ResearchGate

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: https://www.researchgate.net/publication/328556116

Thông tin di động

Book · October 2007

CITATIONS
0

READS
14,725

1 author:



Van Duc Nguyen
Hanoi University of Science and Technology (HUST)
126 PUBLICATIONS **778** CITATIONS

SEE PROFILE

All content following this page was uploaded by Van Duc Nguyen on 27 October 2018.

The user has requested enhancement of the downloaded file.

Phạm Công Hùng
Nguyễn Hoàng Hải
Tạ Vũ Hằng
Vũ Thị Minh Tú
Đỗ Trọng Tuấn
Vũ Đức Thọ
Nguyễn Văn Đức

Giáo trình
THÔNG TIN DI ĐỘNG



NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT

Phạm Công Hùng, Nguyễn Hoàng Hải, Tạ Vũ Hằng,
Vũ Thị Minh Tú, Đỗ Trọng Tuấn, Vũ Đức Thọ, Nguyễn Văn Đức

Giáo trình

THÔNG TIN DI ĐỘNG

(Mobile Communications)

NHÀ XUẤT BẢN KHOA HỌC VÀ KỸ THUẬT
HÀ NỘI – 2007

Phạm Công Hùng, Nguyễn Hoàng Hải, Tạ Vũ Hằng,
Vũ Thị Minh Tú, Đỗ Trọng Tuấn, Vũ Đức Thọ, Nguyễn Văn Đức

Giáo trình

THÔNG TIN DI ĐỘNG

(Mobile Communications)

Chịu trách nhiệm xuất bản: PGS, TS. TÔ ĐĂNG HẢI
Biên tập : NGỌC KHUÊ, NGUYỄN ĐĂNG
Vẽ bìa: TIẾN HÙNG

In 1000 cuốn, khổ 19 x 27 cm, tại xưởng in Nhà xuất bản Văn hóa dân tộc
Quyết định xuất bản số: 409-2006/CXB/60-33/KHKT, cấp ngày 5/10/2006.
In xong và nộp lưu chiểu quý I/2007.

LỜI MỞ ĐẦU

Để đáp ứng yêu cầu đào tạo của ngành Điện tử- Viễn thông Trường Đại học Bách khoa Hà Nội, Giáo trình Thông tin di động được biên soạn gồm 4 nội dung sau:

Tổng quan về Thông tin di động

Thông tin di động GSM

Thông tin di động CDMA

Mạng cục bộ không dây WLAN – Wi-Fi – WiMAX

Giáo trình này dùng cho sinh viên tham khảo trong môn Thông tin di động 3 học trình. Giáo trình nhằm cung cấp những kiến thức cơ bản nhất cho sinh viên về những công nghệ Thông tin di động đang phổ biến ở Việt Nam thời điểm hiện nay 2006.

Giáo trình sẽ được cập nhật những Công nghệ triển khai ứng dụng trong nước và trên thế giới trong những lần tái bản.

Do yêu cầu cấp bách của môn học trong lần xuất bản đầu tiên này "Giáo trình thông tin di động" chắc không tránh khỏi còn khiếm khuyết. Các tác giả mong nhận được ý kiến đóng góp của các bạn đọc. Thư từ góp ý xin gửi về Khoa Điện tử Viễn thông- Trường Đại học Bách khoa Hà Nội và Nhà xuất bản Khoa học và Kỹ thuật, 70 Trần Hưng Đạo Hà Nội.

Chúng tôi xin trân trọng cảm ơn.

CÁC TỪ VIẾT TẮT

A		
AUC	Authentication Center	Trung tâm nhận thực
AP	Access Point	Điểm truy nhập
ACCH	Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết
ACI	Adjacent Channel Interference	Nhiễu kênh kế cạnh
AGCH	Access Grant Channel	Kênh cho phép truy nhập
AMPS	Advanced Mobile Phone System	Hệ thống điện thoại di động tiên tiến
AT	Access Terminal	Thiết bị truy nhập
B		
BCCH	Broadcast Control Channel	Kênh điều khiển quảng bá
BCH	Broadcast Channel	Kênh quảng bá
BER	Bit Error Rate	Tỷ lệ lỗi bit
BHCA	Busy Hour Calling Attempt	Số lần gọi trong giờ bận
BPSK	Binary Phase Shift Keying	Khóa dịch pha nhị phân
BSC	Base Station Controller	Bộ điều khiển trạm gốc
BSIC	Base Station Identity Code	Mã nhận dạng trạm gốc
BSS	Base Station System	Hệ thống trạm gốc
BSSAP+	Base Station System Application Part+	Phần ứng dụng hệ thống trạm gốc
BSSGP	BSS GPRS Protocol	Giao thức GPRS BSS
BSSGP	Base Station System GPRS Protocol	Giao thức GPRS phân hệ trạm gốc
BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
C		
C/A	Carrier to adjacent ratio	Tỷ số sóng mang trên sóng lân cận
CE	Channel Element	Đơn vị kênh
C/I	Carrier to interference ratio	Tỷ số sóng mang trên nhiễu
C/R	Carrier to reflection ratio	Tỷ số sóng mang trên sóng phản xạ
CCCH	Common Control Channel	Kênh điều khiển chung
CCH	Control Channel	Kênh điều khiển
CCITT	International Telegraph & Telephone Consultative Committee	Ủy ban tư vấn quốc tế về điện thoại và điện báo

CCS7	Common Channel Signalling No7	Báo hiệu kênh chung số 7
Cell	Cellular	Ô
CODER	Code and DECode	Mã hoá và giải mã
CSPDN	Circuit Switched Public Data Network	Mạng dữ liệu công cộng chuyển mạch kênh
CDPD	Cellular Digital Packet Data	Dữ liệu gói tế bào
D		
D-AMPS	Digital-Advance Mobile Phone Service	Điện thoại di động tiên tiến kỹ thuật số
DCCH	Dedicated Control Channel	Kênh điều khiển riêng
DCE	Data Communication Equipment	Thiết bị truyền dẫn dữ liệu
DCS	Data Communication Subsystem	Phân hệ thông tin số liệu
DEMUX	DeMutiplexer	Bộ phân kênh
DTE	Data Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối dữ liệu
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum	Trải phổ trực tiếp
E		
EA	Early Asssignment	Chỉ định cấp phát sớm
EIR	Equipment Identity Register	Thanh ghi nhận dạng thiết bị
EMF	Electro Magnetic Identification Register	Bộ ghi nhân thực thiết bị
ETC	Exchange Termination	Mạch đầu cuối tổng đài
ETSI	European Telecommunication Standards Institude	Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu
EV-DO	EVolution Data Only	Phát triển chỉ dữ liệu
EV-DV	EVolution Data and Voice	Phát triển chỉ dữ liệu và thoại
EVM	1xEV-DO Modem	Modem dữ liệu
F		
FACCH	Fast Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết nhanh
FB	Frequency Correction Burst	Cụm hiệu chỉnh tần số
FCCH	Frequency Correction Channel	Kênh hiệu chỉnh tần số
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số
FN	Frame Number	Số khung
FER	Frame Erorr Radio	Khối bức tường lửa
FSK	Phase Shift keyes	Khóa dịch pha

G		
GGSN	Gateway GPRS Support Node	Nút hỗ trợ cổng GPRS
GMM	GPRS Mobility Management	Quản lý di động GPRS
GMSC	Gateway MSC	MSC cổng
GPRS	General Packet Radio Service	Dịch vụ vô tuyến gói chung
GSM	Global System for Mobile Communication	Thông tin di động toàn cầu
GoS	Grade of Service	Cấp độ phục vụ
GTP	GPRS Tunnelling Protocol	Giao thức tạo đường hầm GPRS
H		
HLR	Home Location Register	Thanh ghi định vị thường trú
HPF	High Pass Filter	Bộ lọc thông cao
HSN	Hopping Sequence Number	Số chuỗi nhảy tần
I		
IETF	Internet Engineering Task Force	Lực lượng công tác kỹ thuật Internet
IMEI	International Mobile Equipment Identity	Nhận dạng thiết bị di động quốc tế
IMSI	International Mobile Subscriber Identity	Nhận dạng thuê bao di động quốc tế
IP	Internet Protocol	Giao thức Internet
ISDN	Integrated Service Digital Network	Mạng số đa dịch vụ
ISI	Intersymbol Interference	Nhiễu giao thoa ký hiệu
ISP	Internet Service Provider	Nhà cung cấp dịch vụ Internet
IWF	Inter Working Function	Chức năng tương tác
L		
LA	Location Area	Vùng định vị
LAC	Location Area Code	Mã vùng định vị
LAI	Location Area Identity	Nhận dạng vùng định vị
LAPD	Link Access Procedres on D channel	Các thủ tục truy nhập đường truyền ở kênh D
LAPDm	Link Access Procedres on Dm channel	Các thủ tục truy nhập đường truyền ở kênh Dm
LLC	Logical Link Control	Điều khiển liên kết logic

M		
MAC	Medium Access Control	Điều khiển truy nhập trung gian
MAP	Mobile Application Protocol	Giao thức ứng dụng di động
MAU	Management Agent Unit	Khối trạm quản lý
ME	Mobile Equipment	Thiết bị di động
MS	Mobile Station	Trạm di động
MSC	Mobile services Switching Center	Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động
MSISDN	Mobile Station ISDN Number	Số ISDN trạm di động
MSIN	Mobile Station Identification Number	Số nhận dạng trạm di động
MTA	Message Tranfer Agent	Trạm truyền tin nhắn
MTP	Message Tranfer Part	Phần truyền tin bản tin
N		
NCH	Notification Channel	Kênh thông báo
NMT	Nordic Mobile Telephone	Điện thoại di động Bắc Âu
NS	Network Service	Dịch vụ mạng
NSS	Network and Switching Subsystem	Mạng và phân hệ chuyển mạch
O		
O&M	Operation and Maintenance	Vận hành và bo dưỡng
OMC	Opertion and Maintenance Center	Trung tâm vận hành và bảo dưỡng
OSI	Open System Interconnection	Kết nối hệ thống mở
OSS	Operation and Support Subsystem	Phân hệ vận hành và hỗ trợ
OFDM	Orthogonal Frequency Division Multiplexing	Ghép kênh phân chia theo tần số trực giao
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao
P		
PACCH	Packet Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết gói
PAP	Push Application Protocol	Giao thức ứng dụng đẩy
PBCCH	Packet Broadcast Control Channel	Kênh điều khiển quảng bá gói
PCCCH	Packet Common Control Channel	Kênh điều khiển chung kiểu gói
PCM	Pulse Code Modulation	Điều chế xung mã
PCU	Packet Control Unit	Khối điều khiển gói
PDC	Packet Data Communication	Thông tin dữ liệu gói

PDCH	Packet Data Channel	Kênh dữ liệu gói
PDN	Packet Data Network	Mạng dữ liệu gói
PDP	Packet Data Protocol	Giao thức dữ liệu gói
PDU	Packet Data Unit	Đơn vị dữ liệu gói
PHS	Personal Hand-phone System	Hệ thống di động cá nhân
PIN	Personal Identification Number	Số nhận dạng cá nhân
PLMN	Public Land Mobile Network	Mạng di động mặt đất công cộng
PPG	Push Proxy Gateway	Cổng Push Proxy
PPP	Point to Point Protocol	Giao thức điểm - điểm
PRACH	Packet Random Access Channel	Kênh truy nhập ngẫu nhiên gói
PSPDN	Packet Switch Public Data Network	Mạng số liệu công cộng chuyển mạch gói
PSTN	Public Switched Telephone Network	Mạng điện thoại chuyển mạch kênh
	Q	
QoS	Quality of Service	Chất lượng dịch vụ
	R	
RA	Routing Area	Vùng định tuyến
RACH	Random Access Channel	Kênh truy nhập ngẫu nhiên
RAND	Random number	Số ngẫu nhiên
RSM	Remote Subsystem Management	Quản lý phân hệ vô tuyến
RSI	Receiver Sensitivity Index	Độ nhạy máy thu
RLC	Radio Link Control	Điều khiển liên kết vô tuyến
RR	Radio Resource Management	Quản lý tài nguyên vô tuyến
Rx	Receiver	Máy thu
	S	
SACCH	Slow Associated Control Channel	Kênh điều khiển liên kết chậm
SCCP	Signalling Connection Control Part	Phần điều khiển kết nối báo hiệu
SCH	Synchronization Channel	Kênh đồng bộ
SCP	Service Control Point	Điểm điều khiển dịch vụ
SDCCH	Stand alone Dedicated Control Channel	Kênh điều khiển riêng đứng một mình
SGSN	Serving GPRS Support Node	Nút hỗ trợ dịch vụ GPRS
SIM	Subscriber Identity Module	Modul nhận dạng thuê bao
SMS	Short Message Service	Dịch vụ nhắn tin ngắn

SS	Switching System	Hệ thống chuyển mạch
STP	Signalling Tranfer Point	Điểm truyền báo hiệu
	T	
TIA	Telecom Industries Association	Hiệp hội các nhà công nghiệp viễn thông
TACS	Total Access Communication System	Hệ thống thông tin truy nhập toàn bộ
TCAP	Transaction Capability Application Part	Phần ứng dụng khả năng giao dịch
TCH	Traffic Channel	Kênh lưu thông và báo hiệu
TCP	Transmission Control Protocol	Giao thức điều khiển truyền dẫn
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
TMN	Telecommunication Management Network	Mạng quản lý viễn thông
TMSI	Temporary Mobile Subcriber Identity	Nhận dạng thuê bao di động tạm thời
TRAU	Transcoder/Rate Adaptation Unit	Khối chuyển đổi mã và thích ứng tốc độ
	U	
UDP	User Datagram Protocol	Giao thức khối dữ liệu người sử dụng
UMC	Universal Mail Center	Trung tâm Mail
	V	
VLR	Visitor Location Register	Thanh ghi định vị tạm trú
	W	
WAP	Wireless Application Protocol	Giao thức ứng dụng không dây
WSP	Wireless Session Protocol	Giao thức phiên không dây
WiFi	Wireless Fidelity	Công nghệ mạng cục bộ không dây theo chuẩn IEEE 802.11
WiMAX	Worldwide Interoperability for Microwave Access	Công nghệ không dây tại dải tần vi ba theo chuẩn IEEE 802.16
WLAN	Wireless Local Area Network	Mạng cục bộ không dây
WLL	Wireless Local Loop	Mạng vòng cục bộ không dây

CHƯƠNG 1

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG DI ĐỘNG

1.1. BỐI CẢNH LỊCH SỬ

Điện thoại di động là một trong những thành tựu nổi bật về công nghệ và thương mại trong những thập niên gần đây. Kể từ khi có sự ra đời của điện thoại di động, vị trí của nó trong thị trường đã phát triển một cách chóng mặt từ một thiết bị mang tính chuyên biệt, rồi trở thành một vật dụng thiết yếu đối với cuộc sống và kinh doanh. Qua hai thập kỷ gần đây, kết hợp với sự giảm đáng kể chi phí cho hoạt động và sự phát triển của những ứng dụng và dịch vụ mới lạ, thị trường công nghệ di động ngày càng lớn mạnh. Vào khoảng giữa năm 2000, ở châu Âu có trên 220 triệu thuê bao di động, và trên toàn cầu, con số này là 580 triệu. Ở Vương Quốc Anh, cứ 2 người thì một người có máy điện thoại di động; trong khi đó ở Phần Lan, số lượng máy điện thoại di động tính theo đầu người đã vượt quá số hộ sử dụng điện thoại cố định.

Sự phát triển của truyền thông di động đã trải qua hai thế hệ, hiện tại, chúng ta đang sắp bước vào thế hệ thứ ba (3G). Tổng quát mà nói, những hệ thống của thế hệ thứ nhất (1G) định hướng cho các thế hệ sau, và nhìn chung, những hệ thống này được xếp vào loại những mạng quốc gia dựa trên nền tảng công nghệ tương tự. Vào những năm 1980, những mạng kiểu đó đã được chuyển thành loại hình dịch vụ và được thiết kế để cung cấp cho các thuê bao di động chuyên tải tiếng nói.

Những hệ thống của thế hệ thứ hai (2G) được xếp vào loại công nghệ kỹ thuật số. Những hệ thống như thế nhờ những Công ước Quốc tế, tạo khả năng cho một chiếc máy điện thoại di động vượt qua khỏi biên giới của một quốc gia. Bên cạnh lĩnh vực viễn thông truyền tiếng nói bằng kỹ thuật số, với sự góp mặt của những hệ thống 2G, một loạt các dịch vụ số mới với tốc độ truyền dữ liệu thấp đã trở nên phong phú và đa dạng, bao gồm "mobile fax" (*chuyển fax di động*), gửi thư tiếng nói, và dịch vụ gửi tin nhanh *(short message service – SMS)* (theo [PEE-00]). Cũng tại khoảng thời gian trong giai đoạn này, những thể loại hệ thống mới bắt đầu xuất hiện phục vụ cho những thị hiếu riêng biệt; không những đó là những mạng di động mà còn có những giải pháp cho vô tuyến điện *(cordless)*, radio di động, vệ tinh, và mạng vô tuyến cục bộ (W-LAN). Những hệ thống của thế hệ thứ hai (2G) đồng nghĩa với sự toàn cầu hoá các hệ thống di động, và điều đó, tầm quan trọng của tiêu chuẩn hoá là rõ ràng. Ví dụ, GMS, chuẩn hoá tại châu Âu bởi Tổ chức Tiêu chuẩn Viễn thông Châu Âu (ETSI), hiện đang được coi là một tiêu chuẩn toàn cầu được sự thừa nhận của hầu hết các quốc gia trên thế giới. Do nhận

thức được tầm quan trọng của Internet và đồng thời là một bước tiến tiếp tới ngưỡng cửa của công nghệ thế hệ thứ ba (3G), giai đoạn phát triển cuối của 2G đã xuất hiện những dịch vụ đa phương tiện di động.

Trong một vài năm tới, người ta hi vọng rằng những người sử dụng hệ thống di động sẽ có thể truy cập vào các dịch vụ đa phương tiện băng rộng như những gì đã có ở các mạng cố định. Yêu cầu về những dịch vụ có băng thông rộng được đưa ra do sự cần thiết phải cung ứng những dịch vụ và ứng dụng tương dương với những gì đã có cho máy tính cá nhân. Sự phát triển kinh ngạc của Internet, với hơn 500 triệu người sử dụng đến trước năm 2005, mô tả hoàn hao nhu cầu truy nhập vào các ứng dụng và dịch vụ băng rộng. Những loại dịch vụ này nằm ngoài khả năng của các hệ thống thuộc thế hệ 2G, là những dịch vụ cung cấp các dịch vụ thoại có tốc độ dữ liệu thấp. Sự hội tụ của những công nghệ dựa trên các giao thức Internet và di động ngày nay là động lực chính cho sự phát triển của các hệ thống thuộc 3G. Những hệ thống truyền thông di động 3G sẽ có khả năng cung cấp các ứng dụng và dịch vụ với tốc độ dữ liệu đạt và vượt quá 2Mb/s.

Việc tiêu chuẩn hoá các hệ thống 3G do Liên đoàn Viễn thông Quốc tế thực hiện. Trên phương diện toàn cầu, đó là hệ thống Viễn thông Di động Quốc tế 2000 (IMT-200), bao gồm cả những hệ thống trong hộ gia đình, cung ứng các dịch vụ tế bào, vô tuyến điện, W-LAN, và vệ tinh. Ở châu Âu, hệ thống 3G này sẽ được coi là Hệ thống Viễn thông Di động Toàn cầu (UMTS). Cho dù thoại vẫn có thể là ứng dụng chiếm ưu thế trong mấy năm đầu của mạng hệ 3G, những cũng sẽ có khả năng mạng vận hành những hệ thống với những ứng dụng đa phương tiện di động, chẳng hạn như điện thoại truyền hình ảnh, truy nhập file bằng ftp, tra cứu trang Web... Khi công nghệ 3G mở ra, những ứng dụng mới với băng thông rộng sẽ thâm nhập thị trường theo khuynh hướng chuyển phát dữ liệu với thông lượng lớn nhất.

Các nghiên cứu hiện đang nhằm vào những đòi hỏi phải có sự ra đời của mạng di động thế hệ thứ tư (4G). Tốc độ dữ liệu di động trên 2Mb/s, và có khả năng lên tới 155Mb/s trong một số môi trường nhất định, sẽ tiếp tục mở rộng các dịch vụ và ứng dụng. Sự cải thiện về chất lượng dịch vụ (QoS), hiệu dụng băng thông, và sự tiến tới một môi trường hướng gói tin và dựa hoàn toàn vào giao thức internet (IP) có thể được xem xét dựa trên các chuẩn nổi trội của giao thức mạng di động (Mobile IP), dưới sự triển khai của Lực lượng Công tác Kỹ thuật Internet (IETF) (theo [PER-98 và SOL-98]). Các mạng di động 4G có lẽ sẽ được ra mắt vào khoảng thời gian sau năm 2005, nếu có muộn thì vào năm 2010.

Chương này lược qua sự phát triển của các công nghệ nền tảng của truyền thông di động.

1.2. NHỮNG HỆ THỐNG TẾ BÀO

1.2.1. Những khái niệm mấu chốt

Mạng tế bào hoạt động trên nguyên tắc phân chia vùng phủ sóng dịch vụ thành các phân vùng hoặc tế bào, ở đó có riêng một tập hợp tài nguyên hoặc kênh để người sử dụng mạng truy nhập.

Thông thường, các vùng phủ sóng tế bào được xây dựng theo cấu trúc ô tế bào lục giác. Tuy nhiên trong thực tế, hình dạng các tế bào còn tùy thuộc địa hình của lãnh thổ. Để giúp cho việc xây dựng các mạng tế bào, những công cụ hoạch định tinh vi và sắc bén đang được sử dụng rộng rãi bởi các nhà điều hành mạng tế bào mặt đất.

Hình dạng và ranh giới của một tế bào do trạm thu phát gốc (BTS) xác định. Trạm cơ sở đó tạo ra vỏ bao bọc phát xạ sóng radio. Một trạm cơ sở giao tiếp với những người sử dụng di động qua các kênh lưu thông và báo hiệu (TCH). Các tín hiệu truyền đi theo hướng từ trạm BTS tới các máy mobile được hiểu theo một thuật ngữ là "*forward link*" hay "*down link*"; ngược lại, theo hướng từ máy mobile đến BTS là "*reverselink*" hay "*up link*". Các kênh tín hiệu được sử dụng để thực hiện các chức năng quản lý và kiểm soát, ví dụ như thiết lập một cuộc gọi, trong khi đó các TCH được sử dụng để mang nội dung thông tin của một cuộc gọi. Do đó, sự phân định các kênh tới một tế bào được phân chia giữa các TCH, là các kênh hình thành nên quần thể và các kênh báo hiệu. Những kênh này được bố trí theo hai hướng đi và về.

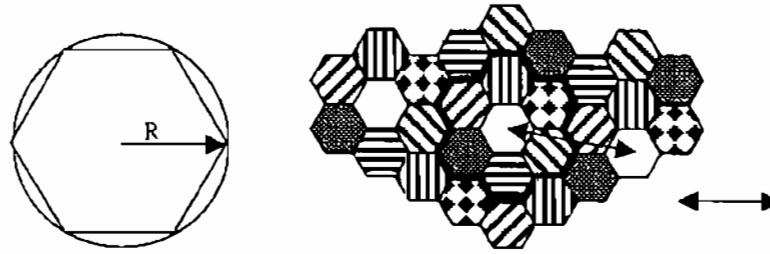
Để tăng dung lượng cho một mạng, có một trong ba khả năng sau:

- Sử dụng số lượng lớn các kênh có sẵn trên mạng
- Sử dụng các kỹ thuật điều chế hữu ích bằng quang phổ và đa truy nhập có trong mạng
- Các kênh giống nhau được sử dụng lặp lại, tách riêng một cự ly đủ lớn để đảm bảo khả năng tránh giao thoa đồng kênh

Mạng tế bào bị giới hạn về băng thông hoạt động trên nguyên lý tái sử dụng tần số. Điều này cho thấy, cùng một nhóm tần số được sử dụng lại trong các ô tế bào mà đã được giữ khoảng cách với nhau một khoảng cự ly đủ lớn sao cho không gây tác hại lẫn nhau mà thể hiện ở sự giao thoa đồng kênh. Đối với một cấu trúc tế bào lục giác, ta có thể co gọn các tế bào thành cụm để đảm bảo không có hai tế bào lân cận nào dùng chung một tần số. Điều này chỉ có thể thực hiện được đối với một số kích thước co cụm tế bào nào đó mà có thể xác định được theo mối quan hệ sau:

$$N = i^2 + ij + j^2 \tag{1.1}$$

Hình 1.1 mô tả một mẫu sử dụng lặp tần của 7 tế bào. Tổng băng thông có trên mạng được phân chia giữa các tế bào trong một cụm. Cụm này sau đó có thể được sử dụng để xác định số cuộc gọi có thể được hỗ trợ trong mỗi tế bào. Bằng việc giảm số lượng các tế bào trong một cụm, dung lượng của hệ thống có thể tăng lên, vì có thể có thêm nhiều kênh hơn trong mỗi tế bào. Tuy nhiên, mỗi lần giảm kích thước cụm sẽ gây nên một lần giảm khoảng sử dụng lặp tần, do vậy, hệ thống rất có nguy cơ trở thành giao thoa đồng kênh.



Hình 1.1. Mẫu 7 tế bào sử dụng lặp tần.

Việc không sử dụng lặp tần có thể được xác định theo phương trình sau cho mỗi kích cỡ cụm tế bào:

$$\frac{D}{R} = \sqrt{3N} \tag{1.2}$$

trong đó, D là khoảng cách trung bình sử dụng lặp tần, R là bán kính tế bào, và N là kích cỡ cụm.

Trong một môi trường tán xạ di động mặt đất, cường độ công suất máy thu được tại một khoảng R từ thiết bị phát liên quan đến biểu thức sau:

$$C \propto \frac{1}{R^{\gamma}} \tag{1.3}$$

trong đó, γ là một hằng số liên quan tới môi trường mặt đất, thường được lấy bằng 4.

Đối với một cấu hình gồm 7 tế bào sử dụng lặp tần, tỷ số sóng mang-giao thoa xảy ra do một máy mobile trong vùng 6 tế bào nằm trong khoảng cách D so với máy mobile sử dụng lặp tần tối thiểu, nghĩa là, bên ngoài vành đai thứ nhất của mẫu cụm tế bào sử dụng lặp tần, được cho bởi phương trình:

$$\frac{C}{I} = \frac{\sum D^{\gamma}}{R^{\gamma}} = \frac{D^{\gamma}}{6R^{\gamma}} = \frac{q^{\gamma}}{6} \tag{1.4}$$

Theo như trên, q, gọi là *tham số suy giảm giao thoa đồng kênh*, được cho bởi phương trình:

$$q = \frac{D}{R} \tag{1.5}$$

Biểu thức trên giả thiết rằng công suất phát ra bởi tất cả các tế bào là tương đương và sự giao thoa đồng kênh tín hiệu nhận được từ các tế bào hoạt động dựa trên cùng loại tần số tại vành đai thứ hai của cụm tế bào có thể được lược bỏ. Do vậy, đối với γ = 4, một mẫu cụm 7 tế bào có thể cho một tỷ số C/I là 18 dB. Để giảm thiểu hiệu ứng của việc giao thoa đồng kênh,

sử dụng các kỹ thuật điều khiển công suất tại điểm đầu cuối mobile và trạm cơ sở để bảo đảm chất lượng dịch vụ (QoS).

Để người sử dụng mobile truy nhập được vào các kênh sẵn có trong một tế bào người ta kỹ thuật đa truy nhập trong mạng. Các mạng tế bào analog sử dụng phép đa truy nhập chia tần (FDMA), trong khi đó, các mạng kỹ thuật số sử dụng cả một trong hai phép đa truy nhập chia thời gian (TDMA) hoặc phép đa truy nhập phân chia mã (CDMA). Đối với FDMA, một mẫu 7 tế bào thường sử dụng lặp tần, trong khi đối với CDMA, một mẫu đơn tế bào mới sử dụng lặp tần. Chúng ta sẽ bàn thêm về những mặt tích cực và tiêu cực của mỗi phương pháp kỹ thuật về phương diện truyền thông vệ tinh trong chương 5.

Trong một mối trường mobile mặt đất, việc thu tín hiệu không thể dựa vào các truyền thông theo đường thẳng cũng như phụ thuộc phần lớn vào việc thu tín hiệu phản hồi từ môi trường xung quanh *(chú ý: đây là mặt trái so với trường hợp dựa trên cơ cấu hoạt động đường ngắm. Điều này sẽ được bàn cụ thể trong chương 4)*. Các phần tử phân tán và đa luồng sinh ra đến thiết bị thu theo pha ngẫu nhiên. Sự thay đổi vị trí máy mobile tương ứng với vị trí của mỗi trạm BTS truyền phát sẽ dẫn đến những quãng ngắt định kỳ trong cường độ tín hiệu thu. Điều này là do tổng các véc-tơ của các thành phần đa đường và phân tán tại đầu thu gây nên một bọc tín hiệu có hình dạng của một mẫu sóng đứng, là mẫu sóng mà có những dạng gia tín hiệu tại các khoảng ở đoạn giữa sóng. Đối với một quá trình truyền tín hiệu tại tần số 900 MHz, là tần số thường dùng trong mạng ô tế bào, một khoảng cách nửa bước sóng gần tương đương với 17 cm. Hiện tượng này gọi là sự giảm âm chậm và được diễn tả bằng một hàm mật độ khả năng hình lôgarit.

Khi vận tốc máy mobile di chuyển (v) tăng, độ biến thiên của bọc tín hiệu thu được trở nên rất rõ rệt và hiệu ứng của kíp Döppler lên các thành phần tín hiệu đa luồng thu được cũng có một ảnh hưởng lên tín hiệu nhận được, trong đó kíp Döppler, f_d, được cho bởi:

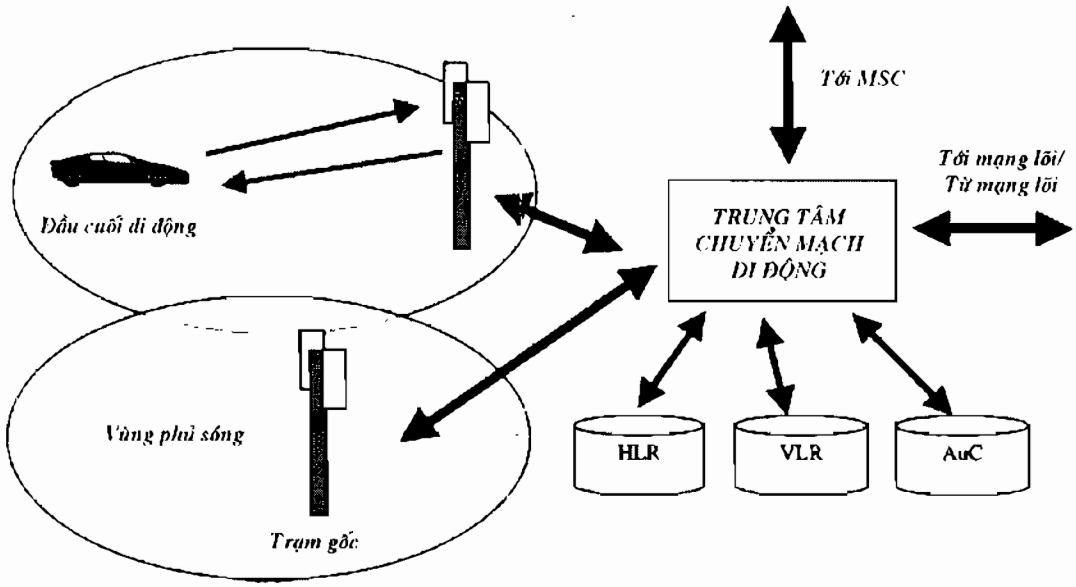
$$f_d = \frac{v}{\lambda}\cos(\alpha) \tag{1.6}$$

trong đó, α là góc tới của sóng đến.

Hiện tượng này được gọi là giảm âm nhanh và được diễn tả bằng một hàm mật độ khả năng Rayleigh. Những biến đổi như vậy trong cường độ tín hiệu có thể lên cao hơn 30 dB hoặc thấp hơn 10 dB so với mức tín hiệu căn bậc hai, cho dù những điểm cực như vậy không xảy ra thường xuyên.

Tại những vùng nông thôn, nơi mà mật độ người sử dụng mobile còn khá thấp, có thể sử dụng các tế bào lớn khoảng 25 km bán kính để cung cấp các vùng phủ sóng dịch vụ. Thực ra đây là giai đoạn đầu của dịch vụ truyền thông di động. Để duy trì liên kết từ mobile đến BTS qua một khoảng cách như vậy, cần phải sử dụng một kết cuối mobile kiểu gắn trên phương

tiện đi lại. Khi mật độ người sử dụng tăng, kích thước tế bào cần phải giảm để cho phép khả năng tái sử dụng tần số nhiều hơn và tăng dung lượng của mạng. Các tế bào cho vùng đô thị thường có bán kính 1 km. Việc giảm kích thước tế bào này cũng sẽ tương ứng tới một lượng giảm thiểu các yêu cầu về công suất truyền dẫn của BTS và kết cuối mobile. Điều đó dẫn đến sự ra đời các thiết bị kết cuối cầm tay.



Hình 1.2. Cấu trúc mạng tế bào căn bản.

Khi một máy mobile di chuyển từ một tế bào này sang một tế bào khác trong thời gian đang thực hiện một cuộc gọi, một giai đoạn chuyển vùng (còn được gọi là bàn giao) của cuộc gọi giữa các BTS phải được thực hiện để đảm bảo rằng cuộc gọi vẫn tiếp diễn mà không bị ngắt quãng. Nếu không, cuộc gọi sẽ bị đứt đoạn và người sử dụng mobile có thể sẽ cần phải bắt đầu lại quá trình thiết lập cuộc gọi. Tuy nhiên, giữa các BTS có kiểm soát cường độ tín hiệu giữa liên kết từ máy mobile đến BTS. Mỗi khi cường độ tín hiệu giảm xuống thấp hơn một ngưỡng nhất định, mạng bắt đầu một quá trình dành lấy một kênh thông qua một BTS khác. BTS này có thể cung cấp một kênh có cường độ tín hiệu đủ mạnh (xem hình 1.2).

Một số lượng các BTS được nhóm vào với nhau thông qua một kết nối mạng cố định tới một trung tâm chuyển mạch mobile (MSC), có chức năng chuyển mạch giữa các BTS trong quá trình chuyển vùng và cũng có thể cung cấp kết nối tới mạng cố định hoặc mạng đường trục (CN) để cho phép định tuyến các cuộc gọi. Việc nhóm các BTS xung quanh một MSC được thực hiện để xác định một Vùng định vị, để xác định vị trí gần nhất của một người sử dụng mobile. Công việc này được thực hiện qua việc kết hợp Vùng định vị thường trú và Vùng định vị tạm trú tới mobile. Mỗi máy mobile được đăng ký với một bộ đăng ký định vị tạm trú (HLR) đơn lẻ khi tham gia vào mạng. Một khi máy mobile di chuyển ra ngoài Vùng

định vị tạm trú của nó và sang một Vùng định vị mới, nó tạm thời đăng ký với mạng với tư cách là một người khách, trong đó, các chi tiết về máy mobile được lưu giữ trong một bộ đăng ký vị trí tạm trú (VLR) có kết hợp với MSC. Mỗi MSC trong mạng có một VLR và HLR móc nối với nhau. Vị trí của mobile được trả lại về cho HLR của nó, đó là một cơ sở dữ liệu gồm có rất nhiều thông tin về kết cuối mobile. Một số thông tin trong đó khi ấy được chuyển lên VLR. Ở mạng, cũng bao gồm các cơ sở dữ liệu khác mà có thể được sử dụng để xác thực rằng máy mobile có đường truy nhập tới mạng, chẳng hạn như Trung tâm nhận thực (AUC). Những tiến trình như thế sẽ được mô tả sau trong chương này đối với hệ thống GSM.

1.2.2. Hệ thống di động thế hệ thứ nhất (1G)

1.2.2.1. Giới thiệu

Trong xã hội thông tin di động tương lai, khi dịch vụ đa phương tiện di động trở thành động lực chủ yếu thúc đẩy tiến bộ công nghệ, thì công nghệ tế bào analog, nếu còn, chỉ là nhỏ bé. Hiện nay, tại các quốc gia châu Âu, các nhà vận hành khai thác mobile đang đóng cửa dần các dịch vụ analog của họ để chuyển sang kỹ thuật số. Tuy nhiên, các công nghệ kỹ thuật analog vẫn sẽ còn đóng một vai trò quan trọng tại rất nhiều các quốc gia trên thế giới nhờ khả năng cung cấp dịch vụ thoại di động có độ tin cậy cao và giá rẻ. Phần này đề cập đến ba hệ thống analog chính vẫn còn sử dụng trên khắp thế giới.

1.2.2.2. Hệ thống điện thoại di động vùng Bắc Âu (NMT)

Vào ngày 1/10/1981, Hệ thống điện thoại di động Bắc Âu NMT450 trở thành hệ thống dịch vụ truyền thông di động mạng tế bào châu Âu đầu tiên (theo [MAC-93]). Hệ thống này ban đầu được cung cấp phương tiện truyền thông di động tới các vùng nông thôn và thưa dân cư tại các nước Bắc Âu, như Đan Mạch, Na Uy, Phần Lan, và Thuỵ Điển. NMT450 được phát triển chú trọng đến các máy điện thoại trên xe hơi và xách tay. Nhờ việc áp dụng các chuẩn chung và những tần số hoạt động, việc di chuyển giữa các quốc gia Bắc Âu này trở nên dễ dàng. Đặc biệt, sự ra mắt của loại công nghệ mới này đã tạo cho các nhà vận hành và phân phối mạng dẫn đầu về thị trường, một trong số đó còn được coi như vẫn còn đang phát triển mạch mẽ đến ngày nay.

Do gần tương đương với những hệ thống thuộc thế hệ thứ nhất (1G), NMT450 là một hệ thống kỹ thuật analog. Hệ thống này hoạt động trên băng tần 450 MHz, cụ thể 453÷457,5 MHz từ mobile đến BTS và 463÷467,5 MHz từ BTS đến mobile. FDMA/FM được sử dụng làm phương thức đa truy nhập và phương thức điều chế cho tín hiệu âm thanh với khoảng dịch tần lớn nhất là ±5 kHz. Khoá mã dịch tần (FSK) được sử dụng để điều chế tín hiệu điều khiển với một khoảng dịch tần là ±3.5 kHz. NMT450 hoạt động sử dụng một khoảng phân cách kênh là 25 kHz, cho phép hỗ trợ tới 180 kênh. Kể từ khi có sự ra đời, hệ thống NMT450

đã liên tục tiến triển cùng với sự phát triển của các hệ thống NMT450i (chữ "i" có nghĩa là cải tiến) và NMT900.

NMT900 được khai trương thành dịch vụ vào năm 1986, vào cùng khoảng thời gian các quốc gia Tây Âu khác đang bắt đầu cho ra mắt các giải pháp dựa vào mạng tế bào di động thành phố của chính mình. NMT900 được xây dựng để đáp ứng nhu cầu sử dụng trong thành phố, phục vụ cho các thiết bị kết cuối cầm tay và xách tay. Hệ thống này hoạt động trên băng tần 900MHz với khả năng phù hợp với tốc độ dữ liệu cao và nhiều kênh.

Hệ thống NMT vẫn tiếp tục nắm giữ một thị phần quan trọng trên toàn cầu và đặc biệt, hệ thống này tiếp tục tiến triển qua một loạt các chương trình nâng cấp có hoạch định. Ở châu Âu, họ NMT có một thị phần rất lớn trong các quốc gia Đông Âu, nơi mà điện thoại di động ngày nay chỉ mới đang bắt đầu trở nên thịnh hành.

Giai đoạn tiếp theo trong sự phát triển của mạng NMT450 như được khởi xướng bởi NMT MoU là số hoá tiêu chuẩn. Điều này được coi như một bước tiến hoá quan trọng và cần thiết trên quan điểm cạnh tranh từ các mạng Mobile thế hệ 2G đang tồn tại và các thế hệ trong tương lai. Điều này sẽ đạt được qua sự nhập cuộc của mạng GSM, và sẽ được gọi là GSM400. Khả năng để cung cấp các mạng điện thoại GSM băng ghép để hỗ trợ việc roaming toàn cầu được xem như là khá hấp dẫn. Tiến tới những tháng cuối năm 1999, Nokia và Ericsson hội nhập để thử nghiệm cuộc gọi đầu tiên tạo ra trên một máy điện thoại di động nguyên bản GSM400/1800 song mốt.

Kể từ năm 1981, các nước Bắc Âu đã liên tục dẫn đầu trên tổng số 60% dân số hiện nay ở Phần Lan và Na Uy cùng có máy điện thoại di động. Hai công ty thuộc nhóm Scandinavi, Nokia và Ericsson, là những người dẫn đầu thế giới về công nghệ điện thoại di động và cả hai đều đang đẩy mạnh sự tiến triển của loại điện thoại này.

1.2.2.3. Dịch vụ điện thoại di động tiên tiến (AMPS)

Vào cuối những năm 1970, tại Hoa Kỳ, nhóm Bell LaBTS đã thực hiện hệ thống truyền thông AMPS (theo [BEL-79]). Hệ thống AMPS này được mở dịch vụ chào hàng vào năm 1983 bởi công ty AT&T trong vòng 3 tháng cạnh tranh và thử nghiệm ở Chicago. Hệ thống này hoạt động ở Mỹ trên băng tần 800 MHz, cụ thể 824÷849 MHz từ mobile đến BTS và 869÷894 MHz từ BTS đến mobile. Những dải tần này cung cấp ra được 832 kênh. Những kênh này được chia đều giữa hai nhà vận hành ở mỗi vùng địa lý khác nhau. Trong tổng số 832 kênh này, 42 kênh chỉ mang thông tin về hệ thống. Hệ thống AMPS tạo một khoảng tách kênh là 30 kHz, sử dụng điều chế FM với một độ dịch tần lớn nhất là 12 kHz cho tín hiệu thoại.

Báo hiệu giữa Mobile và BTS được thực hiện với tốc độ là 10kb/s sử dụng mã hoá Manchester. Các tín hiệu được điều chế FSK với một độ dịch tần ±8 kHz. Hệ thống AMPS phân biệt 6 kênh lô-gíc một chiều cho truyền dẫn tín hiệu giữa những người sử dụng và thông

tin báo hiệu. TCH nghịch và TCH thuận được dành riêng cho truyền dẫn dữ liệu người sử dụng dựa trên cơ sở truyền tay đôi. Thông tin báo hiệu được dẫn tới BTS trên các kênh điều khiển nghịch (RECC) và kênh thoại nghịch (RVC), và được dẫn tới mobile bằng việc sử dụng các kênh điều khiển thuận (FOCC) và kênh thoại thuận (FVC).

Các kênh điều khiển thuận và nghịch được sử dụng riêng cho thông tin điều khiển mạng và có thể hiểu như là các kênh điều khiển chung. Để giữ an toàn cho các kênh điều khiển khỏi hiệu ứng của kênh mobile, thông tin được bảo vệ nhờ việc sử dụng các cặp nối móc vào nhau của các bộ mã chặn. Để bảo vệ hơn nữa thông tin này, một bộ mã nằm trong sử dụng nhiều phép lặp của từng vị từ mã BCH (Broad Cast Channel) ít nhất 5 lần, và 11 lần đối với FVC.

Để xác định được BTS đã được gán cho một cuộc gọi, AMPS sử dụng một giọng âm thanh kiểm soát (SAT). Giọng âm này có thể là một trong ba loại tần (5970, 6000, và 6030 Hz). Tại giai đoạn thiết lập cuộc gọi, một thiết bị kết cuối mobile được thông báo về SAT tại BTS mà nó thực hiện liên lạc. Trong suốt một cuộc gọi, thiết bị kết cuối mobile đó liên tiếp kiểm soát SAT xen bởi BTS đó. BTS này cũng kiểm soát cùng một SAT xen vào bởi thiết bị kết cuối mobile đó. Chẳng may khi SAT nhận được có gì sai sót tại thiết bị kết cuối mobile hoặc tại BTS, tín hiệu này bị ngắt ngay, bởi vì điều này dễ gây ra việc thu nhận phải một nguồn xuyên nhiễu.

Giống như NMT450, chuẩn AMPS đã liên tục phát triển và là một trong những hệ thống thông dụng nhất trên thế giới. Cho dù không vươn tới được thị trường châu Âu, nó được coi là một tiêu chuẩn nổi trội và ưu việt tại châu Mỹ và châu Á.

AMPS băng hẹp: Để tăng dung lượng có sẵn được phân phối bởi mạng, Motorola đã phát triển hệ thống AMPS băng hẹp (N-AMPS). Điều này được thực hiện bởi việc chia kênh AMPS 30kHz có sẵn thành ba kênh khác nhau. N-AMPS sử dụng điều chế tần với một độ dịch tần tối đa là 5kHz từ sóng mang. Từ khi bắt đầu, các máy điện thoại đã được thiết kế để hoạt động song mốt, cho phép vận hành với kênh AMPS 30kHz.

Do băng thông hẹp hơn, chất lượng thoại có một chút suy giảm so với AMPS. Để ưu việt hoá việc thu nhận, N-AMPS sử dụng một kỹ thuật quản lý nguồn tài nguyên sóng radio gọi là *Xuyên nhiễu do Mobile Thông báo*. Kỹ thuật này dựa vào sự điều khiển của thiết bị kết cuối mobile tới cường độ tín hiệu nhận được của một TCH băng hẹp chuyển tiếp và BER lên các tín hiệu điều khiển của kênh điều khiển kết hợp. Một BTS gửi tới thiết bị mobile một ngưỡng quyết định về kênh điều khiển kết hợp dành riêng, mà qua đó việc chuyển vùng có thể được khởi đầu.

Các kênh điều khiển báo hiệu được truyền đi sử dụng một tín hiệu ẩn âm đệm trong giải băng được mã hoá bởi bộ mã Manchester 100b/s liên tiếp. Ngoài các bản tin báo hiệu ra, các tin nhắn về chữ và số cũng có thể được truyền đi tới máy mobile.

N-AMPS được chuẩn hoá vào năm 1992 dưới bộ chuẩn IS-88, IS-89, và IS-90. Vào năm 1993, IS-88 được phối hợp với chuẩn AMPS IS-553 để hình thành một chuẩn analog chung độc lập.

1.2.2.4. Hệ thống truyền thông truy nhập toàn bộ (TACS)

Vào khoảng giữa những năm 1980, hầu hết các nước Tây Âu sử dụng mạng tế bào mobile, mặc dù từng quốc gia có chiều hướng áp dụng hệ thống riêng của mình. Ví dụ: hệ thống C-NETZ được cho ra mắt tại Đức, và những hệ thống RADIOCOM 2000 và NMT-F, là phiên bản của nước Pháp về NMT900. Sự khác biệt công nghệ này đã gây cho những người thường xuyên đi lại giữa các nước gặp khó khăn khi sử dụng máy điện thoại của họ trên toàn mạng quốc tế, bởi vì mỗi nhà điều hành mạng của mỗi quốc gia khác nhau đều có các tiêu chuẩn riêng của mình. Tại Vương quốc Anh, Racal Vodafone và Cellnet đã cho ra đời các dịch vụ TACS vào tháng giêng năm 1985. TACS được dựa trên tiêu chuẩn AMPS của Mỹ với những chỉnh sửa tới các loại tần số hoạt động và khoảng phân tách kênh. TACS cung cấp một dung lượng gồm 600 kênh trong các băng tần 890÷905 MHz (từ mobile đến BTS) và 935-950 MHz (từ BTS đến mobile), là băng thông có sẵn được chia đều cho hai nhà vận hành đó. 21 trong tổng số kênh này được dành riêng cho các kênh điều khiển đối với mỗi nhà vận hành khai thác mạng. Hệ thống này được xây dựng với mục đích phục vụ các vùng đô thị đông dân cư và cũng như các vùng nông thôn. Điều này đã bắt buộc phải sử dụng loại ô tế bào cỡ nhỏ khoảng 1 km ở những vùng đô thị. Trong hệ thống TACS, kích thước ô tế bào thay đổi từ 1 đến 10km. TACS tạo một khoảng phân tách kênh là 25kHz, sử dụng điều chế FM với một độ dịch tần tối đa là 9,5kHz đối với tín hiệu thoại. Ở các vùng có mật độ dân cư đông đúc, số lượng các kênh sẵn có được tăng lên đến 640 (320 kênh cho mỗi nhà khai thác) nhờ việc mở rộng giải phổ sẵn có tới dưới ngưỡng đã nhất trí trong buổi hội nghị về băng tần mạng tế bào của Cơ quan Bưu chính và Điện báo thuộc châu Âu (CEPT). Hệ thống này được gọi là hệ thống TACS mở rộng (ETACS). Ở đây, các băng tần hoạt động là 917÷933 MHz theo hướng từ mobile đến BTS và 872÷888 MHz theo hướng từ BTS đến mobile.

15 năm sau khi TACS xuất hiện tại nước Anh, khách hàng của Vodafone và Cellnet kết hợp đã đạt gần nửa triệu thuê bao trong 31 triệu dân. Tương lai của công nghệ analog ở những thị trường phát triển bị hạn chế một cách rõ nét, đặc biệt với việc quy hoạch lại dải phổ đối với các dịch vụ thế hệ 3G. Hơn thế nữa, các hệ thống analog như TACS góp phần xây dựng văn hoá mobile và với góc độ này, những đóng góp đó tới việc tiến hoá của xã hội mobile vẫn giữ vững tầm quan trọng.

Các mạng TACS cũng có thể thấy xuất hiện ở các nước Australia, Azerbaijan, Ai Len, Italia, Malta, và Tây Ban Nha. Một biến thân của TACS, gọi là J-TACS, đang hoạt động tại Nhật Bản.

1.2.3. Hệ thống di động thế hệ thứ hai (2G)

1.2.3.1. Hệ thống truyền thông di động toàn cầu (GSM)

Sự phát triển: Chiếu theo một đề nghị của hãng Nordic Telecom (Viễn thông Bắc Âu) và của Netherlands PTT, nhóm nghiên cứu Group Special Mobil (GSM) đã được hình thành vào năm 1982 bởi CEPT. Mục tiêu của nhóm nghiên cứu này là tìm ra một hệ thống mobile trên đất liền công cộng xuyên châu Âu.

Cho đến giữa những năm 1980, ngành mobile đã tập trung sự chú ý vào nhu cầu thiết lập thêm các dịch vụ kiểu kỹ thuật số thế hệ 2G có hiệu quả hơn về mặt quang phổ, giải quyết một số vấn đề quan trọng bao gồm sức kháng nhiễu lớn hơn, an ninh gia tăng, và khả năng cung cấp một loạt rộng rãi các dịch vụ. Không giống như sự trưởng thành của AMPS Bắc Mỹ, hệ thống sẽ được bàn đến sau đây, việc thiết lập GSM kéo theo một quá trình cải cách về thiết kế và thiết lập.

Vào năm 1987, 13 nhà khai thác và quản lý đã ký kết hiệp định giác thư thoả thuận sơ bộ (MoU) của GSM và tên gọi ban đầu theo tiếng Pháp đã được thay thành tên mới mô tả đầy đủ chức năng hơn, đó là Hệ thống Truyền thông Di động Toàn cầu (Global System for Mobile Communication-GSM), mặc dù vẫn là những chữ cái viết tắt như thế. Hiệp ước đề cập tới về việc sư dụng một bộ mã dự đoán đặc tuyến kích xung chính tắc (gọi là RPE-LPC) đối với việc mã hoá âm thoại và TDMA đã được chọn làm phương thức đa truy nhập.

Cho đến năm 1999, 296 nhà vận hành khai thác và quản lý từ 110 quốc gia đã ký kết GSM MoU.

Vào năm 1989, trách nhiệm đối với tiêu chuẩn kỹ thuật GSM đã được chuyển nhượng cho Viện tiêu chuẩn viễn thông Châu Âu ETSI, và một năm sau đó, các tiêu chuẩn kỹ thuật GSM giai đoạn 1 (Phase 1) được xuất bản. Hai năm sau đó, vào giữa năm 1991, các dịch vụ GSM chào hàng bắt đầu ở châu Âu. Ngoài các dịch vụ thoại ra, dịch vụ nhắn tin ngắn SMS đã được sinh ra làm một phần của chuẩn hoá GSM giai đoạn 1. Việc này tạo ra cơ sở cho việc gửi và nhận các bản tin chữ viết giữa các máy điện thoại di động. Những bản tin có thể lên tới 160 ký tự độ dài và có thể dùng để thông báo người sử dụng biết chẳng hạn như về một bản tin e-mail đang đến. Đây là một dịch vụ lưu và chuyển với tất cả các tin nhắn đi thông qua một trung tâm SMS. SMS đã chứng tỏ là một dịch vụ rất phổ cập ở châu Âu, với dung lượng truyền khoảng hơn một tỉ tin nhắn trong mỗi tháng, điển hình như tháng 4 năm 1999.

Vào năm 1997, các chỉ tiêu kỹ thuật giai đoạn 2 (Phase 2) đã xuất hiện trực tuyến, cho phép việc truyền Fax và dữ liệu được thực hiện dễ dàng.

Vào cuối năm 1998, ETSI đã hoàn chỉnh việc chuẩn hoá của mình về các dịch vụ giai đoạn 2 cộng với các dịch vụ như dịch vụ số liệu chuyển mạch kênh tốc độ cao (HSCSD) và

dịch vụ truyền sóng radio gói chung (GPRS). Hai dịch vụ mới này sẽ được đề cập đến sau đây.

Sự phát triển trong tương lai của các chuẩn GSM phụ thuộc vào dự án đối tác thế hệ 3G (3GPP).

Giao diện vô tuyến: ITU phân định các băng tần 890÷915 MHz cho liên kết uplink (từ mobile đến BTS) và 935-960 MHz cho liên kết downlink (từ BTS đến mobile) đối với các mạng mobile. Như ta đã thấy, các dịch vụ mobile kỹ thuật analog hầu hết đã dùng tất cả dải phổ có sẵn, tuy nhiên, trong mỗi băng tần, dải 10 MHz phía trên ban đầu đã được dành riêng cho GSM, cùng với TACS nằm trong các băng tần 935÷950 và 890÷905.

Phương pháp điều chế mà GSM áp dụng là khoá mã dịch thiểu lọc bởi Gaussian (GMSK) với một giá trị BT (3dB băng thông×chu kỳ bít) là 0,3 tại một tốc độ dữ liệu tổng là 270 kb/s. Điều này cho phép có sự cân đối giữa tính phức tạp của thiết bị truyền (là phần rất quan trọng khi đang phải nỗ lực duy trì một kết cuối ở mức giá thành thấp), hiệu quả trải phổ tăng cường, và giải phát sóng có hạn chế (là rất cần thiết để hạn chế xuyên nhiễu giữa những kênh lân cận).

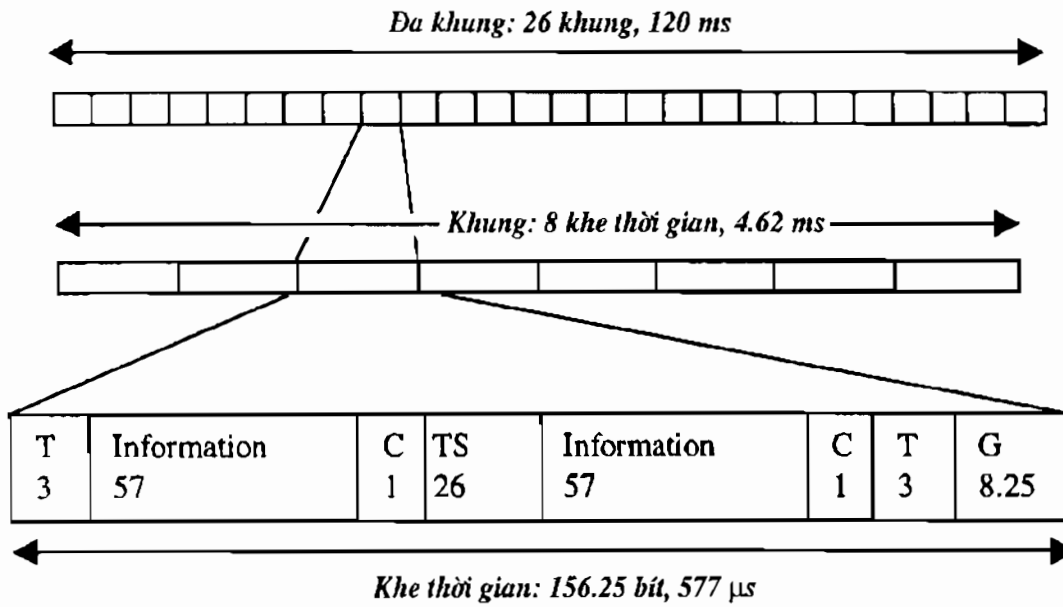
Trong bảng 1.1, chỉ rõ 5 thể loại lớp kết cuối của GSM. Mức công suất có thể được điều chỉnh lên xuống theo từng bậc 2dB tới tối thiểu là 13dBm. Điều khiển công suất được thực hiện bởi trạm mobile (MS) qua việc đo đạc cường độ tín hiệu hay chất lượng liên kết mobile. Những thông số này sau đó được chuyển thẳng tới trạm thu phát gốc (BTS). BTS lần lượt xác định liệu và khi nào thì nên điều chỉnh mức công suất. Theo cùng một thông số, các BTS được phân loại làm tám lớp từ 2,5 tới 320W theo các mức 3dB. Để hạn chế xuyên nhiễu đồng kênh, cả mobile và BTS hoạt động tại mức công suất thấp nhất cần thiết để đảm bảo chất lượng tín hiệu.

Bảng 1.1. Các lớp kết cuối GSM

Lớp	Công suất phát tối đa (W)	Công suất phát tối đa (dBm)
1	20	43
2	8	39
3	5	37
4	2	33
5	0,8	29

Phương thức đa truy nhập của GSM được dựa trên một cơ sở của TDMA/FDMA, kết hợp với bước nhảy tần chậm tuỳ chọn. Bước nhảy tần này được sử dụng nhằm để đối phó với

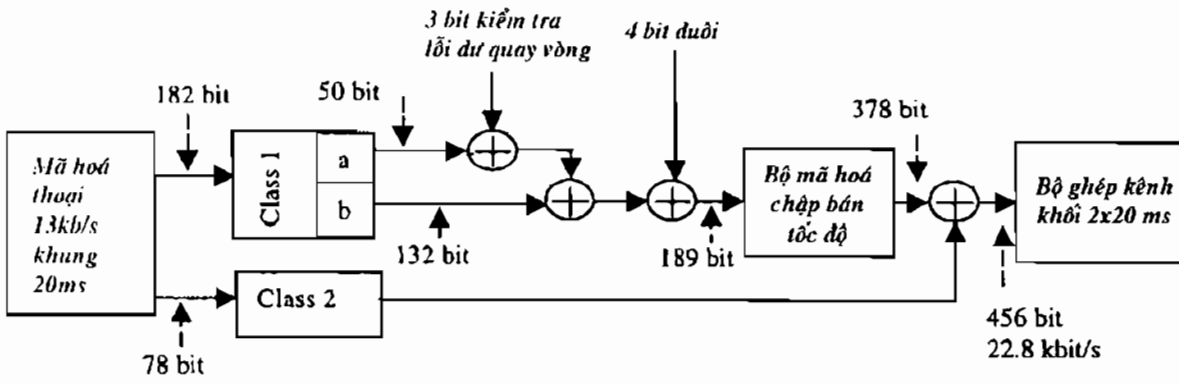
sự giảm âm đa luồng và xuyên nhiễu đồng kênh (theo [HOD-90]). Mỗi băng tần được chia làm 124 tần số sóng mang, sử dụng FDMA và phân tách bởi 200 kHz. Mỗi tần số sóng mang được chia theo thời gian sử dụng phương thức TDMA thành tám khe thời gian đối với cơ chế hoạt động trọn tốc độ (hoặc 16 khe đối với cơ chế bán tốc độ). GSM hỗ trợ cả kênh TCH trọn tốc độ lẫn TCH bán tốc độ, lần lượt gọi là TCH/F và TCH/H. Kênh trọn tốc độ hỗ trợ toàn bộ tốc độ dữ liệu là 22,8 kb/s và cho phép dữ liệu được truyền đi với tốc độ 12,6 hoặc 3 kb/s. Kênh bán tốc độ, là kênh mà chiếm một nửa khe TDMA, hỗ trợ toàn bộ tốc độ dữ liệu là 11,4 kb/s. Dữ liệu có thể được truyền đi với tốc độ 6 hay 3,6 kb/s. Cấu trúc khung TDMA trọn tốc độ được trình bầy trong hình 1.3.



Hình 1.3. Cấu trúc 26 khung TDMA của GSM.

Bộ mã hoá âm thoại trọn tốc độ của GSM có tốc độ đầu ra là 13 kb/s. Âm thoại được giữ trong các khối có khoảng thời gian là 20 ms, bởi vậy, phía đầu ra của bộ mã âm thoại sẽ cho ra các chuỗi có 260 bit. Khi ấy, mỗi khối 260 bit lệ thuộc vào việc sửa lỗi. GSM chia các bit âm thoại thành hai lớp: "Lớp 1" có các bit ảnh hưởng lớn đến chất lượng tín hiệu nhận được và lệ thuộc vào việc sửa lỗi; Các bit "Lớp 2" bỏ qua việc soát lỗi. Trong tổng số 260 bit trong một khung 20 ms, 182 bit là bit lớp 1. Các bit lớp 1 được chia tiếp thành 50 bit lớp 1a, là những bit mà nhậy cảm với lỗi nhất, và các bit lớp 1b, là các bit của 132 bit còn lại. Ba bit mã dư quay vòng được bổ xung vào các bit lớp 1a, là các bit mà sau đó được thêm vào các bit lớp 1b. trước khi bổ xung thêm bốn bit đuôi, tạo ra toàn bộ tổng số 189 bit. Các bit này sau đó phụ thuộc vào mã hoá chập bán tốc độ. Như vậy tạo ra 378 bit có tại đầu ra từ bộ mã hoá. Sau

đó, chúng được thêm vào 78 bit không được bảo hộ, tạo ra toàn bộ tổng số là 456 bit trong một khung 20 ms, tương ứng với một tốc độ mã hoá 22,8 kb/s (xem hình 1.4).



Hình 1.4. Bộ mã âm thoại toàn tốc của GSM.

Đầu ra của khối sửa lỗi được đưa vào bộ mã kênh. Bộ mã kênh này thực hiện việc chèn gối các bit. Chèn gối và bỏ chèn gối kết hợp tại thiết bị thu được dùng để giải tán hiệu ứng lỗi bursty gây ra bởi môi trường truyền dẫn mobile (kỹ thuật này cũng được sử dụng trong truyền thông vệ tinh mobile. Bộ mã chiếm hai khung thời gian 20 ms, tương đương với 912 bit, và sắp xếp chúng vào tám khối 114 bit. Mỗi khối 114 bit sau đó được đặt vào một khe thời gian để truyền đi.

Hai trường 57 bit được phân định cho truyền thông tin trong mỗi khe thời gian của GSM. Ngoài nội dung thông tin, mỗi khe thời gian bao gồm 3 bit đuôi (tất cả đều là mức lô-gíc "0") đặt tại điểm đầu và điểm cuối của mỗi khe thời gian. Các bit này được dùng để tạo ra một phần tử đệm giữa các khe thời gian; hai bit điều khiển theo sau từng 57 bit một trong thông tin người sử dụng để phân biệt giữa truyền thoại và truyền số liệu; và một chuỗi sắp hàng gồm 26 bit đặt tại chính giữa khe. Chuỗi sắp hàng được sử dụng cho các mục đích xác thực và để thực hiện cân đối kênh. Một khoảng thời gian chắn 30,5 μs, tương ứng với 8,25 bit, khi ấy được bổ xung thêm vào khe thời gian trước khi truyền đi. Mỗi khe thời gian tồn tại trong vòng 0,577ms. Trong suốt thời gian đó, 156,25 bit được truyền đi, tạo ra một tốc độ tổng thể là 270,833 kb/s.

Một tập hợp gồm tám khe thời gian được gọi là một khung TDMA. Khung này tồn tại trong vòng 4,615 ms. Mỗi khe thời gian được dùng để giao tiếp với một trạm mobile cá thể, bởi vậy, mỗi khung TDMA có thể hỗ trợ tám người sử dụng cùng lúc. Các khung TDMA được tập hợp thành một nhóm gọi là nhóm đa khung. Nhóm này bao gồm 26 hoặc 51 khung TDMA. Trong dạng khung 26, có 24 khung được phân cấp cho các kênh TCH (TCH/F), với mỗi kênh TCH chiếm một trong tám khe thời gian trên mỗi khung, và một khung (khung 12) cho tám kênh điều khiển kết hợp chậm (SACCH) đi cùng. Khung còn lại (khung 25) để dự phòng trừ phi có cơ chế hoạt động bán tốc độ được sử dụng. Trong trường hợp ấy, nó bị chiếm bởi tám kênh SACCH khác kết hợp với các kênh TCH phụ thêm. Một kênh SACCH

được sử dụng để điều khiển và kiểm soát các tín hiệu đi kèm với một kênh TCH. Ngoài ra, một kênh điều khiển kết hợp nhanh (FACCH) tóm lấy các khe từ một kênh TCH để truyền các bản tin điều khiển công suất và báo hiệu chuyển vùng.

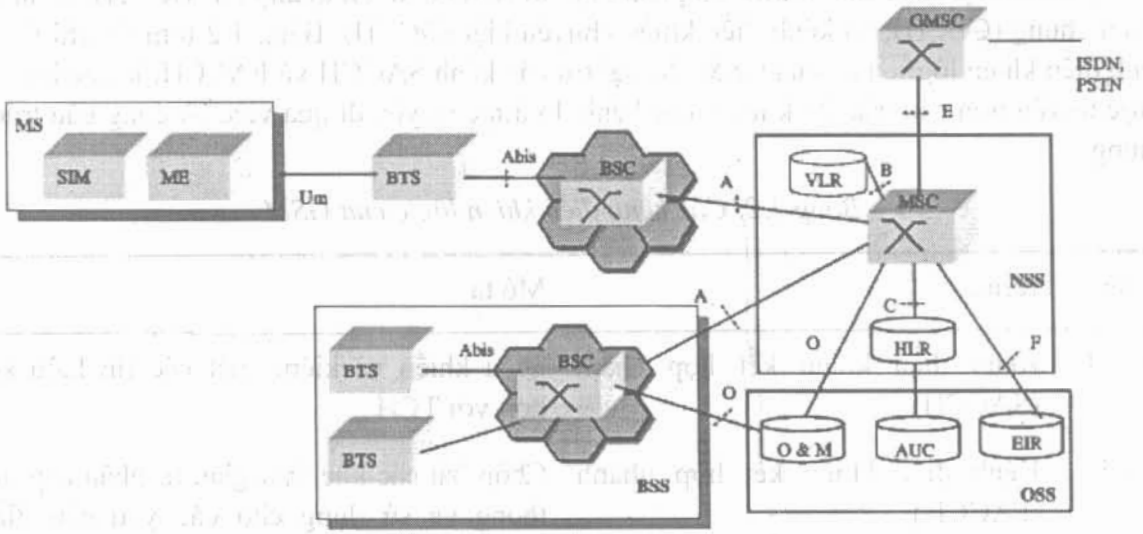
GSM sử dụng một số lượng các kênh điều khiển lô-gíc để quản lý mạng của mình. Những kênh này được nhóm theo ba phân loại: kênh điều khiển quảng bá (BCCH); kênh điều khiển chung (CCCH); và kênh điều khiển chuyên biệt (DCCH). Bảng 1.2 tóm tắt chi tiết các kênh điều khiển lôgíic này của GSM. Ngoại trừ các kênh SACCH và FACCH, là các kênh mà được truyền trên cấu trúc 26 khung, các kênh đó được truyền đi qua việc sử dụng cấu trúc 51 khung.

Bảng 1.2. Các kênh điều khiển lôgíc của GSM

Nhóm	Kênh	Mô tả
DCCH	Kênh điều khiển kết hợp chậm (SACCH)	Điều khiển và kiểm soát các tín hiệu kết hợp với TCH
DCCH	Kênh điều khiển kết hợp nhanh (FACCH)	Chộp bắt các khe thời gian từ phân cấp lưu thông và sử dụng cho các yêu cầu điều khiển, chẳng hạn như chuyển vùng và điều khiển công suất
DCCH	Kênh điều khiển chuyên biệt độc lập (SDCCH)	Sử dụng cho đăng ký, cập nhật định vị, chứng thực và thiết lập cuộc gọi
BCCH	Kênh sửa lỗi tần số (FCCH) – liên kết downlink	Cho phép máy mobile thực hiện được đồng bộ tần số ban đầu với BTS cục bộ
BCCH	Kênh đồng bộ (SCH)	Cho phép máy mobile thực hiện được đồng bộ thời gian ban đầu với BTS cục bộ
BCCH	Kênh điều khiển quảng bá (BCCH) - chỉ cho liên kết downlink	Cung cấp thông tin cho MS như xác minh BTS, phân cấp tần số, và hàng nhảy tần
CCCH	Kênh paging (PCH) - chỉ cho liên kết downlink	Cảnh báo mobile về nhu cầu của mạng cần được báo hiệu
CCCH	Kênh truy nhập ngẫu nhiên (RCH) - chỉ liên kết uplink	Là một kênh ALOHA được tạo khe sử dụng bởi MS để yêu cầu truy cập vào mạng
CCCH	Kênh cho truy nhập (AGCH) - chỉ liên kết downlink	Được sử dụng để cấp phát một kênh DCCH độc lập tới một máy mobile để báo hiệu sau một yêu cầu về kênh RACCH

Các khuôn dạng 51 trong 26 khung và 26 trong 51 khung được kết hợp với nhau để tạo nên một siêu khung GSM, và cấu trúc phân tầng TDMA được hoàn thành khi 2048 siêu khung được kết hợp với nhau để hình thành nên một hợp chủng khung (theo [WAL-99]).

Cấu trúc Mạng: Hình 1.5 cho thấy mô hình đơn giản hoá của cấu trúc mạng GSM.



Hình 1.5. Cấu trúc mạng đơn giản hoá của GSM.

Trạm Mobile (MS): Một thuê bao dùng một MS để truy nhập vào các dịch vụ cung cấp bởi mạng. MS này gồm có hai bộ phận, đó là: thiết bị mobile (ME) và mô-đun xác nhận thuê bao (SIM). ME thực hiện các chức năng cần có để hỗ trợ kênh radio giữa MS và một trạm thu phát gốc (BTS). Các chức năng này bao gồm điều chế, mã hoá... Nó cũng cung cấp giao diện ứng dụng của MS để cho phép người sử dụng truy nhập vào các dịch vụ. Một thẻ SIM tạo ra khả năng cá nhân hoá một máy điện thoại di động. Đây là một thẻ thông minh mà cần phải được cấy vào máy điện thoại di động trước khi máy điện thoại có thể hoạt động được. Thẻ SIM gồm có bộ phận xác minh thuê bao di động quốc tế của người dùng, cũng như các dữ liệu khác đặc biệt về người sử dụng bao gồm một khoá chứng thực. Đơn giản mà nói, một kết cuối được xác định bởi thẻ xác minh ME quốc tế (IMEI) trong đó. IMSI và IMEI lần lượt tạo khả năng thực hiện tính di động của cá nhân và của kết cuối. Giao diện radio giữa MS và BTS được gọi là giao diện Um và là một trong hai giao diện quan trọng trong mạng GSM.

Hệ thống trạm Cơ sở (BTSS): BTS hình thành nên một phần của hệ thống trạm cơ sở (BTSS) cùng với khối điều khiển trạm cơ sở (BTSC). BTS cung cấp vùng phủ sóng radio trên mỗi ô tế bào, trong khi BTSC thực hiện các chức năng điều khiển quan trọng. Các chức năng đó bao gồm phân cấp kênh và chuyển mạch nội hạt nhằm thực hiện chuyển vùng khi một máy mobile di chuyển từ một BTS này đến một BTS khác dưới sự điều khiển của cùng một BTSC. Một BTS được kết nối tới một BTSC thông qua một giao diện Abis.

Hệ thống quản lý và chuyển mạch mạng (NMSS): NMSS tạo kết nối giữa người sử dụng mobile và những người sử dụng khác. Trung tâm hoạt động của NMSS là MSC. Một BTSS được kết nối tới một MSC thông qua một giao diện A, một giao diện quan trọng khác của GSM. Vùng phủ sóng của một MSC được xác định bởi độ phủ sóng ô tế bào tạo bởi các BTS có kết nối tới đó. Các chức năng của một MSC bao gồm định tuyến cuộc gọi tới BTSS thích hợp, thực hiện chuyển vùng giữa các BTSS, và tương tác với các mạng cố định khác. Một kiểu đặc trưng khác của MSC là gateway-MSC (GMSC). Bộ phận này tạo kết nối tới các mạng điện thoại cố định và ngược lại. Một GMSC được kết nối tới một MSC thông qua một giao diện E. Trung tâm hoạt động của MSC là hai cơ sở dữ liệu, đó là: HLR, được kết nối thông qua giao diện C: và VLR, được kết nối thông qua giao diện B.

Cơ sở dữ liệu HLR chứa đựng thông tin quản lý đối với một MS. Mỗi MS có một HLR liên hệ tới nó. Thông tin chứa trong một HLR bao gồm vị trí hiện hành của một MS và IMSI, là thẻ mà được sử dụng bởi trung tâm chứng thực (AUC) để xác định quyền truy nhập mạng của một thuê bao. Một hồ sơ dịch vụ được lưu trữ trong HLR cho từng MS, cũng là VLR mới được nhận diện nhất và bất kỳ những hạn chế của thuê bao nào.

Mỗi MSC có một VLR kết hợp. Bất kỳ khi nào một MS được chuyển sang một vùng định vị mới hoặc đi sang một vùng định vị mới được phủ sóng bởi một MSC, nó phải đăng ký với VLR của mình. Tại giai đoạn này, mạng có tạm trú cắt cử một con số roaming của MS (MSRN) và một thẻ xác minh thuê bao mobile tạm thời (TMSI) tới MS đó. Vị trí của MS, thường được xét theo địa chỉ báo hiệu của VLR, khi ấy được chuyển tải về HLR. Bằng việc sử dụng thông tin của thuê bao cung cấp bởi HLR, VLR có thể thực hiện các thủ tục định tuyến, xác thực, và chứng thực cần thiết đối với một MS mà có thể vẫn thường thực hiện bởi HLR.

Một MSC cũng tạo kết nối tới trung tâm SMS (SMSC). Trung tâm này có trách nhiệm lưu giữ và truyền tiếp các bản tin.

Phân hệ vận hành và hỗ trợ (OSS): OSS tạo ra các chức năng cho vận hành và quản lý mạng. Trung tâm vận hành và bảo trì mạng thực hiện mọi chức năng quan trọng cần thiết để điều khiển và quản lý mạng. Nó được kết nối tới tất cả các thành phần mạng chủ chốt (BTS, MSC, HLR, và VLR) thông qua một giao diện O sử dụng một kết nối X.25. Đăng ký giao diện thiết bị (EIR) được mạng sử dụng để xác định bất kỳ thiết bị nào mà có thể đang sử dụng mạng không hợp lệ. Kết nối MSC-EIR được ấn định bởi giao diện F. AUC cũng hình thành nên thành phần của OSS.

Báo hiệu có liên quan đến tính di động và của mạng GSM khác trong CN được thực hiện bởi dao thức ứng dụng di động (MAP) phát triển một cách đặc biệt cho GSM. Đặc biệt, MAP của GSM sẽ được sử dụng để cung cấp một trong các CN đối với IMT-2000.

1.2.3.2. Hệ thống tế bào kỹ thuật số 1800 (DCS1800)

Sự phát triển của GSM khởi đầu là DCS1800. Đây là hệ thống được nhằm chủ yếu vào người sử dụng bộ hành trên thị trường tạp hoá ở vùng đô thị và đông dân cư. DCS1800 là

mạng truyền thông cá nhân (PCN), cũng được gọi là các dịch vụ truyền thông cá nhân (PCS) tại Mỹ. Vào năm 1989, Bộ Thương mại và Công nghiệp của Chính phủ Anh đã cấp phép cho các mạng truyền thông cá nhân trong băng tần 1700÷2300 MHz (theo [DTI-89]). Người ta nhận thấy rằng, dịch vụ mới này, dịch vụ nhằm phục vụ những người sử dụng bộ hành, sẽ có thể thích hợp đối với chuẩn GSM. Kết quả là, ETSI cho ra chỉ tiêu kỹ thuật DCS1800 giai đoạn 1 vào tháng giêng năm 1991. Chỉ tiêu kỹ thuật này trình bầy các điểm khác biệt giữa DCS1800 và GSM. Sau đó, chỉ tiêu kỹ thuật giai đoạn 2 ra đời mô tả một khuôn khổ chung cho PCM và GSM. DCS1800 hoạt động sử dụng phần lớn các chỉ tiêu kỹ thuật như của GSM, tận dụng cùng cấu trúc mạng, song, theo đúng nghĩa của tên gọi, vận hành trong băng tần 1800 MHz.

Các băng tần được phân cấp cho việc vận hành của DCS1800 là 1710÷1785 MHz đối với hướng liên kết từ BTS đến mobile. Xét về băng tần tách kênh 200kHz, 374 sóng mang có thể được hỗ trợ. Ngoài sự khác biệt về tần số hoạt động, chỉ có sự khác biệt trong đặc tả kỹ thuật công suất truyền của trạm mobile. Hai lớp công suất lần lượt được xác định tại 250mW và tối đa là 1W. Do DCS1800 chủ yếu phục vụ cho các đô thị, các ô tế bào sẽ nhỏ hơn rất nhiều so với của GSM; bởi thế, các yêu cầu về công suất phát được giảm thiểu.

Anh là quốc gia đầu tiên đưa PCN vào hoạt động thông qua hai nhà vận hành mạng, đó là: Mercury's One2One, hoạt động dịch vụ vào tháng 9 năm 1993; và Hutchinson's Orange, hoạt động dịch vụ vào tháng 4 năm 1994.

Những thiết bị đầu cuối song mốt hoạt động trên băng tần 900/1800 MHz hiện nay rất phổ biến trên thị trường, giống như các thiết bị kết cuối tam mốt hoạt động băng tần 900/1800/1900MHz, cho phép việc lưu chuyển sang tới vùng Bắc Mỹ (ở Mỹ, băng tần 1900Mhz được dùng cho PCS). Tiến tới cuối năm 1999, Orange và One2One chiếm 1/3 thị trường mạng ô tế bào số của Anh với xấp xỉ 5 triệu thuê bao, với một thị phần hầu như ngang bằng giữa hai tổ chức này.

1.2.3.3. Các dịch vụ điện thoại di động tiên tiến kỹ thuật số (D-AMPS)

D-AMPS do Hội Công nghiệp Viễn thông (TIA) định chuẩn thành chuẩn tạm thời 54 (IS-54) vào năm 1990. IS-54 duy trì các kênh điều khiển AMPS analog và tạo cho các nhà vận hành cơ hội để cung cấp các dịch vụ ô tế bào số trong khi chuẩn số hoàn thiện đang được phát triển. Một chuẩn số hoàn toàn được chuẩn định như IS-136. Chuẩn này dùng cùng các kênh radio kỹ thuật số như IS-54, và cũng bao gồm các kênh báo hiệu số. Báo hiệu có liên quan đến tính di động và các đặc trưng khác trong CN được đặc tả bởi chuẩn IS-41. Đặc biệt, cùng với GSM MAP, IS-41 sẽ được sử dụng để cung cấp một trong số các CN cho IMT-2000.

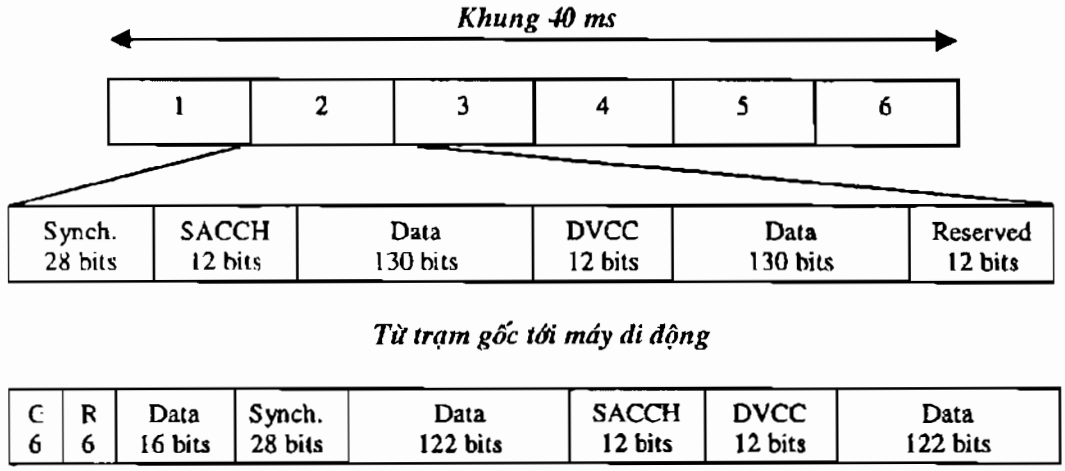
Ở Mỹ, do những ràng buộc về luật pháp, D-AMPS hoạt động song song với AMPS trong cùng các băng tần. Giống như hệ thống số ở châu Âu, GSM, kỹ thuật đa truy nhập dựa vào TDMA, tuy nhiên, nhờ phân lớp thu gọn cấu trúc kiểu khung, dẫn đến việc tạo lập đơn giản

hơn. Giống với AMPS, khoảng cách sóng mang là 30kHz. D-AMPS sử dụng DPSK dịch Pi/4 làm phương pháp điều chế. Các sóng mang được truyền đi với tốc độ 48,6 kb/s và lọc cosin nâng gốc với một hệ số là 0,35 được sử dụng tại thiết bị thu và phát.

Một khung TDMA bao gồm 6 khe thời gian, trong đó mỗi khe thời gian chiếm một khoảng 6,67ms; do đó, một khung sử dụng một khoảng thời gian là 40 ms. Mỗi khe chứa 324 bit bao gồm 260 bit là thông tin người sử dụng. Trên hướng từ mobile đến BTS, những bit thông tin này được chia thành 3 gói lần lượt gồm 16, 122, và 122 bit. Theo hướng ngược lại, dữ liệu được chia đều thành hai gói 130 bit. Ngoài thông tin người sử dụng ra, khe thời gian hướng từ mobile đến BTS gồm có những thông tin sau (theo[GOO-91]):

- 6 bit chẵn, 6 bit thời gian gia tăng, và 28 bit thông tin đồng bộ bao gồm một mẫu bit biết trước cho từng khe thời gian trong một khung.
- Một mã mẫu xác nhận số 12 bit nhằm để hỗ trợ với việc quản lý những việc gán cử khe thời gian.
- Thông tin điều khiển hệ thống 12 bit, truyền trên đường kênh điều khiển truy nhập tốc độ thấp (SACCH).

Tại hướng từ BTS đến mobile, dung lượng cấp cho các bit thời gian chẵn và gia tăng được dành riêng cho việc sử dụng sau này. Cấu trúc của các khe được trình bầy trong hình 1.6.



Hình 1.6. Cấu trúc khe thời gian D-AMPS.

D-AMPS sử dụng phép dự đoán đặc tuyến kích ứng bởi tổng véc-tơ (VSELP) làm phương pháp mã hoá giọng thoại. Đầu ra từ bộ mã cung cấp một tốc độ nguồn là 7,95 kb/s. Tốc độ này sau đó sẽ lệ thuộc vào việc mã hoá. Các bit đầu ra được xử lý trong các burst 20

ms, hoặc trong các khối vị từ khác gồm có 159 bit. Trong số 159 bit này, 77 bit gọi là các bit lớp 1, là các bit mà được coi như có ảnh hưởng rất nhiều đến chất lượng giọng thoại, sử dụng một phương thức tiếp cận tương đương như GSM. 77 bit này lệ thuộc vào một bộ mã phát hiện lỗi, ở dạng 7 bit kiểm tra chẵn lẻ và 5 bit đuôi phụ thêm, và phụ thuộc vào mã hoá chập bán tốc độ. 178 bit được sinh ra sau đó được ghép với 82 bit khác để cho ra 260 bit. Các khối gồm 260 bit này sau đó được chèn để ngăn chặn thông tin khỏi bị các lỗi bursty gây ra bởi kênh mobile, và sau đó được đưa vào các khe đã được gán trong khung TDMA.

D-AMPS đã được phát triển thành một hệ thống song mốt, tạo ra khả năng tương ngẫu trở lại với thành phần đối thủ analog của mình. Cho đến khi các tín hiệu điều khiển được để ý, D-AMPS sử dụng kênh SACCH và kênh FACCH để giao tiếp với mạng. Các bản tin báo hiệu có chiều dài 65 bit. Đối với kênh FACCH, trong đó thông tin điều khiển trực tiếp cần được truyền đi, mã chập 1/4 tốc độ được áp dụng, tạo ra 260 bit, là các bit mà sẽ được chèn vào một khe thời gian đơn lẻ. Đối với kênh SACCH, mã chập bán tốc độ được áp dụng và các bit sinh ra được phân rải ra qua 12 khe thời gian, sinh ra một độ trễ là 240ms.

1.2.3.4. CmdaOne

Vào năm 1991, hãng Qualcomm công bố một hệ thống mobile dựa trên cơ sở của CDMA. Điều này sau đó được ghi nhận như là chuẩn tạm thời Interim Standard-95A (IS-95A) và sau này trở thành phổ biến với tên gọi cmdaOne, do được thiết lập bởi nhóm phát triển CDMA (CDG). Thật lý thú là, một trong những sản phẩm chính của Qualcomm lại là OMNITRACS, một hệ thống quản lý hàm dựa vào vệ tinh phi địa tĩnh phối hợp với các dịch vụ truyền thông mobile hai luồng và các dịch vụ báo cáo định vị. Qualcomm cũng là một đối tác trong dự án GLOBALSTAR, một hệ thống vệ tinh phi địa tĩnh sẽ được nói tới ở chương tiếp theo. GLOBALSTAR kết hợp với một phiên bản có chỉnh sửa của phương pháp truy nhập radio cmdaOne vào năm 1995, Hutchinson trở thành nhà điều hành đầu tiên cmdaOne tại Hồng Kông.

Giống như D-AMPS, cmdaOne là một hệ thống song mốt. Hệ thống này hoạt động song hành với dịch vụ AMPS trên cùng một băng tần. Truyền phát kỹ thuật số được sử dụng mặc định và máy mobile tự động chuyển sang chế độ tương tự khi không có phủ sóng số. Báo hiệu có liên quan đến tính di động và các báo hiệu khác trong CN được ghi nhận thành chuẩn IS-41. Máy mobile truyền với tốc độ 45MHz, thấp hơn tần số phát của BTS và các kênh được tách bởi 30kHz. Đặc biệt, băng tần hoạt động là 869÷894MHz (từ BTS đến mobile) và 824÷849MHz (từ mobile đến BTS). CmdaOne cũng làm việc trong băng tần PCS (1930÷1980MHz cho uplink và 1850÷910MHz cho downlink) và các máy điện thoại song băng tần cũng phổ biến. Ta có thể thấy rằng, trong băng tần PCS, máy mobile truyền phát với tốc độ 80 MHz, thấp hơn BTS, hơn nữa, các kênh được tách bởi 50 kHz. Hệ thống này hoạt động sử dụng một băng thông 1,23 MHz, tương đương với 41 kênh AMPS cách kênh 30 kHz khác nhau. Một trong những điểm mạnh của CDMA là khả năng gia tăng được mức dung lượng có sẵn so với các

công nghệ tế bào khác. Trên phương diện này, khả năng tăng dung lượng trên 10 lần so với hệ thống AMPS, và 3 lần so với hệ thống TDMA là điều hoàn toàn có thể thực hiện được.

Không giống như các hệ thống tế bào khác, hệ thống CDMA của Qualcomm hoạt động sử dụng các kỹ thuật truyền dẫn khác nhau trên các hướng đi và về.

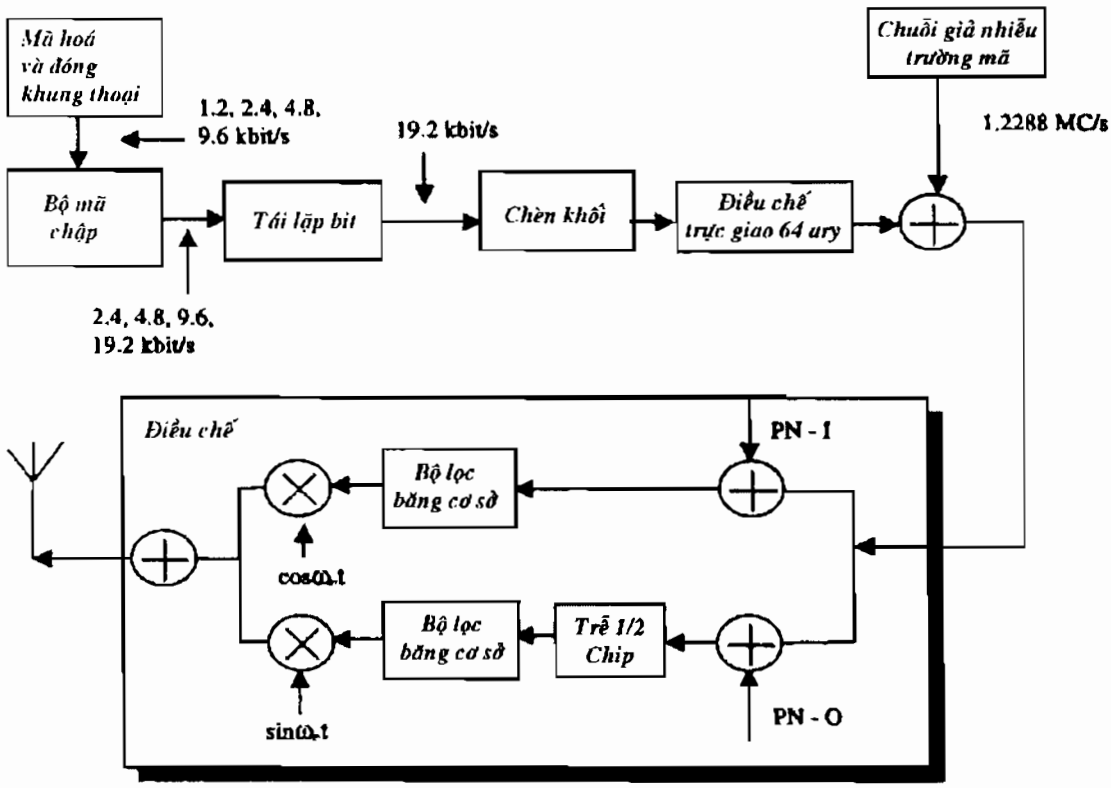
Tại hướng đi của chuẩn IS-95A, mỗi BTS có quyền truy nhập tới 64 kênh CDMA. Các kênh này có thể được xếp vào loại các kênh điều khiển chung, là các kênh mà quảng bá tới tất cả các kết cuối mobile, hoặc có thể xếp vào loại các kênh quảng bá, là các kênh mà dành riêng cho một kết cuối cụ thể. Mỗi kênh được lấy ra từ một hàng của một ma trận 64×64 Walsh Hadamard, là ma trận mà có số hàng được đánh số từ 0 đến 63. Là một trong các kênh điều khiển chung, hàm Walsh 0, là hàm bao gồm tất cả các con số "0", được sử dụng để truyền tín hiệu hoa tiêu. Một kênh khác trong số các kênh điều khiển , kênh 32, hoạt động như là một kênh đồng bộ (SYNC), cung cấp cho các kết cuối mobile những thông tin quan trọng về hệ thống, chẳng hạn như xác minh BTS, thành phần bù thời gian đặc biệt tới BTS có trong bộ điều chế sóng radio và thời gian hệ thống. Các BTS được đồng bộ nhờ việc sử dụng hệ thống vệ tinh định vị toàn cầu (GPS) (theo[GET-93]). Kênh SYNC luôn truyền với tốc độ dữ liệu là 1200b/s.

62 kênh còn lại được dành sẵn cho tái thông qua một kênh quảng bá với tới 1/7 số kênh này dành cho paging sử dụng một kênh điều khiển chung. Kênh paging này hoạt động với tốc độ 4.8 hoặc 9.6kb/s và được sử dụng để thông báo máy mobile biết về một cuộc gọi đến.

Mã thoại tốc độ biến thiên cho ra tốc độ dữ liệu trong dải 1,2÷9,6 kb/s đối với tập hợp tốc độ 1 (Rate Set 1), hoặc 1,8÷14,4 kb/s cho Rate Set 2, tuỳ thuộc vào tính chất thoại. Rate Set 2 là tuỳ chọn trên kênh TCH đi và chỉ có trong băng tần PCS, là băng tần mà cũng hỗ trợ Rate Set 1. Dữ liệu được góp vào trong các khung 20 ms. Sau đó, chúng được mã hoá bằng một bộ mã chập bán tốc độ với một độ dài ràng buộc là 9 đối với Rate Set 1. Rate Set 2 chỉ khác ở điểm rằng nó sử dụng một bộ mã chập 3/4 tốc độ có độ dài ràng buộc là 9. Để đảm bảo một tốc độ cố định 19.2 kb/s, lặp lại bit mã tốc độ thấp được thực hiện trước khi chèn và trải rộng bởi một chuỗi giả ngẫu có được từ trường mã, là bộ mã mà tự thân lặp lại cứ sau 2^{42}-1 chip một lần, và từ một bộ mặt nạ trường mã, là thành phần mà là duy nhất tới từng kết cuối và có chứa số seri điện tử của máy mobile. Tín hiệu 19,2 kb/s này sau đó được ghép kênh với các bit điều khiển công suất, là các bit mà được áp dụng với tốc độ 800 b/s. Bộ mã Walsh gán cho kênh TCH của người sử dụng khi ấy được dùng để trải rộng tín hiệu.

Khoá mã dịch pha trực phương (QPSK) được sử dụng để điều chế sóng mang, cho ra một khoảng bù thời gian kết hợp với BTS tới các thành phần trùng pha và lệch pha trực phương. Trễ này được sinh ra do các BTS với các khoảng bù thời gian khác nhau hiện thân như thể nhiễu nền tới máy mobile, bởi vậy, làm giảm mức độ xuyên nhiễu. Một cặp trực phương các chuỗi giả nhiễu (PN) khi ấy được sử dụng để trải rộng tín hiệu với tốc độ 1,2288 Mchip/s. Lọc băng cơ sở sau đó được áp dụng để đảm bảo rằng các phần từ điều chế giữ nguyên trong kênh đó trước khi điều chế các tín hiệu đồng pha và lệch pha trực phương lên kênh CDMA. Các BTS biến đổi

công suất phát xạ tỷ lệ với tốc độ dữ liệu trong một khung. Bởi vậy, ví dụ một tín hiệu 1,2 kb/s rất có thể được truyền đi với tốc độ bằng 1/8 công suất của tín hiệu có tốc độ 9,6 kb/s. Điều này đảm bảo rằng tất cả các bit được truyền đi có cùng năng lượng (xem hình 1.7).

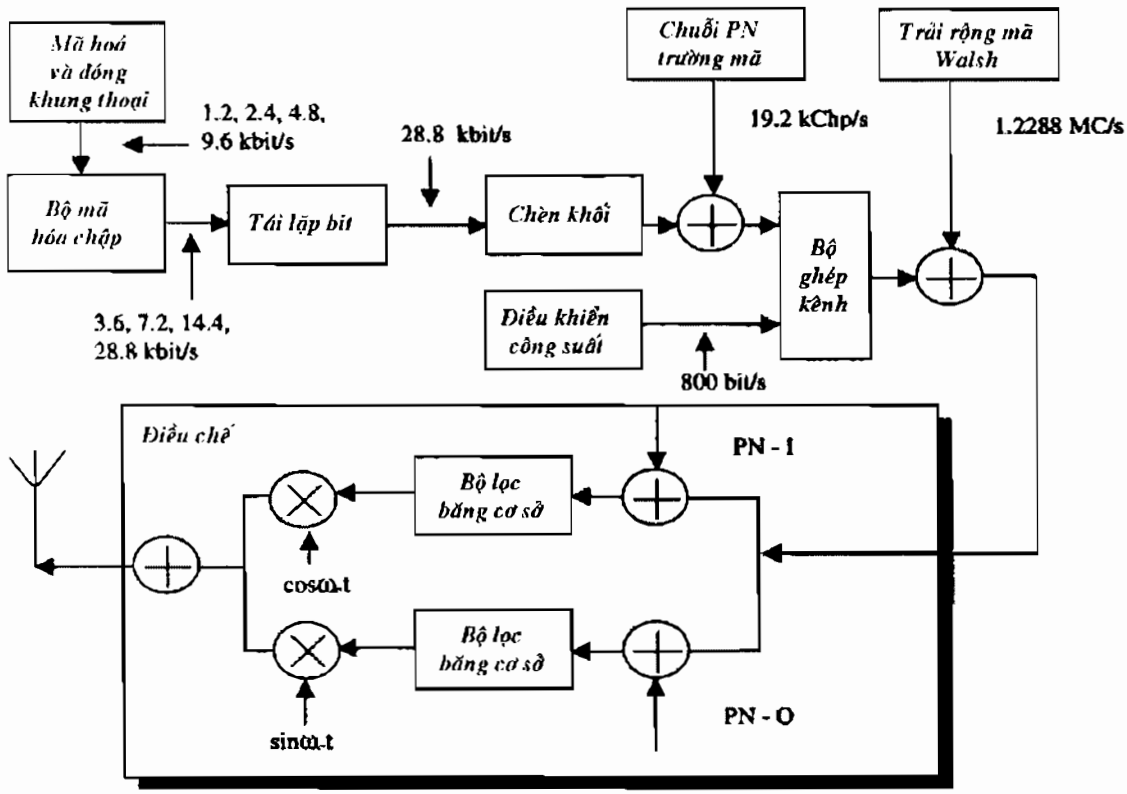


Hình 1.7. Điều chế tải thông chiều đi của cmdaOne.

Hướng về có hai kênh kết hợp, đó là: kênh truy nhập và kênh TCH. Kênh truy nhập được máy mobile dùng để yêu cầu một kênh TCH, tương ứng với một bản tin paging, hoặc cho việc cập nhật định vị. Kênh này hoạt động với tốc độ 4,8 kb/s. Một kênh truy nhập được kết hợp với một kênh paging cụ thể, và từ vấn đề đã bàn ở trên về việc liên kết hướng đi, ta có thể thấy rằng có tới 7 kênh truy nhập cùng tồn tại.

Như đã đề cập ở trên, kênh TCH hỗ trợ Rate Set 1 và có thể hỗ trợ Rate Set 2. Ở hướng về, mã thoại tốc độ biến thiên cho ra tốc độ dữ liệu trong dải 1,2÷9,6 kb/s đối với Rate Set 1, hoặc 1.8÷14,4 kb/s đối với Rate Set 2, tuỳ thuộc vào tính chất thoại. Vì thế, ví dụ tốc độ dữ liệu 1,2 kb/s tương ứng với việc truyền tải không có thoại. Dữ liệu được tổ chức vào các khung 20 ms. Đối với Rate Set 1, chúng sau đó được mã hoá sử dụng một bộ mã chập 1/3 tốc độ với một độ dài ràng buộc là 9. Vì ở trên hướng đi, để đảm bảo một tốc độ cố định 28,8 kb/s, phải lặp lại các bit mã tốc độ thấp. Rate Set 2 sử dụng một bộ mã chập bán tốc độ với độ dài ràng buộc là 9, và cũng sử dụng việc lặp lại bit mã tốc độ thấp để đảm bảo một tốc độ cố định là 28.8 kb/s. Các bit được mã hoá sau đó được chèn trước điều chế Walsh trực giao mà

qua đó, một khối gồm 6 biểu tự mã được sử dụng để tạo ra một chuỗi gồm 64 bit, tương ứng với một hàng của một ma trận 64×64 Walsh Hadamard. Mỗi máy mobile truyền đi một mã Walsh khác biệt, cho phép BTS xác định được đầu phát. Một bộ tạo ngẫu burst dữ liệu khi đó được áp dụng với một chu kỳ bắt buộc ngược với tốc độ dữ liệu. Điều này tạo ra sự phân phối ngẫu nhiên năng lượng qua mỗi khung, độc lập khỏi các kết cuối xuyên nhiễu tiềm ẩn khác cùng hoạt động trên một tế bào. Điều này khác so với kỹ thuật nói đến trước kia đối với các BTS. Bộ trường mã là bộ mã mà tự nó tái lặp lại cứ sau 2^{42}-1 chip một lần, và bộ mặt nạ trường mã, là thành phần duy nhất đối với mỗi kết cuối và có chứa số seri điện tử của máy mobile, sau đó được sử dụng để trải rộng tín hiệu với tốc độ 1,2288 Mchip/s. Offset-QPSK được sử dụng để điều chế sóng mang. Điều này kéo theo việc gây trễ kênh trực phương đi một nửa chip. Cặp trực phương tương tự của các chuỗi PN, do BTS sử dụng, sau đó được dùng để trải rộng tín hiệu với tốc độ 1.2288 Mchip/s với một chu kỳ 2^{15}-1 chip. Lọc băng cơ sở sau đó được áp dụng để đảm bảo rằng các phần tử điều chế giữ nguyên trong kênh đó trước khi điều chế các tín hiệu đồng pha và lệch pha trực phương lên kênh CDMA (xem hình 1.8).



Hình 1.8. Điều chế tải thông hướng về của cmdaOne.

Tháng 9 năm 1998, tập đoàn Quốc tế Leap Wireless International Inc., một công ty tách ra độc lập của Qualcomm được thành lập. Mục tiêu của công ty này là xây dựng các mạng dựa vào CDMA. Cũng như ở Bắc Mỹ, cmdaOne được xây dựng xuyên suốt thế giới bao gồm

các thị trường hàng đầu của Australia, Trung Quốc, Hàn Quốc, và Nhật Bản; và cùng năm 1999, có 43 hệ thống mạch vòng nội hạt vô tuyến (WLL) ở 22 quốc gia sử dụng công nghệ cmdaOne. Sự song hành của các mạng cmdaOne và GSM ở Australia và Trung Quốc, đã đưa đến khả năng phát triển loại máy điện thoại cầm tay hai chế độ GSM/cmdaOne.

Hiện nay, thị phần của cmdaOne chỉ đứng sau GSM. Thực ra, sự tiến triển của cmdaOne, còn gọi là CDMA đa sóng mang, được lựa chọn như là một trong các họ giao diện sóng radio đối với IMT-2000.

1.2.3.5. Hệ thống mạng tế bào số cá nhân (PDC)

Giao diện không gian của PDC, trước đó gọi là Hệ thống mạng tế bào số của Nhật Bản (JDC), ra đời vào tháng 4 năm 1991. PDC hoạt động trong hai dải băng tần: 800 MHz với cơ chế làm việc song công 130 MHz; và 1,5 GHz với cơ chế hoạt động song công 48 MHz. Các băng tần này được chia thành các kênh 25 kHz. Hãng Điện báo và Điện thoại Nhật Bản (NTT) đưa PDC vào hoạt động dịch vụ vào năm 1993 với băng tần thấp hơn hai loại băng tần nói trên, trước khi thêm băng tần cao hơn vào hoạt động vào năm 1994.

Phương thức đa truy nhập sử dụng ở đây là TDMA 3 hoặc 6 kênh hay song kênh chia tần (FDD), tuỳ thuộc việc dùng bộ mã/giải mã trọn tốc độ hay bán tốc độ. Một khung TDMA là một khoảng gồm 20 ms, là một khoảng mà được chia thành 6 khe. Tốc độ bit thông tin đạt 11,2 kb/s đối với trọn tốc độ hoặc 5,6 kb/s đối với bán tốc độ. Phương pháp điều chế được sử dụng là QPSK vi sai (D) Pi/4, là phương pháp mà được truyền đi với tốc độ bit là 42 kb/s.

1.2.4. Hệ thống thông tin di động thế hệ thứ hai (2G) tiên tiến

1.2.4.1. Tổng quan

Các mạng thế hệ 2G tiên tiến khai thác các nhu cầu đối với các dịch vụ dữ liệu mobile, với khả năng có những tốc độ dữ liệu cao hơn so với các dịch vụ 2G thuần tuý, tiến tới việc phân phối theo hướng chuyển mạch.

1.2.4.2. Dữ liệu chuyển mạch kênh tốc độ cao (HSCSD)

Nhận thấy nhu cầu của thị trường, dịch vụ HSCSD tập trung chủ yếu vào người sử dụng mobile, là những người mà có nhu cầu truy nhập hoặc gửi đi các file dữ liệu lớn khi đang di chuyển. Việc truyền các file lớn thuộc cỡ vài Megabyte rõ ràng không có tính thuyết phục khi dùng tốc độ truyền của GSM 9,6 kb/s. Tuy nhiên, bằng việc tạo khả năng sẵn có lên đến 8 kênh TCH trọn tốc độ của GSM đối với một người sử dụng riêng lẻ, HSCSD có thể đạt tới tốc độ tối thiểu là 76,8 kb/s và nếu như sử dụng các kỹ thuật giảm thủ tục rườm rà, các tốc độ dữ liệu cao ở mức 115 kb/s và cao hơn có thể đạt được một cách đáng kể. Rõ ràng, những tốc độ

như thế sẽ chỉ có được thông qua các nhà vận hành mạng có dung lượng dự trù lớn sẵn sàng tham gia vào thị trường thích hợp.9

HSCSD tận dụng cấu trúc mạng GSM và không cần phải có những chỉnh sửa đối với cơ cấu hạ tầng vật lý của mạng, chỉ trừ việc cập nhật phần mềm. Đây thực sự là một thời cơ đầy sức thuyết phục đối với các nhà vận hành mạng nhờ việc để tạo ra những thị trường mới mẻ và sinh lợi mà chỉ với đầu tư nhỏ bé. Dẫu vậy, tương lai lâu dài của HSCSD không rõ ràng như tương lai của truyền số liệu mà dựa trên công nghệ chuyển mạch gói.

1.2.4.3. Dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS)

Sự hiện diện của GPRS tái hiện lên một bước quan trọng trong quá trình trưởng thành của mạng GSM. Đặc biệt, không giống như GSM và HSCSD, là các dịch vụ chuyển mạch kênh, GPRS là một hệ thống chuyển mạch gói. Mục đích của GPRS là cung cấp các dịch vụ kiểu mạng Internet tới người sử dụng mobile, mang lại sự hội tụ gần gũi hơn giữa IP và tính di động. Thực tế mà nói, ngoài việc nhằm vào một thị trường tầm cỡ dưới quyền hạn của chính mình, rõ ràng GPRS có thể được xem như là một bậc thang tiến triển quan trọng giữa GSM và UMTS.

Trong các mạng chuyển mạch gói, người sử dụng liên tiếp được kết nối nhưng rất có thể chỉ phải trả cước phí cho dữ liệu truyền qua mạng đó. Điều này hơi khác một chút so với các mạng chuyển mạch kênh như GSM mà trong đó một kết nối được thiết lập ngay tại giai đoạn thiết lập cuộc gọi và người sử dụng bị tính cước cho suốt cuộc gọi đó, cho dù bất kỳ mọi thông tin có được truyền đi hay không. Với chiều hướng này, công nghệ chuyển mạch gói có thể được xem như có tính hiệu quả về phổ và đầy sức thuyết phục về kinh tế. Đặc biệt, nguồn tài nguyên kênh truyền được dành tối đa cho mọi người sử dụng mạng. Một thông tin từ người sử dụng được chia thành các gói và truyền đi khi cần thiết. Những người sử dụng khác cũng có thể truy cập vào những kênh ấy nếu cần.

Bảng 1.3. Các kiểu hoạt động của MS trong GPRS

Lớp	Cơ chế hoạt động
A	Các dạng gói đồng thời và chuyển mạch kênh
B	Tự động chọn dạng chuyển mạch kênh hay chuyển mạch gói
C	Chỉ chuyển mạch gói

Một MS của GPRS bao gồm kết cuối mobile (MT), là thiết bị mà tạo ra cơ chế cho việc thu và phát tín hiệu dữ liệu, và bên cạnh đó là thiết bị kết cuối (TE), là một thiết bị giống như

một PC mà các ứng dụng có thể chạy trên đó. Trong một mạng GSM/GPRS, một MS của GPRS có khả năng thực hiện chức năng theo ba cơ chế hoạt động như trình bày trong bảng 1.3.

GPRS cho ra các dịch vụ phi thời gian thực với tốc độ dữ liệu từ 9 lên đến 171 kb/s, với hầu hết các mạng tạo ra khoảng một nửa tốc độ dữ liệu tối đa. Tốc độ bit có sẵn phụ thuộc vào số lượng người sử dụng của mạng và kiểu kênh được sử dụng. GPRS chỉ ra bốn loại mã (CS-1, CS-2, CS-3, và CS-4), việc chọn một trong số đó phụ thuộc vào môi trường hoạt động. Có thể đạt được tốc độ dữ liệu tối đa theo giả thuyết bởi dùng CS-4, bởi đó không cần sử dụng mã nào, và chỉ một người sử dụng đơn lẻ thực hiện được truy nhập vào tài nguyên kênh truyền. Các tốc độ truyền dữ liệu có được cho phép một loạt trọn vẹn các dịch vụ có thể được truy nhập, từ nhắn tin đơn giản đến truyền file hiệu quả và trình duyệt trang Web. Việc tương tác với các dịch vụ truyền phát TCP/IP và X.25 là điều khả thi. Một khi đã được đấu nối với mạng, một cuộc gọi có thể được thiết lập trong vòng dưới một giây, nhanh hơn đáng kể so với GSM. Ngoài việc cung cấp các dịch vụ điểm tới điểm, GPRS còn có khả năng phân phối các cuộc gọi điểm tới đa điểm, trong đó các đầu nhận cuộc gọi có thể là nhóm hoặc những người sử dụng trong một vùng quảng bá đặc biệt.

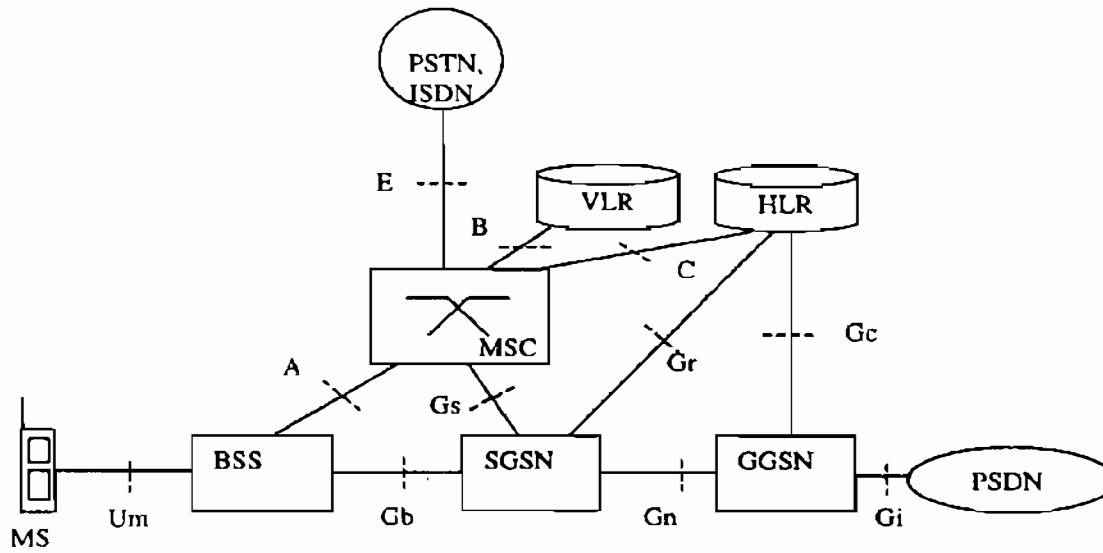
GPRS tận dụng cùng giao diện sóng radio như của GSM. Để đạt được tốc độ dữ liệu biến thiên, một MS có thể được cấp phát từ 1 tới 8 khe thời gian trong một khung TDMA riêng biệt. Hơn nữa, việc cấp phát khe thời gian có thể khác nhau trên các hướng đi và về. Bởi vậy, MS có thể truyền và nhận dữ liệu với các tốc độ khác nhau, thế nên tạo điều kiện dễ dàng cho việc phân phối dịch vụ không đồng đều. Phương thức này là mấu chốt chính cho việc cung cấp hiệu quả các dịch vụ thuộc kiểu Internet. Các kênh được phân cấp động tới các MS trên cơ sở theo yêu cầu từ một ổ tài nguyên chung có sẵn đối với mạng. Qua việc hoàn tất một cuộc giao tiếp, các kênh được giải phóng bởi MS và được trả lại ổ tài nguyên đó, bởi thế tạo điều kiện thuận lợi cho nhiều người sử dụng chia sẻ cùng tài nguyên kênh truyền. Các gói tin được truyền đi trên các kênh TCH dữ liệu gói (PDTCH) vô hướng, là các kênh mà tương đương với các kênh TCH trọn tốc độ sử dụng bởi GSM cho thoại. Các kênh này được phân cấp tạm thời tới một MS cụ thể khi xảy ra việc truyền dữ liệu. Các kênh TCH được truyền đi qua một kênh vật lý gồm 52 đa khung, là kênh mà được tạo bởi từ hai kênh 26 đa khung của GSM. Một kênh 52 đa khung bao gồm 12 khối gồm bốn khung TDMA cộng với hai khung cho kênh điều khiển quảng bá đóng gói (PBCCH) và hai kênh dự trữ. Do đó, một kênh 52 đa khung tồn tại trong vòng 240 ms. Một kênh 51 đa khung cũng được xác định cho việc truyền dành riêng kênh điều khiển điều kiện đóng gói (PCCCH) và các kênh PBCCH. Ngoài ra, GPRS cung cấp một số các kênh lô-gíc cho các mục đích điều khiển và báo hiệu được gộp thành kênh PBCCCH, kênh điều khiển dành riêng đóng gói (PDCCH), và kênh PCCCH. Các kênh này được tóm tắt trong bảng 1.4.

Bảng 1.4. Các kênh điều khiển lôgic của GPRS

Nhóm	Kênh	Mô tả
PDCCH	Kênh điều khiển kết hợp gói (PACCH)	Cung cấp thông tin tín hiệu liên quan đến một MS cụ thể. Có thể được sử dụng cho việc paging đối với các dịch vụ chuyển mạch kênh, khi MS đang để ở chế độ chuyển mạch gói
PDCCH	Kênh điều khiển tăng thời gian của gói – hướng truyền uplink (PTCCH/U)	Được sử dụng bởi MS để truyền các burst truy nhập ngẫu nhiên, từ đó BTS tính toán khoảng tăng thời gian
PDCCH	Kênh điều khiển tăng thời gian của gói - hướng downlink (PTCCH/D)	Do MS sử dụng để truyền thông tin tăng tiến thời gian tới các MS
PBCCH	Kênh điều khiển quảng bá gói (PBCCH) - chỉ liên kết theo hướng downlink	Được sử dụng bởi BTS để cung cấp cho MS về thông tin hệ thống đặc biệt liên quan đến dữ liệu gói
PCCCH	Kênh thông báo gói (PNC)	Được sử dụng để gửi một tin đa luồng phát từ điểm đến đa điểm (PTM-M) tới một nhóm gồm các MS
PCCCH	Kênh paging gói (PPCH) - chỉ theo hướng downlink	Cảnh báo máy mobile biết về gói tin trước khi truyền gói
PCCCH	Kênh truy nhập ngẫu nhiên gói (PRACH) - chỉ theo hướng uplink	Được sử dụng bởi MS để bắt đầu truyền dữ liệu hoặc báo hiệu
PCCCH	Kênh trao quyền truy nhập gói (PAGCH) - chỉ tính liên kết downlink	Được sử dụng để cử nguồn tài nguyên tới MS trước khi truyền gói

Cấu trúc mạng này được dựa vào GSM với một số bổ sung. Cấu trúc này bao gồm các thành phần sau: Nút hỗ trợ GPRS đang phục vụ (CHECK); nút hỗ trợ GPRS cổng đấu nối gateway; MSC/VLR; HLR; BTSS với khối điều khiển gói tin (PCU) – PCU là một thực thể

có chức năng mới do ETSI hỏi xướng để hỗ trợ việc ra mắt của GPRS trong các mạng GSM; GPRS MS; và một đường trục GPRS IP. Cấu trúc mạng GPRS được trình bầy trong hình 1.9.



Hình 1.9. Cấu trúc mạng dịch vụ vô tuyến gói chung GPRS.

Nút hỗ trợ GPRS đang phục vụ (SGSN) được sử dụng nhằm để thực hiện việc quản lý định vị của những kết cuối mobile cá nhân, các chức năng an ninh, và điều khiển truy nhập. Một SGSN được kết nối tới một BTSS bởi kỹ thuật Frame Relay G.703/G.704. Nó được gọi theo thuật ngữ là giao diện Gb. Khi một phiên hạn cần được thiết lập, SGSN thiết lập một "đường kênh ngầm" giữa máy mobile và một mạng dữ liệu đóng gói nào đó qua việc sử dụng giao thức dữ liệu đóng gói (PDP). Giao thức này cung cấp thông tin định tuyến và hồ sơ QoS theo yêu cầu nhằm để truyền đi các bộ phận dữ liệu giao thức giữa MS và cổng đấu nối gateway GSN (GGSN). Để tạo được sự hợp tác chặt chẽ hơn với GSM, một giao diện Gs kết nối SGSN với một MSC được thiết lập.

GGSN thực hiện các chức năng để cho phép tương tác với các mạng chuyển mạch gói bên ngoài. Mỗi mạng chuyển mạch gói phía ngoài được tham chiếu bởi một tên điểm truy nhập duy nhất (APN). Các GGSN được kết nối tới các SGSN thông qua một mạng đường trục GPRS dựa vào IP. Đây được gọi là một kết nối *Gn*. GGSN sử dụng một giao thức kênh ngầm GPRS (GTP) để thâu tóm những gói IP nhận được từ các mạng IP bên ngoài và để tạo kênh ngầm tới SGSN. Kết nối giữa một mạng GGSN với một mạng IP được gọi là *Gi*. Một giao diện Gc tuỳ chọn giữa GGSN và HLR cũng được xác định, một lần nữa để tạo điều kiện thuận lợi cho việc cộng tác với mạng GSM.

Ngoài các yếu tố thành phần cứng mới tạo bởi GPRS, việc nâng cấp phần mềm cũng cần thiết đối với các thiết bị của các thành phần mạng GSM, đặc biệt là HLR với thông tin thuê

bao GPRS và có thể là MSC/VLR đối với việc phối hợp có hiệu quả các dịch vụ, chẳng hạn như giữa những thuê bao của GSM với GPRS.

Một MS phải thực hiện một *thủ tục trói buộc* của GPRS trước khi nó có thể có được sự truy nhập vào các dịch vụ do mạng cung cấp. Điều này kéo theo sự tham gia của việc đăng ký MS với SGSN nội vùng. Một khi việc chứng thực quyền sử dụng các dịch vụ của mạng đã được xác định và hồ sơ của người sử dụng đã thu được từ HLR, SGSN cung cấp cho MS một thẻ xác minh thuê bao mobile tạm thời đóng gói (P-TMSI).

Một khi thủ tục trói buộc đã được thực hiện, để có thể gửi và nhận các gói tin, MS phải tạo một *khoá thoại PDP*. Nó được sử dụng để mô tả các đặc tính của dịch vụ và bao gồm những thành phần sau: một địa chỉ PDP, là một địa chỉ IP phân cấp bởi PDN mà giao dịch sẽ diễn ra; mẫu PDP (ví dụ như IPv6); địa chỉ của GGSN đang phục vụ PDN; và QoS cần có. Khoá thoại PDP được lưu trữ trong MS, SGSN và trong GGSN, và giao tiếp giữa chúng có thể diễn ra với PDN. Một người sử dụng không bị hạn chế ở một khoá thoại PDP đơn lẻ tại bất kỳ thời điểm cụ thể nào. Các địa chỉ PDP có thể được phân cấp tĩnh hoặc động tới một MS. Trong trường hợp phân cấp động, GGSN có nhiệm vụ phân cấp hoặc giải phân cấp, trong khi ở trường hợp phân cấp tĩnh, mạng cư trú của người sử dụng gán cứ thường trực địa chỉ PDP.

Một nét đặc trưng của GPRS là khả năng hỗ trợ vô vàn các kiểu QoS, như đã nêu ở trên, là QoS mà có thể được thiết lập cho từng khoá thoại PDP. Một hồ sơ về QoS được lấy ra từ bốn tiêu chí, quyền ưu tiên dịch vụ; độ trễ; độ tin cậy; và throughput (theo [BET-99]). Một quá trình như thế cho phép có sự đàm phán mềm dẻo về QoS cần có dựa theo tình trạng của mạng tại thời gian của phiên hạn.

IS-136 và GPRS: Dữ liệu gói số tế bào (CDPD) đã được triển khai để cung cấp các dịch vụ dữ liệu đóng gói như là một mạng phủ độn lên mạng AMPS (theo [SAL-99]). Sau đó, nó được tương thích hoá để cũng tạo ra những giải pháp cho các mạng IS-136 và IS-95. CDPD cung cấp các đặc tính quản lý tính di động mà phụ thuộc vào những gì do IS-41 cung cấp. Bởi thế, một kết cuối mobile có thể cần phải thực hiện một số thủ tục kết hợp với cả hai mạng. Điều này không giống như GPRS, là hệ thống mà có được các đặc tính quản ý tính di động từ GSM MAP. Như chúng ta sẽ thấy ngay sau đây, trong môi trường mobile tương lai, CN sẽ bao gồm IS-41 và GSM MAP, là thành phần mà sẽ được phát triển để cho phép việc tương tác giữa mạng với mạng. Trên tinh thần ấy, người ta đã quyết định rằng, một giải pháp tinh tế hơn đối với những yêu cầu về tiến triển của mạng IS-136 hướng tới một môi trường hướng gói có thể đạt được bởi việc tương thích mạng GPRS vào với chuẩn IS-41 (theo [FAC-99]). Hơn nữa, việc áp dụng cấu trúc mạng GPRS cho ra hai lợi điểm chính khác, đó là: khả năng toàn cầu hoá của mạng GSM tạo điều kiện thuận lợi cho việc roaming; và chuẩn 3G UWC-136, là chuẩn mà tiến hoá lên từ chuẩn IS-136, tận dụng tốc độ dữ liệu cải tiến đối với việc tiến triển giao diện sóng radio của mạng GSM (EDGE).

1.2.4.4. Những tốc độ dữ liệu nâng cao cho phát triển mạng GSM (EDGE)

Sự ra đời của công nghệ EDGE sẽ tiếp tục nâng cao dung lượng mạng và tốc độ truyền dữ liệu sẵn có của cả hai mạng chuyển mạch kênh (HSCSD) và chuyển mạch gói (GPRS). Điều này thực hiện được là nhờ việc thiết lập một giao diện sóng radio mới liên kết với khoá mã dịch pha bát phần (8-PSK), là khoá mã mà sẽ cùng tồn tại với kỹ thuật điều chế GSM đang tồn tại, đó là GMSK. Phương pháp điều chế mới này cho phép các tốc độ dữ liệu của HSCSD và GPRS có sẵn có thể mở rộng lên đến ba lần cho từng kênh. Thay vào đó, các tốc độ dữ liệu đang tồn tại có thể đạt được nhờ việc sử dụng ít khe thời gian hơn, do vậy làm tăng hiệu quả mạng.

Đặc biệt quan trọng là không cần sự điều chế thêm nào đối với mạng GSM cơ sở. Chỉ có cập nhật là thông qua các lần nâng cấp phần mềm để phục vụ cho công nghệ giao diện sóng radio mới. Các kết cuối kiểu đa phương tiện cũng sẽ được đưa vào thị trường để nhằm khai thác các khả năng dịch vụ mới do mạng cung cấp.

Chuẩn EDGE Phase 1, do ETSI xác nhận, quan tâm đến cả hai dịch vụ HSCSD nâng cao (ECSD) và GPRS nâng cao (EGPRS) với các tốc độ dữ liệu lần lượt lên đến 38,4 kb/s và 60 kb/s cho mỗi khe thời gian. Các tốc độ dữ liệu cao hơn có thể đạt được bằng việc kết hợp các kênh TCH, bởi vậy, ví dụ ta có thể đạt được một dịch vụ 64 kb/s bằng việc kết hợp hai kênh ECSD. Các tốc độ cao hơn 400 kb/s có thể đạt được đối với EGPRS.

Rõ ràng, tại các tốc độ đã chọn, biên giới giữa EDGE và UMTS (sẽ chỉ đề cập vắn tắt) càng trở nên ít rõ ràng hơn. EDGE sẽ có khả năng cung cấp phần lớn các dịch vụ được trù định bởi UMTS vừa một mũi nhọn thị trường đầy tiềm năng sẽ là hiện thực. EDGE và UMTS đều được trù định để hoạt động bên nhau, đặc biệt trong những năm đầu của quá trình dàn xếp mạng UMTS. Đặc biệt, EDGE cũng được xem như là một phương tiện cho các nhà vận hành mạng GSM cung cấp các dịch vụ đa phương tiện cá nhân qua việc sử dụng việc cấp phát băng tần của mạng GSM đang tồn tại mà không cần một cấp phép UMTS.

Trong thực thế, sự phân biệt giữa EDGE của GSM với các công nghệ 3G thậm chí còn khó xác định hơn, khi EDGE hình thành nên cơ sở cho giải pháp UWC-136 mà sẽ cung cấp bộ phận TDMA của họ IMT-2000 trong những hệ thống sóng radio.

1.2.4.5. IS-95B

IS-95B, phiên bản dạng đóng gói của IS-95A, có khả năng phân phối tốc độ dữ liệu lên tới 115,2 kb/s. Điều này đạt được nhờ việc kết hợp tới tối đa tám kênh TCH. Một kênh TCH gồm có một kênh mã cơ sở (FCC) và từ 0 đến 7 kênh mã phụ (SCC). Tốc độ truyền dẫn của kênh FCC có thể biến đổi đặc tuyến với cặp tốc độ Rate Set 1 và 2 mà đã nói tới trước kia (xem lại phần trước về IS-95A), trong khi đó các kênh SCC hoạt động với tốc độ bit tối đa kết hợp với cặp tốc độ Rate Set đặc trưng (9,6 hoặc 14,4 kb/s). Việc truyền dẫn tín hiệu cũng được mô tả như chuẩn IS-95A.

Chuẩn IS-95B hình thành nên cơ sở cho giải pháp cdma2000 của 3G, là giải pháp mà thuộc một trong họ của các giao diện sóng radio được lựa chọn cho IMT-2000.

1.2.4.6. Dạng I

Vào tháng 2 năm 1999, NTT DoCoMo phóng dịch vụ Internet mobile chào hàng có đăng ký độc quyền, gọi là dạng i (i-mode). Trong vòng hai năm, dịch vụ này đã thu hút gần 20 triệu thuê bao, vừa vượt chỉ tiêu thị trường ban đầu. Mạng i-mode thực sự là một mạng phủ độn PDC, tạo ra tốc độ dữ liệu đóng gói là 9,6 kb/s, lên tới tối đa là 28,8 kb/s. Trên quan điểm này, khái niệm như vậy tương đương với mối quan hệ giữa GSM và GPRS. Các máy điện thoại i-mode, là những thiết bị mà có màn hình lớn 256 mầu, đều có thể duyệt trang Web và gửi tin nhắn thư điện tử như sử dụng một PC, cũng như chơi game, truy nhập vào các tư liệu dựa vào định vị, tải các bài hát karaoke, thực hiện các giao dịch thương mại... Để đạt được điều này, thiết bị i-mode hoạt động nhờ sử dụng một dạng nén của HTML, là ngôn ngữ của trang Web. Điều này tạo điều kiện cho các nhà triển khai trang Web dạng i-mode dễ dàng đưa vào nội dung. Đây là một hướng tiếp cận khác biệt so với phương pháp áp dụng bởi GSM, và các thành phần phát sinh, là thành phần mà xác định được ngôn ngữ riêng của mình dưới giao thức ứng dụng vô tuyến (WAP).

Là một mạng hướng đóng gói, các thiết bị kết cuối i-mode được đấu nối lâu dài tới mạng, nhưng người sử dụng chỉ phải trả tiền cho những gói tin nhận được. Thành công của i-mode tại Nhật Bản đã chứng tỏ được tiềm lực đối với các dịch vụ kiểu giao thức mạng mobile (mobile IP) và vạch ra con đường cho việc phóng các dịch vụ 3G tại Nhật Bản.

1.3. ĐIỆN THOẠI KHÔNG DÂY

1.3.1. Bối cảnh

So với máy điện thoại mạng tế bào, việc phát triển thị trường của máy điện thoại không dây vẫn còn khá khiêm tốn, cho dù có được những thị trường tiềm tàng đầy ý nghĩa quan trọng. Giống như công nghệ mạng ô tế bào, công nghệ điện thoại không dây đã có mặt khoảng từ giữa những năm 1980. Tuy nhiên, chỉ trong khoảng ít năm gần đây, công nghệ vô tuyến điện (điện thoại không dây) mới có thể tạo ra những bước đi xâm nhập thị trường đáng kể, cùng với thị trường WLL đang có thế mạnh riêng.

Thị trường vô tuyến nhằm vào ba khu vực đặc biệt, đó là: nội địa, thương nghiệp, và viễn điểm.

Trong một hình dạng giản tiện nhất, chẳng hạn như có thể dùng trong nhà, một mạng vô tuyến điện bao gồm một BTS đơn lẻ, và một kết cuối không dây có công suất thấp. BTS tạo kết nối tới mạng cố định nội hạt và thực hiện chuyển đổi giao thức theo yêu cầu giữa mạng cố định (ví dụ như PSTN) với mạng truy nhập bằng vô tuyến; kết cuối có công suất thấp giao

tiếp với BTS thông qua một liên kết sóng radio. Có tới trên một thiết bị kết cuối có thể được kết nối tới BTS đó.

Hơn nữa, người sử dụng ở rải rác mọi nơi tham gia vào mạng, từng người với số điện thoại đường dây phụ riêng biệt của chính mình, ví dụ như trong một môi trường thương nghiệp điển hình, cần đến chẳng hạn như nhiều BTS để cung cấp vùng phủ sóng cần thiết. Giống với những hệ thống mạng tế bào, mỗi BTS sẽ cung cấp vùng phủ sóng trên một khoảng nhất định, cung cấp một số kênh truyền. Để cho phép định tuyến một cách hiệu quả các cuộc gọi đến, ta cần phải chắc chắn rằng tổng đài doanh nghiệp tư nhân (PBX) cục bộ phải nhận ra BTS có kết hợp với từng máy điện thoại vô tuyến điện. Điều này bắt buộc phải có mối tương quan giữa BTS và số đường dây phụ nội hạt.

Viễn điểm là khái niệm môi trường vô tuyến điện vượt ra khoảng không gian ngoài trời. Một hệ thống như vậy đã được ra mắt tại Vương Quốc Anh vào đầu thập niên 90, với các trạm cố định (FS) được đặt tại các phòng bưu điện, ngân hàng... tạo ra một bán kính hoạt động 300 m từ máy phát. Pháp chế bấy giờ đã hạn chế việc sử dụng các dịch vụ viễn điểm của Anh chỉ ở mức độ cho các cuộc gọi đi. Dịch vụ viễn điểm tỏ ra không phổ biến ở nước Anh, một phần hiển nhiên là do tính phổ thông hoá của điện thoại di động mạng tế bào ngày một thêm mạnh mẽ, và cuối cùng nó đã rút lui vào năm 1993. Công nghệ viễn điểm tuy nhiên đã tỏ ra có được vai trò quan trọng ở Pháp, Italy, và Hồng Kông.

Tiếp theo, ba trong số những hệ thống điện thoại không dây chính sẽ được mô tả ngắn gọn. Thông tin tiếp theo về công nghệ vô tuyến điện có thể tìm thấy trong cuốn tài liệu tham khảo [ITU-97 và TUT-90].

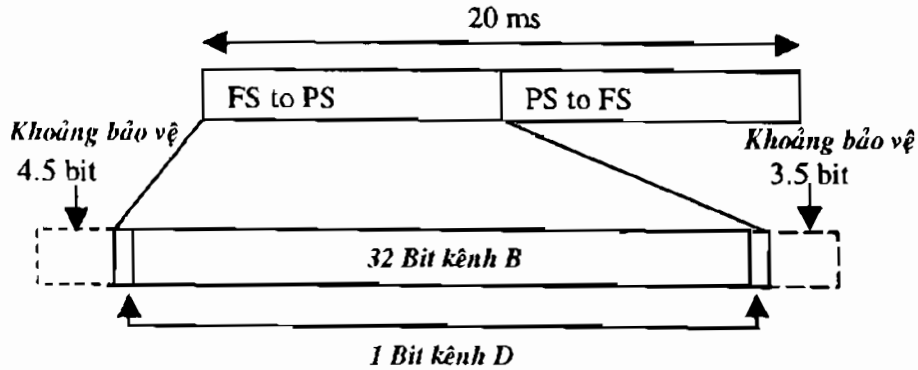
1.3.2. Điện thoại không dây-2 (CT-2)

Hệ thống CT-2 được đưa ra triển khai dịch vụ ở Anh đầu tiên là hệ thống điện thoại vô tuyến điện kỹ thuật số. CT-2 nhằm vào thị trường là các hộ gia đình, văn phòng và những môi trường viễn điểm, và xây dựng dựa trên hệ thống điện thoại vô tuyến điện sử dụng kỹ thuật analog (như CT-1, CT-1+).

CT-2 hỗ trợ một giao diện không gian chung (CAI), là giao diện mà được xác định bởi ETSI vào năm 1991. Điều này cho phép việc tương tác giữa các thiết bị của rất nhiều các hãng sản xuất hoạt động trên cùng một mạng.

CT-2 hoạt động theo phương thức FDMA/TDD (song công chia thời gian), trong băng tần 864,1-868,1 MHz. Điều này cho phép có 40 kênh 100 kHz được hỗ trợ. Hệ thống này hoạt động nhờ sử dụng một dạng phân cấp kênh động. Các tín hiệu được điều chế qua mã khoá dịch tần cùng với bộ lọc Gaussian. Một khoảng dịch tần 14,4÷25,2 kHz trên sóng mạng được gán bằng mức "1", và băng hoặc thấp hơn được gán bằng mức "0".

Hình 1.10 dưới đây là cấu trúc khung dữ liệu đó. Thông tin được truyền đi với tốc độ 72 kb/s trong các khung 14.4 bit, tương đương với một độ dài khung là 2 ms. Nửa đầu của một khung được dùng cho FS đối với truyền dẫn trạm xách tay (PS) và nửa kia được sử dụng ở hướng ngược lại.



Hình 1.10. Cấu trúc khung của CT-2.

Trong một khung, kênh B được sử dụng để mang thông tin người sử dụng, trong khi một kênh D lại được dùng để mang thông tin báo hiệu với tốc độ 1 hoặc 2 kb/s, tuỳ theo sự xác định của nhà sản xuất. Nửa khung từ FS đến PS được đứng trước bởi một khoảng thời gian chắn tương đương với $4^{1/2}$ bit và khoảng nửa khung từ PS đến FS được đứng trước bởi một khoảng thời gian $3^{1/2}$ bit. Việc lựa chọn tốc độ dữ liệu nhỏ hơn của kênh D cho phép dùng được một khoảng thời gian chắn lớn hơn. Thoại được mã hoá với tốc độ 32 kb/s qua việc sử dụng điều chế mã xung vi sai tương thích (gọi là ADPCM), như được sử dụng trong điện thoại kết điểm cố định. Định dạng khung này được gọi là Multiplex One (M1).

CT-2 sử dụng ba định dạng khung, đó là: M1, M2 (Multiplex Two), và M3 (Multiplex Three). Khung M3 được sử dụng bởi PS để bắt đầu thiết lập cuộc gọi. Trong trường hợp này, thay vì sử dụng một phương thức TDD như trong định dạng khung M1 và M2, PS truyền đi 5 khung liên tiếp nhau gồm 144 bit, theo đó là một khoảng ngắt 4 ms, mà trong đó PS phải chờ một hồi ứng từ FS.

Cấu trúc khung M2 được sử dụng khi một FS dạng thiết lập một cuộc gọi với một PS. Ở đây, kênh B không cần đến, bởi vì không có thông tin người sử dụng nào được mang đi. Trong trường hợp này, kênh D hoạt động với tốc độ 16 kb/s. Một tín hiệu mào đầu, bao gồm 10 bit, thay đổi trạng thái giữa "0" và "1", đi trước kênh SYNC bao gồm 24 bit. Khi PS đồng bộ với FS, nó có thể truyền đi từ khoá SYNC và chuyển tiếp mã xác minh của nó trong kênh D, qua việc sử dụng phần uplink của khung.

Các PS hoạt động với một công suất tối đa 10 mW, giống như các FS. Các lỗi có thể được phát hiện và hiệu chỉnh trên kênh D, song không có hiệu chỉnh nào trên kênh B.

1.3.3. Viễn thông vô tuyến kỹ thuật số tiên tiến (DECT)

Hệ thống DECT, một hệ thống đã được ETSI tiêu chuẩn hoá vào năm 1992 và ra mắt dịch vụ vào năm 1993, được nhằm vào các môi trường có dân cư đông đúc, các văn phòng cơ quan đông nhân viên, và WLL. Đến cuối năm 1998, có 25 triệu máy điện thoại đã được tung ra thị trường (theo [MCI-99b]). Thị trường WLL đã ngày càng trở nên có sức hút với 32% tuyến đường dây WLL trong năm 1998 nhờ việc sử dụng công nghệ DECT. Tại Italy, dịch vụ kiểu viễn điểm của DECT đầu tiên đã được đưa ra chào hàng vào năm 1998 dưới thương hiệu là Fido, và điều này đã cuốn hút khoảng 100.000 thuê bao cho đến cuối năm đầu tiên đó.

DECT sử dụng kỹ thuật truyền phát phân chia tần số/TDMA/TDD. Phương thức điều chế căn bản được sử dụng bởi DECT là mã hoá dịch tần Gaussian (GFSK) với một giá trị BT (3dB băng thông×chu kỳ bit) là 0,5 với một tổng tốc độ dữ liệu là 1152 kb/s. Thoại được mã hoá qua việc dùng bộ mã ADPCM 32 kb/s. Các phương pháp điều chế như Pi/2-DBPSK, Pi/4-DQPSK và Pi/8-D8PSK kể từ đó đã được bổ xung vào tiêu chuẩn kỹ thuật cho việc nhận ra tầm quan trọng của các dịch vụ dữ liệu và để tăng tốc độ dữ liệu sẵn có. Hệ thống này hoạt động trên băng tần 1880÷1900 MHz[1] sử dụng 10 sóng mang với một khoảng cách giữa các sóng mang là 1728 kHz. Các kết cuối hoạt động với một công suất tối đa là 250 mW và một công suất RF trung bình là 5 mW với tốc độ 8 kb/s.

Ghi chú: [1] 1900÷1920 MHz tại Trung Quốc, 1910÷1930 MHz tại Bắc Mỹ.

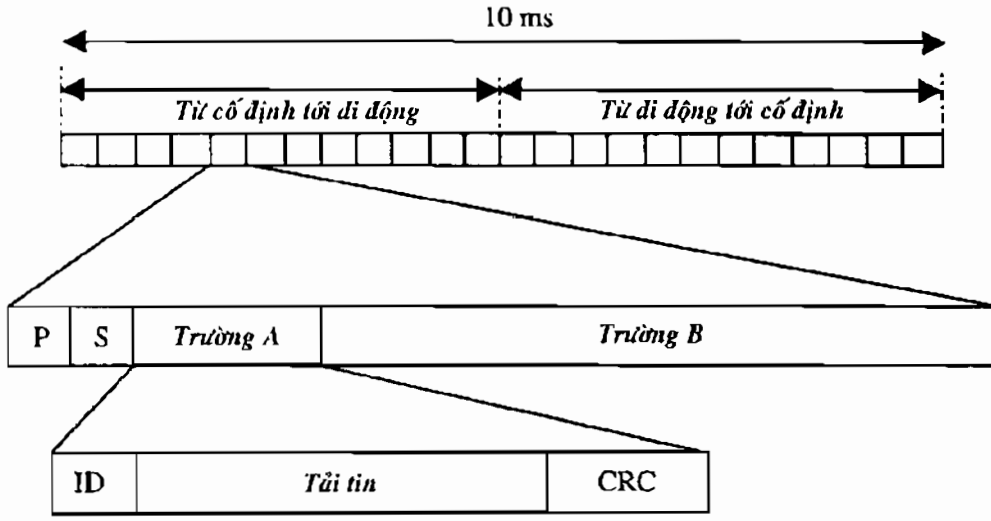
Trong hình 1.11, là cấu trúc khung TDMA của DECT.

Một khung DECT là một khoảng thời gian 10 ms. Ở dạng khe đầy đủ, mỗi khung được chia thành 24 khe tiếp; truyền phát từ cố định đến di động trong 12 khung đầu và 12 khung tiếp theo dành cho hướng ngược lại.

Mỗi khe thời gian có một khoảng thời gian 416,7 μs. Một khe được chia ra như sau: đầu tiên là một mào đầu 16 bit, theo sau là một burst đồng bộ 16 bit. 64 bit tiếp theo, mà hình thành nên cái gọi là trường A, được sử dụng để truyền thông tin điều khiển; theo sau trường này là 320 bit thông tin, gọi là trường B.

Trường A được chia thành một thành phần nhận dạng 8 bit, theo sau là một tải tin 40 bit và sau đó một thành phần kiểm tra lỗi dư quay vòng 16 bit. Ở DECT, 5 kênh lô-gíc được sử dụng, lần lượt gọi là C, M, N, P, và Q. Kênh Q được sử dụng để truyền phát thông tin về hệ thống tới những bộ phận xách tay. Mỗi lần nó được trên 16 khung, cho ra một tốc độ bit 400 kb/s. Kênh M được sử dụng để điều hành các thủ tục phân cấp kênh và chuyển vùng, và có thể chiếm tới tám khe trên mỗi khung. Kênh C được sử dụng đối với những thủ tục quản lý cuộc gọi và có thể chiếm cùng số khe như kênh M. Kênh N đóng vai trò giống như SAT trong AMPS, và có thể chiếm tới 15 khung trong mỗi gói đa khung hoặc tất cả các gói đa khung nếu

không có những kênh điều khiển nào khác đang hoạt động. Kênh P được dành cho việc paging và có thể hoạt động với tốc độ lên tới 2,4 kb/s.



Hình 1.11. Cấu trúc khung DECT.

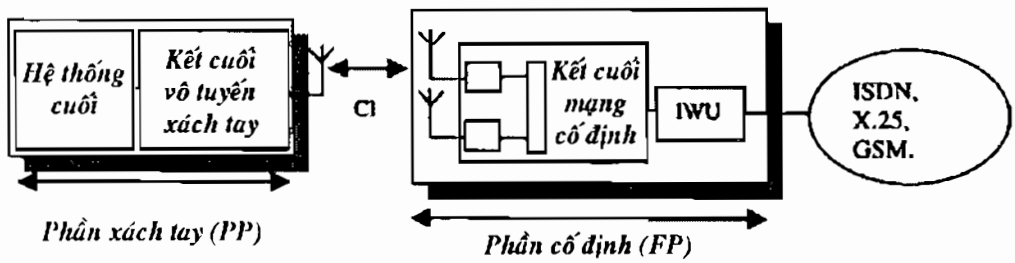
Trường B có thể bao gồm hai kiểu thông tin người sử dụng. Một cuộc truyền dẫn điện thoại thông thường được truyền đi trên một kênh thông tin không bảo hộ, gọi là I_N. Những kiểu thông tin người sử dụng khác được truyền dẫn trên các kênh có bảo hộ, gọi là I_P. Ở loại hình có bảo hộ hoạt động, kênh I_P được chia thành 4 trường 80 bit. Mỗi trường gồm 64 bit thông tin người sử dụng cộng với một chuỗi kiểm lỗi khung 16 bit. Bốn bit kiểm lỗi chẵn lẻ và một khoảng chắn tương đương với 60 bit khi ấy sẽ đi theo. Như ta có thể thấy trong những số liệu dưới đây, tốc độ thông tin tương đương là 32 kb/s (320 bit/10 ms) và tốc độ kênh báo hiệu là tương đương với 6,4 kb/s. Được thiết kế trên tinh thần với các dịch vụ dữ liệu, phản ánh lại môi trường công sở, ta có thể đạt được đa tốc độ bit nhờ việc sử dụng trên một khe cho mỗi khung. Ta cũng có thể phân cấp một số lượng khe khác biệt trên những đường liên kết đi và về, tạo ra những tốc độ truyền dẫn khác nhau trên mỗi hướng.

DECT cũng cung cấp các tốc độ bit tần số radio 2304 và 3456 kb/s. Các tốc độ này đạt được bởi việc dùng lần lượt các kỹ thuật điều chế bốn mức Pi/4-DQPSK và phương pháp điều chế tám mức Pi/8-D8PSK. Các phương pháp điều chế ở thứ tự cao hơn chỉ được áp dụng vào cho trường B. Việc sử dụng các khe thời gian hoặc cũng có thể là các sóng mang được áp dụng để cung cấp các tốc độ dữ liệu người sử dụng cao hơn, là những tốc độ mà đã được tiêu chuẩn hoá lên đến 552 kb/s. Bảng 1.5 tóm tắt các kiểu khe được sử dụng bởi DECT.

Bảng 1.5. Các kiểu khe của DECT

Kiểu khe	Trường A (số bit trên mỗi khe)	Số khe trên mỗi khung			Trường B (số bit trên mỗi khe)
		Mức 2	Mức 4	Mức 8	
Đoạn khe	64	0	0	0	
Nửa khe	64	80	160	24	2 × 24
Trọn khe	64	320	640	960	2 × 12
Khe đúp	64	800	1600	2400	2 × 6

Mạng DECT chỉ bao gồm ba thành phần, đó là: kết điểm mạng cố định, kết điểm radio xách tay, và bộ phận tương tác như trình bầy trong hình 1.12. Kết điểm radio xách tay tương đương với một bộ phận radio của kết cuối mobile, và kết điểm mạng cố định tương ứng với một BTS. DECT hỗ trợ chuyển vùng trong ô tế bào và liên ô tế bào. Chuyển vùng trong ô tế bào là chuyển vùng trong một ô tế bào được bao bởi một BTS, còn chuyển vùng liên ô tế bào là chuyển vùng giữa các ô tế bào bao phủ bởi một BTS khác. Chuyển vùng là liền mạch, cho ta thấy rằng không có sự ngắt quãng nào xảy ra đối với suốt quá trình của một cuộc gọi.



Hình 1.12. Cấu trúc mạng DECT.

Người ta có ý định hình thành DECT như là một mạng truy nhập cho phép các mạng khác nhau như ISDN, X.25 và GSM hoạt động thông qua các kết cuối của DECT. Điều này đạt được là thông qua khối tương tác, là khối mà chuyển đổi các giao thức kết hợp với các mạng không phải là DECT thành các giao thức của DECT và ngược lại.

Giao diện sóng radio của DECT đã được chọn làm một trong năm giao diện sóng radio hình thành nên họ các giao diện sóng radio hoạt động dưới tán ô của hệ thống IMT-2000 thuộc 3G. Các giao diện sóng radio khác sẽ được nói đến tiếp trong những phần sau.

1.3.4. Hệ thống điện thoại cầm tay cá nhân (PHS)

PHS là hệ thống điện thoại vô tuyến điện đã được cung cấp dịch vụ ở Nhật Bản. Nó cung cấp kết nối cho các hộ gia đình, văn phòng cơ quan, và các môi trường ngoài trời. Giống như DECT, PHS sử dụng kỹ thuật chia tần/TDMA/TDD trong truyền dẫn. PHS sử dụng một chuẩn giao diện không gian chung. Một khung TDMA có một khoảng chu kỳ là 5 ms, là một khoảng thời gian được chia thành 8 khe thời gian. Bởi vậy, bốn sóng mang song công được hỗ trợ trên mỗi sóng mang.

Phương pháp điều chế được sử dụng bởi PHS là Pi/4-DQPSK với một tham số cuộn là 0,5. Các luồng bit được truyền với một tốc độ tổng dữ liệu là 384 kb/s. Thoại được mã hoá nhờ việc sử dụng 32 kb/s ADPCM.

Hệ thống này hoạt động trên băng tần 1895-1918 MHz với một khoảng cách sóng mang là 300 kHz. Các kết cuối hoạt động với một công suất tối đa là 80 mW và một công suất RF trung bình là 10 mW. Mạng này bao gồm các trạm tế bào (CS), là các trạm mà cung cấp kết nối tới các mạng cố định và PS. Các cuộc gọi trực tiếp giữa các PS được hỗ trợ bởi hệ thống này.

1.4. CÁC HỆ THỐNG THẾ HỆ THỨ BA (3G)

1.4.1. Viễn thông di động quốc tế-2000 (IMT-2000)

1.4.1.1. Bối cảnh

Khái niệm về IMT-2000 bắt đầu ra đời vào năm 1985, khi những Hệ thống Viễn thông di động đất liền công cộng viết tắt là FPLMTS phát âm quá khó khăn.

Từ thời đầu, FPLMTS được coi như bao gồm cả thành phần mặt đất lẫn vệ tinh, lưu ý rằng việc phân chia các dịch vụ như thế tới những người sử dụng hàng hải và hàng không có thể chỉ phụ thuộc vào phân phối vệ tinh. Một trong những mục tiêu nhằm để cung cấp một môi trường mà trong đó truy cập toàn cầu vào dịch vụ có chất lượng tương tự với mạng cố định. Người ta có ý định thiết kế các kết cuối cá nhân nhỏ gọn, và rẻ tiền. Các thiết bị kết cuối cố định và gắn trên các phương tiện đi lại cũng đã được trù định. Việc phân phối các kết cuối vệ tinh/mặt đất song mốt, cho phép chuyển vùng liên phần giữa những môi trường riêng biệt đã được thử nghiệm trước.

Một dự án FPLMTS gồm hai giai đoạn đã được xem xét, trong đó ở giai đoạn đầu, tốc độ dữ liệu lên đến xấp xỉ gần 2Mb/s. Giai đoạn thứ hai sẽ có thể cho ra mắt những dịch vụ mới và có lẽ với tốc độ dữ liêu cao hơn.

Cùng với sự cải tên vào giữa những năm 1990, IMT-2000 đã trưởng thành qua nhiều năm, trong khi vẫn giữ nguyên rất nhiều nguyên lý ban đầu và căn bản vốn có của hệ thống. Sự trưởng thành này là cần thiết để đánh giá sự phong phú và đa dạng của các hệ thống di

động hiện đang có mặt trên thị trường, cũng như những nguồn đầu tư khổng lồ bởi ngành vô tuyến trong việc thiết lập các mạng mobile trên khắp thế giới.

1.4.1.2. Những giao diện sóng Radio

Thay vì tạo ra một giải pháp sóng radio đơn lẻ, IMT-2000 bao gồm một họ các giao diện sóng radio xung quanh những hệ thống 2G đang tồn tại cũng như những hệ thống 3G cải tiến mà hiện đang chuẩn hoá. Vào cuối tháng 6 năm 1998, có 15 đề xuất về vấn đề giao diện sóng radio IMT-2000 đã được trình lên ITU để chờ đánh giá kỹ thuật bởi các nhóm định giá độc lập, cư trú ở khắp mọi nơi trên thế giới. Trong số 15 đề xuất này, có 5 đề xuất đã nhằm vào thành phần vệ tinh. Giao diện sóng radio vệ tinh bao gồm hai đề xuất từ Hãng Hàng không Châu Âu (ESA). Các đại biểu nghiên cứu về phần mặt đất bao gồm DECT đối với các môi trường trong các hộ gia đình và đường bộ, truy nhập sóng radio mặt đất UMTS (UTRA) của ETSI, W-CDMA của Nhật Bản, một đệ trình TD-SCDMA từ Trung Quốc, cộng với TDMA UWC-136 và cdma2000 từ Hoa Kỳ. Sau quá trình đánh giá những đệ trình này, nhóm ITU TG 8/1 kết luận rằng, đối với phần mặt đất, cả hai phương pháp CDMA và TDMA sẽ được sử dụng, như là sự kết hợp giữa hai thành phần này. Việc sử dụng phương pháp đa truy nhập phân biệt không gian (SDMA), kết hợp với các công nghệ đa truy nhập nói trước, cũng được xem xét tính khả thi.

Cả FDD và TDD đều được tuyển chọn để tối ưu hoá tính hiệu quả trải phổ. Bởi thế, IMT-2000 sẽ cho phép chọn lựa các chuẩn đa truy nhập bằng một chuẩn đơn lẻ và mềm dẻo, có mục tiêu tối thiểu hoá số lượng các giao diện sóng radio mặt đất trong khi tối đa hoá số lượng các đặc tính chung bằng việc hài hoà các chuẩn riêng biệt. Ví dụ, đệ trình TD-SCDMA của Trung Quốc, là phương pháp sử dụng một băng tần đơn lẻ trên một cơ sở TDD cho thu và phát, trải qua quá trình hài hoà với phiên bản TDD của UTRA.

Cuối cùng, đối với CDMA băng rộng, một chuẩn toàn cầu đơn lẻ bao gồm ba dạng hoạt động đã được xác định, bao gồm chuỗi trực tiếp (IMT-DS), đa sóng mang (IMT-MC), và TDD.

Chuẩn trực tiếp được dựa trên cơ sở của W-CDMA UTRA FDD. Nó đã được xác nhận bởi 3GPP và hoạt động trên các băng tần kép IMT-2000 với một tốc độ chip 3,84 Mc/s, trải rộng qua gần 5 MHz. Dạng thức hoạt động này sẽ được sử dụng trong các môi trường vĩ tế bào và vi tế bào của UMTS. Một khung W-CDMA có một chu kỳ 10 ms và được chia thành 15 khe. Một siêu khung bao gồm 72 khung. Các tín hiệu được điều chế QPSK, và lọc cosin nâng gốc với một tham số cuộn 0,22 được dùng tại đầu thu và phát. Thông tin chi tiết hơn về vấn đề này có thể tìm thấy trong cuốn [HOL-00].

Đa sóng mang, đồng thời cũng có tên gọi là cmda2000, đã được xác định bởi 3GPP2 và có thể hoạt động như một trùm phủ độn quang phổ IS-95. Đa sóng mang hoạt động trên đường liên kết downlink với một tốc độ chip cơ sở là 1,2288 Mc/s, chiếm 1,25 MHz băng

thông. Các BTS cho ra các kênh RF theo tích số của 1,25 MHz băng thông, trong đó, bội số sẽ là 1X hoặc 3X. Bộ số 1X có sẵn trong ví dụ đầu. Cuối cùng, các thừa số tích 6, 9, và 12 sẽ được sử dụng để mở rộng tốc độ dữ liệu có thể đạt được. Lựa chọn 3X, là lựa chọn mà sẽ trở thành phổ biến trong giai đoạn phóng thứ hai, cho phép tốc độ dữ liệu cao hơn của IMT-2000 sẽ được hỗ trợ nhờ việc kết hợp ba sóng mang trong một băng tần 5 MHz. Việc này sinh ra một tốc độ dữ liệu khả thi từ 1 đến 2 Mb/s. Các thiết bị kết cuối không cần phải nhận cả ba sóng mang trừ khi có liên quan. Khi ấy các lựa chọn tốc độ dữ liệu đầy đủ có được do thức 3X sẽ không có tính khả thực trong trường hợp này. Trên đường liên kết uplink, trải trực tiếp được sử dụng để giảm thiểu sự phức tạp kết cuối với một tốc độ chip là 3,6864 Mc/s. Đa sóng mang dựa vào hai kiểu TCH để truyền đi dữ liệu của mình: Kênh cơ sở hướng đi hoặc về (F-FCH, R-FCH) và kênh phụ hướng đi hoặc về (R-FCH, R-SCH). Kênh cơ sở được sử dụng để cho ra tốc độ dữ liệu người sử dụng lên đến 14,4 kb/s. Tốc độ dữ liệu cao hơn tốc độ này được cung cấp qua các kênh bổ xung, là các kênh mà cho ra tốc độ từ 9,6 kb/s đến 1 Mb/s; điều này còn tuỳ thuộc vào cấu hình radio (RC) đã chọn (theo [SAR-00]). RC được sử dụng để xác định các tham số liên kết về mặt tốc độ dữ liệu, tốc độ mã hoá, và phương pháp điều chế. Mã hoá Turbo được áp dụng vào các tốc độ trên 14,4 kb/s, còn kênh cơ sở thì luôn luôn dùng loại mã chập. Tổng số, có sáu RC cho đường liên kết hướng về và chín RC trên hướng liên kết đi. Dữ liệu được truyền đi qua các kênh cơ sở và bổ xung trong các khung 20 ms độ dài.

UTRA TDD (dựa trên một giải pháp UTRA TDD/TD-SCDMA hoà hợp), như đã xác định bởi 3GPP, hoạt động ở các băng tần quang phổ không theo cặp với một tốc độ chip là 3,84 Mc/s, trải rộng trên gần 5MHz. Nghe từ tên ta đã thấy, các tín hiệu thu và phát được trải trên miền thời gian. Điều này bắt buộc phải có một dạng đồng bộ nào đó giữa các BTS để điều khiển truyền dẫn, nếu không, một số xuyên nhiễu đáng kể có thể xảy ra. Các đặc tính của lớp vật lý cũng giống như của định dạng W-CDMA FDD. Một khung radio được chia thành 15 khe, mỗi khe chứa một số lượng kênh, được phân biệt nhờ kỹ thuật CDMA. Các tín hiệu được điều chế QPSK, và lọc cosin nâng gốc với một tham số cuộn là 0,22 được dùng tại đầu thu và phát. Người ta hi vọng định dạng TDD sẽ được sử dụng cho môi trường ô tế bào rất nhỏ cỡ pico.

Các giải pháp UTRA, có nghĩa là, những giải pháp sẽ được sử dụng để cung cấp giao diện sóng radio UMTS, sử dụng trong giai đoạn 1 những MAP CN cải tiến của GSM, với khả năng cho phép sự tương tác với mạng lõi IS-41. Báo hiệu mạng để hoạt động trực tiếp với IS-41 sẽ được cho ra mắt trong cuộc thực hiện giai đoạn 2. Tương tự vậy, đa sóng mang sẽ tận dụng mạng lõi IS-41 cải tiến trong giai đoạn 1, với khả năng tương tác với GSM MAP. Kết nối trực tiếp vào GSM MAP sẽ được tiến hành trong giai đoạn 2.

UWC-136, được đề xướng bởi Hiệp hội Truyền thông Vô tuyến Toàn cầu (UWC) và Tổng công ty Công nghiệp Viễn thông (TIA), thể hiện một sự quy tụ giữa các chuẩn TDMA-136, GSM, và EDGE. UWC-136 sẽ quy nạp cấu trúc mạng dữ liệu gói của GPRS, trong khi nâng cao chất lượng giao diện sóng radio của TDMA-136 để tạo sự tương hợp giữa GSM với EDGE và một giải pháp tốc độ dữ liệu cao đối với môi trường trong nhà. Theo thuật ngữ

chuyên môn của ITU, giao diện sóng radio này được gọi là IMT-DS. Giao diện sóng radio của UWC-136 bao gồm ba thành phần, đó là: một sự nâng cấp của các kênh TDMA-136 30kHz đang tồn tại (đây gọi là 136+); bổ xung thêm một sóng mang tương thích GSM/EDGE 200 kHz đối với tính di động tốc độ cao (gọi là 136HS ngoài trời); và một bộ phận 1,6GHz đối với tính di động tốc độ thấp, các ứng dụng trong nhà (136HS trong nhà).

Sóng mang 136+ sử dụng hai loại điều chế, đó là: Pi/4-QPSK và 8-PSK, với thoại và dữ liệu có thể thực hiện được nhờ sử dụng cả hai phương thức. Giống như TDMA-136, các kênh được cách biệt 30kHz và sử dụng một độ dài khung là 40 ms, chia thành sáu khe thời gian.

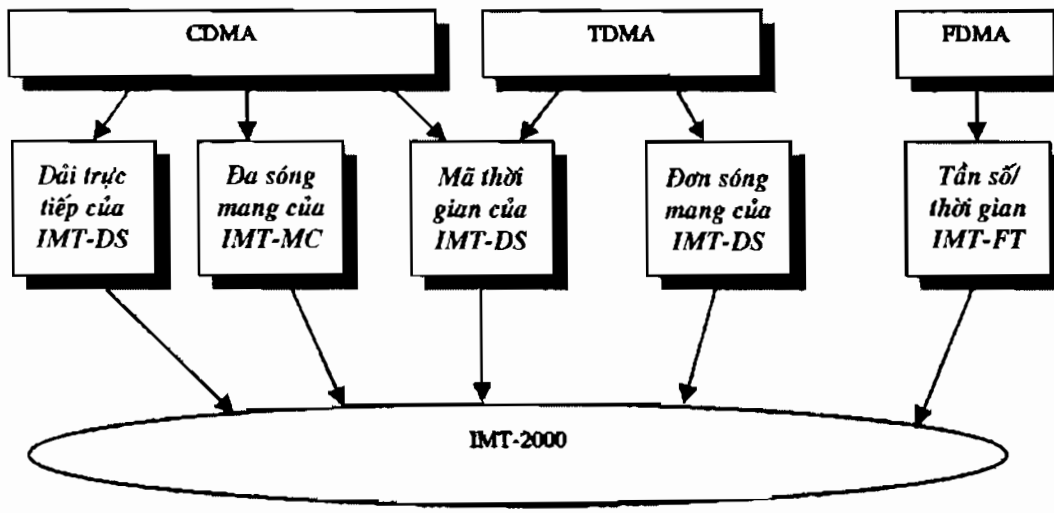
Dạng ngoài trời 136HS hỗ trợ điều chế GSMK và 8-PSK với một tốc độ biểu tự là 270,833 ksymbol/s. Các kênh được tách biệt một khoảng 200kHz. Độ dài khung là 4,615 ms và được chia thành tám khe thời gian. Đây là sóng radio tương thích với GSM/EDGE.

Dạng trong nhà 136HS hỗ trợ điều chế biên độ trực phương offset nhị phân (B-O-QAM) và điều chế biên độ trực phương offset tứ phân (Q-O-QAM) với một tốc độ biểu tự là 2,6 Msymbol/s. Các sóng mang được tách nhau một khoảng là 1600kHz. Độ dài khung là 4,615ms và được chia thành từ 16 đến 64 khe thời gian.

Giải pháp UWC-136 này tạo ra tính tương thích ngược trở lại với các mạng AMPS, IS-54. IS-136, và GSM.

Như đã chỉ ra từ trước, DECT sẽ cung cấp các giao diện sóng radio khác (IMT-FT).

Do đặc tính bao quát toàn cầu của phần vệ tinh, một sự hoà hợp như vậy không được coi là thích hợp trong giai đoạn đầu của việc giới thiệu các dịch vụ IMT-2000 vệ tinh. Hài hoà chặt chẽ hơn được thử nghiệm trước với thế hệ 2G thuộc các đề xuất của hệ thống IMT-2000 vệ tinh. Như đã nói, cuộc dàn dựng IMT-2000 đầu tiên sẽ tận dụng 2G GSM MAP cải tiến và các CN của IS-41, và cuối cùng, một giải pháp mạng dựa toàn bộ vào IP (xem hình 1.13).



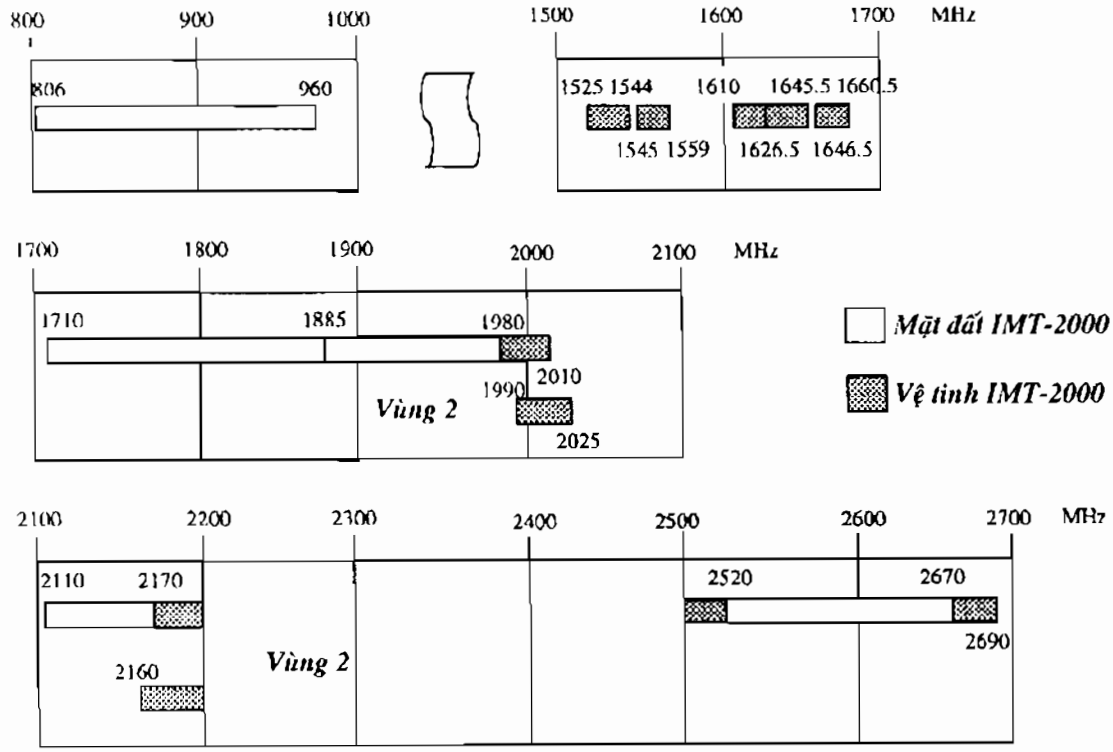
Hình 1.13. Họ các hệ thống sóng radio của IMT-2000.

1.4.1.3. Phổ tần số

Phân cấp tần số chung cho cả ba vùng của thế giới đối với các dịch vụ 3G, phổ tần số được phân phối đầu tiên đến FPLMTS tại WARC 92, gán các băng tần 1885÷1980, 2010÷2025, và 2110÷2170 MHz lên một cơ sở toàn cầu đối với phần mặt đất và 1980÷2010 MHz (uplink) và 2170÷2200 MHz (downlink) đối với phần vệ tinh. Những băng tần này được dùng đối với FPLMTS từ 2005. Tại WRC 95, việc phân cấp cho phần vệ tinh được duyệt lại để đem lại sự phong phú về phổ tần số cho 2000, cách biệt khỏi vùng 2 (Region 2) (tại châu Mỹ và vùng Caribê), là vùng mà còn giữ lại điểm khởi đầu 2005. Hơn nữa, phân cấp tần số trong vùng 2 được chỉnh sửa thành các băng tần 1990÷2025/2160÷2200 MHz, còn ở Mỹ, băng tần 1850÷1990 MHz được phân cấp cho PCS.

Ở châu Âu, UMTS mặt đất sẽ chiếm các băng tần 1900÷1980 và 2110÷2170 MHz và băng tần không theo cặp 2010÷2025 MHz. Như đã nêu ra trước kia, DECT chiếm băng tần 1880÷1900 MHz ở châu Âu.

Phổ tần số phân cấp cho các dịch vụ IMT-2000 đã được ra mắt trong cuộc họp của WRC 2000. Tại cuộc họp này, phổ tần số bổ sung cho phần mặt đất của IMT-2000 được phân phối trong những băng tần sau: 806÷960; 1710÷1885; và 2500÷2690 MHz. Phân cấp băng tần dưới 1 GHz được thực hiện với mục đích tạo hiệu quả thuận lợi cho quá trình cải tiến các mạng 1G và 2G, là các mạng mà đã dùng băng tần này (xem hình 1.14).



Hình 1.14. Phân phối quang phổ của IMT-2000.

Băng tần gốc cho phần vệ tinh được cập nhật tại phiên họp WRC 2000 cũng để bao hàm một sự phân cấp bổ sung trong các băng tần 1525÷1544; 1545÷1559; 1610÷1626,5; 1626,5 1646,5; 1646,5÷1660,5; và 2483,5÷2500 MHz. Những băng tần này được chia sẻ với các dịch vụ vệ tinh mobile đang tồn tại và các dịch vụ khác đã sử dụng những băng tần này. Tương tự thế, các băng tần 2500÷2520 và 2670÷2690 MHz đã được phân cho phần vệ tinh của IMT-2000, với dự kiến, các băng tần 2500-2520 và 2670-2690 MHz sẽ được phổ biến đối với phần mặt đất của IMT-2000 vào một thời gian nào đó trong tương lai.

Ngoài các thành phần mặt đất và vệ tinh của IMT-2000 ra, phân cấp phổ tần số cũng được thực hiện lần đầu tới các trạm có độ cao lớn (HAPS), là các trạm mà có thể được sử dụng để cung cấp các dịch vụ IMT-2000 mặt đất. Một HAPS được xác định bởi ITU như là một trạm định vị trên một vật thể với độ cao 20-50 km và tại một điểm khá cố định cụ thể đối với Trái Đất. Khi được sử dụng làm các BTS với phần mặt đất của IMT-2000, HAPS có thể được dùng để cung cấp các dịch vụ IMT-2000 mặt đất trong các băng tần 1885÷1980, 2010÷2025, và 2110÷2170 MHz trong vùng 1 và 3; và 1885÷1980 và 2110÷2160 MHz trong vùng 2. Hình thức phân phối dịch vụ này sẽ được miêu tả tiếp trong chương sau.

1.4.2. Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS)

1.4.2.1. Mục tiêu

UMTS là hệ thống 3G của châu Âu và sẽ là một thành phần trong họ của các giao diện sóng radio hình thành nên IMT-2000, hoạt động trên các băng tần phân cấp cho FPLMTS tại WARC 92 và cho IMT-2000 tại WRC 2000. Giống như IMT-2000, UMTS sẽ bao gồm cả hai thành phần vệ tinh và mặt đất.

Ngay năm 1988, nghiên cứu về UMTS đã là sự quan tâm của EU và chương trình Phát triển về Truyền thông Tiên tiến ở Châu Âu (RACE) (theo [DAS-95]). Thực tế cho thấy, EU đã đóng một vai trò nổi bật trong việc hỗ trợ cuộc nghiên cứu và phát triển xuyên suốt những năm của thập kỷ 1990, thông qua chương trình các công nghệ truyền thông tiên tiến và các dịch vụ (ACTS) trong những năm 1994 đến 1998 và chương trình các công nghệ xã hội thông tin (IST) trong những năm 1998 đến 2002. Thông qua những hoạt động này, một nền văn hoá của sự hợp tác quốc tế giữa các nhà sản xuất, khai thác, các nhà cung cấp dịch vụ, các chuyên gia và các trường đại học đã được tạo lập một cách thành công. Chắc chắn, chương trình ACTS trong 4 năm này đã đóng một vai trò nổi trội trong việc phát triển và chuẩn hoá các công nghệ UMTS, cá biệt, trong những lĩnh vực của giao diện sóng radio và các công nghệ mạng. Chương trình IST, hứa hẹn tiếp tục với sự thành công của các tiền đề nghiên cứu trước đó.

Một sự phát triển quan trọng trong việc thiết lập UMTS diễn ra năm 1996, khi một hội gồm các nhà vận hành khai thác viễn thông, nhà sản xuất, và các nhà kiểm soát tạo nên Diễn

đàn UMTS. Diễn đàn này được thành lập nhằm để xúc tiến và đẩy mạnh sự phát triển của UMTS thông qua các chính sách cần thiết. Để đạt được mục tiêu này, diễn đàn lập ra bốn nhóm làm việc, đó là: Nhóm về thị trường; nhóm về kiểm soát; Nhóm về phổ tần; và nhóm về thiết bị đầu cuối. Kết quả hoạt động của bốn nhóm này cho thấy rằng, một vài báo cáo đã được đưa ra giải quyết với những vấn đề bao gồm những yêu cầu về quang phổ của UMTS, thị trường tiềm ẩn, và các điều kiện cấp phép (theo [UMT-97, UMT-98a, UMT-99b, UMT-99c, UMT-00a, UMT-00b, UMT-00C, và UMT-01]).

Thoạt đầu, người ta có ý định thực hiện thành lập UMTS cho đến cuối thế kỷ 20. Tuy nhiên, nó đã được kiểm duyệt lại cho tới năm 2002. Giống như GSM, thời kỳ đầu, UMTS được dự định thiết kế hoàn toàn từ vạch xuất phát. Với GSM do tại thời điểm thiết kế, có một nhu cầu cần có một hệ thống cải cách mới, có nghĩa rằng, việc thực hiện một dịch vụ kỹ thuật số xuyên lục địa. Tuy nhiên, đến quãng thời gian mà UMTS được đặt mục tiêu cho việc thực hiện các dịch vụ kiểu GSM, đạt được mức độ chiếm lĩnh thị trường đáng kể. Thực ra, người ta liệu trước rằng, GSM sẽ tiếp tục nắm giữ phần lớn lĩnh vực truyền thoại và lưu lượng tốc độ dữ liệu thấp trong ít năm đầu sau sự ra mắt của UMTS. Thực tế thì thấy, UMTS sẽ cải tiến từ các mạng GSM và ISDN. Con đường di chuyển từ GSM sang UMTS, có thể coi là G-UMTS, là tiêu điểm trong giai đoạn đầu của công cuộc thực hiện UMTS của 3GPP.

3GPP được hình thành vào năm 1998 với mục đích cung cấp toàn cầu những chỉ tiêu kỹ thuật ứng dụng cho một hệ thống mobile 3G. Những chỉ tiêu kỹ thuật này được dựa trên một CN của GSM cải tiến và UTRA.

Nhìn chung, UMTS phải thực hiện hai chức năng sau:

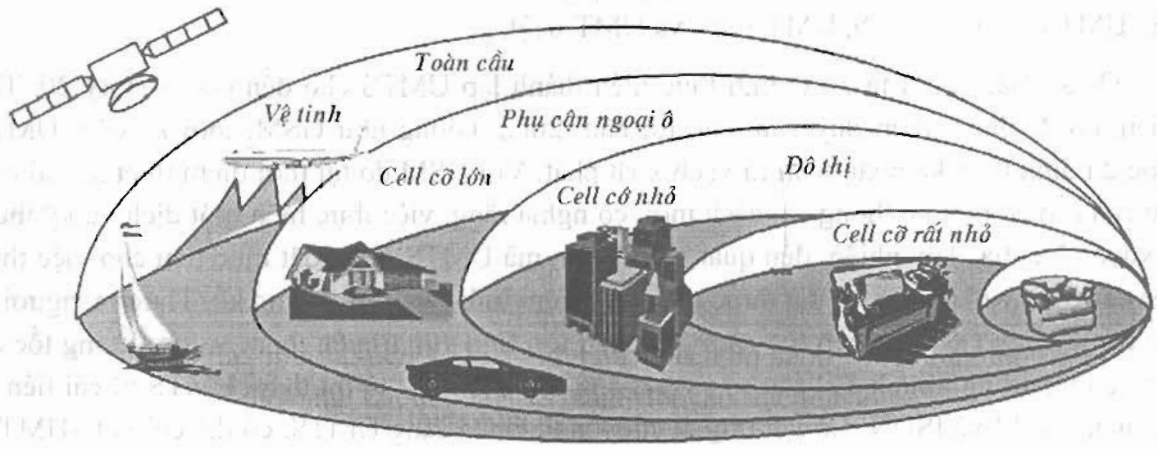
1. Hỗ trợ các dịch vụ, phương tiện và các ứng dụng đang được cung cấp bởi các hệ thống 2G đang tồn tại và, càng đi xa hơn càng tốt, thuộc một QoS tương đương với của mạng cố định; và

2. Cung cấp một loạt các dịch vụ kiểu đa phương tiện băng rộng. Những dịch vụ này sẽ có mặt phổ biến với tốc độ bit trong khoảng từ 64 đến 2048 kb/s, cung cấp việc truyền hình ảnh, truy nhập cơ sở dữ liệu từ xa, truyền fax độ nhậy cao, video phân giải thấp, truy nhập trang Web... Cả hai loại dịch vụ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói sẽ được hỗ trợ bởi UMTS. Một số dịch vụ sẽ bắt buộc phải có nhu cầu về băng thông theo yêu cầu, đó là phân cấp băng thông động tới người sử dụng phía cuối khi cần thiết.

1.4.2.2. Kiểu tế bào

Người ta đòi hỏi UMTS phải hoạt động trên một tổ hợp phong phú các môi trường truyền dẫn, trong đó, từng loại môi trường sẽ có một tác động lên loại dịch vụ đã được cung cấp. Ví dụ, những năm đầu tiên khi dịch vụ có tốc độ dữ liệu cao nhất có thể chỉ có ở môi trường trong nhà. Các môi trường điển hình bao gồm công sở, hộ gia đình, phương tiện đô thị,

khách bộ hành đô thị, phương tiện vùng nông thôn, khách bộ hành vùng nông thôn, vệ tinh-cố định, vệ tinh-nông thôn, hàng không, và hàng hải. Một cấu trúc tế bào phân lớp là cần thiết để tối ưu hoá mức sử dụng quang phổ radio có sẵn. Trên tinh thần này, 5 loại tế bào căn bản đã được xác định để hỗ trợ môi trường truyền dẫn UMTS có tính khả thi (theo [COS-95]), là các môi trường mà đang nằm trong sự thoả thuận với của IMT-2000 (xem hình 1.15).



Hình 1.15: Các loại tế bào UMTS.

Tế bào vệ tinh: cung cấp vùng phủ sóng tới những nơi dân cư thưa thớt, là những nơi mà nền kinh tế không đủ khả năng đáp ứng cho việc phủ sóng mặt đất, hoặc tới những vùng mà không thực hiện được phủ sóng mặt đất (ví dụ: vùng biển và hàng không). Các tế bào vệ tinh sẽ được hình thành bởi búp sóng tạo nên mạng có ngay trên vệ tinh. Những búp sóng như thế sẽ có một bán kính trong khoảng từ 500 đến 1000km. Những tế bào này có thể tĩnh hoặc động so với vị trí đứng một người sử dụng trên mặt đất. Điều này phụ thuộc vào kiểu vệ tinh được dùng để phủ sóng.

Các vệ tinh địa tĩnh sẽ cung cấp các tế bào cố định, trong khi sử dụng các vệ tinh phi địa tĩnh dẫn đến sự dịch chuyển của tế bào so với vị trí đứng của người sử dụng, bắt buộc cần phải có sự chuyển vùng giữa các tế bào vệ tinh để đảm bảo sự liền mạch của một cuộc gọi mà đang được thực hiện. Các tế bào vệ tinh có thể bao phủ toàn bộ môi trường hoạt động UMTS ngoài trời, tuy nhiên, vùng phủ sóng ở các vùng đất có nhà cửa và công trình xây dựng dày đặc và vùng đô thị chỉ có thể cung cấp rất hạn chế khả năng của phủ sóng.

Tế bào cỡ lớn: phục vụ những vùng mà có mật độ dân số thấp, đặc biệt ở những vùng nông thôn. Chúng sẽ có bán kính lên tới 35 km. Khoảng cách này có thể lớn lơn nếu như các ăng-ten có hướng được sử dụng. Chúng sẽ cung cấp vùng phủ sóng kiểu chiếc dù cho các tế bào kiểu UMTS nhỏ hơn. Ngoài ra, chúng cũng được sử dụng để cung cấp vùng phủ sóng cho các máy mobile đang di chuyển với vận tốc lớn như ở trên tầu hoả.

Tế bào cỡ nhỏ: phục vụ những vùng có mật độ giao thông cao. Tiêu biểu, các bán kính tế bào thường dưới 1 km. Chúng sẽ được tiến hành xây dựng ở các vùng đô thị có nhiều công trình xây dựng dày đặc. Các tế bào có thể được kéo dãn ra cũng bằng các ăng-ten có hướng để cung cấp vùng phủ sóng tối ưu tới các khu vực giao thông chẳng hạn. Các tế bào vi mô cũng có thể cung cấp các dung lượng bổ xung cho các tế bào vĩ mô (cỡ lớn).

Tế bào rất nhỏ: phục vụ phần lớn trong các toà nhà, cung cấp một tập hợp đầy đủ các dịch vụ tốc độ bit cao. Chúng sẽ có bán kính dưới 100 m; khoảng cách lớn nhất từ kết cuối tới BTS nằm trong nhà được xác định bởi công suất phát (nguồn điện) và các yêu cầu tốc độ bit dịch vụ.

Tế bào cho hộ gia cư: phục vụ vùng cư ngụ, cung cấp một tập hợp đầy đủ các dịch vụ có tốc độ bit cao.

Tuỳ thuộc vào môi trường hoạt động và thông qua các mạng truy nhập mặt đất, UMTS có mục đích cung cấp các dịch vụ với những tốc độ bit sau:

- 144 kb/s (với một mục tiêu cuối cùng là đạt được 384 kb/s) ở các môi trường ngoài trời vùng nông thôn, với vận tốc di chuyển tối đa là 500 km/h;
- 384 kb/s (với một mục đích cuối cùng là đạt được 512 kb/s) với tính di chuyển bị hạn chế ở các môi trường ngoài trời ngoại thành tế bào vĩ mô và vi mô, với vận tốc di chuyển tối đa là 120 km/h;
- 2 Mb/s với tính di chuyển tốc độ thấp trong các môi trường trong nhà thuộc khu hộ gia đình và tế bào siêu nhỏ, và ngoài trời ở mật độ thấp với một vận tốc dịch chuyển tối đa là 10 km/h (theo [ETS-99]).

1.4.2.3. UMTS Vệ tinh

Người ta hy vọng phần vệ tinh của IMT-2000 sẽ phân phối các dịch vụ với tốc độ lên đến 144 kb/s, mặc dù vận tốc dịch chuyển như thế chỉ có thể đạt được như ở những miền nông thôn, tới những thiết bị kết cuối mang tính dịch chuyển bị hạn chế.

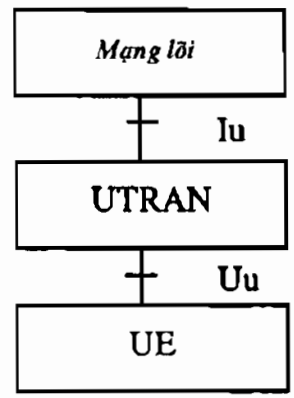
Ở châu Âu, phần vệ tinh của IMT-2000 sẽ cho ra các dịch vụ UMTS vệ tinh. Công việc về phần vệ tinh của UMTS bắt đầu với dự án SAINT, là dự án mà đã được tài trợ kinh phí theo chương trình RACE II của EC. Vào thời kỳ cuối năm 1995, dự án SAINT kết thúc hai năm nghiên cứu của mình, dẫn đến một số những khuyến nghị trú trọng đặc biệt tới giao diện sóng radio, thị trường tiềm ẩn, và hợp nhất với mạng mặt đất. Các hoạt động nghiên cứu của châu Âu về UMTS vệ tinh tiếp tục dưới chương trình ACTS của EC, thông qua một số các dự án hợp tác bao gồm SINUS và INSURED (theo [GUN-98]). Dự án SINUS, là dự án mà đã sử dụng thành quả của dự án SAINT làm một tiêu bản kỹ thuật, dẫn đến sự khởi xướng của một

cơ sở kiểm nghiệm UMTS vệ tinh mà cho phép quá trình hoạt động của các dịch vụ đa phương tiện được kiểm duyệt đối với rất nhiều các cụm vệ tinh. Dự án INSURED sử dụng các vệ tinh IRIDIUM để tiến hành thực nghiệm về chuyển vùng liên đoạn giữa các mạng mobile vệ tinh và mặt đất. Hãng Hàng không Châu Âu cũng hỗ trợ các hoạt động S-UMTS, tập trung đặc biệt vào giao diện sóng radio UMTS vệ tinh.

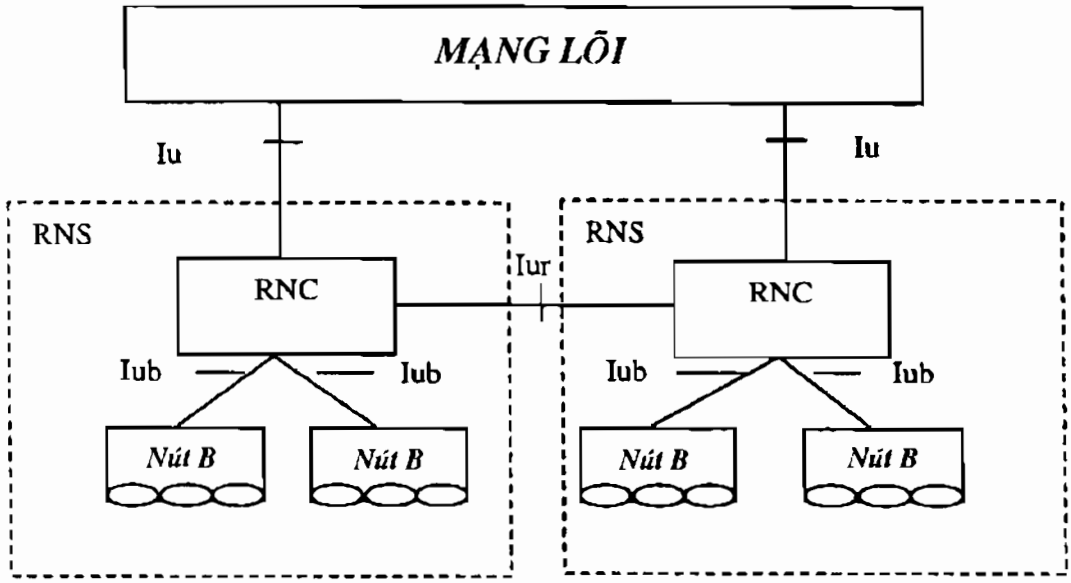
UMTS vệ tinh sẽ phân phối một loạt các dịch vụ dựa trên cả hai công nghệ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói. Khác với PCN vệ tinh, hệ thống sẽ được bàn đến ở chương sau, thoại sẽ không còn là dịch vụ chiếm ưu thế nữa, bởi vì các dịch vụ dữ liệu đang trở nên ngày càng thịnh hành hơn. Trên quan điểm này, UMTS vệ tinh đã làm gương cho sự cải tiến dịch vụ của các đối thủ mặt đất. Việc xây dựng UMTS vệ tinh sẽ không bị ép buộc vào bất kỳ loại quỹ đạo cá biệt nào (đó là những quỹ đạo địa tĩnh, cận trái đất, trung tầng trái đất, hoặc elíp). Thực ra, có thể rằng, cho thử một loạt lớn các dịch vụ và ứng dụng mà sẽ cần phải được cung cấp trong tương lai, không có quỹ đạo riêng biệt nào sẽ đáp ứng một cách nhiệm mầu tất cả các yêu cầu về QoS của người sử dụng.

1.4.2.4. Cấu trúc và miền

Cấu trúc của UMTS được trình bầy trong hình 1.16. Ta có thể thấy rằng, cấu trúc này bao gồm ba thành phần cơ bản, đó là: thiết bị người sử dụng (UE); mạng truy nhập radio mặt đất UMTS (UTRAN); và CN. UE giao tiếp với UTRAN thông qua giao diện U_u. Giao tiếp giữa UTRAN và CN đạt được thông qua giao diện I_u. Cấu trúc UTRAN được trình bầy trong hình 1.17.



Hình 1.16. Cấu trúc mạng UMTS.



Hình 1.17. Cấu trúc mạng UTRAN.

Hệ thống con của mạng radio (RNS) bao gồm một khối điều khiển mạng radio (RNC) và một hay nhiều các nút B. Giao tiếp giữa một nút B với một RNC thông qua một giao diện I_{ub}. Giao tiếp giữa các RNC đạt được thông qua giao diện I_{ur}. So với cấu trúc mạng GSM, RNS có thể xem như tương đương 3G của BTSC. Về mặt này, RNS cung cấp các chức năng điều khiển cuộc gọi, điều khiển công suất và chuyển mạch chuyển vùng, cũng như kết nối tới CN. Một nút B tương ứng với một BTS, miễn sao vùng phủ sóng radio hỗ trợ các giao diện sóng radio 3G.

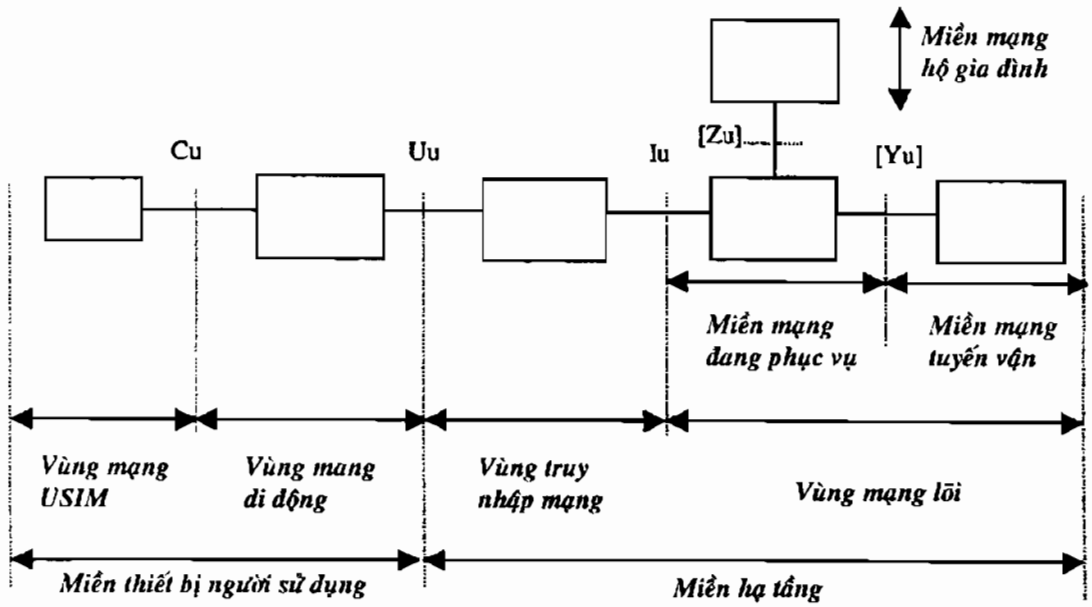
Việc chia mạng UMTS ra thành các miền, hay nhóm của các thực thể vật lý được báo cáo trong cuốn Ref. [3GP-99] và trình bày trong hình 1.18.

Miền UE bao gồm hai miền con, miền ME và miền mô-đun xác thực dịch vụ người sử dụng (USIM). Giao tiếp giữa USIM và ME thông qua giao diện C_u. Miền ME được chia tiếp thành vài thực thể, chẳng hạn như kết cuối mobile (MT), là thành phần thực hiện truyền sóng radio, và thiết bị kết cuối (TE), là bộ phận chứa các ứng dụng UMTS. USIM được kết hợp với một người sử dụng và tiêu biểu ở dạng một chiếc thẻ thông minh, chứa các thông tin đặc biệt về một người sử dụng. Một USIM thực hiện đăng ký thuê bao tới một miền mạng hộ gia đình.

Miền hạ tầng được chia thành một miền mạng truy nhập và một miền CN. Miền mạng truy nhập cung cấp cho người sử dụng chức năng truy nhập vào miền CN và bao gồm các thực thể vật lý cần có để quản lý nguồn tài nguyên của mạng truy nhập.

Miền CN được chia tiếp thành miền mạng đang phục vụ, miền mạng hộ gia đình, và miền mạng chuyển vận. Miền mạng đang phục vụ cung cấp cho miền mạng truy nhập một kết

nối tới CN. Nó chịu trách nhiệm đinh tuyến cuộc gọi và truyền dữ liệu người sử dụng từ nguồn tới đích. Miền mạng hộ gia đình gồm có những dữ liệu đặc biệt về người sử dụng. Miền mạng dịch vụ tương tác với miền mạng hộ gia đình khi thiết lập các dịch vụ đặc biệt của người sử dụng. Miền mạng chuyển vận là phần của CN giữa miền mạng dịch vụ và phía bên kia. Phần này của miền hạ tầng chỉ cần đến khi bên gọi và bị gọi ở hai mạng khác nhau.



Hình 1.18. Nhóm các thực thể vật lý của mạng UMTS.

Việc chuẩn hoá của mạng truy nhập UMTS được dựa trên một hướng đi cải tiến của mạng GSM, đồng thời coi trọng tầm quan trọng của Internet và sự tồn tại của môi trường gia đình ảo (VHE), cho phép người sử dụng có thể thực hiện roaming một cách liền lạc từ mạng này sang mạng khác.

1.5. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG THẾ HỆ THỨ TƯ (4G)

Cùng với sự hoàn thiện của rất nhiều khía cạnh của chuẩn hoá những hệ thống 3G, giờ đây mọi hướng tập trung đổ dồn về việc xác định và chuẩn hoá của các công nghệ 4G. Sự phát triển của Internet sẽ có một tầm ý nghĩa quan trọng về các khả năng của 4G, khi các nhà vận hành khai thác mạng tiến thẳng tới một môi trường IP toàn bộ. Trên phương diện này, thành quả từ các công nghệ 2G, CN và các giải pháp giao diện sóng radio nói riêng sẽ gọn nhẹ đi, mặc dù có lẽ sẽ không đi xa tới tầm mà 1G đã ảnh hưởng 3G. Khi công nghệ tiếp tục phát triển, khả năng phân phối tỏ ra nhanh hơn, các dịch vụ băng rộng với chất lượng cao hơn sẽ là những yêu cầu tiềm ẩn của những công nghệ thế hệ tiếp theo.

Khi 3G đã chứng tỏ đã mang lại sự hội tụ của các công nghệ mobile và Internet, 4G thì báo trước sự hội tụ của các công nghệ cố định, quảng bá, và di động UMTS với quảng bá hình ảnh số (DVB) và quảng bá âm thanh số (DAB). Một giải pháp như vậy có thể tạo cho truyền hình chất lượng quảng bá có thể phát thẳng tới người sử dụng mobile. Đó là trong một môi trường mà tế bào, vô tuyến điện, WLL, và vệ tinh sẽ kết hợp để mở ra những khả năng mới cho lĩnh vực viễn thông.

CHƯƠNG 2

HỆ THỐNG GSM

2.1. TỔNG QUAN VỀ GSM

2.1.1. Kiến trúc hệ thống

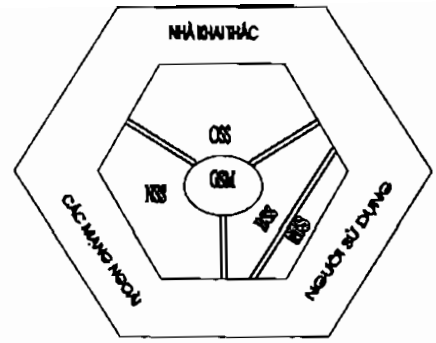
GSM (Global System for Mobile Communication) là hệ thống thông tin di động số toàn cầu ở dải tần 900MHz, 1800MHz, và 1900MHz được tiêu chuẩn viễn thông châu Âu (ETSI) quy định. GSM là một tổ hợp các giải pháp bao gồm hệ thống chuyển mạch kênh, hệ thống chuyển mạch gói, nút điều khiển vô tuyến và các trạm phát gốc cùng với cơ sở dữ liệu mạng, các dịch vụ cơ bản và các nút quản lý mạng. Việc vận hành bảo dưỡng được tích hợp trong mạng thông minh (IN/GSM). GSM cũng làm việc với các kỹ thuật IP và kỹ thuật gói là một nền tảng chính hướng tới hệ thống viễn thông di động phổ biến (UMTS) trong thế hệ di động thứ 3 và hơn nữa. Lưu động (Roaming) quốc tế cho phép thuê bao di chuyển ở toàn bộ vùng phủ sóng của GSM. Hệ thống sẽ tự động cập nhật thông tin về vị trí thuê bao. GSM cung cấp một số tính năng như thoại, thông tin số liệu tốc độ cao, Fax và dịch vụ nhắn tin ngắn.

2.1.1.1. Cấu trúc tổng thể

Mạng thông tin di động thực chất là mạng di động mặt đất công cộng PLMN (Public Land Mobile Network). Một cách tổng quát thì mạng PLMN hợp tác với mạng cố định để thiết lập cuộc gọi, qua các giao diện PLMN tiếp xúc với bên ngoài, bao gồm các mạng ngoài, nhà khai thác và người sử dụng.

Một hệ thống GSM được chia thành nhiều hệ thống con như sau:

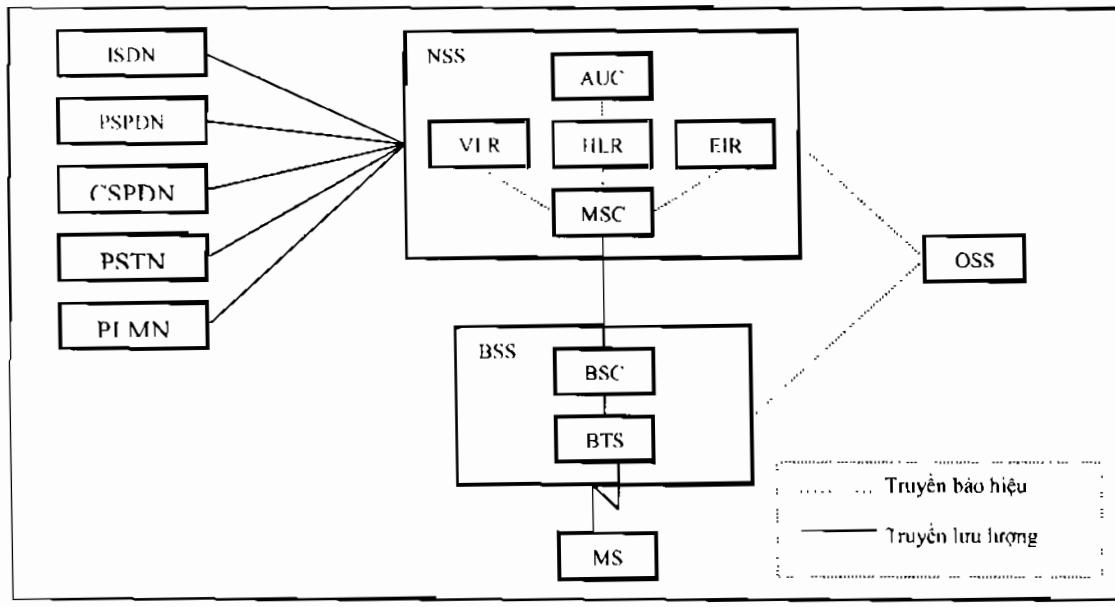
- Phân hệ chuyển mạch NSS (Network Switching Subsystem).
- Phân hệ trạm gốc BSS (Base Station Subsystem).
- Phân hệ bảo dưỡng và khai thác OSS (Operation Subsystem).
- Trạm gốc MS (Mobile Station).



Hình 2.1. Cấu trúc chung của hệ thống GSM

2.1.1.2. Các thành phần của mạng

Các thành phần của mạng GSM được trình bày trong hình 2.2.



Hình 2.2. Các thành phần của mạng GSM.

Các ký hiệu:

- AUC: Trung tâm nhận thực.
- OSS: Trung tâm khai thác và bảo dưỡng.
- VLR: Bộ ghi định vị tạm trú.
- PSPDN: Mạng chuyển mạch công cộng theo gói.

- BTS: Trạm thu phát gốc.

- PSTN: Mạng điện thoại công cộng có chuyển mạch.

- NSS: Hệ thống con chuyển mạch.

- CSPDN: Mạng số liệu công cộng chuyển mạch theo mạch.

- ISDN: Mạng liên kết đa dịch vụ

- PLMN: Mạng di động công cộng mặt đất.

- HLR: Bộ ghi định vị thường trú.

- MSC: Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động.

- EIR: Bộ ghi nhận dạng thiết bị.

- MS:Trạm di động.

- BSC: Bộ điều khiển trạm gốc.

- BSS: Hệ thống con trạm gốc.

2.1.1.3. Phân hệ chuyển mạch NSS

Phân hệ chuyển mạch bao gồm các chức năng chuyển mạch chính của GSM cũng như các cơ sở dữ liệu cần thiết cho số liệu thuê bao và quản lý sự di động của thuê bao. Chức năng chính của NSS là quản lý thông tin giữa những người sử dụng mạng GSM với nhau và với mạng khác, phân hệ NSS bao gồm các thiết bị MSC, VLR, HLR, EIR, AUC.

a) Tổng đài MSC

MSC (Mobile Switching Center) là giao diện giữa GSM và PSTN, nó có trách nhiệm kết nối và giám sát cuộc gọi đến MS và từ MS đi. Có nhiều chức năng được thực hiện trong MSC.

Ví dụ: lập mã xác nhận.

MSC có giao diện với BSS phía MS và có giao diện với các mạng ngoài. Một MSC cổng làm nhiệm vụ phối ghép thích ứng với mạng ngoài bảo đảm thông tin giữa thuê bao di động và thuê bao cố định. MSC thường là một tổng đài lớn thích ứng với vùng đô thị một triệu dân cư.

Để kết nối MSC với các mạng khác cần phải thích ứng các đặc điểm truyền dẫn PLMN với các mạng đó. Các thích ứng này gọi là các chức năng tương tác IWF (Internet Working Funtions). Đảm trách IWF là thiết bị thích ứng thủ tục và truyền dẫn. IWF cho phép PLMN kết nối với các mạng PSTN, ISDN, PSPDN, CSPDN. IWF có thể được thực hiện kết hợp trong MSC hay có thể được thực hiện ở thiết bị riêng.

b) Bộ đăng ký định vị thường trú HLR

Trong GSM mỗi một hoạt động được lưu giữ số liệu cùng những thông tin về tất cả thuê bao. Dữ liệu được lưu giữ phụ thuộc vào PLMN. Những dữ liệu lưu giữ này có thể được thực hiện trên một hoặc nhiều HLR. Những thông tin được lưu giữ trong các dữ liệu là sự chỉ định của thuê bao và phục vụ yêu cầu.

Bất kể MS ở đâu, HLR đều lưu dữ mọi thông tin liên quan đến việc cung cấp các dịch vụ viễn thông kể cả vị trí hiện thời của MS. HLR thường là một máy tính đứng riêng có khả năng quản lý hàng trăm ngàn thuê bao, nhưng không có khả năng chuyển mạch. Một chức năng nữa của HLR là nhận dạng thông tin do AUC cung cấp (số liệu bảo mật về tính hợp pháp của thuê bao).

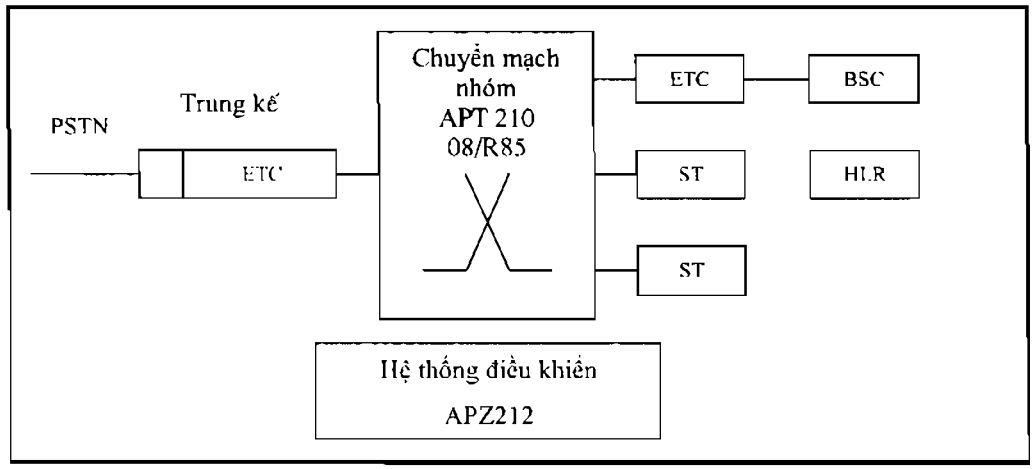
c) Bộ đăng ký định vị tạm trú VLR

VLR được thực hiện trong cùng một hệ chuyển mạch MSC, tức MSC/VLR. VLR chứa đựng những thông tin tạm thời về thuê bao di động có mặt trong vùng phục vụ MSC/VLR xác định. VLR là một cơ sở dữ liệu được nối với một hay nhiều MSC. Các số liệu định vị thuê bao MS lưu giữ trong VLR chính xác hơn số liệu tương ứng trong HLR. Chức năng của VLR thường được liên kết với chức năng MSC. MSC/VLR thực hiện chuyển mạch các cuộc gọi và trạm nên điểm điều khiển để cập nhật vị trí và chuyển giao MSC chủ yếu chịu trách nhiệm cho thiết lập cuộc gọi (bao gồm cả thủ tục nhận thực), điều khiển cuộc gọi và tính cước.

Các chức năng củaVLR với các mạng là lưu giữ và cập nhật số liệu thuê bao (xem bộ ghi định vị tạm trú). MSC/VLR coi tất cả các thuê bao tạm trú MSC cổng (GMSC) nối PLMN với các mạng khác. Đây là điểm mà các cuộc gọi đến các thuê bao di động đi vào mạng PLMN. GMSC có phương tiện hỏi, nghĩa là GMSC có các chức năng để nhận thông tin từ HLR về vị trí hiện thời của thuê bao. Nó cũng có các chức năng định tuyến lại cuộc gọi đến trạm di động theo thông tin nhận được từ việc hỏi nói trên.

d) Tổng đài GMSC

Tổng đài GMSC là một MSC cổng (Gate MSC). Nếu một người nào đó ở mạng cố định PSTN muốn thực hiện một cuộc gọi đến một thuê bao GSM. Tổng đài ở PSTN sẽ nối cuộc gọi này đến một MSC có trang bị một chức năng được gọi là chức năng cổng. Tổng đài này được gọi là tổng đài cổng GMSC. GMSC sẽ phải tìm ra vị trí của MS cần tìm bằng cách hỏi HLR nơi MS đăng ký. HLR trả lời vùng MSC hiện thời. Lúc này MSC định tuyến lại cuộc gọi đến MSC cần thiết và VLR ở đây sẽ biết chi tiết về vị trí MS. Ở một mạng GSM tất cả các cuộc gọi kết nối di động đều được định tuyến đến GMSC. GMSC có chức năng hỏi định tuyến cuộc gọi.



Hình 2.3. Cấu trúc của MSC/VLR

e) Trung tâm nhận thực AUC

Với lý do an toàn về chất lượng, ngôn ngữ, dữ liệu và báo hiệu sẽ được mã hoá và được nhập dưới dạng kí hiệu ở đầu vào, chìa khoá bí mật được cất giữ trong AUC và được sử dụng trong MS. Ban đầu AUC sẽ được thực hiện bằng một hoặc nhiều thông tin riêng lẻ, được nối đến HLR. AUC chủ yếu chứa một số các máy tính cá nhân. AUC được coi như một thiết bị đầu vào/ra (I/O), lúc đầu nó được nối bằng lệnh chuẩn. Chức năng AUC là cung cấp cho HLR các thông số nhận thực và khoá mật mã để sử dụng cho bảo mật.

f) Bộ ghi nhận thực thiết bị EIR

Trong GSM có sự khác biệt giữa bộ nhận dạng mã hoá và thiết bị di động. Ta thấy AUC sẽ được nhập và dưới dạng kí hiệu khi nhập vào. Các thiết bị di động được kiểm tra trong EIR. Để ngăn chặn sự đánh cắp và những dạng không được phê chuẩn mà MS sẽ dùng, EIR được nối với MSC qua một đường báo hiệu, nó cho phép MSC kiểm tra sự hợp lệ của thiết bị. Bằng cách này có thể cấm MS có dạng không được phê chuẩn. EIR có chức năng kiểm tra tính hợp lệ của ME thông qua số liệu nhận dạng di động quốc tế (IMEI-International Mobile Equipment Identity) và chứa các số liệu về phần cứng của thiết bị. ME thuộc một trong ba danh sách sau:

- Nếu ME thuộc danh sách trắng (White List) thì nó được quyền truy nhập và sử dụng các dịch vụ đã đăng ký.

- Nếu ME thuộc danh sách xám (Gray List) tức là có nghi vấn và cần kiểm tra.

- Nếu ME thuộc danh sách đen (Black List) tức là bị cấm không cho truy nhập vào mạng.

Cần nhớ rằng việc nhận thực đăng ký thuê bao bằng các thông số từ AUC.

g) Mạng báo hiệu kênh chung số 7 (CCS7)

Nhà khai thác GSM có thể có mạng báo hiệu CCS7 riêng hay chung phụ thuộc vào quy định của từng nước. Nếu nhà khai thác có mạng báo hiệu này riêng thì các điểm chuyển báo hiệu SPT (Signalling Transfer Point) có thể là một bộ phận của NSS và có thể được thực hiện ở các điểm nút riêng hay kết hợp trong cùng một MSC tuỳ thuộc vào điều kiện kinh tế. Nhà khai thác GSM có thể dùng mạng riêng để định tuyến các cuộc gọi ra đến điểm gần nhất trước khi sử dụng mạng cố định. Lúc này các tổng đài quá giang TE (Transit Exchange) có thể sẽ là một bộ phận của mạng GSM và có thể thực hiện như một nút đứng riêng hay kết hợp với MSC.

2.1.1.4. Phân hệ trạm gốc BSS

BSS giao diện trực tiếp với các trạm di động MS thông qua giao diện vô tuyến nên nó bao gồm các thiết bị phát và thu đường vô tuyến cùng với các thiết bị quản lý các chức năng này. Mặt khác BSS thực hiện giao diện với các tổng đài NSS. Tóm lại, BSS thực hiện đấu nối các MS với tổng đài, tức là kết nối thuê bao di động MS với những người sử dụng viễn thông khác. Do vậy, BSS phải phối ghép với NSS bằng các thiết bị BSC. Ngoài ra do BSS cũng cần phải được điều khiển nên nó được đấu nối với OSS. BSS bao gồm hai thiết bị: BTS giao tiếp với MS và BSC giao tiếp với MSC.

a) Đài vô tuyến gốc BTS

BTS gồm tất cả các thiết bị giao tiếp truyền dẫn và vô tuyến cần thiết ở trạm vô tuyến (hệ thống anten, bộ khuếch đại tần và các thiết bị số cần thiết) dù trạm phủ một hay nhiều ô. Nhiệm vụ chủ yếu của nó là truyền dẫn vô tuyến. Về mặt vật lý BTS phải được đặt ở vị trí gần anten để đạt được sự bao phủ vô tuyến cần thiết. BTS như là một modem vô tuyến phức tạp. Khối chuyển đổi mã và tốc độ TRAU là quan trọng nhất của BTS. TRAU thực hiện mã hoá và giải mã thoại rất đặc thù cho thông tin di động số Cellular. TRAU cũng thực hiện thích ứng tốc độ truyền số liệu. TRAU có thể đặt cách xa BTS chẳng hạn giữa BSC và MSC.

Mỗi BTS làm việc ở tập hợp các kênh vô tuyến khác với kênh vô tuyến ở ô lân cận để chống nhiễu giao thoa đồng kênh.

* Các chức năng tiềm năng chung (biểu thị các tiềm năng chung của TRX được sử dụng cho lưu thông với các MS thuộc về một ô) bao gồm:

- Quảng bá thông tin của hệ thống: BSC xác định các thông báo về thông tin của hệ thống được lưu giữ và định kỳ quảng bá tới hệ thống con thu phát TRX ở kênh điều khiển quảng bá BCCH. Nếu ở máy thu-phát TRX được dành cho BCCH xảy ra sự cố, sự cố được báo cáo đến BSC, BSC gửi thông tin BCCH đến một TRX mới được chọn chịu trách nhiệm kênh BCCH.

- Tìm gọi: Các nhận dạng trạm di động được xác định từ BSC được gửi đi ở kênh BCCH.

- Yêu cầu kênh từ MS: TRX phát hiện các yêu cầu từ các MS và báo cáo chúng với BSC. BSC ấn định một kênh DCCH cho báo hiệu giữa MSC và MS. Ở DCCH sau đó MS được ấn định một TCH cho thông tin tiếng và số liệu.

* Các chức năng tiềm năng riêng (biểu thị tất cả các chức năng được sử dụng cho thông tin với các MS thuộc về phần TRX phục vụ một ô) bao gồm:

- Đưa kênh vào hoạt động: BSC ra lệnh cho TRX đưa kênh vào hoạt động một tiềm năng kênh riêng để sử dụng bằng một kênh logic liên kết của mình. Khi một kênh được ấn định, BSC thông báo TRX về các thông số như kiểu kênh, mã kênh v.v. .

- Huỷ hoạt động kênh: TRX huỷ hoạt động kênh.

- Khởi đầu mật mã: Khởi đầu mật mã được TRX thực hiện trên cơ sở khoá mật mã. Khoá mật mã được tính toán ở thủ tục nhân thực từ thông số, RAND và khoá riêng của thuê bao.

- Phát hiện chuyển giao: Khi một kênh được thiết lập cho chuyển giao, TRX "nghe" kênh thâm nhập ngẫu nhiên.

* Các chức năng kênh mặt đất (là nhóm các chức năng thực hiện, chuyển đổi và thích ứng số liệu) bao gồm:

- Chuyển đổi mã tiếng: Chuyển đổi mã tiếng được thực hiện giữa 64Kb/s và 13Kb/s. Chức năng này được đặt ở xa trong TRAU ở BSC.

- Điều khiển trong băng của TRAU ở xa: Thông tin điều khiển được bổ sung đến số liệu và tiếng dẫn đến tổng tốc độ kênh và 16Kb/s.

Bốn kênh thông tin được ghép chung vào một kênh 16Kb/s giữa BSC và TRS.

* Mã hoá và ghép kênh (là chức năng lập khuôn dạng thông tin ở các kênh vật lý) bao gồm:

- Ghép kênh ở đường vô tuyến: Các kênh logic được ghép chung ở các kênh vật lý.

- Mã hoá và ghép xen kênh: Luồng bit được lập khuôn dạng cho từng khe thời gian ở kênh vật lý.

- Mật mã/giải mật mã: Tiếng nói được mật mã và giải mật mã bằng khoá mật mã.

Mật mã và giải mật mã được thực hiện ở các bít mang thông tin quan trọng. Khoá mật mã được tạo ra ở AUC và nạp vào TRS.Số ngẫu nhiên (RAND) được gửi đến MS.

* Điều khiển hệ thống con vô tuyến (đảm bảo điều khiển các tiềm năng vô tuyến):

- Đo chất lượng: Các phép đo chất lượng và cường độ tín hiệu được thực hiện ở tất cả các kênh riêng hoạt động trên đường lên (MS đến BTS). Các phép đo này được thực hiện trong thời gian hoạt động của kênh. Các kết quả đo từ MS về chất lượng đường xuống (BTS đến MS), cường độ tín hiệu và các mức tín hiệu của BTS xung quanh được gửi đi và xử lý ở BTS.

- Đồng bộ thời gian: Một tín hiệu được phát đi từ TRX đến MS để định trước thời gian truyền dẫn đến TRX để bù trừ thời gian trễ gây ra do truyền sóng. TRX liên tục giám sát và cập nhật đồng bộ thời gian. Cùng với số liệu đo cho đường lên, đồng bộ thời gian hiện thời cũng được báo cáo cho BSC.

- Điều khiển công suất của TRX và MS: Công suất của TRX và MS được điều khiển từ BSC để giảm tối thiểu mức công suất phát để giảm nhiễu đồng kênh.

- Phát: Phát vô tuyến bao gồm nhảy tần. Nhảy tần được thực hiện bằng chuyển mạch băng tần cơ sở với các máy phát khác nhau cho từng tần số.

- Thu tín hiệu vô tuyến bao gồm cả cân bằng và phân tập.

- Sự cố đường truyền vô tuyến: Sự cố được phát hiện và báo cáo cho BSC.

* Điều khiển TRX chức năng này gồm các lệnh:

- LAPD: Kết nối đường báo hiệu giữa BSC và TRX.

- Báo cáo lỗi: Phát hiện và báo cáo lỗi ở thông báo từ BSC.

- Sự cố nối thông: TRX phát hiện đường nối thông nào bị gián đoạn ở đường vô tuyến hay không.

* Đồng bộ (là khối con đồng bộ ở TRX)

- Chuẩn tần số: Thông tin định thời được lấy ra từ các đường PCM từ BSC.

- Số khung: Có thể đặt và đọc số khung từ bộ đếm số khung.

* Khởi động hệ thống và nạp phần mềm bao gồm:

- Khởi động hệ thống: Khởi đầu một trạm hay một phần trạm bao gồm cả nạp phần mềm cho các bộ xử lý đã được khởi động.

- Khởi động lại: Đưa một bộ phận của thiết bị và một trạng thái nhất định.

* Lập cấu hình (là lập ra các thông số khác nhau và tổ hợp các kênh khác nhau ở TRX cho lưu lượng hoặc khai thác) bao gồm:

- Phát vô tuyến: Thiết lập tần số và công suất ra cho các máy phát.

- Thu vô tuyến: Thiết lập tần số cho các máy thu kể cả máy thu nhảy tần và máy thu không nhảy tần.

- Điều khiển vô tuyến: Định nghĩa việc sắp xếp thông tin hệ thống ở các khe thời gian.

- Kết hợp kênh logic: Sắp xếp các kênh logic ở các kênh vật lý.

Ấn định nhận dạng ô. Thiết lập mã mầu trạm cơ sở và mã mầu trạm PLMN.

* Điều khiển bảo dưỡng tại chỗ:

Chức năng này được sử dụng không cần nối với BSC. Ở BTS thiết bị này chỉ có các chỉ thị trạng thái và cảnh báo để cung cấp tổng quan. Tất cả các chỉ thị trình bày chi tiết và điều khiển công nhận được thực hiện ở đầu cuối bảo dưỡng tại chỗ (LMT).

* Quản lý đường báo hiệu

TRX quản lý đường báo hiệu giữa BSC và MS.

* Giám sát và kiểm tra chức năng được thực hiện theo hai cách sau:

- Các kiểm tra lắp đặt trong được thực hiện khi khai thác bình thường.

- Các kiểm tra được thực hiện ở các lệnh đặc biệt hay các điều khiển đặc biệt.

b) Đài điều khiển trạm gốc BSC

BSC là khối chức năng điều khiển và giám sát các BTS và các liên lạc vô tuyến trong hệ thống. BSC điều khiển công suất, BSC quản lý giao diện vô tuyến thông qua các lệnh điều khiển của BTS và MS. Đó là các lệnh ấn định, giải phóng kênh vô tuyến và quản lý chuyển giao. BSC được nối với BTS ở một phía và MSC ở phía SS. BSC là một tổng đài nhỏ có khả năng tính toán nhất định. Vai trò chủ yếu của BSC là quản lý các kênh vô tuyến và quản lý chuyển giao. Một BSC có thể quản lý được hàng chục BTS tạo thành một trạm gốc. Một tập hợp các trạm gốc gọi là phân hệ trạm gốc. Giao diện Abis được quy định giữa BSC với MSC. Sau đó, giao diện Abis cũng được quy định giữa BSC và BTS.

Nhiệm vụ quan trọng nhất của BSC là đảm bảo khả năng sử dụng tiềm năng vô tuyến cao nhất. Điều này được thực hiện khi BSC điều khiển một phần chính của mạng vô tuyến. Chỉ có thể san bằng được sự mất cân đối của tải lượng khi số thuê bao lớn.

Vị trí tối ưu của BSC ở đường truyền dẫn giữa MSC và trạm vô tuyến gốc thay đổi tuỳ theo cách thực hiện. Giải pháp hấp dẫn nhất trong nhiều trường hợp IF đặt MSC và BSC cùng một chỗ. Điều này phù hợp với sự phân tán MSC để giảm tối thiểu giá truyền dẫn ở PSTN. Trong nhiều trường hợp kích thước kinh tế nhất của một MSC bằng kích thước của một BSC phù hợp.

Việc đặt ở cùng một chỗ cũng giảm các thâm nhập truyền dẫn và giảm giá thành truyền dẫn.

Mặt khác một số vị trí thích hợp cho BSC nhưng lại không thích hợp cho MSC do thiếu thuê bao. Khi đó có thể đặt một BSC ở xa và khi số lượng thuê bao đạ đến mức có thể, có thể

nâng cấp dài bằng cách để có cả chức năng MSC. Phương án này có thể giảm giá thành hơn nữa khi có thể thực hiện BSC và MSC trên cùng một phần cứng.

Tóm lại BSC được ấn định các chức năng chính sau:

- Điều khiển cuộc nối của trạm di động.
- Quản lý mạng vô tuyến.
- Quản lý trạm vô tuyến gốc.
- Chuyển đổi mã và thích ứng tốc độ.
- Tập trung lưu lượng.
- Quản lý truyền dẫn đến BTS.

2.1.1.5. Trạm di động MS

a) Các kiểu trạm di động và công suất của trạm di động

- Máy lắp trên ô tô.
- Là một thiết bị lắp trên ô tô và thiết bị này anten lắp phía ngoài ô tô.
- Các máy xách tay: Là một thiết bị có thể xách tay và ở thiết bị này về mặt vật lý anten không gắn với phần thiết bị chứa kết cuối di động. Các máy này có thể thực hiện tất cả các mức công suất cần thiết trong hệ thống.
- Các máy cầm tay: Là một thiết bị cầm tay và ở đây anten có thể cắm với phần thiết bị chứa kết cuối di động. Các máy cầm tay được thiết kế để người sử dụng cầm tay được dễ dàng, các máy cầm tay có thể được lắp trên ô tô và thường gồm một máy cầm tay tiêu chuẩn cắm vào một giao tiếp ở ô tô. Giao tiếp này cho phép nạp ắc quy và nối ghép với anten lắp bên ngoài.

GSM, MS được phân thành năm loại theo công suất đỉnh danh định như sau:

Loại 1:	20W	Lắp trên xe và xách tay.
Loại 2:	8W	Lắp trên xe và xách tay.
Loại 3:	5W	Cầm tay.
Loại 4:	2W	Cầm tay.
Loại 5:	0,8W	Cầm tay.

Các máy di động phải có khả năng giảm được công suất ra của máy phát mỗi nấc 2dB theo lệnh từ trạm gốc.

b) Modul nhận dạng thuê bao SIM (Subscriber Identity Module)

- SIM chính là một bộ phận của quản lý thuê bao

- SIM chứa chức năng bảo mật và để nhận thực thuê bao

- SIM là một modul tháo rút để cắm vào mỗi khi sử dụng.

Có hai phương án được đưa ra: .

* SIM card IC: Là một modul có một giao tiếp với bên ngoài theo tiêu chuẩn ISO về các card IC. SIM có thể là một bộ phận của card đa dịch vụ, trong đó viễn thông di động GSM là một trong các ứng dụng.

* SIM dạng cắm: Là một modul riêng hoàn toàn được tiêu chuẩn hoá trong hệ thống GSM. Nó dự định lắp đặt bán cố định ở ME (là máy di động không có SIM).

SIM sẽ đảm bảo các chức năng sau nếu nó nằm trong khai thác của mạng GSM:

- Lưu giữ thông tin bảo mật liên quan đến thuê bao và thực hiện các cơ chế nhận thực và tạo khóa mật mã.

- Khai thác số nhận dạng cá nhân PIN của người sử dụng (nếu cần có PIN) và quản lý.

- Quản lý thông tin liên quan đến thuê bao di động chỉ có thể thực hiện khai thác mạng GSM khi SIM có một số IMSI đúng.

SIM phải có khả năng xử lý một số nhận dạng cá nhân PIN, thậm chí cả khi không bao giờ sử dụng nó. PIN bao gồm 4 đến 8 chữ số. Một PIN ban đầu được nạp bởi bộ hoạt động dịch vụ ở thời điểm đăng ký. Sau đó người sử dụng có thể thay đổi PIN cũng như độ dài của PIN. Người sử dụng có thể quyết định có sử dụng chức năng PIN hay không bằng một chức năng SIM-ME được gọi là chức năng cấm PIN. Việc cấm hay giữ nguyên cho đến khi người sư dụng cho phép kiểm tra lại PIN.

Nhân viên được phép của nhà khai thác có thể chặn chức năng cấm PIN khi đăng ký thuê bao, nghĩa là thuê bao khi bị chặn chức năng cấm PIN khi sử dụng PIN. Nếu đưa PIN sai, người sử dụng nhận được một chỉ thị. Sau khi đưa vào ba lần sai liên tiếp SIM bị chặn, thậm chí cả khi rút SIM ra hay tắt MS. Việc chặn SIM đặt nó vào trạng thái cấm các khai thác mạng GSM. Được sự điều khiển của khoá giải toả chặn cá nhân có thể giải toả chặn.

Khoá giải mã chặn cá nhân là số có 8 chữ số. Nếu đưa vào chữ số sai người sử dụng nhận được chỉ thị. Sau 10 lần liên tiếp đưa vào sai, SIM bị chặn ngay cả khi đã rút SIM ra hay tắt MS.

SIM phải có một bộ nhớ không mất thông tin cho một số khối thông tin như:

- Số seri.

- Trạng thái SIM.

- IMSI.

- Khoá mật mã.

- Số trình tự khoá mật mã.

- Loại điều khiển thâm nhập thuê bao.

- PIN.

c) Hoạt động của MS

Anten của MS được nối với bộ thu phát qua một bộ ghép đôi cho phép thu phát cùng lúc bởi một anten. Tín hiệu nhận được ở bộ thu của MS sẽ được chuyển đổi từ băng VHF (cao tần) 850 MHz thành băng IF (trung tần) qua bộ tổng hợp tần số. Tín hiệu IF được đưa qua bộ lọc thông qua đi SAW với băng 1.25 MHz và chuyển đổi thành tín hiệu số qua bộ ADC (biến đôi tương tự thành số), tiếp tục tín hiệu được gửi đến bốn bộ liên quan. Một bộ tìm kiếm để cung cấp đường truyền dẫn cho ba bộ thu số liệu. Số liệu từ ba bộ thu số liệu được tổ hợp tốc độ lớn nhất để xác định tỉ lệ tín hiệu trên nhiễu. Đầu ra của bộ tổ hợp với các tốc độ khác nhau lớn nhất được chuyển đến bộ giải mã lấy ra một tốc độ đã được chèn vào từ các trình tự tín hiệu được tổ hợp trước đó và đầu ra được giải mã nhờ bộ giải mã chuẩn hoá hướng đi, sử dụng thuật toán Vitebi. Bít giải mã được xử lý bởi bộ mã hoá tiếng.

Ngược lại tiếng nói từ MS truyền tới BTS phải qua bộ mã hoá tiếng nói số và được mã hoá theo sóng mang. Sau đó, nó được chuyển thành RF và đưa qua bộ tổng hợp tần số để sắp xếp tín hiệu theo tần số ra riêng. Các tín hiệu này được khuyếch đại tới mức đầu ra cuối cùng và chuyển tới anten qua bộ ghép đúng.

Tóm lại MS có ba chức năng:

- Thiết bị đầu cuối: Để thực hiện các dịch vụ của người sử dụng (thoại, fax, số liệu).

- Kết cuối di động: Để thực hiện truyền dẫn ở giao diện vô tuyến và mạng.

- Thích ứng đầu cuối: Bộ thích ứng đầu cuối trong MS có vai trò của nối thông thiết bị đầu cuối với kết cuối di động. Khi lắp đặt các thiết bị đầu cuối trong môi trường di động MS có bộ thích ứng đầu cuối tuân theo tiêu chuẩn ISDN. Còn thiết bị đầu cuối thì có giao diện với modem.

d) Các tính năng của máy di động

Tính năng của máy di động được hiểu như một bộ phận của thiết bị hay chức năng liên quan trực tiếp đến sự vận hành của MS. Các tính năng này được phân thành: bắt buộc và tuỳ chọn. Các tính năng này được nhà sản xuất đảm bảo sẽ không mâu thuẫn với giao tiếp vô tuyến, cũng như không gây nhiễu đến mạng hoặc MS khác hay bản thân MS của mình. Do vậy, có sự phối hợp điều khiển tập hợp tối thiểu các tính năng.

e) Các tính năng cơ bản của MS

- Hiển thị số bị gọi (bắt buộc)
- Hiển thị các tín hiệu trong quá trình cuộc gọi (bắt buộc)
- Chỉ thị quốc gia/mạng PLMN (bắt buộc)
- Chọn quốc gia/mạng PLMN (bắt buộc)
- Quản lý nhận dạng đăng ký thuê bao
- Hiển thị PIN không đủ năng lực (bắt buộc)
- Nhận dạng thiết bị máy thông tin di động quốc tế IMEI (bắt buộc)
- Chỉ thị và xác nhận bản tin ngắn
- Chỉ thị thông báo ngắn bị tràn
- Giao tiếp DTE/DCE
- Giao tiếp đầu cuối ISDN `S`
- Giao tiếp tương tự
- Chức năng thâm nhập quốc tế
- Chuyển mạch bật/tắt
- Chỉ thị nghiệp vụ (bắt buộc)

f) Các tính năng phụ

- Chỉ thị tính cước
- Điều khiển các dịch vụ phụ

g) Các tính năng bổ sung

- Quay số rút gọn
- Gọi số thoại cố định
- Lặp lại số thoại
- Khai thác không nhấc máy
- Cấm cuộc gọi ra. chỉ thị chất lượng thu
- Tự kiểm tra (bắt buộc)
- Máy đo đơn vị tính cước cuộc gọi
- Mảy di động nhiều người sử dụng

2.1.2.6. Phân hệ khai thác và bảo dưỡng OSS

Đối với sự quản lý hệ thống GSM, OSS hoạt động theo các hình thức hoạt động sau:

- Sự quản lý thuê bao di động
- Sự quản lý mạng cellular
- Điều khiển chuông

Hệ thống OSS được nối đến tất cả các thiết bị ở hệ thống chuyển mạch và nối đến BSC. OSS thực hiện ba chức năng chính là: Khai thác và bảo dưỡng mạng, quản lý thuê bao và tính cước, quản lý thiết bị di động.

a) Chức năng khai thác và bảo dưỡng mạng

Khai thác là hoạt động cho phép nhà khai thác mạng theo dõi hành vi của mạng như tải của hệ thống, mức độ chặn, số lượng chuyển giao giữa hai cell.v.v.. Nhờ vậy, nhà khai thác có thể giám sát được toàn bộ chất lượng dịch vụ mà họ cung cấp cho khách hàng và kịp thời nâng cấp. Khai thác còn bao gồm việc thay đổi cấu hình để giảm những vấn đề xuất hiện ở thời điểm hiện thời, để chuẩn bị tăng lưu lượng trong tương lai và mở rộng vùng phủ sóng.

Bảo dưỡng có nhiệm vụ phát hiện, định vị và sửa chữa các sự cố và hỏng hóc, nó có một số quan hệ với khai thác. Bảo dưỡng bao gồm các hoạt động tại hiện trường nhằm thay thế các thiết bị có sự cố, cũng như việc sử dụng các phần mềm điều khiển từ xa.

b) Chức năng quản lý di động

Bao gồm các hoạt động quản lý đăng ký thuê bao. Nhiệm vụ đầu tiên là nhập và xoá thuê bao khỏi mạng. Đăng ký thuê bao cũng có thể rất phức tạp, bao gồm nhiều dịch vụ và các tính năng bổ sung. Khi đó HLR, SIM-Card đóng vai trò như một bộ phận quản lý thuê bao.

c) Chức năng quản lý thiết bị di động

Quản lý thiết bị di động được thực hiện bởi bộ đăng ký nhận dạng thiết bị EIR (Equipment Indentity Register). EIR lưu giữ tất cả các dữ liệu liên quan đến trạm di động MS. EIR được nối đến MSC qua đường báo hiệu để kiểm tra tính hợp lệ của thiết bị, ở GSM, EIR được coi như thuộc hệ thống NSS.

2.1.2. Cấu trúc địa lý mạng GSM

Mọi mạng điện thoại cần một cấu trúc địa lý nhất định để định tuyến các cuộc gọi vào đến tổng đài cần thiết và cuối cùng đến thuê bao bị gọi. Trong một mạng di động, cấu trúc địa lý này rất quan trọng do tính lưu thông của các thuê bao trong mạng. Với GSM cấu trúc địa lý được phân thành các vùng.

2.1.2.1. Vùng mạng

Các đường truyền giữa mạng GSM/PLMN và mạng PSTN/ISDN hay các mạng PLMN khác. Tất cả các cuộc gọi vào GSM/PLMN sẽ được định tuyến qua GMSC. GMSC làm việc như một đài trung kế vào cho GSM/PLMN. Một vùng mạng GSM/PLMN được chia thành một hay nhiều vùng phục vụ MSC/VLR.

2.1.2.2. Vùng phục vụ MSC

Vùng MSC/VLR là bộ phận của mạng được một MSC quản lý để định tuyến một cuộc gọi đến một thuê bao di động, đường truyền qua mạng sẽ được nối đến MSC ở vùng phục vụ MSC/VLR nơi thuê bao đang ở. Vùng phục vụ là một bộ phận của mạng được định nghĩa như là một vùng mà ở đó có thể đạt đến một trạm di động nhờ việc trạm này được ghi lại ở một bộ ghi định vị VLR khách. Mỗi vùng phục vụ MSC/VLR được chia thành một số vùng định vị.

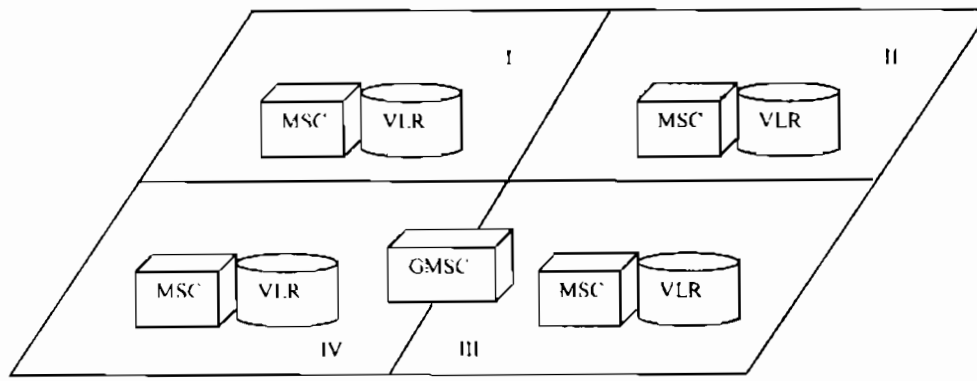
2.1.2.3. Vùng định vị LA

Vùng định vị là một phần của vùng phục vụ MSC/VLR, mà ở đó trạm di động có thể chuyển động tự do mà không cần cập nhật thông tin về vị trí cho tổng đài MSC điều khiển vùng định vị này.

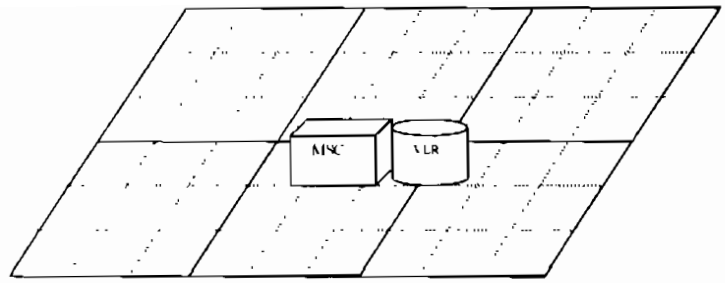
Vùng định vị này là vùng mà ở đó một thông báo tìm gọi sẽ được phát quảng bá để tìm thuê bao di động bị gọi. Vùng định vị có thể có một số cell và phụ thuộc vào một hay vài BSC nhưng nó chỉ phụ thuộc MSC/VLR.

2.1.2.4. Ô (Cell)

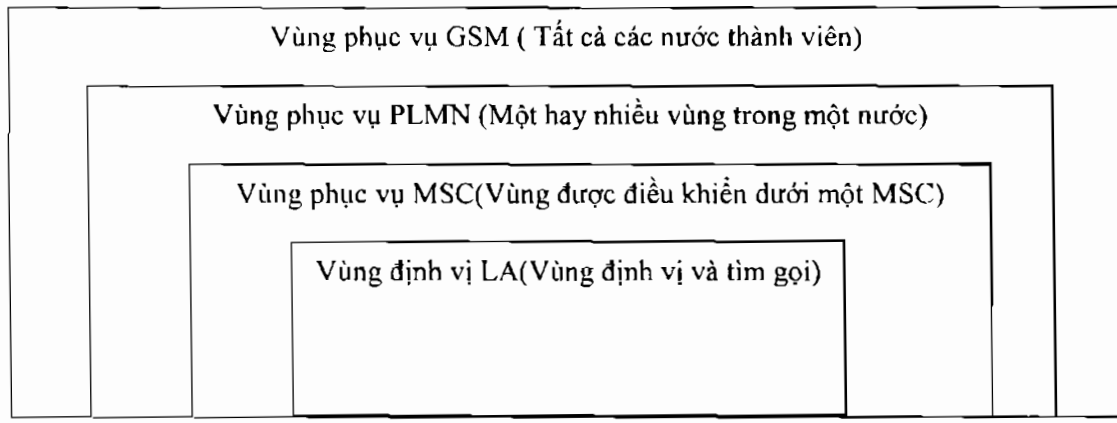
Ô là đơn vị nhỏ nhất của mạng, là một vùng bao phủ vô tuyến được mạng nhận dạng bằng nhận dạng ô toàn cầu (CGI – Cell Global Identity). Các vùng địa lý và quan hệ giữa chúng trong mạng GSM được thể hiện dưới đây:



Hình 2.4. Các vùng phục vụ.



Hình 2.5 Phân vùng một vùng phục vụ MSC/VLR thành các vùng định vị và các ô.



Hình 2.6. Quan hệ giữa các vùng trong hệ thống GSM.

2.2. TRUYỀN SÓNG TRONG HỆ THỐNG GSM

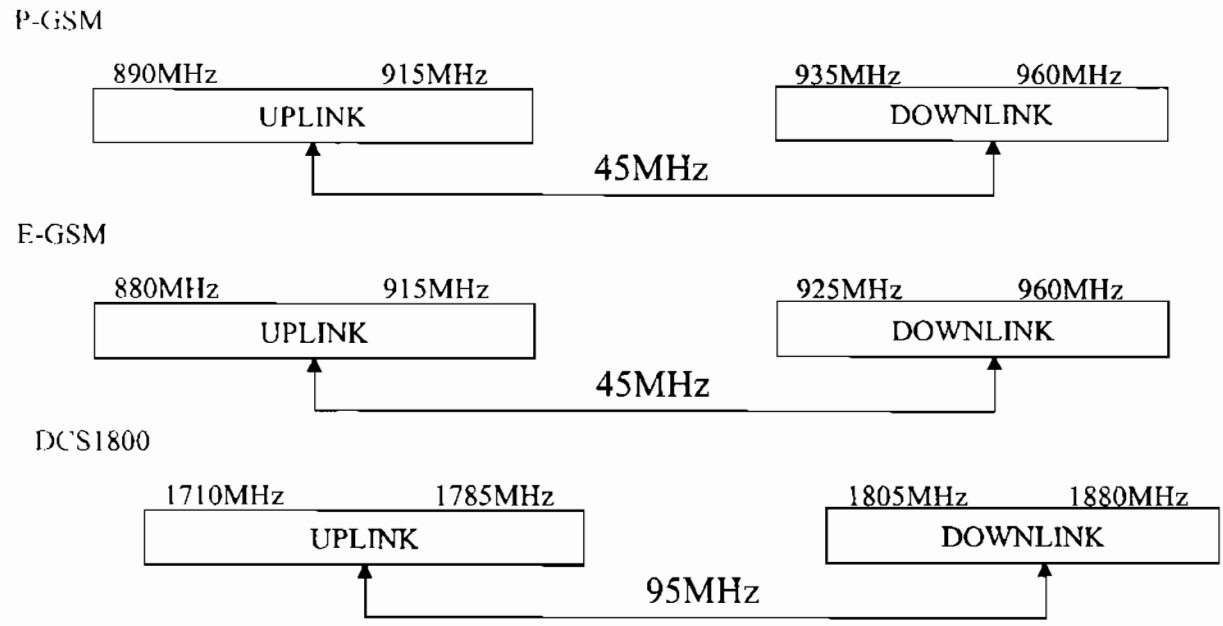
2.2.1. Sóng điện từ

Việc cấp phát phổ tần cho hệ thống GSM sơ cấp được thống nhất năm 1979. Qua vài thập kỷ, hệ thống GSM có được phát triển thành hệ thống số sử dụng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo tần số FDMA. Việc sử dụng công nghệ điều biến khoá dịch tối thiểu Gause (GMSK) đã cho tốc độ tổng cộng bằng 217Kb/s và di thông rộng có thể lên đến 500KHz - 600KHz. Nhờ vậy, cần thiết phải có biện pháp nào đó để giảm tốc độ bit cho từng kênh để giải thông tần chỉ bằng khoảng 200KHz. Điều này được thực hiện bằng mã hoá tiếng thường dùng bộ mã hoá lai ghép, tốc độ bit khi đó bằng 13Kb/s.

Với ứng dụng của di tần VHF (từ 30MHz-300MHz) và (300MHz- 3000MHz) là dành cho thông tin di động, hệ thống GSM sơ cấp được chỉ định ở 2 băng tần có độ rộng 25MHz:

- Từ 890MHz -915 MHz cho đường lên.

- Từ 935MHz -960MHz cho đường xuống.



Như vậy, dải thông tin của một kênh vật lý là 200KHz, di tần phòng vệ biên rộng 200KHz thì GSM900 có 124 di thông tần kênh vật lý tương ứng.

Ngoài ra để đáp ứng nhu cầu về dung lượng trong tương lai người ta mở rộng P-GSM thành E-GSM và hệ thống DCS1800 để đáp ứng xu hướng mạng PCN.

2.2.2. Tính toán tần số sóng mang

Tần số trung tâm của sóng mang trong dải P-GSM, E-GSM, DCS1800.

Tần số đường lên được kí hiệu là F_1 cho dải tần thấp;

Tần số đường xuống được kí hiệu là F_2 cho dải tần cao.

N là số thứ tự tần số sóng mang.

Trong đó:

Với: P-GSM: $F_u = F_1 + 45$ [MHz]

E-GSM: $F_u = F_1 + 45$ [MHz]

DCS1800: $F_u = F_1 + 95$ [MHz]

P-GSM: $F_1(n) = 890 + (0.2 \times n)$ [MHz] (2.1)

Với $1 \leq n \leq 124$

E-GSM: $F_l(n) = 890 + [0.2 \times (n - 1024)]$ [MHz] (2.2)

Với $975 \leq n \leq 1023$

DCS1800: $F_l(n) = 1710.2 + [0.2 \times (n - 512)]$ [MHz] (2.3)

Với $512 \leq n \leq 885$

2.2.3. Nguyên tắc truyền sóng

Do đặc điểm sóng vô tuyến số dùng cho thông tin di động là loại sóng VHF và UHF có tần số >30MHz và có bước sóng rất ngắn nên sóng đất trở nên không đáng kể và bị hấp thụ rất nhanh. Sóng trời có xu hướng thoát vào không gian bởi các đặc tính khác nhau của tầng điện ly. Những bức xạ ở góc thấp hơn là sóng không gian là phương thức truyền sóng chủ yếu ở những tần số này. Truyền theo kiểu này cũng được gọi là truyền sóng trong tầm nhìn thẳng.

** Truyền sóng trong không gian tự do*

Không gian tự do là môi trường mà không có vật phản xạ hay cản trở nào trên đường truyền của tín hiệu vô tuyến.

Khái niệm bức xạ đẳng hướng trong không gian tự do là cường độ năng lượng sóng phát ra từ anten bằng nhau ở mọi hướng. Trên thực tế, điều này là không thể, nhưng ta sẽ khảo sát nó trên lý thuyết.

Công suất bức xạ từ một anten đẳng hướng có thể được hiểu là sự chia đều công suất trên bề mặt không gian. Như vậy, nếu tính toán công suất này trên một đơn vị diện tích thì ta sẽ được thông lượng công suất P. Theo công thức:

$$P = P_t/4\pi d^2 \quad (2.4)$$

Trong đó:

P: Thông lượng công suất bức xạ [W]

P_t: Công suất bức xạ đẳng hướng từ anten [W]

d: Khoảng cách khảo sát tới anten [m]

Công suất thu tới khoảng cách trên từ nguồn bức xạ đẳng hướng phụ thuộc vào vùng thu được hiệu dụng hay ký hiệu A_e (góc mở hiệu dụng) của anten thu:

$$A_e = \lambda^2 2/4\pi \quad [m^2] \quad (2.5)$$

λ: bước sóng hiệu dụng.

Công suất thu được là tích của thông lượng công suất và góc mở hiệu dụng:

$$P_r = P.A_e \quad [W] \quad (2.6)$$

Thay số: $P_r = (P_t/4\pi d^2).(\lambda^2 2/4\pi)$ [W] (2.7)

2.2.3.1. Nguyên tắc truyền sóng

Trên thực tế, P_r luôn nhỏ hơn P_t công suất phát từ anten đẳng hướng một chút và giá trị chênh lệch đó gọi là suy hao truyền sóng trong không gian tự do:

$$L_{fs} = 20.\log (4 \pi d/ \lambda) \text{ [dB]} \quad (2.8)$$

d: [m]

λ: [m]

Chú ý: L_{fs} phụ thuộc nhiều vào tần số sử dụng, tần số càng cao thì suy hao càng lớn.

Như vậy: Với một mức công suất cho trước, phạm vi sử dụng sẽ càng hẹp nếu tần số truyền dẫn càng cao. Để chính xác hơn và thuận tiện cho người tính toán, người ta đưa ra công thức sau:

$$L_{fs} = 32,5 + 20\log d + 20\log f \quad \text{[dB]} \quad (2.9)$$

Với d: [km]

f: [MHz]

Công suất thu được ở máy thu đẳng hướng có thể được tách:

$$P_r = P_t - L_{fs} \quad (2.10)$$

P_t: Công suất bức xạ đẳng hướng.

P_r: Công suất thu.

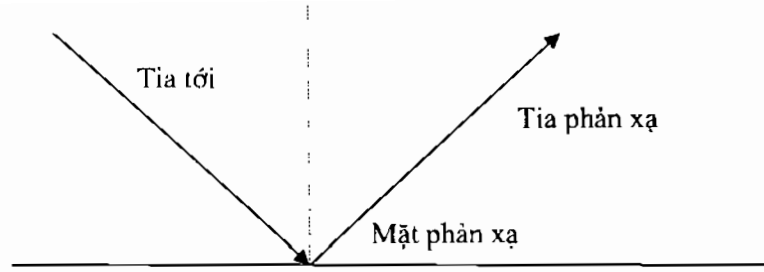
L_{fs}: Suy hao truyền sóng trong không gian tự do.

Tuy nhiên, mô hình không gian tự do trên đây là một mô hình đơn giản hoá nhưng lại là một xuất phát điểm quan trọng để thiết kế một mạng vô tuyến. Đối với nhiều trường hợp cụ thể mà mô hình này được xem xét kĩ hơn như: truyền sóng trong môi trường mặt nước, hay giữa 2 cao điểm.

2.2.3.2. Môi trường đô thị và nông thôn

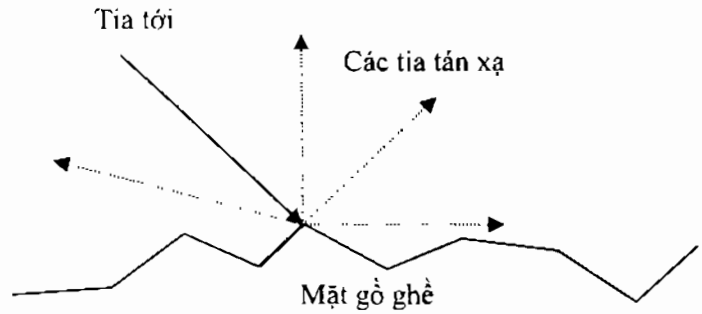
Tại những tần số sử dụng vô tuyến cellular thì phần lớn các vật thể trên đường truyền sóng có ảnh hưởng rất nhiều đến trạng thái sóng. Đó có thể là con người, toà nhà, xe cộ, súc vật, cây cối, các thiết bị và dụng cụ văn phòng.

- Phản xạ: Xảy ra khi sóng gặp một mặt phẳng nhẵn, cường độ phản xạ phụ thuộc vào dẫn suất của vật phản xạ. Dẫn suất càng cao thì phản xạ càng mạnh. Kiểu phản xạ thường được dự đoán và kéo theo sự đảo pha tín hiệu.



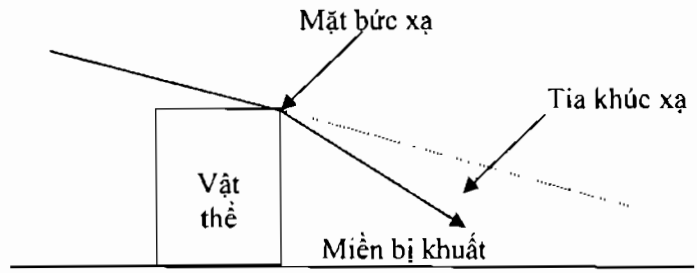
Hình 2.7. Phản xạ.

- Tán xạ: Xảy ra khi sóng phản xạ trên mặt phẳng gồ ghề, với độ tán xạ phụ thuộc vào độ gồ ghề của bề mặt. Khi bị tán xạ tia tới sẽ bị phân tán thành nhiều tia có cường độ khác nhau và theo các hướng khác nhau.



Hình 2.8. Tán xạ.

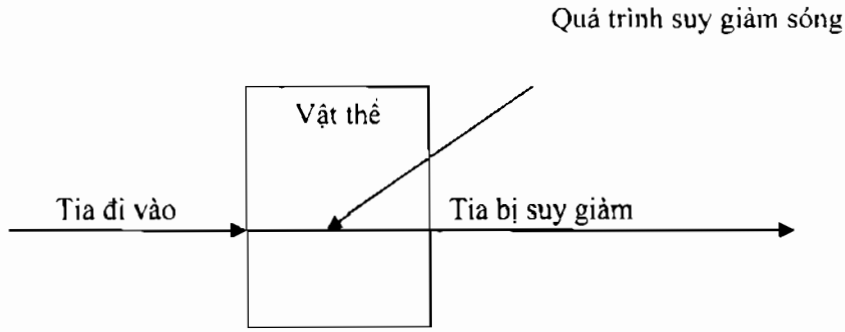
- Khúc xạ: Xảy ra khi sóng gặp phải mép của vật thể nó sẽ đổi hướng theo một góc độ nhất định phụ thuộc vào tần số. Khi tần số càng cao, góc khúc xạ càng lớn.



Hình 2.9. Khúc xạ.

- Suy giảm: Bị gây ra bởi bất kì vật cản nào trên đường đi của sóng. Một lần nữa, suy giảm này càng cao khi tần số càng cao và đặc biệt đáng kể đối với tần số sử dụng cho vô

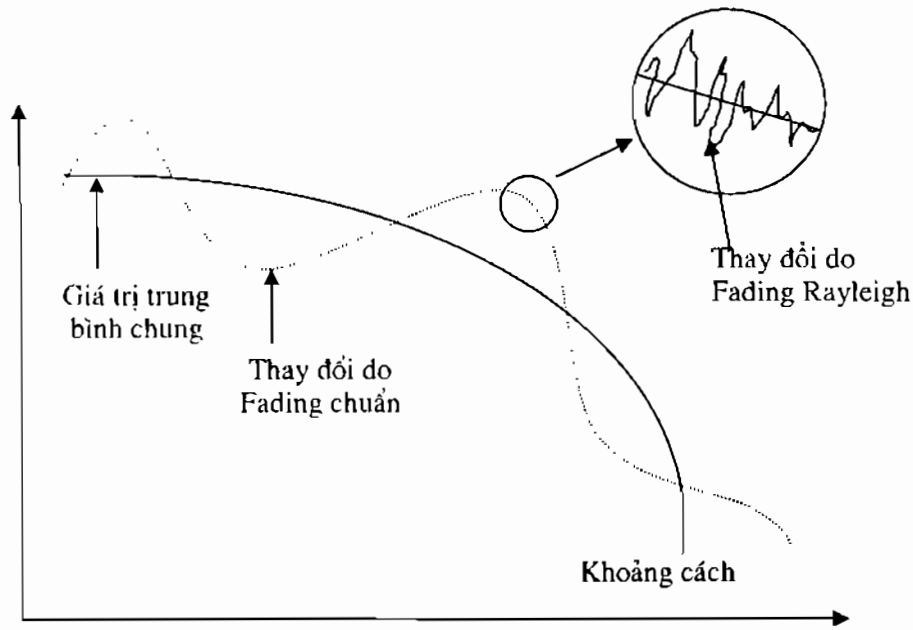
tuyến cellular. Giá trị suy hao này tính theo dB và phụ thuộc vào bước sóng làm việc, kích thước vật cản và vật liệu của vật cản.



Hình 2.10. Suy giảm.

- Thay đổi mặt phẳng phân cực: là kết quả kéo theo khi những hiện tượng trên xảy ra và bị anh hưởng bởi khí quyển và địa lý.

2.2.3.3. Truyền sóng nhiều tia



Hình 2.11. Cường độ tín hiệu Rx và Fading theo khoảng cách.

Thực tế, sóng vô tuyến được máy thu không chỉ thu theo đường trực tiếp mà còn theo vô số các tia phản xạ từ mặt đất hay từ những vật thể khác (cả hai nhân tố này có thể cố định hoặc chuyển động). Như vậy, tín hiệu tới máy thu sẽ là tổng hợp của nhiều tia tới lan truyền là rất đa dạng. Tín hiệu thu được có thể được tăng cường (biên độ lớn lên) hay suy giảm (biên

độ giảm đi. thậm chí bằng 0) hoặc một vài đoạn tín hiệu biến động đột ngột. Hiện tượng này gọi chung là fading. Khoảng thời gian giữa 2 chỗ trũng fading phụ thuộc vào tốc độ chuyển động, địa hình môi trường và tần số phát. Đây là những nguyên nhân chính gây giảm đáng kể chất lượng thông tin. Có hai loại fading chính đáng quan tâm: fading Rayleigh và fading chuẩn loga.

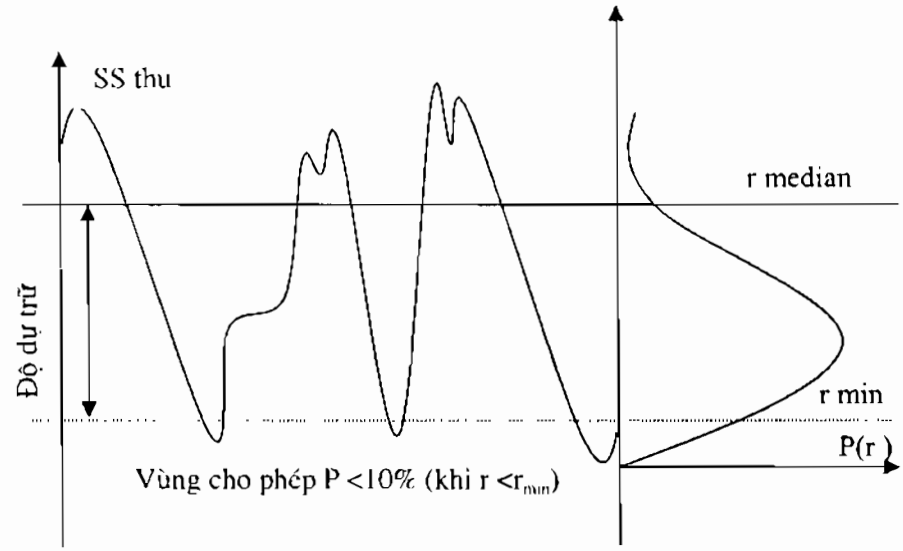
a) Fading nhanh (Hay còn gọi là fading thời hạn ngắn):

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

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

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

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

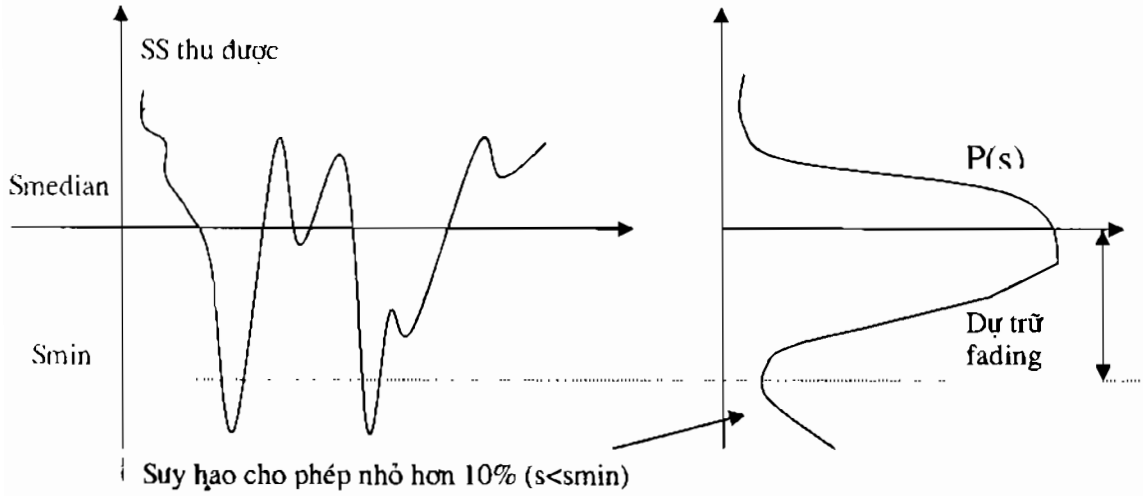


Hình 2.12. Dự trữ fading chậm.

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

b) Fading chậm (hay còn gọi là fading thời hạn dài):

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



Hình 2.13. Dự trữ fading chậm.

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

Độ nhạy yêu cầu ở đường vào máy thu:

- 104 dBm cho BTS.

- 104 dBm cho MS trên ô tô.

- 102 dBm cho máy MS cầm tay.

Dự trữ fading cho chuẩn loga: 5÷5dB

Dự trữ nhiễu: 3÷5dB

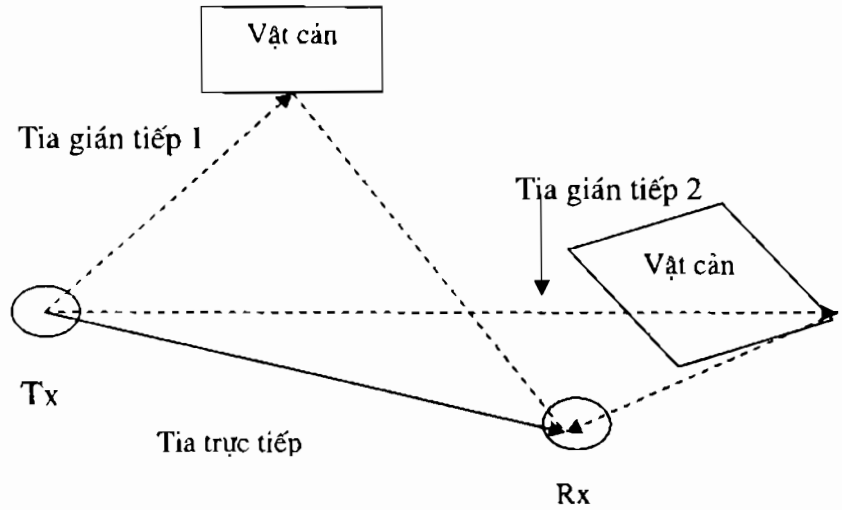
Dự trữ nhiễu cần phải được cộng thêm khi tính toán vì độ nhậy máy thu chỉ được tính toán cho chất lượng nhỏ nhất khi không có nhiễu.

c) Fading Rician:

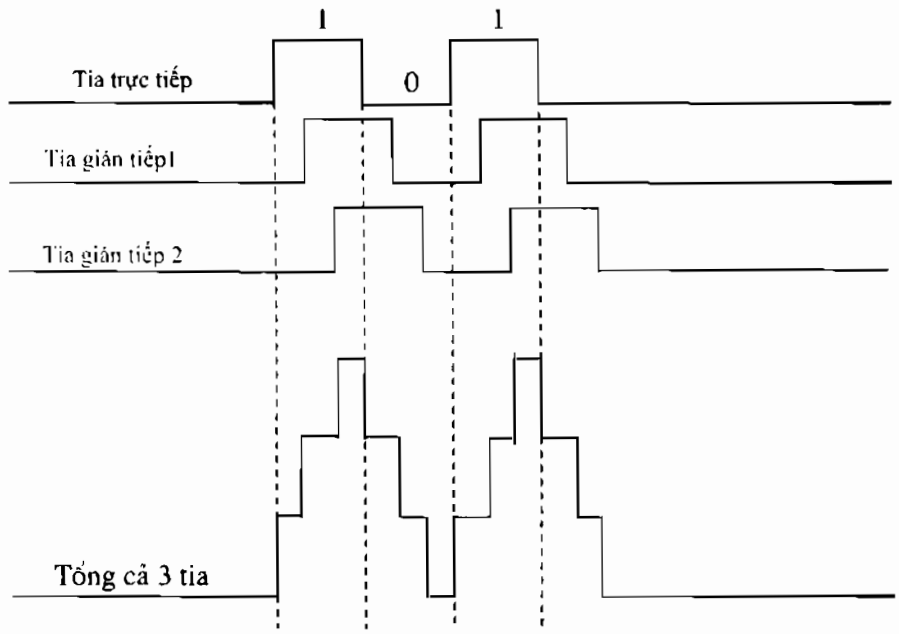
Khi thành phần trực tiếp của tín hiệu mạnh hơn cùng với những tín hiệu không trực tiếp yếu hơn cùng tới máy thu thì tại đây fading nhanh vẫn còn xảy ra những tín hiệu sẽ không sắc nét. Đường bao fading này có dạng phân bố Rician. Dạng fading này xảy ra phần lớn ở môi trường vùng nông thôn, microcellular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

2.2.3.4. Phân tán thời gian và nhiễu giao thoa ký tự ISI

Dây là vấn đề của truyền sóng nhiều tia và nó đặc biệt quan trọng với hệ thống số cellular. Khi đó, sóng tới là gồm nhiều tia sóng có thời gian lan truyền khác nhau. Do đó, chúng có pha khác nhau và ảnh hưởng tới đi thông của tín hiệu số, khi đó sẽ xy ra sự dịch chuyển miền thời gian lên nhau hay các ký hiệu cận sẽ giao thoa với nhau. ở phía thu sẽ không thể phân biệt được những ký tự nào.



Hình 2.14. Truyền sóng tới nhiều tia, nguyên nhân gây phân tán thời gian.



Hình 2.15. Phân tán thời gian.

Bằng việc sử dụng bộ phận cân bằng Equalizer, cho phép có thể kiểm soát được số khoảng phân tán thời gian nhưng không phải tất cả. Nó cho phép sự phản xạ trễ trong khoảng thời gian 4 bit tức là 14,9μs tương ứng trong khoảng 4,5 km.

Tuy nhiên, trên thực tế sự phản xạ gây trễ nhiều hơn và chúng ta sẽ không thể biết chắc được khả năng kiểm soát của Equalizer. Nếu sự phản xạ nằm ngoài khả năng kiểm soát của Equalizer (tức là trễ >15μs) thì hệ thống sẽ rối loạn như bị nhiễu. Khi đó người ta sử dụng thuật toán viterbi để giảm nhẹ các khả năng không thể cho Equalizer tăng thời gian sử lý và độ chính xác cho hệ thống. Hệ thống GSM yêu cầu tỉ số C/I nhỏ nhất là 9dB.

Tổng của các tia phản xạ mà bị trễ >15μs sẽ phải có giá trị nhỏ nhất 9dB thấp hơn tổng của thực hiện C và những phản xạ bị trễ. Đưa ra tỉ số C/R. Chú ý rằng: Tín hiệu phản xạ được coi như một phần của tín hiệu Carrier:

$$C/R = 10 \log P_d/P_r \qquad (2.11)$$

P_d: Công suất thực hiện nhận được từ đường trực tiếp.

P_r: Công suất thực hiện nhận được từ đường gián tiếp, số này được định nghĩa là tỉ số giữa năng lượng trong cửa sổ Equalizer C trên năng lượng ngoài cửa sổ Equalizer R.

Khuyến nghị cho GSM với C/R nhỏ nhất 9dB hoặc lớn hơn. Việc thiết kế hệ thống GSM phi chỉ ra được những trường hợp mà tỷ số C/R nhỏ hơn mức C/R ngưỡng. Khi có những kết quả phân tích về địa hình và những vị trí trạm gốc thì ta có thể thực hiện đánh giá về những rủi ro do phân tán thời gian. Qua đó những nhân tố sau đây sẽ được xem xét:

- Dự đoán vùng phủ sóng của các cell lân cận.
- Vùng cell.
- Khu vực cell có thể bị nhiễu (liền kề).
- Vật thể có thể gây phản xạ.
- Trễ thời gian.

Để xác định được cơ sở của những vấn đề trên, ta cần phải biết 2 điều:

- Chênh lệnh thời gian giữa sóng trực tiếp và gián tiếp.
- Công suất tia phản xạ đối với tín hiệu có ích.

• Nếu thời gian chênh lệch nhỏ hơn 15μs thì tia trễ sẽ vô hại (khi hệ thống sử dụng thiết bị phân tập). Để nghiên cứu cell với thuê bao di động ta vẽ một hình Elip mà có khoảng chênh lệch giữa tia trực tiếp từ BTS - MS với khoảng cách BTS - vành và elip MS tương ứng =15μs (tương ứng 4,5 km).

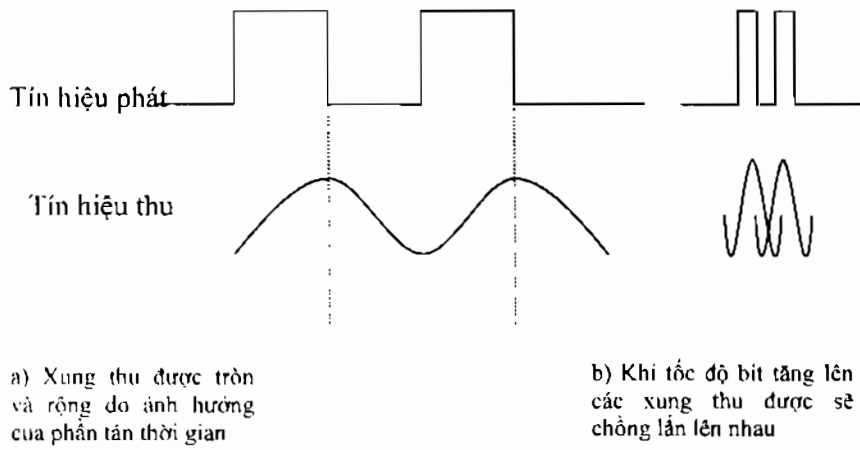
Mỗi vị trí của thuê bao sẽ vẽ được một elip, nếu vật thể nằm trong elip này thì sẽ vô hại vì kích thước và hình dáng của elip phụ thuộc vào vị trí của thuê bao nên phân tập thời gian

chỉ xy ra trong một số phần của cell. Một số trường hợp đặc biệt mà những điều điều trên không cần thiết đúng đó là khi nhận sóng tới hoàn toàn từ sóng phản xạ.

Lưu ý rằng, nếu sóng phản xạ mạnh hơn sóng trực tiếp mà hệ thống vẫn làm việc tốt tức là có thể phú sóng bởi những tia phản xạ. Vấn đề này xảy ra chỉ khi tia phản xạ và tia trực tiếp xấp xỉ nhau.

Một trường hợp mà sự phan xạ có hại là khi vật phản xạ nằm trong tầm nhìn thẳng. Như vậy, có thể nói: Không phải tất cả sự phản xạ đều là có hại, chỉ có những vật phản xạ nằm ngoài vòng elip như đã nói ở trên hay sự trễ do phản xạ lớn hơn khả năng kiểm soát của Equalizer. Càng xa vật thể thì sóng phản xạ càng yếu. Nhưng vấn đề sẽ trở nên nghiêm trọng hơn nếu cả hai MS và BTS trong tầm nhìn thẳng đối với vật phản xạ.

* Nhiễu giao thoa ký tự ISI



Hình 2.16. Nhiễu giữa các ký tự.

Sơ đồ a) Chỉ ra được tính chất làm cho xung vuông ở máy thu trở nên tròn hơn và rộng hơn do ảnh hưởng của phân tập thời gian.

Sơ đồ b) Mô tả nhiễu giữa các ký tự khi tốc độ bit tăng.

2.2.4. Mô hình truyền sóng

Việc dự đoán suy hao truyền dẫn trong thông tin di động gặp phải rất nhiều khó khăn do thiết bị thông tin cụ thể là mobile luôn luôn di động và anten của nó thường đặt thấp hơn nhiều so với địa hình xung quanh. Tuy nhiên, để thực hiện hệ thống một cách có hiệu quả các nhà nhiên cứu đã phải đưa ra các mô hình bằng thực nghiệm trong các điều kiện khác nhau.

Công thức sau là suy hao trong môi trường tự do không có phản xạ, anten của mobile và anten trạm gốc trong tầm nhìn thẳng và các anten bức xạ đẳng hướng.

$$L_{bf} = 20.\log(4\pi d/\lambda) \qquad (2.12)$$

Một công thức khác tính toán suy hao đường truyền trong điều kiện có sự tham gia của mặt đất. Phản xạ một lần qua mặt đất, và với điều kiện anten bức xạ đẳng hướng:

$$L = 20.\log\ (\frac{d^2}{h_1 h_2}) \tag{2.13}$$

Trong đó:

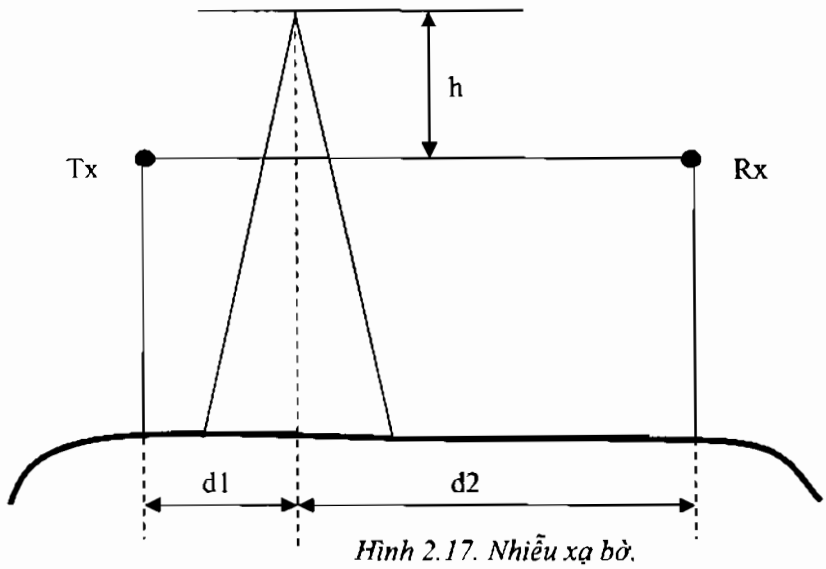
d: là cự ly truyền (m)

h_1: độ cao anten trạm gốc

h_2: độ cao anten mobile

Ngoài ra, có một hiện tượng khác là những ảnh hưởng do mép dài của các vật chướng ngại. Theo nguyên tắc truyền sóng, các vật chướng ngại sẽ làm suy hao năng lượng sóng mức độ tuỳ thuộc vào mức độ bị che khuất của đường truyền. Sơ đồ sau miêu tả suy hao nhiễu xạ thông qua thông số V:

$$V = h\times \sqrt{\frac{2.(d_1+d_2)}{\lambda d_1 d_2}} \tag{2.14}$$



Hình 2.17. Nhiễu xạ bờ.

Trong môi trường di động, nhiều vật cản trở nên rất khó dự đoán trước nhưng việc xây dựng mô hình nhiễu xạ vẫn rất quan trọng trong hầu hết các mô hình truyền sóng di động.

Bằng phương pháp thực nghiệm một số nhà nghiên cứu đã đưa ra một số mô hình áp dụng cho nhiều dạng địa hình khác nhau thông qua hàng nghìn thí nghiệm và số liệu đo đạc thực tế. Sau đây là một số mô hình.

2.2.4.1. Mô hình truyền sóng Hata

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

Công thức Hata:

$$Lp(\text{đô thị})=69,55+26,16\log f-13,82\log hb-a(hm)+(44,9-6,55\log hb)\log d \quad (2.15)$$

Trong đó:

Lp(đô thị): Suy hao đường truyền đối với đô thị đông dân (dB)

f: Tần số sóng mang (150 ÷1500) (MHz)

hb: Chiều cao của anten trạm gốc (30 ÷ 200) (m)

hm: Chiều cao anten máy di động (1÷ 20) (m)

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

Hệ số hiệu chỉnh anten a(hm):

$$a(h) = (1,1\log f - 0,7)hm - (1,56\log f - 0,8) \quad (2.16)$$

Cũng có công thức khác cho vùng đông dân:

$$Lp(\text{ngoại ô}) = Lp(\text{đô thị}) - 2[\log(f/28)]2 - 5,4 \quad (2.17)$$

$$Lp(\text{nông thôn}) = Lp(\text{đô thị}) - 4,78(\log f)2 + 18,33\log f - 40,94 \quad (2.18)$$

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

2.2.4.2. Mô hình truyền sóng SOST231

COST (Collaborative studies in Science and Technology - cộng tác nghiên cứu khoa học và công nghệ) được sự bảo trợ của EU. COST 231 bao gồm một số vấn đề liên quan tới vô tuyến của ô và những mô hình truyền sóng. Một Microcell được COST231 định nghĩa là một cell nhỏ và phạm vi từ 0,5 đến 1km, trong phạm vi này anten gốc nói chung được đặt thấp hơn độ cao của toà nhà cao nhất.

Anten trạm gốc của cell lớn hoặc cell nhỏ nói chung đều được đặt phía trên của toà nhà cao nhất. Cell nhỏ của GSM được giới hạn trong phạm vi bán kính khoảng 1 ÷ 3km, trái lại cell lớn có thể mở rộng phạm vi bán kính lên tới 35km. Dựa trên cơ sở này, COST đưa ra mô hình Hata COST 231.

Mô hình Hata COST 231:

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

$$Lp=46,3 + 33,9\log f - 13,82\log h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55\log h_b)\log d + Cm \qquad (2.19)$$

Trong đó:

Lp: Suy hao đường truyền (dB)

f: Tần số hoạt động (MHz)

h: Độ cao anten trạm gốc (m)

h: Độ cao anten máy di động (m)

a(h): Hệ số hiệu chỉnh anten

d: Khoảng cách từ trạm gốc đến máy di động [km].

Cm =0 dB đối với thành phố cỡ trung bình hoặc trung tâm ngoại ô.

= 3dB đối với trung tâm đô thị

2.2.4.3. Mô hình truyền sóng SAKAGAMIKUBOL

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

- Nó đưa ra rất nhiều tham số cho môi trường đô thị

- Nó có thể đáp ứng được trên phạm vi tần số 450 ÷ 2200MHz.

- Nó đưa ra những quy định hợp lệ đối với những độ cao của anten trạm gốc thấp hơn đỉnh các toà nhà, để tạo ra mô hình hữu ích cho ứng dụng của Microcell.

Công thức của mô hình này là:

$$Lp =100 - 7,1\log W + 0,023\phi + 1,4\log h_s + 6,1\log\langle H\rangle - [24,37-3,7(H/h_{bo})]\log h_b +$$
$$(43,42 - 3,1\log h_b)\log d + 20\log f + \exp[13(\log f - 3.23)] \qquad (2.20)$$

Trong đó:

Lp: Suy hao (dB)

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

ϕ: Góc giữa trục của đường với đường thẳng nối từ anten tram gốc đến máy di động.

hs: Độ cao của toà nhà có đặt anten trạm gốc phía thu (5÷80m)

<H>: Độ cao trung bình của các toà nhà xung quanh điểm thu (5÷50m)

H_b: Độ cao anten trạm gốc tại điểm thu (20÷100m)

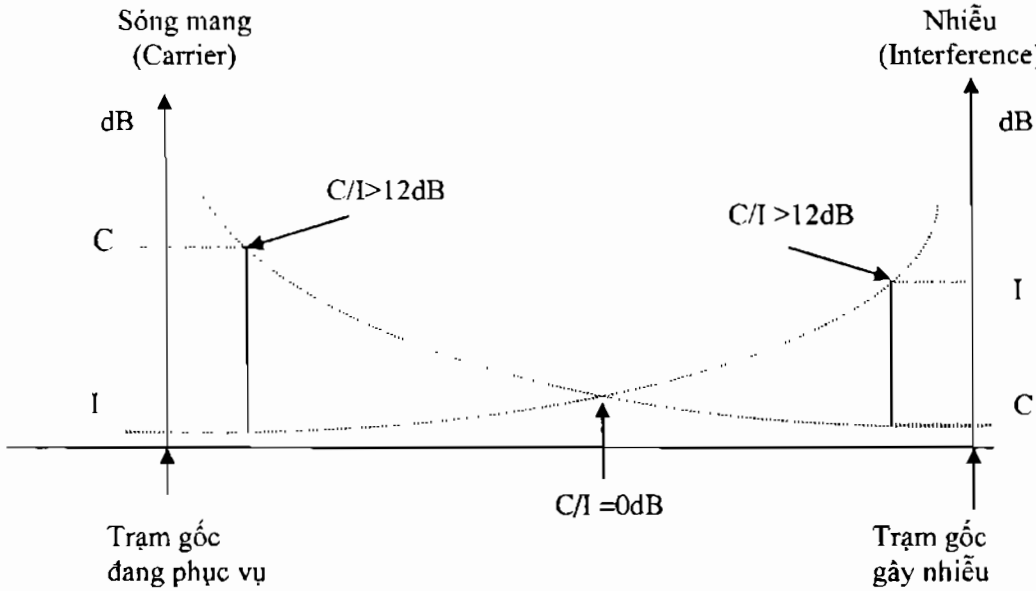
H: Độ cao trung bình của các toà nhà xung quanh trạm gốc ($H>h_{bo}$)

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

f: Tần số hoạt động (450÷2200km)

2.3. SỬ DỤNG TẦN SỐ TRONG HỆ THỐNG GSM

Một mục tiêu quan trọng khi thiết kế hệ thống cellular là làm sao có thể đạt dung lượng cao. Hay nói cách khác là làm sao đạt được số thuê bao trên một cây số vuông lớn nhất với cùng một cấp độ phục vụ GOS (Grade of Service) và chất lượng thoại chấp nhận được. Nhưng với một di tần số có giới hạn cho hệ thống di động thì không thể đáp ứng được nhu cầu ngày càng tăng về số lượng kênh lưu lượng. Hệ thống cellular đã đưa ra giải pháp sử dụng lại ở một phạm vi khác có khoảng cách xác định theo tính toán để tránh nhiễu. Điều này có nghĩa là các cell có sử dụng cùng một nhóm tần số sẽ phi chịu nhiễu đồng kênh nếu chúng không có một khoảng cách thích hợp gọi là khoảng cách sử dụng lại tần số. Chính vì lý do đó mà vùng phủ sóng của trạm gốc sẽ bị hạn chế. Khi đó chúng ta nói một hệ thống cellular hoàn chỉnh là một hệ thống có giới hạn nhiễu và giới hạn tạp âm so với quy ước.



Hình 2.18. Tỉ số C/I.

2.3.1. Các thông số đánh giá

2.3.1.1. Nhiễu đồng kênh

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

vị trí của máy thu so với hai máy phát. Tỉ số sóng mang trên nhiễu được định nghĩa là cường độ tín hiệu mong muốn trên cường độ tín hiệu nhiễu ($C/I = 10\log(P_c/P_I)$) sau lọc cao tần. Yêu cầu là: C/I<= 12dB.

Trong đó: P_c là công suất tín hiệu thu mong muốn.

P_I là công suất nhiễu thu được.

2.3.1.2. Nhiễu kênh lân cận

Nhiễu kênh lân cận xảy ra khi sóng vô tuyến được điều chỉnh và thu riêng kênh C song lại chịu nhiễu từ kênh lân cận C-1 hoặc C.

Mặc dù thực tế sóng vô tuyến không được chỉnh để thu kênh lân cận đó, nhưng nó vẫn đề nghị một sự đáp ứng nhỏ là cho phép kênh lân cận được định nghĩa là cường độ của sóng mang mong muốn trên cường độ của sóng mang kênh lân cận:

$$C/A = 10\log (P_c/P_A)$$

Trong đó: P_c = công suất thu tín hiệu mong muốn.

P_A = công suất thu tín hiệu của kênh lân cận.

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

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

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

2.3.1.3. Phân tán thời gian

C/R là tỉ số đánh giá phân tán thời gian trong hệ thống GSM khi sóng vô tuyến truyền và phản xạ trong không gian theo nhiều đường khác nhau. Để hạn chế sự phản xạ này người sử dụng Equalizer có thể kiểm soát được phản xạ trễ trong khoảng 4 bit, tương ứng 15μs. Nhưng trên thực tế, độ trễ này nhiều hơn vì nó phụ thuộc nhiều vào môi trường địa lý của vị trí đặt trạm, do đó ta chỉ có thể cho phép nó nhỏ hơn một mức ngưỡng nhất định.

2.3.2. Tái sử dụng tần số

Một hệ thống tổ ong làm việc dựa trên việc sử dụng lại tần số. Nguyên lý cơ bản khi thiết kế hệ thống tổ ong là các mẫu sử dụng lại tần số. Theo định nghĩa sử dụng lại tần số là việc sử

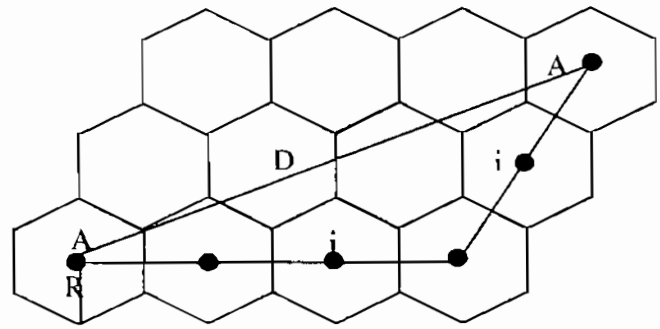
dụng các kênh vô tuyến ở cùng một tần số mang để phủ sóng cho các vùng địa lý khác nhau. Các vùng này phải cách nhau một cự ly đủ lớn để mọi nhiễu giao thao đồng kênh (có thể xảy ra) chấp nhận được. Tỉ số sóng mang trên nhiễu C/I phụ thuộc vào vị trí tức thời của thuê bao di động do địa hình không đồng nhất, số lượng và kiểu tán xạ. Phân bố tỉ số C/I cần thiết ở hệ thống xác định số nhóm tần số F mà ta có thể sử dụng. Nếu toàn bộ số kênh quy định N được chia thành F nhóm thì mỗi nhóm sẽ chứa N/F kênh. Vì tổng số kênh N là cố định nên số nhóm tần số F nhỏ hơn sẽ dẫn đến nhiều kênh hơn ở một nhóm và một đài trạm. Vì vậy, việc giảm số lượng các nhóm tần số sẽ cho phép mỗi đài trạm tăng lưu lượng nhờ đó sẽ giảm số lượng các đài trạm cần thiết cho tải lưu lượng định trước.Ta biết rằng sử dụng lại tần số ở các cell khác nhau thì bị giới hạn bởi nhiễu đồng kênh C/I giữa các cell đó nên C/I sẽ là một vấn đề chính cần được quan tâm.

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

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

$$D = R\sqrt{3 \times N} \tag{2.21}$$

Trong đó: R là bán kính cell



Hình 2.19. Khoảng cách tái sử dụng tần số.

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

P là vị trí của máy di động liên quan tới hai vị trí A và B.

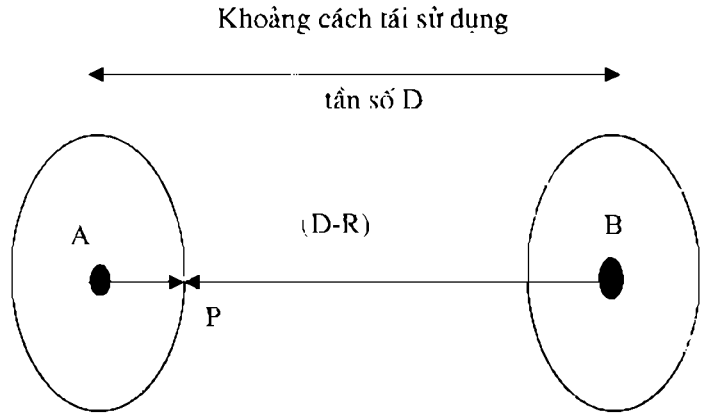
Tại máy di động MS có:

$$C\alpha.\frac{1}{R^{\gamma}} = I\alpha.\frac{1}{(D-R)^{\gamma}} \Rightarrow \frac{C}{I} = \frac{(D-R)^{\gamma}}{R^{\gamma}} = \left(\frac{D}{R}-1\right)^{\gamma} = \left(\sqrt{3N}-1\right)^{\gamma} \tag{2.22}$$

Trong đó: x là hệ số truyền sóng

Các giá trị C/I

Số cell/Nhóm	Tỉ số C/I (dB)		
	X		
	3.0	3.5	4.0
3	9.0	10.5	12.0
4	11.7	13.7	15.6
7	16.6	19.4	22.2
9	18.7	21.8	24.9
12	21.0	24.5	28.0
21	25.2	29.4	33.6



Hình 2.20. Sơ đồ tính C/I.

2.3.2.1. Mẫu 3/9

Mẫu tái sử dụng lại tần số 3/9 có nghĩa các tần số sử dụng được chia thành 9 nhóm tần số định trong 3 vị trí trạm gốc. Mẫu này có khoảng cách giữa các đài đồng kênh là D = 5.2R.

Các tần số ở mẫu 3/9

Ấn định tần số								
A1	**B1**	**C1**	**A2**	**B2**	**C2**	**A3**	**B3**	**C3**
1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25	26	27
28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40					

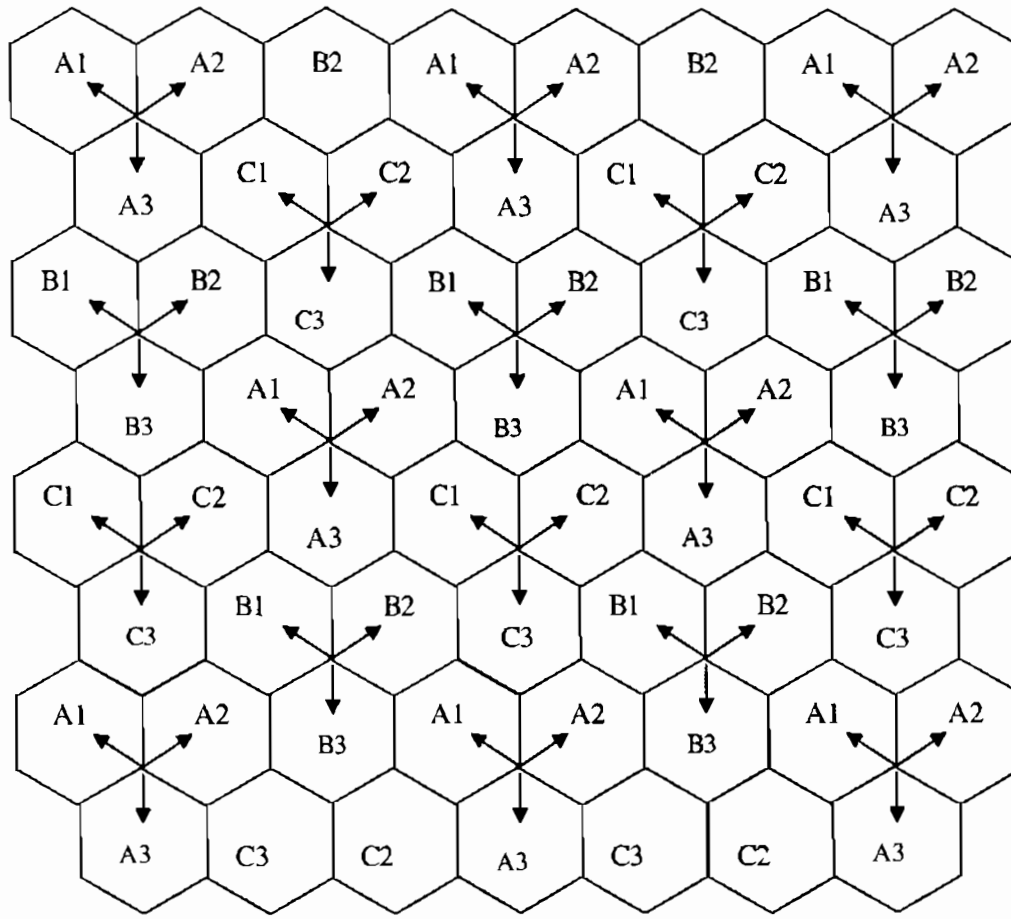
Ta thấy mỗi cell có thể phân bổ cực đại đến 5 sóng mang.

Như vậy, với khái niệm về kênh như đã nói ở phần trước thì phải dành một khe thời gian cho BCH, một khe thời gian cho SDCCH/8. Vậy còn: (5 x 8) – 2 = 38 khe thời gian cho kênh

lưu lượng. Tra bảng Erlang-B, tại GoS 2% thì một cell có thể cung cấp dung lượng 29,166 Erlang. Giả sử mỗi thuê bao chiếm 0,33 Erlang. Như vậy, mỗi cell có thể phục vụ được 29,166/0,33 = 833 thuê bao.

Thông thường cụm 9 cell có tỉ số C/I khoảng 9 dB. Với tỉ số này, các máy di động có thể hoạt động được nhờ việc GSM cung cấp các phương pháp đo lường đặc biệt để có thể làm giảm ảnh hưởng của nhiễu. Các phương pháp đo lường này gồm nhảy tần, điều khiển công suất động và truyền dẫn gián đoạn (DTX).

Tỉ số C/A cũng là một tỉ số quan trọng và người ta cũng dựa vào tỉ số này để đảm bảo rằng việc ấn định tần số sẽ không làm cho các cell giống nhau có các sóng mang liền nhau. Lý tưởng là các sóng mang liền nhau không nên được sử dụng ở các cell cạnh nhau về mặt địa lý. Tuy nhiên, trong hệ thống 3/9 các cell cạnh nhau về mặt địa lý là A1 và C3 lại sử dụng các sóng mang liền nhau. Điều này chứng tỏ rằng tỉ số C/A đối với các máy di động hoạt động ở biên giới giữa hai cell A1 và C3 là 0 dB và mặc dù tỉ số này là lớn hơn tỉ số chuẩn của GSM là - 9dB. đây là mức nhiễu cao. Việc sử dụng các biện pháp như nhảy tần, điều khiển công suất động, truyền dẫn gián đoạn là nhằm mục đích giảm tối thiểu các hiệu ứng này.



Hình2.21. Mẫu tái sử dụng tần số 3/9.

2.3.2.2. Mẫu 4/12

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

Các tần số ở mẫu 4/12

Ấn định tần số											
A1	**B1**	**C1**	**A2**	**B2**	**C2**	**A3**	**B3**	**C3**	**A4**	**B4**	**C4**
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
37	38	39	40								

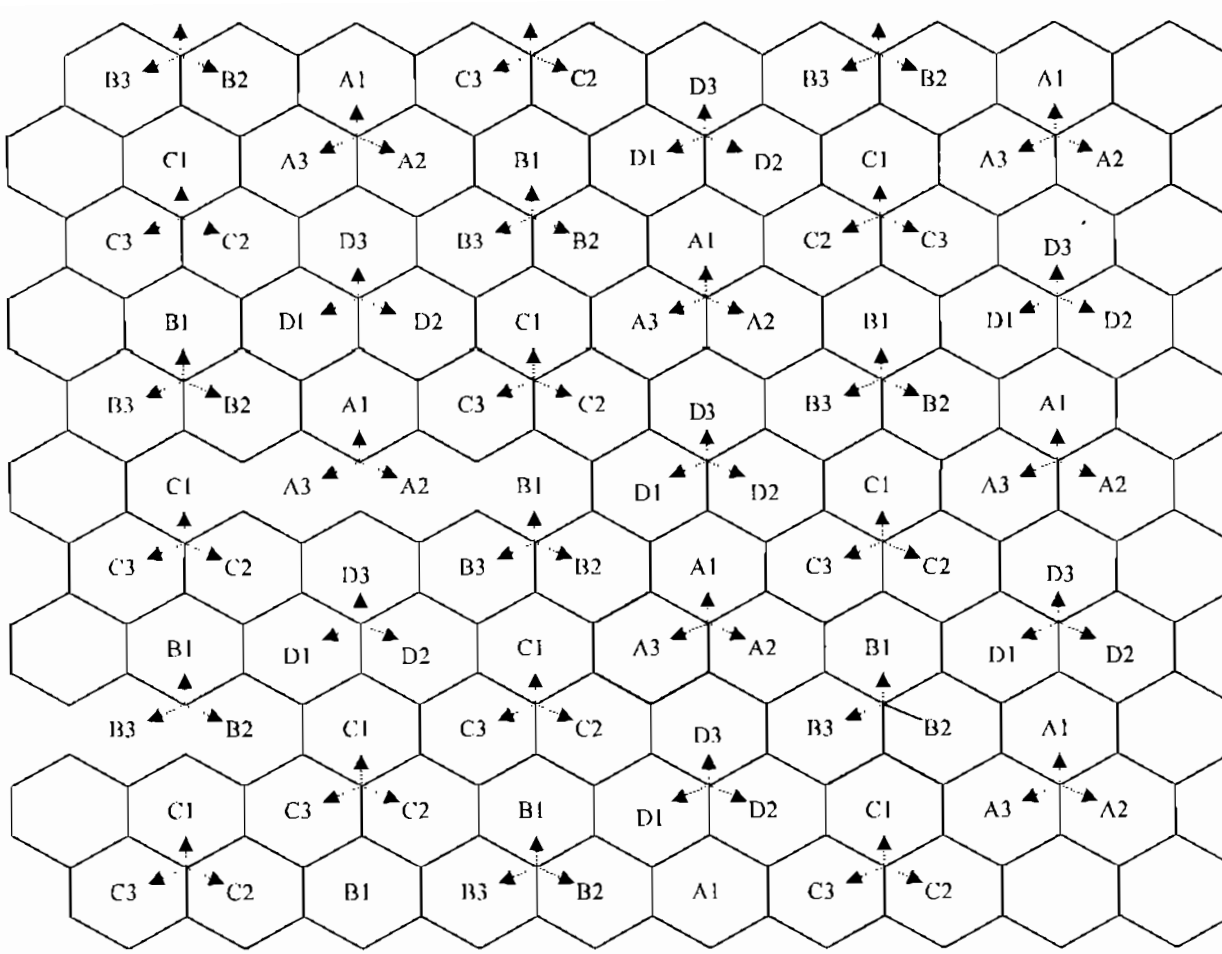
Ta thấy mỗi cell có thể phân bố cực đại là 4 sóng mang.

Như vậy, với khái niệm về kênh như đã nói ở phần trước, một khe thời gian dành cho kênh BCH, một khe thời gian dành cho kênh SDCCH/8. Vậy còn (4 x 8) – 2 = 30 khe thời gian cho kênh lưu lượng. Tra bảng Erlang-B, tại GoS = 2% thì mỗi cell có thể cung cấp dung lượng 21,932 Erlang. Giả sử mỗi thuê bao chiếm 0.3 Erlang thì mỗi cell có thể phục vụ được 221,932/0,33 = 664 thuê bao.

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

Trong phần trước, chúng ta biết rằng cụm 12 cell có tỉ số C/I khoảng 12 dB. đây là tỉ số thích hợp đối với hệ thống GSM và như vậy việc sử dụng kỳ vọng tần số, điều khiển công suất động, truyền dẫn gián đoạn thực chất là không cần thiết. Dù sao mẫu 4/12 cũng cho dung, lượng lưu lượng thấp hơn mẫu 3/9 vì:

- Số lượng sóng mang trên cell ít hơn (mỗi cell có 1/12 tổng số sóng mang thay vì 1/9).
- Các nhân tố sử dụng lại là thấp hơn (nghĩa là khoảng cách sử dụng lại là lớn hơn).



Hình2.22. Mẫu tái sử dụng tần số 4/12.

2.3.2.3. Mẫu 7/21

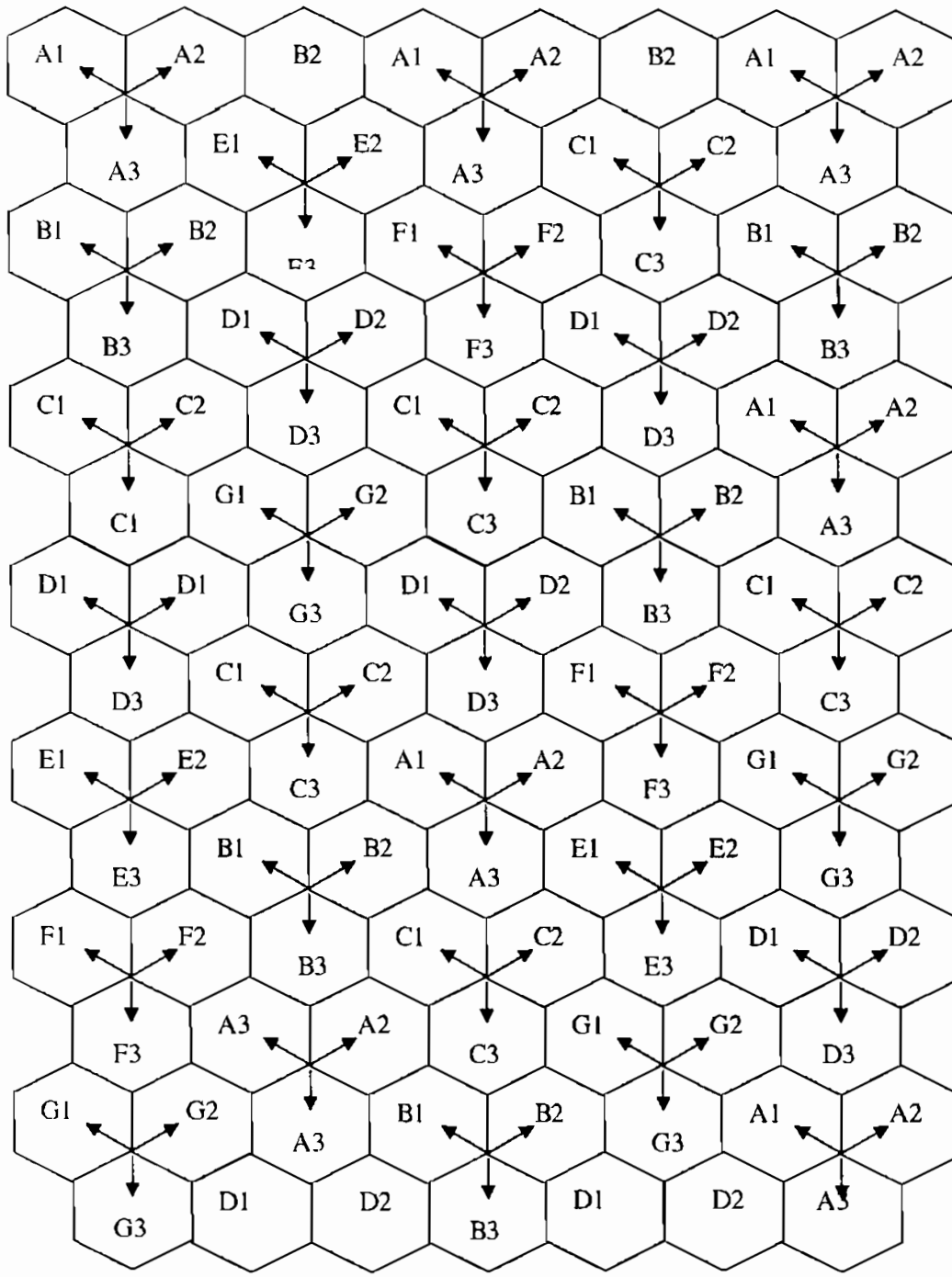
Mẫu 7/21 có nghĩa là các tần số sử dụng được chia thành 21 nhóm ấn định trong 7 trạm gốc. Khoảng cách giữa các trạm đồng kênh D=7,9R.

Các tần số ở mẫu 7/21

Ấn định sóng mạng																				
A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G	A	B	C	D	E	F	G
1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		

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

Phải có một khe thời gian dành cho BCH và có ít nhất một khe thời gian dành cho SDCCH, vậy còn 2 x 8 – 2=14 khe thời gian cho khe thời gian cho kênh lưu lương. Tra bảng Erlang-B, tại GoS = 2% thì mỗi khe có thể cung cấp một dung lượng 8,2003Erlang. Giả sử mỗi thuê bao chiếm 0,33 Erlang. Như vậy, một cell có thể phục vụ được 8,2003/0,33 = 248 thuê bao.



Hình 2.23. Mẫu tái sử dụng tần số 7/21.

Nhận xét:

- Khi số nhóm tần số tăng N/21, N/12, N/9, nghĩa là số tần số có thể dùng cho một đài trạm tăng thì khoảng cách giữa các đài đồng kênh D sẽ giảm 7,9R; 6R; 5,2R. Điều này đồng nghĩa với nhiễu trong hệ thống cũng sẽ tăng lên. Với số nhóm tần số tăng thì số thuê bao được phục vụ cũng sẽ tăng lên là: 248; 664 và 883. Như vậy, việc lựa chọn mẫu sử dụng lại tần số phải dựa trên các đặc điểm địa lý vùng phú sóng, mật độ thuê bao của vùng phủ và tổng số kênh N của mạng.

- Mẫu 3/9: số kênh trong một cell là lớn, tuy nhiên khả năng nhiễu cao. Mô hình này được áp dụng cho những vùng có mật độ máy di động cao.

- Mẫu 4/12: sử dụng cho những có mật độ lưu lượng trung bình.

- Mẫu 7/21: sử dụng cho những khu vực mật độ lưu lượng thấp.

2.3.3. Dung lượng và tỷ số C/I

Với tổng số kênh mà tài nguyên hệ thống cho phép là M kênh, nếu chia đều cho N nhóm kênh thì ta sẽ có số kênh trong một nhóm kênh hay một cell là M/N. Từ đây ta sẽ tính toán được dung lượng phục vụ ứng với cấp độ phục vụ GOS nhất định qua bảng Erlang. Như nhận xét ở trên, số nhóm tần số càng nhỏ thì số lượng kênh trên một nhóm càng lớn và số thuê bao có thể được phục vụ càng cao, nghĩa là phản ánh hiệu quả trung kế tốt hơn. Nhưng N nhỏ lại cho tỉ số C/I nhỏ, nhiễu đồng kênh tăng.

Với N cho trước, thì dung lượng trên một cell sẽ là cố định. Như đã biết, khu vực cell tỉ lệ thuận với bình phương bán kính cell. Do vậy, mật độ dung lượng trong một đơn vị diện tích là tỉ lệ nghịch với khu vực cell. Vậy nếu ta chia cell nhỏ có bán kính bằng 1/2 cell cũ thì với N cho trước dung lượng sẽ tăng lên 4 lần. Tuy nhiên, để tránh nhiễu đồng kênh người không thể luôn sử dụng cùng một nhóm tần số cho các cell nhỏ đó vì điều này sẽ là giảm đi ưu điểm của việc giảm kích cỡ cell sẽ làm giảm chất lượng.

2.3.4. Sector hóa và sự phân chia ô

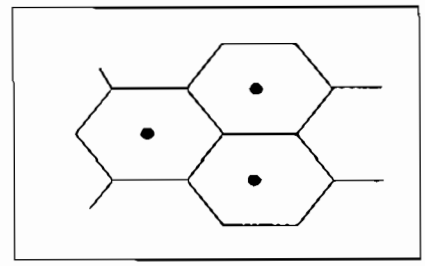
Diều rõ ràng là một cell với kích thước nhỏ thì dung lượng thông tin càng tăng. Tuy nhiên, kích thước nhỏ đi có nghĩa là cần phi có nhiều trạm gốc hơn và như thế chi phí cho hệ thống lắp đặt trạm cũng cao hơn.

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

Tuy nhiên, kích thước cell nhỏ hơn tức là cần phải thêm nhiều vị trí trạm gốc hơn, chi phí sẽ cao hơn, đứng trên quan điểm kinh tế, việc hoạch định cell phải đảm bảo chất lượng hệ thống khi số thuê bao tăng lên, đồng thời chi phí phải là thấp nhất. Để đáp ứng được yêu cầu

này phương pháp để giảm kích thước cell được gọi là tách cell (cell split). Theo phương pháp này việc hoạch định được chia thành các 3 giai đoạn sau.

2.3.4.1. Giai đoạn 0

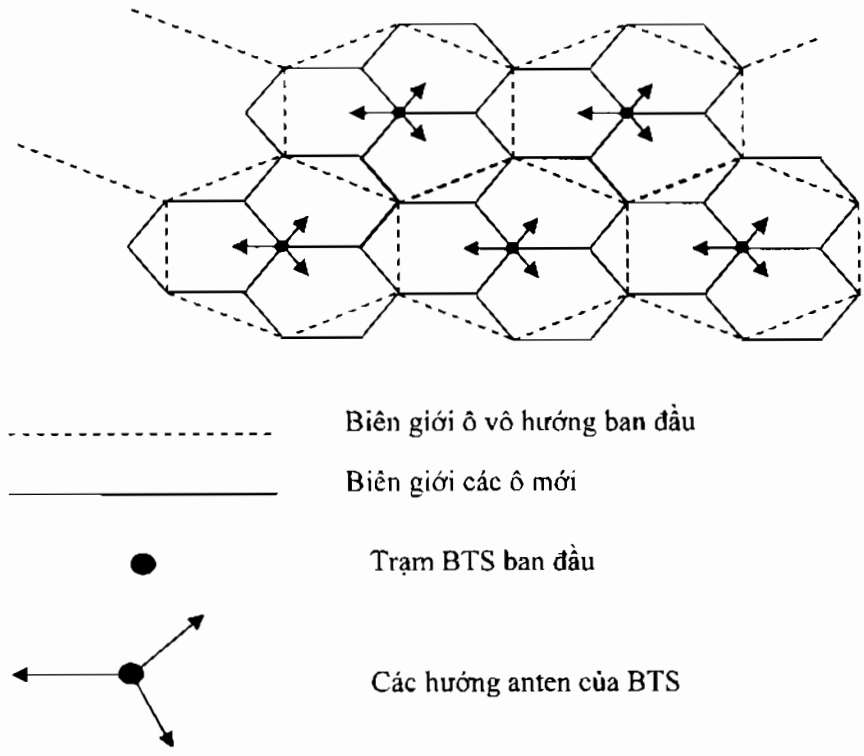


Hình 2.24. Các omni cell ban đầu.

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

2.3.4.2. Giai đoạn 1

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



Hình 2.25. Chia cell giai đoạn 1.

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

Hình 2.25 trên cho chúng ta thấy những vị trí lúc đầu của BTS khi mang anten vô hướng có thể được sử dụng bằng cách thay vào đó là các anten có hướng. Khi đó, mỗi vị trí này có thể phục vụ được 3 cell mới, những cell này nhỏ hơn và có 3 anten định hướng đặt ở vị trí này, góc giữa các anten này là 1200. Điều này có thể gọi là sector hoá cell. Nhưng trong GSM lại được sử dụng như một cách tạo ra vị trí 3 cell với việc sử dụng anten rẻ quạt.

Việc chia cell 1:3 có thể được tiếp tục với phương pháp được chỉ ra trong hình vẽ. Những vị trí hiện tại vẫn được giữ nguyên, nhưng anten cần quay đi so với lúc đầu một góc 300 (anticlockwise) để thích hợp với những mẫu mới. Những vị trí mới phải được thiết lập. Hiệu qua chung sẽ làm việc tái sử dụng tần số sẽ tăng gấp 3 lần và do đó lưu lượng trong khu vực này cũng tăng gấp 3 lần. Lợi ích rõ ràng là chia 3 liên tục đã làm tăng số lượng siter.

Công việc này còn có thể được gọi là chia 1 thành 3 cell con vì số lượng cell và số lần sử dụng lại tần số của mạng sẽ lên nhờ có thêm vị trí mới.

2.3.4.3. Giai đoạn 2

Đây là quá trình 1 cell tách thành 4. Hình 2.26 cho chúng ta thấy một phương pháp khả thi khác đó là phương pháp 1 tách 4 (1: 4). Tất cả những vị trí hiện tại đang được sử dụng không cần phải chỉnh lại anten. Điều này làm tăng gấp 4 lần việc sử dụng lại tần và dung lượng hệ thống.

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

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

$$24 \times 8 = 192 \text{ kênh}$$

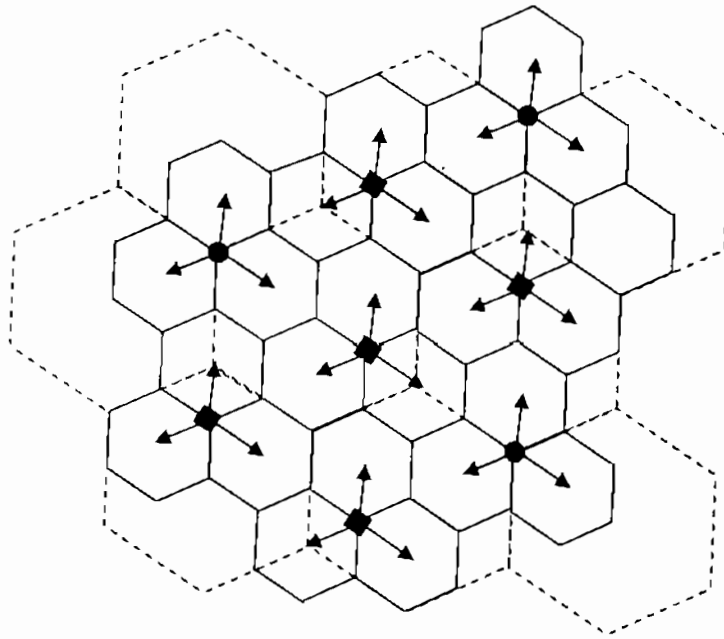
Trong giai đoạn thứ nhất, khi 1 cụm (số nhóm tần số) là N = 7, thì số kênh lưu lượng TCH cho mỗi cell là:

$$(192 - 2x7)/7 = 178/7 = 25 \text{ TCH}$$

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

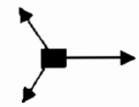
$$(192 - 21)/21 = 171/21 = 8 \text{ TCH}$$

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

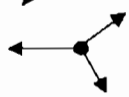


Biên giới ô vô hướng ban đầu

Biên giới các ô mới



Các trạm BTS mới với các hướng ăntен



Các trạm BTS ban đầu với các hướng ăntен

Hình 2.26. Chia cell giai đoạn 2 (1:4).

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

Giai đoạn	Bán kính ô (km)	N	TCH/một ô	Phạm vi ô (km^2)	Số thuê bao/1ô	Số thuê bao/km^2	Hiệu quả trung kế
0	14	7	25	499.2	999	2.0	0.76
1	6	21	8	166.4	227	1.4	0.54
2	4	21	8	41.6	227	5.5	0.54
3	2	21	8	10.4	227	21.8	0.54

Từ bảng ta thấy, trong lần tách thứ nhất, dung lượng bị giảm (số thuê bao giảm từ 2 xuống còn 1,4/km) là do hiệu suất trung kế bị giảm khi số kênh trên một cell ít đi. Tuy nhiên,

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

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

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

2.4. TÍNH TOÁN DUNG LƯỢNG TRONG HỆ THỐNG GSM

2.4.1. Khái niệm lưu lượng

Trong hệ thống thông tin, lưu lượng là một khái niệm đơn giản và luôn được nhắc tới hoặc luôn gắn liền với các kênh thông tin. Lưu lượng trên kênh vô tuyến thường được đo bằng Erlang.

Nếu một người dùng máy di động thích dùng riêng một kênh vô tuyến độc lập thì việc sử dụng đó là rất lãng phí. Bởi vì phần lớn thời gian kênh vô tuyến là rỗi, không được sử dụng.

Đó là điều không nên bởi lý do trong vùng phục vụ của máy di động các máy di động khác nhau không thể dùng chung các kênh giống nhau do vấn đề nhiễu đồng kênh. Chỉ có một phổ điện từ và nhu cầu về thông tin không dây ngày càng tăng mặc dù những yêu cầu rằng tất cả các hệ thống hoạt động với mức độ hiệu quả phổ cao và việc quản lý phổ của quốc gia và quốc tế với hiệu quả cao đã được đưa ra.

Vì vậy, đang dần dần hình thành một khuynh hướng về việc dùng những kênh vô tuyến trung kế. Một kênh vô tuyến trung kế là một kênh được chia cho nhiều người dùng và hiệu quả sử dụng của nó sẽ tăng lên rất nhiều so với chỉ ấn định một kênh dành riêng.

Hệ thống vô tuyến tổ ong đã sử dụng những kênh vô tuyến trung kế và có hiệu quả về phổ tần. Mỗi trạm gốc được ấn định một số kênh vô tuyến mà chúng được chia ra cho nhiều người sử dụng. Tỉ lệ người sử dụng trên số kênh tăng lên sẽ là hiệu quả trung kế. Hơn nữa, mỗi kênh vô tuyến được sử dụng lại nhiều lần trong những vùng khác nhau.

Một nhân tố quyết định trong việc xác định bao nhiêu có thể được phục vụ trong mạng là số lưu lượng mà mỗi thuê bao có thể mang. Lưu lượng traffic dành cho thuê bao được định nghĩa bởi tỉ lệ cuộc gọi và thời gian trung bình của một cuộc gọi.

Theo định nghĩa trên, lưu lượng A được tính theo công thức:

$$A = C.t/T \quad (2.23)$$

Trong đó: A = Lưu lượng (Erlang).

C = Số cuộc gọi.

t = Thời gian trung bình chiếm kênh mỗi cuộc gọi.

T = Tổng thời gian đo.

Từ công thức trên ta nhận thấy nếu một kênh bị chiếm giữ trong toàn bộ thời gian thì nó sẽ mang lưu lượng lớn nhất, nghĩa là 1 Erlang. Trung bình một kênh vô tuyến riêng lưu lượng thường bé hơn 1 Erlang.

Đối với một kênh vô tuyến trung kế, lưu lượng sẽ lớn hơn nhưng ý tưởng để vượt qua 1 Erlang là không thể bởi vì những người sử dụng sẽ truy cập một cách ngẫu nhiên tới các kênh được phân chia và điều này sẽ chắc chắn xảy ra ở một vài thời điểm khi kênh đang rỗi. Dù sao khi số người dùng tăng thì tỉ lệ các cuộc gọi sẽ lớn lên và lưu lượng lúc đó sẽ tăng lên.

Lưu lượng yêu cầu (Offered Traffic) nghĩa là tổng lưu lượng yêu cầu thuê bao đối với kênh vô tuyến.

Lưu lượng thông (Carried Traffic) nghĩa là lưu lượng truyền đi thành công trên kênh vô tuyến.

Lưu lượng nghẽn (Block Traffic) nghĩa là lưu lượng bị nghẽn lúc thiết lập cuộc gọi và vì vậy chúng không được truyền đi ngay lập tức.

Rõ ràng:

Lưu lượng yêu cầu = Lưu lượng thông + Lưu lượng nghẽn

- Giờ cao điểm: Đó là giờ bận nhất trong ngày được biết theo phân tích thống kê lưu lượng trong mạng. Kế hoạch hoá dung lượng phải quan tâm tới yêu cầu sử dụng trong giờ cao điểm này.

- Cấp độ dịch vụ GoS (Grade of Service):

Để yêu cầu một cấp độ dịch vụ tốt trên kênh vô tuyến trung kế thì khả năng nghẽn phải thấp. Điều này cho thấy rằng số lượng những người dùng tiềm năng phải được hạn chế hay cụ thể hơn lưu lượng yêu cầu phải được đảm bảo trong dung lượng của kênh.

Ngược lại, nếu cấp độ dịch vụ thấp hơn thì có thể được chấp nhận, việc xảy ra nghẽn cao hơn vẫn có thể được phép và có thể có sự tăng tương ứng trong lưu lượng yêu cầu. Điều này có thể cân bằng so với việc tăng số lượng người sử dụng.

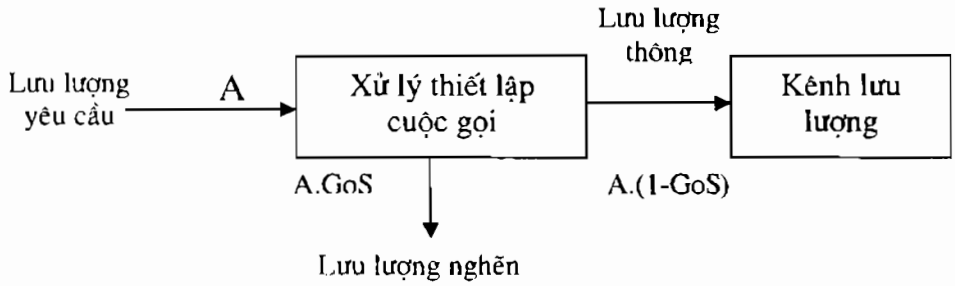
Vì vậy, mạng sẽ được thiết kế với một mức độ nghẽn mạch nào đó có thể chấp nhận được. Khái niệm GoS lúc này xác định phần trăm số cuộc gọi không thành công do thiếu tài nguyên trên tổng số cuộc gọi đang cần đấu nối đồng thời.

Nói chung các mạng tổ ong ở Châu Âu đều có GoS là 0,02 hoặc 2%. Điều này nghĩa là có 2% lưu lượng bị nghẽn, còn lại 98% lưu lượng thông.

Nếu lưu lượng yêu cầu = A thì:

- Lưu lượng nghẽn = A.GoS.

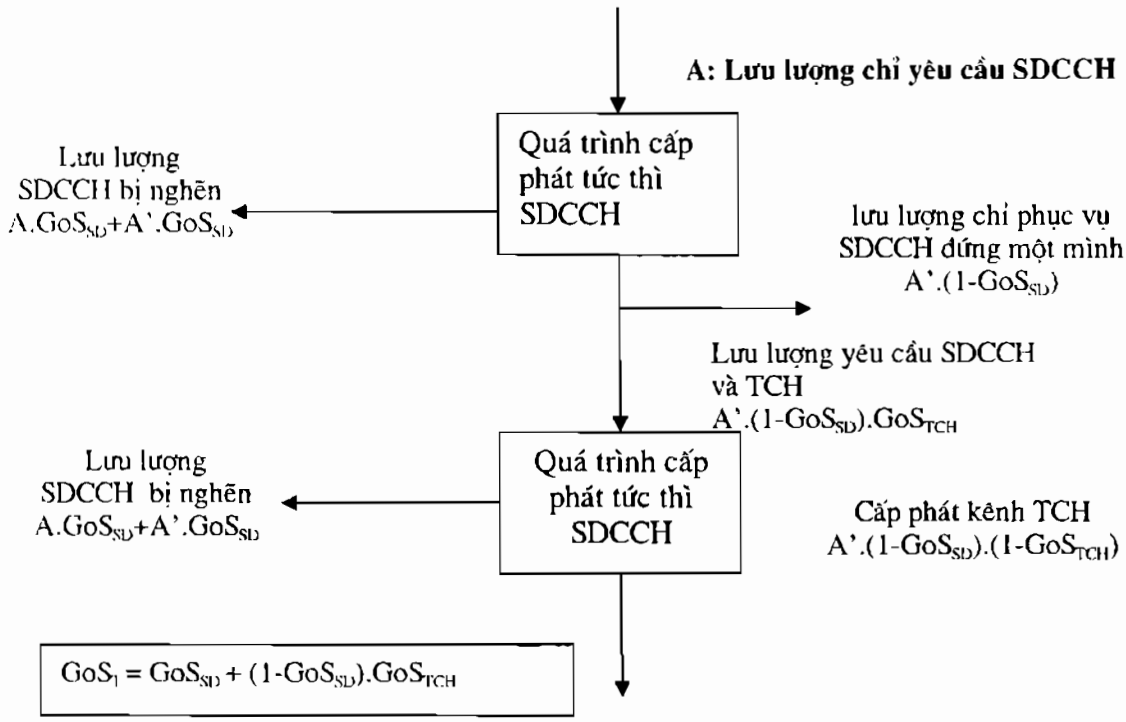
- Lưu lượng thông = A.(1-GoS)



Hình 2.27. Sơ đồ lưu lượng.

2.4.2. Tính toán lưu lượng

Để thiết lập một cuộc gọi thì trước tiên cần phải thiết lập được kênh báo hiệu SDCCH. Trên hình 2.28 là sơ đồ thiết lập một cuộc thoại.



Hình 2.28. Sơ đồ thiết lập cuộc thoại.

Cấp phát SDCCH có thể theo các cấu hình sau:

- SDCCH/4 đứng một mình

- SDCCH/8 đứng một mình

- SDCCH/4 +SDCCH/8

- SDCCH/8 +SDCCH/8

- SDCCH/4 +SDCCH/8

- SDCCH/4 +SDCCH/8 + SDCCH/8...

Chú ý: Thường tránh sử dụng đa khung kết hợp, SDCCH/8 cho đa khung không kết hợp nhằn tìm khoảng 2-3 lần.

Nếu sử dụng quảng bá cell (Cell Broadcast), thì một SDCCH dành cho dịch vụ này. Như vậy, nếu sử dụng cấu hình SDCCH/8 và có sử dụng cell Broadcast thì số kênh SDCCH chỉ cosnf là 8-1=7 SDCCH.

Xét một ví dụ cụ thể:

Một cell sử dụng 3 Carrier, cấu hình SDCCH/8, không có quảng bá cell.

Các giả thiết:

- Lưu lượng kênh TCH/1 thuê bao = 30 mErl

- Lưu lượng kênh SDCCH/ 1 thuê bao = 5 mErl

- GoSTCH = 3%

- GoSSD = 0.7%

Như vậy 3 Carrier có 3 x 8TS = 24 kênh trong đó kênh TS0 dành cho BCH và TS1 dành cho SDCCH/ $\Rightarrow$ còn lại 22 kênh dành cho TCH.

Từ bảng Erlang B, GoSSTCH = 3%/ $\Rightarrow$ tổng số lưu lượng = 15,778 Erl. Nếu mỗi thuê bao có lưu lượng = 30 mEl thì số thuê bao có thể phục vụ TCH được là: 15,788/0,03 = 526 thuê bao.

Tương tự, tính toán với SDCCH, tổng lưu lượng từ 8 kênh và GoSSD = 0,7% là 2,9125 Erl $\Rightarrow$ số thuê bao có thể được phục vụ SDCCH là 582 thuê bao.

Như vậy, trong trường hợp này, các kênh lưu lượng phục vụ 526 thuê bao và các kênh báo hiệu phục vụ 582 thuê bao. Như vậy vừa đủ để phục vụ và có khả năng mở rộng bằng cách sử dụng SDCCH cho một số dịch vụ bổ sung yêu cầu. Số thuê bao chênh lệch: 582 – 526 = 56 thuê bao. Có lưu lượng bằng 56x5mErl = 280m Erl.

Nếu cell 4 Carrier thì tổng số kênh có được là 4x8TS = 32 kênh. Trong đó 1 TS cho BCH và nhiều nhất là 2 TS cho SDCCH/8 + SDCCH/8, còn lại kênh TCH = 29 TCH. Như

vậy, tại 3% GoS ta có được tổng lưu lượng là l'', 14 Erl ⇒ số thuê bao là 22,14/0,03 = 738 thuê bao.

Nếu không phải là cell quảng bá thì số kênh SDCCH/8 là 16. Như vậy tại 0.7% GoS ta có tổng lưu lượng là 8.4579 Erl phục vụ được 1691 thuê bao.

Nếu cell 1 Carrier với SDCCH/4 có 1TS cho báo hiệu là 7 TS cho lưu lượng. Tại 3% GoS ta có số thuê bao phục vụ được là 108. Số kênh SDCCH/4 là 4 kênh, với GoS cho cấu hình này thường lấy bằng 1/2 GoS của kênh lưu lượng là 1,5%.

2.5. HỆ THỐNG VÔ TUYẾN GÓI CHUNG GPRS

2.5.1. Các dịch vụ dữ liệu hiện tại trong mạng GSM

Ngày nay có ba phương thức truyền dữ liệu thông tin bên trong mạng GSM: Một là sử dụng các dịch vụ truyền thông tin số không hạn chế GSM, hai là sử dụng thông tin ngắn với SMS, ba là sử dụng một dịch vụ truyền audio ở băng tần 3,1 KHz. Mạng di động GSM hiện tại chỉ cho phép đạt tốc độ truyền dẫn tối đa là 9,6Kb/s qua kênh lưu lượng TCH (nhỏ hơn rất nhiều lần con số 56Kb/s mà một kết nối Internet truyền thống có thể đạt được).

Một trong những nhược điểm của mạng GSM hiện tại là thuê bao sử dụng mạng điện thoại công cộng như một mạng truyền dẫn, phải trả tiền cho kết nối chuyển mạch kênh. Ngoài ra, thời gian thiết lập cuộc gọi là khá dài trong trường hợp sử dụng modem để kết nối với Internet. GSM không có dịch vụ tin nhắn ngắn SMS qua Internet (một chiều), nếu có chiều dài của bản tin nhắn sẽ bị hạn chế (không quá 160 ký tự). Việc quản lý tài nguyên không hiệu quả vì mỗi thuê bao cần một kênh lưu lượng TCH trong suốt quá trình tiến hành cuộc gọi.

Với những nhược điểm kể trên, các dịch vụ dữ liệu di động sẽ không có khả năng được tung ra thị trường hàng loạt. Ngày nay, với sự phát triển không ngừng của điện thoại di động cũng như các thuê bao Internet đã hứa hẹn một tiềm năng to lớn đối với các dịch vụ dữ liệu không dây tế bào.

2.5.2. Thị trường và tương lai phát triển

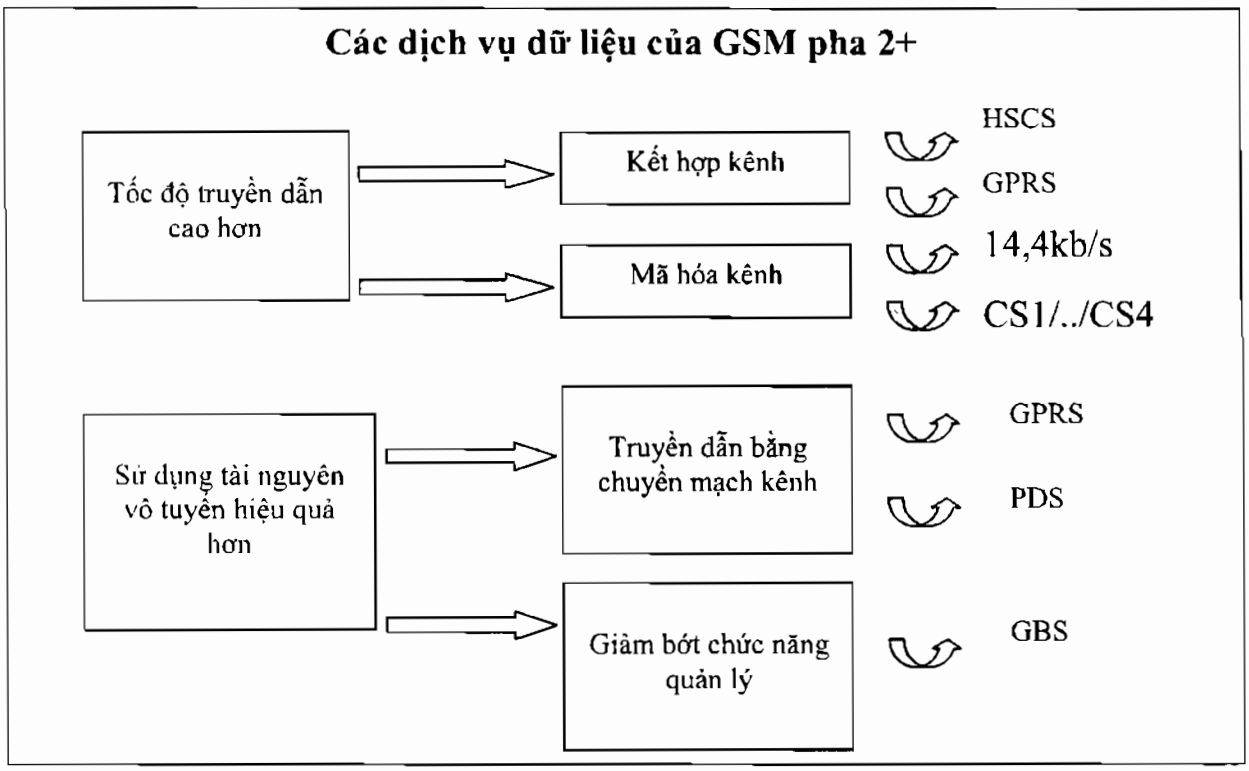
Trong thời đại hiện nay, không ai có thể phủ nhận các ưu điểm tuyệt vời của Internet. Internet đã cung cấp cho người sử dụng các thông tin, các ứng dụng và các dịch vụ mới nhất, nhanh nhất và hiệu quả nhất với một mức giá khá hợp lý.Theo thống kê trong vài năm qua, trung bình cứ sau 9 tháng thì số lượng các trạm host Internet đã tăng gấp đôi. Tiềm năng sử dụng Internet với mục đích thương mại và cá nhân không ngừng gia tăng. Việt Nam hiện nay việc thương mại điện tử cũng đã được cung cấp và ngày càng thu hút số lượng khách hàng lớn. Thông tin di động với kỹ thuật GSM đã và đang phát triển mạnh mẽ thông qua số lượng thuê bao, vùng phủ sóng và số lượng dịch vụ cung cấp cho khách hàng.

a) Tiềm năng cua GSM pha 2+

Để giải quyết những nhược điểm của mạng truyền dẫn hiện tại, hiệp hội viễn thông quốc tế ITU đã đưa ra một chuẩn chung cho thông tin di động thế hệ 3 trong một dự án gọi là IMT-2000. Đó chính là công nghệ GSM pha 2+ mà tiêu biểu là dịch vụ vô tuyến GPRS được chuẩn hoá bởi viện tiêu chuẩn viễn thông châu Âu ETSI.

GPRS là một dịch vụ mới dành cho GSM nhằm cải thiện và đơn giản hoá truy nhập không dây tới các mạng dữ liệu gói; ví dụ như tới mạng Internet. Nó áp dụng nguyên tắc vô tuyến gói để truyền các gói dữ liệu của người sử dụng một cách hiệu quả từ máy di động GPRS đến các mạng chuyển mạch. GSM pha 2+ có hai mục đích chính:

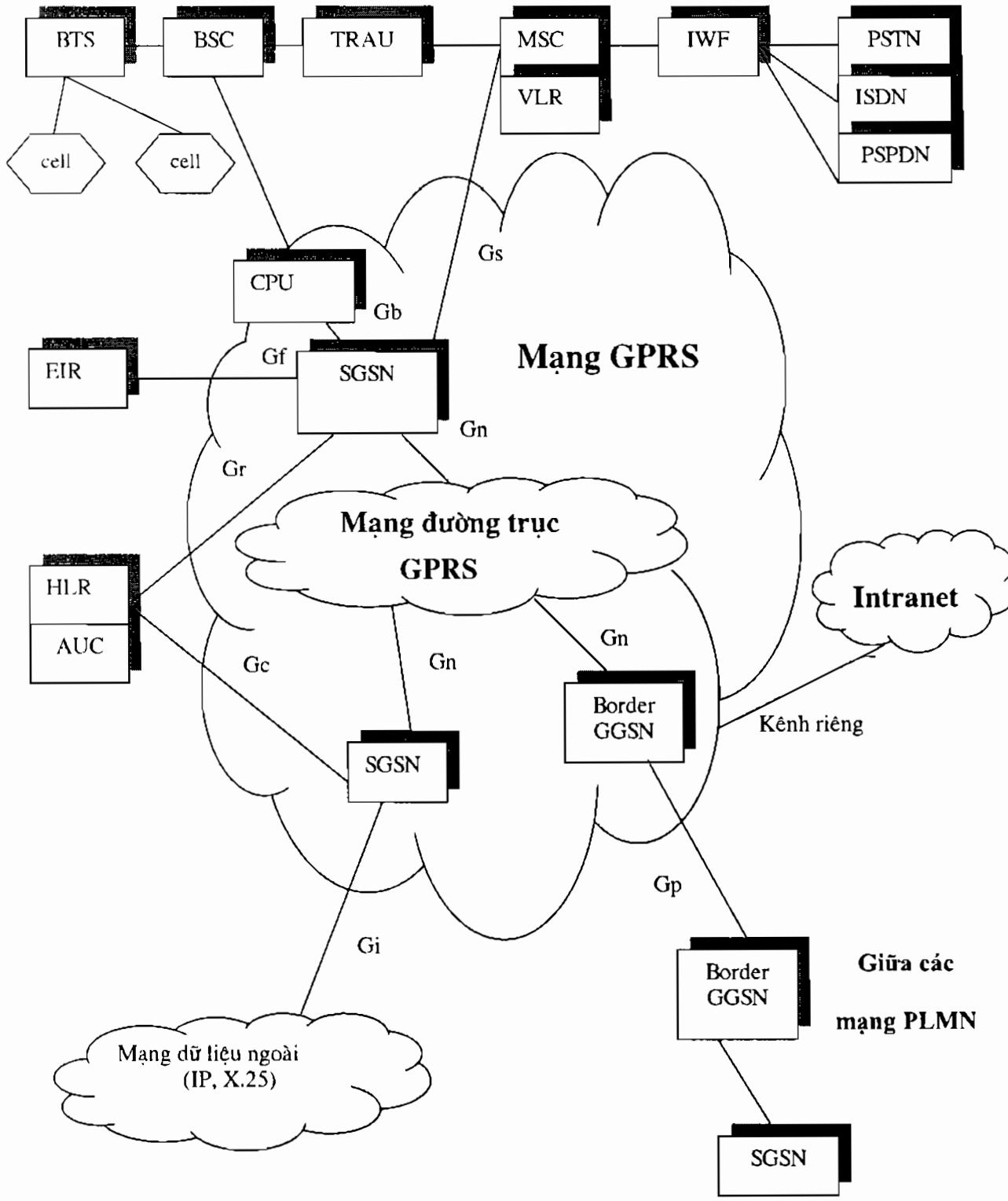
- Mục đích thứ nhất là được tốc độ truyền dẫn cao hơn bằng cách kết hợp các kênh và đưa ra các kế hoạch mã hoá kênh mới.



Hình 2.29. Các dịch vụ dữ liệu của GSM pha 2+.

- Mục đích thứ hai là sử dụng các tài nguyên vô tuyến một cách hiệu quả hơn bằng cách sử dụng GPRS đã khắc phục được các nhược điểm chính của thông tin chuyển mạch kênh truyền thống bằng cách chia nhỏ số liệu thành từng gói nhỏ rồi truyền đi theo một trật tự quy định và chỉ sử dụng các tài nguyên vô tuyến khi người dùng thực sự cần phát hoặc thu. Trong mạng GSM cũ, phi mất vài giây mới kết nối được và tốc độ truyền dẫn bị giới hạn, chỉ lên tới 9,6Kb/s là cao nhất. Thử nghiệm về GPRS đã cho thấy thời gian thiết lập một phiên là dưới 1

giây và tốc độ dữ liệu lên tới 171,2Kb/s như mạng ISDN. Thêm vào đó, truyền gói GPRS đưa ra nhiều hoá hơn người dùng "thân thiện" hơn so với các dịch vụ chuyển mạch kênh.



Hình 2.30. Các thành phần chính trong hệ thống GPRS

Tốc độ truyền dữ liệu sẽ tăng cao do các kỹ thuật nén dữ liệu được mở rộng bằng cách kết hợp với các kênh lưu lượng và sử dụng mã hoá kênh mới. Tốc độ tối đa theo lý thuyết là 171,2Kb/s với điều kiện toàn bộ 8 khe thời gian đều được dùng cùng lúc, gấp 10 lần so với tốc độ cao nhất của một hệ thống GSM hiện nay và gấp đôi tốc độ truy nhập Internet theo cách truyền thống.

Tóm lại, GPRS đã cải thiện được việc tận dụng các tài nguyên vô tuyến, đưa ra các hoá hơn dựa trên khối lượng gửi/nhận, có tốc độ truyền dẫn cao hơn, thời gian truy nhập ngắn hơn và đơn giản hoá truy cập vào mạng dữ liệu gói.

2.5.3. Cấu trúc cơ bản của hệ thống GPRS

Hệ thống GPRS bổ sung thêm một số thành phần mới vào mạng GSM, thành phần quan trọng nhất là nút hỗ trợ dịch vụ GPRS (SGSN) và nút hỗ trợ cổng GPRS (GGSN), các nút SGSN qua giao diện Gn tạo thành mạng dữ liệu chung (mạng đường trục) giữa các miền được nối với mạng Internet, X25 tại giao diện Gi của GGSN, nối với các mạng PLMN khác qua cổng GGSN biên (Border GGSN). Cấu trúc mạng GPRS được thể hiện trong hình sau:

2.5.3.1. Gateway GSN(GGSN)

GPRS là giao diện giữa mạng di động (Home PLMN) và mạng IP qua 3 giao diện Gn, Gi, Gp. Nhìn từ ngoài GGSN giống như một Router cổng thông thường. Giao diện Gn cho phép liên lạc với SGSN trong mạng PLMN. Gn là một giao diện mở cho phép nhiều phần tử của nhiều nhà cung cấp (Multi Vendor) có thể nói chuyện được với nhau. Gn cơ bản dựa trên giao thức GTP - C và GTP - U (thiết lập PDP context ở máy cầm tay là GTP - C và chuyển dữ liệu (PDU - packets data units) trong tunnel trên giao thức GTP-U.

Bảng giao thức định tuyến

TT	Loại giao thức
1	RIPv1 RFC1058
2	RIPv2 RFC1723
3	OPSFv2 RFC2328
4	BGP-4 RFC1771
5	IMRP
6	Static Routing
7	DVMRP RFC1075

Để GGSN có khả năng định tuyến thông tin nó phải lưu trữ các thông tin quản lý di động đối với MS và ngoài ra còn lưu trữ các thông tin phục vụ cho việc tính cước.

2.5.3.2. Serving GSN(SGSN)

SGSN có chức năng tương đương đối với một MSC trong hệ thống GSM chịu trách nhiệm định tuyến dữ liệu gói tới từ vùng phục vụ địa lý mà nó đảm nhận, nhận thực và bảo mật truy cập vô tuyến, quản lý kết nối vật lý tới các MS. SGSN có nhiệm vụ tạo ra một PDP context cần thiết để có thể cho phép các PDU được truyền giữa MS và GGSN mà MS đang liên lạc để trao đổi dữ liệu gói với mạng ngoài.

SGSN nối với MSC/VLR của mạng GSM qua giao diện Gs để giải quyết các vấn đề về tương tác giữa GSM và GPRS, phục vụ cho thuê bao chung khi cả hai công nghệ dùng chung tài nguyên.

Bảng dưới trình bày các chức năng chính của SGSN

TT	Chức năng
1	Quản lý di động – MM: - Di chuyển giữa các cell - Di chuyển giữa các vùng định tuyến SGSN - Di chuyển giữa SGSN với các SGSN của mạng khác
2	Mật mã hoá
3	Nén dữ liệu
4	Tính cước
5	Lựa chọn GGSN: SGSN lựa chọn GGSN (bao gồm access server) trên c sở kiểu PDP, điểm truy nhập (APN- Access Poin Name) và cấu hình dữ liệu

2.5.3.3. Khối PCU

PCU chịu trách nhiệm về việc quản lý tài nguyên GPRS trong BSS. Nói chung PCU chịu trách nhiệm về việc điều khiển các lớp điều khiển truy nhập - MAC, RLC của giao diện vô tuyến và BSSGP.

2.5.3.4. Khối HLR, VLR, AUC và EIR

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

dùng để tiến hành thủ tục đăng ký và kết nối các MS của GPRS. MSC/VLR được nối tới SGSN qua giao diện Gs. Giao diện Gs được sử dụng để giải quyết các vấn đề về các thiết bị đầu cuối được kết nối với cả hai hệ thống chuyển mạch gói GPRS và chuyển mạch kênh GSM. SGSN và MSC/VLR sẽ độc lập nhau thông báo cho HLR biết vị trí của MS.

Cùng với HLR, VLR chứa các thông tin về tình trạng thuê bao của người sử dụng bao gồm các thông tin về cước hay tài khoản của người sử dụng từ đó phối hợp quản lý thuê bao với hệ thống GSM trong việc tính toán tài khoản và cước. Trong mạng GPRS, AUC vẫn đóng vai trò nhận thực và bảo mật, tạo ra các thiết bị di động và ngăn ngừa các thiết bị đầu cuối bị mất hay bị lỗi hoạt động.

CHƯƠNG 3

HỆ THỐNG CDMA

3.1. ĐẶC ĐIỂM CDMA

3.1.1. Đặc điểm

Công nghệ CDMA (đa truy cập theo mã) trước đây chủ yếu dùng trong quân sự của quân đội Mỹ. Từ năm 1985, Chính phủ Mỹ cho phép Qualcomm phát triển thành công nghệ CDMA cho di động. Qualcomm đã đưa ra phiên bản CDMA đầu tiên gọi là IS-95A. Hệ thống thông tin di động CDMA IS-95 được xây dựng trên lý thuyết trải phổ, lý thuyết này đã trở thành động lực phát triển cho nhiều ngành công nghiệp vô tuyến như thông tin cá nhân, thông tin đa truy nhập thuê bao vô tuyến ở mạng nội hạt, thông tin vệ tinh, đo vệ tinh, định vị toàn cầu, ra đa xung... Chính hiệu suất sử dụng độ rộng băng tần cao và khả năng truy nhập làm cho công nghệ CDMA trở thành công nghệ hàng đầu trong việc giảm nhẹ tắc nghẽn gây ra do sự bùng nổ các mạng điện thoại vô tuyến di động.

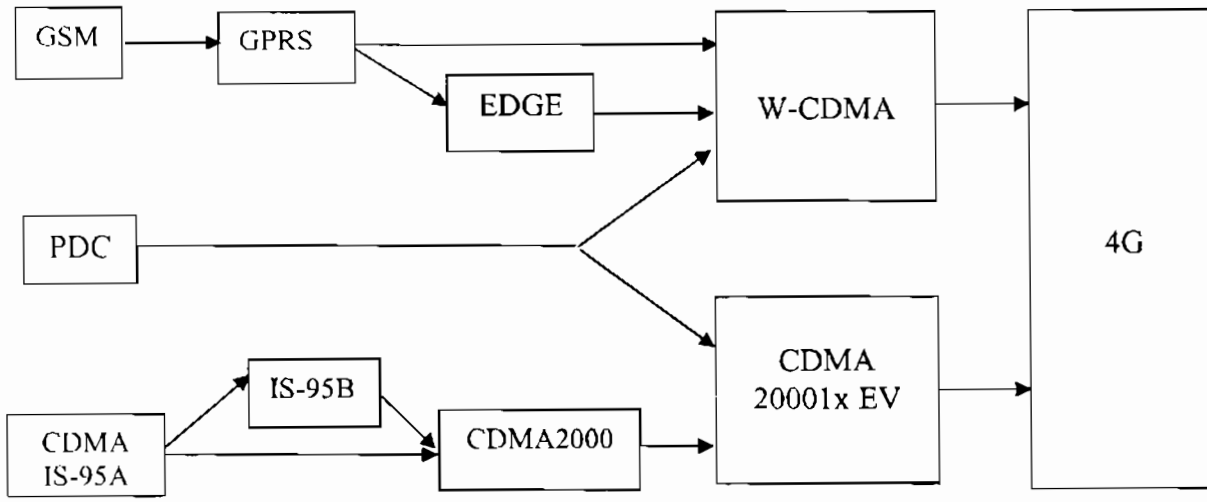
Công nghệ CDMA 2000 mới được phát triển trong những năm gần đây và cũng được khá nhiều nhà khai thác lựa chọn với những ưu điểm như: dung lượng mạng lớn, tính năng cải thiện chất lượng thoại, dễ dàng phát triển mạng và khả năng truyền dữ liệu tốc độ cao, đáp ứng được các dịch vụ tiên tiến sử dụng băng thông rộng như truyền dữ liệu tốc độ cao, multimedia.... Đại diện cho thế hệ thông tin di động thứ 3 theo chuẩn CDMA là công nghệ CDMA 2000, nó có khả năng hỗ trợ tốc độ truyền dữ liệu tối đa đến 2,4Mbps (theo ITU-T).

Ở Việt Nam, mạng lưới thông tin di động cũng đã đạt được những thành tựu đáng kể, góp phần vào tăng trưởng kinh tế của đất nước. Hiện nay, Việt Nam chính thức có 6 nhà khai thác di động là GPC-VinaPhone, VMS-MobiFone, Sfone, Viettel, Hanoi Telecom và Công ty Thông tin Viễn thông Điện lực (EVNTelecom). VinaPhone, MobiFone, Viettel khai thác mạng với công nghệ GSM còn Hanoi Telecom, Sfone và EVNTelecom khai thác mạng với công nghệ CDMA.

3.1.2. Lộ trình tiến tới 3G của các công nghệ di động

Xu thế chung của công nghệ di động là phải đáp ứng nhu cầu ngày càng cao về chất lượng, dung lượng, tính tiện lợi, giá cả, tính đa dạng dịch vụ của người sử dụng. Vì vậy, sau khi tồn tại một thời gian thì các công nghệ 2G đã bộc lộ những yếu điểm là không thể đáp ứng được các yêu cầu trên mà phải đợi đến công nghệ 3G. Đối với các nhà khai thác dịch vụ di động cũng vậy, họ không chỉ dừng lại ở công nghệ đang khai thác mà luôn có lộ trình cho việc phát triển tới công nghệ tiếp theo. Hình 3.1 cho thấy lộ trình tiến tới 3G cũng có nhiều con đường, tuy nhiên nhà khai thác phải dựa vào công nghệ hiện tại đang khai thác để xác định lộ trình thích hợp, tiết kiệm chi phí và hiệu quả nhất.

(Nguồn: Qualcomm)



Hình 3.1. Lộ trình phát triển từ 2G tới 3G.

Trong tiến trình phát triển lên công nghệ không dây thế hệ tiếp theo (3G) nổi lên hai hướng phát triển theo hai tiêu chuẩn chính đã được ITU - T công nhận đó là CDMA 2000 và W-CDMA.

Châu Âu thì đi theo hướng: GSM --> GPRS --> EDGE --> W-CDMA.

Bắc Mỹ, Hàn Quốc, Trung Quốc và một số nước khác đi theo hướng: IS-95A --> IS-95B --> CDMA 2000 mà bước đầu là CDMA 2000 1x.

Riêng Nhật Bản thì họ đã phát triển mạng PDC của mình theo cả hai hướng W-CDMA (NTT Docomo, J-Phone) và CDMA 2000 (KDDI).

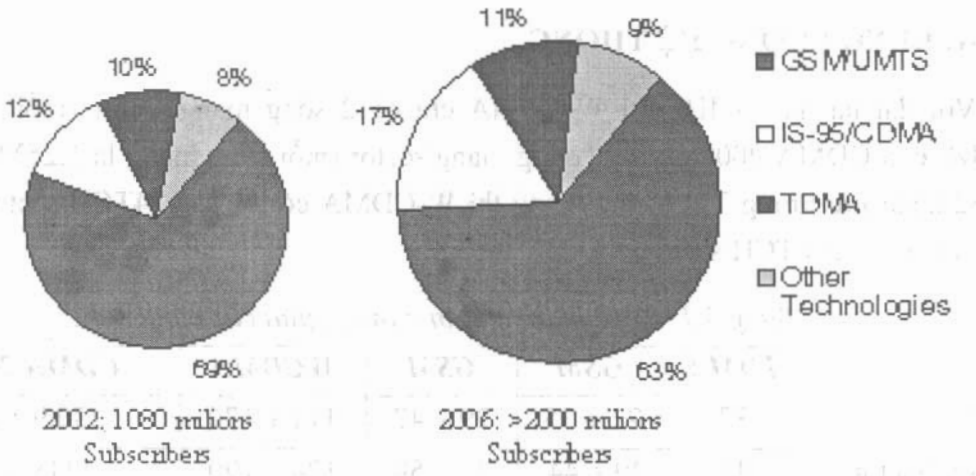
Thị phần của CDMA

CDMA đứng đầu trong các triển khai 3G với 81 nhà khai thác tại 40 nước trên 6 lục địa. 22 mạng CDMA 2000 nữa đã được khai trương trong năm 2004. Ngày nay, 47 nhà sản xuất cung cấp trên 520 kiểu ĐTDĐ CDMA 2000 gồm 58 kiểu 1xEV-DO.

Trong một năm, từ tháng 3/2003 đến 3/2004, số thuê bao CDMA đã tăng một kỷ lục là 43 triệu (31%) thuê bao, mức tăng trưởng cao nhất của bất cứ công nghệ di động hàng đầu nào, và cao hơn con số 21% của toàn bộ công nghiệp. CDMA 2000 đã tăng cường thêm sự thống lĩnh của mình trong thế hệ 3G nhờ có thêm 13 triệu người sử dụng, tổng cộng là 86,2 triệu, trong đó có 6,6 triệu người sử dụng CDMA 2000 1xEV-DO. Trên 43% tổng số thuê bao CDMA toàn cầu đã tiếp cận công nghệ CDMA 2000. Châu Á - Thái Bình Dương là vùng rộng nhất cho CDMA với 84,4 triệu người sử dụng.

Tổng số tăng 44% mỗi năm được thúc đẩy bởi sự tăng trưởng liên tục tại Trung Quốc và các tiến bộ khổng lồ tại Ấn Độ. Trung Quốc có hơn 20 triệu người dùng CDMA và tại Ấn Độ, nơi hiện triển khai lan tràn của CDMA 2000, tổng số thuê bao CDMA đã tăng 745% trong năm 2003 và đạt đến 9,3 triệu người vào tháng 3/2004.

Châu Á vẫn là thị trường lớn nhất của CDMA 2000, với 19 mạng CDMA 2000 và 52 triệu người dùng tại 12 nước. 62% thuê bao CDMA trong vùng sử dụng CDMA 2000, và tại Hàn Quốc/Nhật Bản, trên 80% thuê bao sử dụng CDMA 2000. Nhu cầu về các dịch vụ 1xEV-DO tiên tiến đang tăng trưởng nhanh với trên 2 triệu thuê bao mới có thêm trong quý vừa rồi.



(Nguồn: Qualcomm)

Hình 3.2. Dự báo sự phát triển thuê bao của các công nghệ.

Tại Châu Mỹ, các nhà khai thác CDMA có thêm 7,2 triệu khách hàng mới trong quý 1, đem lại tổng số 114,2 triệu. CDMA đã trở thành công nghệ thống trị trong vùng. CDMA đã mở rộng sự hiện diện của nó, tại Bắc Mỹ đạt 81,4 triệu người dùng với thị phần tăng đến 46%...Châu Mỹ La tinh và vùng Caribê có trên 33 triệu người dùng CDMA tại 20 nước.

Cho đến nay, đã có trên 30 nước sử dụng công nghệ CDMA dải tần 450MHz bao gồm: Bungari, Trung Quốc, Đan Mạch, Estonia, Phần Lan, Iceland, Indonesia, Latvia, Lithuania, Moldova, Na uy, Ba Lan, Bồ Đào Nha, Rumani, Nga, Tây Ban Nha, Thụy Điển, Tunisia, Ukraina, Malaysia, Pháp, Croatia, Slovenia, Thái Lan, Hungari, Áo, Bỉ, CH Czech, Hà Lan, Slovakia...

3.1.3. Ưu điểm của công nghệ CDMA

Công nghệ CDMA đã thực sự mang lại cho nhà khai thác cũng như thuê bao rất nhiều lợi ích như:

- Dung lượng hệ thống CDMA gấp 8 ÷ 10 lần so với hệ thống AMPS và 4 ÷ 5 lần hệ thống GSM.
- Chất lượng cuộc gọi được nâng cao.
- Thiết kế hệ thống đơn giản hoá do sử dụng cùng 1 dải tần số ở mọi ô.
- Nâng cao sự bảo mật thông tin.
- Đặc tính phủ sóng được cải thiện, nâng cao phạm vi phủ sóng.
- Tăng thời gian đàm thoại cho máy đầu cuối.
- Dải thông được cung cấp tuỳ theo yêu cầu sử dụng.
- Nâng cấp mạng dễ dàng.

TỔNG DUNG LƯỢNG HỆ THỐNG

Với dải tần là 10MHz thì W-CDMA chỉ có 2 sóng mang/sector (mỗi sóng mang là 5MHz), còn CDMA 2000 có tới 7 sóng mang/sector (mỗi sóng mang là 1,25MHz). Như vậy với 62 kênh lưu lượng TCH/sóng mang thì W-CDMA có tối đa 124TCH/sector còn CDMA 2000 1x có tới 266TCH/sector.

Bảng 3.1. So sánh dung lượng thoại giữa các công nghệ.

	TDMA	***GSM***	***GSM***	***WCDMA***	***CDMA 2000 1x***
Erl	37	21 ÷ 35	29 ÷ 47	111 ÷ 176	230,9 ÷ 328,7
User/Sector	48	29 ÷ 44	38 ÷ 58	124 ÷ 190	245 ÷ 343
Re-use	7/21	4/12	3/9	1/1	1/1

"Nguồn: Qualcomm"

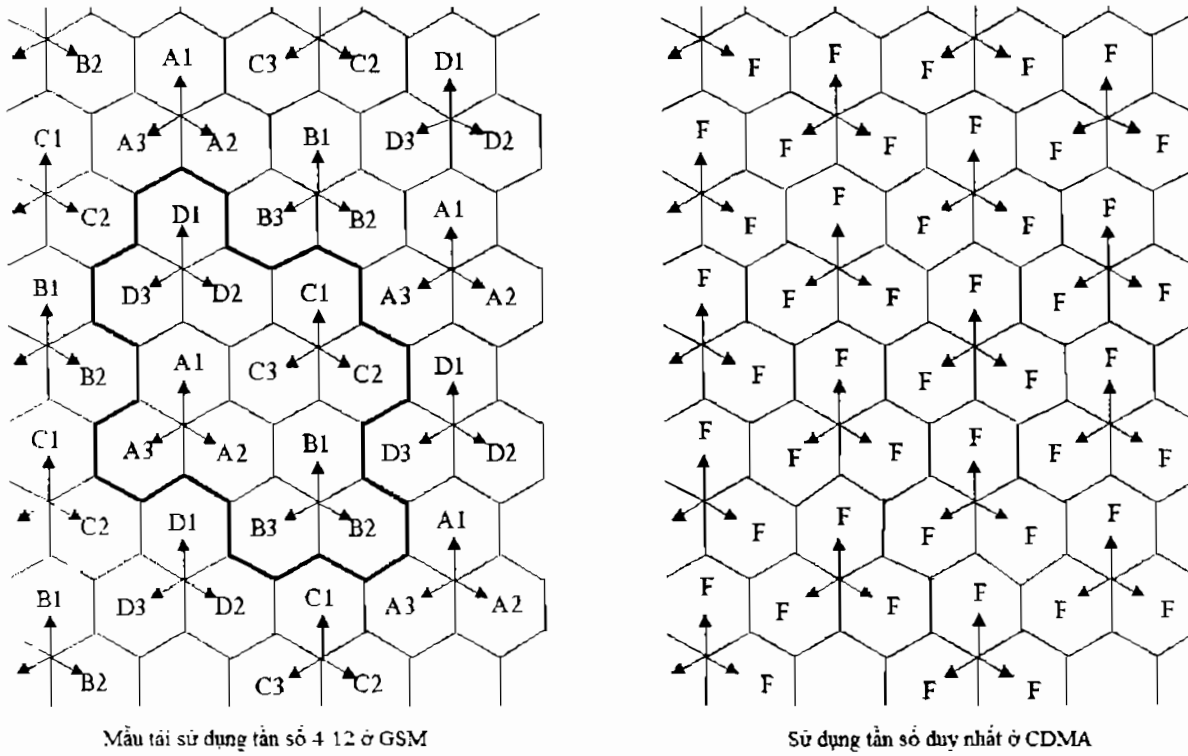
Với các giả định như trên, bảng 3.1. cho thấy dung lượng thoại của CDMA 2000 1x là lớn nhất trong các công nghệ TDMA, GSM, W-CDMA và do đó số người sử dụng cùng một lúc là lớn nhất.

Qua bảng 3.2 cho thấy dung lượng dữ liệu của CDMA 2000 1x và EV-DO lớn hơn rất nhiều so với các công nghệ trên nền GSM khác như GPRS, EDGE và thậm chí cả W-CDMA. Nhờ khả năng truyền dữ liệu tốc độ cao mà CDMA 2000 có thể đưa ra một mức giá dịch vụ truyền dữ liệu rất cạnh tranh.

Bảng 3.2. So sánh tốc độ dữ liệu giữa các công nghệ.

	GPRS	***EDGE***	***WCDMA***	***CDMA 2000 1x***	***CDMA 2000 1xEV-DO***
Lưu lượng trung bình (Kbps)	256	768	1800	2450	11060
Mẫu tái sử dụng tần số	3/9	3/9	1/1	1/1	1/1

"Nguồn: Qualcomm"



Hình 3.3. So sánh sử dụng tần số của GSM và CDMA.

Nguyên tắc cơ bản của thông tin di động số chia ô là sử dụng lại nhiều lần một tần số ở mỗi vùng địa lý nhất định. Giải pháp này cho phép dung lượng mạng lớn hơn nhiều so với cách truyền thống là phủ sóng một vùng lớn chỉ với một site.

Với công nghệ GSM, việc sử dụng lại tần số là một vấn đề hết sức quan trọng, ảnh hưởng rất lớn đến dung lượng cũng như chất lượng mạng. Cả băng tần được chia thành một số tần số song công nào đó, các tần số này lại được chia thành các nhóm tần số, mỗi nhóm được sử dụng cho một vùng nào đó gồm nhiều trạm BTS. Cùng nhóm tần số này có thể đem sử dụng cho vùng bên cạnh mà không gây hiện tượng giao thoa đồng kênh, miễn là khoảng cách giữa hai BTS cùng sử dụng một tần số đủ lớn. Các mẫu sử dụng lại tần số trong GSM là 3/9, 4/12, 7/21. Với mẫu 4/12, các tần số được chia làm 12 nhóm với 4 BTS, mỗi BTS có 3 ô. Mẫu này áp dụng cho những vùng có mật độ trung bình, ít nhà cao tầng nên rất phù hợp và được ứng dụng trong các mạng GSM ở Việt Nam. Nếu mỗi nhà khai thác có 40 tần số thì được 4 ô có tối đa 4 tần số và 8 ô còn lại có tối đa 3 tần số. Như vậy, mỗi sector chỉ được phép sử dụng một vài tần số xác định, do đó dung lượng của mạng GSM bị giới hạn rất nhiều.

Bảng 3.3. Phân bổ tần số cho mẫu 4/12 với 40 tần số.

Nhóm tần số	***A1***	***B1***	***C1***	***D1***	***A2***	***B2***	***C2***	***D2***	***A3***	***B3***	***C3***	***D3***
Tần số	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
	37	38	39	40								

Còn với công nghệ CDMA, tất cả thuê bao sử dụng cùng một tần số sóng mang F duy nhất. Tần số sóng mang này được sử dụng ở mọi ô, mọi sector trong mạng. Vì vậy dung lượng của mạng CDMA lớn hơn rất nhiều so với dung lượng của AMPS và các công nghệ khác vì số người sử dụng trong một sector của hệ thống CDMA tương đương với số người sử dụng trên toàn bộ một kênh CDMA 1,25MHz.

Giảm tỷ số E_b/N_0

Các hệ thống số chia ô đều sử dụng mã sửa lỗi. Các hệ thống điều chế băng hẹp thường sử dụng các phương thức ít phức tạp hơn để tốn ít dải băng tần hơn. Do đó, để giữ chất lượng

âm thanh tốt thì nhà khai thác phải cần một tỷ số E_b/N_0 cao(năng lượng bít/công suất nhiễu), dẫn tới họ phải giới hạn số lượng người sử dụng trên hệ thống nên làm hạn chế dung lượng.

Trong khi đó, CDMA sử dụng phương pháp mã hoá sửa lỗi tiên tiến nên yêu cầu tỷ số E_b/N_0 không cao. Việc sử dụng tỷ số E_b/N_0 thấp hơn để đạt được các tiêu chuẩn về chất lượng thoại khiến cho hệ thống CDMA có dung lượng lớn hơn, cần ít công suất truyền tải hơn so với các hệ thống băng hẹp.

Mã hoá tốc độ biến đổi

Sự phát hiện ra tính linh động của thoại là một thay đổi khác giúp tăng dung lượng hệ thống CDMA. IS-95 CDMA đã lợi dụng tính linh động của thoại bằng cách sử dụng các bộ mã hoá có tốc độ biến đổi.

Trong một cuộc nói chuyện qua điện thoại, một người chỉ thực sự nói trong khoảng 35% thời gian cuộc gọi, 65% còn lại là nghe người kia nói hoặc là thời gian im lặng nếu như người kia không nói. Nguyên tắc của bộ mã hoá có tốc độ biến đổi là nó chỉ hoạt động ở tốc độ cao và cung cấp chất lượng thoại tốt nhất khi có sự hoạt động của tiếng nói. Khi không phát hiện thấy tiếng nói thì bộ mã hoá sẽ hạ thấp tốc độ mã hoá vì không có lý do gì phải mã hoá sự im lặng ở tốc độ cao. Khi đó, tốc độ mã hoá có thể giảm xuống đến 4 hoặc 2 hoặc 1Kbps. Bởi vậy, bộ mã hoá có tốc độ biến đổi chỉ sử dụng hết dung lượng kênh khi thực sự cần thiết. Vì mức nhiễu giao thoa do tất cả những người sử dụng gây ra trực tiếp quyết định dung lượng của hệ thống và sự phát hiện ra tính linh động của thoại đã làm giảm mức nhiễu trong hệ thống nên dung lượng có thể đạt tới giá trị cực đại.

Điều khiển công suất

Một yếu tố then chốt quan trọng để nâng cao dung lượng của CDMA là điều khiển công suất. Mục đích thiết kế chủ yếu của một hệ thống CDMA là để tất cả những người sử dụng cùng nhận được một mức công suất như nhau từ trạm gốc và để mức công suất này càng thấp càng tốt trong khi vẫn duy trì được cuộc gọi có chất lượng cao. Bất kỳ một công suất nào lớn hơn nhu cầu sẽ chỉ làm tăng thêm mức nhiễu toàn bộ trên kênh CDMA một cách không cần thiết và sẽ làm giảm dung lượng của hệ thống. Bởi vậy, việc điều khiển công suất càng chính xác thì dung lượng càng lớn.

Trong CDMA, trạm gốc liên lạc với trạm di động MS, chỉ dẫn cho trạm di động điều chỉnh tăng giảm công suất.Trạm di động chỉ truyền đủ công suất để duy trì đường nối, do vậy công suất truyền dẫn trung bình của CDMA thấp hơn nhiều so với công suất truyền dẫn của hệ thống tương tự. Ô liên tục đo đạc tín hiệu nhận được từ máy di động và so sánh với mức công suất thiết kế và sau đó quyết định sẽ tăng hay giảm công suất truyền dẫn của một mobile xác định. Công việc này được tiến hành cứ mỗi 1,25ms một lần, tức 800lần/1 giây. CDMA

điều chỉnh mức công suất lên xuống theo 84 mức của 1dB. Phương thức này bảo đảm rằng cho dù mobile có ở gần hay xa ô thì mỗi mobile vẫn nhận được một mức công suất như nhau.

Nâng cao chất lượng cuộc gọi

Các hệ thống điện thoại cellular sử dụng công nghệ CDMA cung cấp âm thanh có chất lượng cao hơn và ít xảy ra rớt cuộc gọi hơn các hệ thống hoạt động dựa trên những công nghệ khác. Có nhiều đặc tính tồn tại trong hệ thống CDMA đã tạo ra khả năng đó như:

- Các phương pháp sửa lỗi tiên tiến làm tăng khả năng chính xác cho các khung nhận được.
- Các bộ mã hoá tinh vi cho phép mã hoá tốc độ cao và giảm tạp âm nền.
- CDMA sử dụng ưu điểm của nhiều loại phân tập khác nhau để nâng cao chất lượng thoại như:
    - Phân tập tần số (bảo vệ khỏi fading chọn lọc tần số).
    - Phân tập không gian (dùng 2 anten nhận).
    - Phân tập đường truyền (sử dụng bộ thu Rake để khắc phục sự thu nhận một tín hiệu qua nhiều đường gây ra "nhiễu giao thoa" và thậm chí còn nâng cao chất lượng âm thanh).
    - Phân tập thời gian (dùng cài xen và mã hoá).
- Thực hiện chuyển giao soft để góp phần làm tăng chất lượng thoại bằng cách cung cấp một kết nối "make before break". Quá trình chuyển giao softer giữa các sector của cùng 1 cell cũng cung cấp những lợi ích tương tự.
- Điều khiển công suất chính xác, bảo đảm cho tất cả các mobile đều có mức công suất gần bằng mức công suất tối ưu để có thể đạt được một chất lượng thoại tốt nhất.

Đơn giản hoá thiết kế

Tất cả thuê bao sử dụng chung một sóng mang CDMA, cùng chia sẻ một phổ tần số với nhau. Hệ số sử dụng lại tần số bằng 1 là một yếu tố quan trọng đã làm cho dung lượng của CDMA lớn hơn nhiều AMPS và các công nghệ khác, đồng thời nó còn làm cho việc thiết kế hệ thống đơn giản, dễ hiểu hơn. Nhà khai thác sẽ không phải lập kế hoạch sử dụng tần số - một công việc hết sức phức tạp trong hệ thống tương tự và TDMA. Quan trọng hơn, kể cả việc điều chỉnh lại tần số để mở rộng cũng được loại bỏ. Nếu nhà khai thác muốn thêm một cell hay một kênh mới thì không cần phải thiết lập lại toàn bộ tần số của hệ thống.

Nâng cao tính bảo mật thông tin

Thông tin trong CDMA được bảo mật rất cao, việc xâm nhập bất hợp pháp vào tín hiệu CDMA là cực kỳ khó. Đó là vì các khung thông tin đã số hoá được trải phổ trên một nền phổ

rộng. Hơn thế nữa, trong tương lai CDMA có các kế hoạch mã hoá số mới tạo ra các mức bảo mật và an toàn hơn nhiều.

Cải thiện vùng phủ sóng

Một cell CDMA có vùng phủ sóng lớn hơn nhiều so với cell tương tự hay số khác vì CDMA sử dụng thiết bị thu có độ nhạy lớn hơn các kỹ thuật khác. Do đó, để phủ sóng cùng một vùng địa lý như nhau thì số cell CDMA phải dùng sẽ ít hơn. Tuỳ thuộc vào nhu cầu tải của hệ thống và nhiễu giao thoa mà việc giảm số cell có thể tới 50% so với GSM.

Tăng thời gian sử dụng pin

Do việc điều khiển công suất chính xác và các đặc tính khác của hệ thống, các máy mobile CDMA thường chỉ truyền công suất bằng một phần nhỏ công suất so với các máy tương tự và TDMA. Điều này cho phép các thuê bao tăng thời gian sử dụng pin của máy mobile.

Cung cấp dải thông theo yêu cầu

Một kênh CDMA băng rộng cung cấp tài nguyên chung mà tất cả các mobile trong hệ thống cùng dùng chung, tuỳ theo ứng dụng là truyền thoại, dữ liệu, fax hay ứng dụng khác. Tại một thời điểm bất kỳ, phần dải thông không được sử dụng bởi mobile này thì có thể được cung cấp cho một mobile khác. Điều này làm cho CDMA thực sự linh hoạt và được khai thác để tạo ra các khả năng mạnh hơn như dịch vụ dữ liệu tốc độ cao. Thêm vào đó, vì mobile hoàn toàn độc lập khi sử dụng "bandwidth pool" nên các đặc trưng đó có thể dễ dàng cùng tồn tại trên một kênh CDMA.

Nâng cấp mạng dễ dàng

Việc nâng cấp mạng GSM (2G) lên GPRS (2,5G) tương đối dễ dàng bằng cách lắp thêm một số thiết bị và nâng cấp phần mềm nhưng để phát triển lên thế hệ thứ 3 là EDGE hay W-CDMA thì cần phải lắp thêm một hệ thống trạm BTS mới (với EDGE) hay cả một mạng CDMA (với W-CDMA) chạy song song với mạng cũ.

Cũng giống như từ GSM nâng cấp lên GPRS, từ IS-95 nâng cấp lên CDMA 2000 1x khá đơn giản. Chúng ta chỉ cần lắp thêm một số thiết bị: PDSN, Card BTS... và nâng cấp phần mềm. Cũng tương tự như vậy khi chúng ta phát triển mạng lên CDMA 2000 1xEV, chúng ta sẽ chỉ phải lắp thêm các card thu phát mới cho 1xEV và nâng cấp phần mềm hệ thống. Như vậy so với việc phát triển GSM --> W-CDMA thì việc phát triển từ IS-95 hay CDMA 2000 1x lên CDMA 2000 1xEV đòi hỏi lắp thêm ít thiết bị hơn, đơn giản hơn mà vẫn tận dụng được cơ sở hạ tầng mạng đã triển khai.

3.2. TRẢI PHỔ

3.2.1. Trải phổ trực tiếp (Direct Sequence Spread Spectrum - DSSS)

Các tín hiệu mang thông tin được điều chế trực tiếp bởi mã tín hiệu tốc độ chíp cao. Tín hiệu dữ liệu có thể là tín hiệu tương tự hoặc số. Đối với tín hiệu số, quá trình điều chế dữ liệu thường bị bỏ qua và tín hiệu dữ liệu được nhân lên trực tiếp nhờ tín hiệu mã và tạo ra tín hiệu điều chế sóng mang băng rộng.

3.2.2. Trải phổ nhảy tần số (Frequency Hopping Spread Spectrum - FH-SS)

Ở một tần số sóng mang, các tín hiệu mang thông tin được lặp lại tuỳ theo tín hiệu mã. Trong một khoảng thời gian, tần số này là giữ nguyên, nhưng sau mỗi khoảng thời gian, sóng mang lại nhảy tới một tần số khác (tần số này cũng có khả năng giống tần số trước).

3.2.3. Trải phổ nhảy thời gian (Time Hopping Spread Spectrum - TH-SS)

Các tín hiệu được truyền một cách không liên tục. Thay vào đó là các tín hiệu xuất hiện đột ngột ở những thời gian được quyết định bởi tín hiệu mã gán cho người sử dụng. Trục thời gian được chia thành các khung và mỗi khung lại được chia thành M khe thời gian (time slot). Trong mỗi khung, người sử dụng sẽ gửi dữ liệu trên một trong M khe thời gian. Khe thời gian nào sẽ được sử dụng phụ thuộc vào tín hiệu mã gán cho thuê bao. TH-SS sử dụng toàn bộ phổ băng rộng cho các khoảng thời gian ngắn thay vì chỉ sử dụng các phần của phổ trong suốt thời gian như trong FH.

3.2.4. Điều chế lai ghép (Hybrid modulation)

Là sự kết hợp của hai hay nhiều công nghệ điều chế trên. Ngoài ra, có thể kết hợp CDMA với các phương thức đa truy cập khác như TDMA.

3.3. CÁC KHÁI NIỆM CỦA HỆ THỐNG TRẢI PHỔ

Dung lượng lý thuyết của các kênh truyền được tính theo công thức dung lượng kênh truyền của Shannon:

$$C = B\log_2[1 + S/N] \tag{3.1}$$

Với B: độ rộng băng tần [Hz]

C: dung lượng kênh truyền [b/Hz]

S: tín hiệu

N: nhiễu

Công thức trên cho ta mối quan hệ giữa dung lượng kênh truyền tính theo lý thuyết mà không có lỗi, theo tỷ số S/N và độ rộng băng thông B cho trước. Dung lượng của kênh truyền

tăng khi tăng độ rộng băng thông, tăng công suất tín hiệu, hay tăng cả hai yếu tố. Tuy nhiên công thức trên chỉ áp dụng cho kênh cao tần với giả thiết bộ lọc trung tần là bộ lọc thông dải lý tưởng, độ rộng băng tần tối thiểu là 2 × B. Giả thiết này coi nhiễu là nhiễu trắng Gaussian (AWGN: Additive White Gaussian Noise). Nhiễu trắng Gaussian được chấp nhận trong mô hình kênh cao tần. Nhiễu trắng Gaussian là sự biến đổi ngẫu nhiên. Định lý giới hạn được đưa ra với giả thiết là đầu ra của bộ lọc trung tần có phân bố Gaussian và tần số độc lập. Giả thiết này đúng với hầu hết các hệ thống truyền thông, do các hệ thống đều bị tạp âm nhiệt. Nhưng với hệ thống có nhiều xuyên kênh thì giả thiết này không đúng và kết quả có thể khác. Công thức Shannon không chỉ ra cách thức để tính các giới hạn này. Để tiến tới giới hạn về lý thuyết này thì phải có các kỹ thuật điều chế và mã hóa kênh phức tạp. Một hệ thống tế bào tương tự thì cũng chỉ đạt được tỷ số S/N là 17 dB, hoặc còn lớn hơn. Hệ thống CDMA thiết kế hoạt động với tỷ số S/N thấp hơn nhiều vì băng thông kênh truyền cho phép hoạt động ở tỷ số S/N rất thấp.

Công thức (3.1) được viết lại như sau:

$$\frac{C}{B} = 1{,}44 \log_e\left[1 + S/N\right] \tag{3.2}$$

Ta có:

$$\log_e\left(1+\frac{S}{N}\right) = \frac{S}{N} - \frac{1}{2}\left(\frac{S}{N}\right)^2 + \frac{1}{3}\left(\frac{S}{N}\right)^3 - \frac{1}{4}\left(\frac{S}{N}\right)^4 + \ldots.$$

Khai triển hàm loga và giả thiết rằng tỷ số S/N nhỏ, ví dụ S/N≤ 0,1 thì ta có thể bỏ qua các loga bậc cao. Do đó có thể lấy:

$$B = \frac{C}{1{,}44} \times \frac{N}{S} \tag{3.3}$$

Nếu cho trước tỷ số S/N, ta có thể đạt được tỷ lệ lỗi thấp bằng cách tăng băng thông kênh truyền. Ví dụ, hệ thống có tốc độ thông tin là 10 Kbps và tỷ số S/N là 0,01 thì băng thông kênh truyền phải là:

$$B = \frac{10 \times 10^3}{1{,}44 \times 0{,}01} = 0{,}69 \times 10^6 (Hz)$$

hay B = 690 (KHz)

Thông tin có thể điều chế thành mã trải phổ bằng vài phương pháp. Phương pháp thông dụng nhất là đưa thông tin vào mã dùng để trải trước khi dùng mã này điều chế tần số sóng mang. Kỹ thuật này áp dụng cho bất kỳ hệ thống SS nào sử dụng chuỗi mã quyết định độ rộng băng tần cao tần. Nếu tín hiệu truyền đi là tín hiệu tương tự (ví dụ âm thanh) thì tín hiệu phải số hoá trước khi chèn vào mã trải phổ.

3.3.1. Hệ số xử lý của hệ thống

Một trong những ưu điểm chính của hệ thống SS là khả năng chống nhiễu cao. Hệ số xử lý của hệ thống (G_p) là đánh giá về khả năng lọc bỏ nhiễu. Hệ số xử lý của hệ thống là tỷ số của băng thông cao tần với tốc độ thông tin:

$$G_p = B/R \tag{3.4}$$

R: Tốc độ chip

B: độ rộng băng thông cao tần

Các hệ thống trải phổ có hệ số xử lý điển hình là từ 20 đến 60 dB. Với hệ thống trải phổ, mức độ tạp âm gồm cả tạp âm nhiệt và nhiễu. Đối với người dùng thì nhiễu cũng xử lý như tạp âm. Tỷ số S/N ở đầu vào và đầu ra của hệ thống:

$$(S/N)0 = Gp(S/N)i \tag{3.5}$$

Cho ta mối mối quan hệ giữa tỷ số S/N với tỷ số Eb/No, với Eb là năng lượng bit thông tin và No là mật độ phổ năng lượng của tạp âm:

$$(S/N)_i = E_b \times R/(N_0 \times B) = \frac{(E_b/N_0)}{(1/G_p)} \tag{3.6}$$

Suy ra:

$$Eb/N0 = Gp \times (S/N)i = (S/N)0 \tag{3.7}$$

Ví dụ 3.1:

Tính hệ số xử lý hệ thống của hệ thống DSSS. Tốc độ chip của đồng hồ mã hoá là 10Mcps, tốc độ thông tin là 4,8 Kbps. Hệ số xử lý của hệ thống là bao nhiêu khi tốc độ mã hoá tăng lên 50Mcps? Hệ thống có ưu điểm gì khi tăng tốc độ mã hoá lên 50 Mcps, với tốc độ thông tin là 4,8 Kbps.

Chúng ta giả thiết dạng sóng của hệ thống DSSS có dạng (sinx)/x. Phân bố năng lượng có dạng [(sinx)/x]2. Giả thiết độ rộng băng tần tương ứng với nhịp đồng hồ mã trải phổ:

$$G_p = (1{,}0 \times 107)/(4{,}8 \times 103) = 2{,}1 \times 103 = 33{,}1 \text{ dB}$$

Với tốc độ 50 Mcps:

$$G_p = (5 \times 107)/(4{,}8 \times 103) = 1{,}04 \times 104 = 40{,}2 \text{ dB}$$

Vậy tăng tốc độ mã từ 10Mcps lên 50Mcps, chúng ta chỉ tăng G_p thêm được 7 dB.

3.3.2. Hoạt động của hệ thống DSSS

Hệ thống DSSS

Hệ thống DSSS là hệ thống băng rộng, cả băng thông có thể dành cho người sử dụng. Một hệ thống DSSS phải thoả mãn các yêu cầu sau:

1. Tín hiệu trải phổ có băng thông rộng hơn rất nhiều so với băng thông cần có của thông tin cần truyền. Băng thông của thông tin cần truyền đối với hệ thống số được gọi là dữ liệu băng tần cơ sở.
2. Việc trải phổ dữ liệu bằng tín hiệu trải phổ, thường gọi là tín hiệu mã hoá. Tín hiệu mã hoá độc lập với dữ liệu và có tốc độ cao hơn nhiều.
3. Tại máy thu, việc nén phổ bằng bộ tương quan chéo của tín hiệu trải phổ tại đầu thu và tín hiệu trải phổ ban đầu để nén phổ tại đầu thu phải đồng bộ, giống hệt với tín hiệu trải phổ dùng để trải phổ dữ liệu.

Khoá dịch pha nhị phân liên kết

Dạng đơn giản nhất của hệ thống DSSS dùng BPSK liên kết cho điều chế dữ liệu và điều chế trải phổ, nhưng dạng thông thường nhất BPSK cho điều chế dữ liệu còn dùng khoá dịch pha cầu phương (QPSK) cho điều chế trải phổ. Trước tiên, chúng ta đề cập đến dạng đơn giản nhất.

Tín hiệu BPSK của hệ thống mã hoá được tính:

$$x(t) = c(t)s(t) = c(t)d(t)\sqrt{2S}\cos\omega_c t \tag{3.8}$$

Với: $$s(t) = d(t)\sqrt{2S}\cos\omega_c t$$

d(t): là tín hiệu băng tần cơ sở tại đầu vào máy phát và đầu ra máy thu

c(t): tín hiệu dùng để trải phổ

S: năng lượng tín hiệu

w_c: tần số sóng mang

Ở công thức (3.8) chúng ta thay cộng modun 2 giữa c(t) và d(t) tương ứng với phép nhân vì tín hiệu nhị phân 0; 1 tương ứng với giá trị 1; -1 trong bộ điều chế.

Tín hiệu x(t) có dạng phổ là $[(\sin x)/x]^2$ và độ rộng băng tần xấp xỉ là 1/T (T là chu kỳ của băn tần cơ sở). Trong khi đó, tín hiệu trải phổ x(t) có dạng phổ tương tự nhưng độ rộng băng tần lại xấp xỉ là $1/T_c$ (T_c là chu kỳ của tín hiệu dùng để trải phổ). Từ công thức (3.4), hệ số xử lý của hệ thống là $G_p = (B/R) = T/T_c$. Khi có nhiễu I(t), coi không có tạp âm (giả thiết là nhiễu mà gây hạn chế hoạt động của hệ thống, nói một cách khác là mức năng lượng của nhiễu vượt quá năng lượng tạp âm nhiệt) thì tín hiệu tại đầu thu là:

$$[r(t)^* = x(t) + I(t)] \tag{3.9}$$

Ở bộ thu, ta đem nhân với dạng sóng của PN (chuỗi giả ngẫu nhiên như ở bộ phát) để lấy lại tín hiệu ban đầu:

$$r(t) = c(t)[x(t) + I(t)] = c(t)[c(t)s(t)] + c(t)I(t) = s(t) + c(t)I(t) \quad (3.10)$$

$c(t)^2 = 1$

c(t).I(t): là tập âm ảnh hưởng do nhiễu

Đầu ra của bộ tách BPSK thường tính là:

$$r = d\sqrt{E_b} + n \quad (3.11)$$

d: bit dữ liệu, độ rộng bit T(s)

E_b: năng lượng bit

n: tổng hợp tạp âm hiệu dụng

Quá trình trải phổ và nén phổ không ảnh hưởng đến dữ liệu cũng như không ảnh hưởng đến hàm xác xuất của mật độ phân bố của tạp âm. Vì vậy, xác suất lỗi bit P_b kết hợp với tín hiệu trải phổ khoá pha nhị phân (SS BPSK) giống như với tín hiệu BPSK và tính bằng:

$$P_b = \frac{1}{2} erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right) \quad (3.12)$$

Khoá dịch pha cầu phương (QPSK)

Đối với phương pháp điều chế khoá dịch pha cầu phương, cần chý ý dạng sóng của dữ liệu cùng pha và vuông pha tương ứng là $d_c(t)$, $d_n(t)$; dạng sóng nhị phân của PN tương ứng là $c_c(t)$, $c_n(t)$. Chúng ta có thể biểu diễn tín hiệu QPSK như hình 3.4:

$$x(t) = c_c(t)d_c(t)\sqrt{S}\cos\omega_c t + c_s(t)d_s(t)\sqrt{S}\sin\omega_c t \quad (3.13)$$

với xung QPSK có chu kỳ $T_x = 2T$.

Thành phần đầu ra đồng pha:

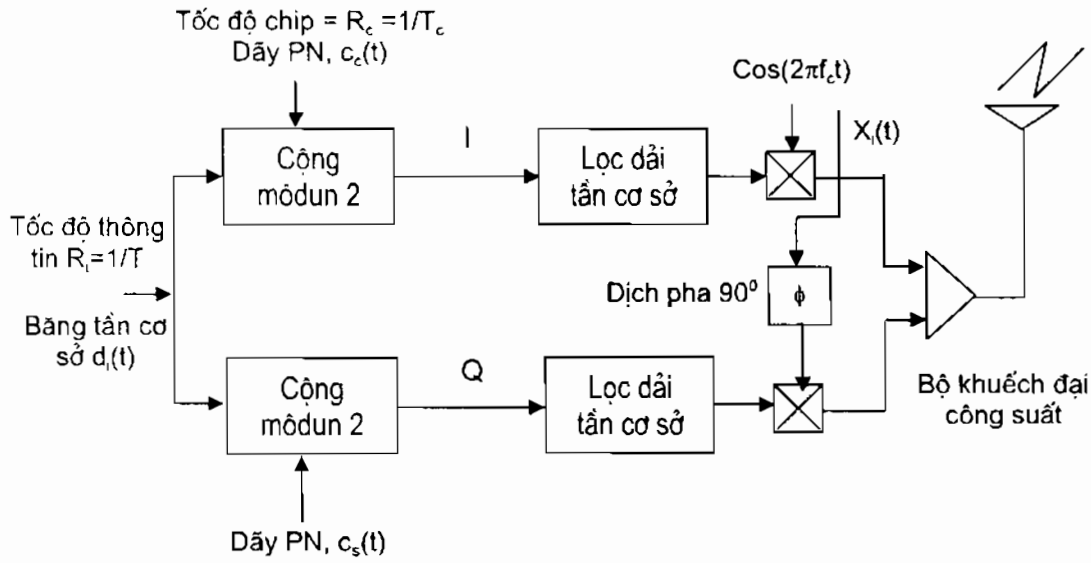
$$r_c = d_c\sqrt{E_b} + n_c \quad (3.14)$$

với $$n_c = \sqrt{\frac{2}{T}}\int_0^{T_c} c_c(t)I(t)\cos\omega_c t dt$$

Thành phần đầu ra vuông pha:

$$r_s = d_s\sqrt{E_b} + n_s \quad (3.15)$$

với $n_{\cdot} = \sqrt{\frac{2}{T}} \int_{0}^{T_c} c_c(t) I(t) \cos \omega_c t dt$



Hình 3.4. Hệ thống DSSS với máy phát QPSK .

Điều chế QPSK có thể xem như điều chế BPSK hai lần độc lập. Vì thế tốc độ của dữ liệu được nhân đôi. Chúng ta quan tâm đến trường hợp đặc biệt của điều chế QPSK khi $c_c(t)$, $c_n(t)$ là bằng nhau và bằng c. Năng lượng của các ký hiệu QPSK cũng là năng lượng bit (một bit cho một tín hiệu QPSK).

Từ công thức (3.14) và (3.15) ta có:

$$r_c = d\sqrt{\frac{Eb}{2}} + n_c \tag{3.16}$$

$$r_s = d\sqrt{\frac{Eb}{2}} + n_s \tag{3.17}$$

Với n_c, n_s bằng 0, nghĩa là không có tạp âm:

$$Var\langle n_c | \theta \rangle = (IT_c)(\cos\theta)^2 \tag{3.18}$$

và

$$Var\langle n_s | \theta \rangle = (IT_c)(\cos\theta)^2 \tag{3.19}$$

Ta có công thức:

$$r = \frac{(r_c + r_s)}{2} = d\sqrt{\frac{E_b}{2}} + \frac{(n_s + n_c)}{2} \tag{3.20}$$

$$Var\langle (n_c + n_s)/2 | \theta \rangle = \frac{1}{4}[IT_c(\cos\theta)^2 + IT_c(\sin\theta)^2] = \frac{IT_c}{4} \quad (3.21)$$

Biểu thức cho nhiễu băng hẹp, $G_j(f)$ ở bộ giải mã đầu ra là:

$$G_j(f) = \frac{IT_c}{4} = \frac{I}{4R_c} \quad (3.23)$$

Công thức tính xác suất lỗi bit của AWGN như sau:

$$P_b = \frac{1}{2} erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right) = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right) \quad (3.24)$$

với $$Q(u) \approx \frac{e^{-u^2/2}}{\sqrt{2\pi u}} \qquad u >> 1$$

Ta giả thiết tín hiệu băng tần cơ sở sau khi giải điều chế, I , tương ứng với AWGN. Đối với giải điều chế PSK liên kết ta có:

$$P_b = \frac{1}{2} erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{N_0}}\right) = \frac{1}{2} erfc\left(\sqrt{\frac{E_b}{(2I)/4R_c}}\right) = \frac{1}{2} erfc\left(\sqrt{\left(\frac{S}{I}\right)\left(\frac{R_c}{R_b}\right)}\right) \quad (3.25)$$

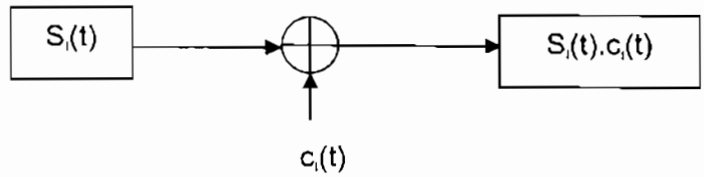
$I_{eff} = \frac{I}{2\left(R_c/R_b\right)}$ là năng lượng nhiễu ảnh hưởng.

Năng lượng nhiễu ảnh hưởng, so với năng lượng tín hiệu, quyết định xác xuất lỗi bit P_b của hệ thống SS. Năng lượng nhiễu giảm khi mở rộng băng tần của tín hiệu cơ sở R_c so với R_b.

3.3.3. Bit giả ngẫu nhiên

Tham khảo bảng 3.4, ta chú ý hoạt động của máy phát (hình 3.5):

1. Dãy dữ liệu bất kỳ $s_i(t)$ lấy từ nguồn số.
2. Dãy mã bất kỳ $c_i(t)$ lấy từ máy phát trải phổ trực tiếp (DS).
3. Hai dãy này được cộng với nhau và truyền đi tới máy thu ở xa với giả thiết không có trễ đường truyền.
4. Ở khoảng cách xa, chuỗi kết quả được thu bởi máy thu (hình 3.6)
5. Mã $c_i(t)$ dùng ở máy phát cũng có thể dùng ở máy thu.
6. Dãy dữ liệu ban đầu được khôi phục bằng cách cộng môdun 2 chuỗi nhận được với mã $c_i(t)$ tại bên thu.



Hình 3.5. Máy phát *di động.*

Bảng 3.4. Các bước cộng modun 2.

Transmitter	1	$s_i(t)$	1	1	0	1	0	0	1	1	1
	2	$c_i(t)$	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
	3	$s_i(t).\ c_i(t)$	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
Receiver	4	$s_i(t).\ c_i(t)$	0	1	0	0	1	1	1	0	1	1
	5	$c_i(t)$	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0
	6	$s_i(t).\ c_i(t).\ c_i(t) = s_i(t)$	1	1	0	1	0	0	1	1	1	1

Tham khảo bảng 3.5, chúng ta lưu ý quá trình của các bước tại máy phát như sau:

1. Dãy dữ liệu bất kỳ $s_i(t)$ lấy từ nguồn số. Trường hợp này, chúng ta thay tương ứng các số 1 và -1 cho các số 0 và 1 (hình 3.5).

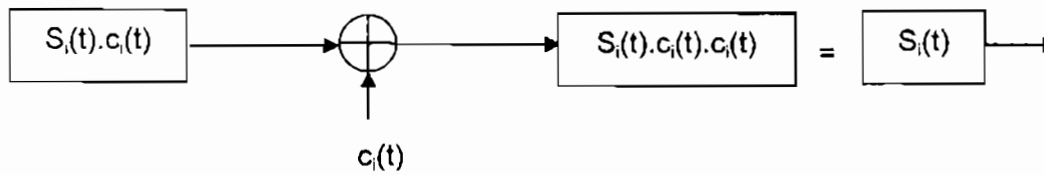
2. Dãy mã bất kỳ $c_i(t)$ lấy từ máy phát trải phổ trực tiếp (DS).

3. Nhân $s_i(t)$ với $c_i(t)$. Truyền đầu ra của bộ nhân tới máy thu.

4. Ở khoảng cách xa, chuỗi kết quả được thu bởi máy thu (hình 3.6)

5. Mã $c_i(t)$ dùng ở máy phát cũng có thể dùng ở máy thu.

6. Dãy dữ liệu ban đầu được khôi phục bằng cách cộng môdun 2 chuỗi nhận được với mã $c_i(t)$ tại bên thu.



Hình 3.6. Máy thu di động.

Từ hai bảng 3.4 và 3.5, ta kết luận rằng cộng môdun 2 của các số 1 và 0 tương ứng với nhân môdun 2 của dữ liệu 1 và -1 khi chúng ta ánh xạ các số 0 sang các số 1 và các số 1 sang các số –1, như bảng 3.5. Đối với mạch vật lý, phép cộng môdun 2 hay dùng hơn vì được thực

hiện bởi cổng OR, rẻ hơn nhiều so với bộ nhân. Tuy nhiên, xét về khía cạnh mô hình thì phương pháp nhân này dễ dàng thiết lập công thức hơn, dễ hiểu hơn. Ta cần chú ý đến đầu ra của máy thu sao cho đồng nhất với dữ liệu ban đầu. Vì vậy phải thoả mãn điều kiện sau:

$$s_i(t).c_i(t).c_i(t) = s_i(t) \quad (3.26)$$

Bảng 3.5. Các bước không dùng cộng modun 2.

Transmitter	1	$s_i(t)$	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1
	2	$c_i(t)$	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	-1
	3	$s_i(t).\ c_i(t)$	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
Receiver	4	$s_i(t).\ c_i(t)$	1	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	-1
	5	$c_i(t)$	-1	1	1	-1	-1	-1	1	-1	1	1
	6	$s_i(t).\ c_i(t).\ c_i(t) = s_i(t)$	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1

Nói cách khác, tích $c_i(t).\ c_i(t)$ dứt khoát phải bằng 1. Chú ý chuỗi $c_i(t)$ là chuỗi nhị phân tạo nên từ 1 và -1. Do đó:

$$\text{Nếu } c_i(t) = 1 \text{ thì } c_i(t).\ c_i(t) = 1; \quad (3.27)$$

$$\text{Nếu } c_i(t) = -1 \text{ thì } c_i(t).\ c_i(t) = 1 \quad (3.28)$$

Lúc trước chúng ta đã giả thiết không có trễ đường truyền và không có trễ ở các khâu xử lý giữa máy phát và máy thu. Trật tự của chuỗi mã bên thu phải giống với chuỗi ban đầu bên phát. Như thế, hai chuỗi mã bên thu và bên phát được gọi là đồng pha hay đồng bộ với nhau. Thực tế thì có trễ truyền và trễ ở các khâu xử lý giữa bên thu và bên phát. Do đó bên thu có thể trượt so với bên phát và hai chuỗi mã không đồng bộ với nhau, dữ liệu $s_i(t)$ ở đầu ra ên thu không đồng nhất so với dữ liệu bên phát. Bên thu thu sai. Để khôi phục lại dữ liệu ở bên thu, chúng ta phải đồng chỉnh hai chuỗi mã vào ở hai đầu thu và phát. Nói một cách khác, chúng ta phải chỉnh độ trượt thời gian của chuỗi mã bên thu theo đúng như bên phát. Bằng cách đồng chỉnh hay đồng bộ hoá hai chuỗi mã bên thu và bên phát thì dữ liệu ban đầu của bên phát được phục hồi ở đầu ra của bên thu. Trong các ví dụ trước, chuỗi dữ liệu và chuỗi mã có cùng độ dài (một bit mã tương ứng với một bit dữ liệu), và dùng để viết lại mã của các bit dữ liệu. Điều đó gọi là giả ngẫu nhiên chứ không có lợi trong trải phổ.

3.3.4. Hoạt động của hệ thống CDMA

Hệ thống băng hẹp truyền thống dựa trên kỹ thuật FDMA hay TDMA là hệ thống có giới hạn về dung lượng. Dung lượng của hệ thống FDMA do các tần số không chồng chéo lên nhau, còn dung lượng của hệ thống TDMA là do số các slot. Với hệ thống TDMA, khi các slot đã được đăng ký thì không thể thêm được thuê bao vào nữa. Do đó không thể tăng thêm thuê bao nếu không muốn làm tăng mức độ nhiễu tới trạm di động do máy phát ở cell.

Hệ thống trải phổ có thể hoạt động tốt khi sử dụng thêm sóng vô tuyến, nó làm tăng mức nhiễu chung tới toàn bộ các máy thu ở các cell mà nhận tín hiệu từ máy phát của trạm di động. Mỗi trạm di động chỉ vào một mức độ nhiễu duy nhất. Mức độ nhiễu này phụ thuộc vào mức năng lượng nó thu được, mức đồng bộ về thời gian với các tín hiệu khác ở cùng cell đó và sự tương quan chéo với các tín hiệu CDMA.

Số kênh của hệ thống CDMA phụ thuộc vàp khả năng chịu nhiễu chung của toàn hệ thống. Vì thế hệ thống CDMA bị giới hạn do nhiễu và chất lượng thiết kế của hệ thống đóng vai trò quan trọng đối với dung lượng của toàn hệ thống. Hệ thống được thiết kế tốt thì phải chịu xác xuất lỗi bit và mức độ nhiễu cao hơn so với hệ thống thiết kế kém hơn. Kỹ thuật mã hoá sửa lỗi trước cải thiện khả năng chịu nhiễu và tăng dung lượng của toàn bộ hệ thống.

Chúng ta cũng giả thiết rằng ở cell, mức độ của tín hiệu nhận được của thuê bao di động là giống nhau và nhiễu ở đó có phân bố như tạp âm Gaussian. Mỗi phương pháp điều chế có một mối quan hệ với mức độ lỗi bit và hàm của tỷ số E_b/N_0. Nếu chúng ta biết phương pháp mã hoá tín hiệu, khả năng số hoá âm thanh và tỷ số dữ liệu trên lỗi thì chúng ta xác định được tỷ số tối thiểu của E_b/N_0 cần có để hệ thống hoạt động tốt nhất. Ta có mối liên hệ giữa số thuê bao di động M, hệ số G_p và tỷ số E_b/N_0:

$$M \approx G_p / (E_b / N_0) \tag{3.29}$$

Cho trước xác suất lỗi bit sẽ tính được tỷ số E_b/N_0 phụ thuộc vào thiết kế hệ thống và mã sửa sai. Có rất nhiều cách nhưng không bao giờ đạt được như tính toán theo lý thuyết.

Hoạt động tốt nhất của hệ thống cũng bị giới hạn bởi công thức giới hạn Shannon khi nhiễu AWGN.

Theo công thức (3.2) ta có

$$Log_e(1+S/N) = S/N - \frac{1}{2}(S/N)^2 + \frac{1}{3}(S/N)^3 - \frac{1}{4}(S/N)^4 + \ldots$$

Suy ra: $Log_e(1+S/N) < S/N$

cũng từ công thức (2.2) ta có:

$$C/B_W < (1/\log_e 2)(S/N)$$

và

$$C/B_W < (1/\log_e 2)(E_b/N_0)(C/B_W)$$

Do đó: $E_b/N_0 \geq \log_e 2 = 0{,}69 = -1{,}59$ (dB)

sẽ cho truyền thông không có lỗi.

Theo công thức giới hạn của Shannon, số thuê bao có thể đạt được là:

$$M \approx G_p/0,69 = 1,45\ G_p \tag{3.30}$$

Công thức Shannon chỉ ra rằng dung lượng của hệ thống CDMA trong từng cell lớn hơn nhiều so với dung lượng của hệ thống băng hẹp truyền thống vì các hệ thống băng hẹp này bị giới hạn bởi các thông số của nó (số các tần số, các slot được sử dụng sao cho không chồng chéo lên nhau). Giới hạn này mang tính lý thuyết. Trên thực tế, một hệ thống vô tuyến điển hình thường được thiết kế với tỷ số $E_b/N_0 \approx 6$ dB. Do giới hạn thiết kế CDMA trong thực tế, ta không thể phục vụ được nhiều thuê bao trong một cell như công thức (3.29) được. Dung lượng của một cell của hệ thống CDMA phụ thuộc vào rất nhiều yếu tố. Theo công thức (3.9), khi tạp âm là lý tưởng thì giới hạn trên của dung lượng cũng bị hạn chế bởi G_p. Các hệ thống hiện nay, dung lượng thấp hơn nhiều giá trị giới hạn. Dung lượng các cell CDMA phụ thuộc vào khâu điều chế ở bên thu, độ điều khiển công suất chính xác, nhiễu từ các cell của các hệ thống không là CDMA khác mà có cùng dải tần số và các ảnh hưởng khác.

Các cell lân cận truyền cùng tần số sóng mang gây nên nhiễu, do đó chúng ta có thể định lượng lại bằng cách đưa thêm vào tham số β. Số thuê bao trong một cell giảm còn do nhiễu của các thuê bao di động ở cell khác và của các thuê bao trong chính cell đó. Khoảng giá trị thực tế của β tế 0,4 đến 0,55. ảnh hưởng của mức độ chính xác của điều khiển công suất được đưa vào bằng tham số α. Khoảng giá trị thực tế của α từ 0,5 đến 0,9. Chúng ta gọi mức độ suy giảm do nhiễu âm thanh là υ. Khoảng giá trị thực tế của υ từ 0,45 đến 1. ở các gốc thường dùng ăng ten định hướng hơn là dùng các ăng ten vô hướng, cell được phân vùng với các A sector. Mỗi ăng ten phát xạ một góc 360/A độ, do đó chúng ta có yếu tố cải thiện nhiễu λ. Đối với cell có 3 sector, giá trị thực tế của λ là 2,55. Giá trị của β, α, υ, λ tương ứng là 0,5; 0,85; 0,6 và 2,55.

Đưa các tham số β, α, υ, λ vào công thức (3.29) ta có:

$$M \approx \frac{G_p}{E_b/N_0}\frac{1}{(1+\beta)}\alpha\frac{1}{\upsilon}\lambda \tag{3.31}$$

Ví dụ 3.1

Tính số thuê bao di động có thể phục vụ được của hệ thống CDMA dùng băng tần cao tần 1,25 MHz để truyền dữ liệu tốc độ 9,6 Kbps. Giả sử tỷ số $E_b/N_0 = 6$ dB, nhiễu từ các cell bên cạnh β = 60%, tham số ảnh hưởng của âm thanh υ = 50%, tham số mức độ chính xác điều khiển công suất α = 0,8.

Ta có:

$G_p = (1,25.10^6)/(9,6.10^3) = 130$

$E_b/N_0 = 6$ dB = 3,98

M = (130/3,98).[1/(1+0,6)].0,8.(1/0,5) = 32,64

Vậy M = 32 thuê bao di động trên một sector.

Từ kết quả trên ta đem so sánh với dung lượng của hệ thống FM với cùg tần số, ví dụ 41 kênh FM. Hệ thống tương tự điển hình được thiết kế dùng lại tần số với mẫu 7. Với cấu hình 3 sector, và mẫu dùng lại là 7, số kênh trên một sector là 41/(7×3) ≈ 2. So sánh cho ta thấy dung lượng của hệ thống DSSS gấp chục lần. Điều thú vị là trong khi hệ số xử lý hệ thống của DSSS tỷ lệ với độ rộng phổ, còn của hệ thống FM lại tỷ lệ với bình phương của tần số. Điều này có vẻ như hệ thống FM hoạt động tốt hơn so với hệ thống CDMA, chưa chắc. Do một vài nguyên nhân sau:

- Kỹ thuật DSSS ưu điểm cho âm thanh.

- Kỹ thuật DSSS còn có khái niệm trực giao cho người dùng trên một kênh tần số chung. Khái niệm này dùng cho các trạm gốc khác và các sector khác.

- Kỹ thuật DSSS đồng bộ việc truyền của tất cả các trạm gốc do đó có thể thực hiện chuyển giao mềm. Có phương pháp giảm mức nhiễu.

Ví dụ 3.2

Cho hệ thống CDMA tốc độ chip là 1,2288Mcps với tốc độ dữ liệu là 9,6 Kbps. Tỷ số E_b/N_0 là 6,8 dB. Tính số thuê bao trung bình trên mỗi sector, mỗi cell có sector. Giả sử nhiễu các cell lân cận $\beta = 50\%$; tham số ảnh hưởng của âm thanh $\upsilon = 60\%$; tham số điều khiển công suất $\alpha = 0,85$; hiệu quả sector hoá $\lambda = 2,55$.

$$M \approx \frac{G_p}{E_b / N_0} \frac{1}{(1+\beta)} \alpha \frac{1}{\upsilon} \lambda$$

$$G_p = (1,2288.10^6)/(9,6.10^3) = 128$$

$$E_b/N_0 = 6,8 \text{ dB} = 4,7863$$

$$M \approx \frac{128}{4,7863} \frac{1}{(1+0,5)} 0,85 \frac{1}{0,6} 2,55 = 64,4$$

Vậy số thuê bao trên một sector là 64,4/3 = 21,46 ≈ 21.

Ví dụ 3.3

Có tổng số 40 trạm di động mức công suất giống nhau, cùng một băng tần của hệ thống CDMA. Mỗi trạm di động truyền thông tin với tốc độ 9,6 Kbps bằng tín hiệu điều chế DSSS BPSK (tín hiệu trải phổ điều chế bằng phương pháp khoá dịch pha nhị phân). Tính tốc độ chip tối thiểu của mã PN với xác xuất lỗi bit là 10^{-3}. Giả sử nhiễu các trạm gốc $\beta = 60\%$; tham số

ảnh hưởng của âm thanh υ = 50%; tham số điều khiển công suất α = 0,8. Tính tốc độ chip khi xác xuất lỗi bit là 10^{-4}?

Với $P_b = 10^{-3}$

Ta có:

$$P_b = Q\left(\sqrt{\frac{2E_b}{N_0}}\right) \approx \frac{e^{-E_b/N_0}}{2\sqrt{\pi(E_b/N_0)}}$$

$E_b/N_0 \approx 4,8 = 6,8$ dB

$$M \approx \frac{G_p}{E_b/N_0}\frac{1}{(1+\beta)}\alpha\frac{1}{\upsilon}$$

$$\frac{G_p}{4,8} \times \frac{1}{(1+0,6)} \times 0,8 \times \frac{1}{0,5} = 40$$

suy ra $G_p = 192$

$$R_c = 192 \times 9,6.10^3 = 1,843 \text{ (Mcps)}$$

Với $P_b = 10^{-4}$, $E_b/N_0 = 8,43$ (dB) = 6,9663

Ta có $G_p = 279,6$ và $R_c = 2,675$ (Mcps).

3.3.5. Dãy giả tạp âm PN (Pseudorandom Noise Sequences)

Trong hệ thống CDMA, dãy PN dùng để:

- Trải phổ băng tần tín hiệu đã điều chế thành băng tần lớn hơn để truyền đi.

- Phân biệt các thuê bao khi tận dụng độ rộng băng tần đường truyền cho quy trình đa truy nhập.

Các dãy PN không phải là ngẫu nhiên. Chúng có tính chu kỳ và xác định. Sau đây là ba thuộc tính quan trọng của dãy PN lý tưởng:

1. Tần suất của số 0 và 1 là 1/2.

2. Khi toàn là số 0, hoặc số 1, độ dài là 1 với xác xuất là 1/2; độ dài là 2 với xác xuất là 1/4; độ dài là 3 với xác xuất là 1/8...

3. Khi dãy PN được dịch bởi bất kỳ số các số nào, chuỗi kết quả cũng phải có tổng các A và D là giống với chuỗi gốc.

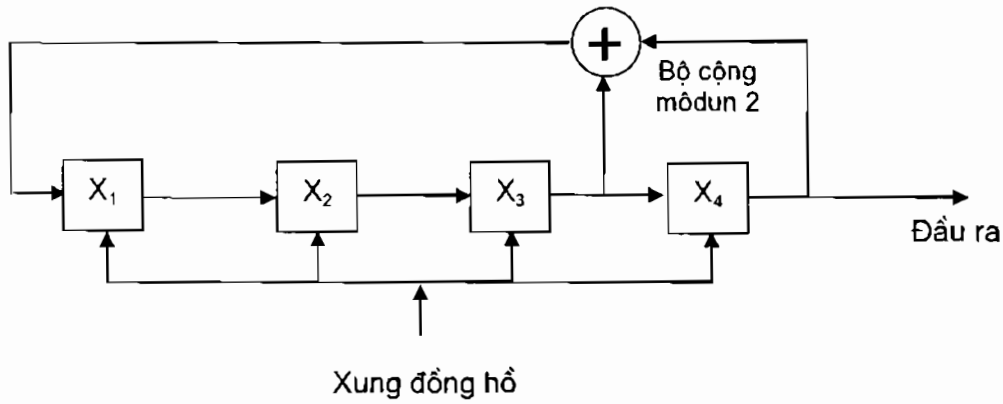
Dãy PN sinh ra bằng cách kết hợp với các đầu ra hồi tiếp của các thanh ghi dịch. Một đầu hồi tiếp của thanh ghi dịch gồm bộ nhớ hai tầng hoặc các tầng ghi liên tiếp và đầu hồi tiếp.

Dãy nhị phân được biến đổi khi điều qua thanh ghi dịch theo nhịp của xung đồng hồ. Trạng thái của các tầng được kết hợp theo phép logic với nhau để đưa về đầu vào của thanh ghi dịch đầu tiên. Trạng thái khởi tạo của các thanh ghi dịch và phép logic của đường hồi tiếp về quyết định các trạng thái liên tiếp sau đó của các thanh ghi dịch. Một đầu hồi tiếp và một đầu ra của thanh ghi dịch gọi là tuyến tính khi đường hồi tiếp chỉ có các bộ cộng môdun 2. Hình 3.4 miêu tả một bộ tạo dãy PN gồm 4 tầng, một bộ cộng môdun 2, một đường hồi tiếp. Hoạt động của các thanh ghi dịch được điều khiển bởi xung nhịp đồng hồ. Khi có xung đồng hồ thì trạng thái của thanh ghi trước dịch sang thanh ghi bên phải ngay trước nó. Cũng như vậy, khi có xung đồng hồ, trạng thái của thanh ghi X_3 và X_4 cộng môdun 2, kết quả hồi tiếp về thanh ghi X_1. Kết quả của chuỗi được chứa trong thanh ghi X_4. Ví dụ các thanh ghi dịch được khởi tạo bởi các trạng thái 0001 (từ X_1 tới X_4). Bảng 3.3 chỉ ra các phép dịch,phép cộng, hồi tiếp sau mỗi nhịp.

Trạng thái của các thanh ghi dịch lặp lại sau $2^4 - 1 = 15$ nhịp. Dãy đầu ra là 0 0 0 1 0 0 1 1 0 1 0 1 1 1 1 (hình 3.7). Bit đầu tiên bên trái là bit trẻ nhất. Ta thấy ở dãy ra tổng các số 0 là 7, tổng các số 1 là 8, chỉ sai khác nhau 1.

Nếu thanh ghi dịch được hồi tiếp tuyến tính có trạng thái 0 tại một thời điểm thì nó sẽ luôn duy trì trạng thái đó tới khi dãy kết quả gồm toàn số 0. Vì có 2^n-1 trạng thái khác 0, chu kỳ của chuỗi đầu ra thanh ghi dịch tuyến tính n tầng không thể vượt quá 2^n-1.

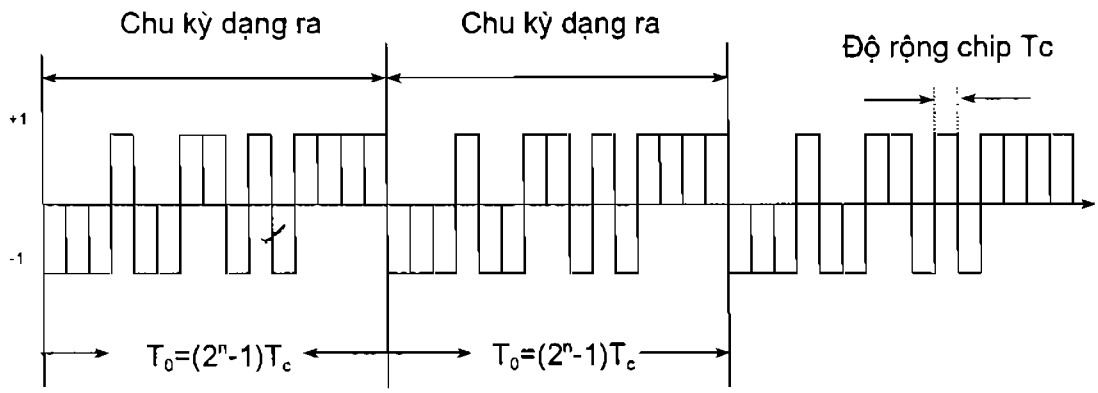
Dãy đầu ra phân thành dãy có độ dài lớn nhất và không lớn nhất. Dãy có độ dài lớn nhất là dãy có thể tạo bởi thanh ghi dịch có độ dài nhất định. ở bộ phát dãy nhị phân, dãy dài nhất là 2^n-1 chip, với n là số tầng. Chuỗi có độ dài lớn nhất có tính chất là chu kỳ thu chuỗi tính theo xung đồng hồ là $T_{tt} = 2^n$-1. Nếu thanh ghi dịch có hồi tiếp tuyến tính mà sinh ra một dãy có độ dài tối đa thì dãy ra mà khác không sẽ có độ dài tối đa với mọi trạng thái khởi tạo của thanh ghi dịch. Chuỗi có độ dài tối đa gồm (2^n-1) con số 0 và (2^{n-1}) con số 1 trong một chu kỳ.



Hình 3.7. Bộ 4 thanh ghi có hồi tiếp tuyến tính.

Bảng 3.6. Kết quả các vòng dịch.

Vòng dịch	Tầng X_1	Tầng X_2	Tầng X_3	Tầng X_4	Dãy ra
0	0	0	0	1	1
1	1	0	0	0	0
2	0	1	0	0	0
3	0	0	1	0	0
4	1	0	0	1	1
5	1	1	0	0	0
6	0	1	1	0	0
7	1	0	1	1	1
8	0	1	0	1	1
9	1	0	1	0	0
10	1	1	0	1	1
11	1	1	1	0	0
12	1	1	1	1	1
13	0	1	1	1	1
14	0	0	1	1	1
15	0	0	0	1	1
16	1	0	0	0	0



Hình 3.8. Dạng ra của bộ 4 tầng có hồi tiếp tuyến tính.

Tính chất của dãy giả ngẫu nhiên có độ dài lớn nhất

Một bộ n tầng ghi dịch (n thanh) hình 3.9 tạo ra dãy có độ dài lớn nhất, dãy này có tính chất như sau:

Số các số nhị phân 0 và số các số nhị phân 1 chỉ được khác nhau 1 chip.

Số các số nhị phân 1: 2^{n-1}

Số các số nhị phân 0: $2^{n-1} - 1$

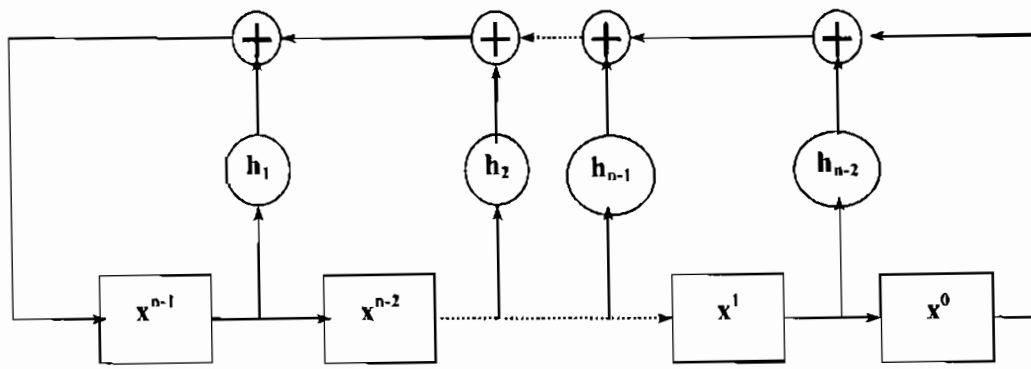
Chuỗi mã dài $2^n - 1$ chip

- Một dãy chạy là một dãy toàn con số 0/1. Khi có chữ số thay đổi nghĩa là bắt đầu của một dãy chạy mới. Độ dài của một dãy chạy là các con số trong dãy đó. Phân bố thống kê của con số 1, 0 được xác định rõ và giống nhau. Vị trí tương đối của một dãy chạy thay đổi theo dãy mã nhưng số các dãy có độ dài khác nhau là không đổi.

- Bộ cộng môdun 2 của mã tuyến tính có chiều dài lớn nhất với mô hình dịch pha của chính nó, cũng chính là kết quả trong mô hình dịch pha khác với độ dịch pha khác so với dãy gốc.

- Khi đem so sánh từng nhịp của dãy PN với bất kỳ dãy dã dịch nào của chính nó thì các A và D không được sai khác quá một lần.

- Nếu chúng ta chuyển dạng nhị phân (0,1) của dãy đầu ra của các thanh ghi dịch sang dạng (1, -1) thì ta thay 0 bằng +1, thay 1 bằng –1. Hàm tương quan tuần hoàn của dãy PN như sau:



Hình 3.9. Bộ thanh ghi dịch hồi tiếp tuyến tính n tầng.

$$\theta(t) = \begin{cases} 2^n - 1, \tau = 0 \\ -1, \tau \neq 0 \end{cases}$$

với τ: độ trượt của một chip

n: số tầng

Trong khoảng τ = 0 tới τ = ± 1, hàm tương quan giảm tuyến tính từ $2^n - 1$ tới – 1, do đó hàm tự tương quan của dãy PN dài nhất có dạng tam giác, đạt cực đại tại τ = 0 (ví dụ 3.5). Với tính chất này thì nhiều hơn hai đường truyền được hoạt động lập với dãy mã của chúng lệch nhau hơn một chip. Đối với dãy mã khác thì hàm tự tương quan rất khác so với dãy có độ dài lớn nhất.

- Tất cả các trạng thái của bộ phát n tầng tồn tại tròn khoảng chu kỳ của một mã. Mỗi một trạng thái chỉ tồn tại trong đúng một khoảng chu kỳ xung nhịp đồng hồ. Không cho phép xảy ra trường hợp thu một dãy toàn số 0.

Ta có đúng $2^{n-(p+2)}$ dãy của cả 1 và 0 trong từng dãy lớn nhất (trừ một dãy chạy gồm n số 1 và một dãy chạy gồm (n-1) số 0). Không có dãy chạy gồm n số 0 và cũng không có dãy chạy gồm (n-1) số 1.

Việc bộ n tầng hồi tiếp tuyến tính phát sinh ra chỉ một dãy với chu kỳ $2^n - 1$ phụ thuộc vào mối liên kết của nó (hình 3.9). Đa thức bậc n h(x):

$$h(x) = h_0 + h_1x^1 + h_2x^2 + h_3x^3 + \ldots + h_nx^n \quad (3.32)$$

h(x) là một đa thức sinh gồm các đường hồi tiếp tương ứng là các hệ số (h_1, h_2,... h_n). Ta có $h_0 = h_1 = 1$ còn các hệ số khác có giá trị bằng 0 hoặc 1. Do đó đa thức của bộ bốn tầng như hình 3.7 là:

$$h(x) = 1 + x^3 + x^4 \quad (3.33)$$

Bảng 3.7. Phân bố của các dãy chạy cho dãy 24 - 1 chip

Độ dài dãy chạy	1s	0s	Số chip
1	2	2	1×2 + 1×2 = 4
2	1	1	1×2 + 1×2 = 4
3	0	1	0×2 + 1×3 = 3
4	1	0	1×4 + 0×4 = 4
Tổng số chip			15

Khi đa thức h(x) bậc n, đã tối giản thì các chuỗi phát sinh bởi h(x) có chu kỳ tối đa là 2^n-1. Số các nguyên hàm bậc n của bộ n tầng là $N_p(n)$.

$$N_p(n) = \left[\frac{2^n - 1}{n}\right] \prod_{i=1}^{k} \frac{P_i - 1}{P_i} \tag{3.34}$$

với P_i là thành phần đầu cơ àn của 2^n-1.

Tự tương quan

Hàm tự tương quan của tín hiệu x(t) được định nghĩa như sau:

$$R_x(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} x(t)x(t+\tau)dt \tag{3.35}$$

Hàm tự tương quan của một hàm chính là hàm tương quan của nó và hàm dịch pha của chính nó. Hàm tự tương quan cho biết hiệu của số A-D trong tổng chiều dài của cả hai chuỗi đem so sánh: nó cũng như một dãy, với giả thiết các lần dịch đều ảnh hưởng. Nếu tín hiệu x(t) là dạng xung có tính chu kỳ đại diện cho một dãy xung PN, chúng ta coi mỗi xung là một chip hoặc một ký tự dãy xung PN. Với dạng của dãy PN như vậy thì chu kỳ $T_0 = 2^n - 1$ chip. Hàm tự tương quan chuẩn:

$$R_x(\tau)=(1/T_0)[A\text{-}D]$$

đây là hiệu của A-D khi đem so sánh một dãy trong toàn chu kỳ với chính dãy này khi dịch đi τ.

Hàm tự tương quan chuẩn $R_x(\tau)$ của x(t) với chu kỳ T_0 là:

$$R_x(\tau) = \frac{1}{R_x(0)} \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} x(t)x(t+\tau)dt, cho -\infty < \tau < \infty \tag{3.36}$$

với $$R_x(0) = \frac{1}{T_0} \int_{-T_0/2}^{T_0/2} x^2(t)dt$$

Tương quan chéo

Hàm tương quan chéo của hai tín hiệu x(t) và y(t) là sự tương quan giữa hai tín hiệu x(t) và y(t) được định nghĩa như sau:

$$R_c(\tau) = \int_{-T_0/2}^{T_0/2} x(t)y(t+\tau)dt, cho -\infty < \tau < \infty \tag{3.37}$$

Ví dụ 3.4

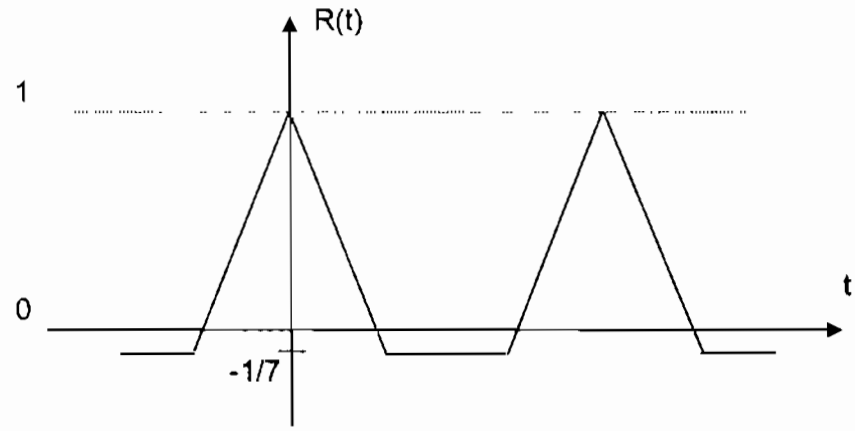
Cho một bộ phát 3 tầng để tạo ra mã tuyến tính có độ dài tối đa là 6 chip. Với dãy chuẩn là 1 1 1 0 0 1 0. Tính hàm tự tương quan nếu tốc độ chip là 10Mcps.

Bảng 3.8 liệt kê các chuỗi dịch và các số A, D tương ứng với dãy chuẩn.

Ta có nhận xét là A – D = 1 cho tất cả các trường hợp dịch trừ trường hợp dịch 0 (trường hợp không dịch, trường hợp đồng bộ). Đó là các dãy điển hình. Trong miền dịch từ 0 tới tới tối đa là một chip dịch sớm hoặc dịch muộn ($\tau = \pm 1/10^6$s), độ tương quan tăng lên tuyến tính do đó hàm tự tương quan của dãy bậc n là hình tam giác (hình 3.10). Đặc tính của hàm tự tương quan là rất ưu điểm khi dùng trong hệ thống truyền thông. Một kênh có thể dùng đồng thời cho nhiều người bằng cách dùng các mã có độ dịch pha lớn hơn một chip.

Bảng 3.8. Các số A và D với dãy chuẩn

Độ lệch	Dãy	Agreement	Disagreement	A - D
1	0 1 1 1 0 0 1	3	4	-1
2	1 0 1 1 1 0 0	3	4	-1
3	0 1 0 1 1 1 0	3	4	-1
4	0 0 1 0 1 1 1	3	4	-1
5	1 0 0 1 0 1 1	3	4	-1
6	1 1 0 0 1 0 1	3	4	-1
0	1 1 1 0 0 1 0	7	0	7



Hình 3.10. Hàm tự tương quan của bộ gồm ba tầng và các đường hồi tiếp tuyến tính.

3.3.6. Hàm trực giao

Hàm trực giao sử dụng để tăng hiệu suất băng thông của một hệ thống SS. Mỗi thuê bao di động sử dụng một hàm trực giao để truyền các ký hiệu. Có rất nhiều dãy để tạo ra các bộ

của các hàm trực giao nhưng dãy Walsh và dãy Hadamard là tạo ra được các bộ có hiệu quả dùng trong hệ thống CDMA.

Hai phương pháp có thể sử dụng để điều chế các hàm trực giao với dòng thông tin của tín hiệu CDMA. Bộ các hàm trực giao cũng có thể dùng làm mã trải phổ hoặc định dạng, điều chế ký tự, các ký tự này trực giao với nhau.

Theo phương pháp điều chế ký hiệu trực giao , dòng bi thông tin được chia thành các khối, mỗi khối thể hiện một ký hiệu thông tin dưới dạng phi nhị phân. Các ký hiệu này được kết hợp với một chuỗi mã nhất định, đã phát đi. Nếu có b bit/block thì một hàm trong một bộ gồm $K = 2^b$ các hàm trực giao được truyền trong mỗi một khoảng thời gian của ký hiệu. ở máy thủ, tín hiệu tương quan với một bộ gồm K bộ lọc thích hợp, mỗi bộ lọc tương ứng với một hàm mã của một ký hiệu. Các đầu ra của các bộ tương quan được đem so sánh với nhau, ký hiệu ở đầu ra lớn nhất là tín hiệu ban đầu.

Chúng ta giả thiết rằng một kênh có một đường truyền đơn có điều khiển công suất rất chính xác, tạp âm là không đáng kể; mặt khác có nhiễu đa đường, đa người dùng, do quá trình xử lý của các bộ tương quan thì hệ số E_b/N_0 được tính như sau:

$$E_b/N_0 \approx G_p/[(M-1)+(K-1)] \tag{3.38}$$

Với M: số các thuê bao

G_p: hệ số xử lý của hệ thống

K – 1: Tạp âm của các đầu ra từ các bộ tương quan khác so với bộ tương quan tương ứng của ký hiệu ban đầu.

Công thức trên viết lại như sau:

$$M = \frac{G_p}{(E_b/N_0)} - K + 2 \tag{3.39}$$

kết hợp với công thức ban đầu: $M \approx \frac{G_p}{E_b/N_0}\frac{1}{(1+\beta)}\alpha\frac{1}{\upsilon}\lambda$

Ta có

$$M \approx \frac{G_p}{E_b/N_0}\frac{1}{(1+\beta)}\alpha\frac{1}{\upsilon}\lambda - K + 2 \tag{3.40}$$

$$\eta = MR/B_W = M\log_2(KR_s)/B_W = M(\log_2 K)/G_p \tag{3.41}$$

η: hiệu suất băng thông

R_s: tốc độ truyền ký hiệu

Ví dụ 3.5

Tính hiệu suất băng thông của hệ thống dùng băng cao tần 1,25MHz để truyền dữ liệu với tốc độ 9,6 Kbps. Giả sử tỷ số $E_b/N_0 = 6$ dB, nhiễu các trạm gốc $\beta = 60\%$; tham số ảnh hưởng của âm thanh $\upsilon = 50\%$; tham số điều khiển công suất $\alpha = 0,8$; mã trực giao với K = 16 thì bao nhiêu thuê bao dùng đồng thời và hiệu suất băng thông của hệ thống.

- K = 2

Ta có:

$G_p = (1,25.10^6)/(9,6.10^3) = 130$

$E_b/N_0 = 6$ dB = 3,98

$$M \approx \frac{130}{3,98} \times \frac{1}{(1+0,6)} \times 0,8 \frac{1}{0,5} - 2 + 2 = 32,64$$

$$\eta = M(\log_2 K)/G_p = 33(\log_2 2)/130 = 25,4\%$$

- K = 16

$$M \approx \frac{130}{3,98} \times \frac{1}{(1+0,6)} \times 0,8 \frac{1}{0,5} - 16 + 2 = 18,64$$

M ≈ 19 thuê bao

$$\eta = M(\log_2 K)/G_p = 33(\log_2 16)/130 = 58,5\%$$

Như vậy hiệu suất băng thông của hệ thống tăng 33,1%. Tuy nhiên nhược điểm khi dùng hệ thống báo hiệu trực giao thì thiết kế bên thu lại phức tạp. Trong ví dụ trên, chúng ta cần 16 bộ tương quan ở bên thu cho từng kênh thuê bao mà trong thiết kế hệ thống khác ta chỉ dùng đúng một bộ.

Hệ thống CDMA chuẩn IS-95 của TIA dùng các hàm trực giao làm mã trải phổ trong kênh truyền thuận và dùng các hàm trực giao trong điều chế ở kênh truyền nghịch. Một bộ có 6 ký hiệu làm mã thì có 64 ký hiệu điều chế và truyền đi 1 trong 64 ký hiệu đó. Ký hiệu điều chế truyền đi là một hàm trực giao trong số 64 hàm trực giao lần nhau. Các hàm trực giao có đặc tính sau:

$$\sum_{k=0}^{M-1} \phi_i(k\tau)\phi_j(k\tau) = 0, i \neq j \qquad (3.42)$$

với $\phi_i(k\tau)$ và $\phi_j(k\tau)$ là hàm trực giao thứ i và thứ j của bộ trực giao.

M: độ dài của mã trực giao

τ: độ rộng của ký hiệu

Các hàm Walsh sinh ra từ các mã của ma trận Hadmard. Những ma trận có một hàng chứa toàn số 0, với các hàng khác có số 0 và 1 như nhau. Các hàm Walsh có thể tạo thành khối dài $N = 2^j$, với j là số nguyên.

Hệ thống CDMA chuẩn IS-95 của TIA dùng bộ gồm 64 hàm trực giao tạo ra từ các hàm Walsh. Ký hiệu điều chế được đánh số từ 0 đến 63.

Ma trận 64×64 sinh ra từ thủ tục đệ quy:

$$H_1 = [0], H_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \tag{3.43}$$

$$H_4 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 \end{bmatrix}, H_{2N} = \begin{bmatrix} H_N & H_N \\ H_N & \overline{H_N} \end{bmatrix} \tag{3.44}$$

N: hàm luỹ thừa của 2

$\overline{H_N}$: phủ định của H_N

Chu kỳ để truyền một ký hiệu điều chế được gọi là khoảng thời gian của ký hiệu và bằng 1/4800s (208,33μs). Trong khoảng thời gian kết hợp với 1/64 ký hiệu điều chế gọi là một chip Walsh, bằng 1/307,200s (3,255μs). Trong một ký hiệu Walsh, các chip Walsh truyền theo thứ tự: 0, 1, 2, ..., 63.

Với kênh thuận, hàm Walsh dùng để khử nhiễu do các thuê bao trong cùng một cell. Với kênh nghịch (đường xuống), trong cùng một cell, tất cả các hàm Walsh đều được đồng bộ và độ tương quan lẫn nhau bằng không. Ta thực hiện theo các bước sau:

- Dữ liệu của thuê bao tại đầu vào (ví dụ tín hiệu thoại dạng số) nhân với một hàm trực giao Walsh (theo chuẩn TIA IS-95 dùng 64 hàm Walsh đầu tiên).

- Sau đó, dữ liệu được trải phổ bởi mã PN báo hiệu cho BS và truyền trên một sóng mang.

- Tại máy thu, sau khi loại bỏ sóng mang, máy thu đem nhân tín hiệu với mã đồng bộ PN (dùng cho BS).

- Để loại bỏ nhiễu do BS truyền tới các thuê bao khác ta đem nhân hàm Walsh đã được đồng bộ với tín hiệu của thuê bao thứ i.

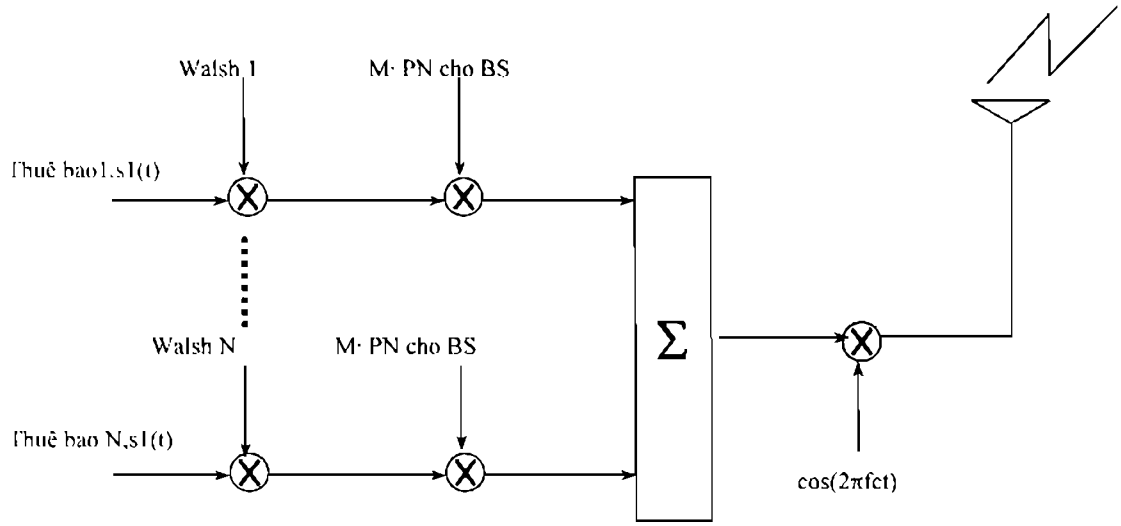
Các hàm Walsh tạo dạng sóng hình chữ nhật với hai biên độ +1 và -1. Độ rộng các hàm: T_1, gọi là thời gian cơ bản.

Ta có công thức:

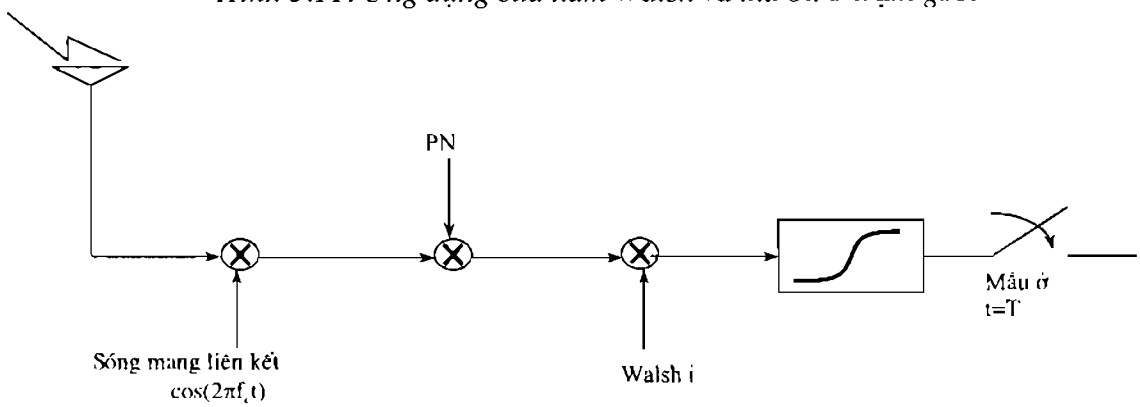
$$\frac{1}{T_L}\int_0^{T_L}\phi_i(t)\phi_j(t)dt = 0, i \neq j \tag{3.45}$$

$$\text{và } \frac{1}{T_L}\int_0^{T_L}\phi_i(t)^2 dt = 1, \forall i \tag{3.46}$$

Để tương quan các mã Walsh tại đầu thu đồng bộ với đầu phát, ở liên kết thuận, BS truyền tín hiệu báo hiệu cho bên thu khôi phục đồng bộ. Phương pháp điều chế ký hiệu Walsh dùng ở liên kết nghịch (MS tới BS).



Hình 3.11. Ứng dụng của hàm Walsh và mã bù ở trạm gốc.



Hình 3.12. Ứng dụng của hàm Walsh và mã bù ở trạm mobile.

Ví dụ 3.6

Các hàm Walsh tạo bởi một bộ 8 chip/bit. Hãy tính các hàm đó và chứng minh rằng chúng trực giao với nhau.

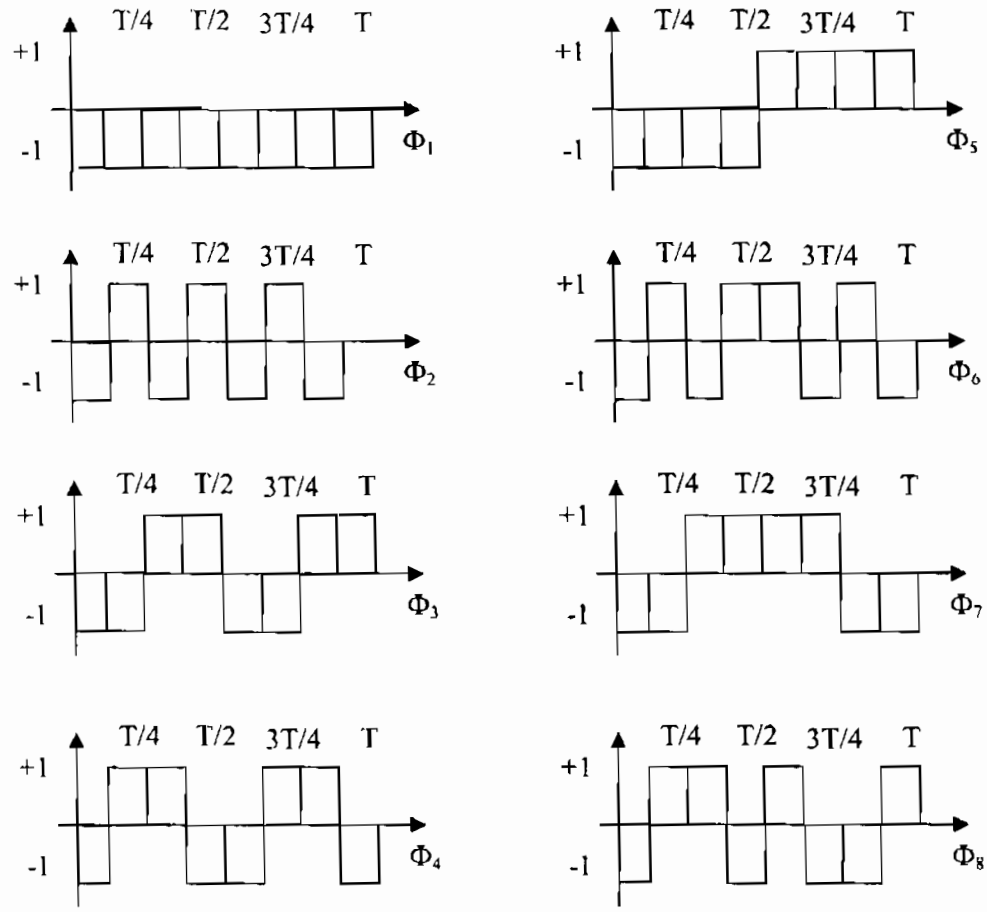
$$H_8 = \begin{bmatrix} H_4 & H_4 \\ H_4 & \overline{H_4} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \phi_1 \\ \phi_2 \\ \phi_3 \\ \phi_4 \\ \phi_5 \\ \phi_6 \\ \phi_7 \\ \phi_8 \end{bmatrix}$$

Giả sử ta xét tới hàm ϕ_2, ϕ_4:

$$\frac{1}{T_L}\int_0^{T_L}\phi_2(t)\phi_4(t)dt = \frac{1}{T_L}[-1\times-1+1\times1+1\times-1+1\times-1+(-1)\times-1+1\times1+1\times-1+1\times-1] = 0$$

và $\frac{1}{T_L}\int_0^{T_L}\phi_1^2(t)dt = \frac{1}{T_L}[T_L] = 1$

Chứng minh tương tự, cả 8 hàm Walsh đều trực giao với nhau (hình 3.13).



Hình 3.13. Các báo hiệu của các hàm Walsh.

3.4. CÁC THỦ TỤC CHUYỂN GIAO

Chuyển giao đối với 1xEV-DO bao gồm các hình thức sau:

- *Chuyển giao ở trạng thái tích cực:* chuyển giao softer/soft, chuyển giao softer/soft ảo.
- *Chuyển giao ở trạng thái chờ:* chuyển giao ở trạng thái chờ giữa các PCF.
- *Chuyển giao giữa các hệ thống CDMA 2000 1x và EV-DO đối với AT hỗ trợ 2 chế độ 1x và EV-DO (dual mode hay hybrid):* chuyển giao ở trạng thái tích cực/chờ, chuyển giao đối với Simple IP/Mobile IP.

Chuyển giao ở trạng thái tích cực:

Chuyển giao softer/soft:

- Đây là quá trình chuyển giao cho AT (Access Terminal) tới một sector hay 1 BTS khác phục vụ nó mà không ngắt kết nối của AT với BTS đang phục vụ nó.
- Chuyển giao softer/soft làm chất lượng cuộc gọi (thoại, dữ liệu) của 1xEV-DO cao hơn hẳn so với các công nghệ không dây khác sử dụng chuyển giao cứng (ngắt kết nối với BTS đang phục vụ mà không cần biết AT có được chuyển giao thành công tới BTS mới hay không).
- Tuy nhiên, điều này phải trả giá bằng tài nguyên mạng, thông thường, tỷ lệ chuyển giao softer/soft trong CDMA chiếm tới 35% tài nguyên.
- Chuyển giao softer/soft chỉ có thể thực hiện trong cùng băng tần, cùng tần số và cùng offset khung.
- Chuyển giao softer/soft cung cấp sự phân cực trên các kênh lưu lượng (đường lên hay đường xuống) ở vùng biên giữa các BTS.
- Chuyển giao softer/soft 1xEV-DO chỉ cho đường lên.
- Chuyển giao softer/soft ảo 1xEV-DO chỉ cho đường xuống.
- Nhiều BTS/sector (trong Active Set) cùng nhận tín hiệu từ AT đồng thời.

Chuyển giao softer/soft ảo:

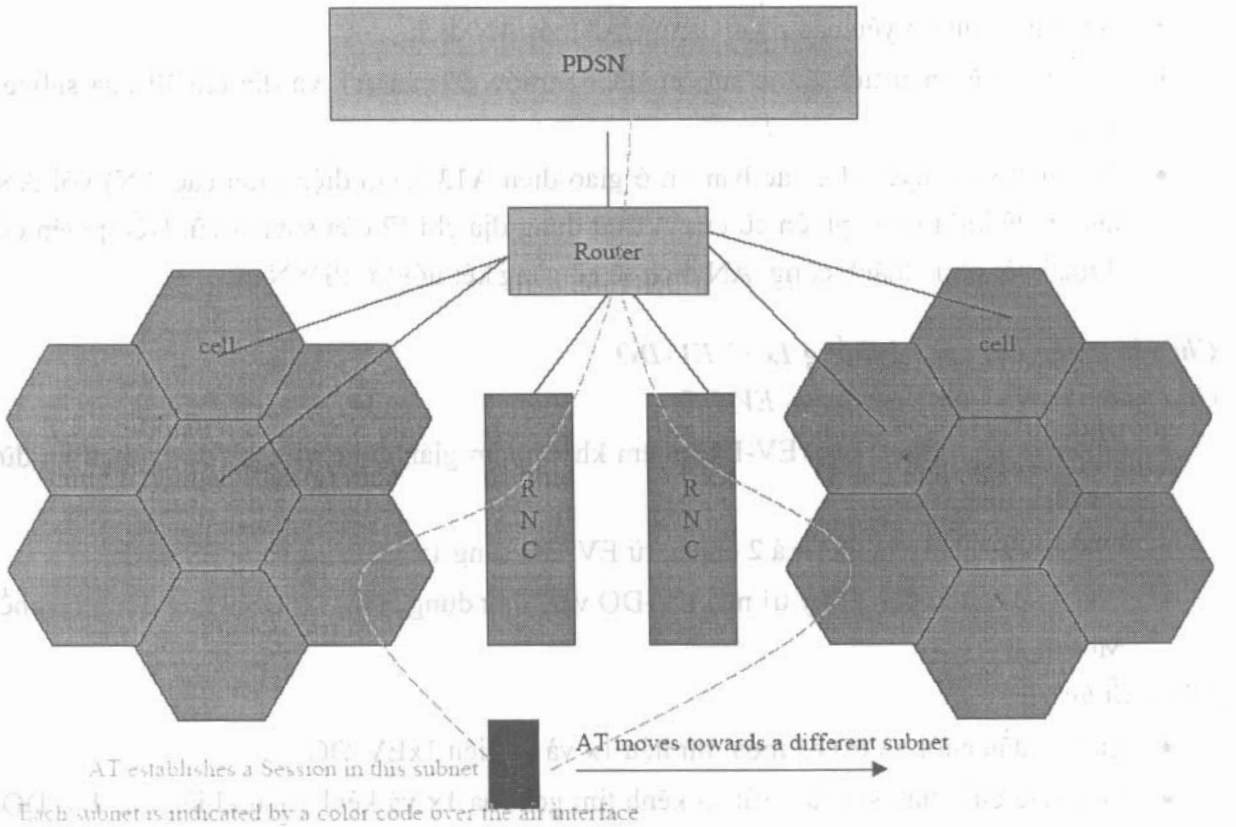
- AT đo đạc cường độ tín hiệu của tất cả Pilot trong Active Set.
- AT sẽ chọn sector có Pilot mạnh nhất và yêu cầu sector này phục vụ với giá trị DRC mà nó có thể nhận.
- AT sẽ chỉ nhận báo hiệu và dữ liệu từ sector nó chọn trong Active Set.
- Trong suốt quá trình truyền gói, AT sẽ gửi trực tiếp DRC tới sector đang phục vụ nó.

- Khi AT chọn một liên kết đường lên khác trong Active Set, ta gọi là quá trình chuyển giao softer/soft ảo.
- BTS sẽ quyết định trễ tối thiểu thay đổi DRC đối với quá trình chuyển giao softer/soft ảo.

Chuyển giao ở trạng thái chờ:

Chuyển giao ở trạng thái chờ (chuyển giao kết nối R-P) giữa các PCF khác nhau (trong cùng hay khác PDSN) nhằm duy trì phiên của AT khi AT ở trạng thái chờ.

(Nguồn: Qualcomm)



Hình 3.14. Minh hoạ quá trình chuyển giao ở trạng thái chờ.

Mục đích của chuyển giao ở trạng thái chờ để:

- *Tiết kiệm tài nguyên hệ thống:* quá trình thiết lập phiên rất lãng phí vì:
  - Nó tiêu tốn rất nhiều tài nguyên để thoả hiệp các tham số/giao thức (mỗi khi thoả hiệp xong thì kết nối phải được giải phóng rồi thiết lập lại), các quá trình nhận thực RAN ở giao diện A12 (khôi phục IMSI…), các quá trình nhận thực PPP PDSN…

- Đường lên 1xEV-DO dùng chung cho tất cả những người dùng.
- Kênh lưu lượng được ấn định sẽ không được sử dụng để truyền dữ liệu.

- *Giảm trễ đối với người sử dụng:* quá trình thiết lập phiên mất một thời gian dài nên quá trình chuyển giao ở trạng thái chờ cho phép giảm trễ đối với người sử dụng nếu họ muốn truyền dữ liệu khi di chuyển tại vùng biên.

- *Cho phép người sử dụng 1xEV-DO luôn ở trạng thái online:* người sử dụng sẽ không phải khởi tạo lại kết nối PPP khi di chuyển ở vùng biên.

Thủ tục thực hiện quá trình chuyển giao ở trạng thái chờ hình 3.14

- AT gửi 1 bản tin yêu cầu nhận dạng UATI tới AN đích.
- AN đích sẽ phân tích được subnet (PCF) trước đó của AT và địa chỉ IP của subnet này.
- AN đích sẽ chuyển đổi các bản tin ở giao diện A13 (giao diện giữa các AN) với AN nguồn để khôi phục phiên cũ của AT sử dụng địa chỉ IP của subnet cũ. Nếu phiên cũ được khôi phục thành công, AN đích sẽ cố gắng kết nối tới PDSN cũ.

Chuyển giao giữa các hệ thống 1x và EV-DO

Quá trình chuyển giao giữa 1x và EV-DO:

- Chuyển giao giữa 1x và EV-DO nhằm không làm gián đoạn việc sử dụng dịch vụ dữ liệu của thuê bao.
- Chuyển giao xảy ra theo cả 2 chiều, từ EV-DO sang 1x và từ 1x sang EV-DO.
- Phiên IP có thể được duy trì nếu EV-DO và 1x sử dụng cùng 1 PDSN hay dùng cơ chế Mobile IP.

Đầu cuối hybrid:

- Là loại đầu cuối hỗ trợ cả thoại/dữ liệu 1x và dữ liệu 1xEV-DO.
- Loại đầu cuối này sẽ giám sát cả kênh tìm gọi của 1x và kênh điều khiển của EV-DO khi nó ở trạng thái chờ.
- Đầu cuối hybrid sẽ ưu tiên sử dụng 1xEV-DO để truyền dữ liệu khi nó nằm trong vùng phủ sóng của cả 1x và EV-DO.
- Trong khi truyền dữ liệu bằng 1xEV-DO, nó vẫn giám sát hệ thống 1x theo chu kỳ để xem liệu có cuộc gọi đến không. Nếu có cuộc gọi đến và người sử dụng nhấc máy, phiên dữ liệu EV-DO sẽ được chuyển giao sang 1x.
- Trong khi truyền dữ liệu bằng 1xEV-DO, nó sẽ kiểm tra cường độ tín hiệu 1x để xem có phải chuyển giao giữa 2 hệ thống EV-DO và 1x không. Nếu cần phải chuyển giao thì nó sẽ chuyển sang chế độ 1x.

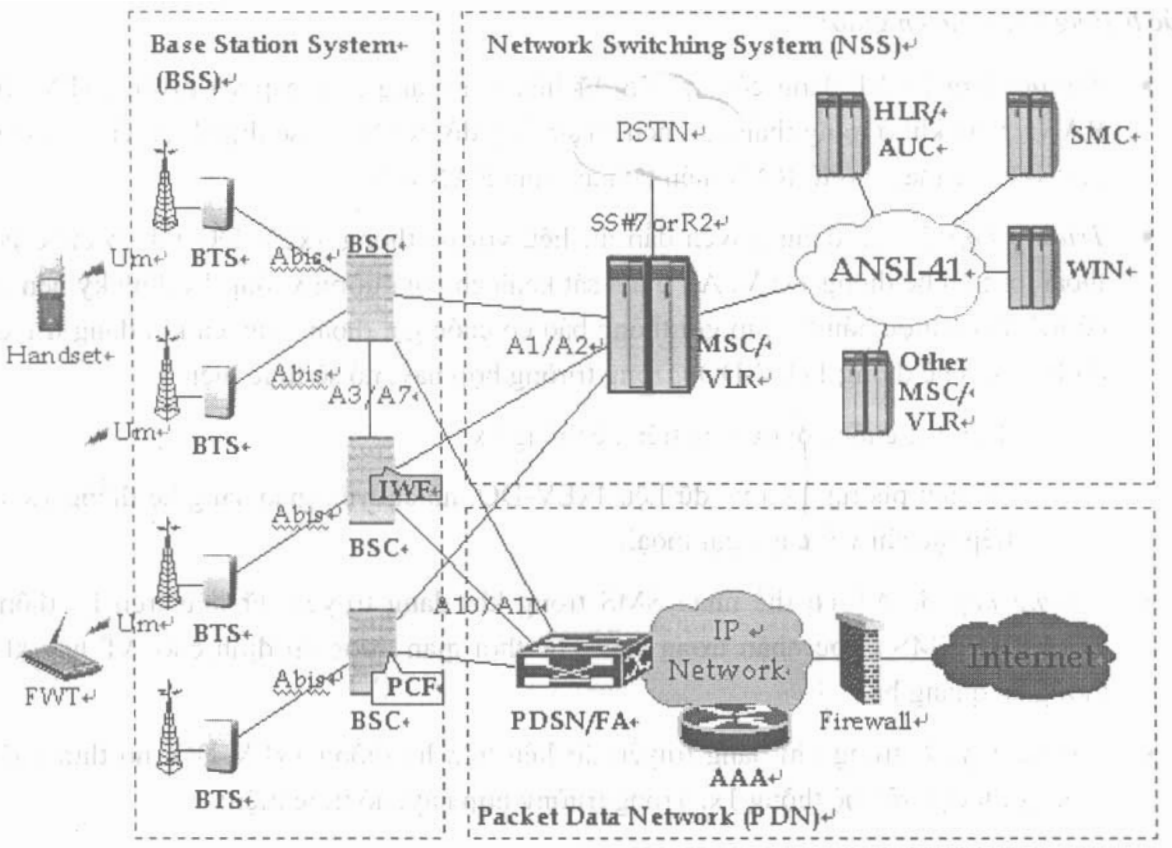
Các trường hợp chuyển giao:

- *Trường hợp 1:* AT đang có 1 phiên dữ liệu với mạng truy cập vô tuyến 1xEV-DO RAN: trong khi ở trạng thái chờ, nếu có sự thay đổi RAN, nó sẽ thực hiện việc chuyển giao ở trạng thái chờ từ RAN hiện tại này sang RAN mới.
- *Trường hợp 2:* AT đang truyền dẫn dữ liệu với hệ thống 1xEV-DO thì có cuộc gọi thoại tới trên hệ thống 1x: Vì AT giám sát kênh chung đường xuống 1x định kỳ nên nó có thể nhận được bản tin tìm gọi thông báo có cuộc gọi thoại ngay cả khi đang truyền dữ liệu trên hệ thống 1xEV-DO. Trong trường hợp này, nó sẽ thực hiện:
    - Tiếp tục cuộc gọi dữ liệu trên hệ thống 1x.
    - Để giải phóng dịch vụ dữ liệu 1xEV-DO, nó chuyển giao sang hệ thống 1x và tiếp tục chỉ với cuộc gọi thoại.
- *Trường hợp 3:* AT có thể nhận SMS trong khi đang truyền dữ liệu trên hệ thống 1xEV-DO. SMS được nhận trong suốt khe thời gian được ấn định cho AT hay khe thời gian quảng bá.
- *Trường hợp 4:* trong khi đang truyền dữ liệu trên hệ thống 1xEV-DO, nó thực hiện cuộc gọi thoại trên hệ thống 1x. Trong trường hợp này, nó thực hiện:
    - Tiếp tục cuộc gọi dữ liệu trên hệ thống 1x.
    - Để giải phóng dịch vụ dữ liệu 1xEV-DO, nó chuyển giao sang hệ thống 1x và tiếp tục chỉ với cuộc gọi thoại.
- *Trường hợp 5:* AT di chuyển ra khỏi vùng phủ sóng của hệ thống 1xEV-DO và vào vùng phủ sóng của 1x. AT sẽ thực hiện thay đổi AN từ hệ thống 1xEV-DO sang hệ thống 1x.

3.5. GIỚI THIỆU GIẢI PHÁP CỦA ZTE

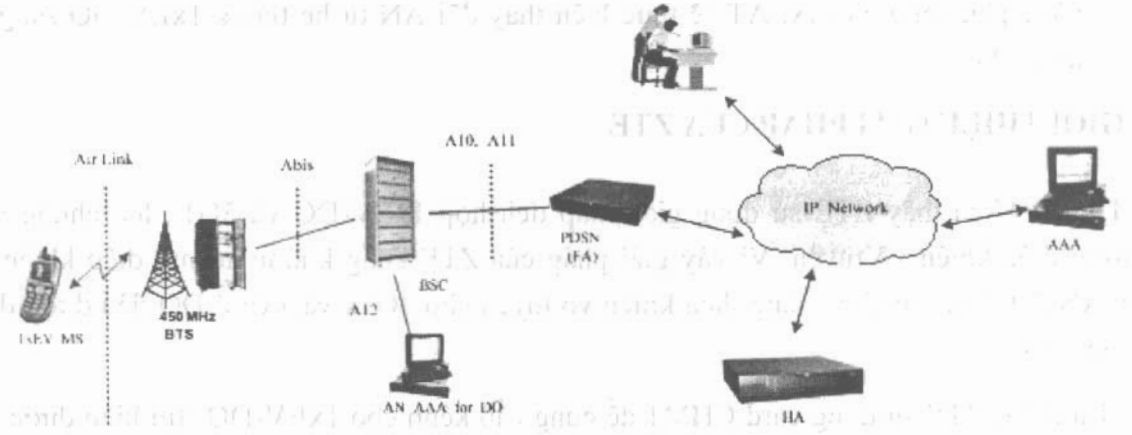
Hình 3.15 ta thấy ZTE sử dụng giải pháp tích hợp 1xEV-DO và 3G1x lên chung một Platform điều khiển vô tuyến. Vì vậy giải pháp của ZTE cũng không có nút điều khiển vô tuyến RNC, tất cả các chức năng điều khiển vô tuyến cho 3G1x và 1xEV-DO đều được thực hiện bởi BSC.

Tại BTS, ZTE sử dụng card CHM1 để cung cấp kênh cho 1xEV-DO (tín hiệu được mã hoá, điều chế và phát trên cùng anten với 1x). Lưu lượng 1xEV-DO của người sử dụng theo giao diện Abis được truyền về tới PCF tại BSC cùng với đường đi của lưu lượng 1x. PCF của ZTE thực hiện chức năng điều khiển gói cho cả 1x và EV-DO, chuyển toàn bộ lưu lượng này (1x và EV-DO) qua giao diện A10/A11 tới PDSN.



Hình 3.15. Kiến trúc mạng CDMA 2000 1xEV-DO của ZTE.

"Nguồn: ZTE"



Hình 3.16. Lưu lượng EV-DO và 1x tới BSC, PDSN cùng 1 đường.

Về mặt kiến trúc mạng, giải pháp mạng CDMA 2000 1xEV-DO của ZTE bao gồm thiết bị truy nhập AT (MS), mạng truy nhập AN (BTS, BSC, AN AAA), PCF, PDSN và máy chủ AAA. Hệ thống 1xEV-DO của ZTE sử dụng kiến trúc mạng dựa trên nền IP, không sử dụng mạng lõi ANSI- 1. Giao diện của thiết bị bao gồm giao diện vô tuyến, giao diện A8/A9, giao diện A10/A11 và giao diện A12/A13. Giao diện A8/A9 và A10/A11 có cùng tính năng như trong CDMA 2000 1x (hình 3.16)

Cả hai giao diện A12 và A13 là giao diện mới. Kết nối AN và AN-AAA cho truyền dẫn không chỉ báo hiệu, giao diện A12 còn thực hiện xác thực ở mức mạng truy nhập. Đồng thời, AN-AAA gửi ngược lại thông tin MNID (IMSI) được yêu cầu bởi AT ở giao diện A8/A9 và A10/A11. Giao diện A13 cũng giống như giao diện báo hiệu, thực hiện việc trao đổi thông tin khi chuyển giao giữa các mạng truy nhập khác nhau.

Bảng 3.9. Chỉ tiêu kỹ thuật của ZXC10-MSC/VLR

STT	***Thông số***	***Giá trị***
1	*Chế độ 1 Modul*	
	Số lượng thuê bao (thuê bao)	60K
	Số lượng trung kế khe thời gian	6K
	Lưu lượng (Erlang)	2100
	BHCA	500K
	Số lượng link SS7	64
2	*Chế độ nhiều Modul*	
	Số lượng thuê bao (thuê bao)	600K
	Số lượng khe thời gian	60K
	Lưu lượng (Erlang)	21000
	BHCA	≅ 5000K
	Số lượng link SS7	640
3	*Trung kế*	
	Trung kế loại A (Erlang/line)	0,7
	Số cuộc gọi đi trong giờ bận	42
	Trung kế loại B (Erlang/line)	0,85
	Số cuộc gọi đi trong giờ bận	57

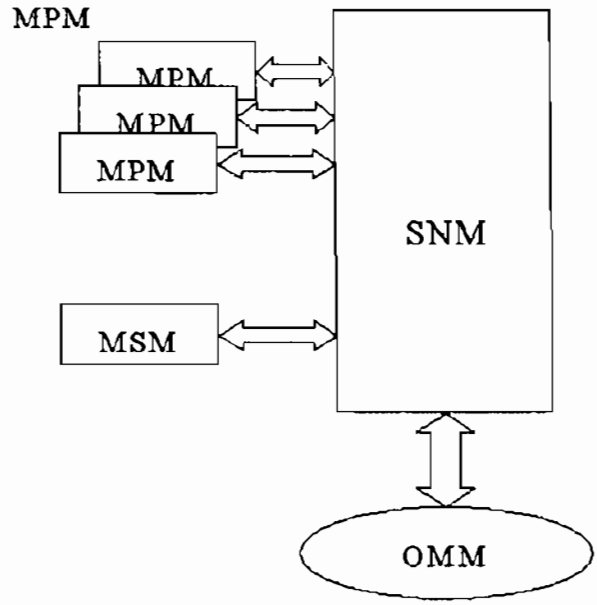
Giải pháp CDMA 2000 1xEV-DO của ZTE bao gồm các hệ thống con sau:

- Hệ thống chuyển mạch di động ZXC10-MSS
- Hệ thống chuyển mạch dữ liệu gói ZXPDSS
- Hệ thống trạm gốc ZXC10-BSCB
- Hệ thống trạm thu phát gốc ZXC10-BTS
- Hệ thống cung cấp các dịch vụ gia tăng (ZXSC100, VMS)

Sau đây sẽ nghiên cứu một số đặc điểm, tính năng của từng hệ thống.

Hệ thống chuyển mạch di động ZXC10-MSS

Hệ thống bao gồm chuyển mạch di động ZXC10-MSS bao gồm: ZXC10-MSC/VLR và ZXC10HLR/AUC.



Hình 3.17. Kiến trúc phần cứng của MSC/VLR.

Hình 3.17 cho thấy MSC/VLR của ZTE bao gồm modul chuyển mạch bản tin MSM, modul xử lý MSC/VLR MPM, modul mạng chuyển mạch SNM và modul bảo dưỡng và vận hành hệ thống OMM. Các tủ MPM kết nối với nhau bởi giao diện quang, và kết nối với OMM qua mạng LAN.

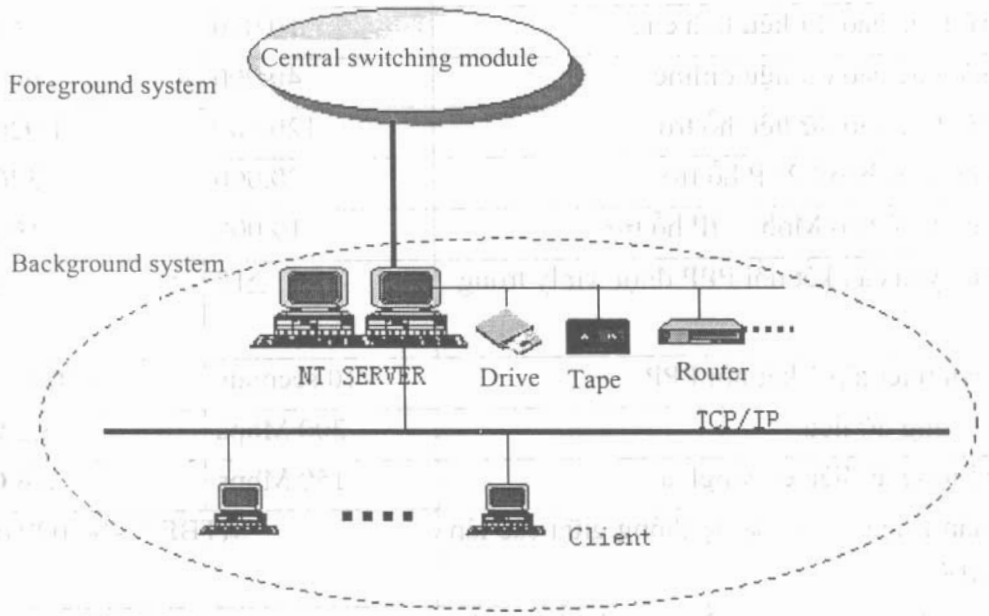
MPM là modul độc lập cơ bản của ZXC10-MSC/VLR. Nó thực hiện việc kết nối kênh thoại và xử lý báo hiệu giữa các thuê bao trong cùng modul và kết nối các bản tin báo hiệu, kênh thoại giữa các thuê bao của modul chuyển mạch và các thuê bao của các modul xử lý MSC khác. Bên cạnh đó, MPM còn thực hiện các chức năng khác như VLR, GMSC, SSP...

Modul MPM sử dụng các card chuyển mạch DDSN chạy theo chế độ active/standby. Để kết nối với BSC, MSC khác, và PSTN, MSC của ZTE sử dụng card CDTI, mỗi card CDTI có 4 cổng E1.

Modul chuyển mạch bản tin MSM thực hiện chức năng chủ yếu là chuyển mạch bản tin giữa các modul. MSM kết nối tới SNM bằng cáp quang.

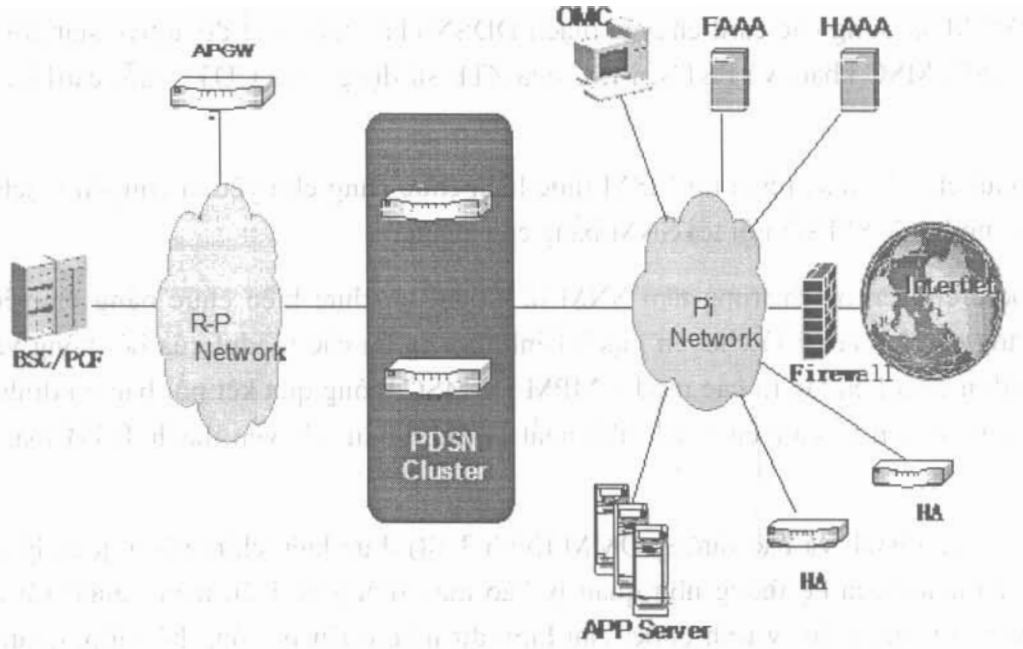
Modul chuyển mạch trung tâm SNM là modul lõi thực hiện chức năng chuyển mạch. Chức năng chính của nó là chuyển mạch kênh thoại giữa các modul của hệ thống và truyền các khe thời gian liên lạc từ các modul MPM tới MSC thông qua kết nối bán cố định. Modul SNM sử dụng đơn vị chuyển mạch nhỏ nhất là các modul chuyển mạch TDM loại T dung lượng 32K/64K.

Modul vận hành và bảo dưỡng OMM (hình 3.18) thực hiện chức năng quản lý các thực thể chuyển mạch của hệ thống như quản lý bảo mật, thống kê hiệu năng, giám sát dịch vụ, giám sát báo hiệu, quản lý tính cước, cấu hình dữ liệu, quản lý đồng hồ nhịp, quản lý phát hiện lỗi và điều khiển cảnh báo... Hệ thống OMM của ZTE chia thành các modul thực hiện chức năng khác nhau. Mỗi modul bao gồm phần foreground và background. Các modul độc lập với nhau.



Hình 3.18. Kiến trúc OMM của ZTE.

Hệ thống chuyển mạch dữ liệu gói ZXPDSS (hình 3.19).



Hình 3.19. Giải pháp dữ liệu gói cho CDMA 2000 1xEV-DO của ZTE.

Bảng 3.10. Chỉ tiêu kỹ thuật của ZXPDSS P100

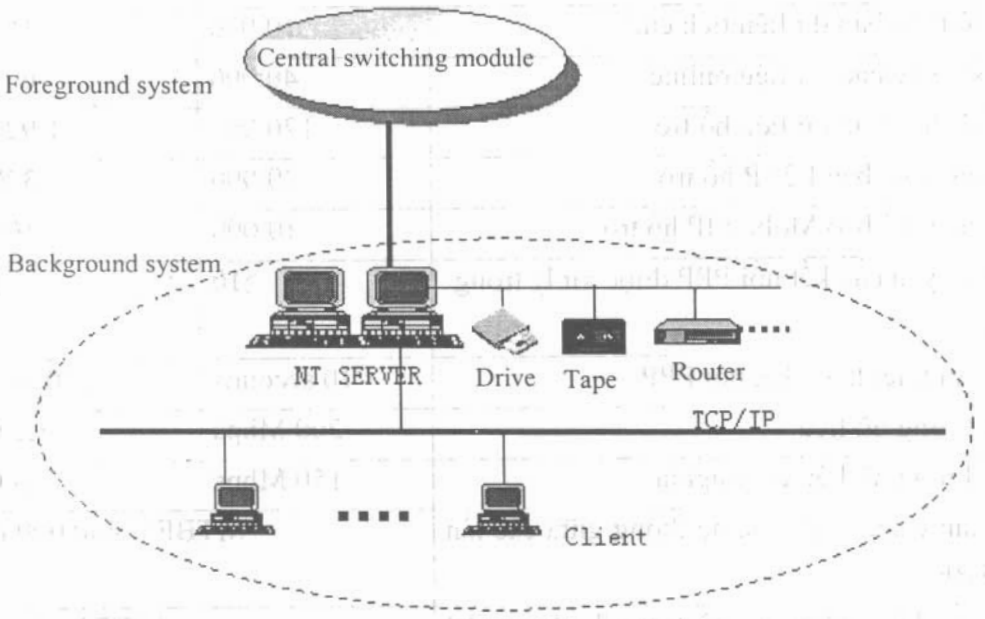
Chỉ tiêu kỹ thuật	*Single PDSN*	*PDSN Cluster*
Tổng số thuê bao dữ liệu tích cực	10.000	160.000
Tổng số thuê bao dữ liệu online	40.000	640.000
Tổng số thuê bao dữ liệu hỗ trợ	120.000	1.920.000
Số lượng thuê bao L2TP hỗ trợ	20.000	320.000
Số lượng thuê bao Mobile IP hỗ trợ	10.000	160.000
Số lượng yêu cầu kết nối PPP được xử lý trong 1 giây	≥10	≥100
Thời gian thiết lập 1 kết nối PPP	<10 seconds	<10 seconds
Thông lượng dữ liệu	200 Mbps	3,2 Gbps
Thông lượng dữ liệu có ý nghĩa	150 Mbps	2,4 Gbps
Thời gian trung bình của hệ thống giữa các lần lỗi MTBF	MTBF > 400.000 hours	
Thời gian khắc phục sự cố trung bình của hệ thống MTTR	MTTR < 30 mins	

Modul MPM sử dụng các card chuyển mạch DDSN chạy theo chế độ active/standby. Để kết nối với BSC, MSC khác, và PSTN, MSC của ZTE sử dụng card CDTI, mỗi card CDTI có 4 cổng E1.

Modul chuyển mạch bản tin MSM thực hiện chức năng chủ yếu là chuyển mạch bản tin giữa các modul. MSM kết nối tới SNM bằng cáp quang.

Modul chuyển mạch trung tâm SNM là modul lõi thực hiện chức năng chuyển mạch. Chức năng chính của nó là chuyển mạch kênh thoại giữa các modul của hệ thống và truyền các khe thời gian liên lạc từ các modul MPM tới MSC thông qua kết nối bán cố định. Modul SNM sử dụng đơn vi chuyển mạch nhỏ nhất là các modul chuyển mạch TDM loại T dung lượng 32K/64K.

Modul vận hành và bảo dưỡng OMM (hình 3.18) thực hiện chức năng quản lý các thực thể chuyển mạch của hệ thống như quản lý bảo mật, thống kê hiệu năng, giám sát dịch vụ, giám sát báo hiệu, quản lý tính cước, cấu hình dữ liệu, quản lý đồng hồ nhịp, quản lý phát hiện lỗi và điều khiển cảnh báo... Hệ thống OMM của ZTE chia thành các modul thực hiện chức năng khác nhau. Mỗi modul bao gồm phần foreground và background. Các modul độc lập với nhau.



Hình 3.18. Kiến trúc OMM của ZTE.

Hệ thống chuyển mạch dữ liệu gói ZXPDSS (hình 3.19).

ZXPDSS bao gồm 3 thực thể độc lập:

- ZXPDSS P100 (điểm chuyển mạch dữ liệu gói PDSN), dung lượng tối đa 40K thuê bao online, có thể hỗ trợ 10K kết nối active PPP.
- ZXPDSS H100 (HA).
- ZXPDSS A100 (AAA).

ZXPDSS có thể cung cấp các dịch vụ dữ liệu gói bằng hai phương pháp: Simple IP hoặc Mobile IP.

Bảng 3.11. Chỉ tiêu kỹ thuật của ZXPDSS H100

Chỉ tiêu kỹ thuật	***HA***
Số lượng thuê bao Mobile IP hỗ trợ	120.000
Số lượng yêu cầu đăng ký thuê bao được xử lý đồng thời	200
Tổng số thuê bao dữ liệu hỗ trợ	1.600.000
Thời gian xử lý việc đăng ký thuê bao	<50 ms
Thông lượng dữ liệu	400 Mbps
Trễ đường xuống	Đối với gói IP 64 Byte: trễ < 1ms Đối với gói IP 512 Byte: trễ < 15ms Đối với gói IP 1518 Byte: trễ < 350ms
Tỷ lệ mất gói	Tải thấp (10% thông lượng): < 0,1%. Tải cao (80% thông lượng): < 0,3%.
Thời gian trung bình của hệ thống giữa các lần lỗi MTBF	MTBF > 400,000 hours
Thời gian khắc phục sự cố trung bình của hệ thống MTTR	MTTR < 30 mins

ZXC10-BSS bao gồm các thành phần:

- ***Bộ điều khiển trạm gốc BSC:*** thực hiện chức năng điều khiển BTS. BSC bao gồm module xử lý cuộc gọi, module trung kế số, module phân bố và chọn lựa, module định thời và module vận hành và bảo dưỡng. Tại BSC tích hợp chức năng điều khiển gói PCF cho cả 1x và EV-DO.
- ***Trạm thu phát gốc BTS:*** thực hiện liên kết đầu cuối truy cập AT qua giao diện vô

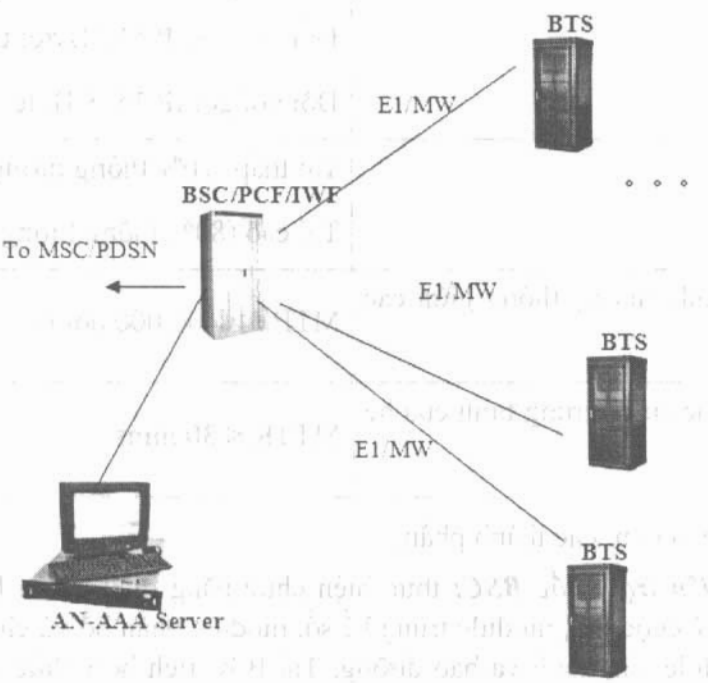
tuyến với mạng truy cập AN. Nó bao gồm hệ thống con số băng gốc BDS và hệ thống con tần số vô tuyến RFS. Được điều khiển bởi BSC, BTS thực hiện truyền dẫn vô tuyến và các chức năng điều khiển liên quan.

- ***AN-AAA Server:*** là server thực hiện chức năng nhận thực, trao quyền và thanh toán cho các thuê bao EV-DO.

Bảng 3.12. Chỉ tiêu kỹ thuật của ZXPDSS A100

Chỉ tiêu kỹ thuật	***AAA Server***
Tổng số thuê bao hỗ trợ	1.000.000
Số lượng yêu cầu nhận thực thuê bao được xử lý đồng thời	300 yêu cầu/second
Thời gian nhận thực	< 50ms
Thời gian trung bình của hệ thống giữa các lần lỗi MTBF	MTBF > 400.000 hours
Thời gian khắc phục sự cố trung bình của hệ thống MTTR	MTTR < 30mins

Hệ thống trạm gốc ZXC10-BSS (hình 3.20)



Hình 3.20. Giải pháp mạng truy cập CDMA 2000 1xEV-DO của ZTE.

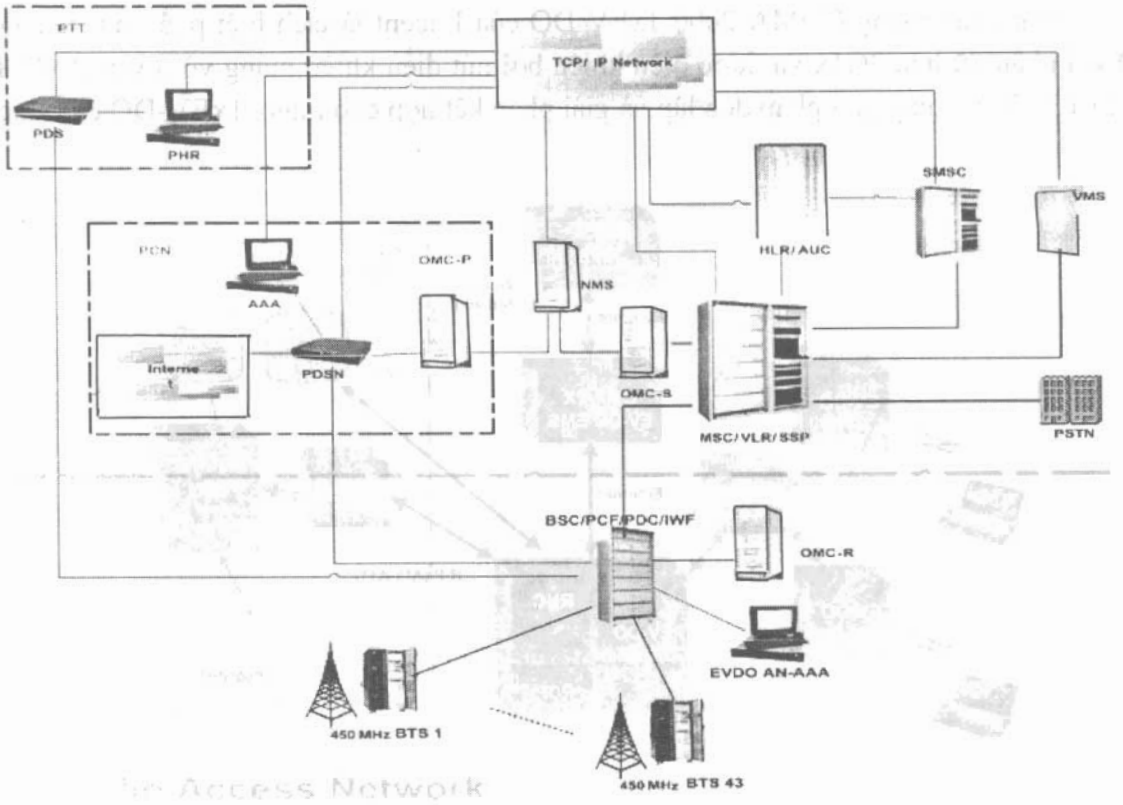
Hệ thống điều khiển trạm gốc ZXC10-BSC:

ZXC10-BSC của ZTE hỗ trợ đầy đủ các giao diện mở A (IOS 4.1) cho phép BSC kết nối dễ dàng với các thiết bị của các nhà cung cấp khác. ZXC10-BSC tích hợp chức năng điều khiển gói PCF cho cả 1x và EV-DO kết nối tới PDSN cung qua giao diện A10/A11. ZXC10-BSC cũng được tích hợp cả chức năng IWF để cung cấp dịch vụ dữ liệu kênh (circuit data) như dịch vụ fax. ZXC10-BSC sử dụng bộ mã hóa 8k EVRC.

Hệ thống trạm thu phát gốc ZXC10-BTS:

ZXC10-BTS của ZTE có thể cung cấp cả hai dịch vụ 3G1x và EV-DO với cùng một rack và trên cùng một anten. BTS sử dụng card CHM1 để cung cấp kênh cho 1xEV-DO (card này có dung lượng tối đa là 96 kênh cho đường lên và 192 kênh cho đường xuống) và card CHM0 để cung cấp kênh cho 1x (card này có dung lượng tối đa là 256 kênh cho đường lên, và 512 kênh cho đường xuống).

Hệ thống cung cấp các dịch vụ gia tăng



Hình 3.21. Sơ đồ mạng CDMA 2000 1xEV-DO.

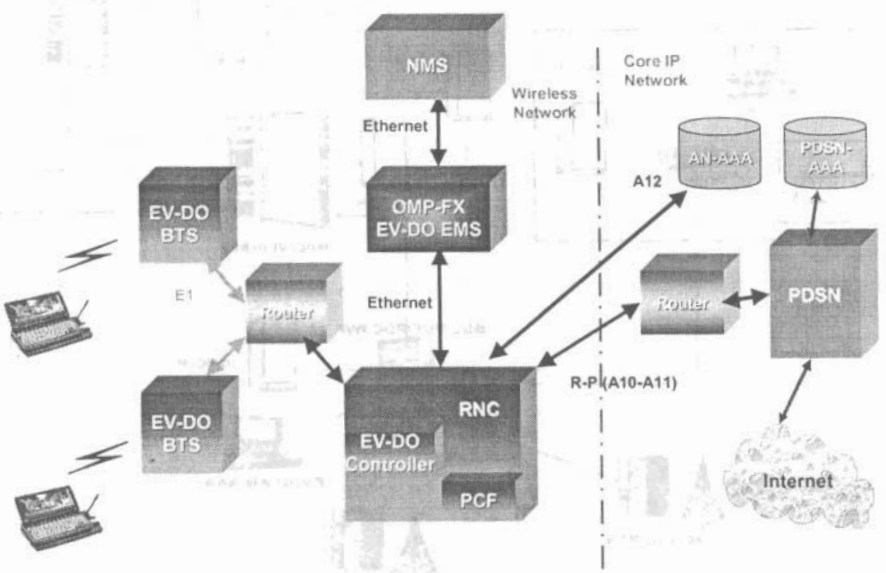
ZXSC100 bao gồm SMG, các server dịch vụ, SMPP agent và modul vận hành và bảo dưỡng. Các modul này được kết nối với nhau qua HUB tốc độ cao. ZXSC có BHSM là 60K. ZXSC100 sử dụng giao thức SMPP v3.4 để kết nối các CDMA SMSC và sử dụng SMPP v3.3 để kết nối tới GSM SMSC.

VMS bao gồm modul chuyển mạch thông minh ISM, modul điều khiển dịch vụ SCM, server IVR/fax, và server giao diện tích hợp cung cấp các giao diện kết nối tới các hệ thống khác như SMC, IN, hệ thống tính cước.

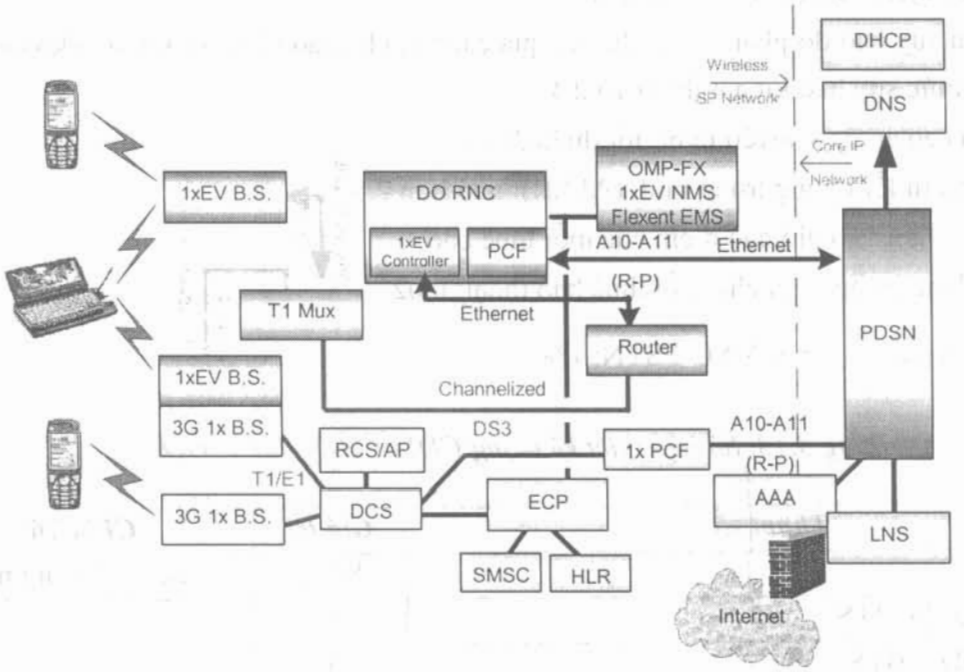
3.6. GIỚI THIỆU GIẢI PHÁP 3G CỦA LUCENT

Lucent đứng đầu về kinh nghiệm và có thị phần lớn nhất về CDMA, với trên 107.000 BTS đã được triển khai trên khắp thế giới. Trong đó có một số hệ thống đáng chú ý như: Verrizon, Sprint, Singular ở Mỹ Teluss Mobility ở Canada, China Unicom ở Trung Quốc, Reliance và Tata ở Ấn Độ, SKT và KTF ở Hàn Quốc, Basil Telecom và Anatel ở Braxin, TNZ ở Newzeland và đặc biệt là Zapp Mobile ở Rumani (mạng EV-DO 450MHz với 160 BTS hỗ trợ EV-DO).

Giải pháp mạng CDMA 2000 1xEV-DO của Lucent là tách biệt phần dữ liệu 1xEV-DO với phần dữ liệu 3G1x và được điều khiển bởi nút điều khiển mạng vô tuyến RNC. Hình 3.22 và 3.23 cho thấy giải pháp độc lập và giải pháp kết hợp cho mạng 1xEV-DO của Lucent.



Hình 3.22. Giải pháp mạng 1xEV-DO độc lập của Lucent.



Hình 3.23. Giải pháp mạng kết hợp 1x và EV-DO của Lucent.

Đối với cả giải pháp mạng 1xEV-DO độc lập và giải pháp mạng kết hợp 3G1x và EV-DO, lưu lượng dữ liệu 1xEV-DO của người sử dụng sẽ không chạy chung đường với lưu lượng 1x từ BTS về PCF mà sẽ có router làm nhiệm vụ tập trung lưu lượng 1xEV-DO từ các BTS rồi đưa về bộ DO-RNC (chạy trên Flexent Mobility Server). Server này còn thực hiện chức năng điều khiển gói PCF cho 1xEV-DO. Sau đó, lưu lượng 1xEV-DO được đưa qua 1 router khác rồi đưa tới PDSN thông qua giao diện mở R-P (A10/A11) cung cấp các dịch vụ nhận thực, thanh toán, điều khiển. Còn lưu lượng 1x thì vẫn theo đường truyền thống, chạy cùng thoại từ BTS về PCF 1x rồi tới PDSN qua giao diện A10/A11. Dữ liệu qua PDSN tới router/firewall ra mạng của nhà cung cấp dịch vụ hay ra thẳng Internet.

3.7. THIẾT KẾ MẠNG CDMA 2000 1XEV-DO

Dưới đây trình bày ví dụ tính toán thiết kế mạng CDMA 2000 1x EV-DO với quy mô 100.000 thuê bao và 43 BTS EV-DO. Kết quả tính toán như bảng 3.13.

1. Giả thiết thông số đầu vào

Các thông tin giả thiết và yêu cầu:

- Dung lượng mạng: 100.000 thuê bao (cả 1x và EV-DO).
- Số lượng BTS: 43 BTS EV-DO.
- Vùng phủ sóng: khu vực đô thị.

- Cấp độ dịch vụ GoS vô tuyến: 2%
- Dự trữ suy hao do phản xạ đa đường qua các toà nhà cao tầng: từ kết quả khảo sát địa hình, mức suy hao kiến nghị là 10 dB.
- Chiều cao anten khuyến nghị: tối thiểu 30 m.
- Phần trăm lỗi khung trung bình (AFER): nhỏ hơn 2,5 %.
- Số cuộc gọi vào giờ cao điểm của mỗi thuê bao: 1
- Số Erlang trung bình cho mỗi thuê bao thoại: 0,02

Cấp dịch vụ của kết nối MSC-PSTN: 1%

Bảng 3.13. Số liệu thiết kế mạng CDMA 2000 1xEV-DO

Tham số	***Giá trị***	***Ghi chú***
Kiểu BTS	S222	3 sector, 2 sóng mang
Số sóng mang 1x/BTS	1	
Số sóng EV-DO/BTS	1	
Số card kênh CE 1x/BTS	1	128 CE/card
Số card kênh CE EV-DO/BTS	1	48 CE/card
Dung lượng kết nối từ BTS về BSC (E1)	3	1*E1 cho 1x 2*E1 cho EV-DO
Dung lượng kết nối từ PCF tới PDSN (Mbps)	51,8	
Dung lượng MSC (BHCA)	92.000	

Bảng 3.14. Thông số giả thiết cho thoại 1x

Tham số	***Giá trị***
Tỷ lệ thuê bao (%)	90
Giao diện vô tuyến	CDMA 2000 1x
Tần số hoạt động	450 MHz Block A
Kiểu bộ Vocoder	8 Kbps EVRC
Tỷ lệ chuyển giao soft và softer (%)	35
GoS của giao diện vô tuyến (%)	2
GoS của giao diện MSC-PSTN (%)	1
BHCA/thuê bao (call/thuê bao)	1
Thời gian trung bình 1 cuộc gọi (s)	72
Erlang/thuê bao (Erlang)	0,02
Tỷ lệ lỗi khung thoại mục tiêu (%)	2

Bảng 3.15. Thông số giả thiết cho dữ liệu gói 1x

Tham số	*Giá trị*
Tỷ lệ thuê bao (%)	8
Thông lượng trung bình của mỗi thuê bao trong giờ bận (KB/thuê bao)	0,1
Số ngày trung bình của 1 tháng	28
Độ thâm nhập BHCA (%) (tham khảo: 10% of 10 giờ/ngày)	10
Dung lượng dữ liệu/thuê bao/tháng (MB)	12,6

Bảng 3.16. Thông số giả thiết cho dữ liệu kênh 1x

Tham số	*Giá trị*
Tỷ lệ thuê bao (%)	2
Erlang/thuê bao (Erlang)	0,02
Thời gian trung bình 1 cuộc gọi (s)	90
BHCA/thuê bao	1

Bảng 3.17. Thông số giả thiết cho dữ liệu 1xEV-DO

Tham số	*Giá trị*
Giao diện vô tuyến	1xEV-DO
Penetration of EV-DO Subscriber Penetration	50%
Thuê bao luôn Always online (%)	30
BHSA/thuê bao tích cực	1,0
Thời gian phiên dữ liệu PPP (phút)	ALWAYS ON
Mobile IP Penetration of attached subscriber (%)	20
Average Offered Traffic per Packet Data sub (Kbytes/hour)	450

2. Kết quả tính toán:

Tính toán số lượng thuê bao thành phần:

Tổng số thuê bao thoại là:

100.000 x 90% = 90.000 (thuê bao)

Tổng số thuê bao dữ liệu chuyển mạch kênh là:

100.000 x 2% = 2000 (thuê bao)

Tổng số thuê bao dữ liệu chuyển mạch gói 1x là:

100.000 x 8% = 8000 (thuê bao)

Tổng số thuê bao dữ liệu EV-DO là:

100.000 x 50% = 50.000 (thuê bao)

Tính toán thành phần kênh CE cho sóng mang 1x:

Với 90.000 thuê bao thoại và 2000 thuê bao dữ liệu chuyển mạch kênh, tổng lưu lượng thoại và dữ liệu chuyển mạch kênh:

92.000 x 0,02 = 1.840 (Erlang)

Với 8.000 thuê bao dữ liệu chuyển mạch gói, tổng lưu lượng dữ liệu chuyển mạch gói:

8.000 x 0,013 = 104 (Erlang)

Lưu lượng tổng cộng:

1.840 + 104 = 1.944 (Erlang)

Với 43 BTS, lưu lượng cho 1 BTS:

1.944/43 = 45,2 (Erlang)

Theo bảng Erlang B với GoS = 0,02 tính được số kênh cơ bản đối với 45,2 Erlang là 56. Với tỷ lệ chuyển giao là 35% và cần 3CE cho các kênh điều khiển đối với mỗi sector thì số lượng CE yêu cầu cho sóng mang 1x của mỗi BTS là:

56 x 1,35 + 3 x 3 = 84,6 (CE).

Do đó, đề xuất BTS sử dụng card kênh 128 CE (vì chỉ có các loại card kênh 32, 64, 96, 128) cho sóng mang 1x.

Số lượng CE lưu lượng của sóng mang 1x là:

56 x 1,35 = 75,6 (CE)

Tính toán thành phần kênh CE cho EV-DO:

Với 50.000 thuê bao EV-DO và giả thiết 0,04 Erlang/thuê bao EV-DO, tổng lưu lượng dữ liệu EV-DO là:

50.000 x 0,04 = 2000 (Erlang)

Theo bảng Erlang B với GoS = 0,02 tính được số CE cho EV-DO đối với 2000 Erlang là 1993 CE. Vậy, số CE EV-DO cho sóng mang EV-DO của mỗi BTS là:

1993 / 43 ≈ 46,35 (CE)

Do đó, đề xuất BTS sử dụng card kênh 48 CE cho sóng mang EV-DO.

Tính toán dung lượng kết nối từ BTS về BSC:

Do số lượng 75,6 CE < 180 nên số luồng E1 kết nối từ BTS về BSC cho sóng mang 1x chỉ cần 1.

Sóng mang EV-DO cần tối thiểu 2E1 kết nối từ BTS về BSC để hỗ trợ tốc độ tối đa 2,4Mbps.

Tính toán dung lượng kết nối từ PCF về PDSN:

Với 8000 thuê bao dữ liệu chuyển mạch gói, tổng thông lượng dữ liệu gói 1x là:

$$0,1K \times 8 \times 1 \times 8000 / 3600 = 1,8Mbps$$

Với 50.000 thuê bao dữ liệu EV-DO, tổng thông lượng dữ liệu EV-DO là

$$450KB \times 8 \times 1 \times 50.000 / 3600 = 50\ Mbps$$

Vậy, thông lượng tổng cộng kết nối từ PCF về PDSN là:

$$50 + 1,8 = 51,8\ Mbps$$

Tính toán dung lượng MSC:

Với 90.000 thuê bao thoại, BHCA/thuê bao thoại =1 thì tổng BHCA đối với thuê bao thoại của MSC là:

$$90.000 \times 1 = 90.000\ (BHCA)$$

Với 2.000 thuê bao dữ liệu chuyển mạch kênh, BHCA/thuê bao chuyển mạch kênh =1 thì tổng BHCA đối với thuê bao dữ liệu chuyển mạch kênh của MSC là:

$$2.000 \times 1 = 2.000\ (BHCA)$$

Vậy, dung lượng tổng cộng của MSC là:

$$90.000 + 2000 = 92.000\ (BHCA)$$

Kết quả tính toán cho đường truyền vô tuyến:

Dựa vào các tham số thiết kế giả thiết, dữ liệu thống kê và khảo sát thực tế, thực hiện tính toán, thiết kế đường truyền (Link Budget) theo mô hình truyền sóng.

Dự trữ fading được xác định trong các tính toán đường truyền được thiết kế để phủ sóng 95% vùng dịch vụ và 90% biên của các cell vùng dịch vụ.

Phủ sóng vết in được dựa trên cơ sở tính toán đường thoại. Bán kính cell được xác định theo các công thức trong mô hình Okumara – Hata với giả thiết chiều cao anten trạm gốc là 30 mét và chiều cao anten thuê bao là 1,5 mét.

Đối với thiết bị máy cầm tay: Internal hoặc External anten dual band, thu phát sóng trực tiếp, single band: 450MHz.

BÀI TẬP

Bài 1: Tính số thuê bao di động có thể phục vụ được của hệ thống CDMA dùng băng tần cao tần 1,25 MHz để truyền dữ liệu tốc độ 9,6 Kbps. Giả sử tỷ số E_b/N_0 = 9 dB, nhiễu từ các cell bên cạnh β = 50%, tham số ảnh hưởng của âm thanh υ = 60%, tham số mức độ chính xác điều khiển công suất α = 0,8.

Bài 2: Tính hiệu suất băng thông của hệ thống dùng băng cao tần 1,25MHz để truyền dữ liệu với tốc độ 9,6 Kbps. Giả sử tỷ số E_b/N_0 = 6 dB, nhiễu các trạm gốc β = 70%; tham số ảnh hưởng của âm thanh υ = 50%; tham số điều khiển công suất α = 0,7; mã trực giao với K = 4 thì bao nhiêu thuê bao dùng đồng thời và hiệu suất băng thông của hệ thống bằng bao nhiêu?

Bài 3: Thiết kế mạng CDMA 20001x EV-DO với các thông số sau :

Số thuê bao 120.000

Khu vực đô thị

GoS = 5%

Chiều cao Anten là 35m

BHCA = 1

Tần số trạm phát 850 MHz

Các thông số khác tự chọn và tra bảng.

CHƯƠNG 4
MẠNG CỤC BỘ KHÔNG DÂY
WLAN - WiFi - WiMAX

4.1. KHÁI NIỆM

4.1.1. Mạng không dây

Mạng không dây (Wireless Network) nói chung và cục bộ không dây WLAN (Wireless Local Area Network) nói riêng là một hệ thống các thiết bị được liên kết và có khả năng giao tiếp với nhau thông qua sóng vô tuyến thay vì các đường truyền dẫn bằng dây dẫn. Mạng không dây trong đó có WLAN thực sự phát triển nhanh chóng cung cấp khả năng xử lý và trao đổi thông tin linh hoạt và tự do hơn. Người dùng có thể truy nhập vào mạng Intranet của trường học, công ty hoặc mạng Internet từ bất cứ địa điểm nào trong phạm vi phủ sóng của mạng không dây mà không bị ràng buộc bởi các kết nối vật lý.

4.1.2 WiFi và các chuẩn IEEE 802.11

WiFi là tên viết tắt của cụm từ "Wireless Fidelity" - một tập hợp các chuẩn tương thích với mạng không dây nội bộ dựa trên đặc tả IEEE 802.11 (802.11a, 802.11b, 802.11g...). WiFi cho phép các máy tính hoặc thiết bị cá nhân kỹ thuật số PDA (Personal Digital Assistant) hỗ trợ kết nối không dây có thể truy cập vào mạng Internet trong phạm vi phủ sóng của điểm truy cập không dây (còn gọi là "hotspot"). Tốc độ kết nối hỗ trợ của các chuẩn thuộc WiFi khác nhau, cụ thể là:

+ 802.11: Dùng cho mạng không dây, có tốc độ truyền tải dữ liệu từ 1-2 Mbps.

+ 802.11a: Là phần mở rộng của 802.11, có tốc độ kết nối tối đa lên tới 54 Mbps.

+ 802.11b (còn gọi là 802.11 High Rate hoặc WiFi): Cũng là phần mở rộng của 802.11 dành cho mạng không dây, có tốc độ truyền dữ liệu tối đa là 11 Mbps.

+ 802.11g: Sử dụng cho mạng không dây với tốc độ kết nối tối đa là 54 Mbps.

4.1.3. WiMAX

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) là công nghệ kết nối không dây băng rộng (đặc tả IEEE 802.16) với phạm vi phủ sóng rộng hơn (lên tới 50 km) so với công nghệ WiFi. WiMAX kết nối các điểm "hotspot" theo chuẩn IEEE 802.11(WiFi) tới mạng Internet, cung cấp khả năng truy cập vô tuyến băng rộng với khả năng chia sẻ dữ liệu có tốc độ lên tới 72 Mbps.

4.2. ỨNG DỤNG VÀ LỢI ÍCH CỦA MẠNG KHÔNG DÂY

4.2.1. Đối tượng ứng dụng

Sự tăng trưởng nhanh chóng của ngành công nghiệp mạng không dây có sự đóng góp rất lớn từ nhận thức về lợi ích của mạng không dây từ phía người dùng như các doanh nghiệp, trường học .v.v . Mạng không dây đang trở nên phổ biến trong các môi trường như:

+ Hệ thống thông tin doanh nghiệp: Các nhà quản lý mạng có thể di chuyển và lập ra các văn phòng tạm thời hoặc cài đặt máy in và nhiều thiết bị khác mà không bị ảnh hưởng bởi chi phí và tính phức tạp của mạng có dây. Cấp lãnh đạo có thể truy cập vào hệ thống thông tin quan trọng của công ty từ phòng họp thông qua các thiết bị cầm tay được cài đặt card không dây .

+ Du lịch: Môi trường mạng không dây trong khách sạn và các điểm du lịch có thể xử lý thông tin đặt phòng, yêu cầu dịch vụ hoặc thông tin về hành lý của khách hàng một cách tiện ích.

+ Giáo dục: Sinh viên và giảng viên có thể liên lạc với nhau từ bất cứ vị trí nào trong khuôn viên đại học để trao đổi hoặc tải về các bài giảng có sẵn trên mạng. Mạng không dây còn giảm thiểu nhu cầu sử dụng phòng thực hành và tăng cường sự chủ động, linh hoạt của sinh viên.

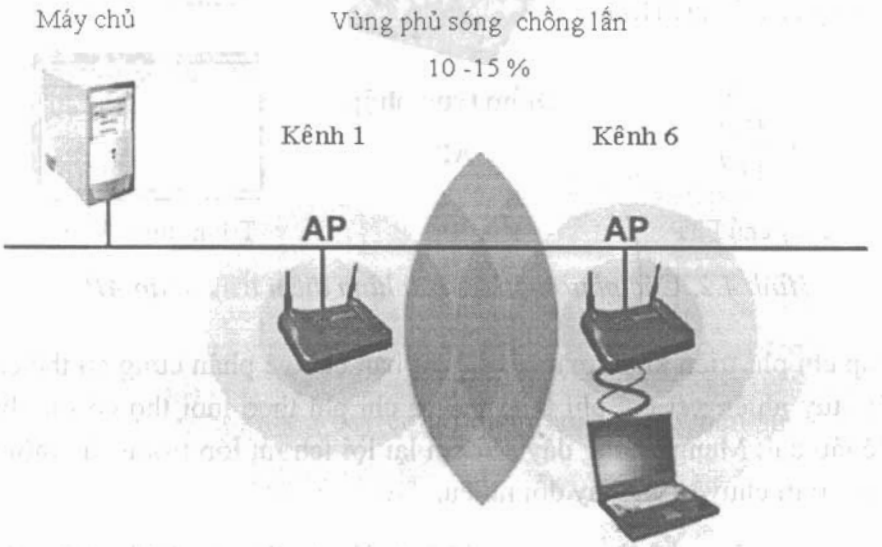
+ Trong y tế: Thông qua mạng không dây, các bác sĩ, y tá có thể trao đổi các thông tin về bệnh nhân hoặc liệu pháp chữa trị...

4.2.2. Lợi ích của mạng không dây

Mạng không dây có thể truyền thông tin và dữ liệu giữa các thiết bị đầu cuối mà không quan tâm ở vị trí bất kỳ trong vùng phủ sóng. Có rất nhiều ngành công nghiệp đã phát hiện ra lợi thế của mạng không dây trong rất nhiều lĩnh vực như nghiên cứu, kinh doanh cũng như trong công việc hàng ngày.

Khả năng ứng dụng rộng rãi trên phạm vi rộng, sự phát triển nhanh chóng của Internet và dịch vụ trực tuyến là lợi ích của việc chia sẻ dữ liệu và tài nguyên. Với mạng không dây, người dùng truy nhập vào thông tin chia sẻ không cần hệ thống dây để kết nối, không cần lắp đặt hoặc di chuyển dây khi người quản trị mạng thiết lập mở rộng mạng. So với mạng LAN

hữu tuyến truyền thống, mạng không dây có ưu điểm nổi trội về hiệu suất, sự tiện lợi và chi phí xây dựng.

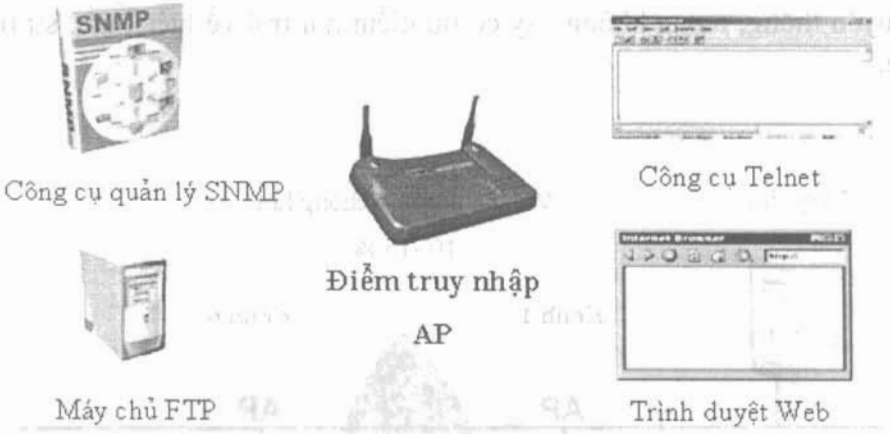


Hình 4.1. Vùng phủ sóng của các AP liên kết qua mạng LAN hữu tuyến.

- Mạng không dây cho phép người dùng truy cập thông tin theo thời gian thực từ bất cứ vị trí nào trong khuôn viên và phạm vi phủ sóng mà không phải tìm kiếm các vị trí có kết nối mạng qua Ethernet, do vậy sẽ tăng được năng suất lao động. Như mô tả trong hình 4.1, mỗi vòng tròn tượng trưng cho một vùng bao phủ của một điểm truy nhập AP (Access Point), sẽ cho phép các máy tính trong vùng đó liên lạc với AP ở vị trí bất kỳ. Khi một máy tính di chuyển từ ô bên trái sang ô bên phải thì các thiết bị mạng không dây AP sẽ tự động chuyển vùng quản lý đảm bảo duy trì kết nối giữa thiết bị đầu cuối với mạng.

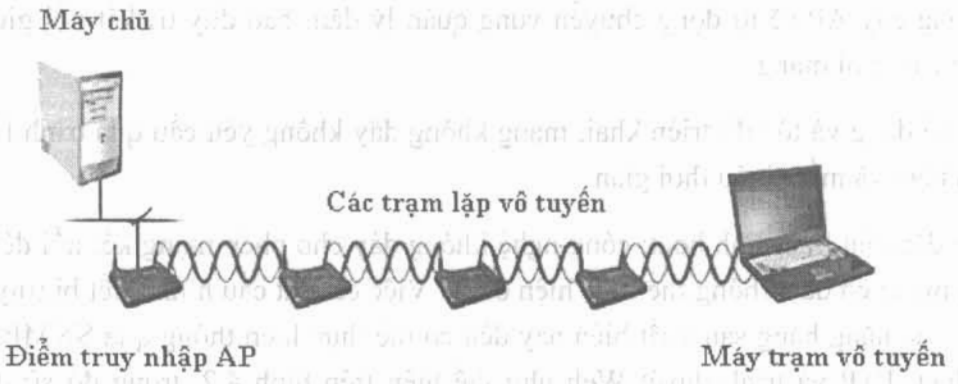
- Sự dễ dàng và tốc độ triển khai: mạng không dây không yêu cầu quá trình lắp đặt cáp tốn kém và mất nhiều thời gian.

- Cài đặt, cấu hình linh hoạt: công nghệ không dây cho phép mạng kết nối đến mọi nơi mà mạng có dây không thể thực hiện được. Việc cài đặt cấu hình thiết bị truy nhập AP của các hãng hãng sản xuất hiện nay đều có thể thực hiện thông qua SNMP Manager, Telnet, FTP và trình duyệt Web như thể hiện trên hình 4.2, trong đó sử dụng trình duyệt Web được ưa thích hơn vì khả năng thuận tiện và đơn giản.



Hình 4.2. Các phương thức cấu hình điểm truy nhập AP.

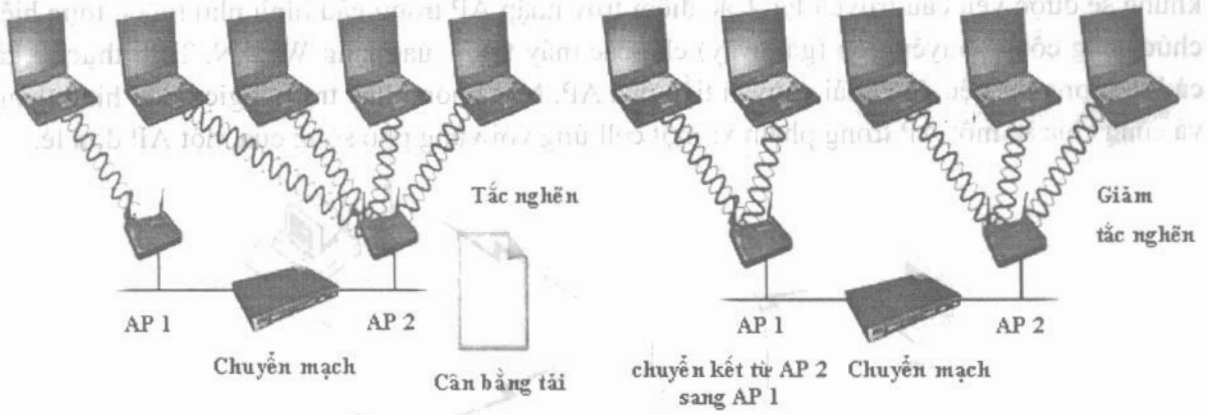
- Hạ thấp chi phí triển khai: mặc dù đầu tư ban đầu về phần cứng có thể cao hơn mạng có dây, tuy nhiên xét chi phí tổng thể và chi phí theo tuổi thọ có thể thấp hơn đáng kể. Về lâu dài, Mạng không dây sẽ đem lại lợi ích rất lớn trong các môi trường động yêu cầu sự di chuyển và thay đổi nhiều.
- Khả năng mở rộng: hệ thống mạng không dây có thể cấu hình trong nhiều mô hình để đáp ứng các ứng dụng và cấu hình đặc thù dễ dàng thay đổi và phạm vi từ mạng điểm - điểm xây dựng cho số nhỏ người dùng đến các mạng phối hợp với hàng ngàn người dùng cho phép chuyển vùng trên phạm vi rộng. Như thể hiện trên hình 4.3, đối với các vị trí xa, ngoài vùng phủ sóng của một thiết bị AP, các thiết bị AP khác có thể được sử dụng và cấu hình đóng vai trò thiết bị trạm lặp hay chuyển tiếp (repeater) để mở rộng vùng trao đổi thông tin của mạng không dây.



Hình 4.3. Cấu hình điểm truy nhập AP thực hiện chức năng chuyển tiếp.

- Khả năng phân tải và dịch chuyển tốc độ truyền dẫn

Điểm truy nhập AP có khả năng hỗ trợ chia tải khi xảy ra nghẽn mạng tại một thời điểm nhất định trong mạng như thể hiện trên hình 4.4.



Hình 4.4. Thực hiện cân băng tải tại AP.

- Khả năng thay đổi tốc độ truyền dẫn

Tùy theo điều kiện cụ thể của WLAN, tốc độ truyền dẫn của các điểm truy nhập AP có thể thay đổi với các giá trị khác nhau như 1Mbps, 2Mbps, 5,5Mbps, 11Mbps, 54Mbps . . Do đó có thể tạo ra các vùng bao phủ của thiết bị mạng không dây cho các yêu cầu tốc độ khác nhau.

4.3. CÁC CẤU HÌNH MẠNG WLAN

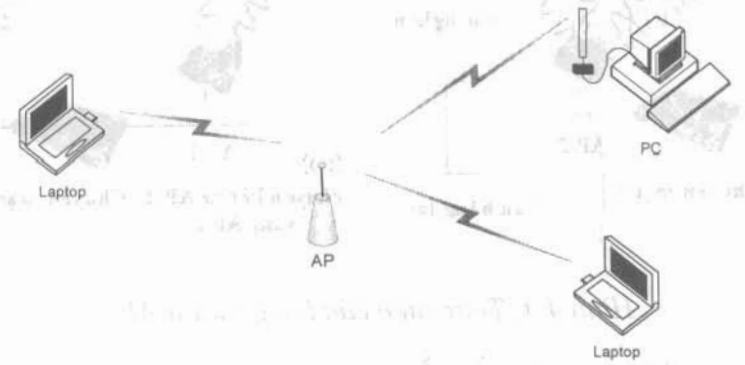
Mạng WLAN có thể hoạt động theo hai cấu hình: cấu hình mạng phụ thuộc (infrastructure mode) và cấu hình tùy biến (ad-hoc mode). Các cấu hình này định nghĩa phương thức các máy trạm liên kết và trao đổi thông tin với nhau.

4.3.1. Cấu hình mạng WLAN phụ thuộc - Infrastructure Mode

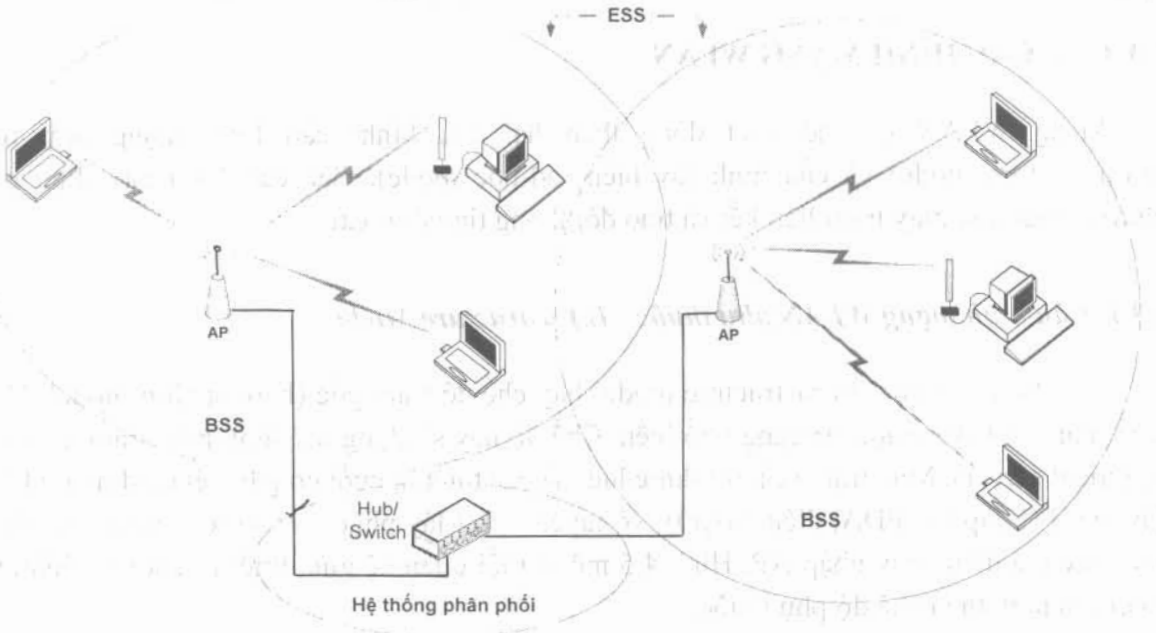
Chế độ phụ thuộc (infrastructure mode) hay chế độ trạm gốc (base station model) là cấu hình mạng WLAN được sử dụng phổ biến. Chế độ này sử dụng mô hình máy trạm/máy phục vụ (client/server). Máy trạm (client) được hiểu là các thiết bị cuối có gắn kết card mạng không dây như PC, laptop, PDA, điện thoại IP vô tuyến . . . Máy phục vụ (server) trong chế độ này được hiểu là điểm truy nhập AP. Hình 4.5 mô tả mối quan hệ giữa thiết bị cuối và điểm truy nhập cấu hình theo chế độ phụ thuộc.

Về mặt vật lý, các trạm của cả chuẩn 802.3 và 802.11 đều liên kết theo nguyên tắc cấu trúc bus và sử dụng kỹ thuật đa truy nhập cảm nhận sóng mang CSMA (Carier Sense Multiple Access). Tuy nhiên thay vì phương thức đa truy nhập cảm nhận sóng mang phát hiện xung đột CSMA/CD trong 802.3, phương thức đa truy nhập cảm nhận sóng mang tránh xung đột

CSMA/CA được sử dụng trong 802.11. Xung đột xảy ra khi hai trạm cùng nhận ra đường truyền rỗi và cùng phát khung dữ liệu tại một thời điểm. Khi đó, dữ liệu sẽ bị tổn thất và khung sẽ được yêu cầu truyền lại. Các điểm truy nhập AP trong cấu hình phụ thuộc thực hiện chức năng cổng chuyển tiếp (gateway) cho các máy trạm của mạng WLAN. Trên thực tế, tất cả lưu lượng dữ liệu đều phải chuyển tiếp qua AP. Một nhóm máy trạm logic được hình thành và cùng chia sẻ một AP trong phạm vi một cell ứng với vùng phủ sóng của một AP đơn lẻ.



Hình 4.5. Mạng WLAN cấu hình theo chế độ phụ thuộc - infrastructure mode.



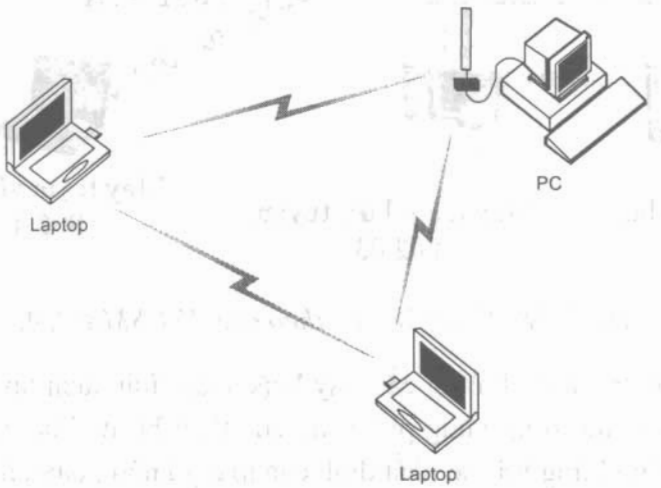
Hình 4.6. Tập dịch vụ cơ bản BSS và tập dịch vụ mở rộng ESS.

Trong chế độ phụ thuộc, mạng WLAN gồm nhiều cell. Về mặt kỹ thuật, một cell trong WLAN được gọi là tập dịch vụ cơ bản BSS (Basic Service Set) và được phân biệt bởi một số nhận dạng SSID (Service Set Identity). Như vậy, một số nhận dạng SSID sẽ tương ứng và xác định về mặt logic một cell trong mạng WLAN.

Trong một mạng WLAN, các cell có thể được mở rộng hoặc liên kết với nhau hình thành tập dịch vụ mở rộng ESS (Extended Service Set) gồm một số cell thuộc tập dịch vụ cơ bản BSS lân cận nhau như thể hiện trên hình 4.6.

4.3.2. Cấu hình mạng WLAN độc lập - Ad-hoc Mode

Mạng WLAN cấu hình theo chế độ độc lập hay tùy biến (Ad-hoc Mode) thực hiện kết nối các máy trạm theo quan hệ ngang hàng điểm tới điểm (peer-to-peer) mà không thông qua thiết bị quản lý và hỗ trợ trung gian. Tất các các trạm là tương đương và có thể trao đổi thông tin trực tiếp với các trạm khác lân cận trong vùng phủ sóng. Trong cấu hình Ad-hoc, không cần điểm truy nhập AP thực hiện quản lý, điều khiển và chuyển tiếp thông tin như trong cấu hình phụ thuộc. Mạng WLAN cấu hình theo chế độ Ad-hoc hình thành một mạng lưới các mạng hoàn toàn liên kết với nhau qua sóng vô tuyến.

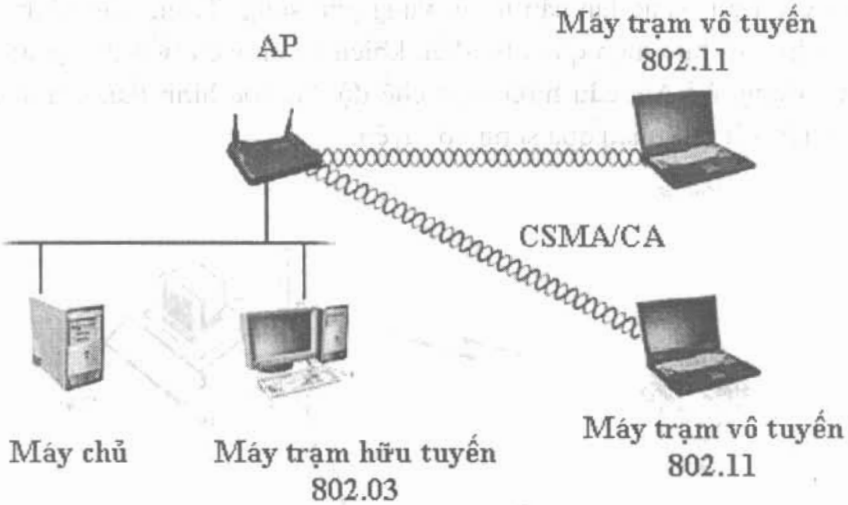


Hình 4.7. Mạng WLAN cấu hình theo chế độ độc lập (tùy biến) – Ad-hoc mode.

Như thể hiện trên hình 4.7, các đường đứt nét mô tả các kết nối trực tiếp giữa các trạm được tạo qua phương tiện liên kết vô tuyến. Mặc dù chế độ cấu hình Ad-hoc được thiết lập tùy biến từ trạm bất kỳ - đến - trạm bất kỳ (any-to-any scheme), chúng vẫn chia sẻ một tập các tham số chung như kênh tần số, thiết lập nhận dạng và phương thức mật mã hóa chung nếu được sử dụng.

4.4. NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA WLAN

Trong một mô hình mạng không dây điển hình thể hiện trên hình 4.8, bộ chuyển đổi (hay còn gọi là điểm truy cập) sẽ kết nối tới mạng có dây từ một vị trí cố định thông qua cáp Ethernet chuẩn. Điểm truy cập nhận, lưu trữ tạm (buffer) và truyền dữ liệu giữa các thành phần (đối tượng) của mạng không dây (máy tính xách tay, máy in, thiết bị cầm tay hoặc bất cứ một thiết bị không dây nào) với kiến trúc mạng có dây. Một điểm truy cập đơn có thể hỗ trợ một nhóm nhỏ người dùng, và có vùng phủ sóng trong khoảng chu vi từ 10m đến hơn 100m. Điểm truy cập có thể được lắp đặt tại bất cứ vị trí nào trong công ty miễn là độ phủ sóng phải được đảm bảo. Các thiết bị Access Point Aironet, đóng vai trò một thiết bị truy nhập mạng LAN sử dụng vô tuyến, cho phép các thiết bị mạng như PC, Notebook... truy nhập vào mạng như mạng LAN thông thường. Mỗi máy tính PC, Notebook được trang bị một card mạng vô tuyến sẽ thực hiên việc kết nối với mạng thông qua AP.



Hình 4.8. Mạng WLAN theo chế độ CSMA//CA.

Người dùng được trang bị thiết bị cầm tay hoặc máy tính xách tay có thể truyền dữ liệu tới điểm truy cập khi đang trong vùng phủ sóng của thiết bị mà không cần sử dụng các dây mạng, điều này tạo nên những lợi thế nhất định của mạng không dây cho các văn phòng mà ở đó có sự thay đổi vị trí thường xuyên của người truy nhập, việc lắp đặt hệ thống mạng đơn giản hơn. Ngoài ra, khả năng chạy dự phòng của các thiết bị mạng không dây cho phép các máy tính có thể vừa di chuyển vừa kết nối mạng mà không ảnh hưởng đến chất lượng của kết nối.

Tiêu chuẩn 802.11 chuẩn hóa một lớp MAC cung cấp một loạt chức năng hỗ trợ WLAN theo chuẩn 802.11. Lớp MAC thực hiện quản lý và duy trì thông tin giữa các trạm 802.11 (thiết bị cuối gắn card mạng không dây và điểm truy nhập AP) bằng cách điều phối truy nhập để cùng chia sẻ tài nguyên vô tuyến. Được xem là bộ não của mạng 802.11, lớp MAC 802.11

điều hướng một lớp vật lý 802.11 cụ thể như 802.11a, 802.11b hoặc 802.11g nhằm thực hiện nhiệm vụ cảm nhận phương tiện, phát và thu các khung dữ liệu 802.11.

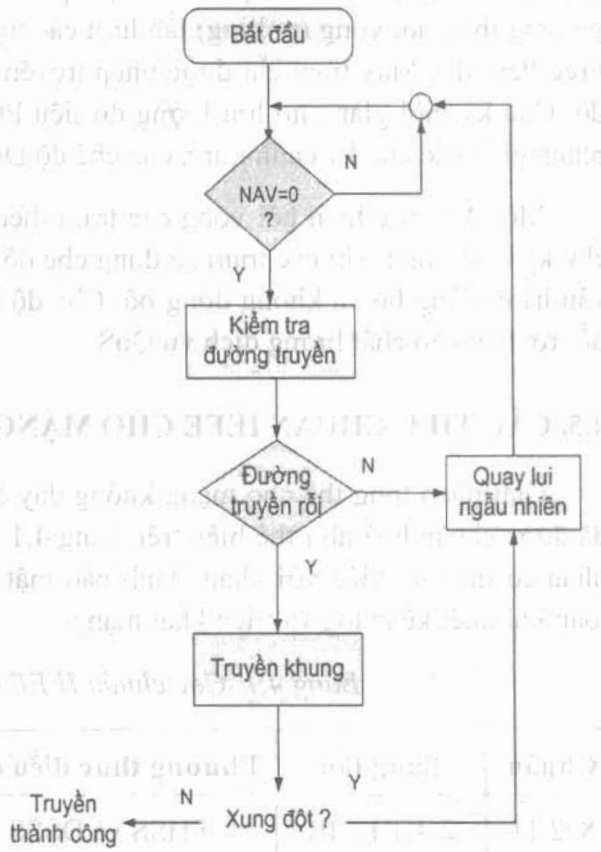
Trước khi phát các khung, một trạm cần được quyền truy nhập phương tiện tương ứng với kênh vô tuyến mà các trạm cùng chia sẻ. Chuẩn 802.11 định nghĩa hai hình thức truy nhập phương tiện tương ứng với hai chế độ là :

- Chế độ chức năng điều phối phân bố DCF (Distributed Coordination Function)

- Chế độ chức năng điều phối điểm PCF (Point Coordination Function)

Chế độ DCF được thiết lập mặc định và làm việc dựa trên giao thức CSMA/CA (Carier Sense Multiple Access/Collision Avoidance). Trong chế độ DCF, các trạm 802.11 tiến hành truy nhập cạnh tranh và thực hiện gửi khung khi các trạm khác không truyền dữ liệu. Như thể hiện trên hình 4.9, khi một trạm đang gửi một khung thì các trạm khác sẽ đợi cho đến khi kênh truyền vô tuyến rỗi.

Để cho phép truy nhập kênh, lớp MAC kiểm tra giá trị của vectơ cấp phát mạng NAV (Network Allocation Vector), tương ứng với một bộ đếm được thiết lập trong các trạm 802.11 thể hiện lượng thời gian cần thiết để hoàn thành việc truyền khung trước đó. Giá trị NAV phải bằng không trước khi trạm có thể cố gắng gửi một khung. Trước khi phát một khung, một trạm cần tính toán lượng thời gian cần để gửi khung đó dựa vào độ dài khung và tốc độ truyền dẫn. Trạm đó, thiết lập giá trị thời gian này cho trường "thời đoạn truyền - Duration" trong phần tiêu đề của khung. Khi nhận được khung, các trạm sẽ kiểm tra trường giá trị trường "thời đoạn truyền - Duration" và sử dụng để thiết lập thông số NAV tương ứng nhằm dành kênh truyền cho trạm đang gửi.



Hình 4.9. Nguyên tắc hoạt động theo chế độ DCF

Một khía cạnh quan trọng của chế độ DCF là bộ định thời "quay lui - backoff" mà một trạm sử dụng để phát hiện trạng thái bận của kênh truyền vô tuyến sau một thời khoảng có giá trị ngẫu nhiên. Nếu kênh vô tuyến đang được sử dụng, trạm phải đợi một chu kỳ thời gian ngẫu nhiên trước khi cố gắng

truy nhập kênh trong lần kế tiếp. Điều này khẳng định các trạm có yêu cầu truyền dữ liệu không phát tại cùng một thời điểm. Khoảng thời gian trễ ngẫu nhiên kéo theo các trạm phải đợi với các chu kỳ thời gian khác nhau và tránh tất cả các trạm cùng kiểm tra trạng thái kênh truyền vô tuyến đồng thời, tìm ra kênh rỗi, phát dữ liệu và xảy ra xung đột. Bộ định thời quay lui rất quan trọng trong việc làm giảm số lần xung đột và truyền lại tương ứng, đặc biệt là khi số người dùng tích cực tăng.

Một trạm phát không thể lắng nghe xung đột khi đang truyền dữ liệu do không thực hiện thu phát đồng thời tại một thời điểm. Bởi vậy, trạm thu cần gửi bản tin phản hồi ACK (acknowledgement) nếu nhận được khung không bị lỗi. Sau một khoảng thời gian nhất định, nếu không nhận được bản tin ACK, khung vừa gửi coi như bị xung đột hoặc bị lỗi và trạm phát sẽ gửi lại khung đó.

Để hỗ trợ phân phối các khung dữ liệu bị giới hạn thời gian truyền tải của các dịch vụ thời gian thực như thoại, audio/video, tiêu chuẩn 802.11 định nghĩa chế độ tùy chọn PCF. Ở chế độ PCF, điểm truy nhập AP cho phép từng trạm đơn lẻ truy nhập kênh truyền thông qua phương thức hỏi vòng (polling) lần lượt các trạm trong chu kỳ không cạnh tranh (Contention-Free Period). Máy trạm chỉ được phép truyền khung sau khi AP hỏi tiến hành hỏi vòng trạm đó. Chu kỳ thời gian cho lưu lượng dữ liệu PCF (khi chế độ này được thiết lập) xảy ra luân phiên giữa các chu kỳ cạnh tranh của chế độ DCF .

Một AP thực hiện hỏi vòng các trạm theo danh sách hỏi vòng, sau đó chuyển sang một chu kỳ cạnh tranh khi các trạm sử dụng chế độ DCF. Tiến trình này cho phép hỗ trợ cả chế độ vận hành đồng bộ và không đồng bộ. Chế độ PCF khi được sử dụng sẽ cung cấp các cơ cấu hỗ trợ đảm bảo chất lượng dịch vụ QoS.

4.5. CÁC TIÊU CHUẨN IEEE CHO MẠNG WLAN

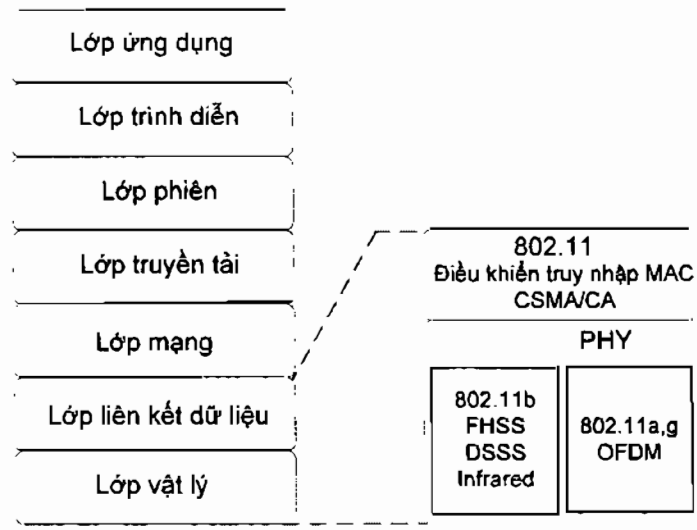
Giải pháp tổng thể cho mạng không dây được xây dựng dựa trên các tiêu chuẩn quốc tế đã được chuẩn hoá như thể hiện trên bảng 4.1 và cho phép các thiết bị của các các hãng khác nhau có thể làm việc với nhau. Tính bảo mật và khả năng làm việc của hệ thống được tính toán khi thiết kế mạng và triển khai mạng.

Bảng 4.1. Các chuẩn IEEE cho mạng cục bộ không dây

Chuẩn	Băng tần	Phương thức điều chế	Tốc độ tối đa	Tốc độ hỗ trợ khác
802.11	2.4GHz, IR	FHSS và DSSS	2Mbps	
802.11b	2.4GHz	DSSS	11Mbps	5.5, 2 , 1
802.11a	5GHz	OFDM	54Mbps	48, 36, 24, 18, 12, 9, 6
802.11g	2.4GHz	OFDM	54 Mbps	48, 36, 24, 18, 12, 9, 6

Quy định 802.11 như một tiêu chuẩn cho WLAN không dây được thông qua bởi IEEE vào năm 1997. Giống như tất cả các tiêu chuẩn 802 của IEEE, tiêu chuẩn 802.11 tập trung vào 2 lớp dưới cùng của mô hình OSI, lớp vật lý và lớp liên kết như thể hiện trên hình 5.10. Các ứng dụng LAN và giao thức lớp trên (như bao gồm TCP/IP) hoạt động trong mạng WLAN đều tương thích với 802.11 dễ dàng như trong Ethernet.

Tổ chức IEEE đã đưa ra tiêu chuẩn đầu tiên 802.11 định nghĩa cho mạng WLAN không dây lần đầu tiên đưa vào ứng dụng vào năm 1997 và ngày càng phát triển mạnh mẽ đặc biệt là từ năm 2001. Ngoài IEEE, các tổ chức khác cũng đưa ra các tiêu chuẩn truyền thông không dây. Hiện nay có rất nhiều nhãn hiệu như 802.11a, 802.11b ... đang được các hãng sử dụng nên dễ bị nhầm với tiêu chuẩn 802.11 gốc. Tuy nhiên, thứ tự các chữ cái không phù hợp với thứ tự mà sản phẩm được giới thiệu. Chẳng hạn như các sản phẩm 802.11b được đưa ra thị trường vào năm 2000 và 2001, trong khi các sản phẩm 802.11a được đưa ra vào đầu năm 2002.



Hình 4.10. Mô hình giao thức IEEE 802.11

4.5.1. Chuẩn 802.11

Chuẩn 802.11 áp dụng cho mạng WLAN được đưa ra vào năm 1997 với hai phương thức điều chế trải phổ dãy trực tiếp DSSS (Direct Sequence Spectrum Spread) và trải phổ nhảy tần FHSS (Frequency Hoping Spectrum Spread) hoạt động trên băng tần 2.4 GHz và IR (hồng ngoại).

Với phương thức trải phổ nhảy tần FHSS, tín hiệu băng hẹp được trải rộng do nhảy tần trong băng 2,4 GHz. Một AP có thể được thiết lập hoạt động tại 1 trong số 15 mẫu nhảy tần và do đó cho phép tối đa 15 AP hoạt động đồng thời trong cùng một vùng phủ sóng.

Chuẩn 802.11 hoạt động theo phương thức FHSS chỉ hỗ trợ tốc độ tối đa 2 Mbps nên các thiết bị thuộc chuẩn này không được sử dụng phổ biến trong môi trường trong nhà – indoor và không tương thích với các chuẩn 802.11 khác. Tuy nhiên, phương thức FHSS thích hợp cho môi trường ngoài trời - outdoor cho các hệ thống điểm - tới - điểm do khả năng chống nhiễu vô tuyến đặc biệt là pha đinh chọn lọc tần số.

802.11 hoạt động theo phương thức DSSS cũng hỗ trợ tốc độ tối đa là 2 Mbps nhưng có khả năng tương thích với chuẩn 802.11b do đó có thể liên lạc trong vùng phủ sóng của AP theo chuẩn 802.11b.

4.5.2. Chuẩn 802.11a

Chuẩn 802.11a được hoàn thiện vào cuối năm 1999 làm việc tại băng tần 5 GHz sử dụng phương thức ghép kênh tần số trực giao OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) hỗ trợ tốc độ tối đa lên đến 54 Mbps.

Nhờ sử dụng công nghệ OFDM, tốc độ kết nối tối đa của 802.11a là 54 Mbps và phạm vi phủ sóng tối đa khoảng 30 mét (100 feet) tùy theo sự thay đổi của tốc độ truyền dẫn. Các thiết bị AP và card mạng không dây theo chuẩn 802.11 xuất hiện vào cuối từ năm 2001, tuy nhiên không được ứng dụng rộng rãi trên thực tế. Do đó, khi triển khai mạng WLAN theo chuẩn 802.11a cần quan tâm đến tính tương thích.

Ưu điểm của 802.11a là khả năng hỗ trợ dung lượng lớn nhất trong các chuẩn thuộc họ 802.11 do có thể cấp phát lên tới 8 (tại Mỹ) hoặc 12 kênh (ở một số khu vực khác) không phủ chồng (non-overlapping) so với 3 kênh không phủ chồng trong 802.11b.Điều này cho phép hỗ trợ nhiều người dùng với các ứng dụng yêu cầu chất lượng cao như video streaming. Ưu điểm khác của 802.11a là do làm việc ở băng tần 5 GHz ít được sử dụng bởi các hệ thống vô tuyến khác. Hầu hết các thiết bị gây nhiễu như hệ thống điện thoại không dây, thiết bị bluetooth, lò vi sóng đều làm việc ở băng tần 2.4 GHz, do đó thiết bị 802.11a ít bị ảnh hưởng của nhiễu kéo theo chất lượng kết nối tốt hơn.

Hạn chế lớn nhất của 802.11a là phạm vi phủ sóng bị hạn chế so với 802.11b/g do làm việc ở băng tần cao hơn. Do đó để phủ sóng trong cùng một diện tích địa lý, mạng WLAN theo chuẩn 802.11a sẽ yêu cầu nhiều AP hơn 802.11b/g.

Tại cùng một khoảng cách trong phạm vi làm việc, tốc độ của 802.11a lớn hơn 802.11b , tuy nhiên người dùng 802.11b vẫn tiếp dục duy trì kết nối khi ra ngoài tầm phủ sóng của 802.11a, khi đó tốc độ sẽ giảm xuống còn khoảng 1 hoặc 2 Mbps.

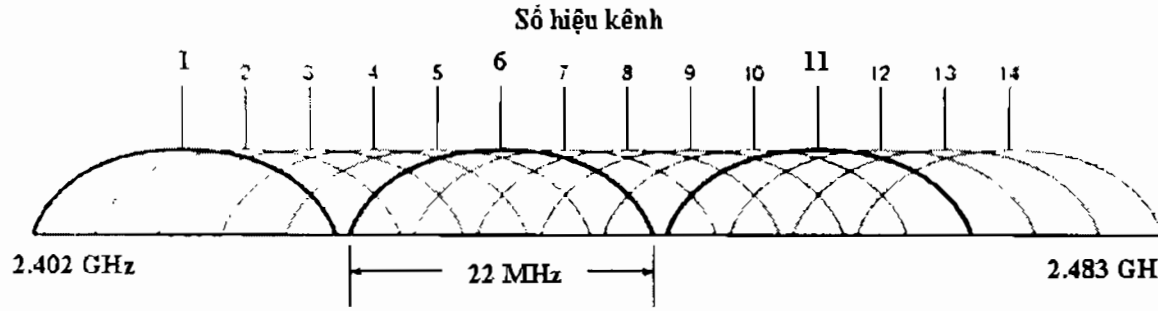
Chuẩn 802.11a và 802.11b không tương thích với nhau, do đó máy trạm và điểm truy nhập AP của hai chuẩn không thể liên kết với nhau. Để khắc phục vấn đề này, một số nhà sản xuất cung cấp card mạng không dây hỗ trợ nhiều chế độ cho cả 802.11a và 802.11b.

Bộ điều chế 802.11a thực hiện điều chế số liệu nhị phân theo nhiều phương thức tùy thuộc vào tốc độ được lựa chọn. Chẳng hạn như tại tốc độ 6 Mbps phương thức điều chế pha BPSK được sử dụng trong khi phương thức điều chế pha kết hợp biên độ QAM được sẽ được sử dụng tại các tốc độ cao như 54 Mbps.

4.5.3. Chuẩn 802.11b

Cùng với chuẩn 802.11a, IEEE đã đưa ra tiêu chuẩn 802.11b vào năm 1999. 802.11b làm việc tại băng tần 2.4 GHz hỗ trợ tốc độ tối đa lên đến 11 Mbps. Các thiết bị 802.11b như AP và card mạng không dây được cung cấp ngay từ năm 1999, do đó hầu hết các mạng WLAN hiện nay đều tương thích với chuẩn này.

Một ưu điểm quan trọng của 802.11b là phạm vi phủ sóng khá rộng và có thể lên khoảng 100 mét (300 feet). Như thể hiện trên hình 4.11, 802.11b chuẩn hóa 14 kênh, trong đó tại Mĩ sử dụng từ kênh 1 đến kênh 11, để cấu hình điểm truy nhập AP. Mỗi kênh chiếm một phần băng tần 2..4 GHz để điều chế tín hiệu truyền tải trên kênh truyền vô tuyến. Hầu hết các nhà thiết kế quy hoạch mạng WLAN sử dụng các kênh 1, 6,và 11 là các kênh không chồng lấn để đảm bảo các AP lân cận không gây nhiễu cho nhau.



Hình 4.11. Cấp phát kênh theo chuẩn 802.11b/g

Nhược điểm của 802.11b gây nên chủ yếu do ảnh hưởng của nhiễu từ các thiết bị điện tử vô tuyến khác làm việc trong cùng băng tần 2.4 GHz, kéo theo chất lượng kết nối bị suy giảm.

802.11b sử dụng phương thức trải phổ dãy trực tiếp DSSS để trải phổ tín hiệu với độ rộng kênh vô tuyến là 22 MHz trong băng tần 2.4 GHz. Với phương thức DSSS, 802.11 có khả năng chống nhiễu vô tuyến tốt hơn so với tín hiệu băng hẹp.

Chuẩn 802.11b có tốc độ truyền dẫn thấp hơn so với 802.11a nhưng lại được dùng phổ biến trong các môi trường sản xuất, kinh doanh, dịch vụ do chi phí mua sắm thiết bị thấp, tốc độ truyền dẫn đủ đáp ứng các nhu cầu trao đổi thông tin trên internet như duyệt web, e-mail, chat, nhắn tin...

4.5.4. Chuẩn 802.11d

Chuẩn 802.11d được chuẩn hóa vào năm 2001. 802.11d thực hiện chuẩn hóa một số khía cạnh liên quan đến lớp vật lý như qui định phân kênh (channelization), mẫu nhảy tần (hopping patterns) nhằm mở rộng khả năng hoạt động của WLAN 802.11 tại những nước chưa có qui định cụ thể về việc triển khai ứng dụng 802.11. Qua đó, điểm truy cập không dây AP có thể cung cấp thông tin cho người dùng biết số hiệu kênh hợp pháp và mức truyền tương ứng. Chuẩn 802.11d bổ sung các yêu cầu và qui định cần thiết cho phép các thiết bị 802.11 WLAN hoạt động tại những nơi không hỗ trợ chuẩn hiện tại.

4.5.5. Chuẩn 802.11e

Chuẩn 802.11e hỗ trợ chất lượng dịch vụ thực hiện trên mạng WLAN theo họ chuẩn 802.11 theo cả chế độ hoạt động DCF và PCF. 802.11e tăng cường khả năng của lớp MAC 802.11 hiện tại để mở rộng hỗ trợ cho các ứng dụng yêu cầu QoS, cải thiện về bảo mật, khả năng cũng như về tính hiệu quả của giao thức. Cải tiến của 802.11e cùng với những cải thiện về tính năng của lớp PHY từ chuẩn 802.11a và 802.11b dẫn đến tăng chất lượng của toàn bộ hệ thống và mở rộng phạm vi các ứng dụng của 802.11. Các ứng dụng được quan tâm hỗ trợ QoS qua mạng vô tuyến 802.11 bao gồm các ứng dụng thời gian thực như truyền thoại, audio, video, video conferencing, phân phối luồng phương tiện hay các ứng dụng yêu cầu bảo mật tăng cường và các ứng dụng truy cập di động.

4.5.6. Chuẩn 802.11f

Chuẩn 802.11f được hoàn thiện năm 2003 nhằm áp dụng đối với các mạng LAN không dây di động lớn, được thiết kế sử dụng thiết bị của nhiều nhà sản xuất khác nhau.

Chuẩn 802.11f hay giao thức liên kết các điểm truy nhập IAPP (Inter-Access Point Protocol) mở rộng qui định 802.11 nhằm cung cấp khả năng liên kết vô tuyến giữa các điểm truy nhập AP của nhiều nhà sản xuất khác nhau thông qua một hệ thống phân phối DS (Distribution System). Chuẩn 802.11f được thiết kết để thực hiện sự liên kết thống nhất trong một vùng dịch vụ mở rộng ESS nhằm trao đổi thông tin liên tục và được bảo mật giữa AP hiện tại và một AP mới trong quá trình chuyển giao giữa các AP. Căn cứ vào mức độ bảo mật, các khóa mã của phiên trao đổi thông tin giữa các AP được ấn định bởi máy chủ nhận thực người dùng truy nhập dịch vụ từ xa RADIUS Server (Remote Authentication Dial In User Service). Ngoài ra, máy chủ RADIUS cũng thực hiện dịch vụ ánh xạ giữa địa chỉ MAC của các AP và địa chỉ IP. Chuẩn 802.11f cần thiết với mạng WLAN phạm vi rộng với nhiều điểm truy cập AP và hỗ trợ giải quyết tính di động của người sử dụng.

4.5.7. Chuẩn 802.11i

Chuẩn 802.11i được chuẩn hóa vào năm 2004 nhằm tăng cường cơ chế nhận thực và tính bảo mật cho 802.11. Tiêu chuẩn này sẽ thay thế cơ chế bảo mật tương đương hữu tuyến WEP (Wired Equipvalent Privacy). Chuẩn 802.11i hoạt động dựa trên giao thức tích hợp khóa tạm thời TKIP (Temporal Key Integrity Protocol), đồng bộ hóa các thay đổi khóa giữa các máy trạm và AP và theo tiêu chuẩn mã hóa tiên tiến AES (Advanced Encryption Standard).

4.5.8. Chuẩn 802.11g

IEEE đưa ra tiêu chuẩn 802.11g vào năm 2003 cho phép tương thích với chuẩn 802.11b và cải thiện chất lượng cho phép hỗ trợ tốc độ lên đến 54 Mbps làm việc tại băng tần 2.4 GHz sử dụng phương thức ghép kênh tần số trực giao OFDM.

Ưu điểm của 802.11g là khả năng tương thích với 802.11b. Các mạng WLAN hiện có theo chuẩn 802.11b có thể được nâng cấp thiết bị truy nhập AP lên 802.11g một cách đơn giản thông qua việc nâng cấp firmware. Bên cạnh đó, các thiết bị của hai chuẩn trên có thể cùng hoạt động trong một môi trường WLAN trên cùng băng tần 2.4 GHz.

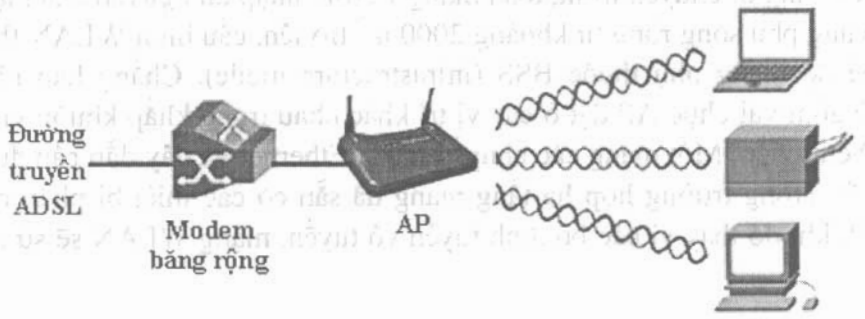
Giống như 802.11b, nhược điểm của 802.11g chủ yếu cũng là do ảnh hưởng của nhiễu vô tuyến tại băng tần 2.4 GHz và bị hạn chế bởi số lượng tối đa 3 kênh vô tuyến không bị chồng lấn như thể hiện trên hình 4.11. Điều này kéo theo sự hạn chế dung lượng của 802.11g so với 802.11a.

4.6. MỘT SỐ MÔ HÌNH ỨNG DỤNG MẠNG WLAN

Một hệ thống WLAN bao gồm một bộ các thành phần và các cấu hình nhằm đáp ứng nhu cầu của một ứng dụng cụ thể cho cả lĩnh vực thị trường thương mại và phi thương mại. Một hệ thống WLAN tổng quát có thể được xác định dựa trên các kiểu ứng dụng.

4.6.1. WLAN cho phạm vi gia đình và văn phòng nhỏ.

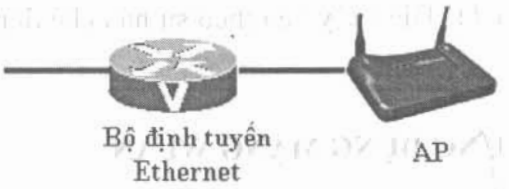
Việc sử dụng một mạng WLAN trong gia đình hoặc văn phòng nhỏ (home & small office Wireless LAN) giúp tránh nhu cầu kết nối dây dẫn giữa các PC, laptop và máy in. Việc lắp đặt và cấu hình mạng WLAN khá đơn giản. Như thể hiện trên hình 4.12, một mạng WLAN trong phạm vi gia đình hoặc văn phòng nhỏ thường bao gồm một bộ định tuyến WLAN phép kết nối đến đường truyền băng rộng như ADSL qua thiết bị modem. Phạm vi điển hình của một bộ định tuyến WLAN đủ để phủ sóng một căn nhà hoặc văn phòng nhỏ. Bộ định tuyến được sử dụng khi có hơn hai thiết bị mạng nối vào mạng WLAN. Chẳng hạn như, một mạng WLAN cho gia đình bao gồm một PC, một laptop và một máy in mạng yêu cầu chức năng NAT và DHCP để đáp ứng cấp phát địa chỉ cho tất cả các thiết bị.



Hình 4.12. Mô hình mạng WLAN cho phạm vi gia đình hoặc văn phòng nhỏ.

Một mạng WLAN cũng có thể chỉ gồm một điểm truy nhập AP đơn lẻ, nhưng khi đó chỉ cho phép một thiết bị mạng được cấp phát địa chỉ và truy nhập internet do điểm truy nhập không thực hiện chức năng DHCP hoặc NAT. Việc kết hợp một điểm truy nhập và bộ định

tuyến Ethernet hữu tuyến như thể hiện trên hình 4.13 có thể thay thế tương ứng một bộ định tuyến WLAN. Đây có thể là một giải pháp ít tốn kém hơn so với việc trang bị một bộ định tuyến WLAN nếu đã có sẵn điểm truy nhập hoặc bộ định tuyến hữu tuyến. Bộ định tuyến hữu tuyến thường được tích hợp trong modem ADSL, cho phép thực hiện chức năng DHCP và NAT.



Hình 4.13. Kết hợp AP và bộ định tuyến ethernet.

Các điểm truy nhập AP và bộ định tuyến WLAN thường thiết lập chế độ bảo mật mặc định, chẳng hạn như khóa bảo mật WEP, ở chế độ tắt. Để tránh người dùng bên ngoài truy nhập bất hợp pháp vào tài nguyên trong mạng, cần thiết lập chế độ bảo mật khi cấu hình mạng WLAN.

4.6.2. WLAN cho phạm vi một tổ chức

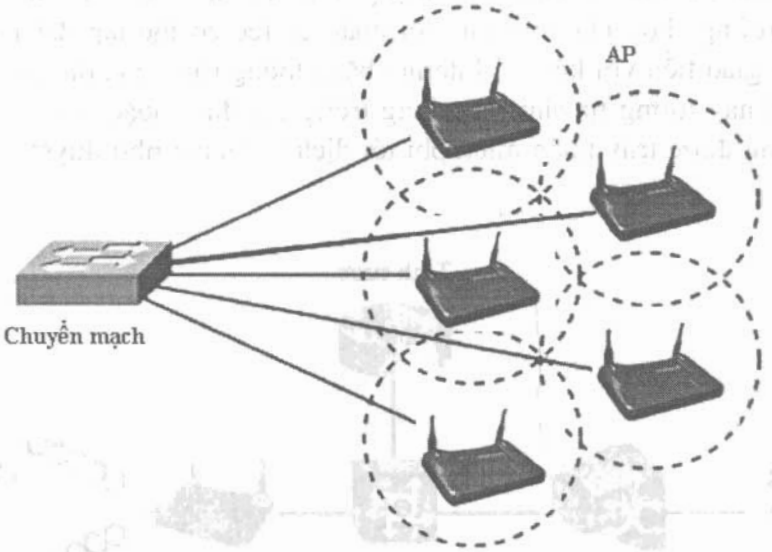
Một mạng WLAN ứng dụng trong phạm vi một tổ chức (Enterprise Wireless LAN) sẽ phức tạp hơn trong phạm vi gia đình hoặc văn phòng nhỏ. Lý do chính là khi đó mạng WLAN sẽ yêu cầu nhiều điểm truy nhập AP và một hệ thống phân phối để kết nối các AP.

Như thể hiện trên hình 4.14, các AP phủ sóng trong các cell vô tuyến chồng lấn lên nhau, cho phép người dùng di chuyển trong toàn mạng và truy nhập tài nguyên của mạng hữu tuyến. Với yêu cầu vùng phủ sóng rộng từ khoảng 2000 m^2 trở lên, cấu hình WLAN thường được sử dụng theo chế độ mạng phụ thuộc BSS (infrastructure mode). Chẳng hạn như, một mạng WLAN có thể gồm vài chục AP đặt ở các vị trí khác nhau trong khắp khuôn viên một trường đại học hoặc bệnh viện. Một mạng các chuyển mạch Ethernet và dây dẫn cần được thiết kế để kết nối các AP. Trong trường hợp hạ tầng mạng đã sẵn có các thiết bị phần cứng cung cấp dịch vụ DHCP, khi đó thay vì các bộ định tuyến vô tuyến, mạng WLAN sẽ sử dụng các điểm truy nhập AP.

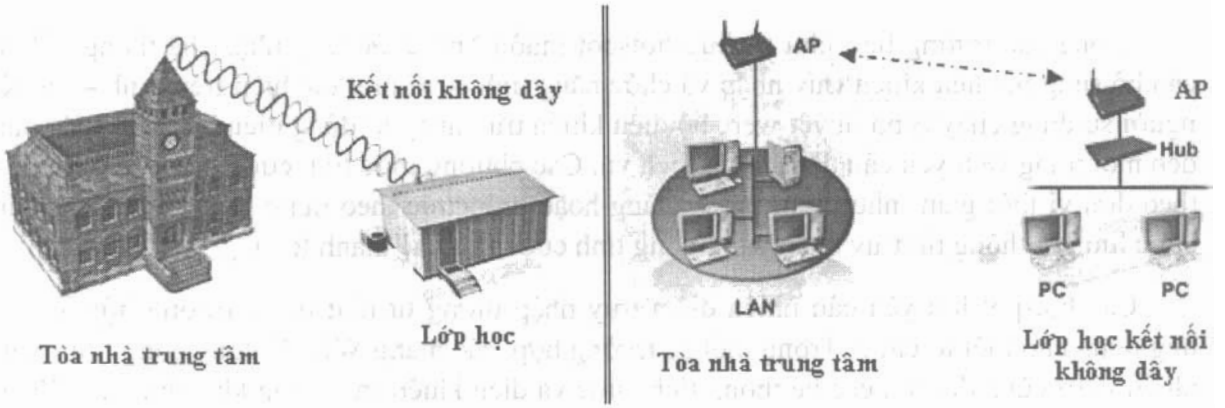
Mạng WLAN ứng dụng cho phạm vi một tổ chức cũng yêu cầu các cơ chế bảo mật tốt hơn so với ứng dụng trong gia đình hoặc văn phòng nhỏ về khía cạnh nhận thực (authentication) và mật mã hóa (encryption).

Hình 4.15 thể hiện một mô hình ứng dụng mạng không dây trong khuôn viên trường học. Khi triển khai một mạng WLAN trong phạm vi một tổ chức hoặc khu vực công cộng, cần khảo

sát vùng phủ sóng nhằm xác định các nguồn nhiễu và xác định vị trí AP và cấp phát kênh vô tuyến một cách tối ưu.



Hình 4.14. Mô hình mạng WLAN cho phạm vi một tổ chức.

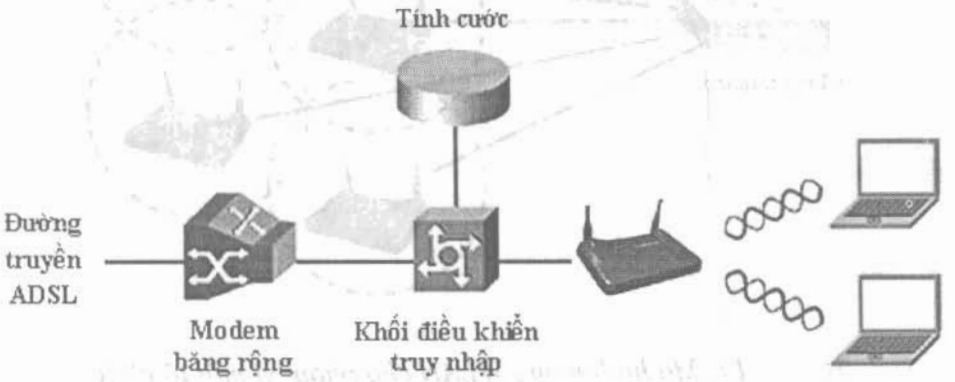


Hình 4.15. Mô hình mạng WLAN cho khuôn viên trường học.

4.6.3. WLAN cho các khu vực công cộng

Một mạng WLAN công cộng (Public Wireless LAN) cho phép người dùng bất kỳ sử dụng thiết bị cuối có trang bị một card mạng không dây có thể truy nhập và mạng Internet. Các mạng WLAN thường được thiết kế và sẵn có ở các vùng truy nhập (hotspot) như sân bay, trung tâm hội nghị, khách sạn, hải cảng . . . Các vùng truy nhập hotspot tốt được xây dựng trên tại vị trí thường xuyên có người dùng và có nhu cầu tạm thời truy nhập dịch vụ mạng.

Một mạng WLAN công cộng sẵn có cho người dùng bất kỳ trong phạm vi hotspot. Người dùng có thể truy nhập dịch vụ mạng miễn phí hoặc phải trả phí tùy theo ứng dụng và chiến lược của chủ sở hữu hotspot. Các mạng WLAN cho hotspot nhỏ thường đơn giản, chẳng hạn như trường hợp chủ sở hữu một quán coffee có thể lắp đặt một bộ định tuyến WLAN cho phép giao tiếp với kết nối Internet băng thông rộng qua đường truy nhập ADSL. Cấu hình WLAN này tương tự như ứng dụng trong gia đình hoặc văn phòng nhỏ. Khi đó, người dùng thường được truy nhập miễn phí tới dịch vụ mạng như duyệt web hoặc kiểm tra email.



Hình 4.16. Mô hình mạng WLAN cho khu vực công cộng.

Trong các trường hợp chủ sở hữu hotspot muốn tính cước truy nhập, hệ thống WLAN cần bổ sung bộ điều khiển truy nhập và chức năng tính cước như thể hiện trên hình 4.16. Khi người sử dụng chạy trình duyệt web, bộ điều khiển truy nhập tự động điều hướng người dùng đến một trang web yêu cầu đăng nhập dịch vụ. Các phương thức tính cước bao gồm tính cước theo đơn vị thời gian như phút, ngày, tháng hoặc tính cước theo dung lượng. Hệ thống tính cước lưu giữ thông tin truy nhập và tự động tính cước trên thẻ thanh toán.

Các hotspot lớn yêu cầu nhiều điểm truy nhập tương tự như trong trường hợp WLAN ứng dụng cho một tổ chức. Trong một số trường hợp, các mạng WLAN công cộng trải rộng ở nhiều vị trí cũng đòi hỏi các hệ thống tính cước và điều khiển truy nhập khá phức tạp. Chẳng hạn như một tập hợp các khách sạn có thể triển khai các mạng WLAN công cộng ở nhiều vị trí khác nhau. Người dùng có thể đăng ký thuê bao truy nhập theo tháng và có thể sử dụng dịch vụ từ khách sạn bất kỳ. Trong trường hợp này, chức năng điều khiển truy nhập yêu cầu một máy chủ trung tâm thực hiện nhận thực và tính cước.

4.7. ĐẶC ĐIỂM VÀ CẤU HÌNH MẠNG WiMAX

4.7.1. Đặc điểm

WiMAX (Worldwide Interoperability for Microwave Access) là công nghệ truy nhập không dây băng rộng thực hiện việc truyền tải dữ liệu tốc độ cao không dây với phạm vi phủ

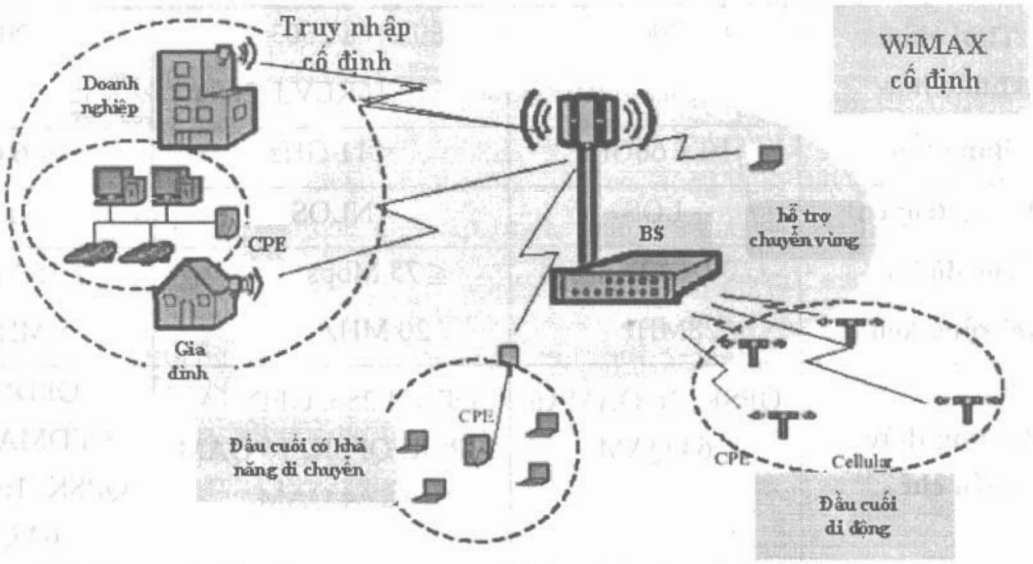
sóng rộng tại dải tần vi ba theo bộ tiêu chuẩn IEEE 802.16 như thể hiện trên bảng 4.2. WiMAX hỗ trợ các giải pháp băng thông rộng với bán kính vùng phủ sóng lớn có thể đáp ứng nhu cầu dịch vụ đa dạng của người dùng, đặc biệt là các dịch vụ đa phương tiện, thời gian thực và cho phép đảm bảo chất lượng của nhiều loại hình dịch vụ khác nhau. WiMAX là một công nghệ vô tuyến băng rộng trên nền IP, có khả năng tích hợp với nhiều công nghệ mạng vô tuyến và hữu tuyến hiện có theo các giao thức khác nhau cho phép cung cấp giải pháp truy nhập băng thông rộng liên tục rộng khắp.

Bảng 4.2. Các chuẩn IEEE 802.16 cho WiMAX

Chuẩn / Đặc điểm	802.16	802.16a/REVd	802.16e
Thời gian chuẩn hóa	2001	802.16a/2003 802.16REVd /2004	2005
Băng tần	10 ÷ 66GHz	< 11 GHz	< 6 GHz
Đường truyền	LOS	NLOS	NLOS
Tốc độ bit / Độ rộng kênh	32 ÷ 134 Mbps / 28MHz	≤ 75 Mbps / 20 MHz	≤ 15 Mbps / 5 MHz
Phương thức điều chế	QPSK, 16 QAM và 64 QAM	OFDM 256, OFDMA, BPSK, QPSK, 16 QAM và 64 QAM	OFDM 256, OFDMA, BPSK, QPSK, 16 QAM và 64 QAM
Tính di động	Cố định	Hỗ trợ cả cố định và di động	Tính di động cao có hỗ trợ chuyển giao
Băng thông cho một kênh	20, 25, 28 MHz	Lựa chọn băng thông từ 1,25 MHz đến 20 MHz	Từ 1,25 MHz đến 20 MHz
Bán kính phủ sóng	2 ÷ 6 km	6 ÷ 10 km, tối đa khoảng 50 km	2 ÷ 6 km

WiMAX là công nghệ không dây được cải tiến để có được những tính năng ưu việt và không phải là sự mở rộng của công nghệ WiFi. WiFi được thực hiện trên bộ tiêu chuẩn kết nối mạng không dây cục bộ được phát triển theo bộ tiêu chuẩn IEEE 802.11 và được thiết kế để tạo ra kết nối không dây, cho phép kết nối Internet tới một nhóm các máy tính trong một tòa nhà, văn phòng làm việc với một phạm vi hẹp (khoảng 100 đến 300m). WiMAX được

thiết kế cho phép truy nhập không dây băng rộng trong một phạm vi rộng (từ vài km lên đến 50km) và là một phương thức mới hỗ trợ người dùng truy cập Internet băng rộng mọi nơi, mọi lúc với giá thành rẻ hơn, thuận lợi so với việc sử dụng các công nghệ dây dẫn khác như đường truy nhập thuê bao số DSL thông qua cáp truyền dẫn. Đây là hai bộ tiêu chuẩn sử dụng chipset khác nhau, các hệ thống tiêu chuẩn chất lượng dịch vụ (QoS) và bảo mật khác nhau. Một trong những điểm khác biệt giữa WiMAX và WiFi là băng tần làm việc sử dụng của hệ thống. WiFi chỉ sử dụng băng tần không cấp phép ISM, trong khi đó WiMAX sử dụng cả băng tần được cấp phép và băng tần không yêu cầu cấp phép. Công nghệ WiMAX cho phép tương tác giữa nhiều công nghệ và thiết bị hiện có của nhiều nhà sản xuất. WiMAX được chuẩn hóa theo hai hướng là IEEE 802.16a/REVd cho thiết bị cố định và IEEE 802.16e hỗ trợ đầu cuối di động như thể hiện trên hình 4.17.



Hình 4.17. Các hướng ứng dụng được chuẩn hóa bởi WiMAX.

Theo bộ tiêu chuẩn IEEE 802.16, một hệ thống WiMAX các đặc điểm sau:

- Khoảng cách giữa trạm thu và trạm phát có thể lên tới 50 km
- Tốc độ truyền có thể thay đổi, với tốc độ tối đa khoảng 70Mbps
- Hoạt động trong cả hai môi trường truyền dẫn: đường truyền tầm nhìn thẳng LOS (Line of Sight) và đường truyền che khuất NLOS (Non Line of Sight)
- Dải tần làm việc 2-11GHz và từ 10-66GHz hiện đã và đang được tiêu chuẩn hóa.

- Trong WiMAX hướng truyền tin được chia thành hai đường lên và xuống. Đường lên có tần số thấp hơn đường xuống và đều sử dụng công nghệ OFDM. OFDM trong WiMAX sử dụng tổng cộng 2048 sóng mang, trong đó 1536 sóng mang dành cho thông tin được chia thành 32 kênh con, mỗi kênh con tương đương với 48 sóng mang. WiMAX sử dụng điều chế nhiều mức thích ứng từ BPSK, QPSK đến 256-QAM kết hợp với các phương pháp sửa lỗi dữ liệu như ngẫu nhiên hóa, mã hóa sửa lỗi Reed Solomon, mã xoắn tỷ lệ mã từ 1/2 đến 7/8.

- WiMAX hỗ trợ sử dụng đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao OFDMA (OFDM Access). Độ rộng băng tần của WiMAX từ 5MHz đến trên 20MHz được chia thành nhiều băng con 1,75MHz. Mỗi băng con được chia nhỏ hơn nữa nhờ công nghệ OFDM, cho phép nhiều thuê bao có thể truy cập đồng thời một hay nhiều kênh một cách linh hoạt qua đó đảm bảo tối ưu hiệu quả sử dụng băng tần..

- WiMAX hỗ trợ sử dụng cả hai công nghệ TDD (Time Division Duplexing) và FDD (Frequency Division Duplexing) cho việc phân chia truyền dẫn của hướng lên (uplink) và hướng xuống (downlink)

- Về cấu trúc phân lớp, hệ thống WiMAX được chia thành 4 lớp: Lớp con tiếp ứng (Convergence) làm nhiệm vụ giao diện giữa lớp đa truy nhập và các lớp trên, lớp đa truy nhập (MAC layer), lớp truyền dẫn (Transmission) và lớp vật lý (Physical). Các lớp này tương đương với hai lớp dưới của mô hình OSI và được tiêu chuẩn hóa để có thể giao tiếp với nhiều ứng dụng lớp trên

Công nghệ WIMAX có thể khắc phục ảnh hưởng của môi trường truyền sóng NLOS nhờ sử dụng:

- Kỹ thuật điều chế OFDM và đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao OFDMA
- Cấp phát linh hoạt độ rộng băng tần cho kênh tần số vô tuyến
- Hệ thống anten định hướng thích ứng AAS (Adaptive Antenna System)
- Phân tập thu phát
- Điều chế thích ứng
- Các kỹ thuật mã hóa sửa lỗi trước FEC
- Diều khiển công suất

Ưu điểm của công nghệ WiMAX:

- **Thông lượng:** Do sử dụng các mô hình điều chế thích ứng, WiMAX có thể cung cấp thông lượng cao và linh hoạt trong một phạm vi bao phủ rộng. Các mô hình điều chế thích ứng động cho phép các BS cân bằng giữa thông lượng và khoảng cách giữa trạm gốc BS và trạm thuê bao MSS/SS. Thông lượng lớn nhất WiMAX có thể đạt được khoảng 75Mbps với điều kiện đường truyền tốt.

- **Khả năng mở rộng:** Để thuận lợi trong việc quy hoạch và triển khai hệ thống ở cả dải tần cấp phép (licensed band) và dải tần không yêu cầu cấp phép ISM, 802.16 hỗ trợ khả năng cấp phát nhiều độ rộng kênh truyền vô tuyến khác nhau. Trong trường hợp nếu một nhà cung cấp được cấp phát dải tần đăng kí là 20MHz, khi đó nhà cung cấp có thể ấn định hai sector với băng tần cho mỗi sector là 10MHz, hoặc 4 sector 5MHz. Điều này tạo nên khả năng ưu việt hơn so với một số mạng băng rộng khác có độ rộng kênh cố định như WiFi. Thông qua phương thức điều khiển công suất, nhà cung cấp dịch vụ WiMAX có thể đảm bảo được chất lượng, phạm vi bao phủ cũng như thông lượng hệ thống. Bên cạnh đó, phương thức sử dụng lại tần số có thể được sử dụng để mở rộng mạng và vùng bao phủ sóng.

- **Chất lượng dịch vụ (QoS):** Khả năng cung cấp dịch vụ thời gian thực như VoIP là rất quan trọng đặc biệt là trong môi trường toàn cầu hóa như hiện nay. Chính vì vậy WiMAX cung cấp các thành phần đảm bảo QoS cho phép triển khai các dịnh vụ VoIP, IPTV . . . với độ trễ thấp. Cơ chế yêu cầu/đáp ứng (request/grant) thực hiện tại lớp MAC của 802.16 cho phép một nhà điều hành mạng có thể cung cấp đồng thời các dịch vụ với mức độ QoS khác nhau như dịch vụ T1 hoặc best-effort, tương tự như trong hệ thống truyền dẫn hữu tuyến.

- **Bảo mật:** Tính năng bảo mật được tích hợp trong 802.16 cung cấp một cơ chế truyền thông tin cậy và an toàn. IEEE 802.16 định nghĩa riêng một phân lớp SS thực hiện tính năng bảo mật thuộc lớp MAC.

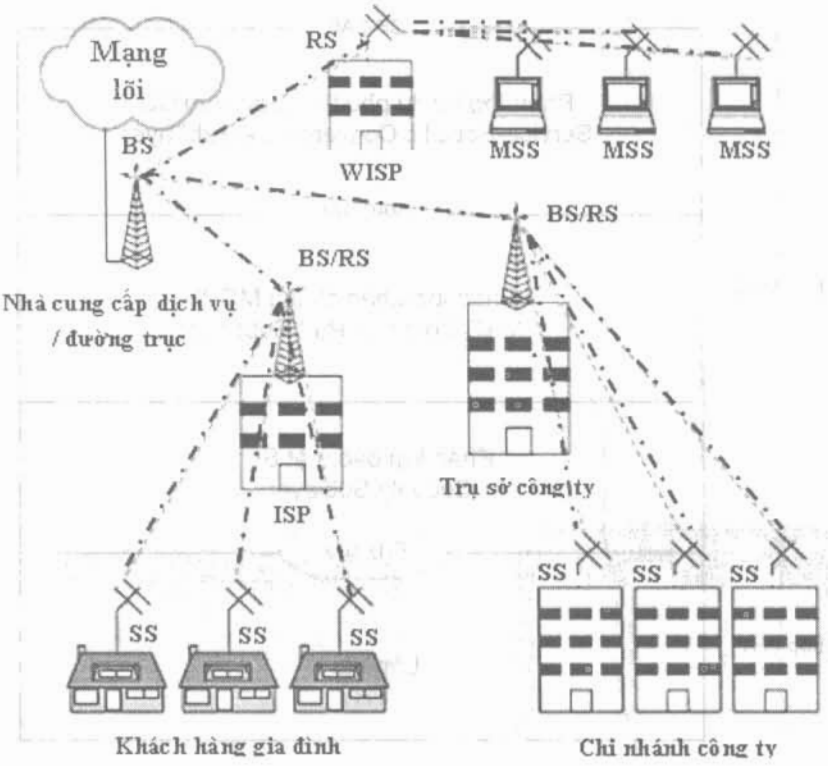
4.7.2. Cấu hình mạng WiMAX

Như thể hiện trên hình 4.18, một hệ thống WiMAX gồm các thành phần chính sau:

- Trạm gốc BS (Base Station): BS thực hiện chức năng tương tự như trạm BTS trong mạng thông tin di động. Một BS công suất lớn có thể phủ sóng một vùng địa lý rộng tới khoảng 8000 km^2

- Trạm thuê bao SS (Subscriber Station): Thực hiện kết nối đến BS thông qua các anten nhỏ, các card mạng rời hoặc được thiết lập có sẵn trên mainboard bên trong các máy tính tương tự như đối với WiFi.

- Trạm lặp RS (Repeater Station): Thực hiện chức năng chuyển tiếp tín hiệu nhằm kết nối BS đến SS theo quy hoạch của nhà cung cấp dịch vụ vô tuyến WISP (Wireless ISP) hoặc mở rộng vùng phủ sóng của BS.

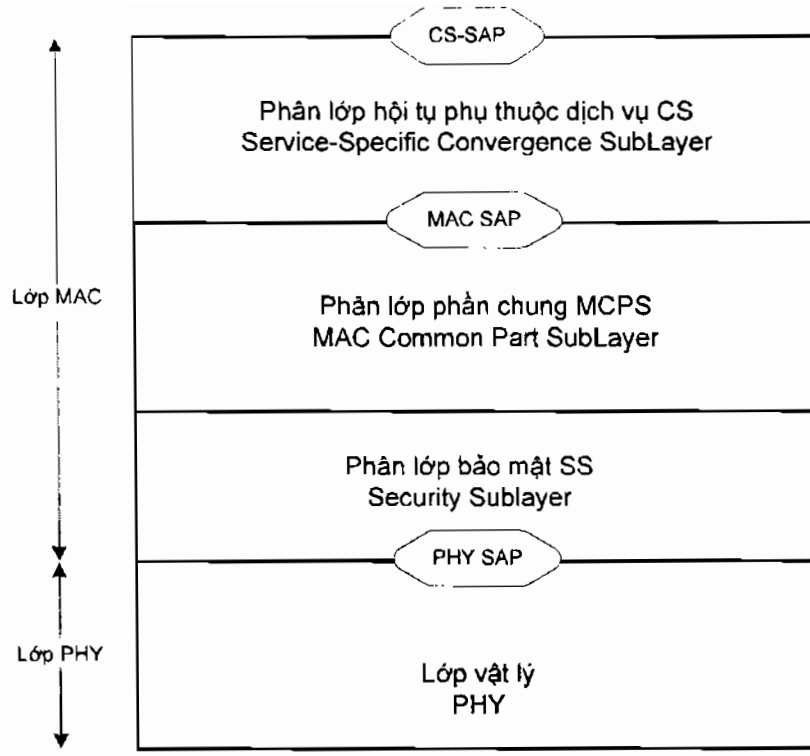


Hình 4.18. Cấu hình mạng WiMAX.

Các trạm phát BS được kết nối tới mạng Internet thông qua các đường truyền tốc độ cao dành riêng hoặc có thể được nối tới một BS khác như một trạm trung chuyển bằng đường truyền thẳng LOS (Line of Sight) do đó WiMAX có thể phủ sóng tới những vùng rất xa. Các anten thu/phát có thể trao đổi thông tin qua đường tín hiệu trực tiếp (LOS) hoặc đường tín hiệu phản xạ (NLOS). Trong trường hợp truyền thẳng LOS, các anten được đặt cố định ở các vị trí trên cao, tín hiệu thường ổn định và tốc độ truyền có thể đạt tối đa. Khi đó có thể sử dụng băng tần ở tần số cao đến 66GHz vì ở băng tần này, tín hiệu ít bị nhiễu với các kênh tín hiệu khác và băng thông sử dụng cũng lớn hơn. Đối với trường hợp đường truyền NLOS, WiMAX sử dụng băng tần thấp hơn tương tự như ở WiFi, trong phạm vi tần số 2 -11GHz. Khi đó, tín hiệu có thể vượt qua các vật cản, phản xạ, nhiễu xạ, uốn cong, vòng qua các vật chắn đến điểm thu.

4.8. CẤU TRÚC GIAO THỨC WiMAX 802.16

Tương tự như các bộ chuẩn khác thuộc họ IEEE 802, chuẩn 802.16 tập trung vào việc xây dựng đặc tả và chuẩn hóa lớp liên kết dữ liệu và lớp vật lý trong mô hình OSI như thể hiện trên hình 4.19. Lớp MAC mô tả trong 802.16 bao gồm ba lớp con: phân lớp hội tụ CS, phân lớp phần chung MCPS và phân lớp bảo mật SS.



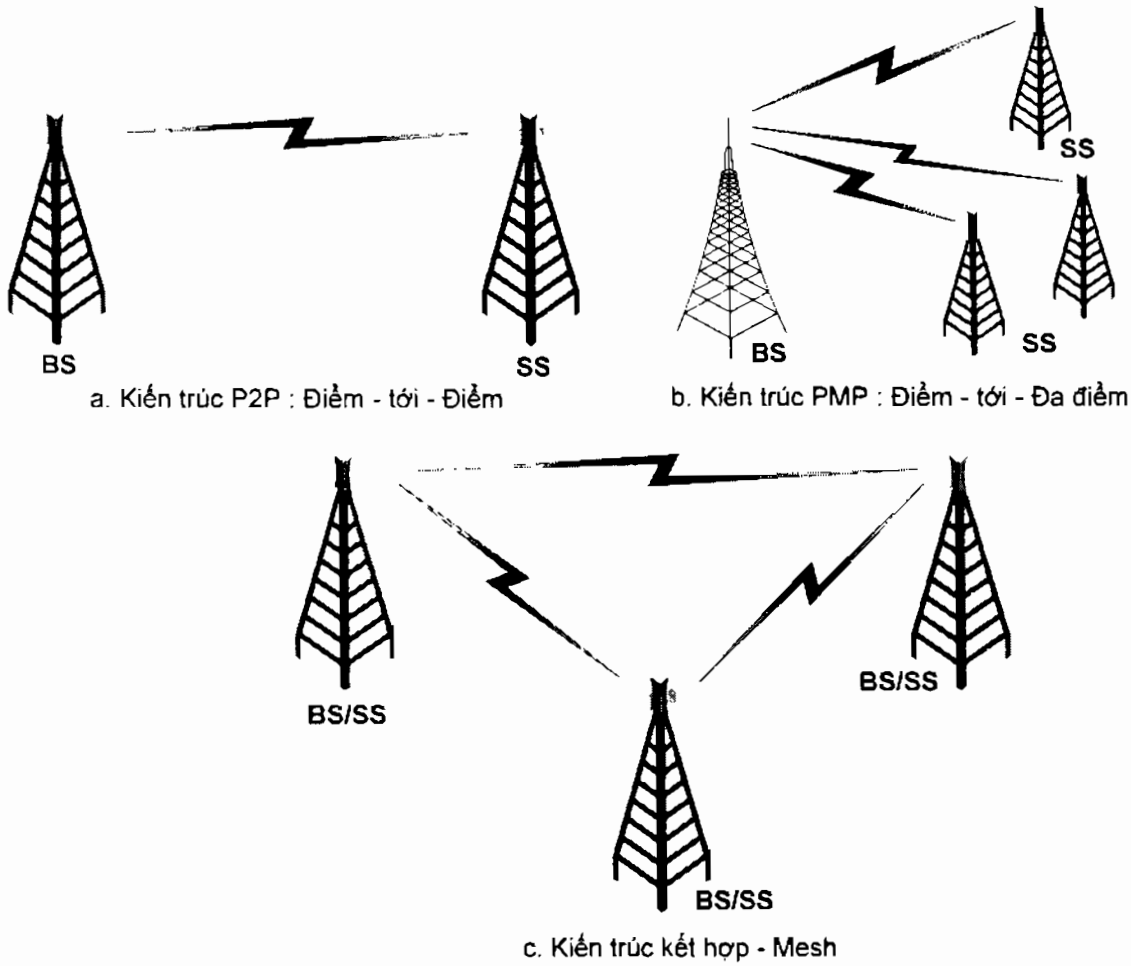
Hình 4.19. Mô hình cấu trúc giao thức của IEEE 802.16.

4.8.1. Lớp điều khiển truy nhập phương tiện MAC

- *Phân lớp CS (Convergence Sublayer)* thực hiện chuyển đổi hay ánh xạ từ các chuẩn của mạng khác như ATM hoặc IP thông qua một điểm truy nhập dịch vụ SAP (Service Access Point). Phân lớp CS tiến hành chuyển đổi các gói tin từ các định dạng của mạng khác thành các gói tin phù hợp với định dạng IEEE 802.16. Phân lớp hội tụ CS nằm ở trên đỉnh của lớp MAC và thực thi các chức năng gồm nhận các PDU từ lớp cao hơn, phân lớp dịch vụ các PDU đó, xử lí các PDU tùy theo các dịch vụ lớp cao, phân phối các PDU này xuống phân lớp MCPS thông qua một điểm SAP thích hợp.

- *Phân lớp MCPS (MAC Common Part Sublayer)* cung cấp các chức năng chính của lớp MAC bao gồm chức năng truy nhập, phân bổ băng thông, thiết lập và quản lí kết nối. Lớp này nhận dữ liệu từ phân lớp hội tụ CS và quản lí theo các kết nối MAC riêng rẽ. Chất lượng dịch vụ được áp dụng trong quá trình truyền và sắp xếp

dữ liệu. Sự trao đổi thông tin giữa các trạm gốc BS (Base Station) và trạm thuê bao SS (Subscriber Station) trong một vùng địa lý có thể được tổ chức theo các kiến trúc thể hiện trên hình 4.20 bao gồm: Điểm - tới- Điểm P2P (Point-to-Point), Điểm - tới- Đa điểm PMP (Point-to-MultiPoint) và kiến trúc kết hợp (Mesh). Kiến trúc P2P được sử dụng khi chỉ yêu cầu liên kết giữa một trạm gốc BS và một trạm thuê bao SS hay các liên kết được thực hiện theo từng cặp BS và SS. Kiến trúc PMP thực hiện liên kết nối giữa một BS với nhiều SS khác nhau.



Hình 4.20. Các mô hình kiến trúc kết nối BS và SS.

Tuy chuẩn IEEE 802.16 hỗ trợ ba kiểu kiến trúc trên nhưng PMP là kiến trúc được quan tâm nhất. Trong kiến trúc này, một trạm gốc BS thực hiện chức năng điểm truy nhập trung tâm sẽ cung cấp và quản lý kết nối tới nhiều trạm thuê bao SS. Tại đường xuống, dữ liệu sẽ được phát quảng bá tới các SS. Trạm thuê bao SS tiến hành phân tích và tiến hành thu dữ liệu thông qua kiểm tra trường nhận dạng kênh CID (Channel IDentity) trong MAC PDU. Sự khác

biệt chủ yếu giữa kiến trúc dạng PMP và Mesh là với PMP dữ liệu chỉ được truyền giữa BS và SS còn trong kiến trúc Mesh dữ liệu có thể được truyền giữa các trạm thuê bao SS với nhau. So với P2P thì kiến trúc PMP có khả năng phục vụ và hiệu suất cao hơn nhưng phạm vi bao phủ thường hẹp hơn. Kiến trúc PMP trong triển khai thường được tổ chức thành các vùng (sector) và có khả năng hỗ trợ tốt trong truyền thông đa hướng multicast.

- *Phân lớp bảo mật SS (Sercurity Sublayer)* cung cấp các cơ chế chứng thực, trao đổi khóa và mã hóa. Khác với các chuẩn không dây băng rộng khác, 802.16 thiết kế riêng một phân lớp bảo mật SS. Phân lớp SS cung cấp các cơ chế điều khiển truy nhập tin cậy, đảm bảo an toàn cho dữ liệu trên đường truyền. 802.16 khắc phục việc truy cập trái phép các dịch vụ bằng việc mã hóa các luồng dịch vụ. Phân lớp SS bao gồm các giao thức quản lí khóa bảo mật tại BS để thực hiện chứng thực và cấp phát các khóa tới trạm thuê bao SS cần thiết. Trong quá trình thượng lượng về bảo mật giữa SS và BS, nếu một SS không cung cấp các cơ chế bảo mật của IEEE 802.16 thì các bước chứng thực và cấp phát khóa sẽ bị bỏ qua. Trong trường hợp BS chấp nhận thì SS vẫn được phép truyền dữ liệu. Trong trường hợp ngược lại BS sẽ không chấp nhận kết nối.

4.8.2. Lớp vật lý PHY

Lớp vật lý trong họ chuẩn IEEE 208.16 hỗ trợ bốn đặc tả sau:

- Đặc tả SC (Single Carrier): Sử dụng một sóng mang duy nhất để mang thông tin. Đặc tả này được chuẩn hóa từ 802.16 ban đầu.
- Đặc tả SCa: Đặc tả này cũng sử dụng một sóng mang duy nhất để mang thông tin nhưng nó có thêm một số cải tiến. Đặc tả này được chuẩn hóa từ 802.16a.
- Đặc tả OFDM: Đặc tả OFDM dựa trên nền công nghệ OFDM cho phép truyền thông tin trên nhiều tần số phụ trực giao.
- Đặc tả OFDMA: Đặc tả OFDMA dựa trên nền công nghệ OFDM có hỗ trợ đa truy nhập phân chia theo tần số trực giao.

4.9. MỘT SỐ CẤU HÌNH ỨNG DỤNG CỦA WiMAX

4.9.1. Các loại hình dịch vụ hỗ trợ bởi WiMAX

Họ chuẩn IEEE 802.16 hỗ trợ bốn loại hình dịch vụ WiMAX khác nhau gồm:

Dịch vụ UGS (Unsolited Grant Service) được thiết kế cho các luồng dữ liệu thời gian thực có chiều dài cố định như các luồng T1/E1 hoặc VoIP. Các gói tin được phát đi đều đặn theo chu kì. Đặc điểm của loại dịch vụ này là dữ liệu loại này có tốc độ cao, độ ổn định lớn và loại bỏ những phần tiêu đề không cần thiết. Do kích thước gói tin là cố định nên không cần sử dụng cơ chế cấp phát băng thông.

Dịch vụ RtPS (Real-time Polling Service) được thiết kế cũng cho các luồng dữ liệu thời gian thực nhưng các gói tin có chiều dài thay đổi như MPEG video. Loại dịch vụ này dữ liệu có tốc độ lớn, độ ưu tiên, độ ổn định cao. Cơ chế cấp phát băng thông cần được sử dụng với dịch vụ RtPS do kích thước gói tin có thể thay đổi.

Dịch vụ NrtPS (Non real-time Polling Service) được thiết kế cho các luồng dữ liệu có chiều dài thay đổi mà khả năng chịu được độ trễ cao, tốc độ nhỏ. Nó đặc biệt thích hợp cho các dịch vụ dữ liệu cơ bản như FTP, email. Dịch vụ này yêu cầu sử dụng cơ chế cấp phát băng thông.

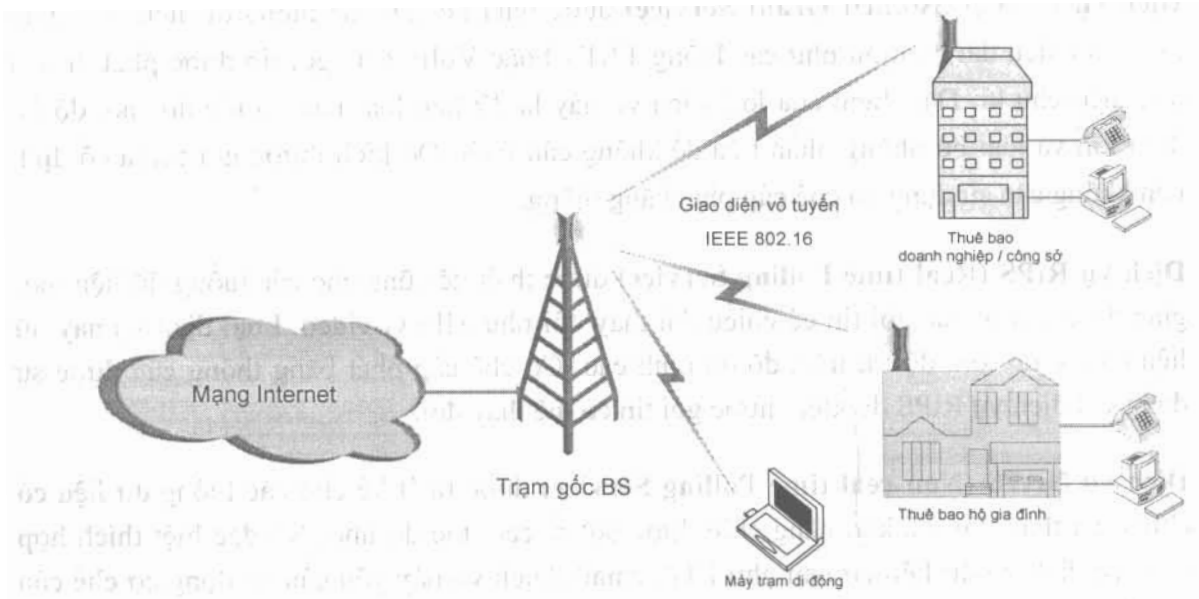
Dịch vụ BE (Best Effort Service) được thiết kế cho các luồng dữ liệu không có yêu cầu cụ thể về chất lượng dịch vụ. Khi đó dữ liệu được truyền với khả năng tốt nhất có thể của hệ thống.

4.9.2. Các cấu hình ứng dụng của WiMAX

Công nghệ WiMAX có thể được dụng rộng rãi nhằm cung cấp các dịch vụ băng thông rộng trên nền IP theo các hướng là ứng dụng trong mạng truy nhập, cho các kết nối đường trục (backhaul) hoặc kết hợp với các điểm truy nhập Wi-Fi.

a. Ứng dụng WiMAX cho mạng truy nhập

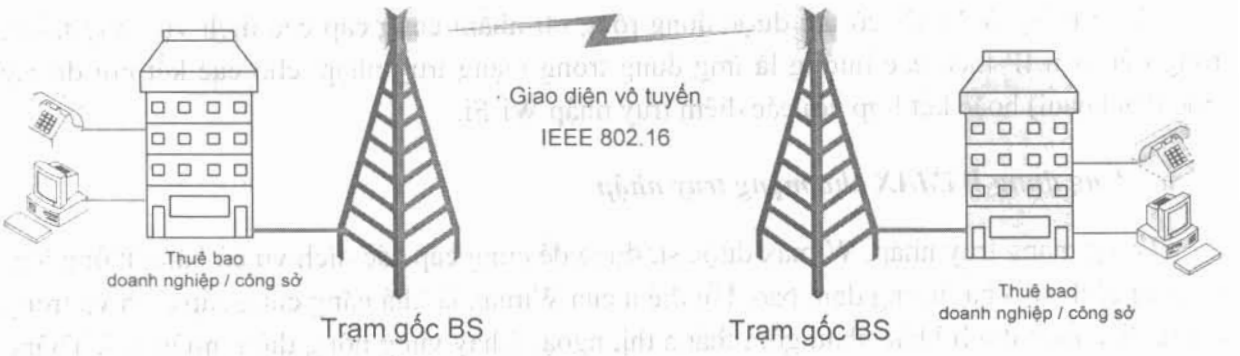
Trong mạng truy nhập, Wimax được sử dụng để cung cấp các dịch vụ có băng thông lớn, khoảng cách xa, chất lượng đảm bảo. Ưu điểm của Wimax là khả năng cung cấp dịch vụ trong nhiều điều kiện địa lí khác nhau gồm thành thị, ngoại ô hay vùng nông thôn, miền núi. Thông qua kết nối điểm - đa điểm PMP, trạm gốc BS có thể thay thế các dịch vụ băng rộng truyền thống như đường dây thuê bao số DSL với yêu cầu truy nhập khác nhau Như thể hiện trên hình 4.21, họ chuẩn IEEE 802.16 có thể hỗ trợ cả truy nhập cố định theo chuẩn 802.16d và truy nhập di động theo chuẩn 802.16e.



Hình 4.21. Ứng dụng WiMAX cho mạng truy nhập.

b. Ứng dụng WiMAX cho mạng đường trục

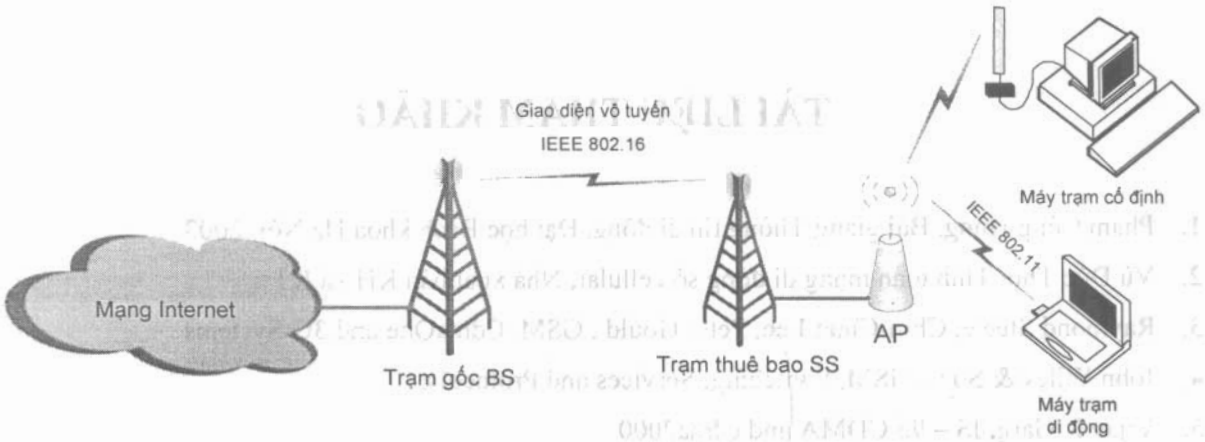
Với băng thông lên tới 72 Mbps, Wimax có thể được sử dụng để xây dựng các mạng đường trục vô tuyến như thể hiện trên hình 4.22.



Hình 4.22. Ứng dụng WiMAX cho kết nối đường trục.

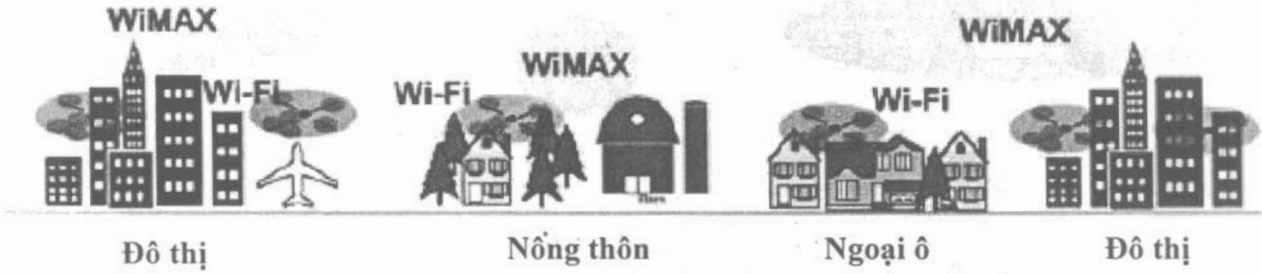
Thay vì sử dụng các tuyến cáp với chi phí cao, trạm gốc BS với các anten Wimax định hướng được sử dụng để thiết lập các liên kết vô tuyến. Qua đó tiết kiệm giá thành trong việc triển khai đặc biệt là trường hợp yêu cầu tốc độ kết nối cao và khó triển khai kết nối hữu tuyến do hạn chế của điều kiện địa hình.

c. Ứng dụng WiMAX kết hợp với Wi-Fi



Hình 4.23. Ứng dụng WiMAX kết hợp với Wi-Fi.

Một hướng ứng dụng tiềm năng mà Wimax hướng tới đó là kết hợp với các mạng WiFi để tạo nên một vùng truy nhập không dây rộng lớn. Như thể hiện trên hình 4.23, các khách hàng truy nhập vào dịch vụ thông qua các điểm truy nhập hotspots theo chuẩn 802.11. Các điểm truy nhập AP được kết nối với trạm gốc BS theo chuẩn 802.16 qua đó cung cấp kết nối đến mạng Internet.



Hình 4.24. Phạm vi ứng dụng kết hợp WiMAX và Wi-Fi.

Sự kết hợp này tạo nên một sự thuận tiện với cả nhà cung cấp dịch vụ và khách hàng. Cấu hình mạng kết hợp WiMAX và Wi-Fi có thể được sử dụng trong nhiều phạm vi (hình 4..24) nhằm đáp ứng các nhu cầu khác nhau từ các địa điểm công cộng như quán cafe , nhà ga, khách sạn… đến các doanh nghiệp hay hộ gia đình tại khu vực đô thị cũng như ngoại ô và nông thôn.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Phạm Công Hùng, Bài giảng Thông tin di động, Đại học Bách khoa Hà Nội, 2003
2. Vũ Đức Thọ, Tính toán mạng di động số cellular, Nhà xuất bản KH và KT
3. Raymond Steele, Chin-Chun Lee, Peter Gould , GSM, CdmaOne and 3G Systems
4. John Wiley & Sons, GSM, Switching, Services and Protocols,
5. Vijay K.Garg, IS – 95 CDMA and cdma2000
6. Matthew Gast, 802.11 Wireless Networks, O'Reilly, 2002
7. Frank Ohrtman, Wi-Fi Handbook-Building 802.11b Wireless Networks, McGraw-Hill, 2003
8. Frank Ohrtman, *WiMAX Handbook*, McGraw-Hill, 2005
9. Thomas Hardjono, R. Dondeti, Security in Wireless LANs and MANs, ArtTech, 2005
10. Deepak Pareek, *The Business of WiMAX*, John Wiley & Sons Ltd, 2006

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU 3

CÁC TỪ VIẾT TẮT 5

CHƯƠNG 1: LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN CỦA HỆ THỐNG TRUYỀN THÔNG DI ĐỘNG 11

1.1. BỐI CẢNH LỊCH SỬ 11

1.2. NHỮNG HỆ THỐNG TẾ BÀO 12

1.2.1. Những khái niệm mấu chốt 12

1.2.2. Hệ thống di động thế hệ thứ nhất (1G) 17

1.2.3. Hệ thống di động thế hệ thứ hai (2G) 21

1.2.4. Hệ thống thông tin di động thế hệ thứ hai (2G) tiên tiến 34

1.3. ĐIỆN THOẠI KHÔNG DÂY 41

1.3.1. Bối cảnh 41

1.3.2. Điện thoại Không dây-2 (CT-2) 42

1.3.3. Viễn thông vô tuyến kỹ thuật số tiên tiến (DECT) 44

1.3.4. Hệ thống điện thoại cầm tay cá nhân (PHS) 47

1.4. CÁC HỆ THỐNG THẾ HỆ THỨ BA (3G) 47

1.4.1. Viễn thông di động quốc tế-2000 (IMT-2000) 47

1.4.2. Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS) 52

1.5. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG THẾ HỆ TƯ (4G) 58

CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG GSM **60**

2.1. TỔNG QUAN VỀ GSM 60

2.1.1. Kiến trúc hệ thống *60*

2.1.2 Cấu trúc địa lý mạng GSM *73*

2.2. TRUYỀN SÓNG TRONG HỆ THỐNG GSM 75

2.2.1. Sóng điện từ *75*

2.2.2. Tính toán tần số sóng mang 76
2.2.3. Nguyên tắc truyền sóng 77
2.2.4. Mô hình truyền sóng 85
2.3. SỬ DỤNG TẦN SỐ TRONG HỆ THỐNG GSM 89
2.3.1. Các thông số đánh giá 89
2.3.2. Tái sử dụng tần số 90
2.3.3. Dung lượng và tỷ số C/I 97
2.3.4. Sector hóa và sự phân chia ô 97
2.4. TÍNH TOÁN DUNG LƯỢNG TRONG HỆ THỐNG GSM 101
2.4.1. Khái niệm lưu lượng 101
2.4.2. Tính toán lưu lượng 103
2.5. HỆ THỐNG VÔ TUYẾN GÓI CHUNG GPRS 105
2.5.1. Các dịch vụ dữ liệu hiện tại trong mạng GSM 105
2.5.2. Thị trường và tương lai phát triển 105
2.5.3. Cấu trúc cơ bản của hệ thống GPRS 108

CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG CDMA **111**
3.1. ĐẶC ĐIỂM CDMA 111
3.1.1. Đặc điểm 111
3.1.2. Lộ trình tiến tới 3G của các công nghệ di động 112
3.1.3. Ưu điểm của công nghệ CDMA 114
3.2. TRẢI PHỔ 120
3.2.1. Trải phổ trực tiếp (DSSS) 120
3.2.2. Trải phổ nhảy tần số (FH-SS) 120
3.2.3. Trải phổ nhảy thời gian (TH-SS) 120
3.2.4. Điều chế lai ghép(Hybrid modulation) 120
3.3. CÁC KHÁI NIỆM CỦA HỆ THỐNG TRẢI PHỔ 120
3.3.1. Hệ số xử lý của hệ thống 122
3.3.2. Hoạt động của hệ thống DSSS 123
3.3.3. Bit giả ngẫu nhiên 126

3.3.4. Hoạt động của hệ thống CDMA 128
3.3.5. Dãy giả tạp âm PN (Pseudorandom Noise Sequences) 132
3.3.6. Hàm trực giao 138
3.4. CÁC THỦ TỤC CHUYỂN GIAO 144
3.5. GIỚI THIỆU GIẢI PHÁP CỦA ZTE 147
3.6. GIỚI THIỆU GIẢI PHÁP CỦA Lucent Technology 156
3.7. THIẾT KẾ MẠNG CDMA 2000 1xEV-DO 157
Bài tập 162

CHƯƠNG 4: MẠNG CỤC BỘ KHÔNG DÂY WLAN - WiFi - WiMAX **163**
4.1. KHÁI NIỆM 163
4.1.1. Mạng không dây 163
4.1.2. Wi-Fi 163
4.1.3. WiMAX 164
4.2. ỨNG DỤNG VÀ LỢI ÍCH CỦA MẠNG KHÔNG DÂY 164
4.2.1. Đối tượng ứng dụng 164
4.2.2. Lợi ích của mạng không dây 164
4.3. CÁC CẤU HÌNH MẠNG WLAN 167
4.3.1. Cấu hình mạng WLAN phụ thuộc - Infrastructure Mode 167
4.3.2. Cấu hình mạng WLAN độc lập - Ad-hoc Mode 169
4.4. NGUYÊN TẮC HOẠT ĐỘNG CỦA WLAN 170
4.5. CÁC TIÊU CHUẨN IEEE CHO MẠNG WLAN 172
4.5.1. Chuẩn 802.11 173
4.5.2. Chuẩn 802.11a 174
4.5.3. Chuẩn 802.11b 174
4.5.4. Chuẩn 802.11d 175
4.5.5. Chuẩn 802.11e 176
4.5.6. Chuẩn 802.11f 176
4.5.7. Chuẩn 802.11i 176
4.5.8. Chuẩn 802.11g 176

4.6. MỘT SỐ MÔ HÌNH ỨNG DỤNG MẠNG WLAN 177
4.6.1. WLAN cho phạm vi gia đình và văn phòng nhỏ. 177
4.6.2. WLAN cho phạm vi một tổ chức 178
4.6.3. WLAN cho các khu vực công cộng 179
4.7. ĐẶC ĐIỂM VÀ CẤU HÌNH MẠNG WiMAX 180
4.7.1. Đặc điểm 180
4.7.2. Cấu hình mạng WiMAX 184
4.8. CẤU TRÚC GIAO THỨC WiMAX 802.16 185
4.8.1. Lớp điều khiển truy nhập phương tiện MAC 186
4.8.2. Lớp vật lý PHY 188
4.9. MỘT SỐ CẤU HÌNH ỨNG DỤNG CỦA WiMAX 188
4.9.1. Các loại hình dịch vụ hỗ trợ bởi WiMAX 188
4.9.2. Một số cấu hình ứng dụng của WiMAX 189

TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA HÀ NỘI

50 NĂM XÂY DỰNG VÀ PHÁT TRIỂN

1956 - 2006

KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG

50 NĂM HÌNH THÀNH VÀ PHÁT TRIỂN

1956 - 2006

CM 207032

8 935048 970324

Giá: 41.000đ

View publication stats