

TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG ĐIỆN THOẠI DI ĐỘNG TỔ ONG

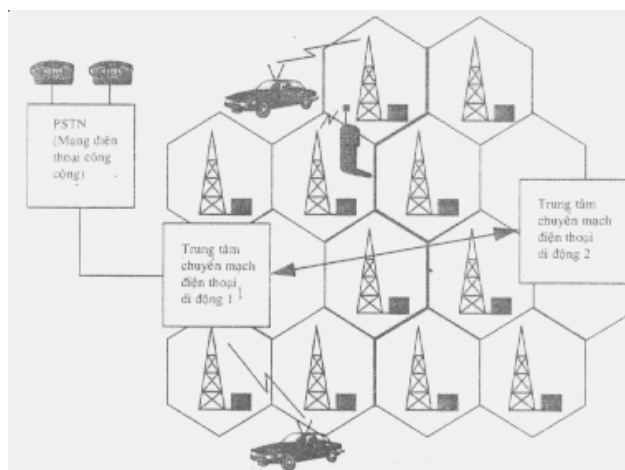
1.1. Tổng quan

Toàn bộ vùng phục vụ của hệ thống điện thoại di động tổ ong được chia thành nhiều vùng phục vụ nhỏ, gọi là các ô, mỗi ô có một trạm gốc phụ trách và được điều khiển bởi tổng đài sao cho thuê bao có thể vẫn duy trì được cuộc gọi một cách liên tục khi di chuyển giữa các ô.

Hình 1.1 đưa ra một mạng điện thoại di động tổ ong bao gồm các trạm gốc (BS). Một vùng phục vụ của một BS được gọi là ô và nhiều ô được kết hợp lại thành vùng phục vụ của hệ thống.

Trong hệ thống điện thoại di động tổ ong thì tần số mà các máy di động sử dụng là không cố định ở một kênh nào đó mà kênh đàm thoại được xác định nhờ kênh báo hiệu và máy di động được đồng bộ về tần số một cách tự động. Vì vậy các ô kề nhau nên sử dụng tần số khác nhau còn các ô ở cách xa hơn là một khoảng cách nhất định có thể tái sử dụng cùng một tần số đó. Để cho phép các máy di động có thể duy trì cuộc gọi liên tục trong khi di chuyển giữa các ô thì tổng đài sẽ điều khiển các kênh báo hiệu hoặc kênh lưu lượng theo sự di chuyển của máy di động để chuyển đổi tần số của máy di động đó thành một tần số thích hợp một cách tự động.

Hiệu quả sử dụng tần số của hệ thống điện thoại di động tăng lên vì các kênh RF giữa các BS kề nhau có thể được định vị một cách có hiệu quả nhờ việc tái sử dụng tần số và do đó dung lượng thuê bao được phục vụ sẽ tăng lên.



Hình 1.1: Hệ thống điện thoại di động

1.2. Cấu hình hệ thống

Hệ thống điện thoại di động tổng hợp bao gồm các máy điện thoại di động trên ô tô (hay xách tay), BS và MSC (trung tâm chuyển mạch điện thoại di động).

Máy điện thoại di động bao gồm các bộ thu/phát RF, anten và bộ điều khiển; BS bao gồm các bộ thu/phát RF để kết nối máy di động với MSC, anten, bộ điều khiển, đầu cuối số liệu và nguồn.

MSC xử lý các cuộc gọi đi và đến từ mỗi BS và cung cấp chức năng điều khiển trung tâm cho hoạt động của tất cả các BS một cách hiệu quả và để truy nhập vào tổng đài của mạng điện thoại công cộng. Chúng bao gồm bộ phận điều khiển, bộ phận kết nối cuộc gọi, các thiết bị ngoại vi và cung cấp chức năng thu nhập số liệu ngược đối với các cuộc gọi đã hoàn thành.

Các máy di động, BS và MSC được liên kết với nhau thông qua các đường kết nối thoại và số liệu. Mỗi máy di động sử dụng một cặp kênh thu/phát RF. Vì các kênh lưu lượng không cố định ở một kênh RF nào mà thay đổi thành các tần số RF khác nhau phụ thuộc vào sự di chuyển của máy di động trong suốt quá trình cuộc gọi nên cuộc gọi có thể được thiết lập qua bất cứ một kênh nào đã được xác định trong vùng đó. Cũng từ những quan điểm về hệ thống điện thoại di động mà thấy rằng tất cả các kênh đã được xác

định đều có thể bận do đã được kết nối một cách đồng thời với các máy di động.

Bộ phận điều khiển của MSC, là trái tim của hệ thống tổ ong, sẽ điều khiển, sắp đặt và quản lý toàn bộ hệ thống.

Tổng đài tổ ong kết nối các đường đàm thoại để thiết lập cuộc gọi giữa các máy thuê bao di động với nhau hoặc các thuê bao cố định với các thuê bao di động và trao đổi các thông tin báo hiệu đa dạng qua đường số liệu giữa MSC và BS.

Các thông tin thoại và báo hiệu giữa máy di động và BS được truyền đi qua kênh RF, các đường kết nối thoại và số liệu cố định được sử dụng để truyền các thông tin thoại và báo hiệu giữa BS và MSC.

1.3. Sự phát triển của hệ thống tổ ong

Hệ thống điện thoại di động thương mại đầu tiên được đưa vào áp dụng sử dụng băng tần 150 MHz tại Saint Louis - Mỹ vào năm 1946 với khoảng cách kênh là 60 KHz và số lượng kênh bị hạn chế chỉ đến 3.

Đó là hệ thống bán song công và vì thế mà người đàm thoại bên kia không thể nói được trong khi người đàm thoại bên này đang nói và việc kết nối là nhân công nhờ điện thoại viên.

Sau đó, nhờ một số cải tiến mà hệ thống IMTS MJ bao gồm 11 kênh ở băng tần 150 MHz và hệ thống ITMS MK bao gồm 12 kênh ở băng tần 450 MHz đã được sử dụng vào năm 1969.

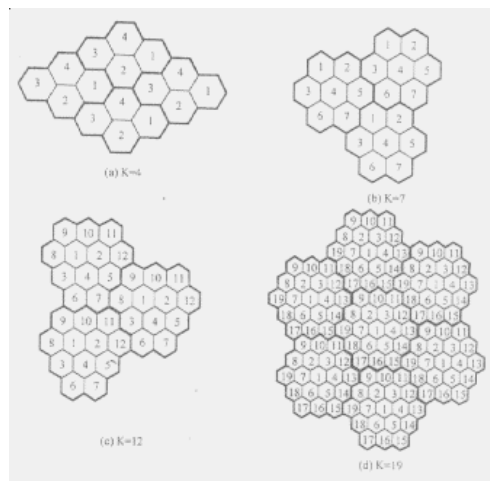
Đó là hệ thống song công và một BS có thể phục vụ cho một vùng bán kính rộng tới 80 Km.

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

AMPS là một hệ thống điện thoại di động tổ ong do AT & T và Motorola - Mỹ đề xuất sử dụng vào năm 1982. Để sử dụng hiệu quả hơn nguồn tần số có giới hạn nên vùng phục vụ rộng của nó được phân chia thành các ô nhỏ và dịch vụ cung cấp sử dụng một

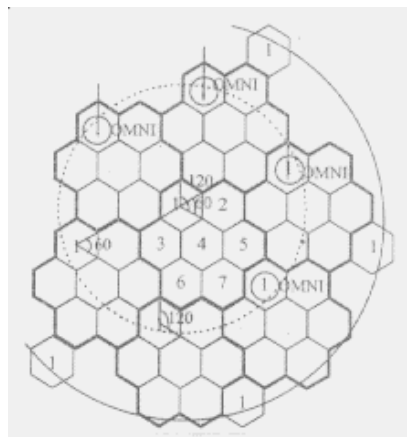
tần số nhất định với một công suất nhỏ để cho phép các BS ở cách xa một khoảng cách nhất định có thể tái sử dụng cùng một tần số đó một cách đồng thời. Sau đó, người ta coi vùng phục vụ tương ứng như một hình lục giác để làm đơn giản hoá việc thiết kế và tính toán lý thuyết về mạng điện thoại di động.

Tái sử dụng tần số liên quan đến việc định vị các BS để tái sử dụng các tần số chính xác, không phải sử dụng cùng một tần số giữa các BS kề nhau mà chỉ sử dụng lại ở một khoảng cách nhất định hoặc xa hơn nhằm làm giảm giao thoa giữa các kênh giống nhau. Hình 1.2 đưa ra các mẫu tái sử dụng tần số khác nhau.



Hình 1.2 Mẫu tái sử dụng tần số

Trên hình 1.2 ta thấy các cụm mẫu tái sử dụng tần số của các BS với tất cả các băng tần có thể, số lượng các ô trong cụm đó được gọi là yếu tố tái sử dụng tần số (K).



Hình 1.3: Búp sóng của anten định hướng

Trong trường hợp này thì hiệu quả tái sử dụng tần số tăng lên nếu một anten định hướng được sử dụng tại BS vì giao thoa tần số chỉ ảnh hưởng đến các BS sử dụng cùng một kênh trong anten phát xạ định hướng và vì vậy mà giao thoa của các kênh chính tăng (thông thường sử dụng vùng phủ sóng 120o).

Khi xuất hiện trạng thái chuyển vùng thì tín hiệu đã được kết nối với BS có khả năng thu nhận tín hiệu tốt. Trong trạng thái chuyển vùng thì kênh bị ngắt trong một khoảng thời gian ngắn (150 ms) và chuyển vùng sẽ bị trì hoãn hoặc bị cản trở trong trường hợp không có kênh trong ô mới.

Dịch vụ chuyển vùng ngoài hệ thống thông thường có thể được cung cấp trong một vùng phục vụ khác, do một hệ thống khác điều khiển mà thuê bao nói đến không đăng ký.

1) So sánh giữa các hệ thống analog

Bảng 1.1 đưa ra các so sánh về tham số của 4 hệ thống thông dụng.

Tham số	AMPS	TSCS/ETACS	NMT900	NMT450
Băng Tx	8000 MHz	9000 MHz	9000 MHz	450-470 MHz
Khoảng cách kênh	30 KHz	25 KHz	25/1,25 KHz	25/20 KHz
Khoảng cách song công	45 MHz	45 MHz	45 MHz	10 MHz
Các kênh	832	920*	1000 (1999)	180/225
Loại điều chế	FM	FM	FM	FM
Độ lệch đỉnh	12 KHz	9,5 KHz	4,7 KHz	4,7 KHz
Thiết bị nén dẫn	2:1 Syllabic	2:1 Syllabic	2:1 Syllabic	Không
Kế hoạch ô	4, 7, 12	4, 7, 12	7, 9, 12	7
Điều chế kênh điều khiển	FSK	FSK	FFSK	FFSK
Độ lệch kênh điều khiển	8 KHz	6,4 KHz	3,5 KHz	3,5 KHz

Mã kênh điều khiển	Manchester	Manchester	NRZ	NRZ
Dung lượng kênh điều khiển	77000	62000	13000	13000
Tốc độ truyền dẫn	10 Kb/s	8 Kb/s	1,2 Kb/s	1,2 Kb/s
Bí mật thoại	Có thể	Có thể	Không	Không
Dịch vụ chuyển vùng ngoài hệ thống	Có	Có	Có	Bị giới hạn

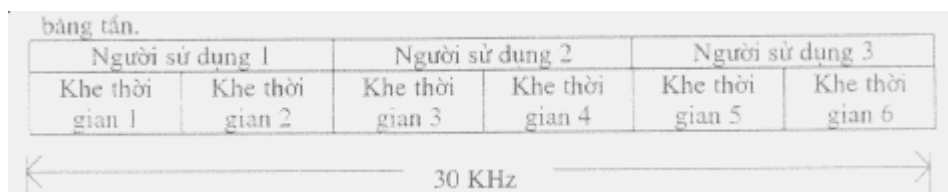
Bảng 1.1: So sánh các tham số của các hệ thống tổ ong

1.3.2. TDMA

1) Tổng quan

Trong thông tin TDMA thì nhiều người sử dụng một sóng mang và trục thời gian được chia thành nhiều khoảng thời gian nhỏ để giành cho nhiều người sử dụng sao cho không có sự chồng chéo.

TDMA được chia thành TDMA băng rộng và TDMA băng hẹp. Mỹ và Nhật sử dụng TDMA băng hẹp còn Châu Âu sử dụng TDMA băng rộng nhưng cả 2 hệ thống này đều có thể được coi như là sự tổ hợp của FDMA và TDMA vì người sử dụng thực tế dùng các kênh được ấn định cả về tần số và các khe thời gian trong băng tần.



Hình 1.4: Phổ TDMA

2) Loại hệ thống TDMA Bắc Mỹ

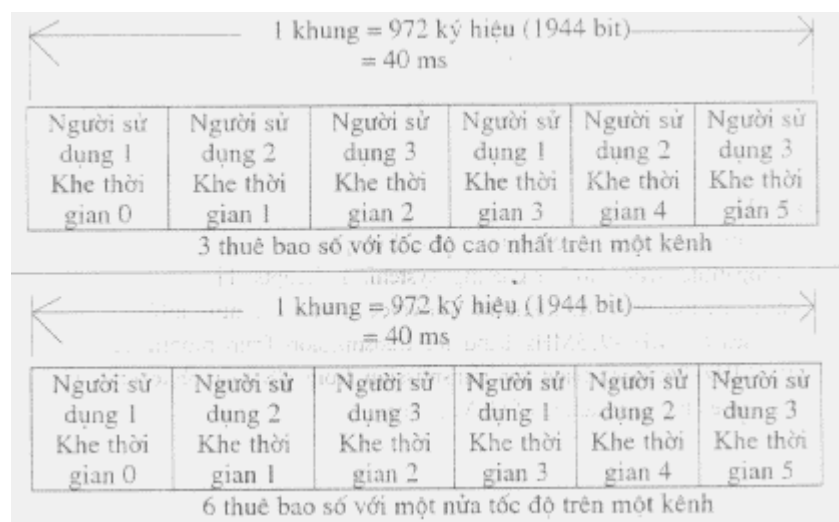
Loại hệ thống TDMA Bắc Mỹ sử dụng băng tần (869 - 894) MHz và (824 - 849) MHz giống như hệ thống AMPS.

Khoảng cách sóng mang là 30 KHz và mỗi kênh tần số được chia thành 6 khe thời gian.

Hệ thống AMPS hiện tại có khả năng chuyển vùng với cấu trúc khung và cấu trúc khe thời gian được chỉ ra trên hình 1.5 và hình 1.6.

Hệ thống này mã hoá tín hiệu thoại theo mã VSELP (dự đoán tổng vectơ tuyến tính tồn tại), điều chế /4 DQPSK và hoạt động theo kiểu cặp đôi.

6 thuê bao với một nửa tốc độ trên một kênh



Hình 1.5: Cấu trúc khung

- Dạng khe thời gian từ máy di động đến trạm gốc
- Dạng khe thời gian từ trạm gốc tới máy di động

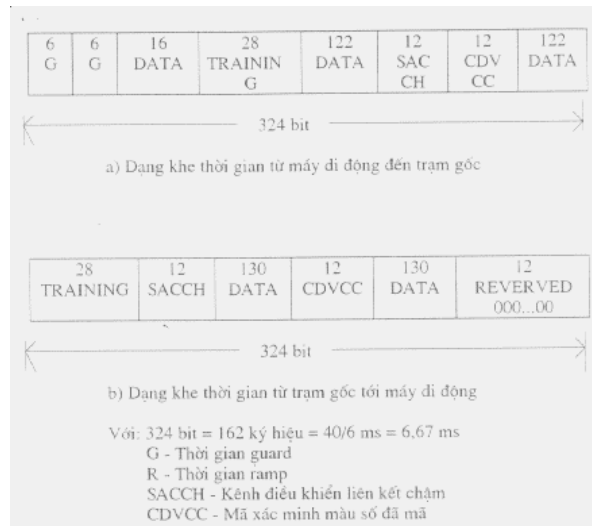
Với : $324 \text{ bit} = 162 \text{ ký hiệu} = 40/6 \text{ ms} = 6,67 \text{ ms}$

G - thời gian guard

R - thời gian ramp

SACCH - kênh điều khiển liên kết chậm

CDVCC - mã xác minh màu số đã mã

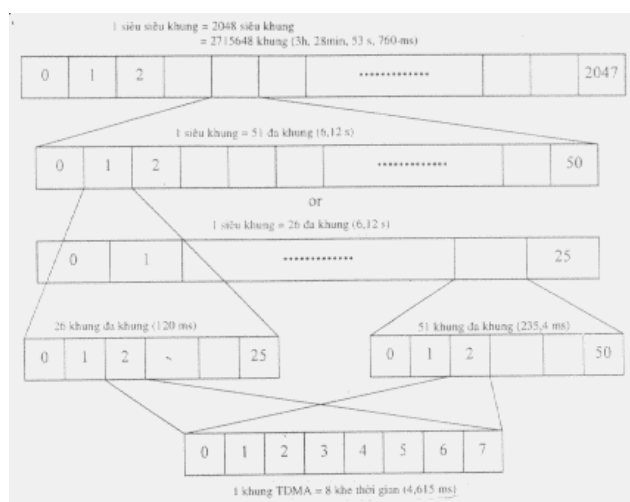


Hình 1.6: Dạng khe thời gian

3) GSM (Group Special Mobile)

GSM là một hệ thống thông tin số của Châu Âu tương thích với hệ thống báo hiệu số 7. Chúng sử dụng hệ thống TDMA với cấu trúc khe thời gian sao cho tạo nên được sự linh hoạt trong truyền thoại, số liệu và thông tin điều khiển.

Hệ thống GSM sử dụng băng tần (890 - 915) MHz để truyền dẫn tín hiệu từ máy di động đến BS và băng tần (935 - 960) MHz để truyền dẫn tín hiệu từ BS đến máy di động. Hình 1.7 mô tả cấu trúc khung của hệ thống GSM.



Hình 1.7: Cấu trúc khung

1.3.3 CDMA

1) Tổng quan

Lý thuyết về CDMA đã được xây dựng từ những năm 1950 và được áp dụng trong thông tin quân sự từ những năm 1960. Cùng với sự phát triển của công nghệ bán dẫn và lý thuyết thông tin trong những năm 1980, CDMA đã được thương mại hoá từ phương pháp thu GPS và Omni-TRACS, phương pháp này cũng đã được đề xuất trong hệ thống tổ ong của Qualcomm - Mỹ vào năm 1990.

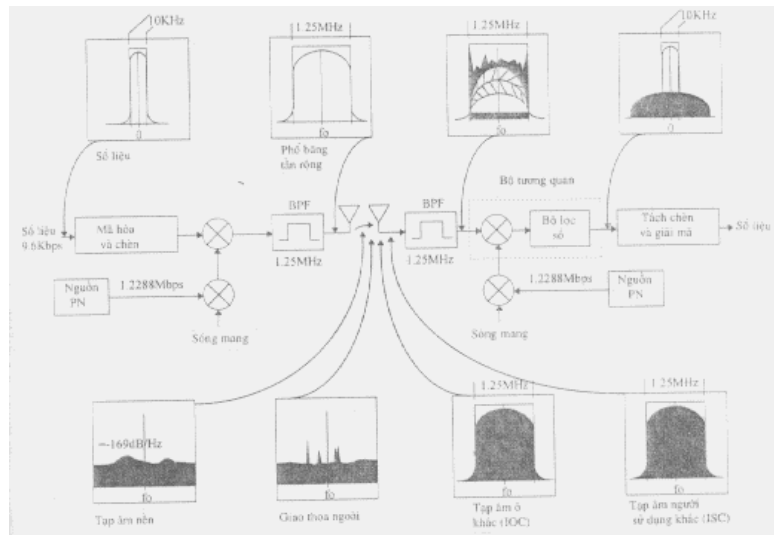
Trong thông tin CDMA thì nhiều người sử dụng chung thời gian và tần số, mã PN (tạp âm giả ngẫu nhiên) với sự tương quan chéo thấp được ấn định cho mỗi người sử dụng. Người sử dụng truyền tín hiệu nhờ trải phổ tín hiệu truyền có sử dụng mã PN đã ấn định. Đầu thu tạo ra một dãy giả ngẫu nhiên như ở đầu phát và khôi phục lại tín hiệu dự định nhờ việc trải phổ ngược các tín hiệu đồng bộ thu được.

2) Thủ tục phát / thu tín hiệu

(1) Tín hiệu số liệu thoại (9,6 Kb/s) phía phát được mã hoá, lặp, chèn và được nhân với sóng mang f_0 và mã PN ở tốc độ 1,2288 Mb/s (9,6 Kb/s x 128).

(2) Tín hiệu đã được điều chế đi qua một bộ lọc băng thông có độ rộng băng 1,25 MHz sau đó phát xạ qua anten.

(3) ở đầu thu, sóng mang và mã PN của tín hiệu thu được từ anten được đưa đến bộ tương quan qua bộ lọc băng thông độ rộng băng 1,25 MHz và số liệu thoại mong muốn được tách ra để tái tạo lại số liệu thoại nhờ sử dụng bộ tách chèn và giải mã.



Hình 1.8: Sơ đồ phát/thu CDMA

3) Các đặc tính của CDMA

(1) Tính đa dạng của phân tập

Trong hệ thống điều chế băng hẹp như điều chế FM analog sử dụng trong hệ thống điện thoại tổ ong thế hệ đầu tiên thì tính đa đường tạo nên nhiều fading nghiêm trọng. Tính nghiêm trọng của vấn đề fading đa đường được giảm đi trong điều chế CDMA bằng rộng vì các tín hiệu qua các đường khác nhau được thu nhận một cách độc lập.

Nhưng hiện tượng fading xảy ra một cách liên tục trong hệ thống này do fading đa đường không thể loại trừ hoàn toàn được vì với các hiện tượng fading đa đường xảy ra liên tục đó thì bộ giải điều chế không thể xử lý tín hiệu thu một cách độc lập được.

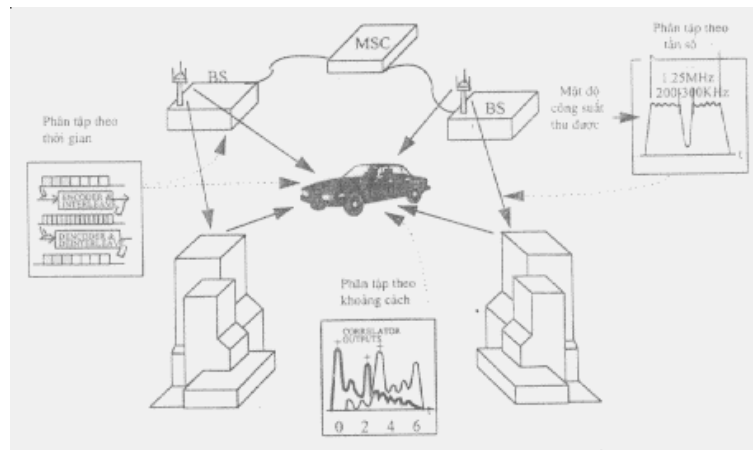
Phân tập là một hình thức tốt để làm giảm fading, có 3 loại phân tập là theo thời gian, theo tần số và theo khoảng cách. Phân tập theo thời gian đạt được nhờ sử dụng việc chèn và mã sửa sai. Hệ thống CDMA băng rộng ứng dụng phân tập theo tần số nhờ việc mở rộng khả năng báo hiệu trong một băng tần rộng và fading liên hợp với tần số thường có ảnh hưởng đến băng tần báo hiệu (200 - 300) KHz. Phân tập theo khoảng cách 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 2 hoặc nhiều BS.

* Sử dụng môi trường đa đường qua chức năng trải phổ giống như bộ thu quét thu nhận và tổ hợp các tín hiệu phát với các tín hiệu phát khác trễ thời gian.

* Đặt nhiều anten tại BS.

Các loại phân tập để nâng cao hoạt động của hệ thống CDMA được chỉ ra trên hình 1.9 và được tóm tắt như sau:

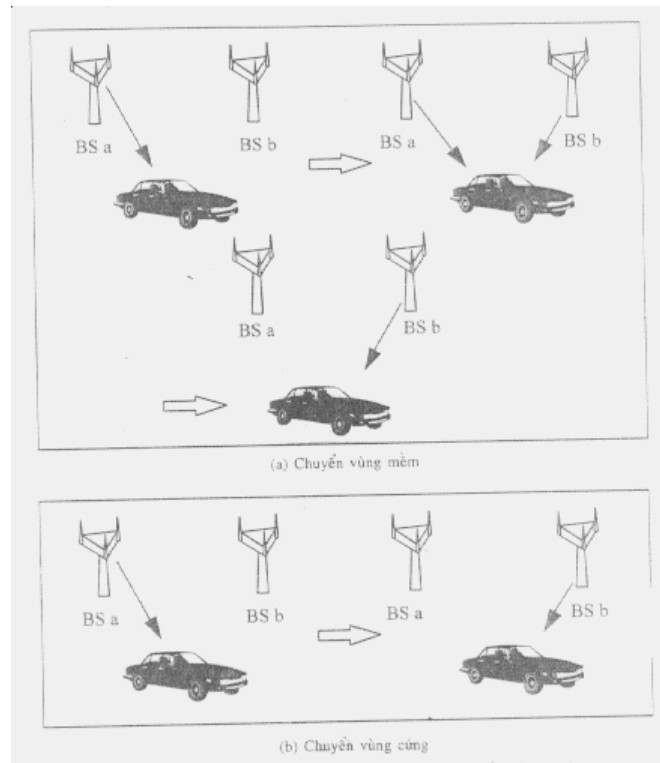


Hình 1.9: Các quá trình phân tập trong CDMA

+ Phân tập theo thời gian - Chèn mã, tách lỗi và mã sửa sai.
 + Phân tập theo tần số - tín hiệu băng rộng 1,25 MHz.
 + Phân tập theo khoảng cách (theo đường truyền) - hai cặp anten thu của BS, bộ thu đa đường và kết nối với nhiều BS (chuyển vùng mềm).

(a) Chuyển vùng mềm

(b) Chuyển vùng cứng



Hình 1.10: So sánh chuyển vùng mềm và chuyển vùng cứng

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.

Dải rộng của phân tập theo đường truyền có thể được cung cấp nhờ đặc tính duy nhất của hệ thống CDMA dây trực tiếp và mức độ phân tập cao tạo nên nhưng hoạt động tốt hơn trong môi trường EMI lớn.

Bộ điều khiển đa đường tách dạng 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, nó 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 có thể thực hiện được chuyển vùng mềm cho máy di động.

(2) Điều khiển công suất CDMA

Hệ thống CDMA cung cấp chức năng điều khiển công suất 2 chiều (từ BS đến máy di động và ngược lại) để cung cấp một hệ thống có dung lượng lưu lượng lớn, chất lượng dịch vụ cuộc gọi cao và các lợi ích khác. Mục đích của điều khiển công suất phát của máy di động là điều khiển công suất phát của máy di động sao cho tín hiệu phát của tất cả các máy di động trong một vùng phục vụ có thể được thu với độ nhạy trung bình tại bộ thu của BS. Khi công suất phát của tất cả các máy di động trong vùng phục vụ được điều khiển như vậy thì tổng công suất thu được tại bộ thu của BS trở thành công suất thu trung bình của nhiều máy di động.

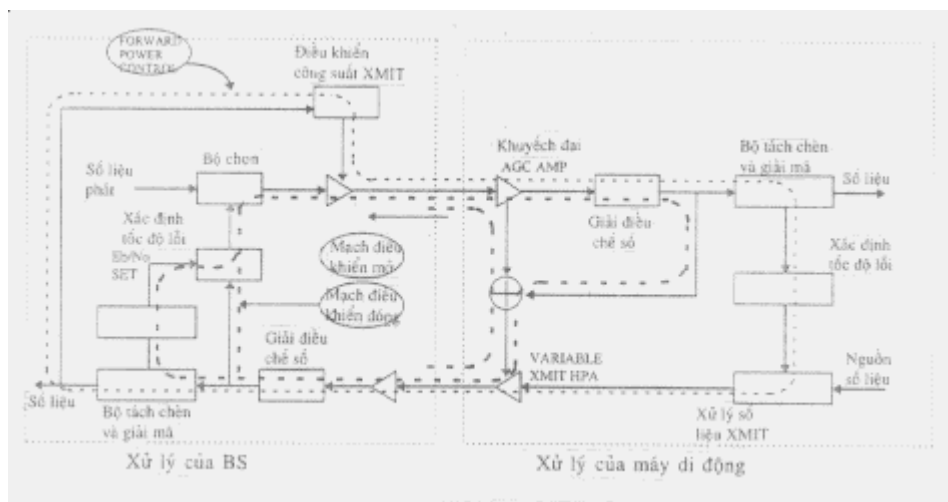
Bộ thu CDMA của BS chuyển tín hiệu CDMA thu được từ máy di động tương ứng thành thông tin số băng hẹp. Trong trường hợp này thì tín hiệu của các máy di động khác còn lại chỉ như là tín hiệu tạp âm của băng rộng (xem hình 1.8). Thủ tục thu hẹp băng được gọi là độ lợi xử lý nhằm nâng cao tỷ số tín hiệu/ giao thoa (db) từ giá trị âm lên đến một mức đủ lớn để cho phép hoạt động được với lỗi bit chấp nhận được.

Một mong muốn là tối ưu các lợi ích của hệ thống CDMA bằng cách tăng số lượng các cuộc gọi đồng thời trong một băng tần cho trước. Dung lượng hệ thống là tối đa khi tín hiệu truyền của máy di động được thu bởi BS có tỷ số tín hiệu/giao thoa ở mức yêu cầu tối thiểu qua việc điều khiển công suất của máy di động.

Hoạt động của máy di động sẽ bị giảm chất lượng nếu tín hiệu của các máy di động mà BS thu được là quá yếu. Nếu các tín hiệu của các máy di động đủ khoẻ thì hoạt động của các máy này sẽ được cải thiện nhưng giao thoa đối với các máy di động khác cùng sử

dụng một kênh sẽ tăng lên làm cho chất lượng cuộc gọi của các thuê bao khác sẽ bị giảm nếu như dung lượng tối đa không giảm.

Việc đóng, mở mạch điều khiển công suất từ máy di động tới BS và điều khiển công suất từ BS tới máy di động sử dụng trong hệ thống CDMA được chỉ trên hình 1.11. Mạch mở đường điều khiển công suất từ máy di động tới BS là chức năng hoạt động cơ bản của máy di động. Máy di động điều chỉnh ngay công suất phát theo sự biến đổi công suất thu được từ BS. Máy di động đo mức công suất thu được từ BS và điều khiển công suất phát tỷ lệ nghịch với mức công suất đo được. Mạch mở đường điều khiển công suất làm cho các tín hiệu phát của tất cả các máy di động được thu với cùng một mức tại BS. BS cung cấp chức năng mạch mở đường điều khiển công suất qua việc cung cấp cho các máy di động một hằng số định cỡ cho nó. Hằng số định cỡ liên quan chặt chẽ tới yếu tố tải và tạp âm của BS, độ tăng ích anten và bộ khuếch đại công suất. Hằng số này được truyền đi từ BS tới máy di động như là một phần của bản tin thông báo.



Hình 1.11: Điều khiển công suất trong CDMA

BS thực hiện chức năng kích hoạt đối với mạch đóng điều khiển công suất từ máy di động tới BS. Khi mạch đóng dẫn đến việc BS định cỡ công suất mạch mở xác định của máy di động một cách tức thời để máy di động giữ được công suất phát tối ưu.

BS so sánh tín hiệu thu được từ máy di động liên quan với giá trị ngưỡng biến đổi và điều khiển công suất tăng hay giảm sau mỗi khoảng thời gian 1,25 ms cho đến khi đạt kết quả. Việc định cỡ giá trị mạch đóng để bù cho giá trị xác định của mạch mở mà mạch mở này bù độ tăng ích chấp nhận được và suy hao truyền dẫn của các đường đi và đến giữa BS và máy di động.

BS cung cấp việc điều khiển công suất từ BS tới máy di động nhờ việc quy định công suất này tương ứng với công suất đo được tại máy di động. Mục đích của việc điều khiển này là làm giảm công suất phát của máy di động khi rời hoặc ở vị trí tương đối gần BS, làm cho fading đa đường thấp và giảm hiệu ứng bóng râm hay làm giảm giao thoa đối với các BS khác. Do đó, công suất được cung cấp thêm đối với các vùng thu tín hiệu bị gián đoạn hoặc đối với máy di động ở xa có tỷ lệ lỗi cao.

(3) Công suất phát thấp

Việc giảm tỷ số Eb/No (tương ứng với tỷ số tín hiệu/nhiều) chấp nhận được không chỉ làm tăng dung lượng hệ thống mà còn làm giảm công suất phát yêu cầu để khắc phục tạp âm và giao thoa. Việc giảm này nghĩa là giảm công suất phát yêu cầu đối với máy di động. Nó làm giảm giá thành và cho phép hoạt động trong các vùng rộng lớn hơn với công suất thấp khi so với các hệ thống analog hoặc TDMA có công suất tương tự. Hơn nữa, việc giảm công suất phát yêu cầu sẽ làm tăng vùng phục vụ và làm giảm số lượng BS yêu cầu khi so với các hệ thống khác.

Một tiến bộ lớn hơn của việc điều khiển công suất trong hệ thống CDMA là làm giảm công suất phát trung bình. Trong đa số trường hợp thì môi trường truyền dẫn là thuận lợi đối với CDMA. Trong các hệ thống băng hẹp thì công suất phát cao luôn luôn được yêu cầu để khắc phục fading tạo ra theo thời gian. Trong hệ thống CDMA thì công suất trung bình có thể giảm bởi vì công suất yêu cầu chỉ phát đi khi có điều khiển công suất và công suất phát chỉ tăng khi có fading.

(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 8 Kb/s. Dịch vụ thoại 2 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 hoá 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 9600 b/s, 4800 b/s, 2400 b/s, 1200 b/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 chấp nhận CELP (mã dự đoán tuyến tính thực tế), thuật toán dùng cho hệ thống CDMA là QCELP.

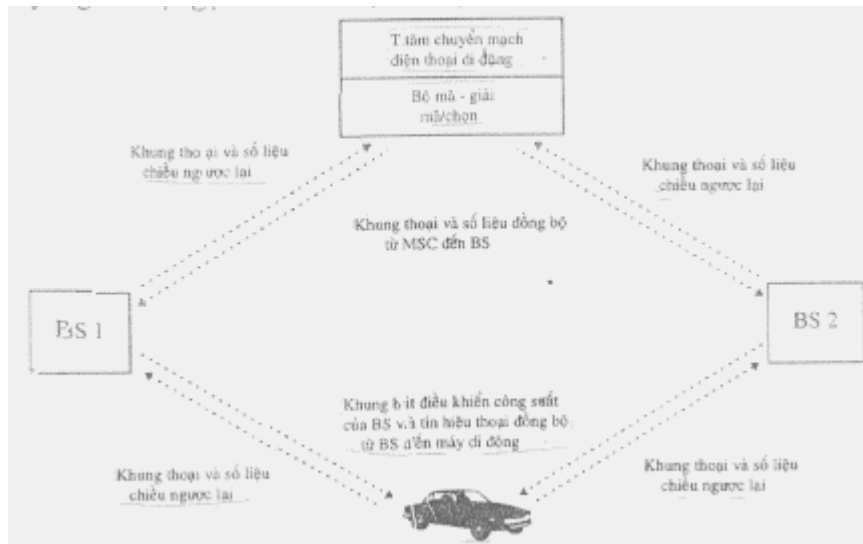
Bộ mã - giải mã thoại biến đổi sử dụng ngưỡng tương thích để chọn tốc độ số liệu. Ngưỡng được điều khiển theo cường độ của tạp âm nền và tốc độ số liệu sẽ chỉ chuyển đổi thành tốc độ cao khi có tín hiệu thoại vào. Do đó, tạp âm nền bị triệt đi để tạo ra sự truyền dẫn thoại chất lượng cao trong môi trường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

(5) Bảo mật cuộc gọi

Hệ thống CDMA cung cấp chức năng bảo mật cuộc gọi mức độ cao và về cơ bản là tạo ra xuyên âm, việc sử dụng máy thu tìm kiếm và sử dụng bất hợp pháp kênh RF là khó khăn đối với hệ thống tổ ong số CDMA bởi vì tín hiệu CDMA đã được scrambling (trộn). Về cơ bản thì công nghệ CDMA cung cấp khả năng bảo mật cuộc gọi và các khả năng bảo vệ khác, tiêu chuẩn đề xuất gồm khả năng xác nhận và bảo mật cuộc gọi được định rõ trong EIA/TIA/IS-54-B. Có thể mã hoá kênh thoại số một cách dễ dàng nhờ sử dụng DES hoặc các công nghệ mã tiêu chuẩn khác.

(6) Máy di động có chuyển vùng mềm

Như đã miêu tả trong hình 1.12, cả BS ban đầu và BS mới cùng tham gia vào việc chuyển giao cuộc gọi đối với chuyển vùng mềm.



Hình 1.12: Đường kết nối trong khi chuyển vùng mềm

Việc chuyển giao cuộc gọi thông qua trình tự: BS ban đầu, cả hai BS, BS mới. Lược đồ đó làm tối thiểu hoá sự gián đoạn cuộc gọi và làm cho người sử dụng không nhận ra trạng thái chuyển vùng mềm. Do đó, trong khi hệ thống analog và hệ thống TDMA số chấp nhận hình thức chuyển mạch "cắt - trước khi - nối" thì chuyển vùng mềm của hệ thống CDMA chấp nhận hình thức chuyển mạch "nối - trước khi - cắt".

Sau khi cuộc gọi được thiết lập thì máy di động tiếp tục tìm tín hiệu của BS bên cạnh để so sánh cường độ tín hiệu của ô bên cạnh với cường độ tín hiệu của ô đang sử dụng. Nếu cường độ tín hiệu đạt đến một mức nhất định nào đó có nghĩa là máy di động đã di chuyển sang một vùng phục vụ của một BS mới và trạng thái chuyển vùng mềm có thể bắt đầu. Máy di động chuyển một bản tin điều khiển tới MSC để thông báo về cường độ tín hiệu và số hiệu của BS mới. Sau đó, MSC thiết lập một đường nối mới giữa máy di động và BS mới và bắt đầu quá trình chuyển vùng mềm trong khi vẫn giữ đường kết nối ban đầu. Trong trường hợp máy di động đang trong một vùng chuyển đổi giữa hai BS thì cuộc gọi

được thực hiện bởi cả hai BS sao cho chuyển vùng mềm có thể thực hiện được mà không có hiện tượng ping-pong giữa chúng. BS ban đầu cắt đường kết nối cuộc gọi khi việc đấu nối cuộc gọi với BS mới đã thực hiện thành công.

(7) Dung lượng

Với khái niệm tái sử dụng tần số của hệ thống tổ ong thì cho phép có một mức độ giao thoa nhất định để mở rộng dung lượng hệ thống một cách có điều khiển. Do CDMA có đặc tính gạt giao thoa một cách cơ bản nên nó có thể thực hiện việc điều khiển giao thoa hiệu quả hơn hệ thống FDMA và TDMA. Thực tế thì 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 nhiều 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/nhiều tạo ra không chỉ từ một BS mà từ tất cả các người 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 người 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 người sử dụng với số lượng người sử dụng. Nếu tỷ số công suất tín hiệu thu được đối với 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 thì 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 sử lý, tỷ số Eb/No (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 b/s thì công nghệ điều chế và mã hoá đòi hỏi tỷ số Eb/No là 6 dB, 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. Dung lượng của hệ thống tổ ong giảm do giao thoa của BS bên cạnh và tăng bởi các yếu tố miêu tả trong chương 3.1.

(8) Tách tín hiệu thoại

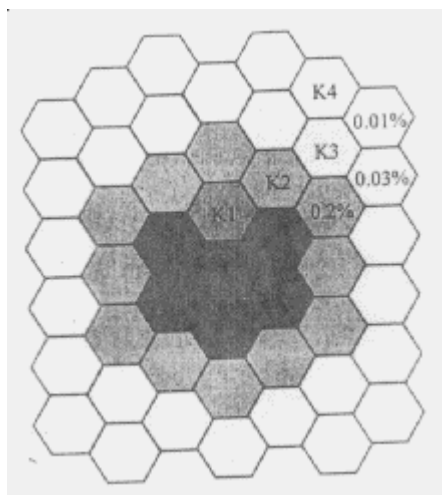
Trong thông tin 2 chiều song công tổng quát thì tỷ số chiếm dụng tải của tín hiệu thoại không lớn hơn khoảng 35%. Trong trường hợp không có tín hiệu thoại trong hệ thống TDMA và FDMA thì khó áp dụng yếu tố tích cực thoại vì trễ thời gian định vị lại kênh tiếp theo là quá dài. Nhưng do tốc độ truyền dẫn số liệu giảm nếu không có tín hiệu thoại trong hệ thống CDMA nên giao thoa ở người sử dụng khác giảm một cách đáng kể. Dung lượng hệ thống CDMA tăng khoảng 2 lần và suy giảm truyền dẫn trung bình của máy di động giảm khoảng 1/2 vì dung lượng được xác định theo mức giao thoa ở những người sử dụng khác.

(9) Tái sử dụng tần số và vùng phủ sóng

Tất cả các BS đều tái sử dụng kênh băng rộng trong hệ thống CDMA. Giao thoa tổng ở tín hiệu máy di động thu được từ BS và giao thoa tạo ra trong các máy di động của cùng một BS và giao thoa tạo ra trong các máy di động của BS bên cạnh. Nói cách khác, tín hiệu của mỗi một máy di động giao thoa với tín hiệu của tất cả các máy di động khác. Giao thoa tổng từ tất cả các máy di động bên cạnh bằng một nửa của giao thoa tổng từ các máy di động khác trong cùng một BS. Hiệu quả tái sử dụng tần số của các BS không định hướng là khoảng 65%, đó là giao thoa tổng từ

các máy di động khác trong cùng một BS với giao thoa từ tất cả các BS.

Hình 1.13 trình bày giao thoa từ các BS bên cạnh theo %. Giao thoa từ mỗi BS trong vòng biên thứ nhất tương ứng với 6% của giao thoa tổng.



Hình 1.13: Giao thoa từ BS bên cạnh

Do đó, giao thoa từ vòng biên thứ nhất là gấp 6 lần 6%, tức là 36%, và giao thoa tổng do vòng thứ 2 và vòng ngoài là nhỏ hơn 4%. Trong trường hợp anten của BS là định hướng (tức là búp sóng anten 120 o) thì giao thoa trung bình giảm xuống 1/3 vì mỗi anten kiểm soát nhỏ hơn 1/3 số lượng máy di động trong BS. Do đó, dung lượng cung cấp bởi toàn bộ hệ thống tăng lên xấp xỉ 3 lần.

(10) Giá trị E_b/N_o thấp (hay C/I) và chống lỗi

E_b/N_o là tỷ số của năng lượng trên mỗi bit đối với mật độ phổ công suất tạp âm, đó là giá trị tiêu chuẩn để so sánh hiệu suất của phương pháp điều chế và mã hoá số.

Khái niệm E_b/N_o tương tự như tỷ số sóng mang tạp âm của phương pháp FM analog. Do độ rộng kênh băng tần rộng được sử dụng mà hệ thống CDMA cung cấp một hiệu suất và độ dư mã sửa sai cao. Nói cách khác thì độ rộng kênh bị giới hạn trong hệ thống điều chế số băng tần hẹp, chỉ các mã sửa sai có hiệu suất và

độ dư thấp là được phép sử dụng sao cho giá trị E_b/N_0 cao hơn giá trị mà CDMA yêu cầu. Mã sửa sai trước được sử dụng trong hệ thống CDMA cùng với giải điều chế số hiệu suất cao. Có thể tăng dung lượng và giảm công suất yêu cầu với máy phát nhờ giảm E_b/N_0 .

(11) Dung lượng mềm

Hiện tại FCC (Ủy ban thông tin liên bang của Mỹ) ấn định phổ tần 25 MHz cho hệ thống tổ ong, hệ thống này được phân bổ đồng đều cho 2 công ty viễn thông theo các vùng. Dải phổ này được phân phối lại giữa các ô để cho phép sử dụng lớn nhất là 57 kênh FM analog cho một BS 3 - búp sóng. Do đó, thuê bao thứ 58 sẽ không được phép có cuộc gọi khi lưu lượng bị nghẽn. Khi đó thậm chí một kênh cũng không được phép thêm vào hệ thống này và dung lượng sẽ giảm khoảng 35% do trạng thái tắc cuộc gọi. Nói cách khác thì hệ thống CDMA có mối liên quan linh hoạt giữa số lượng người sử dụng và loại dịch vụ. Ví dụ, người sử dụng hệ thống có thể làm tăng tổng số kênh trong đa số thời gian liên tục đưa đến việc tăng lỗi bit. Chức năng đó có thể làm tránh được việc tắc cuộc gọi do tắc nghẽn kênh trong trạng thái chuyển vùng.

Trong hệ thống analog và hệ thống TDMA số thì cuộc gọi được ấn định đối với đường truyền luân phiên hoặc sự tắc cuộc gọi xảy ra trong trường hợp tắc nghẽn kênh trong trạng thái chuyển vùng. Nhưng trong hệ thống CDMA thì có thể thoả mãn cuộc gọi thêm vào nhờ việc tăng tỷ lệ lỗi bit cho tới khi cuộc gọi khác hoàn thành.

Cũng vậy, hệ thống CDMA sử dụng lớp dịch vụ để cung cấp dịch vụ chất lượng cao phụ thuộc vào giá thành dịch vụ và ấn định công suất (dung lượng) nhiều cho các người sử dụng dịch vụ lớp cao. Có thể cung cấp thứ tự ưu tiên cao hơn đối với dịch vụ chuyển vùng của người sử dụng lớp dịch vụ cao so với người sử dụng thông thường.

TRÁI PHỔ

Thông tin trái phổ là một hệ thống thông tin để truyền các tín hiệu nhờ trái phổ của các tín hiệu số liệu thông tin có sử dụng mã với độ rộng băng rộng hơn độ rộng băng của các tín hiệu số liệu thông tin. Trong trường hợp này thì các mã sử dụng là độc lập với tín hiệu số liệu thông tin. Trái phổ sóng mang phân loại theo tốc độ truyền lan số liệu, bao gồm: DS (trái trực tiếp), dịch tần, dịch thời gian và loại hybrid.

2.1 Hệ thống trái trực tiếp (DS)

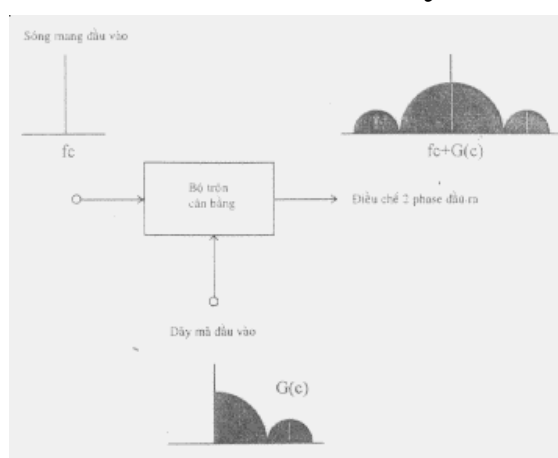
Hệ thống DS (nói chính xác là sự điều chế các dãy mã đã được điều chế thành dạng sóng điều chế trực tiếp) là hệ thống được biết đến nhiều nhất trong các hệ thống thông tin trái phổ. Chúng có dạng tương đối đơn giản vì chúng không yêu cầu tính ổn định nhanh hoặc tốc độ tổng hợp tần số cao. Hệ thống DS đã được áp dụng đối với cosmic space đa dạng như đo khoảng cách JPL bởi Golomb (Thông tin số với ứng dụng khoảng cách),... Ngày nay kỹ thuật này được áp dụng cho các thiết bị đo có nhiều sự lựa chọn và nhiều phép tính của dãy mã trong hệ thống thông tin, trong đo lường hoặc trong phòng thí nghiệm.

2.1.1 Đặc tính của tín hiệu DS

Hệ thống DS điều chế sóng mang có dãy mã bằng điều chế AM (xung), FM hay điều chế pha hoặc biên độ, nó tương tự như điều chế BPSK 180°. Lý do chọn các loại điều chế này không thể được giải thích một cách rõ ràng nhưng dạng cơ bản của tín hiệu DS là loại điều chế 2 pha đơn giản. Độ rộng băng (từ 0 đến 0) của vấu chính gấp đôi tốc độ nhịp của dãy mã dùng cho tín hiệu điều chế và có cùng độ rộng băng như tốc độ nhịp của vấu bên. Nghĩa là, nếu dãy mã của sóng đã điều chế có tốc độ hoạt động là 5 Mcps

(chip/s) thì độ rộng băng của vấu chính là 10 MHz và mỗi vấu bên có độ rộng băng là 5 MHz.

Hình 2.1 miêu tả bộ điều chế DS 2 pha điển hình. Dãy mã được đưa vào bộ điều chế cân bằng để có đầu ra là sóng mang RF điều chế 2 pha. Quá trình này được chỉ ra trên hình 2.2 theo trục thời gian. Sóng mang có lệch pha 180o giữa pha 1 và pha 0 theo dãy mã. Sự khác nhau không thành vấn đề trong đa số các loại hệ thống điều chế 2 pha, nhưng điều chế cân bằng áp dụng đối với các loại điều chế khác như PAM (điều biên xung) là quan trọng trong hệ thống DS như miêu tả dưới đây.



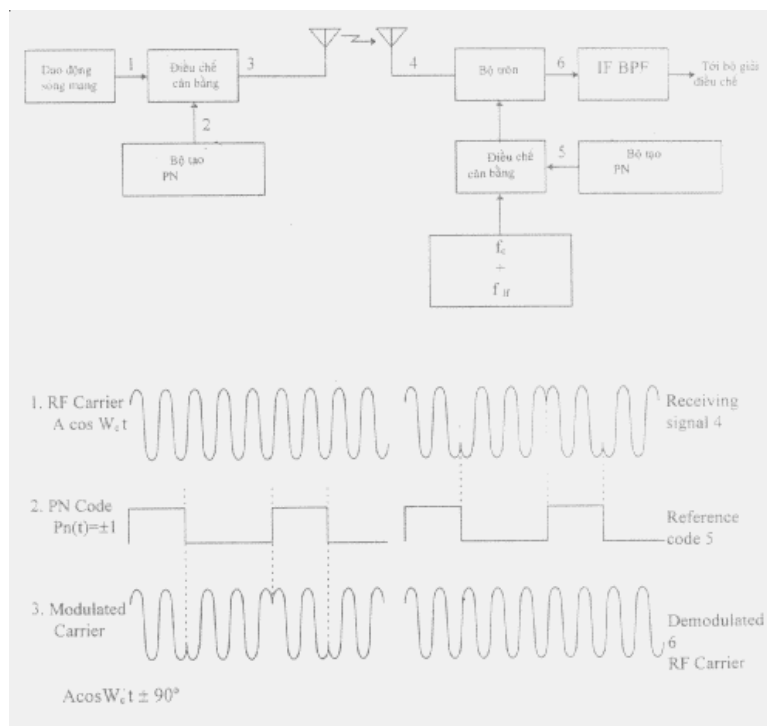
Hình 2.1: Điều chế loại DS (2 pha)

- (1) Rất khó phát hiện được các sóng mang bị triệt nếu không có các kỹ thuật phức tạp. Các bộ thu thông thường rất khó tách được sóng mang vì mức sóng mang nằm bên dưới của mức tạp âm khi điều chế mã.
- (2) Yêu cầu nhiều công suất cho việc truyền thông tin vì công suất phát chỉ được sử dụng đối với việc truyền tín hiệu đã mã.
- (3) Hiệu quả sử dụng công suất phát trong trường hợp sử dụng hằng số duy trì độ rộng băng là lớn nhất vì các thành phần tín hiệu có một mức giới hạn nhất định. Trong hệ PAM với sóng mang được điều chế mã thì phổ công suất $[(\sin x)/x]^2$ được tạo ra hoặc yêu cầu công suất đỉnh.

Hình 2.2 đưa ra sơ đồ khối của mạch thông tin DS điển hình. Nói tương tự như mạch thông tin AM và FM có sóng mang điều chế mã. Thực tế thì không điều chế sóng mang trực tiếp từ tín hiệu thông tin bằng gốc mà đưa qua thủ tục điều chế nhờ bộ đếm và bộ tích lũy bởi dãy mã tức thời. ở đây sóng mang RF được xem như là chu kỳ đã được điều chế để điều chế mã đối với thủ tục điều chế và giải điều chế đơn giản.

Tín hiệu thu được khuếch đại và nhân với mã đồng bộ liên quan tại đầu phát và đầu thu. Trong trường hợp đó, nếu các mã tại đầu phát và đầu thu được đồng bộ thì sóng mang tách pha là lớn hơn 180° và sóng mang được khôi phục. Các sóng mang băng tần hẹp được khôi phục này đi qua bộ lọc băng thông được thiết kế sao cho chỉ các sóng mang đã điều chế bằng gốc được đi qua.

Các sóng mang giả cũng được đi qua cùng một thủ tục nhân tần số nhờ hoạt động của phía thu mà tại đây tín hiệu DS thu được sẽ chuyển thành băng tần sóng mang ban đầu. Tín hiệu thu mà không được đồng bộ với tần số liên quan của đầu thu thì được cộng với băng tần liên quan và sau đó trả ra.



Hình 2.2: Dạng sóng và cấu hình của hệ thống DS

Bộ lọc băng thông có thể giới hạn hầu hết các công suất tín hiệu giả vì tín hiệu đầu vào không đồng bộ sẽ trải ra băng tần liên quan của bộ thu.

2.1.2 Độ rộng băng RF của hệ thống DS

Độ rộng băng RF của hệ thống DS ảnh hưởng đến hoạt động của hệ thống một cách trực tiếp. Nếu băng là 2 KHz thì độ lợi xử lý được giới hạn là 20 MHz. Trong lĩnh vực ứng dụng đòi hỏi bảo mật tín hiệu thì quan điểm là chọn vừa phải một độ rộng băng hẹp và công suất phát trên 1Hz trong băng được dùng nên là nhỏ nhất. Do đó các độ rộng băng rộng được sử dụng. Các độ rộng băng rộng cũng được yêu cầu trong trường hợp độ lợi xử lý lớn nhất là cần thiết để ngăn chặn giao thoa.

Xem xét cơ bản trong hệ thống trải phổ là vấn đề độ rộng băng hệ thống theo sự cảm ứng không trực tiếp với hệ thống khác làm việc trong cùng một kênh hoặc kênh bên cạnh. Bất kỳ một loại DS nào đều có năng lượng mấu bên cao mặc dù có một sự thật là mấu bên không cải thiện chất lượng truyền dẫn tín hiệu. JTIDS (Joint Tactical Information Distribution System) chấp nhận một loại điều chế DS đặc biệt gọi là MSK vì băng tần được sử dụng chung giống như hệ thống IFF (Identification Friend & Foe) và TACAN (Tactical air Navigation).

Thực tế thì các hệ thống như vậy liên quan chặt chẽ tới nhiều dạng sóng được chấp nhận cho hệ thống DS để điều khiển mức năng lượng trong mấu bên. Bảng 2.1 miêu tả qua các đặc tính của các dạng sóng.

Dạng sóng	Mấu chính 0-0	3dB BW	Mấu bên thứ 1	Tốc độ
BPSK	2 x nhịp mã	0,88 x nhịp mã	-13 dB	6 dB/octate
PAM	2 x nhịp mã	0,88 x nhịp mã	-13 dB	6 dB/octate
QPSK	2 x nhịp mã*	0,88 x nhịp mã	-13 dB	6 dB/octate

MSK (điểm hình)	1,5 x nhịp mã	0,66 x nhịp mã	-23 dB	12 dB/octate
-----------------	---------------	----------------	--------	--------------

Bảng 2.1. So sánh các dạng sóng DS

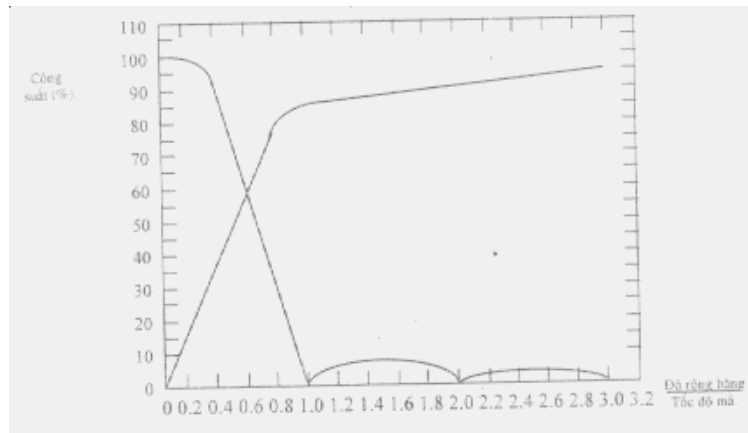
* Mã BPSK đơn yêu cầu 2 mã cho tốc độ chính xác

Thực tế là các tín hiệu DS 2 pha và 4 pha đơn giản với phổ $[(\sin x)/x]^2$ có thể được giải thích như sau. Nếu chu kỳ của xung hình vuông cho trước là T và biên độ là A thì dãy Fourier được giải như dưới đây khi $A=0, T \pm T/2$:

$$\begin{aligned}
 C_n &= \int_{-T/2}^{T/2} A \exp(-j\omega t) dt \\
 &= \left(\frac{-A}{j\omega} \right) \exp(-j\omega t) \Big|_{-T/2}^{T/2} \\
 &= \frac{A \exp(j\omega T/2) - A \exp(-j\omega T/2)}{j\omega} \\
 &= \frac{2A}{\omega} \sin \frac{\omega T}{2} = \frac{TA(\sin \omega T/2)}{(\omega T/2)}
 \end{aligned} \tag{2-1}$$

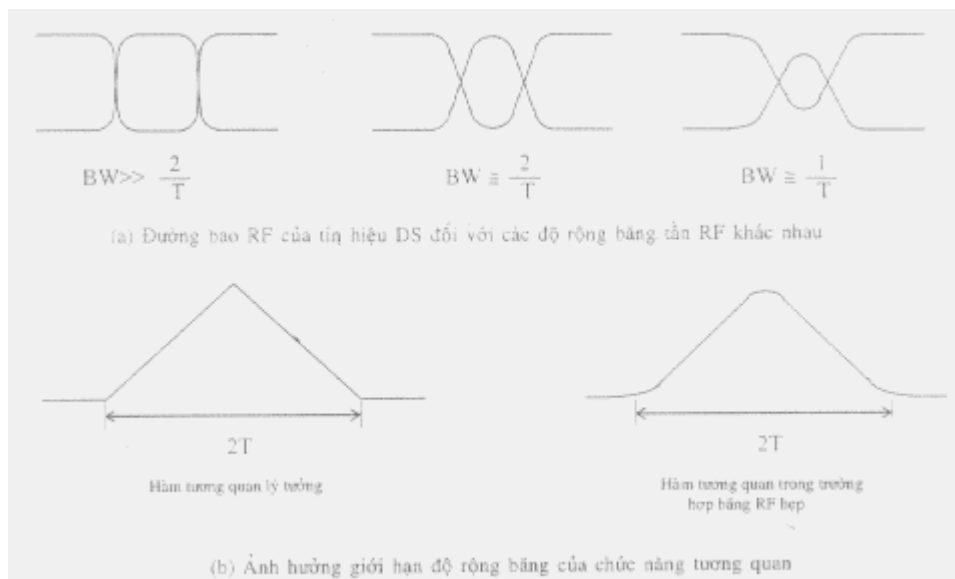
Rõ ràng là công thức 2.1 có dạng $\sin x/x$ nghĩa là sự phân bố điện áp của tín hiệu và phân bố công suất có dạng $[(\sin x)/x]^2$.

Sự phân bố công suất của tín hiệu DS 2 pha và 4 pha đưa ra trên hình 2.3 với biên độ tương ứng với dải của 2 mẫu bên thứ nhất tương ứng với 3 lần tốc độ mã. Trong trường hợp này thì 90% công suất tổng bao gồm trong băng tương ứng với 2 lần tốc độ mã, 93% tương ứng với 4 lần và 95% tương ứng với 6 lần. Nghĩa là 10% công suất của tín hiệu BPSK hay QPSK bao gồm trong tần số băng bên. Nhưng sự suy giảm công suất tín hiệu không thành vấn đề chỉ trong giới hạn băng sau. Vì công suất của nhiều hàm điều hoà bậc cao bao gồm cả tần số băng bên trong điều chế nên giới hạn băng hẹp của băng RF tạo ra sự giới hạn thời gian lên và xuống của băng điều chế.



Hình 2.3: Phân bố công suất trong phổ $[(\sin x) / x]^2$

Mối tương quan tam giác của tín hiệu đã điều chế với một giá trị đỉnh nhọn trở thành tròn do giới hạn băng tần. Hình 2.4 miêu tả chức năng tương quan của tín hiệu DS và ảnh hưởng của giới hạn băng tần đến dạng đường bao của RF.



Hình 2.4: Giới hạn độ rộng băng RF và ảnh hưởng của nó đến các tín hiệu DS thông thường

Truyền dẫn QPSK là một sơ đồ để giới hạn băng tần cao khi tốc độ mã cho trước. QPSK có thể làm giảm băng RF yêu cầu tới một nửa nhưng độ lợi sử lý giảm đi nhiều. Ví dụ, để truyền thông tin 10 Kb/s với tốc độ mã 22,75 Mc/s thì yêu cầu độ rộng băng là 20 MHz để điều chế BPSK và độ lợi sử lý là $20 \text{ KHz} / 10 \text{ Kb/s} = 2000$. Mặt khác vì QPSK yêu cầu chỉ 10 MHz nên độ lợi sử lý giảm 3 dB do đó $10 \text{ MHz} / 10 \text{ Kb/s} = 1000$. Do đó loại điều chế hay tốc độ mã nên

được xác định trong hệ thống áp dụng và tốc độ thông tin cơ bản, độ lợi sử lý và băng tần sử dụng cũng nên được cân nhắc. Giới hạn băng RF đóng vai trò quan trọng trong các hệ thống đo khoảng cách sử dụng DS. Như đã chỉ ra trên hình 2.4, suy giảm chất lượng của chức năng tương quan chịu tổn thất khi điều khiển chính xác thời gian. Nghĩa là giới hạn băng làm giảm giải pháp khoảng cách của hệ thống đo khoảng cách nhằm tăng khoảng cách đo được.

2.2 Hệ thống dịch tần (FH)

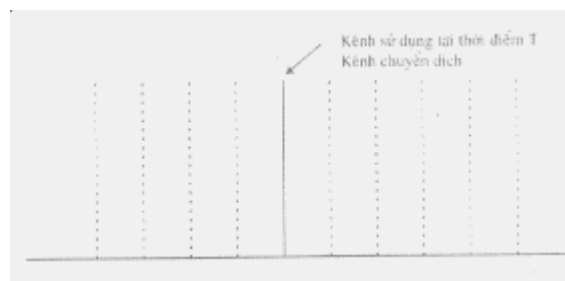
Nói một cách chính xác thì điều chế FH là "sự chuyển dịch tần số của nhiều tần số được chọn theo mã". Nó gần giống như FSK ngoài việc dải chọn lọc tần số tăng lên. FSK đơn giản sử dụng 2 tần số và phát tín hiệu là f_1 khi có ký hiệu và f_2 khi không có ký hiệu. Mặt khác thì FH có thể sử dụng vài nghìn tần số. Trong các hệ thống thực tế thì sự chọn lọc ngẫu nhiên trong 20 tần số được phân bổ có thể được chọn nhờ sự tổ hợp mã theo mỗi thông tin chuyển dịch tần số. Trong FH khoảng dịch giữa các tần số và số lượng các tần số có thể chọn được được xác định phụ thuộc vào các yêu cầu vị trí đối với việc lắp đặt cho mục đích đặc biệt.

2.2.1 Đặc tính của tín hiệu dịch tần

Hệ thống FM cơ bản gồm có bộ tạo mã và bộ tổ hợp tần số sao cho có thể đáp ứng được cho đầu ra mã hoá của bộ tạo mã. Dạng của bộ tổ hợp tần số có các đáp ứng nhanh được sử dụng cho hệ thống trải phổ. Nếu lý tưởng thì tần số ra từ bộ dịch tần cố định phải là tần số đơn nhưng thực tế thì tần số không mong muốn như là tần số băng bên cũng được tạo ra cộng thêm vào tần số dự định. Hình 2.5 đưa ra sơ đồ khối của truyền dẫn dịch tần và hình 2.6 là phổ tần số của bộ dịch tần.

Phổ FH lý tưởng trong một chu kỳ có dạng hình vuông hoàn toàn và phân bố đồng đều trong các kênh tần số truyền dẫn. Các máy phát trong thực tế cần phải được thiết kế sao cho công suất phân bố đồng đều trong tất cả các kênh.

Tín hiệu FH thu được tổ hợp với tín hiệu giống như vậy được tạo ra tại chỗ và được quy định bởi một độ lệch tần nhất định f_{if} của $\{f_1 + f_2, \dots, f_n\} \times \{f_1 + f_{IF} + f_2 + f_{IF}, \dots, f_m + f_{IF}\}$ được tạo ra trước trạng thái đồng bộ bởi mã cố định của máy phát và máy thu. Trong trường hợp tín hiệu không trùng khớp với tín hiệu tạo ra tại chỗ như là hệ thống DS thì tín hiệu tạo ra tại chỗ và độ rộng băng không cần thiết sau khi nhân tần số được chuyển đổi thành tín hiệu đúng với tín hiệu tạo ra tại chỗ như là hệ thống DS thì tín hiệu tạo ra tại chỗ và độ rộng băng không cần thiết sau khi nhân tần số được chuyển đổi thành tín hiệu đúng với tín hiệu tạo ra tại chỗ nhờ việc cùng thay đổi giữa tín hiệu tạo ra tại chỗ và tín hiệu không mong muốn. Tín hiệu không đồng bộ với cùng băng tần như tín hiệu tạo ra tại chỗ có độ rộng băng gấp đôi tại tần số trung tâm. Toàn bộ công suất tín hiệu không mong muốn ngoài băng được xoá khỏi tín hiệu tần số trung tâm nhờ bộ tương quan. Dường như là toàn bộ công suất tín hiệu không mong muốn bị xoá đi vì tín hiệu tần số trung tâm đó bao gồm một phần băng tần tín hiệu tạo ra tại chỗ.



Hình 2.6: Phổ tín hiệu FH lý tưởng

Như đã miêu tả trong hệ thống DS, hoạt động của hệ thống DS là lý tưởng theo quan điểm là xoá bỏ tín hiệu giả và tái tạo tín hiệu mong muốn. Nhưng có nhiều sự khác nhau trong các hoạt động cụ thể của hệ thống.

Độ lợi sử lý của hệ thống FH của kênh bên cạnh là:

$$G_p \frac{BW_{RF}}{R_{trf}} \quad (2-2)$$

Nó giống như hệ thống DS. Nếu không có kênh bên cạnh thì độ lợi sử lý như sau:

$$G = \text{Tổng sự lựa chọn tần số có thể} = N$$

Điều này cũng áp dụng cho độ lợi sử lý đối với kênh bên cạnh. Ví dụ, hệ thống FH với 1000 sự lựa chọn tần số có độ lợi sử lý là 30dB. Giới hạn trong việc tính toán đơn giản độ lợi sử lý là sự xuyên âm giữa các kênh không dự định. Nguồn lỗi làm giảm độ lợi sử lý này sẽ được xem xét một cách đầy đủ trong trường hợp khó tổ chức kênh chính xác do khuếch đại.

2.2.2 Tốc độ dịch tần

Tốc độ chuyển đổi tần số tối thiểu áp dụng được cho hệ thống FH được xác định nhờ một vài tham số như sau:

- (1) Loại thông tin truyền đi và tốc độ truyền dẫn thông tin.
- (2) Tổng số độ dư được áp dụng.
- (3) Khoảng cách tới nguồn giao thoa gần nhất.

Việc truyền thông tin qua hệ thống FH có thể sử dụng các phương pháp khác nhau trong các hệ thống khác nhau. Dạng tín hiệu số được sử dụng thậm chí với các thông tin bình thường là các tín hiệu analog hoặc số liệu được mã hoá. Trong trường hợp đó, giả sử rằng tốc độ số được định trước và FH được chọn là môi trường truyền dẫn.

Hệ thống FH cung cấp một số lượng lớn các tần số và số lượng yêu cầu phụ thuộc vào tốc độ lỗi của hệ thống. Ví dụ, một hệ thống có 1000 tần số sẽ hoạt động tốt khi giao thoa hoặc các tạp âm khác phân bố đồng đều trên toàn bộ các tần số. Công suất tạp âm với giao thoa thông tin có thể lớn gấp 1000 lần so với công suất tần số dự định vì tạp âm được phân bố đồng đều trong tất cả các kênh (Nghĩa là, giới hạn giao thoa là 30 dB). Trong trường hợp độ dư liên quan đến việc quyết định bit khi thiết bị đo giao thoa bằng tần số đơn hẹp được sử dụng đối với một hoặc nhiều tần số tạo ra tốc độ lỗi là 1.10^{-3} thì nó có thể được chấp nhận như giá trị số liệu

số. Tốc độ lỗi mong muốn đối với hệ thống FH đơn giản không truyền độ dư số liệu là J/N . ở đây, J biểu thị công suất giao thoa bằng hoặc lớn hơn công suất tín hiệu và N biểu thị tổng các tần số có thể trong hệ thống. Vì hệ thống FH nhị phân đơn giản vốn có tốc độ lỗi cao khi giao thoa nhỏ nên yêu cầu phải có các hệ thống truyền dẫn khác.

Tốc độ lỗi của hệ thống FH có độ dư nhị phân FSK (fa: có ký hiệu, fb: không có ký hiệu) có thể được coi như là một tổng nhị thức triển khai sau:

$$P_c = \sum_{x=r}^c \binom{c}{x} p^x q^{c-x} \quad (2-4)$$

ở đây:

p - xác suất lỗi trong một lần thực hiện = J/N

J - Tổng các kênh méo do gián đoạn

N - Tổng các kênh trong FH

q - Xác suất không lỗi trong một lần thực hiện = $1 - p$

c - Tổng số chip (tần số truyền dẫn trên một bit thông tin)

r - Tổng số chip lỗi yêu cầu để quyết định lỗi bit

Quyết định chip được định nghĩa là "e", khi công suất gián tiếp của kênh khoảng trống trội hơn công suất của kênh có ký hiệu thì nó là tổng đầy đủ để tạo ra quyết định không mong muốn.

Nếu 3 hoặc nhiều tần số hơn (chip) được sử dụng cho mỗi một bit truyền dẫn thông tin thì hoạt động có giao thoa tăng rất lớn. Trong trường hợp quyết định bit ở đầu thu được xác định là N_0 thì 2 phần 3 tốc độ xác suất lỗi kênh mong muốn (J/N) của thiết bị đo giao thoa kênh đơn là:

$$\binom{3}{2} p^2 q^{3-2} = 3p^2 q^{3-2} = 3p^2 q$$

khi $q = 1 - p$, $3p^2 q = 3(p^2 - p^3)$ lỗi

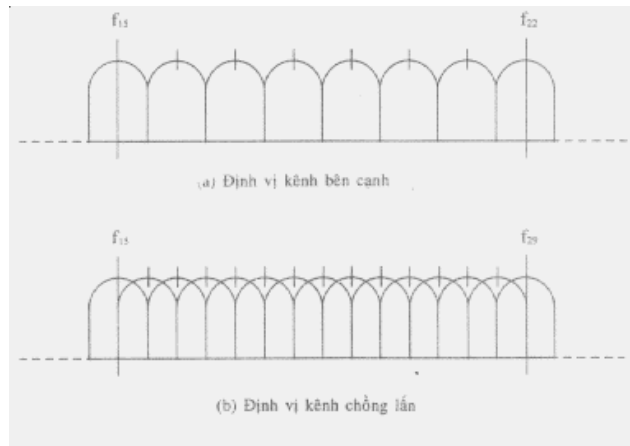
Trong 1000 kênh thì $p = 1/1000$ và $q = 1 - 1/1000 = 0,999$. Do đó tốc độ lỗi giảm xuống tới

$$3\left(\frac{1}{10^6} - \frac{1}{10^3}\right) \approx 3 \times 10^{-6}$$

Tốc độ lỗi sẽ tốt hơn so với hệ thống đơn giản 1 chip trên một bit. Khả năng tăng độ dư để giảm tốc độ lỗi bit phụ thuộc vào các tham số hệ thống. Tốc độ lỗi bit giảm khi nhiều chip được truyền đi trên một bit. Tốc độ dịch tần yêu cầu là tỷ lệ với độ rộng băng RF. Nếu độ rộng băng xác định hoặc sự tương quan của bộ tổng hợp tần số cho trước thì trade-off giữa sự tăng tổng số chip/bit và sự giảm khả năng ấn định tần số có thể được xác định.

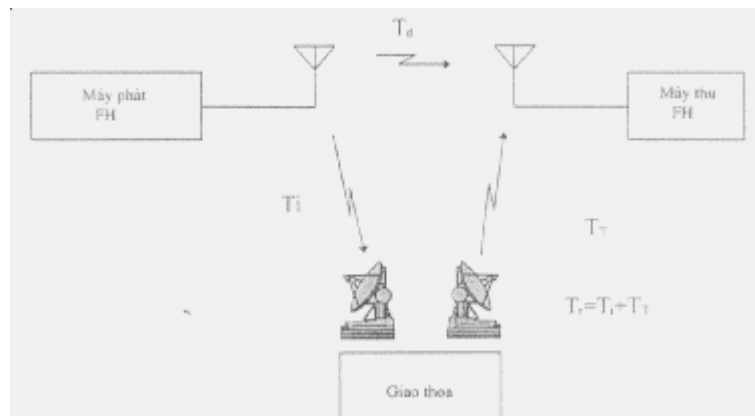
Các thảo luận trước đây chỉ đề cập đến tần số bên cạnh trong hệ thống FH mà không nói đến sự chồng lấn của khoảng tần số. Nhưng thực tế không có giới hạn chính xác như vậy và khoảng tần số thu có thể chồng lấn do các bộ thu sử dụng đối với nhiều thống kê. Sự chồng lấn như vậy có thể làm giảm độ rộng băng RF yêu cầu đối với tín hiệu truyền dẫn trải phổ. Hình 2.7 miêu tả sự chồng lấn kênh và sự giảm độ rộng băng. Hình 2.7(b) miêu tả số lượng các kênh thích nghi với việc tăng gấp đôi độ rộng băng. Trung tâm của một kênh được định vị tại điểm 0 của kênh bên cạnh (giả sử với việc thu sóng mang không đồng bộ). Một ví dụ về giới hạn độ rộng băng RF khi giữ tốc độ chip thấp là một kỹ thuật được chấp nhận đối với hệ thống FH.

Một vấn đề cần xem xét trong tốc độ chip là các ảnh hưởng đối với các tín hiệu có khác pha với cùng một tần số. Các tín hiệu như vậy được tạo ra bởi giao thoa đa đường hoặc giao thoa dự kiến. Trong đa số trường hợp thì tín hiệu đa đường thu được tại đầu thu không được sử dụng một cách liên tục vì nó quá nhỏ so với tín hiệu yêu cầu. Nhưng nếu tín hiệu thu được từ bộ phát tần số do sóng giao thoa và được khuếch đại, được điều chế cùng với tạp âm (phần tử bù sẽ được truyền đi nếu dãy mã được biết), nó có công suất truyền dẫn tương đương với tín hiệu gốc và ảnh hưởng giao thoa của nó sẽ tăng lên.



Hình 2.7: Sự giảm băng thông do chồng lấn kênh

Để tránh được vấn đề này thì FH nên có một tốc độ dịch tần sao cho có thể chuyển đổi thành tần số khác trong thời gian đáp ứng của thiết bị đo giao thoa và tốc độ dịch tần yêu cầu nên lớn hơn $(T_r - T_d) \cdot 1$. ở đây T_r biểu thị thời gian đi từ bộ phát FH tới bộ phát dự kiến qua máy đo giao thoa và T_d biểu thị thời gian trễ theo đường thẳng, mối liên quan của chúng được chỉ ra trên hình 2.8.



Hình 2.8: Sơ đồ khối giao thoa khi có trạm lặp

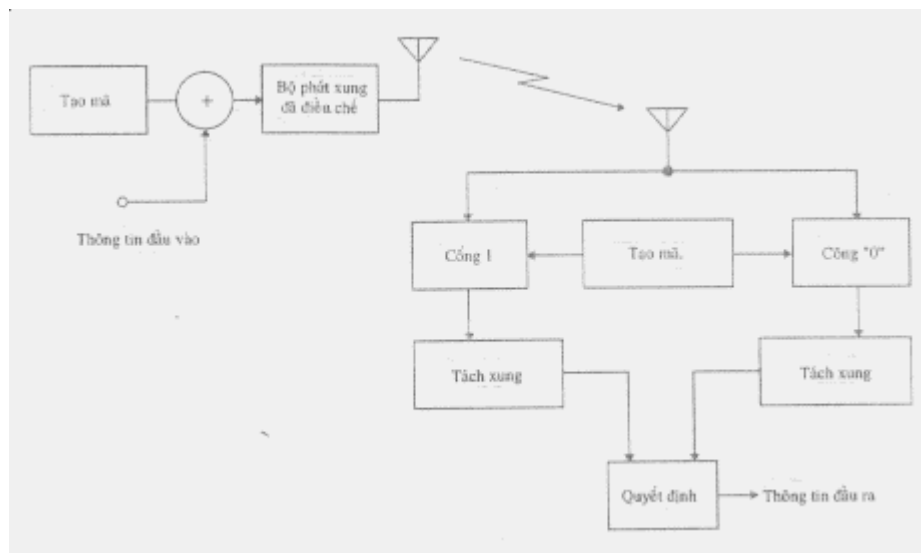
2.3 Hệ thống dịch thời gian

Dịch thời gian tương tự như điều chế xung. Nghĩa là, dãy mã đóng/mở bộ phát, thời gian đóng/mở bộ phát được chuyển đổi thành dạng tín hiệu giả ngẫu nhiên theo mã và đạt được 50% yếu tố tác động truyền dẫn trung bình. Sự khác nhau nhỏ so với hệ thống FH đơn giản là trong khi tần số truyền dẫn biến đổi theo mỗi thời gian chip mã trong hệ thống FH thì sự dịch chuyển tần số chỉ xảy ra trong trạng thái dịch chuyển dãy mã trong hệ thống

TH. Hình 2.9 là sơ đồ khối của hệ thống TH. Ta thấy rằng bộ điều chế rất đơn giản và bất kỳ một dạng sóng cho phép điều chế xung theo mã đều có thể được sử dụng đối với bộ điều chế TH.

TH có thể làm giảm giao diện giữa các hệ thống trong hệ thống ghép kênh theo thời gian và vì mục đích này mà sự chính xác thời gian được yêu cầu trong hệ thống nhằm tối thiểu hoá độ dư giữa các máy phát. Mã hoá nên được sử dụng một cách cẩn thận vì sự tương đồng các đặc tính nếu sử dụng cùng một phương pháp như các hệ thống thông tin mã hoá khác.

Do hệ thống TH có thể bị ảnh hưởng dễ dàng bởi giao thoa nên cần sử dụng hệ thống tổ hợp giữa hệ thống này với hệ thống FH để loại trừ giao thoa có khả năng gây nên suy giảm lớn đối với tần số đơn.



Hình 2.9: Hệ thống TH đơn giản

2.4 Hệ thống lai (Hybrid)

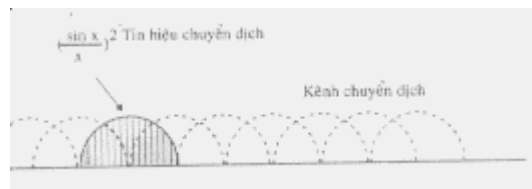
Bên cạnh các hệ thống đã miêu tả ở trên, điều chế hybrid của hệ thống DS và FH được sử dụng để cung cấp thêm các ưu điểm cho đặc tính tiện lợi của mỗi hệ thống. Thông thường đa số các trường hợp sử dụng hệ thống tổng hợp bao gồm (1) FH/DS, (2) TH/FH, (3) TH/DS.

Các hệ thống tổng hợp của hai hệ thống điều chế trải phổ sẽ cung cấp các đặc tính mà một hệ thống không thể có được. Một mạch không cần phức tạp lắm có thể bao gồm bởi bộ tạo dãy mã và bộ tổ hợp tần số cho trước.

2.4.1 FH/DS

Hệ thống FH/DS sử dụng tín hiệu điều chế DS với tần số trung tâm được chuyển dịch một cách định kỳ. Phổ tần số của bộ điều chế được minh họa trên hình 2.10. Một tín hiệu DS xuất hiện một cách tức thời với độ rộng băng là một phần trong độ rộng băng của rất nhiều các tín hiệu trải phổ chồng lấn và tín hiệu toàn bộ xuất hiện như là sự chuyển động của tín hiệu DS tới độ rộng băng khác nhờ các mẫu tín hiệu FH. Hệ thống tổng hợp FH/DS được sử dụng vì các lý do sau đây:

1. Dung lượng trải phổ
2. Đa truy nhập và thiết lập địa chỉ phân tán.
3. Ghép kênh

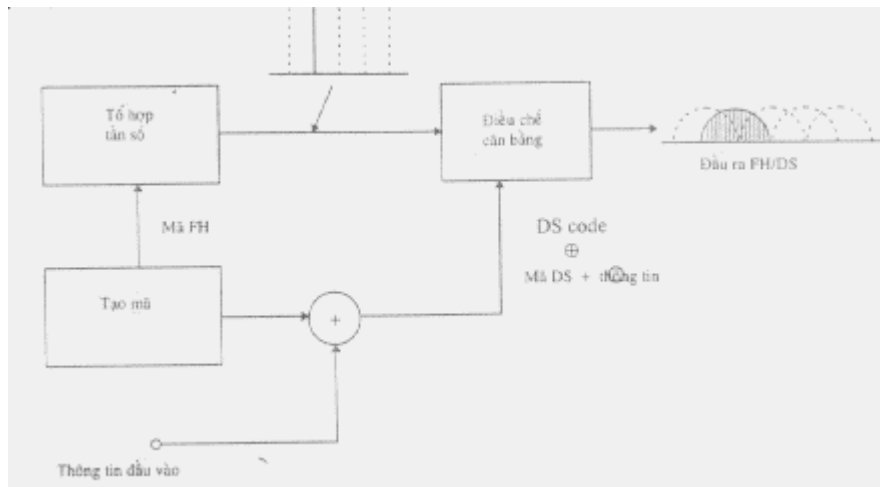


Hình 2.10: Phổ tần số của hệ thống tổng hợp FH/DS

Hệ thống điều chế tổng hợp có ý nghĩa đặc biệt khi tốc độ nhịp của bộ tạo mã DS đạt tới giá trị cực đại và giá trị giới hạn của kênh FH. Ví dụ, trong trường hợp độ rộng băng RF yêu cầu là 1 GHz thì hệ thống DS yêu cầu một bộ tạo mã tức thời có tốc độ nhịp là 1136 Mc/s và khi sử dụng hệ thống FH thì yêu cầu một bộ trộn tần để tạo ra tần số có khoảng cách 5 KHz. Tuy nhiên, khi sử dụng hệ thống tổng hợp thì yêu cầu một bộ tạo mã tức thời 114 Mc/s và một bộ trộn tần để tạo ra 20 tần số.

Bộ phát tổng hợp FH/DS như trên hình 2.11 thực hiện chức năng điều chế DS nhờ biến đổi tần số sóng mang (sóng mang FH là tín hiệu DS được điều chế) không giống như bộ điều chế DS đơn giản.

Nghĩa là, có một bộ tạo mã để cung cấp các mã với bộ trộn tần được sử dụng để cung cấp các dạng nhảy tần số và một bộ điều chế cân bằng để điều chế DS.

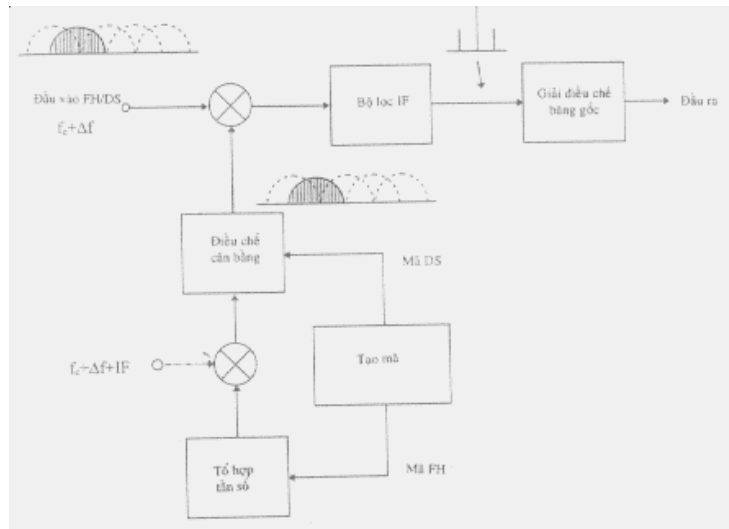


Hình 2.11: Bộ điều chế tổng hợp FH/DS

Sự đồng bộ thực hiện giữa các mẫu mã FH/DS biểu thị rằng phần mẫu DS đã cho được xác định tại cùng một vị trí tần số lúc nào cũng được truyền qua một kênh tần số nhất định. Nhìn chung thì tốc độ mã của DS phải nhanh hơn tốc độ dịch tần. Do số lượng các kênh tần số được sử dụng nhỏ hơn nhiều so với số lượng các chip mã nên tất cả các kênh tần số nằm trong tổng chiều dài mã sẽ được sử dụng nhiều lần. Các kênh được sử dụng ở dạng tín hiệu giả ngẫu nhiên như trong trường hợp các mã.

Bộ tương quan được sử dụng để giải điều chế tín hiệu đã được mã hoá trước khi thực hiện giải điều chế băng tần gốc tại đầu thu; bộ tương quan FH có một bộ tương quan DS và tín hiệu dao động nội được nhân với tất cả các tín hiệu thu được. Hình 2.12 miêu tả một bộ thu FH/DS điển hình. Bộ tạo tín hiệu dao động nội trong bộ tương quan giống như bộ điều chế phát trừ 2 điểm sau:

1. Tần số trung tâm của tín hiệu dao động nội được cố định bằng độ lệch tần số trung gian (IF).
2. Mã DS không bị biến đổi với đầu vào băng gốc.



Hình 2.12: Bộ thu tổng hợp FH/DS

Giá trị độ lợi sử lý dB của hệ thống tổng hợp FH/DS có thể được tính bằng tổng của độ lợi sử lý của hai loại điều chế trải phổ đó.

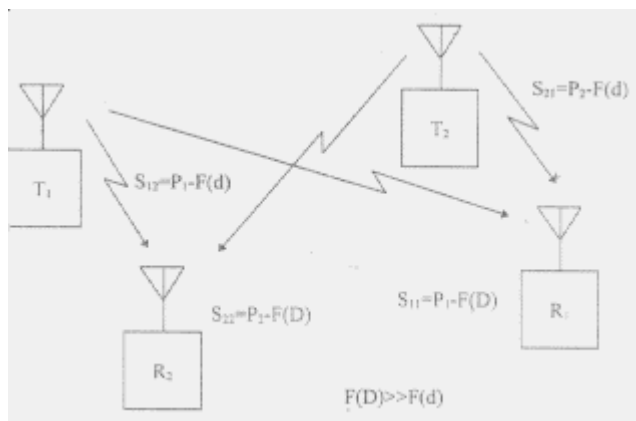
$$G_p(\text{FH/DS}) = G_p(\text{FH}) + G_p(\text{DS}) = 10\log(\text{số lượng các kênh}) + 10\log(\text{BW}_{\text{DS}}/\text{R}_{\text{info}})$$

Do đó, giới hạn giao thoa trở nên lớn hơn so với hệ thống FH hoặc hệ thống DS đơn giản.

2.4.2 TH/FH

Hệ thống điều chế TH/FH được áp dụng rộng rãi khi muốn sử dụng nhiều thuê bao có khoảng cách và công suất khác nhau tại cùng một thời điểm. Với số lượng việc xác định địa chỉ là trung bình thì nên sử dụng một hệ thống mã đơn giản hơn là một hệ thống trải phổ đặc biệt. Khuynh hướng chung là tạo ra một hệ thống chuyển mạch điện thoại vô tuyến có thể chấp nhận các hoạt động cơ bản của hệ thống như là sự truy nhập ngẫu nhiên hoặc sự định vị các địa chỉ phân tán. Đó cũng là một hệ thống có thể giải quyết các vấn đề liên quan đến khoảng cách. Như trên hình 2.13 ta thấy hai đầu phát và thu đã được xác định và máy phát ở đường thông khác hoạt động như là một nguồn giao thoa khi đường thông đó được thiết lập. Hơn nữa, sự khác nhau về khoảng cách giữa máy phát bên cạnh và máy phát thực hiện thông tin có thể gây ra nhiều vấn đề.

Hệ thống này làm giảm ảnh hưởng giao thoa chấp nhận được của hệ thống thông tin trải phổ xuống tới vài độ.



Hình 2.13: Hệ thống thông tin 2 đường với các vấn đề liên quan đến khoảng cách

Do ảnh hưởng của khoảng cách gây ra cho tín hiệu thu không thể loại trừ được chỉ với việc sử lý tín hiệu đơn giản mà một khoảng thời gian truyền dẫn nhất định nên được xác định để tránh hiện tượng chồng lấn các tín hiệu tại một thời điểm.

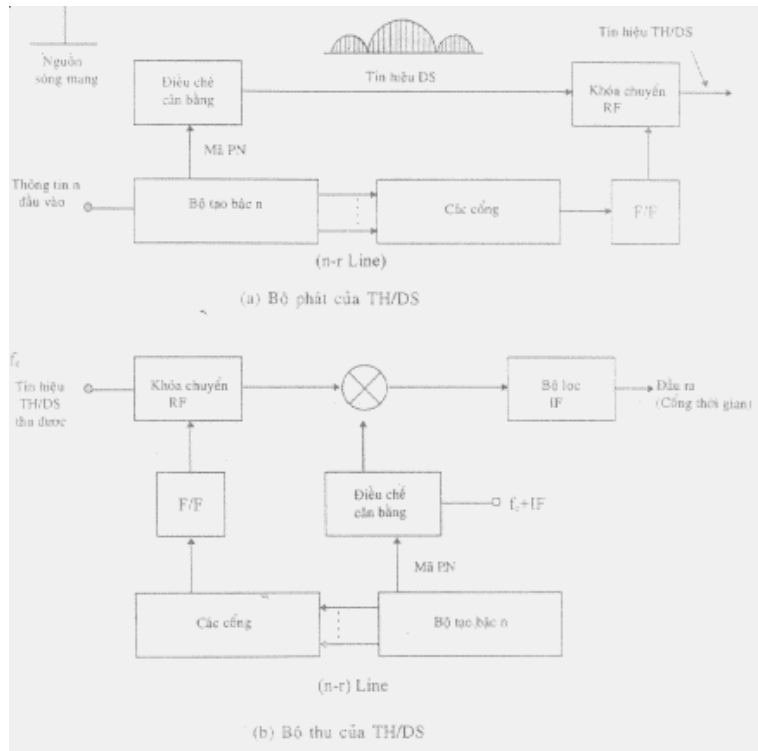
2.4.3 TH/DS

Nếu phương pháp ghép kênh theo mã không đáp ứng các yêu cầu giao diện đường truyền khi sử dụng hệ thống DS thì hệ thống TH được sử dụng thay thế để cung cấp một hệ thống TDM cho khả năng điều khiển tín hiệu. Yêu cầu sự đồng bộ nhanh đối với sự tương quan mã giữa các đầu cuối của hệ thống DS, hệ thống TH được giải quyết cho trường hợp này. Nghĩa là, đầu cuối thu của hệ thống DS nên có một thời gian chính xác để kích hoạt TDM, để đồng bộ chính xác mã tạo ra tại chỗ trong thời gian chip của mã PN.

Hơn nữa, thiết bị điều khiển đóng/mở chuyển mạch được yêu cầu để thêm TH-TDM vào hệ thống DS. Trong trường hợp này thì kết cuối đóng/mở chuyển mạch có thể được trích ra một cách dễ dàng từ bộ tạo mã sử dụng để tạo ra các mã trải phổ và hơn nữa thiết bị điều khiển đóng/mở được sử dụng để tách các trạng thái ghi dịch cấu thành bộ tạo mã và dựa trên các kết quả, số lượng n cổng được sử dụng để kích hoạt bộ phát có thể được thiết lập một cách đơn

giản. Hình 2.14 minh họa bộ phát và bộ thu TH/DS. Bộ thu rất giống như bộ phát ngoại trừ phần phía trước và một phần của bộ tạo tín hiệu điều khiển được sử dụng để kích hoạt trạng thái đóng/mở của tín hiệu để nó truyền đi. Điều đó nhận được nhờ chọn trạng thái bộ ghi dịch sao cho bộ ghi dịch này được tạo một cách lặp lại trong quá trình chọn mã đối với điều khiển thời gian. Trong bộ tạo mã dài nhất bậc n thì điều kiện thứ nhất tồn tại và điều này được lặp lại với chu kỳ là m . Khi chọn bậc $(n-r)$ và tách tất cả các trạng thái của nó thì bộ tạo mã có tạo tín hiệu giả ngẫu nhiên phân bố dài gấp hai lần chu kỳ mã. Như ở trên thì n biểu thị độ dài bộ ghi dịch và r nghĩa là bậc ghi dịch không tách được

Cũng vậy, việc tạo đầu ra và chu kỳ tạo trung bình có khoảng cách giả ngẫu nhiên có thể được chọn nhờ mã trong chu kỳ giả ngẫu nhiên. Loại phân chia thực hiện trong quá trình chu kỳ giả ngẫu nhiên này có thể có nhiều người sử dụng kênh để có nhiều truy nhập và có chức năng tiên bộ hơn so với giao diện ghép kênh theo mã đơn giản.



Hình 2.14: Sơ đồ khối của hệ thống TH/DS

2.5 Dãy PN

Dãy nhị phân PN đã được biết như là một dãy ghi dịch có phản hồi tuyến tính dài nhất hay một dãy m có thể tạo thành bộ ghi dịch bậc m, dãy m {m_j} có chu kỳ là (2^m - 1) và có thể được tạo ra bởi phương trình đa thức h(x)

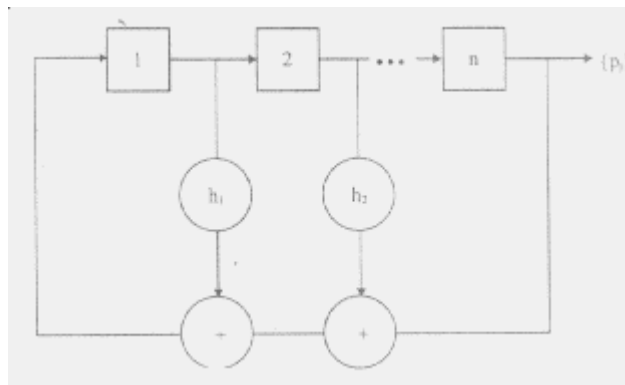
$$h(x) = x^n + h_{n-1} x^{n-1} + \dots + h_1 x + 1 \quad (2.6)$$

h_i có giá trị nhị phân 0 hoặc 1 theo phương trình sau:

$$m_j = h_1 m_{j-1} \oplus h_2 m_{j-2} \oplus \dots \oplus h_{n-1} m_{j-n+1} \oplus m_{j-n} \quad (2-7)$$

$$m_j = h_1 m_{j-1} @ h_2 m_{j-2} @ \dots @ h_{n-1} m_{j-n+1} @ m_{j-n} \quad (2.7)$$

Hình 2.15 là một bộ tạo dãy m. Mỗi chuỗi m tạo ra bởi h(x) có (2^m - 1) con số 1 và (2^m - 1) con số 0. Dãy m có một hàm tương quan tuần hoàn với hai giá trị sử dụng phương trình sau:



Hình 2.15: Bộ tạo dãy m

$$R_m(j) = 2^m - 1 - 2w \begin{cases} m_1 \oplus m_{i+j} \\ m_1 \oplus m_{i+j} \end{cases} = \begin{cases} 2^m - 1 \\ -1 \end{cases} \quad (2-8)$$

$j=0(\text{mod } 2^m-1)$
 $j \neq 0(\text{mod } 2^m-1)$

Trong phương trình trên thì @ biểu thị mạch modul 2 (EOR) và w {m_i @ m_{i+j}} là giá trị trọng số của dãy {m_i @ m_{i+j}} (nghĩa là số lượng con số 1 trong {m_i @ m_{i+j}}). Thực tế thì dãy {m_j} có giá trị {0,1} thường được phát đi ở dạng sóng hai cực p(t) với biên độ +, - thu được nhờ phương trình sau:

$$p(t) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} (2m_j - 1) g(t - jT_c) = \sum_{j=-\infty}^{\infty} p_j g(t - jT_c) \quad (2-9)$$

Trong phương trình trên thì $g(t)$ là độ rộng chip T_c và là một xung chữ nhật có biên độ đơn vị. Dãy $\{p_j\}$ là một dãy giá trị $\{-1, 1\}$ có sự tự động tương quan giống như là dãy $\{m_j\}$.

$$R_p(j) = \sum_{i=1}^{2^m-1} P_i P_{i+j} = \begin{cases} 2^m-1 \\ -1 \end{cases} \begin{matrix} j=0 \\ 0 < j < 2^m-1 \end{matrix} \quad (2-10)$$

Phương trình trên là thực vì cộng mod -2 thêm @ với $\{m_j\}$ trở thành phép nhân với $\{p_j\}$. Hàm tự động tương quan tiêu chuẩn của dạng sóng hai cực tuần hoàn $p(t)$ biểu thị cho dãy m sẽ thu được nhờ sử dụng phương trình 2.11.

$$p(\tau) = \frac{1}{(2^m - 1)T_c} \int_0^{(2^m-1)T_c} p(t)p(t+\tau)dt$$

$$= -\frac{1}{2^m - 1} + \frac{2^m}{2^m - 1} q(\tau) \otimes \sum_{j=-\infty}^{\infty} \delta[\tau - j(2^m - 1)T_c] \quad (2-11)$$

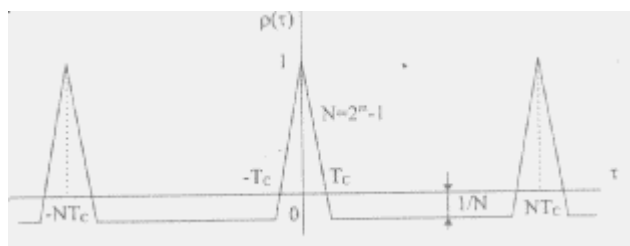
$$q(\tau) = \begin{cases} 1-|\tau|/T_c & | \tau | \leq T_c \\ 0 & | \tau | > T_c \end{cases} \quad (2-12)$$

Dạng sóng $p(\#)$ trên hình vẽ 2.16.

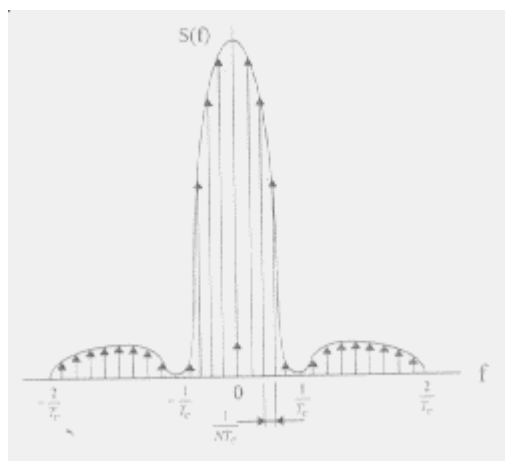
Mật độ phổ công suất của dạng sóng $p(t)$ dãy m là phép biến đổi Fourier của $p(\#)$ và được tính bằng phương trình (2.13)

$$S(\omega) = \frac{1}{(2^m - 1)^2} \delta(\omega) + \frac{2^m}{(2^m - 1)^2} \left[\frac{\sin(\omega T_c / 2)}{\omega T_c / 2} \right]^2 \sum_{j=0}^{\infty} \delta(\omega - \frac{2\pi j}{(2^m - 1)T_c}) \quad (2-13)$$

Hình 2.17 biểu thị $S(\omega)$



Hình 2.16: Hàm tự động tương quan tiêu chuẩn của dãy m



Hình 2.17: Mật độ phổ công suất của dãy m

Trong hình trên chúng ta có thể thấy rằng khi chu kỳ của dãy m dài ra hơn thì các đường phổ trở nên gần nhau hơn. Đặc tính của dãy m đã biết. Dãy m có thể tuân theo 2 chip m trong $p(t)$ và có thể được sao chép bởi bộ nhiều dùng để tính toán đường kết nối phản hồi của bộ ghi dịch phản hồi tuyến tính sử dụng thuật toán Berlakame. Để nâng cao khả năng chống nhiễu, các đầu ra từ bộ ghi dịch phản hồi tuyến tính không được sử dụng tức thời. Thay vào đó, đầu ra từ nhiều đầu cuối có thể tổ hợp lại thành mạch logic không tuyến tính nhằm tạo được đầu ra dãy PN. Chính vì thực tế này mà các dãy PN thực hiện sự tính toán bộ tạo dãy nhờ việc xem xét một số dãy. Các chuỗi dãy PN là bí mật và vì vậy mà nó được biến đổi một cách liên tục. Trong một ứng dụng như đa truy nhập theo mã DS thì các đặc tính đồng tương quan của dãy PN là quan trọng như các đặc tính tự động tương quan. Trong trường hợp dãy m thì tỷ số kích cỡ tối đa $R_{uv,max}$ của hàm đồng tương quan giữa 2 dãy m $\{u_j\}$ và $\{v_j\}$ đối với kích cỡ tối đa $R(0) = 2m - 1$ của hàm tự động tương quan là như sau: với $m = 11$, nó là 0,14 và với $m = 3$ nó là 0,71. Có thể chọn một bộ dãy m nhỏ mà dãy này có giá trị đồng tương quan lớn nhất thậm chí còn nhỏ hơn, khi đó giá trị của dãy m trong subset là đủ nhỏ và vì thế không thể sử dụng trong CDMA. Dãy Gold, Kasami và Bent với chu kỳ $2m - 1$ có giá trị đồng tương quan đỉnh sao cho đủ nhỏ và thích hợp với đa truy nhập theo mã DS.

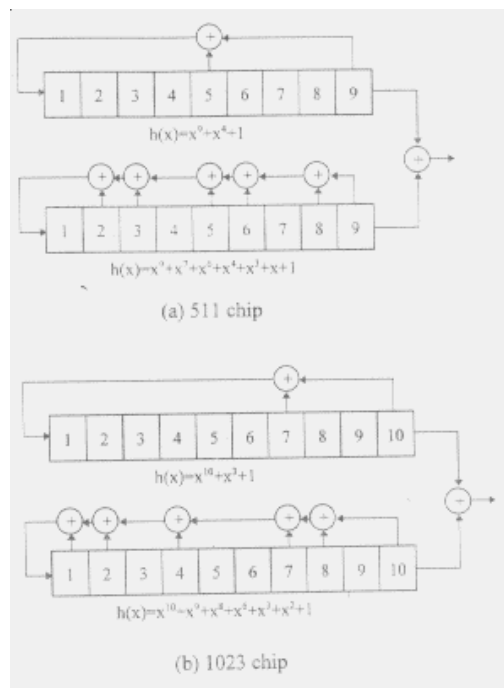
Trong bảng 2.1 là các giá trị đỉnh của đồng tương quan tối đa đối với các chuỗi đã được cho trước trong hình 2.18(a) và (b), cấu trúc bộ ghi dịch sử dụng để tạo dãy Gold có chu kỳ 511 chip và 1023 chip được đưa ra.

Họ	m	Kích cỡ	$R_{uv,max}$
Gold	Lẻ	$2^m + 1$	$1 + 2^{(m+1)/2}$
Gold	$2 \pmod{4}$	2^{m+1}	$1 + 2^{(m+2)/2}$
Kasami (small set)	Chẵn	$2^{m/2}$	$1 + 2^{m+2/2}$
Kasame (large set)	Chẵn	$2^{m/2}(2^m + 1)$	$1 + 2^{(m+2)/2}$
Bent	$0 \pmod{4}$	$2^{m/2}$	$1 + 2^{m/2}$

Bảng 2.1 Các đặc tính của các dãy có chu kỳ $2^m - 1$

Dãy Gold có thể được tạo ra từ 2 dãy m nhờ sử dụng bộ cộng mod-2 để thêm vào mỗi một chip của dãy m 1 thành dãy m 2. Sau đó mỗi một chip được dịch chuyển theo dãy m 1 để có được góc pha mới và tạo ra dãy Gold thứ hai, sau đó phép cộng đó lại được lặp lại. Quá trình cộng mỗi pha của dãy m 1 thành dãy m 2 này không chuyển dịch tạo ra dãy gold khác có chu kỳ $(2^m - 1)$.

Với trường hợp 2 chu kỳ gốc của dãy m thì quá trình này tạo ra dãy gold $(2^m + 1)$.



Hình 2.18: Bộ tạo dãy Gold

2.6 Điều chế

2.6.1 Điều chế PSK

PSK đã được phát triển trong suốt thời kỳ đầu của chương trình phát triển vũ trụ và ngày nay nó được sử dụng rộng rãi trong các hệ thống thông tin quân sự và thương mại. PSK là một phương pháp điều chế số liệu hiệu quả trong lĩnh vực đo lường từ xa. Có được điều đó vì PSK tạo ra một xác suất lỗi thấp nhất với mức tín hiệu thu cho trước khi đo một chu kỳ dấu hiệu.

1) Nguyên lý cơ bản của điều chế PSK

Dạng xung nhị phân coi như là đầu vào của bộ điều chế PSK sẽ biến đổi về pha ở dạng tín hiệu ra thành một trạng thái xác định trước và do đó tín hiệu ra được biểu thị bằng phương trình sau:

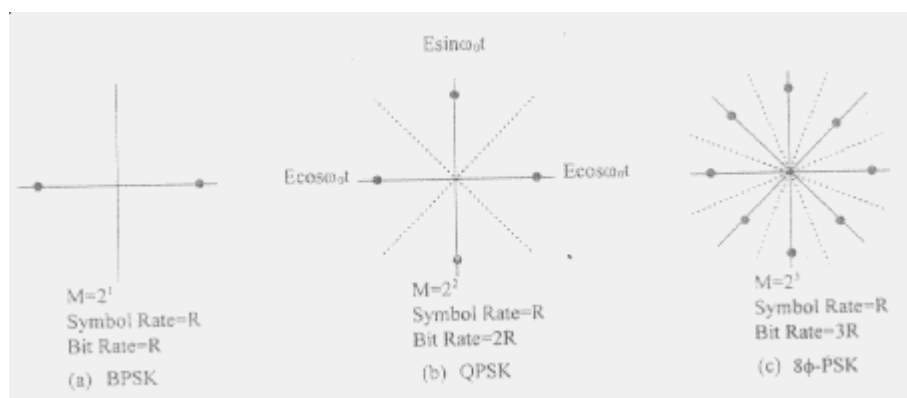
$$V_0(t) = E \sin \left[\omega_0 t + \frac{2\pi(i-1)}{M} \right] \quad (2-14)$$

$i=1,2,\dots,M$

$M=2N$, số lượng trạng thái pha cho phép

N = Số lượng các bit số liệu cần thiết để thiết kế trạng thái pha M

Nhìn chung thì có 3 kỹ thuật điều chế PSK: khi $M=2$ thì là BPSK, khi $M=4$ thì là QPSK và khi $M=8$ thì là 8(φ)-PSK. Các trạng thái pha của chúng được minh họa trên hình 2.19.

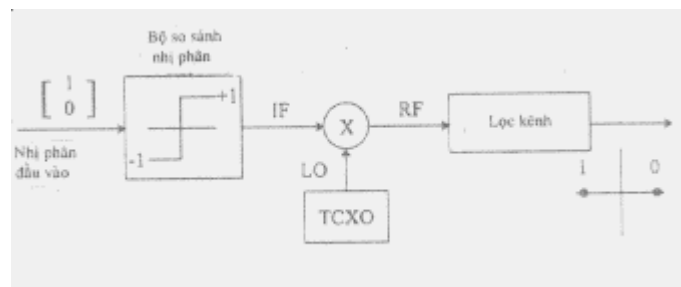


Hình 2.19: Các trạng thái pha của PSK

Ở đây cần ghi nhớ rằng khi số lượng các trạng thái pha tăng lên thì tốc độ bit cũng tăng nhưng tốc độ boud vẫn giữ nguyên. Tuy

nhiên muốn tăng tốc độ số liệu thì phải trả giá. Nghĩa là, yêu cầu về SNR tăng lên để giữa nguyên được BER (tỷ lệ lỗi bit). Tất cả các trạng thái tín hiệu trên hình 2.19 được xác định một cách tương ứng trong một chu kỳ và các điểm tín hiệu đó biểu thị một năng lượng nhất định của biên độ tín hiệu nhất định. Đặc tính này đặc biệt quan trọng trong thông tin vệ tinh vì sự chuyển đổi AM thành FM được thực hiện càng ít càng tốt trong quá trình thông tin vệ tinh.

Nếu một lượng thông tin cho trước phải truyền đi trong khoảng thời gian 'a' như trên hình 2.19 thì tốc độ báo hiệu sẽ giảm một lượng bằng yếu tố 'N' trong hệ thống M-ary. Mà độ rộng băng kênh yêu cầu tỷ lệ với tốc độ dấu hiệu và do đó việc giảm tốc độ báo hiệu nghĩa là có thể sử dụng độ rộng băng của kênh nhỏ hơn. Nếu nhìn tổng thể ta thấy là khi tốc độ dấu hiệu là cố định thì hệ thống cấp cao có thể truyền đi lượng bit thông tin lớn hơn qua một độ rộng băng cho trước. Đó là lý do để hệ thống M-ary được xem như là một hệ thống có hiệu quả sử dụng băng tần cao. Tuy nhiên, làm như vậy thì xác suất lỗi sẽ tăng lên khi bộ khoảng cách tín hiệu dày đặc hơn với hệ thống có mức cao hơn. Ví dụ, bộ thu của hệ thống BPSK chỉ yêu cầu phân biệt được 2 tín hiệu có khác pha 180°, nhưng trong trường hợp hệ thống là 8 phi thì sự khác pha giảm xuống còn là 45°. Hình 2.20 miêu tả bộ điều chế BPSK điển hình.

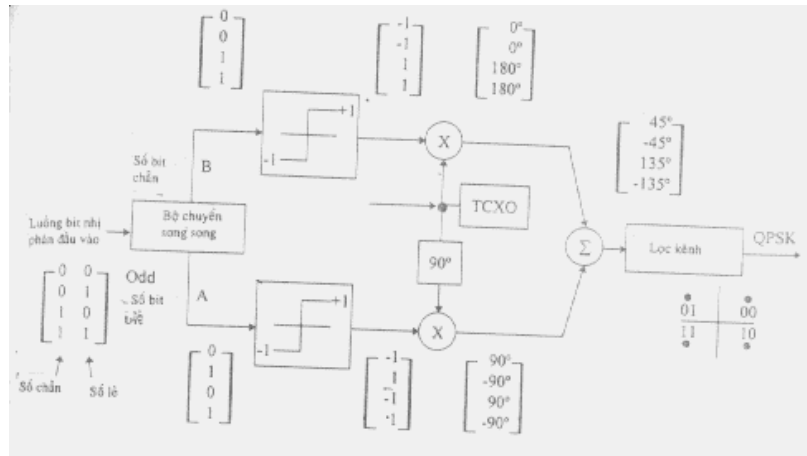


Hình 2.20: Bộ điều chế BPSK

Đầu tiên, tín hiệu có cực tính đơn đưa vào được biến đổi thành dạng 2 cực tính. Giá trị này được nhân với tín hiệu $\sin(\omega)t$ tạo ra từ bộ dao động nội nhằm biến đổi pha của $\sin(\omega)t$

thành 00 hoặc 1800. Sóng điều chế pha này đi qua bộ lọc để làm tối thiểu hoá giao thoa giữa các dấu hiệu.

The blok diagram of QPSK is shown in Figure 2-21.

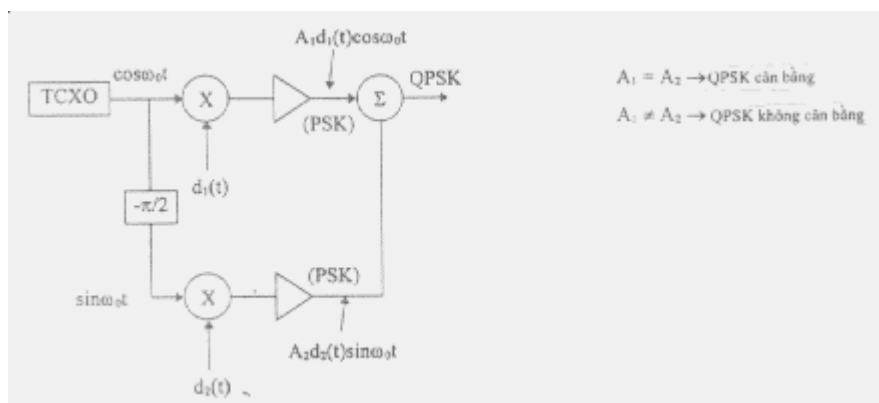


Hình 2.21: Bộ điều chế QPSK

Như đã miêu tả ở trên, hai sóng mang có khác pha 900 được chuyển đổi pha một cách tương ứng và sau đó được tổ hợp lại. Bảng 2.2 miêu tả đầu ra bộ điều chế kênh A/B. Quá trình tạo tín hiệu QPSK có thể được giải quyết một cách thứ tự nhờ sử dụng phương pháp như trên hình 2.22. Nhìn chung thì 2 phần tử trực giao của bộ tạo QPSK được gọi là kênh I (inphase) và kênh Q (quadraturephase).

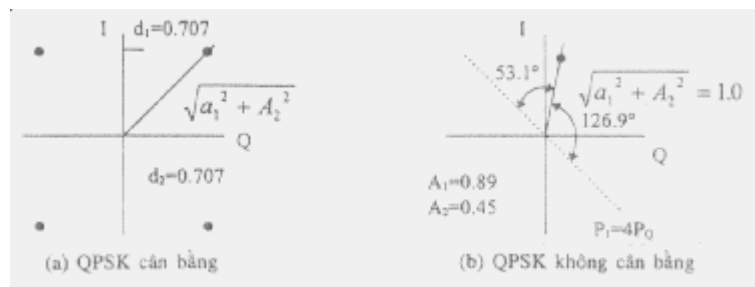
	Giá trị nhị phân	Điện áp	Đầu ra bộ điều chế
B	0	V	$\cos\omega_c t$
	1	-V	$V\cos\omega_c t = V\cos(\omega_c t + \pi)$
A	0	V	$\cos[\omega_c t + \pi/2]$
	1	-V	$V\cos[\omega_c t + \pi/2] = V\cos[\omega_c t + \pi/2]$

Bảng 2.2: Tín hiệu điều chế 4 pha



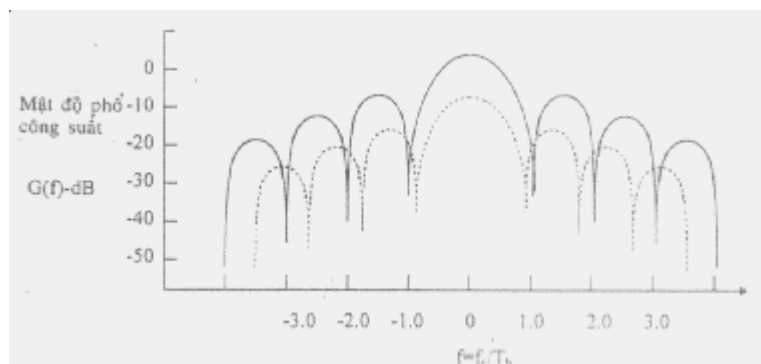
Hình 2.22: Tạo tín hiệu QPSK

Trong hệ thống QPSK thì sóng mang của kênh I và sóng mang của kênh Q không cần thiết phải có cùng một mức công suất. Hệ thống QPSK với kênh I và kênh Q có cùng một mức công suất được gọi là hệ thống QPSK cân bằng. Hệ thống QPSK cân bằng được sử dụng một cách điển hình khi tốc độ số liệu và hoạt động của hai kênh là như nhau. QPSK không cân bằng được sử dụng một cách thích hợp khi tốc độ số liệu của hai kênh biến đổi lớn hay hoạt động của hai kênh là khác nhau. Ví dụ, hệ thống có số liệu nhị phân trên một kênh và dãy các tín hiệu trên kênh khác sẽ tiêu biểu cho QPSK không cân bằng. Hình 2.23 miêu tả các trạng thái pha của QPSK cân bằng và QPSK không cân bằng.



Hình 2.23: Các trạng thái pha

Trong hình này thì biên độ sóng mang của QPSK không cân bằng là 0,89 và 0,45. Điều này thích hợp với góc pha giữa 53,60 là pha truyền đi và 126,40. Hình 2.24 miêu tả các kết quả so sánh về phổ của các hệ thống BPSK và QPSK.



Hình 2.24: Phổ của BPSK và QPSK

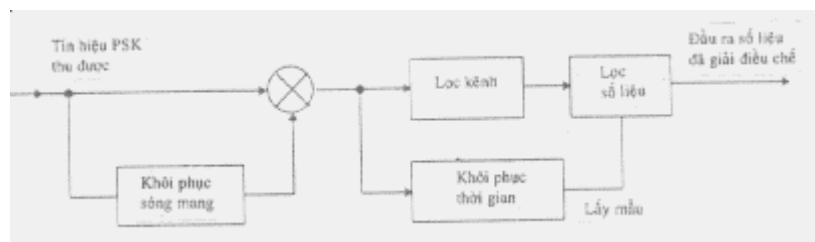
2) Giải điều chế PSK

Giải điều chế PSK được phân thành 3 quá trình như dưới đây và được miêu tả trên hình 2.25

Khôi phục Coherent: đó là quá trình trích sóng mang đồng bộ pha từ tín hiệu PSK thu được.

Khôi phục nhịp: Số liệu băng tần gốc thu được nhờ sử dụng bộ nhân đồng bộ và việc đồng bộ nhịp đạt được từ các số liệu này.

Lọc kênh: Số liệu băng tần gốc được chuyển đổi thành chuỗi xung sau đó đi qua bộ lọc này. Giao thoa giữa các dấu hiệu có thể là nhỏ nhất nhờ bộ lọc này và sẽ có một kết quả tương tự khi bộ lọc này được đặt trong phần đầu ra bộ giải điều chế. Chuỗi xung này đưa đến đầu vào của bộ lấy mẫu số liệu và số liệu đã giải điều chế đi ra từ đầu ra của bộ lấy mẫu.



Hình 2.25: Giải điều chế PSK

Điều chế PSK (hai pha) của sóng mang RF là phương pháp hiệu quả nhất đối với truyền dẫn số liệu số trên một kênh cho trước.

Hơn nữa, phương pháp mã hoá số liệu trước giống như phương pháp điều chế sóng mang dạng xung hình chữ nhật của tín hiệu CW (Sóng liên tục). Phương pháp điều chế này được sử dụng để xoá các sóng mang từ các tín hiệu phát và do đó yêu cầu phải có sóng mang dao động nội nhằm mục đích khôi phục số liệu nhị phân tại đầu thu.

Giải điều chế tối ưu được thực hiện khi pha sóng mang dao động nội giống như pha của tần số tín hiệu thu được. Việc giải điều chế nhờ sóng mang dao động nội được thực hiện nhờ mạch vòng

Costas mà nó là một trong các biến tướng của mạch PLL tiêu chuẩn.

1. Mạch vòng Costas

Trên hình 2.26, tín hiệu PSK tại đầu vào của mạch vòng Costas có thể biểu thị như dưới đây khi số liệu giả sử là được thực hiện một sự chuyển dịch pha ($\pm \dots / 2$) một cách ngẫu nhiên trong mỗi sự chuyển dịch số liệu.

$$f(t) = \sqrt{2}A \sin \left[\omega_c + \frac{\pi}{2}d(t) \right] \quad (2-15)$$

ở đây $d(t)$ biểu thị số liệu và có giá trị ± 1 . Hơn nữa, giá trị rms của tín hiệu là A . Khi đó viết lại biểu thức ở trên như sau

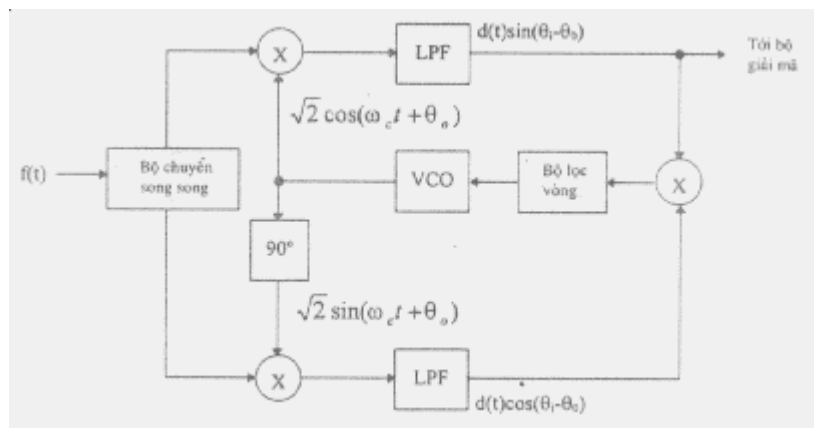
$$f(t) = \sqrt{2}Ad(t) \cos(\omega_c + \theta_i) \quad (2-16)$$

Trong biểu thức trên, nếu giả sử rằng mạch vòng đã bị khoá, hai bộ lọc thông thấp gạt bỏ các thành phần tần số cao và do đó đầu ra của bộ lọc có thể biểu thị như sau:

$$Y_1(t) = \frac{\sqrt{2}Ad(t)}{2} \sin(\theta_i - \theta_0) \quad (2-17)$$

$$Y_2(t) = \frac{\sqrt{2}Ad(t)}{2} \cos(\theta_i - \theta_0) \quad (2-18)$$

ở đây $\theta_i - \theta_0$ chỉ thị lỗi pha. Y_1 và Y_2 đóng vai trò như là đầu vào của vòng lọc thông thấp và do đó biểu thức sau đây trở thành đúng:



Hình 2.26: Mạch vòng khôi phục sóng mang Costas

$$e_f = \frac{k_m}{A} A^2 d_2^2(t) \sin 2(\theta_i - \theta_0) \quad (2-19)$$

Trong biểu thức trên k_m là hệ số của bộ nhân có đơn vị là Volt/radian. Hơn nữa, do $d(t) = \pm 1$ nên $d^2(t)$ trở thành 1. Do đó biểu thức 2.19 có thể biểu diễn như sau:

$$e_f = k_m \frac{A^2}{4} \sin 2(\theta_i - \theta_0) \quad (2-20)$$

Ghi nhớ rằng biểu thức ở trên giống như là đối với tiêu chuẩn PLL. Sự khác nhau giữa chúng là $\sin 2(\theta_i - \theta_0)$ bằng 0 ở 0° và 180° . Nghĩa là, mạch vòng có thể bị khoá trong khi VCO có 2 góc khác nhau liên quan đến pha của tín hiệu vào. Số liệu thu được nhờ biểu thức $Y_2(t) = d(t) \cos(\theta_i - \theta_0) \sim d(t)$. Nếu mạch vòng bị khoá tại các pha còn lại khác thì số liệu sẽ xuất hiện ở phía đối diện. Mạch vòng Costas thực hiện việc khôi phục đồng bộ pha của sóng mang bị triệt và việc tách số liệu đồng bộ tại cùng một thời điểm.

Thêm nữa, mạch vòng Costas có thể sử dụng cho giải điều chế tín hiệu QPSK. Trên hình 2.26, tín hiệu QPSK $f(t)$ có thể thu được với biểu thức sau:

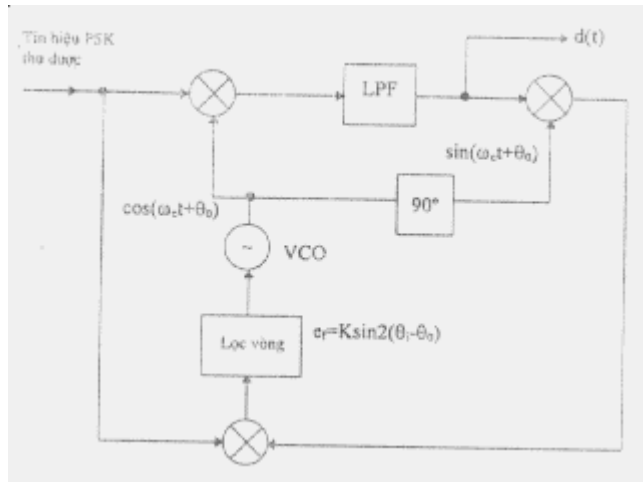
$$f(t) = A_1 d_1(t) \cos \omega_c t + A_2 d_2(t) \sin \omega_c t \quad (2-21)$$

Khi so sánh biểu thức trên với trường hợp BPSK thì $d_1(t)$ xuất hiện phía trên của mạch vòng Costas còn $d_2(t)$ sẽ xuất hiện phía dưới.

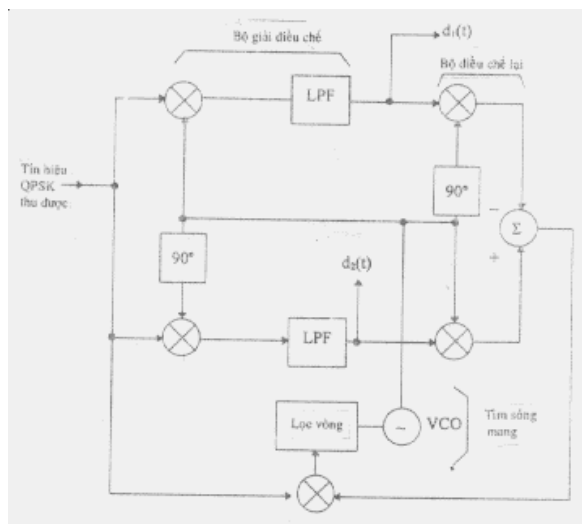
2. Điều chế lại

Một phương pháp khác có thể sử dụng để khôi phục lại sóng mang đó là điều chế lại. Phương pháp này có thể được áp dụng đối với cả BPSK và QPSK, phương pháp áp dụng cho BPSK đưa ra trên hình 2.27. Hoạt động của bộ điều chế lại này có thể được giải thích một cách dễ dàng nếu giả sử rằng mạch vòng đã bị khoá lại. Như trong trường hợp mạch vòng Costas thì bộ điều chế lại tạo ra tín hiệu lỗi vòng tỷ lệ với 2 lần lỗi pha giữa pha thu được và pha VCO.

Hình 2.28 miêu tả mạch điều chế lại tín hiệu QPSK. Mạch vòng này có thời gian thực hiện nhanh hơn so với trường hợp bộ giải điều chế mạch vòng Costas 4... tổng quát.



Hình 2.27: Mạch vòng điều chế lại



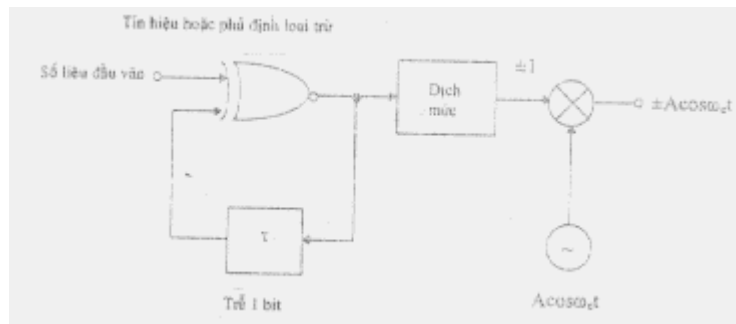
Hình 2.28: Mạch vòng điều chế lại QPSK

3) PSK vi sai

PSK vi sai là sự tổng hợp của hoạt động mã hoá và báo hiệu. Ví dụ trong trường hợp PSK tổng quát thì logic 0 tương ứng với dịch chuyển pha 00 , logic 1 tương ứng với 1800. Tuy nhiên, khi số liệu mã hoá bằng hoạt động vi sai thì logic 1 tương ứng với sự biến đổi pha 00 giữa các tín hiệu kề nhau và logic 0 thì tương ứng với sự biến đổi pha 1800 giữa các tín hiệu kề nhau.

Hình 2.29 đưa ra sơ đồ khối của bộ mã hoá PSK vi sai (DPSK). Logic 1 xuất hiện ở đầu ra của cổng hoặc phủ định loại trừ

(exclusive-NOR) khi hai tín hiệu đầu vào là giống nhau và logic 0 xuất hiện ở đầu ra khi hai tín hiệu đầu vào khác nhau. Bảng 2.3 minh họa một ví dụ về mã hoá một luồng số liệu nhất định.



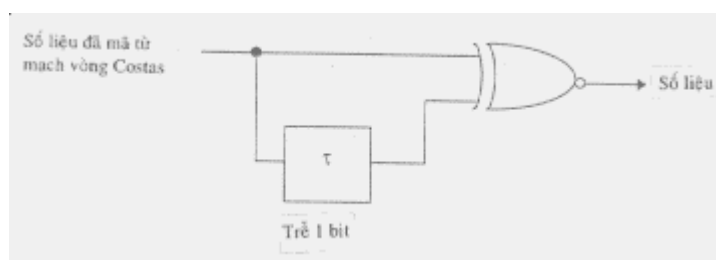
Hình 2.29: Bộ điều chế DPSK

Số liệu vào	1	1	0	1	1	1	0	0	1	1	0
Bản tin mã hóa	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0
Bit liên quan											1
Pha phát	0	0	0	π	π	π	π	π	π	π	0

Bảng 2.3: Ví dụ mã hoá một luồng số liệu

Logic 1 được chọn là một tín hiệu trước khi mã hoá và được bắt đầu trong bảng 2.3. Bit số liệu hiện thời được so sánh với bit số liệu trước đó bằng cách làm trễ đi một bit. Số liệu mã hoá qua bộ dịch chuyển ngưỡng trở thành +-1 và sau đó đi ra khỏi bộ nhân như là một tín hiệu DPSK.

Sơ đồ khối của bộ giải điều chế số liệu đưa ra trên hình 2.30



Hình 2.30: Bộ giải điều chế số liệu vi sai

CÁC HỆ THỐNG TỔ ONG CDMA

3.1 Thiết kế hệ thống CDMA

Trong chương này các đặc điểm đã được giải thích sẽ được bàn tới chi tiết hơn. Ngoài ra toàn bộ các phần cấu trúc hệ thống và các chức năng sẽ được mô tả giống như các phần liên quan tới thiết kế hệ thống.

3.1.1. Dung lượng CDMA

Công thức C/I nên được xác định nguồn gốc trước khi chúng ta có thể nêu ra công thức này để tính toán dung lượng CDMA. ở đây C chỉ ra công suất tín hiệu nhận được phát đi bởi một máy di động (mobile unit) tới một trạm gốc và nó được chỉ thị là R.Eb. R là tốc độ bit truyền và Eb là năng lượng tín hiệu trên 1 bit. Hơn nữa I có thể được biểu diễn là W. No; W chỉ thị dải thông hệ thống phát và No biểu thị một độ phổ công suất nhiễu. Do đó C/I có thể được tính toán như sau:

$$\frac{C}{I} = \frac{R \cdot E_b}{W \cdot N_0} \quad (3-1)$$

Eb/No được định nghĩa là mật độ phổ năng lượng trên 1 bit hay tỷ lệ của phổ công suất nhiễu được đòi hỏi phụ thuộc vào phương pháp điều chế và mã hoá được sử dụng. Thông thường W/R của công thức trên được gọi là độ lợi của xử lý hệ thống.

Khi ứng dụng công thức trên cho hệ thống truy nhập nhiều trải phổ, công suất nhiễu I có thể được biểu diễn bởi C (N-1) và ở đây N chỉ số lượng khách hàng của dải thông W. Do đó, C/I tương tự như 1/(N-1). ở đây các mức năng lượng của tất cả các tín hiệu phát đi được điều khiển và được các máy thu nhận với công suất C. Các nhiễu khác được giả thiết là rất nhỏ (sự biến đổi theo giả thiết thứ 2 được giải thích trong phần "công thức tính toán dung lượng

CDMA"). Dung lượng CDMA được biểu thị bởi công thức đưa ra khi không có chức năng nào được đưa vào hệ thống dưới môi trường không phải môi trường tế bào tương ứng với bên trên.

$$N - 1 = \frac{W}{R} * \frac{1}{\frac{Eb}{No}} \quad (3 - 2)$$

Khoảng cách tới trạm gốc thay đổi phụ thuộc vào vị trí của máy di động tương ứng trong một tế bào và do đó sự suy hao trên đường dẫn dựa vào vị trí này. Bởi vậy để nhận được công suất bằng nhau ở trạm gốc, công suất phát của tất cả các máy di động trong một tế bào nên được điều khiển. Mỗi máy di động đo mức công suất thu tín hiệu được phát từ trạm gốc, để ước tính suy hao đường dẫn. Điều đó có nghĩa là công suất thu của trạm gốc lớn, suy hao đường dẫn giữa máy di động và trạm gốc là nhỏ hơn và công suất của máy di động giảm xuống trên cơ sở đó. Quá trình xử lý điều khiển công suất giống như loại bỏ các yếu tố thay đổi công suất thu, như là sự khác nhau về khoảng cách và địa hình giữa máy di động và trạm gốc. Tuy nhiên kiểu phương pháp này, không thể loại bỏ giao thoa Rayleigh bởi vì nó không ảnh hưởng tới quan hệ pha gây ra giao thoa Rayleigh khi các tần số được phân bổ theo dải giữa trạm gốc và máy di động của hệ thống tổ ong của Mỹ hoặc giữa máy di động và máy gốc có chênh lệch 45 MHz.

Điều khiển công suất mạch vòng khép kín tốc độ cao được thực hiện để đo mức công suất được phát đi từ mỗi máy di động tới bộ thu của trạm gốc và điều chỉnh cường độ của tất cả các tín hiệu thu trong tế bào là đồng nhất. Do đó hệ thống có thể chuẩn hoá ảnh hưởng của các đường dẫn khác nhau theo mỗi hướng liên kết hai chiều. Ngoài ra sử dụng kết hợp các phương pháp công suất mạch vòng mở và mạch vòng khép kín cung cấp chức năng điều khiển rất nhanh một dải rộng vùng động và công suất. Như đã mô tả trước đây điều chỉnh công suất làm tăng dung lượng của CDMA đối với hầu hết các mức dự kiến.

1) Giá trị E_b/N_0 thấp và bảo vệ lỗi

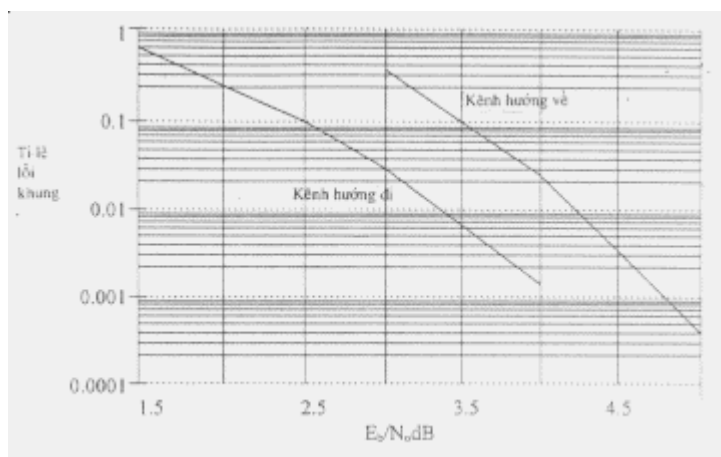
Giá trị E_b/N_0 , tỷ lệ của năng lượng trên bit với mật độ phổ công suất nhiễu là giá trị tiêu chuẩn để so sánh thực hiện hiệu suất của các phương pháp điều chế và mã hoá số. Trong trường hợp này khái niệm E_b/N_0 rất với khái niệm tín hiệu trên tạp âm của phương pháp điều chế tương tự FM. Để hiệu suất cao hơn, hệ thống CDMA sử dụng các kênh băng rộng. Ngoài ra hệ thống CDMA có thể sử dụng các mã chuẩn hoá lỗi với dự phòng cao. Sử dụng dải thông kênh bị giới hạn bởi hệ thống điều chế số băng hẹp và vì vậy, chỉ các mã chuẩn hoá lỗi với hiệu suất thấp và dự phòng có thể được sử dụng vì thế yêu cầu giá trị E_b/N_0 cao hơn giá trị của hệ thống CDMA.

Thiết kế tín hiệu CDMA hướng đi được nối từ trạm gốc tới máy di động có độ dài bắt buộc $K = 9$ và sử dụng một phương pháp mã hoá xoắn với tốc độ mã hoá là $1/2$. Giải điều chế phù hợp nhất của mã này là thuật toán Viterbi quyết định mềm.

Đối với phương pháp điều chế của hướng về từ máy di động tới trạm gốc, hệ thống báo hiệu trực giao 64-ary sử dụng tập hợp trình tự hàm Walsh được sử dụng. Vì vậy với phương pháp dải điều chế, một biến đổi nhanh Hadamard (FHT) là bộ lọc thu tốt nhất đối với hàm Walsh được sử dụng. Trong bộ thu trạm gốc, các đầu ra của bộ dò tương ứng được đưa vào bộ xử lý FHT. Bộ xử lý này thêm 64 hệ số cho 6 ký hiệu. 64 hệ số này được ghép lại nhờ hàm bổ trợ và sau đó kết quả thu được, được gửi tới bộ tổ hợp đa dạng. Sau đó 64 hệ số (bổ trợ đã xử lý) tới từ bộ thu của mỗi anten được cộng vào với nhau. Trong suốt quá trình này số lượng hệ số lớn nhất được yêu cầu được quyết định trong 64 hệ số. Kích thước giá trị kết quả và hệ số lớn nhất trong 64 được sử dụng để quyết định tập hợp các trong số và ký hiệu của bộ giải mã cho bộ giải mã thuật toán Viterbi. 1 bộ giải mã với độ dài bắt buộc (K) bằng 9 và tốc độ mã hoá $1/3$ được sử dụng để xác định trình tự bit thông tin thích hợp nhất xảy ra. Khi khối số liệu của mỗi bộ giải mã tiếng nói thông thường là 20ms và chất lượng tín hiệu được dự tính

được gửi ra cùng với số liệu. Chất lượng tín hiệu được dự tính dựa trên cơ sở giá trị trung bình của tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm trong một khung.

Kết quả kiểm thử của xử lý hướng đi, đã được kiểm thử với các thiết bị thăm tra đã được khẳng định riêng ở phòng thí nghiệm kiểm thử theo đúng thủ tục mô tả trong hình 3/1. Đồ thị này chỉ ra ký hiệu cho giá trị E_b/N_0 và tỷ lệ lỗi khung và bit. Một trường hợp sử dụng 4 kiểu đường dẫn giao thoa (2 giao thoa Rayleigh và 2 giao thoa Rician) và 10 dặm/giờ và 100 dặm/giờ là tốc độ của phương tiện dịch chuyển được mô tả. Nếu lỗi khung dưới 2%, các lỗi không thể ảnh hưởng khi các khung được tái tạo thành tiếng nói. Trong 2 trường hợp trước đây tỷ lệ lỗi khung là thấp hơn 2% khi giá trị E_b/N_0 là 7 dB hoặc cao hơn. Hoạt động của hệ thống thay đổi phụ thuộc vào thay đổi của môi trường gây ra giao thoa hoặc thay đổi tốc độ của phương tiện. Mặc dù vậy kết quả đo vị trí chỉ ra rằng E_b/N_0 là 7 dB hoặc dưới mức trung bình.



Hình 3-1 Hoạt động Gauss của các kênh hướng đi và hướng về

2) Đạt được đa đường dẫn với giá trị E_b/N_0 thấp và đa dạng

Một tính chất chủ yếu của hệ thống CDMA là khả năng của nó để nhận biết các tín hiệu đa đường. Tính chất này cho phép hệ thống CDMA hoạt động tuyệt vời trong môi trường giống như thành phố. Bộ thu phía sau dùng để dò tìm tín hiệu nhận được qua đa đường có thể tổ hợp một cách hiệu quả các tín hiệu có thời gian trễ 1ms hoặc dài hơn. Khác với hệ thống băng hẹp, các tín hiệu đa

đường gây ra nhiều cản trở có hại cho điều khiển hệ thống, các tín hiệu đa đường được sử dụng hiệu quả trong bộ thu phía sau được thiết kế đặc biệt cho hệ thống tế bào.

Đường dẫn vô tuyến giữa một trạm gốc và một máy di động trên một kênh tế bào tạo ra các thành phần lan truyền giao thoa hơn cả các thành phần lan truyền truyền lan qua một line-of-sight. Kiểu hiện tượng giao thoa Rayleigh này được tạo ra bởi các tín hiệu được phát ra từ các địa hình, các tòa nhà khác nhau và các tín hiệu (mỗi tín hiệu có thời gian trễ khác nhau một chút) tới từ các hướng khác nhau được nhận đồng thời. Kiểu trễ này được tạo ra bởi tần số UHF, dùng trong truyền thông vô tuyến di động, thay đổi pha giữa các đường dẫn và gây ra giao thoa nghiêm trọng gây giảm bớt sóng tín hiệu trong khi tổ hợp tín hiệu. Hiện tượng giao thoa liên quan rất gần gũi với vị trí máy di động. Có nghĩa các thời gian trễ của các đường dẫn được thay đổi cũng như pha của chúng thậm chí khi khoảng cách vị trí thay đổi rất nhỏ (khoảng 10cm).

Do vậy sự dịch chuyển máy di động trong môi trường này gây ra một hiện tượng giao thoa rất nhanh. Ngoài ra kiểu giao thoa này trong giải thông vô tuyến tế bào 800MHz xảy ra xấp xỉ khoảng 1 lần trong 1 giây khi tốc độ phương tiện dịch chuyển là 1 dặm/giờ. Giao thoa làm giảm hoạt động của kênh cũng như chất lượng truyền tin và do đó công suất phát phải được tăng lên để khắc phục giao thoa này.

Suy hao đường dẫn của điện thoại di động UHF có thể được phân làm 2 loại hiện tượng khác nhau: hiện tượng đầu tiên là suy hao đường dẫn trung bình có thể được giải thích bằng phương pháp thống kê phân bố logarit thông thường với độ lệch tiêu chuẩn 8 dB và giá trị trung bình của nó tỷ lệ nghịch với 4 lần khoảng cách truyền dẫn; hiện tượng thứ hai là giao thoa gây ra bởi đa đường và các tính chất của nó có thể được giải thích bằng phân bố Rayleigh. Các phân bố Logarit thông thường của giải thông thu của trạm gốc và giải thông phát (giống nhau trong trường hợp hệ

thông điện thoại tế bào thông thường) có thể được xem xét tương tự. Tuy nhiên không có quan hệ tương quan giữa giải thông thu của trạm gốc và giao thoa Rayleigh của giải thông phát. Phân bố logarit thông thường thay đổi chậm hơn theo vị trí trong khi phân bố Rayleigh thay đổi tương đối nhanh theo vị trí.

Đa đường dẫn của hệ thống điều chế băng như phương pháp điều chế tương tự FM được sử dụng trong điện thoại tế bào thế hệ đầu tiên tạo ra giao thoa rất nghiêm trọng. Tuy nhiên khi sử dụng phương pháp điều chế CDMA băng rộng đa đường được phân biệt rõ trong suốt quá trình xử lý giải điều chế và như vậy giảm bớt sự nghiêm trọng của giao thoa. Đôi khi sự chênh lệch thời gian trễ đường nhỏ hơn 1 s (tốc độ chip PN 1 MHz được sử dụng) và vì vậy nó không được dò thấy trên bộ giải mã. Điều này chỉ ra rằng giao thoa đa đường không quyết định hoàn toàn.

Trình tự theo hướng CDMA được mô tả bởi hiện tượng mà nó cung cấp nhiều đường dẫn đa dạng nhờ sử dụng đa đường. Khi nhiều hơn 2 đường có chênh lệch thời gian phát 10^{-6} hoặc lớn hơn thì bộ thu PN có thể được dùng để phân biệt tín hiệu lớn nhất của mỗi đường để đón nhận. Trong trường hợp này số lượng tín hiệu (đường dẫn) bằng số lượng bộ thu được sử dụng. Vì giao thoa không xảy ra trên các tín hiệu này cùng lúc, các đầu ra của máy thu có thể được tổ hợp với các đường khác nhau và vì vậy hoạt động của hệ thống được giảm xuống khi tất cả các bộ thu ở trạng thái giao thoa cùng lúc.

Kiểu đa dạng này có thể giảm giao thoa được tạo ra trong suốt thời gian ngăn cản đường dẫn vô tuyến bởi các chướng ngại vật cũng như giao thoa Rayleigh. Khả năng các tín hiệu có chênh lệch thời gian trễ 10^{-6} hoặc lớn hơn được đưa đến từ các hướng khác nhau là rất lớn. Mỗi tín hiệu đến từ hướng khác tới máy di động chịu ảnh hưởng khác nhau của các đối tượng gần máy di động. Hiện tượng này xảy ra thường xuyên trong các thành phố.

3) Dò tìm tín hiệu tiếng nói

Thông thường chu kỳ thương trực của mỗi tín hiệu tiếng nói trong trao đổi thông tin kép 2 chiều chỉ khoảng 35%. Máy thu FDMA hoặc TDMA trải qua trễ thời gian dài khi phân bố lại các kênh và vì vậy các tính chất đối với tốc độ tải tiếng nói thấp như vậy không thể được sử dụng đầy đủ. Tuy nhiên khi sử dụng máy thu CDMA không có chức năng thoại, tốc độ truyền dẫn số liệu được giảm xuống rất nhiều và vì vậy nhiều tại khách hàng khác được giảm xuống đáng kể. Vì độ lớn của nhiễu tại các khách hàng xác định dung lượng hệ thống khi khai thác hệ thống CDMA nên dung lượng hệ thống được tăng lên 2 lần. Ngoài ra điều này gây ra giảm 1/2 công suất phát ra của máy di động. Khi giả thuyết chu kỳ thương trực của tín hiệu phát là "d", công suất nhiễu nhận được có thể được chỉ thị là $N \cdot d$ nhờ sử dụng công thức (3 - 2).

$$N - 1 = \frac{W}{R} \times \frac{1}{\frac{E_b}{N_0} \cdot d} \quad (3-3)$$

4) Sử dụng lại các tần số.

Hệ thống tế bào tương tự khác với hệ thống thông thường ở chỗ nó sử dụng độ lợi tần số. Nhờ sử dụng lại các tần số nó có thể cung cấp dung lượng xử lý cao hơn rất nhiều các hệ thống điện thoại đang sử dụng. Trong khái niệm sử dụng lại tần số bao hàm khái niệm cho phép sử dụng nhiễu chung kênh để tăng dung lượng hệ thống cho mục đích điều khiển. Sự sử dụng lại tần số được thực hiện như sau: đầu tiên khả dụng 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 nhiễu giữa 2 máy mobile sử dụng cùng tần số có thể được điều khiển bởi phân chia không gian với sự sắp xếp lại trạm gốc và sử dụng anten định hướng ở trạm gốc. Phương pháp điều chế tương tự FM cho các tín hiệu thoại yêu cầu giá trị C/I là 18 dB để giữ an toàn ở một mức nhất định của

hoạt động hệ thống. Trong các phương pháp điều chế FDMA và TDMA các giá trị C/I giống nhau được cần tới.

Vì giá trị C/I được xác định dựa vào tỷ lệ giữa các khoảng cách hơn là khoảng cách tuyệt đối, trong giai đoạn ban đầu, người ta tin 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 mở rộng dung lượng hệ thống.

Tuy nhiên trong thực tế có giới hạn dung lượng hệ thống vì hoạt động chuyển vùng rất nhanh được yêu cầu khi máy di động đang thực hiện cuộc gọi chuyển qua các tế bào khác nhau cũng như số lượng của các tế bào trở nên nhỏ hơn. Hiện nay, dung lượng hệ thống được bảo hoà 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 anten khu vực (sector) là các biện pháp hiệu quả không lâu dài để mở rộng dung lượng hệ thống và vì vậy một phương pháp điều chế số đã được đề xuất như là một giải pháp để mở rộng dung lượng thông qua tăng hiệu xuất trải phổ.

Trong công thức (3-2) và (3-3) chỉ có nhiễu gây ra bởi các máy di động trong cùng tế bào được xem xét đến. Bây giờ, nhiễu được tạo từ các máy di động xác định trong các tế bào lân cận được tính toán bằng cách phân tích 1 hệ thống tế bào dung lượng lớn. Trước hết, giả định rằng 1 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 dẫn bằng 4 lần khoảng cách. Một trong những ưu điểm của CDMA là suy hao đường dẫn lớn như trong các hệ thống FDMA và TDMA. Nếu không có suy hao đường dẫn nhiều do máy di động nằm ở xa trong vùng dịch vụ hệ thống rộng sẽ vượt quá mức cho phép.

Trong phân tích hoạt động của hoạt động hệ thống tế bào FDMA, nhiễu được tạo ra từ một máy di động sử dụng tần số giống như

tần số được sử dụng ở trạm gốc lân cận là một vấn đề quan trọng cần xem xét hơn là nhiễu trung bình thống kê bởi các khách hàng khác trong hệ thống. Vì vậy các trạm gốc lân cận nên đặt vào vị trí mà chúng được tách biệt với nhau một cách thích hợp để giá trị công suất nhiễu C/I là 18dB hoặc lớn hơn. Khi tính toán tỷ lệ C/I với khoảng cách vị trí trong phần sử dụng lại 7 tần số sử dụng 1 anten vô hướng. Giá trị trung bình C/I giữa máy di động nằm ở các vị trí xấu nhất giữa 2 tế bào là 22,3dB. (Tính toán được thực hiện với khoảng cách vị trí). Tuy nhiên vì suy hao đường dẫn tính theo phân bố logarit thông thường nên trong hầu hết các trường hợp giá trị $C/I < 18\text{dB}$ thực tế C/I vượt quá 16 dB khoảng 90% về thời gian.

Điều này có nghĩa nhóm tần số lớn hơn 7 được yêu cầu khi anten vô hướng được sử dụng. Nếu điều kiện này không thoả mãn thì nó có nghĩa là sử dụng anten định hướng được yêu cầu đối với sự phân chia tín hiệu riêng. Khi sử dụng khu vực 1200 trong hệ thống FDMA, giá trị C/I được tăng lên 6 dB. Khi 7 tần số được sử dụng trong hệ thống FDMA/FM băng tần phân bố hiện tại cung cấp 57 kênh lưu lượng và 2 kênh điều khiển.

Trong hệ thống CDMA nhiễu tổng cộng trên 1 máy di động phát tín hiệu trong một trạm gốc thu được bằng tổng 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 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.

Công thức được đưa ra bên dưới bắt nguồn từ công thức trên. Trước hết chỉ các trường hợp mà các anten trạm gốc được xem xét (có nghĩa tác dụng phân chia không gian) và sau đó tác dụng sử dụng các anten trạm gốc định hướng được xem xét.

Khi có số lượng máy di động trong một tổ ong, công suất phát ra của máy di động được điều khiển và tương ứng số lượng các máy gây nhiễu là $N-1$ không để 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 trao đổi từ tâm tế bào không xem xét đến khoảng cách từ tâm tế bào.

Trong 1 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 của nó. Giả sử rằng đối với suy hao đường dẫn giữa một máy di động và trạm gốc của nó luật nhân 4 có thể được áp dụng. Ngoài ra nhiễu của suy hao đường dẫn từ máy di động của trạm gốc lân cận tới trạm gốc trung tâm tuân theo luật nhân 4.

Tỷ lệ toàn tín hiệu trên nhiễu nhận được ở trạm gốc như sau

$$F = \frac{1}{N + 6NK_1 + 12NK_2 + 18NK_3 + \dots} \quad (3-4)$$

Khi suy diễn công thức trên

$$F = \frac{1}{N(1 + 6K_1 + 12K_2 + 18K_3 + \dots)} \quad (3-5)$$

Trong công thức trên, N đưa ra số lượng máy di động trên một tế bào và K_1, K_2, K_3 là các giá trị rút ra từ so sánh nhiễu của từng trạm gốc nằm trên vùng tròn 1, 2, 3 liên quan tới nhiễu được tạo ra bởi trạm gốc trung tâm. Kiểu giá trị K có quan hệ hàm với giảm công suất nhờ điều khiển nguồn của trạm gốc máy di động và suy hao đường dẫn tới trạm gốc trung tâm.

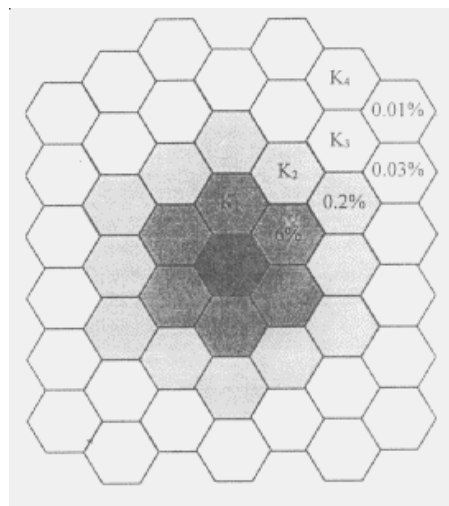
Hiệu suất tái sử dụng tần số F có thể định nghĩa như sau:

$$F = \frac{1}{N + 6NK_1 + 12NK_2 + 18NK_3 + \dots} \quad (3-6)$$

Kết quả tính toán giá trị F thông qua sử dụng phương pháp tích phân số hoặc phương pháp tạo giả chỉ ra hiệu suất tái sử dụng tần số F đối với mô hình lan truyền này là khoảng 0,65. Được chỉ ra

trong hình 3-2 là kết quả quan hệ của nhiều từ trạm gốc xung quanh trạm gốc trung tâm.

Trong hệ thống CDMA kết quả tạo giả chỉ ra mức nhiễu của kênh hướng đi là kênh thu của máy di động giống với mức nhiễu của kênh hướng về là kênh phát của máy di động.



Hình 3-2 Phân bố nhiễu từ các tế bào lân cận

5) Độ lợi của dung lượng hình quạt

Trường hợp sử dụng anten trạm gốc định hướng (có nghĩa anten hình quạt 1200) mỗi anten yêu cầu giám sát chỉ 1/3 số máy di động trong một tế bào tương ứng và vì vậy nhiễu giảm xuống 1/3. Do đó dung lượng toàn bộ hệ thống tăng gấp 3 lần. Nếu phần vấu cạnh của anten cũng được xem xét hiệu suất của nó khoảng 85% và dung lượng được mở rộng thực sự gấp 2,55 lần.

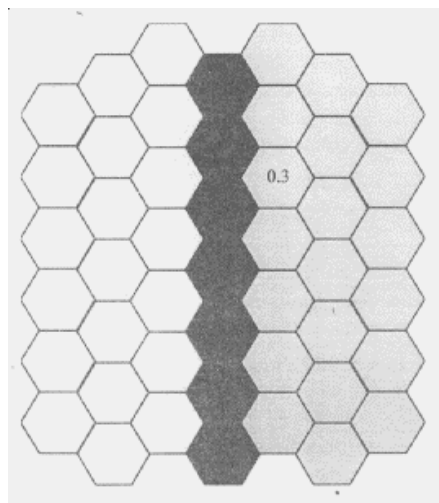
6) Phân bố lưu lượng giữa các trạm gốc không đều

Phương pháp này để tái sử dụng tần số của hệ thống CDMA, đã được giải thích trước đây, giả thuyết rằng các máy di động phân bố đồng đều trong vùng dịch vụ gọi xác định.

Tuy nhiên, thực tế hiện tượng phân bố không đều xảy ra thường xuyên như tắc nghẽn giao thông gây ra bởi các phương tiện trong giờ cao điểm. Trong các hệ thống FDMA và TDMA số lượng các kênh khả dụng bị hạn chế được phân bổ tới các trạm gốc. Trong hệ thống CDMA số lượng kênh khả dụng liên quan chặt chẽ với phân

bổ lưu lượng cuộc gọi của các trạm gốc lân cận. Khi chỉ có một số ít cuộc gọi được thực hiện đối với các trạm gốc lân cận, nhiều kênh có thể được phân bổ cho các trạm gốc có lưu lượng lớn hơn.

Dung lượng xử lý cuộc gọi của hệ thống CDMA có thể được tăng lên từ 10-50% phụ thuộc vào phân bố thực của các máy di động. Nếu các cuộc gọi được thực hiện tập trung chủ yếu ở 1 số trạm gốc thì các trạm còn lại chịu tải lưu lượng thấp hơn. Vì nhiều gây ra bởi trạm gốc có lưu lượng thấp không gây ra ảnh hưởng nghiêm trọng trên trạm gốc cần để xử lý số lượng cuộc gọi lớn và vì vậy nhiều kênh có thể được phân bổ tới các trạm gốc này. Ví dụ kết quả kiểm tra các trạm gốc nằm trên đường cao tốc cho thấy lưu lượng cuộc gọi của các trạm gốc lân cận chỉ khoảng 1/2 toàn bộ nhu cầu cuộc gọi trên đường cao tốc.



Hình 3-3 Tải trạm gốc không đều nhau

Như được chỉ ra trong hình 3-3 đôi khi các trạm gốc chịu lưu lượng nhỏ khoảng 30% lưu lượng bình thường có thể bao quanh trạm gốc có lưu lượng cao hơn. Dung lượng bình thường trong trường hợp này được giả thuyết để là như nhau giống như trường hợp tất cả các trạm gốc lân cận chịu lưu lượng như nhau. Trong trường hợp này các trạm gốc có lưu lượng cao hơn phải chịu nhiều ít hơn được tạo ra từ các trạm gốc lân cận. Sự giảm nhiều này làm tăng dung lượng của các trạm gốc chịu lượng cao.

Khi các trạm gốc lân cận phải chịu lưu lượng cuộc gọi tương ứng 30% của dung lượng bình thường, dung lượng của các trạm gốc chịu lưu lượng cao được tăng lên tới khoảng 120% dung lượng bình thường.

Kiểu thay đổi dung lượng mềm dẻo này được áp dụng cho các trạm gốc cũng như các máy di động. Tuy nhiên số lượng modem được yêu cầu nên được lắp đặt trên trạm gốc với lưu lượng cao trước. Ngoài ra máy tính phù hợp với việc lắp đặt với chương trình để hiệu chức năng thay đổi dung lượng có thể được thực hiện. Không có các chức năng mở rộng khác được yêu cầu để được đưa ra và thay đổi dung lượng có thể được thực hiện dễ dàng.

7) Công thức tính toán dung lượng CDMA.

Công thức 3-2 có thể dùng để tính toán dung lượng hệ thống tế bào CDMA của QUALCOMM. Công thức này được thay đổi như sau khi dung lượng hệ thống được tăng lên

$$N = \frac{W}{R} \times \frac{1}{\frac{Eb}{No}} \times \frac{1}{d} \times F \times G \quad (3-7)$$

Trong công thức trên:

N= số cuộc được thực hiện trên một trạm gốc (giả thiết có giao thoa Rayleigh trên các hướng ngược lại)

W= Dải thông trải phổ (dải thông giả thiết 1,25 MHz)

R= tốc độ truyền số liệu kbps (tốc độ giả thiết 9600 kbps)

E_b/N_0 = năng lượng trên 1 bit/ mật độ phổ công suất nhiễu (giá trị giả thiết 7.0dB).

D= chu kỳ duy trì thoại (giá trị giả thiết 40/)

F= hiệu suất sử dụng lại tần số (giá trị giả thiết 60/)

G= độ lợi hình quạt (giá trị giả thiết: 3[1200] quạt: 2,55).

Với dải thông 1,25 MHz được sử dụng dung lượng vô tuyến ở trạm gốc là 98 kênh. Dung lượng cuộc gọi trên trạm gốc là 72 Erlang khi tỷ lệ cuộc gọi trong dải thông 1,25 MHz là 2%.

Thông số giới hạn dung lượng phần mềm không được sử dụng để tính toán Erlang.

Ví dụ giả thuyết đặt ra là cuộc gọi khác được thử cho trạm gốc đang xử lý "N" cuộc gọi tương ứng với dung lượng cực đại, cuộc gọi này sẽ không được xử lý và không thực hiện chiếm lại. Nếu thông số giới hạn dung lượng phần mềm được sử dụng, tỷ lệ lỗi bit của toàn bộ khách hàng tăng lên một chút và sự bổ sung các cuộc gọi trên có thể được thực hiện. Ngoài ra khi sự so sánh được thực hiện với kiểu giống nhau của lớp dịch vụ, trạm gốc tương tự 3 khu vực cung cấp 36 Erlang và cùng lúc toàn bộ giải thông phân bố được sử dụng. Nếu sử dụng giải thông giống nhau trong hệ thống CDMA. Erlang có thể được cung cấp bằng 20 lần hệ thống tương tự (720 Erlang).

3.1.2 Các tính chất hệ thống CDMA

Một số tính chất hệ thống CDMA không tăng dung lượng hệ thống nhưng thay vào đó nó làm cho điều khiển hệ thống dễ dàng hơn hoặc tăng chất lượng các đường dẫn cuộc gọi.

Trong đó 1 tính chất thu nhận tín hiệu dẫn đường, máy di động được hỗ trợ chức năng chuyển vùng và các tính chất mã hoá tiếng nói tốc độ biến đổi sẽ được giải thích trong phần dưới.

1) Đặc điểm thu được tín hiệu dẫn đường hệ thống.

Mỗi trạm gốc của hệ thống tế bào CDMA phát tín hiệu dẫn đường

Máy di động sử dụng tín hiệu dẫn đường để thực hiện đồng bộ hệ thống ban đầu, tìm ra thời gian chính xác ở trạm gốc, dò tìm các tín hiệu trần số và pha được sử dụng.

Máy di động luôn luôn dò tìm các tín hiệu dẫn đường. Nhờ tính chất này mức công suất phát ra của tín hiệu dẫn đường có thể được điều khiển và tiếp đó kích thước vùng phủ sóng có thể được điều khiển.

Các tín hiệu dẫn đường từ mỗi trạm gốc có các kiểu mã giống nhau nhưng có bù pha của các mã trải phổ khác nhau để nhận dạng. Ngoài ra vì tất cả các tín hiệu dẫn đường sử dụng các kiểu mã giống nhau, máy di động có thể tìm thấy 1 tín hiệu đồng bộ thời gian phù hợp duy nhất bằng cách thực hiện dò tìm bộ pha mã. Pha mã của trạm gốc phục vụ tối ưu có thể được tạo ra bằng cách tìm ra tín hiệu mạnh nhất.

Hơn nữa mỗi trạm gốc gửi đi một kênh thiết lập và kênh đồng bộ các kênh này sử dụng trình tự PN và các bù pha giống như các kênh dẫn đường và vì vậy trước khi các kênh dẫn đường dò tìm 1 lần sự điều chế là có thể. Các tín hiệu kênh đồng bộ này mang các thông tin nhận dạng trạm gốc, công suất phát dẫn đường và thông tin bù pha của sóng mang PN dẫn đường trạm gốc. Máy di động sử dụng các dạng thông tin này để thực hiện đồng bộ với hệ thống và có thể nhận biết mức công suất phát phù hợp với 1 cuộc gọi được đưa ra.

2) Tính chất chuyển vùng hỗ trợ máy di động

Trong hệ thống tế bào cuộc gọi được thực hiện bởi một máy di động chuyển động từ một vùng phục vụ từ 1 trạm gốc tới vùng khác có thể được duy trì nhờ sử dụng chức năng chuyển vùng. Trong hệ thống tế bào tương tự, máy thu của trạm gốc lân cận kiểm soát có 1 tín hiệu gửi đi từ máy di động được 1 trạm gốc khác thu với cường độ nhỏ hơn giá trị ngưỡng đặt ra hay không. Nếu tín hiệu thu thực tế giảm xuống giá trị ngưỡng, trạm gốc coi như máy di động tương ứng nằm ở danh giới của vùng phục vụ được đưa ra. Trong trường hợp này trạm gốc tạo ra một yêu cầu tới bộ điều khiển hệ thống của MSC có 1 trạm gốc lân cận có thể thực hiện tiếp nhận tín hiệu với mức tín hiệu tốt hơn. Khi nhận yêu cầu bộ điều khiển hệ thống phát đi bản tin yêu cầu chuyển vùng tới trạm gốc lân cận. Trạm gốc lân cận sử dụng các bộ thu quét đặc biệt để tìm kiếm các tín hiệu của các kênh đang được sử dụng. Nếu có bất kỳ một trạm gốc nào trong các trạm gốc lân cận nhận được mức các tín hiệu thích hợp cuộc gọi được chuyển tới trạm gốc

này. Khi một kênh của một trạm gốc mới được lựa chọn, 1 bản tin điều khiển được phát tới máy di động yêu cầu nó chuyển cuộc gọi tới được lựa chọn. Đồng thời các bộ điều khiển hệ thống chuyển cuộc gọi từ trạm gốc tới kênh của trạm gốc mới.

Trong hệ thống tương tự chuyển vùng không thực hiện được khi không có các kênh khả dụng trong các trạm gốc lân cận. Ngoài ra khi các trạm gốc khác đã thông báo sự tiếp nhận tín hiệu máy di động đang nhận sai tín hiệu của máy di động khác đang sử dụng cùng kênh trong trạm gốc khác thay cho máy di động đã yêu cầu chuyển vùng thì quá trình xử lý chuyển vùng thất bại. Trong trường hợp này cuộc gọi được chuyển tới trạm gốc không dự định.

Ngoài ra quá trình xử lý chuyển vùng thất bại khi máy di động tương ứng nhận sai lệnh chuyển kênh. Thực tế xử lý chuyển vùng thường thất bại và vì vậy cần phải tăng tỷ lệ thành công chuyển vùng.

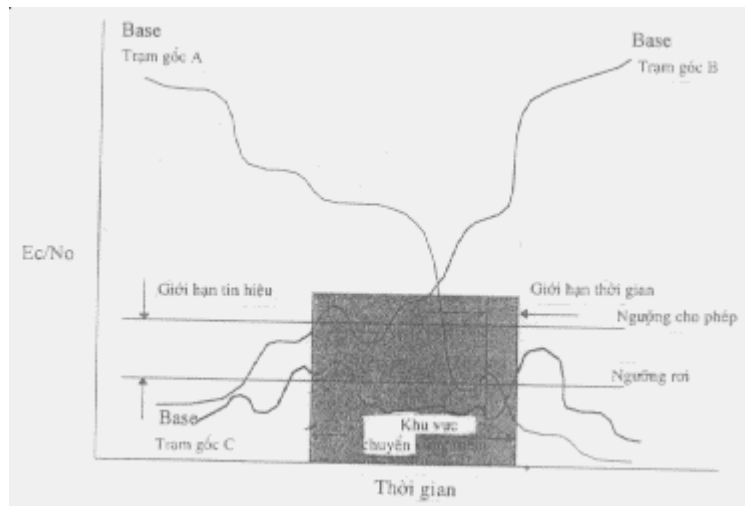
Hơn nữa trong trường hợp một máy di động được định vị xung quanh vùng biên giới, cường độ của các tín hiệu thu của 2 trạm gốc liên tục thay đổi như là vị trí của máy di động được thay đổi và vì vậy xử lý chuyển vùng được thực hiện thay đổi giống như chơi bóng bàn. Tình huống này có thể quá tải bộ điều khiển hệ thống và làm khả năng mất liên lạc của cuộc gọi tăng lên.

Vì hệ thống TDMA sử dụng cơ chế điều khiển giống như vậy trong hệ thống tương tự nên cũng tạo ra các vấn đề như vậy.

Đặc điểm chuyển vùng mềm của hệ thống CDMA sử dụng 2 trạm gốc cùng lúc và vì vậy nó có thể giảm khả năng mất liên lạc xảy ra trên vùng danh giới trong khi chuyển vùng.

Hơn nữa trong hệ thống CDMA khi cuộc gọi bắt đầu danh sách các trạm gốc có thể chuyển vùng cuộc gọi và các giá trị ngưỡng chuyển vùng được cung cấp cho thuê bao. Thuê bao ngoài việc dò tìm tín hiệu trong trạm gốc quản lý nó, nó còn tìm kiếm tất cả các tín hiệu dẫn đường (tầm quan trọng đặc biệt để các trạm gốc thực hiện chuyển vùng) và duy trì danh sách tất cả các tín hiệu dẫn

đường cao hơn mức ngưỡng được đưa ra trong giai đoạn khởi đầu thiết lập cuộc gọi. Điều này được mô tả trong hình 3-4 danh sách này được truyền tới MSC khi tín hiệu dẫn đường của trạm gốc kiểm soát cuộc gọi giảm xuống dưới giá trị nhỏ nhất được yêu cầu cho thiết lập và duy trì cuộc gọi.



Hình 3-4 Mức tín hiệu chuyển vùng của máy di động

Khi lệnh của MSC được chuyển qua trạm gốc trước khi chuyển, máy di động bắt đầu nhận tín hiệu của trạm gốc thứ 2, sau đó chất lượng của tín hiệu thu tăng lên nhờ tổ hợp đa dạng của 2 tín hiệu nhận được (số liệu phát của 2 trạm gốc giống nhau). Cùng lúc này cả 2 trạm gốc nhận lệnh điều khiển công suất. Khi nhận lệnh cả 2 trạm gốc phải yêu cầu tăng mức công suất của máy di động. Số liệu của máy di động, được cả 2 trạm gốc thu và sau đó gửi tới MSC. MSC chọn lọc các tín hiệu chất lượng tốt trong mọi khung 20 ms và sau đó coi nó như là số liệu được phát đi từ máy di động.

Kiểu dẫn đường kép này được huỷ kết nối khi máy di động quay lại trạm gốc trước khi chuyển, cuộc gọi với trạm gốc trước khi chuyển bị cắt hoặc nhờ sự dò tìm tín hiệu của trạm gốc thứ 3 trước khi hoàn thành chuyển vùng. Quá trình xử lý này được xác định thông qua sử dụng giá trị EC/No của tín hiệu dẫn đường. Chỉ các tín hiệu đó vượt quá giới hạn được định nghĩa trước được nhận như là các tín hiệu dẫn đường mới. Các tín hiệu dẫn đường vượt quá giá trị ngưỡng đặt ra ban đầu được duy trì cho chu kỳ thời gian thực để bảo đảm độ tin cậy xử lý chuyển vùng giá trị E_b/E_o

được đo bởi máy di động, thông tin trạm gốc được tập hợp bởi các trạm gốc do MSC điều khiển. Sự do liên tục cường độ tín hiệu dẫn đường, danh giới kích thước thích hợp và khoảng thời gian là một số yếu tố để thực hiện xử lý chuyển vùng ổn định.

Quá trình xử lý tương tự được thực hiện khi 1 máy di động chuyển động từ 1 hình quạt tới 1 hình quạt khác. Trong quá trình xử lý này được gọi là chuyển vùng mềm hơn, máy di động thực hiện các bước tương tự như chuyển vùng mềm. Trong khi chuyển vùng mềm hơn, trạm gốc tự nó nhận yêu cầu chuyển vùng để thêm tín hiệu phát qua 1 hình quạt mới. Kết quả là một đường dẫn song song được cung cấp như trong trường hợp chuyển vùng mềm. Máy thu của trạm gốc tổng hợp các tín hiệu nhận được qua 2 anten hình quạt và các tín hiệu phối hợp của nhiều giải điều chế. Bước này được thông báo tới MSC hoặc trạm gốc nhưng nó không trực tiếp điều khiển nó. Trong trường hợp này không đường dẫn bổ xung nào được yêu cầu giữa MSC hoặc trạm gốc cho chuyển vùng mềm hơn và không cần tới phần cứng bổ xung.

Một số ưu điểm của chuyển vùng mềm và chuyển vùng mềm hơn của hệ thống CDMA bao gồm 1 chuyển vùng mềm dẻo, sự chính xác các bit số liệu, các tỷ lệ mất cuộc gọi nhỏ, chất lượng cuộc gọi cao ở vùng giới hạn và giảm quá tải hệ thống chuyển mạch.

3) Bộ mã hoá tiếng nói có tốc độ biến đổi

Cho dù tốc độ của số liệu băng cơ sở biến đổi, hình dạng tín hiệu được điều chế vẫn không đổi. Vì vậy 1 số kiểu lớp dịch vụ có thể được cung cấp bằng cách thay đổi tốc độ số liệu. Ví dụ nhờ thay đổi tốc độ của bộ mã hoá tiếng, một số kiểu dịch vụ chất lượng thoại chịu các yêu cầu khác nhau có thể được cung cấp. Điều này không ảnh hưởng tới điều khiển hệ thống và yêu cầu không tái cấu hình hệ thống.

Nhà khai thác mạng tế bào lắp đặt và điều khiển một tập hợp các bộ mã hoá tiếng nói được điều khiển theo nhiều tốc độ khác nhau do MSC để chúng có thể sử dụng chung. Tốc độ tín hiệu của mỗi

kênh mã hoá tiếng nói được xác định cho mỗi cuộc gọi bằng tham số phân mềm. Một số kiểu dịch vụ phi thoại (số liệu, fax, video, ISDN và các dịch vụ khác) hoạt động với các tốc độ số liệu khác với bộ mã hoá tiếng nói. Các yêu cầu của kiểu dịch vụ này có thể được đáp ứng đầy đủ.

Trong suốt giai đoạn đầu vận hành bộ mã hoá tiếng nói 8 kbps hoạt động dựa trên thuật toán QCELP được lắp đặt. Ngoài ra tốc độ bộ mã hoá tiếng nói 8 kbps đã được lựa chọn để điều khiển nhờ xem xét dung lượng của thế hệ đầu tiên của hệ thống tế bào số và hệ thống PCN. Dung lượng của hệ thống CDMA tỷ lệ với tốc độ số liệu cơ bản của bộ mã hoá tiếng nói. Ví dụ bộ mã hoá tiếng nói hoạt động với tốc độ thấp 4 kbps, tăng dung lượng gấp 1,7 lần (dung lượng hệ thống không gấp đôi bởi vì truyền dẫn tốc độ thấp yêu cầu để trống trong thoại).

Kết quả bên ngoài, vị trí và các kiểm thử MOS trên hệ thống CDMA sử dụng thuật toán QCELP chỉ ra rằng bộ mã hoá tiếng nói tốc độ thay đổi 8 kbps cung cấp tiếng nói có chất lượng cao hơn hệ thống tương tự và TDMA. Đặc biệt bộ mã hoá tiếng nói đưa ra chất lượng cao và các tính chất được tăng cường khi sử dụng dưới các điều kiện điều khiển và lan truyền vô tuyến kém. Bộ mã hoá tiếng nói tốc độ thay đổi được vận hành với tốc độ truyền 8, 4, 2 và 1 kbps và tương ứng theo trình tự 9,6; 4,8; 2,4; và 1,2 kbps. Một cặp bộ mã hoá tiếng nói được sử dụng cho một đường dẫn: 1 nằm ở MSC trong khi cái khác nằm trên kênh số của máy di động. Hơn nữa bộ vi xử lý đa năng chung và chip ASIC có thể được sử dụng cho bộ mã hoá tiếng nói.

Trên kênh hướng đi (từ trạm gốc tới máy di động) bộ mã hoá tiếng nói sẽ thông báo tốc độ gói tới card kênh trạm gốc. Card kênh phát đi các khung thông qua sự tiếp nhận các ký hiệu và truyền dẫn đầu ra thấp. Vì vậy gói bộ mã hoá tiếng nói được gửi tới trạm gốc có một số lượng bit nhỏ có tốc độ thấp. Máy phát tiếp tục phát các tín hiệu vô tuyến và độ lợi của mỗi kênh tiếp tục thay đổi khi bận phụ thuộc vào thành phần thoại (1 trong số các yếu tố quan trọng)

tại máy di động bộ mã hoá tiếng nói phải xử lý khung của bộ mã hoá tiếng nói nhận được 4 lần. Sau đó bộ điều khiển micoro xác định tốc độ tín hiệu được phát đi dựa trên tốc độ sai lệch mã chấp nhận được do bởi bộ giải mã và các kết quả thẩm tra CRC.

Trên kênh hướng về (từ máy di động tới trạm gốc) bộ mã hoá tiếng nói nguồn ở máy di động tương ứng và bộ mã hoá tiếng nói sẽ thông báo sự thay đổi tốc độ số liệu tới bộ điều chế. Dạng sóng phát của mỗi một máy di động được thực hiện theo cấu trúc ghép phân chia thời gian (TDM). Số liệu tốc độ thấp được tạo ra nhờ PN cắt dạng sóng phát. Các tín hiệu khác bất kỳ được truyền đi với tốc độ số liệu cao nhất và dạng sóng truyền được thực hiện với 6 nhóm ký hiệu Wash. Vì vậy khi truyền dẫn ở tốc độ 9600 kbps các dạng sóng liên tục được dùng trái lại khi truyền ở tốc độ 4800 kbps, 1/2 dạng sóng bị cắt.

3.1.3- Dạng sóng liên kết

1) Thiết kế dạng sóng kênh hướng đi của CDMA.

Chỉ tiêu kỹ thuật tiêu chuẩn được đề xuất cho hệ thống CDMA định nghĩa sự phân chia tần số, sự phân chia mã giả ngẫu nhiên và công nghệ đa truy nhập tín hiệu trực giao. Sự phân chia tần số đưa ra xử lý phân chia phổ tế bào khả dụng trong các kênh giải thông 1,25 MHz danh nghĩa để sử dụng. Do đó hệ thống CDMA sử dụng các kênh giải thông 1 tần số trong vùng phục vụ thích hợp và sau đó được phân bổ cho các kênh bổ xung để sử dụng khi nhu cầu tăng lên.

Mã nhị phân PN (nhiều giả ngẫu nhiên) là các mã sử dụng để phân loại các kiểu tín hiệu khác nhau được phát đi từ 1 số trạm gốc tới máy di động. Tất cả các tín hiệu CDMA của hệ thống chia sẻ 1 cặp các mã cặp PN cầu phương. Nhiều kiểu tín hiệu khác nhau từ trạm gốc/khu vực được nhận dạng nhờ các bù thời gian của các mã cơ bản. Phương pháp này sử dụng các tính chất duy nhất của mã PN: khi tính trung bình các tín hiệu có khoảng thời

gian lớn hơn thời gian chip đơn lẻ (khoảng 1 ...s) đối với 1 số bit thì tự động tương quan của chúng trở thành 0.

Các mã PN được tạo ra nhờ các thanh ghi dịch truyền tính và chu kỳ của nó là 32768 chip. Tốc độ chip PN là 1,2288 MHz tương ứng với 128 lần tốc độ truyền thông tin 9600 kbps. Cùng thời điểm này 2 mã được tạo ra và mỗi mã được tạo ra được sử dụng như sóng mang QPSK và sau đó thu được PN pha cầu phương đã được điều chế.

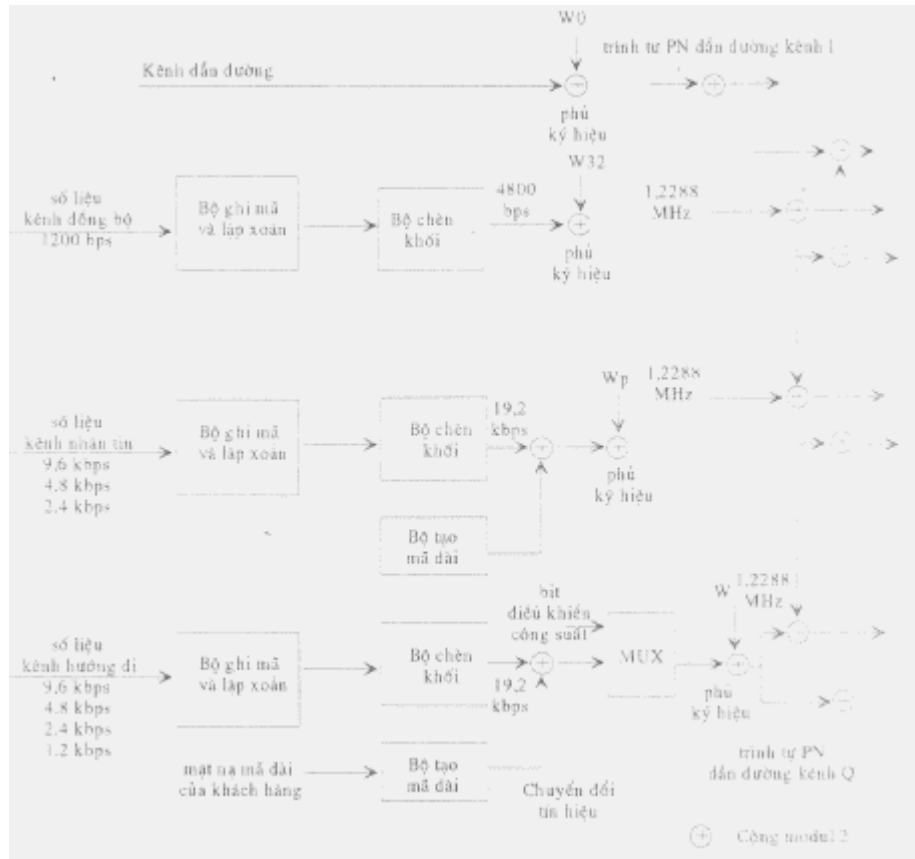
Cần chú ý tốc độ chip PN chính xác là 122888 MHz. Nó không nằm trong dải thông hệ thống, tốc độ chip PN và khoảng phân bố tần số vì khoảng phân bố tần số là bội số của 30 KHz, nên khoảng giữa hai sóng mang CDMA lân cận là 1,23 MHz. Ngoài ra dải thông 3 dB cũng là 1,23MHz. Dải thông của tín hiệu bị hạn chế khi các tín hiệu qua một bộ lọc số có hệ số phẩm chất cao và kết quả dải thông 3dB có dạng phổ gần như chữ nhật (1,23 MHz).

Trên một kênh CDMA nhất định tất cả các tín hiệu được gửi từ một trạm gốc có cùng các pha mã PN. Các tín hiệu này được phân loại ở máy thu máy di động thông qua sử dụng mã nhị phân chuẩn dựa trên hàm Walsh (đôi lúc gọi là ma trận Hadamard). Hàm Walsh thực hiện 64 chip mã PN đặc trưng cho 64 mã trực giao khác nhau và do tính trực giao các tín hiệu của một số đường dẫn phát từ trạm gốc có thể được tách rời gần như hoàn toàn.

Thông tin tiếng nói được phát ra được ghi thành mã xoắn để bộ thu có thể dò tìm các lỗi và chuẩn hoá chúng. Các mã được sử dụng ở thời điểm này có độ dài bắt buộc hoặc độ dài bộ nhớ của bộ mã là 9 ($k = 9$) và tốc độ mã hoá là 1/2 (2 ký hiệu nhị phân đã được ghi thành mã trên 1 bit được tạo ra). Các ký hiệu đã được ghi thành mã được chèn theo thứ tự xử lý có hiệu quả giao thoa tốc độ cao. Để bảo đảm bí mật của mỗi cuộc gọi mỗi kênh số liệu được đổi tần số nhờ trình tự mã PN dài của các khách hàng.

Vì vậy như được mô tả trong hình 3-5 các quá trình xử lý sau đây được thực hiện trên kênh dẫn hướng đi của hệ thống CDMA; tần

số được phân bổ được sử dụng là trung tâm và 4 cặp được điều chế bởi một cặp mã PN, trải qua bù thời gian và 2 cặp được điều chế bằng hàm Walsh trực giao bổ xung. Ngoài ra 2 cặp được điều chế bằng các tín hiệu thông tin số đã được ghi thành mã xoắn, chèn vào và được đổi tần số.



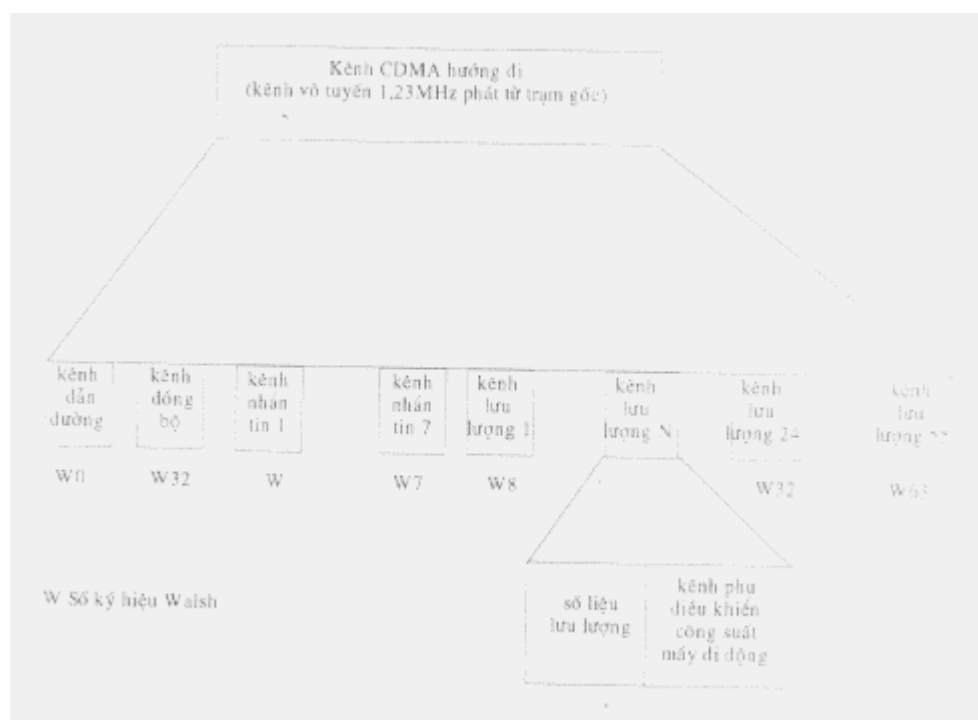
Hình 3-5 Tạo kênh liên kết hướng đi

Một trong các phân quan trọng để thiết kế dạng sóng kênh hướng đi là một tín hiệu dẫn đường. Tín hiệu dẫn đường được phát ra ở các trạm gốc và được sử dụng như chuẩn sóng mang coherent trong suốt quá trình xử lý giải điều chế của tất cả các bộ thu máy di động. Các tín hiệu dẫn đường không được phát ra mạnh hơn các tín hiệu khác và vì vậy sự dò tìm rất chính xác là có thể. Các tín hiệu dẫn đường không được điều chế và hàm Walsh tạo ra 64 số 0 được sử dụng. Do đó các tín hiệu dẫn đường được tạo ra với chỉ một cặp các mã PN cầu phương. Máy di động có thể tìm ra toàn bộ độ dài mã PN không có bất kỳ thông tin trước đó để đồng bộ với trạm gốc lân cận nhất. Đó là bởi vì khoảng thời gian của tín hiệu mạnh nhất tương ứng với khoảng thời gian của mã PN trạm gốc

gần nhất. Sau khi hoàn thành đồng bộ các tín hiệu dẫn đường được dùng làm chuẩn pha của sóng mang đã được đồng bộ để giải điều chế các tín hiệu khác từ trạm gốc này.

Trong hình 3-6 ví dụ của tất cả các tín hiệu được phát ra từ trạm gốc qua một anten hình quạt được đưa ra. Như trong hình, 63 kênh hướng đi khả dụng được phân loại tiếp thành 7 kênh nhấn tin (giá trị chịu được lớn nhất) và 55 kênh lưu lượng. Các phương pháp thiết lập khả dụng là phương pháp phù hợp kênh nhấn tin với một kênh lưu lượng và phương pháp sử dụng chỉ 63 kênh lưu lượng mà không sử dụng các kênh nhấn tin.

Thông tin được chi tiết hơn và thông tin liên quan tới hệ thống trong quá trình đồng bộ được chuyển từ kênh đồng bộ của trạm gốc tới máy di động. Trên kênh này phân bố hàm Walsh cố định. Máy di động, đã nhận các tín hiệu thông qua kênh đồng bộ lựa chọn 1 trong các kênh cuộc gọi và sau đó thu thông tin liên quan hệ thống khác và thông tin nhấn tin.



Hình 3-6 Các kênh CDMA hướng đi từ trạm gốc

2) Thiết kế dạng sóng kênh hướng về CDMA

Kênh hướng về của hệ thống CDMA sử dụng trình tự nhị phân dài 32,768 giống sử dụng ở hướng đi mà các bù pha mã cố định được đưa ra cho các mã mở rộng. Các tín hiệu của máy di động khác được phân biệt nhờ trình tự PN 22 - 1 và khoảng thời gian đưa ra cho mỗi khách hàng. Vì tất cả các khoảng thời gian có thể được sử dụng như các địa chỉ cố định, số lượng lớn các địa chỉ có thể được cung cấp. Như vậy sự bí mật của cuộc gọi có thể bảo đảm được chắc chắn.

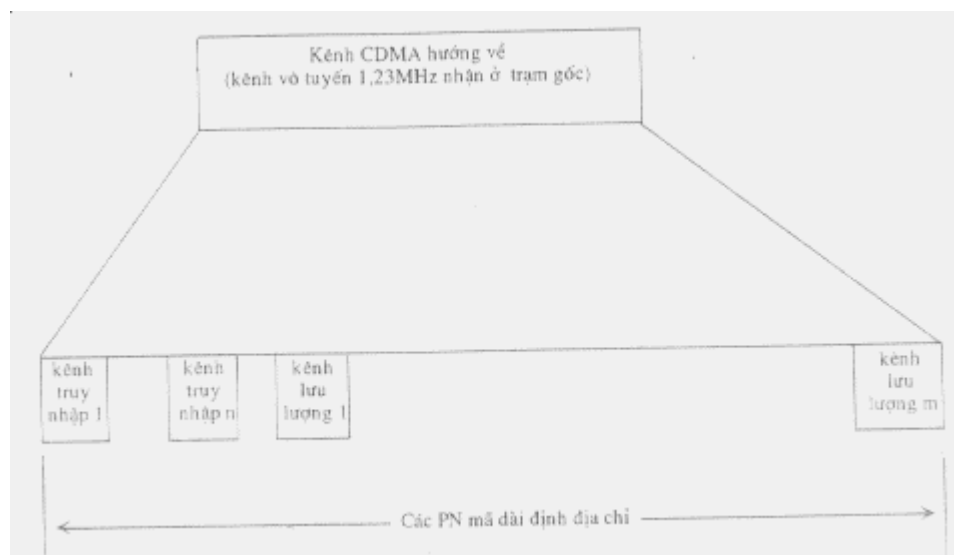
Thông tin số để được truyền đi có độ dài bắt buộc là 9 và tỷ lệ mã hoá của nó là mã hoá xoắn 1/3 (được mã hoá thành 3 ký hiệu nhị phân cho 1 bit thông tin). Thông tin được mã hoá được chèn vào các khoảng trống 20ms và thông tin được chèn được nhóm thành các nhóm 6 ký hiệu (các từ mã). Sử dụng các từ mã này 1 trong 64 hàm Walsh trực giao đã được chọn được phát đi. Các chip hàm Walsh được tổ hợp với các mã PN dài và các mã PN ngắn. ở đây sử dụng phương pháp hàm Walsh khác với kênh hướng đi. Trong khi các hàm Walsh trong kênh hướng đi được xác định bởi các kênh được ấn định cho máy di động, các hàm trong kênh hướng về được xác định bởi thông tin được phát đi.

Điều chế hàm Walsh trên kênh hướng về là một phương pháp đơn giản sử dụng để thu được điều chế 64-ary sắp xếp 2 bit thông tin. Trong các kênh giao thoa với các giá trị Eb/No thấp, tại đó các pha dẫn đường dựa trên các kênh không thể được cung cấp đó là cách tốt nhất đưa ra các kênh chất lượng cao. Trong khi trên kênh hướng đi các tín hiệu kênh dẫn đường được phân chia bởi tất cả các khách hàng nhưng điều đó không thể trong kênh hướng về.

Trong kênh hướng về của hệ thống CDMA các kênh sử dụng tần số được phân bổ làm trung tâm được điều chế bù pha 1/4 bởi 1 cặp mã PN và được điều chế bù pha 1/2 được điều chế bởi mã PN dài được xác định bởi pha mã khách hàng. Ngoài ra chúng được điều chế pha 1/2 bằng các hàm Walsh được mã hoá và được

điều chế pha 1/2 bởi các tín hiệu thông tin số được chèn vào và được mã hoá theo đường xoắn.

Hình 3-7 chỉ ra một ví dụ của tất cả các tín hiệu do anten hình quạt xác định nhận được ở trạm gốc. Mỗi kênh CDMA hướng về được ghép với lớn nhất 62 kênh lưu lượng hoặc lớn nhất 32 kênh truy nhập trên một kênh nhắn tin dưới sự điều khiển.



Hình 3-7 Kênh CDMA hướng về nhận ở trạm gốc

3.1.4. Điều khiển công suất trong CDMA

Trong thiết kế hệ thống CDMA người ta mong muốn tăng lên tỷ lệ số lượng các khách hàng gọi cùng một lúc trong giải thông xác định. Khi công suất phát của mỗi máy di động được điều khiển bằng cách nó có thể tiếp nhận trạm gốc với tỷ lệ tín hiệu/nhiều nhỏ nhất, dung lượng hệ thống được tăng lên rất cao. Nếu công suất phát máy di động được nhận ở trạm gốc thấp quá thì không thể hy vọng chất lượng thoại tốt vì tỷ lệ lỗi bit quá cao. Và nếu công suất nhận được ở trạm gốc cao thì có thể thu được chất lượng thoại cao hơn ở máy di động. Tuy nhiên kết quả của sự tăng nhiễu trên các máy di động sử dụng các kênh chung dẫn tới chất lượng thoại bị giảm xuống trong khi toàn bộ các thuê bao không bị giảm xuống.

1) Điều khiển công suất mạch vòng hở trên kênh về của CDMA

Mỗi máy di động chịu suy hao đường được tạo ra từ trạm gốc. Trong CDMA tất cả các trạm gốc phát tín hiệu dẫn đường ở cùng tần số và tất cả các máy di động bắt đầu đồng bộ bằng sử dụng các tín hiệu dẫn đường này. Và gốc tần số và thời gian để dải điều chế các tín hiệu thoại số được truyền đi từ mỗi trạm gốc. Máy di động đo tổng cường độ tín hiệu dẫn đường từ trạm gốc và cường độ tín hiệu nhận được từ tất cả các trạm gốc.

Cường độ tín hiệu máy di động nhận được cho phép máy di động điều khiển công suất phát của nó. Nếu cường độ tín hiệu thu được cao công suất phát của máy di động giảm xuống, có nghĩa trạng thái máy di động rất gần trạm gốc hoặc lượng suy hao đường dẫn thấp. Nó cũng có nghĩa là với công suất phát di động tương đối thấp máy di động có thể đưa ra công suất nhận được danh định cho trạm gốc.

Trường hợp tăng đột biến môi trường kênh xảy ra thì thiết bị điều khiển công suất mạch vòng theo kiểu tương tự với vùng động 85dB hoặc hơn đáp ứng ngay lập tức trong 1ms. Vì vậy bằng cách giảm công suất phát của máy di động thiết bị điều khiển tránh làm nó không tăng cao hơn mức yêu cầu.

Tốc độ tăng công suất phát máy di động thường phải nằm trong tốc độ điều khiển công suất mạch vòng khép kín từ trạm gốc. Bằng cách này các máy di động không thể tăng công suất phát quá lớn cho dù có sự suy giảm đột ngột chất lượng thoại trên kênh hướng đi.

Các kênh đồng bộ từ mỗi trạm gốc gồm thông tin về công suất phát của các kênh dẫn đường và máy di động xác định công suất phát sử dụng thông tin đó. Khi sử dụng các chức năng này có thể tạo ra sự chênh lệch giữa công suất phát và hệ số tăng ích của anten (ERP đầu ra) của trạm gốc dựa trên cơ sở kích thước tế bào.

Ví dụ 1 trạm gốc với vùng phục vụ rộng lớn cần công suất phát cao trái lại 1 trạm với vùng phục vụ nhỏ không cần công suất phát

cao. Tất nhiên nếu 1 máy di động ở khoảng cách xa nhất định từ một trạm gốc công suất thấp thì cường độ tín hiệu mà nó nhận được từ trạm gốc thấp hơn so với trường hợp ở khoảng cách tương tự từ một trạm gốc công suất cao hơn. Kết quả là máy di động phát công suất cần thiết và vì vậy cần phải cung cấp cho nó các thông tin về điều khiển công suất của mỗi trạm gốc.

2) Điều khiển công suất mạch vòng kín trên kênh hướng về của CDMA

Trong hệ thống tế bào các kênh vô tuyến kép đầy đủ được sử dụng nếu dải tần sử dụng từ trạm gốc tới máy di động khác với dải tần từ máy di động tới trạm gốc. Sự khác biệt của tần số này cho phép sử dụng đồng thời các máy phát và các máy thu ở máy di động mà không có hồi tiếp hay nhiễu của các tín hiệu phát của máy di động tới các bộ thu của máy di động. Cũng như vậy sự tách biệt tần số có tác dụng rất lớn trong xử lý điều khiển công suất.

Có nghĩa sự tách biệt tần số 45 MHz giữa kênh hướng đi và hướng về vượt quá dải thông liên kết của các kênh nên máy di động được giả thiết là các giá trị của tổn hao hai đa đường dẫn giống nhau, do không có khả năng suy hao đường dẫn hướng về mặc dù có 1 chênh lệch giữa suy hao đa đường trên kênh hướng đi để đo ở máy di động và suy hao đa đường của kênh hướng về. Phương pháp đo này cung cấp giá trị trung bình chính xác cho công suất phát nhưng 1 phương pháp phụ được cần tới để tính toán giao thoa Rayleigh chỉ ra các tính chất khác nhau trên 2 kênh.

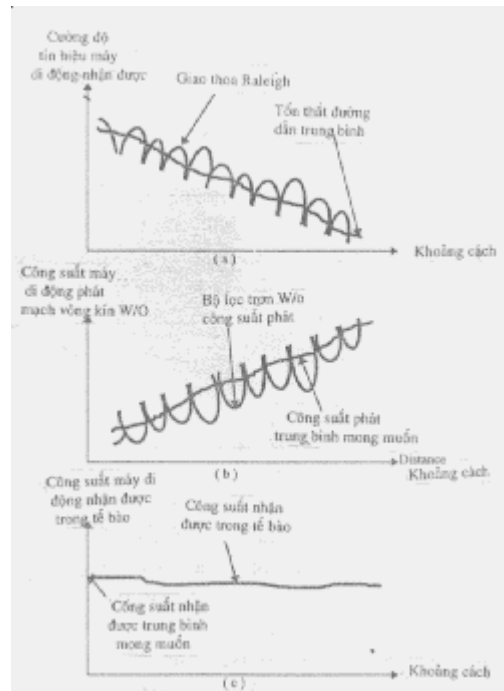
Để bù giao thoa Rayleigh độc lập nhau trên các kênh hướng đi và hướng về mà máy di động không thể đo được, công suất phát máy di động được điều khiển bởi các tín hiệu từ trạm gốc. Các bộ giải điều chế ở mỗi trạm gốc đo tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm của các tín hiệu nhận được của mỗi máy di động so sánh tỷ lệ này với tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm đã chỉ định và phát các lệnh điều khiển đầu ra tới máy di động qua kênh hướng đi. Lệnh điều khiển đầu ra được dùng để xác định công suất máy di động trong giá trị dự tính của công suất phát máy di động mạch vòng mở.

Lệnh điều khiển đầu ra được phát từ trạm gốc tăng hay giảm công suất phát của máy di động so với giá trị thiết lập ban đầu (thường là 0,1dB). Cứ phát 1,25ms một lần lệnh điều khiển đầu ra có thể theo dõi giao thoa Rayleigh trên kênh hướng về. Nó rất quan trọng để giảm thời gian thực hiện xử lý xác định công suất phát và phát lệnh. Để môi trường kênh không bị thay đổi nhiều cho tới khi bit điều khiển được nhận ở máy di động và hoạt động điều khiển được hiện thực sự.

Các bộ điều khiển hệ thống ở MSC cung cấp các bộ điều khiển mỗi trạm gốc với tỷ lệ tín hiệu trên tạp âm dựa vào tỷ lệ lỗi của máy di động được phát tới bộ điều khiển kênh được sử dụng cho xác định tăng hay giảm công suất phát của mỗi máy di động. Phương pháp này được gọi là điều khiển công suất mạch vòng kín.

3) Điều khiển công suất trên kênh hướng đi

Các tín hiệu công suất phát, được điều khiển bởi thông tin điều khiển phát đi từ trạm gốc, được phát từ mỗi máy di động tới trạm gốc. Khi xảy ra sự suy giảm đáng kể trên kênh hướng đi trong một vùng nhất định và nếu công suất phát không tăng lên thì chất lượng thoại của các cuộc gọi qua kênh này giảm xuống dưới tiêu chuẩn chất lượng. 1 ví dụ của các vùng này là nơi suy hao đường dẫn giữa 1 máy di động và 1 trạm gốc lân cận hoặc hai là giống như giữa máy di động và trạm gốc bên tương ứng. Toàn bộ lượng nhiễu trong trường hợp này gấp 3 lần trường hợp máy di động lân cận với chỉ 1 trạm gốc. Và cũng vậy các tín hiệu nhiễu từ trạm gốc, sử dụng giao thoa với tín hiệu mong muốn. Trong tình huống này công suất tín hiệu phụ 3-4dB được cần tới để bảo đảm hoạt động trên mức thoả mãn. Ngược lại trong trường hợp trạm gốc có thể phát tín hiệu mong muốn với công suất ra nhỏ hơn công suất ra trung bình giảm và cũng giảm nhiễu tới các tín hiệu khác trong hệ thống.



Hình 3-8- Tác dụng điều khiển công suất trên kênh hướng về

Để thực hiện điều khiển công suất trên kênh hướng đi trạm gốc giảm theo chu kỳ công suất phát ra tới máy di động giảm công suất ra như vậy duy trì cho đến khi các máy di động yêu cầu công suất ra bổ sung nhờ dò thấy tăng tỷ lệ lỗi khung. Và trạm gốc tăng công suất phát ra với số gia 0,5dB được chuẩn bị trước khi được yêu cầu để tăng công suất ra của từng máy di động.

Sự tăng giảm công suất ra được thực hiện một lần cho một khung mã tiếng nói có nghĩa trung bình 12-20ms chậm hơn tốc độ tăng/giảm công suất ra trên kênh hướng về. Vùng động tăng giảm công suất ra có thể được điều khiển tới ± 6 dB xung quanh công suất ra trung bình.

Kết quả của phương pháp điều khiển công suất mạch vòng hở và kín được chỉ ra trong hình 3-8. Giao thoa Rayleigh của kênh hướng về không liên quan tới kênh hướng đi.

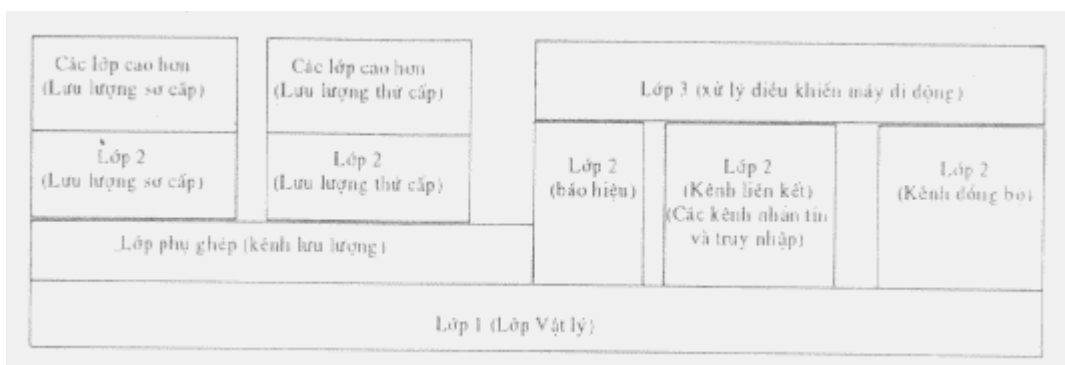
3.1.5. Thiết lập và điều khiển mạng

1) Khuôn dạng bản tin tiêu chuẩn và phân lớp hệ thống.

Thu tục định hướng bit đồng bộ được sử dụng cho hệ thống báo hiệu của tất cả các kênh và bản tin của tất cả các kênh có khuôn

dạng kiểu lớp giống nhau. Khuôn dạng của lớp trên cùng là khung bản tin được cấu thành từ bản tin và lót đệm (đệm được thực hiện để độ dài bản tin là độ dài của khung). Ví dụ hệ thống báo hiệu tắt và nỗ khả dụng trong kênh lưu lượng. Nếu độ dài của bản tin ngắn hơn khung, khung sẽ tạo ra toàn bộ khung (ít hơn một số bit overhead). Lúc này bit đệm được chèn vào từ cuối bản tin tới cuối khung. Trong khuôn dạng lớp tiếp theo bản tin được chia thành trường độ dài, bản tin vào và CRC. Bản tin được ghép với các trường kiểu bản tin được ghép với trường số lượng cố định (nếu có) và bản ghi số lượng có thể thay đổi (nếu có). Bản ghi được thực hiện ở các trường cố định và các trường bổ xung khi được yêu cầu.

Cấu trúc của hệ thống báo hiệu được phân loại thành lớp vật lý, lớp liên kết và lớp xử lý điều khiển (hình 3-9). Đây là cấu trúc hệ thống được xác định theo quan điểm logic. Trong máy di động tất cả các lớp này nằm trong phần cứng và trong trạm gốc. Chúng được phân bố tới một số phần cứng. Có nghĩa chúng có thể được tập trung hay không. Tín hiệu khẳng định được gửi tới 2 lớp liên kết và tín hiệu trả lời được gửi tới 1 lớp xử lý điều khiển. Để tránh các tín hiệu xảy ra quá nhiều tín hiệu khẳng định liên kết và tín hiệu trả lời xử lý điều khiển có thể được gói gọn thành 1 bản tin. Một gói bản tin như vậy được sử dụng trong máy di động mà tại đó trễ trả lời xử lý điều khiển rất nhỏ và trạm gốc trả lời bằng tín hiệu khẳng định và sau đó MSC trả lời bằng tín hiệu trả lời xử lý điều khiển.



Hình 3-9 Phân lớp của máy di động và trạm gốc

Cấu trúc lớp của hệ thống CDMA là 1 phương pháp xử lý hữu ích được sử dụng để khẳng định cấu trúc giao thức và cấu trúc phần

mềm. Sự phân lớp này cho phép CDMA thực hiện điều chỉnh, tính trực giao các chức năng liên kết và truy nhập rõ ràng. Hệ thống được lắp đặt dễ dàng và các kiểu và các lỗi phần mềm cần thiết được giảm đi nhờ sử dụng phương pháp này. Hệ thống CDMA cơ bản được thực hiện ở lớp vật lý lớp phụ ghép, lớp tín hiệu 2, lớp các kênh nhắn tin và truy nhập 2, lớp kênh đồng bộ 2 và lớp điều khiển 3. Các lớp này cung cấp các dịch vụ vận chuyển của máy di động như thiết lập lưu lượng và hoàn thành lưu lượng, điều khiển công suất, chuyển vùng, bảo trì, xác nhận khách hàng, chức năng đăng ký. Ngoài ra lớp vật lý và lớp phụ ghép được sử dụng để phát khung (hoặc 1 phần khung) cho ứng dụng của khách hàng.

Phần ứng dụng thuê bao (lựa chọn) đo phần mà tại đó 1 ổ cắm được đặt ở lớp phụ ghép. Sự lựa chọn có nghĩa một lớp 2 xác định và tất cả các lớp trên nó. Ví dụ tiếng nói được mã hoá (lựa chọn 1) có một lớp 2 đơn giản và một bộ mã hoá tiếng nói là 1 lớp cao hơn bởi vì lớp 2 (lựa chọn) không có gì để thực hiện truyền lại tiếng nói rất ít xảy bị gây ra bởi lỗi. Sự lựa chọn ứng dụng của khách hàng có truyền số liệu có các lớp phía trên khác nhau vô cùng. Đôi lúc sự lựa chọn dịch vụ nhất định có 1 số lớp được sử dụng để cung cấp các dịch vụ giống nhau và phần mềm được phân chia để lựa chọn có thể được sử dụng phụ thuộc vào nhà sản xuất nó.

Lớp phụ ghép và thiết bị quyết định tốc độ khung được xác định trong sự lựa chọn tổng hợp. Lựa chọn tổng hợp 1 định nghĩa khuôn dạng khung được đưa ra trong tiêu chuẩn được đề nghị. Lựa chọn tổng hợp này thiết lập các quá trình truyền thông đầu tiên và thứ 2 như chỉ ra trong hình 3-9. Như vậy 2 sự lựa chọn dịch vụ được sử dụng cùng 1 lúc và được ứng dụng ở các lớp phụ ghép. Ngoài ra sự lựa chọn ghép khác nhau có thể được định nghĩa để tối ưu bằng sự lựa chọn dịch vụ khác nhau và cũng vậy sự lựa chọn ghép xác định có thể chứa chỉ một số lựa chọn dịch vụ.

Hệ thống CDMA đã được thiết kế theo cách mà nó có hệ thống báo hiệu và cấu trúc điều khiển rất mềm dẻo. Điều này cho phép hệ thống được mở rộng dễ dàng và các chức năng, dung lượng của nó

được thêm vào trong tương lai. Khi mà máy di động không bận kênh đồng bộ, kênh nhắn tin và kênh truy nhập có thể được sử dụng để trạm gốc có thể xác định hệ thống báo hiệu.

2) Kênh đồng bộ.

Kênh đồng bộ là kênh hướng đi được sử dụng ở giai đoạn thu được hệ thống. Sau khi máy di động đã thu được hệ thống kênh đồng bộ không cần sử dụng cho tới khi nguồn được bật lại.

Độ dài của khung kênh đồng bộ giống như độ dài của khung trình tự PN dẫn đường và khung được sắp xếp thời gian với trình tự PN dẫn đường để truyền dẫn. Vì trình tự PN dẫn đường của mỗi trạm gốc có khoảng thời gian khác nhau nên khung đồng bộ của mọi trạm gốc là khác nhau. Máy di động thu được hệ thống có thể nhận kênh đồng bộ thông qua sự sắp xếp khung một cách dễ dàng.

Kênh đồng bộ chuyển chỉ một bản tin được gọi là kênh đồng bộ và máy di động nhận các tham số hệ thống qua bản tin này. Cùng lúc này các tham số quan trọng nhất là thời gian trình tự PN dẫn đường của trạm gốc liên quan tới giờ hệ thống và tốc độ số liệu kênh nhắn tin.

3) Kênh nhắn tin.

Máy di động đồng bộ đồng hồ của nó với đồng hồ hệ thống thông qua sử dụng bản tin kênh đồng bộ và sau đó tìm ra 1 kênh nhắn tin.

Tốc độ số liệu của kênh nhắn tin là 2400, 4800, 9600 kbps. Kênh nhắn tin có thể sử dụng ở giải tần số khác được phân bố trong CDMA. Số lượng lớn nhất 7 kênh nhắn tin có thể được phân bố cho từng giải thông được chỉ định. Kênh nhắn tin có tốc độ 9600 kbps có thể thực hiện 180 cuộc gọi nhắn tin hội nghị trong một giây. Điều đó có thể bởi vì nó có dung lượng rất lớn. Các kênh nhắn tin khả dụng có thể được lựa chọn một cách ngẫu nhiên để

sử dụng và trạm gốc có thể phân bố các kênh xác định cho máy di động.

Kênh nhắn tin chuyển thông tin từ trạm gốc tới máy di động. Các bản tin quan trọng gồm 1 đầu (overhead), lệnh, và sự phân bố kênh. Hệ thống tế bào có thể được cấu hình khác nhau tùy thuộc các yêu cầu của các môi trường khác nhau. Thông tin thiết lập hệ thống được chuyển đi thông qua 4 bản tin overhead. Sau các bản tin overhead có các bản tin tham số hệ thống, các bản tin tham số truy nhập, các bản tin liệt kê tổng đài lân cận và các bản tin liệt kê kênh CDMA.

- Các bản tin tham số hệ thống sắp xếp các tham số được sử dụng cho thiết lập kênh nhắn tin, các tham số đăng ký, tìm kiếm tín hiệu dẫn đường.

- Các bản tin tham số truy nhập gồm thông tin trên kênh truy nhập và thiết lập tham số điều khiển. Một số tham số điều khiển cung cấp hồi tiếp tới máy di động để điều khiển tốc độ phát của máy di động để ổn định các kênh truy nhập.

- Các bản tin liệt kê tổng đài lân cận có thông tin về trạm gốc lân cận liên quan tới chuyển vùng bao gồm ở đây là các khoảng thời gian của các mã PN dẫn đường và thông tin cấu hình của trạm gốc lân cận.

Các bản tin liệt kê kênh CDMA có thông tin về phân bố tần số CDMA bao gồm các kênh nhắn tin và máy di động có thể tìm ra các kênh nhắn tin cần thiết thông qua sử dụng bản tin này.

Bản tin nhắn tin có các tín hiệu nhắn tin của nhiều hơn 1 máy di động. Sau khi các tín hiệu của máy di động nhắn tin tới trạm gốc và trạm gốc nhận được các tín hiệu này thì trạm gốc sẽ phát đi các tín hiệu nhắn tin. Các lịch đề cập tới các kiểu bản tin khác nhau được sử dụng để điều khiển các máy di động nhất định. Chúng được sử dụng cho các kiểu mục đích khác nhau (xác nhận đăng ký, tắt công suất phát của máy di động không hợp lệ).

Các bản tin phân bố kênh được sử dụng để phân bố các kênh nhắn tin các trạm gốc tới các máy di động và được sử dụng để thay đổi các kênh nhắn tin. Ngoài ra chúng được sử dụng để cho phép máy di động sử dụng hệ thống FM tương tự.

Khả năng sử dụng các kênh nhắn tin gồm các phương thức đặc biệt được gọi là phương thức phân khe. Trong phương thức này các bản tin của máy di động xác định được truyền đi qua các khe xác định trước ở các thời điểm được đặt trước. Máy di động có thể xác định các khe mà có thể được trạm gốc sử dụng thông qua các thủ tục đăng ký. Các kiểu khe này xảy ra sau mỗi khoảng 2-128 s. Máy di động sử dụng phương thức khe có thể cắt nguồn vào thời điểm khác các khe được xác định để giảm công suất. Ngoài ra máy di động có thể chỉ nhận được 1 số khe thông qua sử dụng các lệnh của các khe kênh nhắn tin. Hơn nữa nhờ sử dụng giao thức, hoàn thành phát đi của máy di động sử dụng các khe có thể được thông báo tới máy di động và kết quả máy di động sử dụng ắc quy (khách hàng điện thoại cầm tay) có thể tiết kiệm ắc quy 1 cách hợp lý.

4) Kênh truy nhập

Khi máy di động không sử dụng các kênh nhắn tin sự trao đổi thông tin giữa 1 máy di động và trạm gốc được thực hiện qua các kênh truy nhập. Tất cả các kênh truy nhập sử dụng các phương thức đặc biệt 4800 bps. Các bản tin của các kênh truy nhập bao gồm tạo cuộc gọi, trả lời cuộc gọi, các lệnh và đăng ký.

Các kênh truy nhập tạo ra các cặp với tất cả các kênh nhắn tin và từng kênh truy nhập được nhận dạng thông qua sử dụng mã dài PN khác. Trạm gốc thực hiện trả lời các tín hiệu kênh truy nhập nhất định thông qua sử dụng các bản tin kênh nhắn tin. Tương tự máy di động trả lời bản tin của kênh nhắn tin thông qua sử dụng các bản tin kênh truy nhập tương ứng với chúng. Các kênh truy nhập là kênh CDMA hoạt động theo phương pháp truy nhập ngẫu nhiên.

Sau khi nó trả lời cho một kênh nhắn tin nhất định và kết quả một số máy di động đòi hỏi sự dụng các kênh truy nhập cùng lúc, máy di động thực hiện truyền dẫn có thể lựa chọn các kênh truy nhập từ nhóm kênh khả dụng một cách ngẫu nhiên. Ngoài ra nó có thể chọn ngẫu nhiên ma trận thời gian trong các ma trận thời gian PN khả dụng. Trừ khi 2 hoặc nhiều máy di động chọn lọc ngẫu nhiên kênh truy nhập giống nhau và mảng thời gian PN các tín hiệu truyền đi ở trên có thể nhận đồng thời.

Ngoài ra để tránh số lượng quá lớn máy di động thực hiện truy nhập yêu cầu đồng thời trạm gốc điều khiển tốc độ kênh truy nhập của máy di động. Khi một số quá trình truyền dẫn đồng thời của các kiểu trên được thực hiện tỷ lệ Eb/No của kênh giảm đi và kênh truy nhập tương tự vào mảng thời gian PN được sử dụng và kết quả các nguồn xử lý khả năng sử dụng của trạm gốc được sử dụng hoàn toàn. Điều khiển trên các kênh truy nhập được thực hiện nhờ sử dụng các bản tin tham số truy nhập phát trên các kênh nhắn tin. Tốc độ truyền dẫn của các kênh truy nhập có thể được thay đổi theo các kiểu truyền dẫn và các nhóm máy để các kênh này có thể được sử dụng đối với các trường hợp khẩn cấp hoặc đối với bảo trì và sửa chữa.

5) Khung và hệ thống báo hiệu của kênh lưu lượng

Các kênh lưu lượng hướng đi và hướng về có cấu trúc giống nhau được tạo thành bởi các khung độ dài 20ms. Các khung được truyền ở tốc độ 9600, 4800, 2400, 1200 bps. Tốc độ này có thể được thay đổi với mỗi khung và vì vậy bộ thu có thể phát hiện tốc độ của khung đầu tiên và xử lý sẽ được thực hiện tốc độ riêng. Tốc độ kênh có thể áp dụng một cách linh hoạt dựa vào tốc độ thoại của người gọi. Có nghĩa khi người gọi dừng nói chuyện tốc độ bùng nổ được giảm xuống. Sau khi anh ta bắt đầu nói lại tốc độ bùng nổ tăng lên ngay lập tức. Phương pháp này giảm nhiều các tín hiệu CDMA và vì vậy tăng thêm dung lượng hệ thống.

Trong khi các máy di động đang sử dụng các kênh lưu lượng các tín hiệu được chuyển trực tiếp qua các kênh lưu lượng và một hệ

thông báo hiệu, một hệ thống trống - và - bùng nổ hoặc hệ thống mờ - và - bùng nổ được sử dụng. Hệ thống trống - và - bùng nổ thực hiện truyền dẫn ở tốc độ 9600 bps. Khi sử dụng hệ thống này luôn luôn 1 hoặc 2 khung tạo ra số liệu lưu lượng sơ cấp được ghi thành mã các tín hiệu thoại được chuyển thành số liệu tín hiệu như trong hệ thống FM tương tự. Hệ thống mờ - và - bùng nổ phát đi số liệu tín hiệu và số liệu lưu lượng sơ cấp ở tốc độ truyền 9600 bps. Khi bộ mã hoá tiếng nói được điều khiển dưới tốc độ lớn nhất (9600 bps) số liệu có thể được đưa vào 1/2 tốc độ trên (4000??? bps) và các bit còn lại được sử dụng cho tín hiệu và phần overhead. Khi bộ mã hoá tiếng nói được điều khiển ở tốc độ cao nhất nó không phải chịu sự hạn chế tốc độ. Tốc độ truyền dẫn 9600 bps được tạo ra cho số liệu bộ mã hoá tiếng nói và số liệu báo hiệu. Hệ thống báo hiệu mờ - và - bùng nổ được xem là tốt hơn hệ thống trống - và - bùng nổ vì nó không gây ra suy giảm thoại.

Khả năng sử dụng các kênh lưu lượng gồm các bản tin điều khiển cuộc gọi, các bản tin điều khiển chuyển vùng, các bản tin điều khiển công suất hướng đi, các bản tin an toàn/xác nhận và các bản tin được sử dụng để thay đổi các thông tin đặc biệt cho máy di động. Phương pháp sử dụng chi tiết kiểu bản tin được mô tả trong chương 3.1.6 và 3.1.7.

6) Sự đăng ký của máy di động.

Sự đăng ký là quá trình xử lý thông báo vị trí của máy di động tới 1 trạm gốc tương ứng, được máy di động thực hiện. Nhờ thực hiện quá trình này trạm gốc có thể đánh giá vị trí của máy di động 1 cách hiệu quả khi sự kết thúc cuộc gọi của máy di động được tạo ra. Máy di động nhờ thực hiện xử lý đăng ký chuyển các số nhận dạng máy di động (MIN), các khe kênh nhắn tin và các đặc tính khác tới trạm gốc.

Giữa các tần số chủ gọi máy di động của hệ thống và các tần số đăng ký của máy di động có quan hệ tỷ lệ nghịch. Vì vậy khi sự đăng ký không được thực hiện, hệ thống không thể nhận biết được vị trí của máy di động và không thể biết được trạng thái điều

khiến thiết bị máy di động. Do đó hệ thống phải nhấn tới máy di động thông qua tất cả các trạm gốc và Sector, như vậy yêu cầu số lượng cuộc gọi rất lớn tuy nhiên khi thực hiện sự đăng ký liên tục. Vị trí chính xác của máy di động có thể được biết và xử lý cuộc gọi được đơn giản rất nhiều. Dù có đúng như thế thì thường xuyên thực hiện đăng ký sẽ gây ra quá tải trên kênh truy nhập và trạm gốc phải khẳng định sự đăng ký thông qua sử dụng các kênh nhấn tin và thực tế tăng sự quá tải của các kênh nhấn tin. Giữa các tần số nhấn tin và đăng ký có quan hệ tỷ lệ nghịch. Do đó hệ thống sẽ được thiết kế theo cách mà tỷ lệ giữa các kênh nhấn tin và các kênh truy nhập của thiết bị trạm gốc có thể được tối ưu.

Trong hệ thống CDMA, 8 phương pháp đăng ký được sử dụng.

- Đăng ký cấp nguồn: được thực hiện khi máy di động bật nguồn hoặc các hệ thống khác hoặc hệ thống tương tự được chuyển thành hệ thống CDMA.
- Đăng ký tắt nguồn: được thực hiện khi máy di động tắt nguồn.
- Đăng ký dựa vào bộ đếm thời gian: được thực hiện sau một thời điểm nhất định.
- Đăng ký dựa vào khoảng cách: được thực hiện khi ra khỏi một khoảng cách nhất định từ trạm gốc đăng ký cuối cùng.
- Đăng ký dựa vào vùng: được thực hiện khi 1 máy di động tương ứng chuyển sang một vùng mới.
- Đăng ký thay đổi tham số: được thực hiện khi thay đổi tham số của máy di động bị thay đổi (có nghĩa MIN or SLOT - CYCLE - INDEX).
- Đăng ký lệch được thực hiện khi 1 trạm gốc tương ứng thực hiện 1 đăng ký.
- Đăng ký gián tiếp: liên tục một máy di động tương ứng sử dụng 1 kênh truy nhập, trạm gốc có thể biết vị trí của máy di động.

Sáu phương pháp đầu là các đăng ký tự hành được thực hiện máy di động tương ứng khi xảy ra các biến cố (có nghĩa sự đăng ký được thực hiện không cần các lệnh đăng ký của trạm gốc).

Trạm gốc có thể cho phép hay cấm các kiểu đăng ký tự hành. Tuy nhiên khi sử dụng các phương pháp trên cùng với nhau chúng có thể được sử dụng rất hiệu quả. Trong các phương pháp đăng ký tự hành 1 số tham số có thể được điều chỉnh. Trạm gốc thông báo các phương pháp đăng ký được sử dụng và các tham số liên quan đến chúng để máy di động qua đó sử dụng các bản tin tham số hệ thống.

Khi sử dụng phương pháp đăng ký dựa vào khoảng cách trạm gốc phát ra kinh độ, vĩ độ và các tham số khoảng cách của nó bằng các giá trị của các bản tin tham số hệ thống. Khi máy di động bắt đầu nhận các tín hiệu của trạm gốc mới máy di động nhận các thông tin kinh độ và vĩ độ trạm gốc mới. Máy di động nhờ sử dụng các thông tin kinh độ vĩ độ này và kinh độ, vĩ độ của trạm gốc được đăng ký lần trước tính toán khoảng cách. Nếu khoảng cách này vượt quá tham số khoảng cách của trạm gốc đăng ký lần trước máy di động thực hiện 1 đăng ký trên trạm gốc mới. Ngoài ra trạm gốc này trở thành trung tâm được bao quanh bởi một số trạm gốc. Sau khi máy di động ra khỏi vòng này sự đăng ký dựa trên khoảng cách được bỏ qua.

Khi sử dụng phương pháp đăng ký dựa vào vùng hệ thống các tế bào được chia thành 1 số vùng hoặc các vùng xác định vị trí. Máy di động và MSC giữ danh sách của các vùng được máy di động đăng ký gần đây. Khi máy di động đi vào các vùng không có trong danh sách, sự đăng ký mới được máy di động thực hiện. Khi hoàn thành sự đăng ký máy di động và MSC thêm các vùng mới vào danh sách này và ấn định thời gian của bộ đếm mới cho tất cả các vùng đang tồn tại. Trước khi bộ đếm thời gian kết thúc, máy di động và MSC xóa các vùng này khỏi các danh sách. Vì 1 số vùng được liệt kê hệ thống có thể ngăn chặn các đăng ký chồng nhau của các giới hạn vùng. Ngoài ra nhờ ấn định thời gian của bộ đếm thời gian với vùng đang tồn tại MSC không yêu cầu khẳng định các vùng đang tồn tại thông qua các tín hiệu nhắn tin.

Phương pháp đăng ký dựa vào vùng được sử dụng rộng rãi để định nghĩa các danh giới vùng của hệ thống tế bào hoặc các danh giới giữa các hệ thống với nhau.

Phương pháp đăng ký cắt nguồn được máy di động tương ứng thực hiện khi nguồn của máy di động tắt nguồn. Trong suốt quá thời gian tắt nguồn máy di động có thể đi ra ngoài vùng dịch vụ của hệ thống và kết quả sự đăng ký tắt nguồn không thể được thực hiện chính xác. Máy điện thoại cầm tay có thể được định vị trong các vùng có môi trường lan truyền vô tuyến kém hoặc có thể định hướng không chính xác, ngoài ra anten không thể được xấp đặt chính xác và do đó trạng thái thực hiện đăng ký tắt nguồn không rõ ràng hơn trường hợp các điện thoại trên các phương tiện được sử dụng. Mặc dù có sự không rõ ràng của nó nhưng sự đăng ký cắt nguồn được thực hiện chính xác có thể ngăn cản MSC nhắn tin cho máy di động một cách không cần thiết.

Sự đăng ký dựa trên bộ đếm thời gian được máy di động thực hiện bất kỳ lúc nào kết thúc thời gian. Ngoài ra khi hoàn thành truy nhập hệ thống trạm gốc và máy di động định nghĩa thời gian của bộ định thời mới. Thời gian kết thúc của trạm gốc luôn luôn dài hơn thời gian kết thúc của máy di động. Trong trường hợp máy di động bị sự cố đối với thực hiện đăng ký cho tới khi thời gian của trạm gốc kết thúc, trạm gốc giả định rằng máy di động có thể kiểm soát hệ thống không lâu hơn hoặc đăng ký tắt nguồn của máy di động không thành công.

7) Xác nhận, mã hoá bản tin và bí mật cuộc gọi.

Hệ thống CDMA sử dụng phương pháp xác nhận đặc biệt được phát triển cho EIA/TIA/IS - 54 - B. Thuật toán xác nhận giống như thuật toán CAVE được định nghĩa trên IS-54-B được gắn với tài liệu A.

Ngoài ra khoá A máy di động đã sử dụng theo phương thức tương tự / CDMA vào một nhóm dữ liệu bí mật được phân chia. Máy di động có thể thêm các tín hiệu xác nhận 18 bit vào các bản tin

kênh truy nhập liên quan tới tạo ra, trả lời nhắn tin, đăng ký và bùng nổ số liệu cùng thời điểm này máy di động được nhận dạng lại và các bản tin bí mật được phân chia được nâng cấp.

Quá trình xử lý mã hoá bản tin tương tự như IS-54-B được sử dụng cho các kênh lưu lượng của hệ thống CDMA. Thuật toán mã hoá bản tin giống như thuật toán CDMA mô tả trong IS-54-B được gắn với thủ tục A.

Máy di động và trạm gốc thực hiện sự mã hoá chỉ trên bản tin lớp A.

Vì vậy xác nhận khẳng định trong các bản tin được hiện trước khi giải mã sự mã hoá bản tin. Hơn nữa trong hệ thống CDMA một mặt nạ mã dài được sử dụng cho từng khách hàng đảm bảo bí mật cuộc gọi. Quá trình xử lý tạo ra mặt nạ mã dài giống như quá trình xử lý mặt nạ bí mật tiếng nói được mô tả trong IS-54-B được gắn với thủ tục A.

3.1.6. Chức năng hệ thống

1) Chức năng máy di động.

Anten của máy di động được nối tới một bộ thu phát qua 1 bộ ghép đôi cho phép cả hai phát và thu cùng lúc bởi 1 anten. Tín hiệu nhận được chuyển đổi từ băng VRF (cao tần) 850 MHz thành băng IF (trung tần). Theo thiết kế tiêu chuẩn bộ tổng hợp tần số được sử dụng cho trao đổi này, bộ thu có thể được xếp ở tần số bất kỳ trong băng tần được sử dụng cho điện thoại tế bào. Tín hiệu băng IF qua bộ lọc thông dải SAW với băng 1,25 MHz.

Tín hiệu IF ra, được lọc bằng cách này, được chuyển đổi thành tín hiệu số qua một bộ biến đổi tương tự/số và gửi tới 4 bộ thu liên quan, 1 được gọi là bộ thu tìm kiếm và còn lại là 3 bộ thu số liệu. Rất nhiều tín hiệu lưu lượng dưới sự tăng cường tín hiệu dẫn đường được tế bào lân cận phát nằm trong các tín hiệu IF được số hoá. Bộ thu tín hiệu thực hiện sự tương quan của các tín hiệu theo trình tự PN. Quá trình xử lý tương quan này làm tăng tỷ lệ tín

hiệu trên nhiều đôi với các tín hiệu thích ứng với trình tự PN phù hợp mà không làm tăng nó đối với các tín hiệu khác. Do đó tạo ra độ lợi xử lý. Đầu ra tương quan này được giải điều chế theo sự tương quan nhờ sự dụng sóng mang dẫn đường từ các trạm gốc lân cận làm chuẩn pha sóng mang. Trình tự của ký hiệu số liệu được mã hoá lấy ra từ quá trình xử lý giải điều chế này. Các tín hiệu đa đường có thể được xác định nhờ các tính chất của trình tự PN. Khi các tín hiệu tới bộ thu máy di động qua nhiều đường khác nhau, có thể có một sự chênh lệch thời gian nhận được tính toán theo phân chia chênh lệch khoảng cách đường dẫn với vận tốc ánh sáng. Trong trường hợp sự chênh lệch thời gian dài hơn thời gian 1 chip thì một số đường dẫn có thể được xác định thông qua xử lý tương quan. Bộ thu có thể lựa chọn trong cách dẫn sớm nhất hoặc 1 trong các đường dẫn sau đó và thực hiện dò tìm và thu. Trong trường hợp các bộ thu này được sử dụng chúng có thể dò tìm và thu 3 đường dẫn khác nhau song song và thu được 1 đầu ra được tổ hợp đa dạng.

Bốn bộ thu giải điều chế nằm trong thiết kế hiện tại của các máy di động CDMA. 1 bộ được sử dụng để tìm kiếm và 3 bộ còn lại được dùng làm bộ thu số liệu. Khi hoạt động trong 1 trạm gốc bộ thu tìm kiếm đo thăm tra đa đường được tạo ra do phản xạ của địa hình và nhà cửa. Trong đó 3 đường dẫn mạnh nhất được phân bổ tới 3 bộ thu số liệu. Bộ thu tìm kiếm bảo đảm 3 đường dẫn mạnh nhất có thể được phân bổ tới các bộ thu số liệu ngay cả khi môi trường đường dẫn bị thay đổi.

Trong suốt thời chuyển vùng mềm giữa 2 trạm gốc, bộ thu tìm kiếm được sử dụng để xác định đường dẫn mạnh nhất ngoài 2 đường dẫn và 3 bộ thu số liệu được phân bổ để giải điều chế các đường này. Quá trình xử lý giải điều chế sử dụng thông tin từ tất cả 3 bộ thu khi tổ hợp dẫn đến tăng đáng kể trở kháng giao thoa. Hệ thống CDMA áp dụng kiểu tổ hợp tốc độ lớn nhất xác định tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu cho tất cả các đường dẫn được tổ hợp và đưa ra trọng số cho từng đường dẫn hơn là cộng chúng với nhau. Vì

pha của mỗi đường được xác định thông qua điều chế dẫn đường trước khi tổ hợp nên sự tổ hợp này được thực hiện theo trật tự.

Đầu ra của bộ tổ hợp các tốc độ khác nhau lớn nhất được chuyển tới bộ giải mã lấy ra 1 tốc độ đã được chèn vào từ các trình tự tín hiệu được tổ hợp trước đó và đầu ra được giải mã nhờ bộ giải mã chuẩn hoá hướng đi sử dụng thuật toán Viterbi. Bit giải mã được xử lý bởi bộ mã hoá tiếng nói hoặc bởi khách hàng số liệu.

Tiếng nói của khách hàng di động truyền từ máy di động tới trạm gốc bộ mã hoá tiếng nói số. Nó được chuyển thành mã có chuẩn hoá lỗi nhờ bộ mã hoá cuộn và được chèn vào cuối cùng. Kết quả các ký hiệu được mã hoá theo sóng mang PN và trong trường hợp này trình tự PN được chọn lọc bởi địa chỉ được ấn định cho mỗi lưu lượng.

Đầu ra của bộ điều chế có công suất được điều khiển bởi các tín hiệu từ bộ điều khiển số và bộ thu tương tự. Nó được chuyển thành RF và thông qua bộ tổng hợp tần số sắp xếp các tín hiệu theo tần số ra riêng và sau đó được khuếch đại tới mức đầu ra cuối cùng. Tín hiệu truyền dẫn đạt được bằng cách này được chuyển tới anten qua bộ ghép đúp.

2) Chức năng trạm gốc.

Tại trạm gốc 2 hay nhiều anten thu được sử dụng nhận tín hiệu ở các không gian khác nhau. Các tín hiệu vào từ 2 anten được xử lý riêng biệt và được tổ hợp cùng nhau trong bộ tổ hợp đa dạng. Mức khác nhau không gian có thể tăng lên bằng cách sử dụng nhiều anten và nhiều bộ xử lý thu hơn nữa.

Tín hiệu từ 1 anten khuếch đại và được chuyển đổi sang băng IF nhờ bộ tổng hợp tần số, qua bộ lọc, và sau đó chuyển thành tín hiệu số theo cách tương tự như đã mô tả ở trên đối với máy di động. Bởi vậy tín hiệu IF số được xử lý bởi bộ thu số liệu giống như máy di động. Đường dẫn từ máy di động tới trạm gốc rất khác với 1 đường dẫn được sử dụng giữa trạm gốc và máy di động mô tả ở trên. Đặc biệt khi không có tín hiệu dẫn đường để sắp xếp chuẩn

pha, phương pháp điều chế và giải điều chế dính liền được sử dụng. Trong trạm gốc 2 bộ thu tìm kiếm được sử dụng và bảo đảm bộ thu liên quan luôn luôn có thể dò tìm và xử lý tín hiệu trong khoảng thời gian mạnh nhất nhờ quét khoảng thời gian. Quá trình xử lý ở trên được mô tả giống như bộ thu của máy di động.

Tại trạm gốc hoạt động có thể được tăng cường thêm nhờ sử dụng bộ thu số. Trong trường hợp này bộ thu bổ xung dò tìm và các đường dẫn trễ phụ giống như đã sử dụng trong máy di động, để thu được phương thức bổ xung đa dạng. Điều này có thể được sử dụng hiệu quả nhất trong trạm gốc trong các vùng thành thị đông đúc có các đa đường phức hợp. Bộ điều khiển trạm gốc phân bổ bộ thu số liệu số và bộ điều chế cho các cuộc gọi xác định. Ngoài ra nó kiểm soát trạng thái tiên triển cuộc gọi và chất lượng, và đưa ra các phương pháp chống lại suy giảm tín hiệu. Khi sử dụng phương pháp đa dạng máy di động tìm ra tín hiệu tổng hợp mạnh nhất. Từ hơn 3 trạm gốc nhờ sử dụng cuộc thu tìm kiếm và thực hiện dò tìm. Bộ thu số liệu số được điều khiển như vậy để giải điều chế tín hiệu hoàn hảo nhất.

3) Chức năng MSC

Đối với mỗi khối số liệu bộ mã hoá tiếng nói dự tính chất lượng tín hiệu được thu được từ trạm gốc thông thường trong khoảng 20 ms và sau đó nó truyền số liệu tới MSC. Dự tính chất lượng là tỷ lệ tín hiệu trên nhiễu ở khoảng 20 ms. Đầu ra bộ mã hoá tiếng nói được chuyển tới MSC nhờ sử dụng các đường thoại chung hoặc các thiết bị vi ba.

Trong trường hợp bộ thu đa dạng được sử dụng các tín hiệu có thông tin tương tự có thể được gửi đi từ 1 hay nhiều trạm gốc tới MSC. Vì giao thoa và nhiễu được tạo ra trong các đường dẫn từ máy di động tới trạm gốc tín hiệu từ 1 trạm gốc có thể có chất lượng cao hơn 1 trạm gốc khác. Chuyển mạch số của MSC cung cấp đường dẫn để dòng thông tin số liệu có thể được truyền từ 1 hay nhiều trạm gốc tới từng bộ chọn. Một bộ chọn và bộ mã hoá tiếng nói tương ứng được yêu cầu để xử lý từng cuộc gọi.

Sau khi so sánh sự chỉ thị chất lượng tín hiệu kèm theo bit thông tin từ 1 hay nhiều trạm gốc bộ chọn, chọn bit của trạm gốc có chất lượng cao nhất nhờ bộ khung và gửi nó tới bộ mã hoá tiếng nói. Bộ mã hoá tiếng nói chuyển đổi tín hiệu tiếng nói số thành kiểu tín hiệu điện thoại PCM tiêu chuẩn với vận tốc 64kbps, kiểu tương tự hoặc các kiểu tiêu chuẩn khác. Bằng cách này nó được nối tới PSTN nhờ hệ thống chuyển mạch.

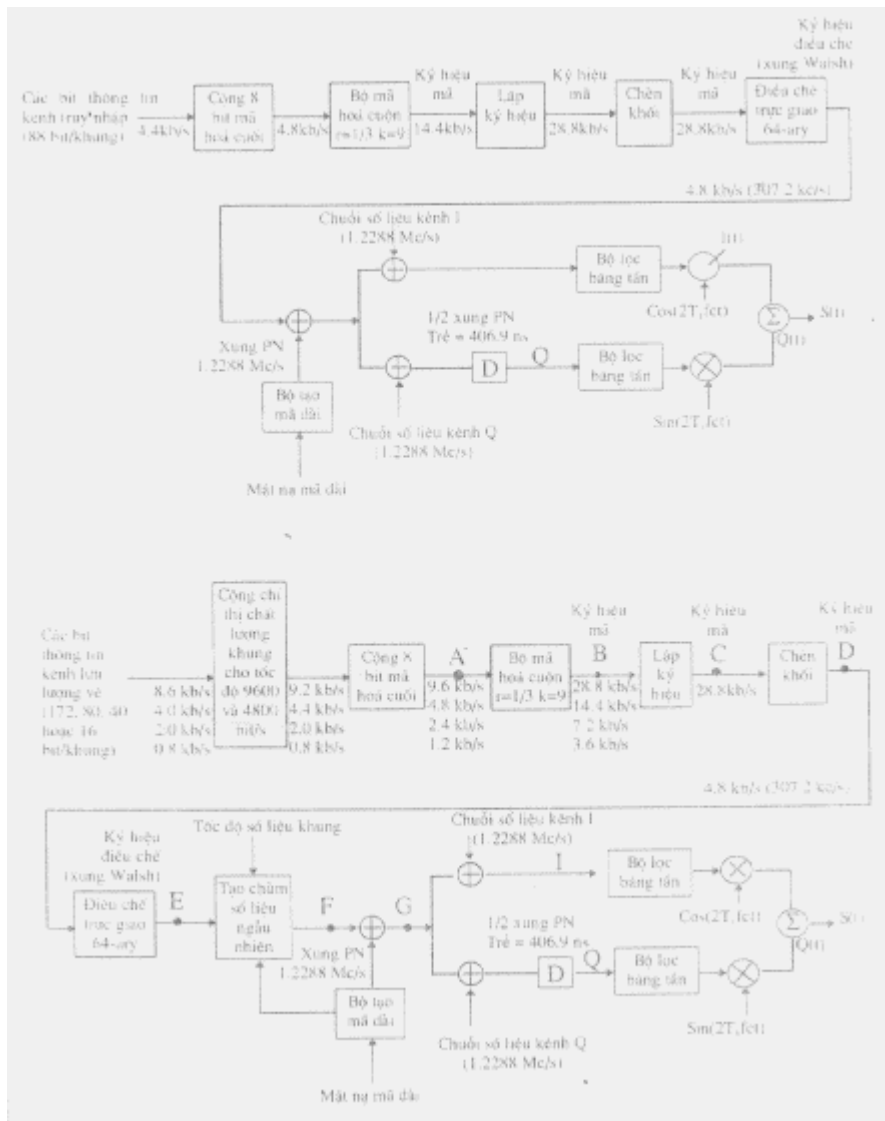
Tín hiệu tiếng nói từ PSPN tới máy di động được đưa vào bộ mã hoá tiếng nói qua hệ thống chuyển mạch. Dòng bit thông tin đầu ra bộ mã hoá tiếng nói được chuyển tới 1 hoặc nhiều trạm gốc qua hệ thống chuyển mạch tiếp theo. Nếu máy di động không trong chuyển vùng mềm tín hiệu được chuyển tới 1 trạm gốc. Tuy nhiên nếu nó trong chuyển vùng mềm thì tín hiệu được truyền tới số lượng thích hợp các trạm gốc để được chuyển tới máy di động. Bộ điều khiển MSC phân bổ các cuộc gọi tới trạm gốc và tới các thiết bị bộ mã hoá tiếng nói. Bộ điều này cùng điều khiển với bộ điều khiển trạm gốc để phân bổ các cuộc gọi xác định tới các đường giữa MSC và trạm gốc và để phân bổ mã PN tới các cuộc gọi. Các chức năng được giải thích riêng biệt đối với 2 hệ thống trên có thể thực hiện chỉ bởi 1 hệ thống chuyển mạch.

3.2 Các đặc tính điều chế

3.2.1 Tín hiệu kênh CDMA hướng về

Kênh hướng về ghép phân chia theo mã bao gồm kênh thâm nhập và kênh lưu lượng hướng về. Cũng như trạm gốc, máy di động không thiết lập thời gian hệ thống, nó không thể thực hiện việc dò tìm liên kết cho tín hiệu kênh hướng về nhận được. Bởi vậy, đặc tính điều chế của kênh hướng đi khác với đặc tính của kênh hướng về. Đặc tính điều chế của kênh hướng về theo kiểu chế trực giao mảng 64 tại các tốc độ 9600, 4800, 2400 hoặc 1200 bit/s như tại điểm A trong hình 3-12. Tốc độ truyền dẫn bùng nổ thực tế được giới hạn với 28,800 ký hiệu mã trong một giây. Kết quả là nó trở thành xung Walsh với vận tốc cố định 307,200 mã trong một giây. Mỗi xung Walsh được chia thành 4 xung PN. Vận tốc chuỗi

PN trải phổ được cố định là 1.2288 Mega mã/giây. Các tham số điều chế kênh lưu lượng về và các tham số điều chế kênh truy nhập được liệt kê tuần tự trong bảng 3-1 và 3-2.



<Hình 3-12> Cấu trúc kênh CDMA hướng về

Tham số	Tốc độ số liệu (bit/s)				Đơn vị
	9600	4800	2400	1200	
Tốc độ xung PN	1.228 8	1.228 8	1.228 8	1.228 8	Mc/s
Tốc độ mã	1/3	1/3	1/3	1/3	bit/ký hiệu mã
Chu kỳ phát chiếm	100%	50%	25%	12,5%	%
Tốc độ ký hiệu mã	28,80 0	28,80 0	28,80 0	28,80 0	Ký hiệu/giây

Điều chế	6	6	6	6	Ký hiệu mã/điều chế
Tốc độ ký hiệu điều chế	4800	4800	4800	4800	Ký hiệu/giây
Tốc độ xung Walsh	307,2 0	307,2 0	307,2 0	307,2 0	kc/s
Thời gian ký hiệu điều chế	208.3 3	208.3 3	208.3 3	208.3 3	us
Xung PN/ký hiệu mã	42.67	42.67	42.67	42.67	Xung PN/ký hiệu mã
Xung PN/ký hiệu điều chế	256	256	256	256	Xung PN/ký hiệu điều chế
Xung PN/xung Walsh	4	4	4	4	Xung PN/xung Walsh

<Bảng 3-1> Các tham số điều chế kênh lưu lượng hướng về

Tham số	Tốc độ số liệu (bit/s)	Đơn vị
	4800	
Tốc độ xung PN	1.2288	Mc/s
Tốc độ mã hoá	1/3	bit/ký hiệu mã
Lặp ký hiệu mã	2	Ký hiệu/ký hiệu mã
Chu kỳ phát chiếm	100.0	%
Tốc độ ký hiệu mã	28,800	Ký hiệu/giây
Điều chế	6	Ký hiệu mã/ký hiệu điều chế
Tốc độ ký hiệu điều chế	4800	Ký hiệu/giây
Tốc độ xung Walsh	307.20	kc/s
Thời gian ký hiệu điều chế	208.33	us
Xung PN/ký hiệu mã	42.67	Xung PN/ký hiệu mã
Xung/ký hiệu điều chế	256	Xung/ký hiệu điều chế
Xung PN/Xung Walsh	4	Xung PN/Xung Walsh

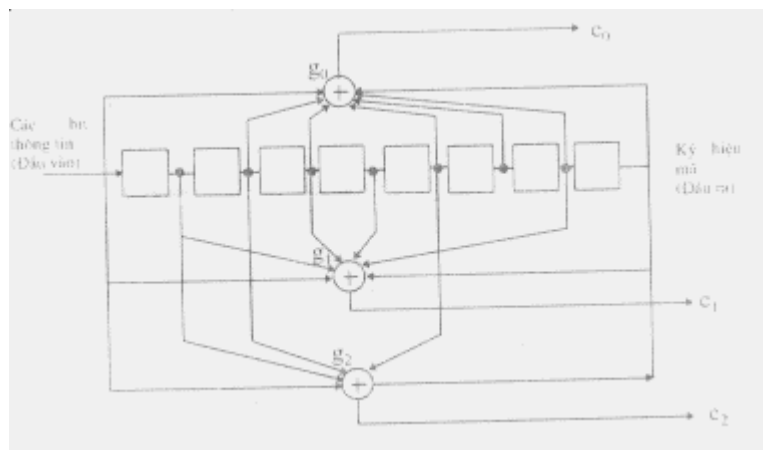
<Bảng 3-2> Các tham số điều chế kênh truy nhập

1) Mã hoá cuộn.

Bộ mã hoá cuộn với chiều dài bắt buộc là $k=9$ và vận tốc $1/3$ như được chỉ thị tại điểm B trong hình 3-12.

Các hàm tạo mã là g_0 tương đương 557 (octal), g_1 tương đương 663 (octal), và g_2 tương đương 711 (octal). Tốc độ tạo mã là 3 ký hiệu cho mỗi bit số liệu đưa tới bộ tạo mã. Các ký hiệu mã này được phát ra do đó ký hiệu mã (c_0) được mã hoá với hàm tạo mã g_0 sẽ được đưa ra trước, ký hiệu mã (c_1) được mã hoá với hàm tạo mã g_1 sẽ được đưa ra thứ hai, và ký hiệu mã (c_2) được mã hoá với hàm tạo mã g_2 sẽ được đưa ra cuối cùng. Trạng thái của bộ mã hoá cuộn sau khi khởi tạo sẽ có trạng thái với tất cả các bit là 0. Ký hiệu mã đầu tiên đưa ra sau khi khởi tạo sẽ là ký hiệu mã được mã hoá với hàm tạo mã g_0 .

Mã hoá cuộn cần phải có bộ công modul 2 cho các nhánh lựa chọn của chuỗi số liệu được trễ thời gian liên tiếp. Chiều dài của độ trễ chuỗi số liệu tương ứng với $k-1$, ở đây k là chiều dài bắt buộc của mã. Hình 3-13 cho thấy bộ mã hoá cho hệ mã được giới thiệu trong mục này.



<Hình 3-13> $K=9$, Tốc độ 1/3 bộ mã hoá cuộn

Tại điểm B và C trong hình 3-12 thực hiện các chức năng sau.

- (1) Trong kênh truy nhập, mỗi ký hiệu mã có tốc độ số liệu cố định là 4800 bit/s và mỗi ký hiệu được lặp lại một lần.
- (2) Trong kênh lưu lượng, tốc độ số liệu lớn nhất là 9600 kb/s. Trong trường hợp tốc độ số liệu là 4800 kb/s thì mỗi ký hiệu được lặp lại một lần. Với tốc độ số liệu 2400 kb/s thì mỗi ký hiệu được lặp lại 3 lần liên tục, và với tốc độ 1200 b/s là 7 lần.

2) Chèn

Như cho thấy tại điểm D trong hình 3-12, thuật toán chèn với kiểu tổ chức 32 hàng và 18 cột. Trong trường hợp tốc độ 9600 kb/s, bộ chèn bao gồm một ma trận 32x18 như trong bảng 3-3.

Tại tốc độ 9600 b/s, thứ tự truyền theo thứ tự trong hàng và theo hàng cho tới hết hàng 32. Tại tốc độ 4800 b/s, việc truyền theo trật tự mô tả như sau, trên cơ sở hàng nào sẽ được truyền.

Số thứ tự hàng ----->



Trong công thức trên, thứ tự truyền như sau:

$$J, J+2, J+1, J+3 \quad (3-8)$$

Trong trường hợp này, $J=1+4.i$, $i=0, 1, 2, 3 \dots (32/4-1)$

Tại tốc độ 2400 b/s, việc truyền theo trật tự mô tả như sau, trên cơ sở hàng nào sẽ được truyền.

$$J, J+4, J+1, J+5, J+2, J+6, J+3, J+7 \quad (3-9)$$

Trong trường hợp này, $J=1+8.i$, $i=0, 1, 2, \dots (32/8-1)$

Tại tốc độ 1200 b/s.

$$J, J+8, J+1, J+9, J+2, J+10, J+3, J+11, J+4, \\ J+12, J+5, J+13, J+6, J+14, J+7, J+15 \quad (3-10)$$

Trong trường hợp này, $J=1+16.i$, $i=1, 2$

Trong trường hợp ký hiệu mã của kênh truy nhập, các đường của bộ chèn theo thứ tự sau:

$$J, J+16, J+8, J+24, J+4, J+20, J+12, J+28, J+2, \\ J+8, J+10, J+26, J+6, J+22, J+14, J+30 \quad (3-11)$$

Trong trường hợp này, $J=1, 2$

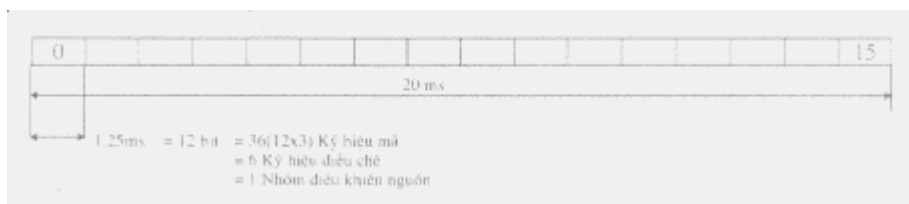
Cột	Hàng																	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	1	33	65	97	129	161	193	225	257	289	321	353	385	417	449	481	513	545
2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
32	32	64	96	128	160	192	224	256	288	320	352	384	416	448	480	512	544	576

<Bảng 3-3> Thuật toán chèn

3) Điều chế trực giao của kênh hướng về.

Tại điểm E trong hình 3-12, mảng Walsh 64 bao gồm 64 mã với chiều dài 64 bit cho mỗi mã. Mỗi mã có dạng kiểu trực giao với một mã khác. Mỗi trong 6 ký hiệu chỉ thị mã Walsh của 64 xung được truyền.

Một khung của kênh lưu lượng hướng về là 20 ms được chia làm 16 phần như nhau, chiều dài khuôn dạng của 16 nhóm (0-15) điều khiển công suất như nhau.



<Hình 3-14> Khung kênh CDMA hướng về

Kênh lưu lượng về và kênh truy nhập được mở rộng thành mã dài theo thứ tự truyền.

Mã dài có chu kỳ xung 242-1 và thoả mãn tính tuyến tính và hội qui xác định theo biểu thức sau:

$$P(x) = x^{42} + x^{35} + x^{33} + \dots + 1 \quad (3-12)$$

Mỗi xung PN mã hoá dài được tạo ra bởi thanh ghi dịch 42 bit.

4) Tạo chùm số liệu ngẫu nhiên

Tại điểm F trong hình 3-12, bộ tạo số liệu ngẫu nhiên tạo ra những mẫu mặt nạ bao gồm 0 và 1. Mẫu mặt nạ được xác định trên cơ sở tốc độ số liệu của khung và khối 14 bit được đưa ra từ mã dài. 14 bit này là 14 bit cuối cùng của mã dài được sử dụng cho mục đích mở rộng.

5) Trái phổ trực tiếp

Tại điểm G trong hình 3-12, kênh lưu lượng hướng về và kênh truy nhập là trái phổ trực tiếp bằng mã dài trước khi truyền. Quá trình trái phổ bao gồm chuỗi ra của bộ tạo giả chùm số liệu ngẫu nhiên được cộng modul 2 của mã dài. Mã dài có chu kỳ là 242-1.

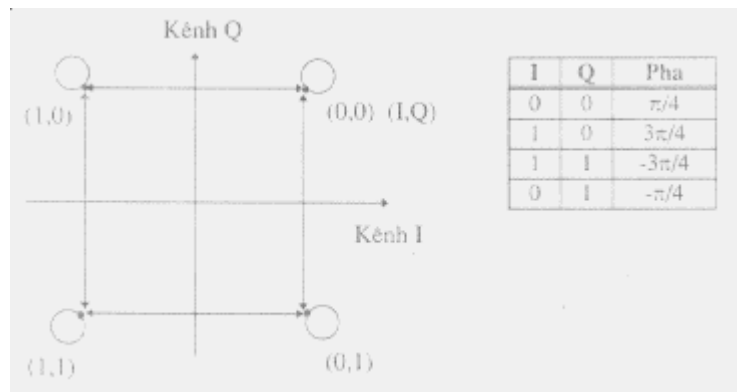
6) Trái phổ trực giao.

Chuỗi được sử dụng trong trái phổ trực giao cũng tương tự như điểm G trong hình 3-12. Dãy này có chu kỳ 215 xung và đa thức trái phổ cho kênh I, và Q dẫn đường chuỗi PN có chu kỳ 215-1 xung như dưới đây:

$$P_1(x) = x^{15} + x^{13} + x^9 + x^8 + x^7 + x^5 + x^1 \quad (3-13)$$

$$P_q(x) = x^{15} + x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^6 + x^3 + x^1 \quad (3-14)$$

Chuỗi PN dẫn đường được lặp lại mỗi 26.66 ms (215/1228800 s). Nó được lặp lại chính xác là 75 lần trong mỗi 2 giây. Kênh hướng về I và Q của CDMA được đối chiếu với điều chế QPSK bù như hình 3-15.

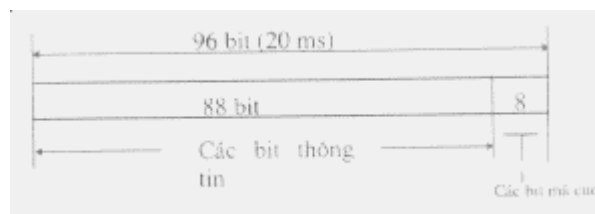


<Hình 3-15> Trãi phổ trực giao kênh CDMA hướng về.

3.2.2 Kênh truy nhập và kênh lưu lượng hướng về.

1) Kênh truy nhập

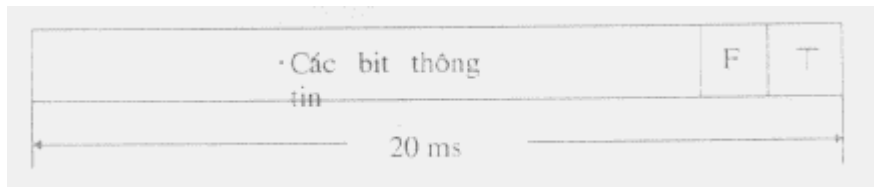
- * Thời gian sắp hàng - Khung kênh truy nhập bắt đầu chỉ khi thời gian hệ thống là bội số nguyên lần 20 ms.
- * Tốc độ điều chế - cố định tại 4800 b/s.
- * Kênh CDMA hướng về bao gồm 32 kênh truy nhập từ 0 tới 31, mỗi kênh được hỗ trợ bằng một kênh nhấn tin. Mỗi kênh truy nhập chỉ liên quan tới một kênh nhấn tin của kênh CDMA hướng đi. Cấu trúc của kênh CDMA đi được mô tả trong các phần sau:
- * Cấu trúc khung được mô tả trong hình 3-16.



<Hình 3-16> Cấu trúc khung kênh truy nhập

2) Kênh lưu lượng hướng về

- * Kênh lưu lượng hướng về được truyền theo tốc độ thay đổi 9600, 4800, 2400, hoặc 1200 b/s.
- * Tất cả các khung được truyền liên tiếp với mỗi khung dài 20 ms và cấu trúc của khung được trình bày trong hình 3-17.



<Hình 3-17> Cấu trúc khung kênh lưu lượng hướng về.

Trong hình 3-17, phần bit thông tin (I), chỉ thị chất lượng khung (F) và phần các bit cuối (T) được qui định cấu hình như trong bảng 3-4 và phù hợp với tốc độ truyền dẫn.

Tốc độ truyền	Bit thông tin (I)	Chỉ thị chất lượng khung (F)	Bit cuối
9600 b/s	172 bit	12 bit	8 bit
4800 b/s	80 bit	8 bit	8 bit
2400 b/s	40 bit	8 bit	8 bit
1200 b/s	16 bit	8 bit	8 bit

Bảng 3-4 Cấu hình các bit khung kênh lưu lượng hướng về

Biểu thức sau là biểu thức tạo bit của bộ chỉ thị chất lượng khung.

$$g(x) = x^{12} + x^{11} + x^{10} + x^9 + x^8 + x^4 + x + 1 \text{ (trường hợp 9600 b/s)} \quad (3-15)$$

$$g(x) = x^8 + x^7 + x^4 + x^3 + x + 1 \text{ (trường hợp 4800 b/s)} \quad (3-16)$$

(1) Khởi tạo kênh lưu lượng hướng về.

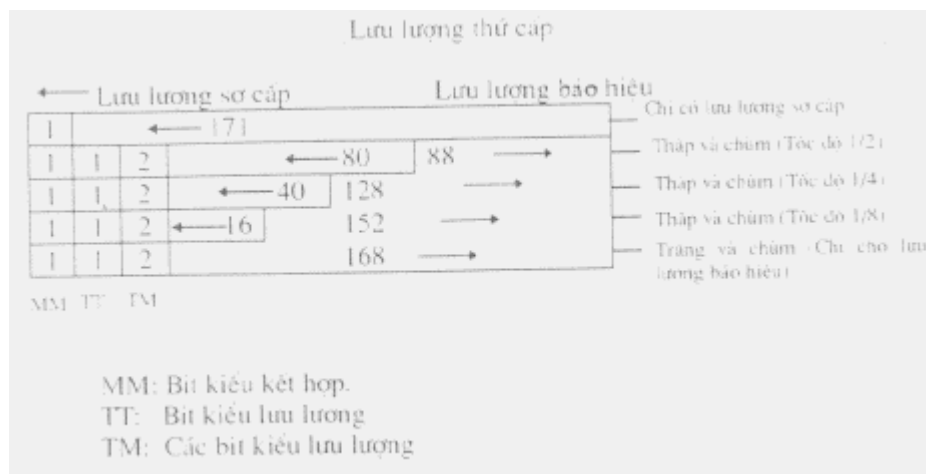
Được sử dụng để chiếm dụng kênh lưu lượng về tại trạm gốc. Khởi tạo là khung với 192 bit 0 tại tốc độ 9600 b/s.

(2) Kênh lưu lượng hướng về rỗng.

Đây là hoạt động để giữ hàm đa thức sử dụng khi dịch vụ lựa chọn vẫn chưa sử dụng. Số liệu kênh lưu lượng rỗng có cấu hình một khung mười sáu số 1 liên tiếp và theo sau là tám số 0 tại tốc độ 1200 bit/s.

(3) *Bit thông tin và chuẩn thời gian.*

Phần bit thông tin (172 bit) có thể được sử dụng để cung cấp dung lượng truyền cho lưu lượng sơ cấp và báo hiệu hoặc lưu lượng thứ cấp. Lưu lượng báo hiệu được truyền thông qua số liệu "trắng và chòm", và lưu lượng báo hiệu dùng chung khung với lưu lượng sơ cấp. Cấu trúc bit của năm bit thông tin khác mô tả trong hình 3-18 được sử dụng cho máy di động. Chuẩn thời gian được thiết lập tại máy di động. Thời gian tạo ra của thiết bị đa luồng tới sớm nhất được sử dụng cho quá trình giải điều chế. Chuẩn thời gian được coi bắt đầu từ khi kênh lưu lượng đi được sử dụng như thời gian truyền của kênh lưu lượng về. Chuẩn thời gian cũng được coi như bắt đầu từ khi kênh nhận tin được sử dụng như thời gian truyền cho truy nhập.



<Hình 3-18> Phần bit thông tin cho lưu lượng sơ cấp và thứ cấp

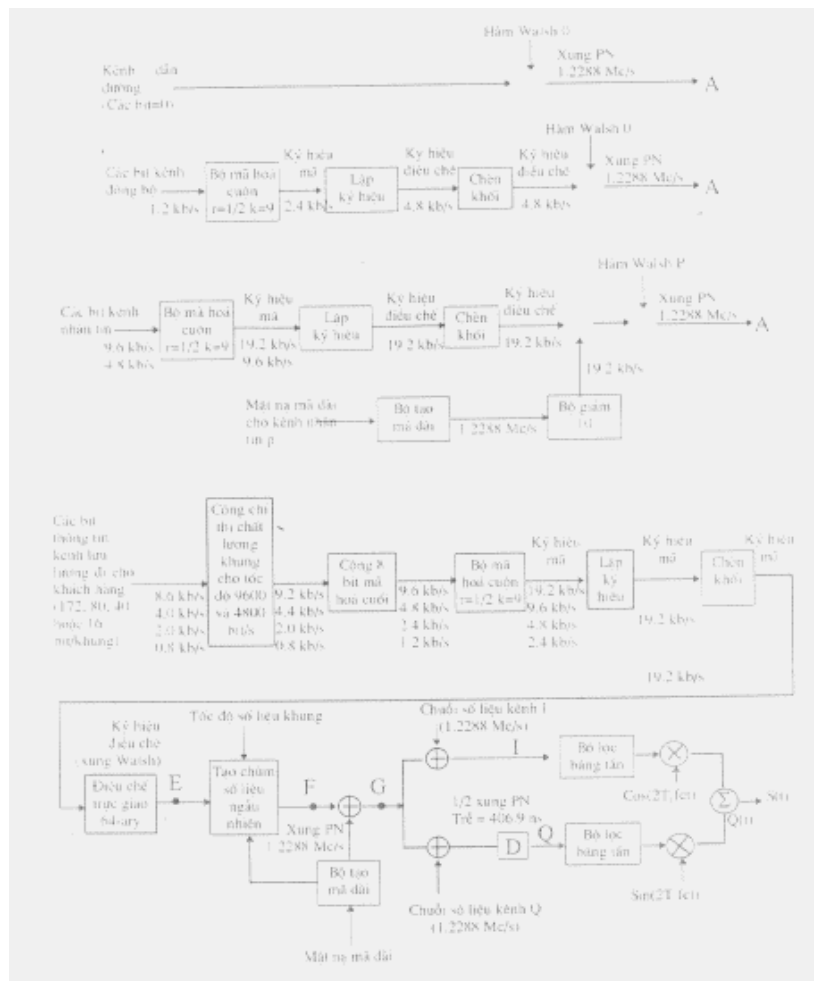
3.2.3 Tín hiệu kênh CDMA hướng tới.

Kênh hướng đi ghép phân chia theo mã bao gồm các kênh mã như tín hiệu dẫn đường, tín hiệu kênh 1 truy nhập ghép phân chia theo mã đồng bộ đi (Sync), kênh nhận tin (1-7), kênh lưu lượng đi ... Mỗi kênh trong số đó được thực hiện trực giao bởi một trong 64 hàm mã hoá Walsh và sau đó được triển khai thành cặp trực giao của chuỗi PN tại tốc độ xung không đổi là 1.2288 mega mã/giây. Hình 3-6 cho thấy ví dụ của việc truyền kênh CDMA hướng đi từ trạm gốc. Mỗi kênh lưu lượng bao gồm số liệu lưu lượng và kênh phụ điều khiển nguồn máy di động.

1) *Kênh CDMA hướng đi*

Cấu trúc của kênh dẫn đường, kênh đồng bộ, kênh nhắn tin, và kênh lưu lượng hướng đi được trình bày trong hình 3-19. Trong hình này, hai phần của điều chế và triển khai trực giao đã được trình bày dưới dạng biểu đồ và tốc độ số liệu của đầu vào như sau:

- (1) Kênh dẫn đường gửi toàn bộ '0' với tốc độ 19.2 kb/s.
- (2) Kênh đồng bộ hoạt động với tần số không đổi 1200 b/s.
- (3) Kênh nhắn tin hỗ trợ cho tốc độ số liệu cố định 9600, 4800, và 2400 b/s.
- (4) Kênh lưu lượng hướng đi hỗ trợ cho hoạt động với các tốc độ số liệu khác nhau như 9600, 4800, 2400, và 1200 b/s.



<Hình 3-19> Cấu trúc kênh CDMA hướng đi

2) Điều chế

Điều chế của kênh dẫn đường không thực hiện việc sửa lỗi trước khi truyền. Kênh nhận từng bit và triển khai nó thành 64 bit mã Walsh. Tốc độ số liệu từ 19,2 kb/s nâng lên thành 1.2288 Mc/s. Các biến số điều chế của kênh đồng bộ, kênh nhấn tin, kênh lưu lượng hướng đi được trình bày tương ứng trong các bảng 3-5, 3-6 và 3-7. Kênh đồng bộ, kênh nhấn tin, và kênh lưu lượng hướng đi được mã hoá trước khi truyền. Tốc độ của mã hoá chùng bằng nửa chiều dài nén của 9 thanh ghi.

Tham số	Tốc độ số liệu (bit/s)		Đơn vị
	1200		
Tốc độ xung PN	1.2288		Mc/s
Tốc độ mã	1/2		bit/ký hiệu mã
Lập mã	2		Ký hiệu điều chế/ký hiệu mã*
Tốc độ ký hiệu điều chế	4,800		Ký hiệu/giây
Xung PN/ký hiệu điều chế	256		Xung PN/ký hiệu điều chế
Xung PN/bit	1024		Xung PN/bit

*Lập lại của mỗi ký hiệu mã là ký hiệu điều chế

<Bảng 3-5> Các tham số điều chế kênh đồng bộ.

Tham số	Tốc độ số liệu (bit/s)		Đơn vị
	9600	4800	
Tốc độ xung PN	1.2288	1.2288	Mc/s
Tốc độ mã hoá	1/2	1/2	bit/ký hiệu mã
Lập mã	1	2	Ký hiệu điều chế/ký hiệu mã *
Tốc độ ký hiệu điều chế	19,200	19,200	Ký hiệu/giây
Xung PN/ký hiệu điều chế	64	64	Xung PN/ký hiệu điều chế

Xung PN/bit	128	256	Xung PN/bit
-------------	-----	-----	-------------

*Lặp lại của mỗi ký hiệu mã là ký hiệu điều chế

<Bảng 3-6> Các tham số điều chế kênh nhắn tin

Tham số	Tốc độ số liệu (bit/s)				Đơn vị
	9600	4800	2400	1200	
Tốc độ xung PN	1.228 8	1.228 8	1.228 8	1.228 8	Mc/s
Tốc độ mã	1/2	1/2	1/2	1/2	bit/ký hiệu mã
Lặp mã	1	2	4	8	Ký hiệu điều chế/ký hiệu mã*
Tốc độ ký hiệu điều chế	19,20 0	19,20 0	19,20 0	19,20 0	Ký hiệu/giây
Xung PN/ký hiệu điều chế	64	64	64	64	Xung PN/ký hiệu điều chế
Xung PN/bit	128	128	128	128	Xung PN/bit

*Lặp lại của mỗi ký hiệu mã là ký hiệu điều chế

<Bảng 3-7> Các tham số điều chế kênh lưu lượng hướng đi

3) Lặp ký hiệu mã

Việc lặp cho kênh nhắn tin và kênh lưu lượng hướng đi phụ thuộc tốc độ số liệu của mỗi kênh. Tốc độ số liệu thấp yêu cầu số lần lặp nhiều hơn để tạo ra tốc độ ký hiệu điều chế là 19,2 kb/s.

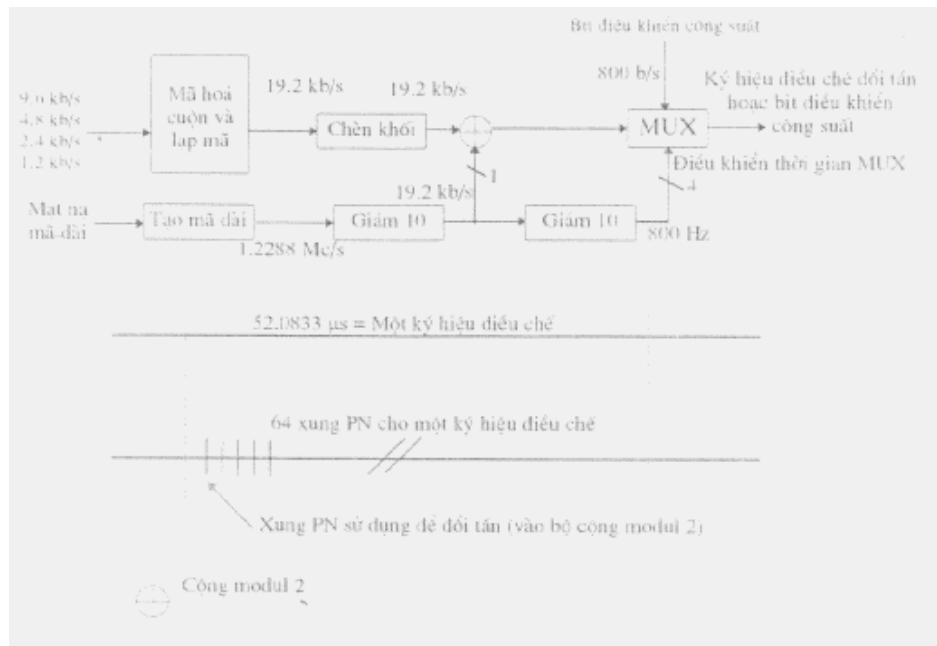
Mỗi ký hiệu mã hoá được lặp lại hai lần cho kênh đồng bộ và tốc độ ký hiệu điều chế là 4800 ký hiệu/giây. Số liệu 4800 ký hiệu/giây được điều chế bởi hàm mã hoá Walsh. W32, bằng việc nhân bốn lần. Như vậy, mỗi ký hiệu thành $4 \times 64 = 256$ mã/giây.

4) Chèn khối

Mục đích của sử dụng chèn khối là để tránh lỗi bùng nổ khi chuyển số liệu trong môi trường pha định nhiễu ngẫu nhiên.

5) Đối tần số liệu

Đối tần số liệu đạt được bằng việc cộng modul 2 của ký hiệu đầu ra bộ chèn với giá trị nhị phân của xung PN mã hoá dài (242-1). Mặt nạ mã dài dành cho mục đích bí mật. Thêm vào đó, sau khi chuyển qua hai bộ giảm 10, tốc độ số liệu mã hoá dài giảm xuống 800 Hz và qua điều khiển thời gian MUX. Các mạch được mô tả trong hình 3-20.



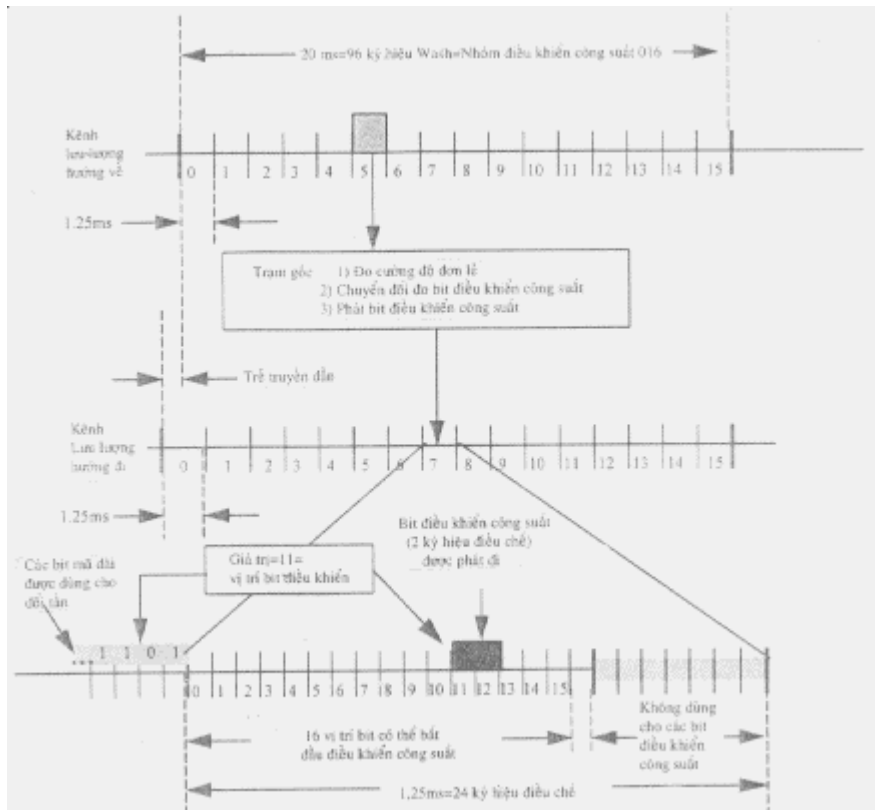
<Hình 3-20> Chức năng bộ đối tần số liệu và biểu đồ thời gian

6) Kênh phụ điều khiển nguồn.

Kênh này sẽ gửi bit '0' để chỉ thị cho máy di động tăng mức công suất trung bình tại một tốc độ bit (ví dụ 800 b/s) trong mỗi 1.25 ms và gửi bit '1' để giảm mức công suất. ở đây cho phép có 16 điểm bắt đầu. Mỗi vị trí tương ứng với một trong 16 ký hiệu điều chế sơ cấp. Hình 3-21 chỉ thị giá trị lấy mẫu ngẫu nhiên của vị trí bit điều khiển công suất. Kênh lưu lượng về gửi một trong 6 ký hiệu Walsh tại 1.25 ms. Trạm gốc đo chiều dài của tín hiệu và đổi chiều dài đo được thành bit điều khiển công suất, và truyền nó như 4 bit nhị phân (mức 0 tới 15) bằng việc đối tần bit 23, 22, 21 và 20. Trong hình 3-21, giá trị của bit 23, 22, 21, 20 là 1011(2) (số thập phân là 11). Điểm bắt đầu của bit điều khiển nguồn là thứ 11 trong 1.25 ms của khe thời gian thứ 7.

7) *Trải phổ trực giao*

Mỗi kênh mã trong kênh đi truyền một trong 64 hàm Walsh tại tốc độ xung không đổi 1.2288 Mc/s để thực hiện kênh trực giao giữa các kênh ghép kênh truy nhập.



<Hình 3-21> Ngẫu nhiên của vị trí các bit điều khiển công suất

3.2.4 **Bù chuỗi PN**

1) *Kênh dẫn đường*

Kênh dẫn đường được truyền bởi trạm gốc tại bất kỳ thời điểm nào khi hàm Walsh là W0. Bù chuỗi PN dẫn đường sử dụng để phân biệt các trạm gốc. Bù thời gian được chỉnh lại trong hệ thống tổ ong CDMA.

2) *Kênh đồng bộ.*

Kênh đồng bộ mã hoá chèn, triển khai, và điều chế trải phổ tín hiệu. Kênh đồng bộ, một kênh dẫn đường cho trạm gốc hiện thời, sử dụng cùng kiểu.

3) Bộ nhận trong máy di động.

Trong máy di động, quá trình giải điều chế thực hiện bù cơ sở cho quá trình xử lý điều chế của trạm gốc. Máy di động cung cấp ít nhất 4 phần tử xử lý. Ba trong số đó là các phần tử bám theo và giải điều chế đa luồng cho kênh CDMA đi. ít nhất phải có một phần tử có khả năng dùng làm phần tử bám theo quét chiều dài tín hiệu để bù chuỗi dẫn đường và thực hiện ước lượng. Chiều dài tín hiệu dẫn đường sử dụng để lựa chọn trạm gốc yêu cầu khi ở trạng thái nghỉ và khởi tạo. Ngoài ra, chiều dài tín hiệu dẫn đường dùng để tìm kiếm máy di động khi có yêu cầu chuyển vùng cuộc gọi hoặc khi thiết lập trạm gốc mới. Thông tin của cuộc gọi chuyển vùng được chuyển tới trạm gốc qua kênh báo hiệu về (Xem bảng 3-8). Về mặt ghép kênh, kênh lưu lượng đi và về là như nhau.

Tốc độ truyền (bit/s)	Các bit tạo dạng			Lưu lượng sơ cấp	Lưu lượng báo hiệu	Lưu lượng thứ cấp	Các loại khung kênh lưu lượng
	Kiểu kết hợp (MM)	Kiểu lưu lượng (TT)	Kiểu lưu lượng (TM)	Bit/khung	Bit/khung	Bit/khung	
9600 * * * *	'0'	-	-	171	0	0	1
	'1'	'0'	'00'	80	88	0	2
	'1'	'0'	'01'	40	128	0	3
	'1'	'0'	'10'	16	152	0	4
	'1'	'0'	'11'	0	168	0	5
	'1'	'1'	'00'	80	0	88	11
	'1'	'1'	'01'	40	0	128	12
	'1'	'1'	'10'	16	0	152	13
	'1'	'1'	'11'	0	0	168	14
4800	-	-	-	80	0	0	6
2400	-	-	-	40	0	0	7
1200	-	-	-	16	0	0	8

<Bảng 3-8> Bit thông tin kênh lưu lượng đi và về cho ghép kênh