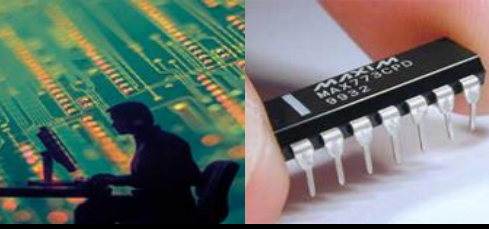


ĐIỆN TỬ SỐ

Digital Electronics

Bộ môn Kỹ thuật Vi xử lý
Khoa Vô tuyến Điện tử
Học viện Kỹ thuật Quân sự



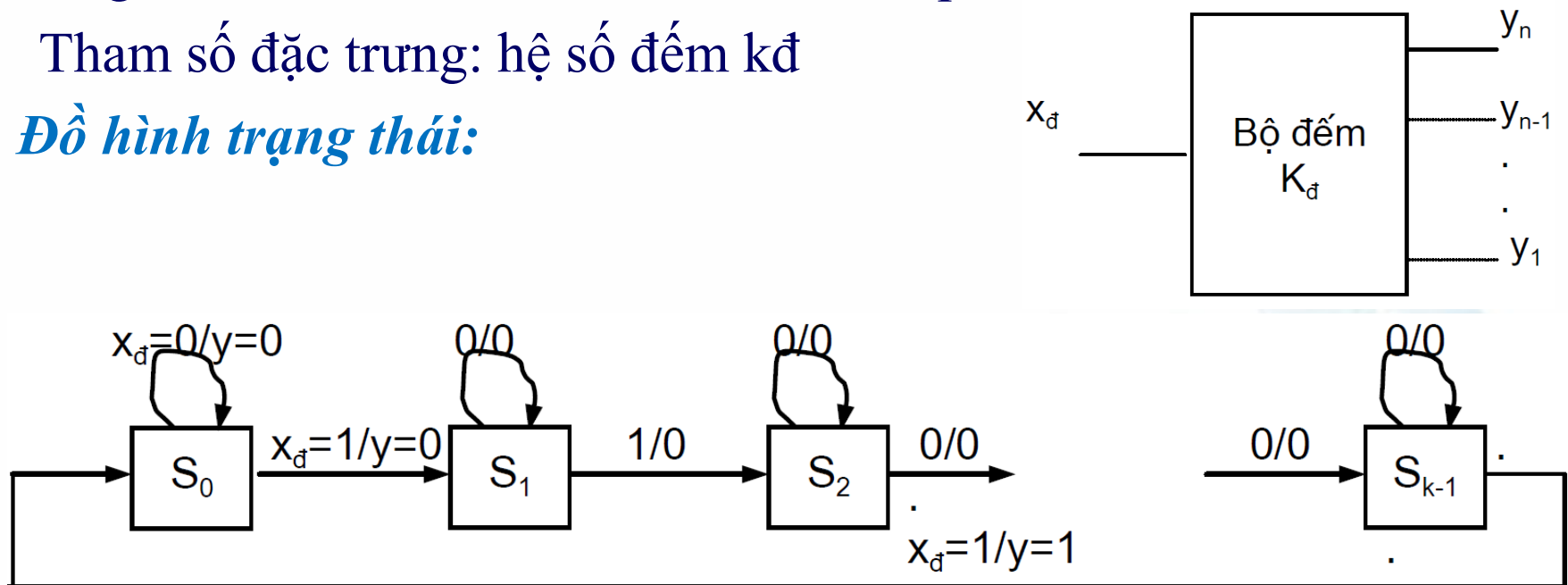
1. Bộ đếm

1. Bộ đếm

Khái niệm: Bộ đếm là một mạch tuần tự có 1 đầu vào (X_d) và thường có 1 đầu ra. Dưới tác động của xung đếm đầu vào bộ đếm sẽ chuyển trạng thái tuần tự theo một chu trình khép kín đã định trước

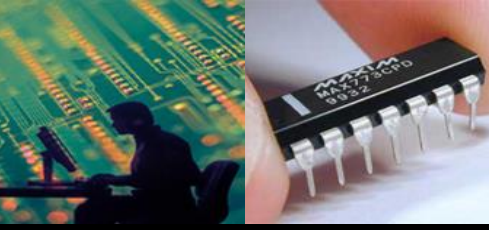
Tham số đặc trưng: hệ số đếm K_d

Đồ hình trạng thái:



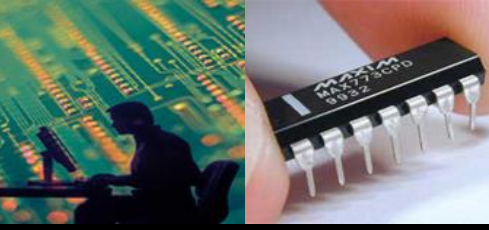
Mã của bộ đếm:

Thông dụng là mã nhị phân, BCD, Gray...



Phân loại bộ đếm:

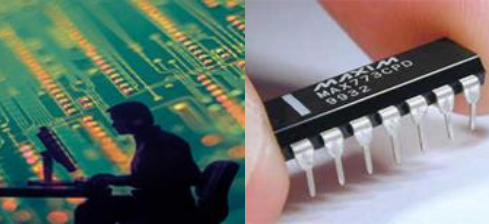
- Theo hệ số đếm: nhị phân, thập phân, cơ số M
- Theo hướng đếm: Đếm thuận/ngược/hai chiều
- Có khả năng lập trình hay không
- Theo cách thức làm việc:
 - Bộ đếm không đồng bộ: không đồng thời đưa tín hiệu đếm vào các đầu vào của các FF
 - Bộ đếm đồng bộ: có xung đếm đồng thời là xung đồng hồ clock đưa vào tất cả các FF của bộ đếm



Các trạng thái cấm trong bộ đếm

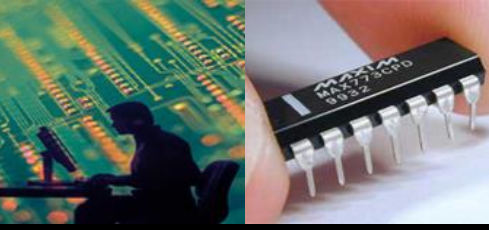
Đối với các bộ đếm không sử dụng hết các từ mã có thể có





Ví dụ. Một bộ đếm nhị phân có $k_d = 8$ với mã nhị phân thuận và ngược

Xung đếm	Mã thuận	Mã ngược
	C B A	C B A
0	0 0 0	0 0 0
1	0 0 1	1 1 1
2	0 1 0	1 1 0
3	0 1 1	1 0 1
4	1 0 0	1 0 0
5	1 0 1	0 1 1
6	1 1 0	0 1 0
7	1 1 1	0 0 1
8	0 0 0	0 0 0



Thiết kế bộ đếm đồng bộ

- Bước 1. Đồ hình trạng thái của bộ đếm

Không cần thể hiện tín hiệu ra mà chỉ cần thể hiện sự chuyển biến trạng thái của bộ đếm.

- Bước 2. Mã hoá trạng thái

Mã hoá trạng thái của bộ đếm bằng một bộ mã cụ thể.

- Bước 3. Xây dựng hàm kích

Chọn loại FF, thường là FF-JK, hay FF-T do tính chất chuyển mạch của các loại FF này và có nhiều trạng thái bất định làm mạch đơn giản hơn.

Cách 1: Tương tự như với mạch tuần tự thông thường.

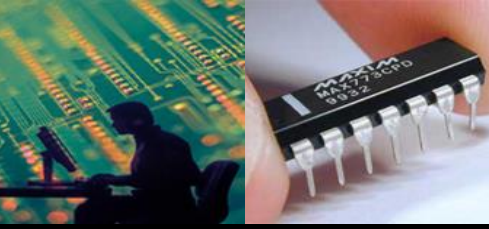
Cách 2: Xuất phát từ các phương trình chuyển trạng thái của bộ đếm và phương trình đặc trưng của FF.

- Bước 4. Biến đổi đại số

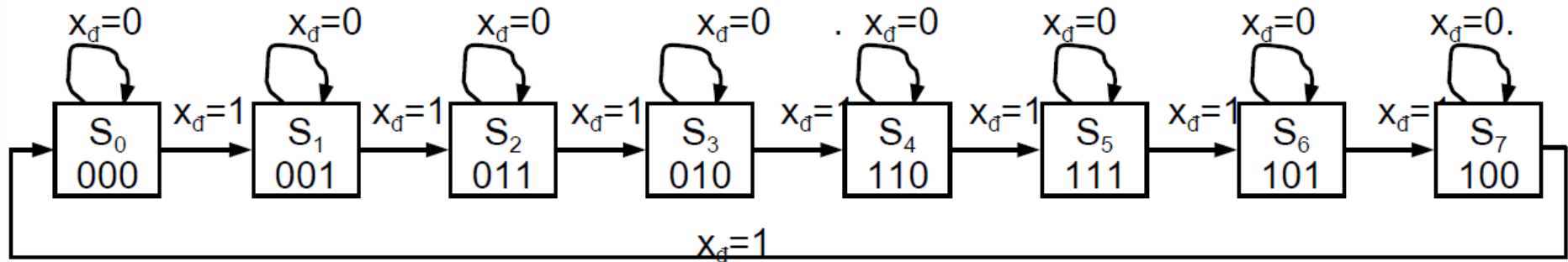
- Bước 5. Sơ đồ mạch

- Bước 6. Kiểm tra khả năng tự khởi động

Lập bảng chuyển trạng thái cho các trạng thái cấm để xác định được khả năng tự khởi động hay các chu trình cấm của bộ đếm để xử lý.



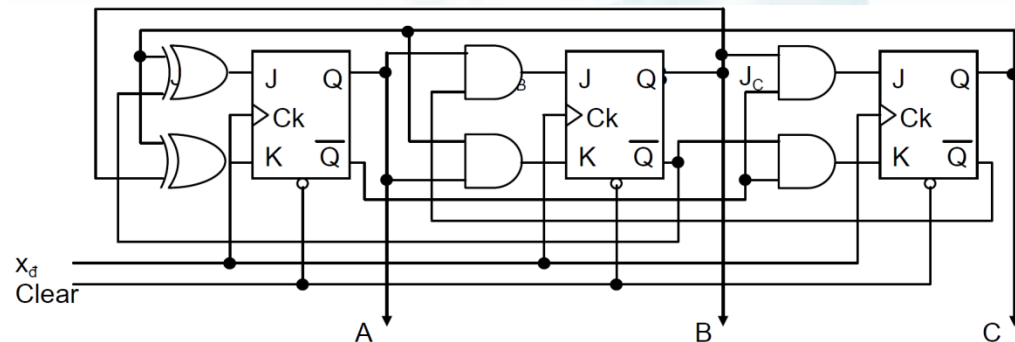
Bộ đếm nhị phân (kđ=8, mã Gray)

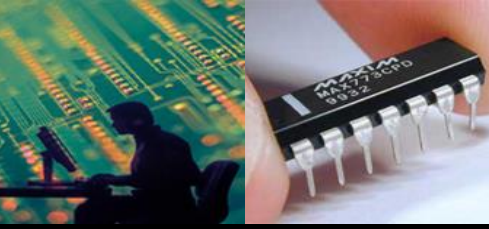


Trạng thái cũ C B A	Trạng thái mới C' B' A'	FFC		FFB		FFA	
		J_C	K_C	J_B	K_B	J_A	K_A
0 0 0	0 0 1	0	x	0	x	1	x
0 0 1	0 1 1	0	x	1	x	x	0
0 1 1	0 1 0	0	x	x	0	x	1
0 1 0	1 1 0	1	x	x	0	0	x
1 1 0	1 1 1	x	0	x	0	1	x
1 1 1	1 0 1	x	0	x	1	x	0
1 0 1	1 0 0	x	0	0	x	x	1
1 0 0	0 0 0	x	1	0	x	0	x



$$\begin{aligned}
 J_C &= \overline{B} \cdot \overline{A} & K_C &= \overline{B} \cdot \overline{A} \\
 J_B &= \overline{C} \cdot \overline{A} & K_B &= \overline{C} \cdot \overline{A} \\
 J_A &= \overline{C} \cdot B + C \cdot \overline{B} = C \oplus B & & \\
 K_A &= C \cdot B + \overline{C} \cdot \overline{B} = C \oplus B & &
 \end{aligned}$$



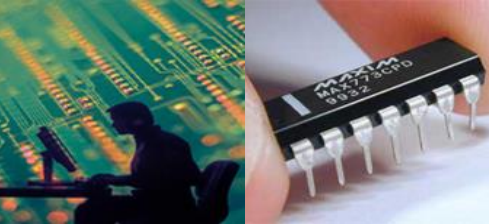


Bộ đếm đồng bộ nhị phân tổng quát

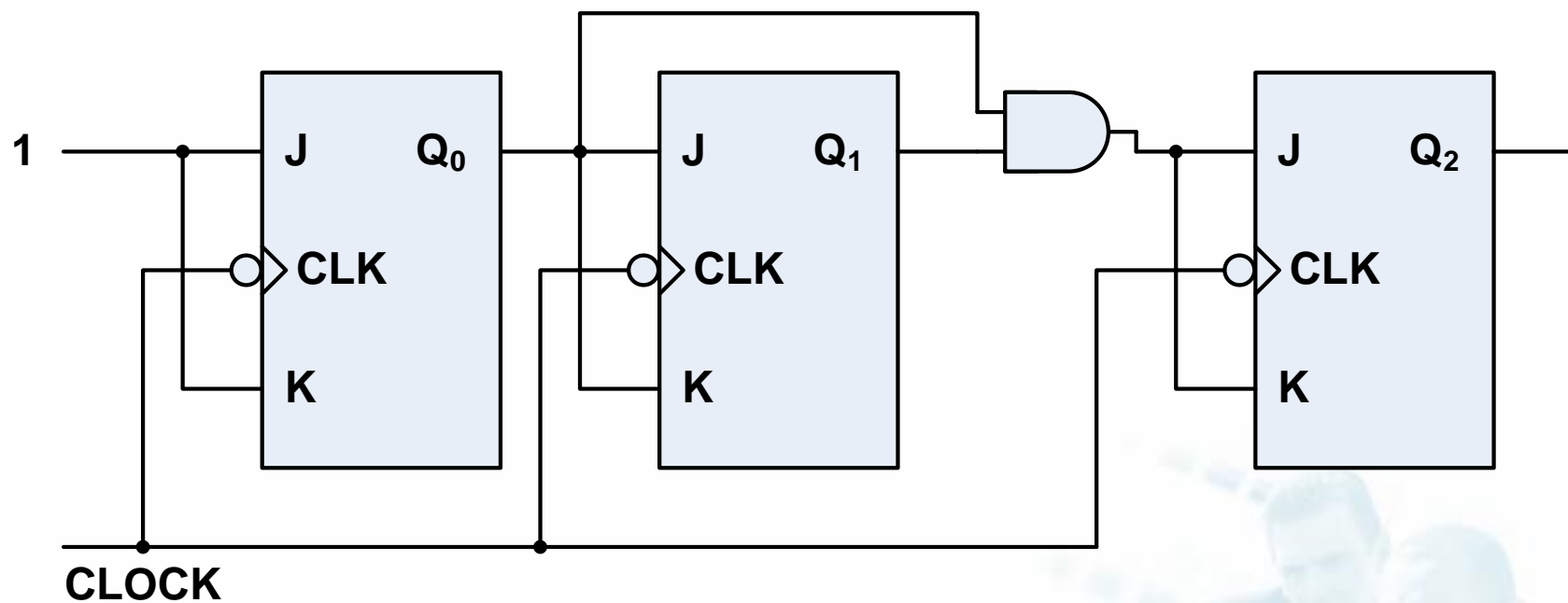
Q_0 thay đổi trạng thái khi có xung vào đếm.

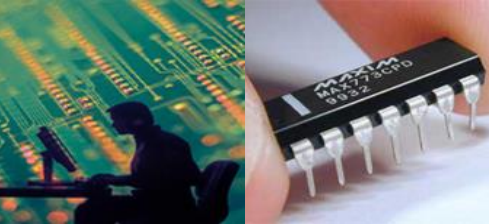
Q_i chỉ thay đổi trạng thái ($0 \rightarrow 1$ hay $1 \rightarrow 0$) khi và chỉ khi tất cả các đầu ra của các FF trước (Q_{i-1} đến Q_0) đều = 1 và có xung vào đếm x_d .

Xung đếm	Mã thuận	Mã ngược
	$Q_{n-1} \dots Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$	$Q_{n-1} \dots Q_3 Q_2 Q_1 Q_0$
0	0 0 ... 0 0 0 0	0 0 ... 0 0 0 0
1	0 0 ... 0 0 0 1	1 1 ... 1 1 1 1
2	0 0 ... 0 0 1 0	1 1 ... 1 1 1 0
3	0 0 ... 0 0 1 1	1 1 ... 1 1 0 1
4	0 0 ... 0 1 0 0	1 1 ... 1 1 0 0
5	0 0 ... 0 1 0 1	1 1 ... 1 0 1 1
6	0 0 ... 0 1 1 0	1 1 ... 1 0 1 0
7	0 0 ... 0 1 1 1	1 1 ... 1 0 0 1
8	0 0 ... 1 0 0 0	1 1 ... 1 0 0 0
...
$2^n - 1$	1 1 ... 1 1 1 1	0 0 ... 0 0 0 1
2^n	0 0 ... 0 0 0 0	0 0 ... 0 0 0 0

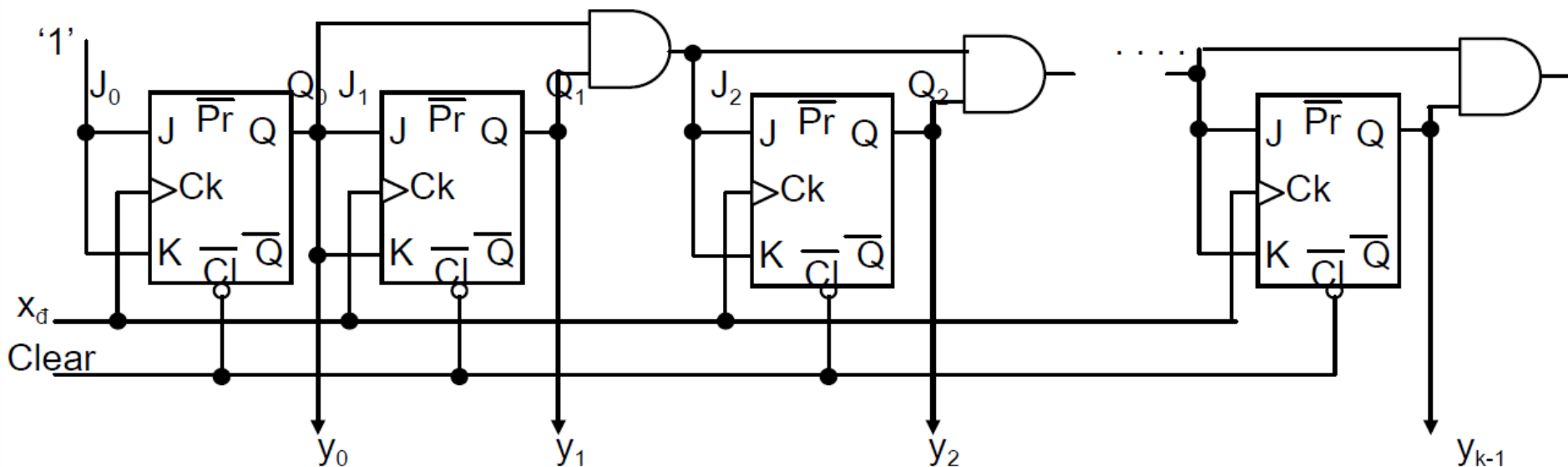


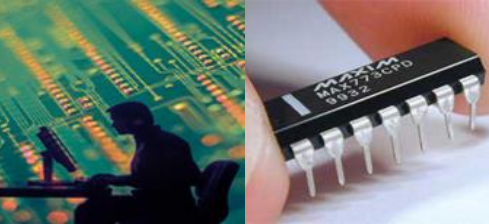
Bộ đếm đồng bộ cơ số 8, đếm thuận



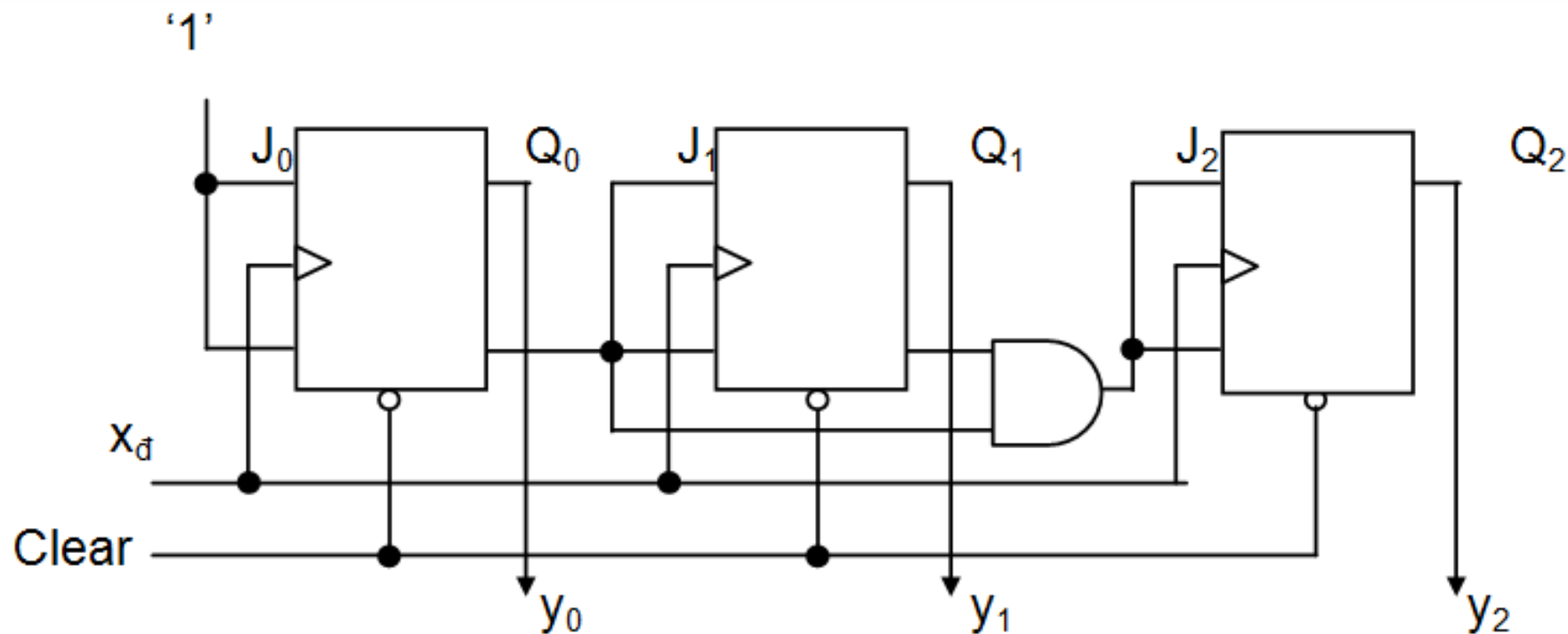


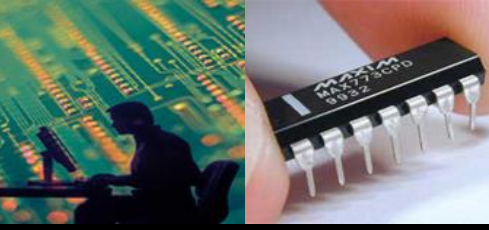
Bộ đếm nhị phân tổng quát, đếm thuận



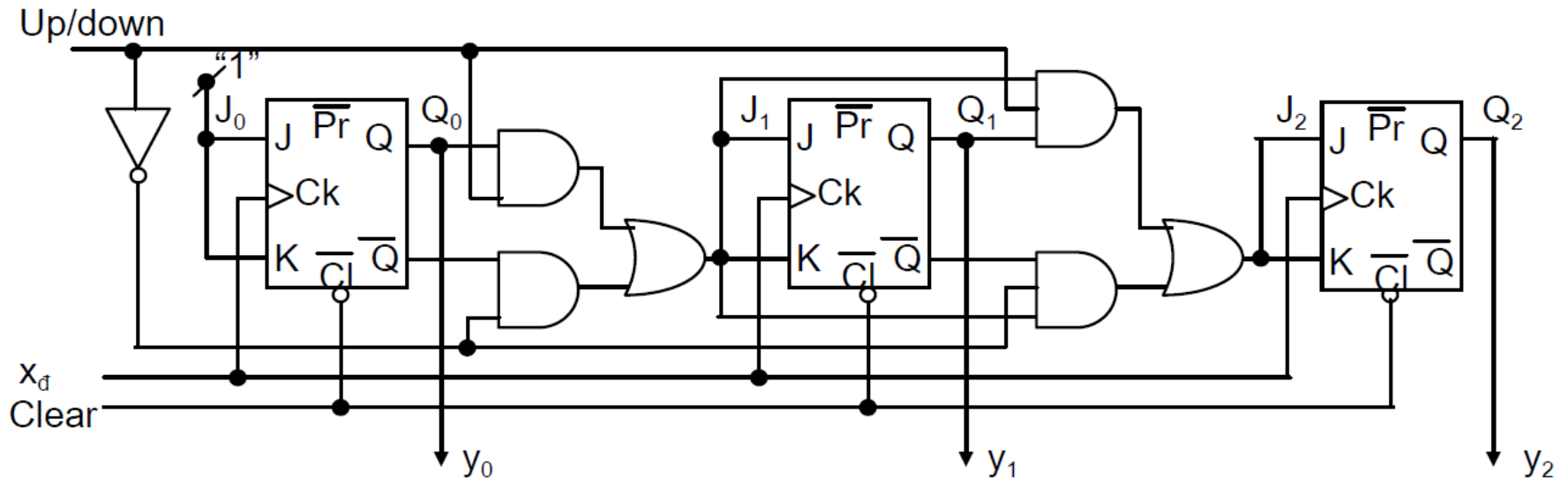


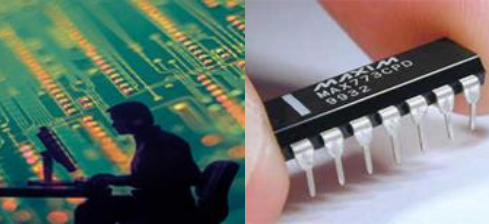
Bộ đếm đồng bộ cơ số 8, đếm ngược





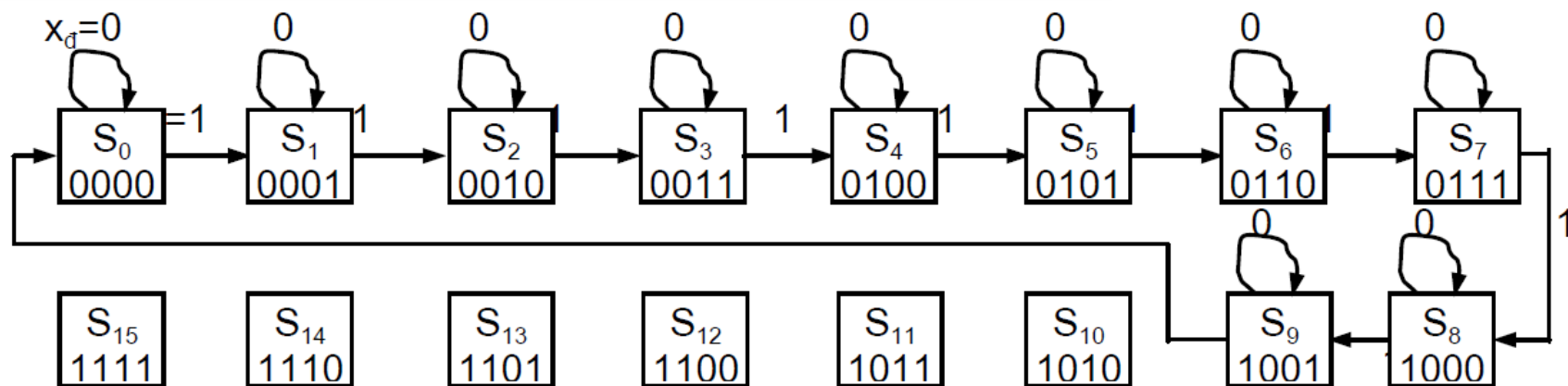
Bộ đếm đồng bộ cơ số 8, đếm thuận nghịch

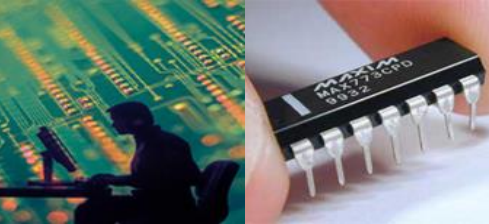




Bộ đếm đồng bộ cơ số 10 (mã NBCD)

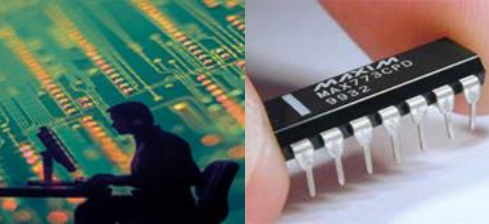
Xung đếm vào	Trạng thái D C B A
Chưa có xung	0 0 0 0
Xung thứ 1	0 0 0 1
Xung thứ 2	0 0 1 0
Xung thứ 3	0 0 1 1
Xung thứ 4	0 1 0 0
Xung thứ 5	0 1 0 1
Xung thứ 6	0 1 1 0
Xung thứ 7	0 1 1 1
Xung thứ 8	1 0 0 0
Xung thứ 9	1 0 0 1
Xung thứ 10	0 0 0 0





Xây dựng hệ hàm kích từ bảng trạng thái

Trạng thái cũ D C B A	Trạng thái mới D'C'B'A'	FFD		FFC		FFB		FFA	
		J _D	K _D	J _C	K _C	J _B	K _B	J _A	K _A
0 0 0 0	0 0 0 1	0	x	0	x	0	x	1	x
0 0 0 1	0 0 1 0	0	x	0	x	1	x	x	1
0 0 1 0	0 0 1 1	0	x	0	x	x	0	1	x
0 0 1 1	0 1 0 0	0	x	1	x	x	1	x	1
0 1 0 0	0 1 0 1	0	x	x	0	0	x	1	x
0 1 0 1	0 1 1 0	0	x	x	0	1	x	x	1
0 1 1 0	0 1 1 1	0	x	x	0	x	0	1	x
0 1 1 1	1 0 0 0	1	x	x	1	x	1	x	1
1 0 0 0	1 0 0 1	x	0	0	x	0	x	1	x
1 0 0 1	0 0 0 0	x	1	0	x	0	x	x	1



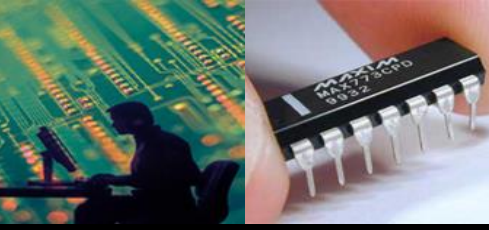
Từ phương trình chuyển trạng thái của bộ đếm và phương trình đặc trưng của FF

D'C'B'A'

DC \ BA	00	01	11	10
00	0001	0010	0100	0011
01	0101	0110	1000	0111
11	x	x	x	x
10	1001	0000	x	x

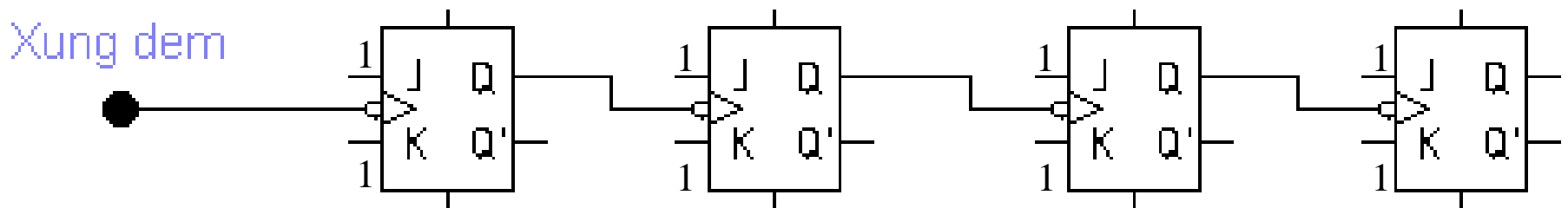
$$Q' = \overline{Q}J + Q\overline{K}$$

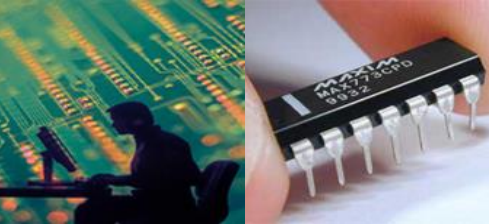
$$\begin{cases} J_D = A.B.C \\ K_D = A \\ J_C = \underline{K_C} = B.A \\ J_B = D.A, K_B = A \\ J_A = K_A = 1 \end{cases}$$



Bộ đếm không đồng bộ

- Xung đếm được đưa đến một (một số) chân Ck của các FF trọng số thấp, đầu ra Q (hay Q đảo) của FF có trọng số thấp được đưa đến Ck của FF có trọng số cao hơn.
- Ví dụ: Bộ đếm từ 0 đến 15 và có 16 trạng thái
Mã hóa nhị phân 4-bit
→ Cần 4 FF (giả sử dùng FF-JK)

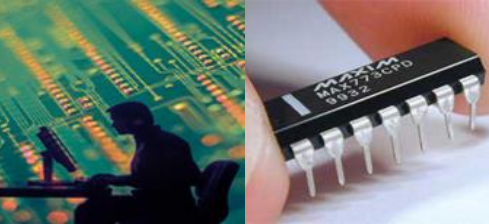




Bộ đếm không đồng bộ cơ số 16

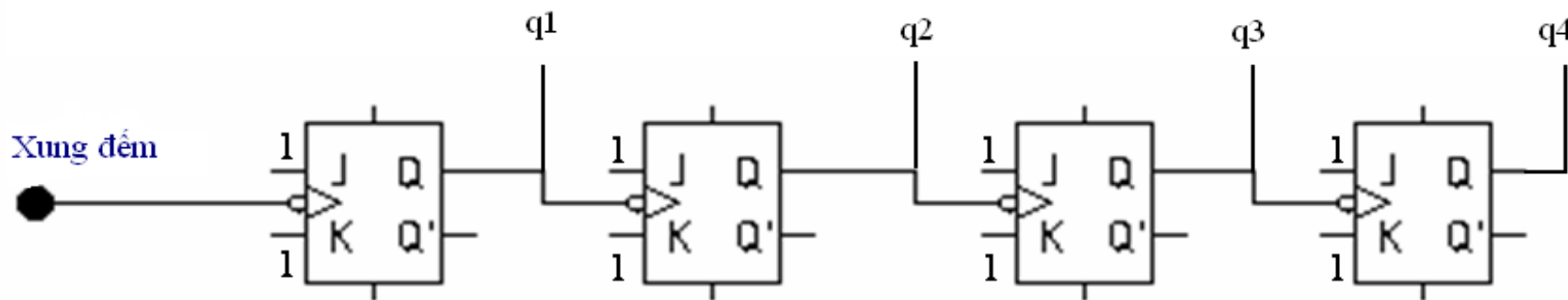
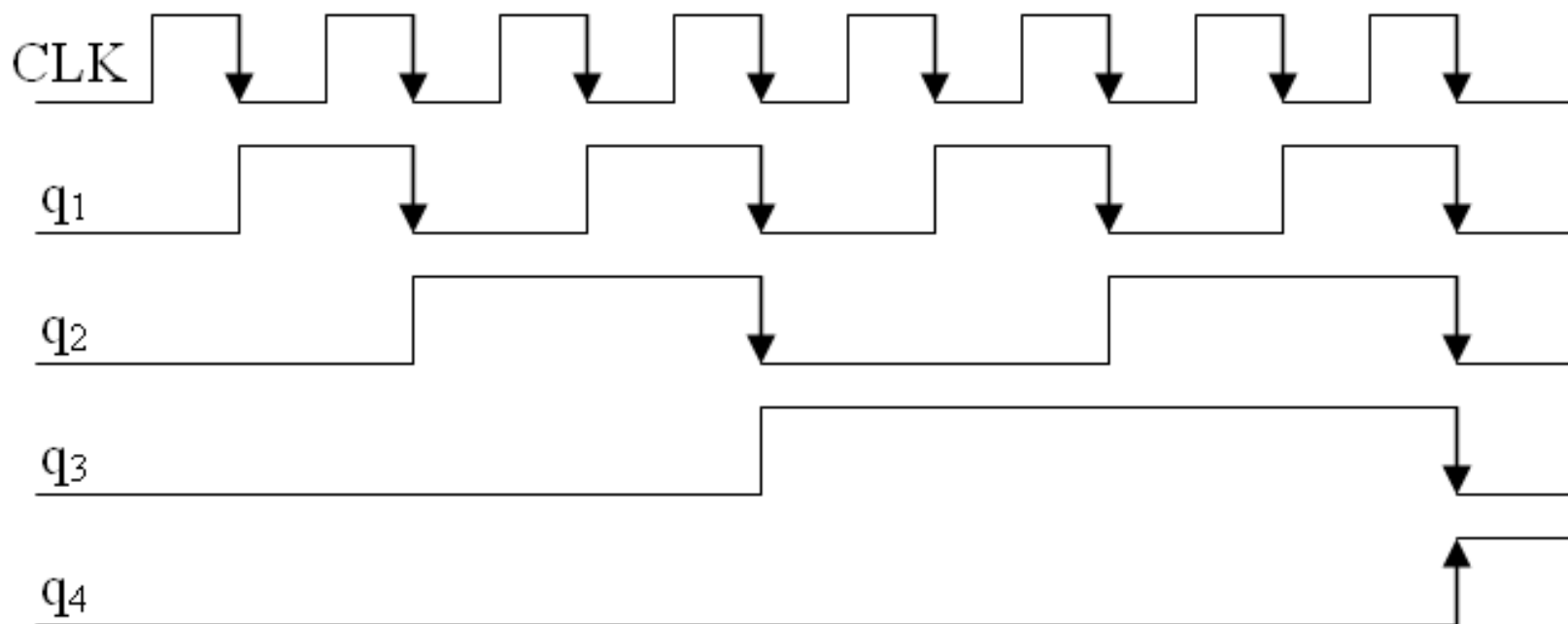
■ Bảng đếm:

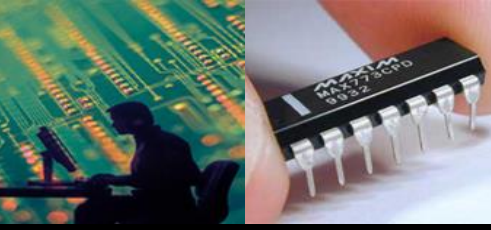
Xung	q ₄	q ₃	q ₂	q ₁
0	0	0	0	0
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	0	1	1
4	0	1	0	0
5	0	1	0	1
6	0	1	1	0
7	0	1	1	1
8	1	0	0	0
9	1	0	0	1
10	1	0	1	0
11	1	0	1	1
12	1	1	0	0
13	1	1	0	1
14	1	1	1	0
15	1	1	1	1
16	0	0	0	0



Bộ đếm không đồng bộ cơ số 16

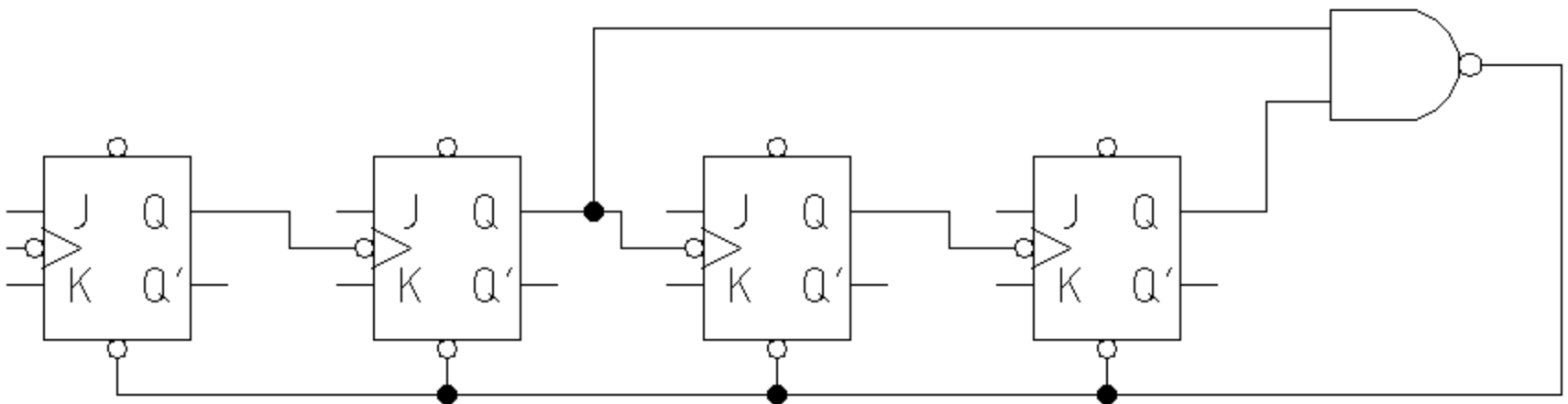
- Biểu đồ thời gian:

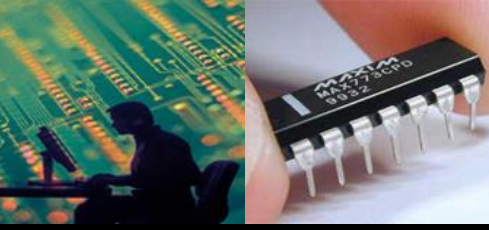




Bộ đếm không đồng bộ cơ số 10

- Có 10 trạng thái \Rightarrow cần dùng 4 FF
- Giả sử dùng FF-JK có đầu vào CLR (CLEAR: xóa) tích cực ở mức thấp
 - Nếu $\text{CLR} = 0$ thì $q = 0$
- Cứ mỗi khi đếm đến xung thứ 10 thì tất cả các đầu ra Q bị xóa về 0
- Sơ đồ: ($J=K=1$ với mọi FF)

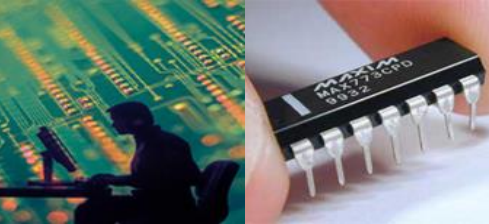




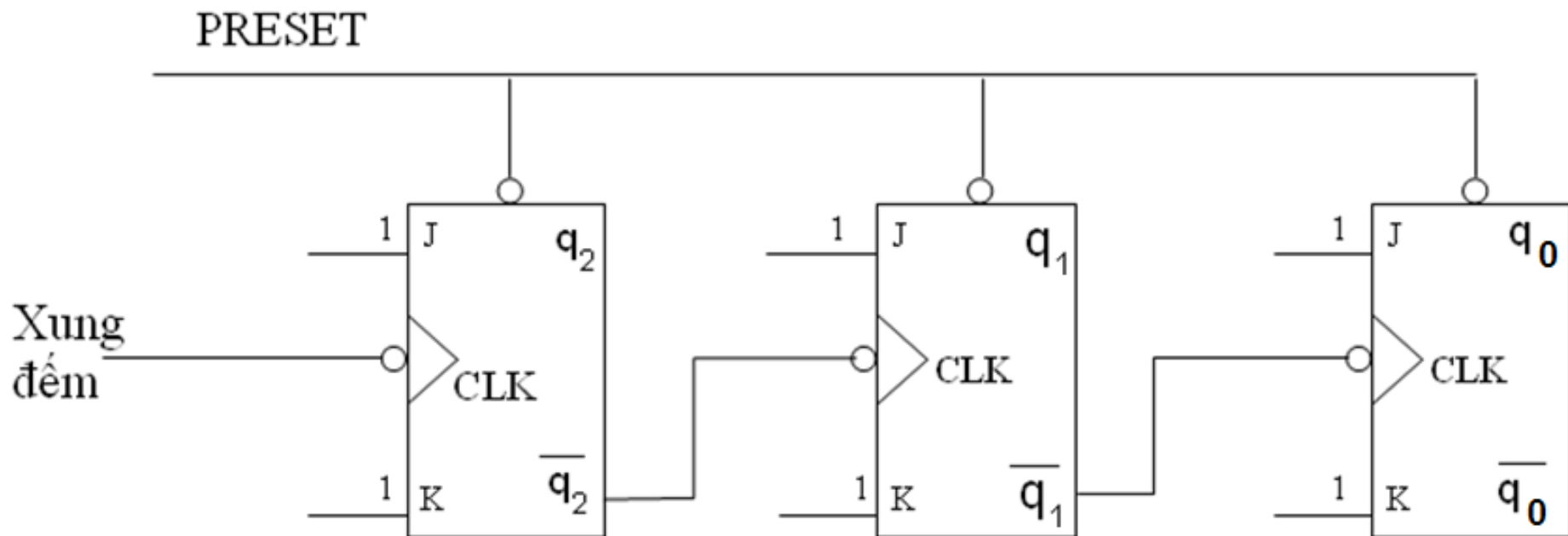
Bộ đếm ngược không đồng bộ cơ số 8

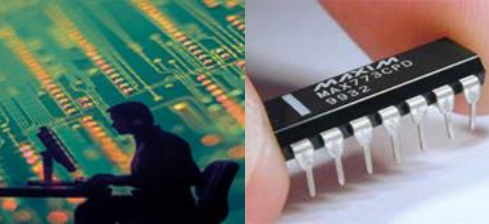
- Giả sử dùng FF JK có đầu vào PR (PRESET: thiết lập trước) tích cực ở mức thấp
 - Nếu $PR = 0$ thì $q = 1$
- Đầu tiên cho $PR = 0$ thì $q_2q_1q_0 = 111$
- Sau đó cho $PR = 1$, hệ hoạt động bình thường

xung	q_2	q_1	q_0	Số đếm
0	1	1	1	7
1	1	1	0	6
2	1	0	1	5
3	1	0	0	4
4	0	1	1	3
5	0	1	0	2
6	0	0	1	1
7	0	0	0	0
8	1	1	1	7



Bộ đếm lùi không đồng bộ cơ số 8

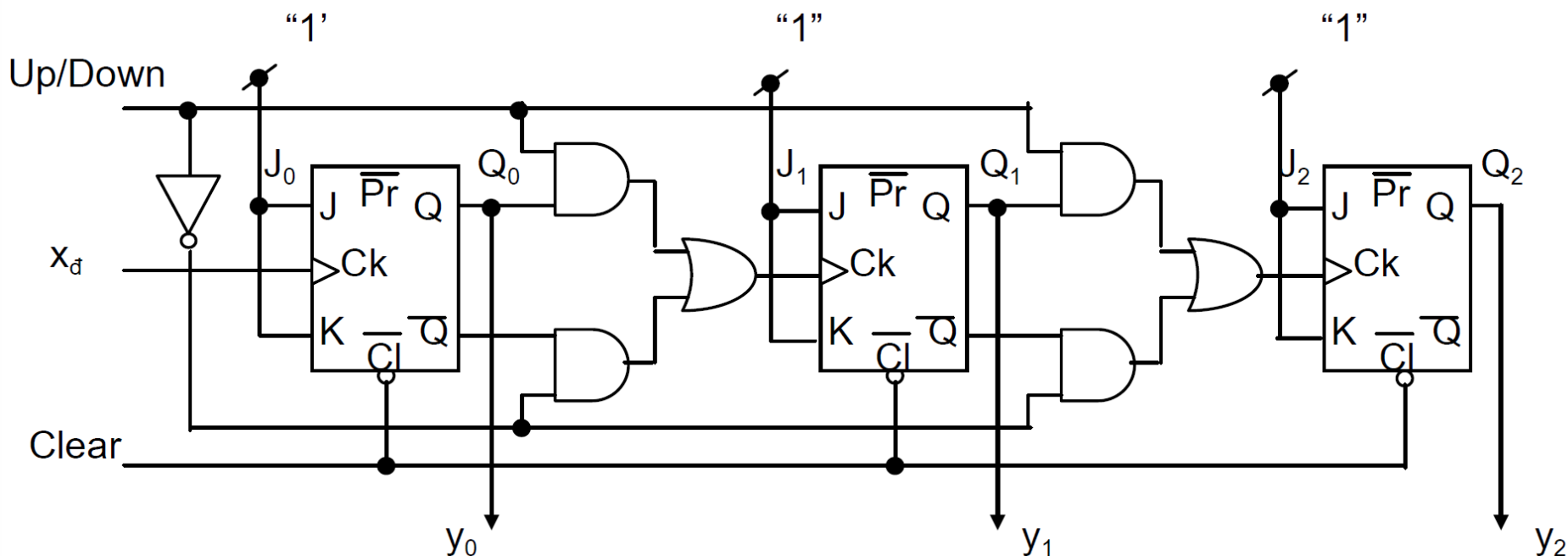


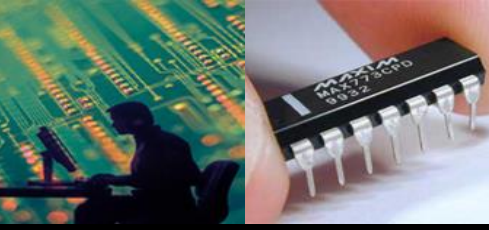


Bộ đếm kđ=8, không đồng bộ, đếm thuận nghịch

$$Ck(Q_0) = x_d$$

$$Ck(Q_i) = (Up/Down).Q_{i-1} + \overline{(Up/Down)}.\overline{Q_{i-1}}$$





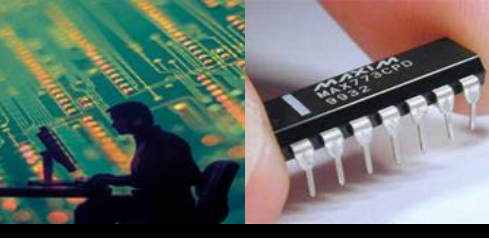
Bộ đếm đặt lại trạng thái

- Đọc giáo trình



Một số IC đếm

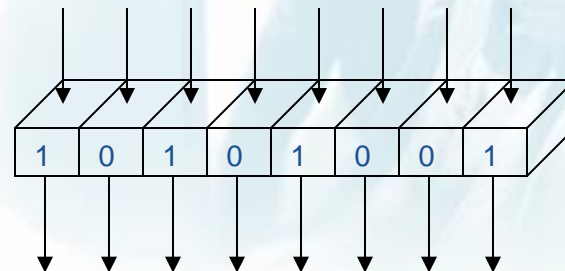
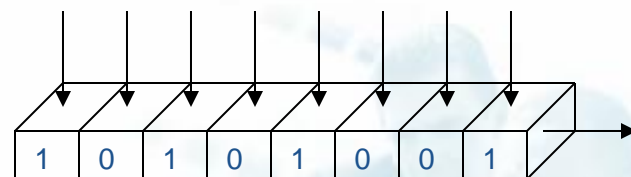
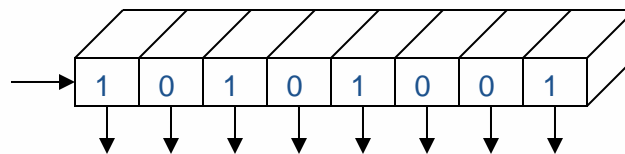
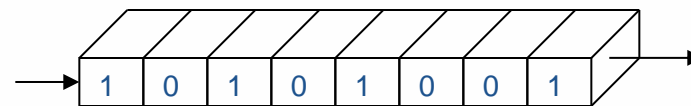
- Đọc giáo trình



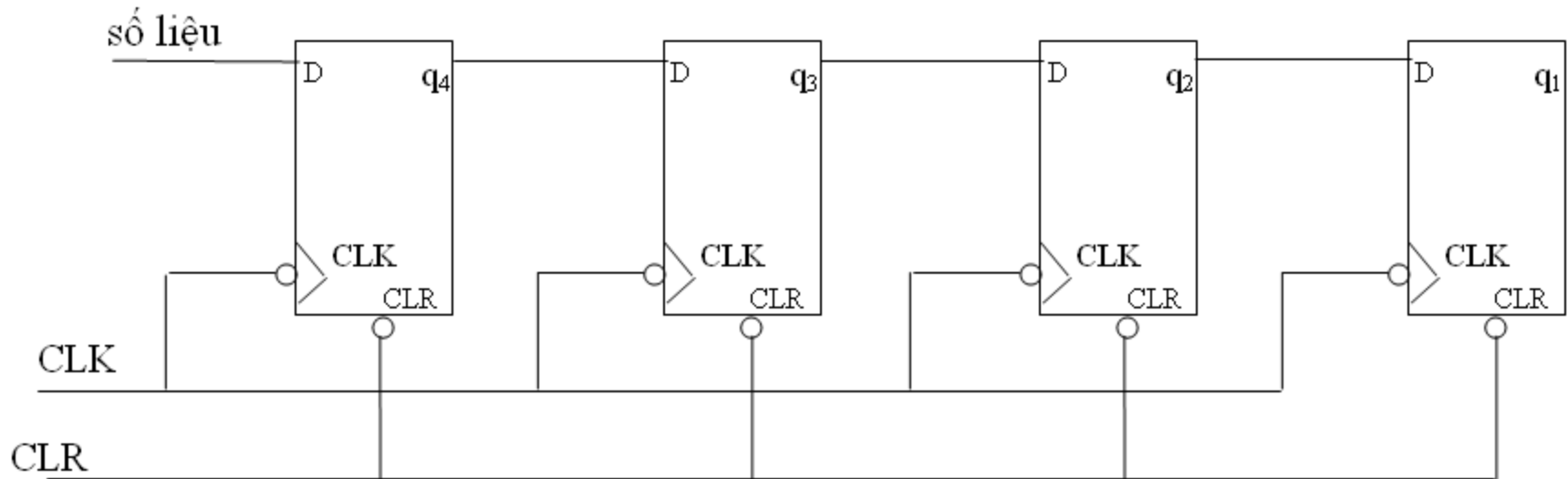
2. Thanh ghi

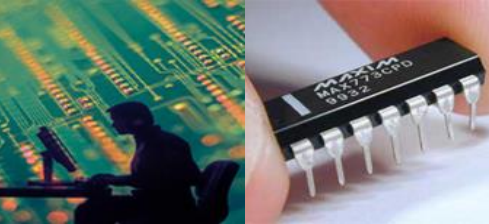
- Thanh ghi có cấu tạo gồm các FF nối với nhau
- Chức năng:
 - Để lưu trữ tạm thời thông tin
 - Dịch chuyển thông tin
- Lưu ý: cả thanh ghi và bộ nhớ đều dùng để lưu trữ thông tin, nhưng thanh ghi có chức năng dịch chuyển thông tin. Do đó, thanh ghi có thể sử dụng làm bộ nhớ, nhưng bộ nhớ không thể làm được thanh ghi.

- Vào nối tiếp ra nối tiếp
- Vào nối tiếp ra song song
- Vào song song ra nối tiếp
- Vào song song ra song song



- Thanh ghi 4 bit vào nối tiếp ra song song dùng các FF-D





Ví dụ (tiếp)

■ Bảng số liệu khảo sát:

Dòng	Vào			Ra			
	CLR	số liệu	CLK	A	B	C	D
1	0	0	0	0	0	0	0
2	1	1	0	0	0	0	0
3	1	1	1	1	0	0	0
4	1	1	2	1	1	0	0
5	1	1	3	1	1	1	0
6	1	0	4	0	1	1	1
7	1	0	5	0	0	1	1
8	1	0	6	0	0	0	1
9	1	0	7	0	0	0	0
10	1	0	8	0	0	0	0
11	1	1	9	1	0	0	0
12	1	0	10	0	1	0	0
13	1	0	11	0	0	1	0
14	1	0	12	0	0	0	1
15	1	0	13	0	0	0	0