



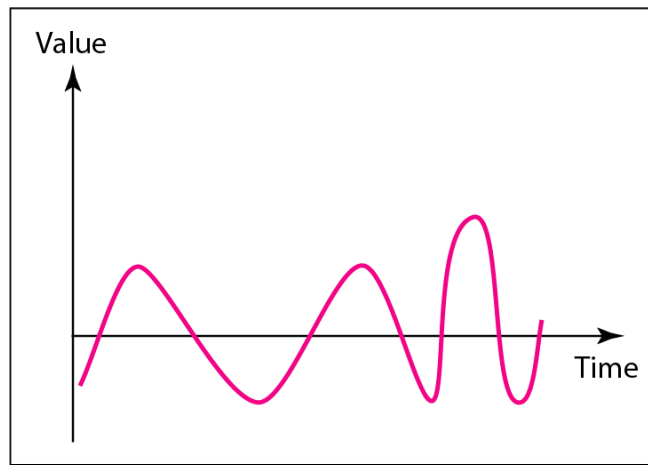
Phần 1:
Tổng quan
Lý thuyết thông tin

dinhptit@gmail.com

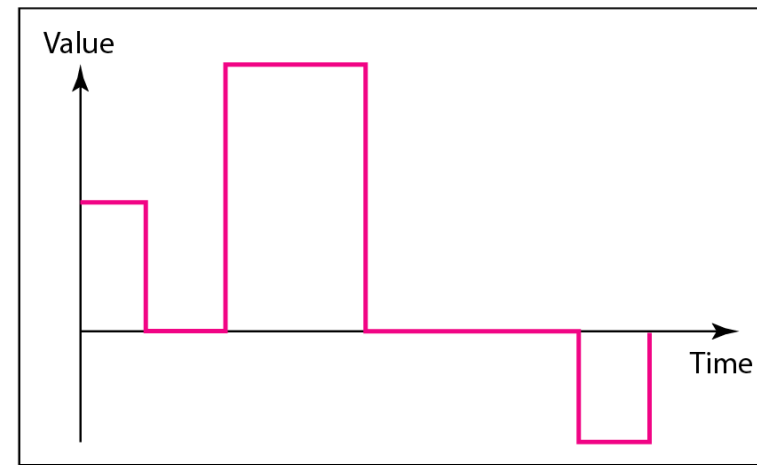
- Information:
- Data:
- Digital Data: bit patterns
- Communication
- Communications / Telecommunications

Signals

- **Signals** là các đại lượng vật lý biến thiên mang tin cần truyền.
- Phân loại tín hiệu
 - **Analog signals** can have an infinite number of values in a range.
 - **Digital signals** can have only a limited number of values.



a. Analog signal



b. Digital signal



Fourier analysis

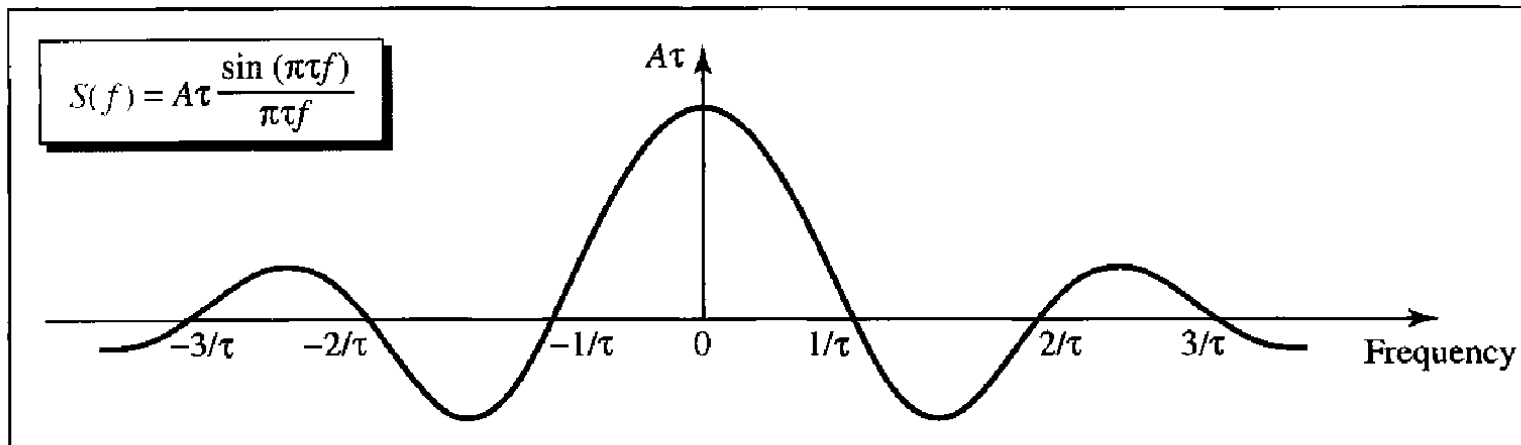
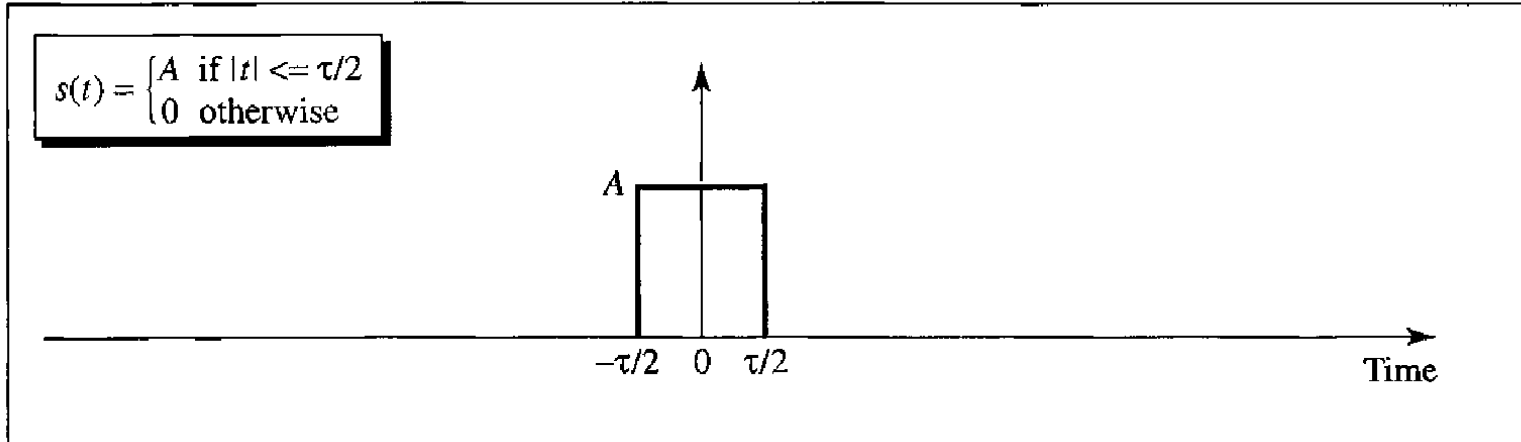
- According to Fourier analysis, any composite signal is a combination of simple sine waves
 - ✓ Fourier series.
 - ✓ Fourier transform.



Spectrum analysis of signals

Example: the signal is nonperiodic

Time domain



Frequency domain



Band-limited signal

- Tín hiệu ko chu kỳ, thường gặp trong truyền thông, có phổ liên tục, rộng vô hạn..
- Dù có thể phổ rộng vô hạn, Năng lượng tín hiệu tập trung ở một vài vùng → Có thể giới hạn BW hữu dụng (effective bandwidth) của tín hiệu, là vùng phổ tập trung năng lượng, để phù hợp với khả năng của kênh truyền.
- Khi nói về BW của tín hiệu, cần thiết phải chỉ rõ từ tần số nào tới tần số nào, năng lượng tập trung ở khu vực nào. Tức cần biết dải tần BW.



Baud rate – Bit rate

➤ Baud rate

$$\text{Baud rate [Bd]} = 1/T_s$$

T_s : The symbol duration time

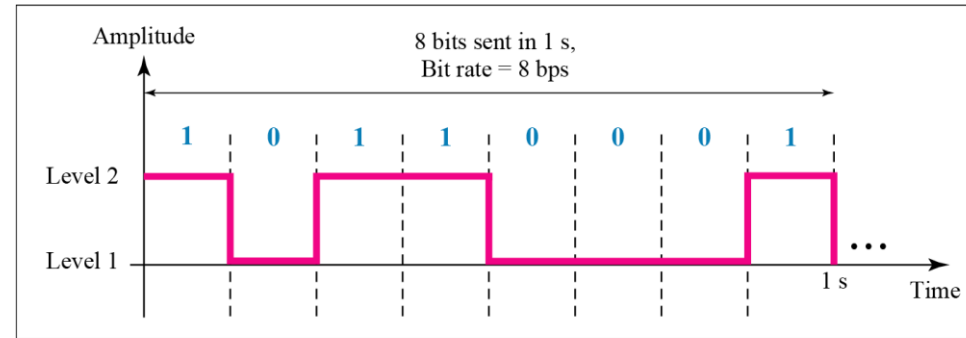
➤ Bit rate

$$\text{Bit rate [bps]} = \text{Baud rate} \times k$$

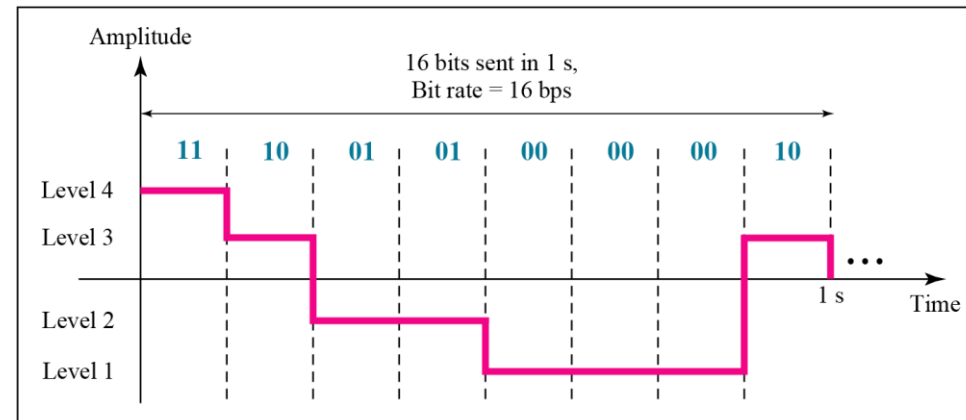
k : The number bits conveyed on each symbol.

$$k = \log_2 M$$

M : The different symbols are used of source.



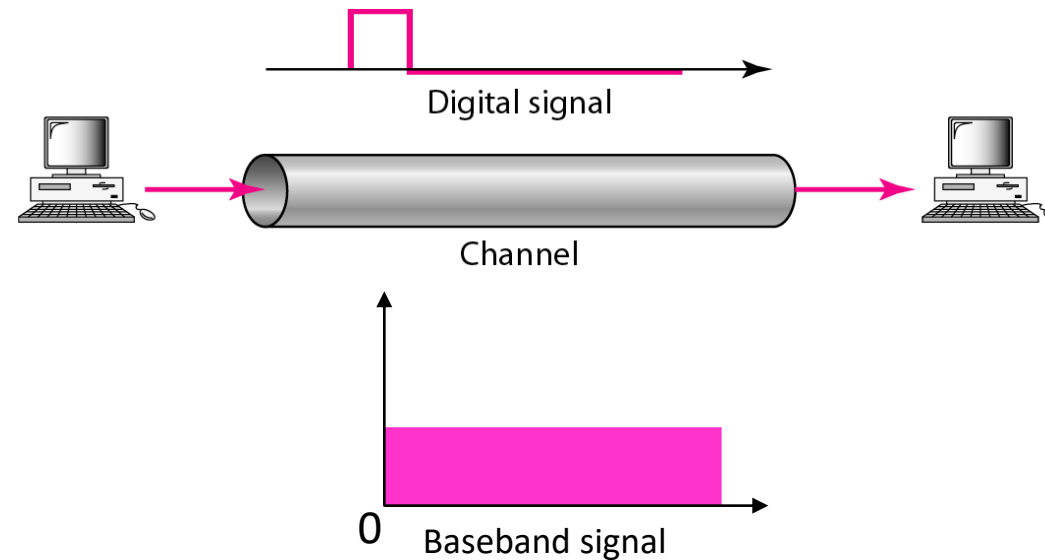
a. A digital signal with two levels



b. A digital signal with four levels

Baseband transmission

- **Baseband transmission** means sending a digital data over a channel by baseband signal. (tín hiệu được truyền có cùng dải tần như tín hiệu gốc)





Nyquist formula

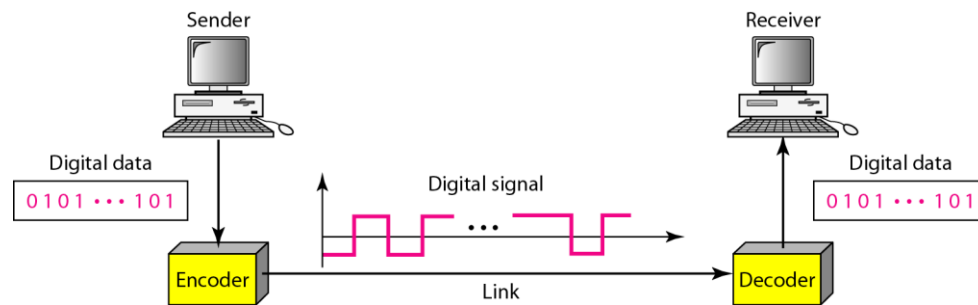
$$\text{Bit rate}[bps]_{\max} = 2B \cdot \log_2 M$$

- What is the required bandwidth of a low-pass channel if we need by using baseband transmission?

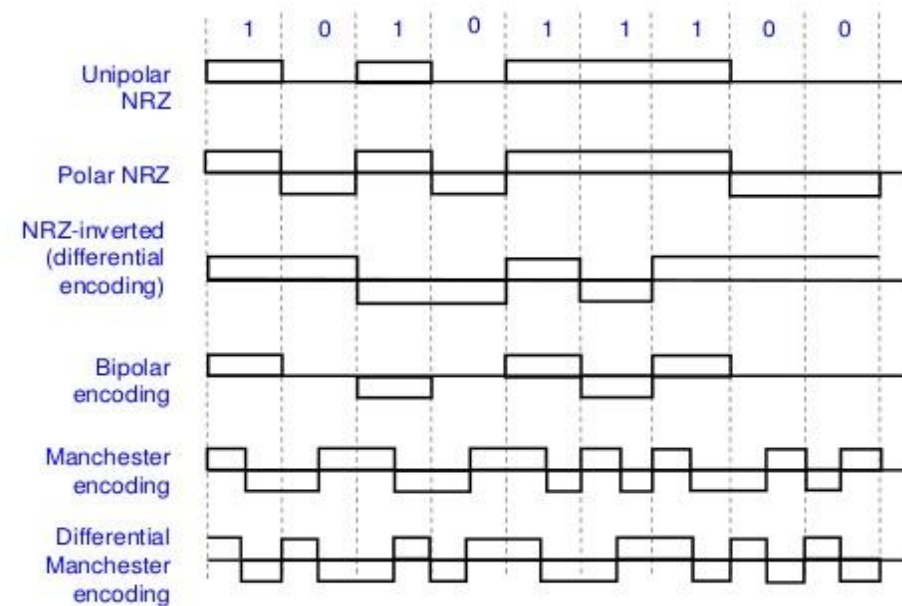
$$B_{\min} = \frac{\text{Baud rate}}{2}$$

Line coding

- In baseband transmission, Information can be converted into digital signals through a line coding process.



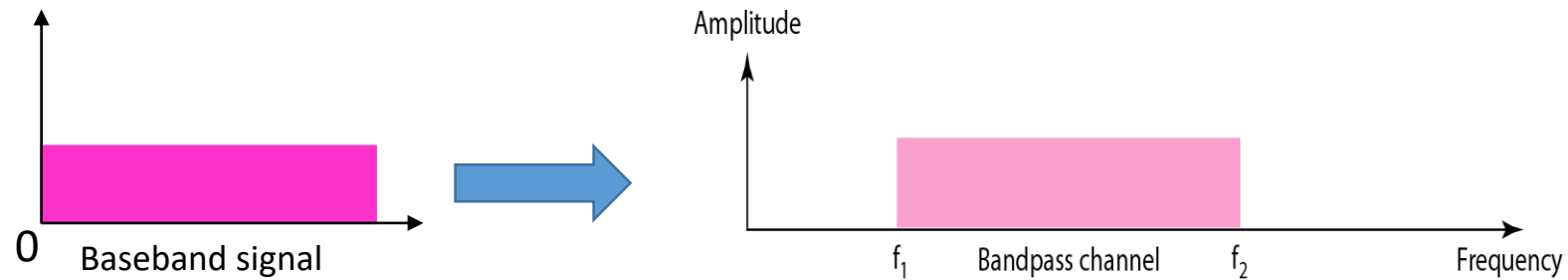
Line coding examples





Bandpass Transmission

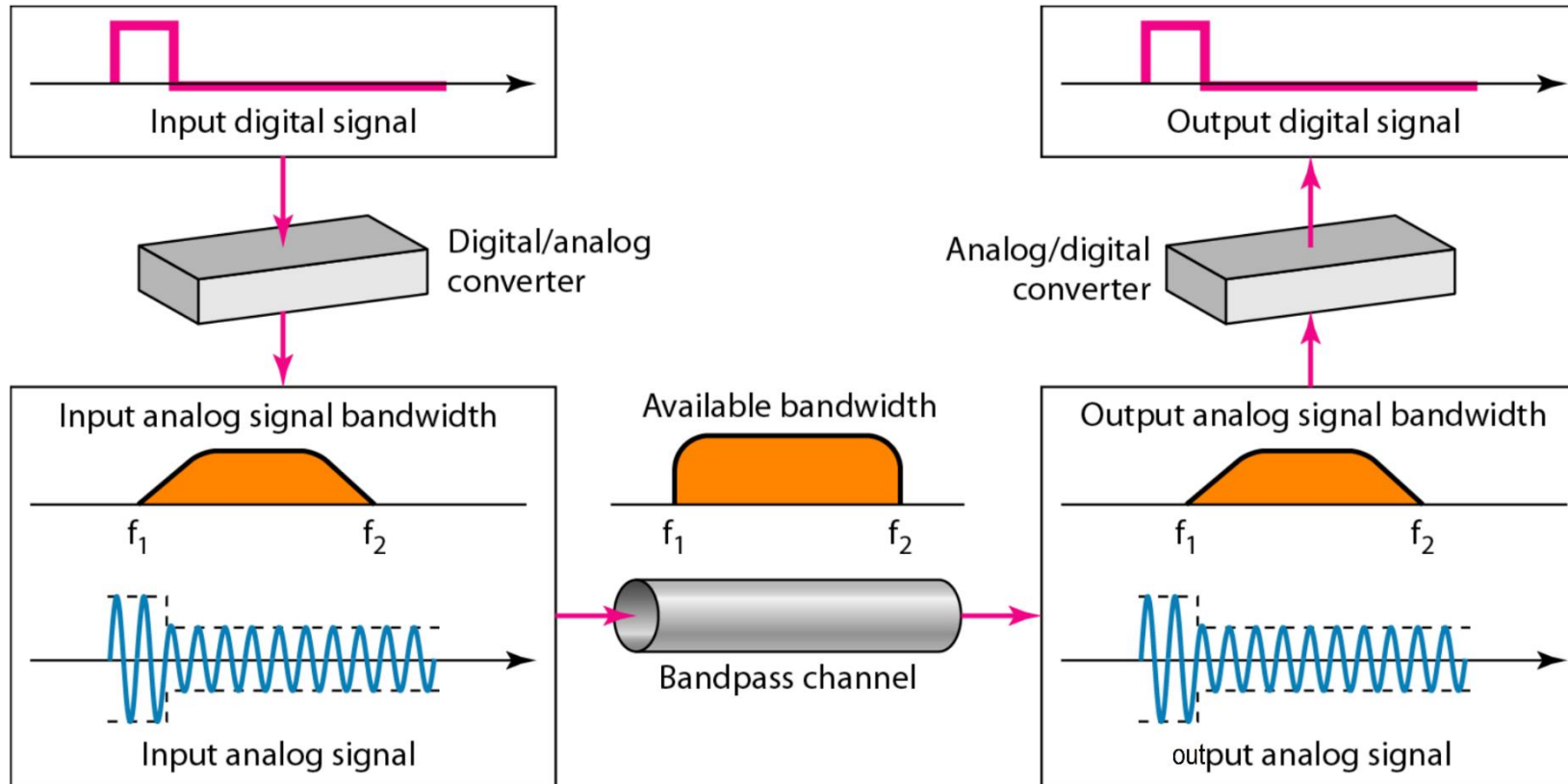
- **Bandpass channel**—a channel with a bandwidth that does not start from zero. This type of channel is more available than a low-pass channel.



- Types modulation:
 - Digital modulation: Digital-to-analog conversion
 - Analog modulation: Analog-to-analog conversion

Digital modulation:

- Types: ASK/ M-ary PAM, FSK, PSK, QAM (hybrid ASK and PSK),...





Transmission losses

- ❑ **Data communication depends on factors:**
 - ❖ The bandwidth available
 - ❖ The transmission power and form of the signals
 - ❖ The quality of the channel (Attenuation, Distortion, level of noise)
 - ❖ Receiver sensitivity



Vấn đề cơ bản của communications

❑ Mục tiêu (Goals)

Sử dụng các nguồn lực một cách hiệu quả (Effective):

- Truyền tin qua kênh đảm bảo **tin cậy** (Reliability)...
- với **tốc độ** (bit rate) lớn nhất có thể...
- và **chi phí** cho mỗi bit thông tin là nhỏ nhất.

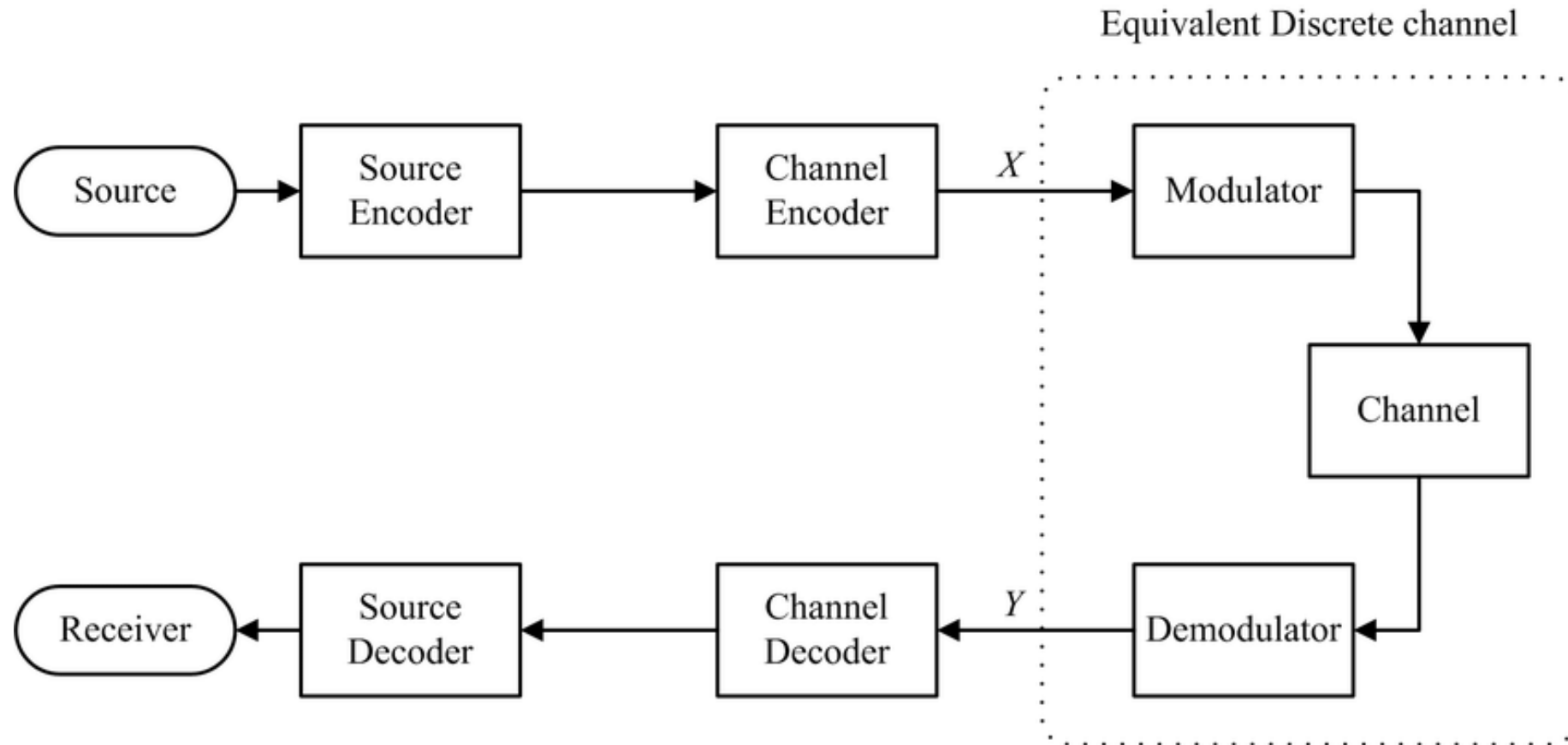
❑ Bandwidth Efficiency (b/s/Hz) = Bit Rate / Channel BW.

❑ Các công trình nghiên cứu

- ❖ 1924 Nyquist: Xác định tốc độ truyền tín hiệu trên kênh ko nhiễu.
- ❖ 1928 R.V.L Hartley: Đưa ra khái niệm số đo thông tin.
- ❖ 1933 V.A Kachenhicov: Luận điểm về khả năng thông qua trong hệ thống thông tin.
- ❖ 1935 D.V Ageev: Lý thuyết tách tín hiệu.
- ❖ 1948 C.E Shannon: Đưa ra một loạt công trình liên quan đến truyền thông tin cậy (reliable) trên kênh có nhiễu.

Lý thuyết Shannon bao gồm:

- Lý thuyết mã hóa nguồn
- Lý thuyết mã hóa kênh





Shannon's theorems

□ Shannon's channel coding theorem

Let R be the information rate of the source. Then

- if $R < C'$, it is theoretically possible to achieve reliable transmission by appropriate coding;
- if $R > C'$, reliable transmission is impossible.

C' : Channel capacity of additive white Gaussian noise

$$C' = B \cdot \log_2(1 + SNR)$$

□ Định lý mã hóa nguồn của Shannon

Để biểu diễn tin cậy lượng thông tin được tạo ra bởi nguồn ngẫu nhiên X , ta cần sử dụng tối thiểu trung bình $H(X)$ bits cho mỗi dấu được phát ra.

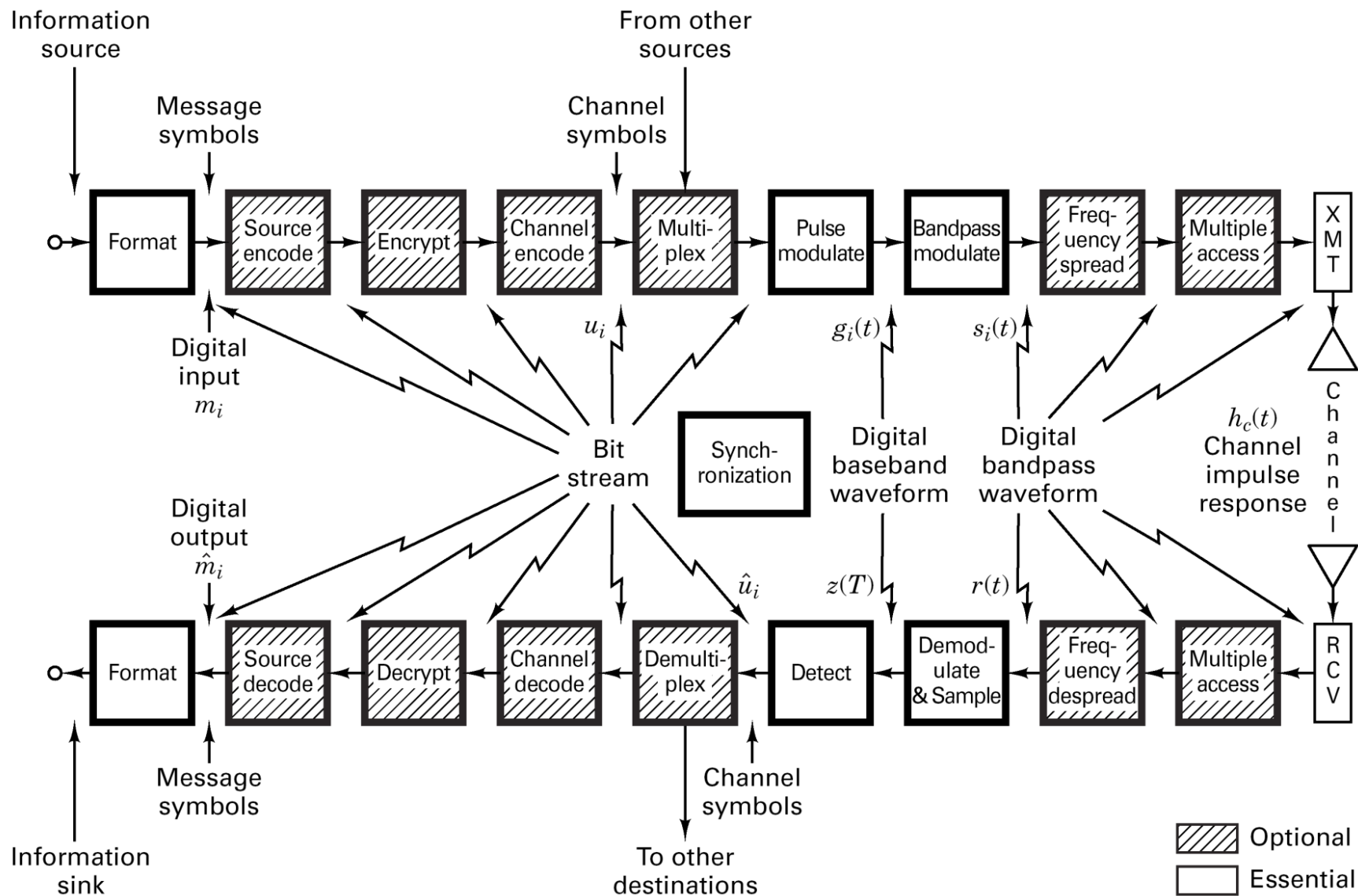


Figure 1.2 Block diagram of a typical digital communication system.



Các chỉ tiêu chất lượng cơ bản của một hệ truyền tin

- Tính hữu hiệu
- Độ tin cậy
- An toàn
- QoS (Quality of Service)

Tài liệu tham khảo

- ✓ Thomas M. Cover & Joy A. Thomas, **Elements of Information Theory**, John Wiley & Sons Inc., 2006.
- ✓ McEliece R.J., **The theory of Information and coding**, Cambridge University
- ✓ John Proakis & Masoud Salehi, **Digital Communication**, 2007
- ✓ Shu Lin, **Error Control Coding-Fundamentals and Applications**, Prentice Hall, 2004
- ✓ Simon Haykin, **Communication Systems**, 4rd edition, John Wiley & Sons, 2001.