

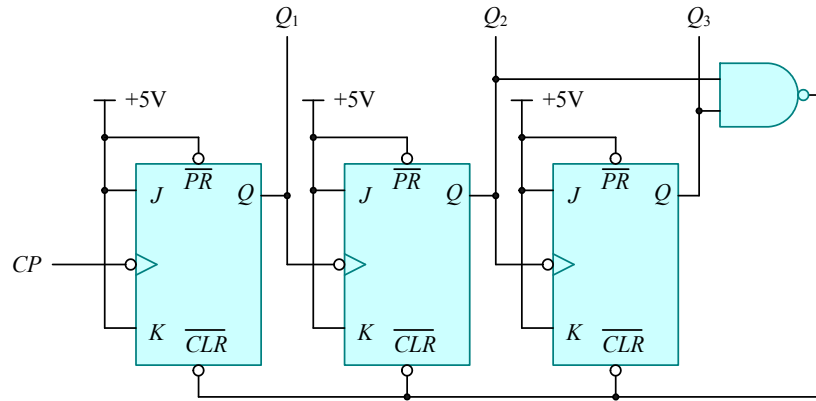
# 디지털논리회로

이론, 실습, 시뮬레이션

(Problem Solutions of Chapter 10)

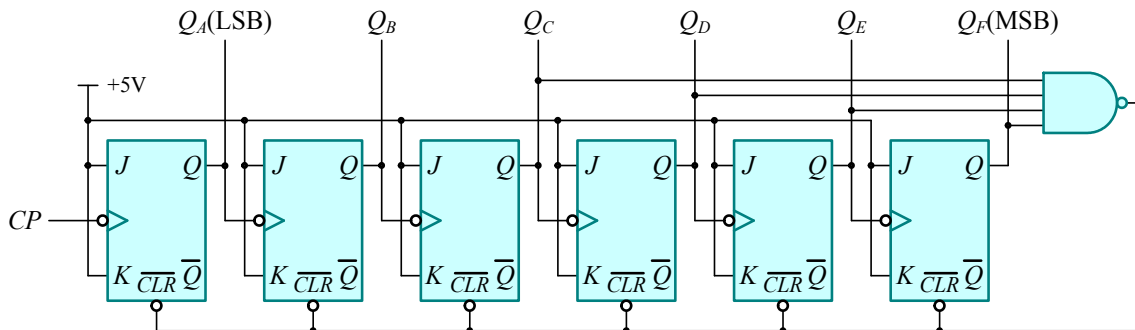
### 1. 비동기식 6진 상향 카운터 설계

6진 카운터를 구성하기 위해 출력이 목표로 하는 최고 카운트에 1을 더한 6에 도달한 순간을 포착하여 모든 플립플롭의 출력을 Clear한다. 6진 카운터는 비동기 입력(Clear, Preset)이 있는 3개의 플립플롭이 필요하다. J-K 플립플롭을 사용하며, Toggle 동작을 얻기 위해 모든 J와 K 입력을 +5V에 연결하였으며, 또한 Preset 단자도 동작에 영향을 주지 않기 위하여 +5V에 연결하였다. 즉, 6진 상향 카운터이므로 출력은 000, 001, 010, 011, 100, 101까지 카운트한 다음 110으로 넘어가려는 순간을 디코더로 검출하여 모든 플립플롭을 Clear하면 된다.



### 2. 비동기식 60진 상향 카운터 설계

플립플롭 6개를 사용하며, 카운트가 60에 도달한 것을 감지하여 카운터를 리셋시켜야 한다.



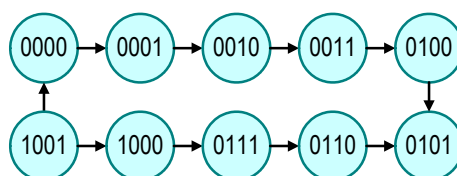
### 3. 카운터에서의 최대 동작 주파수 결정

플립플롭 당 전파지연시간이 약 10nsec 이므로 10개의 플립플롭을 통과하는데 소요되는 시간은 약 100nsec이다. 따라서 최대지연시간은 100nsec이며, 카운터가 정상적으로 동작할 수 있는 최대 주파수는 약 10MHz이다.

$$\frac{1}{100 \times 10^{-9}} = 10 \times 10^6 \text{ Hz} = 10 \text{ MHz}$$

### 4. 동기식 BCD 카운터 설계(J 플립플롭 이용)

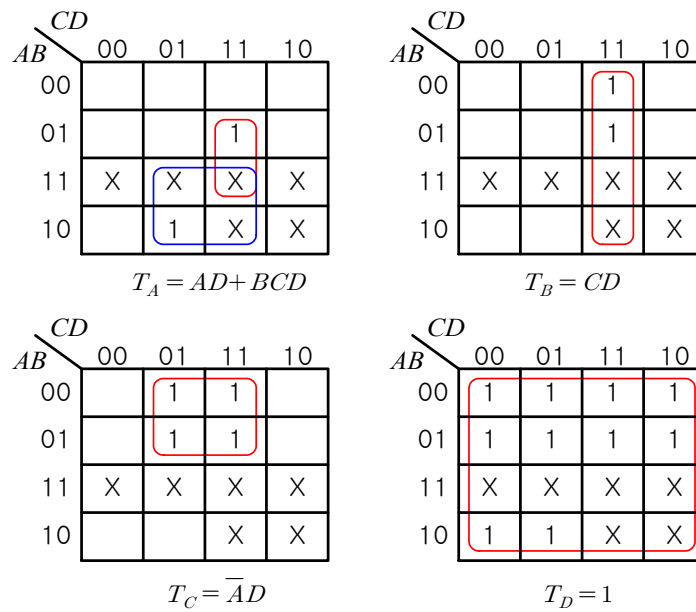
(1) 동기식 BCD 카운터의 상태도



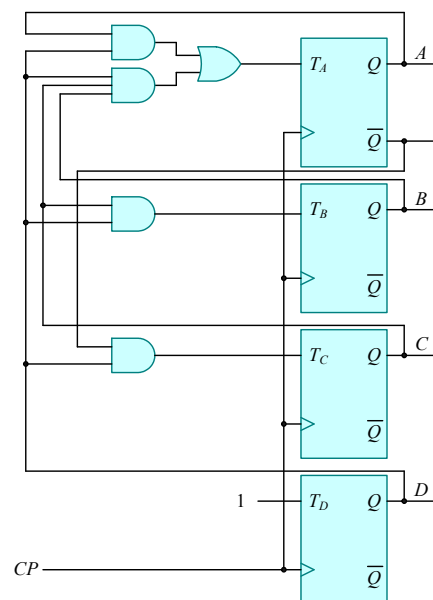
(2) 동기식 BCD 카운터의 상태 여기표

현재 상태				차기 상태				플립플롭 입력			
A	B	C	D	A	B	C	D	$T_A$	$T_B$	$T_C$	$T_D$
0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1
0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1

(3) 플립플롭 입력 및 출력함수

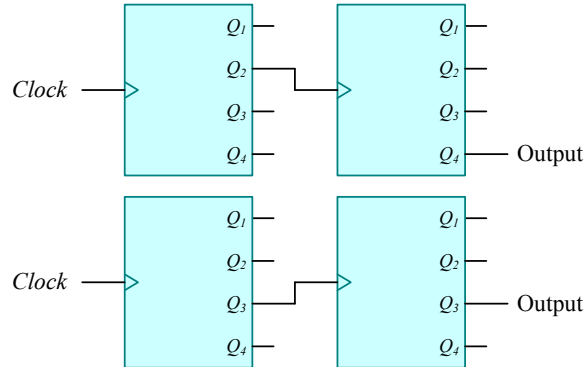


(4) 회로도



### 5. 0부터 63까지 계수할 수 있는 카운터 설계

4비트 동기식 2진 카운터의 출력( $Q_1, Q_2, Q_3, Q_4$ )은 각각  $\div 2, \div 4, \div 8, \div 16$ 인 출력을 얻을 수 있다. 따라서 4비트 동기식 2진 카운터 2개를 이용하여 64진 카운터를 구성할 수 있는 방법은 “4진 $\times$ 16진”으로 구성하거나 “8진 $\times$ 8진”으로 구성할 수 있다.

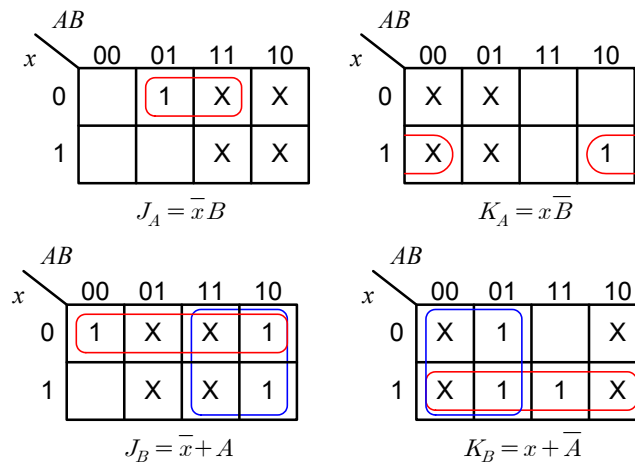


### 6. 상향/하향 포화 카운터(up/down saturation counter) 설계

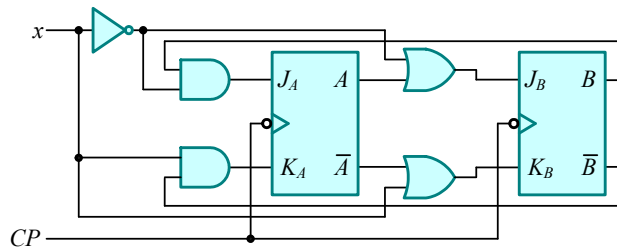
(1) 상향/하향 포화 카운터의 상태 여기표

입력	현재상태		차기상태		플립플롭상태			
$x$	$A$	$B$	$A$	$B$	$J_A$	$K_A$	$J_B$	$K_B$
0	0	0	0	1	0	$\times$	1	$\times$
0	0	1	1	0	1	$\times$	$\times$	1
0	1	0	1	1	$\times$	0	1	$\times$
0	1	1	1	1	$\times$	0	$\times$	0
1	0	0	0	0	0	$\times$	0	$\times$
1	0	1	0	0	0	$\times$	$\times$	1
1	1	0	0	1	$\times$	1	1	$\times$
1	1	1	1	0	$\times$	0	$\times$	1

(2) 플립플롭 입력함수



(3) 회로도



## 7. 주파수 분할

- (1) 첫 번째 단은 5진 카운터, 두 번째 단은 8진 카운터, 마지막 단은 10진 카운터이므로 입력 주파수가 1MHz이면 출력 주파수는 2.5KHz이다.

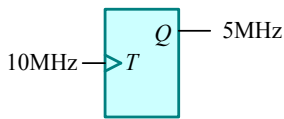
$$\frac{10^6}{5 \times 8 \times 10} = 2500Hz = 2.5KHz$$

- (2) 첫 번째 단은 5진 카운터, 두 번째 단은 16진 카운터이므로 입력 주파수가 1MHz이면 출력 주파수는 12.5KHz이다.

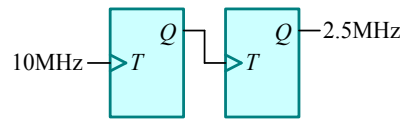
$$\frac{10^6}{5 \times 16} = 12500Hz = 12.5KHz$$

## 8. 다음의 주파수를 얻기 위한 방법을 일반적인 블록선도로 표시

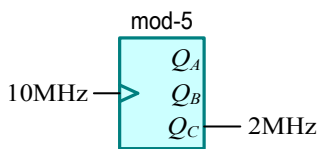
- (1) 5MHz



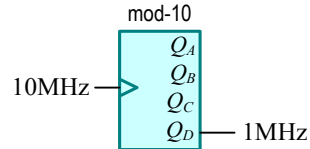
- (2) 2.5MHz



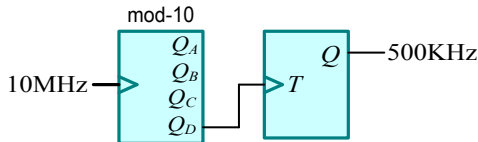
- (3) 2MHz



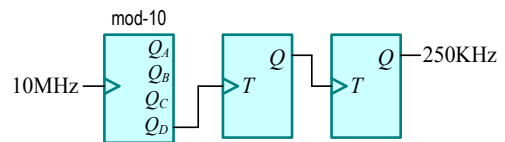
- (4) 1MHz



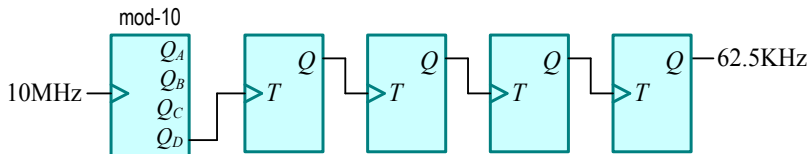
- (5) 500kHz



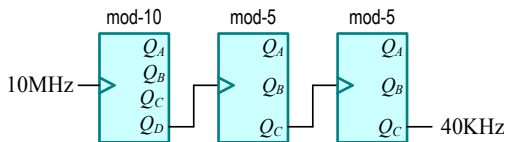
- (6) 250kHz



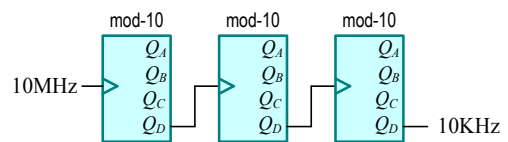
- (7) 62.5kHz



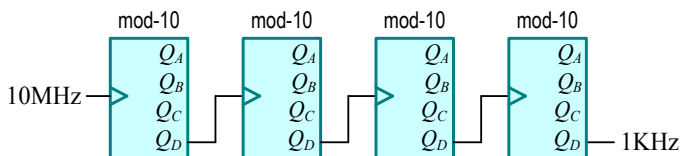
- (8) 40kHz



- (9) 10kHz



- (10) 1kHz

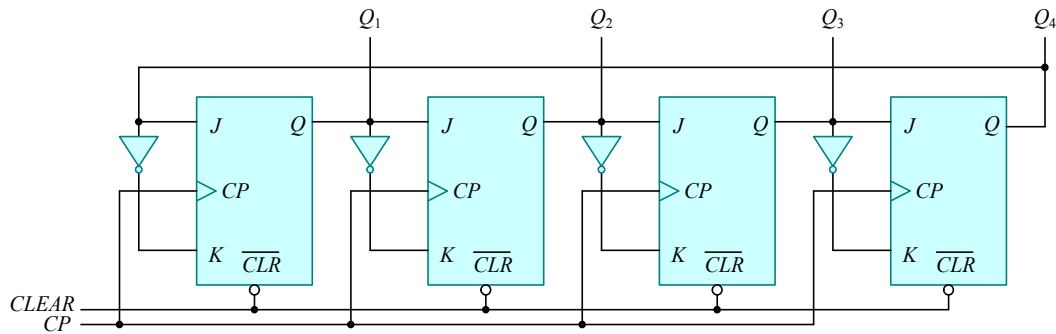


## 9. 주파수 분할

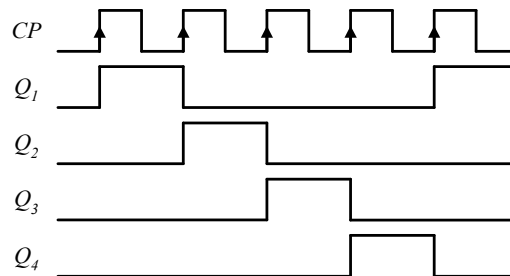
5진 카운터를 설계하여 적용하면 입력이 10MHz인 경우 출력은 2MHz인 구형파를 얻을 수 있다.

## 10. J-K 플립플롭을 사용하여 4비트 링 카운터 설계

(1) 회로도



(2) 타이밍 도



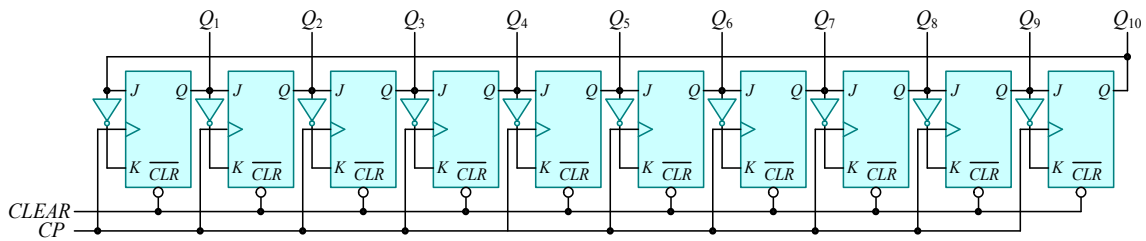
## 11. 존슨 카운터에서 미사용 상태 증명

미사용 상태	차기상태
0 0 1 0	0 1 0 1
0 1 0 0	1 0 0 1
0 1 0 1	1 0 1 1
0 1 1 0	1 1 0 1
1 0 0 1	0 0 1 0
1 0 1 0	0 1 0 0
1 0 1 1	0 1 1 0
1 1 0 1	1 0 1 0

예를 들어 미사용 상태인 0010에서 카운터가 시작되는 경우 차기상태는 0101이 되며, 0101 다음에는 미사용 상태인 1011이 된다. 또한 1011 상태에서 차기상태는 미사용 상태인 0100가 되어서 미사용 상태를 빠져 나오지 못하게 된다.

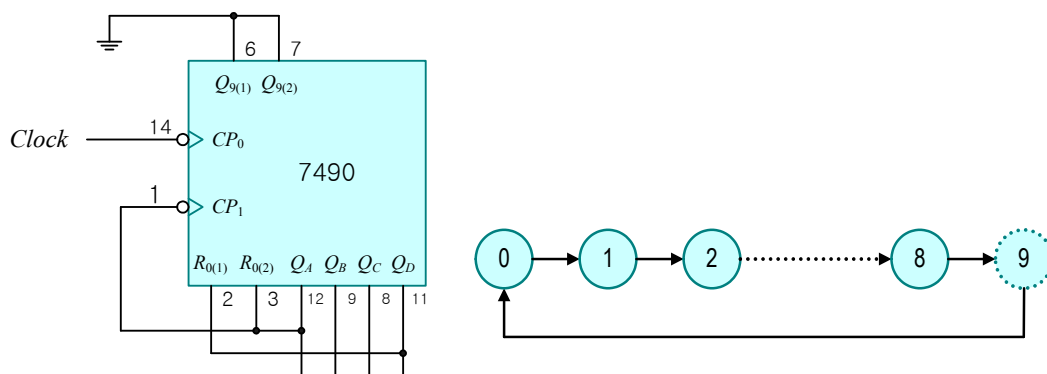
## 12. 10개의 타이밍 신호를 발생시키는 존슨 카운터를 설계

문제 9를 확장하여 10개의 J-K 플립플롭을 사용하면 된다.



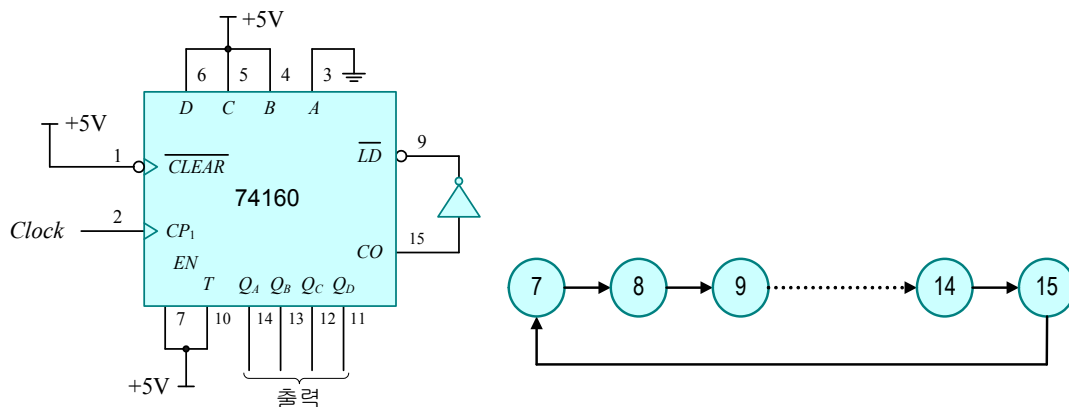
### 13. 7490을 사용하여 9진 카운터 설계

우선  $Q_0$  출력을  $CP_1$ 에 연결하여 10진 카운터를 구성한다. 여기서 6번과 7번 핀인  $Q_{9(1)}$ 과  $Q_{9(2)}$ 를 0V로 한다. 카운트가 1001(9)에 도달하는 순간 출력을 Clear하기 위하여  $Q_3$ 과  $Q_0$ 를 각각 2번과 3번 핀인  $R_{0(1)}$ 과  $R_{0(2)}$ 에 연결한다.



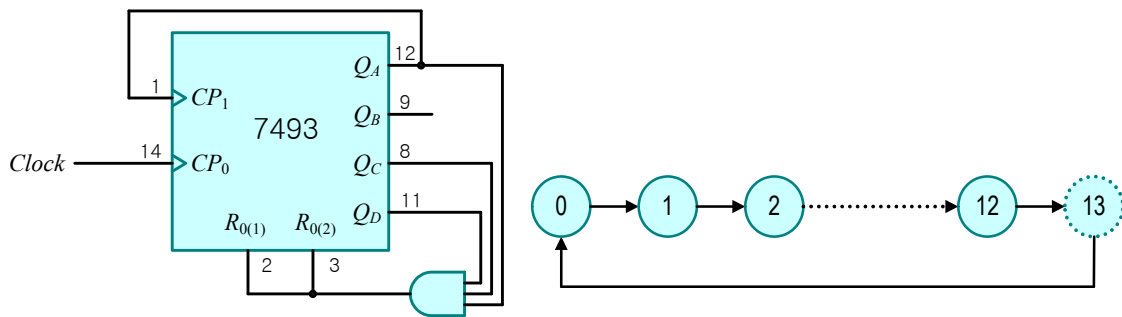
### 14. 74160을 사용하여 9진 카운터 설계

16-9=7이므로 프리셋 입력(6, 5, 4, 3번 핀)인  $DCBA=0111$ 로 프리셋하고 카운트가 최고상태 1111에 도달했을 때, 프리셋된 입력을 다시 Load하기 위하여 CO 출력(15번 핀)을 반전시켜 9번 핀인  $\overline{LOAD}$  단자에 연결한다. 1번 핀인  $\overline{CLEAR}$  단자는 사용하지 않으므로 +5V에 연결한다.



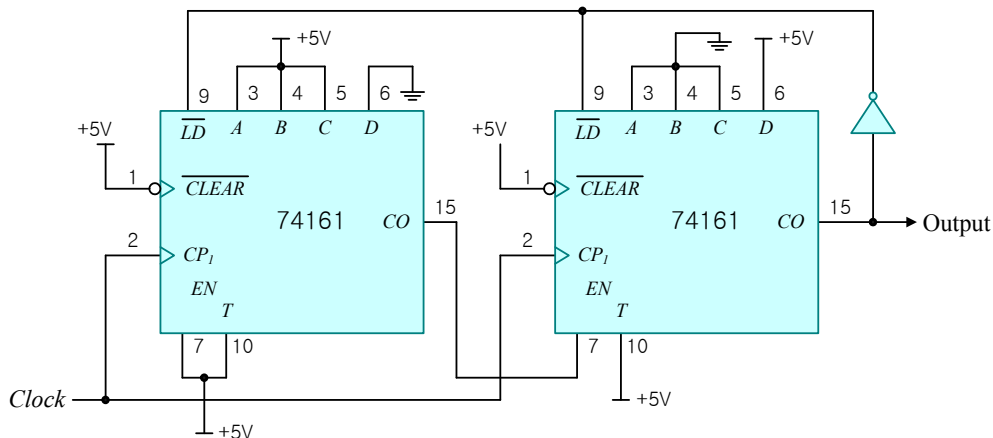
### 15. 7493을 사용하여 13진 카운터 설계

우선 출력 12번 핀인  $Q_A$ 를  $CP_1$ 에 연결하여 16진 카운터를 구성한다. 카운트가 진행하여 출력단자인  $Q_DQ_CQ_BQ_A=1101(13)$ 에 도달하는 순간에 출력을 Clear시키기 위하여 아래 그림과 같은 디코더를 연결한다.

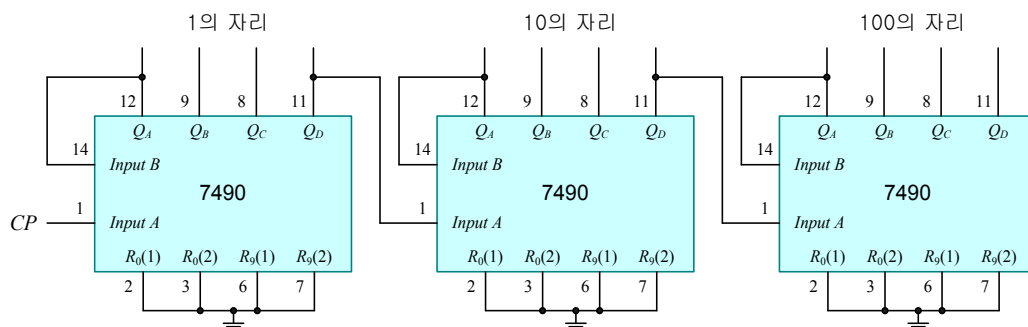


## 16. 74161 2개를 사용하여 121진 카운터 설계

클록펄스는 두 카운터에 공통으로 인가하고 제1카운터의 CO 출력을 제2 카운터의 *ENP* 단자에 연결하며, *ENT* 단자는 +5V에 연결한다. 이러한 경우 16개의 클록펄스마다 제1카운터의 CO 출력에서 정의 펄스가 발생되어 제2카운터의 카운트를 1씩 증가시킨다. 따라서 제2카운터의 CO 출력에는  $16 \times 16 = 256$ 개의 클록펄스마다 정의 펄스가 발생된다. 256보다 낮은 121진 카운터를 구성하려면 적당한 데이터를 프리세트하고 제2 카운터의 CO 출력을 반전시켜  $\overline{LOAD}$  단자에 연결한다. 121분주인 경우  $256 - 121 = 135$ 이므로 카운터의 입력을 10000111(=135)를 프리세트한다.



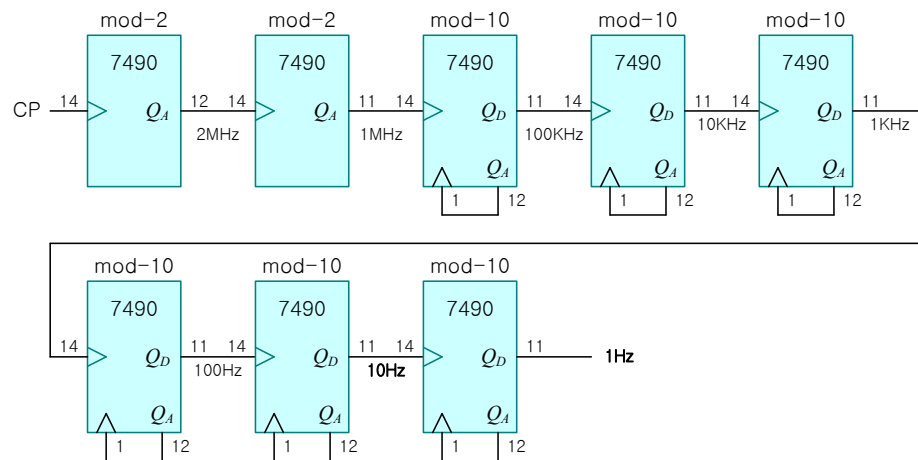
17. 7490을 3개를 사용하여 000에서부터 999까지를 계수할 수 있는 회로를 설계



## 18. 7490을 사용하여 분주기 설계

7490은 내부에 2진 카운터와 5진 카운터가 내장되어 있으므로 이를 이용하여 10Hz와 1Hz를 아래 그림과 같이 구성하여 만든다.





## 19. 자동차 주차관리 시스템에서 카운터의 상태

자동차가 주차장 안으로 들어가면 카운터의 값은 +1 증가하고, 밖으로 나가면 -1 감소된다. 입력센서에서 감지된 펄스의 개수는 41개이고, 출력센서에서 감지된 펄스의 개수는 34이다. 따라서 24시간이 경과한 후 카운터는  $35+41-34=42$ 이다.