

Synchronous Counter [1]

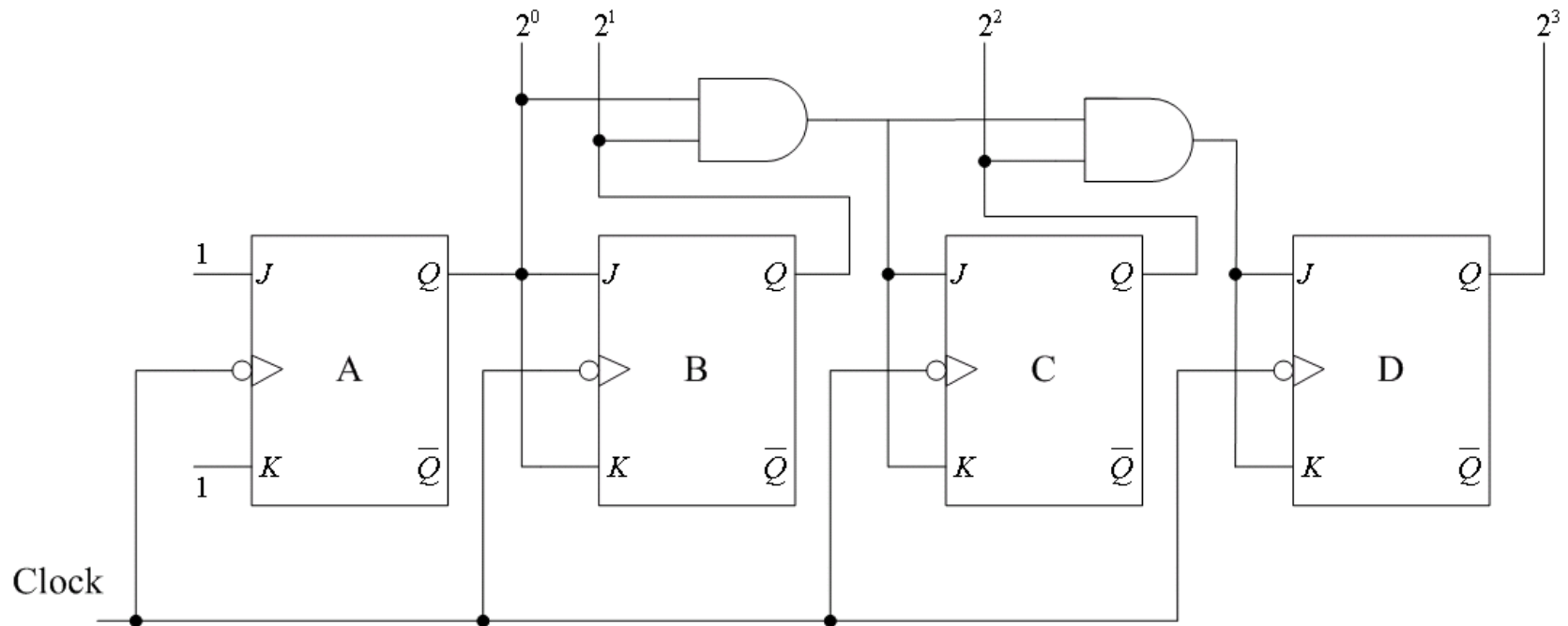
Synchronous Counter

เป็นวงจรนับที่มีการควบคุมการทำงาน Flip-Flop ทุกตัวที่อยู่ในวงจรให้ทำงานพร้อมกัน (ใช้สัญญาณ clock ที่เป็นสัญญาณควบคุมการทำงานตัวเดียวกัน) ทำให้ Flip-Flop ทุกตัวทำงานพร้อมกัน และหาก Flip-Flop แต่ละตัวมีเวลาในการทำงานเท่ากัน Output ของการนับจะเปลี่ยนไปพร้อมกัน

ข้อดีของ Synchronous Counter ก็คือเวลาในการทำงานของวงจรที่เท่ากับ Flip-Flop ตัวเดียวหรือตัวที่ใช้เวลามากที่สุด และความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นน้อยลง

Synchronous Counter [2]

- ตัวอย่างวงจร 4-Bit Binary Synchronous Counter



Synchronous Counter

- การทำงานของวงจรนั้นเป็นการควบคุมให้ค่าเอาต์พุตที่เกิดขึ้นเปลี่ยนไปตามที่ต้องการ ฉะนั้นเราต้องเข้าใจการควบคุมนี้ เช่นหากต้องการให้ค่าเอาต์พุตของ Flip-Flop เปลี่ยนค่าจาก 0 เป็น 1 จะต้องป้อนอินพุตอย่างไร ซึ่งค่าอินพุตที่จะป้อนนี้จะแตกต่างกันไปตามชนิดของ Flip-Flop เช่น กรณีของ D-Flip-Flop เราป้อนค่า D เท่ากับ 1 แต่ถ้าเป็น JK Flip-Flop เราป้อนค่า $J=1$ และ $K=0$ หรือ $J=1$ และ $K=1$ ก็ได้
- ในการใช้งานทั่วไปเรานิยมใช้ Preset-Clear JK Flip-Flop

Truth Table for a negative edge-triggered JK flip-flop

\overline{PRESET}	\overline{CLEAR}	J	K	C	Q	\overline{Q}	
0	1	X	X	X	1	0	Set State
1	0	X	X	X	0	1	Reset State
0	0	X	X	X	1	1	Unused State
1	1	0	1	\downarrow	0	1	
1	1	1	0	\downarrow	1	0	
1	1	0	0	X	Q	\overline{Q}	Unchanged State
1	1	1	1	\downarrow	Toggle		

Truth Table for a negative edge-triggered JK flip-flop

<i>Before Clock</i>	<i>After Clock</i>	<i>Before Clock</i>	
Q	Q	J	K
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

การออกแบบ Synchronous Counter

- 1. สร้างตารางค่าการนับ (เอาท์พุต) ที่ต้องการ
- 2. สร้างตารางความจริงสำหรับหาค่า Input (J และ K) ของ Flip Flop ทุกตัวจาก Output ที่กำหนด และ ตารางการเปลี่ยนแปลงของ Flip Flop (หากใช้ JK FF)
- 3. นำตารางความจริงที่ได้มาหาค่า Input ของ Flip Flop ทุกตัว (ในรูปสมการ) โดยใช้ Boolean Algebra / Karnaugh Map
- 4. นำสมการที่ได้มาสร้างวงจร

ตัวอย่างการออกแบบ [1]

- การออกแบบ 3-Bit Binary Synchronous Counter
- สร้างตารางค่าการนับที่ต้องการ
 - สร้างตารางการเปลี่ยนแปลง Output (Q) ของ Flip-Flop ทุกตัว

0 -> 1

1 -> 2

...

7 -> 0

-

P.S.			N.S.		
Q_C	Q_B	Q_A	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	1	1	0
1	1	0	1	1	1
1	1	1	0	0	0

ตัวอย่างการออกแบบ [1]

- การออกแบบ 3-Bit Binary Synchronous Counter
- 2. สร้างตารางความจริงสำหรับหาค่า Input (J และK) ของ Flip Flop ทุกตัวจาก Output ที่กำหนด และ ตารางการเปลี่ยนแปลงของ Flip Flop

ตัวอย่างการออกแบบ [2]

P.S.			N.S.			C		B		A	
Q_C	Q_B	Q_A	Q_C	Q_B	Q_A	J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A
0	0	0	0	0	1	0	X	0	X	1	X
0	0	1	0	1	0	0	X	1	X	X	1
0	1	0	0	1	1	0	X	X	0	1	X
0	1	1	1	0	0	1	X	X	1	X	1
1	0	0	1	0	1	X	0	0	X	1	X
1	0	1	1	1	0	X	0	1	X	X	1
1	1	0	1	1	1	X	0	X	0	1	X
1	1	1	0	0	0	X	1	X	1	X	1

ตัวอย่างการออกแบบ [3]

- 3. หาค่า Input JA, KA, JB, KB, JC และ KC จากตารางที่ได้จากข้อ 2

		BA			
		00	01	11	10
J_C	0	0	0	1	0
	1	X	X	X	X

$$J_C = AB$$

		BA			
		00	01	11	10
K_C	0	X	X	X	X
	1	0	0	1	0

$$K_C = AB$$

ตัวอย่างการออกแบบ[4]

		BA			
		00	01	11	10
J_B	0	0	1	X	X
	1	0	1	X	X

$$J_B = A$$

		BA			
		00	01	11	10
K_B	0	X	X	1	0
	1	X	X	1	0

$$K_B = A$$

ตัวอย่างการออกแบบ [5]

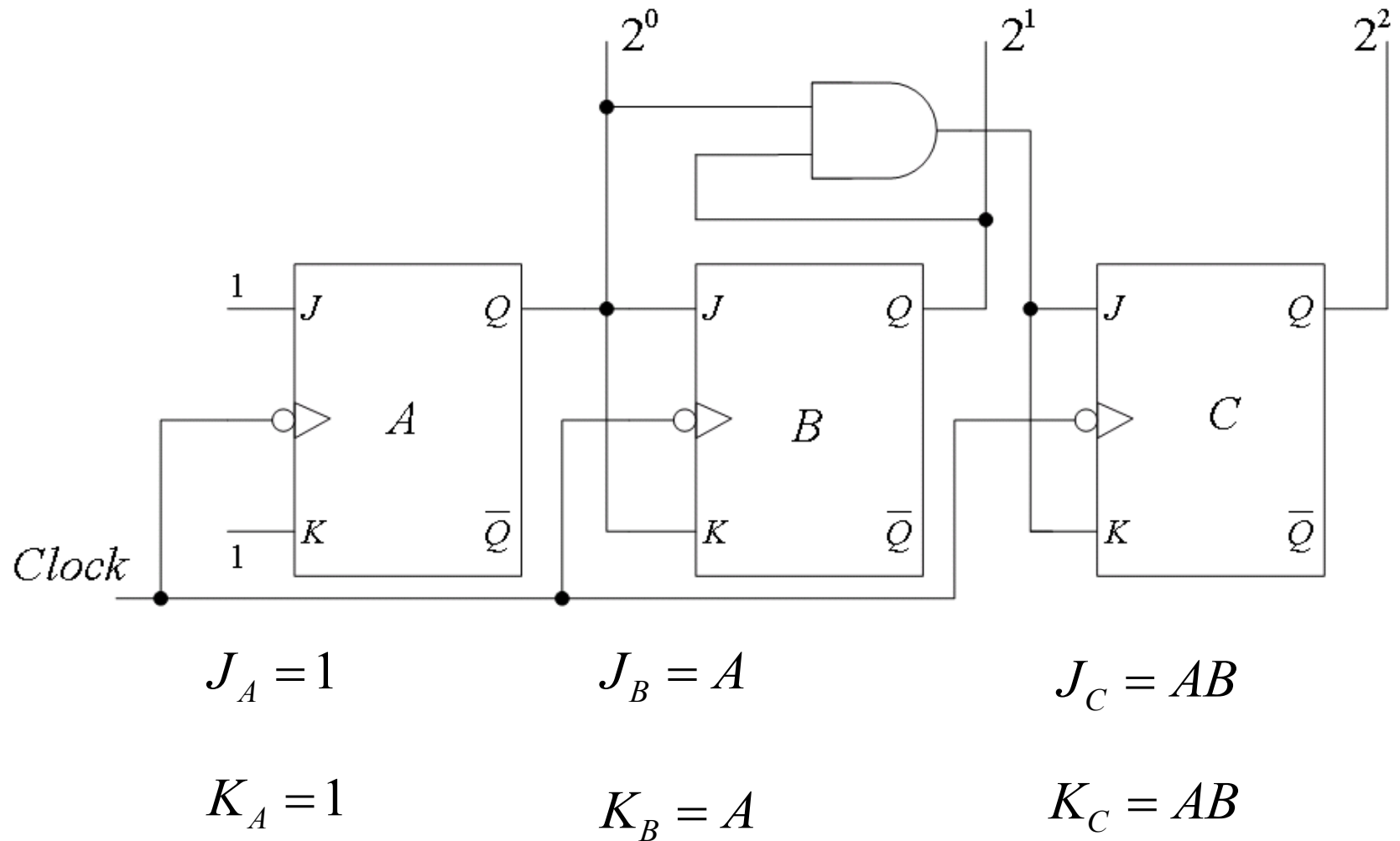
		BA			
		00	01	11	10
J_A	0	1	X	X	1
	1	1	X	X	1

$$J_A = 1$$

		BA			
		00	01	11	10
K_A	0	X	1	1	X
	1	X	1	1	X

$$K_A = 1$$

ตัวอย่างการออกแบบ [6]



Mod-N Synchronous Counter

- การออกแบบเหมือนการออกแบบวงจร Synchronous Counter ปกติ โดยกำหนดค่าการนับตาม Mod ที่ต้องการ

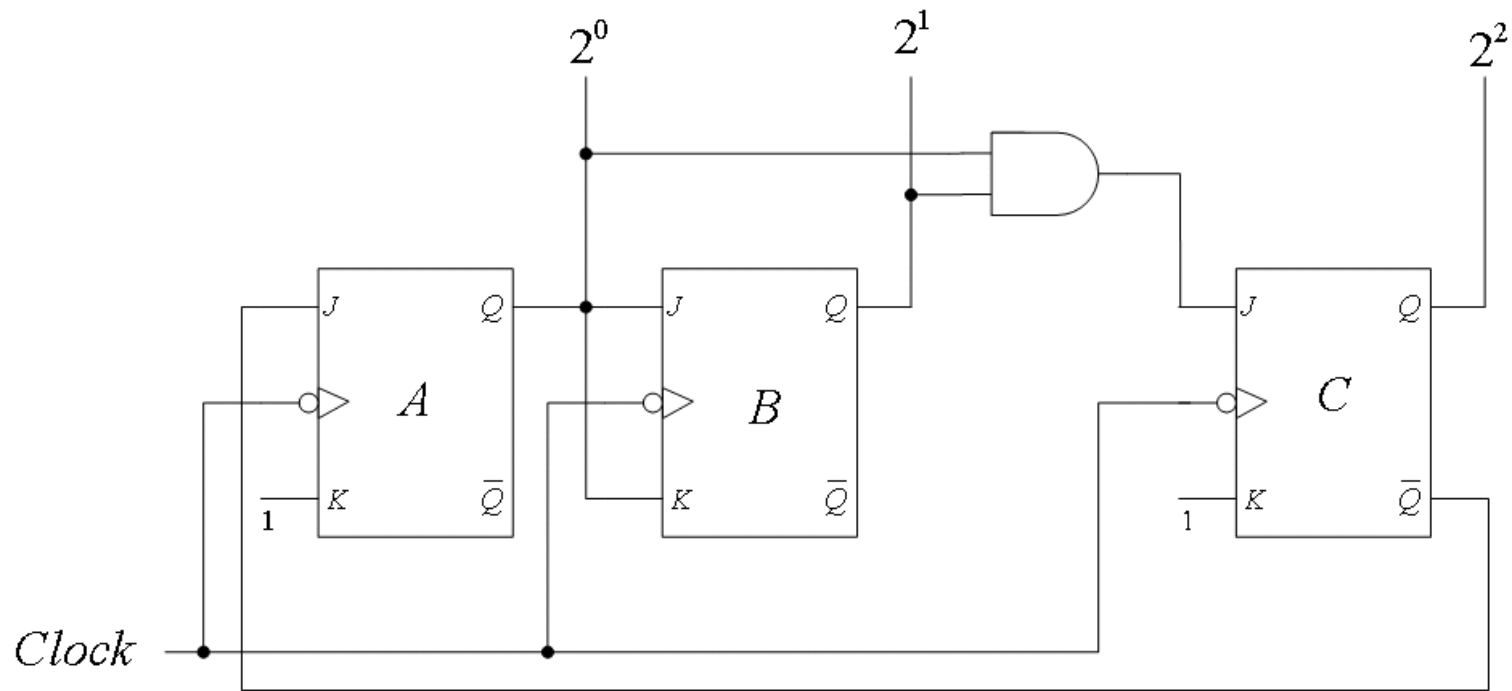
Mod-5

P.S.			N.S.		
Q_C	Q_B	Q_A	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0

Mod-6

P.S.			N.S.		
Q_C	Q_B	Q_A	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	1	1
0	1	1	1	0	0
1	0	0	1	0	1
1	0	1	0	0	0

Mod-5 Synchronous Counter



$$J_A = \overline{2^2}$$

$$J_B = 2^0$$

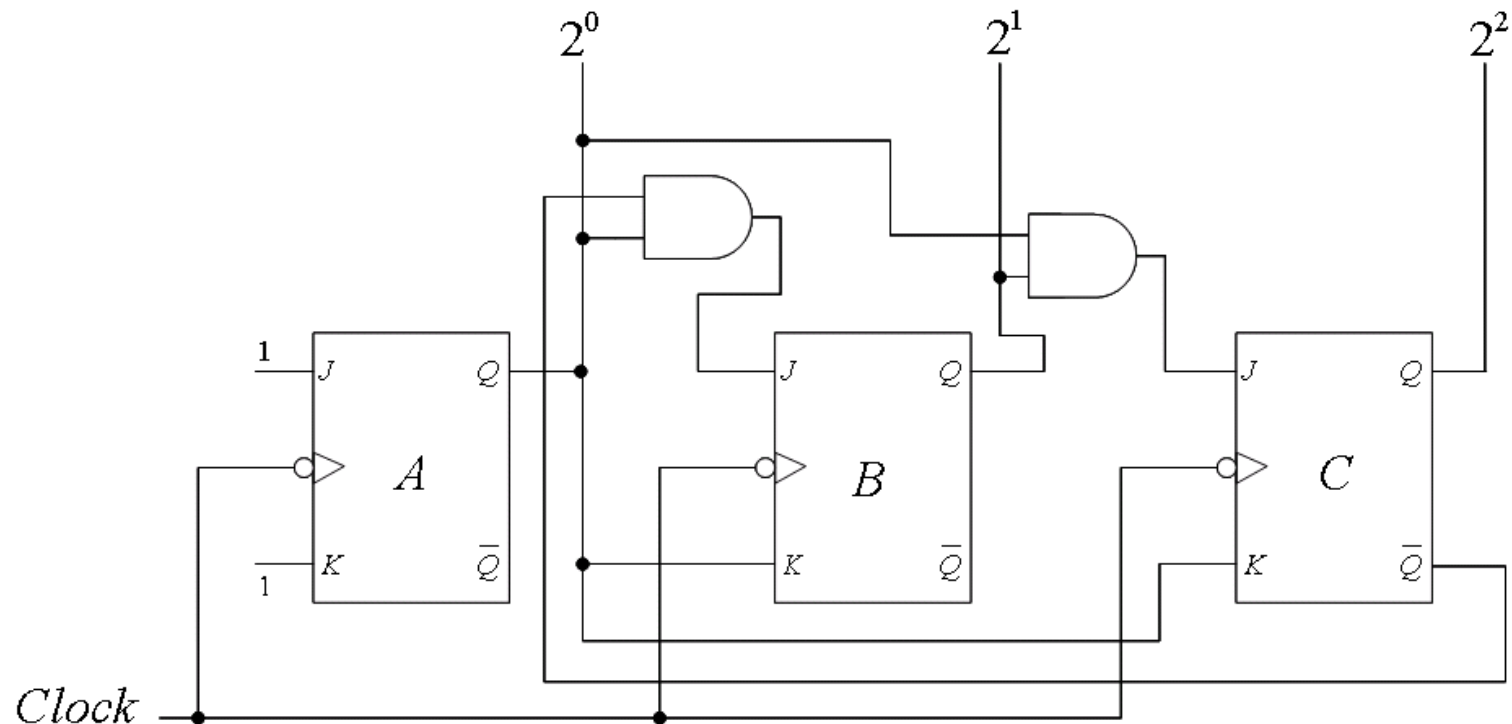
$$J_C = 2^0 2^1$$

$$K_A = 1$$

$$K_B = 2^0$$

$$K_C = 1$$

Mod-6 Synchronous Counter



$$J_A = 1$$

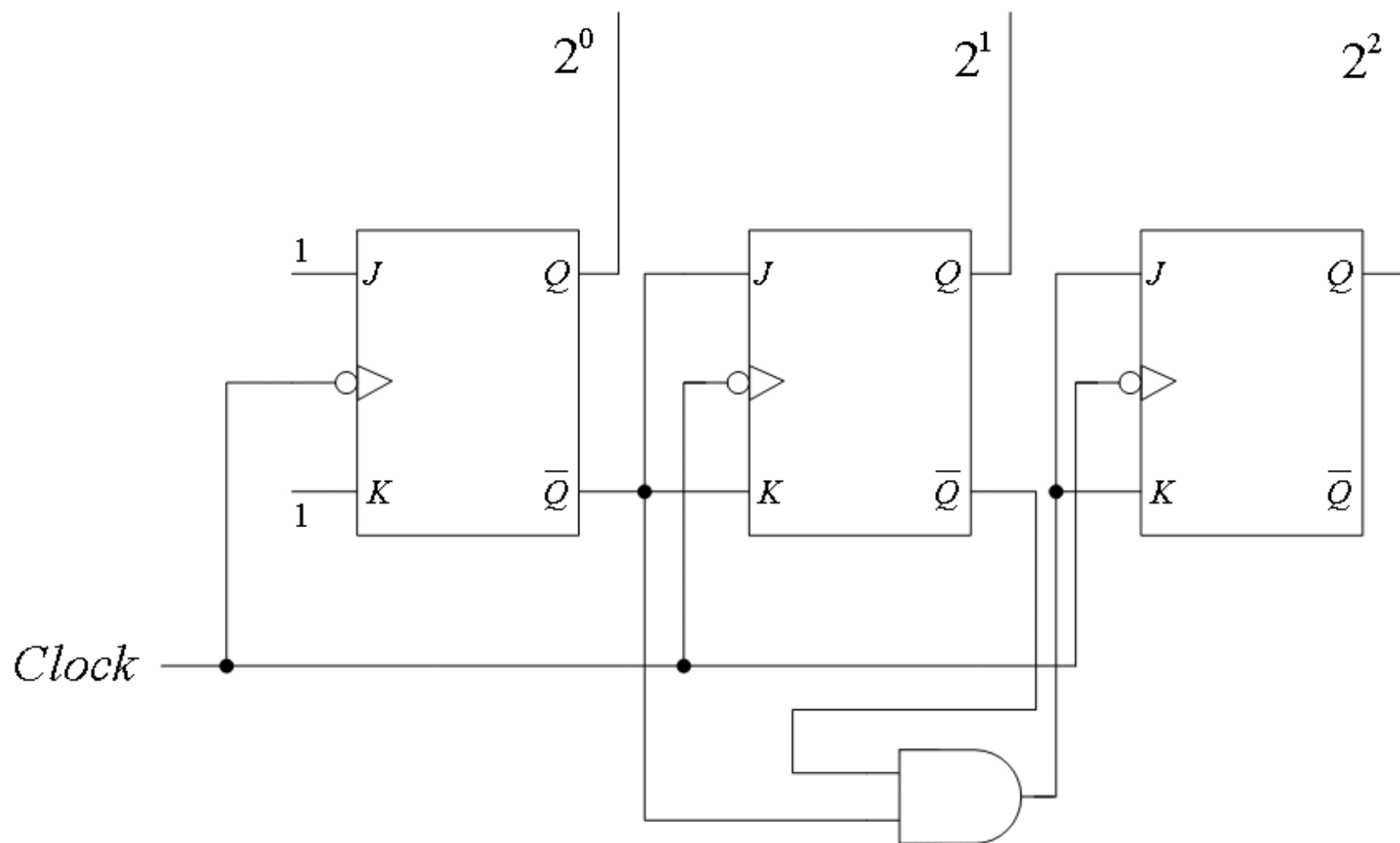
$$J_B = \overline{A}\overline{C}$$

$$J_C = AB$$

$$K_A = 1$$

$$K_B = A$$



$$K_C = A$$



Synchronous Up-Down Counter

- เป็นวงจรนับที่สามารถนับขึ้น หรือนับลงได้ในวงจรเดียวกัน โดยอาศัยสัญญาณควบคุมการทำงานเลือกให้นับขึ้นหรือนับลงในเวลาหนึ่ง ๆ วงจรในลักษณะนี้มีการนำไปใช้หลายในหลายลักษณะ เช่น เป็นตัวแสดงจำนวนรถในที่จอดรถให้ทราบว่าขณะนั้นที่จอดรถยังมีที่ว่างสำหรับจอดรถได้อีกกี่คัน

Synchronous Up-Down Counter

CLOCK PULSE	UP	Q_2	Q_1	Q_0	DOWN
0		0	0	0	
1		0	0	1	
2		0	1	0	
3		0	1	1	
4		1	0	0	
5		1	0	1	
6		1	1	0	
7		1	1	1	

Synchronous Up-Down Counter

- การทำงานของวงจรนับขึ้น/นับลงนั้นเป็นการใช้วงจรควบคุมให้ทำงานตามอินพุตที่เข้ามา (Clock) และค่าของการควบคุม (Up/Down) หากขาควบคุมถูกกำหนดให้เป็นการนับขึ้น อินพุตที่เข้ามาจะทำให้เอาต์พุตของวงจรมีค่าการนับที่เพิ่มขึ้น แต่หากขาควบคุมถูกกำหนดให้เป็นการนับลง อินพุตที่เข้ามาจะทำให้เอาต์พุตของวงจรมีค่าการนับที่ลดลง

Synchronous Up-Down Counter

