

CHƯƠNG 5

Thông tin vệ tinh

Nội dung chính:

- I. Tổng quan về hệ thống thông tin vệ tinh*
- II. Quỹ đạo của vệ tinh*
- III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh*
- IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh*
- V. Giới thiệu về Vinasat 1 và vinasat 2 của Việt Nam*

Chương 5: Thông tin vệ tinh

I. Tổng quan về hệ thống thông tin vệ tinh

- ❖ **Khái niệm**: Hệ thống thông tin vệ tinh là một tổ hợp gồm trạm mặt đất (phát tín hiệu lên vệ tinh và thu nhận tín hiệu từ vệ tinh phát về) và vệ tinh (đón vai trò như một trạm lặp trung gian).



Chương 5: Thông tin vệ tinh

I. Tổng quan về hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Lịch sử phát triển của hệ thống thông tin vệ tinh

- Năm 1957: Sputnik I, vệ tinh nhân đầu tiên được Liên Xô phóng thành công.
- Năm 1958: Bức điện đầu tiên phát qua vệ tinh SOCRE- Mỹ, bay ở quỹ đạo thấp.
- Năm 1960: Thử nghiệm thành công vệ tinh thụ động ECHO.
- Năm 1962: vệ tinh chuyển tiếp (có bộ phát đáp) hoạt động trên quỹ đạo elip truyền thành công tín hiệu truyền hình giữa Châu Âu và Hoa Kỳ.
- Năm 1964: Thành lập tổ chcs thông tin vệ tinh quốc tế INTELSAT.
- Năm 1965: Liên Xô phóng vệ tinh MOLYNA lên quỹ đạo elip.
- Năm 1971: Thành lập tổ chức thông tin vệ tinh quốc tế INTERSPUTNIK gồm Liên Xô và 9 nước XHCN.
- Năm 1984: Nhật bản sử dụng hệ thống truyền hình trực tiếp qua vệ tinh
- Năm 1987: Sử dụng thành công vệ tinh cho di động.
- Năm 1999 đến nay: Các hệ thống thông tin di động và băng rộng toàn cầu cho vệ tinh

Chương 5: Thông tin vệ tinh

I. Tổng quan về hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Lịch sử phát triển của hệ thống thông tin vệ tinh

Việt nam:

- Năm 2008: Vinasat 1 với 10.000 kênh thoại / số liệu. 120 kênh truyền hình.
- Năm 2012: Vinasat 2 với 13.000 kênh thoại / Internet / Số liệu và 150 kênh truyền hình.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

I. Tổng quan về hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Đặc điểm của hệ thống thông tin vệ tinh

■ Ưu điểm:

- Vùng phủ sóng rộng lớn.
- Dung lượng thông tin lớn, đa dạng về loại hình dịch vụ.
- Tính linh hoạt cao.
- Ổn định, độ tin cậy cao: 99,9% - 99,99%
- Chất lượng thông tin cao: $BER=10^{-9}$

■ Nhược điểm:

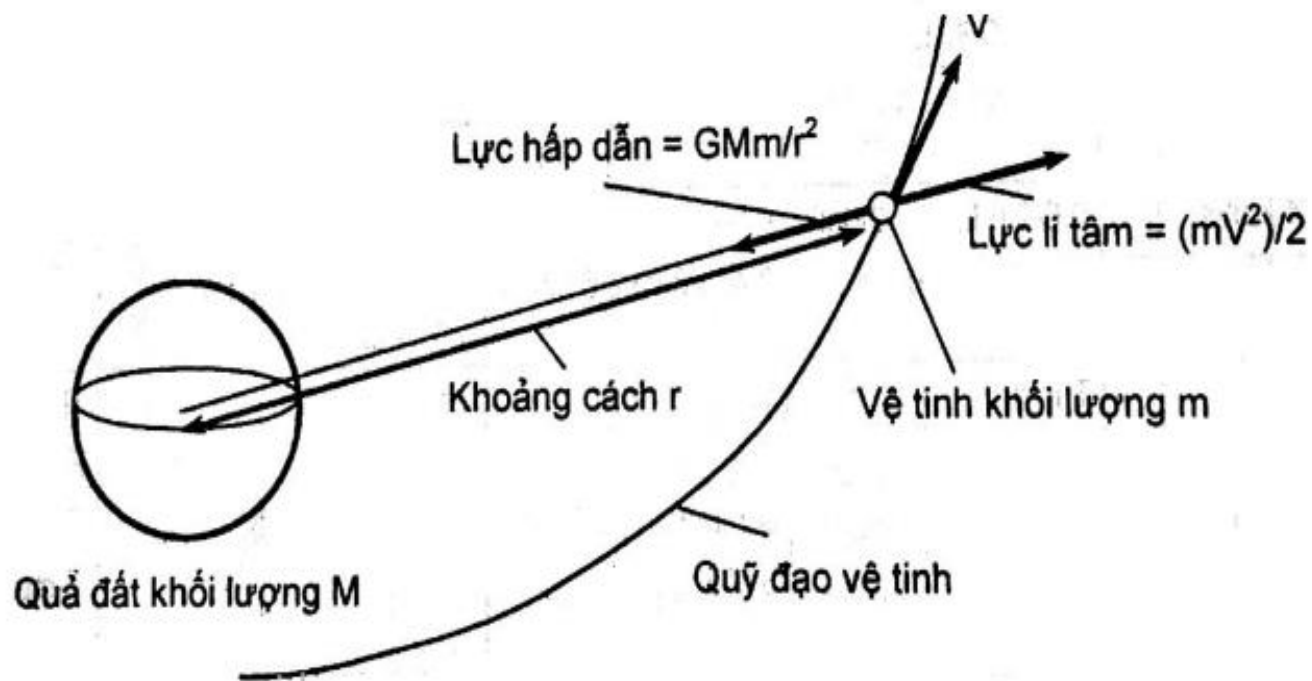
- Kinh phí ban đầu để phóng một vệ tinh là lớn, công nghệ phóng và sản xuất thiết bị phức tạp gặp nhiều khó khăn với nhiều nước.
- Kỹ thuật điều khiển vệ tinh phức tạp.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ **Khái niệm:** Quỹ đạo của vệ tinh là hành trình của vệ tinh trong không gian, trong đó vệ tinh được cân bằng bởi hai lực đối nhau là lực hấp dẫn của trái đất và quán tính của vệ tinh.



G: Hằng số hấp dẫn

$$G = 6,674.10^{-8} \text{ cm}^3 / \text{gs}^2$$

$$M = 5,974.10^{27} \text{ g}$$

Các lực tác động lên chuyển động của vệ tinh trên quỹ đạo

Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

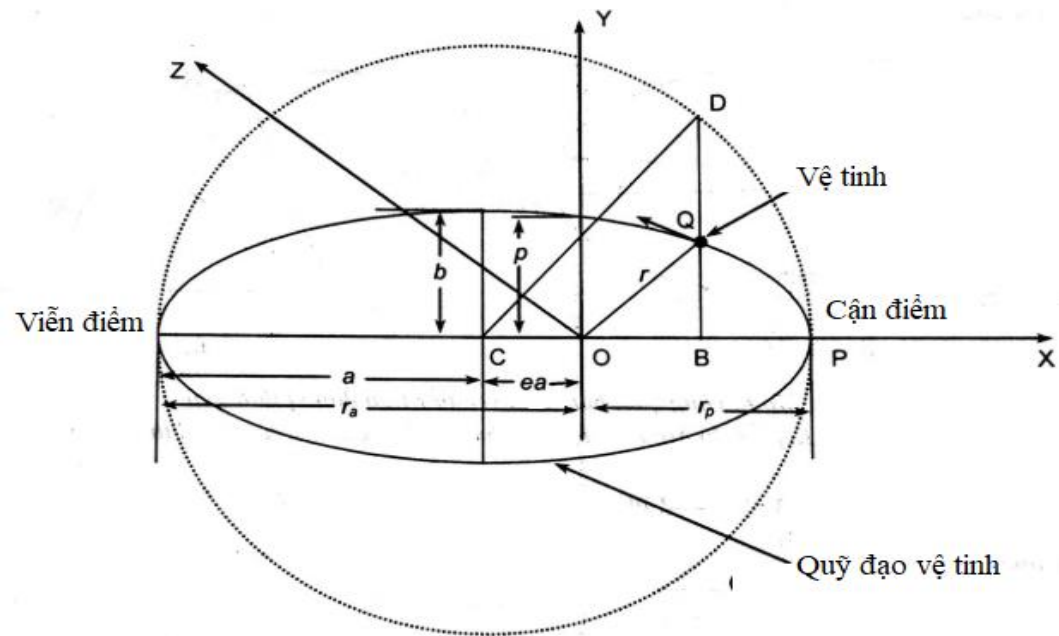
❖ Ba định luật của Kepler

- Định luật Kepler thứ nhất: Quỹ đạo của vệ tinh dạng elip nhận mặt trời (tâm hấp dẫn là quả đất) là một trong hai tiêu cự của elip.

Độ lệch tâm xác định hình dạng elip:

$$e = \frac{\sqrt{a^2 - b^2}}{a}$$

➤ Mô tả quỹ đạo của vệ tinh



Mặt phẳng quỹ đạo vệ tinh và các tham số

Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

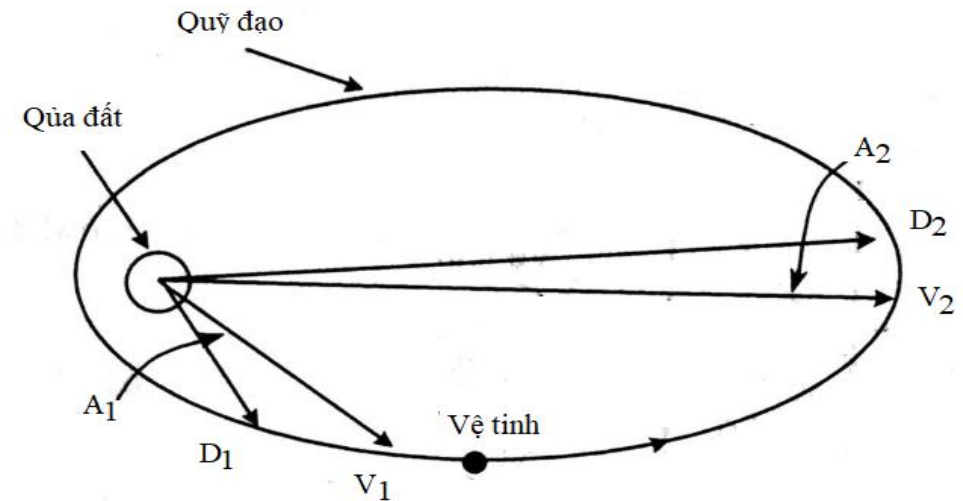
❖ Ba định luật của Kepler

- Định luật Kepler thứ hai: Bán kính nối quỹ đạo vệ tinh với mặt trời (trái đất) quét những vùng có diện tích bằng nhau trong những thời gian bằng nhau.

➤ *Vệ tinh sẽ chuyển động nhanh hơn khi gần trái đất và chậm hơn khi xa trái đất.*

- Định luật Kepler thứ ba: Bình Phương chu kỳ quỹ đạo của vệ tinh tỷ lệ thuận với lũy thừa bậc ba của bán kính trục lớn của quỹ đạo elip.

➤ *Mối quan hệ giữa chu kỳ bay với bán kính của quỹ đạo*

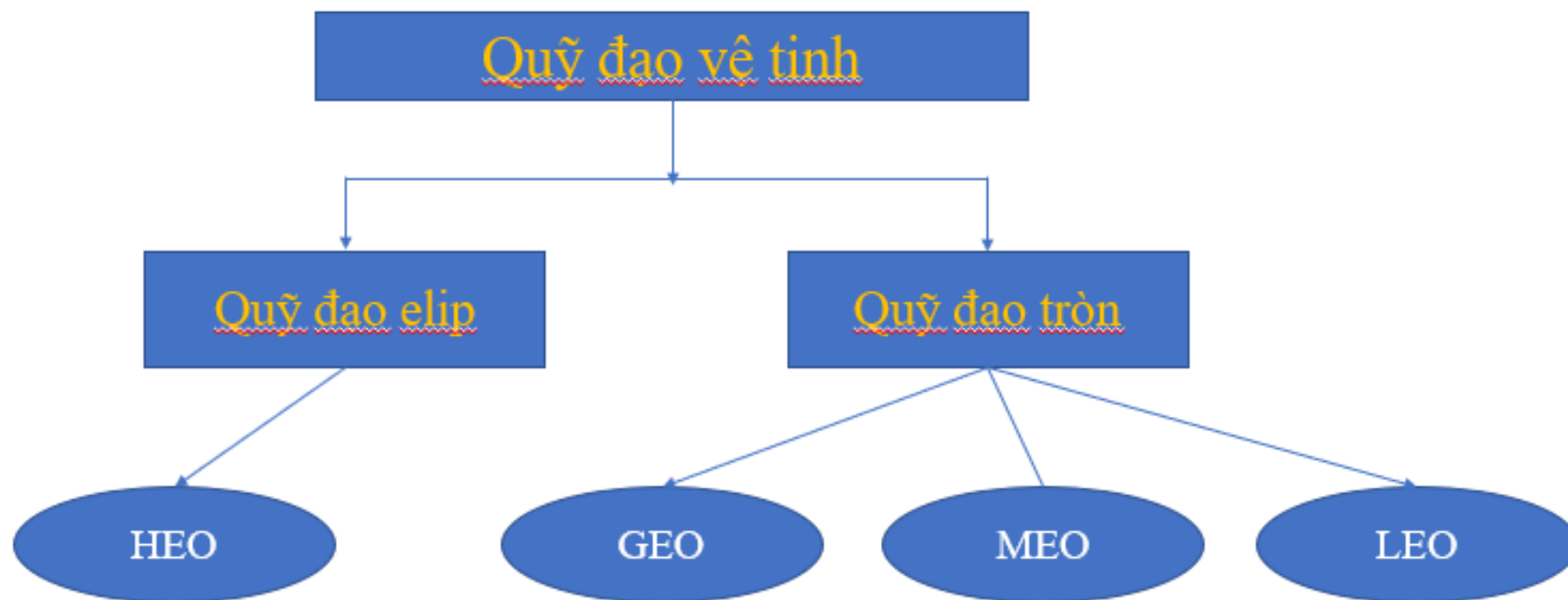


Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh: Các vệ tinh trên quỹ đạo được phân biệt bởi các tham số:

- Dạng của quỹ đạo
- Độ cao của quỹ đạo so với mặt đất
- Độ nghiêng của mặt phẳng quỹ đạo so với mặt phẳng xích đạo



Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh

Quỹ đạo elip tầm cao HEO

- Là quỹ đạo nghiêng so với mặt phẳng xích đạo $63^{\circ}26'$.
- Viễn điểm: 40000km, cận điểm: 500km
- Vệ tinh quay từ tây sang đông.

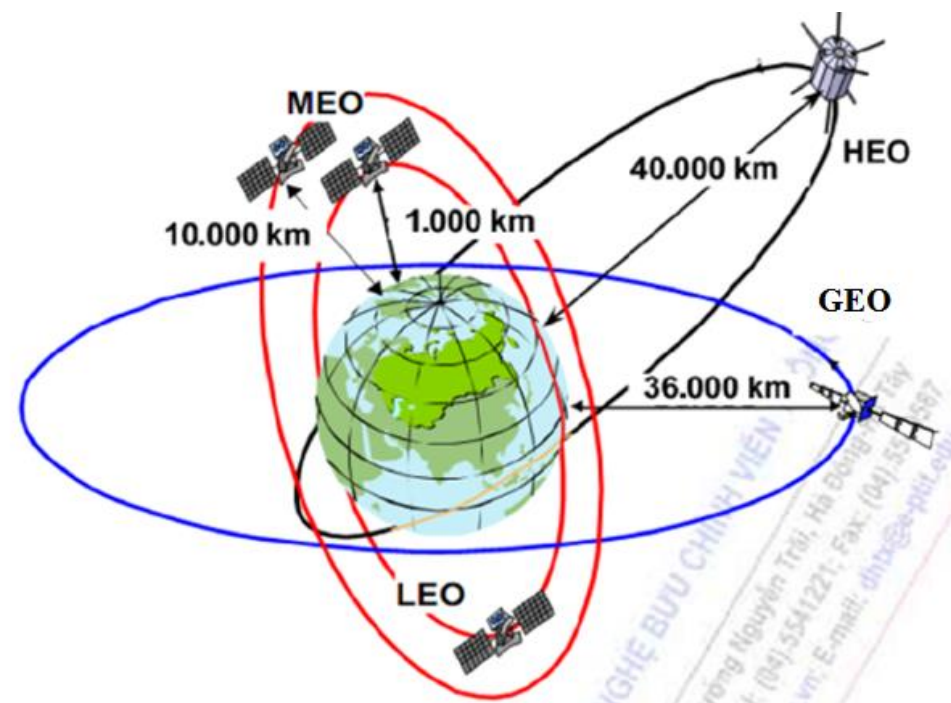
Ưu điểm:

- Vệ tinh có thể đạt đến các vùng cực cao mà các vệ tinh địa tĩnh không thể đạt tới.
- Góc ngẩng lớn nên giảm được tạp âm do mặt đất.

Nhược điểm:

- Hiệu ứng Doppler.
- Điều khiển bám đuổi vệ tinh phải ở mức cao.

➤ Được dùng làm quỹ đạo cho vệ tinh thông tin đảm bảo thông tin cho các vùng vĩ độ lớn hơn $81,3^{\circ}$. Ưu tiên thông tin cho bắc cực.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

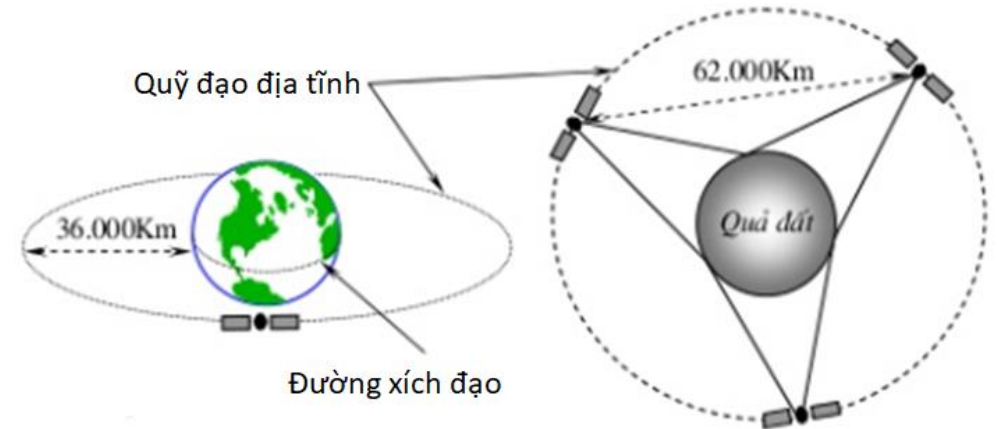
II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh

Quỹ đạo tròn

❑ Quỹ đạo địa tĩnh GEO

- GEO có độ cao so với mặt đất 35768km.
- Tốc độ 11300km/h, vận tốc quay bằng tốc độ quay của trái đất, có cùng chiều quay với trái đất (từ tây sang đông).
- Chu kỳ bay xấp xỉ 24h (23h 56 phút 4,1 giây).
- Quỹ đạo xích đạo và là duy nhất. Góc nghiêng bằng không.
- 180 vệ tinh GEO.
- Chỉ 3 vệ tinh đảm bảo phủ sóng toàn cầu.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh

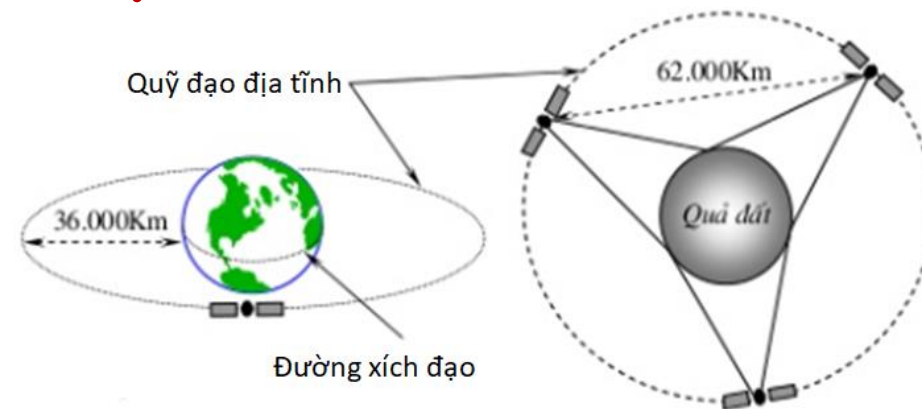
□ Quỹ đạo địa tĩnh GEO

Ưu điểm

- Vị trí cố định nên trạm mặt đất đạo không cần bám liên tục 24h/ngày.
- Ảnh hưởng của hiện tượng Doppler không đáng kể do vị trí của nó không thay đổi so với trái đất.
- Vùng phủ sóng rộng lớn (42,2%).

bề mặt trái đất

Quỹ đạo tròn



Nhược điểm

- Vệ tinh ở vị trí cao nên việc duy trì quỹ tốn kém và phức tạp.
- Giữ chậm truyền lan lớn (270ms).
- Tính bảo mật không cao.
- Không phủ sóng những vùng có vĩ độ lớn hơn $81,3^0$

Chương 5: Thông tin vệ tinh

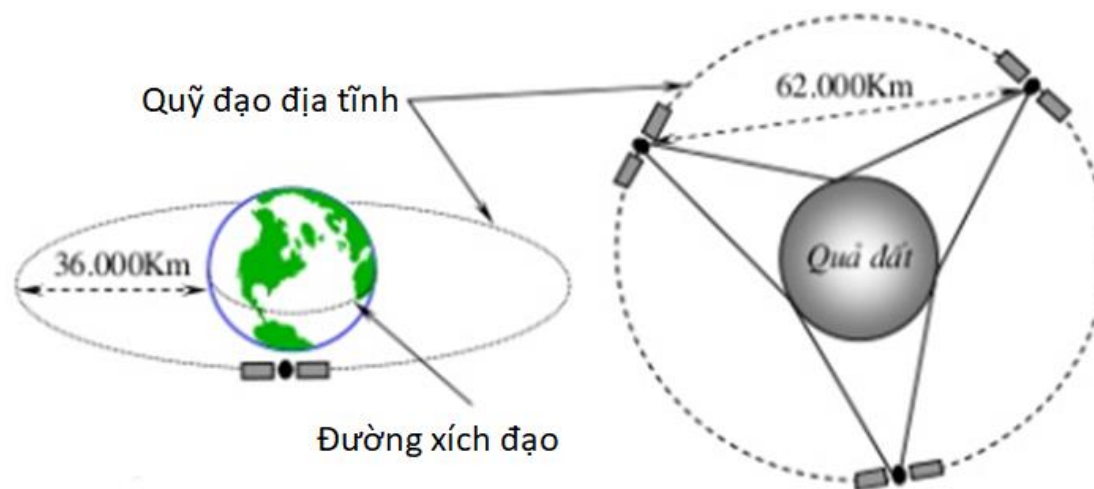
II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh

Quỹ đạo tròn

□ Quỹ đạo địa tĩnh GEO

Ứng dụng của GEO: Làm quỹ đạo cho vệ tinh thông tin bảo đảm thông tin cho các vùng có vĩ độ nhỏ hơn $81,3^\circ$.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh

Quỹ đạo tròn

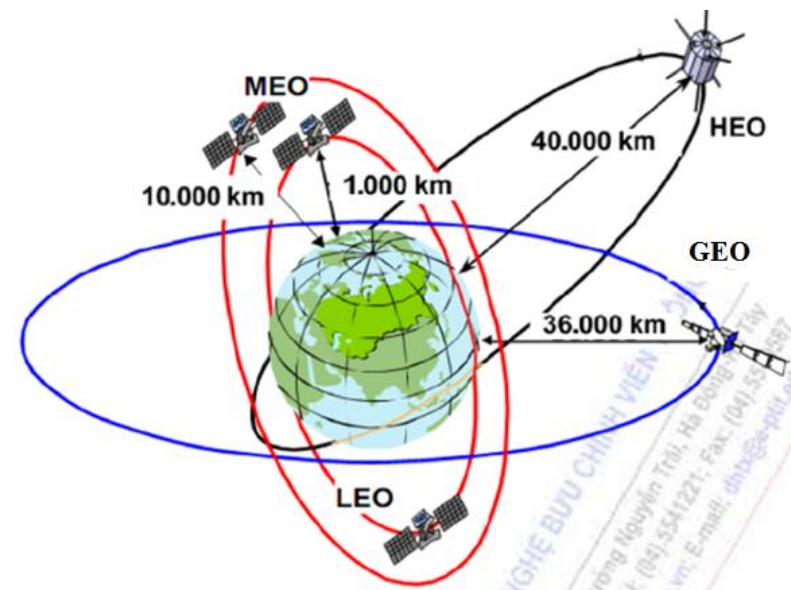
❑ Quỹ đạo tầm trung MEO (Medium Earth Orbit)

Giới thiệu:

- Độ cao 10000 km – 20000km.
- Chu kỳ: 6 giờ
- Cần 12 vệ tinh để phủ sóng toàn cầu.

Ứng dụng điển hình của GEO là hệ thống GPS (Global Positioning System).

- GPS là hệ thống dẫn đường vệ tinh. Gồm 24 vệ tinh ở độ cao 20000km.
- Xác định vị trí, tốc độ và thời gian cho các phương tiện trên mặt đất, trên biển...trong mọi điều kiện thời tiết.
- Ở mọi thời điểm ít nhất có 4 vệ tinh được nhìn thấy từ một điểm trên trái đất.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

II. Quỹ đạo vệ tinh

❖ Các dạng quỹ đạo vệ tinh

Quỹ đạo tròn

❑ Quỹ đạo tầm thấp LEO (Low Earth Orbit)

Giới thiệu:

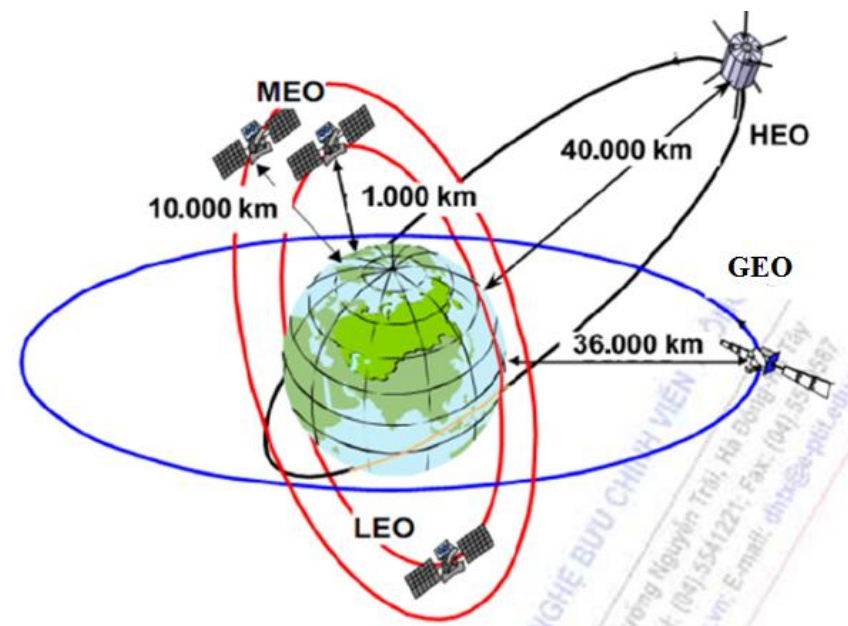
- Độ cao: 500 đến 10000km
- Chu kỳ: 90 – 120 phút

Ưu điểm: Tổn hao đường truyền nhỏ, trễ truyền lan nhỏ.

Nhược điểm:

- Tuổi thọ vệ tinh không cao do nằm trong vùng ion hóa.
- Cần rất nhiều vệ tinh để phủ sóng toàn cầu.

→ Thích hợp cho thông tin di động.

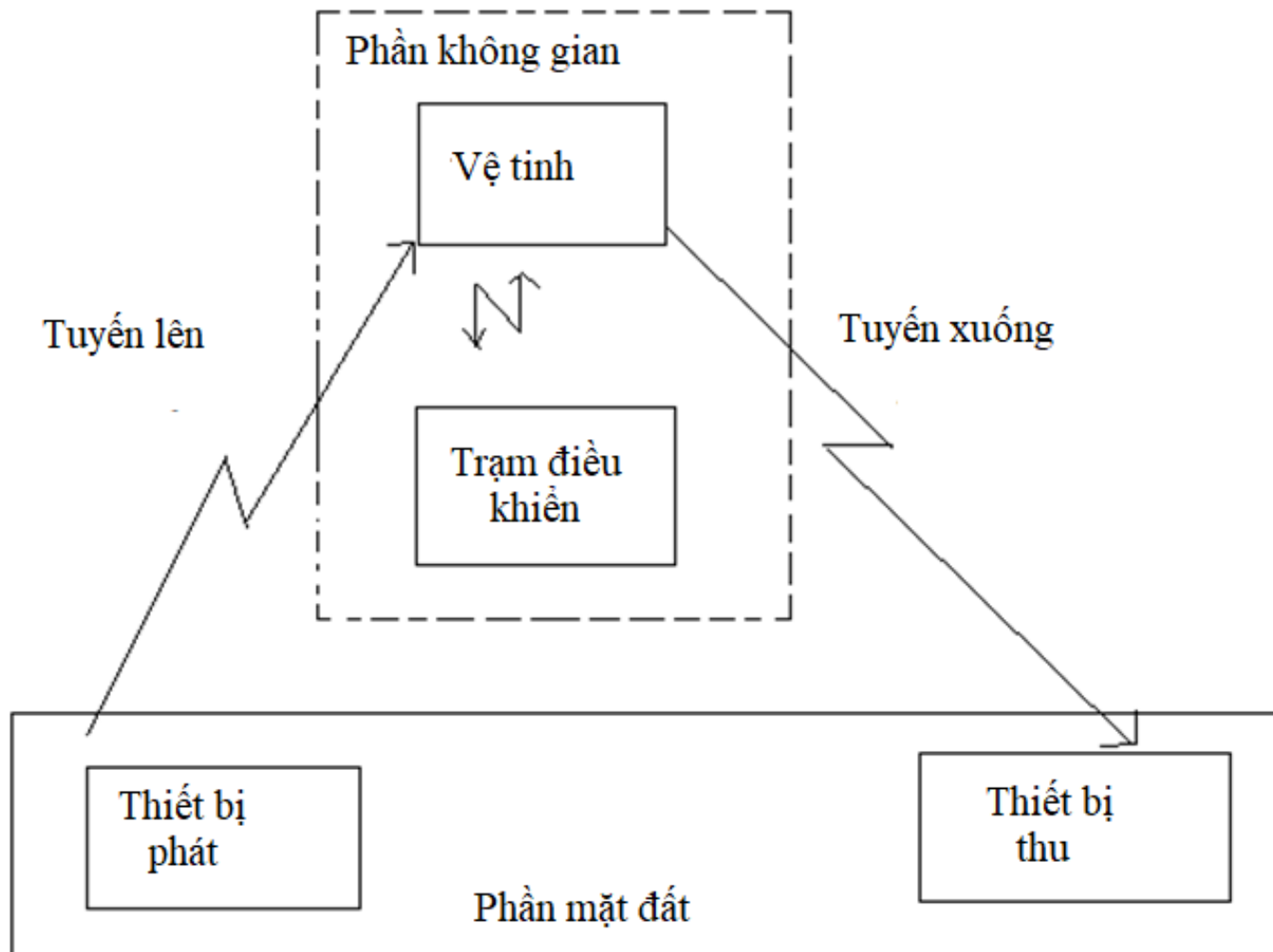


Chương 5: Thông tin vệ tinh

III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh

Hệ thống thông tin vệ tinh
gồm hai phần:

- *Phần không gian*
- *Phần mặt đất*



Chương 5: Thông tin vệ tinh

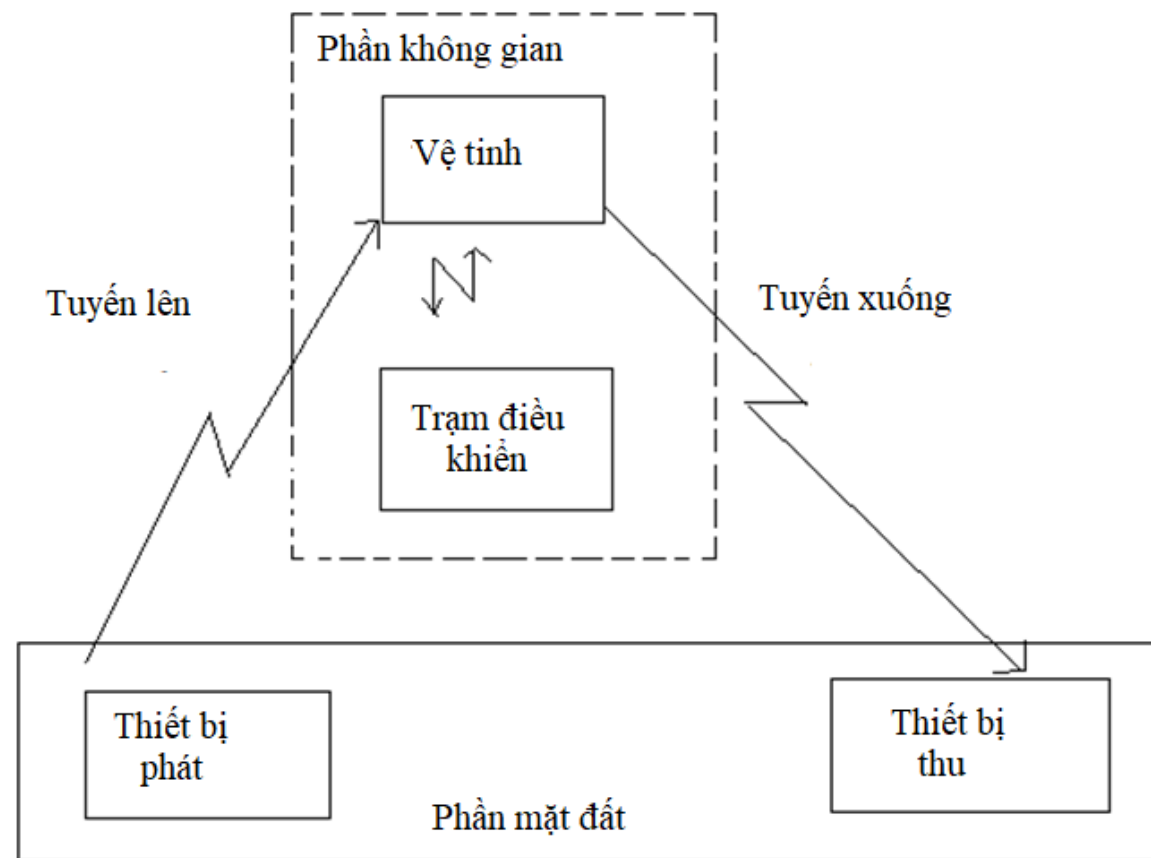
III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Phần không gian

+ Phần không gian bao gồm vệ tinh và các thiết bị đặt trong vệ tinh và các trạm điều khiển vệ tinh tại mặt đất.

+ Bản thân vệ tinh gồm hai phần:

- Phần tải
- Phần nền



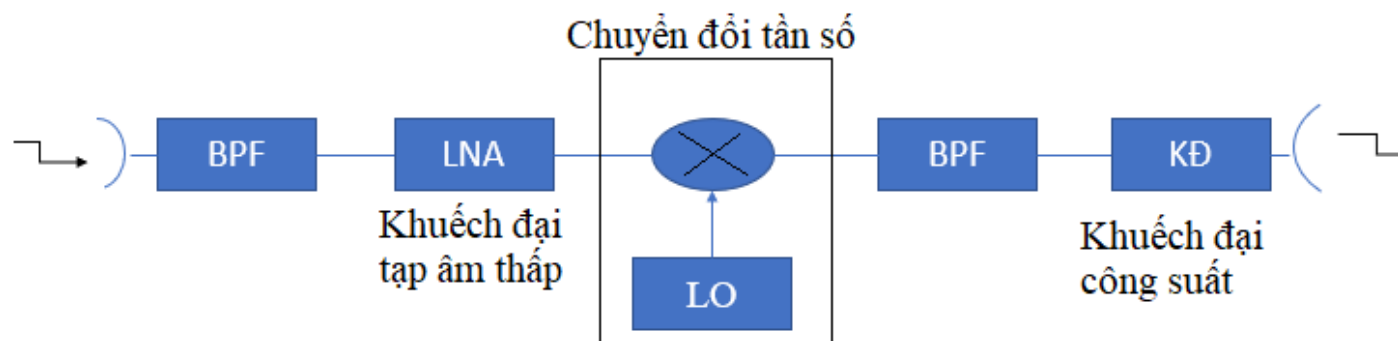
Chương 5: Thông tin vệ tinh

III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Phần không gian

Phần tải

- Gồm các ăng ten thu phát và các thiết bị điện tử phục vụ truyền sóng mang (bộ phát đáp).
- Anten thực hiện thu nhận tín hiệu từ đường lên và phát tín hiệu xuống đường xuống.
- Bộ phát đáp: Biến đổi tần số và khuếch đại công suất tín hiệu từ anten thu rồi thông qua anten phát của vệ tinh phát trở về mặt đất tới các trạm mặt đất khác.



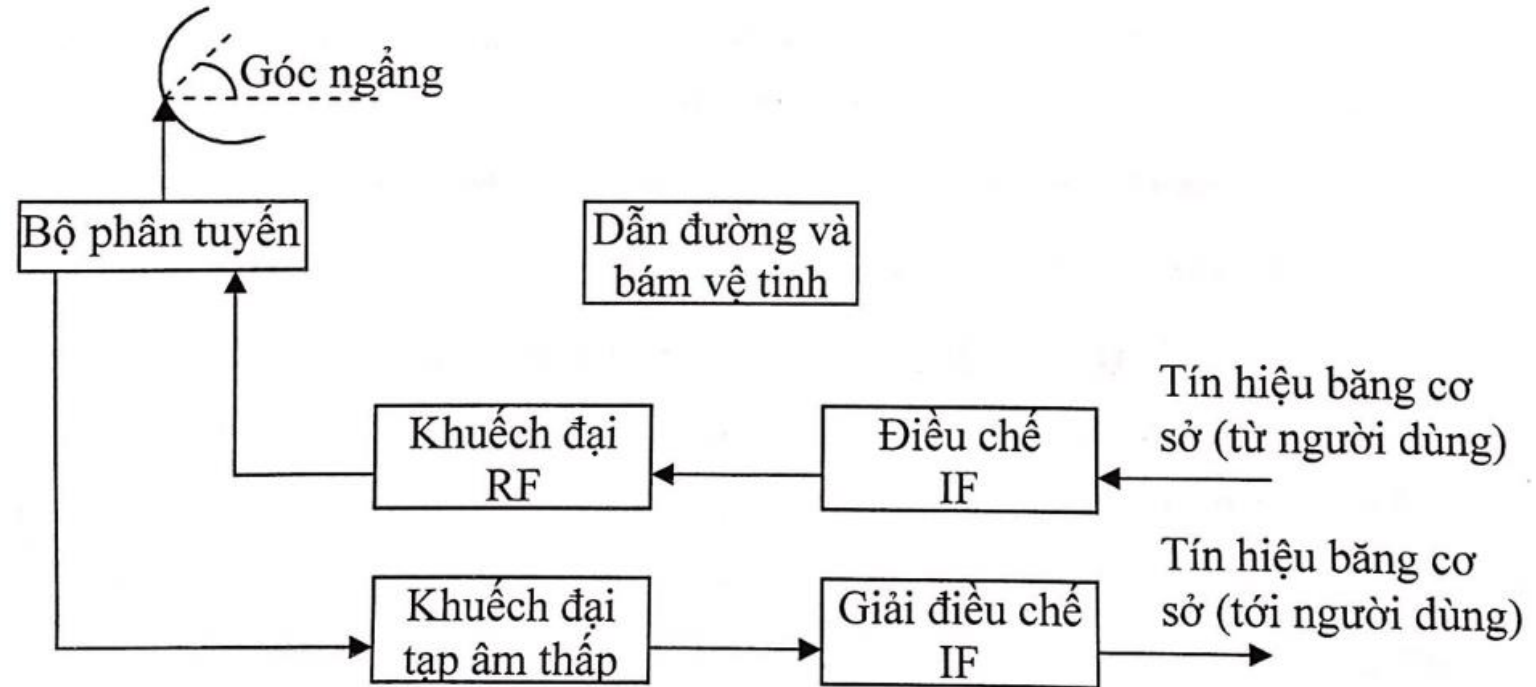
Phần nền: Gồm hệ thống phục vụ cho phần tải hoạt động: Cấu trúc vỏ khung, nguồn cấp, điều khiển hướng, quỹ đạo...

Chương 5: Thông tin vệ tinh

III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Phần mặt đất

- Bao gồm các trạm mặt đất: Được nối với mạng mặt đất hoặc nối trực tiếp tới thiết bị đầu cuối người dùng.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh

❖ Phân bổ dải tần số cho bộ phát đáp.

- Các tần số phân bổ cho bộ phát đáp vệ tinh có thể từ vài trăm Mhz đến vài Ghz được chia thành các băng tần con.

- Bộ phát đáp của vệ tinh thường làm việc với các băng tần con:

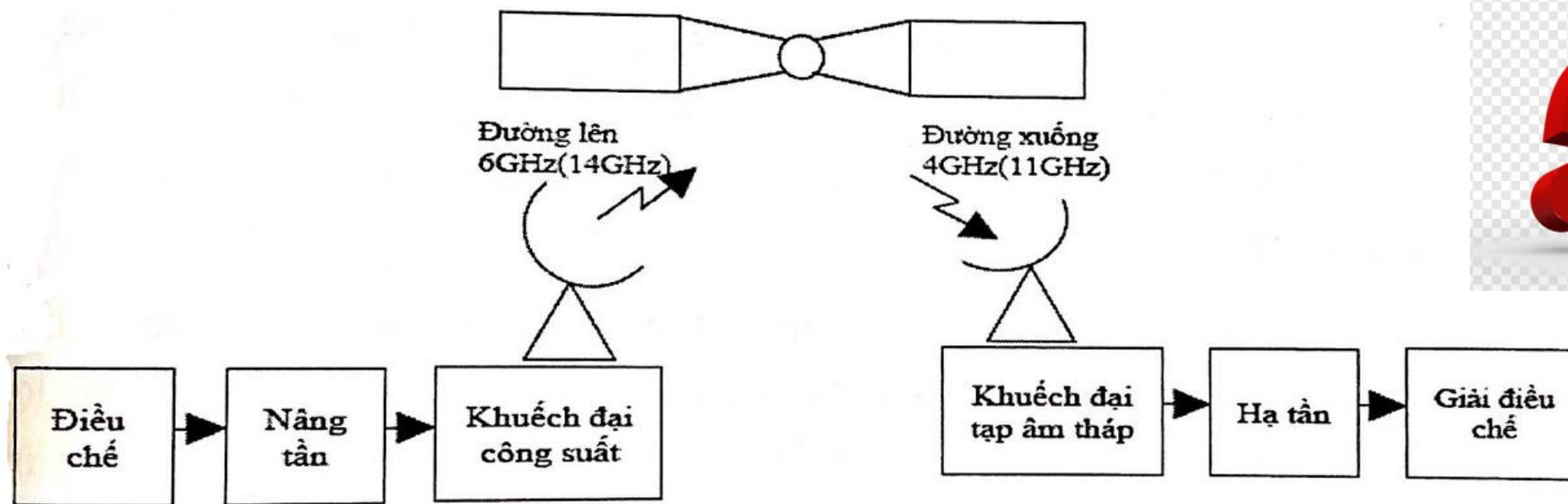
- Băng tần c: (4/6Ghz)
- Băng Ku: (12/14Ghz)



Chương 5: Thông tin vệ tinh

III. Cấu trúc của hệ thống thông tin vệ tinh

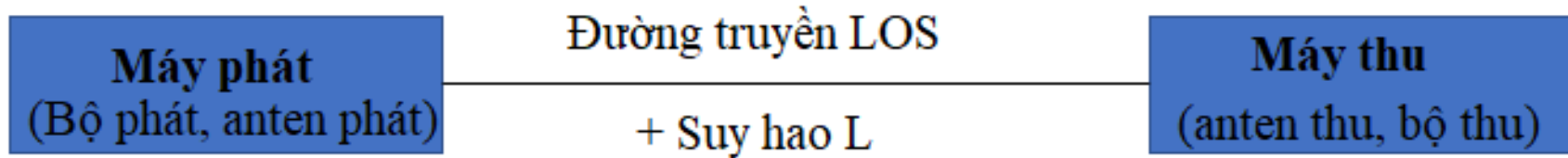
Cấu trúc tổng quát của hệ thống thông tin vệ tinh.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Mô hình tính toán



Máy phát

- Công suất phát $P_T(dBm)$
- Công suất bức xạ đẳng hướng tương đương: $P_{EIRP}(dBm)$
- Anten: $G_T(dB)$

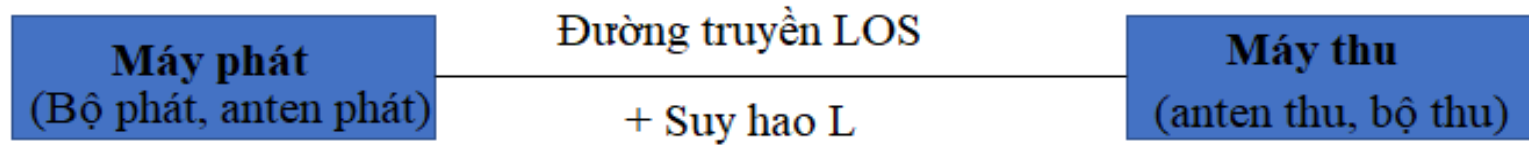
Máy thu

- Độ nhạy máy thu (Công suất thu): $P_R(dBm)$
- Anten: $G_R(dB)$

Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Mô hình tính toán



Bên phát: Giả thiết toàn bộ công suất phát xạ của anten là ra không gian.

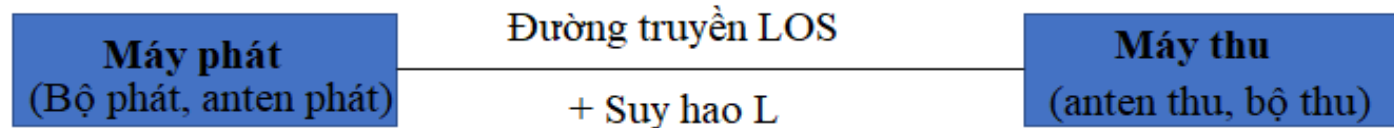
- $P_T (dBm) = 10 \log(\text{power} / 1mw)$
- Hệ số tăng ích của anten phát:
 - + Anten vô hướng: $G_T = 1$
 - + Anten Parabol: $G_T = \frac{7A}{\lambda^2}$, $\lambda = \frac{c}{f}$
- Công suất phát xạ đẳng hướng tương đương: P_{EIRP}
 - + $P_{EIRP} (W) = P_T \cdot G_T$
 - + $P_{EIRP} (dBm) = P_T (dBm) + G_T (dB)$



Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Mô hình tính toán



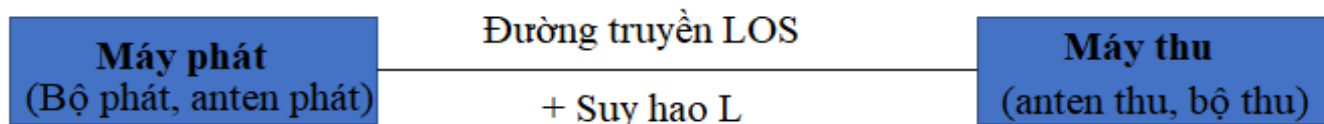
Đường truyền: Giả thiết đường truyền LOS với suy hao đường tính theo độ dài truyền dẫn d .

- Suy hao:
$$L = \left(\frac{4\pi d}{\lambda} \right)^2$$

Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Mô hình tính toán



Máy thu:

- Hệ số tăng ích của anten thu:

+ Anten vô hướng: $G_R = 1$

+ Anten parabol: $G_R = \frac{7A}{\lambda^2}$, $\lambda = \frac{c}{f}$

- Công suất tại đầu thu:

$$+ P_R = \frac{P_T \cdot G_T \cdot G_R}{L}$$

$$+ P_R(dBm) = P_T(dBm) + G_T(dB) + G_R(dB) - L(dB)$$

✓ *Thường chọn* $G_T = G_R = G_A$

Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Bài tập ví dụ: Máy phát có công suất phát $0,4\text{W}$ tại tần số 3GHz sử dụng trong hệ thống thông tin vô tuyến. Biết các anten phát và thu là các anten parabol, mỗi anten có đường kính bề mặt $1,4\text{m}$.

- Tính công suất phát xạ đẳng hướng tương đương (EIRP) của anten phát.
- Tìm công suất tín hiệu tại đầu thu theo đơn vị dBm nếu anten thu cách anten phát là 10km .
- Nếu độ nhạy máy thu là -10dBm . hãy tính công suất máy phát nhỏ nhất để HT hoạt động?

Tóm tắt:



Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Bài tập ví dụ: Một vệ tinh địa tĩnh có công suất phát xạ đẳng hướng tương đương 34 dBw trên đường xuống 3Ghz tới một trạm mặt đất. Hệ thống sử dụng ăng ten thu là Parabol có đường kính bề mặt 2,4m, nhiệt độ tạp âm nguồn ăng ten 60K, nhiệt độ tạp âm đầu vào hiệu dụng 30K, dải thông 25Mhz. Nếu vệ tinh đặt cách máy thu 39420km thì (C/N)dB tại đầu vào mạch tách sóng là bao nhiêu?

Tóm tắt

Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Tính toán dự trữ tuyến thông tin vệ tinh

Chất lượng của một tuyến thông tin vệ tinh phụ thuộc vào tỷ số tín hiệu (sóng mang) trên tạp âm (C/N) tại đầu vào bộ tách sóng máy thu.

- Công suất tại máy thu:

$$P_R = \frac{P_T \cdot G_T \cdot G_R}{L}$$

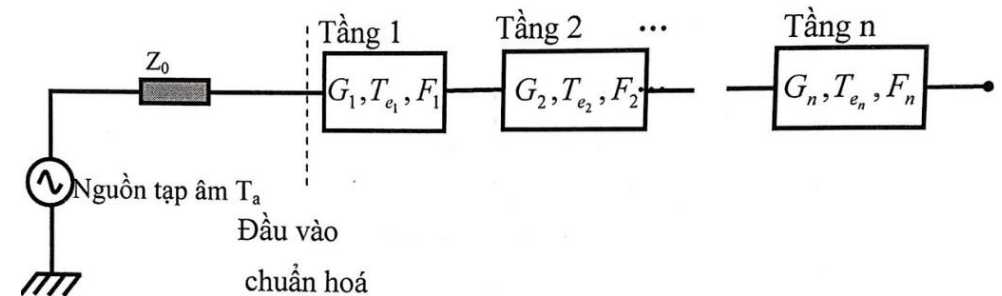
- Tạp âm nhiệt:

$$P_{Nout} = k \cdot G \cdot B \cdot (T_a + T_e) \rightarrow P_{Nout} = k \cdot G \cdot B \cdot T_{sys}$$

- Trong đó: T_{sys} là nhiệt độ tạp âm toàn bộ máy thu, T_a nhiệt độ tạp âm của anten thu, T_e là nhiệt độ tạp âm hiệu dụng đầu vào máy thu.

- Khi máy thu gồm N tầng mắc nối tiếp:

$$T_e = T_{e1} + \frac{T_{e2}}{G_1} + \dots + \frac{T_{en}}{G_1 G_2 \dots G_{n-1}}$$



Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Tính toán dự trữ tuyến thông tin vệ tinh

Ta có:

$$\left(\frac{C}{N}\right)dB = P_{EIRP}(dB) + \frac{G_R}{T_{sys}}(dB) - K(dB) - B(dB) - L(dB)$$

Trong đó:

- B là băng thông IF
- K là hằng số Boltzman: $K = 1,38.10^{-23} J / K$

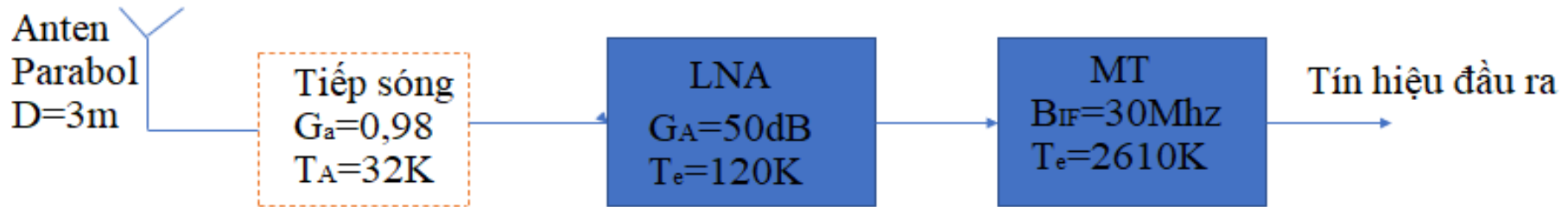


Chương 5: Thông tin vệ tinh

IV. Phân tích tuyến liên lạc trong thông tin vệ tinh

Tính toán dự trữ tuyến thông tin vệ tinh

Bài tập ví dụ: Xác định $(\frac{C}{N})_{dB}$ tại đầu vào mạch tách sóng thu khi biết công suất phát xạ đẳng hướng tương đương là 20dBw trên đường xuống 3Ghz tới một trạm mặt đất. Khoảng cách từ vệ tinh tới máy thu là 39449,5km. Sơ đồ khối của TVRO (Television Receive Only) để thu tín hiệu truyền hình từ vệ tinh như sau:



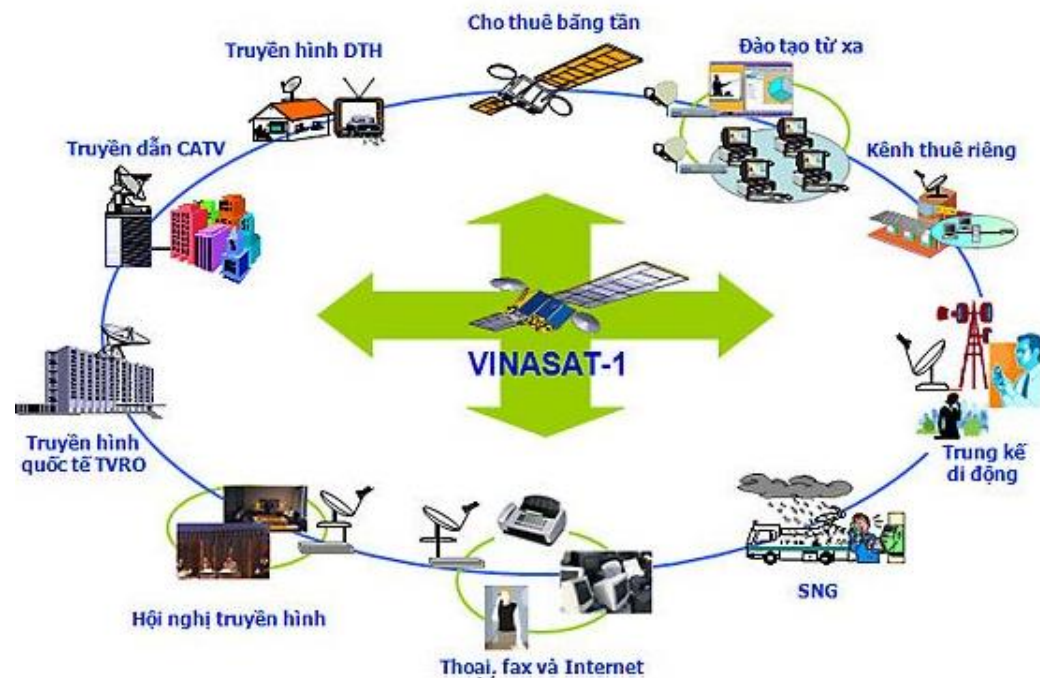
<u>Tóm tắt</u>	<u>giải</u>

Chương 5: Thông tin vệ tinh

V. Thông tin vệ tinh ở Việt Nam

❖Giới thiệu:

- Việt Nam là nước thứ 93 phóng vệ tinh nhân tạo và là nước thứ 6 tại Đông Nam Á.
- Trước 2008, nước ta có tất cả 6 trạm mặt đất vệ tinh đang hoạt động đều thuê kênh vệ tinh của nước ngoài: ASIASAT, THAICOM, MEASAT...
- Năm 2008, vinasat 1 là vệ tinh địa tĩnh đầu tiên của Việt Nam được phóng vào vũ trụ.
- Vệ tinh Vinasat 1 đã tiết kiệm cho đất nước 10 triệu USD mỗi năm tiền thuê kênh vệ tinh.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

V. Thông tin vệ tinh ở Việt Nam

Vinasat 1

- Các thông số kỹ thuật
 - Quỹ đạo vệ tinh: Địa tĩnh
 - Tọa độ vệ tinh: $132^{\circ}E$
 - Dung lượng: 20 bộ phát đáp
- Tần số công tác
 - Vinasat 1 làm việc ở băng tần C (6/4Khz) và băng tần Ku (14/11Khz).



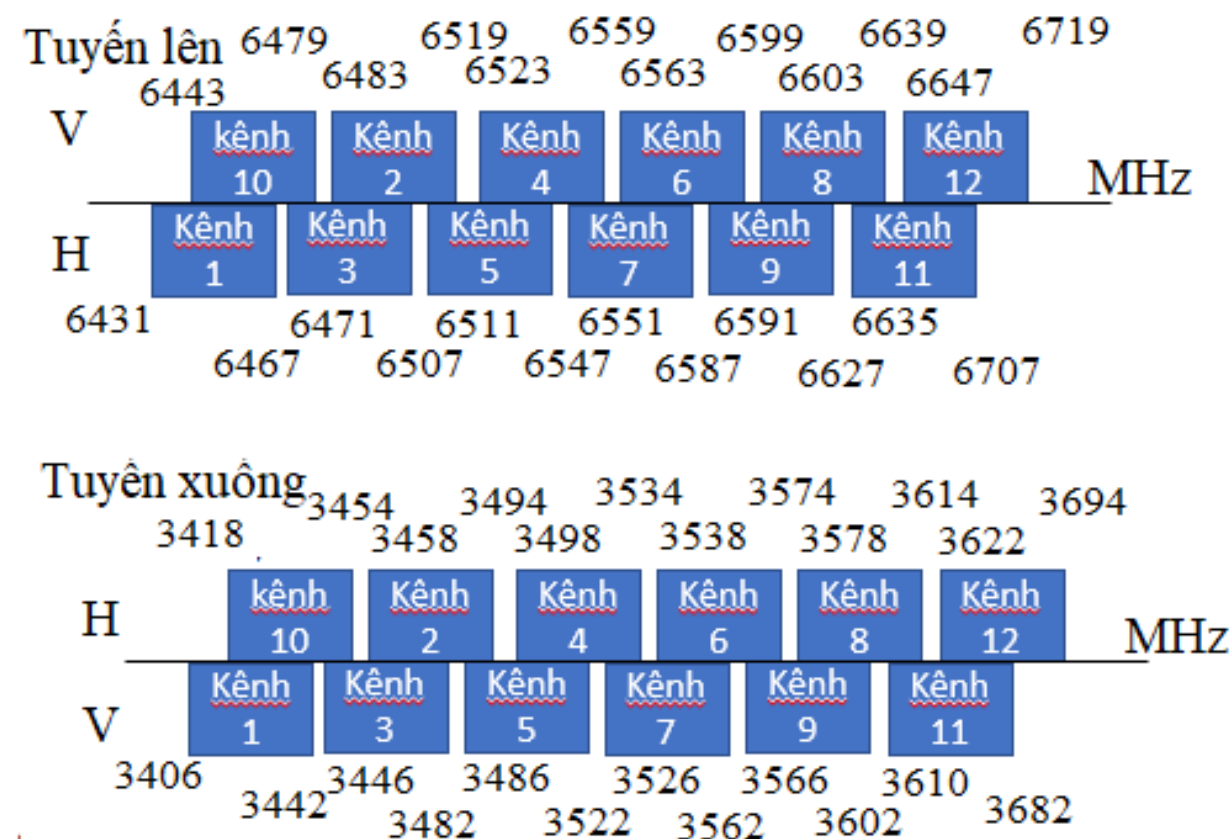
Chương 5: Thông tin vệ tinh

V. Thông tin vệ tinh ở Việt Nam

Bảng tần C:

- Số bộ phát đáp: 8 bộ (36Mhz/bộ)
- Đường lên:
 - + Dải tần Tx: 6.425-6.725 MHz
 - + Phân cực: Vertical, Horizontal
- Đường xuống:
 - + Dải tần Rx: 3.400-3.700 MHz
 - + Phân cực: Horizontal, Vertical

Vinasat 1



Chương 5: Thông tin vệ tinh

V. Thông tin vệ tinh ở Việt Nam

Vinasat 1

Bảng tần Ku:

- Số bộ phát đáp: 12
- Đường lên:
 - + Dải tần 13,750- 13,990Ghz
 - 14,255 – 14,495Ghz
 - + Phân cực: Vertical
- Đường xuống:
 - + Dải tần 10,950 – 11,200Ghz
 - 11,450 – 14,495Ghz
 - + Phân cực: Horizontal



Chương 5: Thông tin vệ tinh

V. Thông tin vệ tinh ở Việt Nam

Vinasat 2

- Vinasat 2 được phóng vào vũ trụ năm 2012.
- Các thông số kỹ thuật
 - Quỹ đạo vệ tinh: Địa tĩnh
 - Tọa độ vệ tinh: $131,8^{\circ}E$
 - Dung lượng: 30 bộ phát đáp (24 bộ khai thác thương mại, 6 bộ dự phòng)
- Tần số công tác
 - Vinasat 2 làm việc ở băng tần Ku (14/11Khz)
 - + Đường lên: Dải tần số 12,750 – 14,500 Ghz
 - Phân cực: Tuyến tính trực giao và phân cực ngang.
 - + Đường xuống: Dải tần số 10,700 – 11,700Ghz
 - Phân cực: Tuyến tính trực giao và phân cực đứng.



Chương 5: Thông tin vệ tinh

V. Thông tin vệ tinh ở Việt Nam

❖ Dịch vụ của vệ tinh

