

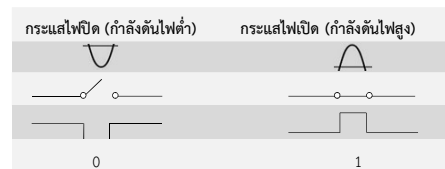
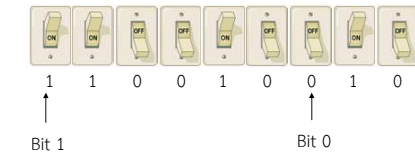
ระบบเลขฐาน (Number Base System)

- ระบบเลขฐาน
- การแปลงเลขฐาน
- การคำนวณเลขฐาน
- รหัสแทนข้อมูล

ผู้ช่วยศาสตราจารย์พัชรินทร์ บัวเย็น
(ประกอบคำராไมโครคอมพิวเตอร์และพีซีชนิดบูตลิน)

ระบบเลขฐาน

Computer Processing ทำโดย Transistors ซึ่ง เป็นการกำหนดสถานะของ Switches คือ on (1) และ off (0)



2

ระบบเลขฐาน

ในระบบการทำงานของคอมพิวเตอร์ นอกจากจะใช้เลขฐานสองแล้วในการประมวลผลแล้วยังได้มีการใช้เลขฐานอื่นๆ ร่วมด้วย อาทิ เลขฐานแปด และเลขฐานสิบหก

ระบบเลขฐาน	ชื่อเลขฐานภาษาอังกฤษ	ตัวเลขที่ใช้ในระบบเลขฐาน
2	Binary	0 1
3	Ternary	0 1 2
4	Quaternary	0 1 2 3
5	Quinary	0 1 2 3 4
6	Senary	0 1 2 3 4 5
7	Septenary	0 1 2 3 4 5 6
8	Octal	0 1 2 3 4 5 6 7
9	Nonary	0 1 2 3 4 5 6 7 8
10	Denary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
11	Undenary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A
12	Duodenary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B
13	Tredenary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C
14	Quatuorndary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D
15	Quidenary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E
16	Hexadenary	0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 A B C D E F

(ตัวเลขในแต่ละเลขฐานจะมีค่าต่ำสุด คือ 0 และค่าสูงสุด คือค่าของเลขฐานลบด้วย 1 (เลขฐาน-1))

3

ระบบเลขฐาน

ระบบเลขฐานที่นิยมมี 4 เลขฐาน ได้แก่

1. **Decimal Number** คือ ระบบเลขฐานสิบ ซึ่งใช้เป็นมาตรฐานทั่วไป (0,1,2,3,...,9)
เช่น 1, 3, 6798, 234, 100.12
2. **Binary Number** คือ ระบบเลขฐานสอง ซึ่งใช้ในการประมวลผลในเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งมีค่าสูงสุดไม่เกินค่า 2 นั่นคือจะมีค่าเพียง 0 และ 1 เท่านั้น
เช่น 1011011011, 111011100001
3. **Octal Number** คือ ระบบเลขฐานแปด ซึ่งใช้ในการศึกษาวงจรดิจิทัล (1,2,3,4,5,6,7)
เช่น 234.75, 1202311, 11011, 765644
4. **Hexadecimal Number** คือ ระบบเลขฐานสิบหก ซึ่งใช้ในระบบวงจรดิจิทัล ซึ่งเป็นการกำหนดรูปแบบคำสั่งแทนการใช้เลขฐาน 2 และฐาน 8 (1, 2, 3,..., F)
เช่น E22AF, 1567AE, C4F

4

ระบบเลขฐาน

ตารางเปรียบเทียบเลขฐานสิบ ฐานสอง ฐานแปด และฐานสิบหก

X ₁₀	X ₂	X ₈	X ₁₆
0	0	0	0
1	1	1	1
2	10	2	2
3	11	3	3
4	100	4	4
5	101	5	5
6	110	6	6
7	111	7	7
8	1000	10	8
9	1001	11	9
10	1010	12	A

X ₁₀	X ₂	X ₈	X ₁₆
11	1011	13	B
12	1100	14	C
13	1101	15	D
14	1110	16	E
15	1111	17	F
16	10000	20	10
17	10001	21	11
18	10010	22	12
19	10011	23	13
20	10100	24	14
30	11110	36	1E

5

ระบบเลขฐาน

ระบบเลขฐานทุกเลขฐานจะมีค่าประจำหลัก เพื่อบ่งบอกระดับของตัวเลขนั้นๆ เช่น ในเลขฐานสิบ มีค่าประจำหลักได้แก่ หลักหน่วย (100) หลักสิบ (101) หลักร้อย (102) หลักพัน (103) เป็นต้น

ค่าประจำหลักมากที่สุด จะอยู่ด้านซ้ายสุดของชุดตัวเลข และค่าประจำหลักน้อยสุด จะอยู่ด้านขวาสุดของชุดตัวเลข) ซึ่งค่าประจำหลักน้อยสุดเรียกว่า แอลเอสดี (LSD : Least Significant Digit คือเลขฐาน 0 ค่าประจำหลักสูงสุดเรียกว่า เอ็มเอสดี (MSD : Most Significant Digit) คือ เลขฐานจำนวนตัวเลข -1

เช่น (7249)₁₀ มาจาก (7×103) + (2×102) + (4×101) + (9×100)

ซึ่งเท่ากับ (7×1000) + (2×100) + (4×10) + (9×1)

ดังนั้น ค่าประจำหลักของเลขโดด 7 คือ 103 หรือ 1000

ค่าประจำหลักของเลขโดด 2 คือ 102 หรือ 100

ค่าประจำหลักของเลขโดด 4 คือ 101 หรือ 10

ค่าประจำหลักของเลขโดด 9 คือ 100 หรือ 1

6

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงเลขฐานสิบเป็นฐานอื่น เลขจำนวนเต็ม

แปลงเลขฐานสิบ -> เลขฐานสิบหก

วิธีการเทียบค่าประจำหลัก

$$(4005)_{10} = (FA4)_{16}$$

ค่าประจำหลัก	16^3	16^2	16^1	16^0
	$16 \times 16 \times 16$	16×16	16	1
	4096	256	16	1
	0	15 => F	10 => A	4

$$256 \times 15 = 3840 \quad 16 \times 10 = 160 \quad 1 \times 4 = 4$$

$$4005 \quad 165 \quad 4$$

$$-3840 \quad -160 \quad -4$$

$$165 \quad 4 \quad 0$$

13

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงเลขฐานอื่นเป็นฐานสิบ

แปลงเลขฐานอื่นๆ -> เลขฐานสิบ

$$(b_{m-1} \times B^{m-1}) + (b_{m-2} \times B^{m-2}) + \dots + (b_2 \times B^2) + (b_1 \times B^1) + (b_0 \times B^0) + (b_{-1} \times B^{-1}) + \dots$$

$$\text{Ex. } (10101.1011)_2 = (?)_{10}$$

$$(1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (1 \times 2^2) + (0 \times 2^1) + (1 \times 2^0) + (1 \times 2^{-1}) + (0 \times 2^{-2}) + (1 \times 2^{-3}) + (1 \times 2^{-4})$$

$$= (1 \times 16) + (0 \times 8) + (1 \times 4) + (0 \times 2) + (1 \times 1) + (1 \times 0.5) + (0 \times 0.25) + (1 \times 0.125) + (1 \times 0.0625)$$

$$= 16 + 4 + 1 + 0.5 + 0.125 + 0.0625 = 21.6875 \text{ หรือ ประมาณ } 21.69$$

14

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงเลขฐานอื่นเป็นฐานสิบ

Example

$$(10011)_2 = (1 \times 2^4) + (0 \times 2^3) + (0 \times 2^2) + (1 \times 2^1) + (1 \times 2^0)$$

$$= (1 \times 16) + (1 \times 2) + (1 \times 1) = 16 + 2 + 1 = 19$$

$$(3610)_8 = (3 \times 8^3) + (6 \times 8^2) + (1 \times 8^1) + (0 \times 8^0)$$

$$= (3 \times 512) + (6 \times 64) + (1 \times 8) = 1,928$$

$$(21A)_{16} = (2 \times 16^2) + (1 \times 16^1) + (1 \times 16^0)$$

$$= (2 \times 256) + (1 \times 16) + (10 \times 1) = 538$$

15

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงระหว่างเลขฐานสองกับเลขฐานแปด

2 --> 8

$$(1 \mid 1 \mid 0 \mid 0 \mid 1 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1)_2$$

$$1 \quad 4 \quad 7 \quad 3 \quad 3$$

$$\text{ดังนั้น } (1100111011011)_2 = (14733)_8$$

$$(1 \mid 0 \mid 0 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1)_2$$

$$2 \quad 2 \quad 5 \quad 5 \quad 4$$

$$\text{ดังนั้น } (10010101.1011)_2 = (225.54)_8$$

16

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงระหว่างเลขฐานสองกับเลขฐานแปด

8 --> 2

$$001 \mid 100 \mid 111 \mid 011 \mid 011$$

$$1 \mid 4 \mid 7 \mid 3 \mid 3$$

$$\text{ดังนั้น } (14733)_8 = (1100111011011)_2$$

$$010 \mid 010 \mid 101 \mid 101 \mid 100$$

$$2 \mid 2 \mid 5 \mid .5 \mid 4$$

$$\text{ดังนั้น } (225.54)_8 = (10010101.1011)_2$$

17

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงระหว่างเลขฐานสองกับเลขฐานสิบหก

2 --> 16

$$(1 \mid 1 \mid 0 \mid 0 \mid 1 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1)_2$$

$$1 \quad 9 \quad D \quad B$$

$$\text{ดังนั้น } (1100111011011)_2 = (19DB)_{16}$$

$$(1 \mid 0 \mid 0 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1 \mid 0 \mid 1 \mid 1)_2$$

$$9 \quad 5 \quad B$$

$$\text{ดังนั้น } (10010101.1011)_2 = (95.B)_{16}$$

18

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงระหว่างเลขฐานสองกับเลขฐานสิบหก

16 --> 2

1 | A | D | B
0001 | 1010 | 1101 | 1011

$$(1ADB)_{16} = (1101011011011)_2$$

E | A | .8 | F
1110 | 1010 | 1000 | 1111

$$(EA.8F)_{16} = (1110101010001111)_2$$

19

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงระหว่างเลขฐานแปดกับเลขฐานสิบหก

8 --> 16

8

2

16

1 | 4 | 7 | 3 | 3
001 | 100 | 111 | 011 | 011

001 | 1001 | 1101 | 1011

1 | 9 | D | B

$$(14733)_8 = (19DB)_{16}$$

20

➤ การแปลงเลขฐาน

การแปลงระหว่างเลขฐานแปดกับเลขฐานสิบหก

16 --> 8

16

2

8

1 | 9 | D | B
0001 | 1001 | 1101 | 1011

0001 | 1001 | 1110 | 1101 | 1011

0 | 1 | 4 | 7 | 3 | 3

$$(19DB)_{16} = (14733)_8$$

21

☐ การคำนวณเลขฐาน

Addition

การบวกเลขฐาน (Addition)

C	0110	10110	1110	10010
	2374	2374 ₈	3FC5 ₁₆	1101 ₂
	+ 6276	+ 6276 ₈	+ 7FAE ₁₆	+ 1001 ₂
S	8650	10672 ₈	BF73 ₁₆	10110 ₂

การบวกในระบบคอมพิวเตอร์ (Binary numbers)

a) 1001 + 0101	b) 1100 + 0100	c) 0101 + 0100	d) 1001 + 1010
$\begin{array}{r} 1001 \\ + 0101 \\ \hline 1110 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1100 \\ + 0100 \\ \hline 10000 \end{array}$	$\begin{array}{r} 0101 \\ + 0100 \\ \hline 1001 \end{array}$	$\begin{array}{r} 1001 \\ + 1010 \\ \hline 10011 \end{array}$
-7 +5 -2	-4 +4 0	5 +4 Overflow	-7 +6 Overflow

☐ การคำนวณเลขฐาน

Subtraction

การลบเลขฐาน (Subtraction)

$\begin{array}{r} 1010 \\ 8563 \\ - 6276 \\ \hline 2397 \end{array}$	$\begin{array}{r} 888 \\ 4068 \\ - 4276_8 \\ \hline 0674_8 \end{array}$	$\begin{array}{r} 16 \\ 7F5_{16} \\ - 6FAE_{16} \\ \hline 1017_{16} \end{array}$
--	---	--

Complement สำหรับการลบเลขฐานสอง

1's Complement

$$\begin{array}{r} 11011100 \\ \downarrow \text{เปลี่ยนบิต '0' } \leftrightarrow \text{'1'} \\ 11011100 \end{array}$$

2's Complement

$$\begin{array}{r} 11011100 \\ \downarrow \text{1's Complement} \\ 11011100 \\ + 1 \\ \hline 11011101 \end{array}$$

23

☐ การคำนวณเลขฐาน

Subtraction

การลบเลขฐานสอง โดยใช้ 1's Complement

1. หากจำนวนของบิตของตัวตั้งและตัวลบไม่เท่ากัน ให้เพิ่มบิต 0 ด้านหน้าของตัวที่น้อยกว่า เพื่อให้จำนวนบิตเท่ากัน
2. หา 1's Complement ของตัวลบ แล้วนำมาบวกกับตัวตั้ง
3. ถ้าผลบวกมีตัวทดเกินบิตที่มีอยู่ให้นำตัวทอนั้นมาบวกกับผลจากข้อที่ 1 จะได้ค่าบวก
4. ถ้าผลบวกจากข้อ 1 ไม่มีตัวทดให้นำผลบวกจากข้อที่ 1 มาหา 1's Complement ซึ่งผลที่ได้ให้ค่าเป็นลบ

$\begin{array}{r} 110111 - 100101 \\ \downarrow \text{1's Complement} \\ 011010 \\ \begin{array}{r} 110111 \\ + 011010 \\ \hline 101001 \\ + 101001 \\ \hline 100010 \end{array} \end{array}$	$\begin{array}{r} 10111 - 110110 \\ \downarrow \text{1's Complement} \\ 001001 \\ \begin{array}{r} 010111 \\ + 001001 \\ \hline 100000 \\ + 100000 \\ \hline 011111 \end{array} \end{array}$
คำตอบ: 100010	คำตอบ: 011111

24

❑ การคำนวณเลขฐาน

Subtraction

การลบเลขฐานสอง โดยใช้ 2's Complement

1. หากจำนวนของบิตของตัวตั้งและตัวลบไม่เท่ากัน ให้เพิ่มบิต 0 ด้านหน้าของตัวที่น้อยกว่า เพื่อให้จำนวนบิตเท่ากัน
2. หา 2's Complement ของตัวลบ แล้วนำมาบวกกับตัวตั้ง
3. ถ้าผลบวกมีบิตเกินมา ให้ตัดบิตเกินทิ้ง ซึ่งผลที่ได้จะมีค่าเป็นบวก
4. ถ้าผลบวกไม่มีบิตเกินมา ให้นำผลบวกจากข้อที่ 1 มาหา 2's Complement ซึ่งผลที่ได้จะมีค่าเป็นลบ

$$\begin{array}{r}
 110111 - 100101 \\
 \hline
 110111 + 011011 \\
 \hline
 010010 \quad \leftarrow \text{คำตอบ}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 10111 - 110110 \\
 \hline
 010111 + 001010 \\
 \hline
 100001 \\
 \hline
 011111 \\
 \hline
 -11111 \quad \leftarrow \text{คำตอบ}
 \end{array}$$

25

❑ การคำนวณเลขฐาน

Multiplication & Division

การคูณเลขฐาน

$$110101 \times 101 = ?$$

$$\begin{array}{r}
 110101 \\
 \times 101 \\
 \hline
 110101 \\
 000000 \\
 110101 \\
 \hline
 10001001 \quad \leftarrow \text{คำตอบ}
 \end{array}$$

การหารเลขฐาน

$$100001001 \div 101 = ?$$

$$\begin{array}{r}
 00010101 \quad \leftarrow \text{คำตอบ} \\
 101 \overline{) 100001001} \\
 \underline{101} \\
 110 \\
 \underline{101} \\
 110 \\
 \underline{101} \\
 101 \\
 \underline{101} \\
 000
 \end{array}$$

26

❖ รหัสแทนข้อมูล

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ประมวลผลด้วยข้อมูลแบบบิต (0/1) ดังนั้นเพื่อให้มนุษย์เข้าใจคำสั่ง หรือระบบการทำงานให้กับคอมพิวเตอร์ได้ง่าย จึงมีการแปลงรหัสบิตให้เป็นรหัสอักษร (Text code system)

Text Code Systems ที่นิยมใช้ คือ

1. BCDIC
2. EBCDIC
3. ASCII
4. Unicode

27

❖ รหัสแทนข้อมูล

BCDIC (Binary Coded Decimal Interchange Code)

เป็นรหัสข้อมูลที่ใช้ชุดตัวเลขฐานสองจำนวน 6 บิตแทน ตัวเลข อักษร ตัวพิมพ์ใหญ่ของอักษรลาตินอเมริกา อักษรพิเศษ และอักษรควบคุม
รหัสแทนข้อมูลแบบบีซีดี สามารถสร้างรหัสสำหรับแทนข้อมูลได้จำนวน $2^6 = 64$ ตัวอักษร

รหัสบีซีดีแต่ละชุดจะถูกแทนค่าต่างกันขึ้นอยู่กับระบบคอมพิวเตอร์ที่ใช้

28

❖ รหัสแทนข้อมูล

รหัสบีซีดีสำหรับเครื่องไอบีเอ็ม-704 (IBM 704 BCD Code)

	000	001	002	003	004	005	006	007
000	0	1	2	3	4	5	6	7
001	8	9						
002	+	A	B	C	D	E	F	G
003	H	I		.	)			
004	-	J	K	L	M	N	O	P
005	Q	R		S	*			
006	space	/	S	T	U	V	W	X
007	T	Z		,	(			
	000	001	002	003	004	005	006	007

29

ที่มา (Control Data Corporation, 1965, p. 47)

❖ รหัสแทนข้อมูล

รหัสบีซีดีสำหรับเครื่องเบอร์รูกัส บี5500 (Burroughs B5500 BCD Code)

	000	001	002	003	004	005	006	007
000	0	1	2	3	4	5	6	7
001	8	9	#	@	?	:	>	z
002	+	A	B	C	D	E	F	G
003	H	I	.	[	&	(	<	f
004	x	J	K	L	M	N	O	P
005	Q	R	S	*	-	)	;	s
006	space	/	S	T	U	V	W	X
007	T	Z	,	%	#	=	]	"
	000	001	002	003	004	005	006	007

30

ที่มา (Burroughs Corporation, 1966, p. B-1)

❖ รหัสแทนข้อมูล

EBCDIC (Extended Binary Coded Decimal Interchange Code)

เป็นรหัสแทนข้อมูลที่กำหนดจำนวนบิตของแต่ละชุดอักขระเพิ่มเป็น 8 บิต เพื่อให้สามารถแทนข้อมูลได้จำนวนมากขึ้นเป็น $2^8=256$ ตัวอักษรออกแบบมาสำหรับเครื่อง IBM Mainframe

31

❖ รหัสแทนข้อมูล

0	-0	-1	-2	-3	-4	-5	-6	-7	-8	-9	-A	-B	-C	-D	-E	-F
0	NUL	SOH	STX	ETX	SYN	HT	SSA	DEL	SPA	SP	SSC	VTF	PF	CR	SO	S
0000	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	000A	000B	000C	000D	000E	000F	0010
1	DLE	DC1	DC2	DC3	DC4	NEL	BS	ESA	CAN	EM	PLU	FS	GS	RS	US	
0010	0011	0012	0013	0014	0015	0016	0017	0018	0019	001A	001B	001C	001D	001E	001F	0020
2	PAD	HOP	BRH	NRH	IND	LF	ETB	ESC	HTS	HTJ	VTS	PLD	PLU	ENQ	ACK	BEF
0020	0021	0022	0023	0024	0025	0026	0027	0028	0029	002A	002B	002C	002D	002E	002F	0030
3	DC5	PLU	SYN	STX	CCH	MMV	SPA	EOI	SOE	SCC	SCJ	CS	DC4	NAK	PM	SUP
0030	0031	0032	0033	0034	0035	0036	0037	0038	0039	003A	003B	003C	003D	003E	003F	0040
4	SP	NBS	ก	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
0040	0041	0042	0043	0044	0045	0046	0047	0048	0049	004A	004B	004C	004D	004E	004F	0050
5	ก	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด
0050	0051	0052	0053	0054	0055	0056	0057	0058	0059	005A	005B	005C	005D	005E	005F	0060
6	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค
0060	0061	0062	0063	0064	0065	0066	0067	0068	0069	006A	006B	006C	006D	006E	006F	0070
7	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
0070	0071	0072	0073	0074	0075	0076	0077	0078	0079	007A	007B	007C	007D	007E	007F	0080
8	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค
0080	0081	0082	0083	0084	0085	0086	0087	0088	0089	008A	008B	008C	008D	008E	008F	0090
9	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
0090	0091	0092	0093	0094	0095	0096	0097	0098	0099	009A	009B	009C	009D	009E	009F	00A0
10	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
00A0	00A1	00A2	00A3	00A4	00A5	00A6	00A7	00A8	00A9	00AA	00AB	00AC	00AD	00AE	00AF	00B0
11	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
00B0	00B1	00B2	00B3	00B4	00B5	00B6	00B7	00B8	00B9	00BA	00BB	00BC	00BD	00BE	00BF	00C0
12	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
00C0	00C1	00C2	00C3	00C4	00C5	00C6	00C7	00C8	00C9	00CA	00CB	00CC	00CD	00CE	00CF	00D0
13	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
00D0	00D1	00D2	00D3	00D4	00D5	00D6	00D7	00D8	00D9	00DA	00DB	00DC	00DD	00DE	00DF	00E0
14	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
00E0	00E1	00E2	00E3	00E4	00E5	00E6	00E7	00E8	00E9	00EA	00EB	00EC	00ED	00EE	00EF	00F0
15	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข	ค	ด	ค	ข
00F0	00F1	00F2	00F3	00F4	00F5	00F6	00F7	00F8	00F9	00FA	00FB	00FC	00FD	00FE	00FF	0100

❖ รหัสแทนข้อมูล

ASCII (American Standard Code for Information Interchange)

เป็นรหัสแบบ 8-bit code ใช้ในเครื่อง Microcomputer ซึ่งนำมาจากรหัสที่ใช้ในเครื่องโทรเลข (Telex)

33

❖ รหัสแทนข้อมูล

0 =	26 = →	52 = 4	78 = N	104 = h	130 = e	156 = t	222 =	205 =	234 = Q
1 = ☉	27 = ←	53 = 5	79 = O	105 = i	131 = o	157 = y	223 =	206 =	235 = 0
2 = ●	28 = L	54 = 6	80 = P	106 = j	132 = 0	158 = b	224 = a	207 =	236 = *
3 = ▼	29 = ↔	55 = 7	81 = Q	107 = k	133 = 0	159 = f	225 =	208 =	237 = 0
4 = ◆	30 = ▲	56 = 8	82 = R	108 = l	134 = 0	160 = 0	226 =	209 =	238 = 6
5 = ♠	31 = ▼	57 = 9	83 = S	109 = m	135 = c	161 = i	227 =	210 =	239 = 0
6 = ♣	32 =	58 =	84 = T	110 = n	136 = e	162 = 0	228 =	211 =	240 = 0
7 = ♠	33 =	59 =	85 = U	111 = o	137 = e	163 = u	229 =	212 =	241 = ±
8 =	34 =	60 = <	86 = V	112 = p	138 = e	164 = n	230 =	213 =	242 = 2
9 =	35 = #	61 =	87 = W	113 = q	139 = i	165 = N	231 =	214 =	243 = 5
10 =	36 = \$	62 = >	88 = X	114 = r	140 = i	166 =	232 =	215 =	244 =
11 = ☼	37 = %	63 = ?	89 = Y	115 = s	141 =	167 =	233 =	216 =	245 =
12 = ☽	38 = &	64 = @	90 = Z	116 = t	142 = A	168 = c	234 =	217 =	246 = +
13 =	39 =	65 = A	91 =	117 = u	143 = A	169 =	235 =	218 =	247 = +
14 = ☿	40 = (	66 = B	92 =)	118 = v	144 = E	170 =	236 =	219 =	248 = +
15 = ☿	41 =)	67 = C	93 =	119 = w	145 = e	171 =	237 =	220 =	249 = +
16 = ♀	42 = *	68 = D	94 = ^	120 = x	146 = e	172 =	238 =	221 =	250 = +
17 = ♀	43 = +	69 = E	95 = _	121 = y	147 = 0	173 =	239 =	222 =	251 = V
18 = ♀	44 =	70 = F	96 =	122 = z	148 = 0	174 =	240 =	223 =	252 = *
19 = ♀	45 = -	71 = G	97 = a	123 =	149 = 0	175 =	241 =	224 =	253 = *
20 = ♀	46 =	72 = H	98 = b	124 =	150 = 0	176 =	242 =	225 =	254 = *
21 = ♀	47 = /	73 = I	99 = c	125 =	151 = 0	177 =	243 =	226 =	255 = *
22 = ♀	48 = 0	74 = J	100 = d	126 =	152 = y	178 =	244 =	227 =	256 = *
23 = ♀	49 = 1	75 = K	101 = e	127 =	153 = 0	179 =	245 =	228 =	257 = *
24 = ♀	50 = 2	76 = L	102 = f	128 =	154 = U	180 =	246 =	229 =	258 = *
25 = ♀	51 = 3	77 = M	103 = g	129 =	155 = 4	181 =	247 =	230 =	259 = *

34

❖ รหัสแทนข้อมูล

Unicode

เป็นรหัสแบบ 16-bit code ซึ่งขยายต่อจาก ASCII (8-bit code) เพื่อให้สามารถเข้ารหัสตัวอักษรส่วนใหญ่ที่ใช้ในภาษาทั่วโลก

Character Types	Character Set Description	Number of Characters	Hexadecimal Values
Alphabets	Latin, Greek, etc.	8192	0000 – 1FFF
Symbols	Mathematical, etc.	4096	2000 – 2FFF
CJK	Chinese, Japanese, Korean	4096	3000 – 3FFF
Han	Unified Chinese, Japanese, Korean	40960	4000 – DFFF
	Expansion of spillover from Han	4096	E000 – EFFF
User defined		4095	F000 – FFFE

REFERENCES

หนังสือ/ตำราอ้างอิง

จิรพร วีระพันธุ์. (2549). *Computer Organization and Architecture* [เอกสารอัดสำเนา]. กรุงเทพฯ: ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

จิรภา เพชรพัฒน์. (2539). *คณิตศาสตร์คอมพิวเตอร์*. กรุงเทพฯ: วังอักษร.

พัชรินทร์ บัวเย็น. (2556). *ไมโครคอมพิวเตอร์และพีซีคณิตมูล*: บทที่ 3 ระบบบัสและสถาปัตยกรรมคอมพิวเตอร์เบื้องต้น [เอกสารอัดสำเนา]. จันทบุรี: สาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะวิทยาการจัดการ มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี.

อ้างอิงรูปภาพ

Burroughs Corporation. (1966). *Burroughs B5500: Information Processing System*. Michigan, United States: n.p.

Control Data Corporation. (1965). *Codes/Control Data 6600 Computer System*. USA: Control Data Corporation, Technical Publication Department.

36