



گزارش کار چهارم آزمایشگاه مدارهای منطقی

دکتر شاهین حسابی

## مدار کنترل کننده ماشین لباس شویی ۳۰۰۰

نویسنده: علیرضا حبیبزاده  
شماره دانشجویی: 99109393

۱۶ آذر ۱۴۰۰

دانشگاه صنعتی شریف  
دانشکده مهندسی کامپیوتر

## مقدمه

هدف از این آزمایش، ساخت یک مدار کنترل کننده ساده با کمک ASM Chart است. موضوع انتخابی ما مدار کنترل کننده و تایمر یک ماشین لباس شویی ساده است.

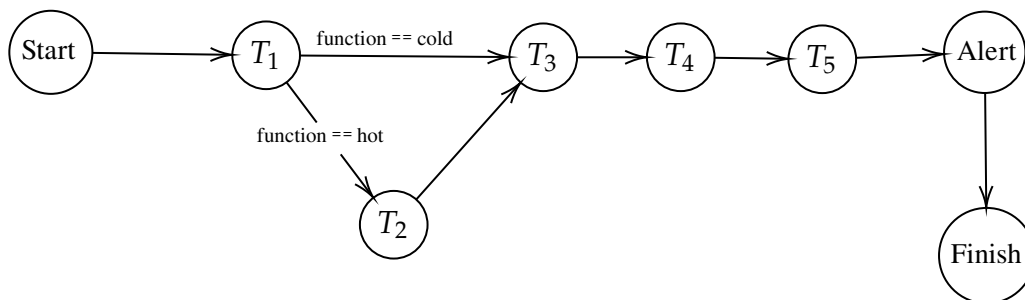
# فهرست مطالب

i	مقدمه
۱	۱ ماشین لباسشویی
۱	۱.۱ طراحی کلی
۱	۲.۱ پیاده‌سازی سرد و گرم
۲	۳.۱ پیدا کردن حالات اصلی
۳	۴.۱ کلاک با قابلیت دیباگ
۳	۵.۱ دکمه‌ی استارت هوشمند
۴	۶.۱ بوق اتمام کار
۵	۷.۱ گرم‌کن
۵	۸.۱ موتور دو سرعت
۵	۹.۱ مدار نهایی

# ۱ ماشین لباسشویی

## ۱.۱ طراحی کلی

این مدار کنترل کننده یک مدار ترتیبی ساده است که در شکل زیر حالت‌های آن آمده است.



شکل ۱.۱: حالات اصلی

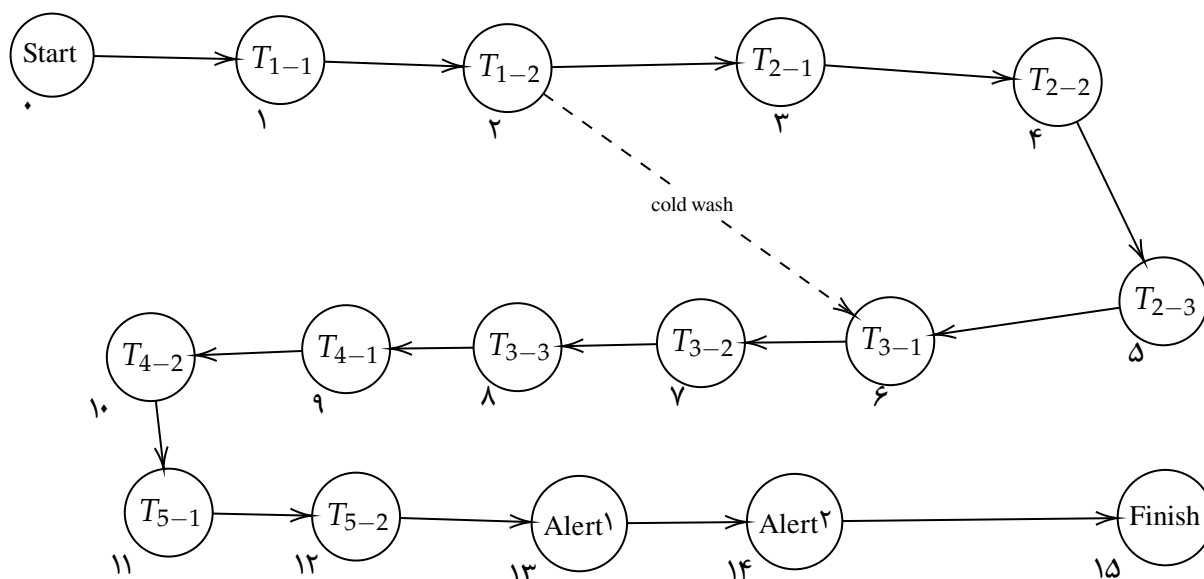
از آنجایی که در برخی حالات باید بیش از یک کلاک حضور داشته باشیم یک راه نگه داشتن این حالات و افزودن یک شمارنده برای هر حالت است و راه ساده‌تر که ما اینجا از آن استفاده می‌کنیم زیاد کردن تعداد حالت‌های معادل برای هر حالت است. یعنی مثلاً حالتی که قرار است دو کلاک حضور داشته باشد، دو حالت فرعی معادل دارد. در انتها این حالات فرعی را با مداری به حالت اصلی معادلشان تبدیل می‌کنیم.

حالات فرعی نهایی با شماره‌شان در شمارنده در شکل (۲.۱) آمده است.

## ۲.۱ پیاده‌سازی سرد و گرم

از آنجایی که تنها تخطی ما از شمارش متوالی در حالت شست‌وشوی سرد است از فلیپ‌فلاپ استفاده نکردیم و از یک شمارنده‌ی ساده استفاده کردیم.

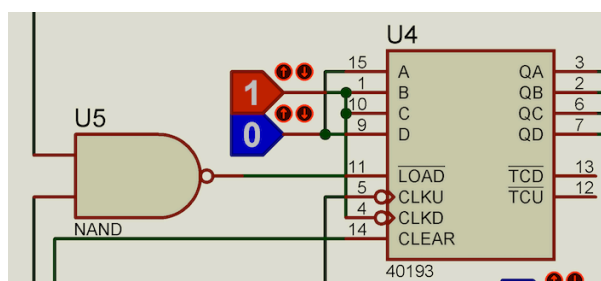
برای پیاده‌سازی این تخطی از قابلیت بارگذاری موازی شمارنده استفاده می‌کنیم. یعنی هنگامی که کارکرد ماشین لباسشویی روی حالت سرد تنظیم شده مدار وقتی به اولین حالت گرم کردن آب می‌رسد درجا به حالت اصلی بعدی می‌پرد (حالت بعدی



شکل ۲.۱: حالات فرعی

بارگذاری موازی می‌شود)

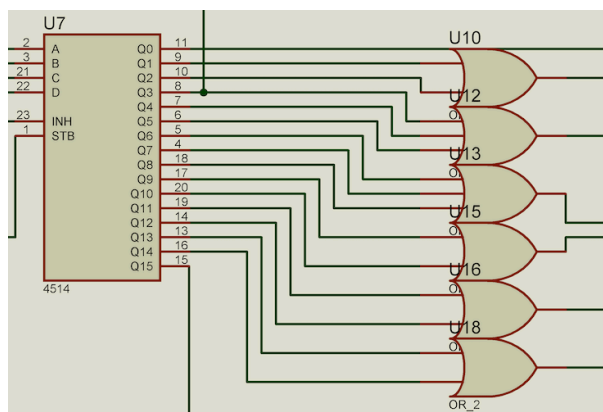
از آنجایی که بارگذاری موازی در این شمارنده آنی است و نه با کلاک، باید اولین حالت گرم کردن را در نظر بگیریم نه آخرین حالت قبل از آن را که در شکل (۳.۱) مدار آن آورده شده. ورودی گیت NAND یکی حالت تنظیم شده و دیگری حالت دیگری گرم کردن است.



شکل ۳.۱: بارگذاری موازی در شمارنده

### ۳.۱ پیدا کردن حالات اصلی

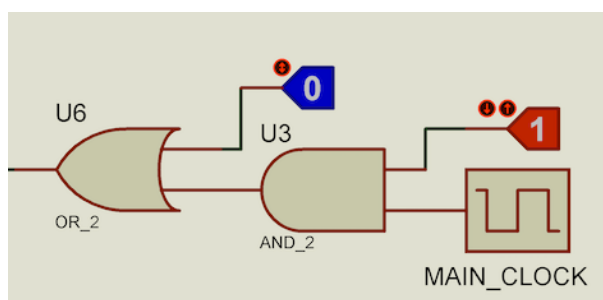
پس از این که حالات شمارنده را دیکد کردیم به سادگی با OR کردن حالات متناظر با هر حالت اصلی می‌توان متغیر مربوط به آن حالت را یافت که در شکل (۴.۱) نحوه‌ی این کار آمده است. البته می‌توان دیکدر را حذف کرد و با تعدادی گیت اند و نات حالات را مستقیماً پیدا کرد که این کار مدار را ساده‌تر می‌کند اما تغییر و خوانایی آن را به شدت می‌کاهد و هر گونه تغییر را در آینده دشوار می‌سازد که در اینجا از این کار پرهیز شده.



شکل ۴.۱: پیدا کردن حالات اصلی از روی حالات دیکد شده‌ی شمارنده

## ۴.۱ کلاک با قابلیت دیباگ

در شکل (۵.۱) مشاهده می‌کنید که کلاکی با قابلیت دستی (دیباگ) و اتوماتیک ساخته شده است.

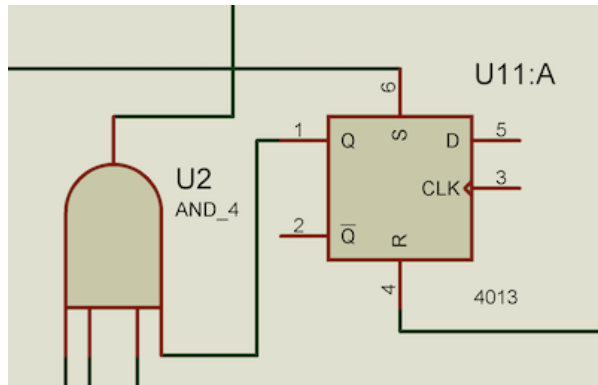


شکل ۵.۱: ساخت کلاک با قابلیت دیباگ (سوئیچ بین حالت دستی و اتوماتیک)

## ۵.۱ دکمه‌ی استارت هوشمند

دکمه استارت نباید باعث شود ماشین لباسشویی پس از ریست شدن دوباره شروع به کار کند. پس این کلید از نوع latched نیست و از نوع momentary است. اما از طرفی نمی‌توان از مصرف‌کننده خواست که دکمه را به مدت یک کلاک نگه دارد. بنابراین باید از یک latch کنترل‌شده استفاده کرد که وقتی کار به پایان می‌رسد ریست شود. در شکل (۶.۱) نحوه‌ی پیاده‌سازی آن نشان داده شده.

در صورتی که مدار در حالت READY یا FINISH باشد با زدن دکمه‌ی استارت ماشین شروع به شستن می‌کند و با زدن ریست مدار در هر حالتی باشد به حالت READY بر می‌گردد که یوزرندلی‌ترین ترکیب ممکن برای این دو دکمه است.



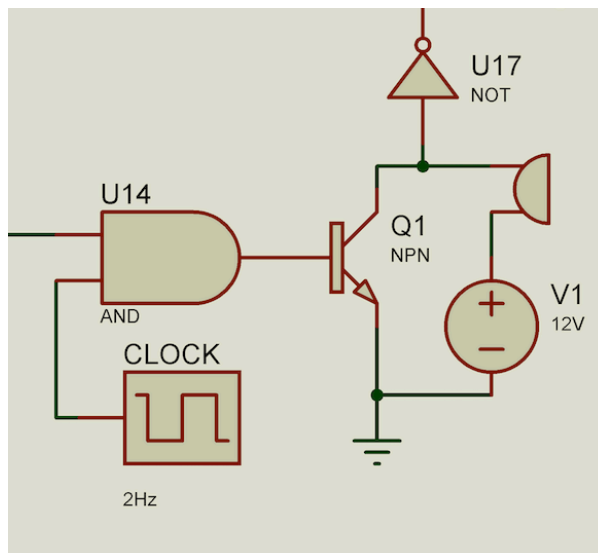
شکل ۶.۱: استارت هوشمند

## ۶.۱ بوق اتمام کار

وقتی کار ماشین لباسشویی به پایان رسید به مدت دو کلاک مدار بازر چشمک‌زن و چراغ پایان کار چشمک می‌زنند. برای این بوق به کلاک سریع‌تری با مرتبه فرکانسی حدود ۱ هرتز نیاز داریم.

مدت زمان این هشدار دو کلاک در نظر گرفته شده چرا که از ۱۶ حالت شمارنده دو تا باقی‌مانده بود و یک حالت مفت خالی داشتیم. (البته می‌توان به سادگی خروجی پایان کار و ریست latch را از یک حالت بالاتر گرفت و یک حالت شمارنده را هدر داد) این حالت را می‌توان با تغییر جزیی بعداً برای کارهای جانبی دیگر استفاده کرد. (مثلاً یک حالت تعمیر یا چنین چیزی)

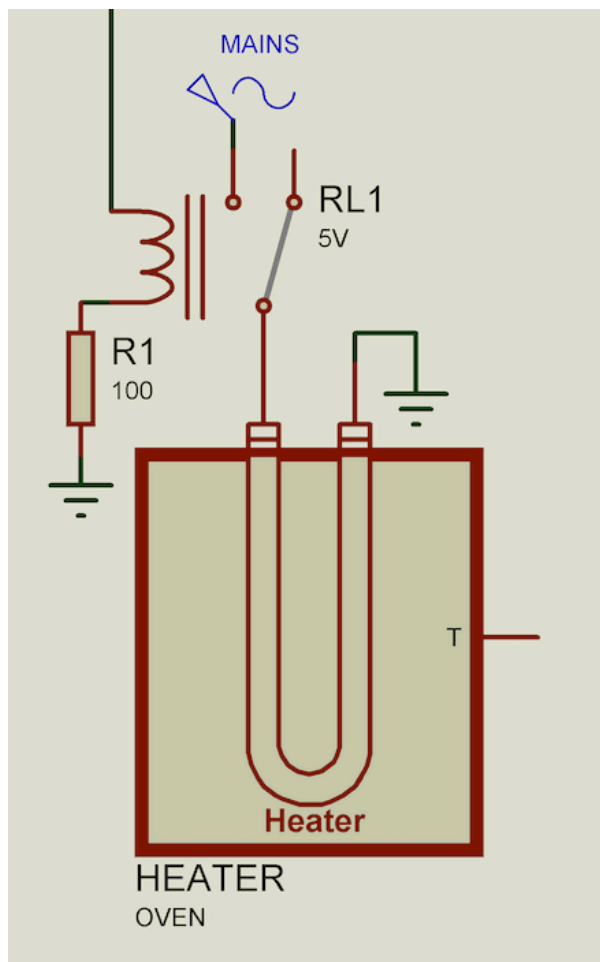
پس از پایان این حالات هشدار پایان کار بوق قطع شده ولی چراغ پایان کار ثابت می‌ماند.



شکل ۷.۱: buzzer یا بوق پایان کار

## ۷.۱ گرمکن

خروجی  $T_2$  را می‌توان به یک رله وصل کرد تا آن نیز یک گرمکن را به برق شهری وصل کند.



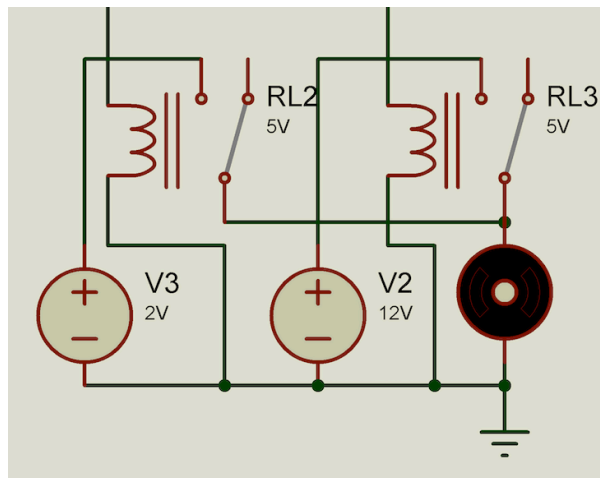
شکل ۸.۱: heater یا گرمکن

## ۸.۱ موتور دو سرعت

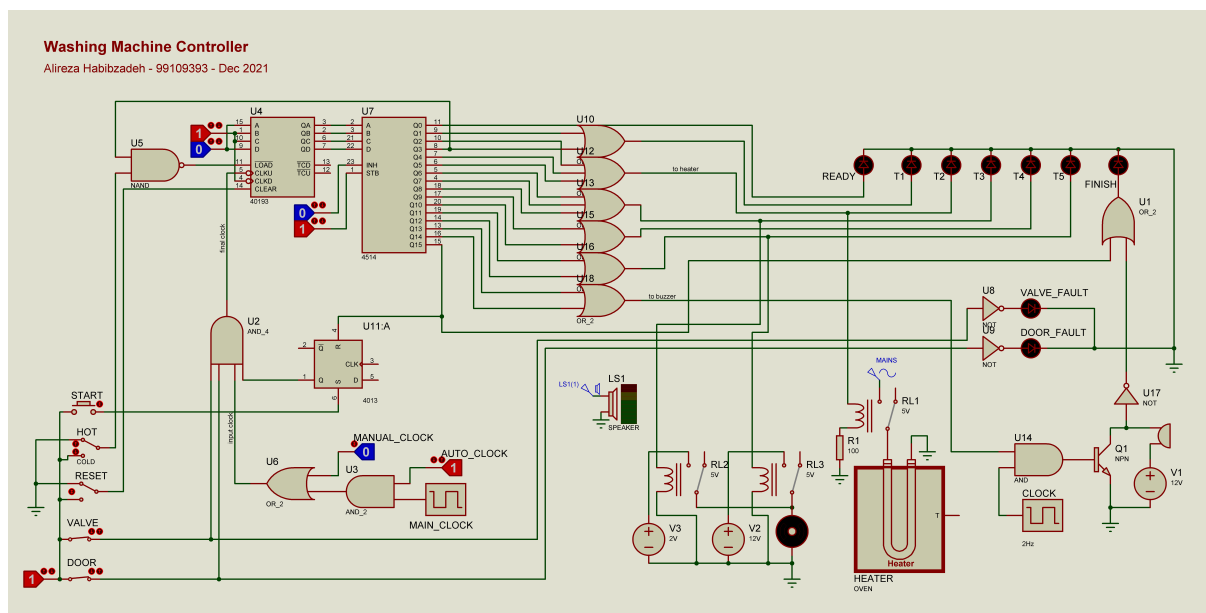
با توجه به شکل (۹.۱) یک موتور دارا دور تند و کند قرار داده شده که دور کند آن به خروجی شست‌وشو و دور تند آن به خروجی خشک‌کن وصل است.

## ۹.۱ مدار نهایی





شکل ۹.۱: موتور دور تند و کند



شکل ۱۰.۱: شکل مدار