

# 디지털논리회로

이론, 실습, 시뮬레이션

(Problem Solutions of Chapter 2)

### 1. 10진수를 2진수, 8진수, 16진 변환

- ①  $892_{(10)} = 1101111100_{(2)} = 1574_{(8)} = 37C_{(16)}$
- ②  $783.8125_{(10)} = 1100001111.1101_{(2)} = 1417.64_{(8)} = 30F.D_{(16)}$
- ③  $48.3515625_{(10)} = 110000.0101101_{(2)} = 60.264_{(8)} = 30.5A_{(16)}$
- ④  $0.0078125_{(10)} = 0.0000001_{(2)} = 0.004_{(8)} = 0.02_{(16)}$
- ⑤  $52.7578125_{(10)} = 110100.1100001_{(2)} = 64.604_{(8)} = 34.C2_{(16)}$
- ⑥  $47.9_{(10)} = 101111.111001100\cdots_{(2)} = 57.714\cdots_{(8)} = 2F.E6\cdots_{(16)}$

### 2. 진수 변환

- ①  $398.3_{(10)} = 112202.02200220\cdots_{(3)}$
- ②  $89.328125_{(10)} = 1121.111_{(4)}$
- ③  $32.2416_{(10)} = 112.1101_{(5)}$
- ④  $98.22_{(10)} = 118.18733701\cdots_{(9)}$
- ⑤  $12.33_{(10)} = 10.3B62A\cdots_{(12)}$
- ⑥  $74.234_{(10)} = 4E.379B3\cdots_{(15)}$

### 3. 2의 보수

- ① 00101011, 1의 보수=11010100, 2의 보수=11010101
- ② 11010101, 1의 보수=00101010, 2의 보수=00101011
- ③ 00011110, 1의 보수=11100001, 2의 보수=11100010
- ④ 11011110, 1의 보수=00100001, 2의 보수=00100010
- ⑤ 10000001, 1의 보수=01111110, 2의 보수=01111111
- ⑥ 00101010, 1의 보수=11010101, 2의 보수=11010110

### 4. 2의 보수를 이용한 연산 방법

- ①  $78-34=01001110-00100010 \rightarrow 01001110+11011110=\underline{100101100}$   
자리올림을 무시하면  $00101100=44_{(10)}$
- ②  $98-100=01100010-01100100 \rightarrow 01100010+10011100=11111110$ ,  
음수이므로  $11111110$ 에 2의 보수를 취하면,  $00000010, \therefore -2_{(10)}$
- ③  $-56-34=-00111000-00100010 \rightarrow 11001000+11011110=\underline{110100110}$   
자리올림을 무시하면  $10100110=-90_{(10)}$
- ④  $59-11=00111011-00001011 \rightarrow 00111011+11110101=\underline{100110000}$   
자리올림을 무시하면  $00110000=48_{(10)}$
- ⑤  $98+59=01100010+00111011=10011101=-99_{(10)}$  : 8비트 연산에서 overflow  
부호 확장을 고려하면,  $0000000010011101=+157_{(10)}$
- ⑥  $-88-105=-01011000-01101001 \rightarrow 10101000+10010111=\underline{100111111}$   
자리올림을 무시하면  $00111111=63_{(10)}$  : 8비트 연산에서 overflow  
부호 확장을 고려하면,  $1111111100111111$ 의 2의 보수를 취하면,  
 $0000000011000001=-193_{(10)}$

### 5. 정수의 표현범위

$n$  비트인 경우  $(-2^{n-1}) \sim (+2^{n-1}-1)$ 이므로  
 $(-2^{15-1}) \sim (+2^{15-1}-1)=(-16384)\sim(+16383)$

## 6. 진수 변환

- ①  $10101010_{(2)} = -86_{(10)}$
- ②  $11110001_{(2)} = -15_{(10)}$
- ③  $01010101_{(2)} = +85_{(10)}$
- ④  $00101011_{(2)} = +43_{(10)}$
- ⑤  $0.10101_{(2)} = 0.65625_{(10)}$
- ⑥  $3526_{(8)} = 1878_{(10)}$
- ⑦  $7736_{(8)} = 4062_{(10)}$
- ⑧  $34.531_{(8)} = 28.673828125_{(10)}$
- ⑨  $3203_{(4)} = 227_{(10)}$
- ⑩  $6432_{(7)} = 2277_{(10)}$
- ⑪  $A289B_{(12)} = 212087_{(10)}$
- ⑫  $A501_{(16)} = 42241_{(10)}$
- ⑬  $839C_{(16)} = 33692_{(10)}$
- ⑭  $ABCD_{(16)} = 43981_{(10)}$

## 7. 진수 변환

- ①  $2136_{(8)} = 10001011110_{(2)} = 45E_{(16)}$
- ②  $1556.034_{(8)} = 1101101110.000011100_{(2)} = 36E.0E_{(16)}$
- ③  $6743_{(8)} = 110111100011_{(2)} = DE3_{(16)}$
- ④  $0.02136_{(8)} = 0.000010001011110_{(2)} = 0.08BC_{(16)}$
- ⑤  $1023_{(8)} = 1000010011_{(2)} = 213_{(16)}$
- ⑥  $761302_{(8)} = 111110001011000010_{(2)} = 3E2C2_{(16)}$
- ⑦  $163417_{(8)} = 1110011100001111_{(2)} = E70F_{(16)}$
- ⑧  $552273_{(8)} = 101101010010111011_{(2)} = 2D4BB_{(16)}$
- ⑨  $5436.15_{(8)} = 101100011110.001101_{(2)} = B1E.34_{(16)}$
- ⑩  $A201.CD_{(16)} = 1010001000000001.11001101_{(2)} = 121001.632_{(8)}$
- ⑪  $330F.FC_{(16)} = 0011001100001111.11111100_{(2)} = 31417.770_{(8)}$
- ⑫  $F420_{(16)} = 1111010000100000_{(2)} = 172040_{(8)}$
- ⑬  $0.0E34_{(16)} = 0.0000111000110100_{(2)} = 0.03432_{(8)}$
- ⑭  $13705.207_{(8)} = 1011111000101.010000111_{(2)} = 17C5.438_{(16)}$
- ⑮  $1023_{(16)} = 0001000000100011_{(2)} = 10043_{(8)}$
- ⑯  $7E6A_{(16)} = 0111111001101010_{(2)} = 77152_{(8)}$
- ⑰  $6BCF_{(16)} = 0110101111001111_{(2)} = 65717_{(8)}$
- ⑱  $C350_{(16)} = 1100001101010000_{(2)} = 141520_{(8)}$

## 8. 8진수 연산

- ①  $1372_{(8)} + 4631_{(8)} = 6223_{(8)}$
- ②  $47135_{(8)} + 5125_{(8)} = 54262_{(8)}$
- ③  $175214_{(8)} + 152405_{(8)} = 347621_{(8)}$
- ④  $110321_{(8)} + 56573_{(8)} = 167114_{(8)}$

## 9. 1의 보수와 2의 보수 변환

- ①  $+18$ , 1의 보수  $= 00010010$ , 2의 보수  $= 00010010$

- ② +115, 1의 보수=01110011, 2의 보수=01110011
- ③ +79, 1의 보수=01001111, 2의 보수=01001111
- ④ -49, 1의 보수=11001110, 2의 보수=11001111
- ⑤ -3, 1의 보수=11111100, 2의 보수=11111101
- ⑥ -100, 1의 보수=10011011, 2의 보수=10011100

## 10. 진수 변환

10진수	2진수	8진수	16진수
225.225	11100001.001110...	341.1631463...	E1.39...
215.75	11010111.11	327.6	D7.C
403.984375	110010011.111111	623.77	193.FC
10949.8125	10101011000101.1101	25305.64	2AC5.D

## 11. 10의 보수를 이용한 뺄셈

- ①  $5255-2363=5255+(-2363)=5255+7637=12892$ , 자리올림을 무시하면, 2892
- ②  $1756-5632=1756+(-5632)=1756+4368=6124$ , 6124에 10의 보수를 취하면, -3876
- ③  $200-600=200+(-600)=200+400=600$ , 600에 10의 보수를 취하면, -400
- ④  $1300-260=1300+(-260)=1300+9740=11040$ , 자리올림을 무시하면, 1040
- ⑤  $632-563=632+(-563)=632+437=1069$ , 자리올림을 무시하면, 69
- ⑥  $856-965=856+(-965)=856+35=891$ , 891에 10의 보수를 취하면, -109

## 12. 8진수 구구단표

	2단	3단	4단	5단	6단	7단
1	2	3	4	5	6	7
2	4	6	10	12	14	16
3	6	11	14	17	22	25
4	10	14	20	24	30	34
5	12	17	24	31	36	43
6	14	22	30	36	44	52
7	16	25	34	43	52	61

## 13. 8진수 곱셈연산

- ①  $263_{(8)} \times 312_{(8)} = 106476_{(8)}$
- ②  $532_{(8)} \times 435_{(8)} = 300462_{(8)}$
- ③  $366_{(8)} \times 426_{(8)} = 205444_{(8)}$

## 14. 기수 산출방법

- ①  $B1_{(r)} = 144_{(10)} \leftrightarrow 11r+1=144 \leftrightarrow 11r=143 \therefore r = \frac{143}{11} = 13$
- ②  $211_{(r)} = 152_{(8)} \leftrightarrow 2r^2+r-105=0 \leftrightarrow (2r+15)(r-7)=0 \therefore r=7$
- ③  $436_{(r)} = 357_{(10)} \leftrightarrow 4r^2+3r-351=0 \leftrightarrow (4r+39)(r-9)=0 \therefore r=9$

## 15. 2의 보수의 장점

- 부호와 절대치, 1의 보수에 의한 표현에는 2가지의 0이 존재(+0, -0)하지만 2의 보수에 의한 표현에는 하나의 0이 존재.
- 2진 보수에 의한 연산을 통해서 뺄셈을 용이하게 연산 가능
- 이러한 이유로 IEEE 표준으로 채택.

## 16. 수의 이해

- (a) 최소값:  $000_{16}$ , 최대값:  $FFF_{16}$   
 (b) 4096개(0~4095)

## 17. IEEE 754 표준 부동 소수점 표현

① 236.6

$$\begin{aligned} 236.6 &= 11101100.1001100110011001..._{(2)} \\ &= 1.11011001001100110011001_{(2)} \times 2^7 \end{aligned}$$

여기서, 부호(1 bit) : 0

지수(8 bit) :  $7+127(\text{바이어스}) = 10000110$

가수(23 bit) : 11011001001100110011001

$\therefore 236.6 \rightarrow 0 \ 10000110 \ 1101100100110011001100110$

② 0.035

$$\begin{aligned} 0.035 &= 0.0000100011110101110000101000..._{(2)} \\ &= 1.00011110101110000101000..._{(2)} \times 2^{-5} \end{aligned}$$

여기서, 부호(1 bit) : 0

지수(8 bit) :  $-5+127(\text{바이어스}) = 01111010$

가수(23 bit) : 00011110101110000101000

$\therefore 0.035 \rightarrow 0 \ 01111010 \ 00011110101110000101000$

③ -0.05

$$\begin{aligned} -0.05 &= -0.0000110011001100110011001..._{(2)} \\ &= -1.100110011001100110011001_{(2)} \times 2^{-5} \end{aligned}$$

여기서, 부호(1 bit) : 1

지수(8 bit) :  $-5+127(\text{바이어스}) = 01111010$

가수(23 bit) : 10011001100110011001100

$\therefore -0.05 \rightarrow 1 \ 01111010 \ 10011001100110011001100$

④ -10245.0

$$\begin{aligned} -10245.0 &= -10100000000101_{(2)} \\ &= -1.0100000000101_{(2)} \times 2^{-13} \end{aligned}$$

여기서, 부호(1 bit) : 1

지수(8 bit) :  $13+127(\text{바이어스}) = 10001100$

가수(23 bit) : 01000000001010000000000

$\therefore -10245.0 \rightarrow 1 \ 10001100 \ 01000000001010000000000$

⑤ 0 10011010 010010000000000000000000

여기서, 부호 : 0(양수)

지수 :  $10011010 \rightarrow 154 - 127 = 27$

가수 : 1.010010000000000000000000

$$\begin{aligned} \therefore 1.010010000000000000000000 \times 2^{27} &= 1010010000000000000000000000000 \\ &= 171966464 \end{aligned}$$

⑥ 1 01111001 110100000000000000000000

여기서, 부호 : 1(음수)

$$\text{지수 : } 01111001 \rightarrow 121 - 127 = -6$$

$$\text{가수 : } 1.110100000000000000000000$$

$$\begin{aligned}\therefore & -1.110100000000000000000000 \times 2^{-6} = -0.0000011101 \\ & = -(0.015625 + 0.0078125 + 0.00390625 + 0.0009765625) \\ & = -0.0283203125\end{aligned}$$

⑦ 0 00011111 10001111100000101100000

여기서, 부호 : 0(양수)

$$\text{지수 : } 00011111 \rightarrow 31 - 127 = -96$$

$$\text{가수 : } 1.10001111100000101100000$$

$$\therefore 1.10001111100000101100000 \times 2^{-96}$$