

**TRƯỜNG ĐẠI HỌC KHOA HỌC TỰ NHIÊN  
KHOA ĐIỆN TỬ - VIỄN THÔNG**

**Bài 5: Điều biến số**

Đặng Lê Khoa

Bộ môn Viễn thông – Mạng

# Outline

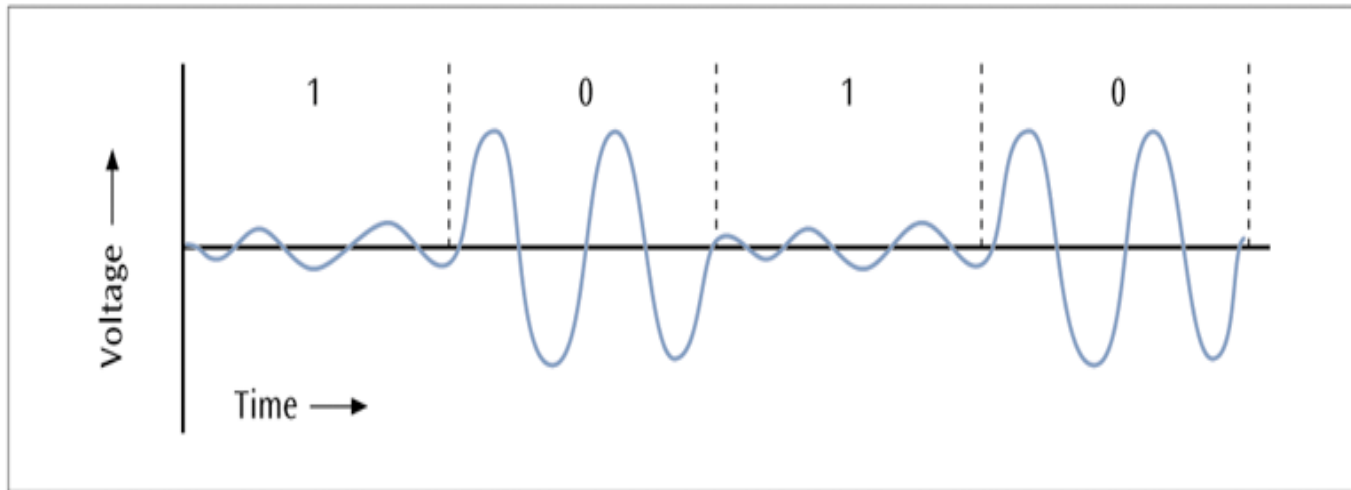
---

- Hệ thống truyền sóng mang: hầu hết hệ thống số|
    - ASK, OOK, MASK
    - FSK, MFSK
    - BPSK, DBPSK, MPSK
    - MQAM, MQPR
    - OQPSK,
    - Điều biến pha liên tục (CPM): MSK, GMSK
-

# ASK, OOK, MASK

---

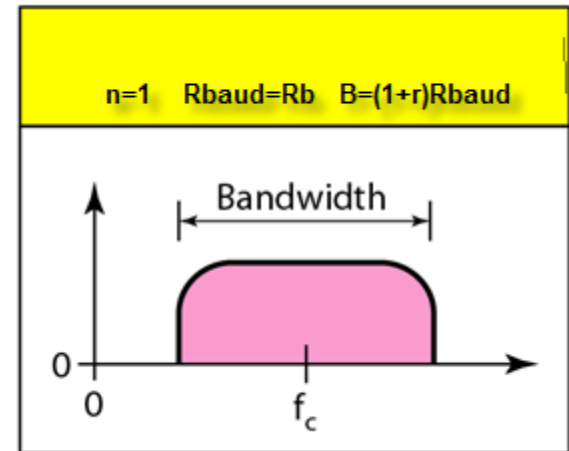
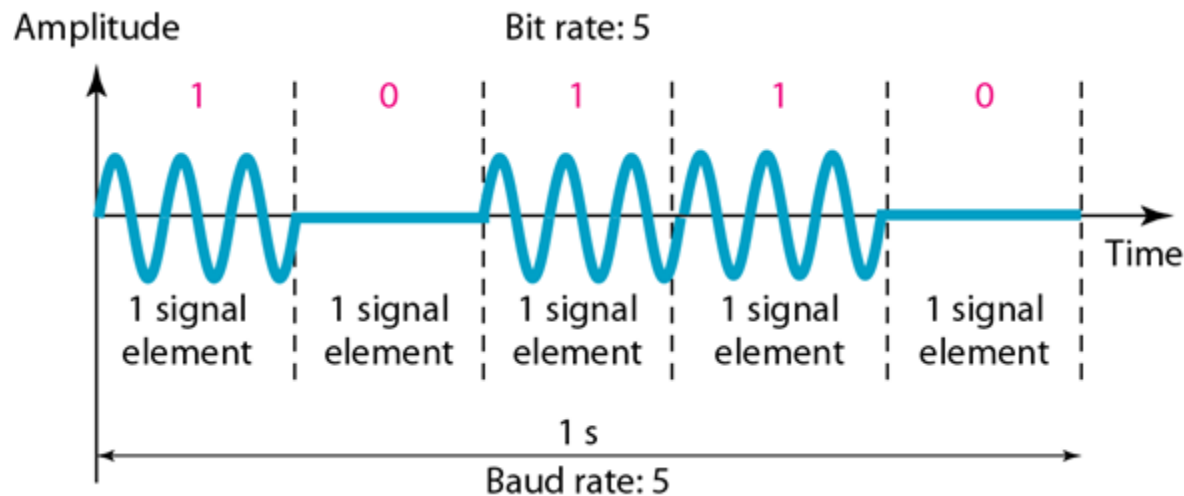
- Biên độ của sóng sine (hoặc chiều cao) thay đổi để truyền một và không



- Một biên độ mã hóa là 0 khi một biên độ khác là 1 ( một dạng của điều biến biên độ)
-

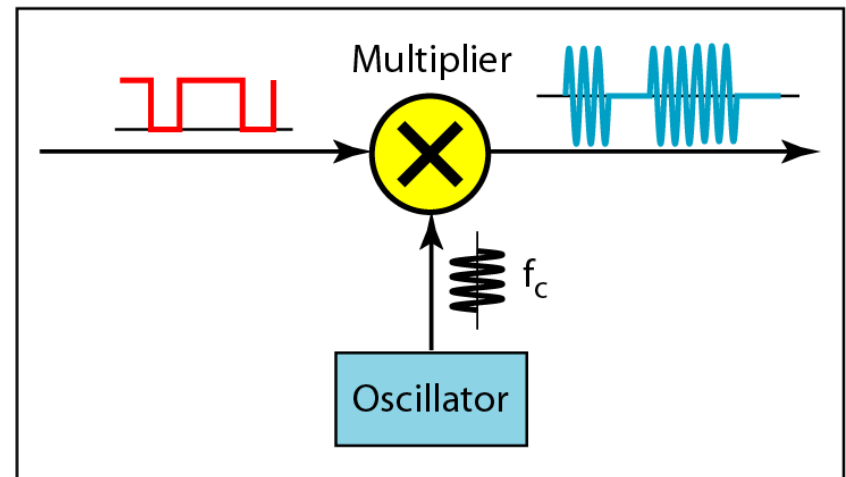
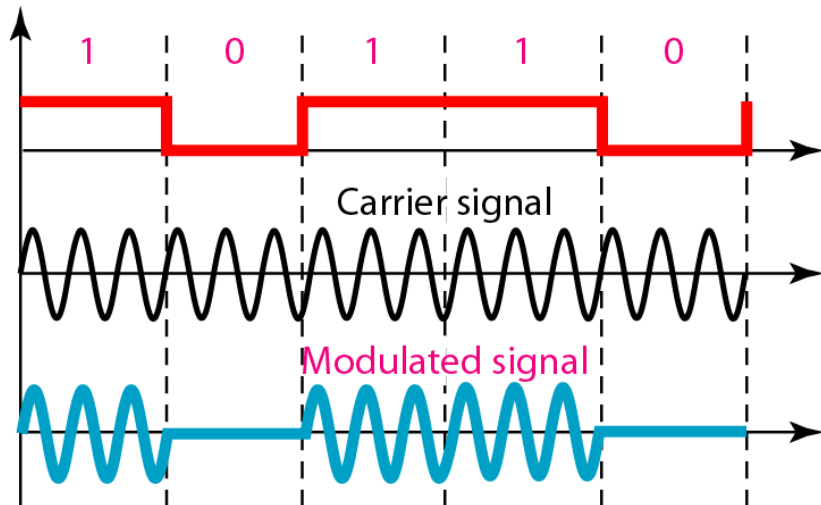
# Binary amplitude shift keying, Bandwidth

- $r \geq 0 \rightarrow$  liên quan đến điều kiện của đường truyền



$$B = (1+r) \times R_{baud} = (1+r) \times R_{baud} \times 1/n$$

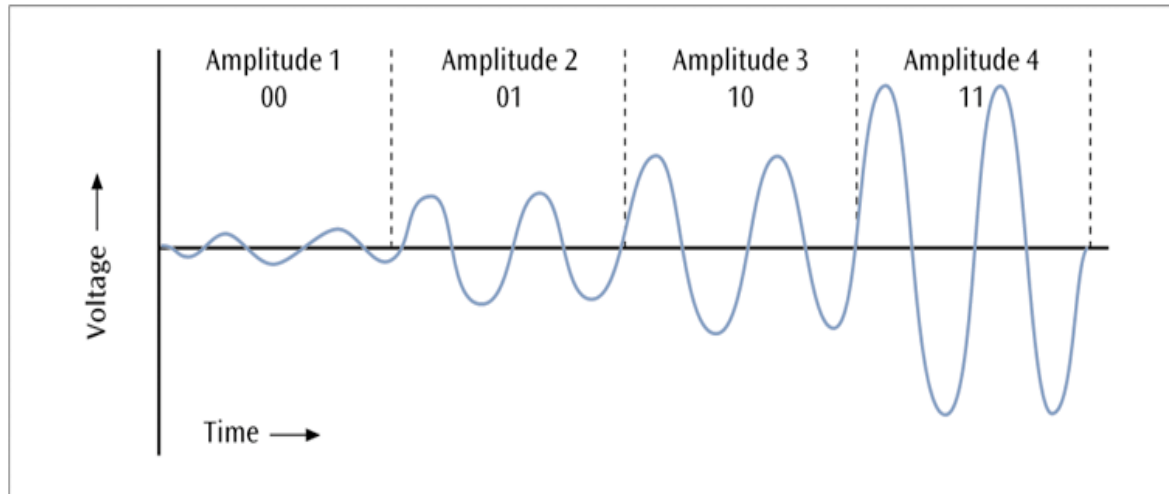
# Implementation of binary ASK



# ***OOK and MASK***

---

- OOK (On-OFF Key)
  - 0 không truyền.
  - Mạng cảm biến: tiết kiệm pin, thực hiện đơn giản
- MASK: nhiều mức biên độ



# ***Pro, Con and Applications***

---

- Pro
    - Thực hiện đơn giản
  - Con
    - Bất lợi lớn là đường dây điện thoại rất dễ bị thay đổi về chất lượng truyền dẫn có thể ảnh hưởng đến biên độ
    - Dễ bị thay đổi đột ngột
    - Kỹ thuật điều chế không hiệu quả cho dữ liệu
  - Applications
    - Trong đường dây truyền thoại, được sử dụng lên đến 1200 bps
    - Được sử dụng để truyền dữ liệu số bằng cáp quang
    - Mã hóa Morse
    - Bộ truyền Laser
-

## Example

---

- *Chúng ta có băng thông 100 kHz với khoảng tần số từ 200 đến 300 kHz. Xác định tần số sóng mang và tốc độ bit nếu chúng ta điều biến dữ liệu sử dụng ASK với  $r=1$ ?*
- *Solution*
  - *Tần số trung tâm là 250 kHz. Điều này cho thấy tần số sóng mang là  $f_c = 250$  kHz. Chúng ta có thể sử dụng biểu thức xác định băng thông để tìm tốc độ bit (với  $r = 1$  và  $n = 1$ ).*

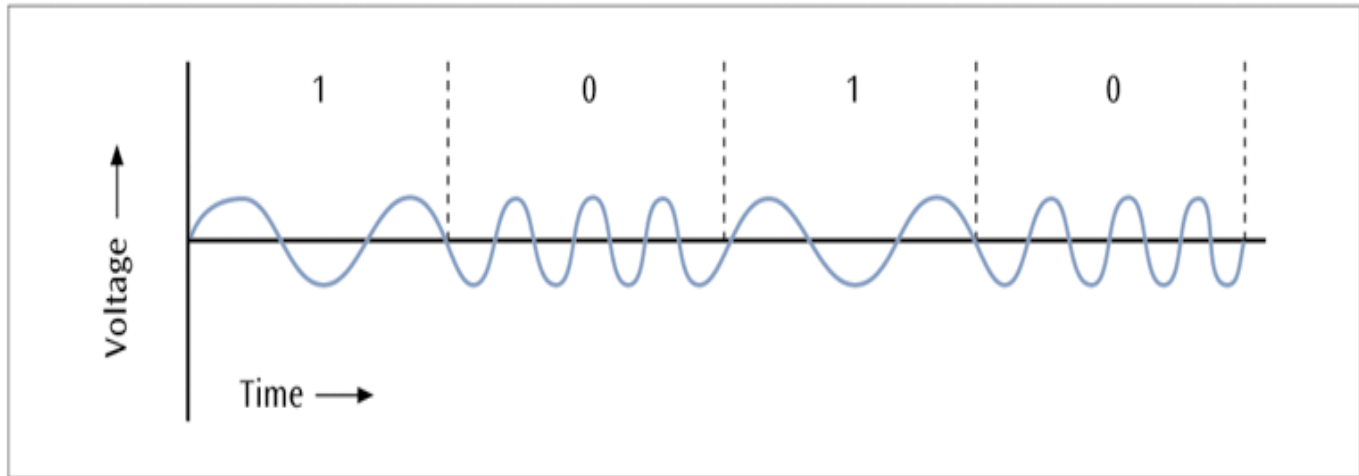
$$B = (1 + r)R_{baud} = 2 \times R_b \times \frac{1}{n} = 2 \times R_b = 100 \text{ kHz}$$
$$\Rightarrow N = 50 \text{ kbaud}$$

---



# Frequency Shift Keying

- Một tần số cho bit 0 trong khi một tần số khác mã hóa cho bit 1 (một dạng của điều biến tần số)

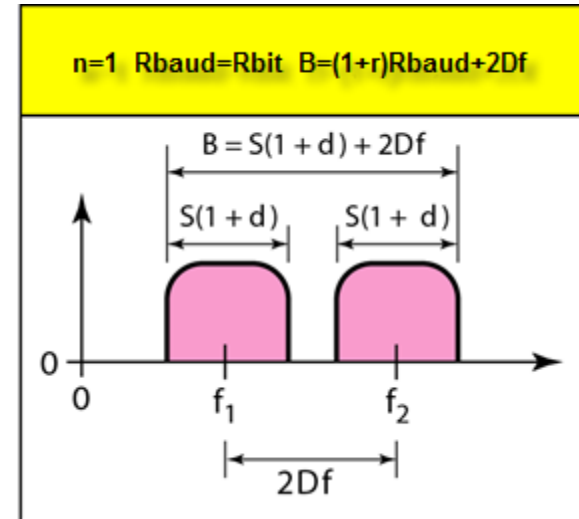
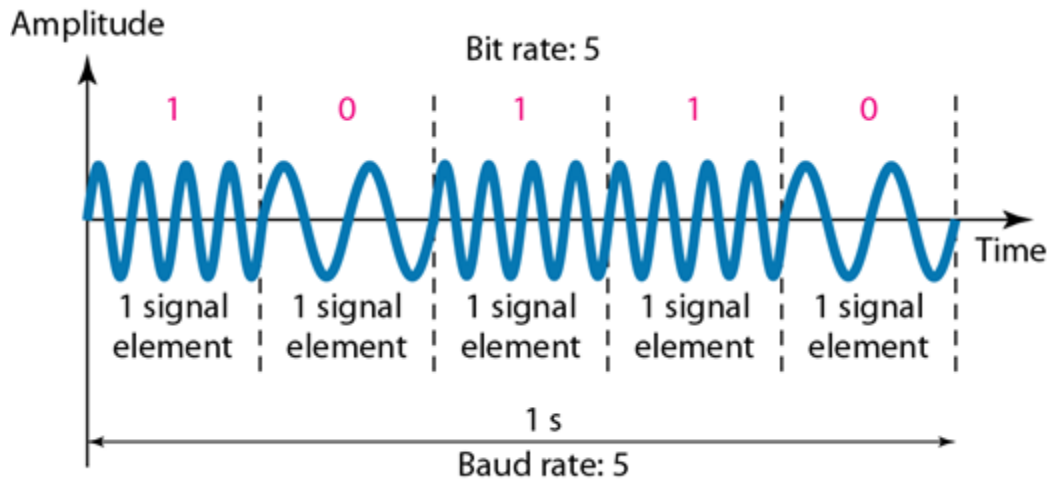


- Biểu diễn mỗi giá trị logic với một tần số khác (giống FM)

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

# FSK Bandwidth

- Yếu tố giới hạn: Khả năng vật lý của sóng mang
- Không bị ảnh hưởng bởi nhiễu nhiều như ASK



- Ứng dụng
  - Trên đường dây điện thoại: lên đến 1200bps
  - Được sử dụng cho tần số cao trong truyền vô tuyến (3 đến 30 MHz)
  - Được sử dụng ở tần số cao trong mạng LAN sử dụng cáp đồng trục

## Example

---

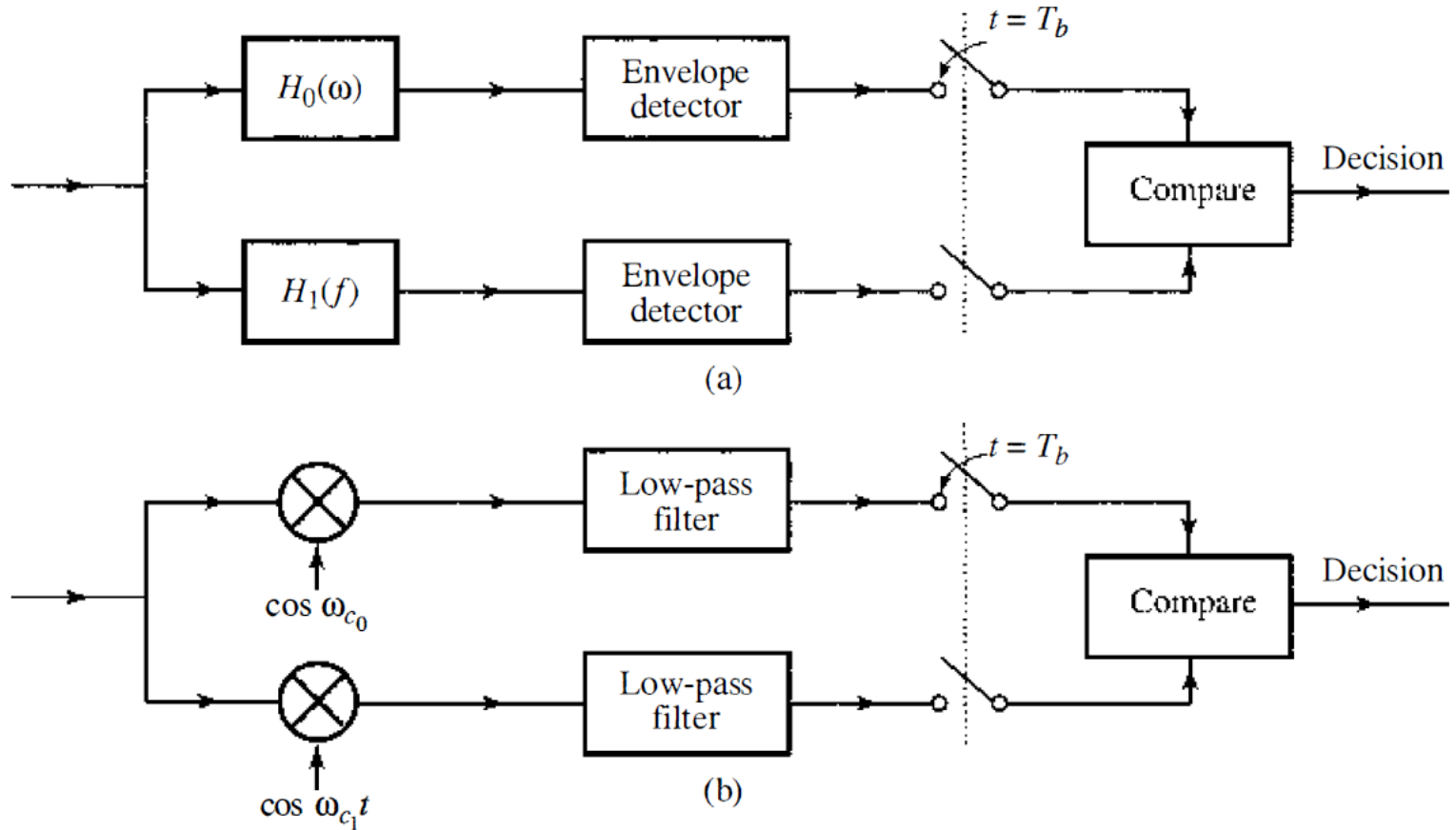
- *Chúng ta có băng thông 100 kHz, trong khoảng từ 200 đến 300 kHz. Xác định tần số sóng mang và tốc độ bit nếu chúng ta điều biến dữ liệu sử dụng FSK với  $r = 1$ ?*
- *Solution*
  - *Giống như ví dụ trước nhưng sử dụng FSK. Điểm giữa của băng thông là 250kHz. Chúng ta chọn  $2\Delta f$  là 50 kHz; băng thông là:*

$$\begin{aligned} B &= (1 + r)R_{baud} + 2\Delta f \Rightarrow 2R_{baud} = 50 \text{ kHz} \\ &\Rightarrow R_{baud} = 25 \text{ kbaud} \\ &\Rightarrow N = 50 \text{ kbaud} \end{aligned}$$

---

# FSK detection

**Figure 7.33**  
(a) Noncoherent detection of FSK.  
(b) Coherent detection of FSK.

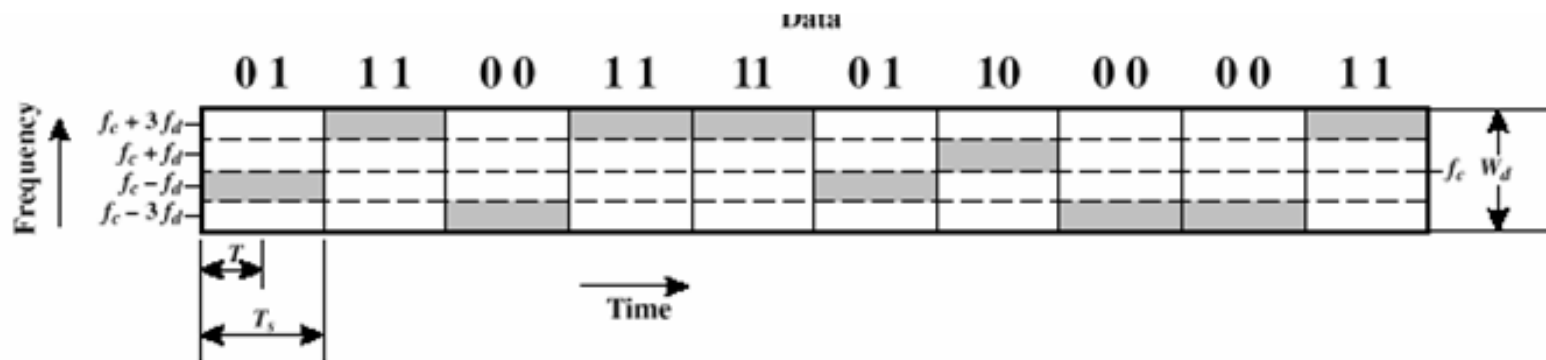


# Multiple Frequency-Shift Keying (MFSK)

- Hơn hai tần số được sử dụng
- Hiệu quả băng thông cao nhưng dễ bị lỗi

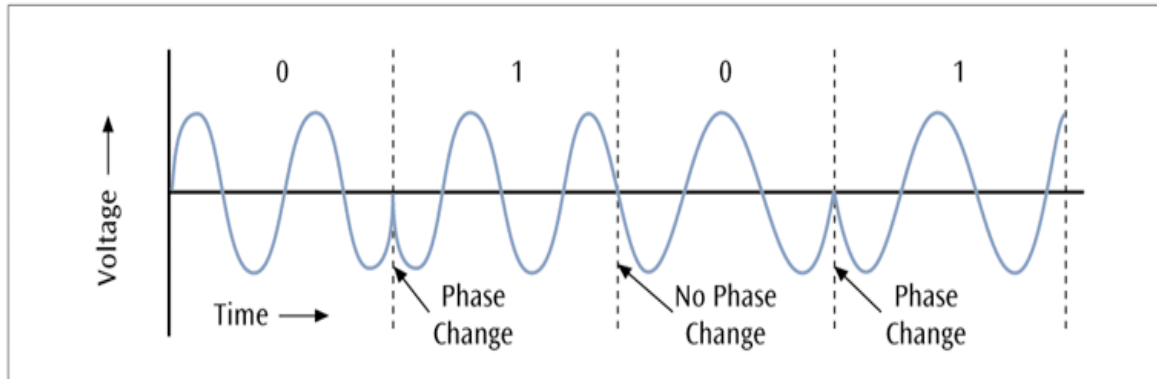
$$s_i(t) = A \cos 2\pi f_i t \quad 1 \leq i \leq M$$

- $f_i = f_c + (2i - 1 - M)f_d$
- $f_c = \text{the carrier frequency}$
- $f_d = \text{the difference frequency}$
- $M = \text{number of different signal elements} = 2^L$
- $L = \text{number of bits per signal element}$



# Phase Shift Keying

- Một thay đổi về pha mã hóa bit 0 trong khi một sự thay đổi về pha khác mã hóa cho bit 1 (một dạng của điều biến pha)

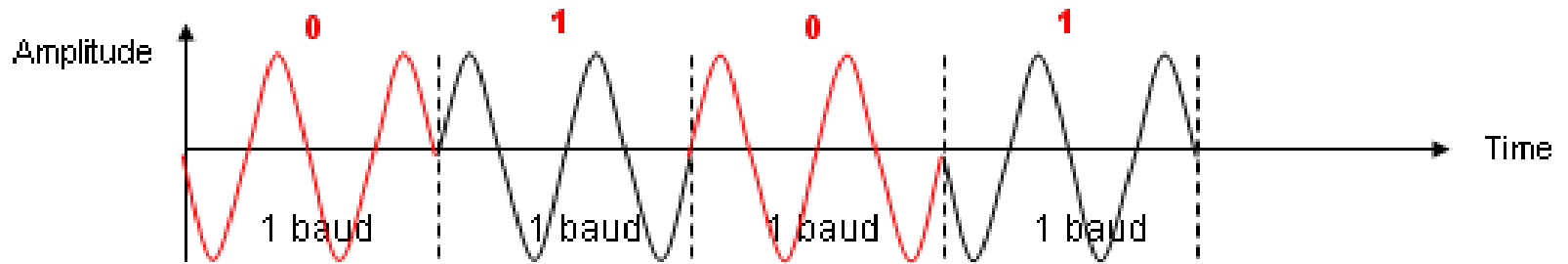


$$s(t) = \begin{cases} A \cos(2\pi f_c t) & \text{binary 1} \\ A \cos(2\pi f_c t + \pi) & \text{binary 0} \end{cases}$$

# DBPSK, QPSK

- DBPSK

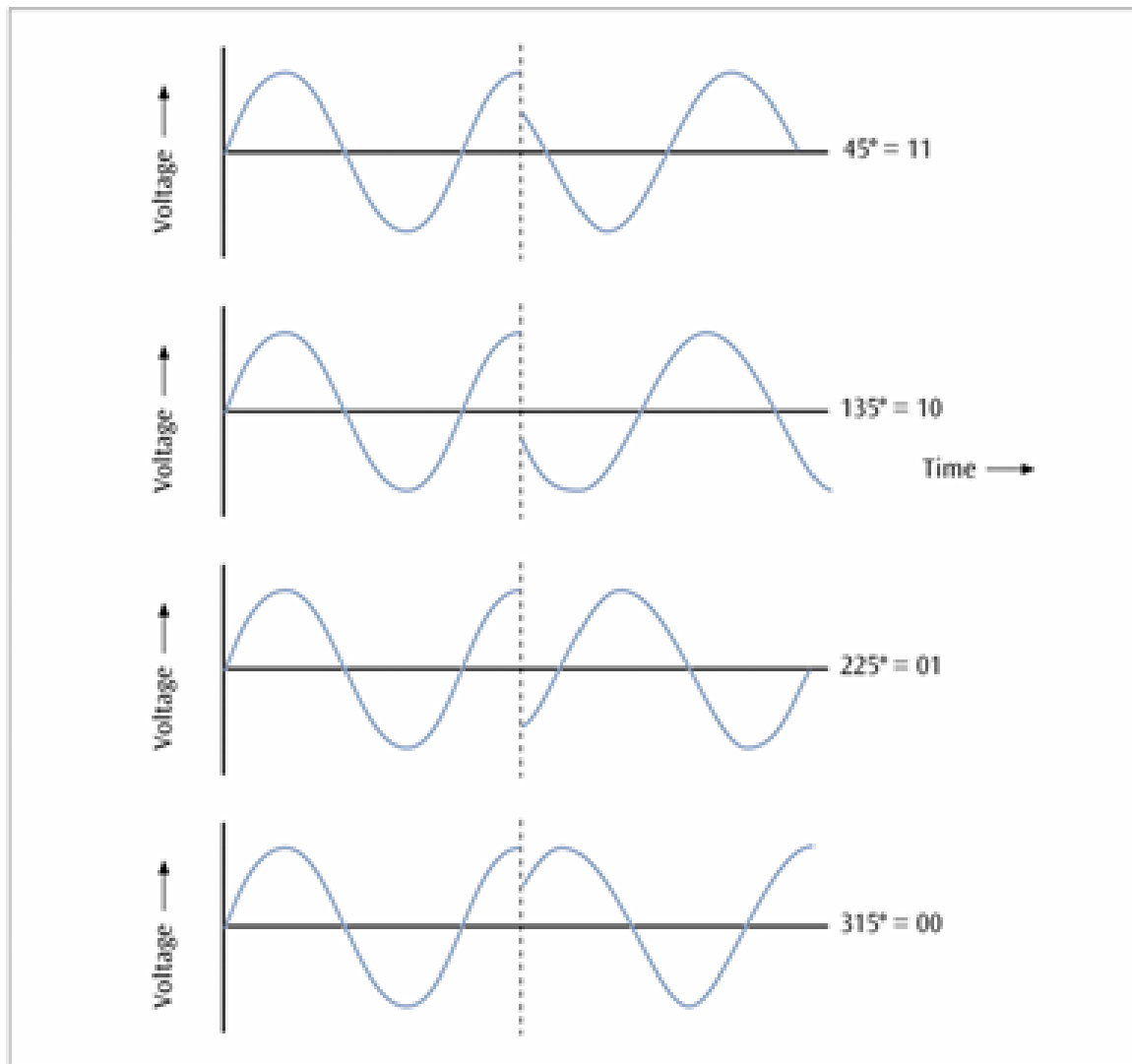
- 0 = cùng pha với tín hiệu trước đó
- 1 = dịch pha 180° so với tín hiệu trước đó



- Bốn mức: QPSK

$$s(t) = \begin{cases} A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{\pi}{4}\right) & 11 \\ A \cos\left(2\pi f_c t + \frac{3\pi}{4}\right) & 01 \\ A \cos\left(2\pi f_c t - \frac{3\pi}{4}\right) & 00 \\ A \cos\left(2\pi f_c t - \frac{\pi}{4}\right) & 10 \end{cases}$$

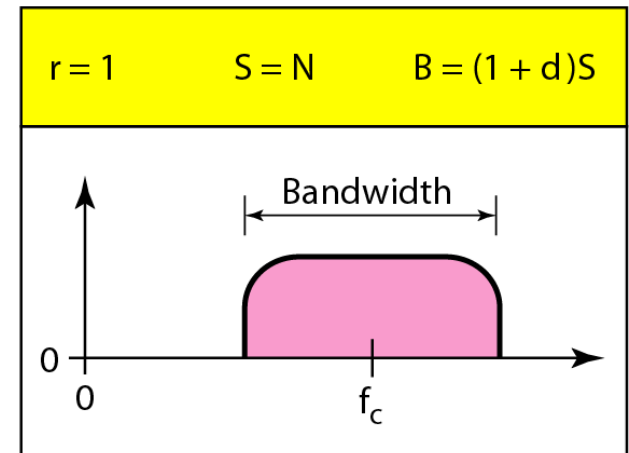
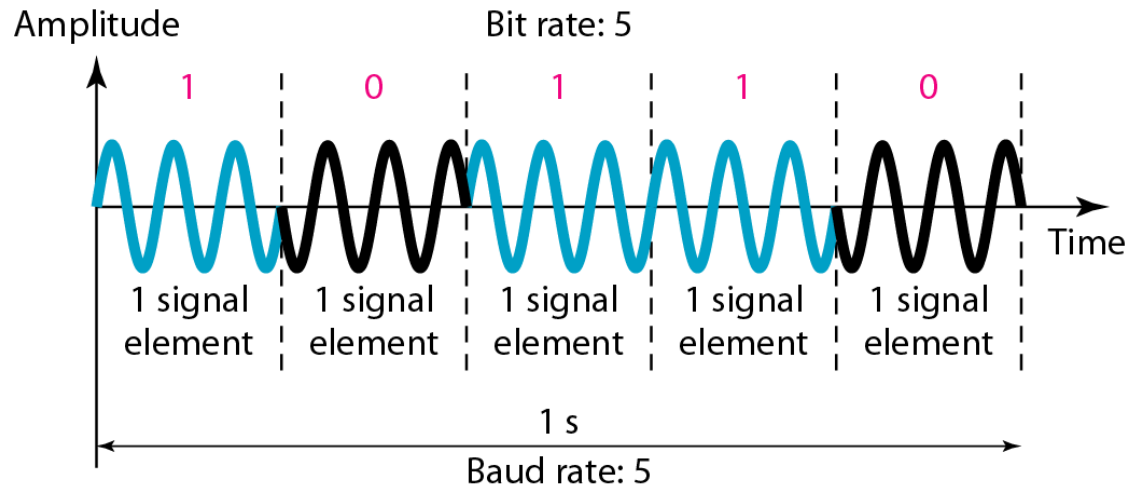
# QPSK Example



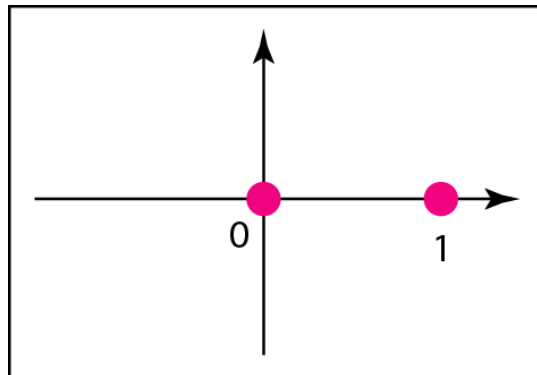
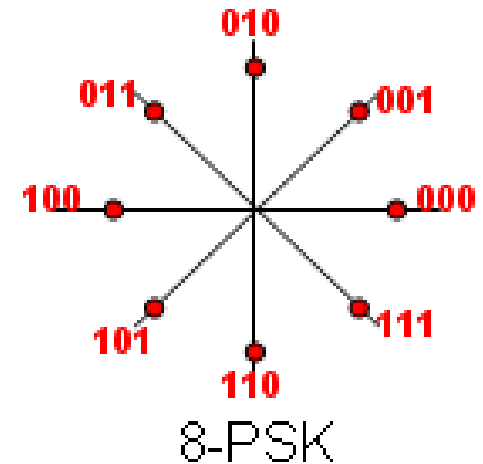
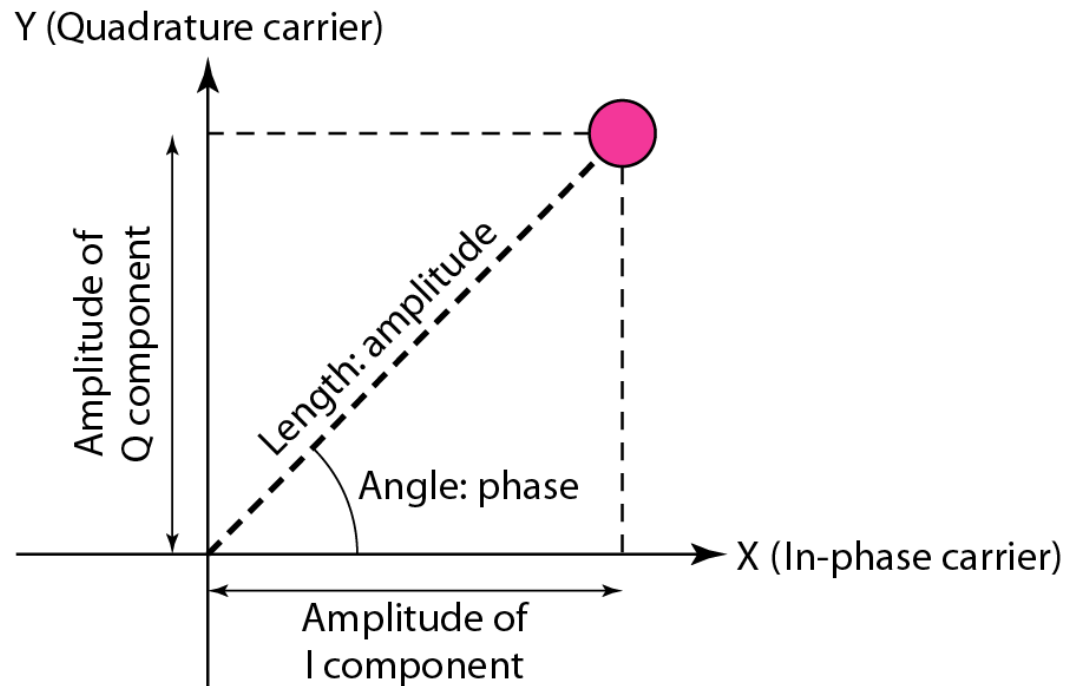


# Bandwidth

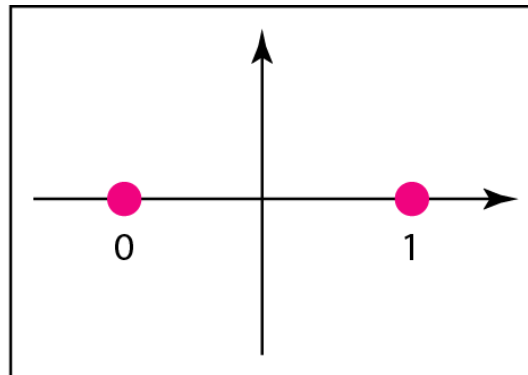
- Yêu cầu băng thông tối thiểu: giống như ASK!



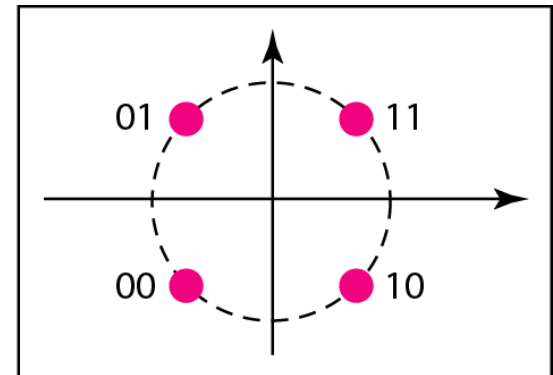
# Concept of a constellation diagram



a. ASK (OOK)



b. BPSK



c. QPSK

# MPSK

---

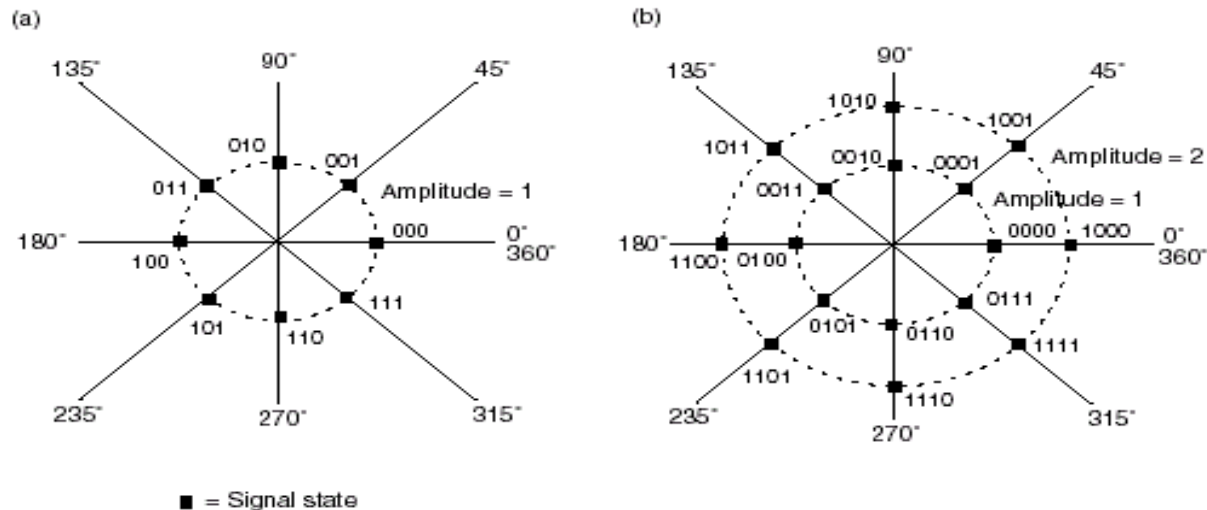
- Sử dụng nhiều góc pha, với mỗi góc có nhiều hơn 1 biên độ, có thể truyền nhiều bit

$$R_{baud} = \frac{R_b}{n} = \frac{R_b}{\log_2 M}$$

- $R_{baud}$  = modulation rate, baud
  - $R_b$  = data rate, bps
  - $M$  = số mức tín hiệu =  $2^n$
  - $n$  = số bit trên một ký hiệu
-

# ***QAM – Quadrature Amplitude Modulation***

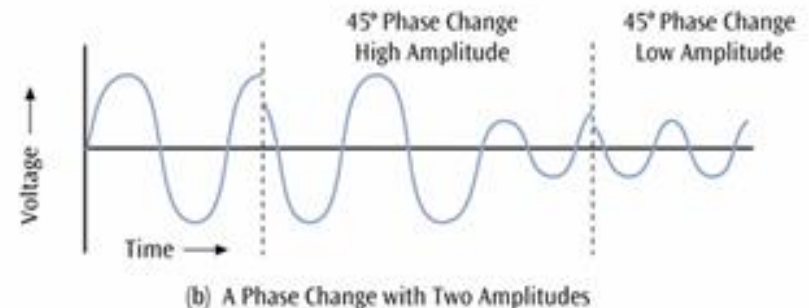
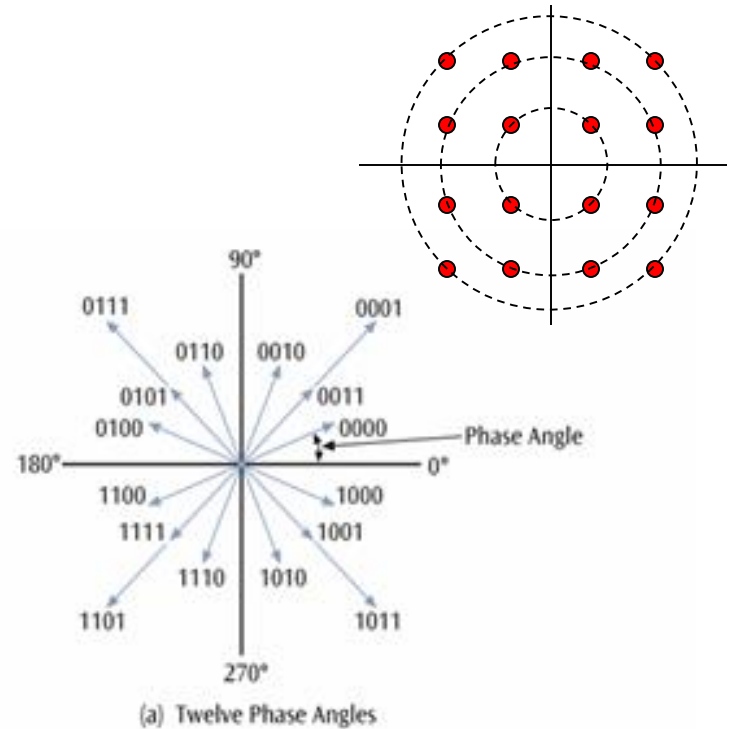
- Kỹ thuật điều biến này được sử dụng phổ biến
- Phương pháp này cho phép truyền nhiều bit trong một tín hiệu
- Kết hợp dịch pha và dịch biên độ (8 phases, 2 amplitudes)



# QAM

- QAM

- Một ví dụ của QAM gồm 12 pha và 2 biên độ như hình bên tạo thành 16 kết hợp
- Với 16 sự kết hợp, mỗi ký hiệu tương ứng với 4 bits thông tin ( $2^4 = 16$ )
- Kết hợp ASK và PSK để mỗi tín hiệu mang nhiều bit
- Nhiều pha hơn biên độ
- Bảng thông tối thiểu yêu cầu giống ASK hoặc PSK

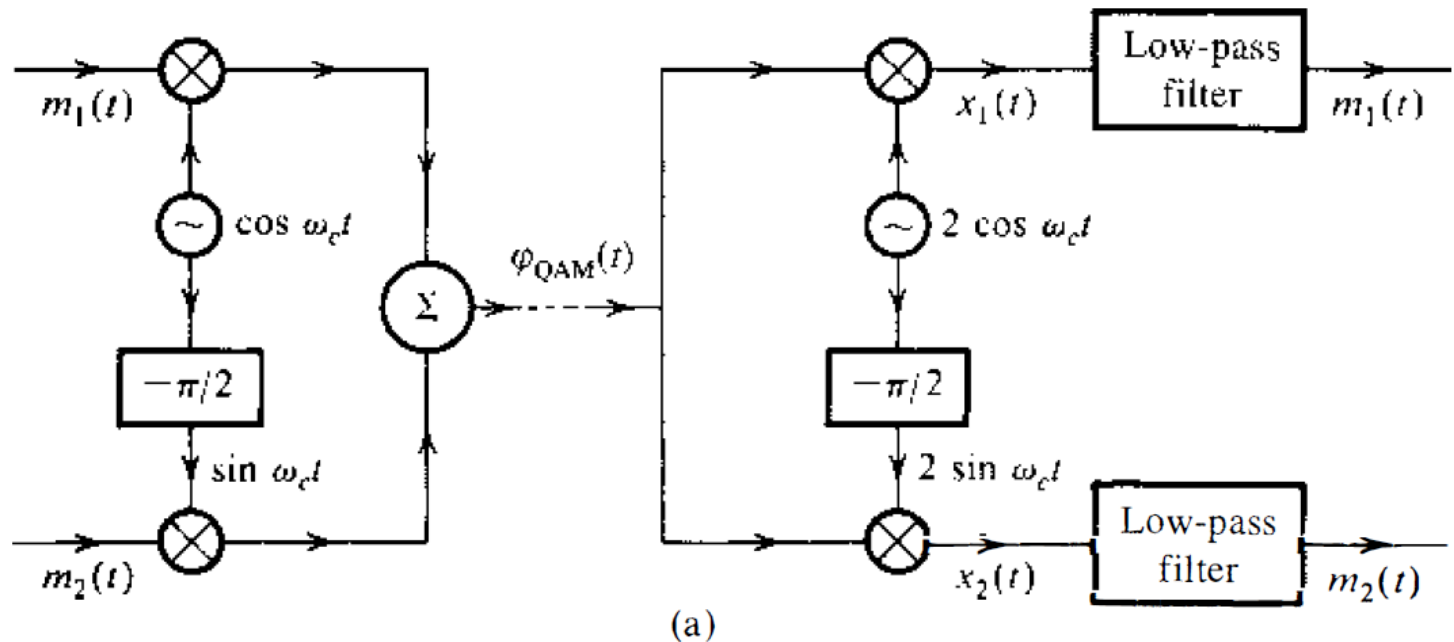


# QAM

- QAM là sự kết hợp của ASK và PSK
  - Hai tín hiệu khác nhau gửi đồng thời ở cùng tần số sóng mang
$$s(t) = d_1(t)\cos 2\pi f_c t + d_2(t)\sin 2\pi f_c t$$
  - $M=4, 16, 32, 64, 128, 256$

**Figure 7.38**

(a) QAM or quadrature multiplexing and  
(b) 16-point QAM ( $M = 16$ ).



# Offset quadrature phase-shift keying (OQPSK)

- QPSK có thể có nhảy 180 độ
- Bằng cách bù thời gian bit chẵn và lẻ bởi một chu kỳ bit (nửa chu kỳ ký hiệu), thành phần đồng pha và vuông pha sẽ không thay đổi cùng lúc.

