

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

**Các hệ thống truyền thông**

**Đặng Lê Khoa**

**Email: [dlkhoa@fetel.hcmus.edu.vn](mailto:dlkhoa@fetel.hcmus.edu.vn)**

**Bộ môn Viễn thông – Mạng**

**Class 1**

# ***Nội dung môn học***

---

**Chương 1:** Giới thiệu

**Chương 2:** Hệ thống điều biến biên độ (AM)

**Chương 3:** Hệ thống điều biến tần số (FM)

**Chương 4:** Điều biến xung (PM) và điều biến xung mã (PCM)

**Chương 5:** Điều biến số cơ bản

**Chương 6:** Lý thuyết thông tin và mã hóa nguồn

**Chương 7 + 8:** Mã hóa kênh

**Chương 9:** Giới thiệu một số hệ thống truyền thông khác

# ***Tài liệu tham khảo***

---

- Bài giảng
- Tài liệu tham khảo chính

[1] Vũ Đình Thành, *Nguyên lý thông tin tương tự - số*, NXB ĐHQG TP HCM, 2006

[2] B.P. Lathi, *Modern Digital and Analog Communication Systems*, 3<sup>rd</sup> edition, Oxford University Press, 1998

- Tài liệu đọc thêm

[1] Leon W. Couch II, *Digital and Analog Communication System, Sixth Edition*, Prentice Hall, 2001.

[2] John G. Proakis and Masoud Salehi, *Communication Systems Engineering, Second Edition*, Prentice Hall, 2002.

- Phần mềm: Matlab – Simulink

# ***Cách đánh giá***

---

- Thi cuối kỳ ( 50%)
- Thi giữa kỳ ( 20%)
- Bài tập tại lớp và về nhà ( 15%)
- Đồ án (15%)
  - Truyền thông sợi quang
  - Truyền thông vi ba
  - Truyền thông vệ tinh
  - Truyền thông không dây
  - Truyền thông di động

# ***Chương 1: Hệ thống truyền thông***

---

- Điện tính
- Điện thoại cố định
- Hệ thống cáp
- Mạng hữu tuyến
- Internet
- Thông tin quang
- Truyền thông không dây
- Truyền thông di động
- .....

# ***Tương tự và số***

---

- Hiểu nhầm phổ biến: Tất cả tín hiệu truyền là **ANALOG. NO DIGITAL SIGNAL CAN BE TRANSMITTED**
- Thông tin tương tự: liên tục về thời gian và biên độ
  - AM, FM cho tiếng nói
  - Truyền hình tương tự truyền thống
  - Điện thoại tế bào thế hệ thứ nhất ( tương tự)
  - Máy ghi âm
- Thông tin số: 0 hoặc 1, hoặc giá trị rời rạc
  - VCD, DVD
  - Điện thoại di động 2G/3G
  - Dữ liệu trên đĩa cứng
  - Thế hệ của các bạn
- Thời đại kỹ thuật số: tại sao truyền thông kỹ thuật số sẽ chiếm ưu thế

# A/D và D/A

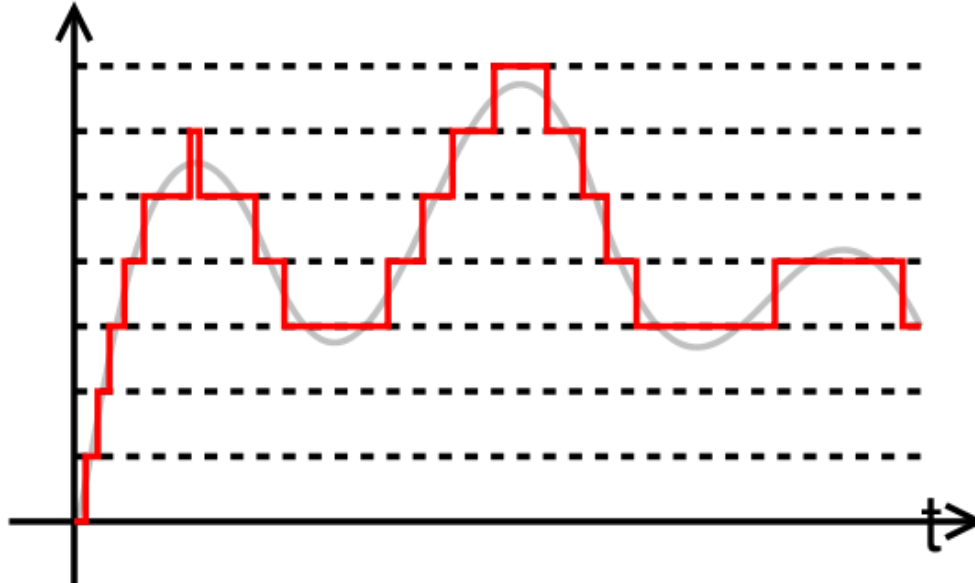
---

- Bộ chuyển đổi tương tự sang số, Bộ chuyển đổi số sang tương tự
- Định lý lấy mẫu Nyquist
  - Trong miền thời gian: Nếu tần số cao nhất trong tín hiệu là  $B$  Hz, tín hiệu có thể được tái tạo từ các mẫu của nó khi tốc độ lấy mẫu không nhỏ hơn  $2B$  trong mỗi giây



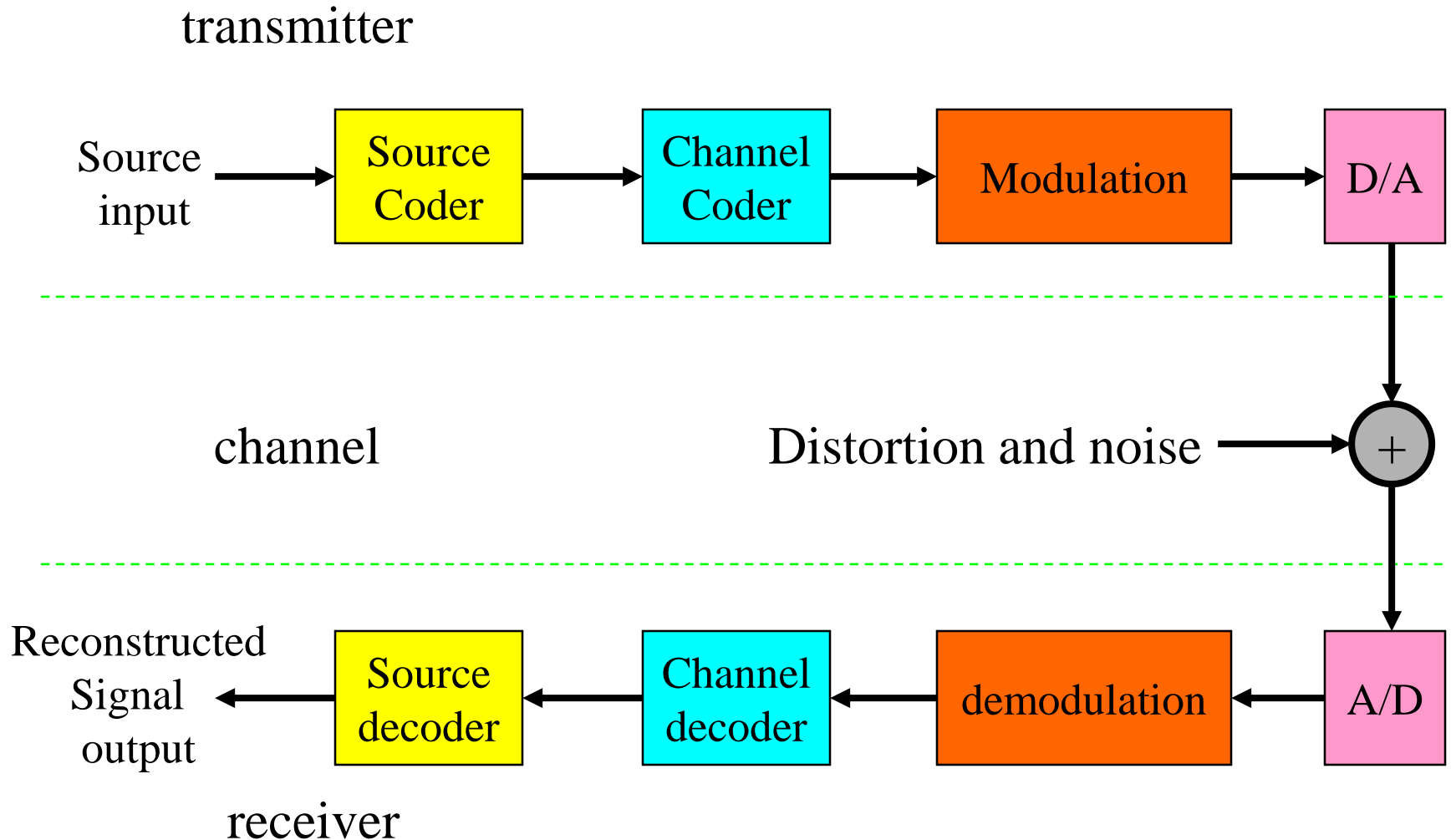
# A/D và D/A

- Lượng tử hóa
  - Rời rạc về biên độ
  - Lượng tử hóa N bit, L mức:  $L=2^N$
  - Thường từ 8 đến 16 bit
  - Ảnh hưởng của nhiễu lượng tử



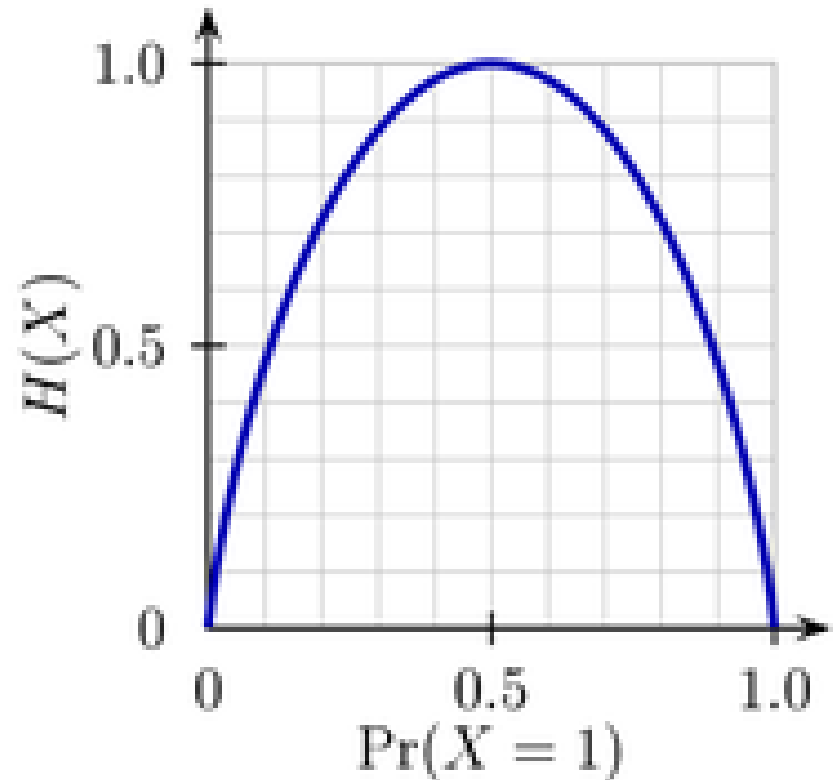


# Communication System Components



# Mã hóa nguồn

- Ví dụ
  - Camera số: mã hóa;  
TV/computer: Giải mã
  - Điện thoại
- Lý thuyết
  - Lượng tin truyền được đo bằng **Entropy**
  - Càng ngẫu nhiên, entropy càng cao và lượng tin càng lớn



$$H(x) = \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 \left( \frac{1}{p(i)} \right) = - \sum_{i=1}^n p(i) \log_2 p(i)$$



# ***Power, Distortion, Noise***

---

- Công suất truyền
  - Giới hạn bởi thiết bị, pin và sức khỏe...
- Các đáp ứng kênh khác nhau đối với tần và thời gian khác nhau
  - Satellite: hầu như phẳng đối với tần số, thay đổi ít đối với thời gian
  - Cable hoặc line: có đáp ứng khác về tần số, thay đổi ít về thời gian
  - Fiber: Rất tốt
  - Wireless: Xấu. Hiệu ứng đa đường dẫn đến đáp ứng tần số khác nhau và hiện tượng dịch chuyển Doppler làm thay đổi theo thời gian
- Nhiễu và can nhiễu (Noise and interference)
  - AWGN: Additive White Gaussian noise
  - Interferences: dây dẫn, vi ba, người dùng khác (CDMA phone)

# Shannon Capacity

---

- Lý thuyết Shannon

- Một kênh truyền có nhiễu với dung lượng kênh là  $C$  và tốc độ truyền thông tin là  $R$ , thì  $R < C$ . Ở đây, tồn tại một kỹ thuật mã hóa cho phép xác suất của lỗi ở đầu thu nhỏ tùy ý. Điều này có nghĩa là về mặt lý thuyết, ta có thể truyền dẫn thông tin không có lỗi trong giới hạn  $C$ .

- Dung lượng Shannon

$$C = B \log_2(1 + SNR) \quad \text{bit} / s$$

- $C$ : channel capacity (bps) / bit rate
- $B$ : channel băng thông (Hz)
- $SNR$ : tỷ số tín hiệu/ nhiễu

# Ví dụ

---

- Sử dụng kênh thoại để truyền dữ liệu số thông qua Modem B = 3100Hz, S/N = 30 dB = ratio CỦA 1000:1

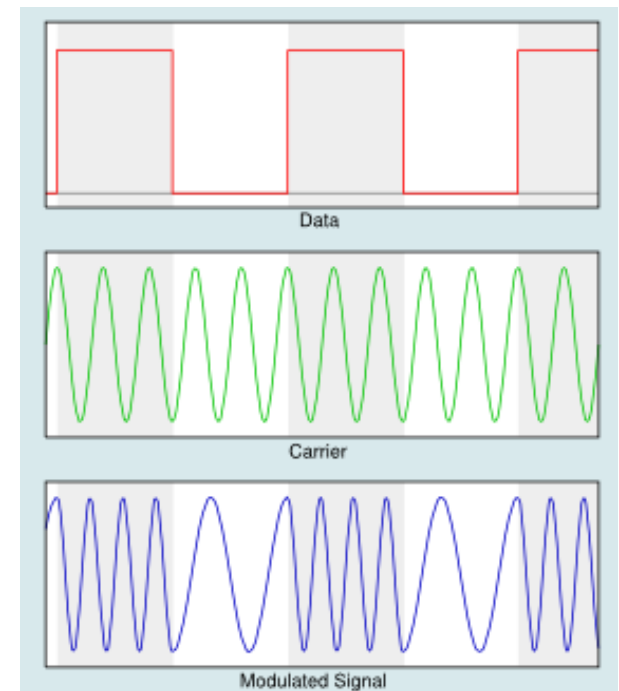
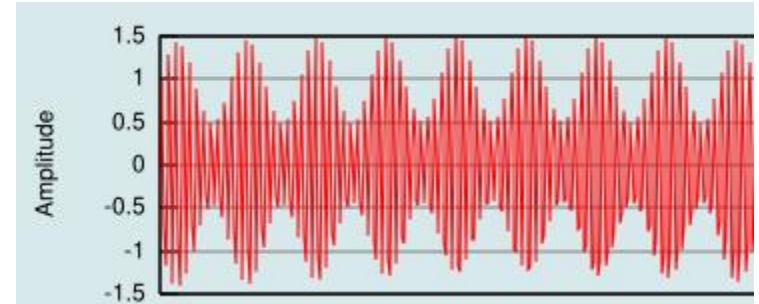
$$C = B \log_2 \left(1 + \frac{S}{N}\right) = 3100 \log_2 (1 + 1000) = 30,894 \text{ bps}$$

**Tốc độ này chỉ là **maximum lý thuyết**.  
Không thể đạt được với cơ chế mã hóa  
2-level binary.**

- Giữ nguyên tất cả các yếu tố, tăng băng thông làm tăng tốc độ dữ liệu.

# Modulation

- Thay đổi sóng mang để sóng mang có thể mang thông tin
  - Sóng mang có thể mang thông tin đi xa còn thông tin thì không thể
  - Modem: amplitude, phase, and frequency
  - Analog: AM, amplitude, FM, frequency, Vestigial sideband modulation
  - Digital: ánh xạ thông tin số đến chòm sao khác nhau :  
Frequency-shift key (FSK)



# ***Channel Coding***

---

- Mục đích
  - Thêm vào các bit redundancy để truyền thông tin, nếu các lỗi xảy ra, đầu thu có thể phát hiện và sửa sai.
- Mã hóa kênh
  - Mã hóa kênh tạo mối quan hệ chặt chẽ của các thông tin để chống lại ảnh hưởng của kênh truyền.
- Các bộ mã hóa phổ biến
  - Linear block code
  - Cyclic codes (CRC)
  - Convolutional code (Viterbi, Qualcomm)
  - LDPC codes, Turbo code,...



# Quality of a Link (service, QoS)

---

- Mean Square Error

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N | \hat{X}_i - X_i |^2$$

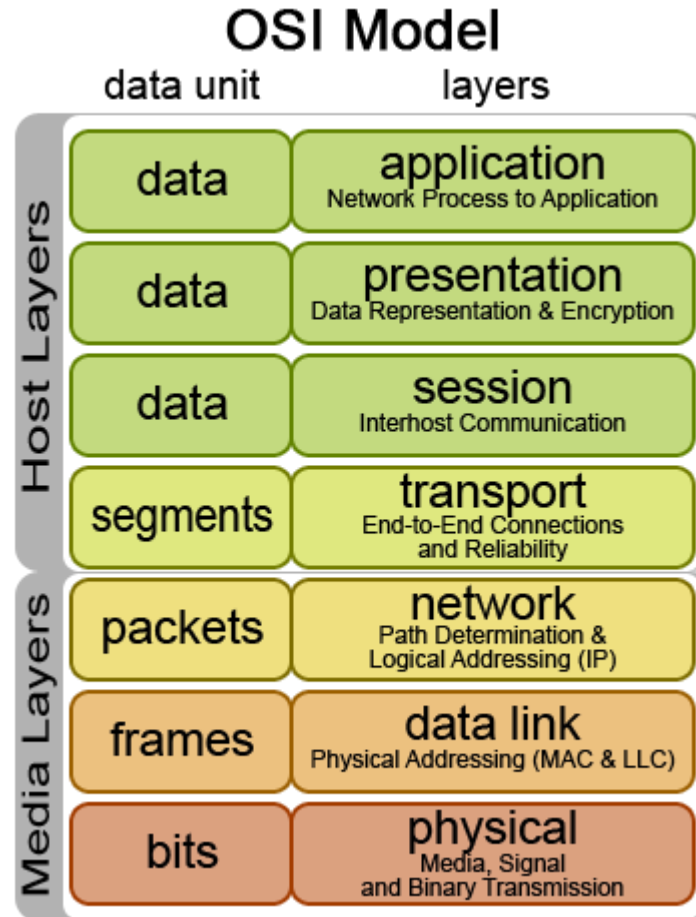
- Signal to noise ratio (SNR)

$$\Gamma = \frac{P_{rec}}{\sigma^2} = \frac{P_{tx} G}{\sigma^2}$$

- Bit error rate
  - Frame error rate
  - Packet drop rate
  - Peak SNR (PSNR)
  - SINR/SNIR: signal to noise plus interference ratio
- Yếu tố con người

# Mô hình OSI

Open Systems Interconnections;

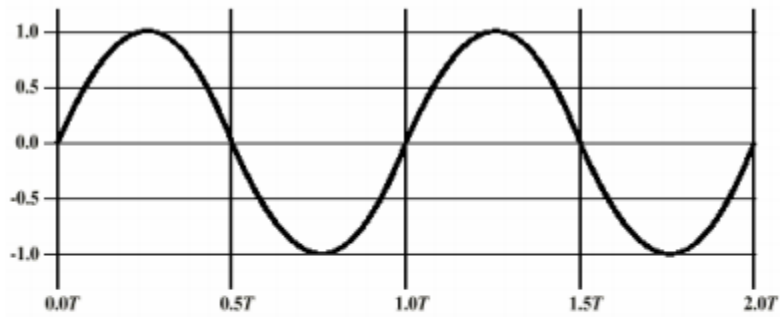


# ***Biểu diễn tín hiệu ở miền tần số***

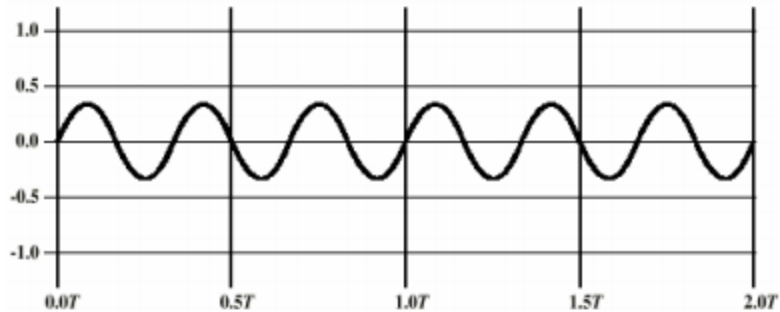
---

- Tín hiệu thực tế được cấu tạo bởi nhiều thành phần có tần số khác nhau
- Các tín hiệu thành phần là các sóng hình sin
- Tất cả các tín hiệu (tương tự lẫn số) đều có thể được phân tích thành tổng của nhiều sóng sin (khai triển Fourier)
- Có thể biểu diễn tín hiệu theo miền tần số
  - Trục hoành : các tần số có trong tín hiệu
  - Trục tung : biên độ đỉnh của tín hiệu tương ứng với mỗi tần số

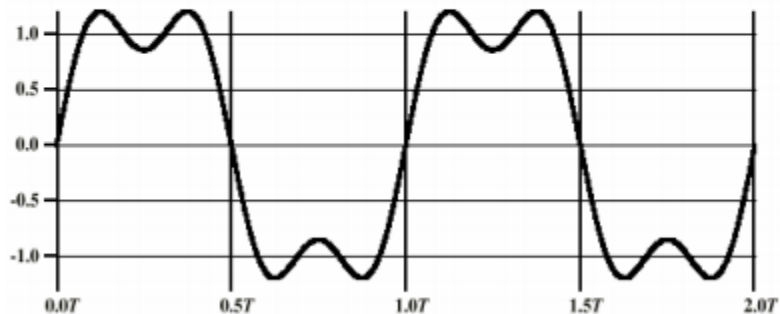
# Ví dụ



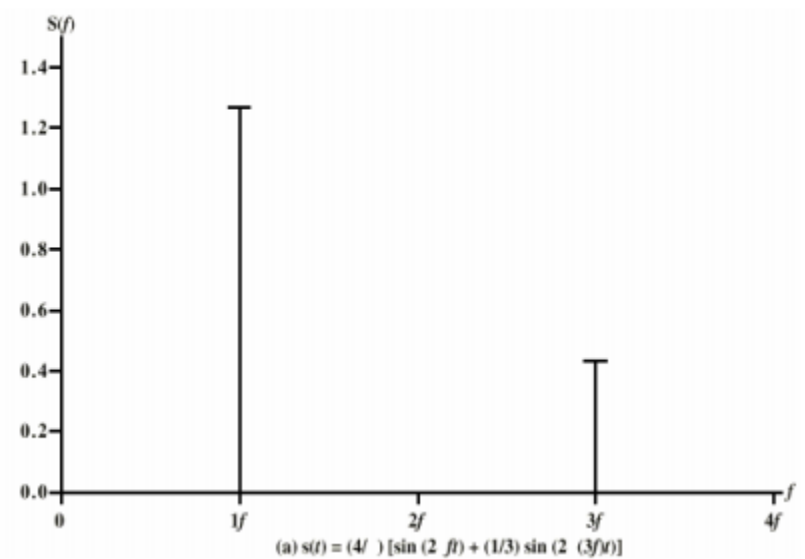
(a)  $\sin(2 ft)$



(b)  $(1/3) \sin(2 (3f)t)$



(c)  $(4/3) [\sin(2 ft) + (1/3) \sin(2 (3f)t)]$



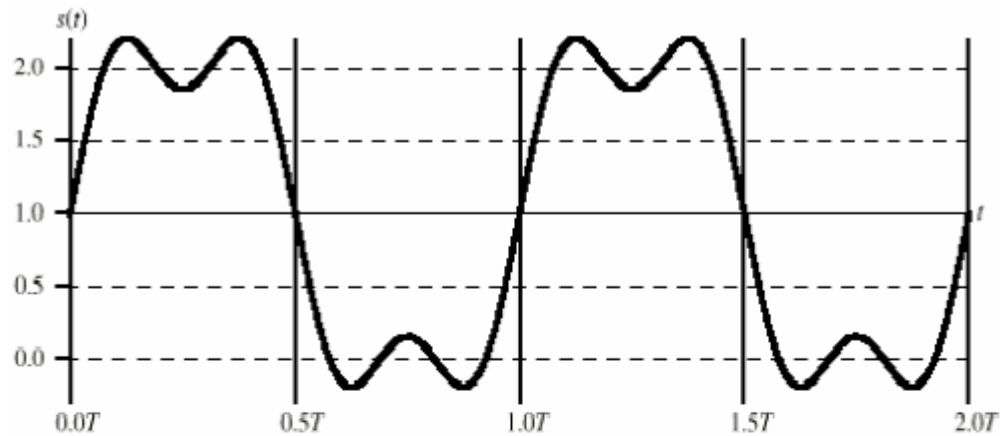
(a)  $s(t) = (4/3) [\sin(2 ft) + (1/3) \sin(2 (3f)t)]$

# ***Tần số, phổ và băng thông***

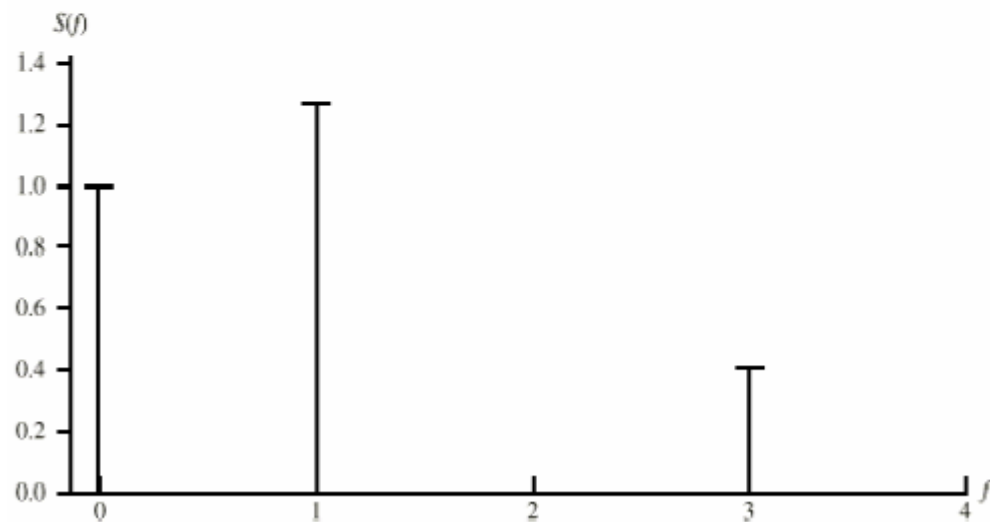
---

- Phổ
  - Tầm tần số chứa trong tín hiệu
- Băng thông tuyệt đối
  - Độ rộng phổ (được đo bằng sự chênh lệch tần số cao nhất và thấp nhất)
  - Băng thông kênh truyền càng lớn, tốc độ truyền càng cao
- Băng thông hiệu dụng
  - Gọi tắt là băng thông
  - Dải tần tần số hẹp chứa hầu hết năng lượng của tín hiệu
- Thành phần một chiều
  - Thành phần có tần số bằng 0

# Tín hiệu có thành phần DC



$$(a) s(t) = 1 + (4/3) [\sin(2\pi ft) + (1/3) \sin(2\pi 3ft)]$$



(b)  $S(f)$