

به نام خدا

## گزارش کار چهارم آزمایشگاه مدارهای منطقی



دانشکده مهندسی کامپیووتر

آزمایش چهارم: مدار کنترل کننده

علی محمدزاده شبستری

۴۰۱۱۰۶۴۸۲

تابستان ۱۴۰۲

## فهرست

۳.	مقدمه....
۳.	تايمريک ماشين لباسشوبي
۱۴	جمع‌بندی
۱۵	منابع.....

## مقدمه

هدف این آزمایش بررسی و ساخت تایمر یک ماشین لباسشویی است. ما در ابتدای کار سیگنال‌های ورودی را دریافت می‌کنیم و با توجه به حالات منطقی که دارند مشخص می‌کنیم ماشین لباسشویی باید چه سلسله‌مراقبی از استیت‌ها را طی کند. برای تعیین کردن برنامه تایمر ماشین لباسشویی یک ASM چارت رسم می‌کنیم تا به بهترین شکل ممکن روند اجرایی آن را تحت کنترل داشته باشیم. سپس باید مدار مربوط به آن را با کمک DFF و گیت‌های منطقی پیاده‌سازی کنیم. ما برای هر استیت یک فلیپ‌فلاپ در نظر می‌گیریم و از روش One Hot استفاده می‌کنیم.

## تایمر یک ماشین لباسشویی

### :: بخش تئوری ::

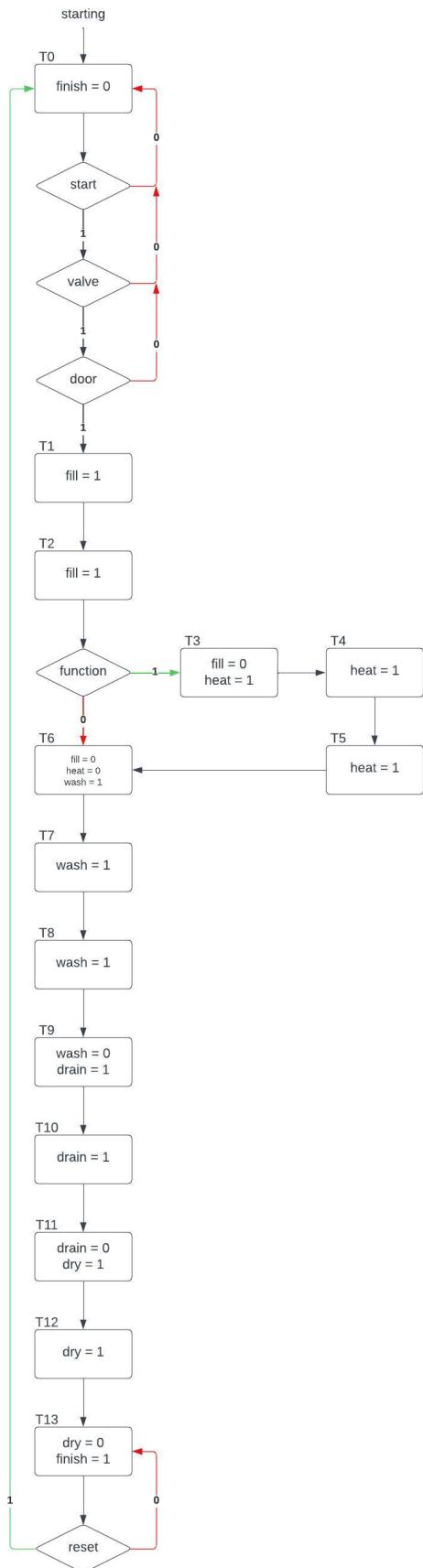
در ابتدا سیگنال‌های ورودی را مورد بررسی قرار می‌دهیم.

- Start: صفر یعنی غیرفعال، یک یعنی شروع
- Valve: صفر یعنی بسته بودن، یک یعنی باز بودن
- Door: صفر یعنی باز بودن، یک یعنی بسته بودن
- Function: صفر یعنی سرد، یک یعنی داغ
- Reset: صفر یعنی ماندن در همان حالت، یک یعنی ریست شدن
- Clock: مولد پالس برای کلک

سه سیگنال اول (استارت، شیر، در) باید هر سه در حالت ۱ باشند تا شرایط کار ماشین لباسشویی فراهم شود.  
اکنون سیگنال‌های خروجی را بررسی می‌کنیم:

- Fill: یک بودن آن به معنای آب‌گیری است. (پر شدن مخزن)
- Heat: یک بودن آن به معنای داغ کردن آب است. (حالت شستشوی داغ)
- Wash: یک بودن آن به معنای شستن است.
- Drain: یک بودن آن به معنای تخلیه کردن آب است.
- Dry: یک بودن آن به معنای خشک کردن لباس است.
- Finish: یک بودن آن به معنای اتمام کار ماشین لباسشویی است.

عملکرد ماشین لباسشویی در ASM زیر نمایش داده شده است. این چارت با استفاده از اپ Lucid رسم شده است و خروجی تصویری از آن گرفته شده است.



در این چارت ابتدا در حالت **starting** هستیم که به معنای نقطه شروع است (ارتباطی با **start** ندارد).

سپس اگر سینگال **start** ۱ باشد، باید در ادامه بررسی کنیم که اگر شیر آب باز (**valve=1**) و در بسته (**door=1**) باشد تا ماشین لباسشویی کارش را شروع کند. اگر هر حالتی غیر از ۱ بودن سه تا سیگنال اتفاق بیفتد، مجدداً به **starting** می‌رویم.

اما اگر هر سه سیگنال ۱ باشند، ماشین لباسشویی وارد استیت آب‌گیری (**fill=1**) می‌شود. این استیت به اندازه دو پالس ساعت طول می‌کشد. به همین خاطر دو تا استیت متوالی در نظر گرفته شده‌اند.

پس از آب‌گیری، باید سیگنال **function** بررسی شود. اگر ۱ باشد (شستشوی داغ) باید ضمن اتمام آب‌گیری (**fill=0**) وارد استیت سه پالسه **heat** شویم. سپس به ادامه **function=0** مراحل برگردید. درواقع اگر **function=0** باشد (شستشوی سرد) باید پس از اتمام آب‌گیری به این نقطه می‌رسیدیم و جلو می‌رفتیم. شستشوی داغ با شستشوی سرد فرقی ندارد جز اینکه یک مرحله داغ شدن آب اضافه تر دارد. اکنون عمل دو پالسه شستن **Wash=1** شروع می‌شود و **fill=0** (از سرد) و **heat=0** (از داغ) می‌شوند. پس از آن وارد استیت دو پالسه **drain** می‌شود و سپس استیت دو پالسه **dry** که توضیحات آن‌ها مشابه استیت‌های قبلی‌اند. در نهایت با اتمام خشک کردن (**dry=0**) کار ماشین به اتمام می‌رسد و **finish=1** می‌شود. اکنون منتظر **reset** می‌مانیم تا مشخص شود در همین مرحله بمانیم یا به نقطه شروع اولیه برویم.

طبق روش One Hot ما برای هر استیت یک فلیپفلاب در نظر می‌گیریم. پس لازم است که رابطه هر کدام را پیدا کنیم.

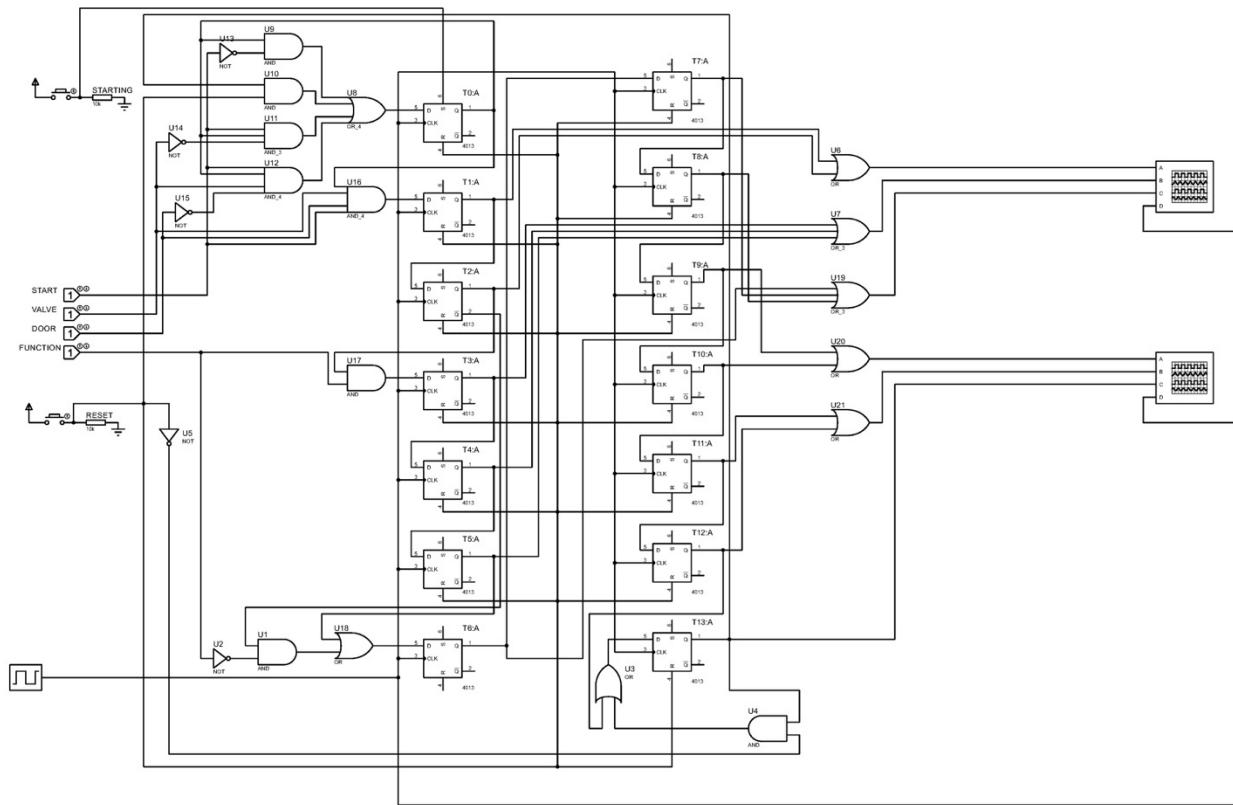
- $T_0^+ = T_0 \cdot Start' + T_0.Start.Valve' + T_0.Start.Valve.Door' + T_{13}.Reset$
- $T_1^+ = T_0.Start.Valve.Door$
- $T_2^+ = T_1$
- $T_3^+ = T_2.Function$
- $T_4^+ = T_3$
- $T_5^+ = T_4$
- $T_6^+ = T_5 + T_2.Function'$
- $T_7^+ = T_6$
- $T_8^+ = T_7$
- $T_9^+ = T_8$
- $T_{10}^+ = T_9$
- $T_{11}^+ = T_{10}$
- $T_{12}^+ = T_{11}$
- $T_{13}^+ = T_{12} + T_{13}.Reset'$

اکنون رابطه سیگنال‌های خروجی هم قابل استخراج هستند. در واقع کافی است بینیم هر سیگنال در کدام استیت ۱ شده است.

- $fill = T_1 + T_2$
- $heat = T_3 + T_4 + T_5$
- $wash = T_6 + T_7 + T_8$
- $drain = T_9 + T_{10}$
- $dry = T_{11} + T_{12}$
- $finish = T_{13}$

## :: بخش عملی ::

مدار زیر در برنامه پروتئوس طراحی شده و در قسمت Export Graphics خروجی تصویری گرفته شده است.



-۳ مدار تایмер ماشین لباسشویی

در مدار فوق ما از قطعه Clock استفاده کرده‌ایم. با دابل کلیک روی این قطعه می‌توانیم تنظیم کنیم هر چند ثانیه یک بار پالس ساعت ایجاد شود. (تنظیم فرکانس)

ما برای رصد کردن دقیق خروجی‌های مدار از اسیلوسکوپ استفاده کرده‌ایم. کاربرد اسیلوسکوپ نمایش سیگنال‌های ورودی در برابر زمان است. هر اسیلوسکوپ چهار ورودی دارد. لذا ما از دو اسیلوسکوپ استفاده کرده‌ایم، به هر کدامشان سه تا از خروجی‌ها به علاوه کلاک را داده‌ایم.

برای شروع کار مدار باید ابتدا آن را Run کنیم. سپس دکمه STARTING را بفشاریم تا مدار به حالت آمده باش برای کار برود. پس از فشردن این دکمه، پالس‌های کلاک روی مدار اثر می‌گذارد و کار آن شروع می‌شود. با فشردن دکمه Run و اجرای مدار، به ازای هر اسیلوسکوپ یک پنجره باز می‌شود تا تغییرات سیگنال‌ها را مشاهده کنیم. پس از اتمام فعالیت مدار، با فشردن دکمه RESET مدار ریست می‌شود. در ادامه اگر مجدداً بخواهیم از آن استفاده کنیم باید STARTING را بفشاریم و ... .

تست اول مدار: یک بار هم مدارمان را امتحان می‌کنیم. پروسه طولانی و با جزئیاتی پیش رو خواهیم داشت.

در پنجره اسیلوسکوپ پایینی:

در پنجره اسیلوسکوپ بالایی:

drain • خط زرد: ●

fill • خط زرد: ●

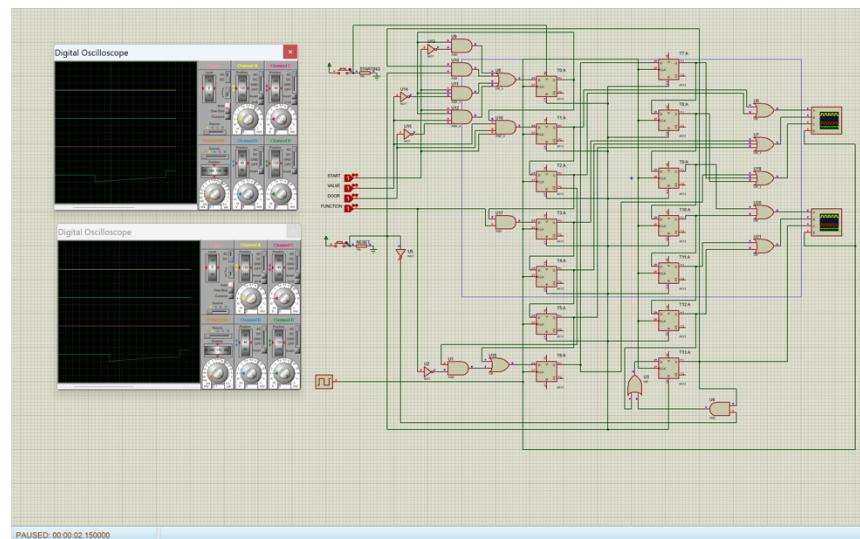
dry • خط آبی: ●

heat • خط آبی: ●

finish • خط قرمز: ●

wash • خط قرمز: ●

خط سبز: کلاک ● خط سبز: کلاک ●

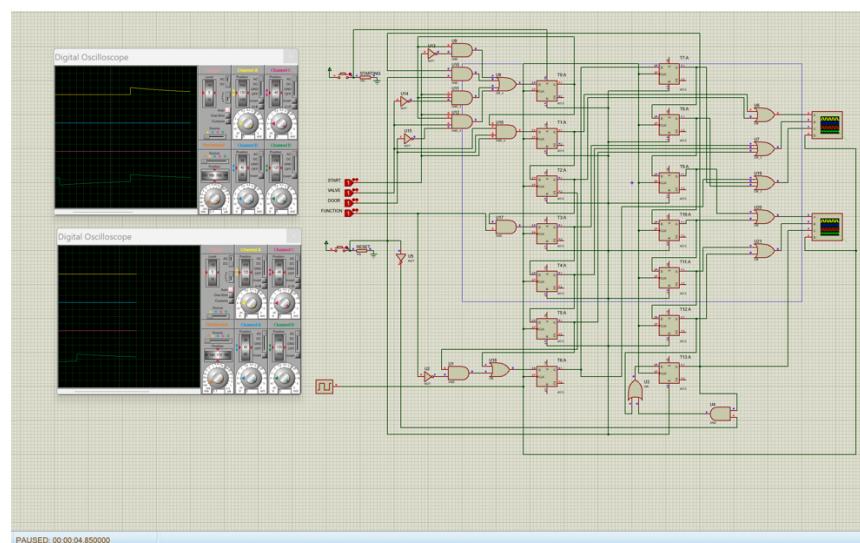


- تست: قبل از فشردن starting

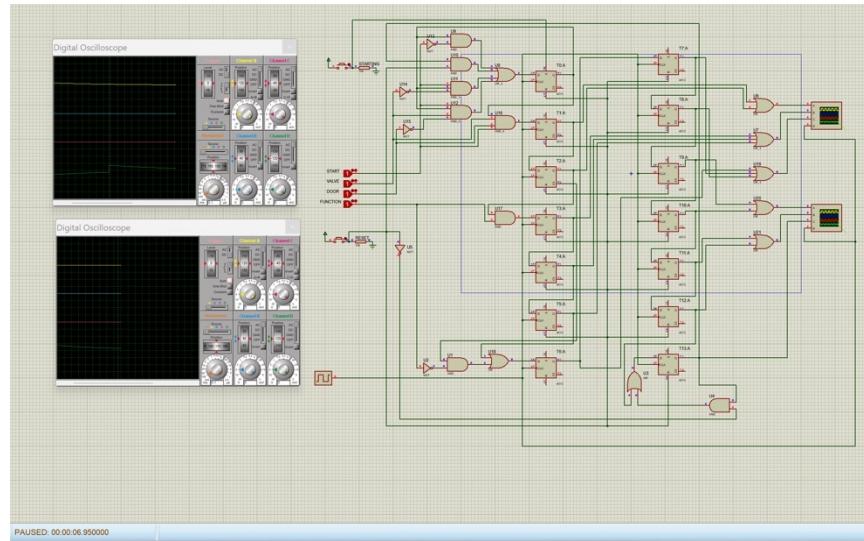
پس از فشردن STARTING، با توجه به ۱ بودن ورودی‌های start و valve و door شرایط کار ماشین فراهم است.

حالت شستشوی داغ (function=1) هم فعال شده است. لذا انتظار داریم ابتدا به fill=1 برویم. همانطور که مشاهده

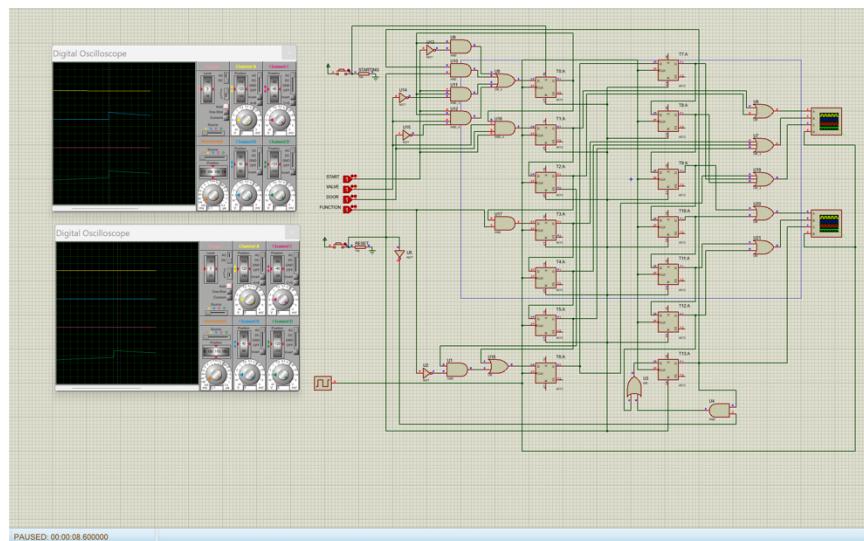
می‌شود نوار زرد ۱ شده است.



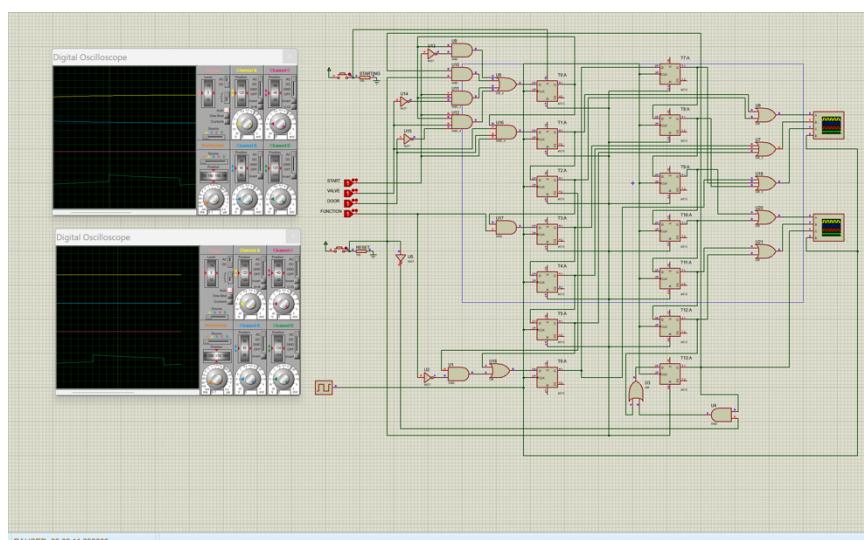
- تست: پس از فشردن starting fill=1 می‌شود.



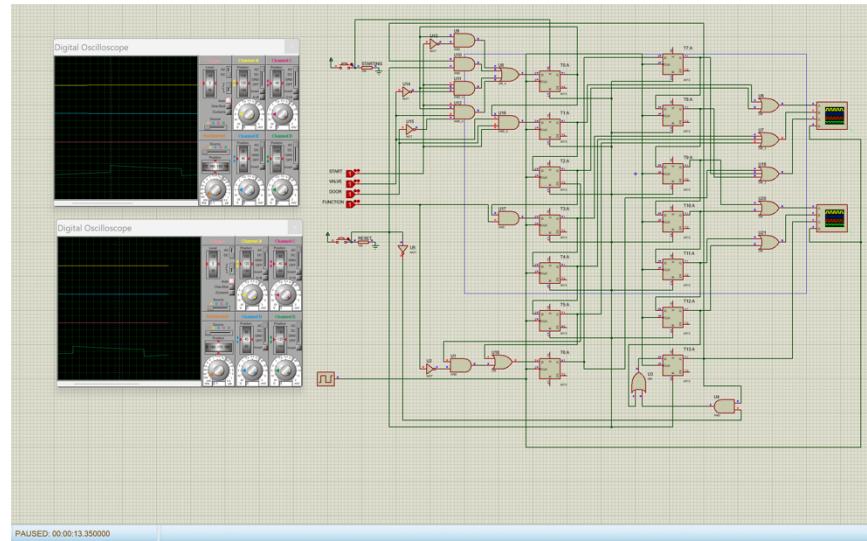
۵- تست: پس از پالس دوم  $fill=1$  مانده است و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت دوم)



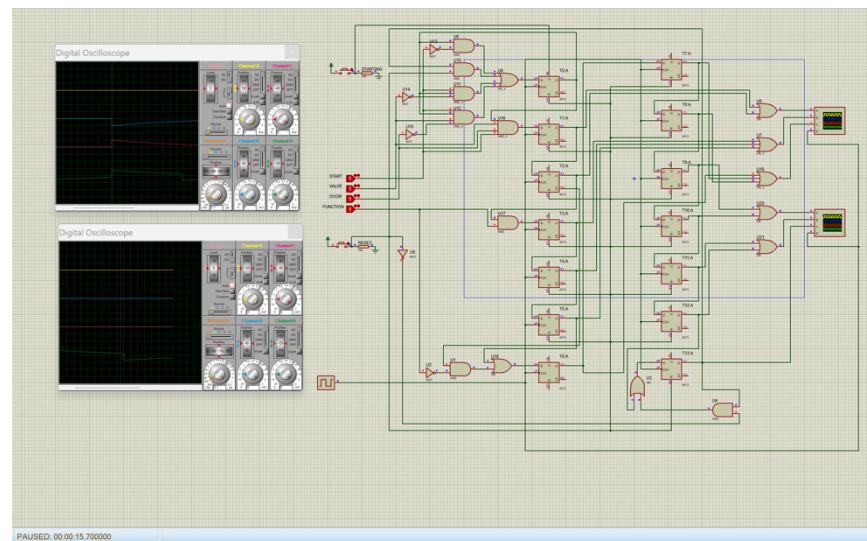
۶- تست: در پالس بعدی  $heat=1$  و  $fill=0$  شده است.



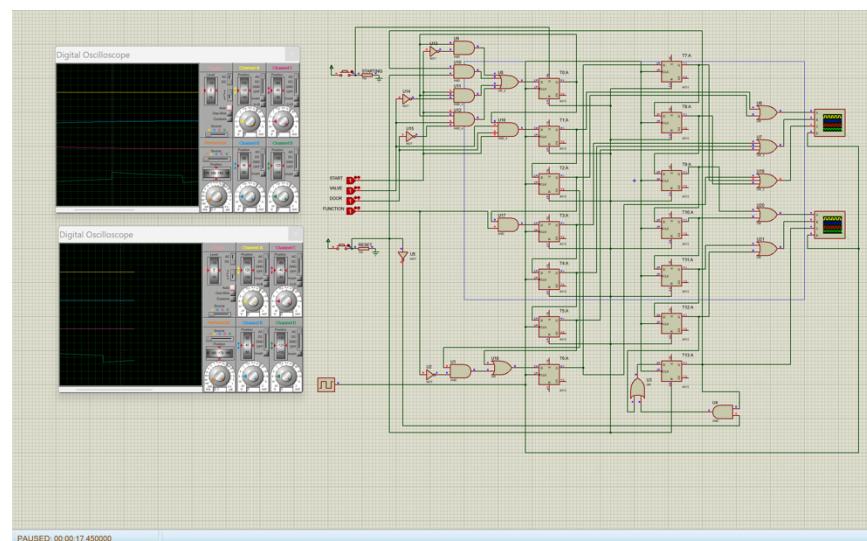
۷- تست: در پالس بعدی  $heat=1$  مانده است و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت دوم)



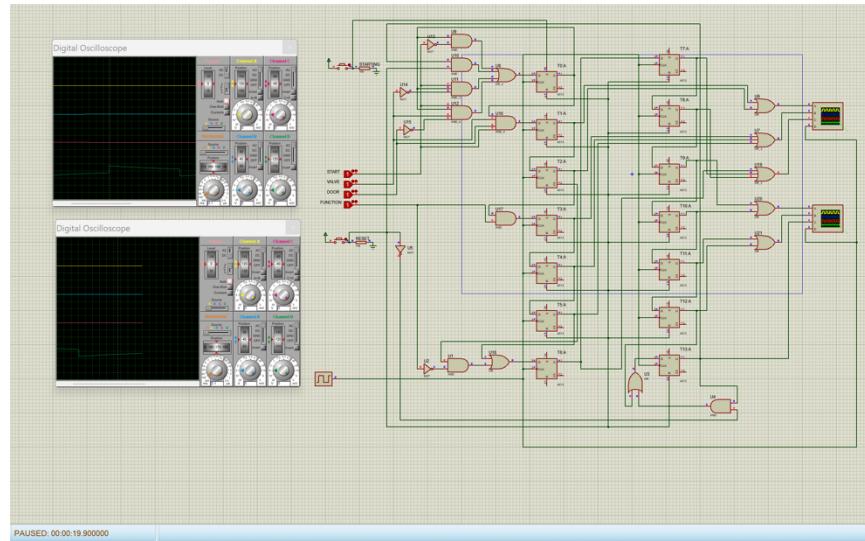
- تست: در پالس بعدی  $heat=1$  همچنان مانده است و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت سوم)



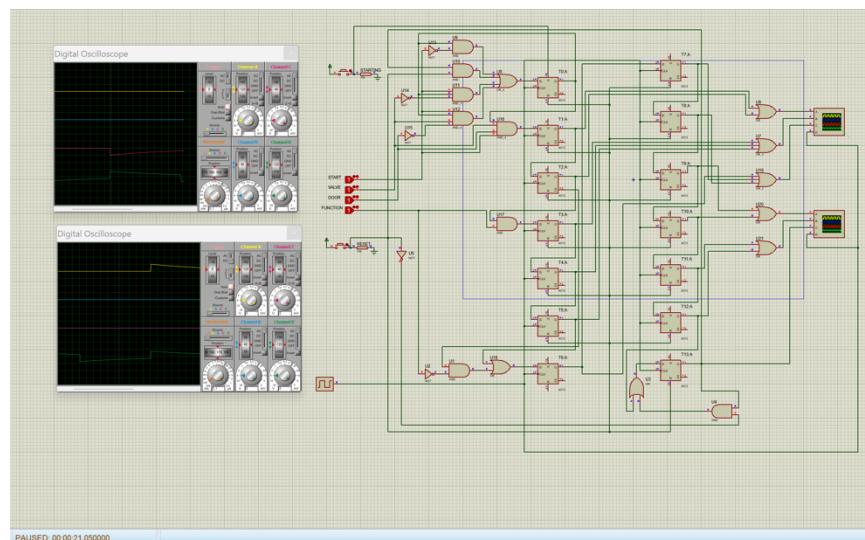
- تست: در پالس بعد  $wash=1$  و  $heat=0$  شده است.



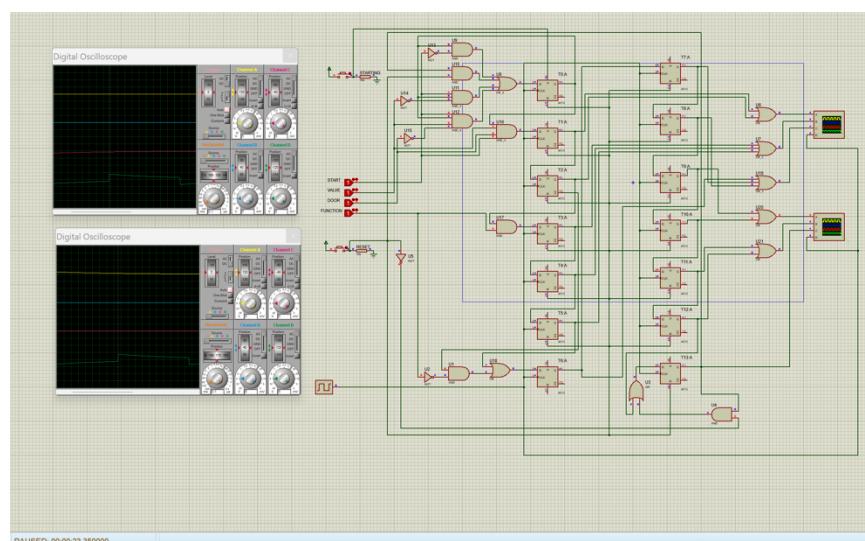
- تست: در پالس بعدی  $Wash=1$  مانده است و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت دوم)



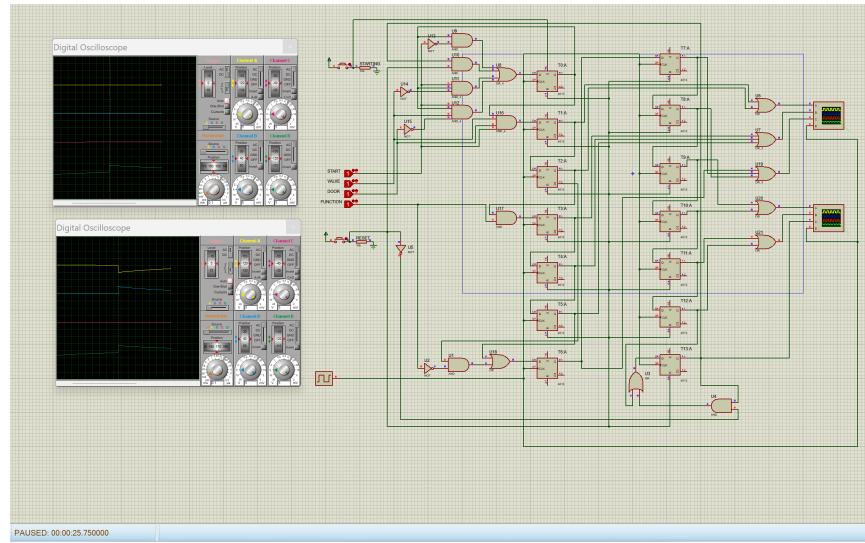
- تست: در پالس بعدی  $wash=1$  همچنان ماندهاست و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت سوم)



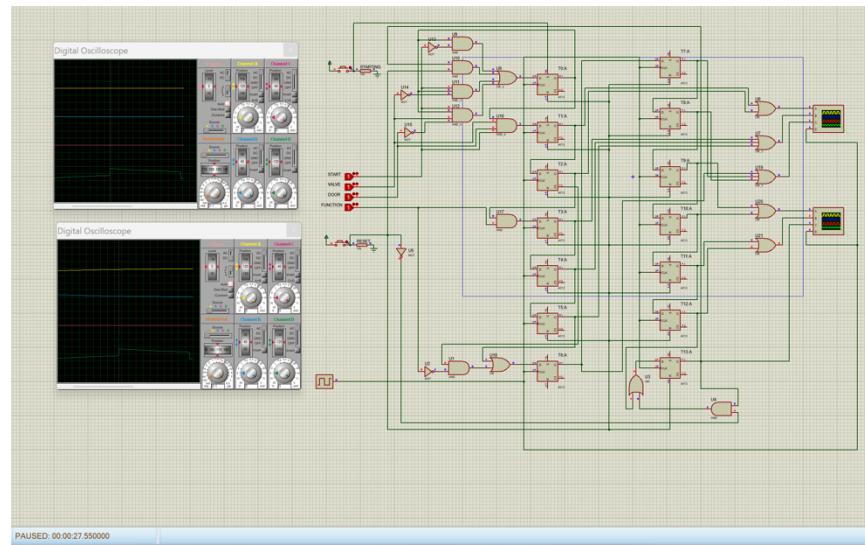
- تست: در پالس بعدی  $drain=1$  و  $wash=0$  شددهاست.



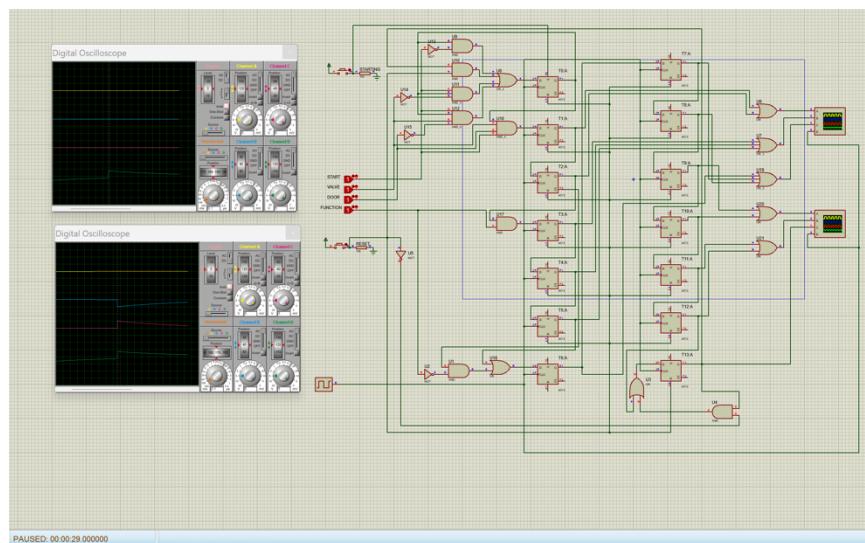
- تست: در پالس بعدی  $drain=1$  ماندهاست و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت دوم)



- تست: در پالس بعدی  $dry=1$  و  $drain=0$  شده است.

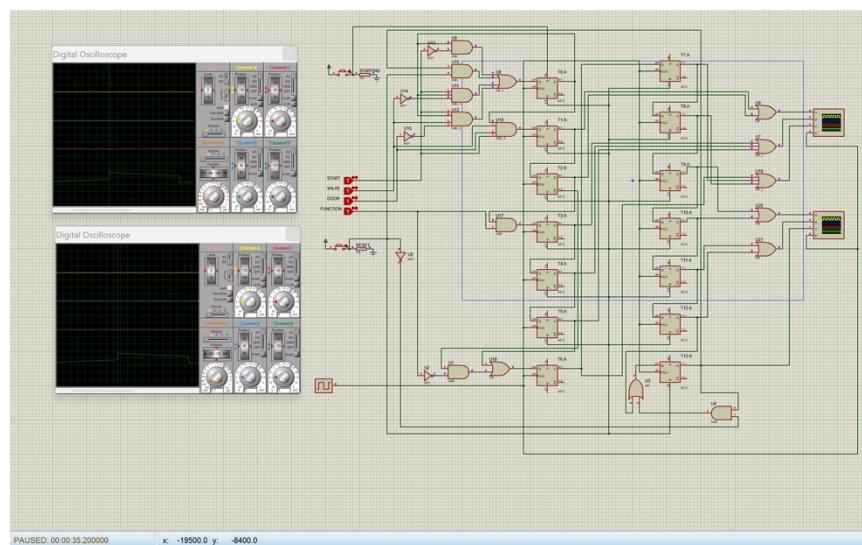


- تست: در پالس بعدی  $dry=1$  مانده است و بقیه خروجی‌ها تغییری نداشته‌اند. (استیت دوم)



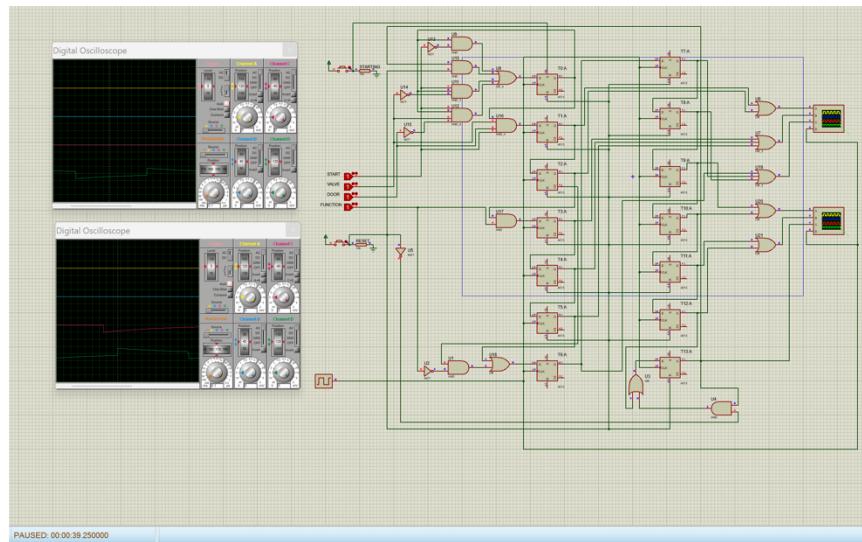
- تست: در پالس بعدی  $finish=1$  و  $dry=0$  شده است.

از آن به بعد خروجی  $finish=1$  خواهد ماند. به این معنا که کار ماشین لباسشویی به پایان رسیده است.



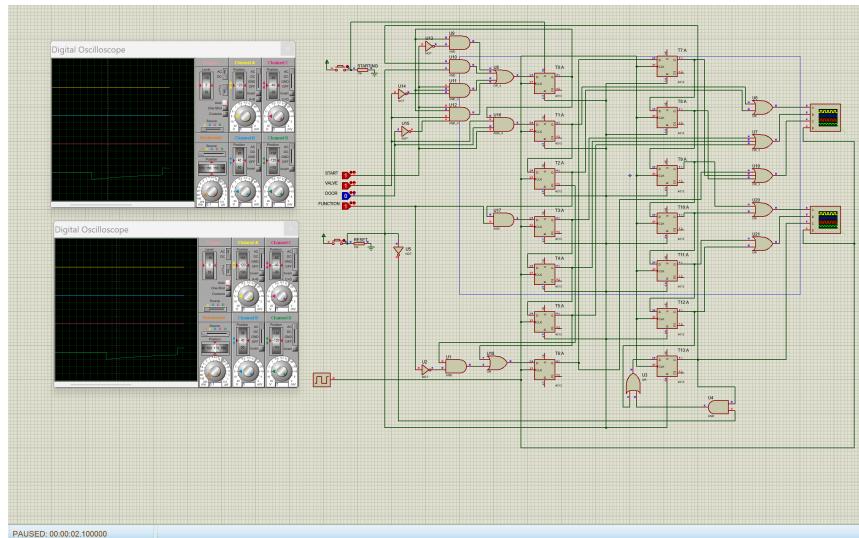
- تست: در پالس‌های بعدی  $finish=1$  خواهد ماند.

همانطور که گفته شد اگر بخواهیم مجدداً با ماشین کار کنیم، باید RESET را بفشاریم.

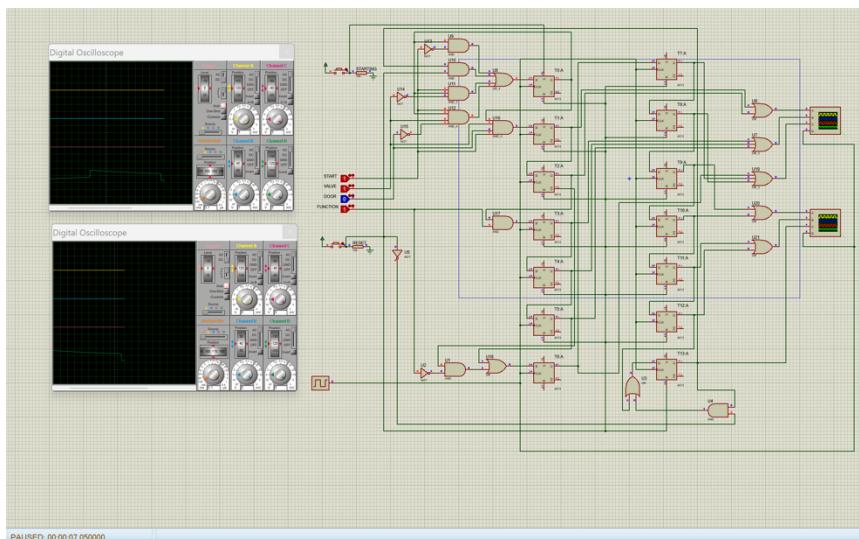


- تست: پس از فشردن RESET همه خروجی‌ها صفر می‌شوند.

تست دوم مدار: یک بار هم به ازای یکی از حالات غلط (در این مثال باز بودن در) مدار را تست می‌کنیم.



-۱۹- تست: هنوز *STARTING* را نفشداید.



-۲۰- تست: پس از فشردن هیچ اتفاقی نمی‌افتد و در استیت  $T_0$  می‌مانیم.

## جمع‌بندی

در آزمایش چهارم درس آزمایشگاه مدارهای منطقی به آشنایی با نحوه پیاده‌سازی تایمر یک ماشین لباس‌شویی آشنا شدیم و آن را مرحله به مرحله پیاده‌سازی کردیم. این مدار ابتدا شرایط ضروری برای کار کردن ماشین لباس‌شویی را بررسی می‌کند و سپس شروع به کار می‌کند که دارای استیت‌های *fill* و *heat* (بسته به کار کرد داغ یا سرد) و *wash* و *drain* و *dry* و *finish* است. تایمر باید به ازای هر کدام از این استیت‌ها به اندازه چند پالس ساعت (که در دستور کار مشخص شده است) طول بکشد. ما برای طراحی این مدار از روشی استفاده کردیم که با افزایش تعداد فلیپ‌فلاب‌ها و کاهش گیت‌ها، بررسی واضح‌تری از مدار را داشته باشیم (روش One Hot). البته استفاده از مدار کوچک‌تر با تعداد کمتر فلیپ‌فلاب و تعداد بیشتر گیت منطقی، هم ممکن می‌باشد.

## منابع

Digital Design, M. Morris Mano

جزوه درس مدارهای منطقی، استاد لاله ارشدی