

HỌC VIỆN CÔNG NGHỆ BƯU CHÍNH VIỄN THÔNG

.....oOo.....

BÁO CÁO THỰC TẬP TỐT NGHIỆP

Ứng dụng giàn anten thích ứng cho thông tin di động CDMA

Sinh viên: Trần Văn Vinh

Lớp: Đ02VT

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những thập niên gần đây, cùng với sự phát triển vượt bậc về khoa học kỹ thuật, những nhà nghiên cứu đã không ngừng đưa ra những phương pháp truyền tin mới, hiệu quả và tiện dụng hơn đáp ứng nhu cầu thông tin ngày càng cao của con người. Phương pháp truyền dẫn di động là một trong những phương pháp tiêu biểu. Các thế hệ truyền dẫn di động liên tục ra đời và thay thế công nghệ cũ, ban đầu là công nghệ đa truy nhập phân chia theo tần số FDMA của thông tin di động thế hệ thứ nhất. Khắc phục những hạn chế của thế hệ thứ nhất, hệ thống thông tin di động GSM đã ra đời và phát triển rộng rãi với nhiều ưu điểm vượt trội. Tuy nhiên, hệ thống GSM vẫn chưa đáp ứng được yêu cầu là một hệ thống thông tin thích hợp với cả truyền dẫn thoại và dữ liệu, lại tiết kiệm băng tần truyền dẫn. Một yêu cầu mới đặt ra là phải có một hệ thống thông tin mới với những tính năng ưu việt hơn hệ thống GSM. Hệ thống CDMA ra đời với kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo mã cho phép nhiều người sử dụng dùng chung một dải tần truyền dẫn, với tốc độ truyền dẫn cao đã chứng tỏ vị trí và tính ưu việt của nó. Ở Việt Nam, công nghệ CDMA đang được khai thác và đang rất được quan tâm. Tuy nhiên, sự phát triển của công nghệ hiện đại luôn luôn đòi hỏi phải có những sáng tạo mới, vì thế mà người ta không ngừng cải tiến hệ thống thông tin di động CDMA để tăng thêm những tiện ích cho hệ thống.

Một phương pháp *rất được quan tâm* đó là *sử dụng thiết bị thu phát thông minh*. Hệ thống anten thông minh là một *sự lựa chọn khá hợp lý* cho các nhà nghiên cứu cũng như khai thác hệ thống. Giàn anten thích ứng là một loại anten thông minh cho hiệu quả truyền dẫn khá cao. Triển khai giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA là một lựa chọn khá phù hợp. Vì vậy nó rất cần được nghiên cứu một cách có hệ thống và được phổ biến rộng rãi.

Là một sinh viên chuyên ngành Điện tử - viễn thông, với mong muốn tìm hiểu sâu hơn về việc ứng dụng hệ thống anten thông minh và góp phần vào

công cuộc xây dựng cũng như phát triển nâng cao chất lượng truyền dẫn di động ở nước ta thông qua việc ứng dụng anten thông minh, tôi đã quyết định lựa chọn đề tài “**Ứng dụng giàn anten thích ứng cho thông tin di động CDMA**” làm đề tài đồ án tốt nghiệp của mình.

Đề tài “**Ứng dụng giàn anten thích ứng cho thông tin di động CDMA**” bao gồm phần mở đầu, kết luận và phần nội dung đồ án với gần 80 trang được chia làm ba chương:

- Chương I Tổng quan về thông tin di động CDMA
- Chương II Tổng quan về giàn anten thích ứng.
- Chương III Giàn anten thích ứng cho hệ thống CDMA.

Để thực hiện đồ án tốt nghiệp này, chúng tôi đã sử dụng những kiến thức được trang bị trong 4 năm đại học và những kiến thức chọn lọc từ các tài liệu của các thầy giáo, cô giáo trong và ngoài học viện. Ngoài ra, đồ án còn sử dụng những tài liệu về anten thông minh đã được phổ biến rộng rãi trên Internet.

Mặc dù đã rất cố gắng, nhưng do hạn chế về thời gian cũng như những hiểu biết có hạn của một sinh viên nên đồ án không tránh khỏi thiếu sót. Để đồ án được hoàn thiện hơn, tôi rất mong nhận được các ý kiến đóng góp của các thầy giáo, cô giáo cũng như các bạn sinh viên.

Trong quá trình thực hiện đồ án, tôi đã nhận được sự giúp đỡ nhiệt tình từ phía các thầy giáo, cô giáo. Qua đây, tôi xin gửi lời cảm ơn chân thành tới các thầy cô giáo trong Bộ môn Vô tuyến và các thầy cô trong Học viện công nghệ Bru chính Viễn thông và đặc biệt là cô giáo, thạc sỹ **Phạm Thị Thuý Hiền** đã giúp đỡ và hướng dẫn tôi hoàn thành bản đồ án này.

Em xin chân thành cảm ơn!

Hà Nội ngày 22 tháng 10 năm 2005

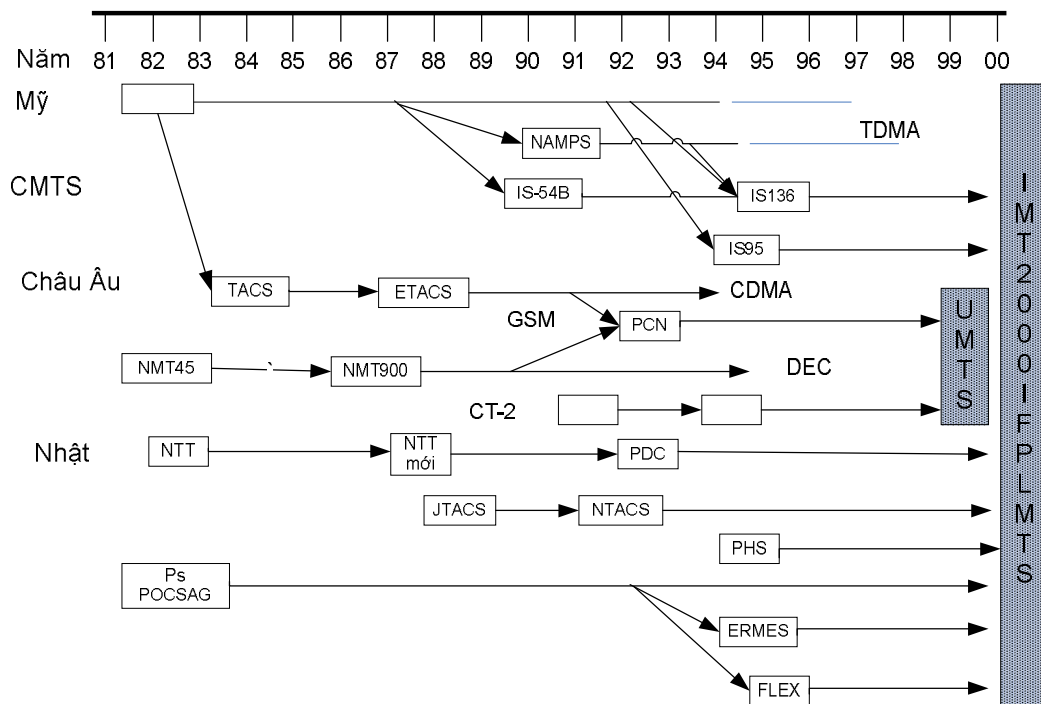
Sinh viên **Vũ Xuân Đại**

CHƯƠNG I TỔNG QUAN VỀ THÔNG TIN DI ĐỘNG CDMA

1.1. Sơ lược về hệ thống thông tin di động

1.1.1. Quá trình phát triển

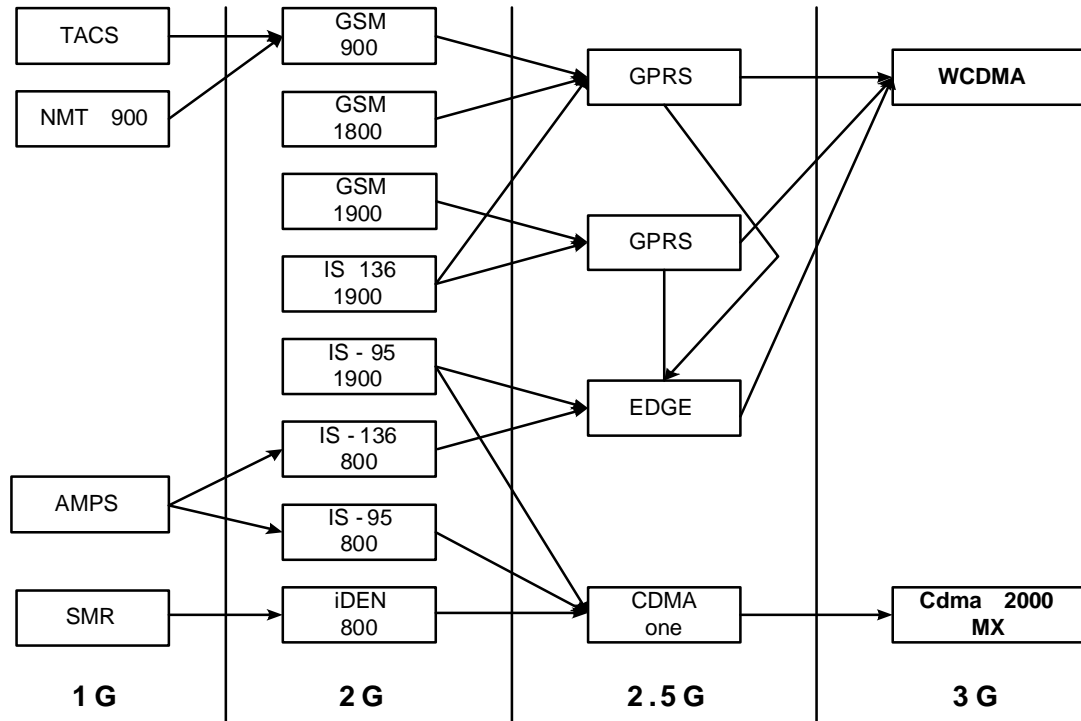
Thế kỷ qua đã chứng kiến một sự thay đổi lớn trong sự phát triển của công nghệ truyền tin. Các công nghệ mới liên tục ra đời thay thế công nghệ cũ với nhiều ưu điểm vượt trội. Có thể nói sự ra đời của thông tin di động là một bước đột phá lớn trong công nghệ truyền tin. Lịch sử phát triển của thông tin di động được thể hiện một cách sơ lược trong hình 1.1 [3 /6]



Hình 1.1 Quá trình phát triển của các hệ thống thông tin di động

Lần đầu tiên xuất hiện vào năm 1920 trong các cơ quan quân sự Hoa Kỳ, chiếc máy di động lúc đó là phương tiện lạc giữ các đơn vị trinh sát, mãi đến năm 1960 nó mới thực sự được phát triển thành một hệ thống sử dụng được. Máy điện thoại di động lúc này rất ít tiện ích và có dung lượng rất nhỏ.

Mạng điện thoại di động đầu tiên được đưa vào thương mại hoá là vào đầu những năm 1980, hệ thống thông tin di động này sử dụng công nghệ đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA), và sử dụng kỹ thuật truyền dẫn tương tự (Analoge). Hệ thống này được triển khai ở Bắc Mỹ với tên gọi là AMPS (Analoge Mobile Phone System), và về sau này được gọi là hệ thống thông tin di động thế hệ thứ nhất (1G).



Hình 1.2. Các thế hệ hệ thống thông tin di động

Ngoài AMPS, Thế hệ thông tin di động thứ nhất gồm có các hệ thống đã được khai thác như:

- TACS (Total Access Communication System): Hệ thống thông tin di động truy nhập toàn bộ.
- NMT450 (Nordic Mobile Telephone 450): Hệ thống điện thoại di động Bắc Âu băng tần 450 MHz.
- NMT900: Hệ thống thông tin di động Bắc Âu băng tần 900 MHz.

- NTT (Nippon Telegraph and Telephone): Hệ thống điện thoại và điện báo do Nippon phát triển.

Do những hạn chế của công nghệ đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA) như: hạn chế về dung lượng, tần số, chất lượng, khả năng truyền dẫn... đã thúc đẩy các nhà nghiên cứu để tìm ra một kỹ thuật truyền tin với phương pháp đa truy nhập mới khắc phục những hạn chế trên. Được phát triển từ năm 1982 với tên gọi ban đầu là “Nhóm đặc trách di động” (Group Special Mobile) đánh dấu một bước phát triển mới trong truyền dẫn di động bằng việc sử dụng công nghệ số băng thấp. Hệ thống GSM sử dụng cả hai công nghệ đa truy nhập FDMA và TDMA và dải tần sử dụng là 900 MHz. Hệ thống thông tin di động này được gọi là hệ thống thông tin di động *thế hệ hai (2G)*. Hệ thống 2G đã và đang phát triển rất mạnh với nhiều ưu điểm vượt trội so với hệ thống 1G.

Các hệ thống sử dụng công nghệ của thế hệ 2G là:

- IS-54 TDMA (Interim Standard 54 TDMA).
- IS-136 TDMA.
- GSM (Global System for Mobile Communication): Hệ thống thông tin di động toàn cầu.
- PCN (Personal Communication Network): Mạng thông tin cá nhân.
- CT-2 (Cordless Telecommunication): Điện thoại không dây.
- DECT (Digital Enhanced Cordless Telecommunication): Viễn thông không dây số tiên tiến.
- PDC (Personal Digital Cellular): Hệ thống tổ ong số cá nhân.

Ngoài ra còn có các hệ thống nhắn tin cùng tồn tại song song như: POCSAG, ERMES.

Việc ứng dụng các kết quả nghiên cứu mới đã giúp các nhà khai thác dịch vụ viễn thông cải thiện đáng kể vấn đề truyền dẫn của mình. Hệ thống GSM,

PDC và các hệ thống sử dụng TDMA khác đã phát triển công nghệ 2G+ (hay thế hệ 2,5G), dựa trên chuyển mạch gói và tăng tốc độ truyền số liệu lên tới 384kbps. Các hệ thống 2G+ dựa trên các công nghệ: HSCSD (High Speed Circuit-Switched Data), GPRS (General Packet Radio Service) và EDGE (Enhanced Data Rates for GSM Evolution).

Hệ thống thông tin di động *thế hệ ba (3G)* là sự hội tụ của nhiều hệ thống viễn thông vô tuyến 2G trong một hệ thống toàn cầu bao gồm cả các thành phần vệ tinh và mặt đất. Là một hệ thống ứng dụng công nghệ CDMA, làm việc ở dải tần 2 GHz cho phép cung cấp rất nhiều dịch vụ tốc độ thấp cũng như tốc độ cao. Một trong những đặc điểm quan trọng của 3G là khả năng thống nhất các tiêu chuẩn ô như CDMA, GSM, TDMA. Có ba phương thức đạt được kết quả này là WCDMA, CDMA2000 và UWC136 (Universal Wireless Communication)

CDMA2000 tương thích với CDMA thế hệ hai IS-95 phần lớn đã được sử dụng ở Mỹ.

UWC, còn được gọi là IS-136HS, đã được đề xuất bởi TTA và thiết kế theo chuẩn ANSI-136, một tiêu chuẩn TDMA Bắc Mỹ.

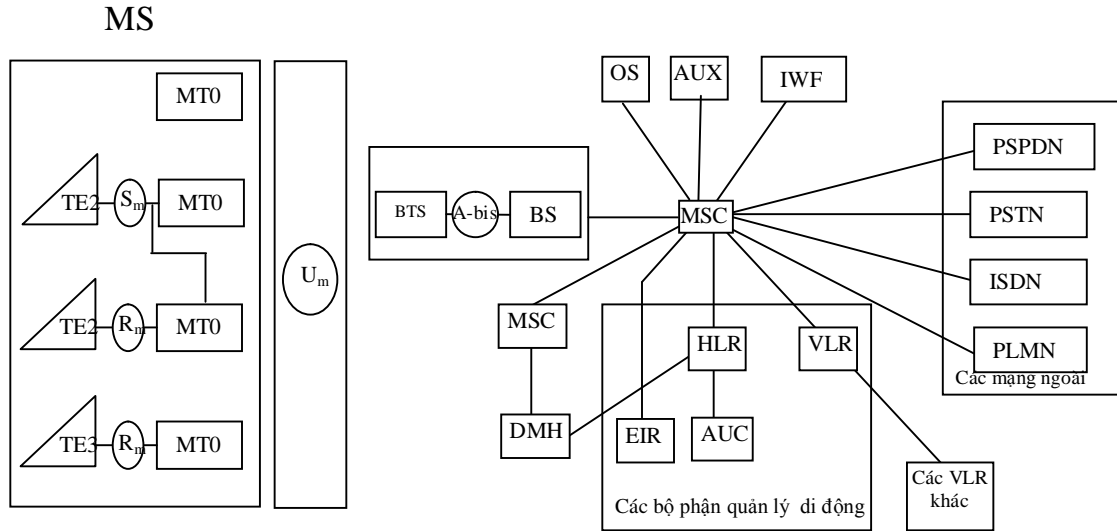
WCDMA tương thích với mạng 2G GSM phổ biến ở châu Âu và đa phần châu Á. WCDMA sử dụng băng tần 5MHz và 10 MHz, tạo nên một nền tảng thích hợp cho các nhiều ứng dụng. Nó có thể đặt trên các mạng GSM, TDMA hay IS-95 sẵn có. Mạng WCDMA sẽ được sử dụng cho các ứng dụng tốc độ cao và các hệ thống 2G được sử dụng cho các cuộc gọi thoại thông thường.

1.1.2. Cấu trúc chung của hệ thống thông tin di động

1.1.2.1. Mô hình hệ thống thông tin di động

Hệ thống thông tin di động có thể hiểu là một tập hợp các phần tử vật lý thực hiện các chức năng về thu, phát, truyền dẫn và tương thích giữa các phần tử với nhau. Hầu như tất cả các thiết bị này đều được chuẩn hoá, vì vậy mà nhà

cung cấp dịch vụ và người sử dụng có thể dùng các thiết bị của những hãng khác nhau để truy nhập vào cùng một hệ thống. Mô hình tham khảo của một hệ thống thông tin di động thông thường có dạng như hình 1.3.



Hình 1.3 Cấu trúc hệ thống thông tin di động

Cấu trúc của hệ thống thông tin di động bao gồm các khối thực hiện các chức năng khác nhau. Ta có thể tạm phân hệ thống thông tin di động ra thành: khối thiết bị di động, khối các thiết bị tập trung và khối thiết bị giao tiếp với mạng ngoài.

Trong cấu trúc của hệ thống gồm có các khối thiết bị chính sau:[1 /26]

- MS (Mobile Station): *Trạm di động* thực hiện các chức năng truy nhập vào hệ thống di động thông qua giao diện vô tuyến.
- BTS (Base Transceiver Station): *Trạm thu phát gốc* bao gồm các thiết bị thực hiện nhiều chức năng phức tạp. Trong đó bộ phận quan trọng nhất của BTS là TRAU thực hiện các chức năng về mã hoá và giải mã.
- BSC (Base Station Control): *Bộ điều khiển trạm gốc* thực hiện các chức năng quản lý tất cả các thiết bị truy nhập hệ thống thông qua giao diện vô tuyến.

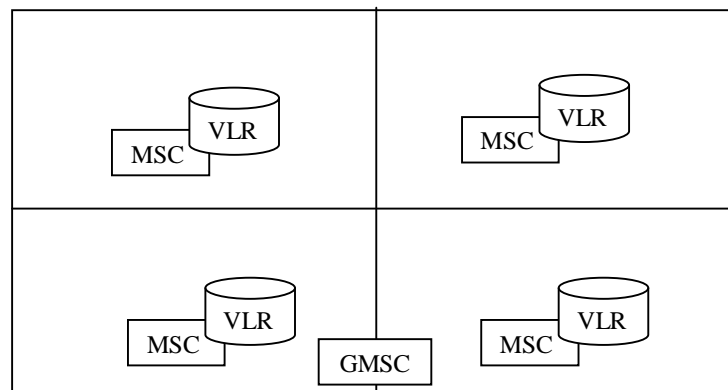
- MSC (Mobile service Switching Center): *Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ di động* thực hiện các chức năng thiết lập các cuộc gọi đến người sử dụng mạng di động. Nó cung cấp các giao diện giao tiếp BSC với mạng ngoài.

1.1.2.2. Cấu trúc địa lý của hệ thống thông tin di động

Không giống như với mạng truyền thông cố định, việc quản lý thiết bị di động là một vấn đề rất phức tạp. Để thuận tiện trong việc quản lý mạng cũng như các thiết bị di động người ta phân chia mạng di động theo cấu trúc địa lý. Đây là một phương pháp rất hiệu quả cho phép người ta có thể dễ dàng quản lý thiết bị cũng như xác định công suất phát hay lưu lượng cục bộ của mạng.

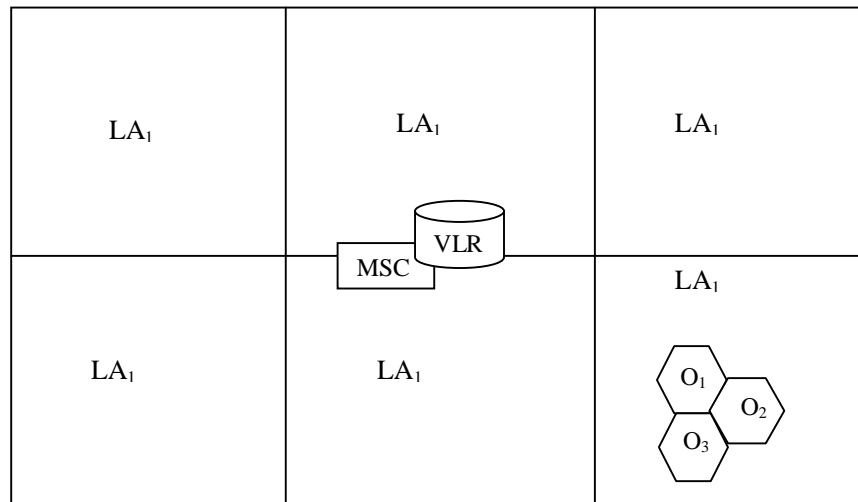
Theo như phương pháp đó, người ta phân mạng di động ra thành vùng mạng, vùng phục vụ, vùng định vị và ô.

- *Phân chia theo vùng mạng*: mỗi quốc gia thường được phân thành nhiều vùng mạng viễn thông. Mỗi vùng mạng được đại diện bằng tổng đài GMSC làm việc như một tổng đài trung kế, thực hiện các chức năng hỏi đề định tuyến và kết cuối trạm di động.



Hình 1.4 Các vùng phục vụ MSC/VLR

- *Phân chia theo vùng phục vụ MSC/VLR:* Mỗi mạng được chia thành nhiều vùng nhỏ, mỗi vùng này được phục vụ bởi một MSC/VLR ta gọi là vùng phục vụ MSC/VLR
- *Vùng định vị:* Mỗi vùng phục vụ MSC/VLR được chia thành một số vùng định vị LA. Khi ở trong LA, trạm di động có thể di chuyển tự do mà không cần phải cập nhật thông tin vị trí cho MSC/VLR. Ở vùng này, thông báo sẽ được phát quảng bá để tìm thuê bao di động bị gọi.



Hình 1.5 Phân chia ô trong các vùng và vùng phục vụ MSC/VLR

- *Phân ô:* Ô là phạm vi định vị nhỏ nhất, nó được xác định bằng một vùng phủ vô tuyến và được mạng nhân dạng bằng ô toàn cầu (CGI – Cell Global Identify).

1.1.3. Đặc điểm truyền dẫn di động

Việc truyền dẫn trong thông tin di động sử dụng giao diện truyền dẫn vô tuyến, vì thế việc truyền dẫn này luôn bị ảnh hưởng bởi môi trường truyền dẫn hờ và sự hạn chế về băng tần.

Môi trường truyền dẫn hờ gây rất nhiều khó khăn cho việc đảm bảo về chất lượng truyền tin. Bởi lẽ, với môi trường hờ, việc truyền tin luôn phải chịu những ảnh hưởng của môi trường bên ngoài như: ảnh hưởng của thời tiết, khí

hậu, của địa hình, của các nguồn nhiễu trong tự nhiên, hay các thiết bị vô tuyến khác, suy hao lớn,... Ở đây chúng ta xét một số đặc điểm nổi bật của truyền dẫn thông tin di động.

1.1.3.1 Suy hao đường truyền

Do tín hiệu được truyền đi trong môi trường hở nên truyền dẫn di động chịu suy hao rất lớn. Hơn nữa, thiết bị di động lại có anten thu đặt gần mặt đất, vì vậy suy hao tỷ lệ với lũy thừa bậc n của khoảng cách R giữa anten thu và phát, với $n > 2$.

Trên lý thuyết, tổn hao đường truyền từ BS tới MS được biểu diễn bởi công thức sau:

$$P(R) = N(R, \bar{\sigma}) + n \lg \frac{R}{R_0} \quad (1.1)$$

Trong đó:

$P(R)$: là tổn hao tại khoảng cách R so với tổn hao tại khoảng cách tham khảo R_0 .

n : Lũy thừa tổn hao đường truyền.

$\bar{\sigma}$: Lệch chuẩn thông thường 8 dB. [1 /76]

Người ta đưa ra một số mô hình tham khảo trong thực tế, trong đó hai mô hình: Hata-Okumura và Walfisch-Ikegami là những mô hình có độ chính xác cao.

a. Mô hình Hata-Okumura

Hata-Okumura đưa ra hai công thức tính độ tổn hao trung bình L_p áp dụng khác nhau đối với khu vực khác nhau.

Vùng thành phố:

$$L_p = 69,55 + 26,16 \lg f_c - 13,82 \lg h_b - a(h_m) + (44,9 - 6,55 \lg h_b) \text{ dB} \quad (1.2)$$

Trong công thức (1.2):

f_c : Tần số (MHz).

L_p : Tổn hao trung bình (dB) .

h_b : Độ cao anten trạm gốc (m).

$a(h_m)$: Hệ số hiệu chỉnh cho độ cao anten di động (dB).

R : Khoảng cách từ trạm gốc (km).

Dải thông sử dụng cho mô hình này là:

$$150 \leq f_c < 1500 \text{ MHz}$$

$$30 \leq h_b \leq 200 \text{ m}$$

$$1 \leq h_m \leq 10 \text{ m}$$

$$1 \leq R \leq 20 \text{ km}$$

Vùng nông thôn.

Với vùng nông thôn thông thoáng, độ tổn hao được Hata đưa ra theo công thức sau:

$$L_p = L_p(\text{thành phố}) - 4,78 \lg(\lg f_c)^2 + 18,33(\lg f_c) - 40,49 \text{ dB} \quad (1.3)$$

b. Mô hình Walfisch-Ikegami

Mô hình này cho phép đánh giá tổn hao đường truyền ở vùng thành phố trong dải tần 800 ÷ 2000 MHz với hệ thống thông tin tổ ong.

Biểu thức sử dụng cho mô hình này là:

$$L_p = L_f + L_{rts} + L_{ms} \text{ dB} \quad (1.4)$$

Hoặc

$$L_p = L_f \text{ Khi } L_{rts} + L_{ms} \leq 0 \quad (1.5)$$

Trong đó:

L_r : Tổn hao không gian tự do.

L_{rts} : Nhiều xạ mái nhà - phố và tổn hao tán xạ.

L_{ms} : Tổn hao vật che chắn. [1 /78÷79]

1.1.3.2 Pha đình

Điều khác biệt rất lớn trong truyền dẫn cố định là các MS trong truyền dẫn di động luôn di chuyển, trong quá trình di chuyển đó có nhiều trường hợp các MS này gặp phải những vật che chắn như đồi núi, nhà cửa,... Điều này làm cho cường độ tín hiệu mà MS thu được không ổn định gây ra hiện tượng pha đình. Hiện tượng này gây ra nhiều bất lợi trong quá trình truyền tin như: gây thăng giáng cường độ tín hiệu thu, gây ra nhiễu giao thoa ký hiệu (ISI Inter Symbol Interference).

Người ta đưa ra một số phương pháp để chống pha đình như:

- Mã hoá kênh chống lỗi kết hợp với đan xen tín hiệu.
- Sử dụng đa sóng mang.
- Phân tập: tần số, phân cực, góc,...
- Cân bằng thích ứng
- Trải phổ

1.1.3.3 Đồng chỉnh thời gian

Chính vì trạm di động là thiết bị có thể di chuyển ngay cả khi đang kết nối, nên một vấn đề có thể xảy ra là hiện tượng MS di chuyển gây thay đổi khoảng cách so với BS. Hiện tượng này gây mất đồng chỉnh pha của các khe thời gian thu được ở BTS đối với hệ thống TDMA, còn đối với hệ thống CDMA thì nó làm tăng nhiễu đồng kênh.

Vì vậy vấn đề đặt ra là cần phải đồng chỉnh khe thời gian, và điều khiển công suất phát ở hệ thống CDMA.

a. Đồng chỉnh thời gian

Một vấn đề đặt ra trong hệ thống TDMA là mỗi MS chỉ phát trong một khe thời gian được ấn định nào đó. Vì vậy, khi MS di chuyển sẽ làm thay đổi khoảng cách của nó đối với BTS sẽ có thể làm BTS nhận sai khe thời gian mà

nó đang sử dụng. Điều này có thể làm cho BTS nhận nhầm MS đó với một MS khác phát cùng tần số.

Để khắc phục hiện tượng này, trong quá trình gọi BTS sẽ giám sát khe thời gian của mỗi MS và BTS sẽ phát đi các lệnh để các MS phát sớm hơn khi chúng rời xa BTS, và ngược lại.

b. Điều khiển công suất ở hệ thống CDMA

Ở hệ thống CDMA các máy di động đều phát chung tần số ở cùng thời gian nên chúng sẽ gây ra nhiễu đồng kênh với nhau. Chất lượng truyền dẫn đối với người sử dụng phụ thuộc vào tỷ số giữa năng lượng mỗi bit trên mật độ tạp âm trắng (E_b/N_0). Nhưng cũng không thể tăng công suất của người sử dụng lên quá lớn, và hơn nữa do sự tranh lệch công suất có thể gây nhiễu cho người dùng khác. Để đảm bảo tỷ số này không đổi hoặc lớn hơn một mức ngưỡng nào đó mà không làm ảnh hưởng đến máy thu khác, người ta phải điều khiển cho công suất của các máy phát của người sử dụng theo khoảng cách đến trạm gốc.

Dung lượng của hệ thống CDMA đạt cực đại khi công suất thu được tại BTS của tất cả các MS là như nhau. Việc điều khiển công suất được sử dụng cho đường lên để tránh hiện tượng “gần – xa” và làm giảm ảnh hưởng của nhiễu lên dung lượng của hệ thống.

Đối với công suất của đường xuống ở hệ thống đơn ô, nhiễu do người sử dụng khác luôn ở mức không đổi đối với tín hiệu có ích. Tất cả các tín hiệu đều được phát chung nên không xảy ra sự khác biệt về tổn hao truyền sóng. Do đó, không cần phải điều chỉnh công suất phát của đường xuống.

Một phương pháp điều khiển công suất là tự điều khuếch (AGC – Automatic Gain Control), trước khi phát trạm di động giám sát tổng công suất thu được từ trạm gốc. Công suất đo được cho phép xác định tổn hao đường truyền đối với người sử dụng. Trạm di động sẽ phải điều chỉnh công suất phát của mình tỷ lệ nghịch đối với tổng công suất mà nó thu được.

Phương pháp thứ hai giúp ta có thể điều chỉnh công suất trung bình thời gian dài hiệu quả hơn bằng sơ đồ điều khiển công suất vòng kín (Close – loop Power Control). Phương pháp này yêu cầu MS phải liên hệ thường xuyên với trạm gốc. Trạm gốc thu tín hiệu từ đường lên, đánh giá so sánh nó với công suất ngưỡng danh định. Trên cơ sở mức thu cao hay thấp hơn ngưỡng, trạm gốc sẽ phát lệnh đến trạm di động để hạ thấp hay nâng cao công suất phát của trạm di động lên một nấc nào đó.

Ở hệ thống thực tế, người ta sử dụng phương pháp kết hợp điều khiển vòng hở và kín. Công suất danh định có thể được gán với mức công suất thực tế để đạt được tỷ số lỗi bit cho trước. Tuy nhiên, do hiện tượng che tối nên mức công suất này không ổn định. Vì vậy cần một vòng điều chỉnh công suất được gọi là vòng ngoài (Outer Loop) để điều chỉnh mức công suất danh định đến tỷ số lỗi bit yêu cầu.

1.2. Hệ thống thông tin di động CDMA

Để đạt được hiệu quả truyền dẫn cao người ta đã không ngừng cải tiến các phương pháp truyền dẫn và truy nhập vô tuyến. Liên tục có các phương pháp đa truy nhập vô tuyến mới ra đời dẫn đến sự ra đời của các thế hệ thông tin di động khác nhau.

Để hiểu rõ về hệ thống thông tin di động CDMA, trước tiên chúng ta cùng xem xét sơ lược về các phương pháp đa truy nhập vô tuyến. Từ những kiến thức đó, chúng ta nghiên cứu các vấn đề tổng quan về hệ thống thông tin di động sử dụng phương pháp đa truy nhập phân chia theo mã CDMA.

1.2.1. Trải phổ

Trong truyền dẫn vô tuyến, để sử dụng tối đa dung lượng, tăng khả năng chống nhiễu cho hệ thống, người ta sử dụng phương pháp trải phổ.

Một cách tổng quát, có thể nói “trải phổ” là một kỹ thuật ngữ thực hiện điều chế lại tín hiệu đã điều chế, tạo ra tín hiệu giao thoa với các tín hiệu đang

cùng hoạt động trong cùng một băng tần nhưng máy thu vẫn tách được tín hiệu mong muốn với một tỉ lệ lỗi cho trước. Để đạt được điều đó, điều chế trải phổ phải giảm mật độ công suất phát xuống dưới mức nhiễu nhiệt của bất kỳ máy thu nào.

Hệ thống sử dụng trải phổ cho dung lượng kênh tăng lên theo công thức Shannon:

$$C = B * \log_2(1 + S/N) \quad (1.6)$$

Trong đó:

C : Là dung lượng kênh (bit/s).

B : Độ rộng băng tần

S : Công suất tín hiệu

N : Công suất tạp âm

Như vậy, khi sử dụng trải phổ, dung lượng kênh truyền dẫn sẽ tăng lên một khoảng phụ thuộc vào tỉ số tín hiệu trên tạp âm (SNR = S/N).

Người ta đặt G_p là độ lợi xử lý, được tính theo công thức:

$$G_p = \frac{B_t}{B_i} \text{ Hay } G_p = \frac{B}{R} \quad (1.7)$$

Trong đó:

B_t : là độ rộng băng tần truyền dẫn.

B_i : độ rộng băng tần của tín hiệu mạng thông tin

B : Độ rộng băng tần vô tuyến

R : Tốc độ thông tin

Xét mối liên hệ giữa tỉ số tín hiệu trên tạp âm và tỉ số năng lượng mỗi bit trên mật độ phổ công suất tạp âm, ta có:

$$SNR = \frac{S}{N} = \frac{E_b \times R}{I_0 \times B} = \frac{E_b}{I_0} \times \frac{1}{G_p} \quad (1.8)$$

Trong đó:

E_b : là năng lượng trên bit.

I_0 : Là mật độ phổ công suất tạp âm

Theo công thức (1.8) ta thấy, Tại một tỉ số E_b/I_0 nhất định, nếu độ lợi xử lý càng cao thì tỉ số S/N yêu cầu càng thấp.

Có ba kiểu hệ thống thông tin trải phổ cơ bản là: Trải phổ chuỗi trực tiếp (DSSS – Direct Sequence Spread Spectrum), trải phổ nhảy tần (FHSS – Frequency Hopping Spread Spectrum), và trải phổ dịch (nhảy) thời gian (THSS – Time Hopping Spread Spectrum).

Hệ thống *trải phổ nhảy tần* FHSS là hệ thống thực hiện trải phổ tín hiệu bằng cách chuyển đổi sóng mang ở một tập hợp các tần số theo mẫu được xác định bằng một chuỗi mã giả tạp âm ngẫu nhiên PN. Trong đó, chuỗi mã nhảy tần có thể có tốc độ nhanh hơn hoặc chậm hơn tốc độ số liệu, vì vậy ta có hệ thống nhảy tần nhanh hoặc chậm.

Hệ thống *trải phổ dịch thời gian* tương tự như điều chế xung, các dãy mã đóng/mở bộ phát, thời gian đóng mở này được chuyển đổi thành dạng tín hiệu giả ngẫu nhiên theo mã.

Trong phần này, đồ án chỉ tập trung trình bày về phương pháp trải phổ chuỗi trực tiếp, và ứng dụng của phương pháp này cho hệ thống thông tin di động CDMA.

Phương pháp *trải phổ chuỗi trực tiếp* (DS - Direct Sequence) là kỹ thuật xử lý số quan trọng được sử dụng cho hệ thống thông tin di động CDMA. Hệ thống DSSS thực hiện trải phổ bằng cách nhân tín hiệu nguồn với tín hiệu giả ngẫu nhiên (PN). Tín hiệu trải phổ chuỗi trực tiếp là tín hiệu trong đó biên độ của tín hiệu đã điều chế được điều biên với một dòng số liệu nhị phân NRZ tốc độ rất cao. Như vậy, nếu tín hiệu ban đầu là $s(t)$ là tín hiệu điều pha có dạng BPSK.

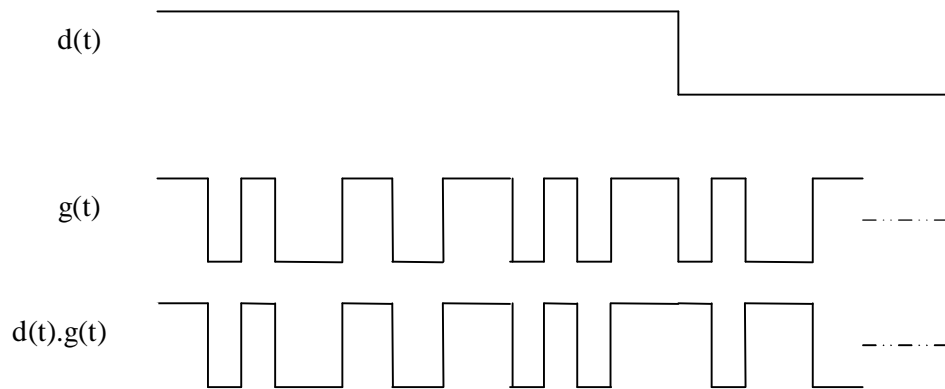
$$s(t) = \sqrt{2P_s} d(t) \cos \omega_0 t \quad (1.9)$$

Thì tín hiệu sau trải phổ DS là :

$$\partial(t) = g(t).s(t) = \sqrt{2P_s} g(t)d(t).\cos \omega_0 t \quad (1.10)$$

Ở đây $g(t)$ là dãy nhị phân ngẫu nhiên giả tạp âm (PN) nhận các giá trị bằng ± 1 , có chu kỳ rất dài. Dãy PN lý tưởng phải thực sự ngẫu nhiên, không tương quan.

Tín hiệu trải phổ và giải trải phổ có dạng như hình vẽ



Hình 1.6. Dạng tín hiệu trải phổ

Trong hình 1.6, $d(t)$ là dạng sóng số liệu, $g(t)$ là dạng sóng tín hiệu chip, và $d(t).g(t)$ là tín hiệu.

Ở phía thu, quá trình giải trải phổ được thực hiện bằng cách nhân tiếp tín hiệu trải phổ với tín hiệu chip tương tự để cho ra tín hiệu số liệu gốc. Tín hiệu chip này được máy thu tạo ra bằng các phương pháp đồng bộ và có dạng giống như tín hiệu chip đưa vào trải phổ ở máy phát.

1.2.2. Đa truy nhập vô tuyến

Việc chia sẻ băng tần vô tuyến là một vấn đề rất đau đầu của nhà quản lý. Để sử dụng tốt dải tần khá eo hẹp trong truyền dẫn người ta đã đưa ra những phương pháp đa truy nhập vô tuyến khác nhau.

Phương pháp *đa truy nhập phân chia theo thời gian* TDMA (Time Division Multiple Access), ở TDMA các máy đầu cuối vô tuyến phát không liên tục trong dải thời gian. Mỗi máy phát chỉ phát đi một cụm, các cụm được đưa và một cấu trúc thời gian dài hơn gọi là chu kỳ khung. Để phân chia đường phát và đường thu, phương pháp truy nhập này sử dụng các cặp tần số song công cho TDMA gọi là *đa truy nhập phân chia theo thời gian ghép song công theo tần số* TDMA/FDD (TDMA Frequency Division Duplex). Ngoài ra người ta cũng có thể sử dụng cả đường lên và xuống với chung một tần số nhưng lại phân chia cho thu và phát ở những khe thời gian thu phát khác nhau, phương pháp này gọi là *phương pháp đa truy nhập phân chia theo thời gian ghép song công theo thời gian* TDMA/TDD (TDMA Time Division Duplex).

Phương pháp *đa truy nhập phân chia theo tần số* FDMA (Frequency Division Multiple Access), FDMA là phương pháp truy nhập vô tuyến mà trong đó độ rộng băng tần cấp phát cho hệ thống được chia thành các băng tần con. Mỗi kênh được cấp phát một băng tần xác định, các kênh lân cận được cung cấp một khoảng bảo vệ để tránh giao thoa kênh lân cận. Có hai phương pháp thường được sử dụng là FDMA ghép song công theo thời gian FDMA/TDD (FDMA Time Division Duplex), và FDMA ghép song công theo tần số FDMA/FDD (Frequency Division Duplex).

Phương pháp *đa truy nhập phân chia theo mã* CDMA (Code Division Multiple Access), CDMA là phương pháp đa truy nhập mà ở đó mỗi kênh được cung cấp một cặp tần số và một mã duy nhất. CDMA sử dụng ba phương pháp trải phổ là: Trải phổ nhảy tần, trải phổ nhảy thời gian và trải phổ chuỗi trực tiếp. Đây là phương pháp đa truy nhập mới với nhiều ưu điểm mạnh và đang được ứng dụng rộng rãi.

Phương pháp đa truy nhập CDMA đã và đang được ứng dụng trong thông tin di động, với những tính năng của nó, hệ thống thông tin di động CDMA đang thể hiện nhiều ưu điểm vượt trội so với các thế hệ di động trước.

1.2.3. Hệ thống thông tin di động CDMA

Để cải tiến các hệ thống thông tin di động sử dụng các công nghệ truy nhập cho chất lượng thấp như: AMPS, IS - 54, IS - 136,... Lý thuyết về hệ thống thông tin di động sử dụng công nghệ đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA) đã ra đời vào năm 1950 và được áp dụng trong thông tin quân sự từ những năm 1960, sau này hệ thống này được gọi tắt là hệ thống thông tin di động CDMA. Trong thông tin CDMA, nhiều người sử dụng chung thời gian và tần số, mã PN với sự tương quan chéo thấp được ấn định cho mỗi người sử dụng, người sử dụng truyền đi những tín hiệu trải phổ bằng mã trải phổ PN được ấn định trước. Về cơ bản, hệ thống thông tin di động CDMA cũng mang những đặc tính chung của một hệ thống thông tin di động như chịu ảnh hưởng của môi trường truyền dẫn, fading, ...

CDMA sử dụng kỹ thuật trải phổ nên nhiều người sử dụng có thể chiếm cùng kênh vô tuyến đồng thời tiến hành các cuộc gọi. Những người sử dụng nói trên được phân biệt lẫn nhau nhờ việc sử dụng một mã đặc trưng không trùng với bất kỳ ai. Các kênh vô tuyến được dùng lại ở mỗi tế bào (cell) trong toàn mạng, và những kênh này được phân biệt nhau nhờ mã trải phổ giả ngẫu nhiên. Dòng dữ liệu gốc được mã hoá và điều chế ở tốc độ *cắt* (tốc độ chip của mã trải phổ). Bằng phương pháp này, năng lượng của tín hiệu gốc được phân bổ vào một dải tần rất rộng, ở phía thu, phổ của tín hiệu lại được nén trở lại về phổ của tín hiệu gốc.

Sử dụng công nghệ CDMA trong thông tin di động giúp cho hệ thống này có những ưu điểm hơn hẳn với các công nghệ trước đó. Dưới đây là một số đặc điểm nổi bật của hệ thống thông tin di động CDMA sử dụng trải phổ chuỗi trực tiếp:

- Có tính đa dạng phân tập, hệ thống CDMA cho phép sử dụng nhiều dạng phân tập cả về thời gian, không gian và tần số. Điều này cho phép hạn chế đáng kể nhiễu do tạp âm và fading.

- Điều khiển công suất phát thu hai chiều hiệu quả cao dẫn đến giảm đáng kể công suất phát. Hệ thống CDMA thực hiện điều khiển công suất theo cả hai chiều (Từ BS đến MS và ngược lại), giúp tiết kiệm công suất phát, giảm nhiễu giữa những người sử dụng. Hơn nữa, hệ thống giúp giảm tỉ số E_b/N_0 yêu cầu làm giảm dung lượng hệ thống và giảm công suất phát.
- Bộ mã - giải mã thoại của hệ thống CDMA được thiết kế với tốc độ biến đổi 8 Kb/s, cho phép cung cấp nhiều dịch vụ đa dạng với tốc độ dữ liệu khác nhau.
- Bảo mật cuộc gọi ở mức độ cao nhờ tín hiệu CDMA đã được trộn (scrambling) trước khi phát. Ngoài ra hệ thống còn sử dụng phương pháp bảo mật hệ thống rất hiệu quả DES và nhiều công nghệ mã tiêu chuẩn khác.
- Hỗ trợ chuyển giao mềm, điều này thực hiện khi MS di chuyển giữa các BTS, nó luôn thu tín hiệu từ các BS khác khi đang trong cuộc gọi và tiến hành so sánh để chọn ra BS cho cường độ tín hiệu cao nhất.
- Dung lượng hệ thống lớn, hệ thống CDMA có đặc tính gạt giao thoa rất cao, hơn nữa, hệ thống này cho hiệu quả tái sử dụng băng tần cao do không yêu cầu tỉ số tín hiệu trên tạp âm ở mức cao.

Hiện nay, hệ thống CDMA đang phát triển rất mạnh và tiến đến những yêu cầu xa hơn, hệ thống thông tin di động CDMA băng rộng (WCDMA) đang là xu hướng phát triển của CDMA trong thông tin di động thế hệ ba.

1.3. Tình hình phát triển Thông tin di động hiện nay

1.3.1. Tình hình chung trên thế giới

Có thể nói: chưa bao giờ thông tin di động lại phát triển nhanh như hiện nay. Chính vì lí do đó mà các hệ thống truyền tin, nhất là thông tin di động đang phát triển rất mạnh. Tuy rằng hệ thống ra đời về sau hệ thống điện thoại cố định rất nhiều, nhưng nhờ những ưu điểm hơn hẳn máy điện thoại cố định

nên mạng điện thoại di động đã phát triển hơn hẳn. Tính đến tháng chín vừa qua (năm 2005), cả thế giới đã có đến 3 tỉ thuê bao di động và dự kiến con số này sẽ lên tới 6 tỉ vào năm 2015.

Cùng với sự phát triển về số lượng thuê bao, chất lượng dịch vụ được cung cấp cũng liên tục được nâng cao. Không chỉ dừng lại ở chức năng như một chiếc điện thoại thông thường, chiếc máy di động dần dần được tích hợp thêm các công cụ tiện ích hơn như: máy tính, công cụ từ điển,... Và hơn thế nữa, các nhà cung cấp dịch vụ còn liên tục đưa thêm vào hệ thống các dịch vụ kèm theo để thu hút khách hàng như các dịch vụ dữ liệu, truy cập wap,... Sự liên kết giữa nhà cung cấp dịch vụ di động và nhà cung cấp dịch vụ giải trí còn cho phép người dùng điện thoại di động có thể xem ti vi, chơi trò chơi trực tuyến trên chiếc máy điện thoại của mình.

Hệ thống điện thoại đang được hầu hết các nước sử dụng hoặc hướng tới là hệ thống thông tin di động 3G, sử dụng công nghệ đa truy nhập phân chia theo mã CDMA. Tuy nhiên, tùy vào điều kiện mỗi nước và hướng nghiên cứu ban đầu mà công nghệ sử dụng thực tế có thể không hoàn toàn giống nhau. Hiện nay, đây là hệ thống di động tiên tiến nhất, nhưng do nhu cầu của người dùng không ngừng đòi hỏi các nhà nghiên cứu và phát triển các công nghệ mới. Thời gian vừa qua, các nhà cung cấp dịch vụ di động của Trung Quốc và Nhật Bản đã ký kết hợp tác cùng nhau phát triển thế hệ di động thứ tư (4G) nhằm sử dụng các thành quả công nghệ của Nhật Bản và nguồn thị trường rất lớn của Trung Quốc.

1.3.2. Việc phát triển thông tin di động tại Việt Nam

Ở nước ta, tuy là một nước có nền kinh tế có thể nói là phát triển chậm hơn so với các nước công nghiệp trên thế giới, nhưng dịch vụ thông tin di động của chúng ta đã được phát triển khá sớm. Từ năm 1993, nước ta đã có nhà cung cấp dịch vụ di động đầu tiên, đến năm 1995, nước ta đã có hai nhà cung cấp cùng tồn tại cho đến nay. Tuy nhiên, các dịch vụ được cung cấp khi đó còn khá

nghèo nàn. Đến nay, hai nhà cung cấp đó đã trở thành những nhà cung cấp dịch vụ di động lớn nhất Việt Nam hiện nay, GPC đã có đến hơn 3,5 triệu thuê bao, và VMS đã có đến hơn 3,2 triệu thuê bao. Ngoài hai nhà cung cấp dịch vụ trên, ở dải tần GSM nước ta đã có thêm Công ty viễn thông Quân đội tuy mới ra đời những cũng đã có số lượng thuê bao lên đến gần 1.4 triệu. Ứng dụng công nghệ CDMA, ở nước ta cũng đã có đến ba nhà cung cấp dịch vụ điện thoại di động CDMA là: Saigon Postel với mạng di động S-phone, Công ty viễn thông Điện lực (VP Telecom hay EVN telecom) và Hà Nội telecom.

Do nhu cầu người của người sử dụng chưa lớn, nên các dịch vụ kèm theo ở các mạng di động ở nước ta còn khá nghèo nàn so với các nước phát triển. Tuy nhiên, hầu hết các nhà cung cấp dịch vụ này đều có vùng phủ sóng khá lớn (các nhà cung cấp dịch vụ GSM đều đã phủ sóng rộng khắp cả nước), các dịch vụ cung cấp không chỉ là thoại và nhắn tin mà đã có thêm các dịch vụ cộng thêm như: dịch vụ chuyển vùng quốc tế, wap, GPRS, tin nhắn đa phương tiện MMS, và mới đây đơn vị chủ quản mạng Vinaphone là GPC vừa đưa vào cung cấp miễn phí dịch vụ báo cuộc gọi nhớ cho thuê bao khi không liên lạc được.

Với tốc độ phát triển nhanh như hiện nay, số lượng thuê bao ở nước ta sẽ không ngừng tăng cao. Cùng với nó, nhu cầu sử dụng các dịch vụ cộng thêm sẽ ngày một tăng. Do đó, các nhà cung cấp dịch vụ ở nước ta vẫn không ngừng cải tiến công nghệ để cung cấp cho khách hàng những dịch vụ tốt hơn. Hiện tại các nhà cung cấp dịch vụ GSM đều đang dần cải tiến chất lượng và công nghệ để dần tiến lên sử dụng công nghệ CDMA.

1.4. Tổng kết chương I

Trong chương I, đồ án trình bày một cách sơ lược về các hệ thống thông tin di động, các công nghệ được sử dụng trong truyền dẫn thông tin di động. Trong đó, tập trung trình bày một cách tổng quan về hệ thống thông tin di động CDMA sử dụng phương pháp trải phổ chuỗi trực tiếp.

Trong chương tiếp theo, đồ án trình bày về hệ thống anten thông minh và giàn anten thích ứng, để qua đó nghiên cứu phương pháp ứng dụng của giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp.

CHƯƠNG II

TỔNG QUAN VỀ GIÀN ANTEN THÍCH ỨNG

2.1. Khái niệm chung

Để có thể hiểu và nghiên cứu về giàn anten thích ứng cũng như các kỹ thuật và thuật toán thích ứng được sử dụng, chúng ta cùng xem xét các khái niệm chung nhất về anten nói chung và anten thông minh nói riêng.

2.1.1. Anten và anten thông minh

2.1.1.1. Khái niệm chung về anten

Sóng điện từ chỉ có thể được truyền dẫn bằng một trong hai phương pháp: thứ nhất truyền dẫn trong các thiết bị định hướng như: dây song hành, cáp đồng trục, ống dẫn sóng,... Ở các thiết bị này, sóng điện từ chỉ có thể được truyền lan trong môi trường giới hạn nên được gọi là *sóng điện từ ràng buộc*. Phương pháp thứ hai là bức xạ sóng ra môi trường bên ngoài cho sóng tự do truyền đi trong môi trường thực gọi là *sóng điện từ tự do*. Việc truyền dẫn sóng điện từ tự do cần có các thiết bị để bức xạ sóng điện từ và nhận sóng điện từ, thiết bị đó được gọi là *anten* [6 /83].

Anten thực hiện những nhiệm vụ hết sức quan trọng trong truyền dẫn vô tuyến. Ở phía phát, sau khi máy phát tạo ra dao động, anten phát có nghĩa vụ chuyển đổi những dao động sóng điện từ ràng buộc trong các phi-đơ thành các sóng điện từ tự do, bức xạ ra không gian. Ở phía thu, anten thu có nhiệm vụ ngược với anten phát, nghĩa là tiếp nhận sóng điện từ tự do trong không gian ngoài và biến đổi chúng thành sóng điện từ ràng buộc, sóng này được truyền tới phi-đơ và máy thu. Với các tính năng như vậy, nên cấu tạo của anten sẽ có quyết định rất lớn đến sự biến đổi năng lượng nói trên.

Sự phát triển của truyền dẫn vô tuyến đã thúc đẩy các nhà khoa học không ngừng nghiên cứu ra các thể hệ anten sao cho hiệu suất truyền tin có

hiệu quả cao. Chính vì lẽ đó, đã có rất nhiều thiết kế anten ra đời: Sơ khai nhất là chần tử đối xứng, đến anten giàn, anten parabol,...

2.1.1.2. Anten thông minh

Khái niệm

Cho đến nay, vẫn chưa có một khái niệm cụ thể nào về anten thông minh. Người ta thường đưa ra khái niệm về anten thông minh dựa vào những lợi ích mà nó mang lại cho quá trình truyền dẫn vô tuyến.

Anten thông minh ra đời do sự phát triển của truyền dẫn vô tuyến yêu cầu có một thiết bị thu phát cho phép dải truyền dẫn rộng để cải thiện hiệu năng của hệ thống. Thực chất không có một loại anten nào có thể đáp ứng được yêu cầu đó, người ta đã kết hợp giữa anten thông thường và các điều khiển để được một hệ thống có khả năng cung cấp dải thu – phát rộng, giảm giá thành truyền dẫn và tăng dung lượng của hệ thống, nhờ vào việc làm tăng khả năng liên kết giữa hệ thống với thiết bị đặt ở môi trường ngoài.

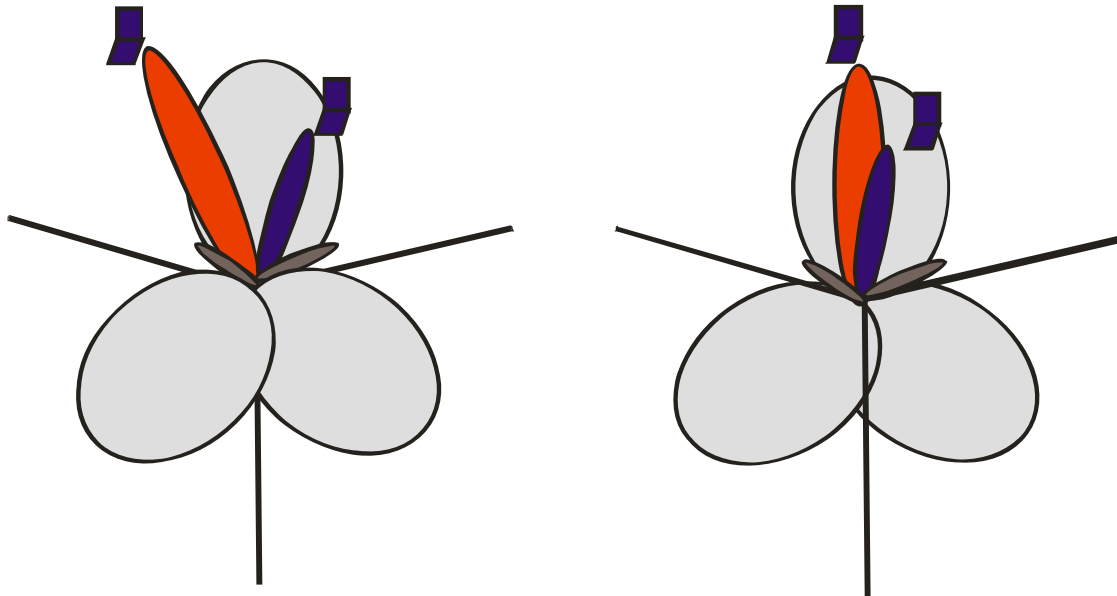
Một hệ thống như trên được gọi là *hệ thống anten thông minh* mà ta vẫn thường gọi là tắt là anten thông minh [8 /31].

Nguyên lý hoạt động của anten thông minh

Hệ thống anten thông minh là một hệ thống giàn anten gồm nhiều phần tử kết hợp với bộ xử lý tín hiệu số (DSP : Digital Signal Processor) cho phép thay đổi đồ thị bức xạ phát hay thu của hệ thống sao cho thích nghi với môi trường tín hiệu trong tế bào di động.

Trong hình 2.1, khi người dùng ở xa BS đồ thị bức xạ có tầm phủ lớn và ngược lại khi người dùng ở gần đồ thị bức xạ có tầm phủ sóng nhỏ.

Lúc đầu anten chỉ đơn giản là bức xạ và nhận năng lượng như nhau theo mọi hướng. Để truyền tín hiệu đến thuê bao nó phát sóng đẳng hướng theo phương ngang. Khi truyền tín hiệu như vậy thì nó không có ý thức nào về vùng lân cận thuê bao, năng lượng tín hiệu truyền đi một cách phân tán, phần truyền



Hình 2.1 Sự thay đổi đồ thị bức xạ khi thuê bao di chuyển

Trong đó hình trên:

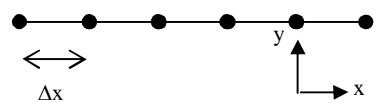
- Màu ghi : Anten hình quạt 65^0 chuẩn,
- Màu xanh : Búp sóng khi người dùng di chuyển gần BS.
- Màu đỏ : Búp sóng khi người dùng di chuyển xa BS
- Màu xám : Các hình quạt khác.

đến thuê bao chỉ là một lượng rất bé so với truyền ra môi trường xung quanh. Do hạn chế này mà công suất tín hiệu phải lớn thì đầu thu mới nhận đủ một năng lượng tín hiệu cần thiết (SNR tại nơi thu đủ lớn). Trong trường hợp có nhiều thuê bao đồng kênh, khi nâng công suất truyền, phần năng lượng không đến được thuê bao mong muốn lại trở thành nguồn nhiễu đồng kênh cho các thuê bao khác. Ý tưởng của hệ thống anten thông minh là đồ thị bức xạ năng lượng tại các tế bào không cố định nữa mà lại “linh hoạt” như hình 2.1. Hệ thống anten thông minh chỉ tập trung năng lượng về phía thuê bao mong muốn mà nó phục vụ. Mỗi thuê bao được phục vụ bởi một đồ thị bức xạ của riêng nó. Chỉ có trạm gốc BS mới có khả năng tích hợp anten thông minh để thực hiện truyền dẫn. Các thuê bao vẫn phát và nhận năng lượng một cách đẳng hướng. Lý do vì kích thước của thuê bao quá nhỏ để tích hợp được một hệ thống anten

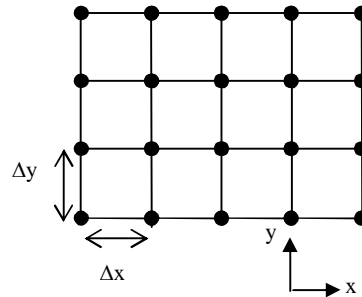
trong đó. Mỗi phần tử anten phải cách nhau khoảng $\lambda/2$ sóng cao tần, với hệ thống GSM 800 Hz khoảng cách này vào khoảng 15cm.

Theo nguyên lý hoạt động đó, người ta đưa ra ba loại kiến trúc phân tử cho hệ thống anten thích ứng như trong hình 2.2.

- Giàn đường thẳng: có kiến trúc đơn giản, hệ thống được dùng khi BS chia thành nhiều vùng phủ sóng có kiến trúc hình quạt.
- Giàn hình tròn: các phân tử anten tạo với tâm hệ thống một góc $\Delta\phi=2\pi/N$. Búp sóng chính của đồ thị bức xạ phủ toàn vùng ngang.



a) Giàn đường thẳng



b) Giàn hình chữ nhật

Hình 2.2 Các loại cấu trúc anten thông minh

- Giàn hình chữ nhật và hình lập phương: cho phép điều khiển búp sóng theo cả hai hướng ngang và dọc. Cấu trúc này rất thích hợp khi truyền sóng trong môi trường phức tạp

Phân loại anten thông minh

Hệ thống anten thông minh có thể được chia thành hai loại: anten chuyển búp SBA (Switched Beam Antenna), và anten giàn thích ứng AAA (Adaptive Array Antenna).

Anten chuyển búp SBA

Hệ thống anten SBA định rõ một con số xác định trên đồ thị mà ở đó định trước các hướng bức xạ. Hệ thống SBA được tạo bởi nhiều chấn tử định

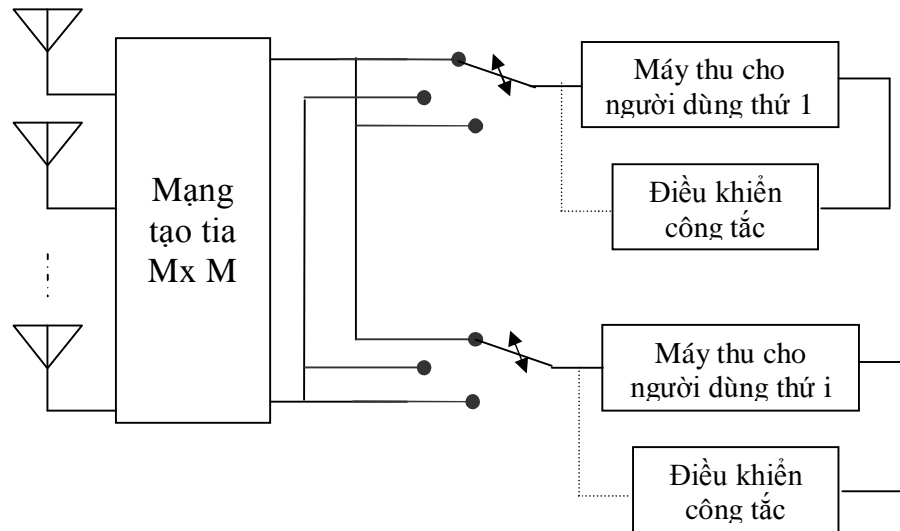
trước với độ nhảy cao theo một hướng xác định. Hệ thống anten này phát hiện cường độ tín hiệu, chọn từ một trong những chấn tử cố định xác định mà nó có khả năng phát và thu tốt nhất tín hiệu từ thuê bao gửi tới. Khi thuê bao di chuyển cường độ tín hiệu mà BS nhận được do nó gửi về cũng thay đổi theo. BS “cảm nhận” được điều này và chuyển từ chấn tử này đến chấn tử khác khi máy di động di chuyển từ đầu đến cuối tế bào.

Hệ thống chuyển búp sóng (SB) kết hợp hướng bức xạ của nhiều anten giống như làm mịn những chấn tử phân đoạn, để có nhiều sự lựa chọn không gian hơn có thể đạt được sự đến gần các anten thành phần hơn. Để tạo được đồ thị bức xạ theo hướng cố định xác định trước, hệ thống SB sẽ thực hiện như sau:

* Khi thu (uplink): Hệ thống SBA kết nối các tín hiệu thu về theo một quan hệ nào đó về pha và biên độ, điều này làm hệ thống anten thu năng lượng tập trung tại hướng mong muốn.

* Khi phát (downlink): Hệ thống SBA truyền tín hiệu cần phát đến các chấn tử anten với cùng một dải tần vô tuyến, nhưng các tín hiệu này được thiết lập những quan hệ khác nhau về pha và biên độ. Bằng cách này đồ thị bức xạ (phát hoặc thu) có búp hướng hẹp hơn nhiều so với việc chỉ dùng một anten. Hơn nữa khi muốn thay đổi hướng thu hoặc phát nếu chỉ dùng một anten ta phải thay đổi anten khác hoặc quay chính anten đó một cách cơ học. Trong khi ở hệ thống SB dễ dàng thay đổi đồ thị bức xạ bằng cách thay đổi vector trọng số nghĩa là thay đổi cách kết hợp các tín hiệu cao tần RF thu được từ các phần tử anten khi thu hoặc thay đổi pha và biên độ các RF gửi đến các phần tử anten khi phát đi.

* *Cấu tạo*: Anten SBA có cấu tạo khá đơn giản. Hệ thống SB có cấu trúc giống với các anten thông thường, ngoài ra nó còn được trang bị thêm những bộ phận mới để phát triển mở rộng hệ thống tế bào, người ta có thể bổ sung bằng cách cộng thêm những địa chỉ thông minh cần thiết trong mạng sau khi đã tính toán kỹ càng.



Hình 2.3. Một mạng SB dùng một mạng tạo tia để tạo M tia từ
M phân tử anten [8 /94]

Hình 2.3 mô tả một hệ thống SB đơn giản bao gồm một bộ tạo tia, một chuyển mạch RF và logic điều khiển để lựa chọn tia đặc biệt.

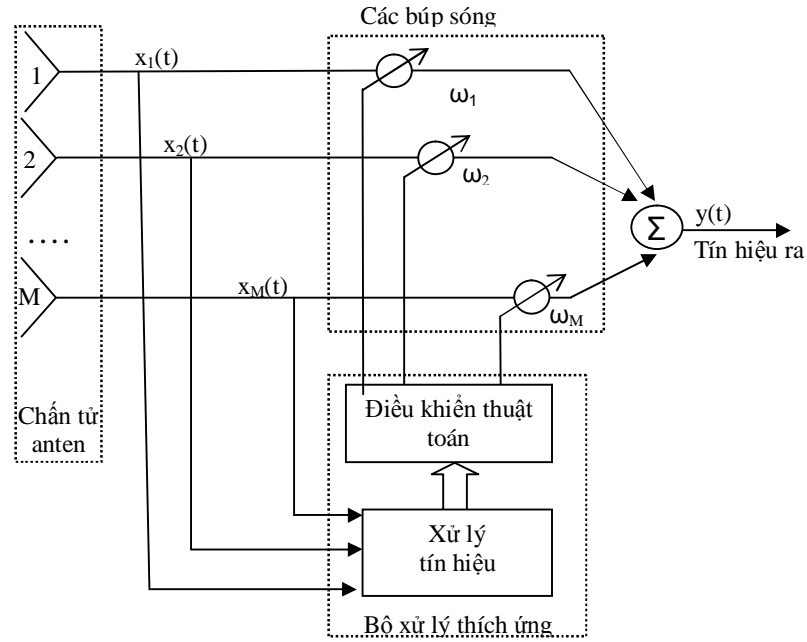
* *Công dụng*: Hệ thống SBA có thể nâng cao vùng phủ của trạm gốc hơn từ 20% đến 200% so với hệ thống phân vùng tế bào cổ điển phụ thuộc vào hoàn cảnh môi trường phần cứng và phần mềm được dùng. Vùng phủ sóng được cộng thêm có thể tiết kiệm nguồn nhân lực, giá cơ sở hạ tầng thực tế và giá trung bình cho người tiêu dùng sẽ thấp hơn.

2.1.1. Anten giàn thích ứng (AAA)

Trong hai loại anten thông minh nêu ở trên, anten chuyển búp có ưu điểm là đơn giản, nhưng tính linh hoạt không cao. Chính vì vậy, ngày nay người ta tập trung vào nghiên cứu hệ thống anten giàn thích ứng.

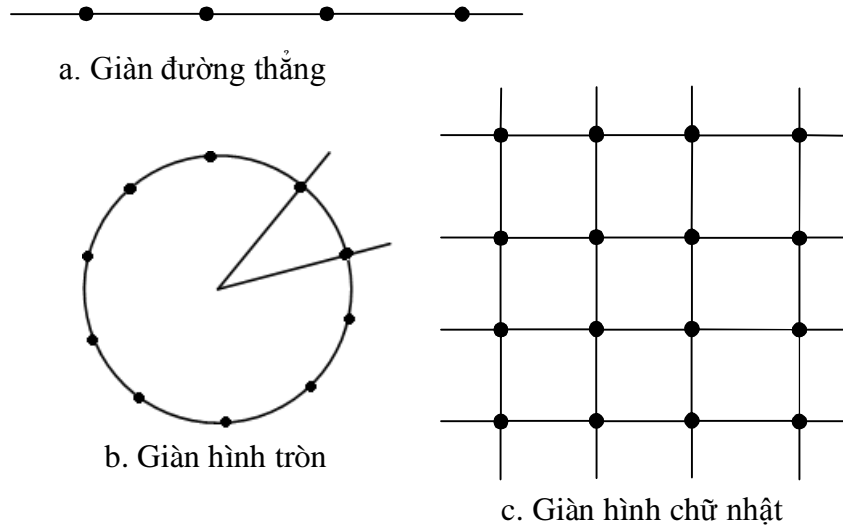
2.1.2.1. Sơ lược về giàn anten thích ứng

Một giàn thích ứng (AAA – Adaptive Array Antenna) là một hệ thống bao gồm một giàn các chân tử anten và một bộ xử lý thích ứng thời gian thực cho phép điều khiển búp sóng tự động thông qua các tiêu chuẩn lựa chọn thuật toán. Một giàn anten thích ứng có cấu trúc cơ bản được đưa ra trong hình 2.4.



Hình 2.4 Giàn anten thích ứng M phần tử

Các chân tử của giàn anten thích ứng có thể được sắp xếp theo các cấu trúc hình học khác nhau, các cấu trúc phổ biến nhất là sắp xếp theo dạng giàn đường thẳng, tròn, hoặc giàn phẳng (dạng hình chữ nhật) như trong hình 2.5.



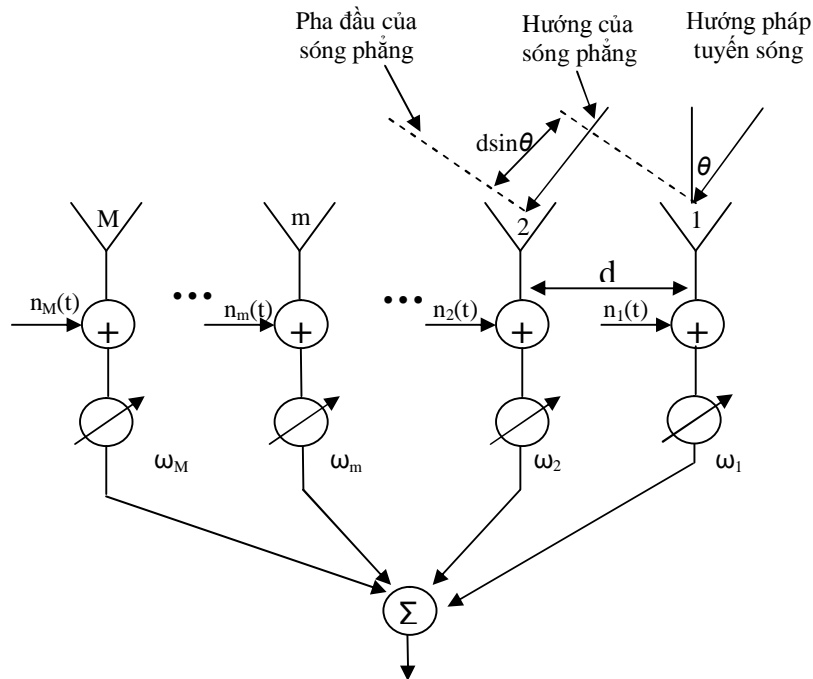
Hình 2.5 Các cấu trúc giàn anten thích ứng

Giàn đường thẳng là giàn anten bao gồm các chấn tử được xếp dọc theo một đường thẳng, nếu khoảng cách các chấn tử bằng nhau thì gọi là giàn cách đều tuyến tính (LUSA). Tương tự như thế, giàn hình tròn là giàn anten bao gồm các chấn tử được xếp nằm trong một hình tròn đồng nhất. Và cuối cùng, giàn phẳng là giàn bao gồm một dãy các phần tử anten bề mặt độ lợi thấp, đồng phân cực được phân bố đồng nhất theo không gian và cùng hướng theo một hướng các chấn tử được giàn đều trên một mặt phẳng. Trong khi giàn đường thẳng và giàn tròn chỉ cho búp sóng đơn hướng (hướng ngang), thì giàn phẳng cho búp sóng song hướng (cả hướng ngang và dọc).

Tuy có cấu trúc hình học khác nhau, nhưng nguyên lý của giàn anten thích ứng là hoàn toàn giống nhau. Bằng các phương pháp toán học người ta có thể đưa ra được thêm các cấu trúc hình học mới.

2.1.2.2. Dạng tín hiệu trong anten giàn thích ứng

Xét một giàn anten thích ứng đơn giản là một giàn cách đều tuyến tính gồm có M chấn tử. Các chấn tử cách đều nhau một khoảng là d.



Hình 2.6 Dạng tín hiệu trong giàn anten thích ứng

Ta giả định rằng, mặt phẳng sóng tới giàn anten lệch góc một hướng θ so với pháp tuyến của hướng anten thu. Góc θ được đo theo chiều kim đồng hồ tính từ hướng của anten thu, được gọi là *hướng tới* (DOA – Direction Of Arrival) hay *góc tới* (AOA – Angle Of Arrival) của tín hiệu tới. Pha đầu của sóng tới tại chân tử thứ $m + 1$ sẽ chậm pha hơn tại chân tử thứ m một khoảng bằng $d \sin \theta$. Ta coi chân tử đầu tiên là chân tử tham chiếu gốc, và tín hiệu tại chân tử gốc là $s(t)$, pha của tín hiệu tại chân tử thứ m trễ so với tại chân tử thứ nhất một khoảng bằng $(m - 1)kd \sin \theta$, với $k = \frac{2\pi}{\lambda}$ là số sóng và λ là bước sóng.

Khi đó tín hiệu nhận được tại chân tử thứ m là $x_m(t)$ có dạng

$$x_m(t) = s(t) \cdot e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (m-1) d \sin \theta} \quad (2.1)$$

Với $m = 1, 2, \dots, M$.

Ta viết $x_m(t)$ dưới dạng vectơ, ta được:

$$\mathbf{x}(t) = [\mathbf{x}_1(t) \quad \mathbf{x}_2(t) \quad \dots \quad \mathbf{x}_M(t)]^T \quad (2.2)$$

và đặt $\mathbf{a}(\theta)$ có dạng:

$$\mathbf{a}(\theta) = [1 \quad e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} d \sin \theta} \quad \dots \quad e^{-j \frac{2\pi}{\lambda} (M-1) d \sin \theta}]^T \quad (2.3)$$

Trong đó: $[\cdot]^T$ là phép chuyển vị vectơ hoặc ma trận.

Khi đó công thức (2.2) trở thành.

$$\mathbf{x}(t) = s(t) \cdot \mathbf{a}(\theta) \quad (2.4)$$

Vectơ $\mathbf{x}(t)$ được gọi là *vectơ dữ liệu đầu vào* của giàn và $\mathbf{a}(\theta)$ được gọi là *vectơ đáp ứng* hay *vectơ lái* giàn. Tập hợp vectơ đáp ứng trong trường hợp này chỉ phụ thuộc vào hướng của tín hiệu tới. Nói chung, vectơ đáp ứng chỉ có thể phụ thuộc vào độ đáp ứng của các chân tử riêng lẻ, cấu trúc giàn và tần số tín hiệu tới. Việc thiết lập một giàn anten với vectơ đáp ứng cho trước cho tất cả

các hướng và các tần số sẽ cho ra một kết quả hết sức đa dạng. Xét một giàn đơn giản như giàn đều tuyến tính được nói đến ở trên, sự đa dạng của giàn anten thích ứng sẽ được thể hiện trong việc tính toán các tham số. Trên thực tế, việc xác định một điểm nguồn đáp ứng cho các giá trị về hướng và tần số và quá trình xử lý sẽ cho phép thiết kế nên một giàn thích ứng có kích cỡ xác định.

Ta xét trường hợp xuất hiện tạp âm đầu vào, lúc này, tín hiệu đầu vào của các chấn tử xét ở trên trở thành

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{s}(t) \cdot \mathbf{a}(\theta) + \mathbf{n}(t) \quad (2.5)$$

Trong đó: $\mathbf{n}(t)$ là vectơ tạp âm đầu vào và được định nghĩa ở dạng

$$\mathbf{n}(t) = [n_1(t) \quad n_2(t) \quad \dots \quad n_M(t)] \quad (2.6)$$

So sánh kết quả trên với công thức (2.1) ta thấy với cùng một băng tần truyền dẫn, nhưng nhiều do các tín hiệu gần nhau trong giàn nhỏ hơn rất nhiều. Một tín hiệu đầu vào thoả mãn một điều kiện nào đó sẽ được quy vào là tín hiệu băng hẹp, trường hợp khác sẽ là tín hiệu băng rộng.

Trong trường hợp tổng quát, khi xuất hiện cả pha-đỉnh nhiều đường và các hiệu ứng người dùng. Vectơ tín hiệu thu được cho người dùng thứ i có thể được biểu diễn như sau

$$x_i(t) = \sum_{p=1}^{P_i} \alpha_{i,p} a(\theta_{i,p}) s_{i,p}(t - \tau_{i,p}) \quad (2.7)$$

Trong đó:

$s_{i,p}(t)$: là tín hiệu của người dùng thứ i khi có pha-đỉnh.

$\alpha_{i,p}$: là biên độ tín hiệu tổng hợp.

$\theta_{i,p}$: là góc tới.

P_i : là Pha-đỉnh nhiều đường

$\tau_{i,p}$: là thời gian trễ.

Khi có ảnh hưởng của tất cả mọi người dùng và nhiễu cục bộ, vector dữ liệu đầu vào có thể được viết dưới dạng chung như sau:

$$x(t) = \sum_{i=1}^U \sum_{p=1}^{P_i} \alpha_{i,p} \cdot a(\theta_{i,p}) \cdot s_{i,p}(t - \tau_{i,p}) + n(t) \quad (2.8)$$

Trong đó: U: là tổng số người sử dụng.

Trong hai công thức (2.7) và (2.8), phần công thức $\sum_{p=1}^{P_i} \alpha_{i,p} a(\theta_{i,p})$ được gọi là *vector chỉ thị không gian* cho người dùng thứ i.

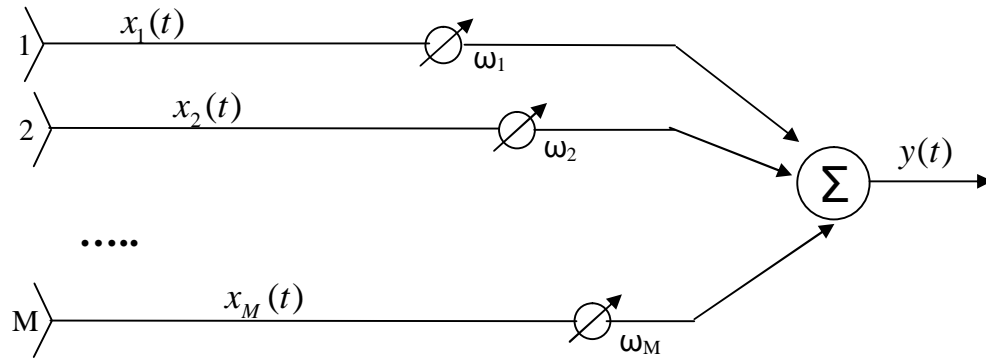
2.2. Tạo búp sóng thích ứng

Tạo búp sóng (beamforming) là một dạng xử lý tín hiệu để định dạng cho búp sóng trên giàn anten theo dạng của tín hiệu mong muốn trong quá trình mô phỏng không bị ảnh hưởng của các loại nhiễu. Việc xử lý tín hiệu mong muốn riêng lẻ cho từng người từ các nhiễu cơ sở trên các đặc tính của chúng trong không gian gọi là *quá trình lọc không gian*. Ở đường lên, mục đích tạo búp sóng là làm sao cho tỉ số tín hiệu trên nhiễu cộng tạp âm (SINR) của tín hiệu mong muốn ở phía thu đạt giá trị lớn nhất. Còn ở đường xuống, yêu cầu làm sao để có được công suất truyền dẫn từ trạm gốc (BS) tới máy di động đạt giá trị lớn nhất. Quá trình điều khiển tạo búp sóng sử dụng xử lý tín hiệu thích ứng được gọi là *tạo búp sóng thích ứng*. Trong một số trường hợp, tín hiệu lái không tạo búp sóng, nhưng giàn anten có chức năng định vị chính xác để vô hiệu các loại nhiễu, trường hợp đó gọi là quá trình xử lý tín hiệu *không định dạng*.

Bộ tạo búp sóng của giàn anten thích ứng là một hệ thống bao gồm một thiết bị xử lý và giàn anten hoạt động linh hoạt của bộ lọc thích ứng [16]. Có hai loại bộ tạo búp sóng là *bộ tạo búp băng hẹp* và *bộ tạo búp băng rộng*.

➤ Bộ tạo búp băng hẹp

Bộ tạo búp băng hẹp lấy mẫu tín hiệu đầu vào trong miền không gian để xử lý tín hiệu băng hẹp. Cấu trúc một bộ tạo búp băng hẹp được đưa ra ở hình dưới.



Hình 2.7 Cấu trúc của bộ tạo búp băng hẹp

Tín hiệu đầu ra sẽ là kết quả cộng tuyến tính có trọng số của tín hiệu thu được trên mỗi chấn tử, cho bởi công thức

$$y(t) = \omega^H \mathbf{x}(t) \quad (2.9)$$

Trong đó: $\mathbf{x}(t)$: là véctơ dữ liệu đầu vào.

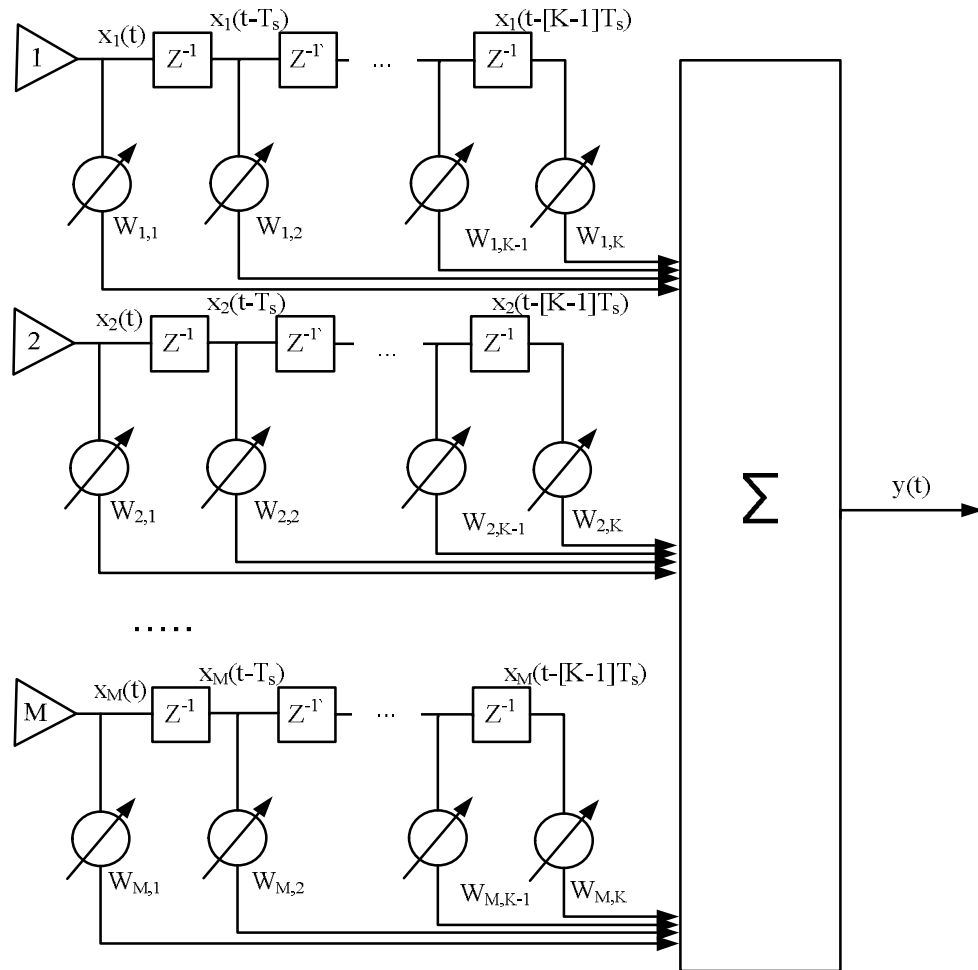
$(.)^H$: là phép chuyển vị liên hợp phức.

ω : Véctơ trọng số, được xác định bởi.

$$\omega = [\omega_1 \ \omega_2 \ \dots \ \omega_M]^T \quad (2.10)$$

➤ Bộ tạo búp băng rộng

Điểm khác biệt so với bộ tạo búp băng hẹp là bộ tạo búp băng rộng lấy mẫu cả tín hiệu đầu vào trong miền không gian và thời gian để xử lý tín hiệu



Hình 2.8 Bộ tạo búp băng rộng TDL

băng rộng. Một bộ tạo búp băng rộng được gọi là *bộ xử lý không gian và thời gian* hay *bộ cân bằng không gian thời gian*. Cấu trúc một bộ tạo búp băng rộng thường có một đường trễ (TDLs – Tapped Delay line), hay còn được gọi là bộ lọc phân cực ngang trong mỗi chấn tử đơn trên giàn. Nếu khoảng cách các bộ trễ đủ dài và có chỉ số đủ lớn, khi đó TDL ước tính một bộ lọc lý tưởng cho phép điều khiển chính xác độ khuếch đại và pha tại một tần số nhất định trong dải tần cho phép [17]. TDL không chỉ có ích trong việc điều khiển độ khuếch đại và pha của tín hiệu tại tần số nào đó trong tín hiệu băng rộng, nó còn có tác dụng hạn chế pha đỉnh đa đường, các loại trễ và hiện tượng nhiễu xuyên kênh.

Cấu trúc đơn giản của một bộ tạo búp sử dụng TDL được nêu trong hình 2.8.

Tín hiệu sau bộ trễ thứ K của chân tử thứ m trong bộ tạo búp có dạng

$$\mathbf{x}'_m(t) = [\mathbf{x}_m(t) \quad \mathbf{x}_m(t-T_s) \quad \dots \quad \mathbf{x}_m(t-(K-1)T_s)]^T \quad (2.11)$$

$$\boldsymbol{\omega} = [\omega_{m1} \quad \omega_{m2} \quad \dots \quad \omega_{mK}] \quad (2.12)$$

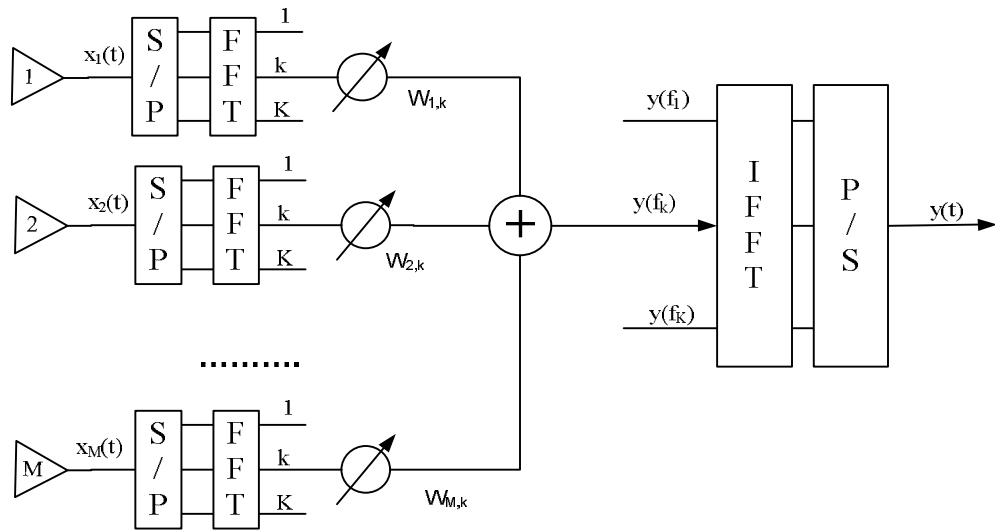
Tín hiệu đầu ra có dạng:

$$\mathbf{x}_m(t) = [\mathbf{x}'^T_1(t) \quad \mathbf{x}'^T_2(t) \quad \dots \quad \mathbf{x}'^T_M(t)]^T \quad (2.13)$$

$$\boldsymbol{\omega} = [\boldsymbol{\omega}^T_1 \quad \boldsymbol{\omega}^T_2 \quad \dots \quad \boldsymbol{\omega}^T_M] \quad (2.14)$$

Tín hiệu đầu ra của bộ tạo búp băng rộng cũng được xác định tương tự như bộ tạo búp băng hẹp trong công thức (2.9).

$$\mathbf{y}(t) = \boldsymbol{\omega}^H \mathbf{x}(t) \quad (2.15)$$



Trong đó:

S/P (Seria - Parallel conversion) : Bộ biến đổi nối tiếp – song song

P/S (Parallel - Seria conversion) : Bộ biến đổi song song - nối tiếp.

Hình 2.9 Bộ tạo búp miền tần số sử dụng FFT

Do bộ tạo búp sử dụng TDLs xử lý tín hiệu trong miền thời gian nên có nhiều điểm hạn chế. Gần đây, bộ tạo búp sóng sử dụng biến đổi Fourier nhanh (FFT – Fast Fourier Transform) thay thế cho bộ tạo búp sử dụng TDLs. Kết quả

của việc sử dụng FFT đã tạo ra một bộ tạo búp băng rộng trong miền tần số. Cấu trúc của bộ tạo búp sóng sử dụng FFT có dạng như hình (2.9)

Ưu điểm của các thiết bị làm việc trong miền tần số là làm giảm sự phức tạp trong tính toán và tăng tỉ lệ hội tụ. Việc điều khiển trọng số trong hệ thống đạt được sự độc lập so với mỗi dải tần số, việc xử lý lựa chọn trọng số có thể làm việc trong chế độ song song, điều này cho tốc độ cập nhật trọng số nhanh hơn. Hơn nữa, khi sử dụng thuật toán thích ứng bình phương trung bình cực tiểu (LMS) thì sự sai khác giữa các khung tần số có thể được chấp nhận và kết quả có được sự hội tụ nhanh hơn [10].

2.3. Tiêu chuẩn lựa chọn hiệu năng

Với những nguyên tắc hoạt động như trên, bộ điều khiển xử lý bước sóng sẽ lựa chọn búp sóng thu phát như thế nào? Có bốn phương pháp thường được ứng dụng cho giàn anten trong thông tin di động là: Phương pháp trung bình bình phương lỗi nhỏ nhất (MMSE), phương pháp tỉ số tín hiệu trên tổng tạp âm và nhiễu lớn nhất (MSINR), phương pháp giá trị lớn nhất có thể (ML) và phương pháp độ dao động nhỏ nhất (MV).

Trong phần này, đồ án trình bày về ba phương pháp xác định vectơ trọng số cho giàn anten thích ứng là phương pháp MMSE, MSINR và MV.

2.3.1. Bình phương trung bình lỗi nhỏ nhất (MMSE)

Phương pháp bình phương trung bình lỗi nhỏ nhất (MMSE - Minimum Mean Square Error) được đưa ra bởi Widrow *et al.* Sự chọn lựa theo yêu cầu sai khác nhỏ nhất giữa tín hiệu đầu ra $y(t)$ và *tín hiệu mong muốn* $s(t)$. Trên thực tế, tín hiệu mong muốn $s(t)$ không được biết trước. Tuy nhiên có thể dùng một số kỹ thuật, phương pháp ước tính một số tham số cho tín hiệu mong muốn sẽ được một *tín hiệu tham khảo* $r(t)$ gần đúng như tín hiệu yêu cầu. Khi đó, vectơ dữ liệu đầu vào được cho bởi:

$$\mathbf{x}(t) = s(t).a(\theta) + u(t) \quad (2.16)$$

$$\mathbf{x}(t) = \mathbf{s}(t) + \mathbf{u}(t)$$

Trong đó, $a(\theta)$ là độ đáp ứng giàn, $\mathbf{u}(t)$ bao gồm véc-tơ tạp âm trung bình mức không và các nhiễu không tương quan. Đối với giàn thích ứng băng hẹp, tín hiệu đầu ra có thể được biểu diễn theo công thức:

$$\mathbf{y}(t) = \boldsymbol{\omega}^H \mathbf{x}(t) \quad (2.17)$$

Các tín hiệu lỗi được mô tả theo công thức:

$$\begin{aligned} \mathbf{e}(t) &= \mathbf{r}(t) - \mathbf{y}(t) \\ &= \mathbf{r}(t) - \boldsymbol{\omega}^H \mathbf{x}(t) \end{aligned} \quad (2.18)$$

Và trọng số được chọn lựa để lỗi bình phương trung bình là nhỏ nhất trong tín hiệu lỗi

$$\varepsilon\{|\mathbf{e}(t)|^2\} = \varepsilon\{|\mathbf{r}(t) - \boldsymbol{\omega}^H \mathbf{x}(t)|^2\} \quad (2.19)$$

Trong đó: $\varepsilon\{\cdot\}$ là phép toán thể hiện biến đổi của hệ thống.

Khai triển công thức (2.19) ta được:

$$\begin{aligned} \varepsilon\{|\mathbf{e}(t)|^2\} &= \varepsilon\{|\mathbf{r}(t)|^2\} - \boldsymbol{\omega}^T \varepsilon\{\mathbf{x}^*(t) \cdot \mathbf{r}(t)\} - \boldsymbol{\omega}^H \varepsilon\{\mathbf{x}(t) \cdot \mathbf{r}^*(t)\} + \boldsymbol{\omega}^H \varepsilon\{\mathbf{x}(t) \cdot \mathbf{x}^H(t)\} \boldsymbol{\omega} \\ &= \varepsilon\{|\mathbf{r}(t)|^2\} - \boldsymbol{\omega}^T \mathbf{r}_{xr}^* - \boldsymbol{\omega}^H \mathbf{r}_{xr} + \boldsymbol{\omega}^H \mathbf{R}_{xx} \boldsymbol{\omega} \end{aligned} \quad (2.20)$$

Trong đó:

$$\mathbf{r}_{xr} = \varepsilon\{\mathbf{x}^*(t) \cdot \mathbf{r}(t)\} \quad : \text{gọi là Véc-tơ tương quan}$$

$$\mathbf{R}_{xx} = \varepsilon\{\mathbf{x}(t) \cdot \mathbf{x}^H(t)\} \quad : \text{gọi là Ma trận thống kê.}$$

$(\cdot)^*$: phép liên hợp phức

Véc-tơ trọng số có thể được lựa chọn bằng cách thiết lập Gradient trong công thức (2.20), cụ thể là xác định $\boldsymbol{\omega}$ sao cho hàm lỗi bình phương trung bình nhỏ nhất, tức là khi Gradient của nó gần đến không (zero) [8 /96].

$$\nabla_{\boldsymbol{\omega}} \varepsilon\{|\mathbf{e}(t)|^2\} = 0 \quad (2.21)$$

Với $\omega_i = a_i + jb_i$, A là hàm không phụ thuộc vào ω , c là hằng số thì:

$$\begin{aligned}\nabla(\omega^H A \omega) &= 2A\omega \\ \nabla(\omega^H c) &= 2c \\ \nabla(c^H \omega) &= 0\end{aligned}\quad (2.22)$$

Áp dụng công thức (2.22) và (2.20) vào (2.21) ta được:

$$-2r + 2R\omega = 0$$

$$\text{Vậy kết quả thu được là: } \omega_{\text{MMSE}} = \omega_{\text{opt}} = R^{-1}r \quad (2.23)$$

Khi đó, ta tính được giá trị lỗi trung bình bình phương bằng cách thay kết quả (2.23) vào công thức (2.20) ta được:

$$\text{MMSE} = \varepsilon\{|e(t)|^2\} = \varepsilon\{|r(t)|^2\} - r_{\text{xr}}^H R_{\text{xx}}^{-1} r_{\text{xr}} \quad (2.24)$$

2.3.2. Tỉ số tín hiệu trên tạp âm và nhiễu lớn nhất (MSINR)

Phương pháp *tỉ số tín hiệu trên nhiễu và tạp âm lớn nhất* (MSINR - Maximum Signal to Interference plus Noise Ratio), là phương pháp lựa chọn vectơ trọng số ω sao cho tỉ số tín hiệu trên tổng nhiễu và tạp âm đạt cực đại. Ta xét lại công thức (2.9) và (2.16), ta có hàm tín hiệu đầu ra được viết dưới dạng

$$\begin{aligned}y(t) &= \omega^H \mathbf{x}(t) \\ &= \omega^H s(t) + \omega^H u(t) \\ &= y_s(t) + y_u(t)\end{aligned}\quad (2.25)$$

Giá trị trung bình của SINR đầu ra có dạng:

$$\text{SINR} = \varepsilon\left\{\frac{|y_s(t)|^2}{|y_u(t)|^2}\right\} = \varepsilon\left\{\frac{\omega^H s(t).s^H(t)\omega}{\omega^H u(t).u^H(t)\omega}\right\} = \frac{\omega^H R_{ss}\omega}{\omega^H R_{uu}\omega} \quad (2.26)$$

Trong đó:

$$R_{ss} = \varepsilon\{s(t).s^H(t)\}$$

$$R_{uu} = \varepsilon\{u(t).u^H(t)\}$$

Lấy gradient của SINR trong công thức (2.26) ta được:

$$\begin{aligned} \nabla_{\omega} SINR &= \frac{\nabla(\omega^H R_{ss} \omega) \cdot (\omega^H R_{uu} \omega) - (\omega^H R_{ss} \omega) \cdot \nabla(\omega^H R_{uu} \omega)}{(\omega^H R_{uu} \omega)^2} \\ &= \frac{2R_{ss} \omega \cdot (\omega^H R_{uu} \omega) - 2R_{uu} \omega (\omega^H R_{ss} \omega)}{(\omega^H R_{uu} \omega)^2} \end{aligned} \quad (2.27)$$

Ta có thể xác định được trọng số ω_{opt} bằng cách cho $\nabla_{\omega} SINR = 0$, khi đó:

$$R_{ss} \omega = \frac{\omega^H R_{uu} \omega}{\omega^H R_{uu} \omega} R_{uu} \omega = SINR \cdot R_{uu} \omega \quad (2.28)$$

Tồn tại nghịch đảo của R_{uu} , vì vậy công thức (2.28) có thể viết dưới dạng

$$R_{uu}^{-1} R_{ss} \omega = SINR \omega \quad (2.29)$$

Trong các trường hợp tổng quát cần chú ý đến vế phải của công thức (2.27), nó có thể đạt đến giá trị cực trị khi $R_{uu}^{-1} R_{ss}$ đạt giá trị cực đại hoặc cực tiểu. Giá trị cực đại λ_{max} thoả mãn công thức:

$$R_{uu}^{-1} R_{ss} \omega = \lambda_{max} \omega \quad (2.30)$$

So sánh hai công thức (2.30) và (2.29), thay λ_{max} bằng SINR, khi tồn tại λ_{max} sẽ cho ta giá trị của trọng số ω_{opt} cần tìm bởi công thức:

$$\begin{aligned} \omega_{opt} &= \frac{R_{uu}^{-1} R_{ss} \omega_{opt}}{SINR} = \frac{R_{uu}^{-1} \varepsilon\{s(t)a(\theta).s(t)a^H(\theta)\}}{SINR} \\ &= \frac{R_{uu}^{-1} \cdot a(\theta) \cdot a^H(\theta) \cdot \omega_{opt} \cdot \varepsilon\{|s(t)|^2\}}{SINR} \end{aligned} \quad (2.31)$$

$$\text{Đặt } \beta = \frac{a^H(\theta) \cdot \omega_{opt} \cdot \varepsilon\{|s(t)|^2\}}{SINR} \text{ ta được} \quad (2.32)$$

Véc tơ trọng số có dạng tương tự như công thức Wiener-Hopf:

$$\omega_{\text{SINR}} = \omega_{\text{opt}} = \beta R_{uu}^{-1} a(\theta) \quad (2.33)$$

2.3.3. Độ dao động nhỏ nhất (MV)

Ta xét lại công thức (2.9), (2.16) và (2.4) ta có:

$$\begin{aligned} y(t) &= \omega^H \mathbf{x}(t) \\ &= \omega^H s(t) + \omega^H \mathbf{u}(t) \\ &= \omega^H a(\theta) s(t) + \omega^H \mathbf{u}(t) \end{aligned}$$

Đặt $g = \omega^H a(\theta)$. Khi đó, độ dao động của tín hiệu đầu ra của giàn được cho bởi công thức:

$$\begin{aligned} \text{var}\{y(t)\} &= \varepsilon\{[y(t) - gs(t)][y(t) - gs(t)]^*\} \\ &= \varepsilon\{\omega^H \mathbf{u}(t) [\omega^H \mathbf{u}(t)]^H\} = \omega^H \mathbf{R}_{uu} \omega \end{aligned} \quad (2.34)$$

Sử dụng phương pháp Lagrange,

$$\nabla_{\omega} \{\omega^H \mathbf{R}_{uu} \omega - \beta(g - \omega^H a(\theta))\} = 0 \quad (2.35)$$

$$\text{Suy ra: } \mathbf{R}_{uu} \omega - \beta a(\theta) = 0 \quad (2.36)$$

Do \mathbf{R}_{uu} tồn tại giá trị nghịch đảo, nên véc tơ trọng số trong phương pháp này xác định theo công thức:

$$\omega_{\text{MV}} = \omega_{\text{opt}} = \beta \mathbf{R}_{uu}^{-1} a(\theta) \quad (2.37)$$

$$\text{Với } \beta = \frac{g}{a^H(\theta) \mathbf{R}_{uu}^{-1} a(\theta)} \quad (2.38)$$

2.4. Thuật toán thích ứng

Vấn đề đặt ra trong việc nghiên cứu chế tạo giàn anten thích ứng là cần điều khiển các tham số trọng số ω của bộ tạo tia sao cho giảm được tối đa tín hiệu can nhiễu của những người dùng không mong muốn. Yêu cầu đặt ra là

phải tìm ra được những phương pháp điều khiển bộ tạo tia thay đổi kịp với sự biến đổi của tín hiệu.

Việc điều khiển bộ xử lý bất kỳ thường tuân theo hai bước sau:

- Thiết lập hàm mục tiêu đánh giá.
- Tạo ra một tập các chương trình để thay đổi các trọng số của bộ tạo tia để sao cho thỏa mãn hàm mục tiêu đã đề ra.

Các phương pháp để tạo ra chương trình điều khiển trọng số của bộ tạo tia trong giàn anten thích ứng được gọi là *những thuật toán thích ứng (adaptive algorithm)*. Một số thuật toán thích ứng như:

1. Trung bình bình phương bé nhất (LMS).
2. Nghịch đảo ma trận mẫu (SMI)
3. Độ quy bình phương tối thiểu (RLS)
4. Hiệu phương sai bé nhất.
5. Công suất đầu ra cực đại.
6. Độ lợi cực đại

Các tiêu chuẩn này thường được biểu thị bằng hàm mục tiêu và gắn chặt với chất lượng tại đầu ra của giàn. Việc điều chỉnh các trọng số sẽ làm cho hàm mục tiêu càng bé dần theo từng bước lặp. Khi hàm mục tiêu đạt giá trị bé nhất, lúc đó tiêu chuẩn được đề ra là đạt được và thuật toán được gọi là hội tụ.

Đối với giàn anten thích ứng có thể sử dụng được nhiều thuật toán. Nhưng chọn thuật toán nào thì phải căn cứ vào bài toán đặt ra và các yếu tố sau:

- *Tốc độ hội tụ*: Nó được xác định bằng số bước lặp cần thiết để thuật toán hội tụ đến nghiệm tối ưu.
- *Độ bám*: Khi thuật toán tối ưu hoạt động trong môi trường không dừng, thuật toán cần phải bám được các thay đổi thống kê trong môi trường.

- *Độ thông minh*: Biểu thị năng lực của thuật toán thỏa mãn các điều kiện số liệu đầu vào.
- *Độ phức tạp tính toán*: Bao gồm số thuật toán, dung lượng bộ nhớ cần thiết để lưu trữ số liệu và chương trình, chi phí thấp.
- Đơn giản cả phần cứng lẫn phần mềm và phương thức tổ chức hệ thống.
- Nâng cao hiệu quả sử dụng băng tần truyền dẫn

Sau đây, đồ án trình bày về ba thuật toán thường được sử dụng nhất là thuật toán bình phương tối thiểu (LMS), thuật toán đệ quy bình phương nhỏ nhất (RLS), thuật toán nghịch đảo ma trận mẫu (SMI).

2.4.1 Thuật toán bình phương trung bình tối thiểu (LMS)

Thuật toán bình phương trung bình tối thiểu (LMS - Least Mean Square) là thuật toán thích ứng phổ biến nhất cho độ thích nghi cao. Nó cho phép chọn lựa vectơ trọng số để bình phương trung bình lỗi tiến đến giá trị nhỏ nhất. Thuật toán LMS cho phép cập nhật vectơ trọng số tại thời điểm $(n + 1)$ theo công thức:

$$\omega(n+1) = \omega(n) - \frac{\mu}{2} \nabla \varepsilon \{e^2(n)\} \quad (2.39)$$

Trong đó μ là “khoảng kích thước” điều khiển các tham số hội tụ của $\omega(n)$, μ thỏa mãn:

$$1 < \mu < \frac{1}{\lambda_{\max}} \quad (2.40)$$

λ_{\max} là giá trị thích hợp lớn nhất của ma trận dao động R_{xx} , mặt khác:

$$\nabla \varepsilon \{e^2(n)\} = -2r_{rx} + 2R_{xx}\omega(n) \quad (2.41)$$

Thay (2.41) vào công thức (2.39) ta được:

$$\omega(n+1) = \omega(n) - \mu[-r_{rx} + R_{xx}\omega(n)] \quad (2.42)$$

Việc cập nhật trọng số theo công thức (2.42) cần phải biết trước bộ hai tham số R_{xx} và r_{rx} . Để đơn giản, người ta thay các công thức tính R_{xx} và r_{rx} :

$$\begin{aligned} R_{xx}(n) &= \mathbf{x}(n) \cdot \mathbf{x}^H(n) \\ r_{xr}(n) &= \mathbf{x}(n) \cdot r^H(n) \end{aligned} \quad (2.43)$$

Thay vào (2.42) ta được:

$$\begin{aligned} \omega(n+1) &= \omega(n) + \mu[\mathbf{x}(n) \cdot r^H(n) - \mathbf{x}(n) \mathbf{x}^H(n) \omega(n)] \\ &= \omega(n) + \mu \mathbf{x}(n) [r^*(n) - \mathbf{x}^H(n) \omega(n)] \\ &= \omega(n) + \mu \mathbf{x}(n) [r^*(n) - y^*(n)] \\ &= \omega(n) + \mu \mathbf{x}(n) e^*(n) \end{aligned} \quad (2.44)$$

Tốc độ hội tụ của thuật toán LMS phụ thuộc vào giá trị của μ , và nó tỉ lệ nghịch với sự các giá trị thay đổi của ma trận thống kê R_{xx} .

2.4.2 Thuật toán đệ quy bình phương tối thiểu (RLS)

Thuật toán *Đệ quy bình phương tối thiểu* (RLS - Recursive Least Squares) sử dụng bình phương lỗi nhỏ nhất để ước tính véc tơ trọng số. Véc tơ trọng số được chọn khi giá trị của hàm tính tổng các bình phương lỗi là nhỏ nhất thông qua khung thời gian.

$$Q(n) = \sum_{i=1}^n \gamma^{n-i} |e(i)|^2 \quad (2.45)$$

Trong đó: $e(i)$ được định nghĩa bởi công thức (2.18) và $0 < \gamma < 1$ là “hệ số quên”. Sử dụng phương pháp bình phương cực tiểu, véc tơ tương quan và ma trận thống kê được cho bởi công thức:

$$R_{xx}(n) = \sum_{i=1}^n \gamma^{n-i} \mathbf{x}(i) \mathbf{x}^H(i) \quad (2.46)$$

$$r_{xr}(n) = \sum_{i=1}^n \gamma^{n-i} \mathbf{x}(i) r^*(i) \quad (2.47)$$

Các hệ số ngoài xác định tương ứng khi $i = n$, ta định được:

$$R_{xx}(n) = \gamma R_{xx}(n-1) + \mathbf{x}(n) \cdot \mathbf{x}^H(n) \quad (2.48)$$

$$r_{xr}(n) = \gamma r_{xr}(n-1) + x(n).r^*(n) \quad (2.49)$$

Áp dụng định nghĩa của Woodbury, ta xác định được nghịch đảo của ma trận thống kê

$$R_{xx}^{-1} = \gamma^{-1}[R_{xx}^{-1}(n-1) + q(n)x(n).R_{xx}^{-1}(n-1)] \quad (2.50)$$

Trong đó:

$$q(n) = \frac{\gamma^{-1}R_{xx}^{-1}(n-1)x(n)}{1 + \gamma^{-1}x^H(n)R_{xx}^{-1}(n-1)x(n)} \quad (2.51)$$

Ta thấy, véc tơ trọng số có thể được cập nhật theo công thức (2.23):

$$\begin{aligned} \omega(n) &= R_{xx}^{-1}(n).r_{xr}(n) \quad (2.52) \\ &= \gamma^{-1}[R_{xx}^{-1}(n-1) + q(n)x(n).R_{xx}^{-1}(n-1)][\gamma r_{xr}(n-1) + x(n).r^*(n)] \end{aligned}$$

Kết quả cuối cùng ta được:

$$\omega(n) = \omega(n-1) + q(n)[r^*(n) + \omega^H(n-1)x(n)] \quad (2.53)$$

2.4.3. Thuật toán nghịch đảo ma trận mẫu (SMI)

Thuật toán nghịch đảo ma trận mẫu SMI (Sample Matrix Inversion) sử dụng công thức (2.24) trong phương pháp trung bình bình phương cực tiểu (MMSE), khi mà cả tín hiệu mong đợi và tín hiệu tham khảo đều đã biết và coi như có cùng độ ưu tiên. Nếu như cả tín hiệu yêu cầu và tín hiệu tham khảo đều chưa biết, ta cũng có thể ước tính nó thông qua véc tơ dữ liệu đầu vào.

$$\begin{aligned} R_{xx}(n) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x(i).x^H(i) \\ r_{xr}(n) &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x(i).r^*(i) \end{aligned} \quad (2.54)$$

Áp dụng vào công thức (2.23) ta ước tính được véc tơ trọng số sử dụng phương pháp SMI như sau:

$$\omega(n) = R_{xx}^{-1}(n).r_{xr}(n) \quad (2.55)$$

Thuật toán SMI là một thuật toán “khối thích ứng” nên có có tốc độ ước tính việc chọn lựa vectơ trọng số một cách nhanh nhất. Tuy nhiên, việc tính toán rất phức tạp do việc phải tính ma trận nghịch đảo của ma trận thống kê R_{xx} là một ma trận khá lớn.

2.5. Lợi ích của giàn anten thích ứng

Việc ứng dụng giàn anten thích ứng cho các hệ thống truyền dẫn, nhất là đối với hệ thống thông tin di động sẽ mang lại rất nhiều ích lợi, ví dụ như: cải thiện chất lượng tín hiệu, mở rộng phạm vi truyền tin, tăng công suất phát,...

2.5.1. Cải thiện chất lượng tín hiệu

Việc sử dụng anten giàn thích ứng nhiều chấn tử có thể sẽ được cung cấp thêm bộ khuếch đại anten, chất lượng tín phụ thuộc vào chỉ số cụ thể của các chấn tử. Anten giàn thích ứng giúp cải tiến đáng kể tỉ số tín hiệu trên tạp âm và nhiễu SINR.

Tỉ số tín hiệu trên tạp âm và nhiễu đầu vào được định nghĩa là $SINR_{in}$. Nếu như mức nhiễu nhỏ hơn chỉ số mức độ rỗi (DoF – Degree of Freedom) $DoF = M - 1$, và SINR đầu ra nằm trong môi trường đơn hướng (không có pha đình nhiều đường) sẽ được xác định theo công thức:

$$SINR_{out} = M.SINR_{in} \quad (2.56)$$

Hoặc là:

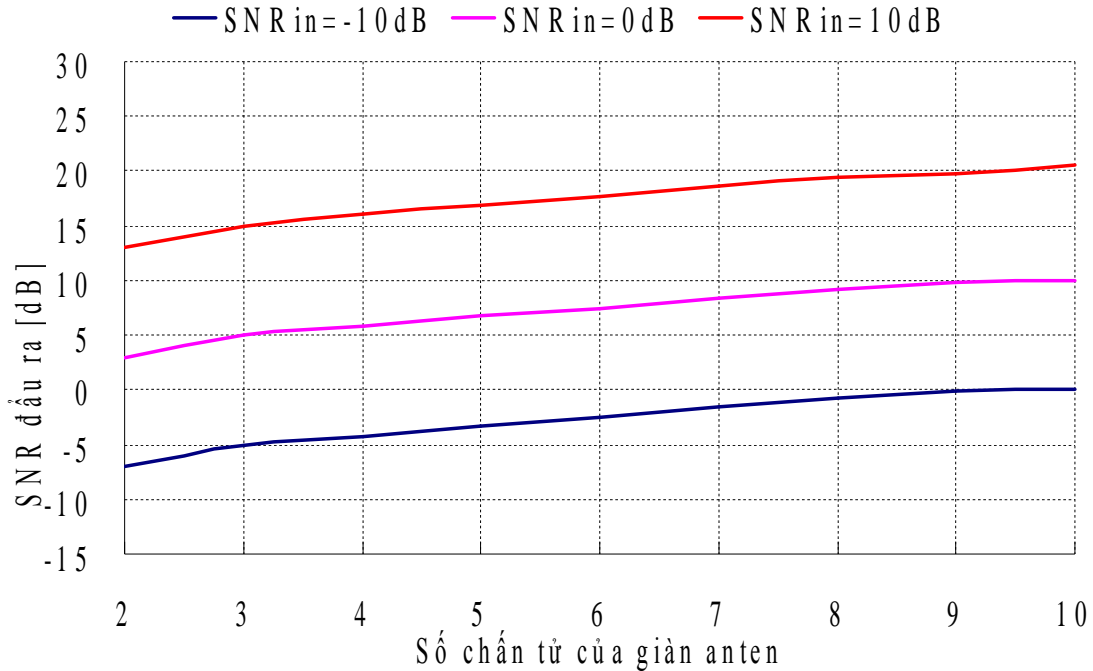
$$SINR_{out}[dB] = 10\log_{10}M + SINR_{in}[dB] \quad (2.57)$$

Với M là số chấn tử của giàn.

Trong môi trường có pha đình nhiều đường, nếu việc xử lý tín hiệu thực hiện cả trong miền không gian và thời gian, đối với hệ thống băng rộng thì SINR còn phụ thuộc vào chỉ số của thiết bị TDLs và tham số pha đình. Xét trường hợp pha đình hai đường, trở hướng tới là từ 0^0 đến 30^0 , khi đó, $SINR_{out}$ được ước tính theo công thức

$$SINR_{out}[dB] = 10\log_{10}M + 10\log_{10}2 + SINR_{in}[dB] \quad (2.58)$$

Nó có nghĩa là SINR đầu ra sẽ tăng thêm 3dB trong môi trường pha định nhiều đường. Tức là nếu môi trường truyền dẫn là pha định nhiều đường hơn, thì các tín hiệu khác sẽ bị chèn vào nhiều hơn. Hình sau là đồ thị biểu thị sự phụ thuộc của SINR đầu ra vào số chân tử anten và SINR đầu vào.



Hình 2.10 Chất lượng tín hiệu của giàn anten thích ứng

2.5.2. Mở rộng phạm vi truyền tin

Từ công thức (2.57), ta thấy nếu chỉ xét đến độ khuếch đại của giàn anten

$$G = 10\log_{10}M \tag{2.59}$$

Như vậy, việc có thêm độ khuếch đại trên sẽ giúp cho trạm gốc có thể mở rộng khả năng truyền dẫn. Sử dụng giàn anten thích ứng có góc phát tín hiệu nhỏ (độ tính hướng cao), số đường mất tín hiệu sẽ có dạng lũy thừa bậc α , Phạm vi truyền dẫn REF (Range Extension Factor) được cho bởi công thức [20]

$$REF = \frac{r_{array}}{r_{conv}} = M^{\frac{1}{\alpha}} \tag{2.60}$$

Trong đó:

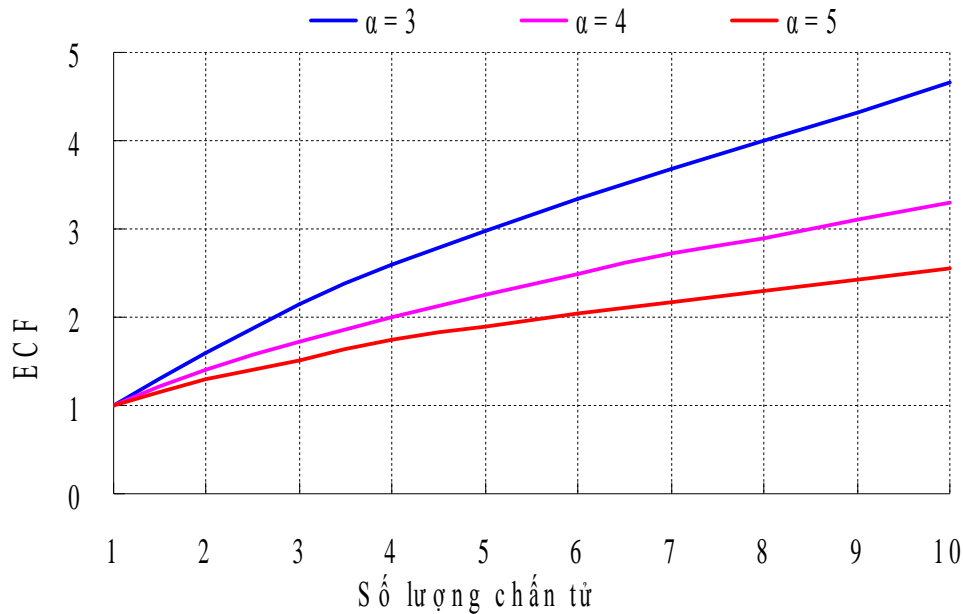
r_{conv} : Là dải phủ sóng của giàn anten đơn chấn tử.

r_{array} : Là dải phủ sóng của giàn anten M chấn tử

Vùng phục vụ của hệ thống ECF (Extended area Coverage Factor) khi dùng giàn anten thích ứng được mở rộng ra một khoảng:

$$ECF = \left(\frac{r_{array}}{r_{conv}} \right)^2 = REF^2 \quad (2.61)$$

Hình dưới mô tả sự phục thuộc vùng phục vụ của giàn anten vào số lượng chấn tử của giàn. Ta thấy, nếu số chấn tử là 6 thì vùng phục vụ của giàn sẽ rộng ra gấp đôi khi $\alpha = 5$. Việc mở rộng được vùng phục vụ sẽ có lợi rất lớn trong việc giảm số trạm gốc, cụ thể trong trường hợp trên, số lượng trạm gốc sẽ chỉ bằng một nửa so với việc chỉ dùng anten thường. [21 / 84 ÷ 94]



Hình 2.11 Cải thiện vùng phủ sóng nhờ giàn anten thích ứng

2.5.3. Tiết kiệm công suất phát

Ở mục 2.5.1, ta thấy khi sử dụng anten giàn thích ứng cho phép tăng độ khuếch đại của giàn anten. Với độ khuếch đại này, người ta có thể giảm công suất phát đi tại trạm gốc (BS). Nếu yêu cầu về mật độ công suất không đổi thì việc sử dụng anten giàn thích ứng M chấn tử cho phép ta giảm công suất yêu cầu xuống M^{-1} lần, khi đó công suất yêu cầu đầu ra của bộ khuếch đại công suất tại trạm gốc có thể giảm M^{-2} lần. Việc giảm công suất phát cho phép tiết kiệm chi phí thiết kế và lắp đặt mạng.

2.6. Tổng kết chương II

Trong chương II, ta giả đồ án đã trình bày những hiểu biết chung nhất của mình về thiết bị thu phát vô tuyến – anten, anten thông minh, giới thiệu sơ lược về hệ thống anten thông minh chuyển búp (SBA). Ngoài ra, tác giả đã cố gắng trình bày khá cụ thể về hệ thống anten giàn thích ứng (AAA), bao gồm các vấn đề như: Cấu trúc của giàn anten thích ứng, việc tạo búp sóng trong giàn anten thích ứng, các tiêu chuẩn chọn lựa hiệu năng, các thuật toán thích ứng và những lợi ích mà giàn anten thích ứng mang lại khi sử dụng.

Từ những kết quả nghiên cứu được trên, tác giả xin phép được trình bày về việc ứng dụng giàn anten thích ứng này cho hệ thống thông tin di động CDMA trong chương tiếp theo.

CHƯƠNG III

GIÀN ANTEN THÍCH ỨNG CHO HỆ THỐNG CDMA

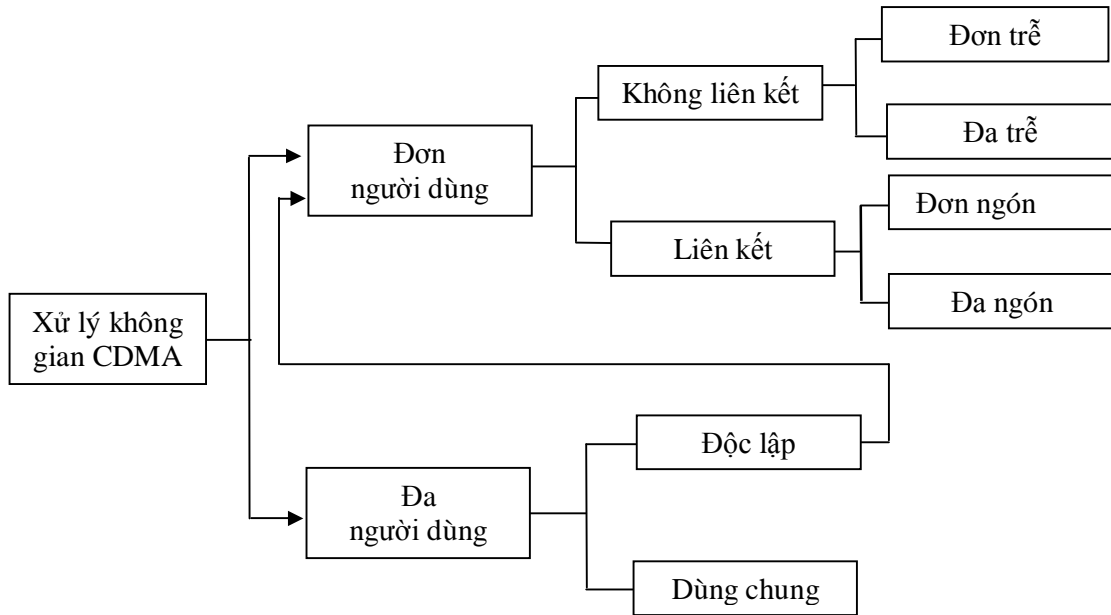
Do sự phát triển của thông tin di động, các thế hệ hệ thống tin di động thế hệ trước dần được thay thế, công nghệ CDMA đang khẳng định ưu điểm của mình. Hệ thống thông tin di động 3G ra đời đã và đang có những yêu cầu cao về kỹ thuật để nâng cao hiệu quả truyền dẫn, tiết kiệm tài nguyên và hạ giá thành dịch vụ.

Những kỹ thuật của anten thông minh nói chung cũng như anten giàn thích ứng nói riêng là một công nghệ rất đáng được quan tâm tới. Với những gì nghiên cứu được, tác giả đề án xin phép được trình bày về những ứng dụng của giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA. Nội dung được trình bày trong chương này bao gồm các vấn đề về việc sử dụng giàn anten thích ứng cho hệ thống CDMA mà chủ yếu là cho hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp. Các vấn đề được đề cập là: các kỹ thuật anten thông minh ứng dụng cho hệ thống CDMA và những ứng dụng cụ thể cho hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp về cấu trúc hệ thống, dạng tín hiệu, SNR.

3.1. Các kỹ thuật của anten thông minh cho hệ thống CDMA

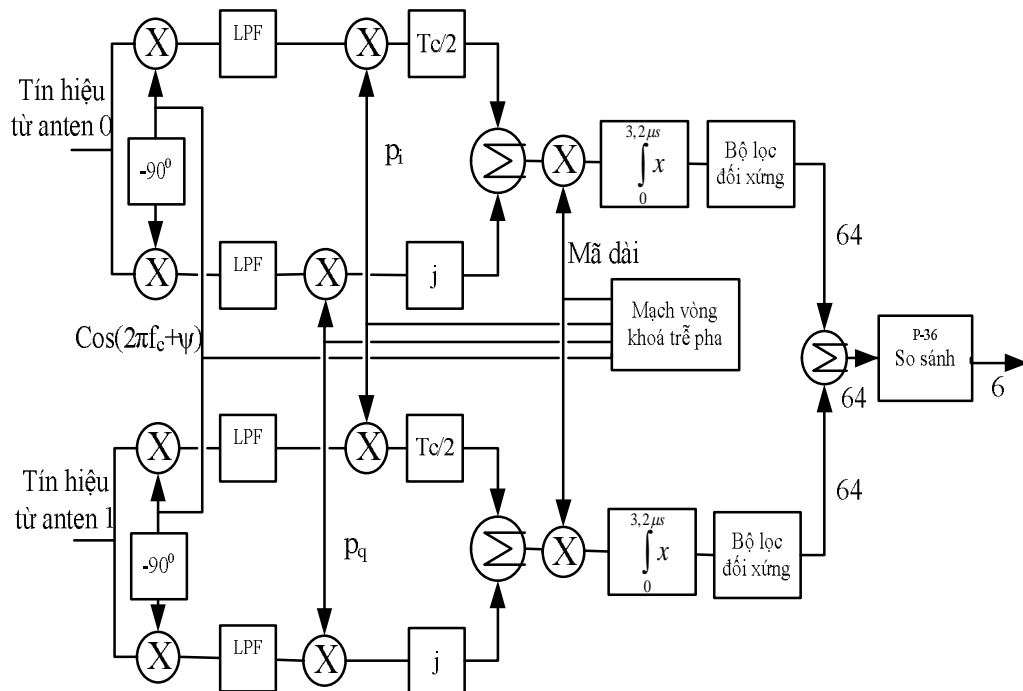
Trong phần này, tác giả xin trình bày các kỹ thuật anten thông minh có thể được ứng dụng trong các hệ thống truyền dẫn vô tuyến, mà chủ yếu là trong hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp (DS-SS-SSMA).

Kỹ thuật chủ yếu được ứng dụng đó là kỹ thuật xử lý không gian cho các trạm gốc (BS). Hệ thống xử lý không gian có thể được phân thành hệ thống cho đơn người dùng hoặc đa người dùng. Trong hệ thống đa người dùng, búp sóng có thể được định dạng cho nhiều người cùng sử dụng một lúc, hệ thống thực hiện xử lý K tín hiệu khác nhau và việc xử lý không gian được áp dụng độc lập với mỗi tín hiệu. Cấu trúc cơ bản của hệ thống xử lý không gian được cho ở hình 3.1.



Hình 3.1 Mô hình bộ lọc không gian cho Trạm gốc CDMA

3.1.1. Bộ xử lý không gian CDMA không liên kết



Hình 3.2 Triển khai hệ thống nhiều anten không liên kết cho bộ thu trạm gốc CDMA

Trong họ các thiết bị xử lý không gian cho hệ thống CDMA, chúng ta có thể chia ra thành các hệ thống liên kết (coherent) và không liên kết (non-coherent).

Việc định dạng CDMA trên đường liên kết đảo của IS-95 sử dụng điều chế trực giao 64-chip. Trong điều chế trực giao 64-chip, mỗi ký hiệu điều chế trực giao với các ký hiệu khác. Bộ tách tín hiệu trong điều chế trực giao là một tập hợp các *bộ lọc đối xứng*. Các bộ lọc đối xứng này bao gồm các bộ lọc đối xứng cho tất cả 64-chip điều chế. Ở đầu ra của bộ lọc đối xứng, tín hiệu mạnh nhất là tín hiệu được lựa chọn. Khi sử dụng phương pháp điều chế trực giao, tín hiệu đầu ra được xác định bằng phép cộng tổng các tín hiệu tương ứng ở đầu ra của các bộ lọc đối xứng từ mỗi anten. Hình 3.2 mô tả một hệ thống sử dụng điều chế 4 chip trên mỗi chip Walsh đường xuống.

Kiến trúc được nêu ở trên không yêu cầu phải có thiết bị thích ứng và khuếch đại cung cấp. Tuy nhiên, hệ thống không liên kết có khả năng chống nhiễu và quản lý đa đường [8 /119]. Hệ thống không liên kết có khả năng quản lý sự đa dạng của các bộ khuếch đại của các tín hiệu trực giao.

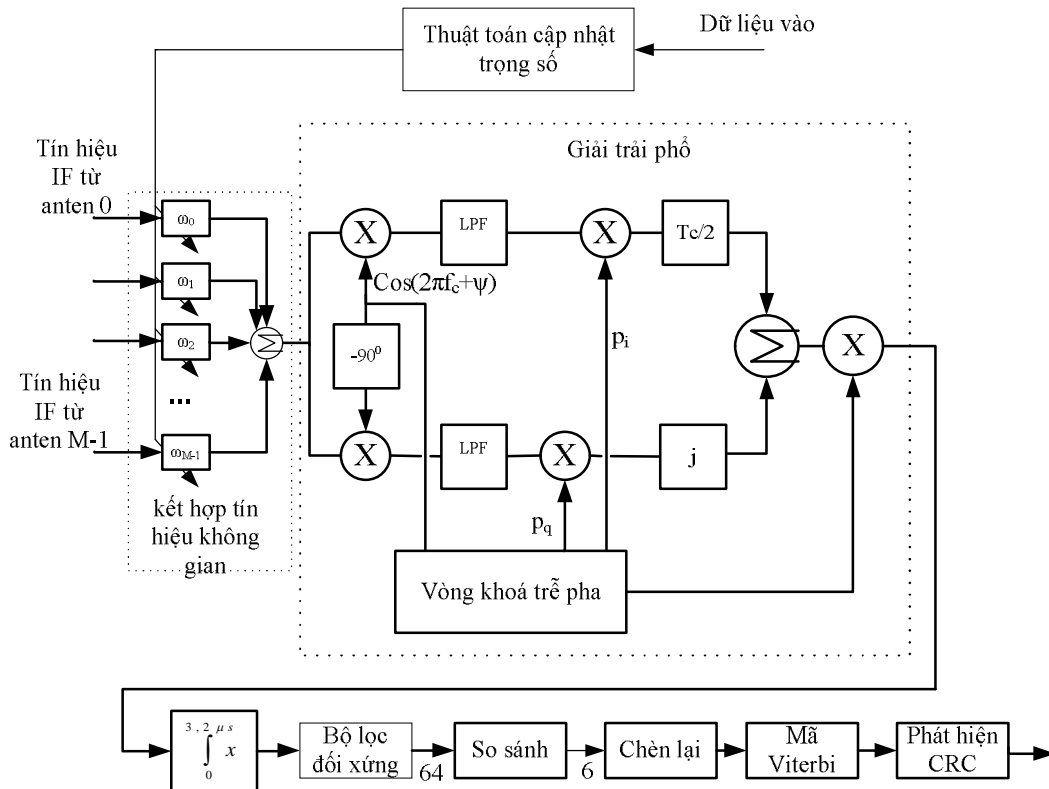
Với mỗi nhóm tín hiệu sau giải trải phổ được khoá pha bằng một độ trễ khác nhau. Tại mỗi tín hiệu này có M nhánh trong dạng của tín hiệu không liên kết. Chúng ta có thể dễ dàng triển khai hệ thống giàn anten không liên kết, hệ thống đa trễ, thiết bị thu đơn người dùng như hình 3.1.

3.1.2. Bộ xử lý không gian CDMA liên kết

Tuỳ theo cấu trúc và yêu cầu của bộ xử lý không gian liên kết có thể chia thành: bộ xử lý đơn người dùng, bộ lọc không gian phía thu. Cấu trúc của một bộ xử lý thường có dạng như hình 3.3 dưới.

Trong sơ đồ cấu trúc này, dữ liệu để cập nhật trọng số được xác định từ dữ liệu đường lên. Các dữ liệu này được đưa qua đầu vào của *bộ lọc đối xứng*

chip Walsh (WCMF) để kiểm tra, dữ liệu đầu ra sẽ được kết hợp với các thuật toán thích ứng cho CDMA.

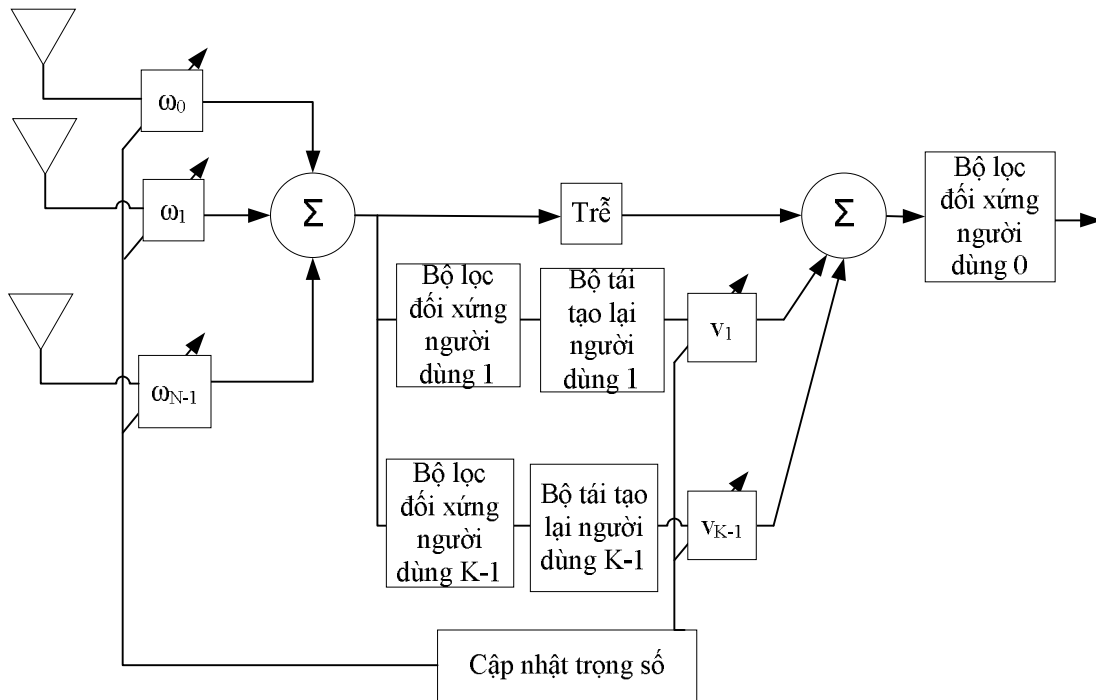


Hình 3.3 Giàn liên kết cho thiết bị thu của hệ thống CDMA

Tại phía thu của trạm gốc CDMA, diễn ra quá trình ngược lại của giải trải phổ, kết hợp tín hiệu không gian. Nếu như chúng ta giải trải phổ tín hiệu thu được trước, sau đó ngay lập tức đưa tín hiệu từ mỗi nhánh qua bộ kết hợp không gian trước hoặc sau bộ lọc đối xứng chip Walsh thì quá trình xử lý không gian cho ra giống như mô hình trong hình 3.3. Trên thực tế, tín hiệu từ tất cả các chân tử của giàn có thể sẽ tăng lên rất nhiều do các giá trị vô hướng không chứa thông tin không gian của vectơ dữ liệu thu. Tuy nhiên, cấu trúc ở hình 3.3 là cấu trúc tiên tiến nhất cho các bộ thu tại trạm gốc CDMA, bởi lẽ nó chỉ yêu cầu một modul giải điều chế cho mỗi bộ thu lọc không gian. Nếu chúng ta đảo trật tự giữa kết hợp tín hiệu không gian và giải trải phổ thì cần phải có M bộ giải trải phổ cho mỗi bộ thu lọc không gian.

Với giàn anten sử dụng dải băng tần hẹp, hệ thống sẽ làm giảm ảnh hưởng của nhiễu cho hệ thống đa đường không tương quan, nhưng đây cũng không hẳn là một lợi thế vì tính đa dạng của đường thích hợp vẫn chưa được nghiên cứu. Tuy nhiên tính đa dạng đường vẫn có thể được phục hồi được nhờ việc sử dụng hệ thống giàn anten thích ứng.

3.1.3. Xử lý không gian cho hệ thống nhiều người sử dụng



Hình 3.4 Bộ xử lý không gian cho nhiều người sử dụng

Ở những hệ thống tách tín hiệu đa người sử dụng dùng chung, các trạm gốc tiến hành giải điều chế đồng thời K tín hiệu ở phía thu. Cả K tín hiệu này đều chịu ảnh hưởng của nhiễu đa truy nhập (MAI). Bởi lẽ cả K tín hiệu này đều được phát ở cùng một dải tần số trong cùng một thời điểm, trong khi những người sử dụng này lại nằm trong cùng một tế bào (cell), hoặc chỉ có một vài người trong số K người sử dụng này dùng các trạm gốc khác nhau. Do đó, nếu như trạm gốc phân biệt và nhận thực được một số tín hiệu, định dạng những tín hiệu này có thể làm giảm hoặc loại bỏ mất tín hiệu. Việc loại bỏ MAI cần được

thực hiện ở tất cả các trạm gốc, đây là một yêu cầu cần thiết đối với thiết bị thu ở mỗi trạm gốc khi xử lý tín hiệu.

Tín hiệu đa người sử dụng có thể được tách nhờ phương pháp xử lý không gian. Cấu trúc một bộ xử lý không gian với *bộ chống nhiễu song song* (PIC) được cho bởi hình 3.4. Các tín hiệu cho mỗi người dùng khác nhau đều được giải điều chế và tái tạo lại. Đại lượng trọng số với mỗi tín hiệu tái tạo lại là duy nhất từ tín hiệu cho mỗi người sử dụng. Trong hệ thống này, bộ xử lý không gian có nhiệm vụ gỡ bỏ những ảnh hưởng của nhiễu do khác biệt không gian. Kiến trúc tối thiểu của PIC cho phép khôi phục những hầu hết những ảnh hưởng của MAI.

Nói chung, ở chế độ đa người dùng, những hệ thống xử lý dùng chung cần có những bộ lọc không gian độc lập, nhưng độ phức tạp trong việc xử lý dữ liệu trên máy tính sẽ là một khó khăn lớn. Vấn đề giải quyết bài toán này đã thúc đẩy các nhà khoa học không ngừng nghiên cứu để có những thuật toán xử lý không gian mới hiệu quả hơn.

3.1.4. Tạo búp sóng đường xuống cho hệ thống CDMA

Nghiên cứu cấu trúc kênh đường xuống của hệ thống thông tin di động tổng công IS-95, có một số kênh đường xuống khiến ta quan tâm như kênh hoa tiêu (pilot), đồng bộ (sync) hay kênh tìm gọi (paging), chúng cần phải xác định vùng phủ sóng liên tục trong một dải hình quạt. Các thuê bao di động trong các vùng này cần phải xác định được dải hình quạt phù hợp để cung cấp dịch vụ. Hệ thống CDMA trung bình bị giới hạn góc tạo búp sóng đường xuống khi sử dụng. Do đó, để cải thiện hiệu năng của hệ thống CDMA cần phải điều khiển được công suất đường xuống theo không gian.

Đây là một vấn đề chung đối với hầu như tất cả các giao diện vô tuyến. Ví dụ như trong hệ thống GSM/DCS-1900, kênh điều khiển quảng bá (BCCH) cần phải được cung cấp thường xuyên thông qua mỗi dải tín hiệu hình quạt

định trước. Đối với hệ thống CDMA, công suất của kênh hoa tiêu yêu cầu phải ở giữa khoảng 15%÷25% của tổng công suất truyền dẫn trên mỗi sóng mang ở một dải quạt. Do đó, để cải thiện hiệu năng của hệ thống CDMA bằng phương pháp điều khiển không gian để hiệu chỉnh công suất đường xuống.

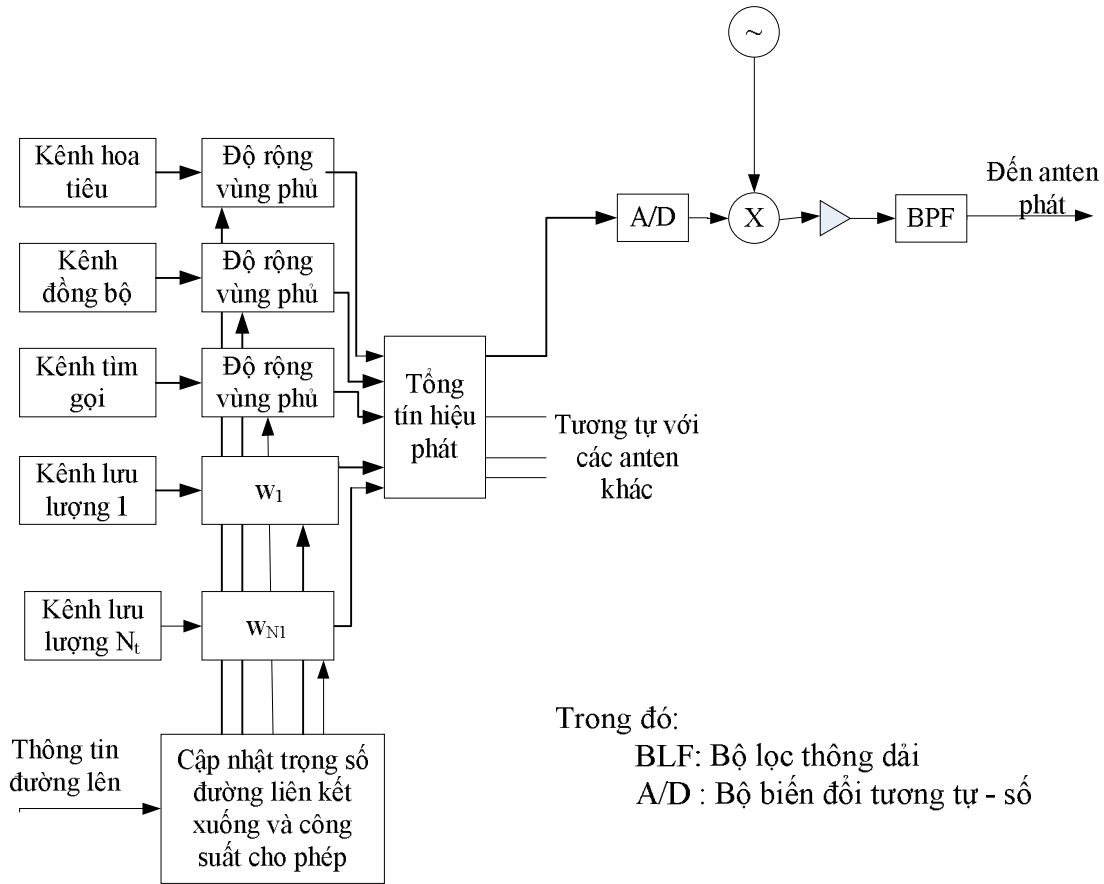
Một hệ thống tạo búp sóng cho đường xuống của hệ thống CDMA có cấu trúc như hình 3.5, trong đó, công suất phát cho mỗi kênh được tính toán trước theo nguyên lý của kênh di động ở bảng 3.1.[8 /48]

Kênh	% công suất RF
Kênh hoa tiêu (pilot)	20 %
Kênh đồng bộ (Sync)	2 %
Kênh tìm gọi (paging)	14 %
Các kênh lưu lượng (All traffic Channels)	64 %

Bảng 3.1 Phân bổ công suất trong IS-95

Nhân tố cơ bản trong việc tạo búp sóng đường xuống là không sử dụng các tín hiệu khác nhau trong cùng một tế bào. Chính vì thế, việc tạo búp sóng ở đường xuống thường giảm đáng kể công suất truyền dẫn ở trạm gốc, lượng công suất chỉ cần đủ để thiết bị thu tại thuê bao nhận được khung trong khi thực hiện tách các tín hiệu này.

Khi tạo búp sóng đường xuống cho hệ thống thông tin di động CDMA cần phải chú ý một số điều sau: yêu cầu quan trọng nhất là cần phải tạo ra búp sóng đường xuống đối cho cả phía trước và phía sau. Thứ hai, bất kỳ một sự thay đổi nào về pha và biên độ đáp ứng của một bộ khuếch đại, một bộ lọc hay của một anten bất kỳ đều cần có sự thay đổi phù hợp của búp sóng.



Hình 3.5 Hệ thống điều khiển công suất không gian đường xuống CDMA

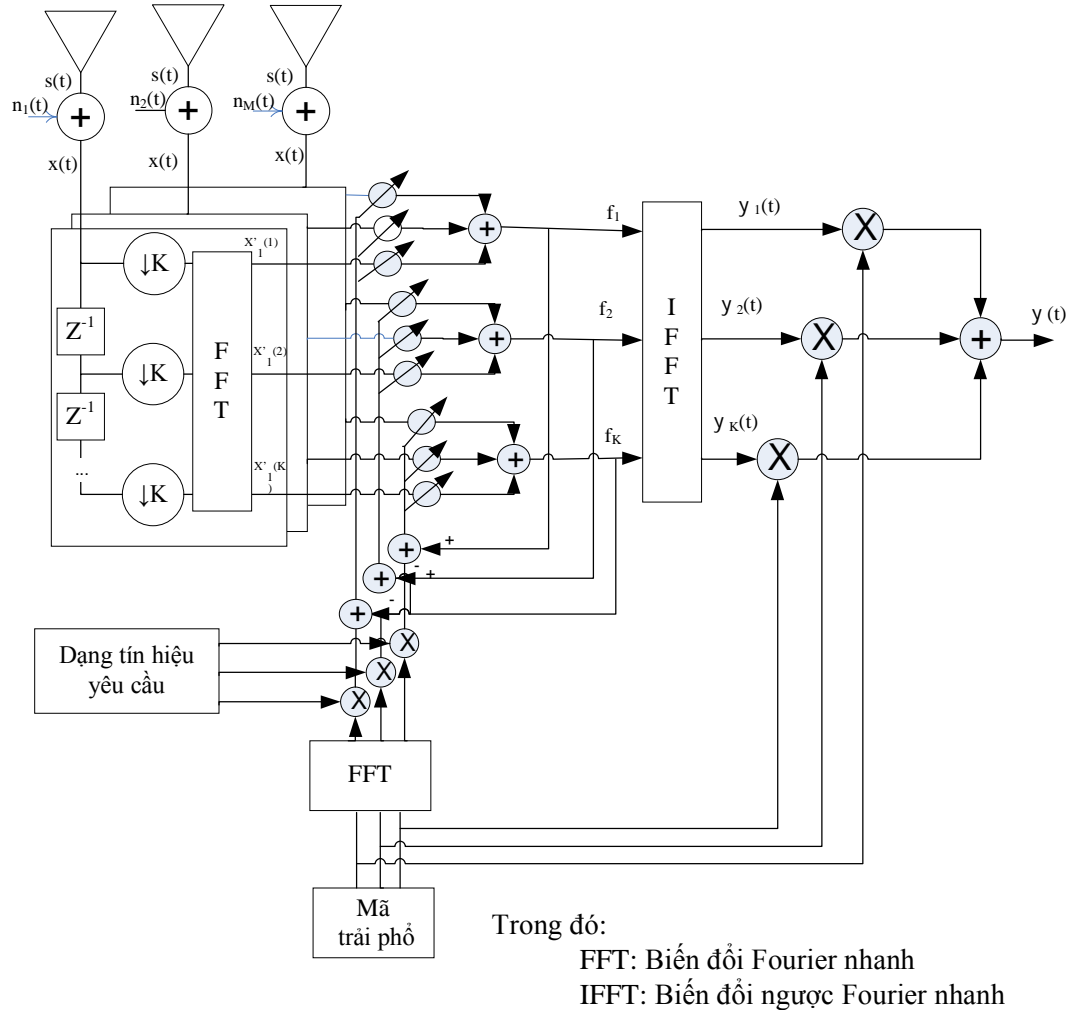
Khi tạo búp sóng đường xuống cho hệ thống CDMA thường gặp phải một số khó khăn. Do tín hiệu lưu lượng đường xuống của hệ thống IS-95 là tín hiệu điều pha giống như tín hiệu của kênh hoa tiêu. Nếu như quá trình truyền dẫn tín hiệu lưu lượng sử dụng búp sóng hẹp, trong khi tín hiệu hoa tiêu lại sử dụng búp sóng rộng theo một dải quạt, điều này dẫn đến việc cả hai tín hiệu này sẽ bị chèn lẫn nhau trên cùng một kênh. Cần sử dụng những loại anten truyền dẫn khác nhau được thiết kế dựa trên mối quan hệ giữa pha của búp sóng hẹp của kênh lưu lượng và pha của kênh hoa tiêu sử dụng giải quạt lớn.

3.2. Giàn anten thích ứng cho hệ thống DS-CDMA

Trong phần này, đồ án nghiên cứu ứng dụng của anten giàn thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp (DS-CDMA). Các vấn đề về mã trải phổ, dạng tín hiệu của tín hiệu tham khảo, lựa chọn hiệu

năng cho hệ thống. So sánh hiệu quả với máy thu RAKEs hai chiều (2D RAKE) trong kênh pha định nhiều đường.

3.2.1. Cấu hình hệ thống giàn thích ứng cho DS-CDMA



Hình 3.6 Giàn Anten thích ứng cho DS-CDMA

Cấu trúc của giàn thích ứng cho hệ thống DS-CDMA cũng tương tự như hệ thống Anten giàn thích ứng thông thường. Tuy nhiên, việc sử dụng mẫu tới hạn sẽ làm giảm độ phức tạp cho việc tạo tín hiệu tham khảo trong quá trình xử lý tín hiệu thu. Khi mẫu tới hạn được thừa nhận, bộ lọc phân tích làm nhiệm vụ chuyển đổi tín hiệu đầu vào từ tín hiệu nối tiếp sang tín hiệu song song, và chuyển đổi từ mẫu tín hiệu nối tiếp sang dải mẫu tín hiệu song song. Các dải

mẫu tín hiệu này miền thời gian được chuyển đổi sang tín hiệu ở trong miền tần số bằng phép biến đổi Fourier nhanh (FFT).

Trong quá trình xử lý tín hiệu thích ứng trong các dải nhỏ, một yêu cầu cần thiết là cần phải chuyển đổi tín hiệu tham khảo vào miền tần số như là tín hiệu thu được. Trong hệ thống anten giàn thích ứng cho DS-CDMA, tín hiệu tham khảo được tạo ra từ mã phân bổ người dùng yêu cầu và dạng của tín hiệu thu. Trước tiên, người ta sử dụng mã phân bổ người dùng chuyển đổi vào miền tần số bằng biến đổi Fourier nhanh. Mã phân bổ trong miền tần số này được sử dụng để tạo dạng tín hiệu. Kết quả của việc xử lý các mẫu tham khảo trong miền tần số sẽ cho ra các dải tín hiệu tương ứng trong miền tần số.

Dải tín hiệu sau khi đánh trọng số bằng phương pháp chọn lựa trọng số riêng, biến đổi IFFT thực hiện chuyển đổi tín hiệu từ mỗi dải con trong tín hiệu tổng của giàn $f^{(n)}$ thành tín hiệu đưa tới đầu ra của giàn tín hiệu $y_k(t)$ trong miền thời gian. Tín hiệu đầu ra của giàn là tín hiệu nối tiếp được chuyển đổi nhờ một bộ lọc tổng hợp hoặc bộ chuyển đổi song song - nối tiếp (P/S) nếu như cần thiết cho bộ lấy mẫu của hệ thống giàn thích ứng [14]. Khi đó, hiệu suất của SINR không phụ thuộc vào bộ lọc tổng hợp biến đổi tín hiệu $y_k(t)$ sang tín hiệu nối tiếp $y(t)$, và quá trình giải trải phổ tín hiệu nối tiếp này. Chúng ta có thể giải trải phổ trực tiếp tín hiệu $y_k(t)$ bằng mã trải phổ duy nhất cho từng người sử dụng $c_k(t)$. Vai trò của bộ giải trải phổ ở đây giống với bộ tương quan trong bộ thu BPSK trải phổ chuỗi trực tiếp.

3.2.2. Dạng tín hiệu

Xét hệ thống điều chế khoá dịch pha hai trạng thái (BPSK) trải phổ chuỗi trực tiếp đồng bộ, khi giải điều chế loại bỏ tần số sóng mang để nhận được tín hiệu của người dùng thứ i sẽ cho ra tín hiệu dạng

$$s_i(t) = \alpha_i \cdot c_i(t) \cdot b_i(t) \quad (3.1)$$

Trong đó:

α_i : là biên độ phức của tín hiệu thu được.

$c_i(t)$: Là mã trải phổ gán cho người dùng thứ i

$$c_i(t) = c_v \in \{-1 ; 1\}, vT_c \leq t < (v+1)T_c \quad (3.2)$$

$b_i(t)$: ký hiệu người dùng thứ i cho bởi điều chế BPSK

$$b_i(t) = b_u \in \{-1 ; 1\}, uT_b \leq t < (u+1)T_b \quad (3.3)$$

Trong (3.2) và (3.3) thì T_b và T_c là khoảng thời gian độ dài của bit và khoảng thời gian độ dài chip (chu kỳ bit và chu kỳ chip). Trong các hệ thống thực tế, T_b thường được lựa chọn lớn hơn T_c để đạt được độ lợi cao hơn khi xử lý, hiệu quả đó được xác định bằng tỉ số: $P_G = T_b/T_c \gg 1$.

Nếu hệ thống chịu sự ảnh hưởng của phađinh đa đường, khi thu được tín hiệu thu của người sử dụng thứ i sẽ chịu ảnh hưởng của phađinh P_i gây nên sự khác nhau về biên độ $\alpha_{i,p}$, độ trễ $\tau_{i,p}$, và góc tới $\theta_{i,p}$. Xét sự ảnh hưởng do tín hiệu của tất cả U người sử dụng và tạp âm nội bộ, khi đó tín hiệu nhận được trên giàn được viết dưới dạng

$$x(t) = \sum_{i=1}^U \sum_{p=0}^{P_i-1} \alpha_{i,p} b_i(t - \tau_{i,p}) c_i(t - \tau_{i,p}) a(\theta_{i,p}) + n(t) \quad (3.4)$$

Trong đó:

$a(\theta_{i,p})$: là véctơ đáp ứng của giàn tương ứng với đường thứ p của tín hiệu người dùng thứ i .

$n(t)$: là véctơ tạp âm trên của giàn, $n(t)$ xác định bằng các tạp âm tác động lên mỗi chấn tử

$$n(t) = [n_1(t) \ n_2(t) \ \dots \ n_M(t)]^T \quad (3.5)$$

Nếu giàn là giàn cách đều tuyến tính (LUSA) thì véctơ đáp ứng của giàn có dạng

$$a(\theta_{i,p}) = \begin{bmatrix} 1 & e^{-j\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta_{i,p}} & \dots & e^{-j\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta_{i,p}} \end{bmatrix}^T \quad (3.6)$$

Tín hiệu $s(t)$ được định nghĩa theo công thức:

$$s_{i,p}(t) = \alpha_{i,p} \cdot b_i(t - \tau_{i,p}) \cdot c_i(t - \tau_{i,p}) \cdot a(\theta_{i,p}) \quad (3.7)$$

Khi đó, véc tơ tín hiệu thu từ đường thứ p cho người thứ i có dạng

$$x(t) = \sum_{i=1}^U \sum_{p=1}^{P_i} s_{i,p}(t) + n(t) \quad (3.8)$$

Sau đó, tín hiệu thu $x(t)$ được quyết định bởi nhân tố quyết định K , các dải mẫu trong miền thời gian được chuyển đổi sang dải mẫu trong miền tần số bằng biến đổi FFT. Các ký hiệu với phần tiêu đề mào đầu được chuyển đổi thành véc tơ có chứa các mẫu trong miền tần số. Véc tơ tín hiệu tại phân giàn thứ n trong miền tần số được cho bởi biểu thức:

$$\tilde{x}^{(n)} = \sum_{i=1}^U \sum_{p=0}^{P_i-1} \tilde{s}_{i,p}^{(n)} + \tilde{n}^{(n)} \quad (3.9)$$

Ma trận thống kê của giàn cho bởi công thức:

$$\tilde{R} = \varepsilon \left\{ (\tilde{x}^{(n)})^* (\tilde{x}^{(n)})^T \right\} \quad (3.10)$$

Nếu như tại người dùng thứ 0 (người dùng đầu tiên) ta có tín hiệu mong muốn, trong khi đó có đến $(U - 1)$ tín hiệu khác không phải tín hiệu yêu cầu. Nếu như dạng của tín hiệu tại người dùng đầu tiên là $d_0(t)$, khi đó, ở trong miền tần số tín hiệu yêu cầu tại phân giàn thứ n sẽ là:

$$\tilde{r}^{(n)} = \sum_{k=1}^K c_0(t - (k-1)T_c) \cdot d_0(t) \cdot e^{-j\frac{2\pi}{K}(n-1)(k-1)} \quad (3.11)$$

Khi tín hiệu phản hồi nội bộ được chấp nhận, vectơ tương quan được xác định bởi

$$\tilde{\mathbf{p}}^{(n)} = \varepsilon \left\{ \tilde{\mathbf{x}}^{(n)} (\tilde{\mathbf{r}}^{(n)})^* \right\} \quad (3.12)$$

Nếu dùng phương pháp trung bình bình phương lỗi (MSE) để lựa chọn trọng số cho giàn, thì vectơ trọng số được xác định tương tự như công thức (2.23), áp dụng trong trường hợp cụ thể này ta được

$$\tilde{\boldsymbol{\omega}}^{(n)} = (\tilde{\mathbf{R}}^{(n)})^{-1} \tilde{\mathbf{p}}^{(n)} \quad (3.13)$$

Có được vectơ trọng số, mỗi giàn anten sẽ sử dụng một bộ biến đổi IFFT để tạo tín hiệu đầu ra $y_k(t)$, dải tín hiệu đầu ra của IFFT được nhân với mã trải phổ, tín hiệu yêu cầu của người dùng thứ nhất sẽ có dạng vectơ:

$$\mathbf{y}(t) = [y_1(t) \ y_2(t) \ \dots \ y_K(t)]^T \quad (3.14)$$

$$\mathbf{c}_0 = [c_0(1) \ c_0(2) \ \dots \ c_0(K)]^T \quad (3.15)$$

Tín hiệu đầu ra song song sau khi giải trải phổ và cộng lại sẽ có dạng:

$$y_k(t) = \mathbf{y}^T \cdot \mathbf{c}_0^* \quad (3.16)$$

Như vậy, tín hiệu đầu ra cuối cùng $y(t)$ của giàn có được là tổng của các tín hiệu $y_k(t)$ trên mỗi đầu ra. Việc lấy mẫu cộng thêm vào tín hiệu tương đương với một bộ chuyển đổi song song sang nối tiếp (P/S).

3.2.3. Tỷ số SINR

Tỷ số tín hiệu trên nhiễu và tạp âm (SINR) của tín hiệu đầu ra chính là SINR trung bình tại với mỗi đầu ra dữ liệu. Vì vậy, thay vì sử dụng tín hiệu đầu ra $y(t)$, chúng ta có thể sử dụng tín hiệu trên mỗi đầu ra của bộ biến đổi IFFT $y_1(t)$. SINR trong cấu hình của anten giàn thích ứng được tính toán thông qua hệ số tương quan chéo được định nghĩa bởi công thức (3.17).

$$\rho = \frac{\varepsilon\left\{\sum_{l=1}^K y_l(t) \cdot r_l^*(t)\right\}}{\sqrt{\varepsilon\left\{\sum_{l=1}^K |y_l(t)|^2\right\} \cdot \varepsilon\left\{\sum_{l=1}^K |r_l(t)|^2\right\}}} \quad (3.17)$$

Trong đó $r_l(t)$ là mẫu tín hiệu tham khảo trong miền thời gian được tính bởi công thức

$$r_l(t) = \frac{1}{\xi} s_1(t - (l-1)T_s) \quad (3.18)$$

Với giàn anten thích ứng, tín hiệu tham khảo chính là tín hiệu của người dùng đầu tiên. Vì vậy, trong công thức (3.17) ta có thể thay thế giá trị của $r_l(t)$ theo công thức bằng giá trị $d_0(t)$.

Như vậy, giá trị SINR đầu ra phụ thuộc vào hệ số tương quan theo công thức sau

$$\text{SINR} = \frac{|\rho|^2}{1 - |\rho|^2} \quad (3.18)$$

3.2.4. So sánh với các loại máy thu RAKE

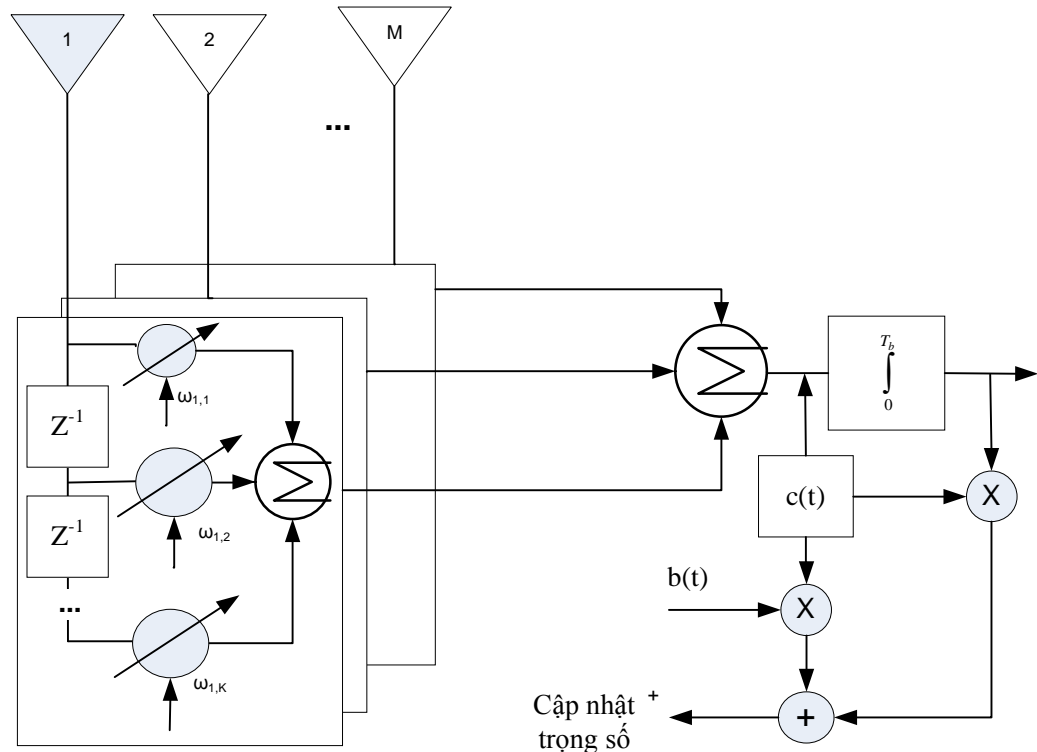
Ở phần này, chúng ta cùng so sánh hiệu năng của hệ thống CDMA sử dụng giàn anten thích ứng với hệ thống tiêu chuẩn RAKE hai chiều (2D RAKE).

* Sơ lược về máy thu RAKE

Máy thu RAKE hai chiều tiêu chuẩn thường làm việc nhờ thiết bị *đường trễ ràng buộc* (TDL) với các trọng số phức tạp để liên kết hoặc không liên kết các đường trễ để có được tỉ số SINR là lớn nhất [13]. Máy thu RAKE một chiều chỉ có cấu trúc cho phép làm việc trong miền thời gian của tín hiệu thu, các tín hiệu này được nghiên cứu để ước lượng cho kênh trả lời. Do nhu cầu muốn tăng kết quả nghiên cứu trong việc xử lý tín hiệu theo không gian và thời

gian, một cấu hình RAKE mới ra đời được gọi là máy thu RAKE không gian thời gian, nó được biết đến như một máy thu RAKE hai chiều (2D RAKE). 2D RAKE là sự mở rộng của 1D RAKE trong miền thời gian. RAKE được gắn kết với một giàn anten thích ứng để khai thác cả cấu trúc không gian và thời gian của tín hiệu nhận được để có được công suất lớn nhất của những đường trễ. Do có thêm khả năng ước lượng không gian, nên máy thu 2D RAKE cho phép hạn chế rất nhiều ảnh hưởng của phan nhiễu nhiều đường và nhiễu đa truy nhập (MAI), giúp tăng dung lượng kênh truyền dẫn và cải thiện tỉ số SINR đầu ra[12].

Khi xây dựng máy thu 2D RAKE cho hệ thống CDMA, đã tồn tại một phương pháp khác cũng cho ra kết quả không kém đó là tích hợp máy thu 1D RAKE với một giàn anten thích ứng. Trong phần này, chúng ta cùng so sánh tác dụng của anten giàn thích ứng cho CDMA với máy thu RAKE hai chiều tương ứng.



Hình 3.7 Máy thu RAKE hai chiều tiêu chuẩn cho DS-CDMA

Để giải quyết vấn đề trên, chúng ta cùng xem xét, nghiên cứu một máy thu RAKE hai chiều có cấu trúc như hình 3.7.

Điểm khác biệt cơ bản giữa AAA cho CDMA và máy thu 2D RAKE là ở cách thức nhận và xử lý tín hiệu trong phương pháp tạo búp sóng. Trong khi 2D RAKE thực hiện tạo búp sóng trong miền thời gian thì anten giàn thích ứng cho CDMA lại tạo búp trong miền tần số. Tuy nhiên, hai cấu hình này có sự khác nhau có thể nói là trái ngược đó nhưng lại có cùng hiệu năng tương đương trong cả hai môi trường phađinh đa đường và phađinh đơn đường.

3.2.4.1. Đối với kênh truyền thông đơn đường

Về lý thuyết giàn anten thích ứng sử dụng biến đổi Fourier nhanh là một dạng tương đương với thiết bị đường trễ ràng buộc thích ứng TD-LAA. Cả hai phương pháp này đều cho hiệu năng như nhau. SINR đầu ra của hệ thống TD-LAA được xác định giống như đối với ở anten giàn thích ứng sử dụng biến đổi Fourier nhanh nếu như số khoá của bộ TDL bằng số mẫu chuyển đổi trong bộ FF. Như vậy, kết quả cho thấy là anten giàn thích ứng cho CDMA có cùng hiệu năng với RAKE hai chiều, nếu như số phân giàn của anten thích ứng là K giống với chỉ số dải làm việc của máy thu RAKE hai chiều. Trong kênh truyền dẫn đơn đường, SINR đầu ra của cả anten giàn thích ứng và máy thu RAKE hai chiều đều độc lập với chỉ số khoá K ở máy thu RAKE có chức năng tương đương như số anten M của giàn anten thích ứng, độ khuếch đại P_G và tỉ số tín hiệu trên nhiễu đầu vào SNR_{in} , có quan hệ với nhau theo công thức [15], [12].

$$SINR_{out} [dB] = 10 \log_{10}(M) + 10 \log_{10}(P_G) + SINR_{in}[dB] \quad (3.19)$$

3.2.4.2. Kênh phađinh chọn lựa tần số đa đường

Ta giả sử rằng có hai tín hiệu đa đường có cùng tần số phát ban đầu cùng đi tới giàn: tín hiệu thẳng có góc tới trùng với góc tới AOA là 0^0 và tín hiệu trễ do đường truyền có góc tới $AOA = 30^0$. Trong trường hợp này, nếu như trễ của

tín hiệu trễ đường là nhỏ hơn so với chỉ số của khoá làm việc, thì SINR đầu ra của máy thu RAKE hai chiều theo lý thuyết sẽ có dạng

$$\text{SINR}_{\text{out}}[\text{dB}] = 10 \log_{10}(M) + 10 \log_{10}(P_G) + 10 \log_{10}(2) + \text{SNR}_{\text{in}}[\text{dB}] \quad (3.20)$$

Trong khi đó việc nâng cao dung lượng liên kết đa đường của SBAA sẽ làm tăng chỉ số của các giàn con [11 /515], sử dụng chỉ số phân giàn lớn có thể giúp tăng SINR đầu ra của bộ xử lý đồng SBAA-CDMA. Kết quả cho thấy máy thu RAKE hai chiều và hệ thống sử dụng SBAA cho hiệu năng xử lý như nhau. Một máy thu RAKE hoàn chỉnh có chứa chức năng của anten giàn thích ứng cho CDMA[10].

3.2.4.3. Độ phức tạp của tính toán

Trong phần này, chúng ta so sánh phương pháp xử lý của của máy thu RAKE hai chiều hoàn thiện và tiêu chuẩn. Trong khi bộ xử lý RAKE hai chiều tiêu chuẩn thu tín hiệu trên cơ sở các chip tương ứng (chip-by-chip), thì máy thu RAKE hoàn chỉnh làm việc này ở chế độ khối tương ứng (block-by-block). Kết quả cho thấy, hệ thống RAKE hai chiều hoàn chỉnh cần ít các thao tác toán học hơn.

Ở quá trình cập nhật trọng số, để một lần cập nhật trọng số cho anten sử dụng thuật toán SMI với máy thu RAKE hai chiều tiêu chuẩn có K bộ trễ và giàn anten M chân tử thì cần phải có đến $(KM)^3$ phép nhân. Trong khi đó, với hệ thống giàn thích ứng cho CDMA có K giàn con với M chân tử chỉ cần KM^3 phép nhân. Số phép tính cần thiết cho cả biến đổi Fourier thuận và nghịch là $2K \cdot \log_2 K$ phép nhân. Như vậy, tổng số lượng tính toán cần thiết cho một hệ giàn thích ứng sử dụng cho CDMA chỉ là $K(M^3 + 2 \log_2 K)$ phép nhân. Mặt khác, hệ thống DS-CDMA thường được triển khai với độ khuếch đại xử lý P_G khá lớn, nên giá trị K sẽ rất lớn, vì thế $(KM)^3 \gg K(M^3 + 2 \log_2 K)$. Như vậy việc sử dụng anten giàn thích ứng sẽ tiết kiệm số phép tính hơn nhiều so với

việc sử dụng máy thu RAKE hai chiều, một ví dụ khá điển hình khi triển khai hệ thống cho thấy máy thu RAKE xử lý phức tạp đến thế nào, ta xét với $K = 32$ thì máy thu RAKE hai chiều cần xử lý số phép nhân nhiều hơn hệ thống anten giàn thích ứng 14000 lần.

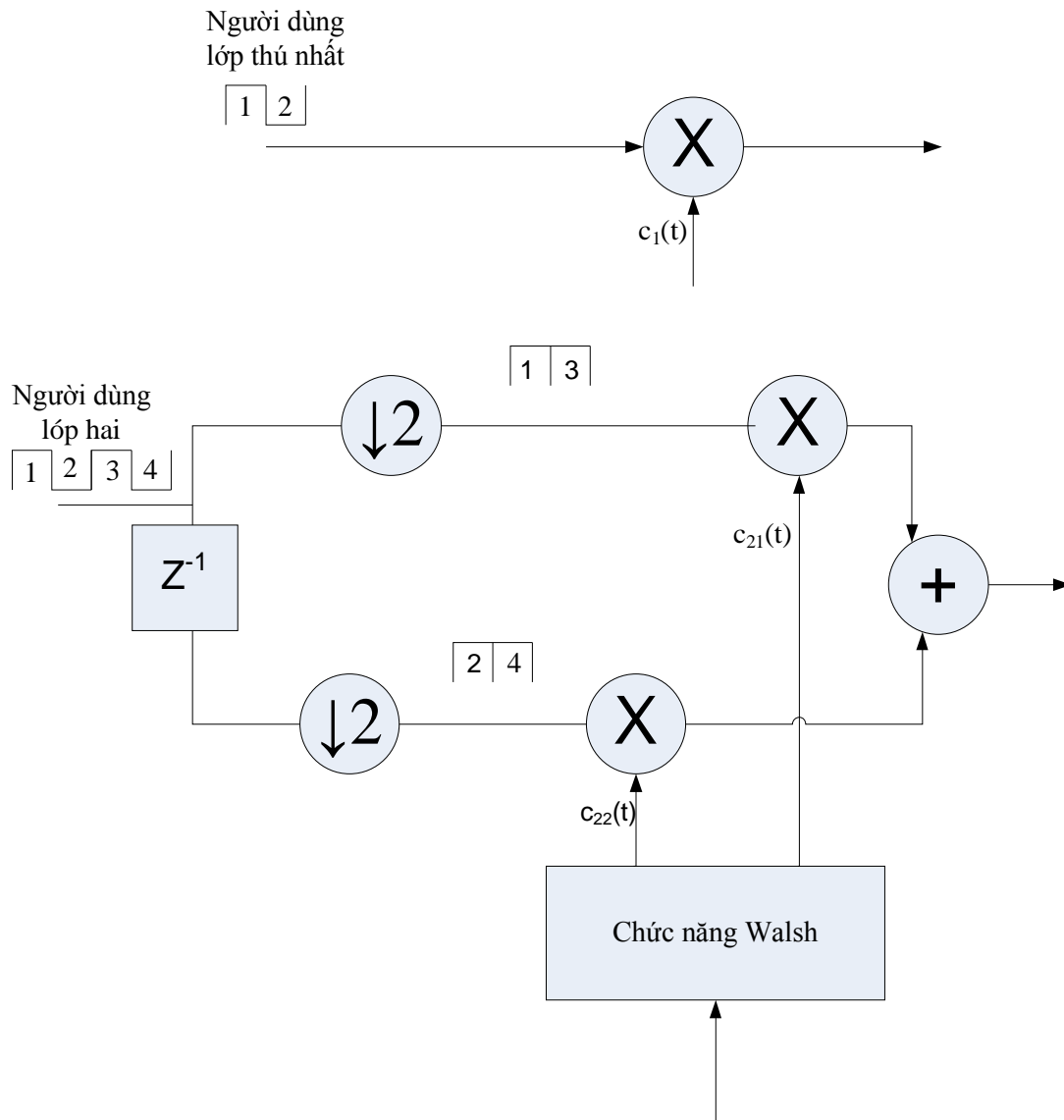
3.3. Giàn anten thích ứng cho hệ thống DS-CDMA đa mã, đa tốc độ

Trong phần này, đề án trình bày về ứng dụng của giàn anten thích ứng cho hệ thống CDMA trải phổ trực tiếp băng rộng. Hệ thống này cần có các cấu trúc mềm dẻo cho phép trạm gốc có thể tương thích động với quá trình truyền dẫn đa tốc độ từ các thuê bao. Nội dung được trình bày tập trung vào các vấn đề về cấu trúc hệ thống, dạng tín hiệu, SINR. Trong đó chủ yếu là các vấn đề về tăng chất lượng tín hiệu, chống nhiễu, phađinh.

3.3.1. Thế hệ DS-CDMA đa mã đa tốc độ

Trong hệ thống DS-CDMA, dữ liệu truyền dẫn của người sử dụng tốc độ cao được tách rời thành các luồng tín hiệu ở tốc độ cơ bản, nó cho phép chọn lựa tốc độ người dùng thấp nhất. Những luồng dữ liệu này được trải phổ và truyền đi bởi các mã khác nhau ở cùng một độ dài. Việc triển khai hệ thống đa mã có thể thực hiện được trong cùng một phương pháp truyền dẫn như trong hệ thống DS-CDMA đơn tốc độ chẳng hạn. Một ví dụ về hệ thống DS-CDMA đa mã sử dụng hai tốc độ truyền dẫn được cho bởi hình 3.7.

Xét một hệ thống DS-CDMA đa mã đa tốc độ hỗ trợ Q tốc độ truyền dẫn dữ liệu khác nhau, nó cho phép đáp ứng tới Q lớp dịch vụ. Tại tốc độ truyền dẫn thấp nhất (tốc độ cơ bản) R_1 được gọi là lớp người dùng thứ nhất. Do dải tốc độ được phân đều cho các lớp người sử dụng, nên một người dùng bất kỳ ở lớp q sẽ có tốc độ là $R_q = q.R_1$, trong đó: q là số nguyên. Như vậy, độ dài một ký hiệu dữ liệu của người dùng lớp q được xác định theo công thức $T_q = 1/R_q$. Một người dùng thứ l của lớp dịch vụ q có mã trải phổ là (l, q) , và mã này được mô tả theo thời gian dưới dạng $c_{l,q}(t)$. Trong hệ thống CDMA đa mã



Hình 3.8 Hệ thống DS-SS CDMA đa mã hai tốc độ

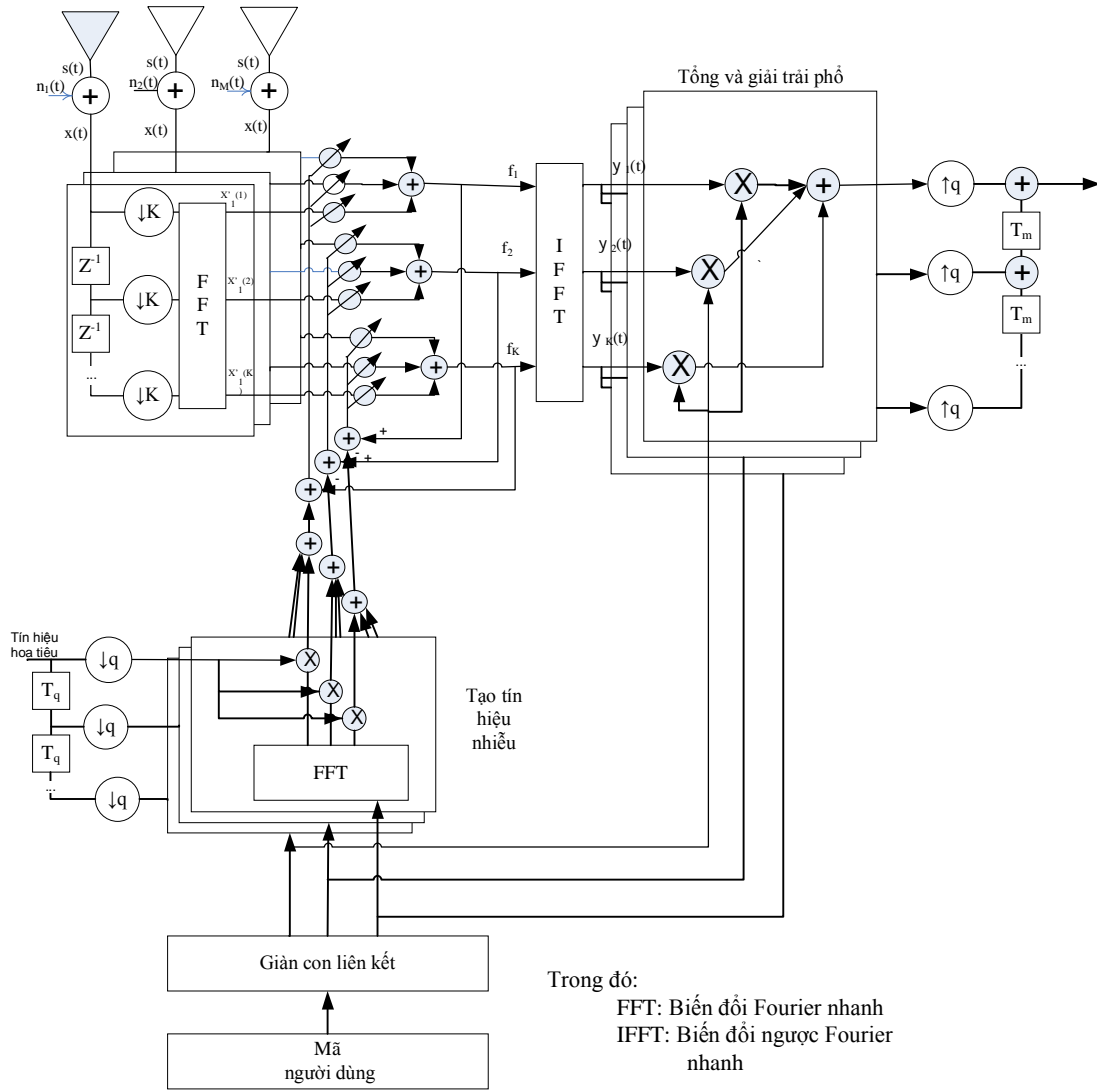
đa tốc độ, dữ liệu truyền dẫn của người dùng (l, q) được tách thành q luồng, mỗi luồng đều có tốc độ truyền dẫn bằng nhau và bằng tốc độ của người dùng ở lớp thứ nhất. Luồng dữ liệu thứ i của người dùng (l, q) được xem là dữ liệu truyền dẫn từ người dùng hiệu quả (i, l, q) [23 /33]. Do đó, một người dùng vật lý (l, q) theo cách gọi này sẽ bao gồm q người dùng hiệu quả. Khi tiến hành trải phổ q tín hiệu người dùng hiệu quả này, các mã con được xác định cho mỗi tín hiệu người dùng hiệu quả được tạo ra từ việc tách mã gốc tới người dùng vật lý (l, q) thành q mã con cho mỗi người dùng hiệu quả. Mã gốc được gán tới người

sử dụng trong hệ thống DS-CDMA là mã nhiễu giả (PN) và không trực giao. Sử dụng mã PN định hướng cho người dùng hiệu quả là nguyên nhân gây ra hiện tượng tự nhiễu (SI) do một người dùng vật lý có thể tạo ra một số người dùng hiệu quả. Mã gốc được xử lý để tạo ra q mã con trực giao cho người dùng (l, q) , nghĩa là $c_{i,l,q} \perp c_{j,l,q}$ với mọi $i \neq j$ [22]. Nếu luồng dữ liệu thứ i của người dùng (l, q) , hay dữ liệu của người dùng hiệu quả (i, l, q) là $b_{i,l,q}(t)$, tín hiệu truyền dẫn từ người dùng (l, q) được cho bởi công thức

$$s_{l,q}(t) = \sum_{i=1}^q b_{i,l,q}(t) \cdot c_{i,l,q}(t) \quad (3.21)$$

3.3.2. Cấu hình SBAA cho DS-CDMA đa mã

Trong phần này chúng ta nghiên cứu cấu trúc của hệ thống anten giàn thích ứng cho hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp đa mã băng rộng. Cấu trúc của hệ thống được cho bởi hình 3.8, hệ thống này có cấu trúc tương ứng với cấu trúc của anten giàn thích ứng cho DS-CDMA được trình bày trong mục 3.2 ở trên. Tuy nhiên, so với hình 3.6, hệ thống này thêm các chức năng xử lý mã và tốc độ để phù hợp với ứng dụng cho hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp đa mã đa tốc độ. Điểm khác nhau chủ yếu là ở hai khối chức năng là khối “tạo tín hiệu tham khảo” và khối “tổng và giải trải phổ”. Hai khối trên được thiết kế theo các ngăn sử dụng bộ lọc phân tích mẫu giới hạn với chức năng chia nhỏ hay mở rộng tốc độ như nhau đối với mỗi phân lớp dịch vụ q . Khi người sử dụng muốn truyền dẫn sử dụng dịch vụ của lớp thứ q , ví dụ như việc truyền yêu cầu tới trạm gốc (BS). Trạm gốc đó sẽ thiết lập q phù hợp với cả khối tạo tín hiệu tham khảo và khối tổng và giải trải phổ để thích hợp với yêu cầu. Cấu hình của hệ thống CDMA đa mã được yêu cầu thiết kế một cách mềm dẻo để có khả năng tương thích động với những yêu cầu truyền dẫn của thuê bao di động (MS).



Hình 3.9 Cấu trúc cho DS-SS đa mã đa tốc độ

3.3.3. Dạng tín hiệu

Xét tín hiệu từ người dùng (l, q) , khi đi đến giàn Anten tại trạm gốc, tín hiệu này được xác định ở Anten thu bởi $P_{l,q}$ đường đến. Trong đó, tại đường thứ p (p là số nguyên dương, $p = 0, 1, 2, \dots, P_{l,q} - 1$) tín hiệu có biên độ là $\alpha_{p,l,q}$, thời gian trễ là $\tau_{p,l,q}$ và góc tới so với hướng thu là $\theta_{p,l,q}$.

Xét sự ảnh hưởng của nhiễu đa truy nhập, đặc biệt là ảnh hưởng của người dùng tốc độ cao lên người dùng tốc độ thấp. Giả sử chúng ta có K_q người

sử dụng dịch vụ tại lớp thứ q , khi xét đến ảnh hưởng của tất cả mọi người dùng và tạp âm, tín hiệu thu được trên giàn sẽ được cho bởi

$$x(t) = \sum_{q=1}^Q \sum_{l=1}^{K_q} \sum_{p=1}^{P_{l,q}} \alpha_{p,l,q} s_{p,l,q}(t - \tau_{p,l,q}) a(\theta_{p,l,q}) + n(t) \quad (3.22)$$

Trong đó $S_{p,l,q}(t - \tau_{p,l,q})$ và $a(\theta_{p,l,q})$ là tín hiệu và độ đáp ứng của giàn anten đối với hướng tới p của người dùng (l, q) . Với giàn tuyến tính, $a(\theta_{p,l,q})$ được xác định như sau

$$a(\theta_{p,l,q}) = \begin{bmatrix} 1 & e^{-j\frac{2\pi d}{\lambda} \sin \theta_{p,l,q}} & \dots & e^{-j\frac{2(M-1)\pi d}{\lambda} \sin \theta_{p,l,q}} \end{bmatrix}^T \quad (3.23)$$

$n(t)$ là véctor nhiễu ảnh hưởng lên các chân tử của anten, $n(t)$ có dạng

$$n(t) = [n_1(t) \quad n_2(t) \quad \dots \quad n_M(t)]^T \quad (3.24)$$

Quá trình xử lý tín hiệu thích ứng trong giàn thích ứng đối với tín hiệu thu $x(t)$ được phân ra cho các giàn con sử dụng các bộ lọc phân tích. Các bộ lọc phân tích tham số này làm việc theo như cấu hình trên để xử lý các mẫu. Tín hiệu thu tại mỗi chân tử của giàn được quyết định khi tốc độ K là lớn nhất, việc xử lý này hoàn toàn tương tự như quá trình xử lý cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp nêu ở phần trên.

Nếu như véctor tín hiệu bao gồm các mẫu tại phân giàn n trong miền tần số là $\tilde{x}^{(n)}$, thì ma trận thống kê của giàn có dạng

$$\tilde{R}^{(n)} = \mathcal{E} \{ (\tilde{X}^{(n)})^* (\tilde{X}^{(n)}) \} \quad (3.25)$$

Khi tạo trọng số cho anten thu, có thể sẽ xuất hiện khoảng trống do một hoặc một vài tín hiệu nhiễu sẽ bị tạo ra từ tín hiệu thu, hoặc xuất hiện hiện

trọng sai khác dạng tín hiệu do tín hiệu nhiễu tạo ra từ các chuỗi dữ liệu nào đó.

Người dùng (l, q) sẽ được gán cho một mã trải phổ tương ứng là $c_{l,q}(t)$. Mã trải phổ này được phân tách thành các mã con khác nhau theo một phương pháp nhất định, chúng ta sẽ có được các mã con trực giao $c_{i,l,q}$ như đã trình bày ở trên. Sau biến đổi Fourier nhanh, quá trình trải phổ đối với mã con của người dùng hiệu quả (i, l, q) trong miền tần số sẽ được xác định bằng mã sau

$$\tilde{c}_{i,l,q}^{(n)} = \sum_{k=0}^{K-1} c_{i,l,q}(t - [k-1]T_c) e^{-j\frac{2\pi}{K}(n-1)(k-1)} \quad (3.26)$$

Trong đó: T_c là độ dài một chip.

Khoảng chuỗi dữ liệu của một người dùng (l, q) bất kỳ là $d_{l,q}(t)$, và với người dùng hiệu quả (i, l, q) sau bộ quyết định là $d_{i,l,q}(t)$. Tín hiệu tham khảo đối với người dùng hiệu quả (i, l, q) tại giàn con n được xác định theo công thức

$$\tilde{r}_{i,l,q}^{(n)} = d_{i,l,q}(t) \cdot \tilde{c}_{i,l,q}^{(n)} \quad (3.27)$$

Với $\tilde{c}_{i,l,q}^{(n)}$ được xác định theo công thức (3.26), sau khi thay kết quả đó vào công thức (3.27) ta xác định được tín hiệu tham khảo như sau:

$$\tilde{r}_{i,l,q}^{(n)} = \sum_{k=0}^{K-1} d_{i,l,q}(t) \cdot c_{i,l,q}(t - [k-1]T_c) e^{-j\frac{2\pi}{K}(n-1)(k-1)} \quad (3.28)$$

Vậy tín hiệu tham khảo mà người dùng (l, q) mong muốn trong miền tần số sẽ có dạng

$$\tilde{r}_{l,q}^{(n)} = \sum_{i=1}^{K_q} \sum_{k=0}^{K-1} d_{i,l,q}(t) \cdot c_{i,l,q}(t - [k-1]T_c) e^{-j\frac{2\pi}{K}(n-1)(k-1)} \quad (3.29)$$

Khi tín hiệu phản hồi được chấp nhận, vectơ tương quan được cho bởi công thức:

$$\tilde{\mathbf{p}}^{(n)} = \varepsilon \{ \tilde{\mathbf{X}}^{(n)} (\tilde{\mathbf{r}}_{l,q}^{(n)})^* \} \quad (3.30)$$

Nếu dùng phương pháp MSE như một tiêu chuẩn để lựa chọn trọng số cho giàn anten, như vậy vectơ trọng số của giàn sẽ được xác định bởi công thức Wiener-Hopf như sau

$$\tilde{\boldsymbol{\omega}}^{(n)} = (\tilde{\mathbf{R}}^{(n)})^{-1} \tilde{\mathbf{p}}^{(n)} \quad (3.31)$$

Tín hiệu ở mỗi giàn con sau khi được đánh trọng số bằng các phương pháp cập nhật trọng số phù hợp với mỗi giàn con, và biến đổi ngược Fourier nhanh IFFT được thực hiện với các mẫu tín hiệu $\tilde{f}^{(n)}$ sẽ tạo ra tín hiệu $\bar{y}_k(t)$ tại mỗi đầu ra của bộ biến đổi IFFT. Sắp xếp các tín hiệu đầu ra của biến đổi IFFT và các mã con cho người dung hiệu quả thành dạng vectơ ta sẽ được

$$\bar{\mathbf{y}}(t) = [\bar{y}_1(t) \quad \bar{y}_2(t) \quad \dots \quad \bar{y}_K(t)]^T \quad (3.32)$$

$$\mathbf{c}_{i,l,q} = [c_{i,l,q}(1) \quad c_{i,l,q}(2) \quad \dots \quad c_{i,l,q}(K)]^T \quad (3.33)$$

Tín hiệu đầu ra song song $y_k(t)$ sau khi giải trải phổ và tổng lại sẽ được xác định bởi

$$y_k(t) = \sum_{i=1}^{K_q} \bar{\mathbf{y}}^T(t) \cdot \mathbf{c}_{i,l,q}^* \quad (3.34)$$

Vậy, tín hiệu cuối cùng ở đầu ra của giàn $\mathbf{y}(t)$ là kết quả đạt được từ các tín hiệu thêm vào $y_k(t)$.

3.3.4. Tỷ số SINR

Tương tự như trường hợp sử dụng giàn anten thích ứng cho hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp, tỷ số tín hiệu trên nhiễu và tạp âm (SINR) đầu

ra của cấu hình giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp sử dụng đa mã trải phổ và đa tốc độ truyền được tính toán thông qua hệ số tương quan chéo xác định theo công thức

$$\rho = \frac{\mathcal{E}\left\{\sum_{l=1}^K y_l(t) \cdot r_l^*(t)\right\}}{\sqrt{\mathcal{E}\left\{\sum_{l=1}^K |y_l(t)|^2\right\} \cdot \mathcal{E}\left\{\sum_{l=1}^K |r_l(t)|^2\right\}}} \quad (3.35)$$

Trong đó $r(t)$ là tín hiệu tham khảo trong miền thời gian. Giả sử người dùng (l, m) là một người dùng yêu cầu, khi đó tín hiệu tham khảo $r(t)$ được xác định theo theo tín hiệu yêu cầu

$$r(t) = s_{l,m}(t) \quad (3.36)$$

Khi đó, tỉ số SINR đầu ra có kết quả cuối cùng được tính theo hệ số tương quan như sau:

$$\text{SINR}_{\text{out}} = \frac{|\rho|^2}{1 - |\rho|^2} \quad (3.37)$$

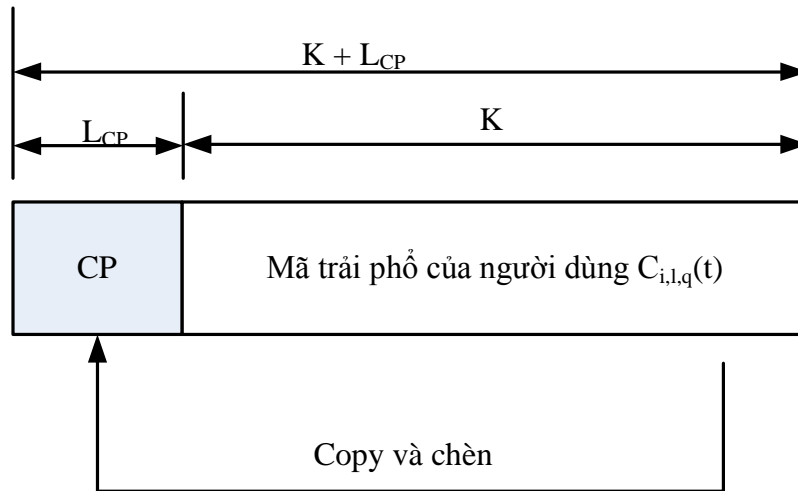
3.3.4. Độ khuếch đại lớn nhất sử dụng mã trải phổ Cyclic

Trong hệ thống CDMA đa tốc độ băng rộng, trễ trải phổ là nguyên nhân chủ yếu dẫn đến hiện tượng phađinh chọn lựa tần số đa đường, đây là nguyên nhân tạo ra giới hạn trong việc truyền dẫn dữ liệu tốc độ cao. Khi tốc độ dữ liệu tăng lên, ảnh hưởng của nhiễu chèn ký tự và các vấn đề phát sinh do phađinh nhiều đường trở nên nguy hiểm.

Giàn anten thích ứng cho phép chúng ta có thể làm giảm bớt pha đinh nhiều đường. Tuy nhiên, để giàn anten thích ứng đạt được hiệu năng cao sẽ làm tăng sự dàn trải trễ, do đó tổng độ trễ thực chất vẫn không giảm đi.

Ở phần này ta cùng xem xét một lược đồ mới của hệ thống CDMA, ở lược đồ này có một sự khác biệt là hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp

được thêm vào tiền tố Cyclic trong mã trải phổ người dùng. Người ta gọi nó là lược đồ DS-SS-SS-SS mã trải phổ tiền tố Cyclic. Hệ thống DS-SS-SS-SS sử dụng mã trải phổ tiền tố Cyclic với cấu trúc giàn anten thích ứng cho phép giảm thiểu pha đình nhiễu đa đường và cho độ khuếch đại lớn nhất trong môi trường pha đình nhiễu đa đường.



Hình 3.10 Mã trải phổ tiền tố Cyclic cho DS-SS-SS-SS

Xét hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp đa mã đa tốc độ, tại người dùng (l, q) được gán duy nhất một mã $c_{l,q}(t)$. Sau đó, theo nguyên tắc phân chia, quá trình xử lý sẽ chia người dùng vật lý ở lớp q thành q người dùng hiệu quả, các mã của người dùng hiệu quả (i, l, q) được cho bởi công thức (3.33).

Giả sử kênh truyền dẫn có pha đình lựa chọn tần số đa đường với độ trễ lớn nhất là L chip và L_{CP} chip tiền tố Cyclic được sử dụng trong mã trải phổ, mã mới sẽ có độ dài là $(K + L_{CP})$, với một người dùng (i, l, q) ta có

$$\hat{C}_{i,l,q} = [c_{i,l,m}(K - L_{CP} + 1) \dots c_{i,l,m}(K) \\ c_{i,l,m}(1) \ c_{i,l,m}(2) \ \dots \\ c_{i,l,m}(K - L_{CP} + 1) \ \dots \ c_{i,l,m}(K)]^T \quad (3.38)$$

Trong đó, các chip L_{CP} cuối cùng trong mã trải phổ được copy và chèn và phía trước của vectơ mã. Ý tưởng chèn tiền tố Cyclic vào mã trải phổ chi đơn giản là để sử dụng cho đơn sóng mang miền tần số và tạo búp sóng trong miền tần số. Tuy nhiên, phương pháp này đã được triển khai và ứng dụng cho hệ thống DS-CDMA. Và loại mã mới này được gọi là mã dàn trải tiền tố Cyclic.

Khi mã dàn trải tiền tố Cyclic được đưa vào truyền dẫn, thì cấu hình hệ thống giàn anten thích ứng cho bởi hình 3.8 chỉ cần thay đổi một chút ở bộ lọc tham số, nó cần được mở rộng thêm [14]. Ngoài ra không cần có thêm một sự thay đổi nào cả.

Việc sử dụng mã dàn trải tiền tố Cyclic có thể giảm một vài đặc tính trong hiệu quả truyền dẫn, tuy nhiên nó lại cho độ khuếch đại đa dạng đạt giá trị cực đại.

3.4 Tổng kết chương III

Trong chương này, đồ án đã trình bày về các kiến trúc và kỹ thuật để triển khai hệ thống anten thông minh cho hệ thống thông tin di động CDMA và việc ứng dụng giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp và CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp đa mã đa tốc độ.

Về vấn đề kiến trúc và triển khai anten thông minh cho CDMA bao gồm cấu trúc hệ thống xử lý không gian cho hệ thống CDMA liên kết và không liên kết, vấn đề về xử lý không gian cho hệ thống nhiều người dùng và việc tạo búp sóng cho đường xuống của hệ thống CDMA.

Vấn đề trình triển khai ứng dụng của giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp và hệ thống CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp đa mã đa tốc độ, bao gồm các vấn đề như cấu trúc hệ thống, biểu thức dạng tín hiệu, và đánh giá tỉ số tín hiệu trên tạp âm cho mỗi hệ thống.

KẾT LUẬN

Với những gì đã nghiên cứu được, em đã trình bày trong đồ án của mình ba vấn đề: Thứ nhất đồ án đã trình bày các vấn đề chung nhất về hệ thống thông tin di động và hệ thống thông tin di động CDMA. Vấn đề thứ hai, đồ án trình bày về hệ thống anten thông minh mà cụ thể là giàn anten thích ứng, nội dung đã trình bày ở đây là các khái niệm chung, các tiêu chuẩn chọn lựa hiệu năng, thuật toán thích ứng và lợi ích của việc sử dụng giàn anten thích ứng. Từ những nội dung nghiên cứu được ở trên, phần thứ ba đồ án trình bày về việc ứng dụng giàn anten thích ứng cho hệ thống thông tin di động CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp, thông qua các vấn đề về xây dựng cấu trúc hệ thống, dạng tín hiệu, và SINR.

Ngoài những mặt đã đạt được, đồ án không thể tránh khỏi những hạn chế thiếu sót. Ở đây, đồ án mới chỉ đề cập đến việc ứng dụng giàn anten thích ứng cho hệ thống CDMA ở dạng công thức và mô hình trên lý thuyết, chưa xây dựng được hệ thống mô phỏng, cũng như chưa có kết quả so sánh khi thực hiện trên thực tế.

Từ những gì đã xây dựng được, có thể phát triển đồ án theo hướng xây dựng hệ thống mô phỏng cho việc ứng dụng giàn anten thích ứng cho hệ thống CDMA trên các chương trình mô phỏng lý thuyết như Matlab,... và xa hơn có thể xây dựng nên một hệ thống sử dụng giàn anten thích ứng dưới dạng thử nghiệm để có được những kết quả thực tế nhất trong việc ứng dụng hệ thống.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, Giáo trình thông tin di động, NXB Bưu Điện, Hà Nội tháng 6 năm 2002
2. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, Giáo trình thông tin di động thế hệ ba, NXB Bưu Điện, Hà Nội tháng 3 năm 2004
3. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng và PGS. TS. Nguyễn Bình, Thông tin di động thế hệ 3, Tập 1, NXB Bưu Điện, Hà Nội tháng 12 năm 2001
4. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, Lý thuyết trải phổ và ứng dụng, Học viện công nghệ bưu chính viễn thông, 1999.
5. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng, Bài giảng Thông tin vệ tinh, Học viện công nghệ BCVT, 2004.
6. Nguyễn Đình Lương, Bài giảng môn học Truyền sóng – anten, Học viện công nghệ BCVT, khoa Viễn thông I, 1999.
7. TS. Nguyễn Phạm Anh Dũng và PGS. TS. Nguyễn Bình, CDMA one và CDMA, tập 1, NXB Bưu Điện, Hà Nội tháng 11 năm 2003
8. Joseph C.Liberti, Jr and Theodore S.Rappaport, Smart Antennas for Wireless Communications: IS-95 and third Generation CDMA Applications, Prentice Hall PTR, 1999
9. Tran Xuan Nam, T. Taniguchi, and Y. Karasawa, Theoretical analysis of subband adaptive array combining cyclic prefix data transmission scheme, IEICE Transaction on Communications, 2002.
10. Tran Xuan Nam, T. Omata, T. Taniguchi, and Y. Karasawa, Subband adaptive array for DS-CDMA mobile radio, Yokosuka Reserach Park, Nhật Bản, 2002.
11. Y. Zhang, K. Yang, and M. G. Amin, Adaptive array processing for multipath fading mitigation via exploitation of filter banks, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, 2001
12. R. T. Compton, "The relationship between tapped delay-line and FFT processing in adaptive arrays", Transactions on Antennas and

- Propagation, 1988.
13. A. J. Paulraj and C. B. Papadopoulos, Space-time processing for wireless communications, IEEE Signal Processing Magazine, vol. 14, no. 6, November 1997.
 14. Tran Xuan Nam, T. Taniguchi, and Y. Karasawa, Theoretical analysis of subband adaptive array combining cyclic prefix data transmission scheme, IEICE Transaction on Communications, December 2002
 15. Tran Xuan Nam, T. Taniguchi, and Y. Karasawa, Performance analysis of subband adaptive array in multipath fading environment, IEICE Transaction on Fundamentals, August 2002.
 16. B. D. Van Veen and K. M. Buckley, Beamforming: A versatile approach to spatial filtering", IEEE Signal Processing Magazine, April 1988.
 17. R. A. Monzingo and T. W. Miller, Introduction to Adaptive Arrays, John Wiley & Sons, 1980.
 18. L. C. Godara, Application of antenna arrays to mobile communications, part 2: Beam-forming and direction-of-arrival considerations, Proceedings of the IEEE, August 1997.
 19. J. Litva and T. K.-Y. Lo, Digital Beamforming in Wireless Communications, Artech House, 1996.
 20. B. Widrow and S. D. Stearns, Adaptive Signal Processing, Prentice Hall, 1985.
 21. G. V. Tsoulos, Smart antennas for mobile communication systems, Electronics and Communication Engineering Journal, April 1999.
 22. C. L. I and R. D. Gitlin, Multi-code CDMA wireless personal communications networks, IEEE International Conference on Communications, USA, 1995.

MỤC LỤC

MỤC LỤC.....	i
MỤC LỤC HÌNH.....	iv

THUẬT NGỮ VIẾT TẮT	v
LỜI NÓI ĐẦU	1
Chương I: TỔNG QUAN VỀ THÔNG TIN DI ĐỘNG	3
1.1. Sơ lược về hệ thống thông tin di động	3
1.1.1. Quá trình phát triển	3
1.1.2. Cấu trúc chung của hệ thống thông tin di động	6
1.1.2.1. Mô hình hệ thống thông tin di động	6
1.1.2.2. Cấu trúc địa lý của hệ thống thông tin di động	8
1.1.3. Đặc điểm truyền dẫn di động	9
1.1.3.1. Suy hao đường truyền	10
1.1.3.2. Pha đình	12
1.1.3.3. Đồng chỉnh thời gian	12
1.2. Hệ thống thông tin di động CDMA	14
1.2.1. Trái phở	14
1.2.2. Đa truy nhập vô tuyến	17
1.2.3. Hệ thống thông tin di động CDMA	19
1.3. Tình hình phát triển thông tin di động hiện nay	21
1.3.1. Tình hình chung trên thế giới	21
1.3.2. Việc phát triển thông tin di động tại Việt Nam	22
1.4. Tổng kết chương I	23
Chương II: TỔNG QUAN VỀ GIÀN ANTEN THÍCH ỨNG	24
2.1 Khái niệm chung	24
2.1.1. Anten và anten thông minh	24
2.1.1.1. Khái niệm chung về anten	24
2.1.1.2. Anten thông minh	25
2.2.2. Anten giàn thích ứng (AAA)	29
2.2.2.1. Khái niệm	29
2.2.2.2. Dạng tín hiệu trong giàn anten thích ứng	31

2.2. Tạo búp sóng thích ứng	34
2.3. Tiêu chuẩn chọn lựa hiệu năng	38
2.3.1. Bình phương trung bình lỗi nhỏ nhất (MMSE)	38
2.3.2. Tỉ số tín hiệu trên tạp âm và nhiễu lớn nhất (MSINR).....	40
2.3.2. Độ dao động nhỏ nhất (MV)	42
2.4. Thuật toán thích ứng	42
2.4.1. Thuật toán bình phương trung bình tối thiểu (LMS)	44
2.4.2. Thuật toán đệ quy bình phương tối thiểu	45
2.4.3. Thuật toán nghịch đảo ma trận mẫu	46
2.5. Lợi ích của giàn anten thích ứng	47
2.5.1. Cải thiện chất lượng tín hiệu	47
2.5.2. Mở rộng phạm vi truyền tin	48
2.5.3. Tiết kiệm công suất	50
2.6. Tổng kết chương II	50
Chương III: GIÀN ANTEN THÍCH ỨNG CHO HỆ THỐNG CDMA ...	51
3.1. Các kỹ thuật của anten thông minh cho thông tin di động	51
3.1.1. Bộ xử lý không gian CDMA không liên kết	52
3.1.2. Bộ xử lý không gian CDMA liên kết	53
3.1.3. Bộ xử lý không gian cho hệ thống đa người dùng	55
3.1.4. Tạo búp sóng đường xuống cho hệ thống CDMA	56
3.2. Giàn anten thích ứng cho hệ thống DS-CDMA	58
3.2.1. Cấu hình hệ thống giàn thích ứng cho DS-CDMA	59
3.2.2. Dạng tín hiệu	60
3.2.3. Tỉ số tín hiệu trên nhiễu SNIR.....	63
3.2.4. So sánh với máy thu RAKE	64
3.2.4.1. Đối với kênh truyền thông đơn đường	66
3.2.4.2. Đối với kênh phađinh lựa chọn tần số đa đường	67
3.2.4.3. Độ phức tạp của tính toán	67

3.3. Giàn anten thích ứng cho hệ thống DS-CDMA đa mã, đa tốc độ	68
3.3.1. Thế hệ DS-CDMA đa mã đa tốc độ	68
3.3.2. Cấu hình SBAA cho hệ thống DS-CDMA đa mã	70
3.3.3. Dạng tín hiệu	72
3.3.4. Tỷ số SINR	75
3.3.5. Độ khuếch đại lớn nhất sử dụng mã trải phổ Cyclic	75
3.4. Tổng kết chương III	77
KẾT LUẬN	79
TÀI LIỆU THAM KHẢO	80

MỤC LỤC HÌNH

Hình 1.1	Quá trình phát triển của các hệ thống thông tin di động	3
Hình 1.2	Các thể hệ thông tin di động	4
Hình 1.3	Cấu trúc hệ thống thông tin di động	7
Hình 1.4	Các vùng phục vụ MSC/VLR	8
Hình 1.5	Phần chia ô trong các vùng và vùng phục vụ MSC/VLR.....	9
Hình 1.6	Dạng tín hiệu trải phổ	17
Hình 2.1	Sự thay đổi đồ thị bức xạ khi thuê bao di chuyển.....	26
Hình 2.2	Các loại cấu trúc anten thông minh	27
Hình 2.3	Một mạng SB dùng một mạng tạo tia để tạo M tia từ M phần tử anten.....	29
Hình 2.4	Giàn anten thích ứng M phần tử	30
Hình 2.5	Cấu trúc giàn anten thích ứng	30
Hình 2.6	Dạng tín hiệu trong giàn anten thích ứng	31
Hình 2.7	Cấu trúc của bộ tạo búp băng hẹp	35
Hình 2.8	Bộ tạo búp băng hẹp sử dụng TDL	36
Hình 2.9	Bộ tạo búp miền tần số sử dụng FFT	37
Hình 2.10	Chất lượng tín hiệu của giàn anten thích ứng	48
Hình 2.11	Cải thiện vùng phủ sóng nhờ giàn anten thích ứng	49
Hình 3.1	Mô hình bộ lọc không gian cho trạm gốc CDMA	52
Hình 3.2	Triển khai hệ thống nhiều anten không liên kết cho bộ thu trạm gốc CDMA	52
Hình 3.3	Giàn liên kết cho thiết bị thu của hệ thống CDMA	54
Hình 3.4	Bộ xử lý không gian cho nhiều người sử dụng	55
Hình 3.5	Hệ thống điều khiển công suất không gian đường xuống cho hệ thống CDMA	58
Hình 3.6	Giàn anten thích ứng cho DS-CDMA	59
Hình 3.7	Máy thu RAKE hai chiều tiêu chuẩn cho DS-CDMA	65
Hình 3.8	Hệ thống DS-CDMA đa mã hai tốc độ	69
Hình 3.9	Cấu trúc giàn anten thích ứng cho hệ thống DS-CDMA đa mã đa tốc độ	71
Hình 3.10	Mã trải phổ tiền tố Cyclic cho DS-CDMA	76

THUẬT NGỮ VIẾT TẮT

1D RAKE	one Dimensional RAKE	Máy thu RAKE một chiều
2D RAKE	two Dimensional RAKE	Máy thu RAKE hai chiều
1G	1 st Generator	Thông tin di động thế hệ thứ 1
2G	2 nd Generator	Thông tin di động thế hệ hai
3G	3 rd Generator	Thế hệ thông tin di động thứ ba
AAA	Adaptive Array Antenna	Anten giàn thích ứng
AGC	Automatic Gain Control	Tự động điều chỉnh hệ số khuếch đại
AMPS	Advanced Mobile Phone Service	Dịch vụ điện thoại di động tiên tiến.
AOA	Angle Of Arrival	Góc tới
AUC	AUthentication Center	Trung tâm nhận thực
BCCH	Broadcast Control CHannel	Kênh điều khiển quảng bá
BPSK	Binary Phase Shift Keying	Điều chế khoá chuyển pha cơ hai
BS	Base Station	Trạm gốc
BSC	Base Station Controller	Bộ điều khiển trạm gốc
BTS	Base Transceiver Station	Trạm thu phát gốc
CDMA	Code Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo mã
CRC	Cyclic Redundancy Code	Mã dư vòng
CT-2	Cordless Telecommunication	Điện thoại không dây.
D-AMPS	Digital AMPS	AMPS số
DECT	Digital Enhanced Cordless Telecommunication	Viễn thông không dây số tiên tiến.
DOA	Direction Of Arrival	Hướng tới
DoF	Degree of Freedom	Độ dỗi
DS-CDMA	Direct Sequence CDMA	CDMA trải phổ chuỗi trực tiếp
DSSS	Direct Sequence Spread Spectrum	Trải phổ chuỗi trực tiếp

EDGE	Enhanced Data Rates for GSM Evolution	Tốc độ dữ liệu gói tăng cường để phát triển GSM
EIR	Equipment Identify Register	Bộ nhận dạng thiết bị
ETACS	Extended TACS	TACS mở rộng.
FDD	Frequency Division Duplex	Ghép song công theo tần số
FDMA	Frequency Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo tần số.
FFT	Fast Fourier Transform	Biến đổi Fourier nhanh
FHSS	Frequency Hopping Spread Spectrum	trải phổ nhảy tần (FHSS)
GMSC	Gateway Mobile service Switching Center	Trung tâm chuyển mạch các dịch vụ công
GPRS	General Packet Radio Service	Dịch vụ vô tuyến gói chung
GPRS	General Packet Radio System	Hệ thống vô tuyến gói chung
GSM	Global System for Mobile Communication	Hệ thống thông tin di động toàn cầu.
HSCSD	High Speed Circuit-Switched Data	Dữ liệu chuyển mạch kênh tốc độ cao
IF	Intermediate Frequency	Tín hiệu trung tần
IFFT	Inverse Fast Fourier Transform	Biến đổi ngược Fourier nhanh
IS-136	Interim Standard -136	Tiêu chuẩn thông tin di động TDMA cải tiến của Mỹ do AT&T đề xuất.
IS-54	Interim Standard 54	Tiêu chuẩn thông tin di động TDMA của Mỹ do AT&T phát triển
ISI	Inter Symbol Interference	Nhiều giao thoa kí tự
IWF	InterWorking Functions	Các chức năng tương tác
JTACS	Japanish TACS	TACS do Nhật Bản phát triển.
LA	Location Area	Vùng định vị

LMS	Least Mean Square	Bình phương trung bình tối thiểu
LUSA	Linear Uniform Space Array	Giàn cách đều tuyến tính
MAI	Multiple Access Interference	Nhiều đa truy nhập
ML	Maximum Likelihood	Giá trị lớn nhất có thể
MMSE	Minimum Mean Square Error	Trung bình bình phương lỗi nhỏ nhất
MS	Mobile Station	Trạm di động
MSC	Mobile service Switching Center	Trung tâm chuyển mạch dịch vụ di động
MSE	Mean Square Error	Trung bình bình phương lỗi
MSINR	Maximum Signal to Interference plus Noise Ratio	Tỉ số tín hiệu trên tổng nhiễu và tạp âm lớn nhất
MT	Mobile Terminal	Kết cuối trạm di động
MV	Minimum Variance	Độ dao động nhỏ nhất
NAMPS	Narrow AMPS	AMPS băng hẹp
NMT450	Nordic Mobile Telephone 450 MHz	Hệ thống điện thoại di động Bắc Âu băng tần 450 MHz.
NMT900	Nordic Mobile Telephone 900 MHz	Hệ thống thông tin di động Bắc Âu băng tần 900 MHz.
NRZ	Null Return to Zero	Chuỗi xung không trở về không
NTACS	Narrow TACS	TACS băng hẹp.
NTT	Nippon Telegraph and Telephone	Hệ thống điện thoại và điện báo do Nippon phát triển.
P/S	Parallel-to-Serial conversion.	Bộ biến đổi song song sang nối tiếp
PCN	Personal Communication Network	Mạng thông tin cá nhân.
PDC	Personal Digital Cellular	Hệ thống tổ ong số cá nhân.
PIC	Parallel Interference Canceler	Bộ chống nhiễu song song

PN	Pseudo Noise	Giả tạp âm ngẫu nhiên
REF	Range Extension Factor	Nhân tố mở rộng dải
RF	Radio Frequency	Tần số vô tuyến
RLS	Recursive Least Squares	Đệ quy bình phương tối thiểu
S/P	Serial to Parallel conversion.	Bộ chuyển đổi nối tiếp sang song song
SB	Switched Beam	Hệ thống chuyển búp sóng
SBA	Switched Beam Antenna	Anten chuyển búp
SBAA	Subband Adaptive Antennas	Hệ thống anten thích ứng
SI	Self Interference	Tự nhiễu
SINR	Signal to Interference plus Noise Ratio	Tỉ số tín hiệu trên tổng nhiễu và tạp âm
SMI	Sample Matrix Inversion	Nghịch đảo ma trận mẫu
SNR	Signal to Noise Rate	Tỉ số tín hiệu trên nhiễu
SS	Spread Spectrum	Trải phổ
TACS	Total Access Communication System	Hệ thống viễn thông truy nhập toàn bộ
TAF	Terminal Adaptive Function	Bộ thích ứng đầu cuối
TDD	Time Division Duplex	Ghép song công theo thời gian
TDMA	Time Division Multiple Access	Đa truy nhập phân chia theo thời gian
TE	Terminal Equipment	Thiết bị đầu cuối
THSS	Time Hopping Spread Spectrum	trải phổ dịch thời gian
TRAU	Transcoder/Adapter Rate Unit	Khối chuyển đổi mã và tốc độ
UMTS	Universal Mobile Telecommunication System	Hệ thống viễn thông di động toàn cầu
VLR	Visitor Location Register	Bộ ghi định vị thường chú
WCDMA	Wideband CDMA	CDMA Băng rộng
WCMF	Walsh Chip Matched Filter	Bộ lọc đối xứng chip Walsh

- [a /b] Tham khảo tại trang b, của tài liệu tham khảo thứ a (trong danh mục tài liệu tham khảo)
- [a] Tài liệu tham khảo thứ a