1 기본 논리게이트

1 기본 논리게이트

1 디지털 논리회로

적절하게 입력된 신호를 가지고 논리적 연산을 수행하여 출력신호를 생성시키는 전자적 회로

- 디지털 컴퓨터에서는 이러한 논리회로를 조합하여 계산이나 제어를 수행

1 기본 논리게이트

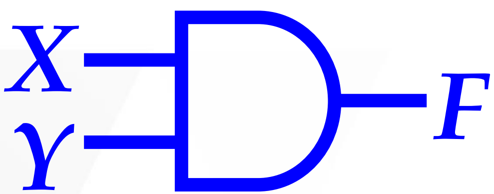
1 디지털 논리회로

- 디지털 논리회로를 구성하는 기본 논리게이트로는 AND, OR, NOT 게이트

2 기본 논리게이트

① AND 게이트

- 논리곱 수행
- 두 개 이상의 입력과 하나의 출력으로 구성



$$F = X \cdot Y$$

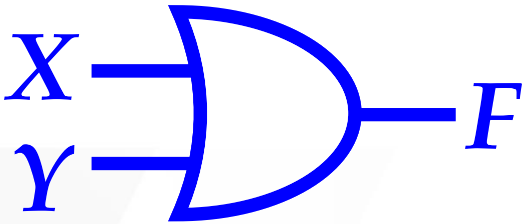
〈진리표〉

입력		출력
X	Y	F
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

2 기본 논리게이트

② OR 게이트

- 논리합 수행



$$F = X + Y$$

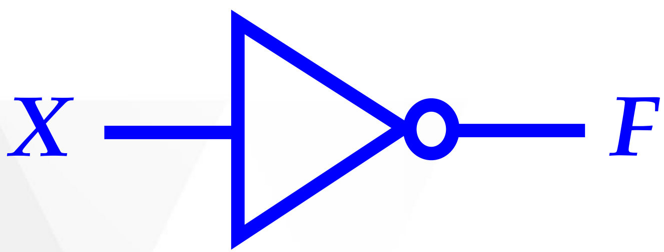
<진리표>

입력		출력
X	Y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

2 기본 논리게이트

③ NOT 게이트

- 인버터(Inverter)를 수행
- 한 개의 입력과 한 개의 출력으로 구성



$$F = \overline{X}$$

<진리표>

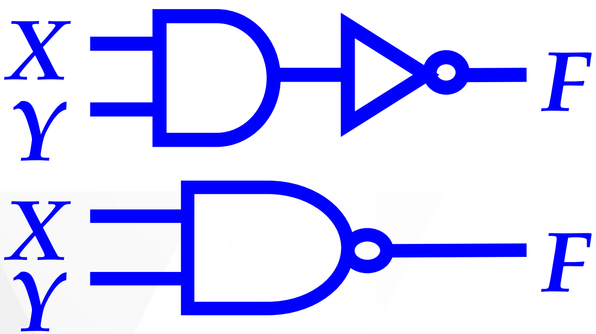
입력	출력
X	F
0	1
1	0

1 기본 논리게이트

3 기타 게이트

① NAND 게이트

- 논리곱의 보수를 수행



$$F = \overline{X \cdot Y} = \overline{X} + \overline{Y}$$

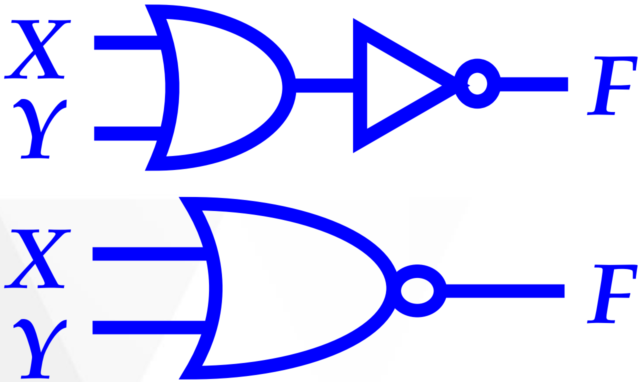
<진리표>

입력		출력
X	Y	F
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3 기타 게이트

② NOR 게이트

- 논리합의 보수를 수행



$$F = \overline{X + Y} = \overline{X} \cdot \overline{Y}$$

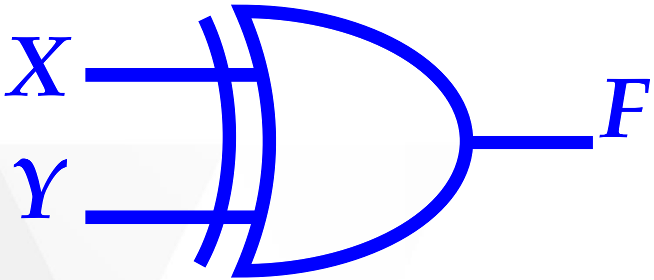
<진리표>

입력		출력
X	Y	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	0

3 기타 게이트

③ XOR 게이트

- 입력되는 두 비트의 값이 서로 같은지 다른지를 비교하는 기능



$$F = X \oplus Y = \bar{X}Y + X\bar{Y}$$

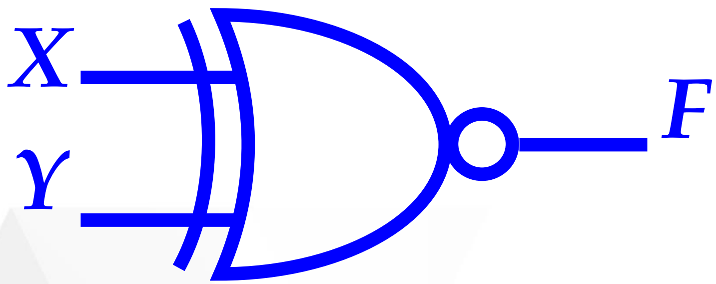
<진리표>

입력		출력
X	Y	F
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

3 기타 게이트

④ XNOR 게이트

- XOR 연산의 결과에 NOT 연산을 취하는 논리게이트



$$F = \overline{X \oplus Y} = \overline{\bar{X}Y + X\bar{Y}}$$
$$= \overline{XY} + XY$$

<진리표>

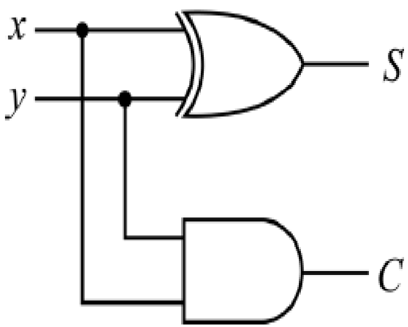
입력		출력
X	Y	F
0	0	1
0	1	0
1	0	0
1	1	1

4 반가산기(Half Adder)

- 두 개의 입력 x, y를 받아서 합(Sum)과 자리올림(Carry)을 구하는 조합회로

x y	S C
0 0	0 0
0 1	1 0
1 0	1 0
1 1	0 1

$$s = x'y + xy'$$
$$= x \oplus y$$
$$C = xy$$



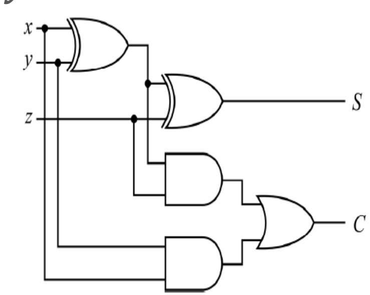
1 기본 논리게이트

5 전가산기(Full Adder)

- 두 개의 입력 x, y와 밑의 자리로부터 올라오는 자리 올림수 z를 포함한 3개의 입력을 사용하여 합(Sum)과 자리올림(Carry)을 구하는 조합회로

x y z	S C
0 0 0	0 0
0 0 1	1 0
0 1 0	1 0
0 1 1	0 1
1 0 0	1 0
1 0 1	0 1
1 1 0	0 1
1 1 1	1 1
0 0 0	0 0

$$s = \acute{x}\acute{y}z + \acute{x}y\acute{z} - x\acute{y}\acute{z} + xyz$$
$$= x \oplus y \oplus \mathrm{z}$$
$$C = xy + xz + yz$$



2 부울대수, 부울식

2 부울대수, 부울식

1 부울대수

- 영국의 수학자인 부울(Boole, George)에 의해 제안된 것으로 인간의 지식이나 사고과정을 수학적으로 해석한 것
- 논리적인 문제를 해결하기 위한 논리대수
- 디지털 회로의 설계와 분석을 쉽게 하기 위해 사용하는 이진변수와 논리연산을 나타내는 대수
- 복잡한 논리회로를 간단하게 표현하거나 논리회로 설계에서 중요하게 응용

2 부울대수, 부울식

1 부울대수

- 전자회로를 만드는 첫 번째 단계는 회로의 기능을 부울함수로 나타내는 것
- 부울함수는 부울대수의 기본연산을 사용한 부울 표현으로 기술함
- 특정한 부울함수는 여러 표현으로 나타낼 수 있는데 이것을 간소하게 나타내는 방법이 필요함

2 부울대수, 부울식

1 부울대수

정의

논리 게이트의 동작을 수학적 표시법으로
표현한 것이고 0과 1을 입력값으로 갖는
논리계산을 형식화한 것

- 논리회로 설계의 기초가 됨
- 부울대수의 변수는 참(True, 1, On) 또는 거짓(False, 0, Off) 중 한 값을 가짐
- 논리연산의 종류 : AND, OR, NOT 등이 있음

2 부울대수, 부울식

1 부울대수

① 논리합(OR)

- 2개의 조건 중 하나 이상의 조건을 만족하면 참
- F = P + Q로 표현

[논리합]

P Q	$P+Q$
0 0	0
0 1	1
1 0	1
1 1	1

2 부울대수, 부울식

1 부울대수

② 논리곱(AND)

- 2개의 조건이 모두 만족하면 참
- F = P · Q로 표현

[논리곱]

P Q	$P \cdot Q$
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

1 부울대수

③ 논리부정(NOT)

- 출력 조건이 입력조건과 반대가 되는 출력을 갖는 논리회로
- F = A'

[논리부정]

A	A'
0 0	0
0 1	0
1 0	0
1 1	1

2 부울대수, 부울식

2 부울대수의 기본 정리

논리합의 기본 정리	논리곱의 기본 정리
$x + 0 = x$	$x \cdot 1 = x$
$x + x' = 1$	$x \cdot x' = 0$
$x + x = x$	$x \cdot x = x$
$x + 1 = 1$	$x \cdot 0 = 0$
$(x')' = x$	$x \cdot y = y \cdot x$
$x + (y + z) = (x + y) + z$	$x + y \cdot z = (x + y) \cdot (x + z)$
$(x + y)' = x' \cdot y'$	$x \cdot (x + y) = x$
$x + x \cdot y = x$	

3 부울대수의 기본 공식

① $X + 0 = X$ ② $X \cdot 0 = 0$

③ $X + 1 = 1$ ④ $X \cdot 1 = X$

⑤ $X + X = X$ ⑥ $X \cdot X = X$

⑦ $X + X' = 1$ ⑧ $X \cdot X' = 0$

3 부울대수의 기본 공식

- 교환법칙

⑨ $X + Y = Y + X$

⑩ $X \cdot Y = Y \cdot X$

- 결합법칙

⑪ $X + (Y + Z) = (X + Y) + Z$

⑫ $X \cdot (Y \cdot Z) = (X \cdot Y) \cdot Z$

- 분배법칙

⑬ $X \cdot (Y + Z) = X \cdot Y + X \cdot Z$

⑭ $X + (Y \cdot Z) = (X + Y) \cdot (X + Z)$

3 부울대수의 기본 공식

- 드모르간의 법칙

⑮ $(X+Y)' = X' \cdot Y'$

⑯ $(X \cdot Y)' = X' + Y'$

⑰ $(X')' = X$

3 부울대수의 기본 공식

- $$X \cdot (X + Y) = X \cdot X + X \cdot Y = X + X \cdot Y = X \cdot (1 + \mathrm{Y}) = \mathrm{X}$$

- $$X + (X \cdot Y) = X \cdot (1 + Y) = \mathrm{X}$$

- $$X \cdot (1 + Y) + X' \cdot Y = X + X \cdot Y + X' \cdot Y = X + Y \cdot (X + X') = X + \mathrm{Y}$$

- $$X + X' \cdot \mathrm{Y} = \mathrm{X} + \mathrm{Y}$$

3 부울대수의 기본 공식

예시 1

x=0, y=1, z=0 일 때 부울식 $x + yz'$ 의 값을 구하시오.

(풀이) $x + yz' = 0 + 1 \cdot 0' = 0 + 1 \cdot 1 = 0 + 1 = 1$

3 부울대수의 기본 공식

- 부울대수는 이진변수, 이진 연산자(OR, AND, NOT), 괄호, 등호 등으로 표현

- 예시 2

$$F1 = x + y'z$$
$$F2 = x'yz + x'yz' + xz$$
$$F3 = x'y + xz$$

3 부울함수의 보수

3 부울함수의 보수

1 부울함수

- 부울변수와 부울 연산자로 구성된 식
- 이진 입력과 출력의 관계를 정의한 함수
- n개의 부울변수와 부울 연산자로 구성되는 식

2 부울보수

- 2진 변수의 값을 반전시키는 단항 연산자
- 부울함수 F의 보수는 $\bar{F}$이며 F의 값을 0은 1로, 1은 0으로 바꿈
- 드 모르간 법칙을 이용하여 얻을 수도 있음
- 보수를 취하기 위해서 AND는 OR로, OR는 AND로 바꿔줌

- $0' = \bar{0} = 1$ $\qquad$ $1' = \bar{1} = 0$

볼 대수 AND, OR, NOT은 ∧,∨,′ 또는 ·,+,′으로 바꿀 수 있음

3

부울함수의 보수

3 드 모르간 법칙

- $\overline{X_1 + X_2 + \cdots + X_n} = \overline{X_1} \cdot \overline{X_2} \cdot \cdots \cdot \overline{X_n}$
- $\overline{X_1 \cdot X_2 \cdot \cdots \cdot X_n} = \overline{X_1} + \overline{X_2} + \cdots + \overline{X_n}$

3 드 모르간 법칙

예시 1

다음 식을 구하시오.

① $1 \cdot 0'$

② $(0 \cdot 1) + (1 + 0)'$

③ $((0 + 1) \cdot 0)'$

3 드 모르간 법칙

예시 1

다음 식을 구하시오.

① $1 \cdot 0' = 1 \cdot 1 = 1$

② $$\begin{aligned}(0 \cdot 1) + (1 + 0)' &= (0 \cdot 1) + (0 \cdot 1) \\ &= 0 + 0 \\ &= 0\end{aligned}$$

③ $$\begin{aligned}((0 + 1) \cdot 0)' &= (0 + 1)' + 1 \\ &= 1' + 1 \\ &= 0 + 1 \\ &= 1\end{aligned}$$

3 부울함수의 보수

3 드 모르간 법칙

◆ 예시 2

부울함수 $F = \bar{X}\bar{Y}Z + X\bar{Y}\bar{Z}$의 보수를 구하시오.

(풀이)

$$\bar{F} = \left(\overline{\bar{X}\,\bar{Y}\,Z + X\,\bar{Y}\,\bar{Z}}\right)$$

$$= \overline{(\bar{X}\,\bar{Y}\,Z)} \cdot \overline{(X\,\bar{Y}\,\bar{Z})}$$

$$= (X + Y + \bar{Z})(\bar{X} + Y + Z)$$

3 드 모르간 법칙

예시 3

부울함수 $F = \bar{X}\bar{Y}Z + \bar{X}Y\bar{Z}$의 보수를 구하시오.

(풀이)

$$\bar{F} = (X + Y + \bar{Z}) \cdot (X + \bar{Y} + Z)$$