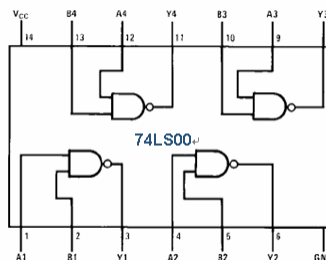


Kỹ Thuật Số



Giảng viên

TS. Lê Chí Thông

Bộ môn Điện tử; Khoa Điện-Điện tử

Đại học Bách Khoa TP.HCM

Email: chithong@hcmut.edu.vn

Website: sites.google.com/site/chithong

BK e-Learning <http://e-learning.hcmut.edu.vn>

Tác giả soạn slides: Nguyễn Trọng Luật

Nội Dung Tóm Tắt

- Môn học này giới thiệu nhiều chủ đề về các nguyên tắc và thực hành thiết kế số, bao gồm: hệ thống số; đại số Boole, các cổng logic, tối thiểu hóa mạch; hệ tổ hợp; bộ nhớ ROM, RAM và logic khả lập trình, Hệ tuần tự: chốt, flip-flop, thanh ghi, bộ đếm, máy trạng thái; các họ vi mạch số; ngôn ngữ mô tả phần cứng. Giới thiệu chuyển đổi tương tự-số và tổ chức máy tính.
- Sau khi đạt môn này SV có khả năng hiểu, thiết kế và xây dựng các hệ thống số tổ hợp và tuần tự.

Sách và Tài Liệu

- **John F. Wakerly** – *Digital Design, Principles and Practices*, 4th Ed–Prentice-Hall, 2006
- **Katz and Boriello** – *Contemporary Logic Design*, 2nd Ed.–Prentice-Hall, 2005
- **M. Morris Mano and Charles R. Kime** – *Logic and Computer Design Fundamentals*, 3rd Ed.–Prentice-Hall, 2004
- **Nguyễn Như Anh** – *Kỹ Thuật Số 1*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM.
- **Hồ Trung Mỹ** – *Kỹ Thuật Số 2*, Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM
- **Lê Chí Thông** – *Kỹ Thuật Số cơ khí* – Nhà xuất bản Đại học Quốc gia TP.HCM
- Bài giảng và bài tập.

Phân bố tiết và cách đánh giá

- Tổng số tiết: 60
 - Lý thuyết + Bài tập: 45 tiết
 - Thí nghiệm: 15 tiết
- Tỷ lệ đánh giá
 - Bài tập: 10%
 - Thí nghiệm: 25%
 - Kiểm tra: 10%
 - Thi: 55%

Nội Dung Chương Trình

Chương 1: Hệ Thống Số Đếm

Chương 2: Đại Số Boole

Chương 3: Hệ Tổ Hợp

Chương 4: Hệ Tuần Tự

Chương 5: Các Thiết Bị Logic Lập Trình Được (PLD)

Chương 6: Ngôn Ngữ Mô Tả Phần Cứng (VHDL)

Chương 1: HỆ THỐNG SỐ ĐẾM – SỐ NHỊ PHÂN

I. Các hệ thống số đếm:

1. Các khái niệm:

- Cơ số (r - radix):

là số lượng ký tự chữ số (ký số - digit)
sử dụng để biểu diễn trong hệ thống số đếm

- Trọng số (weight):

đại lượng biểu diễn cho vị trí của 1 con số
trong chuỗi số.

$Trọng\ số = Cơ\ số^{Vị\ trí}$

- Giá trị (value):

tính bằng tổng theo trọng số

$Giá\ trị = \sum (Ký\ số \times Trọng\ số)$ ₇

a. Số thập phân (Decimal): **Cơ số r = 10**

4	0	7	.	6	2	5
10 ²	10 ¹	10 ⁰	.	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
4x10 ²	0x10 ¹	7x10 ⁰	.	6x10 ⁻¹	2x10 ⁻²	5x10 ⁻³
400	0	7	.	0.6	0.02	0.005

400 + 0 + 7 + 0.6 + 0.02 + 0.005 = 407.625

b. Số nhị phân (Binary): **Cơ số r = 2**

1	0	1	.	0	1	1
2 ²	2 ¹	2 ⁰	.	2 ⁻¹	2 ⁻²	2 ⁻³
1x2 ²	0x2 ¹	1x2 ⁰	.	0x2 ⁻¹	1x2 ⁻²	1x2 ⁻³
4	0	1	.	0	0.25	0.125

4 + 0 + 1 + 0 + 0.25 + 0.125 = 5.375

8

c. Số thập lục phân (Hexadecimal): Cơ số r = 16

Hexadecimal	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

Hexadecimal	Decimal	Binary
8	8	1000
9	9	1001
A	10	1010
B	11	1011
C	12	1100
D	13	1101
E	14	1110
F	15	1111

5	A	0	.	4	D	1
16^2	16^1	16^0	.	16^{-1}	16^{-2}	16^{-3}
5×16^2	10×16^1	0×16^0	.	4×16^{-1}	13×16^{-2}	1×16^{-3}
1280	160	0	.	0.25	0.0508	0.0002

$1280 + 160 + 0 + 0.25 + 0.0508 + 0.0002 = \underline{1440.301}$

2. Chuyển đổi cơ số:

a. Từ thập phân sang nhị phân

8 . 625

8 : 2 = 4 dư 0 (LSB)

4 : 2 = 2 dư 0

2 : 2 = 1 dư 0

1 : 2 = 0 dư 1

1 0 0 0 . 1 0 1 B

0.625 x 2 = 1.25 phần nguyên 1 (MSB)

0.25 x 2 = 0.5 phần nguyên 0

0.5 x 2 = 1.0 phần nguyên 1

GV dạy: Lê Chí Thông

5

b. Từ thập phân sang thập lục phân:

1 4 8 0 . 4 2 9 6 8 7 5

1480 : 16 = 92 dư **8** (LSD)

92 : 16 = 5 dư **12**

5 : 16 = 0 dư **5**

5

C

8

.

6

E

H

0.4296875 x 16 = **6.875** phần nguyên **6** (MSD)

0.875 x 16 = **14.0** phần nguyên **14**

11

c. Từ nhị phân sang thập lục phân:

0011101101011101.01101010B

3

B

5

D

.

6

A

H

d. Từ thập lục phân sang nhị phân:

2C9.E8H

001011001001.11101000B

12

GV dạy: Lê Chí Thông

6

II. Số nhị phân (Binary):

1.Các tính chất của số nhị phân

- Số nhị phân n bit có 2^n giá trị từ 0 đến $2^n - 1$
- Số nhị phân có giá trị 2^n-1 : 1...1 (n bit 1)
và giá trị 2^n : 10...0 (n bit 0)
- Số nhị phân có giá trị lẻ là số có LSB = 1;
ngược lại giá trị chẵn là số có LSB = 0
- Các bội số của bit:
1 B (Byte) = 8 bit
1 KB = 2^{10} B = 1024 B
1 MB = 2^{10} KB = 2^{20} B
1 GB = 2^{10} MB

13

2. Các phép toán số học trên số nhị phân:

a. Phép cộng:

0	+	0	=	0
0	+	1	=	1
1	+	0	=	1
1	+	1	=	0 nhớ 1

111

10111

+

101

11100

b. Phép trừ:

0	-	0	=	0
0	-	1	=	1 mượn 1
1	-	0	=	1
1	-	1	=	0

-1-1-1

11010

-

111

10011

14

c. Phép nhân:

1 0 1 1

×

1 0 0 1

1 0 1 1

0 0 0 0

0 0 0 0

1 0 1 1

1 1 0 0 0 1 1

d. Phép chia:

1 0 0 1 0 0 0 1

-

1 0 1 1

1 1 1 0

-

1 0 1 1

1 1 0 1

-

1 0 1 1

1 0

1 0 1 1

|

1 0 1 1

1 1 0 1

15

3. Mã nhị phân:

Từ mã:

là các tổ hợp nhị phân được sử dụng trong loại mã nhị phân

a. Mã nhị phân cho số thập phân (BCD – Binary Coded Decimal)

Số thập phân	BCD (8 4 2 1)	BCD (2 4 2 1)	BCD quá 3	Mã 1 trong 10
0	0000	0000	0011	0000000001
1	0001	0001	0100	0000000010
2	0010	0010	0101	0000000100
3	0011	0011	0110	0000001000
4	0100	0100	0111	0000010000
5	0101	1011	1000	0000100000
6	0110	1100	1001	0001000000
7	0111	1101	1010	0010000000
8	1000	1110	1011	0100000000
9	1001	1111	1100	1000000000

GV dạy: Lê Chí Thông

8

b. Mã Gray: là mã nhị phân mà 2 giá trị liên tiếp nhau có tổ hợp bit biểu diễn chỉ khác nhau 1 bit

Giá trị	Binary	Gray
0	0 0 0	0 0 0
1	0 0 1	0 0 1
2	0 1 0	0 1 1
3	0 1 1	0 1 0
4	1 0 0	1 1 0

Đổi từ Binary sang Gray

1 0 1 1 0

1 0 1 1 0

Gray: 1 1 1 0 1

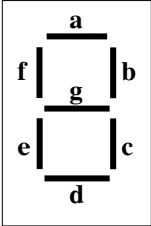
Đổi từ Gray sang Binary

Gray: 1 1 0 0 1

1 0 0 0 1

17

c. Mã LED 7 đoạn:



Giá trị	a	b	c	d	e	f	g
0	1	1	1	1	1	1	0
1	0	1	1	0	0	0	0
2	1	1	0	1	1	0	1
3	1	1	1	1	0	0	1
4	0	1	1	0	0	1	1
5	1	0	1	1	0	1	1
6	1	0	1	1	1	1	1
7	1	1	1	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	1
9	1	1	1	1	0	1	1

d. Mã 1 trong n:

là mã nhị phân n bit có mỗi từ mã chỉ có 1 bit là 1 (hoặc 0) và n-1 bit còn lại là 0 (hoặc 1)

Mã 1 trong 4:

1 0 0 0

0 1 0 0

0 0 1 0

0 0 0 1

hoặc

0 1 1 1

1 0 1 1

1 1 0 1

1 1 1 0

18

GV dạy: Lê Chí Thông

9

d. Mã ký tự ASCII:									
		(Cột) $b_6b_5b_4$							
(Hàng)		0 0 0	0 0 1	0 1 0	0 1 1	1 0 0	1 0 1	1 1 0	1 1 1
$b_3b_2b_1b_0$	Hex	0	1	2	3	4	5	6	7
0 0 0 0	0	NUL	DLE	SP	0	@	P	`	p
0 0 0 1	1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
0 0 1 0	2	STX	DC2	”	2	B	R	b	r
0 0 1 1	3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s
0 1 0 0	4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t
0 1 0 1	5	ENQ	NAK	%	5	E	U	e	u
0 1 1 0	6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
0 1 1 1	7	BEL	ETB	,	7	G	W	g	w
1 0 0 0	8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
1 0 0 1	9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
1 0 1 0	A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
1 0 1 1	B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
1 1 0 0	C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
1 1 0 1	D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
1 1 1 0	E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
1 1 1 1	F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

III. Số nhị phân có dấu :

1. Biểu diễn số có dấu:

a. Số có dấu theo biên độ (Signed Magnitude):

- Bit MSB là bit dấu: 0 là số dương và 1 là số âm, các bit còn lại biểu diễn giá trị độ lớn

+ 13 : 0 1 1 0 1

- 13 : 1 1 1 0 1

- Phạm vi biểu diễn:

- (2ⁿ⁻¹ - 1) ÷ + (2ⁿ⁻¹ - 1)

20

b. Số bù 1 (1's Complement):

- Số bù_1 của 1 số nhị phân N có chiều dài n bit

$$\text{Bù}_1(N) = 2^n - 1 - N$$

$$\begin{aligned}\text{Bù}_1(1001) &= 2^4 - 1 - 1001 \\ &= 1111 - 1001 \\ &= 0110\end{aligned}$$

- Có thể lấy Bù_1 của 1 số nhị phân bằng cách lấy đảo từng bit của nó (0 thành 1 và 1 thành 0)

- **Biểu diễn số có dấu bù 1:**

- * Số có giá trị dương:

bit dấu = 0, các bit còn lại biểu diễn độ lớn

- * Số có giá trị âm:

lấy bù_1 của số dương có cùng độ lớn

- Phạm vi biểu diễn

$$-(2^{n-1} - 1) \div + (2^{n-1} - 1)$$

21

c. Số bù 2 (2's Complement):

- Số bù_2 của 1 số nhị phân N có chiều dài n bit cũng có n bit

$$\text{Bù}_2(N) = 2^n - N = \text{Bù}_1(N) + 1$$

$$\begin{aligned}\text{Bù}_2(1001) &= 2^4 - 1001 \\ &= 10000 - 1001 \\ &= 0111\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{hoặc } \text{Bù}_2(1001) &= \text{Bù}_1(1001) + 1 \\ &= 0110 + 1 \\ &= 0111\end{aligned}$$

22

- Biểu diễn số có dấu bù 2:

* Số có giá trị dương:

bit dấu = 0, các bit còn lại biểu diễn độ lớn

* Số có giá trị âm:

lấy bù_2 của số dương có cùng độ lớn

- Phạm vi biểu diễn số nhị phân có dấu n bit

$$-(2^{n-1}) \div + (2^{n-1} - 1)$$

Giá trị dương	Giá trị âm
000 = 0	100 = - 4
001 = + 1	101 = - 3
010 = + 2	110 = - 2
011 = + 3	111 = - 1

23

- Để tìm được giá trị của số âm:

ta lấy bù_2 của nó; sẽ nhận được số dương có cùng biên độ

Số âm 1 1 0 0 0 1 có giá trị : -15

Bù_2 (1 1 0 0 0 1) = 0 0 1 1 1 1 : + 15

- Mở rộng chiều dài bit số có dấu:

số dương thêm các bit 0 và số âm thêm các bit 1 vào trước

$$- 3 : 1 0 1 = 1 1 1 0 1$$

- Lấy bù_2 hai lần một số thì bằng chính số đó

- Giá trị -1 được biểu diễn là 1 11 (n bit 1)

- Giá trị -2ⁿ được biểu diễn là 1 0 0 0 0 (n bit 0)

$$- 32 = - 2^5 : 1 0 0 0 0 0$$

24

GV dạy: Lê Chí Thông

12

2. Các phép toán cộng trừ số có dấu:

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

- 6

:

1 0 1 0

+

+ 3

:

0 0 1 1

- 3

:

1 1 0 1

+ 4

:

0 1 0 0

—————→

0 0 1 0 0

+

+ 5

:

0 1 0 1

—————→

0 0 1 0 1

- 7

:

1 0 0 1

(Kq sai)

- 2

:

1 1 1 0

+

- 5

:

1 0 1 1

- 7

:

1 0 0 1

0 1 0 0 1

:

+ 9

(Kq đúng)₂₅

Tràn (overflow) xảy ra khi số nhớ C_{in} và C_{out} tại vị trí dấu là khác nhau.

- 6

:

1 0 1 0

-

- 2

:

1 1 1 0

- 4

:

1 1 0 0

- 7

:

1 0 0 1

—————→

1 1 0 0 1

-

+ 5

:

0 1 0 1

—————→

0 0 1 0 1

+ 4

:

0 1 0 0

(Kq sai)

+ 2

:

0 0 1 0

-

- 5

:

1 0 1 1

+ 7

:

0 1 1 1

1 0 1 0 0

:

- 12

(Kq đúng)

26

GV dạy: Lê Chí Thông

13

Trừ với số bù 2:

$A - B = A + \text{Bù}_2(B)$

* Trừ với số không có dấu

6 : 0 1 1 0

- 13 : 1 1 0 1

- 7 :

→

bù_2:

→

0 1 1 0

+ 0 0 1 1

1 0 0 1

* Trừ với số có dấu

- 6 : 1 0 1 0

- 3 : 1 1 0 1

- 3 :

→

bù_2:

→

1 0 1 0

+ 0 0 1 1

1 1 0 1

27

IV. Cộng trừ số BCD:

Cộng	$S = A + B$	Nếu decade $S_i > 9$ hoặc có bit nhớ $C_i = 1$ thì hiệu chỉnh $S_i: S_i = S_i + 0110$ (6D)	
Trừ	$D = A - B$ $= A + \text{Bù}_2(B)$ (bỏ qua bit nhớ C_n)	<div>$C_n = 1$: kết quả D là số dương</div> <div>$C_n = 0$: kết quả D là số âm Lấy bù 2 (D)</div>	Nếu decade $D_i > 9$ thì hiệu chỉnh $D_i:$ $D_i = D_i + 1010$ (10D) (bỏ qua bit nhớ khi hiệu chỉnh)

C_n là bit nhớ tạo ra từ decade cao nhất, C_i là số nhớ tạo ra từ decade thứ i

29 : 0 0 1 0 1 0 0 1

+ 55 : 0 1 0 1 0 1 0 1

0 1 1 1 1 1 1 0

0 1 1 0

84 : 1 0 0 0 0 1 0 0

28 : 0 0 1 0 1 0 0 0

+ 19 : 0 0 0 1 1 0 0 1

0 1 0 0 0 0 0 1

0 1 1 0

47 : 0 1 0 0 0 1 1 1

28

GV dạy: Lê Chí Thông

14

29 : 0010 1001

→

0010 1001

- 14 : 0001 0100

→

1110 1100

Bù 2

C_n = 1

Bỏ qua C_n

+

0010 1001

1110 1100

0001 0101

= 15

Kết quả: + 15

56 : 0101 0110

→

0101 0110

- 18 : 0001 1000

→

1110 1000

Bù 2

C_n = 1

Bỏ qua C_n

+

0101 0110

1110 1000

0011 1110

1010

0011 1000

D₀ > 9

= 38

Kết quả: + 38

Bỏ qua bit nhớ

GV dạy: Lê Chí Thông

15

21 : 0010 1001

55 : 0101 0101

→

→

Bù 2

$C_n = 0$

+

+

0010 0001

1010 1011

1100 1100

Bù 2

↓

0011 0100

34 :

Kết quả: -34

31

29 : 0010 1001

55 : 0101 0101

→

→

Bù 2

$C_n = 0$

+

+

0010 1001

1010 1011

1101 0100

Bù 2

↓

0010 1100

+ 1010

0010 0110

26 :

Bỏ qua bit nhớ

Kết quả: -26

32

16 : 0001 0110

- 40 : 0100 0000

→

Bù 2

→

0001 0110

+ 1100 0000

1101 0110

C_n = 0

↓ Bù 2

0010 1010

+ 1010

0010 0100

Kết quả: - 24

24 : 0010 0100

Bỏ qua bit nhớ

D₀ > 9

33

