

مدار منطقی

فصل ۵: مدارهای ترتیبی
(Sequential Circuits)

بخش پنجم: طراحی مدارهای ترتیبی

اکثر شکل‌های این درس از اسلایدهای ویرایش ۶ کتاب مانو
اخذ شده است.

مطالب درس امروز

- جدول تحریک FFها (FFs excitation tables)
- طراحی مدارهای ترتیبی همگام

جدول تحریک FFها

- ورودی (های) مورد نیاز برای هر تغییر خروجی FF را مشخص می کند
- از روی جدول مشخصه به دست می آید

$Q \rightarrow Q^+$	S R	J K	D	T
0 0	0 X	0 X	0	0
0 1	1 0	1 X	1	1
1 0	0 1	X 1	0	1
1 1	X 0	X 0	1	0

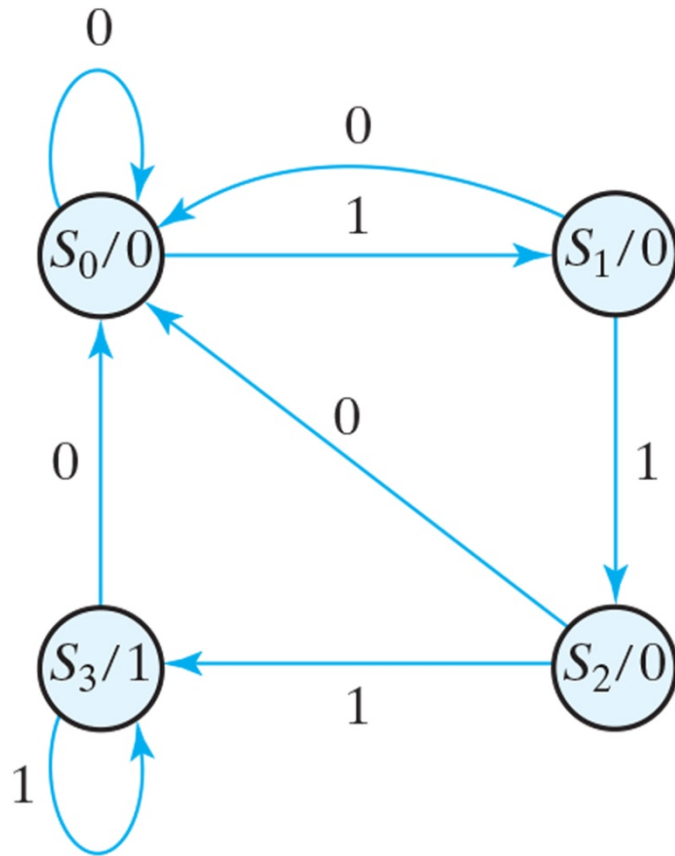
مراحل طراحی (سنتز) مدارهای ترتیبی همگام

- رسم نمودار حالت از روی توصیف مدار
- کاهش تعداد حالت‌ها در صورت امکان
- انتساب مقادیر دودویی به حالت‌ها (state assignment)
- به دست آوردن جدول حالت
- تعیین تعداد و انتخاب نوع فلیپ فلاپ‌ها
- به دست آوردن معادلات ورودی FF‌ها و معادلات خروجی‌ها
- رسم مدار

طراحی بازشناس الگو

- مثال: مداری طرح کنید که الگوی سه (یا بیشتر) "1" متوالی را شناسایی کند.

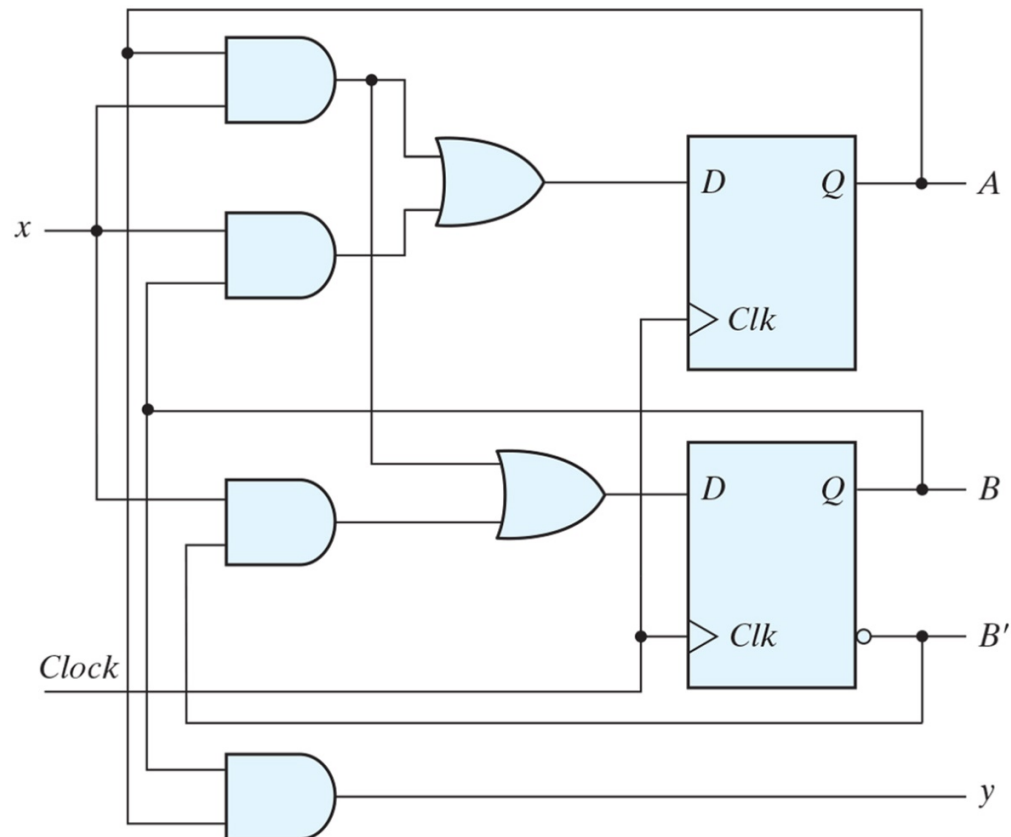
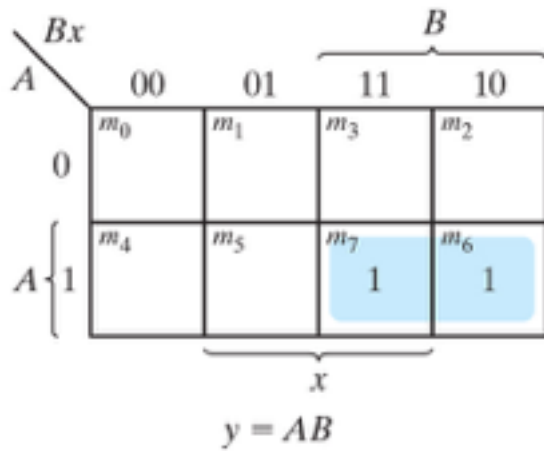
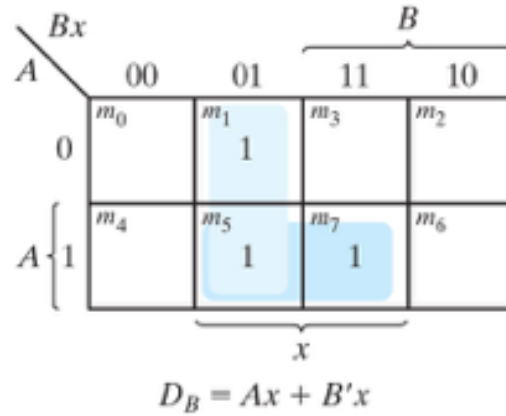
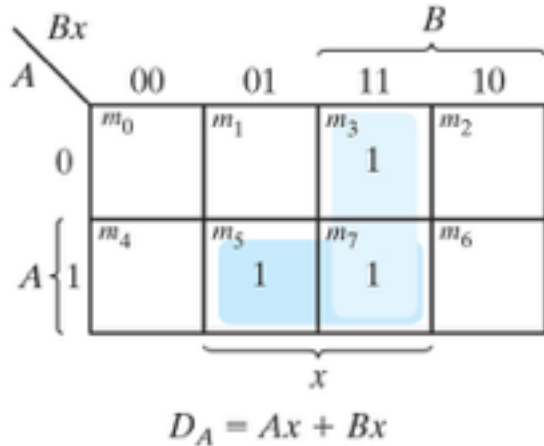
❖ الگوهای با هم پوشانی



جدول حالت بازشناس الگو

Present State		Input	Next State		Output
A	B		A	B	
0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	1	0
0	1	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0
1	0	1	1	1	0
1	1	0	0	0	1
1	1	1	1	1	1

معادلات ورودی‌های FFها



طراحی با JK FF

جدول حالت زیر را با JK FF طراحی کنید.

Present State		Input	Next State	
A	B		A	B
0	0	0	0	0
0	0	1	0	1
0	1	0	1	0
0	1	1	0	1
1	0	0	1	0
1	0	1	1	1
1	1	0	1	1
1	1	1	0	0

معادلات ورودی FFها

Present State		Input	Next State		Flip-Flop Inputs			
A	B		A	B	J_A	K_A	J_B	K_B
0	0	0	0	0	0	X	0	X
0	0	1	0	1	0	X	1	X
0	1	0	1	0	1	X	X	1
0	1	1	0	1	0	X	X	0
1	0	0	1	0	X	0	0	X
1	0	1	1	1	X	0	1	X
1	1	0	1	1	X	0	X	0
1	1	1	0	0	X	1	X	1

		B			
		00	01	11	10
A	0	m_0	m_1	m_3	m_2 1
	1	m_4 X	m_5 X	m_7 X	m_6 X

$J_A = Bx'$

		B			
		00	01	11	10
A	0	m_0 X	m_1 X	m_3 X	m_2 X
	1	m_4	m_5	m_7 1	m_6

$K_A = Bx$

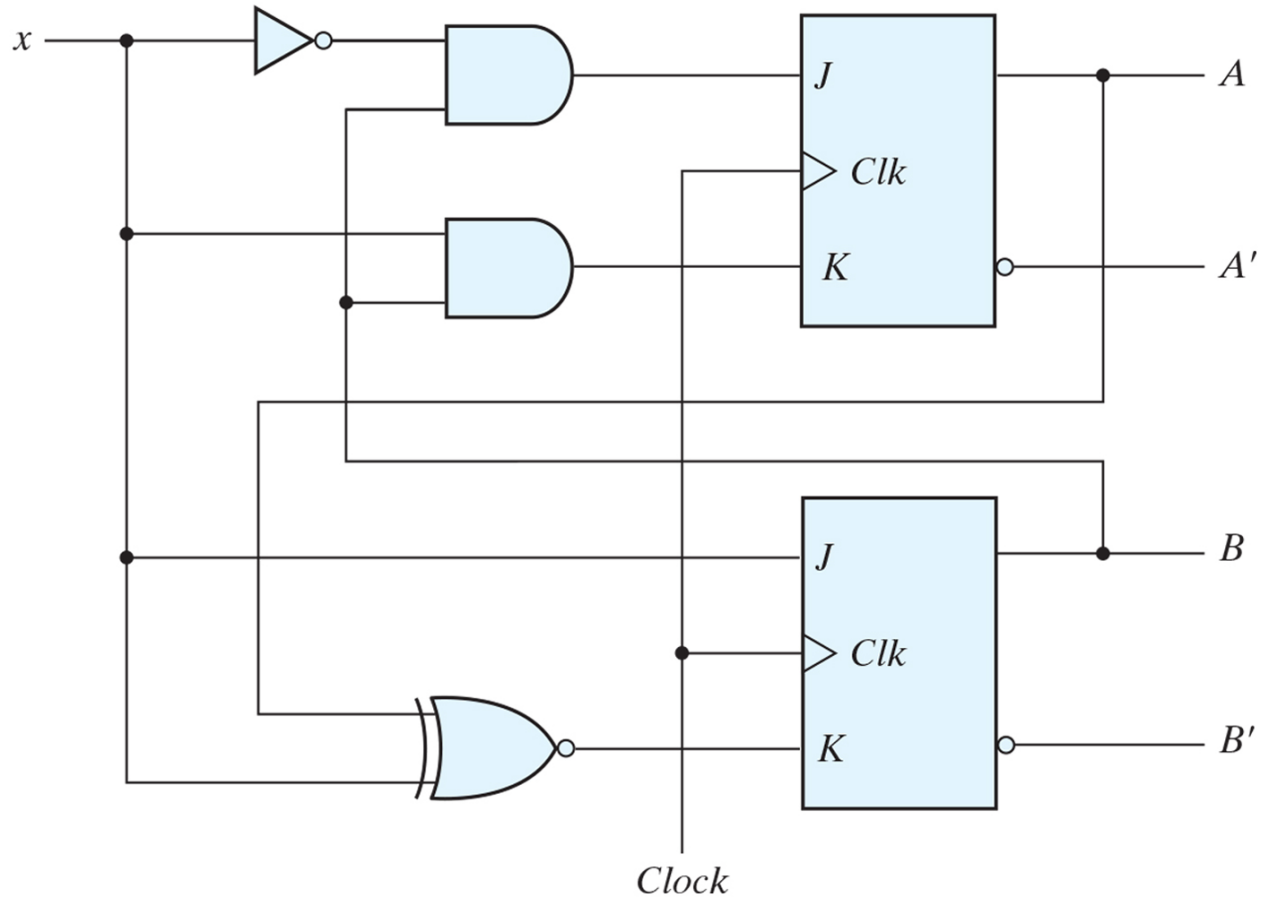
		B			
		00	01	11	10
A	0	m_0	m_1 1	m_3 X	m_2 X
	1	m_4	m_5 1	m_7 X	m_6 X

$J_B = x$

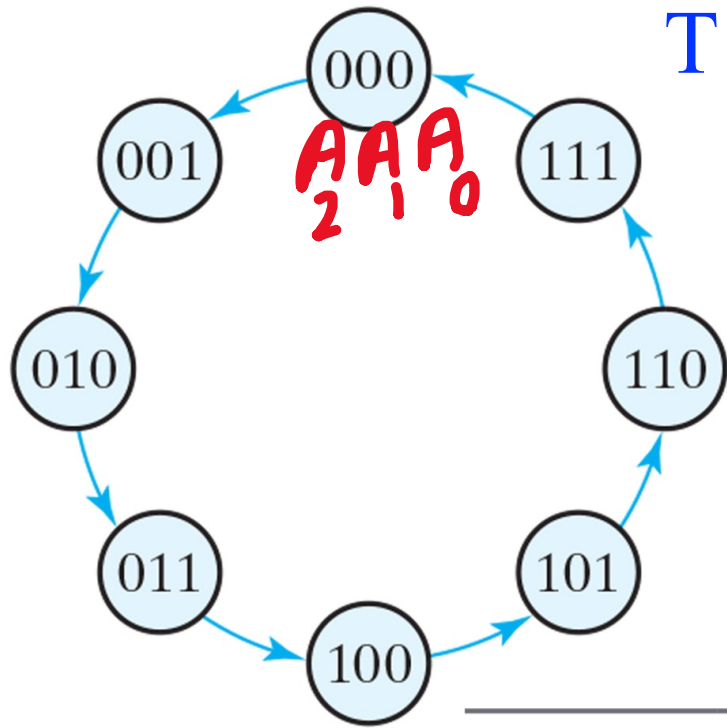
		B			
		00	01	11	10
A	0	m_0 X	m_1 X	m_3	m_2 1
	1	m_4 X	m_5 X	m_7 1	m_6

$K_B = (A \oplus x)'$

مدار با JK FF



طراحی شمارنده سه بیتی با T FF



- Clock در نمودار حالت نشان داده نمی شود.
 - این مدار ورودی ندارد.
 - خروجی ها، مستقیماً از FF ها گرفته می شوند.
- ❖ مدار مور

Present State			Next State			Flip-Flop Inputs		
A_2	A_1	A_0	A_2	A_1	A_0	T_{A2}	T_{A1}	T_{A0}
0	0	0	0	0	1	0	0	1
0	0	1	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0	0	1
0	1	1	1	0	0	1	1	1
1	0	0	1	0	1	0	0	1
1	0	1	1	1	0	0	1	1
1	1	0	1	1	1	0	0	1
1	1	1	0	0	0	1	1	1

معادلات ورودی FFها

		A_1			
		00	01	11	10
A_2	0	m_0	m_1	m_3 1	m_2
	1	m_4	m_5	m_7 1	m_6
		A_0			

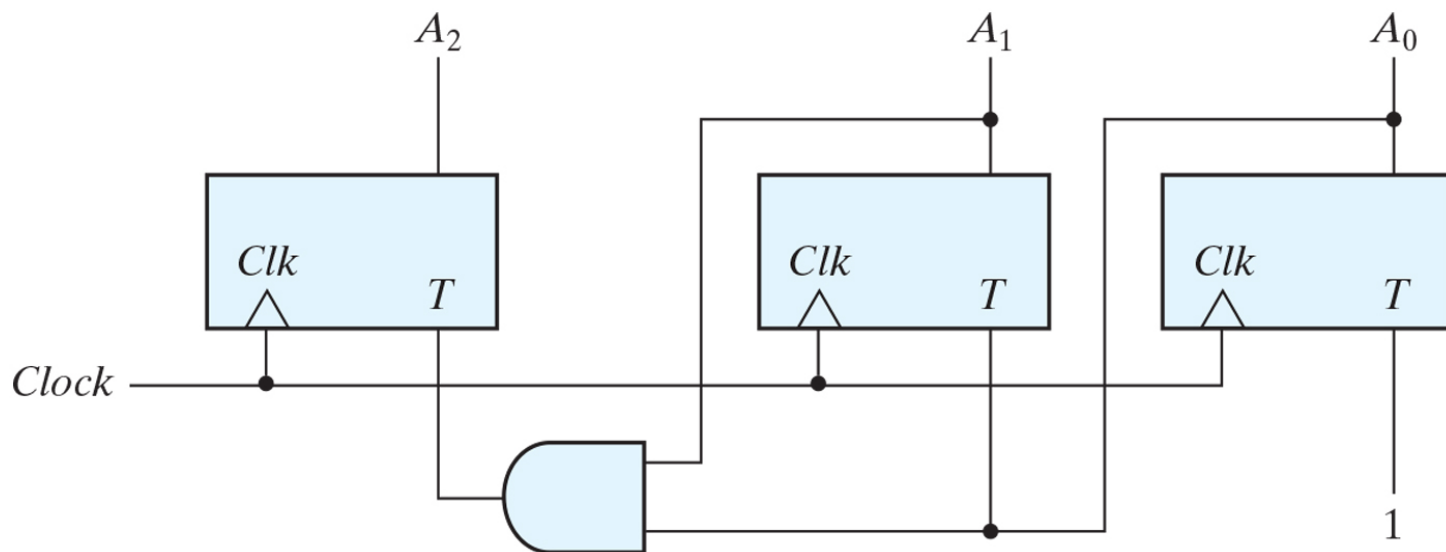
$$T_{A2} = A_1 A_0$$

		A_1			
		00	01	11	10
A_2	0	m_0	m_1 1	m_3 1	m_2
	1	m_4	m_5 1	m_7 1	m_6
		A_0			

$$T_{A1} = A_0$$

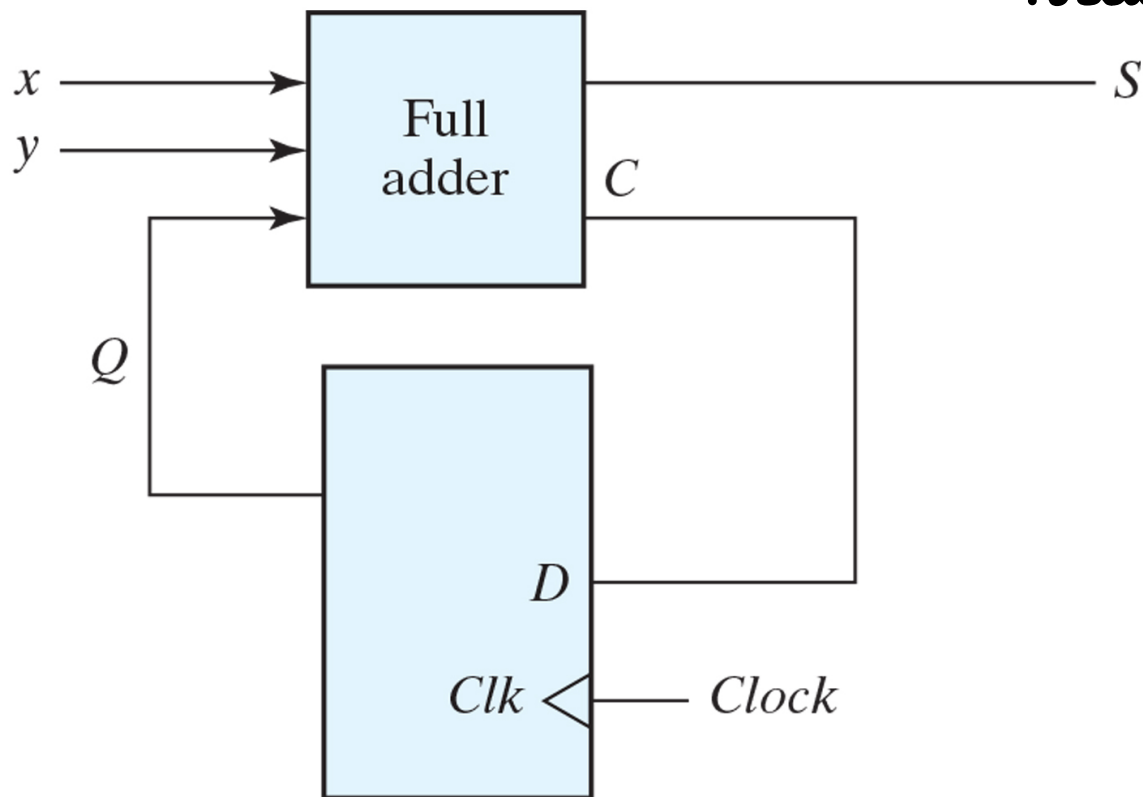
		A_1			
		00	01	11	10
A_2	0	m_0 1	m_1 1	m_3 1	m_2 1
	1	m_4 1	m_5 1	m_7 1	m_6 1
		x			

$$T_{A0} = 1$$



جمع کننده ترتیبی

- جمع دو عدد n -بیتی X و Y
- بیت‌ها به صورت متوالی دریافت می‌شوند (ابتدا: LSB)
- در ابتدا، FF ریست شده.



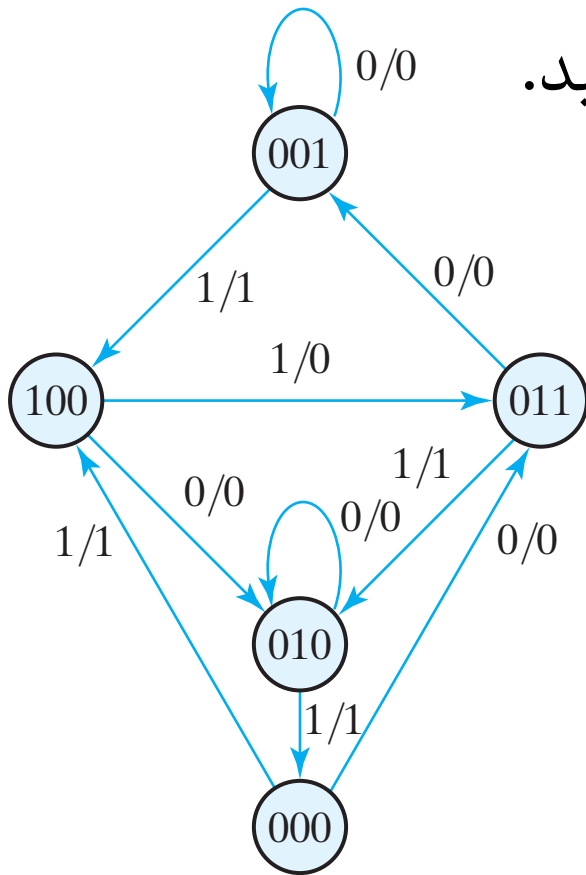
حالت‌های استفاده نشده (unused states)

- حالت‌های استفاده نشده don't care در نظر گرفته می‌شوند.
- اثر حالت‌های استفاده نشده بر شروع به کار مدار

❖ Self starting / Self correcting

• مثال: نمودار مقابل مقابل را با D FF طرح کنید.

❖ حالت‌های استفاده نشده: 101, 110, 111



Present state <i>ABC</i>	Input <i>x</i>	Next state <i>ABC</i>	Output <i>y</i>
000	0	011	0
000	1	100	1
001	0	001	0
001	1	100	1
010	0	010	0
010	1	000	1
011	0	001	0
011	1	010	1
100	0	010	0
100	1	011	1

جدول‌های ورودی‌های FFها

AB \ Cx		C			
		00	01	11	10
A	00	m_0	m_1 1	m_3 1	m_2
	01	m_4	m_5	m_7	m_6
	11	m_{12} x	m_{13} x	m_{15} x	m_{14} x
	10	m_8	m_9	m_{11} x	m_{10} x

$$D_A = A'B'x$$

AB \ Cx		C			
		00	01	11	10
A	00	m_0 1	m_1	m_3	m_2
	01	m_4 1	m_5	m_7 1	m_6
	11	m_{12} x	m_{13} x	m_{15} x	m_{14} x
	10	m_8 1	m_9 1	m_{11} x	m_{10} x

$$D_B = A + C'x' + BCx$$

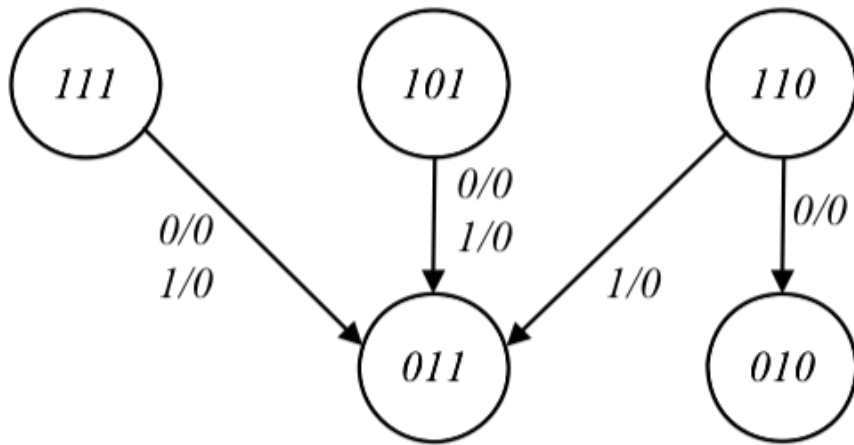
AB \ Cx		C			
		00	01	11	10
A	00	m_0 1	m_1	m_3	m_2 1
	01	m_4	m_5	m_7	m_6 1
	11	m_{12} x	m_{13} x	m_{15} x	m_{14} x
	10	m_8	m_9 1	m_{11} x	m_{10} x

$$D_C = Cx' + Ax + A'B'x'$$

AB \ Cx		C			
		00	01	11	10
A	00	m_0	m_1 1	m_3 1	m_2
	01	m_4	m_5 1	m_7 1	m_6
	11	m_{12} x	m_{13} x	m_{15} x	m_{14} x
	10	m_8	m_9	m_{11} x	m_{10} x

$$y = A'x$$

اثر حالت‌های استفاده نشده



- مدار self-starting است.
- اگر این شرط برقرار نباشد، می‌توان یک یا چند خانه از جدول کارنو که X بوده (مربوط به حالت‌های استفاده نشده) را به دلخواه صفر یا یک کرد، به نحوی که حالت بعدی، یکی از حالت‌های کار عادی مدار باشد.