

# Chương 1

## Hệ thống số đếm và mã

# Nội dung chương 1

- Các hệ thống số đếm
- Chuyển đổi giữa các hệ cơ số
- Mã nhị phân (BCD)

# Các hệ thống số đếm

Hệ thống số đếm	Cơ số	Các ký tự
Nhị phân	2	0,1
Bát phân	8	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7
Thập phân	10	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9
Thập lục phân	16	0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F

# Biểu diễn hệ thống số đếm

- Số N trong hệ cơ số X:

$$N_X = a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0 . b_1 b_2 \dots b_{m-1} b_m$$

- $N_X$  có giá trị là:

$$N_X = a_n X^n + a_{n-1} X^{n-1} + \dots + a_1 X^1 + a_0 X^0 + b_1 X^{-1} + \dots b_m X^{-m}$$

- Ví dụ:

$$1001_2 = 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 9$$

$$35_8 = 3 * 8^1 + 5 * 8^0 = 29$$

$$953.78_{10} = 9 * 10^2 + 5 * 10^1 + 3 * 10^0 + 7 * 10^{-1} + 8 * 10^{-2}$$

$$A2F_{16} = 10 * 16^2 + 2 * 16^1 + 15 * 16^0 = 2607$$

# Hệ thống số thập phân

- Phân bố trọng số:

...	$10^4$	$10^3$	$10^2$	$10^1$	$10^0$	.	$10^{-1}$	$10^{-2}$	...
-----	--------	--------	--------	--------	--------	---	-----------	-----------	-----

- Ví dụ: phân tích số thập phân  $2745.214_{10}$   
$$2745.214_{10} = 2 * 10^3 + 7 * 10^2 + 4 * 10^1 + 5 * 10^0$$
$$+ 2 * 10^{-1} + 1 * 10^{-2} + 4 * 10^{-3}$$

# Hệ thống số nhị phân

- Phân bố trọng số:

...	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$	.	$2^{-1}$	$2^{-2}$	...
-----	-------	-------	-------	-------	-------	---	----------	----------	-----

- Ví dụ: phân tích số nhị phân  $1011.101_2$   
$$\begin{aligned} 1011.101_2 &= 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 1 * 2^1 + 1 * 2^0 \\ &\quad + 1 * 2^{-1} + 0 * 2^{-2} + 1 * 2^{-3} \\ &= 11.625_{10} \end{aligned}$$

# Phép cộng nhị phân

- Cộng hai bit nhị phân

A	B	$A + B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0 (nhớ 1)

## Phép cộng nhị phân (tt)

- Cộng hai số nhị phân không dấu

$$\begin{array}{r} \phantom{+} \phantom{1} \phantom{0} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{+} \phantom{1} \phantom{0} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ + \phantom{1} \phantom{0} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{+} \phantom{1} \phantom{0} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \phantom{+} \phantom{1} \phantom{0} \phantom{1} \phantom{1} \phantom{1} \\ \hline 1 \phantom{0} 1 \phantom{0} 1 \phantom{0} 0 \phantom{0} \end{array}$$



# Phép trừ nhị phân

- Trừ hai bit nhị phân

A	B	A - B
0	0	0
0	1	1 (mượn 1)
1	0	1
1	1	0

# Phép trừ nhị phân (tt)

- Trừ hai số nhị phân không dấu

$$\begin{array}{r}
 -1 \quad -1 \quad -1 \\
 1 \quad 1 \quad 0 \quad 1 \quad 0 \\
 - \phantom{00000} \\
 \phantom{00} 1 \quad 1 \quad 1 \\
 \hline
 1 \quad 0 \quad 0 \quad 1 \quad 1
 \end{array}$$

# Phép nhân nhị phân

- Nhân hai bit nhị phân

A	B	$A \times B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

# Phép nhân nhị phân (tt)

- Nhân hai số nhị phân

[illegible]

# Phép chia nhị phân (tt)

- Chia hai số nhị phân

$$\begin{array}{r} \begin{array}{r} 10010001 \\ - 1011 \\ \hline 1110 \\ - 1011 \\ \hline 1101 \\ - 1101 \\ \hline 10 \end{array} \quad \begin{array}{r} 1011 \\ \hline 1101 \end{array} \end{array}$$

# Số nhị phân có dấu

- Số bù 2: “đảo bit cộng 1”
- Ví dụ: số bù hai (8 bit) của 5

$$5 = 00000101_2$$

$$\text{Đảo bit của 5} = 11111010_2$$

$$\text{Cộng 1} = 11111011_2$$

$$-5 = 11111011_2$$

- Bit đầu tiên xác định dấu
  - Bit dấu bằng 0 xác định số dương
  - Bit dấu bằng 1 xác định số âm

# Số nhị phân có dấu (tt)

- Phạm vi biểu diễn của số nhị phân có dấu n bit:  $-2^{n-1}$  đến  $2^{n-1} - 1$
- Tìm giá trị của số âm:
  - Cách 1: Khai triển như số dương nhưng bit có trọng số lớn nhất được nhân thêm với (-1)
  - Cách 2: Lấy bù hai của nó được số dương có cùng biên độ
- Giá trị -1 được biểu diễn là 11...1 (n bit 1)
- Giá trị  $-2^n$  được biểu diễn là 100...0 (n bit 0)
  - Ví dụ:  $-32 = -2^5$  được biểu diễn là  $100000_2$

# Cộng trừ số nhị phân có dấu

- Thực hiện như số không dấu
- Thực hiện trên toán hạng có cùng chiều dài và kết quả cũng có cùng số bit
- Kết quả đúng nếu nằm trong phạm vi biểu diễn số dấu, nếu kết quả sai thì cần mở rộng chiều dài bit



# Cộng trừ số nhị phân có dấu (tt)

- Ví dụ:

$$\begin{array}{rcl} + & -6 & : \quad 1010 \\ + & +3 & : \quad 0011 \\ \hline & -3 & : \quad 1101 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} & -6 & : \quad 1010 \\ - & -2 & : \quad 1110 \\ \hline & -4 & : \quad 1100 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} + & -2 & : \quad 1110 \\ + & -5 & : \quad 1011 \\ \hline & -7 & : \quad 1001 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl} & +2 & : \quad 0010 \\ - & -5 & : \quad 1011 \\ \hline & +7 & : \quad 0111 \end{array}$$

# Cộng trừ số nhị phân có dấu (tt)

- Ví dụ:

$$\begin{array}{rcl} \begin{array}{r} + \\ +4 : 0100 \\ +5 : 0101 \\ \hline -7 : 1001 \end{array} & \longrightarrow & \begin{array}{r} 00100 \\ 00101 \\ \hline 01001 : +9 \end{array} \\ \begin{array}{r} - \\ -7 : 1001 \\ +5 : 0101 \\ \hline +4 : 0100 \end{array} & \longrightarrow & \begin{array}{r} 11001 \\ 00101 \\ \hline 10100 : -12 \end{array} \end{array}$$

*(Kq sai) (Kq đúng) (Kq sai) (Kq đúng)*

# Bội trong hệ nhị phân

Bội	Đơn vị	Kí hiệu	Giá trị
$2^{10}$	Kilo	K	1024
$2^{20}$	Mega	M	1.048.576
$2^{30}$	Giga	G	1.073.741.824
$2^{40}$	Tera	T	1.099.511.627.776

# Hệ thống số bát phân

- Phân bố trọng số:

...	$8^4$	$8^3$	$8^2$	$8^1$	$8^0$	.	$8^{-1}$	$8^{-2}$	...
-----	-------	-------	-------	-------	-------	---	----------	----------	-----

- Ví dụ: phân tích số bát phân  $372_8$

$$372_8 = 3 * 8^2 + 7 * 8^1 + 2 * 8^0 = 250_8$$

# Hệ thống số thập lục phân

- Phân bố trọng số:

...	$16^4$	$16^3$	$16^2$	$16^1$	$16^0$	.	$16^{-1}$	$16^{-2}$	...
-----	--------	--------	--------	--------	--------	---	-----------	-----------	-----

- Ví dụ: phân tích số bát phân  $3BA_{16}$

$$3BA_{16} = 3 * 16^2 + 11 * 16^1 + 10 * 16^0 = 954_{10}$$

# Nội dung chương 1

- Các hệ thống số đếm
- **Chuyển đổi giữa các hệ cơ số**
- Mã nhị phân (BCD)

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số

- **Cơ số X sang cơ số 10:**

- Số N trong hệ cơ số X:

$$N_X = a_n a_{n-1} \dots a_1 a_0 . b_1 b_2 \dots b_{m-1} b_m$$

- $N_X$  có giá trị là:

$$N_X = a_n X^n + a_{n-1} X^{n-1} + \dots + a_1 X^1 + a_0 X^0 + b_1 X^{-1} + \dots b_m X^{-m}$$

- Ví dụ:

$$1001_2 = 1 * 2^3 + 0 * 2^2 + 0 * 2^1 + 1 * 2^0 = 9$$

$$35_8 = 3 * 8^1 + 5 * 8^0 = 29$$

$$A2F_{16} = 10 * 16^2 + 2 * 16^1 + 15 * 16^0 = 2607$$

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 10 sang cơ số X:**

- **Phần nguyên:**

- Chia phần nguyên của N cho X được thương và số dư  $a_0$
- Tiếp tục chia phần thương cho X được thương mới và số dư  $a_1$
- Tiếp tục cho đến khi thương bằng 0 và số dư  $a_n$
- Phần nguyên biểu diễn trong hệ cơ số X là  $a_n \dots a_1 a_0$

- **Phần thập phân**

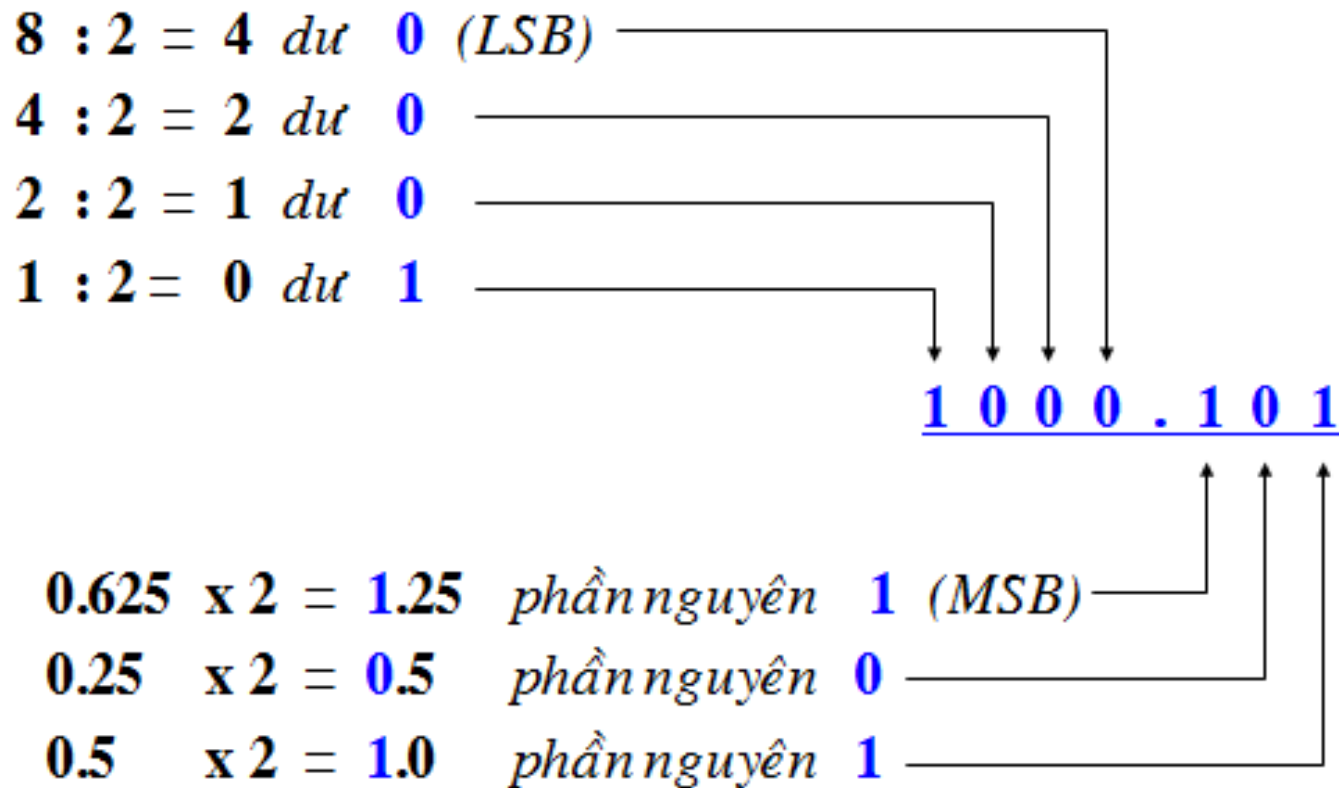
- Nhân phần thập phân của N với X được tích có phần nguyên là  $b_1$
- Tiếp tục nhân phần thập phân của tích với X được tích mới có phần nguyên là  $b_2$
- Tiếp tục cho đến khi phần thập phân của tích nhận được bằng 0 hoặc sau một số bước nhất định tùy theo độ chính xác yêu cầu
- Phần thập phân biểu diễn trong hệ cơ số X là  $b_1 b_2 \dots b_m$



# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 10 sang cơ số X:**

- Ví dụ 1: biến đổi  $8.625_{10}$  sang nhị phân



# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 10 sang cơ số X:**

- Ví dụ 2: biến đổi  $1480.4296875_{10}$  sang thập lục phân

$$1480 : 16 = 92 \text{ dư } 8 \text{ (LSD)}$$

$$92 : 16 = 5 \text{ dư } 12$$

$$5 : 16 = 0 \text{ dư } 5$$

5 C 8 . 6 E

$$0.4296875 \times 16 = 6.875 \text{ phần nguyên } 6 \text{ (MSD)}$$

$$0.875 \times 16 = 14.0 \text{ phần nguyên } 14$$

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 8 sang cơ số 2:**

- Biến mỗi ký tự trong hệ bát phân thành 3 bit nhị phân tương ứng

Octal	0	1	2	3	4	5	6	7
	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
Binary	000	001	010	011	100	101	110	111

- Ví dụ: biến đổi  $472_8$  sang nhị phân

4	7	2
↓	↓	↓
100	111	010

100111010<sub>2</sub>

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 16 sang cơ số 2:**

- Biến mỗi ký tự trong hệ thập lục phân thành 4 bit nhị phân tương ứng
- Ví dụ: biến đổi  $10AF_{16}$  sang nhị phân

1	0	A	F	
↓	↓	↓	↓	
0001	0000	1010	1111	<b>1000010101111<sub>2</sub></b>

Hexa	Decimal	Binary
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 2 sang cơ số 8:**

- Bắt đầu từ phải sang trái, nhóm các bit nhị phân thành các nhóm 3 bit
- Biến đổi mỗi nhóm 3 bit thành một Octal
- Ví dụ: biến đổi  $1011010111_2$  sang bát phân

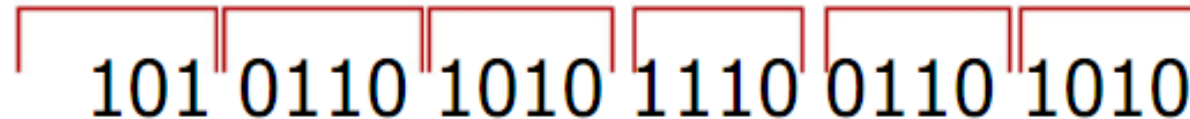
1 3 2 7  
┌───┴───┬───┴───┬───┴───┬───┴───┐  
1 011 010 111

$$1011010111_2 = 1327_8$$

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 2 sang cơ số 16:**

- Bắt đầu từ phải sang trái, nhóm các bit nhị phân thành các nhóm 4 bit
- Biến đổi mỗi nhóm 4 bit thành một Hexa
- Ví dụ: biến đổi  $10101101010111001101010_2$  sang thập lục phân

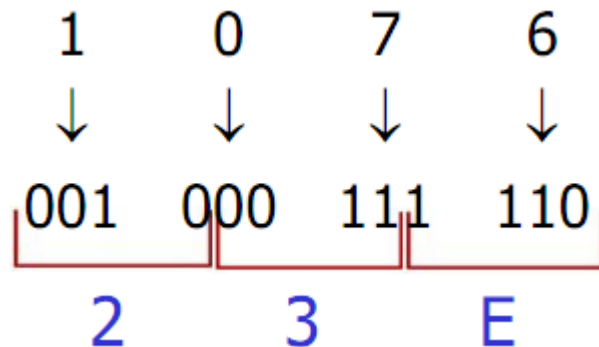
5	6	A	E	6	A
					

$$10101101010111001101010_2 = 56AE6A_{16}$$

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 8 sang cơ số 16:**

- Biến đổi số bát phân thành số nhị phân
- Biến đổi số nhị phân thành số thập lục phân
- Ví dụ: biến đổi  $1076_8$  sang thập lục phân

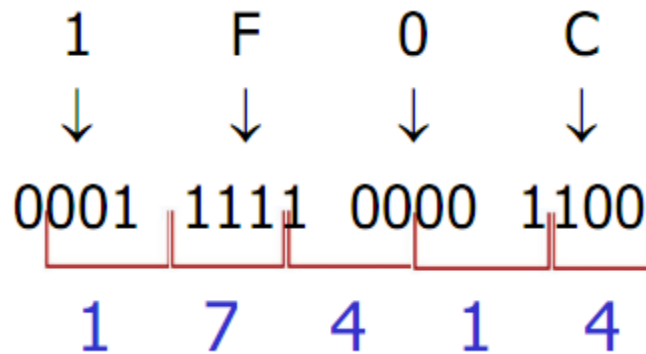


$$1076_8 = 23E_{16}$$

# Chuyển đổi giữa các hệ cơ số (tt)

- **Cơ số 16 sang cơ số 8:**

- Biến đổi số thập lục phân thành số nhị phân
- Biến đổi số nhị phân thành số bát phân
- Ví dụ: biến đổi  $1F0C_{16}$  sang bát phân



$$1F0C_{16} = 17414_8$$



# Nội dung chương 1

- Các hệ thống số đếm
- Chuyển đổi giữa các hệ cơ số
- Mã nhị phân (BCD)

# Mã hóa số thập phân

- Dùng số nhị phân 4 bit để mã hóa các chữ số thập phân (0-9), gọi là số BCD (Binary Coded Decimal)
- Phân loại:
  - BCD có trọng số
    - BCD tự nhiên: BCD 8421, BCD 5421,...
    - BCD số học: BCD 2421, BCD 5121,...
  - BCD không có trọng số: mã Gray, Gray thừa 3,...

# Mã BCD tự nhiên

Số thập phân	BCD 8421				BCD 5421			
	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	0	0
5	0	1	0	1	1	0	0	0
6	0	1	1	0	1	0	0	1
7	0	1	1	1	1	0	1	0
8	1	0	0	0	1	0	1	1
9	1	0	0	1	1	1	0	0

# Mã BCD số học

Số thập phân	BCD 2421				BCD 5121			
	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	0
3	0	0	1	1	0	0	1	1
4	0	1	0	0	0	1	1	1
5	1	0	1	1	1	0	0	0
6	1	1	0	0	1	1	0	0
7	1	1	0	1	1	1	0	1
8	1	1	1	0	1	1	1	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1

# Mã Gray

- Hai giá trị liên tiếp nhau có tổ hợp bit biểu diễn chỉ khác nhau 1 bit
- Được suy ra từ mã BCD 8421 bằng cách:
  - Bit đứng sau bit 0 giữ nguyên
  - Bit đứng sau bit 1 thì đảo 0 thành 1, 1 thành 0

# Mã Gray (tt)

Số thập phân	BCD 8421				Gray			
	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>	a <sub>3</sub>	a <sub>2</sub>	a <sub>1</sub>	a <sub>0</sub>
0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	0	0	0	1
2	0	0	1	0	0	0	1	1
3	0	0	1	1	0	0	1	0
4	0	1	0	0	0	1	1	0
5	0	1	0	1	0	1	1	1
6	0	1	1	0	0	1	0	1
7	0	1	1	1	0	1	0	0
8	1	0	0	0	1	1	0	0
9	1	0	0	1	1	1	0	1

# Mã Gray (tt)

Số thập phân	BCD thừa 3				Gray thừa 3			
	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$	$a_3$	$a_2$	$a_1$	$a_0$
0	0	0	1	1	0	0	1	0
1	0	1	0	0	0	1	1	0
2	0	1	0	1	0	1	1	1
3	0	1	1	0	0	1	0	1
4	0	1	1	1	0	1	0	0
5	1	0	0	0	1	1	0	0
6	1	0	0	1	1	1	0	1
7	1	0	1	0	1	1	1	1
8	1	0	1	1	1	1	1	0
9	1	1	0	0	1	0	1	0

# So sánh BCD và Binary

- BCD sử dụng nhiều bit hơn nhưng quá trình biến đổi đơn giản hơn

- Ví dụ:

$$137_{10} = 10001001_2 \text{ (Binary)}$$

$$137_{10} = 0001\ 0011\ 0111 \text{ (BCD 8421)}$$