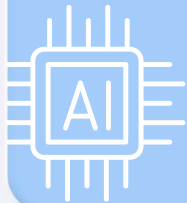




디지털논리회로 [Digital Logic Circuits]

11강.

# 순서논리회로(3)



컴퓨터과학과 **강지훈** 교수



# 학습 목차

## ▶ 11 강

### 01 순서논리회로의 설계

- 설계 과정
- 순서논리회로의 설계 예

## 11강. 순서논리회로(3)



### 제6장. 순서논리회로

# 6.5

## 순서논리회로의 설계



## 6.5 순서논리회로의 설계



### • 순서논리회로 설계과정

설계 명세서나 주어진 문제로  
부터 F/F의 종류와 개수 결정



•상태표 작성



•플립플롭의 종류와 개수 결정



내용을 만족하는  
조합논리회로 설계



•상태표로부터 플립플롭의 입력방정식 도출



•상태표에 출력이 있다면 출력 방정식 도출



•구해진 입력 및 출력 방정식을 간소화



플립플롭과 연결



•간소화된 입력 및 출력 방정식을 이용해  
논리회로도 작성

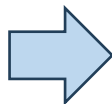
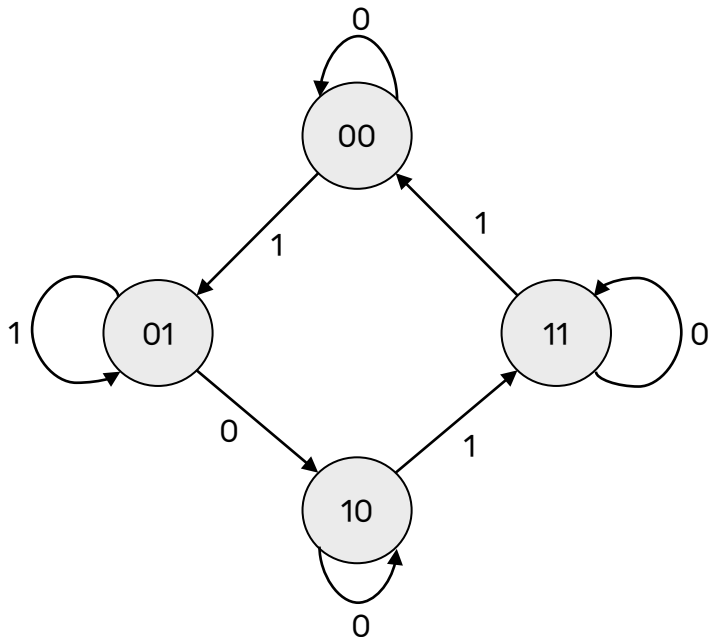




## 6.5.1 설계 과정

### • 상태표 작성

- 주어진 설명이나 상태에서부터 상태표를 작성



현재상태		입력	다음상태	
A	B	X	A	B
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0



### • 플립플롭의 결정

- 순서논리회로에 사용될 F/F의 개수와 종류를 결정하고 F/F에 기호 할당  
플립플롭의 개수 결정

- 플립플롭의 개수는 순서논리회로 내의 상태 개수로 결정
- $2^n$  개의 상태를 표현하기 위해서는  $n$  개의 플립플롭 필요

### 플립플롭에 기호 할당

- 정해진 플립플롭의 식별을 위해  $A, B$  등으로 기호 할당
- 사용될 플립플롭의 종류 결정은 설계자가 결정
- D 플립플롭: 데이터 저장 및 전송에 적합한 구조
- T 플립플롭: 출력을 반전시키는 기능을 갖고 있어 보수, 분주기, 카운터 등의 응용
- JK 플립플롭: 다양한 동작을 지원하여 범용적으로 사용

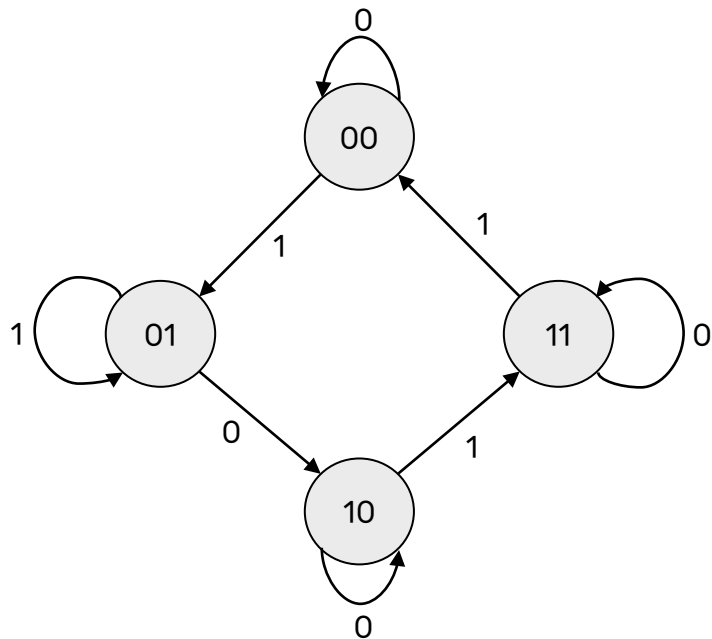




## 6.5.1 설계 과정



### • 플립플롭의 결정



### 플립플롭의 개수

- 4개의 상태가 존재하기 때문에 두 개의 플립플롭이 필요

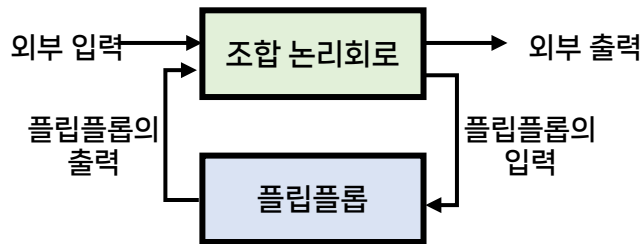
### 플립플롭의 종류

- 정해진 두 개의 플립플롭 기호  
 $A, B$  등의 기호를 할당하기 위해 플립플롭의 종류 결정이 필요
- D(T) 플립플롭: 기호 하나만 할당
- JK 플립플롭: 기호 두 개 할당



### • 입력방정식 유도

- 입력 방정식은 조합논리회로의 출력
  - 외부 입력과 플립플롭의 현재 상태에 의해 결정
- 또한 플립플롭의 다음 상태를 결정함
- 따라서, 플립플롭의 현재 상태와 다음 상태를 안다면, 입력 조건을 구할 수 있음
  - 플립플롭의 입력 조건에 대한 부울 함수가 입력 방정식임
- 현재 상태에서 다음 상태로의 변화를 일으키는, 플립플롭의 입력조건 리스트를 플립플롭의 여기표(Excitation Table)라고 함



※ 여기표: 與(줄 여)起(일어날 기) 표 : 입력을 주었을 때 어떤 결과가 일어나는가를 나타낸 표

특성표는 이러한 입력일 때  $Q$ 가 어떻게 변하는가,

여기표는 현재 상태가  $Q$ 이고, 입력이 이러하다면 다음 상태는 무엇인가

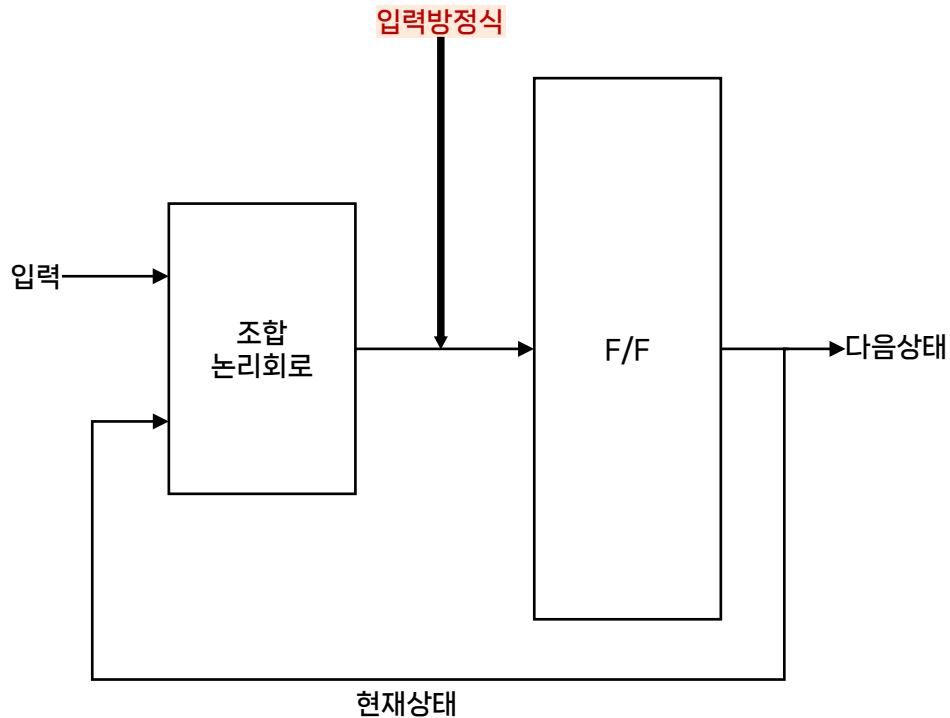






## 6.5.1 설계 과정

### • 입력 방정식 유도



#### 1) 분석

- 입력 방정식을 구해 현재 상태와 다음 상태로 이루어진 상태표 작성

#### 2) 설계

- 상태표를 통해 현재, 다음 상태를 알 수 있음
- 현재 상태에서 다음 상태로의 변화를 일으키는 입력 조건이 필요
- 이 입력 조건이 입력 방정식이 됨
- 입력 조건을 알기 위해서는 플립플롭의 여기표가 필요함



## 6.5.1 설계 과정

### • 플립플롭의 여기표

#### • 플립플롭의 특성표를 통해 여기표를 도출함

RS 플립플롭의 특성표

$S$	$R$	$Q(t+1)$
0	0	$Q(t)$
0	1	0
1	0	1
1	1	?

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$S$	$R$
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

여기표

현재 상태 0에서 다음 상태 0이 되는 입력 조건

- $S = R = 0$  이거나
  - $S = 0, R = 1$  이면 됨
- 따라서 입력 조건은  $S = 0, R = \times$

현재 상태 0에서 다음 상태 1이 되는 입력 조건

- $S = 1, R = 0$  이면 됨
- 따라서 입력 조건은  $S = 1, R = 0$

현재 상태 1에서 다음 상태 0이 되는 입력 조건

- $S = 0, R = 1$  이면 됨
- 따라서 입력 조건은  $S = 0, R = 1$

현재 상태 1에서 다음 상태 1이 되는 입력 조건

- $S = R = 0$  이거나
  - $S = 1, R = 0$  이면 됨
- 따라서 입력 조건은  $S = \times, R = 0$





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예



### • 플립플롭의 여기표

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$S$	$R$
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

RS 플립플롭

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$J$	$K$
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

JK 플립플롭

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$D$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

D 플립플롭

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$T$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

T 플립플롭

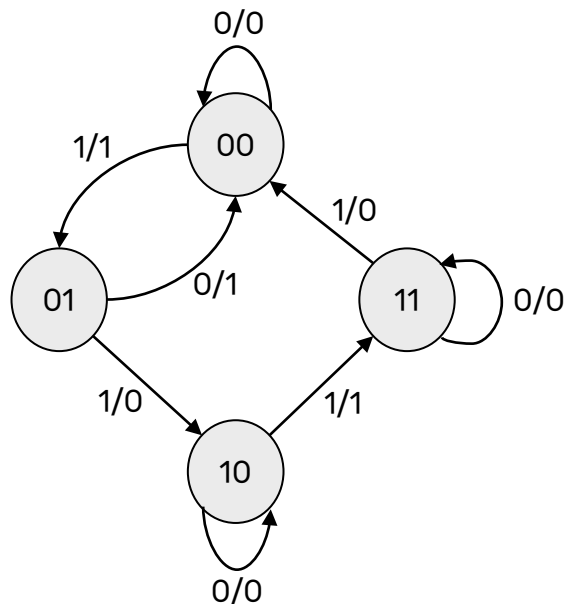




## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예



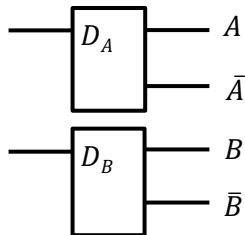
### • D 플립플롭을 이용한 설계(1)



상태표 작성

현재상태		입력	다음상태		출력
A	B	X	A	B	Y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0

플립플롭의 개수와 기호 결정





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예



### • D 플립플롭을 이용한 설계(2)

입력 방정식 유도

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$D$
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

D 플립플롭의 여기표

D 플립플롭의 다음 상태는  
플립플롭의 입력과 같음

$D_A$ 와  $D_B$ 의 입력 방정식은  
다음 상태  $A, B$ 에 대한  
최소항으로 표현



현재상태		입력	다음상태		출력
$A$	$B$	$X$	$A$	$B$	$Y$
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	1
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	0
1	0	1	1	1	1
1	1	0	1	1	0
1	1	1	0	0	0

• 입력 방정식

$$D_A(A, B, X) = A(t+1) = \Sigma m(3, 4, 5, 6)$$

$$D_B(A, B, X) = B(t+1) = \Sigma m(1, 5, 6)$$

• 출력 방정식

$$Y(A, B, X) = \Sigma m(1, 2, 5)$$





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예

### • D 플립플롭을 이용한 설계(3)

입/출력 방정식 간소화

BX \ A	00 01 11 10			
	0	1	1	0
0			1	
1	1	1		1

$A\bar{B}$

$\bar{A}BX$

$A\bar{X}$

BX \ A	00 01 11 10			
	0	1	1	0
0		1		
1		1		1

$\bar{B}X$

$AB\bar{X}$

BX \ A	00 01 11 10			
	0	1	1	0
0		1		1
1		1		

$\bar{B}X$

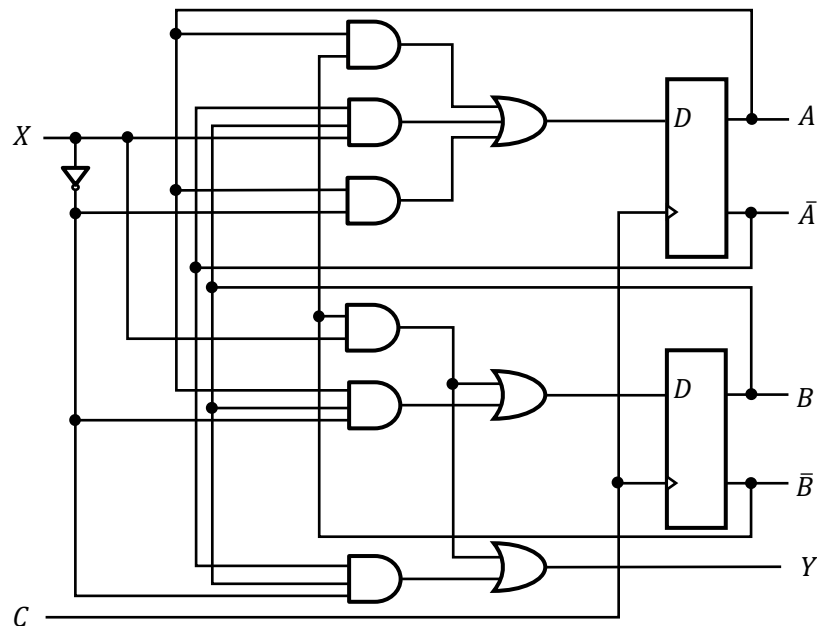
$\bar{A}B\bar{X}$

$$D_A = A\bar{B} + \bar{A}BX + A\bar{X}$$

$$D_B = \bar{B}X + AB\bar{X}$$

$$Y = \bar{B}X + \bar{A}B\bar{X}$$

D 플립플롭을 이용한 논리 회로도 작성





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예

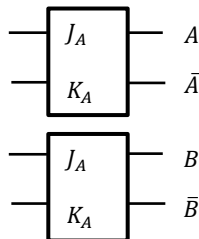


### • JK 플립플롭을 이용한 설계(1)

상태표 작성

현재상태		입력	다음상태	
A	B	X	A	B
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	1	1
1	0	0	0	1
1	0	1	1	1
1	1	0	1	0
1	1	1	0	0

플립플롭의 개수와 기호 결정





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예

### • JK 플립플롭을 이용한 설계(2)

입력 방정식 유도

$Q(t)$	$Q(t+1)$	$J$	$K$
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

JK 플립플롭의 여기표



$J$	$K$	$Q(t+1)$
0	0	$Q(t)$
0	1	0
1	0	1
1	1	$\bar{Q}(t)$

JK 플립플롭의 특성표



여기표를 이용해  
상태표 재작성

조합회로 입력			다음상태		조합회로 출력			
현재상태		입력			플립플롭 입력			
A	B	X	A	B	$J_A$	$K_A$	$J_B$	$K_B$
0	0	0	0	0	0	X	0	X
0	0	1	0	1	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	X	X	1
0	1	1	1	1	1	X	X	0
1	0	0	0	1	X	1	1	X
1	0	1	1	1	X	0	1	X
1	1	0	1	0	X	0	X	1
1	1	1	0	0	X	1	X	1

플립플롭 A가 현재 상태 0에서 다음 상태 0이 되는 입력 조건

- $J_A = 0, K_A = \times$

플립플롭 B가 현재 상태 0에서 다음 상태 1이 되는 입력 조건

- $J_B = 1, K_B = \times$





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예



### • JK 플립플롭을 이용한 설계(3)

입력 방정식 유도

조합회로 입력			다음상태		조합회로 출력			
현재상태		입력			플립플롭 입력			
$A$	$B$	$X$	$A$	$B$	$J_A$	$K_A$	$J_B$	$K_B$
0	0	0	0	0	0	X	0	X
0	0	1	0	1	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	X	X	1
0	1	1	1	1	1	X	X	0
1	0	0	0	1	X	1	1	X
1	0	1	1	1	X	0	1	X
1	1	0	1	0	X	0	X	1
1	1	1	0	0	X	1	X	1

상태표에서

- $J_A$ 의 입력 방정식은 현재 상태  $A, B$ 와 입력  $X$ 의 부울 함수로 표현
- 따라서  $J_A$ 의 입력 방정식은 상태표  $J_A$ 의 최소항으로 표현

$J_A, K_A, J_B, K_B$ 의 입력 방정식

$$J_A(A, B, X) = \Sigma m(2, 3)$$

$$d_{J_A}(A, B, X) = \Sigma m(4, 5, 6, 7)$$

$$K_A(A, B, X) = \Sigma m(4, 7)$$

$$d_{K_A}(A, B, X) = \Sigma m(0, 1, 2, 3)$$

$$J_B(A, B, X) = \Sigma m(1, 4, 5)$$

$$d_{J_B}(A, B, X) = \Sigma m(2, 3, 6, 7)$$

$$K_B(A, B, X) = \Sigma m(2, 6, 7)$$

$$d_{K_B}(A, B, X) = \Sigma m(0, 1, 4, 5)$$





## 6.5.2 순서논리회로의 설계 예

### • JK 플립플롭을 이용한 설계(4)

입/출력 방정식을 간소화

A \ BX	00	01	11	10
	0	1	1	1
0			1	1
1	x	x	x	x

$$J_A = B$$

A \ BX	00	01	11	10
	0	1	1	1
0	x	x	x	x
1	1		1	

$$K_A = \bar{B}\bar{X} + BX = \bar{B} \oplus \bar{X}$$

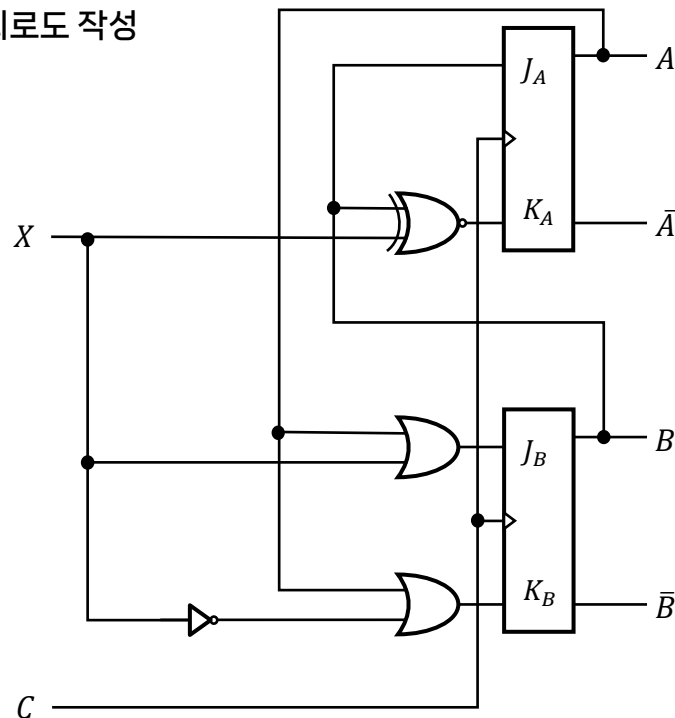
A \ BX	00	01	11	10
	0	1	1	1
0		1	x	x
1	1	1	x	x

$$J_B = A + X$$

A \ BX	00	01	11	10
	0	1	1	1
0	x	x		1
1	x	x	1	1

$$K_B = A + \bar{X}$$

논리 회로도 작성





# 내용 정리

Summary

Contents



## 11강 | 순서논리회로(3)



디지털 +  
논리회로



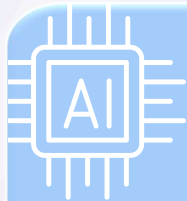
### 01 순서논리회로의 설계

- 순서논리회로의 설계 과정

### 02 순서논리회로의 설계

- D 플립플롭을 이용한 설계
- JK 플립플롭을 이용한 설계





다음시간에는

# 12 강. 레지스터와 카운터(1)