معرفی درس

اصول سیستمهای کامپیوتری
جلسه ششم: ادامه مدارات ترتیبی

- فهرست مطالب:
  - معرفی مدارات ترتیبی
  - جدول و نمودار حالت
  - طراحی یک مدار ترتیبی
  - ثبات
  - ثبات انتقالی
  - شمارنده

هدف اصلی این جلسه آشنایی با انواع متداول مدارات ترتیبی است.

این جلسه مطابق با بخش‌های ۱-۷ و ۲-۴ و ۲-۵ و ۲-۶ از کتاب مانو است.

مدارات ترتیبی

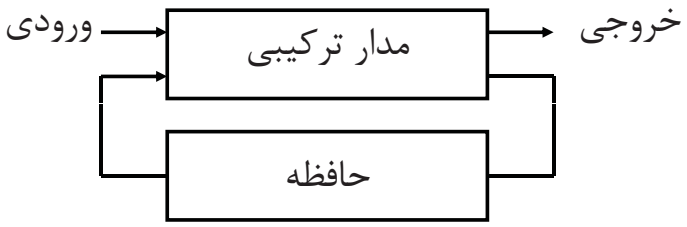
- **مدارات منطقی ترتیبی (Sequential Circuit)**

در مدارات ترتیبی در هر لحظه، خروجی علاوه بر ورودی در همان لحظه به ورودیهای قبلی نیز بستگی دارد.

به عبارت دیگر این مدارات حافظه دارند.

به عبارت دیگر، حالت یا وضعیت (state) سیستم نیز در خروجی تاثیر دارد.

وضعیت بعدی مدار نیز بستگی به وضعیت فعلی و ورودی فعلی دارد.



انواع مدارات ترتیبی

- مدارات ترتیبی به دو دسته همزمان و غیرهمزمان تقسیم می‌شوند
- مدارات ترتیبی همزمان یا سنکرون (Synchronous)

  تغییر حالت مدار توسط یک پالس ساعت هماهنگ می‌شود
- مدارات ترتیبی غیرهمزمان یا آسنکرون (Asynchronous)

  با تغییر ورودی مدار، بلافاصله مدار تغییر حالت می‌دهد

در این درس فقط مدارات همزمان را مطالعه می‌کنیم

مثال برای مدارات ترتیبی (شکل ۱–۲۵ کتاب)

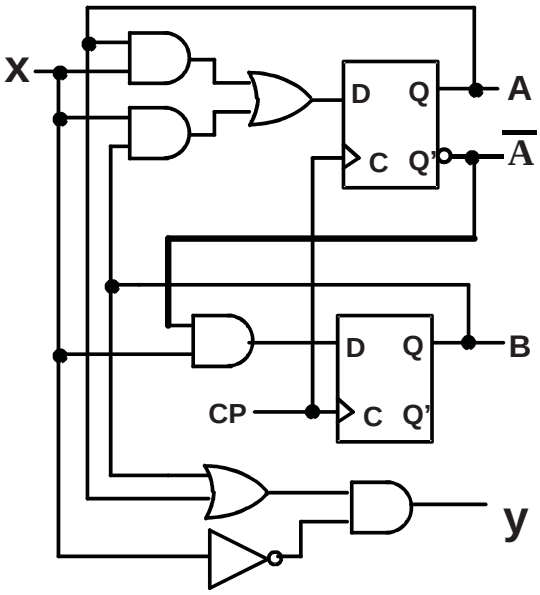
مثالی از یک مدار ترتیبی

(شکل ۱-۲۵ کتاب مانو با کمی تغییر)

ورودی مدار x(t)

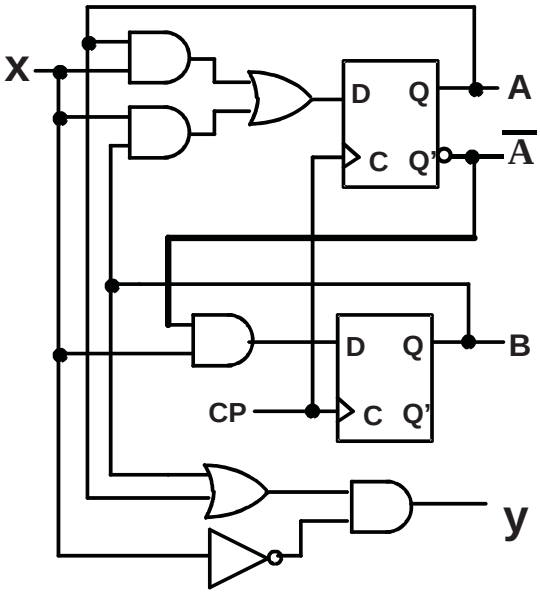
خروجی مدار y(t)

حالات مدار A(t) B(t)



مثال برای مدارات ترتیبی (ادامه)

مثالی از یک مدار ترتیبی



معادله فلیپ فلاپ A

$$A(t+1) = A(t)x(t) + B(t)x(t)$$

معادله فلیپ فلاپ B

$$B(t+1) = \overline{A}(t)x(t)$$

معادله خروجی مدار y(t)

$$y(t) = \overline{x}(t)(B(t) + A(t))$$

جدول حالت (State Table)

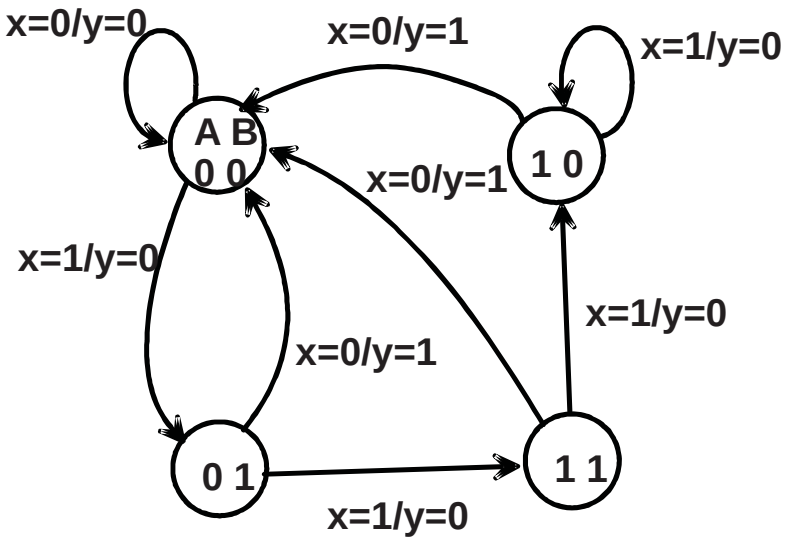
- رفتار یک مدار ترتیبی را می‌توان با جدول حالت نشان داد
- این جدول خروجی مدار و حالت بعدی آن را با توجه به ورودی و حالت فعلی نشان می‌دهد
- جدول حالت مربوط به شکل ۱-۲۵ کتاب

Present State		Input	Next State		Output
A(t)	B(t)	x(t)	A(t+1)	B(t+1)	y(t)
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

نمودار حالت (State Diagram)

جدول حالت یک مدار ترتیبی را می‌توان با یک نمودار حالت نشان داد

نمودار حالت مربوط به مثال کتاب (شکل ۱-۲۶ کتاب مانو با کمی تغییر)

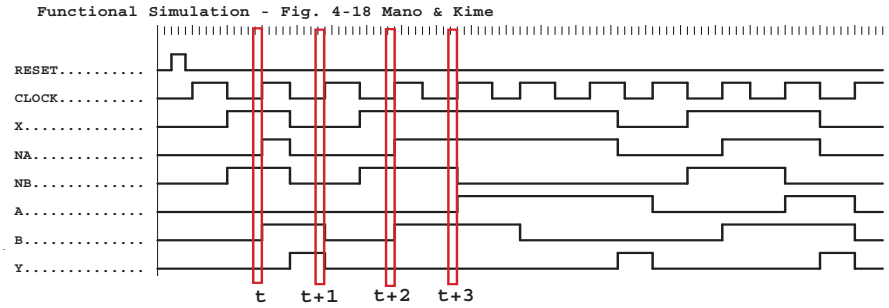


دیاگرام زمانی یک مدار ترتیبی

عملکرد یک مدار ترتیبی را می توان با یک دیاگرام زمانی نشان داد

دیاگرام زمانی مربوط به مدار شکل ۱-۲۵ به صورت زیر است

این مدار در لبه مثبت پالس ساعت تغییر حالت می‌دهد



طراحی مدار ترتیبی همزمان

- مراحل طراحی یک مدار ترتیبی همزمان (سنکرون)

۱ - تعریف دقیق مساله

۲ – رسم جدول حالت

۳ - اگر فقط ورودی-خروجی مدار اهمیت دارد، ساده کردن جدول حالت

۴ – تخصیص مقادیر باینری به هر حالت

۵ – تعیین تعداد فلیپ فلاپ مورد نیاز و نام گذاری آنها

۶ – انتخاب نوع فلیپ فلاپ

۷ – تعیین مدارهای تغییر وضعیت و جدول خروجی ازروی جدول حالت

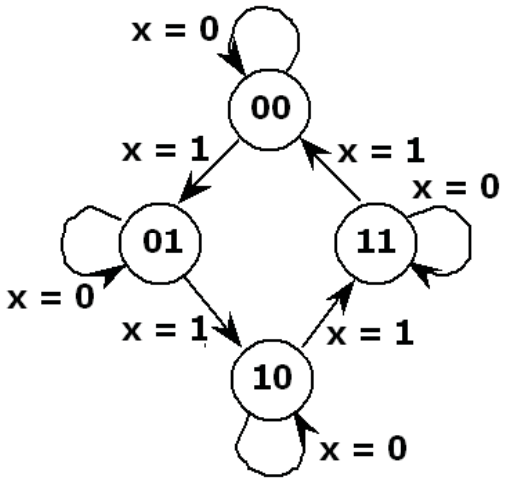
۸ – ساده کردن توابع مربوط به ورودی فلیپ فلاپ ها و خروجی مدار

۹ – رسم دیاگرام مدار

مثال طراحی یک شمارنده

به عنوان مثال یک شمارنده دودوئی (باینری) دو بیتی را طراحی می‌کنیم

نمودار حالت این شمارنده به شکل زیر است (شکل ۱-۲۷ کتاب)



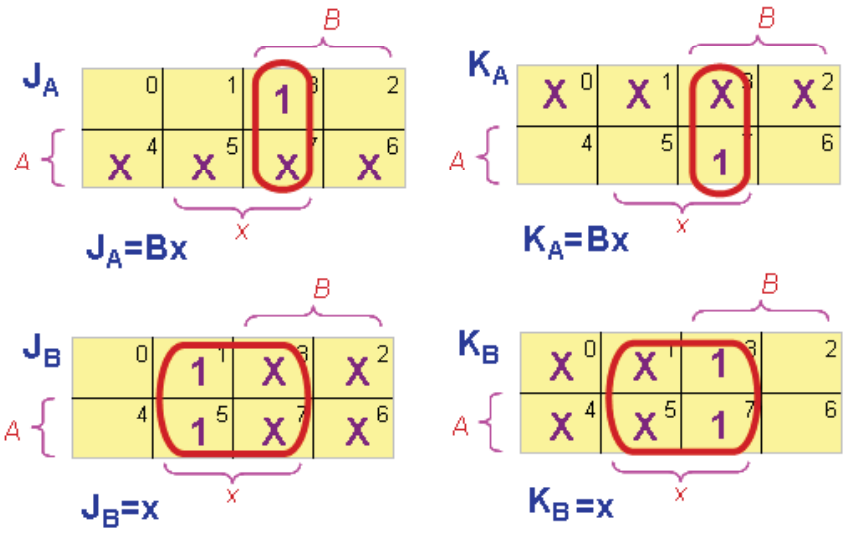
مثال طراحی یک شمارنده (ادامه)

- جدول تحریک این شمارنده برای فلیپ فلاپ JK بصورت زیر است

Present State		Input	Next State		F/F Input Equ.			
A	B	x	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	0	1	0	x	x	0
0	1	1	1	0	1	x	x	1
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

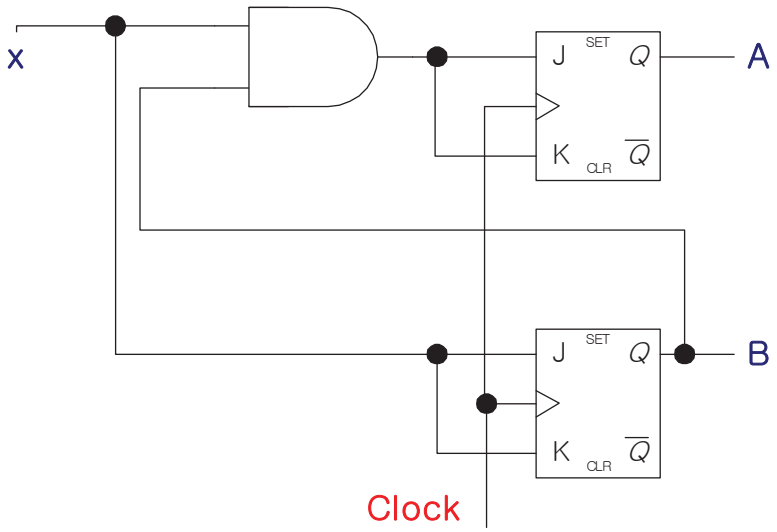
مثال طراحی یک شمارنده (ادامه)

توابع مربوط به ورودی فلیپ فلاپ ها را ساده می‌کنیم



مثال طراحی یک شمارنده (ادامه)

نمودار منطقی این شمارنده به شکل زیر است (شکل ۱-۲۹ کتاب)



ثبات (Register)

گروهی از فلیپ فلاپ‌ها که هر فلیپ فلاپ یک بیت اطلاعات را ذخیره می‌کند

مثال – یک ثبات ۴ بیتی (شکل ۲ – ۶ کتاب)

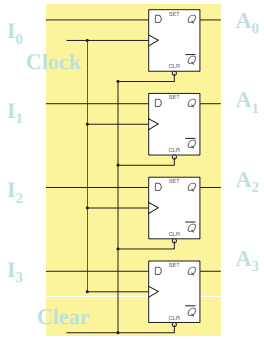
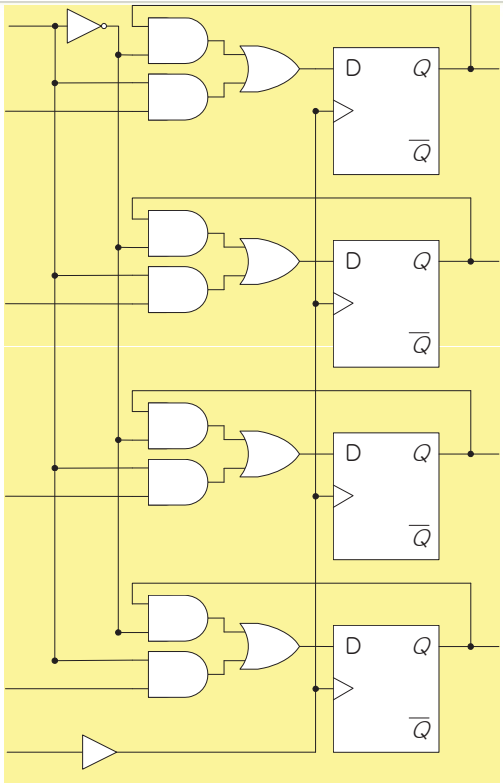


Fig. 2-6 4-bit register

ثبات با باردهی موازی (Register with parallel load)



- ثبات با امکان باردهی موازی
- مثال – یک ثبات ۴ بیتی

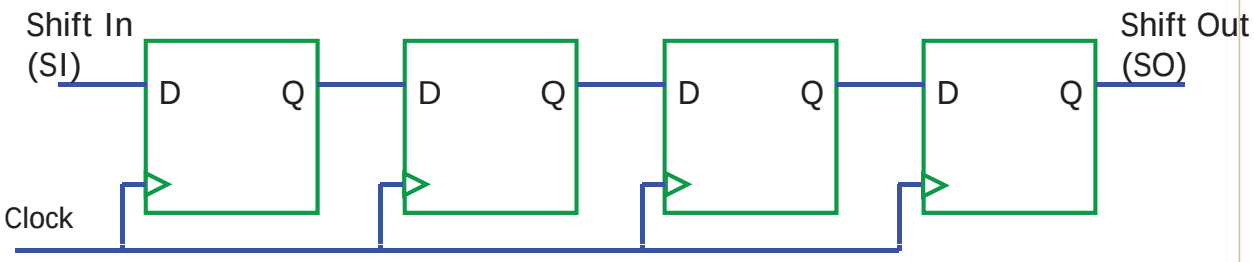
با امکان باردهی موازی

(شکل ۲ – ۷ کتاب)

ثبات انتقالی (Shift Register)

ثباتی که قادر به انتقال اطلاعات به سمت چپ یا راست باشد

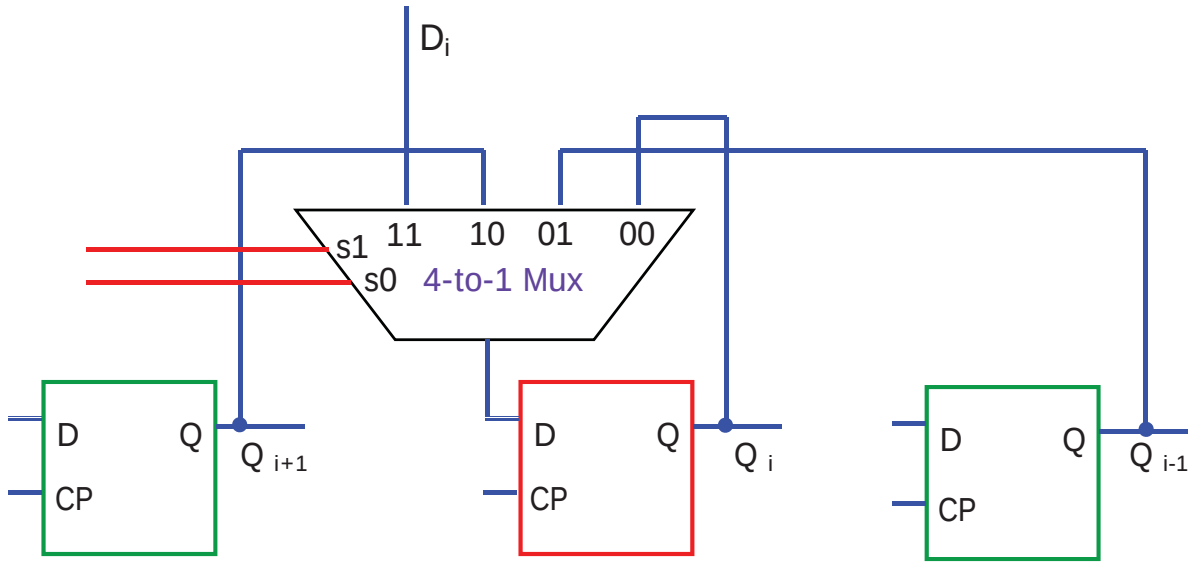
مثال – یک ثبات انتقالی ۴ بیتی (شکل ۲ – ۸ کتاب)



ثبات انتقالی دوطرفه با امکان باردهی موازی

- ثباتی که قادر به انتقال اطلاعات به سمت چپ و راست باشد و امکان بارشدن موازی نیز داشته باشد
- در ورودی هر ثبات یک مالتی پلکسر (انتخاب کننده) چهار به یک قرار می‌گیرد

ثبات انتقالی دوطرفه با امکان باردهی موازی

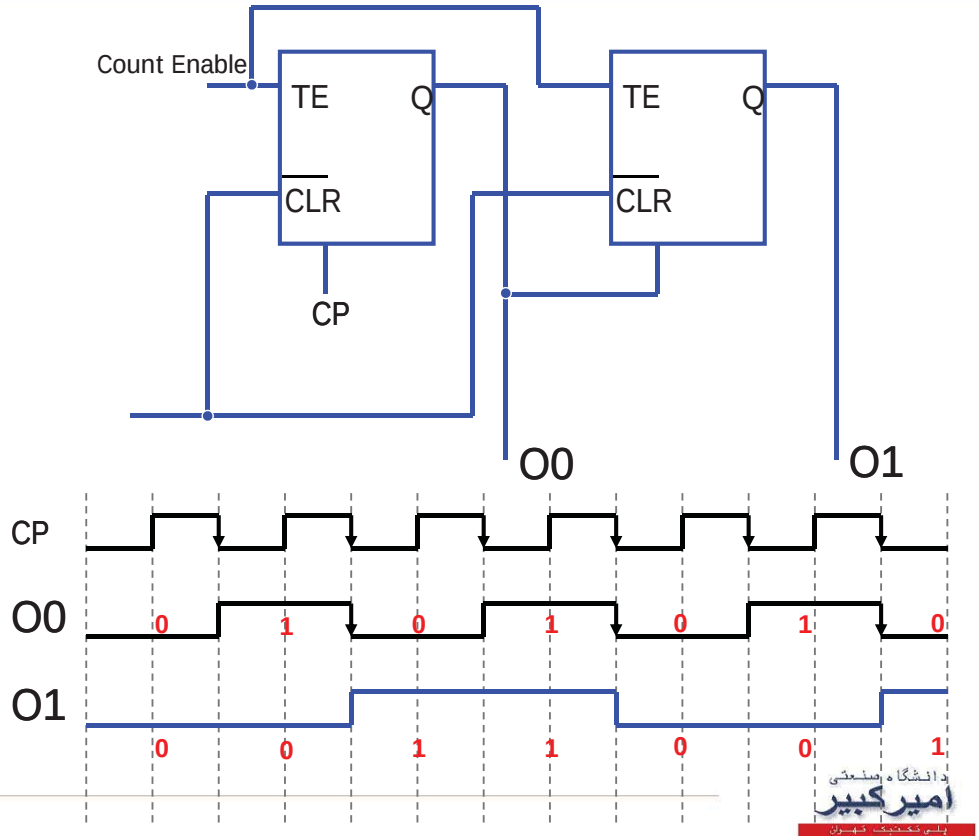


00: No shift
01: Shift Left
10: Shift Right
11: Load from Di

شمارنده دودوئی (Binary Counter)

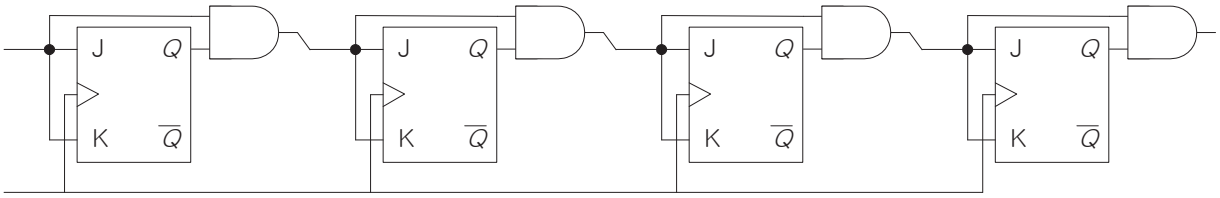
- یک مدار ترتیبی که دنباله‌ای از حالات را تکرار کند
- شمارنده غیر همزمان (Ripple counter)
- شمارنده همزمان یا سنکرون

شمارنده غیر همزمان (Ripple counter)

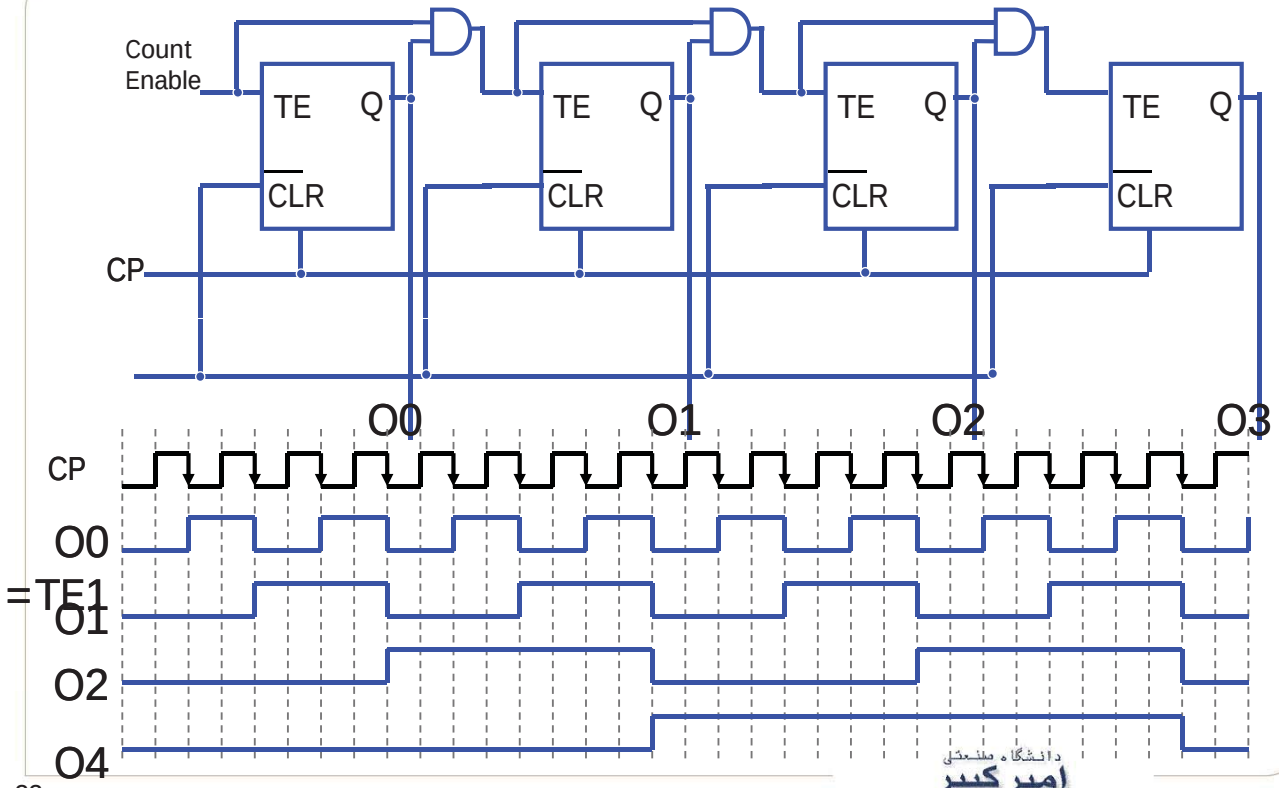


شمارنده دودوئی (Binary Counter)

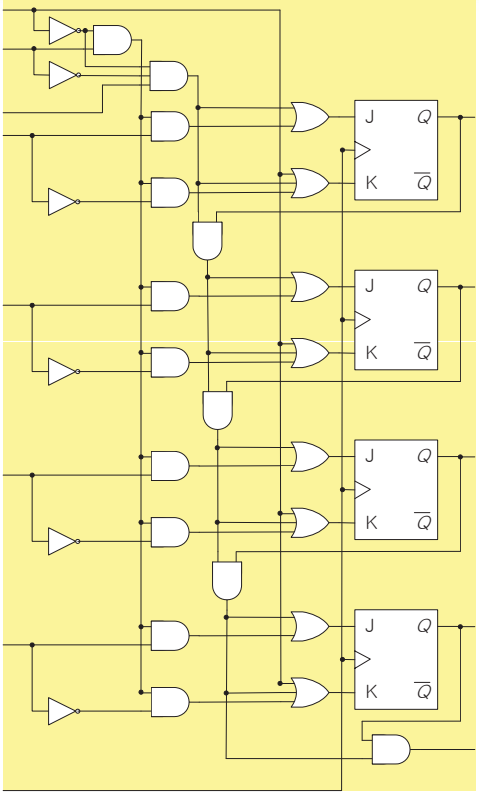
- شمارنده همزمان یا سنکرون ۴ بیتی با فلیپ فلاپ JK
- شکل ۲-۱۰ کتاب مانو



شمارنده همزمان (Synchronous Counter)



شمارنده همزمان با امکان باردهی موازی



خودآزمایی

۱- کنکور کارشناسی ارشد - ۱۳۸۶

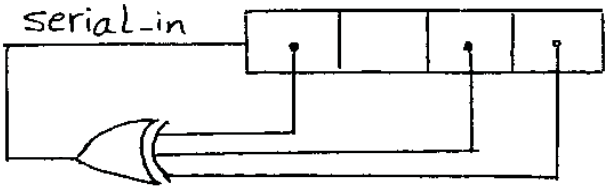
۶۲ ـ شکل زیر یک شیفت رجیستر را نشان می‌دهد که در هر clock یک بیت محتوای خود را به راست شیفت می‌دهد. اگر مقدار اولیهٔ این شیفت رجیستر ۰۰۰۱ باشد، دورهٔ تناوب این شیفت رجیستر چند clock cycle است؟

۱) ۶

۲) ۸

۳) ۱۵

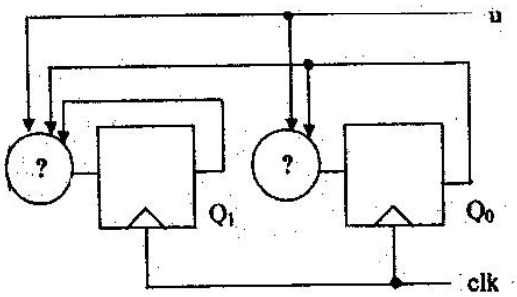
۴) ۱۶



خودآزمایی

۲- کنکور کارشناسی ارشد – ۱۳۸۷

۶۸- برای ساخت یک شمارنده باینری up/down با ورودی u($u = 0$ برای بالا شمردن و $u = 1$ برای پایین شمردن)، دایره‌های نشان داده شده در مدار زیر چه باید باشند؟



۱) $D_1 = \overline{Q}_1 \oplus u$ ، $D_0 = \overline{Q}_0$

۲) $D_1 = Q_1 \oplus u$ ، $D_0 = Q_0 \oplus u$

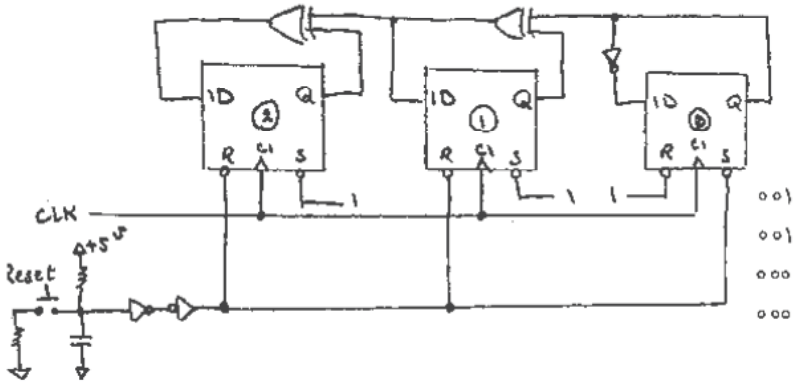
۳) $D_1 = Q_1 \oplus Q_0 \oplus u$ ، $D_0 = \overline{Q}_0$

۴) $D_1 = Q_1 \oplus Q_0 \oplus u$ ، $D_0 = Q_0 \oplus u$

خودآزمایی

۳- کنکور کارشناسی ارشد – ۱۳۸۸

۶۶- در مدار زیر، پس از Reset کامل مدارشمارش به چه گونه است؟ (تمامی اعداد بر اساس $Q_2Q_1Q_0$ می‌باشد)



۱) ۰۰۱ → ۱۱۰ → ۰۱۱ → ۰۰۰ → ۰۰۱

۲) ۰۰۱ → ۰۱۰ → ۰۱۱ → ۰۰۰ → ۰۰۱

۳) ۰۰۰ → ۰۰۱ → ۱۱۰ → ۰۱۱ → ۰۰۰

۴) ۰۰۰ → ۰۰۱ → ۰۱۰ → ۰۱۱ → ۰۰۰