

처음 만나는
디지털 논리회로

(Hint & Solution)

CHAPTER 01 들어가기

1. 아날로그와 디지털 신호의 차이점

본문 참조

2. 아날로그 양과 디지털 양 구분

- ① 아날로그 ② 아날로그
- ③ 디지털 ④ 아날로그
- ⑤ 디지털

3. 디지털 시스템의 장점

본문 참조

4. 디지털 정보의 단위

- ① 8바이트 ② 128바이트
- ③ 64비트 ④ 8192비트
- ⑤ 32,768바이트 ⑥ 67,108,864바이트
- ⑦ 6,871,947,674바이트

5. 디지털 정보의 단위

8비트

6. 디지털 정보의 단위

약 14장

7. 펄스 특성

- ① $t_r = 2.4\text{ms}$ ② $t_f = 1.6\text{ms}$
- ③ $t_W = 6.5\text{ms}$ ④ 진폭 = 10V

8. 주기, 주파수, 듀티 사이클

- ① 주기 : 9 μs
- ② 주파수 : 111KHz
- ③ duty cycle : 67%

9. 주파수, 듀티 사이클

- ① 주파수 : 4KHz ② 듀티 사이클 : 10%

10. 양자화 잡음

본문 참조

11. ADC 기본개념

- ① 입력 범위 : 0 ~ 100 $^{\circ}\text{C}$
- ② 샘플링 레이트 : 100Hz
- ③ 양자화 레벨 : 1024개
- ④ 전압 분해능 : 약 9.78mV
- ⑤ 온도 분해능 : 0.09775 $^{\circ}\text{C}$

CHAPTER 02 수의 체계

1. 진수의 필요성

본문 참조

2. 10진수를 2진수, 8진수, 16진수로 변환

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

3. 10진수를 각종 진수로 변환

- ① $112202.02200220\cdots_{(3)}$
- ② $1121.111_{(4)}$
- ③ $112.1101_{(5)}$
- ④ $118.18733701\cdots_{(9)}$
- ⑤ $10.3B62A\cdots_{(12)}$
- ⑥ $4E.379B3\cdots_{(15)}$

4. 2진수, 8진수, 16진수 상호 변환

- ① $10001011110_{(2)} = 45E_{(16)}$
- ② $110111100011_{(2)} = DE3_{(16)}$
- ③ $101100011110.001101_{(2)} = B1E.34_{(16)}$
- ④ $0.000010001011110_{(2)} = 0.08BC_{(16)}$
- ⑤ $0001000000100011_{(2)} = 10043_{(8)}$
- ⑥ $0110101111001111_{(2)} = 65717_{(8)}$
- ⑦ $1111010000100000_{(2)} = 172040_{(8)}$
- ⑧ $0011001100001111.1111100_{(2)} = 31417.770_{(8)}$
- ⑨ $0.0000111000110100_{(2)} = 0.03432_{(8)}$

5. 2진수, 8진수, 16진수 상호 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 |

6. 8진수 연산

- ① $6223_{(8)}$ ② $54262_{(8)}$
- ③ $347621_{(8)}$

7. 수의 이해

- ① 최솟값: $000_{(16)}$, 최댓값: $FFF_{(16)}$

- ② 4096개

8. 2의 보수

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

9. 정수의 표현범위

-16384 ~ +16383

10. 1의 보수와 2의 보수 변환

- ① 1의 보수=00010010, 2의 보수=00010010
 ② 1의 보수=01110011, 2의 보수=01110011
 ③ 1의 보수=01001111, 2의 보수=01001111
 ④ 1의 보수=11001110, 2의 보수=11001111
 ⑤ 1의 보수=11111100, 2의 보수=11111101
 ⑥ 1의 보수=10011011, 2의 보수=10011100

11. 9의 보수와 10의 보수 변환

- ① 9의 보수: 74,521,963
 10의 보수: 74,521,964
 ② 9의 보수: 36,674,399
 10의 보수: 36,674,400
 ③ 9의 보수: 74,999,999
 10의 보수: 75,000,000
 ④ 9의 보수: 99,999,999
 10의 보수: 00,000,000

12. 10의 보수를 이용한 뺄셈

- ① 2892 ② -3876
 ③ -400 ④ 1040
 ⑤ 69 ⑥ -109

13. 2의 보수의 장점

본문 참조

14. 진수 변환

- ① -86₍₁₀₎ ② -15₍₁₀₎
 ③ +85₍₁₀₎ ④ +43₍₁₀₎
 ⑤ 0.65625₍₁₀₎ ⑥ 1878₍₁₀₎
 ⑦ 4062₍₁₀₎ ⑧ 28.673828125₍₁₀₎
 ⑨ 227₍₁₀₎ ⑩ 2277₍₁₀₎

- ⑪ 212087₍₁₀₎ ⑫ 42241₍₁₀₎
 ⑬ 33692₍₁₀₎ ⑭ 43981₍₁₀₎

15. 2의 보수를 이용한 연산

- ① 44₍₁₀₎ ② -2₍₁₀₎
 ③ -90₍₁₀₎ ④ 48₍₁₀₎
 ⑤ 8비트 연산에서 overflow,
 부호 확장을 고려하면, +157₍₁₀₎
 ⑥ 8비트 연산에서 overflow
 부호 확장을 고려하면, -193₍₁₀₎

16. 진수 및 보수 개념 이해

- ① 3C21
 ② 1100 0011 1101 1111
 ③ 0011 1100 0010 0001
 ④ 3C21

17. IEEE 754 표준 부동 소수점 표현

- ① 0 10000110 110110010011001100110
 ② 0 01111010 00011110101110000101000
 ③ 1 01111010 10011001100110011001100
 ④ 1 10001100 01000000001010000000000
 ⑤ 0.0400390625
 ⑥ -0.01416015625
 ⑦ 0 01111010 00000000000000000000000
 ⑧ 1 01111000 00000000000000000000000
 ⑨ 0 01111100 01101000000000000000000
 ⑩ 1 01111100 01111010000000000000000

CHAPTER 03 디지털 코드

1. 10진수를 BCD 코드로 변환

- ① 0001 0000 0100
 ② 0010 0111 0101
 ③ 0011 0110 1001
 ④ 0101 0100 0111
 ⑤ 0001 0000 0101 0010
 ⑥ 0010 0110 0011 1001

2. BCD 코드를 10진수로 변환

- ① 80 ② 237

- ③ 346 ④ 754
⑤ 1683 ⑥ 6667

3. BCD 덧셈

- ① 7 ② 7
③ 51 ④ 123
⑤ 419 ⑥ 452

4. 자기 보수적인 성질을 가진 코드

3초과 코드, 2421 코드, 84-2-1 코드, 51111 코드

5. 4311, 6311, 6421 코드변환 방법

- ① 자기보수 성질을 갖는다.
② 자기보수 성질을 갖지 않는다.
③ 자기보수 성질을 갖지 않는다.

6. 2진 코드와 그레이 코드 변환

- ① 1110_(G) ② 0100_(G)
③ 1101_(G) ④ 1100_(G)
⑤ 1101111111_(G) ⑥ 00110001111111_(G)
⑦ 1111111111111111_(G)
⑧ 11101111_(G) ⑨ 00111010_(G)
⑩ 1110101011110111_(G)
⑪ 0010000100011011_(G)
⑫ 1011₍₂₎ ⑬ 1001₍₂₎
⑭ 1110₍₂₎ ⑮ 0010₍₂₎
⑯ 01101001101₍₂₎ ⑰ 10111001101000₍₂₎
⑱ 110011001100110011₍₂₎

7. 3초과 코드를 그레이 코드로 변환

| 10진수 | 3초과 코드 | 그레이 코드 |
|------|--------|--------|
| 0 | 0011 | 0010 |
| 1 | 0100 | 0110 |
| 2 | 0101 | 0111 |
| 3 | 0110 | 0101 |
| 4 | 0111 | 0100 |
| 5 | 1000 | 1100 |
| 6 | 1001 | 1101 |
| 7 | 1010 | 1111 |
| 8 | 1011 | 1110 |
| 9 | 1100 | 1010 |

8. 병렬 패리티를 이용한 에러 검사

3행과 4열이 만나는 비트에서 에러가 발생하였으
며, 0을 1로 수정한다.

9. 해밍코드를 이용한 오류검출 방법

- ① 7번째 비트에 에러가 발생

- ② 10번째 비트에 에러가 발생
③ 에러 없음
④ 10번째 비트에 에러가 발생

10. ASCII 코드 표현

- ① J ② o
③ h ④ n (space)
⑤ Doe

11. ASCII 코드 표현

- ① G ② N
③ 6 ④ R

12. 각종 코드 표현방법

- ① 100100111
② 0010 1001 0101
③ 0110010 0111001 0110101

13. 표준 BCD 코드 표현

- ① 1110101 ② 1010010
③ 1100100 ④ 0000111

14. EBCDIC 코드 표현

- ① G ② V
③ O ④ 9

15. 카드에 2진 코드 할당 방법

4종류 카드(♠♦♥♣)을 고려하여 2비트를 할당하
고, 4비트는 번호를 지정한다.

CHAPTER 04 논리게이트

1. 3입력 AND 게이트 출력파형

3입력 AND 게이트의 진리표를 이용하여 구간별
로 출력파형을 구하면 된다.

2. AND 게이트 이해

인에이블 신호는 얻으려는 파형 부분에 1을 인가
하고, 그렇지 않으면 0을 인가한다.

3. NOT과 AND 게이트 이해

$$W = D \cdot \bar{S} \cdot I$$

4. OR 게이트 이해

4입력 OR 게이트

5. OR 게이트 이해

31가지

6. 3입력 AND-OR 게이트 출력파형

구간별로 AND 게이트와 OR 게이트의 진리표를 참조하여 출력파형을 구한다.

7. AND 게이트 및 OR 게이트의 이해

두 입력에 서로 다른 입력을 인가하고 검사하면 된다.

8. AND 게이트 및 OR 게이트의 이해

AND 게이트와 OR 게이트의 진리표를 이용하여 파형을 구한다.

- ①
 - $A=0, F=0 \rightarrow B$ 는 0 또는 1이어도 상관없다.
 - $A=1, F=0 \rightarrow B=0$ 이어야 한다.
 - $A=1, F=1 \rightarrow B=1$ 이어야 한다.
- ②
 - $A=0, F=1 \rightarrow B=1$ 이어야 한다.
 - $A=0, F=0 \rightarrow B=0$ 이어야 한다.
 - $A=1, F=1 \rightarrow B$ 는 0 또는 1이어도 상관없다.

9. 게이트의 이해

2입력 NAND 게이트를 이용하면 구현 가능하다.

10. 게이트의 이해

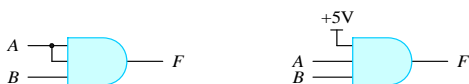
4입력 NAND 게이트를 진리표를 살펴보면 설명할 수 있다.

11. 3입력 NOR 게이트 출력파형

구간별로 3입력 NOR 게이트의 진리표를 참조하여 출력 파형을 그리면 된다.

12. 게이트의 활용법 이해

- ① 첫 번째는 입력 3개 중 2개의 입력에 같은 신호를 인가하면 된다. 두 번째 방법으로는 입력 3개 중 1개 입력을 논리 1에 연결하면 된다.



②, ③, ④도 유사한 방법으로 구하면 된다.

13. 게이트의 이해

3입력 NOR 게이트를 이용하면 된다.

14. 게이트의 이해

3입력 NOR 게이트를 이용하면 된다.

15. 3입력 XOR 게이트 출력파형

3입력 XOR 게이트를 진리표(1의 개수가 홀수이면 1, 짝수이면 0을 출력한다.)를 이용하여 구간별로 출력파형을 구하면 된다.

16. 2입력 XNOR 게이트 구현

첫 번째 XOR 게이트 입력에 A, B 를 인가하고, 그 출력을 두 번째 XOR 게이트 입력으로 인가한다. 두 번째 XOR 게이트의 다른 입력은 +5V를 인가하면 된다.

17. OR 게이트에서의 출력 파형

- ① 출력은 항상 High



18. AND 게이트에서의 출력 파형

- ① 출력은 항상 Low



19. 평균 전력소모

35mW

20. 잡음여유도 및 전파지연 시간 계산

- ① 동작속도 관점

74F00 > 74S00 > 74AC00 > 74ACT00 > 74ALS00 > 74LS00 > 7400 > 74HC00

- ② 잡음여유도 관점

74ACT00 > 74AC00 > 74ALS00 > 74HC00 > 74LS00 > 75S00 > 74F00 = 7400

CHAPTER 05 불 대수

1. 진리표를 이용하여 두 함수가 같음을 증명

①

| A | B | C | 식 F | 식 G |
|---|---|---|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

②

| X | Y | Z | 식 F | 식 G |
|---|---|---|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |

③

| A | B | C | 식 F | 식 G |
|---|---|---|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

④

| A | B | C | 식 F | 식 G |
|---|---|---|-----|-----|
| 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

⑤도 유사하게 증명하면 된다.

2. 불 대수를 이용한 증명

② $(\bar{X}+X)Y+(X+\bar{X})\bar{Y}=1 \cdot Y+1 \cdot \bar{Y}$
 $= Y+\bar{Y}=1$

①, ③, ④도 유사하게 증명하면 된다.

3. 드모르간의 정리

① $\overline{XY \cdot \bar{X}Y \cdot \bar{Y}Z}$

② $\overline{\bar{X}+\bar{Y}+\bar{X}+\bar{Y}+\bar{Y}+\bar{Z}}$

4. 논리식의 부정

① $\bar{F}=(\bar{W}+\bar{X})(\bar{Y}+\bar{Z})$

② $\bar{F}=(\bar{X}+Y) \cdot (X+\bar{Y})$

③ $\bar{F}=(\bar{A}+B)\bar{C}+D)\bar{E}$

④ $\bar{F}=(\bar{A}+\bar{B}+(C+\bar{D})(\bar{C}+D))$
 $(A+B+\bar{C}\bar{D}+CD)$

⑤ $\bar{F}=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+AC+\bar{A}\bar{B}$

⑥ $\bar{F}=(\bar{A}+\bar{B}+D)(B+C)$
 $(A+\bar{C}+\bar{D})(A+\bar{B}+C+\bar{D})$

⑦ $\bar{F}=\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}\bar{B}\bar{C}+\bar{A}BC$

⑧ $\bar{F}=(\bar{A}\bar{B}+B\bar{C})(D+(A+\bar{B})\bar{C})$

5. 논리식 유도

논리식 : $F=HD+KD=(H+K)D$

6. 논리식 유도

논리식 : $X=AB, Y=\bar{A}\bar{B}$

7. 논리회로의 논리식 표현

① $F=\bar{A}+B$

② $F=AB+B$

③ $F=(A+B)+AB$

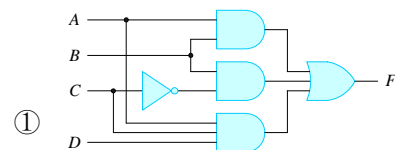
④ $F=(A+B)(\bar{B}+C)$

⑤ $F=\bar{A}+\bar{A}\bar{B}+AC$

⑥ $F=\overline{\bar{A}\bar{B}+\bar{A}\bar{C}\bar{D}+B\bar{D}\bar{D}}$

각 논리식이 1이 되는 경우는 진리표를 작성하면 된다.

8. 논리식의 논리회로 표현



②, ③, ④, ⑤, ⑥도 동일하게 그리면 된다.

9. SOP 표현 및 간소화

①

| A | B | C | F |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 |

$$\textcircled{2} F(A,B,C) = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + A\overline{B}C + ABC$$

$$\textcircled{3} F(A,B,C) = \overline{A}B + C$$

$$\textcircled{4} \overline{F}(A,B,C) = \Sigma m(2,4,6)$$

10. 최소항식 표현

$$\textcircled{1} F(A,B,C) = \overline{A}BC + \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}\overline{B}\overline{C}$$

$$\textcircled{2} F(A,B,C) = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + \overline{A}BC + \overline{A}BC + \overline{A}BC$$

$$\textcircled{3} F(A,B,C,D) = \overline{A}\overline{B}\overline{C}D + \overline{A}\overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D + \overline{A}BC\overline{D} + \overline{A}BCD + \overline{A}BCD + \overline{A}BCD + \overline{A}BCD$$

11. 최소항식 및 최대항식

$$\textcircled{1} \text{최소항식} = \Sigma m(3,5,6,7)$$

$$\text{최대항식} = \Pi M(0,1,2,4)$$

$$\textcircled{2} \text{최소항식} = \Sigma m(0,1,3,7)$$

$$\text{최대항식} = \Pi M(2,4,5,6)$$

$$\textcircled{3} \text{최소항식} = \Sigma m(1,3,5,9,12,13,14)$$

$$\text{최대항식} = \Pi M(0,2,4,6,7,8,10,11,15)$$

$$\textcircled{4} \text{최소항식} = \Sigma m(1,4,5,6,7)$$

$$\text{최대항식} = \Pi M(0,2,3)$$

$$\textcircled{5} \text{최소항식} = \Sigma m(0,2,4,6,7,14,15)$$

$$\text{최대항식} = \Pi M(1,3,5,8,9,10,11,12,13)$$

$$\textcircled{6} \text{최소항식} = \Sigma m(5,8,10,12,13)$$

$$\text{최대항식} = \Pi M(0,1,2,3,4,6,7,9,11,14,15)$$

12. 최소항과 최대항

$$\textcircled{1} E(X,Y,Z) = \Sigma m(0,1,2)$$

$$F(X,Y,Z) = \Sigma m(2,3,6,7)$$

$$E(X,Y,Z) = \Pi M(3,4,5,6,7)$$

$$F(X,Y,Z) = \Pi M(0,1,4,5)$$

$$\textcircled{2} \overline{E(X,Y,Z)} = \Sigma m(3,4,5,6,7)$$

$$\overline{F(X,Y,Z)} = \Sigma m(0,1,4,5)$$

$$\textcircled{3} E = \overline{X}\overline{Y}\overline{Z} + \overline{X}\overline{Y}Z + \overline{X}Y\overline{Z}$$

$$F = \overline{X}Y\overline{Z} + \overline{X}YZ + XY\overline{Z} + XYZ$$

$$\textcircled{4} E = \overline{X}Y + \overline{X}\overline{Z}$$

$$F = Y$$

13. 최소항 및 최대항

$$\textcircled{1} F(A,B,C) = \Sigma m(1,3,4,6,7)$$

$$\textcircled{2} F(A,B,C) = \overline{A}\overline{B}C + \overline{A}B\overline{C} + \overline{A}BC + \overline{A}BC + \overline{A}BC + \overline{A}BC$$

$$\textcircled{3} F(A,B,C) = AB + \overline{A}C + \overline{A}C$$

$$\textcircled{4} \overline{F}(A,B,C) = \Sigma m(0,2,5)$$

14. 불 대수를 이용한 논리식 간소화

$$\textcircled{1} A + B + C$$

$$\textcircled{2} 1$$

$$\textcircled{3} 1$$

$$\textcircled{4} 1$$

$$\textcircled{5} 0$$

$$\textcircled{6} AC$$

$$\textcircled{7} B$$

$$\textcircled{8} A$$

$$\textcircled{9} C$$

$$\textcircled{10} 1$$

15. 불 대수를 이용한 논리식 간소화

$$\textcircled{1} A + C$$

$$\textcircled{2} AB + AC$$

$$\textcircled{3} \overline{A} + B$$

$$\textcircled{4} A + B$$

$$\textcircled{5} AB + AC$$

$$\textcircled{6} \overline{A}B + AC$$

$$\textcircled{7} A$$

$$\textcircled{8} B + AC$$

$$\textcircled{9} \overline{B}C$$

$$\textcircled{10} \overline{A} + \overline{B}C$$

16. 불 대수를 이용한 간소화

$$\textcircled{1} F = Y$$

$$\textcircled{2} F = XZ + YZ$$

$$\textcircled{3} F = \overline{X}\overline{Y}$$

$$\textcircled{4} F = XY + WX$$

$$\textcircled{5} F = XY + \overline{X}\overline{Y}Z$$

$$\textcircled{6} F = AB + \overline{C}$$

$$\textcircled{7} F = A + CD$$

CHAPTER 06 논리식의 간소화

1. 3변수 카르노 맵을 이용한 간소화

$$\textcircled{1} F(X,Y,Z) = Y$$

$$\textcircled{2} F(X,Y,Z) = XY + YZ + ZX$$

$$\textcircled{3} F(A,B,C) = \overline{A}B + \overline{C}$$

$$\textcircled{4} F(A,B,C) = C$$

$$\textcircled{5} F(X,Y,Z) = XY + \overline{X}\overline{Z}$$

$$\textcircled{6} F(A,B,C) = \overline{A} + BC$$

$$\textcircled{7} F(A,B,C) = (A \oplus C) + B$$

$$\textcircled{8} F(A,B,C) = B + \overline{A}C$$

$$\textcircled{9} F(A,B,C) = AB + \overline{A}\overline{B} + \overline{A}C = AB + \overline{A}\overline{B} + \overline{B}C$$

$$\textcircled{10} F(A,B,C) = \overline{A}\overline{B} + \overline{A}C + \overline{B}C = AB + \overline{A}\overline{C} + \overline{B}C$$

2. 4변수 카르노 맵을 이용한 간소화

$$\textcircled{1} F(A,B,C,D) = \overline{A}B + BD + \overline{B}D = \overline{A}D + BD + \overline{B}D$$

- ② $F(A,B,C,D) = \overline{A}C + \overline{A}D + BD + CD + \overline{A}B\overline{C}D$
- ③ $F(A,B,C,D) = \overline{A}B + BD + \overline{A}C\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} = \overline{B}C + BD + \overline{A}B\overline{D} + \overline{A}C\overline{D}$
- ④ $F(A,B,C,D) = \overline{A}B + \overline{A}C + \overline{A}D + \overline{B}C + \overline{B}D + \overline{C}D + ABCD$
- ⑤ $F(A,B,C,D) = \overline{A}C\overline{D} + BD + \overline{B}C\overline{D}$
- ⑥ $F(A,B,C,D) = \overline{A}B + \overline{A}D + \overline{B}C + CD + BCD$
- ⑦ $F(A,B,C,D) = AC + AD + BCD + \overline{B}C\overline{D} = \overline{A}B + AD + BCD + \overline{B}C\overline{D}$
- ⑧ $F(A,B,C,D) = \overline{A}B + BC + BD + \overline{A}C\overline{D} = \overline{A}B + AC + AD + \overline{B}C\overline{D}$
- ⑨ $F(A,B,C,D) = AB + BD + CD + \overline{B}D = AB + \overline{B}C + BD + \overline{B}D = \overline{A}D + \overline{B}C + BD + \overline{B}D = \overline{A}D + BD + \overline{B}D + CD$
- ⑩ $F(A,B,C,D) = \overline{A}B + AC + \overline{B}D + \overline{C}D = \overline{A}B + \overline{A}C + BD + \overline{C}D = \overline{A}B + AD + \overline{B}C + \overline{C}D = \overline{A}C + AD + BC + \overline{B}D = \overline{A}B + \overline{A}D + BC + \overline{C}D = AC + BD + \overline{A}D + \overline{B}C$

3. 논리식의 간소화

$$Y = BCD$$

4. 스위칭 회로망의 간소화

- ① Minterm = $\Sigma m(6, 7, 9, 10, 11, 13, 14, 15)$
- ② Maxterm = $\Pi M(0, 1, 2, 3, 4, 5, 8, 12)$

5. 카르노 맵에 의한 간소화

- ① $F = XY + YZ + XZ$
- ② $F = \overline{Y}Z + \overline{W}XZ + WX\overline{Z}$
- ③ $F = ABC + \overline{A}BD + \overline{B}D$ (간소화되지 않음)
- ④ $F = D + \overline{B}C$
- ⑤ $F = W\overline{X}Y + X\overline{Y} + \overline{X}Z$
- ⑥ $F = AC + \overline{B}C + BD$
- ⑦ $F = AC + \overline{A}BD + \overline{B}D + CD = AC + \overline{A}BD + \overline{B}C + \overline{B}D$
- ⑧ $F = WX + WY + WZ + XY + XZ + YZ$

6. 무관조건을 고려한 카르노 맵을 이용한 간소화

- ① $F(A,B,C) = 1$
- ② $F(A,B,C,D) = \overline{B}D + \overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}D$
- ③ $F(A,B,C,D) = \overline{A}D + BD + \overline{C}D$
- ④ $F(A,B,C,D) = \overline{A}D + \overline{B}D$

- ⑤ $F(A,B,C,D) = AB + \overline{B}C + \overline{A}B\overline{C}$
- ⑥ $F(A,B,C,D) = \overline{A}D + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C} = \overline{A}D + \overline{B}C\overline{D} + \overline{B}C\overline{D}$
- ⑦ $F(A,B,C,D) = BD + \overline{B}D + CD = AB + \overline{B}D + CD = AB + \overline{A}D + CD = \overline{A}D + BD + CD = AB + \overline{B}C + \overline{B}D = \overline{B}C + \overline{B}D + \overline{B}D = \overline{A}D + \overline{B}C + BD = AB + \overline{A}D + \overline{B}C$
- ⑧ $F(A,B,C,D) = \overline{A}B + \overline{B}C + \overline{C}D = \overline{A}B + \overline{B}C + \overline{B}D = \overline{A}B + \overline{A}C + \overline{B}D$
- ⑨ $F = \overline{A}CD + \overline{A}B\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D = \overline{A}B\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D = \overline{A}C\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{B}C\overline{D} + \overline{A}B\overline{C}D$
- ⑩ $F = \overline{A}B + \overline{B}D + \overline{C}D + \overline{A}BD = \overline{A}B + \overline{B}C + \overline{B}D + \overline{A}BD = \overline{A}B + \overline{B}D + \overline{C}D + \overline{A}B\overline{C}$
- ⑪ $F = \overline{B}D + \overline{C}D + \overline{A}B\overline{C} + ABC = \overline{B}D + \overline{A}D + \overline{A}B\overline{C} + ABC$
- ⑫ $F(A,B,C,D) = AD + BD + \overline{C}D = AD + BD + AB = AD + BD + AC = AD + BD + BC$

7. POS 형태의 간소화

- ① $F = Y$
- ② $F = (X + Y)(Y + Z)(Z + X)$
- ③ $F = (Y + \overline{Z})(\overline{X} + \overline{Z})$
- ④ $F = Z$
- ⑤ $F = (A + \overline{D})(\overline{B} + \overline{D})$
- ⑥ $F = (\overline{W} + \overline{X})(X + \overline{Z})(\overline{X} + Y + Z)$
- ⑦ $F = (B + \overline{D})(\overline{A} + \overline{B} + D)$
- ⑧ $F = (\overline{A} + \overline{B} + C)(A + \overline{B} + D)(B + C + \overline{D})$
- ⑨ $F = (A + D)(A + \overline{B} + \overline{C})(\overline{A} + B + C)$

8. SOP와 POS 형태의 간소화

- ① SOP = $AB + BC$, POS = $B(A + C)$
- ② SOP = $\overline{X} + Y + \overline{Z}$, POS = $\overline{X} + Y + \overline{Z}$
- ③ SOP = $\overline{A}C + \overline{B}D + CD$
POS = $(A + D)(\overline{C} + D)(A + \overline{B} + C)$
- ④ SOP = $\overline{A}C + \overline{A}D + \overline{B}D$
POS = $(\overline{A} + \overline{D})(\overline{C} + \overline{D})(A + \overline{B} + \overline{C})$
- ⑤ SOP = $\overline{A}BC + \overline{A}BD + \overline{B}D$
POS = $(\overline{A} + \overline{B})(B + \overline{D})(\overline{B} + C + D)$

9. SOP 표현

- ① $F = A\bar{C} + BC + CD$
- ② $F = \bar{A}\bar{B}\bar{D} + \bar{B}\bar{C} + B\bar{D}$
- ③ $F = BC + \bar{A}D$
- ④ $F = \bar{A}\bar{B}\bar{C} + A\bar{C}\bar{D} + \bar{B}\bar{C}\bar{D} + BD$

10. SOP를 POS로 변환

- ① $F = (\bar{A} + C)(A + \bar{D})$
- ② $F = B(\bar{A} + C + D)(A + \bar{C} + D)$
- ③ $F = (\bar{A} + B + \bar{D})(\bar{B} + \bar{C})(C + D)$

11. SOP 및 POS의 최소항과 최대항 표현

- ① $SOP = A\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C + BD$
 $POS = (\bar{A} + B + \bar{D})(A + \bar{B} + D)(B + C)(C + D)$
- ② $SOP = AB + \bar{B}\bar{C} + A\bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}C$
 $POS = (B + D)(A + \bar{B} + \bar{C})(\bar{A} + B + \bar{C})(A + C + \bar{D})$
 $= (B + D)(A + B + \bar{C})(A + \bar{B} + \bar{C})(A + C + \bar{D})$
 $= (A + B)(B + D)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$
- ③ $SOP = \bar{A}B + \bar{B}\bar{C} + CD = \bar{A}B + \bar{B}\bar{C} + AD$
 $POS = (A + B)(B + C)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$
 $= (A + \bar{D})(B + D)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$
 $= (B + C)(B + D)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$
 $= (A + B)(B + D)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$
 $= (A + B)(B + C)(\bar{A} + \bar{C} + D)$
 $= (A + \bar{D})(B + D)(\bar{A} + \bar{C} + D)$
 $= (B + C)(B + D)(\bar{A} + \bar{C} + D)$
- ④ $SOP = A\bar{D} + BC + \bar{C}D$
 $POS = (A + B + \bar{C})(A + C + D)(B + \bar{C} + \bar{D})$
 $= (A + B + D)(A + C + D)(B + \bar{C} + \bar{D})$
- ⑤ $SOP = AB + AD + \bar{A}\bar{D} + BC$
 $= AD + \bar{A}\bar{D} + BC + B\bar{D}$
 $POS = (A + B + \bar{D})(\bar{A} + B + D)(A + C + \bar{D})$
- ⑥ $SOP = AD + \bar{A}B + \bar{C}D$
 $POS = (\bar{A} + D)(A + B + \bar{C})(B + D)$
- ⑦ $SOP = \bar{A}B + ACD + \bar{B}\bar{C}\bar{D}$
 $POS = (\bar{A} + C)(B + C)(\bar{A} + \bar{B} + D)(A + B + \bar{D})$
- ⑧ $SOP = \bar{A}B + \bar{A}\bar{C} + A\bar{C}\bar{D} + \bar{B}D$
 $POS = (A + B + \bar{C})(\bar{A} + C + D)(\bar{B} + \bar{D})$
- ⑨ $SOP = \bar{A}\bar{B}\bar{D} + \bar{A}BC + AD$
 $= \bar{A}\bar{B}\bar{D} + \bar{B}\bar{C}D + AD$
 $POS = (A + \bar{D})(B + C + D)(\bar{A} + \bar{B} + \bar{C})$
 $= (A + \bar{D})(B + C + D)(\bar{A} + \bar{B} + D)$

$$\begin{aligned} \text{⑩ } SOP &= BD + \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{C}\bar{D} \\ &= BC + \bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{D} \\ &= BD + \bar{B}\bar{C} + \bar{A}\bar{B}\bar{D} \\ &= BD + \bar{C}\bar{D} + \bar{A}\bar{B}\bar{D} \\ POS &= (\bar{A} + D)(\bar{B} + D)(B + \bar{C} + D) \\ &= (A + \bar{C})(\bar{B} + D)(B + \bar{C} + \bar{D}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{⑪ } SOP &= AC + \bar{A}\bar{C} + BC = \bar{A}\bar{C} + \bar{A}\bar{D} + BC \\ &= \bar{A}B + AC + \bar{B}\bar{C} = \bar{A}B + \bar{A}\bar{C} + BC \\ &= \bar{A}B + AC + \bar{A}\bar{C} = \bar{A}B + \bar{A}\bar{C} + \bar{A}\bar{D} \\ &= \bar{A}B + \bar{A}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} = \bar{A}B + \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{C} \\ &= \bar{A}B + \bar{B}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} = \bar{A}\bar{C} + \bar{A}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} \\ &= \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} = \bar{A}\bar{C} + \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{D} \\ &= AC + \bar{B}\bar{C} + \bar{B}\bar{D} \end{aligned}$$

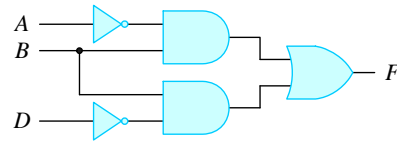
$$\begin{aligned} POS &= (\bar{B} + \bar{D})(A + B + \bar{C}) \\ &= (\bar{A} + \bar{D})(A + B + \bar{C}) \\ &= (A + C)(A + B + \bar{C}) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{⑫ } SOP &= \bar{A}\bar{B} + BD + AC = \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{D} + AC \\ &= \bar{A}\bar{D} + \bar{A}B + \bar{C}D = \bar{A}B + \bar{A}\bar{B} + \bar{C}D \\ &= \bar{A}B + \bar{A}\bar{D} + \bar{B}\bar{C} = \bar{A}B + \bar{A}\bar{D} + AC \end{aligned}$$

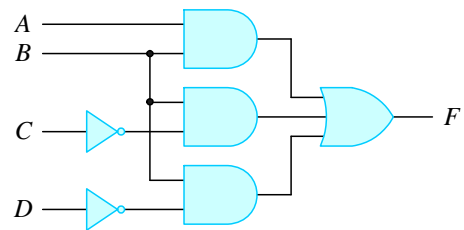
$$POS = (A + D)(\bar{A} + B + C)$$

12. 논리회로 간소화

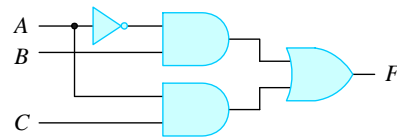
$$\text{① } F = \bar{A}B + B\bar{D}$$



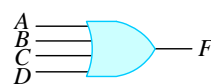
$$\text{② } F = AB + \bar{B}\bar{C} + B\bar{D}$$



$$\text{③ } F = \bar{A}B + AC$$



$$\text{④ } F = A + B + C + D$$



13. 5변수 카르노 맵을 이용한 간소화

$$\text{① } F = \bar{A}\bar{B}\bar{D} + A\bar{D}E + \bar{B}\bar{C}\bar{D}$$

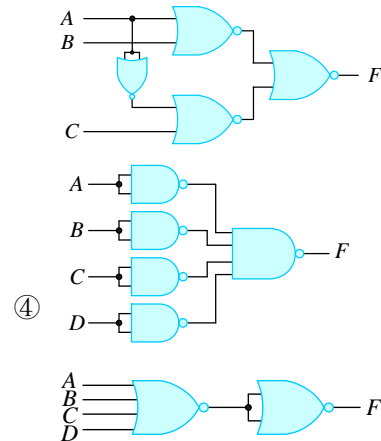
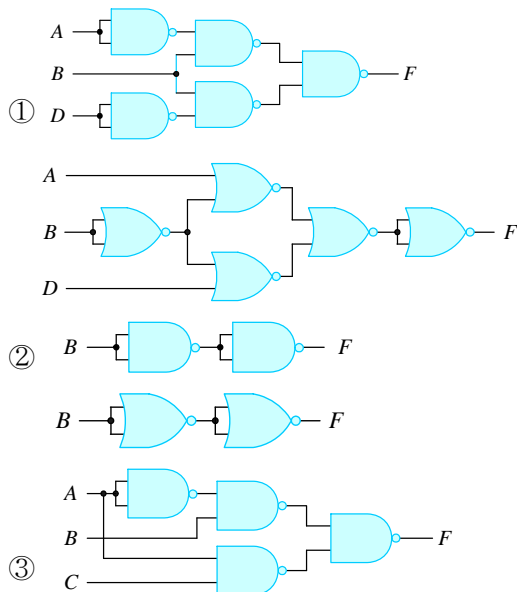
$$\text{② } F = \bar{A}\bar{B}\bar{D} + B\bar{D}E + \bar{B}\bar{C}\bar{D} + C\bar{D}E + \bar{B}\bar{D}E$$

- ③ $F = BE + \overline{A}BD + \overline{A}CE + ABC\overline{D}$
 $+ \overline{A}BC\overline{D}E$
- ④ $F = \overline{A}CE + \overline{A}DE + CDE$
 $+ ABC\overline{D} + \overline{B}C\overline{D}E$
- ⑤ $F = \overline{B}DE + BDE + BC\overline{E} + \overline{A}BCE$
- ⑥ $F(A, B, C, D, E) = \overline{D}E + \overline{A}B\overline{D} + C\overline{D}E$
 $+ ABCE$

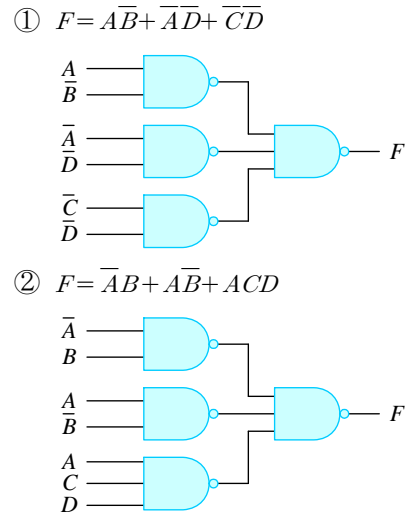
14. 6변수 카르노 맵을 이용한 간소화

- ① $F = AB\overline{D}E + CF + \overline{C}DE\overline{F} + \overline{A}E\overline{F}$
 $+ AB\overline{D}F + \overline{A}B\overline{C}F$
- $F = AB\overline{D}E + CF + \overline{C}DE\overline{F} + \overline{A}E\overline{F}$
 $+ AB\overline{D}F + \overline{B}CE\overline{F}$
- $F = AB\overline{D}E + CF + \overline{C}DE\overline{F} + \overline{A}E\overline{F}$
 $+ AB\overline{D}F + \overline{B}C\overline{D}F$
- $F = AB\overline{D}E + CF + \overline{C}DE\overline{F} + \overline{A}E\overline{F}$
 $+ AB\overline{D}F + \overline{A}B\overline{C}D$
- ② $F = \overline{C}D + \overline{A}DF + \overline{A}BE\overline{F}$
 $+ ABDE + \overline{A}CE\overline{F} + \overline{B}C\overline{D}F$
- ③ $F = \overline{B}CE\overline{F} + B\overline{D}F + B\overline{C}F + \overline{A}BCE$
 $+ CDE\overline{F} + \overline{A}B\overline{C}D + B\overline{E}F + ABF$
 $+ ACDF$
- ④ $F = DF + \overline{A}CD + \overline{C}EF + \overline{A}B\overline{C}F$
 $+ \overline{A}BE\overline{F} + \overline{A}BCE + \overline{A}B\overline{C}F$
 $+ ABCF + \overline{A}B\overline{C}F$
 $= DF + \overline{A}CD + \overline{C}EF + \overline{A}B\overline{C}F$
 $+ \overline{A}BE\overline{F} + \overline{A}BCE + \overline{A}B\overline{C}F$
 $+ ABCF + \overline{A}BEF$

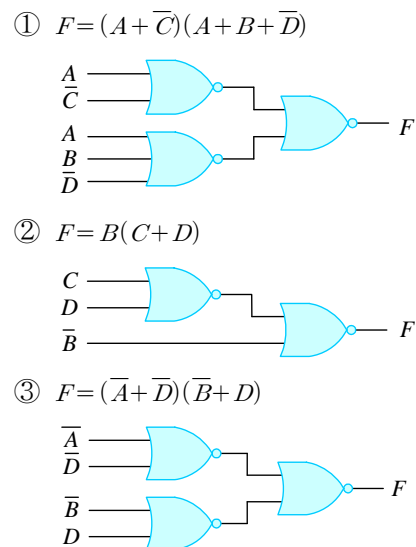
15. 논리회로를 NAND와 NOR 게이트만의 표현



16. 불 대수식의 간략화 및 NAND 게이트만으로의 표현

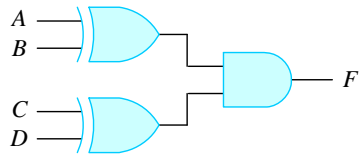


17. 불 대수식의 간략화 및 NOR 게이트만으로의 표현



18. 논리식의 XOR와 AND 게이트 표현

$$F = (A \oplus B)(C \oplus D)$$



19. 논리식의 XNOR 게이트 표현

논리회로로부터 얻은 논리식을 정리하면 된다.

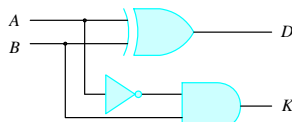
$$F = \overline{A}B + A\overline{B} \quad (\leftarrow \text{XNOR 게이트})$$

CHAPTER 07 조합논리회로

1. 반감산기와 전감산기 설계

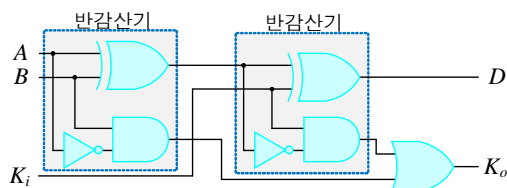
① 반감산기

| 입력 | | 출력 | |
|----|---|----|---|
| A | B | D | K |
| 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |



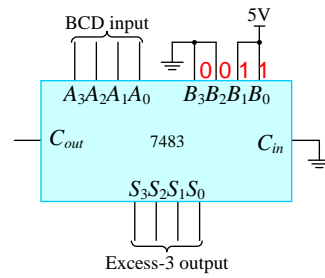
② 전감산기

| 입력 | | | 출력 | |
|----|---|----------------|----|----------------|
| A | B | K _i | D | K _o |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

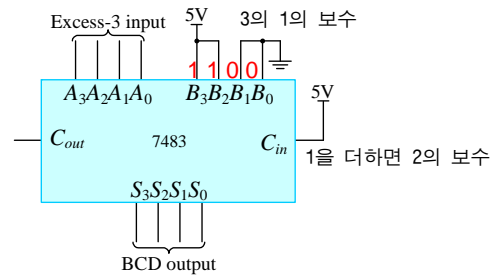


2. 가산기를 이용한 코드 변환

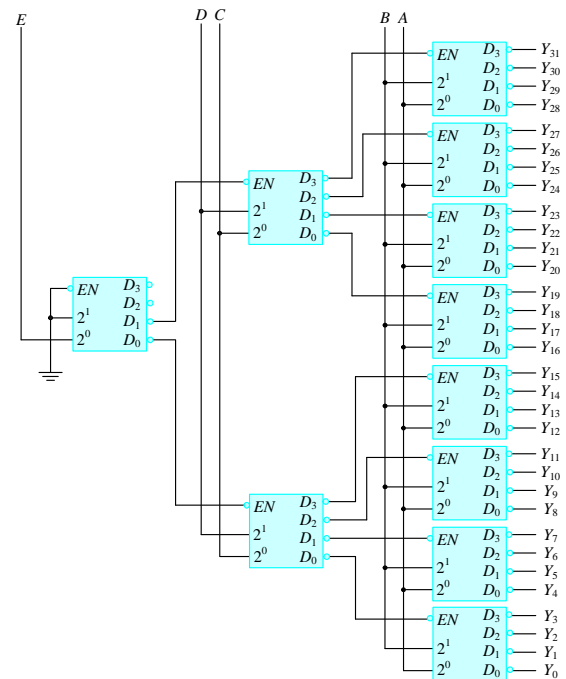
① BCD 코드를 3초과 코드로



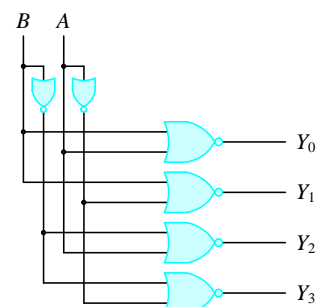
② 3초과 코드를 BCD 코드로



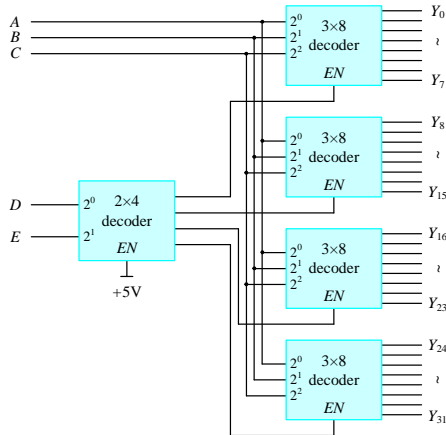
3. 5×32 디코더 설계



4. 2×4 디코더 설계



5. 5×32 디코더 설계



6. 특수한 5-segment LED 회로 설계

- 입력변수를 A, B, C , 출력변수를 $a \sim e$ 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.

$$a = c = d = 1, b = C, e = \bar{C}$$

- 회로를 그린다.

7. 특수한 8-segment LED 회로 설계

- 입력변수를 W, X, Y, Z , 출력변수를 $a \sim h$ 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.

$$a = \bar{X}\bar{Z} + W\bar{Y} + XZ + \bar{W}Y \\ = (W \oplus Y) + (X \odot Z)$$

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

$$c = Z + \bar{W}X + W\bar{X} \\ = Z + (W \oplus X)$$

$$d = W\bar{Y} + Y\bar{Z} + \bar{W}X\bar{Y} + X\bar{Y}Z$$

$$e = W\bar{Z} + Y\bar{Z}$$

$$f = W\bar{X}\bar{Y} + WY\bar{Z} + X\bar{Y}Z$$

$$g = W\bar{Y} + X\bar{Y} + \bar{W}\bar{Z} + \bar{W}X\bar{Y}$$

$$h = WX + WY$$

- 회로를 그린다.

8. 특수한 8-segment LED 회로 설계

- 입력변수를 X, Y, Z , 출력변수를 $a \sim h$ 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.

$$a = \bar{X}Z + YZ$$

$$b = XY + XZ$$

$$c = \bar{X}Y + YZ$$

$$d = XY + X\bar{Z}$$

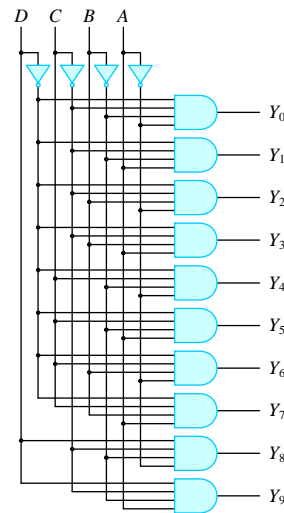
$$e = g = \bar{X}Y + \bar{X}Z + YZ$$

$$f = h = X$$

- 회로를 그린다.

9. BCD-to-10 디코더 설계

- 입력변수를 D, C, B, A , 출력변수를 $Y_9 \sim Y_0$ 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 회로를 그린다.



10. BCD - 7-Segment로 변환하는 회로

- 입력변수를 w, x, y, z , 출력변수를 $a \sim g$ 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.

$$a = w + y + xz + \bar{x}\bar{z}$$

$$b = \bar{x} + yz + \bar{y}\bar{z}$$

$$c = x + \bar{y} + z$$

$$d = w + \bar{x}y + \bar{x}\bar{z} + x\bar{y}z$$

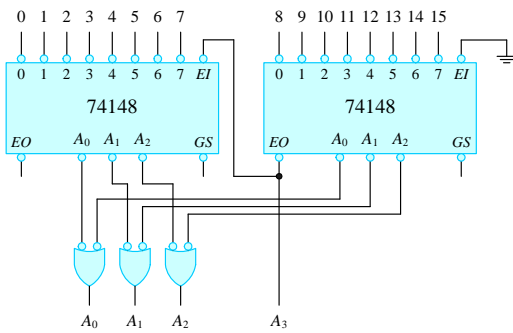
$$e = y\bar{z} + \bar{x}\bar{z}$$

$$f = w + x\bar{y} + xz + \bar{y}\bar{z}$$

$$g = w + x\bar{y} + \bar{x}y + x\bar{z}$$

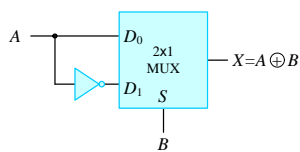
- 회로를 그린다.

11. 74148을 이용하여 16×4 인코더 설계

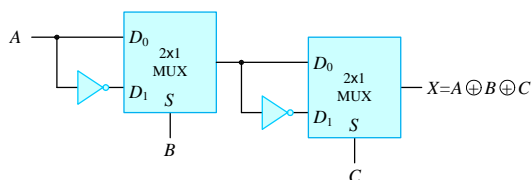


12. 2×1 멀티플렉서를 이용한 회로 설계

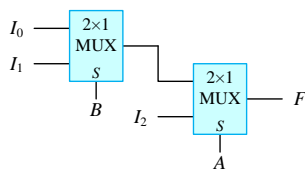
① 2입력 XOR 게이트



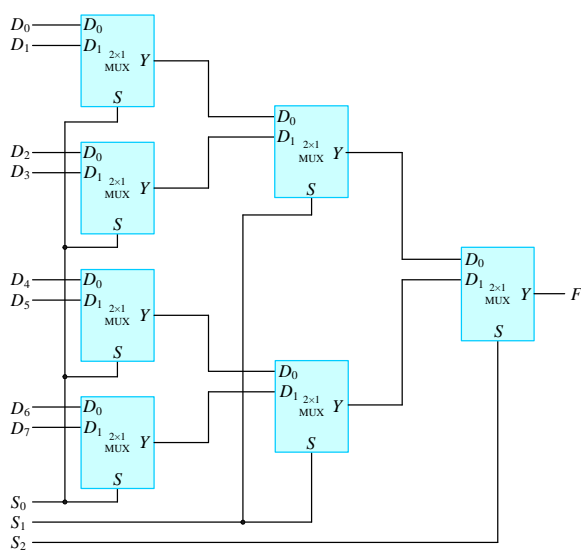
② 3입력 XOR 게이트



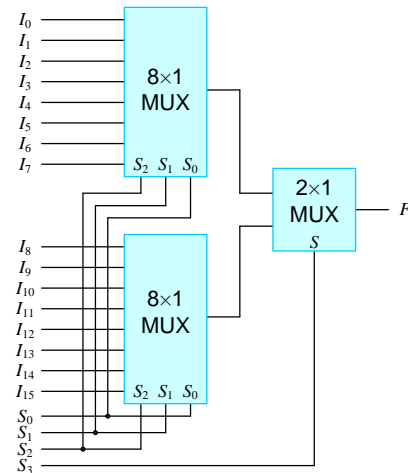
13. 3×1 멀티플렉서 설계



14. 8×1 멀티플렉서 설계

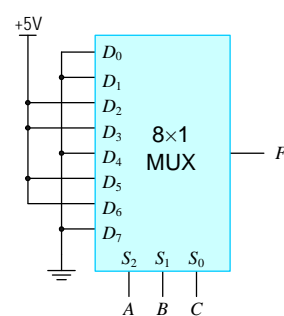


15. 16×1 멀티플렉서 설계

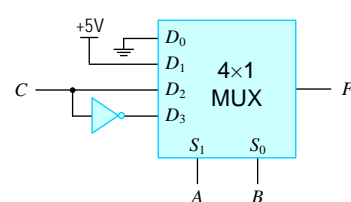


16. 3변수 논리함수를 멀티플렉서로 설계

① 8×1 멀티플렉서 이용

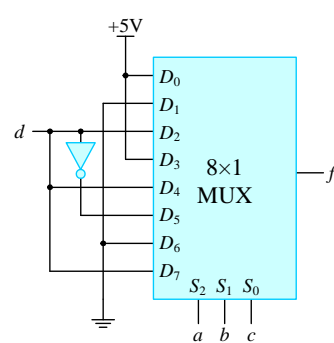


② 4×1 멀티플렉서를 이용

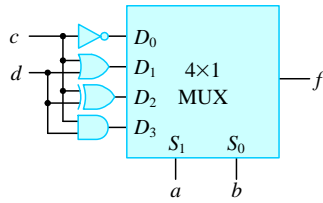


17. 4변수 논리함수를 멀티플렉서로 설계

① 8×1 멀티플렉서 이용



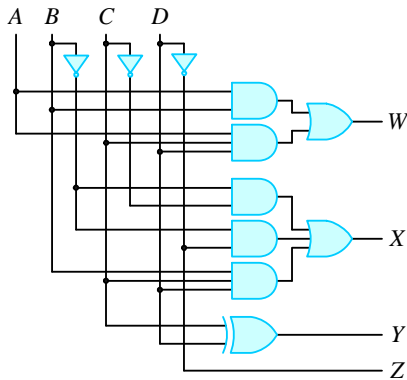
② 4×1 멀티플렉서 이용



18. 코드 변환 회로

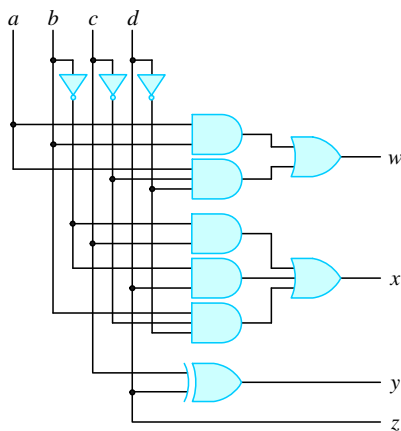
① 3초과 코드 → BCD 코드

- 입력변수를 A, B, C, D , 출력변수를 W, X, Y, Z 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



② 8421 코드 → BCD 코드

- 입력변수를 a, b, c, d , 출력변수를 w, x, y, z 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.

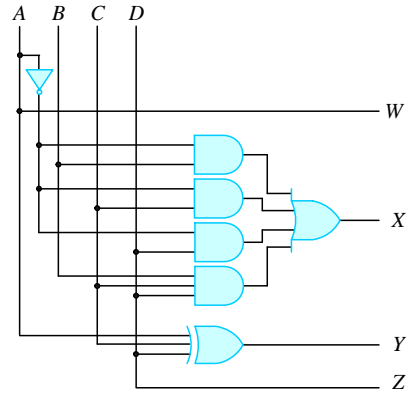


③ 2421 코드 → 8421 코드

- 입력변수를 A, B, C, D , 출력변수를 W, X, Y, Z

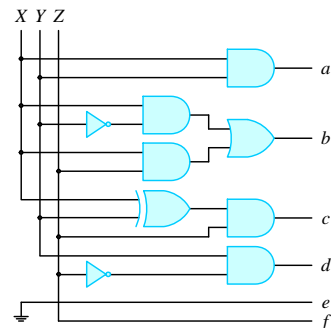
라고 하자.

- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



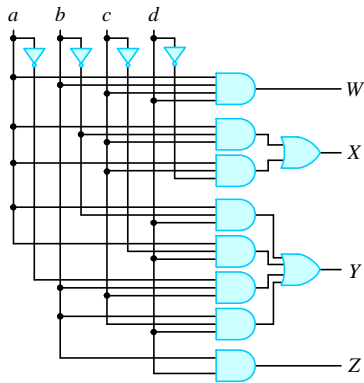
19. 입력된 수의 제곱을 출력하는 회로 설계

- 입력변수를 X, Y, Z , 출력변수를 $a \sim f$ 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



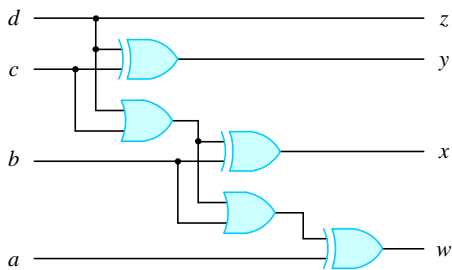
20. $ab \times cd = wxyz$ 를 출력하는 회로 설계

- 입력변수를 ab, cd , 출력변수를 w, x, y, z 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



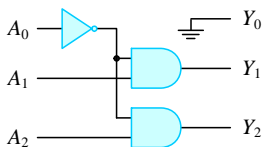
21. 2의 보수를 계산하는 회로 설계

- 입력변수를 a, b, c, d , 출력변수를 w, x, y, z 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



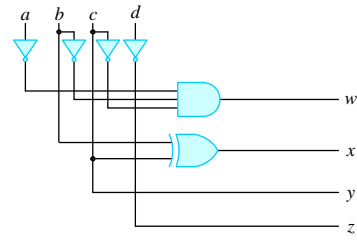
22. 짝수만을 통과시키는 논리회로 설계

- 입력변수를 A_2, A_1, A_0 , 출력변수를 Y_2, Y_1, Y_0 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



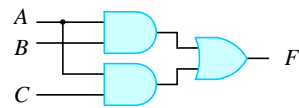
23. 9의 보수 생성회로 설계

- 입력변수를 a, b, c, d , 출력변수를 w, x, y, z 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.



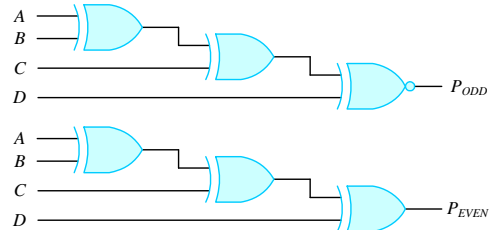
24. BCD 코드 검사회로 설계

- 입력변수를 A, B, C, D , 출력변수를 F 라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.

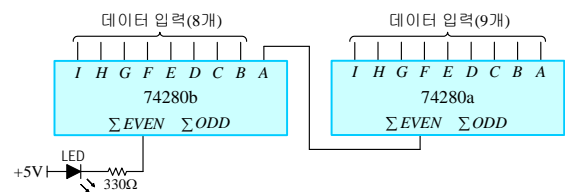


25. 4비트 홀수(짝수) 패리티 발생기 설계

- 입력변수를 A, B, C, D , 출력변수를 P_{ODD}, P_{EVEN} 이라고 하자.
- 입력과 출력변수에 대한 진리표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화 한다.
- 회로를 그린다.

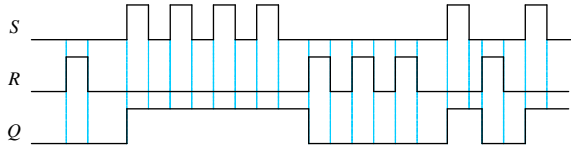


26. 74280 2개를 사용하여 17비트 홀수 패리티 검출기 구성

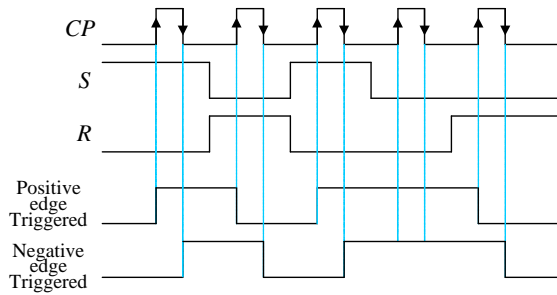


CHAPTER 08 플립플롭

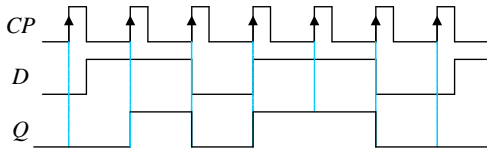
1. NOR 게이트 래치회로의 입출력 파형



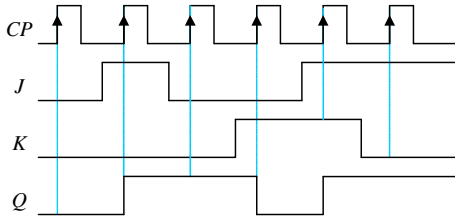
2. 에지 트리거 SR 플립플롭의 입출력 파형



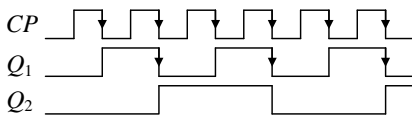
3. 상승에지 트리거 D 플립플롭의 입출력 파형



4. 상승에지 트리거 JK 플립플롭의 입출력 파형



5. 다단 JK 플립플롭의 입출력 파형



6. D 플립플롭을 이용한 JK 플립플롭

JK가 00, 01, 10, 11일 때를 분석해 보면 주어진 회로는 JK 플립플롭으로 동작함을 알 수 있다.

7. D 플립플롭을 이용한 T 플립플롭

Q가 0과 1일 때 분석해 보면 제시된 회로는 T 플립플롭으로 동작함을 알 수 있다.

8. D 플립플롭을 이용한 T 플립플롭

Q가 0과 1일 때 분석해 보면 제시된 회로는 T

플립플롭으로 동작함을 알 수 있다.

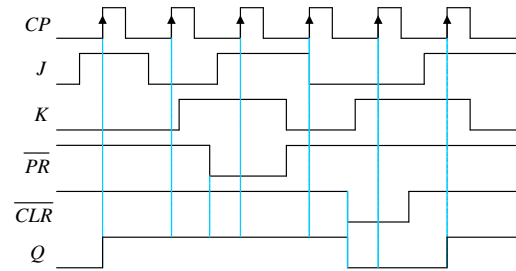
9. 주파수 분주

250KHz

10. 다단 T 플립플롭의 출력 주파수

4KHz

11. Preset과 Clear 기능을 포함한 JK 플립플롭의 입출력 파형



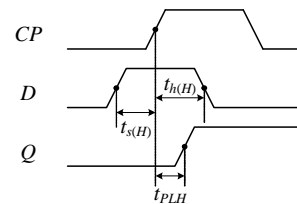
12. Set-dominant 플립플롭 이해

- 플립플롭의 진리표를 작성한다.
- 진리표를 기초로 특성표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화한다.
- 특성방정식 : $Q(t+1) = S + \bar{R}Q$

13. JN 플립플롭 동작 이해

- 플립플롭의 진리표를 작성한다.
- 진리표를 기초로 특성표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 간소화한다.
- 특성방정식 : $Q(t+1) = J\bar{Q} + NQ$
- 두 개의 입력을 연결하면 D 플립플롭으로 동작함을 알 수 있다.

14. 플립플롭의 동작 특성



15. 플립플롭의 최대 동작 주파수

14.9MHz

16. 전류 및 전력 소모량

- 시스템의 전력 소모량 : 1.875W
- 시스템의 전류 : 0.375A

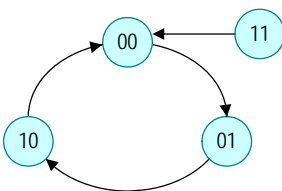
CHAPTER 09 동기 순서논리회로

1. T 플립플롭으로 구성된 순서논리회로의 해석

- 상태표

| 현재 상태 | | 다음 상태 | |
|-------|-----|-------|-----|
| A | B | A | B |
| 0 | 0 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 |

- 상태도



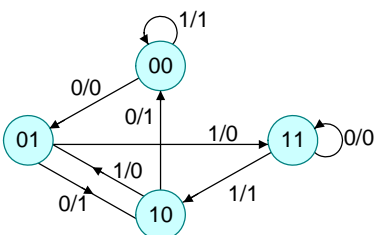
- 상태표와 상태도를 근간으로 회로 동작을 설명한다.

2. JK 플립플롭과 게이트로 구성된 순서논리회로의 해석

- 상태표

| 현재 상태 | | 다음 상태 | | 출력 | |
|-------|-----|-------|-------|-------|-------|
| | | $x=0$ | $x=1$ | $x=0$ | $x=1$ |
| A | B | A | B | F | F |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

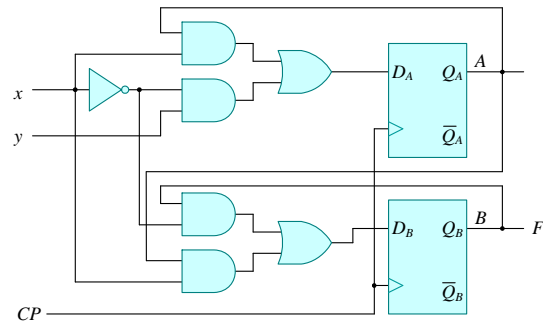
- 상태도



- 상태표와 상태도를 근간으로 회로 동작을 설명한다.

3. 입력함수와 출력이 주어진 경우 순서논리회로의 해석

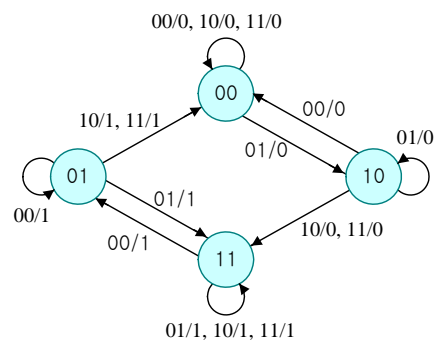
- 플립플롭의 입력함수와 출력함수를 사용하여 순서논리회로를 그린다.



- 상태표

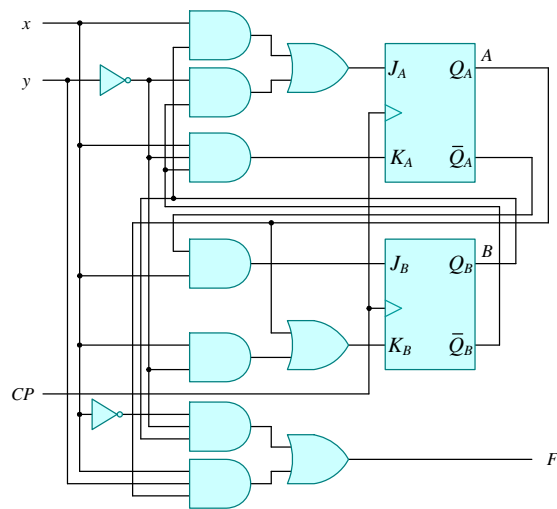
| 입력 | | 현재 상태 | | 다음 상태 | | 출력 |
|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| x | y | A | B | A | B | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |

- 상태도



4. 입력함수와 출력이 주어진 경우 순서논리회로의 해석

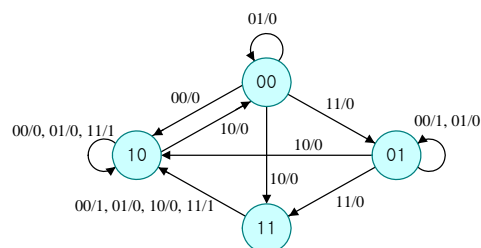
- 플립플롭의 입력함수와 출력함수를 사용하여 순서논리회로를 그린다.



• 상태표

| 입력 | | 현재 상태 | | 다음 상태 | | 출력 |
|-----|-----|-------|-----|-------|-----|-----|
| x | y | A | B | A | B | F |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |

• 상태도



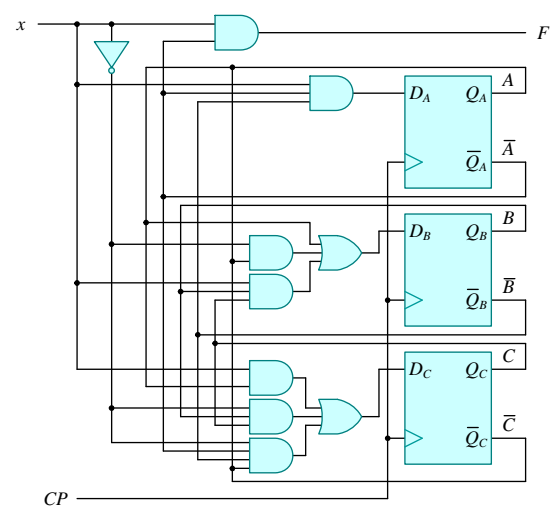
• 상태표로부터 상태방정식을 유도한다.

$$A(t+1) = (xB + \bar{y}\bar{B})\bar{A} + (\bar{x} + y + B)A$$

$$B(t+1) = (x\bar{A})\bar{B} + (\bar{x}\bar{A} + y\bar{A})B$$

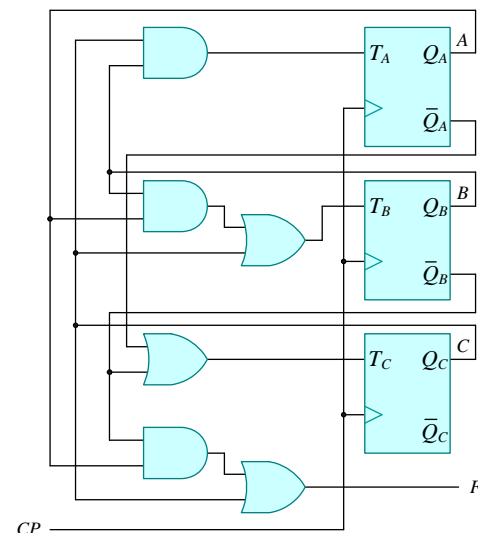
5. 상태를 이용한 순서논리회로의 설계

- 상태를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력 및 출력함수를 얻는다.
- 순서논리회로를 그린다.



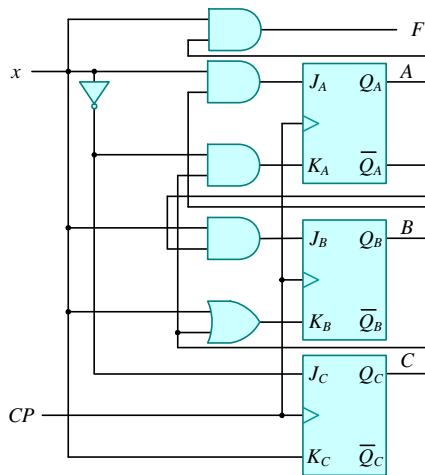
6. 상태를 이용한 순서논리회로 설계

- 상태를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력 및 출력함수를 얻는다.
- 순서논리회로를 그린다.



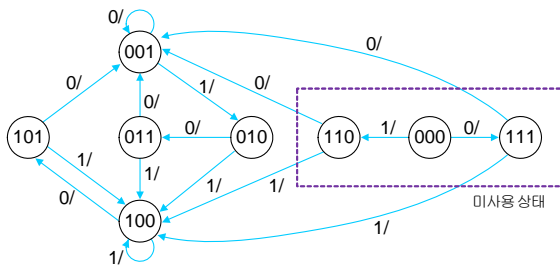
7. 상태표를 이용한 순서논리회로 설계

- 상태표를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력 및 출력함수를 얻는다.
- 순서논리회로를 그린다.



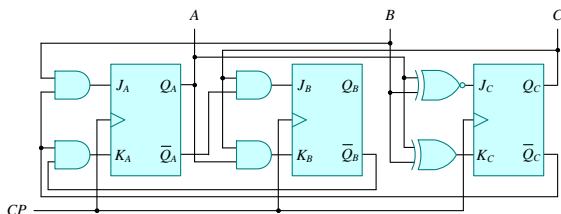
8. 미사용 상태를 고려한 카운터 설계

- 상태표를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력함수를 얻는다.
- 플립플롭 입력식을 이용하여 미사용 상태의 상태표를 작성한다.
- 미사용 상태를 고려한 상태도를 그린다.



9. 3비트 그레이 코드 카운터 설계(JK 플립플롭 이용)

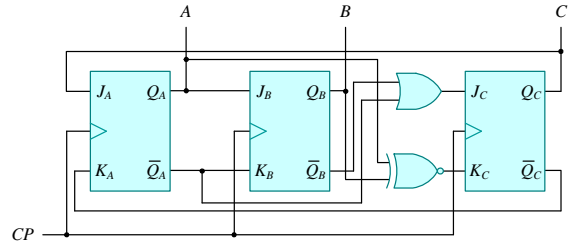
- 상태도를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력함수를 얻는다.
- 카운터 회로를 그린다.



10. 임의의 상태를 갖는 순서논리회로의 설계

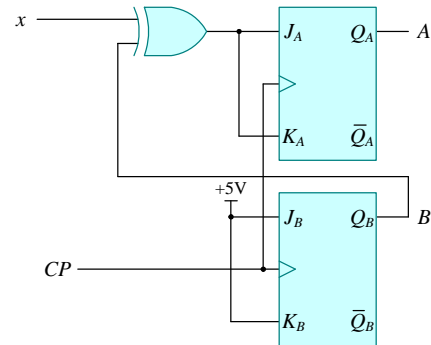
- 상태도를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력함수를 얻는다.

- 카운터 회로를 그린다.



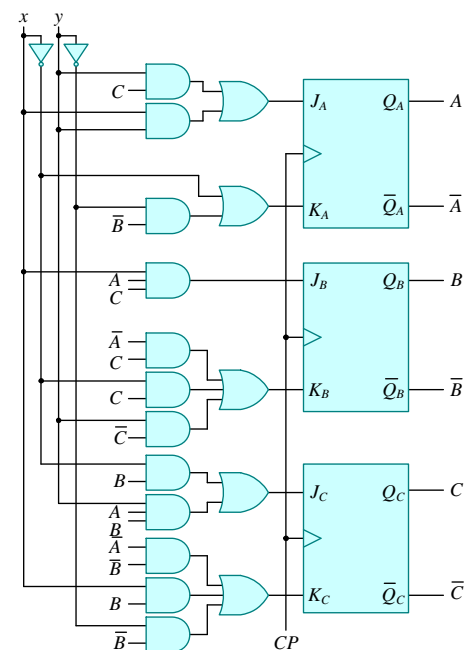
11. 2진 상향/하향 카운터 설계

- 상태도를 그린다.
- 상태도를 이용하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력 및 출력함수를 얻는다.
- 순서논리회로를 그린다.



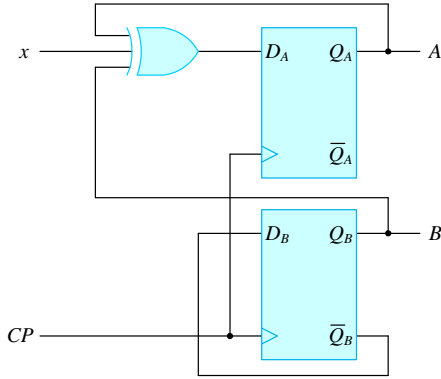
12. 상태 방정식을 이용한 순서논리회로 설계

- 상태방정식을 이용하여 플립플롭의 입력을 얻는다. 회로를 그린다.



13. 상태 방정식을 이용한 순서논리회로 설계

- 상태방정식을 이용하여 플립플롭의 입력을 얻는다. 회로를 그린다.



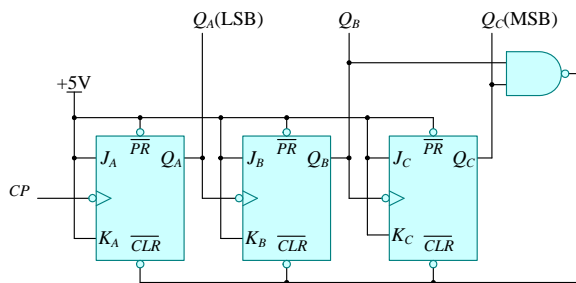
14. MN 플립플롭의 여기표 작성

- 주어진 조건을 이용하여 진리표를 작성한다.
- 진리표를 이용하여 특성표를 작성한다.
- 특성표로부터 여기표를 얻는다.

| 현재 상태 | 다음 상태 | 요구입력 | |
|--------|----------|------|-----|
| $Q(t)$ | $Q(t+1)$ | M | N |
| 0 | 0 | 0 | × |
| 0 | 1 | 1 | × |
| 1 | 0 | × | 0 |
| 1 | 1 | × | 1 |

CHAPTER 10 카운터와 레지스터

1. JK 플립플롭을 사용한 비동기식 6진 상향 카운터 설계



2. 카운터에서의 지연시간 및 최대 동작 주파수 결정

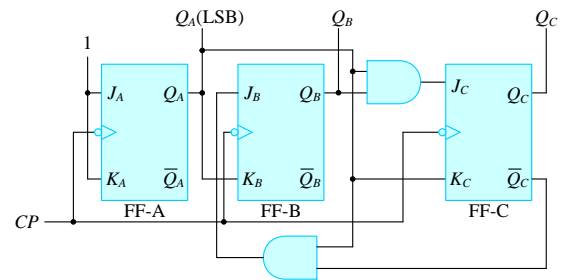
- 최대지연시간 : 100ns
- 최대 주파수 : 10MHz

3. 카운터 해석

- 제시된 회로로부터 타이밍도를 그린다.
- 0부터 9까지 계수하는 BCD 카운터임을 알 수 있다.

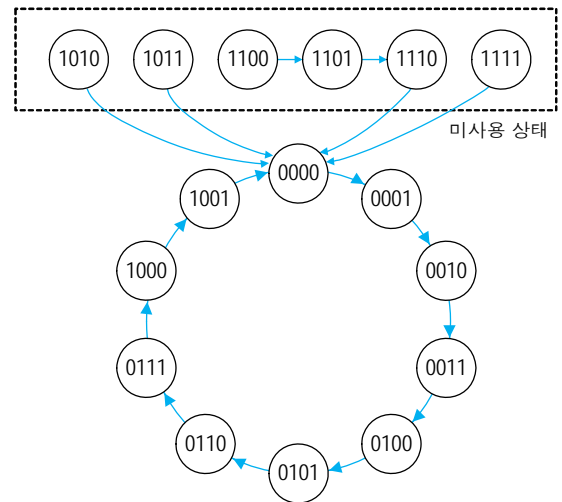
4. 6진 동기식 카운터(000→001→010→011→100→101)

- 동작 상태를 고려하여 상태여기표를 작성한다.
- 카르노 맵을 이용하여 플립플롭의 입력함수를 얻는다.
- 카운터 회로를 그린다.



5. 비동기식 BCD 카운터에서 미사용 상태 분석

- 6가지 미사용 상태를 표로 정리한다.
- 미사용 상태를 고려한 상태도를 그린다.
- 카운터는 self-start가 가능함을 알 수 있다.

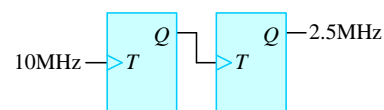


6. 동기식 및 비동기식 카운터의 최대 클럭주파수

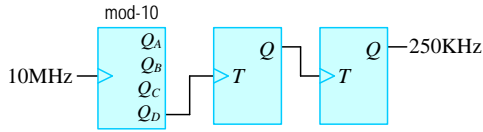
- 동기식 카운터 : 14.3MHz
- 비동기식 카운터 : 5MHz

7. 주파수를 얻기 위한 방법

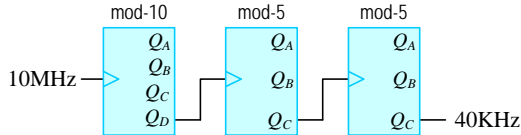
① 2.5MHz



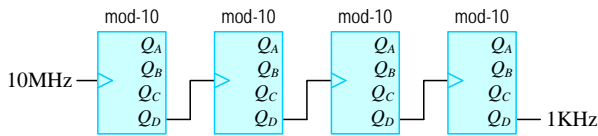
② 250kHz



③ 40kHz

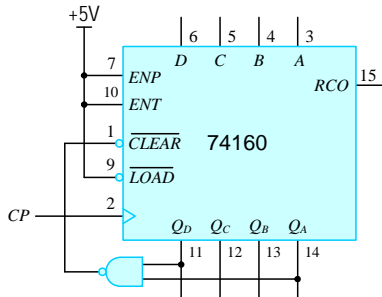


④ 1kHz

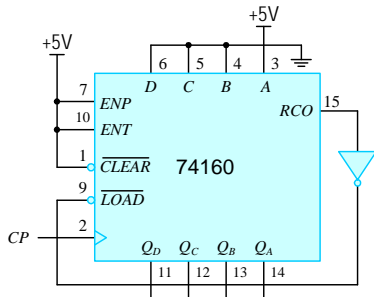


8. 9진 카운터 설계(74160을 사용)

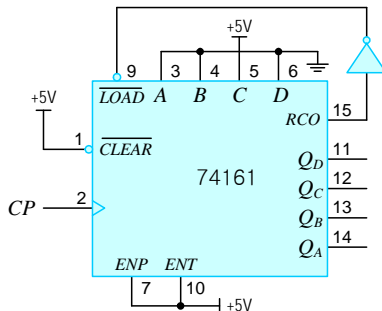
- 0 ~ 8까지 카운트하는 9진 카운터



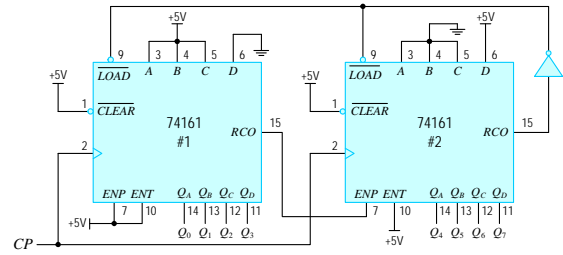
- 1 ~ 9까지 카운트하는 9진 카운터



9. 4부터 15까지 계수하는 12진 카운터(74161 사용)



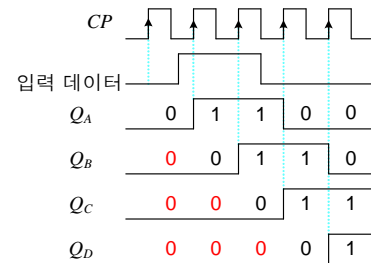
10. 74161 2개를 사용하여 121진 카운터 설계



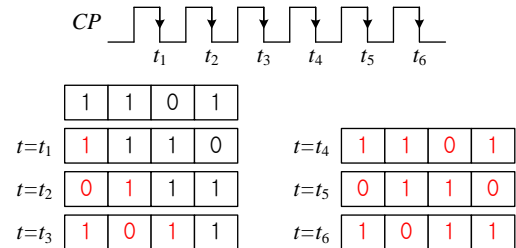
11. 카운터 응용(자동차 주차관리 시스템)

24시간이 경과한 후 카운터는 42이다.

12. 직렬입력-직렬출력 레지스터 동작 이해



13. 시프트 레지스터 동작 이해



14. 데이터 통신 이해

- 80 μ s
- 10 μ s

15. 디지털 금고

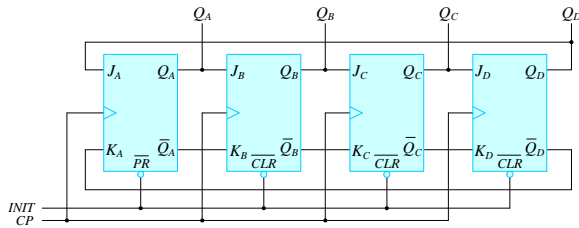
키 패드에서 번호 4, 8, 1, 9, 6을 차례로 각 플립플롭의 클럭 입력에 연결한다. 나머지 키는 NOR 게이트 입력으로 연결하고, NOR 게이트 출력을 각 플립플롭의 \overline{CLR} 입력에 연결하면 된다.

16. 난수 발생 회로

1111 \rightarrow 0111 \rightarrow 1011 \rightarrow 0101 \rightarrow 1010 \rightarrow 1101 \rightarrow 0110 \rightarrow 0011 \rightarrow 1001 \rightarrow 0100 \rightarrow 0010 \rightarrow 0001 \rightarrow 1000 \rightarrow 1100 \rightarrow 1110

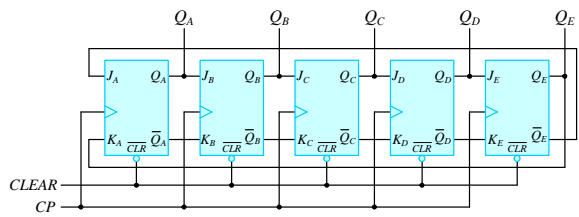
17. JK 플립플롭을 사용하여 4비트 링 카운터 설계

JK 플립플롭을 사용하여 링 카운터를 구성하려면, 맨 오른쪽 플립플롭의 출력 Q 와 \bar{Q} 를 맨 왼쪽 플립플롭의 J 와 K 에 연결하면 된다.



18. 존슨 카운터 설계 (JK 플립플롭 사용)

JK 플립플롭 5개를 사용하면 10개의 타이밍 신호를 발생하는 존슨 카운터를 설계할 수 있다. 설계 방법은 맨 오른쪽 플립플롭의 출력 Q 와 \bar{Q} 를 맨 왼쪽 플립플롭의 K 와 J 에 연결하면 된다.



19. 링 카운터 및 존슨 카운터의 주파수 및 듀티 사이클

(1) 링 카운터인 경우

- 출력 주파수 : $f_o = \frac{f_i}{N}$
- 듀티 사이클 : $D = \frac{1}{N} \times 100\%$

(2) 존슨 카운터인 경우

- 출력 주파수 : $f_o = \frac{f_i}{2N}$
- 듀티 사이클 : $D = \frac{N}{2N} \times 100 = 50\%$

CHAPTER 11 메모리

1. 주소선의 수와 데이터 선의 수 결정

- ① 주소선의 수 : 11, 데이터 선의 수 : 16
- ② 주소선의 수 : 16, 데이터 선의 수 : 8
- ③ 주소선의 수 : 24, 데이터 선의 수 : 32
- ④ 주소선의 수 : 17, 데이터 선의 수 : 12

2. 플립플롭 개수 및 메모리 용량

- MAR은 13개의 플립플롭, MBR은 32개의 플립플롭으로 구성된다.
- MAR이 15(215=32K)비트인 경우에는 32K×32의 저장용량을 갖는다.

3. PROM 칩 개수 및 주소선 수

- 4개의 PROM 칩이 필요
- 주소선의 수는 13개

4. 주소선의 수와 데이터 선의 수 결정

- ① 주소선 수 = 10, 데이터 선 수 = 8
- ② 32개 IC, 주소선 수 = 14, 데이터 선 수 = 16

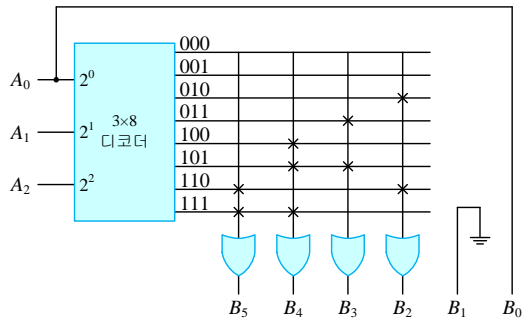
5. 목적에 적합한 메모리

- ① SRAM
- ② 마스크 ROM, PROM, EPROM, EEPROM
- ③ EPROM, EEPROM
- ④ PROM
- ⑤ 마스크 ROM
- ⑥ SRAM
- ⑦ EPROM, EEPROM
- ⑧ 플래시메모리

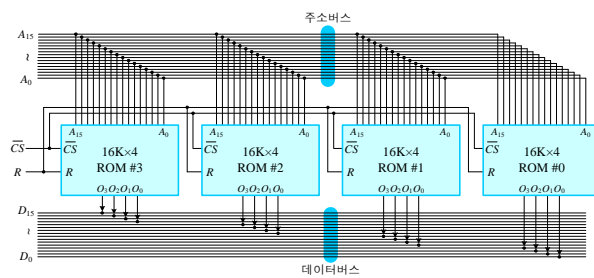
6. ROM 진리표 작성

| 기호 | 입력 | | | 출력 | | | |
|-------|----|---|---|----|---|---|---|
| | A | B | C | W | X | Y | Z |
| m_0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 |
| m_1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| m_2 | 0 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 |
| m_3 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| m_4 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| m_5 | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| m_6 | 1 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 0 |
| m_7 | 1 | 1 | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |

7. 조합논리회로를 ROM을 사용하여 구현



8. 64K×4 ROM을 확장하여 64K×16 ROM을 구성



9. 128×8 ROM을 구성

