

Chương 4

GIAO DIỆN VÔ TUYẾN CỦA WCDMA UMTS

4.1. GIỚI THIỆU CHUNG

4.1.1. Các chủ đề được trình bày trong chương

- Kiến trúc giao diện vô tuyến của WCDMA/FDD
- Các kênh của WCDMA/FDD
- Sơ đồ kênh vật lý WCDMA/FDD
- Sơ đồ trải phổ định kênh, ngẫu nhiên hóa và điều chế
- Cấu trúc khung DPCH
- Điều khiển tài nguyên vô tuyến và các thủ tục lớp vật lý
- Các kỹ thuật phân tập phát

4.1.2. Hướng dẫn

- Học kỹ các tư liệu được trình bày trong chương
- Tham khảo thêm [5],[6].

4.1.3. Mục đích chương

- Hiểu giao diện vô tuyến của WCDMA/FDD
- Hiểu được sơ đồ kênh vật lý
- Hiểu được cấu trúc khung kênh DPCH
- Hiểu được điều khiển tài nguyên vô tuyến và các thủ tục lớp vật lý
- Hiểu được giao diện vô tuyến HSPA
- Hiểu được các kỹ thuật phân tập phát

4.2. MỞ ĐẦU

WCDMA UMTS là một trong các tiêu chuẩn của IMT-2000 nhằm phát triển GSM để cung cấp các khả năng cho thế hệ ba. WCDMA UMTS sử dụng mạng đa truy nhập vô tuyến trên cơ sở W-CDMA và mạng lõi được phát triển từ GSM/GPRS. W-CDMA có thể có hai giải pháp cho giao diện vô tuyến: ghép song công phân chia theo tần số (FDD: Frequency Division Duplex) và ghép song công phân chia theo thời gian

(TDD: Time Division Duplex). Cả hai giao diện này đều sử dụng trải phổ chuỗi trực tiếp (DS-CDMA). Giải pháp thứ nhất sẽ được triển khai rộng rãi còn giải pháp thứ hai chủ yếu sẽ được triển khai cho các ô nhỏ (Micro và Pico).

Giải pháp FDD sử dụng hai băng tần 5 MHz với hai sóng mang phân cách nhau 190 MHz: đường lên có băng tần nằm trong dải phổ từ 1920 MHz đến 1980 MHz, đường xuống có băng tần nằm trong dải phổ từ 2110 MHz đến 2170 MHz. Mặc dù 5 MHz là độ rộng băng danh định, ta cũng có thể chọn độ rộng băng từ 4,4 MHz đến 5 MHz với nấc tăng là 200 KHz. Việc chọn độ rộng băng đúng đắn cho phép ta tránh được nhiều giao thoa nhất là khi khối 5 MHz tiếp theo thuộc nhà khai thác khác.

Giải pháp TDD sử dụng các tần số nằm trong dải 1900 đến 1920 MHz và từ 2010 MHz đến 2025 MHz; ở đây đường lên và đường xuống sử dụng chung một băng tần.

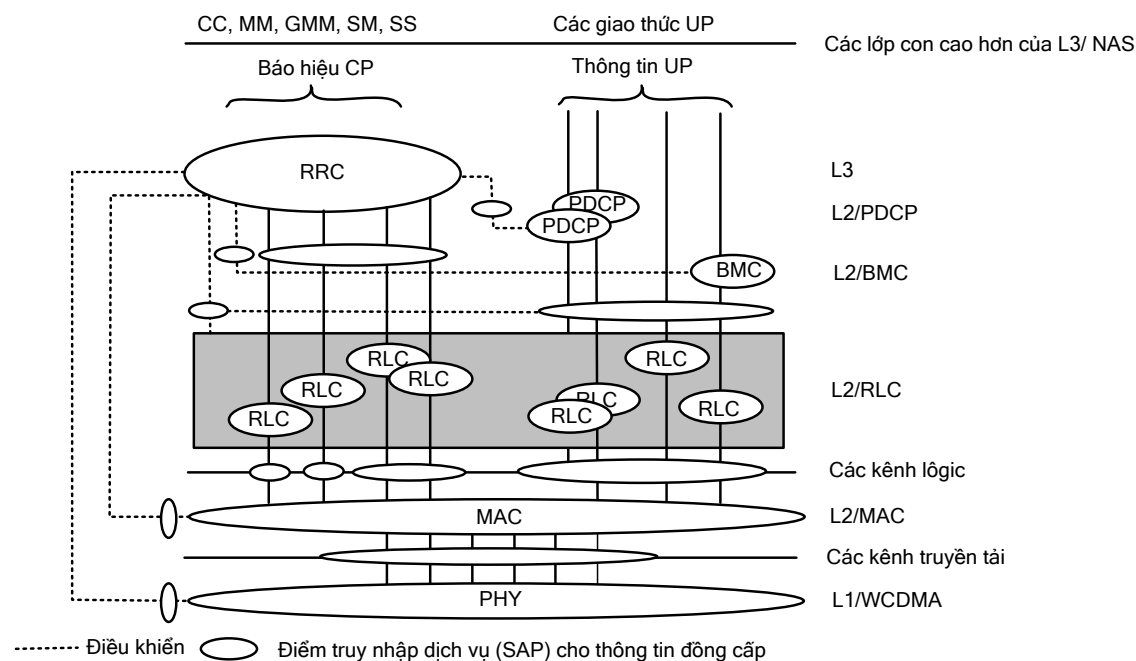
Giao diện vô tuyến của W-CDMA hoàn toàn khác với GSM và GPRS, W-CDMA sử dụng phương thức trải phổ chuỗi trực tiếp với tốc độ chip là 3,84 Mcps. Trong WCDMA mạng truy nhập vô tuyến được gọi là UTRAN (UMTS Terrestrial Radio Access Network). Các phần tử của UTRAN rất khác với các phần tử ở mạng truy nhập vô tuyến của GSM. Vì thế khả năng sử dụng lại các BTS và BSC của GSM là rất hạn chế. Một số nhà sản xuất cũng đã có kế hoạch nâng cấp các GSM BTS cho WCDMA. Đối với các nhà sản xuất này có thể chỉ tháo ra một số bộ thu phát GSM từ BTS và thay vào đó các bộ thu phát mới cho WCDMA. Một số rất ít nhà sản xuất còn lập kế hoạch xa hơn. Họ chế tạo các BSC đồng thời cho cả GSM và WCDMA. Tuy nhiên đa phần các nhà sản xuất phải thay thế GSM BSC bằng RNC mới cho WCDMA.

W-CDMA sử dụng rất nhiều kiến trúc của mạng GSM, GPRS hiện có cho mạng của mình. Các phần tử như MSC, HLR, SGSN, GGSN có thể được nâng cấp từ mạng hiện có để hỗ trợ đồng thời WCDMA và GSM.

Giao diện vô tuyến của WCDMA/FDD được xây dựng trên ba kiểu kênh: kênh logic, kênh truyền tải và kênh vật lý. Kênh logic được hình thành trên cơ sở đóng gói các thông tin từ lớp cao trước khi sắp xếp vào kênh truyền tải. Nhiều kênh truyền tải được ghép chúng vào kênh vật lý. Kênh vật lý được xây dựng trên công nghệ đa truy nhập CDMA kết hợp với FDMA/FDD. Mỗi kênh vật lý được đặc trưng bởi một cặp tần số và một mã trải phổ. Ngoài ra kênh vật lý đường lên còn được đặc trưng bởi góc pha. Trong phần dưới đây ta trước hết ta xét kiến trúc giao thức của giao diện vô tuyến sau đó ta sẽ xét giao diện vô tuyến của WCDMA/FDD, sau đó sẽ xét các kênh này.

4.3. KIẾN TRÚC GIAO DIỆN VÔ TUYẾN WCDMA/FDD

Kiến trúc giao diện vô tuyến của WCDMA được cho trên hình 4.1.



UP: Mặt phẳng người sử dụng

CP: Mặt phẳng điều khiển

Hình 4.1. Kiến trúc giao thức của giao diện vô tuyến WCDMA

Giao diện vô tuyến được phân thành 3 lớp giao thức:

- Lớp vật lý (L1)
- Lớp liên kết nối số liệu (L2)
- Lớp mạng (L3)

Lớp 2 được chia thành các lớp con: MAC (Medium Access Control: Điều khiển truy nhập môi trường) và RLC (Radio link Control: điều khiển liên kết), PDCP (Packet Data Convergence Protocol: Giao thức hội tụ số liệu gói) và BMC (Broadcast/Multicast Control: Điều khiển quảng bá/đa phương).

Lớp 3 và RLC được chia thành hai mặt phẳng: mặt phẳng điều khiển (C) và mặt phẳng người sử dụng (U). PDCP và BMC chỉ có ở mặt phẳng U.

Trong mặt phẳng C lớp 3 được chia thành các lớp con: “tránh lặp” (TBD) nằm ở tầng truy nhập nhưng kết cuối ở mạng lõi (CN: Core Network) và lớp RRC (Radio Resource Control: điều khiển tài nguyên vô tuyến). Báo hiệu ở các lớp cao hơn: MM (Mobility Management) và CC (Connection Management) được coi là ở tầng không truy nhập.

Lớp vật lý là lớp thấp nhất ở giao diện vô tuyến. Lớp vật lý được sử dụng để truyền dẫn ở giao diện vô tuyến. Mỗi kênh vật lý ở lớp này được xác định bằng một tổ hợp tần số, mã ngẫu nhiên hoá (mã định kênh) và pha (chỉ cho đường lên). Các kênh

được sử dụng vật lý để truyền thông tin của các lớp cao trên giao diện vô tuyến, tuy nhiên cũng có một số kênh vật lý chỉ được dành cho hoạt động của lớp vật lý.

Để truyền thông tin ở giao diện vô tuyến, các lớp cao phải chuyển các thông tin này qua lớp MAC đến lớp vật lý bằng cách sử dụng các **kênh logic**. MAC sắp xếp các kênh này lên các **kênh truyền tải** trước khi đưa đến lớp vật lý để lớp này sắp xếp chúng lên các **kênh vật lý**.

4.4. CÁC KÊNH CỦA WCDMA

4.4.1. Các kênh logic

Nói chung các kênh logic được chia thành hai nhóm: các kênh điều khiển (CCH: Control Channel) để truyền thông tin điều khiển và các kênh lưu lượng (Traffic Channel) để truyền thông tin của người sử dụng. Các kênh logic và ứng dụng của chúng được tổng kết trong bảng 4.1.

Bảng 4.1. Danh sách các kênh logic

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
	PCCH (Paging Control Channel: Kênh điều khiển tìm gọi)	Kênh đường xuống để phát quảng bá thông tin tìm gọi
	CCCH (Common Control Channel: Kênh điều khiển chung)	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 một ô mới
	DCCH (Dedicated Control Channel: Kênh điều khiển riêng).	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: Kênh lưu lượng)	DTCH (Dedicated Traffic Channel: Kênh lưu lượng riêng)	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 lưu lượng chung)	Kênh một chiều điểm đa điểm để truyền thông tin của một người sử dụng cho tất cả hay một nhóm người sử dụng quy định hoặc chỉ cho một người sử dụng. Kênh này chỉ có ở đường xuống.
--	---	---

4.4.2. Các kênh truyền tải

Các kênh logic được lớp MAC chuyển đổi thành các kênh truyền tải. Tồn tại hai kiểu kênh truyền tải: các kênh riêng và các kênh chung. Điểm khác nhau giữa chúng là: kênh chung là tài nguyên được chia sẻ cho tất cả hoặc một nhóm các người sử dụng trong ô, còn kênh riêng được ấn định riêng cho một người sử dụng duy nhất. Các kênh truyền tải chung bao gồm: BCH (Broadcast channel: Kênh quảng bá), FACH (Fast Access Channel: Kênh truy nhập nhanh), PCH (Paging Channel: Kênh tìm gọi), DSCH (Down Link Shared Channel: Kênh chia sẻ đường xuống), CPCH (Common Packet Channel: Kênh gói chung). Kênh riêng chỉ có một kênh duy nhất là DCH (Dedicated Channel: Kênh riêng). Kênh truyền tải chung có thể được áp dụng cho tất cả các người sử dụng trong ô hoặc cho một người hoặc nhiều người đặc thù. Khi kênh truyền tải chung được sử dụng để phát thông tin cho tất cả các người sử dụng thì kênh này không cần có địa chỉ. Chẳng hạn kênh BCH để phát thông tin quảng bá cho tất cả các người sử dụng trong ô. Khi kênh truyền tải chung áp dụng cho một người sử dụng đặc thù, thì cần phát nhận dạng người sử dụng trong băng (trong bản tin sẽ được phát). Kênh PCH là kênh truyền tải chung được sử dụng để tìm gọi một UE đặc thù sẽ chứa thông tin nhận dạng người sử dụng bên trong bản tin phát.

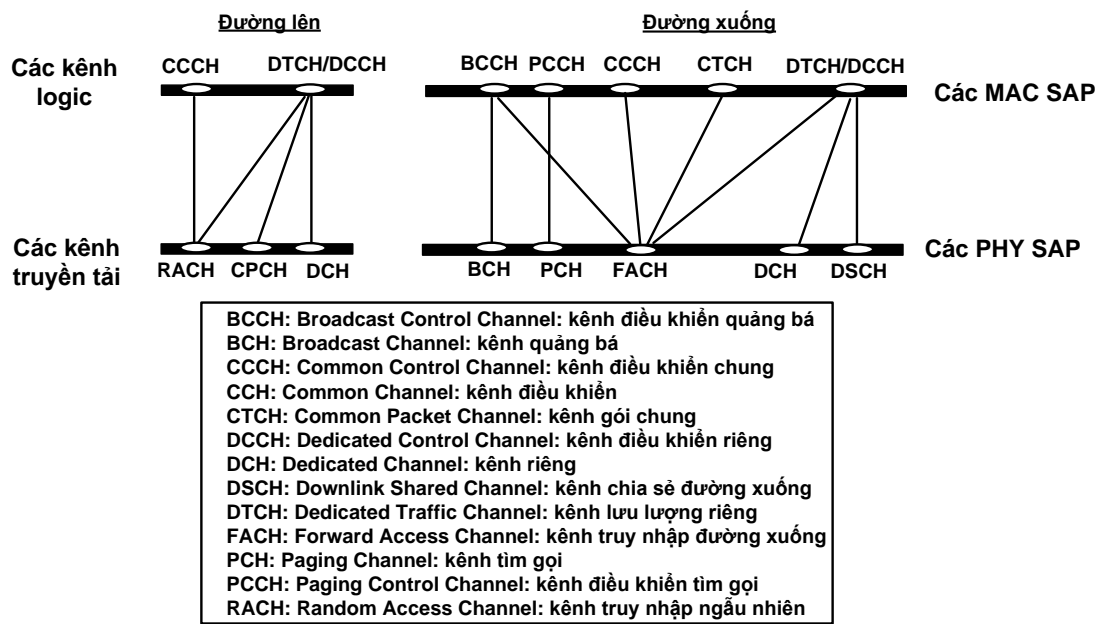
Mỗi kênh truyền tải đều đi kèm với một chỉ thị khuôn dạng truyền tải (TFI: Transport Format Indicator) tại mọi thời điểm mà các kênh truyền tải sẽ nhận được số liệu từ các mức cao hơn. Lớp vật lý kết hợp thông tin TFI từ các kênh truyền tải khác nhau vào chỉ thị kết hợp khuôn dạng truyền tải (TFCI= Transport Format Combination Indicator). TFCI được phát trên kênh điều khiển để thông báo cho máy thu rằng kênh nào đang tích cực ở khung hiện thời. Thông báo này không cần thiết khi sử dụng cơ chế phát hiện khuôn dạng kênh truyền tải mù (DTFD= Blind Transport Format Detection) được thực hiện bằng kết nối với các kênh riêng đường xuống. Máy thu giải mã TFCI để nhận được các TFI. Sau đó các TFI này được chuyển đến các lớp cao hơn cho các kênh truyền tải tích cực ở kết nối.

Danh sách các kênh truyền tải và ứng dụng của chúng được cho ở bảng 4.2.

Bảng 4.2. Danh sách các kênh truyền tải

Kênh vật lý	ứng dụng
DCH (Dedicated Channel: Kênh riêng)	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 quảng bá)	Kênh chung đường xuống để phát thông tin quảng bá (chẳng hạn thông tin hệ thống, thông tin ô)
FACH (Forward Access Channel: Kênh truy nhập đường xuống)	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 tìm gọi)	Kênh chung đường xuống để phát các tín hiệu tìm gọi
RACH (Random Access Channel: Kênh truy nhập ngẫu nhiên)	Kênh chung đường lên để phát thông tin điều khiển và số liệu người sử dụng. áp dụng trong truy nhập ngẫu nhiên và được sử dụng để truyền số liệu thấp của người sử dụng
CPCH (Common Packet Channel: Kênh gói chung)	Kênh chung đường lên để phát số liệu người sử dụng. áp dụng trong truy nhập ngẫu nhiên và được sử dụng trước hết để truyền số liệu cụm.
DSCH (Dowlink Shared Channel: Kênh chia sẻ đường xuống)	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.

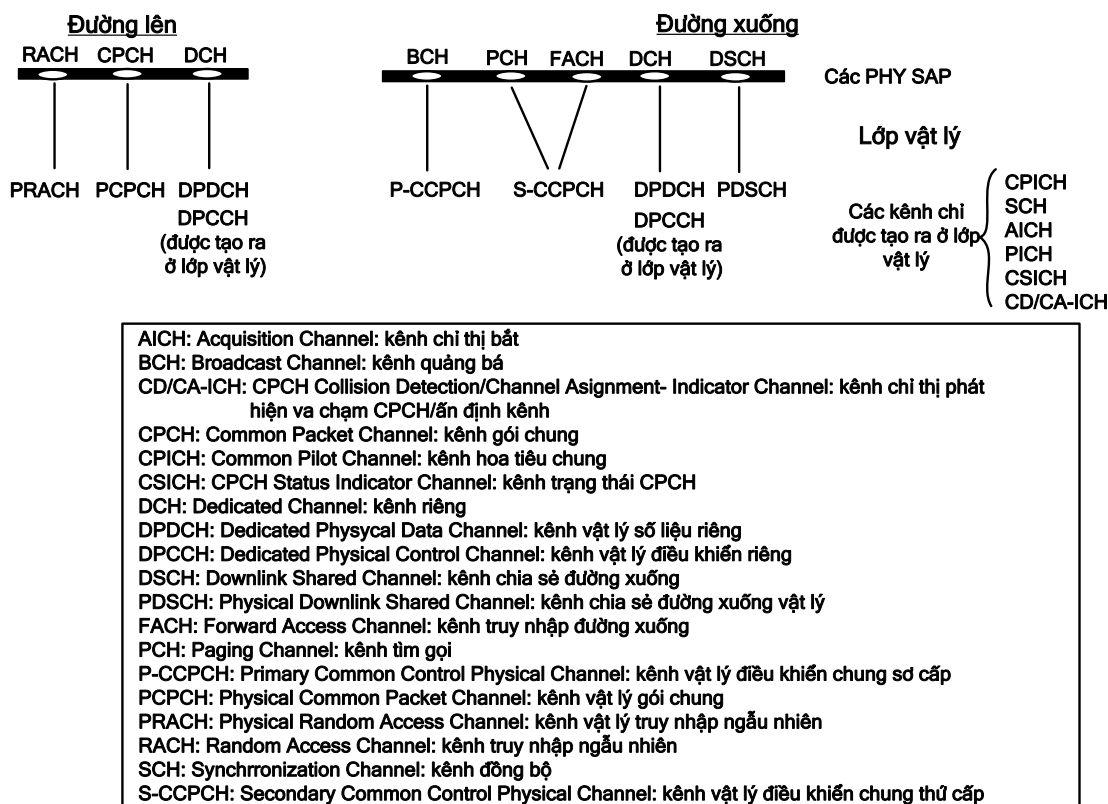
Các kênh logic được sắp xếp lên các kênh truyền tải như cho trên hình 4.2.



Hình 4.2. Các kênh LoCH, TrCH và sắp xếp các kênh LoCH lên các kênh TrCH

4.4.3. Các kênh vật lý

Một kênh vật lý được coi là tổ hợp của tần số, mã ngẫu nhiên, mã định kênh và cả pha tương đối (đối với đường lên). Kênh vật lý (Physical Channel) bao gồm các kênh vật lý riêng (DPCH: Dedicated Physical channel) và kênh vật lý chung (CPCH: Common Physical Channel). Các kênh vật lý được tổng kết ở hình 4.3 và bảng 4.3. .



Hình 4.3. Các kênh PhCH và sắp xếp các kênh TrCH lên các kênh PhCH.

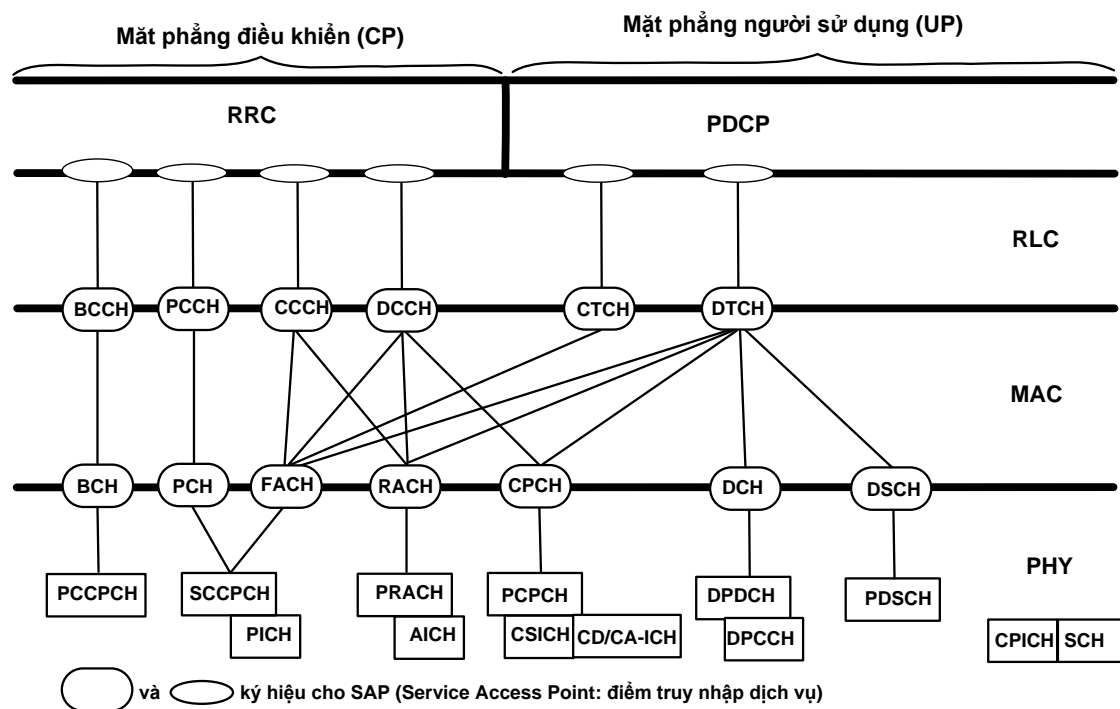
Bảng 4.3. Danh sách các kênh vật lý

Tên kênh	ứng dụng
DPCH (Dedicated Physical Channel: Kênh vật lý riêng)	Kênh hai chiều đường xuống/đường lên được ấn định riêng cho UE. Gồm DPDCH (Dedicated Physical Data Channel: Kênh vật lý số liệu riêng) và DPCCH (Dedicated Physical Control Channel: Kênh vật lý điều khiển riêng). Trên đường xuống DPDCH và DPCCH được ghép theo thời gian còn trên đường lên được ghép theo pha kênh I và pha kênh Q sau điều chế BPSK
DPDCH (Dedicated Physical Data Channel: Kênh vật lý số liệu riêng)	Khi sử dụng DPCH, mỗi UE được ấn định ít nhất một DPDCH. Kênh được sử dụng để phát số liệu người sử dụng từ lớp cao hơn
DPCCH (Dedicated Physical Control Channel: Kênh vật lý điều khiển riêng)	Khi sử dụng DPCH, mỗi UE chỉ được ấn định một DPCCH. Kênh được sử dụng để điều khiển lớp vật lý của DPCH. DPCCH là kênh đi kèm với DPDCH chứa: các ký hiệu hoa tiêu, các ký hiệu điều khiển công suất phát (TPC: Transmission Power Control), chỉ thị kết hợp khuôn dạng

	truyền tải (TFCI: Transport Format Combination Identity). Các ký hiệu Pitot cho phép máy thu đánh giá đáp ứng xung kim của kênh vô tuyến và thực hiện tách sóng nhất quán. Các ký hiệu này cũng cần cho hoạt động của anten thích ứng (hay anten thông minh) có búp sóng hẹp. TPC để điều khiển công suất vòng kín nhanh cho cả đường lên và đường xuống. TFCI thông tin cho máy thu về các thông số tức thời của các kênh truyền tải: các tốc độ số liệu hiện thời trên các kênh số liệu khi nhiều dịch vụ được sử dụng đồng thời. Ngoài ra TFCI có thể bị bỏ qua nếu tốc độ số liệu cố định. Kênh cũng chứa thông tin hồi tiếp hồi tiếp (FBI: Feedback Information) ở đường lên để đảm bảo vòng hồi tiếp cho phân tập phát và phân tập chọn lựa.
PRACH (Physical Random Access Channel: Kênh vật lý truy nhập ngẫu nhiên)	Kênh chung đường lên. Được sử dụng để mang kênh truyền tải RACH
PCPCH (Physical Common Packet Channel: Kênh vật lý gói chung)	Kênh chung đường lên. Được sử dụng để mang kênh truyền tải CPCH
CPICH (Common Pilot Channel: Kênh hoa tiêu chung)	Kênh chung đường xuống. Có hai kiểu kênh CPICH: P-CPICH (Primary CPICH: CPICH sơ cấp) và S-CPICH (Secondary CPICH: CPICH thứ cấp). P-CPICH đảm bảo tham chuẩn nhất quán cho toàn bộ ô để UE thu được SCH, P-CCPCH, AICH và PICH vì các kênh này không có hoa tiêu riêng như ở các trường hợp kênh DPCH. Kênh S-CPICH đảm bảo tham chuẩn nhất quán chung trong một phần ô hoặc đoạn ô cho trường hợp sử dụng anten thông minh có búp sóng hẹp. Chẳng hạn có thể sử dụng S-CPICH làm tham chuẩn cho S-CCPCH (kênh mang các bản tin tìm gọi) và các kênh DPCH đường xuống.
P-CCPCH (Primary Common Control Physical Channel: Kênh	Kênh chung đường xuống. Mỗi ô có một kênh để truyền BCH

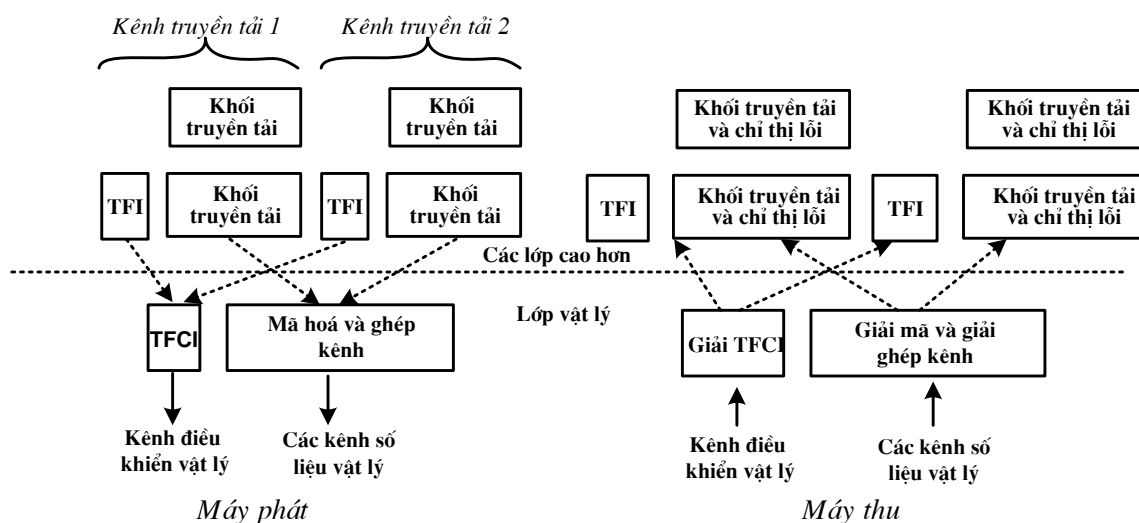
vật lý điều khiển chung sơ cấp)	
S-CCPCH (Secondary Common Control Physical Channel: Kênh vật lý điều khiển chung sơ cấp)	Kênh chung đường xuống. Một ô có thể có một hay nhiều S-CCPCH. Được sử dụng để truyền PCH và FACH
SCH (Synchronization Channel: Kênh đồng bộ)	Kênh chung đường xuống. Có hai kiểu kênh SCH: SCH sơ cấp và SCH thứ cấp. Mỗi ô chỉ có một SCH sơ cấp và thứ cấp. Được sử dụng để tìm ô
PDSCH (Physical Downlink Shared Channel: Kênh vật lý chia sẻ đường xuống)	Kênh chung đường xuống. Mỗi ô có nhiều PDSCH (hoặc không có). Được sử dụng để mang kênh truyền tải DSCH
AICH (Acquisition Indication Channel: Kênh chỉ thị bắt)	Kênh chung đường xuống đi cặp với PRACH. Được sử dụng để điều khiển truy nhập ngẫu nhiên của PRACH.
PICH (Page Indication Channel: Kênh chỉ thị tìm gọi)	Kênh chung đường xuống đi cặp với S-CCPCH (khi kênh này mang PCH) để phát thông tin kết cuối cuộc gọi cho từng nhóm cuộc gọi kết cuối. Khi nhận được thông báo này, UE thuộc nhóm kết cuối cuộc gọi thứ n sẽ thu khung vô tuyến trên S-CCPCH
AP-AICH (Access Preamble Acquisition Indicator Channel: Kênh chỉ thị bắt tiền tố truy nhập)	Kênh chung đường xuống đi cặp với PCPCH để điều khiển truy nhập ngẫu nhiên cho PCPCH
CD/CA-ICH (CPCH Collision Detection/Channel Assignment Indicator Channel: Kênh chỉ thị phát hiện va chạm CPCH/án định kênh)	Kênh chung đường xuống đi cặp với PCPCH. Được sử dụng để điều khiển va chạm PCPCH
CSICH (CPCH Status Indicator Channel: Kênh chỉ thị trạng thái CPCH)	Kênh chung đường xuống liên kết với AP-AICH để phát thông tin về trạng thái kết nối của PCPCH

Hình 4.4 tổng kết các kênh trong hai mặt phẳng CP và UP.



Hình 4.4. Tổng kết các kênh trong hai mặt phẳng CP và UP

Hình 4.5 cho thấy việc ghép hai kênh truyền tải lên một kênh vật lý và cung cấp chỉ thị lỗi cho từng khối truyền tải tại phía thu.

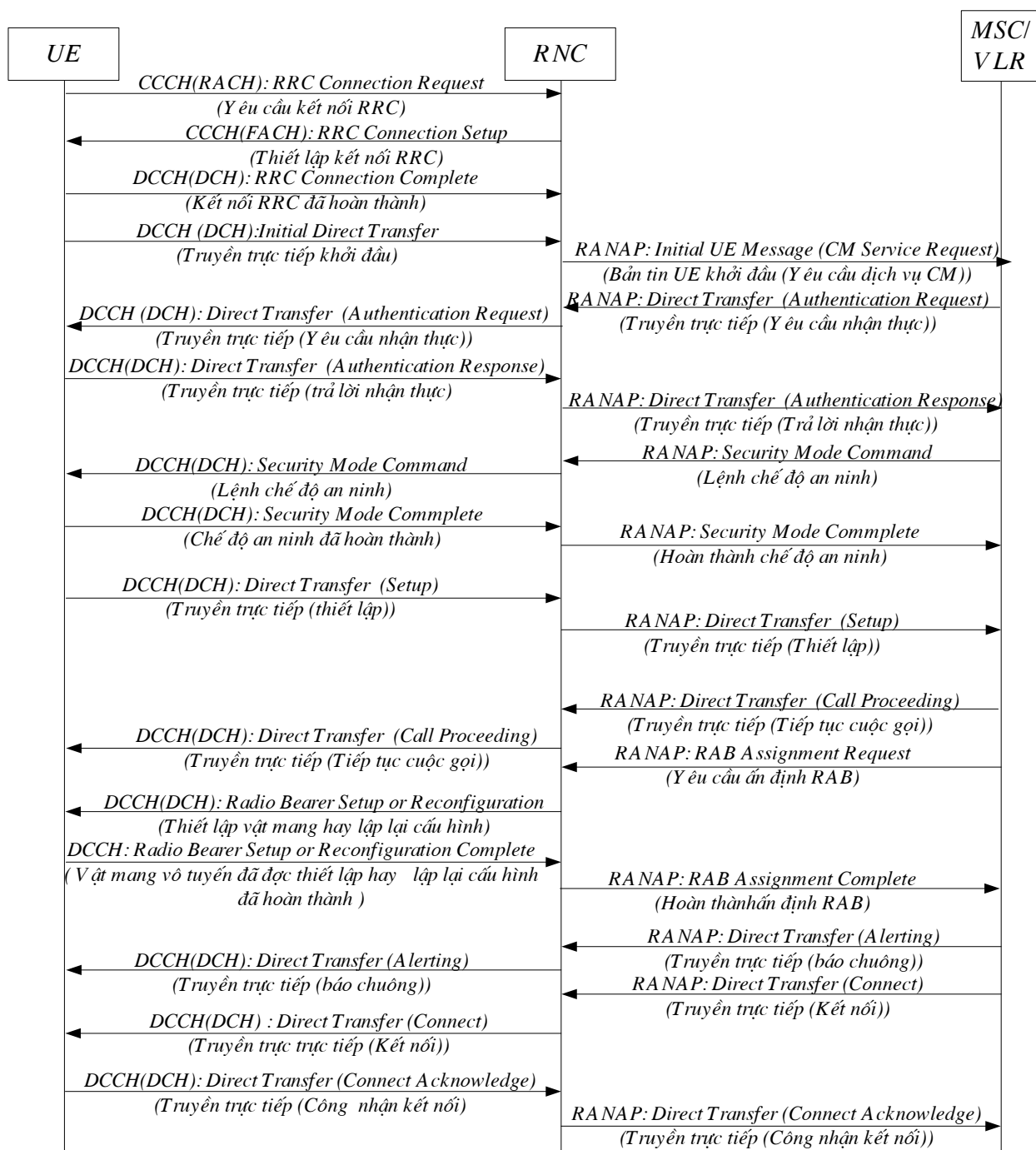


TFI: Transport Format Indicator: chỉ thị khuôn dạng truyền tải, TFCI= Transport Format Combination Indicator: chỉ thị kết hợp khuôn dạng truyền tải

Hình 4.5. Ghép các kênh truyền tải lên kênh vật lý

4.4.4. Báo hiệu thiết lập cuộc gọi sử dụng các kênh logic và truyền tải

Hình 4.6 cho thấy báo hiệu thiết lập cuộc gọi sử dụng kênh logic và kênh truyền tải. Đầu tiên UE sử dụng kênh logic CCCH truyền trên kênh truyền tải RACH để yêu cầu đường truyền báo hiệu (RRC). RNC trả lời bằng kênh logic CCCH trên kênh truyền tải FACH. Sau khi có kết nối RRC, UE sẽ trao đổi báo hiệu với RNC qua kênh logic DCCH trên kênh truyền tải DCH. Sau khi nhận được lệnh "truyền trực tiếp" từ UE, RNC phát lệnh yêu cầu dịch vụ CM (Connection Management: quản lý kết nối) trên giao thức RANAP (Radio Access Application Part: phần ứng dụng truy nhập mạng vô tuyến) để khởi đầu báo hiệu thiết lập kênh mang lưu lượng. Tùy thuộc vào yêu cầu của UE lệnh báo hiệu này có thể được chuyển đến MSC hoặc SGSN (trong trường hợp xét là MSC). Sau khi thực hiện các thủ tục an ninh, các thủ tục thiết lập kênh mang được thực hiện.



Hình 4.6. Báo hiệu thiết lập cuộc gọi.

4.5. SƠ ĐỒ KÊNH VẬT LÝ WCDMA/FDD

4.5.1. Các thông số kênh vật lý

Bảng 4.4 tổng kết các thông số kênh vật lý của giao diện vô tuyến WCDMA/FDD.

Bảng 4.4. Các thông số kênh vật lý của giao diện vô tuyến WCDMA.

Sơ đồ đa truy nhập	DS-CDMA băng rộng
Băng thông (MHz)	5/10/15/20
Tốc độ chip (Mcps)	(1,28)/3,84/7,68/11,52/15,36
Độ dài khung	10 ms
Mã hóa sửa lỗi	Mã turbo, mã xoắn
Đồng bộ giữa các BTS	Dị bộ/đồng bộ
Điều chế ĐX/ĐL	QPSK/BPSK
Trải phổ ĐX/ĐL	QPSK/OCQPSK (HPSK)
Vocoder	CS-ACELP/(AMR)

OCQPSK (HPSK): Orthogonal Complex Quadrature Phase Shift Keying (Hybrid PSK)
: khoá chuyển pha vuông góc phức trực giao

CS-ACELP: Conjugate Structure-Algebraic Code Excited Linear Prediction
: Dự báo tuyến tính kích thích theo mã đại số- cấu trúc phức hợp

AMR: Adaptive Multirate: đa tốc độ thích ứng

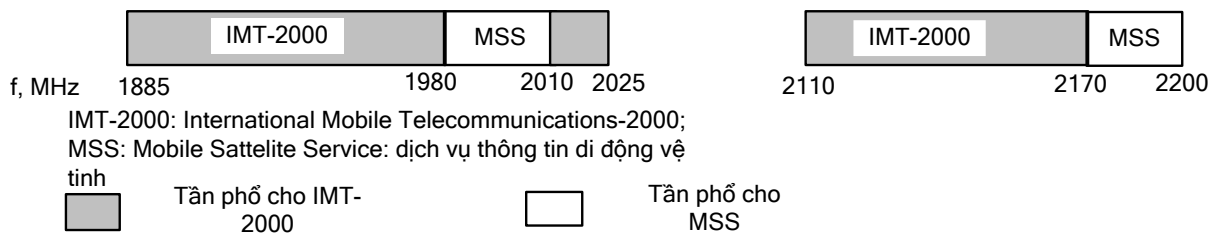
4.5.2. Phân bố tần số

Các băng tần sử dụng cho WCDMA trên toàn cầu được cho trên hình 7.7a. WCDMA sử dụng phân bố tần số quy định cho IMT-2000 (International Mobile Telecommunications-2000) như sau (hình 4.7b). Ở châu Âu và hầu hết các nước châu Á băng tần IMT-2000 là 2×60 MHz (1920-1980 MHz cộng với 2110-2170 MHz) có thể sử dụng cho WCDMA FDD. Băng tần sử dụng cho TDD ở châu Âu thay đổi, băng tần được cấp theo giấy phép có thể là 25 MHz cho sử dụng TDD ở 1900-1920 và 2020-2025 MHz. Băng tần cho các ứng dụng TDD không cần xin phép (SPA= Self Provided Application: ứng dụng tự cấp) có thể là 2010-2020 MHz. Các hệ thống FDD sử dụng các băng tần khác nhau cho đường lên và đường xuống với phân cách là khoảng cách song công, còn các hệ thống TDD sử dụng cùng tần số cho cả đường lên và đường xuống.

a) Các băng tần có thể sử dụng cho WCDMA toàn cầu

Băng công tác	Tên	Tổng phổ	Đường lên [MHz]	Đường xuống [MHz]	
Băng VII	2600	2x70 MHz	2500-2570	2620-2690	Băng 3G mới
Băng I	2100	2x60 MHz	1920-1980	2110-2170	Băng IMT2000 (Băng WCDMA chủ đạo)
Băng II	1900	2x60 MHz	1850-1910	1930-1990	Băng PCS tại Mỹ và châu Mỹ La tinh
Băng IV	1720/2110	2x45 MHz	1710-1755	2110-2155	Băng 3G mới tại Mỹ và châu Mỹ Latinh
Băng III	1800	2x75 MHz	1710-1785	1805-1880	Châu Âu, châu Á và Brazil
Băng IX	1700	2x35 MHz	1750-1785	1845-1880	Nhật
Băng VIII	900	2x35 MHz	880-915	925-960	Châu Âu và châu Á
Băng V	850	2x25 MHz	824-849	869-894	USA, châu Mỹ và châu Á
Băng VI	800	2x10 MHz	830-840	875-885	Nhật

b) Băng IMT-2000



Hình 4.7. Phân bố tần số cho WCDMA. a) Các băng có thể dùng cho WCDMA toàn cầu; b) Băng tần IMT-2000.

Bảng 4.5 cho thấy cấp phát tần số tại Việt Nam.

Bảng 4.5. Cấp phát tần số 3G tại Việt Nam

Khe tần số	FDD		TDD
	BST _x *	BSR _x **	BST _x /BSR _x
A	2110-2125 MHz	1920-1935 MHz	1915-1920 MHz
B	2125-2140 MHz	1935-1950 MHz	1910-1915 MHz
C	2140-2155 MHz	1950-1965 MHz	1905-1910 MHz
D	2155-2170 MHz	1965-1980 MHz	1900-1905 MHz

* BST_x: máy phát trạm gốc

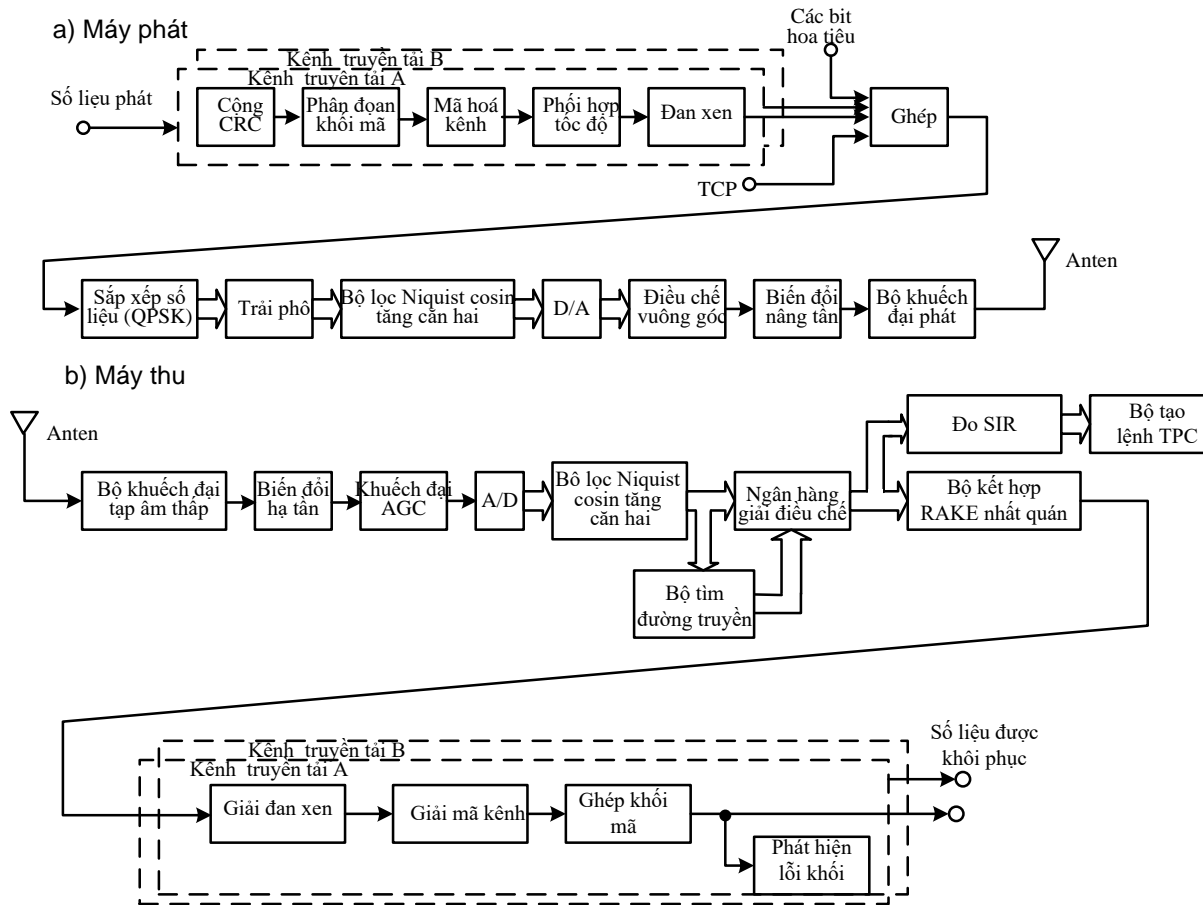
** BSR_x: máy thu trạm gốc

4.5.3. Sơ đồ tổng quát máy phát và máy thu

Hình 4.8 cho thấy sơ đồ khối của máy phát vô tuyến (4.8a) và máy thu vô tuyến (4.8b) trong W-CDMA. 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 bỏ

sung thêm các bit hoa tiêu 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 5 MHz bằng bộ lọc Niquist 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 2 GHz, 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 đại tạp âm thấp (LNA) khuếch đại, được biến đổi vào trung tần (IF) thu rồi được khuếch đại tuyến tính bởi bộ khuếch đại AGC (tự điều khuếch). Sau 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 vào 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 TB và được phát hiện lỗi. Cuối cùng chúng được đưa đến lớp cao hơn.

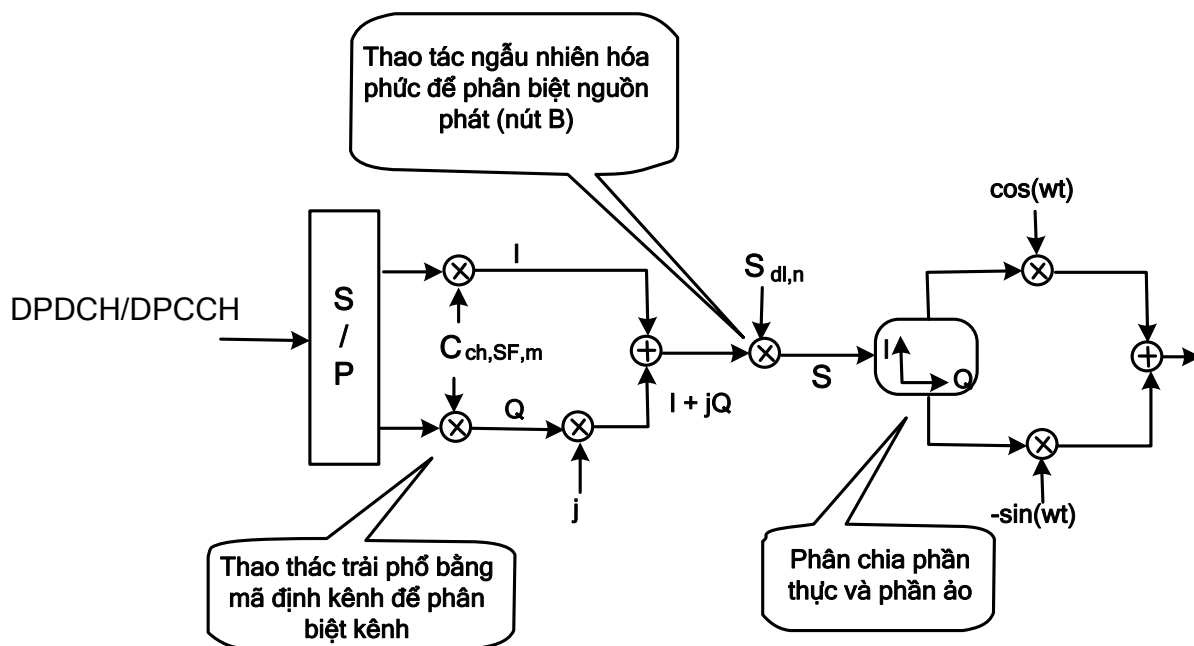


Hình 4.8. Sơ đồ khối máy phát tuyến (a) và máy thu vô tuyến (b)

4.6. SƠ ĐỒ TRẢI PHỔ NGẪU NHIÊN HÓA VÀ ĐIỀU CHẾ

4.6.1. Sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế kênh vật lý đường xuống DPCH

Sơ đồ mô tả qua trình trải phổ, ngẫu nhiên hóa tổng quát kênh vật lý DPDCH/DPCCH đường xuống ở WCDMA được cho ở hình 4.9.



S/P: Serial to Parallel: chuyển đổi từ nối tiếp vào song song

Hình 4.9. Sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế kênh vật lý DPDCH/DPCCH đường xuống

Trước hết luồng số cần truyền $b_i(t)$ với tốc độ bit R_b được đưa qua bộ xử lý tín hiệu số để mã hoá khối tuyến tính, mã hoá xoắn hoặc turbo, đan xen và phối hợp tốc độ. Đầu ra của bộ xử lý tín hiệu số ta được luồng số có tốc độ bit kênh R'_b . Thông thường tốc độ bit kênh R'_b lớn hơn R_b khoảng hai lần. Sau đó luồng số này được đưa lên bộ biến đổi nối tiếp vào song song (S/P) để chuyển thành hai luồng độc lập $d_i^{(I)}(t)$ và $d_i^{(Q)}(t)$ cho nhánh I và nhánh Q với tốc độ ký hiệu $R=1/2R'_b$ cho mỗi luồng. Tiếp theo hai luồng này được trải phổ bằng cùng một mã định kênh $C_i(t)$ có tốc độ chip $R_c=3,84$ Mcps. Sau mã hoá định kênh và trải phổ hai luồng nhánh I và Q được đưa lên ngẫu nhiên hoá (để đơn giản ta gọi là trải phổ mức hai) bằng cách nhân phức với mã nhận dạng BTS (hay nút B theo thật ngữ của WCDMA) phức $S_{D,n}(t)$. Sau trải phổ mức hai, luồng phức được chia thành hai luồng: thành phần thực vào nhánh I và thành phần ảo vào nhánh Q. Hai luồng này được qua bộ tạo dạng xung và nhân với hai sóng mang trực giao: $\cos(\omega_c t)$ ở nhánh I và $-\sin(\omega_c t)$ ở nhánh Q rồi cộng với nhau để được tín hiệu sau điều chế QPSK: $S(t)$.

Tổng quát ta có thể biểu diễn tín hiệu $S(t)$ dạng phức sau điều chế QPSK như sau:

$$S(t) = d_i(t) \cdot C_i(t) \cdot S_{D,n}(t) e^{j\omega_c t} \quad (4.1)$$

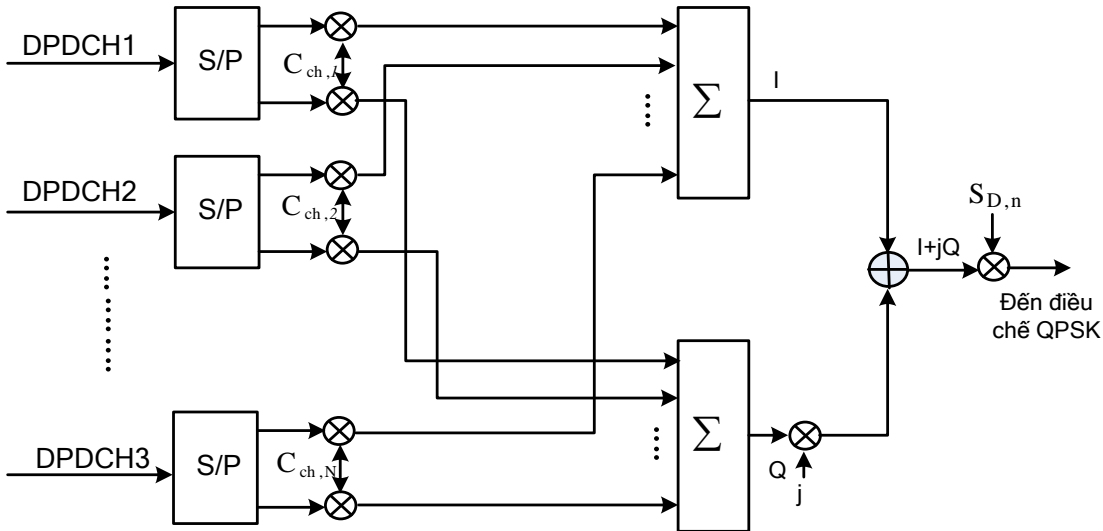
trong đó $d_i(t)$ và $S_{D,n}(t)$ là các tín hiệu phức được biểu diễn như sau:

$$d_i(t) = d_i^{(I)}(t) + jd_i^{(Q)}(t) \quad (4.2)$$

và

$$S_{D,n}(t) = S_{D,n}^{(I)}(t) + jS_{D,n}^{(Q)}(t) \quad (4.3)$$

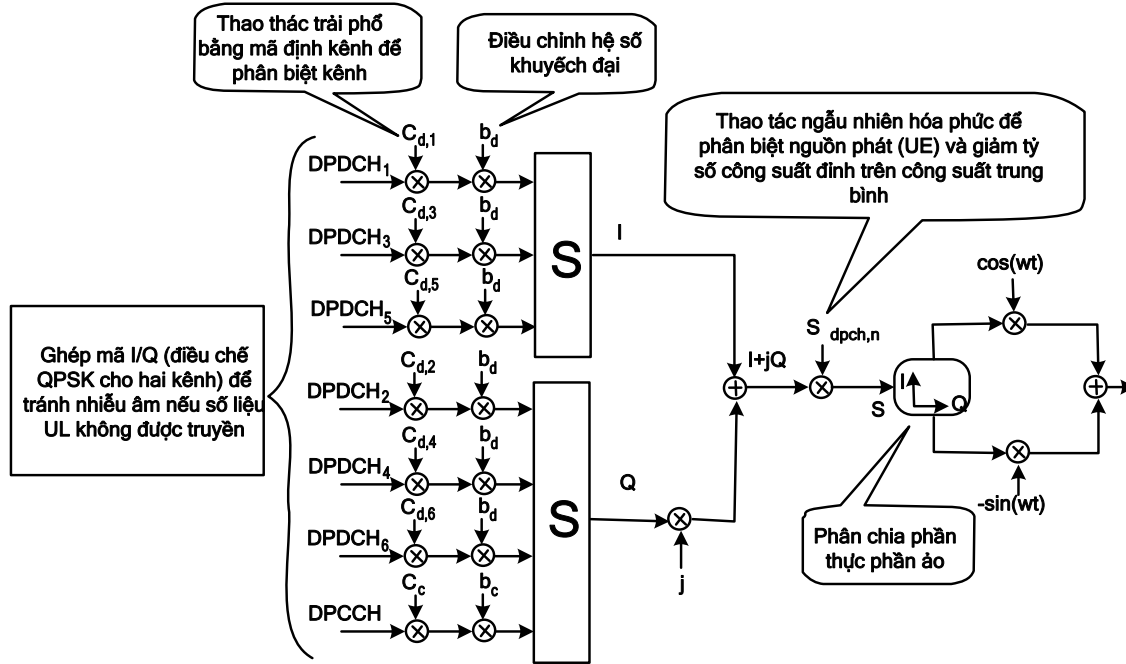
Để tăng dung lượng kênh ta có thể sử dụng sơ đồ ghép kênh đa mã cho DPDCH như cho ở hình 4.10.



Hình 4.10. Truyền dẫn đa mã cho đường xuống

4.6.2. Sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế kênh vật lý DPCH đường lên

Sơ đồ kênh mô tả trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế kênh vật lý đường lên DPDCH ở WCDMA được cho ở hình 4.11.



Hình 4.11. Sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế kênh vật lý đường lên

Trước hết luồng số i cần truyền $b_i(t)$ với tốc độ bit R_b được đưa qua bộ xử lý tín hiệu số (không có trên hình vẽ) để mã hoá khối tuyến tính, mã hoá xoắn hoặc turbo, đan xen và phối hợp tốc độ. Đầu ra của bộ xử lý tín hiệu số ta được luồng số có tốc độ bit kênh R . Thông thường tốc độ R lớn hơn R_b khoảng hai lần. Vì sơ đồ sử dụng điều chế BPSK nên tốc độ bit kênh cũng bằng tốc độ ký hiệu: $R_s=R_b$. Tiếp theo luồng này được trải phổ bằng cùng một mã định kênh $C_i(t)$ có tốc độ chip $R_c=3,84$ Mcps. Sau đó các luồng được cộng tuyến tính với nhau ở nhánh I và nhánh Q. Sau đó hai luồng nhánh I và Q được đưa lên ngẫu nhiên hoá (để đơn giản ta gọi là trải phổ mức hai) bằng cách nhân phức với mã nhận dạng BTS (hay nút B theo thuật ngữ của WCDMA) phức bởi mã dài đường lên $S_{U,n}(t)$. Sau trải phổ mức hai, luồng phức được chia thành hai luồng: thành phần thực vào nhánh I và thành phần ảo vào nhánh Q. Hai luồng này được qua bộ tạo dạng xung và nhân với hai sóng mang trực giao: $\cos(\omega_c t)$ ở nhánh I và $-\sin(\omega_c t)$ ở nhánh Q để điều chế BPSK rồi cộng với nhau để được tín hiệu: $S(t)$.

Tổng quát ta có thể biểu diễn tín hiệu $S(t)$ ở dạng phức như sau:

$$S(t) = (I + jQ)e^{j\omega_c t} \quad (4.4)$$

Trong đó

$$I = \text{Re} \left[\left(\sum_{i=l}^k d_i(t)C_i(t) + j \sum_{i=k+l}^m d_i(t)C_i(t) \right) \times S_{U,n}(t) \right] \quad (4.5)$$

$$Q = \text{Im} \left[\left(\sum_{i=l}^k d_i(t) C_i(t) + j \sum_{i=k+l}^m d_i(t) C_i(t) \right) \times S_{U,n}(t) \right] \quad (4.6)$$

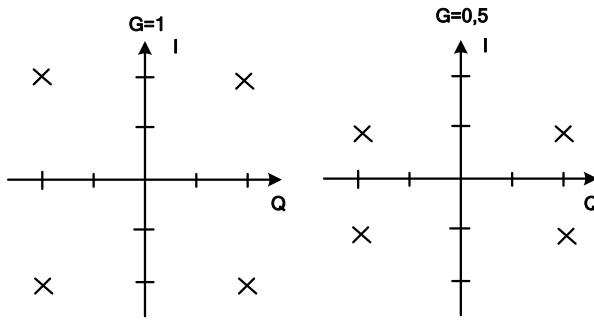
$$S_{U,n}(t) = S_{U,n}^{(I)}(t) + j S_{U,n}^{(Q)}(t) \quad (4.7)$$

$k < m$, trên hình vẽ k, m được chọn tùy theo tốc độ các luồng số kênh vật lý và kênh m luôn là kênh DPCCCH. $m-1$ kênh còn lại được dành cho kênh DPDCH

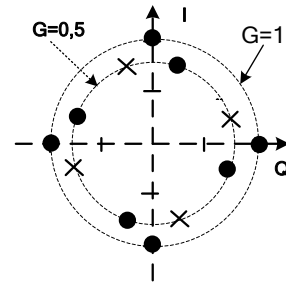
Quá trình ghép chung kênh I và Q ở bộ cộng phức được gọi là ghép mã I/Q. Về mặt lý thuyết ta có thể đưa riêng hai nhánh I và Q lên ngẫu nhiên hóa rồi điều chế BPSK bằng hai sóng mang trực giao $\cos\omega_c t$ và $\sin\omega_c t$. Tuy nhiên việc ghép mã I/Q cho phép tránh được âm thanh gây ra do gián đoạn kênh DPDCH (như trường hợp nhiễu tần số $217\text{Hz} = 1/4,615\text{ms}$ thường gặp ở GSM).

Các mã trải phổ phức được tạo ra sao cho góc quay giữa hai chip liên tiếp trong một ký hiệu giới hạn ở $\pm 90^\circ$. Góc quay 180° chỉ xảy ra giữa hai ký hiệu liên tiếp. Phương pháp này giảm tỷ số giữa giá trị đỉnh và trung bình của tín hiệu truyền và cho phép giá trị đường bao của tín hiệu giống như truyền dẫn QPSK thông thường đối với mọi tỷ số G giữa tín hiệu kênh DPDCH và DPCCCH (xem hình vẽ 4.12). Nhờ vậy đạt được độ lùi đầu ra bộ khuếch đại giống như trường hợp đối với một tín hiệu QPSK.

a) Trước khi ngẫu nhiên hóa phức (phát sóng song)



b) Sau ngẫu nhiên hóa phức

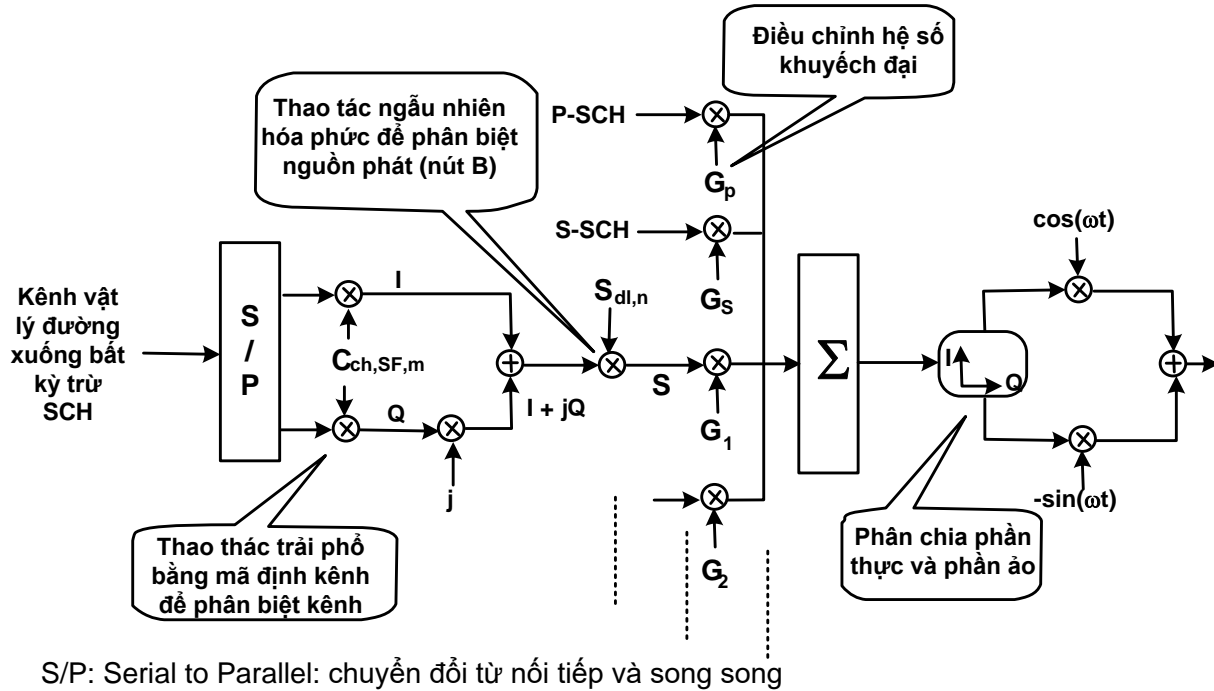


Hình 4.12. Các chùm tín hiệu trước và sau ngẫu nhiên hóa phức

4.6.3. Sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế cho tất cả các kênh vật lý đường xuống

Sơ đồ trải phổ và ngẫu nhiên hóa chung cho tất cả các kênh vật lý đường xuống được cho trên hình 4.13. Sau khi ngẫu nhiên hóa các kênh vật lý đường xuống trừ các kênh SCH được đánh trong số bằng các hệ số khuếch đại G_i . Các kênh P-SCH và S-SCH giá trị phức được đánh trong số riêng bằng các hệ số G_P và G_S . Tất cả các kênh vật

lý đường xuống được kết hợp bằng cộng phức rồi sau đó được đưa lên bộ phân tách phần thực và phần ảo để điều chế QPSK.



Hình 4.13. Sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế chung cho các kênh vật lý đường xuống.

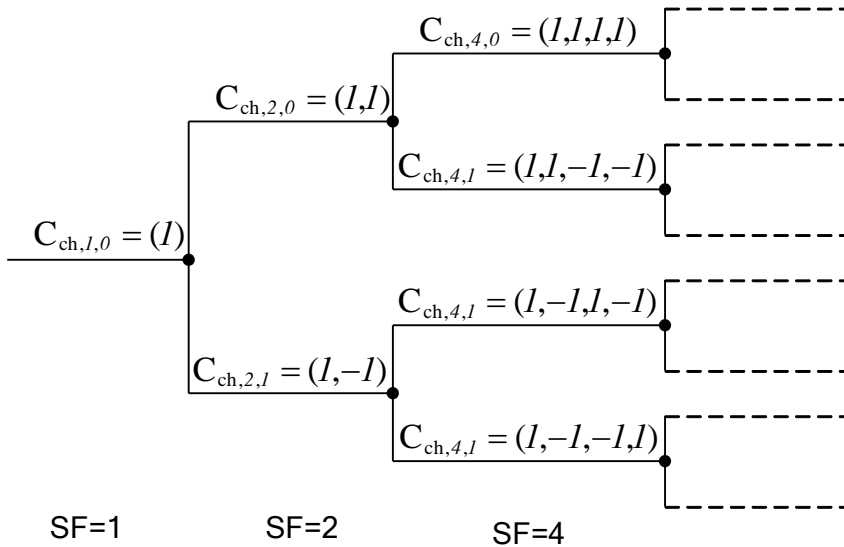
4.6.4. Mã trải phổ định kênh

Các mã trải phổ định kênh là các mã OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor: Hệ số trải phổ khả biến trực giao). Về căn bản đây là các mã Walsh có độ dài khác nhau để đảm bảo tính trực giao giữa các kênh thậm chí cả khi chúng hoạt động ở các tốc độ số liệu khác nhau. OVSF được tính theo phương trình (4.8) và được tổ chức theo dạng hình cây như cho ở hình 4.14. Trên hình 4.14 và phương trình (4.8), $C_{ch,SF,i}$ ký hiệu cho mã trải phổ định kênh (ch: Channel), có hệ số trải phổ SF (Spreading Factor), thứ i , trong đó SF bằng tỷ số giữa tốc độ chip (R_c) với tốc độ ký hiệu (R_s) đưa lên trải phổ: $SF = R_c/R_s$. Từ (4.8) đối với hệ số trải phổ $SF=1$, sẽ chỉ có một mã định kênh $C_{ch,1,0}=(1)$, nghĩa là một từ với một bit ở mức logic 1. Đối với $SF=2$, sẽ có hai mã $C_{ch,2,0}=(1,1)$ và $C_{ch,2,1}=(1,-1)$. Đối với $SF=4$ ta có bốn mã $C_{ch,4,0}=(1,1,1,1)$, $C_{ch,4,1}=(1,1,-1,-1)$, $C_{ch,4,2}=(1,-1,1,-1)$ và $C_{ch,4,3}=(1,-1,-1,1)$

$$C_{ch,1,0} = 1,$$

$$\begin{bmatrix} C_{ch,2,0} \\ C_{ch,2,I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{ch,I,0} & C_{ch,I,0} \\ C_{ch,I,0} & -C_{ch,I,0} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} I & I \\ I & -I \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} C_{ch,2^{(n+1)},0} \\ C_{ch,2^{(n+1)},I} \\ C_{ch,2^{(n+1)},2} \\ C_{ch,2^{(n+1)},3} \\ \vdots \\ C_{ch,2^{(n+1)},2^{(n+1)}-2} \\ C_{ch,2^{(n+1)},2^{(n+1)}-I} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{ch,2^n,0} & C_{ch,2^n,0} \\ C_{ch,2^n,0} & -C_{ch,2^n,0} \\ C_{ch,2^n,I} & C_{ch,2^n,I} \\ C_{ch,2^n,I} & -C_{ch,2^n,I} \\ \vdots & \vdots \\ C_{ch,2^n,2^n-I} & C_{ch,2^n,2^n-I} \\ C_{ch,2^n,2^n-I} & -C_{ch,2^n,2^n-I} \end{bmatrix} \quad (4.8)$$



Hình 4.14. Cây mã OVSF

Để sử dụng thêm một mã định kênh trong một ô ta phải tuân theo quy định sau: chưa sử dụng mã nào trên đường nối từ mã định chọn đến gốc cây và chưa có mã nào được sử dụng trong các nhánh cây ở phía trên mã định chọn.

4.6.5. Mã ngẫu nhiên hóa nhận dạng nguồn phát

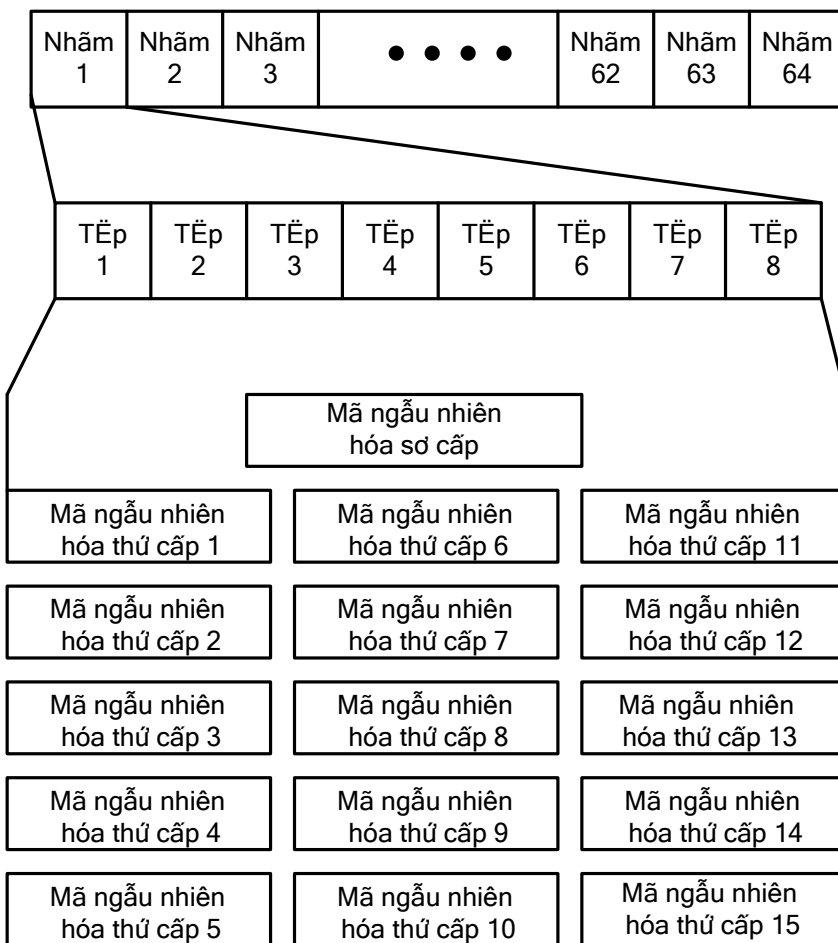
Mã ngẫu nhiên hoá ở W-CDMA/FDD là một đoạn 38400 chip/10 ms của mã Gold có độ dài $2^{18}-1$ cho đường xuống và 2^{24} cho đường lên khi mã dài được sử dụng. Mã ngẫu nhiên hóa đường lên được xác định theo hai đa thức tạo mã sau: $g_1(x)=x^{25}+x^3+1$ và $g_2(x)=x^{25}+x^3+x^2+1$, còn mã ngẫu nhiên hóa đường xuống được xác định theo hai đa thức tạo mã sau: $g_1(x)=x^{18}+x^7+1$ và $g_2(x)=x^{18}+x^{10}+x^7+x^5+1$.

Vì tổng số mã ngẫu nhiên khả dụng để nhận dạng nút B là 8192, nên để dễ dàng tìm ô người ta chia các mã này thành 512 tập, mỗi tập có 16 mã. 16 mã trong một tập lại gồm một mã sơ cấp và 15 mã thứ cấp. 8 tập (với 8×16 mã) hợp thành một nhóm tạo nên tổng số 64 nhóm. Mỗi ô được ấn định một mã ngẫu nhiên duy nhất để nhận dạng ô (mã sơ cấp). Phân cấp mã ngẫu nhiên được cho ở hình 4.15.

Tìm ô

Việc tìm ô ở chế độ di bộ khá phức tạp so với ở chế độ đồng bộ. Hệ thống W-CDMA sử dụng tìm tốc độ cao theo ba bước, nên đã giảm được thời gian UE tìm ô như sau:

1. Tìm SCH sơ cấp để thiết lập đồng bộ khe và đồng bộ ký hiệu
2. Tìm SCH thứ cấp để thiết lập đồng bộ khung và nhận dạng nhóm mã ngẫu nhiên
3. Nhận dạng mã ngẫu nhiên hoá sơ cấp để nhận dạng ô.



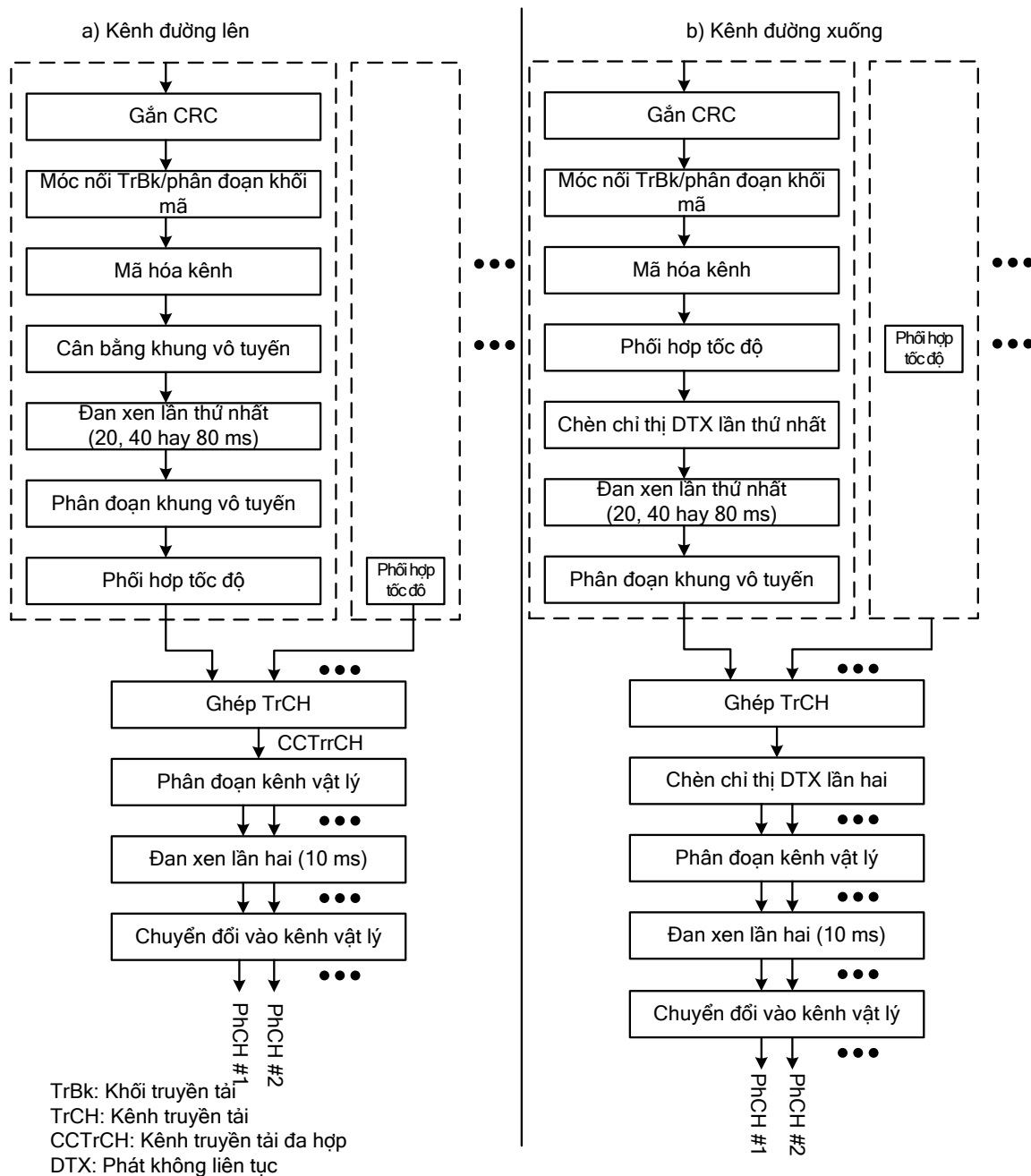
Hình 4.15. Phân cấp mã ngẫu nhiên hoá

4.7. SƠ ĐỒ XỬ LÝ TÍN HIỆU SỐ

4.7.1. Sơ đồ ghép kênh truyền tải và xử lý tín hiệu số

Yêu cầu đối với thế hệ 3 là phải cung cấp các dịch vụ đa phương tiện chất lượng cao. Mã hoá kênh FEC (Forward Error Correction: Sửa lỗi trước) là một công nghệ quan trọng để đảm bảo truyền dẫn chất lượng cao. Mã hoá kênh thường được kết hợp với đan xen (Interleaving) để tăng thêm hiệu quả chống lỗi trong môi trường fading. Ngoài ra đối với các dịch vụ đa phương tiện cần ghép các kênh truyền tải có các QoS (Quality of Service: Chất lượng dịch vụ) khác nhau lên cùng một kênh vật lý. Bộ đan xen đa tầng (MIL: Multistage Interleaver) được sử dụng để tăng hiệu suất đan xen và thích ứng với ghép kênh truyền tải. Số liệu được đưa đến khối mã hóa và ghép kênh ở dạng các tập khối truyền tải trong các khoảng TTI (10ms, 20 ms, 40 ms, 80 ms)

Hình 4.16 cho thấy sơ đồ xử lý tín hiệu số ở lớp vật lý của W-CDMA.



Hình 4.16. Sơ đồ xử lý tín hiệu số ở lớp vật lý

Một UE chỉ có thể phát mỗi lần một CTrCH, nhưng có thể thu đồng thời nhiều CCTrCH trên đường xuống. Trên đường lên một TFCI thể hiện các TF hiện thời của tất cả các DCH của CCTrCH. Các RACH được sắp xếp một một lên các kênh kênh lý (các PRACH), nghĩa là không có ghép kênh lớp vật lý cho các RACH. Ngoài ra chỉ có một kênh CPCH của một tập CPCH là được sắp xếp lên một PCPCH và PCPCH này sử dụng một tập con của các TFC được rút ra từ TFC của tập CPCH. Một tập CPCH được đặc

trung bởi một mã ngẫu nhiên hóa đặc thù tập cho tiền tố truy nhập và phát hiện xung đột và tập này được ấn định cho đầu cuối khi lập cấu hình cho truyền dẫn CPCH.

Trên đường xuống quá trình sắp xếp các DCH lên các luồng số liệu số liệu kênh vật lý được thực hiện tương tự như đường lên. Cấu hình hiện thời của khối mã hóa và ghép kênh được thông báo hoặc bằng TFCI cho đầu cuối hoặc không thông báo nếu sử dụng phát hiện mù (BTFD). Mỗi CTrCH hoặc không có hoặc có một TFCI (10 ms một lần) được đặt trên cùng một kênh DPCCCH trong một kết nối. Một PCH và một hoặc nhiều FACH có thể được mã hóa và ghép chung để tạo thành một CTrCH với một TFCI để chỉ thị các TF được sử dụng trên từng FACH và PCH được mang trên cùng một kênh S-CCPCH. PCH luôn luôn liên kết với PICH (Paging Indicator Channel: kênh chỉ thị tìm gọi), kênh này có nhiệm vụ phát động UE thu S-CCPCH chứa PCH. FACH và PCH cũng có thể được sắp xếp riêng rẽ trên kênh vật lý. BCH luôn được sắp xếp lên kênh P-CCPCH mà không ghép chung với các kênh truyền tải khác.

Các bước mã hoá và ghép kênh bao gồm:

- Gắn CRC cho từng khối truyền tải
- Móc nối các khối truyền tải và phân đoạn khối mã
- Mã hoá kênh
- Cân bằng kích cỡ khung vô tuyến
- Đan xen (Hai bước)
- Phân đoạn khung vô tuyến
- Phối hợp tốc độ
- Ghép các kênh truyền tải
- Phân đoạn kênh vật lý

Luồng số từ các lớp cao hơn được đưa đến khối mã hoá và ghép kênh ở dạng các tập khối kênh truyền tải. Khoảng thời gian truyền dẫn phụ thuộc vào kênh truyền tải và nằm trong tập sau: {10 ms, 20 ms, 40 ms, 80 ms}.

Sau khi nhận được khối truyền tải từ các lớp cao hơn, thao tác đầu tiên là gắn CRC. CRC được sử dụng để kiểm tra lỗi ở phía thu. CRC có thể có bốn độ dài khác nhau: 0, 8, 16 và 24 bit. Số bit của CRC càng nhiều thì xác suất của các lỗi không bị phát hiện ở máy thu càng thấp. Lớp vật lý sẽ cung cấp khối truyền tải cho các lớp cao hơn cùng với chỉ thị lỗi từ kiểm tra CRC. Sau khi gắn CRC, các khối truyền tải hoặc được móc nối hoặc được phân đoạn cho các khối mã khác nhau. Điều này phụ thuộc vào việc các khối có lắp vừa vào các kích cỡ khối mã khác nhau đã được định nghĩa cho phương pháp mã hoá kênh hay không. Cái lợi của móc nối là hiệu quả hoạt động tốt hơn vì phần bổ sung cho các bit đuôi mã hoá ít hơn và trong một số trường hợp vì kích cỡ của khối lớn hơn. Mặt khác việc phân đoạn cho phép tránh được các khối mã quá lớn sẽ gây ra các vấn đề

phức tạp. Nếu khối truyền tải cùng với CRC được gán thêm không lấp vừa khối mã cực đại, nó sẽ được chia thành nhiều khối mã.

Sau khi móc nối hoặc phân đoạn, mã hoá kênh được thực hiện. Đối với một số dịch vụ hoặc một số loại bit, mã hoá kênh không được áp dụng. Chẳng hạn đối với của AMR loại c các bit được phát không mã hoá. Trong trường hợp này sẽ không có giới hạn đối với kích cỡ khối mã hoá kênh vì thực tế không thực hiện mã hoá kênh ở lớp vật lý.

Chức năng của cân bằng khung là để đảm bảo rằng số liệu có thể được chia thành các khối đồng kích cỡ khi được phát ở nhiều khung 10 ms. Điều này được thực hiện bằng thêm một số bit để số liệu có thể được đặt vào các khối đồng kích cỡ cho mỗi khung.

Đan xen lần một hay đan xen giữa các khung được sử dụng khi quỹ trữ cho phép của đan xen lớn hơn 10 ms. Độ dài giữa các lớp của đan xen lần một được định nghĩa là 10, 40 và 80 ms. Chu kỳ của đan xen này liên quan trực tiếp với khoảng thời gian truyền dẫn (TTI: Transmission Time Interval): khoảng này chỉ ra tần suất số liệu chuyển từ các lớp cao hơn đến lớp vật lý. Đối với các kênh truyền tải khác nhau được ghép với nhau trên một kết nối duy nhất, các vị trí khởi đầu của TTI của các kênh này được đồng bộ. Các TTI có một điểm khởi đầu chung, chẳng hạn TTI 40 ms xảy ra hai lần so với một TTI 80 ms trên cùng một kết nối. Nếu đan xen lần thứ nhất được sử dụng, phân đoạn khung sẽ phân bố số liệu từ đan xen lần một này lên 2, 4, hoặc 8 khung liên tiếp tùy theo độ dài đan xen.

4.7.2. Mã hóa kênh

WCDMA sử dụng ba dạng mã kiểm soát lỗi sau:

- Mã khối tuyến tính hay cụ thể là mã vòng
- Mã xoắn
- Mã turbo

Trong đó mã vòng được sử dụng để phát hiện lỗi, còn hai mã còn lại được sử dụng để sửa lỗi và hai mã này thường được gọi là mã kênh. Mã turbo chỉ được sử dụng ở các hệ thống thông tin di động thế hệ ba khi tốc độ bit cao. Trong phần này ta sẽ xét các nguyên lý căn bản của các dạng mã trên và các sơ đồ của chúng được áp dụng cho hệ thống thông tin di động thế hệ thứ ba.

Các đa thức tạo mã được WCDMA sử dụng để tính toán CRC là:

$$g_{CRC24}(x) = x^{24} + x^{23} + x^6 + x^5 + x + 1 \quad (4.9)$$

$$g_{CRC16}(x) = x^{16} + x^{12} + x^5 + 1 \quad (4.10)$$

$$g_{CRC12}(x) = x^{12} + x^{11} + x^3 + x^2 + x + 1 \quad (4.11)$$

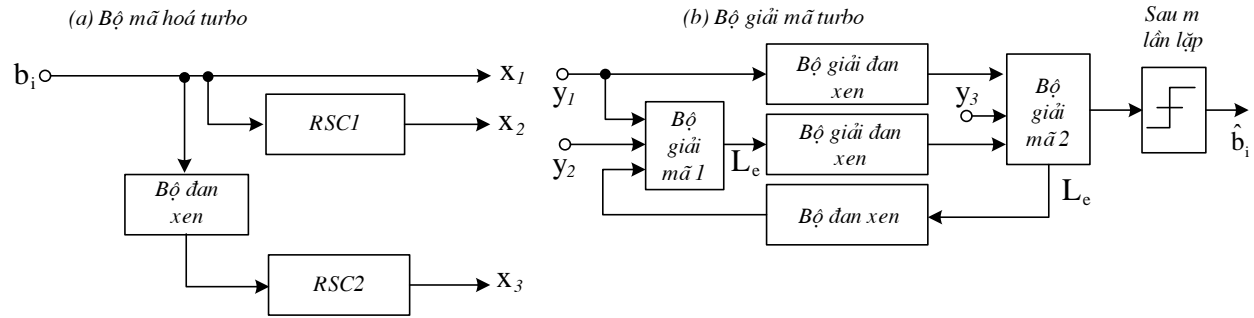
$$g_{CRC8}(x) = x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + x + 1 \quad (4.12)$$

W-CDMA sử dụng các bộ tạo mã xoắn sau:

$$\text{Bộ mã xoắn } r=1/2, K=9, g_0 = [561], g_1 = [753] \quad (4.13)$$

$$\text{Bộ mã xoắn } r=1/3, K=9, g_0 = [557], g_1 = [663], g_2 = [711] \quad (4.14)$$

Sơ đồ tổng quát của bộ mã hoá và giải mã turbo của WCDMA được cho ở hình 4.17.



Hình 4.17. Sơ đồ khối bộ mã hoá turbo và bộ giải mã turbo.

Bộ mã hoá turbo gồm hai bộ mã hoá xoắn hệ thống hồi quy (RSC: Recursive Systematic Convolutional): RSC1, RSC2 và một bộ đơn xen bên trong.

Tại máy thu tín hiệu nhận được sau giải đơn xen và máy thu RAKE $[y_1, y_2, y_3]$ được đưa vào bộ giải mã turbo. Giải thuật giải mã lặp của bộ giải mã turbo, bộ giải mã đầu ra mềm tính toán thông tin vòng ngoài L_e với tham chuẩn y_1 và y_2 . Sau đó bộ giải mã 2 đầu vào mềm, đầu ra mềm cập nhật L_e cùng với các tham chuẩn y_1, y_2 và y_3 và L_e được hồi tiếp đến bộ giải mã 1 để lặp lại quá trình trên. Sau m lần lặp, chuỗi phát được khôi phục bởi quyết định cứng của log tỷ lệ khả năng giống (LLR= log likelihood Ratio) $L(b_i)$. LLR đối với bit b_k sau giải mã, $L(b_i)$ được thể hiện bằng phương trình sau:

$$L(b_i) = \ln \left[\frac{P(b_i = +1)}{P(b_i = -1)} \right] \quad (4.15)$$

Trong phương trình (4.15), $P(b_i = +1)$ và $P(b_i = -1)$ là xác suất $b_k = +1$ và $b_i = -1$. Bộ giải mã đầu vào mềm, đầu ra mềm được sử dụng có thể là MAP (Max-a-Posteriori).

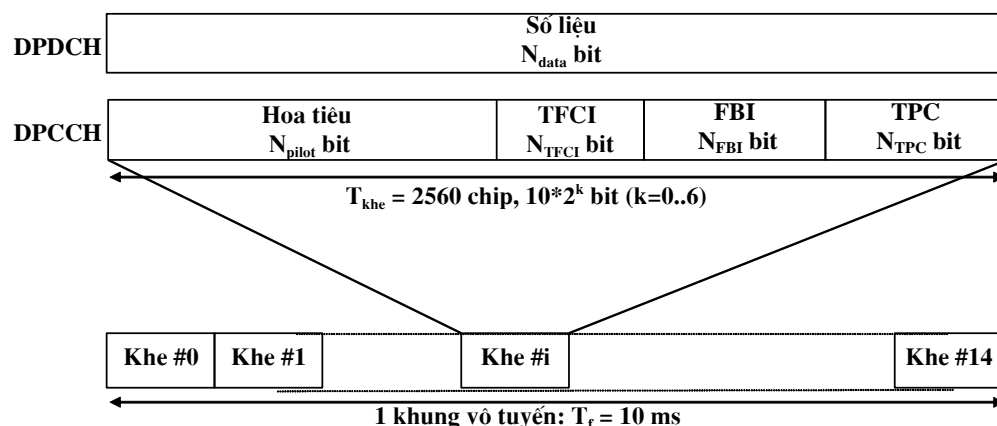
4.8. CẤU TRÚC KHUNG KÊNH DPCH

4.8.1. Cấu trúc khung kênh DPCH đường lên

Kênh DPCH đường lên bao gồm kênh DPDCH và kênh DPCCH được ghép theo mã I và Q để mang kênh truyền tải riêng DCH, nó có cấu trúc khung vô tuyến như cho ở

hình 4.18 và bảng 4.6. Ngoài cấu trúc khung như trên hình vẽ các kênh nay còn có cấu trúc siêu khung trong đó mỗi siêu khung gồm 72 khung với độ dài 720ms. Kênh DPDCH được mang ở nhánh điều chế BPSK đồng pha (nhánh I) còn kênh DPCCH được mang ở nhánh điều chế BPSK pha vuông góc (nhánh Q). Trên hình 4.4 kênh DPCH mang số liệu của người sử dụng còn kênh DPCCH mang thông tin điều khiển của lớp vật lý. Hai kênh này sử dụng hai mã định kênh riêng. Các thông tin điều khiển lớp vật lý được mang bởi DPCCH bao gồm: (1) các bit hoa tiêu để nút B có thể đánh giá công suất MS, giải điều chế nhất quán và nhận dạng biên giới khung cũng như vị trí hiện thời trong một khung, (2) TFCI (Transport Format Combination Identity: nhận dạng tổ hợp khuôn dạng truyền tải) để nhận dạng các khối truyền tải được ghép, (3) FBI (Feedback Information) để điều khiển phân tập phát vòng kín và (4) TPC (Transmit Power Control) để điều khiển công suất phát của BTS

Kênh truyền tải riêng đường lên (DCH) là kênh riêng duy nhất ở đường lên. Kênh truyền tải riêng mang thông tin từ các lớp trên lớp vật lý và dành riêng cho một người sử dụng, bao gồm số liệu cho dịch vụ hiện thời cũng như thông tin điều khiển lớp cao. Lớp vật lý không thể nhận biết nội dung thông tin được mang ở kênh DCH, vì thế thông tin điều khiển lớp cao và số liệu của người sử dụng được xử lý như nhau. Các thông số của lớp vật lý do UTRAN thiết lập có thể thay đổi giữa số liệu và điều khiển.



Hình 4.18. Cấu trúc khung vô tuyến DPCH (DPDCH/DPCCH).

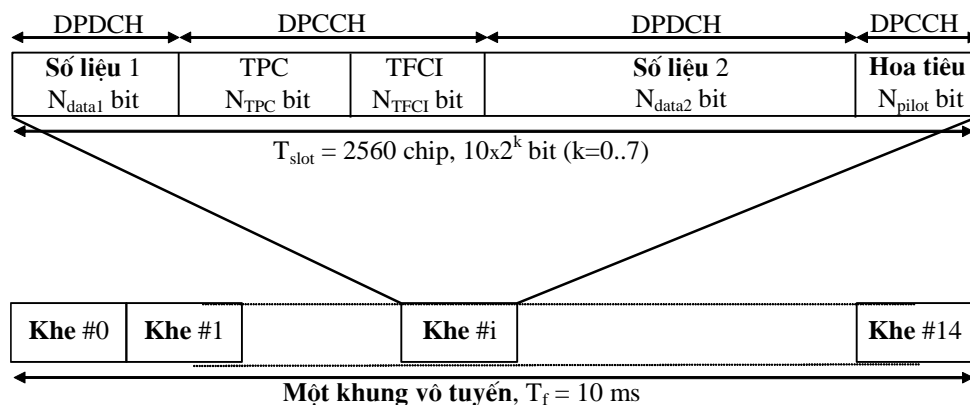
Bảng 4.6 Các trường của DPDCH đường lên

Khuôn dạng khe #i	Tốc độ bit kênh (kbps)	Tốc độ ký hiệu kênh (ksps)	SF	Số bit/khung	Số bit/khe	N _{data}
0	15	15	256	150	10	10
1	30	30	128	300	20	20
2	60	60	64	600	40	40
3	120	120	32	1200	80	80
4	240	240	16	2400	160	160
5	480	480	8	4800	320	320
6	960	960	4	9600	640	640
6 mã song song	5760	5760	4	9600	640	640

Lưu ý: Tốc độ số liệu cực đại của người sử dụng với tỷ lệ mã hoá kênh bằng 1/2 xấp xỉ bằng 1/2 giá trị của tốc độ bit kênh.

4.8.2. Cấu trúc khung kênh DPCH đường xuống

Kênh vật lý riêng đường xuống (DPCH) bao gồm hai kênh DPDCH và DPCCH đường xuống ghép theo thời gian để mang kênh riêng đường xuống (DCH). Trong một kênh DPCH đường xuống, số liệu riêng được tạo ra bởi lớp 2 và các lớp trên, nghĩa là kênh truyền tải riêng (DCH) được ghép kênh theo thời gian với thông tin điều khiển được tạo ra ở lớp một (các bit hoa tiêu, các lệnh điều khiển công suất phát TPC và một TFCI tùy chọn). UTRAN sẽ quyết định có phát TFCI hay không và nếu được quyết định thì tất cả các UE phải hỗ trợ việc sử dụng TFCI ở đường xuống. Hình 4.19 cho thấy cấu trúc khung của DPCH đường xuống. Mỗi khung dài 10 ms được chia thành 15 khe, mỗi khe dài $T_{\text{slot}} = 2560$ chip tương ứng với một chu kỳ điều khiển công suất.



Hình 4.19. Cấu trúc khung cho DPCCH đường xuống

Thông số k ở hình 4.19 xác định tổng số bit trên một khe của DPCCH đường xuống. Quan hệ của nó với hệ số trải phổ như sau: $SF = 512/2^k$. Vì $k=0,1,...,7$ nên hệ số trải phổ có thể thay đổi từ 512 đến 4. Phần bổ sung cho DPCCH phải được đàm phán khi thiết lập kết nối và đàm phán lại trong quá trình thông tin để thích ứng với các điều kiện truyền khác nhau.

4.9. CÁC TRẠNG THÁI 3G UMTS RRC của UE

Máy trạng thái RRC của UE có hai chế độ: chế độ rỗi (IDLE) và chế độ kết nối (hình 4.20).

Trong chế độ rỗi, sau khi UE bật nguồn, nó chọn một mạng di động để kết nối. UE chọn một ô thích hợp của mạng này để nhận được các dịch vụ từ nó và điều chỉnh đến kênh điều khiển và cắm trại tại ô này. Sau khi đã cắm trại đến một ô trong trạng thái rỗi, UE có thể nhận được thông tin hệ thống và các bản tin CB (Cell Broadcast: quảng bá ô) từ ô này. UE sẽ nằm tại trạng thái rỗi cho đến khi nó phát đi một yêu cầu thiết lập kết nối RRC. Trong chế độ rỗi, UE được nhận dạng bởi các số nhận dạng NAS như: IMSI (số nhận dạng thuê bao di động quốc tế), TMSI (số nhận dạng thuê bao di động tạm thời) hay P-TMSI (TMSI gói). Trong trạng thái rỗi UTRAN không thông tin về vị trí UE, mạng chỉ có thể tìm được UE qua tìm gọi và UE phải giám sát tìm gọi.

Trong chế độ kết nối, UE có bốn trạng thái. Cell_DCH là trạng thái được sử dụng khi truyền dẫn số liệu từ/đến UE tích cực trên kênh DCH. Trong trạng thái này cả máy thu và máy phát đều làm việc liên tục nên tiêu thụ công suất cao, RNC có thể biết vị trí của UE tại mức ô. UE thực hiện đo và gửi báo cáo các kết quả đo đến RNC. DSCH cũng có thể được sử dụng trong trạng thái này. UE cũng có khả năng giám sát thông tin hệ thống trên kênh FACH. Từ trạng thái Cell_DCH, UE có thể chuyển sang trạng thái Cell_FACH hay các trạng thái khác sau khi giải phóng kênh DCH.

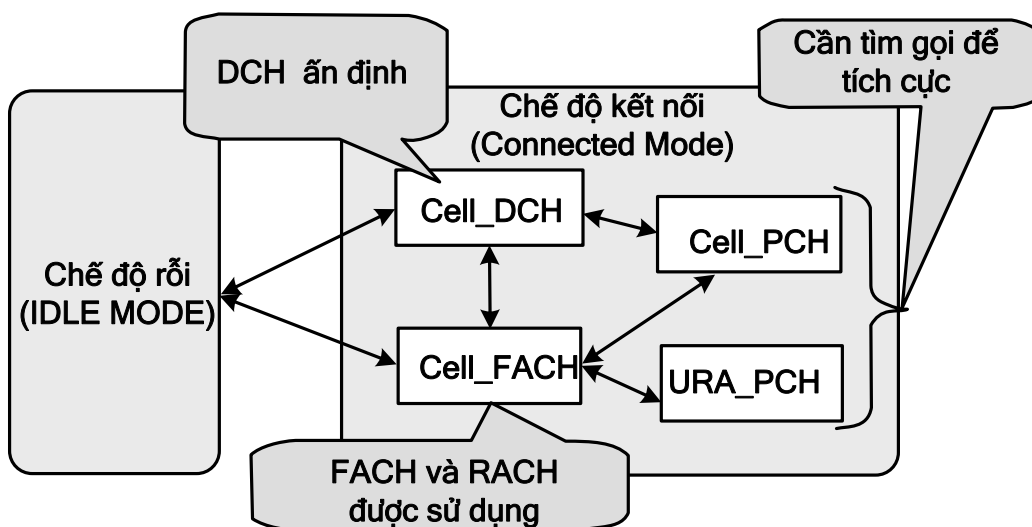
Trong chế độ CELL_FACH, UE không được ấn định DCH, nhưng các kênh RACH và FACH được sử dụng để truyền báo hiệu và các khối nhỏ số liệu trong mặt phẳng người sử dụng. Trong trạng thái này UE có thể thu BCH để nhận được thông tin hệ thống. CPCH có thể được sử dụng theo hướng dẫn của UTRAN. Trong chế độ này UE

thực hiện chọn lại ô (Cell Reselection) và sau khi chọn lại ô nó luôn luôn gửi bản tin cập nhật ô đến RNC, vì thế RNC biết được vị trí của UE tại mức ô. Để nhận dạng UE, mỗi UE được gán một C-RNTI (Cell-Radio Network Temporary Identifier: nhận dạng tạm thời mạng đối với ô) trong tiêu đề MAC PDU. Khi UE thực hiện chọn lại ô (Cell Reselection) nó sử dụng U-RNTI (UTRAN RNTI) khi gửi bản tin cập nhật ô để UTRAN có thể định tuyến bản tin này đến S-RNC. U-RNTI là một bộ phận của bản tin RRC, không có trong tiêu đề MAC-PDU. Nếu ô mới thuộc hệ thống truy nhập vô tuyến khác (GPRS chẳng hạn), UE chuyển vào trạng thái IDLE và truy nhập đến hệ thống này theo thủ tục truy nhập của nó.

Trong chế độ CELL_PCH, SRNC vẫn biết được vị trí UE tại mức ô, nhưng để đạt đến UE mạng phải tìm gọi. Trong chế độ này UE tiêu thụ công suất ít hơn trong chế độ CELL-FACH, vì giám sát PCH có chức năng DRX (thu không liên tục). UE cũng thu thông tin hệ thống trên kênh BCH. UE hỗ trợ dịch vụ CBS (dịch vụ phát quảng bá ô) có thể thu các bản tin BMC (Broadcast/ Multicast Control Protocol: giao thức điều khiển quảng bá đa phương). Nếu UE thực hiện chọn lại ô, thì nó phải chuyển vào chế độ CELL-FACH để thực hiện thủ tục cập nhật ô. Sau đó nó quay trở lại trạng thái CELL-PCH nếu không xảy ra một hoạt động nào trong quá trình thủ tục cập nhật ô. Nếu ô được chọn lại thuộc một hệ thống truy nhập khác, UE chuyển vào trạng thái IDLE, thực hiện truy nhập theo thủ tục truy nhập của hệ thống này sau đó trở lại chế độ CELL-PCH.

Trạng thái URA_PCH rất giống với CELL-PCH, ngoại trừ việc UE không thực hiện thủ tục cập nhật ô sau khi chọn lại ô mà đọc BCH xem URA (UTRAN Registration Area: vùng đăng ký UTRAN) có thay đổi hay không. Nếu sau chọn lại ô URA thay đổi, UE chỉ cần thông báo vị trí mới của nó cho SRNC bằng thủ tục cập nhật URA. Cũng giống như thủ tục cập nhật ô, UE chuyển vào chế độ CELL_FACH, thực hiện thủ tục cập nhật URA rồi quay lại chế độ URA_PCH. Một ô có thể thuộc một hay nhiều URA, nếu UE tìm được nhận dạng URA mới nhất của nó từ danh sách các URA của một ô, nó mới phải thực hiện thủ tục cập nhật URA.

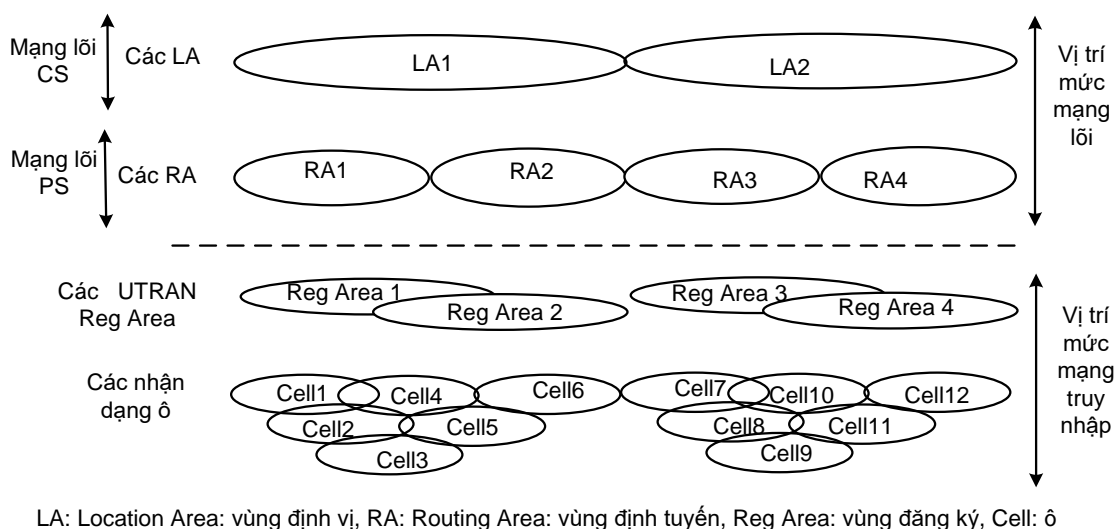
Khu kết nối RRC được giải phóng hoặc bị sự cố, UE rời bỏ chế độ kết nối và chuyển vào IDLE.



Hình 4.20. Các trạng thái RRC với WCDMA

4.9.2.2. Quản lý vị trí UE trong 3G WCDMA

Vị trí của UE trong mạng 3G WCDMA được quản lý tại hai mức: (1) mức mạng lõi và (2) mức mạng truy nhập (UTRAN) (hình 1). Tại mức mạng lõi, mạng chuyển mạch kênh (dựa trên các MSC) được chia thành các LA (Location Area: vùng định vị), còn mạng chuyển mạch gói (dựa trên các SGSN) được chia thành các RA (Routing Area: vùng định tuyến). Tại mức mạng truy nhập (UTRAN) mạng truy nhập được chia thành vùng đăng ký và ô. Hình 4.21 minh họa sơ đồ phân vùng địa lý cho quản lý vị trí của UE trong mạng 3G WCDMA.

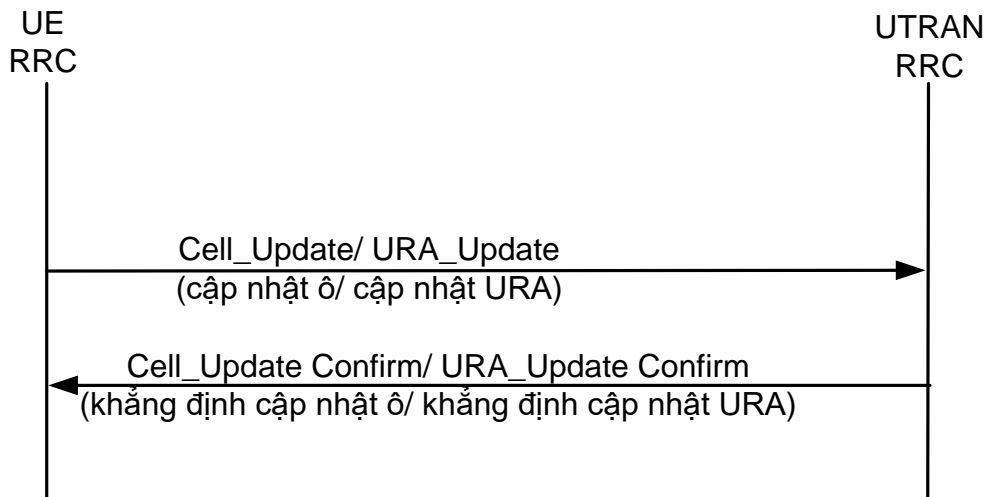


Hình 4.21. Quản lý vị trí trong 3G WCDMA

Quản lý vị trí tại mức mạng lõi được thực hiện khi UE trong chế độ RRC-Idle, LA được lưu tại MSC/VLR còn RA được lưu tại SGSN. Thông tin về các vị trí này được mạng sử dụng để định tuyến các bản tin tìm gọi đến vùng được yêu cầu. Khi mạng lõi cần tìm gọi UE nó thường sử dụng TMSI (số nhận dạng thuê bao di động tạm thời). Khi UE ở trạng thái rỗi, mỗi lần chuyển dịch từ một LA/RA (Location Area/ Routing Area: vùng định vị/vùng định tuyến) này sang một LA/RA khác nó phải thực hiện thủ tục LAU/RAU (Location Area Update/ Routing Area Update: cập nhật vùng định vị/ cập nhật vùng định tuyến) để thông báo cho MSC/VLR/SGSN về LA/RA mới. Kích thước LA/RA phải được chọn hợp lý để không bị lớn quá (để giảm tải báo hiệu tìm gọi) và không bị nhỏ quá (để tránh thường xuyên báo hiệu cập nhật vị trí).

Quản lý vị trí tại mức mạng truy nhập (UTRAN) chỉ được thực hiện khi UE nằm trong chế độ RRC-Connected và vị trí UE chỉ được mạng UTRAN biết. Trong chế độ này khi UE không nằm trong trạng thái CELL-DCH, trong trạng thái CELL-FACH hoặc CELL-PCH UE không có kết nối vô tuyến với NodeB, vì thế nó phải thông báo cho NodeB về vị trí ô mới mỗi lần chọn lại ô. Trong trường hợp này tìm gọi chỉ cần thực hiện trong một ô. Nếu UE chuyển động với tốc độ cao, UTRAN có thể lệnh cho UE vào trạng thái URA-PCH. Trong trạng thái này UE chỉ phải khởi xướng đăng ký vị trí khi chuyển động đến một ô mới thuộc URA (UTRAN Registration Area: vùng đăng ký

UTRAN) khác và nhờ vậy giảm báo hiệu khi cập nhật vùng ô. Tuy nhiên nhược điểm của cách làm này là tìm gọi phải được phát quảng bá trên toàn bộ URA bao gồm nhiều ô. UE trong các trạng thái CELL-FACH và CELL_PCH phải làm thủ tục chuyển ô khi chuyển vào một ô mới, tương tự trong trạng thái URA-PCH, UE phải làm thủ tục chuyển URA khi chuyển vào một URA mới (hình 4.22).



Hình 4.22. Cập nhật ô/ URA

Thủ tục đăng ký vị trí UTRAN có thể bao gồm cả ấn định lại nhận dạng UE tạm thời: RNTI (Radio Network Temporary Identity: nhận dạng tạm thời mạng truy nhập vô tuyến). Bản tin khẳng định cập nhật ô/ khẳng định cập nhật URA có thể chứa nhận dạng này. RNTI được sử dụng để đánh địa chỉ cho UE trên kênh chung. Kênh dành riêng không dùng nhận dạng này. Bản tin tìm gọi trong chế độ RRC-Connected thường chuyển đến UE theo địa chỉ này. Có hai dạng RNTI: (1) C-RNTI (Cell-RNTI: nhận dạng tạm thời mạng truy nhập vô tuyến trong ô) và (2) U-RNTI (UTRAN-RNTI: nhận dạng RNTI trong UTRAN). C-RNTI nhận dạng UE trong một ô và được sử dụng trong các bản tin tìm gọi khi vị trí UE đã được biết (trong trạng thái CELL-PCH). Điều này cũng có nghĩa rằng mỗi khi chuyển vào một ô mới, UE sẽ được gán một C-RNTI mới. U-RNTI là nhận dạng diện rộng trong UTRAN (vị trí UE chỉ được biết tại mức URA). Lưu ý rằng U-RNTI không phải là số nhận dạng URA, mà nó nhận dạng UE trong toàn bộ UTRAN. U-RNTI có thể được sử dụng tùy chọn cho tìm gọi khởi xướng từ mạng lõi.

4.9.2.3. Quản lý di động

Có thể chia các thủ tục di động thành chế độ RRC-IDLE(RRC-rỗi) và chế độ RRC-CONNECTED (RRC- kết nối) đối với UE đã đăng nhập. Di động chế độ RRC-IDLE) được xây dựng trên cơ sở UE tự quyết chọn lại ô theo các thông số được cung cấp bởi mạng. Chuyển đổi chế độ của UE giữa chế độ RRC-CONNECTED và RRC-IDLE được mạng điều khiển tùy theo trạng thái tích cực và di động của UE.

Sau khi nhập mạng UE có thể nằm trong hai trạng thái: RRC-IDLE và chế độ RRC-CONNECTED. Trong trạng thái thứ nhất mạng chỉ biết UE tại mức LA/RA

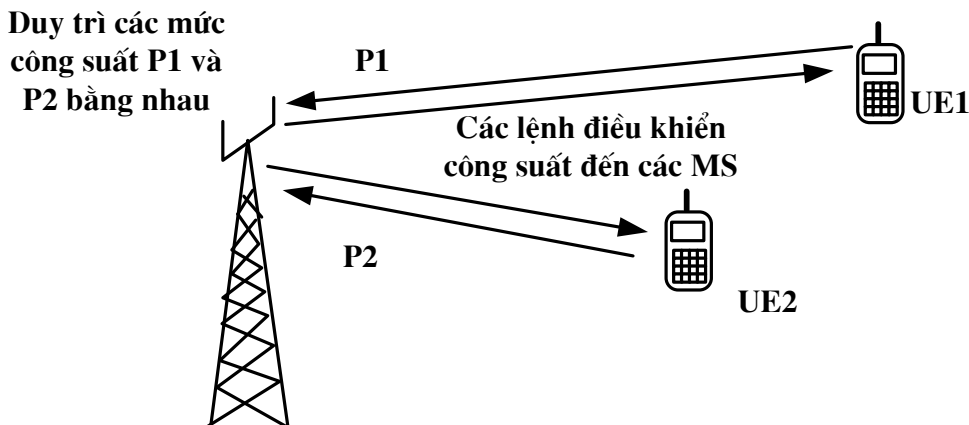
(Location Area/Routing Area: vùng định tuyến) trong chế độ thứ hai mạng biết được vị trí UE tại mức ô. Di động trong chế độ thứ nhất được thực hiện bằng cách UE chọn lại ô (Cell Reselection). Trong chế độ thứ hai, mạng biết được vị trí của UE tại mức ô và URA. Nếu UE trong trạng thái CELL_DCH, di động sẽ được thực hiện bằng chuyển giao mềm (thay đổi tập tích cực) hoặc chuyển giao cứng do mạng điều khiển. Trong chế độ CELL_FACH/PCH/URA_PCH, di động sẽ được thực hiện bằng cách chọn lại ô. Để đưa ra quyết định chọn ô, chọn lại ô và chuyển giao, UE phải thực hiện đo.

4.10. ĐIỀU KHIỂN TÀI NGUYÊN VÔ TUYẾN VÀ QUẢN LÝ DI ĐỘNG

4.10.1. Điều khiển công suất

Điều khiển công suất nhanh và nghiêm ngặt là nét quan trọng nhất ở các hệ thống thông tin di động CDMA, nhất là ở đường lên. Thiếu điều khiển công suất, một MS phát công suất lớn sẽ chặn toàn bộ ô. Hình 4.23 cho thấy vấn đề nảy sinh và giải pháp điều khiển công suất vòng kín.

Các MS1 và MS2 làm việc ở cùng một tần số nhưng sử dụng các mã trải phổ khác nhau ở BS. MS1 ở xa BS hơn so với MS2. Vì thế suy hao đường truyền đối với MS1 sẽ cao hơn đối với MS2 (70 dB chẳng hạn). Nếu không có biện pháp điều khiển công suất để hai MS tạo ra mức thu như nhau ở BS thì MS2 có thể gây nhiễu lớn cho MS1 và như vậy có thể chặn một bộ phận lớn ô dẫn đến hiện tượng xa gần ở CDMA làm giảm dung lượng hệ thống như đã đề cập ở trên. Như vậy để đạt được công suất cực đại cần điều khiển công suất của tất cả các MS trong một ô sao cho mức công suất mà chúng tạo ra ở BS sẽ bằng nhau.



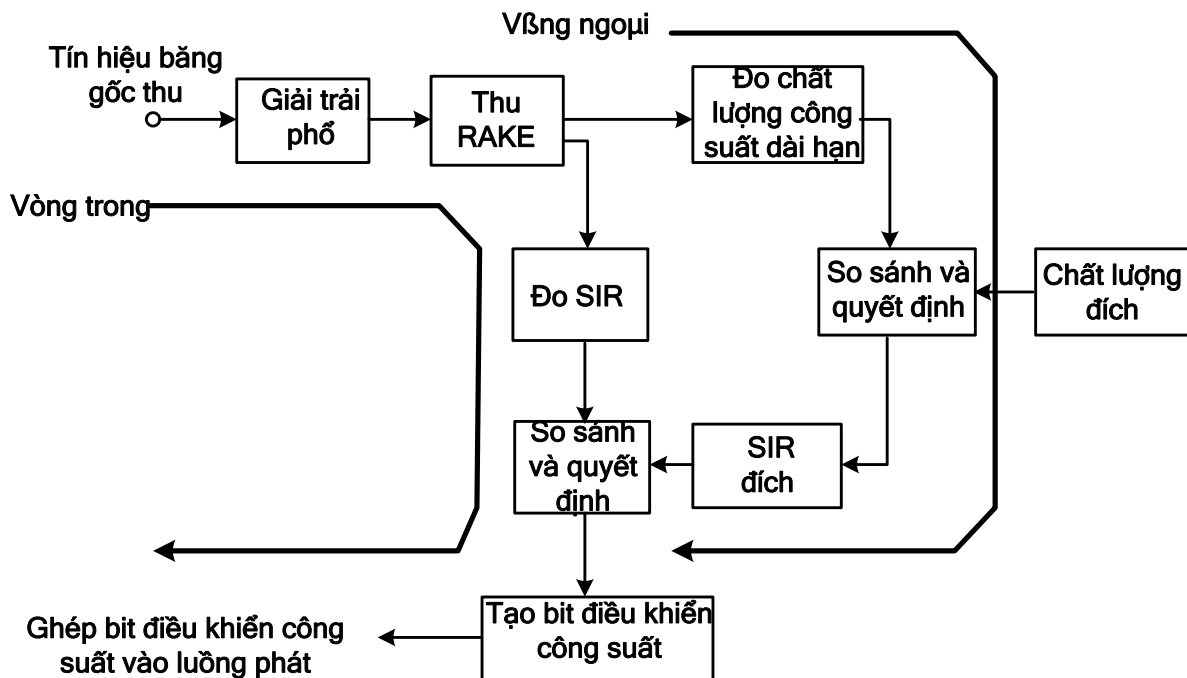
Hình 4.23. Điều khiển công suất ở CDMA

WCDMA sử dụng các phương pháp điều chỉnh công suất sau đây:

- ✓ *Điều khiển công suất vòng hở:* được thực hiện khi MS bắt đầu truy nhập mạng và chưa có kết nối với BTS
- ✓ *Điều khiển công suất vòng kín:* khi MS đã có kết nối với BTS bao gồm: (1) điều chỉnh công suất nhàn vòng trong khi MS, MS và BTS đánh giá SIR (Signal to Interference Ratio: tỷ số tín hiệu trên nhiễu) để đưa ra kết luận điều khiển công suất cho đường lên và đường xuống; (2) điều khiển công suất vòng ngoài, MS và RNC dựa trên tỷ lệ lỗi khối (BLER) đưa ra quyết định SIR đích cho điều khiển công suất vòng trong

Điều khiển công suất vòng hở thực hiện đánh giá gần đúng công suất đường xuống của tín hiệu kênh hoa tiêu dựa trên tổn hao truyền sóng của tín hiệu này. Nhược điểm của phương pháp này là do điều kiện truyền sóng của đường xuống khác với đường lên nhất là do pha đình nhanh nên sự đánh giá sẽ thiếu chính xác. ở hệ thống CDMA trước đây người ta sử dụng phương pháp này kết hợp với điều khiển công suất vòng kín, còn ở hệ thống W-CDMA phương pháp điều khiển công suất này chỉ được sử dụng để thiết lập công suất gần đúng khi truy nhập mạng lần đầu.

Phương pháp điều khiển công suất nhanh vòng kín như sau (xem hình 4.24). Trong phương pháp này BS (hoặc MS) thường xuyên ước tính tỷ số tín hiệu trên nhiễu thu được ($SIR = \text{Signal to Interference Ratio}$) và so sánh nó với tỷ số SIR đích ($SIR_{\text{đích}}$). Nếu $SIR_{\text{ước tính}}$ cao hơn $SIR_{\text{đích}}$ thì BS (MS) thiết lập bit điều khiển công suất để lệnh cho MS (BS) hạ thấp công suất, trái lại nó ra lệnh MS (BS) tăng công suất. Chu kỳ đo-lệnh-phản ứng này được thực hiện 1500 lần trong một giây (1,5 KHz) ở W-CDMA. Tốc độ này sẽ cao hơn mọi sự thay đổi tổn hao đường truyền và thậm chí có thể nhanh hơn pha đình nhanh khi MS chuyển động tốc độ thấp.



Hình 4.24. Nguyên lý điều khiển công suất vòng kín

Kỹ thuật điều khiển công suất vòng kín như vậy được gọi là vòng trong cũng được sử dụng cho đường xuống mặc dù ở đây không có hiện tượng gần xa vì tất cả các tín hiệu đến các MS trong cùng một ô đều bắt đầu từ một BS. Tuy nhiên lý do điều khiển công suất ở đây như sau. Khi MS tiến đến gần biên giới ô, nó bắt đầu chịu ảnh hưởng ngày càng tăng của nhiễu từ các ô khác. Điều khiển công suất đường xuống trong trường hợp này để tạo một lượng dự trữ công suất cho các MS trong trường hợp nói trên. Ngoài ra điều khiển công suất đường xuống cho phép bảo vệ các tín hiệu yếu do fading Rayleigh gây ra, nhất là khi các mã sửa lỗi làm việc không hiệu quả.

Điều khiển công suất vòng ngoài thực hiện đánh giá dài hạn chất lượng đường truyền trên cơ sở BLER (Block Error Rate: tỷ lệ lỗi khối) hoặc BER để quyết định $SIR_{đích}$ cho điều khiển công suất vòng trong.

Điều khiển công suất vòng ngoài thực hiện điều chỉnh giá trị $SIR_{đích}$ ở BS (MS) cho phù hợp với yêu cầu của từng đường truyền vô tuyến để đạt được chất lượng các đường truyền vô tuyến như nhau. Chất lượng của các đường truyền vô tuyến thường được đánh giá bằng tỷ số bit lỗi (BER: Bit Error Rate) hay tỷ số khung lỗi (FER= Frame Error Rate). Lý do cần đặt lại $SIR_{đích}$ như sau. SIR yêu cầu (tỷ lệ với E_c/N_0) chẳng hạn là $BLER=1\%$ phụ thuộc vào tốc độ của MS và đặc điểm truyền nhiều đường. Nếu ta đặt $SIR_{đích}$ đích cho trường hợp xấu nhất (cho tốc độ cao nhất) thì sẽ lãng phí dung lượng cho các kết nối ở tốc độ thấp. Như vậy tốt nhất là để $SIR_{đích}$ thả nổi xung quanh giá trị tối

thiếu đáp ứng được yêu cầu chất lượng. Để thực hiện điều khiển công suất vòng ngoài, mỗi khung số liệu của người sử dụng được gán chỉ thị chất lượng khung là CRC. Việc kiểm tra chỉ thị chất lượng này sẽ thông báo cho RNC về việc giảm chất lượng và RNC sẽ lệnh cho BS tăng SIR_{đích}. Lý do đặt điều khiển vòng ngoài ở RNC vì chức năng này thực hiện sau khi thực hiện kết hợp các tín hiệu ở chuyển giao mềm.

4.10.2. Quản lý di động và đo của UE

Trong hệ thống tổ ong, trong nhập mạng đầu tiên và khi chuyển động từ ô này đến ô khác, UE thực hiện chọn ô, chọn lại ô và chuyển giao tùy thuộc vào trạng thái RRC rồi hay kết nối. Trong 3G WCDMA có các kiểu chọn ô, chọn lại ô và chuyển giao sau:

- ✓ Trong cùng một tần số
- ✓ Giữa các tần số
- ✓ Giữa các RAT (Radio Access Technology: công nghệ truy nhập vô tuyến): chẳng hạn giữa WCDMA và GSM
- ✓ Giữa các chế độ truy nhập khác nhau: giữa FDD và TDD
- ✓ Chuyển giao mềm, mềm hơn
- ✓ Chuyển giao cứng

Để làm chọn ô, chọn lại ô và chuyển giao, UE phải đo cường độ tín hiệu cũng như chất lượng tín hiệu của các mà nó dự định cắm trại hay các ô lân cận với ô nó đang cắm trại. Trong 3G UMTS, UE đo Carrier RSSI (Carrier Signal Strength Indicator: chỉ thị cường độ tín hiệu thu, CPICH RSCP (Common Pilot Channel Received Signal Code Power: công suất mã tín hiệu thu kênh hoa tiêu chung) và E_c/I_0 .

4.10.2.1. Các thông số đo của UE

RSCP (Received Signal Code Power: công suất mã tín hiệu thu) là năng lượng vô tuyến đo bằng dBm nhận được sau khi giải trải phổ và giải ngẫu nhiên cho một mã đặc thù.

CPICH RSCP (Common Pilot Channel Received Signal Code Power: công suất mã tín hiệu thu kênh hoa tiêu chung) là công suất mã được đo cho kênh hoa tiêu chung có mã trải phổ 0 với hệ số trải phổ 256 ($C_{ch,256,0}$). CPICH RSCP được sử dụng làm tiêu chuẩn cho chọn ô, lại ô và chuyển giao.

RSSI (Received Signal Strength Indicator: chỉ số cường độ tín hiệu thu) là toàn bộ công suất băng rộng thu được tại UE bao gồm công suất số liệu, công suất nhiễu và công suất tạp âm trong băng thông 3,84 MHz [dBm/3,84MHz]. RSSI được sử dụng để xét đến cả RSCP và E_c/I_0 : $RSSI [dBm] = RSCP [dBm] - E_c/I_0 [dB]$

Tỷ số năng lượng chip trên mật độ công suất nhiễu E_c/I_0 được đo bằng dB. E_c được đo như là mật độ phổ công suất kênh mã trong băng thông 3,84MHz [dBm/3,64MHz] vì thế

thực chất là RSCP. I_0 là toàn bộ công suất băng rộng thu được tại UE bao gồm công suất số liệu, công suất nhiễu và công suất tạp âm trong băng thông 3,84 MHz [dBm/3,84MHz], vì thế thực chất là RRSI, CPICH E_c/I_0 là E_c/I_0 cho kênh CPICH được sử dụng làm tiêu chuẩn cho chọn lại ô và chuyển giao.

4.10.2. Quản lý di động trong chế độ RRC-IDLE

4.10.2.2. Chọn ô (Cell Selection) và chọn lại ô (Cell Reselection)

UE chọn một ô phù hợp của PLMN (mạng thông tin di động) được chọn dựa trên các kết quả đo. Thủ tục này được gọi là chọn ô (Cell Selection). UE bắt đầu thu các kênh quảng bá của ô này và tìm xem có ô nào phù hợp để ‘cắm trại’ với yêu cầu là ô này không bị cấm và có chất lượng vô tuyến đủ tốt. Sau chọn ô, UE phải đăng ký với mạng để nâng cấp PLMN được chọn thành PLMN được đăng ký. Nếu UE có thể tìm thấy một ô là ứng cử tốt nhất để chọn lại (Cell Reselection) theo tiêu chuẩn chọn lại, nó chọn lại ô này và cắm trại tại ô này sau đó lại kiểm tra xem ô này có phù hợp cho cắm trại hay không.

4.10.2.2.1. Chọn ô (Cell Selection)

Tiêu chuẩn chọn lại ô dựa trên các thông số $S_{rxlev} > 0$ và $S_{qual} > 0$ theo các phương trình sau:

$$S_{rxlev} = Q_{rxlevmeas} - Q_{rxlevmin} - P_{compensation} \quad (4.16)$$

$$S_{qual} = Q_{qualmeas} - Q_{qualmin} \quad (4.17)$$

Trong đó :

$Q_{rxlevmeas}$ [dBm] là CPICH RSCP được đo bởi UE

$Q_{qualmeas}$ [dB] là CPICH E_c/I_0 được đo bởi UE

$Q_{rxlevmin}$ [dBm] được thông báo bởi kênh BCH (-18dBm).

$P_{compensation} = \max(P_{EMAX} - P_{UMAX}, 0)$, P_{EMAX} là giá trị công suất cực đại đo bằng dBm mà UE được phép sử dụng trong ô (24dBm), P_{UMAX} [dBm] là công suất phát cực đại của UE được quy định theo thể loại UE. Chẳng hạn UE loại 3 có $P_{UMAX} = 23$ dBm. P_{EMAX} được định nghĩa bởi lớp cao hơn và được thông báo bởi kênh BCH

4.10.2.2.2. Chọn lại ô (Cell Reselection)

Chọn lại ô xảy ra khi E\UE đang cắm trại bình thường tại một ô nhưng phát hiện một ô mới tốt hơn. Để chọn lại ô, các ô để cắm trại được phân hạng theo tiêu chí R:

$$R_s = Q_{meas,s} + Q_{hyst,s} \quad (4.18)$$

$$R_n = Q_{meas,n} - Q_{offset,s,n} \quad (4.19)$$

Trong đó Q_{meas} có thể là CPICH RSCP [dBm] hoặc E_c/I_0 [dB],

$Q_{hyst,s}$ là trễ công suất hoặc trễ chất lượng cho ô đang phục vụ [dBm/dB], $Q_{offset,n}$ là dịch công suất hoặc chất lượng giữa đang phục vụ và ô lân cận khi đánh giá [dBm/dB], s là ô đang phục vụ và n là ô lân cận.

$Q_{1,hyst,s}$ dựa trên CPICH RSCP, $Q_{2,hyst,s}$ dựa trên CPICH E_c/I_0

$Q_{1,offset, s/n}$ dựa trên CPICH RSCP

$Q_{2, offset, s/n}$ dựa trên CPICH E_c/I_0

$T_{reselection}$ trễ chọn lại ô: UE chỉ chọn lại một ô khi ô này có cấp hạng tốt hơn ô đang phục vụ trong khoảng thời gian $T_{reselection}$.

Tiêu chuẩn chọn lại ô phải đạt được tiêu chí S và hạng của ô lân cận phải cao hơn hạng của ô đang phục vụ và các ô khác sau một không thời gian trễ chọn lại ô $T_{reselection}$:

$$S_n > 0 \quad (4.20)$$

$$Q_n > Q_s + Q_{offset, sn} + Q_{hyst, s} \quad (4.21)$$

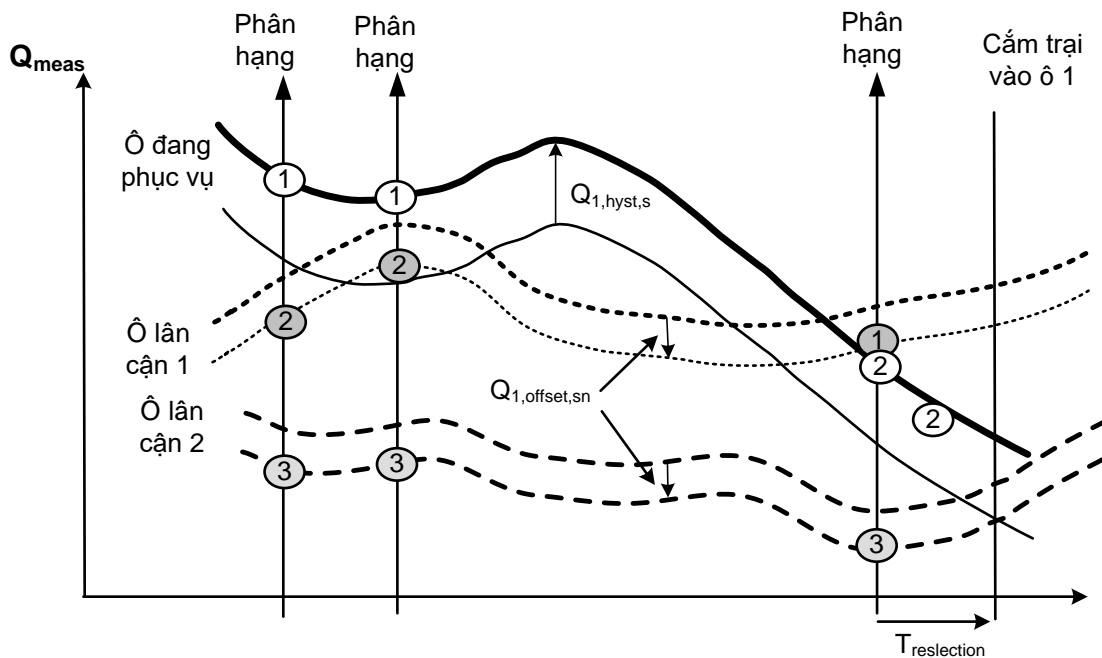
$$T \geq T_{reselection} \quad (4.22)$$

S_n là tiêu chí chọn ô

Q_n và Q_s là CPICH RSCP hoặc E_c/I_0 của ô lân cận và ô đang phục vụ.

$T_{reselection}$ trễ chọn lại ô: UE chỉ chọn lại một ô khi ô này có cấp hạng tốt hơn ô đang phục vụ trong khoảng thời gian $T_{reselection}$.

Hình 4.25 mô tả quá trình đo, phân hạng và chọn lại ô. Lúc đầu ô đang phục vụ được phân hạng 1 còn các ô lân cận 1 và 2 lần lượt được phân hạng 2 và 3. Tại thời điểm ô lân cận 1 đạt được tiêu chí chọn lại ô, ô này được phân hạng 1, ô đang phục vụ bị tụt xuống hạng 2 dẫn đến ô lân cận 1 được chọn lại và UE cắm trại vào ô này.



Hình 2.25. Đo và chọn lại ô

4.10.2.3. Quản lý di động trong trạng thái CELL-DCH của chế độ RRC-CONNECTED: chuyển giao

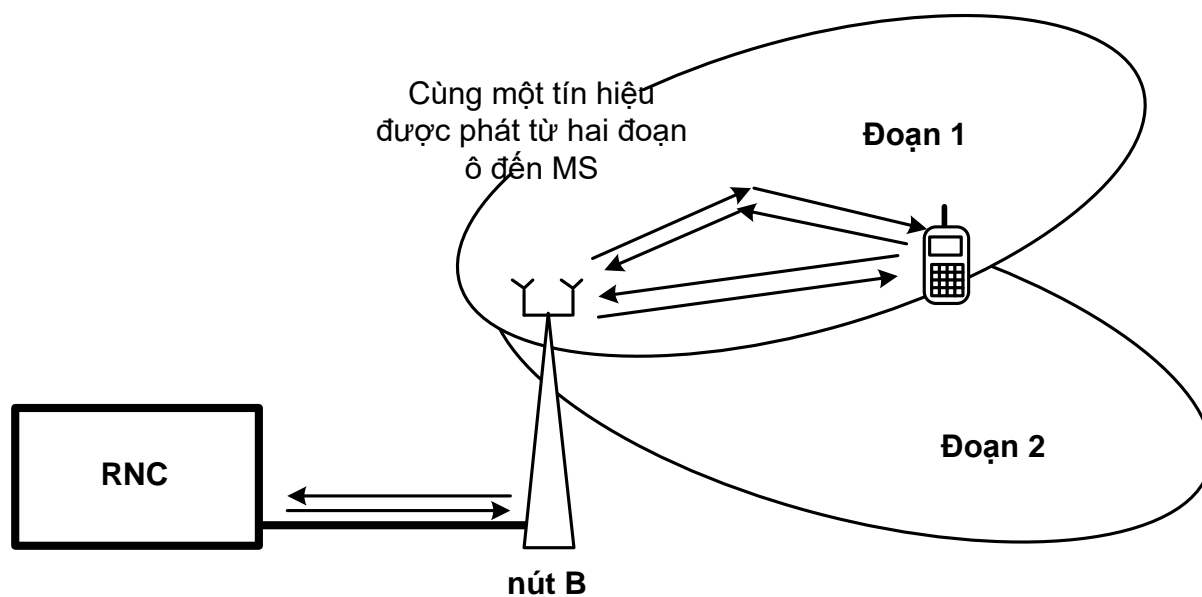
4.10.2.3.1. Chuyển giao

Trong chế độ trạng thái Cell-DCH của chế độ RRC-Connected di động sẽ được thực hiện bằng chuyển giao mềm (thay đổi tập tích cực) hoặc chuyển giao cứng, do mạng điều khiển.

Trong khi GSM chỉ có thể thực hiện chuyển giao cứng thì WCDMA có thể thực hiện ba kiểu chuyển giao: (1) chuyển giao mềm, (2) chuyển giao mềm hơn và (3) chuyển giao cứng. Hai kiểu chuyển giao đầu được thực hiện trong một ô hoặc trong một đoạn ô trên cùng một tần số. Chuyển giao thứ ba thực hiện trên hai tần số khác nhau hoặc giữa hai hệ thống khác nhau. Cũng như điều khiển công suất chuyển giao mềm và mềm hơn cần phải có ở các hệ thống thông tin di động CDMA vì lý do sau: để tránh hiện tượng gần xa xảy ra. Khi MS tiến sâu vào vùng phủ sóng của ô lân cận mà không được BS của ô này điều khiển công suất, nó sẽ gây nhiễu rất lớn cho các MS khác trong ô này. Chuyển giao cứng thường xuyên và nhanh có thể tránh được điều này, nhưng chuyển giao này chỉ có thể thực hiện được với một thời gian trễ nhất định, trong khoảng thời gian này có thể xảy ra hiện tượng gần xa. Vì thế cùng với điều khiển công suất, các chuyển giao mềm và mềm hơn là công cụ quan trọng để giảm nhiễu ở CDMA.

Trong chuyển giao mềm hơn, MS ở vùng chồng lấn giữa hai vùng phủ của hai đoạn ô của BS. Thông tin giữa MS và BS xảy ra đồng thời trên hai kênh của giao diện vô tuyến. Vì thế cần sử dụng hai mã khác nhau ở đường xuống để MS có thể phân biệt được hai tín hiệu. Máy thu của MS nhận hai tín hiệu này bằng phương pháp xử lý RAKE rất giống như thu đa đường, chỉ khác là các ngón cần tạo ra mã tương ứng đối với từng đoạn để thực hiện giải trải phổ. Hình 4.26 cho thấy trường hợp chuyển giao mềm hơn.

Trên đường lên cũng xảy ra quá trình tương tự ở BS: BS thu được kênh mã của MS ở từng đoạn ô, sau đó chuyển chúng đến đến cùng máy thu RAKE và kết hợp chúng để nhận được tín hiệu tốt nhất. Trong quá trình chuyển giao mềm hơn ở mỗi kết nối chỉ có một vòng điều khiển công suất là tích cực. Thông thường chuyển giao mềm hơn chỉ xảy ra ở 5-15% kết nối.



Hình 4.26. Chuyển giao mềm hơn.

Hình 4.27 cho thấy chuyển giao mềm. Trong khi chuyển giao mềm, MS ở vùng chồng lấn vùng phủ của hai đoạn ô thuộc hai trạm gốc khác nhau. Cũng như ở chuyển giao mềm hơn, thông tin giữa MS và BS xảy ra đồng thời ở hai kênh của giao diện vô tuyến từ hai BS khác nhau.

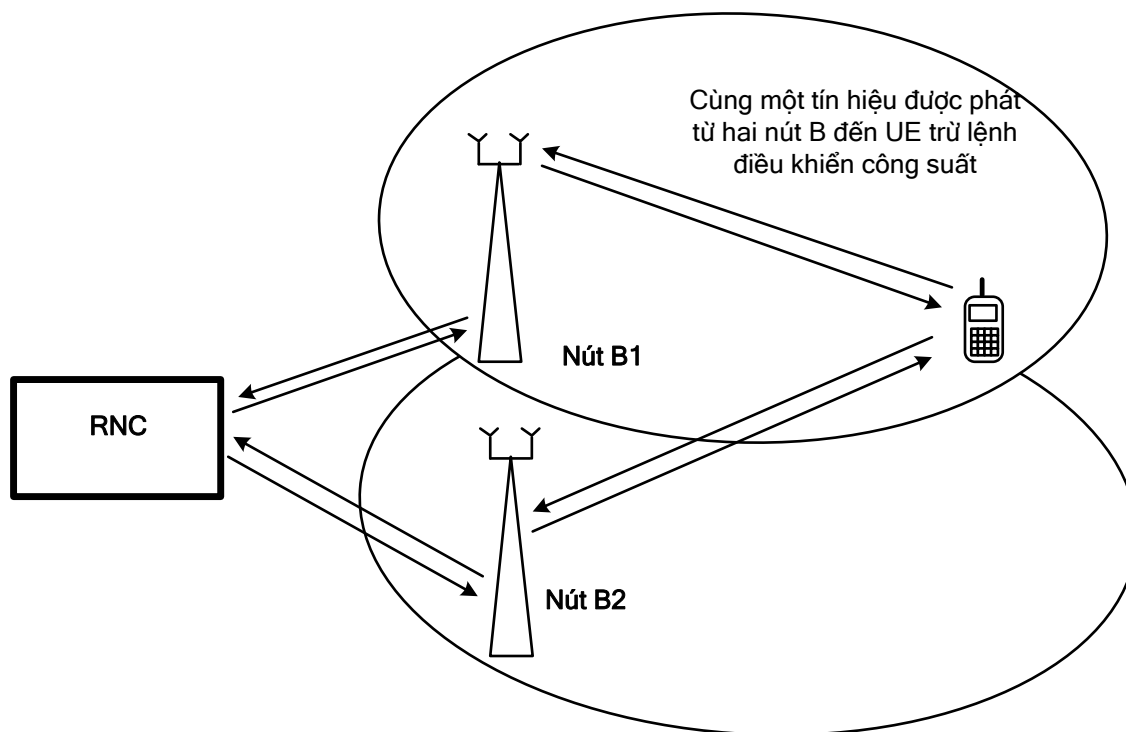
Cũng như ở chuyển giao mềm hơn, cả hai kênh (cả hai tín hiệu) được thu tại MS bởi quá trình RAKE. Nhìn từ phía MS ta thấy rất ít khác biệt giữa chuyển giao mềm hơn và chuyển giao mềm.

Tuy nhiên ở đường lên chuyển giao mềm khác chuyển giao mềm hơn rất lớn: kênh mã thu được từ cả hai BS nhưng được gửi đến RNC để kết hợp. Thông thường quá trình này được thực hiện như sau. Chỉ thị độ tin cậy khung (được cung cấp cho điều khiển vòng ngoài) được sử dụng để chọn khung tốt hơn trong số hai khung của hai kênh nói trên ở RNC. Chọn được thực hiện sau mỗi chu kỳ đan xen: 10-80ms một lần.

Lưu ý rằng khi chuyển giao mềm, trên một kết nối có hai vòng điều khiển công suất tích cực, mỗi vòng cho mỗi trạm. Chuyển giao mềm xảy ra ở vào khoảng 10-40% kết nối. Để phục vụ cho các kết nối chuyển giao mềm trong giai đoạn quy hoạch mạng cần xem xét để hệ thống đảm bảo các tài nguyên bổ sung sau:

- Các kênh máy thu RAKE bổ sung ở BS
- Các đường truyền dẫn bổ sung giữa BS và RNC
- Các ngón RAKE bổ sung ở MS

Cũng cần lưu ý rằng chuyển giao mềm và chuyển giao mềm hơn cũng có thể xảy ra đồng thời ở một kết nối.



Hình 4.27. Chuyển giao mềm

Trong chuyển giao mềm hoặc mềm hơn, MS kết nối cùng một lúc với nhiều BTS (vì thế còn được gọi là phân tập vĩ mô).. Để quản lý chuyển giao mềm (hoặc mềm hơn) UE có bộ nhớ duy trì tập các hoa tiêu của BTS như sau:

- ✓ *Tập tích cực*: là tập các hoa tiêu của các BTS đang kết nối với MS
- ✓ *Tập ứng cử*: là tập các hoa tiêu của các BTS khác không có mặt trong kết nối với MS nhưng tỷ số SIR (E_c/I_0) hoa tiêu của chúng đủ mạnh để được bổ sung vào tập tích cực.
- ✓ *Tập lân cận hay tập được giám sát*: là danh sách các hoa tiêu được MS đo liên tục nhưng SIR chưa đủ mạnh để được kết nạp vào tập tích cực

Các thành viên của các tập dưới có thể được chuyển vào các tập trên và vào tập tích cực khi công suất của hoa tiêu chúng đủ mạnh.

Như vậy chuyển giao mềm ở WCDMA thực chất là quá trình trong đó một hoa tiêu mới được kết nạp vào tập tích cực và một hoa tiêu trong tập tích cực bị khai trừ ra khỏi tập này.

Sự liên quan chủ yếu của chuyển giao đến lớp vật lý là việc xác định cái gì phải đo cho các tiêu chuẩn chuyển giao và cách nhận được các kết quả đo.

Trong phần này ta sẽ chỉ xét chuyển giao trong cùng một chế độ

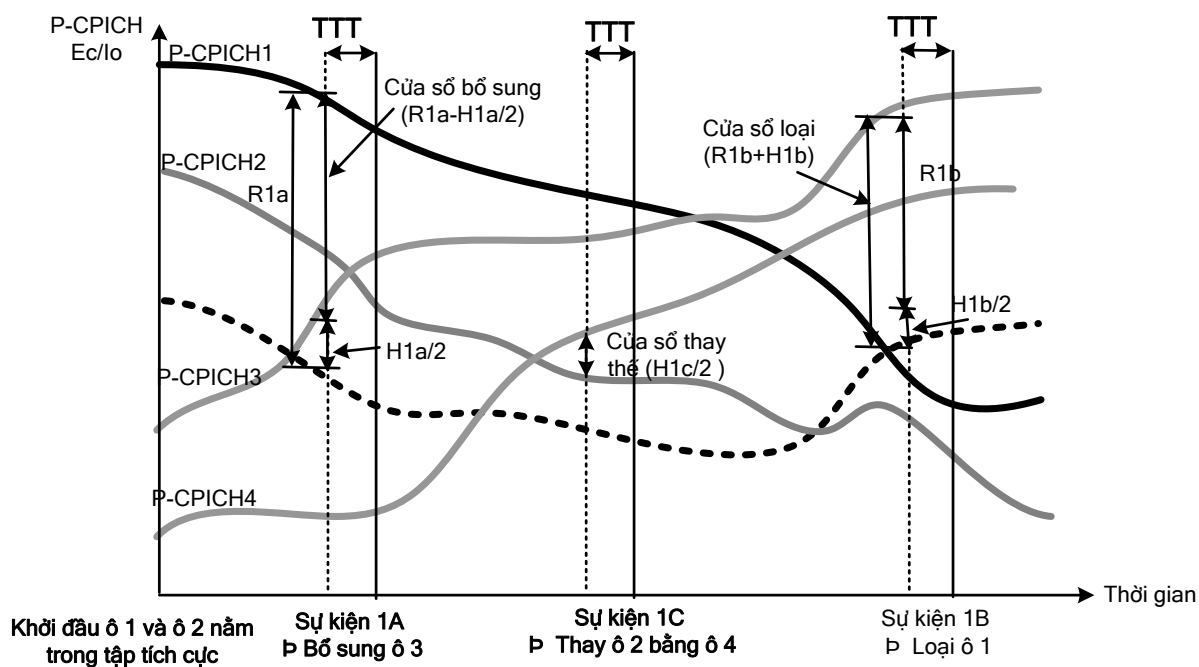
Chuyển giao trong cùng một chế độ của UTRA FDD dựa trên việc đo CPICH E_c/I_0 , được thực hiện từ kênh hoa tiêu chung (CPICH). Các đại lượng quy định cho UE đo ở kênh CPICH như sau:

- Công suất của mã tín hiệu thu (RSCP= Received Signal Code Power), đây là công suất thu ở một mã sau giải trải phổ được quy định cho các ký hiệu hoa tiêu
- Chỉ thị cường độ tín hiệu thu (RSSI= Received Signal Strength Indicator), đây là công suất thu bằng rộng trong băng tần kênh.
- CPICH E_c/I_0 thể hiện công suất mã tín hiệu hoa tiêu thu được chia cho tổng công suất thu trong băng tần thu và được định nghĩa là: $RSCP/RSSI$

Ngoài ra còn có các vấn đề khác là cơ sở cho các quyết định chuyển giao, các quyết định về thuật toán chuyển giao được dành cho các vấn đề thực hiện.

4.10.2.3.1. Giải thuật đo chuyển giao mềm

Hình 4.28 cho thấy giải thuật đo chuyển giao mềm.



Hình 4.28. Thí dụ về giải thuật đo chuyển giao mềm

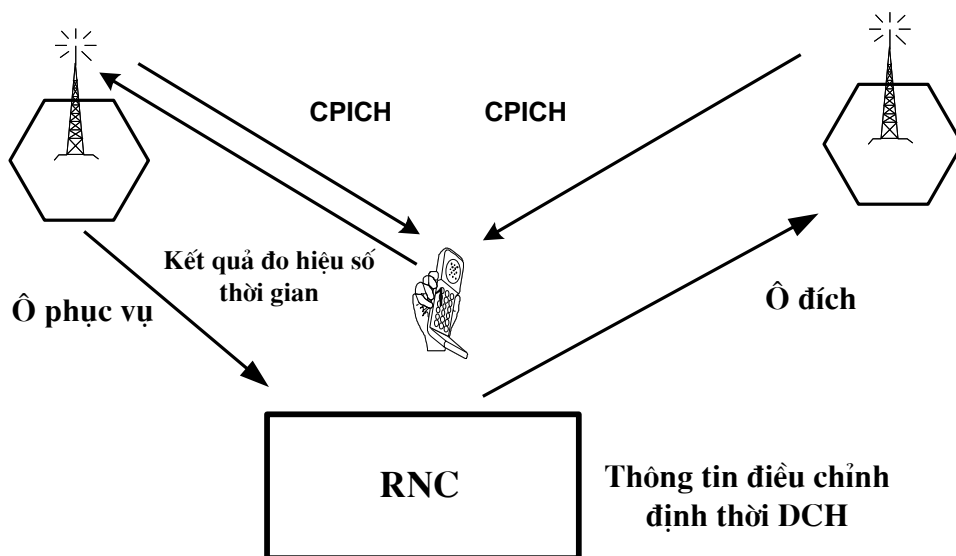
Từ hình 4.28 ta thấy:

- ✓ **Lúc đầu.** Chỉ có ô 1 và ô 2 nằm trong tập tích cực.
- ✓ **Tại sự kiện 1A.** $(E_c/I_0)_{P-CPICH3} > (E_c/I_0)_{P-CPICH1} - (R_{1a} - H_{1a}/2)$ trong đó $(E_c/I_0)_{P-CPICH1}$ là tỷ số tín hiệu trên nhiễu nhiều kênh hoa tiêu của ô 1 mạnh nhất, $(E_c/I_0)_{P-CPICH3}$ là tỷ số tín hiệu trên nhiễu nhiều kênh hoa tiêu của ô 3 nằm ngoài tập tích cực, R_{1a} là hằng số

dải báo cáo (do RNC thiết lập), $H_{1a}/2$ là thông số trễ sự kiện và $(R_{1b}-H_{1a}/2)$ là cửa sổ kết nạp (Window_add) cho sự kiện 1A. Cửa sổ kết nạp thường có giá trị bằng 1-3dB. Nếu bất đẳng thức này tồn tại trong khoảng thời gian TTT (Time to Triger: thời gian khởi động) thì ô 3 được kết nạp vào tập tích cực.

- ✓ **Tại sự kiện C với ô hai có CPICH₂ kém nhất trong tập tích cực.** $(E_c/I_0)_{P-CPICH4} > (E_c/I_0)_{P-CPICH2} + H_{1c}/2$, trong đó $(E_c/I_0)_{P-CPICH4}$ là tỷ số tín hiệu trên nhiễu của ô 4 nằm ngoài tập tích cực và $(E_c/I_0)_{P-CPICH2}$ là tỷ số tín hiệu trên nhiễu của ô 2 tồi nhất trong tập tích cực, $H_{1c}/2$ là thông số trễ sự kiện 1C. $H_{1c}/2$ thường có giá trị 2dB. Nếu quan hệ này tồn tại trong thời gian TTT và tập tích cực đã đầy thì ô 2 bị loại ra khỏi tập tích cực và ô 4 sẽ thế chỗ của nó trong tập tích cực
- ✓ **Tại sự kiện B.** $(E_c/I_0)_{P-CPICH1} < (E_c/I_0)_{P-CPICH3} + (R_{1b}+H_{1b}/2)$ trong đó $(E_c/I_0)_{P-CPICH1}$ là tỷ số tín hiệu trên nhiễu kênh hoa tiêu của ô 1 yếu nhất trong tập tích cực, $(E_c/I_0)_{P-CPICH3}$ là tỷ số tín hiệu trên nhiễu của ô 3 mạnh nhất trong tập tích cực và R_{1b} là hằng số dải báo cáo (do RNC thiết lập), $H_{1b}/2$ là thông số trễ và $(R_{1b}+H_{1b}/2)$ là cửa sổ loại cho sự kiện 1C. Cửa sổ loại thường có giá trị bằng 2-5 dB. Nếu quan hệ này tồn tại trong khoảng thời gian TTT thì ô 3 bị loại ra khỏi tập tích cực

Thông tin bổ sung quan trọng cho chuyển giao là thông tin định thời tương đối giữa các ô. Vì là mạng dự bộ, cần phải điều chỉnh định thời phát ở chuyển giao mềm để có thể thực hiện kết hợp nhất quán ở máy thu RAKE và đặc biệt là hoạt động điều khiển công suất ở chuyển giao mềm sẽ bị trễ bổ sung. Việc đo định thời liên quan đến hoạt động chuyển giao được cho ở hình 4.29. Nút B mới điều khiển định thời đường xuống ở các nấc 256 chip theo thông tin nhận được từ RNC.



Hình 4.29. Đo định thời cho chuyển giao mềm

Khi ô đã ở cửa sổ 10 ms, có thể tìm thời gian tương đối từ pha của mã ngẫu nhiên sơ cấp, vì chu kỳ của mã này là 10 ms. Nếu sai số của đồng bộ thời gian lớn hơn, UE cần giải mã số khung hệ thống (SFN) từ CCPCH sơ cấp. Quá trình này đòi hỏi thời gian và có thể bị lỗi nên cần kiểm tra CRC cho SFN. Không cần thiết cửa sổ 10 ms khi thông tin đồng bộ được cung cấp bởi danh mục các ô lân cận. Trong trường hợp này chỉ cần hiệu số pha của các mã ngẫu nhiên, nếu các nút B chưa đồng bộ ở mức chip.

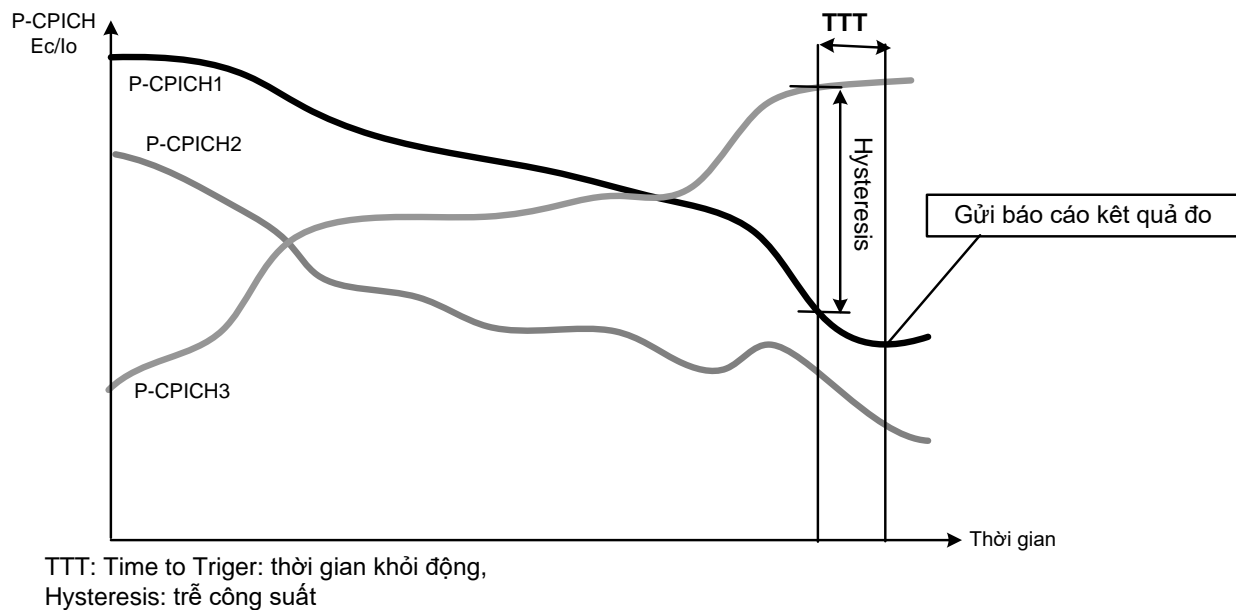
Đối với chuyển giao cứng giữa các tần số không cần thiết thông tin đồng bộ chính xác đến mức chip. Việc nhận được các kết quả đo khác cũng khó hơn, vì UE phải thực hiện đo ở một tần số khác. Thông thường quá trình này được thực hiện với sự hỗ trợ của chế độ nén (chế độ trong đó một số khe thời gian của kênh lưu lượng bị lấy cắp để đo).

4.10.2.3.3. Giải thuật đo chuyển giao cứng

Chuyển giao cứng được thực hiện khi phải chuyển giao:

- ✓ Giữa các tần số
- ✓ Giữa các RAT (Radio Access Technology: công nghệ truy nhập vô tuyến): chẳng hạn giữa WCDMA và GSM
- ✓ Giữa các chế độ truy nhập khác nhau: giữa FDD và TDD

Kịch bản chuyển giao cứng được cho trên hình 4.30. UE đang kết nối vào NodeB1, nó đo chất lượng thu $(E_c/I_0)_{P-CPICH}$ từ NodeB phục vụ và từ các NodeB lân cận (NodeB2 và NodeB3). Nếu $(E_c/I_0)_{P-CPICH2} > (E_c/I_0)_{P-CPICH1} - \text{Hysteresis}$ trong một thời gian TTT, trong đó Hysteresis là trễ công suất và TTT (Time to Trigger: thời gian khởi động), thì UE sẽ phát báo cáo kết quả đo về NodeB1 nguồn để bắt đầu quá trình chuyển giao đến NodeB2 đích.



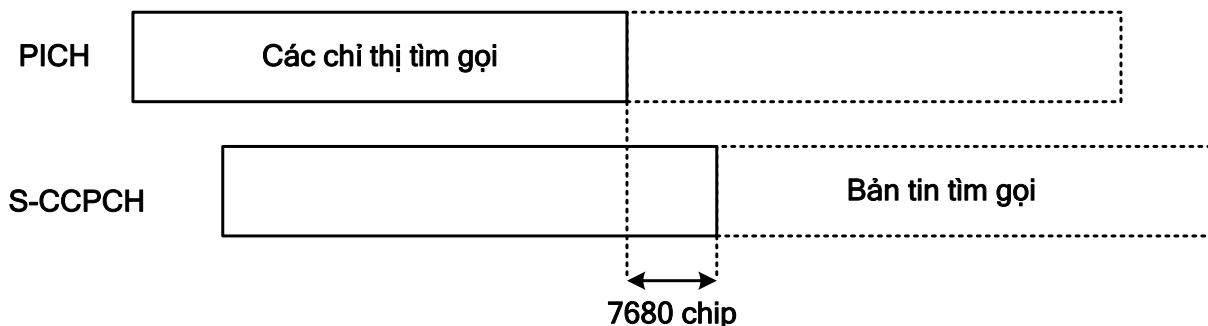
Hình 4.30. Kịch bản chuyển giao cứng

4.11. CÁC THỦ TỤC LỚP VẬT LÝ

4.11.1. Thủ tục tìm gọi

Kênh tìm gọi (PCH) được tổ chức như sau. Một thiết bị đầu cuối (UE) sau khi đã đăng ký với mạng sẽ được ấn định một nhóm tìm gọi. Đối với nhóm tìm gọi này, các chỉ thị tìm gọi (PI: Paging Indicator) sẽ xuất hiện định kỳ ở kênh chỉ thị tìm gọi (PICH) khi 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. UE cần giải mã PCH trong trường hợp thu PI cho thấy độ tin cậy thấp của quyết định. Khoảng tìm gọi được cho ở hình 4.31.



Hình 4.31. Quan hệ PICH với PCH

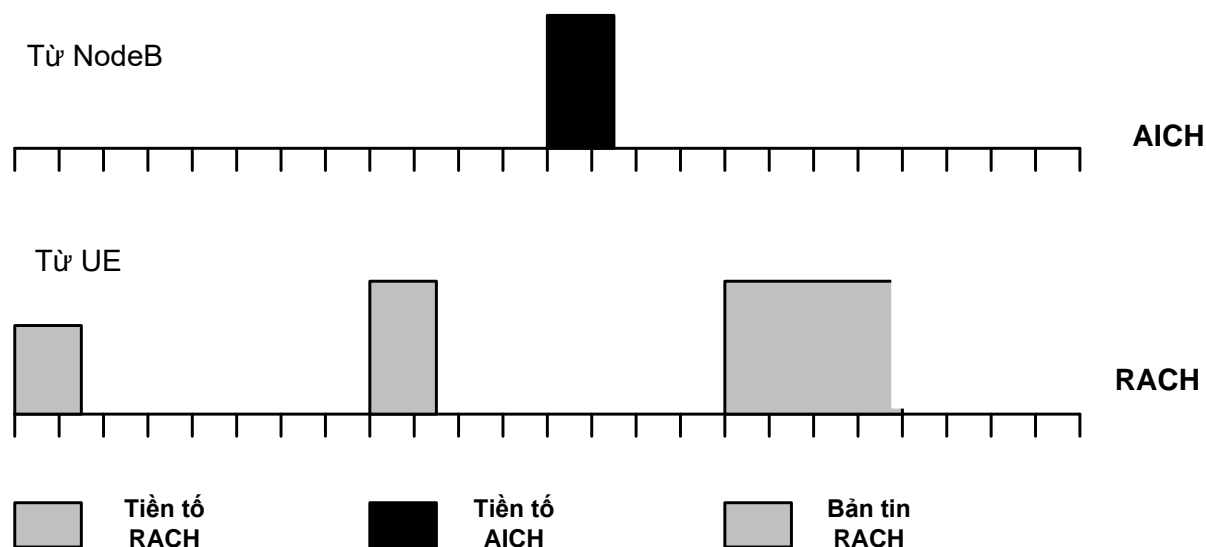
PI càng ít xuất hiện, thì UE càng ít phải thức từ chế độ ngủ và tuổi thọ của acqui càng cao. Tất nhiên thời gian đáp ứng với cuộc gọi khởi xướng từ mạng là việc cân nhắc lựa chọn.

4.11.2. Thủ tục RACH

Thủ tục truy nhập ngẫu nhiên ở hệ thống CDMA phải đáp ứng được vấn đề gần xa, vì khi khởi đầu truyền dẫn UE chưa biết chính xác về công suất phát cần thiết. Điều khiến công suất vòng hờ có độ không chính xác lớn về các giá trị công suất tuyệt đối nhận được từ việc đo công suất thu suất phát cho đến giá trị thiết lập mức công suất phát như ta đã đề cập khi trình bày vòng hờ ở trên. Khi truy nhập UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access) thủ tục RACH có 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 hờ
- Tiền tố RACH 1ms được phát cùng với chữ ký được chọn
- Đầu cuối giải mã AICH để xem nút B đã phát hiện được tiền tố hay chưa
- Trường hợp không phát hiện được tiền tố nào, UE tăng công suất phát thêm một nấc (là bội số của 1 dB) theo quy định của nút B. Tiền tố được phát lại ở khe truy nhập tiếp theo
- Khi một truyền dẫn AICH từ nút được phát hiện, UE phát phần bản tin 10 ms hay 20 ms của RACH.

Thủ tục RACH được cho ở hình 4.32, trong đó đầu cuối phát tiền tố đến khi nhận được AICH và sau đó là phần bản tin của RACH.



Hình 4.32. Quá trình tăng công suất PRACH từng nấc và phát bản tin

Trường hợp truyền số liệu trên RACH, hệ số trải phổ và tốc độ số liệu có thể thay đổi cùng với TFCI trên DPCCCH cho PRACH. Theo quy định có thể có các hệ số trải phổ từ 256 xuống 32, như vậy một khung của RACH có thể chứa đến 1200 ký hiệu kênh và phụ thuộc vào mã hoá kênh có thể truyền được 600 hoặc 400 bit. Đối với số bit cực đại cự ly đạt được tất nhiên sẽ gần hơn cự ly đạt được đối với các tốc độ bit thấp, đặc biệt là các bản tin RACH không sử dụng các phương pháp như phân tập vĩ mô giống như ở các kênh riêng.

4.11.3. Hoạt động CPCH

Các kênh vật lý đặc thù CPCH được định nghĩa cho thủ tục truy nhập CPCH. Các kênh này không mang các kênh truyền tải nhưng là thông tin cần thiết cho thủ tục truy nhập CPCH. Các kênh này là:

- Kênh chỉ thị trạng thái CPCH (CSICH)
- Kênh chỉ thị phát hiện va chạm CPCH (CD-ICH)
- Kênh chỉ thị ấn định kênh CPCH (CA-ICH)
- Kênh bắt đầu tố truy nhập CPCH (AP-AICH)

CSICH sử dụng phần kênh AICH không được sử dụng (xem hình 4.33). Các bit CSICH chỉ thị sự khả dụng của từng kênh vật lý CPCH và được sử dụng không chỉ để thông báo cho đầu cuối chỉ truy nhập các kênh rồi mà còn để nhận lệnh phân bổ kênh đến một kênh chưa sử dụng. CSICH chia sẻ tài nguyên mã định kênh với AP-AICH

CD-ICH mang thông tin phát hiện va chạm đến UE. Khi CA-ICH được sử dụng, CD-ICH và CA-ICH được phát đồng thời đến UE. Cả hai đều có các mẫu 16 bit quy định khác nhau.

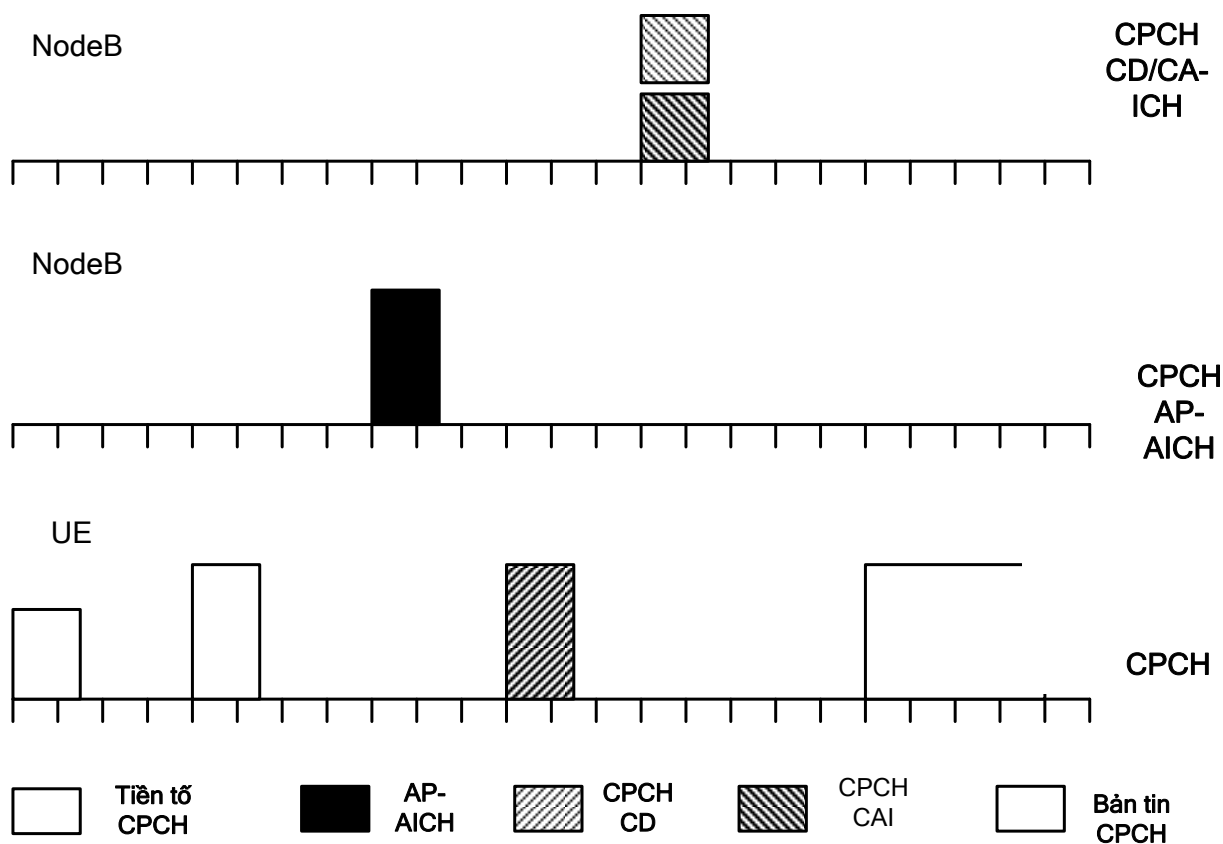
AP-AICH giống như AICH được sử dụng cho RACH và có thể dùng chung mã định kênh khi chia sẻ các tài nguyên truy nhập với RACH. Trong trường hợp này CSICH cũng sử dụng mã định kênh như CPCH và các kênh RACH AICH.

Hoạt động kênh gói chung đường lên (CPCH) khá giống hoạt động của RACH. Sự khác nhau căn bản là phát hiện va chạm lớp 1 (CD) trên cơ sở cấu trúc tín hiệu giống như tiền tố của RACH. Hoạt động này giống như RACH cho đến khi phát hiện được AP-AICH. Sau đó tiền tố CD cùng mức công suất vẫn được phát trở lại với một chữ ký khác được chọn ngẫu nhiên từ tập cho trước. Sau đó UE đợi trả lời bằng chữ ký này ở kênh chỉ thị CD (CD-ICH) nhờ vậy giảm thiểu được xác suất va chạm ở lớp 1. Sau khi nút B phát tiền tố đúng ở thủ tục phát hiện va chạm, UE bắt đầu phát (thời gian gồm nhiều khung). Thời gian truyền dẫn lâu hơn nhấn mạnh sự cần thiết cơ chế phát hiện va chạm. Ở hoạt động RACH chỉ một bản tin RACH bị mất do va chạm, còn với hoạt động CPCH việc không phát hiện va chạm có thể dẫn đến nhiều khung được phát và gây thêm nhiễu.

Điều khiển công suất nhanh trên CPCH cho phép giảm nhiễu do truyền số liệu, điều này càng nhấn mạnh tầm quan trọng của việc bổ sung phát hiện va chạm. UE phát số liệu trên một số khung. Ở thời điểm bắt đầu phát CPCH, một tiền tố điều khiển công suất có thể được phát trước khi phát số liệu thực sự. Điều này cho phép hội tụ điều khiển công suất, vì trễ giữa công nhận tiền tố và truyền số liệu thực sự ở CPCH lớn hơn RACH. Tiền tố 8 khe điều khiển công suất sử dụng kích cỡ nấc 2 dB để được hội tụ điều khiển công suất nhanh. Hoạt động của thủ tục truy nhập CPCH được cho ở hình 4.33.

Thời gian truyền dẫn cực đại CPCH cũng cần được hạn chế, vì CPCH không hỗ trợ chuyển giao mềm cũng như chế độ nén để cho phép đo giữa các ô và giữa các tần số. UTRAN thiết lập truyền dẫn CPCH cực đại trong quá trình đàm phán dịch vụ.

Một bổ sung mới nhất cho hoạt động của CPCH là chức năng ấn định kênh và giám sát trạng thái. Kênh chỉ thị trạng thái CPCH (CSICH= CPCH Status Indicator Channel) từ NodeB chứa các bit chỉ thị trạng thái để chỉ thị trạng thái của các kênh CPCH khác nhau. Nhờ vậy tránh được các lần thử truy nhập CPCH khi tất cả các kênh này bận. Chức năng ấn định kênh là một tùy chọn của hệ thống. Ở dạng bản in CA (Channel Assignment), chức năng này có thể hướng dẫn UE đến một kênh khác chưa được sử dụng cho thủ tục truy nhập. Bản tin CA được phát song song với bản tin CD.

**Hình 4.33. Thủ tục truy nhập CPCH****4.11.4. Thủ tục đồng bộ thời gian**

Thủ tục tìm ô sử dụng kênh đồng bộ gồm ba bước cơ bản, mặc dù từ quan điểm tiêu chuẩn không có yêu cầu nào đối với việc thực hiện các bước nào và khi nào. Tiêu chuẩn chỉ đặt ra yêu cầu về thời gian tìm cực đại so với các điều kiện kiểm tra. Các bước điển hình đối với tìm ô ban đầu như sau:

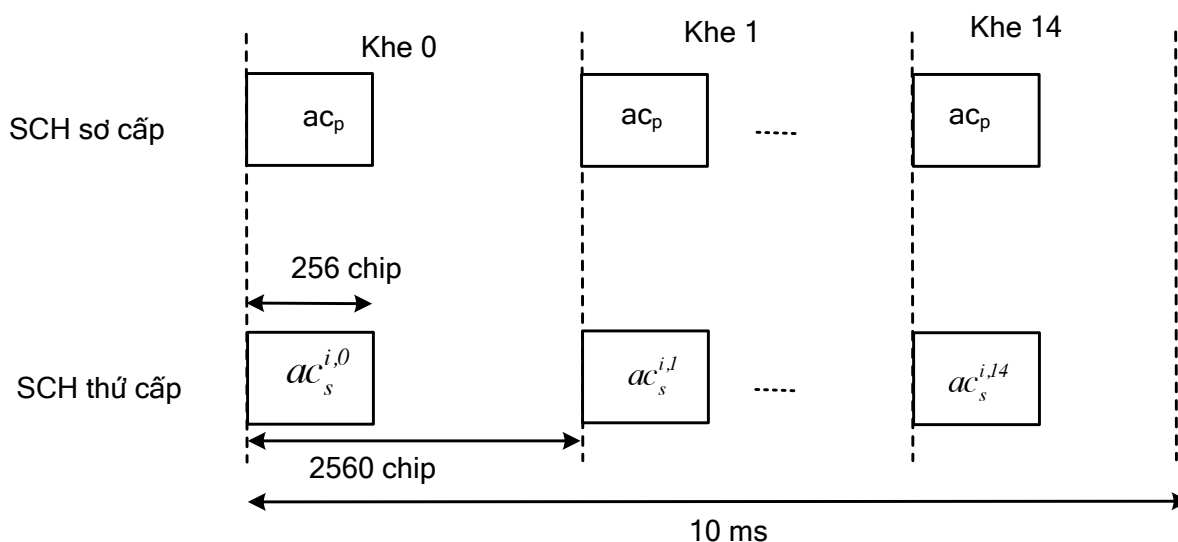
1. UE tìm mã đồng bộ sơ cấp 256 chip giống nhau cho tất cả các ô. Vì mã đồng bộ sơ cấp như nhau cho tất cả các khe, giá trị đỉnh tương quan nhận được sẽ tương ứng với biên giới khe
2. Trên cơ sở tìm được mã đồng bộ sơ cấp, UE tìm đỉnh tương quan lớn nhất từ SCH thứ cấp. Có tất cả 64 khả năng cho từ SCH thứ cấp. UE cần kiểm tra 15 vị trí, chưa thể có biên giới khung khi chưa phát hiện được từ mã của SCH thứ cấp (xem hình 4.34).
3. Khi đã tìm được SCH thứ cấp, UE biết được đồng bộ khung. Khi này UE tìm mã ngẫu nhiên sơ cấp thuộc một nhóm nhất định dựa trên CPICH. Mỗi nhóm gồm 8 mã

ngẫu nhiên sơ cấp. UE chỉ cần kiểm tra một vị trí của các mã này vì điểm khởi đầu đã biết (xem mục 4.6.5).

Hình 4.34 cho thấy cấu trúc kênh đồng bộ sơ cấp và thứ cấp.

Kênh đồng bộ cơ cấp (P-SCH: Primary Synchronization Channel) bao gồm một mã được điều chế 256 chip. Mã đồng bộ sơ cấp (PSC: Primary Synchronization Code) được phát trên mỗi khe. PSC (mã đồng bộ sơ cấp) được ký hiệu là ac_p như nhau đối với tất cả các ô trong hệ thống.

Kênh đồng bộ sơ cấp (S-SCH: Secondary Synchronization Channel) bao gồm một chuỗi phát lặp của các mã được điều chế có độ dài 256 chip được phát đồng thời với kênh SCH sơ cấp. Các mã đồng bộ thứ cấp (SSC: Secondary Synchronization Code) được ký hiệu là $c_s^{i,k}$, trong đó $k=0,1,\dots,14$ là số khe còn $i=0,1,\dots,63$ là số nhóm mã ngẫu nhiên. Chuỗi mã đồng bộ sơ cấp cho phép phát hiện đầu khung và mã ngẫu nhiên hóa đường xuống thuộc nhóm nào



Hình 4.34. Cấu trúc kênh đồng bộ sơ cấp và thứ cấp

Khi thiết lập các thông số của mạng, cần lưu ý đến các thuộc tính của sơ đồ đồng bộ để đạt được hiệu quả hoạt động tối ưu. Đối với tìm ô ban đầu, điều này sẽ hầu như không có ảnh hưởng, nhưng điều này có thể cho phép tối ưu quá trình tìm ô đích để chuyển giao. Về mặt nguyên lý vì có rất nhiều nhóm mã, nên khi quy hoạch thực tế, trong nhiều trường hợp ta có thể thực hiện danh sách các ô lân cận đối với một ô thuộc một nhóm mã khác. Như vậy UE có thể tìm ô đích và hoàn toàn bỏ bước 3 bằng cách chỉ khẳng định phát hiện chứ không cần so sánh các mã ngẫu nhiên khác nhau cho bước này.

Các biện pháp tiếp theo để cải thiện hiệu năng tìm ô gồm khả năng cung cấp thông tin lên quan đến định thời tương đối giữa các ô. Nói chung loại thông tin này được UE đo

cho mục đích chuyển giao và nó có thể được sử dụng để cải thiện đặc biệt hiệu năng của bước hai. Nếu thông tin định thời tương đối càng chính xác thì càng cần kiểm tra ít vị trí hơn đối với mã SCH thứ cấp và xác suất phát hiện đúng càng tốt hơn.

4.12. PHÂN TẬP PHÁT

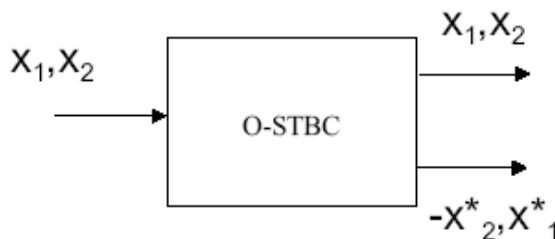
Khi nhiều anten thu được sử dụng, ta nói máy thu sử dụng phân tập anten thu (Rx). Phân tập Rx có thể được sử dụng tại BTS để tăng dung lượng đường lên và vùng phủ sóng. Do giá thành và không gian chiếm lớn, phân tập anten thu không phổ biến tại máy đầu cuối. Để khắc phục nhược điểm này W-CDMA sử dụng phân tập phát cho máy đầu cuối. Tồn tại hai kỹ thuật phân tập phát ở W-CDMA: Phân tập vòng hở và phân tập vòng kín.

4.12.1. Phân tập vòng hở

Phân tập phát vòng hở sử dụng bộ mã hóa được gọi là STTD (Space time Transmit Diversity: phân tập phát không gian thời gian). Phương án mã Alamouti được sử dụng trong STTD như sau:

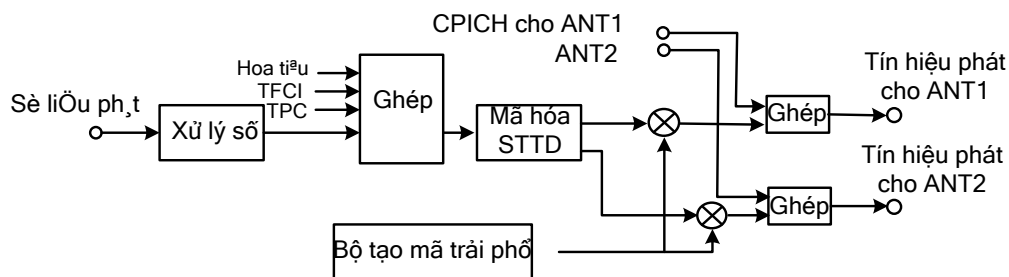
$$\mathbf{X}(x_1, x_2) = \begin{bmatrix} x_1 & -x_2^* \\ x_2 & x_1^* \end{bmatrix} \quad (4.23)$$

Trong đó cột 1 chứa các ký hiệu được phát đi từ anten 1 còn cột 2 chứa các ký hiệu được phát đi từ anten 2. Các ký hiệu này là các ký hiệu điều chế QPSK. Sơ đồ phân tập phát O-STBC (Orthogonal- Space Time Block Code: mã khối không gian thời gian trực giao) được mô tả trên hình 4.35 và cấu trúc máy phát được cho trên hình 4.36.

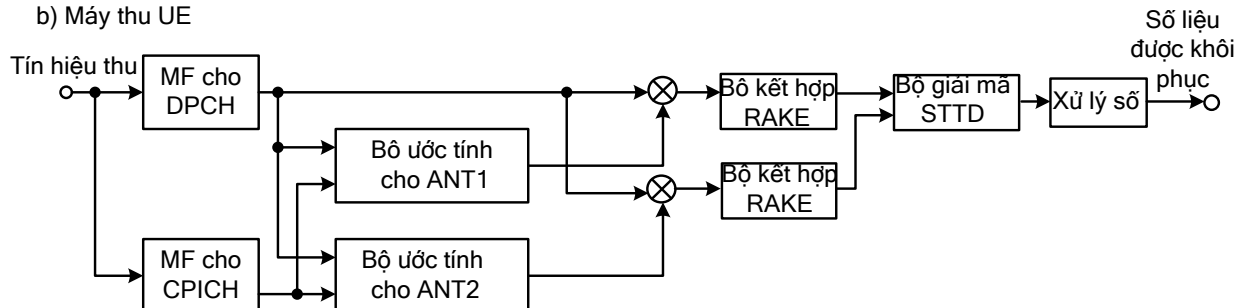


Hình 4.35. Bộ điều chế STTD sử dụng mã khối không gian thời gian trực giao (O-STBC) 2x2.

a) Máy phát NodeB



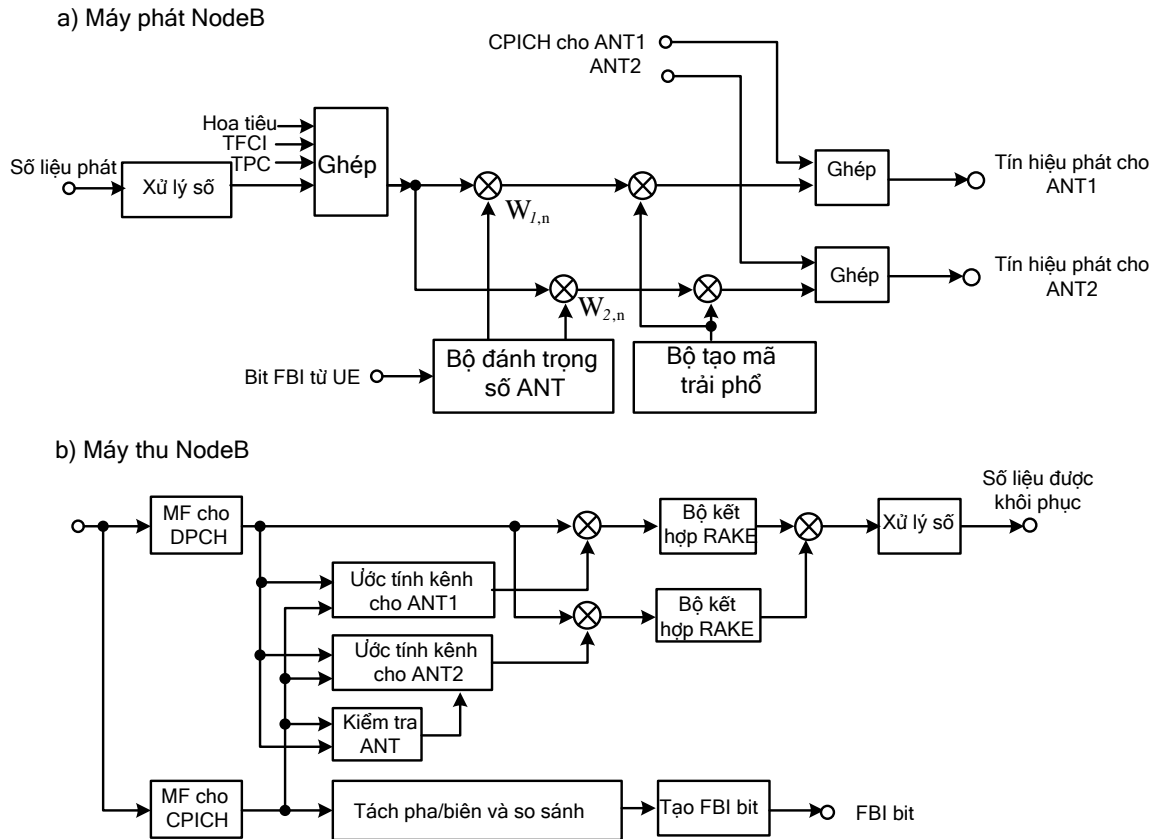
b) Máy thu UE



MF: Matched Filter: Bộ lọc phối hợp

Hình 4.36. Phân tập phát vòng hở của WCDMA**4.12.2. Chế độ vòng kín**

R3 và R4 sử dụng hai khái niệm phân tập phát vòng kín. Trong cả hai chế độ này, thông tin đồng chỉnh pha được phát trên một kênh hồi tiếp nhanh (tốc độ 1500 bps) cho phép chọn 4 hoặc 16 khả năng trọng số búp sóng. Cả hai khái niệm này đều có thể coi là truyền dẫn nhất quán (tạo búp thích ứng kênh) với sử dụng cân bằng kênh và các chiến lược báo hiệu hồi tiếp khác nhau. Kiến trúc máy phát được cho trên hình 4.37.



Hình 4.37. Phân tập phát vòng kín của WCDMA

Trong cả hai chế độ trọng số phát được lựa chọn theo thủ tục dưới đây:

- Đầu cuối đo các kênh hoa tiêu chung CPICH1 và CPICH2 được phát trên anten 1 và anten 2.
- Đầu cuối nhận được ước tính kênh cho đường truyền h_1 và h_2
- Vector trọng số phát cần thiết $\mathbf{W}(w_1, w_2)$ được xác định, được lượng tử và được gửi đến BTS trong trường FBI của kênh DCCH.

4.13. TỔNG KẾT

Trước hết chương này trình bày giao diện vô tuyến và các kênh logic, truyền tải, vật lý được tạo nên ở giao diện này. Tiếp theo cấu trúc của các kênh này được trình bày cụ thể. Tiếp theo sơ đồ thực hiện kênh vật lý được xét. Hai phần quan trọng của sơ đồ này là: (1) trải phổ, ngẫu nhiên hóa và định kênh, (2) xử lý tín hiệu số được xét khá chi tiết. WCDMA/FDD sử dụng hai lớp trải phổ: trải phổ định kênh để ấn định kênh mang thông tin và ngẫu nhiên hóa để nhận dạng nguồn phát (nút B và UE). Phần tiếp theo trình bày các vấn đề về điều khiển tài nguyên vô tuyến và các thủ tục đặc thù lớp vật lý được trình

bày. Tiếp sau chương này HSPA được xét. Đây là một kỹ thuật mới được triển khai trên nền hệ thống WCDMA để cho phép truyền tốc độ cao hơn. Phần cuối cùng của chương xét các kỹ thuật phân tập phát được áp dụng cho WCDMA. Áp dụng các kỹ thuật phân tập phát cho phép tăng đáng kể dung lượng đường truyền vô tuyến.

4.13. CÂU HỎI

1. Trình bày kiến trúc giao thức của giao diện vô tuyến
2. Trình bày khái niệm kênh logic, kênh truyền tải và kênh vật lý
3. Nêu tên các kênh logic và chức năng của từng kênh
4. Nêu tên các kênh truyền tải, chức năng từng kênh và sắp xếp kênh logic lên kênh truyền tải
5. Nêu tên các kênh vật lý, chức năng từng kênh và sắp xếp kênh truyền tải lên kênh kênh vật lý
6. Trình bày thủ tục thiết lập cuộc gọi sử dụng các kênh logic cho báo hiệu
7. Trình bày các thông số của kênh vật lý WCDMA/FDD
8. Trình bày phân bố tần số cho WCDMA
9. Trình bày sơ đồ khối chung phát thu vô tuyến
10. Trình bày sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế đường xuống
11. Trình bày sơ đồ trải phổ, ngẫu nhiên hóa và điều chế đường lên
12. Trình bày mã trải phổ định kênh
13. Trình bày mã ngẫu nhiên hóa nhận dạng nút B và UE
14. Trình bày sơ đồ xử lý tín hiệu số
15. Trình bày mã hóa kênh
16. Trình bày cấu trúc khung kênh DPCH đường lên
17. Trình bày cấu trúc khung DPCH đường xuống
18. Trình bày các trạng thái RRC
19. Trình bày điều khiển công suất
20. Trình bày quản lý di động trong chế độ RRC-IDLE
21. Trình bày quản lý di động trong chế độ RRC-CONNECTED
20. Trình bày thủ tục tìm gọi
21. Trình bày thủ tục RACH
22. Trình bày thủ tục CPCH
23. Trình bày thủ tục tìm ô
24. Trình bày thủ tục đo chuyển giao
29. Trình bày các kỹ thuật phân tập phát

30. Vẽ cấu trúc khung kênh DPDCH/DPCCH đường xuống. Nếu cho $k=5$, (1) tính tốc độ bit kênh, (2) tính SF, (3) tìm các mã OVSF $C_{ch,SF,i}$, trong đó i là số thứ tự mã, (4) vẽ sơ đồ điều chế và trải phổ cho trường hợp chỉ sử dụng một kênh cho đường xuống: $C_{d,1}=C_{ch,SF,1}$ (5) vẽ sơ đồ điều chế và trải phổ cho trường hợp sử dụng 4 kênh. Tính tốc độ bit kênh tối đa cho trường hợp này.

31. Vẽ cấu trúc khung kênh DPDCH/DPCCH đường lên. Nếu cho $k=6$, (1) tính tốc độ bit, (2) tính SF, (3) tìm mã OVSF $C_{ch,SF,i}$, trong đó i là số thứ tự của mã (4) vẽ sơ đồ điều chế và trải phổ cho trường hợp chỉ sử dụng một kênh cho đường lên: $C_{d,1}=C_{ch,SF,i}$ lưu ý $i=SF/4$ (5) vẽ sơ đồ điều chế và trải phổ.