

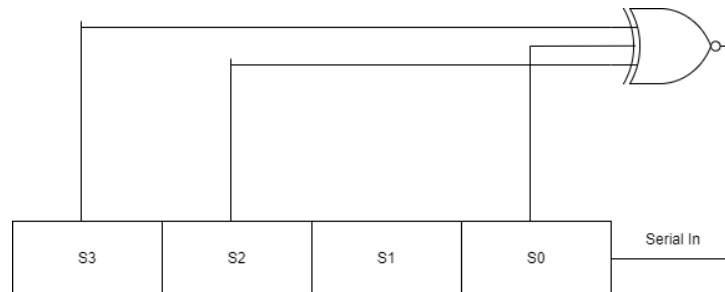


به موارد زیر توجه کنید:

- ۱- حتما نام و شماره دانشجویی خود را روی پاسخ نامه بنویسید.
- ۲- در حل سوالات به نوشتن جواب آخر اکتفا نکنید. همه مراحل میانی را هم بنویسید.
- ۳- کل پاسخ تمرینات را در قالب یک فایل pdf با شماره دانشجویی خود نام گذاری کرده در سامانه CW بارگذاری کنید.
- ۴- در صورت مشاهده هر گونه مشابهت نامتعارف هر دو (یا چند) نفر کل نمره این تمرین را از دست خواهند داد.

سوالات:

- ۱- (۱۰ نمره) مدار زیر را در نظر بگیرید که شامل یک شیفت رجیستر و یک گیت XNOR است. در هر پالس ساعت، خروجی گیت XNOR به عنوان ورودی به شیفت رجیستر داده می شود و همه بیت ها یکی به سمت چپ شیفت داده می شوند. الگوی تکراری مقدار خروجی این شیفت رجیستر برای حالت های اولیه $S_3S_2S_1S_0 = 0101$ و $S_3S_2S_1S_0 = 0011$ را بنویسید و دوره تناوب آن را به دست آورید.



پاسخ:

دوره تناوب برای ورودی ۰۱۰۱:

$0101 \rightarrow 1011 \rightarrow 0111 \rightarrow 1111 \rightarrow 1110 \rightarrow 1101 \rightarrow 1010 \rightarrow 0100 \rightarrow 1000 \rightarrow 0000 \rightarrow 0001 \rightarrow 0010 \rightarrow 0101$

پس از ۱۲ کلاک به حالت اولیه می رسد. پس دوره تناوب آن ۱۲ است.

دوره تناوب برای ورودی ۰۰۱۱:

$0011 \rightarrow 0110 \rightarrow 1100 \rightarrow 1001 \rightarrow 0011$

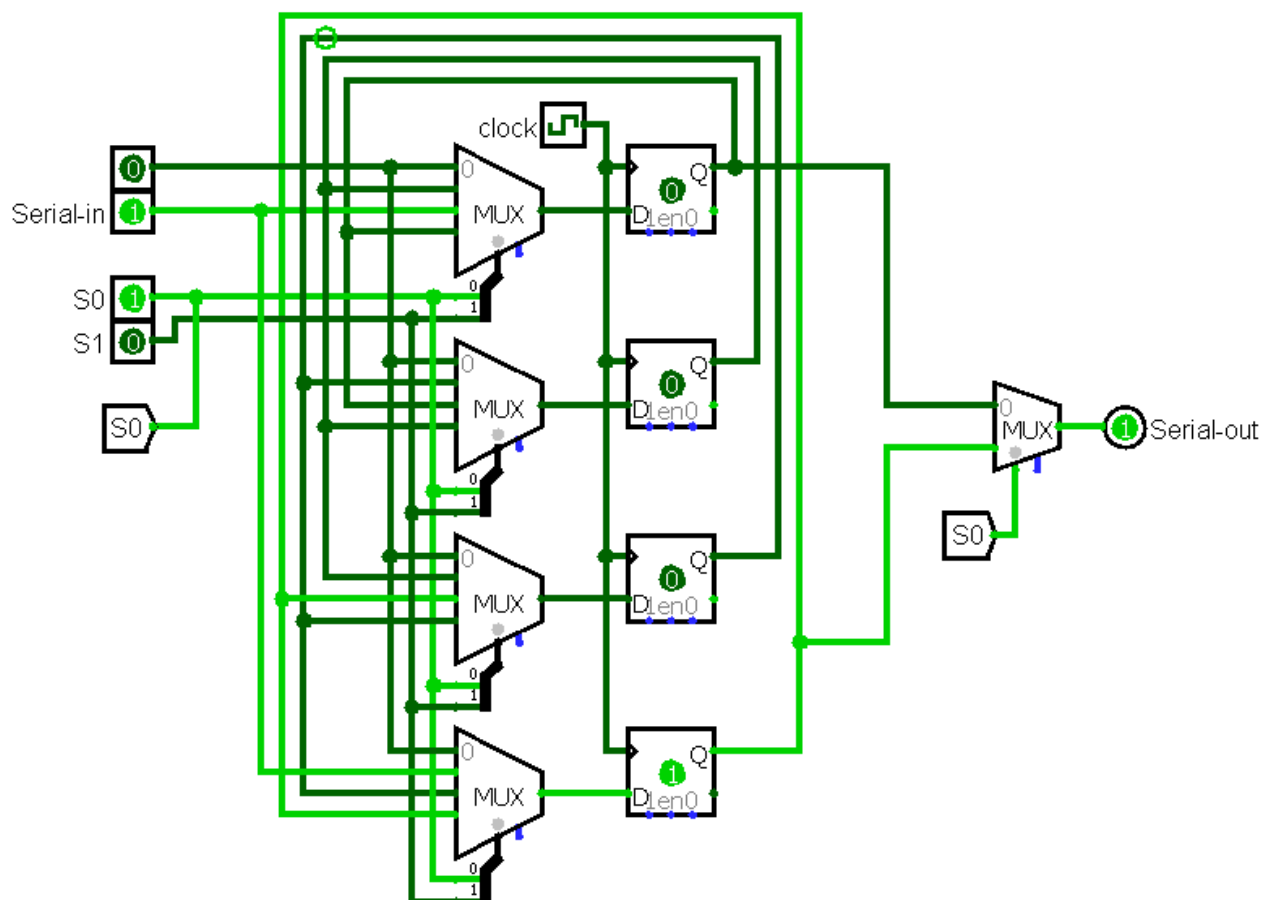
پس از ۴ کلاک به حالت اولیه می رسد. پس دوره تناوب آن ۴ است.

- ۲- (۱۰ نمره) با استفاده از چهار D-FF و مدارهای ترکیبی لازم، یک شیفت رجیستر بسازید که دو ورودی انتخاب S_1 و S_0 دارد و مطابق با جدول زیر عمل می کند. یک ورودی Serial_In و یک خروجی Serial_Out هم در نظر بگیرید که بیت های ورودی و خروجی شیفت هستند.

S_1S_0	Operation
00	Clear
01	Shift Right
10	Shift Left
11	Do Nothing

پاسخ:

چهار D-FF پشت سر هم می‌بندیم و در ورودی هر FF یک مالتی‌پلکسر می‌گذاریم که بین یکی از چهار مورد، یکی را وارد FF کند. برای بیت Serial out می‌توانیم یک مولتی‌پلکسر دو به یک قرار بدهیم که بسته به مقدار S0 (یا S1) اولین بیت سمت چپ یا اولین بیت سمت راست را به خروجی بفرستد.



۳- (۱۰ نمره) با استفاده از سه T-FF و گیت‌های پایه، شمارنده‌ای بسازید که به صورت زیر بشمارد. سپس بررسی کنید آیا شمارنده خوداصلاحگر (self-correcting) هست یا خیر و اگر نیست، مدار را طوری تغییر دهید که خوداصلاحگر باشد.

$0 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 6 \rightarrow 12 \rightarrow 15$

پاسخ:

برای ساخت مدار با استفاده از سه T-FF کافی است سه بیت کم‌ارزش را تولید کرده و با استفاده از آن‌ها بیت پرارزش را بسازیم. ابتدا جدول حالت را به صورت زیر رسم می‌کنیم و سپس برای ساخت مدار با T-FF باید ستون‌های TB و TC و TD را ساده کنیم. ستون آخر این جدول، بیت پرارزش است که در دو حالت ۴ و ۷ برابر با یک و در بقیه حالت‌ها صفر است.

برای به دست آوردن ستون‌های TB و TC و TD از جدول تحریک T-FF استفاده می‌کنیم:

Q_B Q_C Q_D	Q_B^+ Q_C^+ Q_D^+	T_B T_C T_D	A (MSB)
0 0 0	0 1 0	0 1 0	0
0 0 1	× × ×	× × ×	×
0 1 0	0 1 1	0 0 1	0
0 1 1	1 1 0	1 0 1	0
1 0 0	1 1 1	0 1 1	1
1 0 1	× × ×	× × ×	×
1 1 0	1 0 0	0 1 0	0
1 1 1	0 0 0	1 1 1	1

Q_t	Q_t^+	T
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	0

با توجه به جدول بالا، بیت پرارزش برابر است با Q_B

<p>T_B c,d</p> <p>00 01 11 10</p> <p>b 0 0 - 1 0</p> <p>1 0 - 1 0</p> <p>$T_B = Q_D$</p>	<p>T_C c,d</p> <p>00 01 11 10</p> <p>b 0 1 - 0 0</p> <p>1 1 - 1 1</p> <p>$T_C = Q'_C + Q_B$</p>	<p>T_D c,d</p> <p>00 01 11 10</p> <p>b 0 0 - 1 1</p> <p>1 1 - 1 0</p> <p>$T_D = Q'_C Q_B + Q_C Q'_B + Q_D$</p>
---	--	---

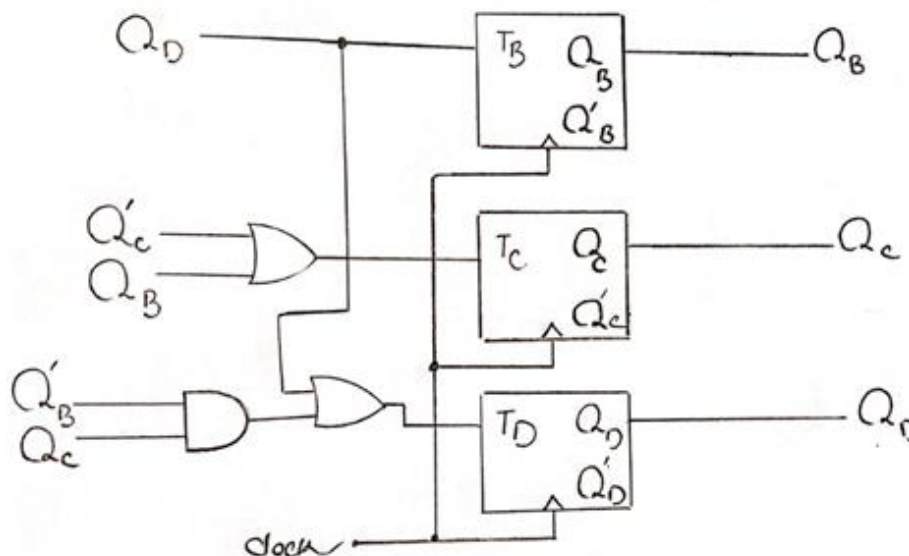
خروجی A هم برابر است با:

$$A = Q_B(Q'_C + Q'_D)$$

برای بررسی خوداصلاحگر بودن، مقادیر don't care را از روی جدول کارنو در جدول حالت جایگزین می‌کنیم:

Q_B Q_C Q_D	Q_B^+ Q_C^+ Q_D^+	T_B T_C T_D
0 0 1	1 1 0	1 1 1
1 0 1	0 1 0	1 1 1

می‌بینیم که مدار با ورود به حالت‌های تعریف‌نشده در نهایت وارد دنباله اصلی شده و مشکلی ایجاد نمی‌شود، بنابراین مدار به همین شکل خوداصلاحگر است.



۴- (۲۰ نمره) با استفاده از سه JK-FF یک شمارنده سنکرون بسازید که اعداد صفر تا هفت را سه تا سه تا بشمرد. همچنین این شمارنده یک ورودی X دارد که جهت شمارش را مشخص می‌کند. به این صورت که اگر $X=1$ باشد شمارش رو به پایین و اگر $X=0$ باشد شمارش رو به بالا خواهد بود.

$$0 \leftrightarrow 3 \leftrightarrow 6 \leftrightarrow 1 \leftrightarrow 4 \leftrightarrow 7 \leftrightarrow 2 \leftrightarrow 5 \leftrightarrow 0$$

پاسخ:

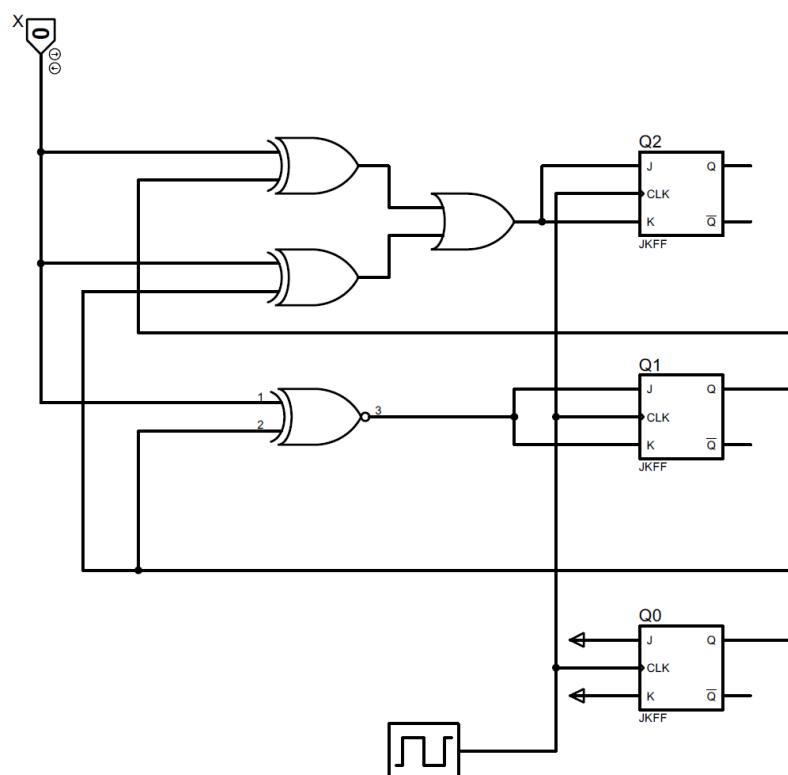
جدول درستی مدار مورد نظر به صورت زیر است. با توجه به جدول، و استفاده از جدول کارنو به معادلات ورودی J و K هر سه فلیپ‌فلاپ می‌رسیم.

PS		IN		NS									
Q_2	Q_1	Q_0	X	Q_2^+	Q_1^+	Q_0^+	J_2	K_2	J_1	K_1	J_0	K_0	
0	0	0	0	0	1	1	0	x	1	x	1	x	
0	0	0	1	1	0	1	1	x	0	x	1	x	
0	0	1	0	1	0	0	1	x	0	x	x	1	
0	0	1	1	1	1	0	1	x	1	x	x	1	
0	1	0	0	1	0	1	1	x	x	1	1	x	
0	1	0	1	1	1	1	1	x	x	0	1	x	
0	1	1	0	1	1	0	1	x	x	0	x	1	
0	1	1	1	0	0	0	0	x	x	1	x	1	
1	0	0	0	1	1	1	x	0	1	x	1	x	
1	0	0	1	0	0	1	x	1	0	x	1	x	
1	0	1	0	0	0	0	x	1	0	x	x	1	
1	0	1	1	0	1	0	x	1	1	x	x	1	
1	1	0	0	0	0	1	x	1	x	1	1	x	
1	1	0	1	0	1	1	x	1	x	0	1	x	
1	1	1	0	0	1	0	x	1	x	0	x	1	
1	1	1	1	1	0	0	x	0	x	1	x	1	

$$J_2 = K_2 = Q_0x' + Q_1'x + Q_1Q_0'$$

$$J_1 = K_1 = Q_0x + Q_0'x'$$

$$J_0 = K_0 = 1$$



۵- (۱۵ نمره) با استفاده از سه T-FF یک شمارنده آسنکرون بسازید که رشته زیر را بشمارد.

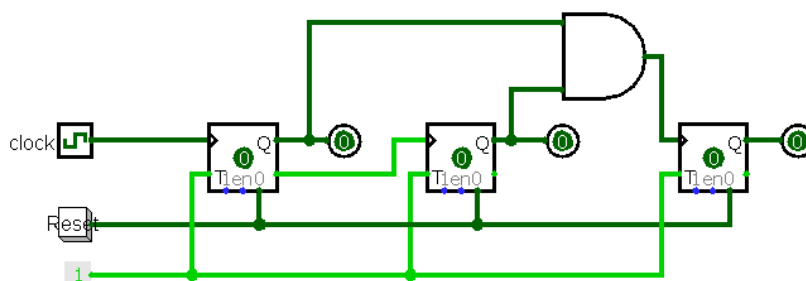
$0 \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 7 \rightarrow 4 \rightarrow 5 \rightarrow 6 \rightarrow 3 \rightarrow 0$

پاسخ:

برای حل این سوال حالت‌های متوالی را به صورت دودویی می‌نویسیم و بررسی می‌کنیم:

$000 \rightarrow 001 \rightarrow 010 \rightarrow 111 \rightarrow 100 \rightarrow 101 \rightarrow 110 \rightarrow 011 \rightarrow 000$

چون ورودی همه FFها را به یک وصل می‌کنیم، باید از روی تغییرات متوالی ورودی clock هر FF را به دست آوریم. می‌بینیم که بیت کم‌ارزش در هر clock تغییر می‌کند، بنابراین clock اصلی باید به این FF وصل باشد. بیت وسط هر دو clock یک بار و زمانی که بیت کم‌ارزش از یک به صفر تغییر کرده، تغییر می‌کند. بیت پرارزش وقتی تغییر می‌کند که بیت کم‌ارزش از صفر به یک تغییر کرده و بیت وسط یک است. بنابراین شمارنده را به صورت زیر می‌سازیم.



۶- (۱۵ نمره) ابتدا با استفاده از یک شمارنده آسنکرون بالاشمار (ripple counter) یک شمارنده BCD بسازید.

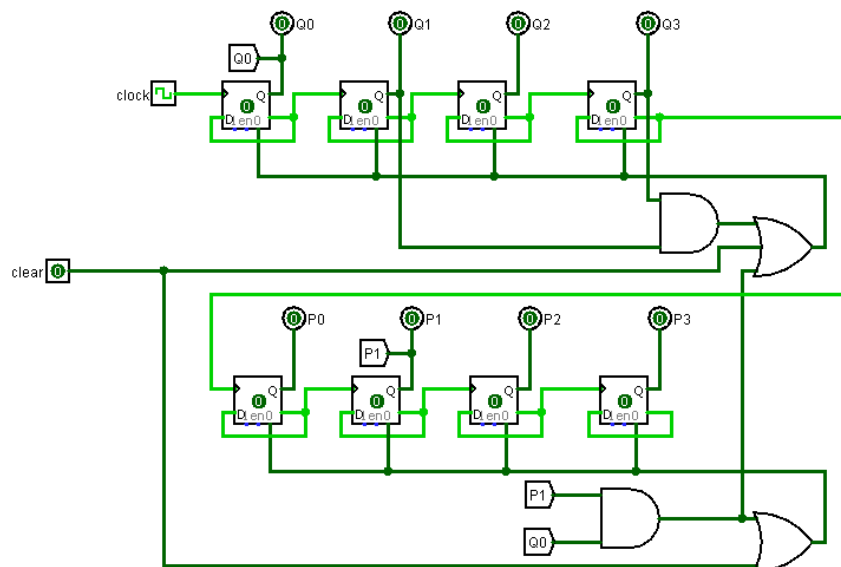
سپس با استفاده از دو شمارنده BCD، یک شمارنده بسازید که اعداد صفر تا ۲۰ را به صورت BCD بشمارد.

$(00 \rightarrow 01 \rightarrow 02 \rightarrow \dots \rightarrow 09 \rightarrow 10 \rightarrow 11 \rightarrow 12 \rightarrow \dots \rightarrow 19 \rightarrow 20 \rightarrow 00)$

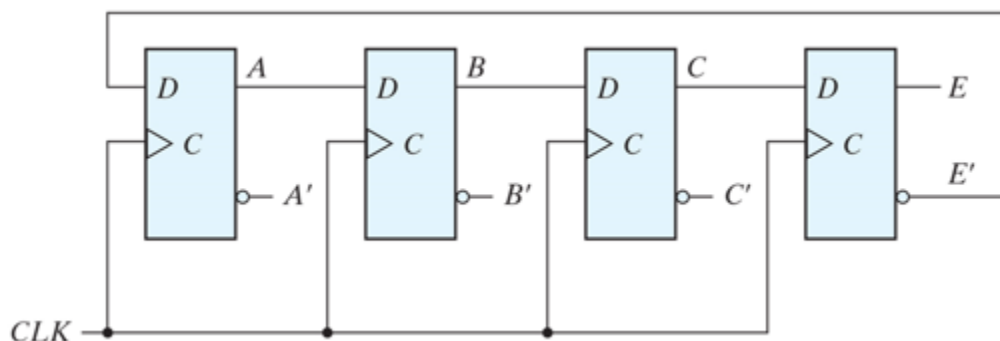
پاسخ:

شمارنده آسنکرون بالا شمار BCD مثل یک شمارنده آسنکرون بالا شمار دودویی است، با این تفاوت که هر وقت شمارنده به عدد ۱۰ برسد، باید reset شود، بنابراین بیت‌های دوم و چهارم آن را باید با هم AND کرده و به ورودی clear فلیپ‌فلاپ‌ها بدهیم.

اگر دو شمارنده آسنکرون بالا شمار BCD داشته باشیم، به صورت زیر می‌توانیم از صفر تا ۲۰ را بشماریم.



۷- (۲۰ نمره) توضیح دهید شمارنده زیر چه رشته‌ای را می‌شمارد. با قراردادن یک مدار ترکیبی در خروجی فلیپ‌فلاپ‌ها هشت خروجی تولید کنید که هر کدام فقط در یک clock یک و در بقیه clockها صفر باشد. برای ساخت این مدار ترکیبی فقط از گیت‌های AND دو ورودی استفاده کنید.



پاسخ:

این شمارنده رشته زیر را می‌شمارد:

0000 → 1000 → 1100 → 1110 → 1111 → 0111 → 0011 → 0001 → 0000

می‌خواهیم هشت خروجی بسازیم که طبق جدول زیر تغییر کند. برای ساده کردن خروجی‌های p تا z می‌توانیم از جدول کارنو استفاده کنیم و به نتایج زیر برسیم:

A	B	C	E	p	q	r	s	w	x	y	z
0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0
0	1	0	0	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x
0	1	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	0	x	x	x	x	x	x	x	x
1	0	1	1	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
1	1	0	1	x	x	x	x	x	x	x	x
1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0

$$p = A'E'$$

$$q = AB'$$

$$r = BC'$$

$$s = CE'$$

$$w = AE$$

$$x = A'B$$

$$y = B'C$$

$$z = C'E$$