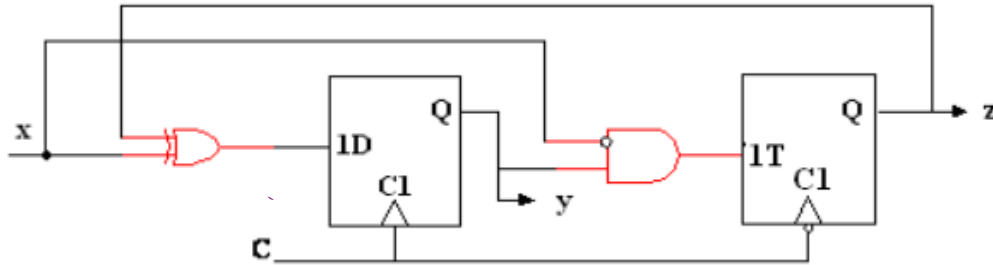


# تمرین ششم مدار منطقی



1. با فرض 1 نانوثانیه تاخیر برای هر گیت ترکیبی، 2 نانوثانیه تاخیر برای هر فلیپ‌فلاپ، 2 نانوثانیه زمان setup و 1 نانوثانیه زمان hold به سوالات زیر پاسخ دهید. (توجه کنید که لبه فعال فلیپ‌فلاپ‌ها با هم متفاوت است).

الف) حداکثر فرکانس کلاک مدار زیر چقدر است؟



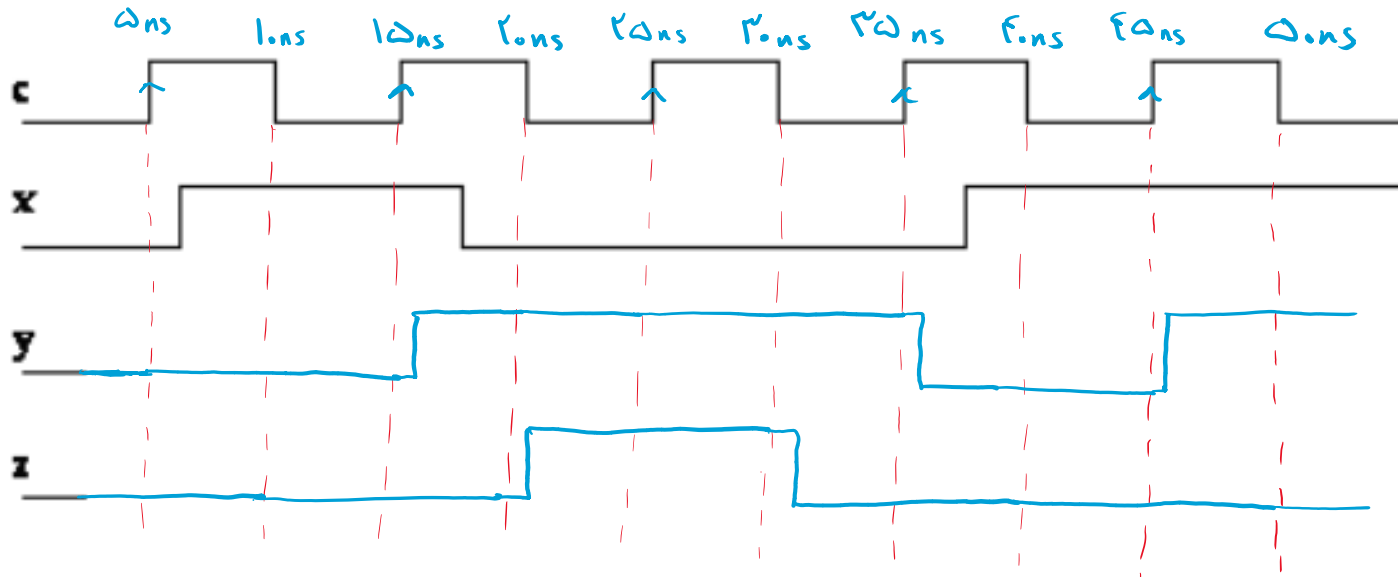
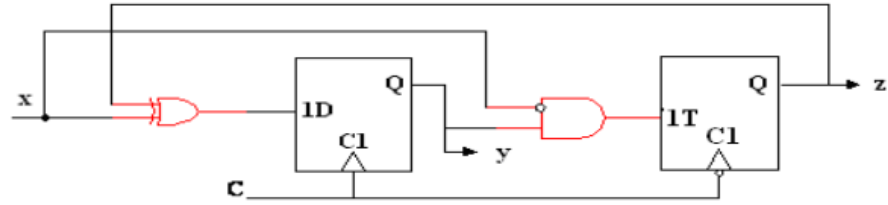
$$D_{ff}: \underbrace{1ns}_{t_{ca}} + \underbrace{1ns}_{t_d} + \underbrace{1ns}_{t_{setup}} = 3ns$$

$$T_{ff}: \underbrace{1ns}_{t_{ca}} + \underbrace{1ns}_{t_d} + \underbrace{1ns}_{t_{setup}} = 3ns$$

$$\Rightarrow T_{min} = 3ns + 3ns = 6ns$$

$$\Rightarrow f_{max} = \frac{1}{6ns} = 16.67MHz$$

ب) دیاگرام زمانی خروجی‌های Y و Z را رسم کنید. (40 نمره)



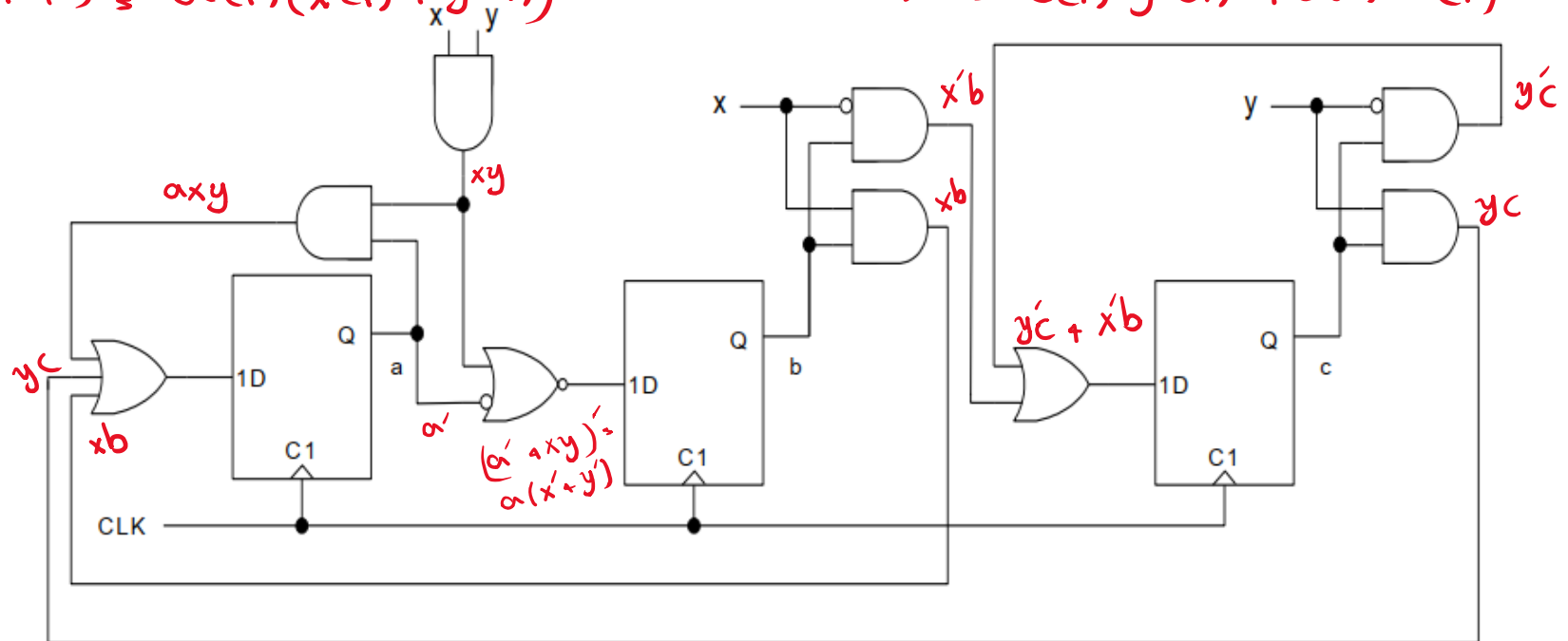
دیاگرام حالت مدار زیر را رسم کنید. (۳۰ نمره)



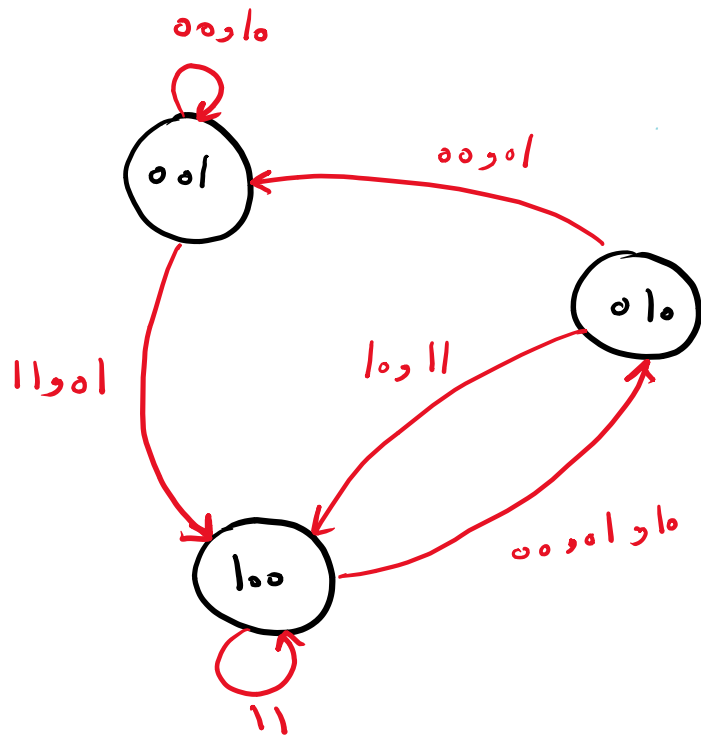
$$a(t+1) = a(t)x(t)y(t) + c(t)y(t) + b(t)x(t)$$

$$b(t+1) = a(t)(x'(t) + y'(t))$$





$$c(t+1) = c(t)y'(t) + b(t)x'(t)$$



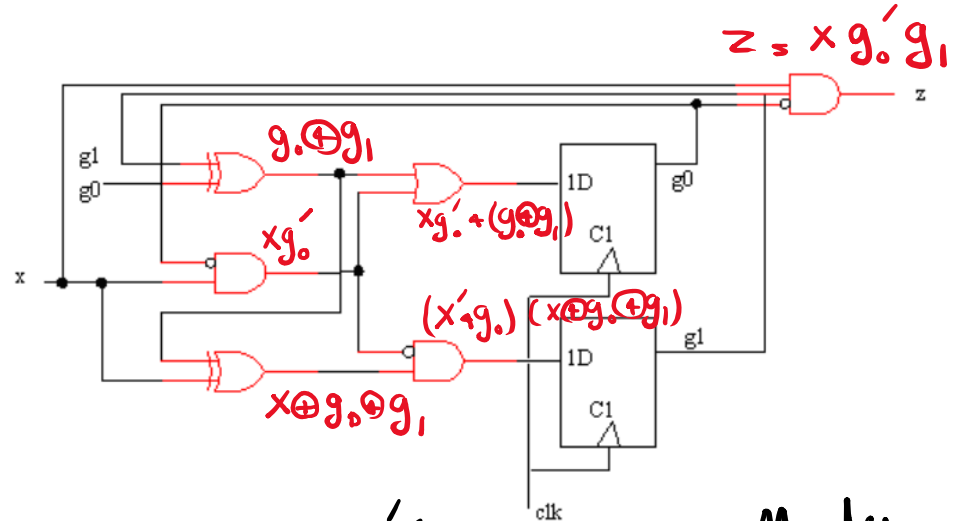
A(t)	B(t)	C(t)	X(t)	Y(t)	A(t+1)	B(t+1)	C(t+1)
0	0	1	0	0	0	0	1
0	0	1	0	1	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	1
0	0	1	1	1	1	0	0
0	1	0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0	0	1
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	0	1	1	1	0	0
1	0	0	0	0	0	1	0
1	0	0	0	1	0	1	0
1	0	0	1	0	0	1	0
1	0	0	1	1	1	0	0



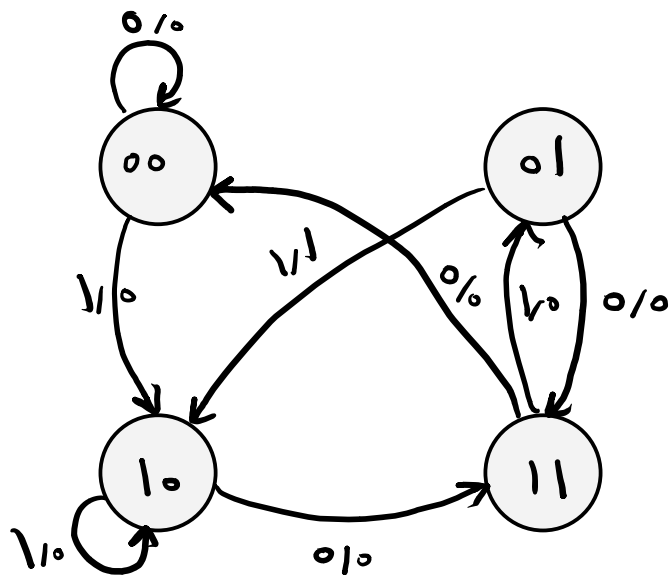
3. جدول حالت، دیاگرام حالت و معادله خروجی‌های فلیپ‌فلاپ‌ها و خروجی  $Z$  را در مدار زیر بدست آورید. نوع این مدار (میلی یا مور) را تعیین کنید. (50 نمره)

Present State  input  next State  Output 

$g_0(t)$	$g_1(t)$	$x(t)$	$g_0(t+1)$	$g_1(t+1)$	$z(t)$
0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	0	0
0	1	0	1	1	0
0	1	1	1	0	1
1	0	0	1	1	0
1	0	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0
1	1	1	0	1	0



$$z(t) = x(t) g_0'(t) g_1(t) \rightarrow \text{Mealy}$$



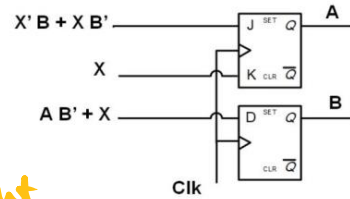
	$g_0 g_1$	$g_1$	$g_0$	
$x$	0	1	0	1
$x$	1	1	0	1


$$g_0(t+1) = g_1(t)g'_0(t) + g'_1(t)g_0(t) + x(t)g'_0(t)$$

	$g_0 g_1$			
$x$	0	1	0	1
	0	0	1	0

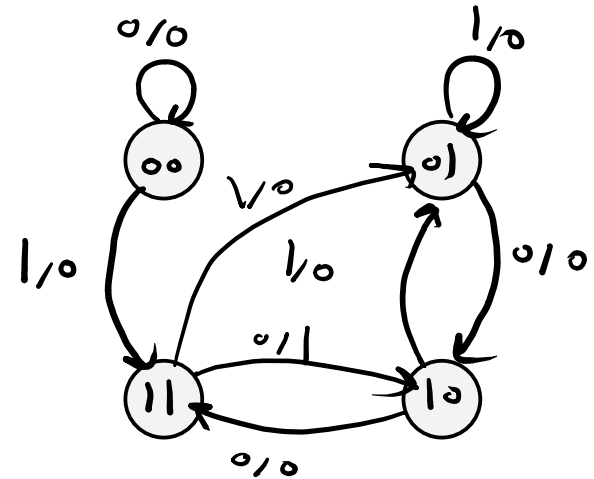
$$g_1(t+1) = x'(t)g_1(t)g'_0(t) + x'(t)g'_1(t)g_0(t) + x(t)g_0(t)g_1(t)$$

5. نمودار حالت مدار زیر را رسم کنید. (20 نمره)



Present state  input   
 next state   
 output

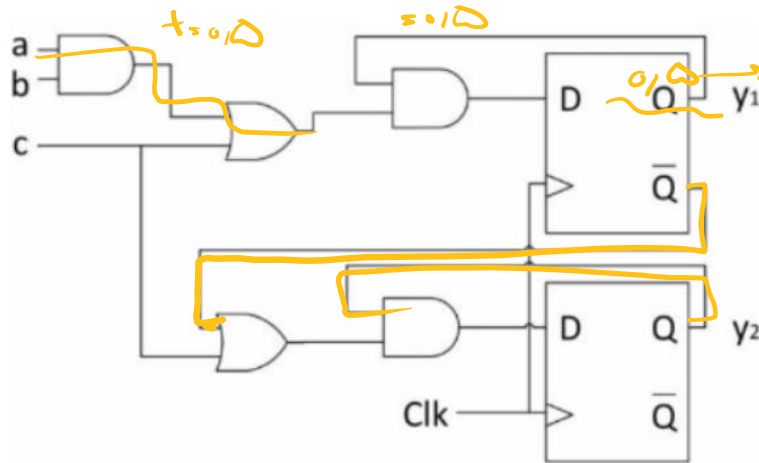
A(t)	B(t)	X(t)	J1(t)	D(t)	A(t+1)	B(t+1)	Z(t)
0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	1	1	1	0
0	1	0	1	0	1	0	0
0	1	1	0	1	0	1	0
1	0	0	0	1	1	1	0
1	0	1	1	1	0	1	0
1	1	0	1	0	1	0	1
1	1	1	0	1	0	1	0





6. ماکزیمم فرکانس کلاک برای مدار زیر را پیدا کنید. تاخیر هر کدام از گیت‌های AND و OR را 0.25 نانوثانیه در نظر بگیرید. همچنین برای فلیپ‌فلاپ‌ها زمان تاخیر کلاک به Q ( $t_{cq}$ ) را 0.5 نانوثانیه و زمان‌های setup و hold را به ترتیب 0.1 نانوثانیه و 0.25 نانوثانیه فرض کنید. (زمان کلاک به Q و کلاک به  $\bar{Q}$  برابرند).

زمان تاخیر کلاک به Q مقدار زمانی است که طول می‌کشد تا بعد از لبه کلاک مقدار جدید D در خروجی ظاهر شود. زمان setup بازه زمانی (قبل) از لبه کلاک است که ورودی D در آن بازه نباید تغییر کند. زمان hold بازه زمانی (بعد) از لبه کلاک است که ورودی D در آن بازه نباید تغییر کند. (20 نمره)



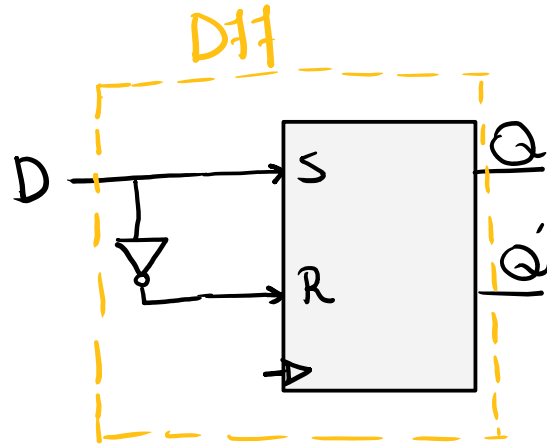
(1)  $T_{min} = 0.15 + 0.15 + \underbrace{0.15}_{\text{setup}} = 1ns$

(2)  $T_{min} = \underbrace{0.15}_{t_{cq}} + \underbrace{0.15}_{or} + \underbrace{0.15}_{and} + \underbrace{0.15}_{setup} = 1.25ns$

$\Rightarrow f_{max} = \frac{1}{1.25ns} = 800MHz$

7. الف) با استفاده از فلیپ‌فلاپ SR و وارون‌کننده یک فلیپ‌فلاپ D بسازید.

ب) اگر تاخیر propagation و setup time در فلیپ‌فلاپ SR بخش الف به ترتیب برابر 2.5 نانوثانیه و 1.5 نانوثانیه باشد، همچنین تاخیر وارون‌کننده برابر 1 نانوثانیه باشد تاخیر propagation و setup time در فلیپ‌فلاپ D را محاسبه کنید. (30 نمره)



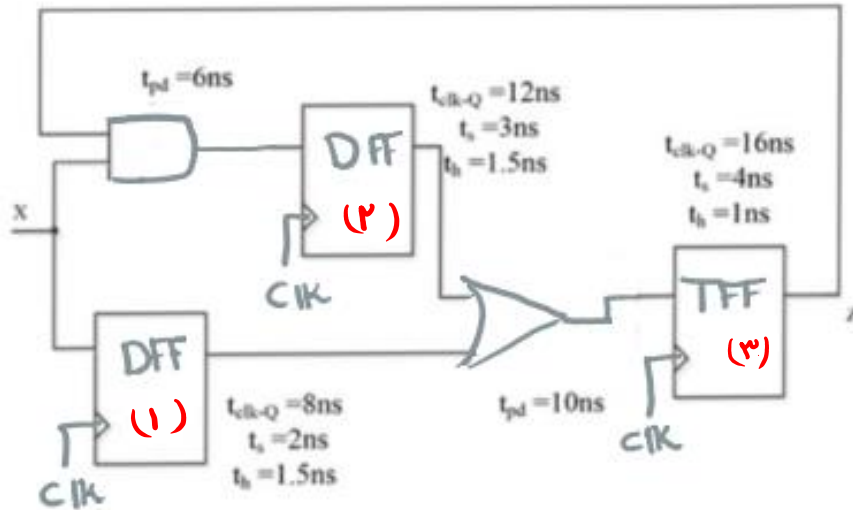
$$\text{setup time} = 1.5 \text{ ns} + 1 \text{ ns} = 2.5 \text{ ns}$$

$$\text{propagation delay} = 2.5 \text{ ns}$$

$\left\{ \begin{array}{l} \text{hold} \rightarrow \text{بعد از ورودی آیت} \\ \text{setup} \rightarrow \text{قبل از ورودی آیت} \end{array} \right.$

$t_{cq} = \text{propagation delay} \rightarrow$  تأخیر بین ورودی و خروجی

8. حداقل دوره تناوب سیگنال ساعت مدار سنکرون شکل زیر را برای عملکرد صحیح آن بیابید. (30 نمره)



$$(1) T_{min} = 7ns$$

$$(2) T_{min} = 19ns + 9ns + 7ns$$

$$\Rightarrow T_{min} = 35ns$$

$$(3) T_{min} = 17ns + 10ns + 7ns$$

$$\Rightarrow T_{min} = \underline{34ns}$$

$$\Rightarrow T_{min} = 34ns \Rightarrow f_{max} = \frac{1}{34ns} \text{ Hz}$$