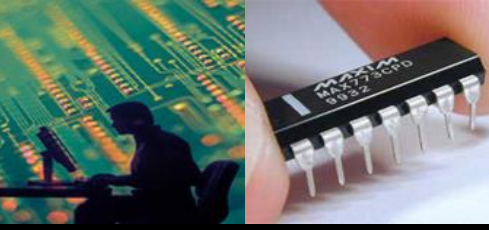


ĐIỆN TỬ SỐ

Digital Electronics

Bộ môn Kỹ thuật vi xử lý
Khoa Vô tuyến điện tử
Học viện kỹ thuật quân sự

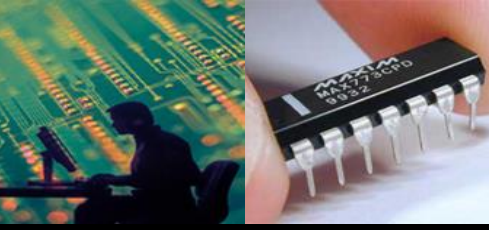


CHƯƠNG 5

MẠCH LOGIC TUẦN TỰ

(MẠCH DÂY)

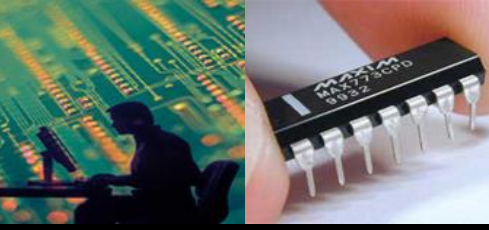
Bộ môn Kỹ thuật Vi xử lý, Khoa Vô tuyến điện tử
Học viện Kỹ thuật quân sự



Nội dung chính

1. Định nghĩa
2. Mô hình
3. Các phương pháp biểu diễn
4. Mạch tuần tự đồng bộ và không đồng bộ
5. Mạch tuần tự dạng Mealy và dạng Moore
6. Các phần tử nhớ





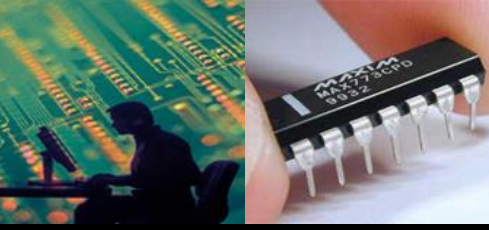
1. Định nghĩa

- Mạch tuần tự là mạch số mà tín hiệu ra không chỉ phụ thuộc vào tín hiệu vào tại thời điểm hiện tại mà còn phụ thuộc vào giá trị trước đó của tín hiệu vào.
- Còn được gọi là mạch logic có nhớ.



- Phải có **phần tử nhớ** và các phần tử logic cơ bản.

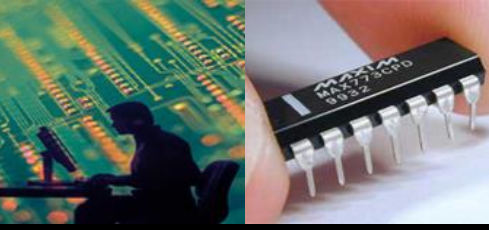




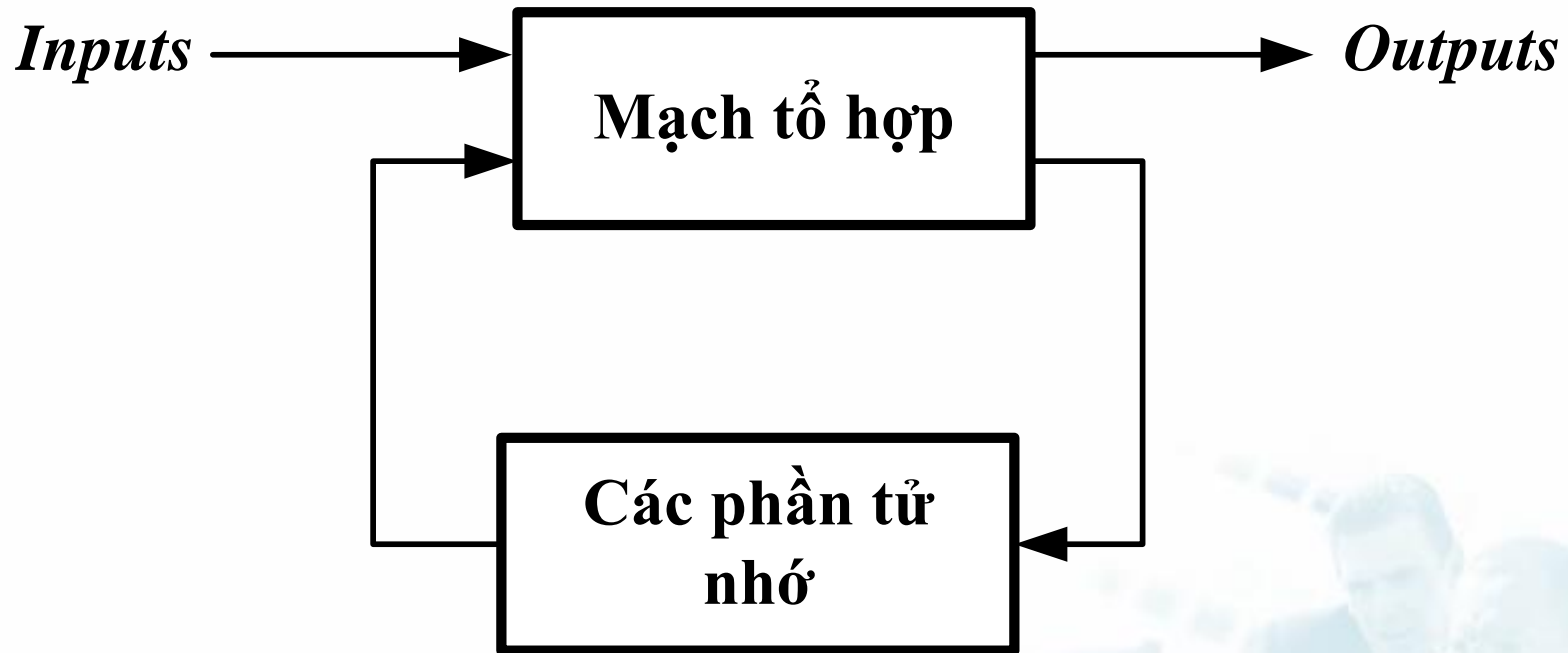
Phân loại mạch tuần tự

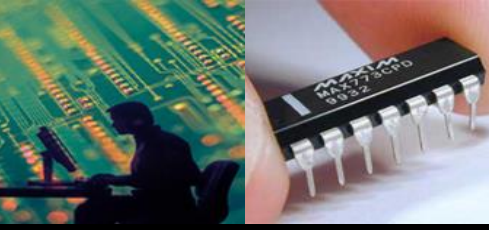
- Mạch tuần tự đồng bộ: khi làm việc cần có 1 tín hiệu đồng bộ để giữ nhịp cho toàn bộ hệ hoạt động.
- Mạch tuần tự không đồng bộ: không cần tín hiệu này để giữ nhịp chung cho toàn bộ hệ hoạt động.





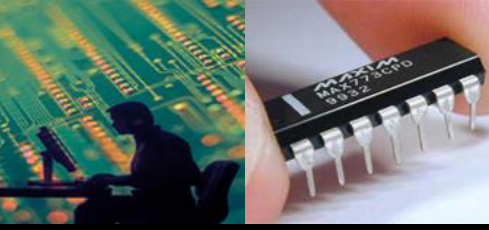
2. Mô hình chung của mạch tuần tự





a. Mô hình Mealy

- Mô hình Mealy mô tả mạch tuần tự thông qua 5 tham số:
 - $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$
 - $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_l\}$
 - $S = \{s_1, s_2, \dots, s_m\}$
 - $F_S(S, X)$
 - $F_Y(S, X)$, trong đó:
 - X là tập hợp hữu hạn n tín hiệu đầu vào
 - Y là tập hợp hữu hạn l tín hiệu đầu ra
 - S tập hợp hữu hạn m trạng thái trong của hệ
 - F_S là hàm biến đổi trạng thái. Đối với mô hình kiểu Mealy thì F_S phụ thuộc vào S và $X \rightarrow S' = F_S(S, X)$
 - F_Y là hàm tính giá trị đầu ra: $Y = F_Y(S, X)$

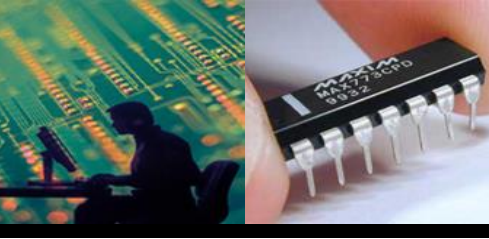


b. Mô hình Moore

- Mô hình Moore giống như mô hình Mealy, nhưng khác ở chỗ là Y chỉ phụ thuộc vào S :

$$Y = F_Y(S)$$

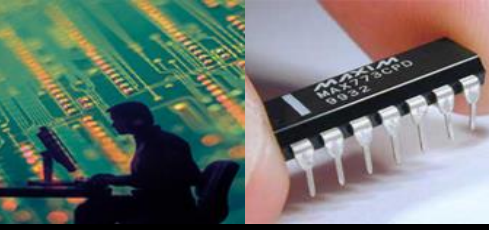




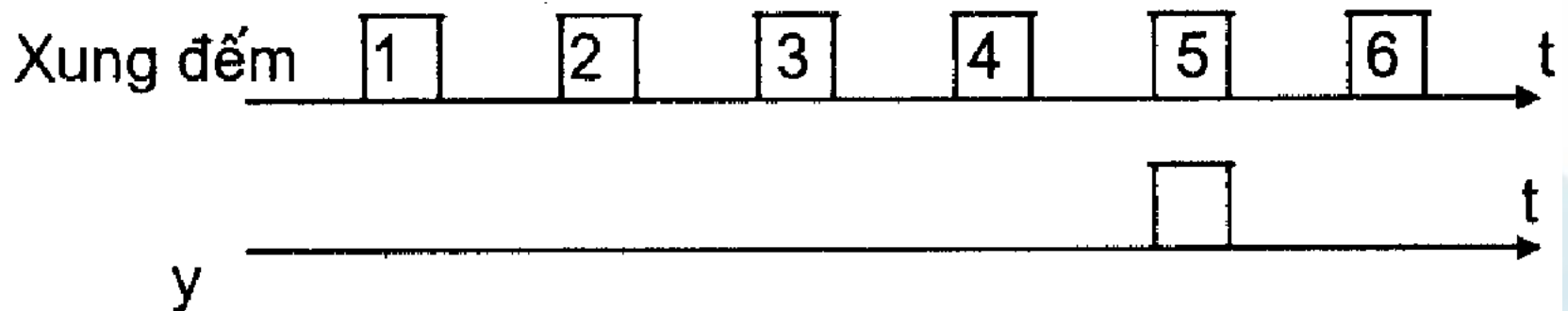
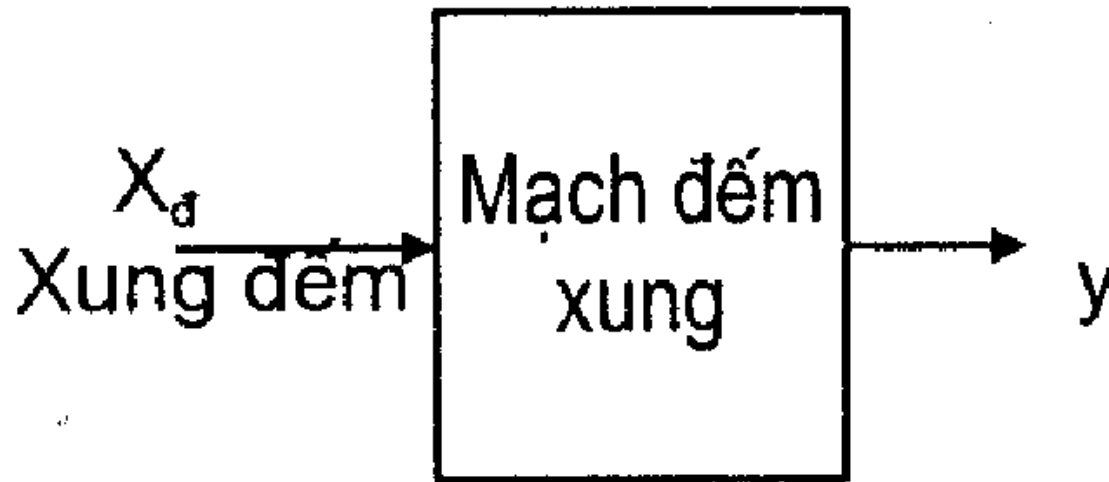
3. Các phương pháp biểu diễn mạch tuần tự

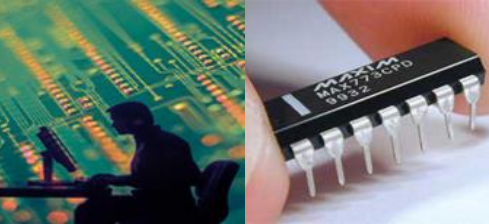
- Mô tả bằng đồ thị thời gian
- Mô tả bằng đồ hình trạng thái
- Mô tả bằng bảng



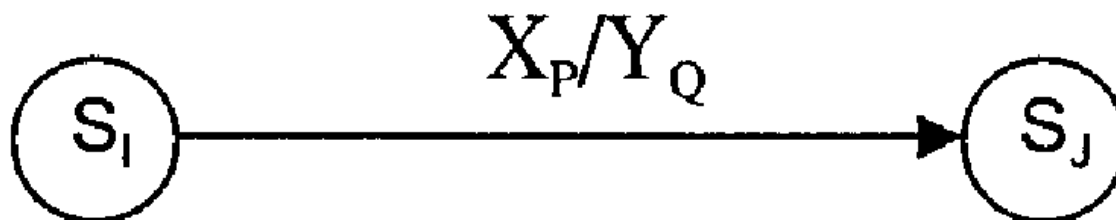


Mô tả bằng giản đồ thời gian

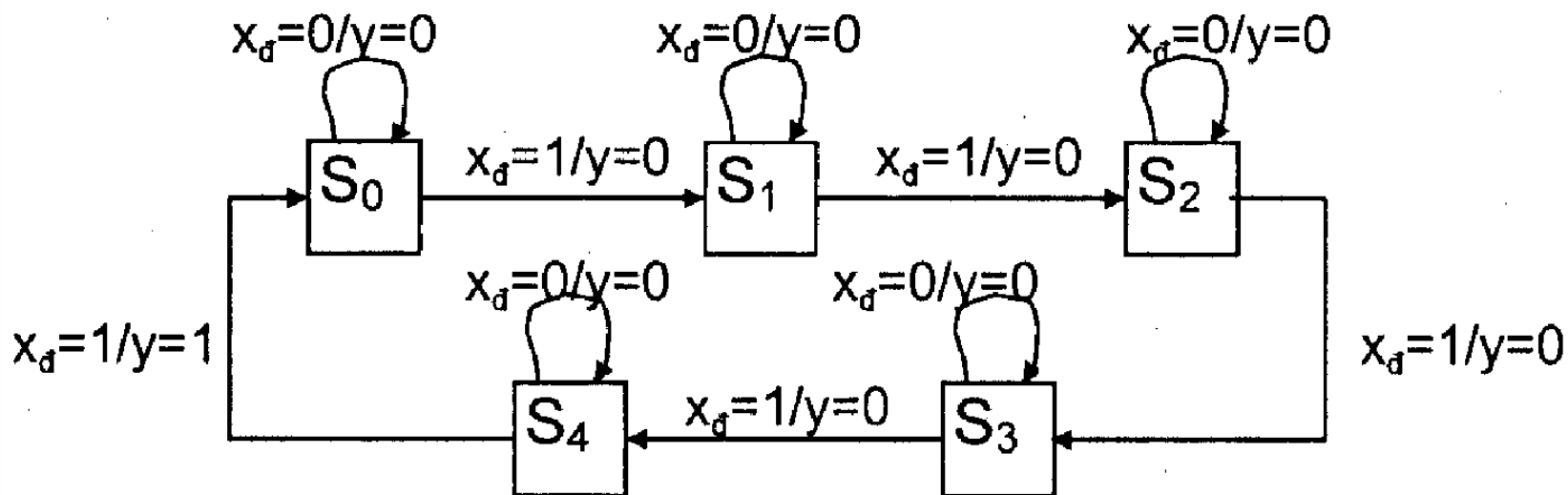




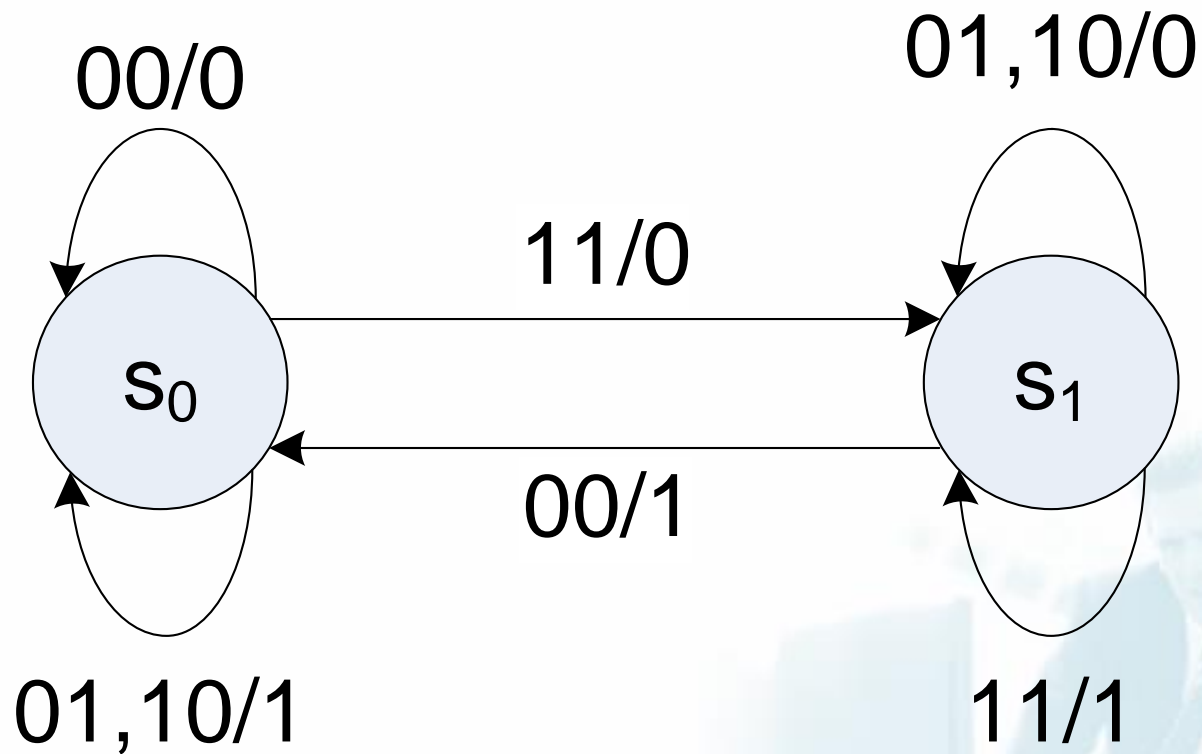
Đồ hình trạng thái

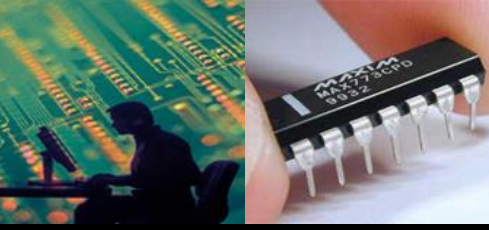


Ví dụ:

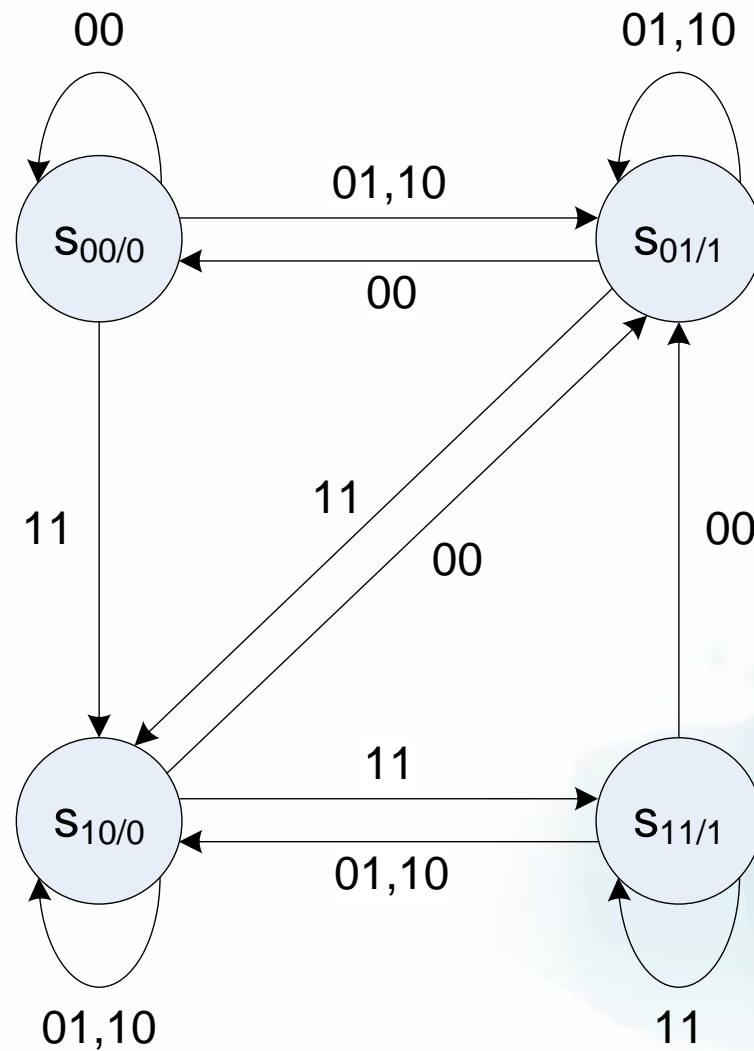


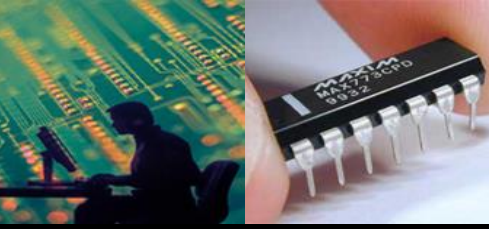
Đồ hình trạng thái





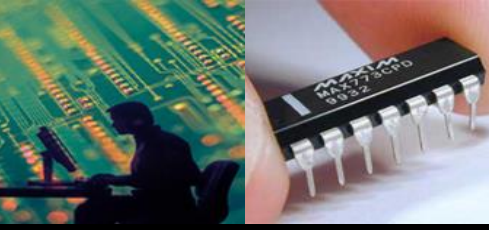
Ví dụ: Đồ hình trạng thái





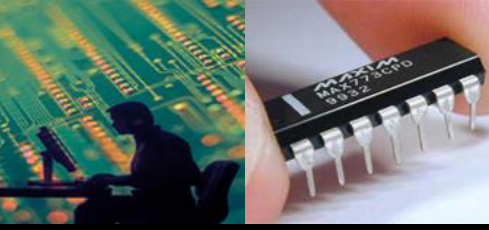
Bảng chuyển trạng thái – Bảng ra

TT cũ	Trạng thái mới/y	
	$x = 0$	$x = 1$
S_0	$S_0/ y=0$	$S_1/ y=0$
S_1	$S_1/ y=0$	$S_2/ y=0$
S_2	$S_2/ y=0$	$S_3/ y=0$
S_3	$S_3/ y=0$	$S_4/ y=0$
S_4	$S_4/ y=0$	$S_0/ y=1$



6.2 Các phần tử nhớ

- Phần tử cơ bản của mạch tuần tự là các phần tử nhớ
- Đầu ra của phần tử nhớ chính là trạng thái của nó
- Một phần tử nhớ có thể làm việc theo 2 kiểu:
 - Phần tử nhớ không đồng bộ (Latch: chốt): đầu ra của nó thay đổi chỉ phụ thuộc vào tín hiệu đầu vào (có thể thêm tín hiệu cho phép **kích hoạt theo mức**)
 - Phần tử nhớ đồng bộ (FF: flip-flop): đầu ra của nó thay đổi phụ thuộc vào tín hiệu vào và tín hiệu đồng bộ (**kích hoạt theo sườn**)

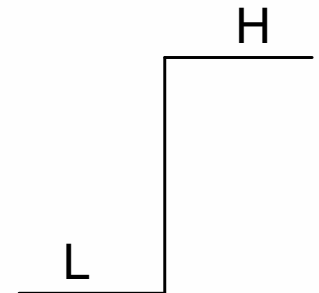


Các kiểu kích thích cho Latch

- Theo mức:

- Mức cao:

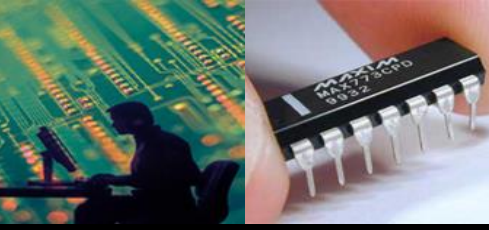
- Khi tín hiệu cho phép có giá trị logic bằng 0 thì mạch giữ nguyên trạng thái
 - Khi tín hiệu cho phép có giá trị logic bằng 1 thì mạch làm việc bình thường.



- Mức thấp:

- Khi tín hiệu cho phép có giá trị logic bằng 1 thì mạch giữ nguyên trạng thái
 - Khi tín hiệu cho phép có giá trị logic bằng 0 thì mạch làm việc bình thường.

Kích thích theo mức



Các kiểu đồng bộ cho Flip-Flop

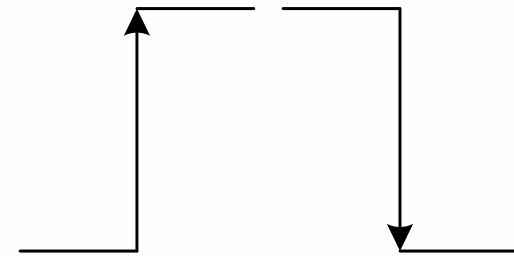
- Đồng bộ theo sườn:

- Sườn dương:

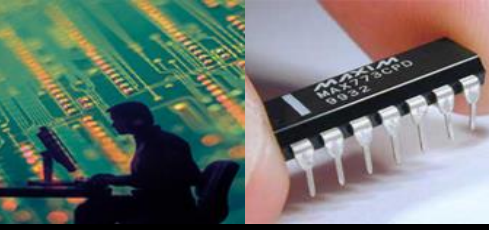
- Khi tín hiệu đồng bộ xuất hiện sườn dương (sườn đi lên, từ 0 \rightarrow 1) thì mạch làm việc bình thường.
 - Trong các trường hợp còn lại, mạch giữ nguyên trạng thái.

- Sườn âm:

- Khi tín hiệu đồng bộ xuất hiện sườn âm (sườn đi xuống, từ 1 \rightarrow 0), mạch làm việc bình thường.
 - Trong các trường hợp còn lại, mạch giữ nguyên trạng thái.

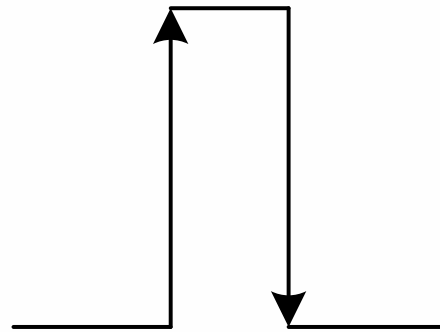


Đồng bộ theo sườn

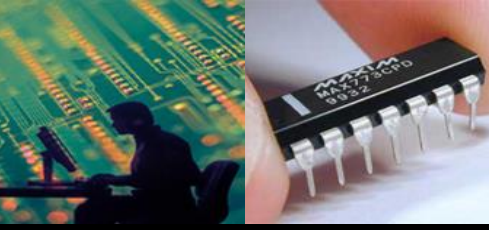


Các kiểu đồng bộ (tiếp)

- Đồng bộ kiểu xung:
 - Khi có xung thì mạch làm việc bình thường.
 - Khi không có xung thì mạch nghỉ (giữ nguyên trạng thái).



Đồng bộ kiểu xung

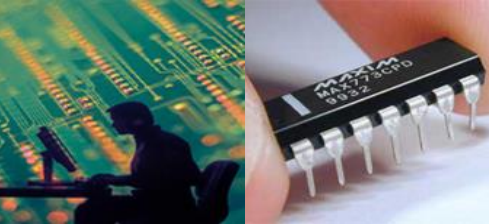


Các loại phần tử nhớ

■ Có 4 loại phần tử nhớ:

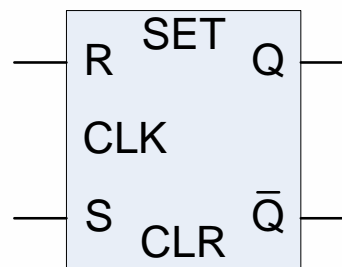
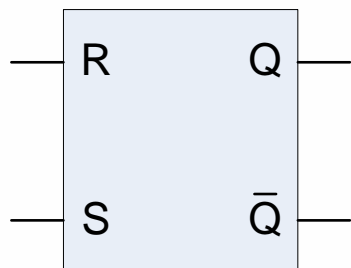
- | | | |
|------|-----------------|---------------------|
| ◦ RS | Reset - Set | Xóa - Thiết lập |
| ◦ D | Delay | Trễ |
| ◦ JK | Jordan và Kelly | Tên 2 nhà phát minh |
| ◦ T | Toggle | Bật bênh, bật tắt |



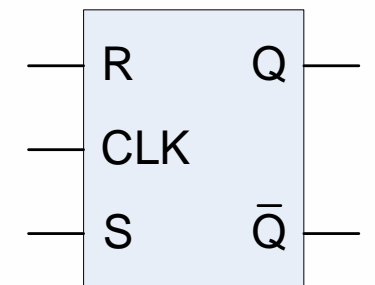


a. Latch và FF loại RS

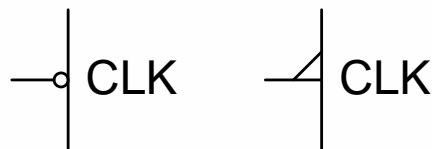
■ Sơ đồ khối:



■ Phần tử nhớ RS hoạt động được ở cả 2 chế độ đồng bộ và không đồng bộ



Đồng bộ mức cao



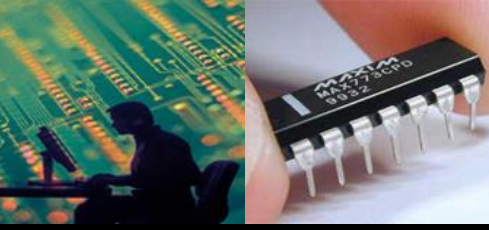
Đồng bộ mức thấp



Đồng bộ sườn dương



Đồng bộ sườn âm

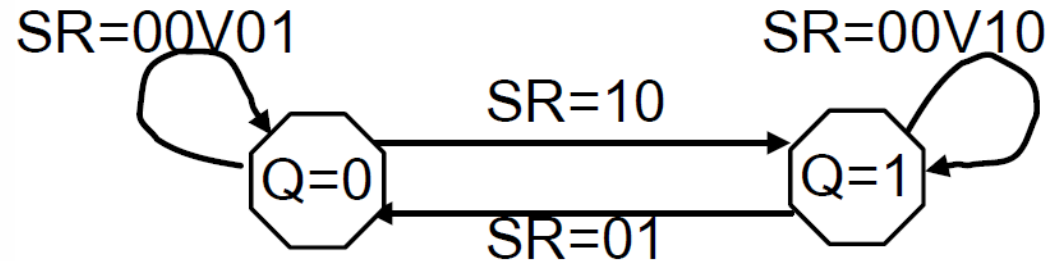


Bảng chuyển trạng thái của Latch-RS

S	R	Q	Q'
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	0
0	1	1	0
1	0	0	1
1	0	1	1
1	1	0	cấm
1	1	1	cấm

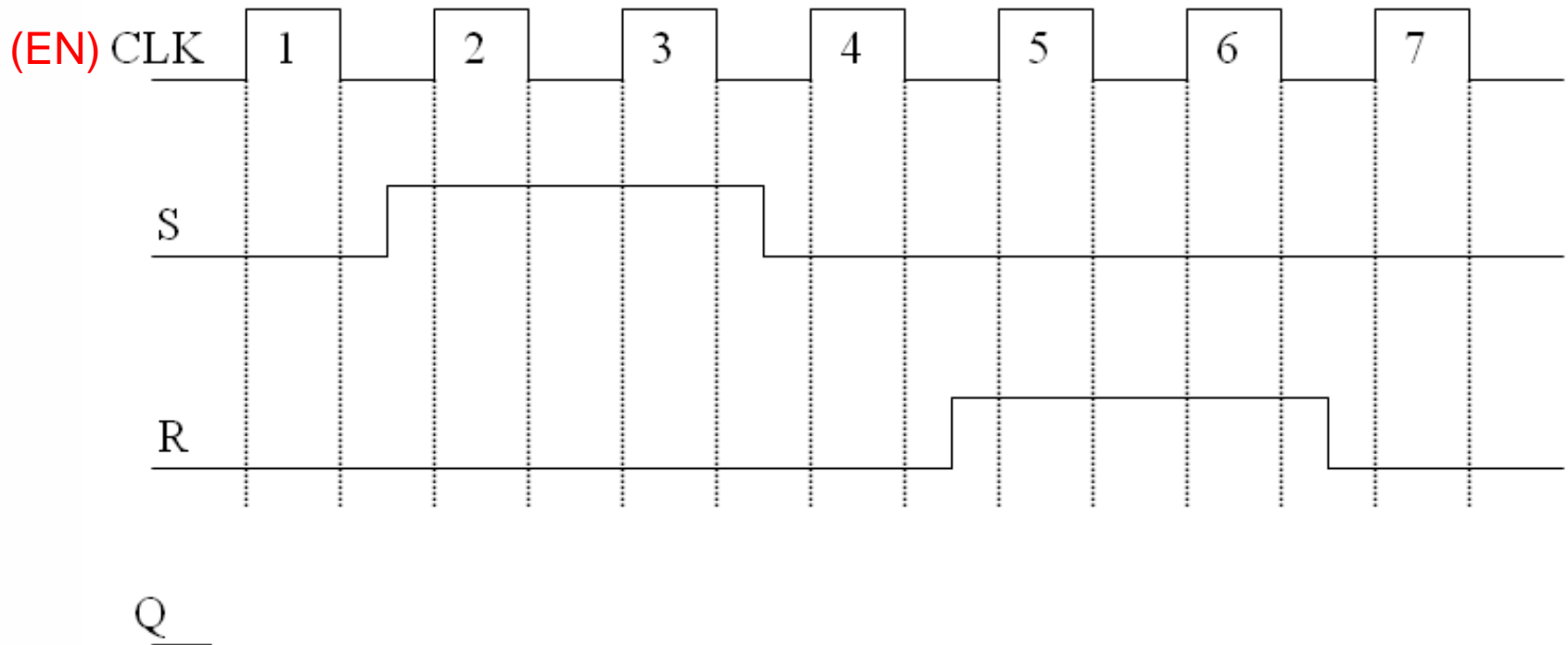
$$Q' = S + Q\bar{R}$$

Q' là trạng thái kế tiếp của Q

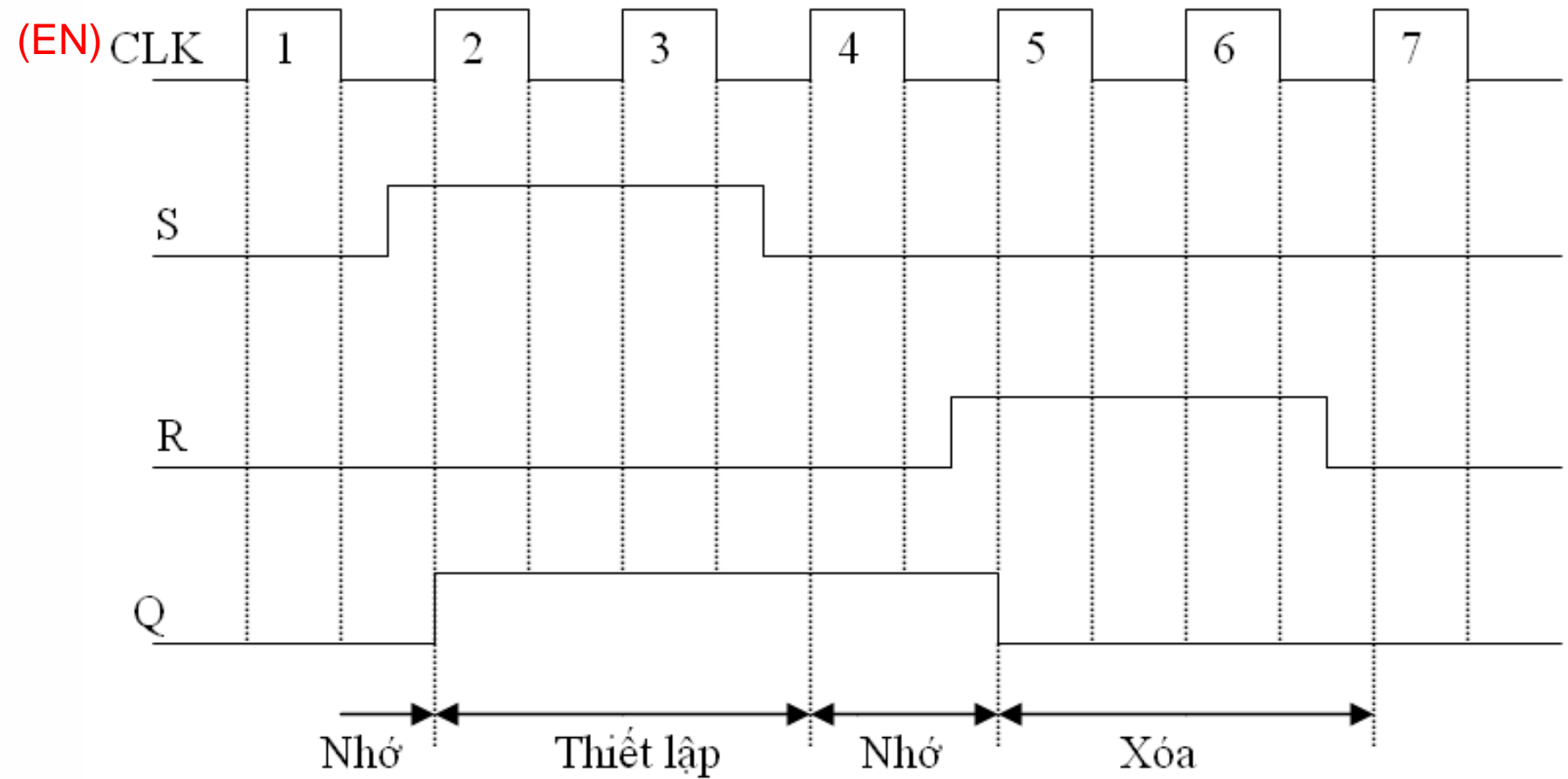
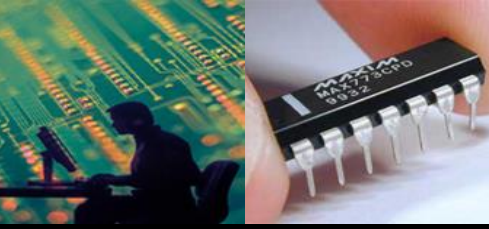


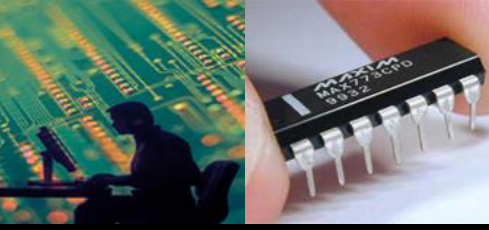
		RS			
		00	01	11	10
Q	0	0	1	X	0
	1	1	1	X	0
		nhớ	thiết lập	không xác định	xóa

- Cho RS Latch đồng bộ mức cao và đồ thị các tín hiệu R, S như hình vẽ. Hãy vẽ đồ thị tín hiệu ra Q.



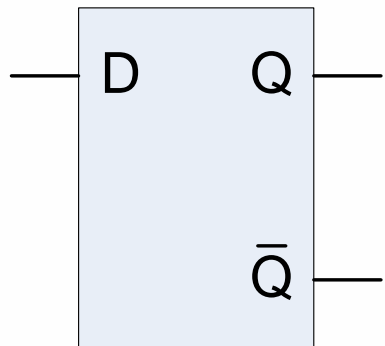
Ví dụ (tiếp)



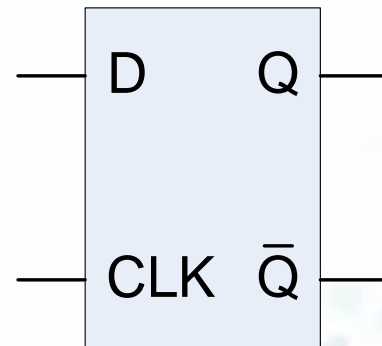


b. Latch và FF loại D

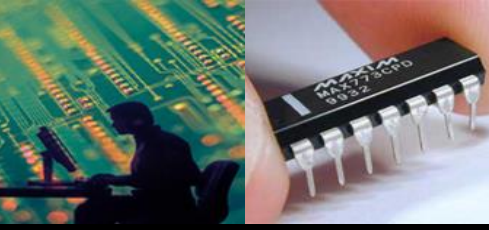
- FF D có 1 đầu vào là D và hoạt động ở 2 chế độ đồng bộ và không đồng bộ.
- Ta chỉ xét FF D hoạt động ở chế độ đồng bộ.



Không đồng bộ

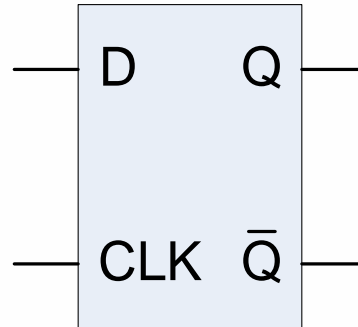


Đồng bộ

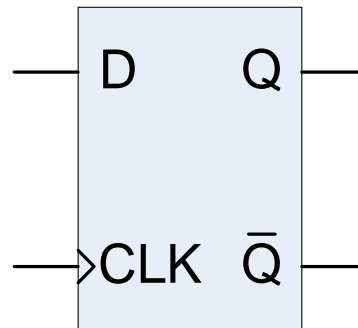


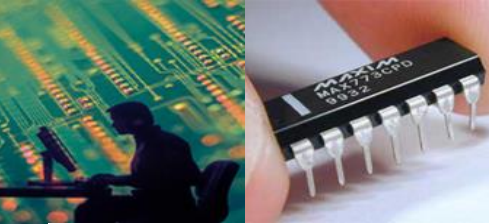
FF D đồng bộ

- D kích thích theo mức gọi là chốt D (Latch)



- FF D đồng bộ theo sườn được gọi là kích thích sườn (Edge triggered)



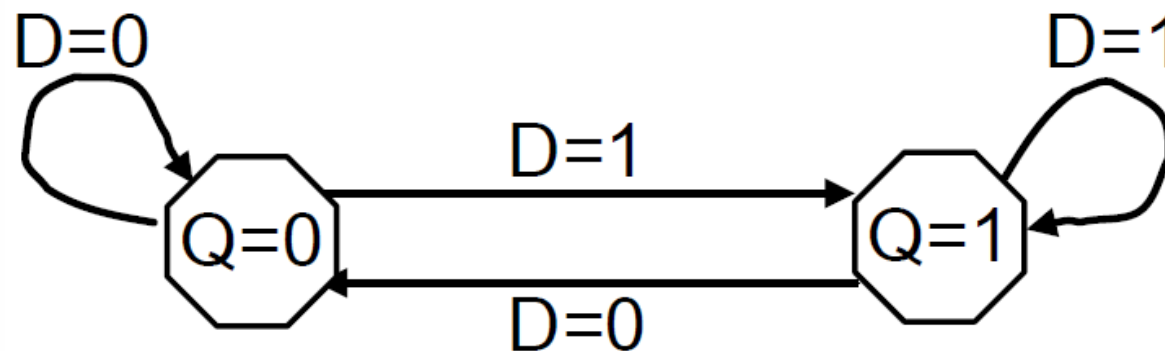


Bảng chuyển trạng thái của D

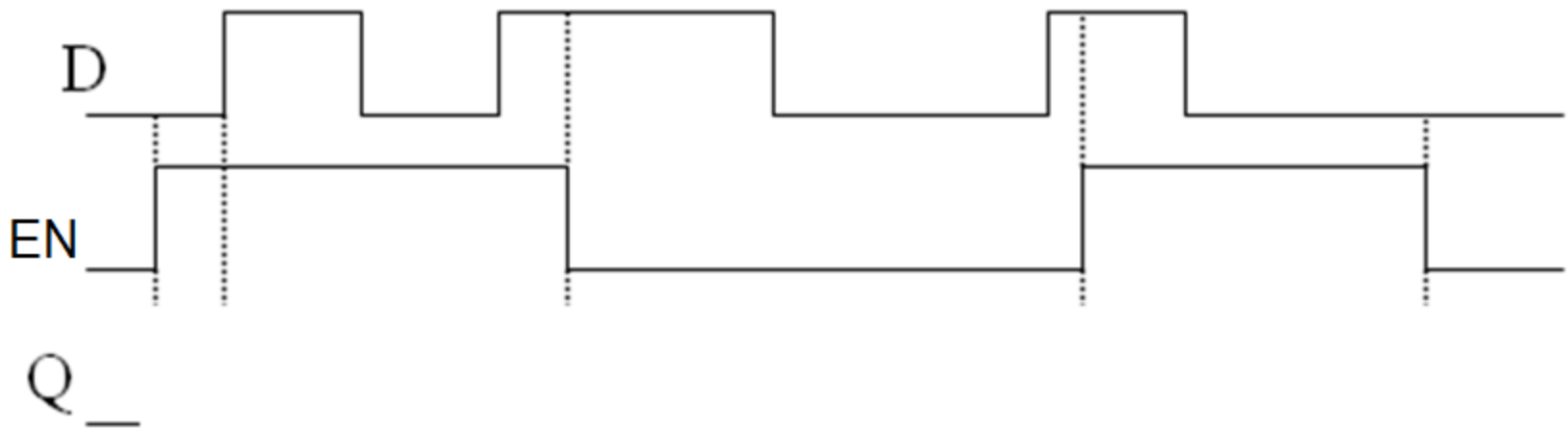
\overline{Pr}	\overline{Cl}	Ck	D	Q	Q'
0	1	x	x	x	1
1	0	x	x	x	0
1	1	—	x	0	0
1	1	—	x	1	1
1	1		0	0	0
1	1		0	1	0
1	1		1	0	1
1	1		1	1	1

		D	
		0	1
Q	0	0	1
	1	0	1

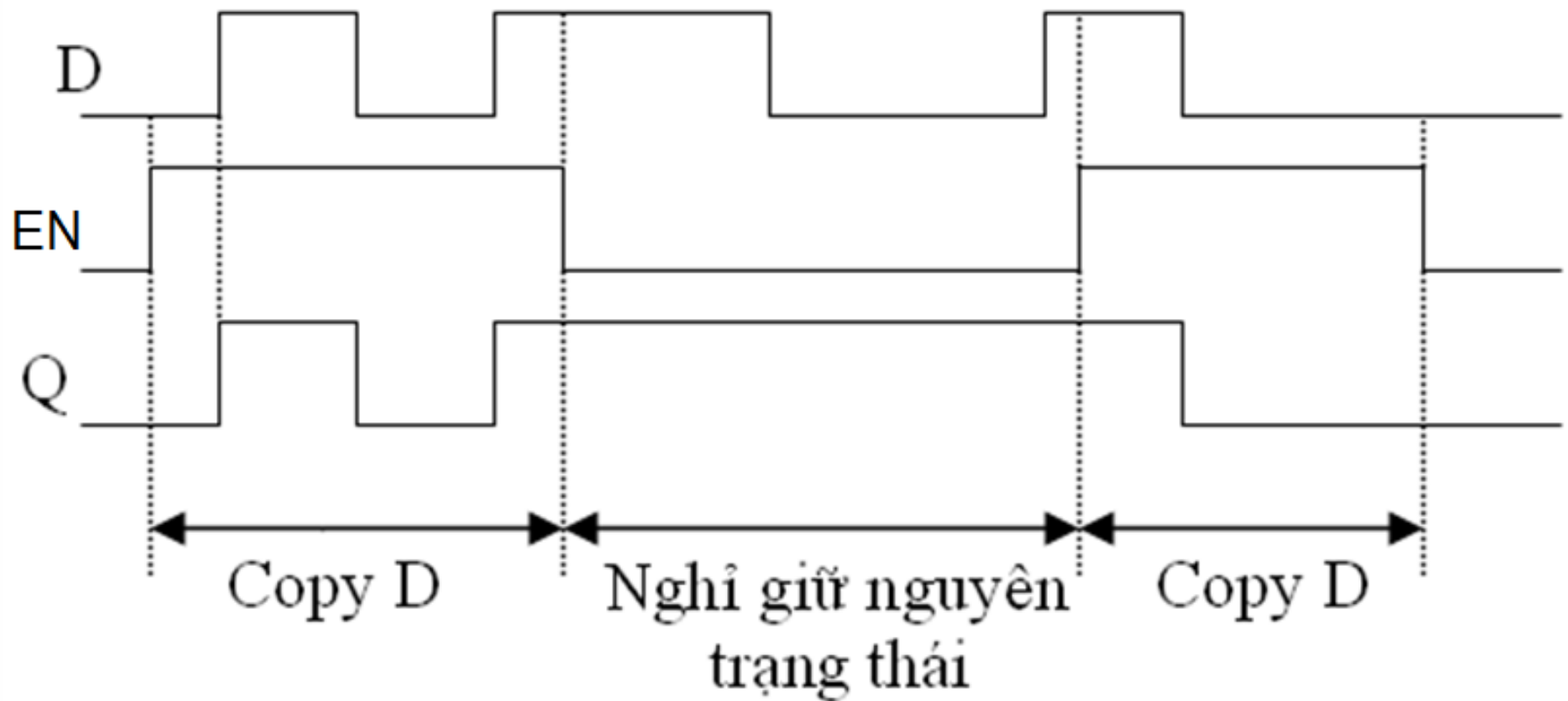
$$Q' = D$$



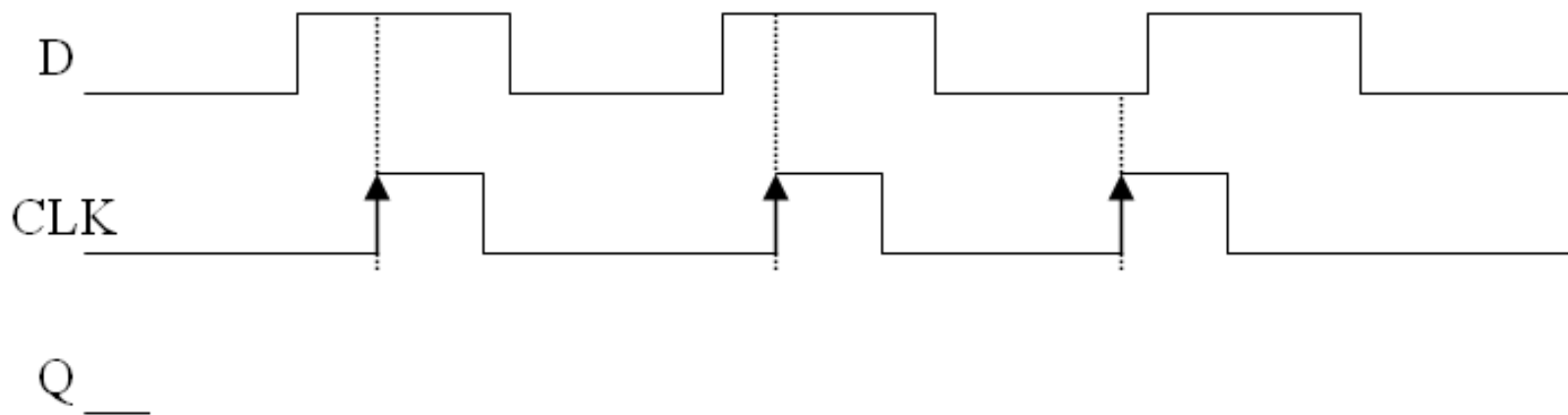
- Cho Latch loại D đồng bộ theo mức cao. Hãy vẽ tín hiệu ra Q đúng trên cùng trục thời gian với tín hiệu vào D.



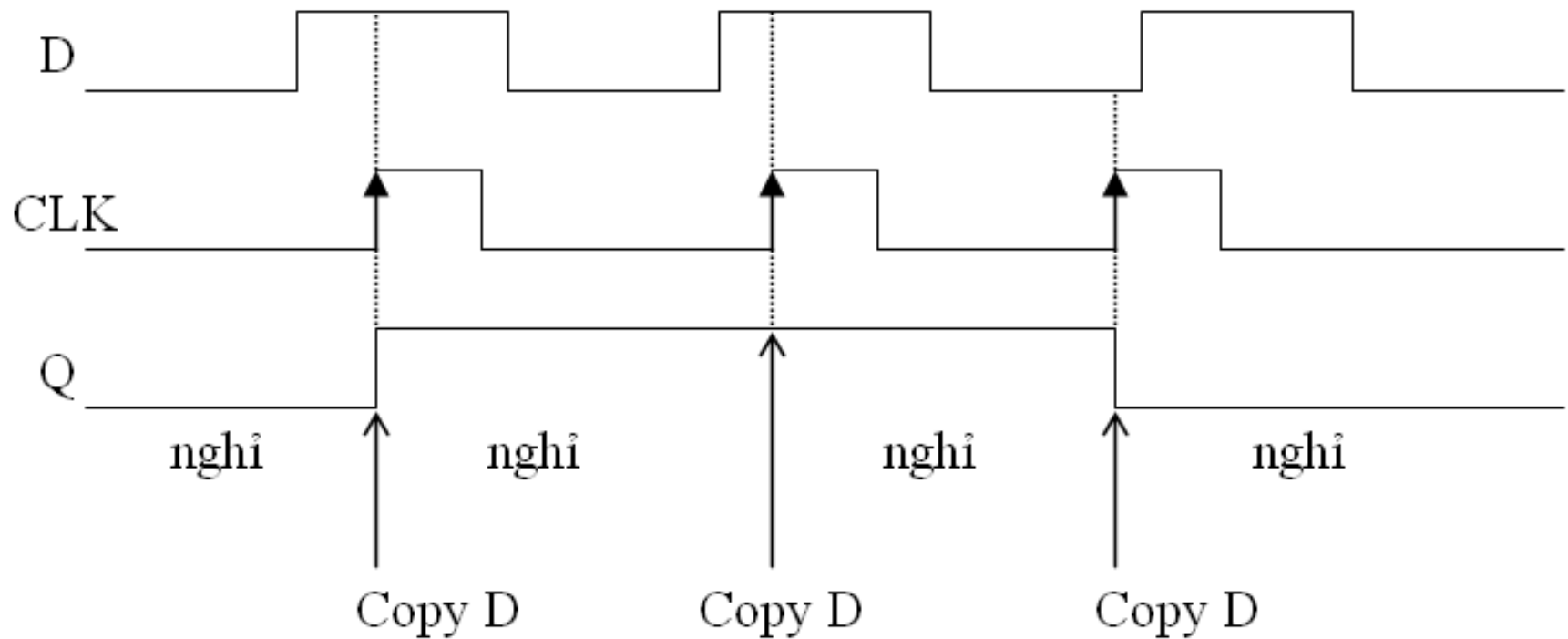
Ví dụ 1 (tiếp)



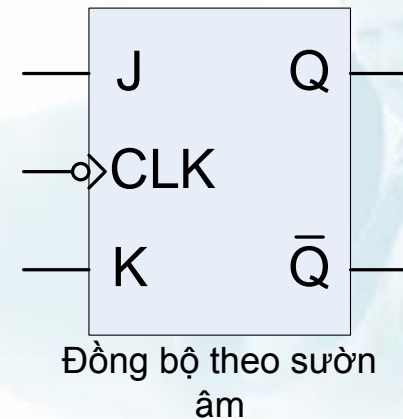
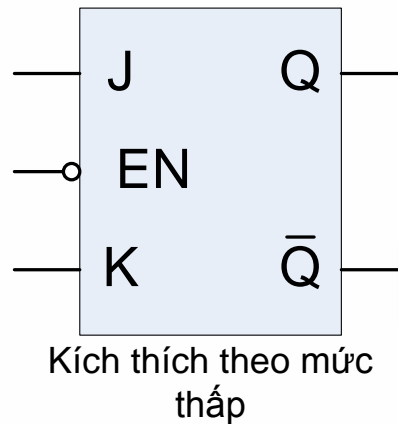
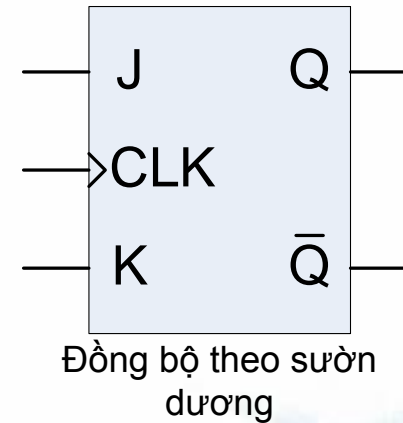
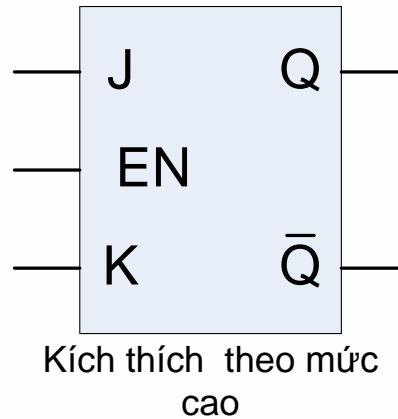
- Cho FF D đồng bộ theo sườn dương. Hãy vẽ tín hiệu ra Q đúng trên cùng trục thời gian với tín hiệu vào D.

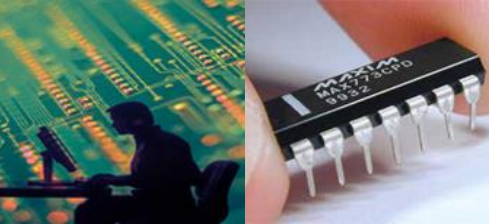


Ví dụ 2 (tiếp)



- Phần tử nhớ JK chỉ hoạt động ở chế độ đồng bộ
- Sơ đồ khối:



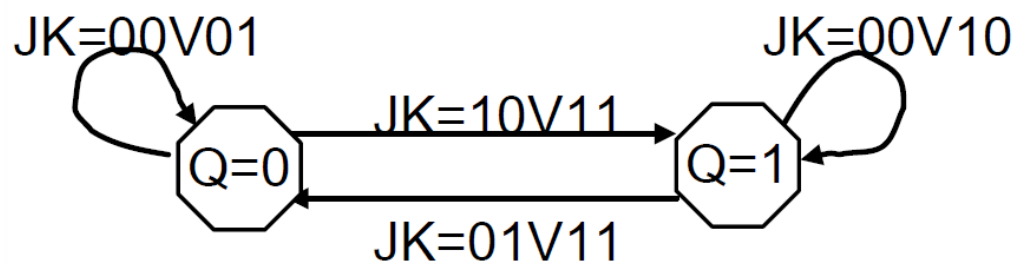


Bảng chuyển trạng thái của JK

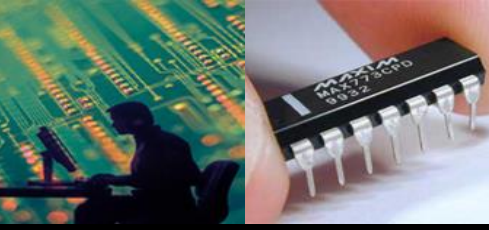
\overline{Pr}	\overline{Cl}	Ck	J	K	Q	Q'
0	1	X	x	x	x	1
1	0	x	x	x	x	0
1	1	—	x	x	0	0
1	1	—	x	x	1	1
1	1		0	0	0	0
1	1		0	0	1	1
1	1		0	1	0	0
1	1		0	1	1	0
1	1		1	0	0	1
1	1		1	0	1	1
1	1		1	1	0	1
1	1		1	1	1	0

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

J ~ S; K ~ R

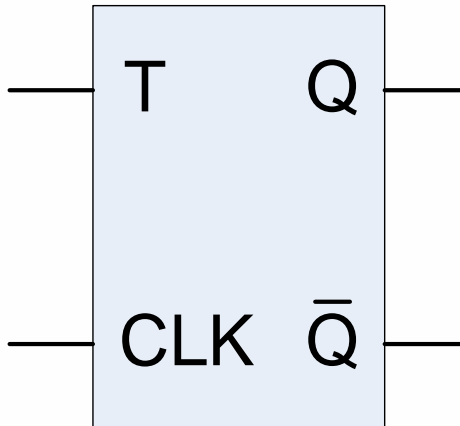


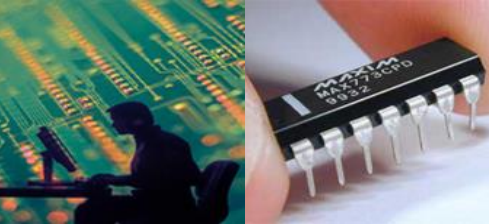
		JK			
Q'	Q	00	01	11	10
	0	0	0	1	1
	1	1	0	0	1
		nhớ	xóa	lật	thiết lập



d. Latch và FF loại T

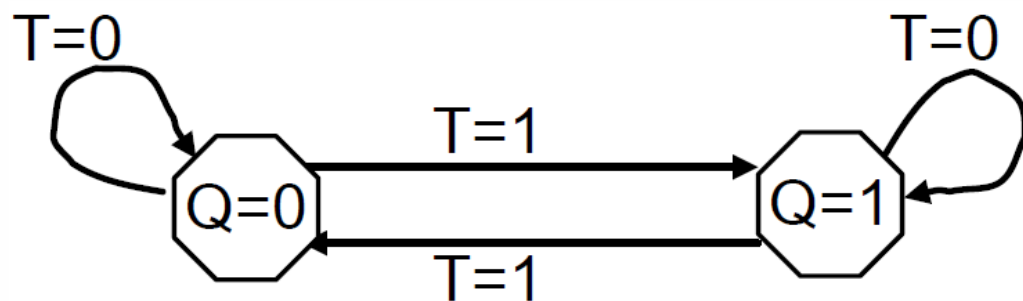
- Phần tử nhớ loại T chỉ hoạt động ở chế độ đồng bộ
- Sơ đồ khối:





Bảng chuyển trạng thái của phần tử nhớ loại T

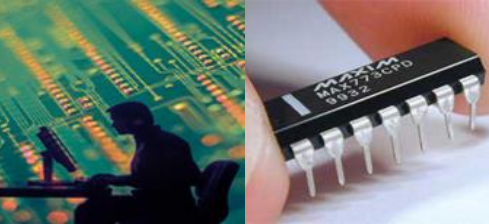
T	Q	Q'
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0



		T	
		0	1
Q	0	0	1
	1	1	0

nhớ lật

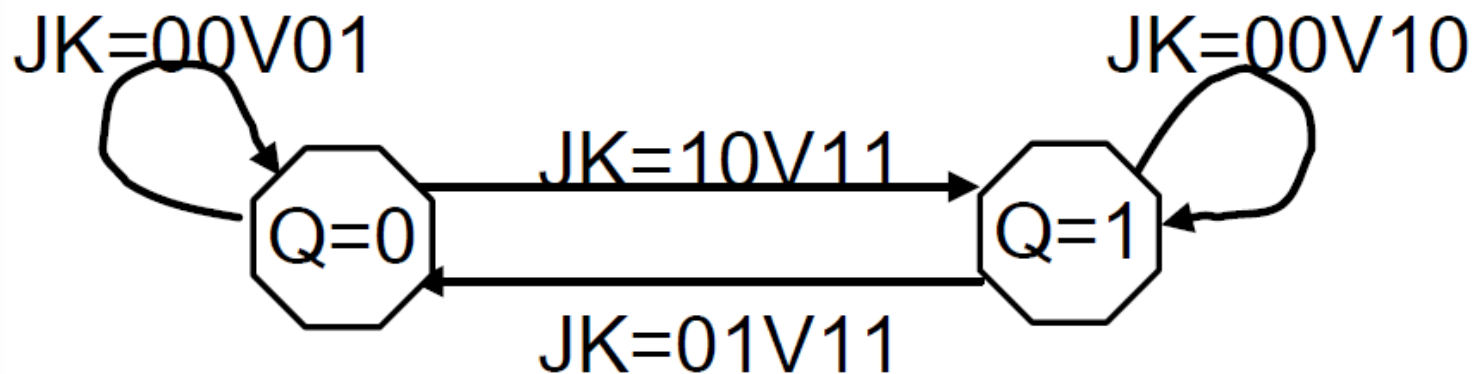
$$Q' = \overline{Q}T + Q\overline{T} = Q \oplus T$$

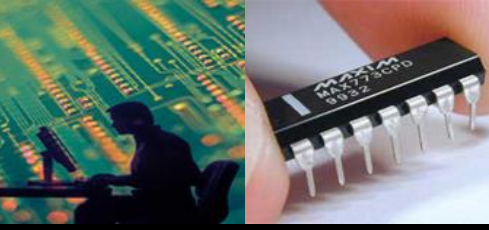


Xác định đầu vào kích cho FF

Q	Q'	FF-D	FF-T	FF-RS		FF-JK	
		D	T	S	R	J	K
0	0	0	0	0	x	0	x
0	1	1	1	1	0	1	x
1	0	0	1	0	1	x	1
1	1	1	0	x	0	x	0

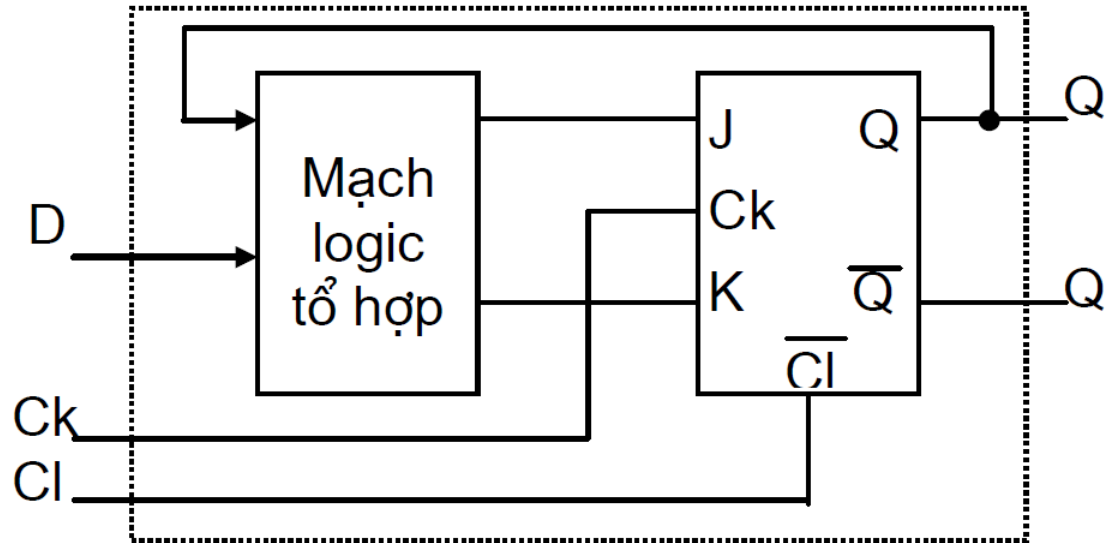
Ví dụ với FF-JK:





Xây dựng FF từ một FF khác

- Ví dụ xây dựng FF-D từ FF-JK:



D	Q	Q'	J	K
0	0	0	0	x
0	1	0	x	1
1	0	1	1	x
1	1	1	x	0

