

CHƯƠNG 5

MẠCH TUẦN TỰ

✍ CHỐT RS

✍ FLIPFLOP

✍ MẠCH GHI DỊCH

✍ MẠCH ĐẾM

⊗ MẠCH TUẦN TỰ

Mạch tuần tự: Trạng thái ngõ ra không những phụ thuộc vào trạng thái của ngõ vào mà còn phụ thuộc vào trạng thái của ngõ ra trước đó (được hồi tiếp trở thành ngõ vào thông qua phần tử nhớ) → ta nói mạch tuần tự có tính nhớ.

$$Q_+ = f(Q, A, B, C, D, \dots)$$

Ngõ ra Q_+ là hàm logic của các biến ngõ vào và ngõ ra Q trước đó.

Mạch tuần tự: Chia làm 2 loại

- Mạch đồng bộ: Xung đồng hồ C_K tác động đồng thời, trạng thái ngõ ra không thay đổi ngay sau khi trạng thái ngõ vào thay đổi mà phải đợi đến khi xuất hiện một xung lệnh.
 - Mạch không đồng bộ: Xung đồng hồ C_K tác động không đồng thời, trạng thái ngõ ra thay đổi ngay sau khi trạng thái ngõ vào thay đổi (với độ trì hoãn truyền nào đó).
- * Phần tử cơ bản tạo thành mạch tuần tự là Flip-Flop (FF – Mạch lật).

⊠ FLIPFLOP

Mạch FF là mạch dao động đa hài lưỡng ổn (tạo sóng vuông có hai trạng thái ổn định). Trạng thái FF thay đổi khi có xung C_K .

Một FF thường có:

- Một hoặc hai ngõ vào dữ liệu, một ngõ vào xung C_K .
- Hai ngõ ra Q (chính) và \bar{Q} (phụ). Trạng thái FF là trạng thái Q . Nếu hai ngõ ra có trạng thái giống nhau thì FF ở **trạng thái cấm**.

Người ta gọi tên FF dựa vào tên các ngõ vào dữ liệu.

- FF cũng có thể có thêm ngõ vào với chức năng khác

⊠ FLIPFLOP

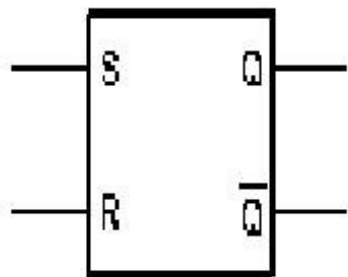
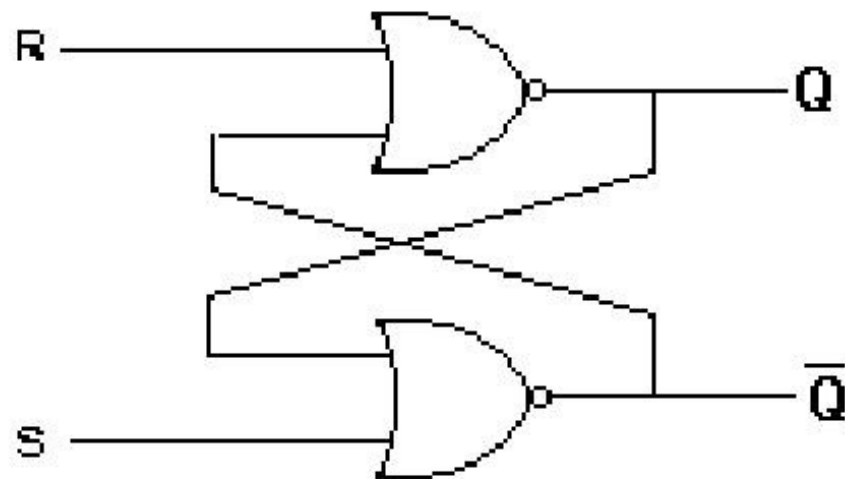
- FF được tạo nên từ mạch chốt (Latch): Chốt là cài lại, giữ lại.
- Điểm khác nhau giữa mạch chốt và FF: FF thì chịu sự tác động của xung CK, còn mạch chốt thì không.

Mạch chốt + Xung CK \rightarrow Mạch Flip-Flop

1. Chốt RS

Có 2 loại: Chốt cổng NOR và chốt cổng NAND

a. Chốt RS tác động mức cao có ngõ vào R và S tác động mức cao.
(Dùng cổng NOR)



R	S	Q_+
0	0	Q
0	1	1
1	0	0
1	1	Cấm

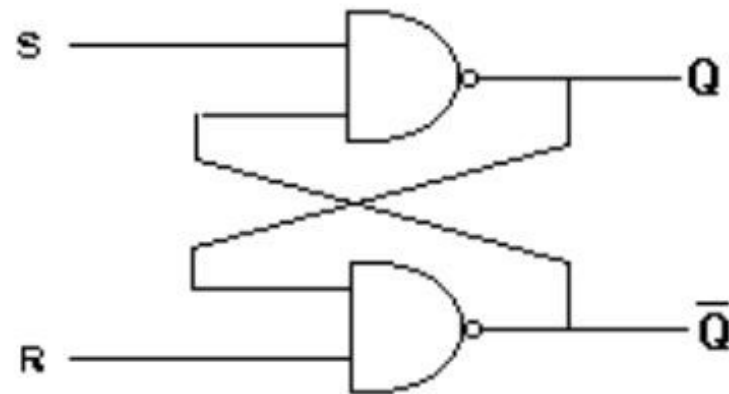
R	S	Q	Q_+	\overline{Q}_+	Trạng thái
0	0	0	0	1	Tác dụng nhớ $Q_+ = Q$
0	0	1	1	0	
0	1	0	1	0	Đặt (Set) $Q_+ = 1$
0	1	1	1	0	
1	0	0	0	1	Đặt lại (Reset) $Q_+ = 0$
1	0	1	0	1	
1	1	0	0	0	Cấm $Q_+ = \overline{Q}_+ = 0$
1	1	1	0	0	

Ngõ ra Q ban đầu là trạng thái giả sử

Ký hiệu

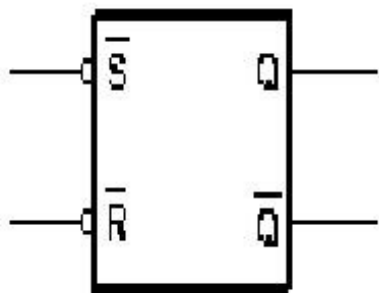
b. Chốt RS tác động mức thấp có ngõ vào R và S tác động mức thấp.

Dùng cổng NAND



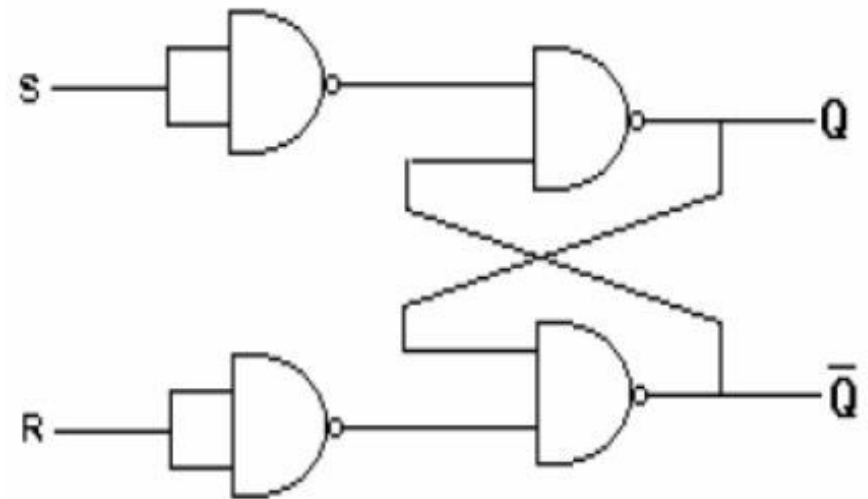
Tính chất của cổng NAND: có 1 ngõ vào = 0 \rightarrow Ngõ ra Y=1

Để có chốt RS tác động mức cao dùng cổng NAND, người ta thêm vào 2 cổng đảo ở các ngõ vào.



Ký hiệu

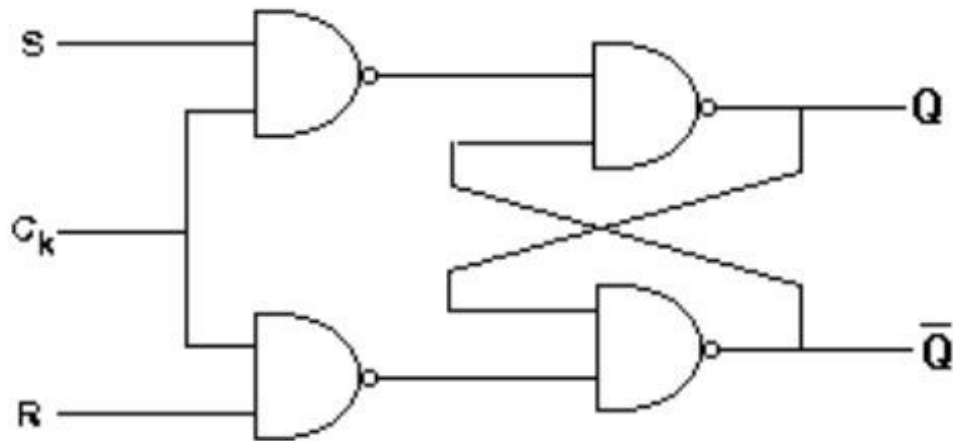
R	S	Q_+	\overline{Q}_+	Tr thái
0	0	1	1	Cấm
0	1	1	0	
1	0	0	1	
1	1	Q	Q	Giữ



2. Flip-Flop RS

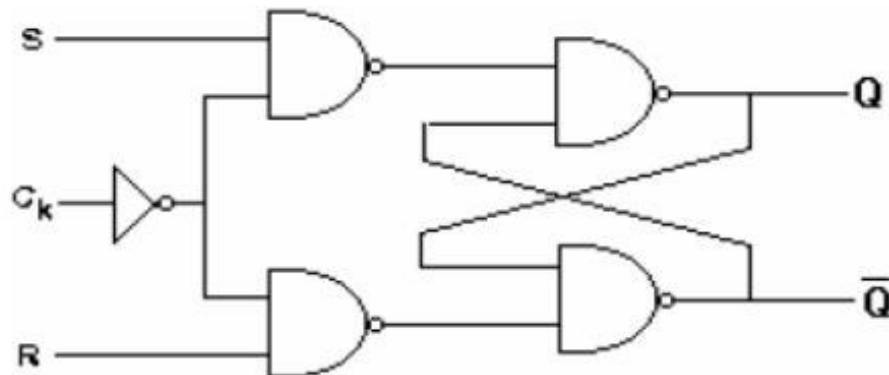
Chốt RS + Xung $C_K \rightarrow$ FF-RS: Mạch hoạt động có tính đồng bộ, ngõ ra thay đổi trạng thái có trật tự

a. FF- RS có xung CK tác động mức cao



Vào			Ra		
C_K	S	R	Q_+	\overline{Q}_+	TT
0	x	x	Q	\overline{Q}	Giữ
1	0	0	Q	Q	Giữ
1	0	1	0	1	
1	1	0	1	0	
1	1	1	1	1	Cấm

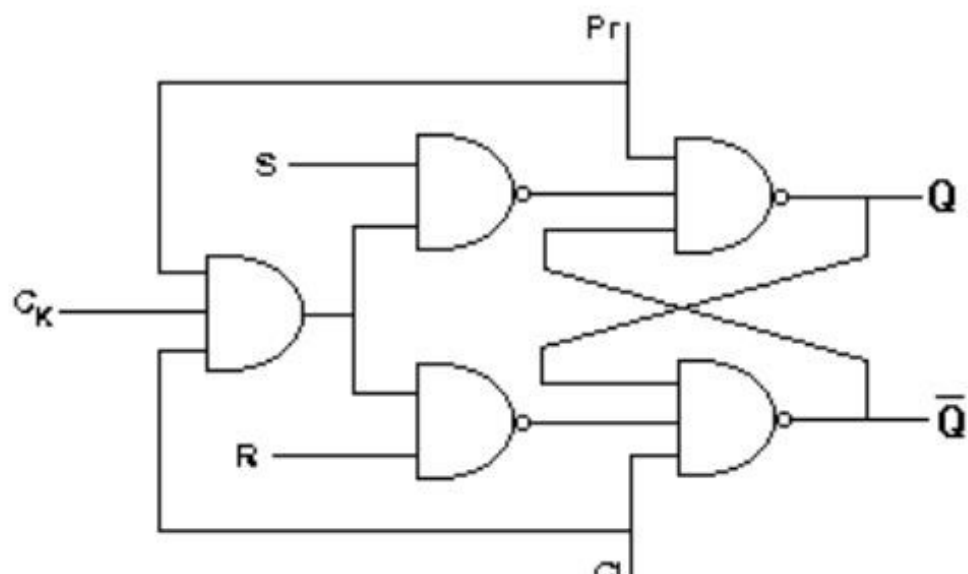
FF- RS có xung CK tác động mức thấp



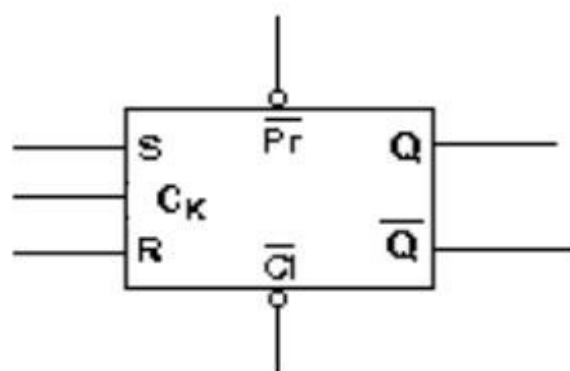
- Khi $C_K=1$, bất chấp R, S: Ngõ ra giữ trạng thái,
- Khi $C_K=0$: Mạch mới tác động.

b. Flip Flop RS có ngõ vào Preset và Clear

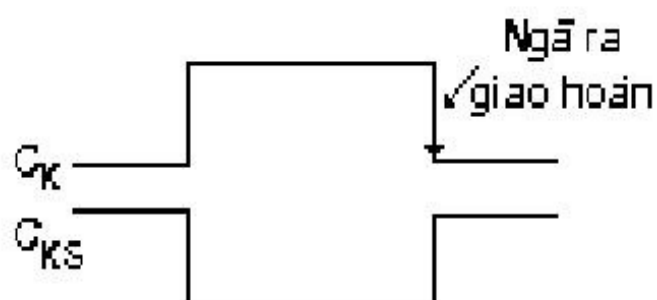
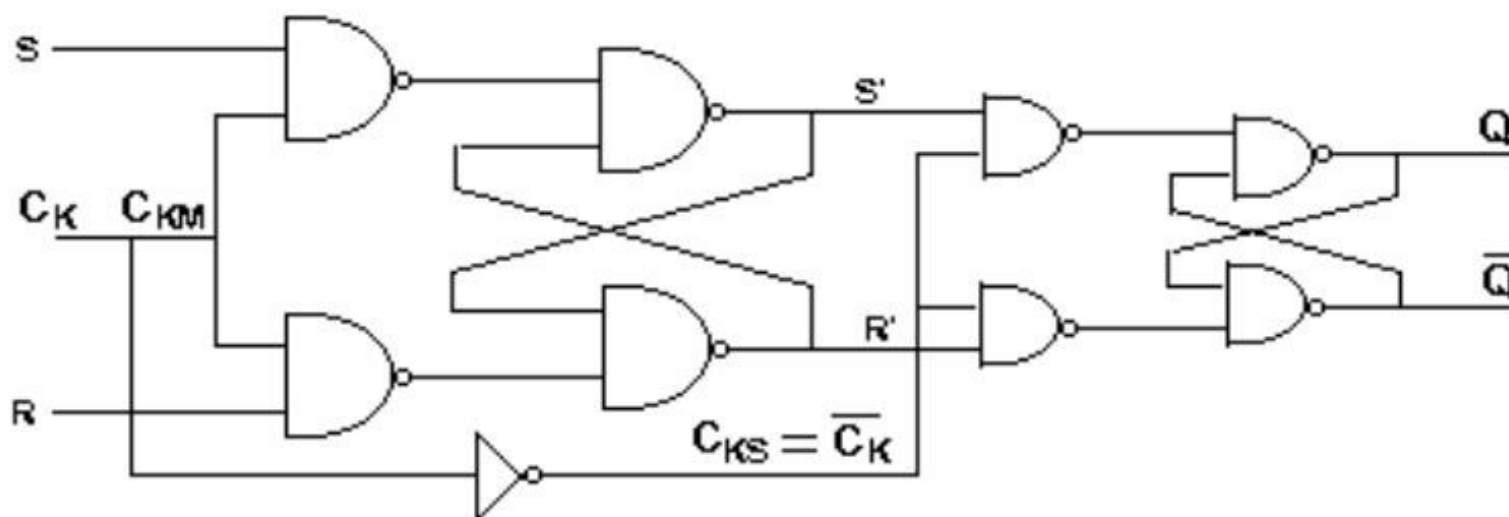
Khi vừa cấp điện ngõ ra FF ở trạng thái ngẫu nhiên nào đó. Để áp đặt trước trạng thái nhất định cho ngõ ra, ta thêm vào FF các ngõ vào **Preset** và **Clear**. Có thể đặt trước $Q = 1$ (Preset) hoặc $Q = 0$ (Clear).



Pr	Cl	C_K	S	R	Q_+	\overline{Q}_+	
0	0	x	x	x	1	1	Cắm
0	1	x	x	x	1	0	
1	0	x	x	x	0	1	
1	1	0	x	x	Q	\overline{Q}	Giữ
1	1	1	0	0	Q	\overline{Q}	Giữ
1	1	1	0	1	0	1	
1	1	1	1	0	1	0	
1	1	1	1	1	1	1	Cắm



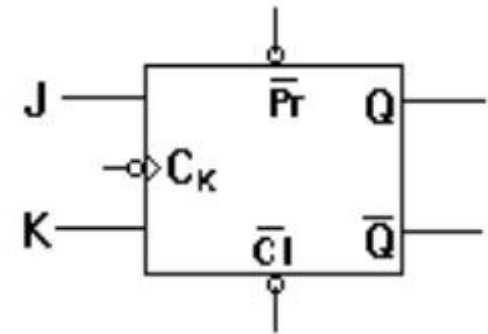
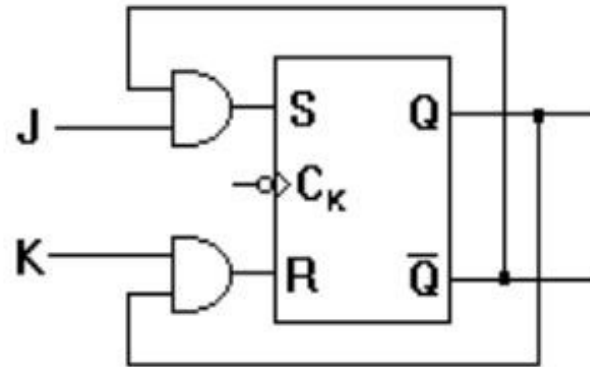
c. Flip Flop RS chủ tớ: Để khắc phục trạng thái cấp của RS-FF



S	R	C_K	Q_+	\overline{Q}_+
0	0	\downarrow	Q	\overline{Q}
0	1	\downarrow	0	1
1	0	\downarrow	1	0
1	1	\downarrow	Bất định	

d. Flip Flop JK

JK-FF được tạo ra từ FF-RS

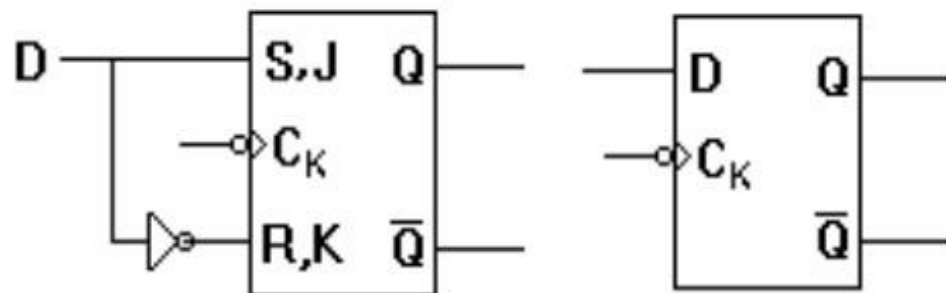


J	K	Q	\bar{Q}	$S = J\bar{Q}$	$R = KQ$	C_K	Q_+	\bar{Q}_+	TT
0	0	0	1	0	0	↓	Q=0	\bar{Q}	Giữ
0	0	1	0	0	0	↓	Q=1	\bar{Q}	Giữ
0	1	0	1	0	0	↓	Q=0	\bar{Q}	Giữ
0	1	1	0	0	1	↓	0	1	Reset
1	0	0	1	1	0	↓	1	0	Set
1	0	1	0	0	0	↓	Q=1	\bar{Q}	Giữ
1	1	0	1	1	0	↓	1	0	Set
1	1	1	0	0	1	↓	0	1	Reset

J	K	C_K	Q_+	\bar{Q}_+
0	0	↓	Q	\bar{Q}
0	1	↓	0	1
1	0	↓	1	0
1	1	↓	\bar{Q}	Q

Khi $J=K=1$ thì $Q_+ = \bar{Q}_+$
 đó là trạng thái đảo \rightarrow
 Thiết kế mạch đếm

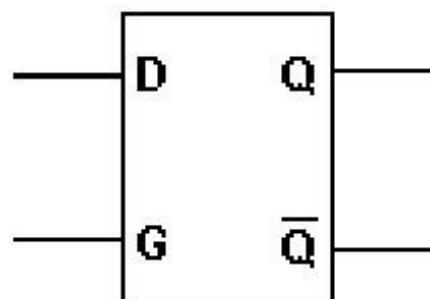
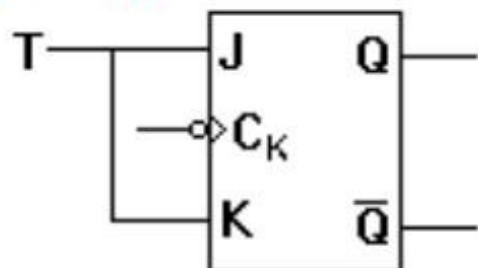
e. Flip Flop D



D	C _K	Q ₊	\overline{Q}_+
0	↓	0	1
1	↓	1	0

g. Mạch chốt D

f. Flip Flop T



G	D	Q ₊	\overline{Q}_+
0	x	Q	\overline{Q}
1	0	0	1
1	1	1	0

T	C _K	Q ₊	\overline{Q}_+	TT
0	↓	Q	\overline{Q}	Giữ
1	↓	\overline{Q}	Q	Đảo

Chốt D giống FF-D, Xung CK được thay bằng ngõ vào cho phép G

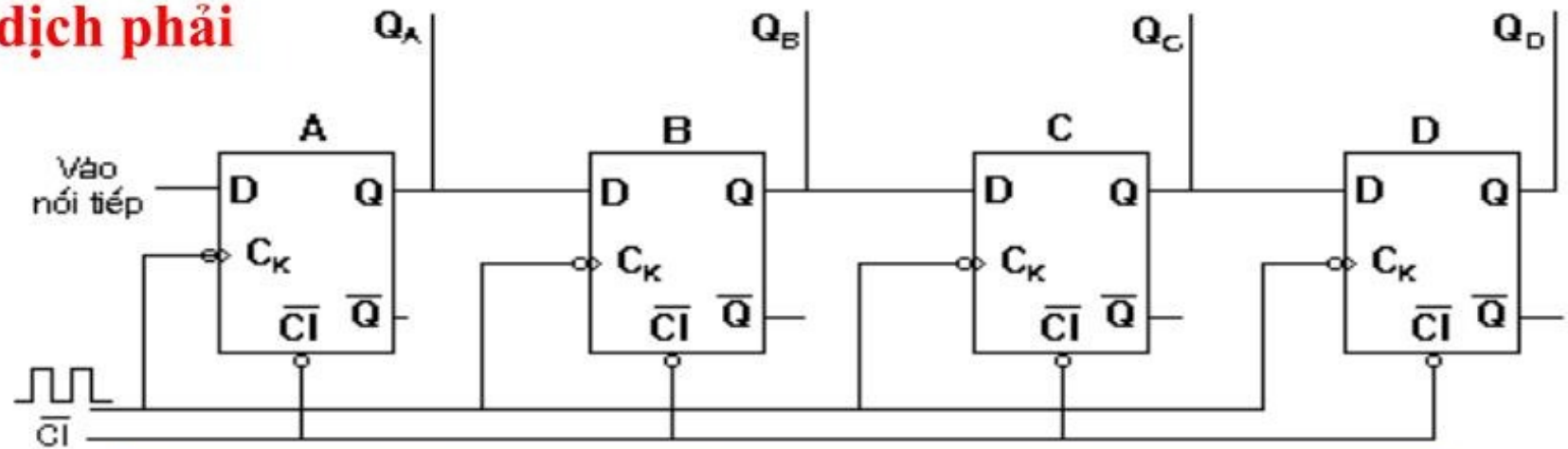
3. Mạch ghi dịch(Shift Register)

Do mỗi FF có khả năng nhớ 1 bit ở ngõ ra cho đến khi có 1 xung CK tác động nên người ta mắc nối tiếp nhiều FF lại để tạo thành mạch ghi dịch \rightarrow sẽ nhớ được nhiều bit.

- **Mạch dịch phải:** Ta mắc mạch gồm 4 FF D nối thành chuỗi (ngõ ra Q của FF trước nối vào ngõ vào D của FF sau) và các ngõ vào C_K được nối chung lại (các FF chịu tác động đồng thời). \rightarrow Mạch ghi dịch này có khả năng dịch phải.

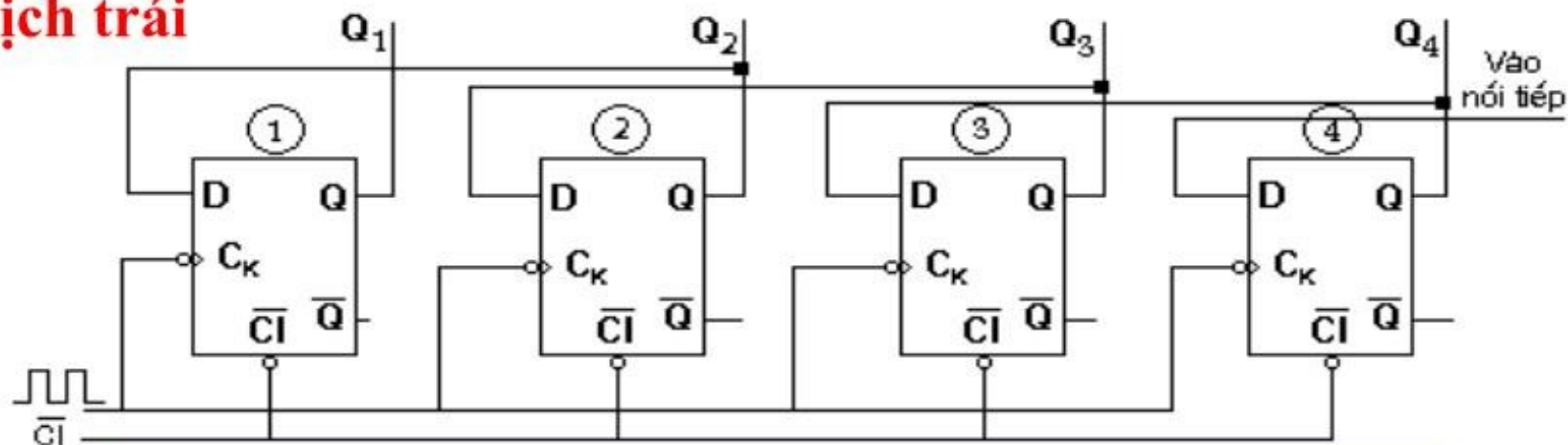
Ngõ vào D_A của FF đầu tiên được gọi là **ngõ vào dữ liệu nối tiếp**, các ngõ ra Q_A, Q_B, Q_C, Q_D là các **ngõ ra song song**, ngõ ra của FF cuối cùng (FF D) là **ngõ ra nối tiếp**.

Mạch dịch phải



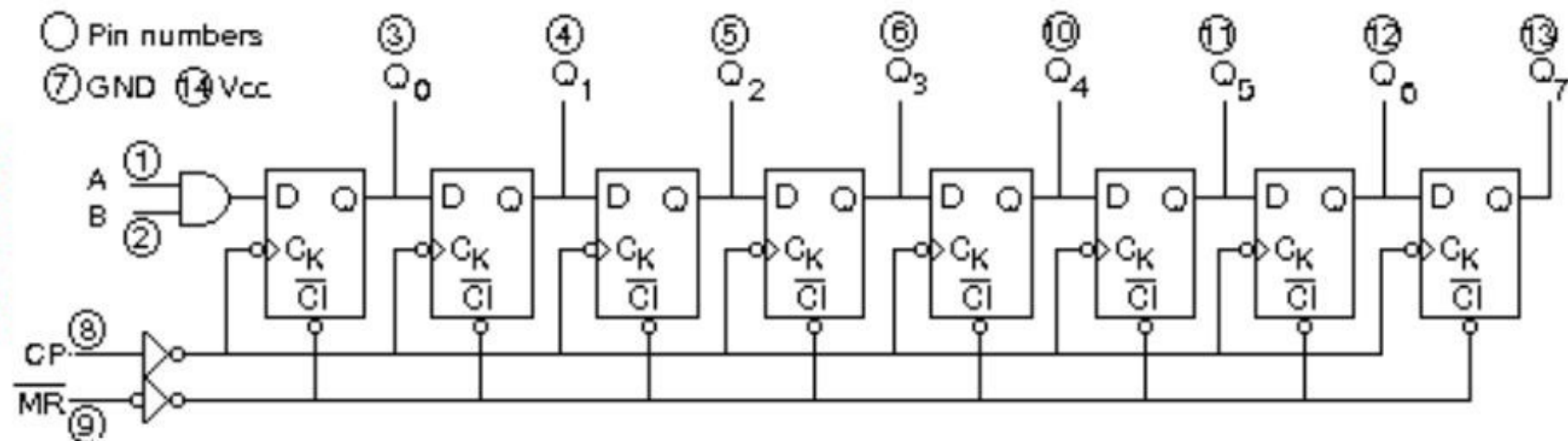
Vào			Ra			
CI	C _K	D _A	Q _A	Q _B	Q _C	Q _D
0	X	X	0	0	0	0
1	↓	1	1	0	0	0
1	↓	1	1	1	0	0
1	↓	1	1	1	1	0
1	↓	0	0	1	1	1
1	↓	0	0	0	1	1
1	↓	1	1	0	0	1
1	↓	0	0	1	0	0

Mạch dịch trái

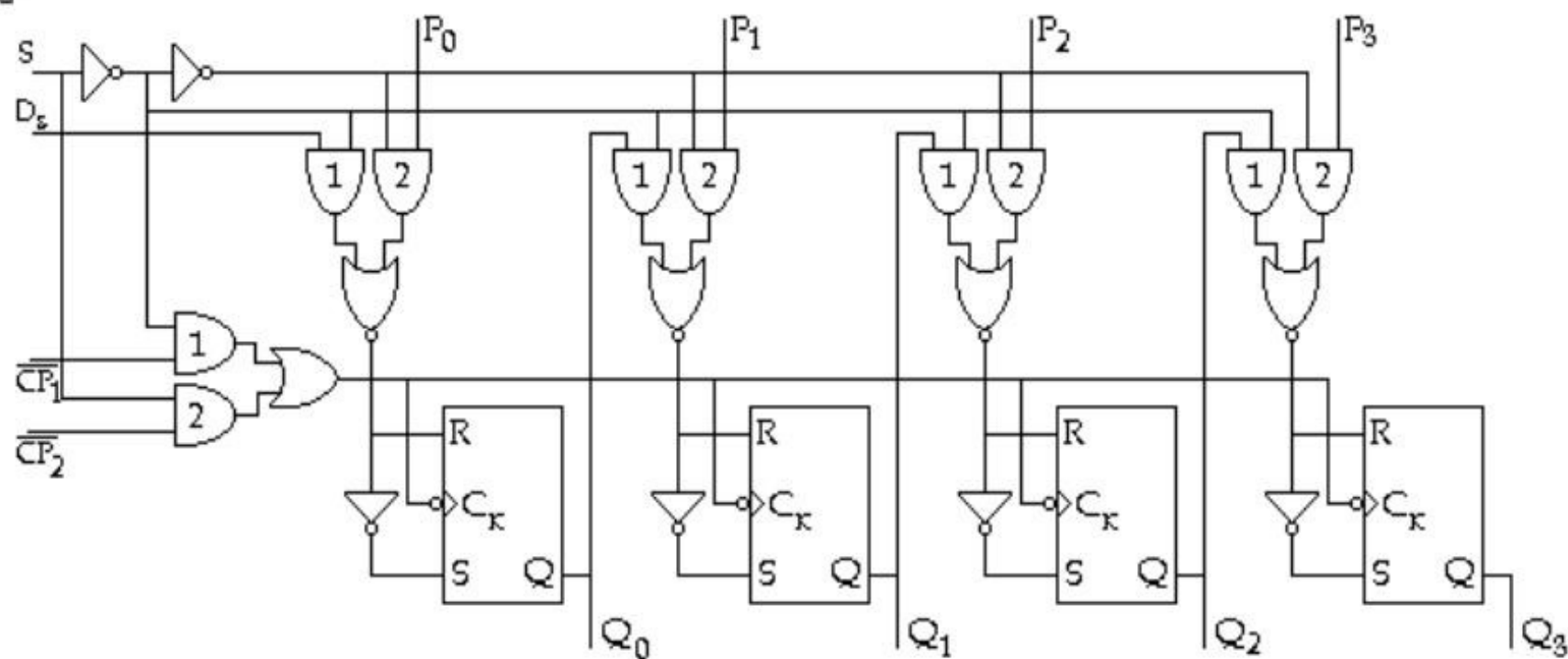


Vào			Ra			
Cl	C _K	D ₄	Q _A	Q _B	Q _C	Q _D
0	X	X	0	0	0	0
1	↓	1	0	0	0	1
1	↓	1	0	0	1	1
1	↓	1	0	1	1	1
1	↓	0	1	1	1	0
1	↓	0	1	1	0	0
1	↓	1	1	0	0	1
1	↓	0	0	0	1	0

IC 74164



IC 7495



✕ MẠCH ĐẾM

- Mạch đếm được thiết kế từ JK-FF hoặc T-FF. Lợi dụng tính đảo trạng thái của FF JK khi $J=K=1$.
- Chức năng của mạch đếm là đếm số xung C_K đưa vào ngõ vào hoặc thể hiện số trạng thái có thể có của các ngõ ra.
- Về lĩnh vực tần số của tín hiệu thì mạch đếm có chức năng chia tần, nghĩa là tần số của tín hiệu ở ngõ ra là kết quả của phép chia tần số của tín hiệu C_K ở ngõ vào cho số đếm của mạch.
- Ta có các loại: mạch đếm đồng bộ, không đồng bộ và đếm vòng.

Mạch đếm đồng bộ (Synchronous Counter - còn gọi là mạch đếm song song)

- Tất cả các FF chịu tác động đồng thời của xung C_K

1. Mạch đếm đồng bộ n tầng (đếm 2^n trạng thái), đếm lên (count up).

- Thiết kế mạch đếm n tầng, đếm lên ($n=3$)
- Xác định số FF cần dùng, Lập bảng trạng thái \rightarrow suy ra cách mắc các ngõ vào JK của các FF sao cho khi có xung CK tác động thì các ngõ ra của FF thay đổi trạng thái giống như bảng trạng thái đã lập
- Với $n=3 \rightarrow$ Cần 3 FF, mạch sẽ đếm được $2^n=8$ trạng thái từ 0 \rightarrow 7. Giả sử dùng FF tác động ở cạnh xuống của xung C_K

Lập bảng trạng thái – với Q_C là MSB

C_{K7}	Q_C	Q_B	Q_A	Số đếm
Xóa	0	0	0	0
1↓	1	1	<u>1</u>	7
2↓	1	1	0	6
3↓	1	<u>0</u>	<u>1</u>	5
4↓	1	0	0	4
5↓	0	1	<u>1</u>	3
6↓	0	1	0	2
7↓	0	0	<u>1</u>	1
8↓	0	0	0	0
9↓	1	1	1	7

Nhận xét:

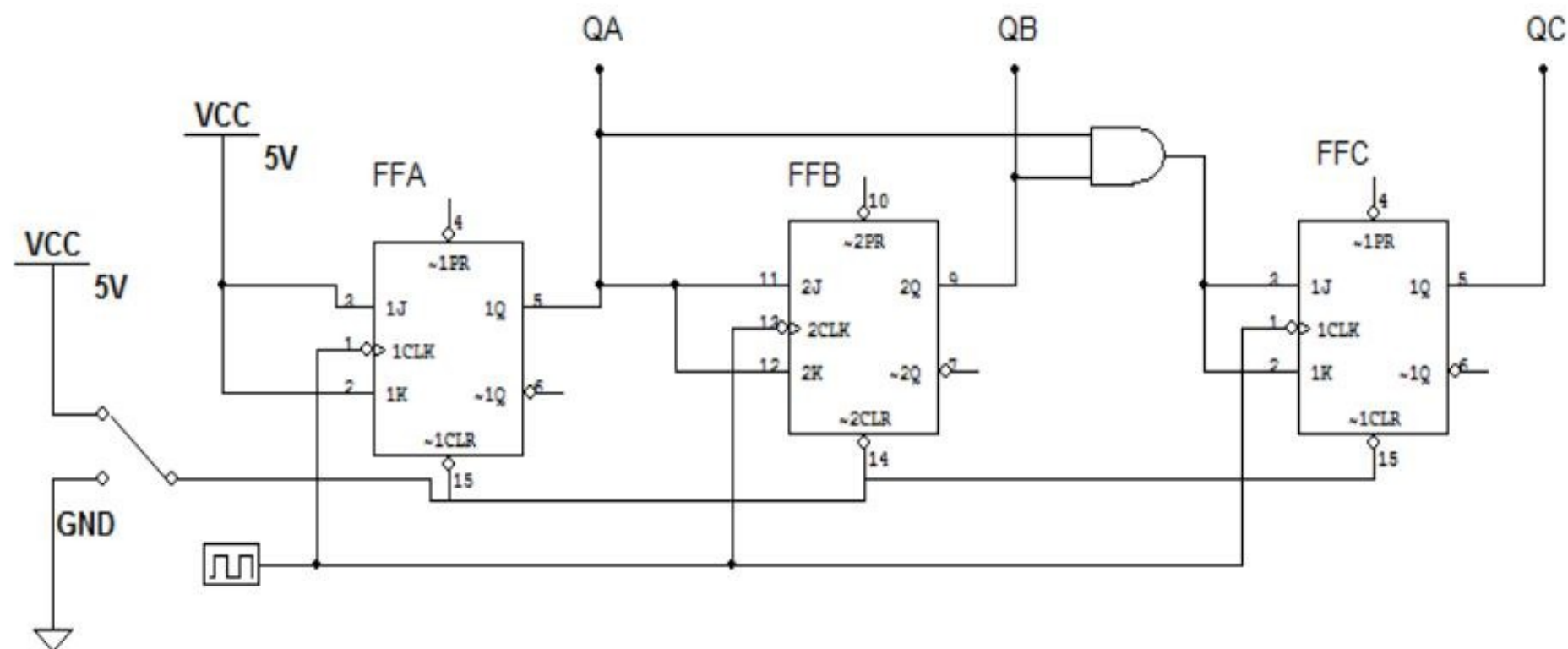
- Q_A đổi trạng thái liên tục sau mỗi xung C_K
 $\rightarrow T_A = J_A = K_A = 1$
- Q_B đổi trạng thái nếu trước đó $Q_A = 0$ và giữ trạng thái nếu trước đó $Q_A = 1 \rightarrow$
 $T_B = J_B = K_B = \overline{Q_A}$
- Q_C chỉ đổi trạng thái nếu trước đó $Q_A = Q_B = 0$
 $\rightarrow T_C = J_C = K_C = Q_A \cdot Q_B$

Từ kết quả trên \rightarrow vẽ mạch đếm đồng bộ 3 bit như sau:

* $T_A = J_A = K_A = 1$

* $T_B = J_B = K_B = Q_A$

* $T_C = J_C = K_C = Q_A \cdot Q_B$



2. Mạch đếm đồng bộ n tầng (đếm 2^n trạng thái), đếm xuống (count down).

- TK mạch đếm n tầng, đếm xuống ($n=3$)

Lập bảng trạng thái – với Q_C là MSB

C_K	Q_C	Q_B	Q_A	Số đếm
Xóa	0√	0√	0	0
1↓	1	1	1	7
2↓	1	1√	0	6
3↓	1	0	1	5
4↓	1√	0√	0	4
5↓	0	1	1	3
6↓	0	1√	0	2
7↓	0	0	1	1
8↓	0√	0√	0	0

Nhận xét:

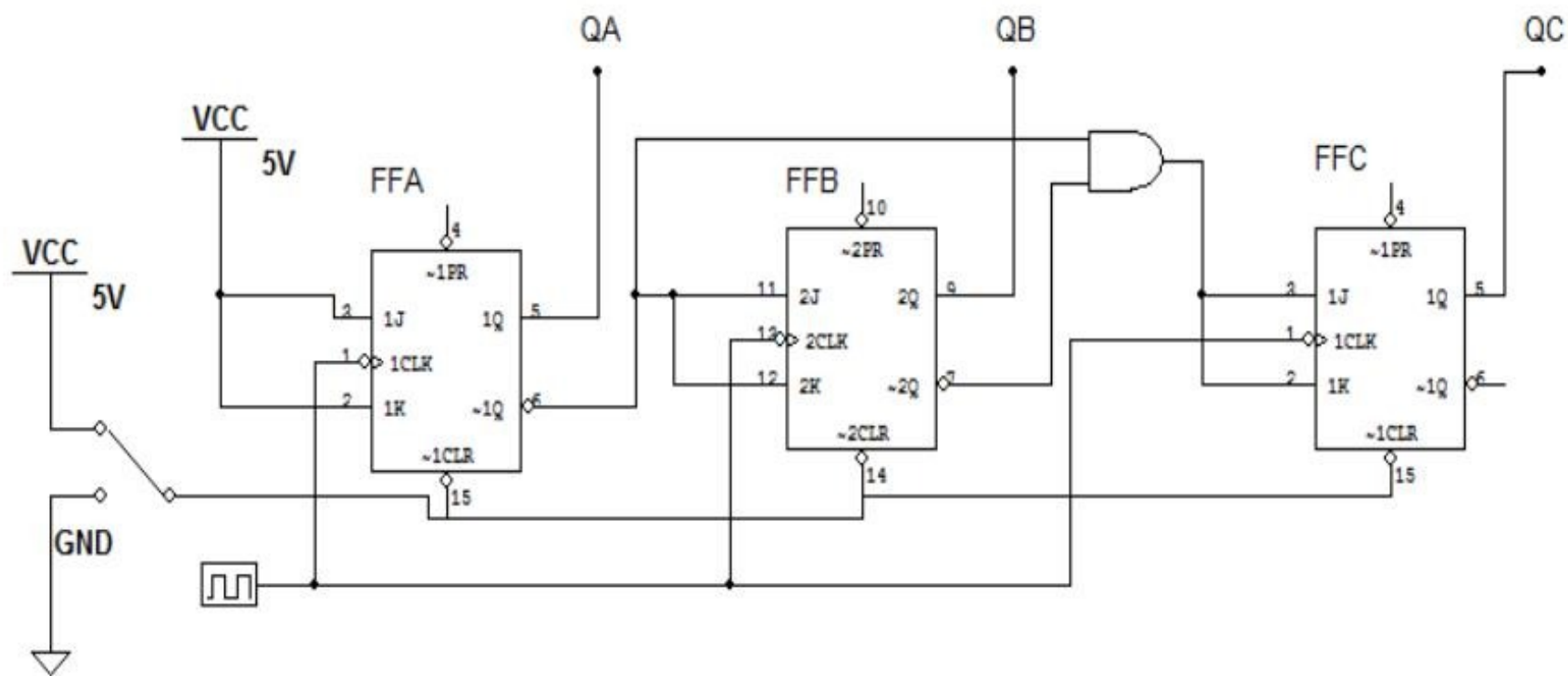
- Q_A đổi trạng thái liên tục sau mỗi xung C_K
 $\rightarrow T_A = J_A = K_A = 1$
- Q_B đổi trạng thái nếu trước đó $Q_A = 0$ và giữ trạng thái nếu trước đó $Q_A = 1$
 $\rightarrow T_B = J_B = K_B = \overline{Q_A}$
- Q_C chỉ đổi trạng thái nếu trước đó $Q_A = Q_B = 0$
 $\rightarrow T_C = J_C = K_C = \overline{Q_A} \cdot \overline{Q_B}$

Từ kết quả trên \rightarrow vẽ mạch đếm đồng bộ 3 bit như sau:

$$* T_A = J_A = K_A = 1$$

$$* T_B = J_B = K_B = \overline{Q_A}$$

$$* T_C = J_C = K_C = \overline{Q_A} \cdot \overline{Q_B}$$



3. Mạch đếm đồng bộ Modulo-N ($N \neq 2^n$) – Không theo số nhị phân

Thiết kế: Trước tiên phải chọn số tầng (Số FF).

Số tầng n phải thỏa điều kiện: $2^{n-1} < N < 2^n$

P.P dùng hàm Chuyển: Cho thấy sự thay đổi trạng thái của FF, mỗi loại FF sẽ có hàm chuyển riêng. (dùng hàm chuyển của FF-JK).

Hàm Chuyển có giá trị $H=1$ khi $Q_+ \neq Q$ và trị $H=0$ khi $Q_+ = Q$

C_K	J	K	Q	Q_+	H
↓	0	0	0	0	0
↓	0	0	1	1	0
↓	0	1	0	0	0
↓	0	1	1	0	1
↓	1	0	0	1	1
↓	1	0	1	1	0
↓	1	1	0	1	1
↓	1	1	1	0	1

H \ J \ KQ					
		00	01	11	10
0				1	
1		1		1	1

$$H = J\bar{Q} + KQ$$

3. Mạch đếm đồng bộ Modulo-N ($N \neq 2^n$) – Không theo số nhị phân

Để thiết kế mạch đếm cụ thể ta sẽ xác định hàm H của từng FF, sau đó đem so sánh với biểu thức hàm H của FF-JK

$$H = J\bar{Q} + KQ$$

Từ đó suy J, K của các FF của mạch cần thiết kế.

VD: Thiết kế mạch đếm 10 đồng bộ dùng FF JK

Bước 1: Chọn số tầng: $2^{n-1} < N < 2^n$ có nghĩa $2^{4-1} < 10 < 2^4$

→ Số FF là 4, Dùng FF-JK (A, B, C, D với D là MSB) có xung C_K tác động bằng cạnh xuống.

→ PP thiết kế: dùng hàm chuyển của JK-FF: $H = J\bar{Q} + KQ$

Bước 2: Lập bảng trạng thái của mạch đếm 10 và giá trị của hàm H

C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Q_{D+}	Q_{C+}	Q_{B+}	Q_{A+}	H_D	H_C	H_B	H_A
1↓	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
2↓	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	1
3↓	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
4↓	0	0	1	1	0	1	0	0	0	1	1	1
5↓	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	0	1
6↓	0	1	0	1	0	1	1	0	0	0	1	1
7↓	0	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1
8↓	0	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1
9↓	1	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1
10↓	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1

Bước 3: Lập bảng Karnaugh, so sánh với hàm chuyển $H = J\bar{Q} + KQ$

- Trong kết quả của hàm H ta muốn có chứa Q và \bar{Q} tương ứng để suy ra ngay các trị J và K nên ta đã chia bảng Karnaugh ra làm 2 phần chứa Q và \bar{Q} và nhóm riêng từng phần này.
- Từ bảng trạng thái của mạch ta nhận thấy:
 $H_A = 1$ với mọi trạng thái
 $H_A = 1 = J_A \cdot \bar{Q}_A + K_A \cdot Q_A \rightarrow J_A = K_A = 1$
- Để xác định HB, HC, HD ta lập bảng trạng thái và so sánh với hàm
 $H = J\bar{Q} + KQ$

Lập bảng Karnaugh, so sánh với hàm chuyển $H = J\bar{Q} + KQ$

$Q_B Q_A$		$\overline{Q_B}$		Q_B	
$Q_D Q_C$	00	01	11	10	
00		1	1		
01		1	1		
11	x	x	x	x	
10			x	x	

$$H_B = \bar{Q}_D Q_A \bar{Q}_B + \bar{Q}_D Q_A Q_B$$

$$\Rightarrow J_B = K_B = \bar{Q}_D Q_A$$

		$Q_B Q_A$			
		00	01	11	10
$Q_D Q_C$	\bar{Q}_C 00			1	
	01			1	
	11	x	x	x	x
	\bar{Q}_C 10			x	x

$$H_C = Q_B Q_A \bar{Q}_C + Q_B Q_A Q_C$$

$$\Rightarrow J_C = K_C = Q_B Q_A$$

		$Q_B Q_A$			
		00	01	11	10
$Q_D Q_C$	00				
	01			1	
		<hr/>			
Q_D	11	x	x	x	x
	10		1	x	x

$$H_D = Q_C Q_B Q_A \bar{Q}_D + Q_A Q_D$$

$$\Rightarrow J_D = Q_C Q_B Q_A, K_D = Q_A$$

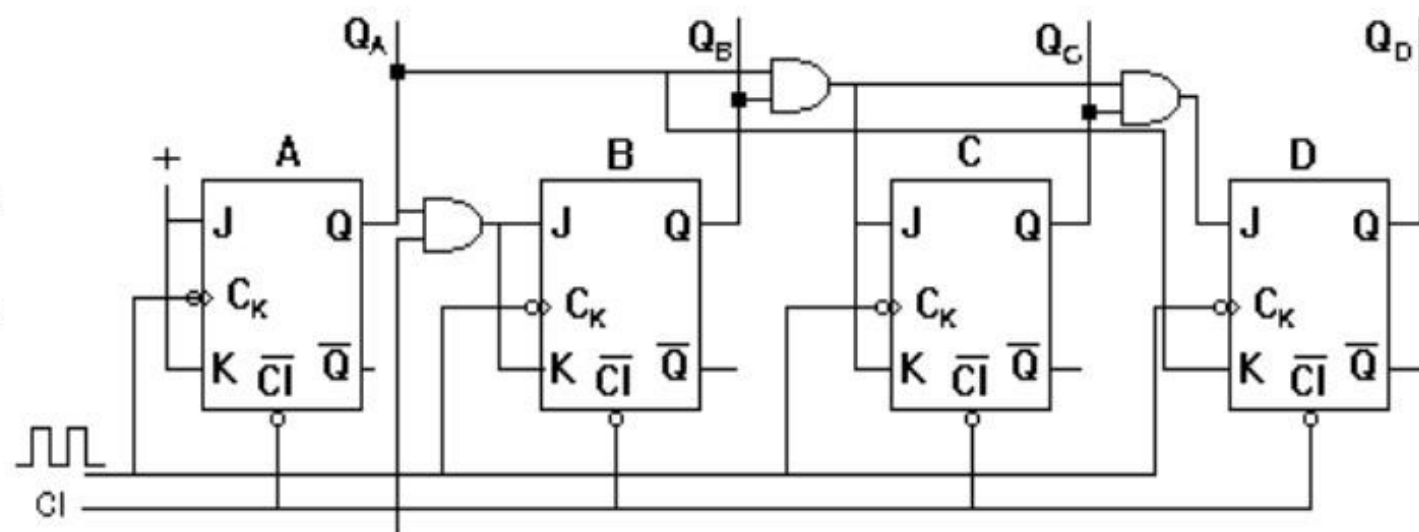
$$J_A = K_A = 1$$

$$J_B = K_B = \overline{Q_D} \cdot Q_A$$

$$J_C = K_C = Q_B \cdot Q_A$$

$$J_D = Q_C \cdot Q_B \cdot Q_A$$

$$K_D = Q_A$$



C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	H_D	H_C	H_B	H_A	Q_{D+}	Q_{C+}	Q_{B+}	Q_{A+}
10↓	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1
11↓	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	1	0
12↓	1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	0	1
13↓	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	0	0
14↓	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1
15↓	1	1	1	1	1	1	0	1	0	0	1	0

Mạch đếm không đồng bộ

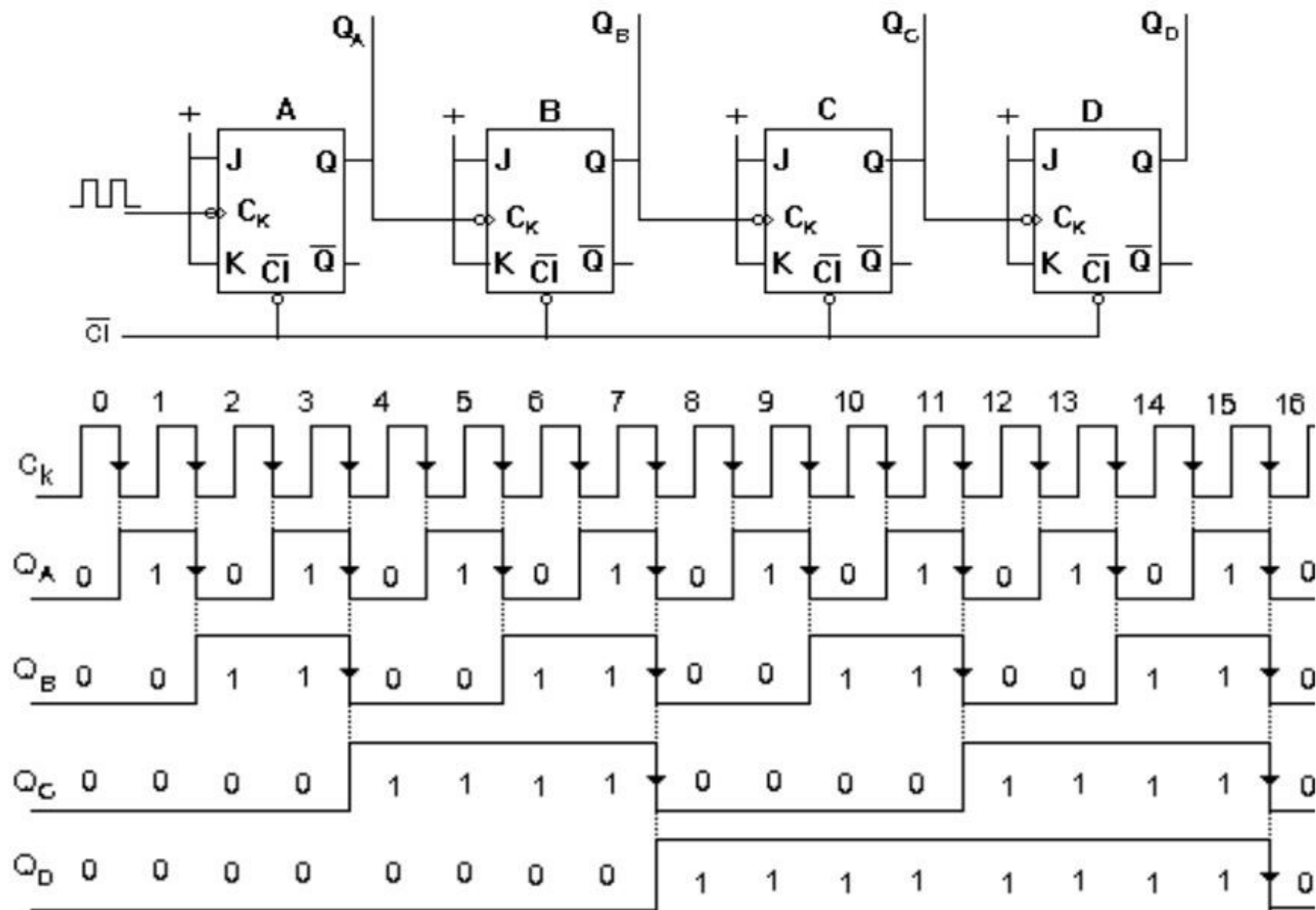
- Là các mạch đếm mà các FF chịu sự tác động của xung C_K không đồng thời.
- Cần quan tâm đến chiều tác động của xung C_K

1. Mạch đếm không đồng bộ n tầng (đếm 2^n trạng thái), đếm lên

- Thiết kế mạch đếm n tầng, đếm lên ($n=4$)
- Lập bảng trạng thái \rightarrow suy ra cách mắc các ngõ vào JK của các FF sao cho khi có xung CK tác động thì các ngõ ra của FF thay đổi trạng thái giống như bảng trạng thái đã lập
- Với $n=4 \rightarrow$ Cần 4 FF, mạch sẽ đếm được $2^n=16$ trạng thái từ 0 \rightarrow 15. Giả sử dùng FF tác động ở cạnh xuống của xung C_K
- Do xung CK tác động bởi cạnh xuống \rightarrow có thể lấy ngõ ra của tầng trước làm xung C_K của tầng sau.

Lập bảng trạng thái

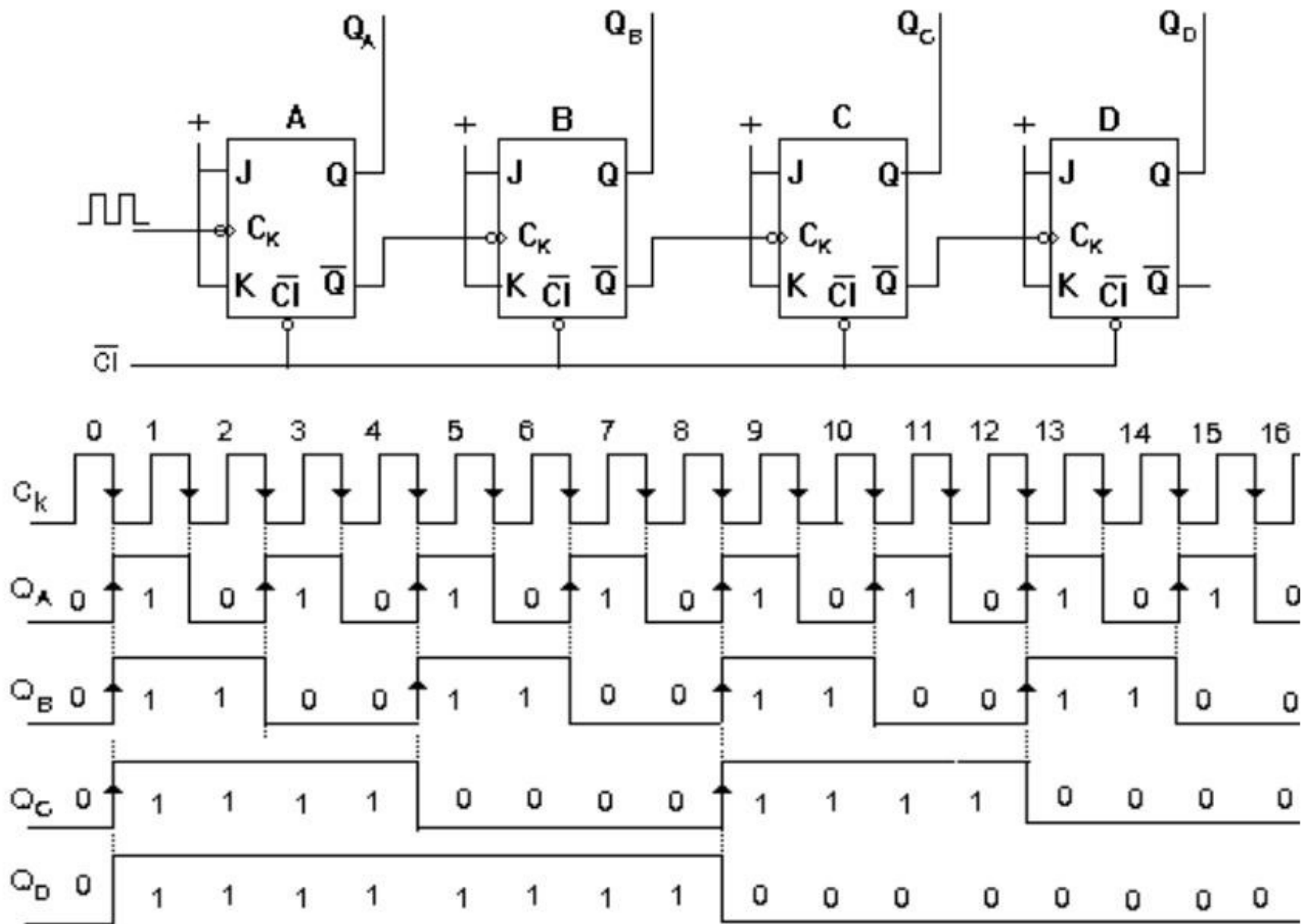
C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Số đếm
Xóa	0	0	0	0	0
1↓	0	0	0√	1	1
2↓	0	0	1	0	2
3↓	0	0√	1√	1	3
4↓	0	1	0	0	4
5↓	0	1	0√	1	5
6↓	0	1	1	0	6
7↓	0√	1√	1√	1	7
8↓	1	0	0	0	8
9↓	1	0	0√	1	9
10↓	1	0	1	0	10
11↓	1	0√	1√	1	11
12↓	1	1	0	0	12
13↓	1	1	0√	1	13
14↓	1	1	1	0	14
15↓	1√	1√	1√	1	15
16↓	0	0	0	0	0



2. Mạch đếm không đồng bộ n tầng (đếm 2^n trạng thái), đếm xuống

Thiết kế mạch đếm không đồng bộ n tầng, đếm xuống ($n=4$)

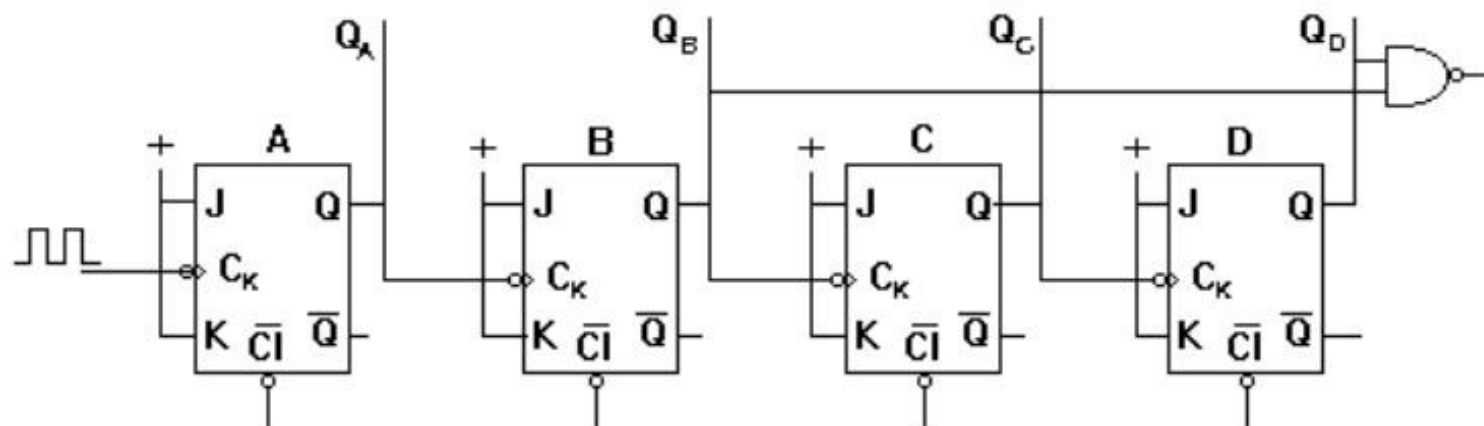
- Lập bảng trạng thái \rightarrow suy ra cách mắc các ngõ vào JK của các FF sao cho khi có xung CK tác động thì các ngõ ra của FF thay đổi trạng thái giống như bảng trạng thái đã lập
- Với $n=4 \rightarrow$ Cần 4 FF, mạch sẽ đếm được $2^n=16$ trạng thái từ 0 \rightarrow 15. Giả sử dùng FF tác động ở cạnh xuống của xung C_K
- Để có mạch đếm xuống, thay vì ta nối Q của tầng trước vào xung CK của tầng sau thì ta nối \bar{Q} của tầng trước vào C_K của tầng sau.
- Mạch hoạt động giống như mạch đếm lên, tuy nhiên ngõ ra của FF đầu đổi trạng thái khi C_K đi từ cao xuống thấp có nghĩa là \bar{Q} của FF trước đi từ cao xuống thấp tương ứng Q của FF trước đi từ thấp đến cao



3. Mạch đếm không đồng bộ modulo – N ($N = 10$)

Kiểu Reset:

Số xung C_K vào	Số nhị phân ra				Số thập phân tương ứng
	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	
Xoá	0	0	0	0	0
1	0	0	0	1	1
2	0	0	1	0	2
3	0	0	1	1	3
4	0	1	0	0	4
5	0	1	0	1	5
6	0	1	1	0	6
7	0	1	1	1	7
8	1	0	0	0	8
9	1	0	0	1	9
10	0(1)	0	0(1)	0	10



Mạch đếm không đồng bộ modulo – N kiểu Preset:

- Phân tích số đếm $N = 2^n \cdot N'$ ($N' < N$) \rightarrow kết hợp hai mạch đếm n bit và N'

Thiết kế mạch đếm $10 = 2 \times 5 \rightarrow$ mạch đếm 5 kết hợp với một FF

Số xung C_K vào	Số nhị phân ra			Số thập phân tương ứng
	Q_D	Q_C	Q_B	
Xóa	0	0	0	0
1	0	0	1	1
2	0	1	0	2
3	0	1	1	3
4	1	0	0	4
5	0	0	0	0

Dùng hàm Chuyển

C_K	Q_D	Q_C	Q_B	H_D	H_B
1↓	0	0	0	0	1
2↓	0	0	1	0	1
3↓	0	1	0	0	1
4↓	0	1	1	1	1
5↓	1	0	0	1	0
	0	0	0		

$$J_B = \overline{Q_D}$$

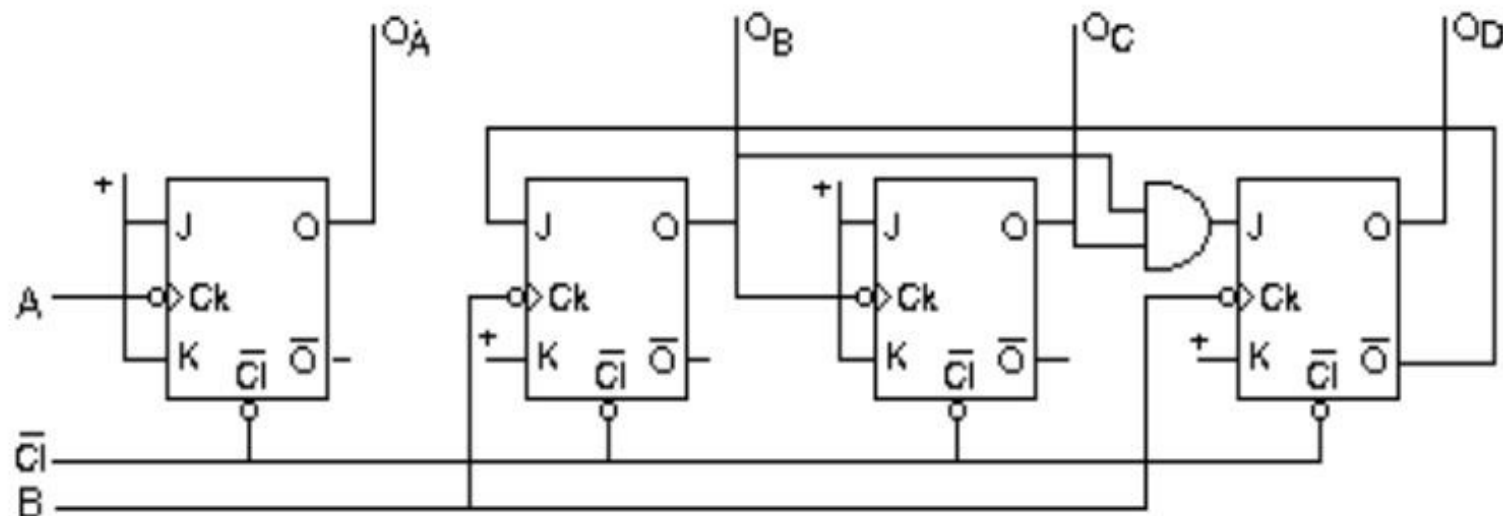
$$K_B = 1$$

$$J_C = K_C = 1$$

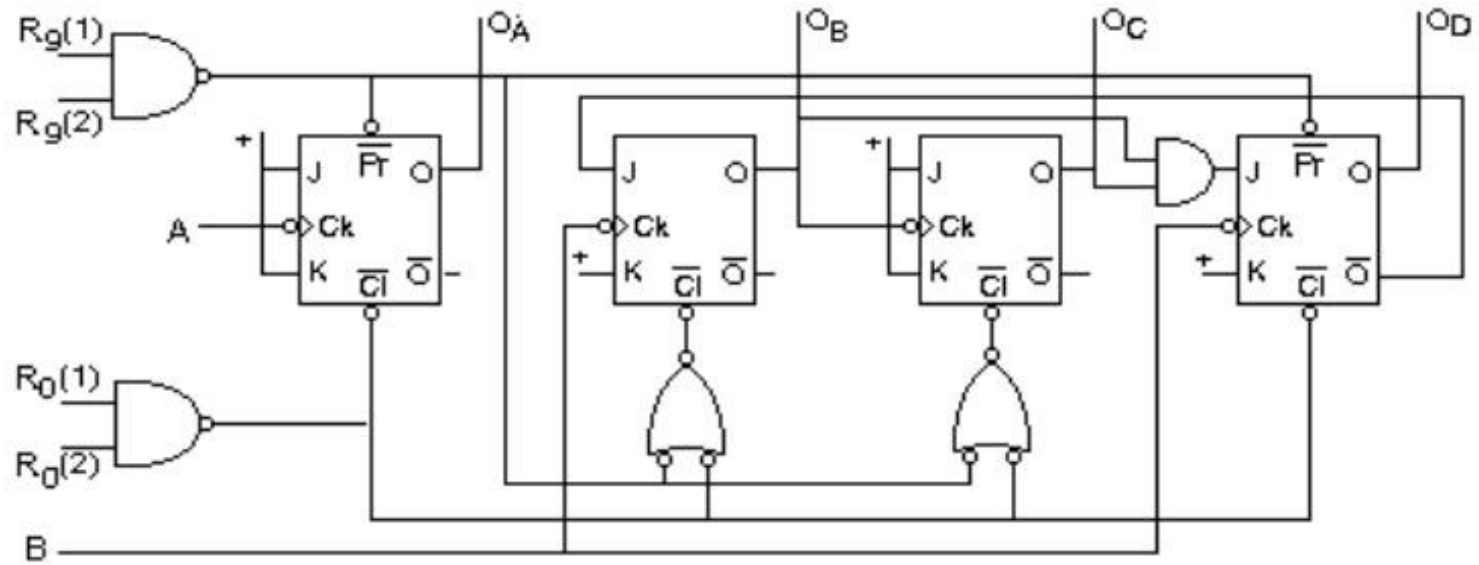
$$C_{KC} = Q_B$$

$$J_D = Q_C \cdot Q_B$$

$$K_D = 1$$



IC7490



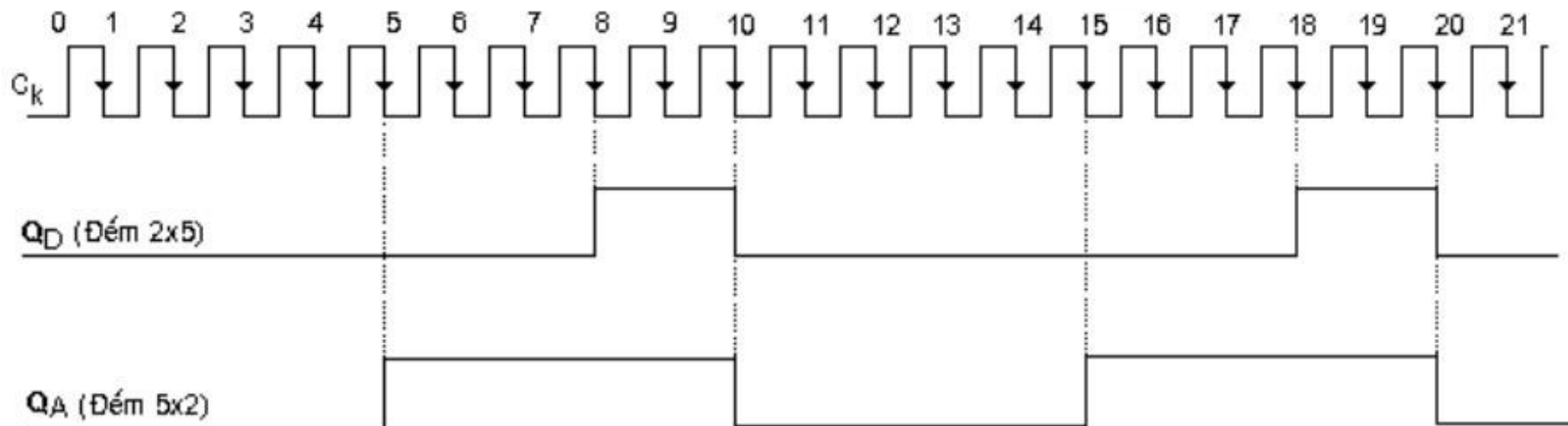
Reset Inputs				Outputs			
$R_0(1)$	$R_0(2)$	$R_0(3)$	$R_0(4)$	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
1	1	0	x	0	0	0	0
1	1	x	0	0	0	0	0
0	x	1	1	1	0	0	1
x	0	1	1	1	0	0	1
x	0	x	0	Đếm	Đếm	Đếm	Đếm
0	x	0	x	nt	nt	nt	nt
0	x	x	0	nt	nt	nt	nt
x	0	0	x	nt	Nt	Nt	nt

Đếm 2x5

Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0
0	0	0	1
0	0	1	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	0	1
0	1	1	0
0	1	1	1
1	0	0	0
1	0	0	1

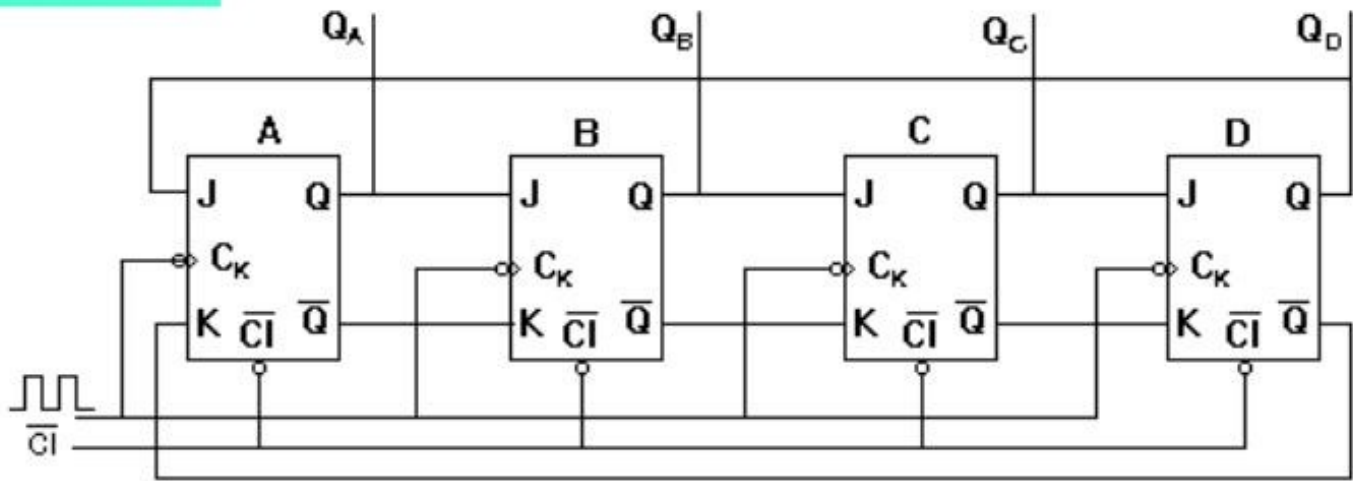
Đếm 5x2

Q_D	Q_C	Q_B	Q_A
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	0
0	0	1	1
0	0	0	1
0	1	1	1
0	1	0	1
1	0	1	1



Mạch đếm vòng

Mạch đếm vòng: Hồi tiếp từ $Q_D \rightarrow J_A$ và $Q_D \rightarrow K_A$



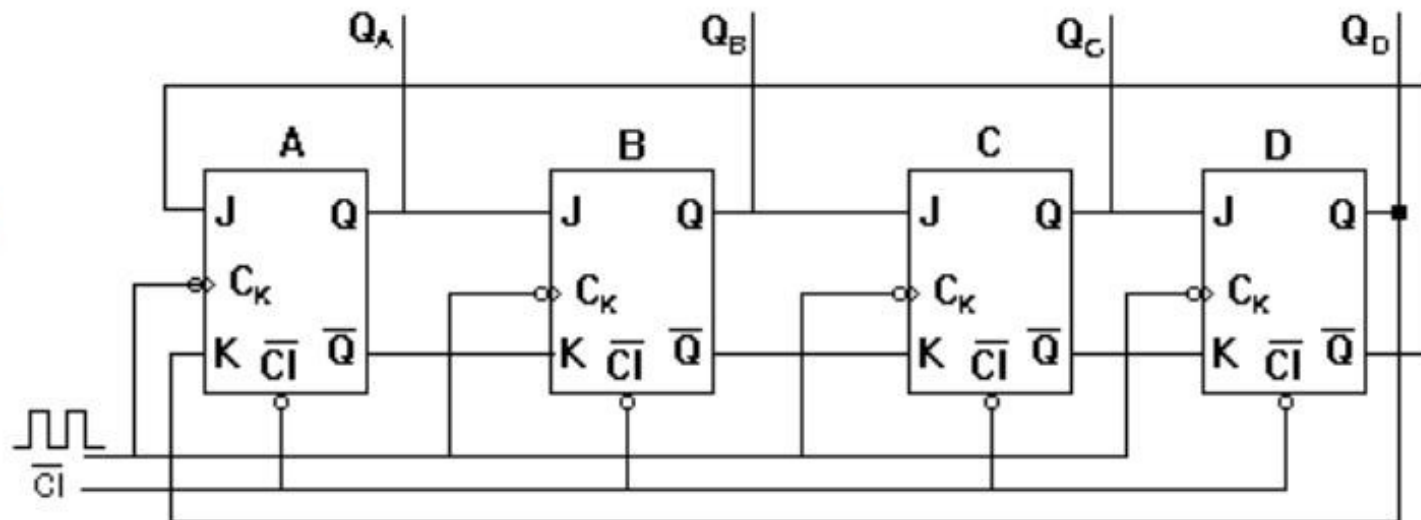
Đặt trước $Q_A = 1$

C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Số TP
Preset	0	0	0	1	1
1↓	0	0	1	0	2
2↓	0	1	0	0	4
3↓	1	0	0	0	8
4↓	0	0	0	1	1
:	:	:	:	:	:

Đặt trước $Q_A = Q_B = 1$

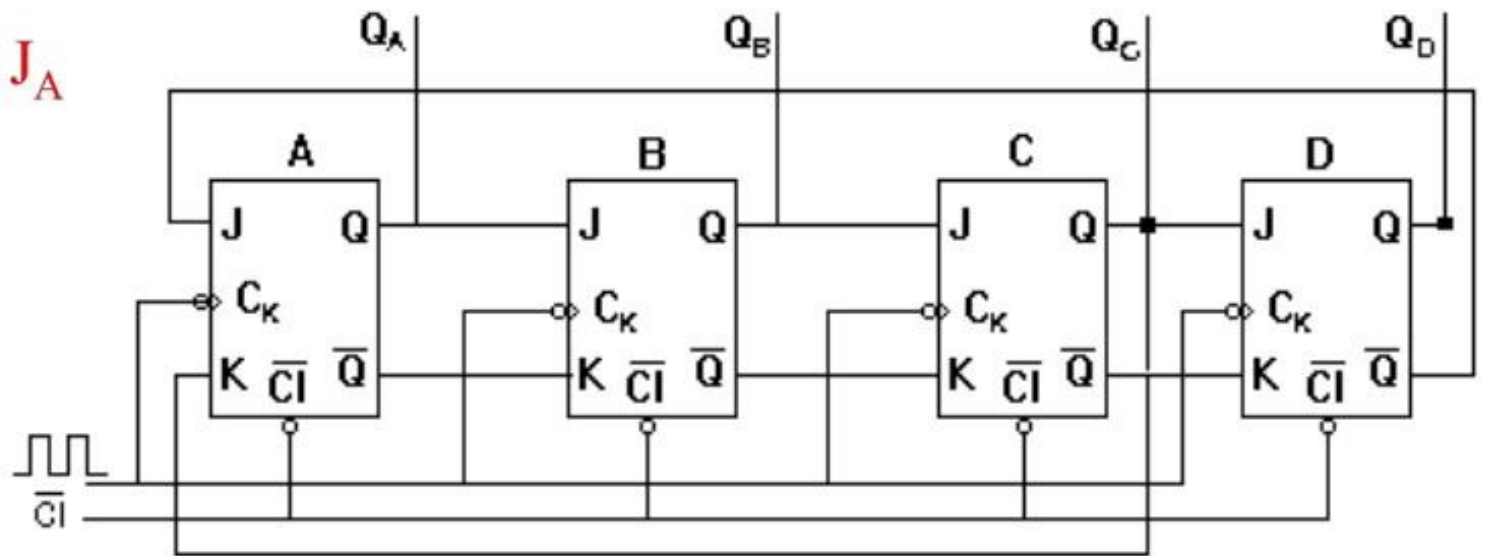
C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Số TP
Preset	0	0	1	1	3
1↓	0	1	1	0	6
2↓	1	1	0	0	12
3↓	1	0	0	1	9
4↓	0	0	1	1	3
:	:	:	:	:	:

Hồi tiếp từ $\overline{Q_D} \rightarrow J_A$
và $Q_D \rightarrow K_A$



C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Số TP
Preset	0	0	0	0	0
1↓	0	0	0	1	1
2↓	0	0	1	1	3
3↓	0	1	1	1	7
4↓	1	1	1	1	15
5↓	1	1	1	0	14
6↓	1	1	0	0	12
7↓	1	0	0	0	8
8↓	0	0	0	0	0

Hồi tiếp từ $\overline{Q_D} \rightarrow J_A$
và $Q_C \rightarrow K_A$



C_K	Q_D	Q_C	Q_B	Q_A	Số TP
Preset	0	0	0	0	0
1↓	0	0	0	1	1
2↓	0	0	1	1	3
3↓	0	1	1	1	7
4↓	1	1	1	0	14
5↓	1	1	0	0	12
6↓	1	0	0	0	8
7↓	0	0	0	0	0