

1.

N 개의 변수들에 0, 1이 입력 가능하므로 결과값 Y 를 제외하고 하나의 truth table에는 2^N 개의 경우가 존재합니다.
결과값 Y 에도 0, 1이 출력 가능하므로 2^N 만큼의 truth tables이 존재한다.

$$\therefore 2^{2^N}$$

2.

n 비트의 표현가능한 수 범위: $-2^{n-1} \sim 2^{n-1}-1 \rightarrow$ 8비트의 표현가능한 수 범위: $-128 \sim 127$

Ⓐ $38_{10} = 00100110_2$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 0 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 1 \\ 2 \overline{) 9} \dots 1 \\ 2 \overline{) 19} \dots 0 \\ 2 \overline{) 38} \end{array}$$

Ⓑ $24_{10} = 00011000_2 \xrightarrow{2의보수} -24_{10} = 11101000$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 1 \\ 2 \overline{) 3} \dots 0 \\ 2 \overline{) 6} \dots 0 \\ 2 \overline{) 12} \dots 0 \\ 2 \overline{) 24} \end{array}$$

Ⓒ $67_{10} = 01000011_2 \xrightarrow{2의보수} -67_{10} = 10111101_2$

Ⓓ 137_{10} 은 8비트 최대 표현 가능 범위인 127_{10} 을 초과하여 overflow가 발생한다.

$$\begin{array}{r} 1 \dots 0 \\ 2 \overline{) 2} \dots 0 \\ 2 \overline{) 4} \dots 0 \\ 2 \overline{) 8} \dots 0 \\ 2 \overline{) 16} \dots 1 \\ 2 \overline{) 33} \dots 1 \\ 2 \overline{) 67} \end{array}$$

Ⓔ 127_{10} 은 8비트 표현 가능 범위 내 최댓값이므로 MSB가 0이고 나머지 비트는 모두 1인 2진수로 표현 가능하다.

$$127_{10} = 01111111_2$$

3.

$$\begin{array}{r} \textcircled{A} \quad 31_{10} = 011111_2 \\ - 17_{10} = 010001_2 \\ \hline 001110_2 = 14_{10} \end{array}$$

오버플로우가 발생하지 않았다.

$$\begin{array}{r} \textcircled{B} \quad 7_{10} = 000111_2 \\ - 9_{10} = 001001_2 \\ \hline 111110_2 \xrightarrow{\text{2의 보수}} 000010_2 = 2_{10} \end{array}$$

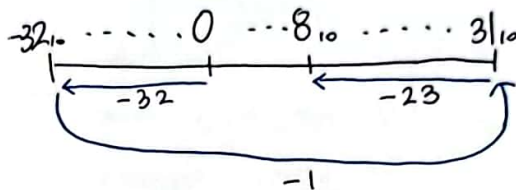
$$\therefore 111110_2 = -2_{10}$$

오버플로우가 발생하지 않았다.

\textcircled{C} 6비트의 표현 가능한 수 범위: $-32 \sim 31$

-32_{10} 은 최솟값이므로 100000_2 이다.

$$\begin{array}{r} -32_{10} = 100000_2 \\ - 24_{10} = 011000_2 \\ \hline 001000_2 = 8_{10} \end{array}$$



오버플로우가 발생했다.

$$\begin{array}{r} \textcircled{D} \quad 12_{10} = 001100_2 \\ - 21_{10} = 010101_2 \\ \hline 110111_2 \xrightarrow{\text{2의 보수}} 001001_2 = 9_{10} \end{array}$$

$$\therefore 110111_2 = -9_{10}$$

오버플로우가 발생하지 않았다.

$$31_{10} = 011111_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 1 \\ 2 \sqrt{3} \dots 1 \\ 2 \sqrt{7} \dots 1 \\ 2 \sqrt{15} \dots 1 \\ 2 \sqrt{31} \end{array}$$

$$17_{10} = 010001_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 0 \\ 2 \sqrt{2} \dots 0 \\ 2 \sqrt{4} \dots 0 \\ 2 \sqrt{8} \dots 1 \\ 2 \sqrt{17} \end{array}$$

$$7_{10} = 000111_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 1 \\ 2 \sqrt{3} \dots 1 \\ 2 \sqrt{7} \end{array}$$

$$9_{10} = 001001_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 0 \\ 2 \sqrt{2} \dots 0 \\ 2 \sqrt{4} \dots 1 \\ 2 \sqrt{9} \end{array}$$

$$-32_{10} = 100000_2$$

$$24_{10} = 011000_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 1 \\ 2 \sqrt{3} \dots 0 \\ 2 \sqrt{6} \dots 0 \\ 2 \sqrt{12} \dots 0 \\ 2 \sqrt{24} \end{array}$$

$$12_{10} = 001100_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 1 \\ 2 \sqrt{3} \dots 0 \\ 2 \sqrt{6} \dots 0 \\ 2 \sqrt{12} \end{array}$$

$$21_{10} = 010101_2$$

$$\begin{array}{r} 1 \dots 0 \\ 2 \sqrt{2} \dots 1 \\ 2 \sqrt{5} \dots 0 \\ 2 \sqrt{10} \dots 1 \\ 2 \sqrt{21} \end{array}$$

4.



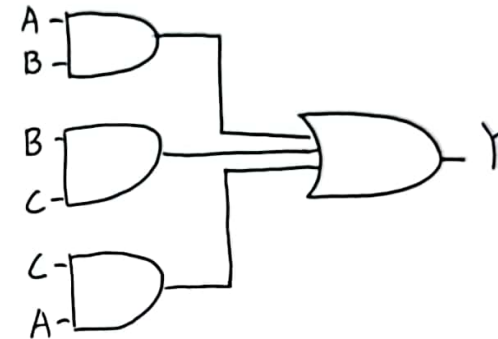
A, B, C 중 적어도 2개가 참이면 Y도 참이다.

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	1	1
1	1	0	1
1	1	1	1

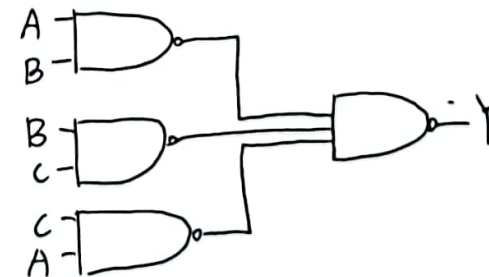
Boolean equation

$$\rightarrow Y = AB + BC + CA$$

이를 도식화하면



하지만 입력이 2개인 AND, OR Gate는 각각 총 6개의 트랜지스터를 소모하므로 다음과 같이 논리식을 변경해준다.

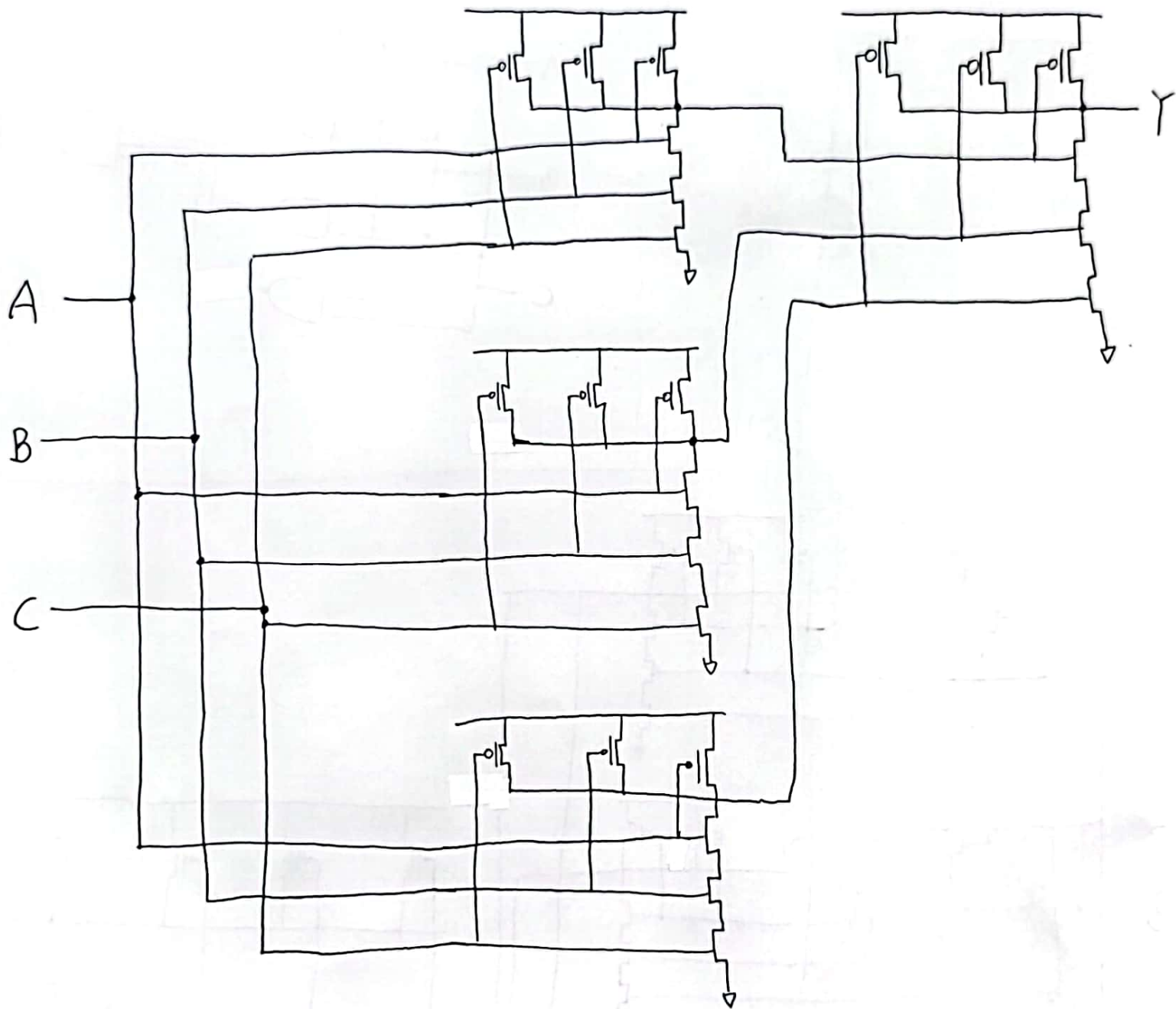


NAND Gate는 각각 총 4개의 트랜지스터를 소모하므로 트랜지스터를 최소로 사용했다고 할 수 있다.

$$* Y = AB + BC + CA$$

드모르간의 법칙

$$\begin{aligned} &= \overline{AB} + \overline{BC} + \overline{CA} \\ &= \overline{AB \cdot BC \cdot CA} \end{aligned} \quad \text{이므로 위의 회로가 잘 작동한다.}$$



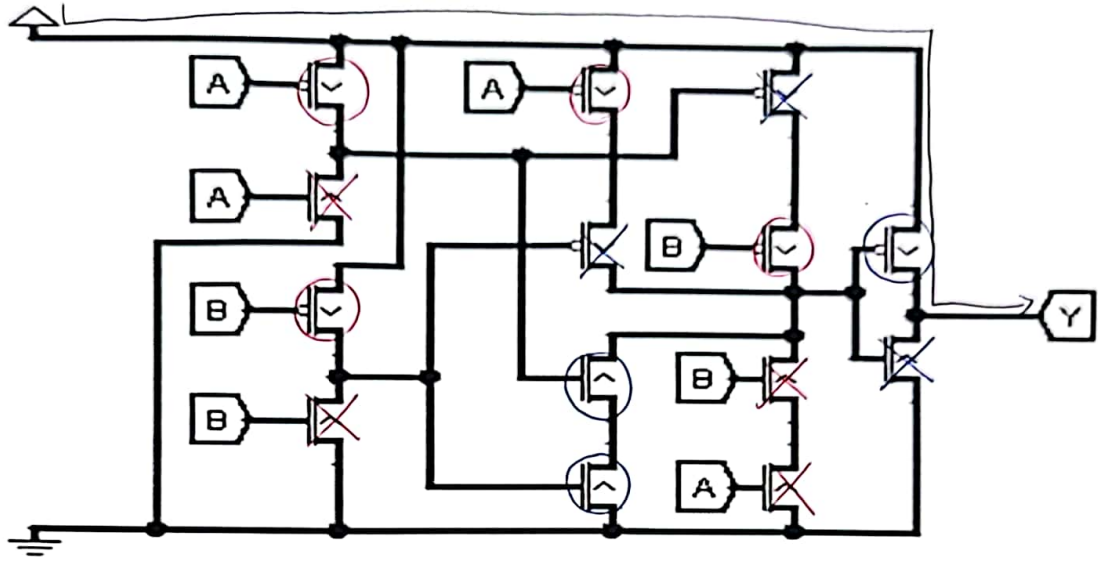
5.

[Low level input \rightarrow High level output]
[High level input \rightarrow Low level output] 임을 그래프가 나타나고 있다.

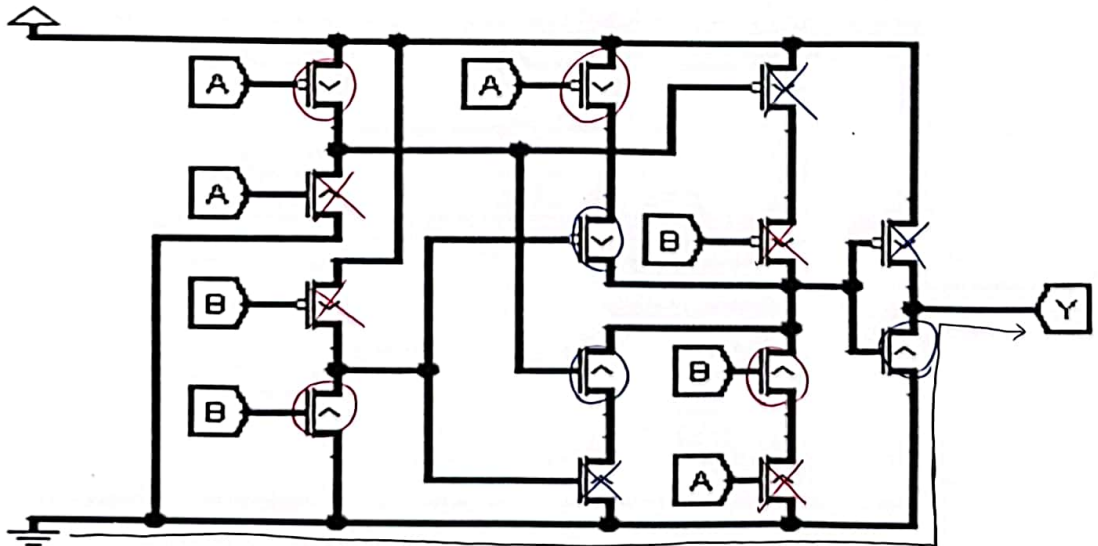
V_{OUT} 이 high level \rightarrow low level 이 되는 구간($2.5V \leq V_{IN} \leq 3V$)에서 게이트가 -1보다 가파르므로 로직레벨 랑당이 가능하다.

$V_{IL} = 2.5V$, $V_{IH} = 3V$, $V_{OL} = 1V$, $V_{OH} = 4V$ 이고, $\rightarrow (\because V_{OL} < V_{IL}, V_{OH} > V_{IH})$
 $NM_L = V_{IL} - V_{OL} = 1.5V$, $NM_H = V_{OH} - V_{IH} = 1V$ 다.

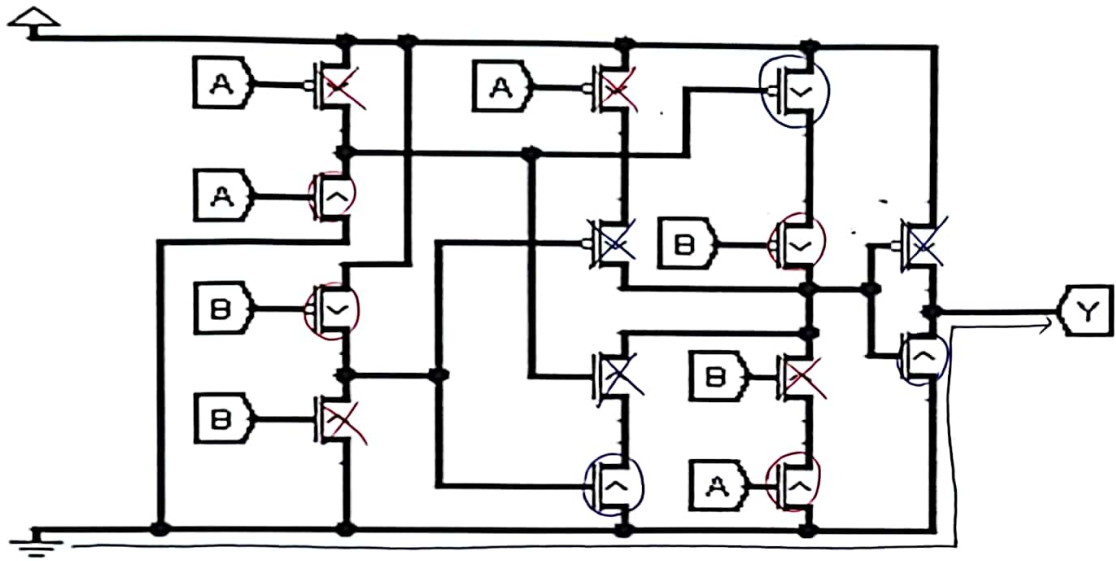
6.



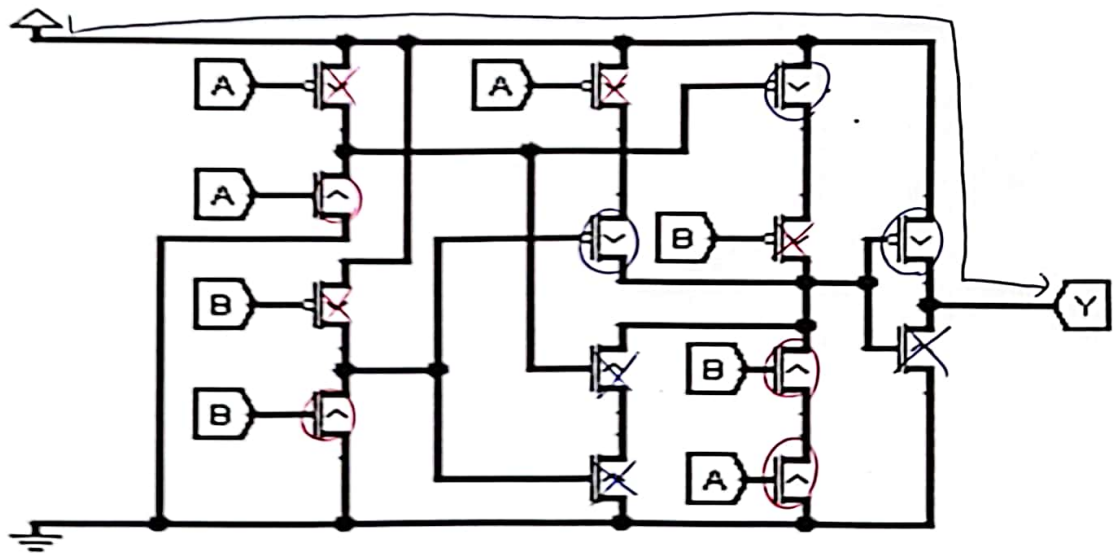
A	B	Y
0	0	1



A	B	Y
0	0	1
0	1	0



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1



A	B	Y
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

위 회로는 XNOR Gate 임을 알 수 있습니다.

7.

① 3.3-V LVTTL 이 driver, 5-V CMOS 가 receiver 다.

$$\begin{array}{ll} V_{OH} = 2.4V & V_{IH} = 3.5V \\ V_{OL} = 0.4V & V_{IL} = 1.5V \end{array} \rightarrow V_{OH} < V_{IH} \text{ 이므로 연결이 불가능하다.}$$

② 5-V TTL이 driver, 2.5-V CMOS 가 receiver 다.

$$\begin{array}{ll} V_{OH} = 2.4V & V_{IH} = 1.7V \\ V_{OL} = 0.4V & V_{IL} = 0.7V \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} V_{OH} > V_{IH} \\ V_{OL} < V_{IL} \end{array} \text{ 이므로 연결이 가능하다.}$$

③ 3.3-V LVTTL이 driver, 5-V TTL이 receiver 다.

$$\begin{array}{ll} V_{OH} = 2.4V & V_{IH} = 2.0V \\ V_{OL} = 0.4V & V_{IL} = 0.8V \end{array} \rightarrow \begin{array}{l} V_{OH} > V_{IH} \\ V_{OL} < V_{IL} \end{array} \text{ 이므로 연결이 가능하다.}$$

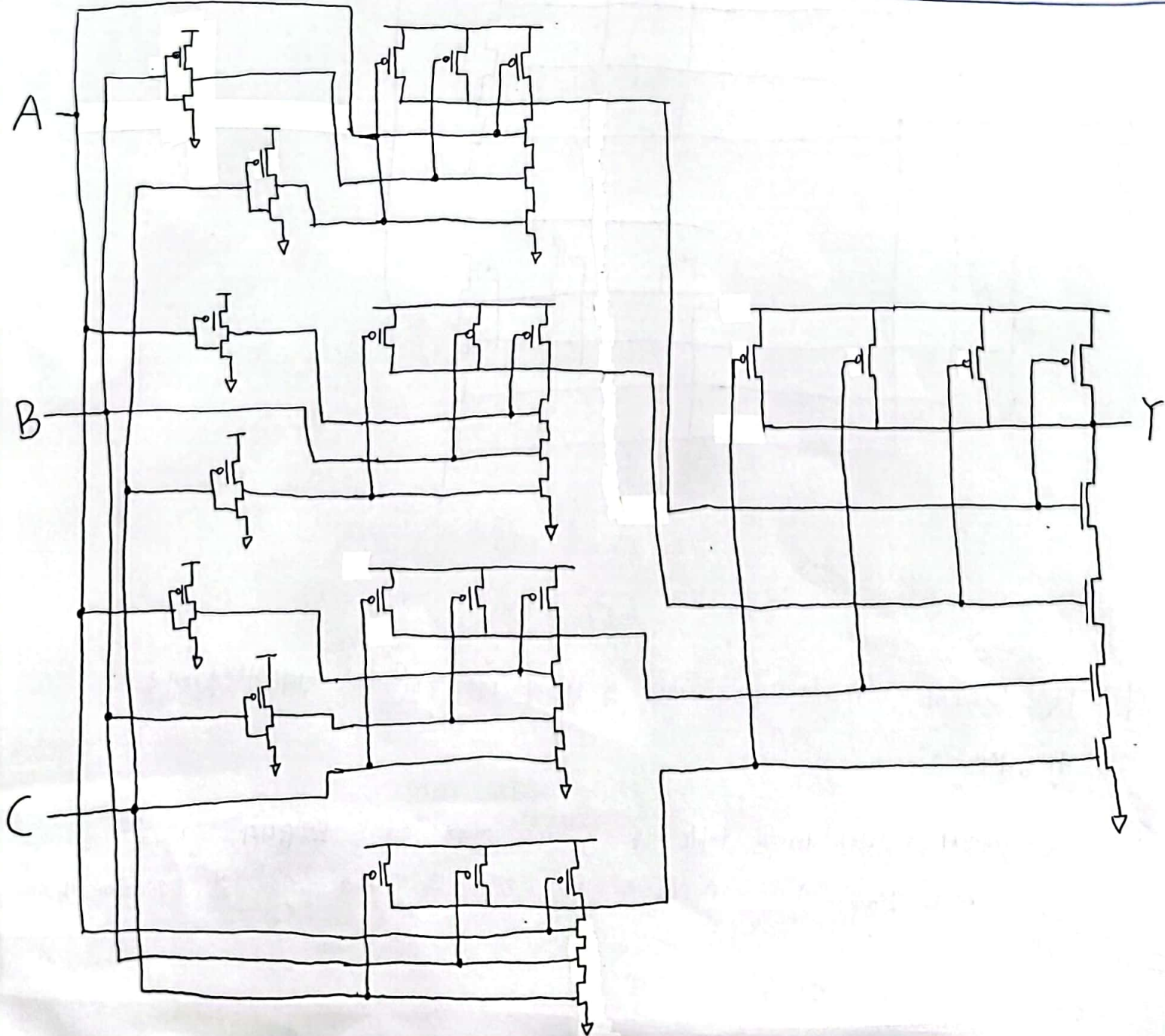
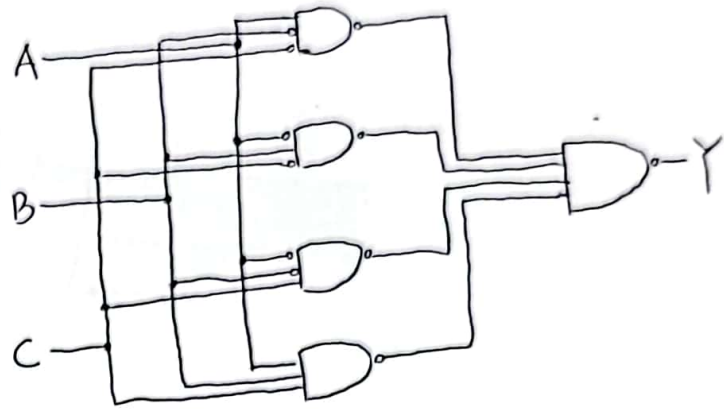
8.

$$Y = A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + ABC$$

→
드모르간의 법칙

$$Y = \overline{\overline{A\bar{B}\bar{C}} \cdot \overline{\bar{A}B\bar{C}} \cdot \overline{\bar{A}\bar{B}C} \cdot \overline{ABC}}$$

A	B	C	Y
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	1
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	0
1	1	1	1



9. 1번 문제에서 하나의 truth table에는 2^N 개의 경우가 존재함을 보였습니다. 2^N 개의 각 경우들에 대해 결과값 Y 가 0, 1 등 가리가 존재할 수 있으므로 2^N 개의 equations가 존재합니다.