

CHƯƠNG 5

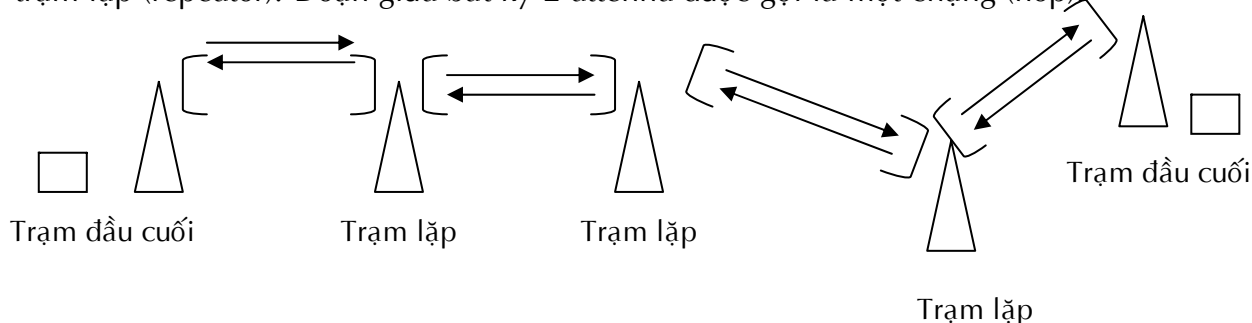
HỆ THỐNG THÔNG TIN VIBA VÀ VỆ TINH

5.1 Mở đầu:

Thông qua chương này sẽ nắm rõ những phần sau:

- Tổng quan về Vi ba và Vệ Tinh.
- Các thành phần vô tuyến của ViBa
- Phân Bố tần số trong vi Ba
- Thông tin Vệ Tinh
- Đa Truy Cập

Vô tuyến chuyển tiếp là một phần rất quan trọng trong mạng thông tin. Thông tin vô tuyến sử dụng khoảng không gian làm môi trường truyền dẫn. Nguyên lý hoạt động của hệ thống: phía phát bức xạ các tín hiệu thông tin bằng sóng điện từ, phía thu nhận sóng điện từ phát qua không gian và tách lấy tín hiệu gốc. Trong các mạng vô tuyến thường sử dụng vô tuyến chuyển tiếp tầm nhìn thẳng (light of sight). Một tuyến vô tuyến chuyển tiếp nối chung bao gồm các trạm đầu cuối (terminal) và các trạm lặp (repeater). Đoạn giữa bất kỳ 2 antenna được gọi là một chặng (hop).



Hình 5.1 Sơ đồ tổng quát của một tuyến vô tuyến VIBA chuyển tiếp

Thường thì các mạng viba được nối với các trạm chuyển mạch, là một bộ phận của mạng trung kế quốc gia hoặc trung kế riêng. Ứng dụng khác là các tuyến nhánh xuất phát từ các trung tâm thu nhập thông tin khác nhau đến trực chính hoặc tuyến băng rộng tải thông tin đã thu nhập đến một hoặc nhiều trung tâm xử lý chính. Viba số băng tần 2GHz được xây dựng và sử dụng phổ biến làm tuyến dẫn hoặc tuyến nhánh cho viba số có tải cao hơn băng tần 6Ghz và 11Ghz.

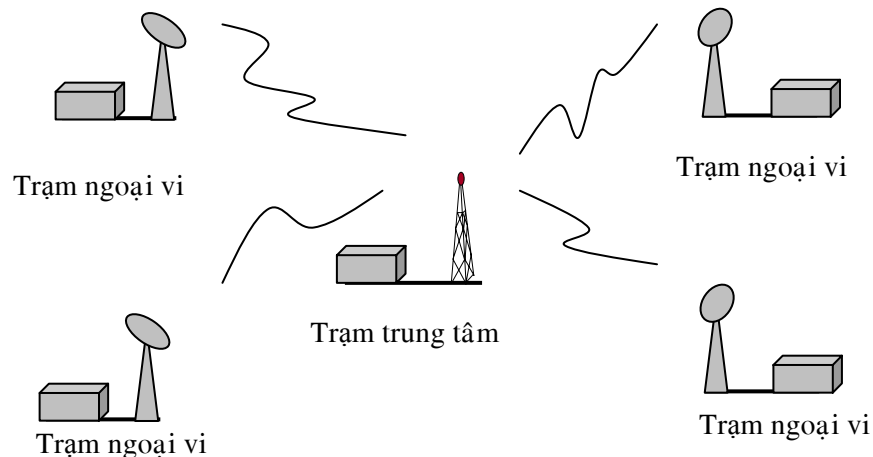
Sau đây là một vài loại mạng viba số đang được sử dụng phổ biến:

5.1.1 Vi ba số điểm nối đa điểm:

Dạng vi ba này trở thành phổ biến trong một số vùng ngoại ô và nông thôn. Cấu trúc mạng như hình 5.2. Trạm trung tâm phát trên một anten đẳng hướng phục

vụ cho một số trạm ngoại vi bao quanh. Các trạm ngoại vi này đặt trong phạm vi chuyển tiếp đơn từ trạm trung tâm đến trạm ngoại vi hoặc khoảng cách giữa các trạm ngoại vi lớn hơn một chặng chuyển tiếp đơn, phải dùng trạm lặp. Sau đó trạm lặp được phân phối cho các trạm ngoại vi. Thiết bị trạm ngoại vi có thể đặt ngoài trời, trên đỉnh cột, v.v hoặc đặt trong hộp đặt biệt. Mỗi trạm ngoại vi có thể lắp đặt thiết bị cho 15 hoặc nhiều trung kế. Các trạm lặp có thể sử dụng để chuyển tiếp nhằm mở rộng phạm vi của vùng phục vụ hoặc sử dụng như điểm đầu tiên trong một nhánh rẽ của tuyến trung kế số hiện đại.

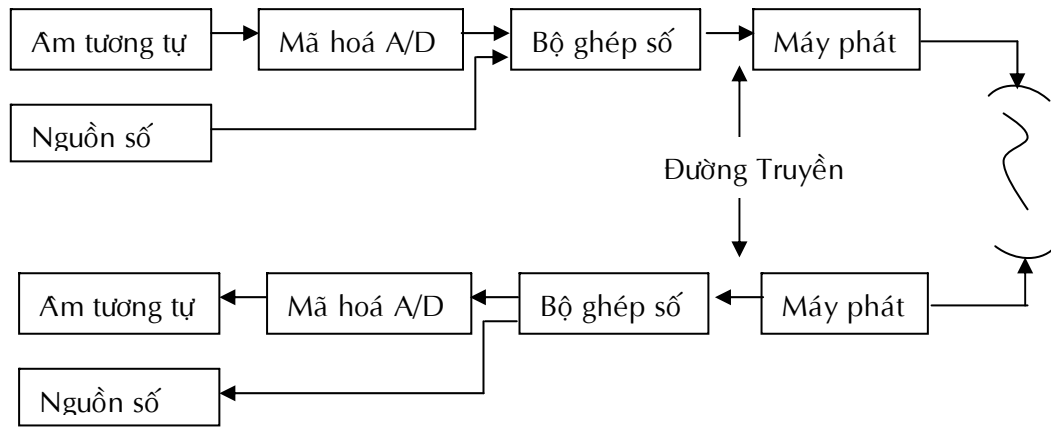
Thiết bị được thiết kế để hoạt động trong các băng tần 1,5GHz; 1,8GHz và 2,4GHz sử dụng một sóng mang cho hệ thống hoàn chỉnh có trung kế PCM 64kbit/s cho điện thoại và/hoặc cho số liệu tốc độ thấp. Hoàn toàn sẵn sàng cho mọi trung kế trong hệ thống. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia thời gian được sử dụng làm phương tiện liên lạc. Trạm trung tâm phát đến tất cả trạm ngoại vi theo phương pháp ghép/tách theo thời gian TDM liên tục. Mỗi trạm ngoại vi được nối đến hệ thống và phát đến trạm trung tâm một hoặc nhiều xung RF được đồng bộ nhờ trạm trung tâm sao cho mỗi trạm chiếm một khe thời gian không trùng nhau đã dành sẵn trong khung đa truy nhập phân chia thời gian TDMA. Trạm trung tâm kiểm tra lần lượt các đường dây thuê bao để xác định một thuê bao nào đó có yêu cầu một trung kế hay không và nếu có, sẽ dành trung kế cho đường dây thuê bao có nhu cầu.



Hình 5.2 Hệ thống viba điểm-nối đa điểm.

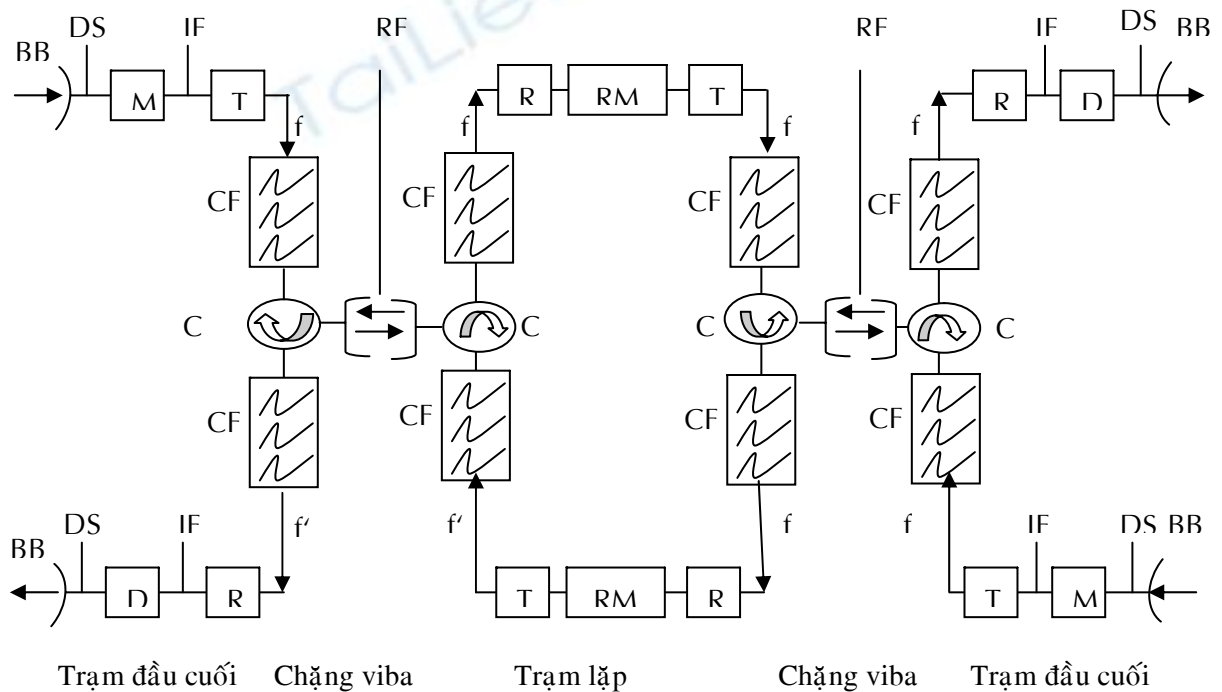
5.1.2 Vi ba số điểm nối điểm:

Vì các cơ quan viễn thông lập kế hoạch và bắt đầu thực hiện các chương trình chuyển đổi thành hệ thống số như là một công cuộc hiện đại hoá mạng, nên nỗ lực thay thế mạng đường dài bằng cáp sợi quang và có thể trong quy mô nhỏ hơn viba số dung lượng cao. Hình 5.3 sơ đồ khối của các thành phần trong một hệ thống viba số.



Hình 5.3 Một mô hình của hệ thống Viba số điểm-điểm

5.2 Các thành phần trong mạng Viba



BB: Tín hiệu băng tần gốc
M: Bộ điều chế
D: Bộ giải điều chế
T: máy phát
R: Máy thu
CF: Bộ lọc phân kênh

RM: Modem trạm lặp
DS: Giao tiếp tín hiệu số
IF: Tín hiệu trung tần IF
RF: Tín hiệu vô tuyến được điều chế số
 f, f' : Tần số vô tuyến ở băng thấp hay băng cao
c: Bộ xoay vòng

Hình 5.4 mô tả một tuyến vi ba chuyển tiếp với hai trạm đầu cuối và một trạm lặp.

Tại phía phát của trạm đầu cuối: tín hiệu băng gốc (baseband) được dẫn tới bộ điều chế (M) và được điều chế thành sóng mang trung tâm tần (IF). Tại đây hạn chế

bằng tần truyền dẫn, các dạng điều chế đặc biệt được áp dụng như điều pha số (PSK), điều biên cầu phương (QAM), hoặc SSB. Máy phát (T) sau đó biến đổi tín hiệu này thành tín hiệu vô tuyến (RF) và khuếch đại đến mức phát chuẩn. Băng tần vô tuyến được giới hạn trong khoảng 40MHz đến 22GHz.

Từ máy phát tín hiệu RF được chuyển qua bộ lọc phân kênh (channel branching filter) gồm bộ lọc băng thông và bộ xoay vòng (circulator). Bộ xoay vòng được sử dụng để chia hướng phát và hướng thu. Tín hiệu sau đó được dẫn đến antenna thông qua bộ lọc dải thông, bộ xoay vòng và cáp antenna (cáp đồng trục suy hao thấp hay ống dẫn sóng).

Nếu khoảng cách giữa các trạm đầu cuối lớn hơn 50km (hoặc nhỏ hơn tùy theo tần số vô tuyến sử dụng), cần phải lắp đặt trạm lặp giữa các trạm đầu cuối này.

Antenna thu ở trạm lặp sẽ chuyển tín hiệu thu được qua bộ lọc băng thông và bộ xoay vòng của bộ lọc phân kênh đến máy thu (R). Máy thu khuếch đại tín hiệu này và biến đổi nó thành tín hiệu trung tần IF. Từ tín hiệu IF, bộ giải điều chế (M) sẽ tái tạo lại tín hiệu băng gốc ban đầu và bộ điều chế sẽ điều chế nó lại thành tín hiệu IF. Giống như trạm đầu cuối, tín hiệu IF lại một lần nữa được chuyển đến máy phát (T) rồi qua bộ lọc phân kênh, bộ xoay vòng đến antenna bức xạ.

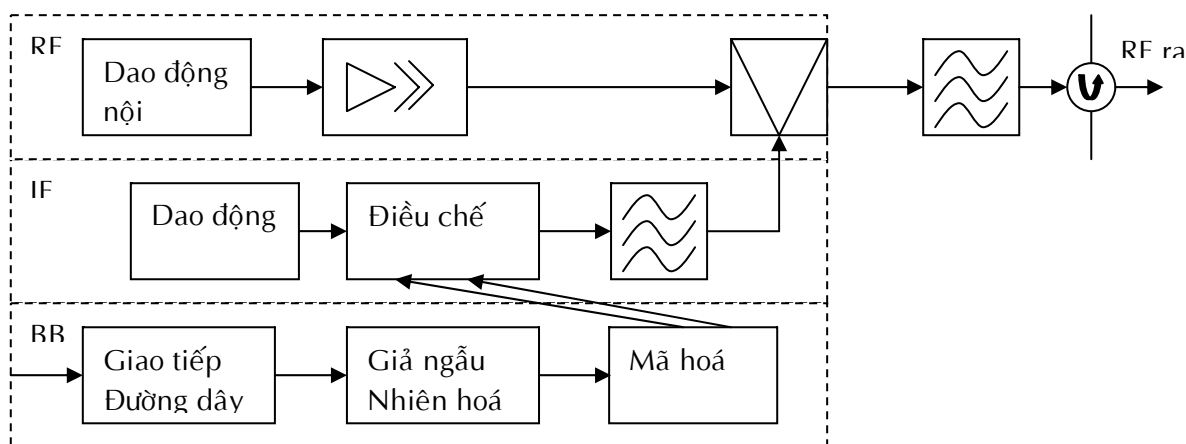
Tại trạm đầu cuối, tín hiệu băng gốc được khôi phục ở bộ giải điều chế và được dẫn tới bộ phân kênh. Tại đây tín hiệu được phân kênh hoàn toàn.

Thông tin vô tuyến không chỉ đóng khung trong phạm vi của một quốc gia vì thế đòi hỏi có tiêu chuẩn quốc tế cho nó. Tổ chức quốc tế chịu trách nhiệm về vấn đề này là Hiệp Hội Viễn Thông Quốc Tế ITU (International Telecommunication Union). ITU bao gồm CCITT (International Telephone and Telegraph Consultative) và CCIR (International Radio Consultative Committee). CCITT chịu trách nhiệm về các khuyến nghị cho toàn bộ giao tiếp giữa người sử dụng đến người sử dụng (user to user) và các giao tiếp trên đường truyền dẫn. CCIR chịu trách nhiệm về các khuyến nghị cho vô tuyến chuyển tiếp ví dụ như phổ... Nhờ các tiêu chuẩn này mà mạng viễn thông của các nước khác nhau có thể giao tiếp với nhau tạo thành mạng viễn thông toàn cầu.

5.2.1 Máy phát

Máy phát thường bao gồm những khối sau:

- Mạch băng gốc phát
- Khối xử lý số liệu băng gốc
- Bộ điều chế
- Bộ lọc và khuếch đại IF máy phát
- Bộ đổi tần trên
- Bộ khuếch đại và bộ lọc nhánh RF



Hình 5.5 Sơ đồ khối máy phát điển hình.

5.2.1.1 Mạch băng gốc máy phát

Tín hiệu băng gốc thu nhận hoặc phát đến cáp đồng hoặc cáp đồng trục, đầu tiên phải được xử lý sao cho tín hiệu thích hợp với hệ thống. Hình 5. minh họa sơ đồ khối của bộ điều chế-giải điều chế 16-QAM, MDAP-140MB, NEC.

Bộ chuyển đổi mã đường:

Thiết bị này gồm có khối chuyển đổi mã đường CMI-NRZ, khối này lấy tín hiệu ở đầu ra khối ghép kênh cấp E4 139,264Mbit/s và chuyển đổi luồng bit mã CMI thành luồng bit nhị phân NRZ.

Khối xử lý số liệu:

Một khi đã tiến hành chuyển mã, tín hiệu từ khối chuyển đổi CMI-NRZ đi vào khung xử lý số liệu (TX PDU), ở đây tín hiệu NRZ được ngẫu nhiên. Tốc độ bit của E4 tăng lên do đưa vào các bit thông tin về khung, bit kiểm tra chẵn lẻ như các kênh giám sát BER, khe thời gian cho tín hiệu kênh nghiệp vụ số tùy ý, và các bit nhận dạng kênh RF. Để hạn chế độ rộng băng RF, việc tăng tốc độ bit tổng thường không vượt quá 4% tốc độ danh định 139,264Mbit/s.

5.2.1.2 Bộ điều chế

Bộ điều chế theo nguyên lý điều chế biên độ cầu phương : 4PSK (hay còn gọi là QPSK hay 4QAM) hoặc 16 QAM. Ví dụ ở đây đối với hệ thống viba 140Mbit/s, sử dụng điều chế 16 QAM.

Bộ điều chế 16 QAM ngoài việc chuyển đổi nối tiếp-song song. Bộ biến đổi nối tiếp/song song sẽ biến đổi tín hiệu băng gốc thành 4 tín hiệu a,b,c,d có tốc độ 35Mbaud rồi từ 4 tín hiệu này thành 2 tín hiệu I và Q bốn trạng thái, bộ giao động nội tải tần 140MHz và điều chế thành 2 thành phần cầu phương của tải tần và tổ hợp tiếp tục để được tín hiệu 16-QAM. Trong bộ điều chế tiếp theo các tín hiệu I và Q điều chế hai sóng mang IF tương ứng. Hai sóng mang đã được điều chế được cộng lại theo nguyên tắc vector để hình thành tín hiệu 16QAM. Ngoài ra còn có bộ lọc IF ở

đầu ra của bộ điều chế hạn chế phổ tín hiệu không mong muốn. Việc tạo tần số dao động nội IF 140MHz được thực hiện qua bộ dao động khoá pha PLL.

5.2.1.3 Bộ biến đổi tần trên, bộ khuếch đại và bộ lọc của máy phát

Tín hiệu IF ra từ bộ lọc đi vào từ các mạch đổi tần trên để tạo tín hiệu ra ở tần số sóng mang RF

Bộ dao động nội (LO): tạo ra sóng mang RF để điều chế tín hiệu IF thành tín hiệu có tần số vô tuyến mong muốn. Để đảm bảo tính ổn định cao của bộ dao động nội, người ta thường sử dụng vòng khoá pha (PLL) hay các bộ dao động nội hốc cộng hưởng điện môi (DRO). Theo phương pháp thứ nhất, bộ dao động tự do được ghép thành một bội số của tần số của thạch anh bằng vòng khoá pha PLL. Do đó có thể hiệu chỉnh máy phát đến các vô tuyến khác nhau bằng cách thay tinh thể thạch anh của bộ dao động nội. Trong bộ DRO, tần số dao động được xác định bởi một phần tử điện môi. Tần số dao động nội trong trường hợp này rất ổn định trong dải tần GHz cho nên yêu cầu về mạch trở nên đơn giản hơn. Tuy nhiên, các bộ DRO không thể chỉnh đến các tần số vô tuyến khác nhau.

Bộ biến đổi tần trên (up converter): sử dụng tần số LO để điều chế tín hiệu IF thành tín hiệu RF. Sản phẩm tại ngõ ra của bộ điều chế sẽ là:

- Băng IF dưới tần số LO: $(f_{LO} - f_{IF})$
- Băng IF trên tần số LO: $(f_{LO} + f_{IF})$
- Tần số của chính bộ LO: f_{LO}

Bộ khuếch đại công suất:

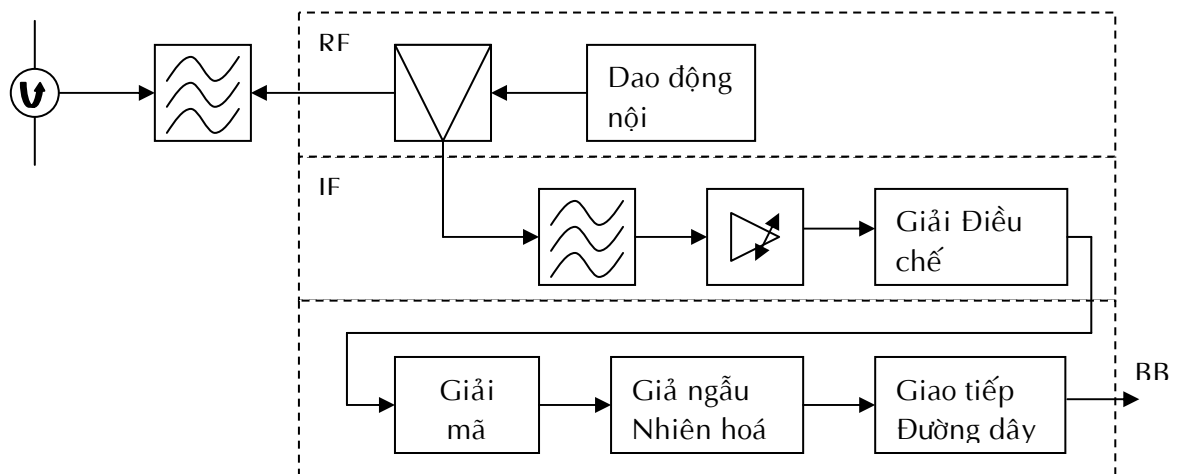
Bộ lọc sau bộ biến đổi tần trên để loại trừ những băng không mong muốn và sóng mang LO. Băng còn lại được đưa vào bộ khuếch đại công suất cao tần. Diot tách sóng lấy tín hiệu ra để giám sát với mức công suất dự tính qua một bộ ghép một hướng. Tín hiệu cao tần RF ở đầu ra của bộ ghép một hướng được đưa vào bộ khuếch đại công suất. Thường có hai loại khuếch đại công suất: một loại dùng transistor hiệu ứng trường (GaASFET) cho công suất ra trung bình ở nhánh ra 25dBm, và một loại dùng đèn sóng chạy (TWT) cho công suất ra là 33 dBm. Phần công suất lấy ra qua bộ ghép một hướng và diot tách sóng còn dùng để đo công suất, cảnh báo, giám sát.

Bộ lọc nhánh: một bộ phân mạch định hướng vòng phân cách bộ khuếch đại công suất với bộ lọc nhánh và bộ lọc thấp, đó là những bộ lọc bằng hốc cộng hưởng ghép trong ống dẫn sóng đưa ra anten. Số hốc cộng hưởng tùy theo thiết kế bộ lọc trung tần IF.

5.2.2 Máy thu:

Các mạch băng gốc trong máy phát và máy thu đều là mạch số logic, thực hiện việc xử lý tín hiệu yêu cầu giữa giao tiếp đường dây và modem. Khối giao tiếp đường dây tái tạo tín hiệu thu được từ đường dây và thực hiện chuyển đổi mã giữa mã đường và mã xung nhị phân đơn cực dùng trong quá trình xử lý; nếu cần phòng vệ quá áp và cân bằng suy hao dùng các đoạn cáp dài hơn. Các thao tác chuyển đổi đều chính xác với luồng bit đến hoặc đi của khối băng gốc thu hoặc bộ giải điều chế băng gốc. Nếu tốc độ bit phát đi không phải là tốc độ bit được tạo ra do cấu trúc ghép kênh phân cấp đã chấp nhận, cần có một khối ghép kênh. Trong trường hợp này các luồng bit thu không đồng bộ (thường là hai) đều được ghép lại để tạo một luồng bit có tốc độ bit cao hơn một ít so với tổng hai tốc độ bit của hai luồng. Những bit thông tin thêm vào được cộng sao cho phía thu có thể phân kênh được đúng. Khi thiết kế bộ lọc phải lưu ý đến đặc tính của tín hiệu RF. Về phía máy phát, yêu cầu chủ yếu thường là tạo dạng phổ, trong khi đó về phía máy thu, việc thiết kế bộ lọc RF ít chặt chẽ vì tập trung bộ lọc IF. Bộ lọc IF quyết định độ chọn lọc của máy thu. Máy thu bao gồm:

- Các mạch thu RF
- Các mạch băng gốc máy thu



Hình 5.6 Sơ đồ khối máy thu.

5.2.2.1 Các máy thu RF

Tín hiệu cao tần đến từ anten đi vào phần thu RF của máy thu.

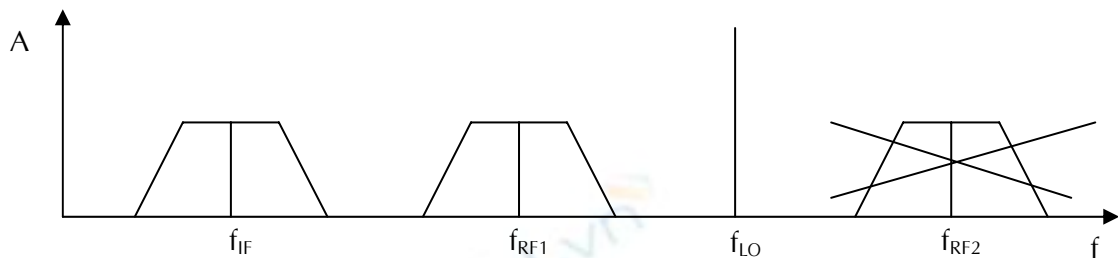
Bộ dao động nội (LO) để tạo sóng mang vô tuyến dùng cho việc đổi tần xuống của tín hiệu vô tuyến. Tần số vô tuyến này không được khác với tần số các máy thu.

Bộ đổi tần số (down converter): sử dụng tần số LO để điều chế tín hiệu vô tuyến thu được thành trung tần. Sản phẩm điều chế gồm:

- $f_{IF} = f_{RF1} - f_{LO}$
- $f_{IF} = f_{RF2} + f_{LO}$

Do đó sẽ có hai tần số vô tuyến (f_{RF1} và f_{RF2}) rơi vào dải IF: một là tần số mong muốn và thành phần còn lại là tần số ảnh. Sau mỗi bộ khuếch đại RF, có bộ lọc chặn băng để hạn chế băng âm ảnh sinh ra.

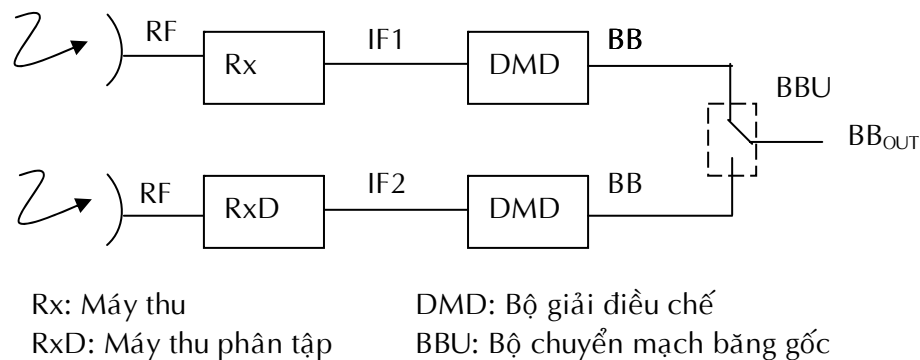
Bộ khuếch đại IF khuếch đại tín hiệu IF đến mức cố định cho trước rồi đưa đến bộ giải điều chế. Biên độ tín hiệu IF ở ngõ ra của bộ đổi tần xuống phụ thuộc vào mức tín hiệu thu do đó biên độ tín hiệu IF cho bộ giải điều chế phải được cân bằng bộ khuếch đại AGC. Điều khiển AGC cùng lúc có thể sử dụng để hiển thị điện áp của mức thu.



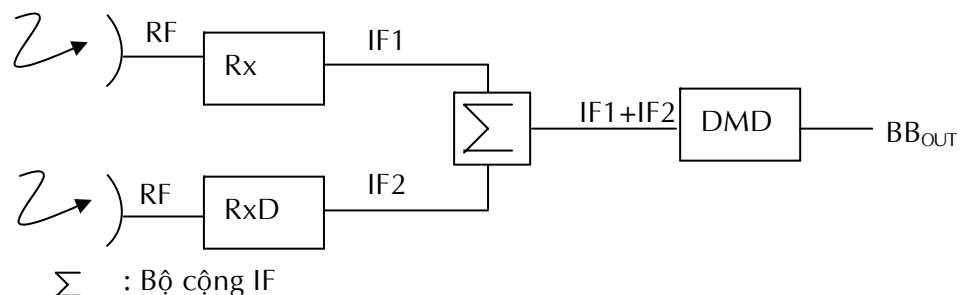
Hình 5.7 Tần số ảnh bị loại bỏ bằng bộ lọc kênh.

Máy thu cho phân tập không gian:

Trong phân tập không gian, tín hiệu RF được thu từ hai anten ở hai vị trí khác nhau. Tùy theo thiết kế, ngõ ra của tín hiệu băng gốc BB có thể là tín hiệu tốt nhất từ hai tín hiệu trung tần hoặc là tổng của hai tín hiệu này:



Hình 5.8 Phân Tập không gian với phương pháp chuyển mạch tín hiệu băng gốc



Hình 5.9 Phân Tập không gian với phương pháp cộng IF

5.2.2.2 Các mạch băng gốc máy thu

Mục tiêu chính là:

- Giải điều chế tín hiệu IF,
- Cân bằng băng gốc thích nghi và tái tạo số liệu
- Xử lý băng gốc gồm giải mã vi sai và chuyển đổi song song-nối tiếp
- Phân kênh tổ hợp thành các tín hiệu băng gốc chính và tín hiệu nghiệp vụ
- Giám sát BER

Giải điều chế nhận được bằng cách ánh xạ tín hiệu PAM nhiều mức trên hai trục vuông góc. Sau khi lọc và tái tạo băng gốc, ta được bốn luồng nhị phân 35Mbit/s. Qua giải mã vi sai và chuyển đổi song song – nối tiếp ta có luồng 140Mbit/s. Đồng thời chuyển tín hiệu số NRZ nhị phân lưỡng cực thành tín hiệu số mã CMI, sẵn sàng truyền đi ra môi trường bên ngoài.

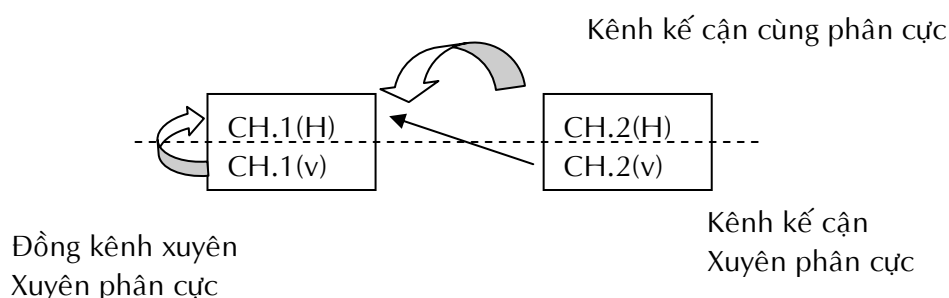
5.3 Nhiều và phân bố tần số:

Việc lựa chọn tần số cho một tuyến vô tuyến phải thỏa mãn các khuyến nghị về phân bố tần số của CCIR đồng thời phải quan tâm đến vấn đề can nhiễu giữa các tuyến vi ba trong vùng. Trong phần này sẽ giới thiệu các khuyến nghị về phân bố tần số và của CCIR đồng thời cũng khái quát hoá các nguyên tắc về việc phân bố tần số cho một tuyến viba.

5.3.1 Nhiều tần số

Nhiều giữa các kênh vô tuyến:

Nhiều giữa các kênh vô tuyến trong một băng tần số được minh họa trên hình 5.10.



Hình 5.10 Nhiều giữa các kênh phân cực

Nhiều này có thể là nhiễu đồng kênh (cochannel) hay nhiễu kênh kế cận. Nhiễu do kênh kế cận cũng chia làm hai loại: xuyên phân cực (cross-polar) và đồng phân cực (copolar). Nhiễu đồng kênh chỉ có thể là nhiễu xuyên phân cực.

Đối với các kênh kế cận, nhiễu đồng phân cực có thể loại trừ bằng các bộ lọc kênh, nhiễu xuyên phân cực không còn là vấn đề đối với các anten hiện nay vì các bộ lọc phân cực thường có độ phân biệt phân cực trên 30dB.

Nhiễu giữa các chạng vô tuyến

Nhiễu này có thể là: nhiễu do bức xạ ra sau, nhiễu ở các điểm nút và nhiễu vượt qua. Để đánh giá ảnh hưởng của các loại nhiễu này, người ta thường sử dụng tỉ số sóng mang/nhiễu C/I. Tỉ số này được xác định bởi số lệch góc giữa các anten và có thể giảm đi khi có fading.

Nhiễu do bức xạ trước ra sau:

Hình 5.11 giải thích loại nhiễu. Nhiễu này chỉ có ảnh hưởng khi sử dụng các anten nhỏ hoạt động ở tần số thấp. Để tránh loại nhiễu này, các tần số vô tuyến cho các chạng kế cận phải được thay đổi tuần tự.

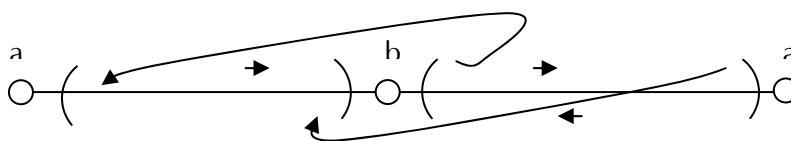
Tỉ số C/I có thể tính như sau:

$$C/I = a_a + 20\log(d_1/d_w)$$

Với a_a : sự lệch góc giữa hai anten đầu lửng

d_1, d_w : khoảng cách đường truyền mong muốn và đường truyền nhiễu tương

ứng



Hình 5.11 Bức xạ trước sau.

Nhiễu ở điểm nút:

Hình 5.12 giải thích loại nhiễu này, cần có sự thay đổi tần số và phân cực phù hợp để giảm ảnh hưởng của loại nhiễu này khi góc lệch giữa hai anten nhỏ:

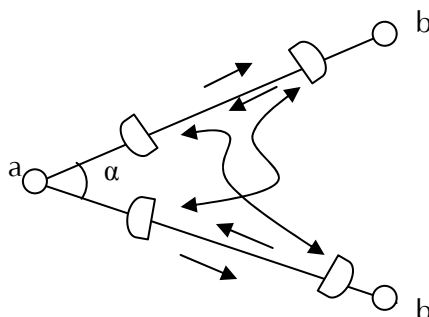
Tỉ số C/I được tính như sau:

$$C/I = a_a + 20\log(d_1/d_w)$$

Với a_a : sự lệch góc giữa hai anten

d_1, d_w : khoảng cách đường truyền mong muốn và đường truyền nhiễu tương

ứng



Hình 5.12 Nhiễu ở điểm nút.

Nhiều từ các hệ thống bên ngoài:

Nhiều này có thể xuất phát từ:

1. Các hệ thống vệ tinh
2. Radar
3. Các hệ thống vô tuyến khác sử dụng cùng một băng tần số

Cần lưu ý rằng năng lượng xuất phát phân bố đều trong băng. Nói một cách khác, năng lượng sóng mang có thể trải dài ra khỏi băng. Trong khu đó năng lượng sóng vô tuyến tương tự chỉ tập trung giữa băng. Điều này có nghĩa là vô tuyến tương tự dễ bị ảnh hưởng của nhiễu từ các tuyến viba số hơn.

5.3.2 Phân bố các kênh vô tuyến

Sóng vô tuyến thường không chỉ là lan truyền trong phạm vi một quốc gia. Vì thế việc phân bố kênh vô tuyến đòi hỏi phải được tiêu chuẩn hoá trên toàn thế giới để bảo đảm cho việc kết nối các tuyến vô tuyến giữa các nước láng giềng đồng thời đảm bảo không có vấn đề xuyên nhiễu giữa các kênh vô tuyến.

CCIR phân chia các kênh vô tuyến theo nguyên tắc như sau:

- Một băng tần được chia thành hai băng nhỏ (sub band): băng cao (upper band) và băng thấp (lower band). Tần số biên giới giữa hai băng nhỏ này gọi là tần số trung tâm (center frequency). Khoảng cách giữa hai băng gọi là khe trung tâm (center gap).
- Tất cả các tần số vô tuyến trong băng đều cách đều nhau một khoảng gọi là khoảng cách kênh (channel spacing). Khoảng cách này được tối ưu hoá để một mặt bảo đảm được dung lượng tối đa của băng đồng thời tránh được vấn đề xuyên nhiễu giữa các kênh.
- Trong một băng sử dụng cả hai phân cực: đứng và ngang. Các tần số trong một băng có thể tuần tự thay đổi phân cực: một tần số phải có phân cực khác với hai tần số kế cận nó (trước và sau) hoặc sử dụng cùng một tần số cho cả hai phân cực.

Tính dải thông của một kênh vô tuyến:

Nếu M là số mức điều chế, n là số bit cho một ký tự thì :

$$M=2^n \text{ hay } n=\log_2 M;$$

Tốc độ ký tự sẽ là

$$R_s=R_{\text{bit}}/n, \text{ với } R_{\text{bit}} \text{ là tốc độ bit}$$

Độ rộng dải thông RF sẽ là:

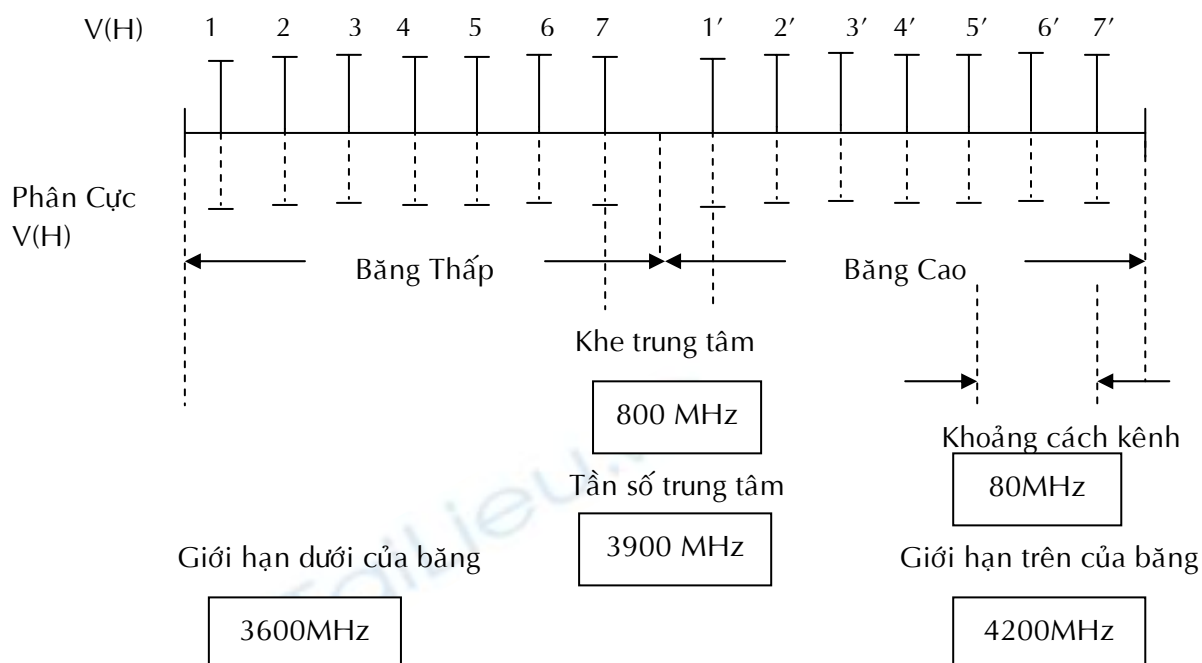
$$\Delta B=(1+r)R_s, \text{ với } r \text{ là hệ số roll-off}$$

Tính khoảng cách giữa các kênh vô tuyến trong một băng:

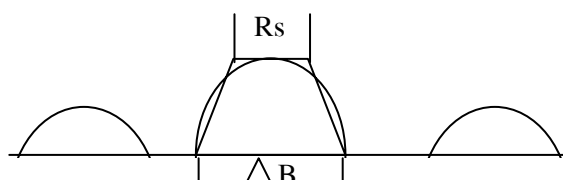
Khoảng cách giữa các kênh vô tuyến ΔF

$$\Delta F \sim (1,5 \div 2,2) B$$

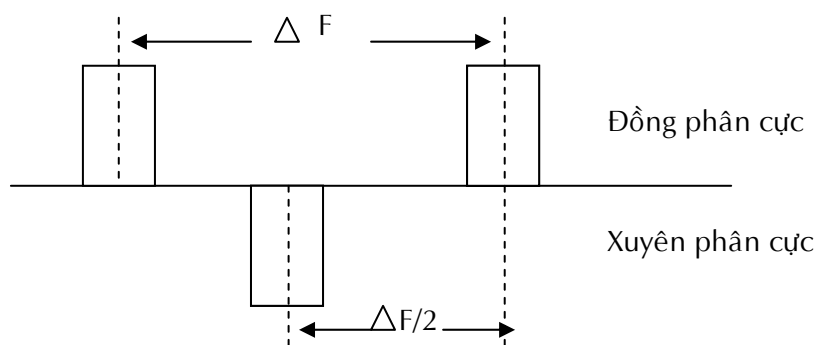
Ví dụ: Đối với hệ thống 140Mbit/s, 16 QAM hoạt động bằng tần 6,7GHz khoảng cách giữa các kênh cho chế độ kênh là 80 MHz và là 40 MHz cho chế độ phân cực giữa hai kênh kế cận. Hiệu quả sử dụng dải thông sẽ là 3,5bit/s.



Hình 5.13 Minh hoạ nguyên tắc phân bố kênh vô tuyến cho một băng tần số.



Hình 5.14 Độ rộng giải thông của một kênh RF



Hình 5.15 Khoảng cách giữa các kênh vô tuyến

Hình 5.16 cho ta những con số về các băng tần cho phép và dung sai cho phép của tần số mang v.v... Báo cáo 497-2 cung cấp chi tiết về phân kênh về phân bố kênh vô tuyến RF đối với những hệ thống số dung lượng trung bình làm việc trong băng 13 GHz. Khuyến nghị 387-3 CCIR cho chi tiết về các hệ thống dung lượng nhỏ và trung bình làm việc trong băng tần đến 11GHz.

Chương 5: Hệ thống thông tin ViBa và Vệ Tinh

Đối với các hệ thống số dung lượng trung bình và cao, báo cáo 934 CCIR (băng dưới 10GHz), báo cáo 782-1 (băng 10,7 đến 11,7GHz), báo cáo 607-2 (băng 10,5-10,68GHz và 11,7-15,35GHz), và báo cáo 935 (đến 200Mbit/s trong băng 4GHz) đều đề cập đến. Khuyến nghị 595 CCIR cũng đề cập đến sự phân bố kênh vô tuyến RF đối với hệ thống viba số trong băng tần 17,7-19,7GHz. Trong khuyến nghị này cũng có những thông tin cần thiết để thiết lập kế hoạch tần số cho hệ thống viba, có tính đến những cặp tần số, tức là cặp tần số phát và thu, và băng phòng vệ yêu cầu giữa các kênh kề nhau và băng kề nhau.

Băng 11GHz
CCIR Khuyến nghị 387.3
389.2

10700-11700 MHz

H (V)*	V (H)*	(MHz)	10795
1	□	10715	↑
2	□	10755	↑
3	□	10795	↑
4	□	10835	
5	□	10875	
6	□	10915	
7	□	10955	
8	□	10995	
9	□	11035	
10	□	11075	
11	□	11115	
12	□	11155	
f_0	□	11200	
1'	□	11245	↓
2'	□	11285	↓
3'	□	11325	
4'	□	11365	
5'	□	11405	
6'	□	11455	
7'	□	11485	
8'	□	11525	
9'	□	11565	
10'	□	11605	
11'	□	11645	
12'	□	11685	↓

Băng 13GHz
CCIR Khuyến nghị 497.2

12750-13250 MHz

H ₂ (V)*	V (H)*	(MHz)
1	□	12765
2	□	12793
3	□	12821
4	□	12849
5	□	12877
6	□	12905
7	□	12933
8	□	12961
f_n	□	12996
1'	□	11035
2'	□	12793
3'	□	13087
4'	□	13115
5'	□	12877
6'	□	13071
7'	□	13199
8'	□	13277

Hình 5.16 Phân bố kênh vô tuyến cho các băng tần khác nhau

Ví dụ:

Xét băng tần 13GHz được chọn cho hệ thống số trong đó dung lượng có thể lên đến 480 kênh thoại (34Mbit/s). Sử dụng thông tin trong khuyến nghị 497-2 CCIR, có thể phân bố tần số vô tuyến với đặc tính dưới đây:

Phần dưới của băng: $f_n = (f_0 - 259 + 28n)$ (MHz)

Phần trên của băng: $f'_n = (f_0 + 7 + 28n)$ (MHz)

trong đó $n=1,2,3,4,5,6,7$ hoặc 8.

f_0 : tần số gốc (MHz) gần trung tâm băng 12,75-13,25GHz.

f_n : tần số trung tâm (MHz) của kênh RF ở nửa phần dưới của băng.

f'_n : tần số trung tâm (MHz) của kênh RF ở nửa phần trên của băng.

Nếu tần số trung tâm chọn là $f_0=12996$ MHz, thì trong ví dụ này cặp tần số thu và phát (hoặc cặp phát và thu) đối với kênh 6 ($n=6$) theo biểu thức sẽ là:

$$f_6 = (122996 - 259 + 28 \cdot 6) = 12905 \text{ MHz}$$

$$f'_6 = (122996 + 7 + 28 \cdot 6) = 13171 \text{ MHz}$$

5.3.3 Lập cấu hình tần số cho một tuyến viba

Để tránh các vấn đề nhiễu tần số, việc lập cấu hình cho một mạng viba cần phải theo nguyên tắc sau:

1. Phải có kế hoạch phân bố tần số trước cho toàn mạng. Kế hoạch này không chỉ tính đến các yêu cầu hiện tại mà còn phải tính đến sự phát triển của mạng trong tương lai.
2. Phải xác định trước khoảng cách giữa các kênh vô tuyến và phân cực chúng
3. Tất cả các máy phát của một trạm vô tuyến chuyển tiếp sử dụng chung một anten (thông qua các bộ lọc phân nhánh) phải hoạt động trên cùng một băng nhỏ: hoặc là băng cao hoặc là băng thấp. Việc thay đổi băng cao và băng thấp phải thay đổi tuần tự qua từng trạm.
4. Chế độ đồng kênh chỉ sử dụng trên các đường có sự khác biệt về góc trên 100° .
5. Việc thay đổi phân cực trên chặng thứ 3 phải tính đến khả năng có nhiễu vượt qua.
6. Ở những nút có góc nhỏ nên sử dụng chế độ hoạt động bên kế cận.

5.4 Thông tin vệ tinh

5.4.1 Chọn quỹ đạo cho vệ tinh

Quỹ đạo của vệ tinh là một hình Ellipse có trục đi xuyên qua tâm trái đất và tuân theo các định luật vạn vật hấp dẫn theo Kepler. Các định luật này cho phép xác định chu kỳ quay T của vệ tinh quanh trái đất tùy theo bán kính trục lớn a của quỹ đạo Ellipse và độ cao $h=a-R$ của vệ tinh (R là bán kính trái đất):

$$T=2\pi (a^3/GM)^{1/2}=2\pi ((h+R)/GM)^{1/2};$$

Trong đó $M=6\times10^{24}\text{kg}$ - là khối lượng trái đất.

$G=6,67\times10^{-11}\text{Nm}^2/\text{kg}$ -là hằng số trọng lượng.

$R=6378\text{km}$ - là bán kính trung bình trái đất.

Với vệ tinh địa tĩnh, cần có sự cân bằng giữa chu kỳ quay của vệ tinh và chu kỳ quay của trái đất ($1\text{ngày}=23\text{h}56'4''$), ta rút ra:

$$h=35.768\text{km}$$

Ngoài ra, quỹ đạo của vệ tinh địa tĩnh cũng phải là hình tròn, cùng chiều quay với trái đất, để giữ vận tốc góc không đổi và có vị trí tương đối cố định so với Mặt Đất. Vệ tinh địa tĩnh có các ưu điểm sau:

- Bảo phủ khoảng 1/3 diện tích mặt đất liên tục tại mọi thời điểm
- Việc thu sóng từ các anten mặt đất lẫn việc theo bắt vệ tinh dễ dàng
- Thời gian che tối ánh sáng Mặt Trời bởi Trái Đất, không cho ánh sáng đến vệ tinh sẽ ngắn hơn, để tránh những đột biến nhiệt độ trên vệ tinh và duy trì năng lượng ánh sáng cấp nguồn cho vệ tinh
- Không có hiệu ứng Doppler khi có sóng phát từ trái đất, và được chuyển về từ vệ tinh

Tuy nhiên, nhược điểm của vệ tinh địa tĩnh gắn liền với độ cao của nó:

- Vì vệ tinh quá cao, nên suy giảm của sóng trong không gian rất nhiều
- Thời gian cho sóng đi và về Trái Đất-vệ tinh là $240\div275\text{ms}$, khá lớn khiến tai ta cảm giác được sự chậm pha khi đàm thoại, đồng thời cần có các bộ phận chống tiếng dội
- Cần thiết bị điều chỉnh tự động tinh vi để giữ quỹ đạo vệ tinh không đổi so với mặt đất.
- Quá trình phóng vệ tinh lên quỹ đạo rất phức tạp

5.4.2 Tần số làm việc vệ tinh

Theo quy ước của CCIR, đa số các trạm mặt đất hiện nay sử dụng hai vùng tần số sóng phải được giảm thiểu tối đa.

Theo quy ước CCIR, đa số trạm mặt đất hiện nay sử dụng hai vùng tần số 6GHz và 4GHz cho phát và thu:

Phát từ Mặt đất-Vệ Tinh: $f_{pm}=5,925\div6,425\text{ GHz}$

Thu từ Vệ Tinh-Mặt Đất: $f_{pd}=3,700\div4,200\text{ GHz}$

Với băng thông $B=500\text{MHz}$ của mỗi chiều (băng C)

Việc dùng hai vùng tần số phát thu cách xa hẳn nhau sẽ cho phép tách các sóng thu và phát với các mức công suất hoàn toàn khác biệt nhau trên cùng một anten. Tuy nhiên, vệ tinh phải làm nhiệm vụ dịch chuyển phổ tần một quãng 2.225GHz

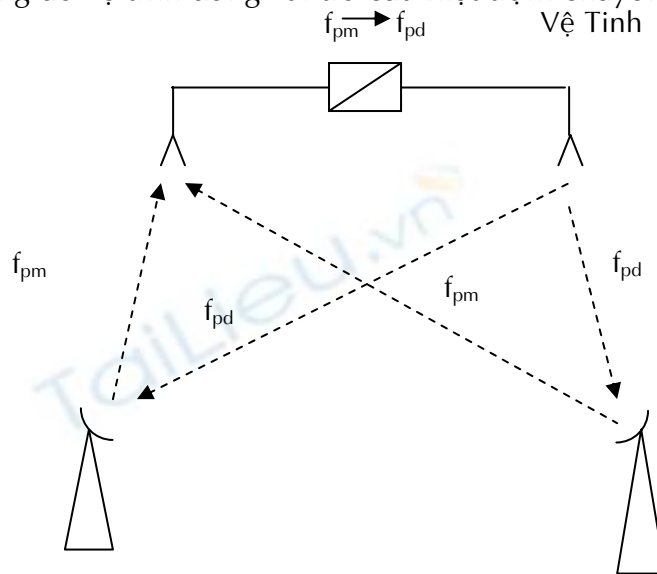
Ngày nay, do nhu cầu ngày càng tăng của thông tin vệ tinh, các dải tần thu phát khác đang bắt đầu được khai thác

12,5/18 GHz với băng thông $B=500\text{MHz}$ (băng ku)

18/26,5 GHz với băng thông $B=3500\text{MHz}$ (băng K)

5.4.3 Cấu trúc của mỗi liên kết vệ tinh

Một đường thông tin vệ tinh cũng tương tự như thông tin viba mặt đất với hai đoạn chuyển tiếp, trong đó vệ tinh đóng vai trò của một trạm chuyển tiếp.



Hình 5.17 Vệ tinh đóng vai trò chuyển tiếp.

Thông tin truyền đi dưới dạng số hay tương tự, với các phương thức điều chế khác nhau.

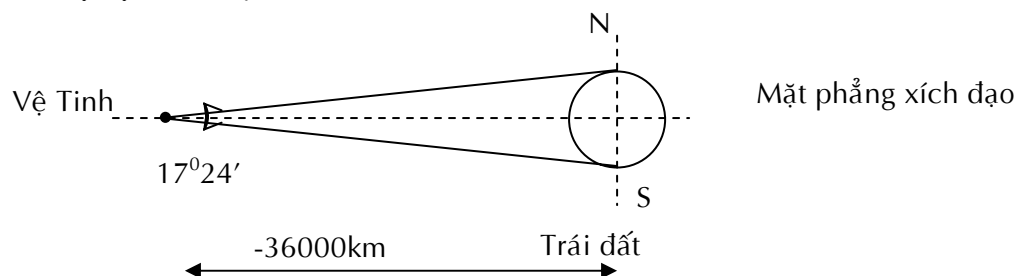
- Truyền tương tự: điều chế FM
- Truyền số: điều chế DPSK, MSK với các phương pháp mã hoá phức tạp.

Thông tin vệ tinh gặp nhiều khó khăn so với thông tin viba mặt đất ở các điểm sau:

- Khoảng cách giữa hai trạm chuyển tiếp viba mặt đất khoảng 50km, trong khi khoảng cách của mỗi đoạn chuyển tiếp của thông tin vệ tinh là từ 36000km đến 41000km (là bán kính chủ đạo của vệ tinh).
- Công suất phát từ vệ tinh xuống trái đất bị giới hạn

5.4.5 Thiết bị đặt trên vệ tinh

Anten:



Hình 5.18 Góc nhìn từ trái đất.

Góc nhìn trái đất từ vệ tinh là $17^{\circ}24'$. Nếu tính đến chiều cao anten mặt đất, góc nhìn được tính là $17^{\circ}18'$.

Các loại anten sau có thể được sử dụng đặt trên vệ tinh.

Anten đẳng hướng: không có hướng tính trong không gian tự do.

Anten chấn tử: có hướng tính cực đại theo mặt phẳng thẳng góc với trục chính anten. Mặt phẳng này của anten trên vệ tinh phải được hướng về trái đất, ổn định bằng chuyển động tự xoay spin của vệ tinh quay trục song song với trục chính của chấn tử.

Anten loa: với góc mở trùng với góc nhìn từ vệ tinh về trái đất (17°). Độ lợi anten chừng 20dB, nhưng anten phải luôn hướng về trái đất.

Anten parabol: với hướng tính rất (spot beam). Vùng bao phủ sóng của anten chỉ giới hạn trong một địa lục, một vùng hoặc một quốc gia, độ lợi anten sẽ tỉ lệ nghịch với góc mở của tia sáng

Bộ chuyển tiếp:

Nhiều bộ chuyển tiếp giống nhau (chẳng hạn 20 bộ trong chuyển tiếp trong hệ Intelsat IV A) được phân bố trên dải băng 500MHz, mỗi bộ chuyển tiếp cho một băng thông 36MHz, có độ khuếch đại mức tín hiệu $G=100\text{dB}$ và chuyển tần số mang chiều lên (6GHz) thành tần số chiều xuống (4GHz) bằng phương pháp điều chế SSB.

Nếu một bộ chuyển tiếp trên vệ tinh được dùng cho nhiều sóng mang đồng thời (phân kênh đa tần số), nó phải thỏa mãn các đòi hỏi khắt khe về độ tuyến tính để tránh hiệu ứng nhiễu hài tần.

Điều khiển và đo từ xa:

Nhiều chức năng của vệ tinh được điều khiển xa từ Mặt Đất (chẳng hạn, điều khiển độ lợi của bộ chuyển tiếp, chỉnh hướng tín anten, chỉnh quỹ đạo vệ tinh...). Đồng thời, các thông số kỹ thuật cũng được đo và giám sát từ mặt đất.

Các thông tin điều khiển này được thực hiện thông qua cách điều chế gián đoạn PSK của một sóng mang phụ, ghép kênh thời gian. Ngoài ra, vệ tinh còn phát thường trực một tín hiệu "beacons" cho phép chỉnh theo dõi theo của các anten Trái Đất

Cấp nguồn cho Vệ Tinh:

Năng lượng Mặt Trời là nguồn năng lượng chủ yếu cho vệ tinh. Các phần tử quang điện được đặt trên những tấm chắn hay thân của vệ tinh hướng phía Mặt trời. Công suất thu trung bình 1400W/m^2 , nhưng hiệu suất chuyển đổi thành điện 10%. Công suất điện cần thiết cho vệ tinh ở mức vài trăm watts và tăng cường hơn với các thế hệ vệ tinh mới.

Khi vệ tinh qua vùng che bóng bởi Trái đất, phải có bộ dự trữ năng lượng.

Độ tin cậy của Vệ Tinh:

Độ tin cậy của vệ tinh phải được đặt lên hàng đầu, bởi các lý do sau:

- Vệ tinh làm việc trong điều kiện khắc nghiệt; chịu thay đổi nhiệt độ đột ngột, chịu các bức xạ không gian, chịu sự va chạm của thiên thạch v...v
- Vệ tinh trong các trường hợp thực tế là các bộ phận không thể sửa chữa được
- Tuổi thọ và thời gian hoạt động tốt không chỉ phụ thuộc vào xác suất hư hỏng, mà còn dựa vào các nguồn năng lượng mới để điều chỉnh quỹ đạo vệ tinh. Ngày nay, tuổi thọ trung bình của vệ tinh là 5 năm đến 7 năm.

5.4.6 Trạm mặt đất

Chọn vị trí trạm mặt đất:

Việc chọn lựa vị trí Trạm Mặt Đất rất phức tạp, phải xét đến các điều kiện sau:

- Tầm nhìn đến vệ tinh rõ, ở cả hai phía chân trời.
- Ít khả năng bị nhiễu loạn sóng viba ở cùng dải tần số, dù chúng ở cách đến hàng trăm km và hướng các trạm khác nhau.
- Vị trí cách xa các vùng có cường độ dòng điện lớn (vùng công nghiệp, các trạm biến điện...)
- Ít bị ảnh hưởng bởi sóng vô tuyến của các đường hàng không thông thường
- Có thể đến trạm dễ dàng và quy mô của trạm có thể mở rộng đến phạm vi chung quanh
- Dễ bảo vệ, canh phòng

Anten

Các anten Mặt Đất cần có kích thước lớn (cho cả thu và phát) vì các lý do sau:

- Độ lợi anten cao (khoảng 60db) để tăng công suất phát và tăng công suất tín hiệu thu
- Anten được hướng thường trực đến vệ tinh, với độ chính xác cao (độ lệch góc chừng vài phút); cùng với khối lượng rất lớn của anten, cùng với điều kiện gió, khí hậu của môi trường, cần phải có bộ tự điều chỉnh cơ khí để dõn theo tự động.

5.5 Đa Truy cập

5.5.1 Ưu điểm của đa truy cập

Mỗi bộ chuyển tiếp trên vệ tinh, với dải băng 36MHz và 972 kênh thoại, có thể cho phép thông tin một chiều giữa một trạm Mặt Đất này và trạm khác. Tuy nhiên, vì số trạm mặt đất cần liên lạc rất nhiều hơn số chuyển tiếp trên vệ tinh và thêm vào đó, mỗi bộ chuyển tiếp có thể chuyển tải nhiều tin hơn là chỉ cho hai trạm mặt đất với nhau, do đó, cần thiết phải lập quá trình ghép kênh về tần số (FDM) hoặc về thời gian (TDM).

Kết cấu của các kênh đa truy cập không ảnh hưởng gì đến hoạt động của vệ tinh, có thể được thay đổi khi vệ tinh đã được lên quỹ đạo.

Sự khác biệt giữa đa truy cập với ghép kênh là thay vì ghép từng kênh rời rạc thì đa truy cập xử lý trên từng nhóm kênh đã được ghép kênh và thuộc đường truyền đến một đích.

5.5.2 Đa truy cập phân kênh theo tần số

Nguyên lý của đa truy cập phân kênh theo tần số gồm các phần sau:

- Dùng n sóng mang tải tin trong một dải băng của vệ tinh
- Mỗi sóng mang được dùng cho trạm Mặt Đất cố định để phát đến các trạm Mặt Đất khác.
- Vệ tinh có nhiệm vụ phát tất cả n sóng mang đến tất cả các trạm Mặt Đất.
- Trạm Mặt Đất thu tất cả n sóng mang, giải điều chế và tách riêng các kênh tin có đích là trạm Mặt Đất đó.

Như vậy, mỗi trạm Mặt Đất sẽ gồm một bộ điều chế FM, một mạch phát với sóng mang tương ứng trạm đó; gồm nhiều bộ thu và giải điều chế FM và bộ tách các kênh tin có đích là trạm đó.

5.5.5 Đa truy cập phân kênh theo thời gian: TDMA

Đa truy cập phân kênh theo thời gian cho phép giữ nguyên đặc tính của hệ thống (về công suất phát cho mỗi kênh, tỉ số S/N), nhưng kéo theo việc khó khăn về đồng bộ hoá các trạm. TDMA có các đặc tính sau

- Phát từng gói cung tuần hoàn và có đồng bộ từ các trạm Mặt Đất (điều chế PSK trên sóng mang f_{pm} là chung cho tất cả trạm Mặt Đất).
- Tổ chức phát từng gói xung này đến trạm vệ tinh sao cho các gói xung ở các trạm Mặt Đất đến Vệ Tinh tuần tự theo thời gian mà không chồng lên nhau. Việc đồng bộ này rất phức tạp, đòi hỏi việc định thời gian rất chính xác và tính đến thời gian truyền khác nhau từ các trạm Mặt Đất khác nhau đến Vệ Tinh.
- Mỗi gói xung được báo hiệu bằng đoạn tin đầu (preamble) ghi số nơi xuất phát và nơi đến của gói xung đó.
- Vệ tinh thu nhận các gói xung ở tần số f_{pm} , rồi phát trở lại xuống tất cả các trạm Mặt đất với tần số f_{pd} .
- Phần kênh theo thời gian tránh được các nhiễu trộn hài tần và cho phép phát toàn bộ công suất từ vệ tinh cho mỗi lần phát. Hiệu suất sử dụng của hệ bị giảm chút ít khi chừa lề thời gian (time margin) giữa các gói xung để tránh các bất ổn hoặc đồng bộ không chính xác.

Chương 6: BAO HIỆU TRONG HỆ THỐNG VIỄN THÔNG

CHƯƠNG 6: BẢO HIỆU TRONG HỆ THỐNG VIỄN THÔNG

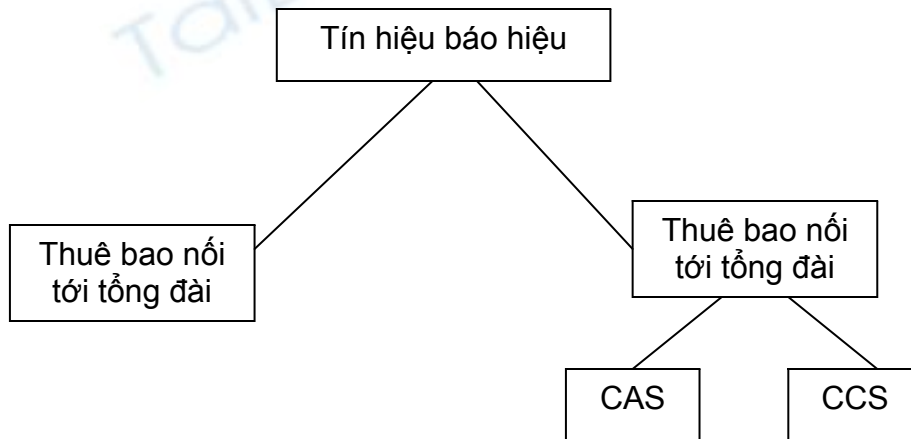
1. Tổng quan về báo hiệu:

1.1 Tổng quan:

Trong thông tin điện thoại, báo hiệu nghĩa là chuyển và hướng dẫn thông tin từ một điểm đến một điểm khác thích hợp để thiết lập và giám sát cuộc gọi thoại.

Thông thường tín hiệu báo hiệu được chia làm hai loại:

- Báo hiệu mạch vòng thuê bao, ví dụ như tín hiệu báo hiệu giữa thuê bao và tổng đài nội hạt.
- Báo hiệu giữa các tổng đài, ví dụ như báo hiệu giữa các tổng đài.



Hình 1. Phân loại tín hiệu báo hiệu.

Tín hiệu báo hiệu giữa các tổng đài được chia thành:

- Báo hiệu kênh liên kết (CAS), ví dụ sử dụng kênh 16 trong khung PCM dùng để báo hiệu
- Báo hiệu kênh chung (CCS), có nghĩa là tất cả các tín hiệu báo hiệu ở một kênh tách biệt với kênh thoại. Kênh báo hiệu này được dùng chung cho một số lớn các kênh thoại.

1.2. Báo hiệu mạch vòng thuê bao:

Để bắt đầu cuộc gọi, thuê bao điện thoại nhắc tổ hợp. Thao tác này được thực hiện đã đưa tín hiệu tới tổng đài, cho tổng đài biết rằng thuê bao muốn thiết lập cuộc gọi.