

به نام خدا مدارهای منطقی

مدارهای منطقی ترتیبی (ادامه)

- یادآوری مراحل طراحی مدارهای ترتیبی:
- ۱- رسم دیاگرام حالت
- ۲- رسم جدول حالت
- ۳- ساده کردن جدول حالت (یافتن حالت‌های معادل)
- ۴- تخصیص کد به حالت‌های مدار
- ۵- رسم جدول انتقال
- ۶- رسم جدول تحریک
- ۷- به دست آوردن معادلات ورودی فلیپ فلاپها و خروجی
- ۸- رسم دیاگرام منطقی (نقشه مدار)

قواعد تخصیص کد به حالت‌های مدار:

در صورتیکه قواعد زیر به ترتیب در تخصیص کد به حالت‌ها رعایت شود، مدار نهایی ساده تر بوده و با گیت‌های کمتری محقق می‌شود:

قاعده ۱: (a) اگر در جدول حالتی، حالت‌هایی وجود داشته باشند که حالت‌های بعدیشان یکسان باشد، بهتر است به این حالت‌ها کد مجاور اختصاص داده شود. (کدهای مجاور فقط در مقدار یک بیت با هم اختلاف دارند.)

مثل حالت‌های a و b در جدول زیر:

حالت فعلی q	حالت بعدی (Q)		خروجی (z)	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	d	a	0	0
b	d	a	1	0
c	e	b	0	0
d	c	a	0	0
e	a	c	0	0

(C) برای سطرهایی که در چند ستون حالت بعدی یکسان دارند(نه در همه ستونها)، باید کد مجاور در نظر گرفته شود و سطرهایی که ستون مشترک بیشتری دارند در اولویت قرار دارند.

حالت فعلی q	حالت بعدی(Q)				خروجی (z)
	xy=00	xy=01	xy=10	xy=11	
a	a	b	b	d	0
b	a	c	c	d	1
c	b	c	c	d	1
d	d	d	a	d	0
e	e	a	c	c	0

6

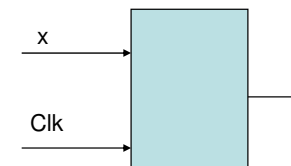
(b) برای حالتی که حالتی بعدیشان یکسان است ولی در ستونهای مختلف، اگر بتوان برای حالتی بعدی کد مجاور انتخاب کرد، بهتر است کد مجاور در نظر گرفته شود.

مثل حالتی d و e در جدول زیر:

حالت فعلی q	حالت بعدی(Q)		خروجی(Z)	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	d	a	0	0
b	d	a	1	0
c	e	b	0	0
d	c	a	0	0
e	a	c	0	0

5

• مثال: بررسی کننده توازن فرد برای چهار بیت:
مدار از حالت **Reset** شروع به کار می کند و داده های چهار بیتی را به صورت متوالی از یک خط ورودی دریافت می کند. با دریافت بیت چهارم، اگر تعداد یک های داده دریافتی زوج باشد، خروجی یک می شود. در سایر حالتها خروجی صفر باقی می ماند. با دریافت بیت چهارم، مدار به حالت **Reset** بر می گردد.



8

قاعده ۲: در صورت امکان برای حالتی بعدی هر سطر باید کد مجاور در نظر گرفت.

حالت فعلی q	حالت بعدی(Q)		خروجی(Z)	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	d	a	0	0
b	d	a	1	0
c	e	b	0	0
d	c	a	0	0
e	a	c	0	0

قاعده ۳: تخصیص کد باید به گونه ای انجام شود که به ساده شدن جدولهای خروجی و مدار منجر شود.

7

رسم جدول حالت:

حالت فعلی q	حالت بعدی (Q)		خروجی (Z)	
	x=0	x=1	x=0	x=1
R	B	C	0	0
B	D	E	0	0
C	E	D	0	0
D	F	G	0	0
E	G	F	0	0
F	R	R	1	0
G	R	R	0	1

حالت معادل در جدول وجود ندارد.

تخصیص کد:

طبق قاعده ۱، a:

F و G باید کد مجاور داشته باشند.

طبق قاعده ۱، b:

با توجه به انتخاب کد مجاور برای F و G می توان

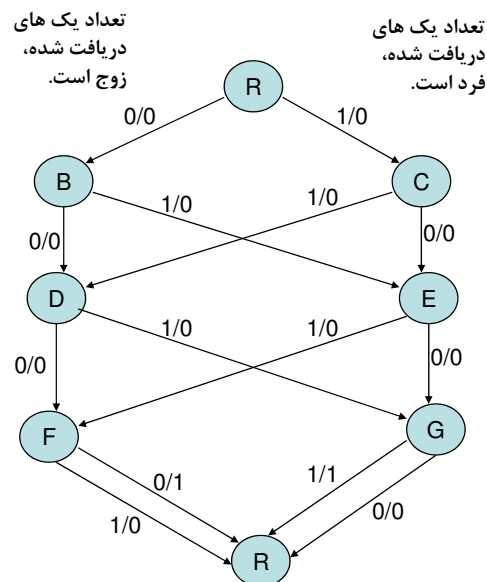
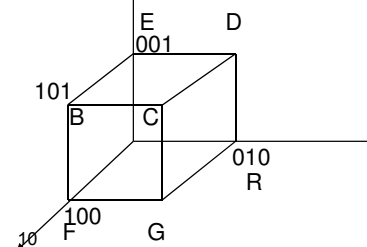
برای E و D نیز کد مجاور در نظر گرفت.

با توجه به انتخاب کد مجاور برای E و D می توان

برای B و C نیز کد مجاور در نظر گرفت.

طبق قاعده ۲، B و C باید کد مجاور داشته باشند.

(تخصیص کد با کمک مکعب واحد)



اولین بیت دریافت شده است

دومین بیت دریافت شده است

سومین بیت دریافت شده است

جدول تحریک فلیپ فلاپها:

جدول تحریک مشخص کننده ورودی هر فلیپ فلاپ برای تغییر حالت های مختلف آن فلیپ فلاپ است.

با توجه به اینکه حالت فعلی و بعدی هر فلیپ فلاپ می تواند صفر یا یک باشد، در جدول تحریک باید ۴ تغییر حالت را در نظر بگیریم.

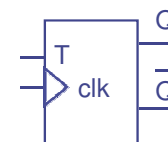
جدول تحریک D-FF:

D	Q
0	0
1	1

(جدول مشخصه)

$$Q = D \quad (\text{معادله مشخصه})$$

ورودی D	حالت بعدی $q \rightarrow Q$
0	0 \rightarrow 0
0	0 \rightarrow 1
1	1 \rightarrow 0
1	1 \rightarrow 1



جدول تحریک T-FF:

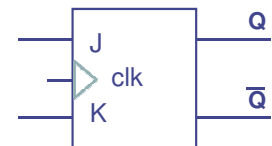
T	Q
0	q
1	q-bar

(جدول مشخصه)

ورودی T	حالت بعدی $q \rightarrow Q$
0	0 \rightarrow 0
0	0 \rightarrow 1
1	1 \rightarrow 0
1	1 \rightarrow 1

$$Q = T'q + Tq' = T \oplus q$$

(معادله مشخصه)



J	K	Q
0	0	q
0	1	0
1	0	1
1	1	\bar{q}

(جدول مشخصه)

$$Q = Jq' + K'q$$

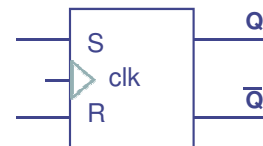
معادله مشخصه

13

• جدول تحریک فلیپ فلاپ JK

حالت فعلی q → Q	J	K
0 → 0	0	0
0 → 1	1	1
1 → 0	1	0
1 → 1	0	0
1 → 1	1	0

حالت فعلی q → Q	J	K
0 → 0	0	X
0 → 1	1	X
1 → 0	X	1
1 → 1	X	0



S	R	Q
0	0	q
0	1	0
1	0	1
1	1	نامعین

(جدول مشخصه)

$$Q = S + R'q$$

معادله مشخصه

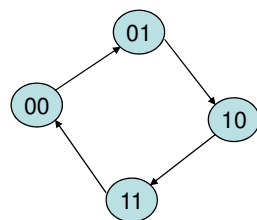
14

• جدول تحریک فلیپ فلاپ SR

حالت فعلی q → Q	S	R
0 → 0	0	0
0 → 1	1	0
1 → 0	0	1
1 → 1	0	0
1 → 1	1	0

حالت فعلی q → Q	S	R
0 → 0	0	X
0 → 1	1	0
1 → 0	0	1
1 → 1	X	0

مثال: مدار مربوط به دیاگرام حالت زیر را با استفاده از فلیپ فلاپهای T طراحی کنید:



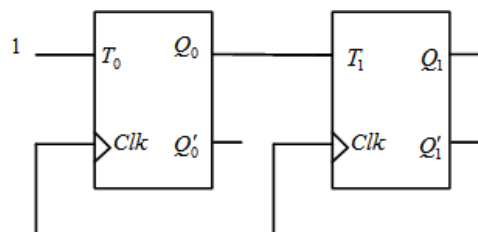
حالت فعلی q_1q_0	حالت بعدی Q_1Q_0	ورودی T_1	ورودی T_0
0 0	0 1	0	1
0 1	1 0	1	1
1 1	0 0	1	1
1 0	1 1	0	1

(جدول انتقال)

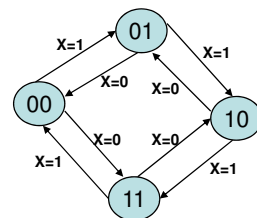
(جدول تحریک)

$$T_0 = 1$$

$$T_1 = q_0$$



مثال: با استفاده از فلیپ فلاپهای JK یک شمارنده صعودی-نزولی طراحی کنید که ترتیب شمارش آن به صورت زیر باشد:



حالت فعلی q_1q_0	حالت بعدی		ورودی J_1		ورودی K_1		ورودی J_0		ورودی K_0	
	$x=0$		$x=1$		$x=0$		$x=1$		$x=0$	
	Q_1Q_0		Q_1Q_0		Q_1Q_0		Q_1Q_0		Q_1Q_0	
0 0	1	1	0	1	1	1	1	1	x	x
0 1	0	0	1	0	x	x	x	x	1	1
1 1	1	0	0	0	x	1	x	x	1	1
1 0	0	1	1	1	1	0	1	1	x	x

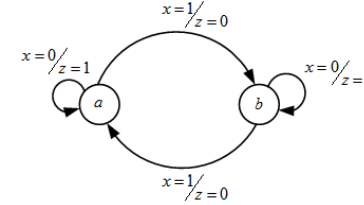
16

15

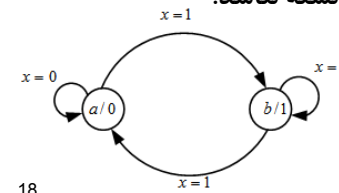
ماشین های حالت

یاد آوری:

مدار **mealy**: مداری است که خروجی آن به ورودی یا ورودیهای مستقل مدار نیز بستگی داشته باشد.

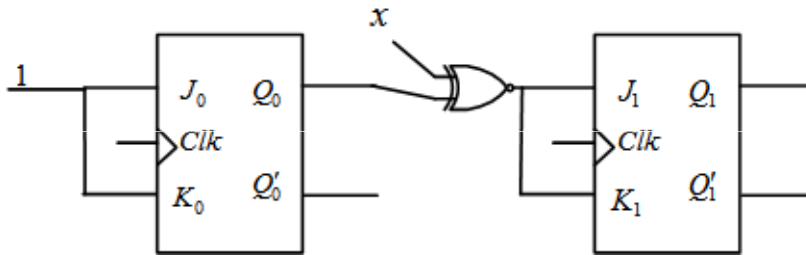


مدار **moore**: مداری است که خروجی آن فقط به حالت مدار بستگی داشته باشد و به ورودی یا ورودیهای مستقل مدار وابسته نباشد.



$$J_0 = K_0 = 1$$

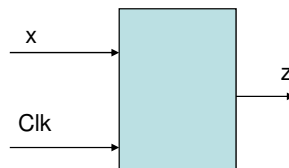
$$J_1 = K_1 = xq_0 + x'q_0'$$



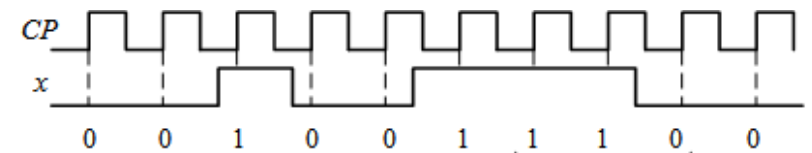
17

18

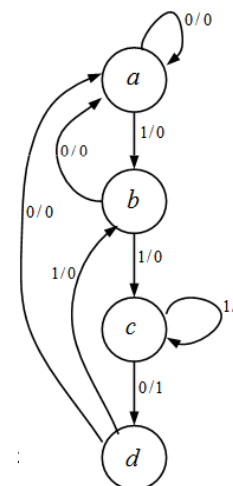
مثال: می خواهیم مداری ترتیبی سنکرون با پالس ساعت طراحی کنیم که دارای یک ورودی X و پالس ساعت و یک خروجی Z باشد. در این مدار هنگامیکه یک لبه بالا رونده در پالس ساعت مشاهده شود از ورودی X نمونه برداری می شود. هرگاه در ورودی ترتیب ۱۱۰ مشاهده شود خروجی یک می شود.



19



طراحی برای مدار
mealy

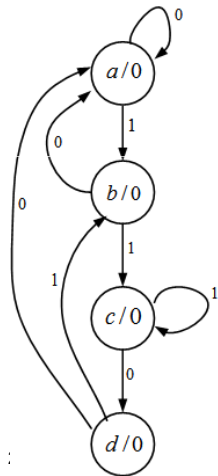
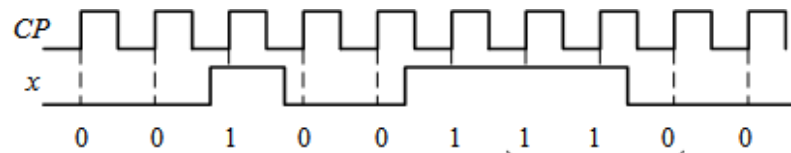


حالت فعلی	حالت بعدی		خروجی	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	a	b	0	0
b	a	c	0	0
c	d	c	1	0
d	a	b	0	0

جدول حالت:
حالتهای a و d
معادل هستند.

حالت فعلی	حالت بعدی		خروجی	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	a	b	0	0
b	a	c	0	0
c	a	c	1	0

جدول حالت ساده
شده:

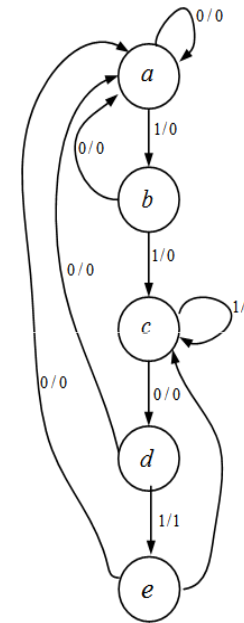


طراحی برای مدار
moore

حالت فعلی	حالت بعدی		خروجی
	x=0	x=1	
a	a	b	0
b	a	c	0
c	d	c	0
d	a	b	1

جدول حالت:
حالت‌های معادل در
جدول وجود ندارد..

طراحی مدار mealy حساس به 1101



حالت فعلی	حالت بعدی		خروجی	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	a	b	0	0
b	a	c	0	0
c	d	c	0	0
d	a	e	0	1
e	a	c	0	0

جدول حالت:
حالت‌های b و e
معادل هستند.

حالت فعلی	حالت بعدی		خروجی	
	x=0	x=1	x=0	x=1
a	a	b	0	0
b	a	c	0	0
c	d	c	0	0
d	a	b	0	1

جدول حالت ساده
شده:

22

$a \rightarrow 00$
 $b \rightarrow 01$
 $c \rightarrow 11$
 $d \rightarrow 10$

تخصیص کد به حالت‌های مدار:

رسم جدول انتقال و جدول حالت:

حالت فعلی q_1q_0	حالت بعدی		خروجی		T_1		T_1	
	x=0 Q_1Q_0	x=1 Q_1Q_0	x=0	x=1	x=0	x=1	x=0	x=1
00	00	01	0	0	0	0	0	1
01	00	11	0	0	0	1	1	0
11	10	11	0	0	0	0	1	0
10	00	01	0	1	1	1	0	1

$$z = xq_1q_0$$

$$T_1 = xq_1q_0 + q_1q_0$$

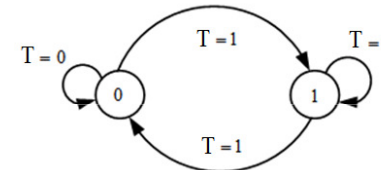
$$T_0 = x'q_0 + xq_0' = x \oplus q_0$$

23

تبدیل فلیپ فلاپها

مثال:

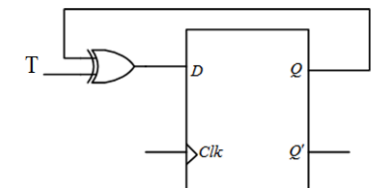
با استفاده از یک عدد فلیپ فلاپ D و گیت‌های منطقی یک فلیپ فلاپ T طراحی کنید.



$$D = T'q + Tq'$$

$$= T \oplus q$$

حالت فعلی q	حالت بعدی		D	
	T=0 Q	T=1 Q	T=0	T=1
0	0	1	0	1
1	1	0	1	0



24