

**BỘ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO
TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT
THÀNH PHỐ HỒ CHÍ MINH**

PGS.TS PHẠM HỒNG LIÊN



GIÁO TRÌNH THÔNG TIN DI ĐỘNG

NHÀ XUẤT BẢN ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP.HCM

LỜI NÓI ĐẦU

Trong quá trình phát triển của xã hội loài người, thông tin liên lạc luôn là nhu cầu cần thiết và đóng một vai trò quan trọng trong đời sống xã hội. Để đáp ứng nhu cầu này, khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực thông tin đã đưa ra nhiều hình thức liên lạc ngày càng tiện nghi hơn, chất lượng tốt hơn để mang lại nhiều tiện ích cho cuộc sống và làm thay đổi phong cách sống, cách kinh doanh của chúng ta.

Môn học Thông tin di động là môn học nhằm cung cấp những kiến thức mới nhất, hiện đại nhất cho sinh viên năm cuối ngành Công nghệ điện tử truyền thông các hệ đại học, cao đẳng. Giáo trình được biên soạn theo đề cương môn học Thông tin di động của Khoa Điện - Điện Tử, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP Hồ Chí Minh. Giáo trình này được chia thành 4 chương: Chương 1 giới thiệu lịch sử phát triển của thông tin di động; Chương 2 trình bày cấu trúc của hệ thống GSM/GPRS; Chương 3 trình bày cấu trúc của hệ thống CDMA và Chương 4 trình bày các cấu trúc của hệ thống thông tin di động 3G. Các cấu trúc của hệ thống thông tin di động 4G sẽ được bổ sung trong các lần xuất bản tiếp theo hoặc được viết tiếp ở tập 2.

Tài liệu này được xuất bản lần đầu tiên nên khó tránh những thiếu sót. Rất mong nhận được sự góp ý của người đọc.

Mọi ý kiến góp ý xin gửi về Bộ môn Điện tử - Viễn thông, Khoa Điện - Điện tử, Trường Đại học Sư phạm kỹ thuật TP Hồ Chí Minh, số 1 Võ Văn Ngân, quận Thủ Đức, TP Hồ Chí Minh.

Xin chân thành cảm ơn!

Tác giả

MỤC LỤC

Lời nói đầu	3
Các từ viết tắt	9
CHƯƠNG 1: LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN THÔNG TIN DI ĐỘNG.....	14
1.1. Lịch sử và xu hướng phát triển hệ thống thông tin di động trên thế giới	14
1.1.1. Hệ thống 1G (hệ thống tương tự).....	14
1.1.2. Hệ thống 2G (Hệ thống số)	15
1.1.3. GSM phát triển lên 2.5G	16
1.1.4. Mạng thông tin di động 3G	17
1.1.5. Thế hệ 3.5G	20
1.1.6. Các công nghệ nâng cao tốc độ dữ liệu	20
1.1.7. Công nghệ 4G	21
1.1.8. Mạng 4G tổng quát.....	22
1.2. Các tổ chức chuẩn hoá trên thế giới	23
CHƯƠNG 2: HỆ THỐNG GSM.....	14
2.1. Giới thiệu chung.....	25
2.2. Cấu trúc chung của hệ thống GSM	26
2.2.1. Phân hệ chuyển mạch SS	27
2.2.2. Phân hệ trạm gốc BSS	29
2.2.3. Phân hệ khai thác OSS.....	30
2.2.4. Trạm di động MS	31
2.3. Các phương pháp đa truy nhập trong GSM	32
2.4. Kênh vật lý và kênh logic	34
2.4.1. Kênh vật lý	34
2.4.2. Kênh logic	34
2.5. Chuyển giao trong mạng GSM.....	37
2.6. Một số thủ tục cơ bản trong mạng GSM	38

2.6.1.	Bật/tắt máy ở trạm di động.....	38
2.6.2.	Cập nhật vị trí	39
2.6.3.	Thực hiện cuộc gọi	40
2.6.4.	Thủ tục chuyển giao	42
2.7.	Các dịch vụ của GSM.....	46
2.7.1.	Dịch vụ thoại.....	46
2.7.2.	Dịch vụ số liệu	46
2.7.3.	Dịch vụ nhắn tin SMS.....	46
2.7.4.	Dịch vụ WAP.....	46
2.7.5.	Các dịch vụ mới của GSM 2.5G	47
2.8.	Mạng GPRS.....	47
2.8.1.	Giới thiệu.....	47
2.8.2.	Cấu trúc mạng GPRS.....	48
2.8.3.	Một số dịch vụ của GPRS	57
2.9.	Tìm hiểu thêm về công nghệ EDGE	59
CHƯƠNG 3: HỆ THỐNG CDMA.....		62
3.1.	Giới thiệu chung.....	62
3.1.1.	CDMA là gì?.....	62
3.1.2.	Con đường phát triển của CDMA	63
3.2.	Kỹ thuật trải phổ	67
3.2.1.	Khái niệm trải phổ.....	67
3.2.2.	Sơ đồ khối của hệ thống trải phổ	68
3.2.3.	Các kỹ thuật trải phổ.....	70
3.2.4.	Chuỗi mã trải phổ.....	76
3.2.5.	Ưu điểm của trải phổ	81
3.3.	Các đặc tính của CDMA	83
3.3.1.	Tính đa dạng của phân tập	83
3.3.2.	Điều khiển công suất	84

3.3.3.	Công suất phát thấp	85
3.3.4.	Bộ mã - giải mã thoại và tốc độ số liệu biến đổi	85
3.3.5.	Bảo mật cuộc gọi.....	86
3.3.6.	Dung lượng	86
3.3.7.	Tái sử dụng tần số và vùng phủ sóng	87
3.4.	Một số vấn đề trong CDMA.....	89
3.4.1.	Đồng bộ	89
3.4.2.	Chuyển giao	91
3.4.3.	Điều khiển công suất trong CDMA.....	95
3.5.	Ví dụ một số thủ tục chính trong mạng CDMA	98
3.5.1.	Thiết lập cuộc gọi.....	98
3.5.2.	Thiết lập các dịch vụ cộng thêm	102
3.6.	Hệ thống thông tin di động IS-95	107
3.6.1.	Giới thiệu.....	107
3.6.2.	Đặc điểm mạng IS-95	107
3.7.	Hệ thống thông tin di động CDMA2000 1x.....	110
CHƯƠNG 4: HỆ THỐNG DI ĐỘNG 3G		114
4.1.	Các con đường đi lên 3G	114
4.2.	Hệ thống di động WCDMA	115
4.2.1.	Giới thiệu.....	115
4.2.2.	Các dịch vụ hệ thống	116
4.2.3.	Các đặc điểm của WCDMA	117
4.2.4.	Cấu trúc hệ thống WCDMA.....	119
4.2.5.	Các kênh sử dụng trong WCDMA.....	124
4.2.6.	Các mã trải phổ sử dụng trong WCDMA	132
4.2.7.	Trải phổ và điều chế đường xuống.....	138
4.2.8.	Các thủ tục lớp vật lý.....	142
4.2.9.	Sơ đồ tổng quát máy phát và máy thu WCDMA.....	147

4.2.10. Các giai đoạn nâng cấp WCDMA.....	149
4.3. Hệ thống di động CDMA2000	151
4.3.1. Tổng quan hệ thống.....	151
4.3.2. Các tính năng của hệ thống CDMA2000.....	153
4.3.3. Các kênh trong CDMA2000.....	155
4.3.4. Các cải tiến của hệ thống CDMA2000	156
4.3.5. Các phiên bản CDMA2000	158
Tài liệu tham khảo	169

CÁC TỪ VIẾT TẮT

3GPP	Third Generation Partnership Project
3GPP	3 rd Global Partnership Project
3GPP2	3 rd Global Partnership Project 2
AAA	Authentication, Authorization, Accounting
AGC	Automatic Gain Control
AGCH	Access Grant Channel
AMPS	Advanced Mobile Phone
ARQ	Automatic Repeat-request
AUC	Authentication Center
BCCH	Broadcast Control Channel
BER	Bit Error Rate
BG	Border Gateway
BIE	Base Station Interface Equipment
BPSK	Binary Phase-Shift Keying
BSC	Base Station Controller
BSS	Base Station Subsystem
BSSGP	BSS GPRS Protocol
BTS	Base Transceiver Station
CBCH	Call Broadcast Channel
CCCH	Common Control Channel
CCU	Channel Control Unit
CDMA	Code Division Multiple Access
CDPD	Cellular Digital Packet Data
CEPT	European Conference of Postal and Telecommunications administrations
CLPC	Closed Loop Power Control
CN	Core network
CSD	Circuit Switched Data

CSPDN	Circuit Switched Public Data Network
DAB	Digital Audio Broadcasting
D-AMPS	Digital AMPS
DCCH	Dedicated Control Channel
DND	Do Not Disturb
DRNC	Drift RNC
DS-SS	Direct-sequence spread spectrum
DVB	Digital Video Broadcasting
EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution
EIR	Equipment Identity Register
ETSI	European Telecommunication Standard Institute.
ETSI	European Telecommunication Standards Institute
EV-DO	Evolution -Data Optimized
EV-DV	Evolution -Data and Voice
FACCH	Fast Associated Control Channel
FCCH	Frequency Correction Channel
FDD	Frequency Division Duplex
FDMA	Frequency Division Multiple Access
FER	Frame Error Rate
FFPC	Fast Forward Power Control
FH-SS	Frequency-hopping spread spectrum
FSK	Frequency-Shift Keying
GGSN	Gateway GPRS Support Node
GMSC	Gateway Mobile Services Switching Center
GMSK	Gaussian Minimum-Shift Keying
GPRS	General Packet Radio Service
GPRS	General Packet Radio Service
GPS	Global Positioning System
GSA	General Services Administration

GSM	Groupe Special Mobile
GSM/ED GE	Radio Access Network (GERAN)
GSN	GPRS Support Node
HDR	High Data Rate
HLR	Home Location Register
HRPD	High Rate Packet Data
HSCSD	High Speed Circuit Switched Data
HSDPA	High Speed Downlink Package Access
HSPA	High Speed Package Access
HSUPA	High Speed Uplink Package Access
IEEE	Institute of Electrical and Electronics Engineers
IETF	Internet Engineering Task Force
IMSI	International Mobile Equipment Identity
IMT-2000	International Mobile Telecommunication-2000
IS-95	Interim Standard 95
ISDN	Integrated Services Digital Network
ITU	International Telecommunication Union
IWF	Interworking Function
IWF	Inter Working Function
LA	Local area
LAC	Link-Access Control
LTE	Long-Term Evolution
MAC	Media Access Control
MAI	Multiaccess interference
ME	Mobile Equipment
ME	Mobile Equipment
MEHO	Mobile evaluated handover
MINE	Multipurpose Internet Mail extension – Internet Mail

MIP	Mobile Internet Protocol
MS	Mobile Station
MSC	Mobile Services Switching Center
MSISDN	Mobile Station International Subscriber Directory Number
MSRN	Mobile Station Roaming Number
MWIF	Mobile Wireless Internet Forum
NEHO	Network evaluated handover
NMT	Nordic Mobile Telephone
NRZ	Non Return Zero
NS	Network Service
OFDM	Orthogonal Frequency-Division Multiplexing
OHG	Operator's Harmonisation Group
OLPC	Open loop power control
OQPSK	Offset Quadrature Phase Shift Keying
OSS	Operation Subsystem
OTD	Orthogonal Transmit Diversity
OVSF	Orthogonal Variable Spread Factor
PCB	Power Control Bit
PCH	Paging Channel
PCU	Packet Control Unit
PDC	Personal Digital Cellular
PDMA	Pole Division Multiple Access
PDN	Public Data Network
PDP	Packet Data Protocol
PIN	Personal Identity Number
PLMN	Public Land Mobile Network
PN	Pseudo Noise
PSDN	Packet Service Data Node
PSK	Phase-Shift Keying

PSPDN	Packet Switched Public Data Network
PSTN	Public Switched Telephone Network
QCELP	Qualcomm Code-Excited Linear Prediction
RACH	Random Access Channel
RLP	Radio Link Control
RNC	Radio Network Controller
RPELPC	Regular Pulse Excitation Linear Prediction Coding
RPP	Rental Partnership Program
RRC	Radio Resource Control
RRM	Radio resource management
SACCH	Slow Associated Control Channel
SCH	Synchronization Channel
SDCCH	Stand alone Dedicated Control Chanel
SDMA	Space Division Multiple Access
SDO	Standard Development Organization
SF	Spectrum Factor
SGSN	Serving GPRS support Node
SIM	Subscriber Identity Module
SIR	Signal to Interference
SNR	Signal-to-Noise Ratio
SRNC	Serving RNC
SS	Switching Subsystem
SS	Spread Spectrum
SSG	Special Study Group
SSMA	Spread Spectrum Multi Access
TACS	Total Access Communication Sytem Radiocom
TCH	Traffic Channel
TCP	Transmission Control Protocol

TD	Transmit Diversity
TDD	Time Division Duplex
TDMA	Time Division Multiple Access
TD-SCDMA	Time Division Synchronous Code Division Multiple Access
TH-SS	Time-Hopping spread-spectrum
TIFF	Tagged Image File Format
TMSI	Temporary Mobile Subscriber Identity
TPC	Transmit Power Control
TRAU	Transcoder and Rate Adapter Unit
UDP	User Datagram Protocol
UMB	
UMTS	
USIM	Universal Subscriber Identity Module
UTRAN	Universal Terrestrial Radio Access Network
VLR	Visitor Location Register
VoIP	Voice over IP
VPDN	Virtual Private Dial-up Network
WAP	Wireless Application Protocol
WCDMA	Wideband Code Division Multiple Access

Chương 1

LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN THÔNG TIN DI ĐỘNG

1.1. LỊCH SỬ VÀ XU HƯỚNG PHÁT TRIỂN HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG TRÊN THẾ GIỚI

Trong quá trình phát triển của xã hội loài người, thông tin liên lạc luôn là nhu cầu cần thiết và đóng một vai trò quan trọng trong đời sống xã hội. Để đáp ứng nhu cầu này, khoa học kỹ thuật trong lĩnh vực thông tin đã đưa ra nhiều hình thức liên lạc ngày càng tiện nghi hơn, chất lượng tốt hơn.

Khi các ngành thông tin quảng bá bằng vô tuyến phát triển thì ý tưởng về thiết bị điện thoại vô tuyến ra đời và cũng là tiền thân của mạng thông tin di động sau này. Năm 1946, mạng điện thoại vô tuyến đầu tiên được thử nghiệm tại ST Louis, bang Missouri của Mỹ.

Sau những năm 50 của thế kỷ XX, việc phát minh ra chất bán dẫn cũng ảnh hưởng lớn đến lĩnh vực thông tin di động. Ứng dụng các linh kiện bán dẫn vào thông tin di động đã cải thiện một số nhược điểm mà trước đây chưa làm được.

Thuật ngữ thông tin di động tế bào ra đời vào những năm 70 của thế kỷ XX khi kết hợp được các vùng phủ sóng riêng lẻ giải được bài toán khó về dung lượng.

1.1.1. Hệ thống 1G (Hệ thống tương tự)

a. Lịch sử phát triển

Công nghệ di động đầu tiên là công nghệ tương tự và mạng điện thoại di động đầu tiên của nhân loại ra đời ở Nhật vào năm 1979. Những công nghệ chính thuộc thế hệ thứ nhất này có thể kể đến là: **NMT** (Nordic Mobile Telephone) được sử dụng ở các nước Bắc Âu, Tây Âu và Nga. Cũng có một số công nghệ khác như **AMPS** (Advanced Mobile Phone Sytem – hệ thống điện thoại di động tiên tiến) được sử dụng ở Mỹ và Úc; **TACS** (Total Access Communication Sytem – hệ thống giao tiếp truy cập tổng hợp) được sử dụng ở Anh, C-45 ở Tây Đức, Bồ Đào Nha và Nam Phi, Radiocom 2000 ở Pháp và **RTMI** ở Italia.

b. Đặc điểm của hệ thống 1G

Hầu hết các hệ thống này là hệ thống analog và yêu cầu chuyển dữ liệu chủ yếu là âm thanh. Với hệ thống này, cuộc gọi có thể bị nghe trộm

bởi bên thứ ba. Một số chuẩn trong hệ thống này là: NTM, AMPS, Hicap, CDPD, Mobitex, DataTac. Những điểm yếu của thế hệ 1G là dung lượng thấp, xác suất rớt cuộc gọi cao, khả năng chuyển cuộc gọi không tin cậy, chất lượng âm thanh kém, không có chế độ bảo mật,...,do vậy hệ thống 1G không thể đáp ứng được nhu cầu sử dụng.

1.1.2. Hệ thống 2G (Hệ thống số)

Năm 1982, hội nghị quản lý bưu điện và viễn thông ở Châu Âu (CEPT – European Conference of Postal and Telecommunications administrations) thành lập một nhóm nghiên cứu, GSM – Group Speciale Mobile, nhằm mục đích phát triển chuẩn mới về thông tin di động ở Châu Âu. Năm 1987, 13 quốc gia ký vào bản ghi nhớ và đồng ý giới thiệu mạng GSM vào năm 1991. Năm 1988, Viện Nghiên cứu Tiêu chuẩn Viễn thông Châu Âu (ETSI – European Telecommunication Standards Institute) được thành lập và có trách nhiệm nghiên cứu kỹ thuật GSM thành chuẩn European. Sự phát triển kỹ thuật từ FDMA -1G lên 2G là sự kết hợp FDMA và TDMA.

Tất cả các chuẩn của thế hệ này đều là chuẩn kỹ thuật số và được định hướng thương mại, bao gồm: GSM, iDEN, D-AMPS, IS-95, PDC, CSD, PHS, GPRS, HSCSD, WiDEN và CDMA2000 (1xRTT/IS-2000). Trong đó, khoảng 60% số mạng hiện tại là theo chuẩn của Châu Âu.

a. Đặc điểm của hệ thống

Hệ thống GSM làm việc trong một băng tần hẹp, sử dụng điều chế số, phương pháp đa truy nhập chính là:

- + *Đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA - Frequency Division Multiple Access).*
- + *Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA – Time Division Multiple Access).*
- + *Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA – Code Division Multiple Access).*

b. Các hệ thống điển hình

Thế hệ thứ hai (2G) xuất hiện vào những năm 90 của thế kỷ XX với mạng di động số đầu tiên, sử dụng kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA). Trong thời kỳ của thế hệ thứ hai, nền công nghệ thông tin di động đã tăng trưởng vượt trội cả về số lượng thuê bao và các dịch vụ giá trị gia tăng. Các mạng thế hệ thứ hai cho phép truyền dữ liệu hạn chế trong khoảng từ 9.6 kbps đến 19.2 kbps. Các mạng này được sử dụng chủ yếu cho mục đích thoại và là các mạng chuyển mạch kênh.

Tương tự như trong 1G, không tồn tại một chuẩn chung toàn cầu nào cho 2G. Hiện nay các hệ thống 2G dựa trên 3 chuẩn công nghệ chính sau:

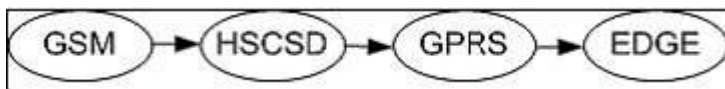
- D-AMPS (Digital AMPS): được sử dụng tại Bắc Mỹ. D-AMPS đang dần được thay thế bởi GSM/GPRS và CDMA2000.
- GSM (Global System for Mobile Communications): Các hệ thống triển khai GSM được sử dụng rất rộng rãi trên thế giới (ngoại trừ Bắc Mỹ, Nhật). Mỗi thiết bị đầu cuối di động truyền thông trên một tần số và nhận thông tin trên một tần số khác cao hơn (chênh lệch 80MHz trong D-AMPS và 55MHz trong GSM). Trong cả hai hệ thống, phương pháp phân chia thời gian được áp dụng cho một cặp tần số, làm tăng khả năng cung cấp dịch vụ đồng thời của hệ thống. Tuy nhiên, các kênh GSM rộng hơn các kênh AMPS (200kHz so với 30kHz), do đó, GSM cung cấp độ truyền dữ liệu cao hơn D-AMPS.
- CDMA (code Division Multiple Access): CDMA sử dụng công nghệ đa truy cập phân chia mã. Nhờ công nghệ này CDMA có thể nâng cao dung lượng cung cấp, đồng thời các cuộc gọi trong một cell cao hơn hẳn so với hai công nghệ trên.
- PDC (Personal Digital Cellular): là chuẩn được phát triển và sử dụng duy nhất tại Nhật Bản. Giống như D-AMPS và GSM, PDC sử dụng TDMA.

c. Những ưu điểm của 2G so với 1G

- Những cuộc gọi di động được mã hóa kỹ thuật số.
- Cho phép tăng hiệu quả kết nối các thiết bị.
- Bắt đầu có khả năng thực hiện các dịch vụ số liệu trên điện thoại di động – khởi đầu là tin nhắn SMS.

Những công nghệ 2G được chia làm hai dòng chuẩn: TDMA và CDMA, tùy thuộc vào hình thức ghép kênh được sử dụng.

1.1.3. GSM phát triển lên 2.5G



Trong đó:

- HSCSD (High Speed Circuit Switched Data): số liệu chuyển mạch kênh tốc độ cao.

- GPRS(General Packet Radio Service): dịch vụ vô tuyến gói chung.

Hệ thống GPRS là bước đầu tiên hướng tới 3G. Nó mở rộng kiến trúc mạng GSM với truy cập tốc độ cao và hiệu quả với những mạng chuyển mạch gói khác (tốc độ dữ liệu tăng tới 115kbps).

- EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution): tốc độ số liệu tăng cường cho sự phát triển GSM.

EDGE có thể phát nhiều bit gấp 3 lần GPRS trong một chu kỳ. Đây là lý do chính làm cho tốc độ bit EDGE cao hơn. ITU đã định nghĩa 384kbps là giới hạn tốc độ dữ liệu cho dịch vụ để thực hiện chuẩn IMT-2000 trong môi trường không lý tưởng (384 kbps tương ứng với 48 kbps trên mỗi khe thời gian, giả sử một đầu cuối có 8 khe thời gian).

Thế hệ 2,5G cung cấp một số lợi ích của mạng 3G (ví dụ chuyển mạch gói) và có thể sử dụng cơ sở hạ tầng đang tồn tại của 2G trong các mạng GSM và CDMA. GPRS là công nghệ được các nhà cung cấp dịch vụ viễn thông GSM sử dụng. Các giao thức, như EDGE cho GSM và CDMA 2000 1x-RTT cho CDMA, có thể đạt chất lượng như các dịch vụ 3G (vì dùng tốc độ truyền dữ liệu 144Kb/s), nhưng vẫn được xem như dịch vụ 2,5G bởi vẫn chậm hơn vài lần so với dịch vụ 3G thật sự.

1.1.4. Mạng thông tin di động 3G

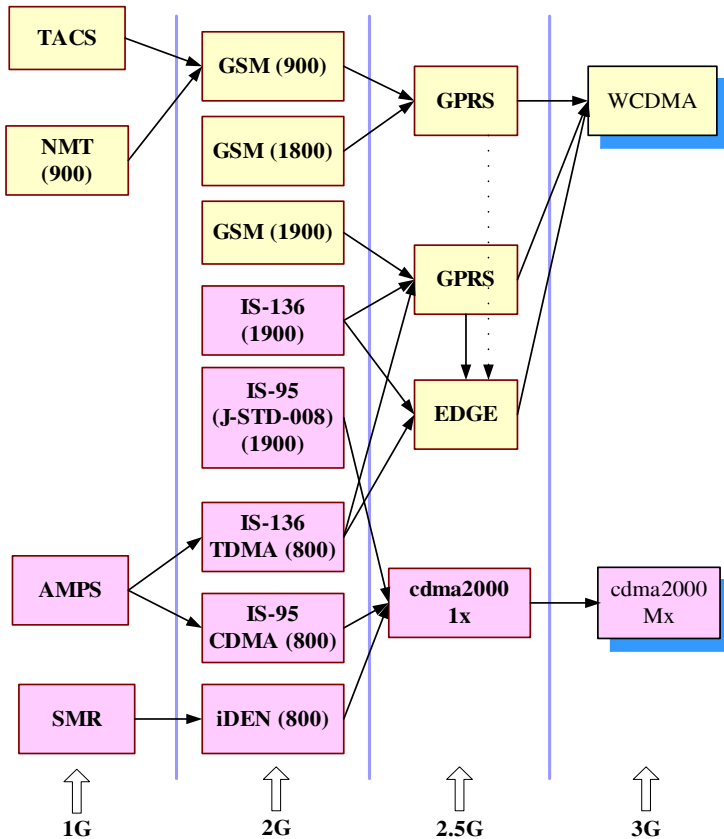
Các mạng 3G đã được đề xuất để khắc phục những nhược điểm của các mạng 2G và 2.5G đặc biệt ở tốc độ thấp và không tương thích giữa các công nghệ như TDMA và CDMA giữa các nước. Vào năm 1992, ITU công bố chuẩn IMT-2000 (International Mobile Telecommunication-2000) cho hệ thống 3G với các ưu điểm nổi trội như sau:

- Cung cấp dịch vụ thoại chất lượng cao
- Các dịch vụ tin nhắn (e-mail, fax, SMS, chat,...)
- Các dịch vụ đa phương tiện (xem phim, xem truyền hình, nghe nhạc,...)
- Truy nhập Internet (duyệt Web, tải tài liệu,...)
- Sử dụng chung một công nghệ thống nhất, đảm bảo sự tương thích toàn cầu giữa các hệ thống.

Để thoả mãn các dịch vụ đa phương tiện cũng như đảm bảo khả năng truy cập Internet băng thông rộng, IMT-2000 hứa hẹn cung cấp băng thông 2 Mbps, nhưng thực tế triển khai chỉ ra rằng với băng thông này việc chuyển giao rất khó, vì vậy chỉ có những người sử dụng không

di động mới được đáp ứng bằng thông kết nối này, còn khi đi bộ bằng thông sẽ là 384 kbps, khi di chuyển bằng ô tô sẽ là 144 kbps.

Theo đặc tả của ITU, một công nghệ toàn cầu sẽ được sử dụng trong mọi hệ thống IMT-2000, điều này dẫn đến khả năng tương thích giữa các mạng 3G trên toàn thế giới. Tuy nhiên, hiện nay trên thế giới tồn tại hai công nghệ 3G chủ đạo: UMTS (WCDMA) và CDMA2000. Lộ trình phát triển các hệ thống di động trước lên 3G như sau:



Hình 1.1: Con đường phát triển hệ thống di động trước lên 3G

UMTS (WCDMA)

UMTS (Universal Mobile Telephone System), dựa trên công nghệ WCDMA, là giải pháp được ưa chuộng cho các nước đang triển khai các hệ thống GSM muốn chuyển lên 3G. UMTS được hỗ trợ bởi Liên minh Châu Âu và được quản lý bởi 3GPP (third Generation Partnership Project), tổ chức chịu trách nhiệm cho các công nghệ GSM, GPRS. UMTS hoạt động ở băng thông 5MHz, cho phép các cuộc gọi có thể chuyển giao một cách hoàn hảo giữa các hệ thống UMTS và GSM đã có.

CDMA2000

Một chuẩn 3G quan trọng khác là CDMA2000, chuẩn này là sự tiếp nối đối với các hệ thống đang sử dụng công nghệ CDMA trong thế hệ 2. CDMA2000 được quản lý bởi 3GPP2, một tổ chức độc lập và tách rời khỏi 3GPP của UMTS. CDMA2000 có tốc độ truyền dữ liệu từ 144kbps đến 2Mbps. Hệ thống CDMA2000 không có khả năng tương thích với các hệ thống GSM hoặc D-AMPS của thế hệ thứ hai.

TD-SCDMA

Chuẩn ít được biết đến hơn là TD-SCDMA đang được phát triển tại Trung Quốc bởi các công ty Datang và Siemens.

Đặc điểm và các kỹ thuật chính

Đặc điểm nổi bật nhất của mạng 3G là khả năng hỗ trợ một lượng lớn các khách hàng trong việc truyền tải âm thanh và dữ liệu – đặc biệt là ở các vùng đô thị - với tốc độ cao hơn và chi phí thấp hơn mạng 2G.

3G sử dụng kênh truyền dẫn 5 MHz để chuyển dữ liệu, cho phép việc truyền dữ liệu ở tốc độ 384 kbps trong mạng di động và 2 Mbps trong hệ thống tĩnh.

Kết cấu phân tầng: Hệ thống UMTS dựa trên các dịch vụ được phân tầng.

CDMA được dùng trong mạng IMT-2000 3G là WCDMA (Wideband CDMA) và CDMA2000.

- WCDMA là đối thủ của CDMA2000 và là một trong hai chuẩn 3G, trải phổ rộng hơn đối với CDMA, do đó, có thể phát và nhận thông tin nhanh hơn và hiệu quả hơn.
- Ở Châu Âu, mạng 3G WCDMA được biết như là UMTS- là một cái tên khác cho WCDMA/dịch vụ 3G.

UMTS sử dụng WCDMA, WCDMA như chuẩn phát vô tuyến, có băng thông kênh là 5 MHz, có thể mang 100 cuộc gọi cùng một lúc, hoặc có thể mang dữ liệu tới 2Mbps. Tuy nhiên, với sự tăng cường HSDPA và HSUPA dựa trên các chuẩn R99/R4/R5/R6, tốc độ phát dữ liệu có thể tăng tới 14,4 Mbps.

UMTS cho phép cả hai chế độ FDD và TDD.

Tần số: Hiện tại có 6 băng sử dụng cho UMTS/WCDMA, tập trung vào UMTS tần số cấp phát trong 2 băng Uplink (1885 – 2025)MHz và Downlink (2110 – 2200) MHz.

CDMA2000 (chuẩn 3G khác) là một sự nâng cấp từ CDMAone, sử dụng trải phổ rộng do đó có thể phát và thu thông tin nhanh hơn và hiệu quả hơn, phát dữ liệu internet nhanh, Video và phát nhạc chất lượng CD. CDMA2000 gồm CDMA2000-1X, 1X-EV-DV, 1X EV-DO, và CDMA2000 3X. Chúng phát dịch vụ 3G khi chiếm giữ một phổ tần nhỏ (1,25MHz mỗi sóng mang).

1.1.5. Thế hệ 3.5G

3,5G là những ứng dụng được nâng cấp dựa trên công nghệ hiện có của 3G. Công nghệ của 3,5G chính là HSDPA (High Speed Downlink Package Access). Đây là giải pháp mang tính đột phá về mặt công nghệ, được phát triển trên cơ sở của hệ thống 3G WCDMA.

HSDPA cho phép download dữ liệu về máy điện thoại có tốc độ tương đương tốc độ đường truyền ADSL, vượt qua những cản trở cố hữu về tốc độ kết nối của một điện thoại thông thường. HSDPA được thiết kế cho những ứng dụng dịch vụ dữ liệu như: dịch vụ cơ bản (tải file, phân phối email), dịch vụ tương tác (duyet web, truy cập server, tìm và phục hồi cơ sở dữ liệu) và dịch vụ Streaming.

1.1.6. Các công nghệ nâng cao tốc độ dữ liệu

Ghép kênh phân chia tần số trực giao OFDM là kỹ thuật điều chế đa sóng mang đang được sử dụng rộng rãi trong các ứng dụng truyền thông vô tuyến lẫn hữu tuyến. Ưu điểm của OFDM là khả năng truyền dữ liệu tốc độ cao qua kênh truyền fading có tính chọn lọc tần số và sử dụng hiệu quả băng thông. Ngoài ra, quá trình điều chế và giải điều chế đa sóng mang có thể thực hiện dễ dàng nhờ phép biến đổi nhanh Fourier thuận và nghịch. Với những ưu điểm như vậy, OFDM đã được chọn làm chuẩn cho hệ thống phát quảng bá âm thanh số/ hình ảnh số DAB/ DVB, chuẩn cho mạng LAN không dây tốc độ cao IEEE 802.11 và là nền tảng cho hệ thống Wimax.

Chuẩn Wimax đầu tiên ra đời vào tháng 10 năm 2001. Khác với WiFi chỉ sử dụng một băng tần, Wimax có thể hoạt động trong băng tần từ 2-66 Ghz với các ứng dụng khác nhau. Wimax cung cấp đường truyền với tốc độ lên tới 70Mb/s.

Kết hợp giữa OFDM và CDMA tạo ra một kỹ thuật mới gọi là MC-CDMA ra đời vào năm 1993 và nhanh chóng thu hút sự quan tâm của nhiều nhà nghiên cứu trên thế giới. MC-CDMA thừa kế các ưu điểm của CDMA như tính bền vững với nhiễu chọn lọc tần số, sử dụng băng thông hiệu quả và khả năng đa truy cập, các ưu điểm của OFDM như chống lại trải trễ kênh truyền, tận dụng mô hình phân tán tần số, giảm độ phức tạp hệ thống điều chế và giải điều chế. Ngoài ra, truyền dữ liệu đồng thời

trên đa sóng mang cho tốc độ cao và tốc độ symbol trên mỗi sóng mang phụ giảm sẽ giúp việc đồng bộ dễ dàng hơn. Hơn nữa, với mô hình sử dụng nhiều mã cho một người dùng trong các hệ thống đa truy nhập đơn sóng mang (Multicode CDMA) cũng như trong các hệ thống đa truy nhập đa sóng mang (Multicode Multicarrier CDMA) đã được đưa ra. Mục đích của việc sử dụng nhiều mã cho một người dùng trong các hệ thống đơn và đa sóng mang là nhằm tạo cho các hệ thống này khả năng có thể cung cấp nhiều loại tốc độ khác nhau, từ đó có thể đáp ứng được yêu cầu của nhiều loại dịch vụ khác nhau.

Cùng với sự kết hợp giữa OFDM và CDMA, sự kết hợp giữa MIMO và OFDM sẽ làm nền tảng cho sự phát triển thế hệ di động tương lai (4G).

1.1.7. Công nghệ 4G

Việc triển khai tại một số nước đã chỉ ra một vài vấn đề mà 3G chưa giải quyết được hoặc mới chỉ giải quyết được một phần, đó là:

- Sự khó khăn trong việc tăng liên tục băng thông và tốc độ dữ liệu để thỏa mãn nhu cầu ngày càng đa dạng các dịch vụ đa phương tiện và các dịch vụ khác với nhu cầu về chất lượng dịch vụ (QoS) và băng thông khác nhau.
- Sự giới hạn của dải phổ sử dụng.
- Tồn tại những chuẩn công nghệ 3G khác nhau nên gây khó khăn trong việc chuyển vùng (roaming) giữa các môi trường dịch vụ khác biệt trong các băng tần số khác nhau.
- Thiếu cơ chế chuyển tải “seamless” (liền mạch) giữa đầu cuối với đầu cuối khi mở rộng mạng con di động với mạng cố định.

Trong nỗ lực khắc phục những vấn đề của 3G, để hướng tới mục tiêu tạo ra một mạng di động có khả năng cung cấp cho người sử dụng các dịch vụ thoại, truyền dữ liệu và đặc biệt là các dịch vụ băng rộng multimedia tại mọi nơi, mọi lúc, mạng di động thế hệ thứ tư - 4G đã được đề xuất nghiên cứu và hứa hẹn những bước triển khai đầu tiên trong vòng một thập kỷ nữa.

a. Các đặc điểm công nghệ

Hiện nay, 4G mới đang ở giai đoạn đầu của quá trình phát triển với nhiều cách tiếp cận tương đối khác nhau. Chúng ta sẽ xem xét 5 đặc điểm cơ bản, là động lực cho sự phát triển hệ thống di động 4G.

- Hỗ trợ lưu lượng IP.
- Hỗ trợ tính di động tốt.

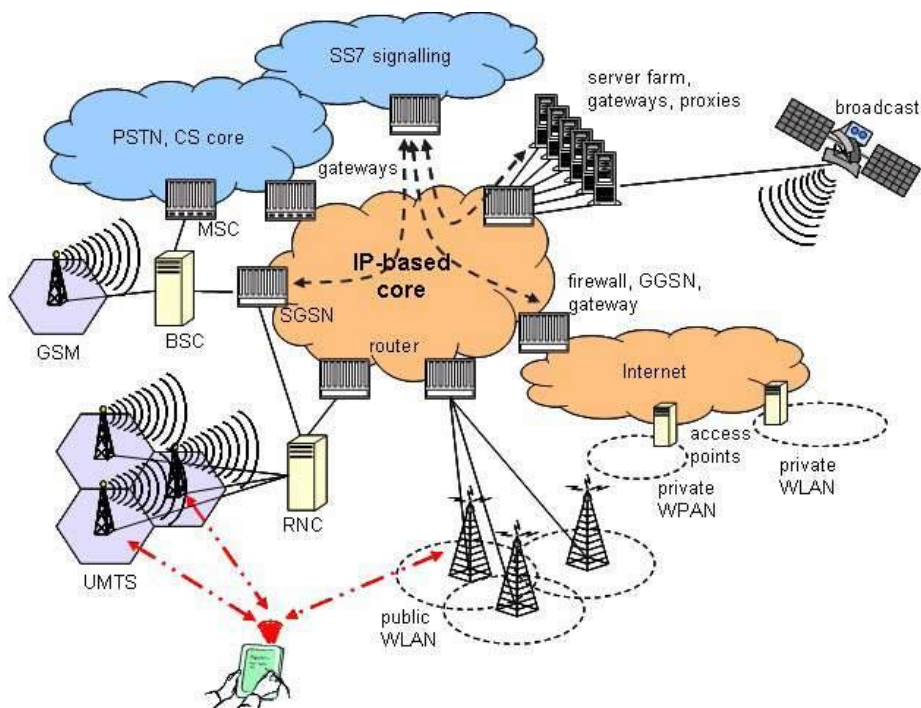
- Hỗ trợ nhiều công nghệ vô tuyến khác nhau.
- Không cần liên kết điều khiển.
- Hỗ trợ bảo mật đầu cuối-đầu cuối.

1.1.8. Mạng 4G tổng quát

Dựa trên xu thế phát triển của thông tin di động, mạng 4G sẽ có băng thông rộng hơn, tốc độ dữ liệu cao hơn, chuyển giao nhanh hơn và không gián đoạn, đặc biệt cung cấp các dịch vụ liên tục giữa các hệ thống và các mạng.

Mạng 4G sẽ bao gồm tất cả các hệ thống của các mạng khác nhau, từ mạng công cộng đến mạng riêng, từ mạng băng rộng có quản trị mạng đến mạng cá nhân và các mạng Adhoc. Các hệ thống 4G sẽ hoạt động kết hợp với các hệ thống 2G và 3G cũng như các hệ thống phát quảng bá băng rộng khác. Thêm vào đó, mạng 4G sẽ là mạng Internet di động dựa trên IP hoàn toàn.

Hình 1.2 cho thấy một loạt các hệ thống mạng 4G sẽ tích hợp: vệ tinh băng rộng, mạng tổ ong 2G, mạng tổ ong 3G, mạch vòng nội hạt vô tuyến (WLL) và mạng cá nhân (PAN), dùng giao thức IP là giao thức tích hợp.



Hình 1.2: Kết nối liên tục giữa các mạng

Cho đến nay, chưa có một chuẩn nào rõ ràng cho 4G được thông qua. Tuy nhiên, những công nghệ phát triển cho 3G hiện nay sẽ làm tiền đề cho ITU xem xét để phát triển chuẩn 4G. Các cơ sở quan trọng để ITU thông qua chuẩn 4G chính là từ hỗ trợ của các công ty di động toàn cầu; các tổ chức chuẩn hóa và đặc biệt là sự xuất hiện của ba công nghệ cho việc phát triển mạng di động tế bào LTE (Long-Term Evolution), UMB (Ultramobile Broadband) và WiMAX II (IEEE802.16m). Ba công nghệ này có thể được xem là các công nghệ tiền 4G. Chúng sẽ là các công nghệ quan trọng giúp ITU xây dựng chuẩn 4G trong thời gian tới.

1.2. CÁC TỔ CHỨC CHUẨN HOÁ TRÊN THẾ GIỚI

Trong mọi lĩnh vực, muốn áp dụng bất cứ công nghệ nào trên phạm vi toàn thế giới đều phải xây dựng một bộ tiêu chuẩn cho công nghệ đó để bắt buộc các nhà cung cấp dịch vụ, nhà sản xuất thiết bị hay các nhà khai thác phải tuân thủ nghiêm ngặt bộ tiêu chuẩn của công nghệ đó. Việc xây dựng bộ tiêu chuẩn cho một công nghệ thường do tổ chức hay cơ quan có thẩm quyền nghiên cứu đưa ra dự thảo đề xuất và nghiên cứu đánh giá. Lĩnh vực thông tin di động cũng không nằm ngoài nguyên tắc chung này.

Một vấn đề cần quan tâm trong lĩnh vực di động là trên thế giới hiện nay đang tồn tại nhiều công nghệ di động khác nhau đang cùng tồn tại phát triển và cạnh tranh nhau để chiếm lĩnh thị phần. Nhu cầu thống nhất các công nghệ này thành một hệ thống thông tin di động đã xuất hiện từ lâu, nhưng gặp phải nhiều khó khăn trở ngại. Trên thực tế các công nghệ di động khác nhau vẫn song song tồn tại và phát triển. Điều này đồng nghĩa với việc trên thế giới có nhiều tổ chức và cơ quan chuẩn hoá khác nhau.

Hiện nay trên thế giới, tham gia vào việc chuẩn hoá cho hệ thống thông tin di động có một số tổ chức sau:

- ITU-T (*T-Telecommunications*), cụ thể là nhóm SSG (*Special Study Group*)
- ETSI: European Telecommunication Standard Institute.
- ITU-R (*R- Radio*): cụ thể là nhóm *Working Group 8F –WG8F*.
- 3GPP: *3rd Global Partnership Project*
- 3GPP2: *3rd Global Partnership Project 2*
- IETF: *Internet Engineering Task Force*

- Các tổ chức phát triển tiêu chuẩn khu vực (SDO: *Standard Development Organization*).
- OHG – *Operator's Harmonisation Group*
- 3G.IP: cụ thể là *Working Group 8G- WG8G*
- MWIF- *Mobile Wireless Internet Forum*.

Hai tổ chức chịu trách nhiệm chính trong việc xây dựng tiêu chuẩn cho hệ thống thông tin di động 3G là 3GPP và 3GPP2. Hai tổ chức này có nhiệm vụ hình thành và phát triển các kỹ thuật ở các lĩnh vực riêng nhằm thoả mãn các tiêu chuẩn kỹ thuật của hệ thống thông tin di động 3G thống nhất.

Câu hỏi ôn tập:

1. Hãy trình bày và so sánh ưu khuyết điểm của các hệ thống thông tin di động thế hệ 1G, 2G, 2,5 G.
2. Hãy trình bày và so sánh ưu khuyết điểm của các hệ thống thông tin di động thế hệ 3G, 3,5 G và 4G.
3. Hãy trình bày một số tổ chức chuẩn hoá trên thế giới

Chương 2

HỆ THỐNG GSM/GPRS

2.1. GIỚI THIỆU CHUNG

Năm 1982, hội nghị quản lý bưu điện và viễn thông ở Châu Âu (CEPT) đã thành lập nhóm đặc trách di động (Groupe Special Mobile) với nhiệm vụ tìm ra hệ thống vô tuyến tế bào toàn Châu Âu hoạt động trong dải 900 MHz. Hệ thống này được hình thành để khắc phục những hạn chế thấy rõ về dung lượng của các hệ thống tương tự đã triển khai tại một số nước Châu Âu (ví dụ NMT ở các nước Bắc Âu). Tiêu chuẩn tế bào toàn châu Âu phải hỗ trợ lưu động (roaming) quốc tế và tạo đà phát triển cho ngành công nghiệp viễn thông Châu Âu. Sau những thảo luận ban đầu, ba nhóm làm việc được thành lập để xử lý các công việc cụ thể của việc xác định hệ thống, sau đó nhóm thứ 4 được thành lập tiếp. Năm 1986 bộ phận thường trực được lập tại Paris để phối hợp hoạt động của các nhóm làm việc và quản lý việc tạo các khuyến nghị hệ thống. Các nhóm làm việc được yêu cầu xác định các giao diện hệ thống sao cho máy di động, dù ở dạng cầm tay hay lắp trên xe, đều có thể di động qua các nước có triển khai hệ thống mới và đều có thể truy cập tất cả các dịch vụ. So với hệ thống tương tự hiện có, hệ thống mới phải có dung lượng cao hơn, chi phí vận hành bằng hoặc thấp hơn và chất lượng tiếng nói phải bằng hoặc tốt hơn. Dải tần chung toàn châu Âu cho hệ thống mới là 890-915 MHz và 935-960 MHz.

Các nghiên cứu trong các nước châu Âu khác nhau đã kết luận rằng hệ thống số là phù hợp hơn hệ thống tương tự, song việc lựa chọn phương pháp đa truy nhập vẫn chưa được quyết định. Vì thế, người ta quyết định thử nghiệm một số dự án hệ thống khác nhau trên thực địa (tại Paris, cuối năm 1986).

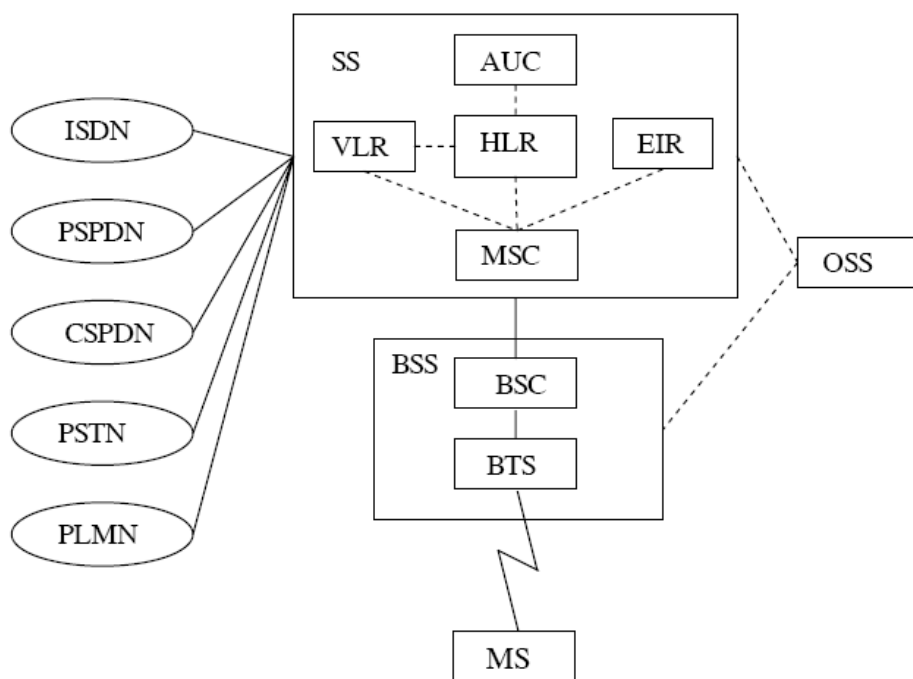
Trong năm 1987, các kết quả thử nghiệm được đánh giá thảo luận và cuối cùng đã đạt được thỏa thuận về các đặc trưng chủ yếu của hệ thống mới. Đến tháng 6/1987 đã quyết định chọn TDMA dải hẹp, với 8 kênh trên một sóng mang (có thể mở rộng đến 16 kênh/sóng mang). Mã hóa tiếng nói được chọn là loại RPELPC (dự đoán tuyến tính kích thích xung đều) với tốc độ bit là 13 kb/s. Mã kênh được chọn là mã xoắn, kiểu điều chế được chọn là GMSK nhờ hiệu quả phổ cao.

Các đặc tả hệ thống GSM xuất hiện vào giữa năm 1988. Tuy nhiên, do không thể xác định mọi đặc điểm của hệ thống cho kịp khai trương vào năm 1991 nên đặc tả được chia thành 2 giai đoạn. Các đặc tả của giai đoạn 1 (các dịch vụ chung nhất) sẽ hoàn thành vào năm 1990. Giai đoạn 2 sẽ xác định các dịch vụ còn lại (fax, v.v.) đồng thời sửa lỗi và cải thiện chất lượng của hệ thống ở giai đoạn 1. Theo yêu cầu của Anh, một phiên bản của GSM hoạt động trong dải 1800 MHz cũng được đưa vào trong giai đoạn 1. Phiên bản này được gọi là hệ thống tế bào số tại 1800 MHz (DCS1800). Giai đoạn hai hoàn thành năm 1993 và tiếp sau là giai đoạn 2+, gồm một số đặc điểm mới như mã hóa tiếng nói bán tốc, tăng tốc độ di chuyển của máy di động mà vẫn đảm bảo liên lạc tin cậy.

2.2. CẤU TRÚC CHUNG CỦA HỆ THỐNG GSM

Một hệ thống GSM có thể được chia thành nhiều phân hệ sau đây:

- Phân hệ chuyển mạch (SS: Switching Subsystem)
- Phân hệ trạm gốc (BSS: Base Station Subsystem)
- Phân hệ khai thác (OSS: Operation Subsystem)
- Trạm di động (MS: Mobile Station)



Hình 0.1: Cấu trúc hệ thống GSM

2.2.1. Phân hệ chuyển mạch SS

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

Phân hệ chuyển mạch SS bao gồm các khối chức năng sau:

- Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động (MSC: Mobile Services Switching Center).
- Bộ ghi định vị tạm trú (VLR: Visitor Location Register)
- Bộ ghi định vị thường trú (HLR: Home Location Register)
- Trung tâm nhận thực (AUC: Authentication Center)
- Bộ nhận dạng thiết bị (EIR: Equipment Identity Register)
- Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động cổng (GMSC: Gateway Mobile Services Switching Center)

a. Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động

Ở SS, chức năng chuyển mạch chính được MSC thực hiện. Nhiệm vụ chính của MSC là điều phối việc thiết lập cuộc gọi đến những người sử dụng mạng GSM. Một mặt, MSC giao tiếp với phân hệ BSS; mặt khác, cũng giao tiếp với mạng ngoài. MSC làm nhiệm vụ giao tiếp với mạng ngoài được gọi là MSC cổng. Việc giao tiếp với mạng ngoài để đảm bảo thông tin cho người sử dụng mạng GSM đòi hỏi công thích ứng (các chức năng tương tác IWF: Interworking Function). SS cũng cần giao tiếp với mạng ngoài để sử dụng các khả năng truyền tải của các mạng này cho việc truyền tải số liệu của người sử dụng hoặc báo hiệu giữa các phân tử của mạng GSM. MSC thường là một tổng đài lớn điều khiển và quản lý một số các bộ điều khiển trạm gốc.

Để kết nối MSC với một số mạng khác, cần phải thích ứng các đặc điểm truyền dẫn của GSM với các mạng này. Các thích ứng này được gọi là các chức năng tương tác IWF bao gồm một thiết bị để thích ứng giao thức và truyền dẫn. Thiết bị này cho phép kết nối với các mạng: PSPDN (Packet Switched Public Data Network: mạng số liệu công cộng chuyển mạch gói), hay CSPDN (Circuit Switched Public Data Network: mạng số liệu công cộng chuyển mạch kênh), cùng tồn tại khi các mạng khác chỉ đơn thuần là PSTN hay ISDN. IWF có thể được thực hiện trong cùng chức năng MSC hay có thể ở thiết bị riêng, ở trường hợp hai thì giao tiếp giữa MSC và IWF được để mở.

Để thiết lập một cuộc gọi đến người sử dụng GSM, trước hết cuộc gọi phải được định tuyến đến một tổng đài công GMSC mà không cần biết đến hiện thời thuê bao đang ở đâu. Các tổng đài công có nhiệm vụ lấy thông tin về vị trí của thuê bao và định tuyến cuộc gọi đến tổng đài đang quản lý thuê bao ở thời điểm hiện thời (MSC tạm trú). Muốn vậy trước hết các tổng đài công phải dựa trên số thoại danh bạ của thuê bao để tìm đúng HLR cần thiết và hỏi HLR này. Tổng đài công có một giao diện với các mạng bên ngoài với mạng GSM. Về phương diện kinh tế, không phải bao giờ tổng đài công cũng đứng riêng mà thường được kết hợp với MSC.

b. Bộ ghi định vị thường trú HLR

Là cơ sở dữ liệu quan trọng nhất của mạng GSM, lưu trữ các số liệu và địa chỉ nhận dạng cũng như các thông số nhận thực của thuê bao trong mạng. Các thông tin lưu trữ trong HLR gồm: nhận dạng thuê bao IMSI, MSISDN, VLR hiện thời, trạng thái thuê bao, khoá nhận thực và chức năng nhận thực, số lưu động trạm di động MSRN. HLR chứa những cơ sở dữ liệu bậc cao của tất cả các thuê bao trong GSM. Những dữ liệu này được truy nhập từ xa bởi các MSC và VLR của mạng.

c. Bộ ghi định vị tạm trú VLR

VLR là cơ sở dữ liệu thứ hai trong mạng GSM, được nối với một hay nhiều MSC và có nhiệm vụ lưu giữ tạm thời số liệu thuê bao của các thuê bao hiện đang nằm trong vùng phục vụ của MSC tương ứng và đồng thời lưu giữ số liệu về vị trí của các thuê bao nói trên ở mức độ chính xác hơn HLR. Các chức năng VLR thường được liên kết với các chức năng MSC.

d. Trung tâm nhận thực AUC

AUC quản lý các thông tin nhận thực và mật mã liên quan đến từng cá nhân thuê bao dựa trên một khoá nhận dạng bí mật Ki để đảm bảo an toàn số liệu cho các thuê bao được phép. Khoá này cũng được lưu giữ vĩnh cửu và bí mật trong bộ nhớ ở MS. Bộ nhớ này có dạng Simcard có thể rút ra và cắm lại được. AUC có thể được đặt trong HLR hoặc MSC hoặc độc lập với cả hai.

Khi đăng ký thuê bao, khoá nhận thực Ki được ghi nhớ vào Simcard của thuê bao cùng với IMSI. Đồng thời khoá nhận thực Ki cũng được lưu giữ ở trung tâm nhận thực AUC để tạo ra bộ ba thông số cần thiết cho quá trình nhận thực và mật mã hoá:

- Số ngẫu nhiên RAND.

- Mật khẩu SRES được tạo ra từ Ki và số ngẫu nhiên RAND bằng thuật toán A3.
- Khoá mật mã Kc được tạo ra từ Ki và số ngẫu nhiên RAND bằng thuật toán A8.

e. Bộ đăng ký nhận dạng thiết bị EIR

Quản lý thiết bị di động được thực hiện bởi bộ đăng ký nhận dạng thiết bị EIR. EIR lưu giữ tất cả các dữ liệu liên quan đến phần thiết bị di động ME của trạm di động MS. EIR được nối với MSC thông qua đường báo hiệu để kiểm tra sự được phép của thiết bị bằng cách so sánh tham số nhận dạng thiết bị di động quốc tế IMEI (International Mobile Equipment Identity) của thuê bao gửi tới khi thiết lập thông tin với số IMEI lưu giữ trong EIR phòng trường hợp đây là những thiết bị đầu cuối bị đánh cắp, nếu so sánh không đúng thì thiết bị không thể truy nhập vào mạng được.

2.2.2. Phân hệ trạm gốc BSS

BSS thực hiện nhiệm vụ giám sát các đường ghép nối vô tuyến, liên kết kênh vô tuyến với máy phát và quản lý cấu hình của các kênh này. Đó là:

- Điều khiển sự thay đổi tần số vô tuyến của đường kết nối và sự thay đổi công suất phát vô tuyến.
- Thực hiện mã hoá kênh và tín hiệu thoại số, phối hợp tốc độ truyền thông tin.
- Quản lý quá trình chuyển giao (Handover).
- Thực hiện bảo mật kênh vô tuyến.

Phân hệ BSS gồm hai khối chức năng: bộ điều khiển trạm gốc (BSC: Base Station Controller) và các trạm thu phát gốc (BTS: Base Transceiver Station). Nếu khoảng cách giữa BSC và BTS nhỏ hơn 10m thì các kênh thông tin có thể được kết nối trực tiếp (chế độ Combine), ngược lại thì phải qua một giao diện A-bis (chế độ Remote). Một BSC có thể quản lý nhiều BTS theo cấu hình hỗn hợp của hai loại trên.

a. Trạm thu phát gốc BTS

Một BTS bao gồm các thiết bị phát thu, anten và xử lý tín hiệu đặc thù cho giao diện vô tuyến. Có thể coi BTS là các Modem vô tuyến phức tạp có thêm một số các chức năng khác. Một bộ phận quan trọng của BTS là TRAU (Transcoder and Rate Adapter Unit: khối chuyển đổi mã và thích ứng tốc độ). TRAU là thiết bị mà ở đó quá trình mã hoá và

giải mã tiếng nói đặc thù riêng cho GSM được tiến hành, ở đây cũng thực hiện thích ứng tốc độ trong trường hợp truyền số liệu. TRAU là một bộ phận của BTS, nhưng cũng có thể đặt cách xa BTS và thậm chí trong nhiều trường hợp được đặt giữa BSC và MSC.

BTS có các chức năng sau:

- Quản lý lớp vật lý truyền dẫn vô tuyến
- Quản lý giao thức cho liên kết số liệu giữa MS và BSC
- Vận hành và bảo dưỡng trạm BTS
- Cung cấp các thiết bị truyền dẫn và ghép kênh nối trên giao tiếp A-bis.

b. Bộ điều khiển trạm gốc BSC

BSC có nhiệm vụ quản lý tất cả giao diện vô tuyến qua các lệnh điều khiển từ xa BTS và MS. Các lệnh này chủ yếu là các lệnh ấn định, giải phóng kênh vô tuyến và quản lý chuyển giao (Handover). Một phía BSC được nối với BTS còn phía kia nối với MSC của SS. Trong thực tế, BSC là một tổng đài nhỏ có khả năng tính toán đáng kể. Một BSC có thể quản lý vài chục BTS tùy theo lưu lượng các BTS này. Giao diện giữa BSC và MSC là giao diện A, còn giao diện giữa BSC với BTS là giao diện A-bis.

Nhân viên khai thác có thể từ trung tâm khai thác và bảo dưỡng OMC nạp phần mềm mới và dữ liệu xuống BSC, thực hiện một số chức năng khai thác và bảo dưỡng, hiển thị cấu hình của BSC.

BSC có thể thu thập số liệu đo từ BTS và BIE (Base Station Interface Equipment: Thiết bị giao diện trạm gốc), lưu trữ chúng trong bộ nhớ và cung cấp chúng cho OMC theo yêu cầu.

2.2.3. Phân hệ khai thác OSS

Phân hệ khai thác thực hiện ba chức năng chính:

a. Điều khiển quản lý và bảo dưỡng OMC

OMC cho phép các nhà khai thác mạng theo dõi và kiểm tra các hành vi trong mạng như: tải của hệ thống, số lượng chuyển giao giữa các cell ...vv. Nhờ vậy mà họ có thể giám sát được toàn bộ chất lượng dịch vụ mà họ cung cấp cho khách hàng và kịp thời xử lý sự cố. Khai thác và bảo dưỡng cũng bao gồm việc thay đổi cấu hình để giảm những sự cố xuất hiện, nâng cấp mạng về dung lượng tăng vùng phủ sóng, định vị sửa chữa các sự cố hỏng hóc ...vv. Việc kiểm tra có thể nhờ một thiết bị có khả năng phát hiện một sự cố hay dự báo sự cố thông qua tự kiểm

tra nhờ tính toán. Việc thay đổi mạng có thể thực hiện “mềm” qua báo hiệu hay thực hiện cứng đòi hỏi can thiệp trực tiếp tại hiện trường. Việc khai thác có thể được thực hiện bằng máy tính đặt trong một trạm.

b. Quản lý thuê bao

Bao gồm các hoạt động quản lý đăng ký thuê bao, cũng như xóa thuê bao ra khỏi mạng. Một nhiệm vụ khác là tính cước các cuộc gọi, cước phí phải được tính và gửi đến thuê bao.

c. Quản lý thiết bị di động

Quản lý thiết bị di động được bộ EIR thực hiện.

2.2.4. Trạm di động MS

Trạm di động là thiết bị duy nhất mà người sử dụng có thể thường xuyên nhìn thấy của hệ thống. MS có thể là: máy cầm tay, máy xách tay hay máy đặt trên ô tô. Ngoài việc chứa các chức năng vô tuyến chung và xử lý cho giao diện vô tuyến, MS còn phải cung cấp các giao diện với người sử dụng (như micro, loa, màn hình hiển thị, bàn phím để quản lý cuộc gọi) hoặc giao diện với một số các thiết bị khác (như giao diện với máy tính cá nhân, Fax...). Hiện nay, người ta đang cố gắng sản xuất các thiết bị đầu cuối gọn nhẹ để đấu nối với trạm di động. Ba chức năng chính của MS:

- Thiết bị đầu cuối thực hiện các chức năng không liên quan đến mạng GSM.
- Kết cuối trạm di động thực hiện các chức năng liên quan đến truyền dẫn ở giao diện vô tuyến.
- Bộ thích ứng đầu cuối làm việc như một cửa nối thông thiết bị đầu cuối với kết cuối di động. Cần sử dụng bộ thích ứng đầu cuối khi giao diện ngoài trạm di động tuân theo tiêu chuẩn ISDN để đấu nối đầu cuối, còn thiết bị đầu cuối lại có thể giao diện đầu cuối – modem.

Máy di động MS gồm hai phần: Module nhận dạng thuê bao SIM (Subscriber Identity Module) và thiết bị di động ME (Mobile Equipment). Để đăng ký và quản lý thuê bao, mỗi thuê bao phải có một bộ phận gọi là SIM. SIM là một module riêng được tiêu chuẩn hoá trong GSM. Tất cả các bộ phận thu, phát, báo hiệu tạo thành thiết bị ME. ME không chứa các tham số liên quan đến khách hàng, mà tất cả các thông tin này được lưu trữ trong SIM. SIM thường được chế tạo bằng một vi mạch chuyên dụng gắn trên thẻ gọi là Simcard. Simcard có thể rút ra hoặc cắm vào MS.

SIM đảm nhiệm các chức năng sau:

- Lưu giữ khoá nhận thực thuê bao Ki cùng với số nhận dạng trạm di động quốc tế IMSI nhằm thực hiện các thủ tục nhận thực và mật mã hoá thông tin.
- Khai thác và quản lý số nhận dạng cá nhân PIN (Personal Identity Number) để bảo vệ quyền sử dụng của người sở hữu hợp pháp. PIN là một số gồm từ 4 đến 8 chữ số, được nạp bởi nhà khai thác khi đăng ký lần đầu.

SIM có phần cứng và phần mềm cần thiết với bộ nhớ có thể lưu trữ thông tin. Có hai loại thông tin là thông tin cố định và thông tin thay đổi:

+ ***Thông tin cố định:***

* Số nhận dạng thuê bao MSISDN, IMSI. Thuê bao sẽ được kiểm tra tính hợp lệ trước khi truy nhập vào mạng thông qua số nhận dạng IMSI được thực hiện bởi trung tâm nhận thực AuC.

* Mã khoá cá nhân Ki.

+ ***Thông tin thay đổi:***

* Số hiệu nhận dạng vùng định vị LAI

* Số nhận dạng thuê bao tạm thời TMSI

Một số TMSI sẽ tương ứng với một IMSI được cấp phát tạm thời để tăng tính bảo mật cho quá trình báo hiệu giữa MS và hệ thống. TMSI sẽ thay đổi khi MS cập nhật lại vị trí.

2.3. CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐA TRUY NHẬP TRONG GSM

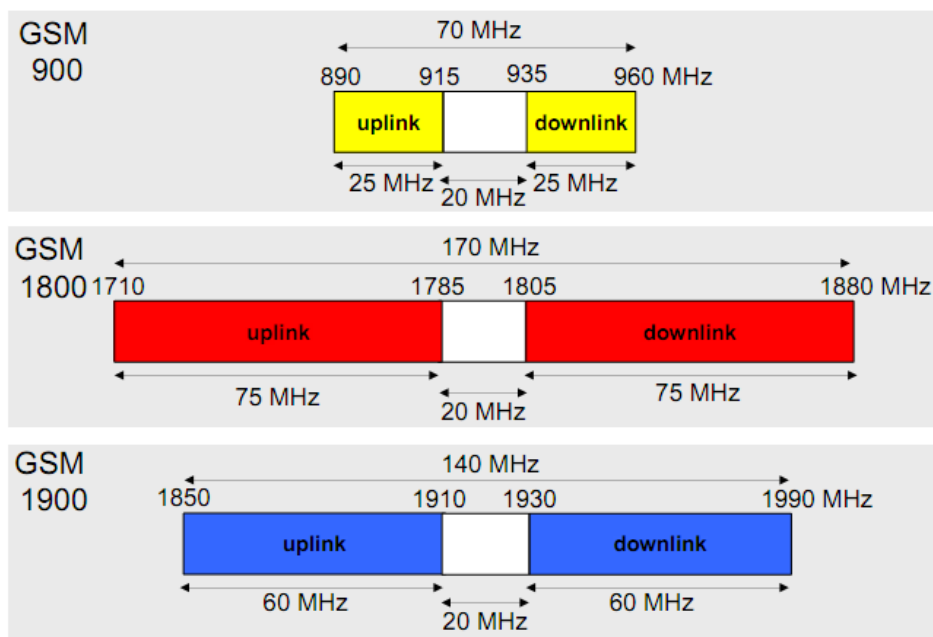
Ở giao diện vô tuyến MS và BTS liên lạc với nhau bằng sóng vô tuyến. Do tài nguyên về tần số có hạn mà số lượng thuê bao lại không ngừng tăng lên nên ngoài việc sử dụng lại tần số, trong mỗi cell số kênh tần số được dùng chung theo kiểu trung kế. Hệ thống trung kế vô tuyến là hệ thống vô tuyến có số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

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

- FDMA (Đa truy cập phân chia theo tần số): phục vụ các cuộc gọi theo các kênh tần số khác nhau.

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

GSM sử dụng kết hợp hai phương pháp đa truy cập là FDMA và TDMA. Dải tần 935MHz – 960MHz được sử dụng cho đường xuống và 890MHz – 915MHz cho đường lên (GSM 900). Dải thông của một kênh là 200KHz, dải tần bảo vệ ở biên cũng rộng 200KHz nên ta có tổng số kênh trong FDMA là 124. Một dải thông TDMA là một khung có tám khe thời gian, một khung kéo dài trong 4.616ms. Khung đường lên trễ 3 khe thời gian so với khung đường xuống, nhờ trễ này mà MS có thể sử dụng một khe thời gian có cùng số thứ tự ở cả đường lên lẫn đường xuống để truyền tin bán song công.



Hình 0.2: Dải tần hệ thống GSM

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

$$F_L = 890,2 + 0,2.(n-1) \text{ MHz} \quad (2.1)$$

$$F_U = F_L(n) + 45 \text{ MHz} \quad (2.2)$$

$$1 \leq n \leq 124$$

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

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

2.4. KÊNH VẬT LÝ VÀ KÊNH LOGIC

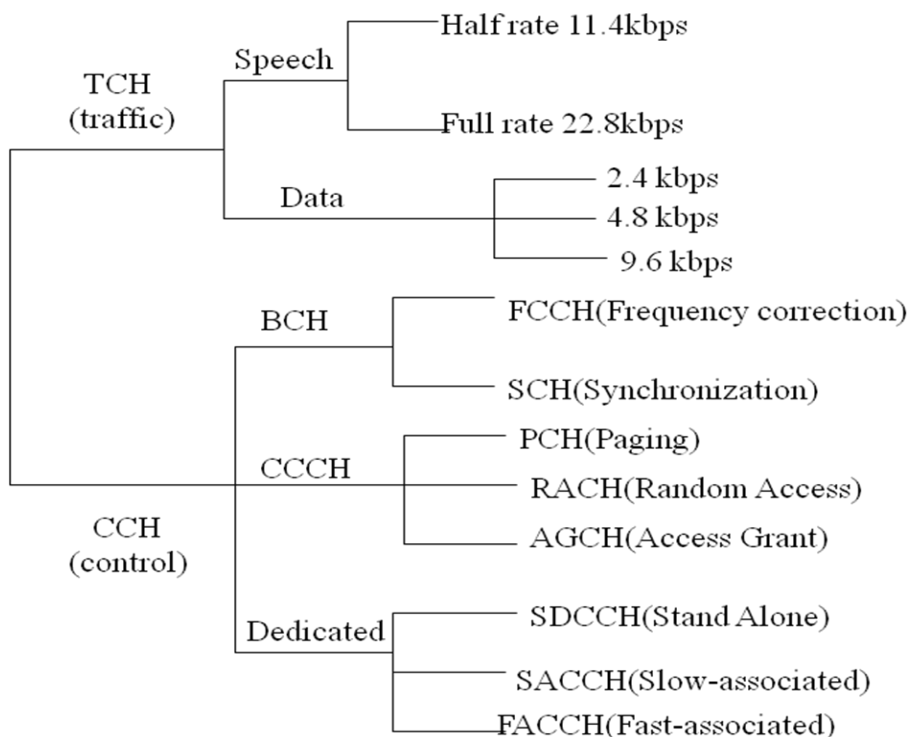
2.4.1. Kênh vật lý

Đối với GSM kênh vật lý là một khe thời gian ở một sóng mang vô tuyến được chỉ định. Có ba loại kênh vật lý:

- TCH/F (Full rate): kênh toàn tốc. Truyền dẫn tín hiệu thoại ở tốc độ 13kbps hoặc tốc độ dữ liệu 12, 6 kbps và 3.6kbps.
- TCH/H (Half rate): kênh bán tốc. Truyền dẫn mã tín hiệu thoại ở tốc độ 7kbps hoặc tốc độ dữ liệu là 6 và 3.6kbps.
- TCH/8 (One-eight rate): kênh tốc độ 1/8. Dùng cho kênh báo hiệu, kênh chung và kênh dữ liệu tốc độ thấp

2.4.2. Kênh logic

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



Hình 0.3: Cấu trúc kênh logic

Có thể chia các kênh logic thành hai loại tổng quát: kênh lưu lượng và kênh báo hiệu điều khiển. Các kênh lưu lượng gồm hai loại được định nghĩa như sau:

- Bm hay TCH toàn tốc (TCH/F), kênh này mang thông tin tiếng hoặc số liệu ở tốc độ khoảng 22,8 kbit/s.

- Lm hay TCH bán tốc (TCH/H), kênh này mang thông tin ở tốc độ vào khoảng 11,4 kbit/s.

Các kênh báo hiệu điều khiển chia làm ba loại: kênh điều khiển quảng bá, kênh điều khiển chung và dành riêng.

- **Kênh điều khiển quảng bá:**

- Kênh hiệu chỉnh tần số FCCH (Frequency Correction Channel): dùng để hiệu chỉnh tần số cho MS, lặp lại mỗi 51X8 chu kỳ cụm, chỉ sử dụng ở đường xuống.

- Kênh đồng bộ SCH (Synchronization Channel): SCH mang thông tin đồng bộ khung cho MS và nhận dạng BTS. SCH chỉ được dùng ở đường xuống.

- Kênh điều khiển quảng bá BCCH (Broadcast Control Channel): BCCH phát quảng bá thông tin về hệ thống tế bào một cách đều đặn trong mỗi cell và được thu bởi các MS khi MS ở trạng thái nghỉ. Kênh này cũng chỉ dùng cho đường xuống.

- Kênh quảng bá cuộc gọi CBCH (Call Broadcast Channel): Mỗi cell phát quảng bá một bảng tin ngắn từ mạng đến MS ở trạng thái nghỉ.

MS tìm cụm FCCH, sau đó tìm một cụm SCH trên cùng một tần số để đạt được sự đồng bộ. Tiếp theo, MS thu BCCH trên nhiều khe thời gian và chọn một cell riêng ở trạng thái nghỉ.

• *Kênh điều khiển chung CCCH (Common Control Channel):*

- Kênh truy cập ngẫu nhiên RACH (Random Access Channel): MS sử dụng RACH để yêu cầu một kênh điều khiển độc lập SDCCH (Stand alone Dedicated Control Channel). Có hai tốc độ RACH/F và RACH/H.

- Kênh cho phép tìm gọi PCH (Paging Channel): dùng để tìm gọi MS, sử dụng cho đường xuống.

- Kênh cho phép truy cập AGCH (Access Grant Channel): AGCH chỉ được dùng ở đường xuống để chỉ định một SDCCH cho MS.

• *Kênh điều khiển dành riêng DCCH (Dedicated Control Channel):*

Tất cả các kênh báo hiệu là một trong những kênh vật lý, và tên của kênh được dựa trên chức năng logic của kênh.

- Kênh điều khiển kết nối chậm SACCH (Slow Associated Control Channel): SACCH liên kết với một TCH hay một SDCCH. SACCH là một kênh số liệu liên tục để truyền các báo cáo đo lường, định trước thời gian và điều khiển công suất. SACCH được sử dụng cho cả đường lên và đường xuống.

- Kênh điều khiển kết nối nhanh FACCH (Fast Associated Control Channel): dùng cho việc thiết lập cell, nhận thực thuê bao và yêu cầu chuyển giao cuộc gọi giữa các cell.

- Kênh điều khiển độc lập SDCCH (Stand – alone Dedicated Control Channel): dùng cho cả đường lên và đường xuống, phục vụ việc cập nhật và quá trình thiết lập cuộc gọi trước khi một TCH được chỉ định.

Khe vô tuyến được phân phối đến người sử dụng chỉ khi cuộc gọi đã được thiết lập xong. Có hai chế độ là dành riêng và rời. Việc hoạt động ở chế độ nào là phụ thuộc vào đường lên hay đường xuống. Trong

thuật ngữ GSM, đường xuống là tín hiệu phát ra từ trạm gốc đến MS và ngược lại cho tín hiệu đường lên.

- Kênh thoại/ dữ liệu: mỗi khe thời gian của kênh thoại chứa 260 bits cho mỗi khối, toàn bộ khối có 316 bits. Mỗi khe thời gian kênh dữ liệu chứa 120 hoặc 240 bits cho mỗi khối.

- Chế độ kênh: bởi vì sự hạn chế của phổ tần số, nên không có một người dùng nào được cấp một kênh dành riêng.

- Chế độ dành riêng: dùng TCH trong suốt cuộc gọi được thiết lập và dùng SACCH để cập nhật vị trí ở chế độ dành riêng. TCH và SACCH là các kênh dành riêng cho cả đường lên và đường xuống.

- Chế độ nghỉ: Trong lúc không có cuộc gọi, thì năm kênh đường xuống ở trạng thái rỗi: FCCH, SCH, BCCH được phát quảng bá một cách đều đặn; PAGCH và CBCH gửi một bản tin mỗi 2s. Trong suốt chế độ nghỉ, MS lắng nghe ở các kênh đường xuống, và dùng SDCCH để ghi nhận một sự liên kết vị trí với một trạm gốc tương ứng.

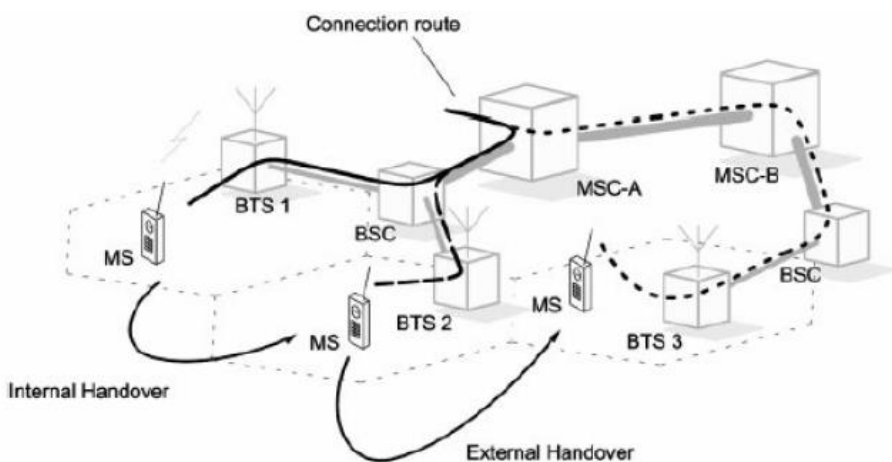
2.5. CHUYỂN GIAO TRONG MẠNG GSM

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

Có hai tiêu chuẩn chuyển giao sau đây:

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

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



Hình 0.4: Chuyển giao trong mạng GSM

2.6. MỘT SỐ THỦ TỤC CƠ BẢN TRONG MẠNG GSM

2.6.1. Bật/tắt máy ở trạm di động

Khi MS mới bật nguồn, MS phải thực hiện đăng ký lần đầu để nhập mạng. Quá trình được thực hiện như sau:

- Trước hết trạm MS quét để tìm được tần số đúng ở kênh FCCH (Kênh hiệu chỉnh tần số)
- Sau đó tìm đến kênh đồng bộ SCH để nhận được khung TDMA cho đồng bộ.
- Cuối cùng MS thực hiện cập nhật vị trí để thông báo cho VLR phụ trách HLR về vị trí của mình. Các cơ sở dữ liệu này sẽ ghi lại nhận dạng vùng định vị (LAI) hiện thời MS, giống như ở cập nhật vị trí bình thường thông tin về LAI được MS nhận từ kênh BCCH.

Bắt đầu từ lúc MSC/VLR công nhận là MS tích cực và đánh dấu cờ “truy nhập tích cực” vào trường dữ liệu thì cờ này gắn với một số nhận dạng thuê bao: IMSI.

Khi tắt nguồn một trạm MS hoặc lấy SIM ra sẽ xảy ra quá trình rời bỏ IMSI. Các trao đổi báo hiệu trong trường hợp này được thực hiện như sau:

- MS yêu cầu một kênh báo hiệu để phát đi bản tin thông báo cho mạng rằng MS chuẩn bị vào mạng trạng thái không tích cực. Điều này có nghĩa rằng mạng không thể đạt đến MS nữa.
- MSC sẽ gửi bản tin IMSI đến VLR, bản tin này không được trả lời công nhận vì MS sẽ không nhận được trả lời này, VLR sẽ thiết lập cờ rời bỏ IMSI và từ chối các cuộc gọi đến trạm MS này.
- Thông tin rời bỏ IMSI có thể được lưu giữ tại VLR tùy chọn cờ rời, mạng có thể cũng được thiết lập ở HLR và xác nhận được gửi trở lại VLR.

2.6.2. Cập nhật vị trí

Coi rằng MS ở trạng thái tích cực, rời và đang chuyển động theo một phương liên tục MS được khoá đến một tần số vô tuyến nhất định có CCCH và BCH ở TS0. Khi MS rời xa BTS thì cường độ tín hiệu sẽ giảm. Ở một thời điểm nào đó không xa biên giới lý thuyết giữa hai cell lân cận nhau cường độ tới mức mà MS quyết định chuyển đến một tần số mới thuộc một trong các cell lân cận. Để chọn tần số tốt nhất MS liên tục đo cường độ tín hiệu của từng tần số trong số tần số nhất định của cell lân cận. Thường MS phải tìm được tần số BCH/CCCH từ BTS có cường độ tín hiệu tốt hơn tần số cũ. Sau khi tự khoá đến tần số mới này, MS tiếp tục nhận thông báo tìm gọi các thông báo quảng bá chừng nào tín hiệu của tần số mới vẫn đủ tốt. Quyết định việc thay đổi tần số BCH/CCCH sẽ được thực hiện mà không cần thông báo cho mạng. Nghĩa là mạng mặt đất không tham gia và quá trình này.

Khả năng chuyển động vô định đồng thời với việc thay đổi kết nối MS ở giao tiếp vô tuyến tại thời điểm cần thiết để đảm bảo chất lượng thu được gọi là lưu động “Roaming”.

- Khi MS chuyển động đến giữa hai cell thuộc 2 BTS khác nhau:
Ta biết rằng MS không hề biết cấu hình của mạng chứa. Để gửi cho MS thông tin về vị trí chính xác, hệ thống gửi đi nhận dạng vùng định vị (LAI) liên tục ở giao tiếp vô tuyến bằng BCCH. Khi đi vào cell thuộc BSC khác, MS sẽ nhận thấy vùng mới bằng cách thu BCCH. Vì thông tin về vị trí có tầm quan trọng lớn nên mạng phải thông báo về sự thay đổi này, ở điện thoại di động quá trình này được gọi là “đăng ký cưỡng bức”. MS không còn cách nào khác là phải cố gắng thâm nhập vào mạng để cập nhật vị trí của mình ở MSC/VLR. Quá trình này được gọi là cập nhật vị trí. Sau khi đã phát vị trí mới của mình lên mạng, MS tiếp tục chuyển động ở trong vùng mới như đã mô tả ở trên.

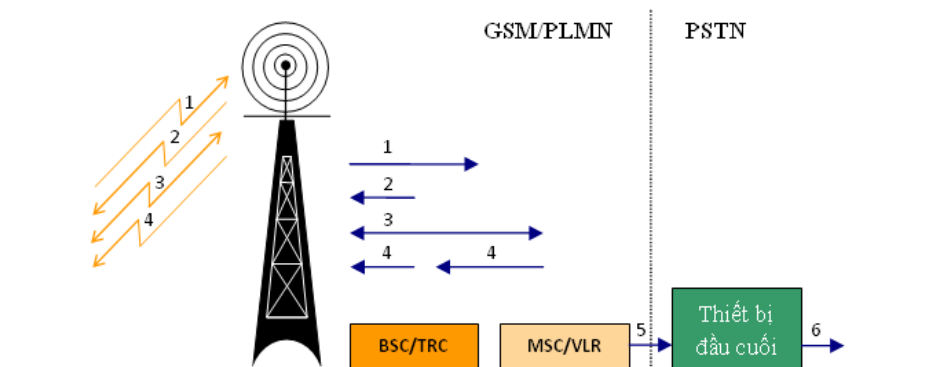
- **Khi MS chuyển động giữa hai vùng phục vụ khác nhau:** Trong trường hợp có một cuộc gọi vào cho MS, việc chuyển từ một vùng phục vụ MSC/VLR này sang một vùng phục vụ MSC/VLR khác có nghĩa là tuyến thông tin đi qua mạng cũng sẽ khác. Để tìm được định tuyến đúng, hệ thống phải tham khảo bộ ghi định vị thường trú HLR vì thế MSC/VLR sẽ phải cập nhật HLR về vị trí của MSC/VLR cho MS.

2.6.3. Thực hiện cuộc gọi

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

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

1. Thiết bị gửi yêu cầu một kênh báo hiệu.
2. BSC/TRC sẽ chỉ định kênh báo hiệu.
3. Thiết bị gửi yêu cầu cuộc gọi cho MSC/VLR. Thao tác đăng ký trạng thái tích cực cho thiết bị vào VLR, xác thực, mã hóa, nhận dạng thiết bị, gửi số được gọi cho mạng, kiểm tra xem thuê bao có đăng ký dịch vụ cầm gọi ra đều được thực hiện trong bước này.
4. Nếu hợp lệ MSC/VLR báo cho BSC/TRC một kênh đang rỗi.
5. MSC/VLR chuyển tiếp số được gọi cho mạng PSTN.
6. Nếu máy được gọi trả lời, kết nối sẽ thiết lập.

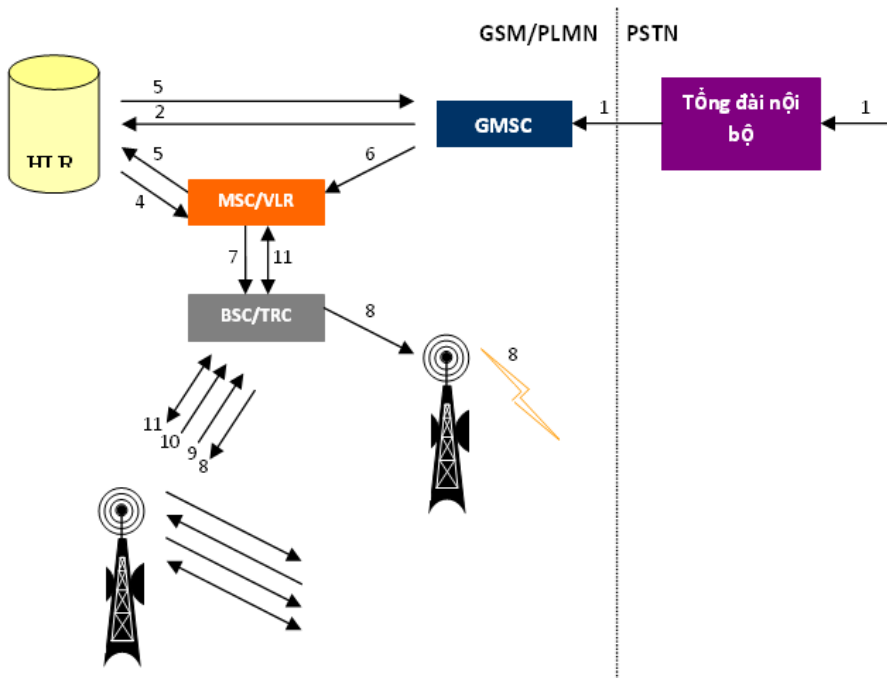


Hình 0.5: Gọi từ thiết bị di động vào điện thoại cố định

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

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

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



Hình 0.6: Gọi từ điện thoại cố định đến thiết bị di động

3. HLR phân tích số di động gọi đến để tìm ra MSC/VLR đang phục vụ cho thiết bị. Nếu có đăng ký dịch vụ chuyển tiếp cuộc gọi đến, cuộc gọi sẽ được trả về GMSC với số điện thoại được yêu cầu chuyển đến.

4. HLR liên lạc với MSC/VLR đang phục vụ.

5. MSC/VLR gửi bản tin trả lời qua HLR đến GMSC.

6. GMSC phân tích bản tin rồi thiết lập cuộc gọi đến MSC/VLR.

7. MSC/VLR biết địa chỉ LA của thiết bị nên gửi bản tin đến BSC quản lý LA này.

8. BSC phát bản tin ra toàn bộ vùng các cell thuộc LA.

9. Khi nhận được bản tin thiết bị sẽ gửi yêu cầu ngược lại.

10. BSC cung cấp một khung bản tin chứa thông tin.

11. Phân tích bản tin của BSC gửi đến để tiến hành thủ tục bật trạng thái của thiết bị lên tích cực, xác nhận, mã hóa, nhận diện thiết bị.

12. MSC/VLR điều khiển BSC xác lập một kênh rồi, đổ chuông. Nếu thiết bị di động chấp nhận trả lời, kết nối được thiết lập.

b. Cuộc gọi từ thiết bị di động đến thiết bị di động

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

c. Kết thúc cuộc gọi

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

2.6.4. Thủ tục chuyển giao

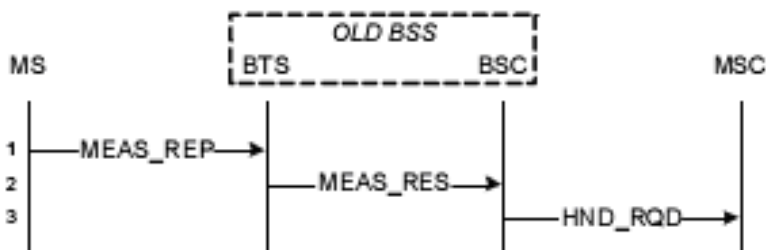
Ở đây sẽ trình bày thủ tục chuyển giao trong cùng MSC.

Toàn bộ chuyển giao được khởi tạo bởi BSC phục vụ; khi nhận bản tin MEAS_RES (MEASurement RESult) thông báo về kết quả đo của MS và BTS, khi mà BSC nhận thấy chất lượng liên kết của Cell đang phục vụ bé hơn Cell bên cạnh (vượt qua ngưỡng ranh giới giữa hai Cell là khoảng 6m) thì BSC quyết định chuyển giao sẽ được yêu cầu, BSC gửi một bản tin HND_RQD (HaNDover ReQuireD) tới cho MSC.

Chuyển giao trong cùng MSC có thể được chia thành bốn giai đoạn: Quyết định chuyển giao, cấp kênh, thực hiện chuyển giao và lấy lại tài nguyên. Sơ đồ 3.10 minh họa cả bốn giai đoạn của chuyển giao thành công trong MSC. Mỗi bước trong sơ đồ được đánh số trật tự để thấy được vị trí của chúng trong quá trình chuyển giao.

a. Quyết định chuyển giao

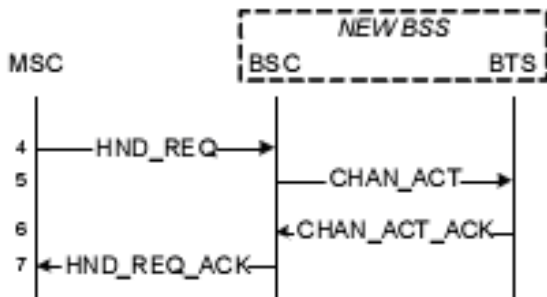
Quyết định chuyển giao hay không để thực hiện chuyển giao là được tạo bởi BSC phục vụ từ bản tin MEAS_RES nhận được từ BTS. Khi đã quyết định chuyển giao, BSC gửi yêu cầu được khởi tạo chuyển giao bởi việc gửi bản tin HND_RQD tới cho MSC. Bản tin MEAS_RES được gửi định kỳ trong suốt thời gian gọi vì việc cập nhật kết quả đo của MS và BTS là phải thường xuyên. Các bản tin trong sơ đồ 3.6 là giai đoạn khởi tạo quyết định chuyển giao.



Hình 0.7: Các bản tin gửi để BSC quyết định chuyển giao trong cùng MSC

b. Cấp phát kênh

Giai đoạn cấp phát kênh của chuyển giao là việc cấp phát tài nguyên vô tuyến trong BSS mới. Sau khi quá trình khởi tạo đã hoàn thành, MSC nhận và xử lý yêu cầu, MSC gửi một yêu cầu tới cho BSS mới yêu cầu cấp phát kênh cho cuộc gọi với bản tin HND_REQ, BSS đáp ứng việc cấp phát kênh bằng cách gửi phản hồi cho MSC bản tin HND_REQ_ACK. Trên thực tế, việc phân kênh được thực hiện bởi bản tin CHAN_ACT của BSC gửi cho BTS và bản tin đáp ứng CHAN_ACT_ACK của BTS là yêu cầu được chấp nhận và kênh đã được kích hoạt. Các bản tin trong sơ đồ 2.7 mô tả thủ tục cấp kênh.



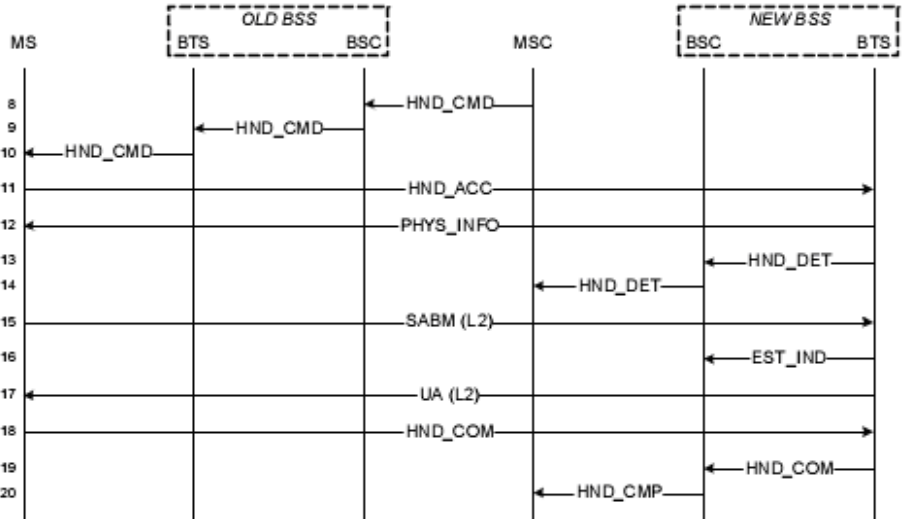
Hình 0.8: Giai đoạn cấp phát kênh trong GSM

c. Thực hiện chuyển giao

Khi tài nguyên cho cuộc gọi đã được cấp phát trong BSS mới, MS được hướng dẫn để truy cập tới kênh vô tuyến mới. Sau khi MSC nhận được bản tin HND_REQ_ACK, MSC thông báo tới cho BSS cũ bằng bản tin HND_CMD, bao gồm thông tin về kênh vô tuyến mới. Bản tin này được gửi chuyển tới cho MS. Sau khi tiếp nhận bản tin HND_CMD, MS cố gắng truy cập kênh mới với bản tin HND_ACC trong khi vẫn đang lắng nghe thông tin vật lý từ bản tin PHYS_INFO từ BSS mới, bao gồm thông tin đồng bộ cho MS. Bản tin HND_ACC là bản tin đặc biệt, và được gọi là cụm truy cập, bản tin này không tồn tại kênh báo hiệu. Kênh báo hiệu sẽ được thiết lập khi bản tin PHYS_INFO được

nhận bởi MS. Để thiết lập một kết nối lớp 2 (LAPDm) thì MS gửi bản tin SABM, là bản tin lớp 2. BTS mới xác nhận một kết nối lớp 2 được thiết lập bằng bản tin UA cũng là bản tin lớp 2. Đây cũng là 2 bản tin lớp 2 duy nhất tham gia vào việc chuyển giao. Việc thiết lập kết nối lớp 2 được BTS thông báo cho BSC với bản tin EST_IND (ESTablish INDication).

Khi MS đã nhận bản tin UA, MS thông tin cho mạng rằng chuyển giao đã hoàn thành. Việc này được thực hiện bởi bản tin HDN_COM gửi tới BTS mới. Sau khi nhận bản tin này BTS mới kết thúc chuyển giao với bản tin HND_CMP và được chuyển tiếp tới cho MSC. Tại thời điểm này, cuộc gọi được chuyển mạch qua BSS mới. Giai đoạn thực hiện chuyển giao được mô tả trong sơ đồ 2.7.

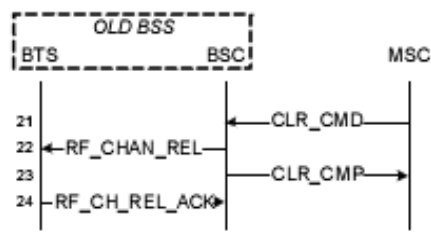


Hình 0.9: Giai đoạn thực hiện chuyển giao trong cùng MSC

d. Lấy lại tài nguyên

Khi cuộc gọi được chuyển tới BSS mới, trên thực tế chuyển giao đã hoàn thành, nhưng tài nguyên vô tuyến vẫn bị chiếm trong BSS cũ, vì thế cần phải giải phóng để dành cho cuộc gọi khác. Nhận được bản tin thông báo chuyển giao hoàn thành từ BSC mới ngay lập tức MSC gửi bản tin CLR_CMD (Clear CoMmanD) tới cho BSC cũ để ra lệnh cho BTS cũ giải phóng tài nguyên vô tuyến đã được cấp trước đó cho cuộc gọi với bản tin RF_CHAN_REL (Radio Frequency CHANel RElease). BSC cũ chấp nhận MSC với bản tin CLR_CMD. BTS đáp ứng tới BSC rằng kênh cũ đã được giải phóng bằng bản tin RF_CHAN_REL_ACK. Đến đây BSC hoàn thành việc điều khiển trên BTS và biết được tài nguyên đã được giải phóng, nếu có cuộc gọi khác yêu cầu tới thì có thể sử dụng kênh này để cấp cho cuộc gọi đó. Nếu thất bại xảy ra trong BSS, tức là

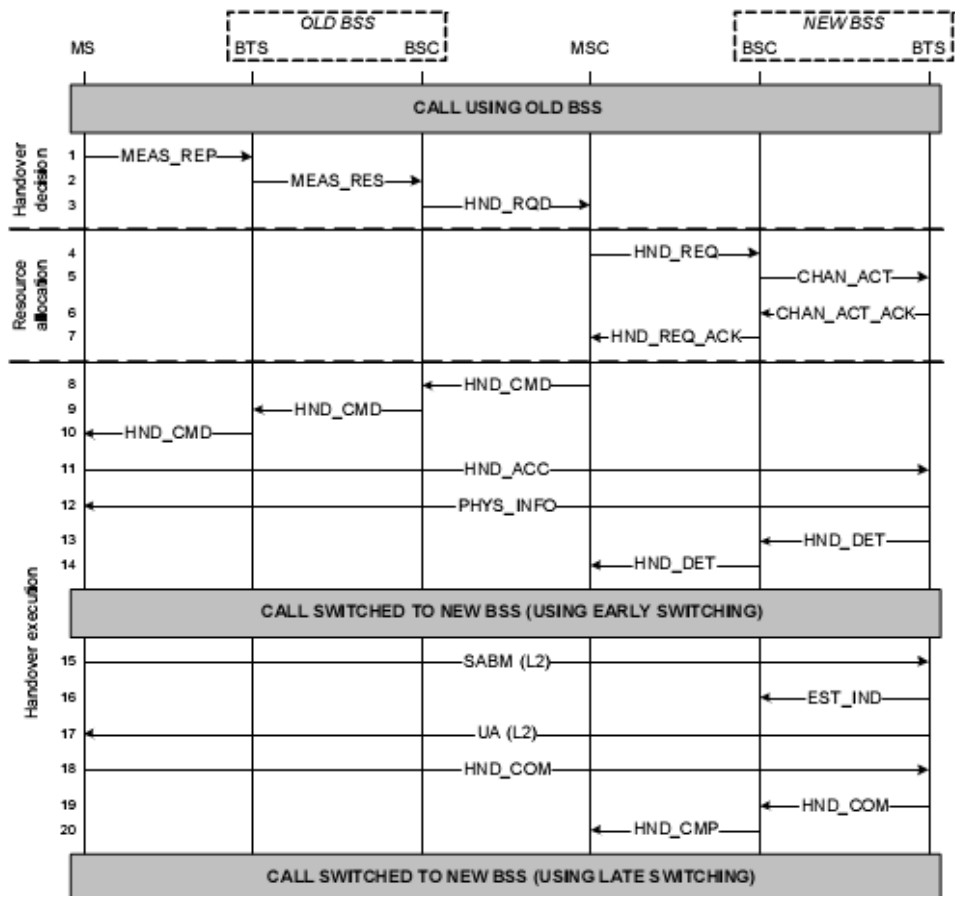
việc giải phóng kênh không thành công thì tài nguyên sẽ không dùng được cho cuộc gọi khác. Quá trình lấy lại tài nguyên được minh hoạ trên sơ đồ 2.8.

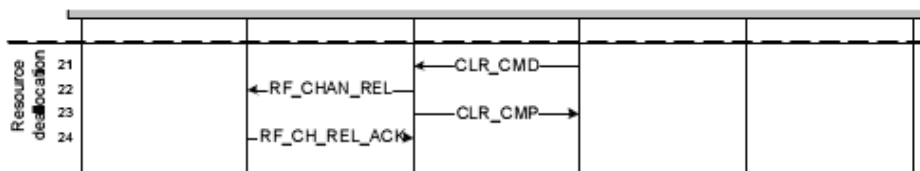


Hình 0.10: Thủ tục giải phóng kênh trong chuyển giao GSM

Hoàn thành chuyển giao trong MSC

Toàn bộ quá trình của một cuộc chuyển giao thành công trong cùng MSC được mô tả trong sơ đồ 2.11 là tổng hợp toàn bộ 4 quá trình đã trình bày trên.





Hình 0.11: Thủ tục chuyển giao thành công trong cùng MSC

2.7. CÁC DỊCH VỤ CỦA GSM

2.7.1. Dịch vụ thoại

Là dịch vụ quan trọng nhất của GSM, cho phép các cuộc gọi hai hướng diễn ra giữa người sử dụng GSM với thuê bao bất kỳ ở một mạng điện thoại nói chung nào. Tốc độ truyền thoại trong GSM là 13kbps.

Dịch vụ cuộc gọi khẩn là một loại dịch vụ khác bắt nguồn từ dịch vụ thoại. Dịch vụ này cho phép người dùng có thể liên lạc với các dịch vụ khẩn cấp như cảnh sát hay cứu hoả mà có thể có hay không có SIM card trong máy di động.

2.7.2. Dịch vụ số liệu

GSM được thiết kế để đưa ra rất nhiều dịch vụ số liệu. Các dịch vụ số liệu được phân biệt với nhau bởi người sử dụng phương tiện (người sử dụng các mạng điện thoại PSTN, ISDN,...), bởi bản chất các luồng thông tin đầu cuối (dữ liệu thô, fax, videotex, teletex,...), bởi phương tiện truyền dẫn (gói hay mạch, đồng bộ hay không đồng bộ,...) và bởi bản chất thiết bị đầu cuối.

Tốc độ truyền số liệu trên mạng GSM là 9,6kbps.

2.7.3. Dịch vụ nhắn tin SMS

Là một loại dịch vụ số liệu. **Dịch vụ nhắn tin ngắn SMS cho phép các thuê bao GSM gửi cho nhau các bản tin chữ dài không quá 160 ký tự.** Có thể sử dụng một trung tâm dịch vụ để một thuê bao đọc bản tin đến đó. Sau đó bản tin sẽ được phát đến thuê bao. Nếu thuê bao ở ngoài vùng phủ của hệ thống hay tắt nguồn, bản tin sẽ được lưu giữ và gửi đi khi thuê bao lại sẵn sàng. Có thể thu hay gửi đi các thông báo ngắn ở trạng thái rỗi hay trong quá trình cuộc gọi.

2.7.4. Dịch vụ WAP

Dịch vụ WAP được bắt đầu xây dựng và triển khai lần đầu tiên cách đây ba năm (vào giữa năm 1997). **Dịch vụ giao thức ứng dụng**

không đây (WAP) ngày nay đã trở nên phổ biến. Tiêu chí của dịch vụ rất đơn giản: cho phép thuê bao dùng điện thoại di động, máy nhắn tin hoặc những thiết bị viễn thông khác có hỗ trợ WAP có thể truy cập một cách có giới hạn vào các trang web để xem thông tin về thị trường chứng khoán, xem tin tức, gửi và nhận email, v.v.

Mặc dù WAP sử dụng các công nghệ và khái niệm từ thế giới web và Internet nhưng các thiết bị WAP không thể truy cập trực tiếp vào các nguồn tài nguyên web trên Internet mà phải nhờ qua WAP gateway.

2.7.5. Các dịch vụ mới của GSM 2.5G

Cuối năm 2003 các nhà cung cấp dịch vụ điện thoại di động ở Việt Nam đã đưa ra hai dịch vụ mới trên nền GSM 2,5G là dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS) và nhắn tin đa phương tiện (MMS).

Dịch vụ vô tuyến gói chung (GPRS: General Packet Radio Service):

GPRS là dịch vụ truyền dữ liệu chuyển mạch gói được phát triển trên nền tảng công nghệ GSM, cho phép người dùng có thể chuyển các gói dữ liệu tốc độ cao qua máy di động. Do vậy, GPRS sẽ là nền tảng cho việc phát triển các ứng dụng thương mại di động và dịch vụ MMS, truy cập WAP-Internet tốc độ cao. GPRS cho phép truyền dữ liệu có thể đạt tới 171,2kbps.

Dịch vụ nhắn tin đa phương tiện (MMS: Multimedia Messaging Service):

Dịch vụ nhắn tin đa phương tiện MMS cho phép những người dùng điện thoại di động có thể trao đổi những bức ảnh tĩnh (JPG) hoặc các hình động (GIF), âm thanh hoặc giọng nói, những đoạn video (Streaming video) và văn bản lên đến 1000 kí tự. Với dịch vụ MMS, các tin nhắn không chỉ được gửi giữa các máy điện thoại di động mà còn từ máy điện thoại di động gửi đến email và ngược lại.

2.8. MẠNG GPRS

2.8.1. Giới thiệu

GPRS là công nghệ chuyển mạch gói được phát triển trên nền tảng công nghệ GSM, giúp các nhà khai thác có thể triển khai nhiều ứng dụng đối với mạng điện thoại di động. Với GPRS, tốc độ tối đa đường truyền có thể đạt 171.2kbps, gấp tới hơn 15 lần đường truyền hiện nay (GSM mới chỉ đạt tốc độ 9.6kbps) nhờ đó có thể truy cập internet từ

MS có tính năng WAP để gửi tin nhắn hình ảnh, âm thanh và có thể truy cập mạng intranet để gửi e-mail, nhận fax, truy cập các cơ sở dữ liệu.

GPRS cho phép cung cấp dịch vụ nhắn tin đa phương tiện (MMS) và dịch vụ truyền ảnh động VTR (Video Streaming).

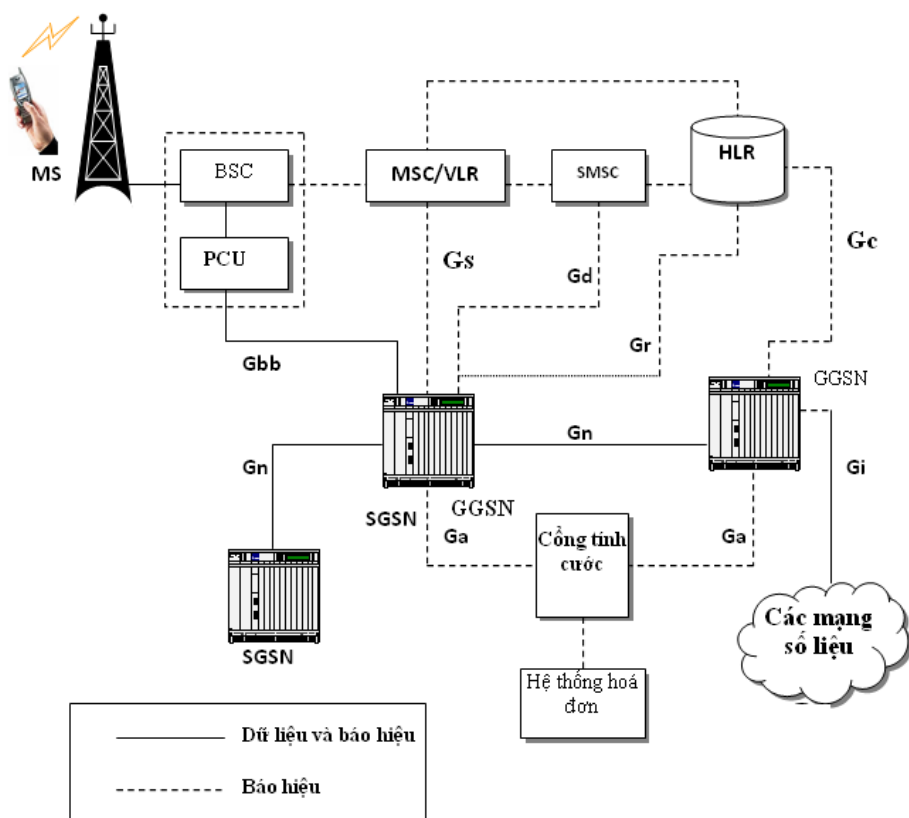
Đặc biệt với tính năng luôn luôn kết nối, mạng GPRS cho phép người sử dụng vừa có thể kết nối mạng internet, vừa có thể đàm thoại đồng thời. Điều này có nghĩa người dùng không cần phải ngừng liên lạc khi muốn kết nối internet thông qua mạng di động hoặc ngược lại. Cước phí truy cập mạng cũng chỉ tính theo lưu lượng dữ liệu được truyền tải.

2.8.2. Cấu trúc mạng GPRS

2.8.2.1. Những điểm mới trong cấu trúc mạng GPRS so với GSM

Thành phần mạng GSM	Nâng cấp để đáp ứng với GPRS
Đầu cuối thuê bao (TE)	Toàn bộ các đầu cuối mới phải truy cập được các dịch vụ GPRS. Các đầu cuối loại mới này sẽ phải tương thích với GSM cho các cuộc gọi
BTS	Cập nhật phần mềm trong các trạm thu phát cơ sở (BTS) hiện thời
BSC	Cần nâng cấp phần mềm bộ điều khiển trạm cơ sở (BSC) ngay từ khi cài đặt phần cứng mới PCU (Packet Control Unit: đơn vị điều khiển gói). PCU định hướng luồng số liệu tới mạng GPRS và có thể là phần cứng riêng gắn với BSC
Mạng lõi MSC	Khi triển khai GPRS, cần cài đặt các thành phần mạng lõi gọi là nút hỗ trợ dịch vụ GPRS (SGSN: Serving GPRS support Node)
Các cơ sở dữ liệu (VLR, HLR...)	Tất cả các dữ liệu trong mạng cần phải nâng cấp phần mềm để điều khiển các chức năng và các hình thức mới của GPRS

2.8.2.2. Cấu trúc mạng GPRS



Hình 0.12: Cấu trúc mạng GPRS

GPRS được phát triển trên cơ sở mạng GSM sẵn có. Các phần tử của mạng GSM chỉ cần nâng cấp về phần mềm, ngoại trừ BSC phải nâng cấp phần cứng. GSM lúc đầu được thiết kế cho chuyển mạch kênh nên việc đưa dịch vụ chuyển mạch gói vào mạng đòi hỏi phải bổ sung thêm thiết bị mới. Hai node được thêm vào để làm nhiệm vụ quản lý chuyển mạch gói là node hỗ trợ GPRS dịch vụ (SGSN) và node hỗ trợ GPRS cổng (GGSN), cả hai node được gọi chung là các node GSN.

a. Các thuê bao đầu cuối GPRS (TE)

Cần phải có các TE mới vì điện thoại GSM hiện thời không điều khiển giao diện không gian tăng cường, chúng cũng không có khả năng gói hoá lưu lượng trực tiếp được. Có nhiều dạng đầu cuối gồm các máy điện thoại tốc độ cao hiện thời để hỗ trợ truy nhập số liệu tốc độ cao và các card PC cho máy tính laptop. Tất cả các đầu cuối này sẽ tương thích với GSM cho các cuộc gọi thoại dùng GSM.

Thiết bị đầu cuối GPRS có thể hoạt động được ở ba chế độ:

- Chế độ 1 (Class 1): ở chế độ này, máy đầu cuối di động có thể sử dụng cả hai dịch vụ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói đồng thời.
- Chế độ 2 (Class 2): ở chế độ này máy đầu cuối di động không thể sử dụng cả hai dịch vụ chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói đồng thời, nhưng có thể sử dụng hai dịch vụ này theo kiểu liên tiếp nhau, trên cơ sở các dịch vụ này được lựa chọn tự động. Máy đầu cuối di động có thể nhận được nhấn tin cho dịch vụ chuyển mạch kênh trong khi đang truyền tải dữ liệu dưới dạng gói. Khi đó máy đầu cuối di động có thể tạm dừng việc truyền tải dữ liệu trong khoảng thời gian thực hiện kết nối này kết thúc, máy đầu cuối di động sẽ tự động chuyển về trạng thái truyền tải dữ liệu.
- Chế độ 3 (Class 3): ở chế độ này chỉ cho phép máy đầu cuối di động sử dụng một dịch vụ chuyển mạch kênh hay chuyển mạch gói tại một thời điểm. Sự lựa chọn này được thực hiện bằng nhân công hoặc mặc định.

b. Các trạm BSS của mạng GPRS

Mỗi BSS phải cài đặt một hoặc nhiều PCU và nâng cấp phần mềm. PCU (Packet Control Unit: Bộ điều khiển gói) xử lý việc truyền dữ liệu gói giữa máy đầu cuối và SGSN.

BTS cần nâng cấp phần mềm, các phần cứng không cần nâng cấp.

Khi cả luồng thoại và số liệu đều xuất phát từ một đầu cuối thuê bao, dữ liệu được truyền qua giao diện tới BTS và từ BTS đến BSC theo cùng một chuẩn cuộc gọi GSM. Tuy nhiên, ở đầu ra của BSC thì lưu lượng được tách ra; thoại được truyền đến MSC theo chuẩn GSM và số liệu truyền tới SGSN qua PCU trên một giao diện chuyển tiếp khung (Frame Relay).

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

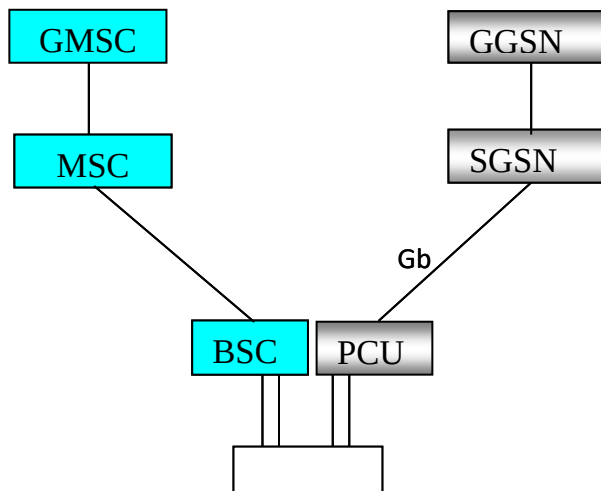
Khối điều khiển dữ liệu gói PCU có nhiệm vụ kết hợp các chức năng điều khiển kênh vô tuyến GPRS với phần hệ thống trạm gốc BSS của mạng GSM hiện tại, PCU được đặt tại bộ điều khiển trạm gốc BSC và phục vụ BSC đó. PCU quản lý các chức năng về chuyển tiếp khung (nếu PCU được kết nối với GSM qua mạng chuyển tiếp khung), quản lý các thông tin báo hiệu về dịch vụ mạng, báo hiệu BSSGP (giao thức GPRS BSS), định tuyến các bản tin báo hiệu, quản lý tải tin các lớp RLC/MAC (Điều khiển kết nối vô tuyến/ Điều khiển truy nhập trung gian) và truyền tải dữ liệu của người sử dụng.

Dữ liệu của người sử dụng sẽ được chuyển từ BTS tới BSC thông qua đường lên CCU (Channel Control Unit), sau đó truyền qua đường E1 tới PCU. Tại PCU, các khối dữ liệu RLC sẽ được sắp xếp lại trong khung (điều khiển liên kết logic), sau đó được chuyển tới SGSN. Báo hiệu BSSGP và NS (dịch vụ mạng) sử dụng giao thức chuyển tiếp khung, làm nhiệm vụ báo hiệu giữa PCU và SGSN. PCU được kết nối với GSN thông qua mạng chuyển tiếp khung hoặc cũng có thể được kết nối trực tiếp với GSN.

❖ Bộ điều khiển trạm gốc BSC

Trong mạng GPRS, BSC (Base Station Controller) đóng vai trò trung tâm phân phối, định tuyến dữ liệu và thông tin báo hiệu GPRS. BSC có thể thiết lập, giám sát và huỷ bỏ kết nối của các cuộc gọi chuyển mạch kênh cũng như chuyển mạch gói. BSC còn cung cấp các chức năng về chuyển vùng, thiết lập các tham số của các cell trong mạng.

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



Hình 0.13: Giao diện Gb mở kết nối PCU với SGSN

PCU quản lý các lớp MAC và RLC của giao diện vô tuyến, các lớp dịch vụ mạng của giao diện Gb (giao diện giữa PCU và SGSN). PCU bao gồm phần mềm trung tâm, các thiết bị phần cứng và các phần mềm vùng (RPPs). Chức năng của RPP là phân chia các khung PCU giữa các giao

điện Gb và A-bis, chúng có thể được thiết lập để làm việc với một giao diện A-bis hay với cả hai giao diện A-bis và Gb. Giải pháp bổ sung PCU vào BSC là một giải pháp hiệu quả về mặt chi phí hệ thống.

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

❖ Trạm gốc BTS

BTS (Base Transceiver Station) cung cấp khả năng ấn định các kênh vật lý tại các khe thời gian cho cuộc gọi chuyển mạch trong mạng GSM và dữ liệu chuyển mạch gói GPRS. BTS kết hợp với PCU để thực hiện các chức năng về vô tuyến trong mạng GPRS. Dữ liệu gói của người sử dụng sẽ được chuyển từ BTS tới BSC qua đường lên CCU. CCU trong BTS thực hiện mã kênh bao gồm sửa lỗi trước (FEC), đo kênh vô tuyến, sự ảnh xạ của GPRS và báo hiệu trên giao diện A-bis trên đường truyền tới BSC.

c. Nút hỗ trợ dịch vụ GPRS (SGSN)

Để truy nhập các dịch vụ GPRS, MS phải nối tới mạng GPRS và một liên kết logic được thiết lập giữa MS và SGSN, vì vậy MS có thể được tìm gọi qua SGSN và truy nhập các dịch vụ của nhà cung cấp dịch vụ ISP.

Để gửi và nhận số liệu, MS khởi tạo giao thức số liệu gói PDP (Packet Data Protocol). Khi giao thức này được khởi tạo thì SGSN thiết lập một giao thức số liệu gói PDP để định tuyến trong mạng PLMN với SGSN để cho thuê bao GPRS sử dụng. Lúc này thì trạm di động nhập mạng và liên kết với các mạng số liệu bên ngoài và sau đó chuyển qua giao diện Gi.

Thông tin của thuê bao điện thoại lưu trong một GPRS, thanh ghi định vị thường trú bên trong HLR sẽ ảnh xạ giữa phần định danh trạm di động và địa chỉ mạng PDN (Public Data Network). Thanh ghi này chứa cơ sở dữ liệu về định danh thuê bao để SGSN có thể tìm xem một trạm di động mới có nằm trong vùng phục vụ của mạng GPRS hay không.

SGSN phụ trách việc phân phát và định tuyến các gói số liệu giữa máy cầm tay MS và các mạng truyền số liệu bên ngoài. SGSN có các chức năng chính như sau:

- Quản trị di động: bao gồm quản lý việc nhập mạng, rời mạng của thuê bao GPRS, quản lý vị trí hiện diện của thuê bao trong vùng phục vụ, thực hiện các chức năng bảo mật, an ninh cho mạng.
- Định tuyến và truyền tải các gói dữ liệu đi đến hay được xuất phát từ vùng phục vụ của SGSN đó.
- Quản lý các trung kế logic bao gồm các kênh lưu lượng gói dữ liệu lưu lượng các bản tin ngắn (SMS).
- Thiết lập hay huỷ bỏ các giao thức dữ liệu gói PDP phục vụ cho việc truyền tải các gói dữ liệu PDU giữa thuê bao GPRS và GGSN thông qua hai giao diện Gn và Gb.
- Thực hiện kỹ thuật nén dữ liệu được truyền tải giữa SGSN và máy di động nhằm nâng cao hiệu quả của các kết nối trong mạng
- Cung cấp các khả năng kết nối với các phần tử khác trong mạng như: SGSN – MSC/VLR, HLR, BSC ,...
- Cung cấp khả năng tương tác với mạng GSM khi cả hai công nghệ này cùng sử dụng chung một nguồn tài nguyên.
- Điều hành việc xếp hàng của các gói dữ liệu trao đổi giữa trạm gốc BSS và nút hỗ trợ dịch vụ GPRS (SGSN).Cung cấp dữ liệu phục vụ cho việc tính cước, các thông tin phục vụ tính cước được thu thập tại SGSN chỉ liên quan đến phần sử dụng mạng vô tuyến của các thuê bao.

d. Nút hỗ trợ cổng GPRS (GGSN)

Nhìn về mặt hệ thống, GGSN (Gateway GPRS Support Node) đóng vai trò như một GMSC (Gate Mobile Switching Center – Trung tâm chuyển mạch cổng di động). GGSN cung cấp một giao diện cổng phục vụ cho việc trao đổi dữ liệu gói bên ngoài (PDN). GGSN cung cấp địa chỉ định tuyến cho các dữ liệu được phân phối tới máy di động và gửi các số liệu xuất phát từ máy di động tới địa chỉ đã được chỉ định. GGSN cũng tương tác với các mạng chuyển mạch gói ngoài và được kết nối với SGSN theo giao thức IP dựa trên mạng đường trục GPRS. GGSN có hai giao diện Gi và Gn, trong đó giao diện Gi phục vụ cho việc trao đổi dữ liệu giữa thuê bao GPRS với các mạng thiết bị đầu cuối thuộc mạng dữ liệu bên ngoài được kết nối với GGSN. Giao diện Gn phục vụ cho việc truyền tải dữ liệu báo hiệu giữa GGSN và SGSN, kết nối này được thực hiện qua mạng IP (mạng đường trục GPRS).

GGSN còn được nối với bộ đăng ký thường trú HLR qua giao diện Gc để thu thập thông tin định tuyến cũng như các dữ liệu về thuê bao GPRS. GGSN có các chức năng chính sau:

- Cung cấp giao diện giữa mạng GPRS với các mạng dữ liệu bên ngoài. Nhìn từ phía các mạng bên ngoài, GPRS đóng vai trò như một bộ định tuyến đến tất cả các thuê bao được phục vụ bởi GPRS.
- Định tuyến và truyền tải dữ liệu giữa GPRS và các mạng dữ liệu GPRS.
- Quản trị các phiên làm việc GPRS, thiết lập thông tin về phía các mạng bên ngoài.
- Cung cấp khả năng chuyển đổi khuôn dạng các gói dữ liệu được trao đổi giữa mạng GPRS và các mạng dữ liệu khác. Điều này cho phép các gói dữ liệu X.25 và IP được truyền tải với cùng khuôn dạng thông qua mạng GPRS.
- Cung cấp dữ liệu phục vụ cho việc tính cước, các thông tin được thu thập tại GGSN chỉ liên quan đến phần sử dụng dữ liệu bên ngoài.
- Điều khiển việc truy nhập trên GGSN
- Chức năng bảo mật khi kết nối Internet.

e. Sự kết hợp giữa nút hỗ trợ dịch vụ SGSN và nút hỗ trợ cổng GGSN

Các chức năng của SGSN và GGSN có thể kết hợp với nhau trong cùng một khối vật lý hoặc có thể tách biệt thành các khối riêng biệt. SGSN và GGSN có các chức năng định tuyến IP, chúng có thể kết hợp với các bộ định tuyến IP (router).

Khi SGSN và GGSN thuộc về hai mạng di động mặt đất công cộng PLMN khác nhau, chúng được kết nối thông qua giao diện Gn (giao diện giữa SGSN và GGSN nằm trong cùng một PLMN) cộng thêm chức năng về an ninh được yêu cầu khi trao đổi thông tin giữa các PLMN khác nhau, các chức năng về an ninh này được xây dựng tùy thuộc vào thỏa thuận của các nhà khai thác.

f. Phân hệ chuyển mạch

*** Trung tâm chuyển mạch di động / Bộ đăng ký tạm trú – MSC / VLR**

MSC/VLR được sử dụng cho việc đăng ký và liên lạc với thuê bao nhưng không đóng vai trò gì trong việc định tuyến dữ liệu GPRS. Một MSC có thể được kết nối với một hoặc nhiều SGSN tùy thuộc vào lưu lượng thông tin.

MSC/VLR được kết nối đến SGSN qua giao diện Gs. Do đó, để hỗ trợ giao diện này thì MSC/VLR cần được nâng cấp phần mềm. Giao diện này được sử dụng để phân chia hiệu quả với các đầu cuối được truy nhập cả GPRS và GSM. Có hai chức năng chính được thiết lập qua giao diện Gs là: tổ hợp cập nhật vùng định vị, vùng định tuyến, và gởi tin nhắn qua GPRS.

Trong hệ thống GPRS, MSC/VLR không được dùng cho thủ tục nhận thực thuê bao như trong hệ thống GSM mà thay vào đó là HLR, do đó SGSN sẽ nhận bộ ba thông số dành cho việc nhận thực từ bộ đăng ký thường trú/ trung tâm nhận thực – HLR/AUC.

**** Bộ đăng ký thường trú / trung tâm nhận thực HLR / AUC***

Bộ đăng ký thường trú HLR lưu giữ tất cả các thông tin về thuê bao GSM cũng như GPRS. Thông tin về thuê bao GPRS được trao đổi giữa HLR với SGSN. Thêm vào đó, như trên đã trình bày, HLR được sử dụng trực tiếp cho việc nhận thực thuê bao thay cho MSC/VLR trong hệ thống GSM. Những thông tin được lưu trữ trong HLR liên quan đến GSN bao gồm:

- + Số IMSI và MSISDN của thuê bao.
- + Địa chỉ báo hiệu số 7 của SGSN phục vụ cho MS.
- + Cờ MNRG được chỉ thị nếu MS không truy nhập vào mạng GPRS.
- + Danh sách địa chỉ IP của GGSN.

HLR thực hiện quản lý di động cho các thuê bao GPRS bằng cách lưu trữ các thông tin định tuyến của các thuê bao GPRS từ vùng cập nhật vị trí trong SGSN và báo cho SGSN cũ biết sự thay đổi vị trí của thuê bao. Ngoài ra, HLR cũng lưu trữ các thông tin nhận thực và mật mã nhận được từ AUC và cung cấp cho SGSN theo yêu cầu. Thủ tục nhận thực trong GPRS và GSM như nhau, chỉ có mã hóa đường truyền là thay đổi. Tuy nhiên, sự thay đổi này không tác động đến AUC nên không cần phải cập nhật AUC.

Trung tâm nhận thực AUC cung cấp bộ ba thông số dành cho việc nhận thực và thực hiện mã hoá đường truyền. Thủ tục nhận thực trong GPRS và GSM là như nhau. Chỉ có quá trình cùng trở thành phần tử của mạng GPRS, trình mã hoá đường truyền là thay đổi so với hệ thống

GSM, sự thay đổi này không tác động gì đến AUC, do đó không cần cập nhật AUC.

*** Bộ đăng ký nhận dạng thiết bị – EIR**

Bộ đăng ký nhận dạng thiết bị EIR vẫn thực hiện chức năng như trong hệ thống GSM. EIR lưu giữ tất cả các dữ liệu liên quan đến thiết bị đầu cuối MS. EIR được nối đến MSC qua đường báo hiệu để kiểm tra sự được phép của thiết bị, một thiết bị không được phép sẽ bị cấm.

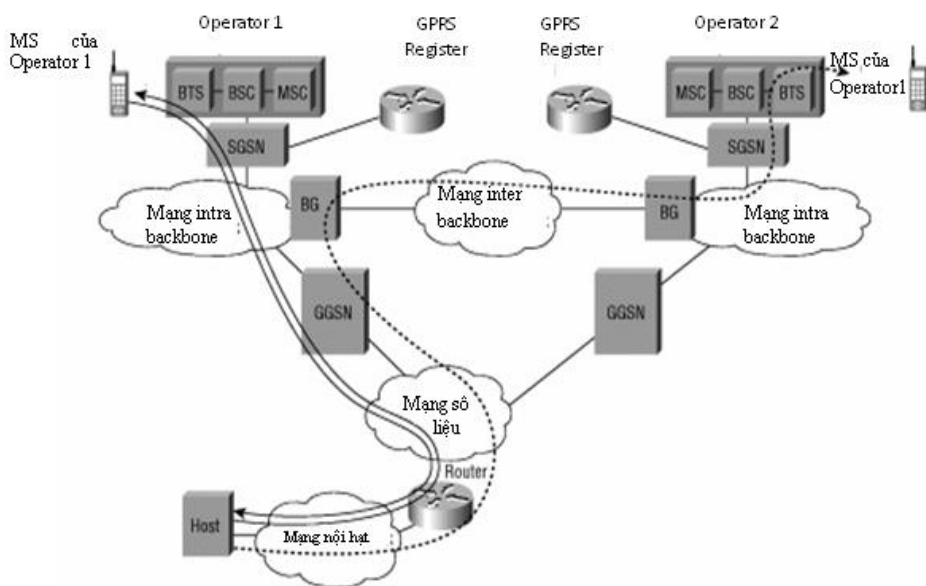
g. Mạng đường trục GPRS

Có hai loại mạng Backbone đó là:

- Mạng intra-backbone: dùng để kết nối các phần tử trong cùng một PLMN như giữa các node SGSN và GGSN.

- Mạng inter-backbone: dùng để kết nối giữa các mạng intra-backbone của hai PLM GPRS khác nhau thông qua cổng biên BG (Border Gateway).

Như vậy, mạng backbone giải quyết các vấn đề tương tác giữa các phần tử mạng GSS, và giữa các mạng GPRS với nhau nhằm mục đích cho phép sự lưu động (roaming) của các thuê bao GPRS. Mỗi thuê bao sẽ có một địa chỉ PDP được cấp phát bởi mạng PLMN chủ, một Router sẽ làm nhiệm vụ chuyển tiếp giữa mạng PLMN chủ và mạng PLMN mà MS di chuyển đến. Việc định tuyến này được dùng cho cả thuê bao đã hoàn thành hay mới bắt đầu truyền dữ liệu và thông tin được truyền đi qua cổng biên BG.



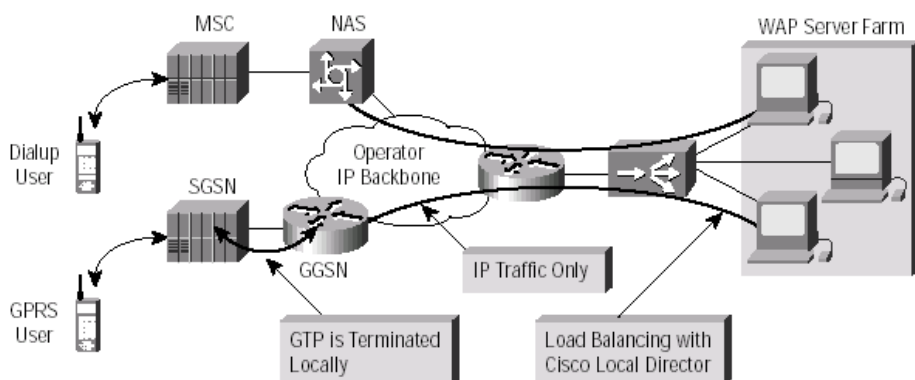
Hình 0.14: Mạng đường trục GPRS

2.8.3. Một số dịch vụ của GPRS

a. Môi trường GPRS đối với dịch vụ WAP

Giao thức truy cập không dây (WAP) cho phép người dùng di động có thể tương tác dễ dàng các thông tin, ứng dụng dịch vụ thông qua màn hình điện thoại di động. Các dịch vụ và ứng dụng này là: e-mail, dịch vụ chăm sóc khách hàng, quản lý cuộc gọi, thông tin thời tiết, thể thao, ngân hàng, ...

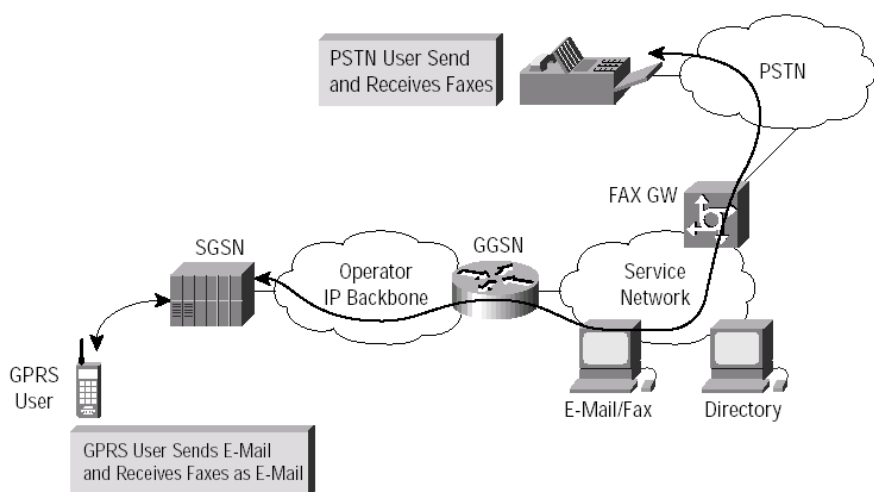
WAP sử dụng HTTP1.1 Web Server (máy phục vụ WEB trên nền HTTP1.1) cung cấp nội dung Internet hay Intranet.



Hình 0.15: Dịch vụ WAP

b. FAX qua GPRS

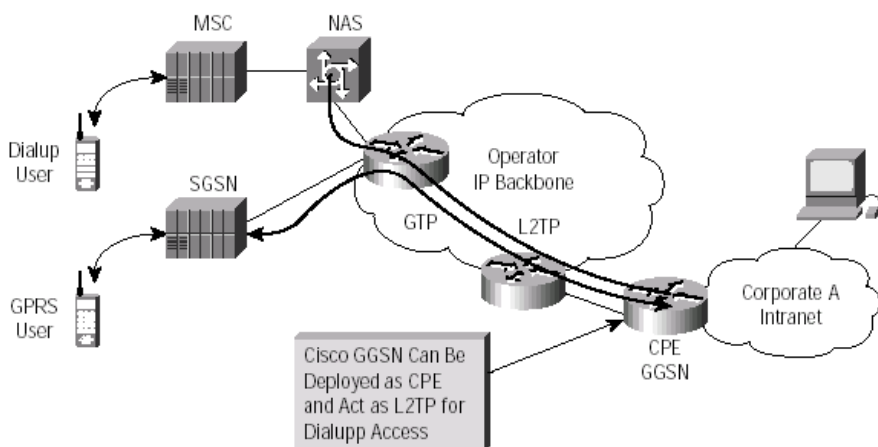
Tích hợp fax với văn bản điện tử chuyển đổi fax thành dạng tin nhắn MINE (Multipurpose Internet Mail extension – Internet Mail mở rộng đa mục đích) kết hợp với văn bản dạng TIFF để có thể phục hồi lại bản fax và có thể truy cập điện tử. Môi trường truyền thông qua mail server. Thông tin được lưu trữ và phục hồi phục lại dạng TIFF. Cách truyền qua WEB giảm chi phí định tuyến, quản lý,...



Hình 0.16: Fax qua GPRS

c. Kết hợp giữa thoại và dữ liệu

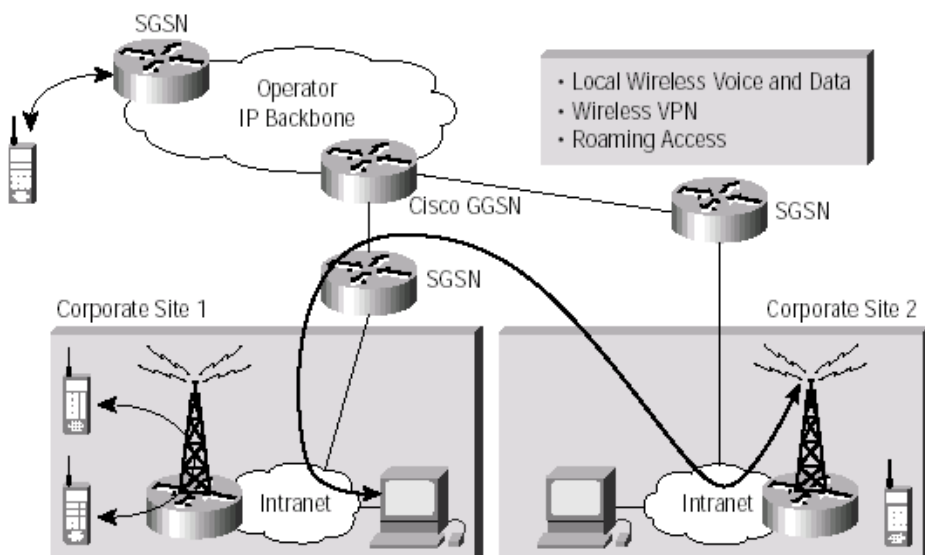
GGSN có thể đặt ở nhà khách hàng, dựa trên kỹ thuật định tuyến, các phần mềm là giải pháp lý tưởng để tích hợp với các dịch vụ IP như mạng quay số riêng ảo (VPDN) hay thoại qua IP (Voice over IP).



Hình 0.17: Kết hợp thoại và dữ liệu

d. Giải pháp kết hợp mạng riêng ảo

Với các SGSN có độ tin cậy cao có thể tạo môi trường cộng tác trong GPRS, mạng riêng ảo là giải pháp phù hợp cho các văn phòng gia đình hay văn phòng nhỏ (SOHO).



Hình 0.18: Mạng riêng ảo

2.9. TÌM HIỂU THÊM VỀ CÔNG NGHỆ EDGE

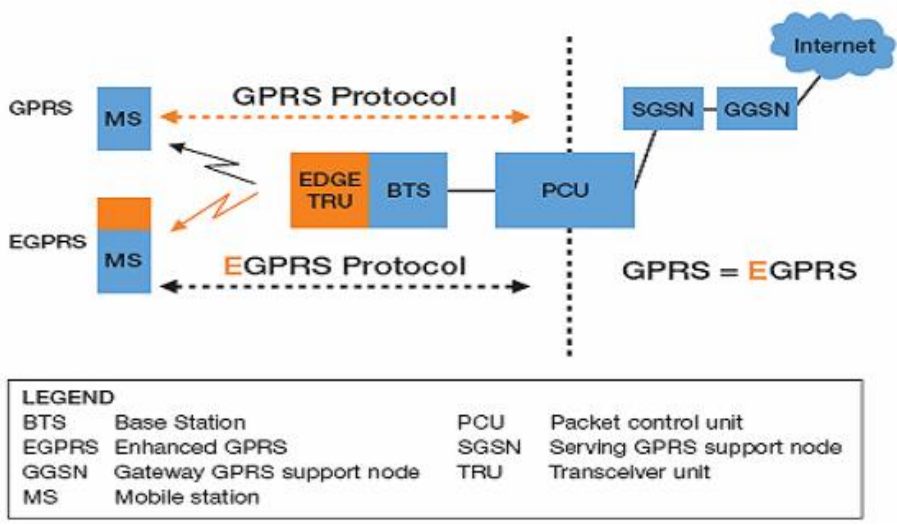
Giải pháp nâng cấp mạng GSM lên GPRS đã tăng tốc độ truyền dữ liệu lên đến 170kbps nhưng vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu của các dịch vụ truyền thông đa phương tiện. Dịch vụ GPRS tạo ra tốc độ cao chủ yếu nhờ sự kết hợp của các khe thời gian. Tuy nhiên, do vẫn sử dụng kỹ thuật điều chế nguyên thủy GMSK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

EDGE là kỹ thuật điện thoại số cho phép tăng tốc độ truyền data và truyền data tin cậy hơn được phân loại như chuẩn 2,75G không chính thức vì tốc độ mạng chậm hơn 3G. EDGE được giới thiệu cho mạng GSM trên khắp thế giới từ năm 2003, bắt đầu ở Bắc Mỹ bởi GSM/EDGE Radio Access Network (GERAN).

Bước tiếp theo là cải tiến GSM/GPRS thành tốc độ dữ liệu nâng cao cho sự phát triển GSM toàn cầu EDGE. Tăng tốc độ dữ liệu lên đến 384kbps với 8 khe thời gian. Thay vì 14,4 kbps cho mỗi khe thời gian, EDGE đạt tới 48kbps cho một khe thời gian. Ý tưởng của EDGE là sử dụng một phương pháp điều chế mới được gọi là 8PSK, EDGE là một phương thức nâng cấp hấp dẫn đối với các mạng GSM vì EDGE không yêu cầu những thay đổi phần cứng hoặc phần mềm trong mạng lõi GSM. Những đơn vị thu phát tương thích với EDGE phải được cài đặt và BSS

cần phải được nâng cấp để hỗ trợ EDGE. Phần cứng đầu cuối di động mới và phần mềm yêu cầu phải giải mã/mã hoá điều chế mới, phối hợp mã và truyền tốc độ dữ liệu cao hơn để triển khai dịch vụ mới. Phương thức điều chế này cùng tồn tại với phương pháp điều chế GMSK, được sử dụng trong GSM, nên các thuê bao có thể tiếp tục sử dụng máy di động cũ của mình nếu không cần được cung cấp các dịch vụ tốt hơn. Xét trên khía cạnh kỹ thuật, cũng cần giữ lại GMSK cũ vì 8PSK chỉ có hiệu quả ở vùng hẹp, với vùng rộng vẫn cần GMSK.

Nếu EDGE được sử dụng cùng với GPRS thì sự kết hợp này được gọi là GPRS nâng cấp EGPRS.



Hình 0.19: EGPRS giới thiệu những thay đổi trên BSS trong mạng GPRS

	GPRS	EDGE
Modulation	GMSK	8-PSK/GMSK
Symbol rate	270 ksym/s	270 ksym/s
Modulation bit rate	270 kb/s	810 kb/s
Radio data rate per time slot	22,8 kb/s	69,2 kb/s
User data rate per time slot	20 kb/s (CS4)	59,2 kb/s (MCS9)
User data rate (8 time slots)	160 kb/s	473,6 kb/s
	(182,4 kb/s)	(553,6 kb/s)

Bảng 2.1: GPRS và EDGE: so sánh thông tin kỹ thuật (8PSK, GMSK, MCS (Modulation Coding Scheme))

EDGE có thể phát nhiều bit gấp 3 lần GPRS trong một chu kỳ. Đây là lý do chính cho tốc độ bit EDGE cao hơn. ITU đã định nghĩa 384kbps là giới hạn tốc độ dữ liệu cho dịch vụ để thực hiện chuẩn IMT-2000 trong môi trường không lý tưởng, 384kbps tương ứng với 48kbps trên mỗi khe thời gian, giả sử một đầu cuối có 8 khe thời gian.

Câu hỏi ôn tập

1. Hãy trình bày cấu trúc chung của hệ thống GSM. Nêu nhiệm vụ chủ yếu của: Phân hệ chuyển mạch, phân hệ trạm gốc, phân hệ khai thác, trạm di động.

2. Hãy trình bày các phương pháp đa truy nhập trong GSM.

3. Hãy trình bày cấu trúc kênh vật lý và kênh logic của GSM.

4. Hãy trình bày kỹ thuật chuyển giao trong mạng GSM.

5. Hãy trình bày các dịch vụ cơ bản của GSM.

6. Hãy trình bày những điểm mới trong cấu trúc mạng GPRS so với GSM.

7. Hãy trình bày cấu trúc mạng GPRS

8. Hãy trình bày các dịch vụ cơ bản của GPRS. về công nghệ EDGE

9. Hãy trình bày vắn tắt về công nghệ EDGE

Chương 3

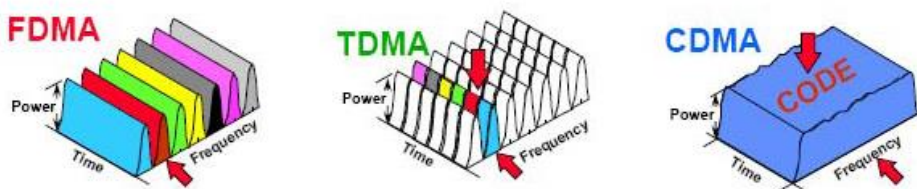
HỆ THỐNG CDMA

3.1. GIỚI THIỆU CHUNG

3.1.1. CDMA là gì?

Thông tin trải phổ từ lâu đã được sử dụng trong những hệ thống quân đội. Đặc tính khác biệt của thông tin trải phổ là băng thông truyền cao hơn đáng kể so với đòi hỏi bởi tốc độ thông tin, dẫn tới việc xuất hiện thuật ngữ “trải ra”. Điển hình, một mã giả ngẫu nhiên được sử dụng để “trải” tín hiệu thông tin tới dải thông tần số được cấp phát.

Những hệ thống đa truy xuất thiết kế cho thông tin di động theo truyền thống đã triển khai kỹ thuật Đa truy xuất phân chia theo thời gian (TDMA) và Đa truy xuất phân chia theo tần số (FDMA). Qualcomm Inc là một trong những nhà tiên phong đề nghị sử dụng Đa truy xuất phân chia theo mã (CDMA) cho thông tin di động cho dân thường, mà thực tế đã dẫn tới tiêu chuẩn IS-95 Bắc Mỹ.

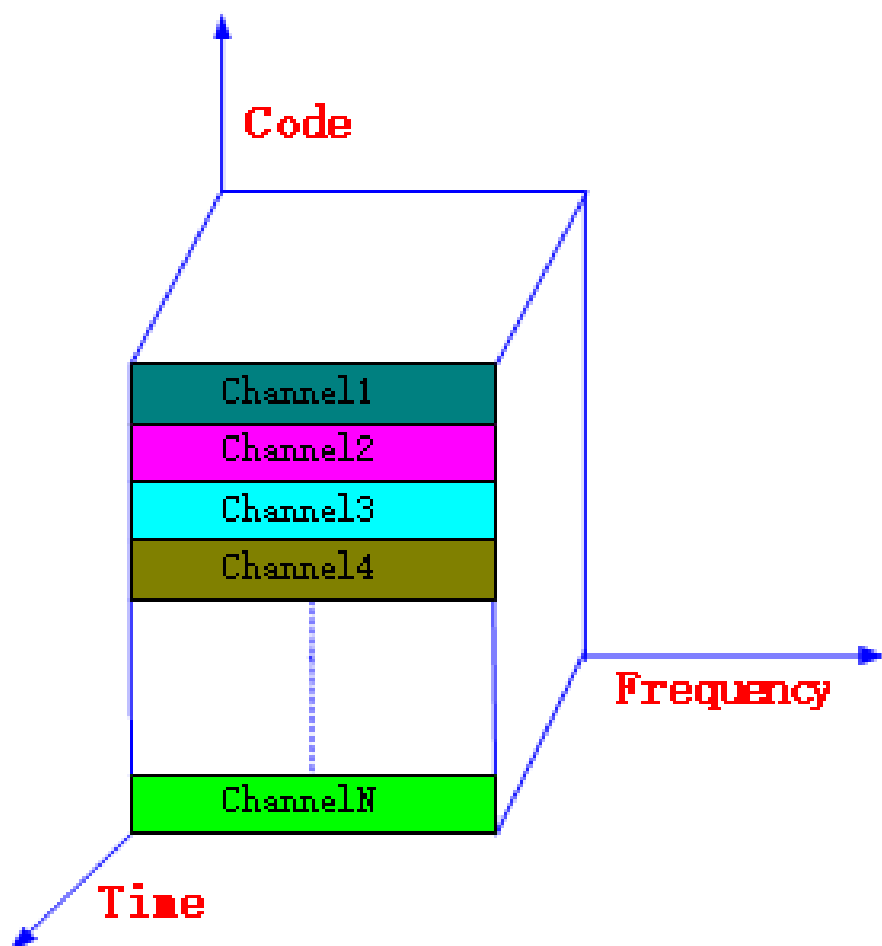


Hình 0.1: Các kiểu đa truy xuất

CDMA là kỹ thuật đa truy xuất cho phép nhiều user đồng thời truyền thông tin độc lập trong cùng băng tần giống nhau. Mỗi user được ấn định một mã giả ngẫu nhiên trực giao với mã của tất cả user khác hoặc là mã sở hữu những thuộc tính tương quan chéo để giảm tối đa nhiễu đa truy cập (MAI). Mã này được thêm vào tín hiệu thông tin, làm cho tín hiệu trở thành như tín hiệu nhiễu đối với tất cả các user khác.

Chỉ có người nhận mới được cấp cùng một mã và sử dụng mã đó để tách tín hiệu thông tin. Điều này cho phép chia sẻ phổ giống nhau bởi nhiều user mà không gây ra nhiễu MAI. Mã bảo đảm bản tin riêng, từ đó duy nhất user dự kiến mới có khả năng để “giải mã” tín hiệu. Mã này cũng được biết như là mã trải phổ (trải rộng dải thông của tín hiệu dữ liệu gốc vào trong một dải thông rộng hơn nhiều trước khi truyền đi). Bởi

vậy thuật ngữ Đa truy xuất trải phổ (SSMA) cũng được sử dụng thay thế thuật ngữ CDMA.



Hình 0.2: Kênh CDMA

3.1.2. Con đường phát triển của CDMA

Ứng dụng của công nghệ CDMA được giới thiệu trong những hệ thống tổ ong trong đầu những năm 1990 với sự phát triển và thương mại hoá của tiêu chuẩn IS-95. Kể từ đó, công nghệ này được triển khai rộng rãi trên cả thế giới, đạt đến con số 180 triệu thuê bao cuối những năm 2003. Bởi vì tính thương mại hóa, công nghệ CDMA đã phát triển từ IS-95 thành CDMA2000 và cùng với đó là sự mở rộng về dung lượng thoại, tốc độ dữ liệu và những thành tố mạng.

IS-95 xuất hiện vào khoảng 1994 như là những tiêu chuẩn TIA, đưa ra sự gia tăng dung lượng đáng kể so với những mạng TDMA đang tồn tại. Sau một vài năm triển khai CDMA, IS95-B được giới thiệu vào năm 1998, bao gồm những mở rộng sau:

- Hỗ trợ cho ứng dụng dịch vụ dữ liệu gói tốc độ trung bình, lên tới 64kbps, sử dụng tập hợp những kênh truyền mã hóa.
- Nâng cao hoạt động chuyển giao mềm với các mức ngưỡng động.
- Mở rộng thủ tục chuyển giao liên tần để thuận tiện cho việc triển khai mạng đa sóng mang.
- Nâng cao truy xuất hệ thống trong những vùng chuyển giao với những thủ tục chuyển giao trạng thái truy xuất.
- Những cải thiện khác liên quan định vị vị trí và roaming toàn cầu.

Trong suốt quá trình phát triển của công nghệ này, mỗi tiêu chuẩn hay phiên bản mới được thiết kế để duy trì khả năng tương thích đầy đủ với những hệ thống trước. IS-95A/B, mà thường gọi là IS-95A/B, đi cùng với một vài tiêu chuẩn báo hiệu dựa trên công nghệ di động tổ ong 2G hay là CDMAone. Mặc dù đã cải thiện hoạt động và nhiều đặc tính, IS95A/B không được triển khai rộng rãi như các nhà điều hành đã mong đợi cho công nghệ CDMA thế hệ kế tiếp dựa trên những tiêu chuẩn CDMA2000.

Phiên bản mở đầu của CDMA2000 là IS2000 Release 0, liên quan đến hệ thống 1xRTT. Mặc dù phiên bản này không phải là một phiên bản hoàn hảo, CDMA2000 1xRTT được phát triển và xây dựng gắn vào chipset CDMA mới và được cung cấp rộng rãi cho thị trường toàn cầu. Một vài đặc tính chủ chốt của CDMA2000 có trong Release 0:

- Tương thích với IS95 B bao gồm mở rộng về chuyển giao trạng thái lưu thông và truy xuất.
- Giải điều chế kết hợp hướng lên với giám sát ngược.
- Điều khiển luồng hướng tới nhanh.
- Trải phổ mã Walsh có chiều dài biến đổi.
- Tốc độ dữ liệu 150kbps đến 300kbps tùy thuộc vào cấu hình kênh truyền vô tuyến.
- Điều chế QPSK cả hướng lên và hướng xuống

- Mã hóa kênh truyền mở rộng với bộ mã hóa Turbo ở những tốc độ cao.
- Hỗ trợ tùy chọn cho phân tập truyền dẫn.
- Tăng tuổi thọ cho thiết bị đầu cuối di động với kênh đánh số mới nhanh hơn.

Sự kết hợp của tất cả sự mở rộng này cung cấp một dung lượng thoại gấp đôi so với những hệ thống CDMAone và tốc độ dữ liệu 153.6kbps hoặc là 307.2kbps tùy thuộc vào cấu hình vô tuyến. Sự triển khai thương mại của hệ thống CDMA2000 bắt đầu vào đầu năm 2000 tại Hàn Quốc và sớm mở rộng sang những quốc gia khác. Một vài lời tranh luận rằng 1xRTT không theo đầy đủ với những yêu cầu của IMT2000 là tốc độ dữ liệu 384kbps cho thông thường và 2Mbps cho đầu cuối cố định, nên 1xRTT nên được coi là một hệ thống 2.5G.

Phiên bản CDMA2000 hoàn thiện đầu tiên là Release A, ra đời năm 2000, bao gồm băng hẹp (1X) và băng rộng (3X) tương ứng với các kiểu sóng mang 1.25 Mhz và 3.75 Mhz. Một vài đặc tính chính của Release A là:

- Tương thích với CDMAone và Release 0.
- Hỗ trợ báo hiệu cho những kênh chung mới vốn được sử dụng cho truy xuất và truyền dẫn cụm dữ liệu ngắn.
- Báo hiệu mở rộng cho những dịch vụ đồng thời.
- Những định dạng khung và tốc độ mềm dẻo.
- Sự thương lượng QoS.
- Thuật toán mã hóa mở rộng.

Không lâu sau Release A, Release B của IS2000 được ra đời với một vài sự cải thiện về giao thức báo hiệu như chuyển giao mềm phối hợp mã kênh, báo cáo thời gian trống CDMA và nâng cao lưu lượng.

Theo sự triển khai rộng rãi của Release 0 và mặc dù có sự cải thiện đáng kể trong tiêu chuẩn, Release A và B không làm thúc đẩy các nhà điều hành nâng cấp mạng của họ do Release 0 đã cung cấp cho nhà điều hành đủ dung lượng thoại.

Trong lúc ấy, một vài nhà điều hành muốn giới thiệu những dịch vụ dữ liệu tốc độ cao đòi hỏi tốc độ dữ liệu hướng xuống cao hơn nhiều so với 150kbps được cung cấp bởi CDMA2000. Thúc đẩy bởi nhu cầu này, 3GPP2 nghiên cứu những chi tiết cụ thể của công nghệ tốc độ dữ liệu cao HDR, phát triển bởi Qualcomm Inc., cải tiến hơn và cho ra đời như là

một tiêu chuẩn mới gọi là Dữ liệu gói tốc độ cao HRPD vào cuối năm 2000. Tiêu chuẩn này là IS856 hay là 1xEV-DO.

1xEV-DO được thiết kế để cung cấp những dịch vụ HRPD có hiệu quả mà không bắt buộc phải hỗ trợ chuyển mạch kênh trong IS-95. Công nghệ HRPD đạt được hiệu suất phổ rất cao trên đường xuống bằng cách sử dụng điều chế mức cao, thích ứng tốc độ nhanh, và lập trình trên một kênh dữ liệu đơn tốc độ cao mà được ghép kênh theo thời gian giữa những user đang hoạt động. Tuy nhiên ở hướng lên của HRPD thì rất giống với hệ thống 1xRTT về tốc độ dữ liệu thấp hơn và trễ lớn hơn nhiều so với hướng xuống.

Một trong những trở ngại chính của IS856 cho những nhà điều hành là chỉ cung cấp những dịch vụ dữ liệu gói trên nền tảng best-effort và không cung cấp những ứng dụng đòi hỏi QoS nghiêm ngặt như là thoại. Mỗi quan tâm này thúc đẩy 3GPP2 tiếp tục đưa ra một phiên bản mới của CDMA2000 với mục đích cụ thể là thêm vào một kiểu dữ liệu tốc độ cao. Mục tiêu là đạt đến hoạt động của HRPD mà không ảnh hưởng tới khuôn khổ của sự tương thích với những mạng đang tồn tại cho những dịch vụ thoại và dữ liệu tốc độ thấp. Kết quả được gọi là hệ thống 1xEV-DV, ra đời với tư cách là Release C của IS2000, năm 2002. Một vài đặc tính chính của Release C như sau:

- Sự giới thiệu của một kiểu kênh dữ liệu gói hướng xuống và những giao thức thích hợp.
- Khung ngắn (1.25-5 ms) và lập trình nhanh để tận dụng phân tập nhiều user.
- Cấp phát động về công suất và tài nguyên mã Walsh giữa kênh dữ liệu gói và kênh thoại/dữ liệu tốc độ thấp.
- Thiếp lập cuộc gọi nhanh và quá trình nhận thực mở rộng.
- Thông lượng dữ liệu hướng xuống có thể so sánh với 1xEV-DO.

Có thể cho rằng Release C như là sự kết hợp của những phiên bản trước và những khái niệm sử dụng trong 1xEV-DO với một vài sự phát triển thêm.

Với một vài nhà điều hành, sự mất cân bằng thông lượng giữa hướng xuống và hướng lên và hoạt động trễ là có thể chấp nhận được. Tuy nhiên, với một vài ứng dụng yêu cầu trễ thấp hơn như game, message tức thời và thoại qua IP (VoIP), QoS được đòi hỏi có thể không được cung cấp với 1xEV-DO hay là Release C của IS2000 trừ phi cải thiện một số ở đường lên được thực hiện.

Release C, do đó, bắt đầu tiếp tục mở rộng đường lên của IS2000 như là một phần của Release D. Những sự mở rộng được đưa ra khiến cho IS2000 và IS856 rất giống nhau về mặt bản chất và sẽ mang lại sự tăng cường hoạt động cho đường lên. Release D của IS2000 ra đời vào tháng 3 năm 2004 bởi 3GPP2 và bao gồm những đặc tính sau đây:

- Một kênh dữ liệu gói hướng lên mới tốc độ cao và những giao thức thích hợp.
- Thích ứng liên kết với sự cải thiện ARQ lai tạp và chọn lựa.
- Khung truyền ngắn hơn và trễ thấp hơn cho kênh dữ liệu gói.
- Một địa chỉ MAC với nhiều tùy chọn điều khiển tốc độ đường lên và kiểm soát QoS.
- Hỗ trợ dữ liệu tốc độ lên tới 1.8Mbps.
- Duy trì khả năng tương thích với CDMAone và những phiên bản trước đó của IS2000.
- Thông lượng đường lên hơn 600kbps.

Trong lúc ấy, những yếu tố tương tự cũng đã được thêm vào cho hướng lên của 1xEV-DO với tư cách là một phần của tiêu chuẩn IS856 Release A nhưng trong một thiết kế mà tương thích với IS856 gốc. Kết quả là thông lượng, độ trễ và kiểm soát QoS của HRPD đã được gia tăng cụ thể, cung cấp một thiết kế cân bằng hơn nhiều giữa hướng lên và hướng xuống.

3.2. KỸ THUẬT TRẢI PHỔ

3.2.1. Khái niệm trải phổ

Tần số vô tuyến là một tài nguyên thiên nhiên quan trọng, việc bảo vệ và sử dụng hiệu quả tài nguyên này đã trở thành một hoạt động quan trọng vì phổ tần vô tuyến có hạn nhưng có thể tái sử dụng được.

- Tái sử dụng ở chỗ: khi một người ngừng sử dụng thì người khác có thể bắt đầu sử dụng.
- Hữu hạn ở chỗ: đối với một công nghệ cho trước, ta chỉ có thể sử dụng một dải tần số nhất định.

Vì vậy, ở các hệ thống thông tin thông thường, độ rộng băng tần là vấn đề quan tâm chính và các hệ thống này được thiết kế sao cho sử dụng càng ít độ rộng băng tần càng tốt.

Ở hệ thống thông tin trải phổ, độ rộng băng tần của tín hiệu được mở rộng thông thường hàng trăm lần trước khi được phát. Khi chỉ có một người sử dụng trong băng tần trải phổ (SS: Spread Spectrum), sử dụng băng tần như vậy không có hiệu quả. Tuy nhiên, trong môi trường nhiều người sử dụng, họ có thể dùng chung băng tần SS làm tăng hiệu quả sử dụng băng tần mà vẫn duy trì được các ưu điểm của trải phổ.

Kỹ thuật trải phổ là phương pháp điều chế tín hiệu nhằm mục đích bảo mật thông tin và chống nhiễu trên đường truyền. Trước đây kỹ thuật này chủ yếu được sử dụng trong quân đội và dùng để định vị. Ngày nay với những tính năng ưu việt, trải phổ đã nhanh chóng xâm nhập vào các kỹ thuật dân dụng với chức năng đa truy xuất. Một số hệ thống thông tin quan trọng sử dụng nguyên lý trải phổ như sau:

- Hệ thống định vị toàn cầu (GPS: Global Positioning System).
- Hệ thống thông tin di động (Mobile Communication System).
- Hệ thống thông tin cá nhân (Personal Communication System).

Đặc biệt, việc ứng dụng kỹ thuật trải phổ trong đa truy cập, gọi là Đa truy cập phân chia theo mã (CDMA), đã giúp tăng cao dung lượng trong các hệ thống viễn thông và được ứng dụng rộng rãi trong hệ thống thông tin di động thế hệ thứ ba.

Một hệ thống được gọi là trải phổ nếu thỏa mãn các tính chất sau:

- Tín hiệu truyền đi chiếm băng thông rộng hơn nhiều so với băng thông tối thiểu cần thiết để truyền thông tin.

Việc trải phổ được thực hiện bằng tín hiệu trải (mã trải phổ) độc lập với dữ liệu cần truyền. Tại đầu thu, việc dồn phổ được thực hiện qua việc xét ***tương quan của tín hiệu thu được với với bản sao được đồng bộ của tín hiệu trải phổ.***

Các mã trải phổ có thể là các mã giả tạp âm (PN) hoặc các mã được tạo ra từ các hàm trực giao.

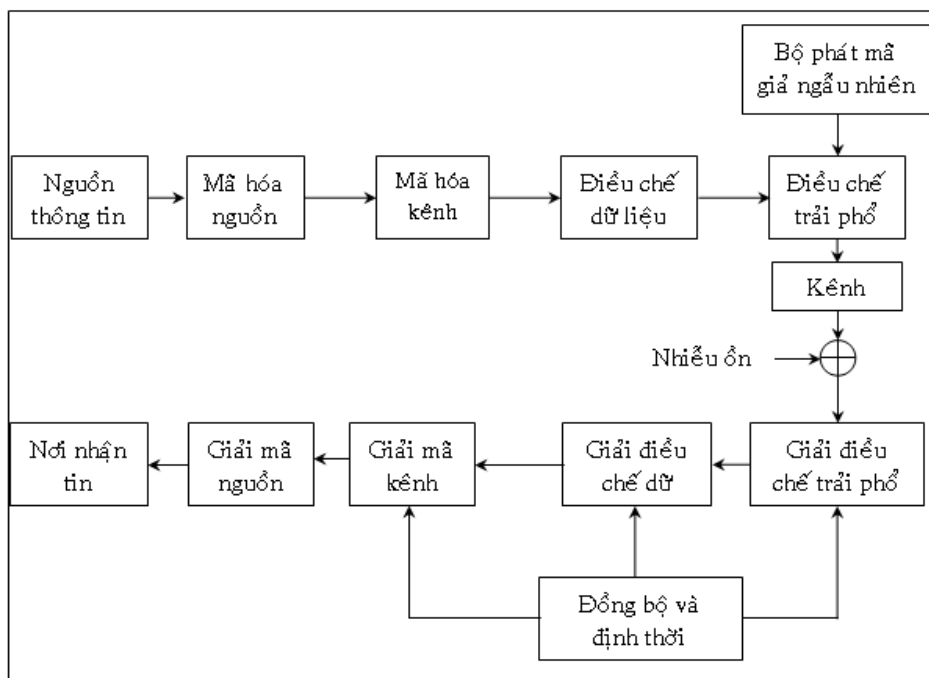
3.2.2. Sơ đồ khối của hệ thống trải phổ

Sơ đồ khối tổng quát của hệ thống trải phổ được trình bày trong hình 3.3. Chức năng của các khối chính như sau:

- Nguồn thông tin cung cấp tin tức cần phát ở dạng số hay tương tự.
- Nhiệm vụ của bộ mã hóa nguồn là trình bày tin tức cần phát bằng ít bit thông tin nhất. Đối với nguồn tin tương tự, ta luôn cố gắng mô hình tín hiệu chưa được lượng tử càng chính xác càng tốt, tuy nhiên lỗi lượng tử là không thể tránh khỏi và công việc

thiết kế bộ mã hóa nguồn bao giờ cũng liên quan đến sự thỏa hiệp giữa độ trung thực khi tái tạo tín hiệu và băng thông tín hiệu phát. Đối với nguồn tin số, ta không được để xảy ra bất kỳ lỗi nào khi truyền và việc mã hóa nguồn trong trường hợp này cần thực hiện nén dữ liệu. **Phương pháp nén dữ liệu phổ biến nhất là dùng thuật toán Huffman.**

- Khi qua bộ mã hóa kênh chuỗi bit được thêm vào phần dư (redundancy) có cấu trúc xác định để cho phép phát hiện hay hiệu chỉnh sai sót chủ yếu tại máy thu. Các mã kênh không dùng bộ nhớ gọi là những mã khối. Bộ mã hóa dùng mã khối sẽ biến đổi một cách độc lập k bit thông tin thành một khối n bit gọi là từ mã. Tỷ số k/n được gọi là tỷ lệ mã hóa. Các loại mã khối thường dùng là mã Hamming, mã BCH và mã Reed-Solomon. Một loại mã khác là mã xoắn có sử dụng bộ nhớ. Mã xoắn cũng biến một khối chứa k bit thông tin thành một khối có n bit. Tuy nhiên, quá trình mã hóa không chỉ phụ thuộc vào khối thông tin hiện tại mà còn phụ thuộc vào m khối thông tin trước đó. Hằng số m được gọi là chiều dài của mã.
- Bước kế tiếp là điều chế tín hiệu. Mục đích của bộ điều chế tín hiệu là biến đổi chuỗi bit từ bộ mã hóa kênh thành dạng sóng tương tự có thể phát trên kênh thông tin. Phương pháp điều chế có thể phân thành hai loại: điều chế tương tự và điều chế số.



Hình 0.3: Sơ đồ hệ thống trái phở

- Tín hiệu sau điều chế dữ liệu sẽ được điều chế trái phở. Tại đây tín hiệu sóng mang sẽ được điều chế với một tín hiệu trái phở (hay tín hiệu mã) có băng thông rất rộng và nếu băng thông sóng mang rất nhỏ so với băng thông tín hiệu mã thì tín hiệu phát có băng thông xấp xỉ với tín hiệu mã. Với cách xử lý tín hiệu này, hệ thống thông tin sử dụng điều chế trái phở sẽ có những ưu điểm vượt trội so với các hệ thống không dùng nguyên lý trái phở.
- ***Khi đi qua kênh truyền, tín hiệu sẽ chịu sự suy giảm và dịch pha phụ thuộc vào tần số và thay đổi theo thời gian.*** Trong một kênh vô tuyến, tính chất chọn lọc tần số gây ra bởi sự truyền dẫn đa đường, nghĩa là tín hiệu đi từ máy phát đến máy thu theo nhiều đường khác nhau. Trong miền thời gian, ảnh hưởng của sự lựa chọn tần số thể hiện qua hiện tượng khi truyền một xung đơn qua kênh ta sẽ thu được một dãy xung mà khoảng thời gian dãy xung được gọi là độ trải trễ (delay spread) của kênh. Khi đó nếu tín hiệu số được truyền qua kênh chọn lọc tần số, tín hiệu nhận bị ISI.

Tính chất thay đổi theo thời gian gây ra bởi sự di chuyển tương đối giữa máy phát và máy thu. Do đó tần số sóng mang sẽ chịu độ dịch Doppler mà máy thu có thể không hiệu chỉnh được.

- Tín hiệu luôn bị ảnh hưởng bởi nhiễu. Do được phát sinh từ chuyển động nhiệt của các electron trong vật chất nên nhiễu được gọi là nhiễu nhiệt và có mặt ở mọi nơi. Các quá trình nhiễu ngẫu nhiên thường được mô hình bởi mật độ phổ công suất bằng hằng số trên mọi thành phần tần số. Ngoài ra tín hiệu còn chịu ảnh hưởng can nhiễu từ tín hiệu khác dùng chung một kênh truyền. ***Có ba loại thường gặp là nhiễu đồng kênh (CCI: Co-channel Interference), nhiễu MAI và nhiễu xuyên âm (Cross-talk).***

Tại máy thu các bước được thực hiện theo thứ tự ngược lại. Bộ giải điều chế trái phở thực hiện việc nhân tín hiệu thu với bản sao được đồng bộ của tín hiệu trái phở. Bộ giải điều chế dữ liệu biến đổi tín hiệu dải thông ở đầu vào thành chuỗi bit thông tin dải nền. Bộ giải mã kênh loại bỏ các bit dư thừa, còn bộ giải mã nguồn sẽ tiến hành khôi phục thông tin gốc từ chuỗi bit nhận được từ đầu vào.

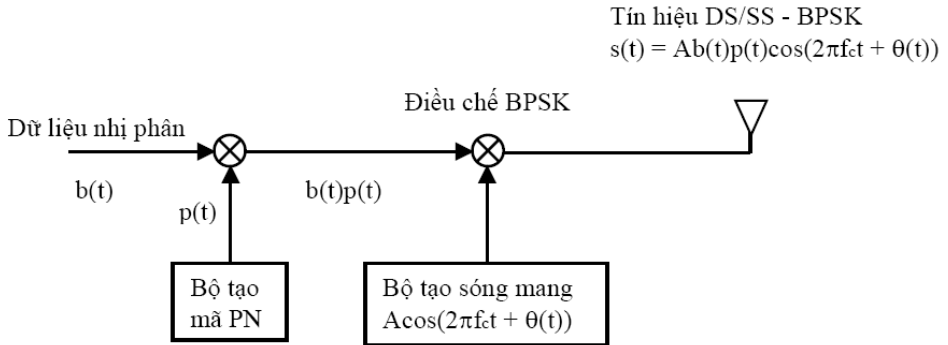
3.2.3. Các kỹ thuật trái phở

Có ba kỹ thuật trái phở cơ bản là:

- Trải phổ chuỗi trực tiếp DS-SS.
- Trải phổ chuỗi nhảy tần FH-SS.
- Trải phổ chuỗi nhảy thời gian TH-SS.

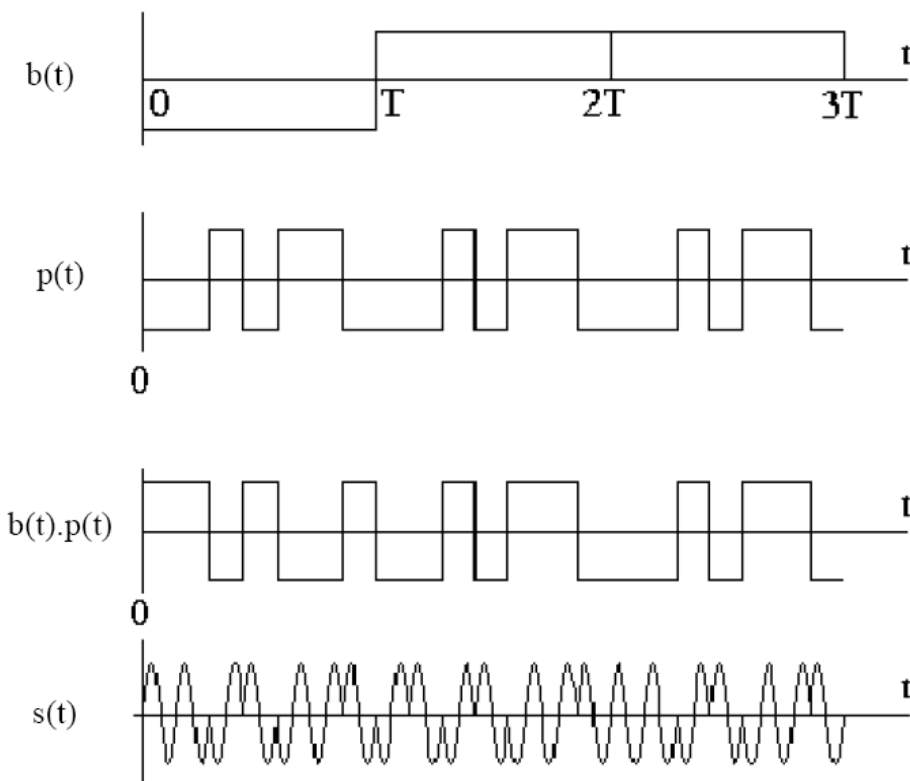
3.2.3.1. Trải phổ chuỗi trực tiếp (DS-SS)

Được thực hiện bằng cách nhân tín hiệu nguồn với một tín hiệu giả ngẫu nhiên có tốc độ chip cao hơn nhiều so với tốc độ bit của chuỗi số cần phát.



Hình 0.4: Quá trình trải phổ DS/SS – BPSK

Tín hiệu $b(t)p(t)$ có tốc độ bằng tốc độ chip, nghĩa là $T = NT_c$.
 Dạng sóng của các tín hiệu khi $N = 7$ như sau:

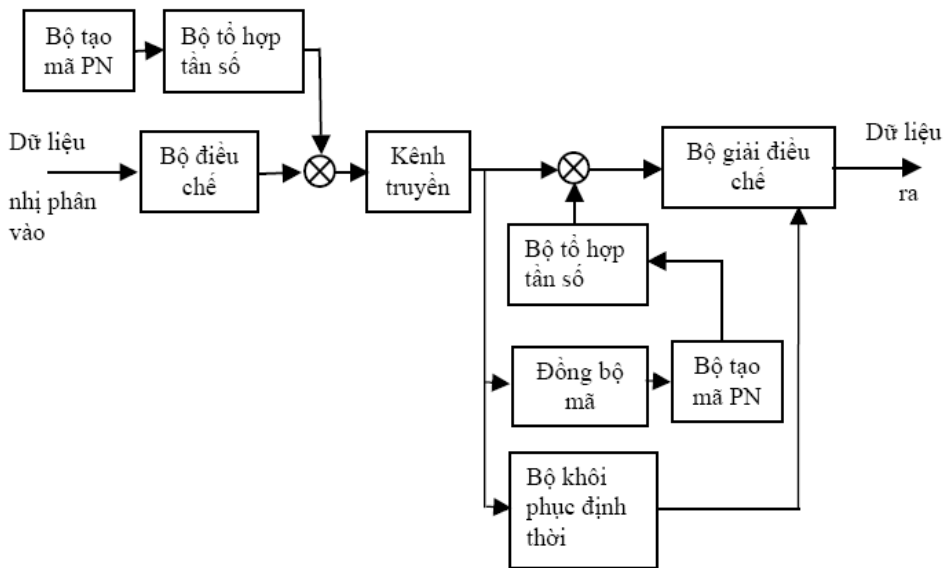


Hình 0.5: Dạng sóng tín hiệu DS-SS

3.2.3.2. Trải phổ chuỗi nhảy tần (FH-SS)

Trải phổ nhảy tần dựa trên nguyên tắc tín hiệu băng gốc được điều chế với sóng mang của bộ tổng hợp tần số. Bộ tổng hợp tần số được điều khiển bằng bộ tạo mã giả ngẫu nhiên PN. Ngõ ra của bộ tổng hợp tần số cho ra các tần số đã được định trước dưới sự điều khiển của chuỗi số giả ngẫu nhiên PN. Có hai loại nhảy tần:

- Nhảy tần nhanh: tốc độ nhảy tần lớn hơn tốc độ symbol.
- Nhảy tần chậm: tốc độ nhảy tần nhỏ hơn tốc độ symbol.



Hình 0.6: Sơ đồ của hệ thống trải phổ nhảy tần

Bản tin nhị phân $b(t)$ cần phát có tốc độ $R_b = 1/T_b$ được mã hoá NRZ. Sau đó được điều chế một sóng mang mà tần số $f_c(t)$ được điều khiển bởi một bộ tạo mã. Bộ tổng hợp tần số sẽ tạo ra các chip có tốc độ bit R_c . Do đó, tần số sóng mang được xác định theo một tập hợp của $\log_2 N$ chip (N là số lượng các tần số sóng mang có thể có). Mỗi lần thay đổi là mã đã tạo ra $\log_2 N$ chip liên tiếp. Như vậy, tần số sóng thay đổi theo các bước. Bước của tần số là $R_H = R_c / \log_2 N$.

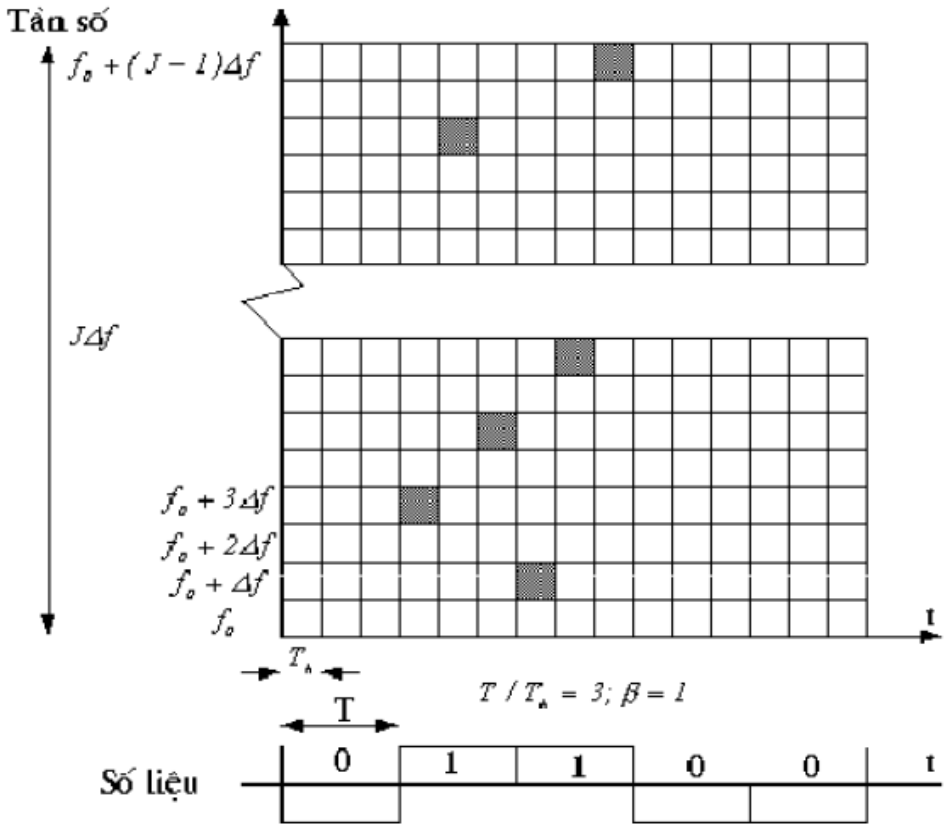
Tại máy thu, sóng mang được nhân với một sóng mang chưa điều chế được tạo ra giống hệt bên phát. Sóng mang này được tạo ra nhờ bộ tạo mã PN giống như bên phát điều khiển bộ tổ hợp tần số để tạo ra một tần số thích hợp. Như vậy, sự chuyển dịch tần số giả ngẫu nhiên ở bên phát sẽ được loại bỏ tại nơi thu.

Điều chế FSK thường sử dụng cho các hệ thống này. Giải điều chế là không kết hợp do tần số sóng mang luôn thay đổi trong quá trình truyền tin.

Nhảy tần nhanh

Ở hệ thống FH/SS nhanh, có ít nhất một lần nhảy với một bit số liệu. Với T là chu kỳ của tín hiệu, T_h là thời gian của một đoạn nhảy tần thì $T/T_h \geq 1$. Trong khoảng thời gian T_h giây của mỗi lần nhảy tần, một

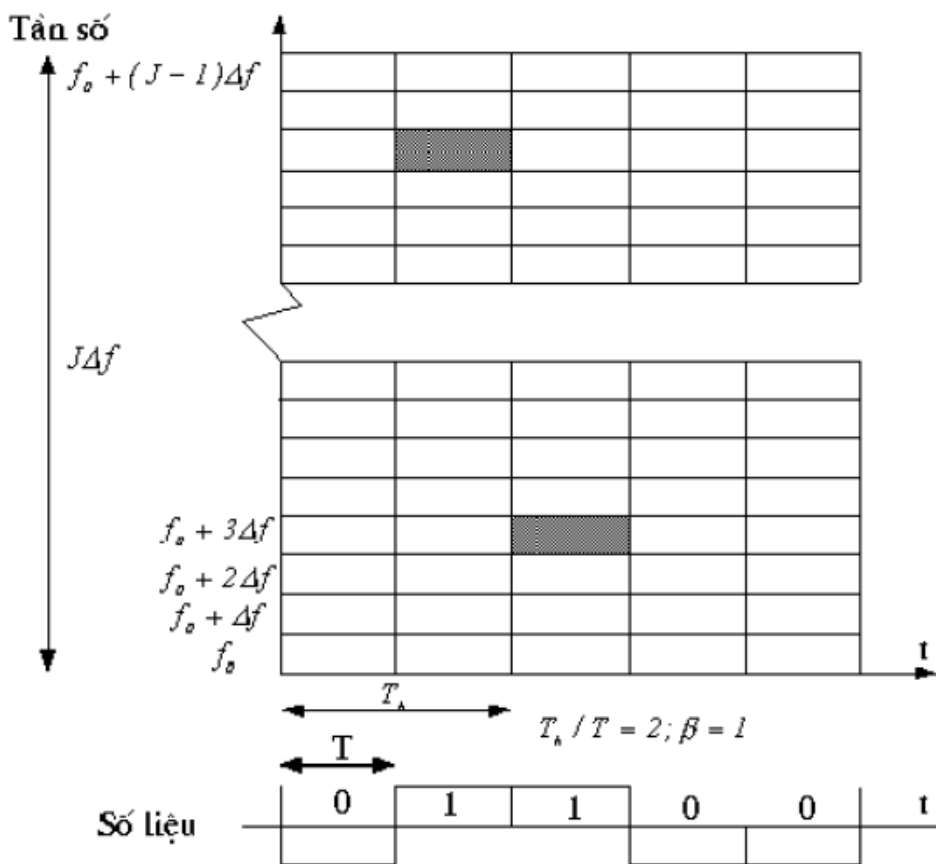
trong số j tần số $\{ f_0, f_0 + \Delta f, f_0 + 2\Delta f, \dots, f_0 + (j-1)\Delta f \}$ được phát. Trong đó Δf là khoảng cách giữa các tần số lân cận, thường được chọn bằng $1/T_h$. Biểu đồ tần số cho hệ thống FH với tốc độ nhảy tần bằng 3 lần tốc độ số liệu như sau:



Hình 0.7: Biểu đồ tần số của hệ thống FH/SS nhanh với $T=3 T_h$

Nhảy tần chậm

Khi tốc độ nhảy tần số của sóng mang trải phổ nhỏ hơn tốc độ dữ liệu ta có hệ thống trải phổ nhảy tần chậm ($T/T_h < 1$). Về cơ bản thì hai hệ thống trải phổ nhảy tần chậm và nhảy tần nhanh tương tự nhau. Dưới đây là biểu đồ tần số của hệ thống trải phổ nhảy tần chậm với $T/T_h = 1/2$:



Hình 0.8: Biểu đồ tần số của hệ thống FH/SS nhanh với $T/T_H = 1/2$

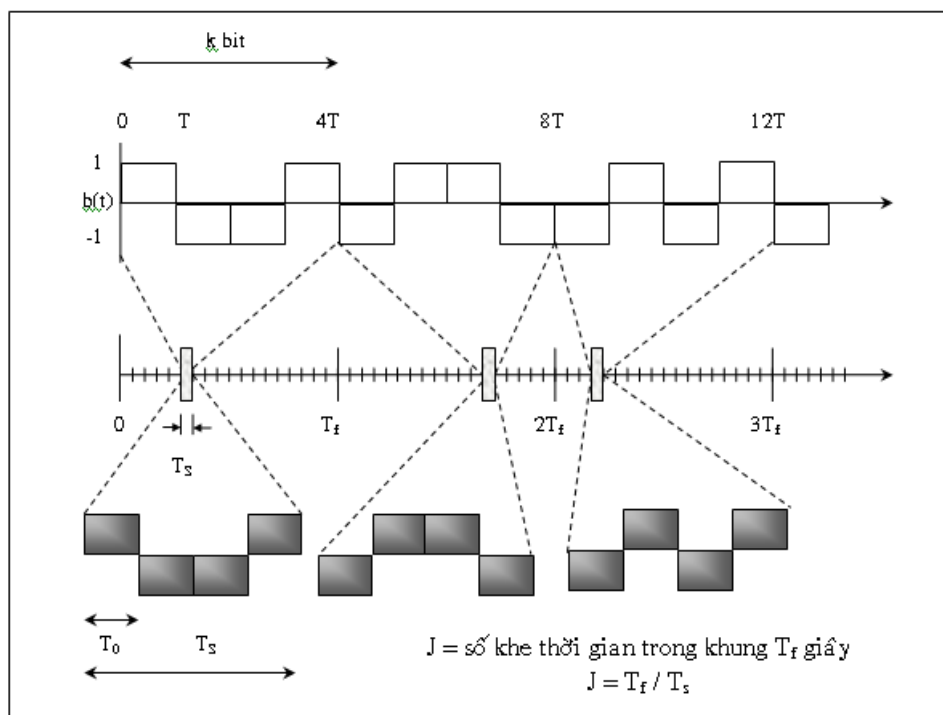
3.2.3.3. Trải phổ chuỗi nhảy thời gian (TH-SS)

Trong hệ thống trải phổ nhảy thời gian, dữ liệu được truyền đi thành từng cụm, mỗi cụm gồm k bit dữ liệu và thời gian cần thiết để truyền mỗi cụm được xác định bởi chuỗi PN. Giả sử thang thời gian được chia thành T_f giây, mỗi khung thời gian lại được chia thành J khe thời gian, mỗi khe có độ rộng là $T_s = T_f / J$ giây. Biểu đồ thời gian cho thấy: trong thời gian mỗi khung, một nhóm k bit được phát trong T_s giây, nghĩa là một khe thời gian. Khe thời gian được sử dụng để phát được xác định bởi một chuỗi PN. Mỗi bit chiếm $T_0 = T_s / k$ giây trong khi phát.

Ngoài ra còn có kiểu lai ghép từ các hệ thống trên như FH/DS, TH-FH/SS, ...

Hiện nay, điều quan tâm về hệ thống trải phổ chuỗi trực tiếp là các ứng dụng đa truy xuất mà ở đó nhiều người cùng chia sẻ một băng tần

truyền dẫn. Trong hệ thống DS-SS tất cả những người sử dụng cùng dùng chung một băng tần và tín hiệu của họ được phát đồng thời, máy thu sử dụng tín hiệu giả ngẫu nhiên chính xác để lấy ra tín hiệu mong muốn bằng cách nén phổ lại, còn các tín hiệu khác xuất hiện ở dạng các nhiễu phổ rộng công suất thấp tựa tạp âm. Trong hệ thống FH-SS và TH-SS, mỗi người sử dụng được ấn định một mã giả ngẫu nhiên sao cho không có cặp máy phát nào sử dụng cùng tần số hay cùng khe thời gian, như vậy các máy phát sẽ tránh được xung đột. Vậy, FH và TH là các hệ thống tránh xung đột còn DS là kiểu hệ thống lấy trung bình.



Hình 0.9: Biểu đồ thời gian của hệ thống TH-SS

3.2.4. Chuỗi mã trải phổ

Tín hiệu trải phổ được sử dụng để trải phổ và khôi phục phổ tín hiệu sóng mang. Một tín hiệu trải phổ được biết ở cả một máy thu và máy phát để đảm bảo việc thu nhận thành công tín hiệu. Từ đặc điểm này ta có thể ứng dụng kỹ thuật trải phổ để xây dựng một hệ thống đa truy cập trong đó mỗi user được gán một tín hiệu mã duy nhất và các mã này phải đôi một trực giao nhau để phân biệt các tín hiệu của các user khác nhau. **Với sự thiết lập như vậy, các user có thể phát đồng thời các**

sóng mang đã trải phổ có chung một tần số trên cùng một kênh truyền mà vẫn thu được chính xác tín hiệu.

Một cách lý tưởng, ta luôn mong muốn tạo ra nhiều mã trải phổ hoàn toàn trực giao nhau để phục vụ trong kênh đa truy xuất. Tuy nhiên, điều này rất khó thực hiện trong thực tế nên ta chỉ tập trung thiết kế các tín mã gần trực giao, nghĩa là có tương quan chéo càng nhỏ càng tốt.

Trong phần này ta sẽ xét một số loại mã trải phổ tiêu biểu.

3.2.4.1. Chuỗi PN

Ý tưởng lúc đầu của trải phổ là làm cho tín hiệu được phát giống như tạp âm đối với các máy thu không mong muốn bằng cách gây khó khăn cho các máy thu này trong việc tách và lấy bản tin ra. Để biến đổi bản tin vào tín hiệu giả tạp âm, ta sử dụng một mã được coi là “ngẫu nhiên” để mã hóa cho bản tin. Ta muốn mã này giống ngẫu nhiên nhất. Tuy nhiên, nếu mã này thực sự ngẫu nhiên thì thậm chí máy thu chủ định cũng không thể lấy được bản tin ra vì không biết được phương pháp đồng bộ với mã thực sự ngẫu nhiên, dẫn đến hệ thống trở nên vô dụng. Vì vậy, cần phải thay thế bằng một mã “giả ngẫu nhiên”. Đây là mã biết trước đối với máy thu chủ định nhưng thể hiện giống tạp âm đối với máy thu không chủ định. Mã này thường được gọi là một chuỗi giả tạp âm PN. ***Chuỗi PN là một chuỗi lặp lại theo chu kỳ nhất định, vì vậy, chu kỳ của PN phải lớn để đạt được tính ngẫu nhiên tốt.***

Loại quan trọng nhất của các chuỗi ngẫu nhiên là chuỗi thanh ghi dịch cơ sở hai có độ dài cực đại hay các chuỗi-m. Chuỗi-m được tạo ra bằng chuỗi thanh ghi dịch có mạch hồi tiếp và các mạch cổng XOR. Một chuỗi thanh ghi dịch tuyến tính được xác định bởi một đa thức tạo mã tuyến tính $g(x)$ có bậc $m > 0$. Để tạo ra chuỗi cơ sở hai có độ dài cực đại thì $g(x)$ phải là đa thức nguyên thủy. Đa thức $g(x)$ được gọi là "đa thức nguyên thủy" bậc m nếu số nguyên nhỏ nhất n , mà đối với số này $x^n + 1$ chia hết cho $g(x)$ là $n = 2^m + 1$.

$$g(x) = g_m x^m + g_{m-1} x^{m-1} + K + g_1 x + 1$$

Đối với các chuỗi cơ sở 2, g_i bằng 0 hay 1 và $g_m = g_0 = 1$. Đặt $g(x) = 0$ ta có sự quy hồi sau:

$$1 = g_1 x + g_2 x^2 + K + g_{m-2} x^{m-2} + g_{m-1} x^{m-1} + x^m$$

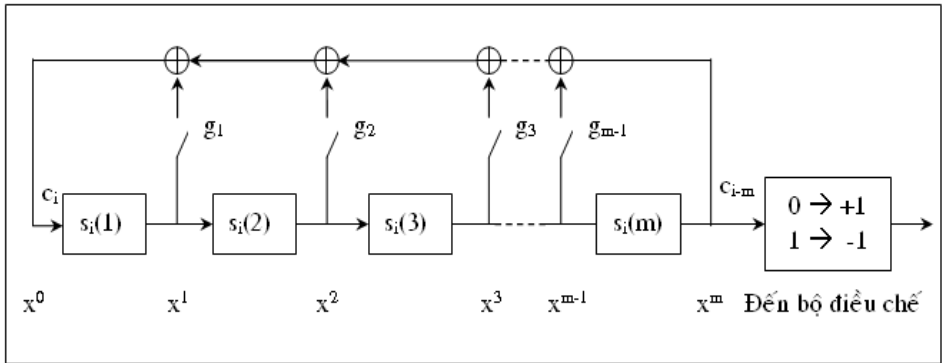
Vì $-1 \equiv 1 \pmod{2}$. Với x^k thể hiện đơn vị trễ, phương trình hồi quy trên xác định các kết nối hồi tiếp trong mạch thanh ghi dịch cơ sở hai

của hình 3.10. Nếu $g_i = 1$ khóa tương ứng của mạch đóng; ngược lại, nếu $g_i \neq 1$, khóa này hở.

Thanh ghi dịch là một mạch cơ số hai trạng thái hữu hạn có m phần tử nhớ. Vì thế số trạng thái khác 0 cực đại là $2^m - 1$ và bằng chu kỳ cực đại của chuỗi ra $\underline{c} = (c_0, c_1, c_2, K)$. Giả sử $s_i(j)$ biểu thị giá trị của phần tử thứ j trong thanh ghi dịch ở xung đồng hồ thứ i . Trạng thái của thanh ghi dịch ở xung đồng hồ i là vector độ dài hữu hạn $\underline{s}_i = \{s_i(1), s_i(2), K, s_i(m)\}$. Đầu ra ở xung đồng hồ thứ i là $c_{i-m} = s_i(m)$. Thay 1 bằng c_i vào phương trình (3.2), ta được điều kiện hồi quy của chuỗi ra:

$$c_i = g_1 c_{i-1} + g_2 c_{i-2} + K + g_{m-1} c_{i-m+1} + c_{i-m}$$

$$\text{Hay } c_{i+m} = g_1 c_{i+m-1} + g_2 c_{i+m-2} + K + g_{m-1} c_{i+1} + c_i$$



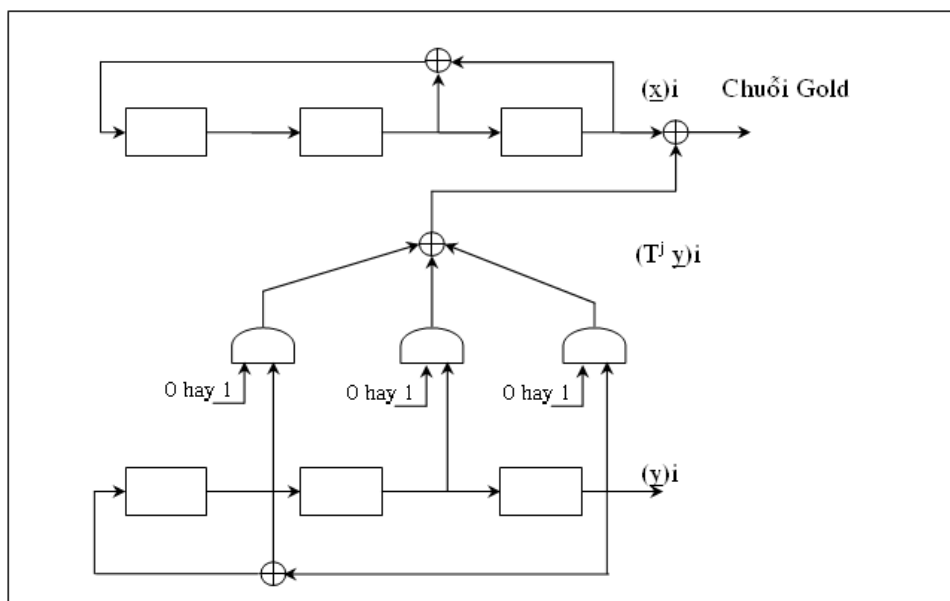
Hình 0.10: Mạch thanh ghi dịch

3.2.4.2. Chuỗi Gold

Ta định nghĩa tương quan chéo tuần hoàn của hai chuỗi (có thể là phức) $\underline{u} = u_0 u_1 K u_{N-1}$ và $\underline{v} = v_0 v_1 K v_{N-1}$ như sau:

$$R_{u,v}(n) = \sum_{i=0}^{N-1} u_i v_{n+i}^*, \quad n \in Z$$

trong đó chỉ số $(n+i)$ được tính theo mod N .



Hình 0.11: Bộ tạo chuỗi Gold cho cặp mong muốn

$$g_1(x) = x^3 + x^2 + 1 \text{ và } g_2(x) = x^3 + x + 1$$

Cần đảm bảo tương quan chéo ở mỗi lần dịch tương đối nhỏ. Số chuỗi m độ dài $N = 2^m - 1$ bằng $\frac{1}{m} \varphi(2^{m-1})$ với $\varphi(n)$ là hàm Euler xác định bởi:

$$\varphi(n) = n \prod_{p|n} \left(1 - \frac{1}{p}\right)$$

Chuỗi m có tính chất tự tương quan tốt. Tuy nhiên, một số cặp chuỗi- m có tương quan chéo lớn nên làm tăng nhiều giao thoa tương hỗ giữa hai người sử dụng. Vì vậy, trong môi trường đa truy xuất, người sử dụng đòi hỏi có một tập mã có cùng chiều dài nhưng có đặc tính tương quan chéo tốt hơn.

So với chuỗi- m , chuỗi Gold có đặc tính tương quan chéo tốt hơn và tập chuỗi gồm nhiều phần tử hơn. Hơn nữa, mã Gold là loại mã cho phép tạo nhiều chuỗi mã khác nhau mặc dù chỉ với một cặp bộ thanh ghi dịch hồi tiếp. Có thể xây dựng một tập $N+2$ các chuỗi Gold độ dài $N = 2^m - 1$ từ một cặp các chuỗi- m mong muốn có cùng chu kỳ N . Một cặp chuỗi- m mong muốn có hàm tương quan chéo 3 trị: $\{-1, -t(m), t(m) - 2\}$, trong đó $t(m) = 1 + 2^{\lfloor (m+2)/2 \rfloor}$, với $[c]$ ký hiệu cho phần nguyên của số thực c .

Xét một tập $L = 2^m + 1$ chuỗi Gold được tạo ra từ cặp chuỗi m được ưa chuộng $\underline{x}$ và $\underline{y}$ là $\{x, y, x \oplus T^{-i}\{y\}\}$, trong đó $T^{-i}\{y\}$ là dịch vòng trái của y bởi i bit, i thay đổi từ 0 đến $(N-1)$ với N là chiều dài của chuỗi. Đại lượng tương quan cực đại cho hai chuỗi Gold bất kỳ trong cùng một tập bằng hằng số $t(m)$.

Ví dụ chuỗi Gold có $m = 3$. Có tất cả $(1/3)\phi(7) = 2$ chuỗi- m khác nhau bằng cách dịch vòng với độ dài bằng 7. Hai đa thức nguyên thủy với bậc $m = 3$ là:

$$g_1(x) = x^3 + x^2 + 1$$

$$g_2(x) = x^3 + x + 1$$

tạo ra các chuỗi $\underline{x} = 1001011$ và $\underline{y} = 1001110$ là cặp mong muốn của các chuỗi- m .

Trạng thái khởi đầu cho cả hai thanh ghi dịch này là 001, tập 9 chuỗi Gold tương ứng có độ dài như sau:

1001011	10011100	0000101
1010110	11100001	0111111
0100010	00110000	1101100

3.2.4.3. Các chuỗi trực giao

CHUỖI WALSH-HADAMARD

Một tập chuỗi trực giao quan trọng trong số các chuỗi trực giao là tập Walsh-Hadamard. Từ ma trận Hadamard, các hàm Walsh được tạo ra. Bắt đầu với $H_1 = [+1]$ bằng cách sử dụng phương pháp truy hồi, ma trận Hadamard kích thước $(L \times L)$ được xây dựng như sau:

$$H_L = \begin{bmatrix} H_{L/2} & H_{L/2} \\ H_{L/2} & -H_{L/2} \end{bmatrix}$$

Các chuỗi Walsh-Hadamard chính là các hàng hay các cột của ma trận H_L .

CHUỖI GOLAY BÙ

Gọi A_i với $i \in [1, p)$ là tập các chuỗi hữu hạn (± 1) có chiều dài L và $\psi_{A_i \Delta_i}(k)$ là phần tử thứ k của hàm tự tương quan của chuỗi A_i . Một tập các chuỗi gọi là tập bù nếu và chỉ nếu:

$$\sum_{i=1}^p \psi_{\Lambda_i \Lambda_i}(k) = 0, \quad k \neq 0$$

Các chuỗi Golay (có cả tính chất bù lẫn tính trực giao) được tạo ra từ các hàng của ma trận CGL bắt đầu với CG2:

$$CG_2 = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & -1 \end{bmatrix} = [A_2 \quad B_2]$$

và tổng quát hơn:

$$CG_L = [A_L \quad B_L]$$

với

$$\begin{cases} A_L = \begin{bmatrix} A_{L/2} & B_{L/2} \\ A_{L/2} & B_{L/2} \end{bmatrix} \\ B_L = \begin{bmatrix} A_{L/2} & -B_{L/2} \\ -A_{L/2} & B_{L/2} \end{bmatrix} \end{cases}$$

trong đó: ma trận A_L và B_L có kích thước $(L \times L/2)$.

Ví dụ: nếu $L=4$

$$CG_4 = \begin{bmatrix} +1 & +1 & +1 & -1 \\ +1 & -1 & +1 & +1 \\ +1 & +1 & -1 & +1 \\ +1 & -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

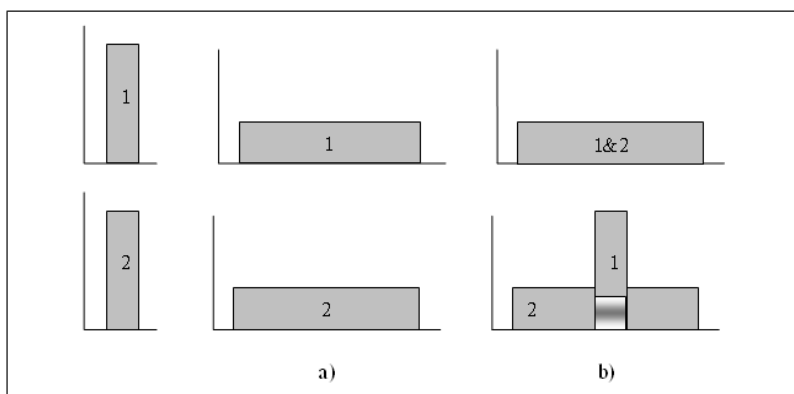
3.2.5. Ưu điểm của trải phổ

3.2.5.1. Khả năng đa truy xuất

Nếu nhiều user phát tín hiệu trải phổ cùng một thời điểm, bộ thu vẫn có thể phân biệt giữa các user do mỗi user có một mã riêng có tương quan chéo với các mã khác thấp. Chỉ có đầu thu chủ định (biết mã trải phổ) mới giải trải phổ được còn các tín hiệu trải phổ khác vẫn giữ phổ qua một băng thông rộng. Vì vậy, trong giới hạn băng thông, công suất của user mong muốn sẽ lớn hơn công suất nhiễu và tín hiệu mong muốn sẽ được tách ra.

Khả năng đa truy xuất được minh họa trong hình 3.12.

Trong hình 3.12a, hai user tạo tín hiệu trải phổ từ tín hiệu băng hẹp. Trong hình 3.12b, cả hai user phát tín hiệu trải phổ cùng một lúc. Ở bộ thu 1, chỉ tín hiệu của user 1 được giải trải phổ và khôi phục lại dữ liệu



Hình 0.12: Nguyên tắc đa truy xuất trải phổ

3.2.5.2. Khả năng chống lại nhiễu đa đường

Trong kênh vô tuyến không chỉ có một đường giữa bộ thu và bộ phát. Vì sự phản xạ (tán xạ), một tín hiệu được nhận từ nhiều đường khác nhau. Tín hiệu từ những đường này là bản sao của cùng tín hiệu phát nhưng có biên độ, pha, góc đến và độ trễ khác nhau. Tổng của những tín hiệu này ở đầu thu có thể tốt ở tần số này nhưng cũng có thể xấu ở tần số khác, gọi là nhiễu đa đường.

Trong miền thời gian, nhiễu đa đường dẫn đến sự phân tán thời gian. Điều chế trải phổ có thể chống lại nhiễu đa đường tuy còn phụ thuộc vào cách điều chế được sử dụng.

3.2.5.3. Tính bảo mật

Khi tín hiệu phát được trải phổ, mật độ phổ công suất giảm tỷ lệ với độ lợi xử lý. Trong thực tế độ lợi xử lý thường rất lớn nên mật độ phổ công suất của tín hiệu phát rất thấp, gần với mật độ phổ công suất của nhiễu ồn nhiệt. Do đó, trải phổ cung cấp phương tiện để ngụy trang tín hiệu chống lại sự dò tìm của các máy thu không chủ định.

3.2.5.4. Tính chống nhiễu và phá sóng tốt

Do độ tương quan của tín hiệu gây nhiễu và tín hiệu mã rất nhỏ nên tín hiệu gây nhiễu xem như không tác dụng. Ví dụ, tín hiệu thu được gồm tín hiệu s đã được trải phổ và nhiễu băng hẹp i . Bộ thu giải trải phổ tín hiệu trong khi nhiễu lại được trải phổ tiếp qua một dải thông rộng hơn làm giảm công suất nhiễu xuống nhiều lần. Vì vậy, nhiễu này càng giống nhiễu nền so với hệ thống trải phổ.

3.2.5.5. Đảm bảo tính xác thực của luồng thông tin

Chỉ khi biết được mã trải phổ mới có thể phát đúng tín hiệu cho bên thu, phía thu không sợ nhận nhầm công suất giả mạo.

Do công suất tín hiệu được dàn mỏng trên miền tần số nên mật độ phổ công suất tín hiệu giảm đi. Điều này cho phép tăng năng lượng trên mỗi bit dữ liệu cũng như tỷ số tín hiệu trên nhiễu mà các kênh khác không bị ảnh hưởng.

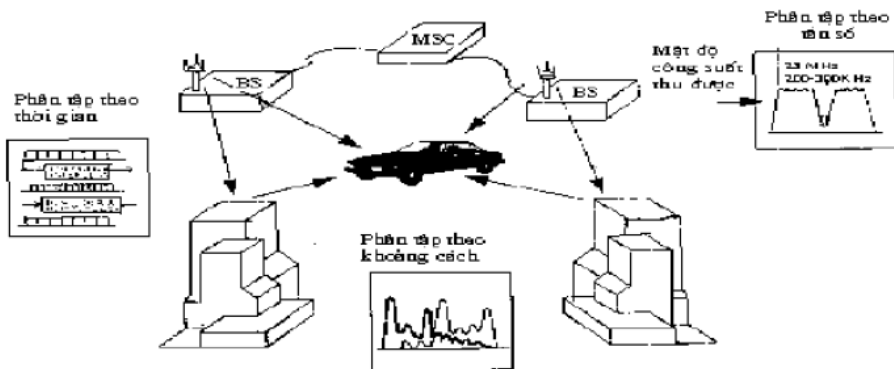
3.3. CÁC ĐẶC TÍNH CỦA CDMA

3.3.1. Tính đa dạng của phân tập

Trong hệ thống điện thoại tổ ong đầu tiên sử dụng điều chế băng hẹp FM analog thì tính đa đường tạo nên nhiều fading nghiêm trọng. Nhưng trong điều chế CDMA băng rộng nhiều fading được giảm đi đáng kể vì các tín hiệu qua các đường khác nhau được thu một cách độc lập. Tuy nhiên, nhiều fading không thể loại trừ hoàn toàn được vì các hiện tượng fading xảy ra một cách liên tục làm cho bộ giải điều chế không thể xử lý tín hiệu thu một cách độc lập được.

Phân tập là một hình thức tốt để làm giảm fading ; có ba loại phân tập là theo thời gian, theo tần số và theo không gian. Phân tập theo thời gian đạt được nhờ sử dụng việc **chèn và mã sửa sai**. Hệ thống CDMA băng rộng ứng dụng phân tập theo tần số nhờ việc mở rộng khả năng báo hiệu trong một băng tần rộng (200–300) KHz. Phân tập theo không gian hay theo đường truyền có thể đạt được theo 3 phương pháp sau:

- Thiết lập nhiều đường báo hiệu (chuyển vùng mềm) để kết nối máy di động đồng thời với hai hoặc nhiều BS.
- Sử dụng môi trường đa đường theo chức năng trải phổ giống như bộ thu quét thu nhận và tổ hợp các tín hiệu phát khác về thời gian.
- Đặt nhiều anten tại BS.



Hình 0.13: Các quá trình phân tập trong CDMA

Các loại phân tập để nâng cao hoạt động của hệ thống CDMA bao gồm:

- Phân tập theo thời gian – chèn mã, tách lỗi và mã sửa sai.
- Phân tập theo tần số – sử dụng tín hiệu băng rộng 1,25MHz.
- Phân tập theo không gian (theo đường truyền) – thiết lập nhiều đường báo hiệu, bộ thu đa đường và kết nối với nhiều BS (chuyên vùng mềm).

Phân tập anten có thể dễ dàng áp dụng đối với hệ thống FDMA và TDMA. Phân tập theo thời gian có thể được áp dụng cho tất cả các hệ thống số có tốc độ mã truyền dẫn cao mà thủ tục sửa sai yêu cầu. Nhưng các phương pháp khác có thể dễ dàng áp dụng chỉ cho hệ thống CDMA.

Bộ điều khiển đa đường tách sóng PN nhờ sử dụng bộ tương quan song song. Máy di động sử dụng 3 bộ tương quan, BS sử dụng 4 bộ tương quan. Máy thu có bộ tương quan song song gọi là máy thu quét, xác định tín hiệu thu theo mỗi đường và tổ hợp, giải điều chế tất cả các tín hiệu thu được. Fading có thể xuất hiện trong mỗi tín hiệu thu nhưng không có sự tương quan giữa các đường thu. Vì vậy tổng các tín hiệu thu được có độ tin cậy cao vì khả năng có fading đồng thời trong tất cả các tín hiệu thu được là rất thấp.

Nhiều bộ tách tương quan có thể áp dụng một cách đồng thời cho hệ thống thông tin có 2 BS sao cho có thể thực hiện được chuyển vùng mềm cho máy di động.

3.3.2. Điều khiển công suất

Hệ thống thông tin di động số CDMA cung cấp chức năng điều khiển công suất hai chiều (từ máy di động MS đến trạm cơ sở BS và ngược lại) để cung cấp một hệ thống có dung lượng lớn, chất lượng dịch vụ cuộc gọi cao. Bộ thu CDMA của BS truyền tín hiệu CDMA thu được từ máy di động tương ứng thành thông tin số băng hẹp. Tín hiệu của các máy di động khác như là tín hiệu tạp âm của băng rộng. Điều khiển công suất có các chức năng sau:

Điều khiển công suất hướng lên có hai chức năng là:

- Cân bằng công suất mà BS nhận được từ mỗi MS. Nhờ đó khắc phục được hiệu ứng gần xa, tăng dung lượng hệ thống.
- Tối thiểu hóa mức công suất phát đi bởi mỗi MS sao cho vẫn đảm bảo dịch vụ tin cậy. Nhờ đó, làm giảm nhiễu đồng kênh, tăng dung lượng, tránh nguy hại cho sức khỏe, kéo dài tuổi thọ nguồn công suất của MS.

Điều khiển công suất hướng xuống có ba chức năng là:

- Đảm bảo phủ sóng với chất lượng tốt cho những vùng tối nhất trong vùng phục vụ.
- Tạo khả năng dàn trải lưu lượng giữa các cell có lượng tải không bằng nhau trong vùng phục vụ (chẳng hạn dọc theo đường cao tốc) bằng việc điều khiển nhiều xuyên cell đối với những cell có tải nặng.
- Tối thiểu hóa mức công suất phát cần thiết mà vẫn đảm bảo chất lượng dịch vụ tốt. Nhờ đó giảm nhiễu cell lân cận, làm tăng dung lượng và chất lượng của hệ thống.

3.3.3. Công suất phát thấp

Việc giảm tỷ số tín hiệu/ nhiễu (tức là giảm tỷ số E_b/N_0) trong một giới hạn nào đó không những làm tăng dung lượng của hệ thống mà còn làm giảm công suất phát. Việc giảm công suất phát của máy di động có các thuận lợi sau:

- Để giảm tạp âm và giao thoa của các máy di động khác cùng kênh gây ra.
- Việc giảm công suất phát sẽ làm tăng vùng phục vụ và làm giảm số lượng BS yêu cầu.
- Việc giảm công suất phát của máy di động dẫn đến giảm công suất phát trung bình để làm giảm fading. Công suất phát chỉ cao khi có fading.

3.3.4. Bộ mã - giải mã thoại và tốc độ số liệu biến đổi

Bộ mã - giải mã thoại của hệ thống CDMA được thiết kế với các tốc độ biến đổi 8kbps. Dịch vụ thoại hai chiều của tốc độ số liệu biến đổi cung cấp thông tin thoại có sử dụng thuật toán mã - giải mã thoại tốc độ số liệu biến đổi động giữa BS và máy di động. Bộ mã - giải mã thoại phía phát lấy mẫu tín hiệu thoại để tạo ra các gói tín hiệu thoại được mã hóa dùng để truyền tới bộ mã - giải mã thoại phía thu. Bộ mã - giải mã thoại phía thu sẽ giải mã các gói tín hiệu thoại thu được thành các mẫu tín hiệu thoại.

Hai bộ mã - giải mã thoại thông tin với nhau ở 4 nấc tốc độ truyền dẫn là 9600b/s, 4800b/s, 2400b/s, 1200b/s. Các tốc độ này được chọn theo điều kiện hoạt động và theo bản tin hoặc số liệu. **Thuật toán mã - giải mã thoại dùng cho hệ thống CDMA là QCELP.**

Bộ mã - giải mã thoại biến đổi sử dụng ngưỡng tương thích để chọn tốc độ số liệu. Ngưỡng được điều khiển theo cường độ của tạp âm nền và tốc độ số liệu sẽ chỉ chuyển đổi thành tốc độ cao khi có tín hiệu thoại vào. Do đó, tạp âm nền bị triệt đi để tạo ra sự truyền dẫn thoại chất lượng cao trong môi trường tạp âm.

3.3.5. Bảo mật cuộc gọi

Vì hệ thống CDMA sử dụng kỹ thuật trải phổ nên hệ thống này cung cấp chức năng bảo mật cao. Việc sử dụng máy thu tìm kiếm bất hợp pháp đối với hệ thống CDMA là rất khó khăn, bởi vì tín hiệu CDMA đã được trộn làm dãn rộng phổ tín hiệu để không phân biệt được với tạp âm nền.

3.3.6. Dung lượng

Với khái niệm tái sử dụng tần số của hệ thống tổ ong thì CDMA cho phép có một mức độ giao thoa nhất định để mở rộng dung lượng hệ thống một cách có điều kiện. Tuy nhiên, CDMA có đặc tính triệt giao thoa hiệu quả hơn hệ thống FDMA và TDMA. CDMA xuất phát từ hệ thống chống nhiễu để sử dụng trong quân đội. Do hệ thống điều chế băng hẹp yêu cầu tỷ số sóng mang nhiễu vào khoảng 18dB nên còn có rất nhiều hạn chế xét từ quan điểm hiệu quả tái sử dụng tần số. Trong hệ thống như vậy thì một kênh sử dụng cho một BS sẽ không được phép sử dụng cho BS khác. *Nói cách khác thì trong hệ thống CDMA một kênh băng tần rộng được sử dụng chung bởi tất cả các BS.*

Hiệu quả của tái sử dụng tần số trong CDMA được xác định bởi tỷ số tín hiệu/nhiễu tạo ra không chỉ từ một BS mà từ tất cả các thuê bao sử dụng trong vùng phục vụ. Do một số lượng lớn người sử dụng được xem xét thì số liệu thống kê của tất cả các thuê bao sử dụng lớn hơn một là rất quan trọng. Do đó, số lượng thấp được chấp nhận và giao thoa tổng cộng trên một kênh được tính bằng việc nhân công suất thu trung bình của tất cả các thuê bao sử dụng với số người sử dụng. Nếu tỷ số công suất tín hiệu thu được đối với số cường độ công suất tạp âm trung bình mà lớn hơn ngưỡng thì kênh đó có thể cung cấp một chất lượng tín hiệu tốt. Nói cách khác, giao thoa trong CDMA và TDMA tuân theo luật số lượng nhỏ và tỷ lệ của thời gian không đạt chất lượng tín hiệu dự định được xác định trong trường hợp xấu.

Các tham số chính xác định dung lượng của hệ thống tổ ong số CDMA bao gồm: độ lợi xử lý, tỷ số E_b/N_0 (bao gồm cả giới hạn fading yêu cầu), chu kỳ công suất thoại, hiệu quả tái sử dụng tần số và số lượng búp sóng của anten BS. Hơn nữa, càng nhiều kênh thoại được cung cấp trong hệ thống CDMA có cùng một tỷ lệ cuộc gọi bị chặn và

hiệu quả trung kế cũng tăng lên thì càng nhiều dịch vụ thuê bao được cung cấp trên một kênh.

Ví dụ, nếu máy di động sử dụng băng tần trải phổ 1,25 MHz để truyền số liệu với tốc độ 9600 bit/s thì công nghệ điều chế và mã hóa đòi hỏi tỷ số Eb/ No là 6dB, công suất phát của tất cả các máy di động được điều khiển để thu được cùng một công suất từ mỗi máy di động sao cho 32 máy di động có thể truyền một cách đồng thời.

3.3.7. Tái sử dụng tần số và vùng phủ sóng

Hệ thống tế bào khác với hệ thống thông thường ở chỗ sử dụng độ lợi tần số. Nhờ sử dụng lại các tần số, hệ thống tế bào có thể cung cấp dung lượng xử lý cao hơn rất nhiều so với các hệ thống điện thoại đang sử dụng. Trong khái niệm sử dụng lại tần số bao hàm khái niệm cho phép sử dụng nhiều kênh chung để tăng dung lượng hệ thống cho mục đích điều khiển. Việc sử dụng lại tần số được thực hiện như sau: Đầu tiên dải phổ được phân thành một số nhóm tần số để sử dụng lại. Trong trường hợp này một nhóm tần số được sử dụng cho từng trạm gốc.

Kiểu nhóm tần số giống nhau không thể được sử dụng trong các trạm gốc lân cận. Trong hệ thống, nhiều giữa hai máy di động sử dụng cùng tần số có thể được điều khiển bởi phân chia không gian, sự sắp xếp lại trạm gốc và sử dụng anten định hướng ở trạm gốc.

Trong giai đoạn đầu, người ta cho rằng dung lượng hệ thống có thể được mở rộng không hạn chế thông qua sử dụng công nghệ tái sử dụng tần số. Điều đó có nghĩa là khi nhu cầu trong vùng tương ứng tăng lên thì kích thước tế bào nhỏ lại và số lượng các trạm gốc tăng lên. Như vậy dung lượng hệ thống được mở rộng. Tuy nhiên trong thực tế có giới hạn dung lượng hệ thống vì hoạt động chuyển vùng rất khác nhau cũng như kích thước của các tế bào chỉ có thể nhỏ trong giới hạn cho phép. Hiện nay, dung lượng hệ thống được bảo hòa trong các vùng dân cư đông đúc và nhu cầu tăng cường công nghệ tái sử dụng tần số hiệu quả hơn đã nảy sinh. Sự phân chia tế bào và giảm tế bào nhờ các sector là các biện pháp hiệu quả không lâu dài để mở rộng dung lượng hệ thống, vì vậy, phương pháp điều chế số đã được đề xuất như là một giải pháp để mở rộng dung lượng thông qua tăng hiệu suất trải phổ.

Trong công thức tính dung lượng hệ thống CDMA chỉ có nhiều gây ra bởi các máy di động trong vùng tế bào được xem xét đến. Bây giờ, nhiều được tạo ra từ các máy di động xác định trong các tế bào lân cận được tính toán bằng cách phân tích một hệ thống tế bào dung lượng lớn. Trước hết, giả định rằng một số lượng lớn tế bào có cùng kích thước và các máy di động được phân bố đều trên tế bào. Nếu địa thế là bằng phẳng

và độ cao của anten không quá cao, suy hao đường truyền dẫn bằng bốn lần khoảng cách.

Trong hệ thống CDMA nhiều tổng cộng trên một máy di động phát tín hiệu trong một trạm gốc thu được bằng tổng số nhiễu của các máy di động khác trong cùng tổ ong và nhiễu tất cả các máy di động của các trạm gốc lân cận. Ngoài ra nhiễu tổng cộng tới từ tất cả các trạm gốc lân cận bằng 1/2 nhiễu tổng cộng từ các máy di động khác. Hiệu suất sử dụng lại tần số của các trạm gốc vô hướng khoảng 65% là tỷ lệ của toàn bộ nhiễu, giữa nhiễu tổng cộng của các máy di động trong vùng tổ ong và nhiễu tổng cộng của tất cả các trạm gốc.

Khi có N máy di động trong một tổ ong, công suất phát ra của một máy di động được điều khiển và tương ứng số lượng các máy gây nhiễu là (N - 1) không kể đến vị trí của các tế bào. Các công suất phát ra của tất cả các máy di động trong tế bào được điều khiển để chúng có thể nhận được mức công suất cần thiết từ tâm tế bào mà không xem xét đến khoảng cách từ tâm tế bào.

Trong một tổ ong hình lục giác có 6 trạm gốc lân cận liên quan tới trạm gốc trung tâm. Mỗi máy di động trong trạm gốc lân cận ở trên điều chỉnh công suất phát ra để phát tới trạm gốc. Giả sử rằng đối với suy hao đường truyền dẫn giữa một máy di động và trạm gốc, luật nhân 4 có thể được áp dụng. Ngoài ra nhiễu của suy hao đường truyền dẫn từ máy di động của trạm gốc lân cận tới trạm gốc trung tâm tuân theo luật nhân 4.

Hình 3.14 chỉ sự ảnh hưởng nhiễu từ các BS lân cận theo %. Nhiễu từ mỗi BS trong vòng biên thứ nhất tương ứng $K1 = 6\%$ nhiễu tổng, nhiễu từ mỗi BS trong vòng biên thứ hai tương ứng $K2 = 0,2\%$ nhiễu tổng, nhiễu từ mỗi vòng biên thứ ba tương ứng $K3 = 0,03\%$ nhiễu tổng, nhiễu từ mỗi vòng biên thứ tư tương ứng $K4 = 0,01\%$ nhiễu tổng, ...

Như vậy tỷ lệ toàn bộ tín hiệu trên nhiễu nhận được ở trạm gốc như sau:

$$F = \frac{1}{N(1 + 6K1 + 12K2 + 18K3 + \dots)}$$

Trong đó:

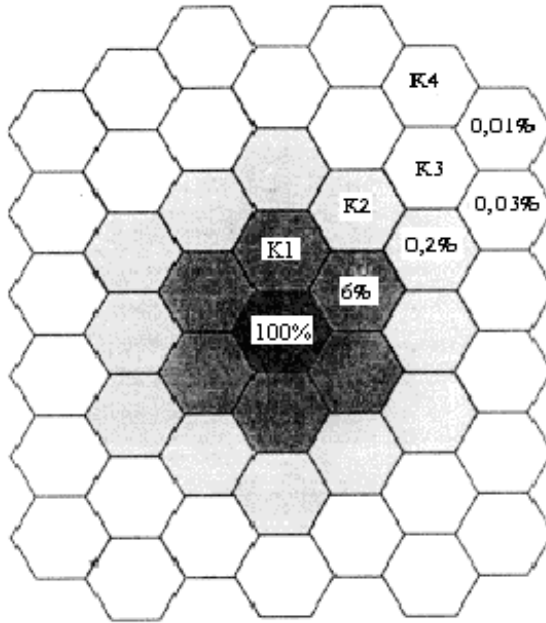
F: Hiệu suất tái sử dụng tần số

N: Số lượng máy di động trên một tế bào

$K1, K2, K3, \dots$ là các giá trị rút ra từ so sánh nhiễu của từng trạm gốc nằm trên vùng tròn thứ nhất, thứ 2, thứ 3, ... liên quan tới nhiễu được tạo ra ở trạm gốc trung tâm.

Kết quả tính toán giá trị F sử dụng phương pháp tích phân số đối với mô hình này là khoảng 0, 65.

Trong trường hợp sử dụng anten trạm gốc định hướng (anten hình quạt 120°), mỗi anten chỉ yêu cầu giám sát $1/3$ số máy di động trong một tế bào dẫn đến nhiều giảm đi $1/3$. Do đó, dung lượng hệ thống tăng gấp 3 lần.



Hình 0.14: Phân bố nhiễu từ các tế bào lân cận

3.4. MỘT SỐ VẤN ĐỀ TRONG CDMA

3.4.1. Đồng bộ

Điều kiện cơ bản để thực hiện đa thâm nhập là phải đồng bộ bộ tạo chuỗi mã PN ở phía thu và ở phía phát để trải phổ. Điều kiện này cho phép máy thu tách được thông tin hữu ích $M_i(t)$.

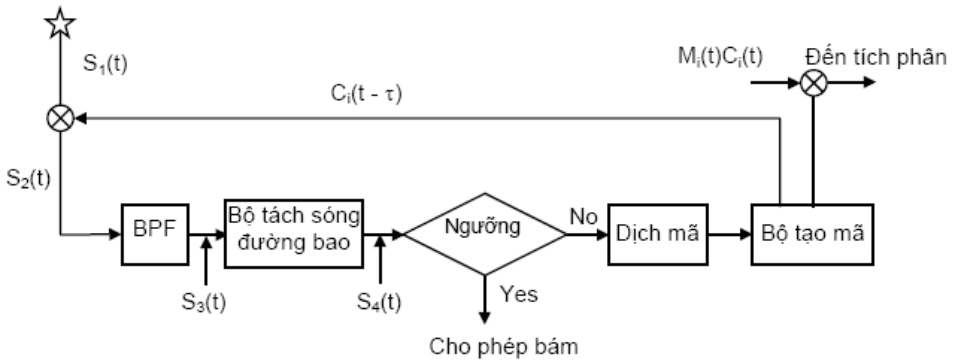
Quá trình đồng bộ gồm hai giai đoạn:

- Bắt chuỗi (Acquisition).
- Bám chuỗi (Tracking).

Quá trình bắt chuỗi mã (bắt đồng bộ)

Các chuỗi mã PN được tạo ra độc lập ở phía phát và phía thu nên các chuỗi PN ở phía thu sẽ bị dịch đi một lượng là τ . Tín hiệu phía phát là

$C_i(t)$ thì tín hiệu phía thu là $C_i(t-\tau)$. Để thực hiện bắt chuỗi người ta có thể sử dụng sơ đồ bắt chuỗi như hình 3.15.



Hình 0.15: Nguyên lý bắt mã ở hệ thống DS – CDMA

Sơ đồ hình 3.15 là sơ đồ bắt mã cho trường hợp giải điều chế kết hợp (có khôi phục sóng mang). Trong trường hợp này trước hết sóng mang đã khôi phục được nhân với sóng mang thu:

$$S_2(t) = M_i(t).C_i(t). \cos\omega_c(t) \cos\omega_c(t) = 1/2M_i(t).C_i(t)[\cos(2\omega_c t))+1] \quad (2.6).$$

Sau bộ lọc thông thấp ta được:

$$S_3(t) = 1/2 M_i(t).C_i(t)$$

Tín hiệu $S_3(t)$ được nhân với mã PN của bộ tạo mã $C_i(t-\tau)$. Sau đó tín hiệu được đưa đến bộ tách sóng hình bao.

Vì biên độ của sóng mang điều chế bởi $M_i(t)$ là không đổi, tín hiệu ở đầu ra bộ tách sóng hình bao là hàm tự tương quan của $C_i(t)$:

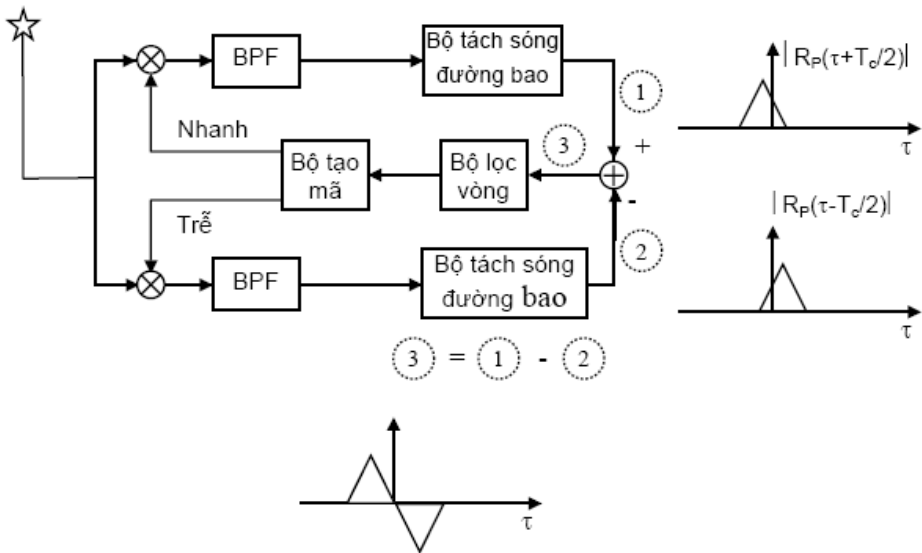
$$S_4(t) = |C_i(t).C_i(t-\tau)| = |R(\tau)|$$

Tín hiệu $S_4(t)$ được đưa đến bộ tích phân có khoảng thời gian bằng một số chu kỳ của chuỗi giả ngẫu nhiên. Bộ tích phân có tác dụng tích lũy một số giá trị đo với một τ cho trước. Ta thấy rằng hàm $R(\tau)$ có giá trị cực đại khi $\tau=0$. Sau khi qua bộ tích phân giá trị này được đưa đến bộ so sánh để so sánh với giá trị ngưỡng. Nếu nhỏ hơn giá trị ngưỡng thì τ tăng thêm một lượng là $T_c/2$ tương ứng với bộ tạo mã PN tạo ra mã dịch đi một lượng $T_c/2$. Các thao tác trên được lặp đi lặp lại cho đến khi giá trị điện áp đạt đến ngưỡng cố định chứng tỏ đã đạt được đỉnh tương quan

$\tau = 0$. Khi này cho phép chuyển sang chế độ bám. Thời hạn tích phân được quy định để chống nhiễu. Nếu bị mất đồng bộ thì bộ tích phân bị xóa trở về trạng thái ban đầu.

Quá trình bám:

Mạch bám đồng bộ hoạt động ngay khi vừa bắt được đồng bộ. Mã PN ở máy thu đã đồng bộ với mã PN ở máy phát trong một chip, tuy có thể chậm hoặc nhanh hơn một khoảng thời gian τ so với mã PN máy phát ($0 < \tau < T_c$). Hình 3.16 mô tả nguyên lý của quá trình bám mã:



Hình 0.16: Nguyên lý bám ở hệ thống DS - CDMA cho trường hợp tách sóng nhất quán

Vòng bắt mã được tăng gấp hai với nhánh nhanh và nhánh trễ. Tín hiệu được tạo ra bởi bộ tạo mã ở nhánh nhanh là $C_i(t+T_c/2)$ và ở nhánh trễ là $C_i(t-T_c/2)$. Hai tín hiệu này trừ lẫn nhau ở đầu ra bộ tách sóng hình bao để tạo ra tín hiệu lỗi $e(\tau)$:

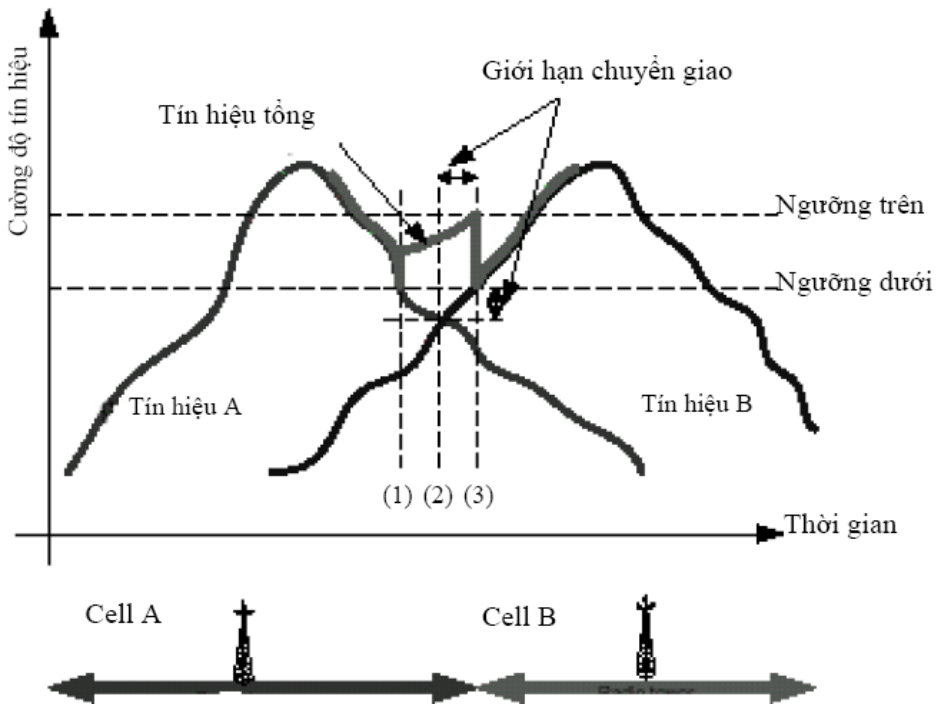
$$e(\tau) = |R_p(t+T_c/2)| - |R_p(t-T_c/2)|$$

Sau khi lọc bỏ lỗi này sẽ điều khiển làm cho bộ tạo chuỗi nhanh hơn hay trễ hơn. Dấu của $e(\tau)$ chỉ ra phương hiệu chỉnh cần thực hiện và sự thay đổi của $e(\tau)$ phụ thuộc vào τ có dạng đặc tính của một tín hiệu lỗi trong vòng điều khiển.

3.4.2. Chuyển giao

3.4.2.1. Trình tự chuyển giao

Trình tự chuyển giao gồm có ba pha như trên hình 3.17, bao gồm: pha đo lường, pha quyết định và pha thực hiện.



Hình 0.17: Nguyên tắc chung của thủ tục chuyển giao

Đo lường là nhiệm vụ quan trọng trong quá trình chuyển giao vì hai lý do cơ bản sau:

- Mức tín hiệu trên đường truyền dẫn vô tuyến thay đổi rất lớn tùy thuộc vào fading và tổn hao đường truyền. Những thay đổi này phụ thuộc vào môi trường trong cell và tốc độ di chuyển của thuê bao.
- Số lượng các báo cáo đo lường quá nhiều sẽ làm ảnh hưởng đến tải hệ thống.

Pha quyết định chuyển giao bao gồm đánh giá tổng thể về QoS của kết nối so sánh với các thuộc tính QoS yêu cầu và ước lượng từ các cell lân cận. Tùy theo kết quả so sánh mà ta có thể quyết định thực hiện hay không thực hiện chuyển giao. SBSC kiểm tra các giá trị của các báo cáo đo đạc để kích hoạt một bộ các điều kiện chuyển giao. Nếu các điều kiện này bị kích hoạt, BSC phục vụ sẽ cho phép thực hiện chuyển giao.

Căn cứ vào quyết định chuyển giao, chuyển giao gồm hai loại như sau:

- Chuyển giao quyết định bởi mạng (NEHO).
- Chuyển giao quyết định bởi thuê bao di động (MEHO).

Trong trường hợp chuyển giao thực hiện bởi mạng (NEHO), SBSC thực hiện quyết định chuyển giao. Trong trường hợp MEHO, UE thực hiện quyết định chuyển giao. Trong trường hợp kết hợp cả hai loại chuyển giao NEHO và MEHO, quyết định chuyển giao được thực hiện bởi sự phối hợp giữa SBSC với UE.

Ngay cả trong trường hợp chuyển giao MEHO, quyết định cuối cùng về việc thực hiện chuyển giao là do SBSC. BSC có trách nhiệm quản lý tài nguyên vô tuyến (RRM) của toàn bộ hệ thống.

Quyết định chuyển giao dựa trên các thông tin đo đạc của UE và BTS cũng như các điều kiện để thực hiện thuật toán chuyển giao. Điều kiện đầu là các điều kiện thực hiện quyết định của thủ tục dựa trên mức tín hiệu pilot do UE thông báo.

3.4.2.2. Các loại chuyển giao

Tùy theo hình thức sử dụng trong các cơ chế chuyển giao, có thể phân chia chuyển giao thành các nhóm như: chuyển giao cứng, chuyển giao mềm và chuyển giao mềm hơn. ***Chuyển giao đảm bảo thông tin được duy trì liên tục khi các MS di động từ cell này sang cell khác hay giữa các dải quạt trong cùng một cell. Chuyển giao phải đúng và nhanh để thông tin không bị ngắt quãng, không bị mất tín hiệu khi đang di chuyển.***

a. Chuyển giao mềm và mềm hơn

Chuyển giao mềm và mềm hơn dựa nguyên tắc kết nối “nối trước khi cắt” (Make before break).

Chuyển giao mềm: hay chuyển giao giữa các cell là chuyển giao được thực hiện giữa các cell khác nhau, trong đó trạm di động bắt đầu thông tin với một trạm gốc mới mà vẫn chưa cắt thông tin với trạm gốc cũ. Chuyển giao mềm chỉ có thể được thực hiện khi cả trạm gốc cũ lẫn trạm gốc mới đều làm việc ở cùng một tần số. MS thông tin với 2 sector của 2 cell khác nhau (chuyển giao 2 đường) hoặc với 3 sector của 3 cell khác nhau (chuyển giao 3 đường).

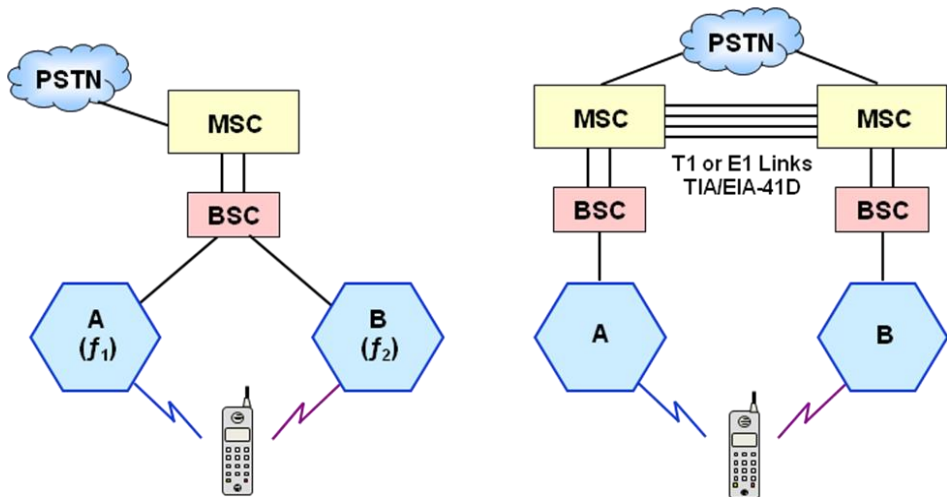
Chuyển giao mềm hơn là chuyển giao được thực hiện khi UE chuyển giao giữa 2 sector của cùng một cell hoặc chuyển giao giữa 2 cell do cùng một BTS quản lý. Đây là loại chuyển giao trong đó tín hiệu mới được thêm vào hoặc xóa khỏi tập tích cực, hoặc thay thế bởi tín hiệu mạnh hơn ở trong các sector khác nhau của cùng BTS.

Trong trường hợp chuyển giao mềm hơn, BTS phát trong một sector nhưng thu từ nhiều sector khác nhau. Khi cả chuyển giao mềm và mềm hơn được thực hiện đồng thời, trường hợp này gọi là chuyển giao mềm - mềm hơn.

Chuyển giao mềm - mềm hơn: MS thông tin với hai sector của cùng một cell và một sector của cell khác. Các tài nguyên mạng cần cho kiểu chuyển giao này gồm tài nguyên cho chuyển giao mềm hai đường giữa cell A và B cộng với tài nguyên cho chuyển giao mềm hơn tại cell B.

b. Chuyển giao cứng:

Chuyển giao cứng được thực hiện khi cần chuyển kênh lưu lượng sang một kênh tần số mới hoặc giữa các MSC khác nhau. Các hệ thống thông tin di động tổ ong FDMA và TDMA đều chỉ sử dụng phương thức chuyển giao này.



Hình 0.18: Chuyển giao cứng

Chuyển giao cứng dựa trên nguyên tắc “cắt trước khi nối” có thể được chia thành: chuyển giao cứng cùng tần số và chuyển giao cứng khác tần số. Trong quá trình chuyển giao cứng, kết nối cũ được giải phóng trước khi thực hiện kết nối mới. Do vậy, tín hiệu bị ngắt trong khoảng thời gian chuyển giao. Tuy nhiên, thuê bao không có khả năng nhận biết được khoảng ngừng đó. Trong trường hợp chuyển giao cứng khác tần số, tần số sóng mang của kênh truy cập vô tuyến mới khác so với tần số sóng mang hiện tại.

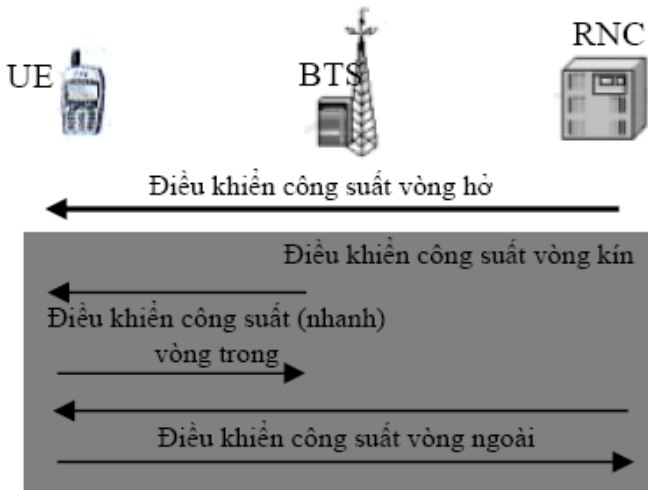
Nhược điểm của chuyển giao cứng là có thể xảy ra rớt cuộc gọi do chất lượng của kênh mới chuyển đến trở nên quá xấu trong khi kênh cũ đã bị cắt.

3.4.3. Điều khiển công suất trong CDMA

Trong CDMA, **điều khiển công suất được thực hiện cho cả đường lên lẫn đường xuống**. Về cơ bản, điều khiển công suất đường xuống có mục đích nhằm tối thiểu nhiễu đến các cell khác và bù nhiễu do các cell khác gây ra cũng như nhằm đạt được mức SNR yêu cầu. Tuy nhiên, điều khiển công suất cho đường xuống không thực sự cần thiết như điều khiển công suất cho đường lên. Hệ thống CDMA sử dụng công suất đường xuống nhằm cải thiện tính năng hệ thống bằng cách kiểm soát nhiễu từ các cell khác.

Điều khiển công suất đường lên tác động lên các kênh truy nhập và lưu lượng, được sử dụng để thiết lập đường truyền khi khởi tạo cuộc gọi và phản ứng lên các thăng giáng tổn hao đường truyền lớn. Mục đích chính của điều khiển công suất đường lên nhằm khắc phục hiệu ứng xa-gần bằng cách duy trì mức công suất truyền dẫn của các máy di động trong cell như nhau tại máy thu trạm gốc với cùng một QoS. Do vậy, việc điều khiển công suất đường lên là thực hiện tinh chỉnh công suất truyền dẫn của máy di động. Hệ thống CDMA sử dụng hai phương pháp điều khiển công suất khác nhau:

- Điều khiển công suất vòng hở (OLPC),
- Điều khiển công suất vòng kín (CLPC): vòng kín trong và ngoài.



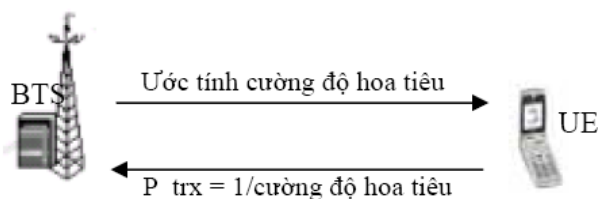
Hình 0.19: Các cơ chế điều khiển công suất của CDMA

3.4.3.1. Điều khiển công suất vòng hở (OLPC)

Một phương pháp điều khiển công suất là đo sự điều khuếch (AGC-Automatic Gain Control) ở máy thu di động. Trước khi phát, trạm di động giám sát tổng công suất thu được từ trạm gốc. Công suất đo được cho thấy tổn hao đường truyền đối với từng người sử dụng. Trạm di động điều chỉnh công suất phát của mình tỷ lệ nghịch với tổng công suất mà trạm thu được. Có thể phải điều chỉnh công suất ở một dải động lên tới 80dB. **Phương pháp này được gọi là điều chỉnh công suất vòng hở và ở phương pháp này trạm gốc không tham gia vào các thủ tục điều khiển công suất.**

OLPC sử dụng chủ yếu để điều khiển công suất cho đường lên. Trong quá trình điều khiển công suất, UE xác định cường độ tín hiệu truyền dẫn bằng cách đo đặc mức công suất thu của tín hiệu pilot từ BTS ở đường xuống. Sau đó, UE điều chỉnh mức công suất truyền dẫn theo hướng tỷ lệ nghịch với mức công suất tín hiệu pilot thu được. Do vậy, nếu mức công suất tín hiệu pilot càng lớn thì mức công suất phát của UE (P_{trx}) càng nhỏ.

Việc điều khiển công suất vòng hở là cần thiết để xác định mức công suất phát ban đầu (khi khởi tạo kết nối).

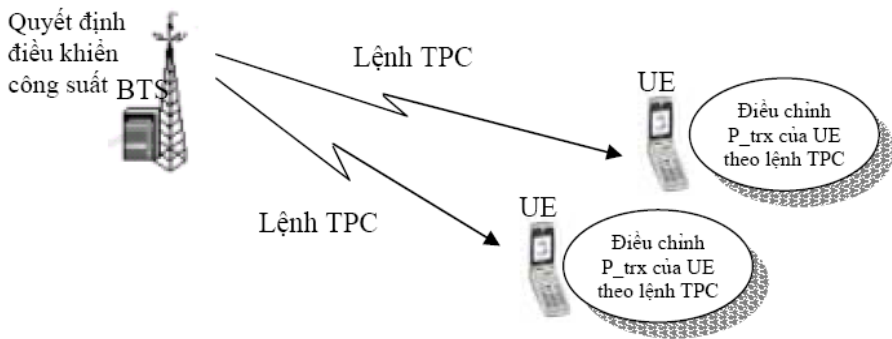


Hình 0.20: OLPC đường lên

3.4.3.2. Điều khiển công suất vòng kín (CLPC)

CLPC được sử dụng để điều khiển công suất khi kết nối đã được thiết lập. Mục đích chính là để bù những ảnh hưởng của sự biến đổi nhanh của mức tín hiệu vô tuyến. Do đó, chu kỳ điều khiển phải đủ nhanh để phản ứng lại sự thay đổi nhanh của mức tín hiệu vô tuyến.

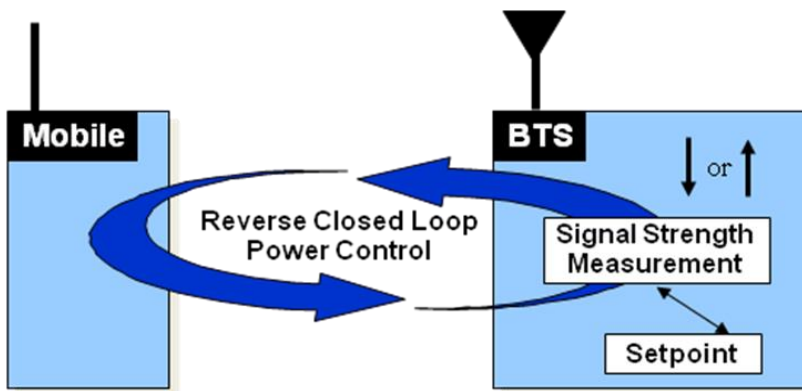
Trong CLPC, BTS điều khiển UE tăng hoặc giảm công suất phát. Quyết định tăng hoặc giảm công suất phụ thuộc vào mức tín hiệu thu SNR tại BTS. Khi BTS thu tín hiệu từ UE, BTS so sánh mức tín hiệu thu với một mức ngưỡng cho trước. Nếu mức tín hiệu thu được vượt quá mức ngưỡng cho phép, BTS sẽ gửi lệnh điều khiển công suất phát (TPC) tới UE để giảm mức công suất phát của UE. Nếu mức tín hiệu thu được nhỏ hơn mức ngưỡng, BTS sẽ gửi lệnh điều khiển đến UE để tăng mức công suất phát.



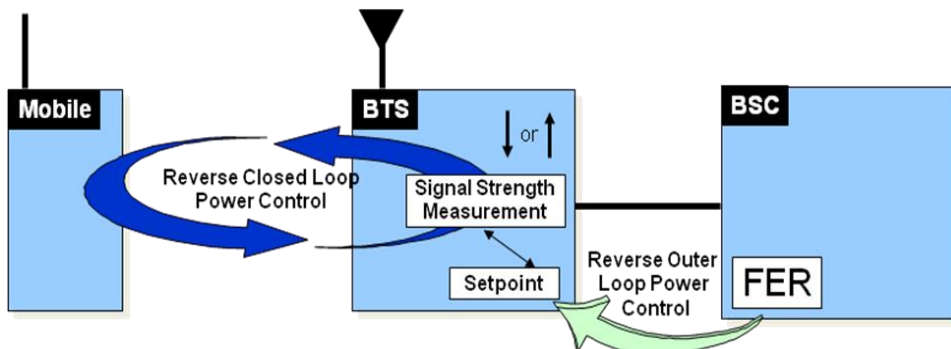
TPC: *Transmit Power Control*: Điều khiển công suất truyền dẫn.

Hình 0.21: Cơ chế điều khiển công suất CLPC trong

Các tham số được sử dụng để đánh giá chất lượng công suất thu nhằm thực hiện quyết định điều khiển công suất như: SIR, tỷ lệ lỗi khung-FER, tỷ lệ lỗi bit BER. **Cơ chế CLPC nói trên là cơ chế điều khiển công suất vòng trong và đó là cơ chế điều khiển công suất nhanh nhất trong hệ thống CDMA.**



Hình 0.22: Điều khiển công suất CLPC trong

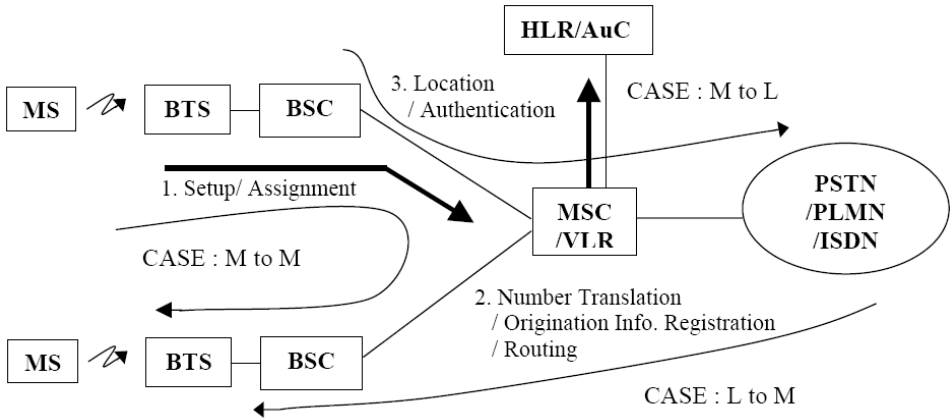


Hình 0.23: Điều khiển công suất CLPC ngoài

Trong điều khiển công suất CLPC ngoài kết hợp với đo FER từ BSC để quyết định công suất điều khiển.

3.5. Ví dụ một số thủ tục chính trong mạng CDMA

3.5.1. Thiết lập cuộc gọi



Hình 0.24: Sơ đồ khởi quá trình thiết lập cuộc gọi

Chú thích:

L: Land

M: Mobile

1. Thiết lập/ Chỉ định

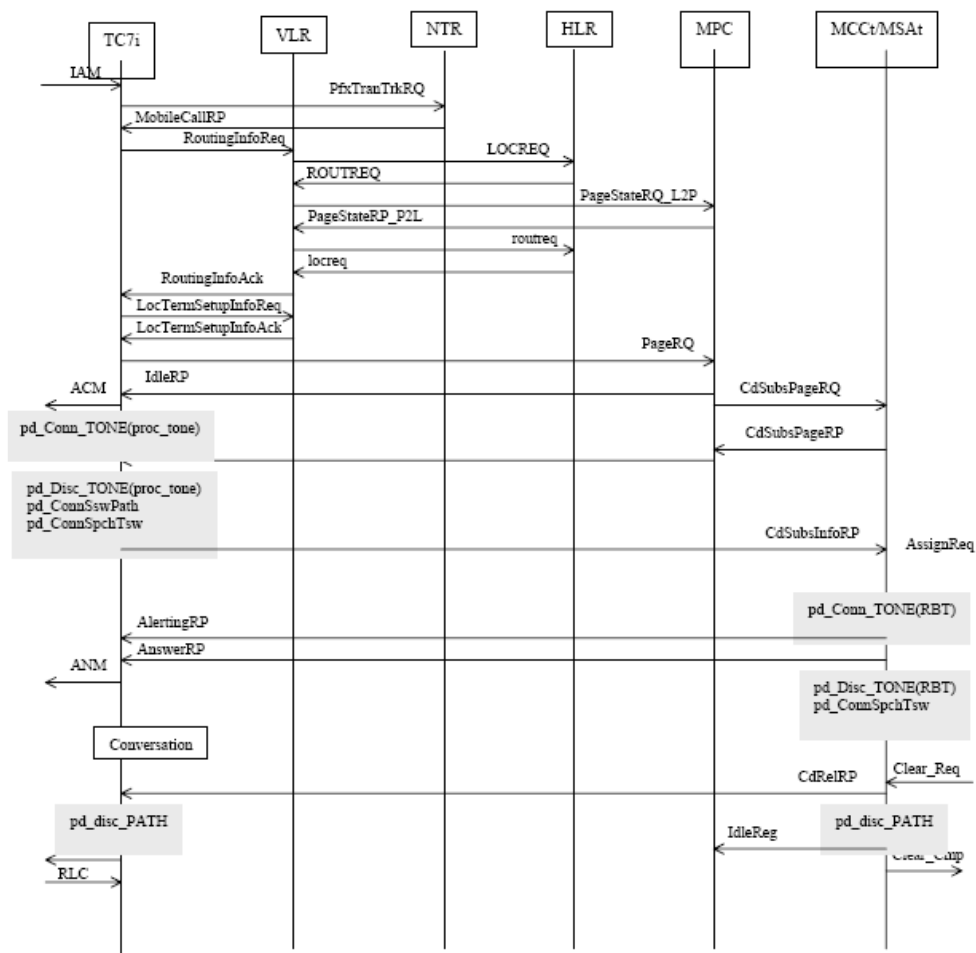
2. Biên dịch số thuê bao

/Ghi các thông tin khởi tạo

/Định tuyến

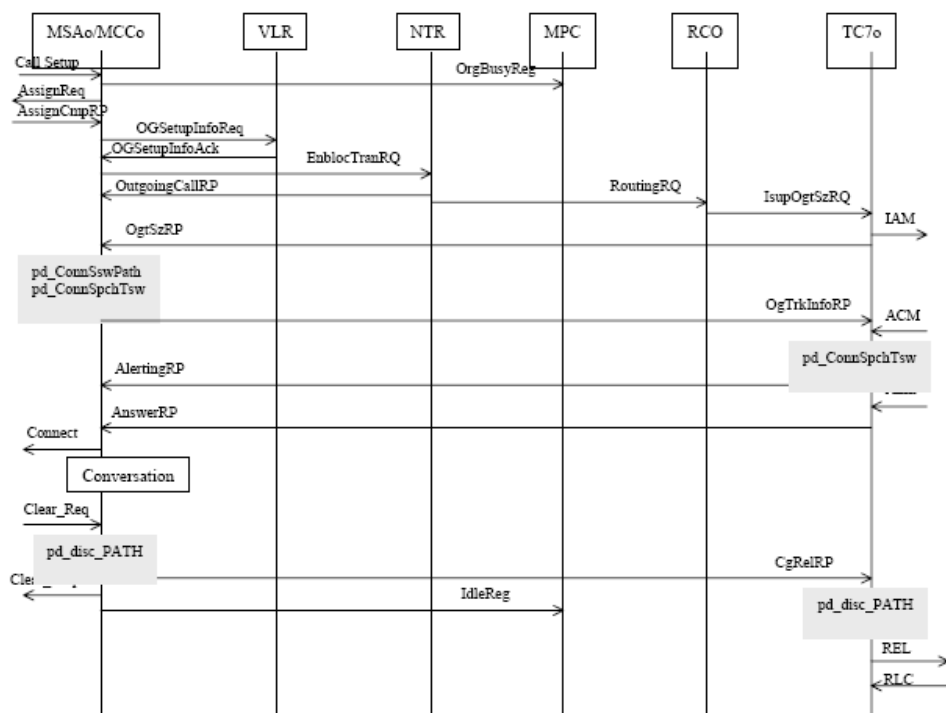
3. Định vị/ nhận thực

b. Cuộc gọi vào từ L-to-M



Hình 0.26: Cuộc gọi vào từ L-to-M

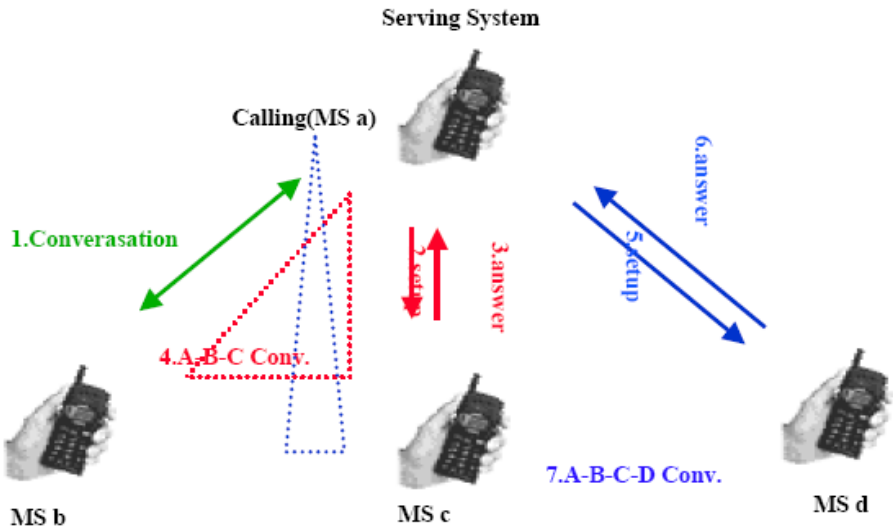
c. Cuộc gọi ra từ M-to-L



Hình 0.27: Cuộc gọi ra từ M-to-L

3.5.2. Thiết lập các dịch vụ cộng thêm

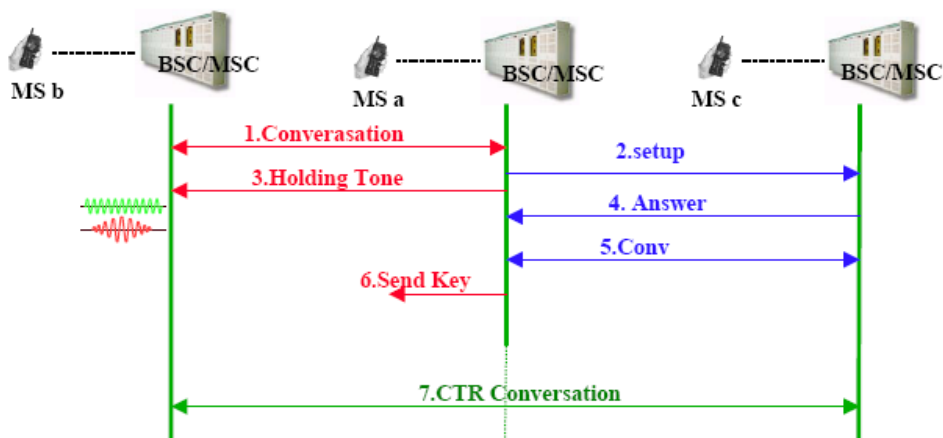
a. Dịch vụ gọi hội nghị (Call Conference)



Hình 0.28: Gọi hội nghị

1. Thuê bao A và B hội thoại với nhau.
2. A thiết lập cuộc gọi với thuê bao C.
3. C trả lời A.
4. A-B-C hội thoại với nhau.
5. A thiết lập cuộc gọi với thuê bao D.
6. D trả lời A.
7. A-B-C-D cùng hội thoại với nhau.

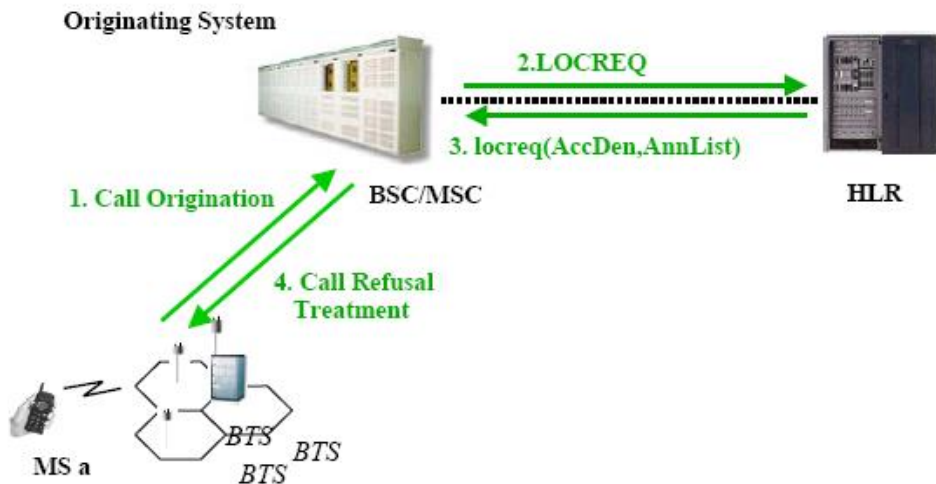
b. Dịch vụ chuyển tiếp cuộc gọi (Call Transfer)



Hình 0.29: Chuyển tiếp cuộc gọi

1. A –B đang hội thoại với nhau.
2. A thiết lập cuộc gọi với thuê bao C.
3. A giữ âm chuông Tone với B.
4. C trả lời A.
5. A-C hội thoại với nhau.
6. A bấm phím chuyển cuộc thoại sang B.
7. Chuyển tiếp cuộc gọi thành công: B-C hội thoại với nhau.

c. Dịch vụ chống quấy rầy (DND: Do Not Disturb)

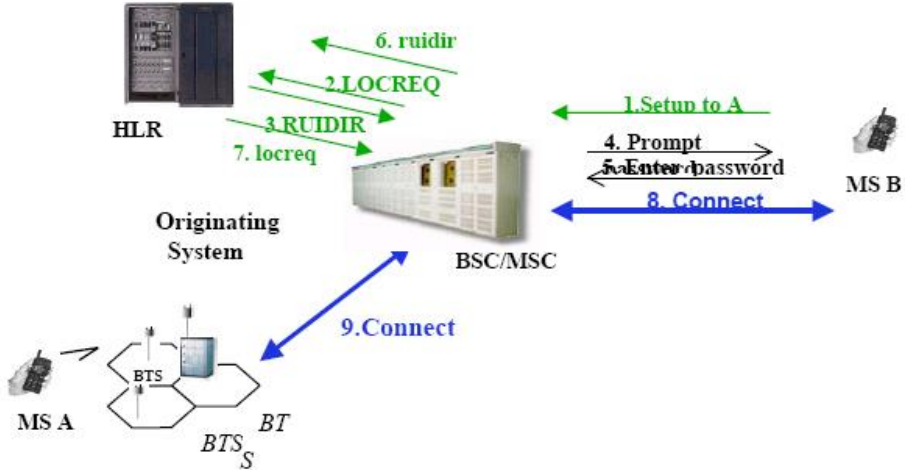


Hình 0.30: Chống quấy rầy

1. MS A khởi tạo cuộc gọi đến MS B.
2. MSC yêu cầu HLR định vị MS B.
3. HLR gửi thông tin về MS B cho MSC (bao gồm cả các dịch vụ DND mà B đã đăng ký sử dụng).
4. Cuộc gọi không được MSC thiết lập (bị từ chối).

d. Dịch vụ mật mã chấp nhận cuộc gọi (Password Call Acceptance)

Dịch vụ này giống như dịch vụ chống làm phiền (DND), nhưng khi người gọi đến đã được thuê bao chủ gọi cung cấp mật mã và được kiểm tra thấy hợp lệ thì có thể tiếp tục cuộc nối và thực hiện cuộc đàm thoại.



Hình 0.31: Dịch vụ mật mã chấp nhận cuộc gọi

1. B thiết lập cuộc gọi tới A.
2. MSC yêu cầu HLR định vị A.
3. HLR cung cấp các thông tin về B bao gồm cả dịch vụ PCA mà A đăng ký.
4. MSC nhắc B nhập mật khẩu.
5. B gửi mật khẩu đến MSC.
6. MSC gửi mật khẩu đến HLR.
7. HLR gửi thông tin định vị A tới MSC.
8. Kết nối giữa MSC và B.
9. Kết nối giữa MSC và A.

e. Dịch vụ chặn cuộc gọi đi (Subscriber PIN Access)

Dịch vụ này yêu cầu nhập mật mã mỗi khi muốn thực hiện cuộc gọi đi hay thực hiện một dịch vụ nào đó.



Hình 0.32: Chặn cuộc gọi đi

1. MS khởi tạo cuộc gọi.
2. MSC yêu cầu HLR gửi các thông tin dịch vụ của MS.
3. HRL đáp ứng.
4. Cho phép truy nhập hoặc hủy cuộc gọi.

f. Dịch vụ số thuê bao ảo (Virtual Private Number)



Hình 0.33: Dịch vụ số thuê bao ảo

1. MS khởi tạo cuộc gọi.
2. MSC yêu cầu HLR gửi thông tin liên quan đến khởi tạo MS
3. HLR đáp ứng.
4. MSC yêu cầu SCP cung cấp thông tin về dịch vụ nhóm thuê bao nội bộ.
5. SPC đáp ứng.
6. MSC thiết lập cuộc gọi giới hạn trong một hệ thống nhỏ.

3.6. Hệ thống thông tin di động IS-95

3.6.1. Giới thiệu

Chuẩn CDMA IS-95 của TIA/EIA (công bố vào tháng 7/1993) thiết lập những nguyên tắc nền tảng cho hệ thống truyền thông không dây số đầu cuối. Kiến trúc hệ thống mạng thương mại dựa trên chuẩn này được biết với tên CDMAone. IS-95 của TIA/EIA và phiên bản có sửa đổi tiếp theo IS-95A (công bố vào tháng 3/1995) tạo ra cơ sở cho phần lớn các mạng trên nền tảng CDMA 2G được triển khai trên toàn thế giới.

Từ quan điểm các dịch vụ thoại, công nghệ CDMAone cung cấp những tính năng quan trọng cho các nhà điều hành mạng di động như:

- Sự tăng dung lượng thoại từ 8X đến 10X cho thấy tính hơn hẳn khi so với các hệ thống AMPS Analog.
- Sự quy hoạch mạng được đơn giản hóa, với cùng tần số được sử dụng trong mỗi vùng của mỗi cell.

Cơ sở hạ tầng CDMA 2G lúc đầu đã chứng tỏ tính hiệu quả trong việc chuyển giao với chất lượng cao, lưu lượng thoại mất mát thấp nhưng không tồn tại được lâu do người dùng di động bắt đầu có những nhu cầu về các dịch vụ dữ liệu cơ bản như các dịch vụ Internet và Intranet, các ứng dụng đa phương tiện hay các giao dịch thương mại tốc độ cao được bổ sung thêm vào các dịch vụ thoại đơn thuần trên các máy điện thoại của họ. Chuẩn IS-95A của TIA/EIA đã đáp ứng đòi hỏi này với việc định ra các kênh CDMA 1.25 MHz băng rộng, điều khiển nguồn, xử lý cuộc gọi, các kỹ thuật chuyển giao và đăng ký phục vụ cho hoạt động của hệ thống. IS-95A TIA/EIA đã đem đến các dịch vụ dữ liệu chuyển mạch kênh phù hợp cho các thuê bao CDMA. Tuy nhiên, các dịch vụ này bị giới hạn với tốc độ tối đa là 14.4 Kbit/s cho mỗi người dùng.

Giai đoạn thứ hai của phiên bản sửa đổi cho đặc tả gốc đã cho ra đời chuẩn IS-95B TIA/EIA. Chuẩn này đã cung cấp cho các thuê bao các dịch vụ dữ liệu chuyển mạch gói với các tốc độ lên đến 64kbps cho mỗi thuê bao ngoài các dịch vụ thoại hiện có. Với tốc độ dữ liệu tăng lên, các mạng tương thích IS-95B TIA/EIA được xem như công nghệ CDMA 2.5G.

3.6.2. Đặc điểm mạng IS-95

3.6.2.1. Mô hình phân lớp và cấu trúc mạng IS-95

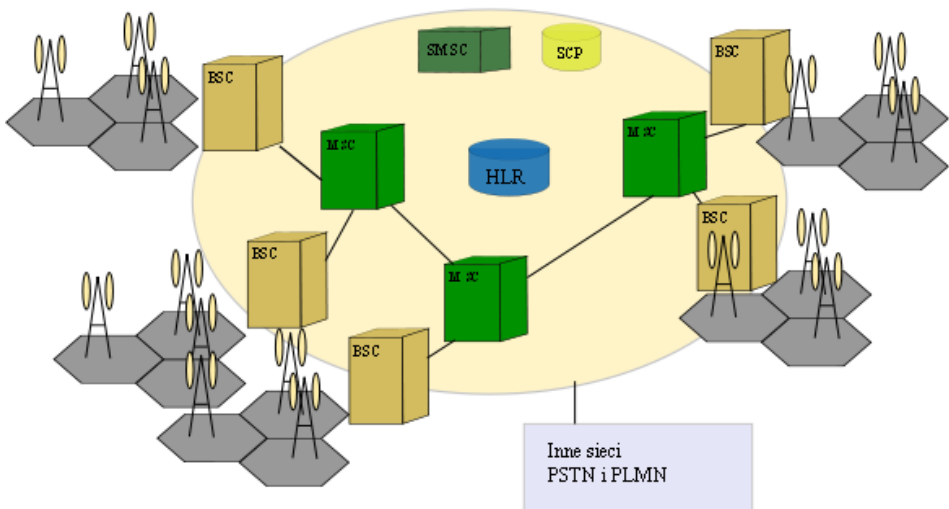
Chuẩn IS-95 mô tả một giao tiếp vô tuyến, là một tập các giao thức được sử dụng giữa đầu cuối và mạng. IS-95 được mô tả như một tầng gồm 3 lớp, trong đó lớp 1 tương ứng với lớp vật lý, lớp 2 gồm các

lớp con Media Access Control (MAC) và Link-Access Control (LAC), lớp 3 có chức năng xử lý thoại.

IS-95 định nghĩa việc truyền tín hiệu ở cả hướng xuống (mạng → đầu cuối) và lên (đầu cuối → mạng).

Ở hướng xuống, tín hiệu vô tuyến được truyền bởi trạm gốc (BTS). Mỗi BTS được đồng bộ với một bộ thu GPS ,vì vậy, việc truyền được điều khiển một cách chặt chẽ. Truyền tín hiệu hướng xuống sử dụng điều chế QPSK, tốc độ chip 1.228.800c/s. ***Mỗi tín hiệu được trải phổ bởi chuỗi Walsh chiều dài 64 và mã ngẫu nhiên PN chiều dài 2^{15} .***

Đối với hướng lên, tín hiệu vô tuyến được truyền bởi đầu cuối. Truyền dẫn hướng lên sử dụng điều chế OQPSK để hoạt động trong khoảng tối ưu của bộ khuếch đại công suất của thiết bị đầu cuối. Giống như hướng xuống, tốc độ chip cũng là 1.228.800c/s và các tín hiệu được trải phổ bởi chuỗi Walsh và mã ngẫu nhiên PN.



Hình 0.34: Cấu trúc mạng IS-95

3.6.2.2. Các kênh quảng bá hướng xuống

Mỗi BTS dành riêng một lượng công suất nào đó cho kênh pilot, là kênh không sử dụng chuỗi PN (nói cách khác, trải phổ với mã Walsh 0). Mỗi sector BTS trong mạng được gán một phần PN 64 chips. ***Kênh pilot hướng xuống không mang dữ liệu. Nhờ khả năng tự tương quan tốt, kênh pilot hướng xuống cho phép đầu cuối xác định định thời hệ thống và phân biệt các BTS khác nhau để chuyển giao.***

Khi một đầu cuối tìm kiếm, đầu cuối sẽ cố gắng tìm ra tín hiệu pilot trên mạng bằng cách điều chỉnh các tần số vô tuyến nào đó, và thực hiện tương quan chéo qua tất cả các pha PN. Một kết quả tương quan mạnh chỉ ra rằng đầu cuối ở gần một BTS.

Ở các kênh hướng xuống, được chọn bởi mã Walsh, mang dữ liệu từ mạng đến đầu cuối. Dữ liệu bao gồm báo hiệu và lưu lượng user. Thông thường, dữ liệu truyền được chia thành các frame bit. Frame bit được đưa vào một bộ mã hóa chập, thêm phần sửa lỗi, tạo ra frame symbol. Các symbol này sau đó được trải phổ bằng chuỗi Walsh và PN và được truyền đi.

BTS truyền một kênh đồng bộ được trải phổ bằng mã Walsh 32. Frame kênh đồng bộ dài 80/3 ms. Kênh đồng bộ tiếp tục truyền một bản tin đơn, gọi là bản tin kênh đồng bộ, có chiều dài và nội dung phụ thuộc vào P_REV (có 6 P_REV). Bản tin này được truyền 32 bit/frame, được mã hóa đến 128 symbol, do đó tốc độ 1200 bit/s. Bản tin kênh đồng bộ chứa thông tin về mạng, bao gồm phần PN được sử dụng bởi sector BTS.

Khi đầu cuối tìm ra một kênh pilot mạnh, đầu cuối lắng nghe kênh đồng bộ và giải mã bản tin kênh đồng bộ để đạt được sự đồng bộ chính xác cao với bộ định thời hệ thống. Lúc này đầu cuối biết được đang roaming hay không.

BTS truyền tối thiểu một lần, nhiều thì bảy lần, các kênh paging bắt đầu với mã Walsh 1. Thời gian frame kênh paging là 20ms. Có hai tốc độ được sử dụng trong kênh paging là 4800 bit/s hoặc 9600 bit/s. Cả hai tốc độ này đều được mã hóa 19200 symbol/s.

Kênh paging chứa các bản tin báo hiệu được truyền từ mạng đến tất cả các đầu cuối đang ở trạng thái rỗi. Kênh paging cũng mang các bản tin có độ ưu tiên cao dành riêng cho thiết lập cuộc gọi đi/đến.

Khi đầu cuối ở trạng thái rỗi, đầu cuối hầu như lắng nghe kênh paging. Một khi đầu cuối phân tách thông tin chào đầu, thì đầu cuối đăng ký với mạng, sau đó đi vào mode chiếm khe (slotted-mode) một cách tùy chọn.

3.6.2.3. Các kênh lưu lượng hướng xuống

Không gian Walsh không dành riêng cho các kênh quảng bá trên sector BTS thì được dùng cho các kênh lưu lượng. Các kênh này mang cuộc gọi thoại và dữ liệu được hỗ trợ bởi IS-95. Giống như kênh paging, các kênh lưu lượng có thời gian frame là 20ms.

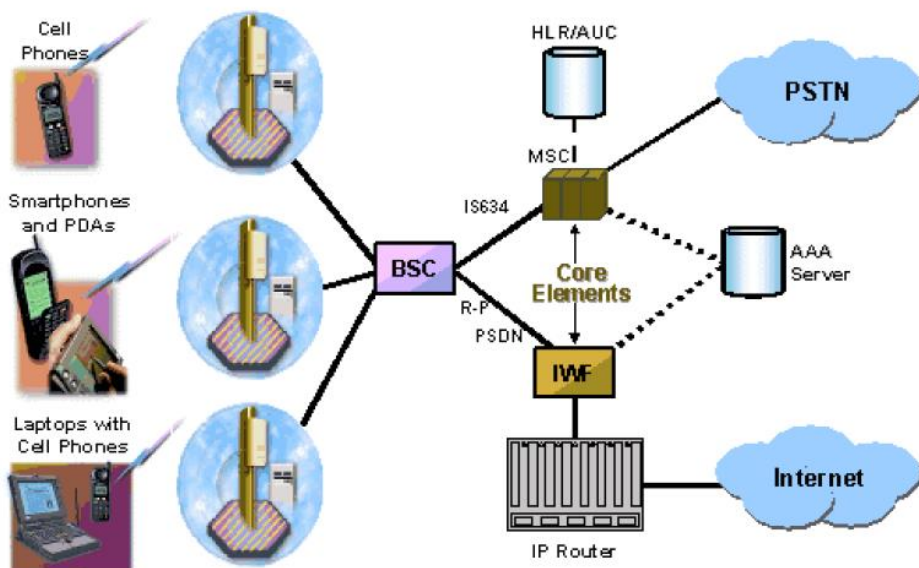
Do thoại và dữ liệu là không liên tục, nên các kênh lưu lượng hỗ trợ tốc độ thay đổi. Mỗi frame 20ms có thể được truyền ở một tốc độ

khác nhau. $P_REV = 1$ và $P_REV = 2$ hỗ trợ tập tốc độ 1, gồm 1200, 2400, 4800, 9600 bit/s. $P_REV = 3$ và cao hơn hỗ trợ tập tốc độ 2, gồm 1800, 3600, 7200, 14400 bit/s.

Kênh lưu lượng cũng có thể mang các cuộc gọi chuyển mạch kênh trong IS-95. Các frame lưu lượng có tốc độ thay đổi được tạo ra sử dụng giao thức liên kết vô tuyến (RLP). RLP cung cấp một cơ chế cải thiện hiệu suất của liên kết vô tuyến. Tại nơi mà các cuộc gọi thoại có thể chịu đựng việc thỉnh thoảng mất frame 20ms, thì các cuộc gọi dữ liệu sẽ có hiệu suất không thể chấp nhận được nếu không sử dụng RLP.

Một khi cuộc gọi được thiết lập, thì đầu cuối bị hạn chế sử dụng kênh lưu lượng. Định dạng frame được định nghĩa trong lớp con MAC cho kênh lưu lượng cho phép các bit thoại thông thường (vocoder) hoặc dữ liệu (RLP) được ghép kênh với các đoạn bản tin báo hiệu. Các đoạn bản tin báo hiệu được ráp với nhau trong lớp con LAC, tại đây các bản tin báo hiệu hoàn chỉnh được chuyển lên lớp 3.

3.7. HỆ THỐNG THÔNG TIN DI ĐỘNG CDMA2000 1X



Hình 0.35: Hệ thống di động CDMA2000 1X

* Trạm gốc BTS

Một BTS phải có các thiết bị thu phát, anten và xử lý tín hiệu đặc thù cho giao diện vô tuyến, là nơi tiếp nhận và phát đi những thông tin tới và từ các MS trong vùng phủ sóng của mình. Thông qua BTS mà

các MS giao tiếp được với mạng di động. BTS chịu trách nhiệm cấp phát các tài nguyên như: tần số, công suất, mã định kênh Walsh, ấn định sóng mang (vì hệ thống CDMA 2000 sử dụng nhiều sóng mang trên một nhóm tế bào) khi có cuộc gọi khởi phát hay một phiên gói.

*** Khối điều khiển trạm gốc BSC**

BSC có nhiệm vụ điều khiển toàn bộ các BTS trong vùng quản lý của mình, định tuyến các gói đến và đi từ PSDN, định tuyến lưu lượng ghép kênh theo thời gian đến MSC, điều khiển công suất và chuyển giao mềm cho các MS trong vùng phục vụ.

*** Trung tâm chuyển mạch di động MSC**

MSC là một tổng đài có chức năng chuyển mạch cho các dịch vụ thoại và dữ liệu, quản lý di động, cung cấp các yêu cầu về dịch vụ bổ sung. Tuỳ thuộc vào vị trí của MSC trong mạng mà MSC có thể cung cấp số lượng các giao diện và báo hiệu khác nhau cũng như thu thập các số liệu cho mục đích tính cước. MSC thường có một VLR có nhiệm vụ tạm thời lưu trữ tất cả các thông tin liên quan đến thuê bao hiện có trong khu vực MSC như ở HLR, để cho phép một thuê bao chuyển vùng hoặc không chuyển vùng, thông tin định vị MS,... VLR cũng có thể được nối với một hay nhiều MSC.

*** Bộ ghi định vị thường trú HLR**

Có nhiệm vụ lưu giữ tất cả thông tin của thuê bao đăng ký trong mạng như: thông tin về trạng thái, quyền thâm nhập, các dịch vụ mà thuê bao đăng ký,..., các thông tin liên quan đến dịch vụ gói. Các thông tin này sẽ được HLR nạp xuống VLR của MSC tương ứng trong quá trình MS đăng ký thành công.

*** Trung tâm nhận thực AUC:** chịu trách nhiệm xử lý nhận thực và bảo mật trong cuộc gọi.

*** IWF (Inter Working Function):** cung cấp chức năng kết nối với các mạng dữ liệu khác.

*** Nút phục vụ số liệu gói PSDN:** có các chức năng chính là:

- Thiết lập duy trì và kết thúc các phiên của giao thức điểm-điểm (PPP), hỗ trợ các dịch vụ gói đơn giản và IP di động (MIP).
- Thiết lập, duy trì, kết thúc các đoạn nối logic với mạng vô tuyến (Radio Network) và giao diện vô tuyến gói (Radio-Packet).
- Khởi đầu nhận thực, trao quyền và thanh toán (AAA) đến AAA chủ cho thuê bao di động

- Tiếp nhận các thông số dịch vụ AAA chủ cho thuê bao di động.
- Định tuyến các gói đến và đi từ các mạng số liệu ngoài.
- Thu thập số liệu của người sử dụng để chuyển đến AAA.

*** *Trung tâm nhận thực trao quyền và thanh toán AAA***

AAA chủ là nơi cung cấp các chức năng nhận thực, trao quyền và thanh toán cho mạng số liệu gói của hệ thống CDMA 2000. Các chức năng chính như sau:

- Nhận thực liên quan đến các kết nối PPP và MIP.
- Trao quyền: thông tin dịch vụ, phân phối khoá bảo mật và quản lý
- Thanh toán

Câu hỏi ôn tập

1. CDMA là gì?
2. Hãy trình bày con đường phát triển của hệ thống thông tin di động CDMA.
3. Kỹ thuật trải phổ là gì? Hãy trình bày sơ đồ khối của hệ thống trải phổ.
4. Hãy trình bày các kỹ thuật trải phổ và phạm vi ứng dụng của chúng.
5. Hãy trình bày các chuỗi mã trải phổ sử dụng trong hệ thống thông tin di động CDMA.
6. Hãy trình bày các ưu điểm nổi trội của kỹ thuật trải phổ.
7. Hãy trình bày các đặc tính của hệ thống thông tin di động CDMA.
8. Hãy trình bày vấn đề đồng bộ trong hệ thống thông tin di động CDMA.
9. Hãy trình bày vấn đề chuyển giao trong hệ thống thông tin di động CDMA.
10. Hãy trình bày vấn đề điều khiển công suất trong hệ thống thông tin di động CDMA
11. Hãy trình bày các dịch vụ cơ bản của hệ thống thông tin di động CDMA
12. Hãy trình bày ngắn gọn hệ thống thông tin di động IS-95.
13. Hãy trình bày ngắn gọn hệ thống thông tin di động CDMA2000
- 1x.

Chương 4

HỆ THỐNG DI ĐỘNG 3G

4.1. CÁC CON ĐƯỜNG ĐI LÊN 3G

Mạng 3G đặc trưng bởi tốc độ dữ liệu cao, dung lượng của hệ thống lớn, tăng hiệu quả sử dụng phổ tần và nhiều cải tiến khác. Có một loạt các chuẩn công nghệ di động 3G, tất cả đều dựa trên CDMA, bao gồm: WCDMA (được gọi là Hệ thống viễn thông di động toàn cầu (UMTS), dùng cả FDD lẫn TDD), CDMA2000 và TD-SCDMA.

UMTS (đôi khi còn được gọi là 3GSM) sử dụng kỹ thuật đa truy cập WCDMA. UMTS được chuẩn hoá bởi 3GPP. UMTS là công nghệ 3G được lựa chọn bởi hầu hết các nhà cung cấp dịch vụ GSM/GPRS để đi lên 3G. Tốc độ dữ liệu tối đa là 1920kbps (gần 2Mbps). Nhưng trong thực tế tốc độ này chỉ tầm 384kbps. Để cải tiến tốc độ dữ liệu của 3G, hai kỹ thuật HSDPA và HSUPA đã được đề nghị. Khi cả hai kỹ thuật này được triển khai, người ta gọi chung là HSPA. HSPA thường được biết đến như là công nghệ 3,5G.

+ **HSDPA**: tăng tốc độ downlink (đường xuống, từ NodeB về người dùng di động). Tốc độ tối đa lý thuyết là 14,4Mbps, nhưng trong thực tế nó chỉ đạt tầm 1,8Mbps (hoặc tốt lắm là 3,6Mbps). Theo một báo cáo của GSA tháng 7 năm 2008, 207 mạng HSDPA đã và đang bắt đầu triển khai, trong đó đã thương mại hoá ở 89 nước trên thế giới.

+ **HSUPA**: tăng tốc độ uplink (đường lên) và cải tiến QoS. Kỹ thuật này cho phép người dùng upload thông tin với tốc độ lên đến 5,8Mbps (lý thuyết). Cũng trong cùng báo cáo trên của GSA, 51 nhà cung cấp dịch vụ thông tin di động đã triển khai mạng HSUPA ở 35 nước và 17 nhà cung cấp mạng lên kế hoạch triển khai mạng HSUPA.

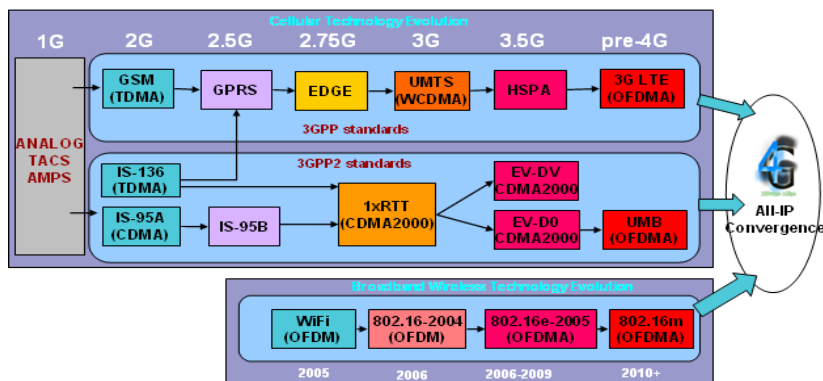
CDMA2000 là sự kế thừa của 2G CDMAone, đại diện cho họ công nghệ bao gồm CDMA2000 1xRTT (Radio Transmission Technology), CDMA2000 EV-DO và CDMA2000 EV-DV. CDMA2000 được chuẩn hoá bởi 3GPP2. Lẽ thường tình thì CDMA2000 là công nghệ 3G được lựa chọn bởi các nhà cung cấp mạng CDMAone.

+ **CDMA2000 1xRTT**: chính thức được công nhận như là một công nghệ 3G, tuy nhiên nhiều người xem nó như là một công nghệ 2,75G đúng hơn là 3G. Tốc độ của 1xRTT có thể đạt đến 307kbps, song hầu hết các mạng đã triển khai chỉ giới hạn tốc độ cao nhất ở 144kbps.

+ **CDMA2000 EV-DO**: sử dụng một kênh dữ liệu 1,25MHz chuyên biệt và có thể cho tốc độ dữ liệu đến 2,4Mbps cho đường xuống và 153kbps cho đường lên. 1xEV-DO Rev A hỗ trợ truyền thông gói IP, tăng tốc độ đường xuống đến 3,1Mbps và đặc biệt có thể đẩy tốc độ đường lên đến 1,2Mbps. Bên cạnh đó, 1xEV-DO Rev B cho phép nhà cung cấp mạng gộp đến 15 kênh 1,25MHz lại để truyền dữ liệu với tốc độ 73,5Mbps. Theo một báo cáo trên www.cdg.org site, 3G CDMA2000 EV-DO đã vượt con số 83 triệu thuê bao vào tháng 9 năm 2007.

+ **CDMA2000 EV-DV**: tích hợp thoại và dữ liệu trên cùng một kênh 1,25MHz. CDMA2000 EV-DV cung cấp tốc độ đỉnh đến 4,8Mbps cho đường xuống và đến 307kbps cho đường lên. Tuy nhiên từ năm 2005, Qualcomm đã dừng vô thời hạn việc phát triển 1xEV-DV vì đa phần các nhà cung cấp mạng CDMA như Verizon Wireless và Sprint đã chọn EV-DO.

TD-SCDMA là chuẩn di động được đề nghị bởi "China Communications Standards Association" và được ITU duyệt vào năm 1999. Đây là chuẩn 3G của Trung Quốc. TD-SCDMA dùng song công TDD. TD-SCDMA có thể hoạt động trên một dải tần hẹp 1,6MHz (cho tốc độ 2Mbps) hay 5MHz (cho tốc độ 6Mbps). Nhiều thử nghiệm về công nghệ này đã diễn ra từ đầu năm 2004 cũng như trong thể vận hội Olympic gần đây.



Hình 0.1: Các con đường đi lên 3G

4.2. HỆ THỐNG DI ĐỘNG WCDMA

4.2.1. Giới thiệu

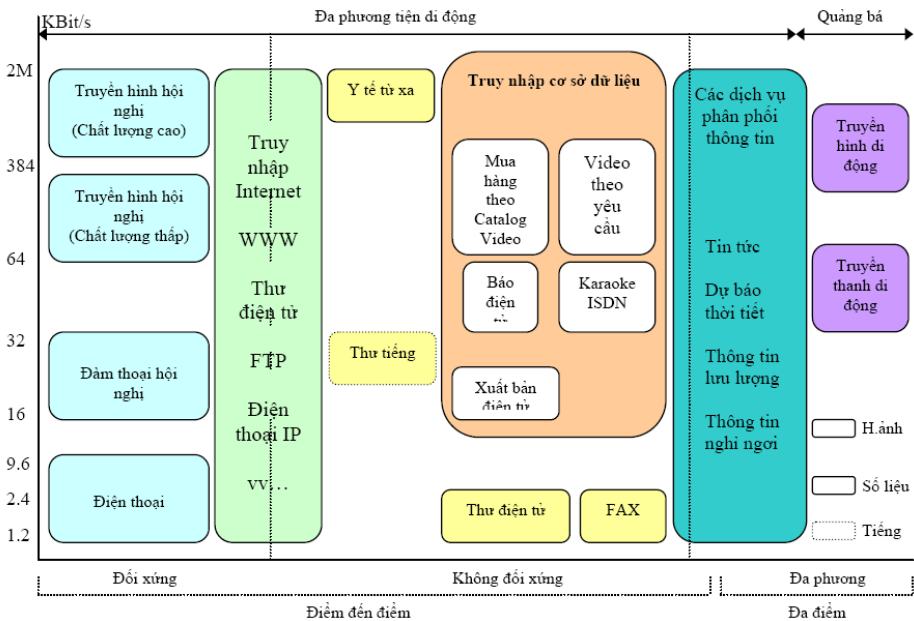
Công nghệ EDGE là một bước cải tiến của chuẩn GPRS để đạt tốc độ truyền dữ liệu theo yêu cầu của thông tin di động thế hệ ba. Tuy nhiên

EDGE vẫn dựa trên cấu trúc mạng GSM, chỉ thay đổi kỹ thuật điều chế vô tuyến kết hợp với dịch vụ chuyển mạch vô tuyến gói chung (GPRS) nên tốc độ vẫn còn hạn chế. Điều này gây khó khăn cho việc ứng dụng các dịch vụ truyền thông đa phương tiện đòi hỏi việc chuyển mạch linh động và tốc độ truyền dữ liệu lớn hơn. Để giải quyết vấn đề này, giải pháp đưa ra là nâng cấp EDGE lên chuẩn di động thế hệ ba WCDMA.

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

4.2.2. Các dịch vụ hệ thống

Hệ thống thông tin di động thế hệ ba WCDMA có thể cung cấp các dịch vụ với tốc độ bit lên đến 2MBit/s; bao gồm nhiều kiểu truyền dẫn như truyền dẫn đối xứng và không đối xứng, thông tin điểm đến điểm và thông tin đa điểm. Với khả năng đó, các hệ thống thông tin di động thế hệ ba có thể cung cấp dễ dàng các dịch vụ mới như: điện thoại thấy hình, tải dữ liệu nhanh, ngoài ra còn cung cấp các dịch vụ đa phương tiện khác.



Hình 0.2: Các dịch vụ đa phương tiện trong hệ thống thông tin di động thế hệ ba

4.2.3. Các đặc điểm của WCDMA

** Hiệu suất sử dụng tần số cao*

Về nguyên tắc, dung lượng tiềm năng của hệ thống được xem như giống nhau ngay cả khi các công nghệ đa truy nhập như TDMA và FDMA được ứng dụng. Trong khi CDMA thường được coi là có hiệu suất sử dụng tần số cao, điều này nên được hiểu theo nghĩa là trong CDMA rất dễ để nâng cao hiệu suất sử dụng tần số. Ví dụ, CDMA có thể đạt được một mức hiệu suất chắc chắn nhờ sử dụng kỹ thuật điều chỉnh công suất phát chính xác; ngược lại, TDMA sẽ phải sử dụng đến kỹ thuật phân chia kênh động cực kỳ phức tạp để đạt được cùng mức hiệu suất như vậy. Việc sử dụng các công nghệ cơ bản của hệ thống CDMA đúng cách sẽ đem lại hiệu suất sử dụng tần số cao cho hệ thống.

** Dễ quản lý tần số*

Do CDMA cho phép các cell lân cận chia sẻ cùng một tần số nên không cần có quy hoạch tần số. Ngược lại, trong các hệ thống sử dụng FDMA và TDMA cần phải đặc biệt chú ý đến quy hoạch tần số, có nhiều khó khăn liên quan đến quy hoạch tần số do vị trí lắp đặt các trạm trong thực tế thường dẫn tới việc phải xét đến những mẫu truyền lan sóng bất quy tắc và các đặc tính địa hình phức tạp. Cần phải chú ý rằng các quy hoạch tần số không hoàn chỉnh sẽ làm giảm hiệu suất sử dụng tần số. CDMA không cần có quy hoạch tần số như thế.

** Công suất phát của máy di động thấp*

Nhờ có quá trình tự điều chỉnh công suất phát (TPC) mà hệ thống WCDMA có thể giảm được tỷ số E_b/N_0 (tương đương với tỷ số tín hiệu trên nhiễu) ở mức chấp nhận được, điều này không chỉ làm tăng dung lượng hệ thống mà còn làm giảm công suất phát yêu cầu để khắc phục tạp âm và nhiễu. Việc giảm này đồng nghĩa với giảm công suất phát yêu cầu đối với máy di động, làm giảm giá thành và cho phép hoạt động trong một vùng rộng hơn với công suất thấp khi so với hệ thống TDMA hoặc hệ thống tương tự có cùng công suất. Ngoài ra, việc giảm công suất phát yêu cầu sẽ làm tăng vùng phục vụ và giảm số lượng BS yêu cầu khi so với các hệ thống khác.

Một ưu điểm lớn hơn xuất phát từ quá trình tự điều chỉnh công suất phát trong hệ thống WCDMA là giảm công suất phát trung bình. Trong đa số trường hợp thì môi trường truyền dẫn là thuận lợi đối với WCDMA. Trong các hệ thống băng hẹp thì công suất phát cao luôn luôn được yêu cầu để khắc phục hiện tượng fading theo thời gian. Trong hệ thống WCDMA, công suất trung bình có thể giảm vì công suất yêu cầu

chỉ được phát đi bởi việc điều khiển công suất và công suất phát chỉ tăng khi xảy ra fading.

**** Sử dụng các tài nguyên vô tuyến một cách độc lập trong đường lên và đường xuống***

Trong CDMA, rất dễ để cung cấp một cấu hình không đối xứng giữa đường lên và đường xuống. Ví dụ, trong các hệ thống truy nhập khác như TDMA sẽ rất khó để phân chia các khe thời gian cho đường lên và đường xuống của một thuê bao độc lập với các thuê bao khác. Trong FDMA, rất khó để thiết lập cấu hình không đối xứng cho đường lên và đường xuống vì độ rộng băng tần sóng mang của đường lên và đường xuống sẽ phải hay đổi. Ngược lại, trong CDMA, hệ số trải phổ (SF) có thể được thiết lập độc lập giữa đường lên và đường xuống đối với mỗi thuê bao, nhờ đó, có thể thiết lập các tốc độ khác nhau ở đường lên và đường xuống. Điều này cho phép sử dụng hiệu quả các tài nguyên vô tuyến ngay cả trong các loại hình thông tin không đối xứng như truy nhập Internet. Khi không phát số liệu thì tài nguyên vô tuyến không bị chiếm dụng; do đó, nếu một thuê bao chỉ thực hiện truyền tin ở trên đường lên và một thuê bao khác chỉ thực hiện truyền tin ở trên đường xuống thì các tài nguyên vô tuyến được sử dụng tương đương tài nguyên cho một cặp đường truyền lên và xuống. Thông thường, TDMA và FDMA sẽ phải phân chia hai cặp tài nguyên vô tuyến trong các trường hợp như vậy.

Các thuộc tính băng rộng của WCDMA cho hiệu suất cao hơn trong các mặt sau:

**** Nhiều tốc độ số liệu***

Băng thông rộng cho phép truyền dẫn tốc độ cao và cũng cho phép cung cấp có hiệu quả các dịch vụ khi có sự kết hợp các dịch vụ tốc độ thấp và các dịch vụ tốc độ cao.

Ví dụ, trong TDMA, các tốc độ truyền dẫn khác nhau có thể được cung cấp bằng cách thay đổi số khe thời gian được phân chia, nhưng ở tốc độ thấp như tốc độ khi chỉ truyền tín hiệu thoại của máy di động vẫn yêu cầu cùng mức công suất đỉnh như mức công suất yêu cầu cho các dịch vụ tốc độ cực đại.

**** Cải thiện các giải pháp chống hiệu ứng fading nhiều tia***

Công nghệ thu phân tập RAKE (thu bằng nhiều anten) giúp nâng cao chất lượng tín hiệu thu bằng cách tách riêng các tín hiệu nhiều tia thành các tín hiệu một tia để thu và kết hợp lại. Băng thông rộng sẽ cải thiện giải pháp truyền lan sóng và công suất thu yêu cầu sẽ không cần

cao vì hiệu quả phân tập đường truyền làm số đường truyền tăng lên. Điều này giúp giảm công suất phát và tăng dung lượng.

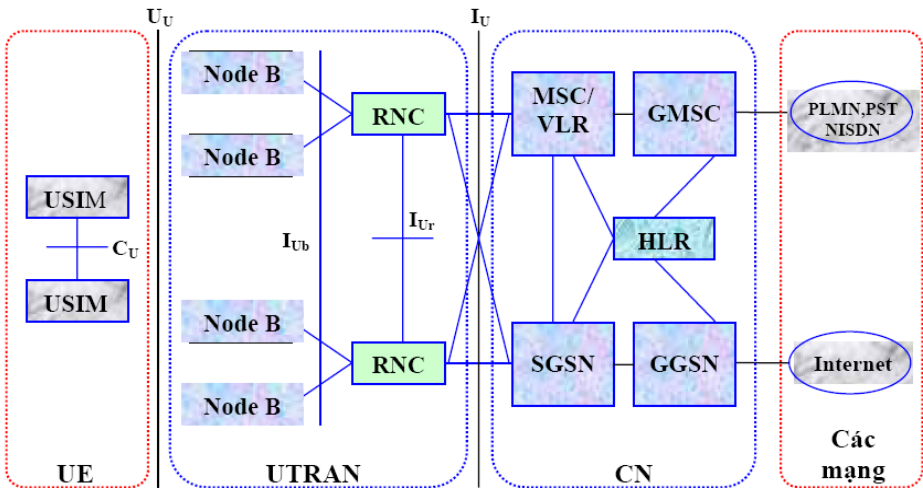
*** Giảm tỷ lệ gián đoạn tín hiệu**

Bằng thông rộng làm gia tăng tốc độ bit trong kênh điều khiển và tạo ra khả năng giảm tỷ lệ bị gián đoạn tín hiệu thu, nhờ đó, máy di động có thể thu các tín hiệu ở mức thấp trong chế độ rồi để tiết kiệm nguồn. Điều này giúp kéo dài thời gian chờ của pin ở máy di động.

4.2.4. Cấu trúc hệ thống WCDMA

4.2.4.1. Cấu trúc và các thành phần mạng

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



Hình 0.3: Cấu trúc hệ thống WCDMA

UE (User Equipment)

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

- Thiết bị di động (ME: Mobile Equipment): là đầu cuối vô tuyến được sử dụng cho thông tin vô tuyến trên giao diện Uu.
- Module nhận dạng thuê bao UMTS (USIM): là một thẻ thông minh chứa thông tin nhận dạng của thuê bao, thực hiện các thuật toán nhận thực, lưu giữ các khóa nhận thực và một số thông tin thuê bao cần thiết cho đầu cuối.

UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network)

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

- Node B: thực hiện chuyển đổi dòng số liệu giữa các giao diện Iub và Uu. Nó cũng tham gia quản lý tài nguyên vô tuyến.
- Bộ điều khiển mạng vô tuyến RNC: có chức năng sở hữu và điều khiển các tài nguyên vô tuyến ở trong vùng (các node B được kết nối với nó). RNC còn là điểm truy cập tất cả các dịch vụ do UTRAN cung cấp cho mạng lõi CN.

CN (Core Network)

- HLR: là thanh ghi định vị thường trú lưu giữ thông tin chính về lý lịch dịch vụ của người sử dụng. Các thông tin này bao gồm: thông tin về các dịch vụ được phép, các vùng không được chuyển mạng và các thông tin về dịch vụ bổ sung như: trạng thái chuyển hướng cuộc gọi, số lần chuyển hướng cuộc gọi.
- MSC/VLR: là tổng đài (MSC) và cơ sở dữ liệu (VLR) để cung cấp các dịch vụ chuyển mạch kênh cho UE. MSC có chức năng sử dụng các giao dịch chuyển mạch kênh. VLR có chức năng lưu giữ bản sao về lý lịch người sử dụng cũng như vị trí chính xác của UE trong hệ thống đang phục vụ.
- GMSC: chuyển mạch kết nối với mạng ngoài.
- SGSN: có chức năng như MSC/VLR nhưng được sử dụng cho các dịch vụ chuyển mạch gói.
- GGSN: có chức năng như GMSC nhưng chỉ phục vụ cho các dịch vụ chuyển mạch gói.

Các mạng ngoài

- Mạng CS: mạng kết nối cho các dịch vụ chuyển mạch kênh.
- Mạng PS: mạng kết nối cho các dịch vụ chuyển mạch gói.

Các giao diện vô tuyến

- Giao diện C_U : là giao diện giữa thẻ thông minh USIM và ME. Giao diện này tuân theo một khuôn dạng chuẩn cho các thẻ thông minh.
- Giao diện U_U : là giao diện mà qua đó UE truy cập các phần tử cố định của hệ thống và vì thế mà nó là giao diện mở quan trọng nhất của UMTS.
- Giao diện I_U : giao diện này nối UTRAN với CN, nó cung cấp cho các nhà khai thác khả năng trang bị UTRAN và CN từ các nhà sản xuất khác nhau.
- Giao diện I_{Ur} : cho phép chuyển giao mềm giữa các RNC từ các nhà sản xuất khác nhau.
- Giao diện I_{Ub} : giao diện cho phép kết nối một NodeB với một RNC. I_{Ub} được tiêu chuẩn hóa như là một giao diện mở hoàn toàn.

4.2.4.2. Cấu trúc mạng vô tuyến UTRAN

UTRAN bao gồm nhiều hệ thống con mạng vô tuyến RNS (Radio Network Subsystem). Các RNS giao tiếp với nhau sử dụng giao diện mở I_{ur} mang cả thông tin báo hiệu và lưu lượng.

Các đặc tính của UTRAN là cơ sở để thiết kế cấu trúc UTRAN, các chức năng và giao thức. UTRAN có các đặc tính chính sau:

- Hỗ trợ các chức năng truy cập vô tuyến, đặc biệt là chuyển giao mềm và các thuật toán quản lý tài nguyên đặc thù của WCDMA.
- Đảm bảo tính chung nhất cho việc xử lý số liệu chuyển mạch kênh và chuyển mạch gói để kết nối từ UTRAN đến cả hai vùng PS và CS của mạng lõi.
- Đảm bảo tính chung nhất với GSM.
- Sử dụng cơ chế truyền tải ATM là cơ chế truyền tải chính ở UTRAN.

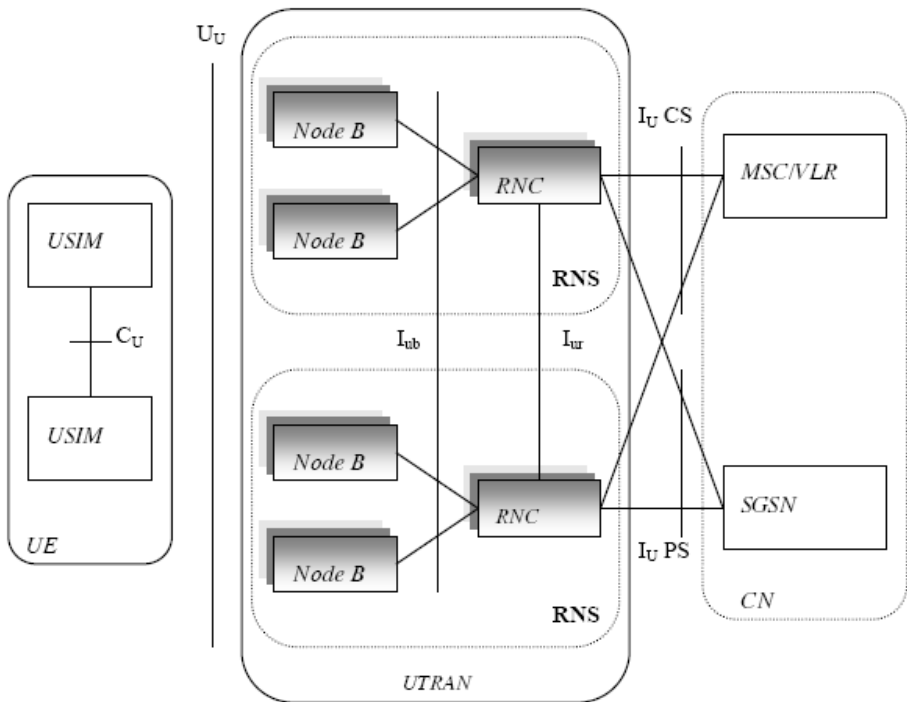
a. Bộ điều khiển mạng vô tuyến (RNC)

RNC là phần tử mạng chịu trách nhiệm điều khiển tài nguyên vô tuyến của UTRAN. RNC kết nối với CN (thông thường với một MSC và một SGSN) qua giao diện vô tuyến I_u . RNC điều khiển node B chịu trách nhiệm điều khiển tải và tránh tắc nghẽn cho các cell của mình.

Khi một kết nối UE – UTRAN sử dụng nhiều tài nguyên từ nhiều RNC thì các RNC này sẽ có hai vai trò logic riêng biệt:

- SRNC (Serving RNC): thực hiện xử lý số liệu truyền từ lớp kết nối số liệu tới các tài nguyên vô tuyến. SRNC cũng là CRNC của một node B nào đó được UE sử dụng để kết nối với UTRAN.

- DRNC (Drift RNC): là một RNC bất kỳ khác với SRNC để điều khiển các cell được UE sử dụng. Khi cần DRNC có thể thực hiện kết hợp và phân chia ở phân tập vĩ mô. DRNC không thực hiện xử lý số liệu trong lớp kết nối số liệu mà chỉ định tuyến số liệu giữa các giao diện I_{ub} và I_{ur} . UE có thể không có hoặc có một hay nhiều DRNC.



Hình 0.4: Cấu trúc UTRAN

b. Node B

Chức năng chính của node B là thực hiện xử lý trên lớp vật lý của giao diện vô tuyến như mã hóa kênh, đan xen, thích ứng tốc độ, trải phổ, ... Node B cũng thực hiện phân khai thác quản lý tài nguyên vô tuyến như điều khiển công suất vòng trong. Về phân chức năng, nó giống như trạm gốc (BTS) của GSM.

c. Các chức năng điều khiển của UTRAN

- Phát quảng bá thông tin hệ thống.

- Thiết lập các kênh mang báo hiệu và truy cập ngẫu nhiên.
- Quản lý kênh vô tuyến.
- Các chức năng Security trong mạng UTRAN.
- Quản lý di động lớp UTRAN.
- Xử lý cơ sở dữ liệu.
- Định vị thuê bao.

4.2.4.3. Cấu trúc mạng lõi theo tiêu chuẩn 3GPP R99

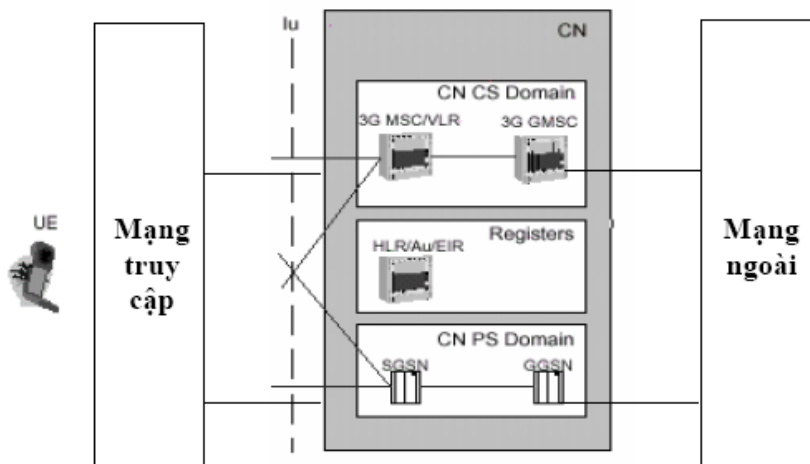
3GPP R99 là hệ tiêu chuẩn UMTS đầu tiên, trong đó thể hiện một hệ thống truy cập vô tuyến băng rộng với mạng lõi (CN) được nâng cấp từ GSM. Mạng lõi sử dụng hạ tầng GSM và phần mở rộng GPRS để sử dụng cho các dịch vụ gói. Mạng lõi được chia thành hai khối chức năng:

Khối chức năng chuyển mạch kênh (CN CS) gồm hai phần tử mạng cơ bản:

- Trung tâm chuyển mạch di động (MSC/VLR).
- Gateway MSC (GMSC).

MSC/VLR chịu trách nhiệm cho các hoạt động quản lý kết nối chuyển mạch kênh, quản lý di động như: cập nhật vị trí, tìm gọi và các chức năng bảo mật, ngoài ra còn chứa các bộ chuyển mã. Đây là điểm khác biệt so với hệ thống GSM truyền thống.

GMSC phụ trách kết nối với các mạng bên ngoài, thiết lập đường kết nối đến các MSC/VLR đang phục vụ mà tại đó có thể tìm thấy thuê bao cần tìm.



Hình 0.5: Cấu trúc mạng lõi theo tiêu chuẩn 3GPP R99

Khối chức năng chuyển mạch gói (CN PS) gồm hai phần tử mạng cơ bản:

- SGSN.
- GGSN.

SGSN hỗ trợ thông tin chuyển mạch gói tới mạng truy cập vô tuyến. Chức năng chủ yếu của SGSN liên quan đến việc quản lý di động: cập nhật khu vực định tuyến, đăng ký vị trí, tìm gọi và điều khiển cơ chế bảo mật trong chuyển mạch gói.

GGSN duy trì kết nối tới các mạng chuyển mạch gói khác như mạng Internet, thực hiện quản lý phiên.

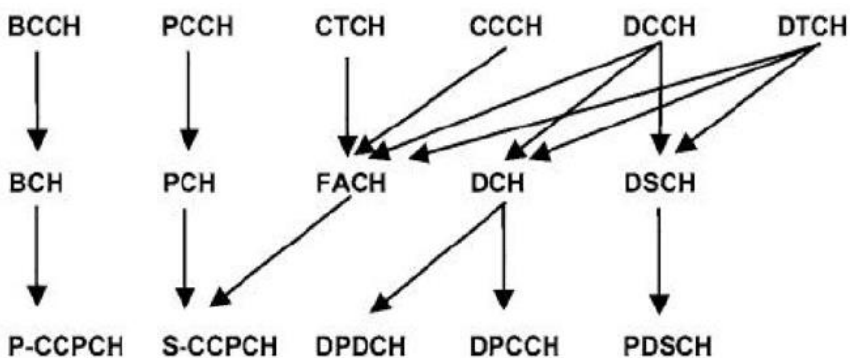
Khối thanh ghi chứa thông tin địa chỉ và nhận thực cho cả CS và PS bao gồm:

- HLR: chứa các dữ liệu cố định về thuê bao.
- AUC: là cơ sở dữ liệu tạo ra các vector nhận thực.
- EIR: duy trì các thông tin chỉ thị liên quan đến phần cứng của UE.

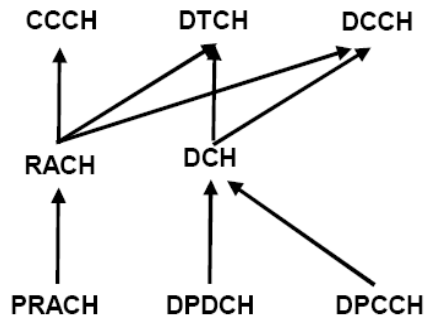
Ngoài các thanh ghi trong khối thanh ghi, VLR được coi là một phần chức năng của MSC phục vụ. VLR tham gia vào các thủ tục như: cập nhật vị trí, tìm gọi và các hoạt động bảo mật.

4.2.5. Các kênh sử dụng trong WCDMA

Để phân biệt các đặc tính vật lý của giao tiếp vô tuyến với đường truyền luận lý, thiết kế UMTS đưa ra ba tầng kênh truyền khác nhau. Hình 4.6 cho thấy các kênh ở những tầng khác nhau ở hướng xuống, còn trong Hình 4.7 là các kênh ở những tầng khác nhau ở hướng lên.



Hình 0.6: Các kênh luận lý, truyền tải, và vật lý ở hướng xuống



Hình 0.7: Các kênh luận lý, truyền tải, và vật lý ở hướng lên

4.2.5.1. Kênh luận lý

Tầng kênh trên cùng được hình thành bởi các kênh luận lý. Các kênh này được dùng để phân biệt những loại dòng dữ liệu nào phải được truyền qua giao tiếp vô tuyến, chúng không chứa thông tin gì về cách truyền dữ liệu cả. Chuẩn UMTS quy định các kênh luận lý sau:

Nhóm kênh	Kênh logic	Ứng dụng
CCH (Control Channel: Kênh điều khiển)	BCCH (Broadcast Control Channel: Kênh điều khiển quảng bá)	Kênh đường xuống để phát quảng bá thông tin hệ thống
	PCCCH (Paging Control Channel)	Kênh đường xuống để phát quảng bá thông tin tìm gọi.
	CCCH (Common Control Channel)	Kênh hai chiều để phát thông tin điều khiển giữa mạng và các UE. Được sử dụng khi không có kết nối RRC hoặc khi truy nhập ô mới.
	DCCH (Dedicated Control Channel)	Kênh hai chiều điểm đến điểm để phát thông tin điều khiển riêng giữa UE và mạng. Được thiết lập bởi thiết lập kết nối của RRC.
TCH (Traffic Channel)	DTCH (Dedicated Traffic Channel)	Kênh hai chiều điểm đến điểm riêng cho một UE để truyền thông tin của người sử dụng. DTCH có thể tồn tại cả ở đường lên lẫn đường xuống.
	CTCH (Common Traffic Channel)	Kênh một chiều điểm đa điểm để truyền thông tin của một người sử dụng quy định hoặc chỉ cho một người sử dụng. Kênh này chỉ có ở đường xuống.

Ghi chú: Trong UMTS Release 99, hầu hết các đường truyền chuyển gói IP sẽ luôn luôn được truyền tải qua một kênh vật lý dành riêng. Bằng cách này, tốc độ truyền dữ liệu dành cho từng người dùng có thể đạt đến 384 Kbit/s ở hướng xuống. Các kênh vật lý chung/dùng chung (ví dụ như kênh FACH được giới thiệu bên dưới) chỉ được dùng nếu người dùng thụ động một thời gian dài, hoặc nếu người dùng chỉ thỉnh thoảng mới gửi hoặc nhận những lượng dữ liệu nhỏ.

4.2.5.2. Kênh truyền tải

Các kênh tầng giữa này chuẩn bị các khung dữ liệu (frame) hướng xuống để truyền qua giao tiếp vô tuyến bằng cách phân chia chúng ra thành các phần nhỏ hơn, được bao bọc vào trong các khung RLC/MAC thích hợp hơn để truyền qua giao tiếp vô tuyến. Phần header RLC/MAC, vốn được đặt ở trước mỗi khung, chứa những thông tin quan trọng sau đây (ngoài những thứ khác ra):

- Chiều dài của khung (10, 20, 40, hoặc 80 ms);
- Kiểu cơ chế kiểm tra tính toàn vẹn (CRC checksum);
- Dạng thức mã hóa kênh để phát hiện lỗi và sửa lỗi;
- Cách điều chỉnh tốc độ cho khớp nếu tốc độ của kênh vật lý và các tầng bên trên không khớp;
- Thông tin điều khiển để phát hiện truyền không liên tục (Discontinuous Transmission_DTX) nếu đầu bên kia không có dữ liệu nào để gửi trong một thời gian nhất định.

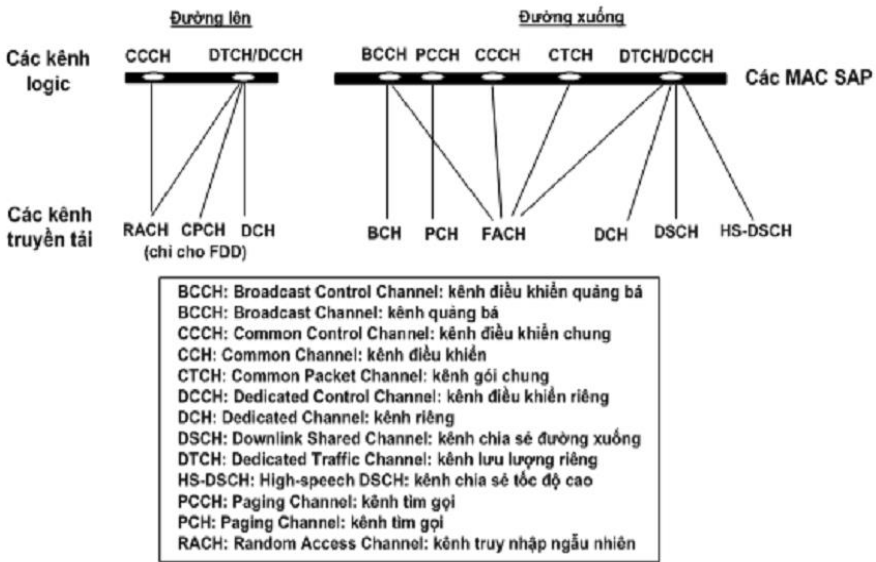
Tất cả các đặc tính này được kết hợp vào trong cái gọi là *dạng thức truyền tải* (transport format). Tuy nhiên, việc mã hóa kênh trong thực tế chỉ được thực hiện trên tầng vật lý của Node B. Điều này rất quan trọng, bởi vì việc mã hóa kênh bao gồm cả việc bổ sung các bit phát hiện lỗi và sửa lỗi vào dòng dữ liệu.

Các kênh luận lý được ánh xạ lên những kênh truyền tải sau đây:

Kênh truyền tải	Ứng dụng
DCH (Dedicated Channel)	Kênh hai chiều được sử dụng để phát số liệu của người sử dụng. Được ấn định riêng cho người sử dụng. Có khả năng thay đổi tốc độ và điều khiển công suất nhanh.
BCH (Broadcast Channel)	Kênh chung đường xuống để phát thông tin quảng bá (chẳng hạn thông tin hệ thống, thông tin cell)

FACH (Forward Access Channel)	Kênh chung đường xuống để phát thông tin điều khiển và số liệu của người sử dụng. Kênh chia sẻ chung cho nhiều UE. Được sử dụng để truyền số liệu tốc độ thấp cho lớp cao hơn.
PCH (Paging Channel)	Kênh chung đường xuống để phát các tín hiệu tìm gọi.
RACH (Random Access Channel)	Kênh chung đường lên để phát thông tin điều khiển và số liệu người sử dụng. Áp dụng trong truy cập ngẫu nhiên và được sử dụng để truyền số liệu thấp của người sử dụng.
CPCH (Common Packet Channel)	Kênh chung đường lên để phát số liệu người sử dụng. Áp dụng trong truy cập ngẫu nhiên và được sử dụng trước hết để truyền số liệu cụm.
DSCH (Downlink Shared Channel)	Kênh chung đường xuống để phát số liệu gói. Chia sẻ cho nhiều UE. Sử dụng trước hết cho truyền dẫn số liệu tốc độ cao.

Các kênh logic được chuyển thành các kênh truyền tải:



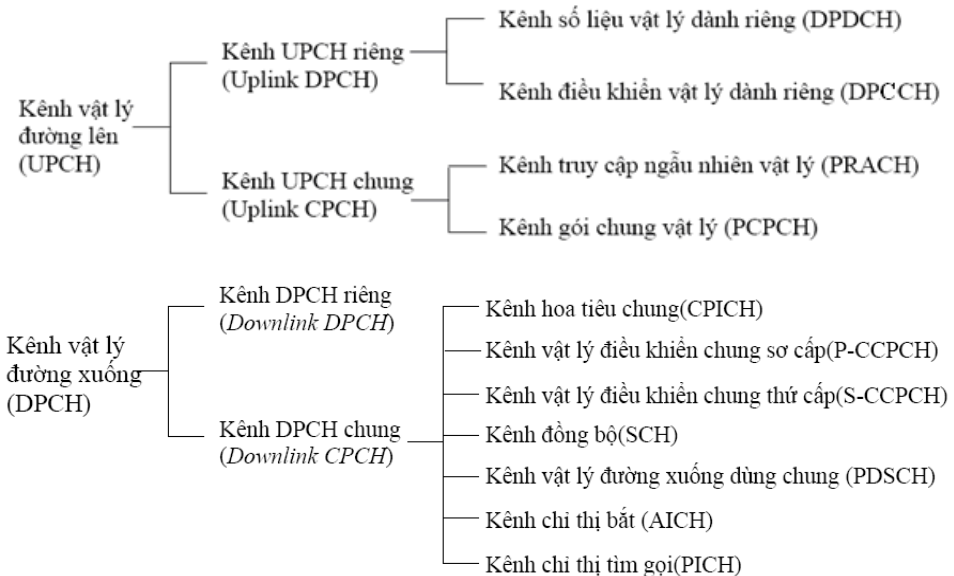
Hình 0.8: Kênh logic và kênh truyền tải

4.2.5.3. Kênh vật lý

Các kênh tầng dưới cùng này chịu trách nhiệm cung cấp một phương tiện truyền vật lý cho một hoặc nhiều kênh truyền tải. Chúng cũng chịu trách nhiệm mã hóa kênh, tức bổ sung các bit dự phòng và phát hiện lỗi vào dòng dữ liệu.

Chuẩn cũng đề xuất những sản phẩm trung gian giữa kênh truyền tải và kênh vật lý, gọi là *kênh truyền tải mã hóa hỗn hợp* (Composite Coded Transport Channel - CCTrCH), và là sự kết hợp của vài kênh truyền tải với một hoặc nhiều kênh vật lý. Bước trung gian này được đề xuất bởi vì không chỉ có thể ánh xạ vài kênh truyền tải lên một kênh vật lý duy nhất (ví dụ như kênh PCH và FACH lên kênh S-CCPCH) mà còn có thể ánh xạ vài kênh vật lý lên một kênh truyền tải duy nhất (ví dụ như kênh DPDCH và DPCCH lên kênh DCH).

Trong các mạng UMTS, một kênh vật lý được biểu diễn bởi một mã trải nhất định. Danh sách sau đây cung cấp một cái nhìn tổng thể về những kênh vật lý quan trọng nhất theo hướng xuống (từ mạng đến UE) và hướng lên (từ UE đến mạng). Tất cả các kênh vật lý này đều được truyền đồng thời:



Hình 0.9: Các kênh vật lý đường lên và đường xuống.

*** P-CCPCH (Primary Common Control Physical Channel):** vốn được giám sát bởi tất cả các UE trong khi chúng không có một mối nối kết tích cực nào được thiết lập với mạng. Thông tin được phát tán thông qua kênh này bao gồm mã số nhận diện cell, cách thức truy cập mạng,

những mã trải nào được dùng cho các kênh khác trong cell, những mã nào được dùng cho các cell kế cận, các bộ định thời để truy cập mạng, v.v.

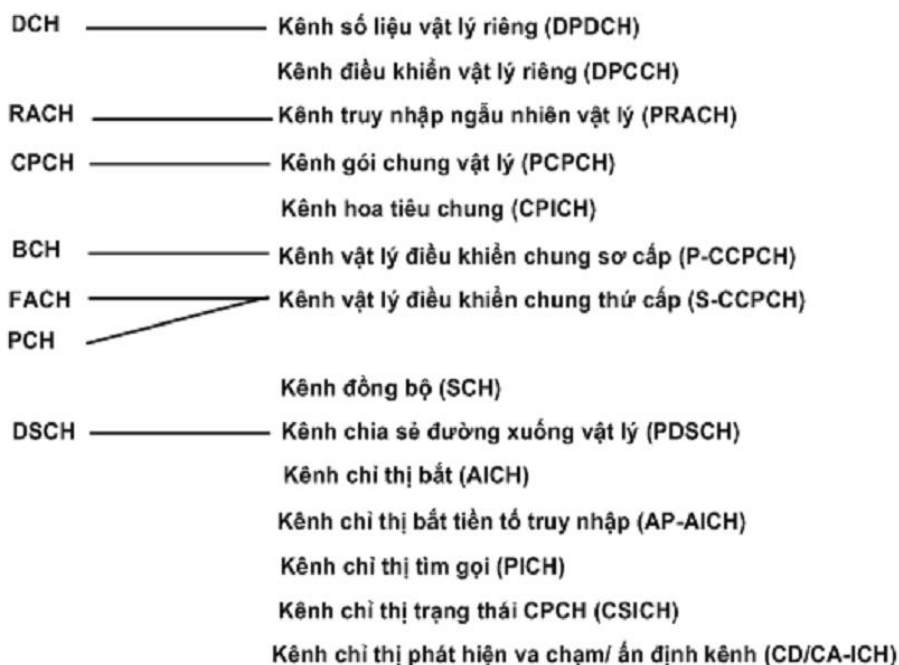
*** S-CCPCH (Secondary Common Control Physical Channel):** phục vụ vài mục đích, và vì vậy mang một số kênh luận lý khác nhau. Trước hết, nó truyền tải các bản tin Paging mà mạng báo cho các UE để gửi các cuộc gọi tới, các tin nhắn SMS, hoặc khi các gói dữ liệu tiếp tục đến sau một thời gian dài trầm lắng (thụ động). Kênh này cũng được dùng để phân phối các gói IP và các bản tin điều khiển đến các thiết bị, tức chỉ giao nhận những lượng dữ liệu nhỏ vào một thời điểm đặc biệt, và vì vậy không cần phải đặt thiết bị vào một trạng thái tích cực hơn.

*** PRACH (Physical Random Access Channel):** chỉ có ở hướng lên và là kênh duy nhất mà các UE được phép dùng để truyền mà không cần sự cho phép trước của mạng. Mục đích của nó là cho phép UE yêu cầu thiết lập một đường truyền để thực hiện một cuộc gọi thoại, để phản ứng lại một bản tin Paging, hoặc để gửi đi một bản tin SMS. Nếu một cuộc gọi thoại đã được thiết lập rồi và UE chỉ gửi hoặc nhận một lượng dữ liệu nhỏ thôi, kênh này cũng có thể được dùng để kết hợp với kênh S-CCPCH gửi các gói IP hướng xuống. Tuy nhiên, tốc độ truyền theo cả hai chiều của nó rất thấp và thời gian khứ hồi (round trip delay time) lớn (khoảng chừng 200 ms). Vì vậy, mạng thường cấp phát những kênh vật lý khác, chuyên dành cho những cuộc truyền dữ liệu chuyển gói ngay khi nó nhận ra hoạt động mạng được hồi phục từ một UE nào đó.

*** DPDCH và DPCCH (Dedicated Physical Data Channel và Dedicated Physical Control Channel):** sau khi một UE đã liên lạc được với mạng thông qua kênh truy cập ngẫu nhiên PRACH, mạng thường quyết định thiết lập một đường liên lạc đầy đủ với UE đó. Trong trường hợp một cuộc gọi thoại, mạng sẽ cấp phát một kênh dành riêng. Trên giao tiếp vô tuyến, kênh đó sử dụng một mã trải dành riêng, được cấp phát bởi mạng. Lúc trước, các mạng UMTS cũng dùng các kênh dành riêng để truyền dữ liệu chuyển gói, nhưng hiện nay tốc độ của những kênh như vậy (còn được gọi là kênh truyền tải - bearer) bị giới hạn ở mức 384Kbit/s. Chỉ một số ít người dùng có thể nhận cùng lúc một kênh như vậy trong một cell. Một nhược điểm khác của việc dùng một kênh dành riêng cho các đường truyền chuyển gói là mạng phải thường xuyên cấp phát lại các mã trải cho những người dùng khác nhau. Điều này là cần thiết, bởi vì hầu hết các cuộc truyền chuyển gói thường truyền dữ liệu dồn dập, và vì thế chỉ yêu cầu một kênh truyền thông lượng cao trong một thời gian giới hạn thôi. Để dùng lại mã trải cho những người dùng khác, mạng cần thay đổi độ dài mã trải của một kênh dữ liệu dành riêng

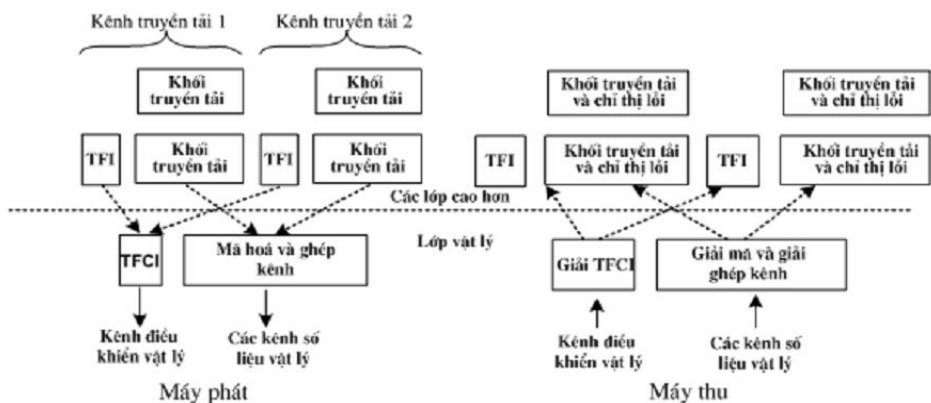
ngay khi nó không được dùng đầy đủ nữa, hay thậm chí ánh xạ đường truyền đang sử dụng kênh riêng ấy vào một kênh điều khiển chung (P-CCPCH hoặc S-CCPCH) để cấp phát tài nguyên của kênh riêng ấy cho những người dùng khác. Trong thực tế, điều này tạo ra một mào đầu báo hiệu (signaling overhead) cao mà người dùng lại thấy tốc độ truyền không cao. Vì vậy, người ta đã quyết định rằng cần một phương thức cải tiến, cung cấp tốc độ truyền cao hơn và mềm dẻo uyển chuyển hơn cho những cuộc truyền dữ liệu dồn dập. Kết quả của quá trình cải tiến này ngày nay được gọi là HSPA (High-Speed Packet Access), mà nhiều người còn gọi là 3.5G.

Các kênh truyền tải được chuyển thành các kênh vật lý:



Hình 0.10: Kênh truyền tải và kênh vật lý

Ghép hai kênh truyền tải lên một kênh vật lý và cung cấp chỉ thị lỗi cho từng khối truyền tải tại phía thu:

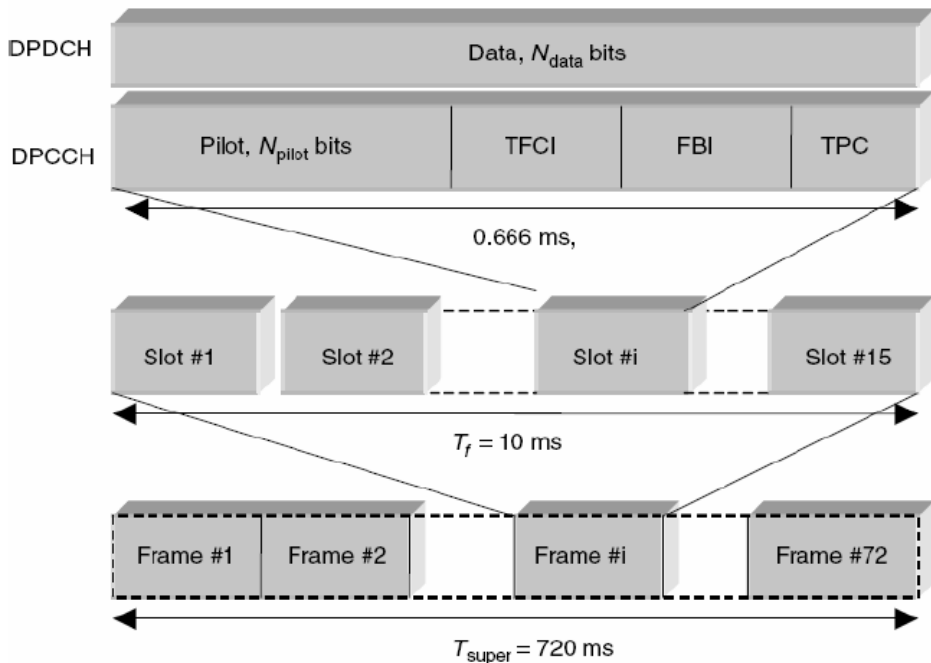


TFI = Transport Format Indicator: Chỉ thị khuôn dạng truyền tải

TFCI = Transport Format Combination Indicator: Chỉ thị kết hợp khuôn dạng truyền tải

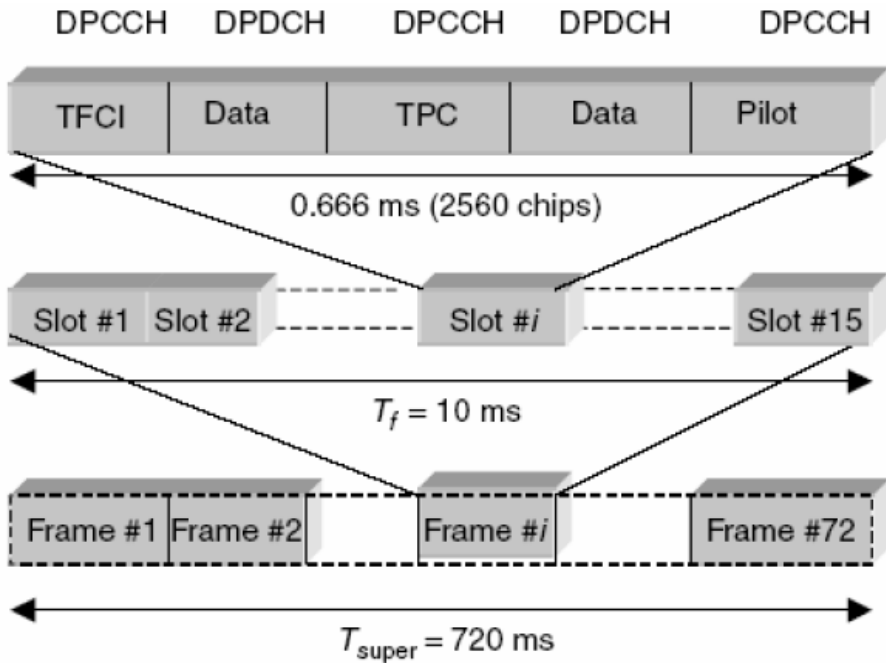
Hình 0.11: Ghép kênh truyền tải lên kênh vật lý

Hình 4.12 trình bày cấu trúc khung của đường lên DPDCH. Mỗi khung có độ dài 10 ms được chia thành 15 khe (mỗi khe có độ dài $T_{slot} = 0,666$ ms) tương ứng với một lần khoảng thời gian điều khiển công suất. Siêu khung tương ứng với 72 khung liên tiếp, có nghĩa là siêu khung có độ dài 720 ms.



Hình 0.12: Cấu trúc khung của kênh DPDCH/DPCCH đường lên

Cấu trúc khung của kênh vật lý dành riêng (DPCH) đường xuống được trình bày trong Hình 4.13. Giống như đường lên, mỗi khung 10ms được chia thành 15 khe. Mỗi khe có độ dài 2560 chip, tương ứng với một khoảng thời gian điều khiển công suất. Một siêu khung ứng với 720 ms, tức là một siêu khung gồm 72 khung.



Hình 0.13: Cấu trúc khung của kênh DPCH đường xuống

4.2.6. Các mã trải phổ sử dụng trong WCDMA

Khái niệm trải phổ được áp dụng cho các kênh vật lý bao gồm hai thao tác. Đầu tiên là thao tác định kênh, trong đó mỗi ký hiệu số liệu được chuyển thành một số chip nhờ vậy tăng độ rộng phổ tín hiệu. Số chip trên một ký hiệu (hay tỷ số giữa tốc độ chip và tốc độ ký hiệu) được gọi là hệ số trải phổ (SF).

$SF = R_c/R_s$, trong đó R_s là tốc độ ký hiệu còn R_c là tốc độ chip.

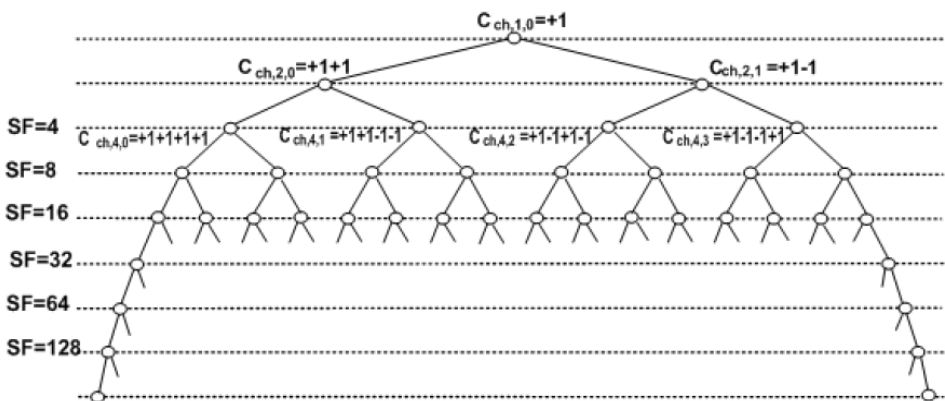
Khi tốc độ dữ liệu cao thì SF thấp và ngược lại.

Hệ số trải phổ là một giá trị khả biến, ngoại trừ đối với kênh chia sẻ đường xuống vật lý tốc độ cao (HS-PDSCH) trong HSDPA có $SF = 16$. Thao tác thứ hai là thao tác Scramble để tăng tính trực giao, trong đó một mã Scramble được ‘trộn’ với tín hiệu trải phổ. Mã ngẫu nhiên được xây dựng trên cơ sở mã Gold.

Trong quá trình định kênh, các ký hiệu số liệu được nhân với một mã OVFSF (Orthogonal Variable Spread Factor: mã trực giao hệ số khả biến) đồng bộ về thời gian với biên của ký hiệu. Trong 3GPP, OVFSF (hình 4.14) được sử dụng cho các tốc độ ký hiệu khác nhau và được ký hiệu là Cch, SF, k trong đó SF là hệ số trải phổ của mã và k là số thứ tự mã (OVFSF-1). Các mã định kênh có các tính chất trực giao và được sử dụng để phân biệt các thông tin được phát đi từ cùng một nguồn: (1) các kết nối khác nhau trên đường xuống trong cùng một cell và giảm nhiễu trong cell, (2) các kênh số liệu vật lý đường lên từ một UE. Trên đường xuống các mã OVFSF trong một cell bị hạn chế vì thế cần được quản lý bởi RNC, tuy nhiên điều này không xảy ra đối với đường lên.

Cần lưu ý khi chọn mã định kênh để chúng không tương quan với nhau. Chẳng hạn khi đã chọn mã $C_{ch,8,4} = +1-1+1-1+1-1+1-1$, không được sử dụng mã $C_{ch,16,8} = +1-1+1-1+1-1+1-1+1-1+1-1+1-1$; vì hai mã này hoàn toàn giống nhau (tích của chúng bằng 1) và chúng sẽ gây nhiễu cho nhau.

Các mã OVFSF chỉ hiệu quả khi các kênh được đồng bộ hoàn hảo tại mức ký hiệu. Mất tương quan chéo do truyền sóng đa đường được bù trừ bởi thao tác Scramble bổ sung. Với thao tác Scramble, phần thực (I) và phần ảo (Q) của tín hiệu trải phổ được nhân bổ sung với mã Scramble phức. Mã Scramble phức được sử dụng để phân biệt các nguồn phát: (1) các cell khác nhau đối với đường xuống và (2) các UE khác nhau đối với đường lên. Các mã này có các tính chất tương quan tốt (trung bình hóa nhiễu) và luôn được sử dụng để 'trộn' với các mã trải phổ nhưng không làm ảnh hưởng độ rộng phổ tín hiệu và băng thông truyền dẫn.



Hình 0.14: Cây mã định kênh

Đường truyền giữa NodeB và UE trong WCDMA chứa nhiều kênh. Có thể chia các kênh này thành hai loại: (1) kênh riêng để truyền lưu

lượng và (2) kênh chung mang các thông tin điều khiển và báo hiệu. Đường truyền từ UE đến NodeB được gọi là đường lên, còn đường ngược lại từ NodeB đến UE được gọi là đường xuống. Trước hết ta xét trải phổ cho các kênh đường lên.

Ví dụ nguyên lý trải phổ như sau: Có 03 thuê bao cần gửi thông tin: UE1, UE2 và UE3.

- UE1 dùng c1 để trải phổ: $UE1 \times c1$
- UE2 dùng c2 để trải phổ: $UE2 \times c2$
- UE3 dùng c3 để trải phổ: $UE3 \times c3$
- c1, c2 và c3 là trực giao với nhau
- Thông tin được gửi: $UE1 \times c1 + UE2 \times c2 + UE3 \times c3$

UE1 dùng c1 để trải phổ, kết quả như sau:

$$\begin{aligned} & (UE1 \times c1 + UE2 \times c2 + UE3 \times c3) \times c1 \\ &= UE1 \times (c1 \times c1) + UE2 \times (c2 \times c1) + UE3 \times (c3 \times c1) \\ &= UE1 \times 1 + UE2 \times 0 + UE3 \times 0 \\ &= UE1 \end{aligned}$$

Theo cùng cách, UE2 dùng c2 để giải trải phổ và UE3 dùng c3 để giải trải phổ để lấy lại tín hiệu của nó.

Bằng trải phổ, mỗi symbol được nhân với tất cả các chip trong chuỗi trực giao được gán cho thuê bao. Chuỗi kết quả được xử lý và sau đó được truyền trên kênh vật lý cùng với những symbol đã trải phổ khác. Trong hình này, từ mã 4-bit được dùng. Sản phẩm của symbols thuê bao và mã trải phổ là một chuỗi số được truyền gấp 4 lần tỉ lệ của tín hiệu nhị phân đã mã hóa ban đầu.

UE1:	<u> +1 </u>	<u> -1 </u>
UE2:	<u> -1 </u>	<u> +1 </u>
c1:	<u> +1 -1 +1 -1 </u>	<u> +1 -1 +1 -1 </u>
c2:	<u> +1 +1 +1 +1 </u>	<u> +1 +1 +1 +1 </u>
UE1xc1:	<u> +1 -1 +1 -1 </u>	<u> -1 +1 -1 +1 </u>
UE2xc2:	<u> -1 -1 -1 -1 </u>	<u> +1 +1 +1 +1 </u>
UE1xc1 + UE2xc2:	0 -2 0 -2	0 +2 0 +2

Hình 0.15: Ví dụ về nguyên lý trải phổ

Phía thu giải trải phổ các chip bằng cách dùng cùng mã được dùng ở phía phát. Chú ý rằng dưới điều kiện không nhiễu, các symbol và bit hoàn toàn được phục hồi mà không có bất kỳ lỗi nào. Trong thực tế, kênh không phải là không có nhiễu, nhưng hệ thống CDMA triển khai kỹ thuật sửa lỗi hướng xuống FEC để khắc phục ảnh hưởng của nhiễu và nâng cao hiệu suất của hệ thống.

Khi mã không đúng được dùng để trải phổ, gây ra các vùng tương quan một giá trị trung bình là 0. Đây là một chứng minh rõ ràng cho thuận lợi của đặc tính trực giao của từ mã. Nơi mã không đúng được dùng một cách sai lầm bởi thuê bao đích hoặc thuê bao khác cố khác giải mã tín hiệu đã nhận, kết quả tương quan luôn luôn là 0 bởi vì đặc tính trực giao của các mã.

UE1 × c1 + UE2 × c2	0 -2 0 -2	0 +2 0 +2
UE1 de-spreading with c1:	+1 -1 +1 -1	+1 -1 +1 -1
De-spreading result:	0 +2 0 +2	0 -2 0 -2
Integral:	+4	-4
Decision:	+4/4 = +1	-4/4 = -1

UE2 de-spreading with c2:	+1 +1 +1 +1	+1 +1 +1 +1
De-spreading result:	0 -2 0 -2	0 +2 0 +2
Integral:	-4	+4
Decision :	-4/4 = -1	+4/4 = +1

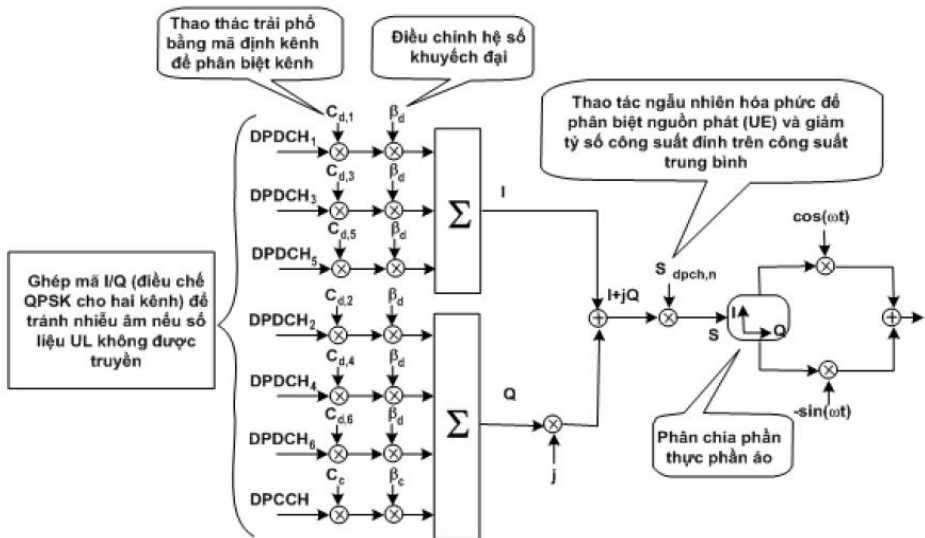
Hình 0.16: Ví dụ về giải trải phổ

4.2.6.1. Trải phổ và điều chế các kênh riêng đường lên

Nguyên lý trải phổ cho DPDCH (Dedicated Physical Data Channel: kênh để truyền lưu lượng của người sử dụng) và DPCCH (Dedicated Physical Control Channel: kênh đi cùng với DPDCH để mang thông tin điều khiển lớp vật lý) được minh họa trên hình 4.17.

Một DPCCH và cực đại sáu DPDCH song song giá trị thực có thể được trải phổ và phát đồng thời. DPCCH luôn được trải phổ bằng mã $C_c = C_{ch,256,0}$, trong đó $k = 0$. Nếu chỉ một kênh DPDCH được phát trên đường lên, thì DPDCH1 được trải phổ với mã $C_{d,1} = C_{ch,SF,k}$, trong đó

$k = SF/4$ là số mã OVFSF. Nghĩa là nếu hệ số trải phổ $SF = 128$ thì $k = 32$. Nếu nhiều DPDCH được phát, thì tất cả DPDCH đều có hệ số trải phổ là 4 (tốc độ bit kênh là 960kbps) và DPDCH_n được trải phổ bởi mã $C_{d,n} = C_{ch,4,k}$, trong đó $k = 1$ nếu $n \in \{1,2\}$, $k = 3$ nếu $n \in \{3,4\}$ và $k = 2$ nếu $n \in \{5,6\}$. Để bù trừ sự khác nhau giữa các hệ số trải phổ của số liệu, tín hiệu trải phổ được đánh trọng số bằng các hệ số khuếch đại ký hiệu là c cho DPCCH và d cho DPDCH. Các hệ số khuếch đại này được tính toán bởi SRNC và được gửi đến UE trong giai đoạn thiết lập đường truyền vô tuyến hay đặt lại cấu hình. Các hệ số khuếch đại nằm trong dải từ 0 đến 1 và ít nhất một trong số các giá trị của c và d luôn luôn bằng 1. Luồng chip của các nhánh I và Q sau đó được cộng phức với nhau và được Scramble bởi một mã Scramble phức được ký hiệu là $S_{dpch,n}$ trên hình 4.17. Mã Scramble này được đồng bộ với khung vô tuyến, nghĩa là chip thứ nhất tương ứng với đầu khung vô tuyến.

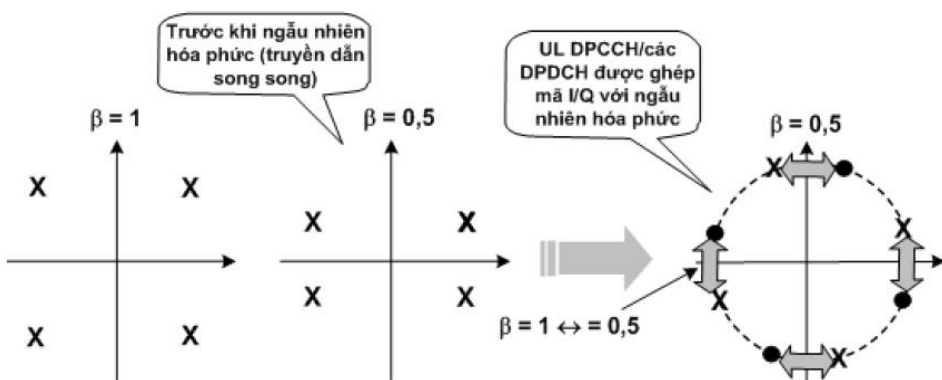


Hình 0.17: Trải phổ và điều chế DPDCH và DPCCH đường lên

Các nghiên cứu cho thấy mọi sự phát không liên tục trên đường lên có thể gây nhiễu âm thanh cho thiết bị âm thanh đặt gần máy đầu cuối di động. Thí dụ điển hình là trường hợp nhiễu tần số khung (217 Hz = 1/4,615ms) gây ra do các đầu cuối GSM. Để tránh hiệu ứng này, kênh DPCCH và các kênh DPDCH không được ghép theo thời gian mà được ghép theo mã I/Q (điều chế QPSK hai kênh) với ngẫu nhiên hoá phức. Minh họa trên hình 4.18 cho thấy sơ đồ điều chế này cho phép truyền dẫn liên tục ngay cả trong các chu kỳ im lặng khi chỉ phát có thông tin điều khiển lớp 1 để duy trì hoạt động đường truyền (DPCCH).

Hình 0.18: Truyền dẫn kênh điều khiển vật lý riêng đường lên và kênh số liệu vật lý riêng đường lên khi có/ không có số liệu của người sử dụng

Như minh họa trên hình 4.19, các mã Scramble phức được tạo ra bằng cách quay pha giữa các chip trong một chu kỳ ký hiệu trong giới hạn 90° . Bằng cách này hiệu suất của bộ khuếch đại (liên quan đến tỷ số công suất đỉnh trên công suất trung bình) trong UE hầu như không đổi không phụ thuộc vào tỷ số giữa DPDCH và DPCCH.



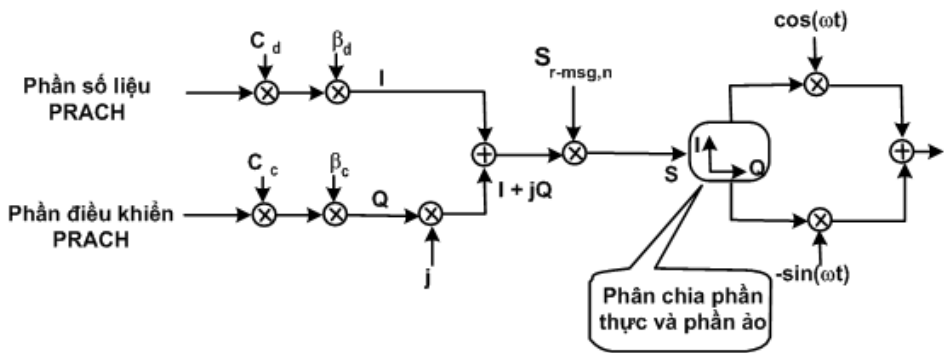
Hình 0.19: Chùm tín hiệu đối với ghép mã I/Q sử dụng Scramble phức, biểu diễn cho tỷ số công suất giữa DPDCH và DPCCH

DPCCH và các DPDCH có thể được Scramble bằng các mã ngẫu nhiên dài hoặc ngắn. Có 2^{24} mã Scramble dài đường lên và 2^{24} mã ngẫu nhiên ngắn đường lên. Vì có thể sử dụng được hàng triệu mã nên không cần quy hoạch mã đường lên. Số mã ngẫu nhiên cho DPCH (0,..., 16777215), cùng với SF thấp nhất được phép của mã định kênh (4, 8, 16, 32, 128 và 256) cho phân số liệu được ấn định bởi các lớp cao hơn, chẳng hạn khi thiết lập kết nối RRC hoặc khi điều khiển chuyển giao.

4.2.6.2. Trải phổ và điều chế kênh chung đường lên PRACH

Phần này sẽ trình bày ấn định mã cho tiền tố và phần bản tin của PRACH là một dạng kênh chung đường lên.

Trải phổ và Scramble phần bản tin PRACH được minh họa trên hình 2.20.



Hình 0.20: Trải phổ và điều chế phân bản tin PRACH

Phần điều khiển của bản tin PRACH được trải phổ bằng mã định kênh $C_c = C_{ch}, 256, m$, trong đó $m = 16.s + 15$ và s (0VSF15) là chữ ký tiền tố và phần số liệu được trải phổ bằng mã định kênh $C_d = C_{ch}, SF, m$, trong đó SF (có giá trị từ 32 đến 256) là hệ số trải phổ sử dụng cho phần số liệu và $m = SF.s/16$.

Phần bản tin PRACH luôn luôn được trải phổ bằng mã Scramble dài. Độ dài của mã Scramble được sử dụng cho phần bản tin là 10ms. Có tất cả là 8192 mã Scramble.

4.2.7. Trải phổ và điều chế đường xuống

4.2.7.1. Sơ đồ trải phổ và điều chế đường xuống

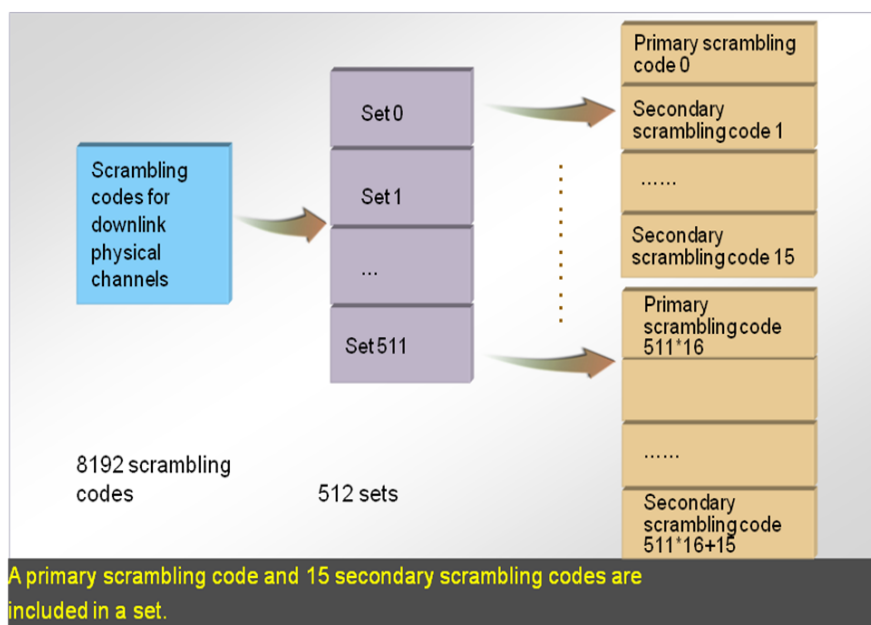
Khái niệm trải phổ và Scramble đường xuống được minh họa trên hình 4.21. Ngoại trừ các SCH, mỗi cặp hai bit kênh trước hết được biến đổi từ nối tiếp vào song song tương ứng một ký hiệu điều chế, rồi được đặt lên các nhánh I và Q. Sau đó các nhánh I và Q được trải phổ đến tốc độ 3,84Mcps bằng cùng mỗi mã định kênh C_{ch}, SF, m . Các chuỗi chip giá trị thực trên các nhánh I và Q sau đó được Scramble bằng mã Scramble phức để nhận dạng nguồn phát NodeB; mã này được ký hiệu là $S_{dl,n}$ trên hình 4.21. Mã Scramble này được đồng bộ với mã Scramble sử dụng cho P-CCPCH, trong đó chip phức đầu tiên của khung P-CCPCH được nhân với chip số 0 của mã Scramble này.

Sau trải phổ, mỗi kênh vật lý đường xuống (trừ các SCH) được đánh trọng số bằng các hệ số trọng số riêng ký hiệu là G_i như trên hình 4.21. P-SCH và S-SCH giá trị phức được đánh trọng số riêng bằng các hệ số trọng số G_p và G_s . Tất cả các kênh đường xuống được kết hợp với nhau bằng cộng phức. Chuỗi nhận được sau trải phổ và Scramble được điều chế QPSK.

Bên cạnh trải phổ, một phần xử lý trong phía phát là Scramble. Điều này là cần thiết để phân biệt các đầu cuối hoặc trạm gốc khác nhau. Mã OVFSF có tính tự tương quan không tốt, chúng không tốt để phân biệt tín hiệu đa đường. Mã Scramble đang dùng mã có tính tự tương quan tốt để xử lý với tín hiệu sau khi trải phổ, và tín hiệu cuối cùng sẽ tự tương quan tốt. Sau khi Scramble, chip được điều chế thành sóng mang có tần số cao hơn sau đó được truyền đi.

Mã Scramble được dùng ở hướng xuống được xây dựng giống mã Scramble hướng lên. Chúng được tạo với hai thanh ghi dịch 18-cell. $2^{18} - 1 = 26143$ mã Scramble khác nhau. Tuy nhiên, không phải tất cả chúng được dùng. Mã Scramble hướng xuống được chia thành 512 bộ, mỗi bộ bao gồm một mã Scramble primary và 15 mã Scramble secondary.

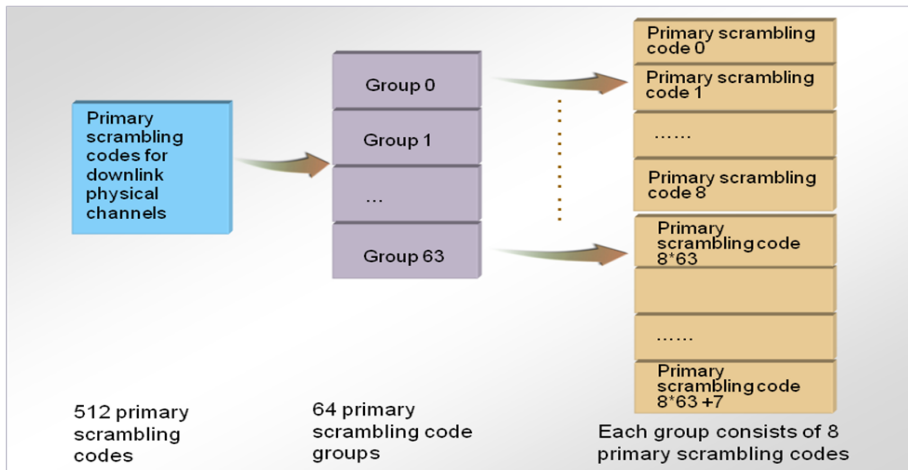
Mã Scramble primary là mã Scramble $n = 16 \cdot 1 + k$, nơi $k = 1 \dots 15$.



Hình 0.22: Bộ gồm 01 mã Scramble primary và 15 mã Scramble secondary

Có tổng cộng 512 mã Primary. Chúng tiếp tục được chia thành 64 nhóm mã Scramble primary, mỗi bộ gồm 8 mã Scramble primary. Mỗi cell được cấp một và chỉ một mã Scramble primary. Nhóm mã Scramble primary được tìm thấy bởi MS của cell dùng SCH, trong khi mã Scramble primary xác định được dùng được xác định bởi kênh CPICH. CCPCH primary và kênh CPICH primary luôn được Scramble với mã

Scramble primary của cell, trong khi các kênh khác được Scramble bởi hoặc mã Scramble primary hoặc mã Scramble secondary



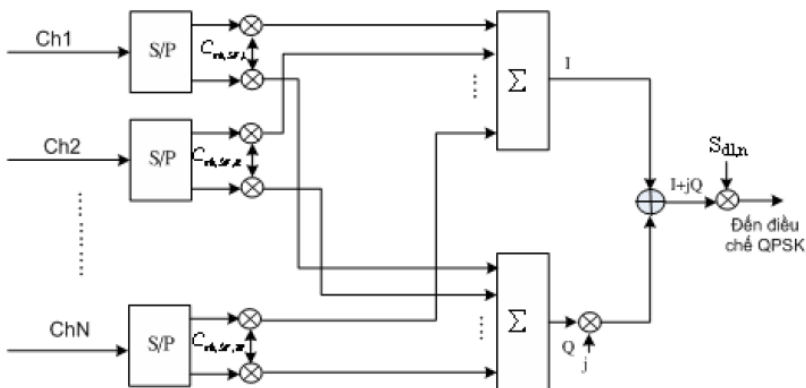
Hình 0.23: Các mã Scramble primary và mã Scramble secondary

Vì thông thường mỗi cell được nhận dạng bằng một mã Scramble sơ cấp, nên quá trình tìm kiếm cell cũng là quá trình tìm kiếm mã này. Quá trình tìm kiếm cell có thể được thực hiện theo ba bước sau:

- ✓ Tìm P-SCH (kênh đồng bộ sơ cấp) để thiết lập đồng bộ khe và đồng bộ ký hiệu.
- ✓ Tìm S-SCH (kênh đồng bộ thứ cấp) để thiết lập đồng bộ khung và nhóm mã.
- ✓ Tìm mã Scramble để nhận dạng cell.

4.2.7.4. Ghép kênh đa mã đường xuống

Để tăng dung lượng kênh đường xuống ta có thể sử dụng sơ đồ ghép kênh đa mã như cho ở hình 4.24.



S/P: biến đổi nối tiếp thành song song

Hình 0.24: Truyền dẫn đa mã cho đường xuống

4.2.8. Các thủ tục lớp vật lý

Điều khiển công suất vòng kín:

Các nguồn fading do nhiều đường truyền đòi hỏi điều khiển công suất phải nhanh hơn nhiều so với điều khiển công suất vòng hở. Các điều chỉnh công suất bổ sung để bù trừ tổn hao fading được xử lý bởi cơ chế điều khiển công suất vòng kín đường lên với thời gian tương ứng là 1,25 ms cho các bước 10dB và dải động 48dB (trong 3 khung).

Điều khiển công suất vòng kín đảm bảo hiệu chỉnh cho điều khiển công suất vòng hở. Sau khi đã khởi động các kênh lưu lượng, mỗi khi thu được bit điều khiển công suất trong kênh con điều khiển công suất (được ghép chung với kênh lưu lượng) bằng 1, trạm di động giảm công suất một bước định trước (1dB chẳng hạn). Ngược lại, nếu thu được bit điều khiển công suất bằng 0, MS sẽ tăng công suất lên một bước. Các lần điều chỉnh công suất này được gọi là điều khiển công suất vòng kín vì quyết định tăng hay giảm công suất được thực hiện trên cơ sở đánh giá công suất thu được tại BS.

Thủ tục này khắc phục hiệu ứng gần – xa ở đường lên. Thao tác điều khiển công suất nhanh hoạt động theo nguyên tắc một lệnh trên một khe, dẫn tới tốc độ lệnh là 1500Hz. Nấc điều chỉnh công suất cơ sở là 1dB, ngoài ra có thể điều chỉnh với nấc nhỏ hơn (0,5dB), tuy nhiên nhỏ hơn 0,5dB sẽ khó thực hiện.

Thao tác điều khiển công suất nhanh có hai trường hợp: khai thác với chuyển giao mềm và chế độ nén kết hợp với đo chuyển giao. Chuyển giao mềm liên quan đến vấn đề nhiều trạm gốc BS phát lệnh điều khiển duy trì đến một đầu cuối trong khi đó với chế độ nén định kỳ các gián đoạn trong dòng lệnh được cung cấp cho đầu cuối.

Trong chuyển giao mềm, vấn đề chính với đầu cuối là làm thế nào phản ứng với nhiều lệnh điều khiển công suất từ nhiều nguồn. Điều này được giải quyết bằng quy định hoạt động sao cho đầu cuối không chỉ kết hợp các lệnh mà còn xét đến cả tính tin cậy của từng lệnh để quyết định tăng hay giảm công suất.

Trong trường hợp chế độ nén, điều khiển công suất nhanh sử dụng kích cỡ bước lớn hơn đối với chu kỳ ngắn sau một khung nén. Điều này cho phép nhanh chóng hiệu chỉnh giá trị chính xác sau gián đoạn trong dòng lệnh điều khiển. Sự cần thiết của phương pháp này phụ thuộc chủ

yếu vào môi trường và không liên quan đến thiết bị người sử dụng UE tốc độ thấp hay độ dài khoảng gián đoạn truyền dẫn ngắn.

Ở đầu cuối nên quy định nghiêm ngặt việc thực hiện điều khiển công suất. Ở phía mạng có thể tự do hơn trong việc quyết định BS phải hành động như thế nào khi thu được lệnh điều khiển công suất, cơ sở để BS thông báo cho đầu cuối tăng hay giảm công suất.

Điều khiển công suất vòng hở:

Sau khi MS bật nguồn, nó liên lạc với hệ thống bằng cách thu và sử dụng kênh pilot, kênh đồng bộ và kênh tìm gọi. Trong khi ở trạng thái truy nhập, MS vẫn chưa được ấn định một kênh lưu lượng nên chưa có điều khiển vòng kín. Lúc này bản thân MS khởi tạo một điều khiển công suất bất kỳ cho phù hợp với hoạt động của mình. Từ các thông tin nhận được ở các kênh pilot, kênh đồng bộ, MS sẽ thử truy nhập vào hệ thống thông qua một trong số vài kênh truy nhập hiện có.

MS truy nhập vào hệ thống và thử phát một công suất rất nhỏ đến BS. Quy tắc chính là MS phải phát công suất tỉ lệ nghịch với công suất mà nó thu được, nghĩa là, khi thu được một kênh pilot mạnh từ trạm gốc, MS sẽ phát đi một công suất yếu và ngược lại.

Nếu MS không đạt được sự công nhận trong một lần thử truy nhập, lần thử này coi như thất bại và MS tiến hành lần thử khác. Nếu MS nhận được sự chấp nhận từ BS, đăng ký và các thủ tục ấn định kênh lưu lượng được tiến hành.

Điều khiển công suất vòng hở không được chính xác lắm, nó phụ thuộc vào dung sai của đầu cuối và các biến số khác nhau của môi trường. Chính vì vậy, thực hiện điều khiển công suất vòng hở làm cho phía mạng khó dự đoán đầu cuối trong các môi trường khác nhau.

Thủ tục tìm gọi:

Mỗi thiết bị đầu cuối UE, sau khi đã đăng ký vào mạng, sẽ được ấn định một nhóm tìm gọi. Đối với nhóm tìm gọi này, các chỉ thị tìm gọi (PI) sẽ xuất hiện định kỳ trên kênh chỉ thị tìm gọi (PICH), khi đó có các bản tin tìm gọi cho một UE trực thuộc nhóm.

Khi phát hiện PI, UE giải mã khung PCH tiếp theo được phát ở kênh S-CCPCH để xem có bản tin tìm gọi gửi cho nó hay không.

PI càng ít xuất hiện, thì UE càng ít phải chuyển sang trạng thái hoạt động từ chế độ nghỉ và tuổi thọ pin càng cao.

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên:

Thủ tục truy cập ngẫu nhiên gồm các pha sau:

- UE giải mã BCH để tìm ra các kênh con RACH, các mã ngẫu nhiên hoá và các chữ ký của chúng.
- UE chọn ngẫu nhiên một kênh con RACH từ nhóm mà loại truy nhập của nó cho phép sử dụng. Ngoài ra, chữ ký cũng được chọn ngẫu nhiên trong số các chữ ký khả dụng.
- Mức công suất đường xuống được đo và mức công suất RACH khởi đầu được thiết lập với độ dự trữ thích hợp do sự không chính xác của vòng hở.
- Một tiền tố RACH 1 ms được phát cùng với chữ ký được chọn.
- Đầu cuối giải mã AICH để xem BS đã phát hiện được tiền tố chưa. Trong trường hợp không phát hiện được tiền tố nào, UE tăng công suất phát thêm một nấc theo quy định của BS. Tiền tố được phát lại ở khe truy nhập tiếp theo.
- Khi một truyền dẫn AICH từ BS được phát hiện, UE phát phần bản tin 10ms hay 20ms của RACH.

Trong trường hợp truyền số liệu trên RACH, một khung RACH có thể chứa 1200 ký hiệu kênh và phụ thuộc vào mã hóa kênh có thể truyền được 600 hoặc 400 bit.

Thủ tục tìm cell:

Thủ tục tìm cell dùng kênh đồng bộ gồm 3 bước cơ bản sau:

- UE tìm mã đồng bộ sơ cấp 256 chip giống nhau cho tất cả các cell. Vì mã đồng bộ sơ cấp giống nhau cho tất cả các khe, giá trị đỉnh tương quan nhận được sẽ tương ứng với biên khe.
- Trên cơ sở tìm được mã đồng bộ sơ cấp, UE tìm đỉnh tương quan lớn nhất từ SCH thứ cấp. Có tất cả 64 khả năng cho từ mã đồng bộ thứ cấp. UE cần kiểm tra 15 vị trí vì chưa thể có biên giới khung khi chưa phát hiện được từ mã SCH thứ cấp.
- Khi đã tìm được từ mã SCH thứ cấp, đồng bộ khung sẽ được biết. Lúc này UE tìm mã ngẫu nhiên sơ cấp thuộc một nhóm mã nhất định. Mỗi nhóm mã gồm 8 mã ngẫu nhiên, chỉ cần kiểm tra các mã này cho một vị trí vì điểm khởi đầu đã biết.

Thực tế trong nhiều trường hợp, ta có thể thực hiện danh sách các cell lân cận sao cho các cell trong danh sách đối với một cell sẽ thuộc một nhóm mã khác. Như vậy, UE có thể tìm cell đích và hoàn toàn bỏ

qua bước 3 bằng cách chỉ khẳng định phát hiện chứ không cần so sánh các mã ngẫu nhiên sơ cấp với nhau.

Thủ tục phân tập phát:

UTRA sử dụng hai kiểu phân tập phát để cải thiện chất lượng dữ liệu của người sử dụng đó là phân tập phát vòng kín và vòng hở.

Trong trường hợp phân tập phát vòng kín, BS sử dụng 2 anten để phát hiện số liệu người sử dụng. Việc sử dụng hai anten này dựa trên sự hồi tiếp từ UE được phát ở các bit hồi tiếp trên kênh DPDCH đường lên. Bản thân phân tập phát vòng kín có hai chế độ hoạt động:

- Trong chế độ 1, các lệnh hồi tiếp UE điều khiển pha để đạt được công suất thu cực đại. BS giữ nguyên pha của anten 1 và điều chỉnh pha của anten 2 trên cơ sở trượt giá trị trung bình ở hai lệnh hồi tiếp liên tiếp. Ở phương pháp này, thiết lập 4 pha được áp dụng cho hai anten.
- Trong chế độ 2, cả biên độ và pha đều được điều chỉnh. Tốc độ báo hiệu vẫn giữ nguyên nhưng lệnh được trải rộng trên 4 bit ở 4 khe DPCCCH đường lên với 1 bit cho điều chỉnh biên độ và 3 bit điều chỉnh pha. Như vậy sẽ có tổng cộng 8 pha, 2 biên độ và tổng cộng 16 tổ hợp báo hiệu từ BS. Các giá trị biên độ được quy định là 0,2 và 0,8 còn các giá trị dịch pha được phân bố đều từ $-135^0 - 180^0$. Ở chế độ này 3 khe cuối cùng của khung chỉ chứa thông tin pha, còn thông tin biên độ ở 4 khe trước. Chu kỳ lệnh có thể là 15 khe giống như chế độ 1, trong đó giá trị trung bình của biên giới khung hơi thay đổi bằng cách trung bình hoá các lệnh từ khe 13 đến khe 0 để tránh sự không liên tục trong quá trình điều khiển.

Chú ý, phương pháp vòng kín chỉ áp dụng trên các kênh riêng trong khi vòng hở có thể sử dụng trên cả kênh chung và riêng.

Thủ tục chuyển giao:

* Chuyển giao trong cùng một tần số:

Chuyển giao trong cùng một tần số sử dụng E_c / I_0 của kênh pilot làm chất lượng để đo chuyển giao, tỉ số này được thông báo cho RNC bằng cách sử dụng báo hiệu lớp 3.

Thủ tục chuyển giao mềm bao gồm các chức năng sau:

- Đo
- Lọc các kết quả đo.

- Báo cáo kết quả đo.
- Thuật toán chuyển giao mềm.
- Thực hiện chuyển giao mềm.

Các kết quả đo của các cell được giám sát sau khi đã lọc sẽ khởi động báo cáo các sự kiện để tạo nên cơ sở đầu vào cho thuật toán chuyển giao mềm. Trên cơ sở các kết quả đo của tập các cell được giám sát, chức năng chuyển giao mềm xem xét có nên bổ sung, loại bỏ hay thay thế kết nối ở tập tích cực.

* Chuyển giao giữa các hệ thống:

Chuyển giao này được sử dụng vì lý do cân bằng tải vào vùng phủ. Tại thời điểm bắt đầu triển khai mạng WCDMA, các chuyển giao đến GSM cần thiết để đảm bảo vùng phủ liên tục và chuyển giao từ GSM đến WCDMA để giảm tải ở các cell GSM. Chuyển giao giữa các hệ thống được khởi động ở RNC/BSC nguồn, từ quan điểm hệ thống thu thì chuyển giao giữa các hệ thống giống như chuyển giao giữa RNC hay giữa BSC. Đo lường cho chuyển giao giữa các hệ thống được thực hiện ở chế độ nén.

Thủ tục chuyển giao giữa các hệ thống như sau:

- Bộ khởi động chuyển giao giữa các hệ thống được lắp đầy ở RNC, chẳng hạn di động cạn kiệt vùng phủ sóng WCDMA.
- RNC lệnh cho di động bắt đầu các phép đo giữa các hệ thống sử dụng chế độ nén.
- RNC chọn cell GSM đích dựa theo các phép đo di động
- RNC gửi lệnh chuyển giao đến di động

Để đáp ứng nhu cầu chuyển giao giữa WCDMA và GSM, tiêu chuẩn WCDMA đã xem xét định nghĩa khung thời gian WCDMA và cấu trúc đa khung tương thích GSM. Để được sự tương tác tốt, cần trao đổi thông tin giữa các hệ thống để cho phép WCDMA thông báo cho GSM về các tần số của GSM hiện có trong vùng và ngược lại.

* Chuyển giao giữa các tần số trong WCDMA:

Chuyển giao giữa các tần số sóng mang của WCDMA cần thiết để cân bằng tải giữa các sóng mang, một BS có một số sóng mang. Chuyển giao giữa các tần số cũng cho phép chuyển giao giữa các cell khác nhau của mạng tổ ong nhiều lớp khi các cell này ở các tần số khác nhau, chẳng hạn chuyển giao giữa các cell micro và macro.

Đo chế độ nén cũng cần thiết đối với chuyển giao giữa các tần số.

*** Chế độ nén:**

WCDMA sử dụng thu phát liên tục và máy di động không thể đo giữa các hệ thống với máy thu đơn mà không có khoảng dừng ở tín hiệu WCDMA. Chế độ nén có nghĩa là phát và thu bị dừng trong một khoảng thời gian ngắn, vào khoảng vài ms, để thực hiện đo ở các tần số khác. Mục đích là không làm mất số liệu mà chỉ nén truyền dẫn số liệu trong vùng thời gian.

Việc nén khung có thể thực hiện được bằng 3 cách:

- ✓ Giảm tốc độ số liệu từ các mức cao hơn vì các lớp cao đã biết được thời biểu chế độ nén cho UE.
- ✓ Tăng tốc độ số liệu bằng cách thay đổi hệ số trải phổ.
- ✓ Giảm tốc độ số liệu bằng cách trích bỏ ở chuỗi ghép kênh lớp vật lý. Trong thực tế điều này bị giới hạn ở các độ dài khoảng trống truyền dẫn khá ngắn vì trích bỏ có một số giới hạn thực tế. Cái lợi của phương pháp này là giữ nguyên hệ số trải phổ hiện có và không gây ra đòi hỏi mới cho việc sử dụng mã hoá kênh.

Do GSM 1800 luôn cần thiết ở UTRA khi băng tần số đường lên của GSM 1800 tiến gần với băng tần đường xuống của UTRA FDD tại 1920 MHz và cho phép phát thu đồng thời.

Việc sử dụng chế độ nén trên đường lên cùng với đo GSM 900 hay chuyển giao giữa các tần số phụ thuộc vào khả năng của UE. Để duy trì đường lên liên tục, UE cần có phương tiện tạo tần số bổ sung song song trong khi vẫn duy trì tần số hiện tại. Trong thực tế, điều này có nghĩa là cần có các bộ dao động bổ sung để tạo tần số cũng như một số phần tử dự phòng khác dẫn đến tăng tiêu thụ công suất trên UE.

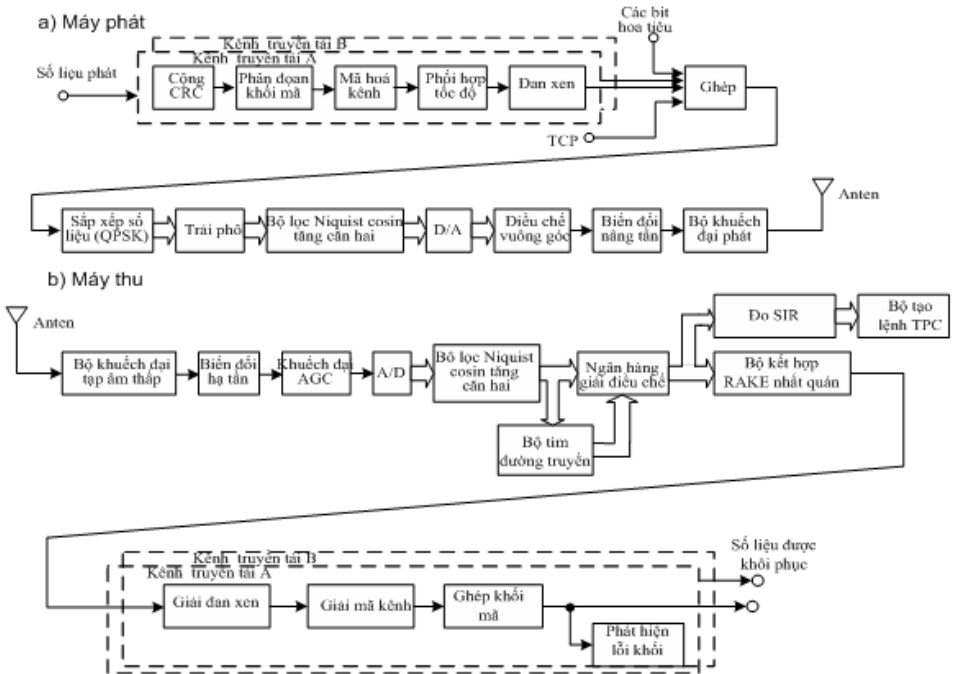
Việc sử dụng chế độ nén sẽ không tránh khỏi ảnh hưởng lên chất lượng đường truyền: giảm dung lượng cell hoặc tăng mức nhiễu, ảnh hưởng lên vùng phủ đối với các dịch vụ thời gian thực. Tuy nhiên sự ảnh hưởng này sẽ không đáng kể nếu UE không ở biên ô vì vẫn còn chỗ cho bù tổn hao bằng cách điều khiển công suất nhanh.

4.2.9. Sơ đồ tổng quát máy phát và máy thu WCDMA

Hình 4.25 cho thấy sơ đồ khối của máy phát vô tuyến (hình 4.25a) và máy thu vô tuyến (hình 4.25b) trong WCDMA. Lớp 1 (lớp vật lý) bổ sung CRC cho từng khối truyền tải (TB: Transport Block) là đơn vị số liệu gốc cần xử lý nhận được từ lớp MAC để phát hiện lỗi ở phía thu. Sau đó, số liệu được mã hoá kênh và đan xen. Số liệu sau đan xen được bổ sung thêm các bit pilot và các bit điều khiển công suất phát (TPC:

Transmit Power Control), được sắp xếp lên các nhánh I và Q của QPSK và được trải phổ hai lớp (trải phổ và ngẫu nhiên hoá). Chuỗi chip sau ngẫu nhiên hoá được giới hạn trong băng tần 5MHz bằng bộ lọc Nyquist cosin tăng căn hai (hệ số dốc bằng 0,22) và được biến đổi vào tương tự bằng bộ biến đổi số vào tương tự (D/A) để đưa lên điều chế vuông góc cho sóng mang. Tín hiệu trung tần (IF) sau điều chế được biến đổi nâng tần vào sóng vô tuyến (RF) trong băng tần 2GHz, sau đó được đưa lên khuếch đại trước khi chuyển đến anten để phát vào không gian.

Tại phía thu, tín hiệu thu được bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA) khuếch đại, được biến đổi vào trung tần thu rồi được khuếch đại tuyến tính bởi bộ khuếch đại AGC. Sau bộ khuếch đại AGC, tín hiệu được giải điều chế để được các thành phần I và Q. Các tín hiệu tương tự của các thành phần này được biến đổi sang số tại bộ biến đổi A/D, được lọc bởi bộ lọc Nyquist cosine tăng căn hai và được phân chia theo thời gian vào một số thành phần đường truyền có các thời gian trễ truyền sóng khác nhau. Máy thu RAKE chọn các thành phần lớn hơn một ngưỡng cho trước. Sau giải trải phổ cho các thành phần này, chúng được kết hợp bởi bộ kết hợp máy thu RAKE, tín hiệu tổng được giải đan xen, giải mã kênh (giải mã sửa lỗi), được phân kênh thành các khối truyền tải và được phát hiện lỗi. Cuối cùng, chúng được đưa đến lớp cao hơn.



Hình 0.25: Sơ đồ khối máy phát tuyến (a) và máy thu vô tuyến (b)

4.2.10. Các giai đoạn nâng cấp WCDMA

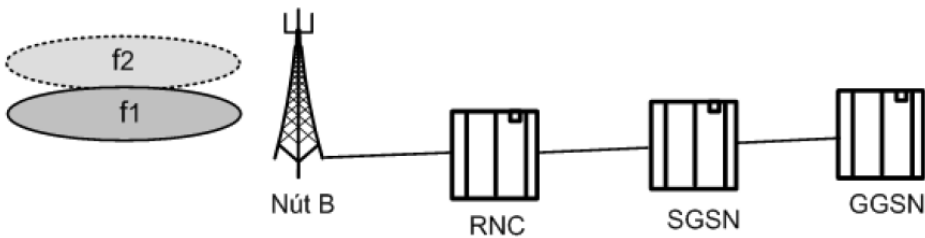
Truy nhập gói tốc độ cao đường xuống (HSDPA) được 3GPP chuẩn hóa ra trong R5 với phiên bản tiêu chuẩn đầu tiên vào năm 2002. Truy nhập gói đường lên tốc độ cao (HSUPA) được 3GPP chuẩn hóa trong R6 và tháng 12 năm 2004. Cả hai HSDPA và HSUPA được gọi chung là HSPA. Các mạng HSDPA đầu tiên được đưa vào thương mại vào năm 2005 và HSUPA được đưa vào thương mại vào năm 2007. Các thông số tốc độ đỉnh của R6 HSPA được cho trong bảng 4.1.

	HSDPA (R6)	HSUPA (R6)
Tốc độ đỉnh (Mbps)	14,4	5,7

Bảng 4.1: Các thông số tốc độ đỉnh R6 HSPA.

Tốc độ số liệu đỉnh của HSDPA lúc đầu là 1,8Mbps và tăng đến 3,6Mbps và 7,2Mbps vào năm 2006 và 2007, tiềm năng có thể đạt đến trên 14,4Mbps năm 2008. Trong giai đoạn, đầu tốc độ đỉnh HSUPA là 1-2Mbps; trong giai đoạn hai, tốc độ này có thể đạt đến 4-5,7Mbps vào năm 2008.

HSPA được triển khai trên WCDMA hoặc trên cùng một sóng mang hoặc sử dụng một sóng mang khác để đạt được dung lượng cao (xem hình 4.26).

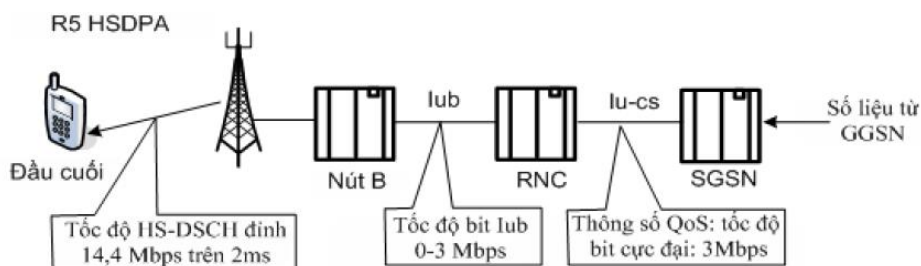


Hình 0.26: Triển khai HSPA với sóng mang riêng (f2) hoặc chung sóng mang với WCDMA (f1)

HSPA chia sẻ chung hạ tầng mạng với WCDMA. Để nâng cấp WCDMA lên HSPA chỉ cần bổ sung phần mềm và một vài phần cứng NodeB và RNC.

Lúc đầu HSPA được thiết kế cho các dịch vụ tốc độ cao phi thời gian thực; tuy nhiên, R6 và R7 cải thiện hiệu suất của HSPA cho VoIP và các ứng dụng tương tự khác.

Khác với WCDMA trong đó tốc độ số liệu trên các giao diện như nhau (384kbps cho tốc độ cực đại chẳng hạn), tốc độ số liệu HSPA trên các giao diện khác nhau. Hình 4.27 minh họa điều này cho HSDPA. Tốc độ đỉnh (14,4Mbps trên 2 ms) tại đầu cuối chỉ xảy ra trong thời điểm điều kiện kênh truyền tốt, vì thế tốc độ trung bình có thể không quá 3Mbps. Để đảm bảo truyền lưu lượng mạng tính cụm này, NodeB cần có bộ đệm để lưu lại lưu lượng và bộ lập biểu để truyền lưu lượng này trên hạ tầng mạng.



Hình 0.27: Tốc độ số liệu khác nhau trên các giao diện (trường hợp HSDPA)

Hình 4.28 cho thấy các chức năng mới trong các phần tử của WCDMA khi đưa vào HSPA.

a) Các chức năng mới do HSDPA

Quản lý di động và tài nguyên vô tuyến HSDPA
Quản lý lưu lượng HSDPA lub
Thế tích số liệu lớn hơn



Nhớ đệm số liệu
Xử lý HARQ
Giải mã phản hồi
Điều khiển luồng
Lập biểu đường xuống
Điều chế 16QAM



Xử lý HARQ bằng bộ nhớ đệm giá trị mềm
Tạo tín hiệu phản hồi và phát
Giải điều chế 16QAM



b) Các chức năng mới do HSUPA

Quản lý di động và tài nguyên vô tuyến HSUPA
Án định dung lượng HSUPA lub
Thế tích số liệu UL lớn hơn
Sắp xếp lại thứ tự gói

Xử lý HARQ bằng bộ nhớ giá trị mềm
Mã hóa phản hồi
Lập biểu đường lên phụ thuộc vào nhiều/bằng góc/ dung lượng lub

Xử lý HARQ
Tạo thông tin phản hồi về trạng thái bộ đệm và công suất phát
Truyền dẫn đa mã
Lập biểu đường lên

Hình 0.28: Các chức năng mới trong các phần tử của WCDMA khi đưa vào HSPA

Trạm di động MS: là thiết bị cho người sử dụng truy cập vào mạng. MS có thể là điện thoại cầm tay, máy tính, ...

Trạm thu phát gốc BTS: chịu trách nhiệm cấp phát các tài nguyên cho các thuê bao. BTS chứa các thiết bị thu phát vô tuyến, nó là giao diện giữa mạng CDMA2000 và thiết bị của người sử dụng UE.

Bộ điều khiển trạm gốc BSC: có nhiệm vụ điều khiển các BTS gắn với nó và định tuyến các gói đến và đi từ PSDN. Ngoài ra, BSC còn làm nhiệm vụ điều khiển/quản lý chuyển giao.

Trung tâm chuyển mạch di động MSC: thực hiện vai trò của chuyển mạch trung tâm, thiết lập và định tuyến cuộc gọi, thu thập thông tin tính cước, quản lý di động, gửi cuộc gọi tới PSTN/Internet.

Thanh ghi định vị thường trú HLR: là cơ sở dữ liệu lưu thông tin về thuê bao.

Thanh ghi định vị vắng lai VLR: là cơ sở dữ liệu lưu thông tin thuê bao đang hoạt động trên một MSC nhất định.

Trung tâm nhận thực AC: xác nhận thuê bao trước khi cho phép cung cấp dịch vụ cho thuê bao đó.

IWF (Interworking Function): cho phép các dịch vụ dữ liệu chuyển mạch kênh.

Node dịch vụ dữ liệu gói PDSN (Packet Data Service Node): chỉ có ở mạng 3G, cung cấp các dịch vụ dữ liệu chuyển mạch gói.

Trung tâm nhận thực, xác thực và tính cước AAA: là một server cung cấp các dịch vụ nhận thực, xác thực và tính cước cho PSDN, lần lượt chuyển các dịch vụ kết nối với mạng dữ liệu gói cho người dùng di động.

4.3.1.2. Các giao thức sử dụng

Trong cấu trúc mạng CDMA2000 ở trên, có các giao diện giữa các thành phần mạng được thêm vào để cung cấp các dịch vụ dữ liệu chuyển mạch gói. Việc định nghĩa các giao diện này thường được quy định bởi các chuẩn. Một số chuẩn quan trọng là:

- ✓ IS-2000: Các chuẩn này quy định giao diện không trung giữa MS và BSC trong mạng CDMA2000.
- ✓ IS-2001: Đây là phiên bản 3G của IOS (InterOperability Specification), là chuẩn định nghĩa giao diện giữa BSC và PDSN. Nó cũng định nghĩa giao diện giữa BSC và MSC, cũng như giao diện giữa các BSC với nhau nhằm quản lý di động.

- ✓ IS-41: Chuẩn này, đã sử dụng ở mạng 2G, cũng vẫn được sử dụng ở mạng 3G. Nó định nghĩa giao diện giữa MSC, HLR, VLR, và AC, cũng như giao diện giữa các MSC với nhau.

4.3.2. Các tính năng của hệ thống CDMA2000

4.3.2.1. Loại lưu lượng

CDMA2000, cũng như các công nghệ 3G khác, hỗ trợ các loại lưu lượng sau (tốc độ dữ liệu từ 9.6 kbps đến 2 Mbps):

- ✓ Thoại truyền thông và VoIP.

- ✓ Các dịch vụ dữ liệu:

- Dữ liệu gói: Các dịch vụ này dựa trên nền IP với giao thức TCP hoặc UDP tại lớp giao vận. Nằm trong loại này là các ứng dụng Internet, các dịch vụ đa phương tiện loại H.323, ...

- Circuit-emulated broadband data: ví dụ như fax, truy cập dial-up không đồng bộ, các dịch vụ đa phương tiện loại H.321 nơi mà audio, video, dữ liệu, điều khiển và chỉ thị được truyền trên mô phỏng kênh qua ATM,...

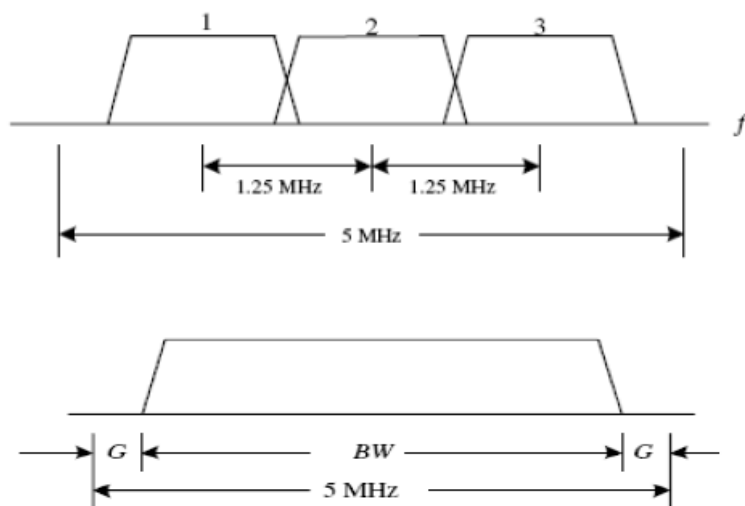
- SMS (Short Messaging Service).

Dịch vụ báo hiệu: Hệ thống 3G được dự kiến cho các môi trường trong nhà và ngoài trời, các ứng dụng bộ hành hoặc trên xe cộ, và các môi trường cố định như wireless local loop. Kích cỡ tế bào từ vài chục mét (nhỏ hơn 50 m đối với picocell) tới vài chục km (hơn 35 km cho các tế bào cỡ lớn).

4.3.2.2. Độ rộng băng

Hệ thống CDMA2000 có thể hoạt động ở các độ rộng băng khác nhau với một hoặc nhiều sóng mang. Trong hệ thống đa sóng mang, các sóng mang cạnh nhau phải cách nhau ít nhất 1.25MHz. Trong hệ thống đa sóng mang thực sự, mỗi sóng mang thường có độ rộng băng 1.25MHz và được phân biệt với sóng mang IS-95 bằng mã trực giao. Tuy nhiên, khi ba sóng mang được sử dụng trong hệ thống đa sóng mang, băng thông yêu cầu là 5MHz. Để cung cấp các dịch vụ dữ liệu tốc độ cao, một kênh đơn có thể có độ rộng băng danh định là 5MHz với tốc độ chip 3.6864Mcps ($= 3 \times 1.22887\text{Mc/s}$). Băng thông BW trong hình 4.30, ngoài mật độ công suất có thể bỏ qua, tùy thuộc vào bộ lọc tạo dạng tại băng gốc. Nếu bộ lọc cosine tăng được sử dụng, $BW = Rc(1 + \alpha)$, trong đó Rc là tốc độ chip và α là hệ số rolloff. Nếu $\alpha = 0.25$, $BW = 4.6\text{MHz}$, và do đó dải bảo vệ $G = 200\text{kHz}$. Rõ ràng, một lợi thế của băng thông

rộng hơn là nó cung cấp nhiều đường hơn để có thể sử dụng trong bộ thu đa đường để tăng cường hoạt động của hệ thống.



Hình 0.30: Độ rộng băng trong CDMA2000

4.3.2.3. *Chất lượng dịch vụ QoS (Quality of Service)*

Bất cứ lúc nào, đa ứng dụng cũng có thể chạy trên một MS. Người dùng có thể yêu cầu chất lượng dịch vụ tùy theo ứng dụng, và mạng được mong đợi là sẽ đảm bảo chất lượng yêu cầu mà không có sự sụt giảm đáng kể trong QoS với khách hàng.

4.3.2.4. *Các dịch vụ dữ liệu gói*

CDMA2000 hỗ trợ các dịch vụ dữ liệu gói. Từ lúc khởi đầu, nếu có một gói để gửi, người dùng cố gắng thiết lập các kênh điều khiển dùng chung và dùng riêng sử dụng phương thức đa truy cập phân khe Aloha. Trong phương thức này, một xung nhịp tham chiếu được sử dụng để tạo ra một dãy các khe thời gian có độ dài bằng nhau. Khi người dùng có một gói cần gửi, nó có thể bắt đầu truyền, nhưng chỉ tại lúc bắt đầu của một khe thời gian chứ không phải tại khoảng thời gian bất kỳ lúc nào. Lưu ý rằng mặc dù người dùng được đồng bộ hóa nhờ xung nhịp tham chiếu, có một vài xác suất rằng có thể có hai người dùng hoặc nhiều hơn có thể bắt đầu truyền tại cùng một thời điểm. Khi các kênh này được thiết lập, người dùng có thể gửi các gói tin thông qua kênh điều khiển dùng riêng và có thể yêu cầu một kênh lưu lượng hoặc một độ rộng băng thông thích hợp. Một khi kênh lưu lượng được cấp, người dùng truyền gói tin, việc bảo trì sự đồng bộ hóa và điều khiển công suất là cần thiết và việc giải phóng kênh lưu lượng xảy ra ngay sau khi truyền xong hoặc sau một khoảng thời gian nhất định. Nếu không còn gói nào để gửi, kênh điều

khíên dùng riêng cũng đợc giải phóng sau một khoảng thời gian, nhưng kết nối lớp mạng và lớp liên kết vẫn đợc duy trì trong một khoảng thời gian để nếu có gói mới đến thì vẫn sẽ đợc truyền mà không bị mất thời gian thiết lập kênh. Tại cuối khoảng thời gian đó, các gói ngắ và không thường xuyên sẽ đợc gửi qua một kênh điều khiển dùng chung. Người dùng có thể ngắt kết nối tại thời điểm đó, hoặc tiếp tục trong trạng thái đó vô hạn, hoặc tái thiết lập kênh điều khiển dùng riêng và kênh lưu lượng nếu có các gói lớn hoặc thường xuyên cần gửi.

4.3.3. Các kênh trong CDMA2000

4.3.3.1. Kênh hướng xuống

Các kênh hướng xuống trong CDMA2000 chia làm kênh báo hiệu và kênh người dùng.

		F-PCH (Paging Channel)
		F-QPCH (Quick Paging Channel)
Kênh báo hiệu	Kênh dùng chung	F-CCCH (Forward Common Control Channel)
		F-BCCH (Broadcast Control Channel)
		F-CACH (Common Assignment Channel)
		F-CPCCH (Common Power Control Channel)
		F-SYNCH (Sync Channel)
		F-PICH (Forward Pilot Channel)
		F-TDPICH (Transmit Diversity Pilot Channel)
		F-APICH (Auxiliary Pilot Channel)
		F-ATDPICH (Auxiliary Transmit Diversity Pilot Channel)
		F-DCCH (Forward Dedicated Control Channel)
Kênh người dùng	Kênh dùng riêng	F-FCH (Forward Fundamental Channel)
		F-SCH (Forward Supplemental Channel)
		F-SCCH (Forward Supplemental Code Channel)

Bảng 4.2: Kênh hướng xuống trong CDMA2000

4.3.3.2. Kênh hướng lên

Các kênh hướng lên trong CDMA2000 chia làm kênh báo hiệu và kênh người dùng.

Kênh báo hiệu	Kênh dùng chung	R-ACH (Access Channel) R-EACH (Enhanced Access Channel) R-CCCH (Reverse Common Control Channel)
	Kênh dùng riêng	R-PICH (Reverse Pilot Channel) R-DCCH (Reverse Dedicated Control Channel)
	Kênh người dùng	R-FCH (Reverse Fundamental Channel) R-SCH (Reverse Supplemental Channel) R-SCCH (Reverse Supplemental Code Channel)

Bảng 4.3: Kênh hướng lên trong CDMA2000

4.3.4. Các cải tiến của hệ thống CDMA2000

4.3.4.1. Mã hoá Turbo để truyền dữ liệu

Trong CDMAone sử dụng mã xoắn là một mã có khả năng khôi phục lại dữ liệu mạnh với các lỗi rời rạc nhưng trong CDMA2000 lại dùng mã Turbo đối với dữ liệu tốc độ cao.

Mã Turbo là một phương pháp mã hoá kênh được thực hiện phức tạp hơn mã xoắn nhưng lại có nhiều ưu điểm hơn. Mã Turbo là một dạng mã xoắn song song, yêu cầu thêm một bộ ghép xen Turbo. Nó là một dạng mã hóa tốt, gần với giới hạn Shannon. Mã Turbo thực hiện ngẫu nhiên dữ liệu ngõ vào, đánh thủng symbol (Symbol Puncturing) và lặp lại (Repetition) ở cuối một ngõ ra. Các mẫu đánh thủng này dùng dữ liệu và các bit đuôi khác nhau. Vì vậy, dữ liệu truyền nhanh gấp 5 lần các phương pháp khác có cùng mức năng lượng.

Mã Turbo chỉ được sử dụng cho kênh SCH (Supplemental Channel), kênh truyền dữ liệu tốc độ cao, và tốc độ truyền thay đổi theo dữ liệu ngõ vào.

4.3.4.2. Điều khiển nhanh công suất hướng lên FFPC (Fast Forward Power Control)

CDMAone có thể tạo ra lỗi khi điều khiển công suất do sóng vô tuyến thay đổi nhanh. CDMA2000 sẽ khắc phục điều này bằng cách điều khiển nhanh công suất hướng lên.

FFPC điều khiển công suất được dùng trong một BTS với một thiết bị điều khiển công suất vòng kín. FFPC đa hợp các bit điều khiển công suất PCB (Power Control Bit) qua R-PICH (Reverse Pilot Channel) trong 1.25 ms (800 Hz) tại một MS và truyền nó đến BTS.

Để tăng công suất truyền, PCB ở đây không được mã hóa mà được truyền trực tiếp:

- $PCB = 0$, nếu công suất nhận được lớn hơn giá trị ngưỡng.
- $PCB = 1$ và BTS sẽ tăng hoặc giảm công suất truyền tùy theo tín hiệu nhận được.

4.3.4.3. Phân tập đối với các kênh hướng lên

Phân tập phát TD (Transmit Diversity) là phương pháp một BTS chia kết quả cho hai anten phát và truyền đi các tín hiệu trực giao khác nhau, MS sẽ nhận các tín hiệu khác nhau bằng một anten và giải điều chế chúng.

TD trong CDMA2000 là OTD (Orthogonal Transmit Diversity). Phương pháp này tạo ra hai anten phát trong BTS và truyền đi với các mã Scrambleing khác nhau. MS sẽ giảm được lỗi vì khả năng chống fading tăng lên.

OTD rất hữu ích trong quân sự và khi mật độ thuê bao dày đặc. Đây là một ưu điểm thuận tiện cho nhà cung cấp dịch vụ vì nó có thể giải quyết được số lượng lớn thuê bao với cùng một thiết bị. Tuy nhiên, nhược điểm của nó là làm cho cấu trúc MS phức tạp hơn và nếu một trong hai đường RF bị lỗi thì toàn bộ hoạt động sẽ bị trở ngại.

4.3.4.4. Cấu trúc nhất quán của kênh hướng xuống

Bằng cách đưa các kênh pilot vào các kênh hướng xuống, CDMA2000 có tốc độ nhận tín hiệu khi MS truy xuất vào BTS tăng cao.

CDMAone sử dụng phương pháp tách sóng không kết hợp cho kênh hướng xuống và phương pháp tách sóng kết hợp cho hướng lên. Do đó hướng xuống không ổn định, có tốc độ truy xuất thấp. CDMA2000 thực hiện cấu trúc nhất quán cho cả hướng xuống.

Tách sóng kết hợp: là phương pháp khôi phục đồng bộ lại tần số, pha và biên độ của sóng mang. Nó tốt hơn phương pháp tách sóng không kết hợp nhưng lại có cấu trúc phức tạp hơn.

Tách sóng không kết hợp: là phương pháp mà ta không cần phải khôi phục lại sóng mang. Phía thu dùng bộ lọc phối hợp (Matched filter) để khôi phục lại tín hiệu. Phương pháp này thường được sử dụng trong thông tin tốc độ thấp.

4.3.4.5. Cải tiến hoạt động truy xuất kênh

Cải tiến truy xuất kênh là một phương pháp mới được sử dụng trong CDMA2000 để tăng hiệu quả, nâng cao tính ổn định và tốc độ truyền hơn so với các hệ thống khác. Nó tăng tốc độ truy xuất bằng cách truyền đồng thời các kênh pilot.

Giới hạn của kênh truy xuất trong CDMAone là có header dài, làm giảm số dữ liệu được truyền trong thực tế và tốc độ truyền tĩnh thấp (4.8kbps) yêu cầu một BTS để có một cửa sổ tìm kiếm lớn tạo ra các vấn đề trong dung lượng kênh. Ngoài ra, header dài để cho một MS có thể nhận được tín hiệu từ BTS với tốc độ truy xuất thấp. Trung bình ít hơn 10% toàn bộ công suất BTS phát được đến MS nên đã ảnh hưởng lớn đến dung lượng và trạng thái ổn định của kênh. Điều này làm cho dịch vụ dữ liệu nghèo nàn và lãng phí tài nguyên do thời gian trễ dài và lưu lượng thấp.

Để khắc phục điều này, CDMA2000 đã tăng khả năng thu của MS bằng cách dùng kênh pilot cho hướng xuống. Nó cũng giảm kích thước của header đến tối thiểu, giảm độ trễ và tăng tối đa dung lượng.

Header là dữ liệu để giúp cho BTS thu đúng tín hiệu. CDMA2000 truyền header trong 1.25 ms, nếu không có dữ liệu thì nó không truyền luôn header.

Tóm lại, ưu điểm của phương pháp này là:

- Tăng tốc độ dữ liệu (4.8kbps, 9.6kbps, 19.2kbps, 38.4kbps).
- Giảm thời gian truy xuất, giảm công suất và thời gian truyền tín hiệu header đến BTS.
- Điều khiển công suất tối ưu hơn bằng cách sử dụng cả điều khiển công suất vòng kín và vòng hở.
- Phân thêm các kênh để truyền tin nhắn bằng chế độ preset.

4.3.5. Các phiên bản CDMA2000

4.3.5.1. 1xEV: 1xEV – DO và 1xEV – DV

1xEV là bước phát triển kế tiếp của 1x. Nó dựa trên công nghệ tốc độ dữ liệu cao Qualcomm HDR. Các xu hướng dẫn đến sự ra đời của 1xEV là:

- Trong trình tự phát triển của CDMA2000 1x, khả năng dữ liệu tốc độ cao để hỗ trợ các dịch vụ dựa trên nền Internet ở hiện tại và trong tương lai sẽ trở nên hết sức quan trọng.
- Dải phổ sẽ trở thành một tài nguyên khan hiếm, làm cho hệ thống 1.25MHz trở nên hấp dẫn hơn nhiều so với hệ thống 5MHz (3x), chỉ cần đạt được hiệu suất tương đương. Những nhà khai thác và người dùng sẽ được lợi từ những hệ thống này thông qua:
 - Tốc độ cao và dung lượng cao của hệ thống truyền dẫn dữ liệu gói.
 - Hiệu quả sử dụng dải phổ cao hơn cho chuyển mạch gói.
 - Thoại với hiệu quả sử dụng dải phổ cao hơn.
 - Sự nâng cấp và linh hoạt của hệ thống CDMA2000 1x tốt hơn nhiều so với hệ thống 3x trong việc phát triển lên từ hệ thống 2G hiện tại.
 - Hệ thống CDMA2000 1x tối thiểu hóa tác động trên các thiết bị trong vùng tế bào và các thiết bị cầm tay trong việc cung cấp các dịch vụ dữ liệu gói tốc độ cao.

Để đạt được các yêu cầu của nhà khai thác CDMA2000 trong việc triển khai các dịch vụ dữ liệu gói tốc độ cao trong sóng mang 1.25 MHz, 1xEV sẽ được định nghĩa trong hai giai đoạn:

Giai đoạn 1: tối ưu hóa hệ thống cho các dịch vụ dữ liệu gói tốc độ cao, không thời gian thực.

Dịch vụ dữ liệu gói tốc độ cao hoạt động trên một sóng mang. Nếu thuê bao cần thoại hoặc các dịch vụ thời gian thực khác, hệ thống 1xEV sẽ sử dụng CDMA2000 1x để thực thi dịch vụ đó. Mục đích là nhằm làm cho hoạt động dễ hiểu đối với người dùng.

Giai đoạn 2: hệ thống đồng thời hỗ trợ dữ liệu gói tốc độ cao và dịch vụ thời gian thực.

Trong cách tiếp cận tích hợp, mục đích là để tích hợp khả năng của giai đoạn một trên cùng một sóng mang, trong khi vẫn còn khả năng duy trì dịch vụ dữ liệu gói trên một sóng mang riêng biệt.

4.3.5.2. CDMA2000 1xEV-DO

Công nghệ EV-DO hoặc 1xEV-DO, hoặc DO, được viết tắt từ 1xEVolution-Data Optimized (1x Phát triển – Tối ưu hóa Dữ liệu), vốn ban đầu được đặt tên là Evolution-Data Only, là một tiêu chuẩn truyền dữ liệu băng rộng vô tuyến cho các thiết bị không dây được thực hiện bởi nhiều nhà cung cấp dịch vụ CDMA của Nhật, Hàn Quốc, Brazil, Israel,

Mỹ, Úc, Canada, New Zealand, Venezuela, và Mexico. Công nghệ này được tiêu chuẩn hóa bởi thỏa thuận 3GPP2 thành một phần của bộ các tiêu chuẩn CDMA2000.

Có hai phiên bản của 1xEV-DO: "Release 0" và "Revision A".

- Release 0 là phiên bản nguyên thủy, và là phiên bản được triển khai rộng rãi đầu tiên. Release 0 cung cấp tốc độ dữ liệu lên tới 2.4 Mbps, trung bình là 300-600 kbps trong thực tế. Tốc độ này nhanh hơn rất nhiều so với tốc độ 50-80 kbps cung cấp bởi 1xRTT. Tốc độ dữ liệu của Release 0 tương đồng với tốc độ dữ liệu của 1xEV-DV Revision C.

- Revision A tích hợp hầu hết công nghệ dữ liệu từ 1xEV-DV Revision D. Những nâng cao này cho phép các tính năng như VoIP và thoại video.

a. Nền tảng

Thiết kế đầu tiên về công nghệ 1xEV-DO được phát triển bởi Qualcomm vào năm 1999 để đáp ứng các yêu cầu của IMT-2000 (bộ tiêu chuẩn toàn cầu về các giao tiếp không dây thế hệ thứ 3 - 3G) về tốc độ tải xuống dữ liệu của các thiết bị di động hơn 2Mbps/s. Đầu tiên, tiêu chuẩn này được gọi là HDR (High Data Rate), tuy nhiên khi đưa ra Hiệp hội Viễn thông quốc tế ITU để phê chuẩn, nó được đặt tên lại là 1xEV-DO, và được đặt mã tiêu chuẩn là IS-856.

Nguyên thủy, 1xEV-DO là viết tắt của "1x Evolution-Data Only" (1x Phát triển – Dành riêng cho Dữ liệu). 1x ở đây nghĩa là nó phát triển trực tiếp từ tiêu chuẩn giao tiếp vô tuyến 1x (1xRTT hay CDMA2000 1x), và các kênh vô tuyến chỉ thực hiện truyền dữ liệu. Sau đó, vì ý nghĩa tiêu cực có thể có khi đưa ra thị trường của chữ "only", phần "DO" trong tên 1xEV-DO đã được đổi tên thành "Data Optimized" (Tối ưu hóa dữ liệu). Vì vậy, bây giờ 1xEV-DO là viết tắt của từ "1x Evolution-Data Optimized" (1x Phát triển - Tối ưu hóa dữ liệu), nhằm tạo một ấn tượng tốt hơn khi đưa ra thị trường rằng công nghệ này đã được tối ưu khi truyền dữ liệu.

So sánh với mạng 1x (1xRTT hay CDMA2000 1x) vốn đang dùng hiện nay, hoặc các mạng GPRS và EDGE của đối thủ GSM, 1xEV-DO thật sự nhanh hơn nhiều, cung cấp tốc độ truyền dữ liệu trong không gian lên đến 2,4576Mb/s với phiên bản Rev. 0, và lên đến 3,1Mb/s với phiên bản Rev.A. Để sử dụng được tốc độ này thì dĩ nhiên máy đầu cuối phải được trang bị các chip 1xEV-DO tương ứng. Đối thủ cạnh tranh với công nghệ này từ GSM chính là công nghệ HSDPA được phát triển từ UMTS (WCDMA) đã được tiêu chuẩn hóa trong 3GPP.

Khi triển khai với mạng di động thoại hiện có, 1xEV-DO yêu cầu một khoảng băng thông 1,25MHz riêng. Ví dụ S-Fone, băng tần 1x hiện nay là 222 (1FA) có tần số trung tâm là 831,66 MHz (Rx), 876,66MHz (Tx), trong khi hệ thống EV-DO đang thử nghiệm có băng tần 263 (2FA) với tần số là 832,89MHz (Rx), 877,89MHz (Tx). Phiên bản 1xEV-DO Rev. A, vốn được phát triển từ phiên bản đầu tiên 1xEV-DO Rev.0, đã được triển khai thực tế tại Nhật Bản và Hàn Quốc. Rev.A đưa ra cách thức thiết lập truyền dữ liệu gói tốc độ cao ở cả hai chiều tải lên và tải xuống. So sánh cụ thể như sau:

Kênh tải xuống (downlink, forward link):

- Rev. 0: 2,4576Mb/s

- Rev. A: 3,1Mb/s

Kênh tải lên (uplink, reverse link):

- Rev. 0: 0,15Mb/s

- Rev. A: 1,8Mb/s

Đồng thời kỹ thuật giao tiếp vô tuyến của Rev. A cũng được nâng cao nhằm giảm độ trễ và nâng cao tốc độ. Nhờ đó nó đã hỗ trợ được các dịch vụ VoIP và điện thoại có hình (Video Telephony) trên cùng một kênh sóng mang trên nền công nghệ dữ liệu gói Internet truyền thống.

b. Một số cơ cấu hoạt động

- Vận hành đồng thời hai chế độ EV-DO và 1x:

Khi một hệ thống 1x nâng cấp lên EV-DO thì các cuộc gọi thoại sẽ sử dụng kênh băng tần 1x cũ (các cuộc gọi dữ liệu 1x cũng vậy), còn các cuộc gọi dữ liệu EV-DO sẽ sử dụng kênh tần số mới. Một thiết bị 1xEV-DO có thể thiết lập trên máy mình chế độ EVDO (only EVDO) hoặc đồng thời hai chế độ vừa thoại 1x và dữ liệu EVDO.

Khi đang thực hiện một cuộc gọi dữ liệu EV-DO (tần số f_3 - Tx, f_4 - Rx), khi có một cuộc gọi đến, trên kênh EV-DO sẽ gửi một bản tin đến điện thoại báo hiệu. Nếu người dùng nhận cuộc gọi, cuộc gọi dữ liệu sẽ chấm dứt và giao tiếp vô tuyến giữa điện thoại và BTS sẽ chuyển sang kênh thoại 1x (f_1 , f_2).

- Cách thức chia kênh:

Công nghệ 1x chủ yếu sử dụng thuật toán CDM (Code-division multiplexing, chia kênh theo mã) trong khi EV-DO có sử dụng TDM (Time-division multiplexing, chia kênh theo khe thời gian) để phân biệt các user.

4.3.5.3. CDMA2000 1x EV-DV

1xEV-DV là một chuẩn trong họ các tiêu chuẩn vô tuyến của CDMA2000 1x. EVDV là viết tắt của “Evolution, Data and Voice”. 1xEV-DV kết hợp cả công nghệ tốc độ cao HDR từ 1xEV-DO với chuẩn 1xRTT được triển khai rộng rãi. Nó tích hợp với 1xRTT, cung cấp khả năng tương thích với các hệ thống cũ, đồng thời cả thoại và dữ liệu.

Có hai phiên bản của 1xEV-DV: "Revision C" và "Revision D"

- Revision C cung cấp tốc độ dữ liệu cao chỉ cho chiều xuôi, có nghĩa là tốc độ download sẽ nhanh hơn. Chiều ngược giống như chuẩn 1xRTT.

- Revision D cung cấp tốc độ dữ liệu cao cho cả hai chiều, lý tưởng cho các ứng dụng như hội thoại video và tải lên các file dung lượng lớn. Revision D cũng tích hợp việc nhận dạng thiết bị di động. Sự phát triển 1xEV-DV đang bị chững lại, bị cản trở bởi 1xEV-DO Revision A và công nghệ VoIP.

Các lợi ích của 1xEV-DV dành cho thiết bị di động 3G:

Chuẩn 1xEV-DV cung cấp các công năng dữ liệu gói tốc độ cao, rất hiệu quả với thông lượng nội hạt điển hình trong phạm vi 420kbps – 1,7Mbps và tốc độ đỉnh đến 3,1Mbps. Nhờ cung cấp được thông lượng dữ liệu tăng và chất lượng dịch vụ quản lý mạng tăng, 1xEV-DV sẽ hỗ trợ truy cập Internet truyền thống từ xa và cho phép các nhà sản xuất cung cấp các dịch vụ multimedia rất tiên tiến, gồm truyền video, hội nghị video và game tương tác trực tuyến. Giải pháp này là đầu tiên trong một danh mục đã lên kế hoạch của các sản phẩm 1xEV-DV, sẽ hỗ trợ tiêu chuẩn 1xEV-DV Release C để đáp ứng ngay các nhu cầu thị trường. Release C là giai đoạn 1 của tiêu chuẩn 1xEV-DV sẽ được thương mại hóa và cung cấp các cải tiến thông tin liên lạc từ trạm gốc đến thiết bị cầm tay.

Đối với các nhà khai thác vô tuyến, 1xEV-DV cung cấp tính linh hoạt để quản lý năng động lưu lượng thoại và dữ liệu để sử dụng hiệu quả nhất băng tần vô tuyến của họ, giúp thực hiện các dịch vụ multimedia mới để tạo thêm các cơ hội sinh doanh thu.

4.3.5.4. Sự cạnh tranh giữa EV-DO và EV-DV

Về mặt lý thuyết, công nghệ 1xEV-DO cao hơn 1xEV-DV bởi vì nó không phải tương thích cấu trúc nền tảng với 1x, và vì vậy 1xEV-DO được khai thác, thiết kế, phát triển tự do hơn.

Ví dụ:

- Kênh pilot được cấu trúc mới.
- Khoảng thời gian chờ của kênh hướng lên được thay đổi.
- Kênh control được cải thiện, ...

Thêm vào đó, do 1xEV-DO dùng mạng IP và không cần hệ thống tổng đài MSC với mạng SS7 phức tạp, chi phí thiết lập mạng vì vậy giảm đáng kể so với 1xEV-DV. Một yếu tố khác ảnh hưởng đến quyết định đầu tư của các nhà khai thác đã chọn 1xEV-DO là việc ra đời sau của bộ tiêu chuẩn 1xEV-DV, trong khi 1xEV-DV còn đang được soạn thảo thì các thiết bị tổng đài, chip điện thoại của EV-DO đã sẵn sàng tung ra thị trường. Kết quả là, hệ thống 1xEV-DV không hấp dẫn được các nhà khai thác và vì vậy đã không được triển khai rộng rãi. Trên thực tế với việc hàng loạt công ty khai thác 1xEV-DO như KT Telecom triển khai 1xEV-DO vào năm 2002, Verizon Wireless và Sprint vào năm 2004, và nhiều nhà khai thác nhỏ hơn vào năm 2005. Vì vậy, Qualcomm vào tháng 3 năm 2005 đã đình chỉ chương trình phát triển chip 1xEV-DV, tập trung hướng nghiên cứu vào đây chuyển sản xuất 1xEV-DO.

4.3.5.5. CDMA2000 3x

CDMA2000 3x, hay 3xRTT, đề cập đến sự lựa chọn đa sóng mang ban đầu trong cấu hình vô tuyến CDMA2000 và được gọi là MC-CDMA (Multi Carrier CDMA) thuộc IMT-MC trong IMT-2000. Công nghệ này liên quan đến việc sử dụng 3 sóng mang 1x để tăng tốc độ số liệu và được thiết kế cho dải tần 5MHz (gồm 3 kênh 1,25Mhz). Sự lựa chọn đa sóng mang này chỉ áp dụng được trong truyền dẫn đường xuống. Đường lên trải phổ trực tiếp, giống như WCDMA với tốc độ chip hơi thấp hơn một chút 3,6864Mcps (3 lần 1,2288Mcps).

Câu hỏi ôn tập

1. Hãy trình bày ngắn gọn các con đường đi lên 3G.
2. Hãy trình bày các đặc điểm và các loại dịch vụ của hệ thống di động WCDMA.
3. Hãy trình bày cấu trúc và các thành phần mạng của hệ thống di động WCDMA.
4. Hãy trình bày cấu trúc mạng vô tuyến UTRAN của hệ thống di động WCDMA.
5. Hãy trình bày cấu trúc mạng lõi theo tiêu chuẩn 3GPP R99 của hệ thống di động WCDMA.
6. Hãy trình bày ngắn gọn các kênh sử dụng trong WCDMA.

7. Hãy trình bày các mã trải phổ sử dụng trong WCDMA.
8. Hãy trình bày kỹ thuật trải phổ và điều chế các kênh riêng đường lên trong WCDMA.
9. Hãy trình bày kỹ thuật trải phổ và điều chế các kênh chung đường lên trong WCDMA.
10. Hãy trình bày kỹ thuật trải phổ và điều chế các kênh đường xuống trong WCDMA.
11. Hãy trình bày các mã Scramble đường xuống trong WCDMA.
12. Hãy trình bày vấn đề điều khiển công suất trong hệ thống thông tin di động WCDMA
13. Hãy trình bày vấn đề chuyển giao trong hệ thống thông tin di động WCDMA.
14. Hãy trình bày sơ đồ tổng quát máy phát và máy thu WCDMA.
15. Hãy trình bày các giai đoạn nâng cấp WCDMA.
16. Hãy trình bày cấu trúc và các tính năng hệ thống di động CDMA2000.
17. Hãy trình bày các cải tiến của hệ thống CDMA2000 so với IS-95 và CDMA2000 1x.
18. Hãy trình bày các phiên bản của CDMA2000.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. PGS.TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, *Thông tin di động (tập 1&2)*, Nhà xuất bản Khoa học và Giáo dục, Hà Nội, 1997.
2. PGS.TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, *Thông tin di động thế hệ 3 (tập 1&2)*, Nhà xuất bản Bưu điện, 2001.
3. PGS. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, *cdma One và cdma 2000*, Nhà xuất bản bưu điện, Hà Nội – 1997.
4. Theodore S. Rappaport, *Wireless Communication*, 1996.
5. M.R. Karim and M. Sarraf, *WCDMA and CDMA2000 for 3G Mobile Networks*, McGraw-Hill, 2002.
6. Samuel C.Yang, *3G CDMA 2000 wireless system engineering*, Artech House, Inc, 2004.
7. Harri Holma, Antti Toskala, *WCDMA for UMTS. Radio Access for Third Generation Mobile Communications*, John Wiley & Sons Ltd, 2004.
8. Raymond Steele & Lajos Hanzo, *Mobile Radio Communication*, Wiley-IEEE Press, second edition, July 9,1999
9. Sigmund M.redl, Matthias K.Weber, Malcolm W.Oliphant, *GSM And Personal Communications, Handbook of GSM and UMTS. The Creation of Global Mobile Communication*, Edited by: FriedhelmHillebrand, Consulting Engineer, Germany.
10. Gunnar Heine, *GSM Networks: Protocols, Terminology and Implementation*, Artech House, Inc, 1999.
11. AshaMehrotra, *GSM System engineering Switching, Services and Protocols*, John Wiley and Sons, LTD, Second Edition.
12. Samuel C.Yang, *CDMA RF System Engineering*, Artech House, 1998.
13. Scott Baxter, *Technical Introduction to CDMA*, 2004.
14. Lee, William C.Y, *Mobile Cellular Telecommunication Systems*, McGraw-Hill, New York, 1989.
15. Clint Smith, P.E. Curt Gervelis, *Cellular System Design and Optimization*, McGraw-Hill, New York, 1996

16. *W-CDMA Mobile Communications System*, John Wiley & Sons LTD, 2002.
17. *CDMA Systems Engineering Handbook*, Artech House, 1998
18. *CDMA RF System Engineering*, Artech House, 1998
19. *W-CDMA introduction*, NEC, 2001
20. Cornelia Kappler, *UMTS Networks and Beyond*, John Wiley & Sons, 2009.
21. Erik Dahlman et al, *HSPA and LTE for Mobile Broadband*, 2008, 2nd Edition.
22. Harri Holma and Antti Toskala, *WCDMA for UMTS – HSPA Evolution and LTE*, John Wiley & Sons, 2007, 4th Edition.
23. Martin Sauter, *Communication Systems for the Mobile Information Society*, John Wiley & Sons, 2006.
24. Martin Sauter, *Beyond 3G – Bringing Networks, Terminals and the Web Together*, John Wiley & Sons, 2009.
25. Harri Holma, *HSDPA, HSUPA for UMTS High Speed Radio Access for Mobile Communications*.