

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

3T

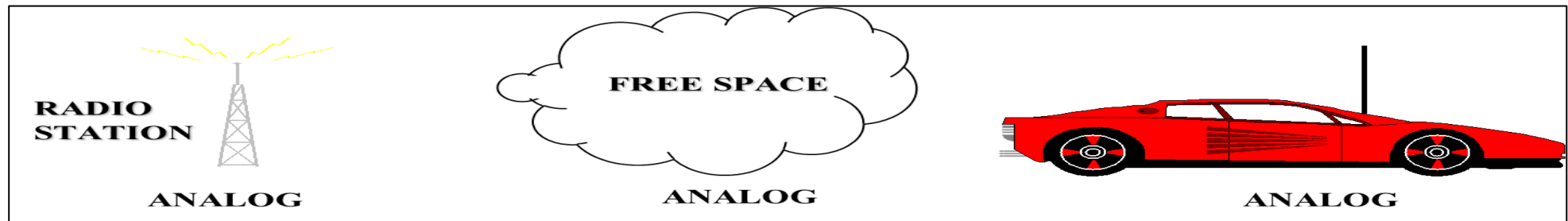
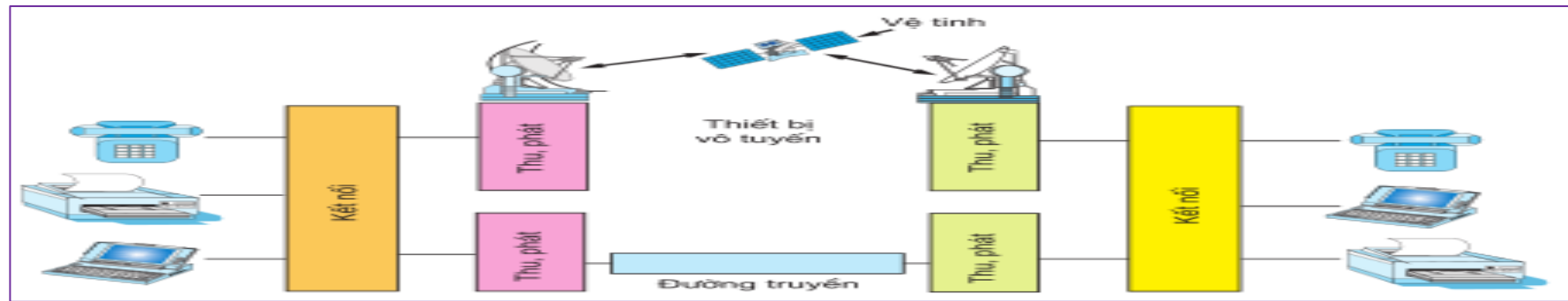
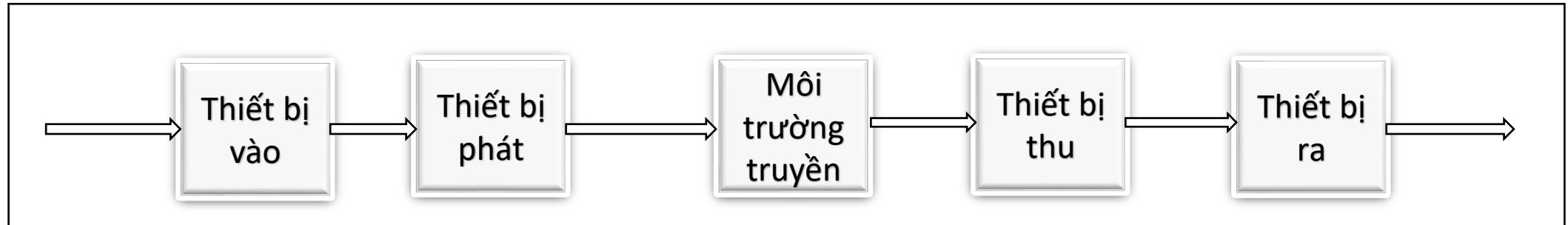
- 2.1 Khái niệm chung về môi trường truyền và tín hiệu
- 2.2 Ảnh hưởng của môi trường truyền tới việc truyền tín hiệu
- 2.3 Các khả năng của kênh truyền
- 2.4 Một số môi trường truyền tin cơ bản

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.1 Khái niệm chung

2.1.1 Môi trường truyền.

SƠ ĐỒ KHỐI TỔNG QUÁT MỘT HỆ THỐNG TRUYỀN TIN



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.1 Khái niệm chung

2.1.1 Môi trường truyền.

- Dữ liệu được truyền từ đầu phát tới đầu thu thông qua môi trường truyền tin.
- Có thể là hữu tuyến hoặc vô tuyến: Thông tin đều được thực hiện thông qua sự lan truyền của sóng điện từ.

+ Truyền hữu tuyến:

- Thông tin được truyền đi trong dòng điện, ánh sáng chạy trong dây dẫn
- Ví dụ: cáp đồng, cáp đồng trục, **sợi quang**..



+ Truyền vô tuyến:

- Truyền tin bằng sự bức xạ của sóng điện từ trong không gian
- Tín hiệu bị ảnh hưởng nhiều bởi các yếu tố bên ngoài.
- Ví dụ: Hệ thống vi ba số, Hệ thống radio, **hệ thống vệ tinh**,..

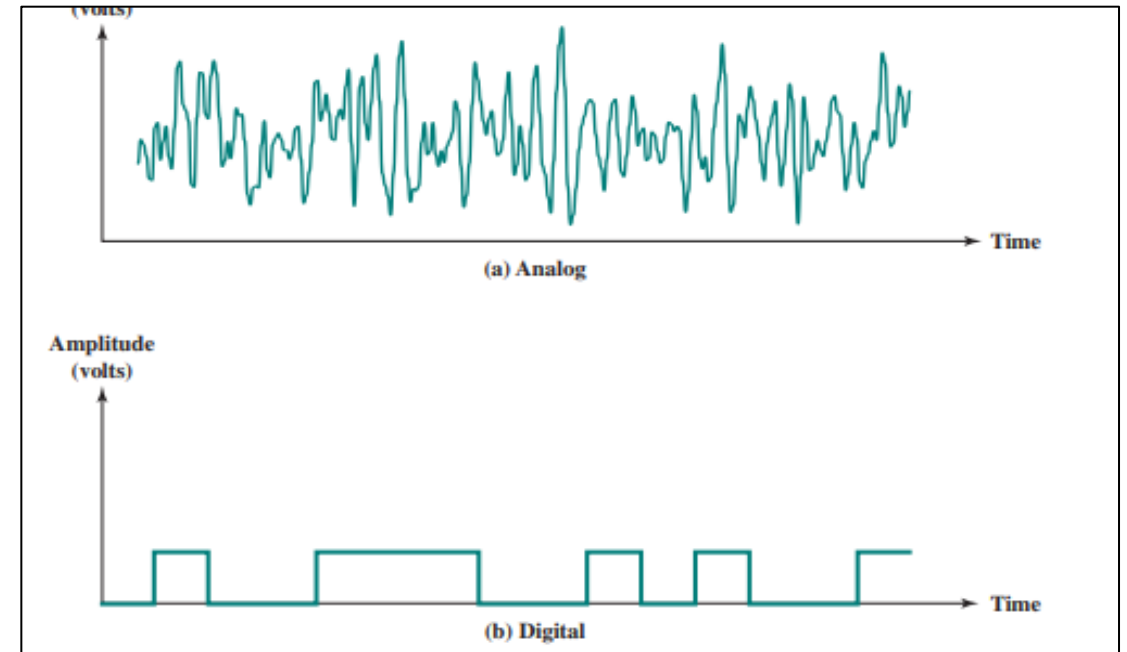
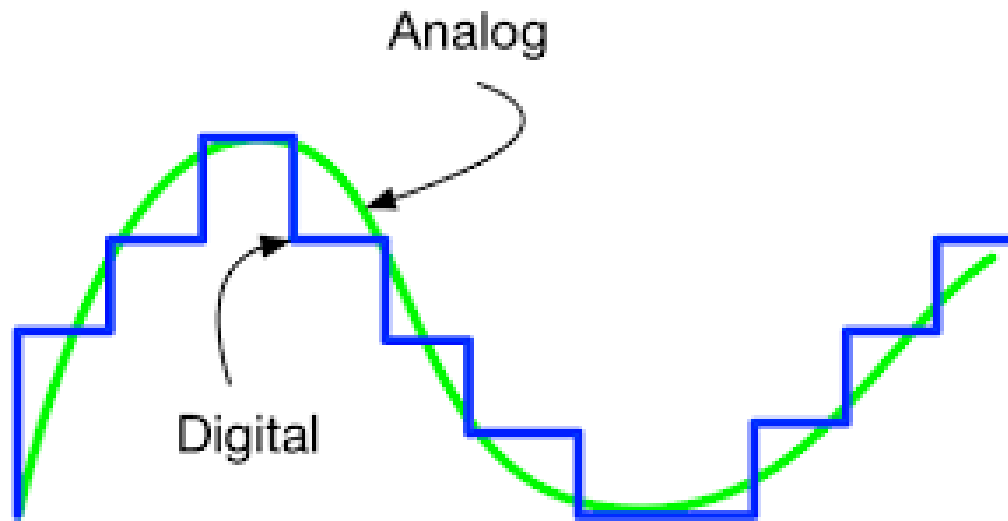


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.1 Khái niệm chung

2.1.2 Tín hiệu

- Tín hiệu được dùng để mang thông tin truyền từ thiết bị phát tới thiết bị thu thông qua môi trường truyền tin.
- Tín hiệu là đại lượng vật lý chứa đựng thông tin hay dữ liệu có thể truyền đi xa hay tách thông tin ra được.



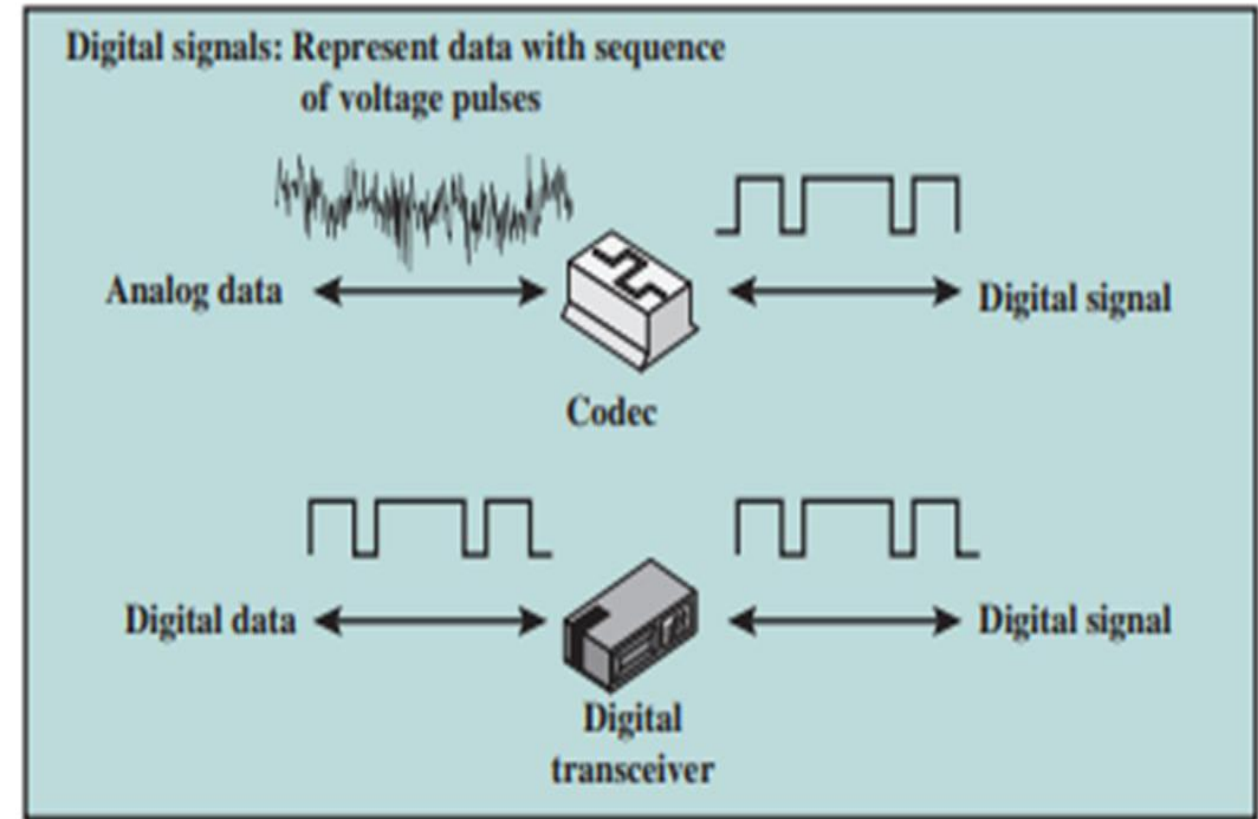
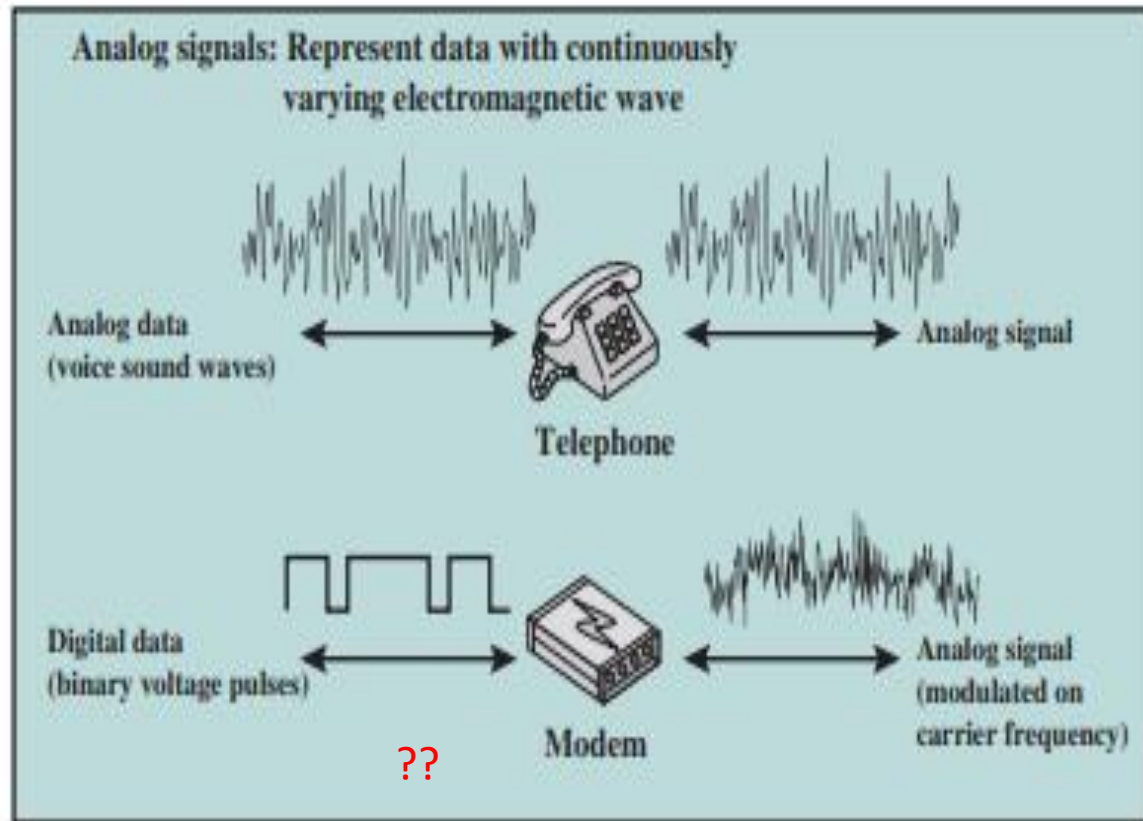
CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.1 Khái niệm chung

2.1.2 Tín hiệu

1. Analog - Analog

2. Digital - Analog



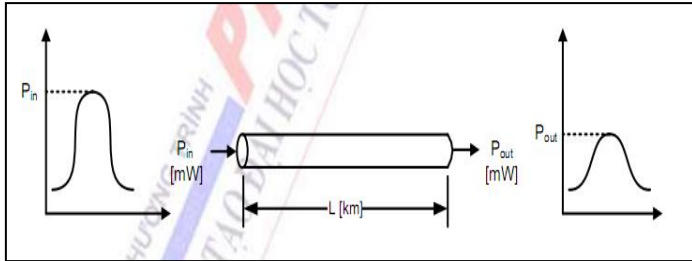
3. Analog - Digital

4. Digital - Digital

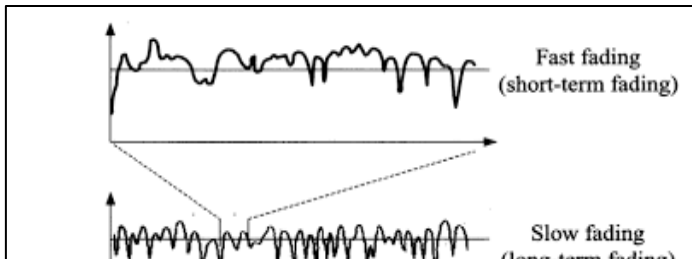
CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

1. Suy giảm tín hiệu



2. Méo do giữ chậm



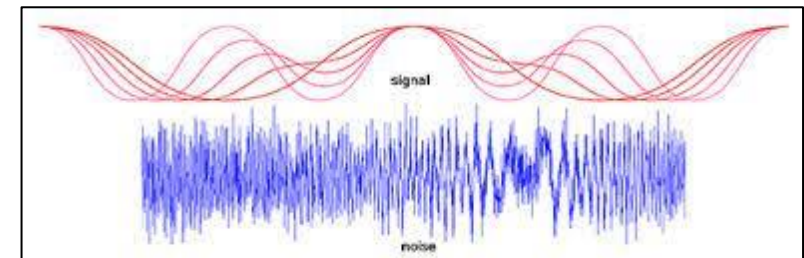
3. Băng thông (Bandwidth) bị giới hạn



Một số yếu tố ảnh hưởng đến đường truyền tín

???????

4. Nhiều tạp (noise)

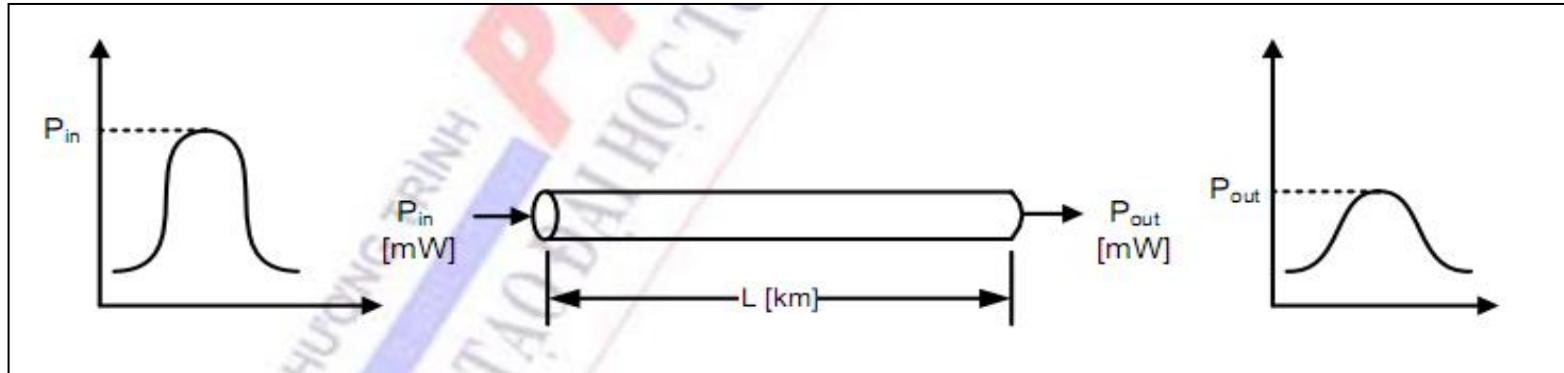


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.1 Suy hao (giảm) tín hiệu

Khái niệm: Suy hao là sự suy giảm về mặt năng lượng tín hiệu (**biên độ của tín hiệu giảm**) khi truyền tín hiệu trên đường truyền bất kỳ



Một số đặc trưng của sự suy giảm tín hiệu

- Suy giảm tín hiệu theo khoảng cách đường truyền
- Sự suy giảm tín hiệu là hàm tăng theo tần số.
- Sự suy giảm tín hiệu biểu diễn bởi hàm logarit (định tuyến)
- Sự suy giảm tín hiệu là hàm phức tạp (vô tuyến).

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.1 Suy hao (giảm) tín hiệu

Công thức tính suy hao:

Độ suy hao

$$(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_1}{P_2} = 20 \log_{10} \frac{U_1}{U_2}$$

Độ khuếch đại

$$(\text{dB}) = 10 \log_{10} \frac{P_2}{P_1} = 20 \log_{10} \frac{U_2}{U_1}$$

Trong đó:

$P_1(\text{w})$ Công suất tín hiệu phát đi.

$P_2(\text{w})$ Công suất tín hiệu thu được.

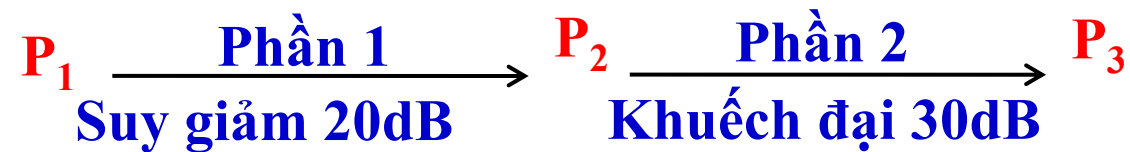
$U_1(\text{v})$ Điện áp tín hiệu phát đi.

$U_2(\text{v})$ Điện áp tín hiệu thu được.

Chú ý: Công thức tính theo dB chuyển đổi: $\text{dB} = 10 \log (\text{Power}/1\text{mW})$

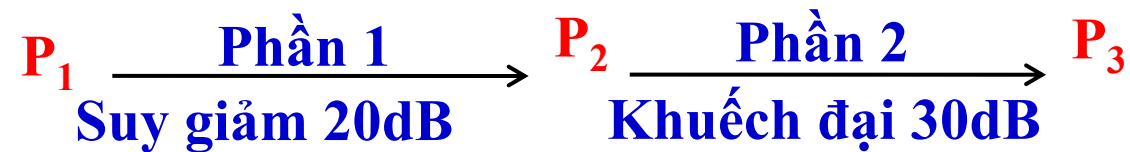
VÍ DỤ 2.1

Một kênh truyền giữa 2 trạm, được thiết lập từ 2 phần: Phần 1 có mức suy giảm 20dB, phần 2 khuếch đại 10dB
Giả sử mức năng lượng được truyền đi với công suất 400mW. Xác định công suất năng lượng đầu ra của kênh truyền.



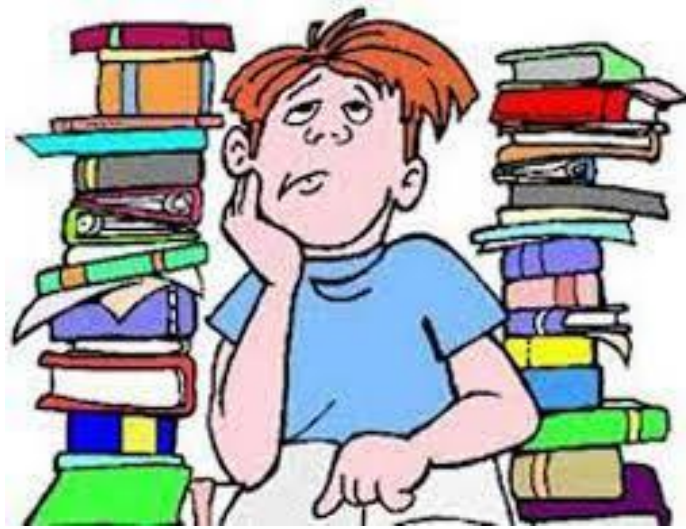
VÍ DỤ 2.1

Một kênh truyền giữa 2 trạm, được thiết lập từ 2 phần: Phần 1 có mức suy giảm 20dB, phần 2 khuếch đại 10dB
Giả sử mức năng lượng được truyền đi với công suất 400mW. Xác định công suất năng lượng đầu ra của kênh truyền.



BÀI TẬP VỀ NHÀ

BT 2.1. Một kênh truyền giữa 2 trạm, được thiết lập từ 3 phần: Phần 1 có mức suy giảm 30dB, phần 2 khuếch đại 50dB, phần 3 suy giảm 10dB. Giả sử mức năng lượng được truyền đi với công suất 200mW. Xác định công suất năng lượng đầu ra của kênh truyền (đơn vị theo dB).

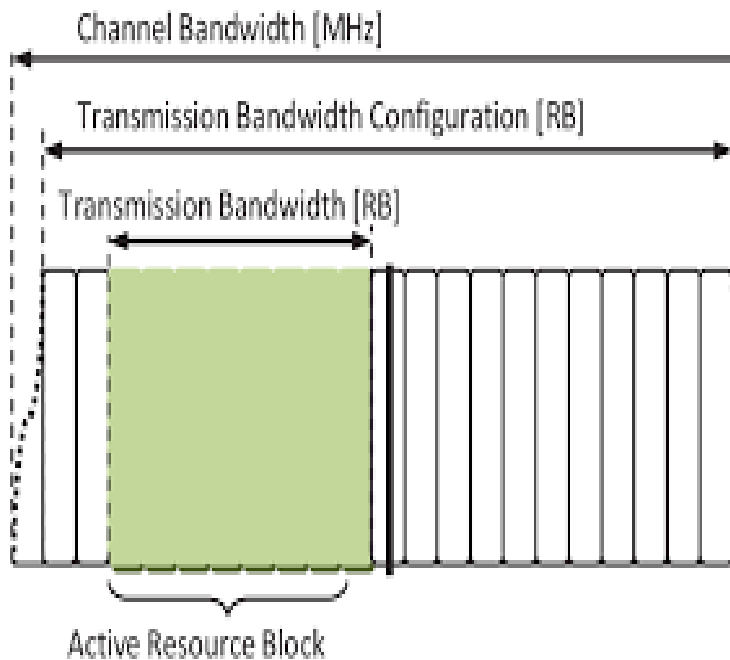


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

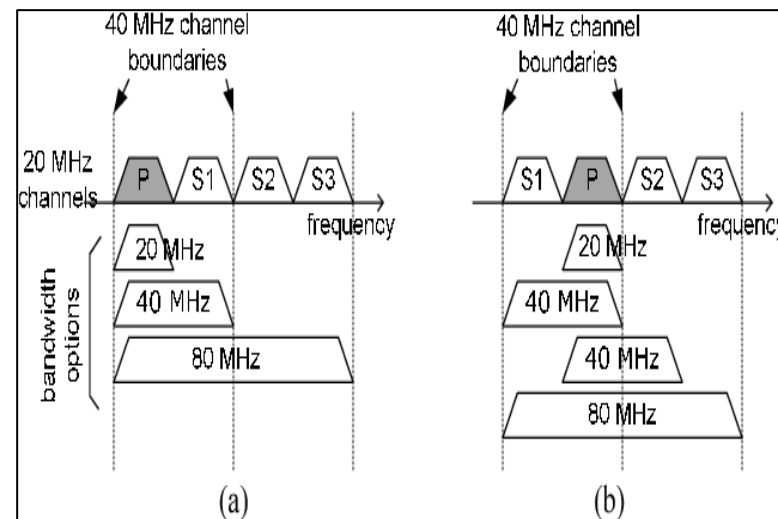
2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.2 Băng thông bị giới hạn (bandwidth)

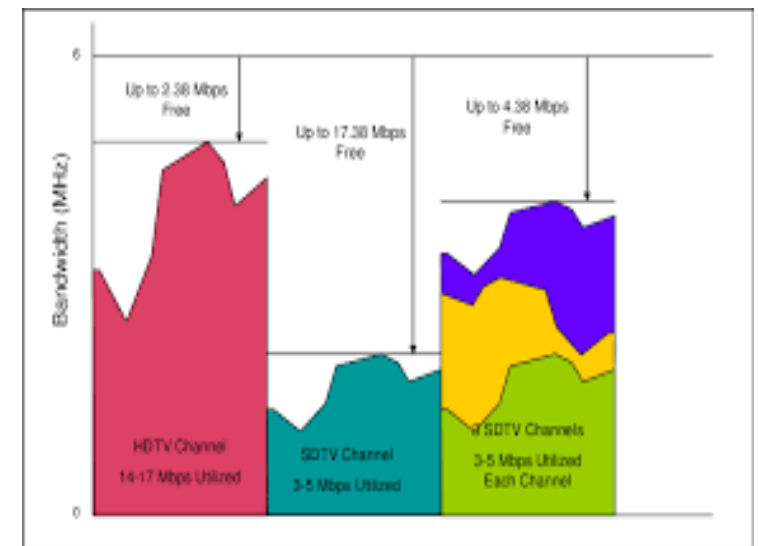
- Băng thông chỉ ra các thành phần tần số nào của tín hiệu sẽ được truyền qua kênh mà không bị suy giảm.
- Khi truyền dữ liệu qua kênh phải đánh giá ảnh hưởng của băng thông của kênh truyền đối với tín hiệu được truyền



LTE channel and bandwidth transmissions



IEEE 802.11ac: Dynamic Bandwidth Channel Access



Typical DTV Channel Bandwidth Allocations.

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

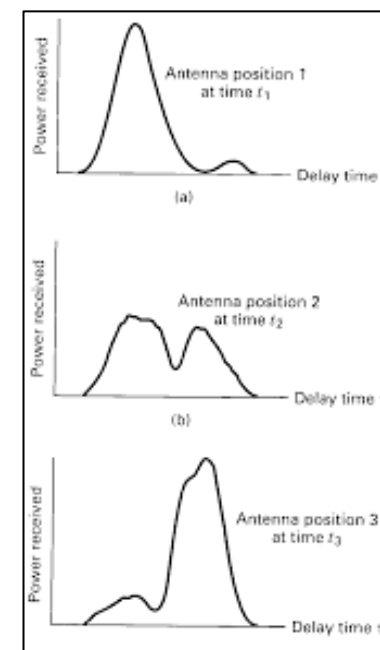
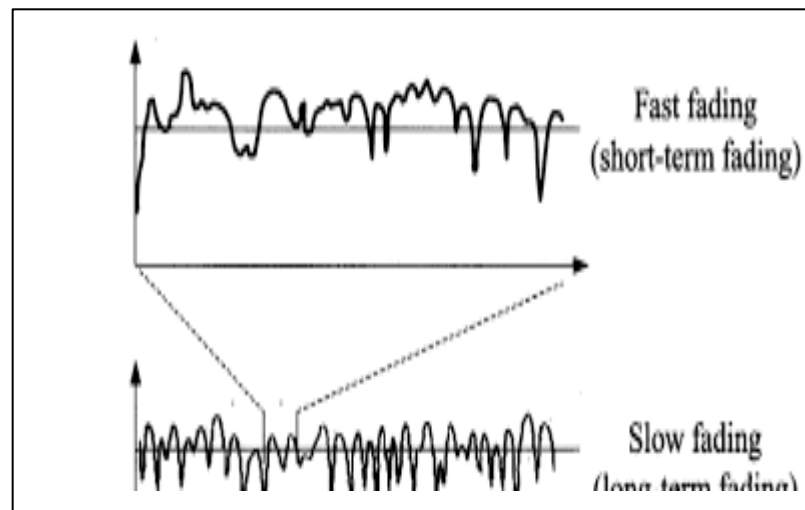
2.2.3 Méo do giữ chậm

- Méo tín hiệu phát sinh do sai lệch giữa đặc tính biên độ-tần số và/hoặc đặc tính pha-tần (hay đặc tính giữ chậm) của hàm truyền tổng cộng của hệ thống so với đặc tính được thiết kế nhằm triệt tiêu ISI trong quá trình truyền dẫn tín hiệu số
- Méo là do tốc độ truyền của tín hiệu qua đường truyền bị biến đổi theo tần số.
- Khi tần số thay đổi, tốc độ truyền mỗi tín hiệu thay đổi, khoảng thời gian tồn tại tín hiệu ở bên thu là khác nhau, có thể chồng lấn lên nhau làm méo dạng tín hiệu.
- Nguy hại đối với tín hiệu số.

- Nguyên nhân gây méo:

+ Do đặc tính không hoàn hảo của bộ lọc

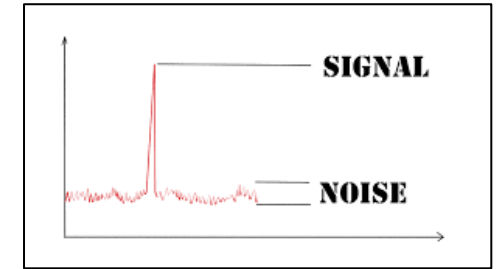
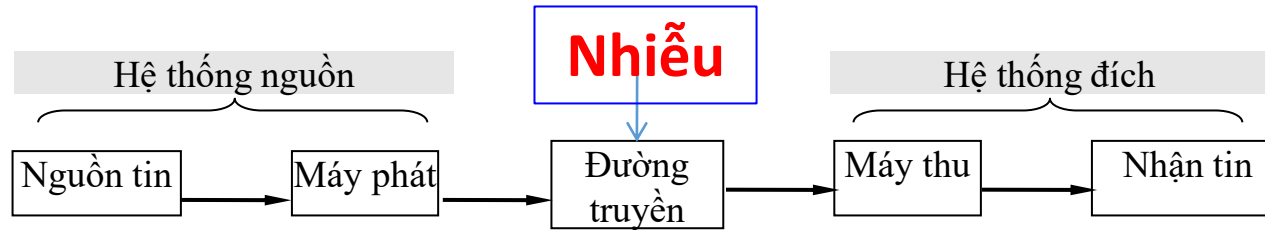
+ Do môi trường truyền, cụ thể như môi trường vô tuyến thì do **Fading**



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiễu (Noise)



- Là tín hiệu ngẫu nhiên không mong muốn tác động vào tín hiệu.
- Tác động nhiễu vào tín hiệu:

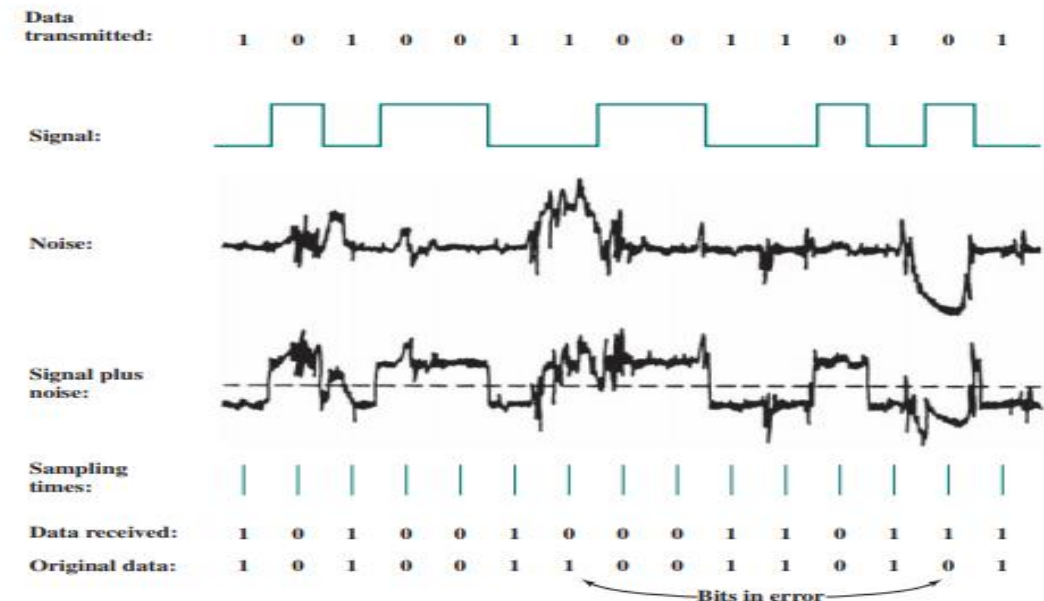
Nhiều cộng: với kênh truyền có đặc tính không đổi $y(t) = x(t) + n(t)$

Nhiều nhân: với kênh truyền có đặc tính thay đổi theo thời gian $y(t) = x(t).n(t)$

VÍ DỤ: Giả sử S là công suất tín hiệu phát đi, N là công suất nhiễu.

Phía thu sẽ thu được công suất: $R = S + N$

- Nếu $S < N$ tín hiệu thu bị sai.
- Nếu $S \gg N$ tín hiệu thu được là tốt.



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiễu (Noise)

**1. Tạp âm nhiệt (nhiều
nhiệt/nhiều trắng
(White Gaussian Noise)**

**2.Tạp âm điều chế
(Modulated noise)**

**3.Nhiều xuyên âm
(Intersymbol Interference)
ISI**

**4.Nhiều xuyên kênh
(Interchannel Interference)
ICI**

**7. Nhiễu xung
(Pulse noise)**

**6.Nhiều đa truy nhập
(Multiple access
Interfrence)**

**5.Nhiều đồng kênh
(Cochannel Interference)**

**PHÂN LOẠI
NHIỄU**

```
graph TD; A((PHÂN LOẠI NHIỄU)) --> B[1. Tạp âm nhiệt (nhiều nhiệt/nhiều trắng (White Gaussian Noise))]; A --> C[2.Tạp âm điều chế (Modulated noise)]; A --> D[3.Nhiều xuyên âm (Intersymbol Interference) ISI]; A --> E[4.Nhiều xuyên kênh (Interchannel Interference) ICI]; A --> F[5.Nhiều đồng kênh (Cochannel Interference)]; A --> G[6.Nhiều đa truy nhập (Multiple access Interfrence)]; A --> H[7. Nhiễu xung (Pulse noise)];
```

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiễu (Noise)

Tạp âm nhiệt (nhiều nhiệt)

- Do sự chuyển động nhiệt của Electron trong vật liệu bán dẫn
- Là hàm của nhiệt độ.
- Phân tán đồng nhất trên phổ tần.
- Qui luật phân bố xác suất của nhiễu nhiệt tuân theo hàm phân bố Gaussian

$$y = \frac{1}{\sigma \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{x^2}{\sigma^2}}$$

❖ **Tạp âm nhiệt trong dải băng 1 Hz được tính:**

$$N_0 = K.T$$

Trong đó: N_0 là mật độ công suất tạp âm [Watt.Hertz]

K là hằng số Boltzman, $K = 1,38 \times 10^{-23} \text{ J/}^0\text{K}$

T là nhiệt độ Kelvin

❖ **Tạp âm nhiệt không phụ thuộc vào tần số, nên tạp âm nhiệt trong toàn dải băng W (Hz) sẽ là:**

$$N = K.T.W \text{ [w.Hz]}$$

VÍ DỤ 2.2

Một kênh truyền có băng thông $W = 3000(\text{Hz})$, nhiệt độ $T = 17^{\circ}\text{C}$. Hãy tính mật độ công suất tạp âm nhiệt trong 1 Hz và mật độ công suất tạp âm nhiệt trên toàn bộ kênh truyền.

$$K = {}^{\circ}\text{C} + 273$$

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

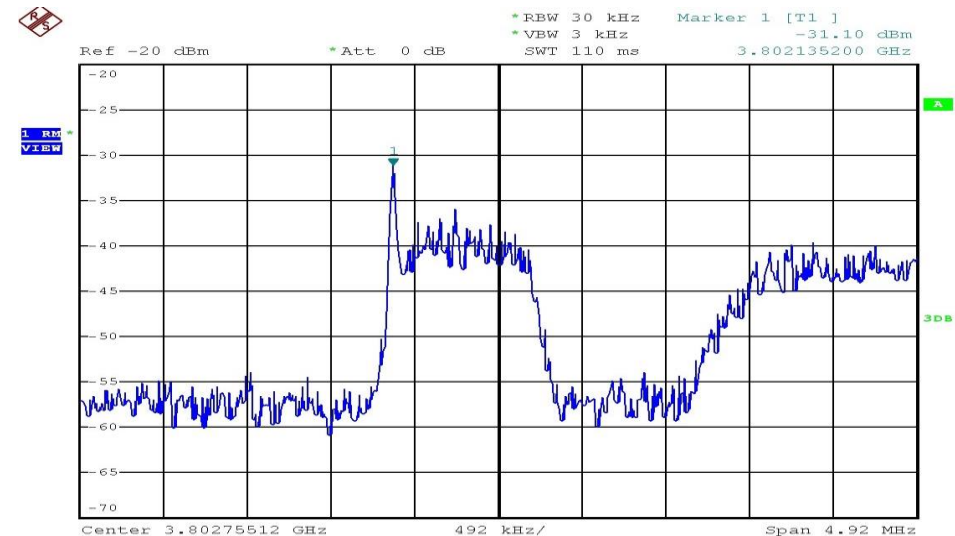
2.2.4 Nhiễu (Noise)

Tạp âm điều chế

- Do các tín hiệu có tần số khác nhau truyền trên 1 kênh truyền.
- Giả sử 2 tín hiệu có tần số là f_1 và f_2 truyền trên cùng kênh truyền thì sinh ra nhiễu điều chế có tần số là $f = nf_1 \pm mf_2$ (m, n nguyên).



Nhiễu xuyên điều chế khi điều chế tương tự



Điều chế số

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiễu (Noise)

Nhiễu xuyên âm (Intersymbol Interference)- ISI

- Sinh ra do sự ghép nối không mong muốn giữa các đường tín hiệu khác nhau.
- Tín hiệu thu được bị trải rộng ra trên miền thời gian và gây nhiễu lẫn nhau đối với các symbol (ký hiệu) được truyền kế tiếp nhau hay còn gọi là nhiễu ISI.

+ Do độ không chính xác của tín hiệu định thời.

+ Do độ rộng băng tần bị hạn chế.

+ Do méo biên độ

+ Do méo pha

Nguyên nhân:

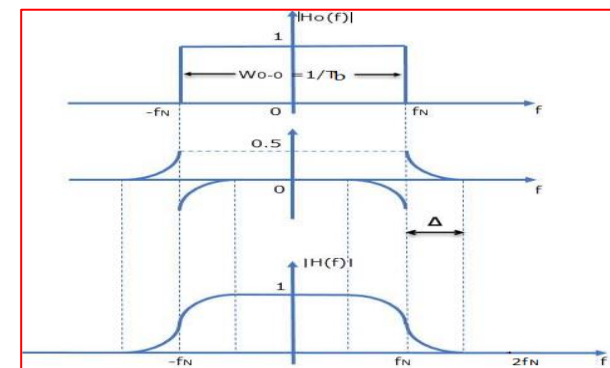
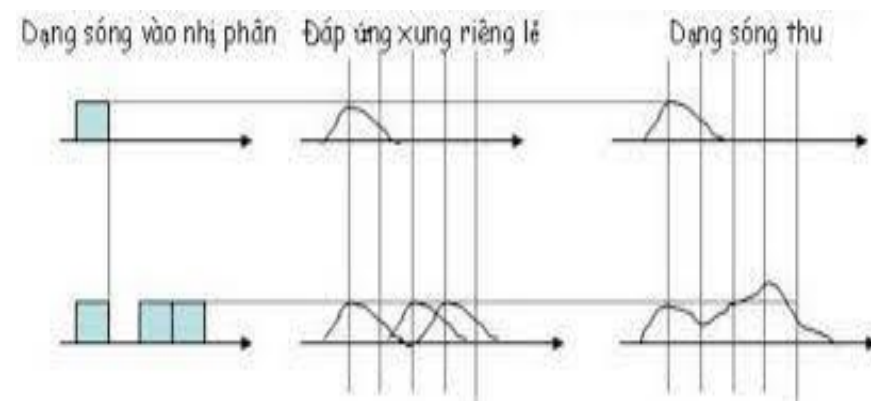
+ Tín hiệu thu bị méo rất lớn và tin tức có thể bị nhận sai do bộ quyết định sai do vượt ngưỡng quyết định .

Hậu quả:

+ Bộ lọc kênh Nyquist 1 (bộ lọc ngang ép không)

+ Bộ lọc cosin nâng

Khắc phục:



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiễu (Noise)

Nhiều xuyên kênh (Interchannel Interference) ICI

- Nhiều xuyên kênh gây ra do các thiết bị phát trên các kênh liên nhau
- Nguyên nhân: Nhiều liên kênh thường xảy ra do tín hiệu truyền trên kênh vô tuyến bị dịch tần gây can nhiễu sang các kênh kề nó.
- Khắc phục: Để loại bỏ nhiễu xuyên kênh người ta phải có **khoảng bảo vệ** (guard band) giữa các dải tần.

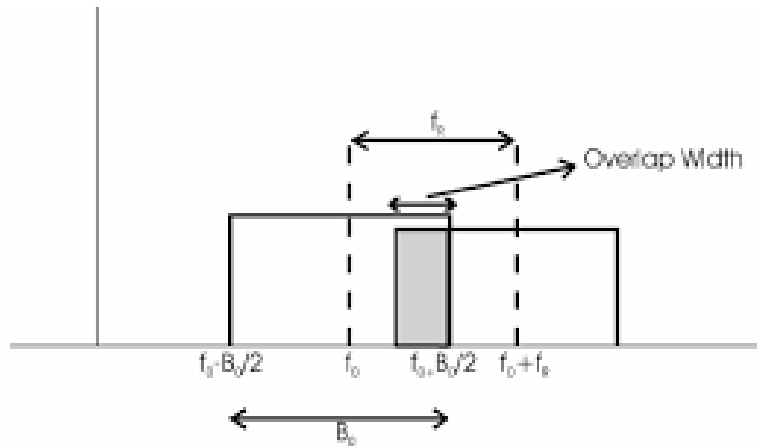
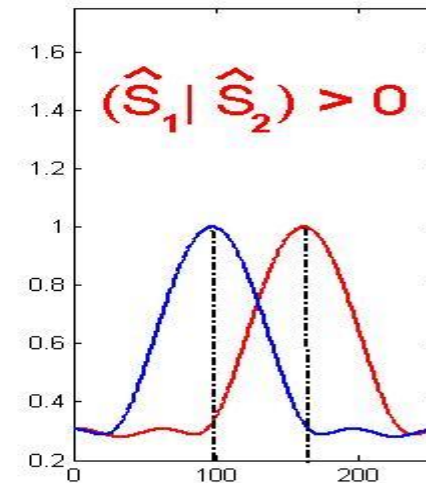
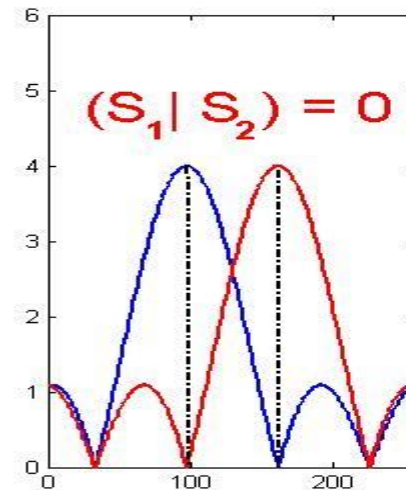


Illustration of interchannel interference.



Nhiều xuyên kênh giữa hai sóng mang kề nhau

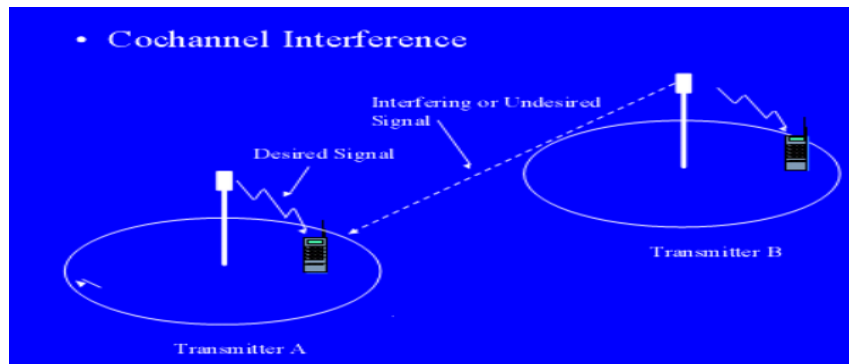
CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

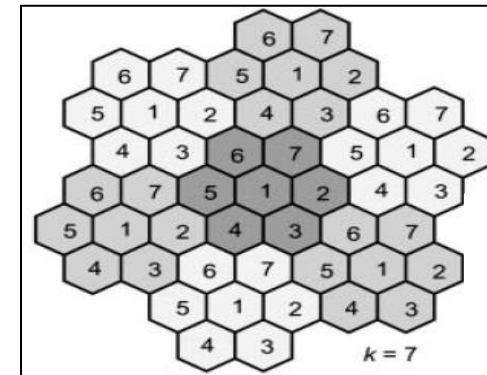
2.2.4 Nhiễu (Noise)

Nhiều đồng kênh (Co-Channel Interference)

- Nhiều đồng kênh xảy ra khi cả hai máy phát trên cùng một tần số hoặc trên cùng một kênh
- Đặc trưng cho loại nhiễu này là tỉ số sóng mang trên nhiễu (C/I). Tỉ số này được định nghĩa là cường độ tín hiệu mong muốn trên cường độ tín hiệu nhiễu sau lọc cao tần
- Nhiều đồng kênh thường gặp trong hệ thống thông tin số cellular, trong đó để tăng hiệu suất sử dụng phổ bằng cách sử dụng lại tần số. Như vậy có thể coi nhiễu đồng kênh trong hệ thống cellular là nhiễu gây nên do các cell sử dụng cùng 1 kênh tần số.



Hai cell phát cùng một tần số

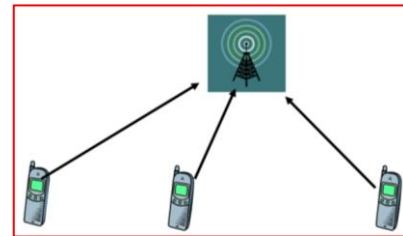


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiều (Noise)

Nhiều đa truy nhập (Multiple access Interference)



Nhiều đa truy nhập là nhiễu do các tín hiệu của các user giao thoa với nhau, là yếu tố ảnh hưởng trực tiếp đến dung lượng của hệ thống

TDMA (Time Division Multiple Access)

- Sự giao thoa các tín hiệu ở khe thời gian này với khe thời gian khác do sự không hoàn toàn đồng bộ gây ra
- Có khoảng bảo vệ (guard time) để giảm xác suất người dùng bị giao thoa nhưng cũng đồng thời làm giảm hiệu suất sử dụng phổ

FDMA (Frequency Division Multiple Access)

- Các hiệu ứng Doppler làm dịch phổ tần số dẫn đến có sự giao thoa giữa các dải tần con
- Guard band để giảm xác suất giao thoa giữa các kênh kề nhau => giảm hiệu suất sử dụng phổ

CDMA (Code Division Multiple Access)

- Sử dụng tính trực giao của mã nên hầu như không có nhiễu giữa các user.

DS-CDMA (Direct Sequence Code Division Multiplexing Access)-Đa truy nhập phân chia theo mã chuỗi trực tiếp

- Việc trải phổ dòng dữ liệu bằng cách sử dụng một mã trải phổ được ấn định cho mỗi người sử dụng trong miền thời gian

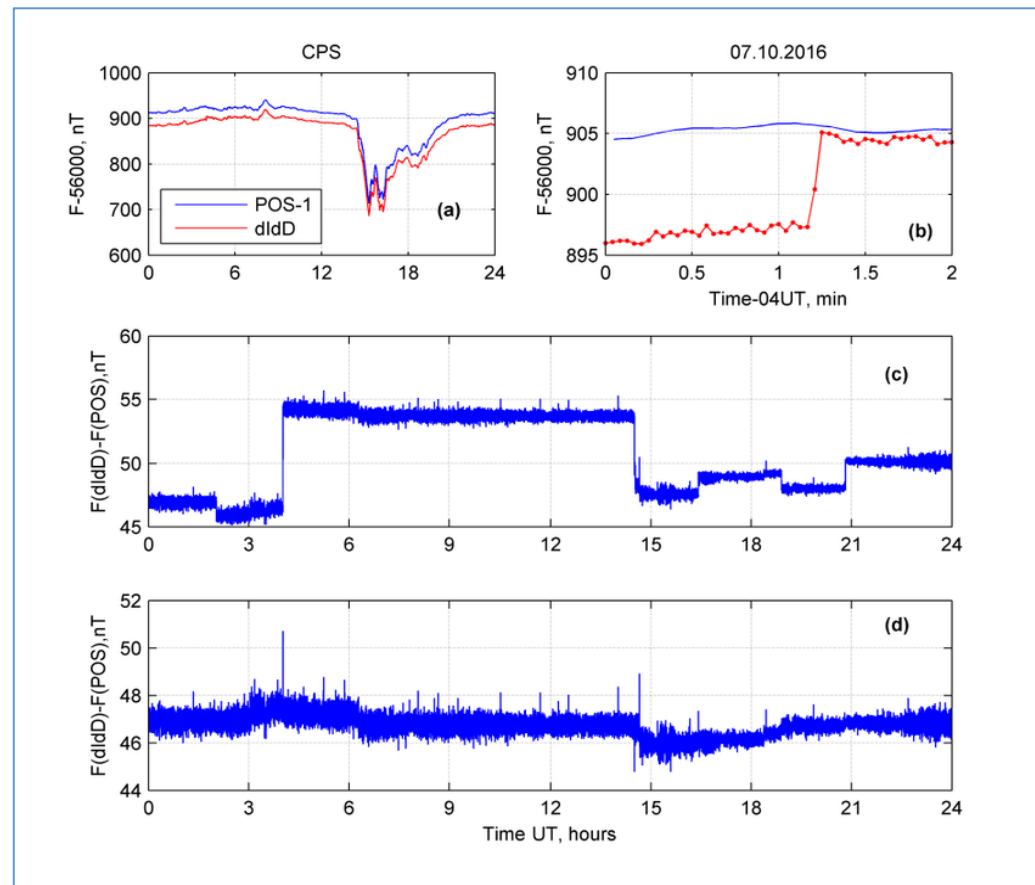
CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.2 Những ảnh hưởng của đường truyền đối với truyền tín hiệu

2.2.4 Nhiễu (Noise)

Nhiều xung (Pulse noise)

- Gây ra trong khoảng thời gian ngắn, cường độ cao.
- Không thể dự đoán được, biên độ nhiễu biến động.
- **Nguyên nhân:** do tác nhân bên ngoài như nguồn điện năng, các thiết bị điện gây ra các xung bất thường.
- **Hậu quả:**
 - + Ảnh hưởng ít đến truyền tín hiệu tương tự.
 - + Nguyên nhân chính gây ra lỗi bit (hệ số BER) trong truyền tín hiệu số.



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.1 Tốc độ bit R_b (R)

Là số bit được truyền trong một giây (bps-bit per second)

Ví dụ: Tốc độ truyền dữ liệu qua kênh truyền là 1kpbs, tức là trong 1s truyền được 1000 bits:

$$R_b = 1000 \text{ bit/s}$$

2.3.2 Tốc độ Baud

Là số đơn vị tín hiệu truyền trong một giây (Baud/s)

$$R_{\text{baud}} = R_{\text{bit}} / n$$

Ví dụ: Tính tốc độ Baud khi truyền các ký tự được mã hóa 8 bits với tốc độ truyền tin là 64kb/s:

$$R_{\text{baud}} = 64000/8 = 8000 \text{ baud/s}$$

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.3 *SNR* (Signal Noise Ratio)

Tỷ số tín hiệu trên nhiễu (tạp âm) tại đầu thu đối với *hệ thống tương tự*

$$SNR = 10 \log_{10} \frac{S}{N} (dB)$$

Chú ý:

- S/N không có đơn vị
- SNR đơn vị dB

SNR >> thì S>N

2.3.4 *BER* (Bit Error Rate)

Tỉ số lỗi bit bằng tổng số bit bị lỗi trên tổng số bit được truyền đi đối với *hệ thống số*.

$$BER = \frac{\text{Số bit lỗi}}{\text{Số bit truyền đi}} \%$$

BER <<

BER - Vệ tinh 10^{-9}

BER - Thông tin quang 10^{-11}

????

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.5 Băng thông (Hz)

- Băng thông kênh truyền B_c : dải tần số mà kênh truyền đáp ứng được.
- Băng thông của tín hiệu (tuyệt đối) B_s : hiệu số giữa tần số cao nhất và tần số thấp nhất chứa trong tín hiệu.

Trong đó:

B_c : độ rộng băng kênh truyền

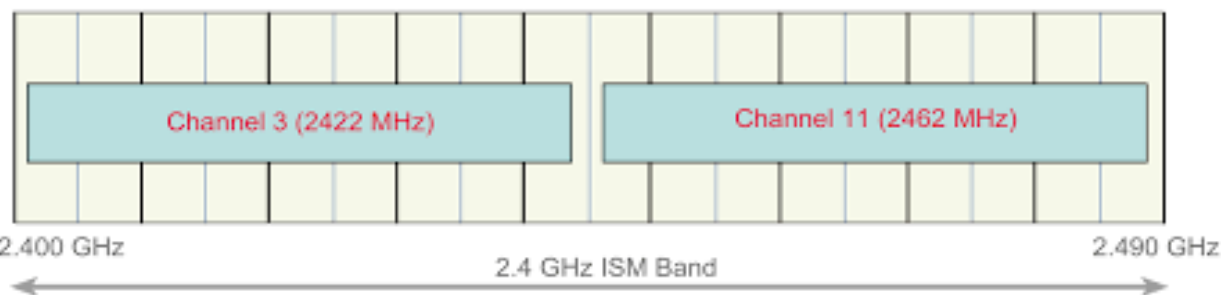
B_s : độ rộng băng tín hiệu

VÍ DỤ:

ĐỐI VỚI TIẾNG NÓI: 300 Hz - 3400 Hz

KÊNH TRUYỀN TIẾNG NÓI CẦN MỘT BĂNG

THÔNG **TỐI THIỂU** LÀ: 3400 Hz - 300 Hz = 3100 Hz



IEEE 802.11n 2,4 GHz Wi-Fi 40 MHz các kênh, tần số và số kênh.

Thông lượng (throughput): lượng thông tin cực đại có thể được truyền khi truyền qua kênh truyền

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.6 Công thức băng thông Nyquist

Xét trong môi trường truyền lý tưởng:

- Tốc độ truyền tin cực đại bị giới hạn bởi băng thông của kênh truyền.
- Giả sử trong môi trường truyền không có nhiễu

$$C = 2.W.\log_2 M \text{ (bps)}$$

Trong đó: C: Tốc độ kênh truyền cực đại (bps)

W (B): Băng thông của kênh truyền (Hz)

M: Số mức thay đổi của tín hiệu hay số bit một lần phải truyền.

VÍ DỤ 2.3

Một kênh truyền có băng thông 3100 Hz dùng tín hiệu sóng để truyền mỗi đơn vị truyền 1 lần là 4 bits dữ liệu. Tính công suất kênh truyền ? Cũng câu hỏi trên nếu mỗi lần truyền được 8 bits dữ liệu thì tốc độ của kênh truyền trên là gì ?

GIẢI

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.7 Công thức Shannon – Hartley

Xét trong môi trường **truyền thực tế**:

- Tốc độ cực đại của kênh truyền trong trường hợp kênh truyền có nhiễu.

$$C = W \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right) \text{ (bps)}$$

Trong đó: C là tốc độ kênh truyền cực đại (bps) khi kênh truyền có nhiễu.

W (B): Băng thông của kênh truyền (Hz)

S/N là tỷ số tín hiệu trên tạp âm (gọi là hệ số Shannon)

VÍ DỤ 2.4

$$y = \log_2 x \rightarrow x = 2^y$$

Cho kênh truyền thông sóng có công suất 20Mbps. Băng thông kênh truyền là 2.5 Mhz. Hỏi hệ số S/N và SNR_{dB}

GIẢI

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

Quan hệ giữa công thức Nyquist và công thức Shannon – Hartley

Xét một ví dụ về điều chế Nyquist and shannon. Giả sử rằng phổ của một kênh nằm trong khoảng từ 3 Mhz đến 4Mhz và $SNR_{dB} = 24dB$.

1. Tìm tốc độ truyền tin cực đại bị giới hạn bởi băng thông của kênh truyền (C).
2. Số bits một lần phải truyền là bao nhiêu (M)

GIẢI

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.8 Nhiều

- Đo mức trung bình của nhiễu trên đường truyền.
- Để đánh giá ảnh hưởng của nhiễu người ta dùng tỷ số:

$$\frac{E_b}{N_0}$$

Trong đó: E_b Năng lượng tín hiệu trên 1 bit, N_0 Mật độ công suất tạp âm trên 1 Hz.

$$E_b = ST_b = S/R \text{ và } N_0 = KT$$

Trong đó: S công suất tín hiệu.

T_b thời gian truyền 1 bit (bằng $1/R$)

R tốc độ dữ liệu: $R = 1/T_b$

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.3 Các khả năng của kênh truyền

2.3.8 Nhiều

Thay E_b và N_0 ta có:
$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{KTR}$$

Tính theo dB:
$$\frac{E_b}{N_0} (dB) = 10 \log_{10} S - 10 \log_{10} (KTR)$$

Mặt khác: $N = N_0 \cdot W = KT \cdot W \text{ (w/Hz)} \rightarrow N_0 = \frac{N}{W}$

$$\frac{E_b}{N_0} = \frac{S}{N} \cdot \frac{W}{R}$$

Tính theo dB:
$$\frac{E_b}{N_0} (dB) = 10 \log_{10} \frac{S}{N} + 10 \log_{10} \frac{W}{R} = SNR + 10 \log_{10} \frac{W}{R}$$

Trong đó:
W: Băng thông kênh truyền
R: tốc độ dữ liệu.

BÀI TẬP VỀ NHÀ

BT 2.2. Một kênh truyền băng gốc 10 kHz được sử dụng trong hệ thống truyền dẫn số. Các xung lý tưởng được truyền đi ở tốc độ Nyquist và các xung này có 16 mức. Hãy xác định tốc độ bit của hệ thống?

BT 2.3 Giả sử rằng mạng điện thoại chuyển mạch công cộng (PSTN) có băng thông 3000 Hz của kênh truyền và giả sử rằng tỉ số $\text{SNR}=20$ dB. Xác định tốc độ thông tin có thể đạt được tối đa tính theo lý thuyết bằng bao nhiêu?

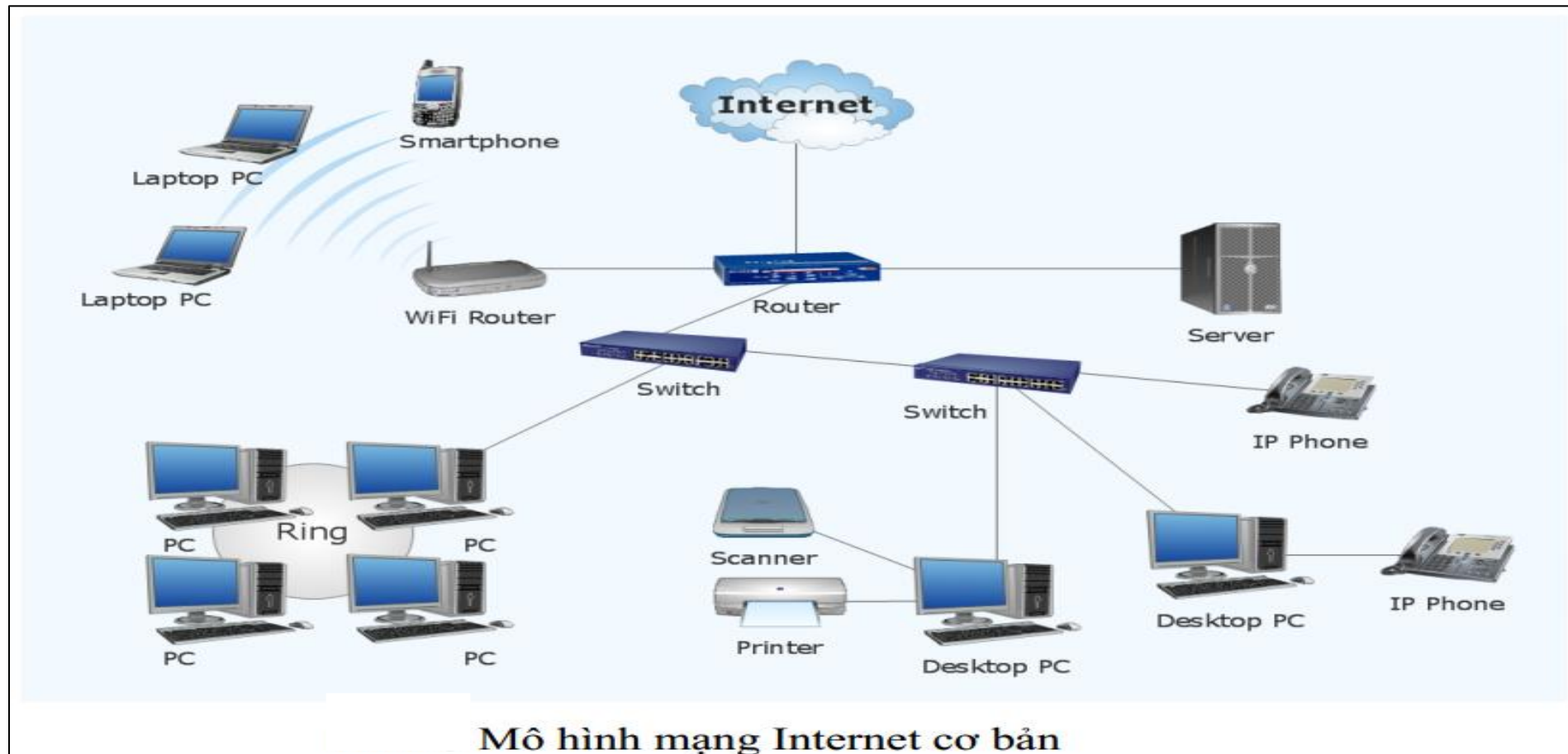
BT2.4. Cho kênh truyền với các thông số sau: băng thông 1500Hz, nhiễu trung bình tại máy thu là 15dB. Tính tốc độ dữ liệu khi $E_b/N_0 = 25\text{dB}$.

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.1 Giới thiệu

là các phương tiện vật lý cho phép truyền tải tín hiệu giữa các thiết bị phát và thiết bị thu trong hệ thống truyền dữ liệu



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

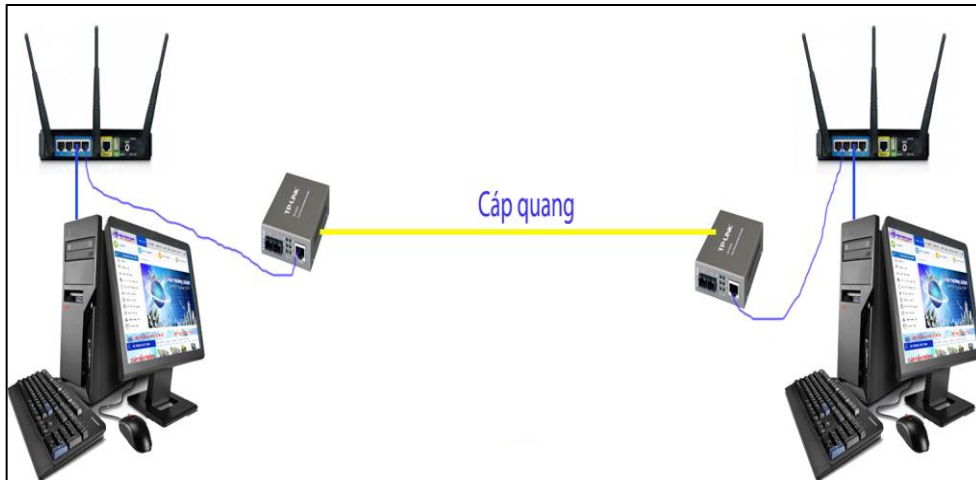
2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.1 Giới thiệu

PHÂN LOẠI

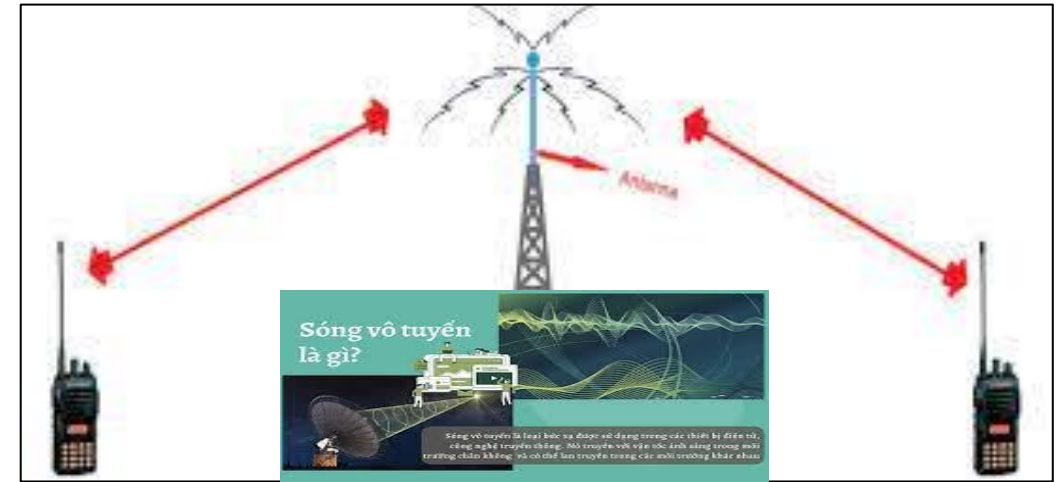
HỮU TUYẾN

- Cáp xoắn đôi
- Cáp đồng trục
- Cáp quang



VÔ TUYẾN

- Sóng vi ba (mặt đất, vệ tinh)
- Sóng vô tuyến (Radio)



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.1 Giới thiệu

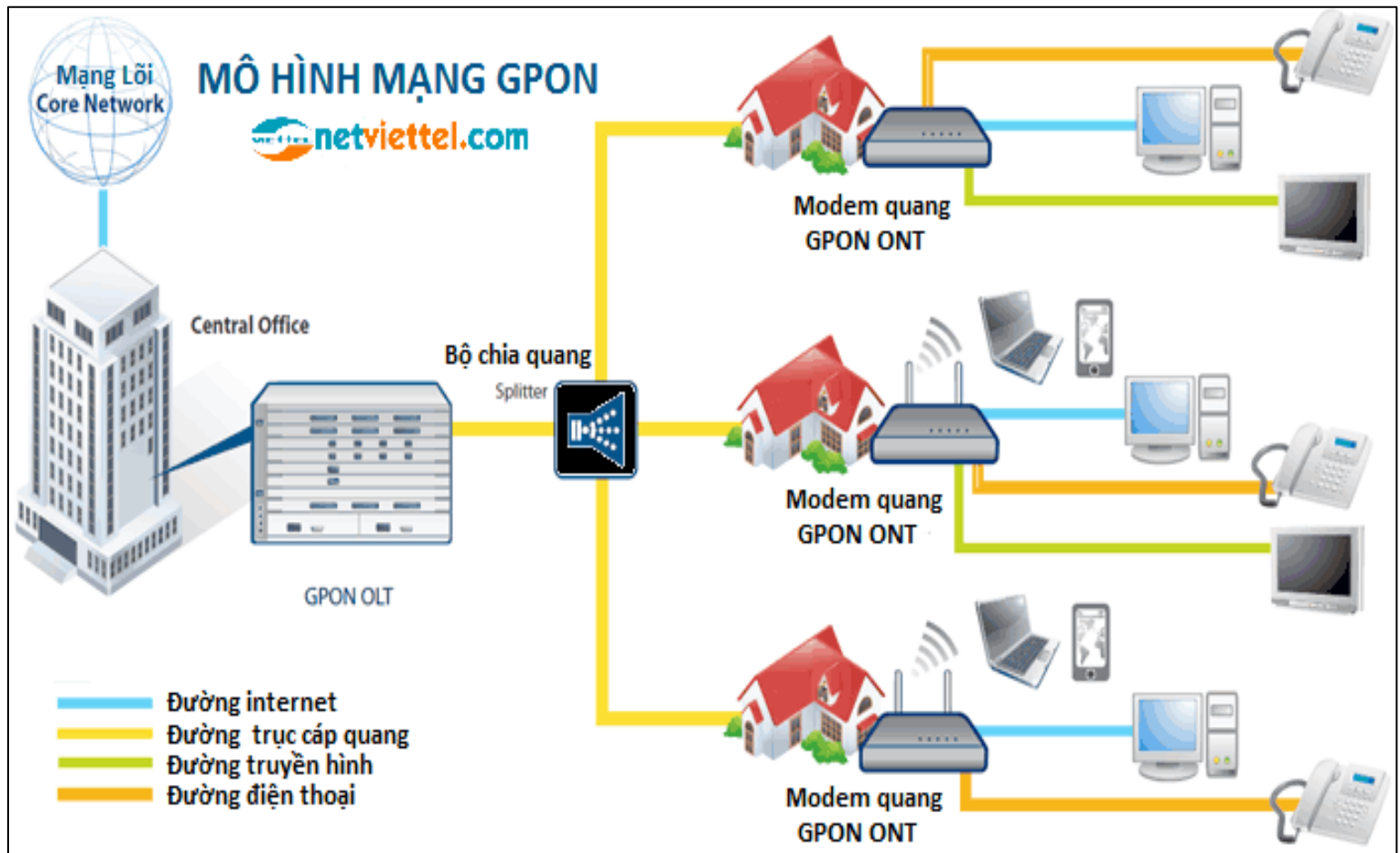
HỮU TUYẾN

Đặc trưng:

- Thi công kép cáp giữa các thiết bị
- Không chịu ảnh hưởng của thời tiết, giảm nhiễu
- Cáp quang với nhiều ưu điểm nổi trội: tốc độ cao, dung lượng lớn, suy hao thấp, không đánh lửa, giá thành hợp lý,...

Tuy nhiên:

- Phải kéo cáp trong mạng, đôi khi khó khăn thi công đối với địa hình đồi núi, sông hồ, đại dương,...
- Triển khai hệ thống lâu



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.1 Giới thiệu

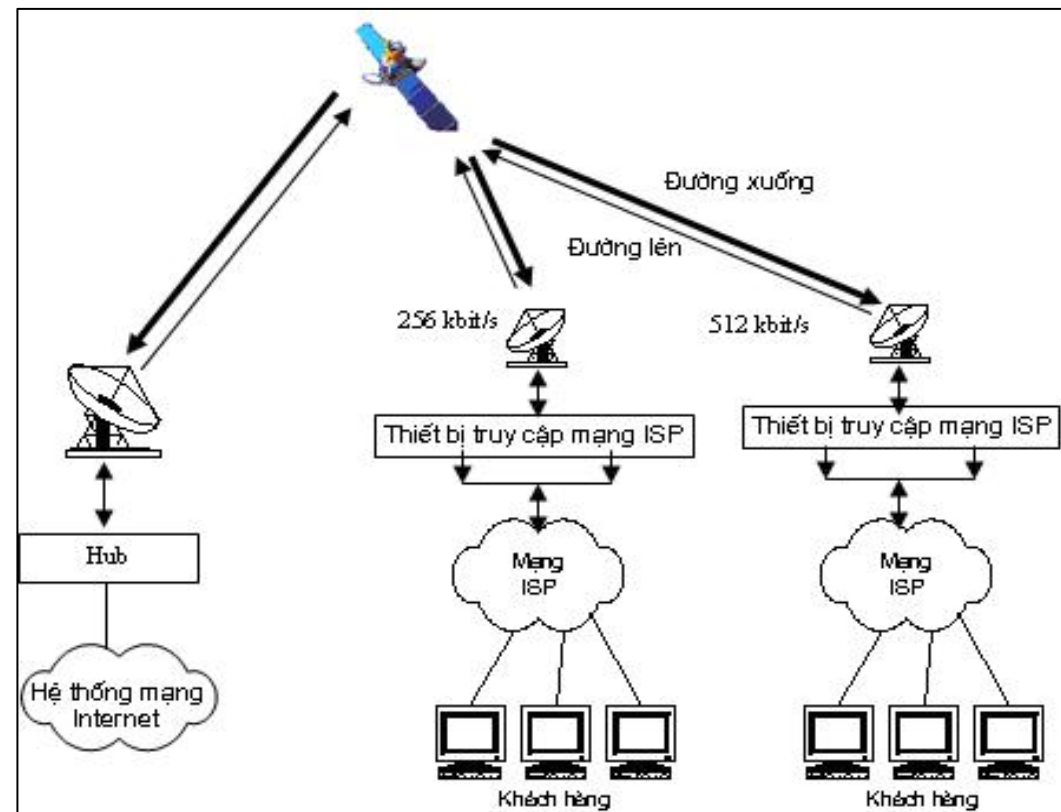
VÔ TUYẾN

Đặc trưng:

- Chịu ảnh hưởng lớn vào môi trường truyền dẫn.
- Chịu ảnh hưởng nhiều vào địa hình
- Suy hao truyền dẫn lớn, băng thông không cao
- Chịu ảnh hưởng các nguồn nhiễu trong tự nhiên, nhiễu công nghiệp
- Nhiễu từ các hệ thống vô tuyến khác
- Dễ bị nghe trộm và sử dụng trái phép đường truyền.

Tuy nhiên:

- Linh hoạt: hệ thống có thể triển khai rất nhanh
- Lắp đặt đường truyền vô tuyến tại những nơi có địa hình phức tạp không thể đi cáp được
- Di động
- Vệ tinh giá thành cao



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

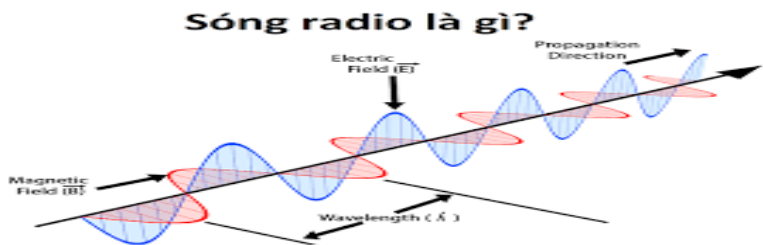
2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.1 Giới thiệu

VÔ TUYẾN

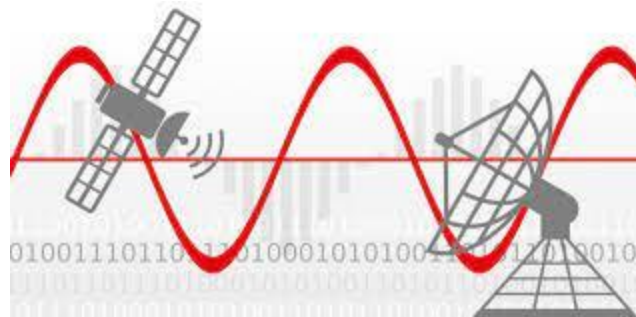
Sóng Radio

- Sóng **radio** nằm trong phạm vi từ 10 KHz đến 1 GHz
- ví dụ: sóng ngắn, **VHF** (tivi và radio FM), **UHF** (tivi).
- Tại mỗi quốc gia sẽ quản lý cấp phép sử dụng các băng tần để tránh tình trạng các sóng bị nhiễu.
- Một số băng tần dùng không cần đăng ký (2,4 Ghz).
- Các thiết bị Wireless của các hãng như **Cisco**, **Compex** dùng dải tần không cấp phép.
- Tần số không cấp phép sẽ có nguy cơ nhiễu nhiều hơn.
- *Sóng không có định hướng trong không gian*



Sóng vi ba

- Truyền thông viba thường có hai dạng: truyền thông trên mặt đất và các nối kết với vệ tinh.
- Miền tần số của viba mặt đất khoảng 21-23 GHz
- Miền tần số vi ba vệ tinh khoảng 11-14 Mhz.
- Băng thông từ 1-10 MBps
- *Sóng có định hướng trong không gian*

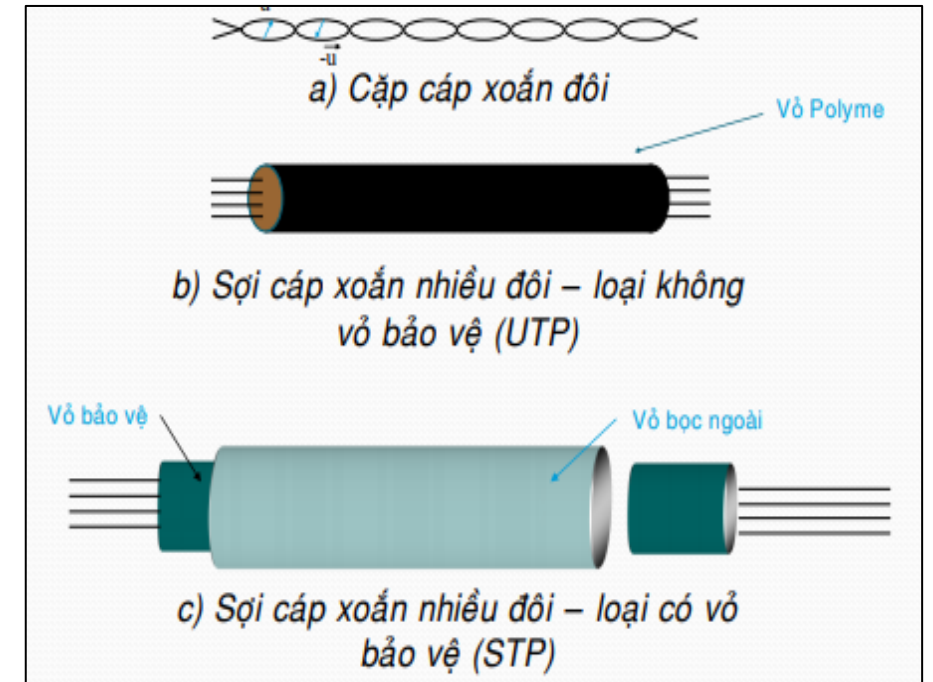
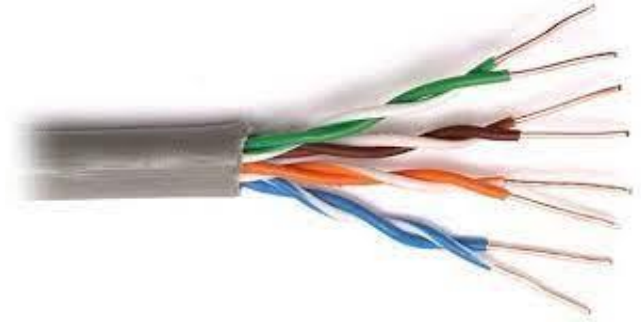


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.2 Cáp xoắn đôi (Twisted-pair lines)

- Một cặp dây xoắn gồm 2 sợi dây dẫn cách điện nhau
 - Xoắn theo một quy luật đều đặn.
 - Mỗi cặp dây tạo thành một đường liên lạc đơn.
 - Nhiều cặp dây đặt chung trong một cáp có vỏ bọc.
- Ưu điểm: Giá thành không cao, dễ thi công
 - Nhược điểm: Tốc độ dữ liệu thấp (10Mb/s) với khoảng cách 100m và khoảng cách giới hạn khi tốc độ tăng tiếp
- Ứng dụng
 - + Mạng PSTN: Giữa các máy điện thoại và hộp cáp (HC); Tổng đài nội bộ (PBX, PABX)
 - + Mạng cục bộ (LAN): 10Mbps hoặc 100Mbps



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

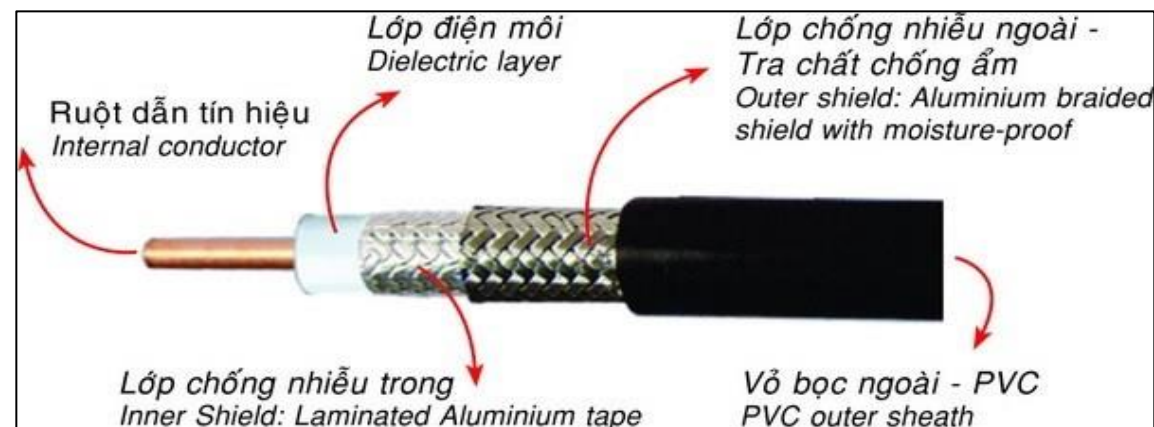
2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.3 Cáp đồng trục (Coaxial Cable)



- Bao gồm ống trục bên ngoài và một dây lõi bên trong.
- Dây lõi và ống trục bên ngoài được đặt cách đều nhau và cách ly bởi phân cách điện.
- Trục bên ngoài được bao bởi một lớp áo hoặc vỏ bọc.
- Ưu điểm: Không có nhiễu xuyên âm, hạn chế nhiễu từ bên ngoài, tốc độ có thể đạt tới 100Mb/s
- Nhược điểm: Bị giới hạn về khoảng cách, số kết nối và giá thành cao, khó thi công
- Ứng dụng: Dùng cả cho 2 loại tín hiệu Analog (vài km) và Digital (tốc độ 500Mb/s cho khoảng cách 1,6km)

- + Đường truyền thoại với khoảng cách xa
- + Mạng truyền hình cáp, radio,...
- + Mạng cục bộ (Ethernet LAN)
- + Đường nối các hệ thống.



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.4 Cáp quang (Optical fiber)

CẤU TẠO SỢI QUANG

+ Lõi: n_1

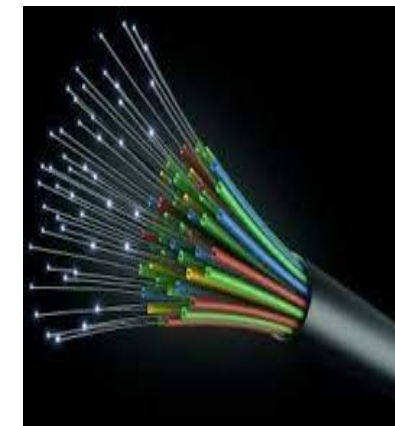
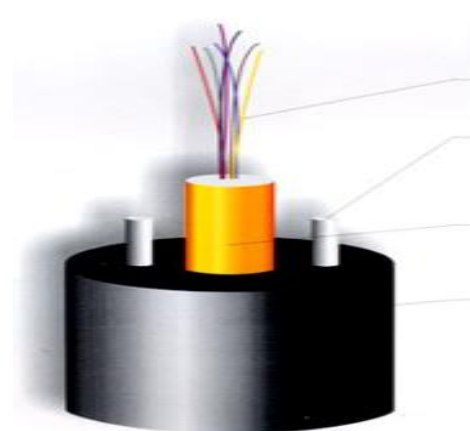
- Có hình trụ làm bằng thủy tinh có chỉ số chiết suất n_1 lớn
- Ánh sáng được truyền trong lõi.

+ Vỏ phản xạ: n_2

- Bao quanh lõi dạng hình ống đồng tâm có chiết suất $n_2 < n_1$.
- Là môi trường tạo gianh giới với lõi và ngăn chặn sự khúc xạ ánh sáng ra bên ngoài, tham gia bảo vệ lõi, gia cường thêm cho độ bền của sợi.
- Có thể làm bằng thủy tinh hoặc chất dẻo trong suốt.

+ Vỏ bảo vệ: n_3

- Để tránh cọ trầy xước vỏ và tăng độ bền cơ học thì sợi quang được bao bọc thêm lớp chất dẻo.
- Ngăn chặn các tác động cơ học vào sợi, gia cường thêm cho sợi, bảo vệ sợi không bị lượn sóng, kéo dãn hoặc cọ sát bề mặt.
- Mặt khác cũng tạo điều kiện để bọc sợi thành cáp quang sau này.



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

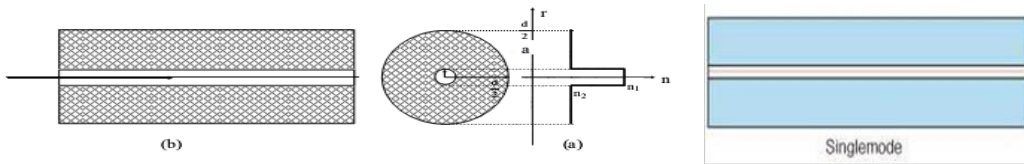
2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.4 Cáp quang (optical fiber)

PHÂN LOẠI SỢI QUANG

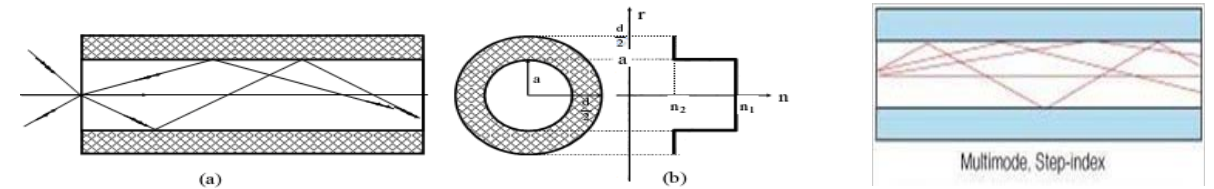
Phụ thuộc vào các mode truyền dẫn và sự thay đổi thành phần chiết suất trong lõi sợi.

SỢI ĐƠN MODE - SM – Single mode
(chỉ có một mode sóng cơ bản truyền trong lõi sợi)

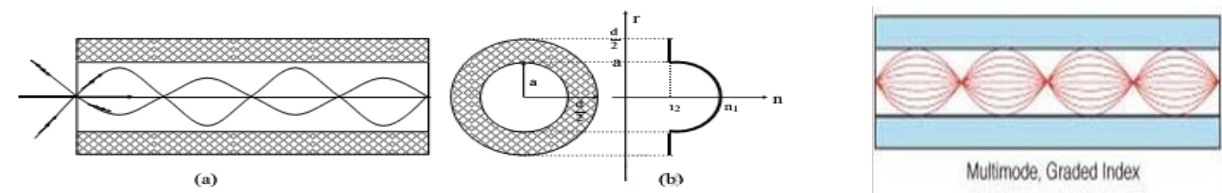


SỢI ĐA MODE - MM – Multi mode
(Nhiều mode sóng truyền đồng thời trong lõi sợi)

1. Sợi đa mode có chiết suất nhảy bậc (SI – Step Index)



2. Sợi đa mode có chiết suất giảm dần (GI = graded index)

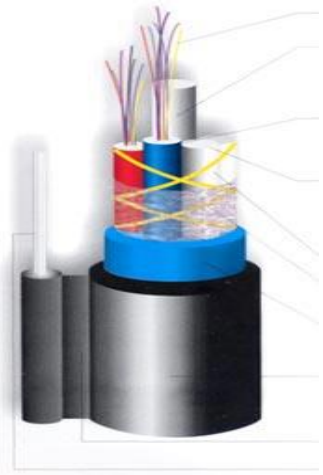


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

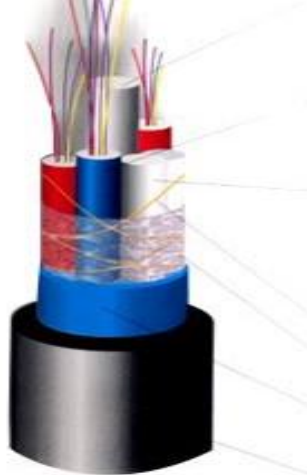
2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.4 *Cáp quang* (optical fiber)

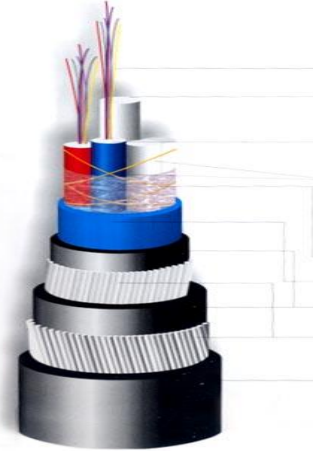
CÁP QUANG



Cáp treo



Cáp cống



Cáp thả nước



Cáp chôn trực tiếp

Ưu điểm: Băng thông rộng (hàng ngàn THz- 15 THz ở bước sóng nm), suy hao thấp (bước sóng 1550nm với 0,2 - 0,25 db/km), tốc độ cao (tốc độ truyền ánh sáng $3 \cdot 10^8$ m/s), độ tin cậy cao ($BER = 10^{-9} \div 10^{-11}$), an toàn thông tin (cách ly điện từ, ăn cắp thông tin), chi phí thấp (vật liệu sẵn, trạm lặp ít),...

Nhược điểm: Dễ gây đứt gãy và khó khăn cho việc thi công ở địa hình phức tạp (đồi núi, đại dương,...)

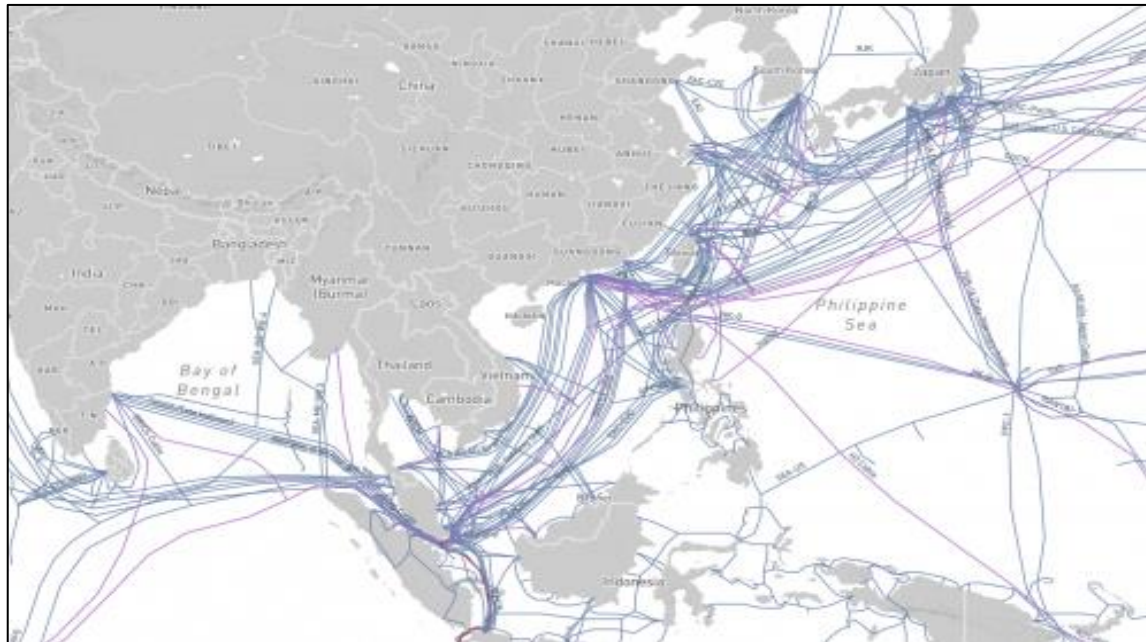
CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

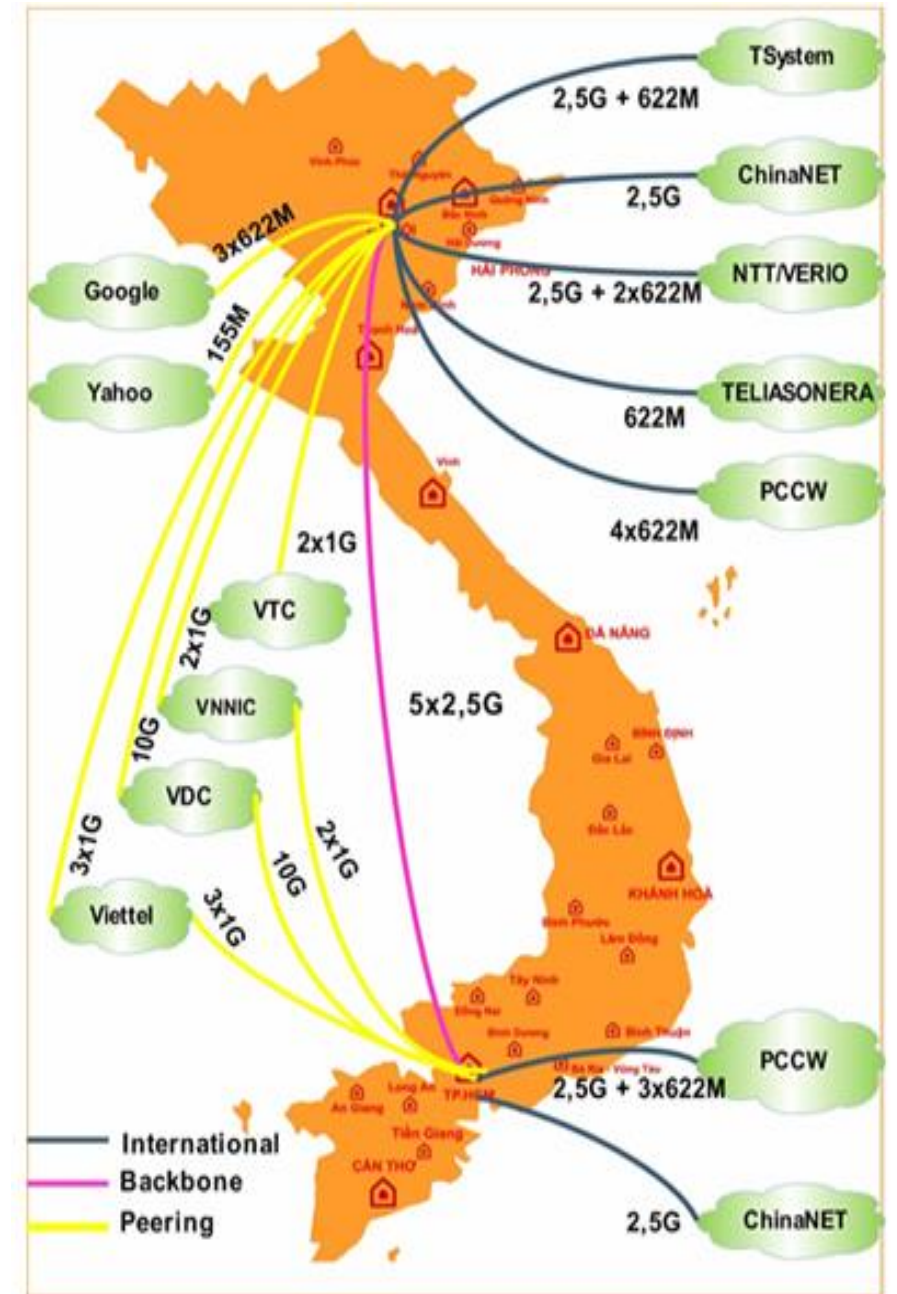
2.4.4 Cáp quang (optical fiber)

ỨNG DỤNG CÁP QUANG

- + Các trung kế đường trục mạng viễn thông
- + Cáp mạng nội hạt
- + Cáp mạng LAN (Ethernet LAN)
- + Mạng cáp quang đất liền, cáp quang biển



7 tuyến cáp quang biển đi thế giới



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.5 Hệ thống vi ba mặt đất

- Sóng có định hướng trong không gian
- Các trạm thu phát dùng Anten (Parabol) **định hướng** được gắn ở vị trí cao
- Anten phát được cố định và hướng búp sóng theo **hướng truyền thẳng** đến anten thu
- Khoảng cách tối đa giữa các anten

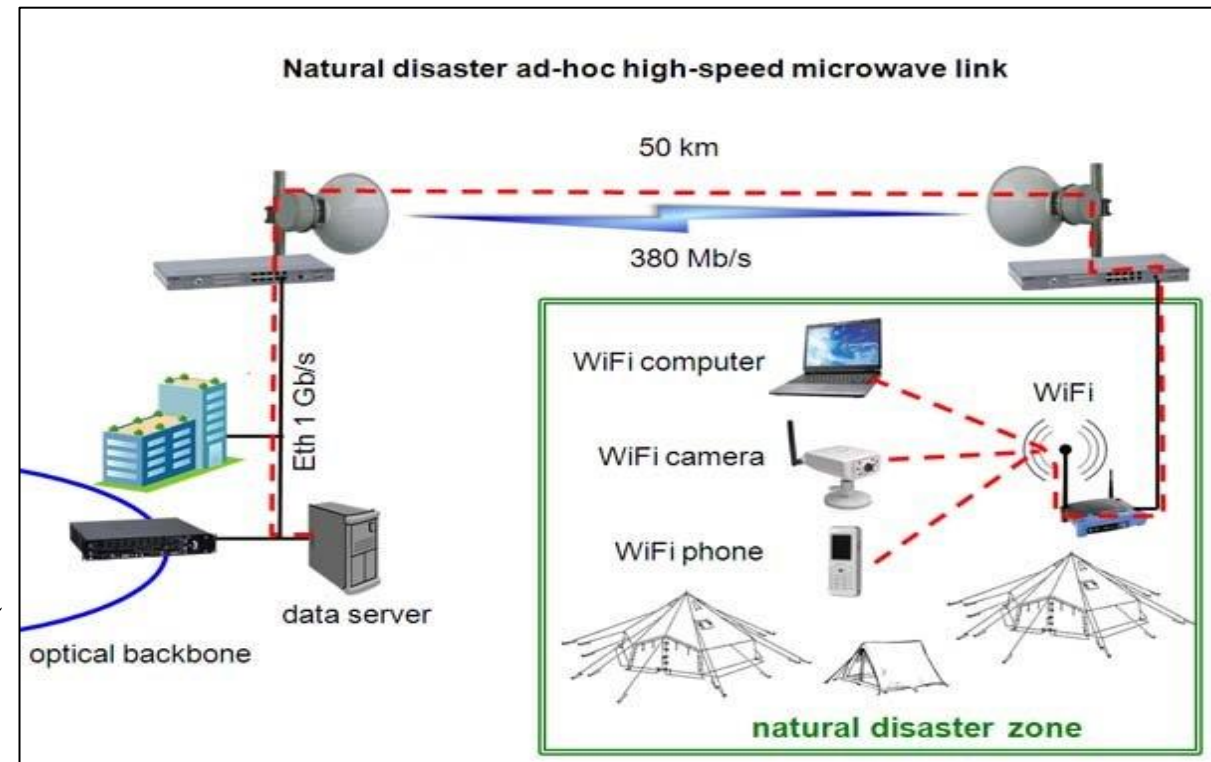
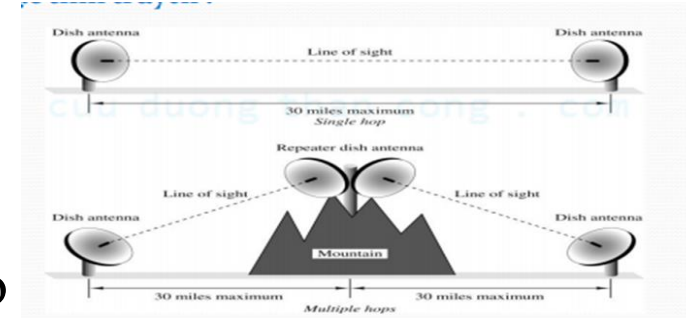
$$D = 7,14 \cdot (K \cdot h)^{1/2}$$

Trong đó:

D: khoảng cách giữa hai anten tính bằng Km

h: độ cao anten tính bằng m

K: hệ số phụ kể thêm tính phản xạ hoặc hấp thụ của bề mặt cong trái đất. Giá trị K thường chọn $K = 4/3$

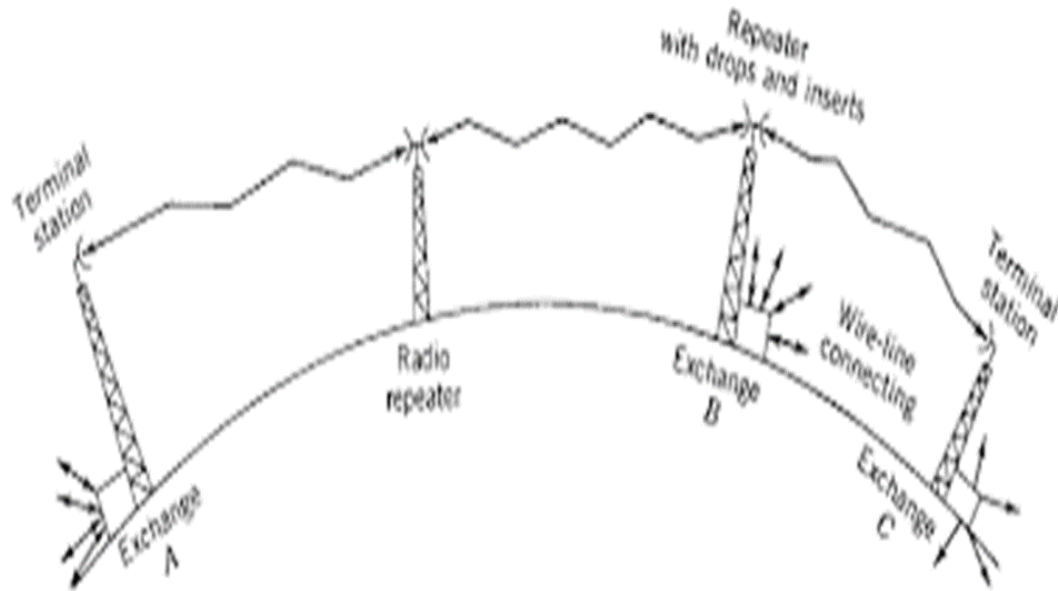


CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.5 Hệ thống vi ba mặt đất

- Liên lạc được thực hiện qua sóng vô tuyến trong dải cực ngắn ($1\text{GHz} \div 40\text{GHz}$), theo tầm nhìn thẳng.
- Do có suy hao trên đường truyền nên cần tổ chức các trạm chuyển tiếp.
- Chất lượng đường truyền không cao



•Ứng dụng

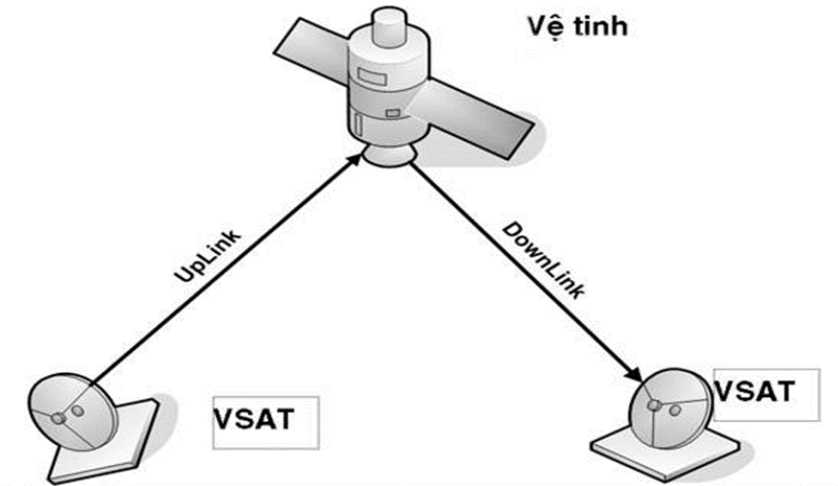
- + Truyền tín hiệu thoại
- + Truyền tín hiệu truyền hình
- + Truyền số liệu tốc độ cao khoảng cách xa tại những nơi khó triển khai cáp.

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

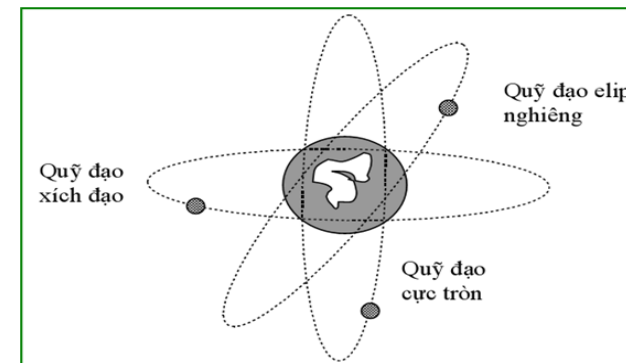
2.4.6 Hệ thống vi ba vệ tinh

- Là một tổ hợp gồm trạm mặt đất (phát tín hiệu lên vệ tinh và để thu nhận tín hiệu từ vệ tinh phát về) và vệ tinh (đóng vai trò như là 1 trạm lặp trung gian)



- Vệ tinh:**

- + Đặt trên không gian đóng vai trò như một trạm trung chuyển
- + Quay quanh một quỹ đạo nhất định (Quỹ đạo cực tròn, quỹ đạo elip nghiêng, quỹ đạo xích đạo tròn)



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

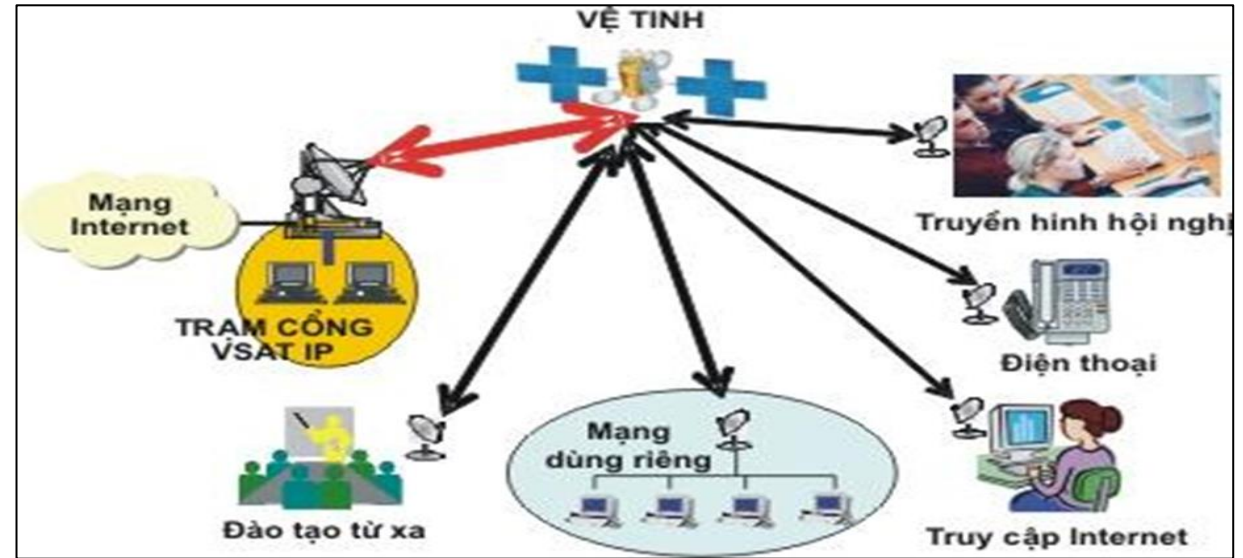
2.4.6 Hệ thống vi ba vệ tinh

- **Ưu điểm:**

- + Tần số hoạt động tốt nhất từ 1-10GHz
- + Vùng phủ sóng rộng lớn
- + Dung lượng thông tin lớn
- + Độ tin cậy cao $BER = 10^{-9}$
- + Kỹ thuật đa truy nhập

- **Nhược điểm:**

- + Chi phí cao
- + Công nghệ và điều khiển phức tạp



- **Ứng dụng**

- + Truyền hình vệ tinh
- + Điện thoại đường dài, di động (quốc gia, quốc tế)
- + Internet đường dài (quốc gia, quốc tế)
- + Mạng thương mại riêng



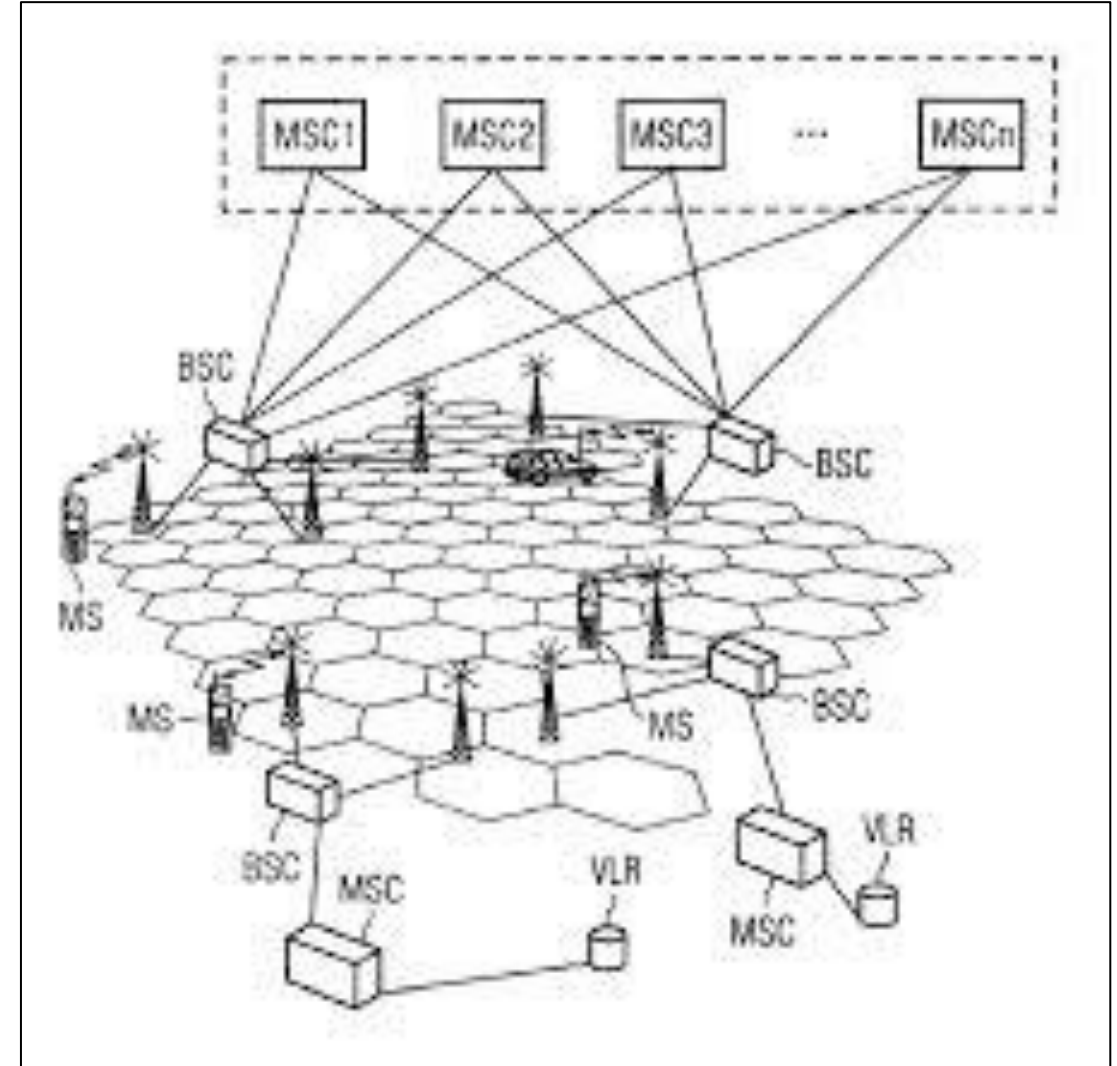
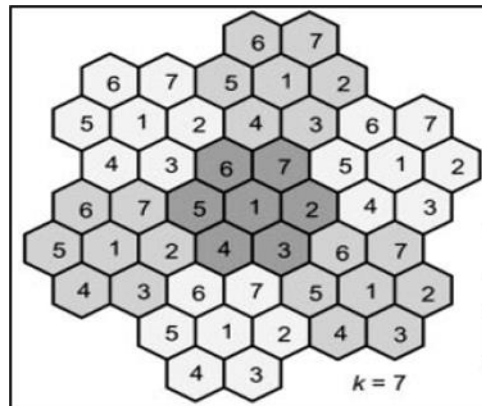
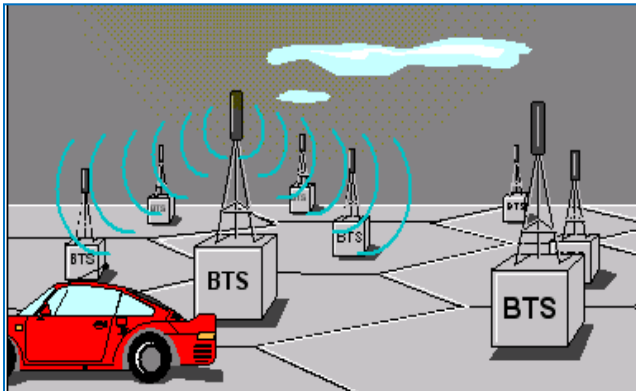
- **Năm 2008:** Vinasat 1 với 10.000 kênh thoại/số liệu, 120 kênh truyền hình.
- **Năm 2012:** Vinasat 2 với 13.000 kênh thoại/Internet/số liệu, 150 kênh truyền hình.

CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.7 Hệ thống vô tuyến tế bào

- Toàn bộ vùng phủ sóng được chia thành các cell, bao gồm 1 trạm thu phát.
- BTS liên lạc vô tuyến với tất cả các máy di động MS có mặt trong cell.
- Mỗi cell sẽ phát 1 nhóm tần số và cell cạnh liền kề nhau không sử dụng tần số của cell bên cạnh.
- Bao gồm thế hệ 2G, 3G, 4G, 5G,....



CHƯƠNG 2: TÍN HIỆU VÀ ĐƯỜNG TRUYỀN

2.4 Các môi trường truyền tin cơ bản

2.4.8 Hệ thống radio

❖ Đặc điểm:

- *Sóng radio là sóng không định hướng*
- Hệ thống radio không dùng an ten parabol, không cần đặt ở trên cao, có kích thước chính xác
- Hiệu quả truyền tin cao trong phạm vi từ 30MHz-1GHz
- Tốc độ truyền thông không cao, ít ảnh hưởng bởi mưa
- Truyền khoảng cách xa
- Các yếu tố ảnh hưởng: Phản xạ mặt đất, nước, địa hình,

❖ Ứng dụng:

- Dùng nhiều các dải VHF, UHF (30MHz-1GHz) cho truyền thanh, truyền hình
- Trong mạng truyền dữ liệu dung radio gói với an ten mặt đất.

