

# Tầng vật lý (Physical Layer)

Trình bày: Ngô Bá Hùng  
Khoa Công Nghệ Thông Tin  
Đại Học Cần Thơ

1

## Yêu cầu

- Sau khi học xong chương này, người học phải có được những khả năng sau:
  - Liệt kê được những vấn đề cơ bản có liên quan đến một hệ thống truyền dữ liệu
  - Mô tả được các hình thức số hóa thông tin
  - Phân biệt và tính toán được các đại lượng liên quan đến đặc tính của một kênh truyền như: Băng thông, tần số biến điệu, tốc độ dữ liệu, nhiễu, dung lượng và giao thông của một kênh truyền
  - Mã hóa được dữ liệu số nhờ vào các tín hiệu số và tuân tực theo các kỹ thuật khác nhau.

Đại Học Cần Thơ - Khoa CNTT- Ngô Bá Hùng

3

## Mục đích

- Chương này nhằm giới thiệu những nội dung cơ bản sau:
  - Giới thiệu mô hình của một hệ thống truyền dữ liệu đơn giản và các vấn đề có liên quan đến trong một hệ thống truyền dữ liệu sử dụng máy tính
  - Giới thiệu các phương pháp số hóa thông tin
  - Giới thiệu về đặc điểm kênh truyền, tính năng kỹ thuật của các loại cáp truyền dữ liệu
  - Giới thiệu các hình thức mã hóa dữ liệu số để truyền tải trên đường truyền

Đại Học Cần Thơ - Khoa CNTT- Ngô Bá Hùng

2

## Mô hình truyền dữ liệu cơ bản



- Các vấn đề phải quan tâm:
  - Cách thức mã hóa thông tin thành dữ liệu số
  - Các loại kênh truyền dẫn có thể sử dụng để truyền tin
  - Sơ đồ nối kết các thiết bị truyền và nhận lại với nhau
  - Cách thức truyền tải các bits từ thiết bị truyền sang thiết bị nhận

Đại Học Cần Thơ - Khoa CNTT- Ngô Bá Hùng

4

# Số hóa dữ liệu

Trình bày: Ngô Bá Hùng  
Khoa Công Nghệ Thông Tin  
Đại Học Cần Thơ

Trình bày: Ngô Bá Hùng  
Khoa Công Nghệ Thông Tin  
Đại Học Cần Thơ

```

graph LR
    A[Văn bản] --> D[Số hóa]
    B[Hình ảnh] --> D
    C[Âm thanh] --> D
    E[Phim ảnh] --> D
    D --> F[Dữ liệu số]
  
```

# Vấn đề số hóa dữ liệu

The diagram illustrates a communication system. On the left, an arrow labeled 'Dữ liệu' (Data) points into a yellow box labeled 'Thiết Bị Truyền' (Transmitting Device). From this box, a jagged line representing a signal, labeled 'Tín hiệu' (Signal), travels to the right. Above this line is an arrow labeled 'Hướng truyền' (Transmission Direction). Below the line is a double-headed arrow labeled 'Kênh truyền' (Transmission Channel). The signal enters a second yellow box labeled 'Thiết Bị Nhận' (Receiving Device). From this box, an arrow labeled 'Dữ liệu' (Data) points to the right, away from the receiver.

<p><b>Lời nói :</b> Hệ thống: điện thoại Bộ mã hóa: micro Bộ giải mã: Loa Truyền tải: tín hiệu tuần tự hay tín hiệu số</p>	<p><b>Ảnh tĩnh :</b> Hệ thống: fax Bộ mã hóa: scanner Bộ giải mã: Bộ thông dịch tập tin Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số.</p>
<p><b>Dữ liệu tin học :</b> Hệ thống: mạng truyền tin. Bộ mã hóa: Bộ điều khiển truyền thông. Bộ giải mã: Bộ điều khiển truyền thông Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số.</p>	<p><b>Truyền hình :</b> Hệ thống: truyền quảng bá Bộ mã hóa: camera Bộ giải mã: bộ thu TV + antenna Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số</p>



<b>Lời nói :</b> Hệ thống: điện thoại Bộ mã hóa: micro Bộ giải mã: Loa Truyền tải: tín hiệu tuần tự hay tín hiệu số	<b>Ảnh tĩnh :</b> Hệ thống: fax Bộ mã hóa: scanner Bộ giải mã: Bộ thông dịch tập tin Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số.
---	---

**Ảnh tĩnh :**  
 Hệ thống: fax  
 Bộ mã hóa: scanner  
 Bộ giải mã: Bộ thông dịch tập tin  
 Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số.

<b>Dữ liệu tín học :</b>	<b>Truyền hình :</b>
Hệ thống: mạng truyền tin.	Hệ thống: truyền quảng bá
Bộ mã hóa: Bộ điều khiển truyền thông.	Bộ mã hóa: camera
Bộ giải mã: Bộ điều khiển truyền thông	Bộ giải mã: bộ thu TV + antenna
Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số.	Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số

**Truyền hình :**  
 Hệ thống: truyền quảng bá  
 Bộ mã hóa: camera  
 Bộ giải mã: bộ thu TV + antenna  
 Truyền tải: Tín hiệu tuần tự hoặc tín hiệu số

**Mã Morse**

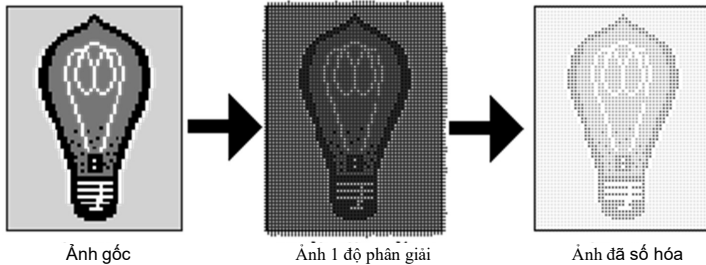
**code ASCII**

	poids forts							
	000	001	010	011	100	101	110	111
0000	NUL	DLE	SP	0	@	P	\	p
0001	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0010	STX	DC2	"	2	B	R	b	r
0011	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0100	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0101	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0110	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0111	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w
1000	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1001	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1010	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1011	YT	ESC	+	;	K	[	k	{
1100	FF	FS	-	<	L	]	l	
1101	CR	GS	=	=	M	_	m	~
1110	SO	RS	>	>	N	^	n	^
1111	SI	US	/	? 0	<--	o	DEL	

**code ASCII**

- **Bảng mã 8 bit**
  - Mã ASCII (American Standard Code for Informatics Interchange) mở rộng
  - Mã EBCDIC (Extended Binary-Coded Decimal Interchange Code )
- **Mã 16 bits: Mã Unicode**

## Số hóa hình ảnh tĩnh

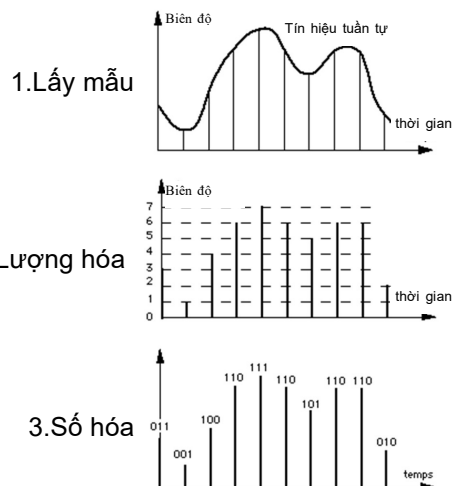


- Ảnh đen trắng: 0: đen, 1: trắng
- Ảnh 256 mức xám: 8 bit / điểm ảnh
- Ảnh màu: 1 điểm ảnh =  $aR + bG + cB$

## Số hóa văn bản

- Bảng mã 8 bit:
  - Mã ASCII (American Standard Code for Informatics Interchange) mở rộng
  - Mã EBCDIC
- Mã 16 bit: mã Unicode

## Số hóa âm thanh & phim ảnh



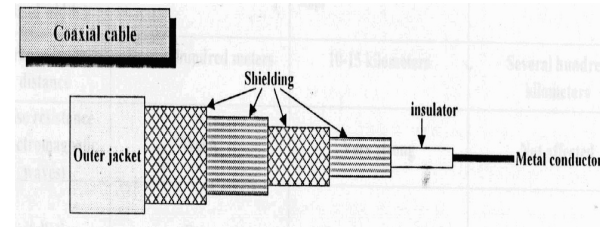
- Dung lượng tập tin nhận được phụ thuộc hoàn toàn vào tần số lấy mẫu  $f$  và số lượng bit dùng để mã hóa giá trị thang đo  $p$  (chiều dài mã cho mỗi giá trị)

## Kênh truyền

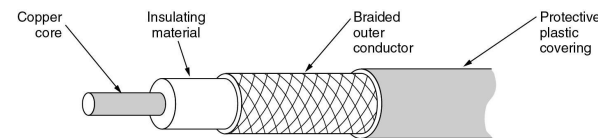
## Kênh truyền hữu tuyến

- Sử dụng 3 loại cáp phổ biến:
  - Cáp xoắn đôi (twisted pair)
  - Cáp đồng trục (coax)
  - Cáp quang (fiber optic)
- Các yếu tố chọn lựa:
  - Giá thành
  - Khoảng cách
  - Số lượng máy tính
  - Tốc độ yêu cầu
  - Băng thông

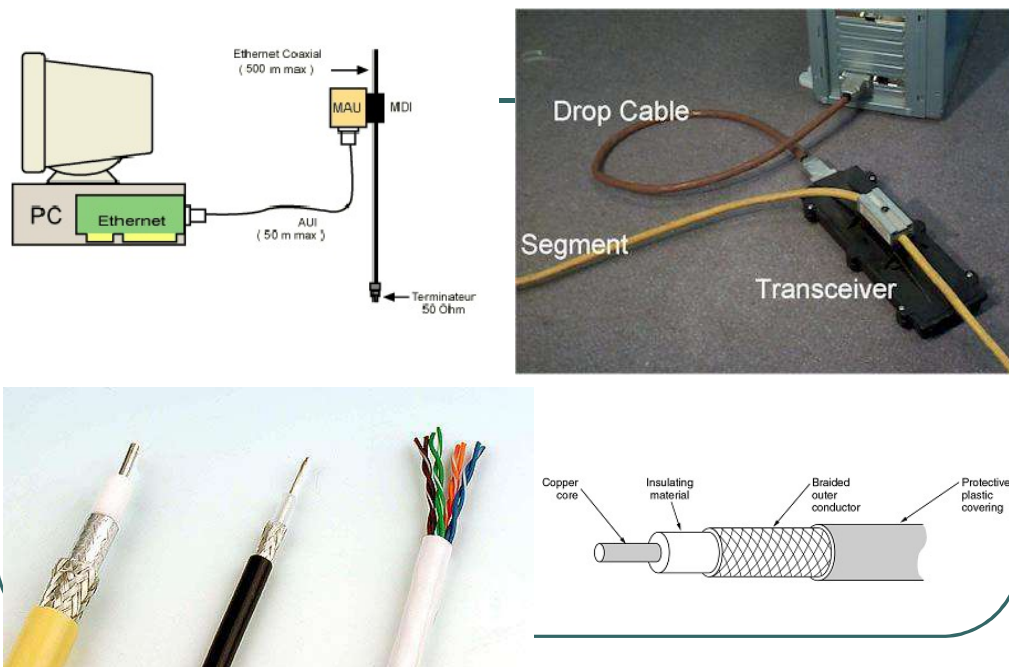
## Cáp đồng trục (Coaxial Cable)



Thick coaxial cable (RG11)

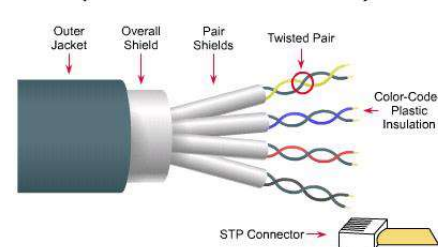


Thin coaxial cable (RG58)

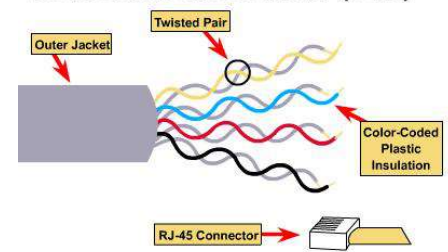


## Cáp xoắn đôi (Twisted – paire cable)

### STP (Shielded Twisted Pair)



### Unshielded Twisted Pair (UTP)



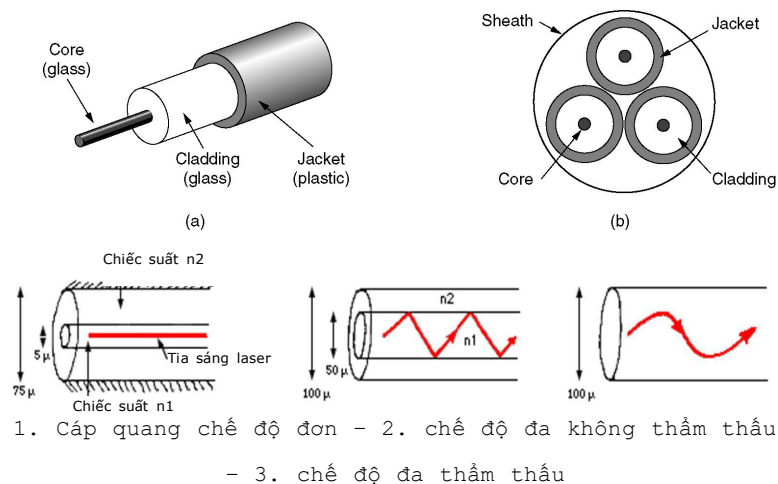
## Cáp xoắn đôi (Twisted – paire cable)

- CAT 1, 2: 1 Mbps (Telephone)
- CAT 3: 10 Mbps (10BaseT)
- CAT 5: 100 Mbps (100BaseTx)
- CAT 5E: 1,000 Mbps (1000 BaseT)
- CAT 6: 1,000 Mbps (1000 BaseTx)

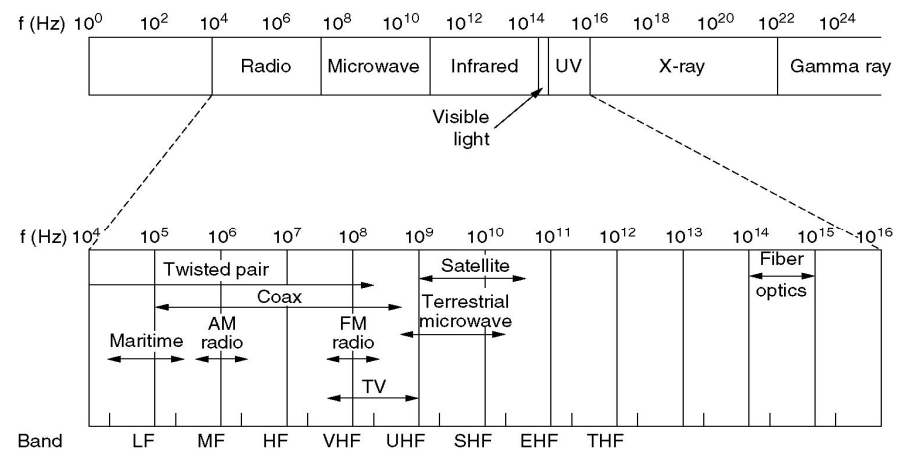
## Kênh truyền vô tuyến

- c là tốc độ ánh sáng
- f là tần số của tín hiệu sóng
- $\lambda$  là độ dài sóng. Khi đó ta có:  
 $c = \lambda f$

## Cáp quang (Fiber optic cable)



## Kênh truyền vô tuyến



## Tín hiệu tuần tự & Tín hiệu số



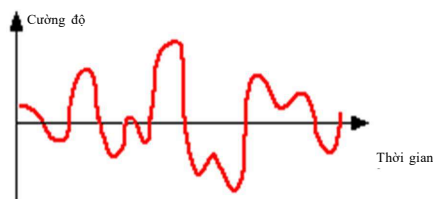
- Dữ liệu (các bits 0, 1) được truyền từ thiết bị truyền sang thiết bị nhận bằng các tín hiệu tuần tự hay tín hiệu số

Tín hiệu số

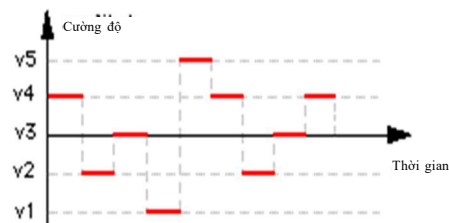
## Tín hiệu dạng sóng hình sin

- Sóng dạng hình sin, không kết thúc hoặc suy giảm sau một khoảng thời gian là dạng tín hiệu tuần tự đơn giản nhất, dễ dàng tạo ra được
- **Bất kỳ một dạng tín hiệu nào cũng có thể được biểu diễn lại bằng các sóng hình sin**
- Yếu tố này được rút ra từ một nghiên cứu cụ thể nó cho phép chúng ta có thể định nghĩa một vài đặc điểm của kênh truyền vật lý

## Tín hiệu tuần tự & Tín hiệu số



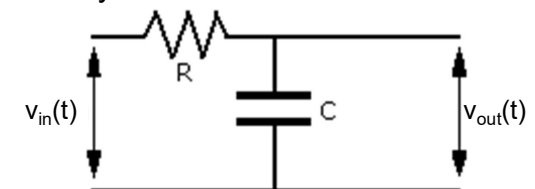
Tín hiệu tuần tự



Tín hiệu số

## Đặc điểm kênh truyền

- Mô hình hóa một kênh truyền



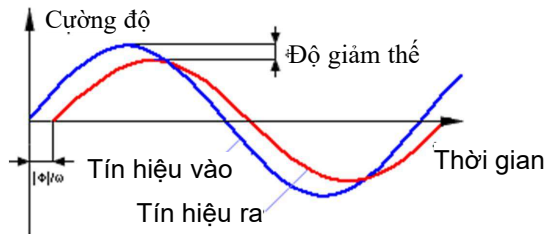
- $v_{in}(t) = V_{in} \sin wt$ 
  - $V_{in}$  : là hiệu điện thế cực đại ngõ vào
  - $w$  : nhịp ;  $f = w/2\pi$  : là **tần số**
  - $T = 2\pi/w = 1/f$  : là **chu kỳ**
- $v_{out}(t) = V_{out} \sin (wt + F)$ 
  - $V_{out}$  : là hiệu điện thế cực đại ngõ ra
  - $F$  : là độ trễ pha



## Đặc điểm kênh truyền

- Các luật trường điện từ chứng minh rằng trong trường hợp đơn giản nhất ta có:

- $V_{out}/V_{in} = (1 + R^2 C^2 \omega^2)^{-1/2}$
- $F = \tan(-RC \omega)$



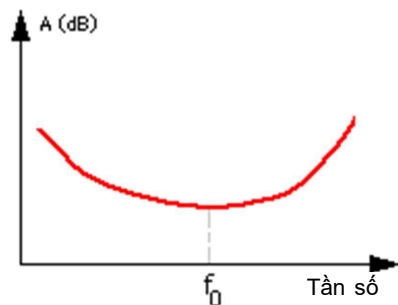
## Truyền tín hiệu bất kỳ

- Lý thuyết toán Fourier đã chứng minh rằng bất kỳ một tín hiệu nào cũng có thể xem như được tạo thành từ một tổng của một số hữu hạn hoặc vô hạn các sóng hình sin. Không đi sâu vào chứng minh ta có kết quả sau:
  - Một tín hiệu bất kỳ  $x(t)$  thì có thể phân tích thành một tập hợp các tín hiệu dạng sóng hình sin
  - Nếu là tín hiệu tuần hoàn, thì ta có thể phân tích nó thành dạng một chuỗi Fourier. Thuật ngữ chuỗi ở đây ý muốn nói đến một loạt các sóng hình sin có **tần số** khác nhau như là các bội số của **tần số** tối ưu  $f_0$
  - Nếu tín hiệu không là dạng tuần hoàn, thì ta có thể phân tích nó dưới dạng một bộ Fourier ; với các sóng hình sin có **tần số** rời rạc

## Đặc điểm kênh truyền

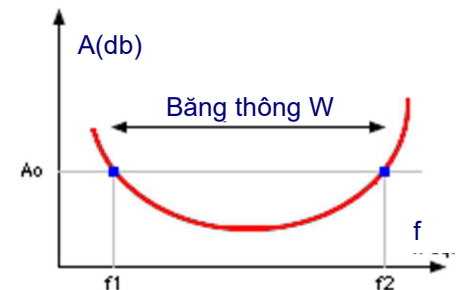
- Độ suy giảm trên kênh truyền =  $P_{in}/P_{out}$
- Biểu diễn bằng đơn vị decibel:
  - $A(\omega) = 10 \log_{10}(P_{in}/P_{out})$

Độ suy giảm càng nhỏ khi tần số của sóng càng gần  $f_0$



## Băng thông kênh truyền (Bandwidth)

- $A_0$ : ngưỡng còn "nghe" được  $A_0$ ,
  - Tất cả các tín hiệu hình sin có **tần số** nhỏ hơn  $f_1$  được xem như bị mất
  - Tất cả các tín hiệu có **tần số** lớn hơn  $f_2$  cũng được xem là bị mất
  - Những tín hiệu có thể nhận ra được ở bên nghe là các tín hiệu có **tần số** nằm giữa  $f_1$  và  $f_2$ . Khoảng **tần số** này được gọi là băng thông của một kênh truyền



Ví dụ: Băng thông kênh truyền điện thoại là 3100 Hz vì các tín hiệu âm thanh có thể nghe được nằm ở khoảng **tần số** từ 300 Hz đến 3400 Hz

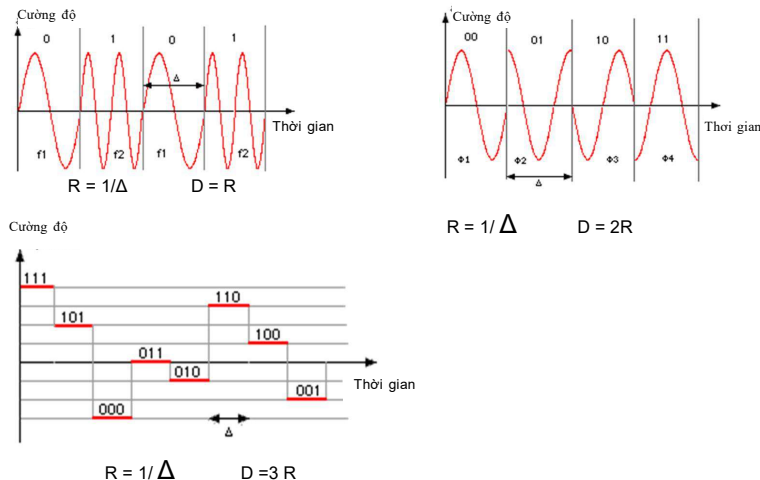
## Tần số biến điệu và tốc độ dữ liệu (Baund rate and bit rate)

- Tần số biến điệu:
  - Nhịp đặt các tín hiệu lên kênh truyền
  - $R = 1/t$  ( đơn vị là bauds)
  - t: độ dài thời gian của tín hiệu
- Mỗi tín hiệu chuyển tải n bit, khi đó ta có tốc độ bit được tính như sau:
  - $D = nR$  ( đơn vị là bits/s)
  - Giá trị này thể hiện nhịp mà ta đưa các bit lên đường truyền
- Ví dụ : Cho hệ thống có
  - $R = 1200$  bauds và  $D = 3600$  bits/s
  - Ta suy ra một tín hiệu cơ bản chỉ chuyển tải 3 bit
  - $n = D/R$

## Tăng tốc độ truyền dữ liệu

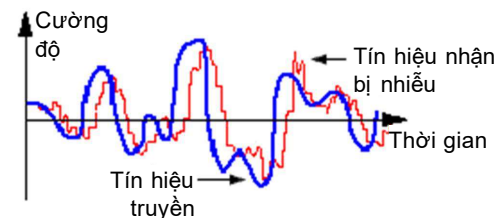
- Vì  $D = n R$
- Để tăng D:
  - Hoặc tăng n (số bit truyền tải bởi một tín hiệu), tuy nhiên nhiều là một rào cản quan trọng.
  - Hoặc R( tần số biến điệu), tuy nhiên chúng ta cũng không thể vượt qua tần số biến điệu cực đại  $R_{max}$
- Nyquist (1928):
  - Lý thuyết:  $R_{max} = 2 W$
  - Thực tế thì  $R_{max} = 1.25 W$

## Một số ví dụ về tần số biến điệu và tốc độ dữ liệu



## Nhiều và khả năng kênh truyền

- Có 3 loại nhiễu
  - Nhiều xác định: phụ thuộc vào đặc tính kênh truyền
  - Nhiều không xác định
  - Nhiều trắng từ sự chuyển động của các điện tử electron





## Nhiều và khả năng kênh truyền

- Tỷ lệ giữa công suất tín hiệu và công suất nhiễu tính theo đơn vị decibel:
  - $S/B = 10\log_{10}(P_S(\text{Watt})/P_B(\text{Watt}))$
- Định lý Shannon (1948) xác định số bit tối đa có thể chuyên chở bởi một tín hiệu:

$$n_{\max} = \log_2 \sqrt{1 + \frac{P_S}{P_B}}$$

## Khả năng của kênh truyền

- Ví dụ: Kênh truyền điện thoại có
  - Độ rộng băng thông là  $W = 3,100 \text{ Hz}$
  - Tỷ lệ  $S/B = 20 \text{ dB}$
  - Hãy tính được khả năng của kênh truyền điện thoại  $C$
- Ta có:
$$C = D_{\max} = R_{\max} n_{\max} = 2W \log_2 \sqrt{1 + \frac{P_S}{P_B}} = W \log_2 \left[ 1 + \frac{P_S}{P_B} \right]$$
  - Từ  $S/B = 10\log_{10}(P_S/P_B)$
  - $\Rightarrow P_S/P_B = 10^{((S/B)/10)} = 10^{((20)/10)} = 10^2$
  - $\Rightarrow C = W \log_2(1 + P_S/P_B) = 3100 * \log_2(1 + 100) = 20,600 \text{ b/s}$

## Khả năng của kênh truyền

- Kết hợp giữa Nyquist và Shannon:

$$C = D_{\max} = R_{\max} n_{\max} = 2W \log_2 \sqrt{1 + \frac{P_S}{P_B}} = W \log_2 \left[ 1 + \frac{P_S}{P_B} \right]$$

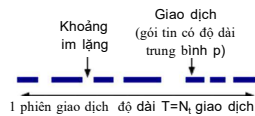
- $C$  được gọi là khả năng của kênh truyền, xác định tốc độ bit tối đa có thể chấp nhận được bởi kênh truyền đó

## Giao thông (Traffic)

- Giao thông là một khái niệm liên quan đến sự sử dụng một kênh truyền tin
- Giao thông cho phép biết được mức độ sử dụng kênh truyền từ đó có thể chọn một kênh truyền phù hợp với mức độ sử dụng hiện tại
- Một cuộc giao tiếp là một **phiên giao dịch** (session) với độ dài trung bình là  $T$  (giây)
- Cho  $N_c$  là số lượng phiên giao dịch trung bình trên một giờ
- Mật độ giao thông  $E$  được tính theo biểu thức sau:
  - $E = T N_c / 3600$
  - Đo mức độ sử dụng kênh truyền trong một giây

## Giao thông (Traffic)

- Một **phiên giao dịch** thành nhiều **giao dịch** (transaction) với độ dài trung bình là  $p$  bit, cách khoảng nhau bởi những khoảng im lặng
- Giả sử  $N_t$  là số giao dịch trung bình trong một phiên giao dịch
- Gọi  $D$  là tốc độ bit của kênh truyền, tốc độ bit thật sự  $d$  trong trường hợp này là:



## Giao thông (Traffic)

- Ví dụ: Trong một tính toán khoa học từ xa, người dùng giao tiếp với máy tính trung tâm. Cho :
  - $p = 900$  bits,  $N_t = 200$ ,  $T = 2700$  s,  $N_c = 0.8$ ,  $D = 1200$  b/s
  - Khi đó
    - Mật độ giao thông trung bình là  $E = 0.6$
    - Tàng suất sử dụng kênh truyền  $\theta = 0.05$

## Giao thông (Traffic)

- 
- Gọi  $D$  là tốc độ bit của kênh truyền, tốc độ bit thật sự  $d$  trong trường hợp này là:

$$d = \frac{N_t p}{T}$$

- Tàng suất sử dụng kênh truyền được định nghĩa bởi tỷ số:

$$\theta = \frac{d}{D}$$

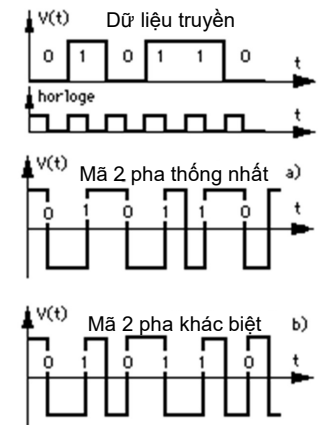
## Mã hóa đường truyền (Line Coding)

## Khái niệm

- Sau khi số hóa thông tin, vấn đề chúng ta phải quan tâm kế tiếp là cách truyền tải các bit "0" và "1". Ta có thể sử dụng tín hiệu số hoặc tín hiệu tuần tự để truyền tải các bit "0", "1". Công việc này còn được gọi là mã hóa đường truyền (line coding)

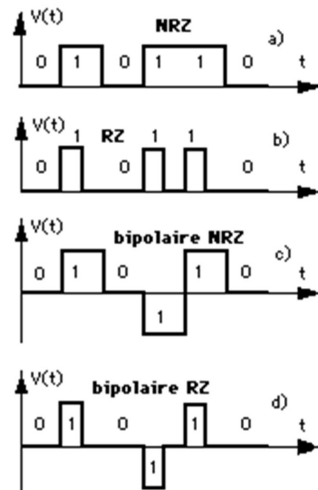
## Mã hóa đường truyền bằng tín hiệu số

- Mã hóa hai pha (biphase):
  - a) Mã hai pha thống nhất đôi khi còn gọi là mã Manchester : bit "0" được thể hiện bởi một chuyển đổi từ tín hiệu dương về tín hiệu âm và ngược lại một bit "1" được thể hiện bằng một chuyển đổi từ tín hiệu âm về tín hiệu dương
  - b) Mã hai pha khác biệt: Nhảy một pha 0 để thể hiện bit 0 và nhảy một pha  $\pi$  để thể hiện bit "1"



## Mã hóa đường truyền bằng tín hiệu số

- a) NRZ: Điện thế mức 0 để thể hiện bit 0 và điện thế khác không V0 cho bit "1"
- b) RZ: Mỗi bit "1" được thể hiện bằng một chuyển đổi điện thế từ V0 về 0
- c) Lưỡng cực NRZ: Các bit "1" được mã hóa bằng một điện thế dương, sau đó đến một điện thế âm và tiếp tục như thế
- d) Lưỡng cực RZ: Mỗi bit "1" được thể hiện bằng một chuyển đổi từ điện thế khác không về điện thế không. Giá trị của điện thế khác không đầu tiên là dương sau đó là âm và tiếp tục chuyển đổi qua lại như thế



## Mã hóa đường truyền bằng tín hiệu tuần tự

- a) Sử dụng tín hiệu số theo mã NRZ
- b) Sử dụng biến điệu biên độ
- c) Sử dụng biến điệu tần số
- d) Sử dụng biến điệu pha
- e) Sử dụng biến điệu pha lưỡng cực

