

## **LỜI NÓI ĐẦU**

Chỉ với lịch sử hơn 40 năm ra đời và phát triển trong diễn biến nhanh như vũ bão của cuộc cách mạng công nghệ Viễn thông, thông tin vệ tinh ngày nay đã trở nên quá quen thuộc trên phạm vi toàn cầu, trong đó có Việt Nam.

Trong tình hình chung của thế giới hiện nay, các quốc gia đều chú trọng phát triển theo xu hướng hội nhập với khu vực và toàn cầu hoá, vì lẽ đó vai trò của thông tin là rất quan trọng. Điều này đặt ra yêu cầu là phải có một mạng lưới thông tin hiện đại, đủ sức đáp ứng những nhu cầu kết nối đường thông tin đến mọi nơi, mọi lúc. Một trong những công nghệ viễn thông mới hiện nay là hệ thống thông tin sử dụng vệ tinh. Loại hình thông tin này tuy mới bắt đầu ứng dụng thực tiễn từ những năm 60, nhưng do có nhiều ưu điểm cho hệ thống viễn thông mà đến nay đã có sự phát triển mạnh mẽ về số lượng và chất lượng.

Trong bối cảnh vừa cạnh tranh khốc liệt vừa thừa kế những thành tựu vượt bậc với các phương thức truyền dẫn khác (điển hình là cáp sợi quang), thông tin vệ tinh ngày nay vẫn giữ vai trò quan trọng trong lĩnh vực truyền thông, đặc biệt tính quảng bá của nó đã và đang đảm nhiệm một tỷ trọng không nhỏ trong việc chuyển tải nhiều loại hình dịch vụ từ mạng viễn thông Quốc tế cho tới tận từng hộ gia đình.

Tiến trình áp dụng công nghệ thông tin vệ tinh vào mạng Viễn thông nước ta được bắt đầu từ năm 1980 đến nay đã là một yếu tố góp phần đem lại sự phồn vinh của ngành Bưu điện Việt Nam nói riêng và nền kinh tế quốc dân nói chung trong 25 năm qua. Hệ quả tất yếu của quá trình phát triển này là dự án phóng vệ tinh Viễn thông riêng của Việt Nam đang được triển khai một cách khẩn trương và dự kiến sẽ trở thành hiện thực trong thời gian sắp tới.

Trong bản luận văn này em nghiên cứu tổng quan về lý thuyết thông tin vệ tinh địa tĩnh và ứng dụng để phân tích và tính toán đường truyền cho kênh thuê riêng qua vệ tinh.

## CHƯƠNG 1 THÔNG TIN VỀ TINH ĐỊA TỈNH

### 1.1. GIỚI THIỆU CHUNG

#### 1.1.1. Sự ra đời của hệ thống thông tin vệ tinh

Thông tin vô tuyến qua vệ tinh là thành tựu nghiên cứu trong lĩnh vực truyền thông nhằm mục đích khắc phục các nhược điểm của mạng vô tuyến mặt đất, đạt được mức gia tăng chưa từng có về cự ly và dung lượng, đem lại cho khách hàng nhiều dịch vụ mới với chi phí thấp nhất có thể có.

Trong chiến tranh thế giới lần thứ hai, để tạo ra các vũ khí, khí tài ngày càng hiện đại, các nước tham chiến buộc phải nghiên cứu hai kỹ thuật mới là: tên lửa tầm xa và truyền dẫn viba. Hai kỹ thuật này lúc đầu chỉ là những kỹ thuật riêng rẽ, xuất phát từ nghiên cứu này, về sau người ta tìm cách kết hợp hai kỹ thuật này với nhau và thông tin vệ tinh bắt đầu được đề cập đến. Dịch vụ cung cấp qua thông tin vệ tinh bổ sung một cách hữu ích cho các dịch vụ mà trước đó duy nhất chỉ do các mạng ở dưới đất cung cấp, sử dụng vô tuyến và cáp.

Kỷ nguyên vũ trụ được bắt đầu vào năm 1957 với việc phóng vệ tinh nhân tạo đầu tiên (vệ tinh Sputnik của Liên Xô cũ). Những năm tiếp sau đã để lại những ấn tượng bởi rất nhiều các cuộc thử nghiệm, trong đó phải kể đến các sự kiện sau: Lời chúc mừng Giáng sinh của Tổng thống Mỹ Eisenhower qua vệ tinh SCORE năm 1958, phóng thành công vệ tinh phản xạ ECHO năm 1960, truyền dẫn kiểu lưu trữ và chuyển tiếp bằng vệ tinh COURIER năm 1960, các vệ tinh chuyển tiếp băng rộng TELSTAR và RELAY năm 1962 và vệ tinh địa tĩnh đầu tiên SYCOM năm 1963.

Trong năm 1965, vệ tinh địa tĩnh thương mại đầu tiên INTELSAT-1 (hay Early Bird) được đưa lên quỹ đạo, đánh dấu sự mở đầu cho hàng loạt các vệ tinh INTELSAT. Cùng năm đó, Liên Xô cũ cũng phóng vệ tinh truyền thông đầu tiên trong hàng loạt vệ tinh truyền thông mang tên MOLNYA.

#### 1.1.2. Quá trình phát triển của thông tin vệ tinh

Các hệ thống vệ tinh đầu tiên chỉ có khả năng cung cấp một dung lượng thấp với giá thuê bao tương đối cao. Ví dụ vệ tinh INTELSAT-1 nặng 68kg khi phóng và chỉ có 480 kênh thoại với giá thuê bao 32.500USD một kênh một năm. Giá thành quá cao này là do thời điểm lúc bấy giờ khả năng của tên lửa đẩy còn thấp nên người ta không thể đưa lên được một vệ tinh quá nặng có dung lượng lớn lên quỹ đạo. Việc giảm giá

thành là kết quả của nhiều nỗ lực, những nỗ lực đó đã dẫn đến việc tạo ra các tên lửa phóng có khả năng đưa các vệ tinh càng ngày càng nặng hơn lên quỹ đạo (3750kg khi phóng vệ tinh INTELSAT-6). Ngoài ra, nhờ khả năng phát triển trong kỹ thuật siêu cao tần càng ngày càng tăng đã tạo điều kiện thực hiện các anten nhiều tia có khả năng tạo biên hình mà búp sóng của chúng hoàn toàn thích ứng với hình dạng của lục địa, cho phép tái sử dụng cùng một băng tần giữa các búp sóng và kết hợp sử dụng các bộ khuếch đại truyền dẫn công suất cao hơn. Dung lượng vệ tinh tăng lên dẫn đến giảm giá thành mỗi kênh thoại (80000 kênh trên INTELSAT-6 có giá thuê bao mỗi kênh là 380 USD trong một năm).

Ngoài việc giảm chi phí truyền thông, đặc điểm nổi bật nhất là tính đa dạng của các dịch vụ mà các hệ thống thông tin vệ tinh cung cấp. Lúc đầu, các hệ thống này được thiết kế để thực hiện truyền thông từ một điểm đến một điểm khác, như đối với các mạng cáp và diện bao phủ rộng của vệ tinh đã được lợi dụng để thiết lập các tuyến thông tin vô tuyến cự ly xa, như vệ tinh Early Bird cho phép thiết lập các trạm ở bên bờ Đại Tây Dương kết nối được với nhau. Do hiệu năng hạn chế của vệ tinh, người ta thường sử dụng các trạm mặt đất có anten lớn và do vậy mà giá thành rất cao (khoảng 10 triệu USD cho một trạm mặt đất có anten đường kính 30m). Kích thước và công suất của các vệ tinh càng tăng lên thì càng cho phép giảm kích thước của trạm mặt đất và do vậy giảm giá thành của chúng, đồng thời tăng số lượng các trạm mặt đất. Bằng cách này, có thể khai thác một tính năng khác của vệ tinh, đó là khả năng thu thập và phát quang bá các tín hiệu từ hoặc tới một số điểm. Thay vì phát các tín hiệu từ điểm này tới điểm khác, bây giờ có thể phát từ một máy phát duy nhất tới rất nhiều các máy thu trong một vùng rộng lớn, hoặc ngược lại, có thể phát từ nhiều trạm tới một trạm trung tâm duy nhất được gọi là một HUB. Nhờ đó mà các mạng truyền số liệu đa điểm, các mạng phát quang bá qua vệ tinh và các mạng thu thập dữ liệu đã được khai thác. Có thể phát quang bá hoặc tới các máy phát chuyển tiếp (hoặc các trạm đầu cáp) hoặc trực tiếp tới khách hàng cá nhân (trường hợp này được gọi là phát quang bá trực tiếp qua các hệ thống truyền hình qua vệ tinh). Các mạng này hoạt động với các trạm mặt đất nhỏ có đường kính anten từ 0.6m đến 3.5m với giá thành từ 500 USD đến 50000USD.

### **1.1.3. Các dạng quỹ đạo vệ tinh**

Tuỳ thuộc vào các mục đích khác nhau mà vệ tinh có thể bay ở các quỹ đạo:

### **1.1.3.1. Quỹ đạo tròn**

- Các quỹ đạo thấp (LEO): loại quỹ đạo này vệ tinh bay ở độ cao trong khoảng 400 km đến 1200 km có chu kỳ quay khoảng 90 phút. Thời gian quan sát thấy vệ tinh khoảng 30 phút hoặc ít hơn. Dạng quỹ đạo này thường sử dụng cho vệ tinh quan trắc cả quân sự và dân dụng. Nhờ quỹ đạo thấp thời gian trễ trong truyền tín hiệu bé nên cũng thích hợp cho thông tin di động sử dụng các tròm vệ tinh như: các chòm vệ tinh IRIDIUM, GLOBALSTAR.
- Quỹ đạo trung bình (MEO): vệ tinh bay ở độ cao trong khoảng  $10000 \div 20000$  km, chu kỳ bay của vệ tinh từ  $5 \div 12$  giờ, thời gian quan sát thấy vệ tinh từ  $2 \div 4$  giờ. Quỹ đạo loại này có ưu điểm chỉ cần 10 vệ tinh là có thể phủ sóng toàn cầu.
- Quỹ đạo địa cực: là quỹ đạo tròn đi qua hai cực của Trái Đất, có vùng bao phủ dài hạn là toàn cầu. Ưu điểm của quỹ đạo này là mỗi điểm trên mặt đất nhìn thấy vệ tinh trong một khoảng thời gian nhất định. Việc phủ sóng toàn cầu của dạng quỹ đạo này là đạt được vì quỹ đạo bay của vệ tinh sẽ lần lượt quét tất cả các vị trí trên mặt đất, dạng quỹ đạo này được sử dụng cho các vệ tinh dự báo thời tiết, hàng hải, vệ tinh do thám. Nó ít được sử dụng cho thông tin vì thời gian xuất hiện ít.
- Quỹ đạo địa tĩnh (GEO): là quỹ đạo tròn nằm trong mặt phẳng xích đạo ở độ cao khoảng 36786 km so với đường xích đạo. Vệ tinh ở quỹ đạo này có tốc độ bay đồng bộ với tốc độ quay của Trái Đất ( $T=23g56'04''$ ). Do đó, vệ tinh gần như đứng yên tại một điểm nào đó so với Trái Đất. Quỹ đạo địa tĩnh thích hợp hơn cho các loại hình thông tin quảng bá như: phát thanh, truyền hình... Còn cho thông tin thoại (yêu cầu thời gian thực cao) thì không được tốt, vì thời gian trễ do truyền sóng lớn (khoảng 0.25s).

### **1.1.3.2. Quỹ đạo elíp**

Quỹ đạo này với tâm điểm của Trái Đất là một trong hai tiêu điểm của elíp. Ưu điểm của loại quỹ đạo này là vệ tinh có thể đạt được tới các vùng cực cao mà các vệ tinh địa tĩnh không thể đạt tới, dạng quỹ đạo càng dẹt thì càng thì càng thuận lợi cho thông tin ở vĩ độ cao. Quỹ đạo dạng elíp nghiêng có nhược điểm là hiệu ứng Doppler lớn và vấn đề điều khiển bám vệ tinh phải ở mức cao.

### **1.1.3.3. Quỹ đạo đồng bộ mặt trời (HEO)**

Là một loại quỹ đạo gần như địa cực, mặt phẳng quỹ đạo giữ một góc không đổi so với trục Trái Đất – Mặt Trời, dạng quỹ đạo này được sử dụng cho vệ tinh quan trắc mặt đất.

#### **1.1.4. Đặc điểm của thông tin vệ tinh**

Nói tới thông tin vệ tinh, chúng ta phải kể đến 3 ưu điểm nổi bật của nó so với các hệ thống thông tin khác là:

- Tính quảng bá rộng lớn cho mọi loại địa hình.
- Có dải thông rộng.
- Nhanh chóng dễ dàng cấu hình lại khi cần thiết.

Đối với hệ thống thông tin vô tuyến mặt đất nếu hai trạm muốn thông tin cho nhau thì các anten của chúng phải nhìn thấy nhau, đó gọi là thông tin vô tuyến trong tầm nhìn thẳng. Tuy nhiên do Trái Đất có dạng hình cầu nên khoảng cách giữa hai trạm sẽ bị hạn chế để đảm bảo điều kiện cho các anten còn trông thấy nhau. Đối với khả năng quảng bá cũng vậy, các khu vực trên mặt đất không nhìn thấy anten của đài phát sẽ không thu được tín hiệu nữa. Trong trường hợp bắt buộc phải truyền tin đi xa, người ta có thể dùng phương pháp nâng cao cột anten, truyền sóng phản xạ tầng điện ly hoặc xây dựng các trạm chuyển tiếp. Trên thực tế thì cả ba phương pháp trên đều có nhiều nhược điểm. Việc nâng độ cao của cột anten gặp rất nhiều khó khăn về kinh tế và kỹ thuật mà hiệu quả thì không được bao nhiêu. Nếu truyền sóng phản xạ tầng điện ly thì cần có công suất phát rất lớn và bị ảnh hưởng rất mạnh của môi trường truyền dẫn nên chất lượng tuyến không cao. Việc xây dựng các trạm chuyển tiếp giữa hai trạm đầu cuối sẽ cải thiện được chất lượng tuyến, nâng cao độ tin cậy nhưng chi phí lắp đặt các trạm trung chuyển lại quá cao và không thích hợp khi có nhu cầu mở thêm tuyến mới. Tóm lại, để có thể truyền tin đi xa người ta mong muốn xây dựng được các anten rất cao nhưng lại phải ổn định và vững chắc. Sự ra đời của vệ tinh chính là để thỏa mãn nhu cầu đó, với vệ tinh người ta có thể truyền sóng đi rất xa và dễ dàng thông tin trên toàn cầu hơn bất cứ một hệ thống thông tin nào khác. Thông qua vệ tinh INTELSAT, lần đầu tiên hai trạm đối diện trên hai bờ Đại Tây Dương đã liên lạc được với nhau. Do khả năng phủ sóng rộng lớn nên vệ tinh rất thích hợp cho các phương thức truyền tin đa điểm đến đa điểm, điểm đến đa điểm (cho dịch vụ quảng bá) hay đa điểm đến một điểm trung tâm HUB (cho dịch vụ thu thập số liệu).

Bên cạnh khả năng phủ sóng rộng lớn, băng tần rộng của hệ thống vệ tinh rất thích hợp với các dịch vụ quảng bá hiện tại như truyền hình số phân giải cao HDTV (High Definition Television), phát thanh số hay dịch vụ ISDN thông qua một mạng mặt đất hoặc trực tiếp đến thuê bao DTH (Direct To Home) thông qua trạm VSAT (Very Small Aperture Terminal). Cuối cùng do sử dụng phương tiện truyền dẫn qua giao diện vô tuyến cho nên hệ thống thông tin vệ tinh là rất thích hợp cho khả năng cấu hình lại nếu

cần thiết. Các công việc triển khai mạng mới, loại bỏ các trạm cũ hoặc thay đổi tuyến đều có thể thực hiện dễ dàng, nhanh chóng với chi phí thực hiện tối thiểu.

Tuy nhiên vệ tinh cũng có những nhược điểm quan trọng đó là:

- Không hoàn toàn cố định.
- Khoảng cách truyền dẫn xa nên suy hao lớn, ảnh hưởng của tạp âm lớn.
- Giá thành lắp đặt hệ thống rất cao, nên chi phí phóng vệ tinh tốn kém mà vẫn còn tồn tại xác suất rủi ro.
- Thời gian sử dụng hạn chế, khó bảo dưỡng, sửa chữa và nâng cấp.
- Do đường đi của tín hiệu vô tuyến truyền qua vệ tinh khá dài (hơn 70.000 km đối với vệ tinh địa tĩnh) nên từ điểm phát đến điểm nhận sẽ có thời gian trễ đáng kể.

Người ta mong muốn vệ tinh có vai trò như là một cột anten cố định nhưng trong thực tế vệ tinh luôn có sự chuyển động tương đối đối với mặt đất, dù là vệ tinh địa tĩnh nhưng vẫn có một sự dao động nhỏ. Điều này buộc trong hệ thống phải có các trạm điều khiển nhằm giữ vệ tinh ở một vị trí nhất định cho thông tin. Thêm nữa do các vệ tinh bay trên quỹ đạo cách rất xa mặt đất cho nên việc truyền sóng giữa các trạm phải chịu sự suy hao lớn, bị ảnh hưởng của các yếu tố thời tiết và phải đi qua nhiều loại môi trường khác nhau. Để vẫn đảm bảo được chất lượng của tuyến người ta phải sử dụng nhiều kỹ thuật bù và chống lỗi phức tạp.

Như ta đã biết, chi phí phóng vệ tinh là rất cao cho nên nói chung các vệ tinh chỉ có khả năng hạn chế. Bù lại, các trạm mặt đất phải có khả năng làm việc tương đối mạnh nên các thiết bị phần lớn đều đắt tiền, nhất là chi phí cho anten lớn (ví dụ một trạm công quốc tế có anten đường kính 18m giá khoảng 5-7 triệu USD).

Các vệ tinh bay trong không gian cách xa mặt đất, năng lượng chủ yếu dùng cho các động cơ phản lực điều khiển là các loại nhiên liệu lỏng hoặc rắn được vệ tinh mang theo trên boong. Lượng nhiên liệu dự trữ này không thể quá lớn vì khả năng của các tên lửa đẩy có hạn, đồng thời nó sẽ làm cho kích thước vệ tinh tăng lên đáng kể do phải tăng thể tích thùng chứa. Nếu như vệ tinh đã dùng hết lượng nhiên liệu này thì chúng không thể điều khiển vệ tinh được nữa tức là không còn duy trì được độ ổn định của tuyến. Khi đó, vệ tinh coi như hết khả năng sử dụng và vì thế tuổi thọ của vệ tinh nói chung thường thấp hơn so với các thiết bị thông tin mặt đất khác. Để làm cho vệ tinh hoạt động trở lại, người ta cần thu hồi vệ tinh lại để sửa chữa và tiếp thêm nhiên liệu sau đó phóng lại lên quỹ đạo. Việc khôi phục các vệ tinh đã hết tuổi thọ này hết sức tốn kém và phức tạp nên trên thực tế người ta thường dùng phương pháp thay thế bằng một vệ tinh hoàn toàn mới và vứt bỏ vệ tinh cũ đi.

### **1.1.5. Các ứng dụng của thông tin vệ tinh**

Một hệ thống vệ tinh có thể cung cấp rất nhiều loại hình dịch vụ khác nhau và ngày càng được phát triển đa dạng hơn. Tuy nhiên nhìn chung thông tin vệ tinh đem lại 3 lớp dịch vụ sau:

- Trung kế trên phạm vi toàn cầu các kênh thoại và các chương trình truyền hình. Đây là đáp ứng cho các dịch vụ cơ bản nhất đối với người sử dụng. Nó thu thập các luồng số liệu và phân phối tới các trạm mặt đất với một tỷ lệ hợp lý. Ví dụ cho lớp dịch vụ này là các hệ thống INTELSAT và các EUTELSAT. Các trạm mặt đất của chúng thường được trang bị anten đường kính từ 15 ÷ 30m.
- Cung cấp khả năng đa dịch vụ, thoại, số liệu cho những nhóm người sử dụng phân tách nhau về mặt địa lý. Các nhóm sẽ chia sẻ một trạm mặt đất và truy nhập tới nó thông qua mạng. Ví dụ cho lớp dịch vụ này là các hệ thống vệ tinh TELECOM-1, SBS, EUTELSAT-1, TELE-X và INTELSAT (cho mạng SBS). Các trạm mặt đất ở đây được trang bị anten đường kính từ 3 ÷ 10m.
- Kết nối các thiết bị đầu cuối với anten cỡ nhỏ (VSAT/USAT) nhằm truyền dẫn các luồng số liệu dung lượng thấp và quảng bá các chương trình truyền hình, truyền thanh số. Thông thường người dùng sẽ kết nối trực tiếp với trạm mặt đất có trang bị anten đường kính từ 0.6 ÷ 2.4m. Các thuê bao di động cũng nằm trong lớp dịch vụ này. Tiêu biểu cho loại hình này là các hệ thống EQUATORIAL, INTELNET hoặc INTELSAT... Các dịch vụ của VSAT hiện đã rất phong phú mà ta có thể kể đến như cấp và tự động quản lý thẻ tín dụng, thu thập và phân tích số liệu, cung cấp dịch vụ thoại mật độ thưa, hội nghị truyền hình...

### **1.1.6. Xu hướng phát triển của kỹ thuật thông tin vệ tinh**

Thế hệ vệ tinh thương mại đầu tiên là INTELSAT-1 hay Early Bird ra đời vào năm 1965. Đến đầu những năm 1970 các hệ thống vệ tinh đã có thể cung cấp các dịch vụ trao đổi thoại và truyền hình giữa hai lục địa. Mới đầu vệ tinh chỉ đáp ứng được cho các tuyến dung lượng thấp, sau đó nhu cầu gia tăng tốc độ cũng như số lượng thông tin qua vệ tinh đã thúc đẩy nhanh chóng việc hình thành các hệ thống vệ tinh đa búp sóng và các kỹ thuật sử dụng lại tần số cho sóng mang. Kỹ thuật đầu tiên được dùng cho hệ thống vệ tinh là truyền dẫn tương tự, sử dụng công nghệ FDM/FM/FDMA. Sau đó để đáp ứng nhu cầu gia tăng thông tin, người ta đã tiến đến các phương thức truyền dẫn tiên tiến hơn như là SCPC/FM/FDMA (năm 1980) hay PSK/TDMA và PSK/CDMA. Các phương thức về sau dựa trên truyền dẫn số qua vệ tinh để khai thác triệt để do kỹ thuật số mang lại. Trong tương lai khi dung lượng của tuyến vệ tinh cũng như số lượng

vệ tinh trên toàn cầu tăng lên cực lớn thì việc sử dụng quá nhiều sóng mang sẽ làm cho mức can nhiễu giữa các hệ thống thông tin với nhau vượt quá mức cho phép.

Để giải quyết bài toán này, những nhà chế tạo phải bắt buộc nghĩ tới việc áp dụng các công nghệ sau:

- Xử lý tại chỗ: giải điều chế tín hiệu ngay trên vệ tinh để xử lý, sau đó điều chế lại rồi truyền tín hiệu đã xử lý xuống các trạm mặt đất thu. Đây là trường hợp của các vệ tinh tích cực.
- Chuyển mạch trên vệ tinh: hay còn gọi là đa truy nhập phân chia theo thời gian bằng chuyển mạch vệ tinh (SS-TDMA).
- Sử dụng mạng kết nối trực tiếp giữa các vệ tinh.
- Sử dụng các búp sóng quét hoặc búp sóng nhảy bước cho các tế bào trên mặt đất.
- Sử dụng tài nguyên tần số cao với dải thông lớn (20/30 GHz và 40/50 GHz). Mặc dù các dải tần này không nằm trong dải cửa sổ của sóng vô tuyến (300 MHz-10 GHz) nên sóng mang sẽ phải chịu các tác động lớn của môi trường truyền dẫn sóng và mưa. Nó được bù lại bằng công suất phát và hệ thống tự động điều chỉnh.
- Quảng bá trực tiếp từ vệ tinh tới người sử dụng. Khi đó thiết bị đầu cuối của người sử dụng sẽ được kết nối thẳng với trạm mặt đất mà không phải thông qua mạng.
- Hiện nay ở các nước Châu Âu, Mỹ và Nhật đang có rất nhiều chương trình phát triển thông tin vệ tinh nhằm tăng cường khả năng của vệ tinh về dung lượng, công suất, tuổi thọ và phương thức truyền dẫn. Điều này cho phép kích cỡ và giá thành của trạm mặt đất này càng giảm đi và trở nên gần gũi hơn với người sử dụng. Trong một số trường hợp chúng chỉ đơn giản là các trạm thu đơn thuần TVRO mà phổ biến là các trạm thu truyền hình trực tiếp từ vệ tinh. Đây là sự tiến bộ rất có ý nghĩa cho cơ hội phát triển của vệ tinh trong tương lai.

#### **1.1.7. Phân cực của sóng mang trên tuyến thông tin vệ tinh**

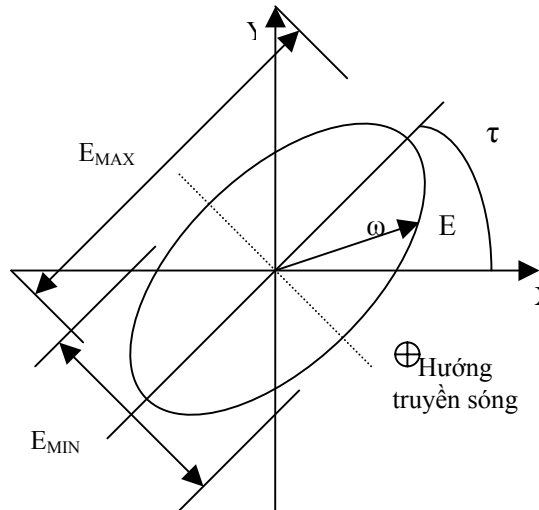
Sóng điện từ bao giờ cũng có một thành phần điện trường và một thành phần từ trường có hướng vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Theo quy ước phân cực của sóng được định nghĩa bởi hướng của vectơ cường độ điện trường. Nói chung, hướng của cường độ điện trường không cố định và biên độ của nó cũng không phải là hằng số. Khi truyền sóng điện từ, đầu mút của vectơ cường độ điện trường vạch ra một hình elíp đó gọi là phân cực elíp.

Phân cực của sóng điện từ có 3 thông số cơ bản sau:

- Hướng quay vectơ cường độ điện trường: theo tay phải hoặc theo tay trái (tức là cùng hoặc ngược chiều kim đồng hồ - Clockwise or Counter Clockwise).



- Tỷ số trục AR (Axial Ratio):  $AR = E_{MAX}/E_{MIN}$  là tỷ số trục lớn và trục nhỏ của elíp phân cực. Khi  $AR = 1$  (hay 0dB) thì đường elíp trở thành đường tròn và phân cực được gọi là phân cực tròn. Khi  $AR = \infty$  thì đường elíp trở thành một đường thẳng và phân cực được gọi là phân cực thẳng.
- Độ nghiêng  $\tau$  của elíp phân cực.



**Hình 1.1. Phân cực Elíp**

Khi dùng công nghệ truyền dẫn sử dụng lại tần số (Reuse) thì người ta phải dùng đến hai sóng mang có phân cực vuông góc nhau vì lúc đó không thể phân biệt được sóng mang qua tần số. Hai sóng điện từ được gọi là vuông góc với nhau khi chúng có các elíp phân cực vuông góc nhau hay độ nghiêng  $\tau$  của 2 elíp lệch nhau  $90^\circ$ . Nhiều khi ở những tuyến gây xuyên cực lớn người ta phải sử dụng thêm sự phân biệt về chiều quay vector cường độ điện trường. Một sóng mang quay theo tay phải còn sóng mang vuông góc với nó quay theo tay trái.

Đặc biệt khi sử dụng phân cực tròn thì chỉ có thể phân biệt về chiều quay vector phân cực. Khi đó sóng mang vector E quay theo tay phải gọi là RHCP (Right Hand Circular Polarisation) và sóng mang có vector E quay theo tay trái gọi là LHCP (Left Hand Circular Polarisation). Các phân cực tròn LHCP và RHCP hiện đang được dùng rất phổ biến trong thông tin vệ tinh, đặc biệt trong các hệ thống sử dụng lại tần số.

Hai phân cực thẳng gọi là vuông góc với nhau khi có một phân cực hướng theo chiều thẳng đứng (Vertical), phân cực kia hướng theo chiều nằm ngang (Horizontal) trong một hệ quy chiếu nào đó.

### **1.1.8. Phân chia dải tần cho thông tin vệ tinh**

Để phân phối tần số người ta chia thế giới ra làm 3 khu vực sau:

- Khu vực 1: gồm Châu Âu, Châu Phi, vùng Trung Đông và Nga.

- Khu vực 2: gồm các nước Châu Mỹ.
  - Khu vực 3: gồm các nước Châu Á (trừ vùng Trung Đông, Nga) và Châu Đại Dương
- Tần số phân phối cho một dịch vụ nào đó có thể phụ thuộc vào khu vực. Trong một khu vực một vùng dịch vụ có thể được dùng toàn bộ băng tần của khu vực này hoặc phải chia sẻ với các dịch vụ khác. Các dịch vụ cố định sử dụng các băng tần sau:
- Băng C (khoảng 6 GHz cho tuyến lên và 4 GHz cho tuyến xuống được gọi là băng 6/4 GHz). Băng tần này được các hệ thống cũ sử dụng, ví dụ như hệ thống INTELSAT, các hệ thống nội địa của Mỹ... và hiện nay có xu hướng bão hoà.
  - Băng X (khoảng 8 GHz cho tuyến lên và 7 GHz cho tuyến xuống được gọi là băng 8/7 GHz). Băng tần này được dành riêng cho quân đội sử dụng.
  - Băng K<sub>U</sub> (khoảng 14 GHz cho tuyến lên và 11 hoặc 12 GHz cho tuyến xuống được gọi là băng 14/12 GHz – 14/11 GHz). Băng tần này được các hệ thống mới hiện nay sử dụng ví dụ như hệ thống EUTELSAT, TELECOM I và II.
  - Băng K<sub>a</sub> (khoảng 30 GHz cho tuyến lên và 20 GHz cho tuyến xuống được gọi là băng 30/20 GHz). Băng tần này hiện nay mới chỉ sử dụng cho các hệ thống cao cấp, các cuộc thử nghiệm và dành cho tương lai.
  - Các băng tần cao hơn 30 GHz hiện đang được nghiên cứu và chắc chắn sẽ được dùng phổ biến trong tương lai.
  - Các dịch vụ di động dùng thông tin vệ tinh sử dụng băng tần khoảng 1.6 GHz cho tuyến lên và 1.5 GHz cho tuyến xuống. Băng tần này được gọi là băng 1.6/1.5 GHz hay băng L.
  - Các dịch vụ quảng bá qua vệ tinh chỉ có tuyến xuống và sử dụng băng tần vào khoảng 12 GHz.

Đối với thông tin vệ tinh Quốc tế, độ tin cậy là rất quan trọng. Do đó, việc lựa chọn băng tần dùng cho thông tin vệ tinh Quốc tế cần phải được lựa chọn và thăm dò kỹ càng. Người ta đã chọn băng C dùng cho thông tin vệ tinh Quốc tế, còn băng K<sub>U</sub> trước đây dùng cho thông tin vệ tinh nội địa và hiện nay đã được mở rộng cho khu vực.

## **1.2. THÔNG TIN VỆ TINH ĐỊA TĨNH**

### **1.2.1. Các đặc điểm của thông tin vệ tinh địa tĩnh**

Hệ thống thông tin sử dụng vệ tinh địa tĩnh đã được hình thành từ ý tưởng của Arthur Clarke năm 1945, đến những năm 60 ý tưởng đó đã trở thành hiện thực. Ngày nay, với những thành tựu đã đạt được của khoa học – công nghệ, thông tin sử dụng

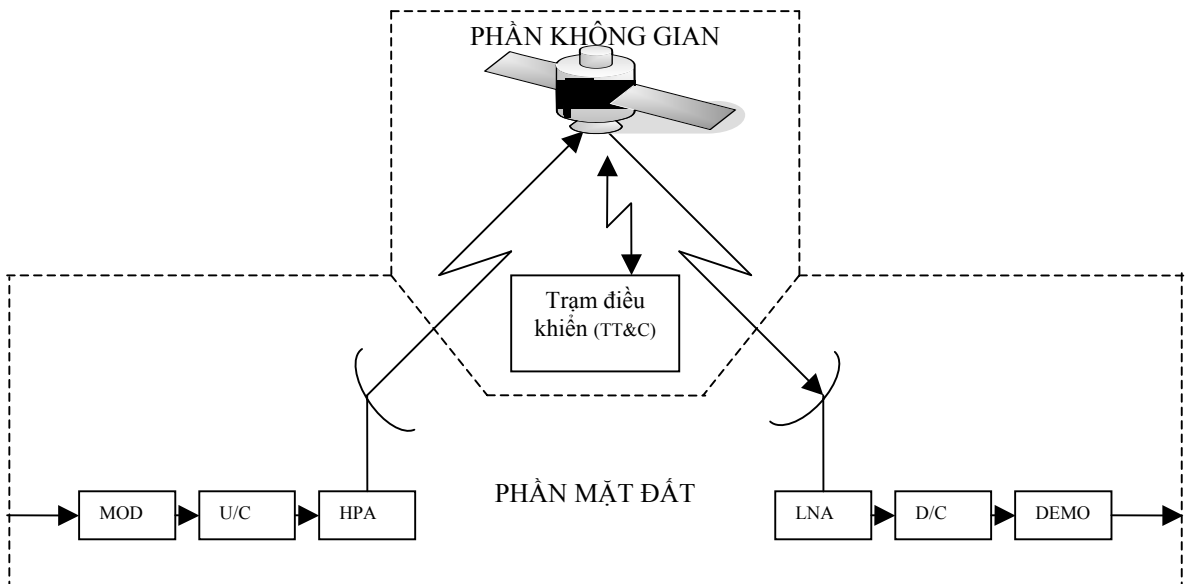
vệ tinh địa tĩnh phát triển rất lớn mạnh. Một trong những điều kiện tạo nên sự thành công của thông tin sử dụng vệ tinh địa tĩnh còn là do nó có những ưu điểm sau:

- Vệ tinh ở quỹ đạo địa tĩnh có chu kỳ bay đồng bộ với chu kỳ quay của Trái Đất, nên nhìn từ Trái Đất vệ tinh địa tĩnh như nằm cố định tại một điểm trên trời. Điều này có lợi cho việc phủ sóng cố định tại từng vùng được vệ tinh đó cung cấp.
- Di tần Doppler thấp, vệ tinh gần như cố định tại một chỗ, anten trạm mặt đất nhỏ không cần bám sát.
- Chỉ cần 3 vệ tinh là có thể thiết lập được một hệ thống viễn thông toàn cầu.
- Góc nhìn từ vệ tinh xuống Trái Đất là  $17.4^{\circ}$  nên 42.4% diện tích bề mặt Trái Đất nằm trong tầm nhìn của vệ tinh.
- Vệ tinh cho phép những trạm mặt đất nằm rải rác trong một khu vực rộng có thể kết nối với nhau.

### 1.2.2. Cấu trúc hệ thống thông tin vệ tinh địa tĩnh

Hệ thống thông tin vệ tinh được hình thành bằng hai phân đoạn chính:

- Phân đoạn không gian: là khái niệm để chỉ một phần của hệ thống bao gồm vệ tinh và tất cả các thiết bị trợ giúp cho hoạt động của nó như các trạm điều khiển và trung tâm giám sát vệ tinh.
- Phân đoạn mặt đất: là các trạm thu – phát trên mặt đất.



**Hình 1.2. Cấu hình hệ thống thông tin vệ tinh địa tĩnh**

Hoạt động của hệ thống thông tin vệ tinh có thể được tóm tắt: Tại đầu phát trạm mặt đất, tín hiệu băng tần cơ bản BB (BaseBand) như: tín hiệu thoại, video, telex, fax... được điều chế lên thành trung tần IF (Intermediate Frequency) sau đó được đổi lên thành cao tần RF (Radio Frequency) nhờ bộ đổi tần tuyến lên U/C (Up

Coverter), rồi được bộ khuếch đại công suất HPA (High Power Amplifier) khuếch đại lên mức công suất cao và đưa ra anten phát lên vệ tinh.

Tín hiệu cao tần từ trạm mặt đất phát truyền dẫn qua không gian tự do tới anten thu của vệ tinh đi vào bộ khuếch đại, sau đó được đổi tần, khuếch đại công suất rồi phát xuống trạm mặt đất thu qua anten phát.

Tại trạm thu mặt đất, sóng phát từ vệ tinh truyền dẫn qua không gian tự do tới anten thu rồi đưa qua bộ khuếch đại tạp âm thấp LNA (Low Noise Amplifier), tần số siêu cao RF được biến đổi thành trung tần IF nhờ bộ đổi tần xuống D/C (Down Converter), sau đó đưa sang bộ giải điều chế DEM (Demodulator) để phục hồi lại tín hiệu như lối vào trạm mặt đất.

### **1.2.2.1. Phân đoạn không gian**

Vệ tinh thực chất là một trạm phát lặp tích cực trên tuyến thông tin siêu cao tần: trạm mặt đất phát – vệ tinh thông tin - trạm mặt đất thu, cấu trúc gồm 2 phần chính:

- Tải hữu ích (Payload).
- Phần thân (Bus).

#### **1) Tải hữu ích (Payload)**

Tải hữu ích hay còn gọi là tải thông tin là một bộ phận cơ bản của vệ tinh thông tin, đảm nhiệm vai trò phát lặp của một vệ tinh thông tin. Nó thực hiện các chức năng chính sau:

- Thu tín hiệu từ các trạm mặt đất cho phát lên trong dải tần và phân cực đã định.
- Khuếch đại tín hiệu đã thu từ trạm mặt đất phát và giảm mức nhiễu tín hiệu tối đa.
- Đổi dải tần tuyến lên thành dải tần tuyến xuống.
- Cấp tín hiệu với mức công suất yêu cầu trong dải tần đã định ra anten phát.
- Truyền tín hiệu cao tần trong dải tần và phân cực đã định đến anten của trạm mặt đất thu.

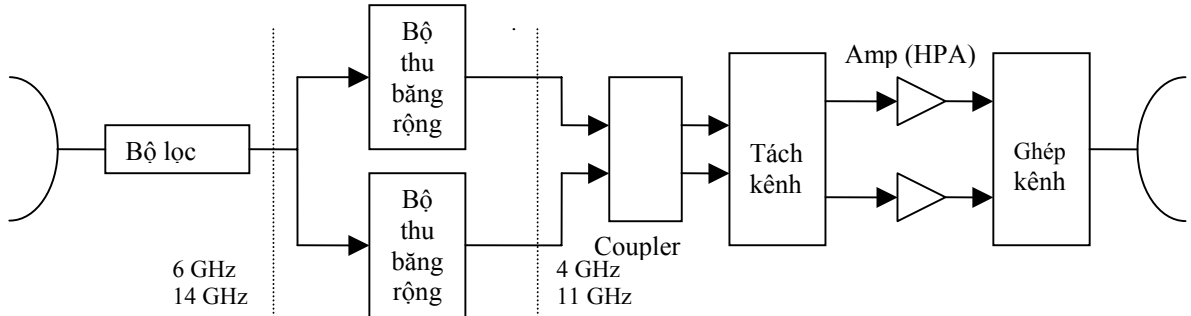
Tải hữu ích cần đảm bảo các tính năng sau:

- Đảm bảo thu và phát các kênh sóng trong dải tần và phân cực đã định.
- Đảm bảo các vùng phủ sóng trên mặt đất theo yêu cầu.
- Đảm bảo công suất bức xạ đẳng hướng tương đương EIRP trên các vùng phủ sóng của vệ tinh.
- Đảm bảo hệ số phẩm chất G/T của máy thu với tín hiệu phát của từng vùng phủ sóng lên.
- Đảm bảo yêu cầu về tuyến tính.
- Đảm bảo mật độ tin cậy của kênh truyền trong suốt thời gian sống của vệ tinh.

Tải hữu ích trên một vệ tinh gồm: bộ phát đáp và các anten để thu tín hiệu

**a) Bộ phát đáp**

Bộ phát đáp là một thiết bị quan trọng nhất của một vệ tinh thông tin, nó thực hiện chức năng chính thu sóng vô tuyến từ trạm mặt đất phát từ tuyến lên, sau đó khuếch đại và đổi tần tín hiệu rồi phát lại xuống trạm mặt đất thu trên tuyến xuống.

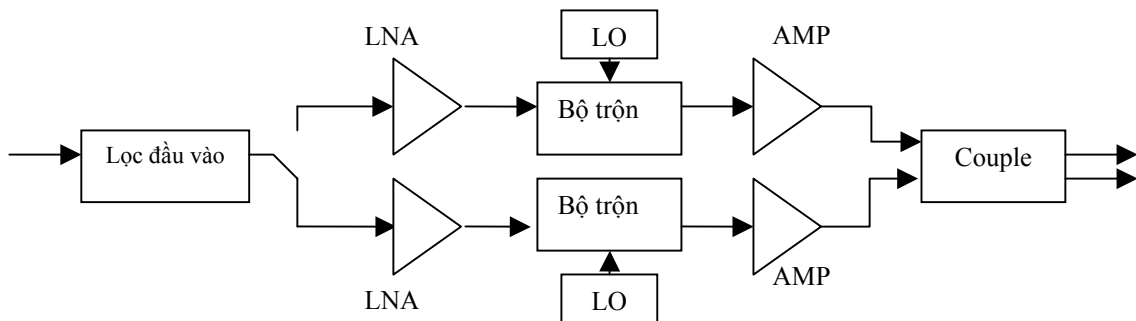


**Hình 1.3. Sơ đồ cấu tạo bộ phát đáp**

Bộ phát đáp của vệ tinh thông tin bảo đảm một số các chức năng như một bộ phát đáp tích cực trên mặt đất: tín hiệu từ trạm mặt đất tới (tuyến lên) đi qua anten vào máy thu (gồm một bộ khuếch đại tạp âm thấp LNA, bộ dao động nội LO, bộ khuếch đại công suất cao HPA) tới bộ phân kênh đầu vào IMUX, qua bộ tiền khuếch đại DRIVER để đến bộ khuếch đại công suất cao HPA (dùng đèn sóng chạy TWT hoặc Transistor trường) rồi đến bộ ghép kênh đầu ra OMUX và ra anten phát xuống đất (tuyến xuống).

**- Thiết bị thu băng rộng**

Thiết bị thu băng rộng thực hiện chức năng khuếch đại tín hiệu và đổi tần số tuyến lên thành tần số tuyến xuống. Yêu cầu đặc tuyến nhiễu phải đạt sao cho tỷ số sóng mang trên tạp âm phải tốt nhất cho tuyến lên. Hệ thống thu băng rộng thường đạt hệ số khuếch đại 50 ÷ 60dB đủ để bù lại suy hao trong bộ lọc và đổi tần.



**Hình 1.4. Sơ đồ bộ thu băng rộng**

Do yêu cầu độ tin cậy cao nên hệ thống thu băng rộng có một bộ làm việc và một bộ dự phòng, khi có sự cố sẽ tự động chuyển mạch sang bộ dự phòng.

Đầu vào bộ thu tín hiệu băng rộng là bộ khuếch đại tạp âm thấp LNA. Bộ khuếch đại này làm việc ở đoạn tuyến tính của đặc tuyến công tác, có tạp âm thấp khi khuếch đại

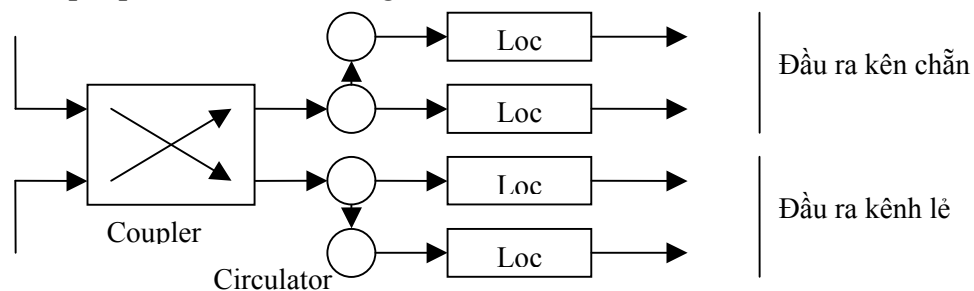
sóng mang. Tín hiệu sóng mang đã được khuếch đại ở LNA sẽ đi vào bộ trộn tần và được đổi tần nhờ bộ dao động nội LO. Bộ đổi tần được thiết kế sao cho khi đổi tần số sóng mang thu được từ mặt đất phát lên và tần số phát xuống mặt đất với mức tổn hao nhỏ cỡ  $-5 \div -6\text{dB}$ .

Thông thường vệ tinh thực hiện dịch 2225MHz giữa tần số thu được từ tuyến lên và tần số phát xuống mặt đất. Bộ dao động nội phát ra tần số 2225MHz có độ ổn định cao, công suất từ bộ dao động nội tới đầu vào bộ trộn cỡ 10dB bằng kỹ thuật nhân tần và mạch vòng khoá pha. Bộ dao động nội được ổn nhiệt rất cao để đảm bảo độ ổn định yêu cầu.

### **- Bộ phân kênh đầu vào IMUX**

Vệ tinh có bộ phân kênh chia dải tần 500MHz thành các băng tần nhỏ hơn có độ rộng băng của các bộ phát đáp. Các băng tần nhỏ này được khuếch đại bằng các bộ phát đáp sau đó chúng được tổ hợp lại trước khi đưa ra anten phát xuống mặt đất.

Thực chất bộ phân kênh được cấu tạo bởi các Circulator và các bộ lọc băng thông. Tín hiệu từ đầu ra bộ khuếch đại băng rộng đưa vào đầu vào bộ phân kênh, các sóng mang nằm trong dải băng tần 500MHz được chia thành hai đường cung cấp cho hai nhóm kênh chẵn và lẻ. Việc chia thành hai nhóm kênh chẵn và lẻ sẽ tạo ra sự phân tách tần số giữa các kênh tổng mỗi nhóm rõ rệt hơn, làm giảm thiểu nhiễu giữa các kênh lân cận. Bộ Circulator làm nhiệm vụ cung cấp tín hiệu cho từng kênh, bộ lọc có độ rộng băng độ rộng băng của các bộ phát đáp và đặc tuyến của bộ lọc có đặc tính sườn tốt cho phép loại bỏ ảnh hưởng các kênh kề bên.



**Hình 1.5. Sơ đồ bộ phân kênh đầu vào**

### **- Bộ khuếch đại công suất cao**

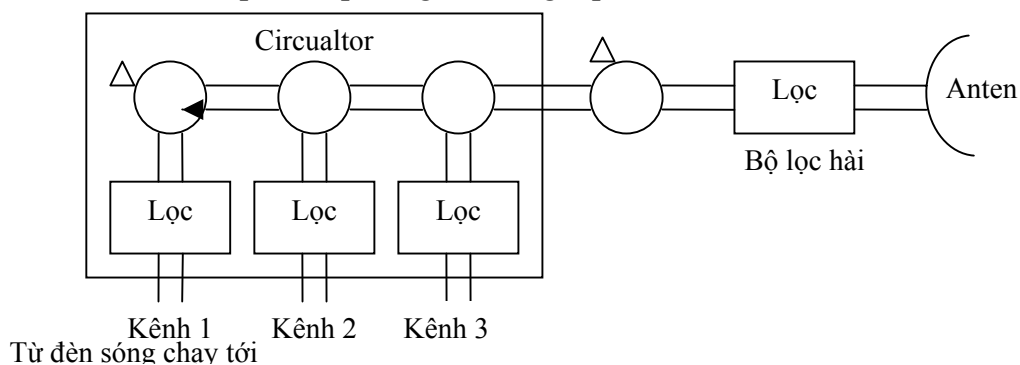
Tín hiệu từ bộ phân kênh đầu vào IMUX sau khi đi qua bộ suy giảm điều khiển từ xa để chỉnh hệ số khuếch đại và bộ tiền khuếch đại rồi mới đến bộ khuếch đại công suất cao HPA.

Các bộ khuếch đại công suất cao HPA có nhiệm vụ cung cấp một công tín hiệu có công suất đủ lớn trước khi đưa ra anten phát để phát xuống đất trên tuyến xuống.

Các bộ khuếch đại công suất cao trên vệ tinh thông tin sử dụng các đèn sóng chạy TWT (Traveling Wave Tube). Ưu điểm của đèn sóng chạy là khuếch đại dải tần rộng, hiệu suất cao đảm bảo yêu cầu cho việc truyền tín hiệu cao tần. Bộ tiền khuếch đại có thể dùng Diode Tunnel ở tần số 6GHz với các bộ phát đáp 6/4GHz và cho các bộ khuếch đại thông số ở tần số 14GHz trong các bộ phát đáp 14/12GHz. Ngày nay, bộ khuếch đại thường dùng Transistor trường FET cho chất lượng và độ ổn định công suất cao có công suất khoảng từ 8 ÷ 15W.

### **- Bộ ghép kênh đầu ra OMUX**

Sau khi qua bộ khuếch đại công suất cao HPA, tín hiệu ở các kênh được tập hợp lại tại đầu ra của bộ phát đáp bằng các bộ ghép kênh tại đầu ra.



**Hình 1.6. Sơ đồ bộ ghép kênh đầu ra OMUX**

Tín hiệu từ các kênh đi qua bộ lọc bằng thông đến các bộ Circulator và được tập hợp lại. Lúc này tín hiệu trong dải tần 500 MHz đủ công suất và tần số sóng mang tuyến xuống, trước khi đưa ra anten phát chúng được đưa qua bộ lọc các sóng hài không mong muốn tạo ra bởi hiện tượng xuyên điều chế ở các bộ lock khuếch đại không hoàn toàn tuyến tính.

### **b) Anten trên vệ tinh thông tin**

Anten trên vệ tinh thông tin thực hiện chức năng nhận tín hiệu cao tần truyền lên từ các trạm mặt đất phát và phát tín hiệu cao tần xuống trạm mặt đất thu. Tùy theo chức năng vệ tinh có các loại anten sau:

- Anten dùng để đo xa và điều khiển từ xa, thường ở băng tần VHF.
- Anten siêu cao tần dùng cho hệ thống thông tin qua vệ tinh.

Các vệ tinh địa tĩnh thường dùng loại anten phát tia bao trùm (Global Beam) có độ rộng tại mức suy hao 3 dB là  $17^{\circ} \div 18^{\circ}$ . Anten búp sóng nhọn chùng vài độ dùng để phủ sóng một vùng hẹp nhất định gọi là Spot Beam, loại này đảm bảo công suất không thay đổi trong vùng bao phủ. Đối với vùng phủ toàn cầu sử dụng anten vòi phun ở dải tần 6/4 GHz. Các vòi phun này bức xạ trực tiếp tới bề mặt Trái Đất mà không cần mặt phản xạ.

Để điều khiển hình dáng vùng phủ trên mặt đất và công suất phát ra theo ý muốn, các anten trên vệ tinh được trang bị đầu thu phát sóng và kết cấu bề mặt phản xạ. Cũng có thể sử dụng anten mặt phản xạ có nhiều vòl phun ở tiêu điểm để tạo ra những búp sóng rời rạc trên vùng bao phủ.

Để đảm bảo yêu cầu chất lượng trong vùng phủ sóng và không gây can nhiễu ra các vùng khác ngoài vùng phủ sóng của vệ tinh, các anten trên vệ tinh có mặt phản xạ cấu trúc đặc biệt đảm bảo dạng vùng phủ sóng và chất lượng trong vùng phủ sóng theo yêu cầu, đồng thời phần ngoài biên mức giảm 3dB tín hiệu phải giảm rất nhanh.

## **2) Phần thân (Bus)**

Phần thân không tham gia trực tiếp vào quá trình phát lặp của hệ thống thông tin vệ tinh. Nhưng nó đảm bảo các điều kiện yêu cầu cho tải hữu ích thực hiện chức năng của một trạm phát lặp. Phần thân có 6 hệ con:

### **a) Hệ duy trì vị trí và tư thế bay của vệ tinh**

#### **- Ổn định tư thế bay của vệ tinh**

Tư thế bay của vệ tinh liên quan đến việc định hướng trong không gian, phần lớn các thiết bị mang trên tàu vũ trụ là nhằm hỗ trợ cho việc điều khiển tư thế bay của vệ tinh. Tư thế của vệ tinh có thể bị thay đổi do ảnh hưởng bởi trường hấp dẫn của Trái Đất, của mặt trăng, các bức xạ mặt trời và sự va chạm các thiên thạch. Việc điều khiển tư thế vệ tinh cần phải biết các thông số của việc định hướng vệ tinh trong không gian và một vài chiều hướng dịch chuyển. Để phát hiện những sai lệch tư thế người ta dùng một hệ thống các bộ cảm biến (sensor) như: cảm biến Trái Đất (theo bức xạ hồng ngoại, sóng vô tuyến điện), cảm biến mặt trời (theo ánh sáng), con quay hồi chuyển (phát hiện những thay đổi so với hướng quán tính của trục quay). Bất kỳ sự sai lệch tư thế nào đều được phát hiện bởi các bộ cảm biến và tín hiệu điều khiển được chuyển đến hệ thống tự điều khiển của vệ tinh và hệ thống điều khiển ở mặt đất để xử lý.

Trong số các biện pháp có hiệu quả đối với sự ổn định tư thế vệ tinh, phương pháp điển hình hiện nay là ổn định 3 trục và ổn định quay.

- Phương pháp ổn định 3 trục: Tư thế vệ tinh được duy trì theo một hệ thống 3 trục toạ độ mà gốc toạ độ là trọng tâm của vệ tinh.

Trục YaW hướng vào tâm Trái Đất.

Trục Pitch vuông góc với trục YaW và hướng về phía Nam.



Trục Roll vuông góc với mặt phẳng chứa 2 trục kia và hướng dọc theo véc tơ tốc độ chuyển động của vệ tinh.

Phương pháp ổn định này dùng các động cơ phản lực trên vệ tinh để điều chỉnh lại tư thế vệ tinh.

- Phương pháp ổn định quay: phương pháp ổn định quay sử dụng ở trên các vệ tinh hình trụ, dùng nguyên lý con quay ở tốc độ cao duy trì một trạng thái không đổi. Vệ tinh có cấu tạo sao cho cân bằng về mặt cơ khí quanh một trục đặc biệt (trục quay) và vệ tinh quay xung quanh trục đó. Momen xoắn tạo ra bởi con quay được dùng để hạn chế tác động của các ảnh hưởng bên ngoài và ổn định tư thế vệ tinh. Do vệ tinh ổn định bằng con quay sẽ quay xung quanh trục quay, nên với các vệ tinh thông tin cần có mô tơ để chống lại sự quay của anten đảm bảo hướng của anten luôn cố định. Đối với vệ tinh địa tĩnh trục quay được điều chỉnh sao cho song song với trục Bắc – Nam của Trái Đất.

#### **- Ổn định vị trí vệ tinh**

Vệ tinh địa tĩnh cần được duy trì vị trí đúng khe quỹ đạo. Vệ tinh địa tĩnh trên quỹ đạo thường bị xô dịch do những nguyên nhân: đường xích đạo của Trái Đất không phải là tròn lý tưởng, tác động trọng trường của mặt trời - mặt trăng ... do vậy phải dùng các động cơ phản lực để đưa vệ tinh trở lại đúng vị trí. Thông thường dung sai cho phép là  $0.05^0$  theo hướng Bắc – Nam và  $0.05^0$  theo hướng Đông – Tây.

Để xác định sự sai lệch vị trí vệ tinh dùng các anten bám sát tại các trạm mặt đất. Khi có sự sai lệch vị trí các trạm điều khiển ở mặt đất (TT&C) sẽ đưa lệnh điều khiển lên vệ tinh điều khiển các tên lửa đẩy trên vệ tinh đưa nó về đúng vị trí.

#### **b) Hệ giám sát, đo xa và điều khiển (TT&C)**

Hệ TT&C rất cần thiết cho sự vận hành có hiệu quả của vệ tinh thông tin, nó là một phần trong nhiệm vụ quản lý vệ tinh. Nó thực hiện các chức năng chính sau:

- Cung cấp các thông tin kiểm tra các phân hệ (hay còn gọi là các hệ con) trên vệ tinh cho trạm điều khiển mặt đất.
- Nhận lệnh điều khiển vị trí và tư thế của trạm điều khiển ở mặt đất.
- Giúp trạm điều khiển ở mặt đất theo dõi tình trạng thiết bị trên vệ tinh.

#### **c) Hệ cung cấp điện năng**

Nguồn điện dùng để cung cấp cho các thiết bị trên vệ tinh được lấy chủ yếu từ các tế bào pin mặt trời. Pin mặt trời có thể làm bằng Si hoặc GaAs. Có 2 dạng pin mặt trời:

- Pin mặt trời dạng hình trụ, thường sử dụng cho các vệ tinh ổn định trạng thái bằng phương pháp trục quay.
- Pin mặt trời dạng cánh mỏng (gọi là cánh pin mặt trời) thường dùng cho vệ tinh ổn định bằng phương pháp 3 trục.

Công suất của pin cung cấp phụ thuộc vào cường độ ánh sáng chiếu vào, nó đạt công suất cực đại khi tia sáng mặt trời chiếu tới vuông góc với mặt pin, khi các tia sáng đi song song với mặt cánh pin thì công suất bằng không. Để các cánh pin luôn hướng về phía mặt trời đảm bảo cung cấp năng lượng cho các thiết bị thì phải dùng các mô tơ điều khiển tự thế.

Ngoài nguồn điện năng do các pin mặt trời cung cấp, trên vệ tinh còn có thể sử dụng điện năng cung cấp từ các nguồn dự trữ là các ắc quy (Nikel – Cadim, Nikel - Hydrogen). Nguồn năng lượng dự trữ này sẽ cung cấp điện năng cho các thiết bị hoạt động trong thời gian các tia sáng mặt trời chiếu tới các cánh pin bị che khuất.

#### **d) Hệ thống điều hoà nhiệt**

Khoảng không vũ trụ là một môi trường nhiệt độ rất khắc nghiệt, vệ tinh trên quỹ đạo có độ chênh lệch nhiệt độ rất lớn giữa một bên chịu ảnh hưởng của bức xạ mặt trời và một bên là vùng bị che khuất tiếp xúc với không gian. Thêm vào đó vệ tinh cũng nóng lên vì nhiệt do các thiết bị của nó toả ra và các bức xạ của các thiên thể khác.

Nhiệm vụ của hệ điều hoà nhiệt là luôn duy trì cho các thiết bị trên vệ tinh được làm việc trong dải nhiệt độ thích hợp, ổn định. Người ta khống chế nhiệt độ các phần khác nhau trên vệ tinh bằng cách cho trao đổi nhiệt giữa các điểm có nhiệt độ khác nhau (sử dụng ống dẫn khí hoặc chất lỏng để dẫn nhiệt tới các bộ toả nhiệt) hoặc tăng nhiệt (sử dụng các bộ nung) hoặc sử dụng các bề mặt có tính quang nhiệt (để phản xạ nhiệt hoặc hấp thụ nhiệt).

#### **e) Hệ đẩy**

Có hai loại bộ đẩy phản lực trên vệ tinh:

- Những bộ đẩy công suất thấp (từ vài mN đến vài N) để hiệu chỉnh vị trí vệ tinh trên quỹ đạo. Loại bộ đẩy này thường là các tên lửa đẩy nhỏ sử dụng nhiên liệu lỏng.
- Những bộ đẩy công suất trung bình và lớn (khoảng vài trăm N đến hàng chục ngàn N) chẳng hạn như các mô tơ cận điểm và viễn điểm. Các bộ đẩy này thường là những động cơ dùng nhiên liệu lỏng.

### f) Hệ thống khung vỏ

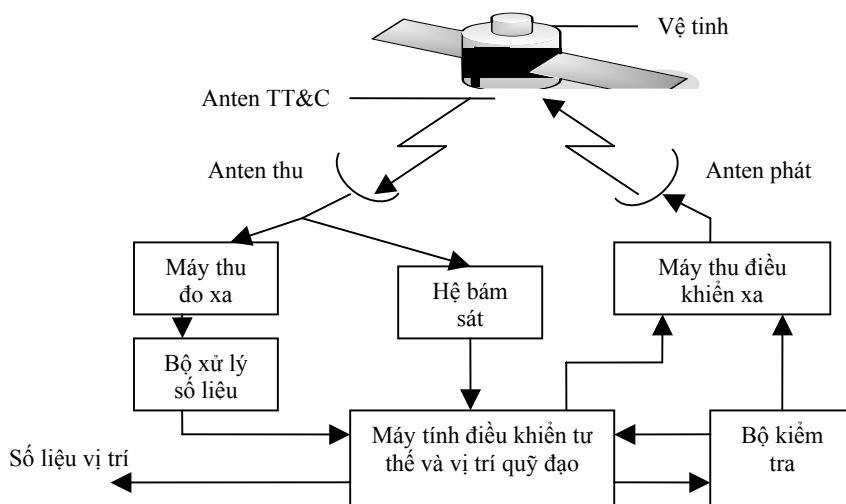
Hệ thống khung cơ học của vệ tinh là nơi gá lắp tải hữu ích, buồng chứa nhiên liệu, các hệ cơ khí, điện tử, anten, dàn pin mặt trời, ắc quy ...

Vỏ của vệ tinh bảo vệ các thiết bị đối với các bức xạ vũ trụ và bụi vũ trụ.

Để giảm trọng lượng vệ tinh, khung vỏ hết sức nhẹ nhưng phải chịu các điều kiện hết sức khắc nghiệt:

- Lúc phóng gây chấn động và áp lực lớn.
- Trong thời gian vệ tinh ở trên quỹ đạo nhiệt độ thay đổi trong một phạm vi rộng (phía mặt trời chiếu +200<sup>0</sup>C, phía trong bóng râm -150<sup>0</sup>C) gây biến dạng vật liệu.
- Sự va đập với các hạt sạn trong vũ trụ khu vệ tinh bay với tốc độ rất lớn.

### 3) Hệ thống đo xa, bám và điều khiển vệ tinh trên trạm mặt đất TT&C



**Hình 1.8. Cấu hình trạm mặt đất TT&C**

Hệ thống TT&C rất cần thiết cho sự vận hành có hiệu quả của vệ tinh thông tin. Nó là một hệ thống được xây dựng trên mặt đất thực hiện nhiệm vụ quản lý vệ tinh, đảm bảo các điều kiện cần thiết cho vệ tinh trên quỹ đạo hoạt động bình thường trong hệ thống thông tin vệ tinh. Chức năng chủ yếu trong vấn đề quản lý vệ tinh là giám sát quỹ đạo và tư thế vệ tinh, theo dõi trạng thái của các cảm biến và các hệ con trên vệ tinh. Trên các vệ tinh địa tĩnh cỡ lớn, có thể định hướng lại vài anten theo lệnh của TT&C.

Các hoạt động của hệ thống TT&C:

- Thu các tham số đo của vệ tinh.
- Phát các lệnh điều khiển lên vệ tinh.
- Cung cấp các số liệu định khoảng cách.
- Điều khiển và giám sát các thiết bị của hệ thống vệ tinh thông tin.

**a) Đo xa (Telemetry)**

Hệ đo xa thu thập số liệu từ nhiều bộ cảm biến trên vệ tinh và chuyển các số liệu này về trạm điều khiển mặt đất. Các trạng thái của tất cả các chi tiết trên vệ tinh đều được hệ đo xa báo cáo về trạm mặt đất nhờ các bộ cảm biến. Khi có chi tiết nào hỏng thì trạm điều khiển lập tức ra lệnh thay thế bằng các thiết bị dự phòng đảm bảo cho vệ tinh hoạt động bình thường. Số liệu đo xa được số hoá và điều chế (FSK hay PSK) rồi dùng kỹ thuật phân đường truyền theo thời gian (TDM) truyền về trạm điều khiển mặt đất. Một máy tính tại trạm điều khiển mặt đất lưu trữ và giải mã các số liệu đo xa để cho trạm mặt đất biết ngay trạng thái của bất kỳ cảm biến hay hệ con nào trên vệ tinh.

**b) Bám (Tracking)**

Bằng phép phân tích số liệu mà các bộ cảm biến tốc độ và gia tốc trên vệ tinh có thể xác định sự thay đổi vị trí của vệ tinh trên quỹ đạo so với vị trí tại thời điểm gần nhất trước đó. Trạm điều khiển mặt đất có thể thông qua di tần Doppler của tải tần đo xa hay tải tần của một máy phát tín hiệu (Beacon) trên vệ tinh để xác định tốc độ thay đổi cự ly. Dùng giá trị cự ly này, cùng với kết quả những phép đo góc chính xác bằng anten của trạm điều khiển ở mặt đất, có thể tính ra các thông số quỹ đạo. Cũng có thể xác định sự thay đổi vị trí của vệ tinh bằng cách đo cự ly từ trạm mặt đất phát đến vệ tinh và so sánh với lần đo cự ly trước. Nguyên lý của phương pháp này là phát một xung hoặc một chuỗi xung lên vệ tinh và đo khoảng thời gian giữa xung phát đi và xung trả lời. Với phương pháp này phải biết chính xác thời gian trễ của bộ phát đáp trên vệ tinh và phải tiến hành bằng vài trạm mặt đất cùng đo cự ly như vậy.

**c) Điều khiển (Command)**

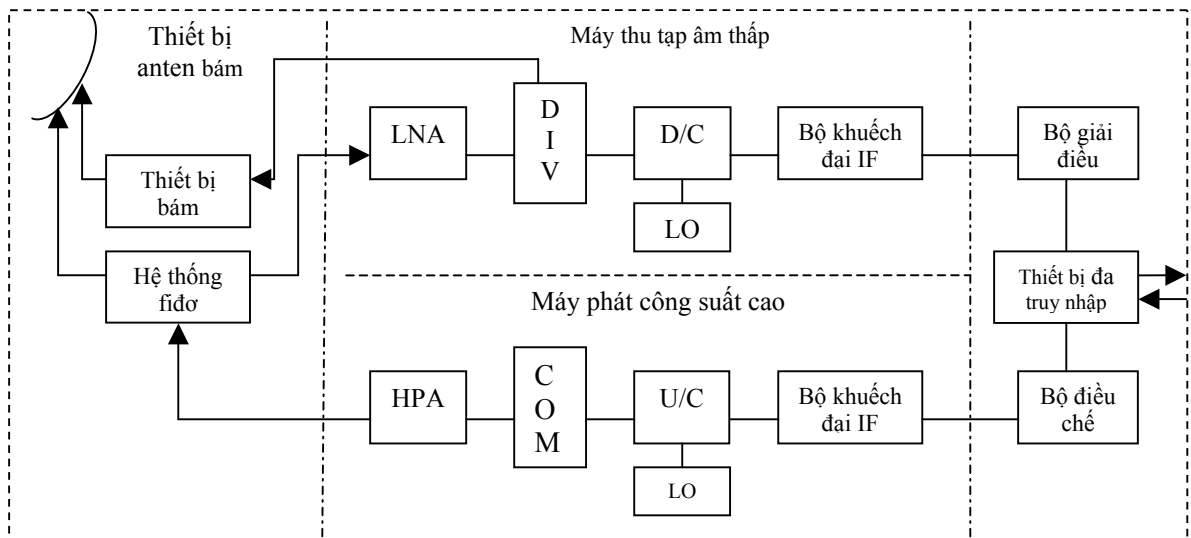
Đảm bảo một hệ điều khiển hữu hiệu và tin cậy là điều then chốt cho việc phóng thành công và vận hành có hiệu quả vệ tinh thông tin trên quỹ đạo. Hệ điều khiển dùng để thay đổi tư thế và hiệu chỉnh vị trí vệ tinh trên quỹ đạo, cũng như giám sát hoạt động của hệ thống thông tin. Khi phóng vệ tinh lên, hệ này điều khiển việc điểm hoả mô-tơ viển điểm và làm quay vệ tinh hình trụ hoặc triển khai các cánh pin mặt trời của vệ tinh. Cấu trúc điều khiển phải có biện pháp đề phòng những thao tác vô lý do sai lầm trong khâu nhận lệnh điều khiển gây ra. Thiết bị đầu cuối máy tính phát lệnh điều khiển, mã điều khiển được đổi thành từ lệnh gửi theo khung TDM lên vệ tinh. Sau khi vệ tinh nhận được và kiểm tra tính xác thực, từ lệnh này được gửi trả trở lại trạm điều khiển dưới mặt đất để máy tính kiểm tra lại. Nếu thấy trên vệ tinh đã nhận đúng thì sẽ có một lệnh thi hành được gửi lên vệ tinh. Quá trình có thể kéo dài

5÷10 phút nhưng loại trừ được những lệnh điều khiển sai có thể gây phương hại đến hoạt động của vệ tinh. Các tuyến điều khiển và đo xa thường tách riêng khỏi hệ thống tin, tuy hoạt động trong cùng băng tần.

Để giám sát toàn bộ hoạt động của trạm mặt đất người ta xây dựng một hệ thống Control Monitoring and Alarm System – Hệ thống điều khiển và giám sát (CMA) điều khiển bằng hệ thống máy tính tính năng cao. Chúng thực hiện các công việc:

- Theo dõi và điều khiển công suất phát theo tiêu chuẩn.
- Theo dõi mức công suất tín hiệu thu.
- Theo dõi và điều khiển hệ thống tự động bám sát.
- Theo dõi các thiết bị xử lý tín hiệu.

### 1.2.2.2. Phân đoạn mặt đất



Hình 1.7. Cấu hình trạm mặt đất

Phân đoạn mặt đất bao gồm toàn bộ hệ thống trạm thu – phát mặt đất. Khi muốn thiết lập đường liên lạc với 2 điểm trực tiếp với nhau trên Trái Đất thông qua trạm chuyển tiếp vệ tinh thông tin người ta phải thiết lập 2 trạm trên mặt đất. Do đó có tên gọi là trạm mặt đất thông tin vệ tinh SES (Satellite Earth Station) làm chức năng phát tín hiệu lên vệ tinh và thu tín hiệu từ vệ tinh về - thực hiện kết nối vệ tinh thông tin với các mạng vệ tinh mặt đất. Các trạm này thường nối với các mạng thông tin nội địa mặt đất để cung cấp các dịch vụ cho người sử dụng hoặc có thể trực tiếp cung cấp các dịch vụ cho người sử dụng.

Có nhiều loại trạm mặt đất khác nhau được sử dụng tùy thuộc vào lưu lượng mà nó truyền tải trong không gian hoặc kiểu dịch vụ liên lạc qua vệ tinh, ví dụ như: trạm cổng mặt đất, các trạm mặt đất dùng cho dịch vụ thông tin vệ tinh cố định hay các

dịch vụ di động cần các trạm mặt đất di động ... Các trạm mặt đất có thể vừa thu vừa phát, cũng có những trạm mặt đất chỉ có thể thu hoặc chỉ có thể phát.

Một trạm mặt đất bao gồm: thiết bị thông tin, thiết bị truyền dẫn mặt đất, thiết bị cung cấp nguồn và hệ thống TT&C vệ tinh. Thiết bị thông tin trong trạm mặt đất như: anten, thiết bị thu và phát sóng siêu cao tần, các bộ biến đổi tần tuyến lên và tuyến xuống, hệ thống xử lý tín hiệu, hệ thống thiết bị băng tần cơ bản, hệ thống bám vệ tinh... Tín hiệu băng tần cơ bản ở trạm mặt đất được chia làm 2 loại cơ bản:

- Tín hiệu thoại, telex, data ... dưới dạng tương tự hay số được đưa đến và lấy ra từ trung tâm bảo trì trung kế Quốc tế ITMC (International Truck Maintenance Center) để đấu nối đến trạm mặt đất bằng hệ thống truyền dẫn cáp đồng trục hoặc cáp sợi quang.
- Tín hiệu hình được đấu nối tới trạm mặt đất từ studio truyền hình bằng hệ thống truyền dẫn cáp đồng trục hay cáp sợi quang.

Việc xây dựng trạm mặt đất cần xem xét đến các yêu cầu:

- ✓ Lựa chọn vị trí trạm mặt đất đảm bảo góc ngẩng anten hướng vào vệ tinh càng cao càng tốt.
- ✓ Đảm bảo khoảng hở đủ trên đường chân trời ở hướng góc ngẩng anten.

Các yêu cầu này là cần thiết để ngăn ngừa can nhiễu từ, can nhiễu giữa các sóng vô tuyến điện khác.

### **1.2.2.3. Hệ thống cung cấp nguồn và điều hoà nhiệt**

Để đảm bảo cho liên lạc không bị gián đoạn do các sự cố nguồn gây ra, trạm mặt đất phải được cung cấp bằng nguồn điện không bao giờ bị ngắt UPS (Uninterrupted Power Supply). UPS cung cấp nguồn với độ ổn định cho phép, đủ công suất cho toàn bộ các thiết bị trong trạm.

Để đảm bảo các yêu cầu trên, bộ nguồn UPS phải được dự phòng và bản thân nó là một thiết bị có thể điều khiển được về mọi mặt. Khi mất điện lưới thì nguồn ắcquy được rung lên rồi ổn định và cấp nguồn cho hệ thống.

Các thiết bị điện tử trong trạm đều bắt buộc làm việc trong điều kiện môi trường tốt đó là nhiệt độ 20<sup>0</sup>C với độ ẩm dưới 45% để đảm bảo an toàn, duy trì tuổi thọ cũng như chất lượng thông tin.

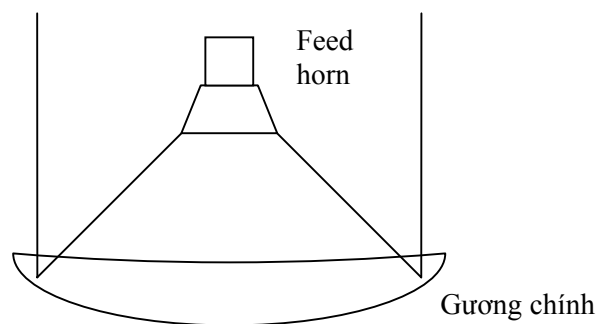
## CHƯƠNG 2 KỸ THUẬT TRẠM MẶT ĐẤT

### 2.1. ANTEN CỦA TRẠM MẶT ĐẤT

#### 2.1.1. Các loại anten trạm mặt đất

Có nhiều loại anten khác nhau có thể sử dụng ở trạm mặt đất. Tùy theo tiêu chuẩn từng loại trạm mà đường kính của anten thu – phát trạm mặt đất thông thường có đường kính từ  $0.6 \div 30$  m.

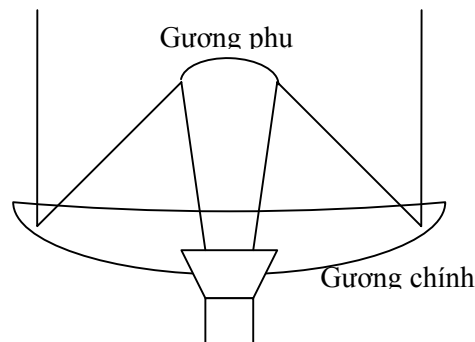
##### 2.1.1.1. Anten Parabol có sơ cấp đặt tại tiêu điểm



**Hình 2.1. Anten phản xạ parabol**

Đây là loại anten có cấu trúc đơn giản nhất và giá thành thấp nhất, nó được dùng chủ yếu cho các trạm chỉ thu và các trạm nhỏ đặc biệt với dung lượng thấp. Tuy nhiên, các đặc tính của nó như hệ số tăng ích, búp sóng phụ không được tốt. Một nhược điểm nữa là cáp đầu nối từ loa thu đến máy phát và máy thu thường dài. Bởi vậy nó không được sử dụng ở các trạm mặt đất thông thường.

##### 2.1.1.2. Anten Cassegrain



**Hình 2.2. Cấu hình gương Cassegrain**

Loại anten này có thêm một gương phản xạ phụ vào gương phản xạ chính, hệ số tăng ích của anten được nâng lên và đặc tính búp sóng phụ cũng được cải thiện chút

ít. Anten Cassegrain được sử dụng cho các trạm bình thường vừa thu vừa phát có quy mô trung bình. Loại này có một số ưu điểm là các thiết bị điện tử có thể được đặt sau mặt phản xạ chính cho phép nó gắn trực tiếp vào đầu thu phát sóng làm cho khoảng cách giữa các bức xạ có thể rút ngắn làm giảm suy hao ống dẫn sóng.

### **2.1.1.3. Anten lệch (bù)**

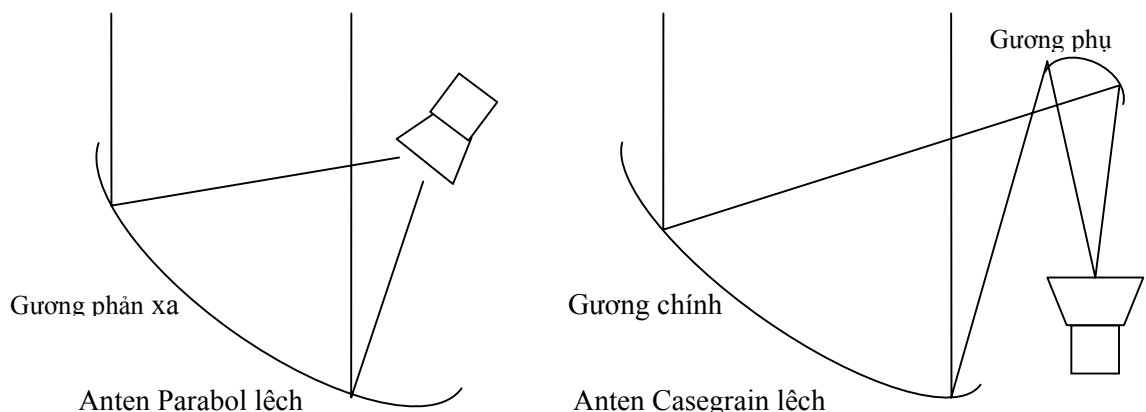
Anten lệch có bộ phận fido, gương phản xạ phụ được đặt ở vị trí lệch một ít so với hướng trục chính của gương phản xạ chính để các bộ phận fido và gương phản xạ phụ không che chắn các đường đi của sóng phản xạ từ gương chính.

Anten lệch có 2 loại chính:

- ✓ Loại anten parabol lệch một gương phản xạ.
- ✓ Loại anten Gregorian có gương phản xạ phụ dạng elíp hoặc hypebol.

Các anten này có hiệu quả đặc biệt khi cần giảm can nhiễu từ các đường thông tin vô tuyến khác.

Loại anten lệch cho hiệu suất cao, tạp âm thấp, búp sóng phụ nhỏ, đặc tính phân cực tốt. Chúng thường được sử dụng cho các trạm mặt đất quy mô nhỏ chất lượng cao.



**Hình 2.3. Anten lệch**

### **2.1.2. Hệ thống bám vệ tinh**

Mặc dù vệ tinh được đặt trên quỹ đạo địa tĩnh, nhưng vị trí của chúng luôn thay đổi  $\pm 0.05^\circ$  theo các hướng Đông, Tây, Bắc, Nam (trước đây là  $\pm 0.1^\circ$ ). Bởi vậy, cần điều khiển anten trạm mặt đất bám theo vệ tinh. Dưới đây là các hệ thống bám vệ tinh:

- Hệ thống xung đơn (hay còn gọi là hệ thống bám liên tục): hệ thống này luôn luôn xác định tâm búp sóng anten có hướng đúng vào vệ tinh hay không để điều khiển hướng của anten.



- Hệ thống bám từng nấc: hệ thống này dịch chuyển nhẹ vị trí anten ở các khoảng thời gian nhất định để điều chỉnh hướng anten sao cho mức tín hiệu thu được là cực đại.
- Hệ thống điều khiển theo chương trình: hệ thống này điều khiển anten dựa trên cơ sở dự đoán trước về quỹ đạo vệ tinh.

Trong hệ thống xung đơn, có thể biết chắc anten có hướng rất đúng hay không vào vệ tinh bằng cách sử dụng bốn cái bức xạ có hướng búp sóng hơi khác với hướng búp chính hoặc một sóng bậc cao hơn của một ống dẫn sóng tròn để lấy ra các tín hiệu sai lỗi. Hệ thống này yêu cầu có một hệ thống fidor phức tạp và giá thành cao hơn do sử dụng nhiều máy thu. Tuy nhiên được áp dụng cho trạm mặt đất có anten đường kính lớn mà độ rộng búp sóng ở mức một nửa công suất là  $0.1^0$  hoặc nhỏ hơn và phải bắt được tín hiệu vệ tinh ở tâm búp sóng. Ngày nay, do hệ thống ổn định vị trí vệ tinh được cải thiện (độ chính xác vệ tinh đạt giá trị là  $\pm 0.05^0$ ) nên việc sử dụng bám từng nấc cho anten lớn được áp dụng nhiều nhằm đơn giản hệ thống điều khiển anten và thiết bị phụ trợ.

Hệ thống bám từng nấc được kết cấu với thiết bị sắp xếp theo một cấu trúc đơn giản và được sử dụng cho các trạm mặt đất có anten kích thước trung bình hoặc nhỏ khi chất lượng thu phát không bị ảnh hưởng nhiều nếu vị trí anten không được điều khiển chặt chẽ. Đối với các anten nhỏ mà độ rộng búp sóng ở mức một nửa công suất là  $0.2^0 \div 0.3^0$  hoặc lớn hơn, sử dụng phương pháp cố định hướng anten hoặc thỉnh thoảng điều khiển bằng tay cho đúng hướng cần khi xét thấy mức tín hiệu thu bị ảnh hưởng lớn trong phạm vi di chuyển bình thường của vệ tinh địa tĩnh.

### **2.1.3. Hệ số tăng ích của anten**

Hệ số tăng ích của anten là một thông số quan trọng, quyết định không những chất lượng của anten mà cả chất lượng và quy mô của trạm mặt đất. Hệ số tăng ích của anten (G) được tính theo công thức:

$$G = 4\pi.A.\eta/\lambda^2$$

Trong đó A là diện tích hiệu dụng của anten.

$\lambda$  là bước sóng của anten.

$\eta$  là hiệu suất của anten.

Biểu thức này cho thấy, khi nhìn từ đầu phát, khả năng tập trung sóng vô tuyến điện vào một hướng xác định, so với trường hợp sóng bức xạ đồng đều theo mọi hướng. Biểu thức này cho phép ở đầu thu dự đoán khả năng thu sóng khuếch tán yếu.

Ở đây,  $\eta$  biểu thị hiệu suất, với một anten kích thước giống nhau, nếu có hiệu suất lớn thì hệ số tăng ích cũng lớn hơn. Với anten parabol thông thường  $\eta = 0.5 \div 0.75$ .

Trong trường hợp anten gương tròn với đường kính  $d(m)$ .

$$A = \pi d^2/4$$

Từ đó rút ra:

$$G = (\pi d/\lambda)^2 \cdot \eta$$

Hoặc tính theo dB:

$$G_{dB} = 10\log \eta + 20\log \pi + 20\log d - 20\log \lambda$$

Một biểu thức thiết thực hơn là:

$$G_{dB} = 10\log \eta + 20\log f + 20\log d + 20.4_{dB}$$

Trong đó:

$\eta$  là hiệu suất của anten.

$d$  (m) là đường kính của anten.

$f$  (GHz) là tần số làm việc.

$20.4_{dB}$  là hằng số được tính từ  $10\log (1 \cdot 10^9 \cdot \pi/c)$ .

Vậy hệ số tăng ích của anten tỷ lệ với bình phương đường kính anten ( $d$ ) và bình phương tần số làm việc ( $f$ ).

#### **2.1.4. Góc độ rộng búp sóng**

Đó là góc hợp bởi hướng có một hệ số tăng ích đã cho với hướng hệ số tăng ích cực đại. Độ rộng búp sóng 3 dB là góc  $\theta_{3dB}$  thường được sử dụng nhiều. Độ rộng búp sóng 3 dB là góc hợp bởi hai hướng mà ở đó hệ số tăng ích giảm đi một nửa so với hệ số tăng ích ở hướng cực đại. Độ rộng búp sóng 3 dB liên quan tới tỷ số  $\lambda/d$  bởi một hệ số có giá trị phụ thuộc vào việc lựa chọn luật chiếu xạ. Với dạng chiếu xạ đều thì hệ số đó có giá trị bằng  $58.5^0$ .

Với các luật chiếu xạ không đều thì dẫn đến suy hao tại rìa của bộ chiếu xạ làm cho độ rộng búp sóng 3 dB tăng và giá trị của hệ số phụ thuộc vào các tính chất riêng của luật chiếu xạ. Giá trị sử dụng hiện tại là  $70^0$ , và độ rộng búp sóng sẽ được biểu thị:

$$\theta_{3dB} = 70(\lambda/d) = 70(c/fd) \text{ (độ)}$$

Ở hướng  $\alpha$  so với hướng trục (hướng cực đại) thì hệ số tăng ích của anten được tính theo công thức:

$$G(\alpha)_{dB} = G_{dB} - 12(\alpha/\theta_{3dB})^2 \text{ (dB)}$$

## **2.2. BỘ KHUẾCH ĐẠI TẠP ÂM THẤP (LNA - Low Noise Amplifier)**

### **2.2.1. Giới thiệu**

Tín hiệu thu từ vệ tinh về rất yếu, thường khoảng -150 dBW trên nền tạp âm lớn, vì vậy bộ khuếch đại tạp âm thấp LNA có một vai trò rất quan trọng trong trạm mặt đất để vừa khuếch đại tín hiệu lên vừa không làm giảm chất lượng tín hiệu.

Các yêu cầu kỹ thuật đối với bộ khuếch đại tạp âm thấp:

- Bộ LNA có ảnh hưởng quan trọng đến hệ số phẩm chất G/T của trạm mặt đất vì bộ LNA đóng vai trò quyết định tạo nên nhiệt độ tạp âm hệ thống, bởi lẽ nó là tầng khuếch đại đầu tiên trong tuyến thu. Một trạm mặt đất thông tin vệ tinh tiêu chuẩn A phải có hệ số G/T  $\geq 35$  dB/K thì hệ số khuếch đại của anten trạm mặt đất phải đạt  $G=59$  dB và nhiệt độ tạp âm LNA là  $T_{LNA} < 20^0$  K.
  - Mức đầu ra tín hiệu phải nhỏ hơn mức bão hoà của bộ khuếch đại tối thiểu là 20 dB nhằm giảm tối đa các thành phần nhiễu điều chế tương hỗ trong LNA.
  - Băng tần của LNA phải đủ rộng để có thể bao phủ băng tần công tác của vệ tinh.
- Vị trí lắp đặt LNA càng gần đầu thu càng có lợi về mức tín hiệu vì giảm tạp âm và suy hao do giảm được chiều dài ống dẫn sóng.

### **2.2.2. Các loại khuếch đại tạp âm thấp LNA**

- Khuếch đại GaAs-FET: khuếch đại dùng Transistor trường loại bán dẫn hỗn tạp Gali – Arsenic (GaAs-FET) được sử dụng rộng rãi ở vùng tần số cao với đặc tính băng tần rộng, hệ số khuếch đại và độ tin cậy cao.
- Khuếch đại thông số: nguyên tắc hoạt động của nó khi một tín hiệu kích thích đặt lên một điốt điện dung, các thông số mạch điện của nó thay đổi và tạo ra một điện trở âm, do đó khuếch đại tín hiệu vào. Như vậy, từ sự biến đổi điện dung của điốt do tín hiệu kích thích được dùng cho khuếch đại. Việc giảm điện trở nội của điốt sẽ tạo ra các đặc tính tạp âm thấp.  
Bộ khuếch đại thông số có một số hạn chế so với bộ khuếch đại GaAs-FET như sau:
  - Cần có một mạch tạo ra tín hiệu kích thích.
  - Khó điều chỉnh và không phù hợp với việc sản xuất hàng loạt.
  - Băng tần hẹp, bất lợi về độ tin cậy và bảo dưỡng.
- Khuếch đại HEMT (Transistor có độ linh động điện tử cao) gần đây đã được đưa vào sử dụng trong thực tế. Lợi dụng hiệu ứng chất khí điện tử hai chiều với độ linh động cao phù hợp đối với khuếch đại tạp âm thấp tín hiệu tần số

cao. Ưu điểm của nó là băng thông rộng, kích thước nhỏ, dễ bảo dưỡng và thuận lợi cho sản xuất hàng loạt.

## **2.3. BỘ ĐỔI TẦN (FC: Frequency Converter)**

### **2.3.1. Giới thiệu**

Các trạm mặt đất vệ tinh thông tin thực hiện nhiệm vụ thu tín hiệu cao tần RF từ vệ tinh và phát lại tín hiệu cao tần RF lên vệ tinh, nên chúng phải sử dụng các bộ đổi tần tuyến lên U/C (Up - Converter) và đổi tần tuyến xuống D/C (Down - Converter).

Khi thực hiện nhiệm vụ thu tín hiệu cao tần, sử dụng bộ đổi tần tuyến xuống D/C để biến đổi tín hiệu cao tần RF thu từ vệ tinh thành tín hiệu trung tần IF. Sử dụng bộ đổi tần lên khi thực hiện nhiệm vụ phát tín hiệu cao tần lên vệ tinh để biến đổi tín hiệu trung tần IF thành tín hiệu cao tần RF.

Nguyên lý của bộ đổi tần là dùng thiết bị trộn (Mixer) để trộn tín hiệu vào với tín hiệu dao động nội.

Yêu cầu đối với bộ đổi tần là:

- Bộ dao động nội phải có tần số ổn định rất cao vì nó quyết định đặc tính biên độ và pha của tín hiệu ra.
- Độ rộng băng tần của bộ đổi tần phụ thuộc vào tần số trung tần IF đến hoặc từ nó cung cấp.

### **2.3.2. Các bộ đổi tần kép**

Thành phần chính của bộ đổi tần tuyến lên U/C và bộ đổi tần tuyến xuống D/C gồm:

- Một bộ lọc RF.
- Hai bộ trộn tầng.
- Hai bộ dao động nội: một tần số cố định và tần số khác thì thay đổi.
- Bộ khuếch đại IF, có thể tự động điều khiển hệ số khuếch đại.
- Bộ lọc IF.
- Bộ cân bằng trễ nhóm.

Đặc điểm chính của bộ đổi tần tuyến lên U/C và bộ đổi tần tuyến xuống D/C được liệt kê dưới đây:

#### **2.3.2.1. Dải thông**

Dải thông RF là khả năng của bộ biến đổi để bao phủ băng RF hoạt động, phát (hoặc thu) bằng cách hiệu chỉnh tần số dao động nội LO để bao phủ đầy đủ dải thông RF (khoảng 575 MHz).

Dải thông IF phụ thuộc vào tần số IF được lựa chọn. Nếu tần số IF là 70 MHz thì dải thông là 36 MHz, còn nếu tần số IF là 140 MHz thì dải thông sẽ là 72 MHz. Với kiểu biến đổi này, tất cả sóng mang của một bộ phát đáp có thể được biến đổi lên hoặc xuống. Theo cách thức đó mỗi sóng mang sẽ khác với tần số trung tâm cho nên tần số sóng mang sẽ được điều chỉnh và mang tới modem.

#### **2.3.2.2. Sự thay đổi tần số**

Tần số phải được thay đổi theo sự thay đổi trong kế hoạch tần số khi lưu lượng tăng hoặc khi thay đổi một vệ tinh mới. Cho nên, các bộ đổi tần lên và xuống có thể sẵn sàng được hiệu chỉnh vượt quá tần số của toàn bộ dải thông RF. Bộ dao động nội tạo ra các tần số khác nhau được sử dụng để đáp ứng các nhu cầu thay đổi tần số. Sự linh động tần số là quan trọng bởi tính hữu ích của các bộ đổi tần kép U/C và D/C mà không cần thiết phải điều chỉnh các bộ lọc.

#### **2.3.2.3. Bộ cân bằng**

Biên độ tần số phát đáp và độ trễ nhóm của đoạn thu và phát của các trạm mặt đất được cân bằng trong các đoạn IF tương ứng của chúng. (Độ trễ nhóm các bộ phát đáp của vệ tinh thường được cân bằng trong đoạn IF của bộ đổi U/C).

#### **2.3.2.4. Phân đoạn tuyến tính.**

Trong các hệ thống IDR, IBS và SCPC số lượng các sóng mang là tần số được biến đổi bằng một bộ biến đổi U/C hoặc D/C và sự thay đổi qua lại giữa các sóng mang có thể xảy ra. Trong đoạn phát, nó thực sự cần thiết để giữ sự thay đổi không muốn đó sinh ra các phần nhỏ không đáng kể vào trong HPA. Cho nên, bộ đổi tần tuyến lên U/C được cần đến để tốt cho phân đoạn tuyến tính.

#### **2.3.2.5. Dung sai của tần số sóng mang.**

Dung sai tần số RF cho truyền dẫn của các sóng mang IDR, IBS và SCPC/QPSK trong hệ thống INTELSAT được chỉ định như:

IDR:  $\pm 0.025R \dots \text{Hz}$ . (nhưng luôn nhỏ hơn  $\pm 3.5 \text{ KHz}$ ).

IBS:  $\pm 0.025R \dots \text{Hz}$ . (nhưng luôn nhỏ hơn  $\pm 10 \text{ KHz}$ ).

Trong đó: R là tốc độ truyền dẫn sóng mang (bps).

SCPC là lớn hơn rất nhiều:  $\pm 250 \text{ Hz}$

### **2.3.3. Bộ dao động nội**

Các bộ dao động nội được sử dụng trong các bộ đổi tần có thể được điều khiển bởi một dao động thạch anh hoặc một bộ tổ hợp tần số. Trong trường hợp đầu tiên, sự thay thế tần số cần đến sự thay thế của tinh thể thạch anh hoặc sự chuyển mạch của nhiều tinh thể thạch anh với nhau. Trong trường hợp thứ hai, sự thay đổi tần số có thể

được thực hiện rất đơn giản bởi một bánh xe thay đổi tần số hoặc thậm chí dùng điều khiển từ xa.

Các bộ dao động nội phải có đặc tính là tần số tạp âm thấp tại các tần số tín hiệu dải tần cơ sở để tuân theo các yêu cầu chung trong thiết bị tạp âm trạm mặt đất. Cần phải chú ý cả các yêu cầu của tần số tạp âm thấp và các yêu cầu về sự ổn định tần số đặc biệt khó khăn trong trường hợp thu và truyền dẫn số. Tinh thể thạch anh hoạt động ở mức độ cao để điều khiển các bộ dao động hoặc các bộ tổ hợp tần số phải được sử dụng trong trường hợp này.

## **2.4. BỘ KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT CAO (HPA - High Power Amplifier)**

### **2.4.1. Giới thiệu**

Để bù vào suy hao truyền sóng lớn trong thông tin vệ tinh, đầu ra máy phát cần phải có công suất càng lớn càng tốt, do vậy ở trạm mặt đất sử dụng bộ khuếch đại công suất cao HPA. Chức năng cơ bản của một bộ khuếch đại công suất cao HPA trong một trạm mặt đất là khuếch đại các sóng mang cao tần RF ở mức thấp được cung cấp bởi các thiết bị truyền thông mặt đất phát thành mức công suất đủ cao để đưa ra anten phát lên vệ tinh. Trong các hệ thống vô tuyến trên mặt đất, khoảng cách giữa các trạm chuyển tiếp chỉ vài chục km nên công suất ra máy phát khoảng 10 W. So với hệ thống thông tin vệ tinh do khoảng cách chuyển tiếp dài khoảng 36000 km nên một trạm mặt đất lớn phát với công suất khoảng vài trăm W đến vài chục KW.

### **2.4.2. Phân loại các bộ khuếch đại công suất cao**

Các đèn sóng chạy (TWT), Klystron (KLY), transistor hiệu ứng trường (FET) hiện có trên thị trường có thể dùng trong bộ khuếch đại công suất cao tùy theo công suất ra của máy phát và băng tần.

Vì đèn sóng chạy (TWT) có băng tần rộng, có thể phủ tất cả các băng tần phân định cho truyền dẫn, điều đó có lợi cho việc sử dụng nhiều sóng mang hơn được chỉ ra ở Hình 2.4.a.

Mặc dù, Klystron (KLY) có độ rộng băng tần tương đối hẹp, tần số khuếch đại có thể điều chỉnh đến bất kỳ giá trị nào trong khoảng tần số phân định cho truyền dẫn thường có thể chọn 5 ÷ 10 kênh trong một bộ điều hướng.

Transistor hiệu ứng trường được sử dụng ở trạm dung lượng thấp, khi công suất ra nhỏ. Nói chung để có công suất cao người ta đấu song song một số transistor với nhau.

### 2.4.3. Cấu hình của bộ khuếch đại công suất cao

Máy phát công suất cao gồm có một bộ khuếch đại trung tần IF, một bộ đổi tần lên U/C và một bộ khuếch đại công suất cao HPA. Bộ khuếch đại trung tần IF khuếch đại tín hiệu từ bộ điều chế đưa tới, tần số trung tần sau đó được biến đổi lên tần số sóng cực ngắn nhờ bộ đổi tần. Sau đó, tín hiệu được bộ khuếch đại công suất cao khuếch đại lên mức công suất yêu cầu để đưa ra anten phát lên vệ tinh.

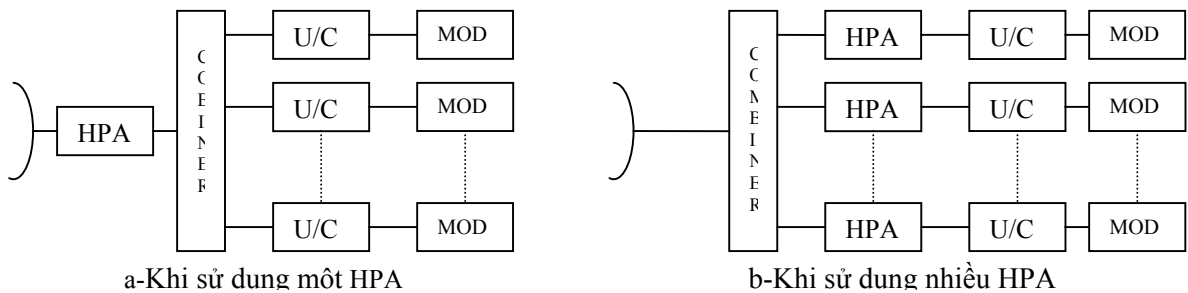
Mặc dù cấu hình của một máy phát công suất cao được quyết định bởi loại và số sóng mang, nhưng nói chung được thực hiện một trong hai cách sau:

#### a- Một máy phát khuếch đại đồng thời nhiều sóng mang (Hình 2.4.a.)

Trong trường hợp này cần phải thoả mãn các yêu cầu sau: Độ rộng băng đủ rộng để khuếch đại một sóng mang với bất kỳ tần số nào và công suất ra có độ dự trữ đủ sao cho méo do điều chế phát sinh từ sự khuếch đại đồng thời của nhiều tín hiệu ở dưới mức quy định. Mặc dù cấu hình này sẽ đắt khi số sóng mang nhỏ, nhưng thường thuận lợi cho khai thác.

#### b- Mỗi sóng mang được khuếch đại riêng bằng một bộ khuếch đại công suất cao (Hình 2.4.b.)

Trong trường hợp này mỗi bộ khuếch đại không yêu cầu phải có băng tần rộng, chỉ cần đủ rộng để điều chỉnh tần số khuếch đại đối với mỗi sóng mang cho trước. Cấu hình này thích hợp khi số sóng mang ít.



Hình 2.4. Cấu hình của bộ khuếch đại công suất cao

## 2.5. KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ VÀ GIẢI ĐIỀU CHẾ TÍN HIỆU

### 2.5.1. Giới thiệu

Điều chế tín hiệu là biến đổi tín tức cần truyền sang một dạng năng lượng mới có quy luật biến đổi theo tín tức và thích hợp với môi trường truyền dẫn. Quá trình điều chế là quá trình dùng tín hiệu tín tức để thay đổi một hay nhiều thông số của phương tiện mang tin. Phương tiện mang tin trong thông tin vệ tinh thường là sóng điện từ cao tần (RF). Việc điều chế phải đảm bảo sao cho tín hiệu ít bị can nhiễu nhất khi sóng mang đi qua môi trường trung gian.

Người ta phân biệt hai loại điều chế đó là điều chế tương tự cho các tín hiệu tương tự và điều chế số cho các tín hiệu số. Đối với tín hiệu tương tự thì kiểu điều chế thường dùng trong thông tin vệ tinh là điều tần FM (dùng cho thoại, số liệu và truyền hình). Các phương pháp điều biên AM và điều biên pha QAM (điều chế cầu phương) rất ít dùng bởi khoảng cách truyền dẫn rất lớn của tuyến vệ tinh cùng với các tạp âm đường truyền sẽ làm cho biên độ sóng mang bị thay đổi rất mạnh gây nhiều khó khăn cho quá trình giải điều chế. Còn các kỹ thuật điều chế số dựa trên cơ sở dùng các biện pháp tải các dòng bit tin tức lên sóng mang. Tín hiệu ở băng gốc bao giờ cũng là tín hiệu tương tự nên chúng phải được chuyển thành tín hiệu số nhờ phương thức PCM (Pulse Code Modulation) trước khi đem điều chế. Kỹ thuật điều chế số được sử dụng trong thông tin vệ tinh thường là điều chế dịch mức pha PSK (Phase Shift Keying) và điều chế dịch mức pha vi sai DE-PSK (Different Encode PSK). Ưu điểm của kỹ thuật điều chế số là nó khai thác được các mặt mạnh của tín hiệu số so với tín hiệu tương tự, ít bị can nhiễu của môi trường và dễ kết hợp với các quá trình xử lý như: mã hoá, bảo mật, chống lỗi, sửa lỗi... Nói chung, nguyên tắc của việc điều chế tín hiệu số và tín hiệu tương tự là giống nhau.

### **2.5.2. Kỹ thuật điều chế tần số (FM)**

Nguyên lý của kỹ thuật điều chế tần số (FM): giả sử  $v(t)$  là điện áp đại diện cho tín hiệu điều chế và  $f_c$  là tần số sóng mang thông thường. Điều chế tần số (điều tần) kết hợp sự lệch tần số (di tần) của sóng mang  $\Delta F(t) = f(t) - f_c$  (độ lệch này tỷ lệ thuận với  $v(t)$ ), với điện áp  $v(t)$  ta có:

$$\Delta F(t) = f(t) - f_c = k_{FM} \cdot v(t) \text{ (Hz)}$$

Trong đó: -  $k_{FM}$  (Hz/V) đặc trưng cho bộ điều chế.

-  $f(t)$  (Hz) là tần số tín hiệu cần điều chế.

Như vậy, sự biến đổi biên độ của điện thế  $v(t)$  đặc trưng cho tin tức cần truyền đi đã được tải lên sóng mang theo hàm  $\Delta F(t)$ . Khi truyền sóng sang trạm thu, bộ giải điều chế sẽ căn cứ vào đại lượng  $\Delta F(t)$  để khôi phục tin tức ban đầu.

### **2.5.3. Kỹ thuật giải điều chế sóng mang điều tần (FM)**

Nguyên lý của kỹ thuật giải điều chế sóng mang (FM): sóng mang tại đầu vào bộ giải điều chế có một tỷ số tín hiệu trên tạp âm  $(C/N_0)_T$ . Bộ giải điều chế nhận biết độ di tần tức thời  $\Delta F(t)$  của sóng mang và khôi phục một điện áp  $u(t)$  sao cho:

$$u(t) = \sigma_{FM} \cdot \Delta F(t) \text{ (V)}$$

trong đó  $\sigma_{FM}$  (V/Hz) đặc trưng cho bộ giải điều chế.

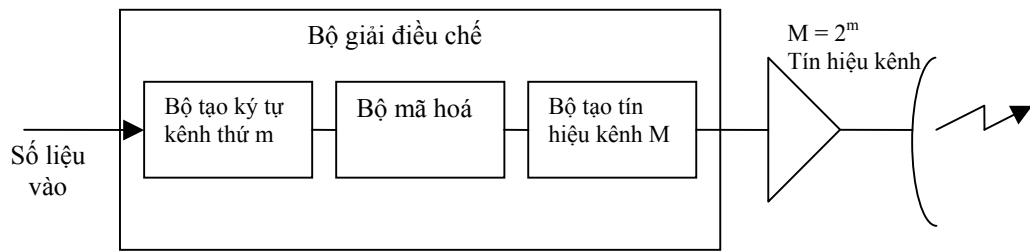
### **2.5.4. Điều chế số**

Hình 2.5. trình bày nguyên lý của một bộ điều chế. Nó bao gồm:

- Một bộ tạo ký tự.
- Một bộ mã hoá.



- Một bộ tạo tín hiệu (sóng mang) tần số vô tuyến.



**Hình 2.5. Nguyên lý của một bộ điều chế số**

Bộ tạo ký tự tạo ra các ký tự với  $M$  trạng thái, trong đó  $M=2^m$ , từ  $m$  bit liên tiếp của dòng nhị phân đầu vào. Bộ mã hoá thiết lập một sự tương ứng giữa  $M$  trạng thái của các ký hiệu này và  $M$  trạng thái có thể có của sóng mang phát. Có hai loại mã hoá thông dụng:

- Mã hoá trực tiếp - một trạng thái của ký tự xác định một trạng thái của sóng mang.
- Mã hoá chuyển tiếp (mã hoá vi sai) - một trạng thái của ký tự xác định một chuyển tiếp giữa hai trạng thái kế tiếp nhau của sóng mang.

Điều chế pha (khóa dịch pha PSK – Phase Shift Keying) đặc biệt thích hợp đối với các tuyến vệ tinh. Trong thực tế nó sử dụng lợi thế của một đường bao không đổi nên nó cung cấp hiệu quả phổ tốt hơn.

### 2.5.5. Kỹ thuật giải điều chế sóng mang PSK

Vai trò của bộ giải điều chế là nhận biết pha (hoặc sự dịch pha) của sóng mang nhận được và từ đó suy ra giá trị các bit của dòng nhị phân được phát đi. Giải điều chế có thể là:

- Nhất quán (coherent): bộ giải điều chế sử dụng tín hiệu chuẩn hình sin tại chỗ có cùng tần số và pha như sóng mang được điều chế tại máy phát. Bộ giải điều chế thông dịch pha của sóng mang thu được bằng việc đối chiếu nó với pha của tín hiệu chuẩn. Giải điều chế nhất quán cho phép dòng nhị phân được tái cấu trúc cho cả hai trường hợp mã hoá truyền dẫn - trực tiếp (BPSK và QPSK) và vi sai (DE-PSK và DE-QPSK).
- Vi sai: bộ giải điều chế đối chiếu pha của sóng mang thu được trong thời gian truyền dẫn một ký tự và pha của nó trong thời gian của ký tự trước đó. Do vậy, bộ giải điều chế phát hiện được những biến đổi pha. Thông tin phía phát chỉ có thể được khôi phục nếu nó được chứa trong các biến đổi pha, điều chế vi sai luôn luôn kết hợp với mã hoá vi sai khi truyền dẫn.

## 2.6. KỸ THUẬT ĐA TRUY NHẬP

Trong phần này chúng ta sẽ đề cập tới các kỹ thuật cho phép một số trạm mặt đất trên mạng có thể truy cập đồng thời lên vệ tinh (sử dụng chung một bộ phát đáp trên vệ tinh). Như vậy, các sóng mang phát bởi các trạm mặt đất truy cập đến cùng anten thu vệ tinh và đồng thời các trạm mặt đất có thể thu được tất cả các sóng mang phát lại bởi vệ tinh. Nếu búp sóng đủ lớn (độ rộng búp sóng =  $17^\circ$ ) thì vệ tinh có thể bao phủ mọi vùng của bán cầu nhìn từ vệ tinh. Với góc mở nhỏ thì vệ tinh chỉ bao phủ một phần Trái Đất.

### 2.6.1. Các vấn đề về lưu lượng

#### 2.6.1.1. Định tuyến lưu lượng

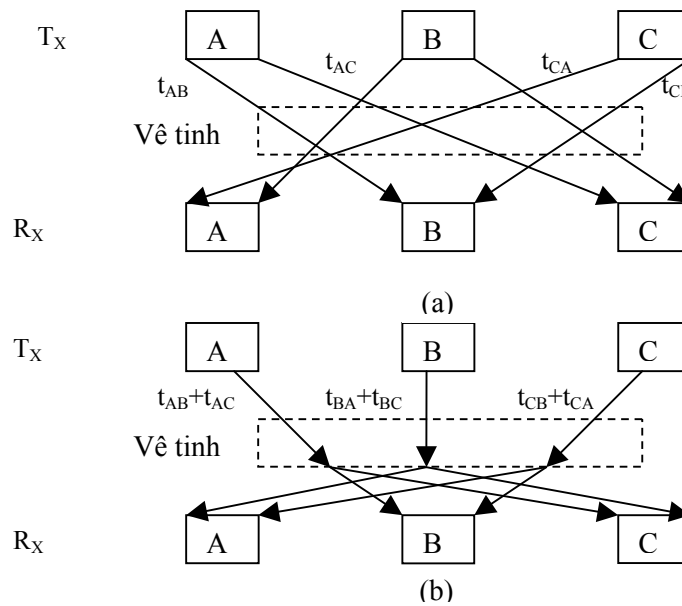
Vấn đề đặt ra ở đây là ta cần đưa ra yêu cầu về lưu lượng của một mạng N trạm, làm thế nào để định tuyến lưu lượng trong mạng. Để thực hiện điều này ta cần phải thiết lập một dung lượng chuyển tải thông tin thích hợp giữa hai trạm. Thông thường dung lượng này xác định theo nhu cầu lưu lượng và xác suất chặn có thể chấp nhận (giá trị tiêu biểu là từ 0.5 đến 1%). Giả sử  $C_{xy}$  là dung lượng được biểu thị như số lượng kênh thoại hoặc bit/s cho nhu cầu chuyển thông tin  $f_{xy}$  từ trạm X đến trạm Y. Tập hợp các dung lượng sẵn có để trao đổi giữa N trạm mô tả bằng một ma trận vuông  $N \times N$  với đường chéo chính bằng 0 ( $C_{XY}=0$ ). Thí dụ, đối với một mạng chứa 3 trạm ( $X=A, B, C; Y=A, B, C$ ):

Từ trạm	Tới trạm		
	A	B	C
A	-	$C_{AB}$	$C_{AC}$
B	$C_{BA}$	-	$C_{BC}$
C	$C_{CA}$	$C_{CB}$	-

Việc chuyển giao thông tin xảy ra theo các kỹ thuật truyền dẫn cho một kênh qua vệ tinh và hàm ý sự điều chế sóng mang của tần số vô tuyến do kênh vệ tinh chuyển tiếp. Có thể có hai giải pháp:

- Thiết lập mỗi sóng mang một tuyến.
- Thiết lập mỗi sóng mang một trạm phát

#### 2.6.1.2. Mỗi sóng mang trên một tuyến



**Hình 2.6. Định tuyến lưu lượng a) Mỗi sóng mang một tuyến  
b) Mỗi sóng mang một trạm phát**

Mỗi sóng mang vận chuyển lưu lượng thông tin  $f_{XY}$  từ trạm X tới trạm Y. Số lượng các sóng mang bằng với số lượng các hệ số khác không trong ma trận nói trên, có nghĩa là  $N(N-1)$ . Các hệ số của ma trận xác định dung lượng của mỗi sóng mang.

### 2.6.1.3. Mỗi sóng mang trên một trạm phát

Tính quảng bá của vệ tinh được sử dụng: nó cho phép mỗi trạm thu được tất cả các sóng mang phát tới vệ tinh. Trong các điều kiện như vậy có thể thấy là nhiệm vụ vận chuyển toàn bộ lưu lượng từ trạm X đến tất cả các trạm khác có thể được gán cho một sóng mang duy nhất. Số lượng các sóng mang bằng với số trạm N. Dung lượng của mỗi sóng mang được tính bằng tổng các hệ số của hàng trong ma trận nói trên tương ứng với trạm phát.

### 2.6.1.4. Đánh giá chung

Trong phương pháp định tuyến “một sóng mang trên một tuyến” dẫn đến nhiều sóng mang hơn so với phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm phát” và mỗi sóng mang có dung lượng nhỏ hơn. Tuy nhiên, trạm thu chỉ nhận được dung lượng dự định dành cho nó, khi đó trong phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm phát”, trạm thu Y phải tách lưu lượng “X tới Y” ra khỏi sóng mang thu được từ trạm X khỏi lưu lượng tổng do trạm X phát trên sóng mang này.

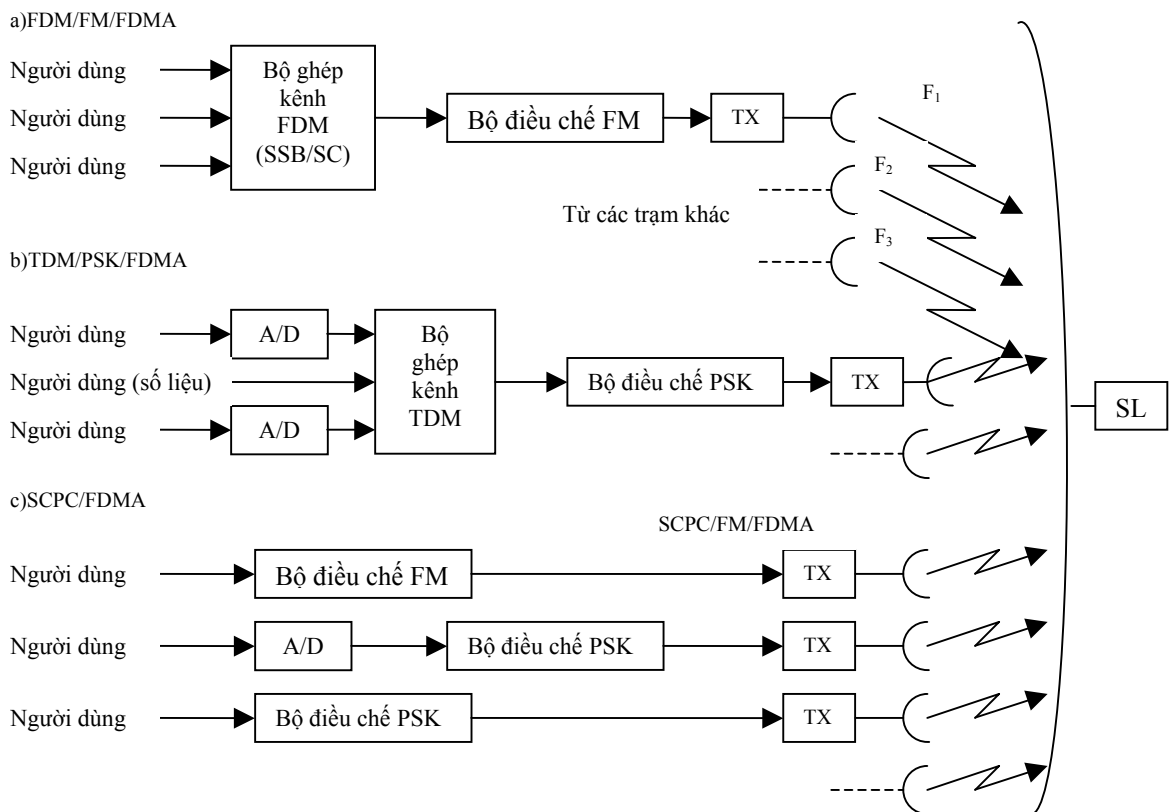
Việc lựa chọn giữa hai phương pháp này là sự lựa chọn kinh tế. Nó phụ thuộc vào những điều kiện cân nhắc khác, chẳng hạn như số lượng các kênh vệ tinh, dải thông của kênh vệ tinh và kỹ thuật đa truy nhập được sử dụng. Nói chung một số lượng lớn sóng mang được vệ tinh chuyển tiếp sẽ gây ra nhiều phiền hà hơn so với

việc phải phát các sóng mang có dung lượng cao hơn. Phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm phát” thường được sử dụng nhiều nhất.

**2.6.2. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA)**

Dải thông của kênh của một bộ chuyển tiếp được chia thành các dải con, mỗi dải con được phân bổ cho các sóng mang do trạm một mặt đất phát đi. Với kiểu truy nhập này trạm mặt đất phát đi liên tục và kênh sẽ phát đi đồng thời một sóng mang tại các tần số khác nhau. Nhất thiết phải cung cấp các khoảng bảo vệ giữa mỗi dải mà một sóng mang chiếm để bù trừ lại sự không hoàn hảo của các bộ lọc và các bộ dao động. Máy thu của tuyến xuống chọn lọc các sóng mang cần thiết phù hợp với tần số thích hợp. Bộ khuếch đại trung tần IF sẽ bảo đảm việc này.

Tùy thuộc vào các kỹ thuật ghép kênh và điều chế được sử dụng mà ta có thể xem xét một số cơ chế truyền dẫn. Trong mỗi trường hợp, kênh sẽ vận chuyển một số sóng mang cùng một lúc và đặc tính chuyển tải tuyến của kênh sẽ là nguyên nhân của một vấn đề lớn – đó là xuyên điều chế giữa các sóng mang.



**Hình 2.7. Cấu hình truyền dẫn FDMA a) FDM/FM/FDMA  
b) TDM/PSK/FDMA c) SCPC/FDMA**

**2.6.2.1. Các cơ chế truyền dẫn**

**a- FDM/FM/FDMA (Hình 2.7a.)**

Các tín hiệu băng tần gốc từ các thuê bao hoặc từ mạng là các tín hiệu tương tự, chúng được tổ hợp lại để hình thành một tín hiệu ghép kênh phân chia theo tần số (FDM). Tần số tín hiệu tương tự đã được ghép kênh này dùng để điều chế một sóng mang theo kiểu điều tần (FM), sau đó sóng mang này truy cập lên vệ tinh với một tần số riêng tại cùng một thời điểm với các sóng mang khác nhau trên các tần số khác nhau phát đi từ các trạm khác trên mạng. Để giảm thiểu các thành phần xuyên điều chế cũng như số lượng sóng mang phát đi trong mạng thì việc định tuyến lưu lượng được thực hiện theo phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm phát”. Do vậy, tín hiệu ghép kênh FDM bao gồm tất cả các tần số của tín hiệu đi tới các trạm khác.

**b- TDM/PSK/FDMA (Hình 2.7b.)**

Các tín hiệu băng tần gốc từ các thuê bao hoặc từ mạng là các tín hiệu số, chúng được tổ hợp lại để hình thành một tín hiệu ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM). Dòng nhị phân biểu thị tín hiệu được ghép kênh này sẽ điều chế một sóng mang theo khoá dịch pha (PSK), sóng mang này truy nhập vệ tinh tại một tần số riêng tại cùng một thời điểm với sóng mang khác, trên các tần số khác từ các trạm khác. Để giảm thiểu các sản phẩm xuyên điều chế, và do vậy số lượng các sóng mang việc định nghĩa tuyến lưu lượng được thực hiện theo phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm phát”. Như vậy, tín hiệu ghép kênh TDM bao gồm tất cả các tín hiệu theo thời gian hướng tới các trạm khác.

**c- SCPC/FDMA (Hình 2.7c.)**

Mỗi tín hiệu băng tần gốc từ các thuê bao hoặc từ mạng điều chế trực tiếp một sóng mang dưới dạng tương tự hoặc số tùy thuộc vào bản chất của tín hiệu đang xét (SCPC). Mỗi sóng mang truy nhập vệ tinh trên tần số riêng của nó tại cùng một thời điểm như các sóng mang khác trên các tần số khác nhau từ cùng một trạm hoặc từ các trạm khác.

Do vậy, việc định tuyến thông tin được định tuyến theo phương pháp “mỗi sóng mang trên một tuyến”.

**2.6.2.2. Can nhiễu của kênh lân cận**

Dải thông của kênh được một số sóng mang chiếm tại những tần số khác nhau. Kênh sẽ phát chúng tới tất cả các trạm mặt đất nằm trong vùng phủ sóng của anten vệ tinh. Các sóng mang phải được máy thu lọc tại mỗi trạm mặt đất và việc lọc này được thực hiện dễ dàng hơn khi phổ của sóng mang tách biệt nhau bởi một dải bảo vệ rộng. Tuy nhiên, việc sử dụng các dải bảo vệ rộng dẫn đến sử dụng không hiệu quả dải thông của kênh và chi phí khai thác của đoạn không gian cho mỗi sóng mang sẽ cao hơn. Do vậy, cần phải có sự dung hoà kinh tế - kỹ thuật. Bất kể sự dung hoà được chọn như thế nào thì một phần công suất của một sóng mang nằm bên cạnh sóng

mang cho trước cũng sẽ bị “bắt” bởi máy thu điều hưởng ở tần số của sóng mang này. Đây là nguyên nhân sẽ gây ra can nhiễu của kênh lân cận.

### **2.6.2.3. Xuyên điều chế**

Ta thấy một kênh của một bộ chuyển tiếp vệ tinh có một đặc tính truyền đạt không tuyến tính. Nhờ tính chất của đa truy nhập phân chia theo tần số, bộ khuếch đại này khuếch đại đồng thời nhiều sóng mang tại các tần số khác nhau. Bản thân trạm mặt đất cũng có một bộ khuếch đại phi tuyến và nó cũng có thể được cấp nhiều sóng mang tại các tần số khác nhau. Nói chung, khi  $N$  tín hiệu hình sin tại các tần số  $f_1, f_2, \dots, f_N$  đi qua một bộ khuếch đại phi tuyến, thì đầu ra của nó không chỉ chứa  $N$  tín hiệu tại các tần số gốc mà còn chứa các tín hiệu không mong muốn, gọi là các sản phẩm xuyên điều chế. Các sản phẩm đó xuất hiện tại các tần số  $f_{IM}$ , vốn là các tổ hợp tuyến tính của các tần số đầu vào, như vậy:

$$f_{IM} = m_1 f_1 + m_2 f_2 + \dots + m_N f_N \text{ (Hz)}$$

trong đó  $m_1, m_2, \dots, m_N$  là các số nguyên dương hoặc âm.

Đại lượng  $X$  được gọi là bậc của một sản phẩm xuyên điều chế, sao cho:

$$X = |m_1| + |m_2| + \dots + |m_N|$$

Khi tần số trung tâm của dải thông của bộ khuếch đại là lớn so với dải thông của bộ chuyển tiếp của kênh vệ tinh, thì chỉ các sản phẩm xuyên điều chế bậc lẻ mới rơi vào dải thông của kênh. Và lại, biên độ của các sản phẩm xuyên điều chế này sẽ giảm theo bậc của sản phẩm này. Trong thực tế, chỉ những sản phẩm bậc 3 và ở mức nhỏ hơn 5 là đáng kể.

### **2.6.2.4. Hiệu suất của FDMA**

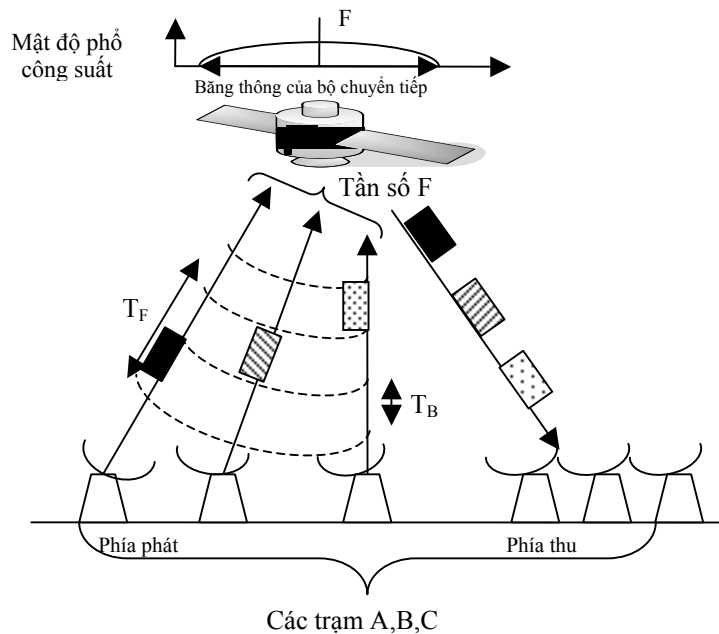
Giữa hiệu suất và số lượng các kênh thoại của dung lượng tổng cộng của một kênh vệ tinh có độ rộng 36 MHz bao phủ toàn cầu bởi vệ tinh INTELSAT IV hoặc IVA có mối quan hệ với nhau. Trong cơ chế truyền dẫn kiểu FDM/FM/FDMA thì các sóng mang được điều chế bởi các tín hiệu ghép kênh. Số các sóng mang tăng thì dải thông ấn định cho mỗi sóng mang phải giảm, tổng dung lượng thực tế trên các sóng mang sẽ giảm đi so với trường hợp chỉ có một sóng mang. Vì dung lượng tổng cộng được tạo ra từ dung lượng của mỗi sóng mang và số các sóng mang thì ta có thể hình dung là dung lượng tổng cộng sẽ là hằng số tuyệt đối. Nhưng không phải vậy, dung lượng tổng cộng giảm khi số sóng mang tăng. Kết quả này là do mỗi sóng mang làm suy giảm giá trị  $(C/N_0)_T$  khi số các sóng mang lớn.

### **2.6.2.5. Kết luận**

Đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA) được đặc trưng bởi sự truy nhập liên tục tới vệ tinh trong một băng tần cho trước. Kỹ thuật này có lợi thế là tính đơn giản và dựa vào các thiết bị đã được kiểm nghiệm. Tuy nhiên, nó có một số nhược điểm:

- Thiếu linh hoạt trong trường hợp tái cấu hình; để thích ứng với sự thay đổi dung lượng, nhất thiết phải thay đổi kế hoạch tần số và điều này đòi hỏi thay đổi các tần số phát, các tần số thu và các dải thông bộ lọc của các trạm mặt đất.
- Tồn thất dung lượng khi số lượng truy nhập tăng lên do phát sinh các sản phẩm xuyên điều chế đòi hỏi phải hoạt động tại một công suất phát của vệ tinh bị giảm bớt.
- Cần phải điều khiển công suất phát của các trạm mặt đất theo một cách sao cho các công suất sóng mang tại đầu vào vệ tinh là như nhau. Việc điều khiển này phải được thực hiện theo thời gian thực và phải thích ứng với độ suy hao do mưa gây ra trên các tuyến lên.

### **2.6.3. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA)**



**Hình 2.8. Hoạt động của một mạng theo nguyên lý TDMA**

Hình 2.8. chỉ ra hoạt động của một mạng theo nguyên lý (TDMA). Các trạm mặt đất phát một cách gián đoạn trong khoảng thời gian  $T_B$ . Truyền dẫn này gọi là truyền dẫn từng khối (burst). Một khối truyền được chèn vào trong cấu trúc giới hạn thời gian  $T_F$  gọi là chu kỳ một khung và điều này tương ứng với cấu trúc thời gian tuần hoàn trong tất cả các trạm phát. Mỗi sóng mang mô tả một khối chiếm tất cả các dải thông của kênh. Vì vậy một kênh chỉ mang một sóng mang tại một thời điểm.

#### **2.6.3.1. Tạo khối bit**

Khối bit tương ứng với việc chuyển lưu lượng từ một trạm đang xem xét. Việc chuyển này có thể thực hiện theo phương pháp “mỗi sóng mang trên một tuyến”;

trong trường hợp này, trạm sẽ phát đi N-1 khối trong một khung, trong đó N là số lượng các trạm trong mạng và số lượng các khối P trong khung sẽ là  $P=N(N-1)$ . Với phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm”, trạm sẽ phát đi một khối duy nhất mỗi khung và số lượng các khối P trong khung sẽ bằng N. Do vậy, mỗi khối sẽ di chuyển trong dạng các khối con của lưu lượng giữa hai trạm. Do giảm bớt lưu lượng thoát của kênh khi số lượng các khối tăng lên cho nên nói chung phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm” vẫn được sử dụng.

Trạm mặt đất thu được thông tin dưới dạng một dòng nhị phân liên tục có tốc độ  $R_b$  từ giao diện mạng hoặc một giao diện khách hàng. Thông tin này phải được lưu trữ trong một bộ nhớ đệm trong khi chờ đợi đến lượt truyền dẫn khối. Khi thời điểm này xuất hiện, các nội dung của bộ nhớ được phát đi trong một khoảng thời gian bằng với  $T_B$ . Do vậy tốc độ bit R, dùng để điều chế sóng mang sẽ là:

$$R=R_b(T_F/T_B) \text{ (bit/s)}$$

Giá trị R sẽ lớn khi độ dài khối là nhỏ và do vậy chu kỳ phiên truyền dẫn ( $T_F/T_B$ ) của trạm sẽ thấp. Như vậy, thí dụ nếu  $R_b=2$  Mbit/s và  $(T_F/T_B)=10$  thì điều chế xuất hiện với tốc độ 20 Mbit/s. Lưu ý rằng R biểu thị tổng dung lượng mạng, nghĩa là tổng các dung lượng trạm tính theo bit/s. Nếu tất cả các trạm có cùng một dung lượng thì chu kỳ phiên ( $T_F/T_B$ ) biểu thị số lượng các trạm trên mạng.

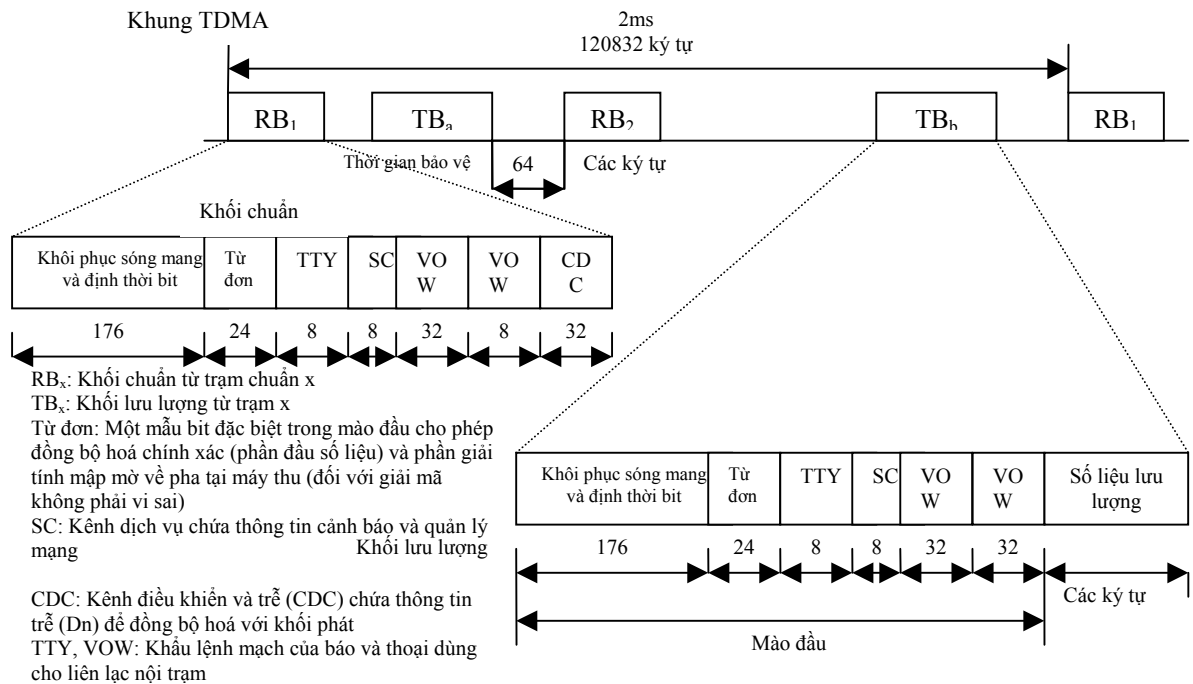
### **2.6.3.2. Cấu trúc khung**

Khung được tạo thành tại mức vệ tinh nó bao gồm toàn bộ các khối bit do mọi trạm mặt đất đặt liên tiếp nhau phát đi nếu chế độ đồng bộ hoá truyền dẫn của các trạm là đúng. Để tính đến những khiếm khuyết của đồng bộ hoá, một chu kỳ ngoài truyền dẫn, gọi là thời gian bảo vệ được cung cấp giữa mỗi khối. Hình 2.9. chỉ ra khung dùng trong các mạng INTELSAT và EUTELSAT. Độ dài của khung là 2 ms. Thời gian bảo vệ chiếm 64 ký tự hoặc 128 bit và nó tương ứng với một khoảng thời gian là 1  $\mu$ s. Hãy chú ý sự hiện diện của hai loại khối:

- Các khối bit của các trạm lưu lượng, với một mào đầu gồm 280 ký tự hoặc 560 bit và với một trường tải được cấu trúc theo các bội số của 64 ký tự, tương ứng với dung lượng của mỗi trạm.
- Các khối bit của các trạm tham chiếu với một mào đầu gồm 288 ký tự hay 576 bit và không có trường tải. Trạm tham chiếu là trạm xác định đồng hồ khung bằng việc phát đi các khối chuẩn của nó; tất cả các trạm lưu lượng của mạng phải tự đồng bộ hoá với trạm tham chiếu chờ đặt khối của chúng với một thời gian trễ không đổi so với khối của trạm tham chiếu gọi là khối chuẩn. Do vai trò của nó trong hoạt động hiệu chỉnh mạng, trạm tham chiếu sẽ được trang bị kép. Điều này giải thích tại sao



mỗi khung có hai khối chuẩn, mỗi khối do một trong hai trạm tham chiếu đồng bộ với nhau phát đi.



Hình 2.9. Cấu trúc khung TDMA

### 2.6.3.3. Hiệu suất của TDMA

Hiệu suất (thông lượng) của truyền dẫn TDMA có thể được đo bằng tỷ số của dung lượng kênh trong chế độ hoạt động đơn sóng mang (chỉ có một trạm truy nhập) trên dung lượng của cùng kênh đó trong trường hợp đa truy nhập. Giả sử rằng toàn bộ dải thông được chiếm hết trong cả hai trường hợp. Trong chế độ hoạt động đơn sóng mang, dung lượng chuyển tải là  $R = B\Gamma$ , trong đó  $B(\text{Hz})$  là dải thông của kênh và  $\Gamma(\text{bit/s Hz})$  là hiệu quả phổ điều chế. Trong trường hợp đa truy nhập, dung lượng này là  $R(1 - \sum t_i / T_F)$ , trong đó  $\sum t_i$  biểu thị tổng các thời gian không dành cho truyền dẫn lưu lượng (các thời gian bảo vệ cộng với các mào đầu). Do vậy, hiệu suất là:

$$\eta = 1 - \sum t_i / T_F$$

Nó biểu thị thời gian dành cho truyền dẫn lưu lượng (mà đó là nguồn lợi nhuận cho nhà khai thác mạng) và tổng thời gian sử dụng kênh (mà nhà khai thác mạng phải trả tiền). Hiệu suất sẽ càng lớn khi độ dài khung  $T_F$  lớn và khi  $\sum t_i$  là nhỏ.

Hiệu suất phụ thuộc vào số lượng  $P$  của các khối bit trong khung. Cho  $p$  là số lượng bit trong mào đầu và  $g$  là độ dài tương đương tính bằng bit của thời gian bảo vệ. Giả sử rằng khung có chứa hai khối chuẩn, điều này dẫn đến:

$$\eta = 1 - (P+2)(p+g) / RT_F$$

trong đó  $R(\text{bit/s})$  là tốc độ bit của khung.

Hiệu suất là một hàm của số lượng các truy nhập, có nghĩa là số lượng các trạm N trong mạng phụ thuộc vào cơ chế định tuyến được chấp nhận cấu trúc mạng.

- Trong trường hợp “mỗi sóng mang trên một tuyến” thì  $P=N(N-1)$ .
- Trong trường hợp “mỗi sóng mang trên một trạm” thì  $P=N$ .

Do hiệu suất sẽ thấp khi P cao, cho nên có thể thấy rõ lợi thế của việc chấp nhận phương pháp “mỗi sóng mang trên một trạm”.

Hiệu suất liên quan trực tiếp đến việc tính toán lưu lượng của một mạng, tức là số lượng các kênh thoại. Cho r là tốc độ báo hiệu liên quan đến một kênh thoại và n là số lượng các kênh thoại, điều này sẽ dẫn đến:

$$n = \eta R/r$$

Nó biểu thị số lượng kênh thoại trong khung. Số lượng các kênh thoại dưới đất gán tới mạng phụ thuộc vào việc sử dụng bộ tập trung có thể có theo nội suy tiếng nói số và độ lợi tương ứng.

#### **2.6.3.4. Kết luận**

Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA) được đặc trưng bằng việc truy nhập kênh trong một khe thời gian. Điều này có những ưu điểm nhất định:

- Tại mỗi thời điểm kênh chỉ khuếch đại một sóng mang duy nhất, sóng mang này chiếm toàn bộ dải thông kênh; không có các sản phẩm xuyên điều chế và sóng mang được lợi nhờ công suất bão hoà của kênh. Tuy nhiên, sự có mặt của tính phi tuyến kết hợp với các hiệu ứng lọc khi truyền dẫn và khi thu sẽ làm xuống cấp chỉ tiêu truyền dẫn số lý tưởng.
- Hiệu suất truyền dẫn vẫn cao dù số lượng truy nhập là rất lớn.
- Không cần phải khống chế công suất phát của các trạm.
- Tất cả các trạm đều phát và tín hiệu trên cùng một tần số bất kể nguồn và đích của các khối bit; điều này làm đơn giản hoá việc điều hướng.

Tuy nhiên, TDMA cũng có những nhược điểm nhất định:

- Cần phải đồng bộ hoá để đảm bảo hoạt động của toàn mạng.
- Cần mở rộng kích thước của trạm để phát tại hiệu suất cao.

Nói chung, TDMA đòi hỏi các trang thiết bị đắt tiền hơn tại các trạm mặt đất. Tuy nhiên, giá thành đắt của trang thiết bị này được bù lại bằng việc tận dụng tốt hơn đoạn không gian do hiệu suất của truyền dẫn cao hơn trong trường hợp có nhiều truy nhập. Hơn nữa, việc xử lý số dẫn đến sự đơn giản hoá vận hành.

#### **2.6.4. Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA)**

Với đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA) các trạm của mạng phát liên tục và cùng phát trên một băng tần như nhau của kênh. Do vậy, có can nhiễu giữa các quá

trình truyền dẫn của các trạm khác nhau và can nhiễu này được máy thu phân giải, máy thu nhận biết được “chữ ký” của mỗi máy phát; chữ ký này được trình bày dưới một dãy nhị phân, gọi là một mã, được tổ hợp với thông tin hữu ích tại mỗi máy phát. Tập hợp các mã cần dùng phải có các thuộc tính tương quan sau đây:

- Mỗi mã phải có thể được phân biệt một cách dễ dàng với một bản sao của chính nó bị dịch chuyển theo thời gian.
- Mỗi mã phải có thể được phân biệt một cách dễ dàng bất chấp các mã khác được sử dụng trên mạng.

Với việc truyền dẫn mã có kết hợp với thông tin hữu ích đòi hỏi độ sẵn sàng của dải thông tần số cao lớn hơn rất nhiều so với yêu cầu của truyền dẫn chỉ riêng trong thông tin. Đó là tại sao người ta gọi là truyền dẫn trải phổ.

Có hai kỹ thuật được sử dụng trong CDMA:

- Trải phổ trực tiếp (DS – Direct Sequence).
- Trải phổ nhảy tần (FH).

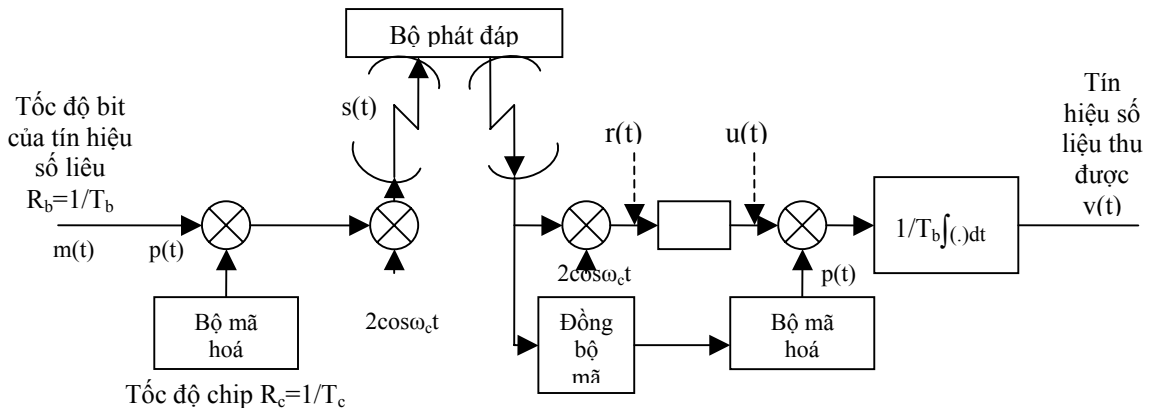
#### **2.6.4.1. Trải phổ trực tiếp (DS-CDMA)**

Hình 2.10. minh hoạ nguyên lý này, bản tin nhị phân cần phát  $m(t)$  có tốc độ bit  $R_b=1/T_b$  được mã hoá theo NRZ sao cho  $m(t) = \pm 1$  và được nhân với một chuỗi bit nhị phân  $p(t) = \pm 1$ , có tốc độ bit  $R_c=1/T_c$  lớn hơn nhiều (từ  $10^2$  đến  $10^6$  lần) so với  $R_b$ . Phần tử nhị phân của chuỗi bit được gọi là một chip để phân biệt nó với phần tử nhị phân (bit) của bản tin. Sau đó, tín hiệu hỗn hợp điều chế một sóng mang theo BPSK mà tần số của nó là như nhau cho tất cả các trạm của mạng. Tín hiệu phát  $s(t)$  có thể được biểu thị bởi:

$$s(t)=m(t)p(t)\cos\omega_c t \text{ (V)}$$

Tại máy thu, tín hiệu được giải điều chế nhất quán bằng cách nhân tín hiệu thu được với một bản sao của sóng mang này. Bỏ qua nhiệt độ tạp âm, tín hiệu  $r(t)$  tại đầu vào bộ lọc thông thấp (LPF) của bộ tách sóng sẽ là:

$$\begin{aligned} r(t) &= m(t)p(t)\cos\omega_c t(2\cos\omega_c t) \\ &= m(t)p(t) + m(t)p(t)\cos 2\omega_c t \text{ (V)} \end{aligned}$$



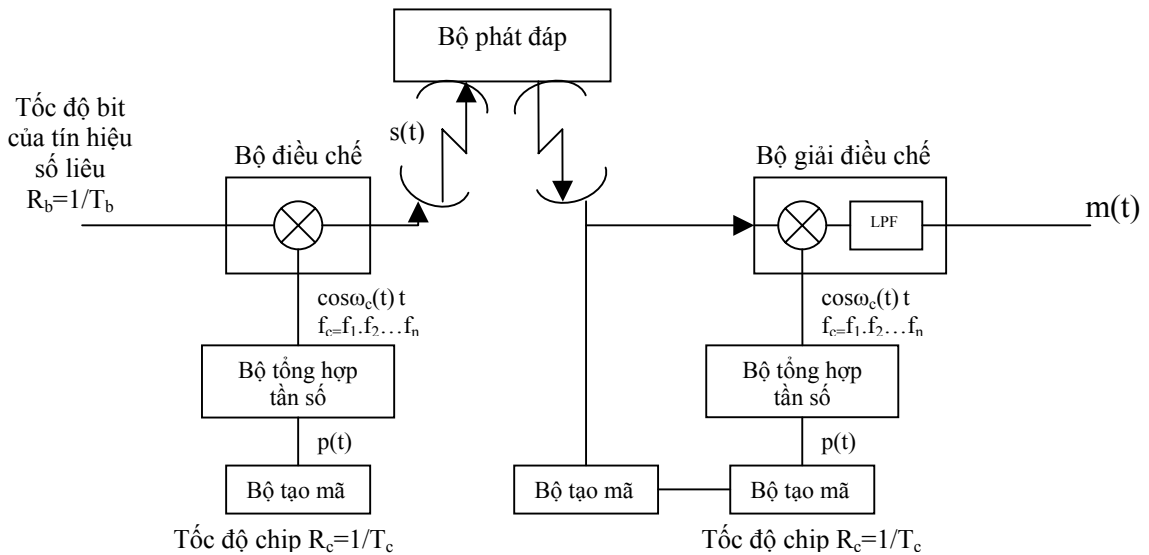
**Hình 2.10. Trải phổ trực tiếp (DS-SS)**

Bộ lọc thông thấp của bộ tách sóng loại bỏ các thành phần tần số cao và chỉ giữ lại thành phần tần số thấp  $u(t) = m(t)*p(t)$ . Sau đó, thành phần này được nhân với mã nội tại  $p(t)$  cùng pha với mã thu được. Trong kết quả này,  $p^2(t) = 1$ . Tại đầu ra của bộ nhân ta sẽ có:

$$x(t) = m(t)*p(t)*p(t) = m(t)*p^2(t) = m(t) \quad (V)$$

Để loại bỏ hoàn toàn tạp âm,  $x(t)$  được đưa qua bộ tích phân trong một chu kỳ từ 0 đến  $T_b$  tại đầu ra của bộ tích phân phía thu, tín hiệu ở phía phát được hồi phục hoàn toàn.

**2.6.4.2. Trải phổ nhảy tần**



**Hình 2.11. Trải phổ nhảy tần (FH-SS)**

Hình 2.11. minh hoạ nguyên lý này. Bản tin nhị phân  $m(t)$  cần phát có tốc độ  $R_b = 1/T_b$  và được mã hoá theo NRZ. Nó điều chế một sóng mang mà tần số của nó  $f_c(t) = \omega_c(t)/2\pi$  được tạo ra bởi bộ tổng hợp tần số được điều khiển bởi một bộ tạo chuỗi nhị phân hoặc mã. Bộ tạo dao động sẽ tạo ra các chip có tốc độ bit  $R_c$ . Điều chế

bằng BPSK, mặc dù các kiểu điều chế khác nhau cũng có thể được sử dụng, đặc biệt là điều chế dịch tần (FSK). Như vậy, tín hiệu phát có dạng:

$$s(t) = m(t)\cos\omega_c(t)t$$

Tần số sóng mang được xác định theo một tập hợp của  $\log_2 N$  chip, trong đó  $N$  là số lượng các tần số sóng mang có thể có. Mỗi lần nó thay đổi là mã đã tạo ra  $\log_2 N$  chip liên tiếp. Do vậy, tần số sóng mang thay đổi theo các bước. Bước của tần số là  $R_H = R_c / \log_2 N$ .

Tại máy thu, sóng mang được nhân với một sóng mang chưa điều chế được tạo ra trong cùng các điều kiện như tại máy phát. Nếu mã tại chỗ cùng pha với mã thu được thì tín hiệu đầu ra của bộ nhân sẽ là:

$$\begin{aligned} r(t) &= m(t)\cos\omega_c(t)t \cdot 2\cos\omega_c(t)t \\ &= m(t) + m(t)\cos 2\omega_c(t)t \end{aligned}$$

Tín hiệu này khi qua bộ lọc thông thấp LPF thì thành phần tần số cao bị giữ lại và đầu ra của bộ giải điều chế ta có tín hiệu  $m(t)$  cần thu và được phục hồi.

#### **2.6.4.3. Hiệu suất của CDMA**

Hiệu suất của CDMA có thể được khảo sát như là tỷ số giữa tổng dung lượng mà một kênh cung cấp trong trường hợp truy nhập đơn, có nghĩa là một sóng mang đơn được điều chế đồng thời theo CDMA. Khi đó, tổng dung lượng của kênh là tích của dung lượng một sóng mang với số lượng các sóng mang, có nghĩa là số lượng các truy nhập. Dung lượng của một sóng mang là  $R_b$  thì số lượng truy nhập tối đa bằng bao nhiêu?

##### **a) Số lượng tối đa các truy nhập**

Xét trường hợp trải phổ trực tiếp (DS-CDMA). Để đơn giản, giả thiết rằng  $N$  sóng mang thu được đều có công suất bằng  $C$ . Công suất hữu ích tại đầu vào máy thu do vậy sẽ là  $C$ . Nếu tốc độ thông tin mà sóng mang này vận chuyển là  $R_b$  thì năng lượng tính cho mỗi bit thông tin là  $E_b = C/R_b$ . Bỏ qua tạp âm nhiệt trong công suất tạp âm tại đầu vào máy thu và chỉ giữ lại phần tạp âm can nhiễu góp vào, thì mật độ phổ công suất tạp âm  $N_0$  tại đầu vào máy thu là  $N_0 = (N-1)C/B_N$ , trong đó  $B_N$  là dải thông tạp âm tương đương của máy thu. Điều này dẫn đến:

$$E_b/N_0 = B_N/R_b(N-1)$$

Hiệu quả phổ  $\Gamma = R_c/B_N$  của điều chế số đang dùng có thể được đưa vào biểu thức này. Khi đó:

$$E_b/N_0 = R_c/R_b(N-1)\Gamma$$

Khi chất lượng của tuyến do một tỷ lệ lỗi nào đó xác định thì giá trị  $E_b/N_0$  là bắt buộc. Từ đó, chất lượng tối đa các truy nhập  $N_{\max} = 1 + (R_c/R_b)/\Gamma(E_b/N_0)$

#### **2. Biểu thức hiệu suất**

Dung lượng tổng tối đa của mạng bằng với  $N_{\max}R_b$ . Dung lượng của một sóng mang đơn được điều chế mà không có trải phổ và chiếm dụng một dải thông  $B_N$  có thể là  $R_c$ . Hiệu suất  $\eta$  của CDMA do vậy được tính theo công thức:

$$\eta = N_{\max}R_b/R_c$$

#### 2.6.4.4. Kết luận

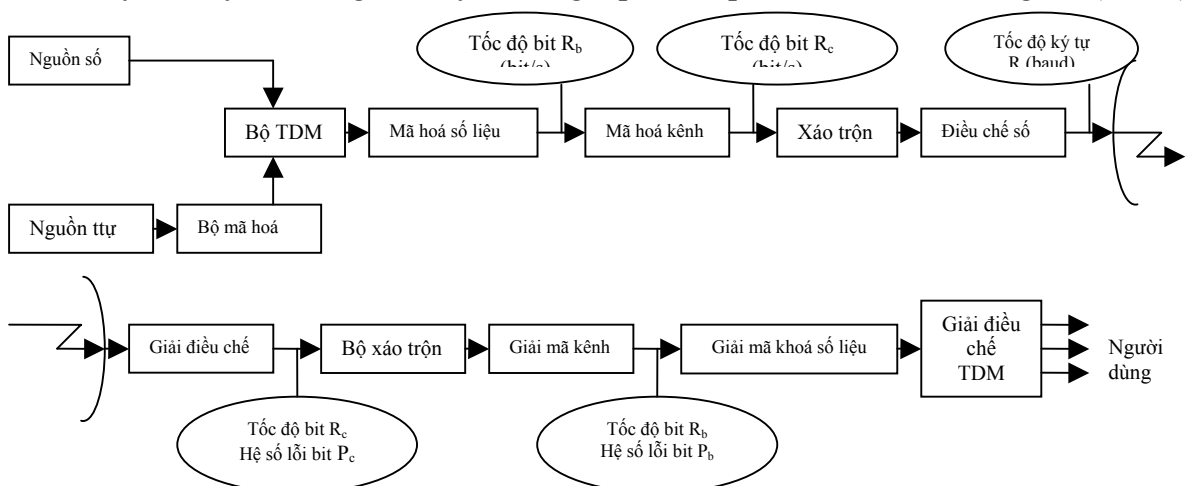
Đa truy nhập phân chia theo mã CDMA có các ưu điểm sau đây:

- Hoạt động đơn giản, do nó không đòi hỏi bất kỳ sự đồng bộ truyền dẫn nào giữa các trạm. Đồng bộ duy nhất là đồng bộ của máy thu với chuỗi của sóng mang thu được.
- Nó cung cấp các thuộc tính hữu ích để chống lại can nhiễu từ các hệ thống khác và can nhiễu do hiện tượng đa đường truyền. Điều này làm cho nó hấp dẫn đối với các mạng có các trạm nhỏ với độ rộng chùm tia anten lớn và đối với truyền thông vệ tinh với các máy di động.

Nhược điểm chính là hiệu suất thấp; một dải thông rộng của đoạn không gian được sử dụng cho một tổng dung lượng mạng thấp so với dung lượng của một sóng mang đơn không được giãn phổ.

### 2.7. CÁC THIẾT BỊ TRUYỀN DẪN SỐ CỦA TRẠM MẶT ĐẤT

Truyền dẫn số liên quan đến các tuyến thông tin vô tuyến mà các đầu cuối khách hàng của chúng tạo ra các tín hiệu số. Nhưng cũng có thể phát các tín hiệu gốc tương tự trong dạng số. Mặc dù sự lựa chọn này hàm ý một sự gia tăng băng tần gốc, nhưng nó cũng cho phép các tín hiệu từ các nguồn khác nhau được phát đi trên cùng một kênh vệ tinh và tuyến thông tin vệ tinh được kết nối vào mạng số đa dịch vụ tích hợp. Điều này hàm ý sử dụng các kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM).



Hình 2.12. Các thành phần của một chuỗi truyền dẫn số qua vệ tinh

### **2.7.1. Số hoá tín hiệu tương tự**

Số hoá tín hiệu tương tự bao gồm 3 giai đoạn:

- Lấy mẫu.
- Lượng tử hoá.
- Mã hoá nguồn.

#### **2.7.1.1. Lấy mẫu**

Việc lấy mẫu phải được thực hiện tại một tần số  $F_s$  ít nhất bằng hai lần tần số cực đại  $f_{\max}$  của phổ tín hiệu tương tự. Tín hiệu tại đầu ra bộ lấy mẫu là một dãy xung điều biên (PAM). Đối với tiếng nói trên một kênh thoại,  $f_{\max} = 3400$  Hz và  $F_s = 8$  KHz. Đối với chương trình phát thanh  $f_{\max} = 15$  KHz và  $F_s = 32$  KHz.

#### **2.7.1.2. Lượng tử hoá**

Sau đó, mỗi mẫu được lượng tử hoá thành một số lượng xác định  $M$  mức rời rạc. Quá trình lượng tử hoá sẽ tạo ra một sai lỗi được mô tả như tạp âm lượng tử hoá. Lượng tử hoá có thể đồng nhất hoặc không đồng nhất tùy theo bước lượng tử hoá; bước này có thể độc lập hoặc là một hàm số của giá trị mẫu. Trong trường hợp lượng tử hoá không đồng nhất, có thể chấp nhận sử dụng luật lượng tử hoá cho phân cấp biên độ của các mẫu nhằm duy trì một tỷ số tín hiệu trên tạp âm lượng tử hoá không đổi cho tất cả các biên độ mẫu. Hoạt động này được gọi là nén. Đối với các mẫu của tiếng nói, hiện nay có hai luật nén được sử dụng đó là nén theo “quy luật A” và “quy luật  $\mu$ ”.

#### **2.7.1.3. Mã hoá nguồn**

Các mẫu lượng tử hoá có một số lượng  $M$  mức, các mức đó có thể được đại diện bởi một bảng ký tự xác định của một tín hiệu sẽ được phát đi trên tuyến. Hoạt động này được gọi là mã hoá nguồn (PCM) nhằm phân biệt nó với mã hoá kênh và nhiệm vụ chính là chống lỗi truyền dẫn. Phần tử thông thường của bảng ký tự này là tín hiệu nhị phân và do vậy nó nhất thiết phải phát đi  $m = \log_2 M$  bit cho mỗi mẫu và đó là tốc độ bit:

$$R_q = F_s \log_2 M$$

Ví dụ đối với điện thoại, nếu  $M = 2^8 = 256$  thì cần có 8 bit cho một mẫu. Với  $F_s = 8$  KHz, tốc độ bit sẽ là  $R_q = 64$  Kbps. Đối với một chương trình phát thanh mã hoá nguồn có nén được sử dụng sẽ cung cấp một tốc độ bit là 384 Kbps. Các kỹ thuật khác nhau sẽ được sử dụng để giảm tốc độ bit. Các kỹ thuật này lợi dụng sự dư thừa hiện diện giữa các mẫu kế tiếp nhau. Theo cách này một tốc độ bit  $R_b \leq R_q$  có thể đạt được và đó là tốc độ thông tin cần được phát. Các kỹ thuật này còn được gọi là mã hoá tốc độ thấp (LRE – Low Rate Encoding). Chúng có thể áp dụng cho tiếng nói và

hình ảnh. Đối với điện thoại, thiết bị thông dụng nhất sử dụng mã hoá vi phân thích ứng (ADPCM – Adaptive Differential PCM) cung cấp một giá trị  $R_q=32\text{Kbps}$ .

### 2.7.2. Thiết bị ghép kênh phân chia theo thời gian TDM

Ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM) bao gồm việc đặt xen đúng nhịp các bit liên quan đến các tín hiệu khác nhau. Đối với ghép kênh điện thoại số, hai kênh mà CCITT G.732 và G.733 khuyến nghị được sử dụng rộng rãi nhất – tiêu chuẩn Châu Âu của CEPT và tiêu chuẩn “sóng mang T” được sử dụng ở Nhật Bản và Bắc Mỹ (Hoa Kỳ và Canada).

#### 2.7.2.1. Phân cấp CEPT

Tiêu chuẩn CEPT dựa trên một khung gồm 256 phần tử nhị phân. Độ dài khung là  $125\ \mu\text{s}$ . Tốc độ bit là 2.048 Mbps. Dung lượng ghép là 30 kênh thoại, 16 bit mỗi khung được sử dụng cho báo hiệu và đồng bộ khung. Các dung lượng cao nhất đạt được bằng việc phép kênh liên tiếp các bộ ghép kênh dung lượng bằng nhau. Theo cách như vậy, một hệ thống thứ bậc ghép kênh được thiết lập gồm một số mức; mỗi mức được cấu trúc bằng việc ghép 4 kênh với dung lượng bằng dung lượng của mức thấp hơn.

#### 2.7.2.2. Phân cấp “sóng mang T” (T - carrier)

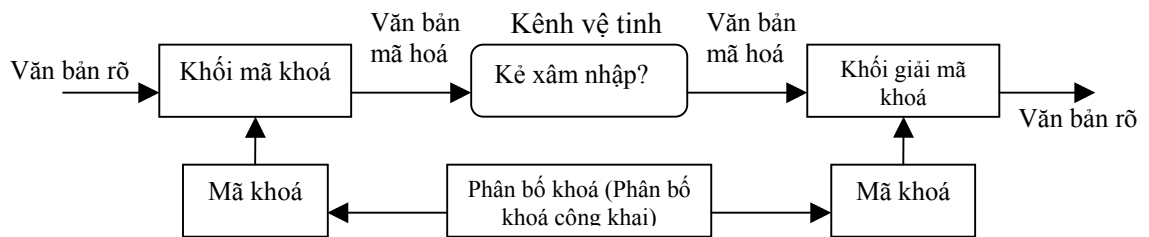
Tiêu chuẩn này dựa vào một khung 192 bit có được nhờ ghép 24 mẫu, mỗi mẫu gồm 8 bit, mỗi khung lại được bổ sung một bit chỉnh khung. Do vậy, mà mỗi khung chứa 193 bit. Độ dài khung là  $125\ \mu\text{s}$ . Tốc độ bit là 1.544Mbps. Dung lượng ghép kênh là 24 kênh (23 + 1 cho báo hiệu). Phân cấp ghép kênh có khác nhau giữa Nhật Bản và Bắc Mỹ.

### 2.7.3. Thiết bị bảo mật (Encryption)

Thiết bị bảo mật được sử dụng khi muốn ngăn chặn việc khai thác, hoặc can thiệp vào các tin tức được phát của những người dùng không được phép. Nó là phép thực hiện một phép thuật giải theo từng bit theo thời gian thực trên dòng nhị phân. Tập trung các tham số dùng để xác định phép biến đổi được gọi là “khóa”. Mặc dù việc sử dụng thiết bị bảo mật thường liên quan đến thông tin quân sự, song các hệ thống vệ tinh thương mại cũng đang được ngày càng nhiều khách hàng đề nghị có các tuyến được bảo mật, đặc biệt là các mạng thương mại và quản trị. Trong thực tế, do vùng bao phủ vệ tinh rất rộng và có thể truy nhập tới các vệ tinh đó bằng các trạm nhỏ, cho nên việc nghe nén và ngụy tạo tin tức là rất cao.



Hình 2.13. Minh hoạ nguyên lý truyền dẫn bảo mật. Các khối bảo mật và giải bảo mật hoạt động với một chìa khoá do các khối tạo khoá cung cấp. Việc có được một chìa khoá chung hàm ý một phương pháp an toàn cho phân phối khóa.



**Hình 2.13. Nguyên lý truyền dẫn bảo mật**

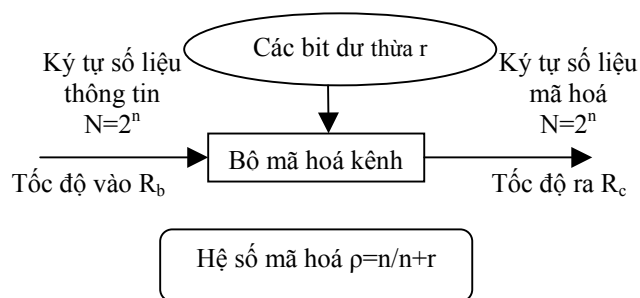
Bảo mật bao gồm hai khía cạnh:

- Khía cạnh bảo mật: tránh không để những người không được phép khai thác tin tức.
- Khía cạnh xác thực: cung cấp việc bảo vệ không cho kẻ thâm nhập có bất kỳ sự thay đổi tin tức nào.

Hai kỹ thuật được sử dụng trong thiết bị bảo mật là:

- Bảo mật trực tuyến (mật mã luồng) mỗi bit của một dòng nhị phân gốc (văn bản rõ) được kết hợp, nhờ sử dụng một phép tính đơn giản (chẳng hạn như cộng modun 2) với mỗi bit của một dòng nhị phân (dòng khoá) do một thiết bị khoá tạo ra. Dòng này, có thể là một bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên mà cấu trúc của nó do mã khoá quyết định.
- Bảo mật theo khối (mật mã hoá khối) chuyển một dòng nhị phân gốc thành một dãy mật hoá được thực hiện theo từng khối theo một logic do khoá mã xác định.

#### 2.7.4. Bộ mã hoá kênh (Channel Encoder)



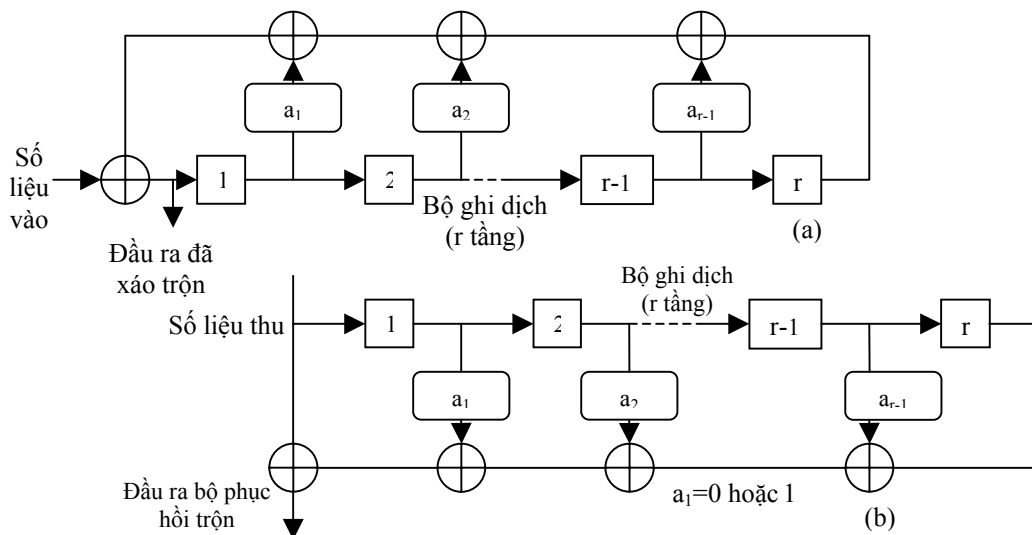
**Hình 2.14. Nguyên lý mã hoá kênh**

Mã hoá kênh có mục đích cộng thêm các bit dư thừa vào các bit thông tin. Các bit dư thừa này sẽ được dùng tại máy thu để phát hiện và sửa sai. Việc thêm các bit này được thực hiện theo các khối hoặc bằng phép nhân chập. Tỷ lệ mã được định nghĩa là:  $\rho = n/n+r$ ; trong đó  $r$  là số lượng các bit được cộng vào với  $n$  bit thông tin.

Tốc độ bit tại đầu vào bộ mã hoá là  $R_b$ . Tại đầu ra nó sẽ lớn hơn và bằng  $R_c$  được xác định theo công thức:  $R_c = R_b/\rho$  (bps)

2.7.5. Bộ tiêu tán năng lượng

Khuyến nghị do CCIR soạn thảo về việc sử dụng các kỹ thuật tiêu tán năng lượng nhằm hạn chế can nhiễu giữa các hệ thống thông tin vô tuyến dùng chung các băng tần như nhau. Trong truyền dẫn số, khi mà dòng nhị phân là ngẫu nhiên, năng lượng sóng mang được dàn trải khắp phổ tần của tín hiệu điều chế. Bằng việc giới hạn EIRP phát của vệ tinh, người ta có thể duy trì dưới mức giới hạn đối với mật độ công suất bề mặt tại mức dưới đất. Ngược lại, nếu luồng nhị phân chứa một mô hình cố định lặp đi lặp lại thì các dòng sẽ xuất hiện trong phổ của sóng mang được điều chế và biên độ của chúng có thể dẫn đến sự giới hạn mật độ công suất bề mặt tại mức dưới đất sẽ bị vượt quá. Nguyên tắc tiêu tán năng lượng là tạo ra một luồng nhị phân điều chế có các thuộc tính ngẫu nhiên, bất chấp cấu trúc của luồng nhị phân chứa thông tin này. Hoạt động này được thực hiện tại máy phát trước khi điều chế, gọi là sự xáo trộn (scrambling). Khi thu, hoạt động ngược lại, được thực hiện sau khi giải điều chế, gọi là bỏ xáo trộn (descrambling). Hình 2.15. trình bày một ví dụ của việc thực hiện xáo trộn và bỏ xáo trộn. Mỗi bit của dòng bit vận chuyển thông tin được tổ hợp lại nhờ phép cộng modun 2, với mỗi bit do bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên tạo ra. Bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên bao gồm một bộ ghi dịch với các đường hồi tiếp khác nhau. Bộ phục hồi (descrambler) gồm một bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên giống như vậy và do các tính chất của phép cộng modun 2 dòng nhị phân đã giải điều chế với các bit của chuỗi ngẫu nhiên bảo đảm sự phục hồi nội dung thông tin. Điều này hàm ý chế độ đồng bộ của hai bộ tạo chuỗi giả ngẫu nhiên.



Hình 2.15. a) Bộ xáo trộn b) Bộ bỏ xáo trộn (phục hồi xáo trộn)

Cơ chế của Hình 2.15. tự nó bảo đảm chế độ đồng bộ này: sau khi r bit được phát đi mà không có sai lỗi, các trạng thái r của bộ ghi dịch phía xáo trộn đều ở vào cùng một trạng thái. Tuy nhiên, một sai lỗi trong một bit tạo ra nhiều lỗi trong một khoảng

r bit sao cho có các hệ số  $a_i$  khác không trong các đường hồi tiếp. Thêm một ưu điểm nữa do quá trình xáo trộn tạo ra là chế ngự được các chuỗi gồm các số logic 0 hoặc 1, mà theo mã hoá NRZ chúng có thể dẫn đến làm mất đồng bộ mạch phục hồi định thời bit và làm cho các lỗi phát hiện tại đầu ra bộ giải điều chế có vẻ giống như do kết quả của một lỗi định thời vào thời điểm quyết định.

## CHƯƠNG 3 PHÂN TÍCH VÀ TÍNH TOÁN ĐƯỜNG TRUYỀN

### 3.1. PHÂN TÍCH ĐƯỜNG TRUYỀN

#### 3.1.1. Giới thiệu chung

Phần này trình bày quá trình truyền dẫn của sóng vô tuyến giữa hai trạm mặt đất, một trạm là trạm phát và một trạm là trạm thu thông qua một vệ tinh. Trong đường truyền như vậy bao gồm hai tuyến: tuyến lên từ trạm mặt đất phát đến vệ tinh và tuyến xuống từ vệ tinh đến trạm mặt đất thu.

Mục đích của phần này là xác định tỷ số tín hiệu trên tạp âm tại đầu vào máy thu. Tỷ số này phụ thuộc vào các đặc tính của máy phát, môi trường truyền dẫn và máy thu. Tuyến lên và tuyến xuống trước tiên được xem xét một cách riêng biệt. Sau đó sẽ xác lập biểu thức cho tỷ số tín hiệu trên tạp âm của một tuyến hoàn chỉnh giữa hai trạm mặt đất.

#### 3.1.2. Phân tích đường truyền tuyến lên

##### 3.1.2.1. Hệ số tăng ích anten (G - Gain)

Hệ số tăng ích của anten là một thông số quan trọng, quyết định không những chất lượng của anten mà cả chất lượng và quy mô của trạm mặt đất.

Từ chương 2, chúng ta có hệ số tăng ích của anten được cho bởi công thức sau:

$$G_{\text{dBi}} = 10\log \eta + 20\log d + 20\log f + 20.4_{\text{dB}}$$

Hệ số tăng ích của anten có diện tích bề mặt  $1\text{m}^2$  với hiệu suất 100% là:

$$G_{1\text{m}^2 \text{ dBi}} = 20\log f + 20.4_{\text{dB}}$$

Trong đó:

$\eta$  là hiệu suất của anten.

$d$  (m) là đường kính của anten.

$f$  (GHz) là tần số làm việc.

$20.4_{\text{dB}}$  là hằng số được tính từ  $10\log(1 \cdot 10^9 \cdot \pi/c)$ .

Phương trình trên chỉ ra rằng kích thước anten càng lớn thì hệ số tăng ích của anten càng lớn và nếu tần số làm việc thay đổi thì hệ số tăng ích của anten cũng thay đổi. Các anten giống nhau thì hệ số tăng ích của đường truyền tuyến lên sẽ lớn hơn hệ số tăng ích của đường truyền tuyến xuống cho băng C và K<sub>U</sub>.

### **3.1.2.2. Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (EIRP)**

Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (EIRP – Equivalen Isotropic Radiated Power) được định nghĩa là tích số của công suất đầu vào anten và hệ số tăng ích của anten đó và có giá trị tính bởi công thức:

$$EIRP = P_T G_T \text{ (W)}$$

Hoặc tính theo dBW:

$$EIRP_{dBW} = 10 \log P_T + G_{T \text{ dBi}}$$

Trong đó:

$P_T$  (W) là công suất đầu vào anten.

$G_{T \text{ dBi}}$  (dBi) là hệ số tăng ích của anten phát.

Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (EIRP) phải được điều chỉnh chính xác, bởi vì EIRP lớn sẽ là nguyên nhân gây nhiễu cùng kênh và nhiễu lân cận của các sóng mang; ngược lại EIRP nhỏ sẽ làm giảm chất lượng của các dịch vụ.

### **3.1.2.3. Suy hao đường truyền**

#### **a) Suy hao trong không gian tự do**

Nếu một anten đẳng hướng bức xạ một công suất  $P_T$  thì chùm công suất này sẽ trải ra có hình dạng như là một mặt cầu với anten là tâm. Công suất tạo bởi vùng bề mặt đó tại một khoảng cách  $D$  sẽ được tính theo công thức sau:

$$W = P_T / 4\pi D^2 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Với một anten phát năng lượng (khi có hệ số tăng ích của anten) thay đổi theo phương trình:

$$W = G_T \cdot P_T / 4\pi D^2 \text{ (W/m}^2\text{)}$$

Hoặc tính theo dBW/m<sup>2</sup>:

$$W_{dBW/m^2} = EIRP_{dBW} - 20 \log D - 71_{dB}$$

Trong đó:

$G_T \cdot P_T$  là công suất bức xạ đẳng hướng tương đương.

$W$  là độ chiếu xạ.

$D$  là khoảng cách (km).

$71_{dB}$  là hằng số tính từ  $10 \log (4\pi \cdot 10^6)$ .

Với một anten thu “thu thập” tín hiệu, số lượng của tín hiệu được “thu thập” sẽ phụ thuộc vào kích thước của anten thu. Công suất của anten thu sẽ được tính theo công thức:

$$P_R = W \cdot A_e \text{ (W)}$$

trong đó  $A_e$  là góc mở hiệu dụng của anten thu ( $A_e = (\lambda^2 / 4\pi) / G_R$ ).

Do đó, công suất của anten thu là:

$$P_R = [G_T \cdot P_T / 4\pi D^2] \cdot [(\lambda^2 / 4\pi) / G_R]$$

$$P_R = [G_T \cdot P_T] \cdot [4\pi D / \lambda]^2 \cdot [1 / G_R]$$

Biểu thức  $L_0 = [4\pi D / \lambda]^2$  là suy hao trong không gian tự do.

Hoặc tính theo dB:

$$L_0 = 20 \log D + 20 \log f + 92.5_{dB}$$

Trong đó:

D (km) là khoảng cách giữa đầu thu và đầu phát của vệ tinh và trạm mặt đất.  
f (GHz) là tần số làm việc.

92.5<sub>dB</sub> là hằng số được tính từ  $20 \log \{ (4\pi \cdot 10^9 \cdot 10^3) / c \}$ .

Phương trình mô tả công suất của anten thu theo dB là:

$$P_{R \text{ dBW}} = \text{EIRP} - L_0 + G_R$$

Trong phương trình này, nếu  $G_R$  là hệ số tăng ích của anten 1m<sup>2</sup> với hiệu suất 100%,  $P_R$  sẽ trở thành độ chiếu xạ trên một đơn vị (dBW/m<sup>2</sup>), do đó độ chiếu xạ có thể được tính theo công thức:

$$W_{\text{dBW/m}^2} = \text{EIRP} - L_0 + G_{1\text{m}^2}$$

### **b) Khoảng cách từ trạm mặt đất đến vệ tinh**

Khoảng cách S từ vệ tinh địa tĩnh tới trạm mặt đất được tính theo công thức sau:

$$D = \{r^2 + S^2 - 2rS(\cos C)\}^{1/2}$$

Trong đó:

r là bán kính trái đất (6378 km).

S là bán kính quỹ đạo vệ tinh địa tĩnh (42164 km).

$C = \cos^{-1} \{ \cos \theta_1 \cdot \cos(\theta_s - \theta_e) \}$  là góc ở tâm.

$\theta_1$  là vĩ độ của trạm mặt đất.

$\theta_s$  là kinh độ của vệ tinh.

$\theta_e$  là kinh độ của trạm mặt đất.

### **3.1.3. Phân tích đường truyền tuyến xuống**

#### **3.1.3.1. Nhiệt tạp âm**

Nhiệt tạp âm là điện áp tạp âm xuất hiện từ sự chuyển động ngẫu nhiên của sóng mang, thường là các điện tử. Sự chuyển động ngẫu nhiên ở các mức năng lượng nguyên tử của các điện tử là một đặc điểm chung của các nguyên tố tại nhiệt độ trên 0<sup>0</sup> tuyệt đối.

Công suất tạp âm có thể được tính theo công thức:

$$P_n = KTB \text{ (W)}$$

Trong đó:  $K = 1.374 \cdot 10^{-23}$  (J/K) là hằng số Boltzmann.

$T(K)$  là nhiệt độ tạp âm tương đương.

$B(Hz)$  là độ rộng băng tần.

Từ công thức trên nó có thể các chú ý sau:

- Một tải cho một công suất tạp âm lớn nhất là KTB tới một thiết bị thu.
- Công suất tạp âm sẵn có ảnh hưởng trực tiếp tới nhiệt độ tuyệt đối của nguồn tạp âm.
- Nếu nhiệt độ tương đương được biết thì ta cũng có thể biết được công suất tạp âm.

Cho nên, một anten có trở kháng  $Z_a$  sẽ cung cấp tới thiết bị thu một công suất tạp âm là KTB. Nhưng chính các thiết bị thu cũng sẽ sinh ra một tạp âm  $\Delta N$  trong đầu vào của nó, như vậy tổng tạp âm sẵn có tại đầu ra thiết bị thu sẽ là:

$$N_T = (KTB)G + \Delta N$$

Trong đó:  $(KTB)G$  là tạp âm đầu vào máy thu có hệ số tăng ích  $G$ .

$\Delta N = KT_e B$  là tạp âm trong thiết bị thu.

$T_e$  là nhiệt độ tạp âm tương đương của thiết bị thu.

Nếu biết nhiệt độ tạp âm tương đương ( $T_e$ ) của một thiết bị ta có thể biết được hệ số tạp âm của thiết bị đó. Hệ số tạp âm của thiết bị ( $F$ ) được tính theo công thức sau:

$$F = 1 + (T_e/T_0)$$

Và nhiệt độ tạp âm tương đương cũng có thể biết được từ hệ số tạp âm của thiết bị bởi công thức:

$$T_e = (F - 1)T_0$$

Trong đó:  $F$  là hệ số tạp âm của thiết bị.

$T_e(K)$  là nhiệt độ tạp âm tương đương của thiết bị thu.

$T_0 = 290 K$  là nhiệt độ môi trường.

### **3.1.3.2. Nhiệt tạp âm anten**

Có hai trường hợp được xem xét:

- Anten vệ tinh (tuyến lên).
- Anten trạm mặt đất (tuyến xuống).

#### **a) Anten vệ tinh (tuyến lên)**

Tạp âm nhận được bởi anten vệ tinh là tạp âm từ trạm mặt đất và tạp âm từ không gian bên ngoài. Độ rộng búp sóng của anten vệ tinh bằng hoặc nhỏ hơn góc quan sát từ vệ tinh xuống Trái Đất, với vệ tinh địa tĩnh là  $17.5^\circ$ . Với các điều kiện như vậy ảnh hưởng chủ yếu là từ trạm mặt đất. Với anten có độ rộng búp sóng  $\theta_{3dB}=17.5^\circ$  thì nhiệt độ tạp âm của anten phụ thuộc vào tần số và vị trí quỹ đạo của vệ tinh. Khi độ rộng nhỏ hơn (một búp sóng hẹp) nhiệt độ tạp âm phụ thuộc vào tần số

và vùng phủ sóng; trên đất liền thì bức xạ tạp âm lớn hơn ngoài đại dương. Thường lấy giá trị tạp âm anten là 290 K.

**b) Anten trạm mặt đất (tuyến xuống)**

Tạp âm gây ra cho anten của trạm mặt đất bao gồm tạp âm từ bầu trời và tạp âm do bức xạ từ mặt đất. Nó khác nhau khi trời trong và trời có mưa.

1) Trường hợp trời trong.

Ở những tần số lớn hơn 2 GHz ảnh hưởng không phải ở vùng ion của khí quyển mà là môi trường hấp thụ, là một nguồn tạp âm. Khi không xảy ra các hiện tượng khí tượng (được gọi là bầu trời trong) nhiệt tạp âm anten bao gồm nhiệt tạp âm của bầu trời và mặt đất xung quanh.

Trong thực tế, chỉ có một phần của bầu trời trong hướng mà anten có hệ số tăng ích lớn. Như vậy, ảnh hưởng của tạp âm bầu trời trong  $T_{SKY}$  chỉ có thể có tác dụng nhiệt độ vùng phủ sóng đối với góc ngẩng của anten. Nhiệt tạp âm bầu trời trong như là một hàm số của tần số và góc ngẩng.

Bức xạ từ mặt đất ở vùng lân cận trạm mặt đất gây ra bởi các búp sóng phụ của anten và một phần bởi búp chính khi góc ngẩng nhỏ. Ảnh hưởng của mỗi búp sóng phụ được tính bởi  $T_i = G_i/(\Omega_i/4\pi)T_g$ , trong đó  $G_i$  là giá trị hệ số tăng ích của búp phụ có góc đặc  $\Omega_i$  và  $T_g$  là nhiệt độ vùng chiếu sáng của mặt đất. Tổng của các ảnh hưởng này là giá trị  $T_{ground}$ . Ta có thể lấy các giá trị gần đúng:

- $T_g = 290$  K đối với các búp phụ có góc ngẩng  $E$  nhỏ hơn  $-10^0$ .
- $T_g = 150$  K đối với  $-10^0 < E < 0^0$ .
- $T_g = 50$  K đối với  $0^0 < E < 10^0$ .
- $T_g = 10$  K đối với  $10^0 < E < 90^0$ .

Nhiệt tạp âm anten sẽ là:

$$T_a = T_{sky} + T_{ground} \text{ (K)}$$

Tạp âm này có thể tăng thêm bởi các nguồn riêng lẻ nằm trong khu vực lân cận của tính hướng anten. Đối với một nguồn vô tuyến đường kính góc  $\alpha$  và nhiệt tạp âm  $T_n$  ở tần số khảo sát và đo ở mức mặt đất sau suy hao bởi khí quyển thì nhiệt tạp âm phụ  $\Delta T_a$  đối với một anten có độ rộng búp sóng  $\theta_{3dB}$  được cho bởi:

$$\begin{aligned} \Delta T_a &= T_n(\alpha/\theta_{3dB})^2 \quad \text{nếu } \theta_{3dB} > \alpha \\ \Delta T_a &= T_n \quad \text{nếu } \theta_{3dB} < \alpha \end{aligned}$$

Chỉ có mặt trời và mặt trăng được kể đến đối với các trạm mặt đất hướng vệ tinh địa tĩnh. Mặt trời và mặt trăng có một đường kính góc tương đương  $0.5^0$ . Nhiệt tạp âm sẽ tăng lên khi có các vật thể trên bầu trời nằm thẳng hàng với mặt đất và vệ tinh. Điều kiện đặc biệt này có thể biết trước. Để rõ hơn, tại tần số 12 GHz một anten 13 m nhiệt tạp âm tăng lên do mặt trời tại thời điểm đó có giá trị  $\Delta T_a = 12000$  K. Các điều



hiện xảy ra và giá trị của  $\Delta T_a$  là hàm của đường kính anten và tần số. Đối với mặt trắng, sự gia tăng khoảng 250 K tại 4 GHz.

2) Trường hợp có mưa.

Nhiệt tạp âm anten do điều kiện khí tượng như mây và mưa, do hấp thụ nước và do phát xạ vào môi trường. Khi đó ta có thể tính nhiệt tạp âm của anten theo công thức sau:

$$T_a = T_{\text{sky}}/A_{\text{rain}} + T_m(1 - 1/A_{\text{rain}}) + T_{\text{ground}} \text{ (K)}$$

Trong đó  $A_{\text{rain}}$  là suy hao và  $T_m$  là giá trị của nhiệt độ trung bình hiệu dụng.  $T_m$  có giá trị từ 260÷280 K.

Tóm lại, nhiệt tạp âm anten  $T_a$  là một hàm của:

- Tần số.
- Góc ngẩng.
- Điều kiện khí quyển (trời trong hay mưa).

Do vậy, hệ số phẩm chất của một trạm mặt đất cần phải được xác định rõ điều kiện thực tế về tần số, góc ngẩng và tình trạng của khí quyển.

### **3.1.3.3. Nhiệt tạp âm của hệ thống**

Nhiệt tạp âm hệ thống của một trạm mặt đất gồm có: nhiệt tạp âm của máy thu, nhiệt tạp âm của anten. Do đó, nhiệt tạp âm của hệ thống được tính theo công thức sau:

$$T_{\text{system}} = T_a/L + (1 - 1/L)T_0 + T_e$$

Trong đó: L là suy hao ống dẫn sóng.

$T_e$  là nhiệt độ tạp âm máy thu.

$T_0 = 290\text{K}$  là nhiệt độ môi trường.

$T_a$  là nhiệt độ tạp âm của anten.

Phương trình trên cho ta biết suy hao của ống dẫn sóng có tác động quan trọng trong nhiệt tạp âm của hệ thống. Ví dụ, dọc theo thiết bị ống dẫn sóng suy giảm 0.3dB giữa anten và bộ khuếch đại sẽ đóng góp 19 K tới nhiệt tạp âm của hệ thống. Suy hao fidor phải được giữ ở mức nhỏ, nếu không thì tác dụng của anten tạp âm thấp và bộ LNA sẽ không còn nữa. Vì lý do đó mà tại sao bộ LNA được đặt ở vị trí gần với đầu thu phát sóng của anten.

### **3.1.3.4. Hệ số phẩm chất (G/T)**

Trong mỗi hệ thống truyền dẫn, tạp âm là hệ số có ảnh hưởng lớn lên chất lượng của tuyến truyền dẫn. Hệ số (G/T<sub>dBK</sub>) được biết như là phép đo “phẩm chất” của một hệ thống thu. INTELSAT quy định một hệ số (G/T) đặc trưng cho tất cả các trạm mặt

đất tiêu chuẩn. Điều đó có nghĩa là trạm mặt đất sẽ đáp ứng các đặc điểm kỹ thuật quy định của G/T, INTELSAT sẽ cung cấp đủ công suất từ vệ tinh tới đáp ứng được cho các dịch vụ khác nhau.

Từ các công thức được tính ở trên, hệ số phẩm chất G/T dễ dàng được tính theo công thức sau:

$$G/T_{dB/K} = G_{dBi} - 10\log T_{system}$$

Trong đó  $G_{dBi}$  là hệ số tăng ích của trạm mặt đất ở tuyến xuống.

$T_{system}$  là nhiệt độ tạp âm của hệ thống.

### **3.1.3.5. Tỷ số sóng mang trên tạp âm (C/N)**

Chất lượng của một tuyến thông tin vô tuyến được đánh giá bằng tỷ số sóng mang trên tạp âm (C/N) và lượng méo tín hiệu thu ở tuyến thông tin, ảnh hưởng tín hiệu gây ra méo tín hiệu thu là nhỏ, vì thế chất lượng đường truyền chỉ cần xác định bằng tỷ số C/N của đường truyền. Tỷ số C/N được tính theo công thức sau:

$$C/N = P_R/P_n$$

Trong đó:  $P_R$  là công suất thu của anten và  $P_n$  là công suất nhiệt tạp âm. Do đó, ta có thể tính C/N theo công thức sau:

$$C/N = \{EIRP.G_R\}/\{KT_{system}B\}.L_0$$

Tính theo dB:

$$C/N_{dB} = EIRP_{dB} - L_{0dB} + G/T_{dB/K} - 10\log K^* - 10\log B$$

Trong đó:  $L_0$  là suy hao trong không gian tự do.

G/T là hệ số phẩm chất của máy thu.

$K^*$  là hằng số Boltzmann (hoặc bằng  $-228.6\text{dBW/K}$ ).

B là độ rộng băng tần (với sóng mang số B = 06\*tốc độ truyền dẫn).

Ta có mối liên hệ giữa công suất tạp âm (N) và mật độ phổ công suất tạp âm ( $N_0$ ) trong độ rộng băng tần (B) được thể hiện trong công thức:  $N = N_0B$ . Do đó, tỷ số sóng mang trên mật độ phổ công suất tạp âm ( $C/N_0$ ) được định nghĩa:

$$C/N_0_{dBHz} = EIRP_{dB} - L_0_{dB} + G/T_{dB/K} - 10\log K$$

Một biểu thức đơn giản hơn có thể được suy ra là tỷ số sóng mang trên nhiệt độ tạp âm của hệ thống (C/T):

$$C/T_{dB/K} = EIRP_{dB} - L_0_{dB} + G/T_{dB/K}$$

Từ tỷ số sóng mang trên mật độ phổ công suất ( $C/N_0$ ) ta cũng tính được tỷ số năng lượng bit trên mật độ phổ công suất của tuyến thông tin số:

$$E_b/N_0 = C/N_0_{dB/K} - 10\log R$$

Trong đó R là tốc độ truyền dẫn số.

### **3.1.3.6. Tổng tỷ số sóng mang trên tạp âm ( $C/T_T$ )**

Giá trị của tổng tỷ số sóng mang trên tạp âm ( $C/T_T$ ) của tuyến thông tin vệ tinh được tính bởi phương trình sau:

$$(C/T_T)^{-1} = (C/T_U)^{-1} + (C/T_D)^{-1}$$

Trong đó: ( $C/T_T$ ) là C/T tổng.

( $C/T_U$ ) là C/T đường lên.

( $C/T_D$ ) là C/T đường xuống.

Cần chú ý rằng tỷ số C/T trong công thức trên là các giá trị bằng số và tổng C/T phải được biến đổi từ môi trường quan logarit, hơn nữa tổng tỷ số C/T sẽ thấp hơn tỷ số C/T bậc thấp.

Do vậy, trong một tuyến thông tin vệ tinh đường lên phải được giữ chính xác trong mức bình thường, mức EIRP thấp nghĩa là  $C/N_0$  thấp, nhưng mức EIRP cao không cần thiết  $C/N_0$  tốt hơn.

### **3.1.4. Bộ phát đáp vệ tinh**

Các bộ phát đáp trên vệ tinh thực hiện chức năng giống với chức năng của một role chuyển tiếp vô tuyến; chúng nhận sự chuyển giao từ trạm mặt đất phát và phát lại chúng xuống trạm mặt đất thu sau khi khuếch đại và đổi tần. Các tài nguyên của vệ tinh được chia sẻ tới nhiều trạm mặt đất; với hạng mục khác nhau của các tiêu chuẩn A, B, C, D, E và F cho nên với nhu cầu khác nhau của vệ tinh từ 51.2KHz của dải tần (cho một sóng mang 64Kbps với FEC=3/4) tới một bộ phát đáp hoàn toàn.

#### **3.1.4.1. Điểm hoạt động bộ phát đáp**

Bộ khuếch đại công suất đầu ra bộ phát đáp không là một thiết bị tuyến tính, nó phải được hoạt động thấp hơn điểm bão hoà. Do đó, độ lùi đầu vào (IBO – Input Back Off) và độ lùi đầu ra (OBO – Output Back Off) sẽ được quy định để đạt được điểm đó. Đó là một sự hao phí công suất trong một TWTA điển hình.

Độ lùi đầu vào (IBO) được định nghĩa là tỷ số của mật độ thông lượng bão hoà và mật độ thông lượng hoạt động do một sóng mang đem lại.

Độ lùi đầu ra (OBO) được định nghĩa là tỷ số của công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (EIRP) bão hoà và công suất bức xạ đẳng hướng tương đương (EIRP) hoạt động do một sóng mang đem lại.

Độ lùi đầu vào và độ lùi đầu ra liên hệ với nhau theo biểu thức sau:

$$OBO = IBO - X$$

Trong đó X là tỷ số nén hệ số tăng ích giữa độ lùi đầu vào và đầu ra, giá trị này khác nhau với sự hoạt động đơn sóng mang và đa sóng mang.

$X = 5.5\text{dB}$  cho TWTA trong INTELSAT VI HEMI/HEM.

$X = 1.8\text{dB}$  cho SSPA trong INTELSAT VII HEM/ZONE.

$X = 1.7\text{dB}$  cho LTWTA trong INTELSAT VII-A Ku.

### **3.1.4.2. EIRP hoạt động của bộ phát đáp**

Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương của vệ tinh được tính từ phương trình  $OBO = IBO - X$  là:

$$EIRP_{op} = EIRP_{saturation} - OBO$$

Trong đó:  $EIRP_{saturation}$  là công suất bức xạ đẳng hướng tương đương bão hoà.

OBO là độ lùi đầu vào.

$EIRP_{op}$  là công suất bức xạ đẳng hướng tương đương của vệ tinh.

### **3.1.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tuyến truyền dẫn**

Cả tuyến lên và tuyến xuống, sóng mang đi qua một lớp khí quyển với tần số làm việc từ 1÷30 GHz. Khi xem xét quá trình truyền lan sóng ở các tần số này chỉ có hai tầng khí quyển là có ảnh hưởng, đó là tầng điện ly và tầng đối lưu. Tầng đối lưu rải từ mặt đất đến độ cao khoảng 15 km. Tầng điện ly nằm trong khoảng từ 70÷1000 km. Các vùng có ảnh hưởng cục đại là vùng gần mặt đất của tầng đối lưu và ở độ cao khoảng 400 km đối với tầng điện ly.

Ảnh hưởng của khí quyển  $L_A$  do suy hao khí quyển và trong đầu nối cùng với nhiệt tạp âm anten. Đó là những vấn đề quan trọng của băng tần lớn hơn 10GHz. Ảnh hưởng của lượng mưa được tính theo % mức cường độ vượt quá. Cường độ thấp với các cường độ không đáng kể tương ứng với % thời gian cao (điển hình 20%); điều này được mô tả ở điều kiện “bầu trời trong”. Cường độ cao với các ảnh hưởng quan trọng tương ứng với % thời gian nhỏ (điển hình 0.01%); đó là trong điều kiện có mưa. Các ảnh hưởng này có thể làm giảm chất lượng của tuyến xuống dưới ngưỡng có thể chấp nhận được. Sau đây ta xem xét các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tuyến truyền dẫn trong thông tin vệ tinh.

#### **3.1.5.1. Suy hao**

##### **a) Suy hao trong không gian tự do và suy hao do khí quyển**

##### **1) Suy hao trong không gian tự do**

Như đã trình bày ở phần trên, phương trình  $L_0 = (4\pi D/\lambda)^2$  gọi là suy hao trong không gian tự do và biểu thị cho tỷ số công suất phát và công suất thu trong một tuyến thông tin giữa hai anten vô hướng. Trong đó R là khoảng cách giữa hai anten vô hướng và  $\lambda$  là bước sóng của sóng vô tuyến. Từ đó ta thấy giá trị của  $L_0$  phụ thuộc vào khoảng cách giữa hai anten vô hướng D(km) và tần số f(GHz).

##### **2) Suy hao do khí quyển**

Suy hao của sóng trong khí quyển, biểu thị bằng  $L_A$  do có các thành phần các chất khí trong tầng đối lưu, nước (mây, mưa, tuyết và băng) và tầng điện ly. Ảnh hưởng trên lên công suất của tín hiệu thu có thể thay  $L_0$  bằng  $L$  gọi là suy hao đường truyền và được tính bằng công thức:

$$L = L_0 \cdot L_A$$

## **b) Suy hao do mưa và các hiện tượng khí hậu khác**

### **1) Suy hao do mưa**

Giá trị suy hao do mưa  $A_{RAIN}$  xác định bởi giá trị suy hao cụ thể  $\gamma_R$  (dB/km) và chiều dài của đoạn đường thực tế sóng đi trong mưa  $L_e$ (km), vì vậy:

$$A_{RAIN} = \gamma_R L_e \text{ (dB)}$$

Giá trị  $\gamma_R$  phụ thuộc vào tần số và cường độ mưa  $R_p$  (mm/h). Kết quả giá trị suy hao được biểu thị trong suốt phần trăm thời gian  $p$ .

Các giá trị điển hình của suy hao do mưa vượt quá 0.01% của một năm trung bình có thể được suy ra từ thủ tục trước của các vùng tốc độ mưa vượt quá 0.01% của một năm trung bình  $R_{0.01}$  với giá trị từ 30÷50 mm/h. Điều đó cho khoảng 0.1 dB ở 4 GHz; từ 5÷10 dB ở 12 GHz; từ 10÷20 dB ở 20 GHz và từ 25÷40 dB ở 30 GHz.

Suy hao do các đám mây mưa hoặc sương mù có thể được tính toán, suy hao cụ thể  $\gamma_C$  được tính theo công thức:

$$\gamma_C = KM \text{ (dB/km)}$$

Trong đó  $K = 1.1 \cdot 10^{-3} f^{1.8}$ ;  $f = 1 \div 30 \text{ GHz}$ ,  $K(\text{dB/km})/(\text{g/m}^3)$  và  $M(\text{g/m}^3)$  là nồng độ nước trong đám mây.

Suy hao do các đám mây mưa và sương mù thì nhỏ hơn so với lượng mưa, trừ trường hợp mây mưa và sương mù có mật độ hơi nước cao. Với góc ngẩng  $E = 20^\circ$  suy hao có thể tới 0.5÷1.5 dB ở 15 GHz và 2÷4.5 dB ở 30 GHz. Suy hao này dù sao được quan sát với phần trăm thời gian lớn hơn.

Suy hao do các đám mây băng thì nhỏ hơn. Tuyết khô có ảnh hưởng ít. Mặc dù tuyết rơi ẩm có thể gây ra suy hao lớn tương đương với mưa, tình trạng này rất hiếm và ít ảnh hưởng lên phép thống kê suy hao. Sự giảm sút các đặc tính anten do tuyết rơi chồng chất và băng có thể ảnh hưởng đáng kể hơn của tuyết dọc theo tuyến.

### **2) Các hiện tượng khí hậu khác**

- Suy hao do các chất khí trong khí quyển phụ thuộc vào tần số, góc ngẩng, độ cao đặt trạm và nồng độ hơi nước. Nó không đáng kể ở các tần số nhỏ hơn 10 GHz và

không vượt quá  $1\div 2$ dB ở tần số 22GHz (tần số tương ứng với dải hấp thụ hơi nước) với độ ẩm trung bình của khí quyển và góc ngẩng lớn hơn  $10^0$ .

Bảng sau mô tả sự suy giảm của khí quyển theo tần số:

Suy hao khí quyển	Tần số (GHz)
0.25	$2 < f < 5$
0.33	$5 < f < 10$
0.53	$10 < f < 13$
0.73	$13 < f$

- Suy hao bởi bão cát: suy hao cụ thể tỷ lệ nghịch với tầm nhìn thấy và phụ thuộc vào mức độ ẩm của các hạt. Ở 14 GHz là 0.03 dB/km với các hạt khô và 0.65 dB/km với các hạt có độ ẩm 20%. Nếu độ dài đoạn đường là 3 km thì suy hao có thể tới  $1\div 2$  dB.

### **3.1.5.2. Sự phân cực**

#### **a) Khái niệm**

Sóng điện từ bao giờ cũng có một thành phần điện trường và một thành phần từ trường có hướng vuông góc với nhau và vuông góc với phương truyền sóng. Theo quy ước, phân cực của sóng được định nghĩa bởi hướng của vectơ cường độ điện trường. Nói chung hướng của điện trường không cố định và biên độ của nó cũng không phải là hằng số. Khi truyền sóng điện từ, đầu mút của vectơ cường độ điện trường vạch ra một hình elíp do đó gọi là phân cực elíp.

#### **b) Phân cực do mưa**

Nhiệm vụ phát năng lượng trong một phân cực được chuyển thành trạng thái phân cực trực giao. Phân cực chéo xảy ra như kết quả của các suy hao khác nhau và sự trượt pha giữa hai phân cực trực giao. Ảnh hưởng này nguyên nhân do hình thù của giọt mưa không phải hình cầu. Thông thường nhận được hình dạng của một giọt nước rơi là hình cầu dẹt với trục chính nghiêng đi so với phương nằm ngang và với sự biến dạng phụ thuộc bán kính quả cầu thể tích như nhau. Thường nhận được độ nghiêng các góc thay đổi ngẫu nhiên theo không gian và thời gian. Góc phân cực đặc trưng là nằm ngang và thẳng đứng (nghĩa là hướng vuông góc cả phương nằm ngang và tuyến truyền sóng) thường được gọi là ảnh hưởng của góc nghiêng. Giá trị điển hình của phân cực chéo XPD nhỏ hơn 20 dB đối với 0.01% thời gian.

#### **c) Phân cực do các tinh thể băng**

Các đám mây băng, ở độ cao các tinh thể băng gần với vùng đẳng nhiệt  $0^{\circ}\text{C}$  cũng gây ra phân cực chéo. Tuy nhiên, khác với mưa và nồng độ hơi nước khác, ảnh hưởng này không kèm theo suy hao. Nó gây ra giảm giá trị độ phân cực chéo đi một giá trị  $C_{\text{ice}}(\text{dB}) = 0.3 + 0.1 \log p$ ; trong đó  $p$  là % thời gian. Giảm khoảng 2dB với 0.01% thời gian.

### **3.1.5.3. Hiệu ứng quay phân cực Faraday**

Tầng điện ly làm cho mặt phẳng phân cực của sóng phân cực đường thẳng bị quay. Góc quay tỷ lệ nghịch với bình phương tần số. Nó là một hàm của mật độ điện tử tầng điện ly và biến đổi liên tục theo thời gian, mùa và chu kỳ mặt trời. Có độ lớn một hoặc vài độ ở tần số 4 GHz. Vì các thay đổi tuần hoàn có thể dự đoán trước, ảnh hưởng này có thể bù đắp bằng việc quay hợp lý phân cực anten. Tuy nhiên, một vài đột biến (ví dụ như bão địa từ) là hiện tượng đột biến và không thể dự đoán trước được. Kết quả với % thời gian nhỏ có suy hao  $L_{\text{POL}} = 20 \log \cos(\gamma)$  (dB) của tín hiệu thu và xuất hiện thành phần phân cực chéo làm giảm giá trị độ phân cực chéo XPD. Với góc quay  $\gamma$ , giá trị XPD cho bởi  $\text{XPD}(\text{dB}) = 20 \log(\tan \gamma)$ . Trường hợp góc quay  $9^{\circ}$  ở tần số 4 GHz cho  $L_{\text{POL}} = 0.1\text{dB}$  và  $\text{XPD} = 16\text{dB}$ .

### **3.1.5.4. Sự khúc xạ tia sóng**

Trong tầng đối lưu và tầng điện ly có hệ số khúc xạ khác nhau. Hệ số khúc xạ của tầng đối lưu giảm theo độ cao, là một hàm của điều kiện khí tượng và không phụ thuộc vào tần số. Với tầng điện ly hệ số khúc xạ phụ thuộc vào tần số và mật độ điện tử. Cả hai đều biến đổi bất thường nhanh. Ảnh hưởng khúc xạ gây ra quỹ đạo bị uốn cong, thay đổi tốc độ và thời gian truyền sóng. Sự biến đổi hệ số khúc xạ, gọi là “sự thẳng giáng” làm thay đổi góc tới, biên độ và pha của sóng phát đi. Hầu hết các hiện tượng gây ra do sự thẳng giáng của tầng điện ly; nó lớn hơn khi tần số thấp và trạm mặt đất ở gần xích đạo. Tín hiệu thu biến đổi về biên độ và biên độ đỉnh đến đỉnh ở tần số 11GHz và vĩ độ trung bình có thể vượt quá 1dB trong 0.01% thời gian. Các hiện tượng chỉ đáng kể khi góc ngẩng thấp ( $< 10^{\circ}$ ) hoặc khi sóng mang được sử dụng cho các đo lường khoảng chính xác.

### **3.1.5.5. Hiệu ứng đa đường**

Khi anten trạm mặt đất nhỏ vì vậy có búp sóng với độ rộng búp sóng lớn tín hiệu thu có thể là một tia sóng thu trực tiếp và một tia phản xạ từ mặt đất hoặc từ các chướng ngại vật xung quanh. Trong trường hợp các tia giao thoa (có pha ngược

nhau) có một suy hao lớn. Ảnh hưởng này không đáng kể khi trạm mặt đất có anten tính hướng đủ cao để loại trừ sóng phản xạ từ mặt đất.

### **3.1.6. Các biện pháp khắc phục các ảnh hưởng**

#### **3.1.6.1. Bù hiệu ứng phân cực**

Phương pháp bù hiệu ứng phân cực dựa vào sự thay đổi đặc tính phân cực của trạm mặt đất. Quá trình bù được thực hiện như sau:

- Đối với tuyến lên, hiệu chỉnh phân cực của anten phát bằng dự đoán trước sao cho sóng đến phù hợp với anten vệ tinh.
- Đối với tuyến xuống, điều chỉnh phân cực anten phù hợp với sóng thu.

Việc bù cần phải tự động; các tín hiệu phát bởi vệ tinh cần phải tạo ra có giá trị (như dải hiệu) sao cho ảnh hưởng của môi trường truyền sóng có thể được phát hiện và tín hiệu điều khiển yêu cầu suy diễn.

#### **3.1.6.2. Bù suy hao**

Nhiệm vụ đưa ra một giá trị tỷ số  $C/N_0$  lớn hơn hoặc bằng  $(C/N_0)_{\text{required}}$  trong suốt phần trăm thời gian bằng  $(100 - p)\%$ . Suy hao  $A_{\text{RAIN}}$  do mưa làm giảm tỷ số  $C/N_0$  cho bởi công thức:

- Tuyến lên:

$$(C/N_0)_{\text{RAIN}} = (C/N_0)_{\text{clear sky}} - A_{\text{RAIN}} \text{ (dBHz)}$$

- Tuyến xuống:

$$(C/N_0)_{\text{RAIN}} = (C/N_0)_{\text{clear sky}} - A_{\text{RAIN}} - \Delta(G/T) \text{ (dBHz)}$$

$\Delta(G/T) = (G/T)_{\text{clear sky}} - (G/T)_{\text{RAIN}}$  (dB) đặc trưng cho việc giảm của hệ số phẩm chất trạm mặt đất do tăng nhiệt tạp âm.

Để đạt được yêu cầu đặt ra cần đạt được  $(C/N_0)_{\text{RAIN}} = (C/N_0)_{\text{required}}$  điều này có thể đạt được bằng một sự dự trữ pha đỉnh  $M(p)$  ở quỹ đường truyền bầu trời trong với  $M(p)$  cho bởi:

$$\begin{aligned} M(p) &= (C/N_0)_{\text{clear sky}} - (C/N_0)_{\text{required}} \\ &= (C/N_0)_{\text{clear sky}} - (C/N_0)_{\text{RAIN}} \end{aligned}$$

Giá trị  $A_{\text{RAIN}}$  được sử dụng như là hàm của phần trăm thời gian  $p$ , chúng tăng khi  $p$  giảm.

Đưa ra độ dự trữ pha đỉnh  $M(p)$  ở bầu trời trong đòi hỏi tăng EIRP nghĩa là yêu cầu công suất phát lên cao hơn. Đối với suy hao cao công suất cần thiết thêm vào có thể vượt quá khả năng của thiết bị phát.



### **3.1.6.3. Biện pháp thích ứng**

Thích ứng cần phải thay đổi một ít các thông số của tuyến trong khoảng thời gian suy hao bằng cách duy trì các giá trị yêu cầu của tỷ số  $C/N_0$ .

Một vài phép tính gần đúng có thể được áp dụng như sau:

- Sự chuyển đổi trên tuyến của một tài nguyên phụ được bảo tồn một cách bình thường, đã có ảnh hưởng đến suy hao. Nguồn tài nguyên phụ có thể là:
  - + Tăng thời gian truyền (như khe thời gian của khung không bị chiếm trong trường hợp TDMA) như việc không sử dụng các mã sửa lỗi.
  - + Sử dụng băng tần có tần số thấp hơn, ít bị ảnh hưởng bởi suy hao.
  - + Sử dụng EIRP cao hơn trên tuyến lên.
- Giảm dung lượng, tuyến ảnh hưởng bởi suy hao giảm dung lượng của nó. Trong trường hợp truyền dẫn số, giảm tốc độ thông tin cho phép bởi mã sửa lỗi để sử dụng một tốc độ truyền dẫn không đổi. Kết hợp hiệu quả việc giảm tốc độ thông tin và mật độ tăng ích của giải mã cho phép cung cấp một độ dự trữ.

## **3.2. TÍNH TOÁN ĐƯỜNG TRUYỀN**

### **3.2.1. Đặt vấn đề**

Trạm mặt đất Hà Nội (tiêu chuẩn A) muốn thiết lập một đường truyền với trạm đầu cuối Hồng Kông để cung cấp một kênh thuê riêng, trạm mặt đất Hà Nội truyền dữ liệu qua vệ tinh Thaicom3 tại vị trí  $78.5^{\circ}E$  trên băng tần tiêu chuẩn C (đường lên 6.225 Ghz/ đường xuống 4Ghz).

#### ***Các thông số của phần không gian.***

$EIRP_{saturation}$  của bộ phát đáp: 38 dBW.

Độ rộng dải tần (bandwidth): 36Mhz.

Trạng thái bão hoà (SFD):  $-87dBW/m^2$ .

G/T của anten vệ tinh: 0 dB/K.

X(tỷ số nén hệ số tăng ích của bộ phát đáp): 1.8dB.

#### ***Các thông số trạm mặt đất.***

		Trạm Hà Nội	Trạm Hồng Kông
Vị trí	Vĩ độ	$21.01^{\circ} N$	$22.3^{\circ} N$

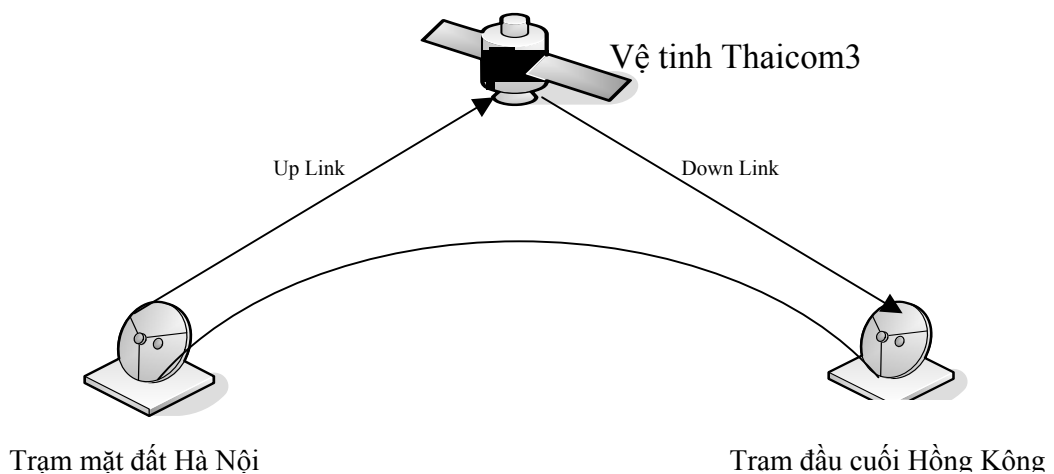
Kinh độ	105.53 <sup>0</sup> E	114.1 <sup>0</sup> E
Đường kính anten	18 m	6 m
Hiệu suất anten	75 %	70 %

**Các thông số sóng mang.**

Sóng mang số IDR:	1.024 Mbps
Tốc độ FEC:	1/2
BER(tỷ lệ lỗi bit):	10 <sup>-9</sup>
C/N tại điểm hoạt động:	10 dB

Độ sẵn sàng tuyến là 99.98% do đó ta có thể cho phép trạm hai trạm mất liên lạc trong 0.02%; mặt khác Việt Nam nằm trong vùng mưa N có lượng mưa trung bình trong năm là 95 mm/h nên theo khuyến cáo của ITU suy hao dự phòng cho mưa là: 3dB cho đường lên và 2dB cho đường xuống.

Sơ đồ đường truyền:



**Hình 3.1. Sơ đồ đường truyền**

**3.2.2. Tính công suất phát tối thiểu của trạm mặt đất Hà Nội**

Công suất phát tối thiểu của trạm mặt đất Hà Nội là công suất trạm mặt đất Hà Nội phát lên vệ tinh Thaicom3 để vệ tinh này nhận được với tỷ số C/N nào đó. Sau đó tín hiệu này được khuếch đại, đổi tần rồi phát xuống trạm đầu cuối Hồng Kông, tín hiệu từ vệ tinh Thaicom3 tới trạm đầu cuối Hồng Kông phải có một tỷ lệ  $E_b/N_0$  tối thiểu nào đó để trạm đầu cuối Hồng Kông còn có thể thu được dữ liệu và xử lý với một tỷ lệ lỗi bit nhất định (tùy theo yêu cầu của người dùng). Như vậy tỷ lệ  $E_b/N_0$  của

máy thu trên trạm đầu cuối Hồng Kông liên quan trực tiếp tới công suất phát của trạm mặt đất Hà Nội phát. Các anten của trạm mặt đất có thể thu nhận được những tín hiệu số được mã hoá theo phương pháp B-PSK có mã sửa lỗi trước là FEC 1/2 có tỷ số  $E_b/N_0$  danh định là 8 dB nếu chấp nhận tỷ lệ lỗi bit là  $10^{-9}$ . Vậy tỷ số C/T danh định mà các trạm mặt đất có thể nhận đúng được tính như sau:

Ta có:  $C/N_0 = C/T + 228.6_{dB}$

$$C/N_0 = E_b/N_0 + 10\log R$$

Suy ra:  $C/T = E_b/N_0 + 10\log R - 228.6_{dB}$

Ở đây  $E_b/N_0 = 8$  dB.

$$R = 2.048 \text{ Mbps} = 2.048 \cdot 10^6 \text{ bps} \text{ là tốc độ truyền dẫn số.}$$

$$C/T = 8_{dB} + 10\log 2.048 \cdot 10^6 - 228.6_{dBW/K}$$

$$C/T = -157.48 \text{ (dBW/K)}$$

Để tính được công suất phát tối thiểu của các trạm mặt đất thì trước hết phải tính được các tham số liên quan sau:

\* Hệ số tăng ích của anten:

$$G_{dB} = 10\log \eta + 20\log d + 20\log f + 20.4_{dB}$$

Trong đó  $\eta$  là hiệu suất của anten.

$d(m)$  là đường kính của anten.

$F(GHz)$  là tần số.

- Hệ số tăng ích của anten trạm mặt đất Hà Nội khi phát:

Ta có  $\eta = 0.75$

$$d_{hn} = 18 \text{ m}$$

$$f_u = 6.225 \text{ GHz}$$

$$G_{hnu} \text{ dB} = 10\log 0.75 + 20\log 18 + 20\log 6.225 + 20.4_{dB}$$

$$G_{hnu} \text{ dB} = 60.13 \text{ (dB)}$$

- Hệ số tăng ích của anten trạm đầu cuối Hồng Kông khi thu:

Ta có  $\eta = 0.7$

$$d_{hk} = 6 \text{ m}$$

$$f_d = 4 \text{ GHz}$$

$$G_{hkd} \text{ dB} = 10\log 0.7 + 20\log 6 + 20\log 4 + 20.4_{dB}$$

$$G_{hkd} \text{ dB} = 46.45 \text{ (dB)}$$

\* Nhiệt tạp âm hệ thống

$$T_{\text{system}} = T_a/L + (1 - 1/L)T_0 + T_e \quad (3.22)$$

Trong đó:  $L = 1$  dB là suy hao ống dẫn sóng.

$T_e = 65$  K là nhiệt độ tạp âm máy thu.

$T_0 = 290$  K là nhiệt độ môi trường.

$T_a = 35 \text{ K}$  là nhiệt độ tạp âm của anten.

$$T_{\text{system}} = 35_{\text{K}/1_{\text{dB}}} + (1 - 1/1_{\text{dB}})290_{\text{K}} + 65_{\text{K}}$$

$$T_{\text{system}} = 100 \text{ (K)}$$

\* Hệ số phẩm chất của anten:

$$G/T_{\text{dB/K}} = G_{\text{dBi}} - 10\log T_{\text{system}}$$

Hệ số phẩm chất anten của trạm đầu cuối Hồng Kông:

Ta có  $G_{\text{hkd}} = 46.45 \text{ dB}$

$$T_{\text{system}} = 100 \text{ K}$$

$$G/T_{\text{hk}} = 46.45_{\text{dB}} - 10\log 100_{\text{K}}$$

$$G/T_{\text{hk}} = 26.45 \text{ (dB/K)}$$

\* Khoảng cách từ các trạm mặt đất đến vệ tinh Thaicom3:

$$D = (r^2 + S^2 - 2rS\cos C)^{1/2}$$

Trong đó  $r = 6378 \text{ km}$  là bán kính Trái Đất.

$S = 42164 \text{ km}$  là bán kính quỹ đạo vệ tinh địa tĩnh.

$\cos C = \cos\theta_1 \cdot \cos(\theta_S - \theta_E)$  là góc ở tâm.

$\theta_1$  là vĩ độ trạm mặt đất.

$\theta_E$  là kinh độ trạm mặt đất.

$\theta_S$  là kinh độ vệ tinh Thaicom3.

- Khoảng cách từ trạm mặt đất Hà Nội đến vệ tinh Thaicom3:

Ta có  $\theta_1 = 21.01^\circ \text{ N}$  là vĩ độ trạm mặt đất Hà Nội.

$\theta_E = 105.53^\circ \text{ E}$  là kinh độ trạm mặt đất Hà Nội.

$\theta_S = 78.5^\circ \text{ E}$  là kinh độ vệ tinh Thaicom3.

$$\cos C = \cos 21.01^\circ \cos(78.5^\circ - 105.53^\circ)$$

$$\cos C = 0.83$$

$$D_{\text{hn}} = (6378^2 + 42164^2 - 2*6378*42164*0.83)^{1/2}$$

$$D_{\text{hn}} = 37041 \text{ (km)}$$

- Khoảng cách từ trạm đầu cuối Hồng Kông đến vệ tinh Thaicom3:

Ta có  $\theta_1 = 22.3^\circ \text{ N}$  là vĩ độ trạm đầu cuối Hồng Kông.

$\theta_E = 114.1^\circ \text{ E}$  là kinh độ trạm đầu cuối Hồng Kông.

$\theta_S = 78.5^\circ \text{ E}$  là kinh độ vệ tinh Thaicom3.

$$\cos C = \cos 22.3^\circ \cos(78.5^\circ - 114.1^\circ)$$

$$\cos C = 0.75$$

$$D_{\text{hk}} = (6378^2 + 42164^2 - 2*6378*42164*0.75)^{1/2}$$

$$D_{\text{hk}} = 37617 \text{ (km)}$$

\* Suy hao trong không gian tự do:

$$L_0 = 20\log D + 20\log f + 92.5_{\text{dB}}$$

Trong đó  $D$  (km) là khoảng cách từ trạm mặt đất lên vệ tinh.

$f$  (Ghz) là tần số.

- Suy hao do không gian tự do của tín hiệu phát đi từ trạm mặt đất Hà Nội lên vệ tinh Thaicom3:

Ta có  $D_{hn} = 37041$  km

$f_u = 6.225$  Ghz là tần số tuyến lên.

$$L_{0\ hnu} = 20\log 37041 + 20\log 6.225 + 92.5_{dB}$$

$$L_{0\ hnu} = 199.75(dB)$$

- Suy hao do không gian tự do của tín hiệu phát đi từ vệ tinh Thaicom3 xuống trạm đầu cuối Hồng Kông:

Ta có  $D_{hk} = 37617$  km

$f_u = 4$  Ghz là tần số tuyến xuống.

$$L_{0\ hkd} = 20\log 37602 + 20\log 4 + 92.5_{dB}$$

$$L_{0\ hkd} = 196.04 (dB)$$

### ***EIRP của vệ tinh Thaicom3.***

Gọi  $EIRP_{sat}$  là công suất phát của bộ phát đáp trên vệ tinh Thaicom3,  $C/T_{hk}$  là tỷ số sóng mang trên tạp âm mà tại trạm đầu cuối Hồng Kông nhận được.

Từ phương trình:  $C/T = EIRP - L_0 + G/T$ ,  $EIRP$  của vệ tinh có thể được tính:

$$EIRP_{sat} = C/T_{hk} + L_{0\ hkd} + L_{add} - G/T_{hk}$$

Trong đó  $C/T_{hk} = -157.48$  dBW/K.

$$L_{0\ hkd} = 196.04$$
 dB.

$$G/T_{hk} = 26.45$$
 dB/K.

$L_{add} = 3$ dB (suy hao do mưa ở đường xuống 2dB và các suy hao khác 1dB).

$$EIRP_{sat} = -157.48_{dBW/K} + 196.04_{dB} + 3_{dB} - 26.45_{dB/K}$$

$$EIRP_{sat} = 15.11$$
 (dBW)

Độ lùì đầu vào và đầu ra được tính như sau:

Độ lùì đầu ra (OBO):

$$OBO = EIRP_{saturation} - EIRP_{operation}$$

$$OBO = 38_{dBW} - 15.11_{dBW}$$

$$OBO = 22.89$$
 (dB)

Độ lùì đầu vào (IBO):

$$IBO = OBO + X$$

$$IBO = 22.89_{dB} + 1.8_{dB}$$

$$IBO = 24.69$$
(dB)

Công suất tín hiệu đầu vào tối thiểu để HPA rơi vào trạng thái bão hoà (Saturation Flux Density) là:  $SFD = -87$  dBW/m<sup>2</sup>.

Mức công suất tối thiểu từ trạm mặt đất Hà Nội phát lên vệ tinh Thaicom3 là:

$$W = \text{SFD} - \text{IBO}$$

$$W = -87_{\text{dBW/m}^2} - 24.69_{\text{dB}}$$

$$W = -111.69 \text{ (dBW/m}^2\text{)}$$

***EIRP của trạm mặt đất Hà Nội phát.***

Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương của trạm mặt đất Hà Nội phát là:

$$\text{EIRP}_{\text{dBW}} = W + L_{0 \text{ hnu}} + L_{\text{add}} - G_{1\text{m}}^2$$

Trong đó  $W = -111.69 \text{ dBW/K}$ .

$$L_{0 \text{ hnu}} = 199.75 \text{ dB.}$$

$$G_{1\text{m}}^2 = 35.03 \text{ dBm}^2 \text{ cho tần số } 6.225\text{GHz.}$$

$$L_{\text{add}} = 4 \text{ dB (suy hao do mưa ở đường lên } 3\text{dB và các suy hao khác } 1\text{dB).}$$

$$\text{EIRP}_{\text{dBW}} = -111.69_{\text{dBW/K}} + 199.75_{\text{dB}} + 4_{\text{dB}} - 35.03_{\text{dBm}^2}$$

$$\text{EIRP}_{\text{dBW}} = 57.03 \text{ (dBW)}$$

Công suất tối thiểu của bộ HPA trong trạm mặt đất Hà Nội sẽ là:

$$P_{\text{HPA}} = \text{EIRP} - G_{\text{hnu}} + L_{\text{feed}}$$

Trong đó  $G_{\text{hnu}} = 60.13 \text{ dB}$ .

$$\text{EIRP} = 57.03 \text{ dBW.}$$

$$L_{\text{feed}} = 1 \text{ dB là suy hao trong ống dẫn sóng.}$$

$$P_{\text{HPA}} = 57.03_{\text{dBW}} - 60.13_{\text{dB}} + 1_{\text{dB}}$$

$$P_{\text{HPA}} = -2.1 \text{ (dBW) hay } P_{\text{HPA}} = 0.616 \text{ (W)}$$

***Chất lượng đường truyền.***

Ta có thể kiểm tra chất lượng đường truyền bằng cách tính tỷ số  $C/T_t$  mà trạm đầu cuối Hồng Kông nhận được khi trạm mặt đất Hà Nội phát dữ liệu.

Tỷ số sóng mang trên tạp âm mà vệ tinh Thaicom3 nhận được của trạm mặt đất Hà Nội được tính như sau:

$$C/T_u = \text{EIRP}_{\text{dBW}} - L_{0 \text{ hnu}} - L_{\text{add}} + G/T_{\text{sat}} \text{ dB/K}$$

Trong đó  $\text{EIRP} = 57.03 \text{ dBW}$  là công suất bức xạ đẳng hướng tương đương của trạm mặt đất Hà Nội.

$$L_{0 \text{ hnu}} = 199.75 \text{ dB.}$$

$$L_{\text{add}} = 4 \text{ dB (suy hao do mưa ở đường lên } 3\text{dB và các suy hao khác } 1\text{dB).}$$

$$G/T_{\text{sat}} = 0 \text{ dB/K là hệ số phẩm chất của anten trên vệ tinh Thaicom3.}$$

$$C/T_u = 57.03_{\text{dBW}} - 199.75_{\text{dB}} - 4_{\text{dB}} + (0_{\text{dB}})$$

$$C/T_u = -146.72 \text{ (dB/K) hay } C/T_u = 10^{-14.672} \text{ (W/K)}$$

Tỷ số sóng mang trên tạp âm mà trạm đầu cuối Hồng Kông nhận được từ vệ tinh Thaicom3:

$$C/T_d = \text{EIRP}_{\text{sat}} - L_{0 \text{ hkd}} - L_{\text{add}} + G/T_{\text{hk}}$$

Trong đó  $EIRP_{sat} = 15.11$  dBW.

$$L_{0\ hkd} = 196.04$$
 dB.

$L_{add} = 3$  dB (suy hao do mưa ở đường xuống 2dB và các suy hao khác 1dB).

$$G/T_{hk} = 26.45$$
 dBW/K

$$C/T_d = 15.11_{dB} - 196.04_{dB} - 3_{dB} + 26.45_{dB}$$

$$C/T_d = -157.48$$
 (dB/K) hay  $C/T_d = 10^{-15.748}$  (W/K)

Chất lượng đường truyền phụ thuộc vào tuyến lên cao tần và tuyến xuống cao tần. Gọi tỷ số  $C/T_t$  là tỷ số sóng mang trên tạp âm mà trạm đầu cuối Hồng Kông nhận được của trạm mặt đất Hà Nội, tỷ số này được xác định bởi phương trình sau:

$$(C/T_t)^{-1} = (C/T_u)^{-1} + (C/T_d)^{-1}$$

Trong đó  $C/T_u = 10^{-14.672}$  W/K.

$$C/T_d = 10^{-15.748}$$
 W/K.

$$(C/T_t)^{-1} = (10^{-15.197}_{W/K})^{-1} + (10^{-15.748}_{W/K})^{-1}$$

$$C/T_t = 1.83 \cdot 10^{-16}$$
 (W/K) hay  $C/T_t = -157.37$  (dBW/K)

Ta có tỷ số sóng mang trên cường độ tạp âm của cả tuyến là:

$$C/N_0 = C/T_t + 228.6_{dB}$$

$$C/N_0 = -157.37_{dBW/K} + 228.6_{dB}$$

$$C/N_0 = 71.23$$
 (dBHz)

Ta có tỷ số sóng mang trên tạp âm của cả tuyến là:

$$C/N = C/N_0 - 10 \log B_{OCC}$$
 ( $B_{OCC}$ (bps) là băng tần chiếm dụng)

$$C/N = 71.23 - 10 \log 1.2288 \cdot 10^6$$
 ( $B_{OCC} = 0.6 \cdot R_b$ )

$$C/N = 10.34$$
 (dB) (lớn hơn C/N danh định là 10 dB)

Ta có tỷ số năng lượng bit trên cường độ tạp âm của cả tuyến là:

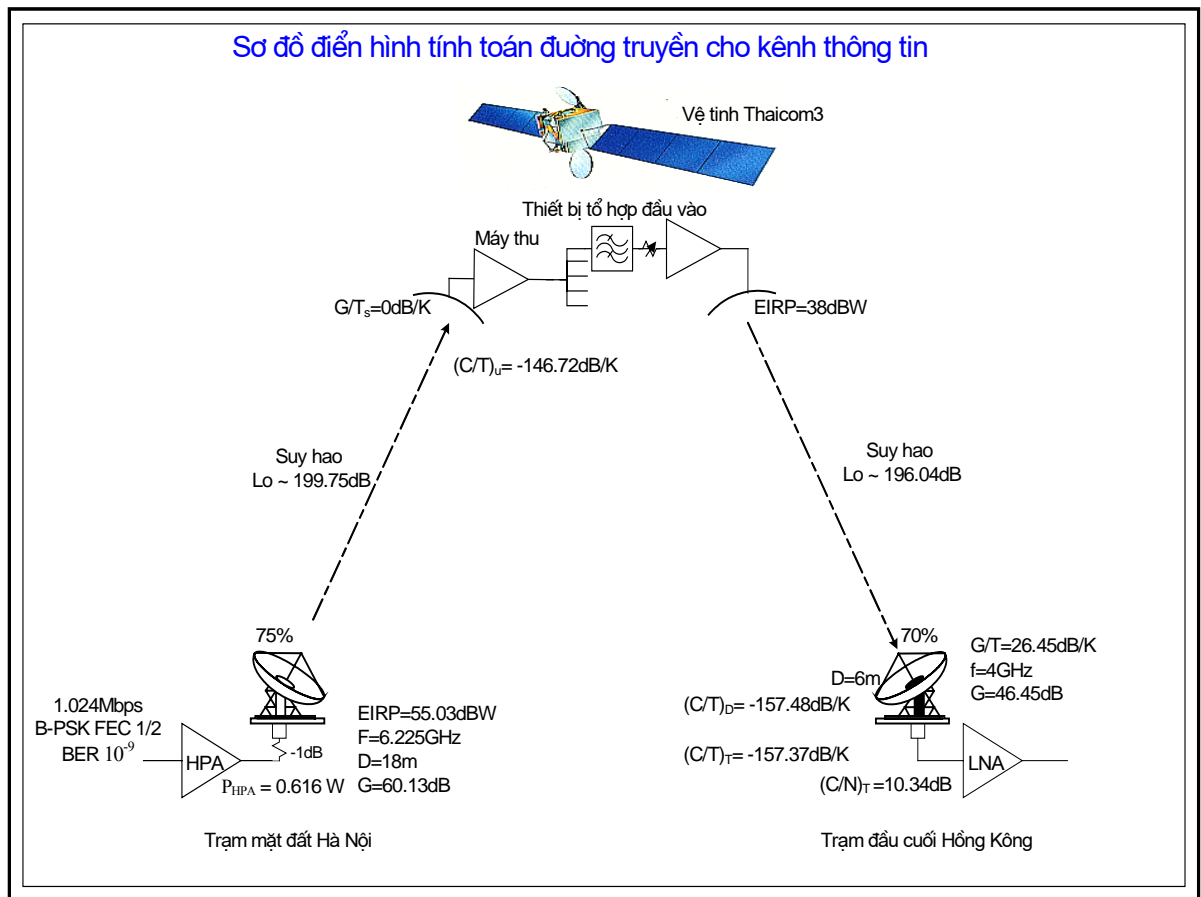
$$E_b/N_0 = C/N_0 - 10 \log R$$

$$E_b/N_0 = 71.23_{dBW/K} - 10 \log 2.048 \cdot 10^6$$

$$E_b/N_0 = 8.12$$
 (dB) (lớn hơn  $E_b/N_0$  danh định là 8 dB)

Ta nhận thấy công suất phát tối thiểu của bộ HPA trong trạm mặt đất Hà Nội lên vệ tinh Thaicom3 là 0.616(W) thì vệ tinh nhận được với tỷ số  $C/N = 10.34$  dB (lớn hơn C/N danh định là 10dB), sau đó tín hiệu này được khuếch đại, đổi tần rồi phát xuống trạm đầu cuối Hồng Kông, tín hiệu từ vệ tinh Thaicom3 phát xuống có tỷ số  $E_b/N_0 = 8.12$  dB (lớn hơn  $E_b/N_0$  danh định là 8dB). Do đó, trạm đầu cuối Hồng Kông sẽ thu được tín hiệu và xử lý nó với một tỷ lệ lỗi bit đặt ra cho kênh thuê riêng là  $10^{-9}$ . Vậy công suất phát tối thiểu của trạm mặt đất Hà Nội là 0.616 (W).

Kết quả của bài toán tính toán đường truyền cho kênh thuê bao riêng với các tham số đầu vào đã cho được thể hiện ở sơ đồ dưới đây:



**Hình 3.2. Sơ đồ tính toán đường truyền cho kênh thông tin**



## CHƯƠNG 4 TÌNH HÌNH SỬ DỤNG VỆ TINH Ở VIỆT NAM

### 4.1. HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG THÔNG TIN VỆ TINH Ở VIỆT NAM

Hiện tại mạng viễn thông quốc tế của Việt Nam đang sử dụng cả hai phương thức thông tin bao gồm cáp quang biển và thông tin vệ tinh. Thời kỳ đổi mới đầu những năm 90 của thế kỷ trước thông tin ra quốc tế của Việt Nam chủ yếu dựa vào thông tin vệ tinh gồm các trạm mặt đất vệ tinh theo hệ thống INTELSAT và INTERSPUTNIK. Từ tháng 8/1980 Việt Nam đã đưa vào sử dụng hệ thống vệ tinh thông tin qua mạng vệ tinh thông tin INTERSPUTNIK. Đến năm 1990 Tổng công ty Bưu chính Viễn thông đã xây dựng một hệ thống các trạm mặt đất thông tin vệ tinh lớn gồm 6 trạm theo tiêu chuẩn A, B qua mạng vệ tinh INTELSAT, phục vụ nhu cầu truyền dẫn thông tin quốc tế.

Các trạm mặt đất vệ tinh INTELSAT được xây dựng tại các trung tâm viễn thông quốc tế tại Hà Nội và Tp.Hồ Chí Minh. Tỷ lệ sử dụng vệ tinh cho truyền dẫn đường trục quốc tế của Việt Nam trước khi có hệ thống cáp quang biển là 100%, nhưng tới năm 1996 tỷ lệ này giảm dần do đã đưa vào khai thác sử dụng các hệ thống cáp quang biển và đến nay vẫn còn chiếm khoảng 15-20 % tổng dung lượng. Mặc dù tỷ lệ sử dụng so với các phương thức truyền dẫn khác đến nay là thấp, nhưng về giá trị tuyệt đối vẫn tăng và không thể thiếu trong mạng viễn thông quốc gia. Tổng số kênh quốc tế qua vệ tinh là 887 kênh.

#### 4.1.1. Hệ thống VSAT/SCPC

Mạng VSAT DAMA/SCPC được thiết lập để cung cấp thông tin cho các vùng thông tin miền núi vùng sâu, vùng xa. Cấu trúc phần mặt đất của hệ thống VSAT bao gồm: trạm HUB đặt tại trung tâm quốc tế khu vực 2 ở Tp.Hồ Chí Minh, các trạm đầu cuối gồm cả hai loại trạm TES nhiều kênh (4 kênh) và trạm QDS một kênh.

Tổng số trạm đầu cuối hiện nay của mạng có khoảng hơn 100 trạm, trong đó trạm TES là 70 trạm, QDS là hơn 30 trạm. Tổng số kênh vệ tinh là trên 180 kênh. Trạm HUB được kết nối với tổng đài cửa quốc tế giúp cho mạng VSAT/DAMA có thể mở rộng và kết nối với mạng viễn thông Việt Nam và quốc tế. Tại trạm HUB, hệ thống điều khiển mạng NCS (Network Control System) có khả năng điều khiển, kiểm soát và quản lý mạng.

#### **4.1.2. VSAT kênh thuê riêng (VSAT/PAMA)**

VSAT kênh thuê riêng chủ yếu phục vụ cho các công ty, cơ quan như: các dàn khoan trên biển của ngành dầu khí, các trạm khí tượng thuỷ văn, ngân hàng, cơ quan đại diện, công ty liên doanh nước ngoài... nhằm phục vụ thông tin liên lạc riêng của từng cơ quan, đơn vị. Số trạm đầu cuối hiện nay không nhiều khoảng 25 trạm. Các dịch vụ VSAT/PAMA được cung cấp theo cấu hình điểm nối điểm, tốc độ kênh cao.

#### **4.1.3. VSAT TDM/TDMA**

Hiện tại hệ thống VSAT TDM/TDMA được sử dụng để cung cấp các thông tin dữ liệu cho khách hàng. Hệ thống cũng sử dụng cấu hình dạng sao, có trạm HUB lắp đặt tại trung tâm viễn thông quốc tế khu vực 1 tại Hà Nội, sử dụng anten 4.5 m. Hệ thống sử dụng băng tần C và hiện tại kết nối với vệ tinh Thaicom3 có độ rộng băng tần thuê là 2 Mhz. Thiết bị của hệ thống do Hughes Network System cung cấp.

Mạng VSAT TDM/TDMA được triển khai để đáp ứng các yêu cầu trước mắt của khách hàng về dịch vụ chuyển mạch gói, truy nhập Internet tại những khu vực mà mạng công cộng chưa đáp ứng được. Hiện nay, công ty VTI đã đầu tư sẵn sàng 20 trạm đầu cuối để phục vụ khách hàng.

#### **4.1.4. Thu phát thanh quốc tế**

Dịch vụ thu phát thanh quốc tế qua vệ tinh được dùng để phục vụ cho các hội nghị quốc tế, các sự kiện thể thao, văn hoá và được truyền dẫn qua các trạm tiêu chuẩn A, B và các trạm lưu động của truyền hình Việt Nam. Ngoài ra kênh truyền hình VTV4 cũng được truyền hình qua vệ tinh khu vực đi khắp thế giới.

#### **4.1.5. Truyền hình hội nghị**

Đây là dịch vụ gần như kênh thuê riêng và không thường xuyên. Kênh thuê riêng này tải các tín hiệu video hình lẫn tiếng với mục đích phục vụ hội nghị ở nhiều địa điểm khác nhau nhưng có thể nhìn thấy diễn giả hoặc bài trình bày của diễn giả, các ý kiến phát biểu tham luận... Kênh thuê riêng này chỉ diễn ra trong thời gian hội nghị và giải phóng kênh khi hội nghị kết thúc.

#### **4.1.6. Thu phát hình lưu động**

Để phục vụ việc phát hình đột xuất cho các địa điểm có các sự kiện tại các địa phương, hiện nay Tổng công ty (VTI) có các thiết bị phát hình lưu động (Flyaways). Số thiết bị hiện tại có là 3 thiết bị hoạt động theo chế độ 1+1.

#### **4.1.7. Vệ tinh sử dụng trong mạng viễn thông quốc tế Việt Nam**

VTI có 3 tổng đài công quốc tế loại AXE-105 của Ericsson do Telstra lắp đặt ở Hà Nội, Tp.Hồ Chí Minh và Đà Nẵng, 5 trạm mặt đất qua INTELSAT và một trạm mặt đất qua INTERSPUTNIK. VTI có 109 luồng E<sub>1</sub>, trong đó có 40 luồng E<sub>1</sub> qua hệ thống vệ tinh và 69 luồng E<sub>1</sub> qua hệ thống cáp biển, kết nối tới gần 30 nước khác nhau với 5013 kênh thoại trực tiếp và chuyển đến hơn 200 nước vào cuối năm 1998.

Đến cuối năm 1997, tổng số kênh vệ tinh 2972 kênh, kết nối trực tiếp với 26 nước trên thế giới. Tỷ lệ giữa vệ tinh và cáp là 4:6 (40% trên vệ tinh và 60% trên cáp). VTI có 5 trạm mặt đất INTELSAT và một trạm mặt đất INTERSPUTNIK. Mạng INTELSAT bao gồm một trạm mặt đất tiêu chuẩn A ở Sông Bé (SBE-1A) hoạt động từ năm 1995 qua vệ tinh 174<sup>0</sup> E. Trạm mặt đất tiêu chuẩn A thứ 2 ở Sông Bé (SBE-2A) hoạt động từ tháng 3/1996 qua vệ tinh 66<sup>0</sup> E. Trạm mặt đất tiêu chuẩn B ở Đà Nẵng hoạt động từ năm 1990 qua vệ tinh 177<sup>0</sup> E và trạm mặt đất tiêu chuẩn A ở Hà Nội (HAN-1A) khai thác từ năm 1990 qua vệ tinh 60<sup>0</sup> E. Trạm mặt đất tiêu chuẩn A ở Sông Bé (SBE-3A) để truy nhập vệ tinh INTELSAT 157<sup>0</sup> E dùng cho mục đích khôi phục trong trường hợp cáp biển T-V-H có sự cố. Mạng INTERSPUTNIK gồm có trạm Hoa Sen 1 (HS1) ở Hà Nội, khai thác từ năm 1990 và trạm Hoa Sen 2 (HS2) ở Tp.Hồ Chí Minh khai thác từ năm 1994 trên vệ tinh viễn thông Nga tại 80<sup>0</sup> E. Từ năm 1998 trạm Hoa Sen 2 đã ngừng khai thác và chuyển các kênh khai thác trên vệ tinh INTERSPUTNIK sang mạng cáp.

Việt Nam sử dụng vệ tinh INTELSAT, ASIASAT II và INTERSPUTNIK cho truyền hình toàn quốc, phát quảng bá 18 giờ/ngày và đã có trên 200 trạm TVRO để thu các chương trình truyền hình từ các kênh vệ tinh nói trên.

Mạng thông tin vệ tinh trong nước truy nhập qua vệ tinh ASIASAT II có cấu hình gồm những thiết bị đầu cuối VSAT và trạm trung tâm HUB điều khiển mạng nằm tại Tp.Hồ Chí Minh.

Hiện tại VTI đang cung cấp kênh thoại qua vệ tinh nhằm cải thiện dịch vụ viễn thông ở các vùng nông thôn nhưng vẫn giữ được giá hạ nhờ tính kinh tế của công nghệ VSAT. Nhà khai thác mạng viễn thông Telstra của Úc dựa trên hợp đồng BCC với VNPT đang khai thác mạng VSAT, cung cấp được 24 trạm đầu cuối TSE với 39 kênh và trạm trung tâm HUB đặt tại Tp.Hồ Chí Minh đã tạo thành trục của mạng điện thoại cố định.

Năm 1996, dịch vụ VSAT bắt đầu kết nối mạng viễn thông quốc gia với các đảo Trường Sa, Phú Quý và cửa khẩu Kẹo Nưa. VSAT cũng cho phép kết nối với đảo Bạch Long Vĩ.

Trạm mặt đất HAN-1A và HS-1 được nối với ITC-1 tại Hà Nội. Trạm mặt đất INTERSPUTNIK cách ITC-1 70 km, được nối bằng viba số dung lượng 34 Mbps. Trạm mặt đất này truyền lưu động đi Nga, Xlo-va-ki-a, Lào, Cam-pu-chia. Một trạm mặt đất INTELSAT tiêu chuẩn B được nối với ITC-3 ở Đà Nẵng. Trạm mặt đất này cung cấp đường nối đi Mỹ, Úc, Hàn Quốc và Đài Loan tạo ra trung kế trực trong nước giữa Hà Nội và Tp.Hồ Chí Minh.

## **4.2. XU HƯỚNG SỬ DỤNG THÔNG TIN VỆ TINH Ở VIỆT NAM**

### **4.2.1. Vai trò của thông tin vệ tinh trong mạng viễn thông**

Tiềm năng sử dụng vệ tinh thông tin cho mục đích thông tin nội địa của Việt Nam còn rất lớn. Cùng với sự phát triển của các phương thức thông tin khác như cáp quang và vi ba, thông tin vệ tinh đã góp phần nâng cao năng lực mạng lưới viễn thông trong nước và quốc tế, nhằm đáp ứng nhu cầu ngày càng tăng về lưu lượng và loại hình dịch vụ cung cấp cho khách hàng. Mặt khác thông tin vệ tinh còn có khả năng nhanh chóng cung cấp dịch vụ cần thiết tới nhiều đối tượng khác nhau, ở những vùng địa lý khác nhau, nơi mà các phương thức thông tin khác như cáp quang hay vi ba gặp khó khăn khi thực hiện. Mạng thông tin vệ tinh nội địa của Việt Nam là một hệ thống đa chức năng, phục vụ cho nhu cầu thông tin đa dạng của nhiều đối tượng. Do đó mà Việt Nam cần phải có một vệ tinh riêng đó chính là vệ tinh VINASAT. Hiện nay dự án vệ tinh viễn thông Việt Nam VINASAT đang trong quá trình chuẩn bị và dự định đến năm 2008 sẽ được phóng lên quỹ đạo.

### **4.2.2. Những thuận lợi và khó khăn khi Việt Nam sử dụng vệ tinh riêng**

Một cách tổng quát, một số nhận định rút ra khi phân tích thông tin vệ tinh thị trường nội địa và khu vực được đánh giá là có tác động rất tích cực đến khả năng thực thi của hệ thống VINASAT, bao gồm:

- Ngành viễn thông Việt Nam đang trong quá trình tiếp tục thúc đẩy tăng trưởng và có tính cạnh tranh mạnh.
- Các thị trường chính như dịch vụ truyền hình, viễn thông nông thôn và dịch vụ Internet vốn rất phổ biến đối với các hệ thống vệ tinh trên thế giới trong khi ở Việt Nam còn chưa phát triển sẽ góp phần đem lại nguồn nhu cầu rất tiềm năng.
- Các chính sách về cấp phép và các quy định hiện hành cũng tạo điều kiện tích cực cho sự phát triển của ngành vệ tinh.
- Ngành công nghiệp vệ tinh đang chứng kiến tốc độ tăng trưởng ở mức 10% đến 15% mỗi năm và hy vọng tốc độ này sẽ được duy trì trong thời gian dài sắp tới.

- Những lĩnh vực như cung cấp dịch vụ Internet qua vệ tinh đã đạt được mức tăng trưởng vượt bậc trên 100%/năm.
- Ngành vệ tinh ở khu vực châu Á – Thái Bình Dương có khả năng sẽ đạt mức tăng trưởng mạnh.
- Dung lượng vệ tinh chưa khai thác của khu vực đang có chiều hướng giảm sút.
- Kỹ thuật tiên tiến cùng với khối lượng đặt hàng lớn tiếp tục góp phần giảm giá thành các thiết bị vệ tinh.
- Tính chất linh hoạt của các hệ thống vệ tinh đã góp phần làm tăng vị thế của vệ tinh trong việc đáp ứng nhanh chóng các cơ hội thị trường đang phát triển như dịch vụ Internet.

Bên cạnh đó, cũng còn tồn tại một số rào cản có nguy cơ ảnh hưởng đến tốc độ tăng trưởng của vệ tinh ở Việt Nam, cụ thể là:

- Khả năng nguồn vốn đáp ứng hiệu quả và kịp thời việc triển khai mạng lưới và các dịch vụ vệ tinh trong bối cảnh phần lớn các khách hàng trong nước có nhu cầu sử dụng dung lượng vệ tinh đều dựa vào nguồn vốn ban đầu của các tổ chức tài chính nhà nước.
- Thời hạn lập kế hoạch ở Việt Nam với nhiều cung đoạn liên tiếp bao gồm: nghiên cứu tiền khả thi, nghiên cứu khả thi và các dự án thử nghiệm có thể làm giảm tốc độ khai thác dung lượng cũng như cơ hội sử dụng vệ tinh của hệ thống VINASAT.
- VINASAT là đối tượng sau cùng tham gia vào thị trường khai thác các dịch vụ vệ tinh khu vực, VINASAT sẽ phải đối mặt với mức độ cạnh tranh gay gắt từ phía các hãng khai thác kỳ cựu của khu vực để giành được một thị phần, dù là rất khiêm tốn trong thị trường khu vực.

#### **4.2.3. Xu hướng sử dụng thông tin vệ tinh ở Việt Nam**

Mạng thông tin vệ tinh nội địa Việt Nam sẽ đáp ứng nhu cầu sử dụng của nhiều đối tượng, do vậy mạng viễn thông bao gồm nhiều thành phần mạng khác nhau phù hợp với mục đích sử dụng và yêu cầu riêng của từng đối tượng.

a) Mạng thông tin vệ tinh phục vụ thông tin nông thôn: cung cấp các dịch vụ truyền thống như: thoại, fax, số liệu, hình ảnh tốc độ thấp cho những vùng cô lập về mặt địa lý như những vùng nông thôn, miền núi, biên giới, hải đảo hoặc những vùng mà hạ tầng viễn thông còn hạn chế.

- Mạng VSAT phục vụ thông tin nông thôn được xây dựng thành nhiều mạng khác nhau trên khắp cả nước, các trạm thuê bao có lưu lượng vừa và nhỏ, giá thành thấp được đặt tại các vùng cô lập về mặt địa lý, những nơi hạ tầng vệ tinh còn thấp và chưa phát triển như tại các làng bản, vùng núi, biên giới, hải đảo...

- Do đặc thù dân cư tại các vùng nói trên là không tập trung, mật độ dân cư thấp, nhu cầu thông tin có nhưng không cao. Do vậy, mạng thông tin nông thôn được tổ chức theo cấu hình nhiều mạng sao, mỗi mạng gồm nhiều trạm thuê bao nhỏ kiểu VSAT với một trạm chủ đồng thời là trạm cổng để nối thông các trạm thuê bao và mạng PSTN thông qua tổng đài cấp tỉnh nơi đặt trạm chủ.
  - Vì lưu lượng tại mỗi trạm con trong mạng thường nhỏ và khó xác định trước, dung lượng mạng sẽ lãng phí nếu dùng kỹ thuật truy nhập cố định. Do vậy, các mạng này sẽ sử dụng kỹ thuật SCPC/DAMA là phù hợp trong điều kiện số lượng trạm và dung lượng mỗi trạm có thể thay đổi theo từng giai đoạn.
  - Các dịch vụ chính của mạng vẫn là các dịch vụ cơ bản như thoại, ngoài ra có thể truyền fax, số liệu hoặc hình ảnh với tốc độ thấp.
- b) Mạng thông tin vệ tinh dự phòng cho tuyến thông tin đường trục: nhằm nâng cao dung lượng truyền dẫn của tuyến thông tin đường trục Bắc Nam. Trong trường hợp tuyến thông tin đường trục dùng phương thức truyền dẫn vi ba và cáp quang bảo dưỡng hoặc bị gián đoạn khai thác thì mạng thông tin vệ tinh sẽ đóng vai trò dự phòng và phân tải lưu lượng cho những tuyến cần thiết.
- c) Mạng thông tin vệ tinh hỗ trợ và bổ sung dung lượng truyền dẫn giữa các tỉnh nằm ngoài tuyến đường trục Bắc Nam, nâng cao năng lực truyền dẫn và phát triển mạng tại các tỉnh này.
- d) Mạng thông tin vệ tinh phục vụ nhu cầu riêng của các cơ quan trung ương, bộ, ngành, các công ty, các cá nhân và các tổ chức hoạt động trên lãnh thổ Việt Nam. Cung cấp các kênh thuê riêng theo yêu cầu của khách hàng.
- Mạng VSAT hình sao phục vụ truyền số liệu theo phương thức TDM/TDMA.
  - Mạng cung cấp dịch vụ Internet.
  - Mạng giáo dục và đào tạo từ xa.
  - Mạng khám chữa bệnh từ xa.
  - Mạng cung cấp dịch vụ DTH, chuyển tiếp chương trình phát thanh truyền hình giữa các đài phát trung ương và địa phương. Truyền hình trực tiếp bằng xe lưu động.
  - Dịch vụ thu thập, phân phối dữ liệu theo kiểu quảng bá hoặc trong phạm vi một nhóm khách hàng.
  - Tổ chức các kênh thuê riêng, mạng riêng cung cấp dịch vụ thoại, số liệu, video, hội nghị truyền hình theo yêu cầu riêng của các bộ ngành, các cơ quan chính phủ, các công ty tư nhân...

## **KẾT LUẬN**

Để đáp ứng yêu cầu công nghiệp hóa - hiện đại hóa nền kinh tế, vai trò của ngành viễn thông nói chung và thông tin vệ tinh nói riêng ngày càng quan trọng. Việc phát triển cơ sở hạ tầng viễn thông mạnh không chỉ tạo điều kiện thuận lợi cho phát triển kinh tế mà còn góp phần đảm bảo phân phối phúc lợi xã hội một cách công bằng. Khi thông tin liên lạc phát triển và các dịch vụ viễn thông được cung cấp rộng khắp trên toàn quốc không chỉ người dân thành thị mà cả ở nông thôn cũng sẽ được hưởng những lợi ích về y tế, giáo dục và văn hoá. Việc sử dụng các dịch vụ viễn thông sẽ làm tăng năng suất lao động và cải thiện chất lượng cuộc sống của người dân.

Do đặc điểm của địa hình Việt Nam rất phức tạp, có nhiều khu vực đồi núi hiểm trở, hẻo lánh và các quần đảo xa xôi nên việc thiết lập các tuyến thông tin tầm thấp truyền thống như cáp đồng trục, cáp quang, vi ba ... gặp rất nhiều khó khăn. Việc triển khai mạng thông tin vệ tinh được thực hiện ở nước ta từ năm 1995 đã góp phần quan trọng đối với sự phát triển kinh tế cũng như đảm bảo an ninh chính trị và chủ quyền lãnh thổ quốc gia.

Thông tin vệ tinh là một hệ thống thông tin khá lớn so với các loại thông tin khác. Việc nắm bắt các vấn đề về thông tin vệ tinh còn hạn chế và chưa sâu sắc nhưng em cũng tìm hiểu được một số vấn đề sau:

- Đầu tiên em biết được một cái nhìn tổng quan về thông tin vệ tinh địa tĩnh, lịch sử và xu hướng phát triển của kỹ thuật thông tin vệ tinh, các đặc điểm và ứng dụng của thông tin vệ tinh, cấu trúc của một hệ thống thông tin vệ tinh địa tĩnh.
- Thứ hai đó là các kỹ thuật trạm mặt đất thông tin vệ tinh. Mỗi phần tử của trạm mặt đất cùng với những công nghệ nội tại của nó là những đối tượng kỹ thuật trực tiếp đối với vệ tinh và các thông tin về chúng là những đầu vào rất quan trọng để bài toán thiết lập tuyến truyền dẫn cho ra kết quả chính xác. Các kỹ thuật, công nghệ có liên quan trực tiếp tới thông tin vệ tinh như một số kỹ thuật điều chế/ giải điều chế, các phương pháp đa truy nhập... hiện đang được sử dụng trong các hệ thống thông tin vệ tinh.

- Mô tả cách thức cơ bản để phân tích và tính toán các thông truyền dẫn cho một sóng mang số cho kênh thuê riêng của tuyến thông tin vệ tinh. Các yếu tố chính ảnh hưởng tới chất lượng đường truyền của một tuyến thông tin vệ tinh địa tĩnh như các loại suy hao, can nhiễu gây ra do tạp âm, mưa, xuyên cực, giao thoa... trên một khoảng cách khổng lồ mà chúng ta phải tính đến trong quá trình đánh giá và phân tích.
- Cuối cùng là tình hình sử dụng thông tin vệ tinh ở Việt Nam: hiện trạng sử dụng thông tin vệ tinh ở Việt Nam và xu hướng sử dụng thông tin vệ tinh ở Việt Nam.



## **Mục lục**

LỜI NÓI ĐẦU .....	1
CHƯƠNG 1 THÔNG TIN VỆ TINH ĐỊA TỈNH .....	1
1.1. GIỚI THIỆU CHUNG .....	2
1.1.1. Sự ra đời của hệ thống thông tin vệ tinh .....	2
1.1.2. Quá trình phát triển của thông tin vệ tinh .....	2
1.1.3. Các dạng quỹ đạo vệ tinh .....	3
1.1.3.1. Quỹ đạo tròn .....	4
1.1.3.2. Quỹ đạo elíp .....	4
1.1.3.3. Quỹ đạo đồng bộ mặt trời (HEO) .....	4
1.1.4. Đặc điểm của thông tin vệ tinh .....	5
1.1.5. Các ứng dụng của thông tin vệ tinh .....	7
1.1.6. Xu hướng phát triển của kỹ thuật thông tin vệ tinh .....	7
1.1.7. Phân cực của sóng mang trên tuyến thông tin vệ tinh .....	8
1.1.8. Phân chia dải tần cho thông tin vệ tinh .....	9
1.2. THÔNG TIN VỆ TINH ĐỊA TỈNH .....	10
1.2.1. Các đặc điểm của thông tin vệ tinh địa tỉnh .....	10
1.2.2. Cấu trúc hệ thống thông tin vệ tinh địa tỉnh .....	11
1.2.2.1. Phân đoạn không gian .....	12
1.2.2.2. Phân đoạn mặt đất .....	21
1.2.2.3. Hệ thống cung cấp nguồn và điều hoà nhiệt .....	22
CHƯƠNG 2    KỸ THUẬT TRẠM MẶT ĐẤT .....	23
2.1. ANTEN CỦA TRẠM MẶT ĐẤT .....	23
2.1.1. Các loại anten trạm mặt đất .....	23
2.1.2. Hệ thống bám vệ tinh .....	24
2.1.3. Hệ số tăng ích của anten .....	25
2.1.4. Góc độ rộng búp sóng .....	26
2.2. BỘ KHUẾCH ĐẠI TẠP ÂM THẤP (LNA - Low Noise Amplifier) .....	27
2.2.1. Giới thiệu .....	27
2.2.2. Các loại khuếch đại tạp âm thấp LNA .....	27
2.3. BỘ ĐỔI TẦN (FC: Frequency Converter) .....	28
2.3.1. Giới thiệu .....	28
2.3.2. Các bộ đổi tần kép .....	28
2.3.3. Bộ dao động nội .....	29
2.4. BỘ KHUẾCH ĐẠI CÔNG SUẤT CAO (HPA - High Power Amplifier) .....	30
2.4.1. Giới thiệu .....	30
2.4.2. Phân loại các bộ khuếch đại công suất cao .....	30
2.4.3. Cấu hình của bộ khuếch đại công suất cao .....	31
2.5. KỸ THUẬT ĐIỀU CHẾ VÀ GIẢI ĐIỀU CHẾ TÍN HIỆU .....	31
2.5.1. Giới thiệu .....	31
2.5.2. Kỹ thuật điều chế tần số (FM) .....	32
2.5.3. Kỹ thuật giải điều chế sóng mang điều tần (FM) .....	32
2.5.4. Điều chế số .....	32
2.5.5. Kỹ thuật giải điều chế sóng mang PSK .....	33
2.6. KỸ THUẬT ĐA TRUY NHẬP .....	34

2.6.1. Các vấn đề về lưu lượng .....	34
2.6.2. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA).....	36
2.6.3. Kỹ thuật đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA).....	39
2.6.4. Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA).....	42
2.7. CÁC THIẾT BỊ TRUYỀN DẪN SỐ CỦA TRẠM MẶT ĐẤT.....	46
2.7.1. Số hoá tín hiệu tương tự.....	47
2.7.2. Thiết bị ghép kênh phân chia theo thời gian TDM.....	48
2.7.3. Thiết bị bảo mật (Encryption).....	48
2.7.4. Bộ mã hoá kênh (Channel Encoder).....	49
2.7.5. Bộ tiêu tán năng lượng.....	50
<b>CHƯƠNG 3 PHÂN TÍCH VÀ TÍNH TOÁN ĐƯỜNG TRUYỀN.....</b>	<b>52</b>
3.1. PHÂN TÍCH ĐƯỜNG TRUYỀN.....	52
3.1.1. Giới thiệu chung.....	52
3.1.2. Phân tích đường truyền tuyến lên .....	52
3.1.3. Phân tích đường truyền tuyến xuống .....	54
3.1.4. Bộ phát đáp vệ tinh .....	59
3.1.5. Các yếu tố ảnh hưởng đến chất lượng tuyến truyền dẫn.....	60
3.1.6. Các biện pháp khắc phục các ảnh hưởng.....	64
3.2. TÍNH TOÁN ĐƯỜNG TRUYỀN .....	65
3.2.1. Đặt vấn đề .....	65
3.2.2. Tính công suất phát tối thiểu của trạm mặt đất Hà Nội .....	66
<b>CHƯƠNG 4 TÌNH HÌNH SỬ DỤNG VỆ TINH Ở VIỆT NAM.....</b>	<b>73</b>
4.1. HIỆN TRẠNG SỬ DỤNG THÔNG TIN VỆ TINH Ở VIỆT NAM.....	73
4.1.1. Hệ thống VSAT/SCPC.....	73
4.1.2. VSAT kênh thuê riêng (VSAT/PAMA).....	74
4.1.3. VSAT TDM/TDMA .....	74
4.1.4. Thu phát thanh quốc tế.....	74
4.1.5. Truyền hình hội nghị.....	74
4.1.6. Thu phát hình lưu động.....	74
4.1.7. Vệ tinh sử dụng trong mạng viễn thông quốc tế Việt Nam .....	75
4.2. XU HƯỚNG SỬ DỤNG THÔNG TIN VỆ TINH Ở VIỆT NAM .....	76
4.2.1. Vai trò của thông tin vệ tinh trong mạng viễn thông .....	76
4.2.2. Những thuận lợi và khó khăn khi Việt Nam sử dụng vệ tinh riêng.....	76
4.2.3. Xu hướng sử dụng thông tin vệ tinh ở Việt Nam.....	77
<b>KẾT LUẬN.....</b>	<b>79</b>

Tài liệu tham khảo.

## LỜI CẢM ƠN

Lời đầu tiên của bản khoá luận này cho phép em gửi lời cảm ơn tới các thầy cô trong bộ môn Viễn thông, các thầy cô trong khoa Điện tử - Viễn thông - trường Đại học Công Nghệ - Đại học quốc gia Hà Nội, những người đã dạy dỗ chỉ bảo, tạo mọi điều kiện thuận lợi giúp đỡ em trong thời gian học tập và làm khoá luận.

Đặc biệt em xin bày tỏ lòng biết ơn chân thành và sâu sắc đến thầy giáo ***KS.Hoàng Minh Thống – Phó trưởng Ban chuẩn bị đầu tư dự án vệ tinh viễn thông Việt Nam VINASAT - Tổng Công ty Bưu chính Viễn thông Việt Nam***, đã giao đề tài và tận tình hướng dẫn giúp đỡ chỉ bảo em trong suốt quá trình làm khoá luận, bằng kinh nghiệm của mình thầy đã giúp em tiếp cận và giải quyết được những vấn đề thường gặp trong thực tế, đó là những kinh nghiệm quý báu mà em học tập được trước khi ra trường.

Xin gửi lời cảm ơn đến toàn thể các bạn sinh viên lớp K46ĐB, những người bạn đã giúp đỡ và động viên tôi trong suốt quá trình học tập cũng như làm khoá luận tốt nghiệp.

Hà Nội, ngày 30 tháng 5 năm 2005

Sinh viên

Lê Đình Dũng

## **Tóm tắt nội dung**

Thông tin vô tuyến qua vệ tinh là thành tựu nghiên cứu trong lĩnh vực truyền thông nhằm khắc phục các nhược điểm của mạng vô tuyến mặt đất, đạt được mức gia tăng chưa từng có về cự ly và dung lượng, đem lại cho khách hàng nhiều dịch vụ mới với những chi phí thấp nhất có thể. Thông tin vệ tinh có rất nhiều ưu điểm so với các hệ thống thông tin khác như là: tính quảng bá rộng lớn cho mọi loại địa hình, có dải thông rộng và nhanh chóng dễ dàng thiết lập lại cấu hình khi cần thiết.

Thông tin vệ tinh và đặc biệt là mô hình thông tin vệ tinh địa tĩnh có cấu trúc gồm 2 phần không gian và phần mặt đất. Cùng với nó là các kỹ thuật trong trạm mặt đất có liên quan và ứng dụng để phân tích và tính toán đường truyền cho kênh thuê riêng qua vệ tinh. Cuối cùng em đề cập đến tình hình sử dụng vệ tinh ở Việt Nam.

## **Tài liệu tham khảo**

- [1] Nguyễn Đình Lương. Công nghệ thông tin vệ tinh. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật. Hà Nội 1997.
- [2] Nguyễn Đình Lương & Nguyễn Thanh Việt. Các hệ thống thông tin vệ tinh. Hệ thống kỹ thuật và công nghệ, Tập 1. Nhà xuất bản Bưu điện. Hà Nội 2001.
- [3] INTELSAT. Earth Station Technology Handbook. Revision 4, March 1995.
- [4] John Wiley & Sons. Satellite communications. NewYork, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapo. Copyright 2001.
- Và các tài liệu có liên quan.

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

**Lê Đình Dũng**

**LÝ THUYẾT THÔNG TIN VỆ TINH ĐỊA TĨNH  
VÀ ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN ĐƯỜNG TRUYỀN  
CHO KÊNH THUÊ RIÊNG QUA VỆ TINH**

**KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC CHÍNH QUY**

**Ngành: Điện tử - Viễn thông**

**HÀ NỘI - 2005**

**ĐẠI HỌC QUỐC GIA HÀ NỘI  
TRƯỜNG ĐẠI HỌC CÔNG NGHỆ**

**Lê Đình Dũng**

**LÝ THUYẾT THÔNG TIN VỆ TINH ĐỊA TÍNH  
VÀ ỨNG DỤNG TÍNH TOÁN ĐƯỜNG TRUYỀN  
CHO KÊNH THUÊ RIÊNG QUA VỆ TINH**

**KHOÁ LUẬN TỐT NGHIỆP ĐẠI HỌC CHÍNH QUY**

**Ngành: Điện tử - Viễn thông**

**Cán bộ hướng dẫn: KS.Hoàng Minh Thống**

**HÀ NỘI - 2005**