

Homework #1

Notice:

- ✓ Solve the problems 1~9. The problem must be solved by hand. (Use note or blank paper)
- ✓ Scan and upload your result to KLAS assignment before due date. No late submission is allowed.
- ✓ You should solve the problems yourself. All answers should be written in Korean except any terminologies. No English sentence is allowed.
- ✓ Deadline – 23:59 on March 23rd, 2023 Thursday (UTC+9, Korean Standard Time)

부분점수 기준	
1 번	해당없음
2 번	개당 2 점
3 번	개당 2 점
4 번	진리표 1 점=>논리식 1 점=>회로 10 점 (단, 앞 과정이 틀릴 경우 이후 점수 없음)
5 번	로직레벨 10 점, 노이즈마진 5 점
6 번	해당없음
7 번	개당 5 점
8 번	진리표 5 점, 회로 10 점
9 번	해당없음

1. How many different truth tables exist for Boolean functions of N variables? You should explain why.

먼저 Table의 row 개수는 2^N 개 (입력이 1개 증가할 때 마다 2배씩 늘어나므로)

그리고 각 row마다 나올 수 있는 경우의 수는 2가지 $\rightarrow 2^{(2^N)}$ 개의 Truth table이 가능

보충설명 예) 2개의 입력을 가지는 경우 다음과 같은 $2^4 = 16$ 개의 진리표가 만들어질 수 있음

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

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

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

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

2. Convert the following decimal numbers to 8-bit two's complement numbers or indicate that the number would overflow the range.

A. $38_{10} = 0010\ 0110_2$

B. $-24_{10} = 1110\ 1000_2$

C. $-67_{10} = 1011\ 1101_2$

D. $137_{10} = \text{Overflow}$

E. $127_{10} = 0111\ 1111_2$

3. Convert the following decimal numbers to 6-bit two's complement binary numbers and subtract them. Indicate whether the difference overflows a 6-bit result.

(Note that you should perform subtraction in two's complement binary form, not in decimal form!)

A. $31_{10} - 17_{10}$

$= 01\ 1111 - 01\ 0001 = 01\ 1111 + 10\ 1111 = 00\ 1110$

B. $7_{10} - 9_{10}$

$= 00\ 0111 - 00\ 1001 = 00\ 0111 + 11\ 0111 = 11\ 1110$

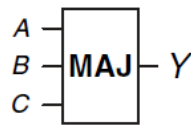
C. $-32_{10} - 24_{10}$

$= 10\ 0000 - 01\ 1000 = 10\ 0000 + 10\ 1000 = 00\ 1000\ \text{Underflow (Over)}$

D. $12_{10} - 21_{10}$

$= 00\ 1100 - 01\ 0101 = 00\ 1100 + 10\ 1011 = 11\ 0111$

4. A majority gate produces a TRUE output if and only if more than half of its inputs are TRUE.



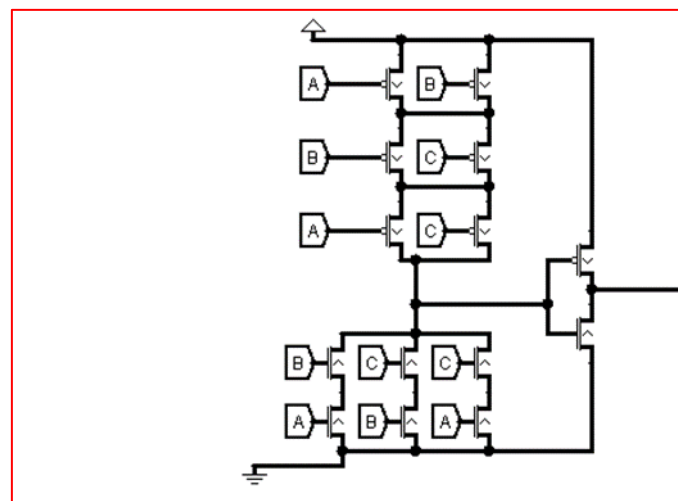
Complete a truth table and Boolean equation for the three-input majority gate of figure above.

Then, draw a schematic of majority gate using CMOS transistor logic. Use minimum number of transistors. Also, you should explain why your circuit works as majority gate.

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

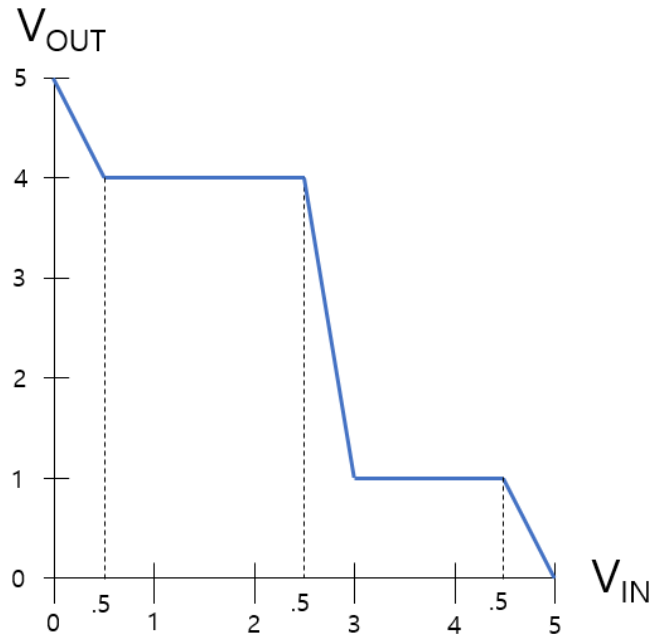
논리식은 진리표를 보고 자명하게 유도할 수 있음. $AB+BC+AC$

회로는 다음과 같음. 최소 개수는 AND당 2개, OR는 무료, NOT 2개 총 14개



“꿈을 가지십시오. 그리고 정열적이고 명예롭게 이루십시오.”

5. Is it possible to assign logic levels so that a device with the transfer characteristics shown in figure below would serve as an inverter? If so, what are the input and output low and high levels (V_{IL} , V_{OL} , V_{IH} , and V_{OH}) and noise margins (NM_L and NM_H)? If not, explain why not.



사용할 수 있다.

입력의 경우 3V 이상을 Logic high, 약 2.5V 이하를 Logic low로 이용하면 되기 때문.

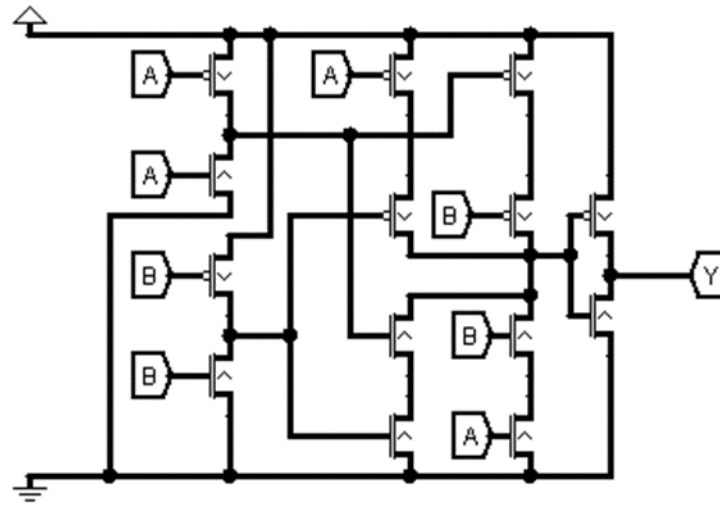
또한 출력의 경우 Logic low에서는 4~5V가 출력되고 Logic high에서는 1~0V가 출력

노이즈 마진의 경우 High는 $4 - 3 = 1V$, Low는 $2.5 - 1 = 1.5V$

결론적으로, $V_{IL} = \text{approx. } 2.5V$, $V_{OL} = 1V$, $V_{IH} = 3V$, $V_{OH} = 4V$, $NM_L = 1.5V$, $NM_H = 1V$

보충설명) Stable한 Voltage를 가질 수 있는 첫번째 지점을 각각 High, Low의 기준으로 잡을 것

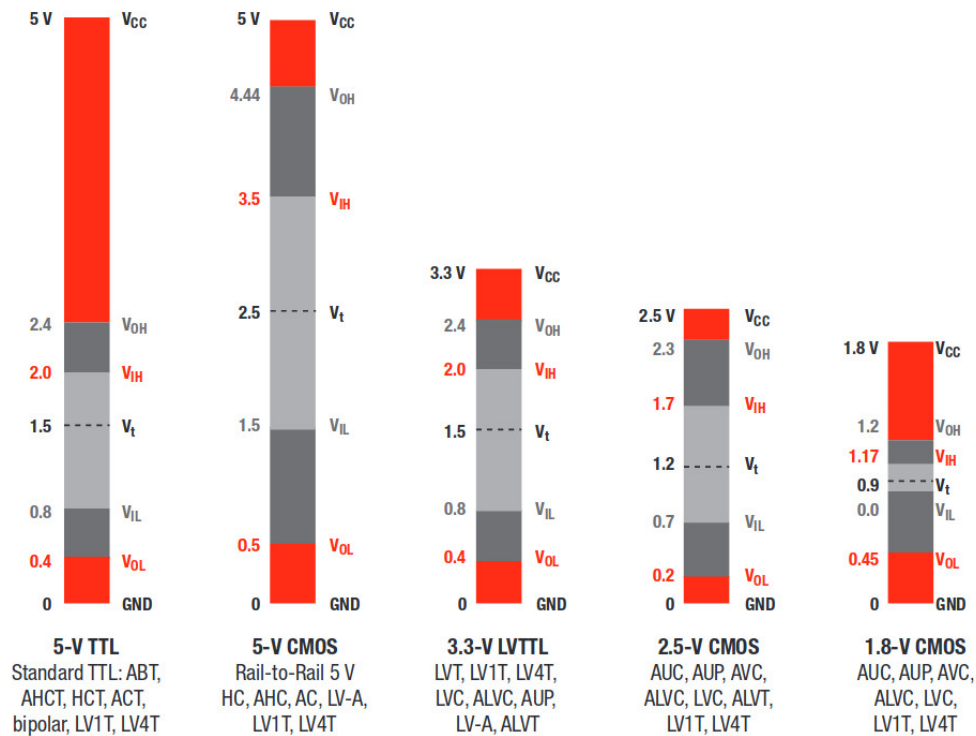
6. Write a truth table for the function performed by the gate in figure below. What is the name of this function?



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

Name: XNOR

7. There are various kinds of logic levels. Figure below is examples of logic levels.
(Figure from Texas instruments, Logic Guide 2017)



- A. Is it possible to connect 3.3-V LVTTTL to 5-V CMOS as input? Explain it.
(Assume all logics are 5V tolerant, which means you can connect up to 5V to all chips)

불가능하다. 3.3V LVTTTL $V_{OH} < 5\text{-V CMOS } V_{IH}$ 이기 때문에 1을 인식할 수 없음

- B. Is it possible to connect 5-V TTL to 2.5-V CMOS as input? Explain it.
(Assume all logics are 5V tolerant, which means you can connect up to 5V to all chips)

가능하다. 5-V TTL의 $V_{OH} > 2.5\text{-V CMOS } V_{IH}$ & 5-V TTL $V_{OL} < 2.5\text{-V CMOS } V_{IL}$

- C. Is it possible to connect 3.3-V LVTTTL to 5-V TTL as input? Explain it.
(Assume all logics are 5V tolerant, which means you can connect up to 5V to all chips)

가능하다. 3.3-V LVTTTL의 V_{OH} 는 5-V TTL의 V_{IH} 보다 높고, 마찬가지로 3.3-V LVTTTL의 V_{OL} 이 5-V TTL의 V_{IL} 보다 낮기 때문.

보충) V_{CC} 는 같을 필요가 없다. Logic level이 호환 가능하고 Common ground로 연결되어 있으면 공급되는 전압 상관없이 호환

“꿈을 가지십시오. 그리고 정열적이고 명예롭게 이루십시오.”

8. Complete a truth table and draw a CMOS schematic of Boolean equations given below.

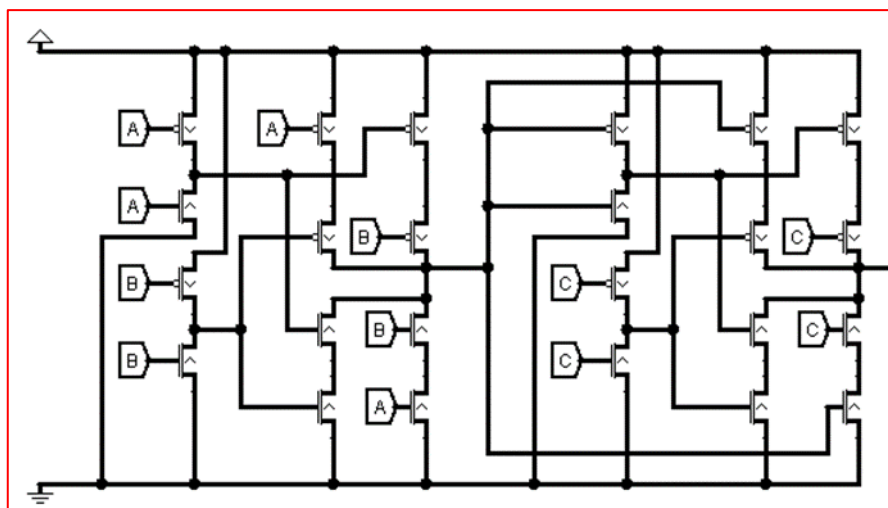
$$Y = A\bar{B}\bar{C} + \bar{A}B\bar{C} + \bar{A}\bar{B}C + ABC$$

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

필요하다면 식을 정리할 수 있음 → $A \oplus B \oplus C$

문제에 조건이 없으므로 식을 정리하지 않아도 괜찮음.

아래는 회로도 예시임



주요 틀린 사례

1. Inverter 트랜지스터 누락
2. 정상적인 CMOS 회로가 아님 (e.g., pMOS가 VCC를 흐르게 함 등)
3. 틀린 기호, 누락된 기호, 설명없이 혼용하는 기호
4. 연결 누락
5. 트랜지스터가 아니라 게이트로 회로도를 그림

“꿈을 가지십시오. 그리고 정열적이고 명예롭게 이루십시오.”

9. How many different equations exist for Boolean functions of N variables? Explain why.

1번과 동일함. $2^{(2^N)}$

Truth table의 개수가 곧 식의 개수임

예를 들어 다음과 같음

1개의 변수 A

$Y = 0, Y = 1$

$Y = A, Y = A'$

2개의 변수 A, B

$Y = 0, Y = 1$ (2개)

$Y = A, Y = A', Y = B, Y = B'$ (4개)

$Y = AB, Y = AB', Y = A'B, Y = A'B'$ (4개)

$Y = A+A'B, Y = A+A'B', Y = A'+AB, Y=A'+AB'...$ (6개)

잘 모르겠다면 1번의 진리표를 확인해볼 것