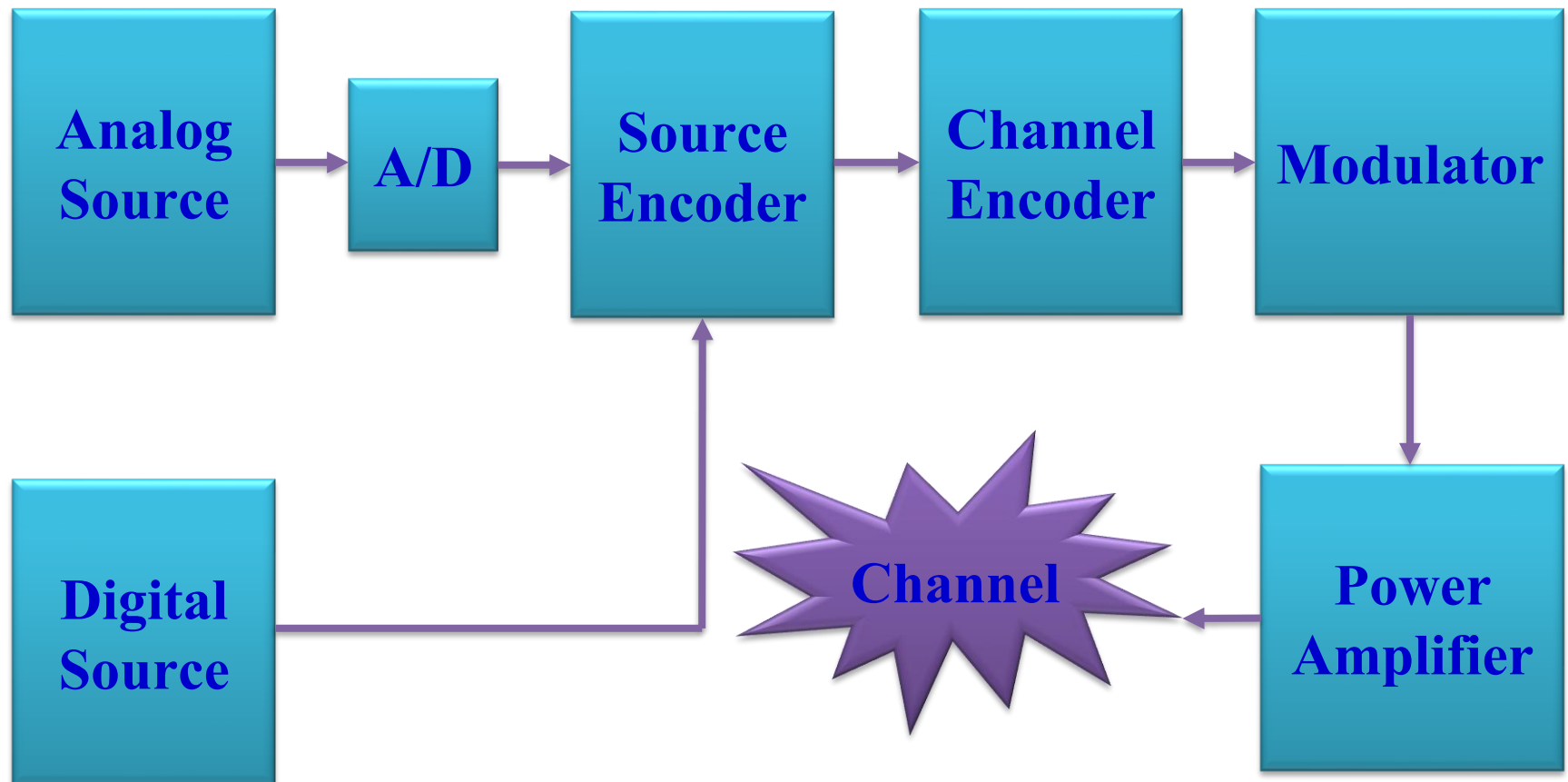


# Chương 3: Biến đổi dữ liệu thành tín hiệu

- Mô hình hệ thống thông tin số
- Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu số
- Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu tương tự

# 3.1 Mô hình hệ thống thông tin số (dạng đơn giản)



# 3.1 Mô hình hệ thống thông tin số (dạng đơn giản)

## *Chức năng các khối*

- ✓ Nguồn tương tự (Analog Source): nguồn tin cần truyền thể hiện dạng tương tự.
- ✓ Nguồn tin số (Digital Source): nguồn tin cần truyền thể hiện dưới dạng số.
- ✓ A/D (Analog/Digital): chuyển đổi tín hiệu tương tự thành tín hiệu số.

# 3.1 Mô hình hệ thống thông tin số (dạng đơn giản)

## *Chức năng các khối*

- ✓ Bộ mã hóa nguồn (Source Encoder): Thực hiện nén nhằm giảm phổ chiếm của tín hiệu, giảm băng thông yêu cầu.
- ✓ Bộ mã hóa kênh (Chanel Encoder): Tăng độ dư thừa của thông tin nhằm phát hiện và sửa lỗi. Tăng độ dư thừa của thông tin làm tăng băng thông yêu cầu trên đường truyền.

# 3.1 Mô hình hệ thống thông tin số (dạng đơn giản)

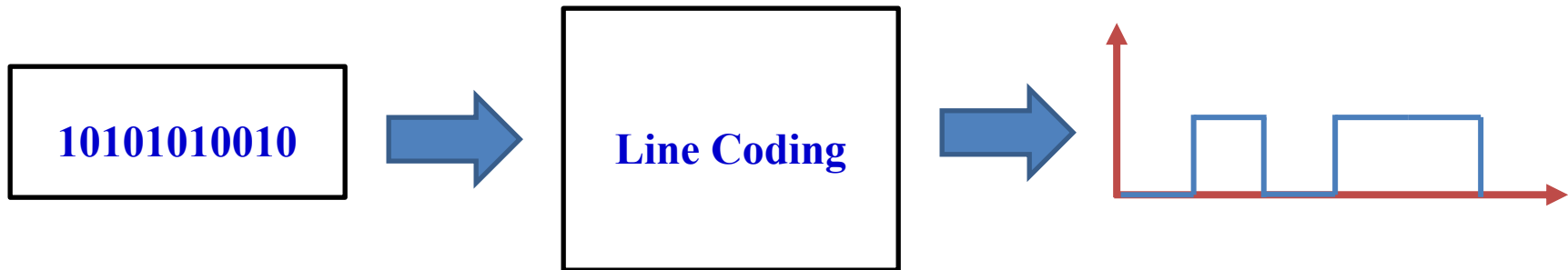
## *Chức năng các khối*

- ✓ Bộ điều chế (Modulator): Định dạng các kí hiệu số thành dạng sóng phù hợp cho việc truyền dẫn.
- ✓ Bộ khuếch đại công suất (Applifier): Khuếch đại tín hiệu sau khi điều chế để đưa vào kênh truyền.
- ✓ Phía thu: Thực hiện hoàn toàn ngược lại.

## 3.2 Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu số

### *Mã đường truyền (Line coding)*

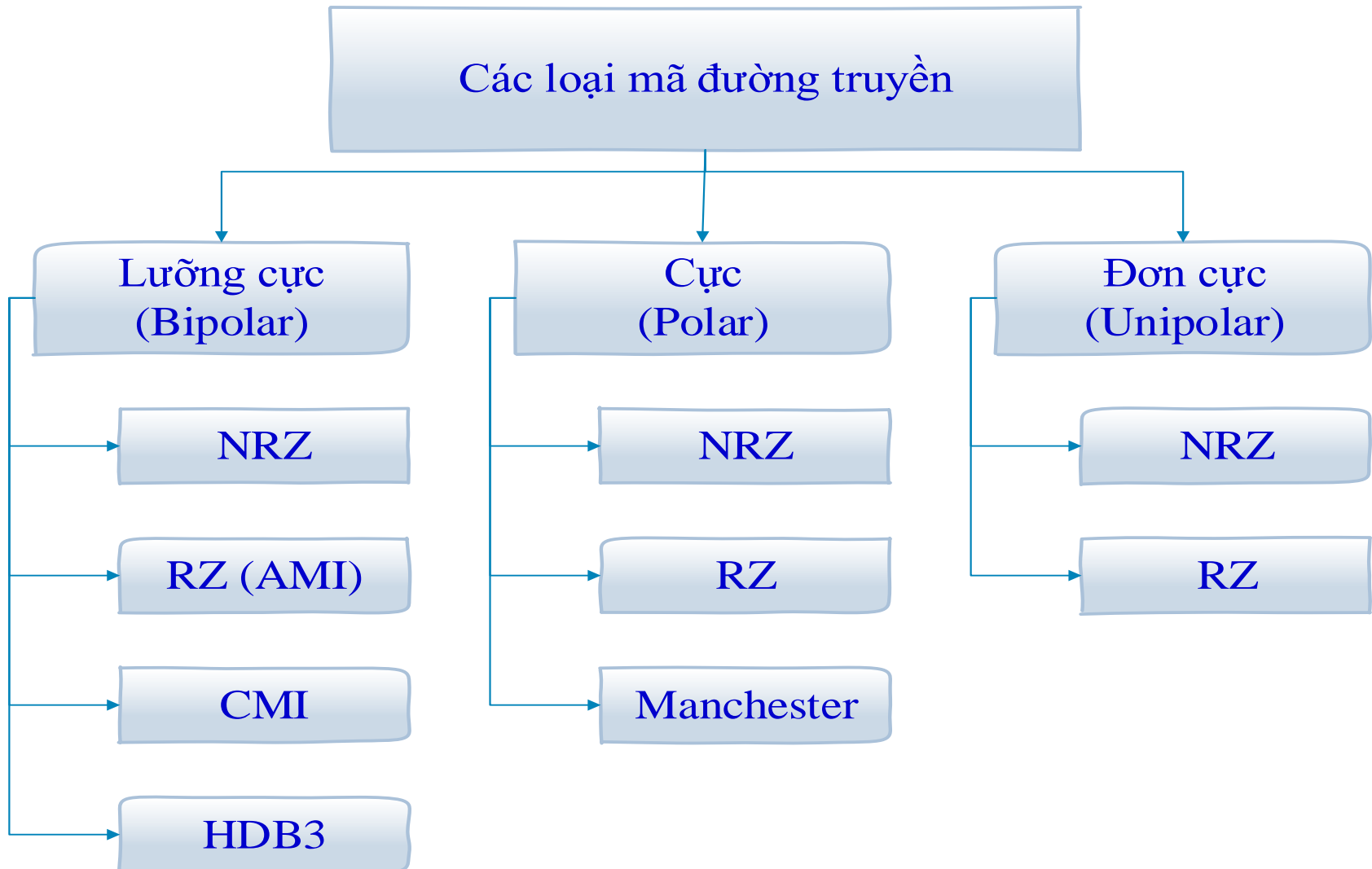
- Mã đường truyền là quá trình chuyển đổi hay ánh xạ chuỗi số liệu nhị phân thành tín hiệu số.



- Tạo ra phổ của tín hiệu số sao cho phù hợp với kênh truyền, tạo khả năng tách tín hiệu đồng bộ ở máy thu, tăng tốc độ truyền dẫn...

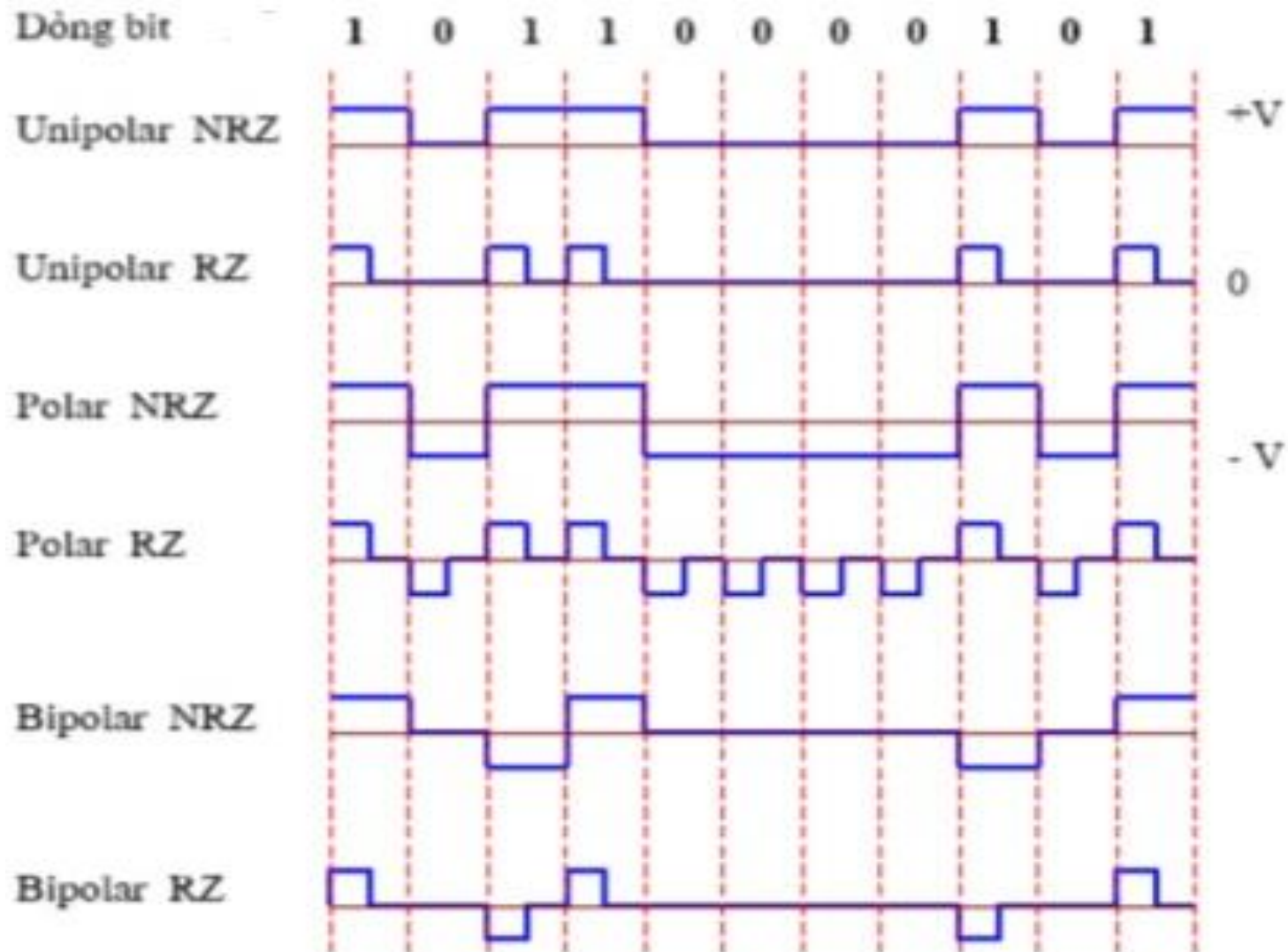
# 3.2 Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu số

## *Các loại mã đường truyền phổ biến*



## 3.2 Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu số

*Các loại mã đường truyền phổ biến*





## 3.3 Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu tương tự

- Điều chế (chuyển đổi, biểu diễn) các bit 0, 1 theo sóng mang bằng cách thay đổi các thông số biên độ, tần số, pha theo các bit 0,1.
- Có 3 phương pháp điều chế cơ bản:
  - Phương pháp điều chế ASK
  - Phương pháp điều chế FSK
  - Phương pháp điều chế PSK

Dòng bit  
vào

0

1

1

0

1

t

A

A/2

Tín hiệu

ASK

-A/2

-A

↗ biên độ  
t

A

f/2

Tín hiệu

FSK

-A

↗ tần số  
t

A

-s(t)

s(t)

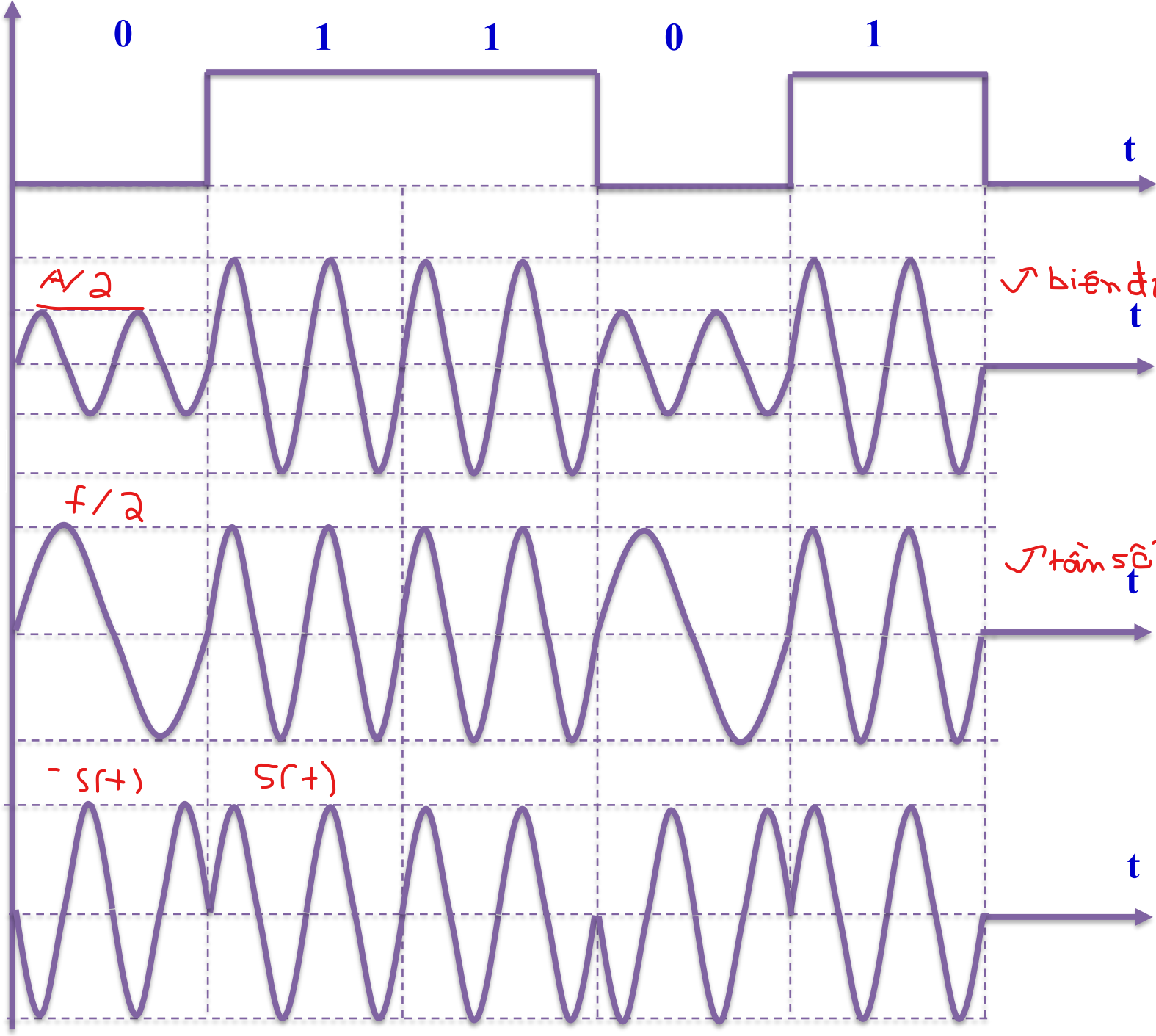
pha

Tín hiệu

PSK

-A

t



## 3.3.1 Phương pháp điều chế ASK

$$s_{ASK}(t) = \begin{cases} A \cos(\omega t + \varphi) & \text{biểu diễn bit 1} \\ 0 & \text{biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

Dòng bit  
vào

0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0

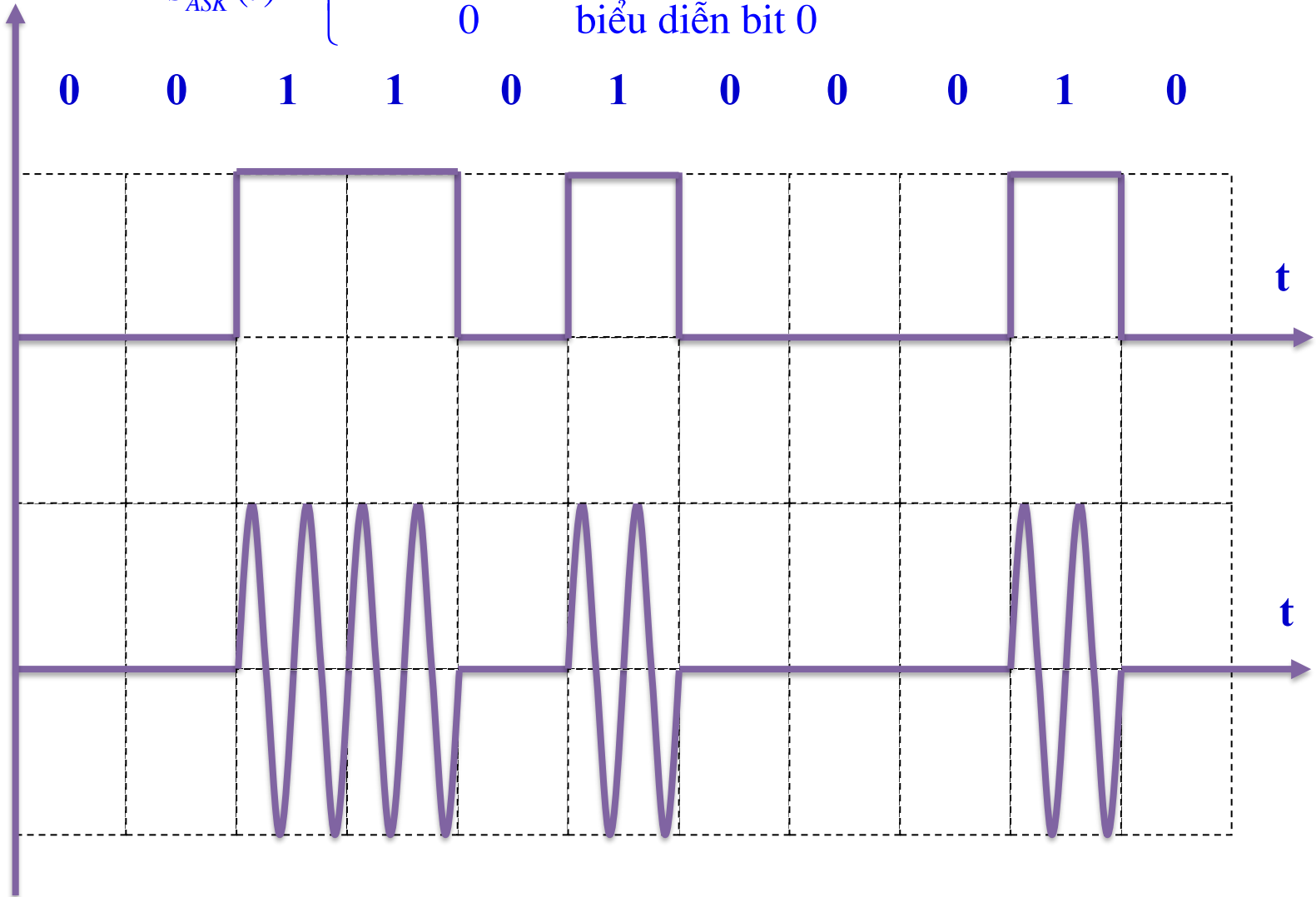
A

Tín hiệu  
ASK

-A

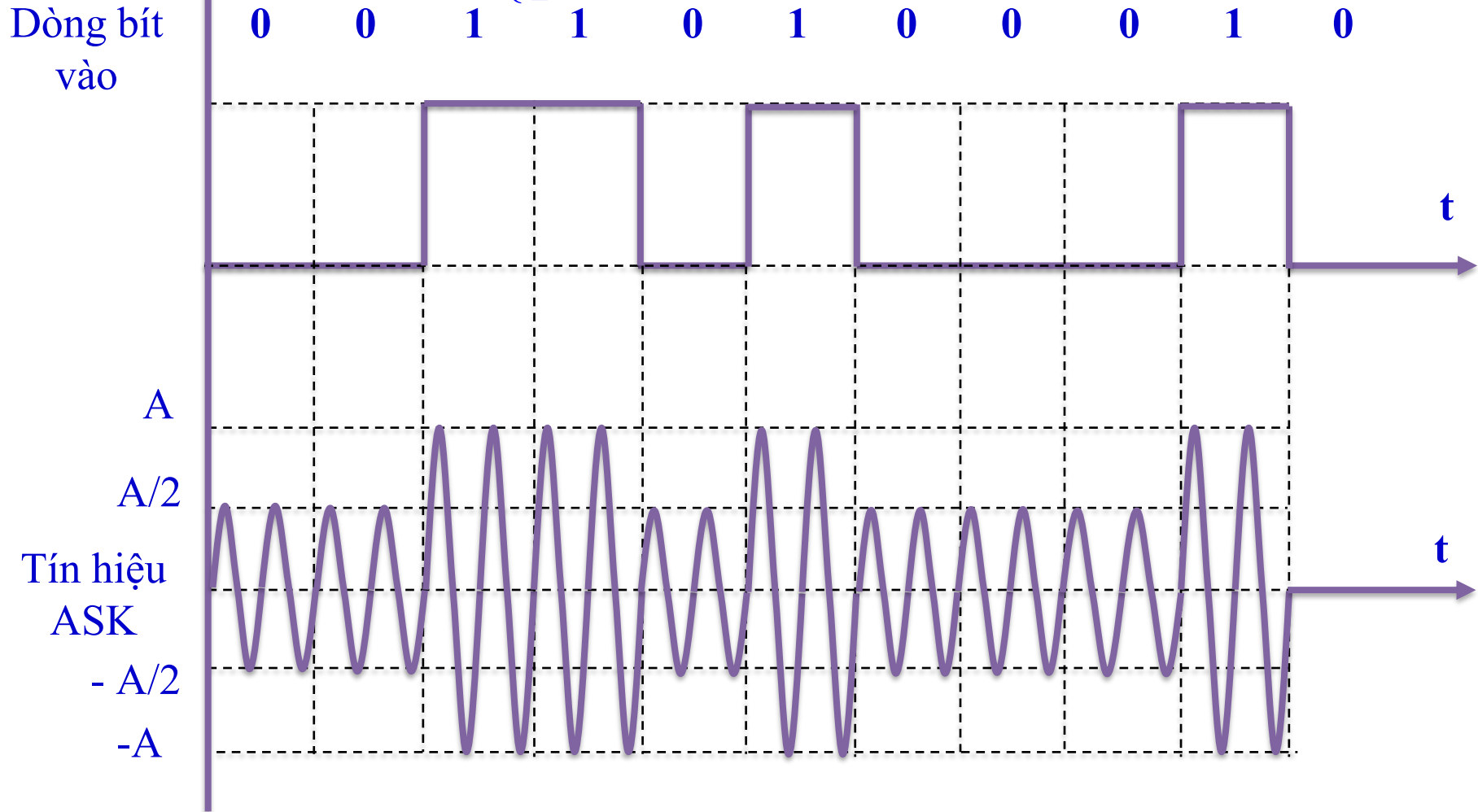
t

t

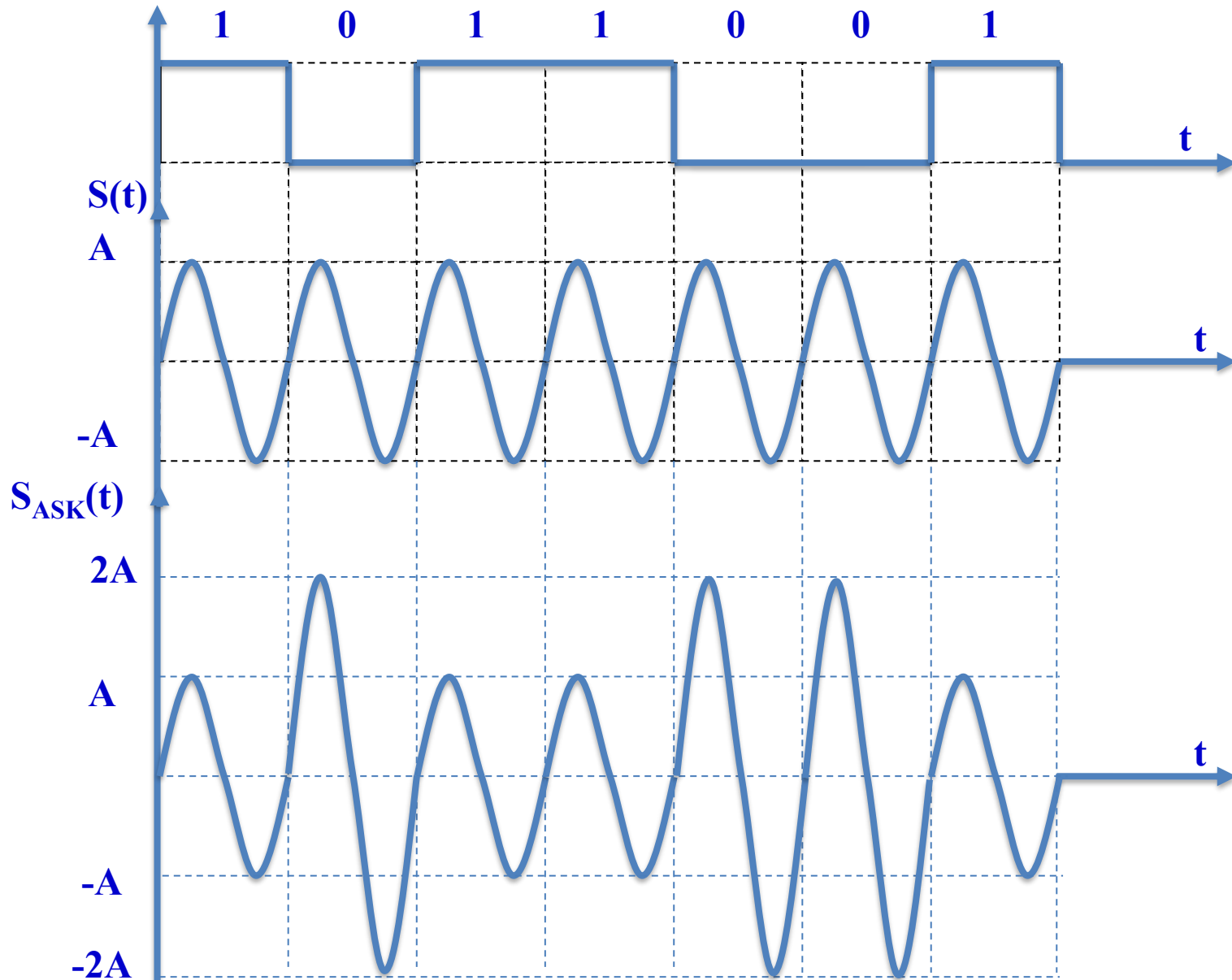


# 3.3.1 Phương pháp điều chế ASK

$$s_{ASK}(t) = \begin{cases} A \cos(\omega t + \varphi) & \text{biểu diễn bit 1} \\ \frac{A}{2} \cos(\omega t + \varphi) & \text{biểu diễn bit 0} \end{cases}$$



## 3.3.1 Phương pháp điều chế ASK



## 3.3.2 Phương pháp điều chế FSK

- Dùng 2 hoặc *nhiều* tín hiệu sóng mang có *tần số khác nhau* để biểu diễn trạng thái của bit nhị phân.
- Phân loại:
  - + BFSK ( Binary FSK): FSK nhị phân.
  - + M-FSK (M\_ary FSK): FSK M mức.

## 3.3.2.1 Kỹ thuật điều chế BFSK (Binary FSK)

Dùng 2 tín hiệu sóng mang có các tần số khác nhau để biểu diễn trạng thái của các bit 0,1. Tín hiệu trên đường truyền có dạng:

$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t + \phi_1); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn bit 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t + \phi_2); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

Trong đó:

$T$  là độ rộng bit dữ liệu.

$\Phi_1, \Phi_2$  là các pha ban đầu.

Trường hợp  $\Phi_1 = \Phi_2$  ta có phương pháp điều chế Coherent BFSK

Trường hợp  $\Phi_1 \neq \Phi_2$  ta có phương pháp điều chế Noncoherent BFSK

## *a. Kỹ thuật điều chế Coherent BFSK*

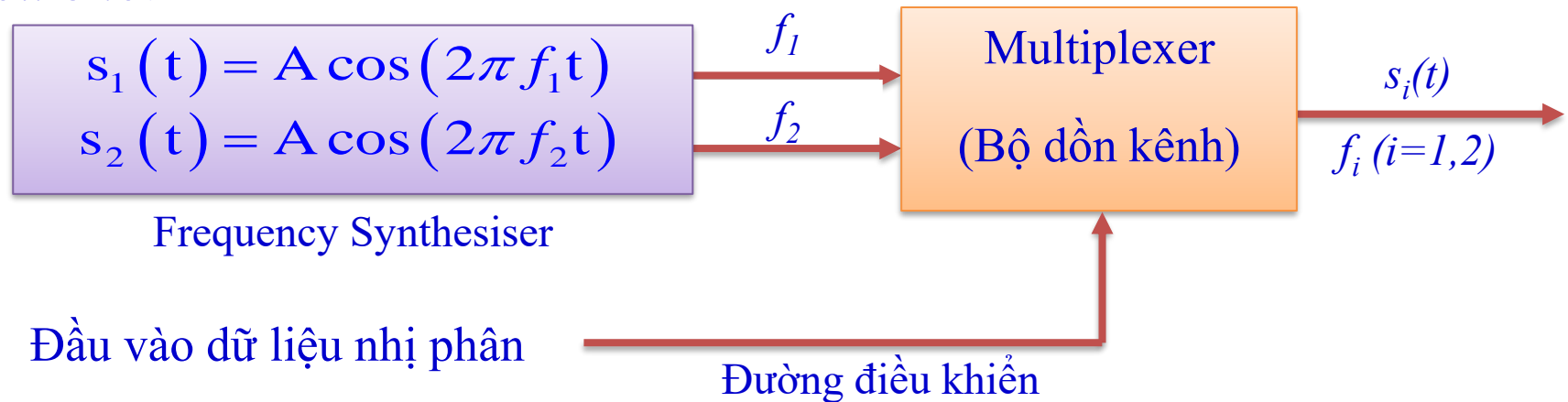
Với kiểu điều chế này 2 tín hiệu có pha ban đầu là  $\Phi$  tại thời điểm  $t = 0$

$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t + \phi); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn بیت 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t + \phi); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn بیت 0} \end{cases}$$

Giả sử  $\Phi = 0$

$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn بیت 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn بیت 0} \end{cases}$$

*Bộ điều chế:*



Hai tín hiệu  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$  được chọn sao cho trực giao với nhau. Tức là:

$$\int_{KT}^{(K+1)T} s_1(t) s_2(t) dt = 0$$



Ví dụ:

Biểu diễn chuỗi bit 100011001 theo kỹ thuật điều chế coherent BFSK với tín hiệu đã cho theo công thức tổng quát sau:

$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t) & 0 \leq t \leq T_b & \text{Biểu diễn bit 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t) & 0 \leq t \leq T_b & \text{Biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

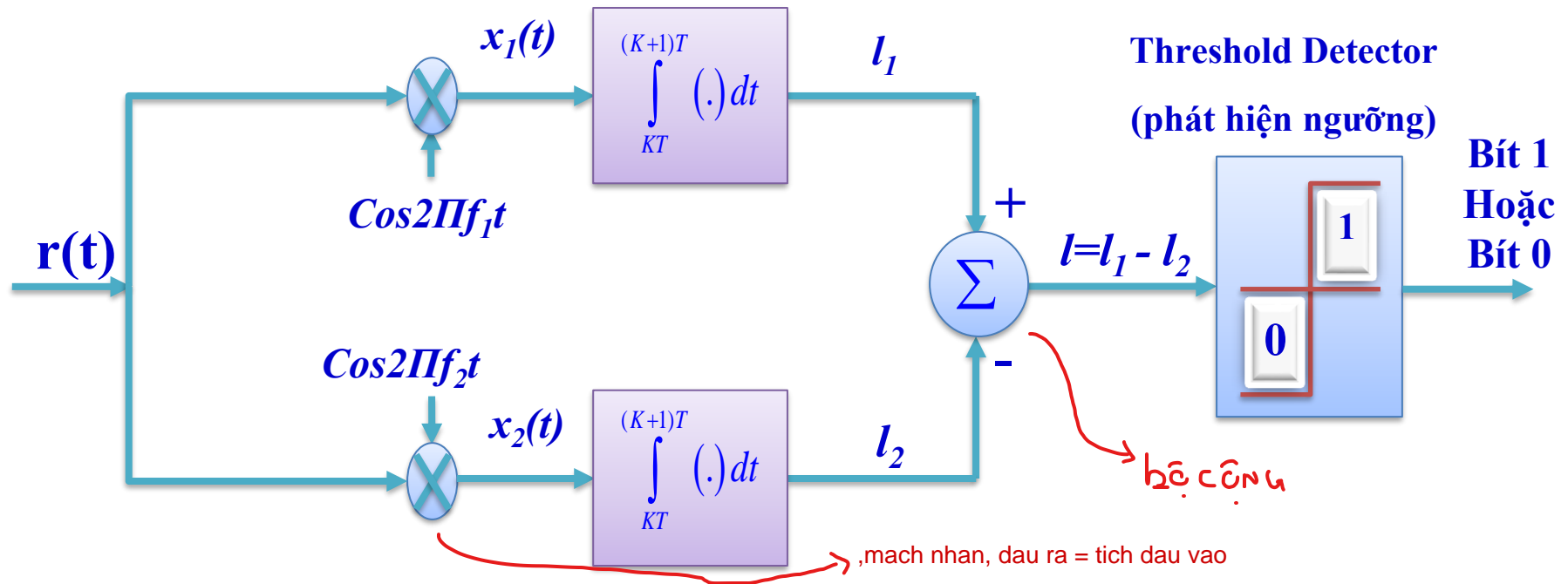
$$T_1 = \frac{T_b}{2}, T_2 = T_b$$

Trong đó:  $T_b$ ,  $T_1$ ,  $T_2$  lần lượt là các chu kỳ của bit,  $s_1(t)$ ,  $s_2(t)$

## *a. Kỹ thuật điều chế Coherent BFSK*

Bộ giải điều chế:

Giả sử tín hiệu đầu vào của bộ giải điều chế là:  $r(t) = s_i(t) = A \cos 2\pi f_i t$



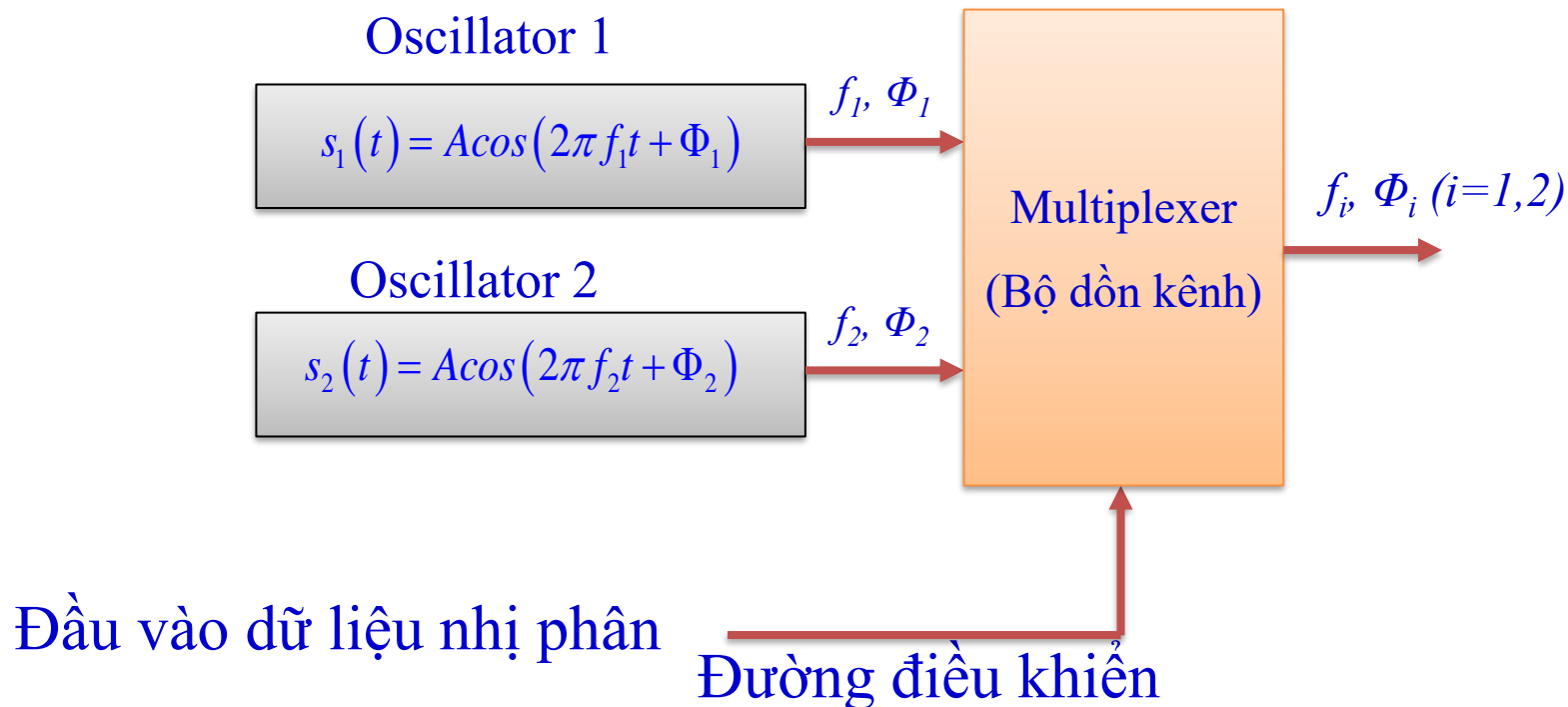
$$l = \begin{cases} l_1 - l_2 > 0 : \text{bít 1} \\ l_1 - l_2 < 0 : \text{bít 0} \end{cases}$$

## ***b. Kỹ thuật điều chế Noncoherent BFSK.***

Tập tín hiệu

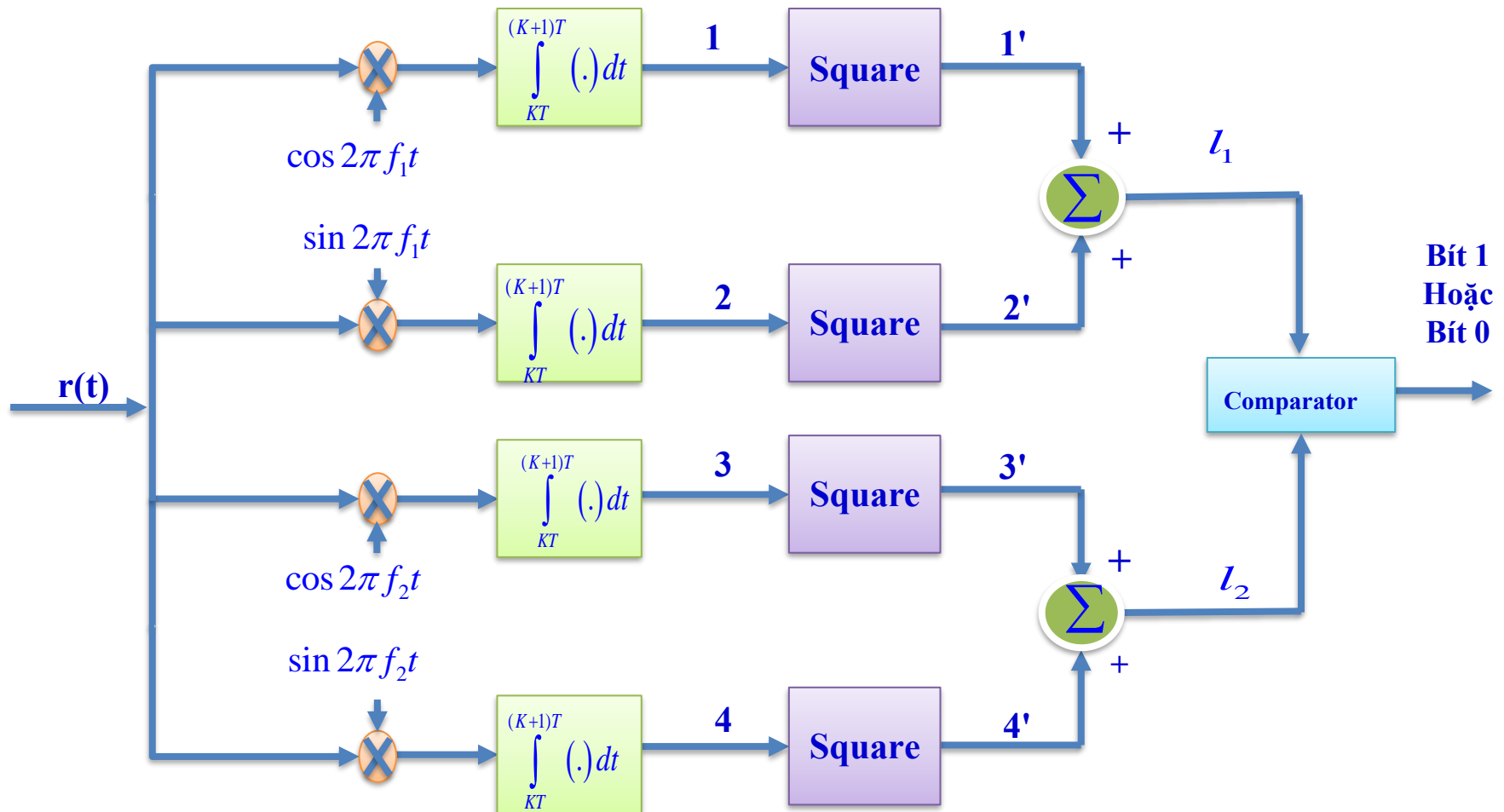
$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t + \phi_1); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn bit 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t + \phi_2); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

Bộ điều chế.



# Bộ giải điều chế:

Giả sử tín hiệu thu được là:  $r(t) = s_i(t) = A \cos(2\pi f_i t + \phi_i)$



### 3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

- Dòng dữ liệu nhị phân đầu vào được chia thành tổ hợp bit. Hay còn gọi là symbol. Mỗi symbol có  $n = \log_2 M$  (bit)
- Dùng M tín hiệu với các tần số khác nhau để biểu diễn các symbol.
- Nếu M không có dạng lũy thừa của 2 thì:  
$$n = \lceil \log_2 M \rceil + 1$$
. Lấy số nguyên lớn hơn gần nhất.
- Trong thực tế lấy  $M = 2^n$ .

### 3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

- Tín hiệu thứ  $i$  có thể biểu diễn là:

$$\begin{cases} s_i(t) = A \cos(2\pi f_i t + \Phi_i) \\ i = \overline{1, M} \end{cases} \quad KT_s \leq t \leq (K+1)T_s \quad \text{Biểu diễn symbol thứ } i.$$

Trong đó:

$M$  là số trạng thái tín hiệu trên đường truyền.

$T_s$  là độ rộng của symbol.  $T_s = nT_b$ .

$\Phi_i$  là các góc pha ban đầu.

+ Nếu  $\phi_i = \phi_j, \forall i \neq j$  : Kỹ thuật điều chế coherent MFSK

+ Nếu  $\phi_i \neq \phi_j, \forall i \neq j$  : Kỹ thuật điều chế Non coherent MFSK

## 3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

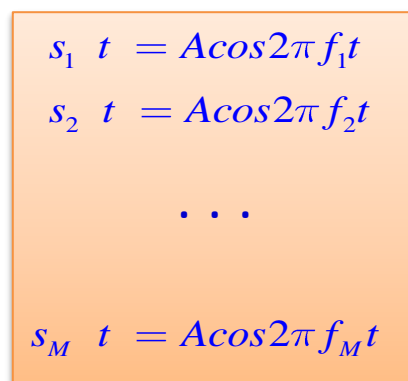
### a. Kỹ thuật điều chế Coherent MFSK.

Để đơn giản, giả sử  $\Phi_i = 0$ . Lúc này tín hiệu thứ  $i$  có thể biểu diễn được như sau:

$$\begin{cases} s_i(t) = A \cos 2\pi f_i t & \text{Biểu diễn Symbol thứ } i \\ i = \overline{1, M} \end{cases}$$

Bộ điều chế:

Frequency Synthesiser



$f_1$

$f_2$

...

$f_M$

Multiplexer

$f_i; (i = \overline{1, M})$

\*chú ý

$$\int s_i(t) s_j(t) dt = 0; \forall i \neq j.$$

Đầu vào dữ liệu nhị phân

$b_1$

$b_2$

...

$b_n$

Control line  
(đường điều khiển)

S/P

Converter

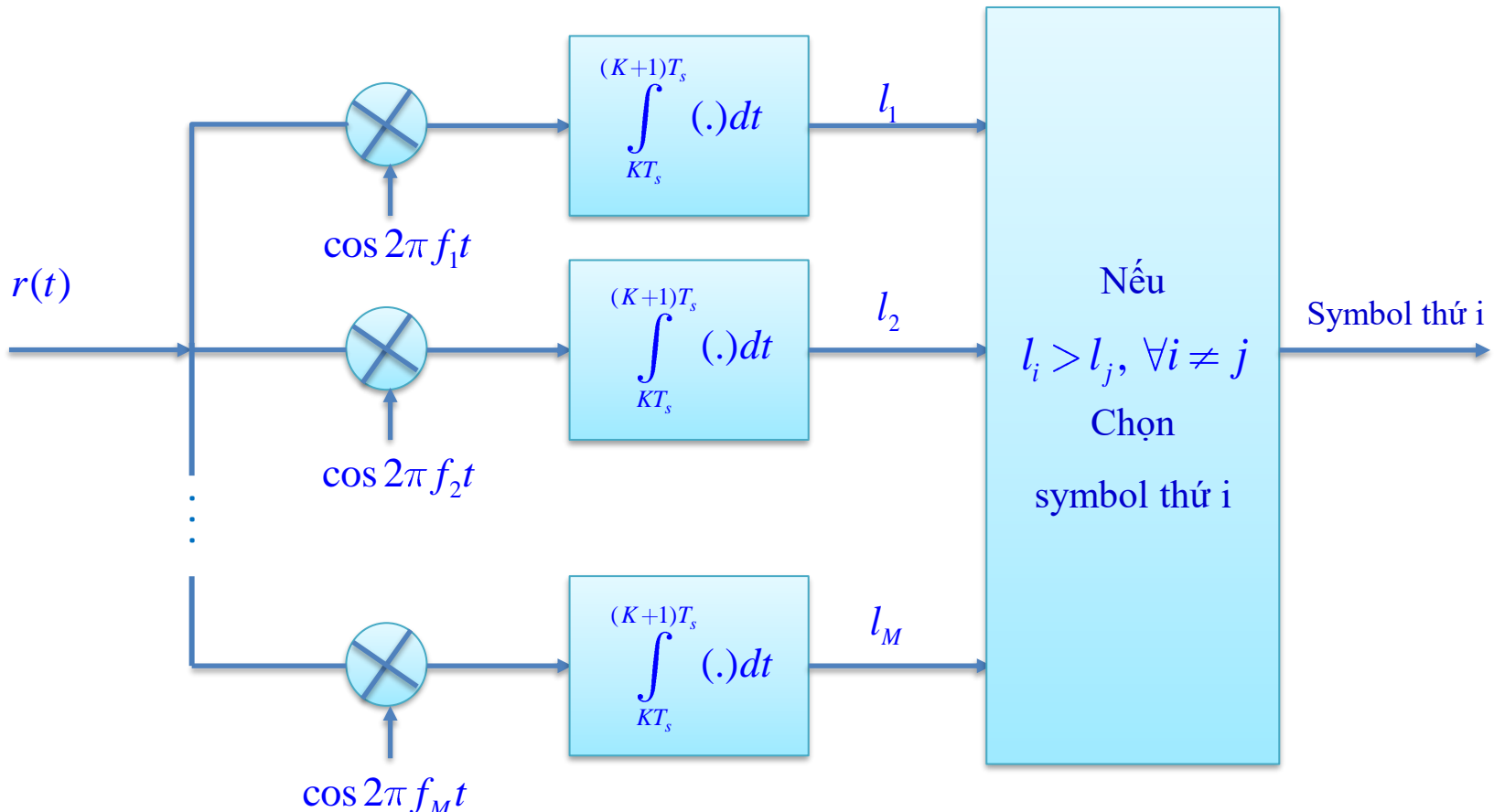
Chuyển đổi  
nối tiếp/ song song

## 3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

### a. Kỹ thuật điều chế Coherent MFSK.

Bộ giải điều chế:

Giả sử tín hiệu đầu vào của bộ giải điều chế là:  $r(t)$ .



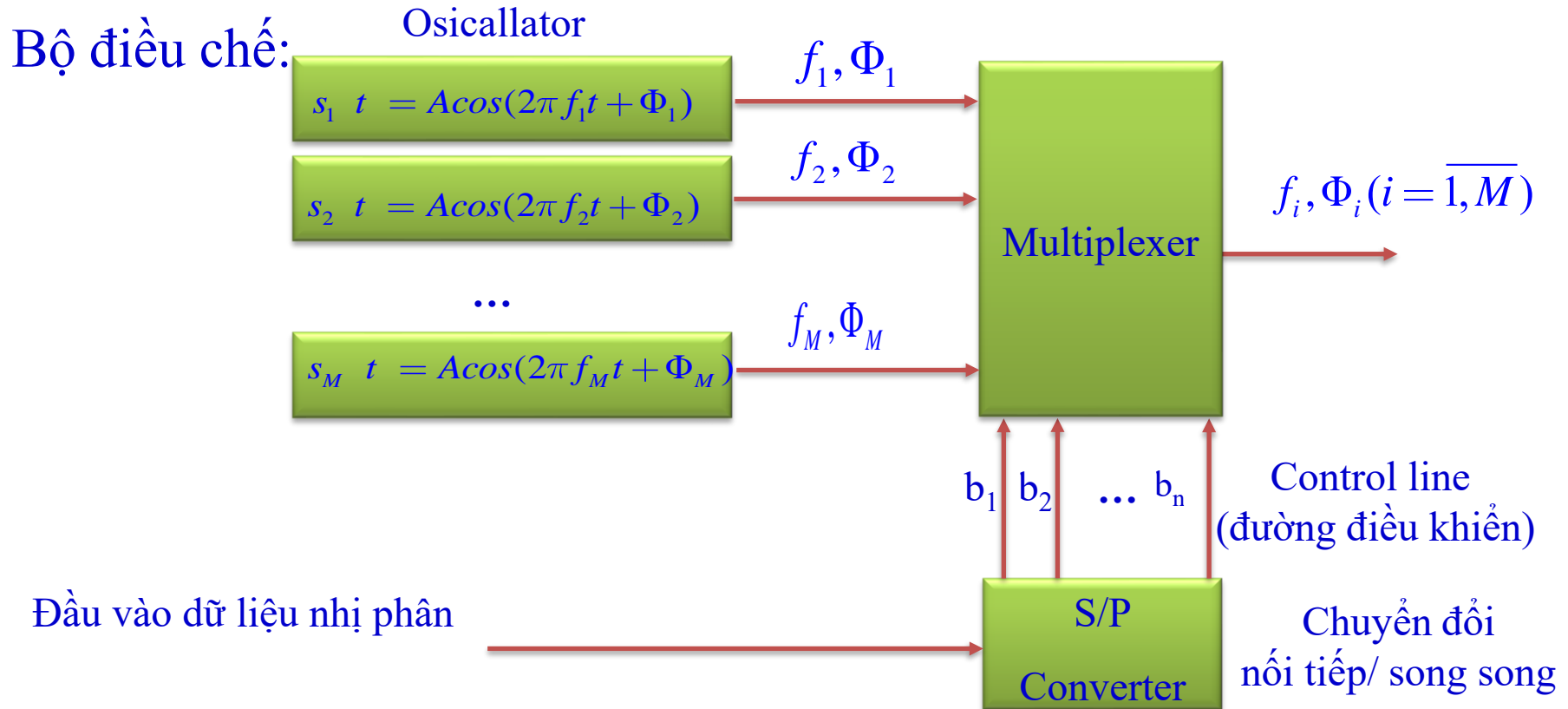


## 3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

### b. Kỹ thuật điều chế Non Coherent MFSK.

- Tín hiệu trên đường truyền.

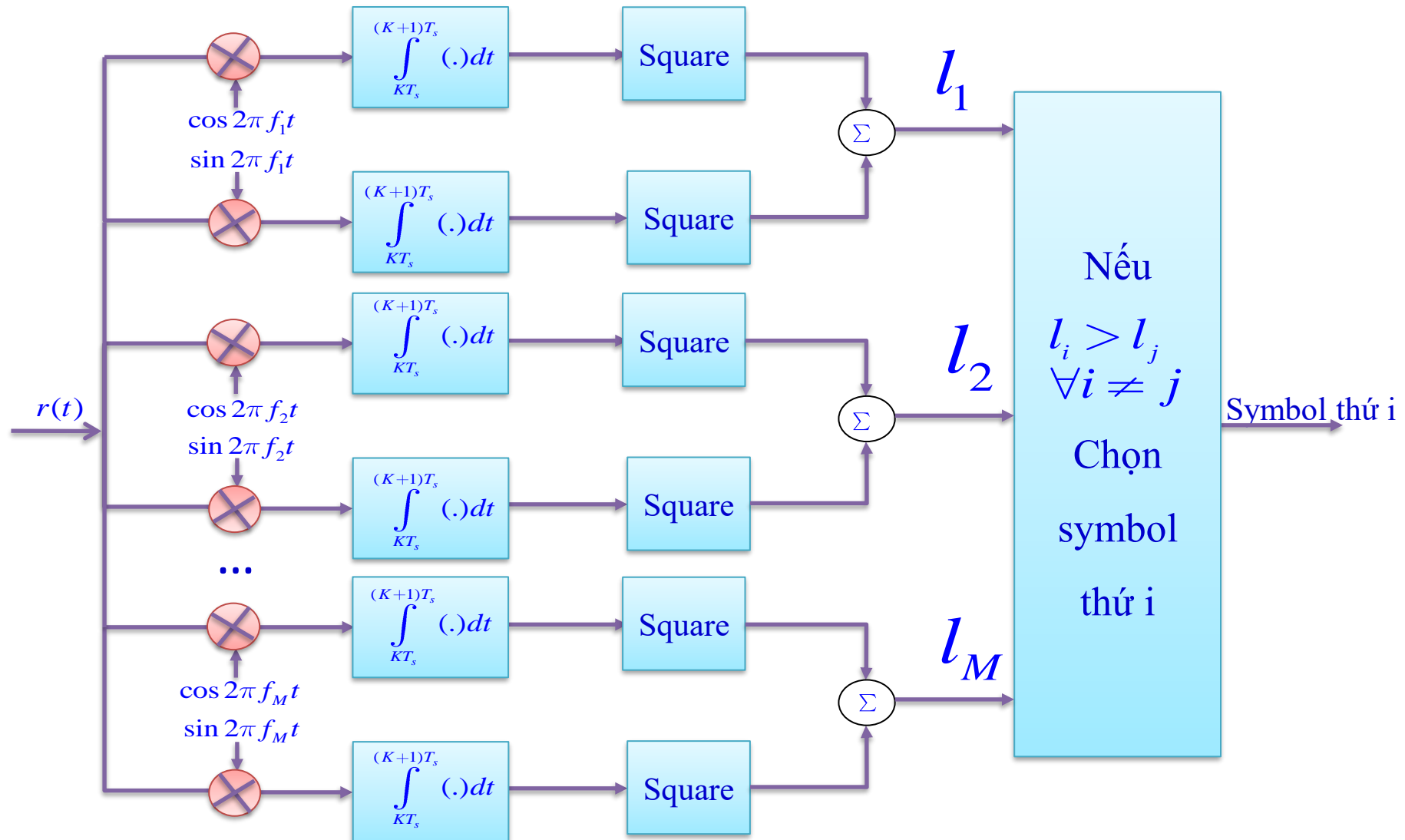
$$\begin{cases} s_i(t) = A \cos(2\pi f_i t + \Phi_i) \\ i = \overline{1, M} \end{cases} \quad KT_s \leq t \leq (K+1)T_s \quad \text{Biểu diễn symbol thứ } i.$$



## 3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

### b. Kỹ thuật điều chế Non Coherent MFSK.

- Bộ giải điều chế.



### 3.3.3 Kỹ thuật điều chế PSK (Phase Shift Keying)

- Dùng 2 hay nhiều tín hiệu pha khác nhau để biểu diễn tín hiệu số dạng (0, 1).
- Phân loại: (2 loại).
  - Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK)
  - Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-arry PSK)

### 3.3.3.1 Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK).

Dữ liệu nhị phân được biểu diễn bằng 2 tín hiệu có pha khác nhau.

$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_c t + \Phi_1) ; 0 \leq t \leq T. & \text{Biểu diễn bit 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_c t + \Phi_2) ; 0 \leq t \leq T. & \text{Biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

Trong đó:

$T$ : độ rộng bit.

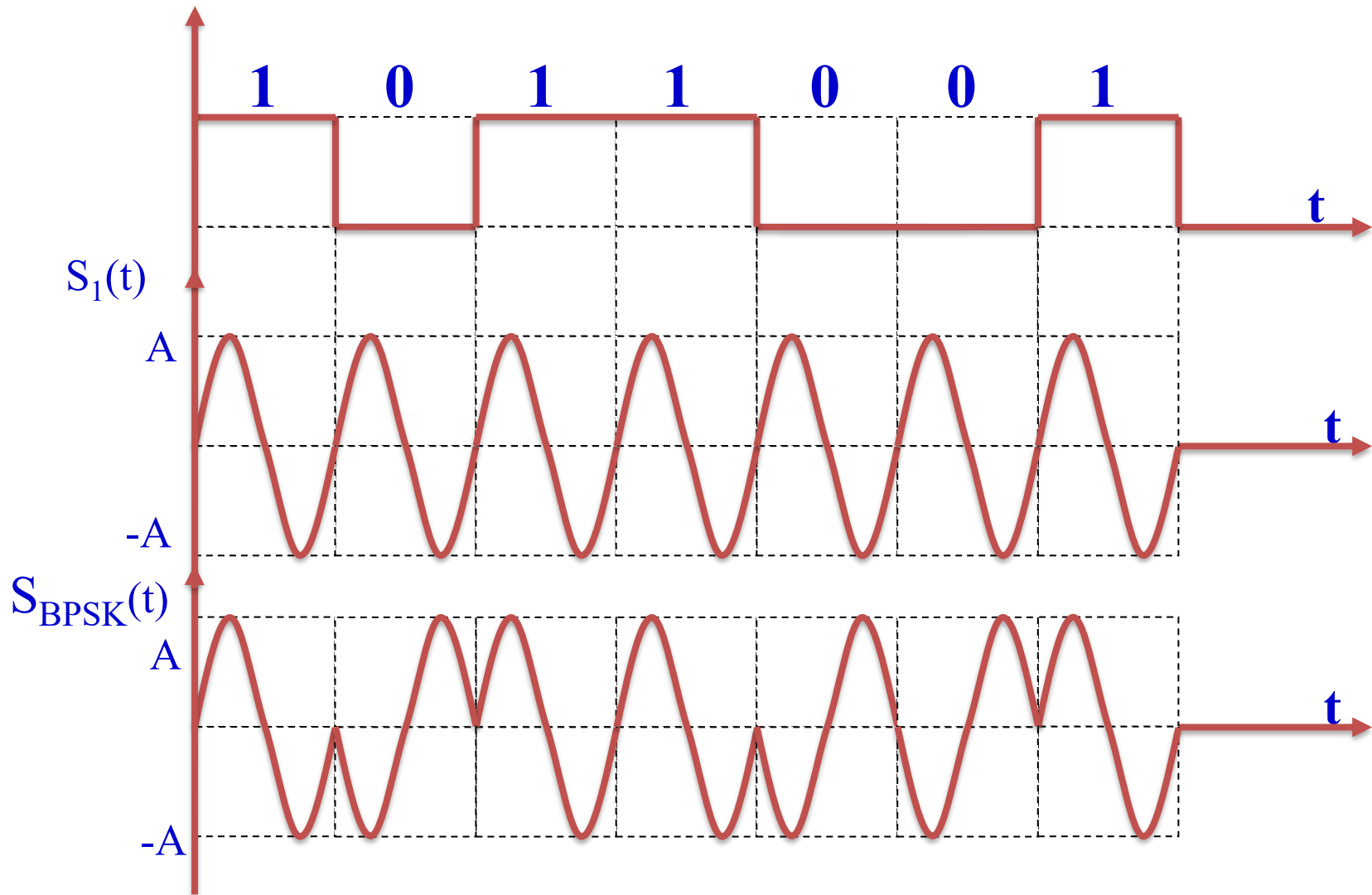
$\Phi_1, \Phi_2$  là 2 góc pha ban đầu.

Thực tế lấy  $\Phi_1 = 0, \Phi_2 = \pi$ .

$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_c t) ; 0 \leq t \leq T. & \text{Biểu diễn bit 1} \\ s_2(t) = -A \cos(2\pi f_c t) ; 0 \leq t \leq T. & \text{Biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

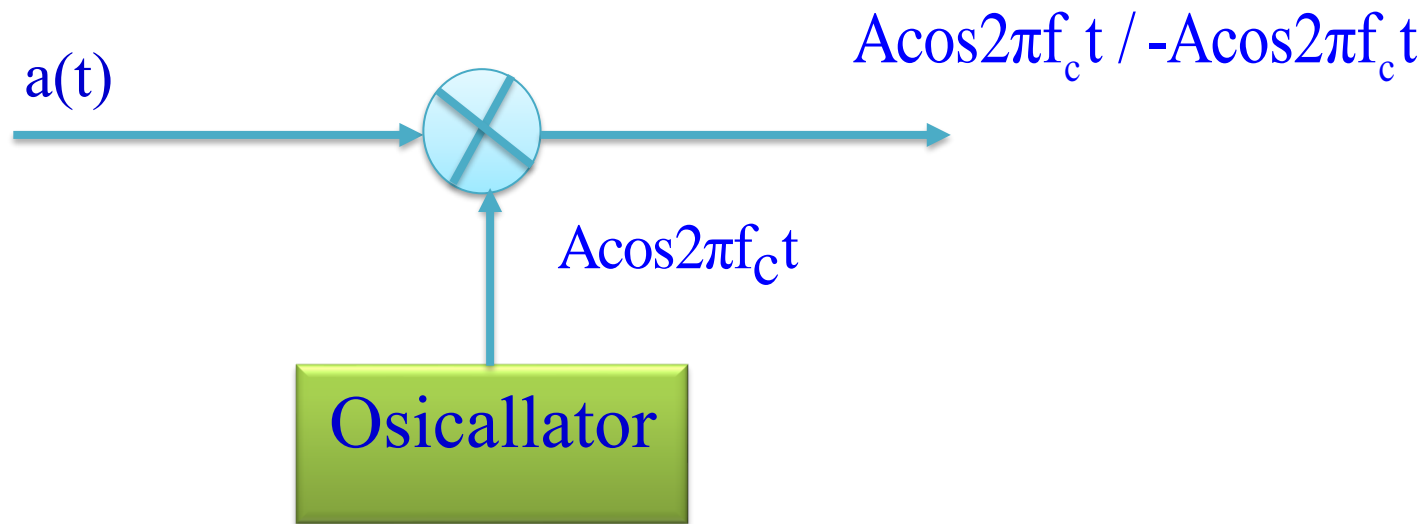
### 3.3.3.1 Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK).

Ví dụ: Giả sử cần điều chế chuỗi bit 1011001.



### 3.3.3.1 Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK).

Bộ điều chế

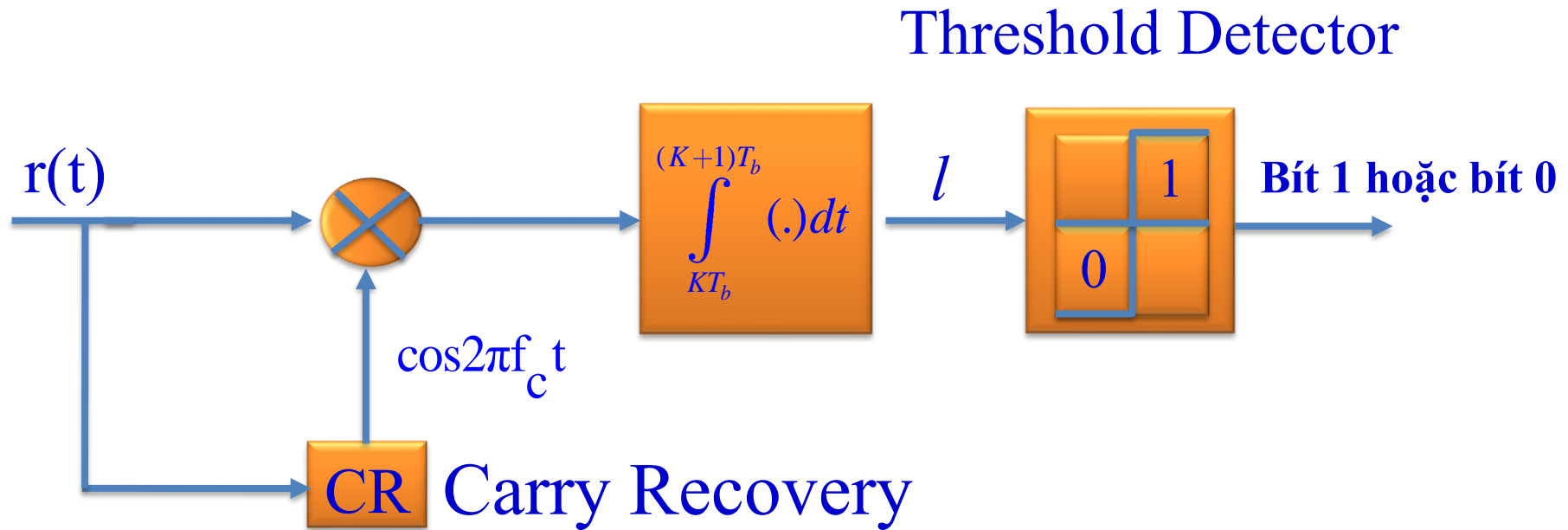


**Bít 1**  $\xrightarrow{a(t)}$  **+1**  $\longrightarrow$   $A\cos 2\pi f_c t$

**Bít 0**  $\xrightarrow{a(t)}$  **-1**  $\longrightarrow$   $-A\cos 2\pi f_c t$

### 3.3.3.1 Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK).

- Bộ giải điều chế:



$$\int_{KT_b}^{K+1 T_b} \pm A \cos 2\pi f_c t \cdot \cos 2\pi f_c t \cdot dt = \begin{cases} \frac{AT_b}{2} : \text{chọn bít 1} \\ -\frac{AT_b}{2} : \text{chọn bít 0} \end{cases}$$

### 3.3.3.2 Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-ary PSK)

Trong M-PSK dòng dữ liệu được chia thành các Symbol, mỗi symbol có  $n = \log_2 M$  (bít).

Tập tín hiệu MPSK được biểu diễn như sau:

$$\begin{cases} s_i(t) = A \cos(2\pi f_c t + \Phi_i) ; 0 \leq t \leq T_s : \text{Biểu diễn symbol } i \\ i = \overline{1, M} \end{cases}$$

Trong đó:

$f_c$ : tần số sóng mang.

$T_s$ : độ rộng của symbol.

$\Phi_i$ : góc pha ban đầu

$$\Phi_i = \frac{2i-1}{M} \cdot \pi$$



### 3.3.3.2 Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-arry PSK)

Trường hợp tổng quát:

$$\begin{aligned}s_i(t) &= A \cos(2\pi f_c t + \phi_i); i = (1, M) \\&= A \cos(2\pi f_c t) \cdot \cos \phi_i - A \sin(2\pi f_c t) \cdot \sin \phi_i \\&= s_{i1} \phi_1(t) + s_{i2} \phi_2(t)\end{aligned}$$

Trong đó:  $\phi_1(t), \phi_2(t)$  là các hàm trực giao với nhau và

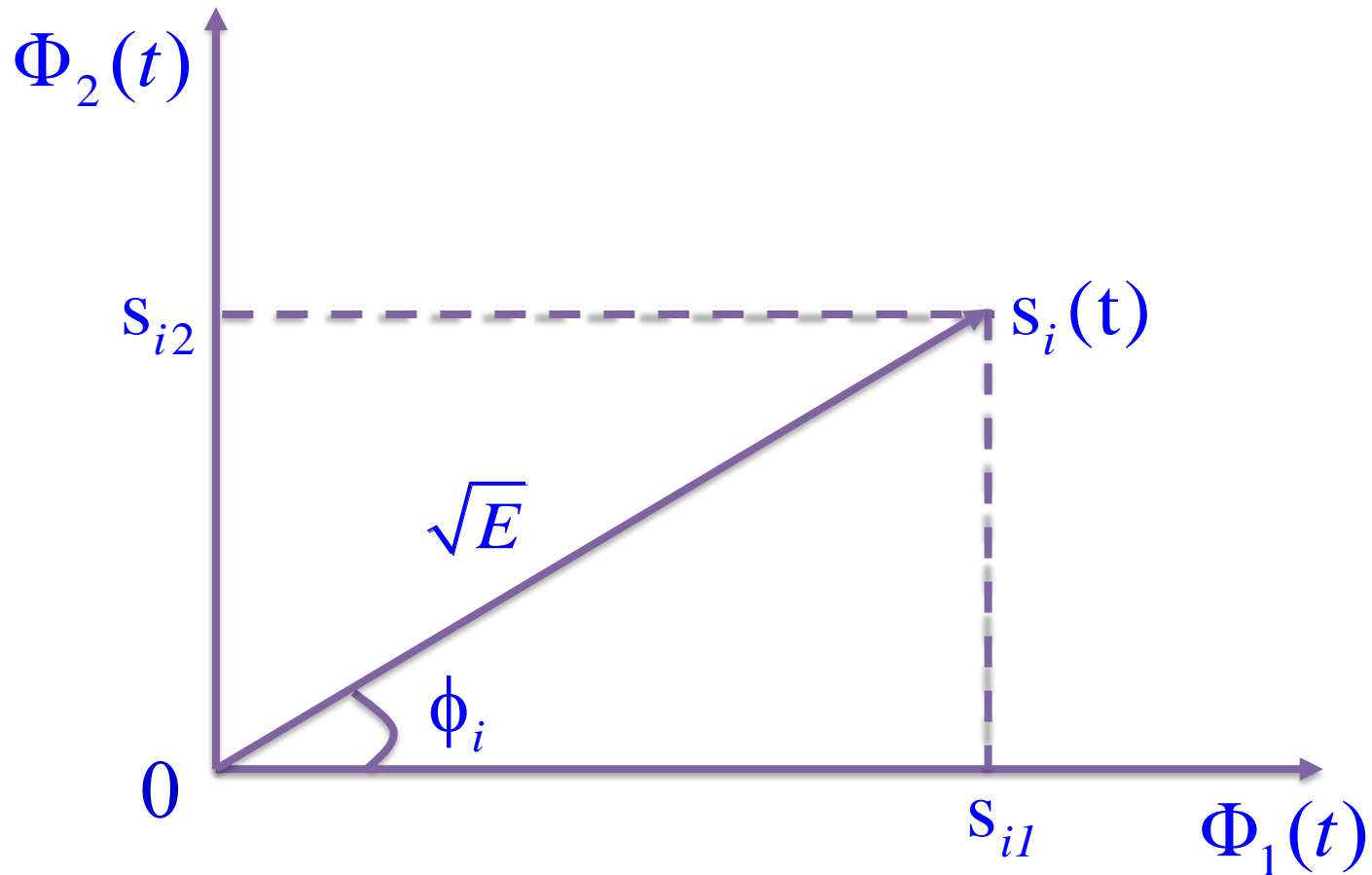
$$\phi_1(t) = \sqrt{\frac{2}{T_s}} \cos 2\pi f_c t; \quad \phi_2(t) = -\sqrt{\frac{2}{T_s}} \sin 2\pi f_c t;$$

$$s_{i1} = \int_0^{T_s} s_i(t) \phi_1(t) dt$$

$$s_{i2} = \int_0^{T_s} s_i(t) \phi_2(t) dt$$

$$\begin{aligned}s_{i1} &= \sqrt{E} \cos \phi_i \\s_{i2} &= \sqrt{E} \sin \phi_i\end{aligned} \Rightarrow \begin{cases} E = \frac{A^2 T_s}{2} : \text{Năng lượng của tín hiệu.} \\ \phi_i = \arctg\left(\frac{s_{i2}}{s_{i1}}\right)\end{cases}$$

### 3.3.3.2 Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-arry PSK)

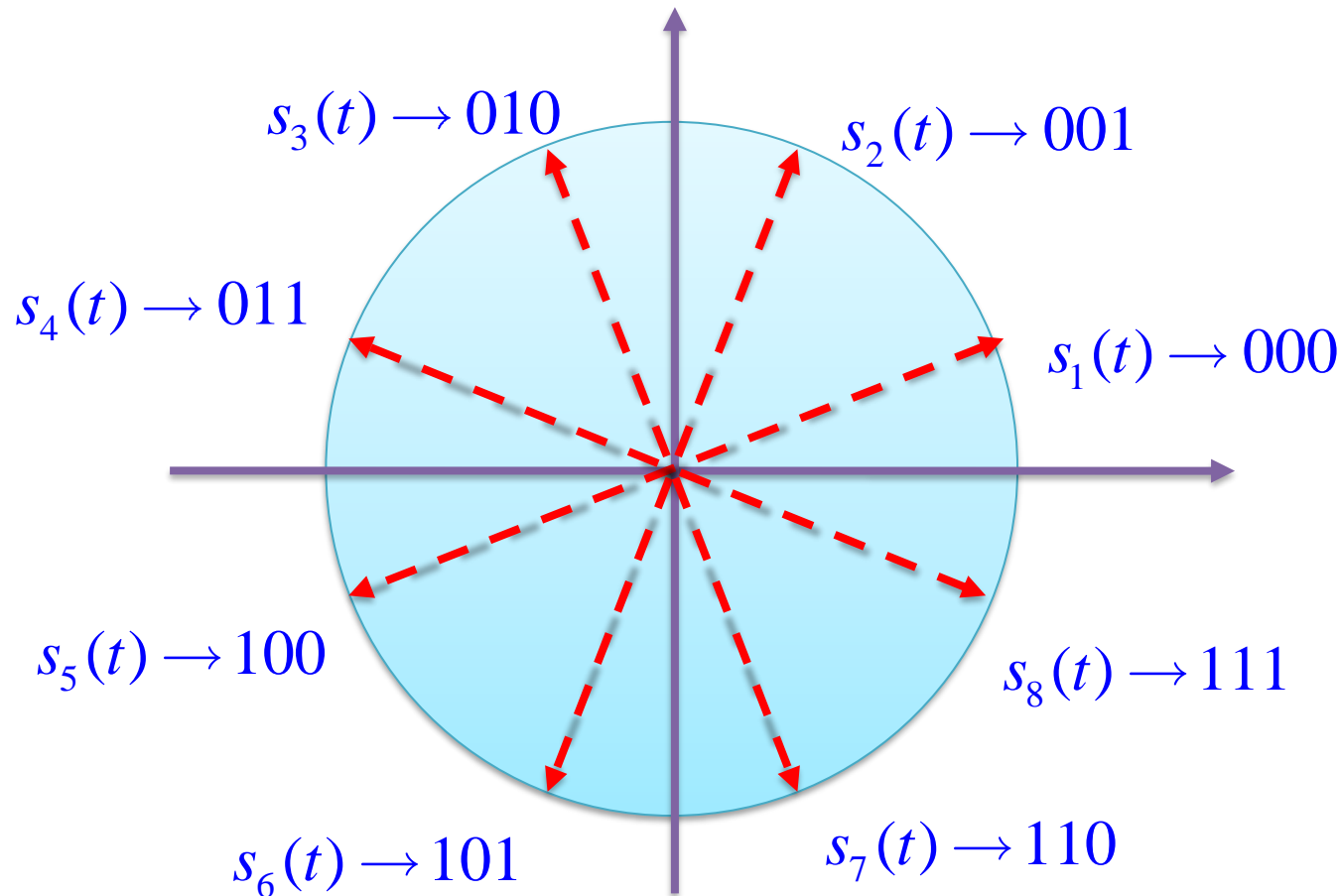


Biểu diễn  $s_i(t)$  trên hệ trục tọa độ.

### 3.3.3.2 Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-arry PSK)

- Ví dụ: Lấy  $M = 8 \Rightarrow n = 3$  bit.

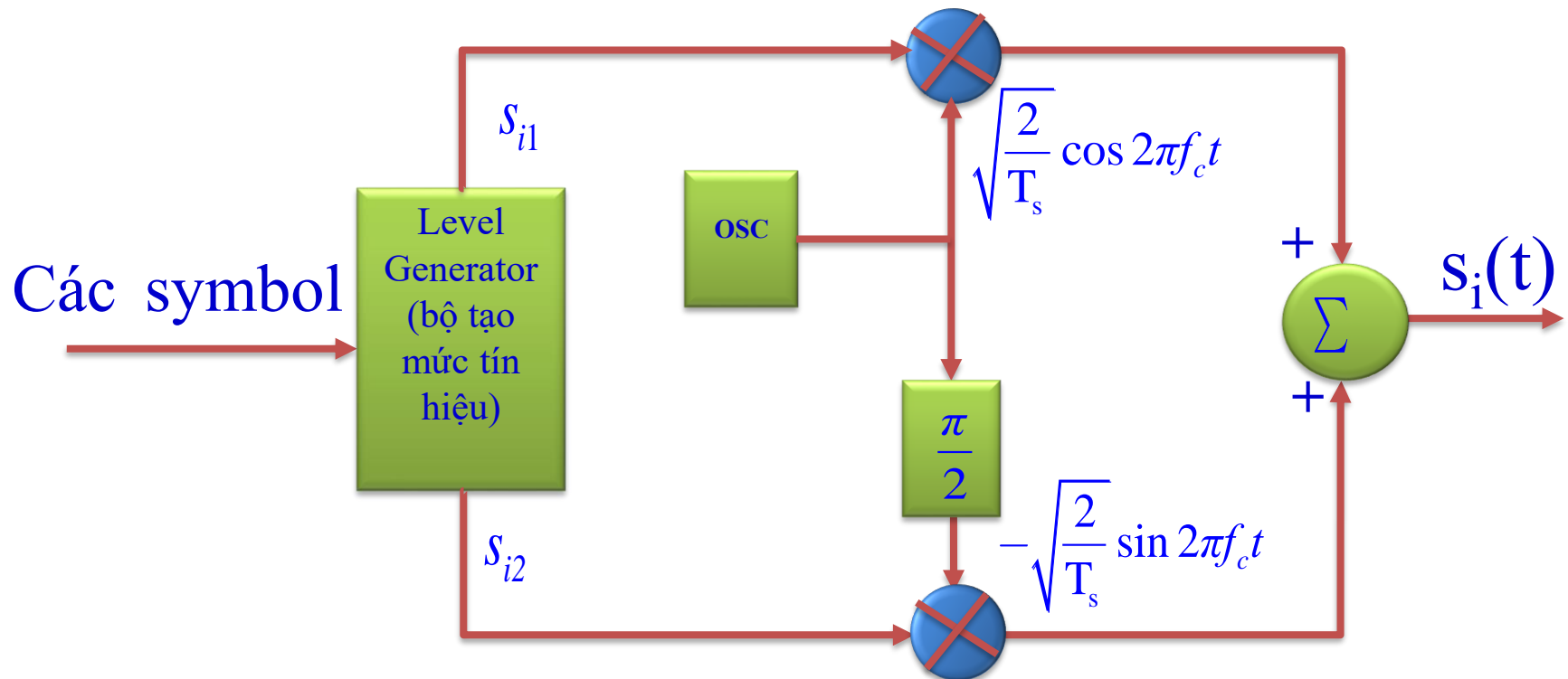
$$s_1(t) = A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{\pi}{8}\right), s_2(t) = A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{8}\right), \dots, s_8(t) = A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{15\pi}{8}\right)$$



Biểu diễn  $s_i(t)$  trên hệ trục tọa độ

### 3.3.3.2 Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-arry PSK)

- Bộ điều chế MPSK.



### 3.3.3.2 Kỹ thuật điều chế M-PSK (M-arry PSK)

- Bộ giải điều chế:

Giả sử  $r(t)$  là tín hiệu thu được, ta có bộ giải điều chế MPSK

