



به موارد زیر توجه کنید:

- ۱- حتما نام و شماره دانشجویی خود را روی پاسخنامه 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 نامگذاری 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.
- ۵- هر ساعت تاخیر در ارسال تمرین ۲ درصد از نمره آن را کم خواهد کرد و حداکثر تاخیر مجاز ۲۴ ساعت است.

سوالات:

۱- (۲ نمره) مدار مبدل یک عدد BCD به Excess-3 را با یک ROM بسازید.

پاسخ:

A	B	C	D	W	X	Y	Z
0	0	0	0	0	0	1	1
0	0	0	1	0	1	0	0
0	0	1	0	0	1	0	1
0	0	1	1	0	1	1	0
0	1	0	0	0	1	1	1
0	1	0	1	1	0	0	0
0	1	1	0	1	0	0	1
0	1	1	1	1	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	1
1	0	0	1	1	1	0	0

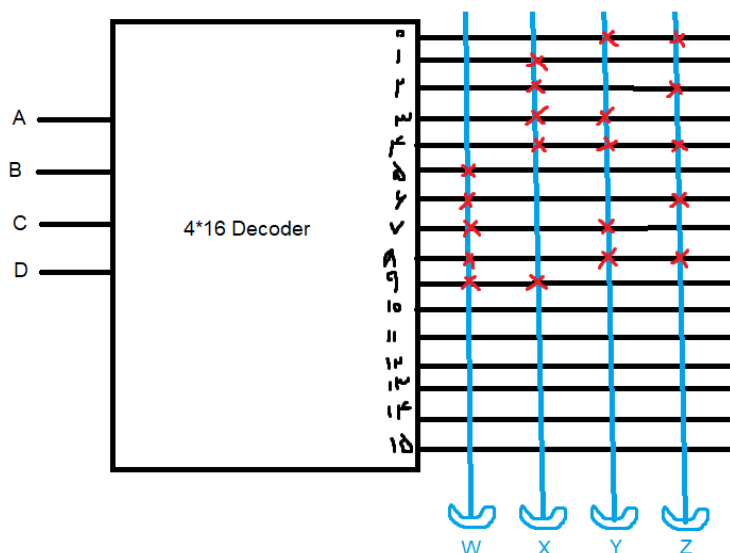
همانطور هم که می‌دانیم در BCD فقط اعداد ۰ تا ۹ را داریم ولی چون با ۴ بیت نشان می‌دهیم، می‌توانیم تا ۱۵ داشته باشیم. پس ۱۰ تا ۱۵ حالت don't care دارند. حال از روی جدول بالا، روابط موجود را به دست می‌آوریم.

$$W = \Sigma m(5,6,7,8,9)$$

$$X = \Sigma m(1,2,3,4,9)$$

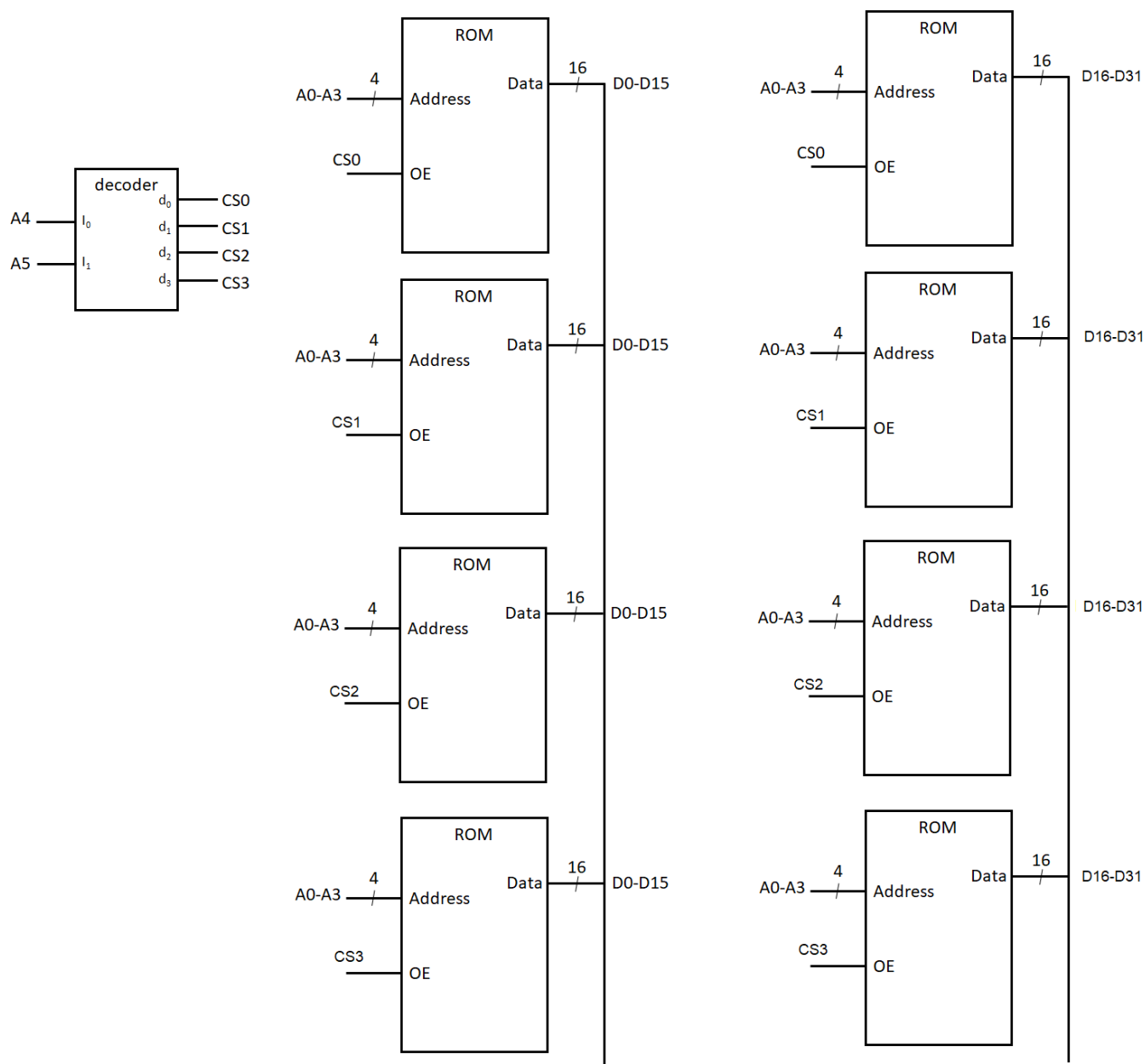
$$Y = \Sigma m(0,3,4,7,8)$$

$$Z = \Sigma m(0,2,4,6,8)$$



۲- (۲ نمره) با استفاده از تعداد کافی ROM به اندازه  $8 \times 16$  و یک دیکودر یک ROM به اندازه  $32 \times 32$  بسازید.

مدار حاصل به شکل زیر خواهد بود. در این شکل فرض شده خروجی‌های داده در صورت غیرفعال بودن خط ورودی OE در حالت امپدانس بالا (Z) قرار دارند و به همین دلیل می‌توانیم آنها را به یکدیگر متصل کنیم.



۳- (نمره) توابع زیر را با استفاده از یک PLA با کمترین تعداد گیت‌های AND و OR بسازید.

$$f(a, b, c, d) = \sum m(0, 1, 3, 4, 8, 12) + d(7, 15)$$

$$g(a, b, c, d) = \prod M(2, 4, 6, 7, 10, 11, 12, 13, 14, 15)$$

$$h(a, b, c) = \sum m(1, 3, 6)$$

پاسخ:

برای هر کدام از توابع باید جدول کارنو رسم کنیم و آنها را ساده کنیم:

ab \ cd	00	01	11	10
00	1	1	1	1
01	1	0	0	0
11	1	x	x	0
10	0	0	0	0

$$F = c'd' + a'b'd$$

$$F' = bd + ad + cd'$$

ab \ cd	00	01	11	10
00	1	0	0	1
01	1	1	0	1
11	1	0	0	0
10	0	0	0	0

$$g = b'c' + a'c'd + a'b'd$$

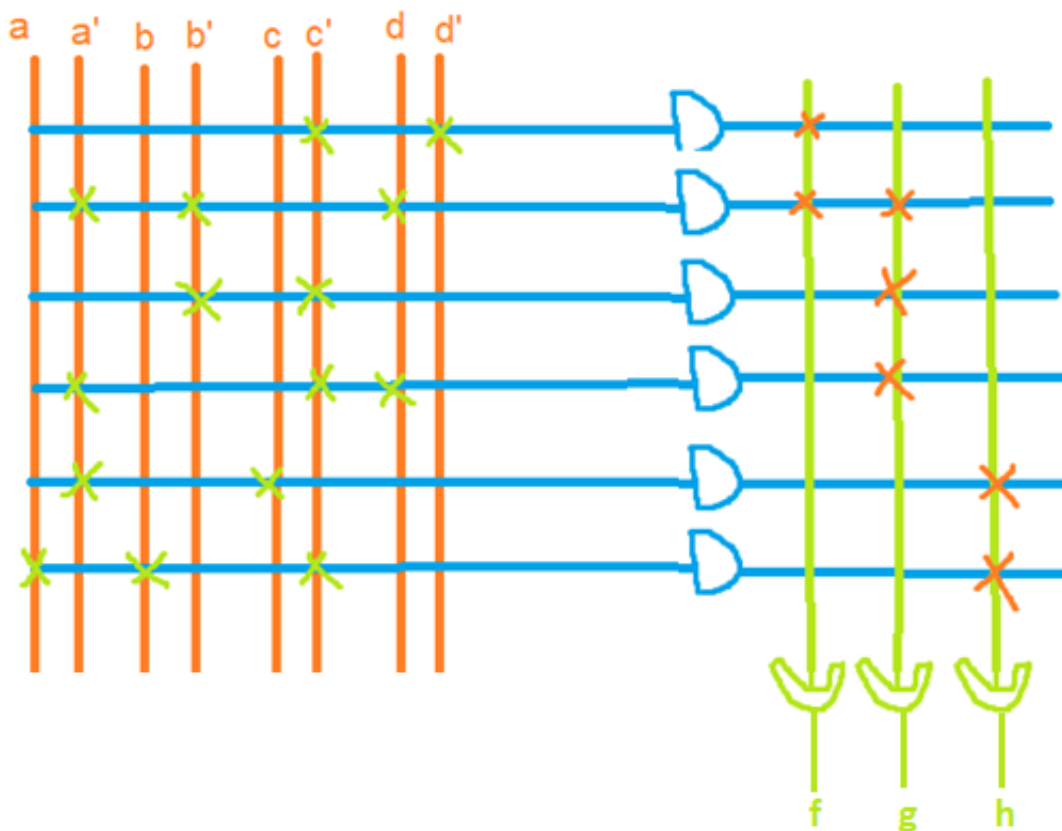
$$g' = ab + cd' + bd' + ac + bc$$

ab \ c	00	01	11	10
0	0	0	1	0
1	1	1	0	0

$$h = a'c + abc'$$

$$h' = a'c' + ab' + ac$$

برای هر تابع هم خود تابع را ساده می‌کنیم و هم مکمل آن را. می‌بینیم که اگر در هر سه مورد خود تابع را بسازیم یک جمله مشترک حال که معادله‌ها مشخص شدند، می‌توانیم PLA مربوط به آنها را بکشیم:



۴- (۴ نمره) جدول درستی زیر را یک بار با ساده‌ترین AND-OR PAL ممکن و یک بار با ساده‌ترین OR-AND PAL ممکن بسازید.

x	y	z	a	b	c	d
0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	0	1	1
0	1	0	0	1	1	0
0	1	1	1	0	0	1
1	0	0	1	1	0	0
1	0	1	1	1	1	1
1	1	0	0	0	1	0
1	1	1	0	1	0	1

**a** y,z

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

$$a = x'yz + xy'$$

**b** y,z

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

$$b = x'yz' + xy' + xz$$

**c** y,z

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

$$c = y'z + yz'$$

**a** y,z

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

$$a = (x + y)(x' + y')(y' + z)$$

**b** y,z

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

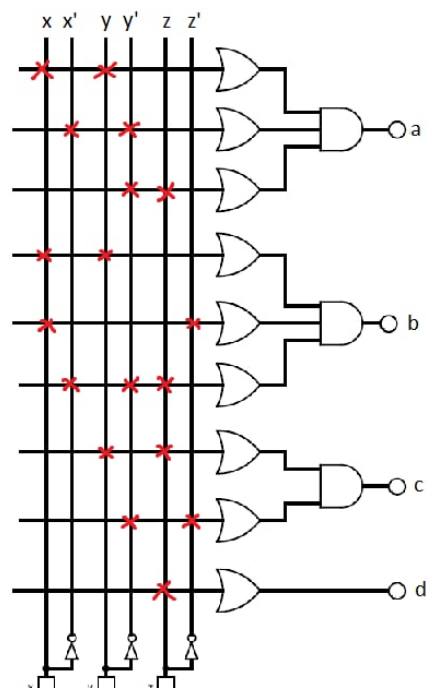
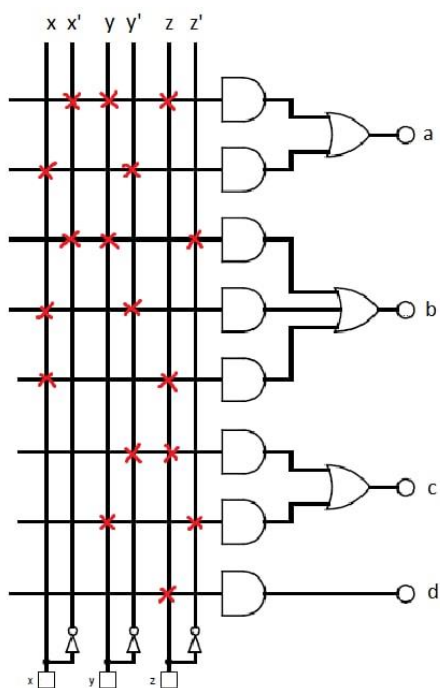
$$b = (x + y)(x + z')(x' + y' + z)$$

**c** y,z

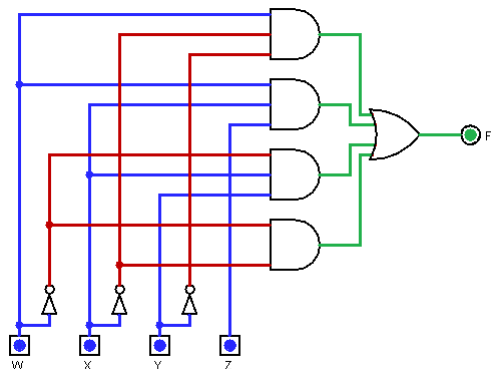
	00	01	11	10
x 0	0	1	0	1
1	0	1	0	1

$$c = (y + z)(y' + z')$$

برای d نیازی به رسم جدول کارنو نیست چون  $d=z$



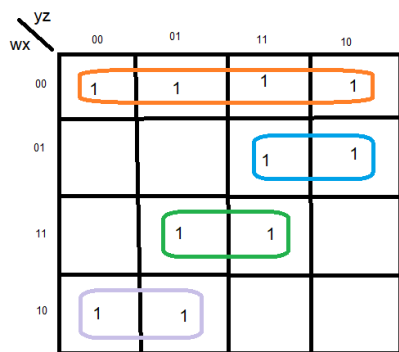
۵- (۳ نمره) همهٔ مخاطرات ایستا (static hazards) را در مدار شکل زیر مشخص کنید و سپس مدار معادل ساده‌شده و بدون مخاطره را رسم کنید. تاخیر همهٔ گیت‌ها را یکسان فرض کنید.



نخست معادله تابع را به دست می‌آوریم:

$$F = wx'y' + wxz + w'xy + w'x'$$

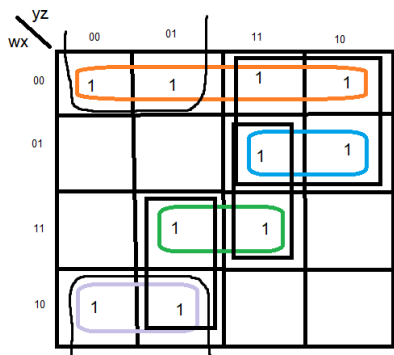
حال از روی جدول کارنو، باید مکان‌هایی را که امکان بروز مخاطره دارند مشخص کنیم و می‌دانیم زمانی این اتفاق می‌افتد که دو ناحیه همپوشانی نداشته باشند و بتوان از یکی خارج و به دیگری وارد شد:



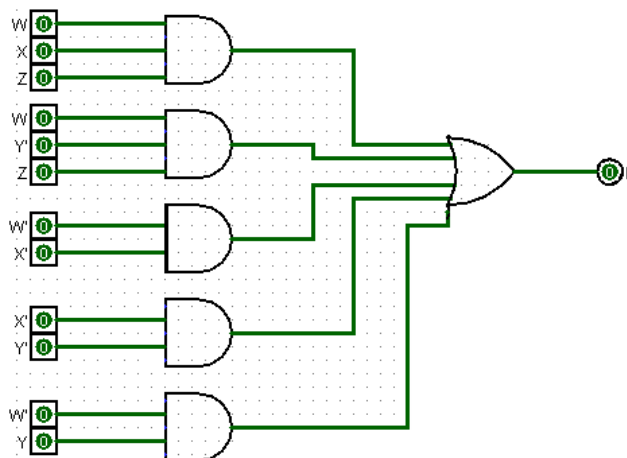
مخاطره در هنگام تغییرات زیر رخ می‌دهد:

$$\begin{aligned} wx'y'z' &\rightarrow w'x'y'z' \\ wx'y'z &\rightarrow w'x'y'z \\ wxy'z &\rightarrow wx'y'z \\ wxyz &\rightarrow w'xyz \\ w'xyz &\rightarrow w'x'yz \\ w'xyz' &\rightarrow w'x'yz' \end{aligned}$$

برای رفع مخاطره باید جدول کارنو را مجدداً ساده کنیم. در رابطهٔ نهایی دو جملهٔ آخر برای رفع مخاطره اضافه شده‌اند:



$$F = x'y' + wxz + w'y + \underline{wy'z} + \underline{w'x'}$$



۶- (۲ نمره) تمامی مخاطرات را در تابع زیر پیدا کنید و سپس تابع را طوری ساده کنید که دیگر مخاطره‌ای نداشته باشد.  
 $F(A,B,C,D,E)=A'D'E'+B'C'D'+C'DE'$

برای حل نخست جدول کارنو این مدار را می‌کشیم که مانند زیر است.

$a = 0$

	bc	00	01	11	10
de	0	0	4	12	8
00		1	1	1	1
01	1		5	13	9
11	3		7	15	11
10	2		6	14	10

$a = 1$

	bc	00	01	11	10
de	0	0	4	12	8
00		1			
01	1		5	13	9
11	3		7	15	11
10	2		6	14	10

حال با کمی دقت متوجه می‌شویم که با حرکت از خانه ۰ به ۲ و برعکس، از خانه ۸ به ۱۰ و برعکس و در نهایت با حرکت از خانه ۱۶ به ۱۸ و برعکس، مخاطره رخ می‌دهد، چون از خانه‌ای به خانه دیگر می‌رویم که هر دو یک هستند ولی از یک cube خارج و وارد cube دیگری می‌شویم، بدون اینکه همپوشانی‌ای وجود داشته باشد. این حرکت‌ها در عکس زیر نمایش داده شده‌اند:

$a = 0$

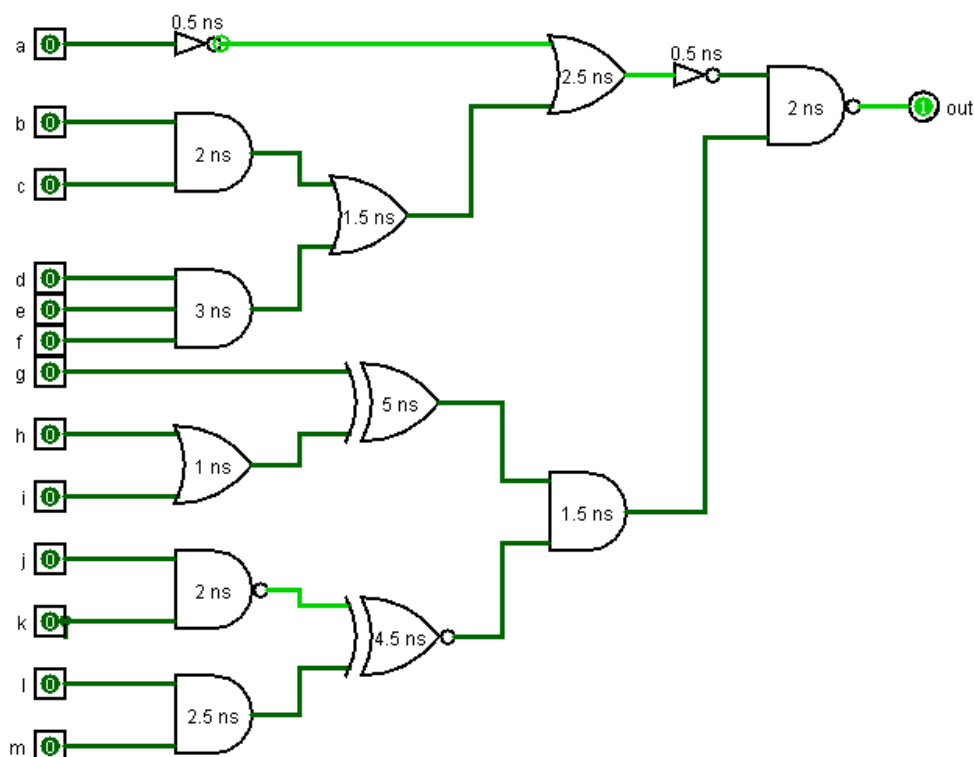
	bc	00	01	11	10
de	0	0	4	12	8
00		1	1	1	1
01	1		5	13	9
11	3		7	15	11
10	2		6	14	10

$a = 1$

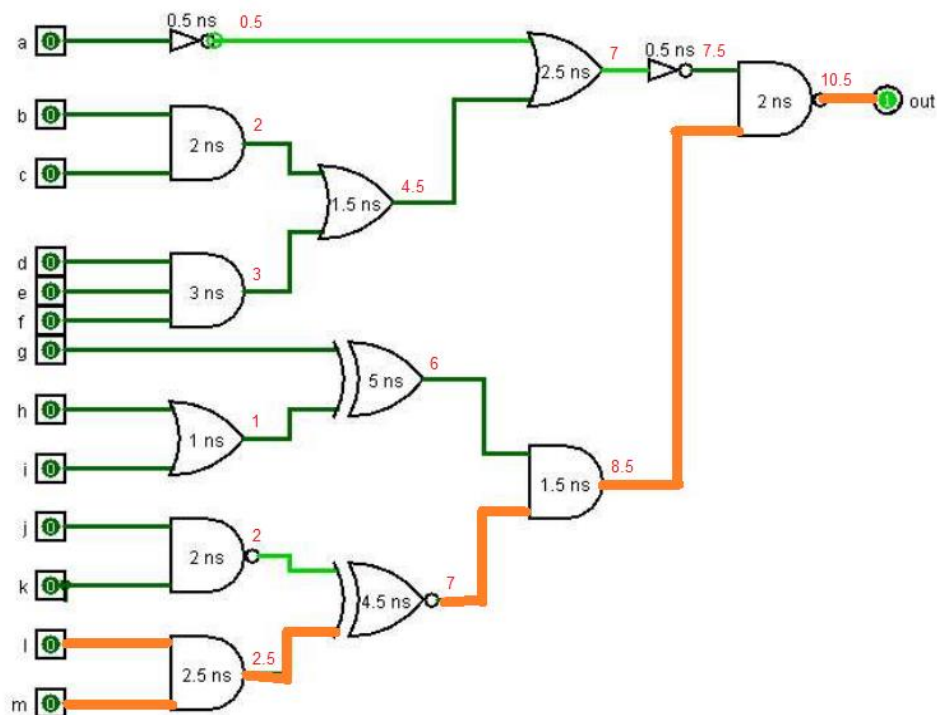
	bc	00	01	11	10
de	0	0	4	12	8
00		1			
01	1		5	13	9
11	3		7	15	11
10	2		6	14	10

در نتیجه باید جمله‌هایی اضافه کنیم تا این حرکت‌های بین cube ای به گونه‌ای شود که حرکت‌ها درون cube ای شوند. برای رفع مخاطره اول و دوم، می‌توان جمله‌ی  $a'c'e'$  را اضافه کرد تا حرکت از ۰ به ۲ و از ۸ به ۱۰ و برعکس، دیگر مخاطره‌ای نداشته باشند. برای مخاطره سوم هم که گفته شد، می‌توان جمله  $b'c'e'$  را اضافه کرد تا مشکل را حل کرد. پس در نهایت با اضافه کردن این ۲ جمله، مخاطره‌های مدار رفع می‌شود.

۷- (۳ نمره) در مدار زیر مسیر بحرانی را مشخص کرده و سپس تاخیر مسیر بحرانی و پیچیدگی مدار را محاسبه کنید.



برای حل نخست تاخیر خروجی هر گیت را محاسبه و مسیری که باعث این تاخیر ۱۰,۵ نانوثانیه‌ای شده است را پیدا می‌کنیم:



همانطور که گفته شد، تاخیر این مسیر بحرانی هم ۱۰,۵ نانوثانیه است.

برای محاسبه پیچیدگی مدار هم باید مجموع ورودی همه گیت‌های موجود در مدار را محاسبه کنیم که این، همان پیچیدگی مدار است. با شمارش ورودی همه گیت‌های موجود در مدار، به عدد ۲۵ می‌رسیم.

۸- (۲ نمره) اگر عدد دریافتی در سیستم کدگذاری همینگ ۰۱۱۰۱۰۱ باشد، آیا این کد درست دریافت شده است؟ بیت‌های داده اصلی عدد ارسالی چه بوده‌اند؟ با جزییات توضیح دهید.  
ابتدا شماره بیت ها را مشخص می‌کنیم:

P1	P2	X3	P4	X5	X6	X7	
1	2	3	4	5	6	7	شماره بیت
0	1	1	0	1	0	1	مقدار

سپس با XOR خطا را بدست می‌آوریم:

$$d1 = \text{XOR}(1, 3, 5, 7) = 1$$

$$d2 = \text{XOR}(2, 3, 6, 7) = 1$$

$$d4 = \text{XOR}(4, 5, 6, 7) = 0$$

چون  $d_4 d_2 d_1 = 011$  پس خطا در بیت سوم رخ داده است، یعنی پس بیت های داده اصلی عدد ارسالی ۰۱۰۱ بوده است.