

www.mientayvn.com

Khi đọc qua tài liệu này, nếu phát hiện sai sót hoặc nội dung kém chất lượng xin hãy thông báo để chúng tôi sửa chữa hoặc thay thế bằng một tài liệu cùng chủ đề của tác giả khác. Tài liệu này bao gồm nhiều tài liệu nhỏ có cùng chủ đề bên trong nó. Phần nội dung bạn cần có thể nằm ở giữa hoặc ở cuối tài liệu này, hãy sử dụng chức năng Search để tìm chúng.

Bạn có thể tham khảo nguồn tài liệu được dịch từ tiếng Anh tại đây:

http://mientayvn.com/Tai_lieu_da_dich.html

Thông tin liên hệ:

Yahoo mail: thanhlam1910_2006@yahoo.com

Gmail: frbwrthes@gmail.com

Theo yêu cầu của khách hàng, trong một năm qua, chúng tôi đã dịch qua 16 môn học, 34 cuốn sách, 43 bài báo, 5 sổ tay (chưa tính các tài liệu từ năm 2010 trở về trước) Xem ở đây

**DỊCH VỤ
DỊCH
TIẾNG
ANH
CHUYÊN
NGÀNH
NHANH
NHẤT VÀ
CHÍNH
XÁC
NHẤT**

Chỉ sau một lần liên lạc, việc dịch được tiến hành

Giá cả: có thể giảm đến 10 nghìn/1 trang

Chất lượng: Tạo dựng niềm tin cho khách hàng bằng công nghệ 1. Bạn thấy được toàn bộ bản dịch; 2. Bạn đánh giá chất lượng. 3. Bạn quyết định thanh toán.



HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thẩm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



Chương 1 - Đại cương về TTVT

1. Định nghĩa

2. Phân loại vệ tinh theo ứng dụng

3. Lịch sử phát triển



LEO Orbit



GEO



Polar

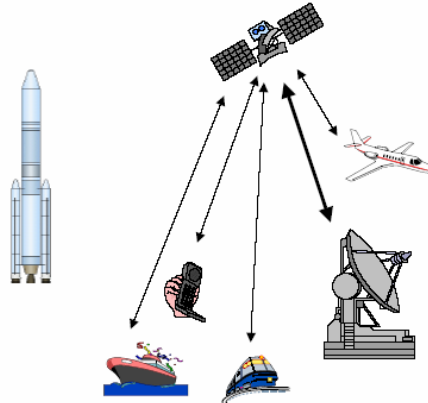


ELLIPSE



Định nghĩa

Vệ tinh nhân tạo được con người đặt lên những quỹ đạo xác định, cho phép thực hiện trong vũ trụ những nhiệm vụ mà làm trên mặt đất thì khó khăn hơn và tốn kém hơn



Phân loại vệ tinh theo ứng dụng

Căn cứ vào ứng dụng vệ tinh được chia ra:

- 1. Vệ tinh viễn thông:** Inmarsat, Iridium, Thuraya, Navstar (GPS), Glonass, Vsat, Intersat, Palapa, Vinasat. Truyền thoại, video, data, fax.
- 2. Vệ tinh quan trắc mặt đất:** Meteosat (quan sát 200 triệu Km², độ phân giải 1Km), Spot, ERS-1, ... Lập bản đồ theo dõi qui hoạch tài nguyên, đô thị, dự báo thời tiết, theo dõi và bảo vệ trái đất, ...
- 3. Vệ tinh nghiên cứu khoa học:** Envisat nghiên cứu đại dương, các đặc trưng của đất đai, theo dõi tầng ôzôn và thảm thực vật, ...
- 4. Vệ tinh quân sự:** Lacrosse thông tin liên lạc, trinh sát, ...

Lịch sử phát triển

Ý tưởng dùng vệ tinh trong viễn thông

- Từ 1945, nhà khoa học viễn tưởng Arthur Clarke, đã công bố trên tạp chí Wireless World ý tưởng thiết lập một mạng viễn thông toàn cầu dựa trên 3 vệ tinh địa tĩnh. Tuy vậy, phải đợi những phát minh lớn khác có liên quan, như sự phát minh ra transisto, máy tính điện tử, công nghệ vi điện tử, và sự phát triển các tên lửa phóng, và mãi đến đầu thập kỷ 60 ý tưởng thông tin chuyển tiếp qua vệ tinh mới từng bước được thực hiện:

Lịch sử phát triển

Những mốc lịch sử

- Năm 1960, Mỹ phóng vệ tinh ECHO, là một quả cầu kim loại hoá để phản xạ sóng điện từ, thực hiện việc chuyển tiếp thụ động.
- Năm 1963, AT&T thử nghiệm liên lạc vô tuyến bằng vệ tinh chuyển tiếp tích cực, -- là vệ tinh TELSTAR 1, có quỹ đạo ellip (viễn điểm 5632 km, cận điểm 953 km), nghiêng 45^0 so với mặt phẳng xích đạo.
- Cũng năm 1963, Mỹ đưa vệ tinh SYNCOM lên quỹ đạo địa tĩnh.
- Năm 1965 phóng vệ tinh địa tĩnh INTELSAT 1 và thành lập tổ chức INTELSAT, mở đầu cho kỷ nguyên thông tin toàn cầu bằng vệ tinh.

Lịch sử phát triển

Những mốc lịch sử (tiếp theo)

- Cũng năm 1965, Liên xô phóng hệ vệ tinh viễn thông Molnia, có quỹ đạo ellip (viễn điểm ở 40 000 km, cận điểm 550 km), nghiêng 63^0 so với mặt phẳng xích đạo, gồm 3 vệ tinh cách đều nhau trên cùng quỹ đạo để phủ sóng toàn bộ Liên xô cũ. Sở dĩ chọn quỹ đạo này là vì phần lớn lãnh thổ Liên xô nằm ở vùng vĩ độ cao, nhưng bãi phóng ở xa xích đạo và tên lửa phóng lúc đó chưa đủ mạnh.
- Từ 1975, Liên xô có tên lửa Proton đủ sức đưa vệ tinh lên thẳng quỹ đạo địa tĩnh, đã phóng một loạt vệ tinh địa tĩnh dùng cho viễn thông.

Các dải tần dành cho Thông tin Vệ tinh

Băng tần cho TTVT do FCC của Mỹ và ITU cấp

- **Băng VHF/UHF 0.1-0.3 GHz:** Vệ tinh quân sự, vô tuyến nghiệp dư
- **Băng L 1-2GHz:** Thông tin di động, hàng hải
- **S band 2-4 GHz:** Dùng cho các lệnh điều khiển
- **Băng C 4-8 GHz:** Data, voice, truyền hình
- **Băng X 8-12GHz:** dùng cho quân sự
- **Băng Ku 12-18GHz :** TV trực tiếp, Data, Voice, IP services (mạng riêng ảo, truy cập internet, ...)
- **Băng K 18-27GHz:** không được sử dụng do bị hấp thụ rất lớn bởi hơi nước
- **Băng Ka 27-40/ 40-75 GHz:** thế hệ tiếp theo. 60GHz -O,

Những ưu điểm của Thông tin Vệ tinh

- Có thể phủ sóng ngay cho cả nước mà không cần đợi sự lắp đặt hết cả một hệ thống các đài trạm như hệ vi ba tiếp sức mặt đất.
- Chất lượng phục vụ đồng đều trong cả vùng phủ sóng, không có vùng tối ở khu vực miền núi.



Những ưu điểm của Thông tin Vệ tinh

- Với một chương trình PT-TH analog chỉ dùng một tần số duy nhất, thay vì phải dùng nhiều kênh như trong các mạng mặt đất.
- Vùng phủ sóng mở rộng ra ngoài biên giới và các đại dương, mở rộng được diện khán giả truyền hình
- Mềm dẻo hơn trong việc sử dụng tần số và công suất phát, dễ thích ứng với nhu cầu truyền thông trên một vùng đã cho.
- Không phụ thuộc thiên tai (động đất, bão lớn,..) có thể tàn phá toàn bộ hoặc một phần cơ sở hạ tầng của mạng mặt đất (đường cáp, cột cao, v.v.)

Những ưu điểm của Thông tin Vệ tinh

- Dung lượng thông tin lớn, do sử dụng băng tần công tác rộng và kỹ thuật đa truy nhập cho phép đạt dung lượng lớn trong thời gian ngắn mà ít loại hình thông tin khác có thể đạt được.
- Độ tin cậy và chất lượng thông tin cao, do liên lạc trực tiếp giữa vệ tinh và trạm mặt đất, xác suất hư hỏng trên tuyến liên lạc rất thấp và ảnh hưởng do nhiễu và khí quyển không đáng kể.
- Tinh linh hoạt cao, do hệ thống liên lạc vệ tinh được thiết lập rất nhanh chóng và có thể thay đổi rất linh hoạt tùy theo yêu cầu sử dụng.
- Có khả năng ứng dụng trong thông tin di động và thông tin liên lạc toàn cầu

Những nhược điểm của Thông tin Vệ tinh

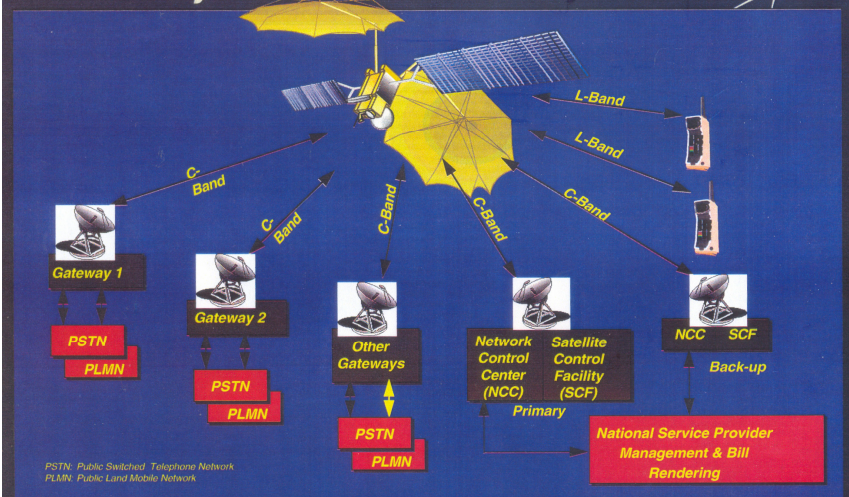
- Đầu tư ban đầu cao
- Thời gian làm việc tương đối ngắn (7 – 15 năm)
- Có một số giới hạn sử dụng, như: quỹ đạo, phân chia tần số, công suất bức xạ,...
- Khả năng truy cập tới người sử dụng đôi khi gặp khó khăn về kỹ thuật hoặc những nguyên nhân khác
- Khó khăn hoặc chi phí rất tốn kém cho bảo dưỡng
- Phụ thuộc thiết bị phóng
-

Sự phát triển của Thông tin Vệ tinh

- Trong vòng 3 thập kỷ, dung lượng đường truyền qua vệ tinh tăng từ 240 kênh thoại (Early Bird, 1965) lên hơn 10 vạn kênh (INTELSAT 7A). Dung lượng truyền chương trình TH số của 1 vệ tinh lên đến 220 kênh (ASTRA 2B)
- 30% số cuộc đàm thoại xuyên đại dương là thông qua vệ tinh. TTĐĐ cho đến nay vẫn dùng các mạng tổ ong trên mặt đất, từ 1999 sử dụng thêm các chòm vệ tinh quỹ đạo thấp và vừa, rồi cả vệ tinh địa tĩnh nữa. TTĐĐ qua vệ tinh phối hợp với TTĐĐ mạng tổ ong làm cho con người ở bất cứ đâu và bất cứ lúc nào cũng có thể liên lạc với nhau

TTĐĐ qua vệ tinh phối hợp với TTĐĐ mạng tổ ong

Mobile System



4/21/97 8:06 AM

LOCKHEED MARTIN PROPRIETARY

Filename.PPT pg.12

Vệ tinh trong Phát thanh-Truyền hình

Vệ tinh truyền chương trình TH theo 2 phương thức:

- Truyền cho các đài phát lại địa phương, công suất vệ tinh phát xuống cỡ 10~50 W mỗi kênh, đường kính anten thu ở mặt đất từ 3~15 m.
- Phát thẳng chương trình đến nhà dân (DTH), công suất vệ tinh phát xuống lớn hơn (100~150 W), nhưng anten ở gia đình chỉ khoảng $\Phi = 50$ cm.
- Bằng kỹ thuật số có thể truyền đến 7 chương trình TH số có nén trong dải tần của một kênh analog trước đây, làm cho giá thành phát sóng giảm 5~7 lần.

TTVT ở Việt nam (những mốc lịch sử)

- Từ đầu những năm 80, nước ta đã sử dụng TTVT, bắt đầu bằng trạm mặt đất Hoa sen ở Phú lý. Việt nam tham gia cả 2 tổ chức TTVT có quy mô toàn cầu là Intelsat và Intersputnik, với 8 trạm mặt đất.
- Về TH từ cuối những năm 80 Đài VTV hàng tuần truyền chương trình TH đối ngoại của Việt nam qua vệ tinh Stationar 13 để trao đổi với Liên xô và các nước Đông Âu; đồng thời cũng truyền chương trình TH đối nội hàng ngày để các địa phương trong nước thu và phát lại.

TTVT ở Việt nam (những mốc lịch sử)

- Ngày nay VTV truyền 3 chương trình đối nội cho toàn quốc bằng các vệ tinh khu vực, sử dụng cả kỹ thuật số và kỹ thuật analog, đồng thời cũng truyền 1 chương trình ra quốc tế bằng vệ tinh viễn thông quốc tế.
- Từ 1993, Đài TNVN dùng vệ tinh Palapa truyền các chương trình đối nội đi cả nước bằng kỹ thuật số. Ngày nay cả VoV và VTV đều dùng trạm mặt đất di động kỹ thuật số để thực hiện các cuộc tƯỜNG THUẬT tại chỗ.

TTVT ở Việt nam

Công ty Viễn thông Quốc tế VTI đã khởi công xây dựng trạm điều khiển vệ tinh Vinasat tại xã Hoài Đức - Hà Tây. **04.01.2007**. Tổng dự toán trên 10 tỷ đồng.

Thành lập Trung tâm thông tin vệ tinh Vinasat
Công ty Viễn thông quốc tế (VTI) vừa thành lập
Trung tâm Thông tin Vệ tinh Vinasat, với chức năng quản lý, vận hành, khai thác các đài mặt đất điều khiển vệ tinh. 14:52' 29/08/2007 (GMT+7)

Đồng thời, trung tâm cũng có nhiệm vụ kinh doanh băng tần vệ tinh, các dịch vụ sử dụng hệ thống Vinasat, thực hiện các nhiệm vụ công ích được giao và hoàn thiện tổ chức bộ máy..

TTVT ở Việt nam

2 trạm điều khiển vệ tinh tại Quế Dương, Hà Tây và Bình Dương

Quả vệ tinh Vinasat được phóng trên quỹ đạo địa tĩnh **132oE** (cách trái đất 35.768 kdam) do Lockheed Martin Corporation (Mỹ) cung cấp vệ tinh, dịch vụ phóng và thiết bị trạm điều khiển. Chức năng tư vấn và giám sát xây dựng, lắp đặt vệ tinh do hãng Telesat (Canada) đảm nhiệm.

Theo lãnh đạo VTI, thời gian dự kiến phóng vệ tinh vào ngày **28/3/2008**; thời gian dự kiến bàn giao vệ tinh trên quỹ đạo vào ngày **27/4** sau đó. Địa điểm phóng Vinasat, dự kiến tại bãi phóng Kourou, quốc gia Trung Mỹ French-Guiana. Khả năng phủ sóng của Vinasat có thể gồm Việt Nam, Đông Nam Á, Trung Quốc, Triều Tiên, Ấn Độ, Nhật Bản và Australia.

TTVT ở Việt nam

Vệ tinh Vinasat có trọng lượng khoảng 2.200kg, kích cỡ trung bình, gồm **25-30** bộ phát đáp (một bộ phát đáp tương đương với khoảng **500** kênh điện thoại hay 4-6 kênh truyền hình), và có tuổi thọ **15 năm**. Vệ tinh Vinasat sẽ phủ sóng toàn bộ lãnh thổ VN, 100% thôn, xã trong cả nước sẽ có điện thoại cũng như được phủ sóng phát thanh, truyền hình. Tổng mức đầu tư cho dự án phóng vệ tinh Vinasat khoảng **270 triệu USD**.

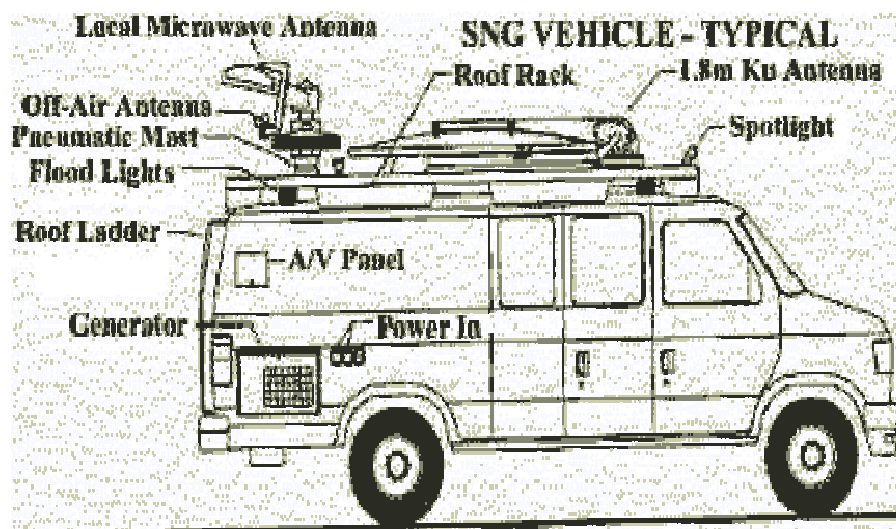
Có ba hãng tham gia đấu thầu gồm EADS Astrium/Alcatel Alenia Space (Pháp), Lockheed Martin Commercial Space Systems (Mỹ) và Sumitomo Corporation (Nhật Bản). Kết quả, hãng Lockheed Martin đã chính thức được chọn là nhà thầu cho dự án.

TTVT ở Việt nam

Trung tâm Vinasat sẽ cung cấp các dịch vụ trọn gói bao gồm : dịch vụ truy cập internet, dịch vụ VoIP, dịch vụ mạng riêng ảo (VPN), dịch vụ GSM trunking, dịch vụ truyền hình hội nghị, dịch vụ truyền hình quảng bá, dịch vụ truyền hình theo nhu cầu, dịch vụ đào tạo từ xa,... VSAT băng rộng được kết nối thẳng tới nhà cung cấp dịch vụ qua vệ tinh, tránh được tình trạng có thể xảy ra tắc nghẽn đường truyền tại các chặng gián tiếp như nội hạt, nội tỉnh, liên tỉnh... làm giảm tốc độ kết nối với dịch vụ. Cũng giống như ADSL, hệ thống iPSTAR cung cấp đường truyền băng rộng cho khách hàng với tốc độ **Download tới 8 Mbps, tốc độ Upload đạt tới 4 Mbps.**

Mức phí thuê bao của VSAT hiện nay chỉ nhỉnh hơn các dịch vụ được cung cấp theo kiểu truyền thống khoảng **30%**,

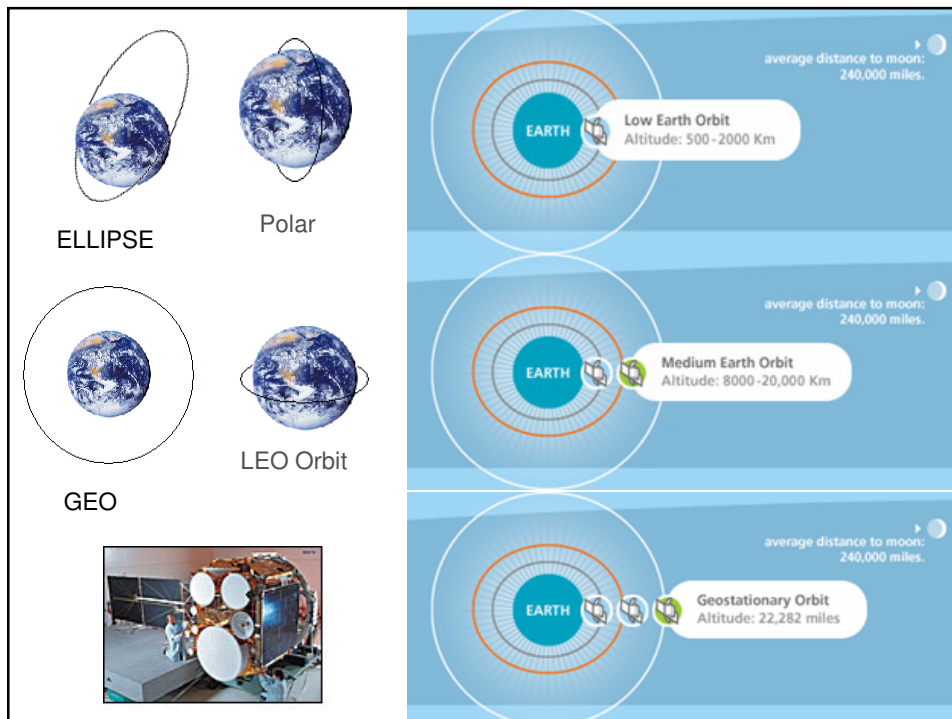
Trạm mặt đất di động kỹ thuật số



Thị trường TTVT

Thị trường dịch vụ vệ tinh đang có nhiều thay đổi quan trọng:

- Trước hết, là sự phát triển có tính bùng nổ của TT di động, đã vượt qua giai đoạn dịch vụ thoại đơn thuần, đang đòi hỏi ngày càng cao về các dịch vụ dữ liệu.
- Tiếp theo, là sự phát triển Internet, số lượng khách hàng ngày càng đông, đòi hỏi dải thông rộng, tốc độ nhanh, độ tin cậy cao.
- Các dịch vụ băng rộng video, đa phương tiện, mới xuất hiện nhưng đang tiến triển rất nhanh.
- Thị trường dịch vụ vệ tinh năm 1998 là 8,8 tỷ USD, năm 2003 là 35 tỷ USD, dự kiến đến cuối năm 2007 sẽ tăng lên 113 tỷ USD.



Satellite Communications



U.S. Army

The Army's Enhanced Manpack UHF Terminal, which is capable of being carried, set up, and used by a single soldier, communicates via the UFO satellites.



Lockheed Martin Missiles and Space Systems

The Advanced Extremely High Frequency system will have as much as 12 times the total throughput of Milstar, in some scenarios. Single-user data rates will increase to 8 megabits per second. The system will also provide a large increase in the number of spot beams for improved user access.



**HỆ THỐNG THÔNG TIN
VỆ TINH**

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thâm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



Chương 2 – Quỹ đạo vệ tinh

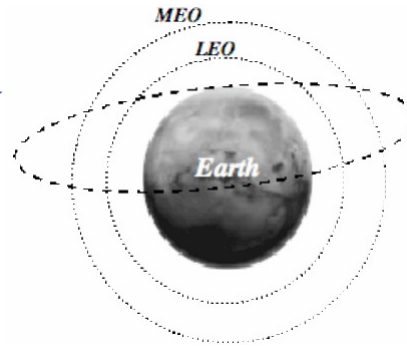
1. Đặc tính chuyển động của VT trên quỹ đạo
2. Các định luật của Kepler
3. Các loại quỹ đạo: Địa tĩnh, trung gian, thấp, đồng bộ mặt trời, nghiêng, dẹt
4. Phương pháp đưa VT lên quỹ đạo
5. Điều kiện để đặt được VT vào quỹ đạo
6. Các tốc độ vũ trụ
7. Tên lửa: nhiên liệu, động cơ, cấu trúc nhiều tầng
8. Phóng VT lên quỹ đạo địa tĩnh.



Đặc tính chuyển động của VT trên quỹ đạo

Vành đai Van Allen:

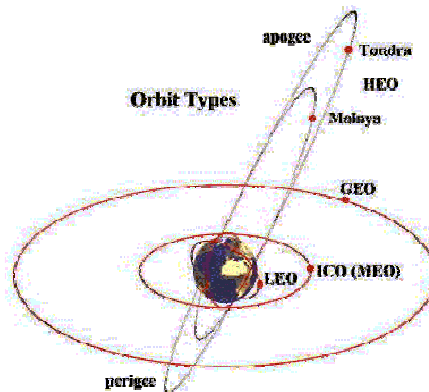
Do tương tác giữa các tia mặt trời và vũ trụ, hình thành các phân tử (e^- và proton) tích điện năng lượng cao từ những vùng xa xôi của vũ trụ, khi đến gần trái đất chúng bị trường địa từ bẫy vào vành đai ở quanh xích đạo. Đó là vành đai Van Allen, tác động đến hoạt động của các khí tài điện tử của vệ tinh, làm giảm sút tính năng của chúng. **LEO** ở độ cao 100-1200 dặm. **MEO** – 4000-12000 dặm. **GEO** – 23400 dặm (36000Km). Có hai vành đai Van Allen.



QUĨ ĐẠO CHUYỂN ĐỘNG CỦA VT

Quĩ đạo tròn

1. **Quĩ đạo địa cực:** khi mặt phẳng quỹ đạo chứa trục quay trái đất
2. **Quĩ đạo nghiêng:** khi mặt phẳng quỹ đạo không chứa trục quay của trái đất và cũng không vuông góc với nó
3. **Quĩ đạo xích đạo:** khi mặt phẳng quỹ đạo trùng với mặt phẳng xích đạo trùng của trái đất
4. Quĩ đạo đồng bộ mặt trời



Quĩ đạo ellip

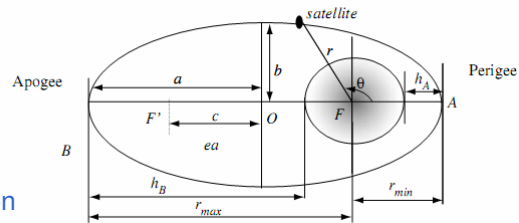
Các định luật Kepler

Định luật Kepler thứ nhất:

Tâm của trái đất phải nằm ở một trong hai tiêu điểm của quỹ đạo ellip (F hoặc F'). Điểm xa nhất của quỹ đạo so với tâm trái đất nằm ở phía tiêu điểm thứ hai, được gọi là viễn điểm – Apogee, còn điểm gần nhất của quỹ đạo được gọi là cận điểm – Perigee.

Hệ số ellip được xác định bởi mối quan hệ giữa độ cao của Apogee r_{\max} độ cao của Perigee r_{\min} :

$$e = \frac{r_{\max} - r_{\min}}{r_{\max} + r_{\min}}$$



Khi $e=0$, thì ellip biến thành hình tròn và quỹ đạo vệ tinh sẽ là hình tròn

Các định luật Kepler

Định luật Kepler thứ hai:

Vệ tinh chuyển động theo quỹ đạo với vận tốc thay đổi sao cho đường nối giữa tâm trái đất và vệ tinh sẽ quét các diện tích bằng nhau, khi vệ tinh dịch chuyển trong cùng một thời gian như nhau.

$$\text{Lực hút: } F_1 = G \frac{mM}{r^2}$$

$$\text{Lực ly tâm: } F_2 = \frac{mv_c^2}{r}$$

$$F_1 = F_2$$

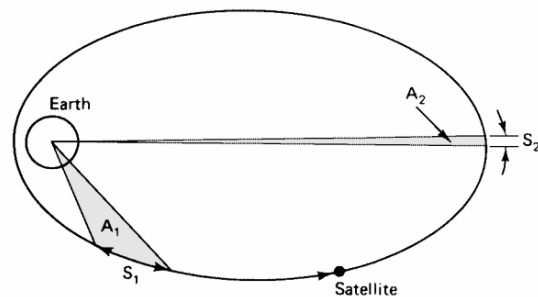


Figure 2.2 Kepler's second law. The areas A_1 and A_2 swept out in unit time are equal.

Các định luật Kepler

Định luật Kepler thứ hai (tiếp theo):

G - hằng số hấp dẫn, bằng $6,67 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3 / \text{gs}^2$;

M - khối lượng của trái đất, bằng $5,97 \cdot 10^{27} \text{ g}$;

m - khối lượng vệ tinh, g;

v_c - vận tốc chuyển động của vệ tinh theo quỹ đạo tròn, vòng/ngày

$$F_1 = F_2$$

$$v_c = \sqrt{\frac{GM}{r}} = \frac{630}{\sqrt{r}} \text{ km/s}$$

Áp dụng định luật Kepler thứ hai ta xác định được vận tốc dịch chuyển của vệ tinh theo quỹ đạo ellip:

$$v_e = v_c \sqrt{\frac{1 + 2e \cos \theta + e^2}{1 - e^2}}$$

Các định luật Kepler

Định luật Kepler thứ hai (tiếp theo):

θ - là góc tạo bởi véc tơ bán kính của điểm cần xác định vận tốc và véc tơ bán kính của cận điểm.

Chu kỳ quay của vệ tinh chuyển động theo quỹ đạo tròn được xác định bởi:

$$T = \frac{2\pi}{v_c} \approx 10^{-2} \sqrt{r^3} \quad (\text{giây})$$

$$\approx 1,66 \cdot 10^{-4} \sqrt{r^3} \quad (\text{phút})$$

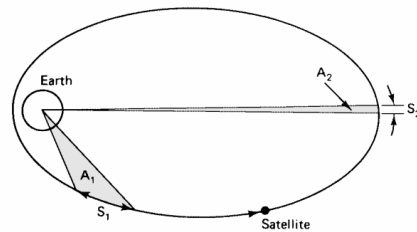


Figure 2.2 Kepler's second law. The areas A_1 and A_2 swept out in unit time are equal.

Các định luật Kepler

Định luật Kepler thứ ba:

Bình phương của chu kỳ quay tỉ lệ thuận với lũy thừa bậc ba của bán trục lớn của quỹ đạo ellip

$$T^2 = ka^3 \quad ; \quad k = (4\pi^2/\mu)$$

$\mu = GM$; G- hằng số hấp dẫn; M- khối lượng của trái đất

$$\mu = 3,98603 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{s}^2$$

$$a^3 = T^2/k = T^2 \mu / 4 \pi^2; \quad T = 2 \pi / V_s; \quad a^3 = \mu / V_s^2$$

Chu kỳ quay nói trên của vệ tinh được gọi là chu kỳ Xideric.

Chu kỳ này phụ thuộc vào độ cao của quỹ đạo vệ tinh

Độ cao quỹ đạo Km	Chu kỳ (giờ)	
	Chu kỳ Xideric	Chu kỳ quan sát
1700	2,0	2,18
20200	12	24
36000	24	Vô tận

Các định luật Kepler

Ý nghĩa của định luật Kepler:

- Định luật thứ nhất:** Quỹ đạo nằm trong một mặt phẳng chứa tâm điểm trái đất, do đó điểm phóng chỉ có thể cho phép đạt được những độ nghiêng quỹ đạo cao hơn vĩ độ của nó
- Định luật thứ hai:** Tốc độ ở điểm viễn Apogee thấp nhất. Tốc độ ở điểm cận Perigee cao nhất
- Định luật thứ ba:** Bình phương của chu kỳ quay tỷ lệ thuận với lập phương của trục lớn

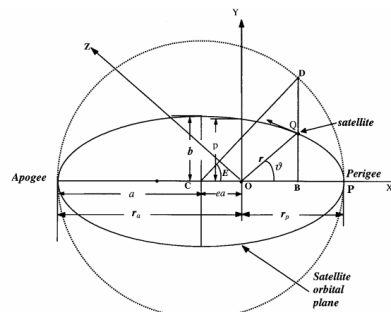


Figure 3.1 Satellite orbital plane.

Bài tập

Thí dụ về thông số vệ tinh (công bố của NASA) bảng 2.1

- Số vệ tinh: 25338
- Năm kỷ nguyên (hai chữ số cuối cùng của năm): 00
- Ngày kỷ nguyên (ngày và ngày phân đoạn của năm): 223,79688452
- Đạo hàm thời gian bậc nhất của chuyển động trung bình (vòng quay trung bình/ngày²):
 - 0,000000307
 - Góc nghiêng (độ): 98,6328
 - Góc lên đúng của nút lên (độ): 251,5324
 - **Độ lệch tâm: 0,0011501**
 - Agumen cận điểm (độ) : 113,5534
 - Độ dị thường trung bình (độ): 246,6853
 - **Chuyển động trung bình (vòng/ngày): 14,23304826**
 - Số vòng quay tại kỷ nguyên (vòng quay/ngày): 11663

Tính bán trục chính cho các thông số vệ tinh trong bảng

Bài tập

Chuyển động trung bình được cho ở bảng 2.1 là:

$$V_s = 14,23304826/\text{ngày}$$

Ta có thể chuyển nó vào rad/sec

$$V_{s0} = V_s \cdot 2\pi / (24 \times 3600) = 1,64734 \cdot 10^{-4} \text{ rad/sec}$$

$$\text{ta có } \mu = 3,98603 \cdot 10^{14} \cdot \text{m}^3/\text{sec}^2$$

$$a = [\mu / V_{ss}^2]^{1/3} = 7192,3 \text{ km}$$

Bài tập 2: Cho chu kỳ Xideric bằng 2h, 12h và 24h, tính độ cao của VT. Áp dụng công thức

$$T^2 = ka^3 ; k = (4\pi^2/\mu)$$

$\mu = GM$; G- hằng số hấp dẫn; M- khối lượng của trái đất

$$\mu = 3,98603 \cdot 10^{14} \text{ m}^3/\text{sec}^2$$

Bài tập

Khoảng cách từ tâm trái đất đến viễn điểm và cận điểm có thể nhận được từ hình elip theo công thức sau:

$$r_a = a(1+e)$$

$$r_p = a(1-e)$$

Để tìm độ cao điểm viễn điểm và cận điểm ta lấy các phương trình trên trừ đi bán kính của trái đất.

Thí dụ Tính độ cao viễn điểm và cận điểm cho các thông số quỹ đạo ở bảng 2.1. Coi rằng bán kính trung bình trái đất $R=6371\text{km}$.

Giải. Từ bảng 2.1 ta có $e=0,0011501$, thông số $a = 7192,3\text{ km}$ đã tính được từ thí dụ trên. Vậy độ cao viễn điểm bằng:

$$h_a = a(1+e) - R = 829,6\text{ km}$$
 và độ cao cận điểm bằng:

$$h_p = a(1-e) - R = 813,1\text{ km}$$

Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo thấp (LEO)

Quỹ đạo thấp LEO (Low Earth Orbit) là những quỹ đạo tròn ở độ cao 400~1200 km. Độ cao quyết định chu kỳ quay

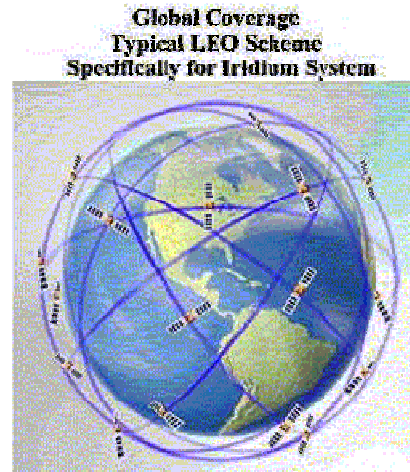
Độ cao (km)	Tốc độ (km/s)	Chu kỳ quay (phút)
300	7.72	90.5
1.000	7.35	105
36.000	3.10	23g56p

Quỹ đạo địa cực là quỹ đạo tròn đi qua hai cực trái đất, mặt phẳng của nó nghiêng 90° so với mặt xích đạo. Độ cao trong khoảng 400~1200 km. Quỹ đạo địa cực cho phép vệ tinh quan sát toàn bộ quả đất theo một đường kinh tuyến.

Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo thấp (LEO)- tiếp theo

- Quỹ đạo của các chòm vệ tinh TTDD là những LEO có mặt phẳng quỹ đạo nằm nghiêng (độ nghiêng phụ thuộc vào nhiệm vụ của vệ tinh, nhưng càng gần 90^0 thì vùng bao phủ càng lớn).



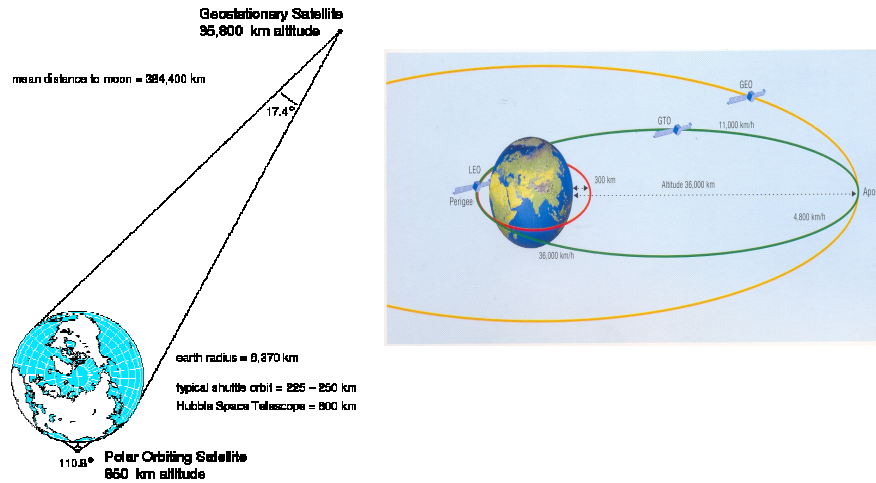
Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo địa tĩnh (GEO)

- Quỹ đạo địa tĩnh là quỹ đạo tròn trong mặt phẳng xích đạo, cao độ 35 800 km, thời gian vệ tinh bay một vòng bằng thời gian quay của trái đất, do đó hầu như nằm bất động ở thiên đỉnh một điểm nào đó trên mặt đất
- Do ảnh hưởng của một số yếu tố: quả đất không phải hình cầu lý tưởng, tác động trọng trường của Mặt trời, Mặt trăng..., vị trí vệ tinh trên quỹ đạo bị xô dịch, trạm điều khiển ở mặt đất phải định kỳ dùng các tên lửa trên vệ tinh đưa nó về đúng vị trí (dung sai cho phép: 0.05^0 theo hướng Bắc-Nam, 0.05^0 theo hướng Đông-Tây, tức là trong 1 hình vuông mỗi bên 0.1^0 , hoặc 74 km)

Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo địa tĩnh (GEO)



Các loại quỹ đạo

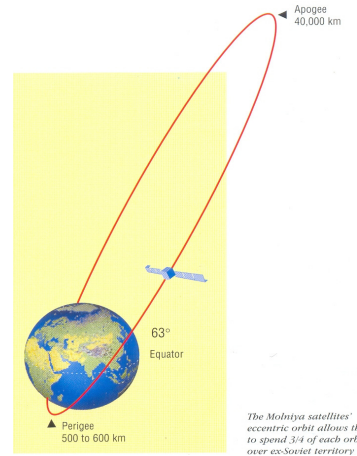
Quỹ đạo trung gian (MEO)

- Quỹ đạo trung gian MEO ở độ cao 10 000~20 000 km. Ở độ cao này, chỉ cần 10 vệ tinh là phủ sóng toàn cầu, trong khi ở quỹ đạo thấp phải hàng tá, có khi phải mấy trăm quả.
- So với vệ tinh địa tĩnh, vệ tinh MEO cho chất lượng truyền thông tốt hơn (ít tiếng vọng hơn, thời gian trễ ngắn hơn), dùng ít công suất hơn để truyền tin



Các loại quỹ đạo

Vệ tinh thông tin cho những vùng vĩ độ cao phải dùng quỹ đạo ellip dẹt. Vệ tinh Molniya của LX cũ, với cận điểm ở 400-600 km trên nam bán cầu và viễn điểm ở 40 000 km trên bắc bán cầu, mặt phẳng quỹ đạo nghiêng 63° , chu kỳ $T=12$ giờ. Mỗi vệ tinh bay ở phần trên của quỹ đạo trong $2/3 T$ ở trong tầm nhìn của phần lớn bán cầu Bắc. Để thông tin 24/24 giờ, cần có 3 vệ tinh bố trí cách đều nhau trên cùng một quỹ đạo



Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo đồng bộ mặt trời là một quỹ đạo gần như địa cực, mặt phẳng quỹ đạo giữ một góc không đổi so với trục Quả đất-Mặt trời. Nhờ góc này không đổi, vệ tinh bao giờ cũng bay qua một điểm đã cho trên mặt đất vào một giờ không đổi của địa phương đó, làm cho từ lần quan sát này đến lần kế theo điều kiện chiếu sáng của mặt trời hầu như không đổi, - trừ những thay đổi theo mùa - việc so sánh các bức ảnh chụp vào những ngày khác nhau sẽ dễ dàng hơn.

Quỹ đạo đồng bộ mặt trời

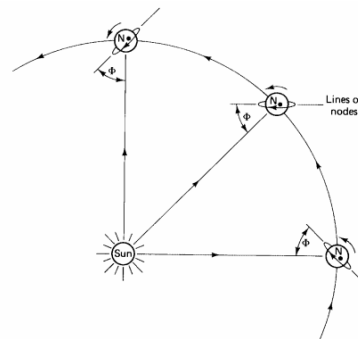


Figure 2.14 Sun-synchronous orbit.

Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo đồng bộ mặt trời (tiếp theo)

- Để làm cho quỹ đạo trở thành đồng bộ mặt trời phải dựa vào hiện tượng tuế sai, tức là hiện tượng giao điểm của quỹ đạo vệ tinh với mặt xích đạo quay tròn quanh tâm trái đất. Nguyên nhân tuế sai là do trái đất không phải là hình cầu lý tưởng, mà phình to ra một chút ở mặt xích đạo. Nếu trái đất là hình cầu lý tưởng và hoàn toàn đồng nhất, thì mặt phẳng quỹ đạo mọi vệ tinh nhân tạo sẽ là cố định đối với các vì sao, nhưng thực tế không phải như vậy, nên mới có tuế sai. Không thể loại trừ tuế sai, nhưng có thể chủ động chọn biên độ, như chọn cho nó bằng 360^0 /năm để mặt phẳng quỹ đạo quay $0,985^0$ /ngày và giữ một góc không đổi với hướng mặt trời.

Các loại quỹ đạo

Quỹ đạo đồng bộ mặt trời (tiếp theo)

- Về mặt toán học, điều kiện tuế sai $0,985^0$ /ngày được diễn đạt bằng một quan hệ tuyến tính đơn giản giữa độ nghiêng quỹ đạo và chiều dài nửa trục lớn: với một độ cao viễn điểm đã cho, có và chỉ có một độ nghiêng tương ứng mà thôi. Với các quỹ đạo tròn ở độ cao từ 200 đến 1500 km, độ nghiêng tương ứng trong phạm vi $96\sim 102^0$, vì vậy quỹ đạo đồng bộ mặt trời bao giờ cũng phải là quỹ đạo gần như địa cực (chuẩn địa cực)

Các loại quỹ đạo

Các chòm vệ tinh cho thông tin di động

- Năm 1997 và 1998 bắt đầu đưa lên quỹ đạo 2 chòm vệ tinh TTĐĐ là Globalstar (48 VT) và Iridium (66 VT). Dùng quỹ đạo LEO cho nên thời gian trễ tín hiệu ngắn (0,02 sec, so với GEO là 0,5 sec) và thiết bị cầm tay chỉ cần công suất phát rất nhỏ. Vệ tinh TTĐĐ là những vệ tinh nhỏ (vd: vệ tinh Globalstar nặng 450kg, anten 1m).
- Tuổi thọ vệ tinh LEO là 7 năm (GEO là 15 năm)
- Tính tổng thể thì chi phí đầu tư cho TTĐĐ bằng LEO hay GEO xấp xỉ bằng nhau với chất lượng như nhau

Các loại quỹ đạo

Chòm TTĐĐ:

Việc chuyển giao từ vệ tinh này sang vệ tinh sau

Chòm vệ tinh TTĐĐ có thể bao phủ toàn cầu. Tuy nhiên, vì vệ tinh bay nhanh nên cứ 5- 10 phút lại phải chuyển giao nhiệm vụ từ vệ tinh này sang vệ tinh khác.



Đặc điểm hệ mặt phẳng quỹ đạo của chòm vệ tinh

- Độ cao các vệ tinh < 1500 km, chu kỳ $T=90\sim 120$ phút
- Tất cả vệ tinh trong hệ phải hoạt động đồng thời, do đó có vệ tinh dự phòng trên quỹ đạo (8 trong hệ Globalstar) và các vệ tinh thay thế để sẵn dưới đất (cũng 8 trong hệ Globalstar).
- Phải phủ sóng toàn cầu, trừ các vùng vĩ độ rất cao (trên vĩ tuyến 70). Miền phủ sóng tức thời của một vệ tinh ở độ cao 1000km là một vòng tròn $\phi = 6000\text{km}$.
- Các vệ tinh phân bố trên nhiều mặt quỹ đạo; trên mỗi quỹ đạo các vệ tinh phải cách đều nhau. Vị trí tương đối của các mặt quỹ đạo phải cố định. Chòm vệ tinh được thiết kế sao cho trong miền phục vụ người sử dụng bao giờ cũng nhận được 1 vệ tinh

Số lượng vệ tinh và quỹ đạo của một số chòm LEO

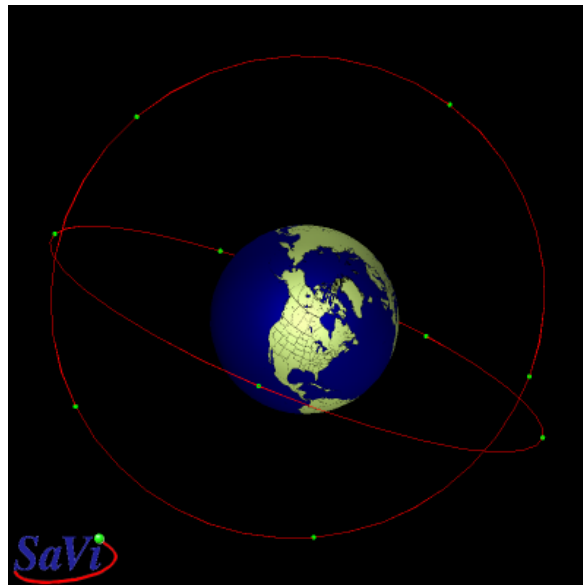
Chòm Tổng số vệ tinh **T** Số mặt phẳng quỹ đạo **P** **T/P**

Globalstar	48	8	6
Iridium	66	6	11
SkyBridge	64	16	4
Teledesic	840	21	40
M-STAR	72	12	6

Hệ ICO

- Hệ ICO (Intermediate Circular orbits) dùng 10 vệ tinh phân bố đều trên 2 quỹ đạo tròn ở độ cao 10355 km. 2 mặt phẳng quỹ đạo trực giao, theo thứ tự nghiêng 45^0 và 135^0 so với mặt phẳng xích đạo. Chu kỳ $T= 6$ giờ
- Ưu điểm của hệ ICO là gần như bao giờ cũng có > 1 vệ tinh ở góc ngừng $>10^0$ đối với đa số thuê bao. Vì bay ở độ cao 10.355 km, vệ tinh ra khỏi tầm nhìn của thuê bao dưới đất chậm hơn vệ tinh LEO nhiều, do đó ít phải chuyển giao cuộc gọi từ vệ tinh này sang vệ tinh sau, và xác suất mất liên lạc nhỏ hơn.

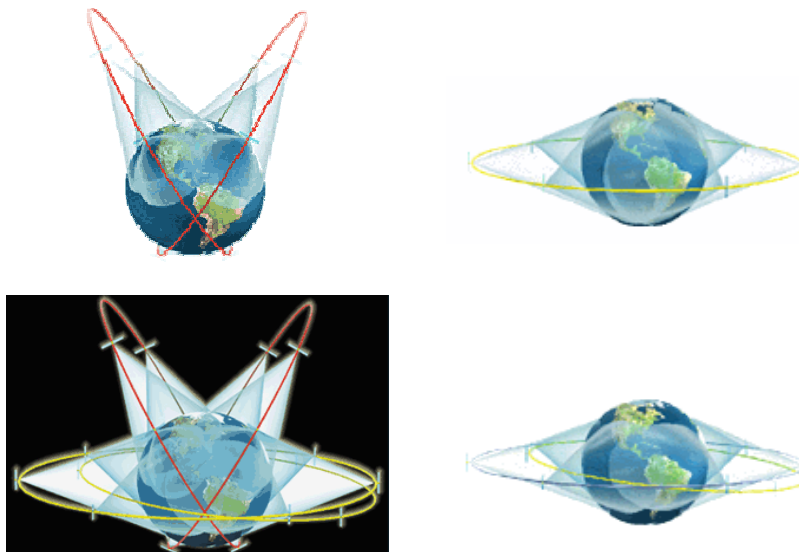
Hệ ICO



Hệ Ellipso

- Hệ quỹ đạo của chòm Ellipso là một điển hình **kết hợp** quỹ đạo tròn trong mặt phẳng xích đạo với các quỹ đạo ellip nghiêng, gồm 3 quỹ đạo sau đây:
- Một quỹ đạo tròn trong mặt xích đạo chứa 7 vệ tinh cách đều nhau, bay ở độ cao 8060 km, phục vụ cho miền nằm giữa vĩ độ 55° nam và 25° bắc. Chu kỳ quay mỗi vệ tinh là 5 giờ. Các vệ tinh trên quỹ đạo xích đạo gọi là chòm con Concordia.

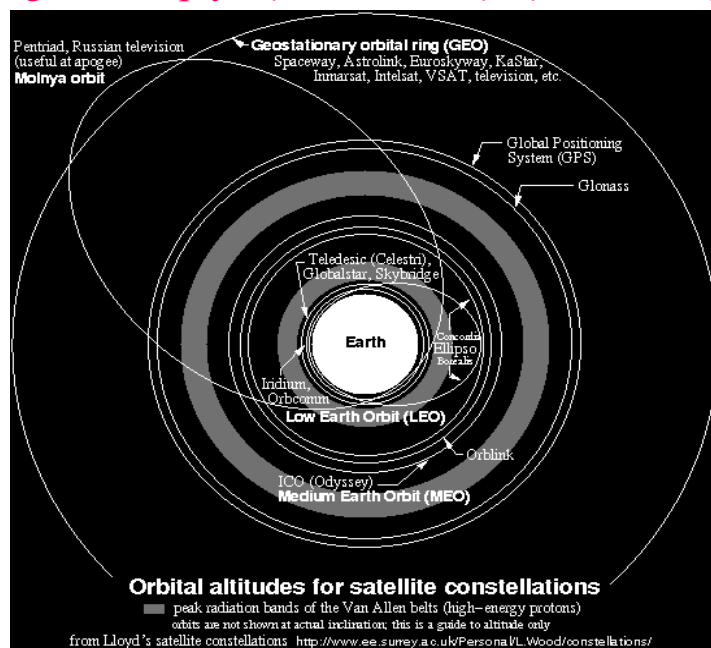
Hệ quỹ đạo của chòm Ellipso

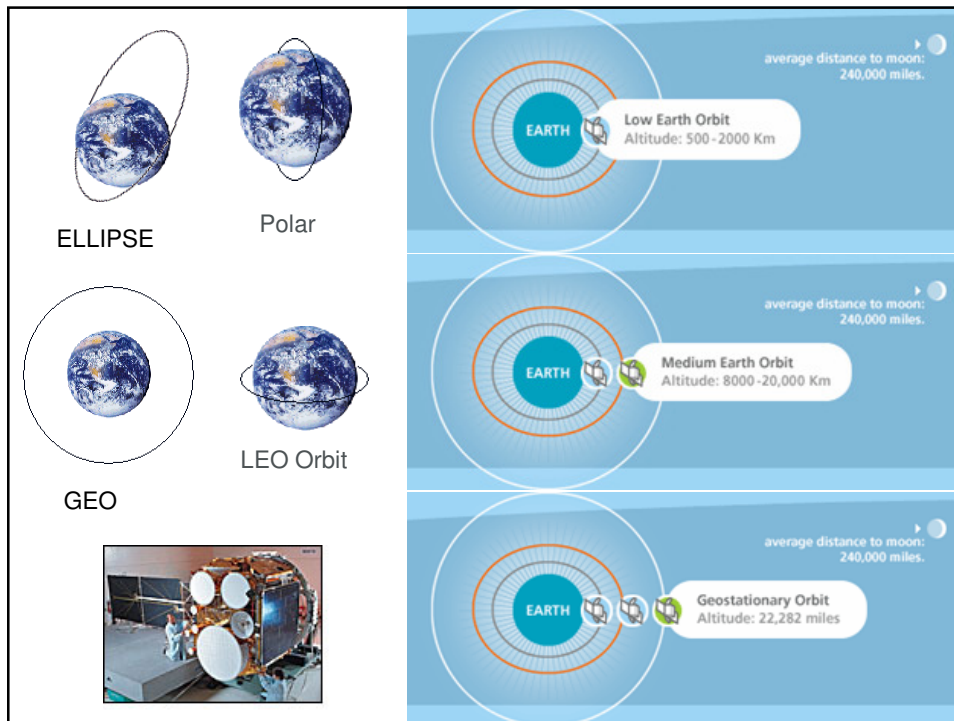


Hệ Ellipso (tiếp theo)

- Hai quỹ đạo ellip trên 2 mặt phẳng nghiêng 116° so với mặt phẳng xích đạo, mỗi quỹ đạo chứa 5 vệ tinh. Viễn điểm ở độ cao 7846 km trên bán cầu Bắc và cận điểm 520 km trên bán cầu Nam. Chu kỳ quay mỗi vệ tinh là 3 giờ. Hai quỹ đạo này là quỹ đạo đồng bộ mặt trời và có thể điều chỉnh vị trí vệ tinh để bao phủ khu vực đông dân nhất ở những giờ cao điểm. Vì quỹ đạo ellip dẹt, các vệ tinh có góc ngừng cao nên truyền tín hiệu không bị các cao ốc và chướng ngại ngăn cản. Các vệ tinh trên 2 quỹ đạo ellip này gọi là chòm con Borealis.

Tổng kết về quỹ đạo của các hệ vệ tinh thông tin





Phương pháp đưa vệ tinh lên quỹ đạo

Tên lửa phóng

tên lửa phóng có nhiệm vụ mang vệ tinh ra khỏi tầng khí quyển của trái đất, cung cấp thế năng (độ cao) và động năng (tốc độ) cần thiết cho vệ tinh vào quỹ đạo.

Dạng quỹ đạo phụ thuộc vào hai yếu tố: độ cao mà ở đó vệ tinh được đưa vào quỹ đạo và tốc độ ban đầu của tên lửa đẩy phóng lên.

Ví dụ tốc độ ban đầu là 7,8Km/s ở độ cao 200Km thì quỹ đạo là hình tròn. Nếu tốc độ ban đầu là 7,8 đến 11 Km/s thì quỹ đạo là ellip.

Nếu tốc độ ban đầu $< 7,8\text{Km/s}$ thì vệ tinh rơi xuống đất, nhưng cao hơn 11Km/s thì vệ tinh sẽ bứt khỏi lực hút của trái đất và trở thành một trạm thăm dò trong vũ trụ



Phương pháp đưa vệ tinh lên quỹ đạo

Để phóng vệ tinh lên quỹ đạo địa tĩnh, phải qua một quỹ đạo chuyển tiếp hình ellip GTO - geostationary Transfer Orbit, mà tốc độ ban đầu khi vào quỹ đạo này là 9,7 Km/s, để đạt được viễn điểm ở độ cao 36000 Km.

Các tốc độ vũ trụ:

- **Tốc độ vũ trụ cấp một:** 7,8 Km/s, tốc độ lý thuyết tối thiểu cần thiết để làm cho một vật rời khỏi trái đất có thể đạt được vào quỹ đạo;
- **Tốc độ vũ trụ cấp hai:** 11,2 Km/s, tốc độ tối thiểu cần thiết để rời khỏi quỹ đạo trái đất, thành "vệ tinh" của mặt trời;
- **Tốc độ vũ trụ cấp ba:** 16,6 Km/s, tốc độ tối thiểu cần thiết để rời hệ mặt trời

Cấu tạo của tên lửa đẩy

Các tên lửa đẩy là loại động cơ phản lực. Bản thân vệ tinh cũng có những tên lửa đẩy loại nhỏ để điều chỉnh định hướng và vị trí của nó trên quỹ đạo. Động cơ dùng nhiên liệu lỏng gọi là "máy" (engine), còn động cơ dùng nhiên liệu rắn gọi là "mô-tơ", còn các tên lửa đẩy nhỏ đặt trên vệ tinh được gọi là "bộ đẩy" (thruster).

Tên lửa đẩy Arian 5 nặng 700 tấn dùng nhiên liệu rắn và lỏng để tạo ra một lực đẩy 14000 KN (kilô Niu-tơn).

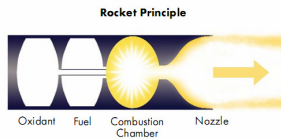
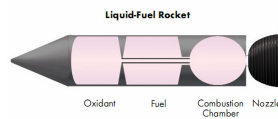
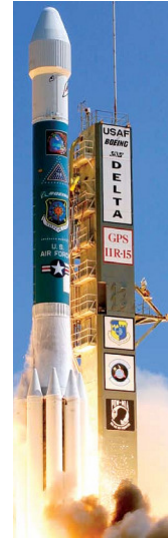
Ngoài nhiên liệu tên lửa còn phải mang theo ôxy (chất tạo ôxy). Hỗn hợp nhiên liệu và chất tạo ôxy được gọi là **Propellant** và chiếm tới 90% trong lượng của tên lửa (Arian 4), 9% là cấu trúc vỏ và 1% là tải hữu ích (payload)



Cấu trúc nhiều tầng

Các tên lửa phóng đều có cấu trúc nhiều tầng, tầng nọ chõng lên tầng kia. Mỗi tầng có chứa một hệ đẩy chính và các thùng chứa propellant. Tầng thứ nhất có gá thêm các mô-tơ để tăng lực đẩy lúc bứt khỏi hệ thống. Mỗi tầng dùng cạn propellant xong thì được ngắt bỏ.

Những tầng đầu thường hoạt động trong mấy phút, tạo ra sức đẩy cực lớn để bứt khỏi trọng lực của trái đất. Tầng cuối cùng hoạt động từ 10 đến 20 phút tùy theo nhiệm vụ phóng để đưa vệ tinh vào quỹ đạo



Động cơ

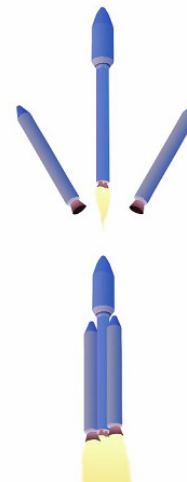
Động cơ nhiên liệu rắn:

Nhiên liệu là một khối chất rắn rỗng lòng. Khi đốt nhiên liệu cháy từ trong ra ngoài.

Động cơ nhiên liệu lỏng:

trong loại động cơ này có hai bồn chứa riêng biệt, một cái đựng nhiên liệu, còn một cái đựng chất tạo ôxy. Nhiên liệu lỏng luồn qua lớp vỏ làm nguội động cơ trước khi đi vào buồng cháy. Như vậy nhiên liệu được làm nóng lên trước khi cháy, còn vỏ động cơ thì lại được nhiên liệu từ bồn chứa mới ra làm nguội.

Staging



Động cơ

Động cơ iôn:

Đây là loại động cơ điện. Cuộn dây đốt nóng làm cho nhiên liệu (như Cesium) bốc hơi. Một lưới iôn hoá làm bằng platin hay tungsten đốt nóng, biến luồng hơi này thành một dòng các phân tử tích điện gọi là iôn.

Động cơ hạt nhân:

Động cơ này dùng nhiệt từ một lò phản ứng hạt nhân để làm cho nhiên liệu lỏng biến thành khí. Đa phần nhiên liệu chảy qua lò phản ứng. Một phần được vòi rốcét làm nóng lên thổi qua tuốcbin. Tuốcbin truyền động cho máy bơm nhiên liệu



The Aerospace Corporation's extensive Atlas V experience will enable our launch verification for the inaugural DoD launch of STP-1.

Xếp hạng tên lửa phóng

Tên lửa phóng hạng nặng có thể đưa vệ tinh trên 4 tấn vào quỹ đạo địa tĩnh

Tên lửa phóng hạng trung - 1 đến 4 tấn

Tên lửa phóng loại nhỏ để phóng các vệ tinh mini (100 đến 1000 Kg) và micro (10 đến 100 Kg). các tên lửa phóng loại nhỏ dùng để đưa các vệ tinh này lên quỹ đạo ở độ cao 400 đến 1000 Km.

Các quốc gia có tên lửa phóng:

Hoa kỳ: hãng Nasa (tàu con thoi), Mc Donnell Douglas (Delta-II), Martin Marieta (Titan -III), General Dynamics (Atlas). CHLB Nga: Proton. Trung Quốc: Trường chinh. Nhật Bản: Nasda (H2). Ấn Độ: PSLV. Châu Âu: Aerospace (Ariane)

Tàu con thoi sử dụng nhiều lần

Tàu con thoi của Hoa Kỳ gồm ba phần:

- Bản thân tàu vũ trụ gọi là Orbiter để chở đội bay và tải hữu ích;
- Thùng chứa propellant lỏng đặt ngoài con tàu;
- Hai mô-đun rốcét dùng propellant rắn, dùng cho giai đoạn cất cánh

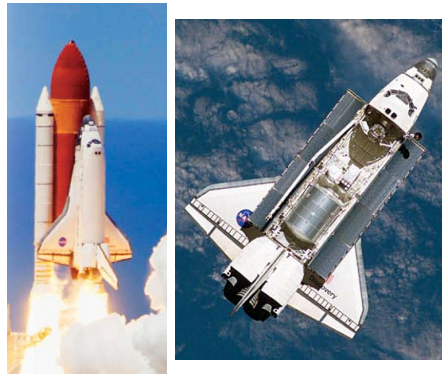
Orbiter là một con tàu có cánh hình Δ , kích thước như một máy bay phản lực DC-9C, dài 337m, sải cánh 24m, trọng lượng rỗng 70 tấn, lúc lên được phóng thẳng đứng, sau khi vào quỹ đạo thì bay quanh trái đất như một vệ tinh, đến lúc về hạ cánh như máy bay. Hai mô-đun rốcét sau khi cất ra rơi xuống biển có dù đỡ, sau này nạp nhiên liệu vào vẫn dùng được

Tàu con thoi sử dụng nhiều lần (tiếp theo)

- Thùng propellant lỏng sau khi cất ra là bỏ đi

Tàu con thoi có thể chứa đến 30 tấn tải hữu ích, có thể phóng vệ tinh vào những quỹ đạo dưới 400km hay vào quỹ đạo ellip chuyển tiếp GTO. Giá phóng vệ tinh bằng tàu con thoi cao hơn tên lửa phóng bình thường.

Chi phí phóng là 50000\$/Kg đối với vệ tinh địa tĩnh và 10000\$/Kg đối với vệ tinh tầm thấp LEO (số liệu năm 1998)

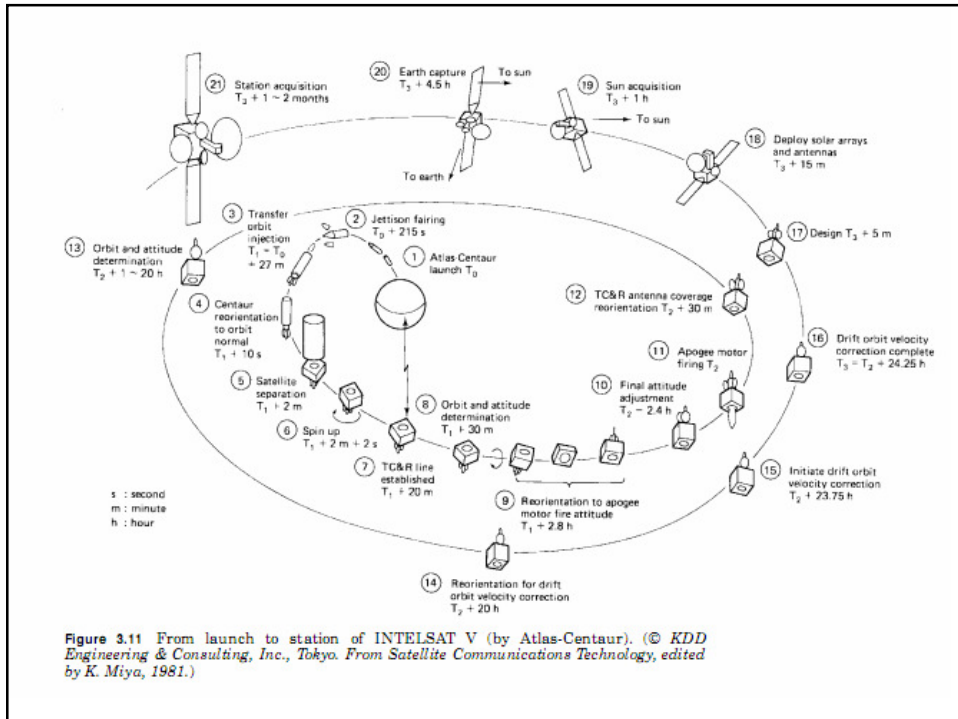
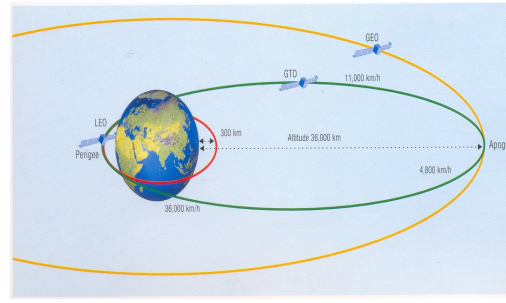


Phóng vệ tinh lên quỹ đạo địa tĩnh

Quỹ đạo chuyển tiếp GTO:

Để phóng vệ tinh lên quỹ đạo địa tĩnh phải qua một quỹ đạo chuyển tiếp GTO hình ellip. Tốc độ ban đầu khi vào quỹ đạo này là 9,7 Km/s. Quỹ đạo này có cận điểm cao vài trăm Km và chu kỳ quay khoảng 10g30'. Vệ tinh ở trên quỹ đạo đó khoảng 5 ngày để chuẩn bị bay vào quỹ đạo địa tĩnh.

Quỹ đạo này gọi là quỹ đạo chuyển tiếp Hốp man. Khi VT đi qua viễn điểm cho khởi động mô-tơ viễn điểm để VT có đủ tốc độ cần thiết làm tròn dần quỹ đạo, nâng dần cận điểm lên cùng độ cao với viễn điểm





HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

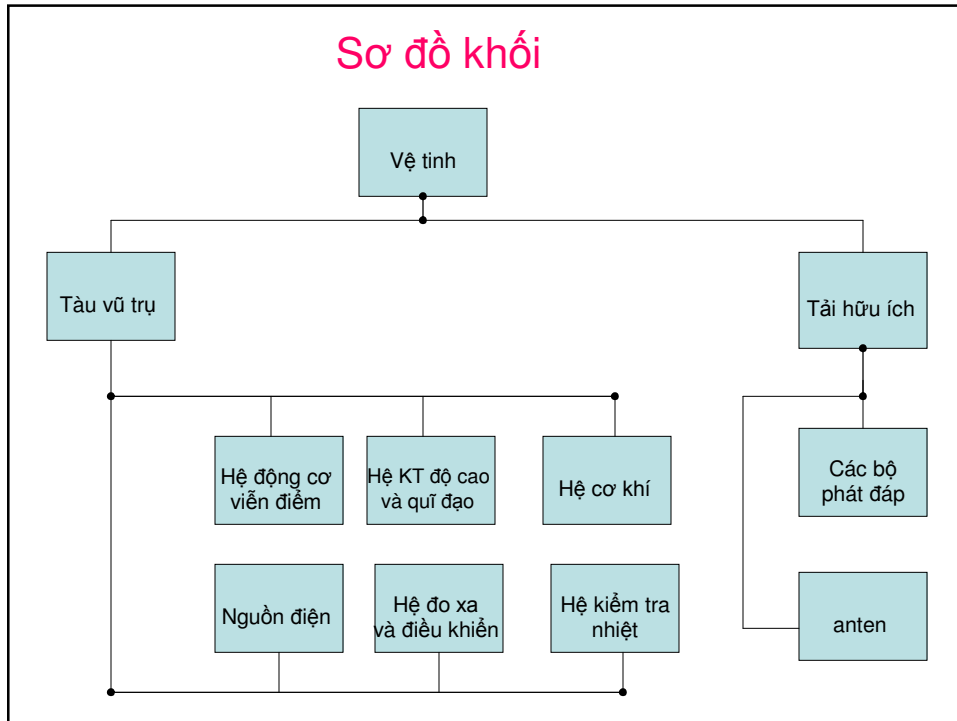
Giảng viên *Thâm Đức Phương*
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



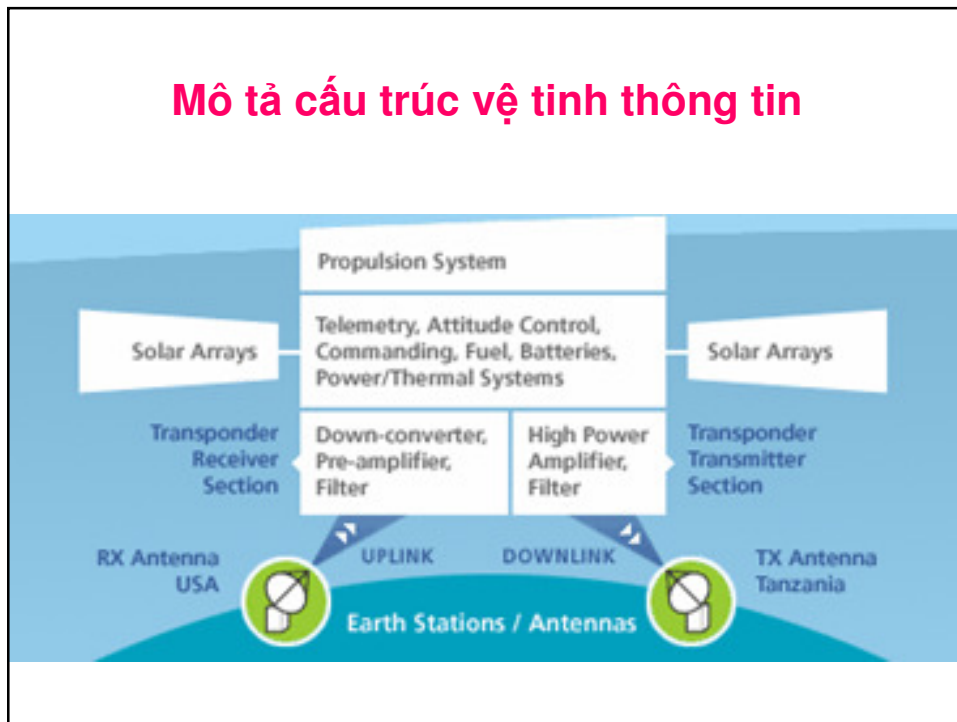
Chương 3 – Cấu tạo của vệ tinh thông tin

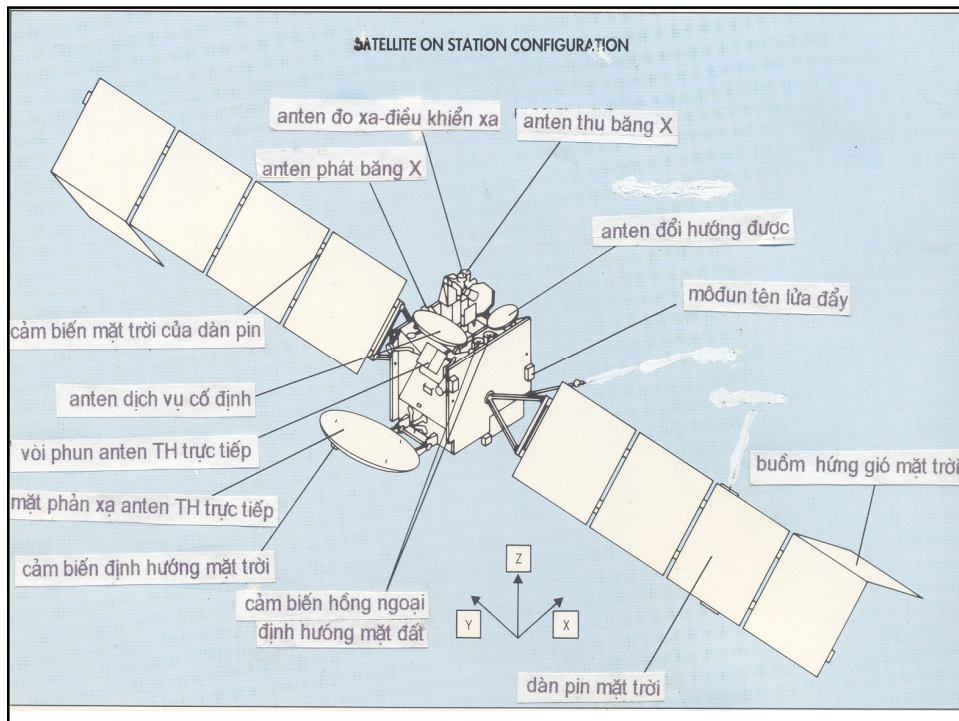
1. Khái quát cấu trúc khối
2. Tải thông tin (tải hữu ích) - Payload: các bộ phát đáp, anten
3. Tàu vũ trụ (Platform), các hệ con của tàu:
Hệ thống duy trì vị trí và tư thế bay, hệ thống bám sát, đo xa và điều khiển; hệ cung cấp điện năng; hệ điều hoà nhiệt độ; hệ đẩy; hệ thống khung vỏ.

Sơ đồ khối



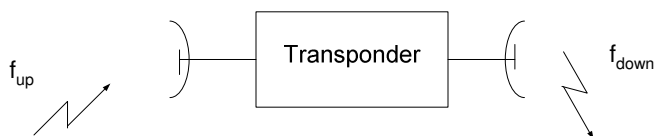
Mô tả cấu trúc vệ tinh thông tin





Chức năng tải hữu ích

- Gom các tín hiệu viba từ một vùng đã cho trên mặt đất
- Khuếch đại tín hiệu trong dải tần làm việc
- Đổi tần số tuyến lên thành tuyến xuống
- Truyền tín hiệu viba đến một vùng đã cho trên mặt đất

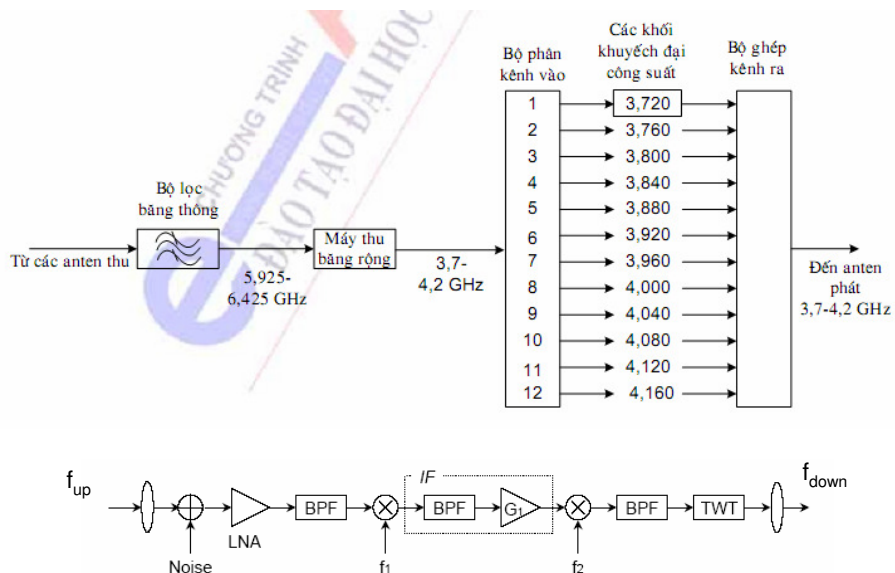


Băng thông toàn bộ dải tần khoảng 1GHz. Mỗi bộ phát đáp có băng thông từ 36 đến 72MHz

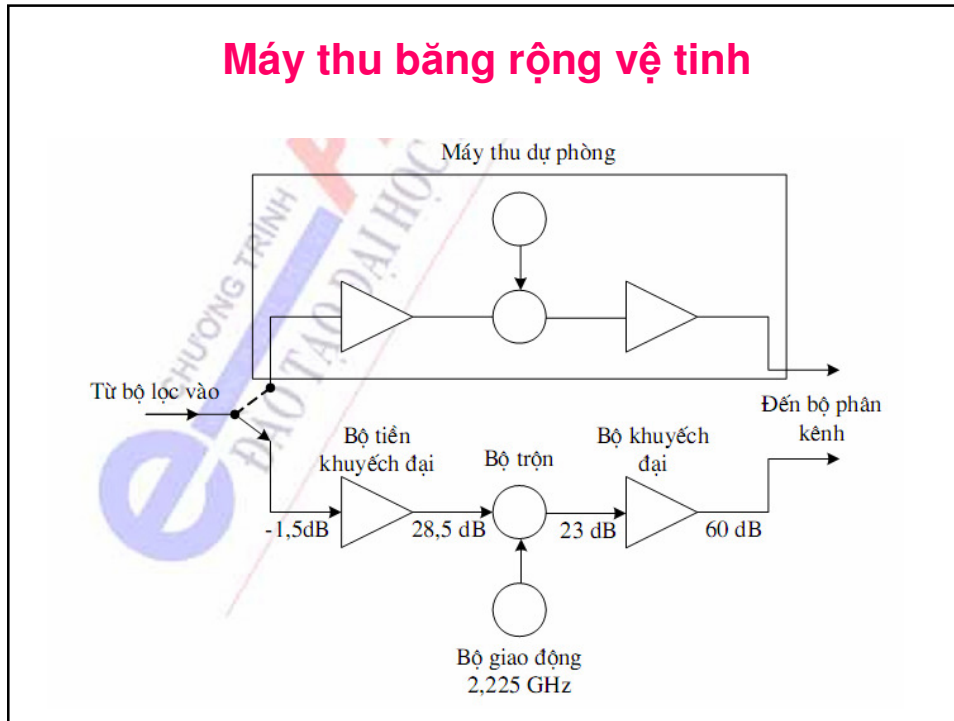
Tài hữu ích của vệ tinh viễn thông

- Phần lớn bộ phát đáp hiện nay làm việc ở các dải C và Ku. Gần đây một số vệ tinh đã có bộ phát đáp ở dải Ka. Bề rộng dải thông từ 36 đến 72 MHz cả với phân cực tuyến tính và phân cực tròn, phương thức truyền vẫn là ống dẫn cong.
- Các bộ phát đáp đều dùng đèn sóng chạy khuếch đại công suất để đạt EIRP tuyến xuống khoảng 30-40 dBW (C-Band) và 40-50 dBW (Ku-Band). Tài hữu ích ở các vệ tinh thế hệ mới đã dùng Chuyển mạch trên vệ tinh (OBS) và Xử lý trên vệ tinh (OBP)
- OBP cho phép dùng bộ khuếch đại công suất ở thể rắn SSPA để cải thiện tính năng và hiệu quả của hệ thống. Với OBP thì cả bộ phát đáp analog và bộ phát đáp digital đều đảm bảo được độ linh hoạt của mạng

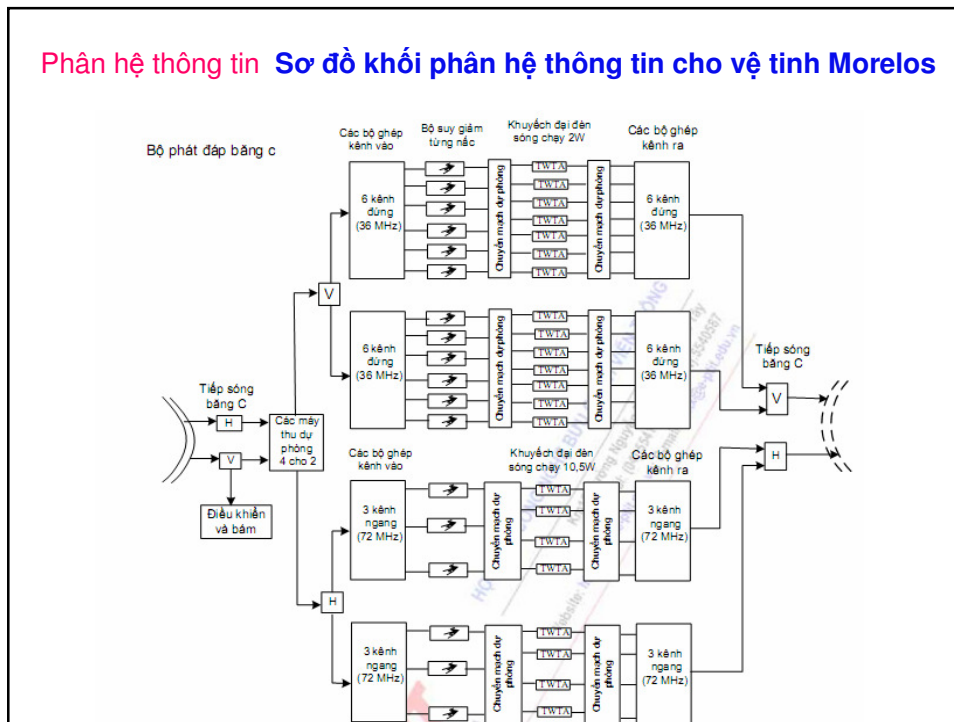
Các kênh của bộ phát đáp vệ tinh



Máy thu băng rộng vệ tinh

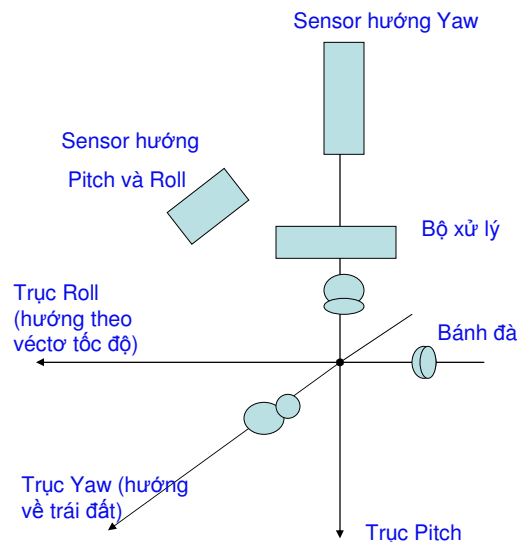


Phân hệ thống tin Sơ đồ khối phân hệ thống tin cho vệ tinh Morelos



Hệ thống duy trì vị trí và tư thế bay của vệ tinh

Tư thế vệ tinh được duy trì theo một hệ thống có 3 trục tọa độ mà điểm gốc là trọng tâm của vệ tinh: Trục Yaw hướng vào tâm trái đất, trục Pitch vuông góc với trục Yaw và quay về hướng nam, trục Roll vuông góc với hai mặt phẳng trục kia và hướng dọc theo vectơ tốc độ chuyển động của vệ tinh.

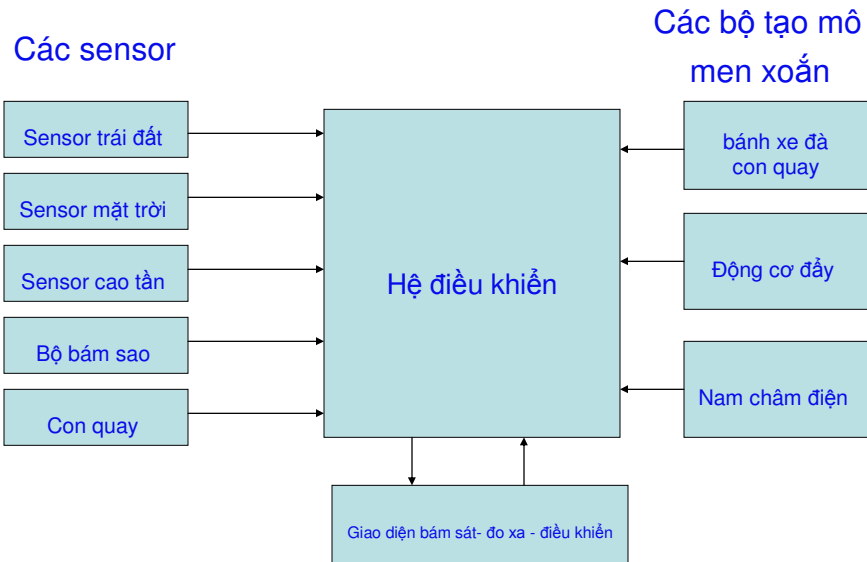


Hệ thống duy trì vị trí và tư thế bay của vệ tinh

Để phát hiện những sai lệch tư thế người ta dùng các cảm biến: 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). Mọi sai lệch tư thế đều được chuyển về hệ thống tự điều khiển của vệ tinh và hệ thống điều khiển ở mặt đất.

Yêu cầu về ổn định tư thế là $\leq \pm 0.1^0$ hướng Bắc - Nam và $\leq \pm 0.05^0$ hướng Đông - Tây

Hệ thống duy trì vị trí và tư thế bay của vệ tinh



Hệ thống bám sát - đo xa và điều khiển - TT&C

- Cung cấp những thông tin kiểm tra các hệ con trên vệ tinh cho trạm điều khiển trên mặt đất
- Nhận lệnh điều khiển vị trí và tư thế vệ tinh của trạm điều khiển mặt đất

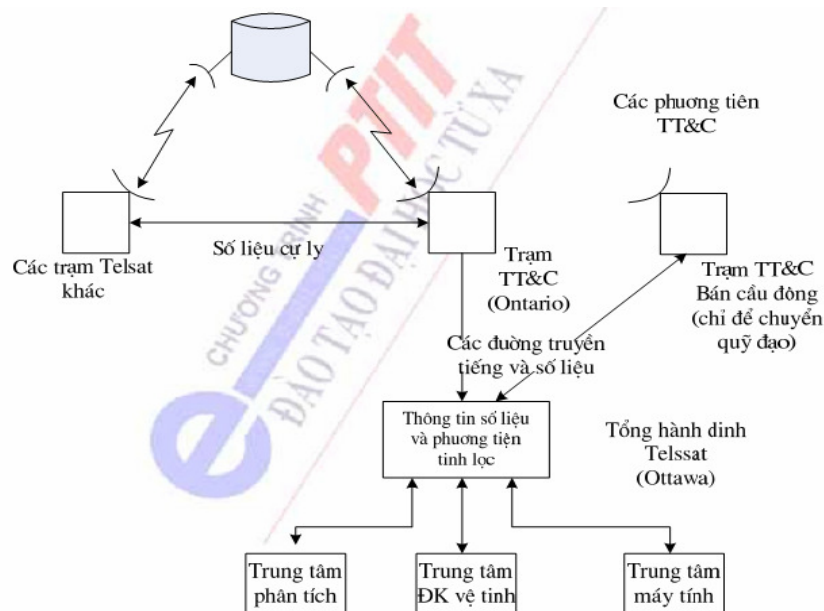
Phân hệ TT&C (Telemetry, Tracking and Command: Đo từ xa, bám và điều khiển)

Dữ liệu trong tín hiệu đo từ xa có cả thông tin độ cao nhận được từ các bộ cảm biến mặt trời và trái đất, thông tin môi trường như cường độ từ trường và phương, tần suất ảnh hưởng của thiên thạch.... và các thông tin về tàu vũ trụ như: nhiệt độ, điện áp nguồn, áp suất nhiên liệu. Phân hệ điều khiển thu các tín hiệu, thường là trả lời cho thông tin đo từ xa: thay đổi độ cao, đấu thêm hoặc cắt bớt các kênh, định hướng lại anten hoặc duy trì quỹ đạo theo lệnh từ mặt đất.

Hệ thống bám sát - đo xa và điều khiển - TT&C

Bám vệ tinh được thực hiện bằng các tín hiệu **hải đăng** được phát đi từ vệ tinh. Các tín hiệu này được TT&C trạm mặt đất thu. Bám đặc biệt quan trọng trong các giai đoạn chuyển và dịch quỹ đạo của quá trình phóng vệ tinh. Khi vệ tinh đã ổn định, vị trí của vệ tinh địa tĩnh có xu thế bị dịch do các lực nhiễu khác nhau. Vì thế phải có khả năng bám theo sự xô dịch của vệ tinh và phát đi các tín hiệu hiệu chỉnh tương ứng. Các hải đăng bám có thể được phát trong kênh đo từ xa hay bằng các sóng mang hoa tiêu tại các tần số trong một trong số các kênh thông tin chính hay bởi các anten bám đặc biệt. Định kỳ cũng cần có thông tin về khoảng cách từ vệ tinh đến trạm mặt đất. Thông tin này được xác định bằng cách đo trễ truyền các tín hiệu phát riêng cho mục đích đo cự ly. Các chức năng đo từ xa, bám và điều khiển là các khai thác phức tạp đòi hỏi các phương tiện đặc biệt dưới đất ngoài các phân hệ TT&C trên vệ tinh.

Hệ thống điều khiển vệ tinh Telesat của Canada.



Hệ cung cấp điện năng

Gồm các tấm pin mặt trời, các ắc qui (NiCd hoặc NiMH), các mạch bảo vệ và điều khiển. Pin mặt trời có thể làm bằng Si hoặc GaAs, so sánh tính năng hai loại như sau:

Kiểu tế bào	loại 10 năm		loại 15 năm	
	GaAs	Si	GaAs	Si
Hiệu quả %	18,6	14,3	18,6	14,3
Độ dày	200	200	200	200
Chỉ số W/kg	36,0	29,7	42,7	35,5
Chỉ số W/m ²	113,9	77,9	139,5	96,6
Giá thành \$/W _p	1,1	1,0	1,1	1,0

Hệ điều hoà nhiệt độ

Vệ tinh nóng lên vì nhiệt do các thiết bị của nó toả ra và các bức xạ nhiệt của các thiên thể, chủ yếu là từ mặt trời và trái đất. Hệ thống điều hoà nhiệt độ luôn duy trì cho các thiết bị trên vệ tinh được làm việc trong các dải nhiệt độ sau:

Thiết bị	Nhiệt độ, t°		Chế độ
	thấp nhất	Cao nhất	
Anten	-150	+80	
Thiết bị điện tử	-30	+55	Dự phòng
	+10	+45	vận hành
Pin mặt trời	-160	+55	
Nguồn ắc qui	-10	+25	Dự phòng
	0	+10	
Sensor mặt trời	-30	+55	
Bồn chứa nhiên liệu	+10	+55	

Hệ điều hoà nhiệt độ

Người ta khống chế nhiệt độ các phần khác nhau trên vệ tinh bằng cách 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 giới hạn sự trao đổi nhiệt (sử dụng vật liệu cách nhiệt)
- Hoặc tăng nhiệt (sử dụng các thiết bị nung nóng)
- Hay sử dụng những bề mặt có tính chất quang nhiệt (để phát xạ hoặc hấp thụ nhiệt)

Hệ đẩy

Có hai loại thiết bị đẩy phản lực trên vệ tinh

- Thiết bị đẩy công suất thấp từ vài miliNewton đến vài Newton, để hiệu chỉnh vị trí vệ tinh trên quỹ đạo
- Thiết bị đẩy công suất trung bình và lớn khoảng vài trăm Newton đến hàng chục nghìn Newton, ví dụ như motor cận điểm và viễn điểm

Ngoài các thiết bị đẩy phản lực, còn có các thiết bị khác có thể làm thay đổi tư thế của vệ tinh:

- Bánh đà - một con quay lớn đặt trong vệ tinh, có thể làm cho vệ tinh quay đi một góc bằng cách thay đổi tốc độ quay của nó
- Nam châm điện đặt trong vệ tinh để tương tác với trường địa từ
- Buồm mặt trời

Hệ thống khung vỏ

Dùng để gá lắp tải hữu ích, bồn chứa nhiên liệu, các hệ cơ khí, điện tử, anten, dàn pin mặt trời, ắc qui, v.v... Vỏ của vệ tinh bảo vệ thiết bị đối với các bức xạ vũ trụ và bụi vũ trụ. Toàn bộ khung vỏ chiếm 10% tổng trọng lượng vệ tinh lúc phóng. Vì giá phóng phụ thuộc vào trọng lượng nên khung vỏ phải rất nhẹ và bền trong các điều kiện khắc nghiệt:

- Lúc phóng: Chấn động và áp lực rất lớn
- Trong thời gian tồn tại trên quỹ đạo: Nhiệt độ thay đổi trong phạm vi rất rộng (phía có mặt trời chiếu $+200^{\circ}\text{C}$, phía trong bóng râm -150°C) gây biến dạng vật liệu, không có khí quyển để lưu thông gió làm mát thiết bị, sự va đập với các hạt sạn trong vũ trụ khi vệ tinh bay với tốc độ vài km/s.



HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thẩm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



Chương 4 – Mạng vệ tinh

1. Tính chất chung của mạng vệ tinh
2. Các dịch vụ băng rộng
3. Các dịch vụ chuyển mạch
4. Mạng điểm - đa điểm: Phân phối tín hiệu, truyền hình trực tiếp DTH, quảng bá dữ liệu, phát thanh.
5. Mạng điểm - điểm: mạng hình lưới, liên kết các dịch vụ số
6. Mạng Vsat: Mạng truyền dữ liệu, mạng multimedia

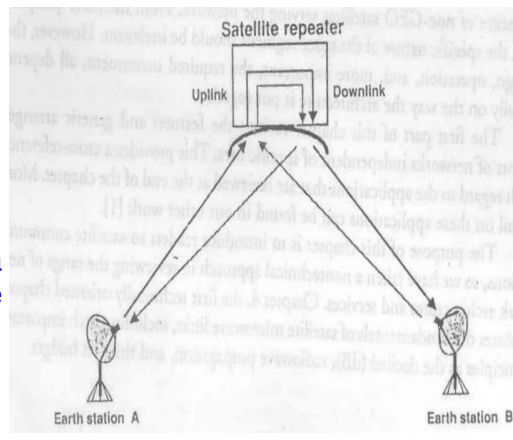
Tính chất chung của mạng vệ tinh

Mỗi vệ tinh thông tin đóng vai trò chuyển tiếp sóng trong mạng viễn thông. Kiểu chuyển tiếp cơ bản nhất là kiểu chuyển tiếp theo dạng ống cong (bent-pipe). Trong trường hợp này các trạm mặt đất cần phải thiết lập các đường truyền để có thể sử dụng có hiệu quả tài nguyên các trạm lặp (repeater) vệ tinh và cho phép nhiều điểm trên mặt đất truyền tải hoặc trao đổi những thông tin đã yêu cầu. Điều đó sẽ xác định kiến trúc mạng cho các ứng dụng cụ thể. Với các repeater tiên tiến có đi kèm phần xử lý, vệ tinh còn thực hiện các chức năng mạng khác như là bộ chuyển mạch cho các trạm mặt đất hoặc thậm chí thay đổi định dạng tín hiệu truyền để cải thiện hơn nữa hiệu suất truyền.

Tính chất chung của mạng vệ tinh

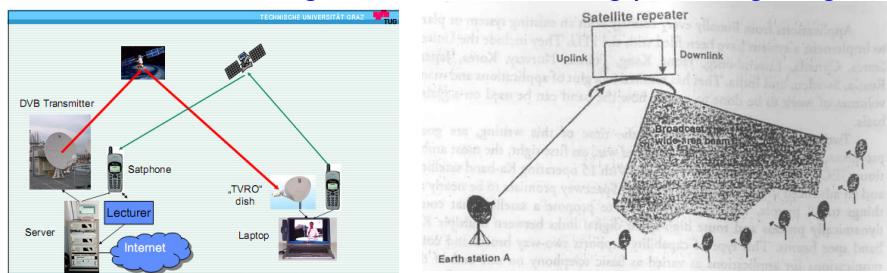
Cách mà một mạng vệ tinh cung cấp kết nối giữa các người dùng được gọi là liên kết, kết nối (connectivity). Ba dạng kết nối phổ biến là **điểm-điểm** (point-to-point), **điểm-đa điểm** (point-to-multipoint), và **đa điểm tương tác** (multipoint interactive)

Như trong hình 4.1, thông tin từ trạm này tới trạm kia bằng một đường dành riêng qua cùng một vệ tinh. Do đó, để thông tin đồng thời theo 2 hướng cần phải có 2 kết nối. Đó là cách thực hiện các kết nối điện thoại điểm hình hoặc tương tác dữ liệu. Với cuộc gọi đã được ấn định trước, kết nối có thể được giữ trong khoảng thời gian dành sẵn, hoặc được dành cho quá trình đàm thoại - với cuộc gọi theo yêu cầu.



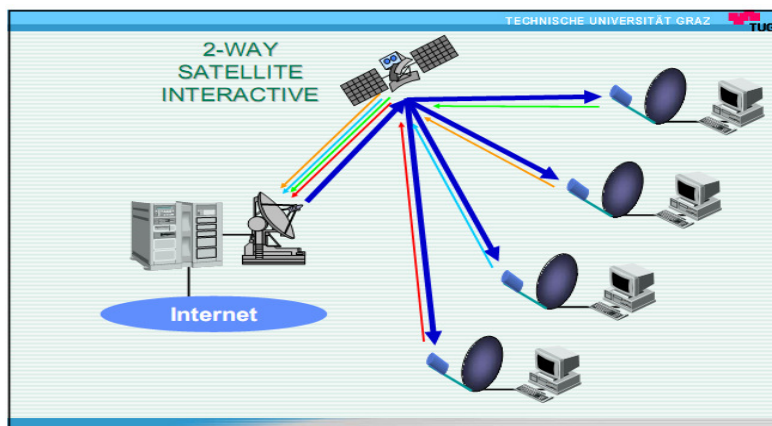
Tính chất chung của mạng vệ tinh

Trong những năm 80 và đầu những năm 90, vệ tinh được dùng ngày càng nhiều trong các liên kết **điểm-đa điểm**, còn được gọi là **quảng bá (broadcast)**. Như trong hình 4.2, một trạm của tuyến lên (uplink) có thể truyền một luồng tín hiệu liên tục tới tất cả các trạm thu trong vùng phủ sóng. Các vệ tinh như GE 1 và Galaxy 1 của Mỹ, Astra 1A và Hot Bird 1 của châu Âu, và JCSAT và Superbird của Nhật đều dùng chế độ **quảng bá** để truyền chương trình truyền hình tới các vùng dân cư lớn, do đó dùng vệ tinh GEO có vùng phủ sóng rộng.



Tính chất chung của mạng vệ tinh

Tăng khả năng truyền tới mỗi thiết bị thu là kỹ thuật chuyển đổi hệ thống **quảng bá** thành một mạng **đa điểm tương tác**, như trong hình 4.3.

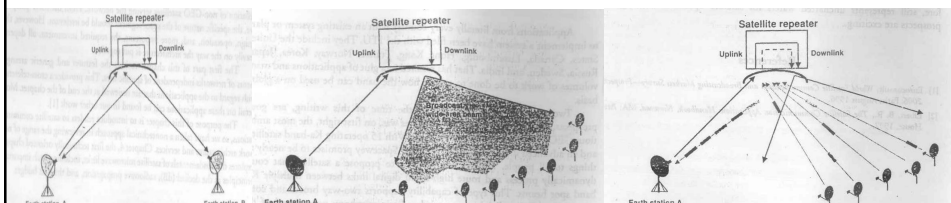


Tính chất chung của mạng vệ tinh

Nửa **quảng bá** của kết nối truyền một lượng lớn thông tin tổng hợp tới **tất cả các điểm thu**. Sau đó những điểm này, có thể truyền các **yêu cầu riêng** của mình quay **trở lại điểm ban đầu** qua cùng một vệ tinh. Cách này sẽ đạt được hiệu quả cao nhất khi hầu hết thông tin được truyền từ trạm mặt đất lớn (ở bên trái của hình). Các trạm nhỏ ở phía phải hình chỉ cần truyền các yêu cầu để thay đổi luồng thông tin. Ví dụ, một thuê bao có thể yêu cầu tải về (download) các file thông tin bao gồm chương trình phần mềm hoặc các đoạn phim ngắn, tất cả đều ở dạng số. Yêu cầu này được trạm lớn thu nhận và sau đó truyền các file qua kết nối **quảng bá**.

Tính chất chung của mạng vệ tinh

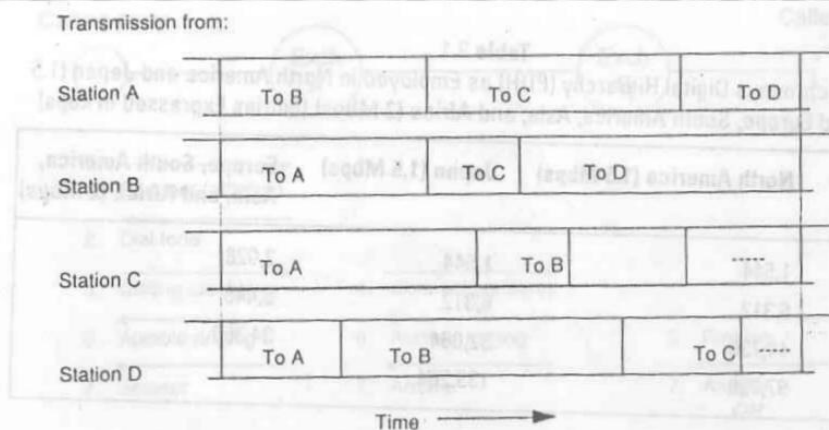
Các mạng cáp đồng và cáp quang trên mặt đất có thể tạo ra tất cả các kiểu kết nối trên, nhưng chúng làm việc đó bằng cách ghép các kết nối điểm-điểm lại với nhau. Còn **mạng vệ tinh** vốn đã có đặc tính đa điểm và có **ưu thế hơn** hẳn so với các mạng cố định trên mặt đất bất cứ khi nào cần dùng tới các kết nối đa điểm. Một yếu tố quan trọng để xác định ưu thế này là dung lượng của kết nối, thường được gọi là băng thông (bandwidth). Trong thông tin số, băng thông được đo bằng bit trên giây (bps). Các khía cạnh của các ứng dụng viễn thông quyết định các yếu tố này.



Các dịch vụ băng rộng

- Lịch sử thương mại của thông tin vệ tinh dựa trên ứng dụng của GEO, ở đó các vệ tinh và các trạm mặt đất được **cố định** với nhau. Ở chế độ dành sẵn này, quá trình thông tin được thiết lập và duy trì liên tục trong một khoảng thời gian dài. **Người dùng** cần phải thiết lập yêu cầu với **người điều hành** mạng sao cho người điều hành có đủ thời gian lên kế hoạch cho dung lượng của vệ tinh và trạm mặt đất kết hợp cùng với nó. Băng thông thường được gán theo những khe thời gian cố định trong một khoảng xác định. Các khe này có thể lặp lại định kỳ để cung cấp một kênh thông tin gần như liên tục (cần cho truyền âm thanh và hình ảnh).

Các dịch vụ băng rộng



Hình 4.4. Các kênh thời gian TDM kết nối 4 trạm sử dụng kết nối điểm-điểm

Các dịch vụ băng rộng

- Hình 4.4 chỉ ra cách sắp xếp cơ bản cho dịch vụ băng thông **dành sẵn**. Mỗi đường truyền tới từ một trạm mặt đất cụ thể và được cấp vào một vị trí không nhiễu với tất cả các trạm khác trên cùng vệ tinh đó. Các kỹ thuật đa truy cập được sử dụng để tránh nhiễu giữa các đường truyền. Kênh truyền được tạo nên như một dòng tín hiệu liên tục hoặc một nhóm (bó) tín hiệu không liên tục. Do đó có thể cung cấp dịch vụ tốc độ bit không đổi (CBR), thích hợp cho mọi dịch vụ thông tin. Các ứng dụng thoại và TV truyền thống cho chất lượng tối ưu khi truyền với tốc độ không đổi, còn với các dịch vụ gián đoạn như thư điện tử (e-mail), CBR cho ít lợi ích hơn. Khi được thiết lập, kết nối CBR được duy trì trong một quá trình **dành sẵn**, đôi khi được **đo bằng năm** (các kênh truyền hình cáp) hoặc **bằng giờ** (các kênh dữ liệu băng rộng tạm thời)

Các dịch vụ băng rộng

- Các kết nối với **băng thông dành sẵn** về bản chất có thể là tương tự hoặc số. Ban đầu, tất cả các kênh truyền vệ tinh là tương tự và băng thông được cố định khi thiết lập. Sự xuất hiện của **thông tin số** cho phép băng thông được sắp xếp lại **mềm dẻo** hơn, đây là một lý do quan trọng để chuyển đổi từ tương tự sang số. Một kết nối đã cho có thể hỗ trợ một dòng dữ liệu số tốc độ **64 kbps**, đủ cho một kênh **điện thoại chuẩn** hoặc kết hợp các kênh dữ liệu tốc độ thấp. Phù hợp hơn là **nhiều kênh 64 kbps** được **ghép lại** thành một kênh có tốc độ cao hơn bằng kỹ thuật ghép kênh phân chia theo thời gian (**TDM**).

Các dịch vụ băng rộng

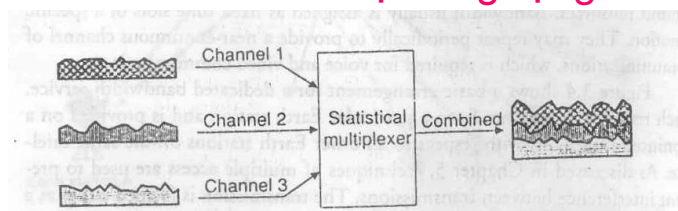
- Các kênh TDM được định rõ theo sự phân cấp số theo kích thước nhóm băng thông chuẩn. Bảng 4.1 liệt kê sự phân cấp quen thuộc của Bắc Mỹ (T) và châu Âu (E). Một đường T1 cho phép truyền dữ liệu với tốc độ 1.544 Mbps, 24 kênh 64 kbps riêng lẻ. Giống như thế, kênh E1 của châu Âu, có dung lượng 2.048 Mbps, thích hợp để truyền 30 kênh 64 kbps. Sự phân cấp của chúng khác nhau nhưng cùng sử dụng kênh 64 kbps. Người điều hành hoặc người dùng cấp cao mới có thể xác định các kênh sẽ được dùng như thế nào.

Level	North America (1.5 Mbps)	Japan (1.5 Mbps)	Europe, South America, Asia, and Africa (2 Mbps)
1	1,544	1,544	2,028
2	6,312	6,312	8,448
3	44,736	32,064	34,368
4	97,728	139,264	

Các dịch vụ băng rộng

- Một điều khó khăn khi dành sẵn băng thông là nó đòi hỏi có sự quy hoạch tốt để đảm bảo rằng dung năng được phân bổ có hiệu quả nhất. Người điều hành mạng phải xác định được (1) số lượng của các kênh thông tin (64 kbps hoặc video số) và (2) các kênh đó sẽ được cung cấp như thế nào. Điểm (2) có nghĩa là các trạm mặt đất phải được lắp đặt các thiết bị thích hợp để có thể tiếp nhận được các sóng mang riêng của mình và phân kênh các dòng thông tin độc lập (riêng lẻ). Một cách có thể giải quyết vấn đề này là dùng cách phân bổ băng thông động, còn gọi là ghép kênh thống kê, để điều chỉnh sự tiêu tốn của các kênh tới mức cần thiết.

Các dịch vụ băng rộng



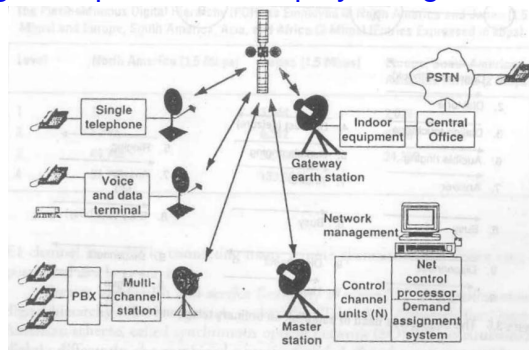
- Hình 4.5 mô tả ghép kênh thống kê (phân bổ băng thông động) sẽ giảm dung lượng đỉnh tổng cộng bằng cách dùng băng thông mà các đường khác không dùng đến.
- Có hai cách áp dụng phân bổ băng thông động: gán lại theo khe thời gian (Time slot reassignment – TSR) và chuyển mạch gói. Với TSR, dung năng cố định của kênh tổng cộng của một kết nối đã cho được chia thành các khe thời gian cố định tương ứng. Một kênh thoại chuẩn 64 kbps đòi hỏi phải truyền 1 byte trong mỗi một khung thời gian 125-*ms*.

Các dịch vụ băng rộng

- Chuyển mạch gói, có thể được dùng để thêm sự phân bổ băng thông động cho các kết nối có băng thông dành sẵn. Thay vì có dung lượng byte cố định, chuyển mạch gói truyền dữ liệu người dùng tới các kết nối như là nó đến từ điểm truy cập. Cần có bộ đệm để điều chỉnh các tốc độ đến khác nhau của các luồng thông tin người dùng. Các gói có độ dài khác nhau được sử dụng cho các giao thức chuẩn như TCP/IP và X.25. Một gói kích thước cố định, được gọi là một Cell, sẽ phù hợp để dùng trong thông tin vệ tinh, nơi mà chúng có thể sử dụng cho dịch vụ băng thông dành sẵn, hoặc ATM và các loại chuyển mạch tế bào theo chuẩn quốc tế, được chấp nhận cho nhiều ứng dụng mà sự phân bổ băng thông động mang lại nhiều lợi ích hơn là cách phân bổ tĩnh.

Các dịch vụ chuyển mạch

- Hình 4.7 mô tả nguyên tắc của một mạng điện thoại có người dùng đa dạng và các trạm mặt đất được chia sẻ cho nhiều người dùng. **Trạm mặt đất ở phía trên bên trái** trả lời tín hiệu off hook của máy điện thoại nối với nó bằng cách gửi một yêu cầu dịch vụ tới **trạm chủ** (master station). Nếu trạm chủ có thể cung cấp kết nối vệ tinh, nó báo hiệu cho trạm có yêu cầu bằng cách phát âm mời quay số ngược lại máy điện thoại gốc.



Các dịch vụ chuyển mạch

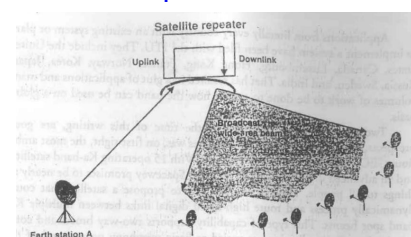
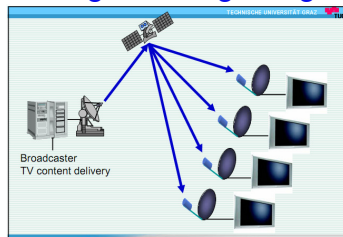
- Người gọi bây giờ có thể nhập vào chuỗi quay số cho mạng biết thành phố đích, tổng đài nội hạt, và thuê bao được gọi. Nhờ mạng điều khiển, chuỗi quay số được chuyển tới trạm điều khiển để xác định **trạm mặt đất đích** (ở phía trên **bên phải**) và báo hiệu cho nó biết kết nối cần được thiết lập. Dung năng vệ tinh sẽ được phân bổ cho cho kết nối, và hai trạm mặt đất thực hiện một bước kiểm tra nhanh xem đường tín hiệu có tốt không. Sau đó trạm được gọi sẽ báo cho mạng điện thoại nội hạt hoàn thành kết nối tới máy được gọi cuối cùng (đồng chuông ở máy được gọi). Khi máy được gọi nhắc máy thì cuộc đàm thoại có thể bắt đầu. Giải phóng kết nối sẽ được thực hiện ở phía đối diện (máy được gọi).

Các dịch vụ chuyển mạch gói

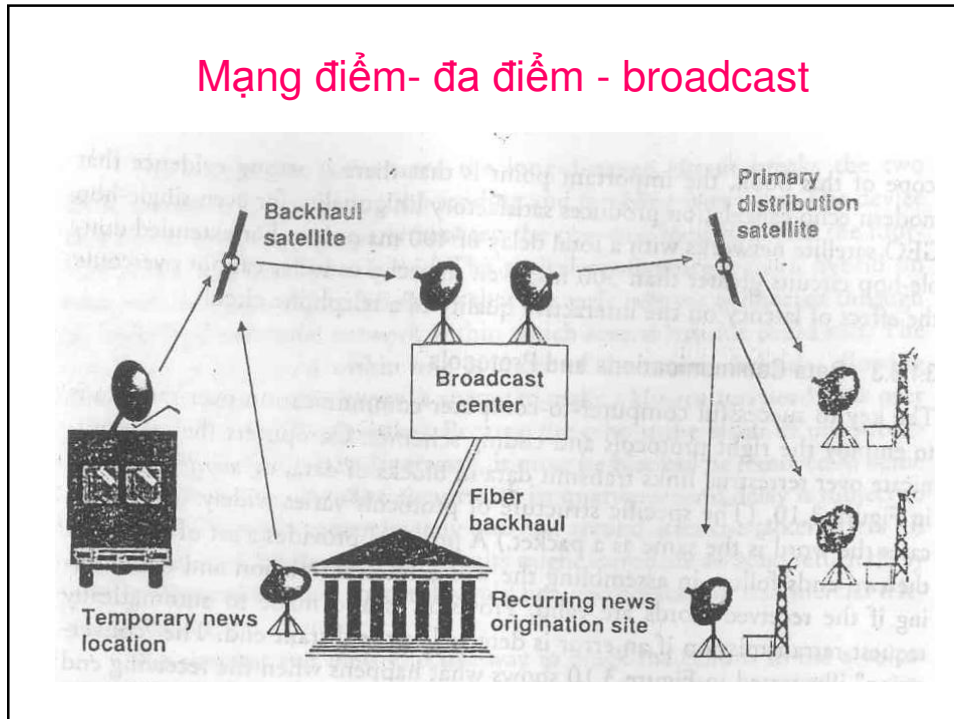
- Các mạng thông tin dữ liệu lớn sử dụng chuyển mạch gói do ưu thế nổi bật của chế độ truyền tải thông tin, cho dù theo kiểu điểm-điểm hoặc kiểu điểm-đa điểm (X.25, TCP/IP, ATM). Tất cả các công nghệ này dựa trên khái niệm của giao thức dữ liệu (dòng thông tin số được chia nhỏ, đôi khi nhóm lại với nhau, thành các gói có chiều dài không đổi nhất định. Với mỗi gói được thêm vào một số bit được quy định trước gọi là tiêu đề (header), được dùng để xác thực quá trình gửi gói từ nguồn tới đích. Khi gói tới đích, tiêu đề bị loại bỏ và thông tin gốc ban đầu được khôi phục lại. Ngoài ra cũng cần có giao thức truyền thông tin nhận dạng quay trở lại nguồn và khi dữ liệu truyền bị mất, bị lỗi thì cần có giao thức để phát đi thông tin yêu cầu truyền lại. Có 2 cơ chế cơ bản của chuyển mạch gói: **kênh ảo** (còn gọi là định hướng kết nối – connection oriented) và **bản tin** (còn được gọi là không kết nối – connectionless).

Mạng điểm- đa điểm - broadcast

- Các kết nối quảng bá có được đầy đủ các ưu thế của vùng phủ sóng rộng của vệ tinh. Hình 4.8 cung cấp một cấu trúc thông dụng để thực hiện quảng bá, sử dụng một trạm mặt đất để truyền (gọi là tuyến lên) và nhiều trạm mặt đất chỉ nhận (receive only - RO). Các trạm lập vệ tinh GEO sẽ truyền **một hoặc nhiều sóng mang** chứa thông tin được phân phối. Kiểu mạng này được dùng để phân phối chương trình TV tới các trạm quảng bá lại phục vụ người dùng trong khu vực thành phố.



Mạng điểm- đa điểm - broadcast



Mạng điểm- đa điểm - broadcast

- Bởi vì số lượng trạm RO tăng tới hàng triệu (trong DTH), công suất phát tốt nhất sử dụng trong không gian lớn hơn nhiều so với công suất ở băng C đã được cấp phép bởi ITU. Đoạn BSS - Broadcasting Satellite Service của băng Ku có thể sử dụng được cho các ứng dụng quảng bá công suất cao như vậy. Chi phí cho vệ tinh BSS (đắt hơn) được chia sẻ bởi số người dùng ngày càng nhiều, bởi vì họ tiết kiệm được đáng kể chi phí cho thiết bị mặt đất của mình.
- Để có được kết nối điểm-đa điểm với mạng mặt đất là rất đắt, bởi vì chi phí để thêm cáp hoặc thiết bị cao tần để tới được điểm dịch vụ là tỷ lệ với số điểm. Chỉ có được hiệu quả kinh tế nếu nhiều dịch vụ có thể chia sẻ một mạng cáp phân phối chung.

Phân phối tín hiệu

Truyền hình hoặc các dịch vụ video (và các dịch vụ khác tương tự) có thể coi là nguồn thông tin và giải trí công cộng phổ biến nhất. Nền công nghiệp quảng bá sử dụng thông tin vệ tinh như là phương tiện chính để truyền tải chương trình từ gốc chương trình (các mạng truyền hình, các chương trình truyền hình cáp, nơi tổ chức chương trình...) tới điểm phân phối cuối cùng (các trạm truyền hình quảng bá, các nhà điều hành hệ thống truyền hình cáp, gia đình và các máy tính)

- **Truyền hình:** Quảng bá là một cách mà ở đó các trạm truyền hình địa phương sử dụng các tần số VHF hoặc UHF để truyền các chương trình tới dân chúng trong vùng. Khoảng cách thu được thường giới hạn trong tầm nhìn thẳng khoảng từ 50 tới 100 km.

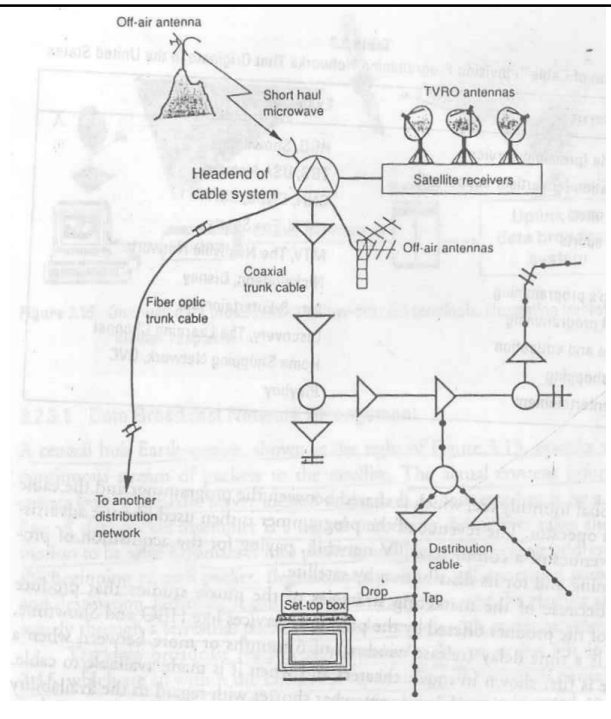
Phân phối tín hiệu

- Các trạm cũng tận dụng các trường quay của mình để có thể xây dựng nên các chương trình, các tin tức địa phương, và quảng cáo – vấn đề quan trọng nhất đối với sự thành công của một trạm truyền hình. Cho dù là chương trình trực tiếp hay phát băng thì các trạm truyền hình có thể chen các đoạn quảng cáo riêng của mình vào các khe thời gian đã được dành sẵn bởi mạng hoặc nhà cung cấp. Các trạm và mạng có thể tự động hóa các chức năng này để tăng hiệu suất và giảm lỗi.
- Một điều quan trọng đối với các vệ tinh là có thể truyền các thông tin có độ tin cậy và giá thành thấp. Một vệ tinh đơn có thể sử dụng kết nối điểm-điểm để thực hiện chức năng này. Để nhận được chương trình, các trạm truyền hình phải sử dụng ít nhất một trạm thu, và sử dụng nhiều trạm làm tuyến lên (uplink).

Phân phối tín hiệu

Tận dụng vệ tinh cho truyền hình cáp

Một đầu hệ thống cáp ở Mỹ sẽ nhận liên tục từ 30 tới 50 kênh đến từ 2 hoặc sáu vệ tinh khác nhau. Điều này có nghĩa là phải có nhiều anten thu. Có thể giảm chi phí bằng cách sử dụng một anten gương chung với nhiều bộ chiếu xạ, để thu tín hiệu từ các vệ tinh gần nhau.



Phân phối tín hiệu

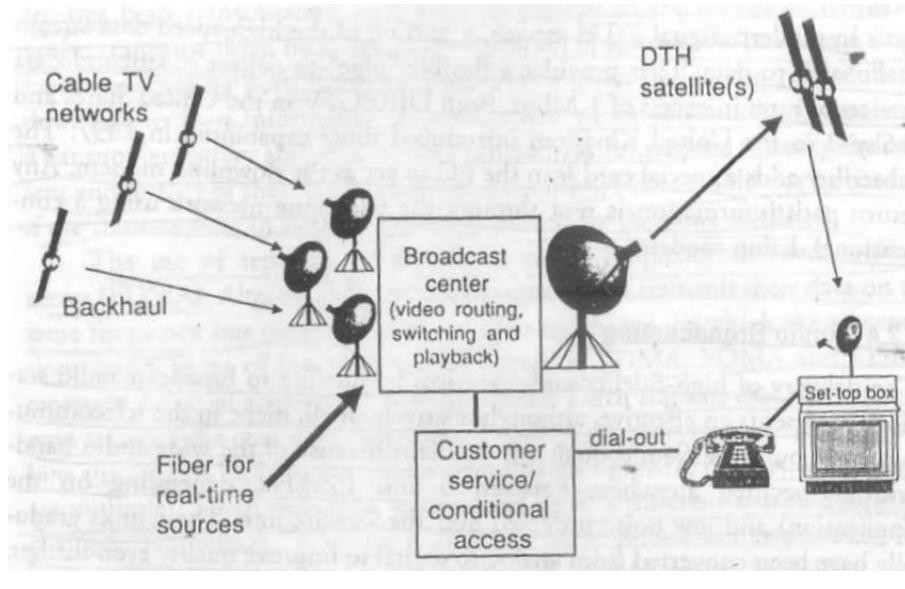
• Tận dụng vệ tinh cho truyền hình cáp

Truyền hình cáp đã đạt được sự chấp nhận rộng rãi ở các thành phố lớn trên toàn thế giới (ở Mỹ có hơn 60 % các căn hộ là thuê bao truyền hình cáp). Với mục đích mang lại các chương trình truyền hình cho những người có thu nhập thấp hơn, hệ thống truyền hình cáp sử dụng cáp đồng trục và cáp quang để kết nối tới mỗi gia đình qua một mạng phân phối điểm-đa điểm. Sự sắp xếp của một hệ thống truyền hình cáp địa phương được chỉ ra ở hình 4.9. Các chương trình được tập hợp ở đầu hệ thống, ở đó sẽ sử dụng anten thu có tăng ích cao để thu tín hiệu truyền hình với chất lượng tốt. Có thể thiết lập một studio nằm ở giữa đầu hệ thống với mạng cáp phân phối để phát lại các chương trình thương mại và các chương trình có hạn chế. Không giống như truyền hình phát qua không khí, các thuê bao phải trả phí hàng tháng để thu một số các kênh truyền hình được phát qua mạng cáp.

Truyền hình phát trực tiếp tới gia đình (Direct to Home – DTH)

- Đầu tiên là việc một số chương trình TH cáp có thể được phát miễn phí qua vệ tinh tới các anten gia đình. Vào năm 1985, hơn một triệu anten gia đình đã được lắp đặt, dẫn tới khái niệm phát trực tiếp tới những người xem. Các dịch vụ cáp trả phí bắt đầu mã hóa tần số, vào năm 1986 và mở ra một phương thức mới. Người dùng có thể mua một bộ giải mã Video Cipher II và trả phí hàng tháng hoặc hàng năm cho những nhà cung cấp để bộ giải mã có thể giải mã tần số của tín hiệu và xem được các chương trình.
- Cấu trúc thông dụng của hệ thống DTH được mô tả ở hình 4.10.

Truyền hình phát trực tiếp tới gia đình (Direct to Home – DTH)



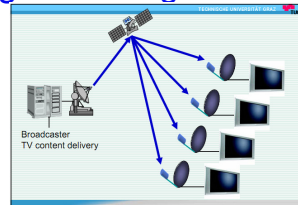
Truyền hình phát trực tiếp tới gia đình (Direct to Home – DTH)

- Trung tâm quảng bá trong trường hợp này cần phải có khả năng xây dựng hoặc phát lại đồng thời một số đáng kể các nguồn video và audio. Các tính năng khác cần có là khả năng kiểm soát thuê bao, tính cước và dịch vụ khách hàng. Các thuê bao có thể xem các kênh phim trả tiền theo thời gian xem vào bất kỳ lúc nào. Vào cuối những năm 90, một số hệ thống DTH đã kết hợp thêm quảng bá dữ liệu nhằm làm cho dịch vụ trở nên tương tác với người dùng hơn.

WEB SITES

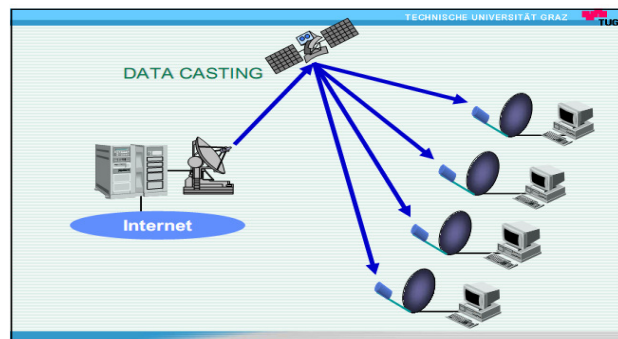
■ www.joanneum.at/ias

■ www.iks.tugraz.at



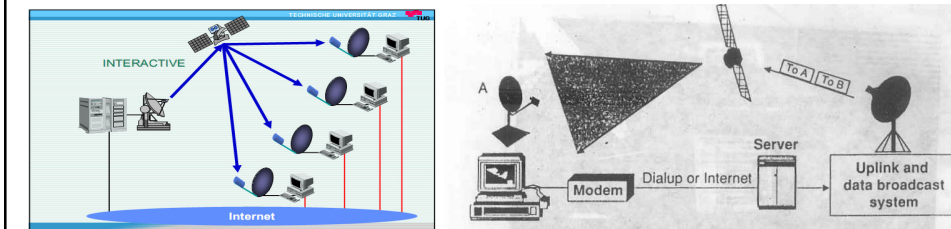
Quảng bá dữ liệu

- Ứng dụng về truyền dữ liệu bằng vệ tinh thông dụng nhất là quảng bá dữ liệu, như trong hình 4.11. Kết nối điểm-đa điểm được sử dụng để truyền thông tin dưới dạng số (các chữ số, các ký tự và hình ảnh đã được nén) tới nhiều anten thu ở mặt đất. Dữ liệu thường được truyền theo các gói, cho phép thông tin được đánh địa chỉ tới các nơi nhận khác nhau.



Quảng bá dữ liệu

- Một trạm mặt đất trung tâm (bên phải hình), gửi lên vệ tinh một dòng gần như liên tục các gói tin. Nội dung của thông tin lấy từ máy chủ cơ sở dữ liệu kết nối với nó bằng một đường riêng (Private line). Một thiết bị xử lý số có nhiệm vụ thu thập các thông tin cần được gửi, chia ra thành các gói, và gán các bit địa chỉ tương ứng vào phần đầu các gói. Bởi vì bên trong mỗi gói có chứa địa chỉ nguồn và địa chỉ đích, do đó nó có thể được định tuyến theo bất cứ đường nào thông qua các vệ tinh và cuối cùng là thông qua một mạng chuyển mạch gói mặt đất như là mạng Internet.



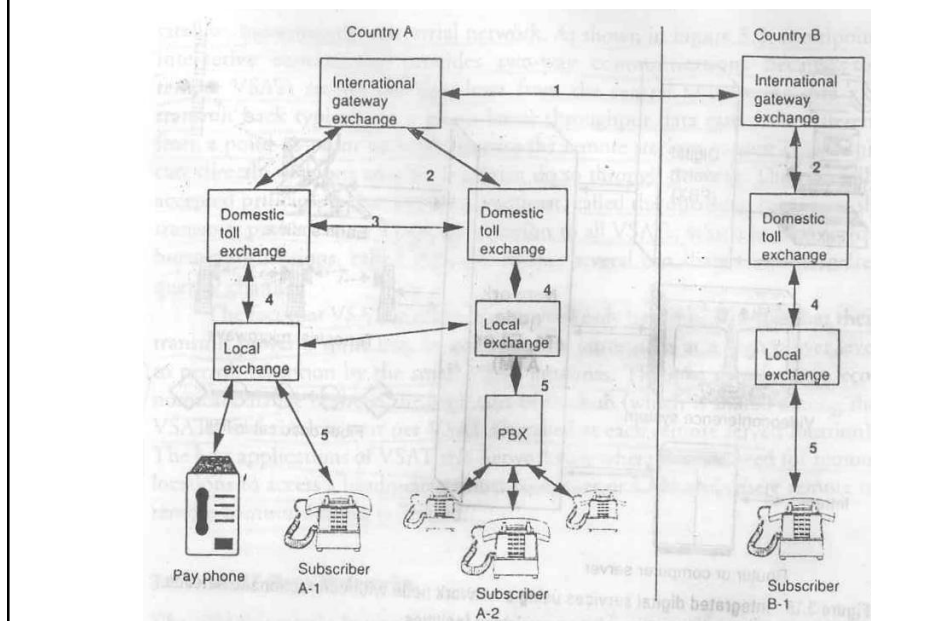
Phát thanh

- Dịch vụ truyền âm thanh chất lượng cao bằng vệ tinh tới các trạm thu thanh đã mở ra một dịch vụ viễn thông hiệu quả. Chất lượng âm thanh tuyệt hảo do có băng thông rộng (khoảng từ 5 đến 15 kHz, tùy theo loại dịch vụ) và ít bị nhiễu. Các kết nối đang được chuyển dần từ tương tự sang số để cải thiện hơn nữa chất lượng dịch vụ. Sử dụng kết nối điểm-đa điểm, âm thanh mono hoặc stereo thường được truyền lên vệ tinh bằng kỹ thuật “mỗi kênh một sóng mang” (single-channel-per-carrier). Thông tin được thu bởi các trạm thu thanh AM hoặc FM truyền thống, ở đó các kênh âm thanh sẽ được tách ra. Cấu trúc mạng trong trường hợp này gần giống như của mạng truyền hình. Một trạm thu phải có một anten để thu được các thông tin bao gồm âm nhạc, tin tức, và quảng cáo trong nước. Thông tin và quảng cáo được chèn vào tại các studio giống như ở các trạm truyền hình.

Mạng hình lưới

- Một mạng vệ tinh theo kiểu hình lưới cung cấp một số kết nối tới nhiều trạm mặt đất. Một kết nối điểm-điểm được duy trì liên tục được gọi là băng thông dành sẵn, hoặc là được gán trước. Chúng thường được dùng cho các ứng dụng đặc biệt như các đường trung kế lớn giữa các trung tâm chuyển mạch hoặc các kết nối tốc độ cao. Một mạng điện thoại thông thường (hình 4.12) dùng nhiều loại liên kết để tạo nên mạng hình lưới. Băng thông cần thiết cho mỗi liên kết phụ thuộc vào kiểu và dung lượng của thông tin cần được truyền tải. Ví dụ, các kênh băng hẹp có thể dùng cho thoại chất lượng cao hoặc hội nghị truyền hình chất lượng trung bình. Trong mạng **B-ISDN**, giữa các **nút mạng lớn** cần phải dùng các đường tốc độ 155 Mbps để cung cấp các dịch vụ **ATM băng rộng**. Còn ở các **nút nhỏ hơn**, có thể có nhiều loại ứng dụng **TDM** như trung kế điện thoại, hội nghị truyền hình chất lượng cao, và truyền file hàng loạt giữa các máy tính lớn (mainframe).

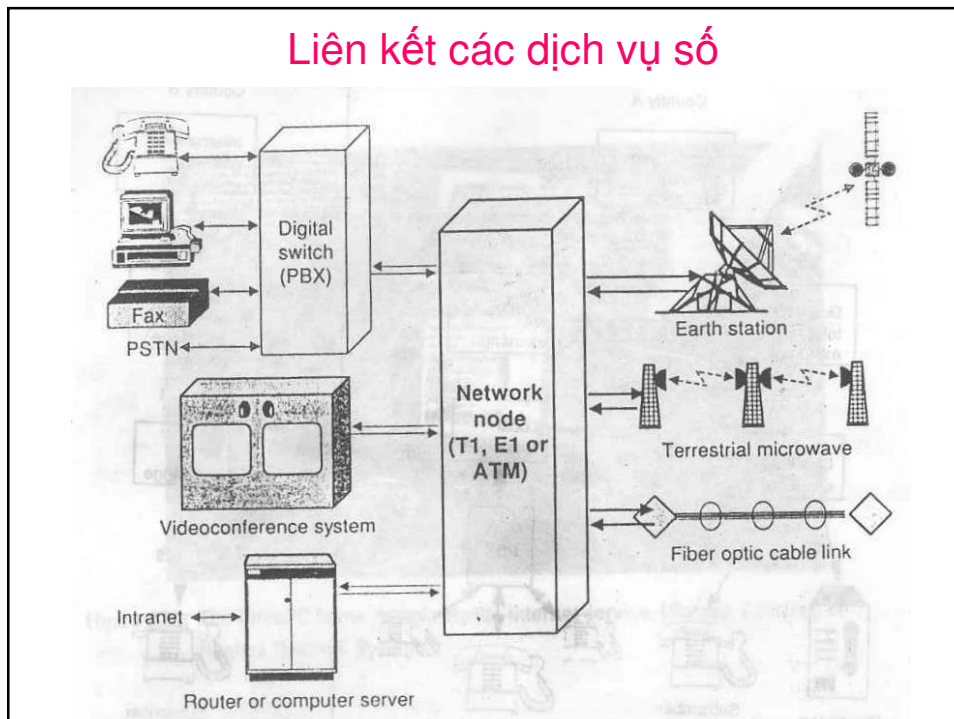
Mạng hình lưới



Liên kết các dịch vụ số

- Những người sử dụng lớn với liên kết điểm-điểm có thể dùng cách **ghép kênh** để kết hợp các dịch vụ số, bao gồm điện thoại, hội nghị truyền hình, và dữ liệu của mạng WAN. Như trong hình 4.13, thiết bị thích hợp của người dùng cung cấp lối vào số cho nút mạng tích hợp. Các thiết bị trên thị trường sử dụng một trong các công nghệ: TDM, ghép kênh thống kê, chuyển mạch gói tốc độ cao, frame relay, hoặc chuyển mạch ATM. Ở phía bên phải hình, các dòng dữ liệu số tốc độ cao đi tới các địa điểm khác thông qua kết hợp giữa vệ tinh và các kết nối điểm-điểm của mạng mặt đất. Dạng tín hiệu cụ thể giữa các nút được lập trình trong một ma trận định tuyến và có thể được thay đổi bất kỳ lúc nào bởi **người điều hành** (dùng một máy tính kết nối với một nút mạng bất kỳ. Một tính chất quan trọng khác của loại thiết bị này là nó cung cấp ghép kênh thống kê để tăng hiệu suất.

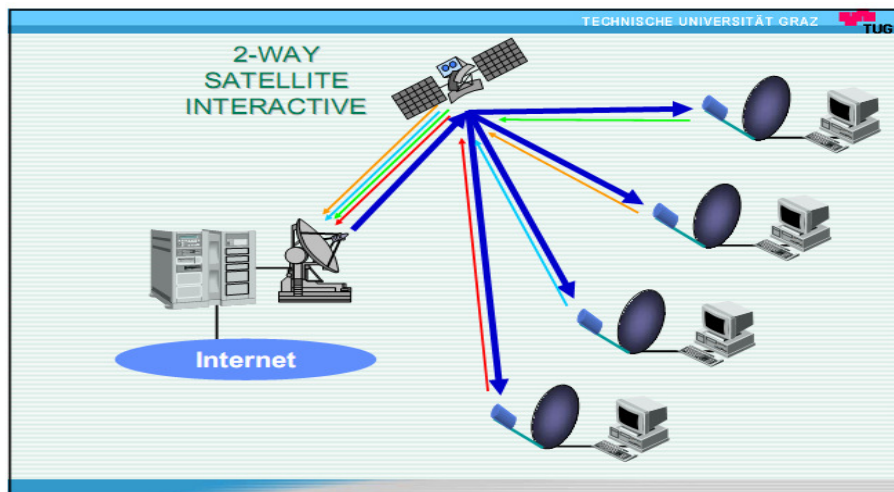
Liên kết các dịch vụ số



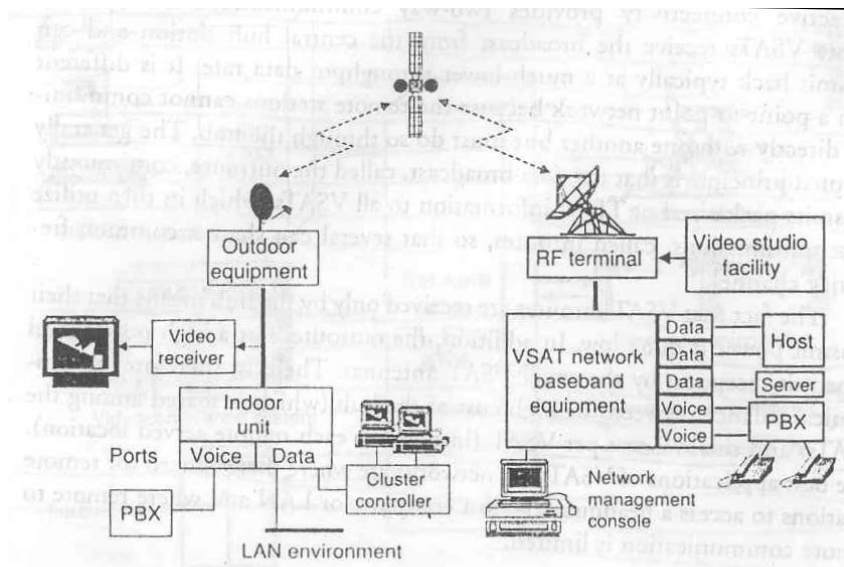
Mạng VSAT

- Nguyên lý cơ bản là để có thể quảng bá dữ liệu tới các vị trí hẻo lánh và thêm kết nối ngược lại qua cùng vệ tinh, mà không qua mạng mặt đất. Như trong hình 4.3 đã có ở đầu chương, **kết nối tương tác đa điểm** cung cấp khả năng liên lạc 2 đường bởi vì các VSAT nhận thông tin quảng bá từ trạm trung tâm và có thể truyền ngược lại với tốc độ dữ liệu thấp hơn. Điều này khác với mạng điểm-điểm bởi vì các trạm remote không thể liên lạc trực tiếp với nhau nhưng có thể thông qua trạm trung tâm. Nguyên tắc thường được sử dụng là việc quảng bá dữ liệu truyền liên tục thông tin dưới dạng các gói hoặc TDM cho tất cả các VSAT (chuyển thành dạng bó – burst), để chúng có thể chia sẻ chung một kênh tần số. Sử dụng VSAT tương đối rẻ và dễ dàng.

Mạng VSAT



Mạng VSAT



Kiến trúc của mạng hình sao VSAT

Mạng VSAT

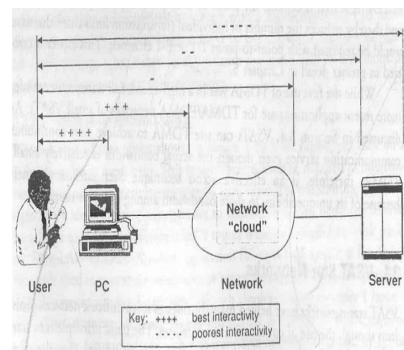
- Trong mạng VSAT, người dùng có thể xem các vệ tinh như là các router hoặc chuyển mạch toll, không cần có các đường dây, chuyển mạch điện thoại công cộng, hoặc thậm chí trong một số trường hợp cũng không cần các PBX. Điểm nổi bật của mạng VSAT là nó có tính tương tác, cho phép thông tin 2 chiều giữa các trạm remote cùng hạng như là ở mạng mặt đất. Nếu cần có kết nối hình lưới thực sự, các trạm phải có khả năng thông tin trực tiếp với nhau.
- VSAT có các ưu điểm hơn so với khả năng của mạng điện thoại mặt đất. Nó có khả năng truyền và nhận dữ liệu tốc độ cao với tốc độ truyền vượt quá băng thông 3 kHz của đường dây điện thoại. Nhiều tính năng của mạng ISDN, như là thông tin thoại và dữ liệu đồng thời có thể thực hiện được bằng VSAT. Với nhiều người dùng, các ưu điểm này giúp họ có thể sử dụng công nghệ VSAT cho hệ thống viễn thông riêng của mình.

Mạng Multimedia

- Sự phát triển của các hệ thống thông tin số tốc độ cao đã làm mờ đi ranh giới giữa việc truyền thoại, dữ liệu và video. Trong thực tế, có thể chuyển đổi bất kỳ loại dịch vụ nào thành dạng số và sau đó tận dụng chung các kết nối của **mạng mặt đất và vệ tinh**. Các tiêu chuẩn và thiết bị mới được phát triển cho mạng B-ISDN, các ứng dụng sẽ được số hóa tại nguồn và kết hợp (tích hợp) để tăng hiệu suất định tuyến và truyền. Đó là chức năng của các nút mạng. Multimedia bao gồm tất cả các dạng thông tin như: text, hình ảnh, audio và hình ảnh chuyển động (video). Mạng internet toàn cầu cung cấp rất nhiều các thành phần đó nhưng thiếu tính chất băng rộng.

Mạng Multimedia

Ví dụ như trong hình 4.15, ta thấy bức tranh đơn giản của một người với một PC nối mạng tới một server. Sự tương tác giữa người dùng và màn hình PC là rất cao nhưng sự tương tác đó sẽ giảm nhanh khi nối mạng do khả năng thực thi tại mỗi nút mạng và máy chủ. Để cải thiện sự tương tác đó thì ta phải thiết kế mạng đơn giản hơn, ít nút trung gian hơn và giảm các điểm tắc nghẽn. Những điểm đó sẽ có trong các mạng vệ tinh tiên tiến.



TECHNISCHE UNIVERSITÄT GRAZ

SIT

- Dish sizes: 75, 90, 120 cm
- Small transceiver front-end
- Small indoor equipment
- Lower cost compared to traditional VSATs
→ Terminal: around \$ 1500
- Self-aligning dish (azimuth, elevation, polarization) needed for emergency communications

www.emssatnet.com



HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên Thẩm Đức Phương
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



Chương 5 – Đường truyền vệ tin

1. Sơ đồ đường truyền vệ tinh
2. Băng tần thông tin vệ tinh
3. Một số khái niệm và định nghĩa: Hệ số tăng ích của anten, diện tích hiệu dụng của anten, công suất bức xạ đẳng hướng tương đương, chất lượng của hệ thống thu G/T
4. Các dạng phân cực dùng trong TTVT
5. Suy giảm sóng trên tuyến Vệ tinh - Mặt đất: Khái niệm suy giảm sóng trong không gian tự do, suy giảm sóng khi truyền qua khí quyển thực
6. Vùng phủ sóng của vệ tinh xác định theo các đường đẳng mức EIRP và G/T
7. Phân tích đường truyền vệ tinh: Sơ đồ khối của đường truyền, nhiễu và can nhiễu, tỷ số công suất sóng mang trên nhiễu C/N, phương trình năng lượng của kênh truyền
8. Tính toán kênh truyền cho tuyến lên và xuống

Băng tần dành cho TTVT

Băng tần cho TTVT do FCC của Mỹ và ITU cấp

- Băng VHF/UHF 0.1-0.3 GHz: Vệ tinh quân sự, vô tuyến nghiệp dư
- Băng L 1-2GHz: Thông tin di động, hàng hải
- S band 2-4 GHz: Dùng cho các lệnh điều khiển
- Băng C 4-8 GHz: Data, voice, truyền hình
- Băng X 8-12GHz: dùng cho quân sự
- Băng Ku 12-18GHz : TV trực tiếp, Data, Voice, IP services (mạng riêng ảo, truy cập internet, ...)
- Băng K 18-27GHz: không được sử dụng do bị hấp thụ rất lớn bởi hơi nước
- Băng Ka 27-40/ 40-75 GHz: thế hệ tiếp theo. 60GHz -O₂

Sơ đồ đường truyền vệ tinh

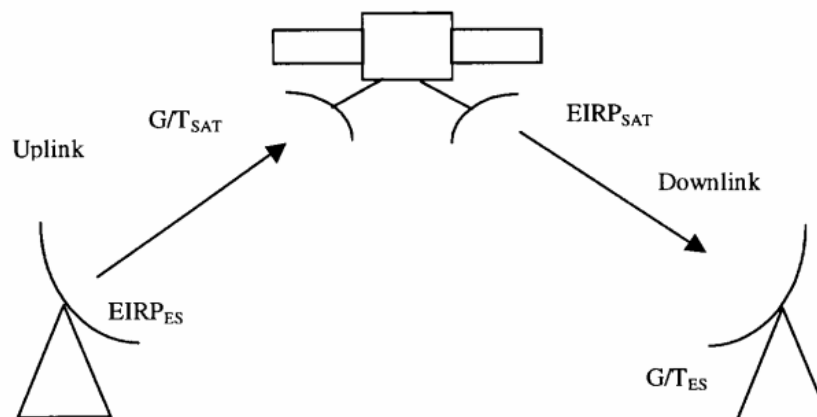


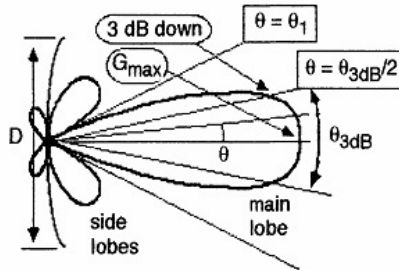
Figure 5.9 Composite transmission chain.

Một số khái niệm và định nghĩa

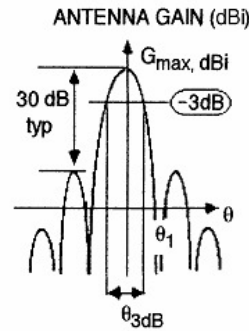
Một số khái niệm và định nghĩa: Hệ số tăng ích của anten, diện tích hiệu dụng của anten, công suất bức xạ đẳng hướng tương đương, chất lượng của hệ thống thu G/T

DEFINITION

> Gain variation as a function of the angle α relative to boresight



$$\theta_{3dB} = 70 \frac{\lambda}{D}$$



Hệ số tăng ích

$$G_{\max} = \frac{4\pi}{\lambda^2} \cdot A_{\text{eff}}$$

$$G_{\max} = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2$$

$$\theta_{3dB} \approx 70 \cdot \frac{\lambda}{D}$$

$$G_{\max} = \eta \left(\frac{70 \pi}{\theta_{3dB}} \right)^2 = \frac{48360 \cdot \eta}{\theta_{3dB}^2}$$

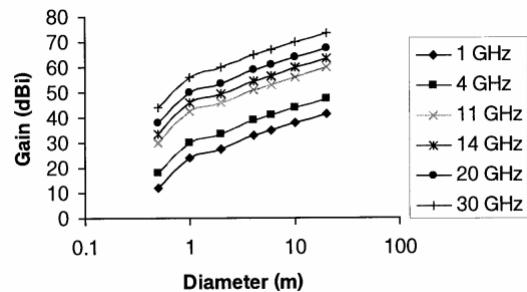


Figure 5.4 Variation in antenna gain with frequency.

REFLECTOR ANTENNA

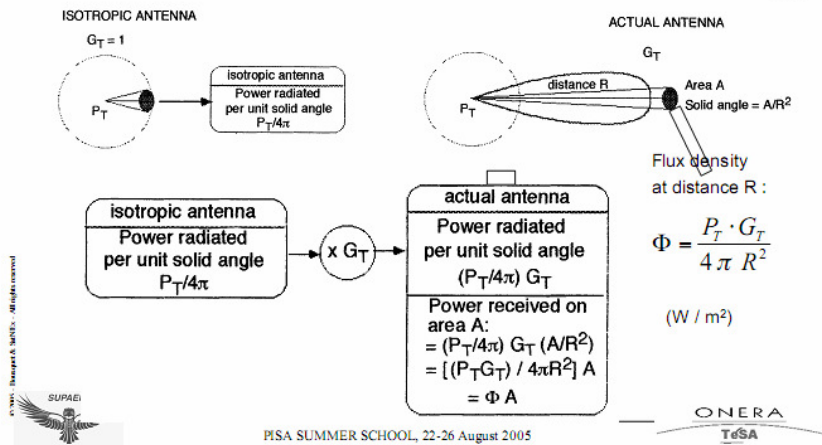
> Aperture: disc of diameter D whose area: $A = \frac{\pi D^2}{4}$

> Antenna effective aperture area: $A_{\text{eff}} = \eta \cdot A$

where η , the antenna efficiency factor, is generally assumed to be in the region of 50–70%.

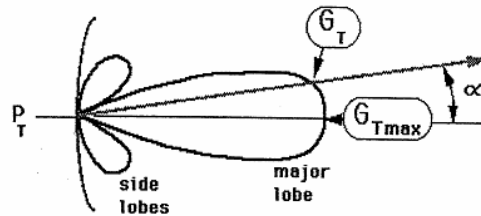
Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương

TRANSMITTED POWER IN A GIVEN DIRECTION



Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương

RADIATED POWER : EIRP



Effective Isotropically Radiated Power in the considered direction α

$$EIRP = P_T \cdot G_T$$

> where : P_T : power fed to the antenna
 $G_T(\alpha)$: antenna gain at angle α

> Maximum EIRP is at boresight ($\alpha = 0$) : **Max (EIRP) = $P_T \cdot G_{Tmax}$**

Chất lượng hệ thống thu G/T

$$P_r/N_0 = EIRP + G_r/T - L_p - k, \text{ dB/Hz}$$

$$N_0 = \frac{N}{\Delta f} = kT, \text{ W/Hz}$$

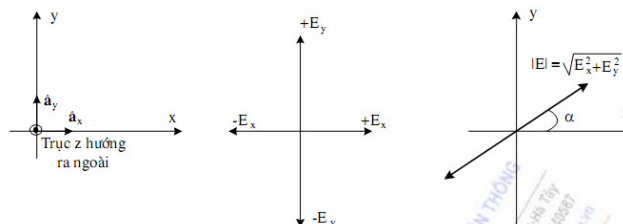
G/T đặc trưng cho chất lượng của máy thu, vì tăng G/T thì SNR tăng lên

$$P_R = \frac{P_T \cdot G_T}{4\pi R^2} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot G_R$$

$$P_R = \frac{EIRP \cdot G_R}{L_{FS}}$$

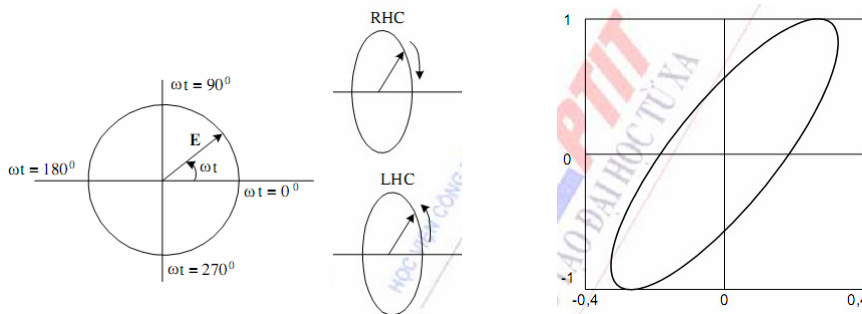
Các dạng phân cực dùng trong TTVT

Phương của đường do đầu mút của trường điện vẽ lên sẽ xác định phân cực sóng. Cần nhớ rằng trường điện và trường từ là các hàm thay đổi theo thời gian. Trường từ thay đổi đồng pha với trường điện và biên độ của nó tỷ lệ với biên độ của trường điện, vì thế ta chỉ cần xét trường điện. Đầu mút của vectơ \mathbf{E} có thể vẽ lên một đường thẳng, trong trường hợp này ta có phân cực tuyến tính. Hầu hết truyền dẫn vô tuyến sử dụng phân cực tuyến tính, trong đó phân cực đứng được gọi là phân cực trong đó trường điện vuông góc với mặt đất và phân cực ngang được gọi là phân cực trong đó trường điện song song với mặt đất.



Các dạng phân cực dùng trong TTVT

Theo định nghĩa của IEEE thì phân cực tròn tay phải (RHC: right-hand circular) là phân cực quay theo chiều kim đồng hồ khi nhìn dọc theo phương truyền sóng, còn phân cực tròn tay trái (LHC: left-hand circular) là phân cực quay ngược chiều kim đồng hồ khi nhìn dọc theo phương truyền sóng. Các phân cực LHC và RHC trực giao với nhau. Phương truyền sóng dọc theo trục z dương.



Suy giảm sóng trên tuyến Vệ tinh - Mặt đất

Khái niệm suy giảm sóng trong không gian tự do, suy giảm sóng khi truyền qua khí quyển thực

Công suất thu được ở một anten với hệ số khuếch đại G_r có thể biểu diễn như sau:

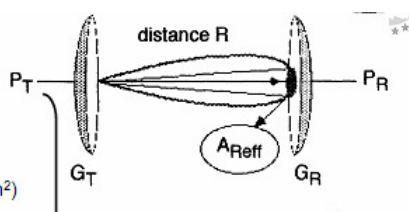
$$P_r = \frac{EIRP \cdot G_r}{L_p}$$

trong đó: $EIRP = P_t \times G_t$ là công suất phát xạ tương đương của anten đẳng hướng, EIRP thường được biểu diễn ở dBW, giả sử P_t được đo bằng W thì: $EIRP = P_t + G_t$, dBW. P_t là công suất phát, G_t là hệ số khuếch đại của anten phát, G_r là hệ số khuếch đại anten thu. L_p là tổn hao đường truyền. Trong không gian tự do tổn hao đường truyền được xác định như sau được xác định như sau:

d là khoảng cách giữa anten phát và anten thu, λ là bước sóng

$$FSL = \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2}$$

Suy giảm sóng trên tuyến Vệ tinh - Mặt đất



Effective Isotropically Radiated Power :

$$EIRP = P_T \cdot G_T$$

Tx Flux density @ distance R : $\Phi = \frac{P_T \cdot G_T}{4\pi R^2}$ (W/m²)

Rx Flux density : $\Phi = \frac{P_R}{A_{Reff}}$ (W)

Rx antenna gain : $G_R = \frac{4\pi \cdot A_{Reff}}{\lambda^2} \Leftrightarrow A_{Reff} = \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot G_R$

$$P_R = \frac{P_T \cdot G_T}{4\pi R^2} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot G_R$$

$$P_R = \frac{EIRP \cdot G_R}{L_{FS}}$$

Free space attenuation : $L_{FS} = \left(\frac{4\pi R}{\lambda}\right)^2$ (dB)

© 2005, Supaero & TeSA. All rights reserved.

SUPAERO ONERA
TeSA

MISA SUMMER SCHOOL, 22-26 August 2005

Suy giảm sóng trên tuyến Vệ tinh - Mặt đất

Có thể biểu diễn công suất thu như sau: $P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2} = \frac{EIRP G_r}{FSL}$

Ở dạng dB phương trình có thể được biểu diễn như sau:

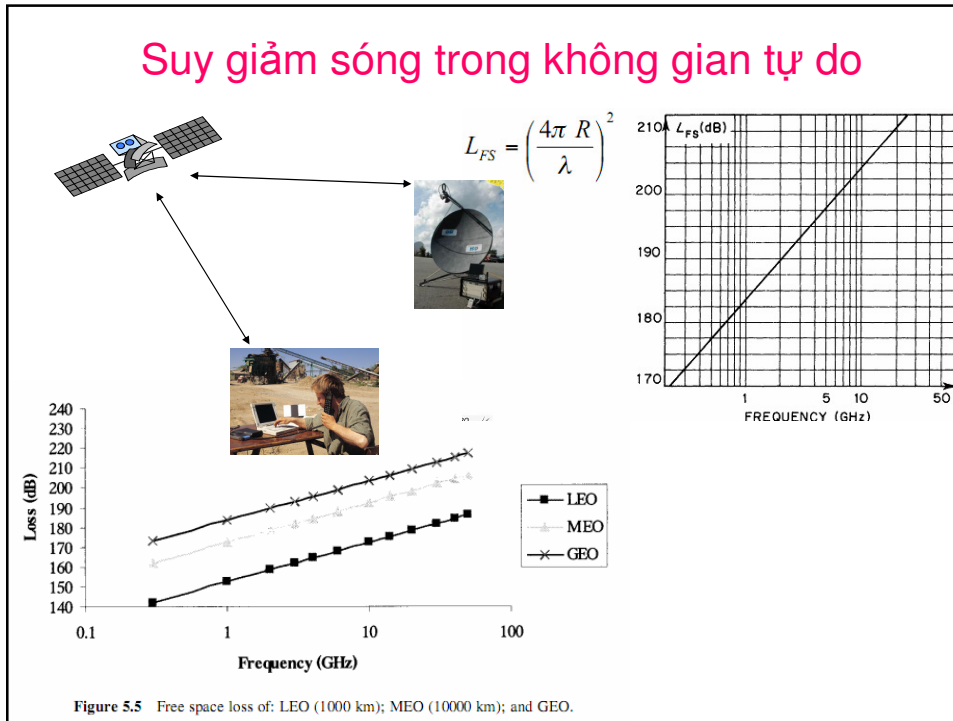
$$P_r = P_t + G_t + G_r - FSL = EIRP + G_r - FSL, \text{ dBW}$$

trong đó: EIRP là công suất phát đẳng hướng tương đương,

$FSL = 10 \lg \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2}$ là suy hao trong không gian tự do, được xác định ở dB như sau:

$$FSL = 92,5 + 20 \lg f [\text{GHz}] + 20 \lg d [\text{km}], \text{ dB}$$

Suy giảm sóng trong không gian tự do

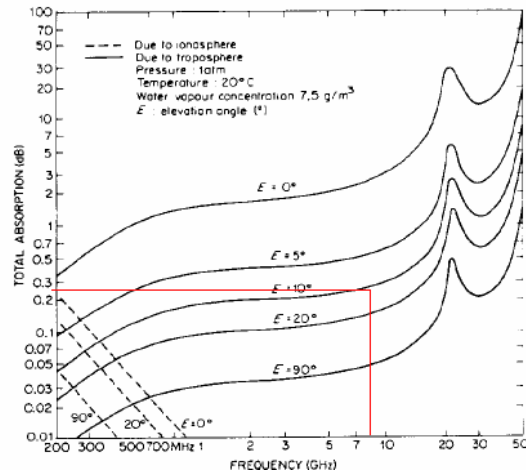


Suy giảm do khí quyển

Hấp thụ của khí trong khí quyển là nguyên nhân gây ra tổn hao khí quyển. Các tổn hao này thường vào khoảng vài phần của dB

- Assuming the minimum elevation angle = 10° and 8.2 GHz carrier frequency

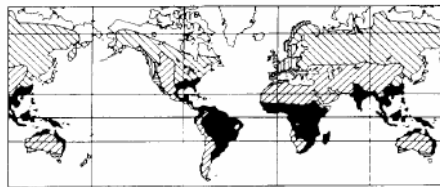
→ Atmospheric absorption $L_{atm} = 0.25$ dB



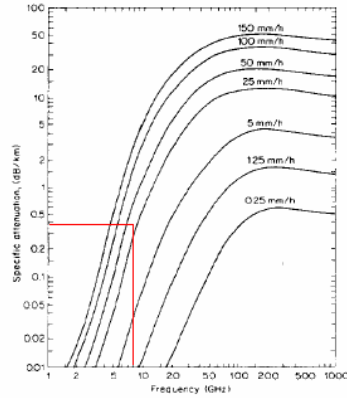
Suy giảm do mưa

Mưa làm suy hao tín hiệu truyền dẫn và gây ra phân cực chéo. Hệ số suy hao do mưa phụ thuộc độ cao mưa và đoạn đường nằm ngang trong mưa

■ Rain attenuation $L_{rain} = 0.4 \times 4 = 1.6 \text{ dB}$



Rain climatic zones.

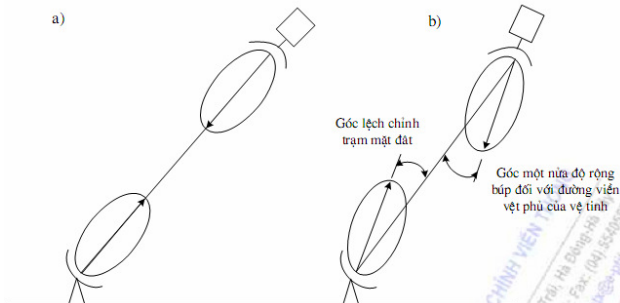


Suy giảm sóng trong thực tế

Tổn hao do tầng điện ly và khí quyển: lớp khí loãng bị ion hoá bởi các tia vũ trụ, có độ cao từ 70 đến 1000km. Có tính chất hấp thụ và phản xạ sóng. Ngoài ra hệ số khúc xạ biến đổi làm thay đổi góc tới, biên độ và pha của sóng. Tầng điện ly gây ra dịch phân cực sóng điện từ dẫn đến tổn hao lệch phân cực

Tổn hao do mất đồng chỉnh anten

Khi thiết lập một đường truyền vệ tinh, lý tưởng phải đạt được đồng chỉnh các anten trạm mặt đất và vệ tinh để đạt được độ khuếch đại cao nhất



Tổn hao do mất đồng chỉnh anten

Có thể xảy ra hai nguyên nhân tổn hao lệch trục, một xảy ra tại vệ tinh và nguyên nhân thứ hai xảy ra tại trạm mặt đất (hình 1b). Tổn hao lệch trục tại vệ tinh được xét tới khi thiết kế đường truyền hoạt động ở đường viền của anten vệ tinh thực tế. Tổn hao lệch trục ở trạm mặt đất được gọi là **tổn hao định hướng anten**. Tổn hao định hướng anten thường xảy ra vài phần mười dB.

Ngoài tổn hao định hướng, có thể xảy ra tổn hao do mất đồng chỉnh hướng **phân cực**. Tổn hao mất đồng chỉnh phân cực thường nhỏ và ta sẽ coi rằng các tổn hao do mất đồng chỉnh anten gồm: cả tổn hao định hướng và tổn hao phân cực gây ra do mất đồng chỉnh. Các tổn hao mất đồng chỉnh anten phải được đánh giá từ các **số liệu thống kê** trên cơ sở sai lỗi được quan sát thực tế cho một khối lượng lớn các trạm mặt đất.

PHƯƠNG TRÌNH QUỸ ĐƯỜNG TRUYỀN

Tổng tổn hao đường truyền L_p khi trời quang đãng được xác định theo công thức sau:

$$L_p = FSL + RFL + AML + AA + PL, \text{ [dB]}$$

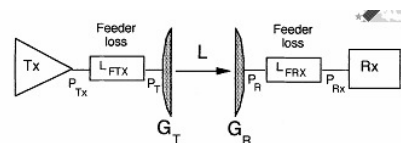
Phương trình cho công suất thu ở dB như sau:

$$Pr = EIRP + G_r - L_p, \text{ [dB]}$$

trong đó: Pr là công suất thu [dBW], $EIRP$ là công suất phát xạ đẳng hướng tương đương [dBW], FSL là tổn hao trong không gian tự do [dB]; RFL là tổn hao phidor máy thu [dB]; AML là tổn hao mất đồng chỉnh anten [dB]; AA là tổn hao hấp thụ khí quyển [dB]; PL là tổn hao lệch phân cực [dB].

□ FEEDER LOSSES :

$$> EIRP = P_T \cdot G_T = (P_{Tx} \cdot G_T) / L_{FTx}$$



Bài tập

1. Khoảng cách giữa trạm mặt đất và vệ tinh là 42.000 km. Tính tổn hao trong không gian tự do tại tần số 6 GHz.

$$P_r = \frac{P_t G_t G_r \lambda^2}{(4\pi d)^2} = \frac{\text{EIRP}_t}{\text{FSL}} \quad \text{FSL} = 10 \lg \frac{(4\pi d)^2}{\lambda^2} \quad \text{FSL} = 92,5 + 20 \lg f [\text{GHz}] + 20 \lg d [\text{km}], \text{dB}$$

2. Đường truyền vệ tinh làm việc tại tần số 14 GHz có tổn hao phiến bằng 1,5 dB và tổn hao không gian tự do bằng 207 dB. Tổn hao hấp thụ khí quyển bằng 0,5 dB, tổn hao định hướng anten bằng 0,5 dB, tổn hao lệch cực có thể bỏ qua. Tính tổng tổn hao đường truyền khi trời quang.

$$P_r = \text{EIRP} + G_r - L_p, [\text{dB}] \quad L_p = \text{FSL} + \text{RFL} + \text{AML} + \text{AA} + \text{PL}, [\text{dB}]$$

3. Cho tham số đường truyền như bài 2. Công suất phát là 20W, hệ số khuếch đại của anten phát là 1000, hệ số khuếch đại của anten thu là 100. Tính công suất bức xạ đẳng hướng tương đương. Tính công suất tín hiệu tại đầu vào máy thu.

Công suất tạp âm nhiệt

Công suất tín hiệu thu trong một đường truyền vệ tinh thường rất nhỏ, vào khoảng **picowatt**. Công suất này sẽ được máy thu khuếch đại đến công suất đủ lớn. Tuy nhiên do luôn luôn có tạp âm ở đầu vào máy thu nên nếu tín hiệu thu không đủ lớn hơn tạp âm, khuếch đại sẽ không có tác dụng vì nó khuếch đại cả tạp âm. Tình trạng này còn trở nên tồi tệ hơn vì chính bộ khuếch đại cũng bổ sung thêm tạp âm.

Trong thiết bị tạp âm nhiệt gây ra do chuyển động nhiệt của các điện tử trong các vật dẫn. Nó được tạo ra ở các phần tử ghép có tổn hao giữa anten với máy thu và ở các tầng đầu của máy thu. Mật độ phổ công suất tạp âm nhiệt không đổi ở tất cả các tần số thấp hơn 10^{12} Hz, vì thế được gọi là tạp âm trắng.

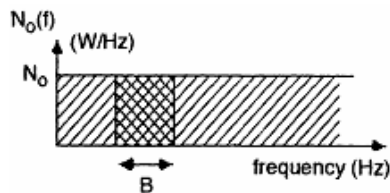
Công suất tạp âm nhiệt

Quá trình tạp âm nhiệt ở máy thu được mô hình hoá bằng quá trình tạp âm trắng Gauss cộng (AWGN: additive white Gauss noise) và được biểu thị bằng công suất tạp âm cực đại có thể có ở đầu vào bộ khuếch đại như sau:

$$N = kT\Delta f, \text{ [W]}$$

trong đó $k = 1,38 \cdot 10^{-23}$ [W/Hz.K] là hằng số Boltzmann; T là nhiệt độ tạp âm đo bằng Kenvin [K] và Δf là băng thông kênh [Hz] đo ở mức -3dB.

Mật độ phổ công suất tạp âm $N_0 = \frac{N}{\Delta f} = kT, \text{ W/Hz}$



NOISE TEMPERATURE T OF A NOISE SOURCE

$$N_0 = kT$$

> where T : t° of a passive system (e.g. resistor) which would generate the same amount of noise as the considered source of noise

> k : Boltzman constant = $1.379 \cdot 10^{-23}$ W/K.Hz
= -228.7 dBW/K.Hz

Ví dụ tính suy hao tổng và tạp âm

Example 12.4 A satellite link operating at 14 GHz has receiver feeder losses of 1.5 dB and a free-space loss of 207 dB. The atmospheric absorption loss is 0.5 dB, and the antenna pointing loss is 0.5 dB. Depolarization losses may be neglected. Calculate the total link loss for clear-sky conditions.

solution The total link loss is the sum of all the losses:

$$[\text{LOSSES}] = [\text{FSL}] + [\text{RFL}] + [\text{AA}] + [\text{AML}] = 207 + 1.5 + 0.5 + 0.5 = 209.5 \text{ dB}$$

Example 12.5 An antenna has a noise temperature of 35 K and is matched into a receiver which has a noise temperature of 100 K. Calculate (a) the noise power density and (b) the noise power for a bandwidth of 36 MHz.

solution

$$(a) N_0 = (35 + 100) \times 1.38 \times 10^{-23} = 1.86 \times 10^{-21} \text{ J} \quad N_0 = kT_0$$

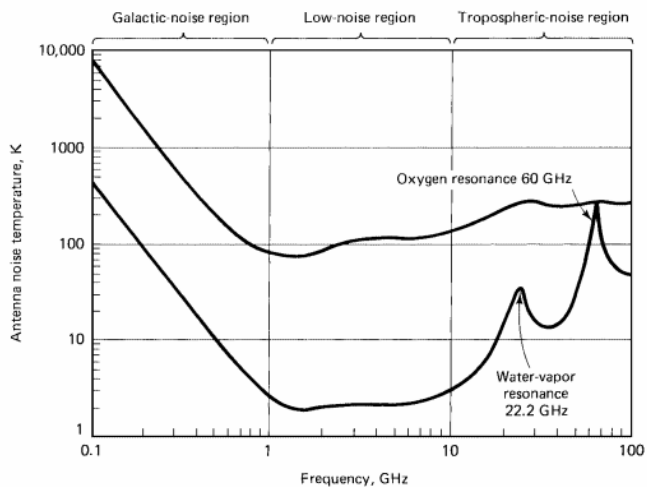
$$(b) P_N = 1.86 \times 10^{-21} \times 36 \times 10^6 = 0.067 \text{ pW} \quad P_N = N_0 B$$

Tạp âm anten

Các anten thu đưa tạp âm vào các đường truyền vệ tinh. Như vậy tạp âm do các anten vệ tinh và anten trạm mặt đất đưa vào. Mặc dù nguyên nhân vật lý như nhau, nhưng mức độ ảnh hưởng rất khác nhau. Có thể phân chia tạp âm do anten đưa vào thành hai nhóm: tạp âm xuất sứ từ **tổn hao anten** và tạp âm **bầu trời**. Tạp âm bầu trời là thuật ngữ để miêu tả phát xạ vi ba từ vũ trụ do các phần tử được làm nóng trong vũ trụ gây ra. Sự phát xạ này trong thực tế bao phủ phổ rộng hơn phổ vi ba. Nhiệt độ tạp âm tương đương của bầu trời nhìn từ anten mặt đất được cho ở hình 7.2. Đồ thị **phía dưới** dành cho anten hướng thẳng đỉnh đầu (**thiên đỉnh**) còn đồ thị cao hơn dành cho anten hướng ngay trên **đường chân trời**. Sự tăng nhiệt độ tạp âm trong trường hợp thứ hai là do sự phát xạ nhiệt của trái đất và đây là lý do thiết lập giới hạn dưới của góc ngẩng anten bằng 50 ở băng C và 100 ở băng Ku.

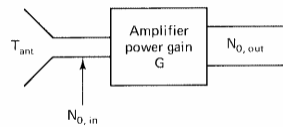
Tạp âm anten

Các đồ thị cho thấy tại đầu tần số thấp của phổ, tạp âm giảm khi tăng tần số. Khi anten hướng thiên đỉnh, nhiệt độ tạp âm giảm xuống còn 3 K tại các tần số nằm trong khoảng từ 1 đến 10 GHz. Phía trên 10 GHz có hai đỉnh nhiệt độ.



Vùng tạp âm thấp giữa 1 và 10 GHz tốt nhất cho áp dụng các anten tạp âm thấp

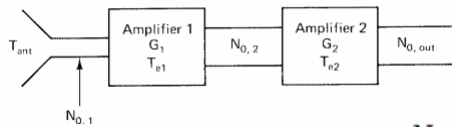
Tạp âm hệ thống



$$N_{0,\text{ant}} = kT_{\text{ant}}$$

$$N_{0,\text{out}} = Gk(T_{\text{ant}} + T_e)$$

$$N_{0,\text{in}} = k(T_{\text{ant}} + T_e)$$



total noise energy referred to amplifier 2

$$N_{0,2} = G_1k(T_{\text{ant}} + T_{e1}) + kT_{e2}$$

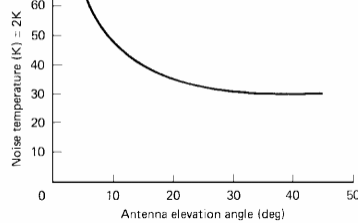
$$G = G_1G_2$$

$$N_{0,1} = \frac{N_{0,2}}{G_1} = k \left(T_{\text{ant}} + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} \right)$$

A system noise temperature may now be defined as T_S by

$$N_{0,1} = kT_S$$

$$T_S = T_{\text{ant}} + T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1}$$



Hệ số tạp âm

Người ta biểu diễn tạp âm của một bộ khuếch đại qua hệ số tạp âm F - **Noise Factor**. Khi đó nguồn tạp được tham chiếu ở nhiệt độ trong phòng T_0 là 290°K Tức là 20°C. Tạp âm đầu vào của nguồn đó là kT_0 . Khi đó tạp âm đầu ra của bộ khuếch đại là:

$$N_{0,\text{out}} = FGkT_0$$

Trong đó G là hệ số khuếch đại, F là hệ số tạp âm.

Tương quan giữa nhiệt tạp âm và hệ số tạp âm được biểu diễn như sau. T_e là nhiệt tạp âm của bộ khuếch đại, T_0 là nhiệt tham chiếu

$$Gk(T_0 + T_e) = FGkT_0$$

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

Hệ số tạp âm

Ý nghĩa của hệ số tạp âm: Hệ số tạp âm thường được dùng cho máy thu - Receiver, còn nhiệt tạp âm thường được dùng cho khuếch đại tạp âm thấp - LNA và các bộ đổi tần. Hệ số tạp âm còn được biểu diễn qua dB và được gọi là Noise Figure - Chỉ số tạp.

$$\text{Noise figure} = [F] = 10 \log F$$

Example 12.6 An LNA is connected to a receiver which has a noise figure of 12 dB. The gain of the LNA is 40 dB, and its noise temperature is 120 K. Calculate the overall noise temperature referred to the LNA input.

solution 12 dB is a power ratio of 15.85:1, and therefore,

$$T_{e2} = (15.85 - 1) \times 290 = 4306 \text{ K}$$

A gain of 40 dB is a power ratio of 10^4 :1, and therefore,

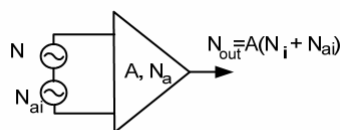
$$T_{in} = 120 + \frac{4306}{10^4} = 120.43 \text{ K}$$

Biểu diễn hệ số tạp âm bằng SNR

Hệ số tạp âm được định nghĩa là tỷ số giữa tỷ số tín hiệu trên tạp âm ở đầu vào với tỷ số này ở đầu ra phần tử thu như sau:

$$NF = SNR_{in} / SNR_{out}$$

Hệ số tạp âm của máy thu chủ yếu được xác định bởi các tầng đầu của máy thu. Tạp âm gây ra do bộ khuếch đại của máy thu được quy đổi thành tạp âm đầu vào máy thu và được ký hiệu là N_{ai} . Từ hình 7.3 ta có thể viết lại công thức như sau



Hình 7.3. Tạp âm quy đổi đầu vào

$$NF = \frac{P_r / N_i}{AP_r / A(N_i + N_{ai})} = 1 + \frac{N_{ai}}{N_i}$$

trong đó: P_r là công suất thu, A là khuếch đại của mạch gây tạp âm, N_i là tạp âm đầu vào và N_{ai} là tạp âm quy đổi đầu vào của phần tử gây tạp âm

Biểu diễn hệ số tạp âm bằng SNR

Để có thể áp dụng được NF ta phải sử dụng nguồn tạp âm tham chiếu N_i . Như vậy hệ số tạp âm sẽ cho thấy thiết bị sẽ tạo ra tạp âm lớn hơn bao nhiêu lần tạp âm của nguồn tham chiếu. Hệ số tạp âm có thể được xác định đối với nguồn tạp âm tham chiếu ở nhiệt độ $T_i = 290$ K. Khi đó mật độ công suất tạp âm của nguồn tham chiếu như sau:

$$N_o = kT = 1,38 \times 10^{-23} \times 290 = 4 \times 10^{-21} \text{ W/Hz}$$

$$\text{hay ở dB là: } N_o = -204 \text{ dBW/Hz}$$

$$NF = \frac{P_r / N_i}{AP_r / A(N_i + N_{ai})} = 1 + \frac{N_{ai}}{N_i} \quad N_{ai} = (NF-1)N_i$$

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

Nếu thay $N_i = kT_i \Delta f$ và $N_{ai} = kT_r \Delta f$, trong đó T_i là nhiệt độ nguồn tham chiếu còn T_r là nhiệt độ tạp âm hiệu dụng của máy thu, ta có thể viết $T_r = (NF-1)T_i$

Tỉ số Tín/Tạp

Ba thông số thường được sử dụng để đánh giá tỷ số tín hiệu trên tạp âm là: sóng mang trên **tạp âm** (C/N hay P_r/N), sóng mang trên **mật độ tạp âm** (C/N_o hay P_r/N_o) và năng lượng bit trên **mật độ phổ tạp âm** (E_b/N_o). Quan hệ giữa các thông số này như sau:

$$P_r/N_o = (P_r/N) \text{ dB} + 10 \lg(\Delta f), \text{ dB.Hz}$$

$$E_{bit}/N_o = (P_r/N) \text{ dB} - 10 \lg(R_{bit}/\Delta f), \text{ dB}$$

trong đó: P_r là công suất thu sóng mang (C), R_{bit} là tốc bit và E_{bit} là năng lượng bit $= P_r T_{bit} = P_r / R_{bit}$, Δf là độ rộng băng tần. C/N_o và E_{bit}/N_o không phụ thuộc vào **tần số** thường được sử dụng để **so sánh hiệu suất** của các hệ thống khác nhau. C/N phụ thuộc vào độ rộng băng tần của một hệ thống cho trước (chẳng hạn bộ lọc máy thu).

Tỉ số Tín/Tạp

Phương trình cho công suất thu ở dB như sau:

$$P_r = \text{EIRP} + G_r - L_p, \text{ [dB]}$$

$$N_0 = \frac{N}{\Delta f} = kT, \text{ W/Hz}$$

$$\left[\frac{C}{N} \right] = [P_r] - [B_N] \quad \left[\frac{C}{N} \right] = [\text{EIRP}] + [G_R] - [\text{LOSSES}] - [k] - [T_s] - [B_N]$$

$$[G/T] = [G_R] - [T_s] \quad \text{dBK}^{-1} \quad \left[\frac{C}{N} \right] = [\text{EIRP}] + \left[\frac{G}{T} \right] - [\text{LOSSES}] - [k] - [B_N]$$

$$\left[\frac{C}{N} \right] = \left[\frac{C}{N_0 B_N} \right] = \left[\frac{C}{N_0} \right] - [B_N] \quad \left[\frac{C}{N_0} \right] = \left[\frac{C}{N} \right] + [B_N] \quad P_R = \frac{P_T \cdot G_T}{4\pi R^2} \cdot \frac{\lambda^2}{4\pi} \cdot G_R$$

$$\left[\frac{C}{N_0} \right] = [\text{EIRP}] + \left[\frac{G}{T} \right] - [\text{LOSSES}] - [k]$$

$$P_R = \frac{\text{EIRP} \cdot G_R}{L_{FS}}$$

$$P_r/N_0 = \text{EIRP} + G_r/T - L_p - k, \text{ dB/Hz}$$

G/T đặc trưng cho chất lượng của máy thu, vì tăng G/T thì SNR tăng lên

Tỉ số Tín/Tạp Đường lên

Đường lên trong đường truyền vệ tinh là đường phát từ trạm mặt đất đến vệ tinh. Tỷ số sóng mang trên mật độ tạp âm:

$$\left[\frac{P_r}{N_0} \right]_U = \text{EIRP}_U + \left[\frac{G}{T} \right]_U - [L_p]_U - k, \text{ dBHz}$$

Khi cần sử dụng tỷ số sóng mang trên tạp âm chứ không phải tỷ số sóng mang trên mật độ tạp âm ta có thể sử dụng công thức sau:

$$\left[\frac{P_r}{N} \right]_U = \text{EIRP}_U + \left[\frac{G}{T} \right]_U - [L_p]_U - k - B, \text{ dBHz}$$

Mật độ thông lượng bão hoà

Mật độ thông lượng cần thiết tại anten thu để tạo nên bão hoà TWTA của bộ phát đáp được gọi là **mật độ thông lượng bão hoà**. Mật độ thông lượng bão hoà là một đại lượng được quy định khi tính toán quỹ đường truyền và biết được nó ta có thể tính toán EIRP cần thiết tại trạm mặt đất. Mật độ thông lượng tại anten thu:

$$\Psi_M = \frac{\text{EIRP}}{4\pi r^2}$$

Ở dạng dB ta được:

$$\Psi_M = \text{EIRP} + 10 \lg \frac{1}{4\pi r^2}$$

Tổn hao trong không gian tự do

$$\text{FSL} = 10 \lg \left(\frac{4\pi r}{\lambda} \right)^2 = -10 \lg \frac{\lambda^2}{4\pi} - 10 \lg \frac{1}{4\pi r^2}$$

$$\Psi_M = \text{EIRP} - \text{FSL} - 10 \lg \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

$$\text{hay: } 10 \lg \frac{1}{4\pi r^2} = -\text{FSL} - 10 \lg \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

Thành phần $\lambda^2/4\pi$ có kích thước của diện tích, trong thực tế nó là diện tích hiệu dụng của một anten đẳng hướng. Ta ký hiệu nó là A_0 như sau

$$A_0 = 10 \lg \frac{\lambda^2}{4\pi}$$

$$\text{EIRP} = \Psi_M + A_0 + \text{FSL}, \text{ dBW}$$

$$\text{EIRP} = \Psi_M + A_0 + L_p - \text{RFL}, \text{ dBW, trong đó: } L_p = \text{FSL} + \text{AA} + \text{PL} + \text{AML}$$

tổn hao khí quyển (AA), lệch phân cực (PL), lệch đồng chỉnh anten, phí thu (RFL)

Độ lùi đầu vào

Khi **nhiều sóng mang** được đưa vào cùng một bộ khuếch đại sử dụng đèn sóng chạy, điểm công tác phải được đặt lùi đến phần **tuyến tính** của đặc tuyến truyền đạt để giảm ảnh hưởng do méo điều chế giao thoa. Hoạt động nhiều sóng mang này xảy ra ở FDMA. Trong trường hợp này EIRP trạm mặt đất phải giảm đi một lượng gọi là độ lùi (**BO: back off**) kết quả ta được:

$$\text{EIRP}_u = \text{EIRP}_s - \text{BO}_i$$

trong đó EIRP_s là công suất trạm mặt đất tại điểm bão hoà. Mặc dù có sự điều khiển công suất vào cho bộ khuếch đại của bộ phát đáp thông qua trạm TT&C mặt đất, nhưng thông thường cần có độ lùi đầu vào bằng cách giảm EIRP của các trạm mặt đất khi truy nhập bộ phát đáp.

$$[P_r/N_o]_u = \psi_s + A_0 - \text{BO}_i + [G/T]_u - k - \text{RFL}, \text{ dBHz}$$

Bộ khuếch đại công suất lớn đường lên

Bộ khuếch đại công suất lớn (được ký hiệu là HPA) của trạm mặt đất có nhiệm vụ cung cấp công suất bằng công suất phát xạ cộng tổn hao phiđơ (tổn hao này được ký hiệu là TFL). TFL bao gồm tổn hao ống dẫn sóng, bộ lọc, bộ ghép nối giữa đầu ra bộ khuếch đại công suất với anten. Ta có thể biểu diễn công suất đầu ra bộ khuếch đại theo dB như sau:

$$P_{HPA} = EIRP - G_T + TFL$$

trong đó EIRP được xác định theo phương trình (7.52) bao gồm cả độ lùi cần thiết cho vệ tinh. Bản thân trạm mặt đất có thể phải phát nhiều sóng mang và đầu ra của nó cũng đòi hỏi độ lùi (ký hiệu là BO_{HPA}). Bộ khuếch đại công suất lớn trạm mặt đất phải được thiết kế theo công suất bão hoà đầu ra như sau:

$$P_{HPA,S} = P_{HPA} + BO_{HPA}$$

Tỉ số tín/tạp đường xuống

Đường xuống là đường phát từ vệ tinh xuống trạm mặt đất. Tỉ số sóng mang trên mật độ tạp âm

$$\left[\frac{P_r}{N_0} \right]_D = EIRP_D + \left[\frac{G}{T} \right]_D - [L_P]_D - k, \text{ dB.Hz}$$

Các giá trị được sử dụng là EIRP vệ tinh, các tổn hao phiđơ máy thu trạm mặt đất và G/T máy thu trạm mặt đất. Tổn hao không gian tự do và các tổn hao phụ thuộc tần số khác được tính theo **tần số đường xuống**.

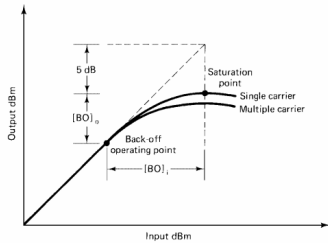
Tỷ số sóng mang trên tạp âm

$$\left[\frac{P_r}{N} \right]_D = EIRP_D + \left[\frac{G}{T} \right]_D - [L_P]_D - k - B, \text{ dB}$$

trong đó B là độ rộng băng tần tín hiệu được coi bằng độ rộng băng tần tạp âm B_N

Độ lùi đầu ra

Khi sử dụng độ lùi đầu vào như đã nói ở trên, ta phải cho phép một độ lùi đầu ra tương ứng ở EIRP vệ tinh. Đường cong ở hình 7.7 cho thấy độ lùi đầu ra không quan hệ tuyến tính với độ lùi đầu vào. Một quy tắc thường được sử dụng là chọn độ lùi đầu ra tại điểm đường cong có giá trị **5 dB thấp hơn** phần tuyến tính ngoại suy như thấy ở hình 7.7. Vì đoạn tuyến tính thay đổi theo tỷ lệ 1:1 ở dB, nên độ lùi đầu ra $BO_o = BO_i - 5\text{dB}$. Chẳng hạn nếu độ lùi đầu vào : $BO_i = 11\text{ dB}$ thì độ lùi đầu ra bằng $BO_o = 11 - 5 = 6\text{ dB}$.



$$EIRP_D = EIRP_{S,D} - BO_o$$

$$\left[\frac{P_r}{N_0} \right]_D = EIRP_{S,D} - BO_o + \left[\frac{G}{T} \right]_D - [L_p]_D - k, \text{ dB.Hz}$$

Table 5.1 Example link budget

Earth station		
	Transmit power (W)	10
	Antenna diameter (m)	2
	Antenna efficiency (%)	55
	3-dB beamwidth (°)	1.9
	Transmit gain (dBi)	28.6
	Transmit EIRP (dBW)	38.6
Up path losses		
	Transmit frequency (GHz)	6.0
	Transmission distance (km)	38000
	Free space loss (dB)	-199.6
	Atmospheric attenuation (dB)	0.3
Satellite		
	Received power flux density (dB Wm⁻²)	-124
	G/T (dB/K)	-1.0
	Bandwidth (kHz)	150
Link parameters		
	C/N (dB)	14.2
	Target C/N (dB)	8
	Link margin (dB)	6.2

Bài tập

Cho quỹ đường truyền có các tham số sau: Tần số đường lên là 6GHz, tần số đường xuống là 4GHz. Vệ tinh ở độ cao 20.000 Km. Suy hao do mất đồng chỉnh anten là 1dB - uplink/ 1dB - downlink, hấp thụ do khí quyển là 0.5dB - uplink/ 0.5dB - downlink. Chỉ số máy thu G/T là 12.5dB/K - uplink/15dB/K - downlink, và suy hao trong đường cáp của máy thu là 1 dB - uplink/ 1dB -downlink. Chỉ số EIRP là 54 dBW - uplink/ 34dBw - downlink. Tính chỉ số Tín/Mật độ tạp âm cho cả hai đường.

$$P_r/N_0 = \text{EIRP} + G_r/T - L_p - k, \text{ dB/Hz} \quad -[k] = 228.6 \text{ decilog},$$

$$\text{FSL} = 92,5 + 20\lg f \text{ [GHz]} + 20\lg d \text{ [km]}, \text{ dB}$$

$$L_p = \text{FSL} + \text{RFL} + \text{AML} + \text{AA} + \text{PL}, \text{ [dB]}$$

Bài tập

Cho quỹ đường truyền tại tần số 12 GHz có các tham số sau: Suy hao trong không gian tự do là 206 dB, suy hao do mất đồng chỉnh anten là 1dB, hấp thụ do khí quyển là 2 dB. Chỉ số máy thu G/T là 19.5 dB/K, và suy hao trong đường cáp của máy thu là 1 dB. Chỉ số EIRP là 48 dBW. Tính chỉ số Tín/Mật độ tạp âm

Quantity	Decilog	$P_r/N_0 = \text{EIRP} + G_r/T - L_p - k, \text{ dB/Hz}$
Free-space loss	-206.00	
Atmospheric absorption loss	-2.00	
Antenna pointing loss	-1.00	
Receiver feeder losses	-1.00	
Polarization mismatch loss	0.00	
Receiver G/T ratio	19.50	
EIRP	48.00	
-[k]	228.60	
$[C/N_0], \text{ Eq. (12.38)}$	86.10	

The final result, 86.10 dBHz, is the algebraic sum of the quantities



HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thâm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



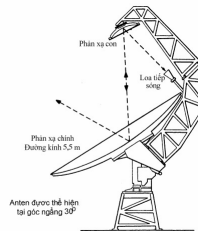
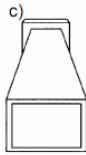
Chương 6 – Anten cho TTVT

1. Phương thức phủ sóng của vệ tinh: Phủ sóng rộng, theo khu vực, dạng đặc biệt, phủ sóng đốm và nhiều đốm, theo cực hoá
2. Vùng phủ sóng của anten vệ tinh
3. Đặc điểm của anten TTVT: Anten trên trạm VT, anten trạm mặt đất
4. Các loại anten thường được dùng trên trạm vệ tinh (phân loại theo hình thức phủ sóng)
5. Anten của trạm vệ tinh mặt đất
6. Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

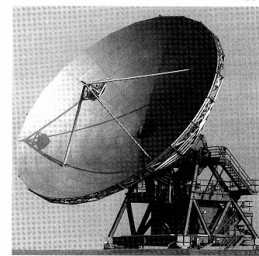
Phương thức phủ sóng của vệ tinh

Anten

Anten có nhiệm vụ phát tín hiệu cao tần (RF) từ trạm mặt đất lên vệ tinh và thu tín hiệu cao tần từ vệ tinh (hoặc ngược lại). Nó được thiết kế sao cho giảm thiểu nhất can nhiễu cao tần lẫn nhau (RFI), bằng cách sử dụng các mặt phản xạ hội tụ tín hiệu RF. Bộ tiếp nhận sóng - loa chiếu xạ (feed horn) của anten được dùng để tách các phân cực đơn để thu hoặc phát tín hiệu. Để tách ra các phân cực đơn, anten và bộ tiếp nhận sóng phải được sắp đặt thích hợp với anten của vệ tinh (phù hợp về phân cực)



Hình 3.14. Anten lịch trực Gregorian



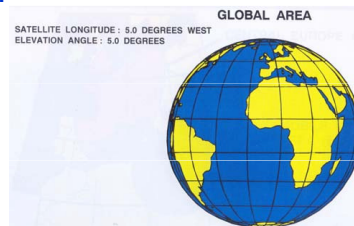
Hình 3.12. Anten Cassegrain 19m

Phương thức phủ sóng của vệ tinh

Miền phủ sóng của vệ tinh là một vùng có hình dạng bất kỳ nằm trong giới hạn bức sóng đến từ vệ tinh, nói cách khác là giao của bức sóng với bề mặt trái đất. Trong khi đó miền phục vụ là miền mà tại đó thỏa mãn điều kiện về cường độ trường ở tần số và cực hóa đã định. Đồng thời cũng phải đảm bảo công suất bức xạ ra ngoài miền phục vụ phải thật nhỏ để không gây nhiễu tới các hệ thống tin khác và tiết kiệm công suất phát. Vệ tinh có thể phủ sóng theo nhiều phương thức như sau:

+ **Phủ sóng rộng** (phủ sóng toàn cầu):

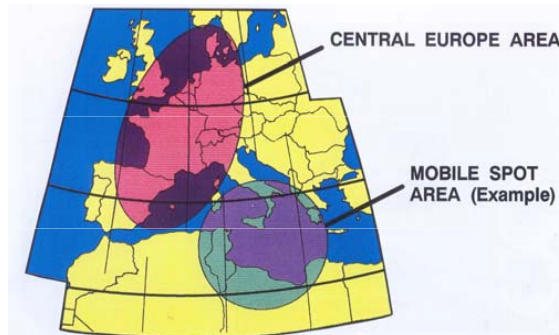
Trong trường hợp này, bề rộng bức sóng bằng góc nhìn của vệ tinh địa tĩnh ($17,5^\circ$). Với phương thức này thường sử dụng anten loa.



Phương thức phủ sóng của vệ tinh

Phủ sóng khu vực:

- Miền phủ sóng giới hạn trong một khu vực nhỏ hơn so với trường hợp trên. Miền phủ sóng của anten giới hạn trong phần bề mặt trái đất nhìn thấy từ vệ tinh, vì búp sóng thu hẹp lại nên độ mở phải tăng lên, nên trên vệ tinh thường sử dụng anten mặt phản xạ.



Phương thức phủ sóng của vệ tinh

Phủ sóng dạng đặc biệt:

Miền phủ sóng được định dạng sao cho trùng khớp với khu vực phục vụ. Việc khống chế miền bức xạ của anten (giản đồ định hướng) có thể được thực hiện bằng cách định dạng mặt phản xạ, dùng nhiều loa chiếu xạ hay dùng anten mạng pha:

Định dạng mặt phản xạ:

Việc định dạng mặt phản xạ làm thay đổi tiết diện búp sóng (mặt phản xạ hình elip se rạo ra búp sóng hình elip), tuy nhiên việc khống chế các múi phụ làm cho phương pháp này trở nên phức tạp. Nhờ thay đổi mặt phản xạ có thể cho phép tạo ra miền phủ sóng với hình dạng tùy ý, nhưng vấn đề tổng hợp để có được mặt phản xạ mong muốn là khó.

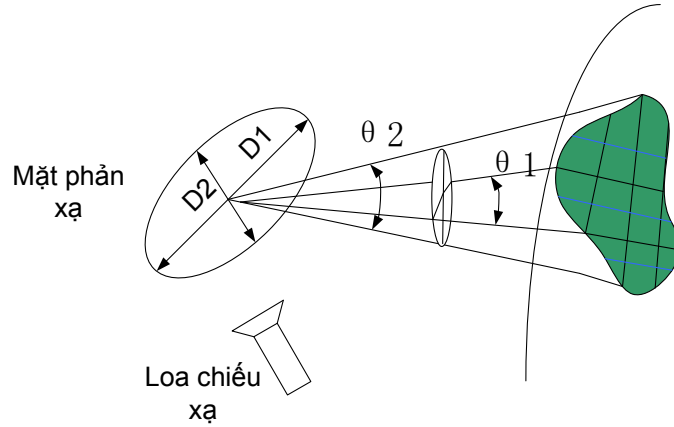
Sử dụng cách này thì hình dạng miền phủ sóng tồn tại trong suốt thời gian tồn tại của vệ tinh, hay ít ra là cho đến khi được thay thế.

Phương thức phủ sóng của vệ tinh

$$\theta_{3dB} = 70 \frac{\lambda}{D} \quad A_{HD} = \frac{\lambda^2}{4\pi} G_a = \eta S_a = \eta \frac{\pi D^2}{4}$$

$$\theta_1 = 70 \frac{\lambda}{D_1} \quad G = \eta \left(\frac{\pi}{\lambda} \right)^2 D_1 D_2 = \frac{48360 \eta}{\theta_1 \theta_2}$$

$$\theta_2 = 70 \frac{\lambda}{D_2}$$



Phương thức phủ sóng của vệ tinh

$$\theta_{3dB} = 70 \frac{\lambda}{D} \quad G_{max} = 20 \text{dB ở } 4 \text{GHz ta có } D \sim 0,3 \text{m, vì thế dùng anten loa}$$

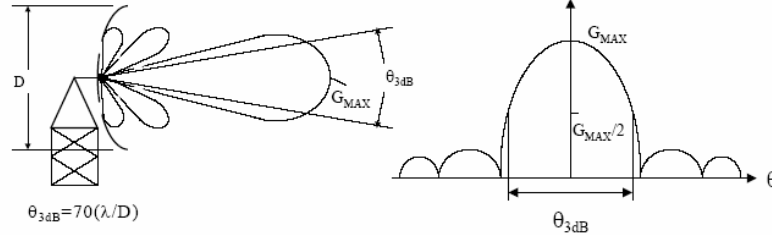
- Effective Area of Parabolic (Dish) Antenna

$$A' = \eta A = \eta \frac{1}{4} \pi D^2$$

- Antenna Gain

$$G = 4\pi A' / \lambda^2 = \eta \left(\frac{\pi D}{\lambda} \right)^2 \quad \eta: \text{Antenna Efficiency or Illumination Efficiency Factor (typically 0.5-0.6)}$$

- 3dB Beamwidth



Bài tập

Tính đường kính của anten vệ tinh trong trường hợp phủ sóng toàn cầu, từ đó chỉ ra nên dùng loại anten nào. Tần số làm việc là 4GHz

Giải: **Phủ sóng rộng** (phủ sóng toàn cầu):

Trong trường hợp này, bề rộng búp sóng bằng góc nhìn của vệ tinh địa tĩnh ($17,5^\circ$).

$$\theta_{3dB} = 70 \frac{\lambda}{D} \quad G_a = \eta (\pi D / \lambda)^2$$

$G_{max}=20dB$ ở 4GHz ta có $D \sim 0,3m$, vì thế dùng anten loa

Bài tập: Chọn loại anten để tạo ra búp sóng đốm có độ rộng là 1° ở tần số 6GHz. Tính hệ số khuếch đại của anten.

Phương thức phủ sóng của vệ tinh

Sử dụng nhiều loa chiếu xạ cho cùng một mặt phản xạ

Có thể bố trí nhiều loa chiếu xạ gần tiêu điểm của mặt phản xạ. Việc tổ hợp các búp sóng riêng sẽ tạo ra miền phủ sóng với hình dạng tùy ý.

Khi vệ tinh đang ở trên quỹ đạo vẫn có thể thay đổi hình dạng miền phủ sóng cho phù hợp với sự thay đổi về nhu cầu thông tin hay sự thay đổi vị trí của vệ tinh.



Anten tăng ích cao nhiều búp sóng

- Anten nhiều búp sóng (MBA) được thiết kế cho các hệ vệ tinh ở dải tần Ka, tạo ra những búp sóng hẹp mang dung lượng lớn, và miền phủ sóng linh hoạt.
- MBA gồm những búp sóng đốm tăng ích cao, dùng công nghệ “đốm nhảy” có thể phủ sóng quốc gia, khu vực, hay toàn cầu. Miền phủ sóng được lát bằng những đốm nhỏ dùng công nghệ tái sử dụng tần số để nâng cao dung lượng hệ thống. MBA ít búp sóng phụ, độ cách ly phân cực chéo cao, và có tính linh hoạt cao về miền phủ sóng
- Vệ tinh dùng MBA còn có ưu điểm là dung lượng kênh lớn hơn, và có khả năng thích ứng với sự thay đổi cấu hình sử dụng của mạng ngay trên vệ tinh

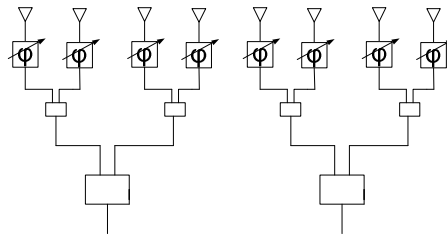
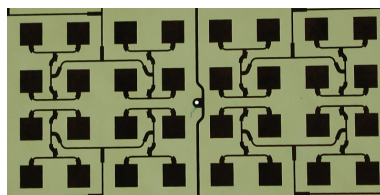
Phương thức phủ sóng của vệ tinh

Sử dụng anten mạng pha:

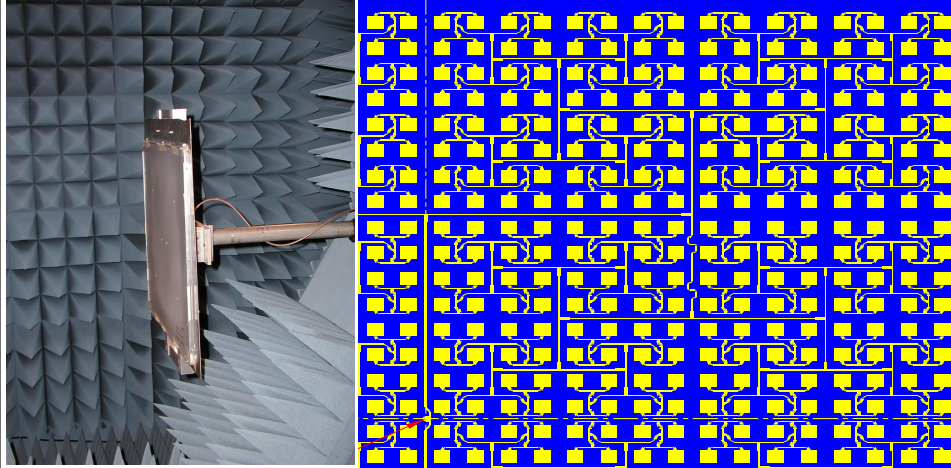
Các thành phần cơ bản của mạng anten là các loa chiếu xạ, các bộ chia công suất và quay pha, được kết hợp với nhau để tạo thành giản đồ định hướng của anten.

Để tạo thành giản đồ định hướng cố định thì sử dụng các bộ chia công suất và quay pha cố định. Để tạo thành giản đồ định hướng với dạng có thể thay đổi được thì phải sử dụng các bộ chia công suất và quay pha có thể thay đổi được.

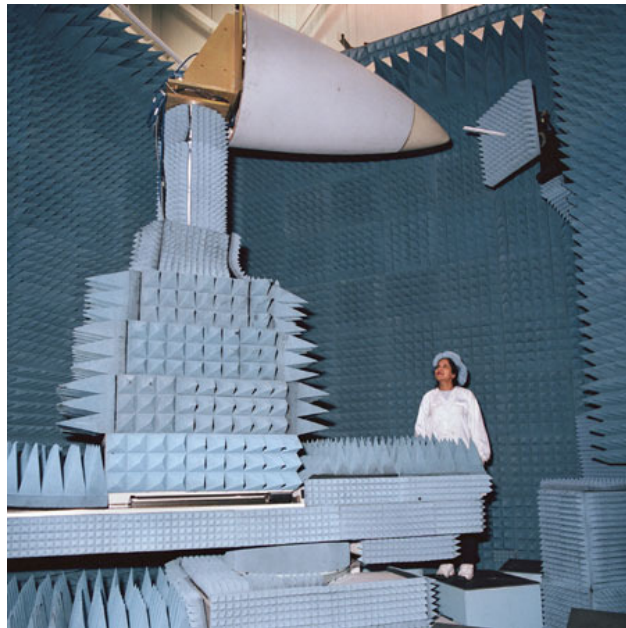
Original feed network



32 X 32 Element X/Ku-band Array



Antenna Test



Phủ sóng đóm

Để tạo ra những búp sóng rời nhau với cùng một anten bằng cách đặt số lượng loa chiếu xạ tương ứng với kê tiêu điểm của mặt phản xạ.

Mỗi loa chiếu xạ cung cấp tín hiệu từ những máy phát khác nhau, các búp sóng sẽ chiếu đến những nơi khác nhau trên mặt đất tùy theo vị trí của loa chiếu xạ. Nếu khoảng cách giữa các búp sóng đủ lớn có thể sử dụng lại tần số. Ngoài ra có thể tăng thêm độ cách ly bằng cách sử dụng cực hóa trực giao với nhau.

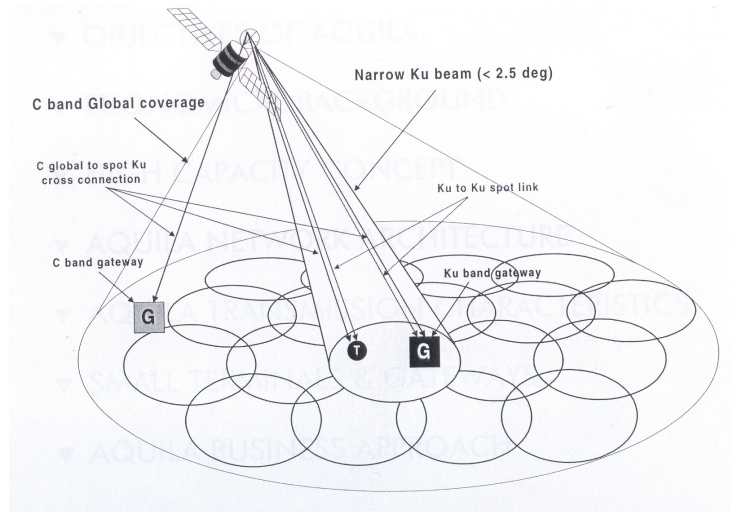
Phủ sóng theo cực hóa:

Dựa theo đặc tính phân cực cũng có thể chia vùng phủ sóng theo cực hóa.

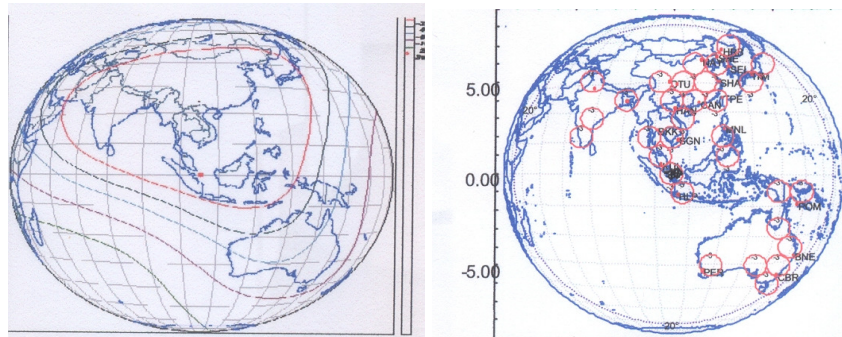
Phủ sóng đóm

- Búp sóng đóm tập trung năng lượng vào một chùm bức xạ rất hẹp, do đó miền chiếu xạ trên mặt đất chỉ là một đóm nhỏ, nhưng mật độ năng lượng tới lớn, chỉ cần anten nhỏ ở trạm mặt đất. Để đạt được diện tích bao phủ của một anten thông thường, cần có nhiều “đóm”. Điều đó thực hiện bằng cách điều khiển cho búp sóng đóm quét trong vùng cần phủ sóng, hay là dùng anten có nhiều búp sóng đóm cố định.
- Trong vệ tinh ACTS (Advanced Communications Technology Satellite) NASA dùng công nghệ “đóm nhảy” cho nên giảm được số búp sóng đóm cần thiết. Búp sóng lia liên tục trong miền phủ sóng, có tác dụng tương đương nhiều búp sóng và mỗi trạm mặt đất tự biết để truyền tín hiệu lên vệ tinh khi búp sóng rơi đến nó. Cách làm này cũng tăng khả năng chống “nhiều tích cực” của hệ thống

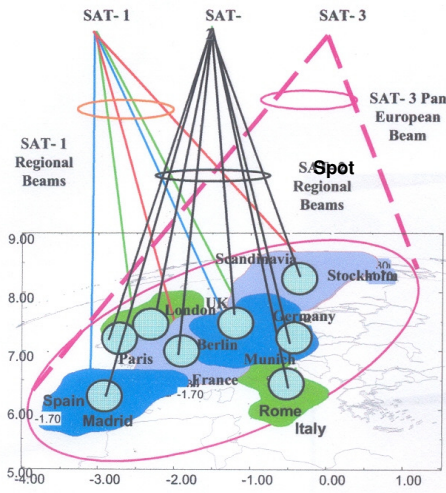
Búp sóng đóm



Bao phủ bằng anten khu vực, hoặc anten nhiều “đóm”



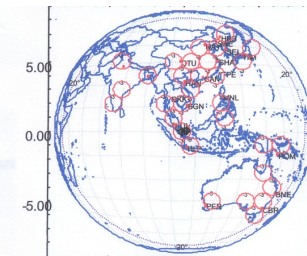
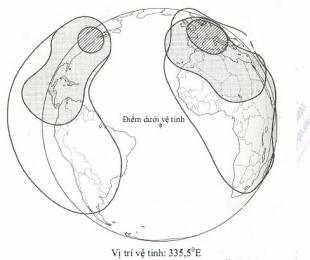
Các loại búp sóng (đốm, khu vực, toàn châu lục)



Sự tái sử dụng tần số

Vùng phủ sóng của anten thông tin vệ tinh

- Miền phủ sóng là miền trong đường biên mà tăng ích giảm 3 dB.
- Chức năng của anten thông tin vệ tinh là tập trung công suất phát trong một góc không gian nhất định (anten phát) hay thu tín hiệu từ một vùng phủ sóng nhất định (anten thu)
- Một số thông số của anten cần lưu ý: tăng ích anten, độ mở (aperature) anten, giản đồ định hướng của anten.



Đặc điểm của anten thông tin vệ tinh

Anten trên trạm vệ tinh

Điều đầu tiên cần xét tới là môi trường, việc đặt trên không gian làm cho anten phải thích nghi được với sự thay đổi của nhiệt độ. Nhiệt độ thay đổi giữa ngày và đêm có thể khiến cho kích thước anten thay đổi. Do đó vật liệu sử dụng cần phải tính toán rất kỹ.

Mặc dù với anten vệ tinh thì nói chung búp sóng không cần phải hẹp nhưng tăng ích và hướng tính của anten cần phải đáp ứng được các yêu cầu của vệ tinh. Hầu hết các vệ tinh địa tĩnh đều sử dụng các anten có tăng ích và hướng tính cao để chống lại suy hao do khoảng cách. Tuy nhiên do các vệ tinh này thường phủ sóng một khu vực cố định, và vị trí của nó ít thay đổi do đó đây không phải là vấn đề lớn. Nhưng cần lưu ý duy trì đúng tư thế của vệ tinh và anten để duy trì đúng hướng. Các anten có đặc điểm là nhẹ gọn, nhỏ và dễ lắp ráp, nó thường có kích thước khoảng từ 2-3 mét.

Đặc điểm của anten thông tin vệ tinh

Anten trên trạm vệ tinh

Với các vệ tinh quỹ đạo thấp, thường sử dụng các anten có hướng tính thấp hơn. Tín hiệu thường được truyền và nhận với một góc rộng hơn, và thay đổi khi vệ tinh di chuyển. Do đó các vệ tinh này thường hiếm khi sử dụng anten phản xạ parabol.

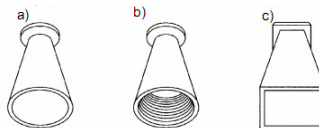
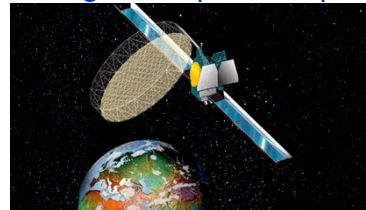
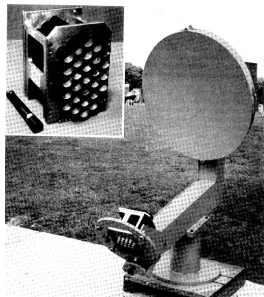


FIGURE 3-4
Active rod antenna

Hình 3.5. Các anten loa: a) Nón vách nhẵn. b) Vách gấp nếp và hình pyramid

Đặc điểm của anten thông tin vệ tinh

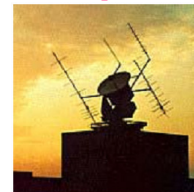
Anten trạm mặt đất

Anten trạm mặt đất sử dụng để truyền và thu tín hiệu từ vệ tinh thì thay đổi tùy theo ứng dụng. Các anten phản xạ parabol thường được sử dụng, tuy nhiên đôi khi cũng có thể sử dụng anten Yagi. Kích thước của anten có thể thay đổi đáng kể. Các anten parabol sử dụng để thu truyền hình vệ tinh có kích thước rất nhỏ. Tuy nhiên những anten sử dụng cho các mục đích chuyên nghiệp có kích thước rất lớn, có thể lên tới hàng chục mét.

Anten cho thông tin vệ tinh cần phải được lựa chọn rất cẩn thận để đáp ứng được những nhu cầu cụ thể. Có thể tính toán các thông số cho anten, dựa theo tổn hao trên đường truyền, tỷ số S/N, mức công suất phát, độ nhạy máy thu... Một anten nhỏ kích thước 70 cm có thể sử dụng để thu trực tiếp tín hiệu truyền hình từ vệ tinh nhưng không thể dùng để truyền các chương trình lên vệ tinh bởi vì cần có mức tín hiệu cao hơn để có thể đảm bảo có thể truyền về trái đất chất lượng hình ảnh tốt.

Đặc điểm của anten thông tin vệ tinh

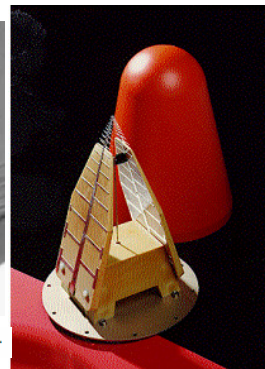
Anten trạm mặt đất



Example for a LPDA (frequency range 1 GHz to 26.5 GHz, $g = 8$ dBi (typ.))



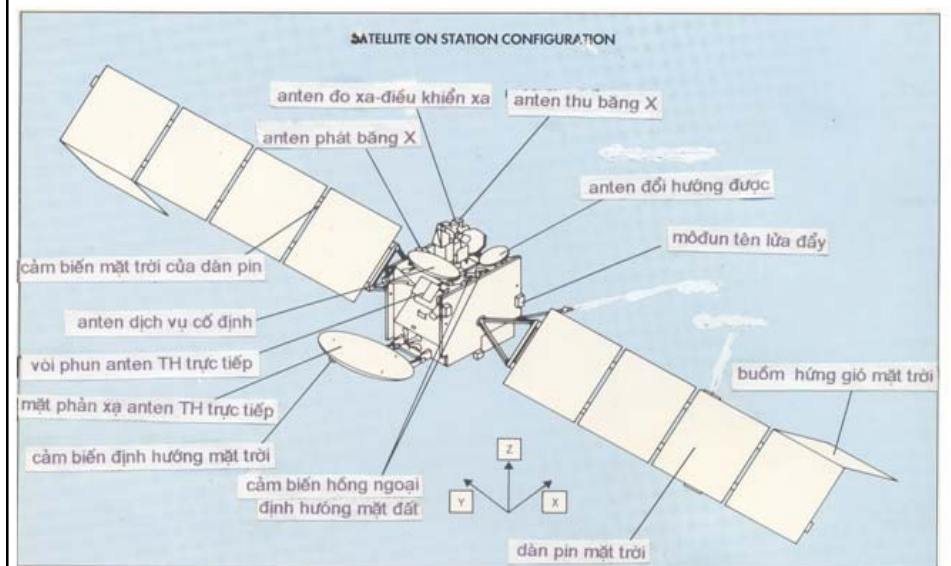
A typical DBS antenna installation.



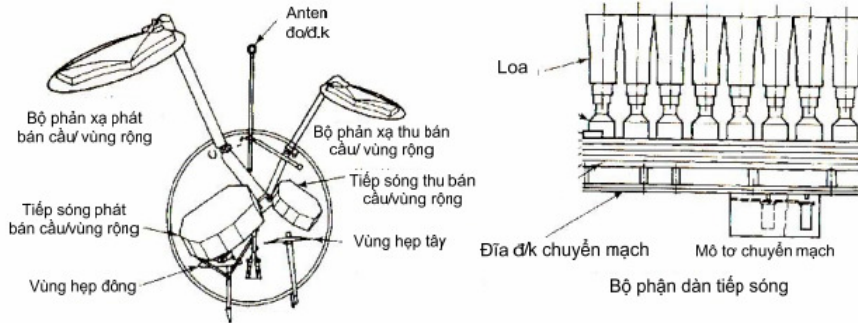
Các loại anten được dùng trên trạm vệ tinh

Type	Frequency	Gain	Beamwidth	Bandwidth
Monopole	VHF,UHF	3 dBi	wide	narrow
Yagi	VHF ~ L-band	6 ~ 20	narrow	narrow
Microstrip	L ~ X band	3 ~ 7	wide	narrow
Helix	UHF, L ~ S band	10 ~ 20	narrow	
		5	wide	
Conical Log spiral	L ~ X band	0 ~ - 3	hemispherical	wide
Parabola	L ~ Ka band	$(6.3\sim 8.8)A/\lambda^2$	$(60 \sim 70)\lambda/D$	wide
Horn	C ~ Ka band	15 ~ 25 dBi	narrow	wide
Array	various	various	-	-

Các loại anten được dùng trên trạm vệ tinh



Các loại anten được dùng trên trạm vệ tinh

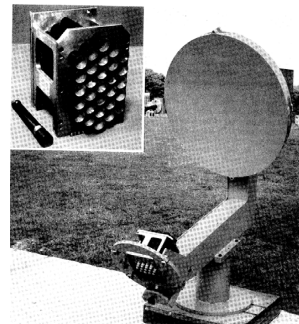
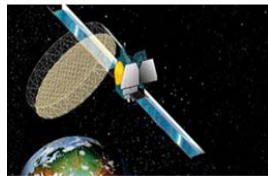


Các loại anten được dùng trên trạm vệ tinh

Có 4 loại anten thường được sử dụng trên trạm vệ tinh đó là dipole tuyến tính (anten dây), anten loa, anten dàn và anten mặt phản xạ. Anten dây thường được sử dụng ở dải VHF, UHF cho thông tin của hệ thống TT&C. Loại anten này cung cấp vùng phủ sóng theo mọi hướng sử dụng chính lúc phóng vệ tinh và đưa vào quỹ đạo, khi mà các anten chính chưa mở ra hoặc chưa sử dụng được.



UHF Helix & S-band Antenna



Các loại anten được dùng trên trạm vệ tinh

Anten loa được sử dụng ở tần số siêu cao khi cần có búp sóng rộng, để phủ sóng toàn cầu và khu vực. Loa là phần loe ra của ống dẫn sóng cho nên có dải tần rộng và phối hợp trở kháng tốt với không gian tự do. Loa cũng có thể dùng để chiếu xạ cho mặt phản xạ đơn hoặc kép. Loa và mặt phản xạ là những ví dụ của anten có độ mở phát sóng vào không gian tự do từ ống dẫn sóng. Tuy nhiên với anten loa thì khó có thể đạt được tăng ích lớn hơn 23 dB hoặc độ rộng chùm hẹp hơn 10° . Khi đó phải sử dụng anten mặt phản xạ hoặc anten dàn.

Để cung cấp độ mở lớn hơn so với anten loa và anten mặt PX, cần phải tạo ra mặt sóng phẳng ở mặt phản xạ. Hình dạng thường dùng của mặt PX là anten parabol (thực chất là một anten loa nhỏ đặt ở tiêu điểm của mặt PX parabol. Đây cũng là loại anten thông dụng nhất của trạm mặt đất cũng như của trạm vệ tinh. Các anten này có thể dùng để tạo ra các đốm hoặc phủ sóng các phần trái đất. Sử dụng nhiều bộ chiếu xạ loa có thể phủ sóng những khu vực cụ thể.

Đặc điểm của anten thông tin vệ tinh

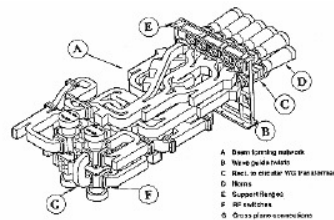
Một số loại anten



UHF Helix & S-band Antenna

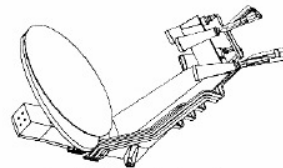


Envisat X-band Antenna



- A. Drive feeding network
- B. Horn guide wave
- C. Rect. in circular WG Parallel
- D. Wave
- E. Support flange
- F. RF outlet
- G. Cross plane connector

Horn Array antenna



offset parabola antenna

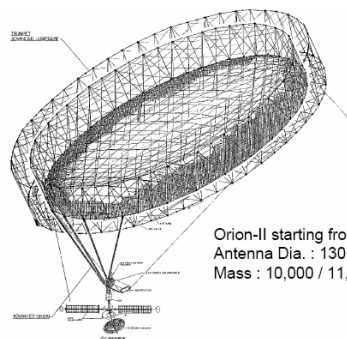
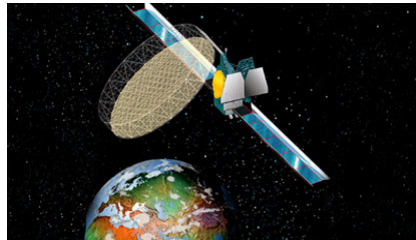
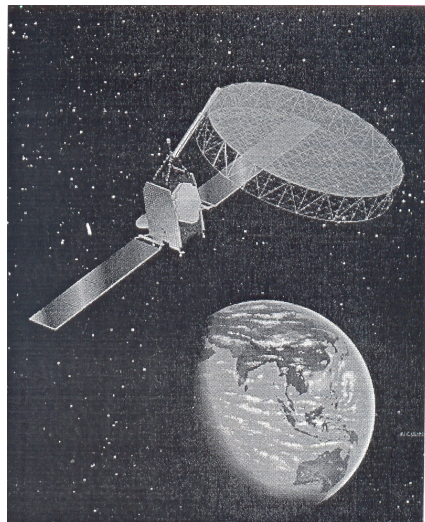
Anten dạng lưới dăng rộng

- Anten trên vệ tinh thế hệ mới dùng những bộ phản xạ nhẹ ở dạng lưới dăng rộng có đường kính 6 ~ 30 m, miền phục vụ định dạng hay gồm nhiều búp sóng đốm, đảm bảo phủ sóng chất lượng cao cả một khu vực hay toàn cầu ở các dải tần C và Ku.
- Chất lượng anten được cải thiện bằng cách san đều cường độ trường trong miền phục vụ, cho giảm tăng ích ở đường biên (cải thiện 60-100% về hướng tính định dạng so với anten có mặt phản xạ thể rắn), và cắt hết búp sóng phụ.

Cấu trúc của anten dạng lưới dăng rộng

- Mặt phản xạ định dạng búp sóng là một cặp mặt cong ở thể lưới căng trên hai vành tang trống của một khung làm bằng êpôxy graphit dăng rộng được, mỗi mặt cong được thiết kế theo một dạng sơ đồ phương hướng đã cho. Cấu trúc hình trống này nhẹ, hiệu suất bức xạ cao, độ ổn định nhiệt về kích thước cao, và tỷ số “độ cứng chắc/ trọng lượng” cao.
- Vệ tinh Thuraya (dải tần L) sử dụng mặt lưới phản xạ hình parabol có $\phi = 12.25\text{m}$; Vệ tinh INMARSAT 4 cũng dùng mặt lưới phản xạ $\phi = 9\text{m}$ cho dải tần L.
- Trên cơ sở tối ưu hoá các anten ở dải tần L, người ta thiết kế anten trên vệ tinh ở các dải C và Ku

Anten dạng lưới dăng rộng



Orion-II starting from August 1994
Antenna Dia. : 130 /150 m
Mass : 10,000 / 11,500 lb.

Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

Thông thường, muốn thực hiện được cả 2 chức năng thu và phát thì phải có 2 anten. Điều này sẽ gây ra tốn kém và sẽ làm cho kích thước trọng lượng tăng lên. Tuy nhiên chúng ta có thể sử dụng một thiết bị gọi là Duplexer để sử dụng chung một anten cho cả thu và phát. Duplexer có thể xem như một switch thu-phát. Duplexer cần phải thực hiện được các chức năng chính sau: kết nối anten với phần phát trong suốt quá trình truyền (và ngắt kết nối với phần thu), kết nối anten với phần thu trong suốt quá trình nhận (và ngắt kết nối với phần truyền), và luôn luôn cách ly phần thu với phần phát.

Có 3 loại multiplexer thường được sử dụng

Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

Duplexer phân nhánh

Ưu điểm chính là loại này đơn giản, nhỏ gọn và giá thành thấp. Nhược điểm chính là băng thông hẹp (5%)

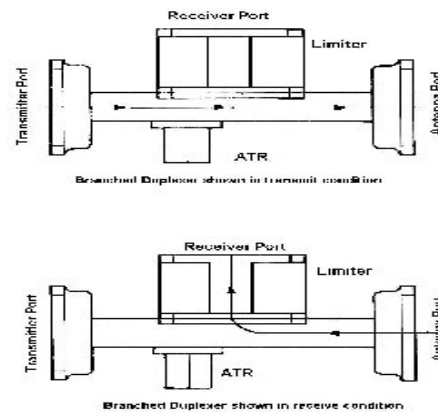
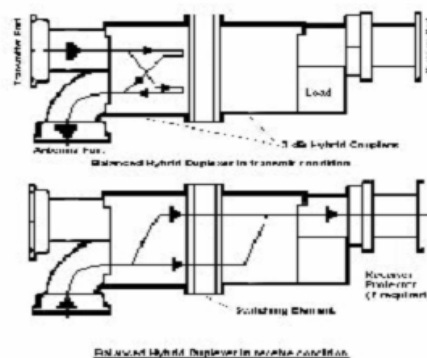


FIGURE 1

Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

Duplexer cân bằng

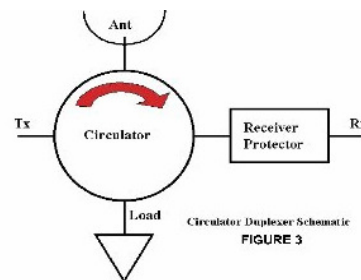
Loại này có ưu điểm về khả năng làm chủ được công suất và băng thông. Nhược điểm chính là kích thước



Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

Circulator Ferrite

Là loại thông dụng nhất, thường được sử dụng trong các hệ thống mới. Như tên gọi của nó, thiết bị này có khả năng luân chuyển công suất từ cổng này sang cổng khác cho phép sử dụng nó như một duplexer. Tuy nhiên do công suất phát có thể truyền ngược trở lại phần phát cho nên thường cấu trúc như circulator có 4 cổng. Điều này có thể thực hiện bằng cách dùng 2 circulator 3 cổng hoặc circulator dịch pha vi sai, vốn có 4 cổng (thường dùng).



Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

Circulator Ferrite

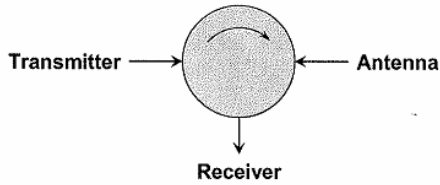
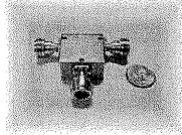
Trong trường hợp này, cần có một thiết bị bảo vệ phần thu bởi vì tùy theo băng thông và thiết kế, circulator thường chỉ có khả năng cách ly giữa phần thu và phần phát khoảng 10 đến 20 dB. Giá trị này chỉ chấp nhận được với một số hệ thống công suất rất thấp. DO đó phải có thêm một bộ bảo vệ

Giống như loại cân bằng, loại circulators ferrite có băng thông rộng và chúng đang được thu gọn dần. Nói chung loại này cho sự cân bằng nhất giữa các yếu tố: kích thước, giá thành, và các đặc tính khác

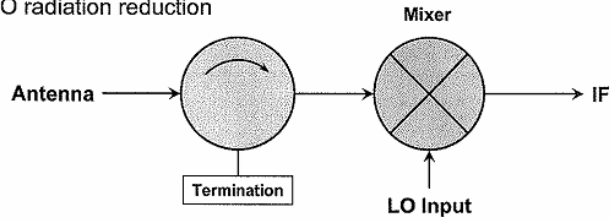
Kỹ thuật dùng chung anten cho thu và phát

Circulator/Isolator Applications

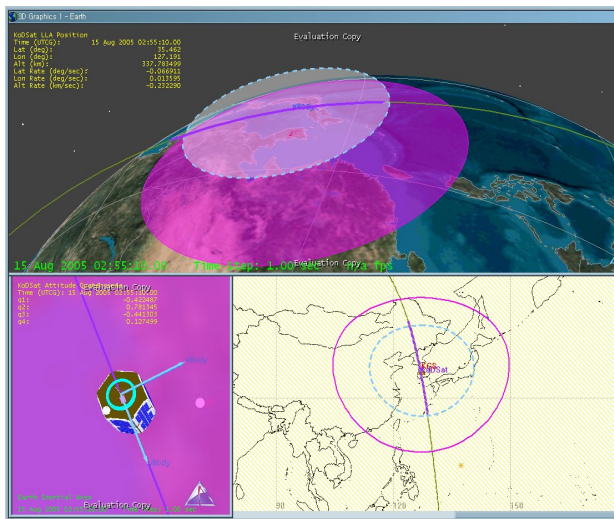
- Diplexer



- LO radiation reduction

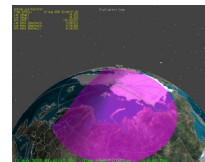


KoDSat's Ground Contact Analysis (6/7)



Satellite Attitude

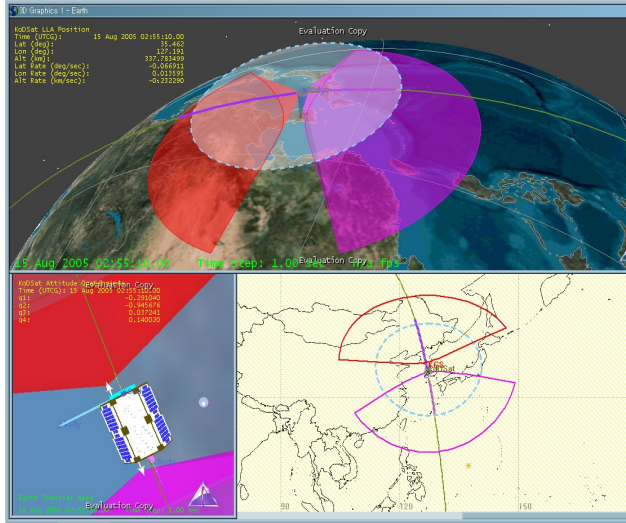
- Before contact region, the satellite points its S-band antenna to Nadir direction.
- Back to the Sun pointing after the contact region



Result

- Nice contact region.
- Degraded KoDSat power balancing

KoDSat's Ground Contact Analysis (5/7)



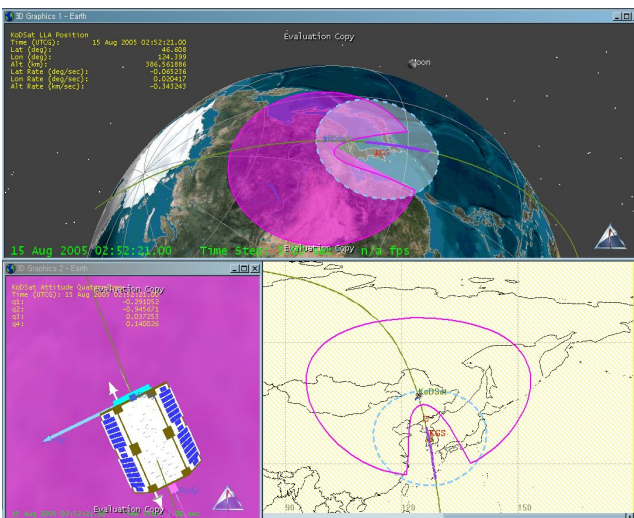
Satellite Attitude

- Solar Panel shall see the Sun during Sunlight

Result

- Due to the antenna beam pattern, the contact consists of two disconnected regions

KoDSat's Ground Contact Analysis (2/7)



Satellite Attitude

- Solar Panel shall see the Sun during Sunlight

Result

- Due to the antenna beam pattern, the contact time becomes very short



HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thâm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



Chương 7 – Điều chế và đa truy cập

1. Tín hiệu analog
2. Tín hiệu số băng gốc
3. Điều chế số FSK, PSK, điều chế lai
4. Các phương pháp đa truy cập FDMA, TDMA, CDMA

Tín hiệu Analog

Single-Sideband Telephony *single-sideband (SSB) signal* carrier of 20 kHz

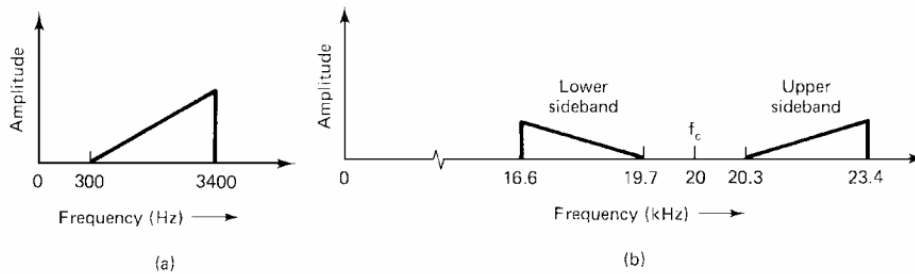
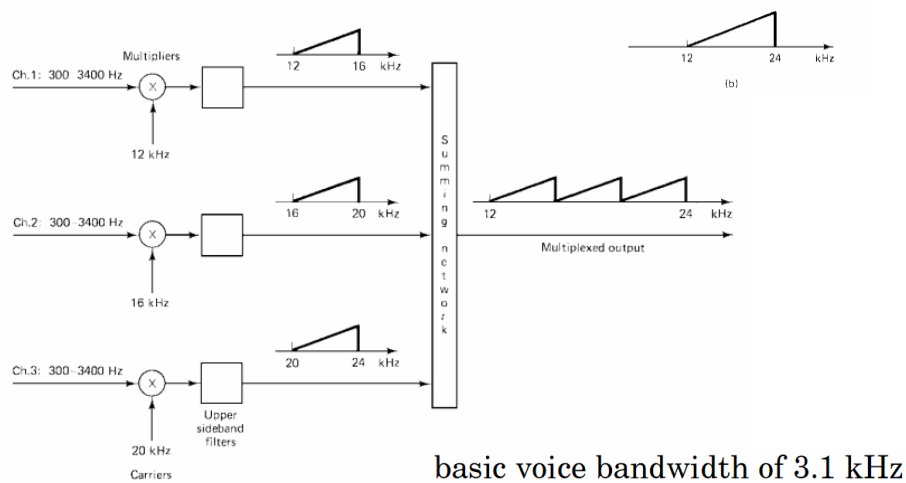


Figure 9.1 Frequency-domain representation of (a) a telephone baseband signal and (b) the double-sideband suppressed carrier (DSBSC) modulated version of (a).

Tín hiệu Analog

FDM Telephony Frequency-division multiplexing (FDM)



Tín hiệu Analog

6.2, 6.8, and/or 7.4 MHz, which carry audio information

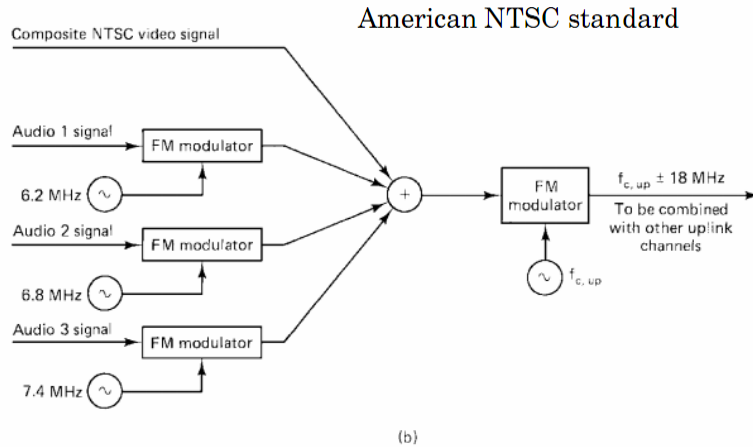


Figure 9.8 (a) Conventional analog TV broadcasting of the video and aural signals; (b) generation of a satellite uplink signal for analog TV.

Tín hiệu số băng gốc

$$s_n(t) = a_n(t) \cos[2\pi ft + \varphi_n(t)] \quad \cos 2\pi ft \text{ and } -\sin 2\pi ft = \cos\left(2\pi ft + \frac{\pi}{2}\right)$$

$$\cos(\alpha + \beta) = \cos \beta \cos \alpha - \sin \beta \sin \alpha$$

$$c_I(t) = a_n(t) \cos[\varphi(t)]$$

and

$$c_Q(t) = a_n(t) \sin[\varphi(t)]$$

$$a_n(t) \cos[2\pi ft + \varphi_n(t)] = a_n(t) \cos[\varphi_n(t)] \cos 2\pi ft - a_n(t) \sin[\varphi_n(t)] \sin 2\pi ft$$

$$a_n(t) \cos[\varphi_n(t)] \cos 2\pi ft \quad \text{In-phase component}$$

$$-a_n(t) \sin[\varphi_n(t)] \sin 2\pi ft \quad \text{Quadrature component}$$

Tín hiệu số băng gốc - Modulation

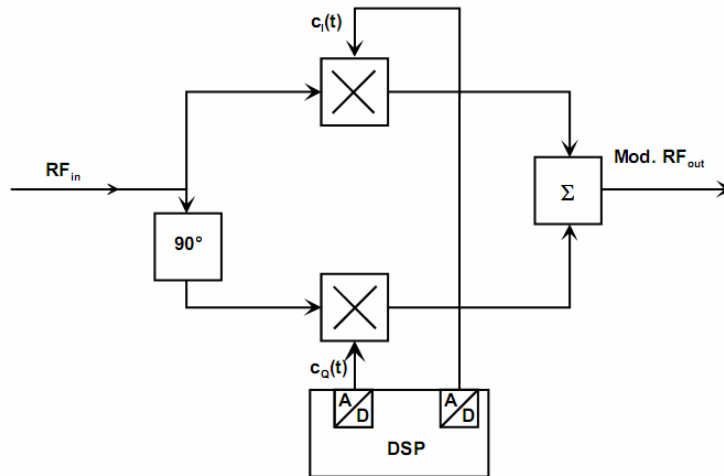


Fig. 1.4: Multiplication of RF carrier by baseband signals

Tín hiệu số băng gốc - Demodulation

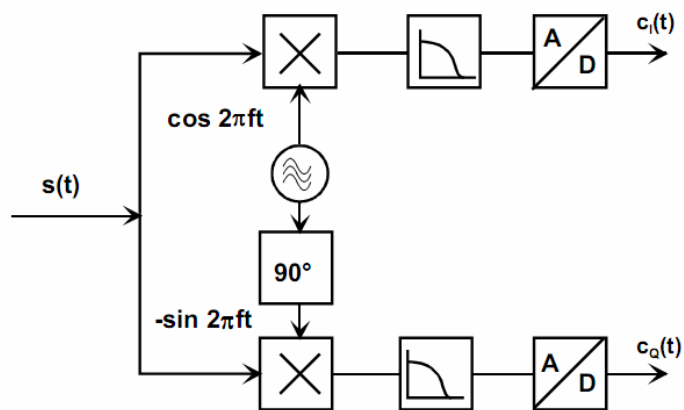
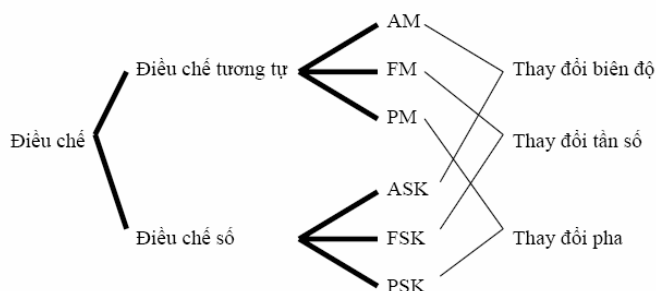


Fig. 2.8: Demodulation of RF signal for retrieving the baseband signals

Điều chế số

Khái niệm: tín hiệu **bằng tần gốc** được biến đổi thành một tín hiệu thích ứng với đường truyền để có thể dễ dàng ghép kênh và phát truyền qua vệ tinh. Quá trình xử lý biến đổi tín hiệu bên phát gọi là “điều chế”. Tại đầu thu, bộ biến đổi sẽ biến đổi tín hiệu thu thành tín hiệu ban đầu (giải điều chế), và sau đó truyền đến nơi nhận. Thông thường, tạp âm gây ra do đường truyền dẫn, máy phát, máy thu và bộ biến đổi làm cho chất lượng của tín hiệu thu được thấp hơn tín hiệu đã truyền đi.

Các dạng điều chế:



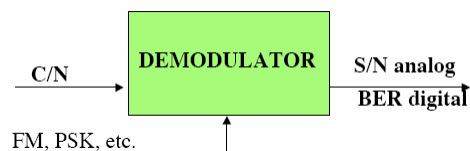
Chất lượng điều chế

Một hệ thống tin liên lạc cần phải được thiết kế để đạt được chất lượng yêu cầu với sự giới hạn của công suất phát và độ rộng băng tần công tác. Khi đó hiệu suất điều chế là quan trọng.

Tiêu chuẩn quan trọng nhất đánh giá chất lượng điều chế là tỉ số tín hiệu/tạp âm (S/N đối với **tín hiệu tương tự** và **BER** đối với **tín hiệu số**) trong kênh thông tin

S/N (hoặc BER) phụ thuộc vào một số yếu tố, quan trọng hơn cả là:

- Tỉ số sóng mang/tạp âm C/N của kênh thông tin RF hoặc của tín hiệu trung tần IF trong máy thu.
- Dạng điều chế tín hiệu



Các dạng điều chế số

Amplitude Shift Keying (ASK)

$$c_i(t) = \begin{cases} 1 & \text{for transmitting "0"} \\ 0 & \text{for transmitting "1"} \end{cases}$$

$$c_q(t) = 0$$

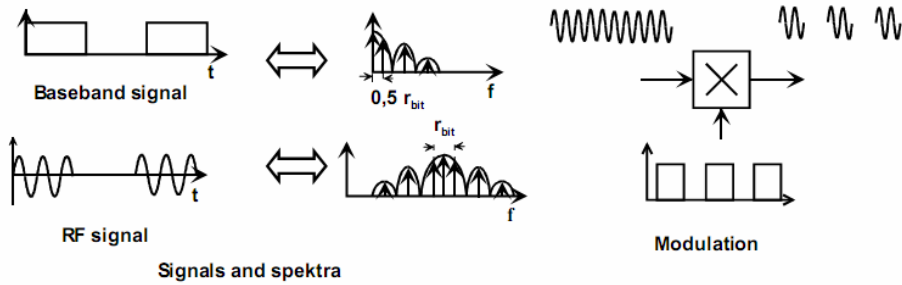
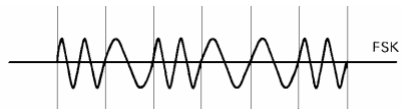


Fig. 4.1: Amplitude shift keying (ASK)

Các dạng điều chế số



$$c_i(t) = \begin{cases} +1 & \text{for transmitting "0"} \\ -1 & \text{for transmitting "1"} \end{cases}$$

$$c_q(t) = 0$$

Binary Phase Shift Keying (BPSK)

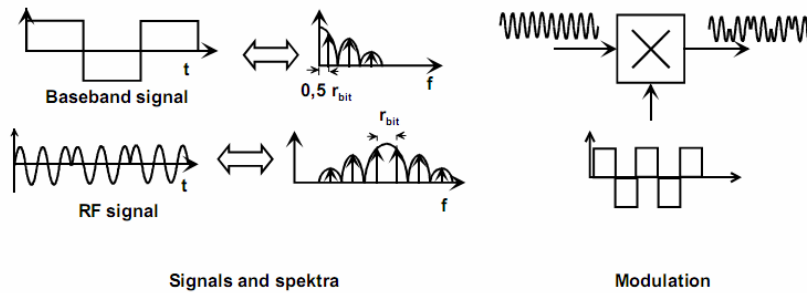


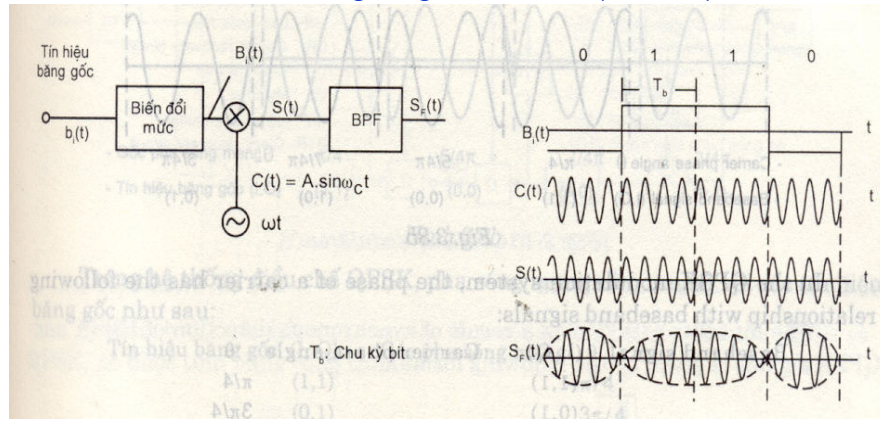
Fig. 4.2: Binary phase shift keying (BPSK)

Dịch chuyển pha nhị phân (BPSK)

Khái niệm: Dịch chuyển pha nhị phân là thay đổi góc θ trong phương trình biểu diễn sóng mang. Trong trường hợp này, pha thay đổi như sau :

Tín hiệu '0' tương ứng với $\theta_0 = \pi$ (hoặc 0)

Tín hiệu '1' tương ứng với $\theta_1 = 0$ (hoặc π)



Dịch chuyển pha cầu phương (QPSK)

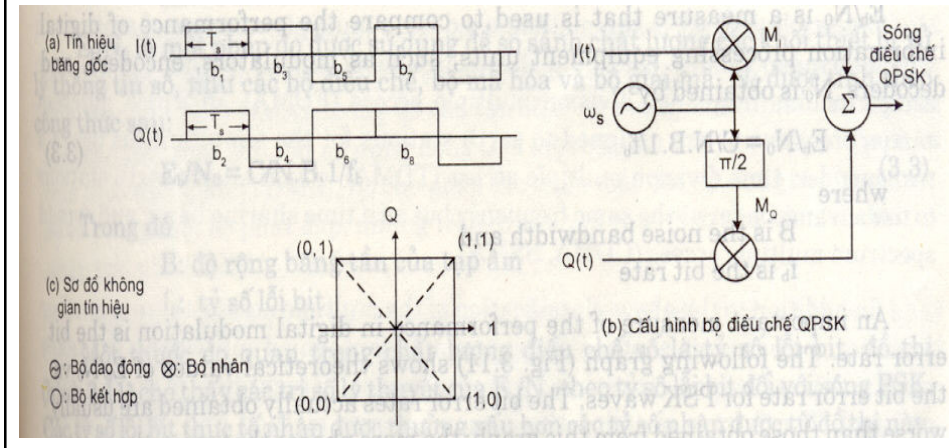
Khái niệm: Hệ thống QPSK sử dụng 4 trạng thái pha để đạt hiệu quả sử dụng tần số lớn hơn của BPSK. Trong hệ thống QPSK, tín hiệu truyền đi được biến đổi thành hai tín hiệu (biến đổi nối tiếp – song song). Hai sóng mang khác nhau về pha bằng $\pi/2$ được điều chế bởi 2 tín hiệu nhị phân nói trên, hai tín hiệu điều chế này kết hợp thành một tín hiệu ra đã điều chế. Vì biến đổi nối tiếp – song song được thực hiện trước điều chế nên tốc độ tín hiệu trong đường truyền dẫn bằng một nửa tốc độ tín hiệu đầu vào (tốc độ xung nhịp), tức là khi tốc độ truyền dẫn trên tuyến là như nhau, thì QPSK có thể gửi thông tin 2 bit trong một đơn vị thời gian xung nhịp trong khi BPSK chỉ có thể gửi thông tin 1 bit. Trong hệ thống thông tin vệ tinh, một thời gian xung nhịp gọi là một ký hiệu. Trong hệ thống QPSK, pha sóng mang có quan hệ với các tín hiệu bằng tần gốc như sau :

Tín hiệu bằng tần gốc (I,Q) Góc pha sóng mang (θ)

(1,1)	$\pi/4$
(1,0)	$3\pi/4$
(0,0)	$5\pi/4$ hoặc $-3\pi/4$
(0,1)	$7\pi/4$ hoặc $\pi/4$

Dịch chuyển pha cầu phương (QPSK)

Khi tốc độ truyền dẫn trên tuyến là như nhau, thì QPSK có thể gửi thông tin 2 bit trong một đơn vị thời gian xung nhịp trong khi BPSK chỉ có thể gửi thông tin 1 bit.



Các phương pháp đa truy nhập

Khái niệm: đa truy nhập là khả năng một số lượng lớn các trạm mặt đất có thể được nối với nhau để truyền tín hiệu thoại, hình ảnh, số liệu, tín hiệu fax,... cho nhau thông qua vệ tinh
Một số yếu tố ảnh hưởng đến khả năng truy nhập của các trạm mặt đất qua vệ tinh:

- Khả năng của vệ tinh
- Việc sử dụng phổ
- Công suất của vệ tinh
- Khả năng kết nối
- Giá thành
- Sự chấp nhận của người sử dụng
- Tính linh hoạt

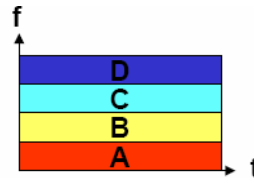
Có 3 kỹ thuật đa truy nhập chính thường sử dụng là: FDMA, TDMA và CDMA

Các phương pháp đa truy nhập

Mỗi kênh khuếch đại một sóng mang mà phổ của sóng mang này nằm trong dải thông của kênh vào thời điểm kênh này đang ở trạng thái hoạt động. Như vậy có thể tại một thời điểm, các sóng mang cùng chiếm dải tần kênh và can nhiễu lẫn nhau. Để tránh can nhiễu này, các máy thu của trạm mặt đất phải có khả năng **phân biệt** giữa các sóng mang thu được.

Có thể thực hiện được điều này theo một số phương thức sau:

- Nếu phổ của các sóng mang chiếm một **dải con** khác nhau trong dải tần của kênh thì máy thu có thể phân biệt giữa các sóng mang nhờ các **bộ lọc**. Đó là nguyên lý của đa truy nhập phân chia theo tần số (**FDMA**).



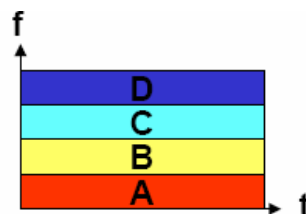
Các phương pháp đa truy nhập

- Một số sóng mang được máy thu nhận theo **thứ tự thời gian** có thể được phân biệt theo kiểu chọn cửa thời gian ngay cả khi chúng chiếm cùng một băng tần. Đây là nguyên lý đa truy nhập phân chia thời gian (**TDMA**)
- Bằng việc đưa thêm một "**dấu hiệu riêng**" đặc trưng cho các sóng mang sẽ đảm bảo máy thu nhận dạng được từng sóng mang riêng biệt ngay khi các sóng mang chiếm đồng thời cùng một băng tần. Dấu hiệu riêng thường được thể hiện bằng các mã giả ngẫu nhiên PN (Pseudo Noise). Phương pháp này là đa truy nhập phân chia theo mã (**CDMA**). Việc sử dụng các mã như vậy có tác động đến việc mở rộng đáng kể phổ sóng mang, và do vậy phương pháp này còn gọi là đa truy nhập giãn phổ.

Đa truy nhập phân chia theo tần số (FDMA)

Hệ thống này thực hiện dùng chung một phổ tần của bộ phát đáp bằng cách **chia phổ tần** thành những **băng tần con** và phân cho các kênh sử dụng riêng biệt. FDMA được đặc trưng bởi sự đơn giản gọn nhẹ về mặt thiết bị trạm mặt đất, nhưng bị hạn chế bởi việc truyền dẫn đa kênh. Điều này dẫn tới sự cần thiết phải điều khiển công suất phát của đường kết nối từ trạm lên vệ tinh và làm phức tạp cho việc phân bố tần số cũng như việc phân chia sử dụng, sự suy giảm chất lượng, khả năng lưu lượng của hệ thống.

Các trạm chia sẻ băng tần của bộ phát đáp bằng các dải tần số riêng biệt



Các yếu tố ảnh hưởng chất lượng FDMA

Các suy giảm phẩm chất **do phân cực**:

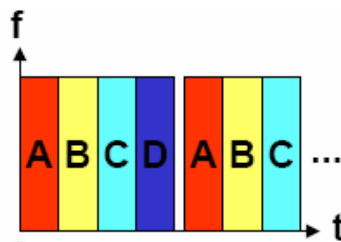
Nhiều phân cực trực giao phát sinh do sự sắp xếp phân cực tín hiệu không hoàn toàn triệt để giữa trạm mặt đất và vệ tinh, sự sai lệch cực tính của tín hiệu do mưa lớn trên đường truyền, ngoài ra còn do chất lượng thực tế của các anten thu phát không đúng như thiết kế.

Nhiều cùng kênh có thể sinh ra từ nhiều nguồn khác nhau, ví dụ do các vệ tinh có vị trí gần nhau hoặc do các trạm mặt đất sử dụng các băng tần gần nhau. Ngoài ra, có thể do các anten mặt đất có khả năng nhận biết kém sự phân cực của chùm tín hiệu tia chính.

Đa truy nhập phân chia theo thời gian (TDMA)

Hệ thống này tạo khả năng truy nhập tới phổ tần bộ phát đáp cho phép trên cơ sở **phân chia thời gian**. Hệ thống TDMA được đặc trưng bởi tính tương thích với các hệ thống thống tin số, sử dụng **tối đa** công suất bộ phát đáp và độ rộng băng tần, nhưng thiết bị trạm mặt đất đòi hỏi phức tạp hơn so với hệ thống FDMA, và giá thành cũng cao hơn.

Các trạm chia sẻ khả năng của bộ phát đáp bằng các khoảng thời gian riêng biệt khác nhau



Các yếu tố ảnh hưởng chất lượng TDMA

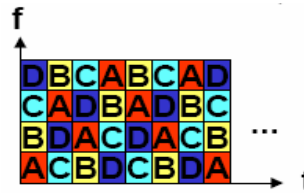
Các **bộ lọc** của các bộ phát đáp trên vệ tinh có ảnh hưởng đến chỉ số lỗi bit tín hiệu (**BER**). Một sự **suy giảm rất nhỏ** của năng lượng sóng mang trên bit (E_b) hoặc sự tăng của mật độ công suất tạp âm (N_0) đều gây ra sự thay đổi của chỉ số lỗi bit (**BER**).

Sự **mất nhịp đồng bộ** có thể làm mất khả năng phát hiện các bit trong các từ mã thông tin đặc trưng, các "tag", và thông tin của kênh cho tới khi xuất hiện các burst thông tin tiếp theo hoặc tín hiệu đồng bộ khung được tạo ra. Vì chỉ có một phổ dùng chung nên sự đồng bộ là rất quan trọng vì tại một thời điểm chỉ cho phép một trạm được phát. Nếu một trạm đánh mất khung định thời hoạt động của mình thì sẽ gây ra sự nghẽn đường phát của các trạm được ấn định.

Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA)

Được thực hiện bằng cách dùng chung một bộ phát đáp thông thường bằng kỹ thuật giãn phổ, trong đó tín hiệu được truyền dẫn trên một băng tần lớn hơn rất nhiều lần băng tần thực tế. Điều này được thực hiện một cách tức thời. Mỗi trạm phát sử dụng một mã giả ngẫu nhiên đặc biệt (PN) để thực hiện giãn phổ cho luồng tín hiệu phát đi. Mỗi trạm thu trong mạng phải có mã nhận dạng tạp âm giả ngẫu nhiên để phục hồi và thu nhận lại thông tin ban đầu. Các mạng khác có thể hoạt động đồng thời và trong cùng một phổ nếu như sử dụng mã khác nhau để giãn phổ và khôi phục tín hiệu thông tin của mình

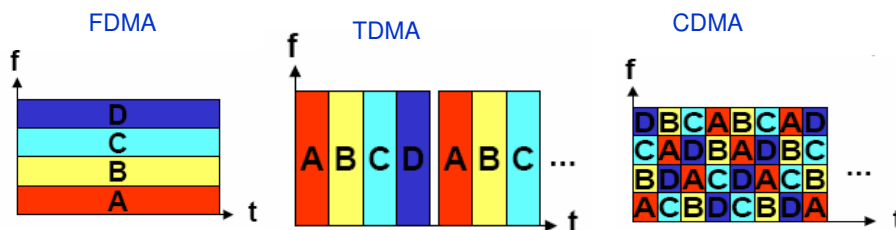
Cho phép chèn các tín hiệu mã theo thời gian và tần số.
Mỗi trạm sẽ tách các tín hiệu mã này và nhận dạng chúng.



Đa truy nhập phân chia theo mã (CDMA)

Kỹ thuật đơn giản, do nó không đòi hỏi bất kỳ sự đồng bộ truyền dẫn nào giữa các trạm. Đồng bộ duy nhất là của máy thu với chuỗi sóng mang thu được.

Nó cung cấp các thuộc tính hữu ích để chống lại can nhiễu từ các hệ thống khác.





HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thâm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com

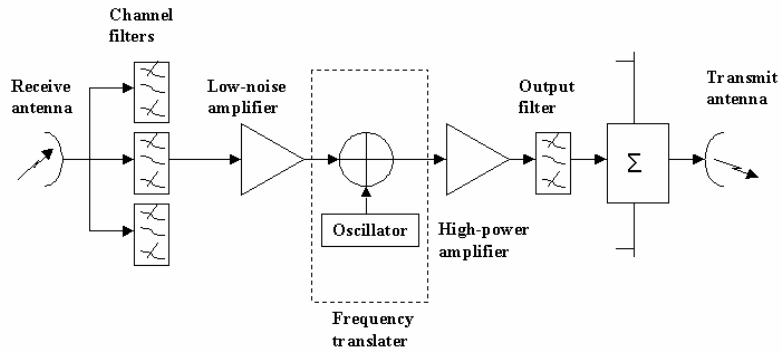


Chương 8 – Thiết bị phát đáp

1. Các hình thức phát đáp: Phát đáp đơn thuần, phát đáp có xử lý tín hiệu: xử lý chuyển mạch, định tuyến, tạo dạng búp sóng, điều chế lại
2. Cấu hình của bộ phát đáp: Các phần tử tiêu chuẩn, máy thu băng rộng, các bộ lọc và ghép kênh, bộ khuếch đại công suất: dùng đèn sóng chạy, dùng bán dẫn

Cấu hình bộ phát đáp

Simplified block diagram: one transponder

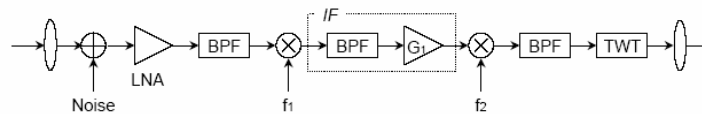


Basic satellite repeater
Ref. Prichard/Sciully

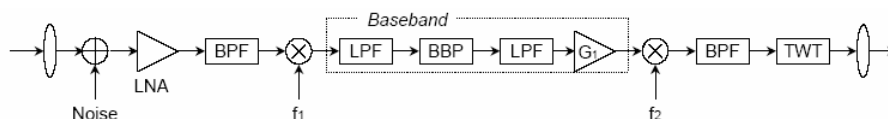
Bandwidth: 36...72 MHz

Các hình thức phát đáp

- Bộ phát đáp đơn (transparent repeater)



- Bộ phát đáp tái sinh (regenerative)

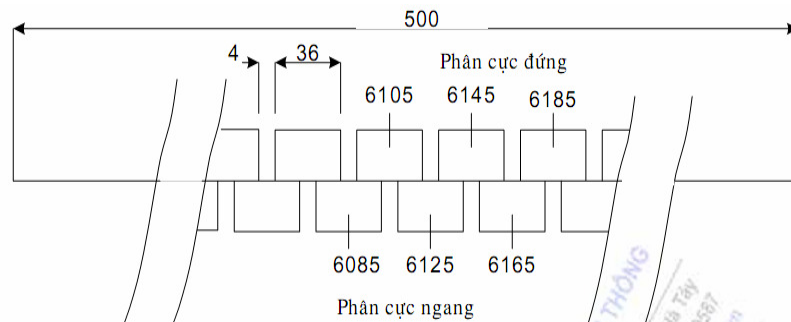


LNA: Low Noise Amplifier	BPF: Band Pass Filter
LPF: Low Pass Filter	TWT: Travelling Wave Tube

Các hình thức phát đáp

- Bộ phát đáp bao gồm tập hợp các khối nối với nhau để tạo nên một kênh thông tin duy nhất giữa anten thu và anten phát trên vệ tinh thông tin. Một số khối trong bộ phát đáp có thể được dùng chung cho nhiều bộ phát đáp khác.
- Tổ chức tần số cho thông tin vệ tinh băng C. Băng thông ấn định cho dịch vụ băng C là 500 MHz và băng thông này được chia thành các băng con, mỗi băng con dành cho một bộ phát đáp. Độ rộng băng tần thông thường của bộ phát đáp là 36 MHz với đoạn băng bảo vệ giữa các bộ phát đáp là 4MHz. Vì thế băng tần 500 MHz có thể đảm bảo cho 12 bộ phát đáp. Bằng cách ly phân cực, ta có thể tăng số bộ phát đáp lên hai lần. Cách ly phân cực cho phép sử dụng cùng một tần số nhưng với phân cực ngược chiều nhau cho hai bộ phát đáp. Để thu được kênh của mình, các anten thu phải có phân cực trùng với phân cực phát của kênh tương ứng

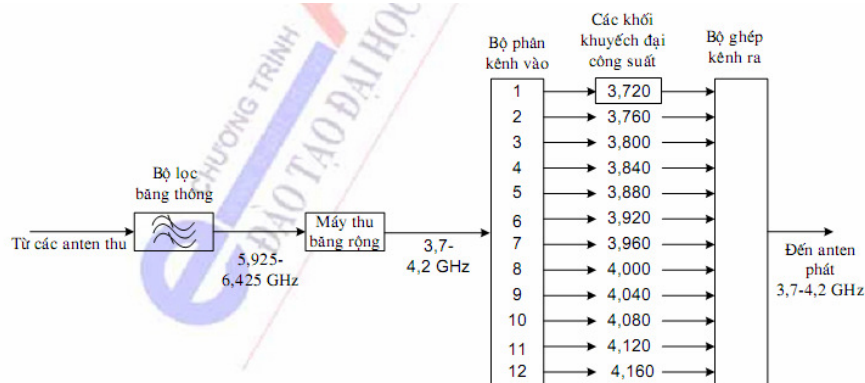
Qui hoạch tần số sử dụng cho băng C



Hình 4.1. Quy hoạch tần số và phân cực. Tần số trên hình vẽ đo bằng MHz.

Cũng có thể tái sử dụng tần số bằng các anten búp hẹp, và phương thức này có thể kết hợp với tái sử dụng theo phân cực để cung cấp độ rộng băng tần hiệu dụng 2000 MHz trên cơ sở độ rộng thực tế 500 MHz

Các kênh của bộ phát đáp đơn



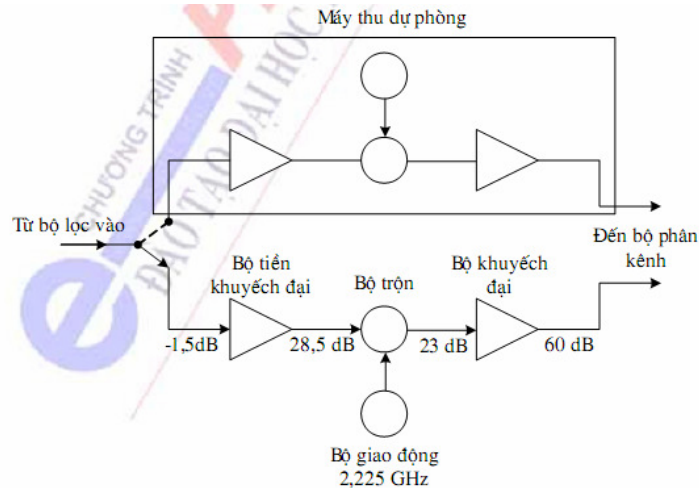
Hình 4.2. Các kênh của bộ phát đáp vệ tinh

Dải tần thu hay dải tần đường lên là 5,925 đến 6,425 GHz. Các sóng mang có thể được thu trên một hay nhiều anten đồng phân cực. Bộ lọc vào cho qua toàn bộ băng tần 500 MHz đến máy thu chung và loại bỏ tạp âm cũng với nhiễu ngoài băng (nhiều này có thể gây ra do các tín hiệu ảnh).

Các kênh của bộ phát đáp đơn

Trong dải thông 500 MHz này có thể có rất nhiều sóng mang được điều chế và tất cả các sóng mang này đều được khuếch đại, biến đổi tần số trong máy thu chung. Biến đổi tần số chuyển các sóng mang này vào băng tần số đường xuống 3,7 đến 4,2 MHz với độ rộng 500 MHz. Sau đó các tín hiệu được phân kênh vào các độ rộng băng tần của từng bộ phát đáp. Thông thường độ rộng băng tần cấp cho mỗi bộ phát đáp là 36 MHz với đoạn băng bảo vệ 4 MHz, vì thế 500MHz có thể đảm bảo kênh cho 12 bộ phát đáp. Bộ phát đáp có thể xử lý một sóng mang được điều chế như tín hiệu TV chẳng hạn hay có thể xử lý nhiều sóng mang đồng thời với mỗi sóng mang được điều chế bởi tín hiệu điện thoại hay kênh băng gốc nào đó.

Máy thu băng rộng



Hình 4.3. Máy thu băng rộng vệ tinh

Máy thu băng rộng

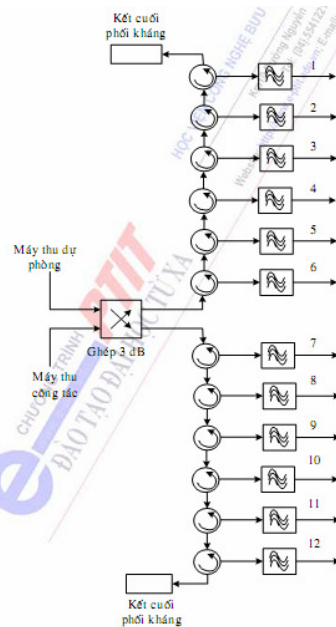
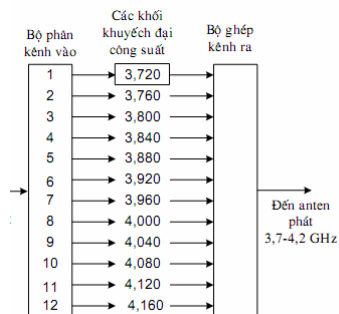
Tầng đầu của máy thu là bộ khuếch đại tạp âm thấp (LNA: low noise amplifier). Bộ khuếch đại này chỉ gây thêm một ít tạp âm cho sóng mang được khuếch đại, nhưng vẫn đảm bảo đủ khuếch đại sóng mang để nó có thể vượt qua được mức tạp âm cao hơn trong tầng trộn tiếp sau. Khi tính toán **tạp âm** do bộ khuếch đại gây ra, để tiện lợi ta thường quy đổi tất cả các mức tạp âm vào **đầu vào LNA**, ở đây tổng tạp âm thu có thể được biểu diễn vào nhiệt độ tạp âm tương đương. Trong một máy thu được thiết kế tốt, nhiệt độ tạp âm được quy đổi vào đầu vào LNA thường có giá trị gần bằng tạp âm của riêng LNA. Tổng nhiệt độ tạp âm phải bao gồm: tạp âm từ anten. Nhiệt độ tạp âm tương đương của anten có thể lên đến vài trăm K.

Máy thu băng rộng

- LNA tiếp tín hiệu cho một tầng trộn. Tầng này cần có tín hiệu dao động nội để biến đổi tần số. Công suất tín hiệu cấp từ bộ dao động nội cho đầu vào bộ trộn khoảng 10dBm. Tần số của bộ dao động nội phải rất ổn định và có ít tạp âm. Bộ khuếch đại thứ hai sau tầng trộn có nhiệm vụ đảm bảo hệ số khuếch đại vào khoảng 60 dB. Các mức tín hiệu so với đầu vào trên hình vẽ được cho ở dB. Sự phân chia khuếch đại tại 6GHz và 4GHz để tránh dao động xảy ra nếu khuếch đại quá lớn trên cùng một tần số.
- Máy thu băng rộng chỉ sử dụng các thiết bị tích cực bán dẫn. Trong một số thiết kế, các bộ khuếch đại diode tunnel được sử dụng cho tiền khuếch đại tại 6GHz trong các bộ phát đáp 6/4- GHz và cho các bộ khuếch đại thông số tại 14 GHz trong các bộ phát đáp 14/12- GHz. Với sự tiến bộ của công nghệ Transistor trường (FET), các bộ khuếch đại FET đảm bảo hiệu năng ngang bằng hoặc tốt hơn hiện đã được sử dụng trong cả hai băng tần. Các tầng trộn diode được sử dụng. Bộ khuếch đại sau bộ trộn có thể sử dụng các transistor tiếp giáp lưỡng cực (BJT) tại 4GHz và FET tại 12 GHz hay FET cho cả hai băng.

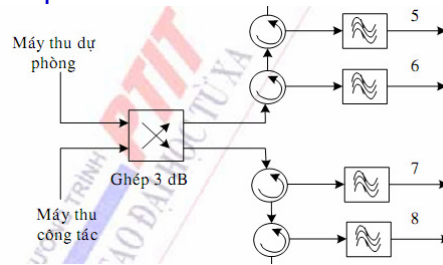
Bộ phân kênh vào

Bộ phân kênh vào phân chia đầu vào băng rộng (3,7-4,2 GHz) thành các kênh tần số của bộ phát đáp.



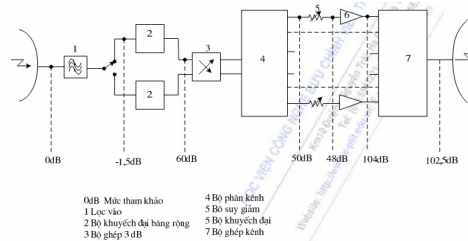
Bộ phân kênh vào

Đầu ra của máy thu được đưa đến một bộ chia công suất, đến lượt mình bộ chia công suất lại tiếp sóng cho hai dãy circulator riêng biệt. Toàn bộ tín hiệu băng rộng được truyền theo từng dãy và phân kênh đạt được nhờ các bộ lọc kênh nối đến circulator như trên hình 4.4. Mỗi bộ lọc có độ rộng băng 36 MHz và được điều chỉnh đến tần số trung tâm của băng (xem hình 4.1). Mặc dù tổn hao trong bộ phân kênh khá lớn, các tổn hao này dễ dàng được bù đắp trong tổng khuếch đại cho các kênh phát đáp.

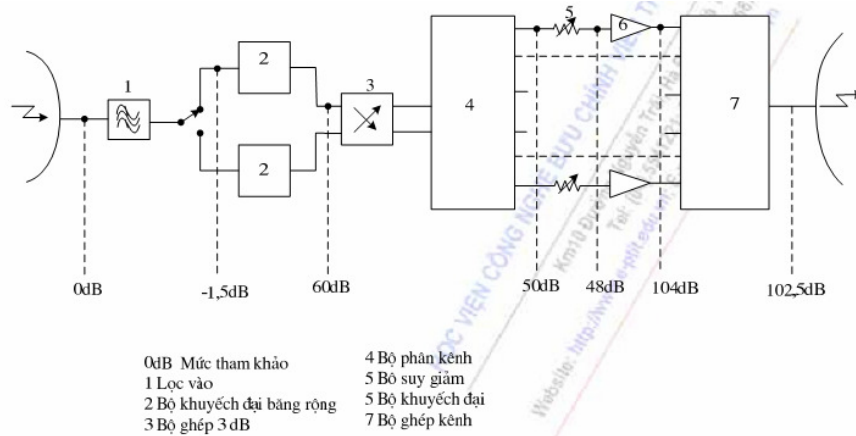


Bộ khuếch đại công suất

Bộ khuếch đại công suất riêng đảm bảo đầu ra cho từng bộ phát đáp. Hình 4.5 cho thấy trước mỗi bộ khuếch đại công suất là bộ suy giảm đầu vào. Bộ này cần thiết để điều chỉnh đầu vào của bộ khuếch đại công suất đến mức mong muốn. Bộ suy hao có phần cố định và phần thay đổi. Phần cố định để cân bằng các thay đổi suy hao vào sao cho các kênh phát đáp có cùng suy hao danh định. Điều chỉnh được thực hiện trong quá trình lắp ráp. Phần suy hao thay đổi để thiết lập mức cho từng kiểu ứng dụng.



Bộ khuếch đại công suất

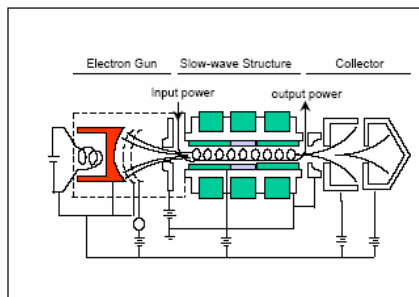


Hình 4.5. Sơ đồ khối và biểu đồ các mức tương đối điển hình trong một bộ phát đáp.

Bộ khuếch đại công suất

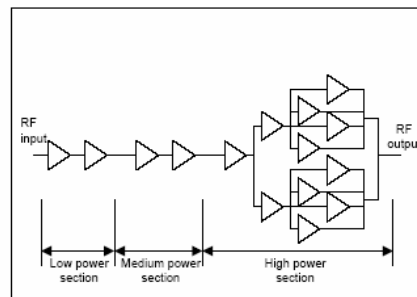
Travelling Wave Tube Amplifier (TWTA)

- Interaction between a beam of electrons and a radio wave

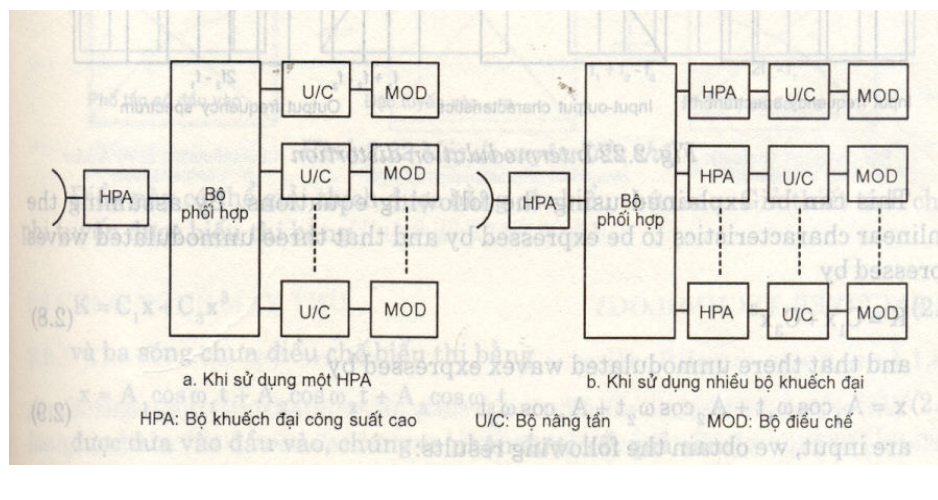


Solid State Power Amplifier (SSPA)

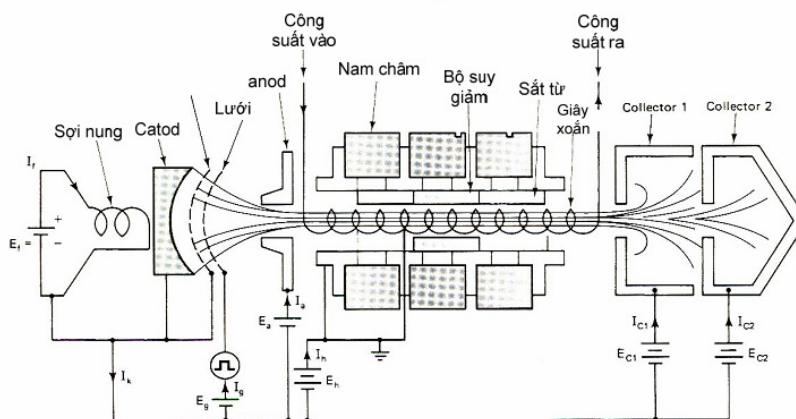
- Using multiple stages of FET amplifiers



Bộ khuếch đại công suất



HPA dùng đèn sóng chạy



Hình 4.6. Sơ đồ đèn sóng chạy (TWT) và cấp nguồn

HPA dùng đèn sóng chạy

Bộ khuếch đại đèn sóng chạy (TWTA) được sử dụng rộng rãi trong các bộ phát đáp để đảm bảo công suất ra cần thiết cho anten phát. Sơ đồ đèn sóng chạy (TWT: travelling wave tube) được cho trên hình 4.6. Trong đèn sóng chạy, súng tia điện tử gồm: sợi nung, catốt và các điện cực hội tụ để tạo ra chùm tia điện tử. Trường từ để giới hạn tia điện tử truyền trong dây xoắn. Đối với TWT công suất cao hơn được sử dụng ở các trạm mặt đất, trường từ có thể được tạo ra bởi cuộn cảm và được cấp dòng một chiều. Vì kích thước khá lớn và tiêu thụ công suất cao nên cuộn cảm không thích hợp cho sử dụng trên vệ tinh, ở đây các TWT công suất thấp hơn được sử dụng với hội tụ bằng nam châm từ.

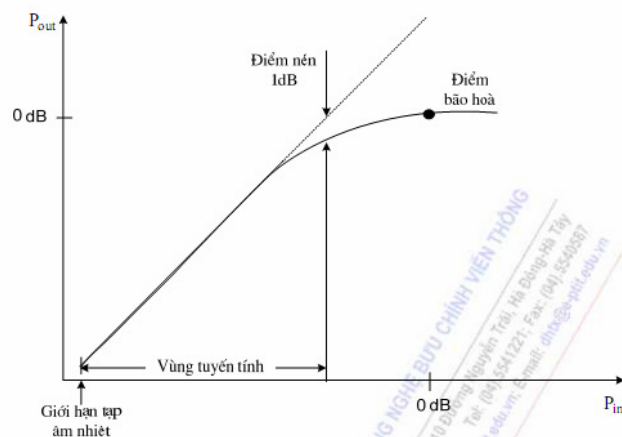
HPA dùng đèn sóng chạy

Tín hiệu vô tuyến cần khuếch đại được cấp cho dây xoắn tại đầu gần catốt nhất và tạo ra tín hiệu sóng chạy dọc dây xoắn. Trường điện của sóng sẽ có thành phần dọc dây xoắn. Trong một số vùng trường này sẽ **giảm tốc các điện tử** trong chùm tia và trong một số vùng khác nó sẽ **tăng tốc các điện tử** trong chùm tia. Vì thế điện tử sẽ co cụm dọc theo tia. Tốc độ trung bình của chùm tia được xác định bởi điện áp một chiều trên collector và có giá trị hơi lớn hơn tốc độ pha của sóng dọc dây xoắn. Trong điều kiện này, sẽ xảy ra sự chuyển đổi năng lượng: động năng trong chùm tia được biến thành thế năng của sóng. Thực tế, sóng sẽ truyền dọc theo dây xoắn gần với tốc độ ánh sáng, nhưng thành phần dọc trục của nó sẽ tương tác với chùm tia điện tử. Thành phần này thấp hơn tốc độ ánh sáng một lượng bằng **tỷ số giữa bước xoắn và chu vi**. Vì sự giảm tốc độ pha này, nên dây xoắn được gọi là cấu trúc sóng chậm

HPA dùng đèn sóng chạy

Ưu điểm của bộ khuếch đại này so với các bộ khuếch đại đèn điện tử khác là nó có thể đảm bảo khuếch đại trên một độ rộng băng tần khá rộng. Tuy nhiên cần điều chỉnh cẩn thận mức vào TWT để giảm thiểu méo. Ảnh hưởng của méo đặc tuyến truyền đạt được cho trên hình 4.7. Tại các mức công suất thấp, quan hệ giữa đầu vào và đầu ra là tuyến tính, nghĩa là một thay đổi dB cho trước ở đầu vào sẽ gây ra cùng một sự thay đổi dB ở đầu ra. Tại các mức công suất vào cao, công suất ra sẽ bị bão hoà. Điểm công suất ra cực đại này được gọi là điểm bão hoà. Điểm bão hoà là một điểm tham chuẩn tiện lợi và các đại lượng vào cùng với các đại lượng ra thường được tham chuẩn theo điểm này. Vùng tuyến tính của TWT được định nghĩa là vùng giới hạn bởi giới hạn tạp âm nhiệt ở đầu thấp và bởi điểm nén 1dB. Đây là điểm mà tại đó đường cong truyền đạt thực tế thấp hơn đường thẳng suy diễn như cho trên hình 4.7.

HPA dùng đèn sóng chạy



Hình 4.7. Đặc tuyến truyền đạt của TWT. Trạng thái bão hoà được sử dụng như tham chuẩn 0 dB cho cả đầu vào và đầu ra



HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

Giảng viên **Thẩm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



Chương 9 – Thiết bị trạm mặt đất

1. Cấu hình trạm mặt đất
2. Các yêu cầu: EIRP của thiết bị phát lên, G/T của hệ thống thu
3. Các thiết bị vô tuyến: Anten và thiết bị định hướng búp sóng, bộ khuếch đại công suất lớn, đổi tần lên và xuống
4. Thiết bị trung tần và băng tần cơ sở: Điều chế và giải điều chế, ghép kênh

Thiết bị trạm mặt đất

• Trạm mặt đất theo nghĩa rộng được hiểu là toàn bộ các thiết bị đặt trên:

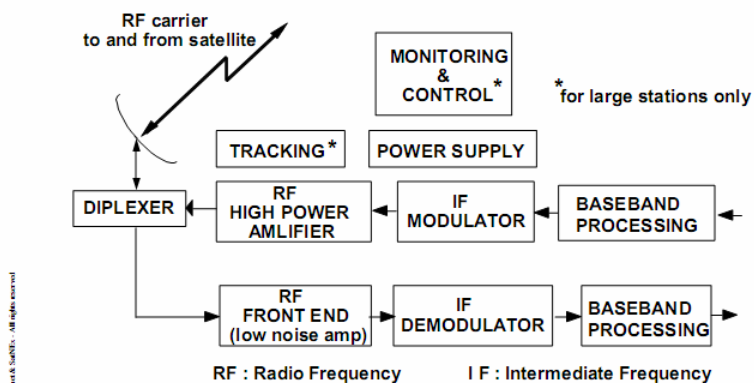
- ☞ mặt đất
- ☞ mặt biển
- ☞ thậm chí trên không (máy bay, kính khí cầu ...)

có khả năng liên lạc, trao đổi thông tin trực tiếp với các vệ tinh trên quỹ đạo.

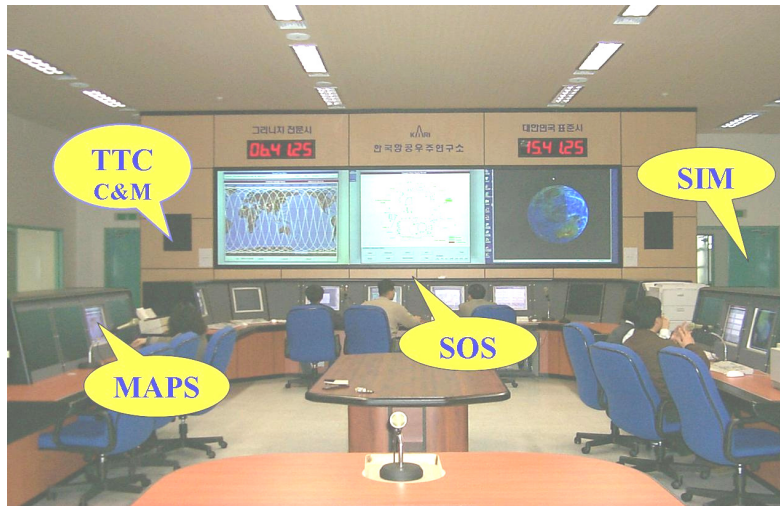
• Hệ thống thông tin liên lạc thường được thiết lập giữa vệ tinh trên quỹ đạo với một hoặc nhiều trạm mặt đất trong một số trường hợp đặc biệt có thể được trung chuyển thông qua vệ tinh khác về trung tâm.

Thiết bị trạm mặt đất

EARTH STATION ARCHITECTURE



Toàn cảnh trung tâm điều khiển vệ tinh tại Deajeon, Hàn Quốc



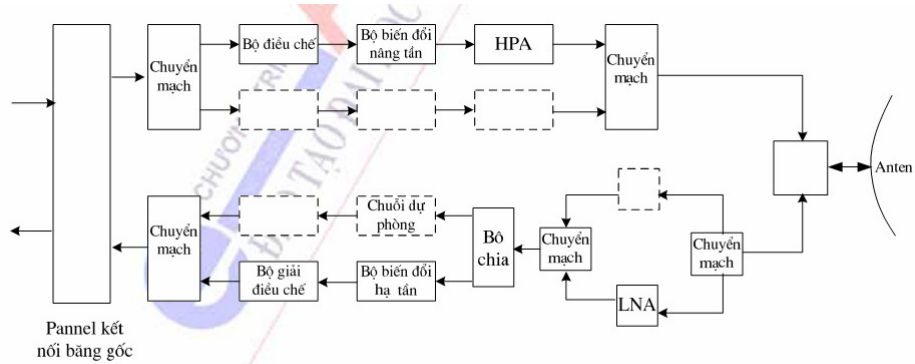
TTC (Telemetry; Tracking; Command) là Đo xa; bám và lệnh SOS (Satellite Operation) là điều hành hoạt động của vệ tinh MAPS (Mission Analysis & Planning) phân tích yêu cầu nhiệm vụ và lập kế hoạch SIM (Satellite Simulator) hệ mô phỏng

Cấu hình trạm mặt đất

Trạm mặt đất có thể được chia thành các phần sau: thiết bị vô tuyến (bao gồm anten), thiết bị băng gốc và thiết bị điều khiển, và giao diện người dùng. Ngoài ra các trạm mặt đất còn có hệ cung cấp nguồn, điều hòa nhiệt độ ...

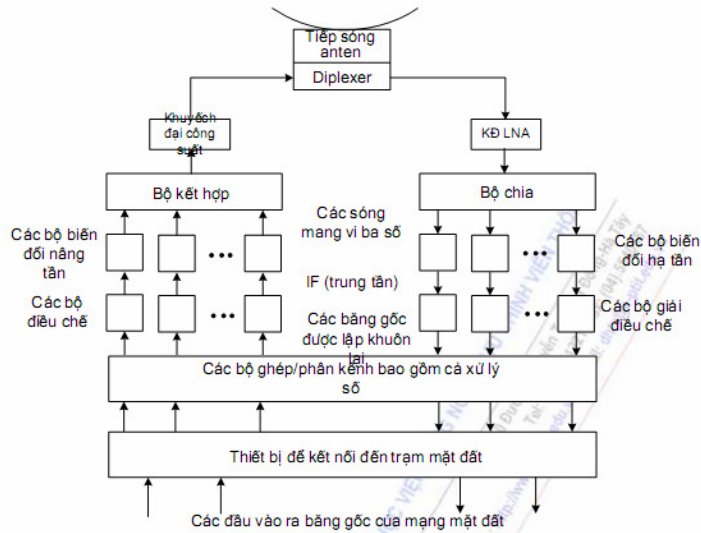
Các thành phần chính của trạm mặt đất được mô tả trong hình sau Các thiết bị vô tuyến cung cấp khả năng ghép nối trung tần IF cho thiết bị băng gốc để thực hiện chức năng điều chế, giải điều chế, cùng với chức năng xử lý băng gốc và ghép nối với mạng mặt đất. Cấu hình cụ thể của thiết bị băng gốc tùy thuộc vào phương pháp điều chế và đa truy cập sử dụng. Các phần tử cơ bản của một trạm mặt đất có dự phòng được cho trên hình 5.4. Dự phòng có nghĩa một số khối được nhân đôi. Một khối được dự phòng kép này khi bị sự cố sẽ tự động chuyển mạch đến khối dự phòng. Các khối dự phòng được vẽ trên hình 5.4 ở dạng đường ngắt quãng.

Cấu hình trạm mặt đất



Hình 5.4. Các phần tử căn bản của một trạm mặt đất có dự phòng

Cấu hình trạm mặt đất



Hình 5.5. Sơ đồ chi tiết của một trạm phát thu

Cấu hình trạm mặt đất

EIRP của thiết bị phát

EIRP của trạm mặt đất là giá trị sử dụng cho tuyến lên. Giống như với EIRP của vệ tinh (tuyến xuống), giá trị này có được bằng cách nhân tăng ích của anten với công suất phát ở đầu vào anten. Ngoài ra EIRP còn phải tính đến tổn hao giữa HPA và anten. Các trạm mặt đất thường được thiết kế để hoạt động như là tuyến lên có độ tin cậy cao và tổn hao do mưa thấp. Do đó, đường biên EIRP về bản chất lớn hơn so với tuyến xuống.

Đồng thời giá trị EIRP cũng dùng để xác định ảnh hưởng của bức xạ tới con người và các vật thể sống khác. Do đó các trạm mặt đất lớn thường không đặt ở nơi có mật độ dân cao, và với ứng dụng cụ thể thì bức xạ có thể phải được giữ ở một mức thấp (như với điện thoại di động)

- ***G/T của thiết bị thu***

Cấu hình trạm mặt đất

Thiết bị kết nối trạm vệ tinh mặt đất với mạng viễn thông mặt đất. Để giải thích ta sẽ xét lưu lượng điện thoại. Lưu lượng này có thể gồm nhiều kênh điện thoại được ghép với nhau theo tần số, hoặc thời gian. Ghép kênh này có thể khác với ghép kênh cần thiết để truyền dẫn vệ tinh, vì thế khối tiếp theo là thiết bị ghép kênh thực hiện lập khuôn dạng lại cho lưu lượng. Sau đó luồng ghép được điều chế ở trung tần (IF), thường là 70 MHz. Nhiều tầng trung tần song song được sử dụng cho từng sóng mang được phát. Sau khuếch đại IF 70 MHz, tín hiệu sau điều chế được biến đổi nâng tần đến tần số sóng mang cần thiết. Nhiều sóng mang có thể được phát cùng một lúc và mặc dù đây là các tần số khác nhau, các sóng mang được đặc tả theo tần số: các sóng mang 6GHz hay các sóng mang 14 GHz. Cần lưu ý rằng mỗi sóng mang có thể được sử dụng cho nhiều điểm nhận. Nghĩa là chúng mang lưu lượng đến các trạm khác nhau. Chẳng hạn một sóng mang vì ba có thể mang lưu lượng đến Boston và New York. Cùng một sóng mang được thu tại hai điểm, được lọc ra bởi các bộ lọc trạm mặt đất thu.

Cấu hình trạm mặt đất

Sau khi đi qua bộ biến đổi nâng tần, các sóng mang được kết hợp và tín hiệu tổng băng rộng được khuếch đại. Tín hiệu băng rộng sau khuếch đại được tiếp sóng đến anten qua bộ ghép song công: Diplexer. Diplexer cho phép anten xử lý đồng thời nhiều tín hiệu phát và thu.

Anten trạm làm việc ở cả hai chế độ phát thu đồng thời nhưng tại các tần số khác nhau. Trong băng C, đường lên danh định hay tần số phát là **6GHz** và đường xuống hay tần số thu là **4GHz**. Trong băng Ku, tần số đường lên danh định là **14 GHz** và đường xuống là **12 GHz**. Do các anten khuếch đại cao được sử dụng cho cả hai đường, nên chúng có các búp sóng rất hẹp. Búp sóng hẹp này cần thiết để ngăn chặn nhiễu giữa các đường vệ tinh lân cận. Trong trường hợp băng C, cũng cần tránh nhiễu đến từ các tuyến vi ba mặt đất. Các tuyến vi ba mặt đất không hoạt động tại các tần số băng Ku.

Cấu hình trạm mặt đất

Trong nhánh thu (phía phải của hình 5.5), tín hiệu thu được khuếch đại trong bộ khuếch đại tạp âm nhỏ sau đó được chuyển đến bộ chia để tách thành các sóng mang khác nhau. Các sóng mang này được biến đổi hạ tần đến băng IF rồi được chuyển đến khối ghép kênh để được chỉnh lại khuôn dạng cần thiết cho mạng mặt đất.

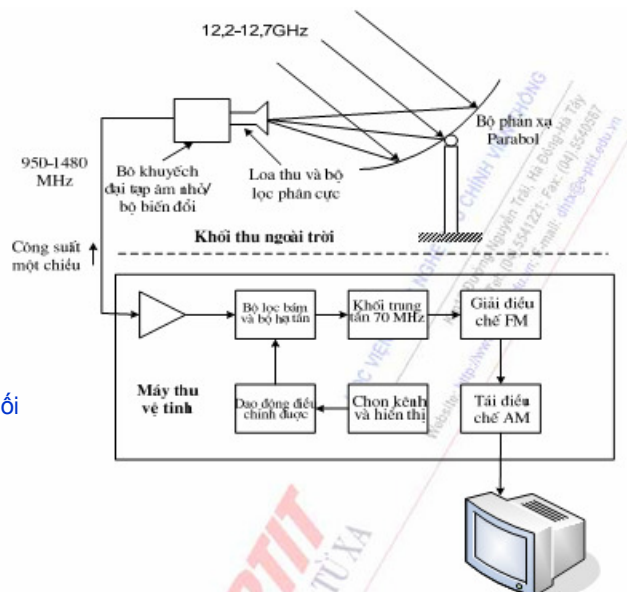
Cần lưu ý rằng dòng lưu lượng phía thu khác với dòng này ở phía phát. Số lượng sóng mang, khối lượng lưu lượng được mang sẽ khác nhau và luồng ghép đầu ra không nhất thiết phải mang các kênh điện thoại được mang ở phía phát. Tồn tại nhiều loại trạm mặt đất khác nhau phụ thuộc vào các yêu cầu dịch vụ. Theo nghĩa rộng có thể phân loại lưu lượng thành: tuyến lưu lượng cao, tuyến lưu lượng trung bình và tuyến lưu lượng thấp. Trong kênh tuyến lưu lượng thấp, một kênh phát đáp (36 MHz) có thể mang nhiều sóng mang và mỗi sóng mang liên kết với một kênh thoại riêng. Chế độ hoạt động này được gọi là một sóng mang trên một kênh (SCPC: Single Carrier per Channel). Ngoài ra còn có chế độ đa truy nhập.

Các hệ thống TV gia đình, TVRO

Theo quy định truyền hình quảng bá trực tiếp đến máy thu TV gia đình được thực hiện trong băng tần Ku (12 GHz). Dịch vụ này được gọi là dịch vụ vệ tinh quảng bá trực tiếp (DBS: direct broadcast satellite). Tùy thuộc vào vùng địa lý ấn định băng tần có thể hơi thay đổi. Ở Mỹ, băng tần đường xuống là 12,2 đến 12,7GHz.

Tuy nhiên, hiện nay nhiều gia đình sử dụng các chảo khá to (đường kính khoảng 3m) để thu các tín hiệu TV đường xuống trong băng C (GHz). Các tín hiệu đường xuống này không chủ định để thu gia đình mà dành cho việc chuyển đổi mạng đến các mạng phân phối truyền hình (các đài phát VHF, UHF và cáp truyền hình). Mặc dù có vẻ như thực tế thu các tín hiệu TV hiện nay được thiết lập rất tốt, nhưng nhiều nhân tố kỹ thuật, thương mại và pháp luật ngăn cản việc thu này. Các khác biệt chính giữa các hệ thống TVRO (TV receive only: chỉ thu TV) băng Ku và băng C là ở tần số công tác của khối ngoài trời và các vệ tinh dành cho DBS ở băng Ku có EIRP (công suất phát xạ đẳng hướng tương đương) cao hơn nhiều so với băng C.

Các hệ thống TV gia đình, TVRO



Hình 5.1. Sơ đồ khối đầu cuối thu DBS TV/FM gia đình

Khối ngoài trời

Khối này bao gồm một anten thu tiếp sóng trực tiếp cho tổ hợp khuếch đại tạp âm nhỏ/ biến đổi hạ tần. Thông thường bộ phận xạ parabol được sử dụng với loa thu đặt ở tiêu điểm. Bình thường thiết kế có tiêu điểm đặt ngay trước bộ phận xạ, nhưng trong một số trường hợp để loại bỏ nhiễu tốt hơn, bộ tiếp sóng (Feed) có thể được đặt lệch như thấy trên hình vẽ.

Kinh nghiệm cho thấy rằng có thể thu chất lượng đảm bảo bằng các bộ phận xạ có đường kính từ 0,6 đến 1,6m (1,97-5,25 ft) và kích thước chỉ dẫn thông thường là 0,9m (2,95ft) và 1,2m (3,94 ft). Trái lại đường kính bộ phận xạ băng C (4GHz) thường vào khoảng 3m (9,84 ft). Lưu ý rằng hệ số khuếch đại anten tỷ lệ thuận với $(D/\lambda)^2$. So sánh khuếch đại của chảo 3m tại 4GHz với chảo 1m tại 12 GHz, ta thấy trong cả hai trường hợp tỷ số $D/\lambda=40$, vì thế khuếch đại của chúng bằng nhau. Tuy nhiên mặc dù suy hao truyền sóng tại 12 GHz cao hơn nhiều so với 4GHz, nhưng ta không cần anten thu có khuếch đại cao hơn vì các vệ tinh quang bá trực tiếp làm việc ở công suất phát xạ đẳng hướng tương đương cao hơn nhiều.

Khối ngoài trời

Băng tần đường xuống dải 12,2 đến 12,7 GHz có độ rộng 500 MHz cho phép 32 kênh TV với mỗi kênh có độ rộng là 24 MHz. Tất nhiên các kênh cạnh nhau sẽ phần nào chồng lấn lên nhau, nhưng các kênh này được phân cực LHC và RHC đan xen để giảm nhiễu đến các mức cho phép. Sự phân bố tần số như vậy được gọi là đan xen phân cực. Loa thu có thể có bộ lọc phân cực được chuyển mạch đến phân cực mong muốn dưới sự điều khiển của khối trong nhà.

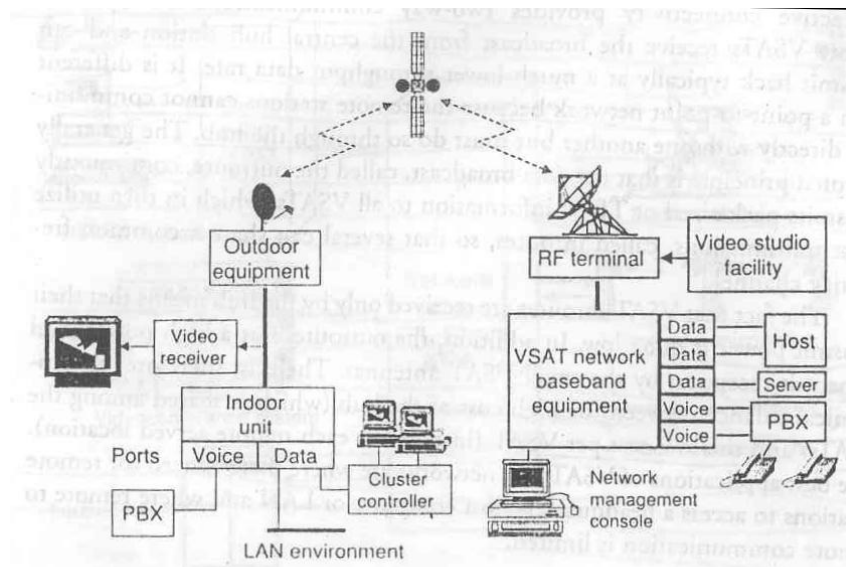
Loa thu tiếp sóng cho khối biến đổi tạp âm nhỏ (LNC: low noise converter) hay khối kết hợp khuếch đại tạp âm nhỏ (LNA: low noise amplifier) và biến đổi (gọi chung là LNA/C). Khối kết hợp này được gọi là LNB (Low Noise Block: khối tạp âm nhỏ). LNB đảm bảo khuếch đại tín hiệu băng 12 GHz và biến đổi nó vào dải tần số thấp hơn để có thể sử dụng cáp đồng trục giá rẻ nối đến khối trong nhà. Dải tần tín hiệu sau hạ tần là 950-1450 MHz (xem hình 5.1). Cáp đồng trục hoặc cáp đôi dây được sử dụng để truyền công suất một chiều cho khối ngoài trời. Ngoài ra cũng có các dây điều khiển chuyển mạch phân cực.

Khởi trong nhà

Tín hiệu cấp cho khởi trong nhà thường có băng tần rộng từ 950 đến 1450 MHz. Trước hết nó được khuếch đại rồi chuyển đến bộ lọc bảm để chọn kênh cần thiết (xem hình 5.1). Như đã nói, đan xen phân cực được sử dụng vì thế khi thiết lập một bộ lọc phân cực ta chỉ có thể thu được một nửa số kênh 32 MHz. Điều này giảm nhẹ hoạt động của bộ lọc bảm vì bây giờ các kênh đan xen được đặt cách xa nhau hơn.

Sau đó kênh được chọn được biến đổi hạ tần: thường từ dải 950 MHz xuống 70 MHz, tuy nhiên cũng có thể chọn các tần số khác trong dải VHF. Bộ khuếch đại 70 MHz khuếch đại tín hiệu đến mức cần thiết cho giải điều chế. Sự khác biệt chính giữa DBS và TV thông thường ở chỗ DBS sử dụng điều tần còn TV thông thường sử dụng điều biên (AM) ở dạng đơn biên có nén (VSSB: Vestigial Single Sideband). Vì thế cần giải điều chế sóng mang 70 MHz và sau đó tái điều chế AM để tạo ra tín hiệu VSSB trước khi tiếp sóng cho các kênh VHF/UHF của máy TV tiêu chuẩn.

Mạng VSAT





HỆ THỐNG THÔNG TIN VỆ TINH

Bộ môn Thông tin vô tuyến
Đại học công nghệ - ĐHQG HN

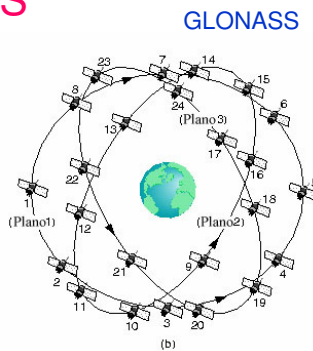
Giảng viên **Thảm Đức Phương**
Tel. 0903 229 117
E- Mail: phuongthamduc@yahoo.com



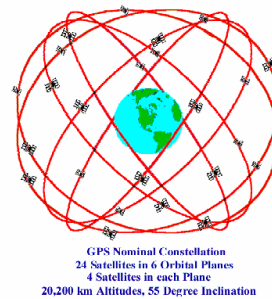
Chương 10 – Hệ thống định vị nhờ vệ tinh

1. Khái quát về hệ thống định vị GPS
2. Cấu hình của hệ thống vệ tinh GPS
3. Nguyên lý xác định vị trí của GPS
4. Máy thu GPS

GALILEO



GPS



Khái quát về hệ thống định vị GPS

Một nhu cầu rất lớn trong thông tin hiện đại đó là khả năng xác định vị trí và dẫn đường cho các đối tượng trên trái đất. Và nhu cầu đó đã dẫn tới sự ra đời của hệ thống định vị bằng vệ tinh. Vào **những năm 70**, nhằm mục đích thu thập các thông tin về tọa độ (vĩ độ và kinh độ), độ cao và tốc độ của các cuộc hành quân, hướng dẫn cho pháo binh và các hạm đội, Bộ Quốc phòng Mỹ đã phóng lên quỹ đạo trái đất **24 vệ tinh** (21 vệ tinh hoạt động, 3 vệ tinh dự trữ). Những vệ tinh trị giá **nhều tỷ USD** này bay phía trên trái đất ở độ cao **20.200 km**, với tốc độ chừng **11.200 km/h** trên **6 quỹ đạo** tròn, Chu kỳ ~ 12h. Trước năm 1980, chỉ phục vụ cho mục đích quân sự do Bộ quốc phòng Mỹ quản lý. Từ năm 1980 chính phủ Mỹ cho phép sử dụng trong dân sự.

Hệ thống GLONASS

Hệ thống định vị toàn cầu GLONASS của **Nga** (Global Navigation Satellite System). Hệ thống GLONASS dựa trên chòm các vệ tinh truyền liên tục các tín hiệu đã được mã hóa trên 2 băng tần, tín hiệu đó có thể được thu bởi người dùng ở bất kỳ đâu trên trái đất để biết được vị trí và vận tốc theo thời gian thực. Hệ thống này cũng tương tự như hệ thống **GPS của Mỹ**, cả 2 hệ thống sử dụng cùng một nguyên lý định vị và truyền dữ liệu. GLONASS được quản lý bởi không quân Nga và được điều hành bởi trung tâm điều phối thông tin khoa học nằm trong bộ quốc phòng Liên bang Nga. Phân đoạn không gian bao gồm **21 vệ tinh** hoạt động trong **3 mặt phẳng** quỹ đạo. Các vệ tinh hoạt động ở quỹ đạo tròn cách mặt đất **19,100 km** và mỗi vệ tinh quay quanh quỹ đạo mất khoảng **11h15'**. Các vệ tinh GLONASS đầu tiên được phóng lên quỹ đạo vào năm **1982** nhưng các chòm vệ tinh chỉ hoàn thiện vào cuối năm **1995 - đầu 1996**. Hệ thống chính thức hoạt động vào ngày **24/9/93**.

Một số đặc điểm và ứng dụng

GPS sử dụng các vệ tinh và các điểm tham chiếu để tính toán vị trí bằng phép đo tam giác, khả năng chính xác của nó có thể tới từng mét. Trong thực tế, với những ưu điểm của GPS ta có thể thực hiện các phép đo chính xác tới từng centi mét. Về ý nghĩa nó giống như việc gán cho mỗi một mét vuông trên trái đất một địa chỉ duy nhất. Các máy thu GPS đã được thu nhỏ bằng các mạch tích hợp và do đó nó trở nên rất kinh tế, và khiến cho công nghệ trở nên phổ biến với tất cả mọi người. Ngày nay GPS được ứng dụng rất nhiều trong xe hơi, thuyền, thiết bị xây dựng, điện thoại, máy tính ... và được sử dụng cho các mục đích:

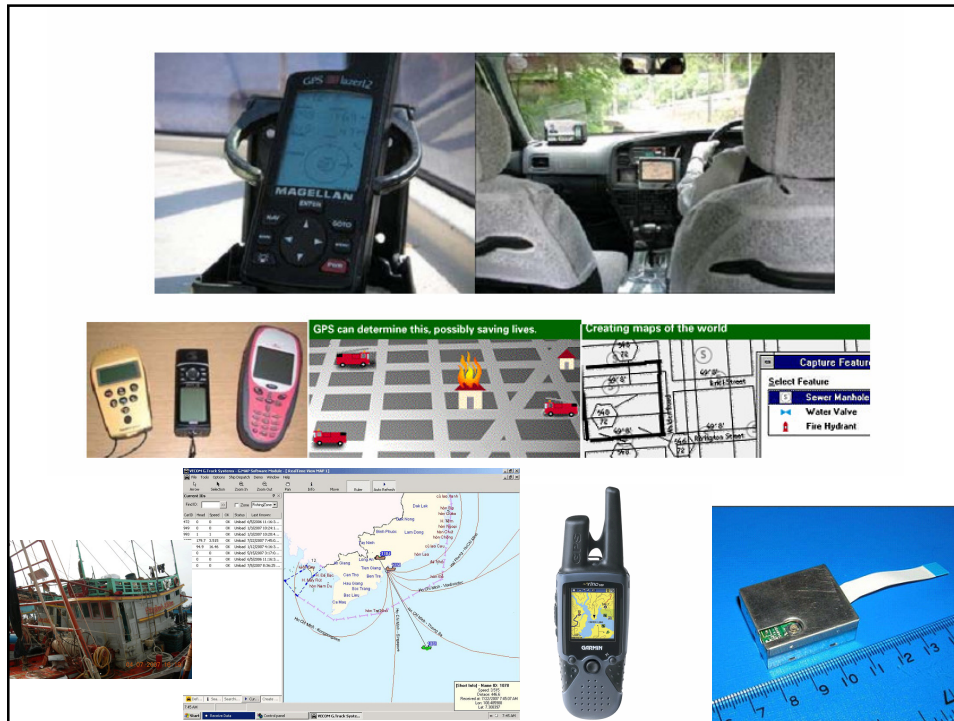
Trắc địa và bản đồ (vẽ bản đồ). **Dẫn đường** trên mặt đất, trên biển và hàng không (taxi, tàu bè, máy bay...). **Tìm kiếm và cứu nạn**. Sử dụng cho các hoạt động của vệ tinh (điều chỉnh vị trí của vệ tinh). Các ứng dụng trong quân sự (tên lửa, **bom thông minh**...). Sử dụng vào các mục đích giải trí trên mặt đất, trên biển và trên không. Và một số ứng dụng chuyên dụng khác (truyền thông tin thời gian, chuẩn tần số trong đo lường, vận hành tự động...)

Đặc điểm và ứng dụng

Từ những năm đầu thập kỷ 80, các nhà sản xuất lớn chú ý nhiều hơn đến đối tượng sử dụng tư nhân. Trên các xe hơi hạng sang, những thiết bị trợ giúp cá nhân kỹ thuật số PDA (Personal Digital Assistant) như **Ipaq** của hãng **Compaq**, được coi là một trang bị tiêu chuẩn, thể hiện giá trị của chủ sở hữu.

Như vậy, hệ thống định vị toàn cầu bằng vệ tinh ngày càng khẳng định được giá trị của nó và trở nên rất phổ biến cho rất nhiều ứng dụng, từ dân sự, quân sự cho đến các lĩnh vực chuyên dụng. Hiện nay đang có 2 hệ thống định vị toàn cầu là **GPS** của Mỹ và **GLONASS** của Nga, sắp tới sẽ có hệ thống **GALILEO** của châu Âu, dự báo khi đó sẽ có rất nhiều điều thú vị cho ứng dụng và thị trường dành cho các hệ thống định vị.



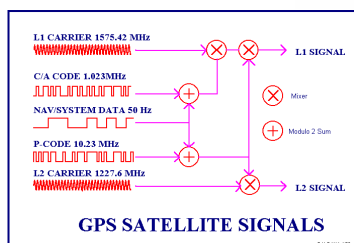


Cấu hình hệ thống GPS

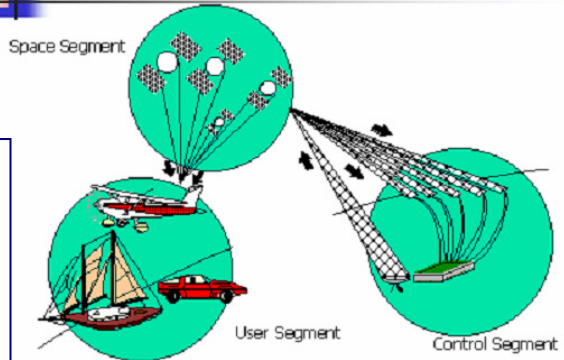
Hệ thống GPS bao gồm 3 phân đoạn là phân đoạn không gian (space segment), phân đoạn điều khiển (control segment) và phân đoạn người dùng (user segment)

Signal Components

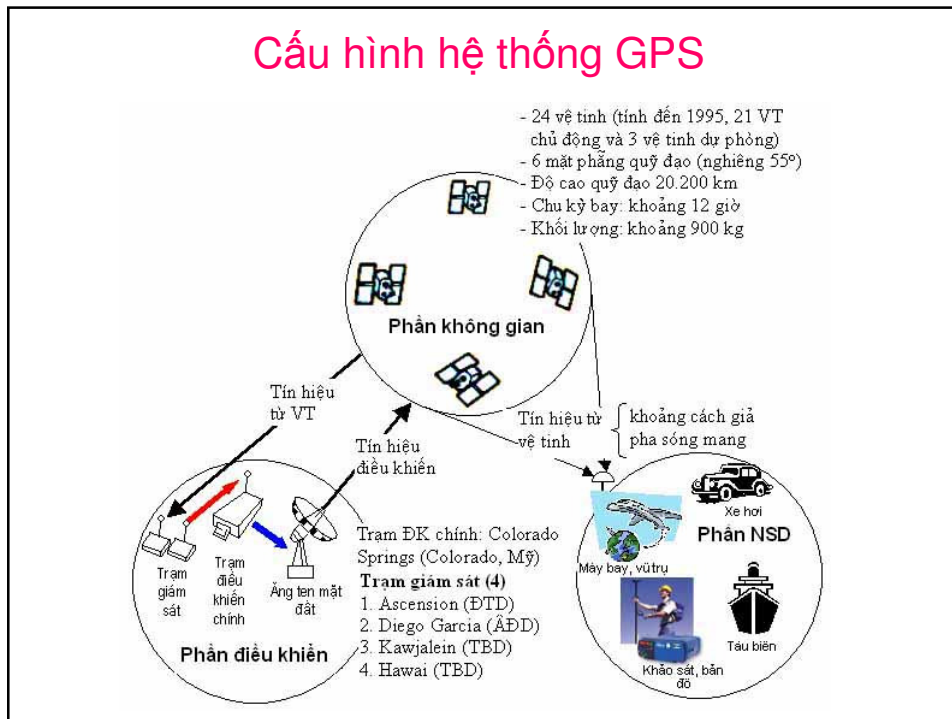
- ◆ L1 1575.42MHz
- ◆ L2 1227.60MHz
- ◆ Coarse Acquisition C/A)
- ◆ Precision (P-Code)
- ◆ Navigation Message



GPS Three Segments



Cấu hình hệ thống GPS



Cấu hình hệ thống GPS

Phân đoạn không gian

Bao gồm 24 vệ tinh, ngoài ra có thể có các vệ tinh dự phòng. Mỗi vệ tinh có quỹ đạo 12h. 6 mặt phẳng quỹ đạo, mỗi mặt phẳng có 4 vệ tinh. Mỗi mặt phẳng nghiêng 55 độ so với mặt phẳng xích đạo. Cách mặt đất khoảng 20,200 km. Từ một vị trí trên trái đất có thể nhìn thấy 5 đến 8 vệ tinh

Phân đoạn không gian có các chức năng cơ bản như sau:

- Nhận và lưu trữ dữ liệu được truyền lên từ phân đoạn điều khiển
- Duy trì thời gian chính xác nhờ các chuẩn tần số nguyên tử trên vệ tinh (đồng hồ nguyên tử)
- Truyền thông tin và tín hiệu tới cho người dùng trên một hoặc 2 băng tần L

Cấu hình hệ thống GPS

Phân đoạn điều khiển. Phân đoạn điều khiển bao gồm các phương tiện, thiết bị cần thiết để có thể dễ dàng giám sát, đo đạc từ xa, theo dõi, ra lệnh và điều khiển, tính toán. Hệ thống được điều khiển bởi 5 trạm: Hawaii, Colorado Springs, Ascension Is., Diego Garcia and Kwajalein. Tất cả 5 trạm là trạm giám sát, theo dõi các vệ tinh và gửi dữ liệu theo dõi đến trạm điều khiển chính (Master Control Station).

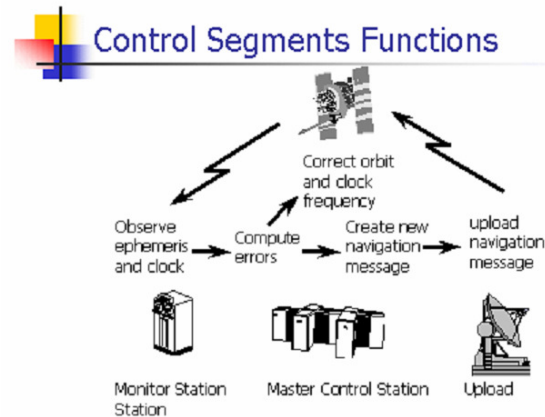


Cấu hình hệ thống GPS

Phân đoạn điều khiển. Chúng thực hiện các chức năng sau: Căn cứ không quân Falcon, Colorado Springs, là địa điểm trạm điều khiển chính **Master Control Station (MCS)**, ở đó dữ liệu theo dõi được xử lý để tính toán thiên văn và sửa lỗi đồng hồ của vệ tinh. Đây cũng là trạm sẽ khởi chạy tất cả các hoạt động của phân đoạn không gian, như là vận động (di chuyển) vệ tinh, mã hóa dữ liệu và quản lý đồng hồ vệ tinh... Trạm chính MCS được quản lý 50th Space Wing của không quân Mỹ.

Các trạm còn lại (Hawaii, Ascension Is., Diego Garcia, and Kwajalein), cùng với 2 anten khác ở trong lục địa Mỹ đóng vai trò là các trạm tải lên (upload) cho phép tải dữ liệu lên các vệ tinh. Dữ liệu bao gồm thông tin về thiên văn, thông tin sửa đồng hồ được truyền bên trong bản tin điều hướng, cũng như các lệnh đo từ xa của trạm chính MCS.

Cấu hình hệ thống GPS



Các bản tin điều hướng mới và các lệnh đo từ xa có thể được truyền tới các vệ tinh GPS trong mỗi 8h, nếu cần. Hiện tại thì tỷ lệ đó là một lần mỗi ngày. Nếu hệ thống GPS được thiết kế hoàn thiện thì các vệ tinh có thể hoạt động độc lập với phân đoạn điều khiển dưới mặt đất, mà không ảnh hưởng mấy đến chất lượng hệ thống.

Cấu hình hệ thống GPS

Phân đoạn người dùng

Thiết bị GPS của người dùng đã phải trải qua một chương trình phát triển bao quát, trong cả lĩnh vực quân sự và dân sự. Theo đó, “thiết bị” GPS ám chỉ sự kết hợp của:

Phần cứng (theo dõi và đo đạc), **Phần mềm** (các thuật toán xác định vị trí, giao diện cho người dùng), và **Quy trình hoạt động** (chi phối bởi độ chính xác by accuracy, chức năng, ...).

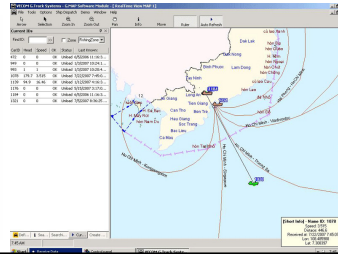
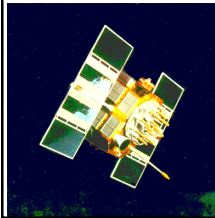
Các ứng dụng của GPS rất rộng rãi, tương ứng với sự đa dạng của thiết bị người dùng. Tuy nhiên, cách phân loại cơ bản nhất như sau:

Các máy thu dân sự (dịch vụ cho vị trí tiêu chuẩn) sử dụng mã khoảng cách (ranging code) **C/A** trên một băng tần **L1**

Các máy thu quân sự (dịch vụ cho vị trí chính xác) sử dụng mã khoảng cách (ranging code) **C/A và P** trên cả 2 băng tần **L1/L2**

Cấu hình hệ thống GPS

Trong khi các chương trình nghiên cứu và phát triển quân sự nhằm mục tiêu đạt được kích thước nhỏ, và độ tin cậy cao, thì các thiết bị dân sự hướng tới mục tiêu giảm giá thành và phát triển các tính năng có thể tăng cường khả năng của hệ thống. Thêm nữa sự phát triển của GPS làm tăng sự đa dạng ứng dụng của người dùng. Do mỗi ứng dụng có thể yêu cầu chất lượng khác nhau, do đó có một số hướng phát triển, một số nhắm đến độ chính xác cao, một số hướng đến tính năng đa dạng. Hiện nay có khoảng hơn 100 nhà sản xuất thiết bị GPS với nhiều loại khác nhau.



Nguyên lý xác định vị trí của hệ thống GPS

Các vệ tinh cũng chính là các điểm tham chiếu cho các vị trí trên trái đất, và hệ thống GPS xác định vị trí theo các bước sau:

Nguyên lý cơ bản của GPS là sử dụng “phép tính toán tam giác” ([triangulation](#))

Để tính toán tam giác, máy thu GPS đo khoảng cách dựa vào **thời gian truyền sóng vô tuyến**

Để đo thời gian đó, GPS cần phải xác định được thời gian một cách chính xác

Cùng với khoảng cách, GPS cũng cần phải xác định được chính xác vị trí của vệ tinh trong không gian

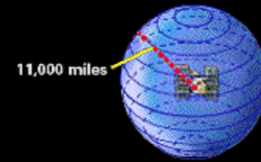
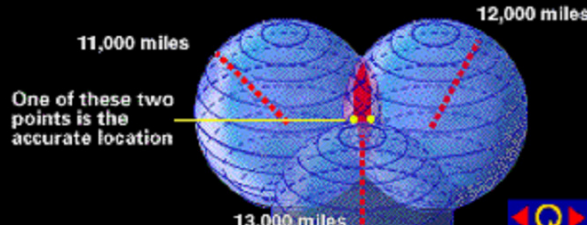
Cuối cùng hệ thống cần phải hiệu chỉnh **thời gian trễ** khi truyền sóng qua tầng khí quyển

Bằng cách xác định khoảng cách tới 3 vệ tinh ta có thể xác định được vị trí của ta chỉ có thể nằm tại một trong 2 điểm trong không gian

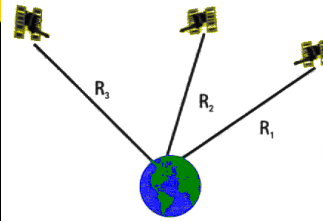
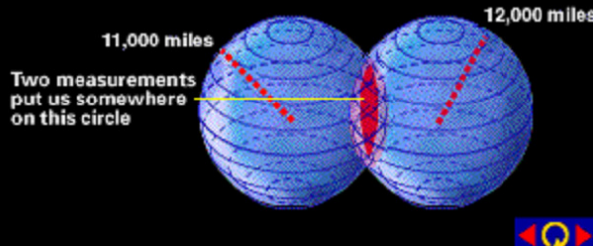
Bằng cách xác định khoảng cách tới 3 vệ tinh ta có thể xác định được vị trí của ta chỉ có thể nằm tại một trong 2 điểm trong không gian

A third satellite puts us at either of two points

We are somewhere on this sphere



A second satellite narrows down our location



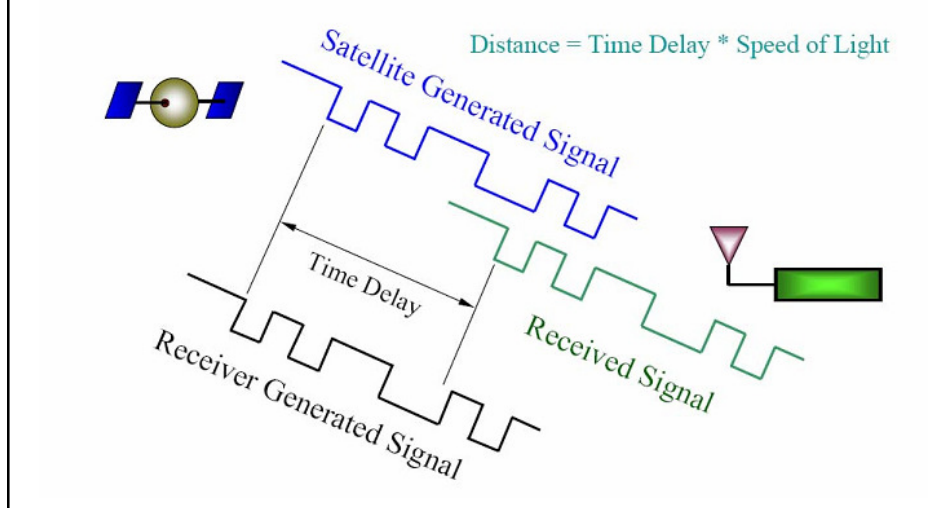
Nguyên lý xác định vị trí của hệ thống GPS

Vấn đề chỉ còn là **đo thời gian** truyền từ vệ tinh tới máy thu. Thời gian là một vấn đề khá phức tạp. Thứ nhất bởi vì thời gian **rất ngắn**. Nếu vệ tinh ở ngay phía trên thì thời gian truyền chỉ mất khoảng 0,06 giây. Do đó chúng ta cần có các **đồng hồ** chính xác. Giả sử chúng ta đã có đồng hồ chính xác, chúng ta sẽ đo thời gian thế nào:

Giả sử có một cách để làm cho cả **vệ tinh** và **máy thu** cùng phát một tín hiệu như nhau vào đúng 12 giờ trưa. Nếu tín hiệu có thể truyền tới máy thu, thì chúng ta sẽ có 2 tín hiệu, một từ chính máy thu và một từ vệ tinh.

Sẽ có 2 phiên bản không đồng bộ với nhau. Phiên bản từ vệ tinh có thể **bị trễ** do phải truyền qua khoảng cách hơn **11000 dặm**. Nếu ta muốn biết tín hiệu từ vệ tinh bị trễ bao nhiêu ta có thể cho tín hiệu của máy thu cho đến khi chúng đồng bộ với nhau.

Khoảng thời gian chúng ta phải dịch tín hiệu của máy thu để có được đồng bộ bằng với thời gian truyền từ vệ tinh cho tới máy thu. Do đó chúng ta có thể nhân thời gian đó với tốc độ ánh sáng và chúng ta sẽ xác định được khoảng cách tới vệ tinh.



Mỗi vệ tinh đều sử dụng một mã giả ngẫu nhiên duy nhất. Mã giả ngẫu nhiên là một phần cơ sở của GPS. Về mặt vật lý nó là một mã số rất phức tạp, nói cách khác nó là một chuỗi các ký tự đóng mở. Tín hiệu phức tạp đến nỗi trông nó gần như là nhiễu ngẫu nhiên, do đó nó có tên là “**giả ngẫu nhiên**”.

Sự phức tạp đó có một số **ưu điểm**: sự phức tạp sẽ đảm bảo rằng máy thu **không đồng bộ** với một tín hiệu nào đó không mong muốn. Dạng tín hiệu cũng đảm bảo không có một tín hiệu **những** nào có dạng đúng như vậy.

Bởi vì **mỗi vệ tinh** có một **mã giả ngẫu nhiên duy nhất** do đó đảm bảo rằng máy thu **không bắt nhầm** tín hiệu của vệ tinh khác. Do đó các vệ tinh có thể sử dụng **tần số giống nhau** mà không sợ gây nhiễu lẫn nhau. Và còn khó hơn nếu ai đó muốn **gây nhiễu** cho hệ thống.

Trong thực tế mã giả ngẫu nhiên còn cho phép bộ quốc phòng Mỹ điều khiển truy cập vào hệ thống.

Nhưng còn một lý do nữa để sử dụng mã giả ngẫu nhiên, đó là có thể sử dụng “lý thuyết thông tin để khuếch đại tín hiệu GPS. Đó chính là lý do tại sao các máy thu GPS không cần sử dụng các anten lớn để thu tín hiệu – điều này khiến cho **GPS** trở nên **rất kinh tế**.”

Nguyên lý xác định vị trí của hệ thống GPS

Nếu như mẫu chốt là đo thời gian tín hiệu đi từ vệ tinh đến máy thu, thì thời gian đó cần phải rất chính xác, bởi vì nếu thời gian lệch đi **1 phần nghìn giây** thì với tốc độ ánh sáng độ lệch vị trí xác định sẽ là **200 dặm**.

Đối với vệ tinh, thời gian có độ chính xác cực kỳ cao bởi vì nó có đồng hồ nguyên tử rất chính xác. Nhưng còn đối với các máy thu trên mặt đất? Ta nhớ rằng cả vệ tinh và máy thu cần phải đồng bộ mã giả ngẫu nhiên với nhau thì hệ thống mới có giá trị. Nhưng nếu như máy thu của chúng ta cần phải có đồng hồ nguyên tử thì hệ thống sẽ trở nên không kinh tế (đồng hồ nguyên tử có giá từ 50\$ tới 100\$), khó có thể có người mua.

Rất may là những người thiết kế hệ thống GPS có một sáng kiến tuyệt vời, đó là thực hiện thêm một phép đo nữa. Bây giờ chúng ta sẽ tìm hiểu xem cụ thể như thế nào:

Expanded Topic: Eliminating clock errors



Expanded Topic: Eliminating clock errors



Expanded Topic: Eliminating clock errors



Giả sử vị trí thực của chúng ta nằm cách vệ tinh A là 4 giây và cách vệ tinh B - 6 giây như hình vẽ. Hai đường tròn cắt nhau tại điểm X chính là vị trí của ta. Nhưng giả sử rằng đồng hồ của máy thu chậm hơn so với đồng hồ toàn cầu. Khi đó khoảng cách từ máy thu tới vệ tinh A sẽ là 5 giây và tới vệ tinh B sẽ là 7 giây. Do đó giao của 2 đường tròn sẽ là tại **điểm XX**. Như vậy khoảng cách từ X tới XX sẽ là sai số gây ra do sự không chính xác của đồng hồ. Bây giờ ta sử dụng một vệ tinh thứ 3. Nếu như đồng hồ chính xác thì cả 3 đường tròn sẽ phải cắt nhau tại một điểm. Mà 2 đường tròn trên đã cắt nhau tại XX thì nếu đúng thì đường tròn thứ 3 cũng sẽ đi qua XX. Nhưng vì đồng hồ của ta sai 1 giây do đó kết quả sẽ là: đường tròn thứ 3 sẽ **không đi qua XX**, do đó máy thu sẽ biết ngay là có sai số về thời gian.

Nguyên lý xác định vị trí của hệ thống GPS

Bởi vì sai số thời gian này sẽ ảnh hưởng lên tất cả các phép đo cho nên **máy tính sẽ tính toán** và rút ra một **giá trị sửa lỗi** sao cho tất cả **các đường tròn đi qua đúng một điểm**. Trong ví dụ này, giá trị cần sửa sẽ là trừ đi **1 giây**. Sau khi xác định được giá trị sửa, máy thu có thể sử dụng giá trị này cho các phép đo sau này. Và từ đó đồng hồ của máy thu đã được đồng bộ với thời gian toàn cầu. Tất nhiên quá trình sửa này cần lặp lại theo định kỳ để đảm bảo đồng hồ của máy thu luôn được đồng bộ. Nhưng với cách này, thậm chí những máy thu GPS rẻ nhất cũng có thể có được thời gian chính xác như sử dụng đồng hồ nguyên tử, và bây giờ chúng ta đã có thể xác định được chính xác vị trí.

Sử dụng hệ quả của nguyên lý trên, ta có thể rút ra rằng: hệ thống GPS cần ít nhất 4 vệ tinh để có thể xác định được chính xác vị trí của ta so với vệ tinh.

Để xác định được vị trí ta còn phải biết **vị trí của vệ tinh** để lấy đó làm điểm tham chiếu. Về cơ bản các quỹ đạo là khá chính xác tuy nhiên để tăng độ chính xác thì các vệ tinh GPS luôn được giám sát bởi **bộ quốc phòng**. Họ sử dụng các **radar** vô cùng chính xác để có thể kiểm tra vị trí chính xác của các vệ tinh, bao gồm cả **vị trí và tốc độ**. Lỗi được kiểm tra được gọi là “lỗi thiên văn” bởi vì chúng ảnh hưởng đến tọa độ thiên văn hay là tọa độ quỹ đạo của vệ tinh. Các lỗi này gây ra bởi lực hút của mặt trăng, mặt trời và do áp suất của bức xạ mặt trời lên vệ tinh. Các lỗi này thường rất nhỏ nhưng nếu muốn có sự chính xác thì sẽ phải tính đến nó. Sau khi bộ quốc phòng đã đo chính xác vị trí của vệ tinh, họ sẽ truyền thông tin đó quay trở lại vệ tinh. Vệ tinh sau đó sẽ phát cùng trong tín hiệu của mình cả thông tin về vị trí đã hiệu chỉnh. Như vậy **bản tin** của vệ tinh còn bao gồm cả thông tin về thiên văn của nó (**quỹ đạo, vị trí**). Với thời gian chính xác và xác định được vị trí chính xác của vệ tinh ta có thể tính toán vị trí của mình.

Máy thu GPS

Tín hiệu. Tín hiệu của vệ tinh về cơ bản bao gồm các tín hiệu sau: Hai sóng mang trên băng tần L. Các mã khoảng cách được điều chế trên 2 sóng mang đó. Bản tin điều hướng chứa thông tin về vị trí của vệ tinh

Sóng mang **L1** có tần số 1575,42 MHz và mang cả thông tin về trạng thái (vị trí vệ tinh) và mã giả ngẫu nhiên **C/A** để xác định khoảng cách. Sóng mang **L2** có tần số 1227,60 MHz và được sử dụng cho mã giả ngẫu nhiên chính xác **P** dành cho **quân sự**. Mã này có độ phức tạp hơn nhiều so với mã C/A và khi được mã hóa nó được gọi là mã **Y**. Mục đích chính của các mã giả ngẫu nhiên là để xác định **thời gian truyền của tín hiệu** để từ đó xác định khoảng cách đến các vệ tinh. Ngoài ra còn có một tín hiệu tần số thấp được ghép thêm vào các mã của băng tần **L1** chứa các thông tin **về vị trí** của vệ tinh, thông tin sửa cho **đồng hồ** và thông tin về **trạng thái** của hệ thống.

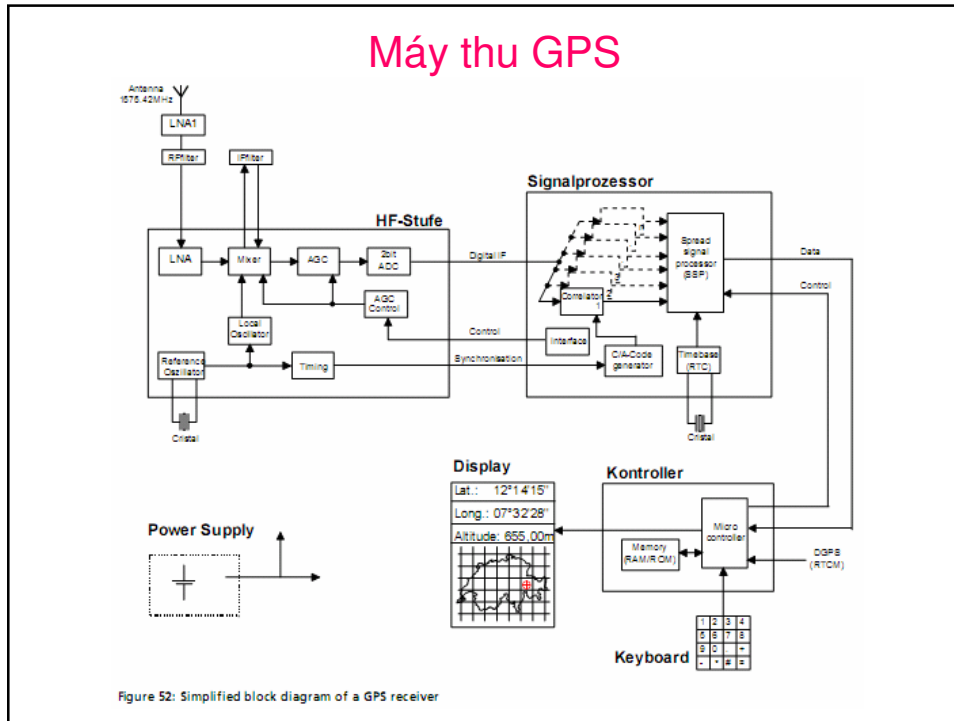
Máy thu GPS

Như đã trình bày, hệ thống GPS làm việc dựa trên nguyên lý: nếu như ta biết khoảng cách tới một số vị trí đã biết, khi đó ta có thể tính ra được vị trí của mình. Các vị trí đã biết chính là 24 vệ tinh được đặt trên 6 mặt phẳng quỹ đạo cách mặt đất 20,200 km. Các vệ tinh quay quanh trái đất mất 12h và quảng bá dữ liệu với tần số chính 1,575 GHz mang tín hiệu đã mã hóa C/A về mặt đất. Các máy thu đo thời gian truyền của mã C/A theo đơn vị **mili giây**, và từ đó xác định khoảng cách tới vệ tinh. Sau đó tính toán vị trí của mình.

Các hệ thống con của máy thu GPS bao gồm:

Ăng ten. Khuếch đại tạp âm thấp **LNA**. Bộ lọc **RF**. Bộ lọc **IF**. Bộ xử lý tín hiệu **DSP**. Bộ điều khiển - **Controller**. Bàn phím - **Keyboard**. Màn hiển thị - **Display**. Nguồn điện - **Power Supply**

Máy thu GPS



Máy thu GPS

Tín hiệu được thu bởi anten sẽ được qua phần tiền khuếch đại và chuyển đổi xuống băng cơ bản. Sau đó tín hiệu sẽ được giải điều chế, tách bản tin điều hướng (bao gồm vị trí của vệ tinh) và tách mã C/A. Hai thông tin trên kết hợp với đồng hồ của máy thu sẽ được đưa vào bộ xử lý để tính toán vị trí của máy thu. Tín hiệu lỗi ra của máy thu bao gồm các thông tin về vị trí, vận tốc và thời gian.

Simplified GPS Receiver Block Diagram

