



# BÀI GIẢNG NGUYÊN LÝ TRUYỀN THÔNG

# ĐÁNH GIÁ KẾT QUẢ HỌC TẬP

- Kiểm tra thường xuyên (*trọng số 0.3*) gồm kiểm tra định kỳ và kiểm tra giữa học phần
  - + Kiểm tra định kỳ (*hệ số 1*): Kiểm tra 2 lần với hình thức tự luận và 1 lần làm tiểu luận.
  - + Kiểm tra giữa kỳ (*hệ số 2*): Hình thức: Tự luận
- Thi kết thúc học phần (*trọng số 0,7*): Hình thức: Tự luận; thời gian thi: 90 phút
- Thang điểm đánh giá: **10**

# NỘI DUNG MÔN HỌC

- Chương 1: Khái niệm chung về mạng viễn thông
- Chương 2: Số hóa tín hiệu
- Chương 3: Định dạng tín hiệu số
- Chương 4: Mã hóa nguồn
- Chương 5: Mã hóa kênh
- Chương 6: Ghép kênh và truyền dẫn số tín hiệu
- Chương 7: Điều chế tín hiệu số

# CHƯƠNG 1 KHÁI QUÁT VỀ MẠNG VIỄN THÔNG

- **1.1. Giới thiệu chung**
- **1.2 Khái quát về mạng viễn thông**
  - 1.2.1 Các khái niệm cơ bản
  - 1.2.2 Các thành phần chính trong mạng viễn thông
  - 1.2.3 Mạng viễn thông tương tự và mạng viễn thông số
- **1.3 Hệ thống thông tin**
  - 1.3.1 Khái niệm và phân loại hệ thống thông tin
  - 1.3.2 Hệ thống thông tin số
  - 1.3.3 Ưu điểm của hệ thống thông tin số
  - 1.3.4 Đường truyền tín hiệu

# 1.1 GIỚI THIỆU CHUNG

- LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VIỄN THÔNG
  - 1836-1866: Điện báo, kỹ thuật ghép kênh, cáp nối qua Đại Tây Dương
  - 1876-1899: Điện thoại (A.G. Bell), tổng đài điện thoại, chuyển mạch tự động từng nấc
  - 1887-1907: Điện báo không dây (Marconi) nối từ tàu biển vào bờ trên ĐTD
  - 1820-1828: Lý thuyết truyền dẫn (Carson, Nyquist, Johnson, Hartley)
  - 1923-1938: Truyền hình, ống tia âm cực chân không (DuMont), phát thanh quảng bá
  - 1948-1950: Lý thuyết thông tin (Shannon), các mã sửa lỗi (Hamming, Golay), ghép kênh theo thời gian ứng dụng vào điện thoại
  - 1960: Mô phỏng laser (Maiman)
  - 1962: Thông tin vệ tinh Telstar I
  - 1962-1966: DV truyền số liệu được đưa ra thương mại; PCM khả thi cho truyền dẫn tín hiệu thoại và truyền hình; lý thuyết truyền dẫn số, mã sửa sai (Viterbi)

# 1.1 GIỚI THIỆU CHUNG

- LỊCH SỬ PHÁT TRIỂN VIỄN THÔNG
  - 1964: Khai thác các hệ thống chuyển mạch
  - 1970-1975: CCITT phát triển các tiêu chuẩn về PCM
  - 1975-1985: Hệ thống quang dung lượng lớn, chuyển mạch tích hợp cao, các bộ vi xử lý tín hiệu số; Mạng di động tổ ong hiện đại được đưa vào khai thác (NMT, AMPS); Mô hình tham chiếu OSI (tổ chức ISO)
  - 1985- 1990: LAN, ISDN được chuẩn hoá, các DV truyền SL phổ biến, truyền dẫn quang thay cáp đồng trên các đường truyền dẫn băng rộng cự ly xa, phát triển SONET, chuẩn hoá và khai thác GSM, SDH
  - 1990-1997: GSM tế bào số, truyền hình vệ tinh phổ biến rộng rãi trên thế giới; Internet mở rộng nhanh chóng nhờ WWW
  - 1997-2000: Viễn thông mạng tính cộng đồng, phát triển rộng rãi GSM, CDMA; Internet phát triển; WAN băng rộng nhờ ATM, LAN Gb
  - 2001-nay: HDTV, di động 3G, các mạng băng rộng, các hệ thống truy nhập đưa các dịch vụ đa phương tiện tới mọi người

# 1.2 KHÁI QUÁT VỀ MẠNG VIỄN THÔNG

## 1.2.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

Là một công cụ thông tin, thực hiện trao đổi thông tin hay quảng bá thông tin ở cự ly xa

Sự trao đổi tin tức giữa các đối tượng có nhu cầu bằng một công cụ nào đó

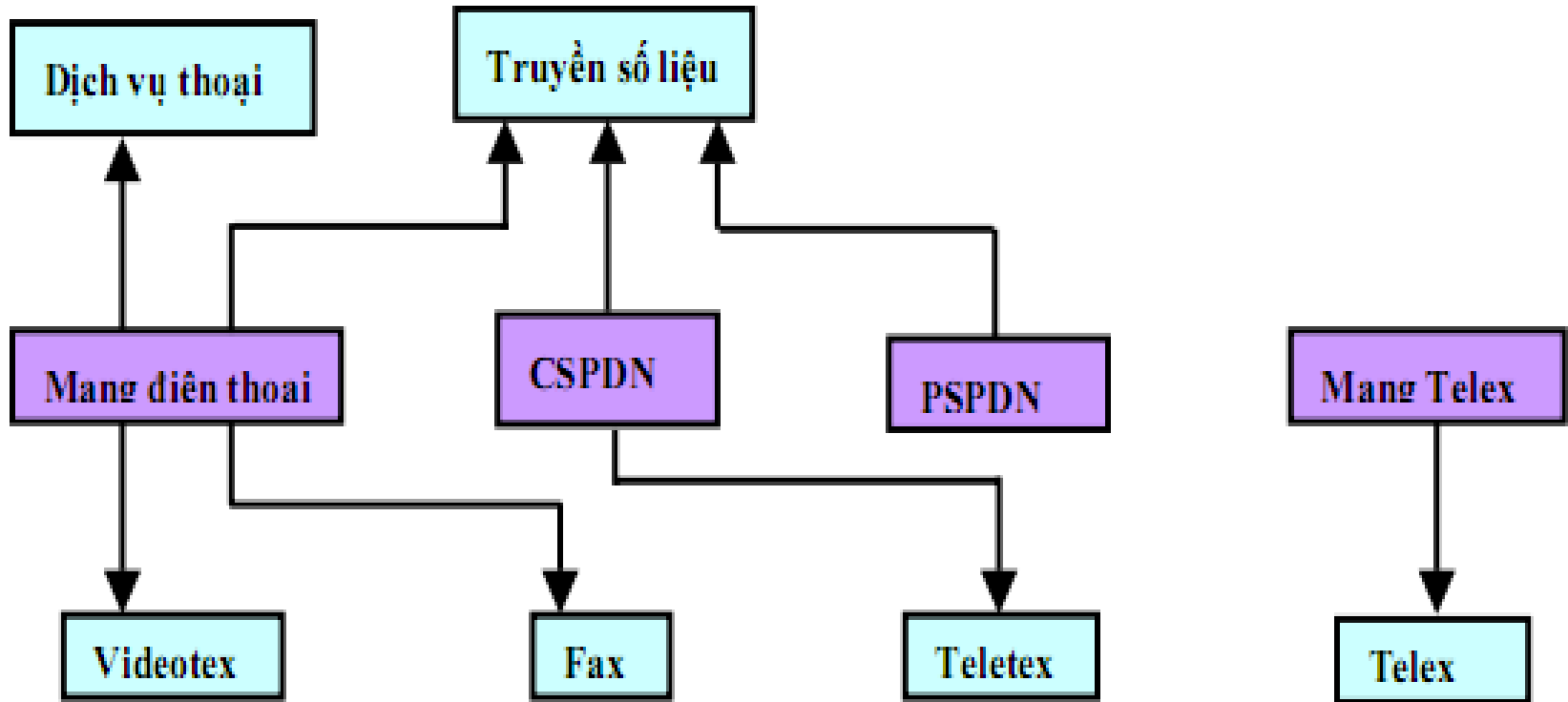
- Thông tin
- Viễn thông
- Mạng viễn thông
- Dịch vụ viễn thông

Tập hợp các nút mạng và đường truyền dẫn để hình thành các tuyến nối giữa 2 hay nhiều điểm khác nhau để thực hiện quá trình truyền thông

Là hình thái trao đổi thông tin mà mạng viễn thông cung cấp

## 1.2.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

### DỊCH VỤ VIỄN THÔNG

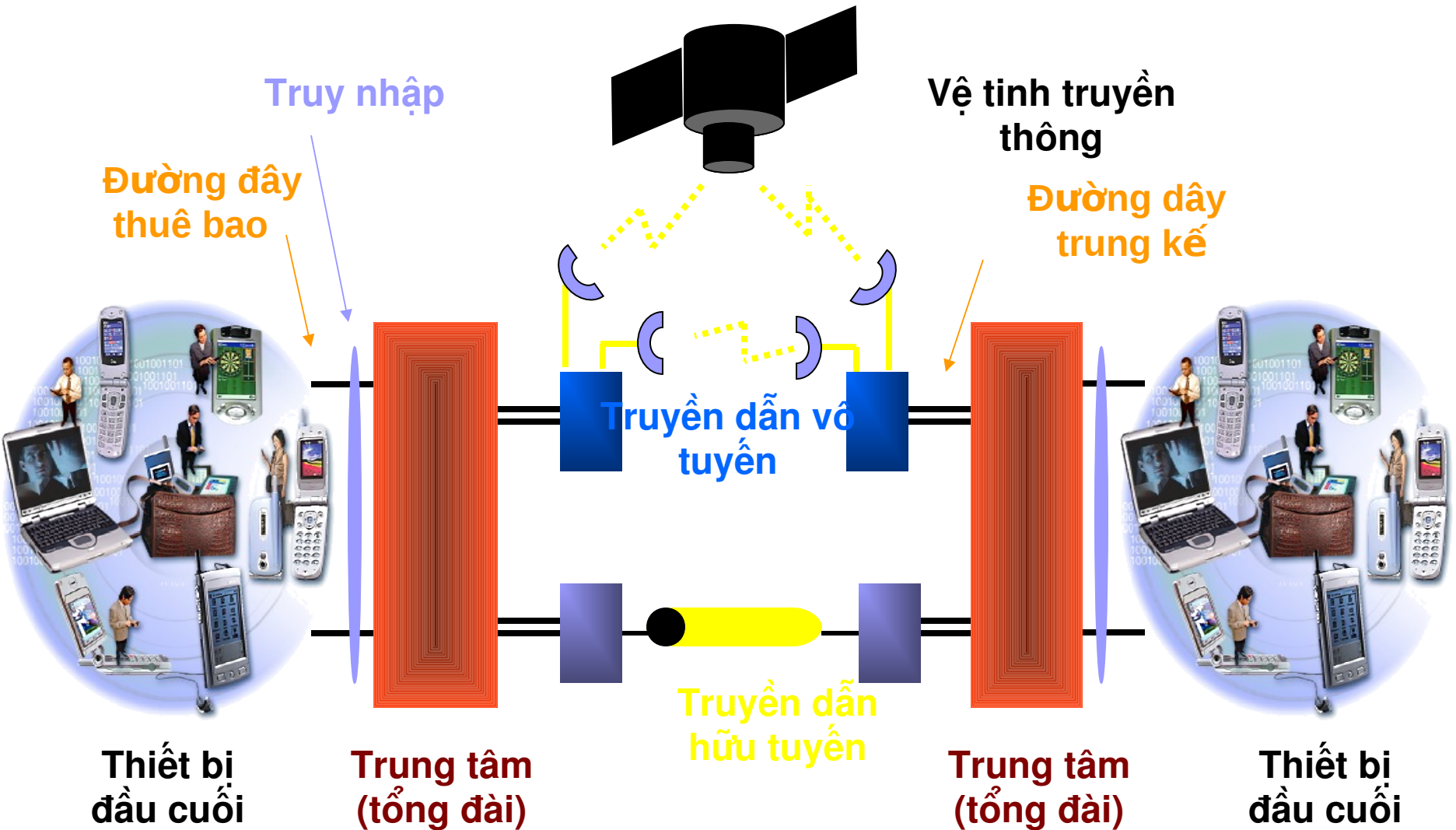




## 1.2.2 CÁC THÀNH PHẦN CHÍNH CỦA MẠNG VIỄN THÔNG

- Các thiết bị trong mạng viễn thông phân thành bốn nhóm sau:
  - 1) Nhóm một:** là thiết bị đầu cuối (terminal equipment) hay còn gọi là thuê bao (subscriber), là nhóm người sử dụng (user), có nhiệm vụ đưa tin tức vào mạng và lấy tin tức từ mạng.
  - 2) Nhóm hai:** là trung tâm (center) hay còn gọi là tổng đài (exchange), có nhiệm vụ thu thập tất cả nhu cầu của các đối tượng, xử lý tin tức, chuyển mạch để tổ chức việc trao đổi tin tức giữa các đối tượng.
  - 3) Nhóm ba:** là mạng truyền dẫn (transfer network), có nhiệm vụ kết nối nhóm một với nhóm hai gọi là đường dây thuê bao (subscriber line) và kết nối nhóm hai với hai gọi là đường dây trung kế (trunk line)
  - 4) Nhóm bốn:** là phần mềm (software) của mạng, có nhiệm vụ phối hợp hoạt động của ba nhóm trên sao cho hiệu quả

# 1.2.2 CÁC THÀNH PHẦN CHÍNH CỦA MẠNG VIỄN THÔNG



## 1.2.3 MẠNG VIỄN THÔNG TƯƠNG TỰ VÀ MẠNG VIỄN THÔNG SỐ

- Mạng viễn thông tương tự:
  - Tín hiệu truyền trên trung kế là tương tự
  - Tín hiệu truyền trên đường dây thuê bao là tương tự
  - Các nút mạng xử lý tín hiệu tương tự
  
- Mạng viễn thông số:
  - Tín hiệu truyền trên trung kế là số
  - Tín hiệu truyền trên đường dây thuê bao là tương tự hoặc có thể là số với mạng hoàn toàn số
  - Các nút mạng xử lý tín hiệu số

## 1.3 HỆ THỐNG THÔNG TIN

### 1.3.1 KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI HỆ THỐNG THÔNG TIN

- Phân loại: dựa trên nhiều cơ sở khác nhau

- Trên cơ sở năng lượng mang tin

*-Hệ thống điện tin dùng năng lượng một chiều--  
Hệ thống thông tin vô tuyến điện dùng năng lượng sóng điện từ  
-Hệ thống thông tin quang năng  
-Hệ thống thông tin dùng sóng âm, siêu âm*

- Trên cơ sở biểu hiện bên ngoài của thông tin

*-Hệ thống truyền số liệu  
-Hệ thống thông tin thoại  
-Hệ thống truyền hình*

- Trên cơ sở đặc điểm của tín hiệu đưa vào kênh

*-Hệ thống tương tự  
-Hệ thống số*

## 1.3.1 KHÁI NIỆM VÀ PHÂN LOẠI HỆ THỐNG THÔNG TIN

### ■ Hệ thống thông tin

*Là môi trường truyền lan thông tin. Trong thực tế, kênh tin có nhiều dạng khác nhau như: cáp xoắn đôi, cáp đồng trục, cáp quang, sóng vô tuyến*

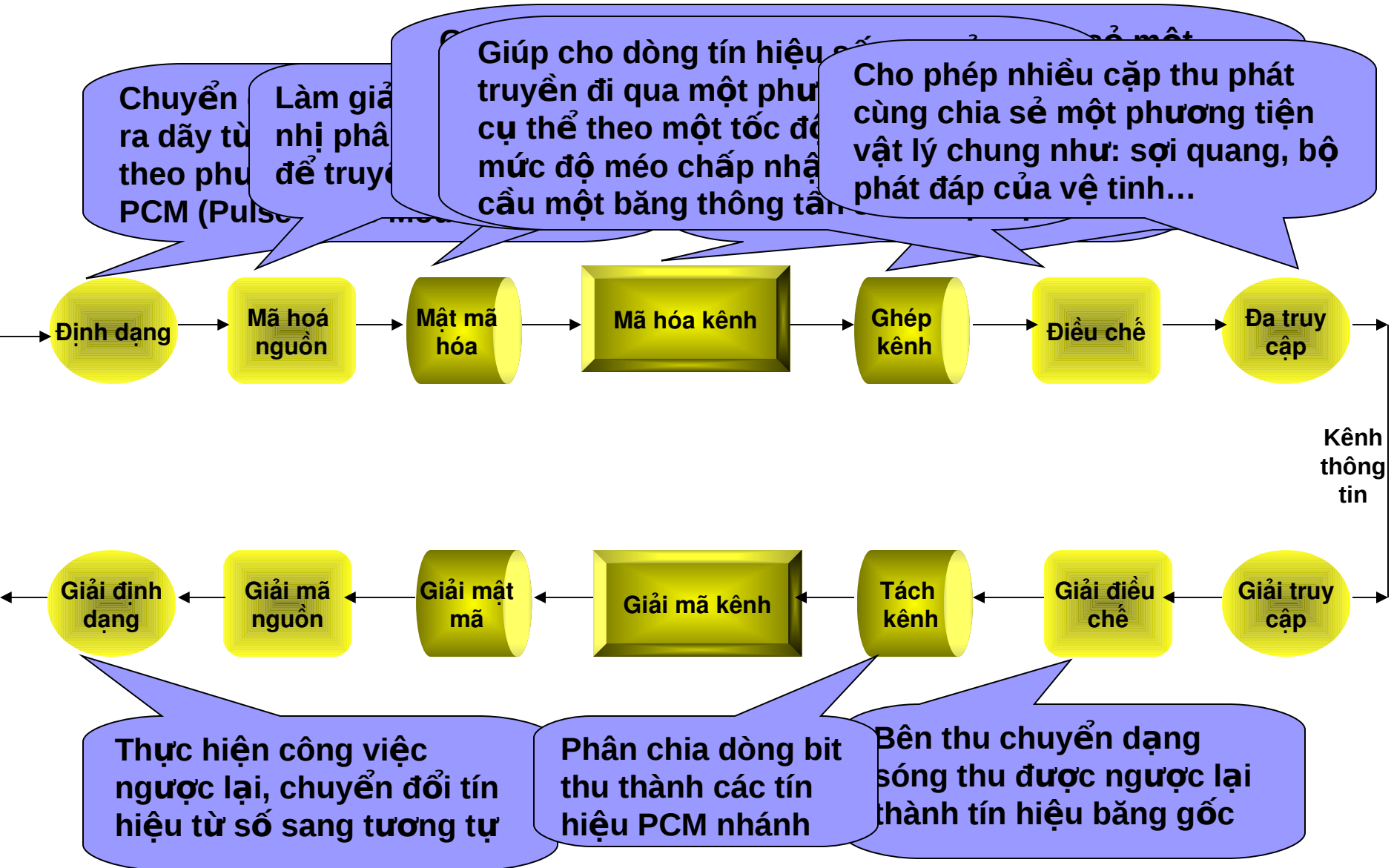


*Là nơi sản sinh hay chứa các tin cần chuyển đi  
Là tập hợp các tin mà hệ thống thông tin dùng để lập các bản tin khác nhau để truyền đi*

Tạp âm,  
nhiễu,  
méo

*Là cơ cấu khôi phục lại thông tin ban đầu từ tín hiệu lấy ở đầu ra của kênh tin*

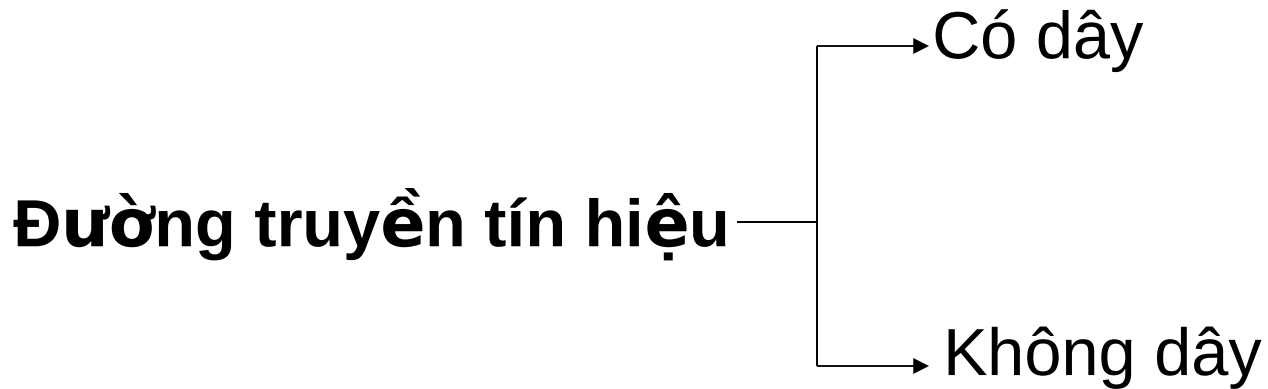
# 1.3.2 HỆ THỐNG THÔNG TIN SỐ



## 1.3.3 ƯU ĐIỂM CỦA HỆ THỐNG THÔNG TIN SỐ

- Thích hợp cho truyền số liệu
- Hạ giá thành
- Thuận lợi cho nén số liệu
- Có khả năng mã hóa kênh để giảm ảnh hưởng của nhiễu giao thoa
- Dễ cân đối các mâu thuẫn về băng thông, công suất và thời gian truyền dẫn để tối ưu hóa việc sử dụng các tài nguyên hạn chế này
- Gia tăng việc sử dụng các mạng tích hợp
- Giúp cho chuẩn hóa tín hiệu bất kể kiểu, nguồn gốc, dịch vụ
- Là cơ sở để hình thành mạng tích hợp đa dịch vụ ISDN

## 1.3.4 ĐƯỜNG TRUYỀN TÍN HIỆU





# CHƯƠNG 2 SỐ HÓA TÍN HIỆU

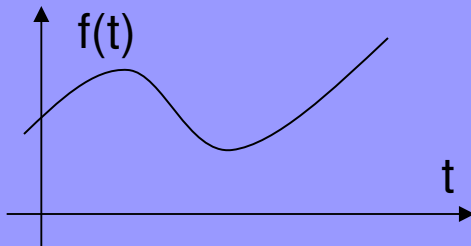
- **2.1 Khái quát chung**
- **2.2 Điều xung mã PCM**
  - 2.2.1 Nguyên tắc điều xung mã
  - 2.2.2 Lọc hạn băng
  - 2.2.3 Lấy mẫu
  - 2.2.4 Lượng tử hóa
  - 2.2.5 Mã hóa
- **2.3 Một số ưu điểm của tín hiệu PCM**
- **2.4 Các kỹ thuật số hóa giảm băng thông**
  - 2.4.1 Kỹ thuật PCM delta
  - 2.3.2 Kỹ thuật DPCM
  - 2.3.3 Kỹ thuật DM
  - 2.3.4 Kỹ thuật ADM

## 2.1 KHÁI QUÁT CHUNG

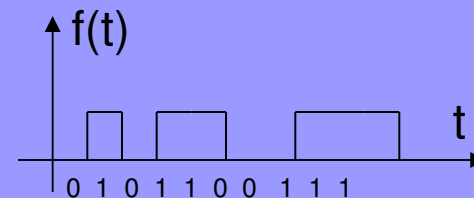
Là dạng hiển thị của thông tin được chuyển từ nơi này sang nơi khác

- **Tín hiệu**
- **Tín hiệu tương tự**
- **Tín hiệu số**

Tín hiệu biến đổi liên tục theo thời gian



Tín hiệu rời rạc theo thời gian mà trong đó thông tin được hiển thị bằng 1 số giá trị xác định



## 2.1 KHÁI QUÁT CHUNG

- Hầu hết tín hiệu cần truyền qua hệ thống thông tin số đều là tín hiệu tương tự



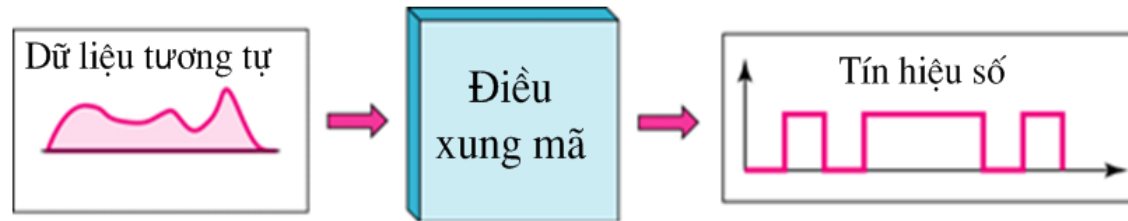
### Số hóa tín hiệu tương tự

(Analog to Digital Convert - ADC)

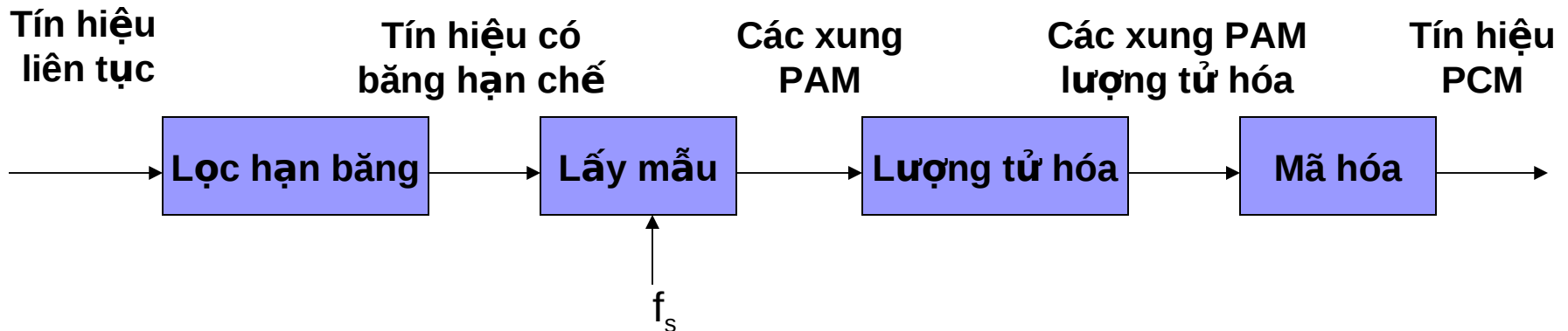
- Một trong những phương pháp biến đổi tín hiệu tương tự sang số phổ biến là phương pháp **điều chế xung mã PCM (Pulse Code Modulation)**
- Từ PCM có những phương pháp biến thể cũng khá thông dụng là PCM delta, điều chế xung mã vi sai DPCM (Differential Pulse Code Modulation), điều chế delta DM (Delta Modulation), DM thích nghi ADM (Adaptive DM). Các phương pháp này cho tốc độ tín hiệu số thấp hơn so với PCM, dẫn đến sử dụng băng thông tiết kiệm hơn.

## 2.2 ĐIỀU XUNG MÃ PCM

### 2.2.1 NGUYÊN TẮC ĐIỀU XUNG MÃ



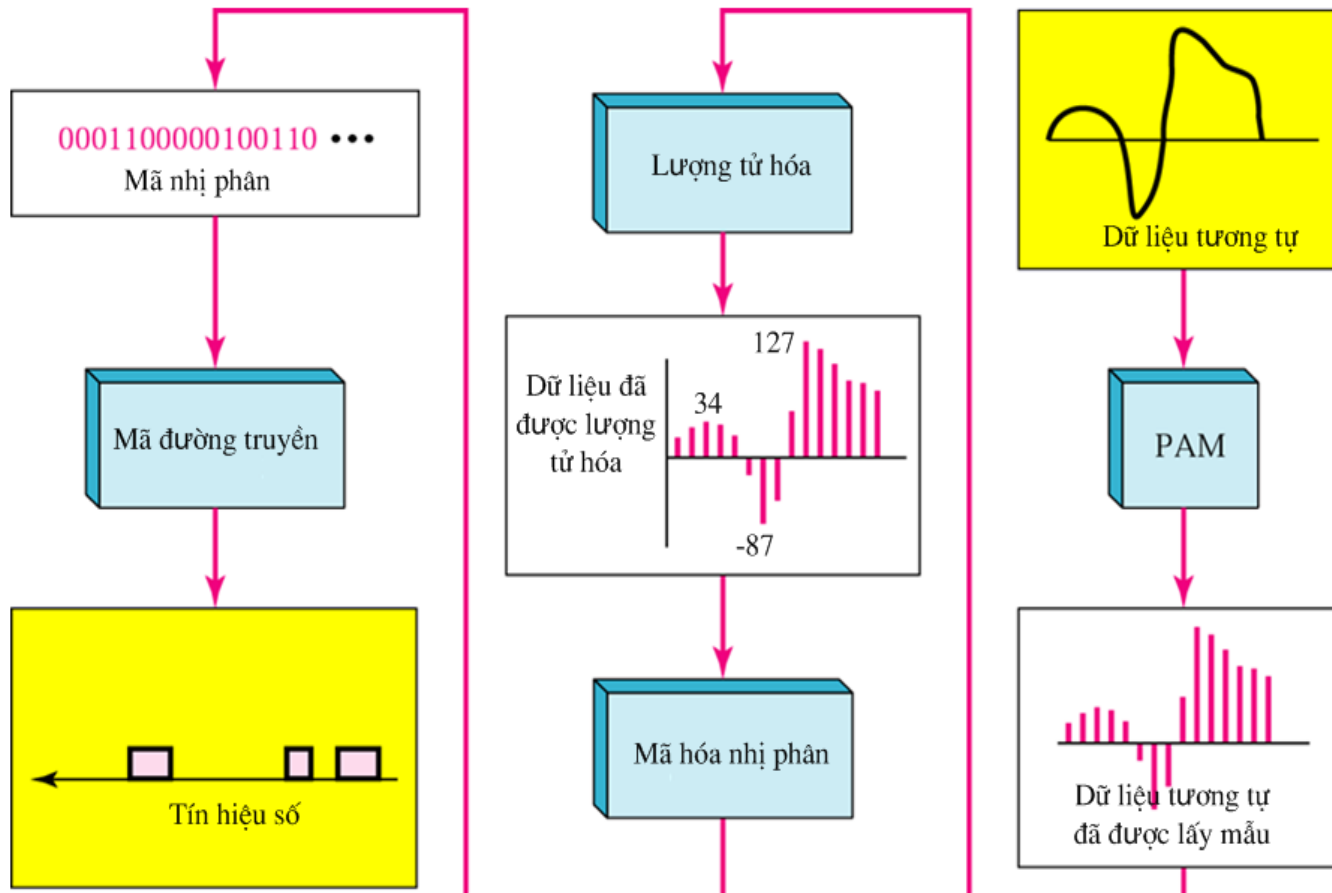
- Điều xung mã PCM được thực hiện theo trình tự bốn bước sau:



## 2.2.2 Lọc hạn băng

- Nhằm hạn chế phổ tần liên tục của tín hiệu cần truyền
- Phổ của tín hiệu thoại tập trung trong dải từ 0,3 đến 3,4kHz. Việc cắt bỏ các thành phần tần số ngoài dải trên không gây ra những trở ngại đặc biệt đối với quá trình thông thoại
- Để hạn chế phổ tín hiệu có thể tiến hành loại bỏ các thành phần tần số lớn hơn 3,4 kHz trong tín hiệu điện thoại bằng lọc thông thấp, tức là có thể chọn tần số cực đại của tín hiệu thoại là 3,4kHz (thực tế các mạch lọc tiêu chuẩn có tần số cắt là 4kHz)

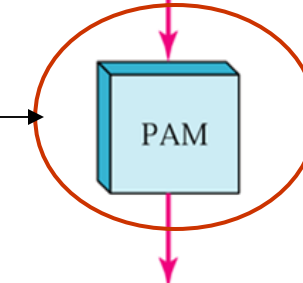
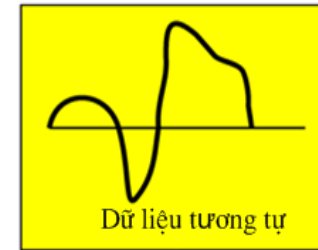
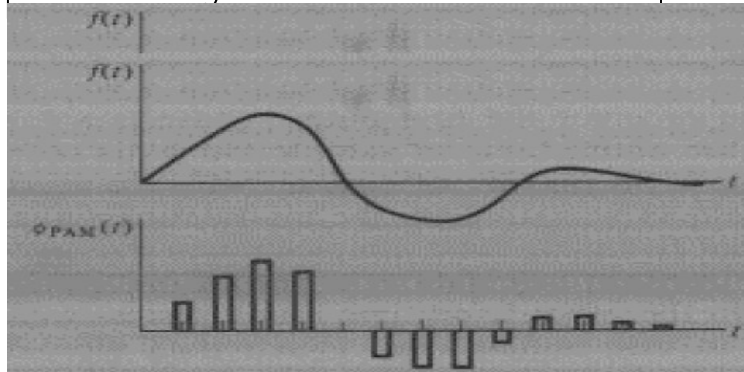
## Sơ đồ ba quá trình còn lại



Ngày nay các quá trình này được tích hợp trong IC ADC 0809

## 2.2.3 LẤY MẪU (Sampling)

**PAM**( Pulse Amplitude Modulation, điều biên xung): Từ tín hiệu tương tự, ta tạo nên một dãy xung rời rạc tuần hoàn rộng bằng nhau, biên độ xung bằng với giá trị của tín hiệu tương tự tại thời điểm lấy mẫu



Dãy xung rời rạc đó còn được gọi là tín hiệu **điều chế biên độ xung PAM**

## 2.2.3 LẤY MẪU

- Nếu tín hiệu PAM có tần số đủ lớn (tức là khoảng cách giữa các xung cạnh nhau đủ nhỏ) thì có thể khôi phục lại tín hiệu tương tự ban đầu từ tín hiệu PAM.



### Định lý lấy mẫu Shannon

- Định lý lấy mẫu Shannon đưa ra giới hạn dưới của tần số đó là  $f_s \geq 2f_m$  hoặc  $\omega_s \geq 2\omega_m$  trong đó  $f_s$  là tần số của tín hiệu PAM và  $f_m$  là tần số cực đại của phổ tín hiệu tương tự  
+ Trường hợp tín hiệu tương tự là tín hiệu thông dải có phổ từ  $f_L$  đến  $f_H$  thì tần số lấy mẫu được chọn như sau:

$$\frac{2}{n} f_H \leq f_s \leq \frac{2}{n-1} f_L \quad \text{trong đó} \quad n = \text{int} \left( \frac{f_H}{f_H - f_L} \right)$$

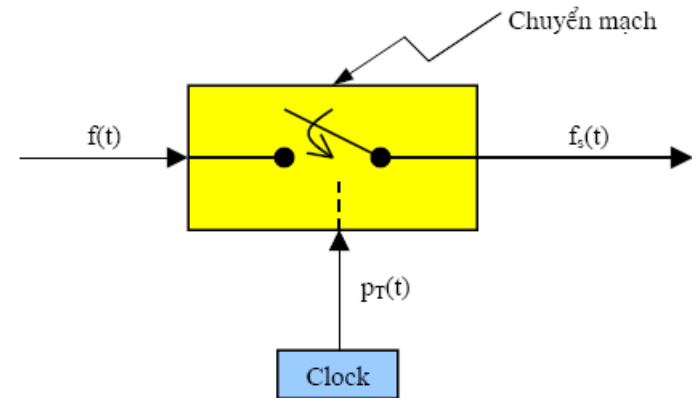
**Ví dụ:** Để lấy mẫu tín hiệu thoại tương tự có phổ từ 0,3 - 3,4kHz

$f_s \geq 6,8\text{kHz}$  -> thực tế, CCITT quy định  $f_s = 8\text{kHz}$

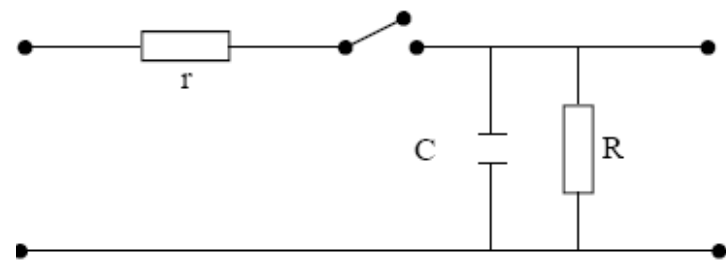


## 2.2.3 LẤY MẪU

PAM sử dụng kỹ thuật lấy mẫu và lưu giữ. Tại một thời điểm, một mức tín hiệu được đọc, sau đó lưu giữ lại giá trị đặc trưng. Vì tín hiệu PAM tạo ra một số chuỗi xung có nhiều mức giá trị biên độ khác nhau nên không được sử dụng để truyền thông.



Mạch tạo tín hiệu PAM lấy mẫu tự nhiên

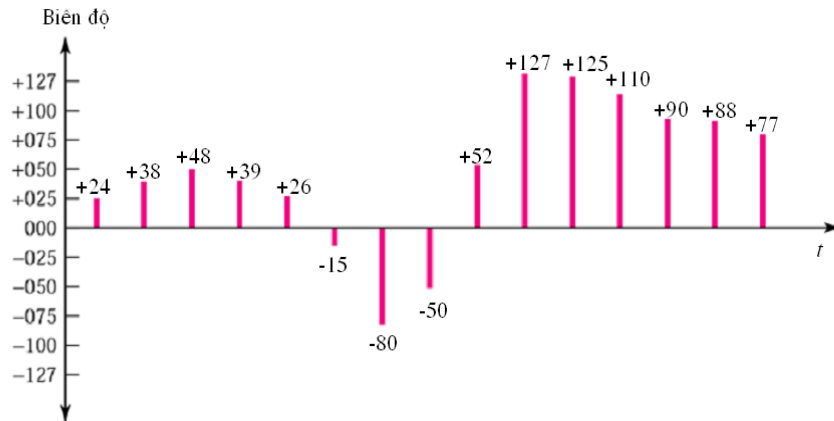


Mạch lấy mẫu và giữ mẫu tức thời

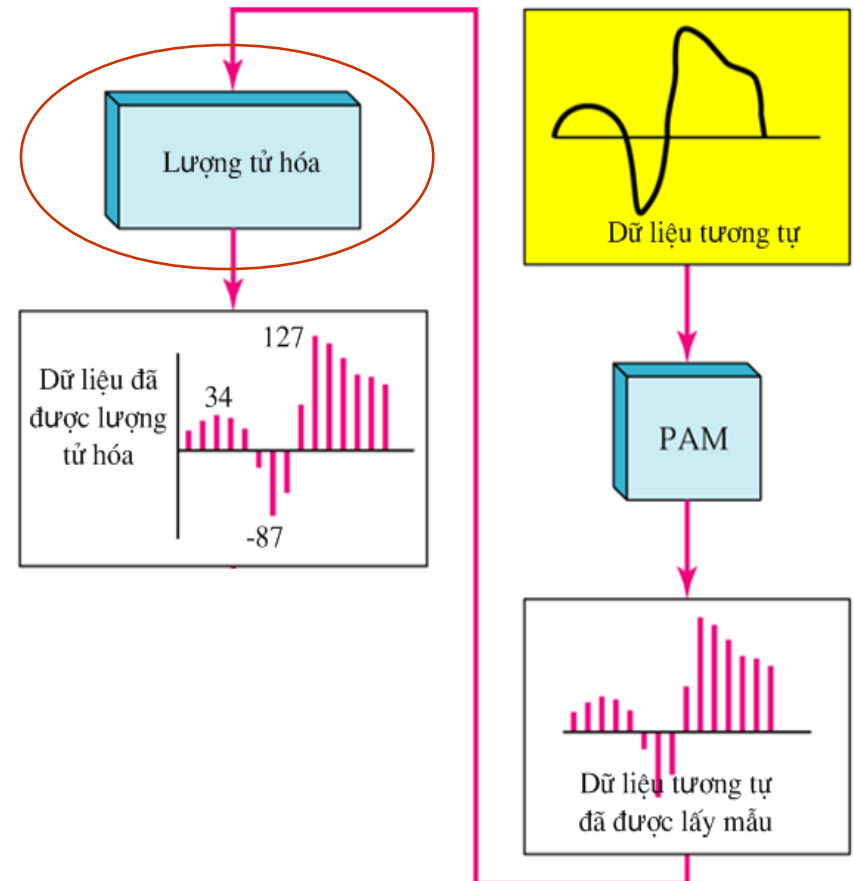
## 2.2.4 LƯỢNG TỬ HÓA

- Hạn chế của hệ thống truyền tin qua khoảng cách xa là sự tích lũy nhiễu, khiến cho sự suy giảm chất lượng tín hiệu gia tăng theo khoảng cách. Có thể giảm bớt ảnh hưởng này bằng cách thực hiện *lượng tử hóa* (quantizing)

Đó là sự xấp xỉ hóa các giá trị của các mẫu tương tự bằng cách sử dụng số mức hữu hạn M

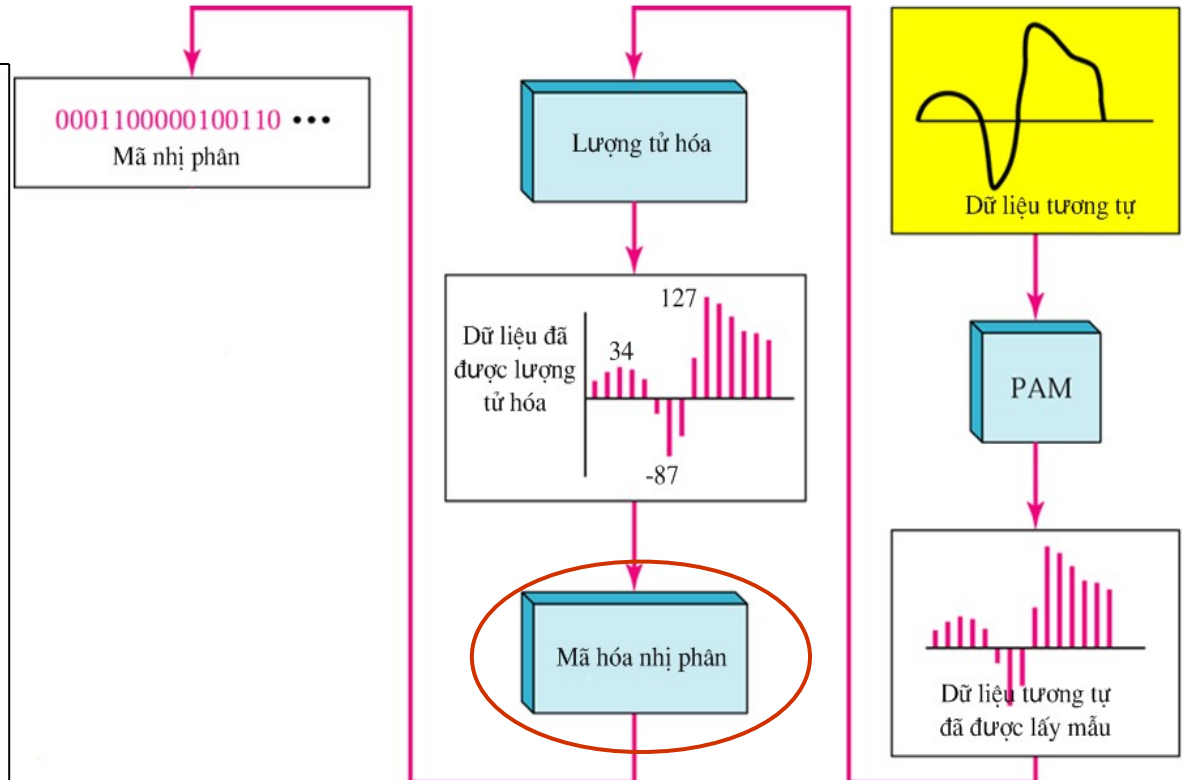


Hình 3.4. Tín hiệu PAM đã được lượng tử



## 2.2.5 MÃ HÓA

Sự kết hợp giữa hoạt động lấy mẫu và lượng tử hóa tạo ra *tín hiệu PAM lượng tử hóa*, đó là dãy xung rời rạc cách đều nhau  $T_s$  và có biên độ cũng rời rạc hóa với  $M$  mức biên độ. Trước khi truyền đi, mỗi *mẫu PAM lượng tử hóa* được **mã hóa thành một từ mã số (Digital word) gọi là từ mã PCM**



## 2.2.5 MÃ HÓA

Mỗi giá trị nguyên được chuyển đổi sang 7 bit nhị phân tương đương và bit thứ 8 đại diện cho dấu.

+024	00011000	-015	10001111	+125	01111101
+038	00100110	-080	11010000	+110	01101110
+048	00110000	-050	10110010	+090	01011010
+039	00100111	+052	00110110	+088	01011000
+026	00011010	+127	01111111	+077	01001101

Bit dấu:  
0 là +; 1 là -

## 2.3 MỘT SỐ ƯU ĐIỂM CỦA TÍN HIỆU PCM

- Có thể sử dụng các mạch số không đắt lắm
- Tín hiệu PCM xuất phát từ tất cả các nguồn tín hiệu tương tự (audio, video...) có thể kết hợp với tín hiệu số liệu (ví dụ từ máy tính) và truyền chung qua hệ thống truyền tin số tốc độ cao (high-speed digital communication system)
- Khi truyền qua khoảng cách xa, tín hiệu PCM có thể được khôi phục hoàn toàn tại mỗi trạm lặp trung gian (intermediate repeater station)
- Có thể giảm ảnh hưởng của nhiễu lên tín hiệu PCM bằng cách sử dụng các kỹ thuật mã hóa đặc biệt, có thể sửa được hầu hết các lỗi
- Có thể giảm bớt sự lặp lại không cần thiết hay còn gọi là độ dư (redundancy) trong bản tin
- Tín hiệu PCM dễ lưu trữ

## 2.4 CÁC KỸ THUẬT SỐ HÓA GIẢM BĂNG THÔNG

- Băng thông (bandwidth) là một tài nguyên thông tin quý giá và có hạn. Tất cả các đường truyền vật lý (dây xoắn đôi, cáp đồng trục, cáp sợi quang...) đều chỉ cho tín hiệu truyền trong một dải hữu hạn của tần số

➔ Cần phải có biện pháp sử dụng băng thông hiệu quả

- Để tiết kiệm băng thông truyền dẫn, có thể thực hiện các kỹ thuật số hóa khác hiệu quả hơn PCM, bao gồm :
  - PCM delta
  - PCM vi sai DPCM
  - Điều chế delta DM
  - Điều chế delta thích nghi ADM

➔ VÌ SAO ?

# CHƯƠNG 4 MÃ HÓA NGUỒN

- **4.1 Các khái niệm cơ bản**
- **4.2 Mã hóa**
  - 4.2.1 Định nghĩa mã hóa
  - 4.2.2 Các tham số cơ bản của mã hóa
  - 4.2.3 Các phương pháp biểu diễn mã
- **4.3 Mã hóa nguồn**
  - 4.3.1 Độ dài từ mã trung bình
  - 4.3.2 Hiệu suất mã
  - 4.3.3 Giải mã trong trường hợp từ mã có độ dài thay đổi
- **4.4 Mã hóa Huffman**
- **4.5 Mã hóa Facsimile**

## 4.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN



- Nguồn tin là một phân bố xác suất, tức là một tập các xác suất xuất hiện của các sự kiện  $p(i)$
- **Lượng tin  $I(i)$**  là khả năng dự đoán được của tin
  - $p(\text{bản tin}) = 1$  không mang tin
  - $p(\text{bản tin}) = 0$  mang một lượng tin vô hạn

$$I(i) = \log_2 \frac{1}{p(i)} = -\log_2 p(i) \quad (\text{bit})$$



## 4.1 CÁC KHÁI NIỆM CƠ BẢN

- Entropy  $H$  là lượng tin trung bình chứa trong một kí tự bất kỳ của nguồn tin

$$H = \sum_{m=1}^M p(m) \log_2 \frac{1}{p(m)} \text{ (bit/ký tự)}$$

- Entropy cực đại  $H_{\max}$  đạt được khi tất cả các kí tự của nguồn đều được sinh ra với cùng xác suất

$$p(m) = 1/M, \quad \forall m = \overline{1, M}$$

$$H_{\max} = \log_2 M$$

- Với  $M$  là số kí tự



■ **VÍ DỤ :**

BẢN TIN             $p(\text{có mưa}) = 0,1$

$p(\text{không mưa}) = 0,9$

Tìm lượng tin, entropy , và entropy cực đại ?

## 4.2 MÃ HÓA

### 4.2.1 ĐỊNH NGHĨA MÃ HÓA

- Nguồn tin rời rạc  $X$  sinh ra  $N$  tin hay kí tự độc lập  $(x_1, x_2, \dots, x_i, \dots, x_n)$
- Mã hóa nguồn tin  $X$  bằng tập  $M$  phần tử hữu hạn  $(m_1, m_2, \dots, m_q)$  có nghĩa là biến đổi mỗi tin  $x_i$  của nguồn  $X$  thành một tập các phần tử thuộc  $M$

$$x_i \rightarrow m_{i1} m_{i2} \dots m_{il}$$

Phép biến đổi ngược lại

$$m_{i1} m_{i2} \dots m_{il} \rightarrow x_i$$

Gọi là giải mã

## 4.2.1 ĐỊNH NGHĨA MÃ HÓA

- Mã hóa được chia làm hai loại:

### Mã hóa nguồn (source coding)

Là phương thức mã hóa tín hiệu thành các bit thông tin để truyền đi, đồng thời để làm tối đa dung lượng truyền dẫn

### Mã hóa kênh (Channel coding)

Là phương pháp bổ sung thêm các bit vào bản tin nhằm mục đích phát hiện hoặc sửa lỗi

## 4.2.2 CÁC THAM SỐ CƠ BẢN CỦA MÃ HÓA

- **Cơ số của mã:** số kí hiệu mã khác nhau trong mã
- **Từ mã:** dãy liên tục các ký hiệu mã dùng để mã hóa một tin của nguồn
- **Độ dài của từ mã:** số kí hiệu mã có trong một từ mã
- **Trọng lượng từ mã:** là tổng số kí hiệu khác 0 có mặt trong từ mã
- **Khoảng cách mã:** là số kí hiệu cùng vị trí khác nhau giữa hai từ mã dài bằng nhau

## ■ VÍ DỤ

Có bảng mã sau

Tin	A	B	C	D	E	F	G	H
Từ mã	000	001	010	011	100	101	110	111

Tìm cơ số mã, độ dài, trọng lượng của mỗi từ mã và khoảng cách giữa mỗi từ mã cạnh nhau?

## 4.2.3 CÁC PHƯƠNG PHÁP BIỂU DIỄN MÃ

- Có bốn phương pháp:
  - Phương pháp liệt kê
  - Phương pháp ma trận
  - Phương pháp cây
  - Phương pháp đa thức

# PHƯƠNG PHÁP LIỆT KÊ

- Liệt kê các tin của nguồn và các từ mã tương ứng trong bảng mã
- Ví dụ: nguồn tin có 8 tin (kí tự), các tin được mã hóa như sau

Tin	A	B	C	D	E	F	G	H
Từ mã	000	001	010	011	100	101	110	111



# PHƯƠNG PHÁP MA TRẬN

- Chỉ chọn những từ mã làm cơ sở trong các từ mã được mã hóa
- Các từ mã này sẽ lập thành bảng mã dưới dạng ma trận và gọi là ma trận sinh
- Ví dụ : ma trận sinh tương ứng với bảng mã trên

$$\begin{bmatrix} 0 & 0 & 1 \\ 0 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

# PHƯƠNG PHÁP CÂY

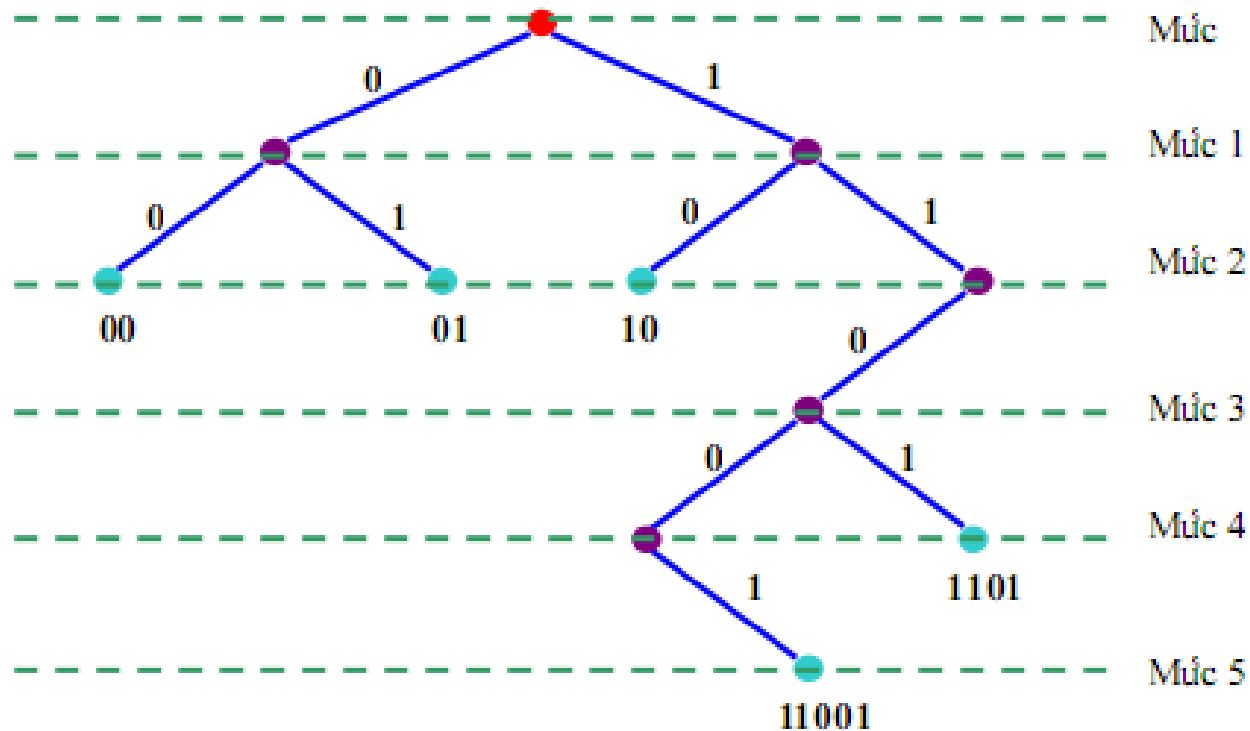
- Cây mã gồm nút gốc, nút lá và các nút nhánh
- **Nút gốc**: là gốc của cây mã. Từ nút gốc phân tối đa  $q$  nhánh ( $q$  là cơ số của mã), mỗi nhánh mang một kí hiệu mã
- Nút mà từ đó phân nhánh tiếp theo gọi là **nút nhánh**
- Nút cuối cùng của cây gọi là **nút lá**

## ■ VÍ DỤ

Cho bộ mã nhị phân gồm các từ mã là

00, 01, 10, 1101, 11001

Hãy biểu diễn mã này theo phương pháp cây



# PHƯƠNG PHÁP ĐA THỨC

- Từ mã k bit  $m_{k-1} m_{k-2} \dots m_2 m_1 m_0$  được biểu diễn bằng đa thức sau:

$$f(x) = m_{k-1} x^{k-1} + m_{k-2} x^{k-2} + \dots + m_2 x^2 + m_1 x + m_0$$

- Phương pháp này có thể thực hiện mã hóa và giải mã dễ dàng bằng cách thực hiện các phép toán cộng, nhân và chia
- Ví dụ : cho từ mã nhị phân 1 1 0 1 0 1 0 1  
$$f(x) = x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + 1$$

## 4.3 MÃ HÓA NGUỒN

### 4.3.1 ĐỘ DÀI TỪ MÃ TRUNG BÌNH

- Mã hóa kí tự  $x_i$  bằng một từ mã dài  $l_i$ , như vậy lượng tin chứa trong từ mã này là  $l_i$  (bit)

- Ví dụ : nguồn tin nhị phân

$$p(0) = 0,5$$

$$p(1) = 0,5$$

$$\Rightarrow I(0) = I(1) = 1 \text{ bit}$$

- Lượng tin trung bình chứa trong một từ mã là độ dài trung bình của từ mã  $L$  (bit)

$$L = \sum_{i=1}^M p(x_i) \cdot l_i$$

## 4.3.2 HIỆU SUẤT MÃ

$$\eta = \frac{H}{H_{\max}} \times 100\% = \frac{\sum_{m=1}^M p(m) \log_2 \frac{1}{p(m)}}{\log_2 M} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{H}{L} \times 100\% = \frac{H}{\sum_{m=1}^M p(m) l_m} \times 100\% \text{ (bit/số nhị phân)}$$

## ■ VÍ DỤ

Bản tin truyền giữa hai máy tính qua mạng PSTN chứa các kí tự từ A đến H. Theo kết quả thống kê xác suất xuất hiện các kí tự như sau:

<i>Ký tự</i>	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>X.suất</i>	0.1	0.18	0.4	0.05	0.06	0.1	0.07	0.04

Tính hiệu suất của nguồn

## ■ VÍ DỤ

Cũng bản tin như ví dụ trên

<i>Ký tự</i>	C	B	A	F	G	E	D	H
<i>Từ mã</i>	0	110	100	1111	1011	1010	11101	11100

- Tính độ dài từ mã trung bình và hiệu suất mã lúc này?



## 4.3.3 GIẢI MÃ TRONG TRƯỜNG HỢP TỪ MÃ CÓ ĐỘ DÀI THAY ĐỔI

### ■ Giải mã duy nhất

Bản tin thu chỉ có một nghĩa duy nhất

**Ví dụ** : A= 0, B= 01, C= 11, D= 00

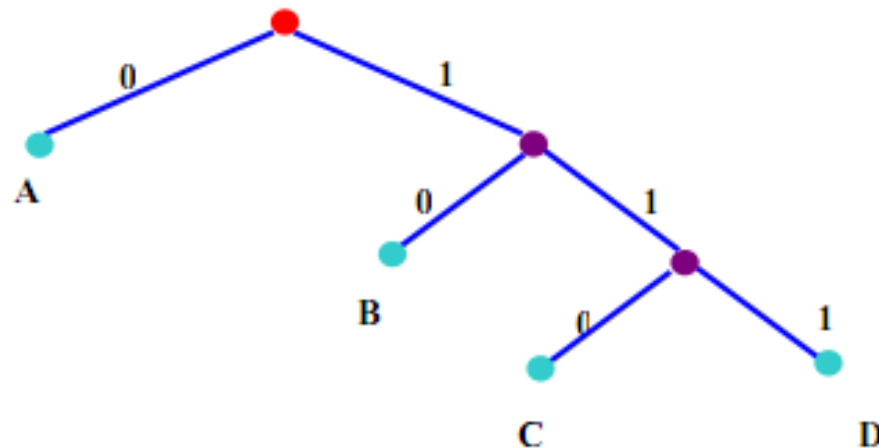
=> Bên thu: 0011

=> không có tính giải mã duy nhất

### ■ Giải mã tức thời

Ví dụ: A= 0, B= 10, C= 110, D= 111

Mã có tính prefix: không có từ mã hoàn thành nào là phần đầu của từ mã khác dài hơn nó



## 4.4 MÃ HÓA HUFFMAN

- Dựa vào xác suất xuất hiện của các ký tự
- Thuật toán của Huffman tối ưu theo nghĩa độ dài từ mã trung bình là nhỏ nhất
- Mã Huffman không có đặc tính sửa lỗi, nhưng có tính giải mã duy nhất và tức thời


## 4.4.1 MÃ HÓA HUFFMAN CƠ SỞ

- Sắp xếp các ký tự theo thứ tự xác suất giảm dần
- Gán cho hai ký tự có xác suất xuất hiện thấp nhất với hai nhánh (0) và (1) của cây mã. Từ hai ký tự có xác suất thấp nhất giảm còn một ký tự có xác suất bằng tổng của hai xác suất
- Lặp lại bước 1 cho đến khi chỉ còn lại một ký tự duy nhất với xác suất là 1
- Duyệt cây mã để tìm ra từ mã tương ứng với từng ký tự của nguồn

- Ví DỤ: giả sử có một số bản tin được truyền giữa hai máy tính qua mạng PSTN. Các bản tin chỉ chứa các ký tự từ A đến H. Theo kết quả thống kê cho thấy xác suất xuất hiện của các ký tự như sau:

<i>Ký tự</i>	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>X.suất</i>	0.1	0.18	0.4	0.05	0.06	0.1	0.07	0.04

<i>Ký tự</i>	C	B	A	F	G	E	D	H
<i>Từ mã</i>	0	110	100	1111	1011	1010	11101	11100

- 
- 4.4.2 Mã hóa Huffman động
  - 4.5 Mã hóa facsimile (fax)

# CHƯƠNG 5 MÃ HÓA KÊNH

- **5.1 Tổng quan về điều khiển lỗi**
  - 5.1.1 Các phương pháp điều khiển lỗi
  - 5.1.2 Phân loại điều khiển lỗi
  - 5.1.3 Khả năng phát hiện và sửa lỗi của mã khối
- **5.2 Mã khối**
  - 5.2.1 Mã kiểm tra chẵn lẻ
  - 5.2.2 Mã kiểm tra tổng khối
  - 5.2.3 Mã khối tuyến tính
- **5.3 Mã vòng**
  - 5.3.1 Đặc điểm mã vòng
  - 5.3.2 Kiểm tra độ dư vòng
  - 5.3.3 Mã Hamming
- **5.4 Mã chập**
  - 5.4.1 Mã hóa mã chập
  - 5.4.2 Giải mã mã chập

# 5.1 TỔNG QUAN VỀ ĐIỀU KHIỂN LỖI

## ■ 5.1 Các phương pháp điều khiển lỗi

- Đại lượng để đo lỗi?

Tỷ lệ lỗi bit  
BER

- Mục đích của điều khiển lỗi?

Giảm tỷ lệ lỗi trong  
hệ thống khi tỷ lệ  
này lớn quá mức cho  
phép

## 5.1.1 CÁC PHƯƠNG PHÁP ĐIỀU KHIỂN LỖI

- Tăng công suất phát
- Sử dụng phân tập: đưa thêm độ dư vào dữ liệu phát
  - Phân tập không gian
  - Phân tập tần số
  - Phân tập thời gian
- Truyền song công (kiểm tra echo): bộ phát phát tin đến bộ thu, tin được phát ngược về bộ phát trên kênh hồi tiếp riêng
- Yêu cầu lặp lại tự động ARQ
  - ARQ dừng và đợi
  - ARQ liên tục
- Mã hóa sửa lỗi không phản hồi: kiểm tra khối số liệu thu để sửa lỗi



## 5.1.2 PHÂN LOẠI MÃ ĐIỀU KHIỂN LỖI

- **Mã khối**
  - Khả năng phát hiện và sửa lỗi của mã khối
  - Định nghĩa mã khối
  - Mã kiểm tra chẵn lẻ
  - Mã kiểm tra tổng khối BCC
  - Mã khối tuyến tính
  - Mã vòng
- **Mã chập**

## 5.4 MÃ CHẬP

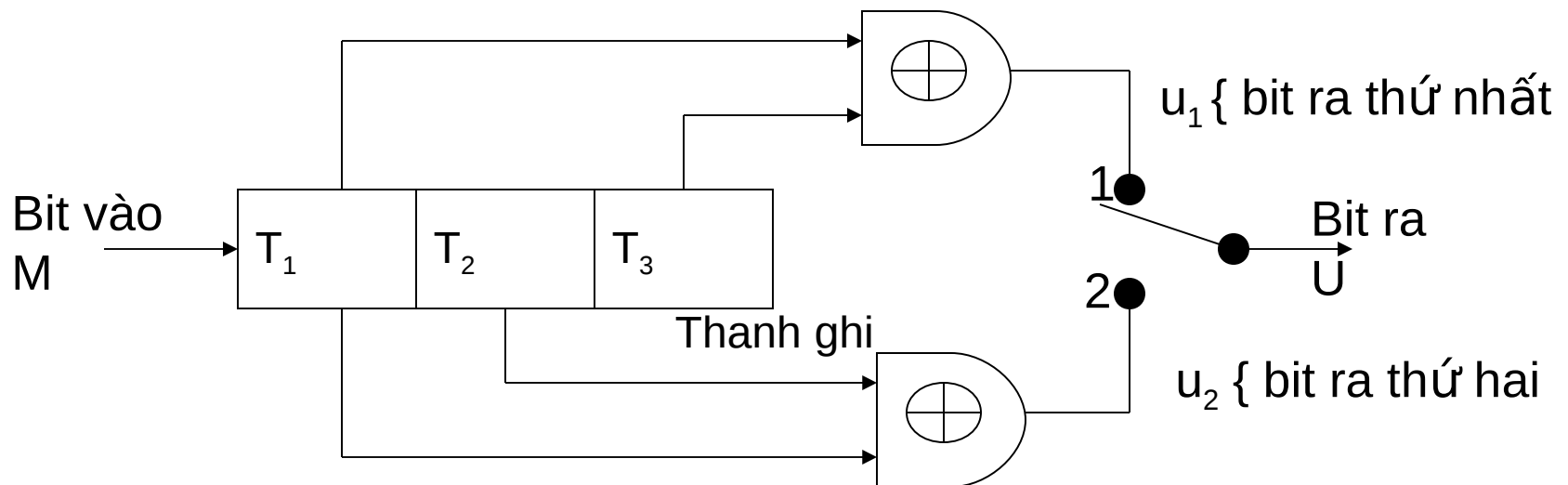
- 5.4.1 Định nghĩa
  - 5.4.2 Đặc điểm
  - 5.4.3 Mã hóa mã chập
    - Biểu diễn mã chập bằng đa thức sinh
    - Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ trạng thái
    - Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ cây
    - Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ lưới
- Bài tập về nhà
- 5.4.3 Giải mã mã chập
    - Giải mã mã chập bằng thuật toán Viterbi

## 5.4.1 Định nghĩa

- Mã chập được đặc trưng bởi ba số nguyên là  $n$ ,  $k$  và  $K$ .
- Trong đó :  $n$  là số bit ra của bộ mã hóa  
 $k$  là số bit vào bộ mã hóa  
 $K$  được gọi là độ dài ràng buộc
- Mã chập  $(n, k, K)$  được xây dựng từ các thanh ghi dịch  $kK$  bit.

## 5.4.2 Đặc điểm

- Mã chập là mã có nhớ  $\Rightarrow$  đó là điểm khác biệt cơ bản của mã chập so với mã khối
- Phần này, ta xét loại mã chập phổ biến nhất là mã chập có  $k=1$
- Ví dụ minh họa bộ mã chập có  $k=1, n=2, K=3$



Dãy vào = [1 1 0 1]  
Dãy ra = [11 10 11 01]

## 5.4.3 Mã hóa mã chập

- **Biểu diễn mã chập bằng đa thức sinh**
- Bộ mã chập có thể biểu diễn bằng các đa thức sinh
  - + Các bộ cộng modulo-2 được biểu diễn bằng các đa thức  $G_1(X)$ ,  $G_2(X)$ ... miêu tả sự kết nối giữa đầu ra của một vị trí trong thanh ghi dịch với bộ cộng modulo-2.
  - + Tương tự vậy, dãy bit vào cũng được biểu diễn bằng đa thức  $M(X)$
- Các đa thức sinh có bậc  $\leq K - 1$
- Đầu ra của mỗi bộ cộng modulo-2 sẽ lần lượt là các đa thức  $U_1(X)$ ,  $U_2(X)$ ...

$$U_1(X) = M(X) * G_1(X)$$

$$U_2(X) = M(X) * G_2(X)$$

.....

## Biểu diễn mã chập bằng đa thức sinh

- Theo ví dụ trên ta có hai đa thức sinh cho 2 bộ cộng module-2 là:

$$G_1(X) = 1 + X^2$$

$$G_2(X) = 1 + X$$

- Đa thức sinh cho dãy bit vào là:

$$M(X) = 1 + X + X^3$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow U_1(X) &= M(X) * G_1(X) = (1 + X + X^3) * (1 + X^2) \\ &= 1 + X^2 + X + X^3 + X^3 + X^5 \end{aligned}$$

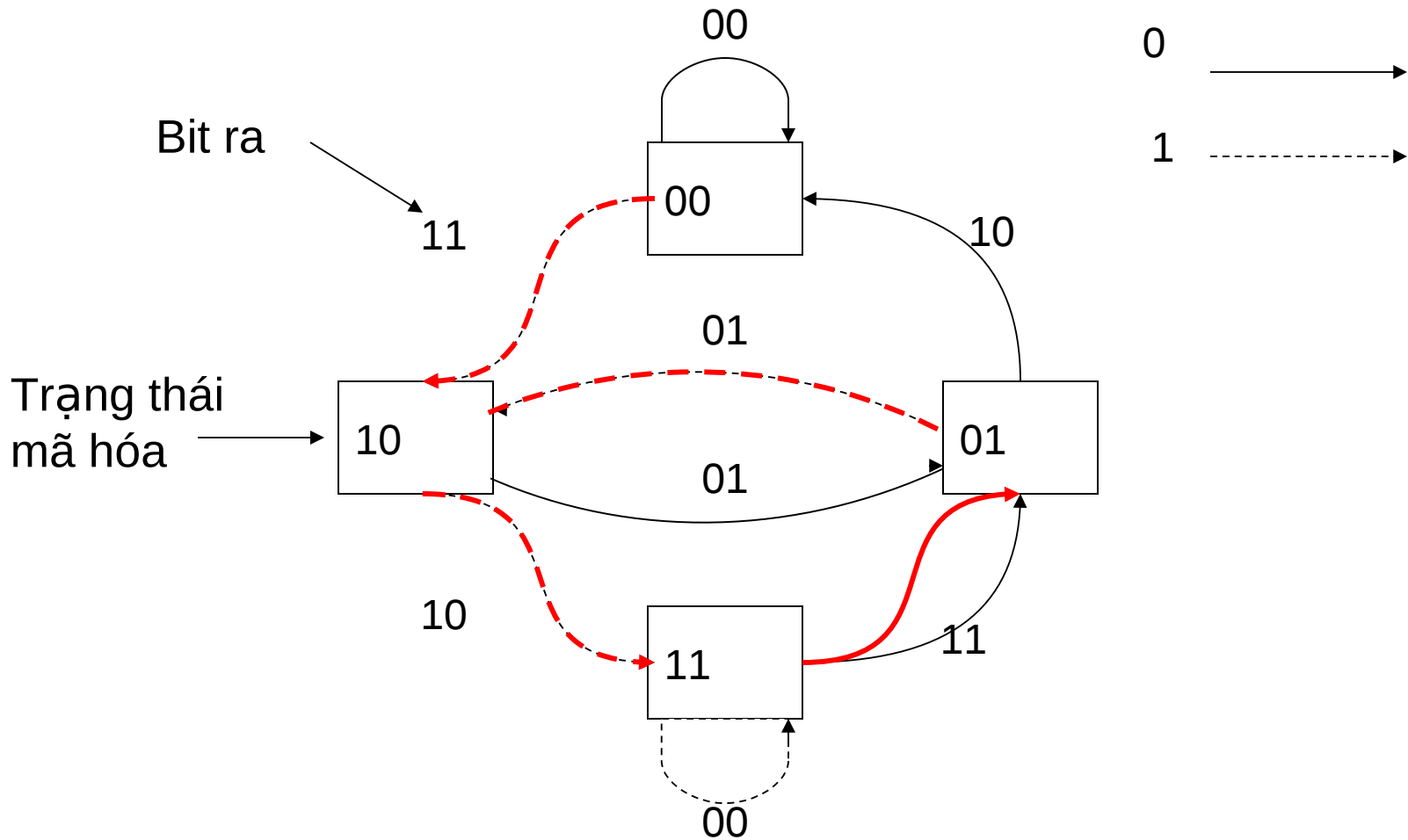
$$\begin{aligned} U_2(X) &= M(X) * G_2(X) = (1 + X + X^3) * (1 + X) \\ &= 1 + X + X + X^2 + X^3 + X^4 \end{aligned}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} U_1(X) = 1 + 1.X + 1.X^2 + 0.X^3 + 0.X^4 + 1.X^5 \\ U_2(X) = 1 + 0.X + 1.X^2 + 1.X^3 + 1.X^4 + 0.X^5 \end{array} \right.$$

$$\Rightarrow U(X) = \begin{matrix} 11 & 10 & 11 & 01 & 01 & 10 \end{matrix}$$

## 5.4.3 Mã hóa mã chập

### ■ Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ trạng thái

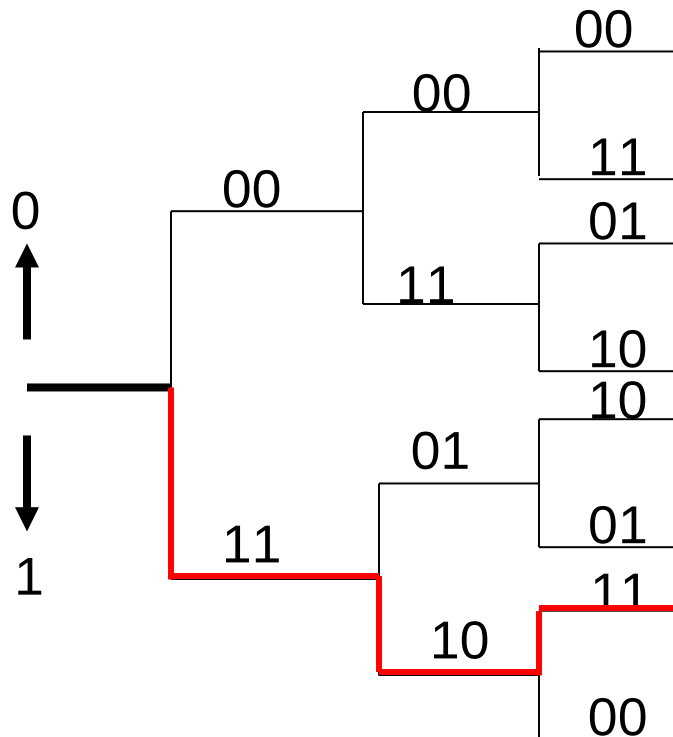


- Ví dụ: Dãy vào = [1 1 0 1]  
=> Dãy ra = [11 10 11 01]

## 5.4.3 Mã hóa mã chập

- **Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ cây**

Giả sử ban đầu toàn bộ thanh ghi được xóa về 0



Ví dụ: Dãy vào = [1 1 0]

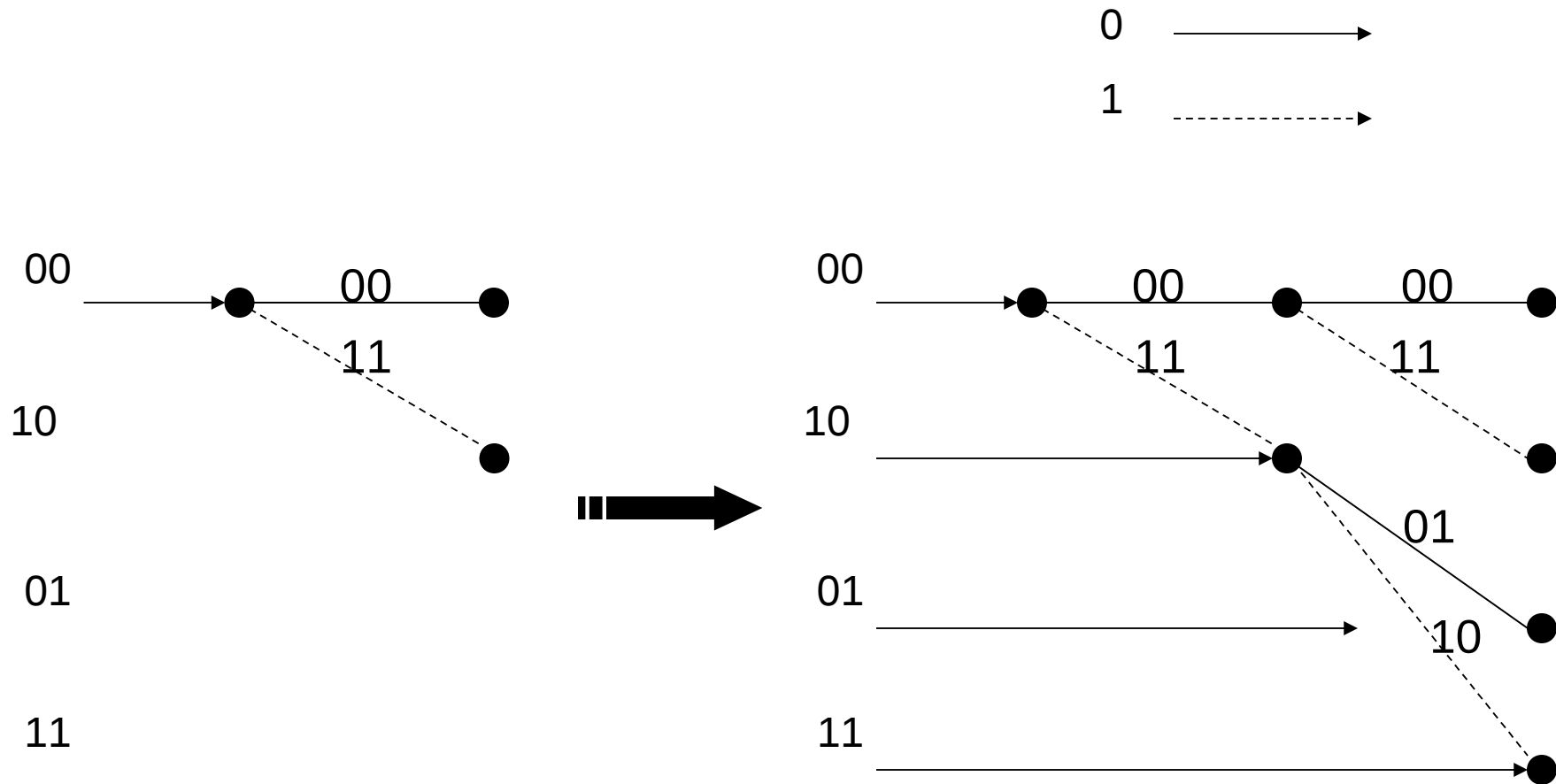
=> Dãy ra = [11 10 11]



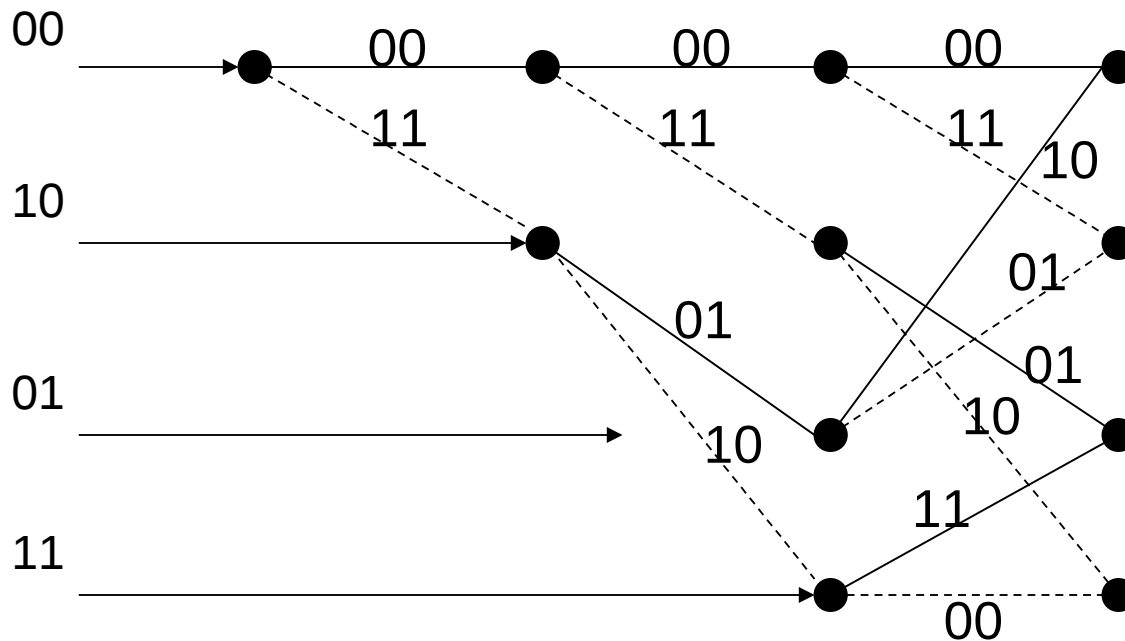
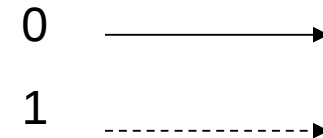
## 5.4.3 Mã hóa mã chập

- **Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ lưới**
  - Từ sơ đồ cây ta thấy thực tế bộ mã chập chỉ có 4 trạng thái phân biệt: 00, 10, 01, 11
  - Các nút cùng hàng biểu diễn cùng trạng thái
  - Từ mỗi nút lưới có hai nhánh ra: một nhánh ứng với bit vào là 0 (đường nét liền), một nhánh ứng với bit vào là 1 (đường nét đứt)
  - **Tổng quát, sau cột nút thứ K cấu trúc lưới được lặp lại**

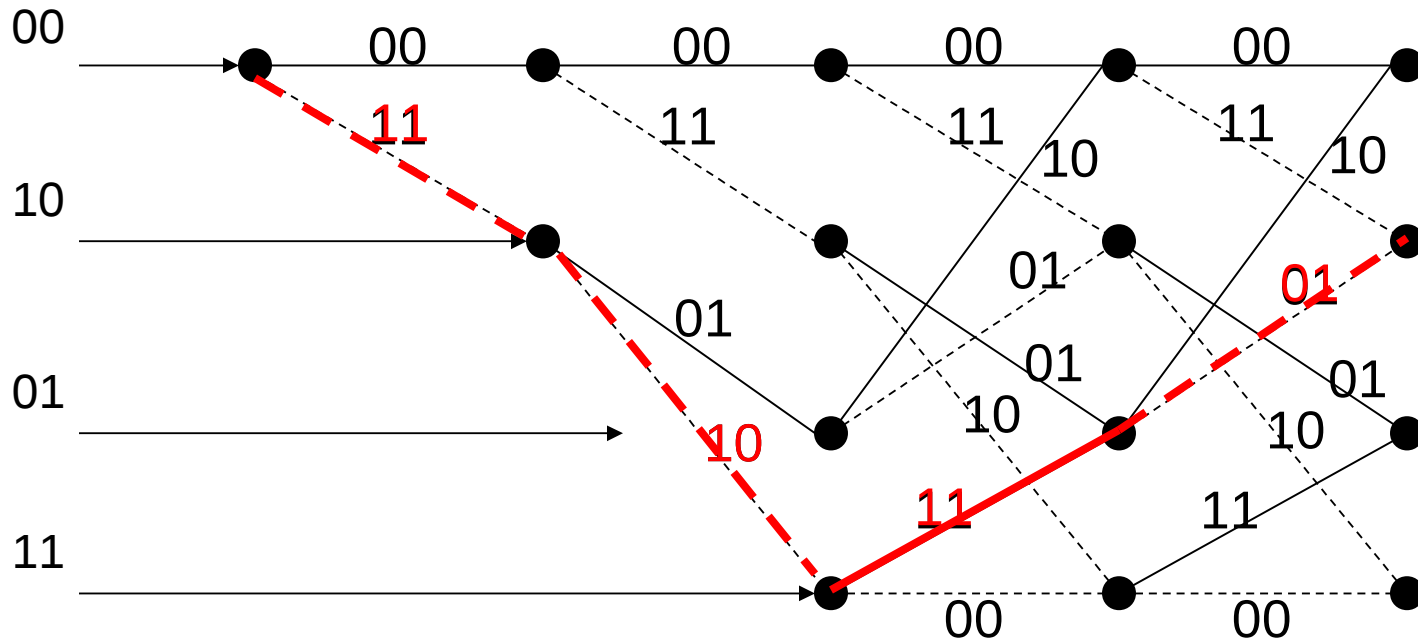
# Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ lưới



# Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ lưới



# Biểu diễn mã chập bằng sơ đồ lưới

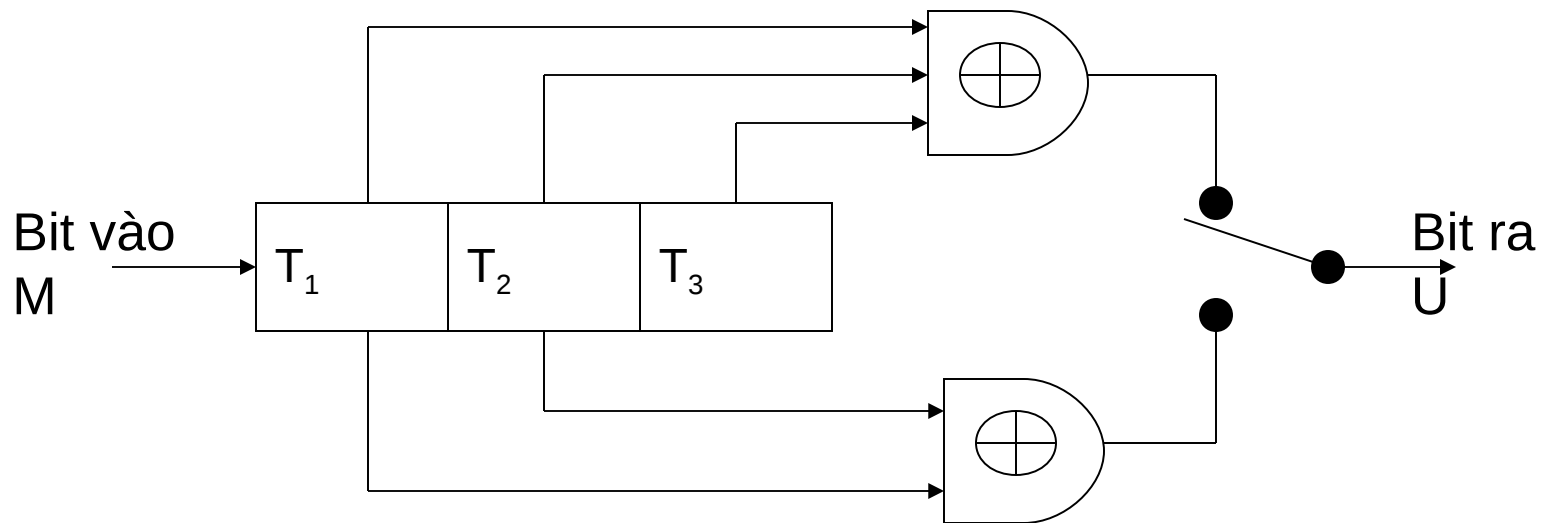


Ví dụ: Dãy vào = [1 1 0 1]

$\Rightarrow$  Dãy ra = [11 10 11 01]

# Bài tập về nhà

- Cho bộ mã chập có các thông số sau  $k=1$ ,  $n=2$ ,  $K=4$



Mã hóa dãy bit vào [1 0 1 1 0 1] bằng các phương pháp:

- Đa thức sinh
- Sơ đồ trạng thái
- Sơ đồ cây
- Sơ đồ lưới

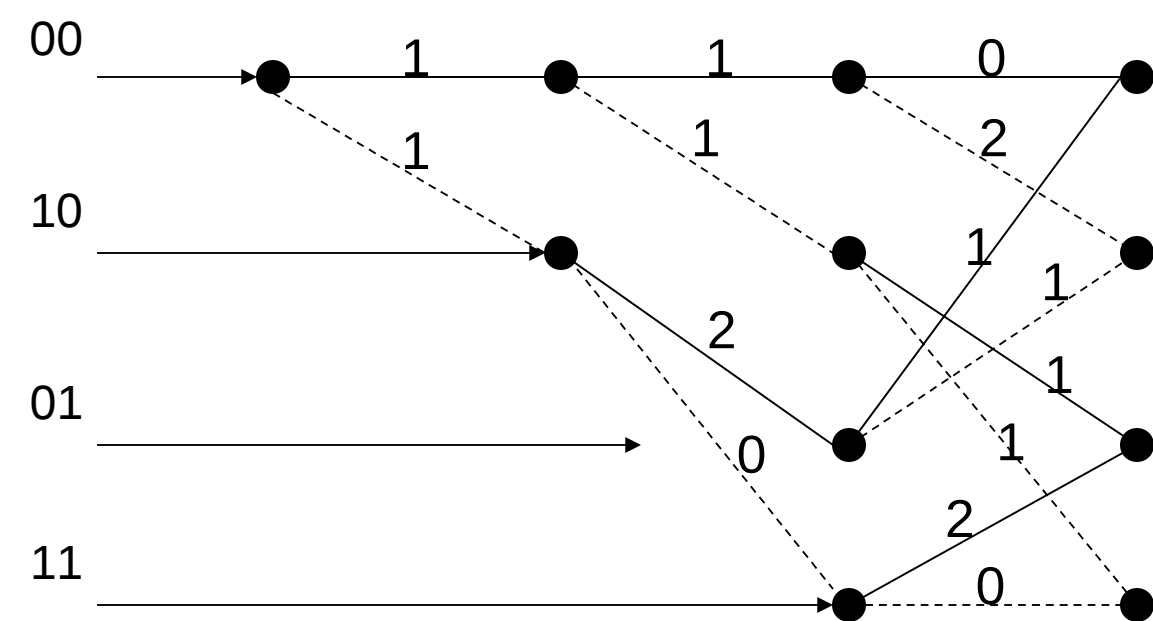
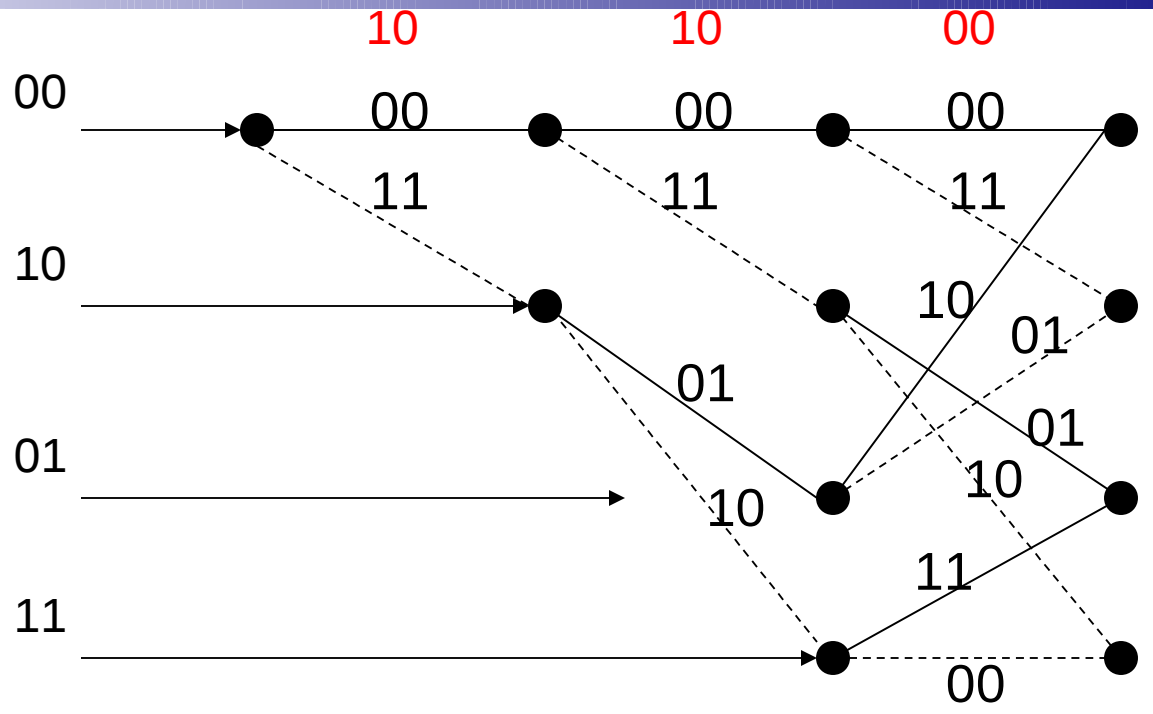
## 5.4.2 Giải mã mã chập

- Thuật toán giải mã chập được dùng phổ biến nhất là thuật toán Viterbi
- Thuật toán Viterbi được thực hiện trên sơ đồ lưới
- Thuật toán Viterbi dựa trên cơ sở giải mã lân cận gần nhất.
- Đặc điểm: mã chập cũng bị ép vào một cấu trúc khối bằng cách gắn thêm một số bit 0 vào cuối một dãy tin để đảm bảo đuôi dãy tin được dịch hết qua thanh ghi dịch.
- Ví dụ mã hóa mã chập hình 5.15, giả sử dãy thu là **10 10 00 10 10** => dãy vào bộ mã hóa là 5bit, trong đó có 3 bit tin và 2 bit 0 thêm vào

## Các bước giải mã thuật toán Viterbi

- **Bước 1:** chia dãy thu thành các bộ có kích thước  $n$  bit lần lượt so sánh các bộ thu với các nhánh trên sơ đồ lưới để đánh giá khoảng cách (metric) giữa bộ thu và các nhánh mã.

Sau  $(2^{K-1} - 1)$  nhịp đầu tiên thì sẽ xuất hiện 2 nhánh cùng đi vào một nút.



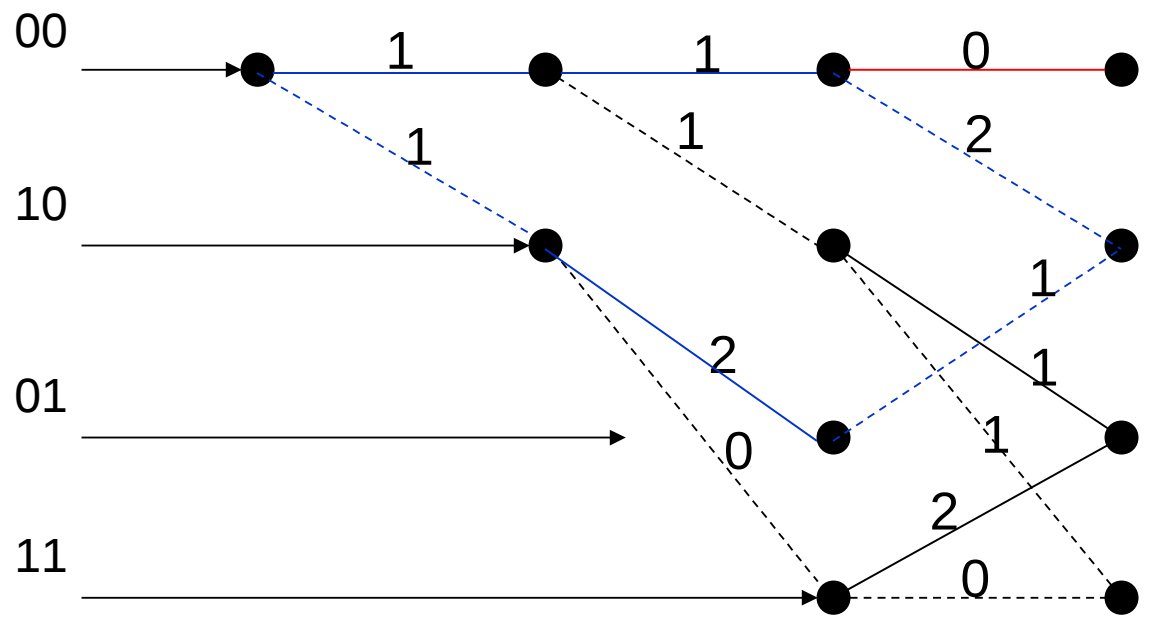
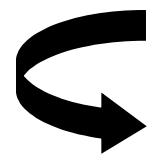
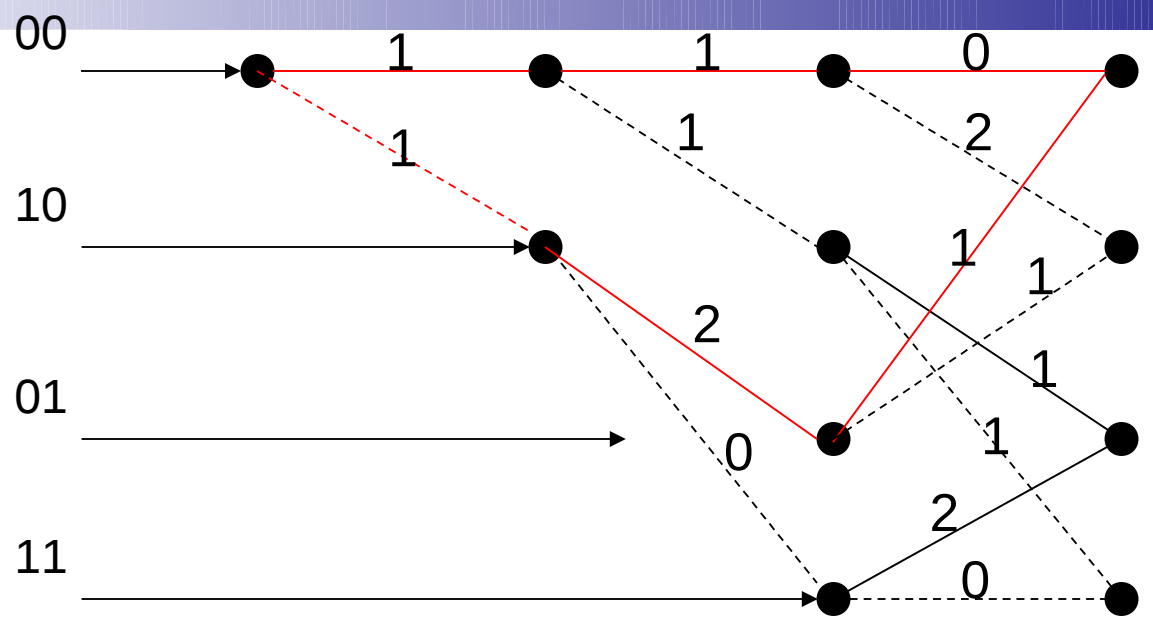


## Các bước giải mã thuật toán Viterbi

- **Bước 2** là bước loại trừ. Từ hai đường dẫn cùng đi vào 1 nút, tiến hành tính tổng metric trên mỗi đường để so sánh, đường được chọn là đường có tổng số đo khoảng cách bé nhất được gọi là đường sống, đường còn lại bị loại là đường chết.

Trong trường hợp, tổng metric trên hai đường bằng nhau thì việc chọn đường nào là tùy ý, tuy nhiên thuật toán Viterbi khuyến khích nên chọn đường sống sao cho số đường sống còn lại là nhiều nhất.

- **Bước 3** thực hiện lại bước 1 và 2 cho đến hết dãy thu kết quả giải mã là đường sống còn lại duy nhất.





00

10

01

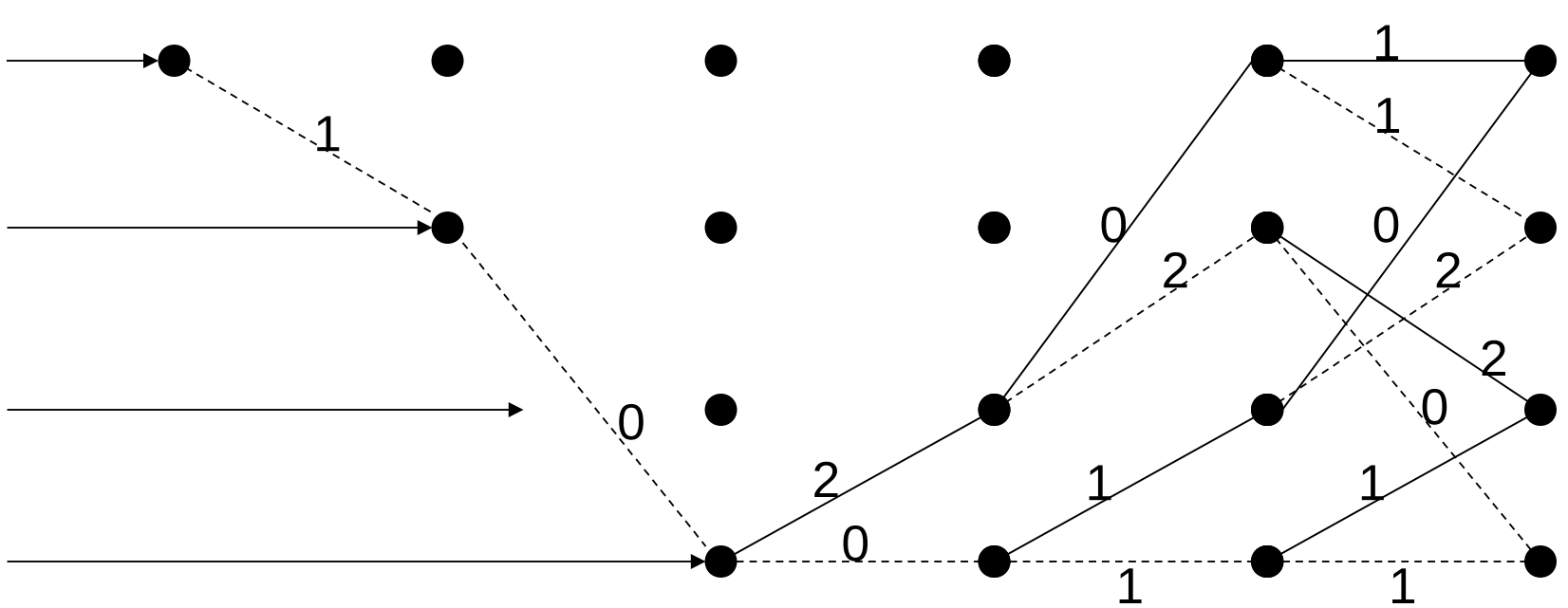
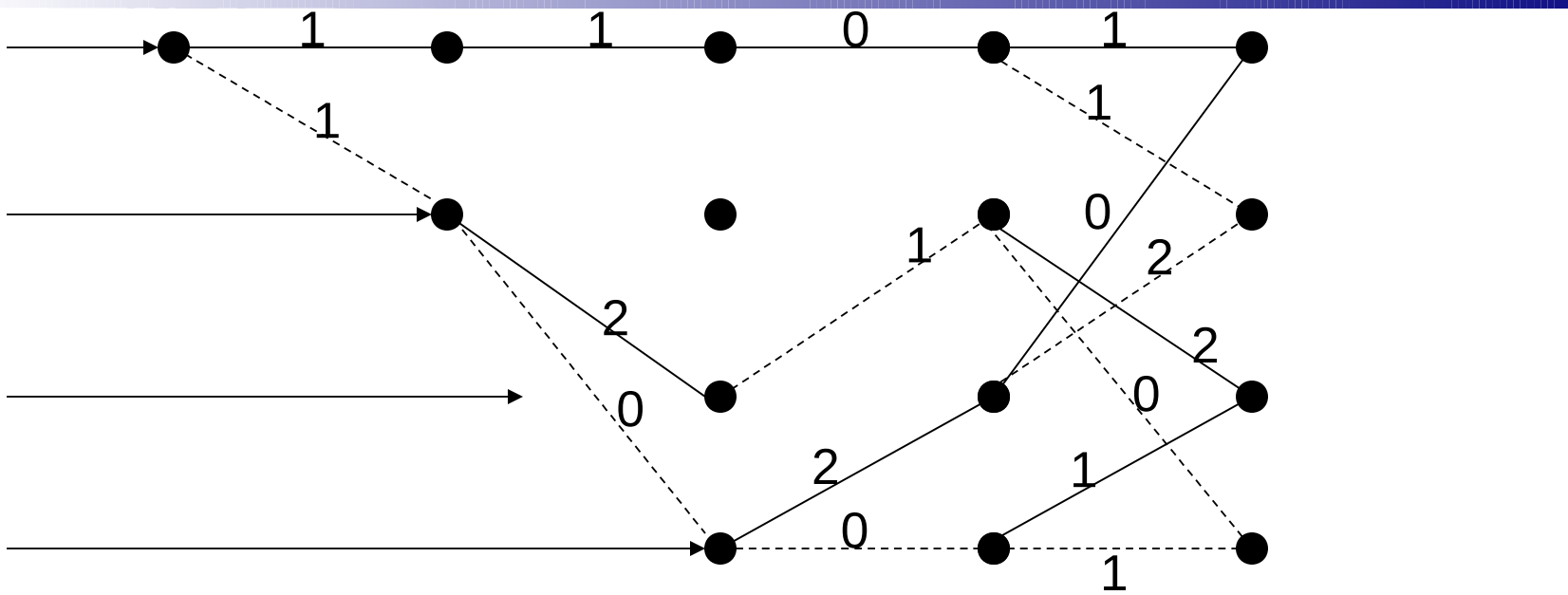
11

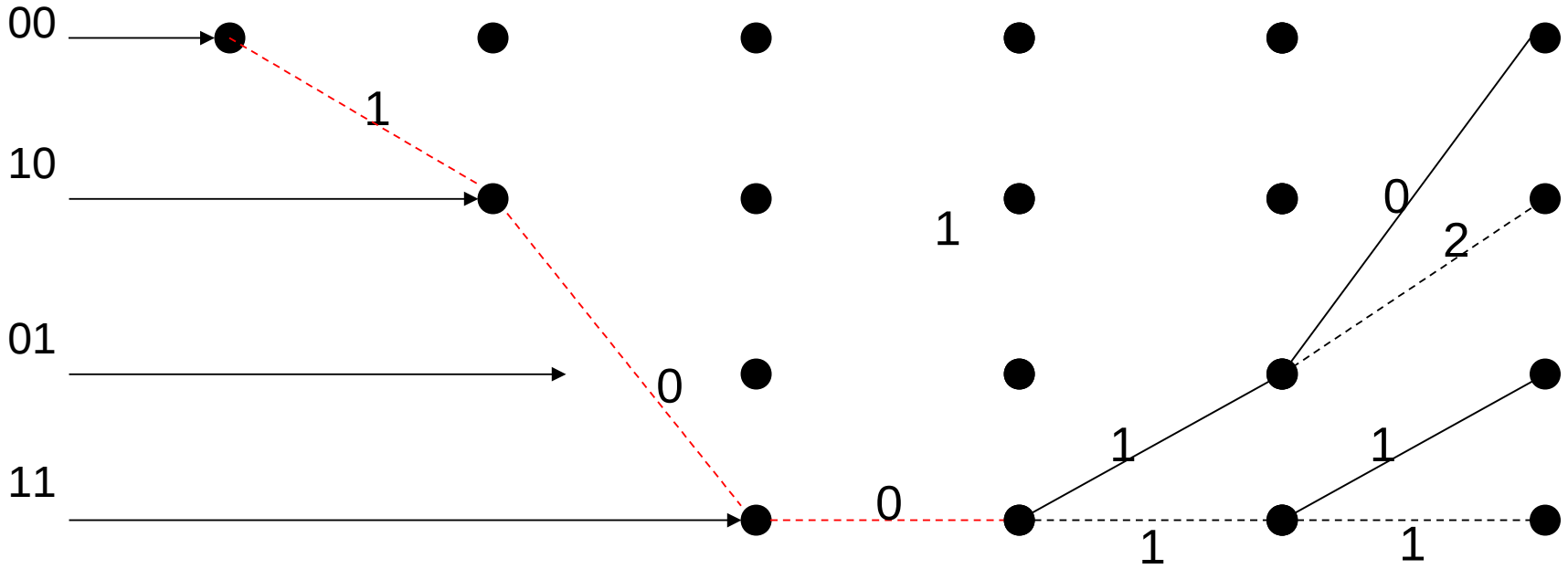
00

10

01

11





- Thực hiện so sánh, chọn đường có metric thấp hơn, cuối cùng ta còn lại đường sống là đường duy nhất  
=> Dãy tin giải mã là **11100**

# CHƯƠNG 6: GHÉP KÊNH VÀ TRUYỀN DẪN TÍN HIỆU SỐ

- **6.1 Ghép kênh phân chia theo tần số (FDM)**
  - 6.1.1 Nguyên lý ghép, tách kênh FDM
  - 6.1.2 Phân cấp hệ thống điện thoại FDM
- **6.2 Ghép kênh phân chia theo thời gian (TDM)**
  - 6.2.1 Nguyên lý ghép, tách kênh TDM
  - 6.2.2 Đồng bộ khung trong TDM
  - 6.2.3 Các phương pháp ghép TDM
  - 6.2.4 Phân cấp cận đồng bộ PDH
  - 6.2.5 Phân cấp đồng bộ SDH
- **6.3 Đa truy cập**
  - 6.3.1 Đa truy cập phân chia theo tần số
  - 6.3.2 Đa truy cập phân chia theo thời gian
  - 6.3.3 Đa truy cập phân chia theo mã
- **6.4 Truyền dẫn tín hiệu số**

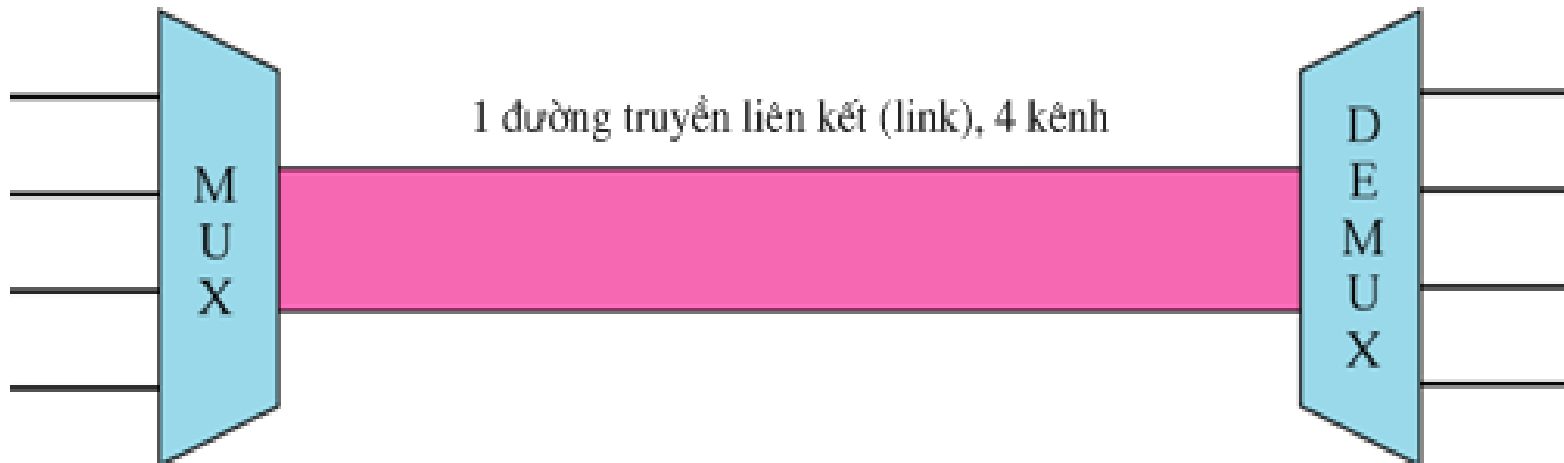
# GHÉP KÊNH

- **Khái niệm**

- Quá trình kết hợp hay tổ hợp nhiều tín hiệu lối vào (có tốc độ bit thấp) tạo nên một tín hiệu lối ra (có tốc độ bit cao hơn)

- **Mục tiêu của ghép kênh:**

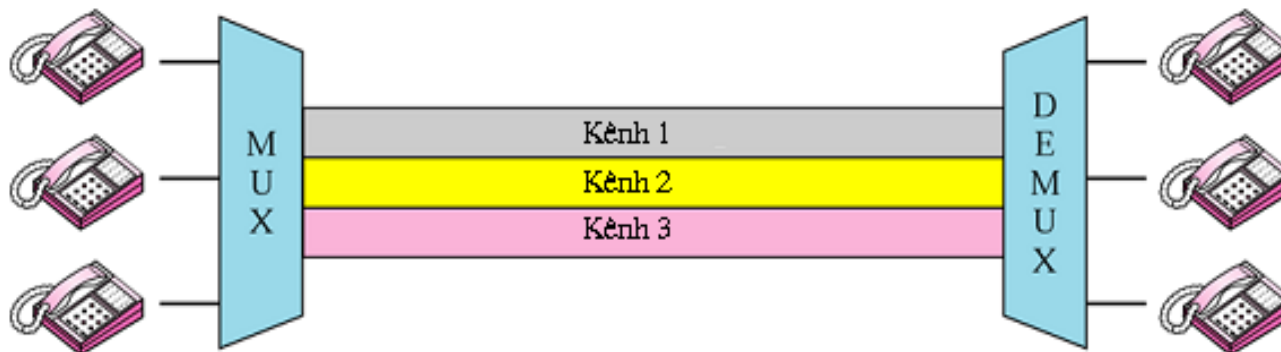
- Tăng hiệu suất sử dụng môi trường truyền dẫn -> tăng dung lượng truyền dẫn của hệ thống



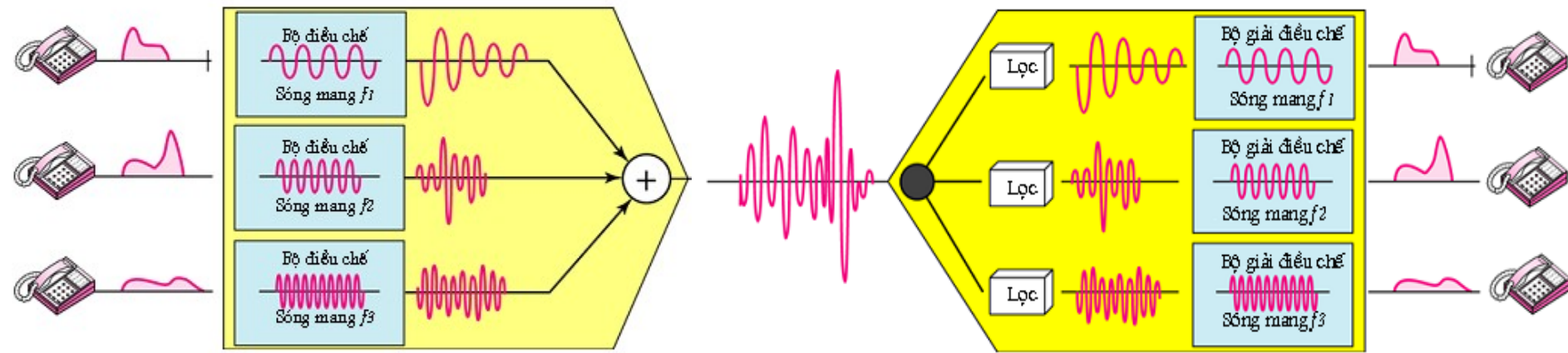
Hình 3.50. Đường truyền liên kết 4 kênh

## 6.1 GHÉP KÊNH PHÂN CHIA THEO TẦN SỐ (FDM)

- ❑ FDM truyền đồng thời các tín hiệu khác nhau qua cùng một kênh băng rộng bằng cách sử dụng các sóng mang tần số khác nhau
- ❑ Băng thông của đường truyền liên kết lớn hơn các băng thông hợp thành của các tín hiệu được truyền đi.
- ❑ Giữa mỗi kênh có khoảng băng thông không được sử dụng để đảm bảo các tín hiệu không chồng lên nhau - gọi là băng thông bảo vệ.



# 6.1.1 NGUYÊN LÝ GHÉP VÀ TÁCH KÊNH (FDM)



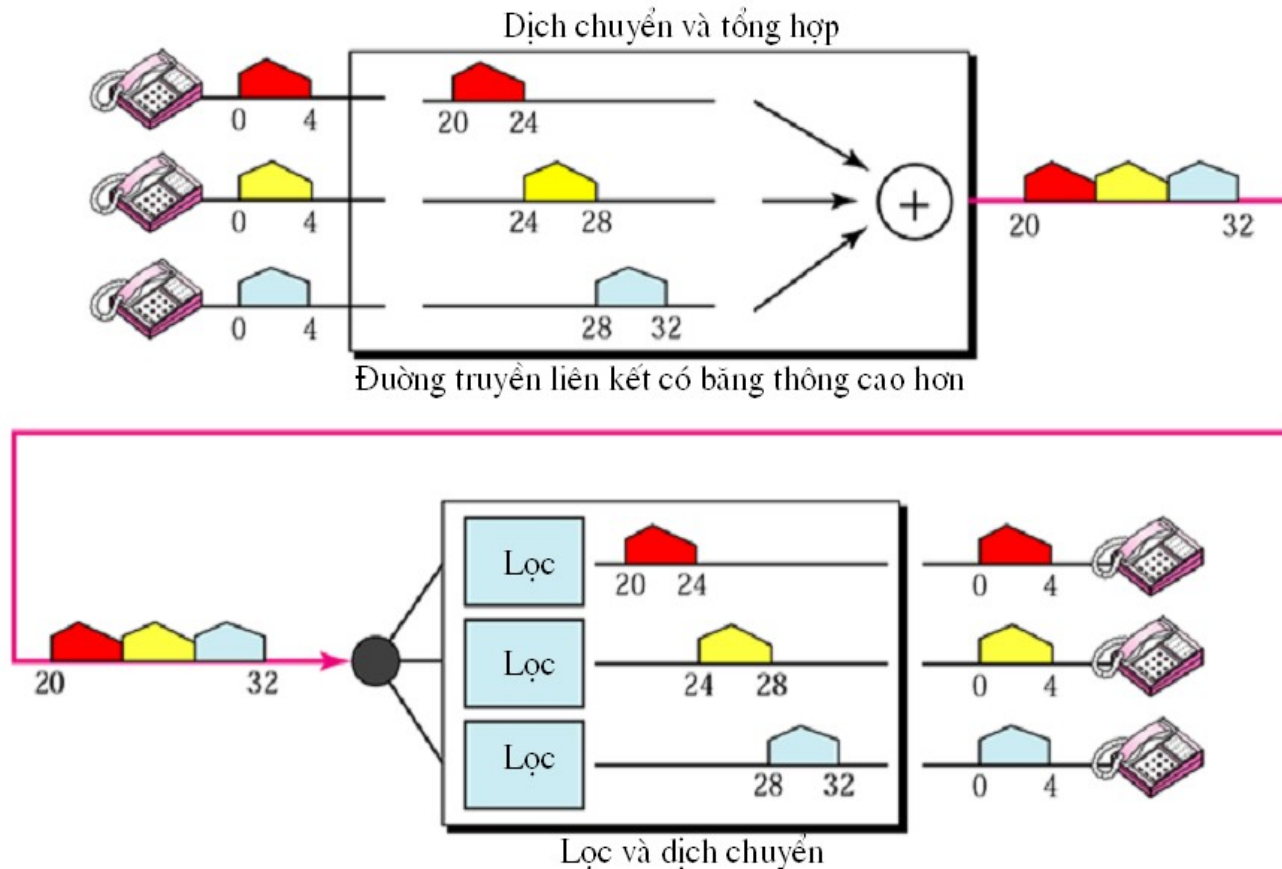
Hình 3.53. Biểu diễn quá trình xử lý ghép kênh

Hình 3.56. Biểu diễn quá trình xử lý tách kênh



## 6.1.1 NGUYÊN LÝ GHÉP VÀ TÁCH KÊNH (FDM)

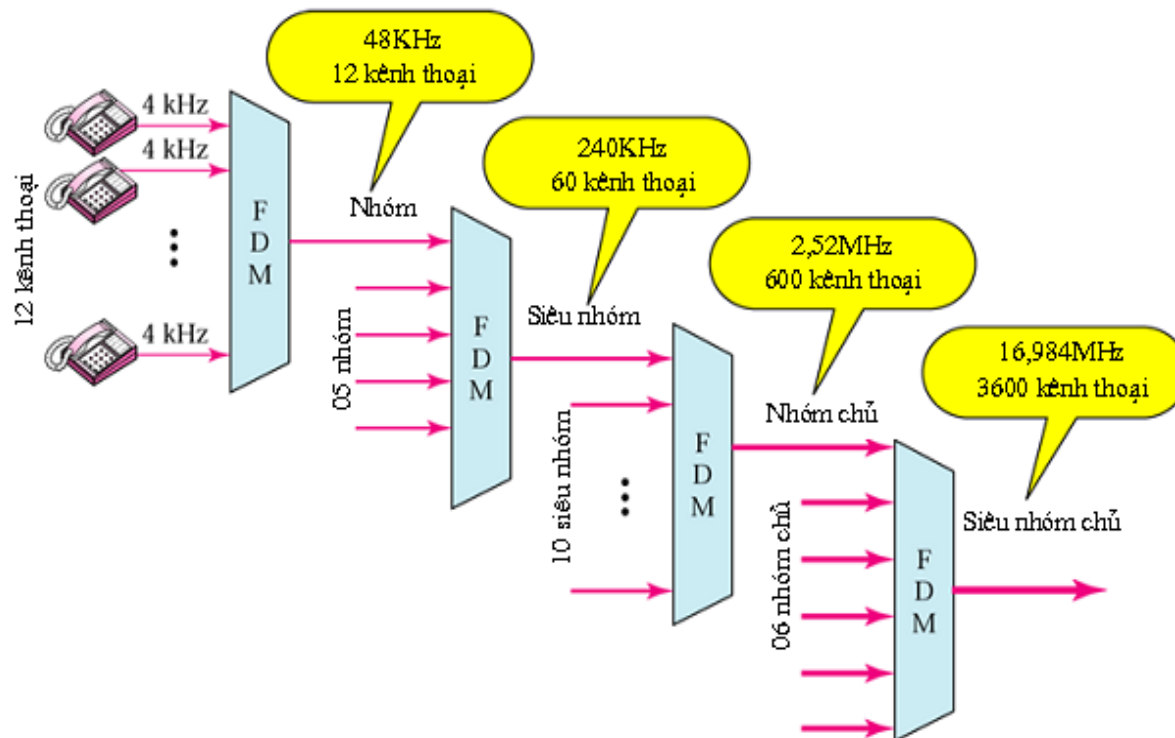
- Minh họa quá trình xử lý tách và ghép kênh



Hình 3.50. Biểu diễn cấu hình thực hiện FDM cho 03 kênh thoại

## 6.1.2 PHÂN CẤP HỆ THỐNG ĐIỆN THOẠI FDM

- Để tăng tối đa hiệu quả sử dụng đường truyền, người ta thực hiện ghép kênh các tín hiệu từ nhiều đường truyền có băng thông thấp sang đường truyền có băng thông cao hơn.

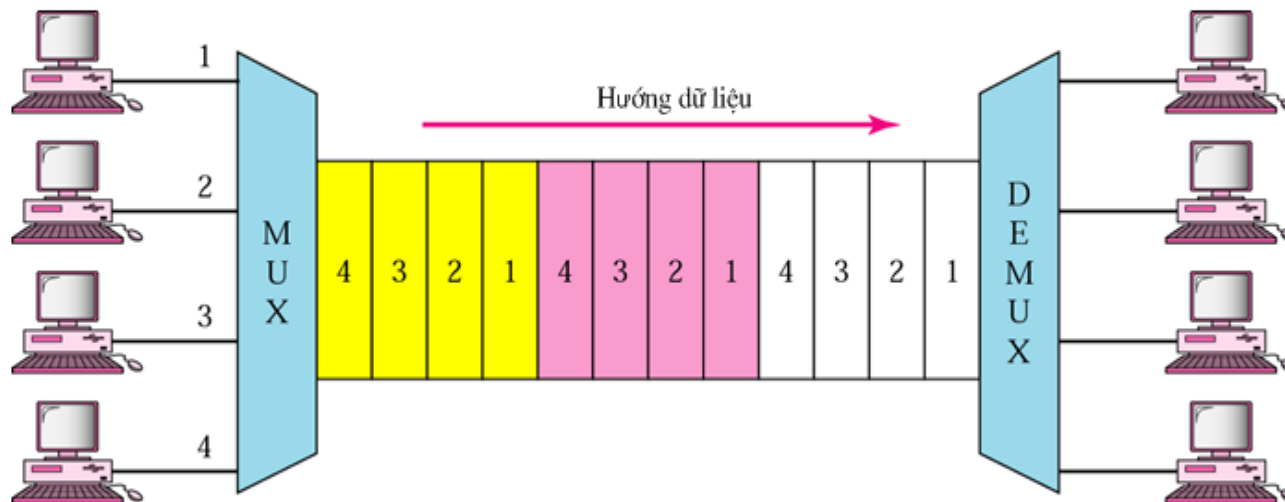


Hình 3.59. Phân cấp tương tự theo AT&T

## 6.2 GHÉP KÊNH PHÂN CHIA THEO THỜI GIAN (TDM)

□ TDM thực hiện truyền các tín hiệu khác nhau qua cùng một kênh băng rộng với cùng tần số nhưng vào các thời điểm khác nhau

Ví dụ: Các phần tín hiệu 1,2,3 và 4 sẽ lần lượt được chiếm giữ đường truyền.



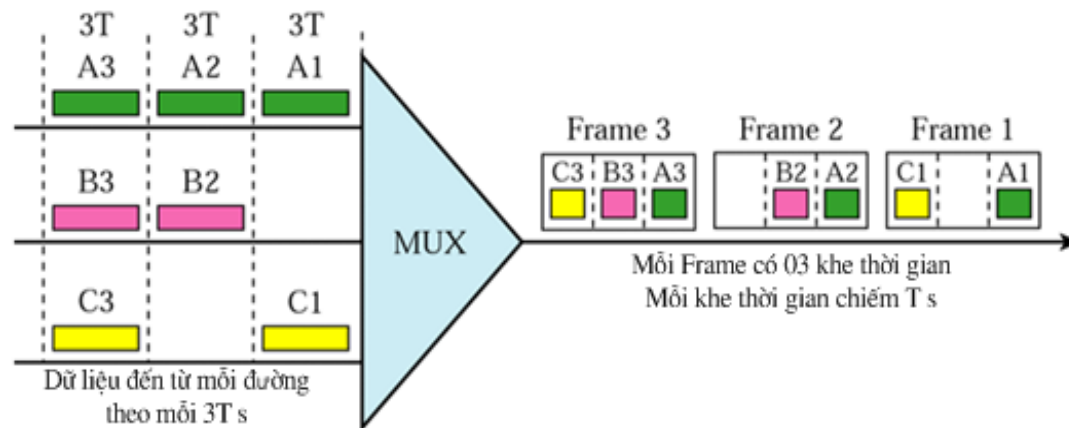
Hình 3.62. Kỹ thuật ghép kênh TDM

## 6.2 GHÉP KÊNH PHÂN CHIA THEO THỜI GIAN (TDM)

### ■ Khe thời gian và khung

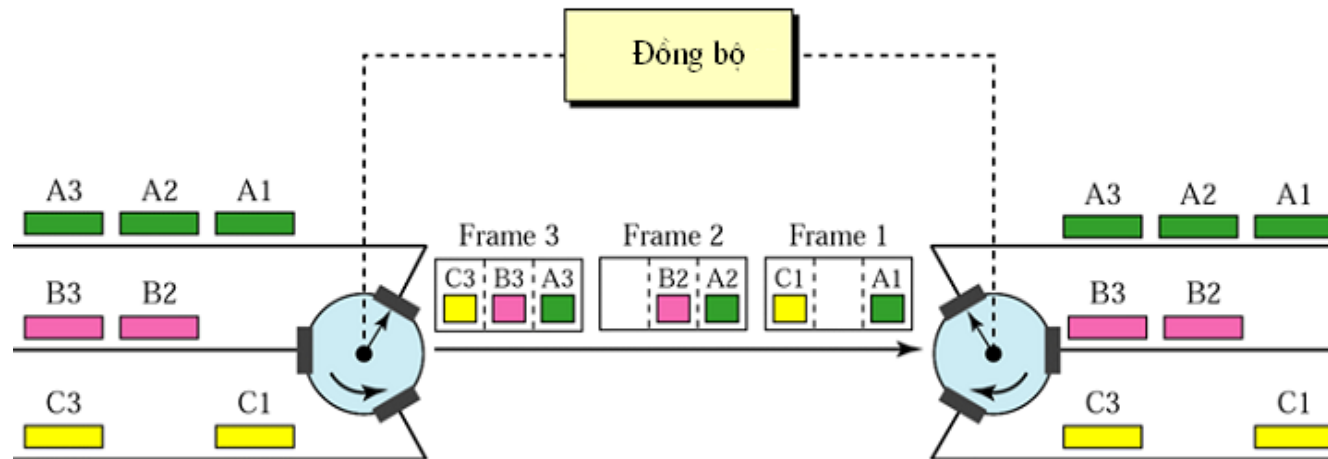
□ Luồng dữ liệu từ mỗi kết nối được phân chia thành các đơn vị dữ liệu, kích thước của một đơn vị dữ liệu có thể là 1 hoặc nhiều bit. Kết hợp các đơn vị dữ liệu của các luồng dữ liệu khác nhau tạo thành một *khung dữ liệu*.

□ Khe thời gian: là khoảng thời gian mang 1 đơn vị dữ liệu ứng với mỗi luồng dữ liệu.



Hình 3.63. Ghép kênh TDM

## 6.2.1 NGUYÊN LÝ GHÉP VÀ TÁCH KÊNH TDM



Cấu tạo: hai bộ chuyển mạch trên có cấu tạo quay tròn cùng tốc độ, ngược chiều nhau.

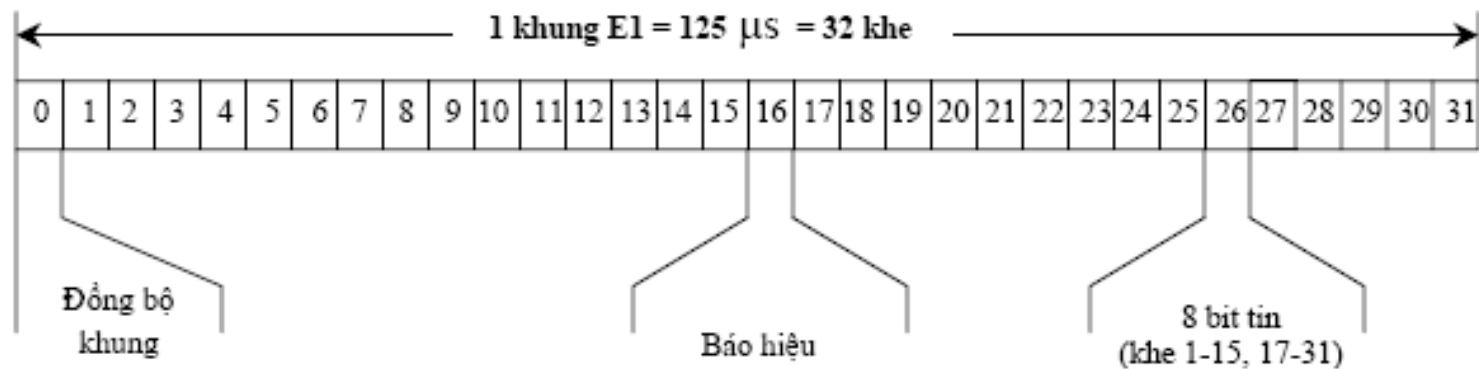
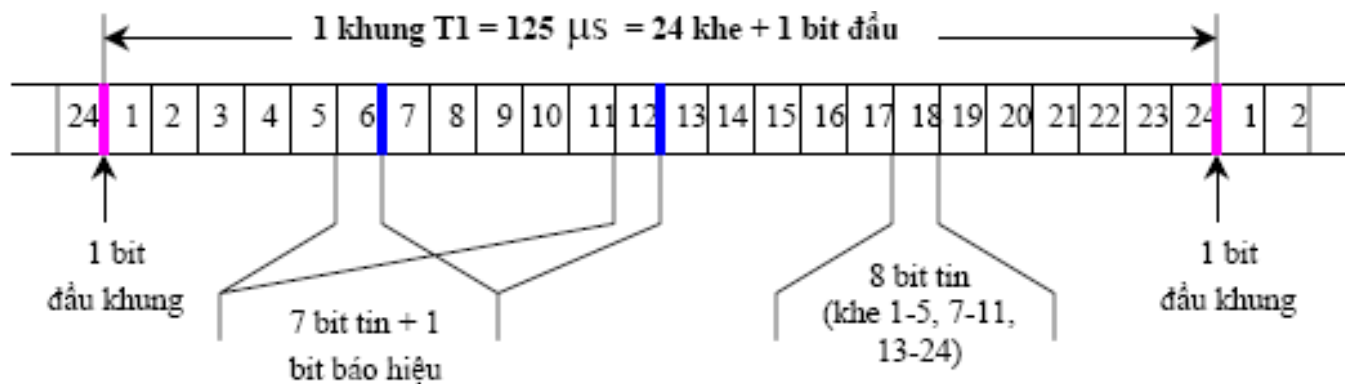
Phía ghép kênh: chuyển mạch mở một kết nối và gửi một đơn vị dữ liệu lên đường truyền.

Phía tách kênh: chuyển mạch mở một kết nối và nhận đơn vị dữ liệu từ đường truyền.

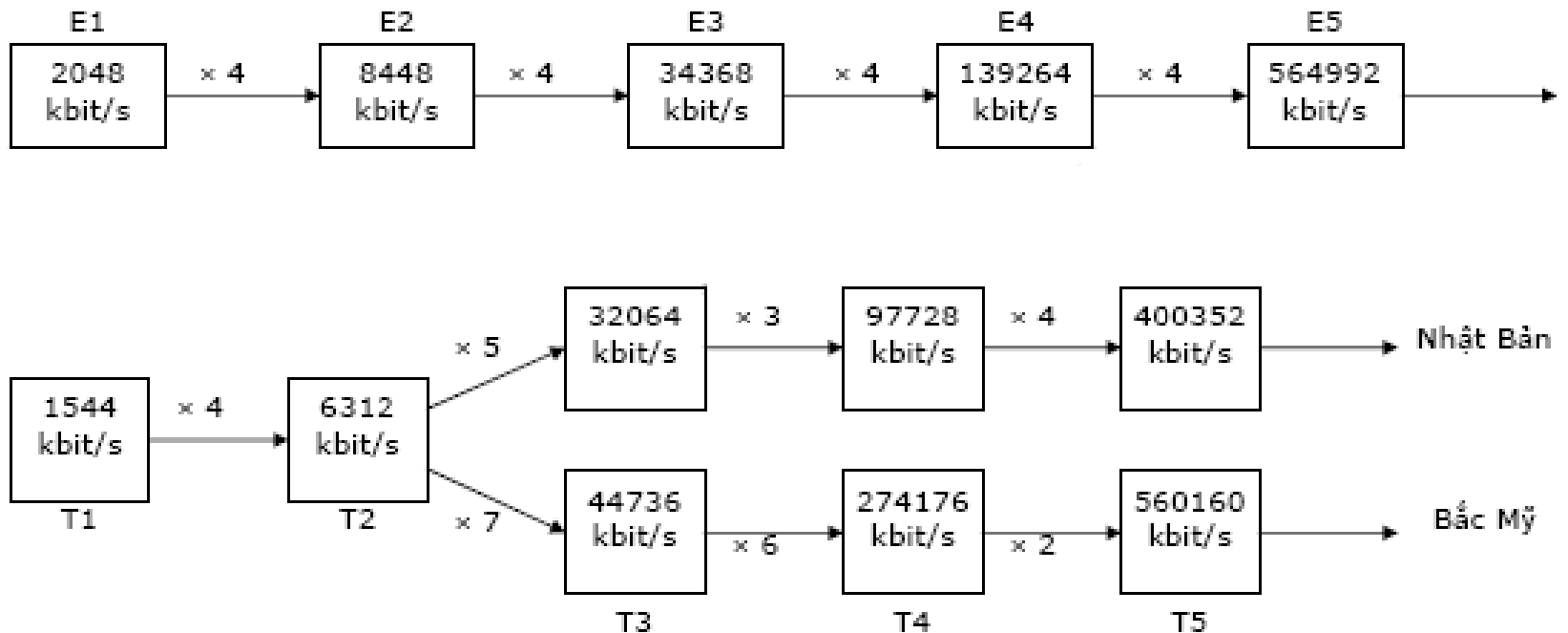
## 6.2.4 PHÂN CẤP CẬN ĐỒNG BỘ PDH

- Ghép kênh PDH thực hiện ghép các luồng số cơ sở để tạo thành các luồng số mức cao hơn theo kỹ thuật TDM
- Không sử dụng đồng bộ tập trung, tất cả các phần tử trong mạng không bị khống chế bởi một đồng hồ chủ
- Các luồng số do các phần tử trong mạng tạo ra có sự chênh lệch về tốc độ bit so với tốc độ danh định

## 6.2.4 PHÂN CẤP CẬN ĐỒNG BỘ PDH



## 6.2.4 PHÂN CẤP CẶN ĐỒNG BỘ PDH



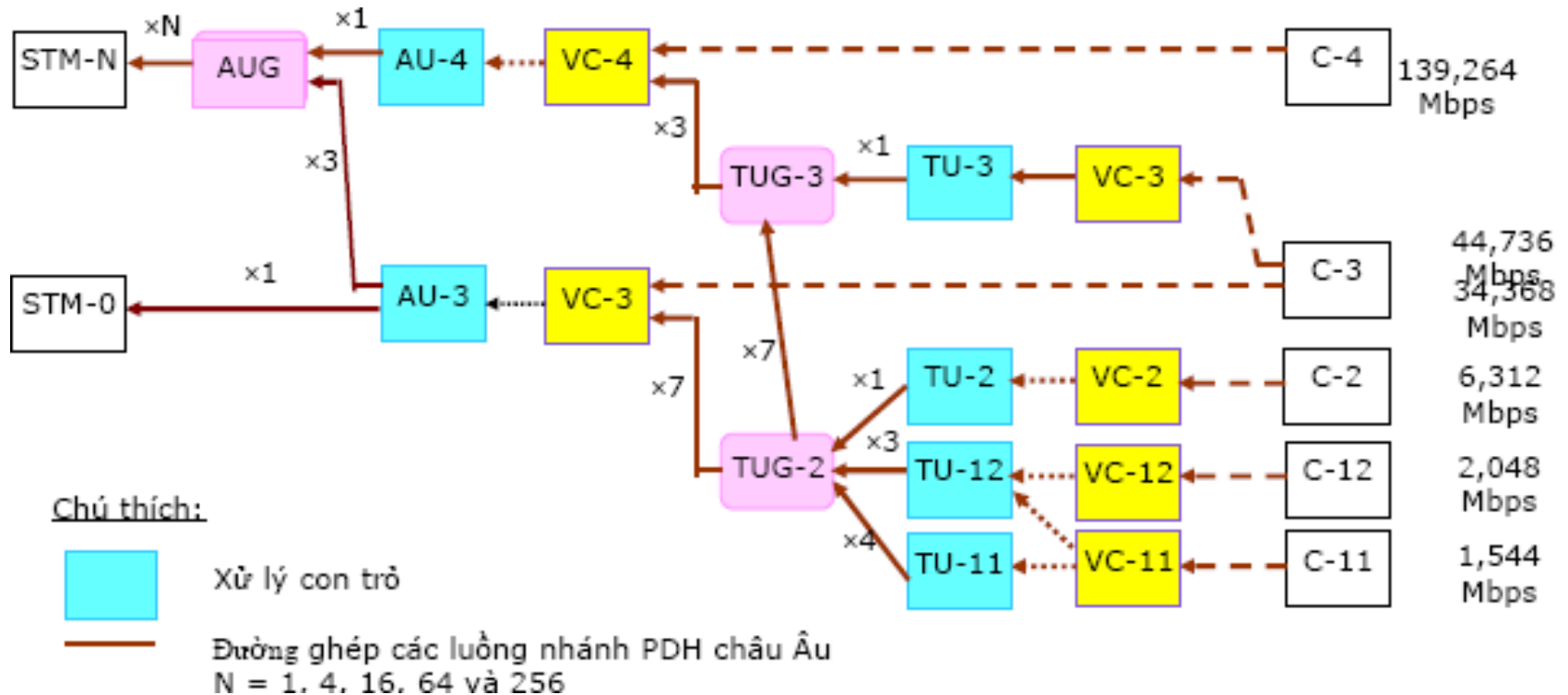


## 6.2.4 PHÂN CẤP ĐỒNG BỘ SDH

- **Mục đích:**
- Thiết lập một chuẩn truyền dẫn băng rộng, đồng bộ tất cả các thiết bị theo một đồng hồ chủ, sao cho tất cả các thiết bị trên thế giới có thể kết nối với nhau dùng giao thức báo hiệu và định dạng khung chuẩn



## 6.2.4 PHÂN CẤP ĐỒNG BỘ SDH



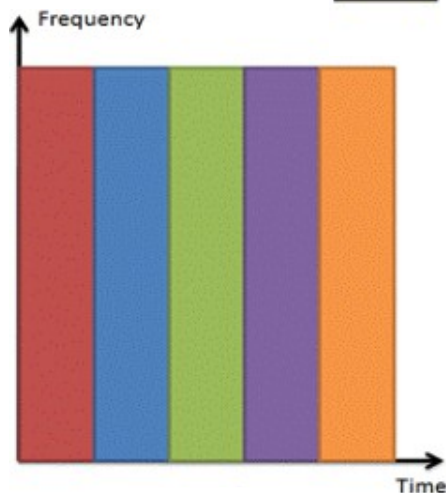
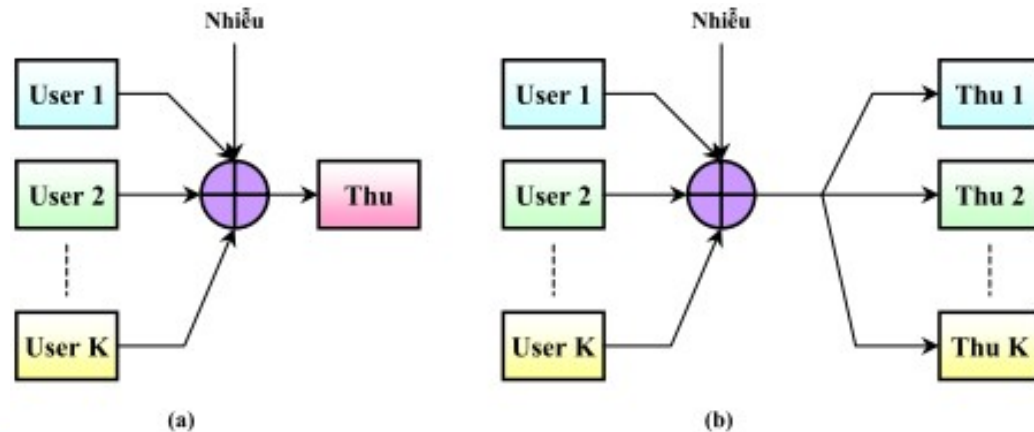
## 6.2.4 PHÂN CẤP ĐỒNG BỘ SDH

- Thực hiện chức năng ghép các kênh có tốc độ thấp thành luồng số tốc độ cao
- Việc triển khai SDH không dẫn đến loại bỏ các thiết bị PDH đang tồn tại
- Cho phép mang nhiều thông tin quản lý, bảo dưỡng=> quản lý mạng mềm dẻo hơn
- Dễ dàng tách/ghép các luồng tín hiệu luồng nhánh tốc độ thấp từ các luồng tổng tốc độ cao và ngược lại => tinh giảm thiết bị, giảm giá thành khai thác
- Cung cấp nhiều cấu hình mạng phù hợp với các yêu cầu ứng dụng cụ thể khác nhau
- Cho phép nhiều nhà cung cấp thiết bị và kết nối liên mạng dựa trên những khuyến nghị do ITU-T ban hành

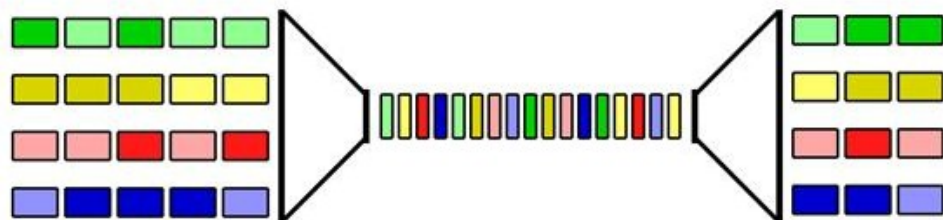
## 6.3 ĐA TRUY CẬP

### ■ Khái niệm

- Là kỹ thuật cho phép nhiều cặp thu phát cùng chia sẻ một kênh vật lý chung



TDMA

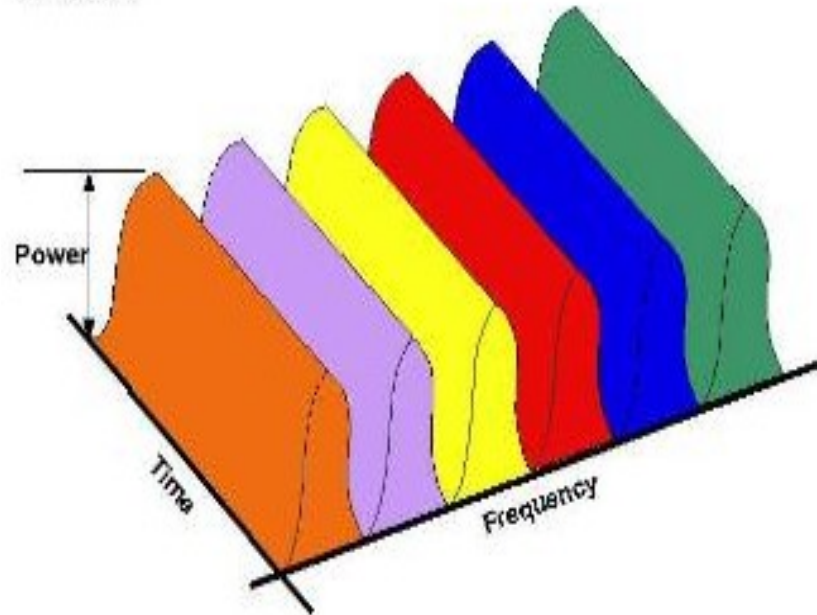


TDM

## 6.3.1 ĐA TRUY CẬP PHÂN CHIA THEO TẦN SỐ

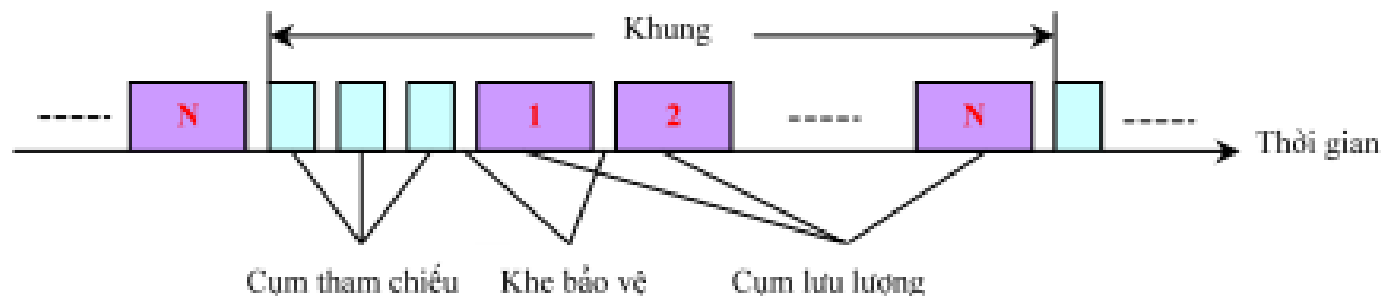
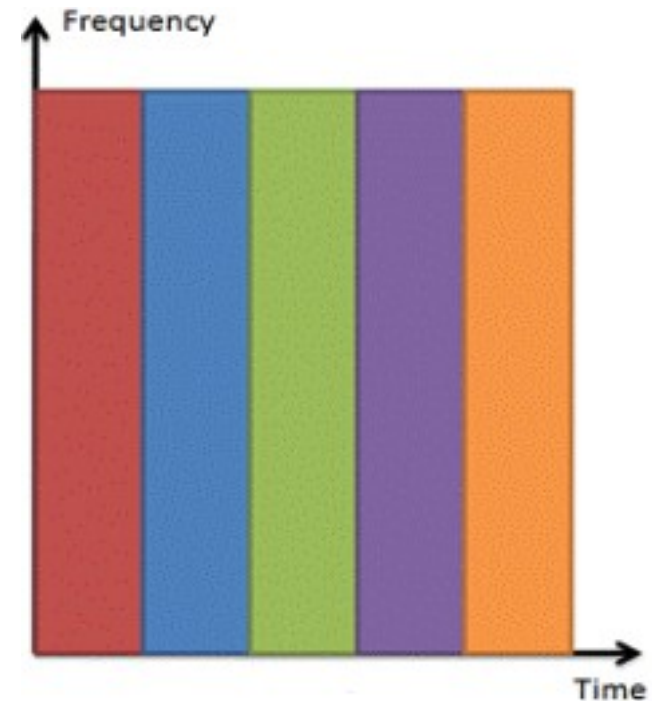
- Độ rộng băng thông cấp phát cho hệ thống là  $B$  Hz được chia thành  $n$  băng con, mỗi băng con có độ rộng băng là  $B/n$  được ấn định cho mỗi user
- Ưu điểm:
  - Đơn giản, không cần đồng bộ thời gian
  - Ít trễ do không cần xử lý tín hiệu nhiều
- Nhược điểm:
  - Mỗi sóng mang chỉ truyền được một kênh lưu lượng -> hiệu quả thấp khi sử dụng nhiều kênh

FDMA



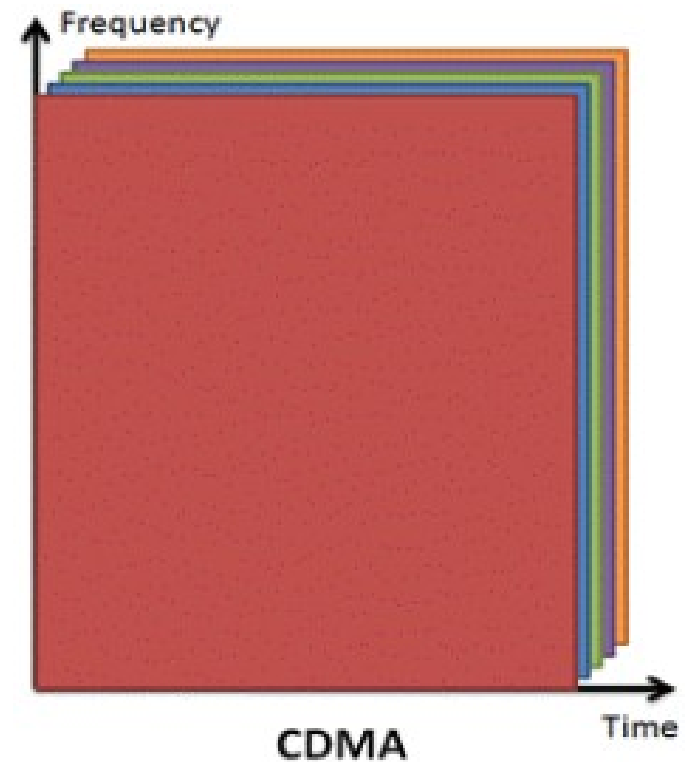
## 6.3.2 ĐA TRUY CẬP PHÂN CHIA THEO THỜI GIAN

- Tín hiệu của mỗi user chỉ được phát theo cụm rời rạc không liên tục. Các cụm tuần tự được sắp xếp lại thành một cấu trúc thời gian dài hơn gọi là khung
- Ưu điểm:
  - Tiết kiệm tần số -> hiệu quả sử dụng tần số cao
- Nhược điểm:
  - Phức tạp do yêu cầu đồng bộ cụm
  - Xử lý phức tạp nên xảy ra trễ lớn

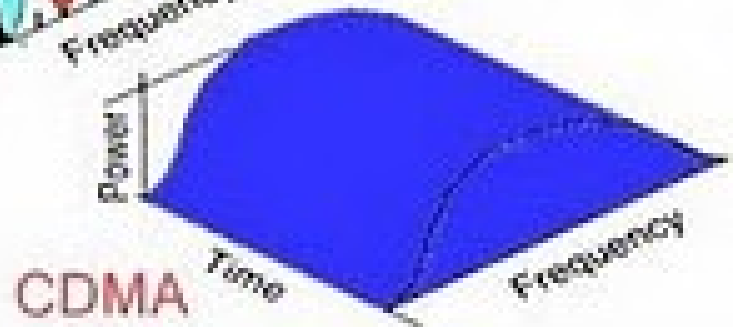
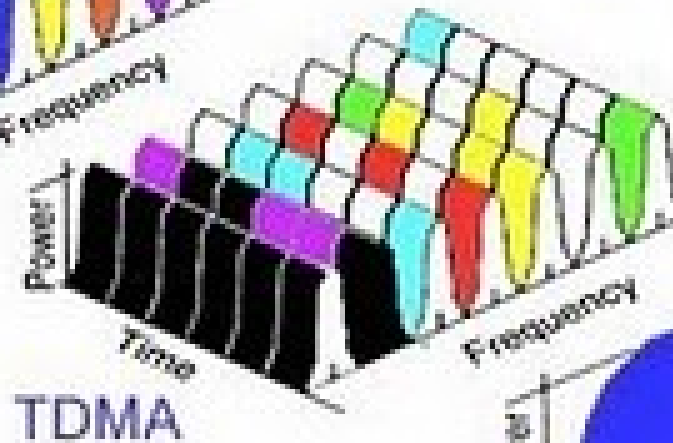
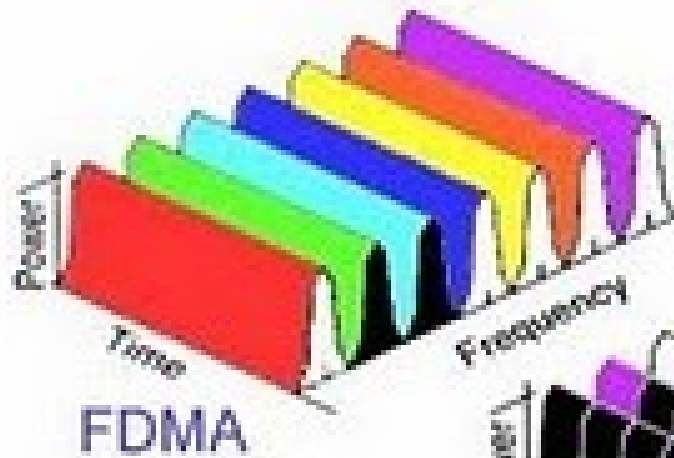


## 6.3.3 ĐA TRUY CẬP PHÂN CHIA THEO MÃ

- Tín hiệu từ mỗi user được mã hóa theo một cách riêng sao cho bộ thu có thể tách riêng các tín hiệu đó ra dù chúng có trùng nhau về thời gian và tần số
- Ưu điểm:
  - Cho dung lượng cao
  - Khả năng chống nhiễu tốt hơn
  - Bảo mật thông tin tốt hơn
  - Dung lượng kênh linh hoạt
- Nhược điểm:
  - Đồng bộ phức tạp
  - Xử lý tín hiệu phức tạp



# ĐA TRUY CẬP



Access Methods in FDMA TDMA and CDMA



## 6.4 TRUYỀN DẪN TÍN HIỆU SỐ

### ■ MÔI TRƯỜNG TRUYỀN DẪN

- + Đường dây song hành
- + Đường dây xoắn đôi
- + Cáp đồng trục
- + Cáp sợi quang
- + Vệ tinh
- + Sóng viba

# ĐƯỜNG DÂY SONG HÀNH

- Dây kim loại này cách ly với dây kim loại kia một khoảng không
- Nối các thiết bị cách nhau 50m, tốc độ bit trung bình < 19,2 kbps
- Ưu điểm:
  - Đơn giản
- Nhược điểm:
  - Đường truyền ngắn, tốc độ bit thấp
  - Bị ảnh hưởng bởi nhiễu xuyên âm, nhiễu giả



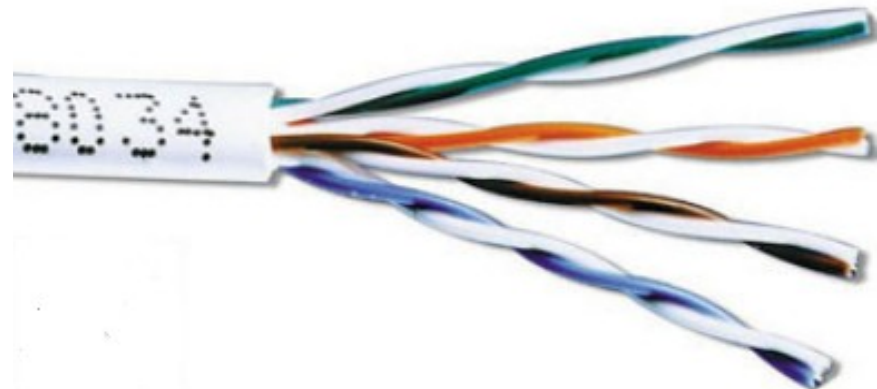
# ĐƯỜNG DÂY XOẮN ĐÔI

- Trong một cáp có nhiều cặp dây xoắn vào nhau. Dây tín hiệu và dây đất xoắn vào nhau.
- Tốc độ bit khoảng 1 Mbps cho khoảng cách dưới 100m và tốc độ bit thấp hơn cho khoảng cách dài hơn

Shielded twisted pair (STP)



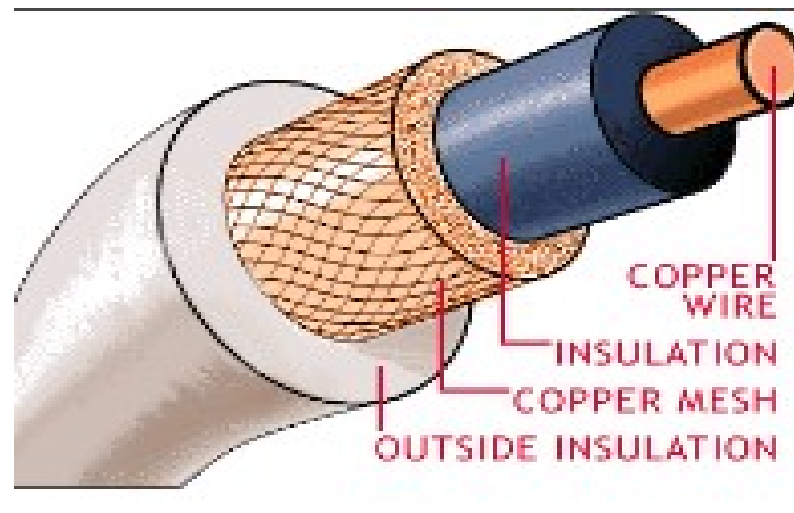
Unshielded twisted pair (UTP)



- Ưu điểm:
  - Giảm được nhiễu xuyên âm
- Nhược điểm:
  - Tốc độ bit chưa cao

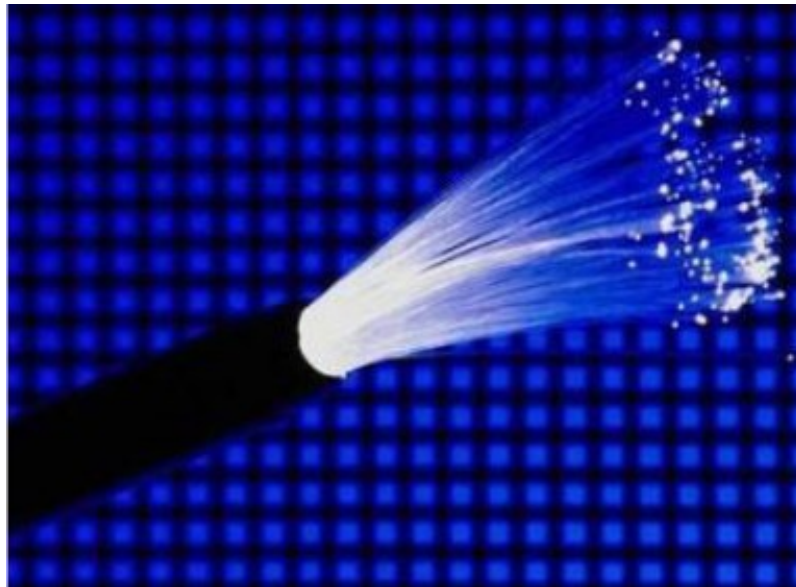
# CÁP ĐỒNG TRỰC

- Cấu trúc cáp đồng trục
  - Chính giữa cáp là lõi dẫn điện làm dây tín hiệu
  - Bao quanh là lớp vỏ dẫn điện đồng trục làm dây tham chiếu đất
  - Khoảng giữa hai lớp dẫn điện là dung môi rắn
- Truyền được tốc độ 10 Mbps qua vài trăm mét hoặc cao hơn
- Ưu điểm:
  - Giảm được ảnh hưởng nhiễu bên ngoài
- Nhược điểm
  - Suy hao lớn
  - Tốc độ bit chưa cao



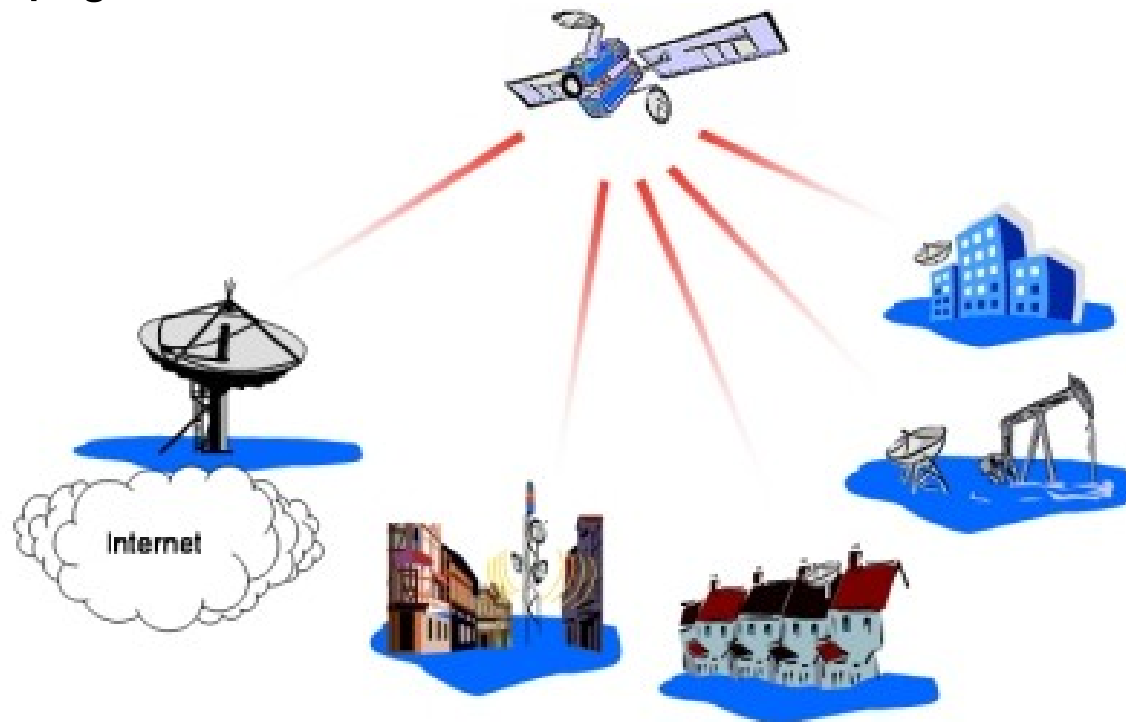
# CÁP SỢI QUANG

- Thông tin truyền đi dưới dạng một chùm sáng trong sợi thủy tinh
- Truyền được tốc độ hàng trăm Mbps
- Ưu điểm
  - Dung lượng cao
  - Suy giảm tín hiệu ít
- Nhược điểm
  - Chi phí hàn nối thiết bị đầu cuối cao
  - Nối cáp khó khăn



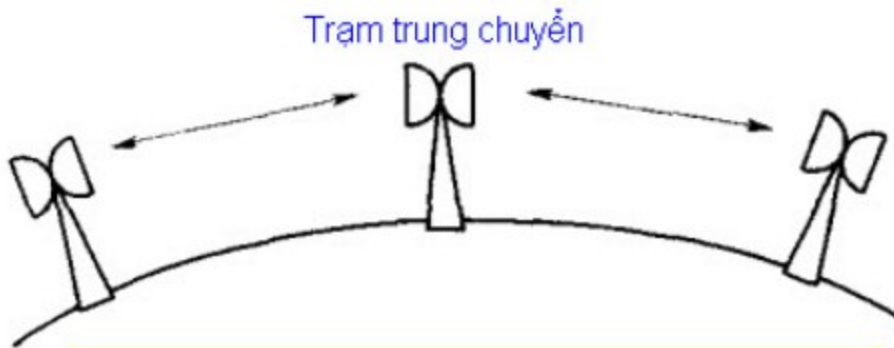
# VỆ TINH

- Truyền tín hiệu thông tin bằng sóng vô tuyến qua không trung
- Ưu điểm:
  - Hiệu quả kinh tế cao trong thông tin cự ly lớn
  - Ổn định, chất lượng cao
- Nhược điểm:
  - Chi phí cao

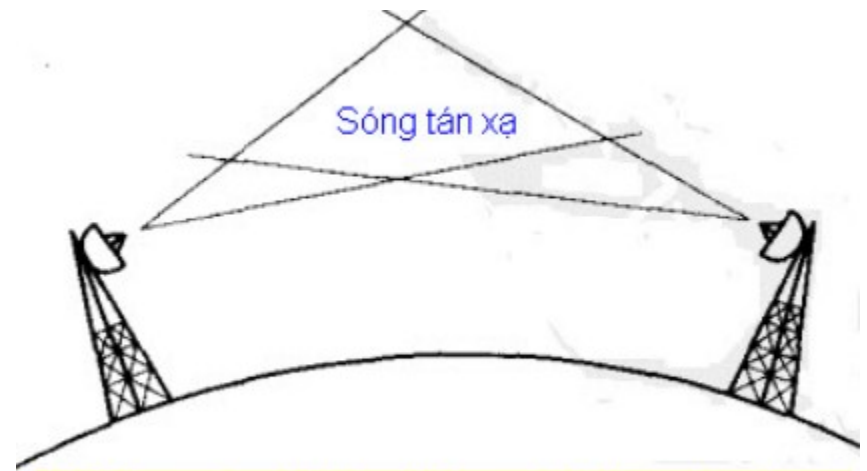


# SÓNG VIBA

- Liên kết bằng sóng viba được sử dụng rộng rãi ở những nơi khó lắp đặt tuyến thông tin hữu tuyến
- Ưu điểm
  - Tính cơ động cao
- Nhược điểm
  - Chịu ảnh hưởng bởi fading



Mở rộng vùng phủ sóng bằng các trạm trung chuyển



Mở rộng vùng phủ sóng bằng cách dùng sóng tán xạ

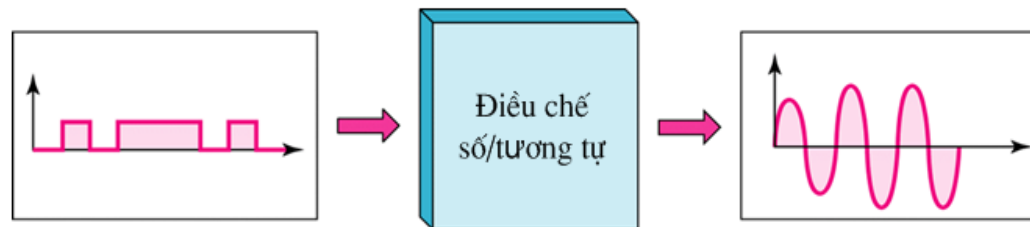
# CHƯƠNG 7: ĐIỀU CHẾ TÍN HIỆU SỐ

- **7.1 Mục đích**
- **7.2 Điều chế nhị phân**
  - 7.2.1 Điều chế khóa dịch biên độ nhị phân (BASK)
  - 7.2.2 Điều chế khóa dịch pha nhị phân (BPSK)
  - 7.2.3 Điều chế khóa dịch tần nhị phân (BFSK)



## 7.1 MỤC ĐÍCH CỦA ĐIỀU CHẾ

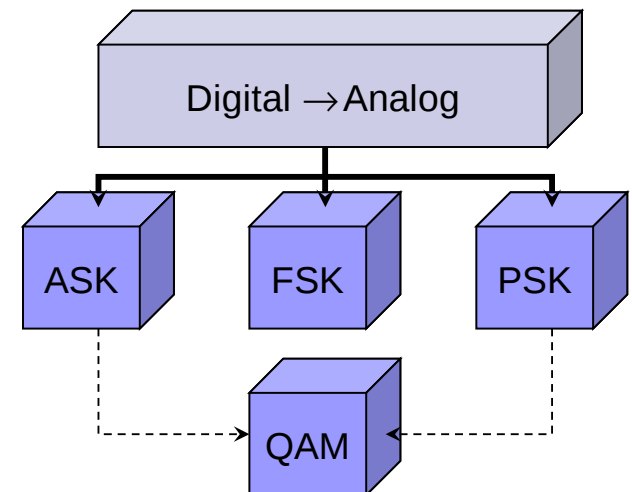
- Gắn tín hiệu mang tin vào tín hiệu sóng mang có phổ thích hợp hơn, tạo thành tín hiệu thông dải
- => Làm cho tín hiệu mang tin tương xứng với đặc điểm của kênh truyền
- => Kết hợp các tín hiệu lại với nhau rồi truyền đi qua một môi trường vật lý chung
- => Bức xạ tín hiệu dùng anten có kích thước phù hợp thực tế
- => Định vị phổ vô tuyến nhằm giữ cho giao thoa giữa các hệ thống ở dưới mức cho phép



Hình 3.30. Mô hình biến đổi dữ liệu số sang tín hiệu tương tự

## 7.2 ĐIỀU CHẾ NHỊ PHÂN

- 7.2.1 Điều chế khóa dịch biên độ nhị phân (BASK)
- 7.2.2 Điều chế khóa dịch pha nhị phân (BPSK)
- 7.2.3 Điều chế khóa dịch tần nhị phân (BFSK)



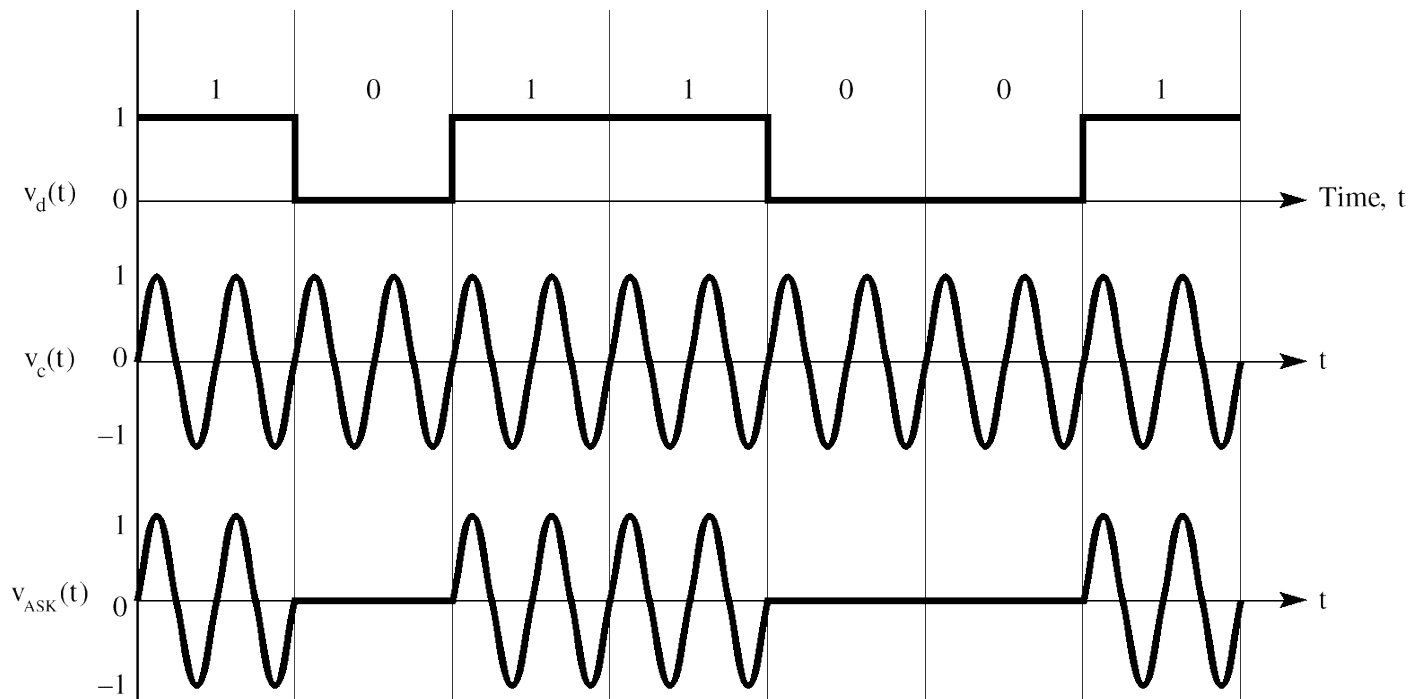
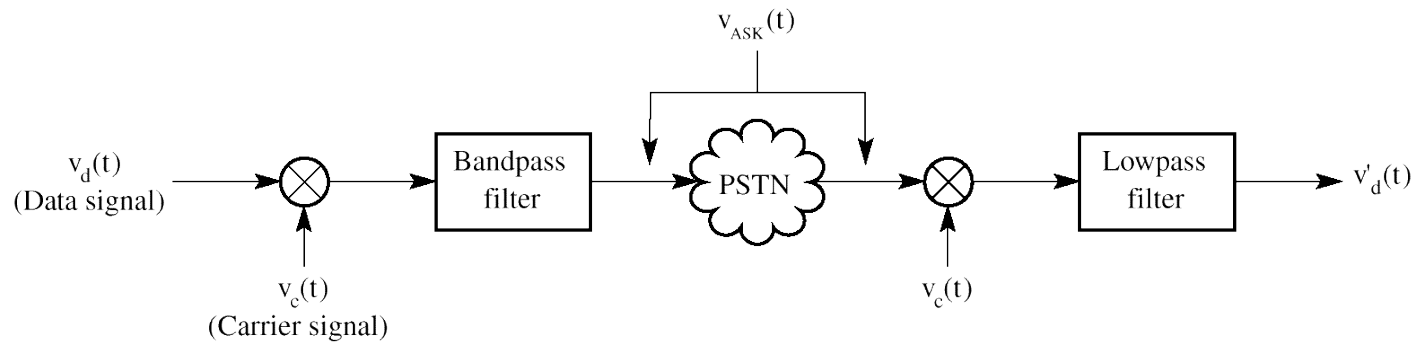
# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH BIÊN ĐỘ NHỊ PHÂN (BASK)

- Dùng 2 biên độ khác nhau của sóng mang để biểu diễn 0 và 1 (thông thường một biên độ bằng 0)

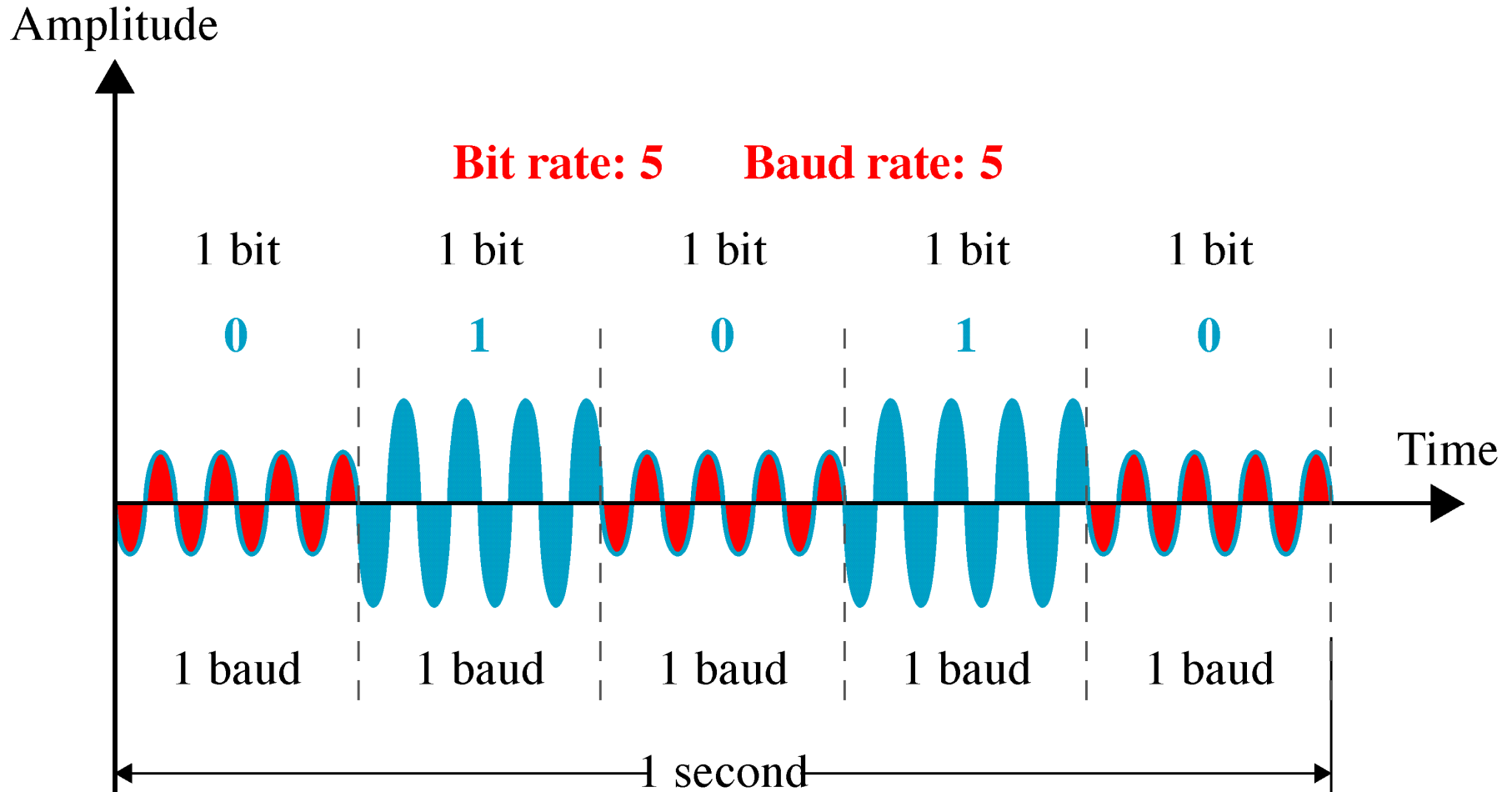
$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f t + \theta_c) & \text{binary 1} \\ 0 & \text{binary 0} \end{cases}$$

- Sử dụng một tần số sóng mang duy nhất
- Tần số của tín hiệu sóng mang được dùng phụ thuộc vào chuẩn giao tiếp đang được sử dụng
- Kỹ thuật được dùng trong cáp quang

# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH BIÊN ĐỘ NHỊ PHÂN (BASK)



# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH BIÊN ĐỘ NHỊ PHÂN (BASK)



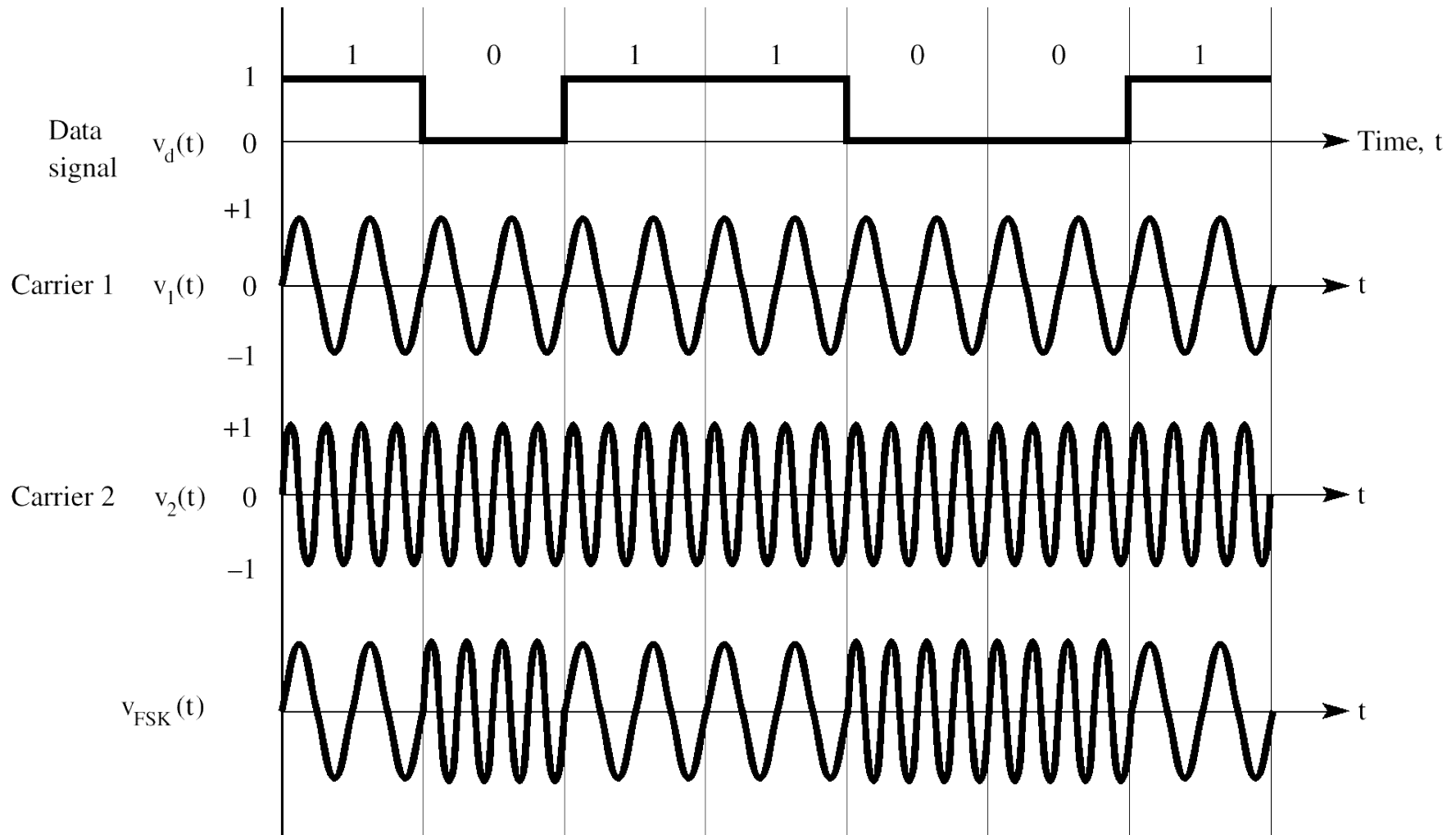
# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH TẦN NHỊ PHÂN (BFSK)

- Sử dụng hai tần số sóng mang: tần số cao tương ứng mức 1, tần số thấp tương ứng mức 0.

$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_1 t + \theta_c) & \text{binary 1} \\ A\cos(2\pi f_2 t + \theta_c) & \text{binary 0} \end{cases}$$

- Ít lỗi hơn so với ASK
- Có thể dùng tần số cao (3-30MHz) để truyền trên sóng radio hoặc cáp đồng trục
- Băng thông được dùng hiệu quả hơn

# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH TẦN NHỊ PHÂN (BFSK)

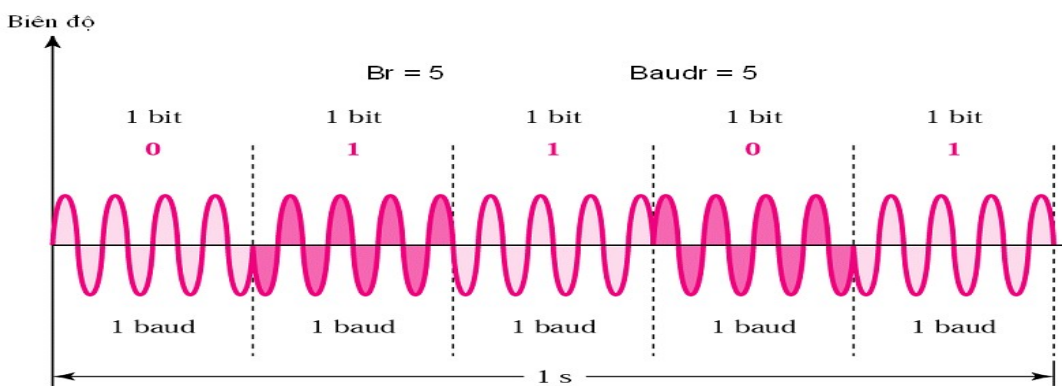


# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH PHA NHỊ PHÂN (BPSK)

- Sử dụng một tần số sóng mang và thay đổi pha của sóng mang này

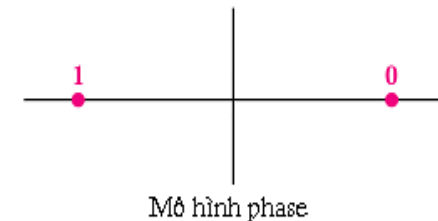
$$s(t) = \begin{cases} A\cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{binary 1} \\ A\cos(2\pi f_c t) & \text{binary 0} \end{cases}$$

- Cả biên độ đỉnh và tần số vẫn giữ nguyên hằng số



Hình 3.36. Điều chế PSK

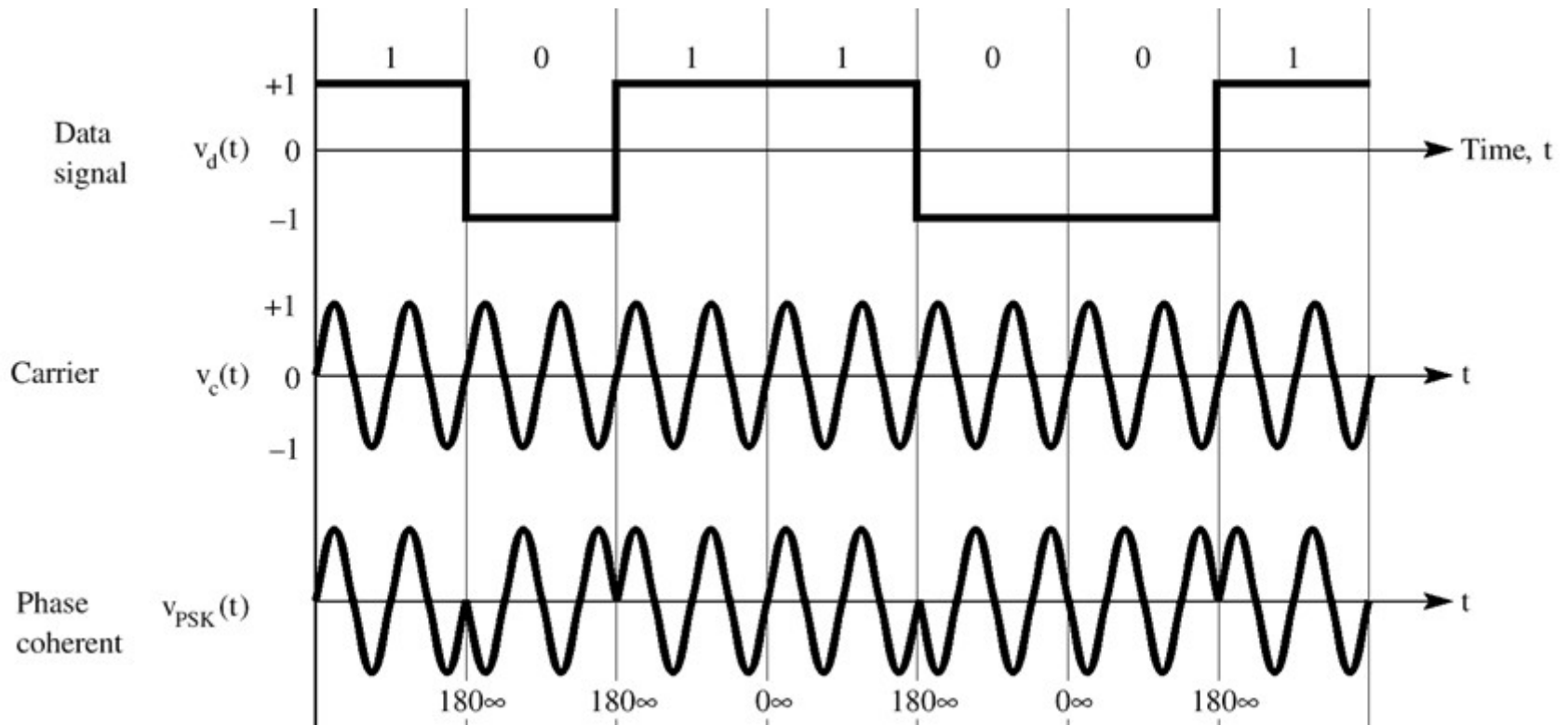
Bit	Phase
0	0
1	180



Hình 3.37. Mô hình phase PSK

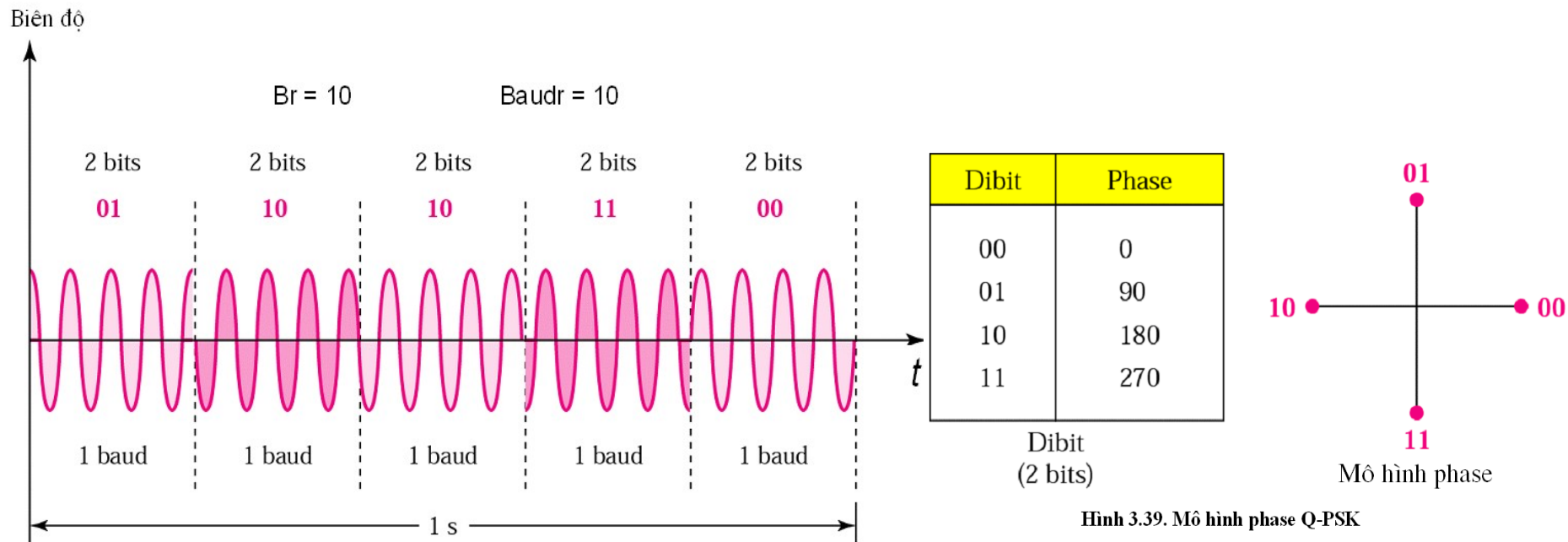


# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH PHA NHỊ PHÂN (BPSK)



# ĐIỀU CHẾ KHÓA DỊCH PHA NHỊ PHÂN (BPSK)

Tương tự, ta thực hiện điều chế PSK với các phase  $0^\circ$ ,  $90^\circ$ ,  $180^\circ$  và  $270^\circ$  tương ứng với nhóm 2 bit (còn gọi là dibit) 00, 01, 10 và 11. Phương pháp này gọi **4-PSK** hoặc **M-PSK**.



Hình 3.39. Mô hình phase Q-PSK

Hình 3.38. Điều chế Q-PSK

# Digital $\rightarrow$ Analog

