

بسمه تعالی



دانشکده کامپیوتر

گزارش کار دوم آزمایشگاه مدارهای منطقی

آزمایش سوم: شمارنده

استاد

آقای دکتر شاهین حسابی

دانشجویان

نیکا قادری و مبینا حیدری

دانشگاه صنعتی شریف

پاییز ۱۴۰۲

## فهرست مطالب

مقدمه ۲

۱	شمارنده دودویی آسنکرون	۲
۱-۱	شمارنده بالا پایین شمار	۲
۱-۲	بخش دوم آزمایش اول: لود موازی	۱۶
۲	شمارنده دودویی سنکرون	۲۹
۳	شمارنده BCD	۴۳

## مقدمه

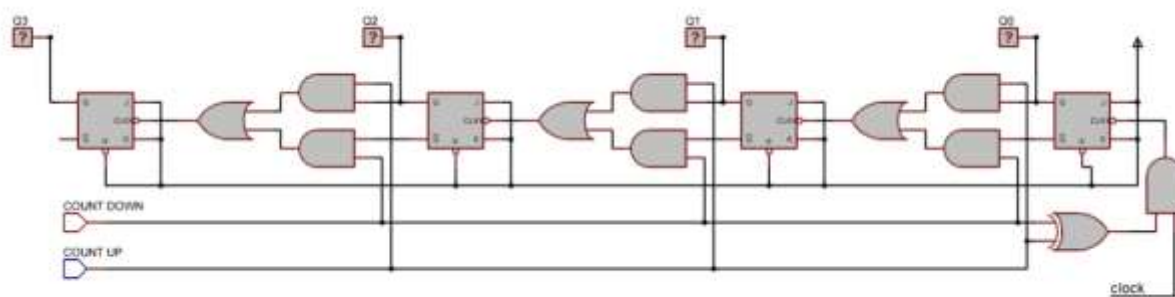
هدف این آزمایش ، آشنایی با نحوه کارکرد انواع شمارنده ها است. ابتدا تمام بخش ها در نرم افزار proteus شبیه سازی شده و آزمایش اخر به صورت عملی نیز پیاده سازی می شود .

## ۱ شمارنده دودویی آسنکرون

### ۱-۱ شمارنده بالا پایین شمار

مطابق شکل پایین باید با استفاده از چهار فلیپ فلاپ T یا JK یک شمارنده بالا/پایین شمار آسنکرون ساخته

شود



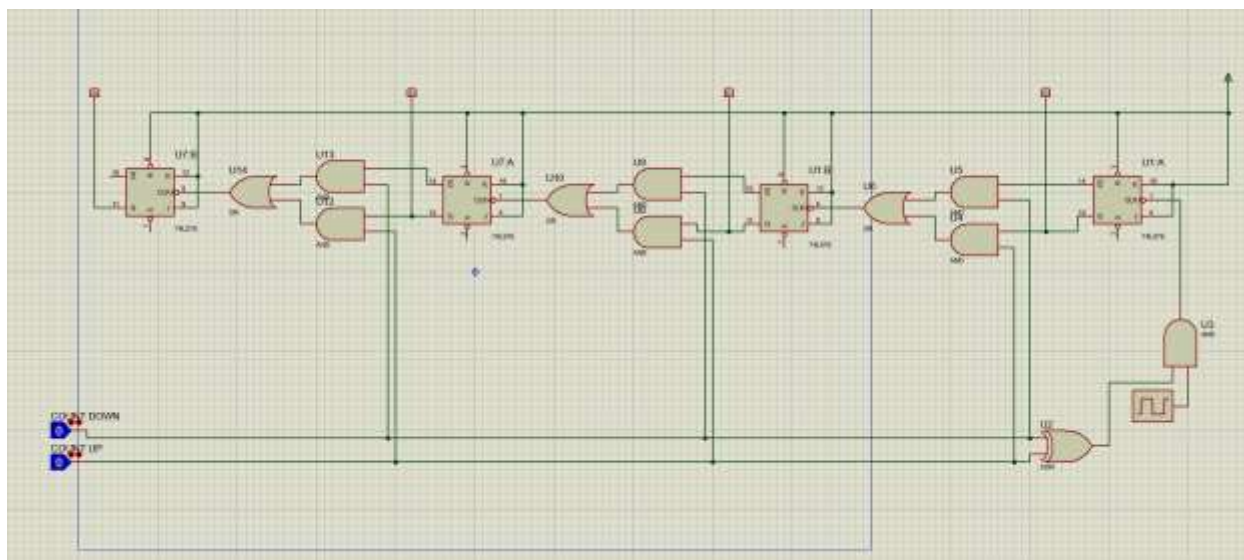
وسایل مورد نیاز:

- JK flip flop
- Clock
- 2 input and gate
- 2 input or gate

### تئوری آزمایش:

در این قسمت از ۴ فلیپ فلاپ JK برای ساخت یک شمارنده ۴ بیتی بالا /پایین شمار استفاده می کنیم. این مدار دو ورودی برای شمارش رو به بالا و پایین دارد و فقط در صورتی کار می کند. که تنها یکی از این دو ورودی فعال باشند. ورودی های J و K این ۴ فلیپ فلاپ همواره به منبع تغذیه (مقدار ۱) متصل هستند یعنی با ورود کلاک به هر یک از این فلیپ فلاپ ها مقدار آن تاگل می شود . حال با قرار دادن گیت هایی پشت هر یک از فلیپ فلاپ ها و اتصال خروجی آنها به ورودی کلاک فلیپ فلاپ تنظیم میکنیم که این کلاک در چه زمانی وارد فلیپ فلاپ بشود.

ورودی های این مدارها به این صورت است که هم به خروجی های فلیپ فلاپ قبلی متصل است و هم بررسی می کند که آیا ورودی بالاشمار فعال است یا ورودی پایین شمار. با این تنظیمات اولین فلیپ فلاپ با هر پالس ساعت تغییر می کند، دومین فلیپ فلاپ در هر دو پالس ساعت، و سومین فلیپ فلاپ در هر ۴ پالس ساعت تاگل می شود که دقیقاً عملکرد شمارنده را تداعی می کند و خروجی آن ها ( $Q_2, Q_1, Q_0$ ) نشان دهنده شماره هر مرحله می باشد.



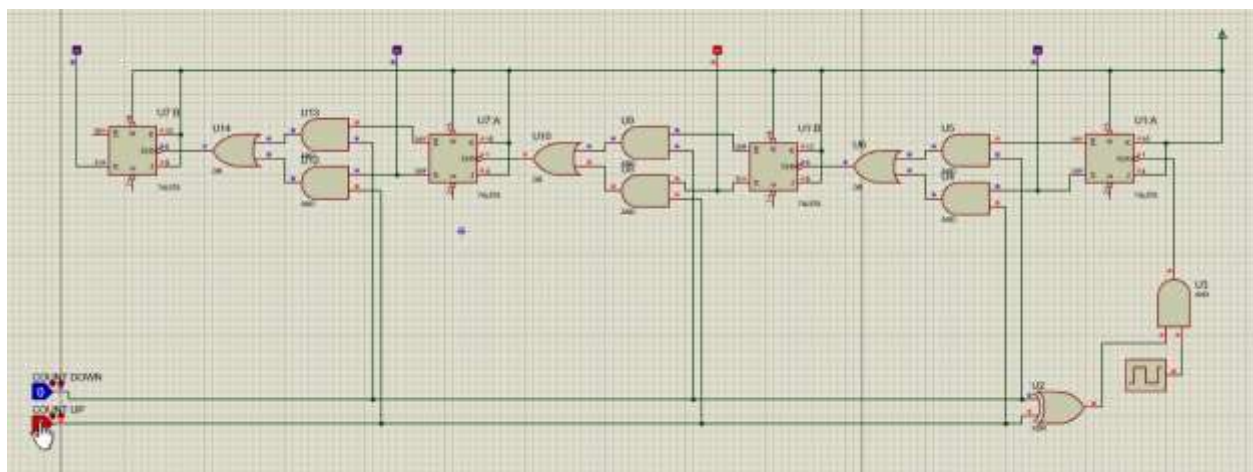
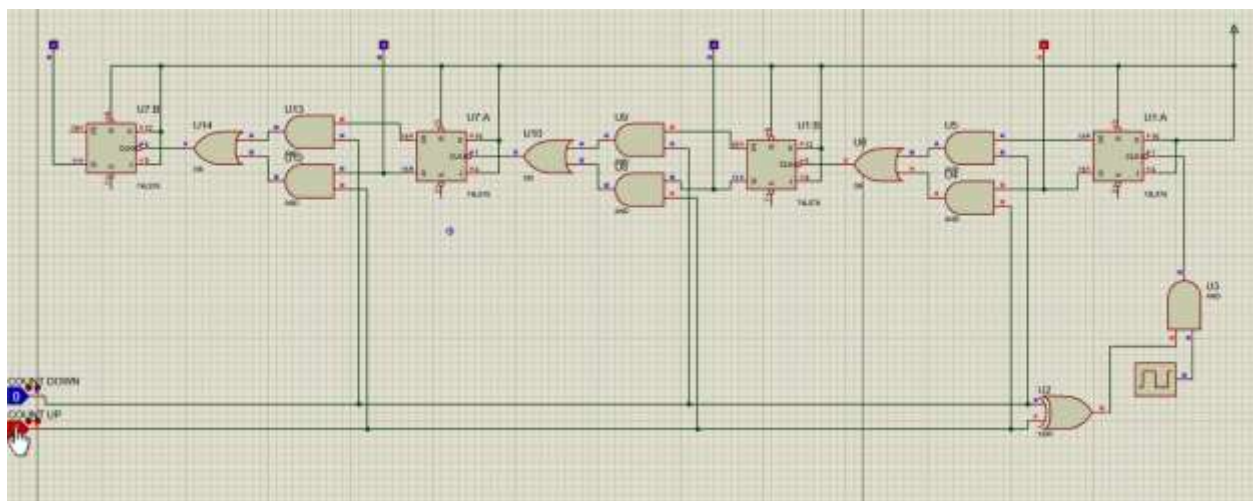
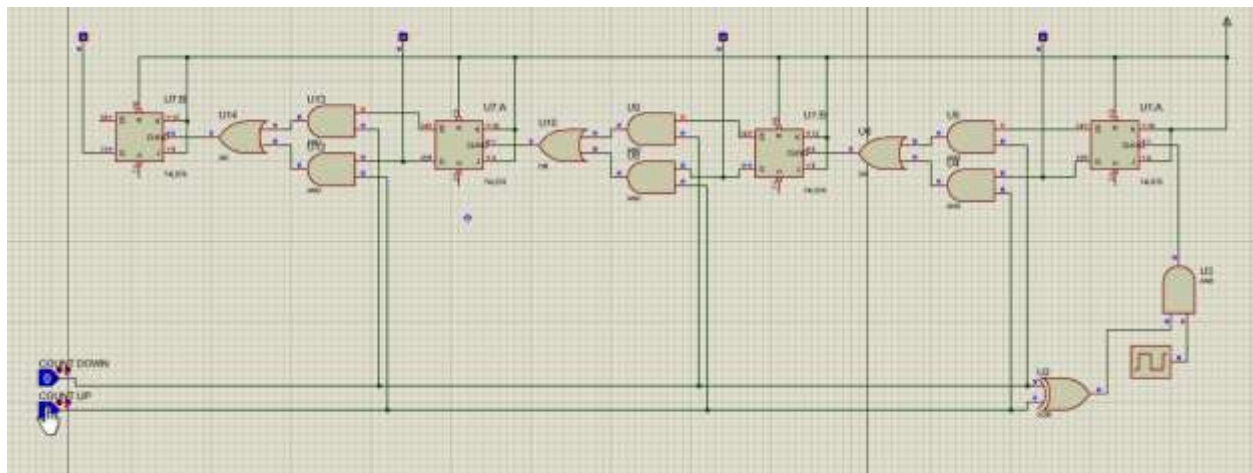
همان طور که در تصویر دیده می شود ، در ابتدا ورودی COUNT UP و COUNT DOWN به یک گیت xor متصل می باشد که تنها در صورتی یک می شود که فقط یکی از این دو ورودی یک باشد سپس با کلاک and می شود و به کلاک jk flip flop اول متصل می شود و ورودی ها jk flip flop اول به power متصل می شود .

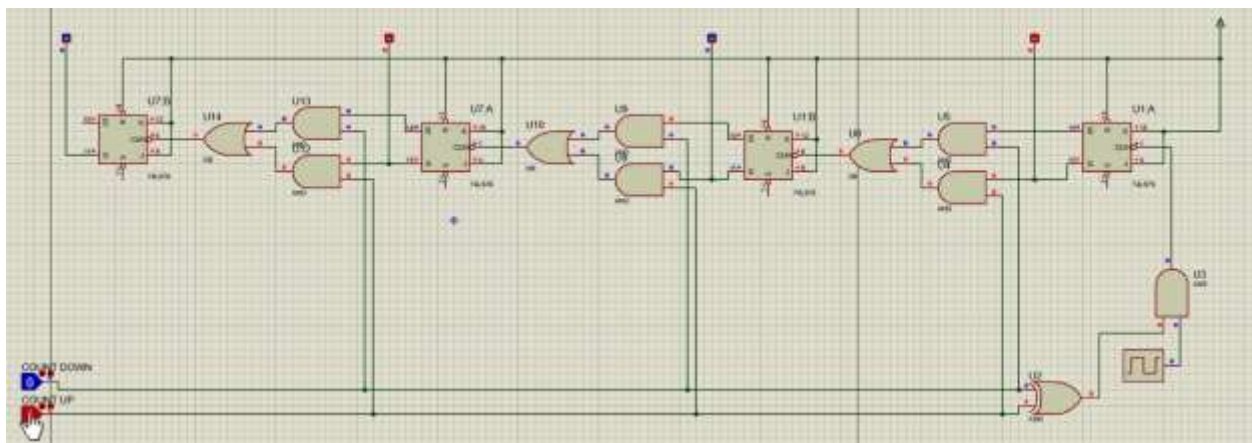
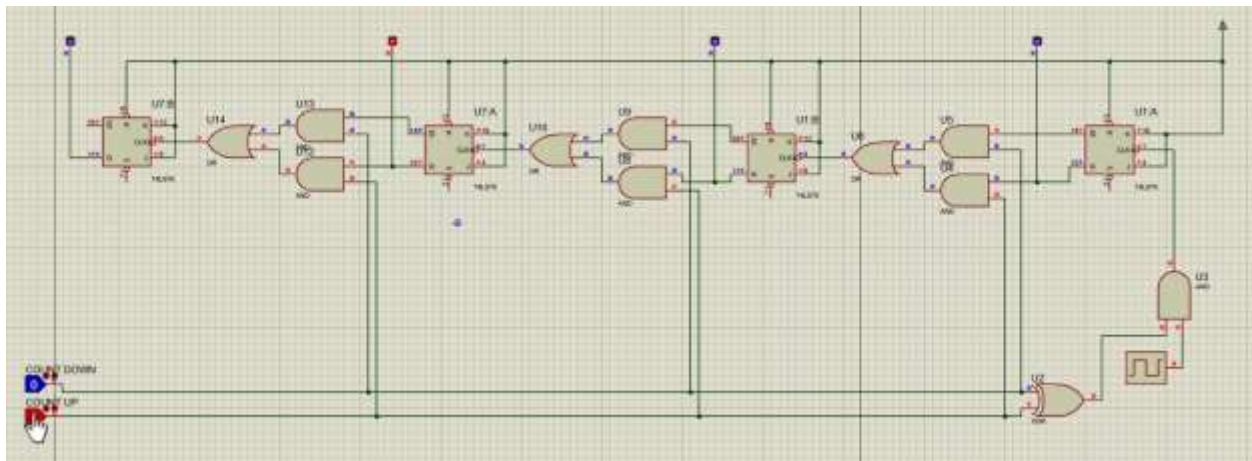
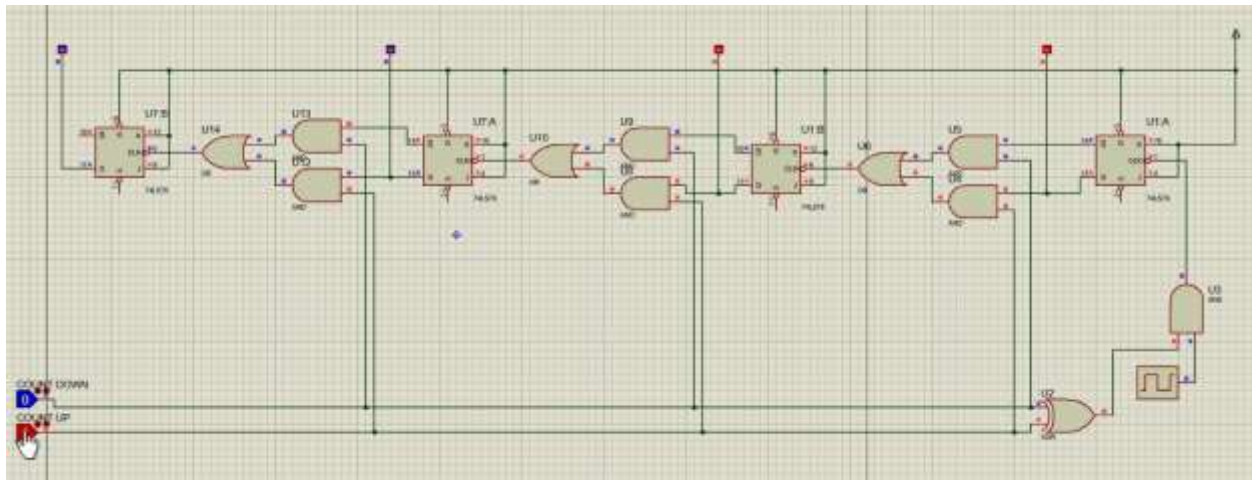
جدول درستی jk flip flop به صورت زیر می باشد.

JK Flip-Flop		$Q^+ = JQ' + K'Q$	
J	K	$Q(t + 1)$	
0	0	$Q(t)$	No change
0	1	0	Reset
1	0	1	Set
1	1	$Q'(t)$	Complement

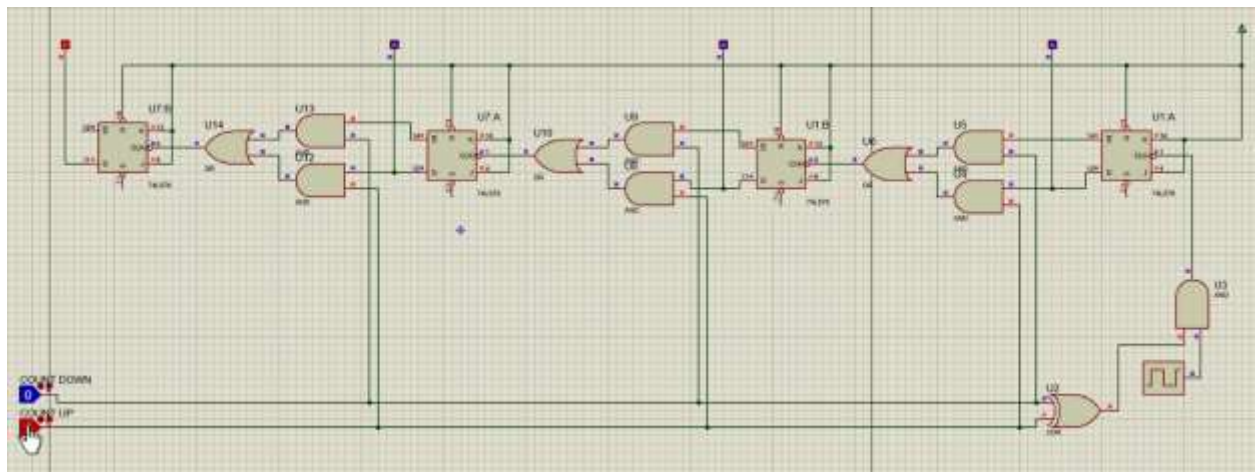
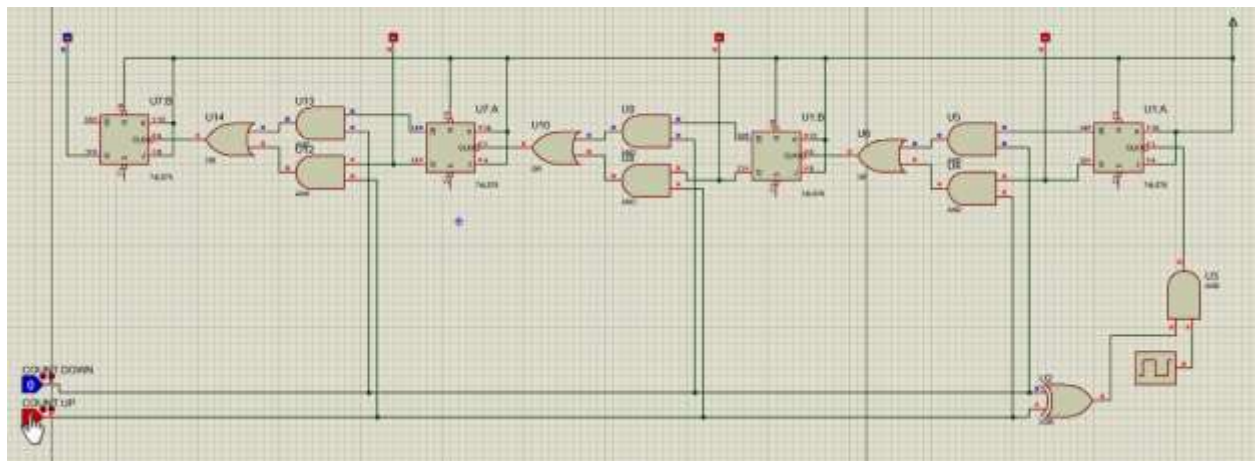
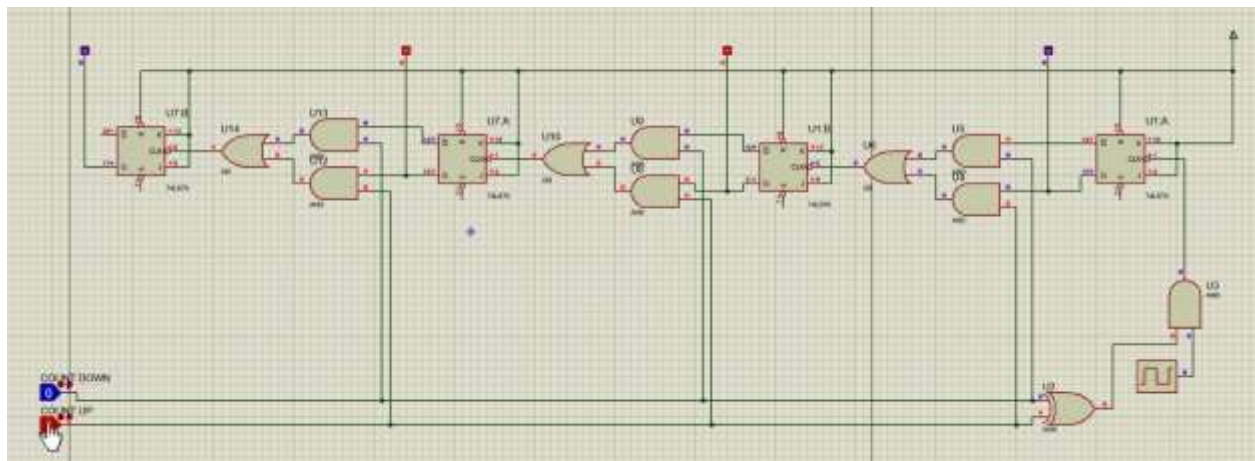
و در اینجا چون نیاز به حالت set, reset نداریم جفت ورودی J و K را به یک power وصل می کنیم و همانطور که در مدار دیده می شود اگر یکی از Q یا Q' یک باشد کلاک JK flip flop بعدی نیز یک می شود و همین عمل باعث شمارش رو به بالا و پایین می شود .

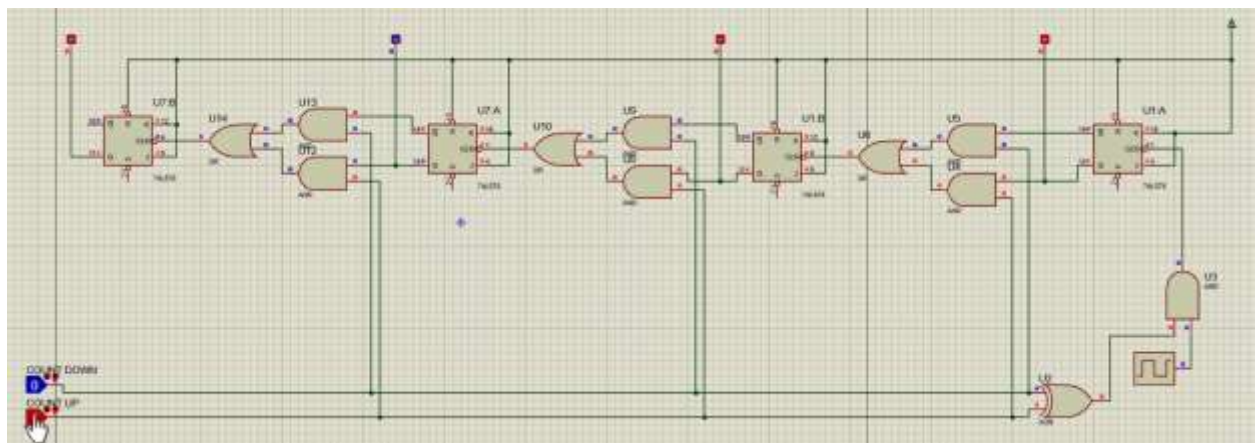
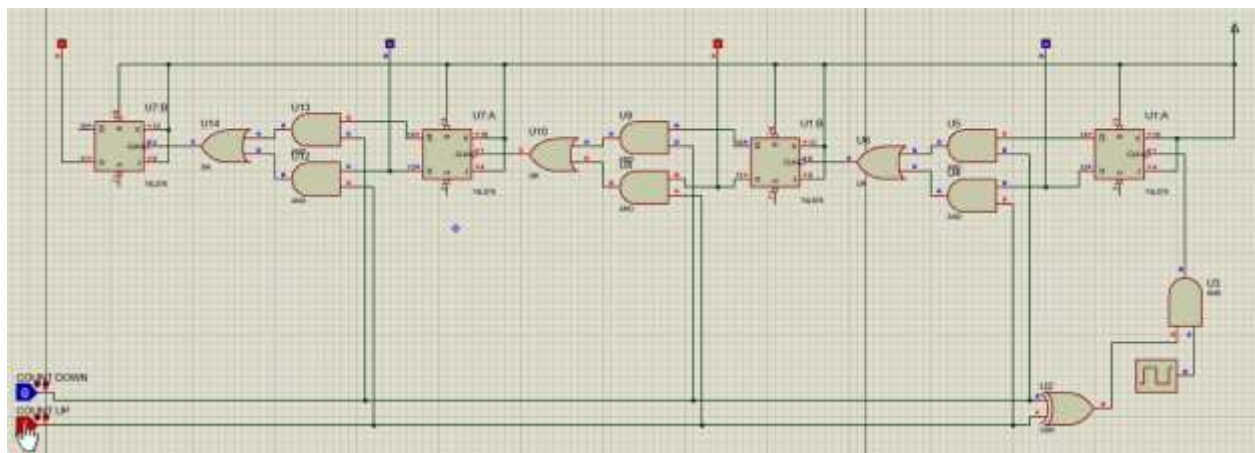
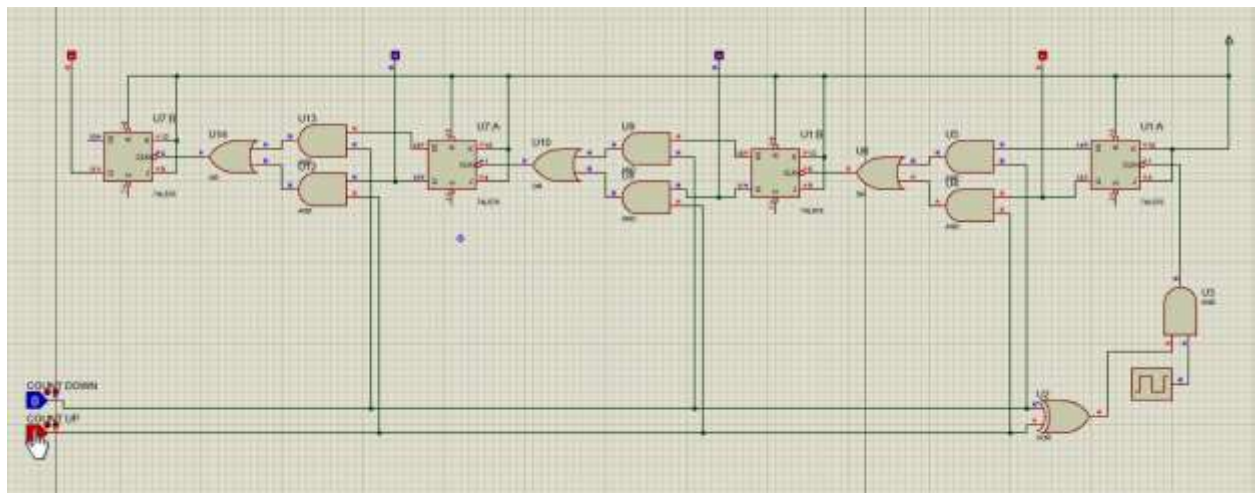
در مثال پایین می بینیم وقتی count up یک باشند چگونه شمارش بالا انجام می دهد:



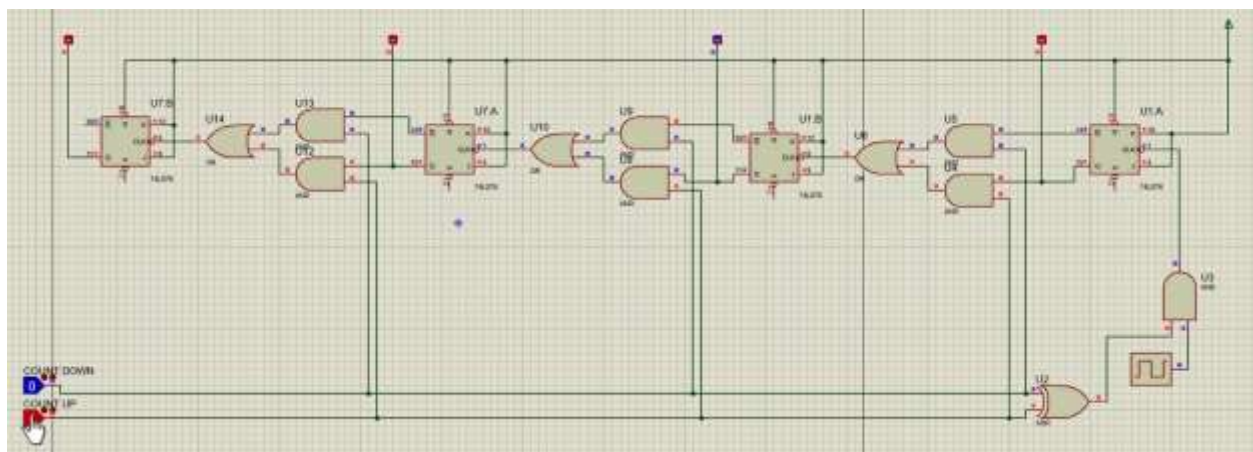
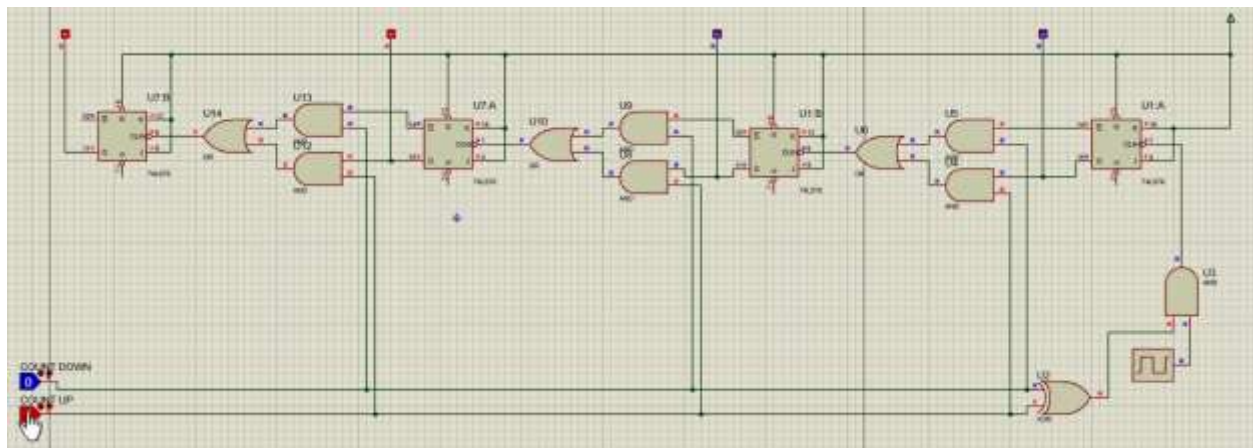


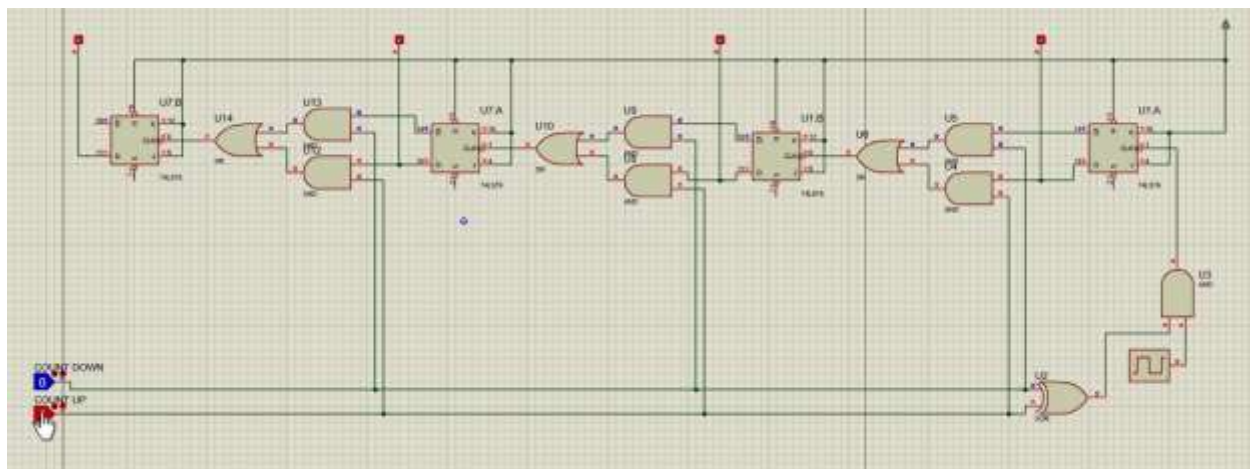
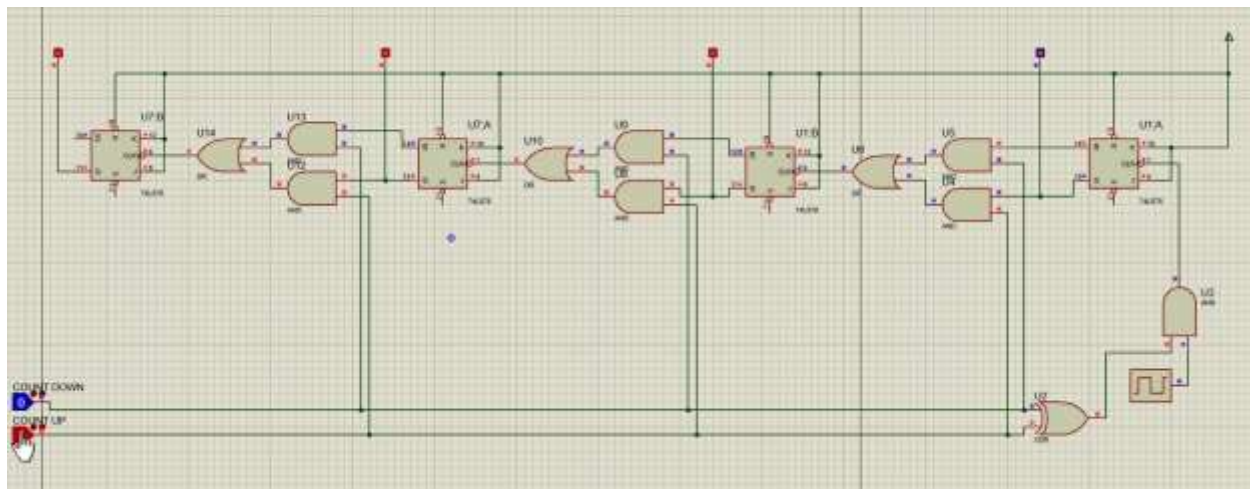






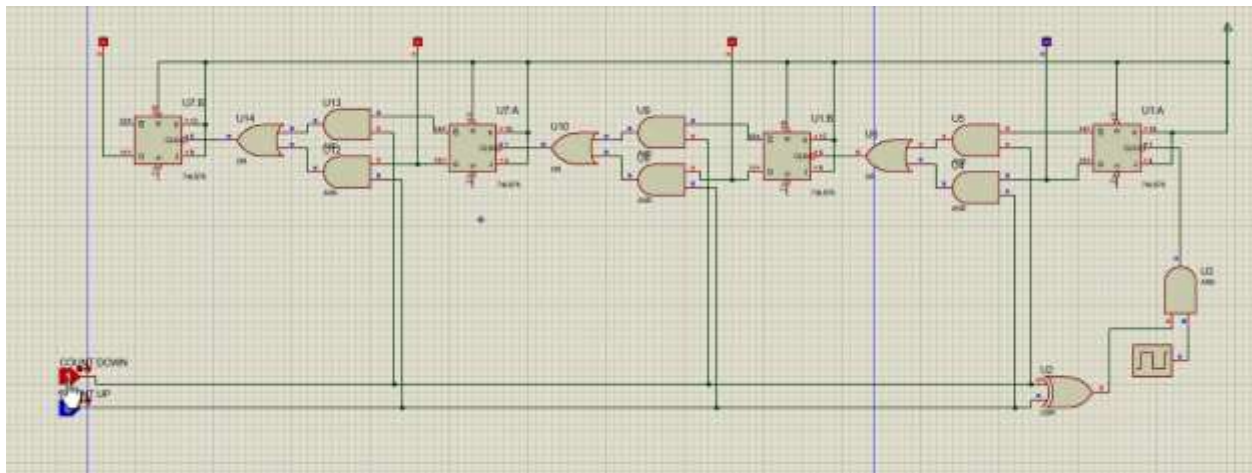
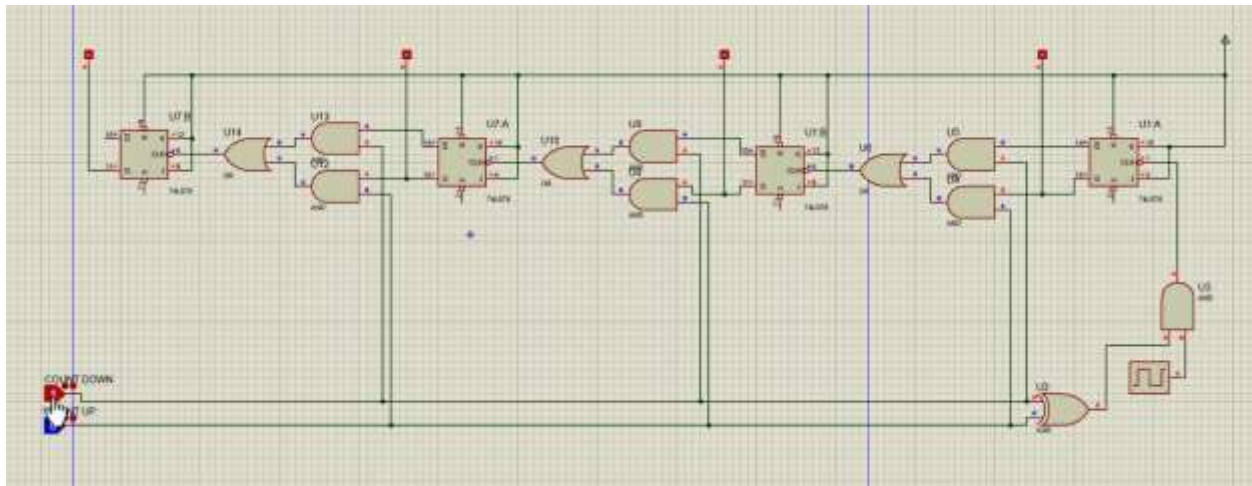
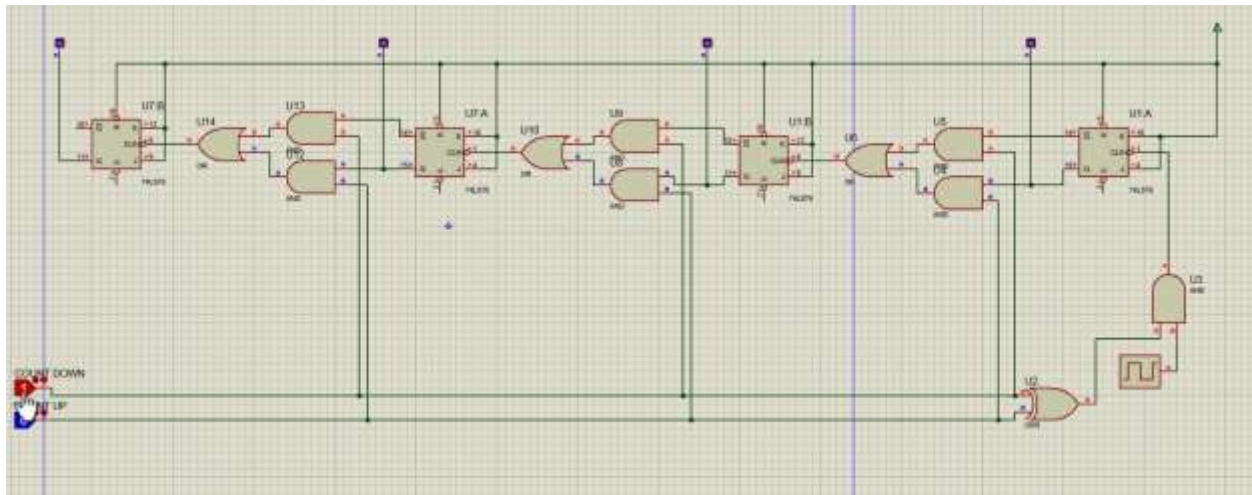




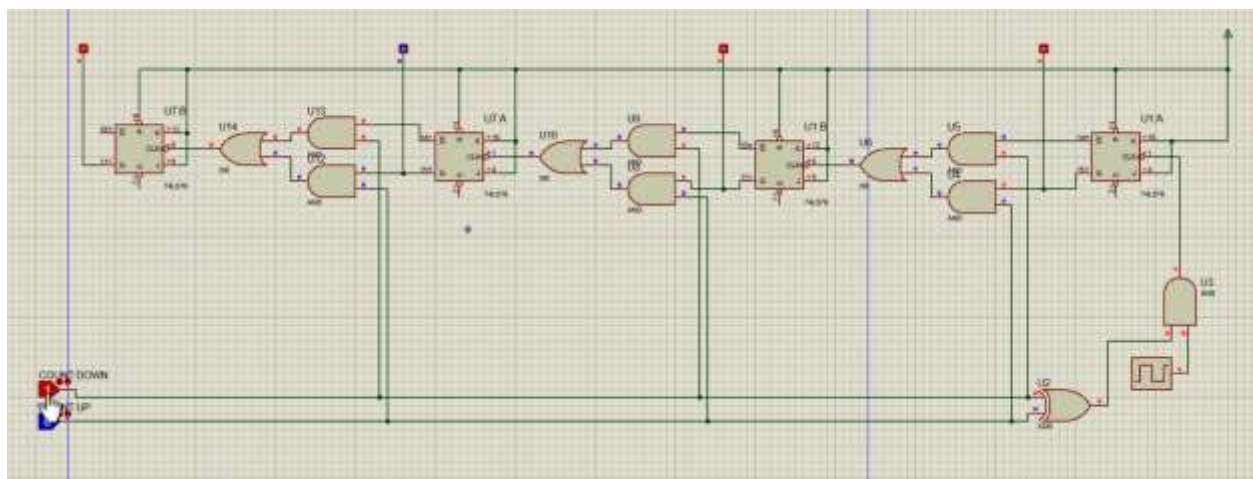
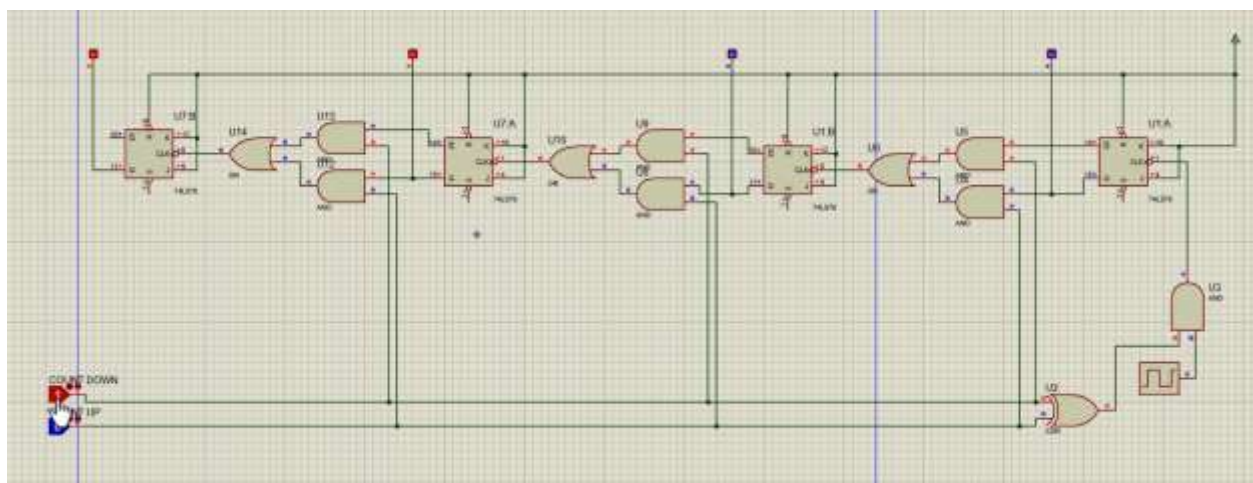
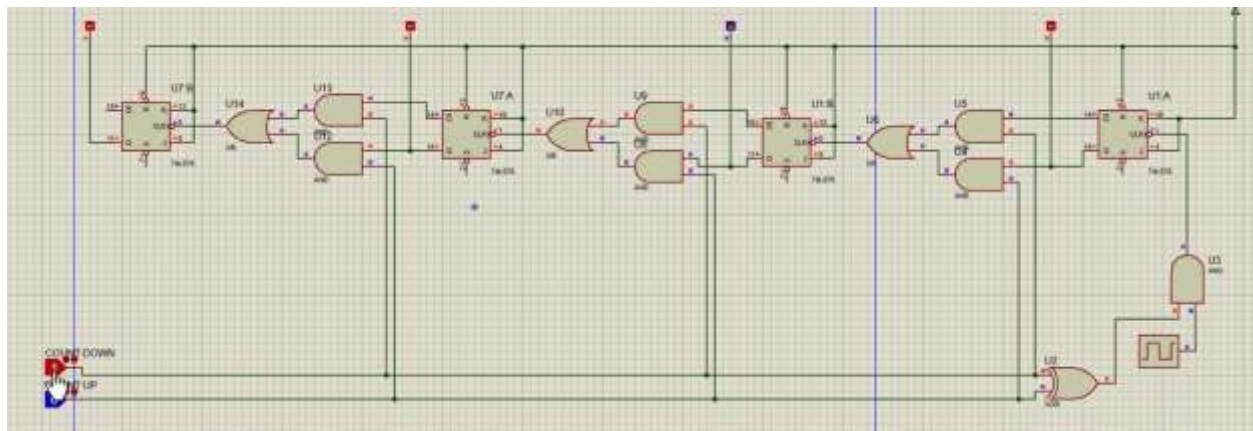


شروع مدار از نقطه ای می باشد که کلاک گیت and و xor صفر می باشد و power یک می باشد در نتیجه  $Q'$  یک می باشد که از آن جا که  $Q'$  با COUNT DOWN است کلاک فلیپ فلاپ بعدی نیز صفر است و به همین صورت ادامه دارد به محض اینکه COUNT UP یک می شود با اولین کلاکی که داده شود خروجی اند یک و در نتیجه کلاک JK اول فعال می شود که در این صورت اولین خروجی متصل به  $Q$  می باشد یک می شود و عدد 0001 را در خروجی نشان می دهد و در همین حین کلاک flip flop دوم فعال شده و با کلاک فلیپ فلاپ اول صفر شده و  $Q$  نیز صفر می شود و به همین صورت شمارش به بالا انجام می شود.

در مثال بعد اگر COUNT DOWN یک باشد را می بینیم:



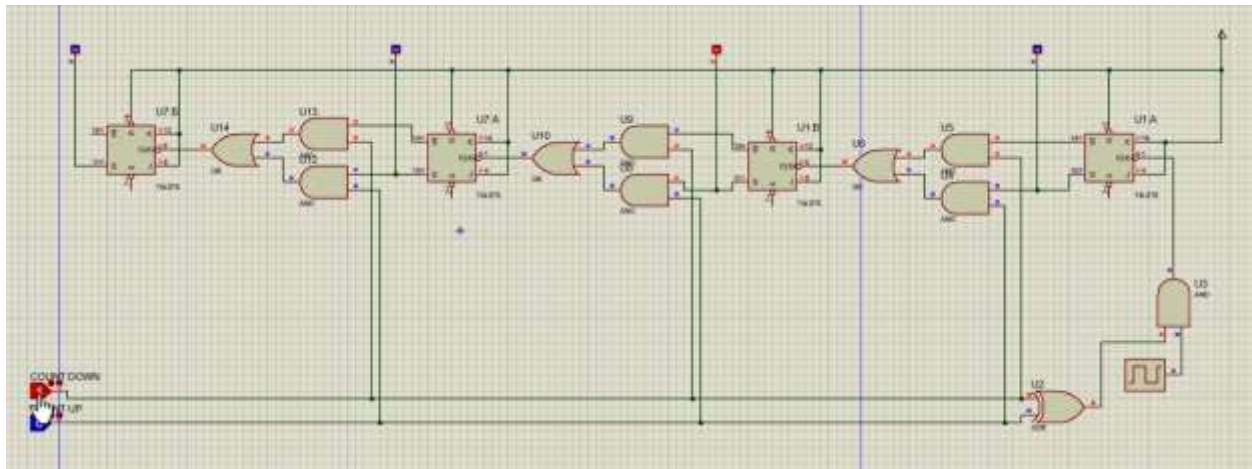
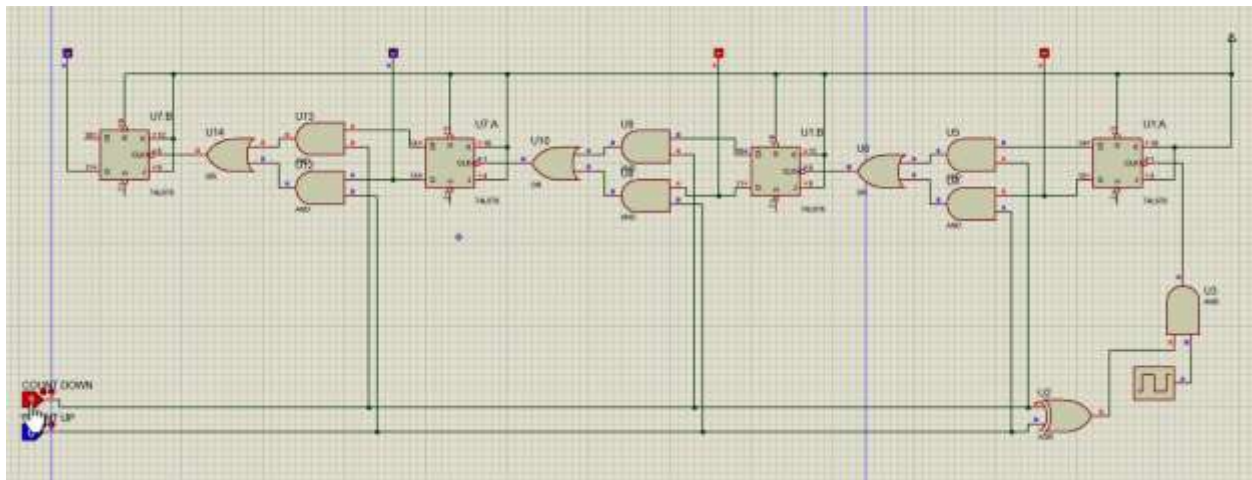
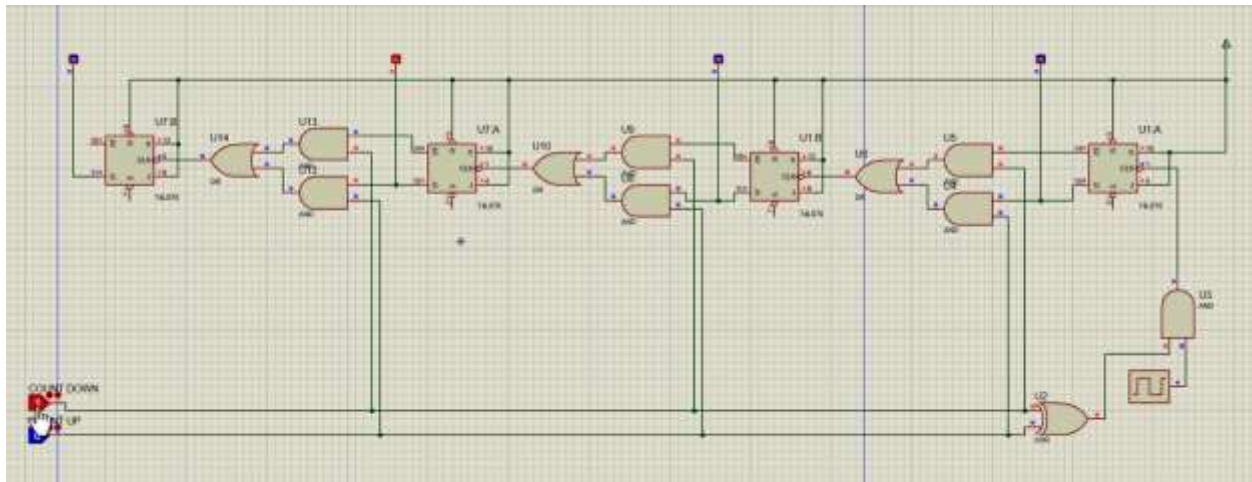


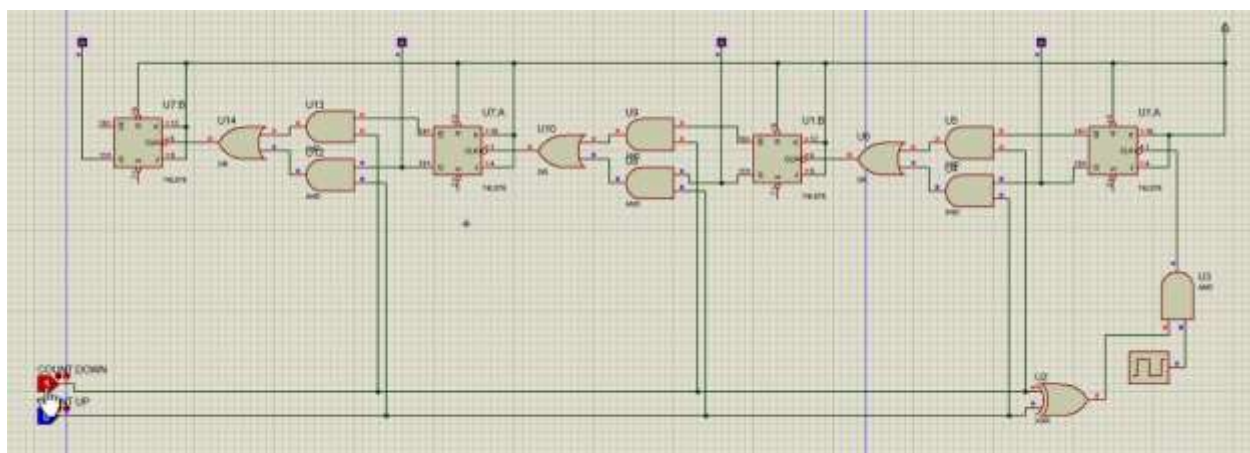
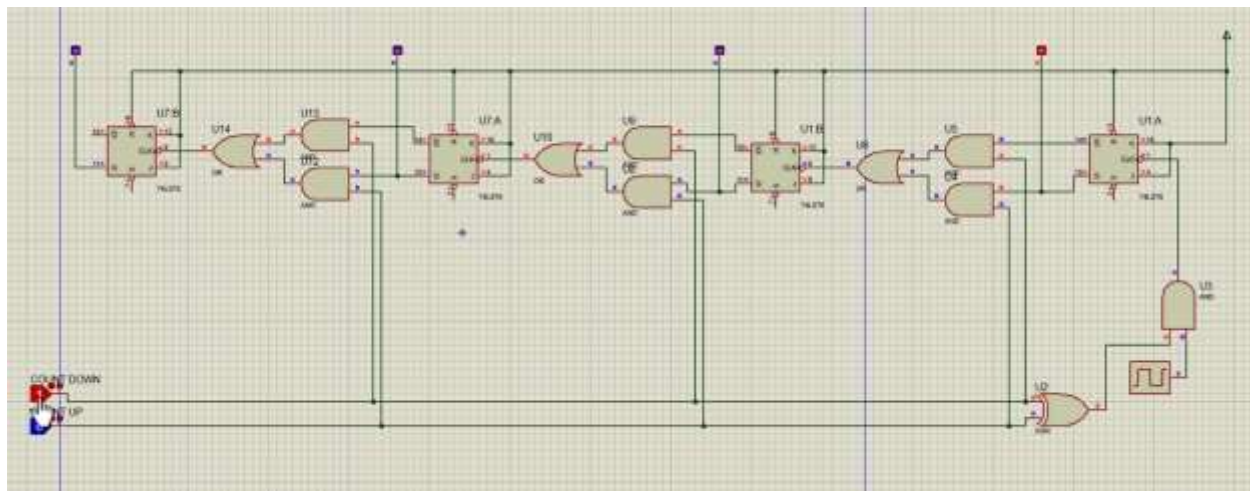








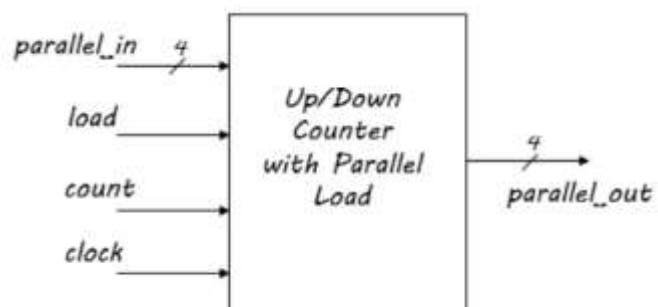




## ۲-۱ بخش دوم آزمایش اول: لود موازی

در این قسمت قرار است مدار قبل را به گونه ای تغییر دهیم که امکان مقدار دهی موازی داشته باشد بر اساس

جدول زیر :



load count		function
0	0	count up
0	1	count down
1	0	parallel load
1	1	do nothing



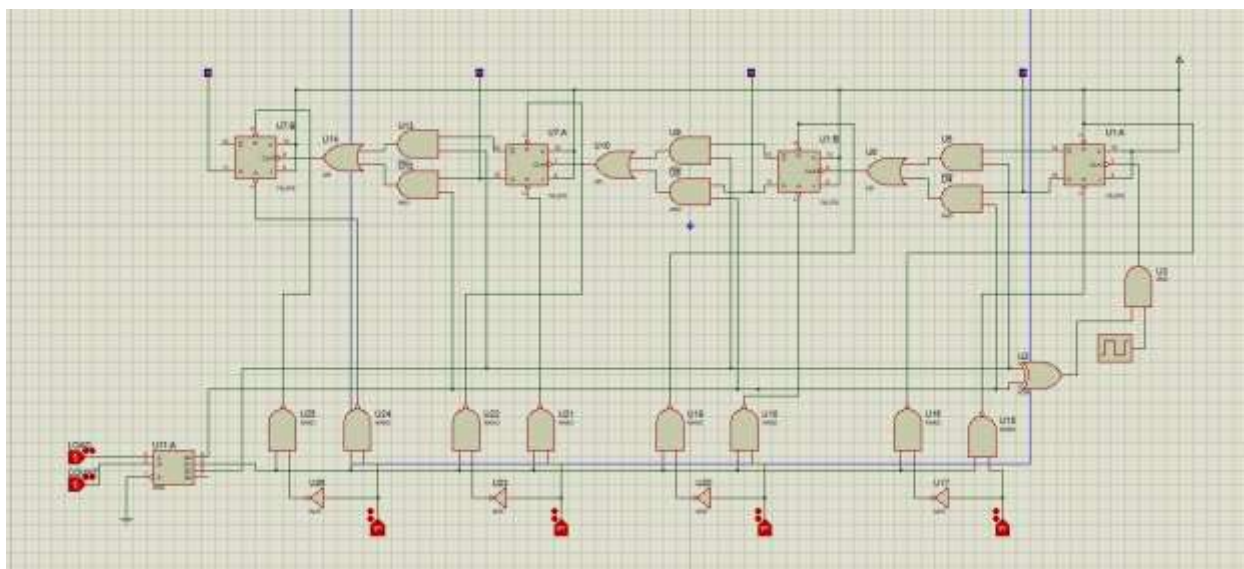
## توضیح کلی:

برای این کار میتوان از یک دیکودر استفاده کرد. حالت های مختلف ورودی های count و load تعیین می کنند که چه حالت شمارشی را باید در نظر بگیریم. به این صورت که مدار در حالت  $load = 0$  عملکرد عادی شمارش به بالا و پایین را دارد و فقط وقتی  $load = 1$  و  $count = 0$ ، ۴ بیت ورودی را به فلیپ فلاپ های متناظر لود می کند.

برای این کار از فلیپ فلاپ های JK استفاده میکنیم که ورودی های preset و clear آسنکرون دارند. اگر این دو ورودی هر دو یک باشند فلیپ فلاپ عملکرد عادی خودش را دارد، ولی اگر تنها یکی از آنها یک باشد فلیپ فلاپ ست یا ریست می شود. با توجه به این حالت ها جدول درستی هر یک از ورودی های preset و clear را رسم کرده و گیت های مورد نیاز برای اتصال به هر کدام را به دست میآوریم.

شرح پیاده سازی:

در تصویر زیر می بینیم:

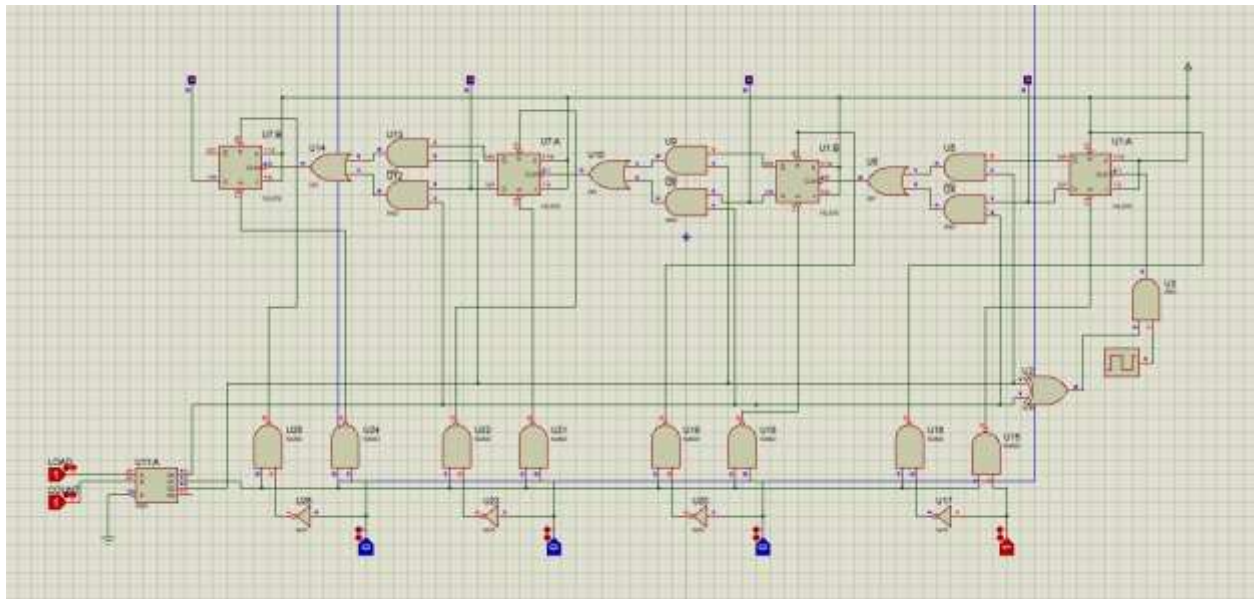
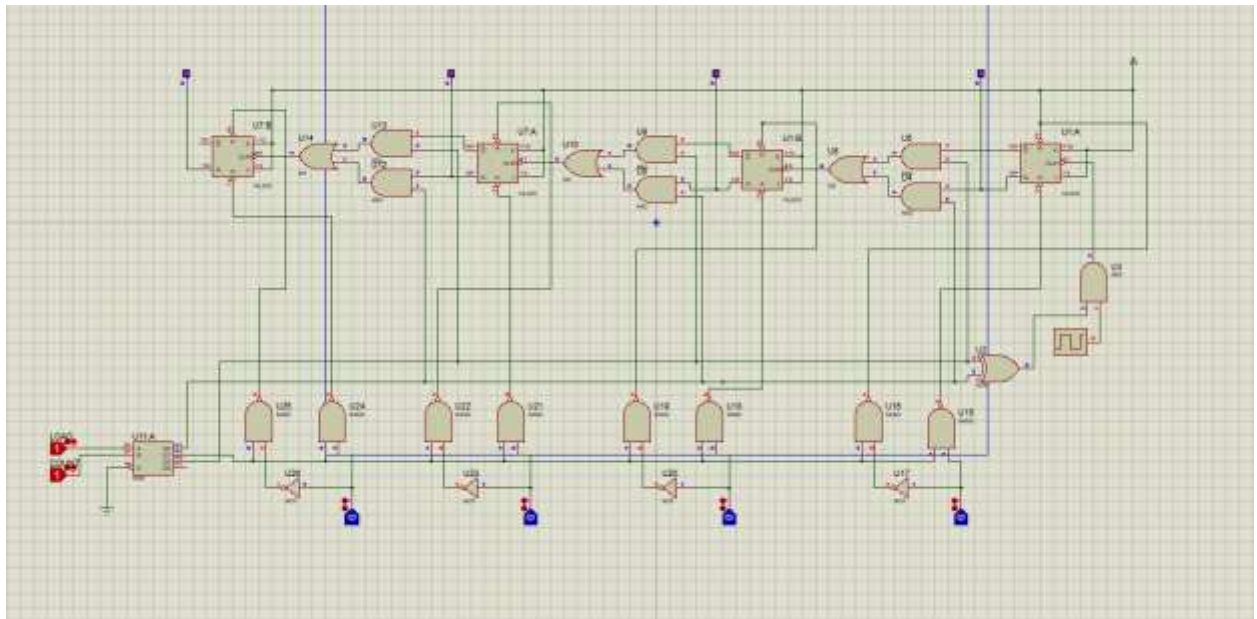


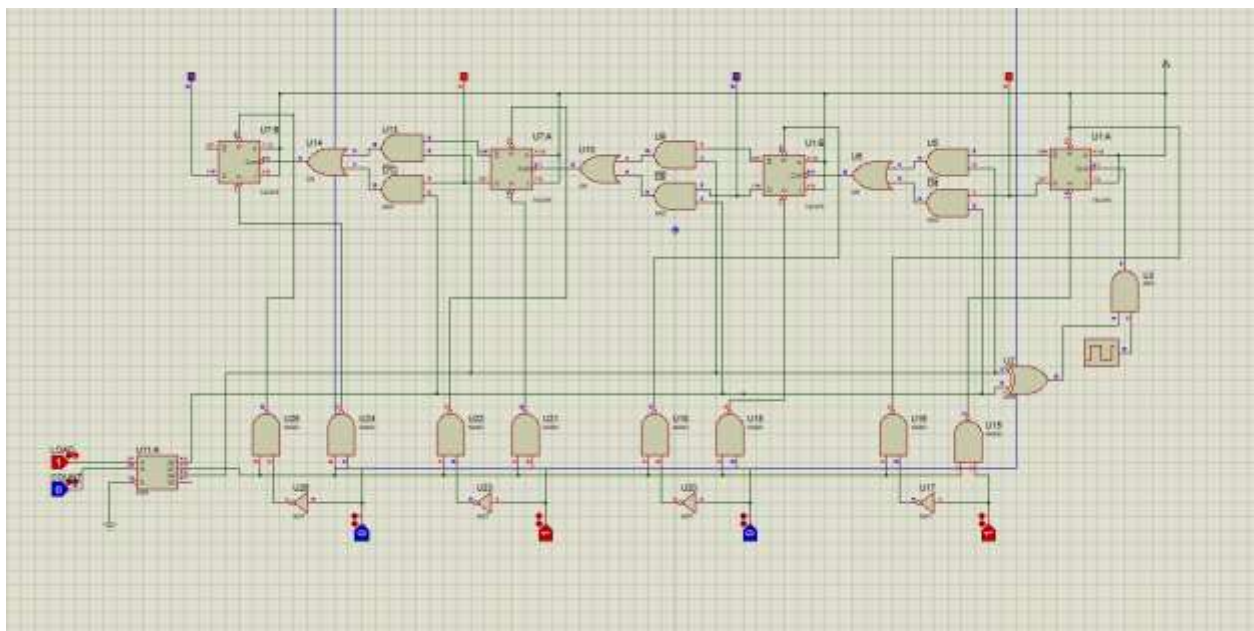
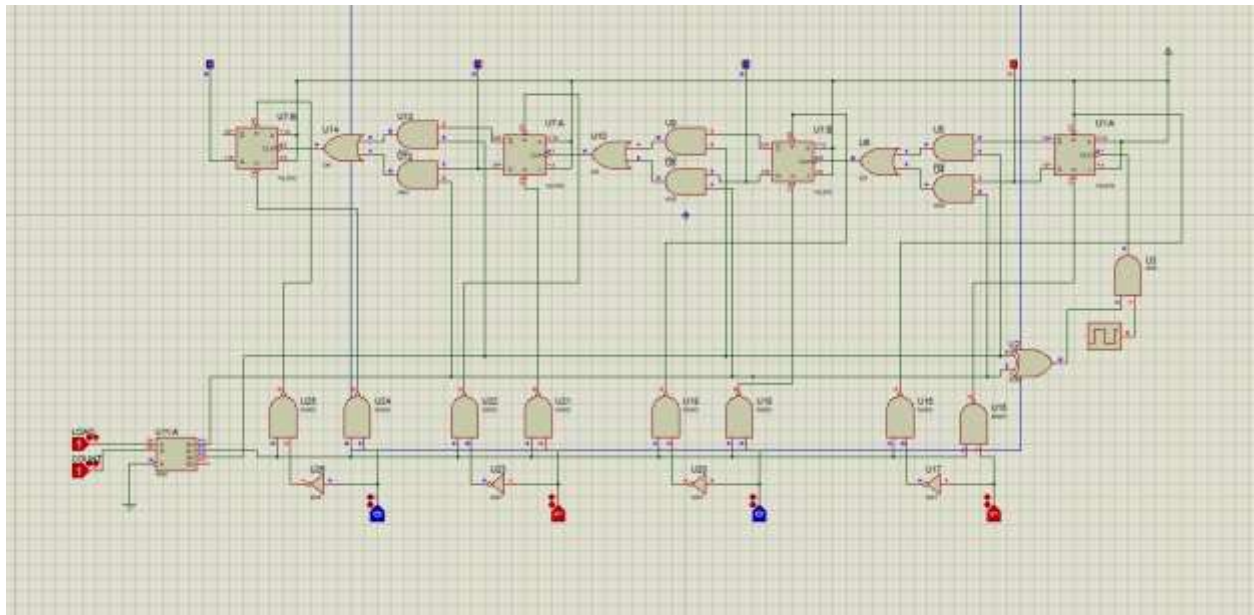
این مدار دو ورودی LOAD و COUNT دارد و چهار ورودی دیگر که قرار است به صورت موازی وارد مدار شود در حالت ۰۱ یعنی اگر LOAD یک باشد ورودی ها به صورت موازی وارد میشوند همانطور که می بینیم خروجی ۰۱ مولتی پلکسر به صورت مستقیم با هر ورودی اند می شود و همین طور ۰۰ COUNT UP و ۱۰ COUNT DOWN می باشد که دقیقا مانند مدار قبل عمل میکند و حالت ۱۱ نیز قرار است هیچ کاری انجام

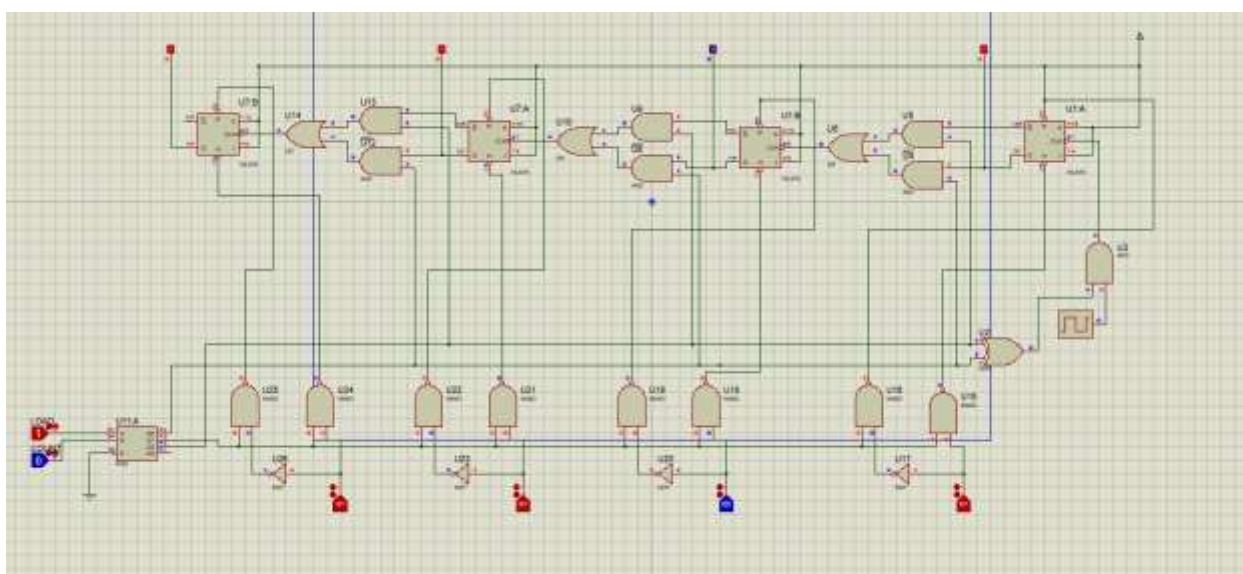
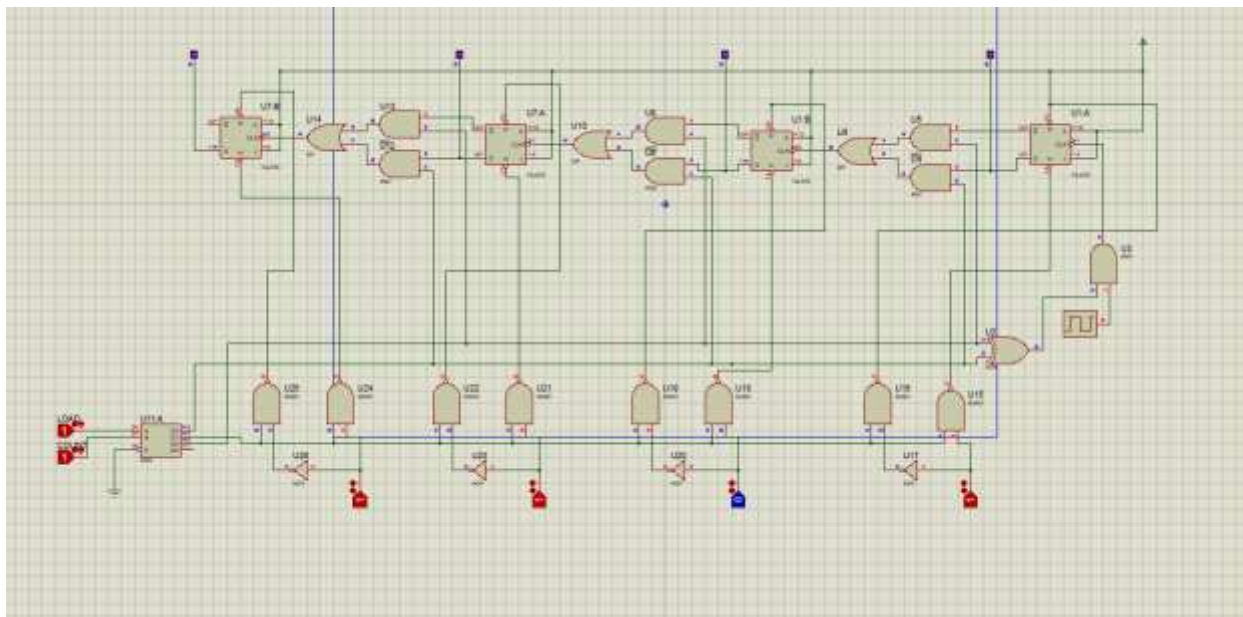
ندهد

حالت ۰۱ یا LOAD :





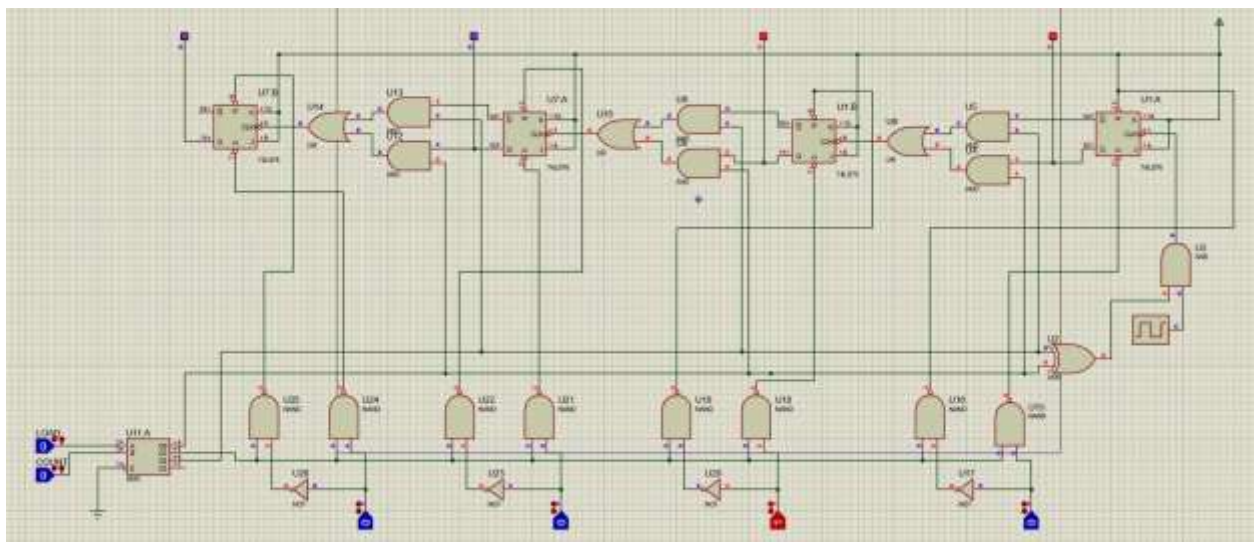
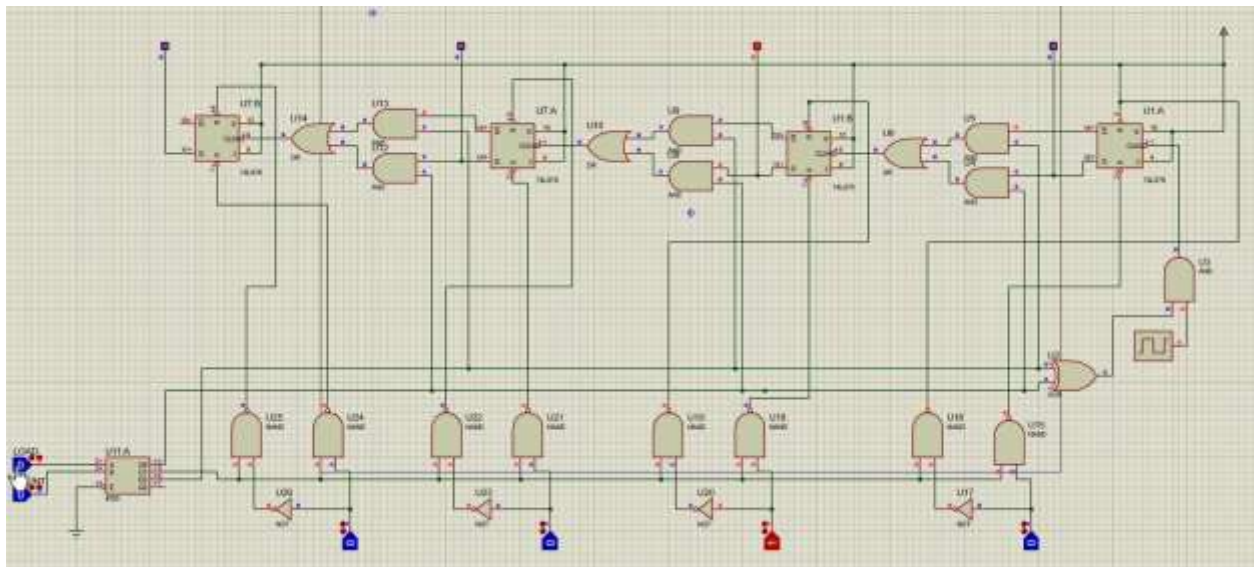
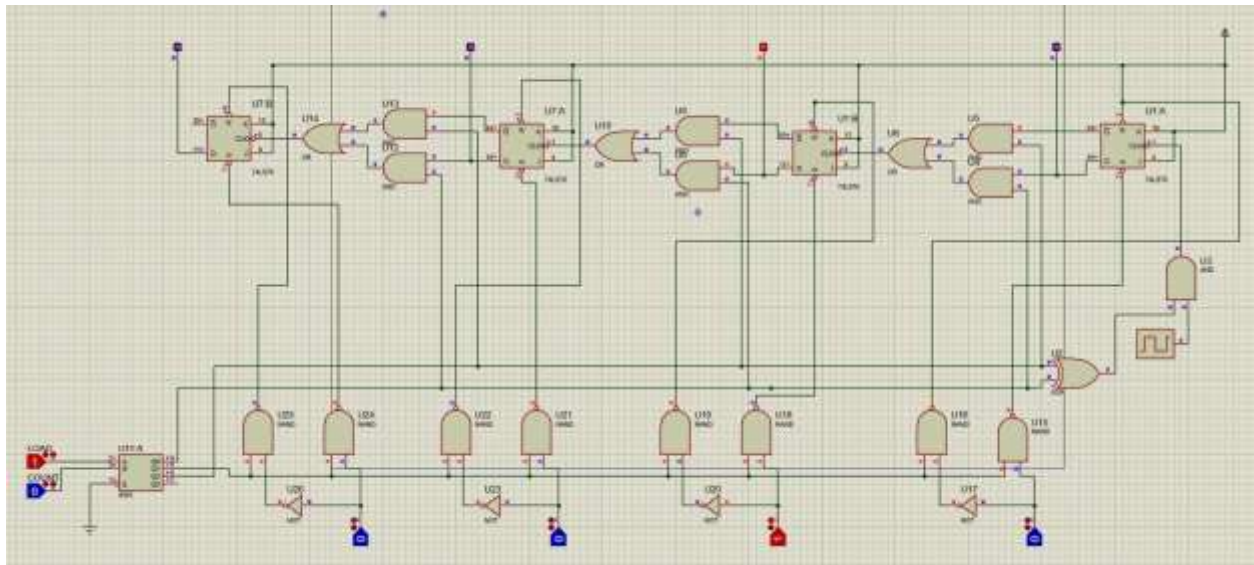


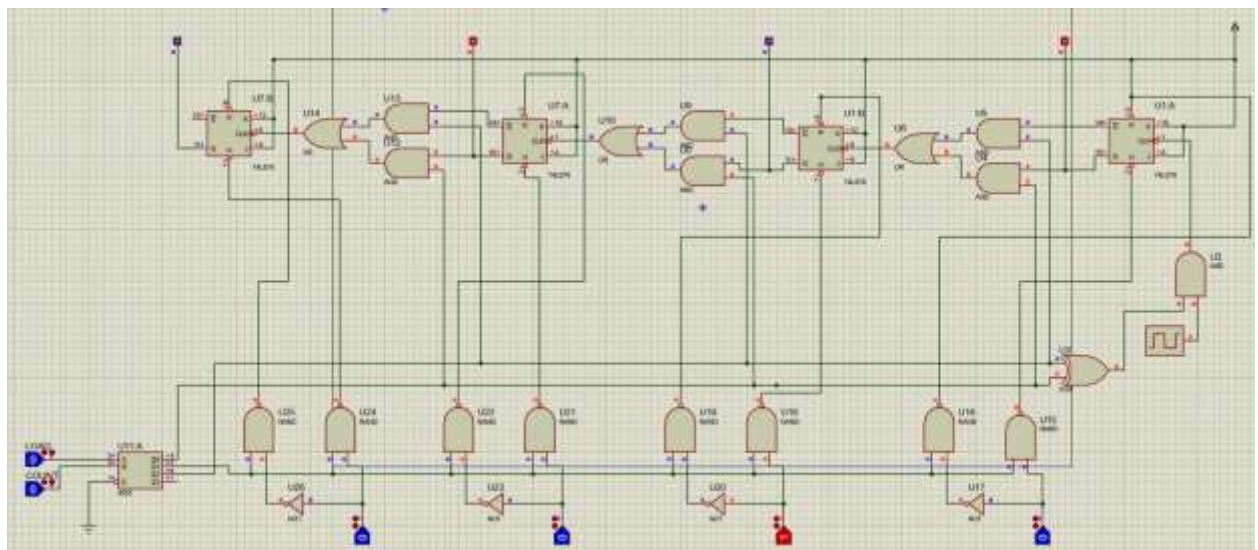
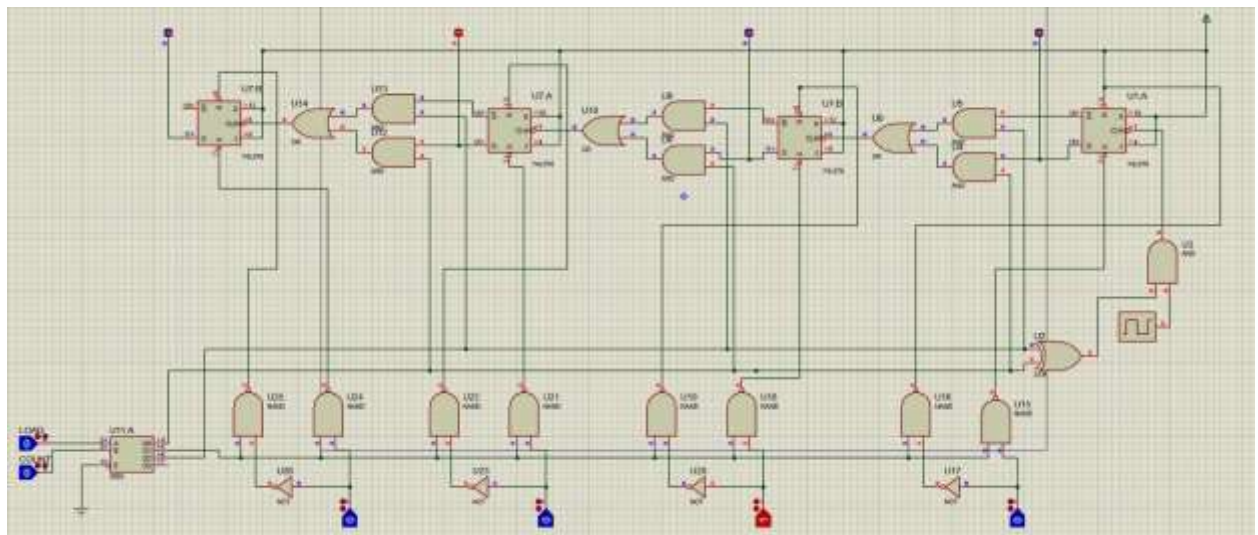


در این حالت همان طور که می بینیم هر ورودی با ۰۱ مالتی پلکسر اند شده و به ست JK flip flop وصل شده و نات هر ورودی نیز با ۰۱ مالتی پلکسر اند شده و به JK flip flop reset وصل شده

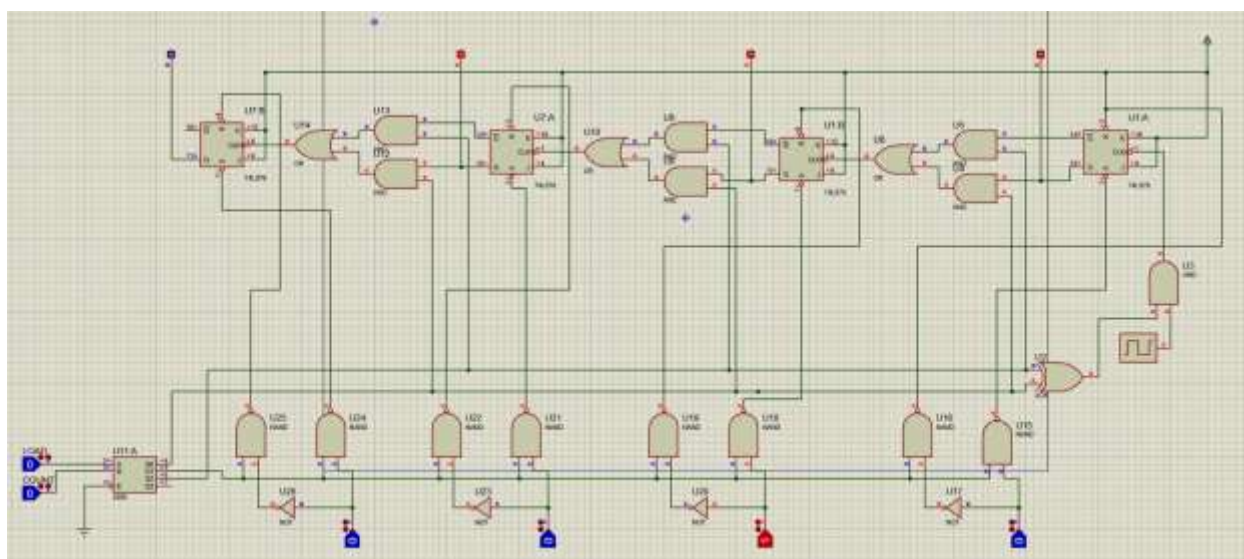
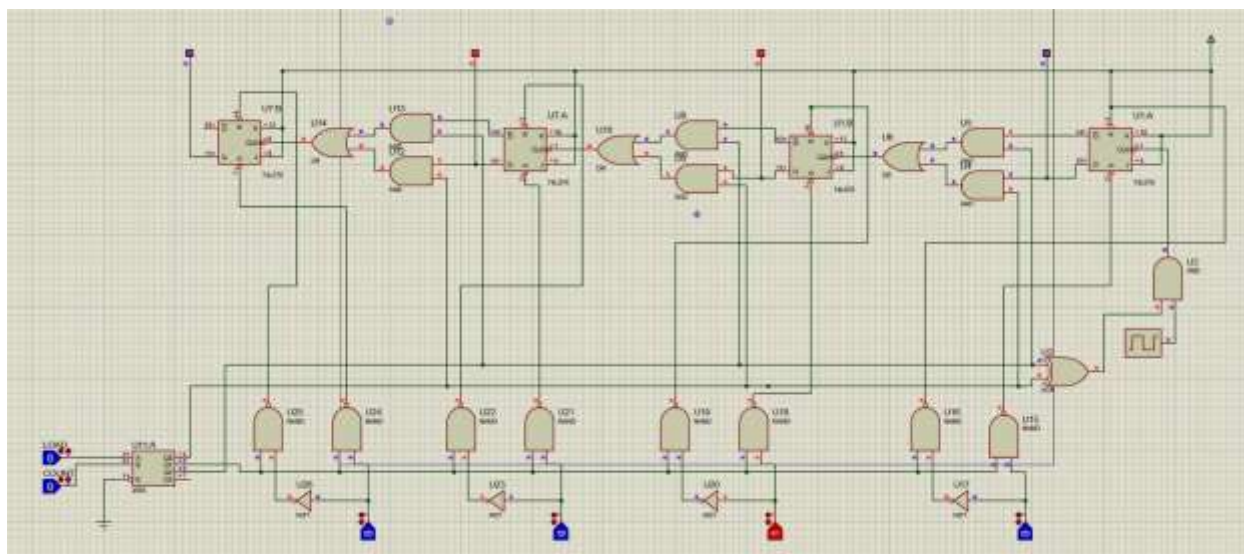
حالت ۰۰ یا count up :



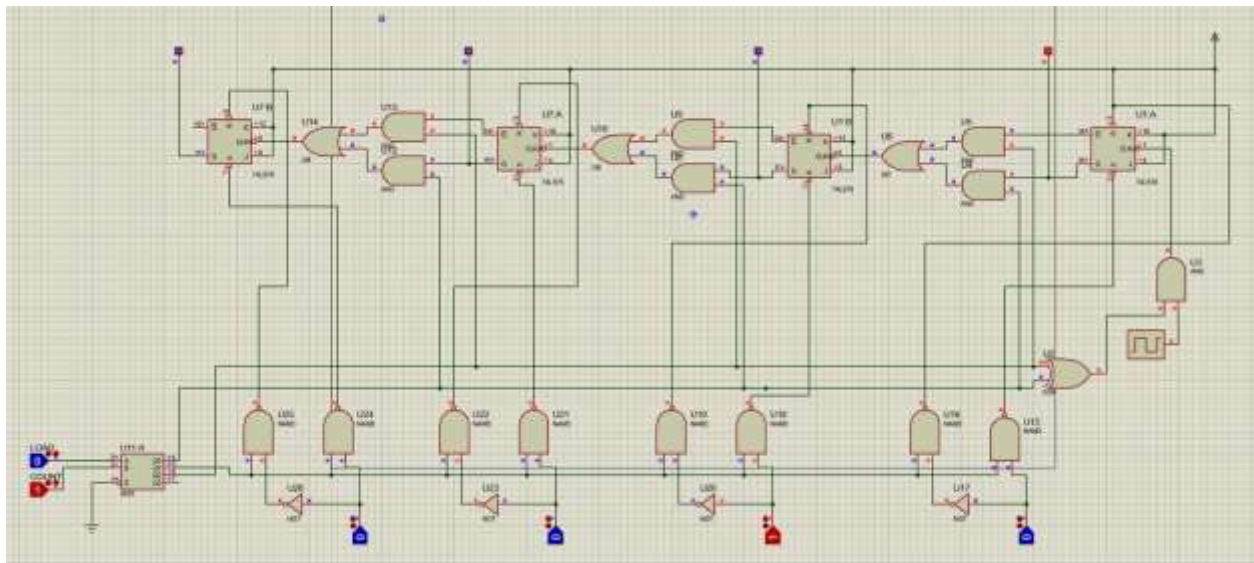
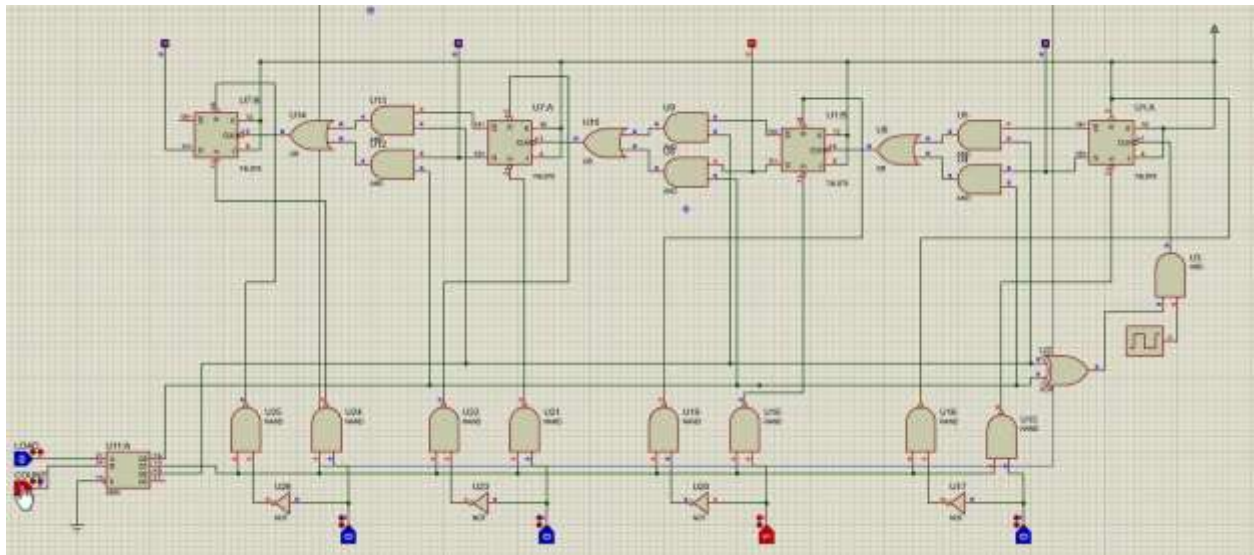
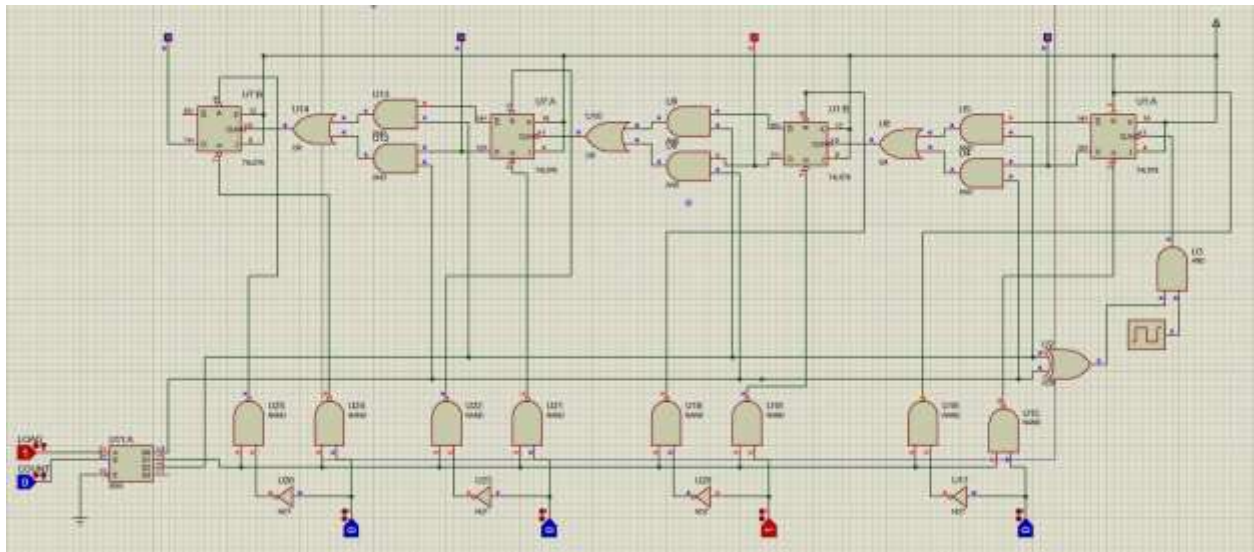




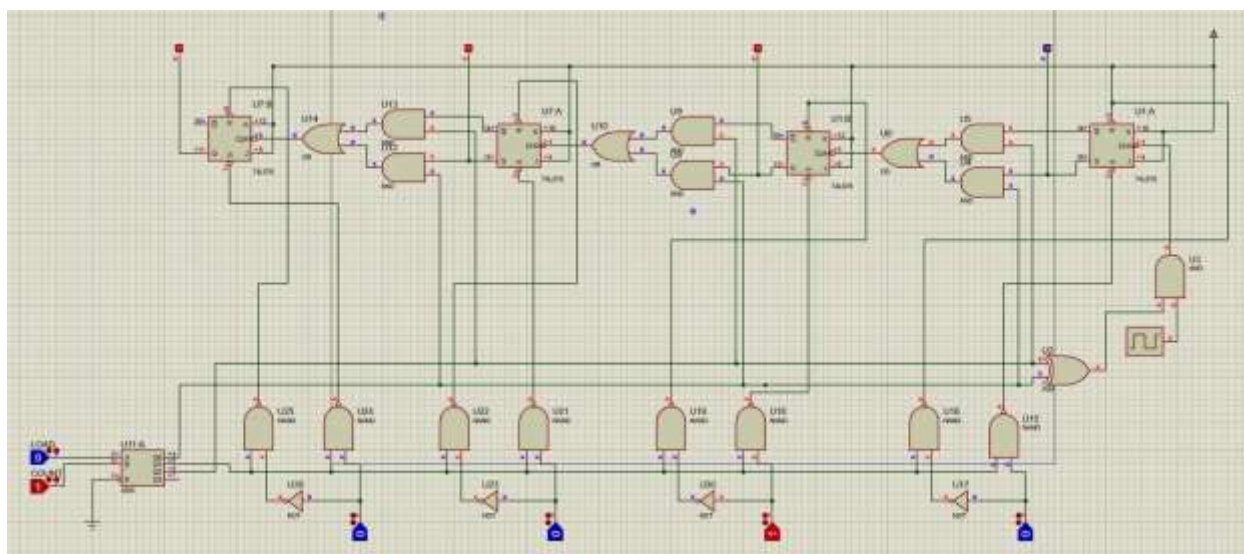
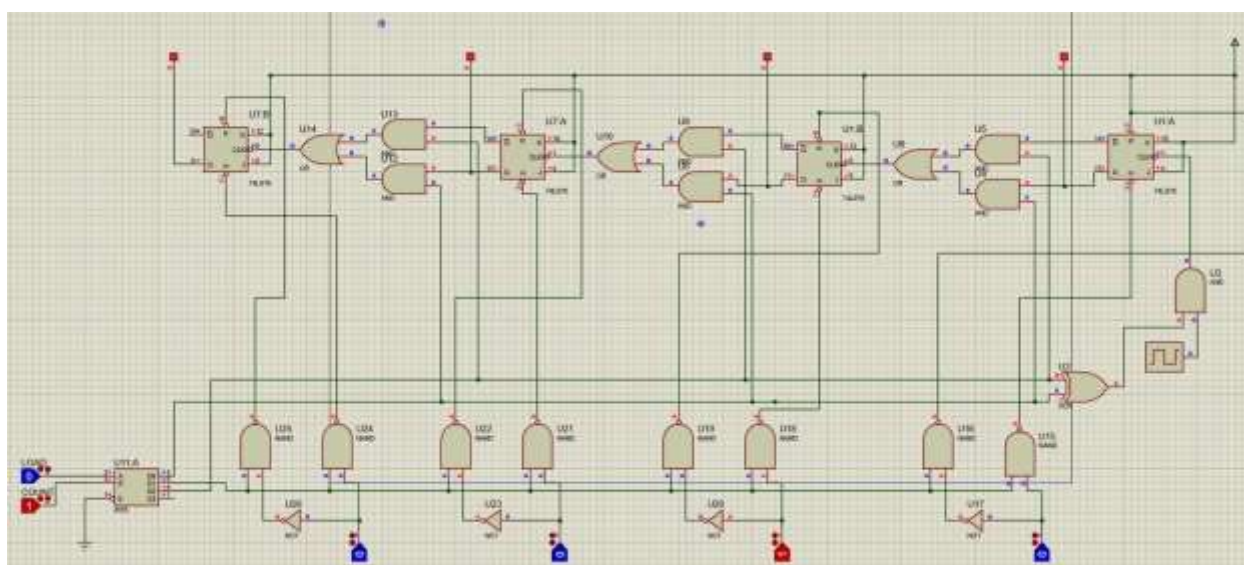
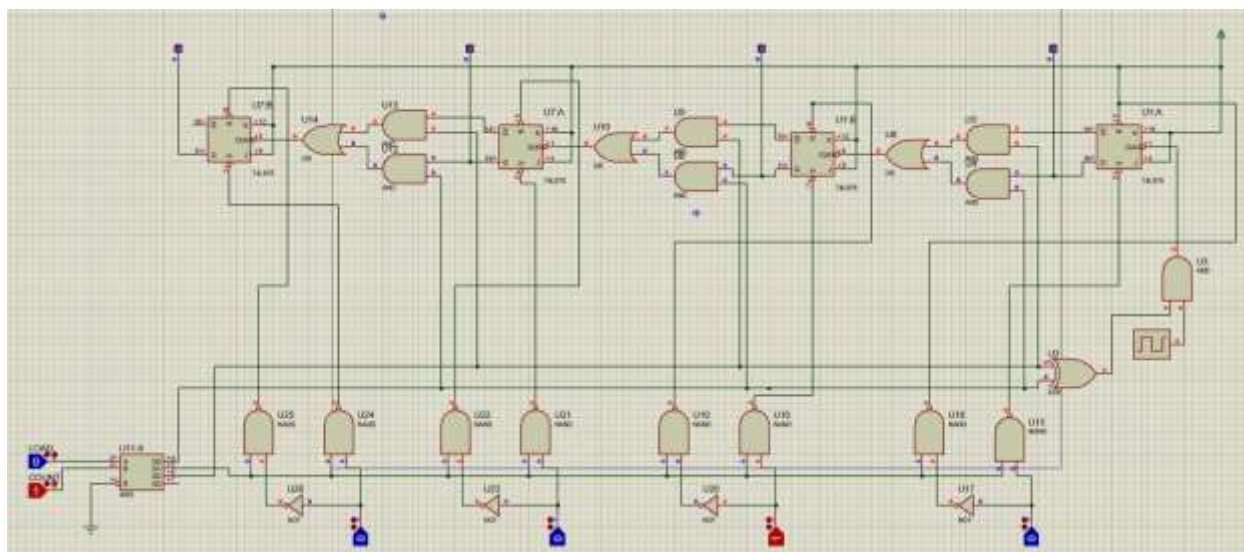


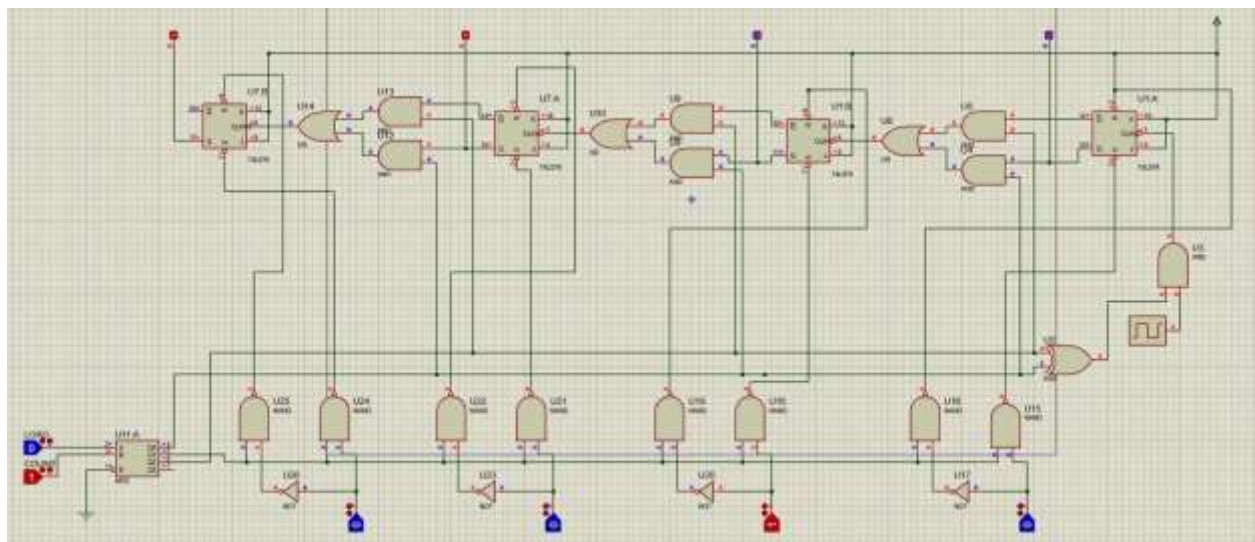
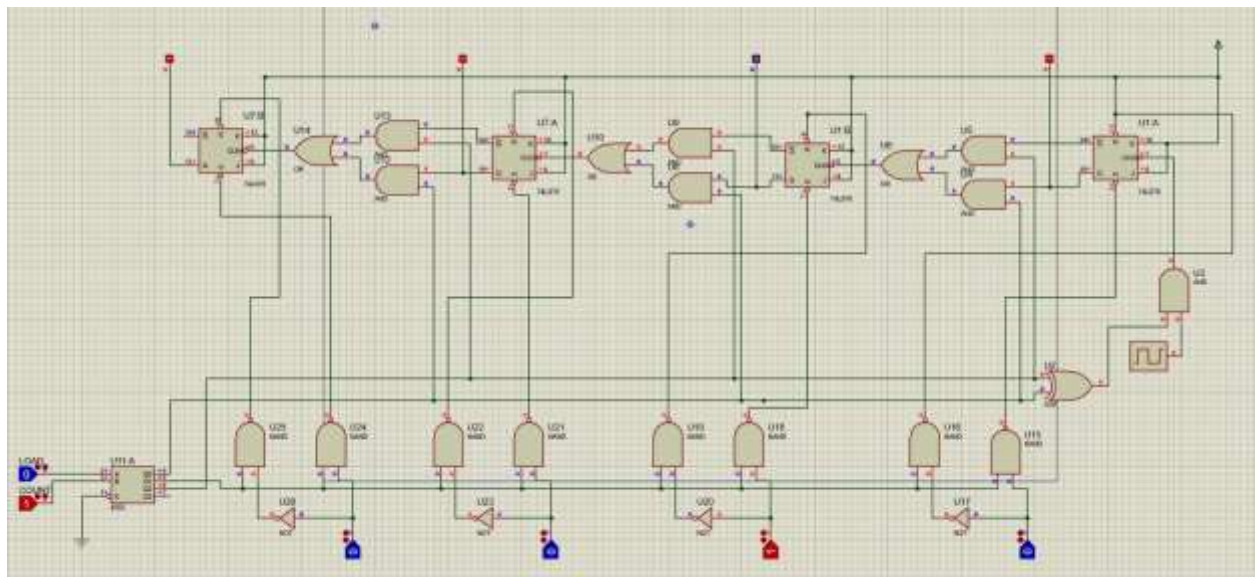


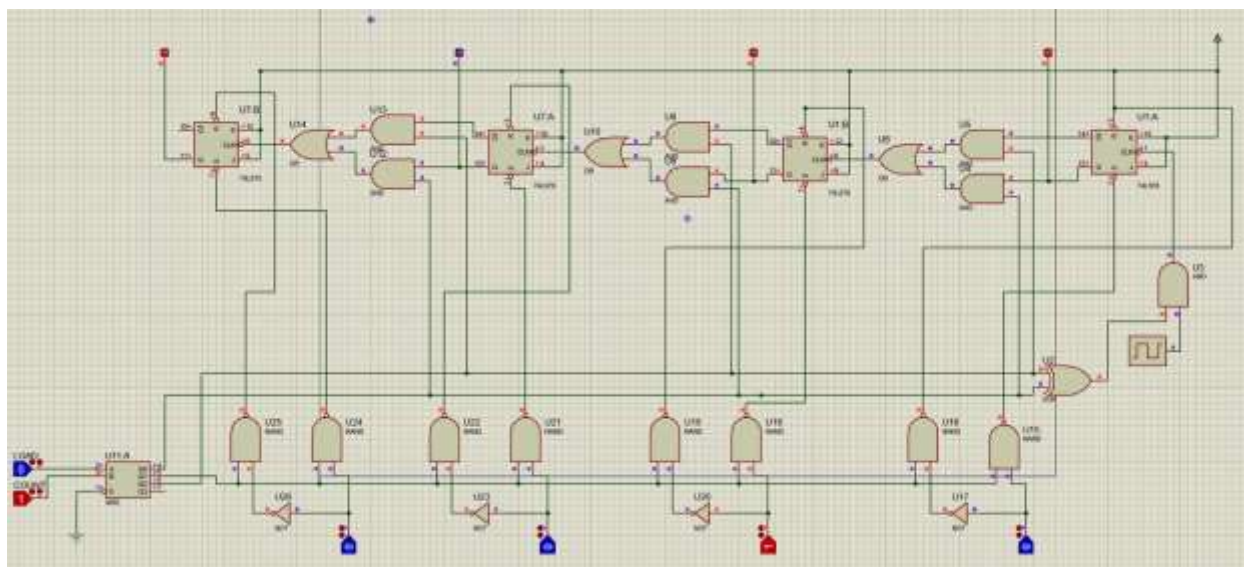
حالت ۱۰ یا count down :





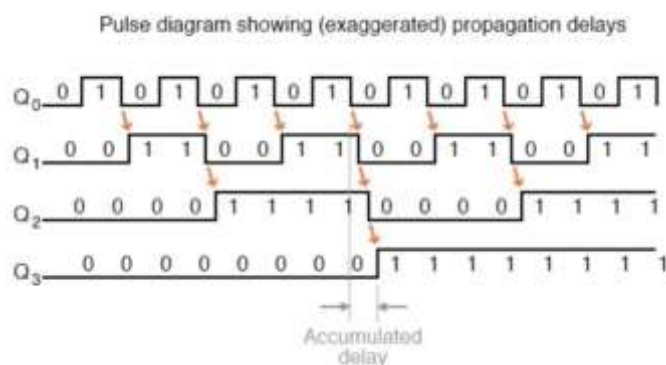






توجه مهم:

از آنجا که خروجیها به هم وابستهاند، هر چه تعداد بیت‌های تغییر یافته در یک پالس کلاک بالاتر برود، تاخیر مدار در بدست آوردن خروجی درست هم بیشتر می‌شود.

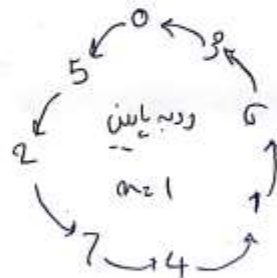
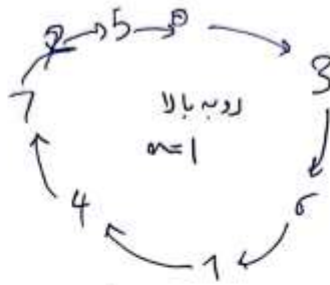


پس در بازهای خروجی مدار، خروجی اشتباهی خواهد بود. برای حل این مشکل از مدارهای سنکرون استفاده می‌کنیم که وابسته به خروجی قبلی نبوده و در نتیجه خطای زمانی ندارند.



## ۲- شمارنده دودویی سنکرون

در این قسمت باید با استفاده از سه فلیپ فلاپ JK یک شمارنده سنکرون بسازیم که اعداد صفر تا هفت را سه تا سه تا بشمارد. این شمارنده یک ورودی  $X$  دارد که جهت شمارش را مشخص می کند یعنی  $X=0$  شمارش رو به پایین و  $X=1$  شمارش رو به بالا است.



$Q$	$Q^+$	$J$	$K$
0	0	0	X
0	1	1	X
1	0	X	1
1	1	X	0

با توجه به جدول تحریک داریم:

$n=0$

دو به یاسین

$Q_2^+$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_2^+$	$Q_1^+$	$Q_0^+$	$j_2 k_2$	$j_1 k_1$	$j_0 k_0$
0	0	0	1	0	1	1X	0X	1X
0	0	1	1	1	0	1X	1X	X1
0	1	0	1	1	1	1X	X0	1X
0	1	1	0	0	0	0X	X1	X1
1	0	0	0	0	1	X1	0X	1X
1	0	1	0	1	0	X1	1X	X1
1	1	0	0	1	1	X1	X0	1X
1	1	1	1	0	0	X0	X1	X1

1      1

$n=1$       دو به بالا

$Q_2$	$Q_1$	$Q_0$	$Q_2^+$	$Q_1^+$	$Q_0^+$	$j_2 k_2$	$j_1 k_1$	$j_0 k_0$
0	0	0	0	1	1	0 X	1 X	1 X
0	0	1	1	0	0	1 X	0 X	X 1
0	1	0	1	0	1	1 X	X 1	1 X
0	1	1	1	1	0	1 X	X 0	X 1
1	0	0	1	1	1	X 0	1 X	1 X
1	0	1	0	0	0	X 1	0 X	X 1
1	1	0	0	0	1	X 1	X 1	1 X
1	1	1	0	1	0	X 1	X 0	X 1

بر اساس جداول ساده میکنیم و مدار را رسم میکنیم:

Date: \_\_\_\_\_

Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu
-----	-----	-----	-----	-----	-----

Subject: \_\_\_\_\_

$$J_0 = K_0 :$$

$Q_0 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	1	1	1

$$J_0 = 1, K_0 = 1$$

از آنجایی که هواره می از  $J_1$ ،  $K_1$   
 Font + care می باشد برای سادگی همراه  
 آن ها را برابر در نظر می گیریم، در نتیجه  
 برای هر دو تک جدول کارنو داریم.

$$J_1 = K_1 :$$

$Q_1 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	0	0	0	0

برای بلاستار داریم:

$$J_1 = K_1 = Q_0'$$

$Q_1 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	0	1	1	0
1	1	1	1	1

$$J_2 = K_2 = Q_1 + Q_0$$

از آنجایی که یاس سار دقتاً عکس بلاستار است، کافی است  $Q_0$ ،  $Q_1$  و  $Q_2$

در رانج ها را نقیض کنیم، یعنی داریم:  $J_0 = K_0 = 1$ ،  $K_1 = J_1 = Q_0'$ ،  $K_2 = J_2 = Q_1 + Q_0'$   
 درستی این موضوع با توجه به جدول کارنو نیز مشخص می گردد:

$Q_0 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	1	1	1

$$J_0 = K_0 = 1$$

$Q_1 \backslash Q_0$	00	01	11	10
0	0	0	0	0
1	1	1	1	1

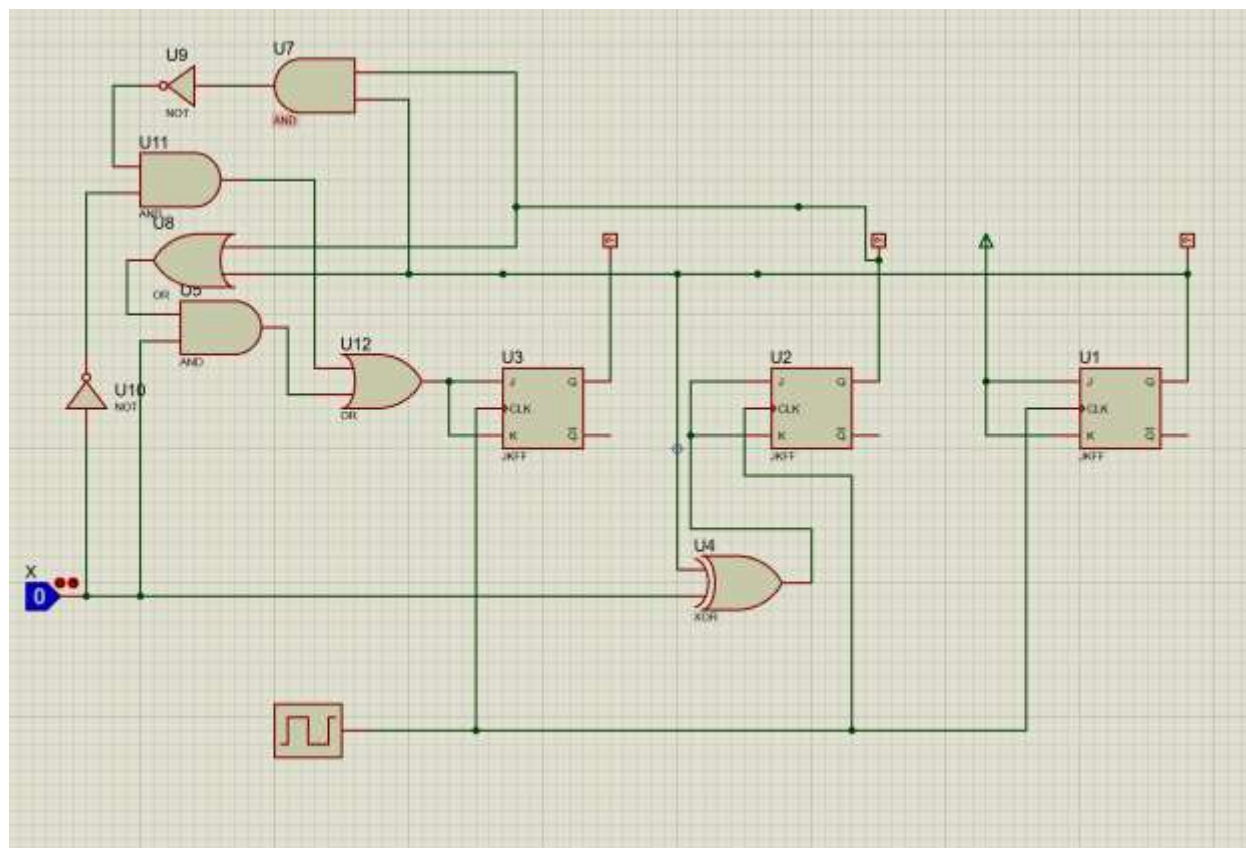
$$J_1 = K_1 = Q_0'$$

$Q_2 \backslash Q_1$	00	01	11	10
0	1	1	1	1
1	1	0	0	1

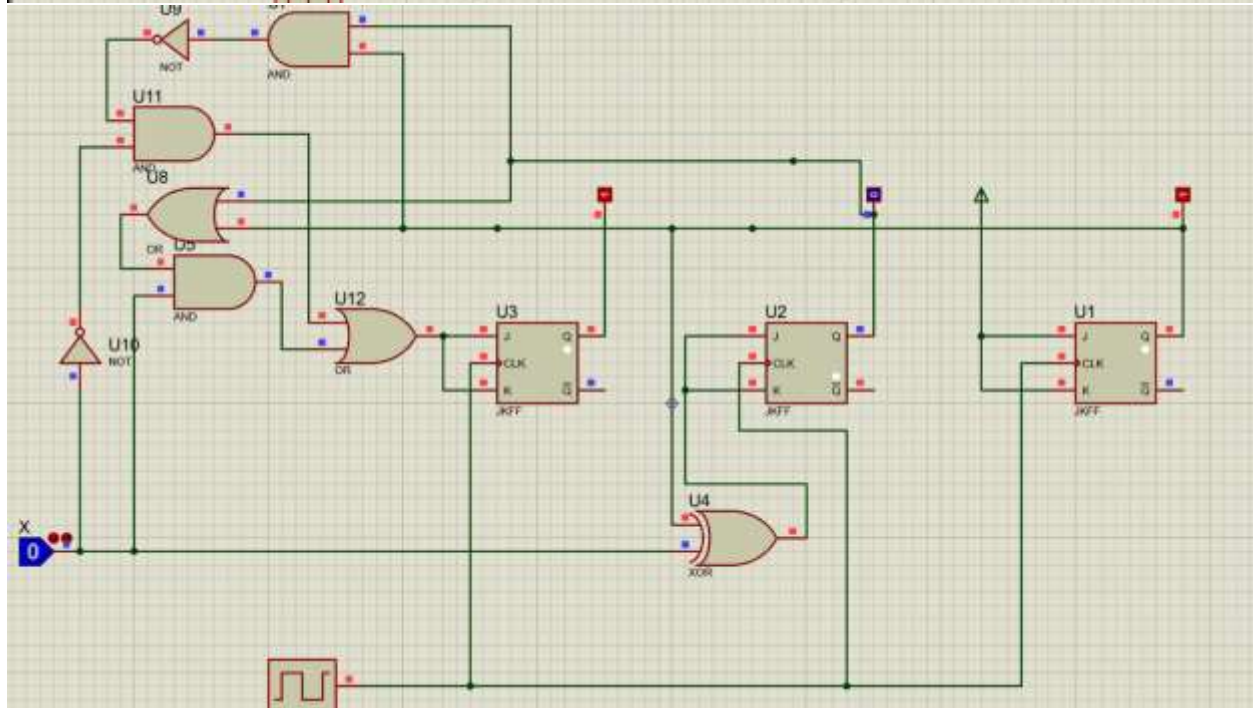
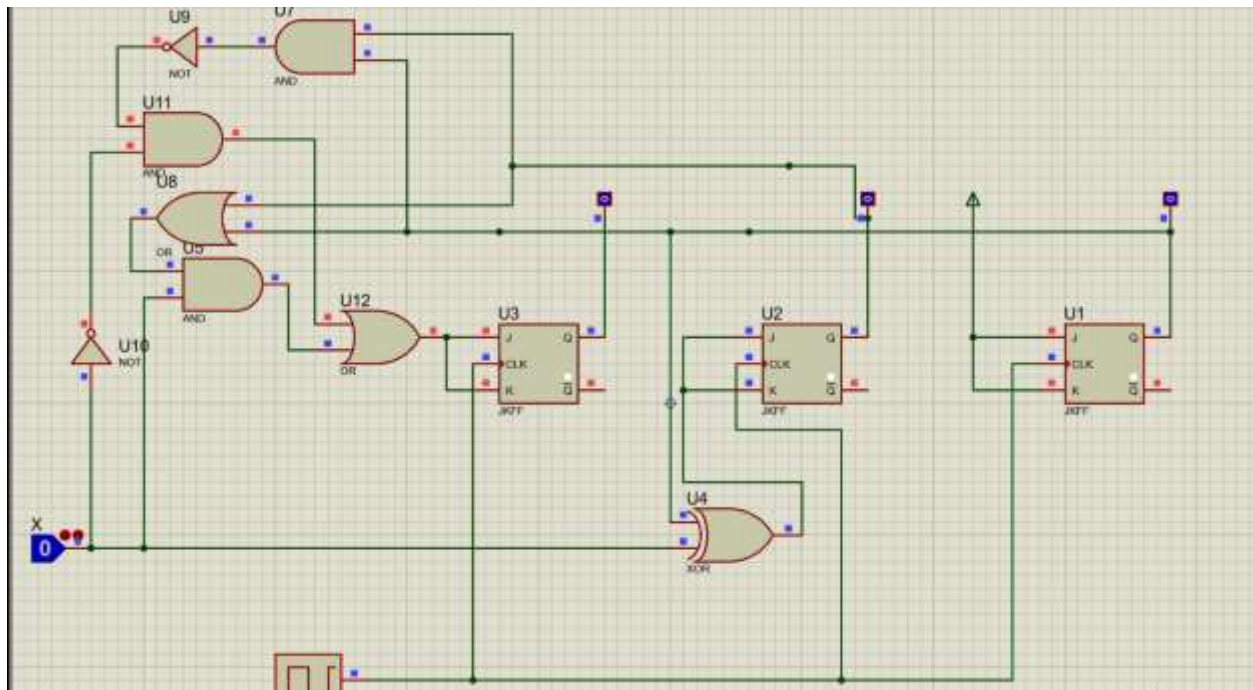
$$J_2 = K_2 = Q_0' + Q_1$$



شکل کلی مدار به صورت زیر است:

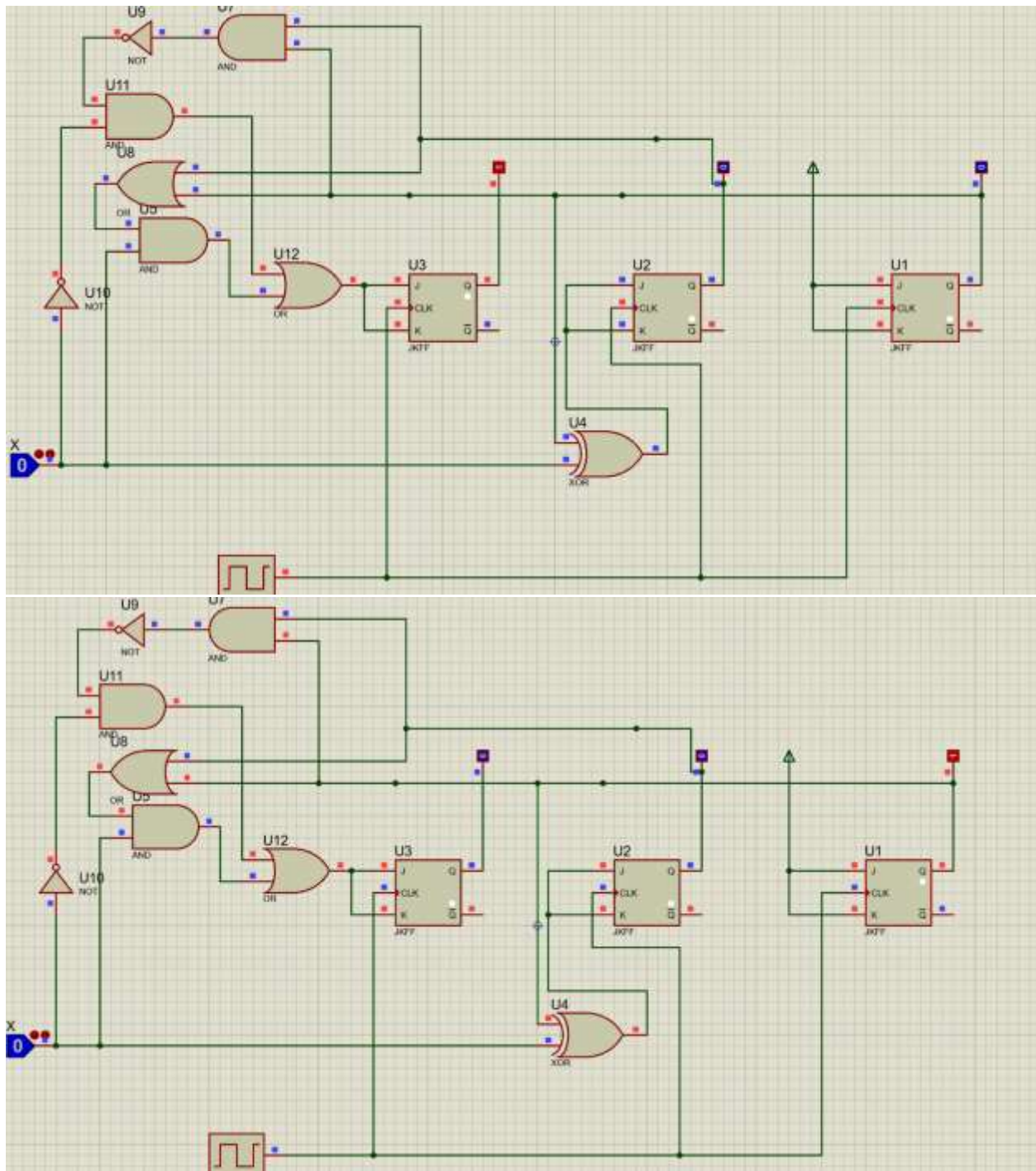


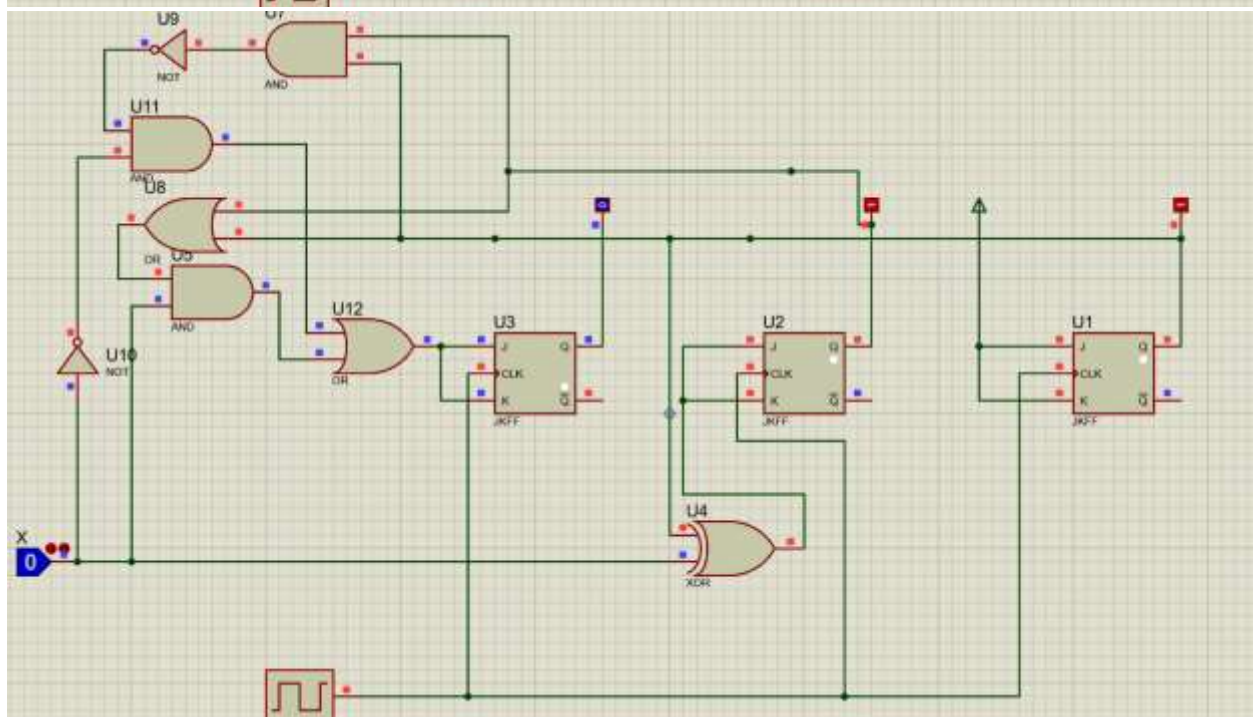
که بر اساس معادله های به دست آمده رسم شده است حال شمارش رو به پایین  $x=0$  را می بینیم :

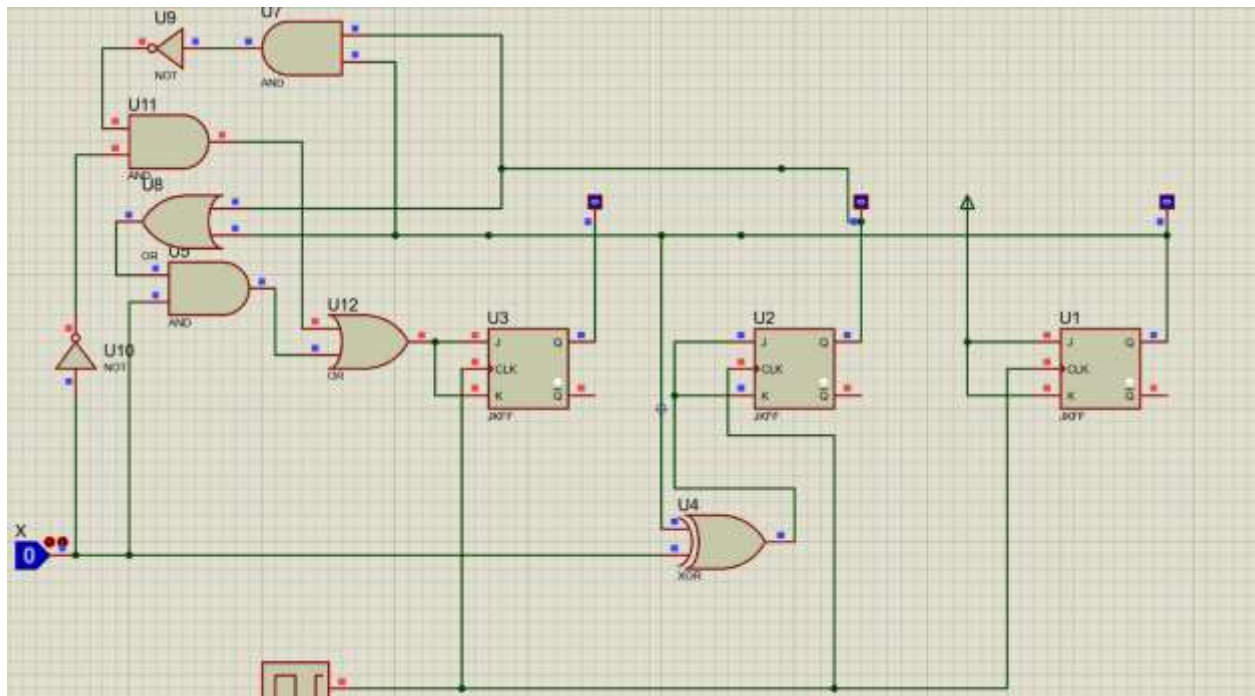






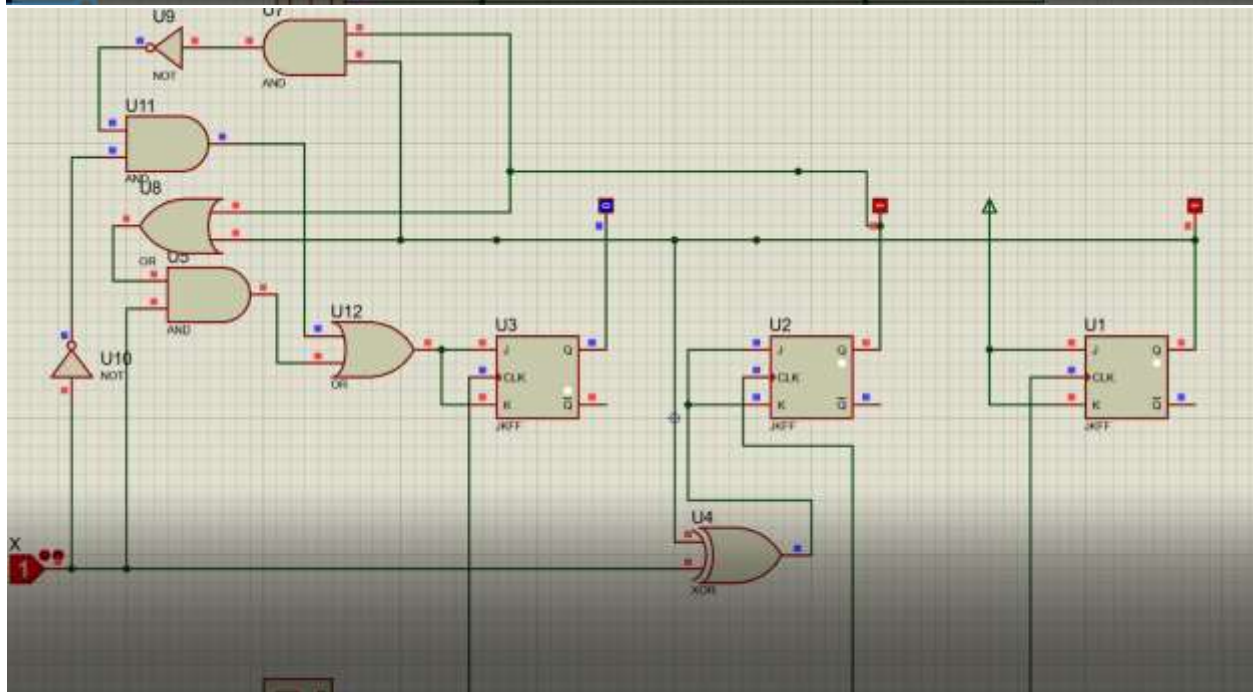
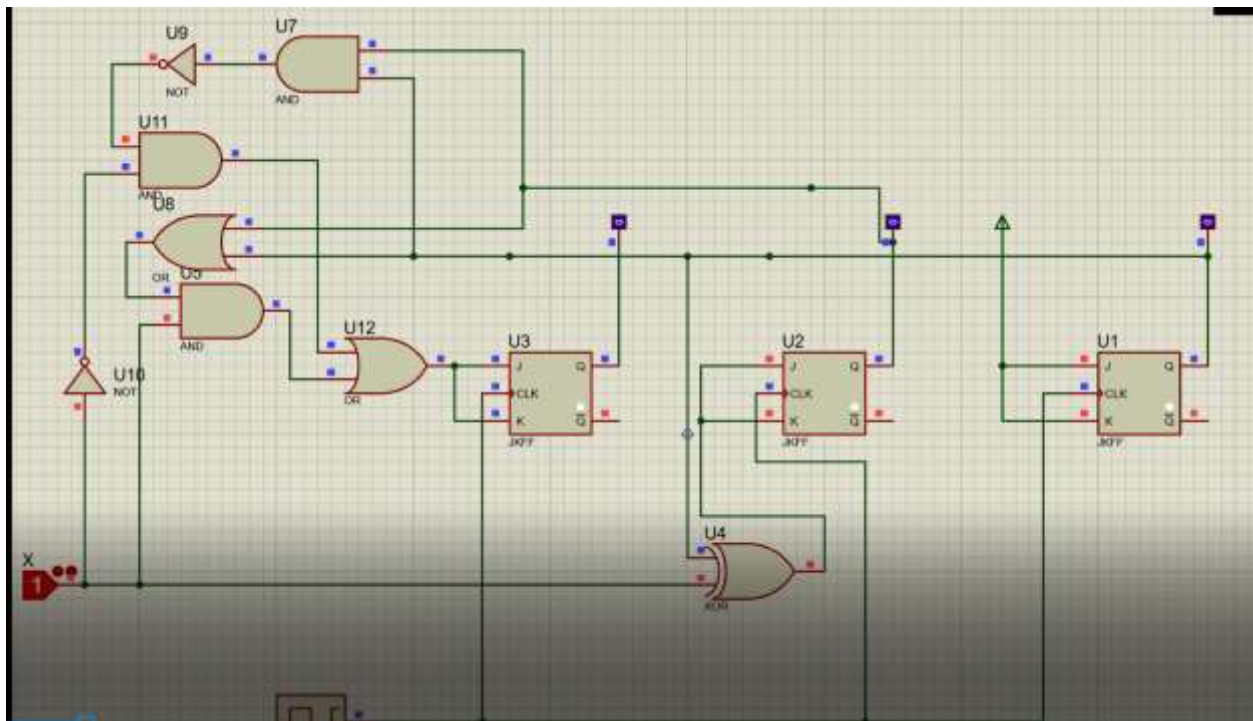


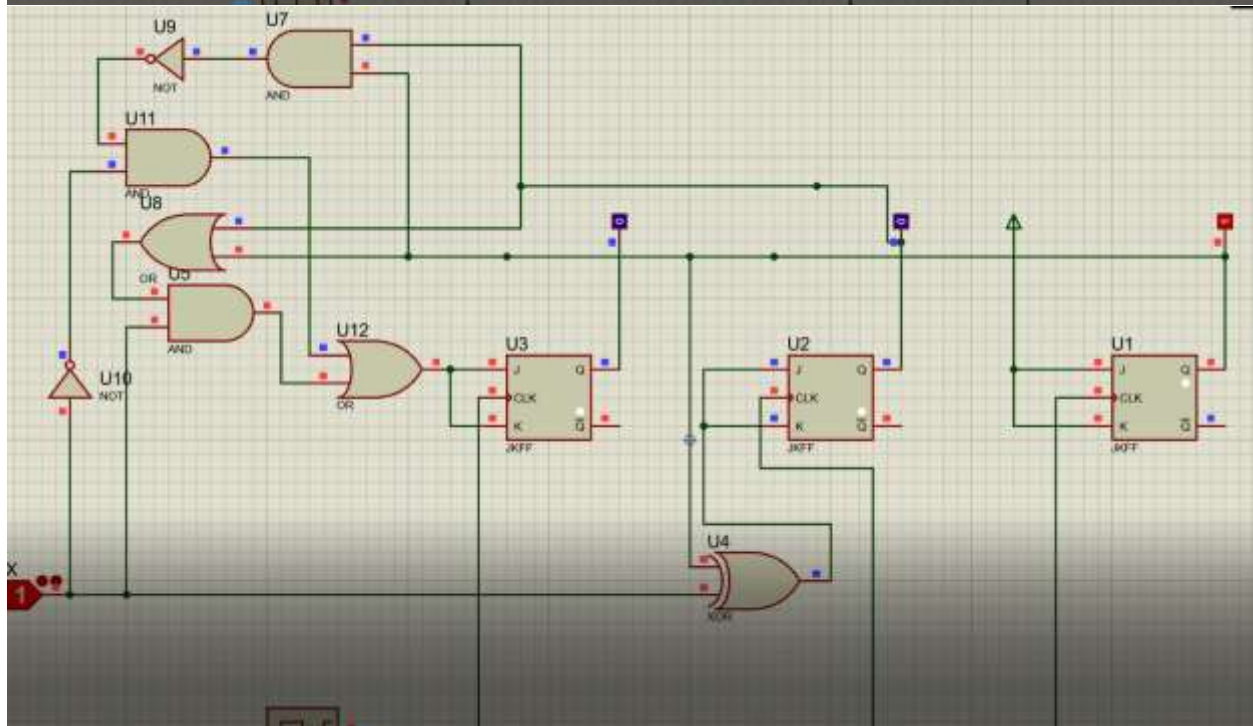
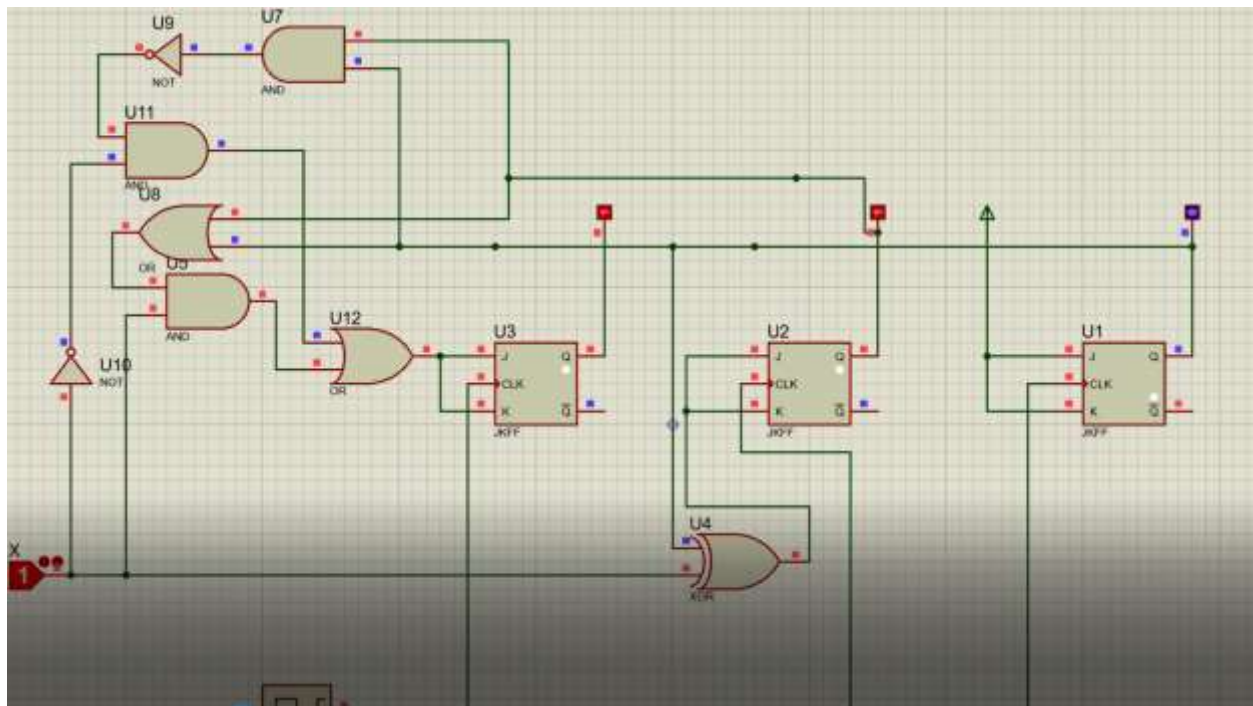


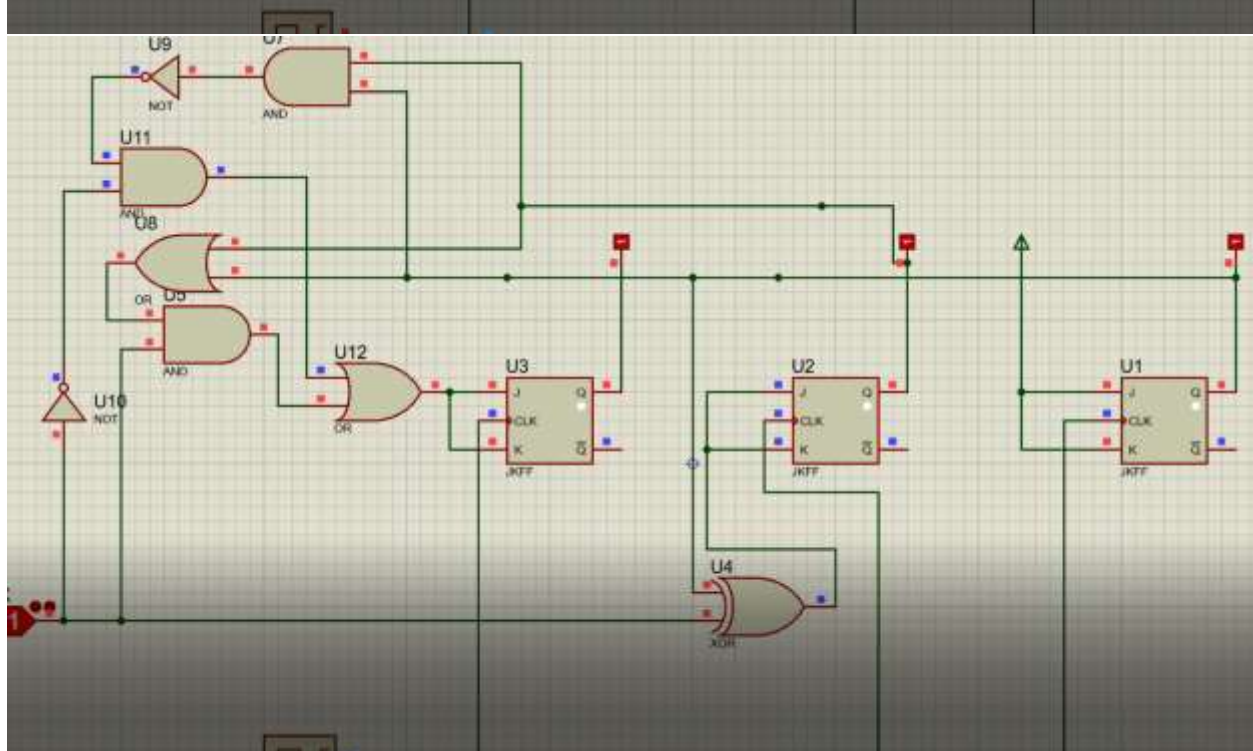


شمارش رو به بالا  $x=1$  :

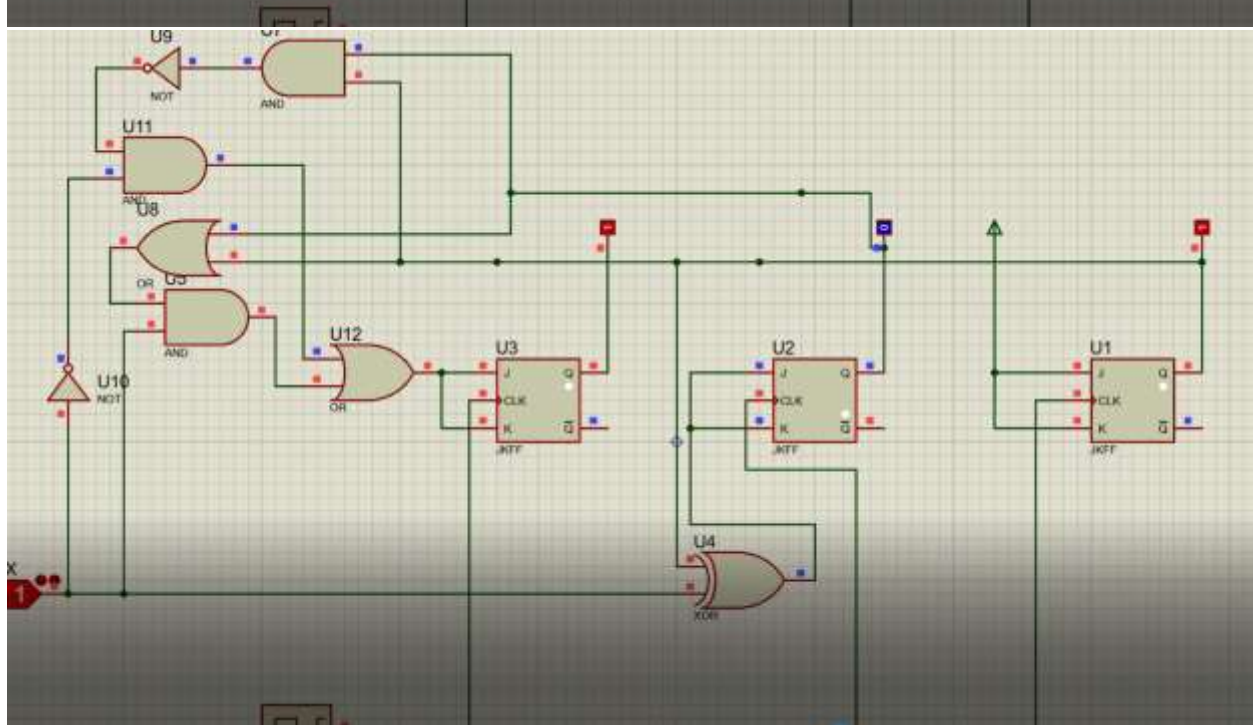


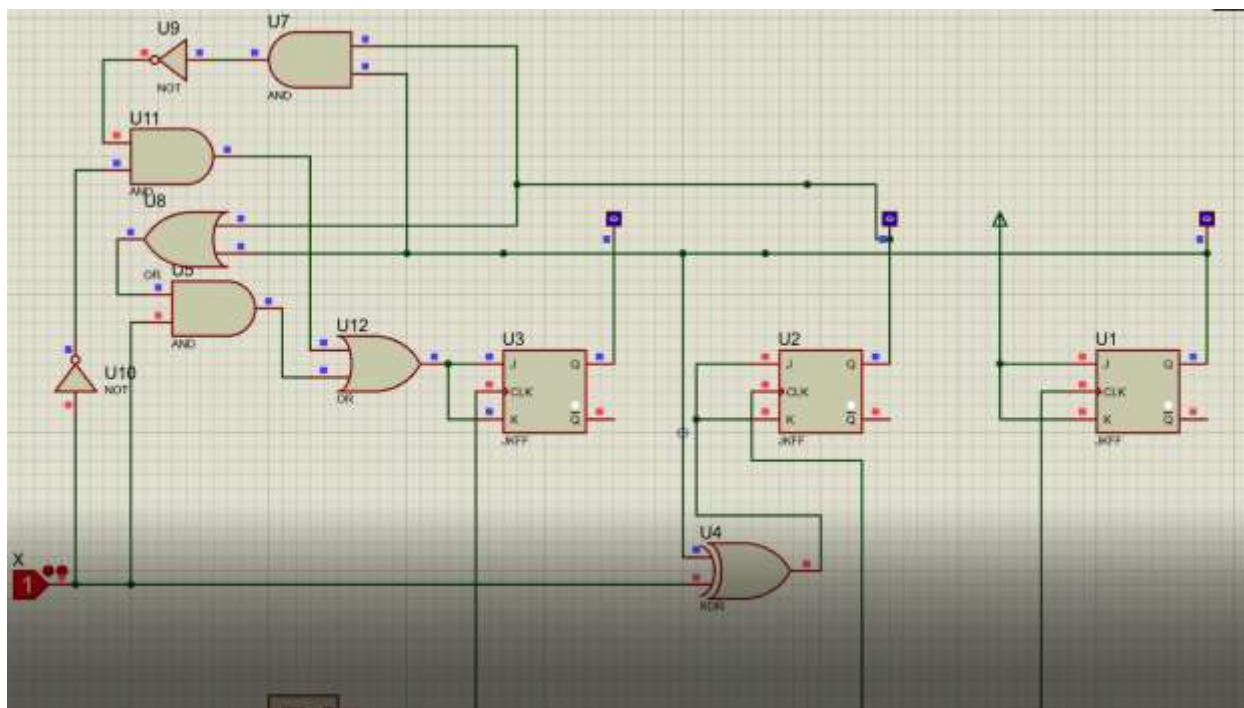












### ۳- شمارنده BCD

وسایل مورد نیاز:

دو تراشه ۷۴۱۹۰

کلاک

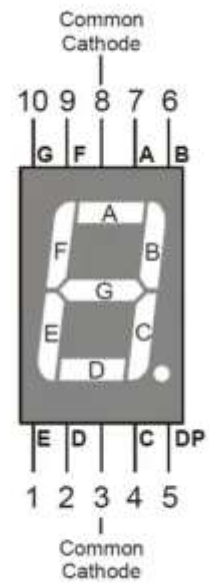
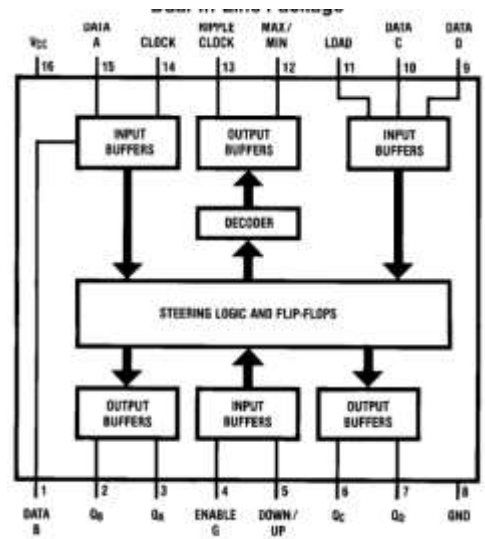
دو سون سگمنت

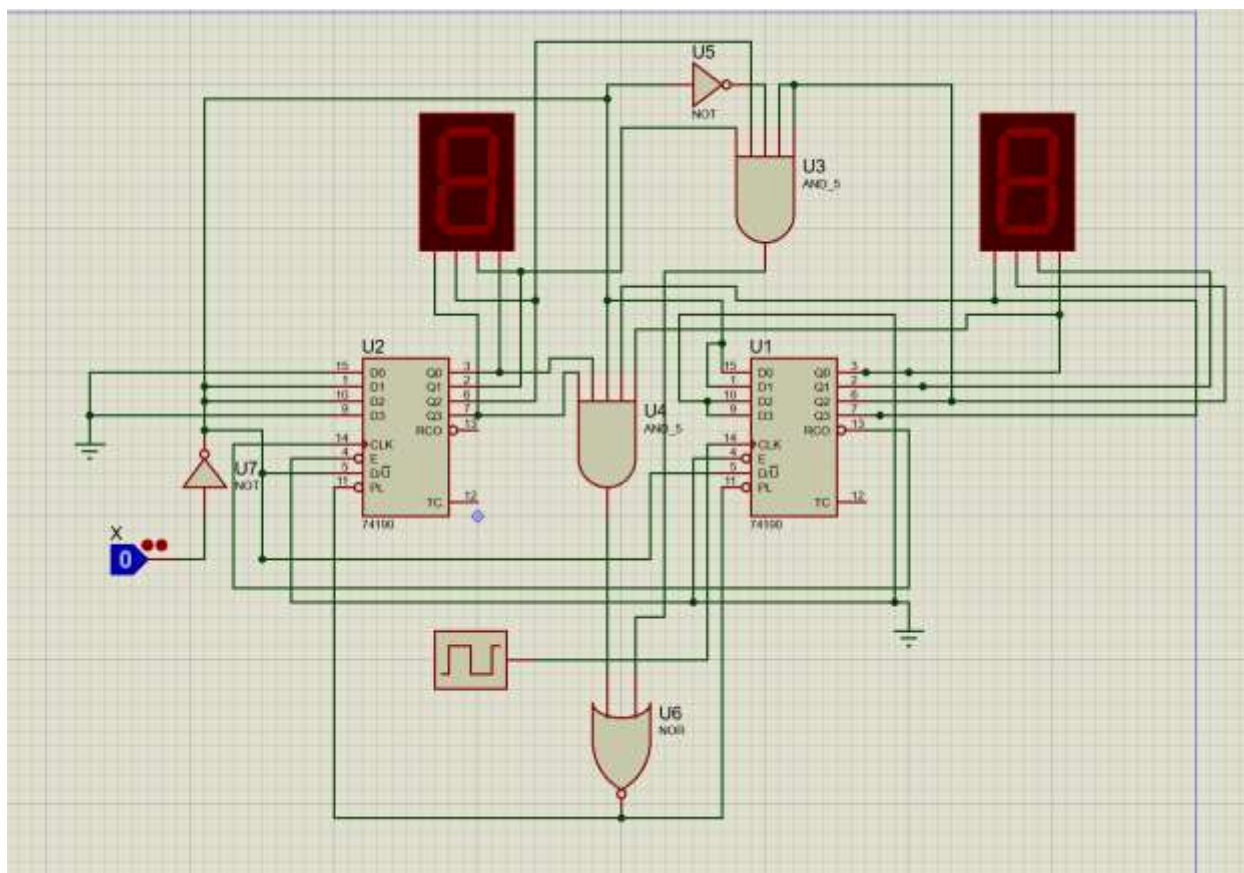
گیت های مورد نیاز

تئوری آزمایش:

قرار است یک شمارنده برای شمارش اعداد ۰ تا ۶۳ بسازیم

با توجه به دیتا شیت های تراشه ۷۴۱۹۰ و سون سگمنت باید سعی کنیم مدار را ببندیم.





نمای کلی مدار به صورت بالا می باشد اول از همه باید بدانیم تراشه ۷۴۱۹۰ قابلیت مقدار دهی اولیه و شمارش رو به بالا و پایین دارد ورودی  $D/U'$  برای شمارش است که به  $X'$  باید متصل باشد یعنی اگر  $X=1$  باشد شمارش رو به بالا است در نتیجه ورودی  $D/U$  هر دو تراشه را به  $X'$  متصل میکنیم

CLOCK تراشه متصل به سون سگمت اول را به کلاک و CLOCK تراشه دوم را به RCO تراشه اول متصل کرده در این صورت اگر تراشه اول OVER FLOW کند کلاک ۷۴۱۹۰ دوم فعال می شود

Enable هر دو نیز به Ground متصل است

حال برای ما مطلوب است که اگر شمارنده به ۶۴ رسید در تراشه ها ۰ لود شود و اگر به ۹۹ رسید ۶۳ را لود کند، برای اینکار از دو گیت اند U3 و U4 استفاده کرده ایم U3 برای زمانی است که شمارش رو به بالا است و به ۶۴ می رسد که برای اینکار ورودی های اند را X و از U1 که قرار است ۴ را نمایش دهد Q2 و از U2 که ۶ را



نمایش میدهد Q2,Q1 را متصل کردیم که موقعی که همه این ورودی‌های اند یک باشند یعنی شمارش رو به بالا است و به عدد ۶۴ رسیده

حال اگر U2,U1 هر دو نه شوند در این صورت باید ۶۳ لود شود که برای اینکار از گیت اند U4 که متصل به X' و Q0,Q3 از هر دو تراشه است استفاده میکنیم که نشان میدهد هر دو شمارنده به ۹ رسیده و شمارش رو به پایین است.

حال این دو گیت اند را به یک NOR متصل کرده زیرا load تراشه‌ها active low هستند پس در صورتی که یکی از این and یک شود load هر دو فعال شده و ورودی میگیرند

در تراشه U1, ورودی D0,D1 به ایکس نات متصل شده و ورودی D2,D3 به GROUND در این صورت وقتی که شمارش رو به بالا باشد و صفر لود می‌شود و اگر شمارش به پایین باشد ۳ لود می‌شود

در تراشه U2 ورودی D0,D3 به GROUND و D1,D2 به ایکس نات که در صورتی که شمارش رو به بالا باشد ۰ لود شده و در صورتی که شمارش رو به پایین باشد ۶ لود می‌شود .

فیلم عملکرد این مدار ضمیمه شده است.

برای بخش عملی نیز دقیقا همین مدار را پیاده سازی می‌کنیم، به این صورت که ground ها را به بخش منفی مدار، vcc ها را به سطر مثبت برد مورد متصل می‌کنیم که مستقیما به منبع تغذیه متصل هستند. برای سیگنال کلاک هم از function generator استفاده می‌کنیم. یعنی:

موج را به شکل مربعی (Square) و فرکانس را ۱ هرتز قرار می‌دهیم. کانتکتور BNC پراب را به Output فانکشن ژنراتور وصل میکنیم .

سوسماری قرمز را به یک نقطه دیگر از خط افقی ای که سر مثبت clock روی وصل است وصل میکنیم.

سوسماری سیاه را به یک نقطه دیگر از خط افقی ای که انتهای مقاومت روی آن وصل است و به بخش منفی متصل است وصل می کنیم.

دکمه output را فعال می کنیم.

تصاویری از ساختمان مدار عملی به فایل ضمیمه شده اند. در قسمت عملی یکی از آی سی های شمارنده سوخته بود، (که در آخر به طور جداگانه تست کردیم) به این دلیل تنها تصاویر ساختمان مدار ضمیمه شده اند.

پایان