \sqrt{\frac{2E_b}{T_b}} \cdot \cos[2\pi \cdot f_c \cdot t + \theta(t) + \theta]$$

Trong đó :

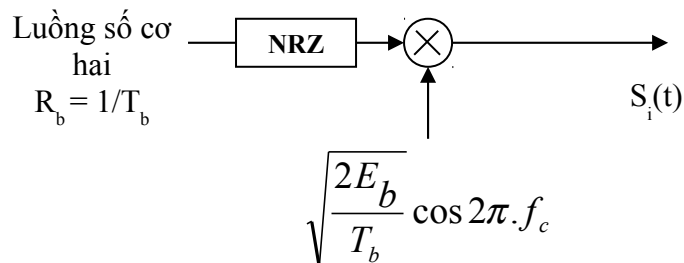
$T_b$  : Độ rộng băng thông.

$E_b$  : Năng lượng của một bit.

$\theta(t)$  : Góc pha thay đổi theo tín hiệu điều chế,  $\theta$  là góc pha ban đầu.

$$\theta(t) = (i-1)\pi, 0 \leq t \leq T_b, i = 1, 2$$

Một cặp sóng sin đối pha  $180^\circ$  như trên gọi là một cặp tín hiệu đối cực.



Hình 4.7. Sơ đồ nguyên lý điều chế BPSK

Luồng số tốc độ bit  $R_b$  được đưa qua bộ chuyển đổi về tín hiệu NRZ (0 → -1, 1 → 1), sau đó nhân với sóng mang để được tín hiệu điều chế BIT/SK.

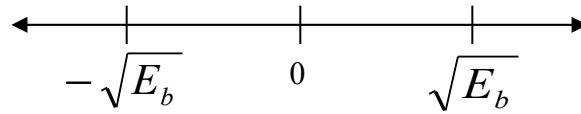
Chọn một tín hiệu là cơ sở là trục chuẩn:

$$u_1(t) = \sqrt{\frac{2}{T_b}} \cdot \cos(2\pi f_c t)$$

Ta có :

$$S_i(t) = \sqrt{E_b} \cdot d(t) u_1(t)$$

Khoảng cách giữa hai tín hiệu :



Hình 4.8 – Khoảng cách giữa hai tín hiệu BPSK

Xác suất lỗi trong BPSK:

$$P_e = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left( \sqrt{\frac{2E_b}{N_0}} \right)$$

Với :

$E_b$  là năng lượng của bit .

$N_0$  mật độ xác suất nhiễu trắng.

#### 4.2.2.2. Điều chế QPSK

Tín hiệu điều chế QPSK có dạng:

$$S_{QPSK}(t) = \begin{cases} \sqrt{\frac{2E}{T}} \cos \left( 2\pi \cdot f_c t + (2i-1)\frac{\pi}{4} + \theta \right), & 0 \leq t \leq T \\ 0, & t < 0; t > T \end{cases}$$

Trong đó

$E_b$  : Năng lượng một bit.

$T_b$  : Thời gian một bit.

$E = 2E_b$  : Năng lượng tín hiệu phát đi trên một ký hiệu.

$T = 2T_b$  : Thời gian của một ký hiệu.

$f_c$  : Tần số sóng mang,  $\theta$  : góc pha ban đầu.

$i = 1, 2, 3, 4$ .

Biến đổi lượng giác ta có phương trình dạng tương đương như sau :

$$S_{QPSK}(t) = \begin{cases} -\sqrt{\frac{2E}{T}} \cos\left[2i-1, \frac{\pi}{4}\right] \cos(2\pi \cdot f_c t), & 0 \leq t \leq T \\ 0, & t < 0; t > T \end{cases}$$

Nếu ta chọn  $Q_1$  và  $Q_2$  là các hàm năng lượng cơ sở trực giao chuẩn :

$$Q_1(t) = -\sqrt{\frac{2}{T}} \sin(2\pi \cdot f_c t), 0 \leq t \leq T$$

$$Q_2(t) = \sqrt{\frac{2}{T}} \cos(2\pi \cdot f_c t), 0 \leq t \leq T$$

Ta có thể biểu diễn tín hiệu điều chế QPSK bằng bốn điểm trong không gian tín hiệu với các tọa độ xác định như sau :

$$S_{QPSK} = \begin{cases} Q_1 = \sqrt{E} \sin\left[2i-1, \frac{\pi}{4}\right] \\ Q_2 = \sqrt{E} \cos\left[2i-1, \frac{\pi}{4}\right] \end{cases}, i = 1, 2, 3, 4.$$

Quan hệ của cặp bit điều chế và tọa độ của các điểm tín hiệu điều chế QPSK trong không gian tín hiệu thể hiện ở bảng sau :

Cặp bit vào $0 \leq t \leq T$	Pha của tín hiệu QPSK	Điểm tín hiệu $S_i$	Tọa độ các điểm tín hiệu	
			$Q_1$	$Q_2$
00	$\pi/4$	$S_1$	$+\sqrt{E/2}$	$+\sqrt{E/2}$
01	$3\pi/4$	$S_2$	$+\sqrt{E/2}$	$-\sqrt{E/2}$
11	$5\pi/4$	$S_3$	$-\sqrt{E/2}$	$-\sqrt{E/2}$
10	$7\pi/4$	$S_4$	$-\sqrt{E/2}$	$+\sqrt{E/2}$

Xác suất lỗi trong QPSK:

$$P_{e,QPSK} = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right)$$

Ta thấy xác suất lỗi của BPSK và QPSK là như nhau. Tuy nhiên, với QPSK thì hiệu suất băng thông gấp 2 lần BPSK. Băng thông của QPSK xấp xỉ bằng  $R_b$ .

### 4.3. Trải phổ trong W-CDMA

### **4.3.1. Giới thiệu**

Trong các hệ thống thông tin việc sử dụng hiệu quả băng tần là vấn đề được quan tâm hàng đầu. Các hệ thống được thiết kế sao cho độ rộng băng tần càng nhỏ càng tốt.

Trong W-CDMA để tăng tốc độ truyền dữ liệu, phương pháp đa truy cập kết hợp TDMA và FDMA trong GSM được thay thế bằng phương pháp đa truy cập phân chia theo mã CDMA hoạt động ở băng tần rộng (5MHz) gọi là hệ thống thông tin trải phổ. Đối với các hệ thống thông tin trải phổ (SS : Spread Spectrum) độ rộng băng tần của tín hiệu được mở rộng trước khi được phát. Tuy độ rộng băng tần tăng lên rất nhiều nhưng lúc này nhiều người sử dụng có thể dùng chung một băng tần trải phổ, do đó mà hệ thống vẫn sử dụng băng tần có hiệu quả đồng thời tận dụng được các ưu điểm của trải phổ. Ở phía thu, máy thu sẽ khôi phục tín hiệu gốc bằng cách nén phổ ngược với quá trình trải phổ bên máy phát.

Có ba phương pháp trải phổ cơ bản sau :

- Trải phổ dãy trực tiếp (DSSS : Direct Sequence Spreading Spectrum) : Thực hiện trải phổ bằng cách nhân tín hiệu nguồn với một tín hiệu giả ngẫu nhiên có tốc độ chip cao hơn rất nhiều so với tốc độ bit

- Trải phổ nhảy tần (FHSS : Frequency Hopping Spreading Spectrum) : Hệ thống FHSS thực hiện trải phổ bằng cách nhảy tần số mang trên một tập các tần số. Mẫu nhảy tần có dạng mã ngẫu nhiên. Tần số trong khoảng thời gian một chip  $T_c$  được cố định không đổi. Tốc độ nhảy tần có thể thực hiện nhanh hoặc chậm, trong hệ thống nhảy tần nhanh nhảy tần thực hiện ở tốc độ cao hơn tốc độ bit của bản tin, còn trong hệ thống nhảy tần thấp thì ngược lại.

- Trải phổ nhảy thời gian (THSS : Time Hopping Spreading Spectrum) : Thực hiện trải phổ bằng cách nén một khối các bit số liệu và phát ngắt quãng trong một hay nhiều khe thời gian. Mẫu nhảy tần thời gian sẽ xác định các khe thời gian được sử dụng để truyền dẫn trong mỗi khung.

Trong hệ thống DSSS, tất cả các người sử dụng cùng dùng chung một băng tần và phát tín hiệu của họ đồng thời. Máy thu sử dụng tín hiệu giả ngẫu nhiên chính xác để lấy ra tín hiệu bằng cách nén phổ. Các tín hiệu khác xuất hiện ở dạng nhiễu phổ



rộng, công suất thấp giống tạp âm. Trong các hệ thống FHSS và THSS mỗi người sử dụng được ấn định một mã ngẫu nhiên sao cho không có cặp máy phát nào dùng chung tần số hoặc khe thời gian, như vậy các máy phát sẽ tránh bị xung đột. Nói cách khác DSSS là kiểu hệ thống lấy trung bình, FHSS và THSS là kiểu hệ thống tránh xung đột. Hệ thống thông tin di động công nghệ CDMA chỉ sử dụng DSSS nên ta chỉ xét kỹ thuật trải phổ DSSS.

#### **4.3.2. Nguyên lý trải phổ DSSS**

Trải phổ dãy trực tiếp (DSSS : Direct Sequence Spreading Spectrum) : Thực hiện trải phổ bằng cách nhân tín hiệu nguồn với một tín hiệu giả ngẫu nhiên có tốc độ chip cao hơn rất nhiều so với tốc độ bit

Tốc độ chip tín hiệu giả ngẫu nhiên và tốc độ bit được tính theo công thức sau :

$$R_c = 1/T_c$$

$$R_b = 1/T_b$$

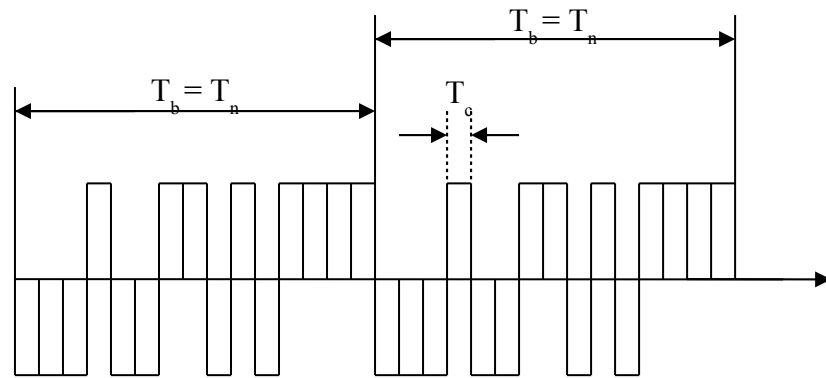
Trong đó :

$R_c$  : tốc độ chip tín hiệu giả ngẫu nhiên.

$R_b$  : tốc độ bit.

$T_c$  : thời gian một chip.

$T_b$  : thời gian một bit.



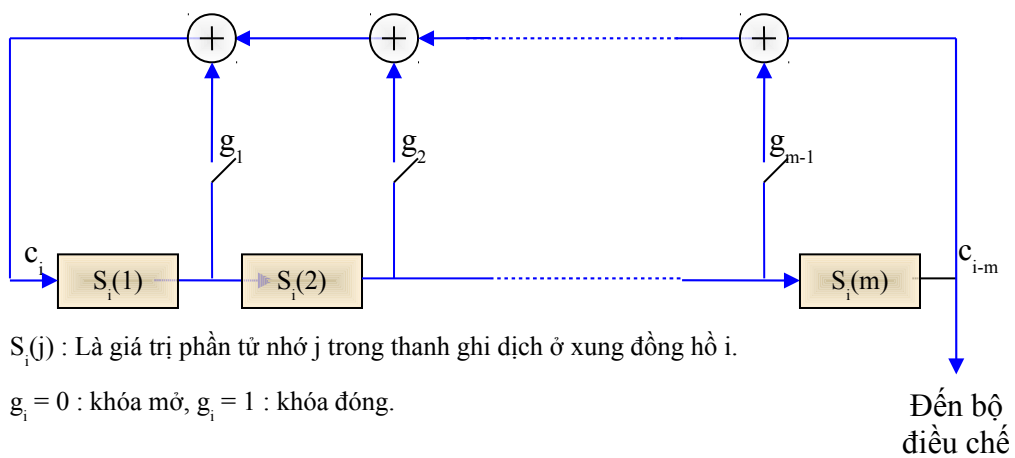
$T_b$  : Thời gian một bit của luồng số cần phát  
 $T_n$  : Chu kỳ của mã giả ngẫu nhiên dùng cho trải phổ  
 $T_c$  : Thời gian một chip của mã trải phổ

Hình 4.9. Trải phổ chuỗi trực tiếp (DSSS)

### 4.3.3. Mã trải phổ

Các tín hiệu trải phổ băng rộng được tạo ra bằng cách sử dụng các chuỗi mã giả tạp âm PN (Pseudo Noise). Mã giả tạp âm còn được gọi là mã giả ngẫu nhiên do có các tính chất thống kê của tạp âm trắng AWGN (Additive White Gaussian Noise) và có biểu hiện ngẫu nhiên, bất xác định. Tuy nhiên máy thu cần biết mã này để tạo bản sao một cách chính xác và đồng bộ với mã được phát để giải mã bản tin. Vì thế mã giả ngẫu nhiên phải hoàn toàn xác định.

Mã giả ngẫu nhiên được tạo ra bằng các bộ thanh ghi dịch có mạch hồi tiếp tuyến tính (LFSR : Linear Feedback Shift Register) và các cổng XOR.



Hình 4.10. Mạch thanh ghi dịch tạo chuỗi PN

Một chuỗi thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính được xác định bởi một đa thức tạo

mã tuyến tính bậc  $m$  ( $m > 0$ ) :

$$g(x) = g_m x^m + g_{m-1} x^{m-1} + \dots + g_1 x + g_0 \quad (\text{với } g_m = g_0 = 1).$$

$x^m$  : Đơn vị trễ.

Giả sử ta nạp chuỗi giá trị khởi đầu cho thanh ghi dịch :

$$S_0 = \{S_0(1), S_0(2), \dots, S_0(m)\}$$

Giá trị đầu ra trong  $(m-1)$  xung đồng hồ đầu tiên là :

$$C_0 = S_0(m)$$

$$C_1 = S_0(m-1)$$

....

$$C_{m-1} = S_0(1)$$

Tại xung đồng hồ thứ  $i$  ( $i > m-1$ ) ta có trạng thái của thanh ghi dịch :

$$S_i(m) = S_{i-1}(m-1) = S_{i-2}(m-2) = \dots = S_{i-m+1}(1) \quad (*)$$

$$S_{i-m+1}(1) = g_1.S_{i-m}(1) + g_2.S_{i-m}(2) + \dots + S_{i-m}(m) \quad (g_m = 1)$$

$$\Rightarrow S_i(m) = g_1.S_{i-m}(1) + g_2.S_{i-m}(2) + \dots + S_{i-m}(m)$$

Áp dụng công thức (\*), ta có :

$$S_i(m) = g_1.S_{i-1}(m) + g_2.S_{i-2}(m) + \dots + S_{i-m}(m)$$

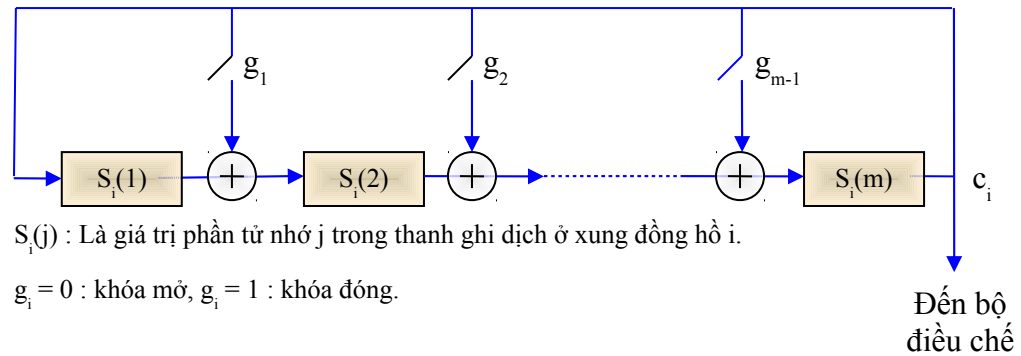
Giá trị đầu ra tại xung thứ  $i$  chính là giá trị phần tử nhớ  $S_i(m)$  của thanh ghi dịch :

$$\Rightarrow C_i = g_1.C_{i-1} + g_2.C_{i-2} + \dots + C_{i-m}$$

Hay :

$$C_{i+m} = g_1.C_{i+m-1} + g_2.C_{i+m-2} + \dots + C_i$$

Tốc độ của mạch như trên bị hạn chế về tốc độ do tổng thời gian trễ trong các thanh ghi và các cổng loại trừ ở đường hồi tiếp. Để hạn chế thời gian trễ, nâng cao tốc độ của mạch tạo mã ngẫu nhiên ta có thể sử dụng sơ đồ mạch sau :



Hình 4.11. Mạch thanh ghi dịch tạo chuỗi PN tốc độ cao

#### 4.4. Truy nhập gói

##### 4.4.1. Tổng quan về truy nhập gói trong W-CDMA

Truy nhập gói trong W-CDMA cho phép các vật mang không phải thời gian thực sử dụng động các kênh chung, riêng và dùng chung. Việc sử dụng các kênh khác nhau được điều khiển bởi bộ lập biểu gói PS (Packet Scheduler). Bộ lập biểu gói thường được đặt ở RNC vì tại đây việc lập biểu gói có thể thực hiện hiệu quả cho nhiều ô, ngoài ra ở đây cũng xem xét các kết nối chuyển giao mềm.

Bộ lập biểu gói có các chức năng chính sau :

- Phân chia dung lượng của giao diện vô tuyến giữa các người sử dụng.
- Phân chia các kênh truyền tải để sử dụng cho truyền dẫn số liệu của từng người sử dụng.
- Giám sát các phân bổ gói và tải hệ thống.

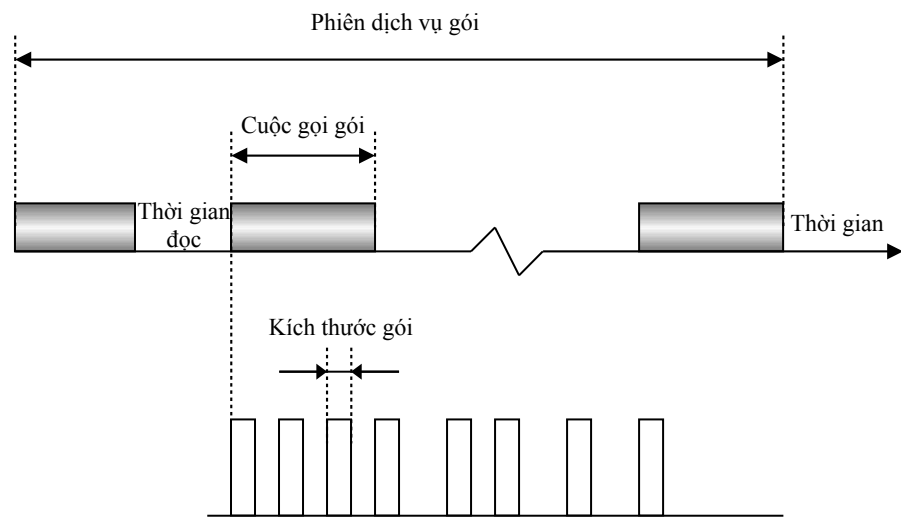
##### 4.4.2. Lưu lượng số liệu gói

Truy nhập gói sử dụng cho các dịch vụ không theo thời gian thực, nhìn từ quan điểm giao diện vô tuyến nó có các thuộc tính điển hình sau :

- Số liệu gói có dạng cụm, tốc độ bit yêu cầu có thể biến đổi rất nhanh.
- Số liệu gói cho phép trễ lớn hơn các dịch vụ thời gian thực. Vì thế số liệu gói là lưu lượng có thể điều khiển được xét theo quan điểm mạng truy nhập vô tuyến.
- Các gói có thể được phát lại bởi lớp điều khiển kết nối vô tuyến (RLC). Điều này cho phép sử dụng chất lượng đường truyền vô tuyến kém hơn và tỷ số lỗi khung cao hơn so với các dịch vụ thời gian thực.

Lưu lượng gói được đặc trưng bởi các thông số sau :

- Quá trình đến của phiên.



Hình 4.26. Đặc trưng của một phiên dịch vụ gói

- Số cuộc gọi đến phiên.
- Thời gian đọc giữa các cuộc gọi.
- Số gói trong một cuộc gọi gói.
- Khoảng thời gian giữa hai gói trong một cuộc gọi gói.
- Kích thước gói.

#### 4.4.3. Các phương pháp lập biểu gói

Chức năng lập biểu gói là phân chia dung lượng giao diện vô tuyến khả dụng giữa các người sử dụng. Bộ lập biểu gói có thể quyết định tốc độ bit phân bổ và thời gian phân bổ. Thuật toán lập biểu gói trong W-CDMA được thực hiện theo hai phương pháp : phân chia theo mã và phân chia theo tần số. Trong phương pháp phân chia theo mã, khi có nhu cầu tăng dung lượng thì tốc độ bit phân bổ cho người sử dụng sẽ giảm đi. Trong phương pháp phân chia theo thời gian biểu dung lượng được dành cho một số ít người theo từng thời điểm, như vậy người sử dụng có thể có tốc độ bit cao nhưng chỉ có thể sử dụng trong thời gian ngắn. Trong trường hợp số người sử dụng tăng thì phải đợi truyền dẫn lâu hơn. Thực tế quá trình lập biểu gói là sự kết hợp của hai phương pháp trên.

#### **4.4.3.1. Lập biểu phân chia theo thời gian**

Khi bộ lập biểu phân chia thời gian phân bổ các tốc độ gói, cần xét đến hiệu năng vô tuyến. Thông thường các dịch vụ tốc độ bit cao đòi hỏi ít năng lượng bit hơn, vì thế phân chia theo thời gian có ưu điểm là  $E_b/N_0$  thấp hơn. Ngoài ra thời gian trễ trung bình trong phương pháp này là ngắn hơn so với phương pháp phân chia theo mã.

Nhược điểm chính của phương pháp phân chia thời gian là :

- Thời gian truyền dẫn ngắn trong khi việc thiết lập và giải phóng kết nối đòi hỏi thời gian dài thậm chí đến vài khung.
- Việc sử dụng phân bổ theo thời gian bị hạn chế bởi dải tốc độ cao do hạn chế công suất của MS ở đường lên.
- Phương pháp này sử dụng các tốc độ bit cao và tạo ra lưu lượng dạng cụm, điều này dẫn đến sự thay đổi cao ở các mức nhiễu so với lập biểu phân chia theo mã.

#### **4.4.3.2. Lập biểu phân chia theo mã**

Trong lập biểu phân chia theo mã tất cả người sử dụng được ấn định một kênh khi họ cần chúng. Nếu nhiều người sử dụng gói yêu cầu lưu lượng thì tốc độ bit phải thấp hơn ở lập biểu theo thời gian.

Các ưu điểm chính của phương pháp này là :

- Trong lập biểu phân chia theo mã, việc thiết lập và giải phóng sẽ gây ra ít tổn thất dung lượng hơn do tốc độ bit thấp và thời gian truyền dẫn lâu hơn. Do tốc độ bit thấp việc phân bổ tài nguyên ở lập biểu gói phân chia theo mã đòi hỏi nhiều thời gian hơn ở lập biểu gói phân chia theo thời gian. Điều này cho phép dự báo được mức nhiễu.
- Lập biểu phân chia theo mã có thể là tĩnh hoặc động. Trong lập biểu tĩnh, tốc độ bit được phân bổ duy trì cố định trong suốt thời gian kết nối. Trong lập biểu động, tốc độ bit có thể thay đổi để phù hợp với lưu lượng gói.
- Phương pháp lập biểu này đòi hỏi các khả năng của MS thấp hơn.

### **4.5. Quy hoạch mạng WCDMA**

## **Mở đầu**

Quá trình lan truyền tín hiệu từ trạm gốc BTS đến máy di động MS, công suất tín hiệu bị suy hao do môi trường truyền dẫn, tạp nhiễu từ những thiết bị khác, tạp nhiễu bản thân thiết bị... Phần này trình bày các yếu tố ảnh hưởng đến quá trình truyền lan tín hiệu, đưa ra mô hình tính suy hao đường truyền, sơ đồ mức tín hiệu tính toán đường truyền, dung lượng mạng

### **4.5.1 Suy hao đường truyền trong quá trình truyền lan tín hiệu**

Các điều kiện đường truyền dẫn rất quan trọng trong việc thực hiện thiết bị đầu cuối cũng như thiết kế cấu hình ô. Trong số ba thành phần của điều kiện truyền dẫn, suy hao đường truyền do khoảng cách, pha đỉnh che chắn, pha đỉnh đa đường thì suy hao đường truyền do khoảng cách và pha đỉnh che chắn xác định cấu hình ô và ước lượng vùng phủ sóng. Thành phần pha đỉnh đa đường, yếu tố làm thay đổi mức tín hiệu thu một cách nhanh chóng, ảnh hưởng tới các thiết kế thiết bị đầu cuối, bao gồm việc lựa chọn các kỹ thuật bù pha đỉnh.

#### **4.5.1.1. Tạp âm và can nhiễu**

Tạp âm và can nhiễu giới hạn rất nhiều dải hoạt động của các thiết bị vô tuyến. Trong các hệ thống đa người dùng hay những hệ thống vô tuyến dùng chung một băng thông thì vấn đề này lại càng quan trọng. Để đảm bảo việc thiết kế hệ thống với mức tín hiệu thu có thể chấp nhận được, người ta phải biết rõ đặc tính tạp âm và nhiễu và từ đó đưa ra các phương pháp đánh giá được chất lượng của hệ thống và toàn tuyến thông tin.

### **4.5.2. Mô hình tính suy hao đường truyền**

#### **4.5.2.1. Mô hình Hata - Okumura**

Mô hình này là quan hệ thực nghiệm được rút ra từ báo cáo kỹ thuật của Okumura cho phép sử dụng các kết quả vào các công cụ tính toán. Báo cáo của Okumura bao gồm một chuỗi các lưu đồ được sử dụng để lập mô hình thông tin vô tuyến. Dựa trên các đo lường được thực hiện bởi Y.Okumura ở Tokyo tại tần số 1920 MHz, các đo lường này vừa khớp với mô hình toán học của M.Hata.

Trong mô hình này, ban đầu suy hao đường truyền được tính bằng cách tính hệ số điều chỉnh anten cho các vùng đô thị là hàm của khoảng cách giữa trạm gốc, trạm di động và tần số. Hệ số này được đưa vào suy hao không gian tự do. Kết quả được

điều chỉnh bằng các hệ số cho độ cao anten trạm gốc và trạm di động. Ngoài ra, các hệ số điều chỉnh được cấp cho hướng phố, các vùng ngoại ô, các vùng mở và các địa hình không đều.

Mô hình chỉ áp dụng cho 4 thông số thỏa điều kiện:

- Tần số sóng mang  $f_c$  : 150 ÷ 1500 (Mhz)
- Khoảng cách từ trạm gốc  $d$  : 1 ÷ 20 (km)
- Độ cao anten trạm gốc  $h_b$  : 30 ÷ 200 (m)
- Độ cao anten trạm di động  $h_m$  : 1 ÷ 10 (m)

Tùy theo từng vùng phục vụ khác nhau, suy hao tuyến  $L_p$  tương ứng mỗi vùng khác nhau.

**- Vùng thành phố:**

$$L_p(\text{dB}) = 69,55 + 26,16 \lg f_c + (44,9 - 6,55 \lg h_b) \lg r - 13,82 \lg h_b - a(h_m) \quad (4.1)$$

Trong đó:  $a(h_m)$  là hệ số hiệu chỉnh cho độ cao anten di động (dB) được tính trong 2 trường hợp khác nhau:

+ *Đối với thành phố nhỏ và trung bình:*

$$a(h_m) (\text{dB}) = (1,11 \lg f_c - 0,7) h_m - (1,56 \lg f_c - 0,8) \quad (4.2)$$

+ *Đối với thành phố lớn:*

$$a(h_m) = \begin{cases} 8.29[\lg(1,54h_m)]^2 - 1,1 & (f_c \leq 200 \text{ MHz}) [\text{dB}] \\ 3,2[\lg(11,75h_m)]^2 - 4,97 & (f_c \geq 400 \text{ MHz}) [\text{dB}] \end{cases} \quad (4.3)$$

$$a(h_m) = \begin{cases} 8.29[\lg(1,54h_m)]^2 - 1,1 & (f_c \leq 200 \text{ MHz}) [\text{dB}] \\ 3,2[\lg(11,75h_m)]^2 - 4,97 & (f_c \geq 400 \text{ MHz}) [\text{dB}] \end{cases} \quad (4.4)$$

Như vậy bán kính cell được tính :

$$\lg r = \frac{[L_p - 69,55 - 26,16 \lg f_c + 13,82 \lg h_b + a(h_m)]}{44,9 - 6,55 \lg h_b} \quad (4.5)$$

**- Vùng ngoại ô:**

Với vùng ngoại ô hệ số hiệu chỉnh suy hao so với vùng thành phố là:

$$L_{no}(\text{dB}) = L_p - 2 \left[ \left[ \lg \left( \frac{f_c}{28} \right)^2 \right] - 5,4 \right] \quad (4.6)$$

**- Vùng nông thôn:**

Với vùng nông thôn hệ số hiệu chỉnh suy hao so với vùng thành phố là:

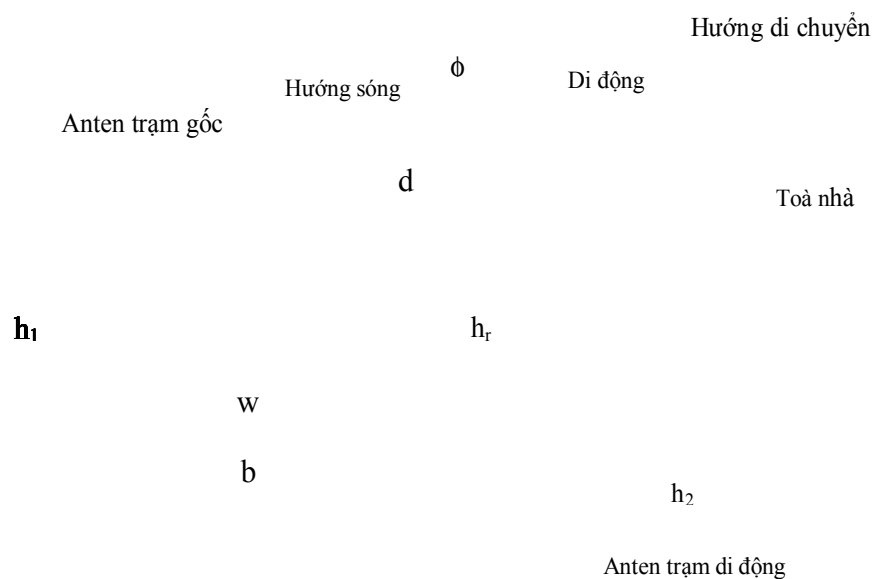
$$L_{nt}(\text{dB}) = L_p - 4,78 \cdot (\lg f_c)^2 + 18,33 \lg f_c - 40,94 \quad (4.7)$$



Các phép đo của Okumura chỉ đúng cho các kiểu toà nhà ở Tokyo và cần có số liệu để có khả năng dự đoán các nhân tố môi trường trên cơ sở tính chất vật lý của các toà nhà xung quanh máy thu di động. Ngoài ra, do kỹ thuật Okumura dùng để hiệu chỉnh mặt đất bất thường và các đặc điểm khác của đường truyền cụ thể nên cần có các diễn giải thiết kế. Điều này làm cho mô hình Hata-Okumura không phù hợp cho việc sử dụng máy tính.

#### 4.5.2.2 Mô hình Walfisch-Ikegami (hay COST 231)

Mô hình Walfisch-Ikegami chứa 3 phần tử: tổn hao không gian tự do, nhiễu xạ mái nhà và tổn hao tán xạ, tổn hao do nhiễu vật chắn.



Hình 4.2 Các tham số trong mô hình Walfisch-Ikegami.

Các thông số đưa vào công thức mô hình được giới thiệu ở hình 4.2.

Trong đó:

$w$ : bề rộng đường phố (m)

$b$ : cự ly giữa các dãy nhà phố chắn đường truyền sóng (m)

$\phi$ : góc tới của sóng trên mặt phẳng phương vị so với trục đường

$h_m$ : chiều cao anten trạm di động (m)

$h_b$ : chiều cao anten trạm gốc (m)

$d$ : khoảng cách trạm di động và trạm gốc (m)

hr: chiều cao toà nhà (m)

Mô hình chỉ áp dụng cho 4 thông số thỏa điều kiện:

- Tần số sóng mang  $f_c$  : 800 ÷ 2000 (Mhz)
- Khoảng cách từ trạm gốc  $d$  : 0,02 ÷ 5 (km)
- Độ cao anten trạm gốc  $h_b$  : 4 ÷ 50 (m)
- Độ cao anten trạm di động  $h_m$  : 1 ÷ 3 (m)

Các biểu thức sử dụng cho mô hình như sau:

$$L_p = \begin{cases} L_f + L_{rts} + L_{msd}, L_{rts} + L_{msd} > 0 \\ L_f, L_{rts} + L_{msd} \leq 0 \end{cases} \quad (4.8)$$

Trong đó:

$L_f$ : là tổn hao không gian tự do, được xác định:

$$L_f(\text{dB}) = 32,4 + 20\lg r + 20\lg f_c \quad (4.9)$$

$L_{rts}$ : là nhiễu xạ mái nhà - phố và tổn hao tán xạ, được xác định:

$$L_{rts}(\text{dB}) = (-16,7) - 10\lg W + 10\lg f_c + 20\lg \Delta h_m + L_o \quad (4.10)$$

với:  $\Delta h_m = h_r - h_m$  (m)

$L_o$  là sai số đo tán xạ và nhiễu xạ, được xác định bởi:

$$L_o = \begin{cases} -9,646(\text{dB}), 0 \leq \Phi \leq 35 \\ 2,5 + 0,075(\Phi - 55)(\text{dB}), 35 \leq \Phi \leq 55 \\ 4 - 0,114(\Phi - 55)(\text{dB}), 55 \leq \Phi \leq 90 \end{cases}$$

$L_{msd}$ : là tổn hao các vật che chắn, được xác định:

$$L_{msd} = L_{bsh} + k_a + k_d \lg r + k_l \lg f_c - 9\lg b \quad (4.11)$$

$$\text{với: } L_{bsh} = \begin{cases} -18 \cdot \lg(1 + \Delta h_b), h_b > h_r \\ 0, h_b < h_r \end{cases}$$

$$k_a = \begin{cases} 54, (h_b > h_r) \\ 54 - 0,8h_b, (r \geq 500, h_b \leq h_r) \\ 54 - 1,6\Delta h_b r, (r < 500, h_b \leq h_r) \end{cases}$$

$$k_d = \begin{cases} 18 - \frac{15\Delta h_b}{\Delta h_m}, & h_b \geq h_r \\ 18, & h_b < h_r \end{cases}$$

$$k_f = 4 + 1,5 \left( \frac{f_c}{925} - 1 \right) \text{ với thành phố lớn.}$$

$$k_f = 4 + 0,7 \left( \frac{f_c}{925} - 1 \right) \text{ với thành phố trung bình.}$$

Với trường hợp tia nhìn thẳng (LOS):

$$L_p(\text{dB}) = 42,6 + 26\lg r + 20\lg f_c \quad (2.12)$$

Với trường hợp tia không nhìn thẳng (NLOS):

$$L_p(\text{dB}) = 32,4 + 20\lg r + 20\lg f_c + L_{rts} + L_{msd} \quad (4.13)$$

Như vậy bán kính cell tính theo mô hình Walfisch – Ikegami là :

$$\lg r = \frac{L_p - L_{ori} - L_{bsh} + 10\lg W - 20\lg \Delta h_m - k_a + 9\lg b - (30 + k_f)\lg f_c - 15,7}{(20 + k_d)} \quad (4.14)$$

Có thể sử dụng các giá trị mặc định sau cho mô hình:

$$b = 20 \div 50\text{m}; W = b/2; \Phi = b/2; h_r = 3 \times (\text{số tầng}) + h_m$$

với:  $h_m = 3$  m cho nóc nhà có độ cao, 0 m cho nóc nhà phẳng.

Ta tính toán tổn hao đường truyền từ mô hình Hata và Walfisch-Ikegami theo các số liệu dưới đây và so sánh kết quả:

$$f_c = 880 \text{ MHz}$$

$$h_r = 30 \text{ m}$$

$$h_m = 1,5 \text{ m}$$

$$\Phi = 90 \text{ độ}$$

$$h_b = 30 \text{ m}$$

$$b = 30 \text{ m}$$

$$\text{nóc nhà} = 0 \text{ m}$$

$$W = 15 \text{ m}$$

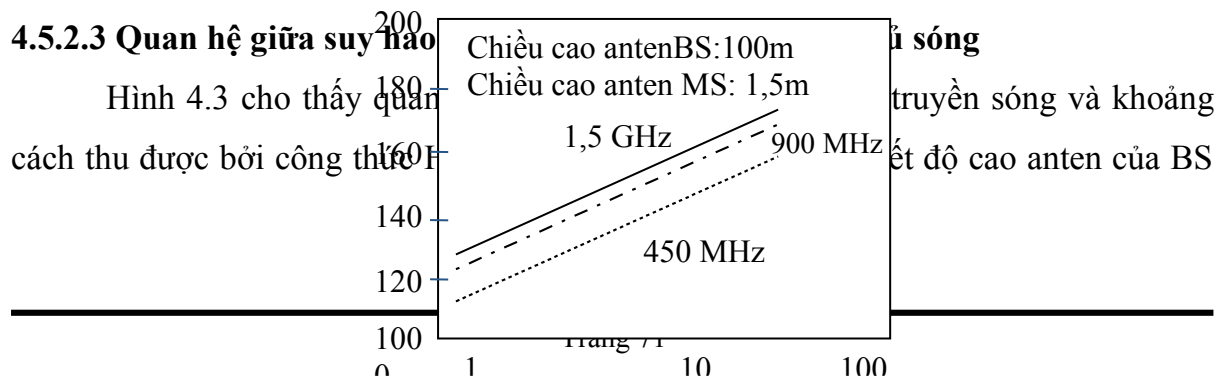
Tổn hao đường truyền dự đoán theo mô hình Hata thấp hơn 13-16 dB so với mô hình Walfisch-Ikegami. Tuy nhiên, mô hình Hata bỏ qua ảnh hưởng của độ rộng đường phố, nhiều xạ phổ và các tổn hao tán xạ. Các ảnh hưởng này được xét đến ở mô hình Walfisch-Ikegami.

Mô hình Walfisch-Ikegami sẽ được sử dụng cho phương án tính toán thiết kế vì mô hình này thích hợp với điều kiện với môi trường đô thị Việt Nam, tính toán dễ dàng bằng chương trình trên máy tính.

Bảng 4.1 So sánh tổn hao đường truyền từ mô hình Hata và Walfisch-Ikegami

Khoảng cách	Tổn hao đường truyền (dB)	
	Mô hình Hata	Mô hình Walfisch-Ikegami
1	126,16	139,45
2	136,77	150,89
3	142,97	157,58
4	147,37	162,33
5	150,79	166,01

Vùng phủ sóng sẽ được tính toán dựa trên diện tích cần phủ sóng và bán kính của cell bằng cách áp dụng mô hình Walfisch-Ikegami. Chất lượng dịch vụ và dung lượng phục vụ của hệ thống sẽ tính toán dựa trên phương trình tính dung lượng cực của đường truyền hướng lên. Từ đó sẽ tính toán được số trạm BTS cần thiết để đáp ứng dung lượng của hệ thống.



Hình 4.3 Quan hệ giữa suy hao đường truyền dẫn và vùng phủ sóng

và MS tương ứng là 100m và 1,5m. Sử dụng sơ đồ này, có thể tính được một khoảng cách mà suy hao đường truyền  $L_{p_{max}}$  là 50%.

#### 4.5.2.4. Một số khái niệm cần quan tâm

- Đơn vị lưu lượng Erlang: Một đơn vị lưu lượng Erlang là một mạch thông tin hoạt động trong một giờ.

- Cấp phục vụ ( $G_0S$ ): Đại lượng biểu thị số % cuộc gọi không thành công đối với hệ thống tiêu hao còn trong hệ thống đợi  $G_0S$  là số % thuê bao thực hiện sự gọi trở lại. Đối với hệ thống hoạt động bình thường, cấp phục vụ được đánh giá bằng xác suất tắc nghẽn là 0,02 khi khởi tạo cuộc gọi trong giờ cao điểm. Đây là giá trị trung bình.

- Diện tích cell: sau khi tính được bán kính cell ta có thể xác định diện tích cell theo bảng sau

Loại cell	Diện tích cell	Diện tích sector
Tròn	$\pi R^2$	$\pi R^2/3$
Lục giác	$2.598R^2$	$2.598R^2/3$

*Bảng 4.2: Công thức tính diện tích cell*

- BHCA (Busy Hour Call Attempts): Số lần gọi của thuê bao trong giờ cao điểm

- Hệ thống thông tin hoạt động theo kiểu tiêu hao: Giả thiết về hệ thống mà các thuê bao không hề gọi lại khi cuộc gọi không thành công.

- Hệ thống thông tin hoạt động theo kiểu đợi: Giả thiết về hệ thống mà các thuê bao sẽ kiên trì gọi lại cho đến khi thành công.

- Vùng phủ sóng: Hệ thống phải phục vụ một vùng nhất định. Tuy nhiên do địa

hình phức tạp nên độ phủ sóng không được 100% với 2 lý do:

+ Công suất phát xạ phải rất mạnh để các máy thu ở địa điểm bị chắn khuất vẫn làm việc được. Như vậy giá thành thiết bị phải lớn và giá cước của thuê bao phải cao.

+ Công suất phát càng lớn thì càng khó kiểm soát sự giao thoa sóng giữa các máy thu phát cùng một tần số ở các cell lân cận. Việc tái sử dụng lại tần số là một đặc thù của mạng cellular. Khi số thuê bao tăng thì ta chia nhỏ thêm các cell và muốn có nhiều thuê bao được dùng chung một tần số thì công suất phải giảm nhỏ thích hợp.

Vì vậy các hệ thống thông tin cố gắng bao phủ 90% diện tích trong vùng bằng phẳng và 75% diện tích trong vùng đồi núi hoặc có nhiều vật che khuất.

- Tăng ích khi chia sector: là thông số bổ chính về mức can nhiễu tăng lên do các sector khác gây nên cho sector xét. Gọi là tăng ích khi chia sector vì việc tăng sector làm tăng số người dùng. Khi số sector ở một mặt bằng tăng lên, thì mỗi sector nhỏ đi làm giảm can nhiễu mỗi sector gây ra cho sector khác. Nhưng số sector gây nhiễu cho sector xét lại tăng lên.

- Mật độ dân số: Đây là một đơn vị để xác định số lượng khách hàng tiềm năng có thể sẽ sử dụng dịch vụ trên một đơn vị diện tích.

#### **4.5.3. Dung lượng kết nối vô tuyến**

Hệ thống CDMA có lợi thế hơn hẳn so với các hệ thống khác như FDMA, TDMA đó là khả năng mở rộng dung lượng thuê bao. Dung lượng của hệ thống CDMA phụ thuộc vào điều kiện địa lý, mức nhiễu, các đặc tính truyền sóng và một số điều kiện khác. Để thiết kế tính toán số kênh của hệ thống WCDMA ta dùng phương pháp sau:

+ Tỷ số năng lượng tín hiệu trong mỗi bit với mật độ phổ công suất nhiễu ( $E_b/N_o$ ) quyết định đặc tính kết nối giữa trạm gốc và đầu cuối. Mức tạp âm là sự kết hợp của tạp âm nền và nhiễu gây ra bởi đầu cuối của hệ thống khác. Vì vậy số lượng cuộc gọi đồng thời trong mỗi sector hoặc ô bị hạn chế bởi tỷ số  $E_b/N_o$ . Giới hạn của kênh lưu lượng vật lý kết nối giữa trạm gốc và trạm đầu cuối tính theo công thức sau:

$$N = \frac{\frac{W}{R}}{\left[ \frac{E_b}{N_o + I_o} \right]_{bochin}} \cdot \frac{1}{1+f} \cdot \frac{1}{\rho} \cdot G_s \quad (4.15)$$

Trong đó:

$G_s$  : Tăng ích dải quạt hóa

$\left[ \frac{E_b}{N_o + I_o} \right]_{bochinh}$  là tỷ số  $\frac{E_b}{N_o + I_o}$  trong điều kiện điều khiển công

suất không hoàn hảo.

$$\left[ \frac{E_b}{N_o + I_o} \right]_{bochinh} = \frac{E_b}{N_o + I_o} \cdot e^{\frac{(\beta\sigma_e)^2}{2}} \quad (4.16)$$

Với:

$\beta$  : Hằng số có giá trị 0,1ln10

$\sigma_e$  : Phương sai điều khiển công suất

W : Độ rộng dải tần sóng mang (Hz)

R : Tốc độ truyền (bps)

$\rho$  : Hệ số tích cực thoại

f : tỷ số năng lượng nhiễu từ cell khác đến cell xét

Giá trị N thay đổi phù hợp với các giá trị giả định của mỗi tham số. Vậy N tùy thuộc vào phương pháp và giả định tính toán để đánh giá hiệu năng có thể ứng dụng được trong môi trường hoạt động. Giá trị tính toán N ở trên là số lượng kênh lớn nhất có thể cho phép sử dụng để kết nối đồng thời giữa đầu cuối và sector hoặc Ommi-Cell trong trường hợp không có chuyển vị mềm.

Do đó số lượng kênh lưu lượng hoạt động trong mỗi sóng mang WCDMA được tính như sau:

$$N_s = N \times \text{tải của ô (cell)} \quad (4.17)$$

#### 4.5.4 Suy giảm đường truyền lớn nhất cho phép

Suy giảm đường truyền lớn nhất cho phép xác định như sau:

$$L_a = P_m - P_{min} + G_b - L_c - L_b - L_h \quad (4.18)$$

Với :

$$P_{min} = N_0 + F_b + (E_b/N_0)_{req} + 10\lg B.$$

Trong đó :

$L_a$  : Tổng hao đường truyền cho phép.

$P_m$  : Công suất phát xạ hiệu dụng của MS.

$P_{min}$  : Cường độ tín hiệu tối thiểu yêu cầu.

$G_b$  : Hệ số khuếch đại của Anten phát BS.

$L_c$  : Tổn hao cáp Anten thu BS.

$L_b$  : Tổn hao cơ thể.

$L_h$  : Tổn hao truy nhập tòa nhà.

$B$  : Tốc độ bit (Bps)

$N_0$  : Tạp âm nền của BS.

$F_b$  : Hệ số tạp âm máy thu.

$E_b/N_0'$  : Độ dự trữ cần thiết của anten phát BS.

#### **4.5.5. Tối ưu mạng**

Tối ưu mạng là quá trình phân tích cấu hình và hiệu năng mạng nhằm cải thiện chất lượng mạng tổng thể và đảm bảo tài nguyên của mạng được sử dụng một cách có hiệu quả.

Giai đoạn đầu của quá trình tối ưu là định nghĩa các chỉ thị hiệu năng chính. Chúng gồm các kết quả đo ở hệ thống quản lý mạng và số liệu đo thực tế để xác định chất lượng dịch vụ. Với sự giúp đỡ của hệ thống quản lý mạng ta có thể phân tích hiệu năng quá khứ, hiện tại và tương lai. Ta có thể phân tích hiệu năng của các thuật toán quản lý tài nguyên vô tuyến và các thông số của chúng bằng cách sử dụng các kết quả của chỉ thị hiệu năng chính.

Trong hệ thống thông tin di động thế hệ ba việc tối ưu hóa mạng rất quan trọng vì mạng thế hệ ba cung cấp nhiều dịch vụ đa dạng. Điều chỉnh tự động phải cung cấp câu trả lời nhanh cho các điều khiển thay đổi lưu lượng trong mạng. Trong giai đoạn đầu của quá trình xây dựng mạng W-CDMA chỉ có một số thông số là được điều chỉnh tự động và vì thế cần phải duy trì quá trình tối ưu hóa của hệ thống GSM

#### **Kết luận chương 4**



Trong tính toán thực tế, ngoài việc lấy một số tham số của nhà cung cấp thiết bị, một phần lớn các tham số khác còn lấy theo các giá trị điển hình. Điều này dẫn đến kết quả thiết kế dừng ở mức định cỡ mạng sơ bộ. Tuy nhiên, trong thực tế việc triển khai một hệ thống thông tin (lắp mới hoặc mở rộng) luôn cần có thêm bước hiệu chỉnh, tối ưu mạng sau khi lắp đặt, chạy thử dựa trên các kết quả đo đạt thực tế.

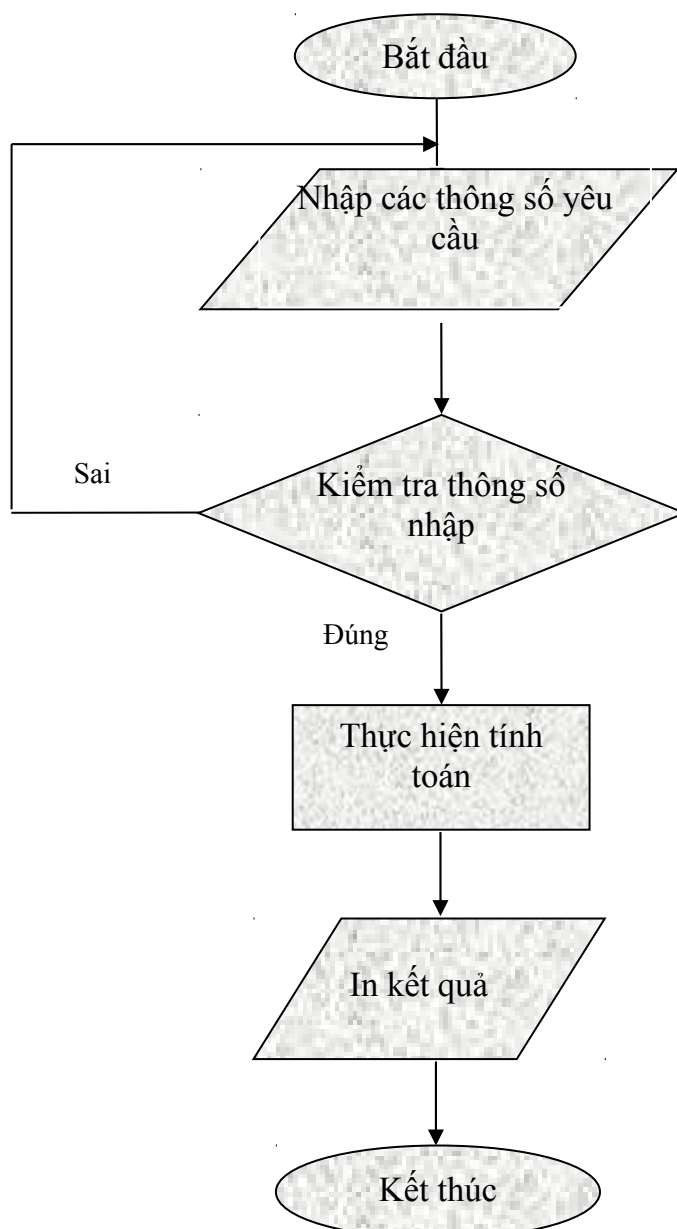
Ngoài ra, việc tính toán sử dụng mô hình Walfisch-Ikegami chưa tính đến các tổn hao do cây cối và kết quả chỉ tính cho dịch vụ thoại mà chưa tính cho dịch vụ truyền dữ liệu, đồng thời việc quy hoạch theo dung lượng chưa đảm bảo tối ưu về phương diện vùng phủ.

## PHÂN MÔ PHỎNG

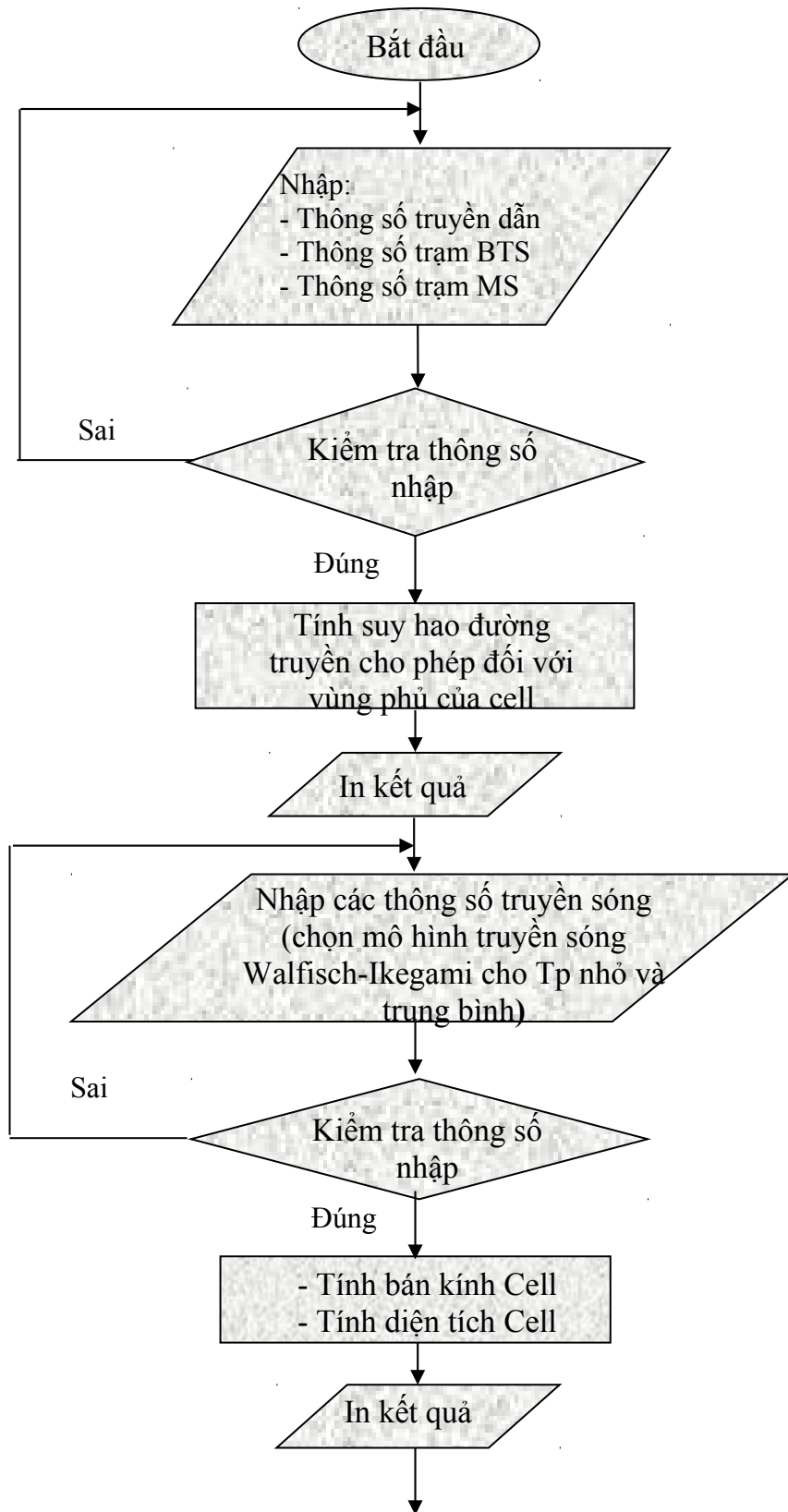
Phần này giới thiệu lưu đồ thuật toán mô phỏng - tính toán các bước quy hoạch mạng di động và cùng các cửa sổ giao diện chương trình mô phỏng viết bằng ngôn ngữ Visual Basic 6.0.

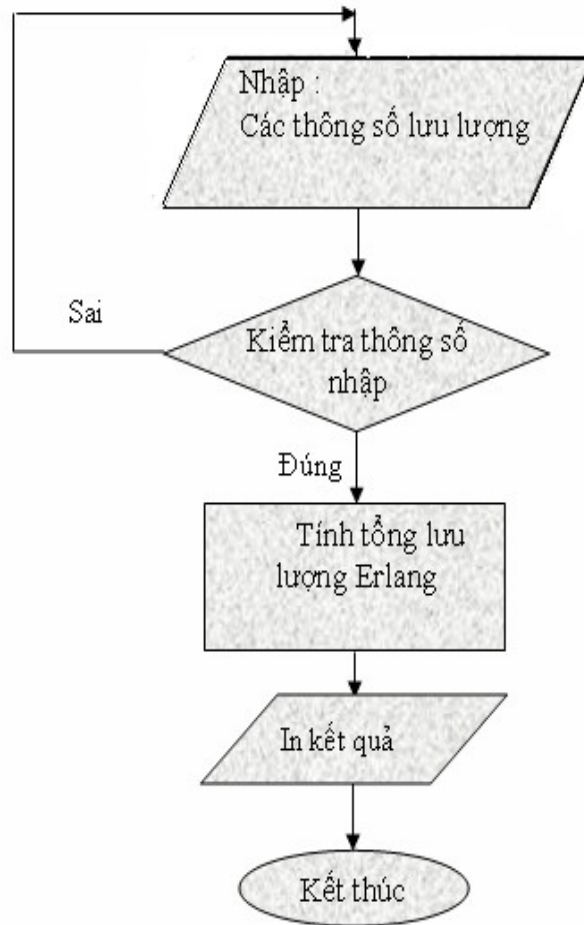
### 1. Lưu đồ tính toán

#### 1.1. Lưu đồ thuật toán tổng quát



1.2.lưu đồ thuật toán chi tiết





## 2. Kết quả chương trình

### 2.1. Giao diện chính



## 2.2. Tính suy hao đường truyền :

Suy hao đường truyền

Nhập mới Số cho trước Tính toán Trở về Trang trước Trang kế

**Thông số nhập:**

Công suất phát trạm di động:  dBm

Tổn hao cơ thể:  dB

Mật độ phổ tạp âm:  dBm/Hz

Hệ số tạp âm trạm gốc thu:  dB

Độ lợi Anten trạm gốc:  dBi

Tổn hao cáp Anten trạm gốc:  dB

Tốc độ chip:  Mchip/s

Độ dự trữ nhiễu giao thoa:  dB

Eb/No cần thiết:  dB

Tốc độ bit:  Kbps

Độ dự trữ fading chuẩn loga:  dB

Độ lợi chuyển giao mềm:  dB

Tổn hao trong xe:  dB

Dự trữ fading nhanh:

**Kết quả**

Công suất phát xạ đẳng hướng:

Mật độ tạp âm trạm gốc thu:

Công suất tạp âm trạm gốc thu:

Tổng nhiễu + giao thoa:

Độ lợi xử lý:

Độ nhạy trạm gốc thu:

**Suy hao đường truyền cho phép:**


Tốc độ bit	Suy hao cho phép

2.3. Tính kích thước Cell :

Kích thước Cell
X

Nhập mới Số cho trước Tính toán Trở về Trang trước Trang kế

**Thông số truyền sóng**



Suy hao đường truyền cho phép  dB

Tần số hoạt động  MHz

Độ cao Anten trạm gốc  m

Độ cao Anten trạm di động  m

Độ cao nhà cửa  m

Góc đến so với trục phố  độ

Khoảng cách giữa các nhà dọc theo đường truyền  m

Độ rộng phố  m

**Mô hình truyền sóng**

Hata Okumura

Walfishch - Ikegami

---

**Kết quả tính toán**

Bán kính Cell

Diện tích Cell

Mô hình	Địa điểm	Suy hao cho phép	Bán kính Cell	Diện tích Cell

2.4. Tính dung lượng kênh :

Dung lượng

Nhập mới Số cho trước Tính toán Trở về Trang trước Trang kế

**Thông số nhập**

Cấp phục vụ GOS:

Số cuộc gọi trung bình trong một giờ:

Thời gian cuộc gọi trung bình:  s

Hệ số tải của ô:  %

Hệ số nhiễu từ các ô khác:

Hệ số tích cực tiếng:

Tỉ số Eb/No yêu cầu:  dB

Hệ số trực giao:

Tốc độ chip:  Mchip/s

Tốc độ bit:  Kbps

**Kết quả**

Lưu lượng của một thuê bao:

**Đường lên**

Số kênh trung bình trên một ô:

Dung lượng chặn cứng của một ô:

Hiệu suất sử dụng trung kế:

Tổng số kênh góp chung:

Dung lượng chung:

Dung lượng chặn mềm trong một ô:

Dung lượng mềm:

Số thuê bao phục vụ trong một ô:

**Đường xuống**

Số kênh trung bình trên một ô:

Dung lượng chặn cứng của một ô:

Hiệu suất sử dụng trung kế:

Tổng số kênh góp chung:

Dung lượng chung:

Dung lượng chặn mềm trong một ô:

Dung lượng mềm:

Số thuê bao phục vụ trong một ô:

**Chú ý**  
 Hệ số tải được suy ra từ độ dự trữ nhiễu giao thoa ở Form tính suy hao  
 Tỉ số Eb/No, tốc độ chip, tốc độ bit được lấy từ Form tính Suy hao

Bảng ErlangB

Tính ErlangB



## **KẾT LUẬN VÀ HƯỚNG PHÁT TRIỂN ĐỀ TÀI**



Trước sự bùng nổ về nhu cầu truyền thông không dây cả về số lượng, chất lượng và các loại hình dịch vụ, công nghệ GSM đang được phát triển để có thể hỗ trợ và đáp ứng. Tuy nhiên, tốc độ của mạng GSM hiện thời vẫn còn quá chậm và không đáp ứng được, điều này đòi hỏi các nhà khai thác phải có được công nghệ truyền thông không dây nhanh hơn và tốt hơn. Việc sử dụng hệ thống chuyển mạch kênh tốc độ cao (HSCSD) sẽ nâng được tốc độ dữ liệu trên mạng GSM lên đến 57.6KBps, tuy nhiên công nghệ này vẫn chưa đáp ứng thích đáng yêu cầu về mặt kỹ thuật. Giải pháp GPRS, EDGE trên mạng GSM và sau đó nâng cấp lên W-CDMA là một giải pháp khả thi và thích hợp với các nước đang phát triển như nước ta vì có thể tận dụng được cơ sở hạ tầng mạng GSM đồng thời có quỹ đầu tư để tiến lên 3G.

Dịch vụ vô tuyến gói chung GPRS tạo ra tốc độ cao chủ yếu nhờ vào sự kết hợp các khe thời gian, tuy nhiên kỹ thuật này vẫn dựa trên phương thức điều chế GMSK nên hạn chế tốc độ truyền. Giải pháp dịch vụ vô tuyến gói chung nâng cao EDGE đã khắc phục được hạn chế này bằng cách thay thế phương thức điều chế GMSK bằng 8PSK, điều này giúp nâng cao tốc độ của mạng GPRS lên 2 đến 3 lần. Khó khăn chủ yếu liên quan đến các kỹ thuật vô tuyến trên máy đầu cuối do việc thay đổi kỹ thuật điều chế. Tuy nhiên EDGE là vẫn hoạt động dựa trên trên cơ sở chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói hạn chế ở tốc độ 384KBps nên sẽ khó khăn trong việc ứng dụng các dịch vụ đòi hỏi việc chuyển mạch linh động hơn và tốc độ truyền dữ liệu lớn hơn. Lúc này giải pháp đưa ra là nâng cấp lên hệ thống WCDMA. Việc nâng cấp các hệ thống thông tin di động lên thế hệ ba có thể đáp ứng được các yêu cầu hiện tại. Trong tương lai, khi mà công nghệ 3G không đáp ứng được yêu cầu thì công nghệ thông tin di động thế hệ tư là giải pháp tiếp theo với tốc độ lên tới 34Mbps. Điểm mấu chốt trong thông tin di động thế hệ tư là thay đổi phương pháp đa truy cập kinh điển bằng các phương pháp đa truy cập cho hiệu

suất cao hơn như phương pháp đa truy cập phân chia theo tần số trực giao (OFDMA), đa truy cập phân chia theo cơ hội (ODMA)...

Trong khuôn khổ đề tài em tìm hiểu tổng quát giải pháp nâng cấp mạng GSM lên W-CDMA. Do có nhiều chuẩn nâng cấp cũng như nhiều giải pháp nâng cấp của các tập đoàn viễn thông khác nhau nên đề tài chỉ đưa ra được những bước cơ bản nhất trong lộ trình nâng cấp về kiến trúc hệ thống và kỹ thuật vô tuyến số trên cơ sở lý thuyết mà không thể đi sâu vào các giải pháp chi tiết. Đồng thời việc đưa ra giải pháp CDMA băng thông rộng tối ưu cho GSM Việt Nam chưa thực hiện được.

