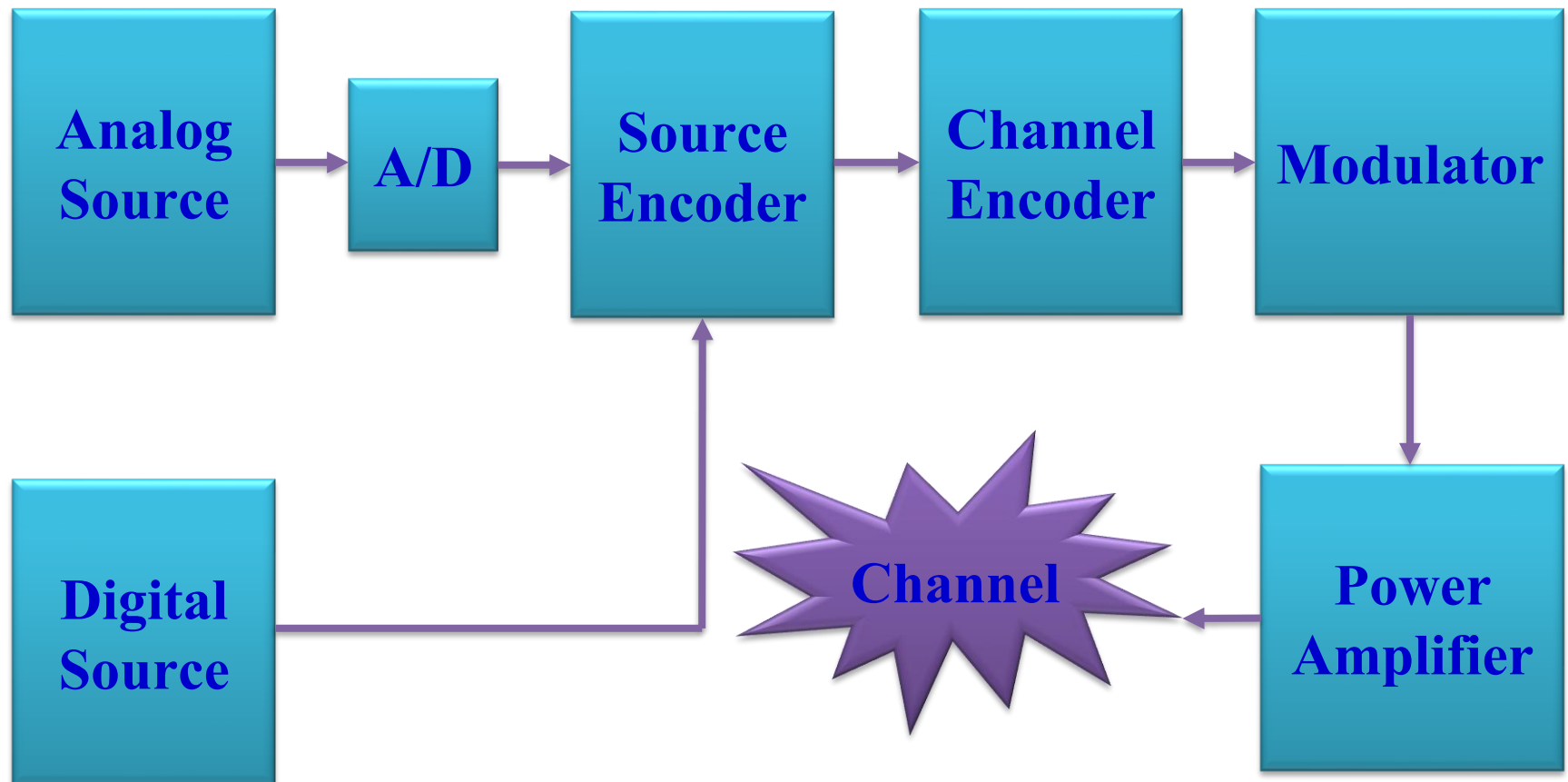


Chương 3: Biến đổi dữ liệu thành tín hiệu

- 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 (Channel 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)

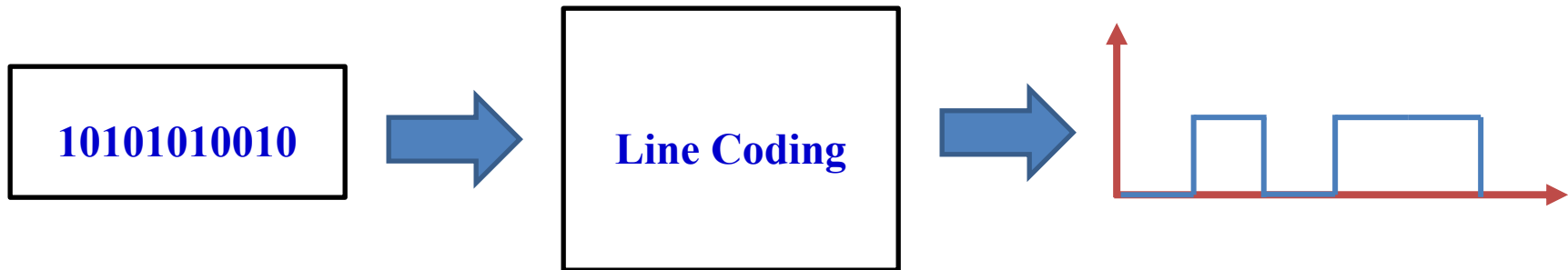
Chức năng các khối

- ✓ 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)

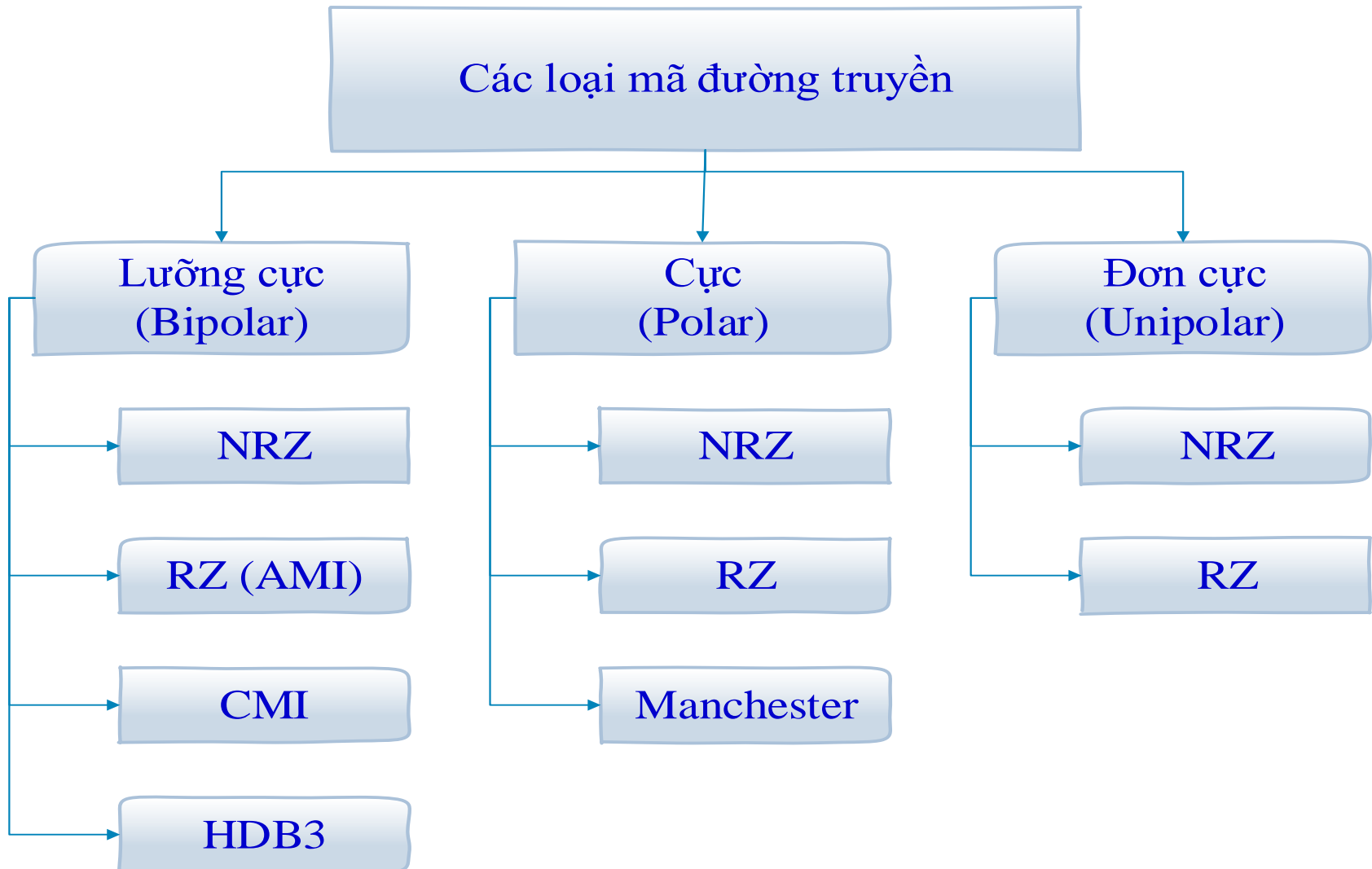
- Mã đường truyền là quá trình chuyển đổi hay ánh xạ chuỗi số liệu nhị phân thành tín hiệu số.



- 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...

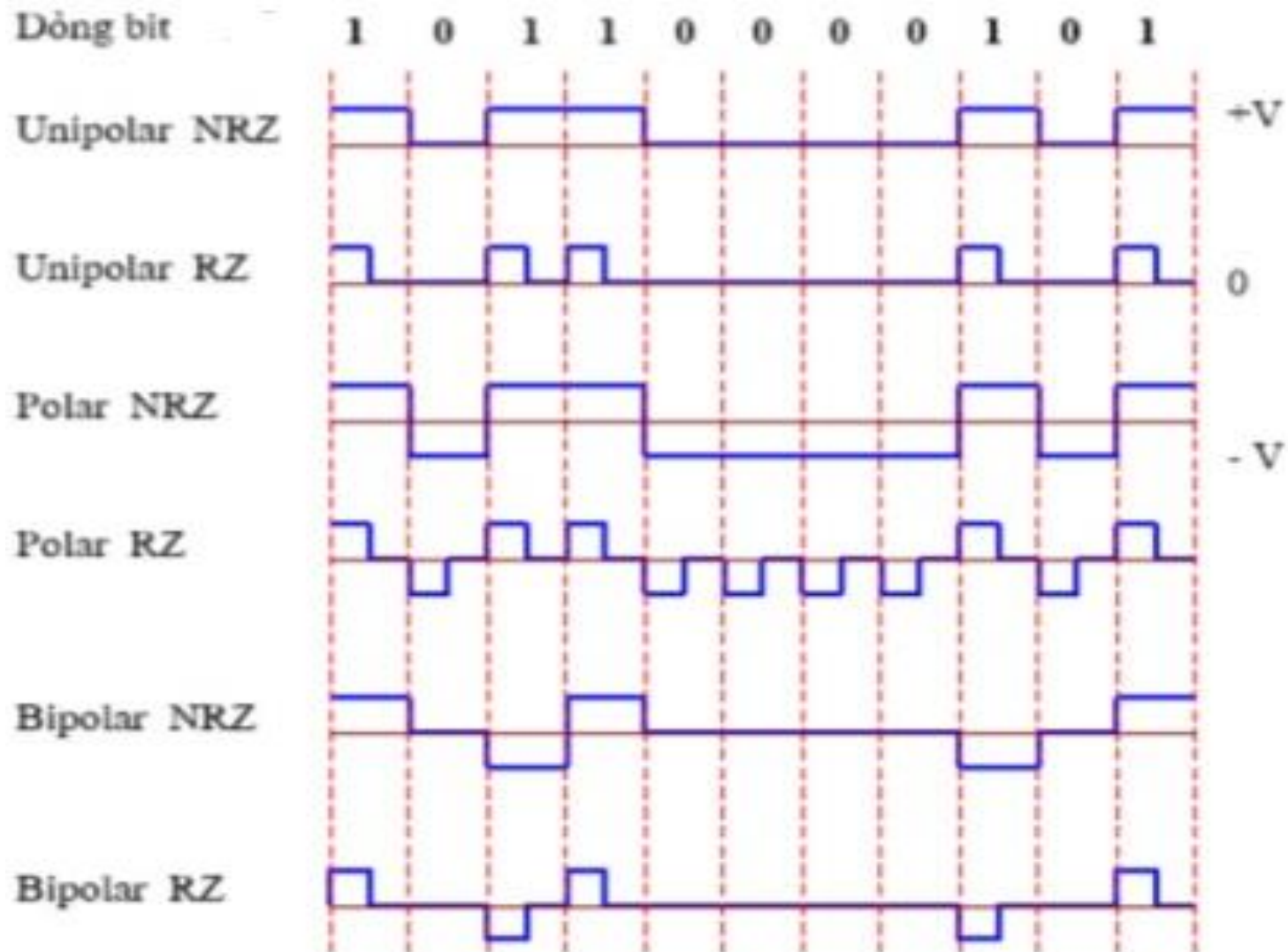
3.2 Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu số

Các loại mã đường truyền phổ biến



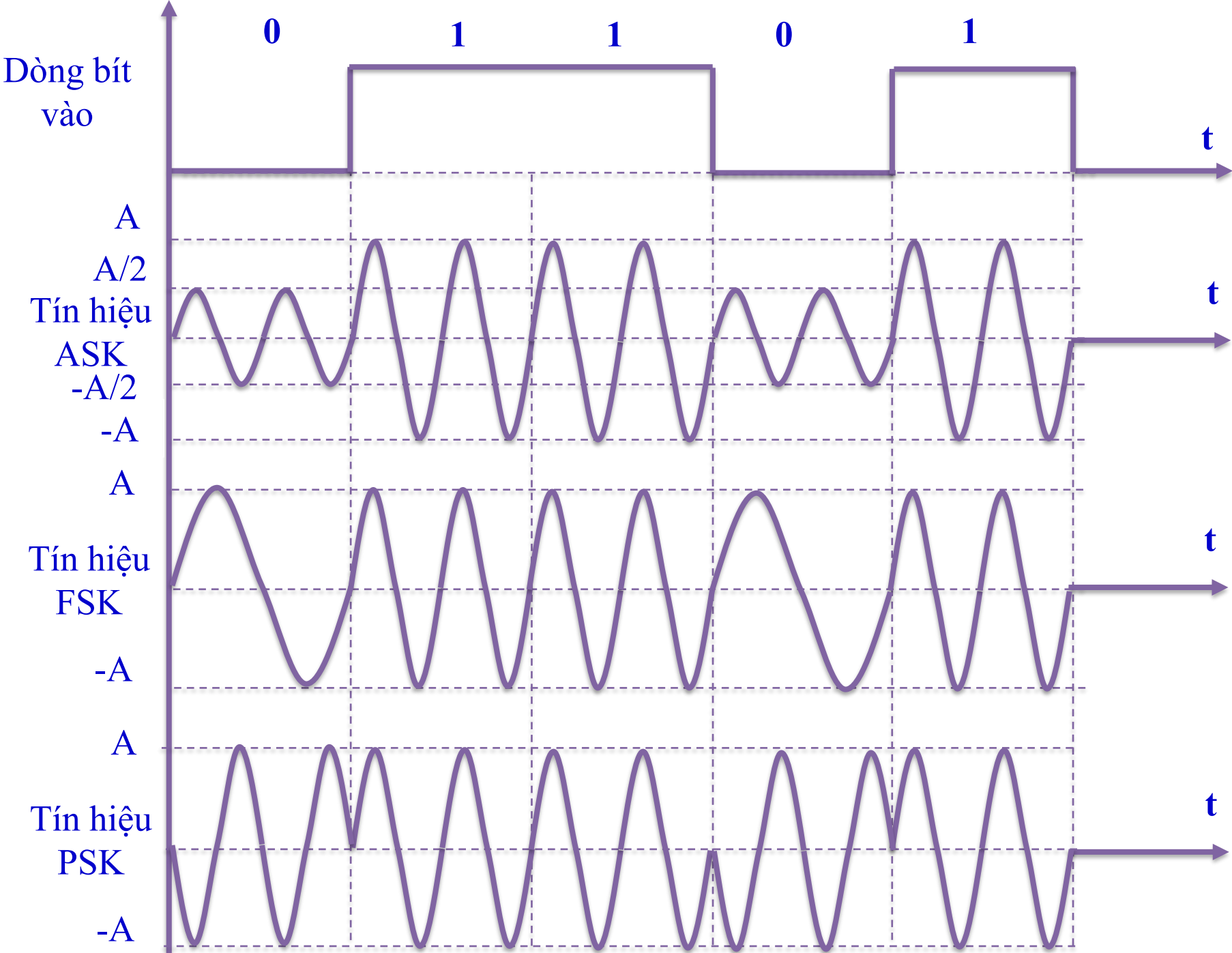
3.2 Biến đổi dữ liệu số thành tín hiệu số

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



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

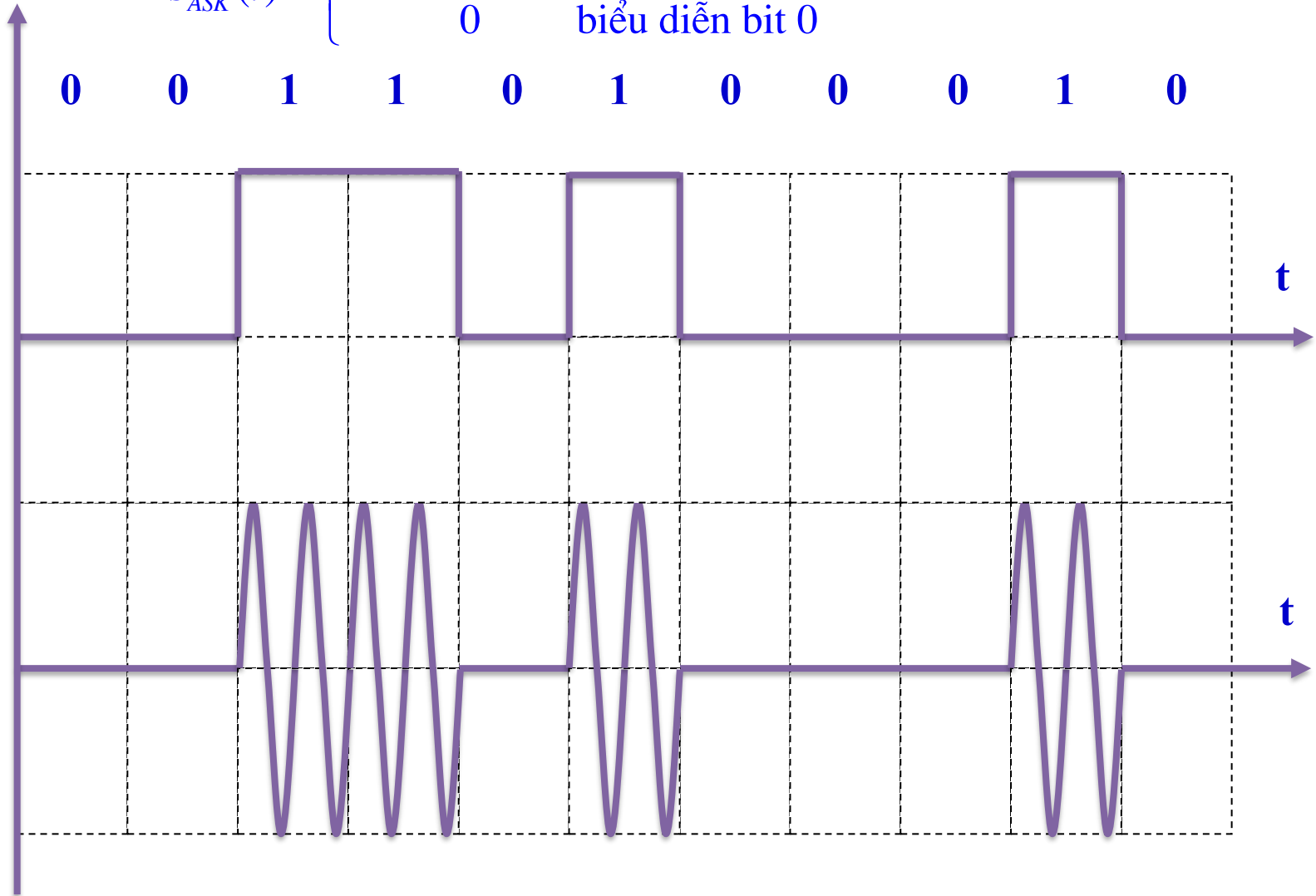
A

Tín hiệu
ASK

-A

t

t



3.3.1 Phương pháp điều chế ASK

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

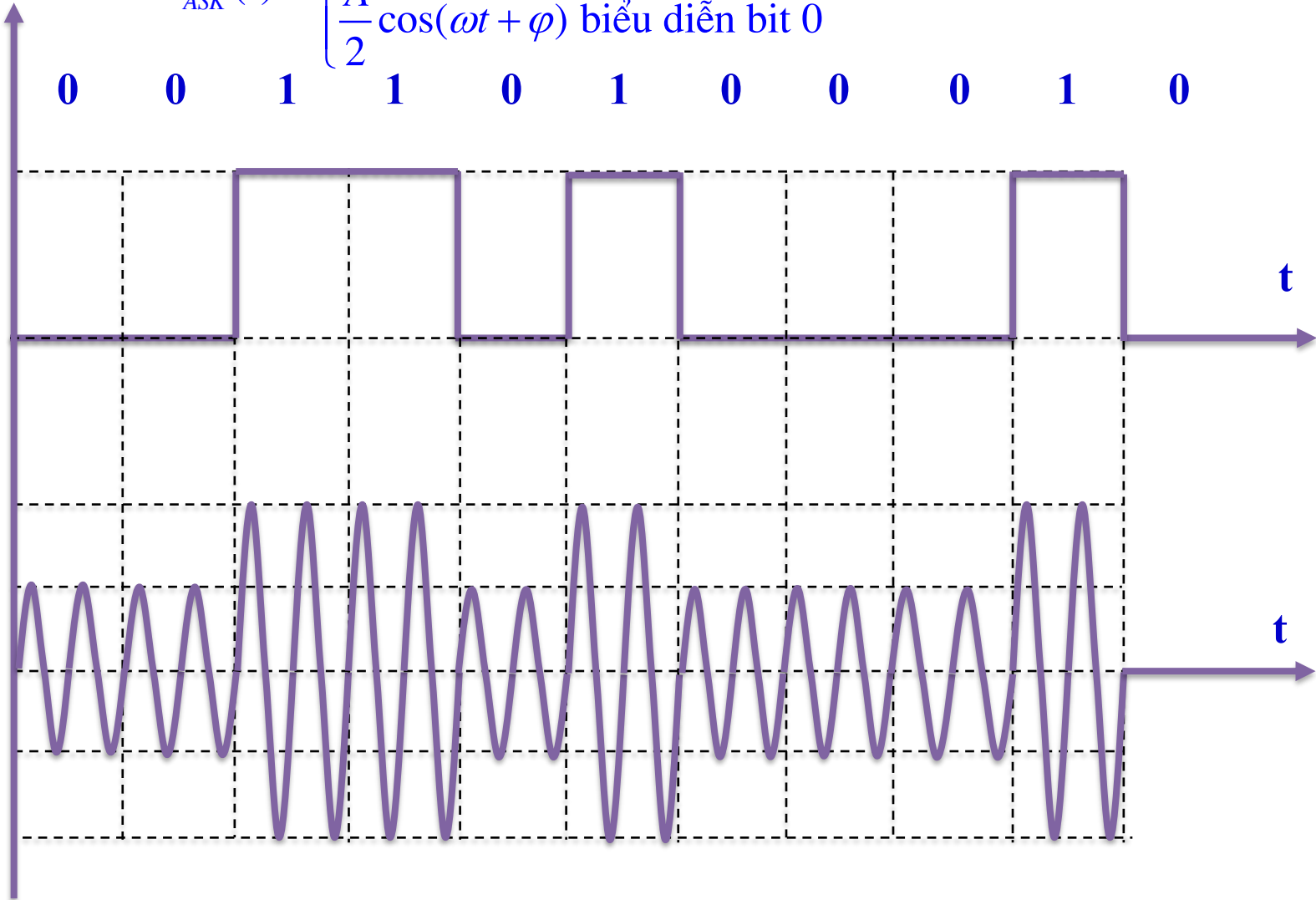
Dòng bit
vào

0 0 1 1 0 1 0 0 0 1 0

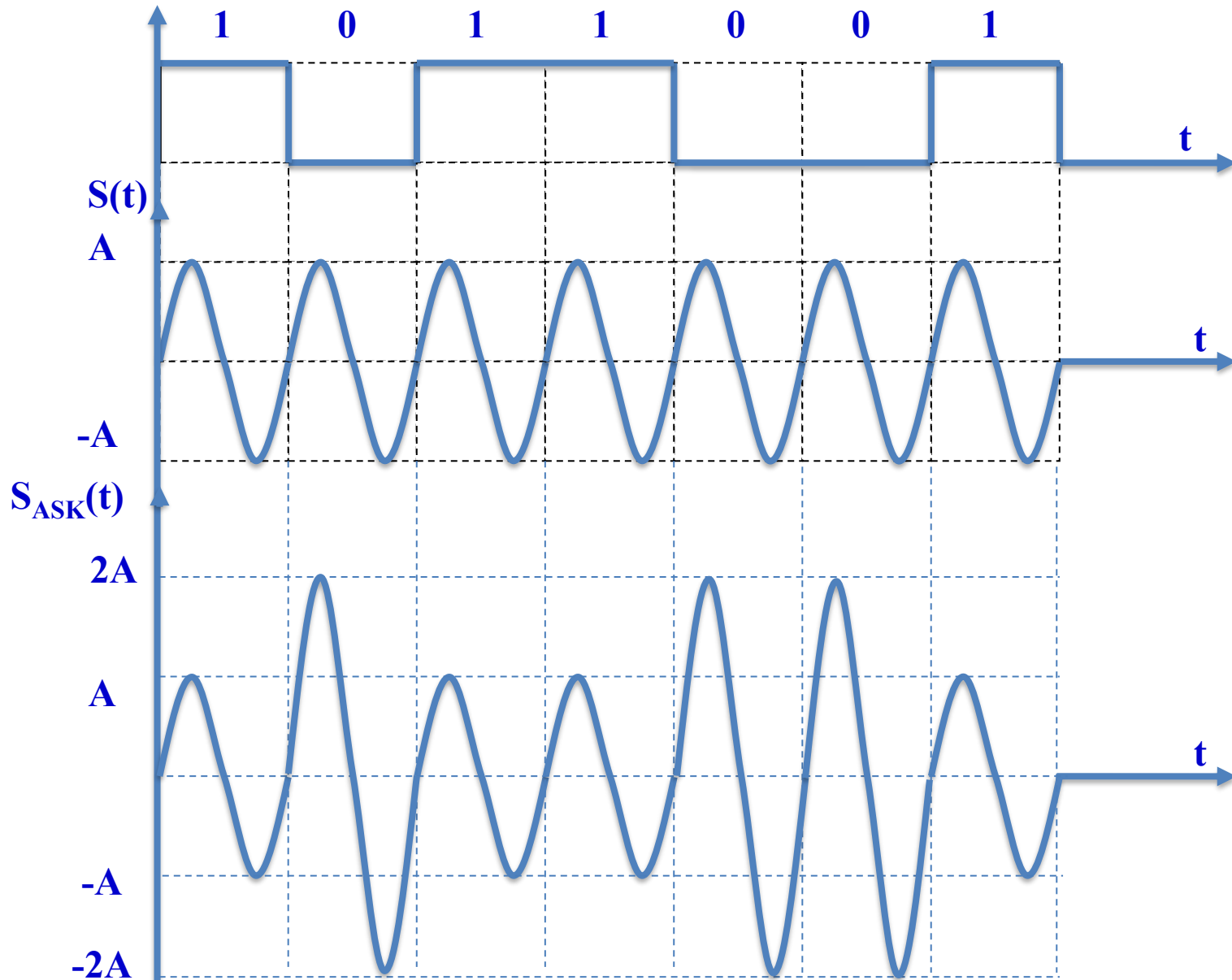
A
A/2
Tín hiệu
ASK
- A/2
-A

t

t



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.

Φ_1, Φ_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

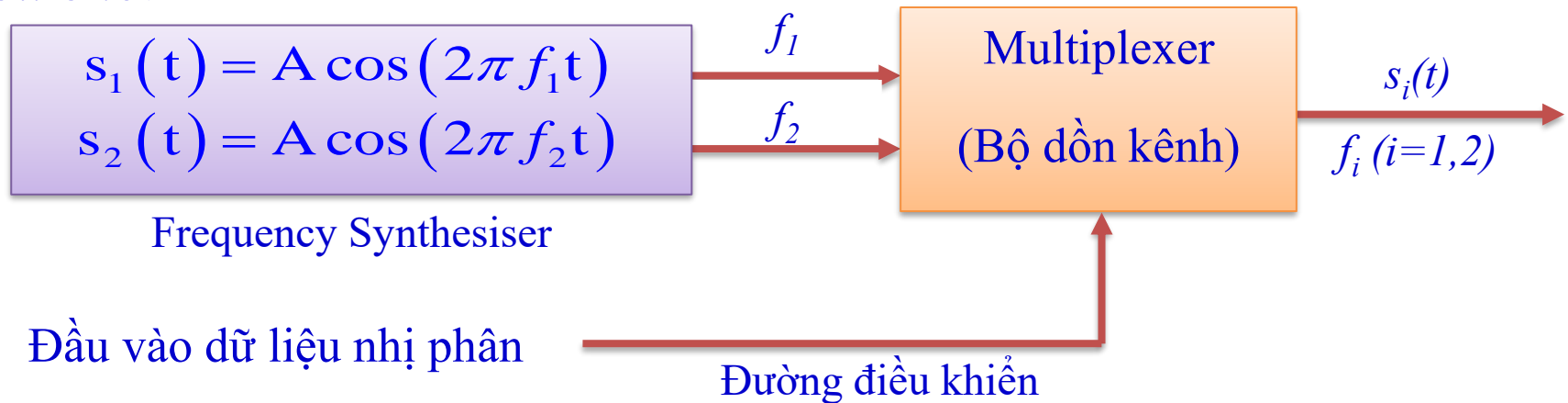
Với kiểu điều chế này 2 tín hiệu có pha ban đầu là Φ tại thời điểm $t = 0$

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

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:

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

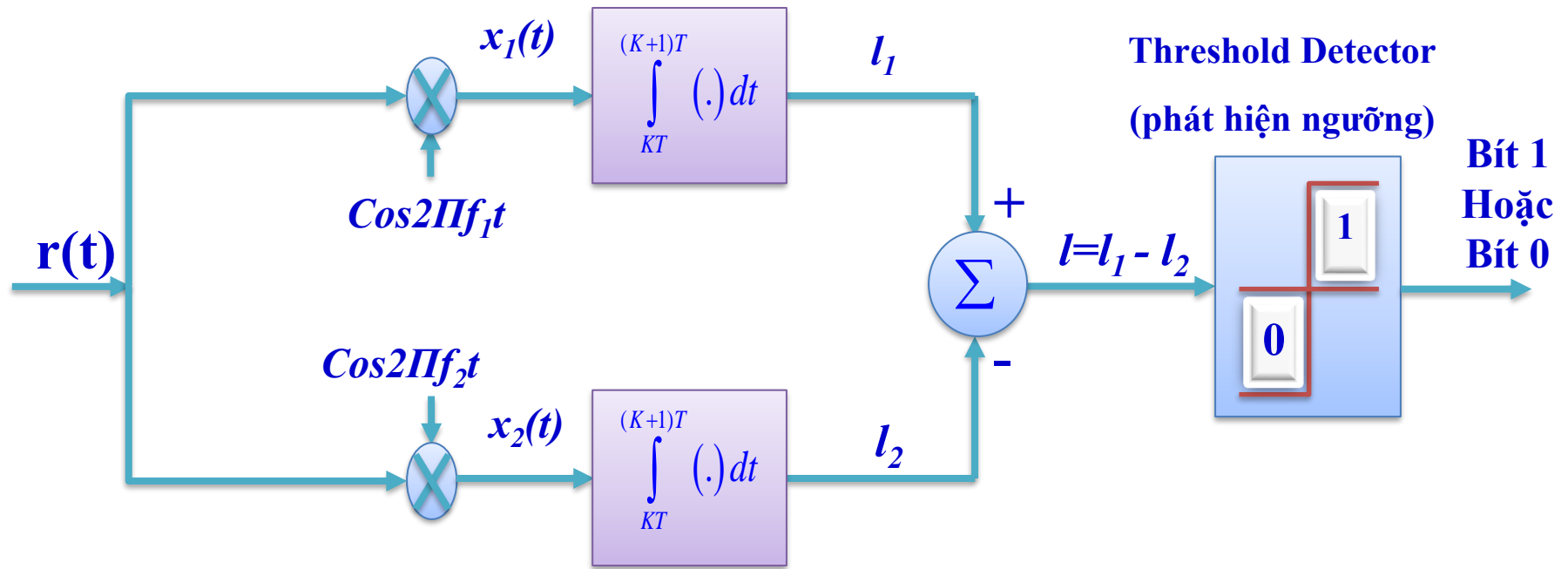
$$T_1 = \frac{T_b}{2}, T_2 = T_b$$

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: $r(t) = s_i(t) = A\cos 2\pi f_i t$



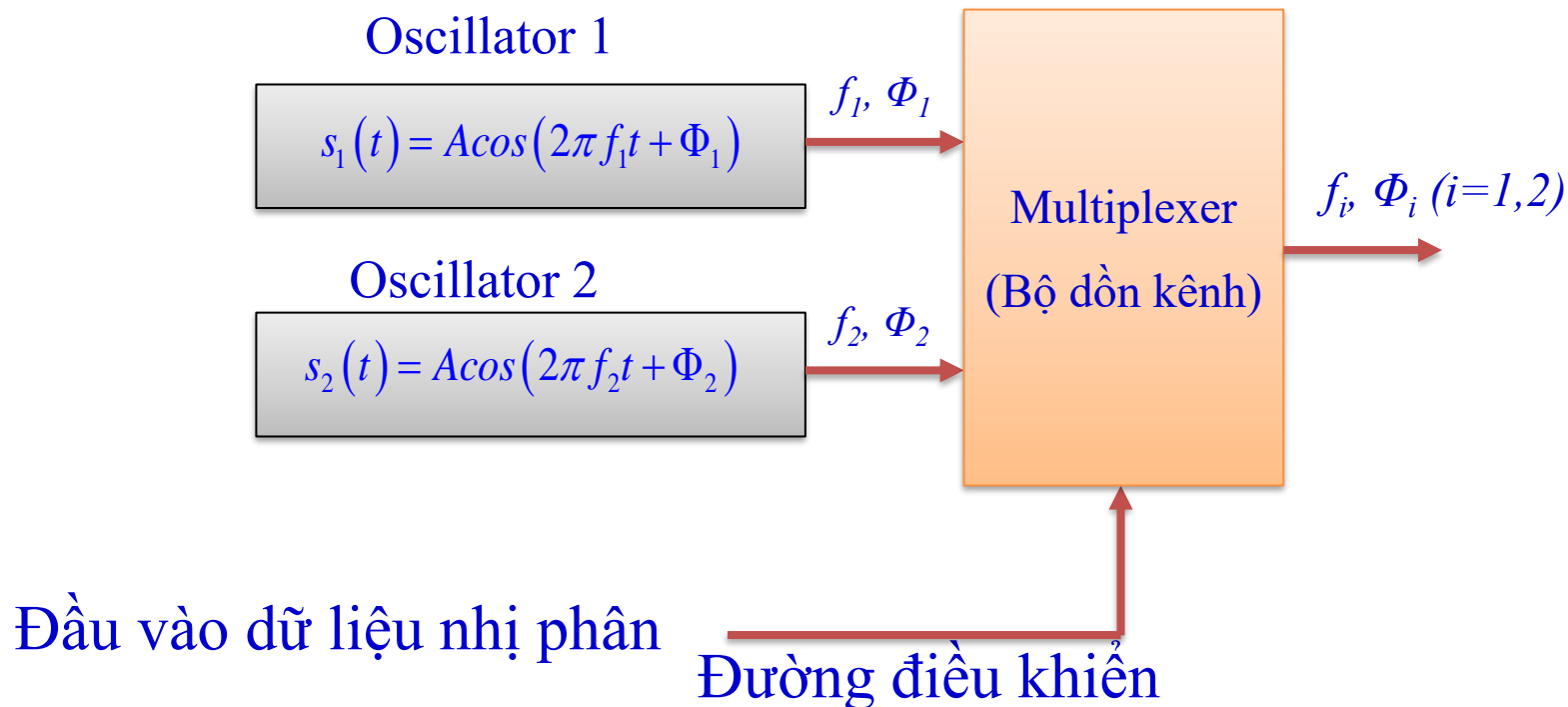
$$l = \begin{cases} l_1 - l_2 > 0 : \text{bít 1} \\ l_1 - l_2 < 0 : \text{bít 0} \end{cases}$$

b. Kỹ thuật điều chế Noncoherent BFSK.

Tập tín hiệu

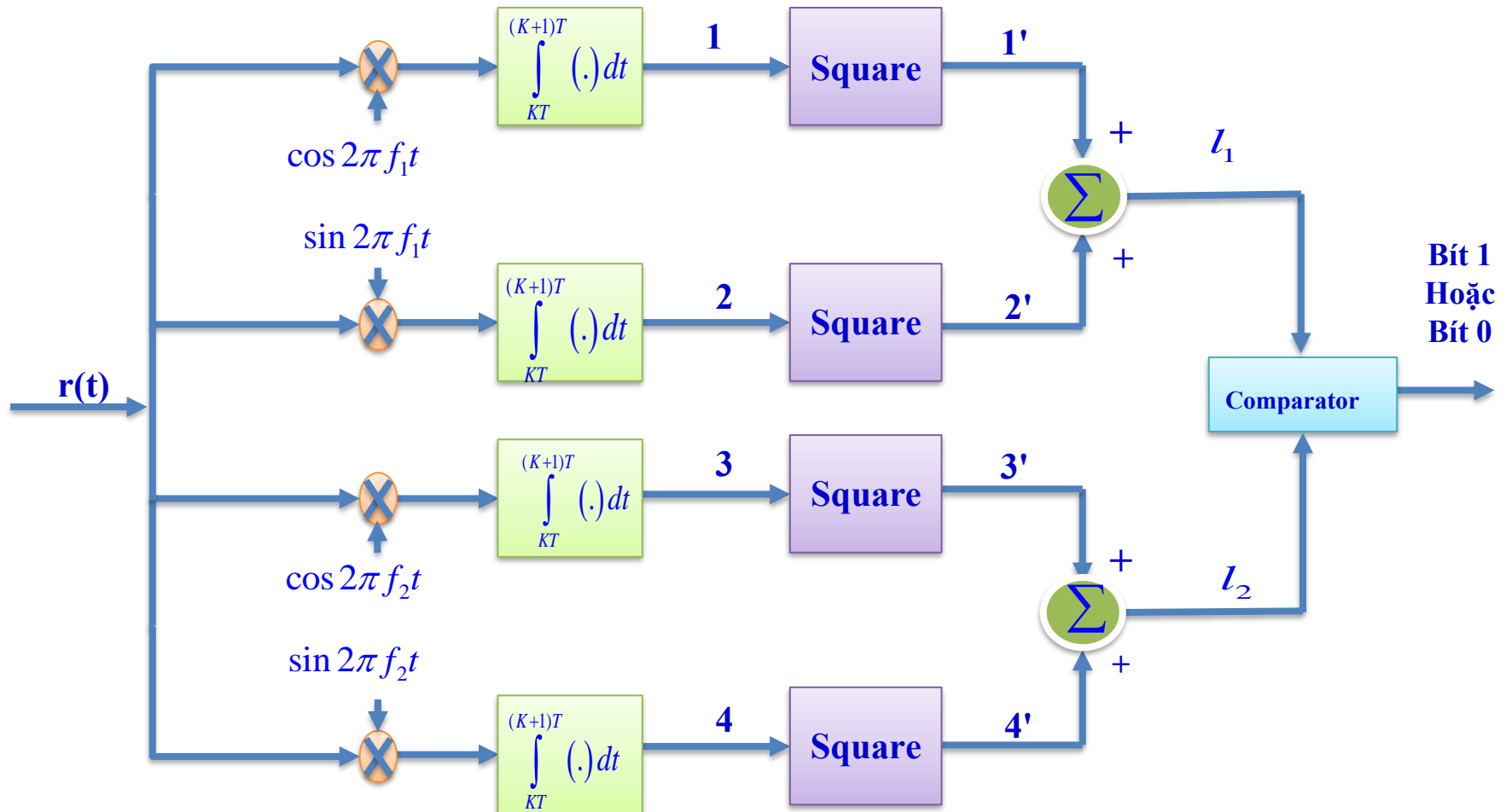
$$\begin{cases} s_1(t) = A \cos(2\pi f_1 t + \phi_1); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn bit 1} \\ s_2(t) = A \cos(2\pi f_2 t + \phi_2); KT \leq t \leq (K+1)T : \text{Biểu diễn bit 0} \end{cases}$$

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. $T_s = nT_b$.

Φ_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)

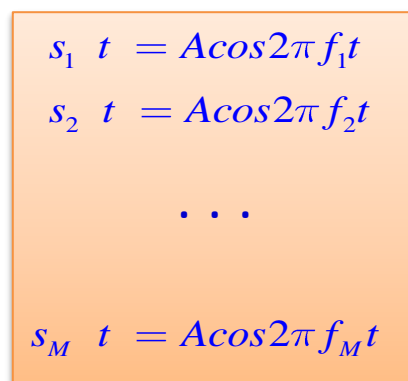
a. Kỹ thuật điều chế Coherent MFSK.

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

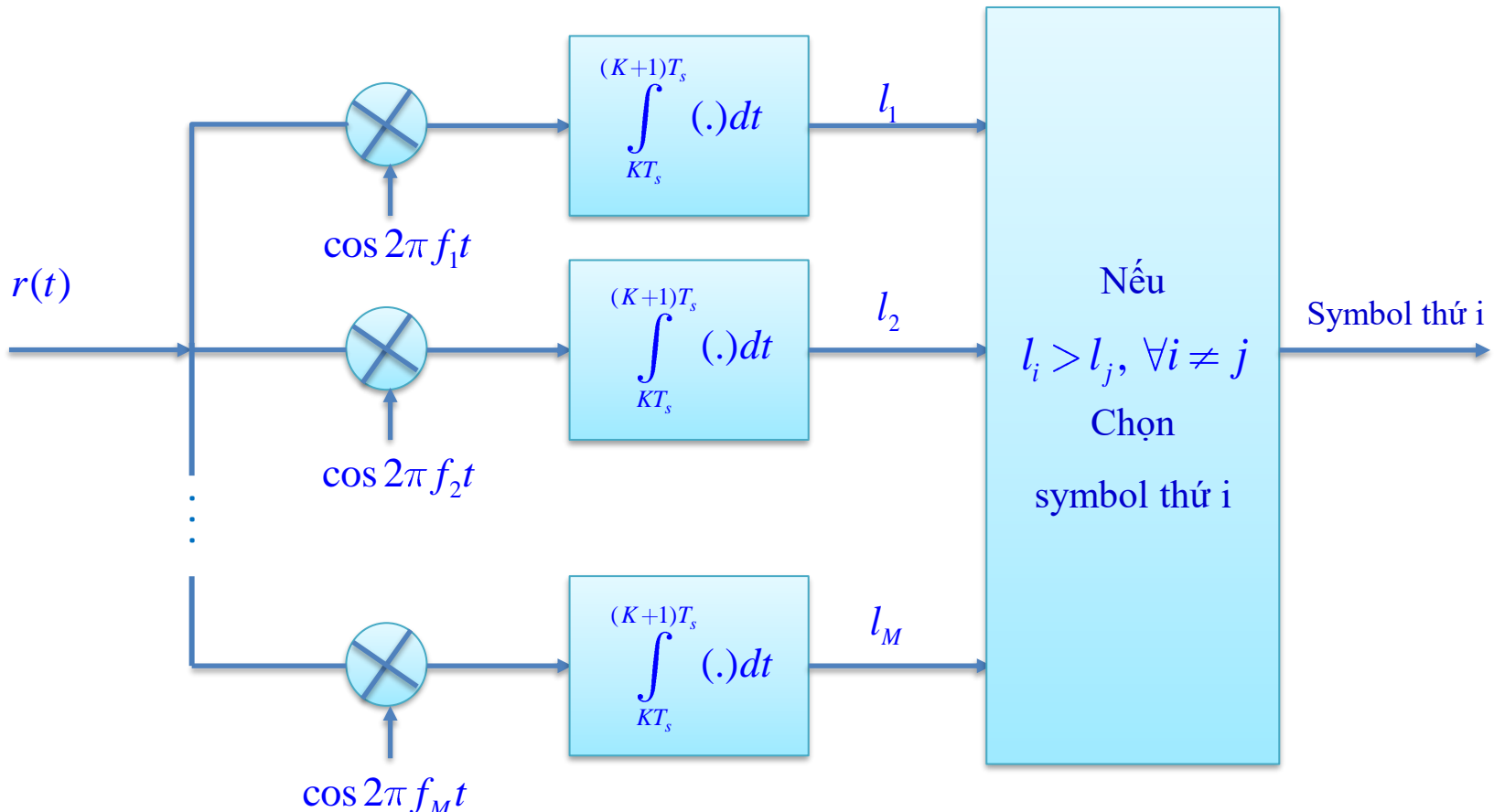
Chuyển đổi
nối tiếp/ song song

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: $r(t)$.

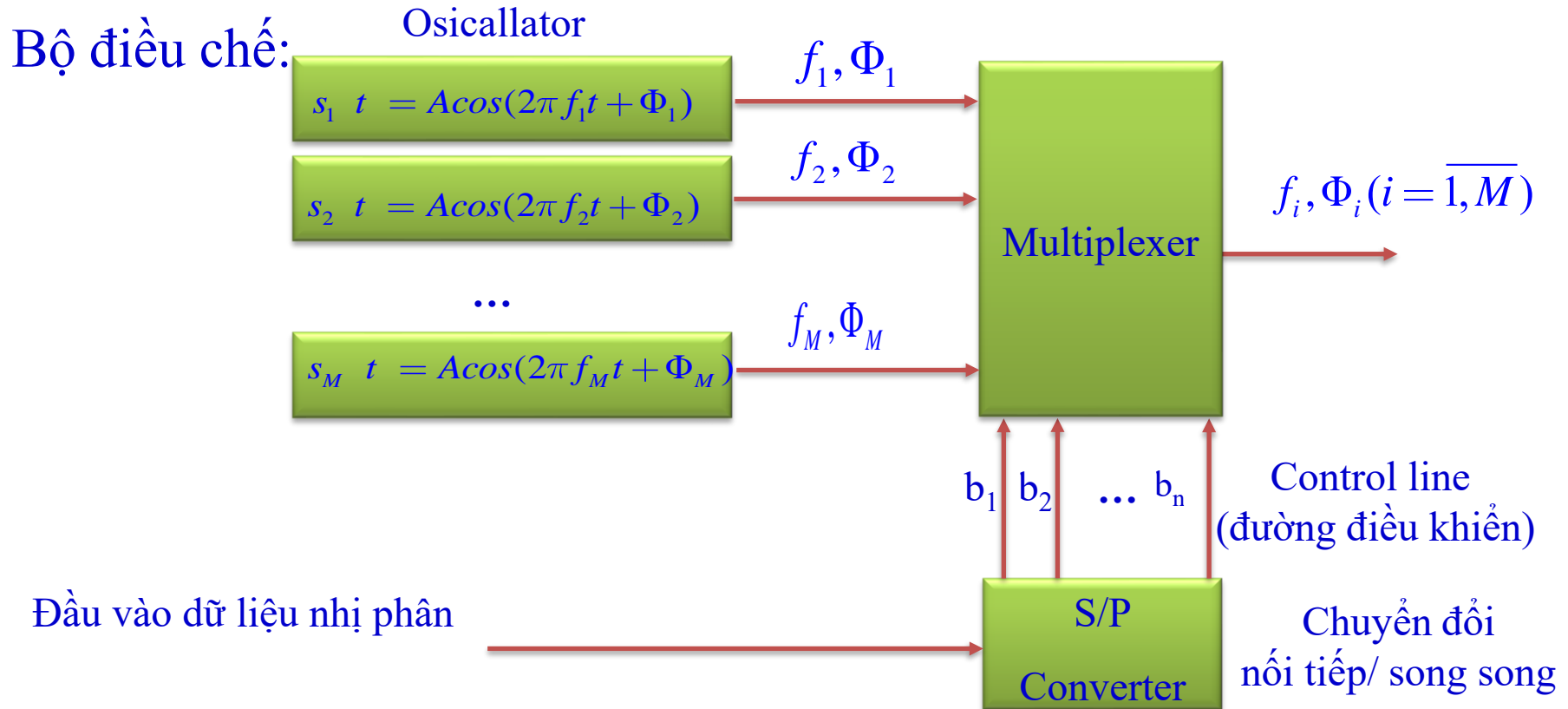


3.3.2.2 Kỹ thuật điều chế M-FSK (M-array FSK)

b. Kỹ thuật điều chế Non Coherent MFSK.

- Tín hiệu trên đường truyền.

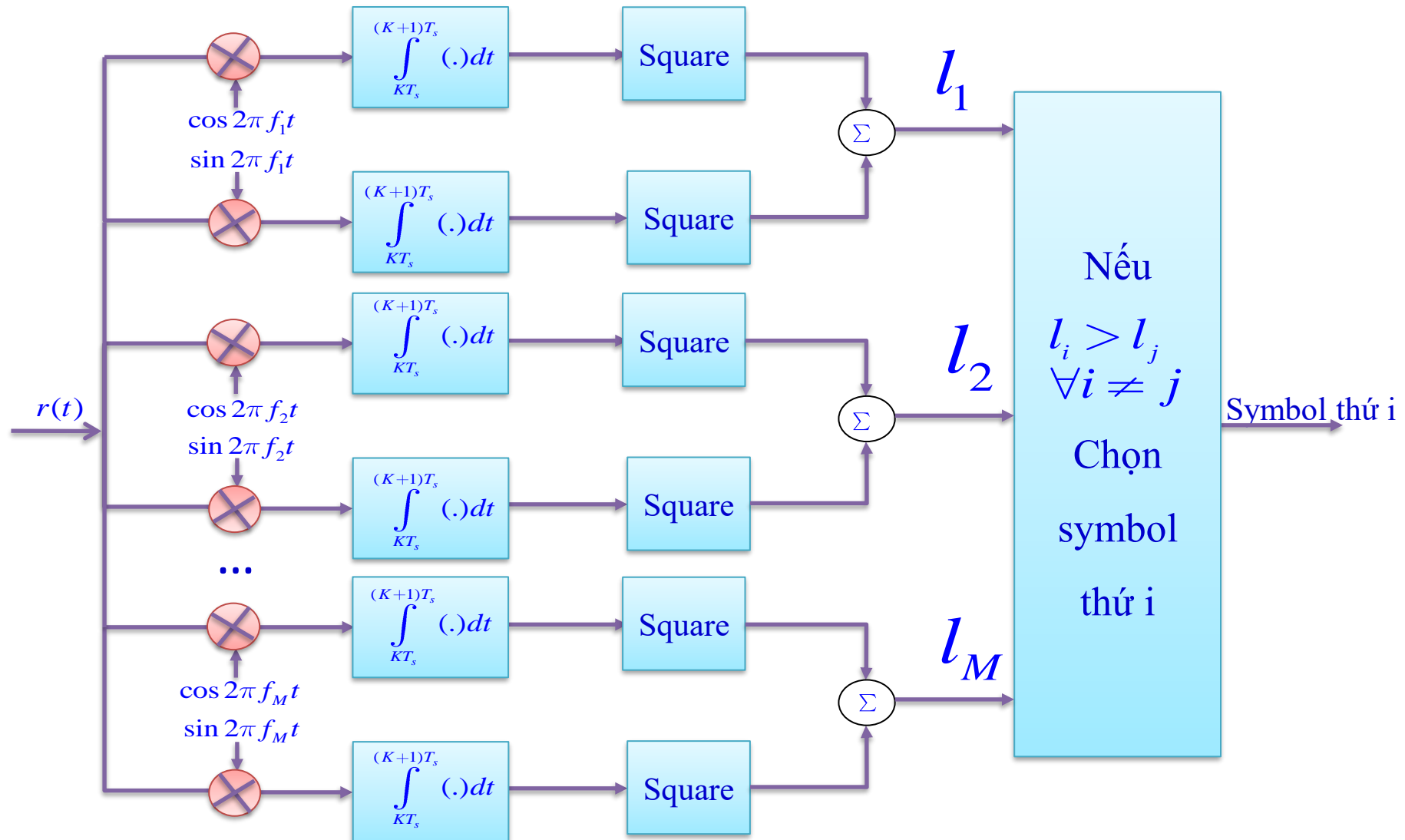
$$\begin{cases} s_i(t) = A \cos(2\pi f_i t + \Phi_i) \\ i = \overline{1, M} \end{cases} \quad KT_s \leq t \leq (K+1)T_s \quad \text{Biểu diễn symbol thứ } i.$$



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.

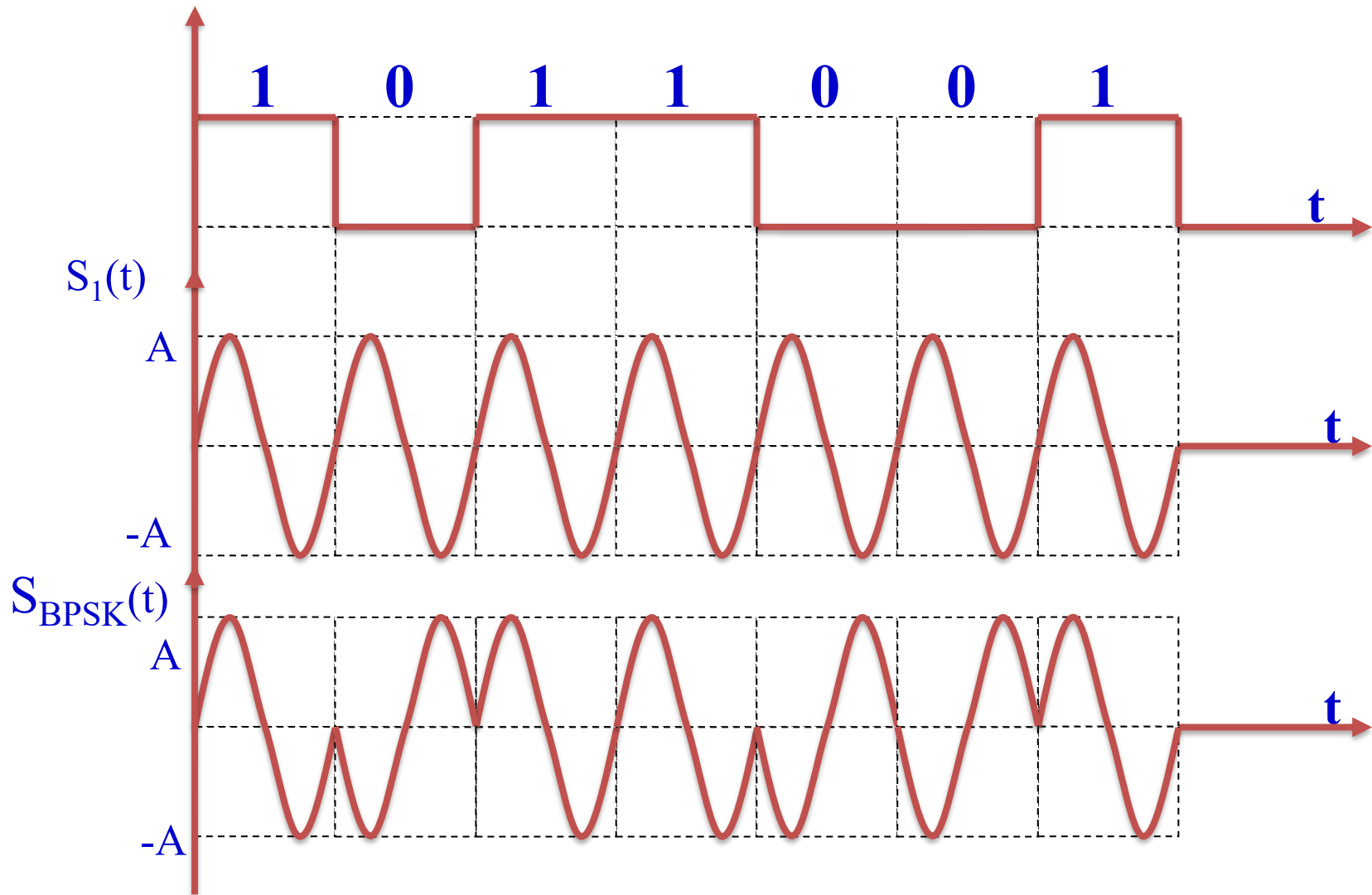
Φ_1, Φ_2 là 2 góc pha ban đầu.

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

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

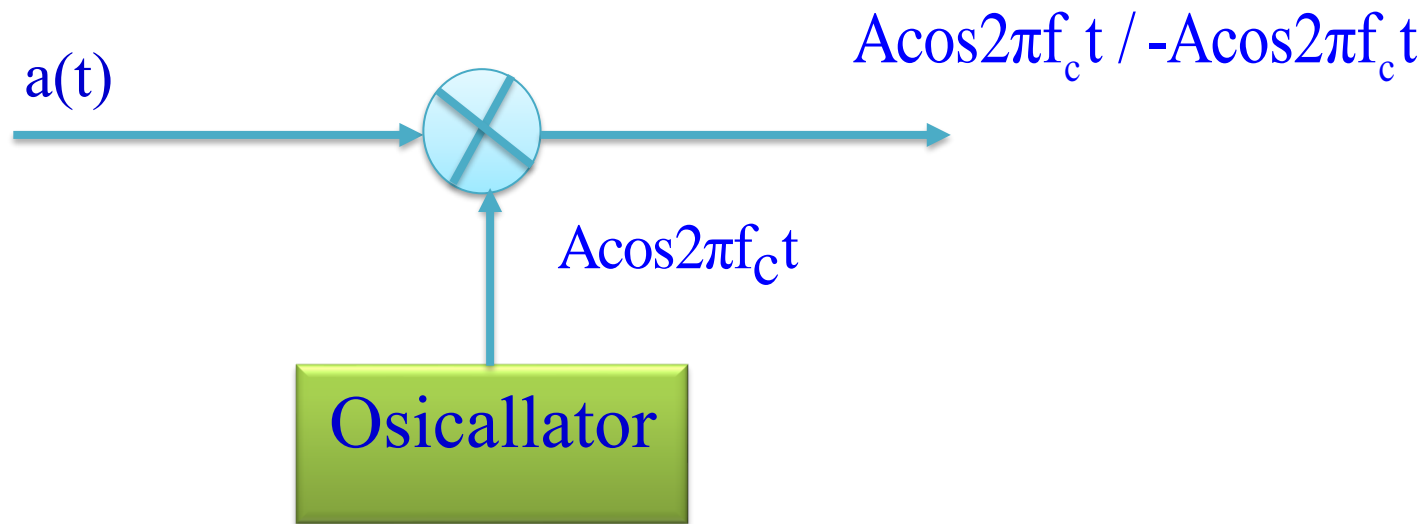
3.3.3.1 Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK).

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



3.3.3.1 Kỹ thuật điều chế BPSK (Binary PSK).

Bộ điều chế

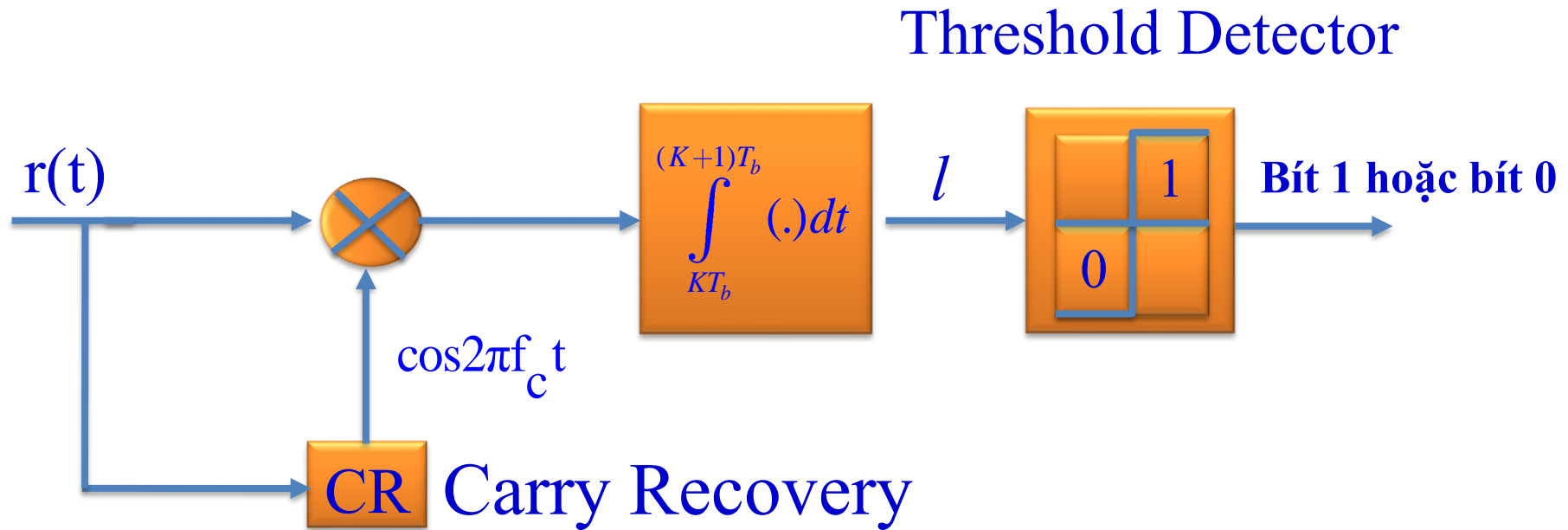


Bít 1 $\xrightarrow{a(t)}$ **+1** \longrightarrow $A \cos 2\pi f_c t$

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.

Φ_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

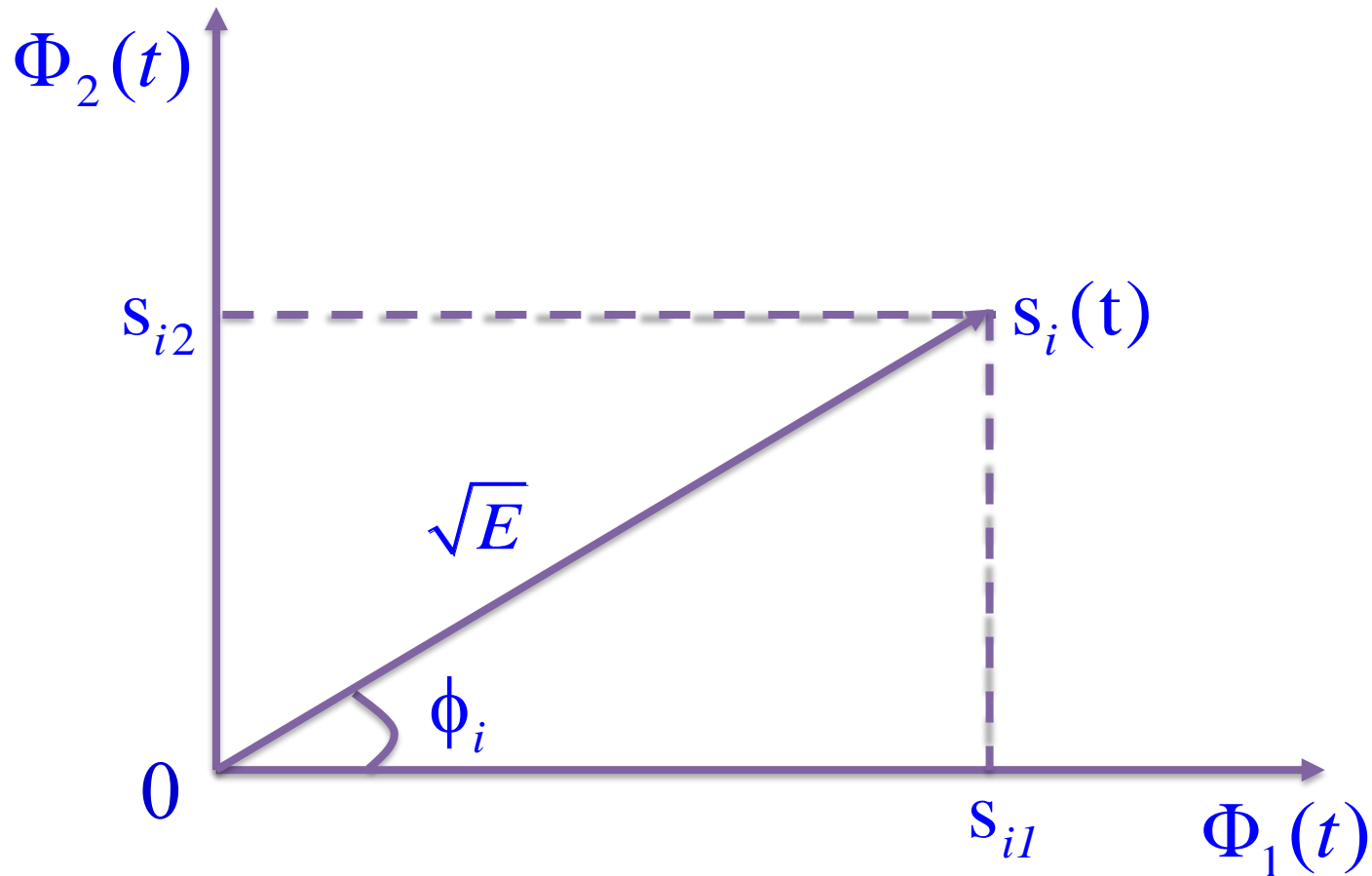
$$\phi_1(t) = \sqrt{\frac{2}{T_s}} \cos 2\pi f_c t; \quad \phi_2(t) = -\sqrt{\frac{2}{T_s}} \sin 2\pi f_c t;$$

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

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

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

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

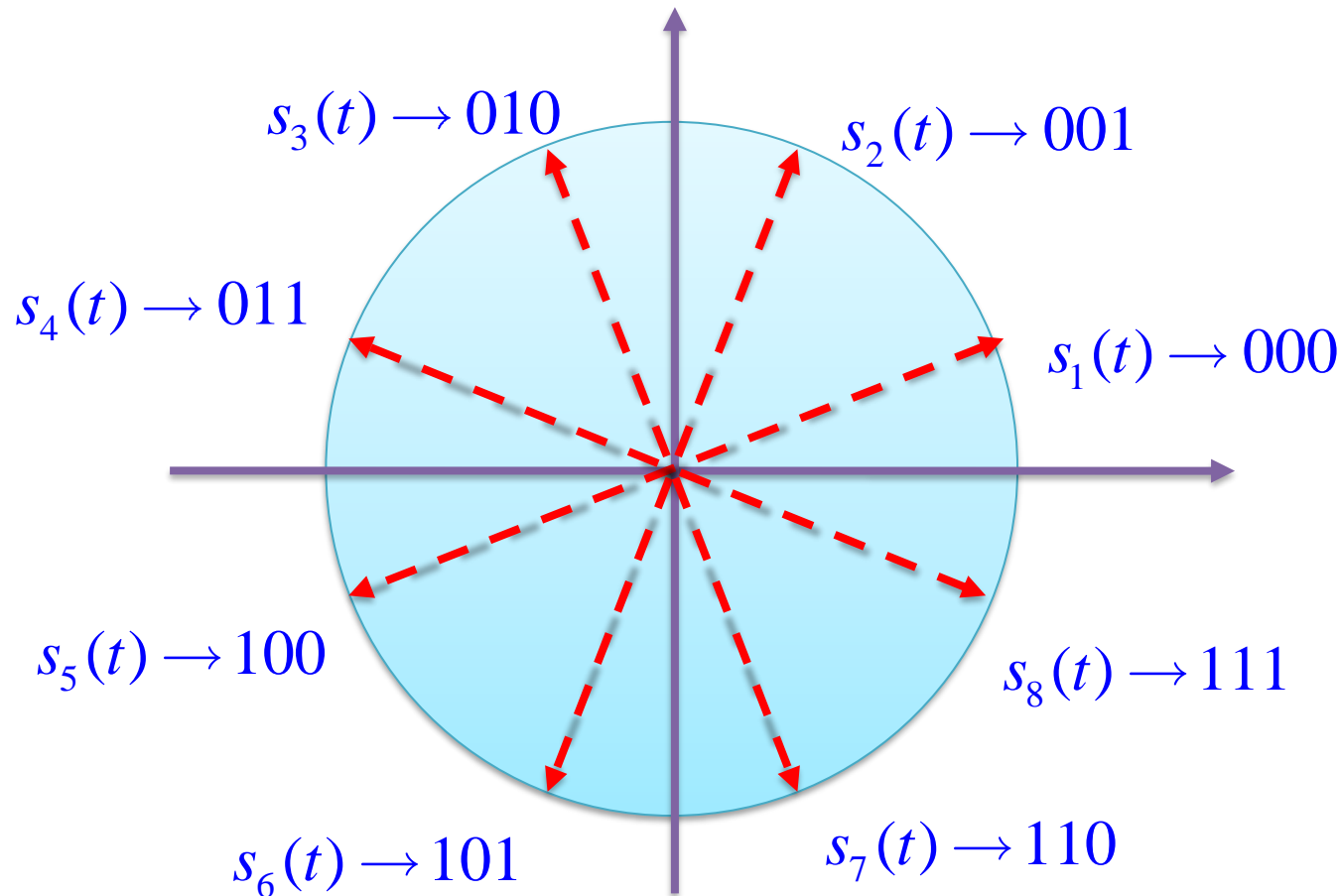


Biểu diễn $s_i(t)$ trên hệ trục tọa độ.

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

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

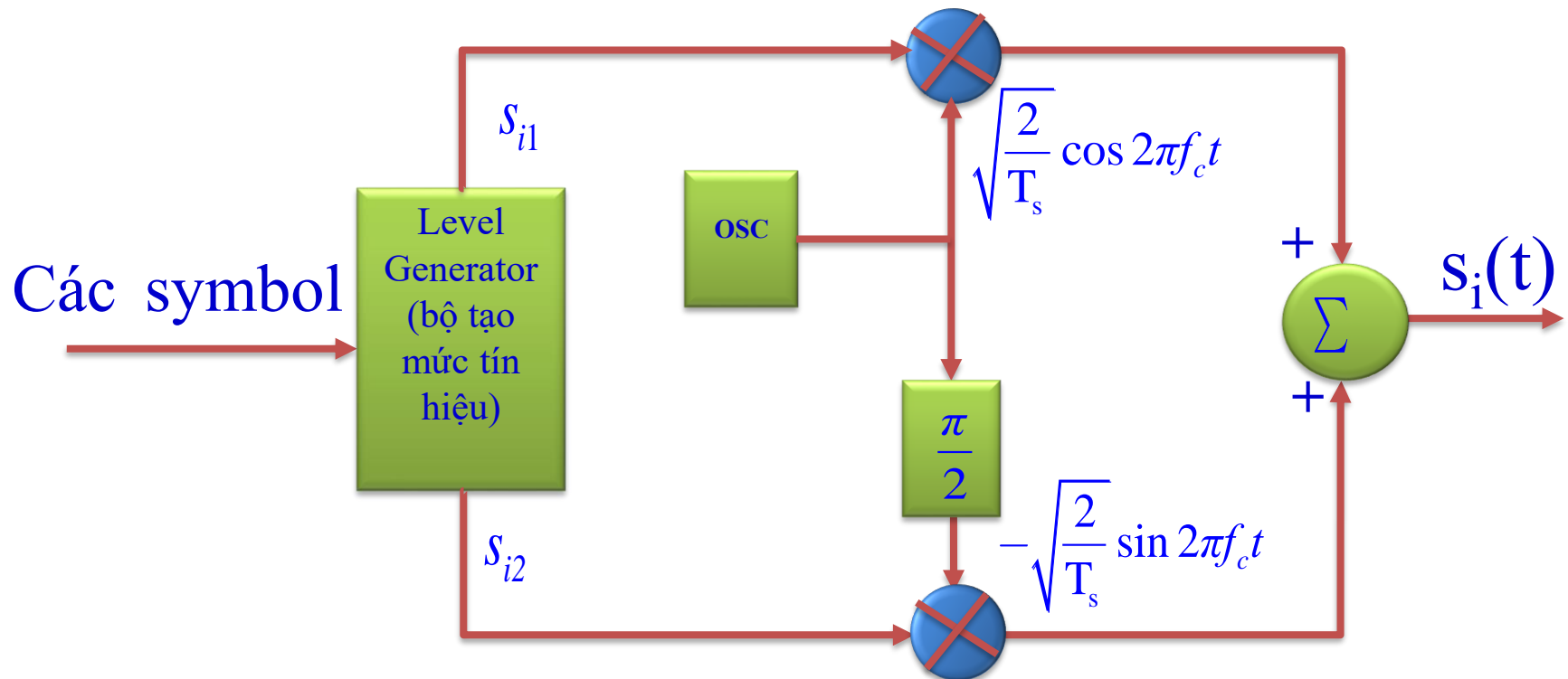
$$s_1(t) = A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{\pi}{8}\right), s_2(t) = A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{8}\right), \dots, s_8(t) = A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{15\pi}{8}\right)$$



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

