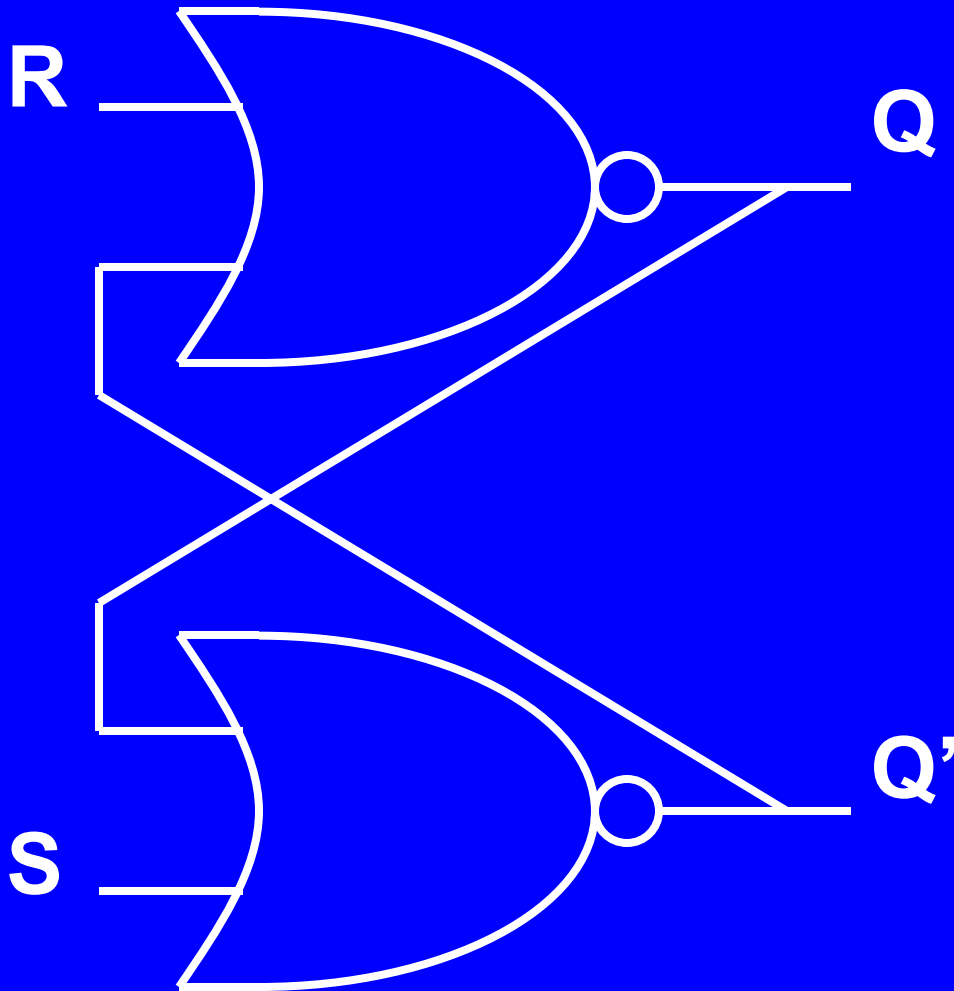
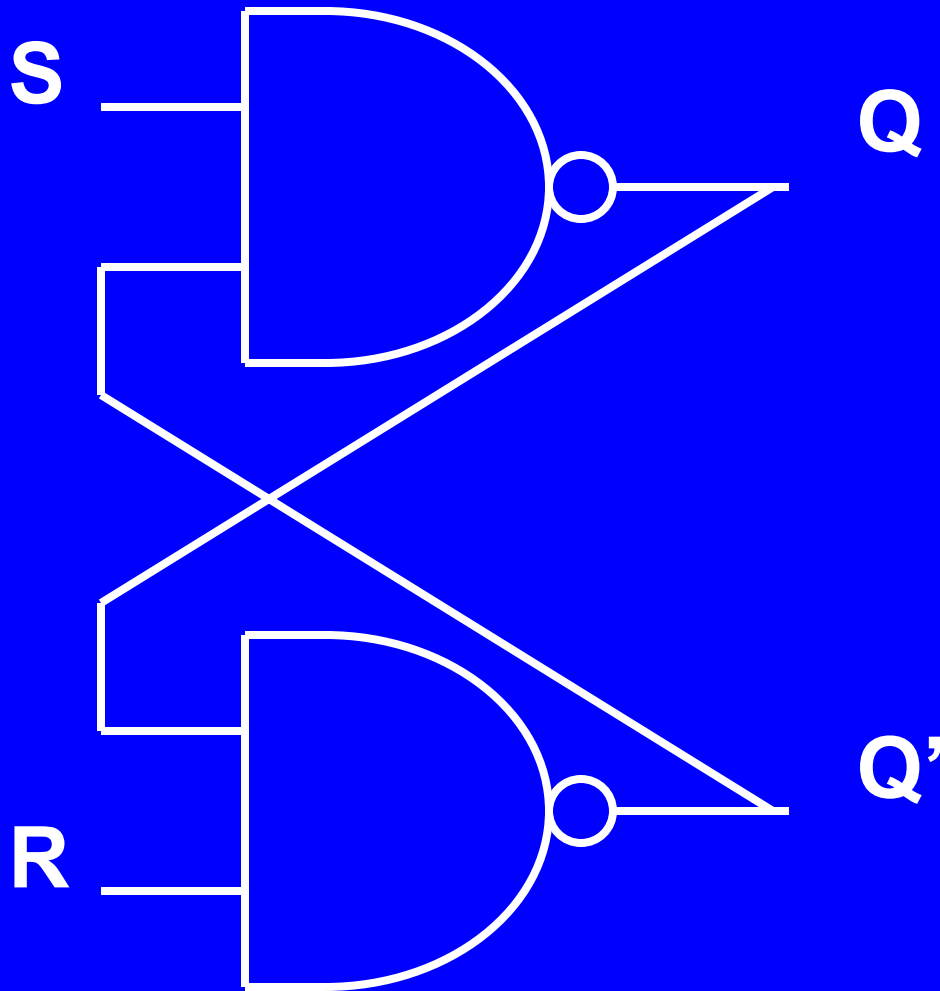


SR latch



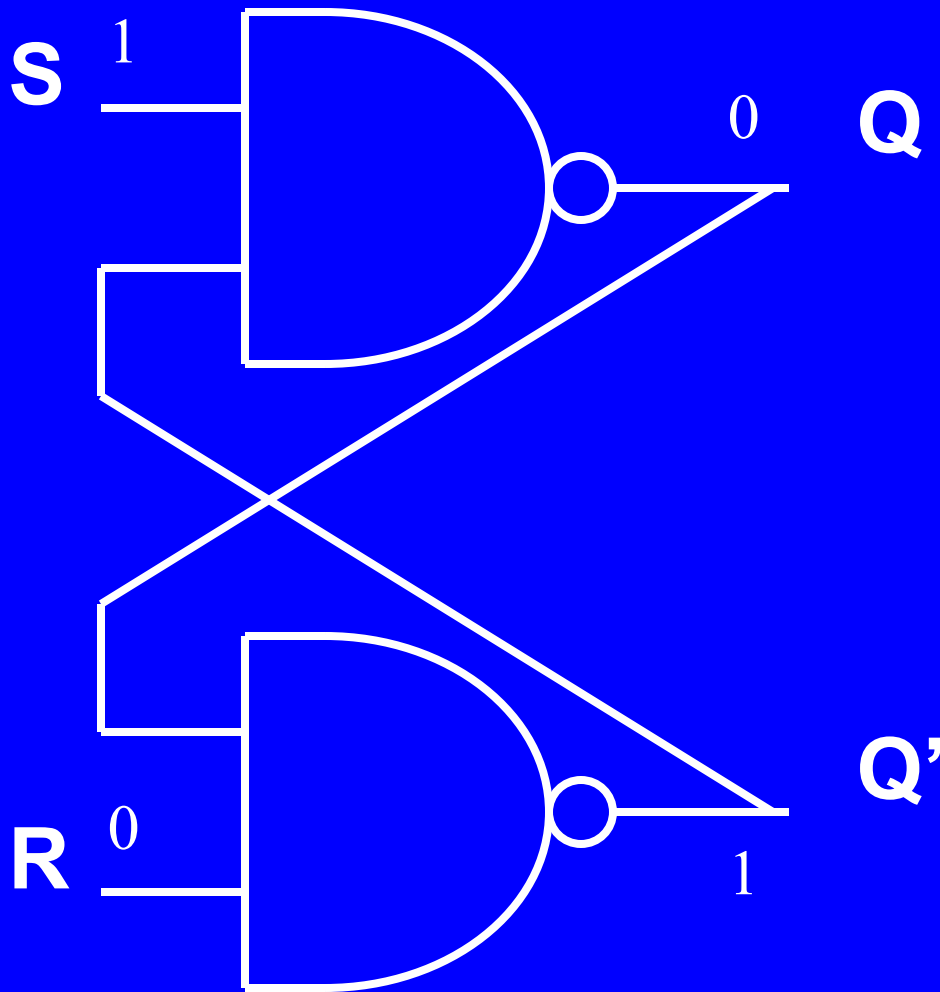
S	R	Q	Q'
1	0	1	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	0	0	1
1	1	0	0

SR latch



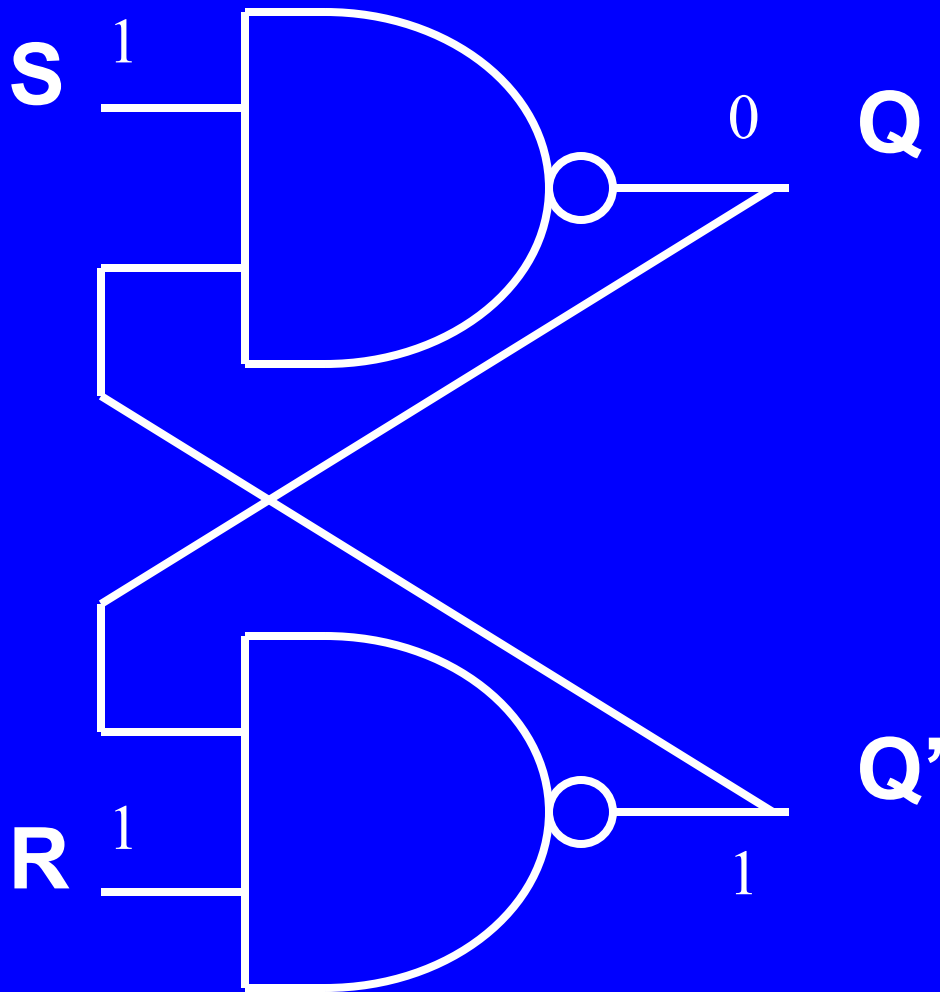
S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

SR latch



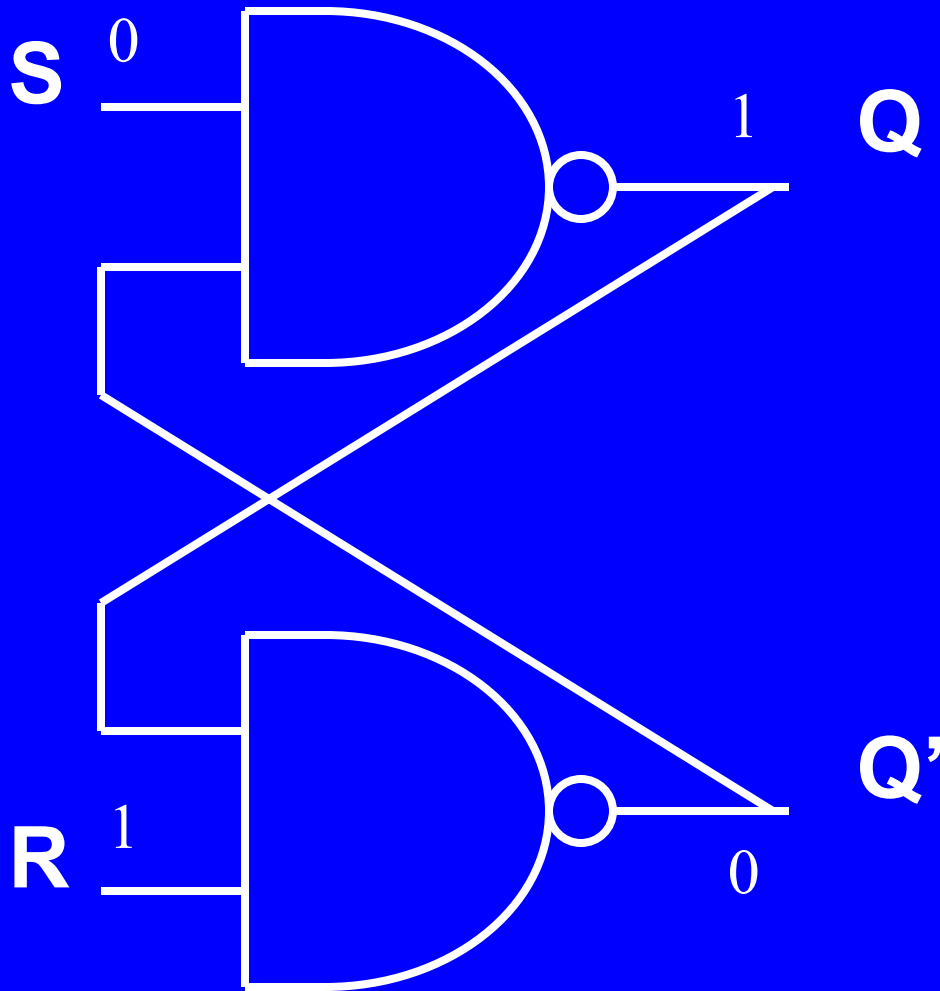
S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

SR latch



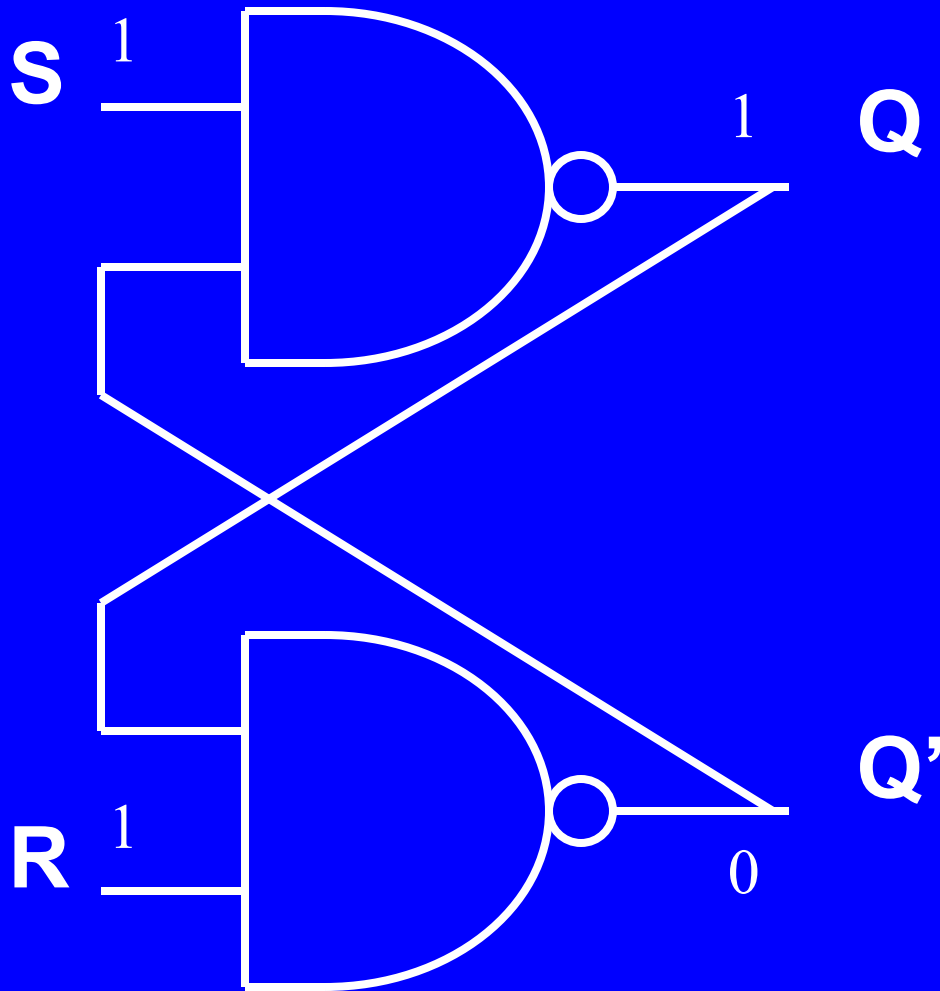
S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

SR latch



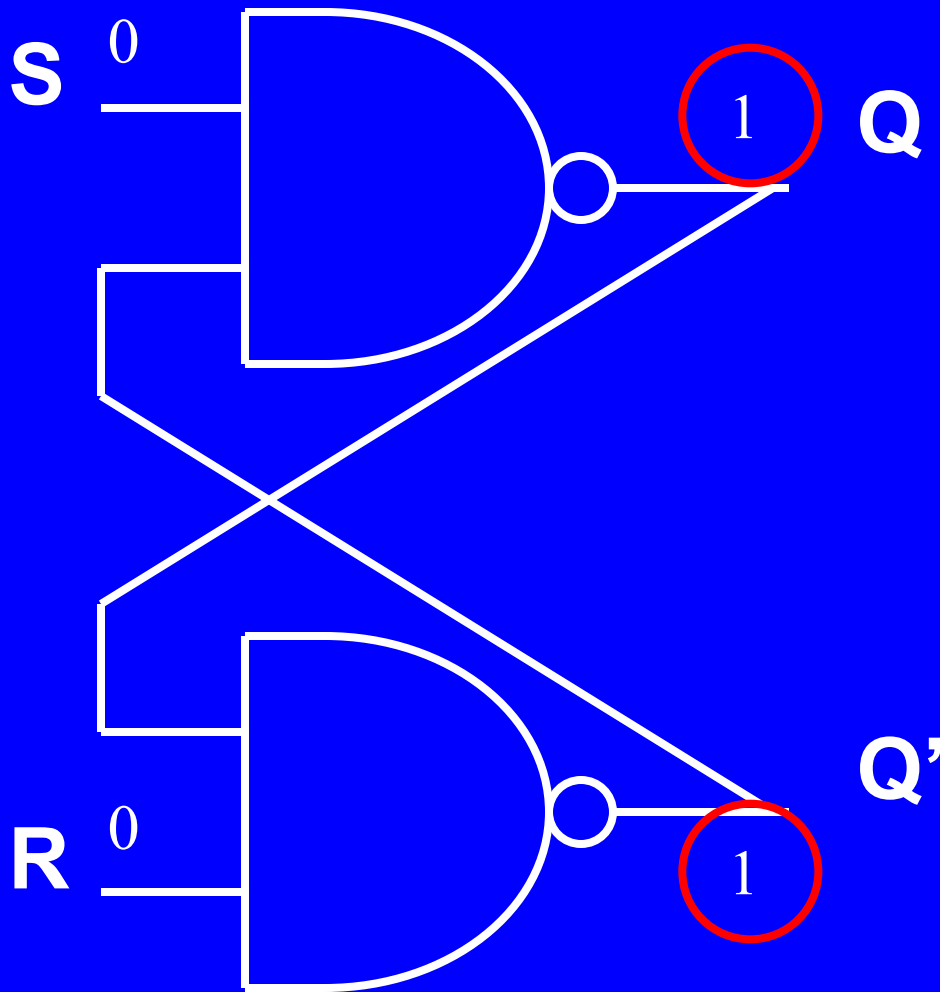
S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

SR latch



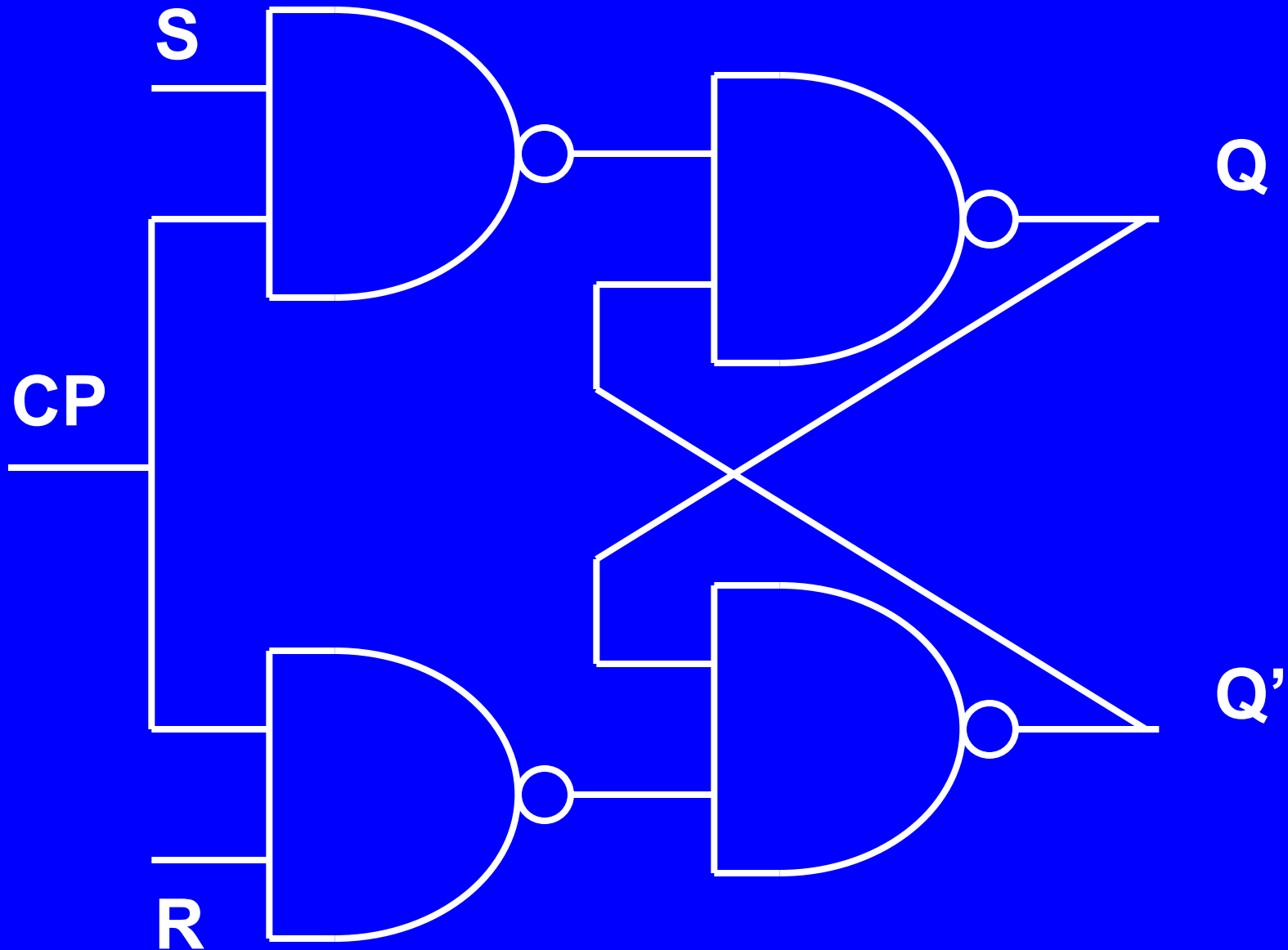
S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

SR latch

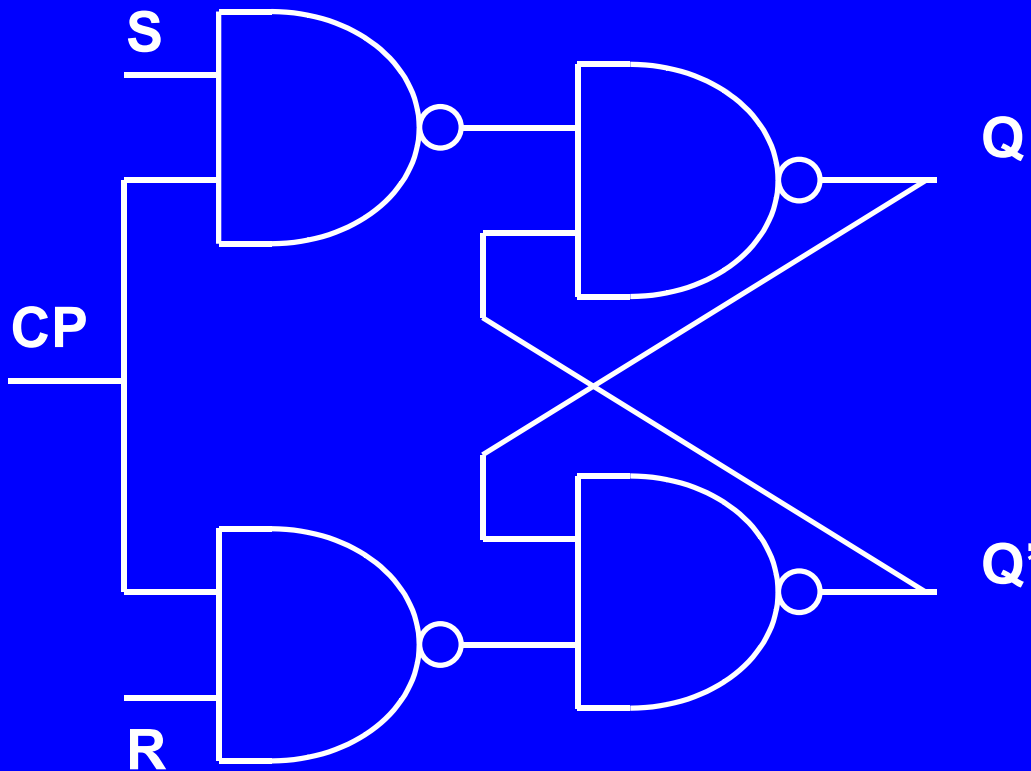


S	R	Q	Q'
1	0	0	1
1	1	0	1
0	1	1	0
1	1	1	0
0	0	1	1

Clocked SR latch

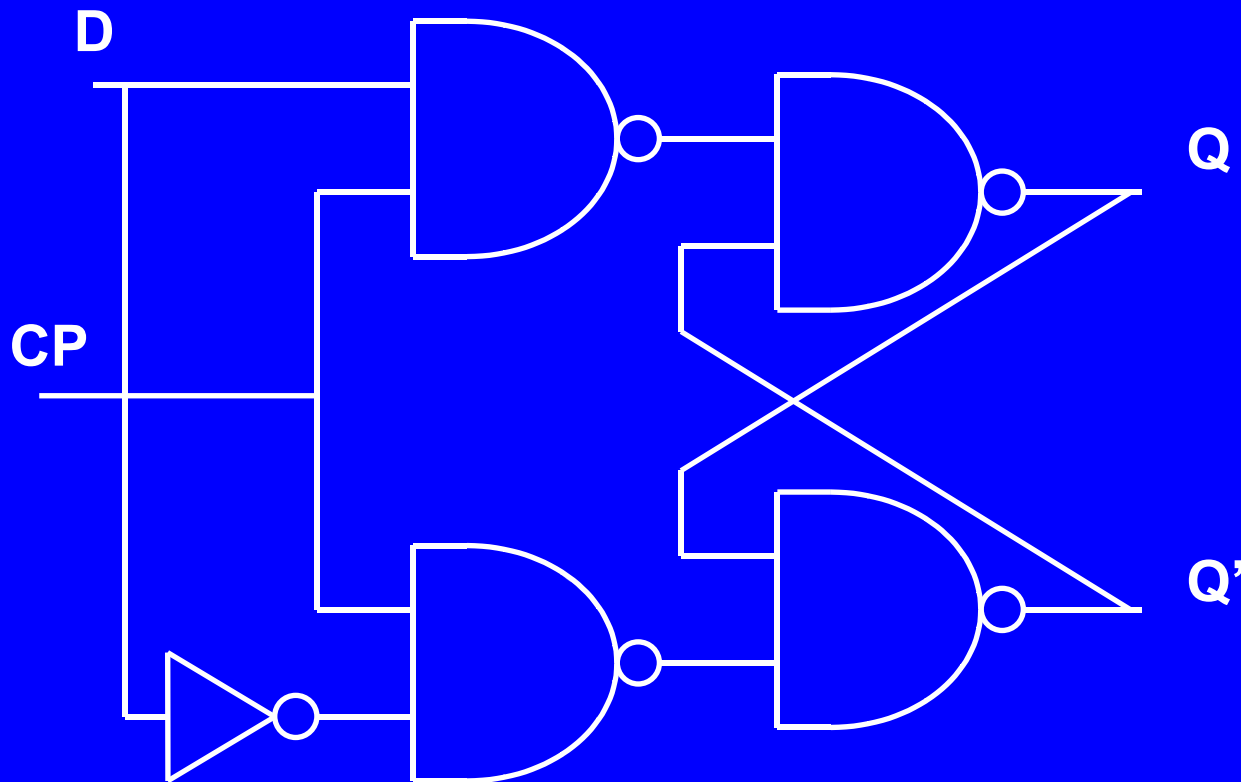


Clocked SR latch



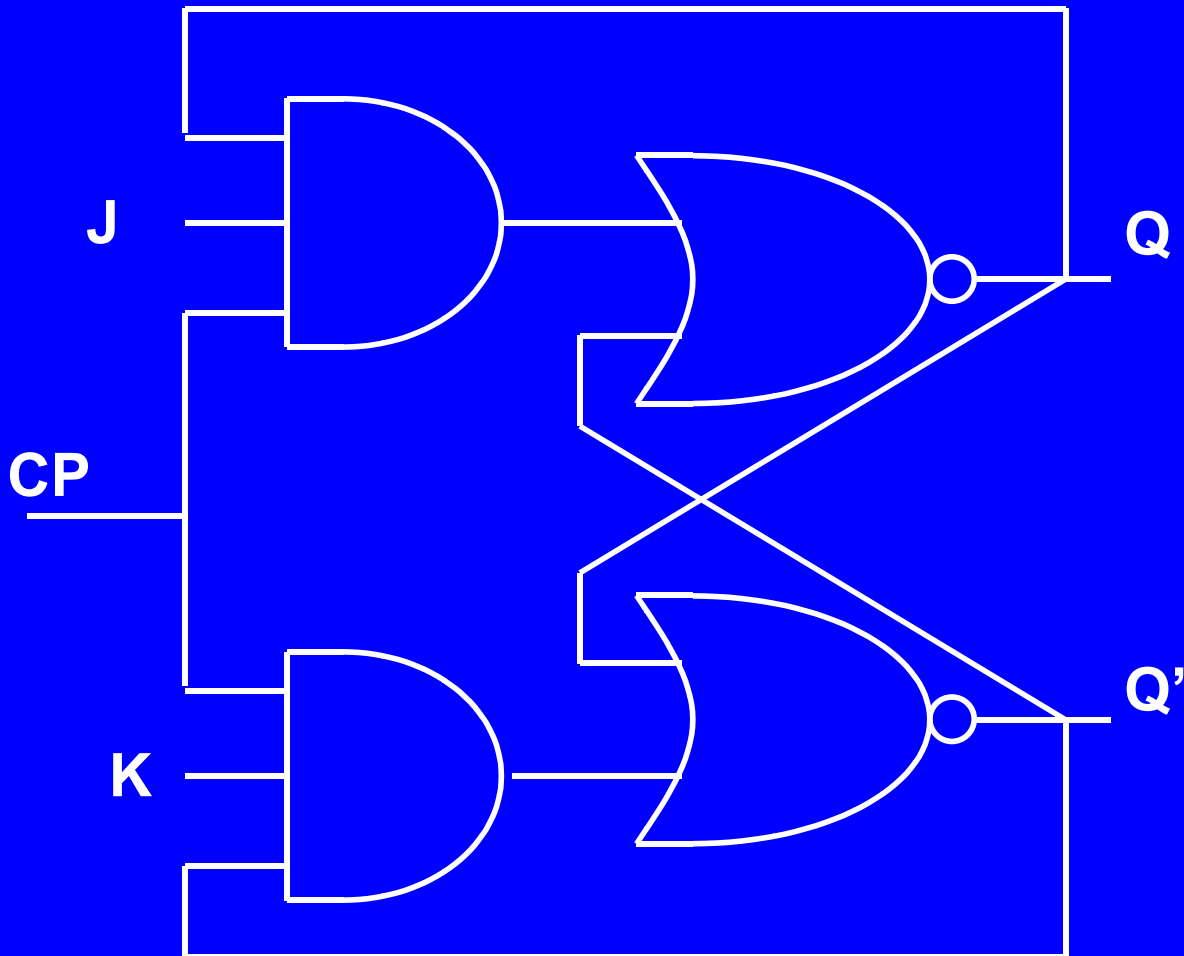
Q	S	R	Q(t+1)
0	0	0	0
0	0	1	0
0	1	0	1
0	1	1	X
1	0	0	1
1	0	1	0
1	1	0	1
1	1	1	X

Clocked D latch



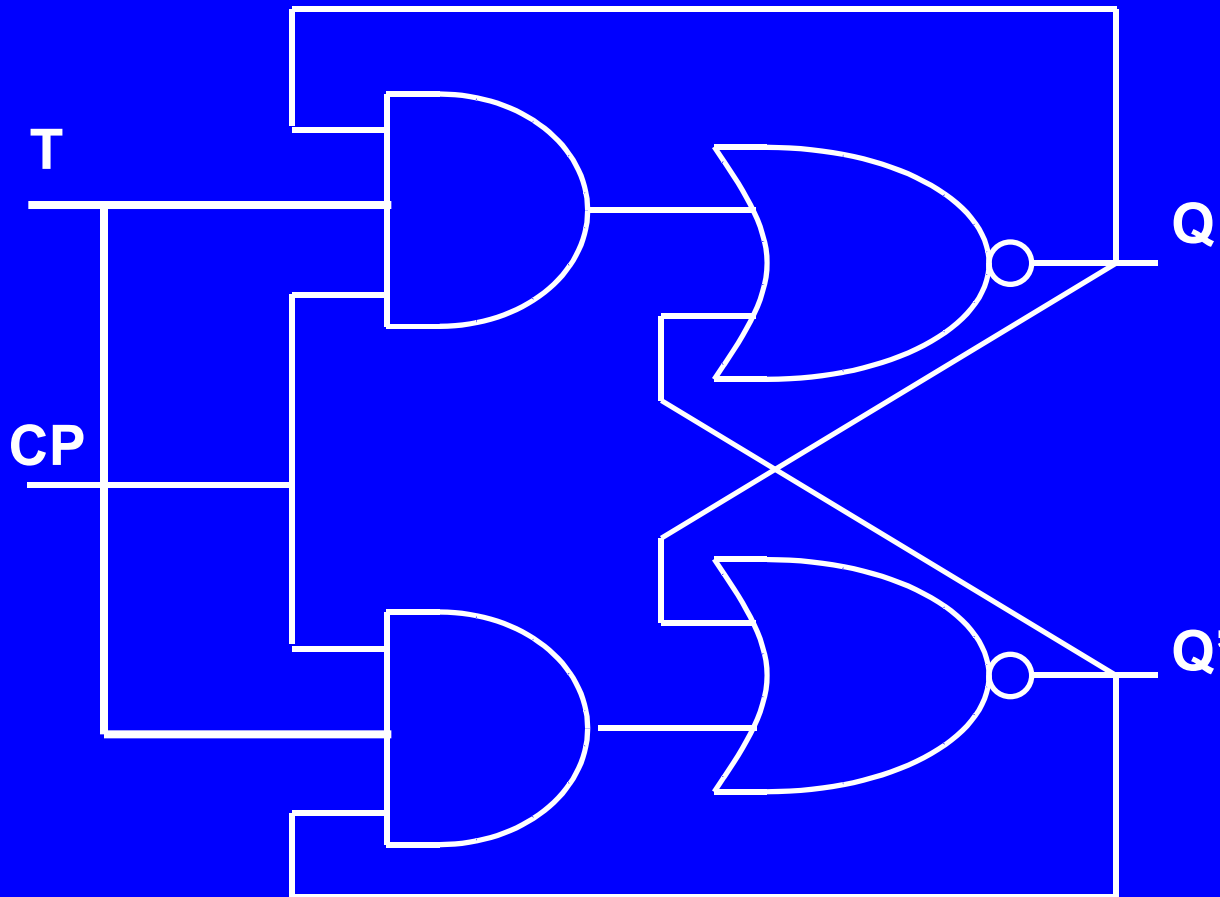
<u>Q</u>	<u>D</u>	<u>Q(t+1)</u>
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

Clocked JK latch



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

Clocked T latch



<u>Q</u>	<u>T</u>	<u>Q(t+1)</u>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Κατηγορίες ακολουθιακών στοιχείων

❖ Latches

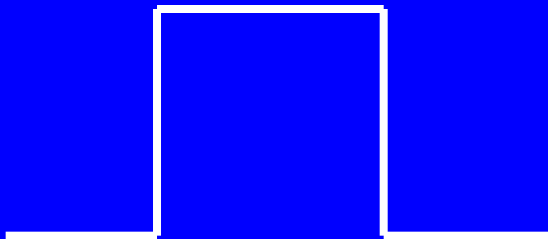
- level-sensitive
- edge triggered

❖ Flip-flops

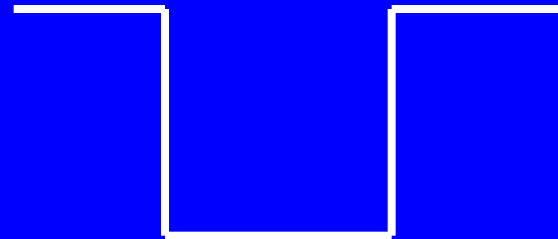
- ◆ Με σύγχρονο/ασύγχρονο reset ή enable

Χρονισμός

Θετικός παλμός



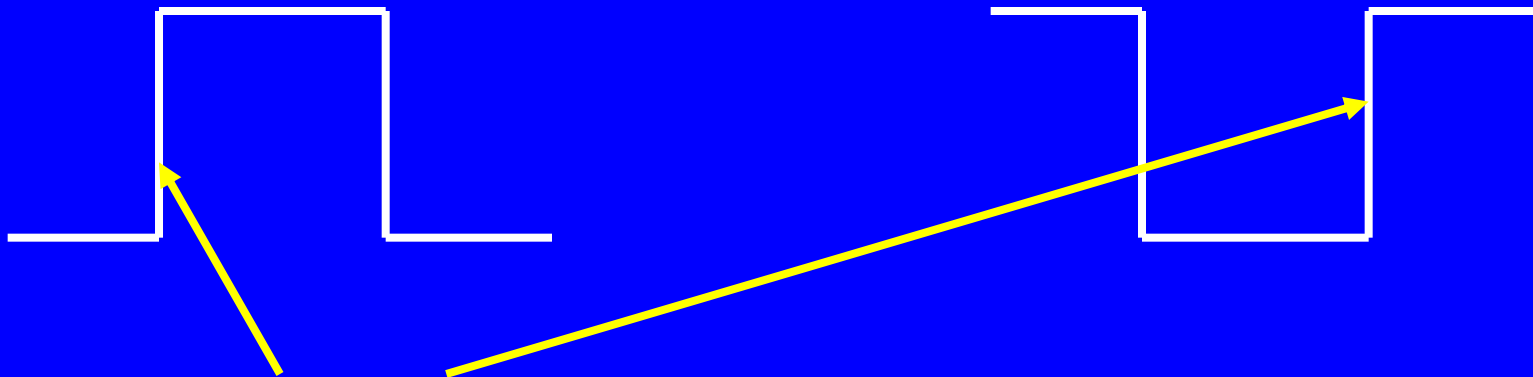
Αρνητικός παλμός



Χρονισμός

Θετικός παλμός

Αρνητικός παλμός

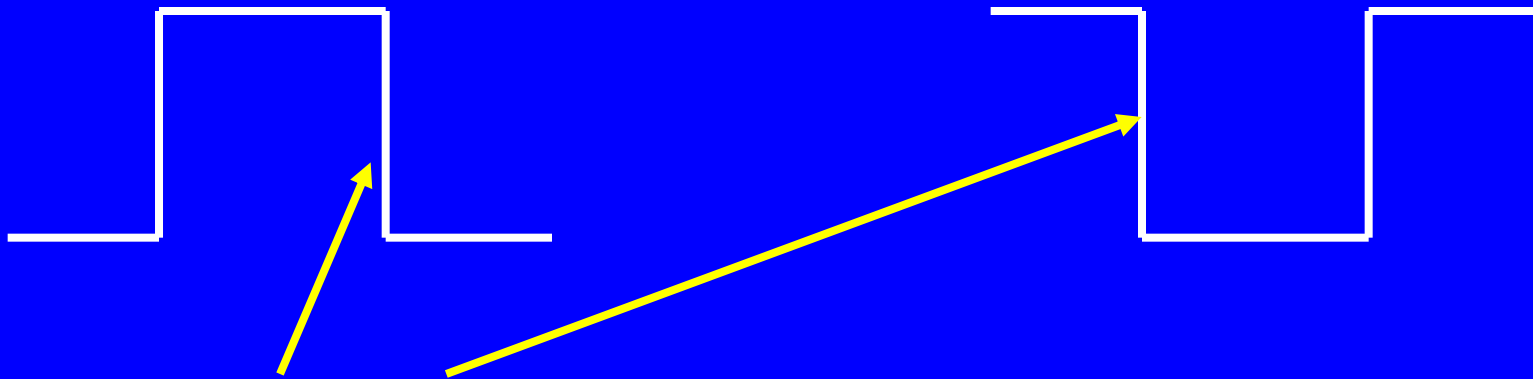


Θετική ακμή

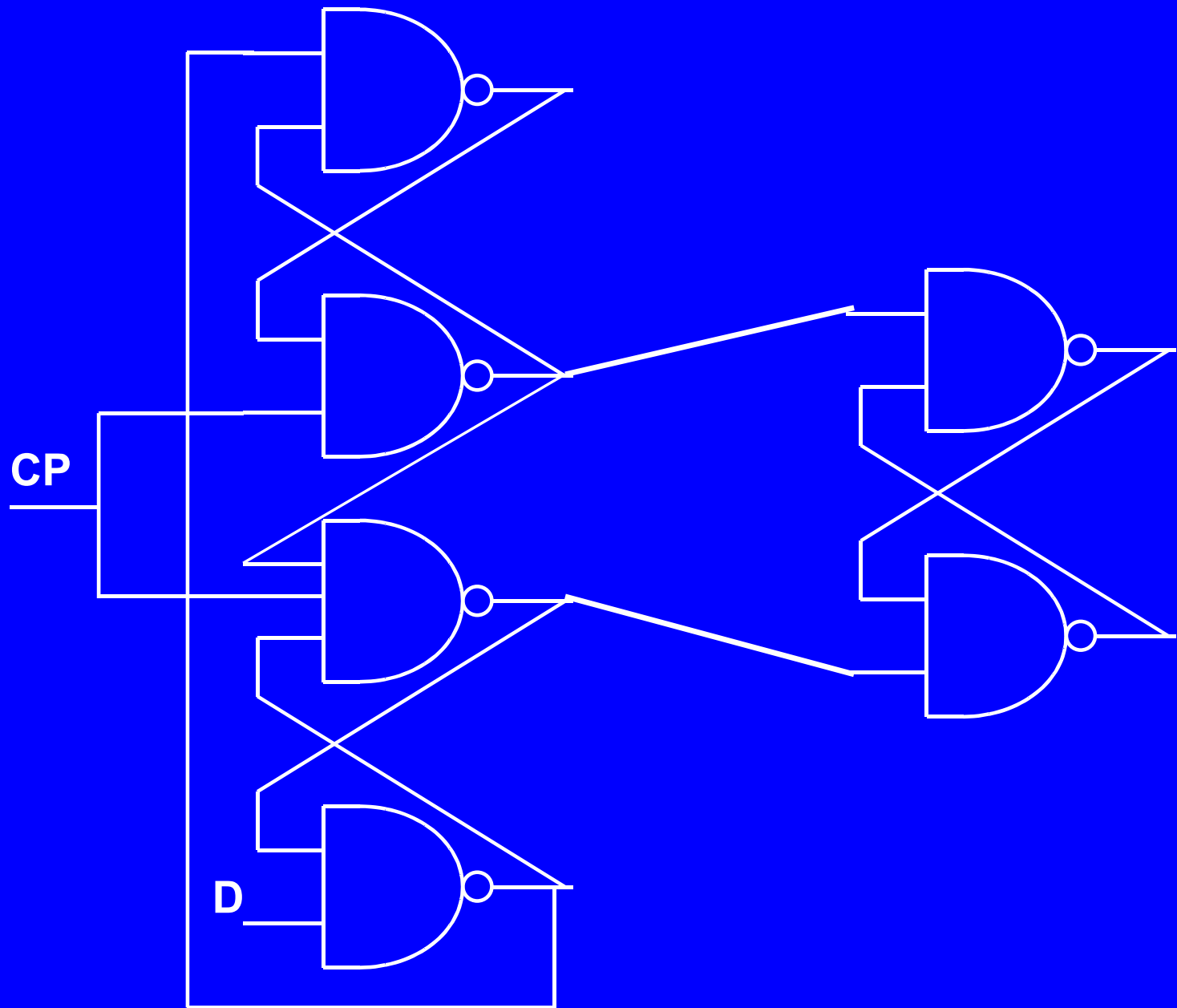
Χρονισμός

Θετικός παλμός

Αρνητικός παλμός



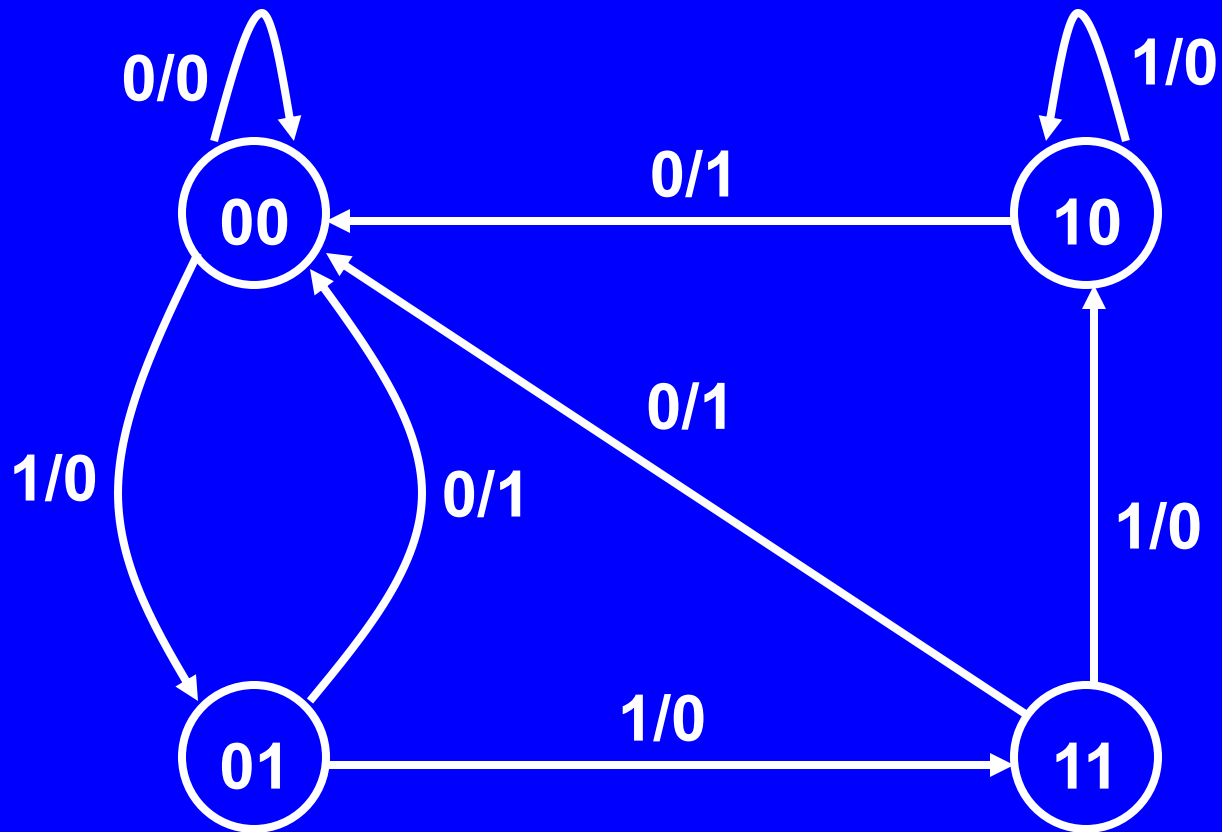
Αρνητική ακμή



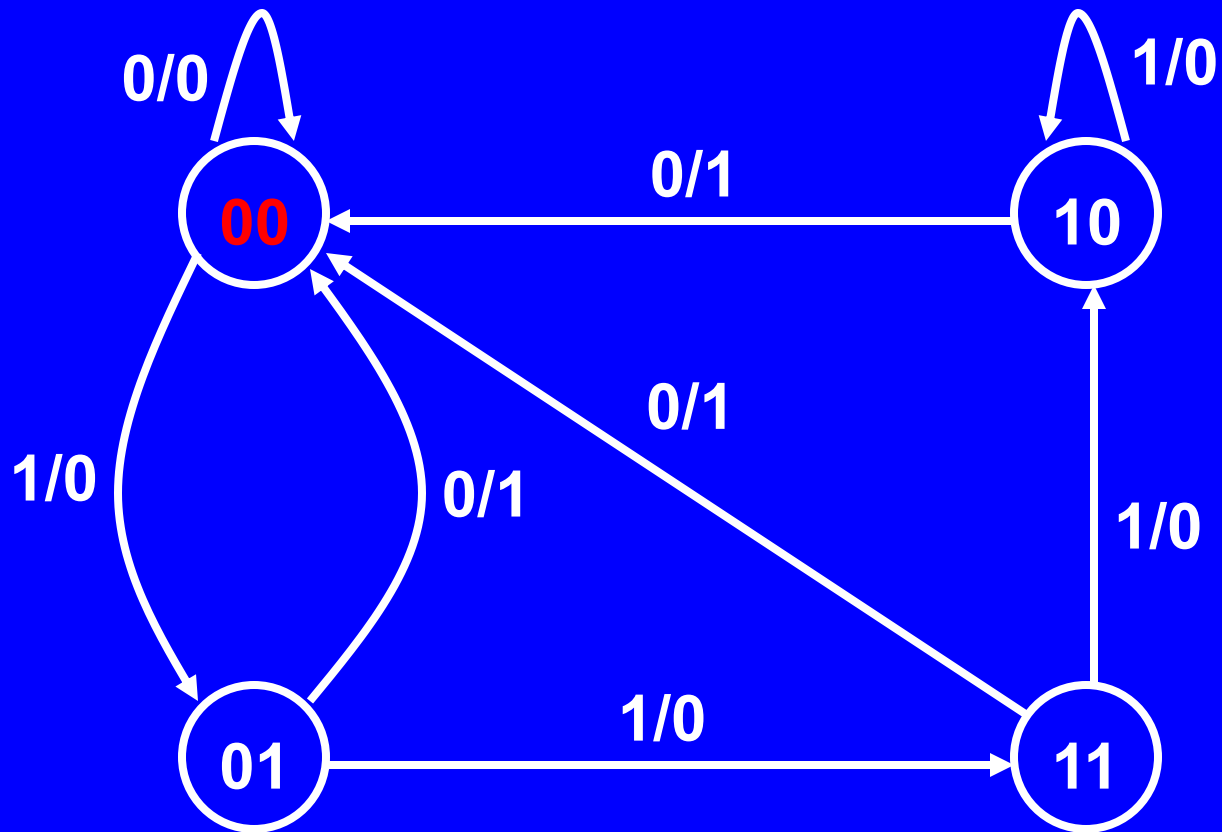
Πίνακας καταστάσεων

Αρχική		Είσοδος	Επόμενη		Έξοδος
A	B	X	A	B	Y
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	1
0	1	1	1	1	0
1	0	0	0	0	1
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	0	0

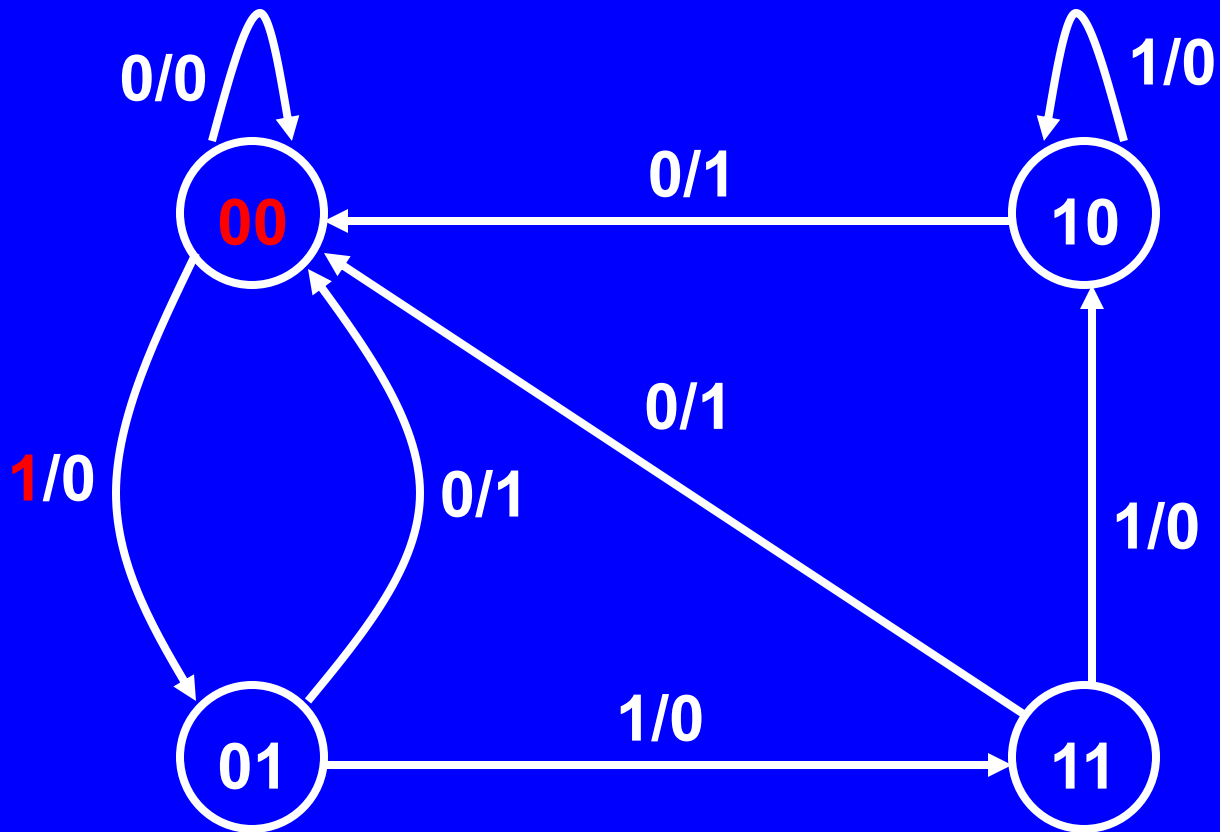
Διάγραμμα καταστάσεων



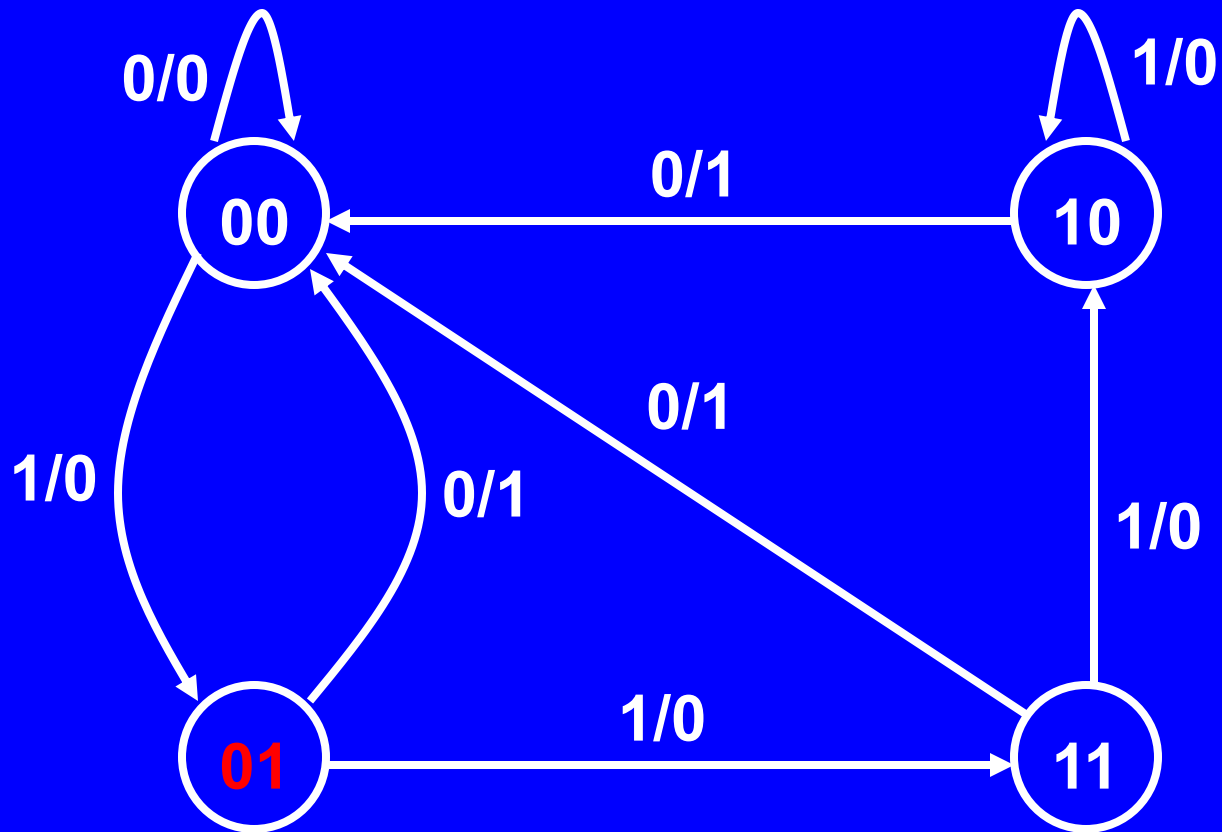
Διάγραμμα καταστάσεων



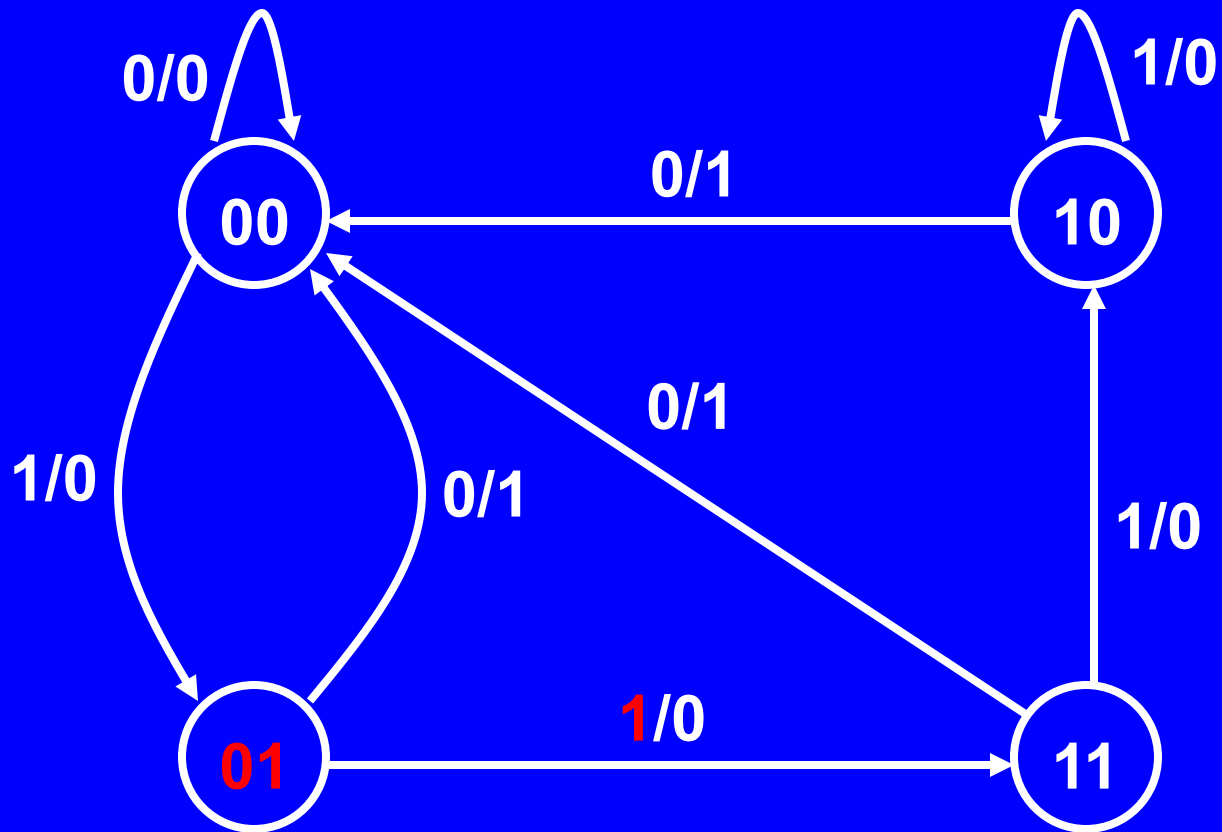
Διάγραμμα καταστάσεων



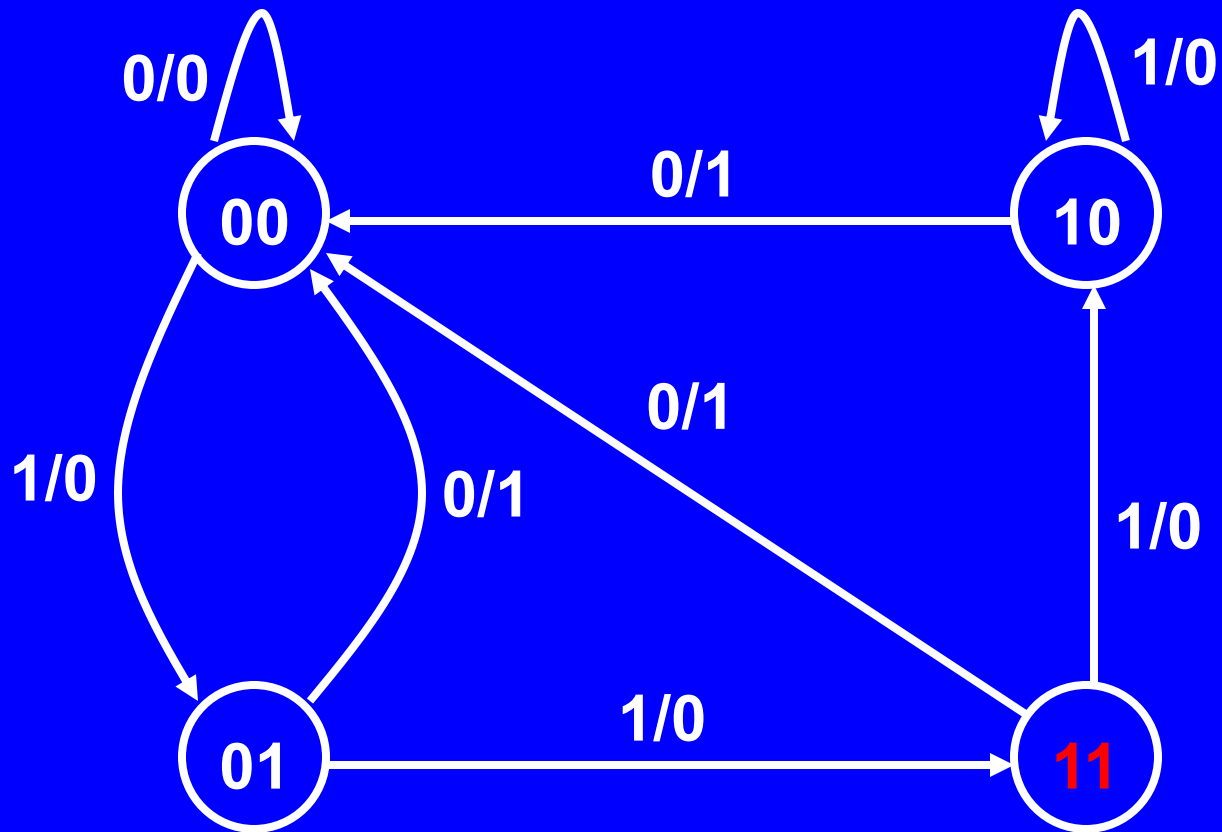
Διάγραμμα καταστάσεων



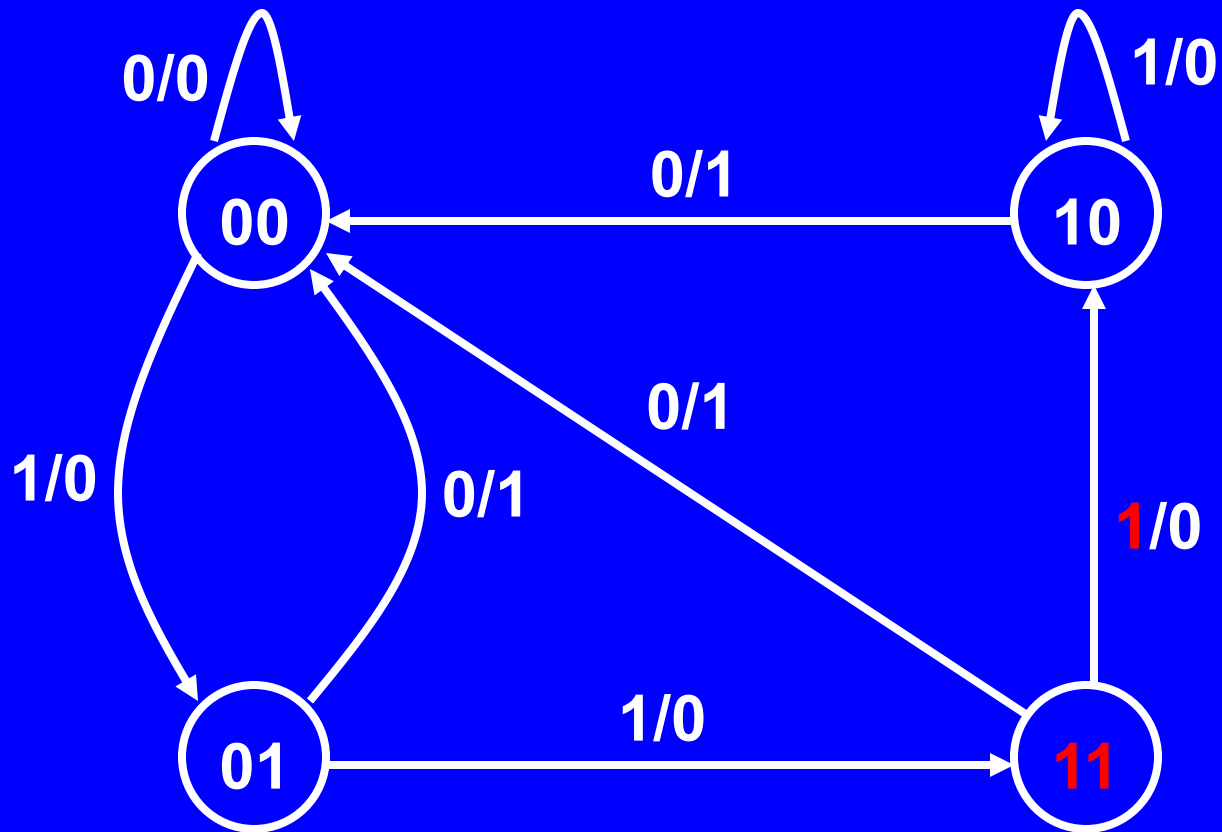
Διάγραμμα καταστάσεων



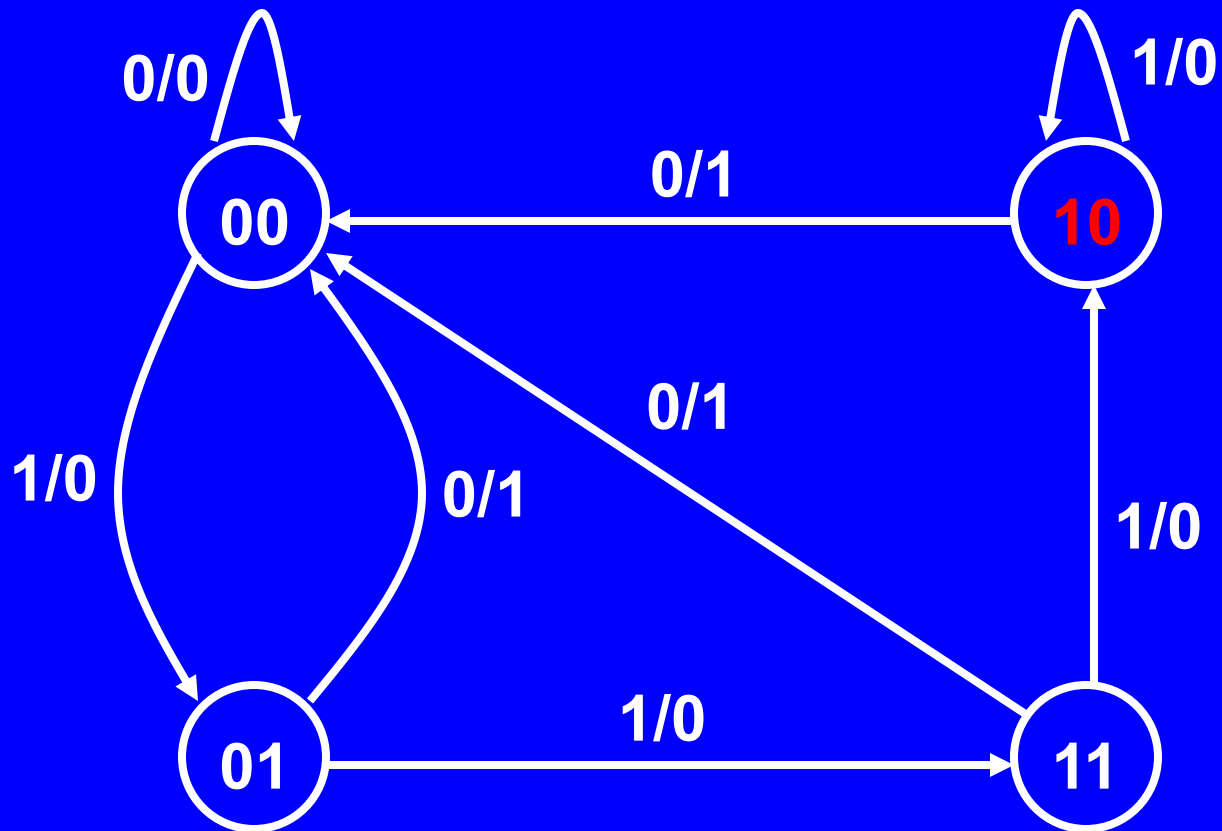
Διάγραμμα καταστάσεων



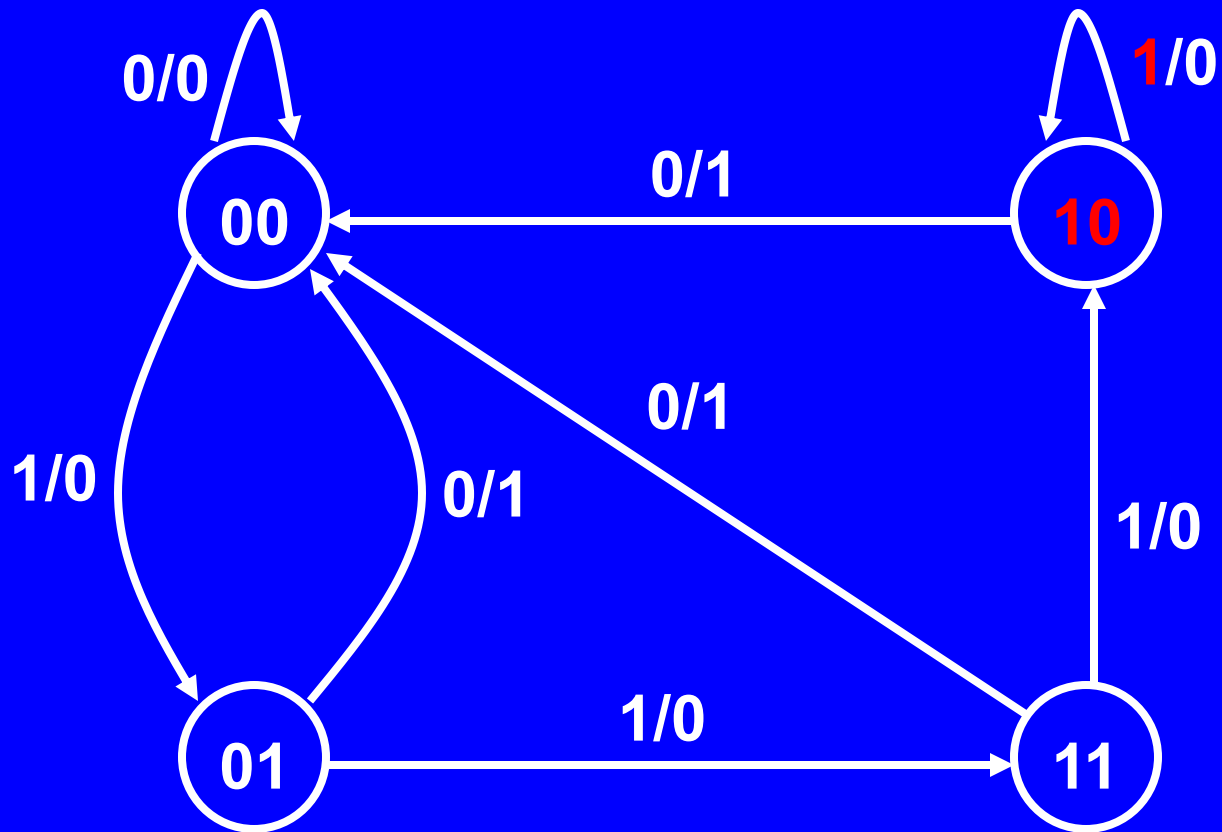
Διάγραμμα καταστάσεων



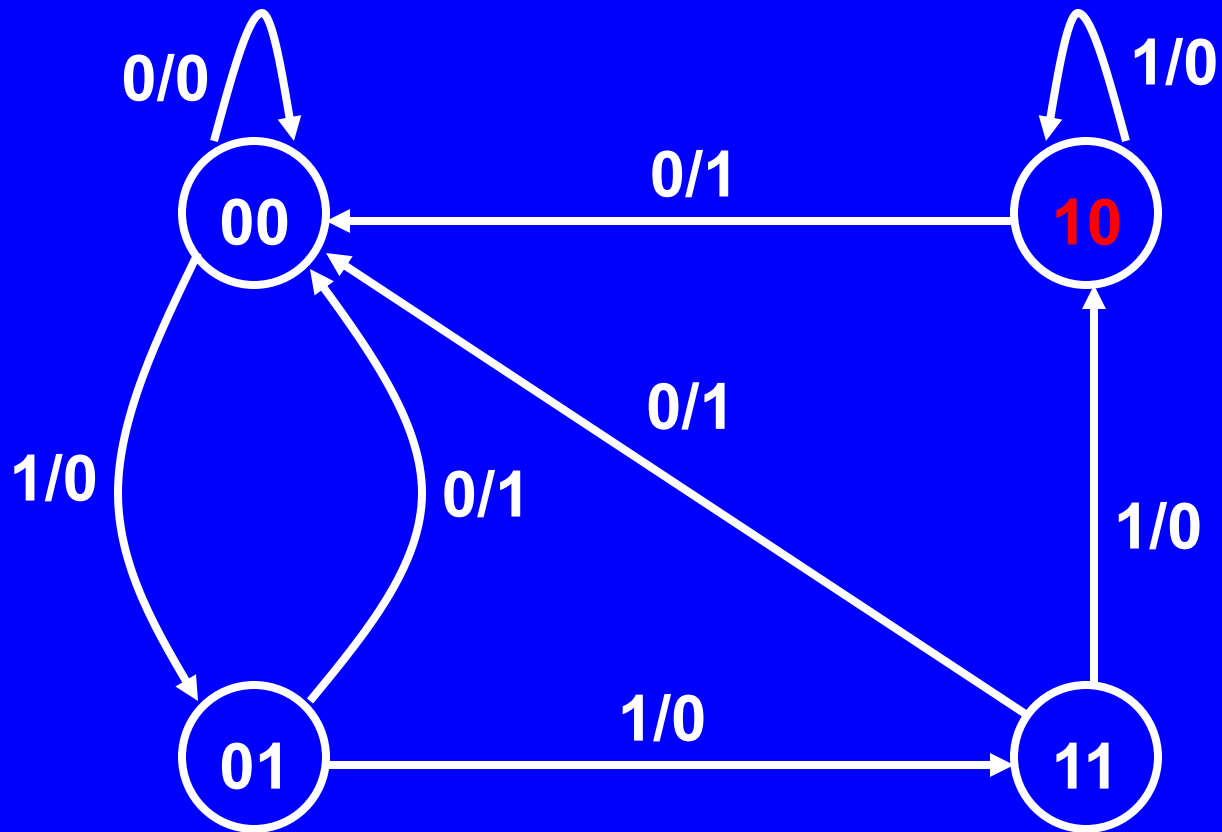
Διάγραμμα καταστάσεων



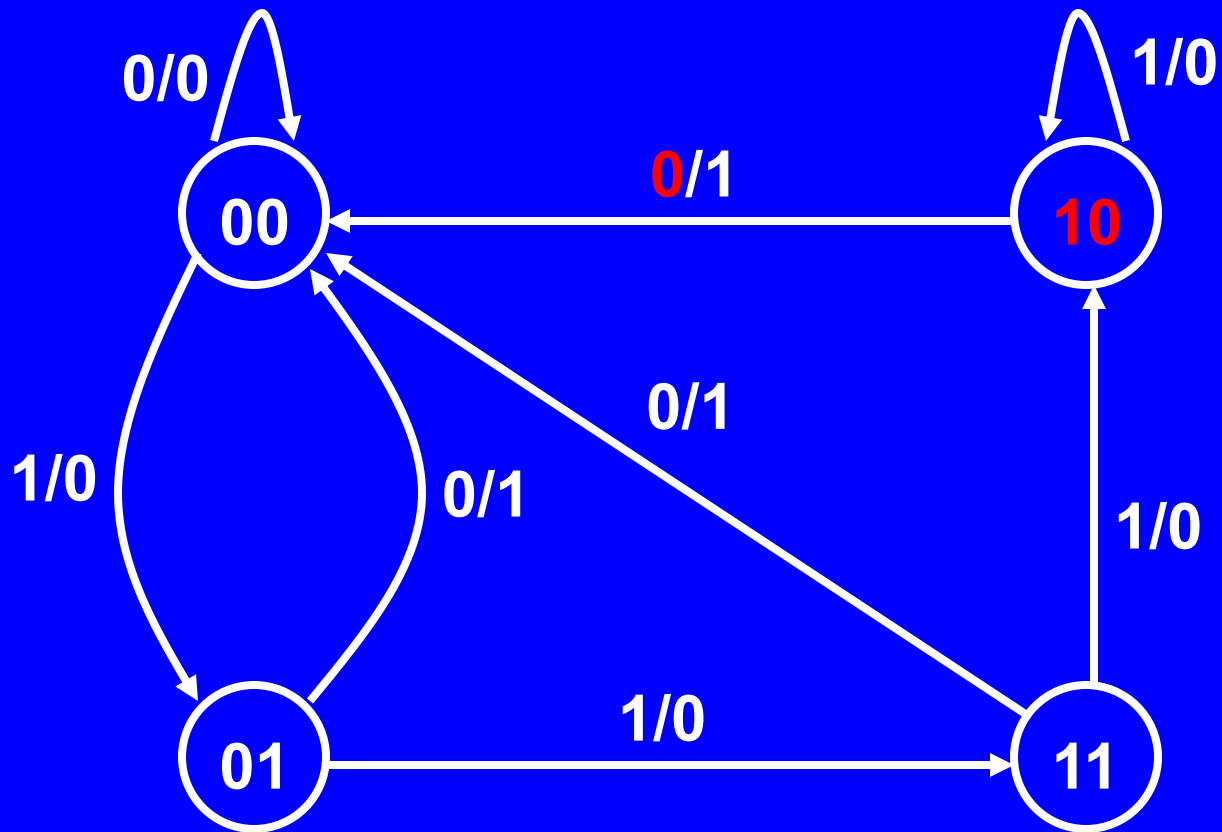
Διάγραμμα καταστάσεων



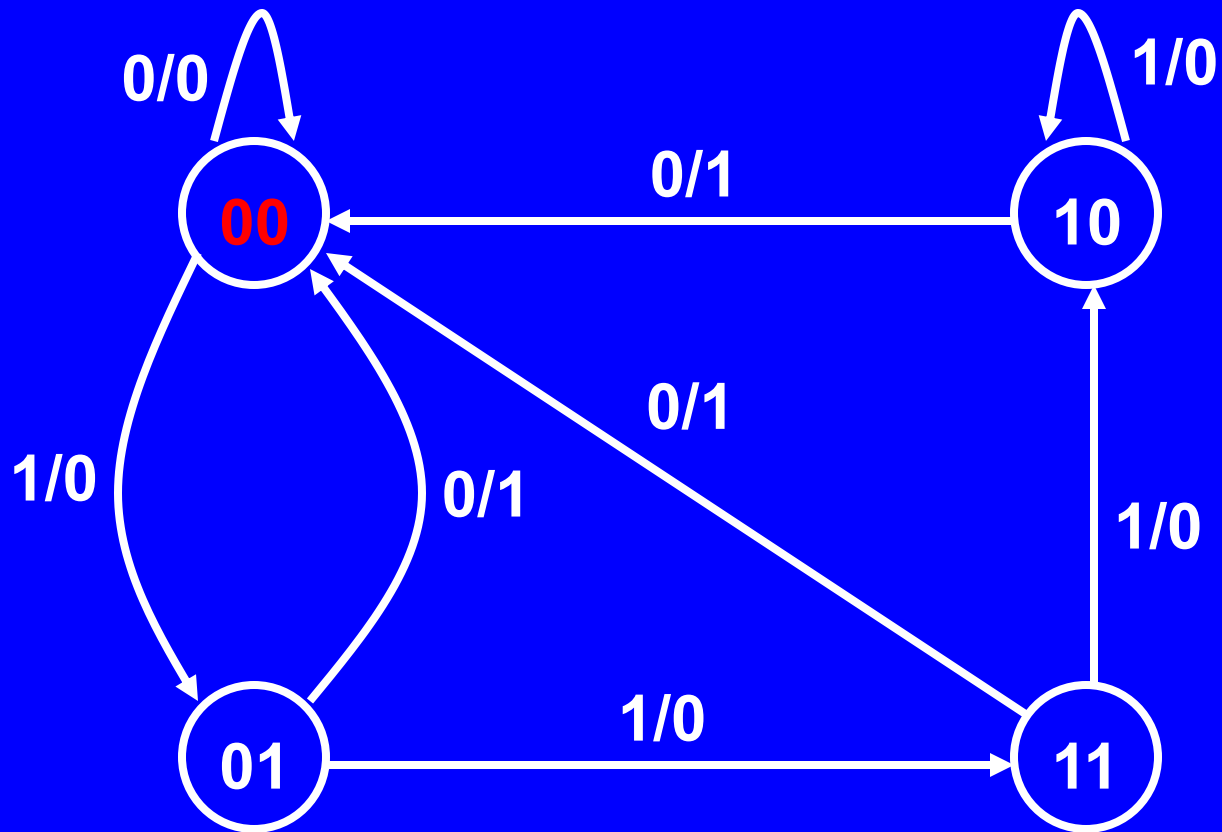
Διάγραμμα καταστάσεων



Διάγραμμα καταστάσεων



Διάγραμμα καταστάσεων



Πίνακες διέγερσης

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>S</u>	<u>R</u>
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>J</u>	<u>K</u>
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>D</u>
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>T</u>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Σχεδίαση με D latches

Αρχική		Είσοδος	Επόμενη		Είσοδοι D		
A	B	X	A	B	DA	DB	Y
0	0	0	0	1	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	0	1	1	1	1	1
0	1	1	1	0	1	0	0
1	0	0	1	1	1	1	1
1	0	1	1	0	1	0	0
1	1	0	0	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1	1	0

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

Y

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

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

DA

BX

A

	00	01	11	10
0	0	0	1	1
1	1	1	1	0

$$DA = AB' + AX + A'B$$

Y

DB

BX

A

	00	01	11	10
0	1	0	0	1
1	1	0	1	0

BX

A

	00	01	11	10
0	0	0	0	1
1	1	0	0	1

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

$$DA = AB' + AX + A'B$$

$$DB = B'X' + A'X' + ABX$$

Y

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

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

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

$$DA = AB' + AX + A'B$$

$$DB = B'X' + A'X' + ABX$$

$$Y = AX' + BX$$

Y

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

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

Πίνακες διέγερσης

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>S</u>	<u>R</u>
0	0	0	X
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	X	0

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>J</u>	<u>K</u>
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>D</u>
0	0	0
0	1	1
1	0	0
1	1	1

<u>Q(t)</u>	<u>Q(t+1)</u>	<u>T</u>
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

Σχεδίαση με JK latches

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

Αρχική		Είσοδος	Επόμενη		Είσοδοι JK			
A	B	X	A	B	JA	KA	JB	KB
0	0	0	0	1	0	X	1	X
0	0	1	0	0	0	X	0	X
0	1	0	1	1	1	X	X	0
0	1	1	1	0	1	X	X	1
1	0	0	1	1	X	0	1	X
1	0	1	1	0	X	0	0	X
1	1	0	0	0	X	1	X	1
1	1	1	1	1	X	0	X	0

JA

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

KA

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

JB

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

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

JA

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

KA

$$JA=B$$

KA		BX			
		00	01	11	10
A					
0		X	X	X	X
1		0	0	1	0

$$KA=BX$$

JB

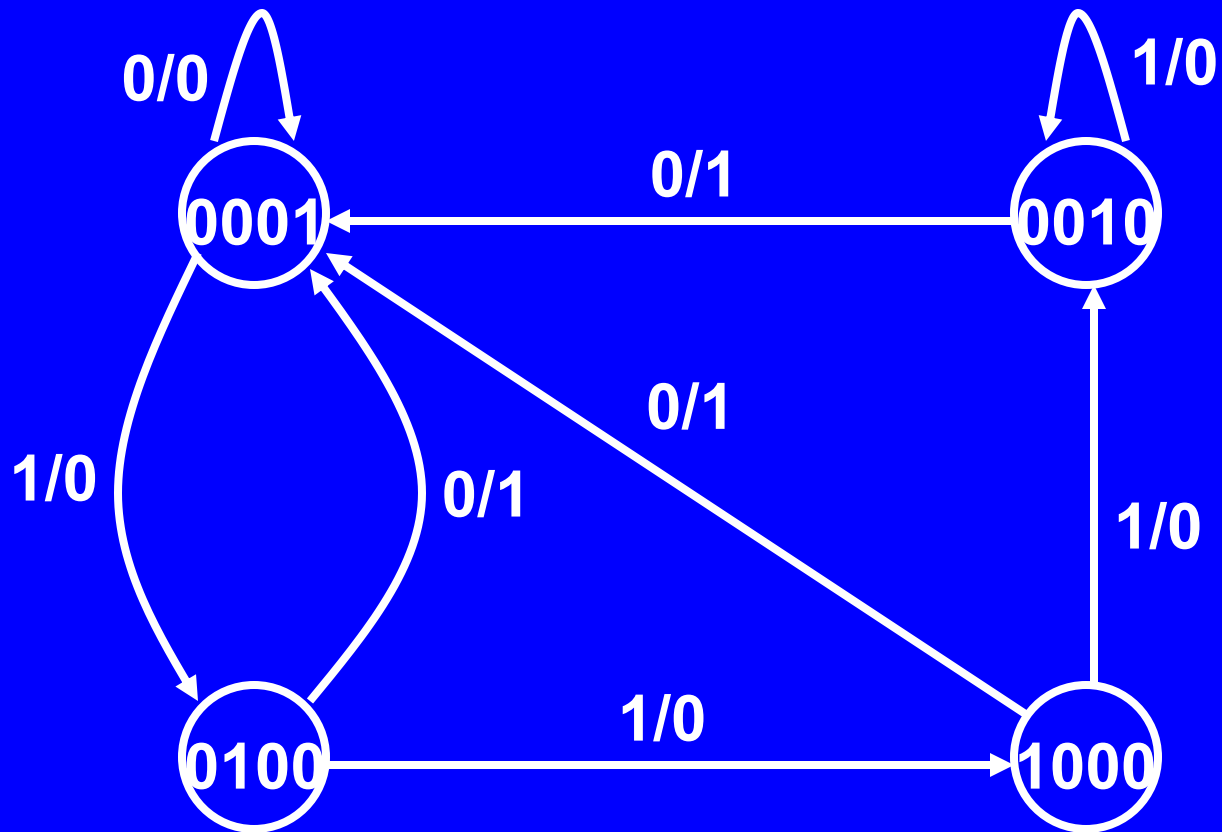
BX		00	01	11	10
A					
0	1	0	X	X	
1	1	0	X	X	

$$JB=X'$$

KB		BX			
		00	01	11	10
A					
0	X	X	1	0	
1	X	X	0	1	

$$KB=A'X+AX'$$

Διάγραμμα καταστάσεων one-hot



Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

$$DA=BX$$

Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

DA=BX

DB=DX

Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

$$DA=BX$$

$$DB=DX$$

$$DC=CX+AX$$

Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

$$DA=BX$$

$$DB=DX$$

$$DC=(C+A)X$$

Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

$$DA=BX$$

$$DB=DX$$

$$DC=(C+A)X$$

$$DD=AX'+BX'+CX'+DX'$$

Σχεδίαση one-hot

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
0	0	0	1	0	0	0	0	1	
0	0	0	1	1	0	1	0	0	
0	0	1	0	0	0	0	0	1	
0	0	1	0	1	0	0	1	0	
0	1	0	0	0	0	0	0	1	
0	1	0	0	1	1	0	0	0	
1	0	0	0	0	0	0	0	1	
1	0	0	0	1	0	0	1	0	

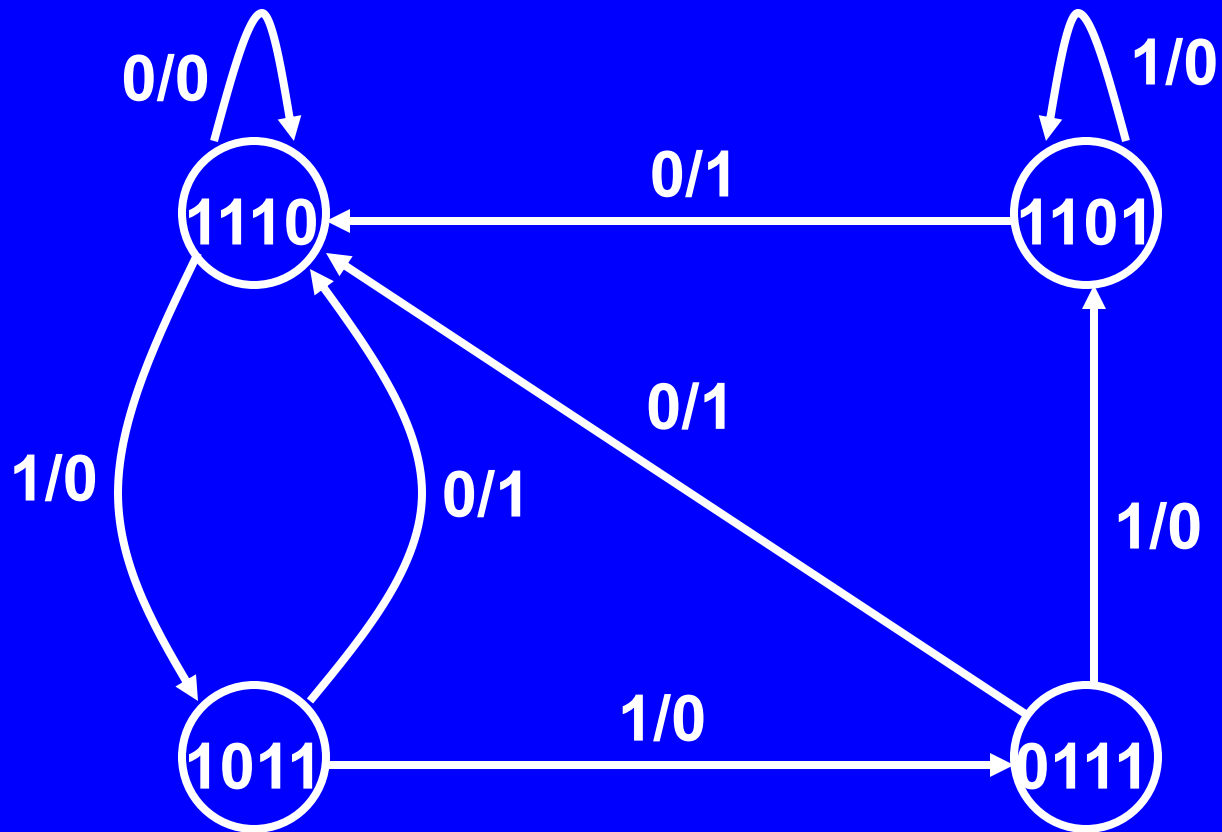
$$DA=BX$$

$$DB=DX$$

$$DC=(C+A)X$$

$$DD=X'$$

Διάγραμμα καταστάσεων one-cold



Σχεδίαση one-cold

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	1	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	1	

Σχεδίαση one-cold

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	1	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	1	

$$DA=B+X'$$

Σχεδίαση one-cold

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	1	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	1	

$$DA=B+X'$$

$$DB=D+X'$$

Σχεδίαση one-cold

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	1	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	1	

$$DA=B+X'$$

$$DB=D+X'$$

$$DC=(C+X') \\ (A+X')$$

Σχεδίαση one-cold

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	1	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	1	

$$DA=B+X'$$

$$DB=D+X'$$

$$DC=X'+AC$$

Σχεδίαση one-cold

Αρχική					Επόμενη				
A	B	C	D	X	A	B	C	D	
1	1	1	0	0	1	1	1	0	
1	1	1	0	1	1	0	1	1	
1	1	0	1	0	1	1	1	0	
1	1	0	1	1	1	1	0	1	
1	0	1	1	0	1	1	1	0	
1	0	1	1	1	0	1	1	1	
0	1	1	1	0	1	1	1	0	
0	1	1	1	1	1	1	0	1	

$$DA=B+X'$$

$$DB=D+X'$$

$$DC=X'+AC$$

$$DD=X$$