

بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

# طراحی و اجرای رله‌های قابل برنامه‌ریزی

رشته الکتروتکنیک

گروه برق و رایانه

شاخه فنی و حرفه‌ای

پایه دوازدهم دوره دوم متوسطه



وزارت آموزش و پرورش  
سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی



طراحی و اجرای رله‌های قابل برنامه‌ریزی - ۲۱۲۲۶۶

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

علی‌اکبر مطیع بیرجندی، امیرحسین ترکمانی، شهرام خدادادی، مجتبی انصاری پور، محمدحسن اسلامی،

علیرضا حجرگشت، نقی اصغری آقباقر (اعضای شورای برنامه‌ریزی)

بابک لرستانی (پودمان اول)، علیرضا حجرگشت (پودمان دوم و سوم)، مجتبی جورابلو (پودمان چهارم) و

نیلوفر امامی آذر (پودمان پنجم) (اعضای گروه تألیف)

اداره کل نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

مجید ذاکری یونسی (مدیر هنری) - مجید کاظمی (صفحه‌آرا) - مریم کیوان (طراح جلد) - علیرضا حجرگشت (رسام)

تهران: خیابان ایرانشهر شمالی - ساختمان شماره ۴ آموزش و پرورش (شهیدموسوی)

تلفن: ۹-۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار: ۸۸۳۰۹۲۶۶، کد پستی: ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹

وب‌گاه: [www.irtextbook.ir](http://www.irtextbook.ir) و [www.chap.sch.ir](http://www.chap.sch.ir)

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران: تهران - کیلومتر ۱۷ جاده مخصوص کرج - خیابان ۶۱

(دارو پخش) تلفن: ۵-۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار: ۴۴۹۸۵۱۶۰ / صندوق پستی: ۱۳۹-۳۷۵۱۵

شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران «سهامی خاص»

چاپ اول ۱۳۹۷

نام کتاب:

پدیدآورنده:

مدیریت برنامه‌ریزی درسی و تألیف:

شناسه افزوده برنامه‌ریزی و تألیف:

مدیریت آماده‌سازی هنری:

شناسه افزوده آماده‌سازی:

نشانی سازمان:

ناشر:

چاپخانه:

سال انتشار و نوبت چاپ:

کلیه حقوق مادی و معنوی این کتاب متعلق به سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی وزارت آموزش و پرورش است و هرگونه استفاده از کتاب و اجزای آن به صورت چاپی و الکترونیکی و ارائه در پایگاه‌های مجازی، نمایش، اقتباس، تلخیص، تبدیل، ترجمه، عکس برداری، نقاشی، تهیه فیلم و تکثیر به هر شکل و نوع بدون کسب مجوز از این سازمان ممنوع است و متخلفان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.



ملت شریف ما اگر در این انقلاب بخواهد پیروز شود باید دست از آستین برآرد و به کار بپردازد. از متن دانشگاه‌ها تا بازارها و کارخانه‌ها و مزارع و باغستان‌ها تا آنجا که خودکفا شود و روی پای خود بایستد.  
امام خمینی (قدس سرّه الشریف)

**پودمان اول:**

- توابع ساده رله قابل برنامه‌ریزی ..... ۹
- ارزشیابی شایستگی توابع ساده رله قابل برنامه‌ریزی ..... ۵۴

**پودمان دوم:**

- راه‌اندازی موتور الکتریکی با رله قابل برنامه‌ریزی ..... ۵۵
- ارزشیابی شایستگی راه‌اندازی موتورهای الکتریکی با رله ..... ۹۰

**پودمان سوم:**

- رله‌های قابل برنامه‌ریزی در تأسیسات صنعتی ..... ۹۱
- ارزشیابی شایستگی رله‌های قابل برنامه‌ریزی در تأسیسات صنعتی ..... ۱۳۵

**پودمان چهارم:**

- امکانات آنالوگ رله‌های قابل برنامه‌ریزی ..... ۱۳۷
- ارزشیابی شایستگی امکانات آنالوگ رله‌های قابل برنامه‌ریزی ..... ۱۵۷

**پودمان پنجم:**

- کاربردهای خاص رله‌های قابل برنامه‌ریزی ..... ۱۵۹
- ارزشیابی شایستگی کاربردهای خاص رله‌های قابل برنامه‌ریزی ..... ۲۰۱
- منابع و مآخذ ..... ۲۰۲

شرایط در حال تغییر دنیای کار در مشاغل گوناگون، توسعه فناوری‌ها و تحقق توسعه پایدار، ما را بر آن داشت تا برنامه‌های درسی و محتوای کتاب‌های درسی را در ادامه تغییرات پایه‌های قبلی براساس نیاز کشور و مطابق با رویکرد سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران در نظام جدید آموزشی بازطراحی و تألیف کنیم. مهم‌ترین تغییر در کتاب‌ها، آموزش و ارزشیابی مبتنی بر شایستگی است. شایستگی، توانایی انجام کار واقعی به‌طور استاندارد و درست تعریف شده است. توانایی شامل دانش، مهارت و نگرش می‌شود. در رشته تحصیلی - حرفه ای شما، چهار دسته شایستگی در نظر گرفته شده است:

- ۱- شایستگی‌های فنی برای جذب در بازار کار مانند توانایی برنامه‌نویسی رله‌های قابل برنامه‌ریزی به روش نردبانی
  - ۲- شایستگی‌های غیرفنی برای پیشرفت و موفقیت در آینده مانند نوآوری و مصرف بهینه
  - ۳- شایستگی‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات مانند کار با نرم‌افزارها
  - ۴- شایستگی‌های مربوط به یادگیری مادام‌العمر مانند کسب اطلاعات از منابع دیگر
- بر این اساس دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش مبتنی بر اسناد بالادستی و با مشارکت متخصصان برنامه‌ریزی درسی فنی و حرفه‌ای و خبرگان دنیای کار مجموعه اسناد برنامه درسی رشته‌های شاخه فنی و حرفه‌ای را تدوین نموده‌اند که مرجع اصلی و راهنمای تألیف کتاب‌های درسی هر رشته است.
- این درس، ششمین درس شایستگی‌های فنی و کارگاهی است که ویژه رشته الکتروتکنیک در پایه ۱۲ تألیف شده است. کسب شایستگی‌های این کتاب برای موفقیت آینده شغلی و حرفه‌ای شما بسیار ضروری است. هنرجویان عزیز سعی نمایید تمام شایستگی‌های آموزش داده شده در این کتاب را کسب و در فرایند ارزشیابی به اثبات رسانید.
- کتاب درسی طراحی و اجرای رله‌های قابل برنامه‌ریزی شامل پنج پودمان است و هر پودمان دارای یک یا چند واحد یادگیری است و هر واحد یادگیری از چند مرحله کاری تشکیل شده است. شما هنرجویان عزیز پس از یادگیری هر پودمان می‌توانید شایستگی‌های مربوط به آن را کسب نمایید. هنرآموز محترم شما برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات

منظور می‌نماید و نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد. در صورت احراز نشدن شایستگی پس ارزشیابی اول، فرصت جبران و ارزشیابی مجدد تا آخر سال تحصیلی وجود دارد. کارنامه شما در این درس شامل ۵ پودمان و از دو بخش نمره مستمر و نمره شایستگی برای هر پودمان خواهد بود و اگر در یکی از پودمان‌ها نمره قبولی را کسب نکردید، تنها در همان پودمان لازم است مورد ارزشیابی قرار گیرید و پودمان‌های قبول شده در مرحله اول ارزشیابی مورد تأیید و لازم به ارزشیابی مجدد نمی‌باشد. همچنین این درس دارای ضریب ۸ است و در معدل کل شما بسیار تأثیرگذار است.

همچنین علاوه بر کتاب درسی شما امکان استفاده از سایر اجزای بسته آموزشی که برای شما طراحی و تألیف شده است، وجود دارد. یکی از این اجزای بسته آموزشی کتاب همراه هنرجو می‌باشد که برای انجام فعالیت‌های موجود در کتاب درسی باید استفاده نمایید. کتاب همراه خود را می‌توانید هنگام آزمون و فرایند ارزشیابی نیز همراه داشته باشید. اجزای بسته آموزشی دیگری نیز برای شما در نظر گرفته شده است که با مراجعه به وبگاه رشته خود به نشانی [www.tvoccd.oerp.ir](http://www.tvoccd.oerp.ir) می‌توانید از عناوین آن مطلع شوید.

فعالیت‌های یادگیری در ارتباط با شایستگی‌های غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای، حفاظت از محیط‌زیست و شایستگی‌های یادگیری مادام‌العمر و فناوری اطلاعات و ارتباطات همراه با شایستگی‌های فنی طراحی و در کتاب درسی و بسته آموزشی ارائه شده است. شما هنرجویان عزیز کوشش نمایید این شایستگی‌ها را در کنار شایستگی‌های فنی آموزش ببینید، تجربه کنید و آنها را در انجام فعالیت‌های یادگیری به کار گیرید. رعایت نکات ایمنی، بهداشتی و حفاظتی از اصول انجام کار است لذا توصیه‌های هنرآموز محترمتان را در خصوص رعایت مواردی که در کتاب آمده است، در انجام کارها جدی بگیرید.

امیدواریم با تلاش و کوشش شما هنرجویان عزیز و هدایت هنرآموزان گرامی، گام‌های مؤثری در جهت سربلندی و استقلال کشور و پیشرفت اجتماعی و اقتصادی و تربیت مؤثر و شایسته جوانان برومند میهن اسلامی برداشته شود.

**دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش**

در راستای تحقق اهداف سند تحول بنیادین آموزش و پرورش و برنامه درسی ملی جمهوری اسلامی ایران و نیازهای متغیر دنیای کار و مشاغل، برنامه درسی رشته الکتروتکنیک طراحی و بر اساس آن محتوای آموزشی نیز تألیف گردید. کتاب حاضر از مجموعه کتاب‌های کارگاهی می‌باشد که برای سال دوازدهم تدوین و تألیف گردیده است. این کتاب دارای ۵ پودمان است که هر پودمان از یک یا چند واحد یادگیری تشکیل شده است. همچنین ارزشیابی مبتنی بر شایستگی از ویژگی‌های این کتاب می‌باشد که در پایان هر پودمان شیوه ارزشیابی آورده شده است. هنرآموزان گرامی باید برای هر پودمان یک نمره در سامانه ثبت نمرات برای هر هنرجو ثبت کنند. نمره قبولی در هر پودمان حداقل ۱۲ می‌باشد و نمره هر پودمان از دو بخش تشکیل می‌گردد که شامل ارزشیابی پایانی در هر پودمان و ارزشیابی مستمر برای هر یک از پودمان‌ها است. از ویژگی‌های دیگر این کتاب طراحی فعالیت‌های یادگیری ساخت یافته در ارتباط با شایستگی‌های فنی و غیرفنی از جمله مدیریت منابع، اخلاق حرفه‌ای و مباحث زیست‌محیطی است. این کتاب جزئی از بسته آموزشی تدارک دیده شده برای هنرجویان است که لازم است از سایر اجزای بسته آموزشی مانند کتاب همراه هنرجو، نرم‌افزار و فیلم آموزشی در فرایند یادگیری استفاده شود. کتاب همراه هنرجو در هنگام یادگیری، ارزشیابی و انجام کار واقعی مورد استفاده قرار می‌گیرد. شما می‌توانید برای آشنایی بیشتر با اجزای بسته یادگیری، روش‌های تدریس کتاب، شیوه ارزشیابی مبتنی بر شایستگی، مشکلات رایج در یادگیری محتوای کتاب، بودجه‌بندی زمانی، نکات آموزشی شایستگی‌های غیرفنی، آموزش ایمنی و بهداشت و دریافت راهنما و پاسخ فعالیت‌های یادگیری و تمرین‌ها به کتاب راهنمای هنرآموز این درس مراجعه کنید. لازم به یادآوری است کارنامه صادر شده در سال تحصیلی قبل بر اساس نمره ۵ پودمان بوده است و در هنگام آموزش و سنجش و ارزشیابی پودمان‌ها و شایستگی‌ها، می‌بایست به استاندارد ارزشیابی پیشرفت تحصیلی منتشر شده توسط سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی مراجعه گردد. رعایت ایمنی و بهداشت، شایستگی‌های غیرفنی و مراحل کلیدی بر اساس استاندارد از ملزومات کسب شایستگی می‌باشند. همچنین برای هنرجویان تبیین شود که این درس با ضریب ۸ در معدل کل محاسبه می‌شود و

دارای تأثیر زیادی است.

کتاب شامل پودمان‌های ذیل است:

**پودمان اول:** «توابع ساده رله قابل برنامه‌ریزی» برنامه‌نویسی رله قابل برنامه‌ریزی را با استفاده از کلیدهای روی صفحه و به کمک برنامه‌نویسی با نرم‌افزار و سیم‌کشی رله ارائه می‌کند و در ادامه کنترل مدارات روشنایی را به کمک رله ارائه می‌دهد.

**پودمان دوم:** «راه‌اندازی موتور الکتریکی با رله» به هدف راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به صورت ترتیبی (تقدم و تأخر) می‌پردازد. برنامه‌ها به شکل مدار فرمانی و شکل بلوک RS طراحی و رله سیم‌کشی می‌شود.

**پودمان سوم:** «رله در تأسیسات صنعتی» به هدف راه‌اندازی موتورهای الکتریکی به صورت تناوبی می‌پردازد. این مدارها جایگزین مدارهای راه‌اندازی کنتاکتوری هستند.

**پودمان چهارم:** «امکانات آنالوگ رله» به هدف اندازه‌گیری و کنترل کمیت‌های فیزیکی آنالوگ مانند دما و فشار، به کاربرد رله‌ها در کنترل این کمیت‌ها در صنعت می‌پردازد.

**پودمان پنجم:** «کاربردهای خاص رله» به مجموعه‌ای از قابلیت‌های رله‌های قابل برنامه‌ریزی، مانند توسعه مدارات ساختمان‌های هوشمند و ارتباط با تبلت یا گوشی تلفن همراه از طریق اپلیکیشن‌های مرتبط برای کنترل راه‌اندازی موتورهای الکتریکی اشاره دارد.

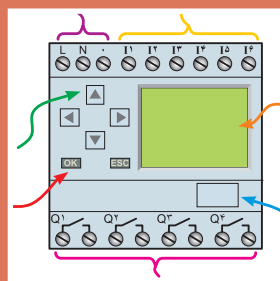
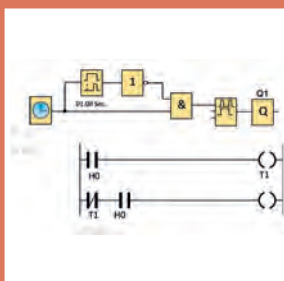
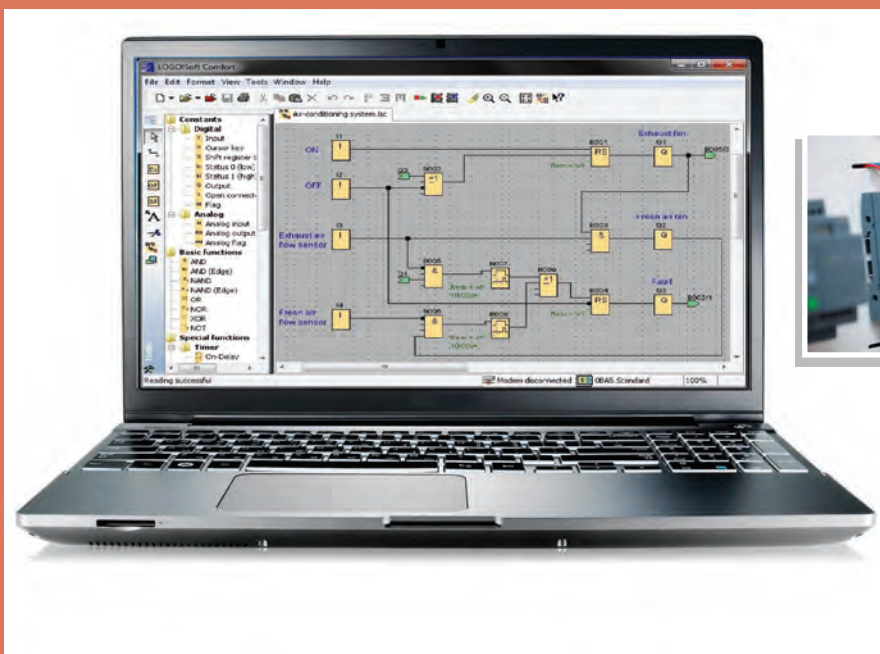
امید است که با تلاش و کوشش شما همکاران گرامی اهداف پیش‌بینی شده برای این درس محقق شود.

دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش



# پودمان اول

## توابع ساده رله قابل برنامه ریزی



## واحد یادگیری ۱

### آیامی دانید:

- ۱- رله‌های قابل برنامه‌ریزی به چند دسته تقسیم می‌شوند؟
- ۲- رله‌های قابل برنامه‌ریزی چه کاربردی در طراحی سیم‌کشی برق ساختمان‌ها دارد؟
- ۳- برنامه‌نویسی با کلیدهای رله چه تفاوت‌هایی با برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار دارد؟
- ۴- برنامه‌نویسی بلوکی و نردبانی چه تفاوتی دارد؟

### استاندارد عملکرد

پس از اتمام این پودمان هنرجویان قادر خواهند بود مدارهای کنترل روشنایی ساختمان را با یک یا دو نمونه رله قابل برنامه‌ریزی (نرم افزار و دکمه ای آن) انجام دهند و زمینه‌سازی خواهد شد که در آینده، کنترل روشنایی برق ساختمان‌ها را با استفاده از هر نوع رله قابل برنامه‌ریزی انجام دهند.

## رله‌های قابل برنامه‌ریزی

امروزه رله‌های قابل برنامه‌ریزی، فصل مشترک فعالیت بسیاری از برق‌کاران و حتی مشاغل مرتبط با رشته برق شده است و در طراحی و سیم‌کشی برق، مثل نورپردازی‌ها و روشنایی خودکار ساختمان‌ها می‌توان آن را به کار گرفت. همچنین از این رله می‌توان در سیستم‌های حفاظتی و ساختمان‌های هوشمند به عنوان یک کنترل‌کننده در کنار سایر قطعات هوشمند استفاده کرد و این سیستم‌ها را توسعه داد. رله‌های قابل برنامه‌ریزی می‌تواند با دریافت پیامک، سیستمی را فعال کند یا دارای اپلیکیشنی باشد که با استفاده از تلفن همراه هوشمند، فرمانی را برای راه‌اندازی و خاموش کردن سیستمی به کار گیرد. رله قابل برنامه‌ریزی در بعضی از تابلوهای برق مثل کنترل موتورخانه ساختمان‌ها، دستگاه‌های دارای دو یا چند موتور الکتریکی، کارگاه‌های کوچک صنعتی و نظایر آن نیز مشاهده می‌شود. حتی می‌توان با استفاده از رله قابل برنامه‌ریزی، عوامل فیزیکی مثل فشار، دما و نظایر آن را کنترل نمود؛ این نوع کنترل در تأسیسات الکتریکی کاربرد فراوان دارد.

در این پودمان، ساختمان ظاهری رله‌های قابل برنامه‌ریزی و زبان برنامه‌نویسی آنها ارائه می‌شود. همچنین دکمه‌های روی این قطعه که ابزاری برای برنامه‌ریزی برای این دستگاه است معرفی می‌شود. از طرف دیگر یکی از کاربردهای مهم این رله در سیم‌کشی برق ساختمان و خصوصاً روشنایی آموزش داده می‌شود. وجود تایمرهای متنوع و متعدد در این وسیله و اینکه می‌توان به کلیدها و شستی‌ها چند کار متفاوت سپرد از جمله مزیت‌هایی است که در قالب چند کار عملی در این پودمان به آنها پرداخته می‌شود.

فعالیت

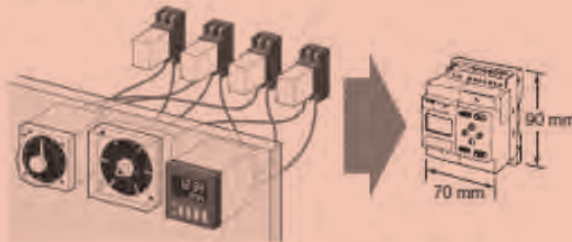


در این متن چه مزایایی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی آورده شده است؟

### PLR Features

#### Saves Space, Wiring, and Installation Steps

- Versatile functionality in a compact body (70 mm wide × 90 mm high).
- This single Unit easily provides relay, timer, counter, and time switch functions. Wiring work is greatly reduced because Separate wiring is not required for devices such as timers and counters.



#### Easy Programming

The LCD screen comes with 8 operation buttons on the front panel to enable programming in ladder view format. The LCD screen also has a backlight, making it easier to see when the PLR is used in dark locations.

#### Support Software with Simulation Function

- Programs can be easily written, saved, and monitored by personal computer.
- Programs can be simulated on the personal computer without connecting to the PLR.



## ۱- آشنایی با شکل ظاهری رله‌های قابل برنامه‌ریزی و شرکت‌های سازنده آنها

رله‌های قابل برنامه‌ریزی دارای تنوع شکل ظاهری و نرم‌افزار داخلی هستند. در شکل ۱ چندین نمونه متفاوت از این رله‌ها آورده شده است. این رله‌ها بر اساس نوع نرم‌افزار و شرکت سازنده در ده گروه مختلف مطابق جدول ۱ تقسیم می‌شوند.

جدول ۱- دسته‌بندی رله‌های قابل برنامه‌ریزی بر اساس نوع برنامه و شرکت سازنده

NO.	Programmable Logic Relay (PLR)	Manufacturing company	Country	Software	KeyPad LAD/FBD
1	LOGO!	SIEMENS	Germany	LOGO!soft	FBD
	SmartRelay	IDEC	Japan	WindLGC	FBD
	x - Logic	EASY Electronic	China	x - Logic soft	FBD
	x - Logic Mic	REIVTECH	China	x - Logic soft	FBD
	PLR	ONI	Russia	ONI PLR Studio	FBD
	SmartLOGO!	Iran Electronic Energy	Iran	LOGO!soft	-----
2	easy	MOELLER / EATON	Germany / US	Easy Soft	LAD
	CL	ABB	Germany	CL - Soft	LAD
	Pico	Allen Bradley (Rockwell)	US	PicoSoft	LAD
3	Durus	General Electric	US	Durus - soft	LAD / FBD
	SG2	TECO	Canada	SG2Client	LAD / FBD
	Genesis	KB - Electronics	US	PR - Link	LAD / FBD
	iSmart	IMO	UK	SMTClient	LAD / FBD
	Kinco	Lovato	Italy	KincoBuilder	LAD / FBD
4	ZEN	OMRON	Japan	ZENsoft	LAD
5	ZELIO	Telemecanique / Schneider	France	ZELIOsoft	LAD / FBD
	Millenium	Crouzet	US	Crouzet logic	LAD / FBD
6	PHARAO	TEHBEN	Germany	PHARAO soft	FBD
	ALPHA	Mitsubishi	Japan	ALPHA software	FBD
7	APB / SP / FAB	ARRAY	China	Super - CAD	FBD
	APB	LOTEK	Taiwan	Super - CAD	FBD
	FAB	Comat BoxX	US	QuickII	FBD
8	Genie	Genesis Automation	US	G - Soft NX	LAD
	C3 - 900 SPR	c3 controls	US	SPR - soft III	LAD
9	PR200	Aky TEC	Germany	akYtecALP	FBD
10	Micro - 8xx	Allen Bradley (Rockwell)	US	CCW software	FBD



رله‌های نشان داده شده در شکل ۱ متناظر با کدام دسته‌بندی در جدول ۱ است؟



شکل ۱- انواع رله‌های قابل برنامه‌ریزی در چند گروه مختلف



رله‌های نشان داده شده در شکل ۲ متناظر با کدام دسته‌بندی در جدول ۱ است؟



شکل ۲- چند نمونه رله قابل برنامه‌ریزی

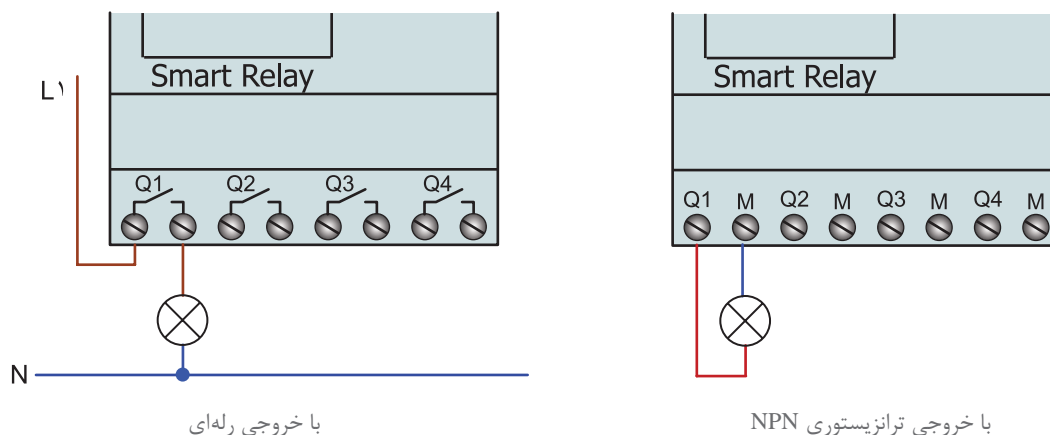
## ۲-۱ ساختمان رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی

به‌طور کلی رله‌های منطقی قابل برنامه‌ریزی از دو جزء اصلی تشکیل می‌شوند: الف) اجزای ظاهری ب) اجزای داخلی

### الف) اجزای ظاهری

رله‌های قابل برنامه‌ریزی از نظر ظاهری دارای اجزای زیر هستند.

۱- ورودی‌ها: ورودی‌ها را با حرف I و یک شماره، مانند I1 و I2 و I3 و... در محل ترمینال‌های ورودی رله نشان می‌دهند. تعداد ورودی‌ها معمولاً ۶ تا ۱۲ عدد و یا بیشتر است. شستی‌ها، میکروسوییچ‌ها و عواملی که وظیفه وصل و قطع مدار را عهده‌دار باشند به این قسمت متصل می‌شوند.



با خروجی رله‌ای

با خروجی ترانزیستوری NPN

شکل ۳- خروجی رله‌ای و ترانزیستوری رله قابل برنامه‌ریزی

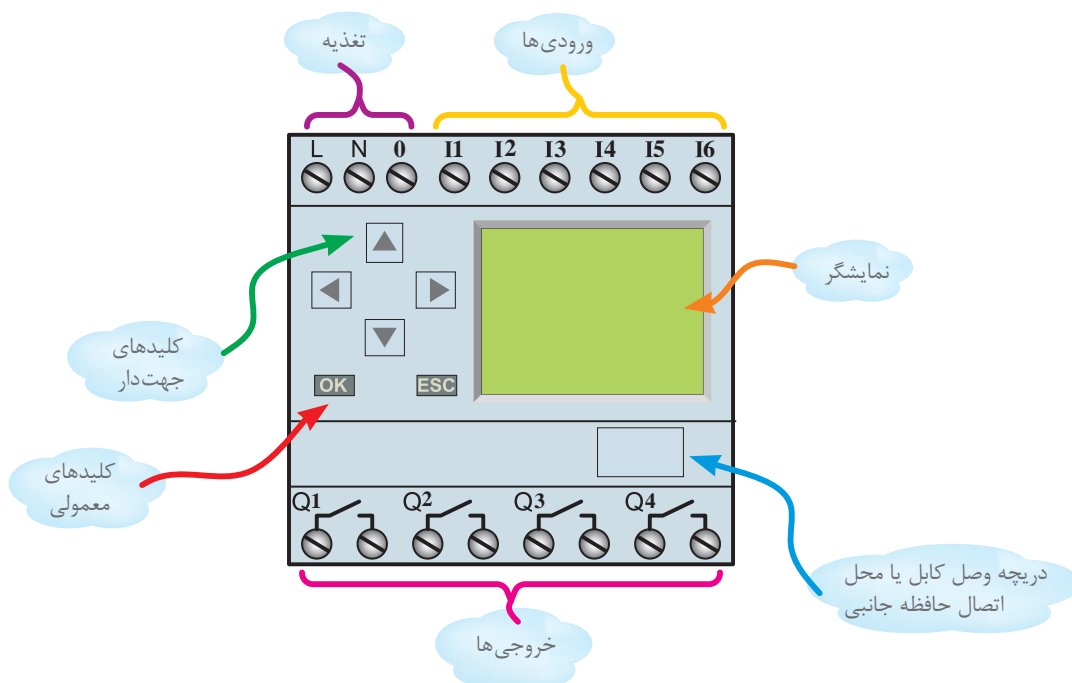
**۲- خروجی‌ها:** خروجی‌ها را با حرف Q و یک شماره، مانند Q1 و Q2 و Q3 و... در محل ترمینال‌های خروجی نشان می‌دهند. بوبین کنتاکتورها به این محل متصل می‌شوند. تعداد خروجی‌ها معمولاً ۴ تا ۶ عدد و یا بیشتر است. خروجی‌های رله‌های قابل برنامه‌ریزی در دو نوع رله‌ای و ترانزیستوری ساخته می‌شود (شکل ۳). این موضوع نوع سیم‌کشی آنها در خروجی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

**۳- محل تغذیه:** مقدار ولتاژ مورد نیاز رله ۱۲۷، ۲۴۷ مستقیم (DC) و یا ۲۳۰V متناوب (AC) است. معمولاً محل تغذیه با حروف L و N مشخص شده تغذیه اولین ترمینال‌های سمت چپ هر رله را تشکیل می‌دهد. در شکل ۴ تصویر ظاهری یک نمونه رله نشان داده شده است.

**۴- نمایشگر LCD:** وسیله‌ای برای مشاهده برنامه‌ریزی دستی یا نمایش پیام است.

**۵- کلیدهای معمولی و جهت‌دار:** برای برنامه‌ریزی دستی از کلیدهای جهت‌دار استفاده می‌شود.

**۶- دریچه اتصال کابل رابط به کامپیوتر:** با برداشتن درپوش آن می‌توان یک سر کابل ارتباطی RS232 یا USB را به رله و سمت دیگر را به کامپیوتر اتصال داد. در نمونه‌های جدید از کابل شبکه RG45 برای ارتباط با رله استفاده می‌شود.



شکل ۴- اجزای ظاهری رله قابل برنامه‌ریزی

## ب) اجزای داخلی

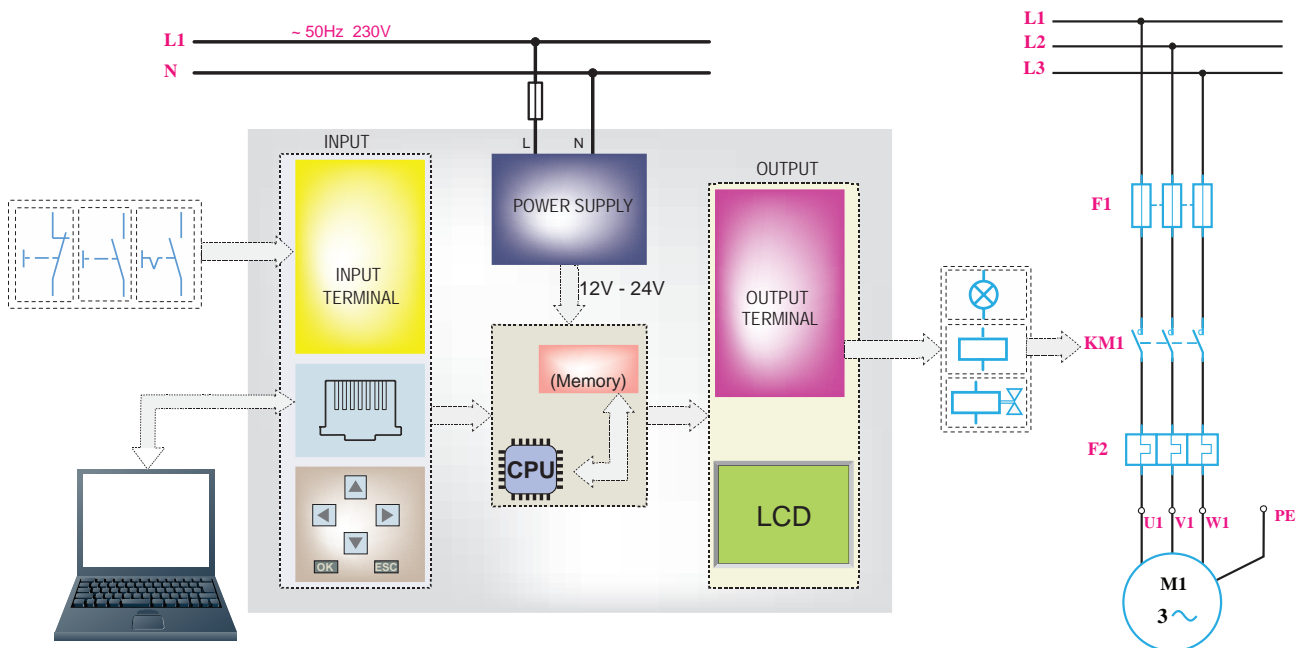
اجزای داخلی این رله‌ها از یک برد الکترونیکی به همراه یک سری قطعات الکترونیکی تشکیل شده است و بر پایه اصول و توابع منطقی کار می‌کند. این قسمت خود از سه جزء تشکیل شده است.

۱- پردازشگر: انجام کارهای محاسباتی و مقایسه و نتیجه‌گیری فعالیت‌های منطقی به عهده این بخش است.

۲- حافظه: وظیفه این قسمت نگهداری و ذخیره اطلاعات است.

۳- منبع تغذیه: تأمین ولتاژ مورد نیاز رله‌ها به عهده این قسمت است.

اصطلاحاً به مجموعه سه جزء فوق، واحد پردازش مرکزی CPU (Central Processing Unit) یا مغز سیستم می‌گویند. شکل ۵ تصویر بلوکی اجزای داخلی رله قابل برنامه‌ریزی را نشان می‌دهد.



شکل ۵- تصویر بلوکی اجزای داخلی رله قابل برنامه‌ریزی





اجزای مختلف رله‌های نشان داده شده در شکل ۵ را به تفکیک ورودی، خروجی و تغذیه مشخص کنید.

### ۳-۱ معرفی برنامه‌نویسی رله‌های قابل برنامه‌ریزی

برنامه‌نویسی قابلیت‌ی برای فرمان‌پذیری رله است. این فرمان توسط رایانه یا کلیدها اعمال می‌شود. زبان برنامه‌راهی برای ارتباط با سخت‌افزار رله توسط کلیدهای جهت‌دار یا برنامه‌نویسه شده در محیط برنامه‌نویسی روی رایانه است. برنامه‌نویسی رله‌ها به دو صورت نردبانی یا لدر (Ladder) و بلوکی (FBD) انجام می‌شود.

**۳-۱-۱ برنامه‌نویسی به روش نردبانی:** در این روش برنامه‌ریزی از علامت کنتاکت (تیغه - Contact) و همچنین علامت بوبین (Coil) استفاده می‌شود. این برنامه‌نویسی تشابه زیادی با شکل مدارها دارد، اما نباید با آنها اشتباه شود.

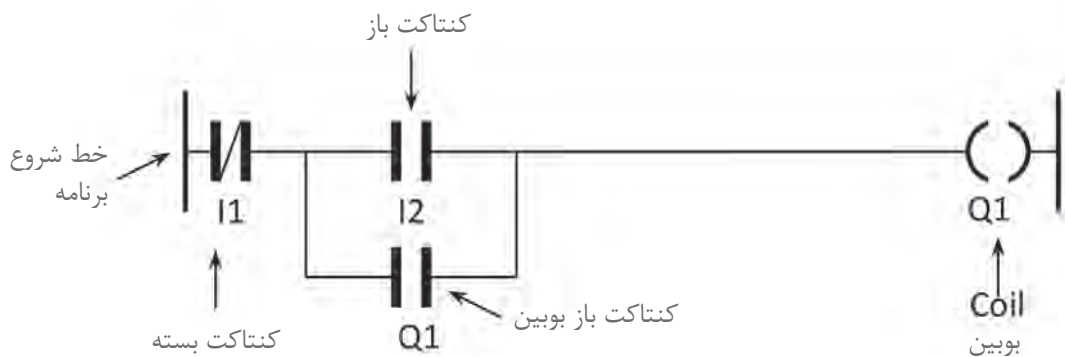
در برنامه‌نویسی با این روش به اصول زیر باید توجه کرد.

۱- در روش نردبانی ورودی را با کنتاکت نشان می‌دهند. کنتاکت (تیغه) باز I1 با علامت  $\text{||}$  و کنتاکت بسته I2 با علامت  $\text{||/}$  نشان داده می‌شود.

۲- خروجی را با بوبین نشان می‌دهند و علامت آن به صورت (-) است و ضمناً کنتاکت مربوط به هر بوبین اگر از نوع باز باشد با علامت  $\text{||}$  مشخص می‌شود.

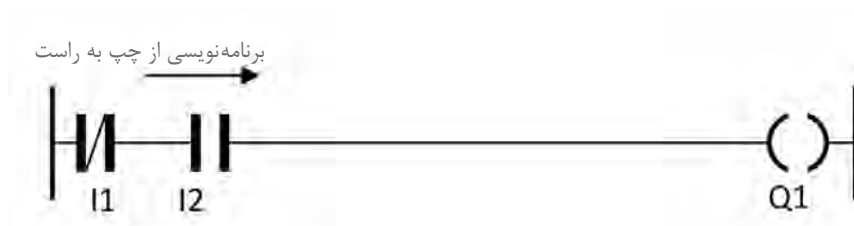
۳- تیغه‌ها اگر از نوع ورودی باشند با حرف I و اگر از نوع خروجی (بوبین) باشند با حرف Q مشخص می‌شوند. کنتاکت مربوط به بوبین (خروجی) نیز مانند مدارات کنتاکتوری هم‌نام و هم‌شماره بوبین خواهد بود مثل Q1 (شکل ۶).

۴- آخرین ستون سمت راست در روش نردبانی فقط می‌تواند محل قرارگرفتن بوبین باشد؛ سایر ورودی‌ها و کنتاکت‌های بوبین می‌تواند در هر محلی در روش نردبانی رسم شود.



شکل ۶- برنامه‌نویسی به شیوه نردبانی

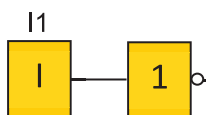
۵- در مدارهای فرمان نحوه ترسیم نقشه عمودی بوده از بالا شروع و در پایین ترین نقطه به بوبین کنتاکتور ختم می شود اما در روش نردبانی ترسیم مدار به صورت افقی بوده روی پله های یک نردبان از چپ به راست انجام شده و به ستون سمت راست ختم می شود (شکل ۷).



شکل ۷- برنامه نویسی مدار فرمان به شیوه نردبانی

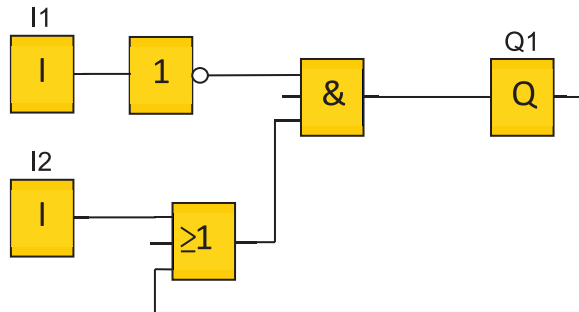
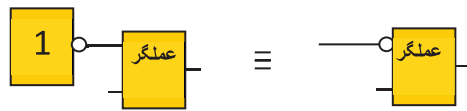
### ۲-۳-۱ معرفی برنامه نویسی به روش بلوکی

- ۱- در این روش ترسیم مدار از سمت ورودی به سمت خروجی است (معمولاً از سمت چپ شروع و به سمت راست ختم می شود).
- ۲- در روش بلوکی ورودی علامت **I** و خروجی با علامت **Q** نشان داده می شود. ورودی با حرف **I** و خروجی با حرف **Q** مشخص می شوند و در بالای بلوک این حروف و شماره آنها درج می شود.
- ۳- یک خروجی بوبین می تواند به ورودی چندین بلوک وصل شود. به این ترتیب کنتاکت آن خروجی ساخته می شود.
- ۴- در این روش برای اتصالات و برنامه ریزی می توان از عملگرهای منطقی استفاده کرد، برای مثال در این روش اتصال سری را **AND** و اتصال موازی را **OR** می نامند.
- ۵- برای ساخت علامت کنتاکت بسته از عملگر منطقی **NOT** مطابق شکل ۸ می توان استفاده کرد.



شکل ۸- عملگر منطقی NOT

۶- در مواردی که خروجی عملگر **NOT** به ورودی هر عملگری وصل شود می توان به جای عملگر **NOT** از یک حباب استفاده نمود (شکل ۹).



شکل ۹- یک نمونه مدار با رسم به روش بلوکی یا FBD

همان‌طور که در معرفی زبان نردبانی و بلوکی گفته شد مشابهت با شکل مدارهای الکتریکی نباید باعث ایجاد تصورات نادرست در مورد برنامه شود. باید توجه داشت رسم علامت کنتاکت در برنامه‌ها به معنای وجود کنتاکت در داخل رله PLR نیست؛ همین‌طور رسم خطوطی برای اتصال عملگرها و یا ورودی و خروجی‌ها به معنای مسیری برای عبور جریان نیست. دو روش برنامه‌نویسی نردبانی و بلوکی نمادهای گرافیکی هستند که فقط کار را ساده‌سازی می‌کنند اما اتصالات آنها وجود خارجی ندارد؛ برای مثال برنامه‌ای مشابه شکل ۱۰ در اصل برنامه  $I1 = Q1$  است و بدین معنا است که هر ارزش منطقی که  $I1$  داشته باشد  $Q1$  هم همان ارزش منطقی را دارد.



شکل ۱۰- مقایسه برنامه‌نویسی بلوکی و نردبانی

در جدول ۲، مقایسه برنامه‌نویسی به روش بلوکی و نردبانی برای عملگرهای مختلف نشان داده شده است.

مبنای جدول ارزش خروجی ( $Q1$ ) در جدول ۲ چیست؟

تحقیق کنید

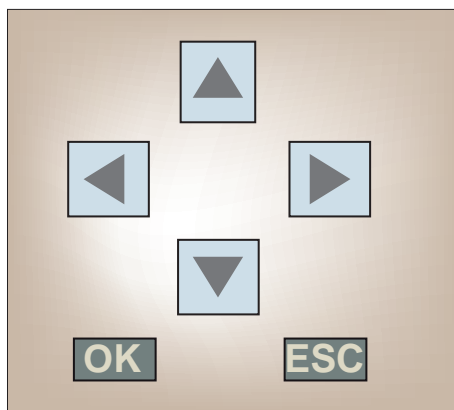


جدول ۲- مقایسه برنامه بلوکی و نردبانی

عملگر	جدول ارزش	برنامه نردبانی	برنامه بلوکی															
AND	<table border="1"> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td>I<sub>2</sub></td><td>Q<sub>1</sub></td></tr> <tr><td>۰</td><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۰</td><td>۱</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td><td>۱</td></tr> </table>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	۰	۰	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۱		
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>																
۰	۰	۰																
۰	۱	۰																
۱	۰	۰																
۱	۱	۱																
OR	<table border="1"> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td>I<sub>2</sub></td><td>Q<sub>1</sub></td></tr> <tr><td>۰</td><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۰</td><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۰</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td><td>۱</td></tr> </table>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۱		
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>																
۰	۰	۰																
۰	۱	۱																
۱	۰	۱																
۱	۱	۱																
NOT	<table border="1"> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td>Q<sub>1</sub></td></tr> <tr><td>۱</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۰</td><td>۱</td></tr> </table>	I <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>	۱	۰	۰	۱											
I <sub>1</sub>	Q <sub>1</sub>																	
۱	۰																	
۰	۱																	
NAND	<table border="1"> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td>I<sub>2</sub></td><td>Q<sub>1</sub></td></tr> <tr><td>۰</td><td>۰</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۰</td><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۰</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td><td>۰</td></tr> </table>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	۰	۰	۱	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰		
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>																
۰	۰	۱																
۰	۱	۱																
۱	۰	۱																
۱	۱	۰																
NOR	<table border="1"> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td>I<sub>2</sub></td><td>Q<sub>1</sub></td></tr> <tr><td>۰</td><td>۰</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۰</td><td>۱</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td><td>۰</td></tr> </table>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	۰	۰	۱	۰	۱	۰	۱	۰	۰	۱	۱	۰		
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>																
۰	۰	۱																
۰	۱	۰																
۱	۰	۰																
۱	۱	۰																
XOR	<table border="1"> <tr><td>I<sub>1</sub></td><td>I<sub>2</sub></td><td>Q<sub>1</sub></td></tr> <tr><td>۰</td><td>۰</td><td>۰</td></tr> <tr><td>۰</td><td>۱</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۰</td><td>۱</td></tr> <tr><td>۱</td><td>۱</td><td>۰</td></tr> </table>	I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>	۰	۰	۰	۰	۱	۱	۱	۰	۱	۱	۱	۰		
I <sub>1</sub>	I <sub>2</sub>	Q <sub>1</sub>																
۰	۰	۰																
۰	۱	۱																
۱	۰	۱																
۱	۱	۰																

## ۴-۱ کلیدهای روی رله‌های قابل برنامه‌ریزی

برنامه‌نویسی روی رله‌ها به دو روش ممکن است. روش اول از طریق کلیدهای روی رله برنامه‌نویسی انجام می‌شود و در روش دوم این کار با استفاده از برنامه‌نویسی در محیط نرم‌افزار روی رایانه انجام می‌شود. شکل ظاهری و محل قرارگرفتن کلیدها روی رله شرکت‌های مختلف با هم کمی فرق دارد (شکل ۱۱). اگر برنامه‌نویسی با کلیدهای یک رله به صورت FBD / LAD انجام شده باشد با نمونه‌های دیگر هم می‌توان برنامه‌نویسی توسط کلیدها را انجام داد. (شکل ۱۱)



شکل ۱۱ - کلیدهای جهت دار

در نمونه‌های داده شده در شکل‌های قبلی، معمولاً هر رله دارای ۶ یا ۸ عدد کلید می‌باشد. این کلیدها را به صورت زیر می‌توان تقسیم‌بندی کرد:

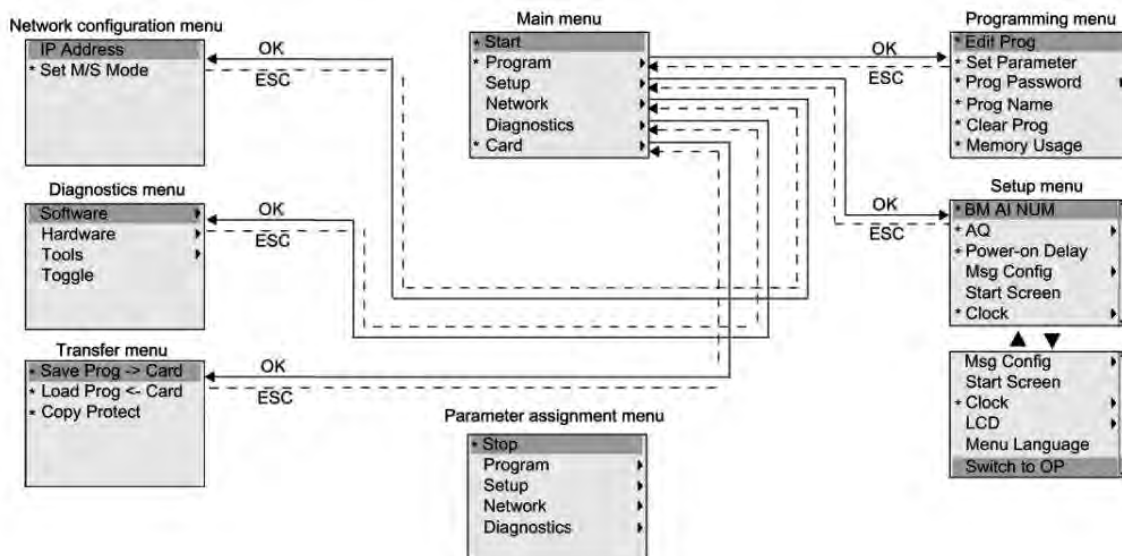
۱- چهار کلید به کلیدهای جهت‌دار معروف است و در صفحه کوچک با آنها می‌توان در مسیر برنامه یک مکان نما (Cursor) را حرکت داد. در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی کل برنامه در یک نگاه قابل مشاهده نیست و شاید فقط یک بلوک یا کنتاکت حین برنامه‌نویسی قابل دیدن در صفحه نمایش باشد؛ بنابراین در صورتی که برنامه گرافیکی (نردبانی - بلوکی) دارای انشعابی باشد باید مسیر رفته را مجدد برگشته و از محل انشعاب برنامه را ادامه داد.

۲- دو عدد کلید دیگر به نام‌های OK و ECS وجود دارد. کلید OK برای تأیید علامت کنتاکت یا علامت بلوک یا تأیید علامت‌هایی است که برای اتصال‌ها به کار می‌رود و کلید ECS برای صرف‌نظر کردن از یک کار حین برنامه‌نویسی است و در انتهای برنامه‌نویسی، این کلید می‌تواند خارج شدن از برنامه را نیز انجام دهد.

۳- دو کلید دیگر که فقط در برخی از نمونه‌ها دیده می‌شود. یکی کلید «DEL» یا (-) است که می‌تواند بلوک و یا خط انتخاب شده‌ای را پاک کند و دکمه دیگر SEL یا ALT یا (+) است که به کمک آن می‌توان بلوک و یا خطی که قبلاً انتخاب شده و از آن عبور کرده را برگشت داده و مجدداً انتخاب و آن را ویرایش کرد. شکل ۱۲، جدول و نموداری است که کار دکمه‌ها و منوهای برنامه‌نویسی را نشان می‌دهد.

### Operation Button Names and Operations

Button	Function			
	Menus	Writing ladder program	Setting parameters	Button switch (See page 99.)
DEL	---	Deletes inputs, outputs, connection lines, and blank lines.	---	B6 ON
ALT	---	Switches between normally open and normally closed conditions. Changes to connection line write mode. Inserts a line.	---	B7 ON
Up	Moves the cursor up and down.	Moves the cursor up and down. Selects bit types and functions.	Moves the cursor up and down. Changes numerals and parameters.	B5 ON
Down				B2 ON
Left	---	Moves the cursor right and left.	Moves the cursor right and left.	B3 ON
Right				B4 ON
ESC	Returns to the previous screen.	Cancels the setting and returns to the previous operation.	Cancels the setting and returns to the previous operation.	B0 ON
OK	Selects the menu item at the cursor position.	Confirms the setting.	Confirms the setting.	B1 ON

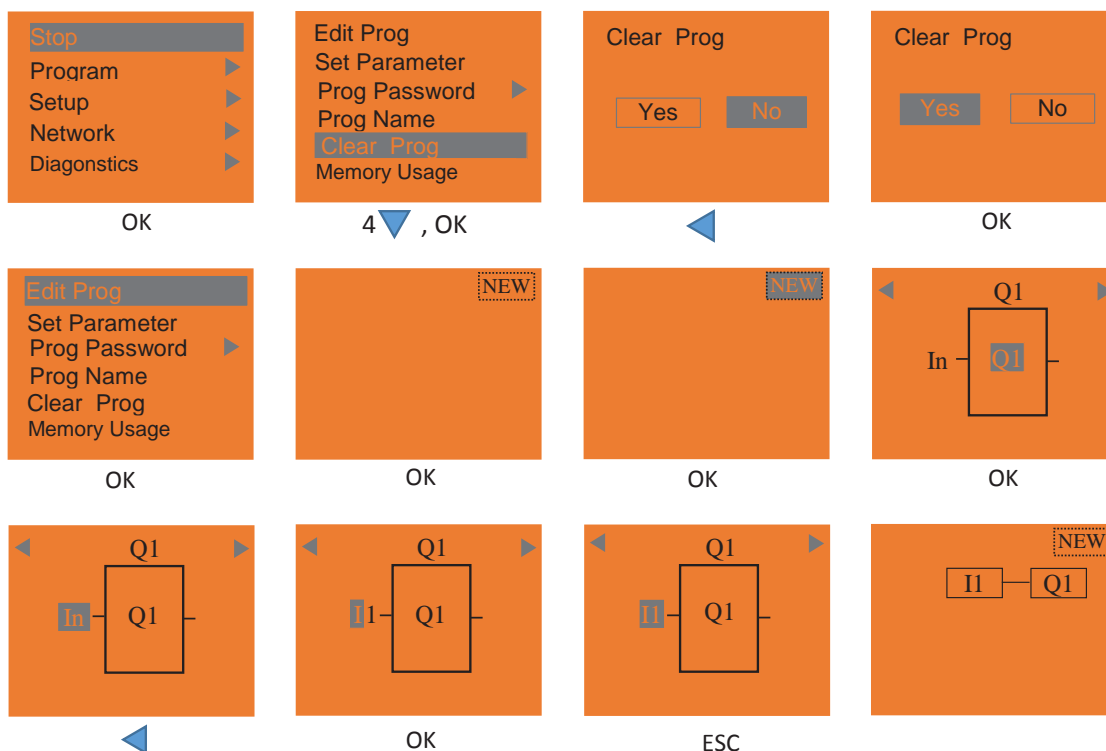


شکل ۱۲- جدول و نموداری که کار دکمه‌ها و منوهای برنامه‌نویسی رله را نشان می‌دهد



### هدف: برنامه‌نویسی توسط دکمه‌های روی یک نمونه رله

الف) نمونه بلوکی: در این کار عملی مطابق شکل ۱۳، مراحل دوازده‌گانه نشان داده شده را دنبال کنید و آخرین بلوک را روی صفحه نمایش ظاهر کنید.  
ب) نمونه نردبانی



شکل ۱۳- نمونه برنامه بلوکی

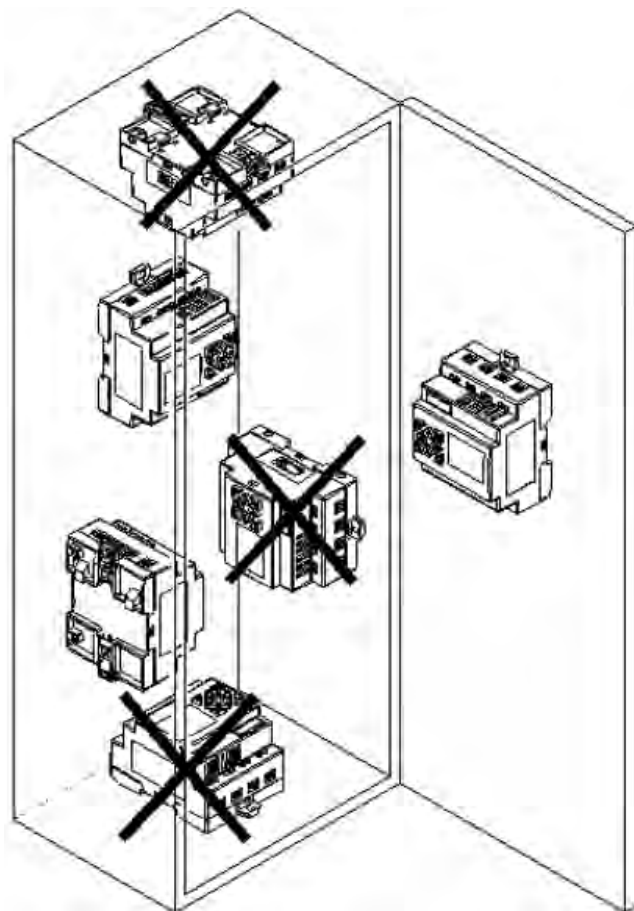
## ۵-۱ اصول سیم‌کشی و نصب رله

برای سیم‌کشی، نصب رله، اجرا و پیاده‌سازی کارهای عملی هر مدار ابتدا باید قطعات مختلف مدار مانند شستی و کلید را باز کرده و روی رله PLR سیم‌کشی کرد. برای انجام این کار این اصول باید رعایت شود:

- ۱- بهتر است از شستی و کلیدهای ساده در سیم‌کشی ورودی‌های رله‌های قابل برنامه‌ریزی استفاده کرد چرا که ورودی‌ها باید مستقل از هم دیده شوند و هر کلید یا شستی فقط یک ورودی را اشغال کند.
- ۲- سری کردن کلیدها یا شستی‌ها و پس از این کار، اتصال آنها به یک ورودی درست نیست.
- ۳- توجه به این نکته ضروری است که هیچ جریانی از ورودی به سمت خروجی رله جاری نمی‌شود. اما در

رله‌های قابل برنامه‌ریزی از نوع خروجی رله‌ای، تغذیه را باید توسط یک سیم به ترمینال ۱ از خروجی اتصال داد.

۴- نحوه صحیح نصب یک رله قابل برنامه‌ریزی در تابلوی برق، مطابق شکل ۱۴ نشان داده شده است.



شکل ۱۴- نحوه نصب صحیح رله در تابلو

## ۶-۱ اصول برنامه‌نویسی

برای برنامه‌نویسی رله قواعد زیر باید رعایت شود:

۱- قطعات مدار شامل کلید/ شستی و لامپ به ترمینال‌های خاصی از (ورودی و خروجی) رله سیم‌کشی و متصل شده است. بنابراین در برنامه‌نویسی نیز همین ترمینال‌ها به عنوان ورودی یا خروجی باید استفاده شود و برای همان منظور برنامه‌نویسی انجام شود.

۲- در برنامه‌نویسی مدارهای روشنایی ساده از یک ارتباط بین ورودی و خروجی (I و Q) استفاده می‌شود.

۳- برای برنامه مدارهای روشنایی تبدیل و صلیبی از تابع XOR (که قبلاً به صورت بلوکی و نردبانی در جدول ۲ این پودمان به آن اشاره شد) استفاده می‌شود.

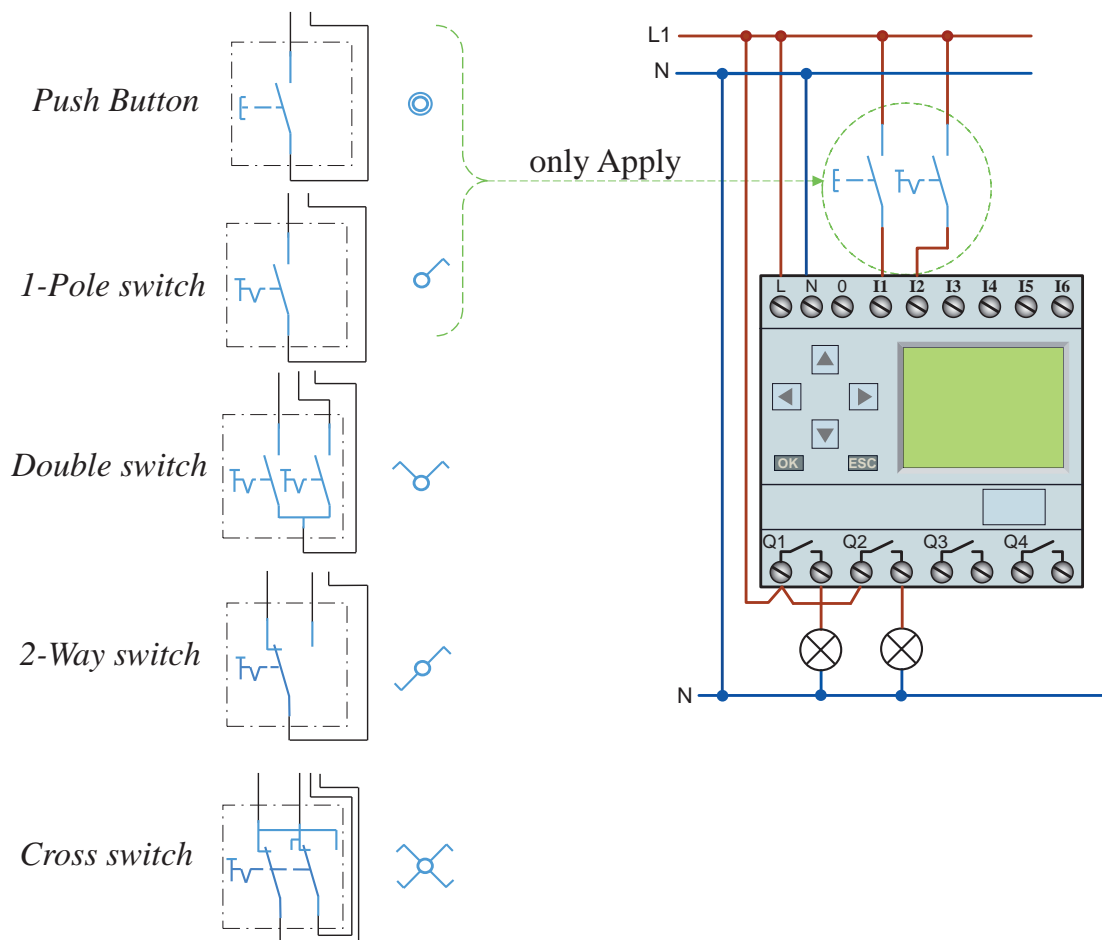


- ۴- برای مدارات رله ضربه‌ای که از شستی استفاده شده از تابع رله پالسی باید استفاده کرد.
- ۵- برای مدارهای روشنایی دارای تایمر نیز که در انتهای این پودمان آورده شده از تایمرهای متنوع موجود در برنامه رله قابل برنامه‌ریزی استفاده می‌شود.



### هدف: پیاده‌سازی مدارات روشنایی در رله‌های قابل برنامه‌ریزی

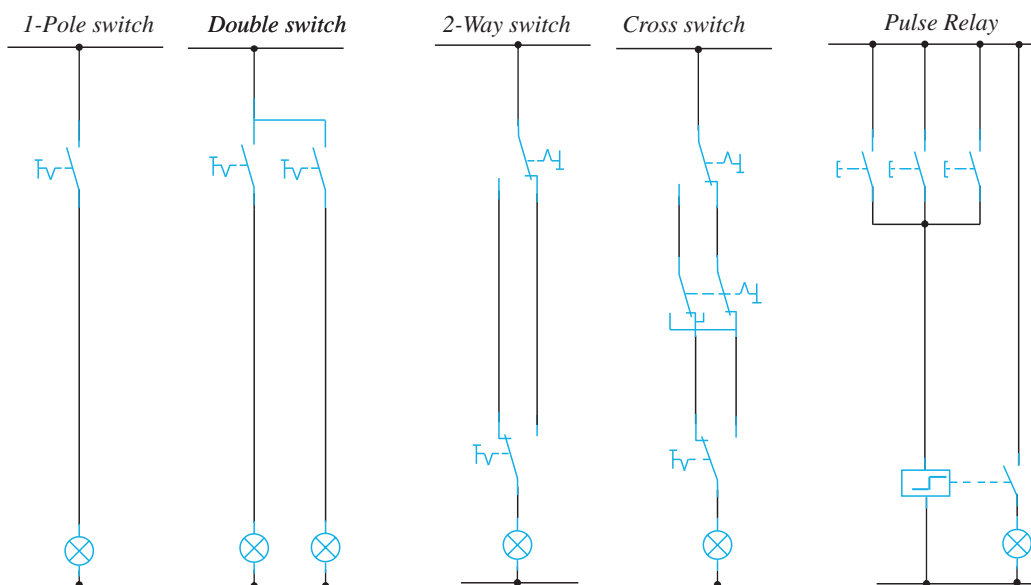
مدارهای روشنایی را در درس طراحی و سیم‌کشی برق ساختمان‌های مسکونی فراگرفتید. اکنون با استفاده از رله‌های قابل برنامه‌ریزی و مطابق شکل ۱۵ سیم‌کشی کنید. برای این کار کافی است شستی یا کلید ساده یک پل را در ورودی‌ها قرار دهید. روشنایی‌ها در خروجی رله نصب شود. سپس با برنامه‌ریزی هر مدار روی رله، مدار روشنایی مورد نظر را پیاده‌سازی کنید.



شکل ۱۵- نحوه اتصال کلید به رله



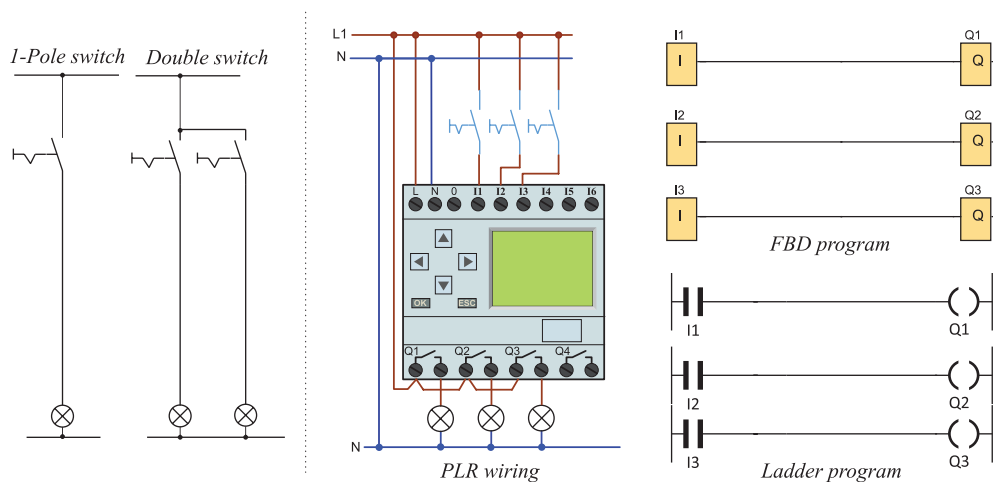
شمای فنی مدارهای روشنایی مورد نیاز و مسیر جریان، مطابق شکل ۱۶ آورده شده است.



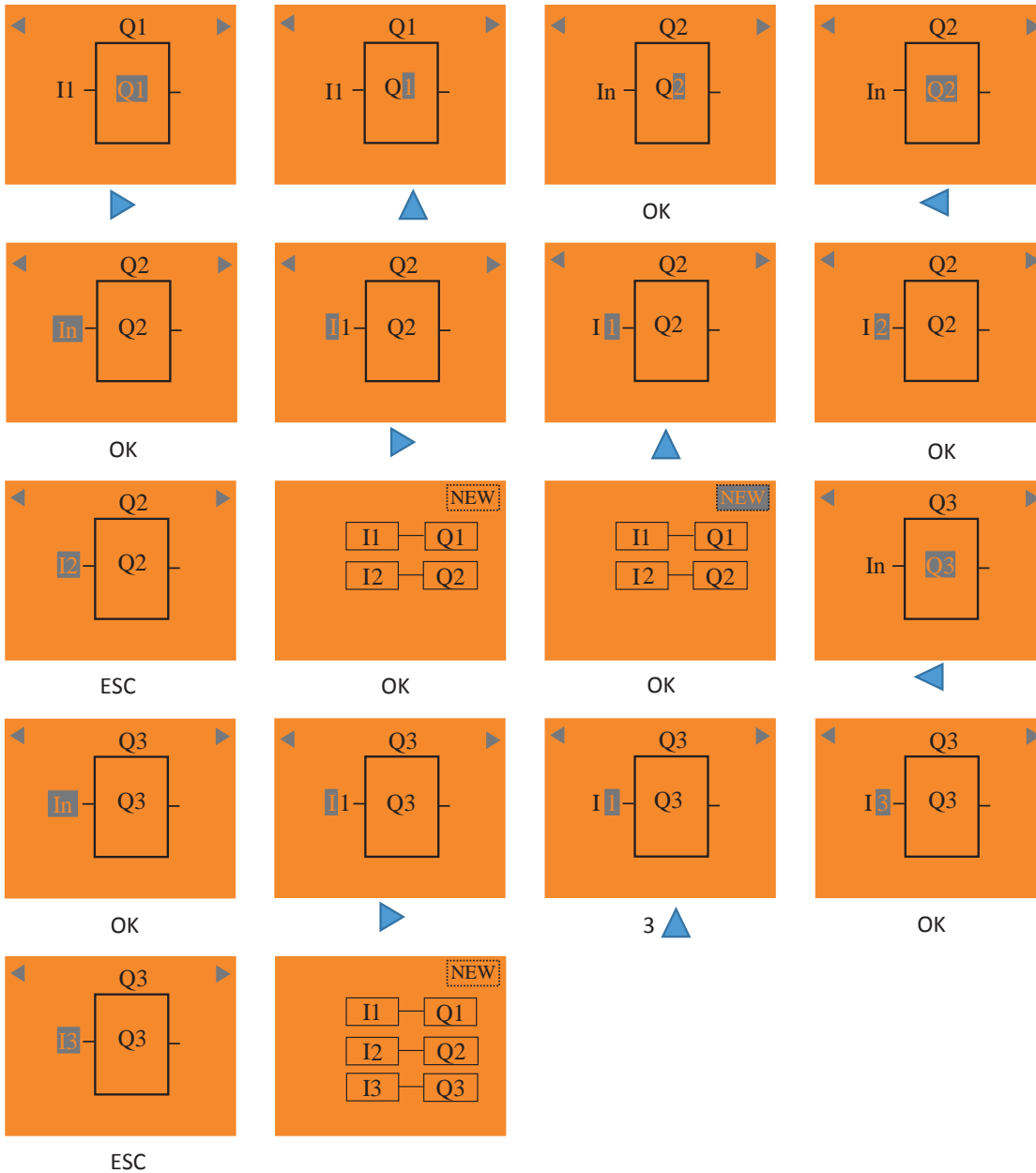
شکل ۱۶- شمای فنی مدارهای روشنایی

### الف) پیاده‌سازی مدار یک پل و مدار کلید دوبل روی PLR

مراحل انجام کار: شمای فنی، نحوه سیم‌کشی و اتصال رله و برنامه‌نویسی مدار یک پل و مدار دوبل به روش بلوکی و نردبانی را مطابق شکل ۱۷ برنامه‌نویسی کنید. مراحل انجام این کار عملی را با کلیدهای رله مطابق شکل ۱۸ انجام دهید.



شکل ۱۷- شمای فنی مدارهای یک پل و دوبل



شکل ۱۸- مراحل اجرای مدارهای یک پل و دوپل

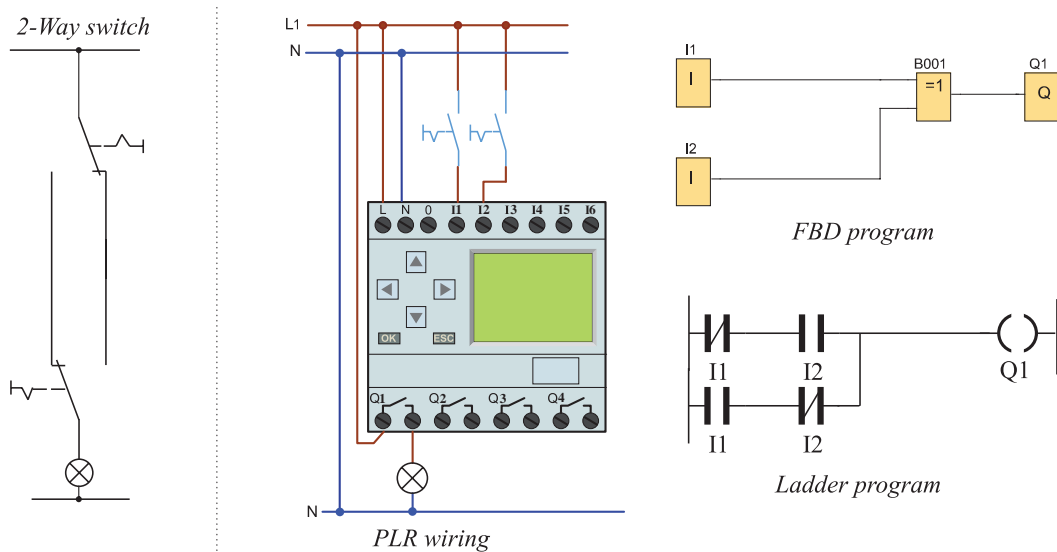
شبیه‌سازی کار عملی با نرم‌افزار SIMU - CADE را مشاهده کنید.

نمایش فیلم



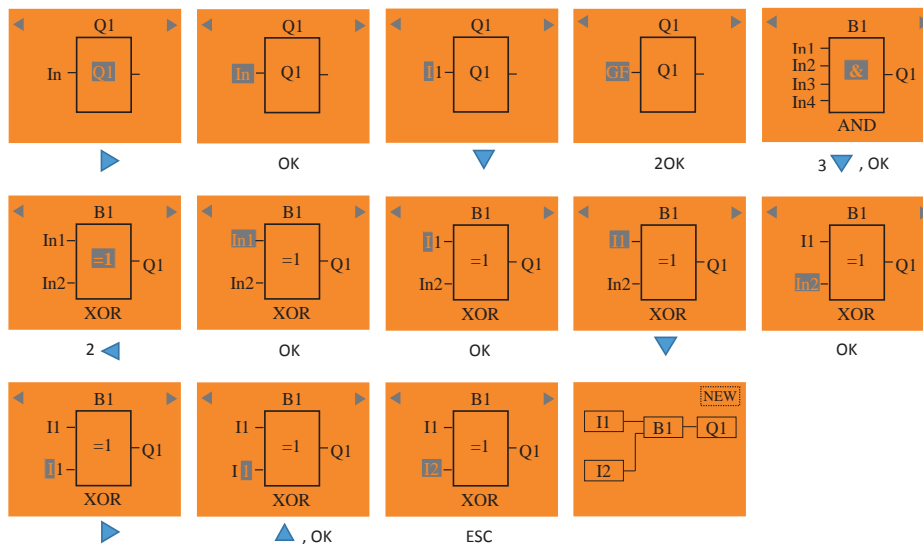
## ب) مدار کلید تبدیل

مراحل انجام کار: شمای فنی، نحوه سیم‌کشی و اتصال رله و برنامه‌نویسی مدار یک پل و مدار تبدیل به روش بلوکی و نردبانی را مطابق شکل ۱۹ برنامه‌نویسی کنید. مراحل انجام این کار عملی را با کلیدهای رله مطابق شکل ۲۰ انجام دهید.



شکل ۱۹- شمای فنی مدار تبدیل

برنامه‌ریزی با دکمه‌های روی رله برای کار مدار تبدیل به صورت بلوکی در شکل ۲۰ نشان داده شده است.



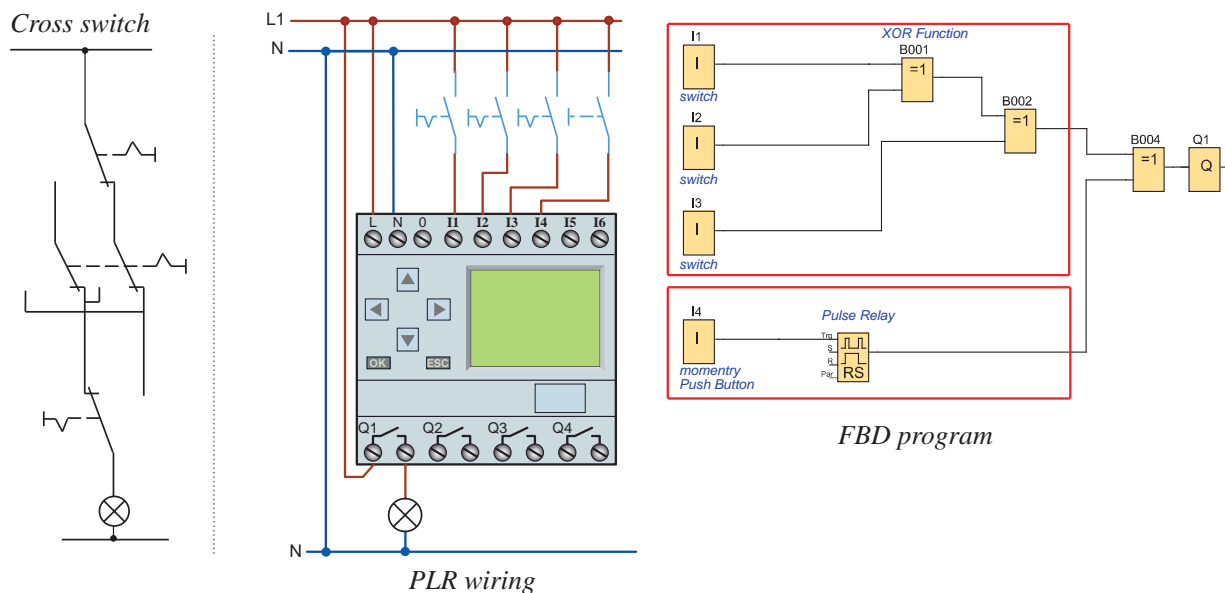
شکل ۲۰- مراحل اجرای مدار تبدیل با کلیدهای رله



شبیه‌سازی کار عملی با نرم‌افزار SIMU - CADE را مشاهده کنید.

### ج) مدار کلید صلیبی

مراحل انجام کار: شمای فنی، نحوه سیم‌کشی و اتصال رله و برنامه‌نویسی مدار صلیبی به روش بلوکی و نردبانی را مطابق شکل ۲۱ برنامه‌نویسی کنید. مراحل انجام این کار عملی را با کلیدهای رله انجام دهید.



شکل ۲۱- شمای فنی مدار صلیبی و اتصال آن به رله



برنامه مدار صلیبی را به صورت نردبانی تبدیل و ترسیم نمایید.

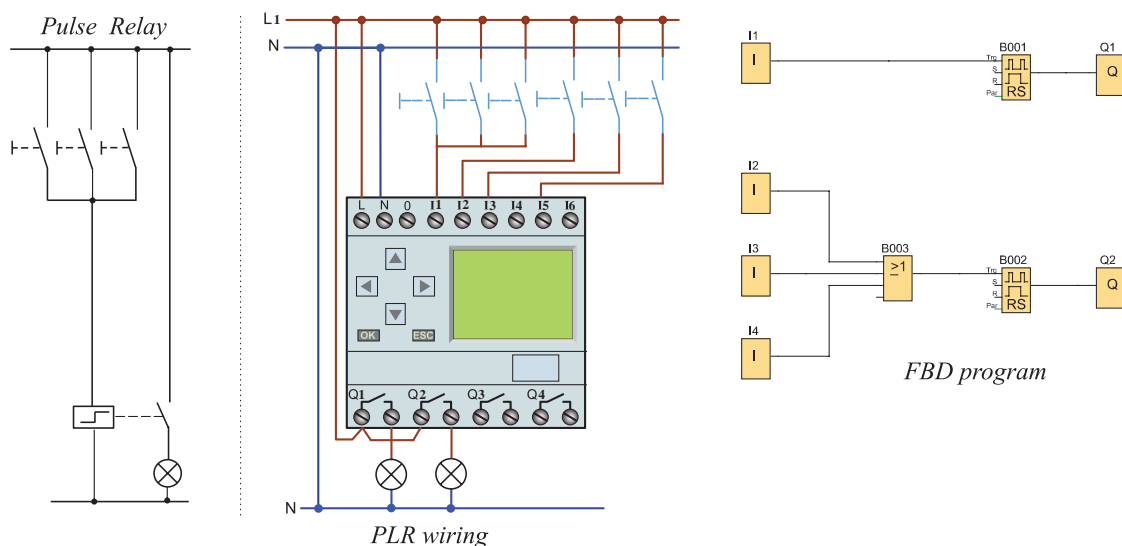
مدار صلیبی در این کار عملی کنترل روشنایی یک لامپ از سه نقطه است؛ در صورتی که در سیم‌کشی ورودی I4 یک شستی قرار گرفته است. در این صورت اگر بخواهید از نقطه دیگری هم لامپ را کنترل کنید مجبور خواهید بود از تابع Pulse Relay به صورت شکل ۲۱ استفاده نمایید. اگر کلید ساده یک پل در خروجی I4 قرار داشت قرار دادن این تابع لازم نبود. این تابع در رله قابل برنامه‌ریزی با توجه به سیم‌کشی شستی ساده بر روی آن، برای پیاده‌سازی مدار رله ضربه‌ای به کار گرفته می‌شود.



شبیه‌سازی کار عملی با نرم‌افزار SIMU - CADE را مشاهده کنید.

### د) رله ضربه‌ای

**مراحل انجام کار:** شمای فنی، نحوه سیم‌کشی و اتصال رله و برنامه‌نویسی مدار صلیبی به روش بلوکی و نردبانی را مطابق شکل ۲۲ برنامه‌نویسی کنید. مراحل انجام این کار عملی را با کلیدهای رله انجام دهید. در این کار عملی در قسمت اول (ورودی مشترک)، کنترل از سه نقطه تعریف شده است که این سه شستی موازی به ورودی I1 متصل شده است. پس در برنامه‌نویسی فقط یک تابع Pulse Relay و یک خروجی استفاده شده است اما در قسمت دوم (ورودی مستقل) سیم‌کشی شستی‌ها هر کدام مستقل از هم در ورودی‌های I2 و I3 و I4 تعریف شده است. پس در برنامه از یک عملگر OR برای موازی کردن آنها استفاده شده است.



شکل ۲۲- شمای فنی مدار تایمر و اتصال آن به رله



عملگرهای «OR» و «AND» با یکدیگر چه تفاوتی دارند؟

## کنترل چند روشنایی با شستی وصل و شستی قطع کل

**مراحل انجام کار:** در این کار عملی ۴ نقطه روشنایی در نظر گرفته شده است. برنامه‌نویسی را به نحوی انجام دهید که:

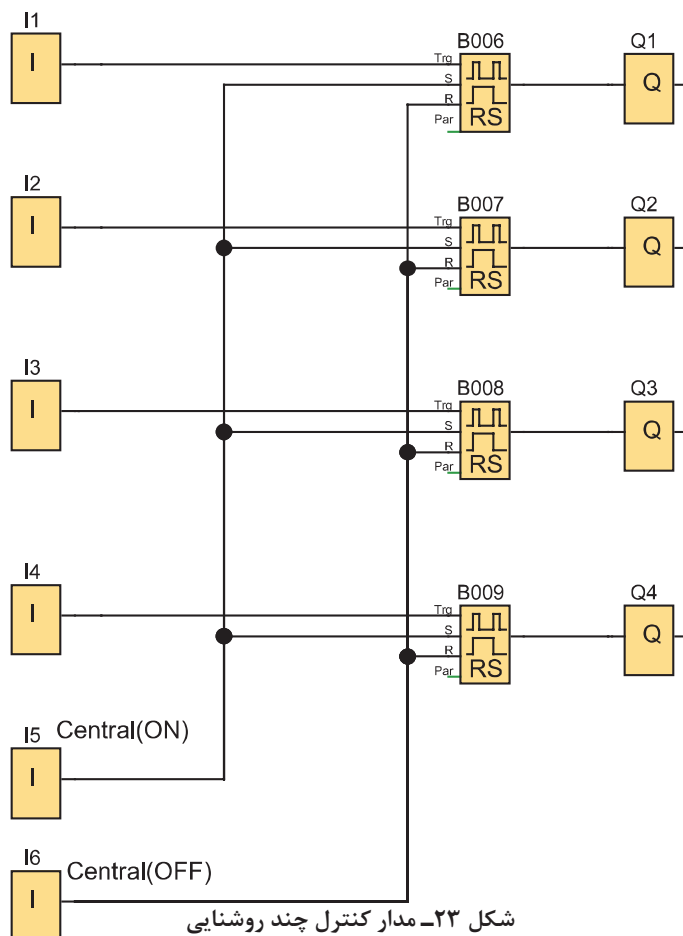
- ۱: هر روشنایی از یک نقطه مختص آن روشنایی کنترل شود.
- ۲: همه روشنایی‌ها به صورت گروهی از یک نقطه روشن و خاموش شود.

تابع Pulse Relay در کارهای عملی قبل علاوه بر توانایی معمول، قابلیت Set و Reset نیز دارد.

راهنمایی



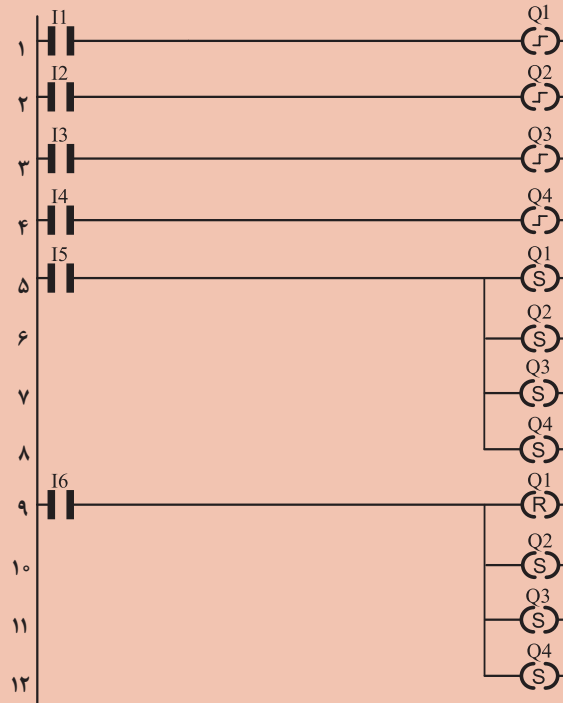
در این صورت می‌توانید با آن برنامه‌ای مطابق شکل ۲۳ انجام دهید.  
 الف) سیم‌کشی رله قابل برنامه‌ریزی برای کار عملی صفحه قبل را انجام دهید.  
 ب) با استفاده از دکمه‌های روی رله قابل برنامه‌ریزی، برنامه داده شده را برای رله پیاده‌سازی کنید.



شکل ۲۳- مدار کنترل چند روشنایی

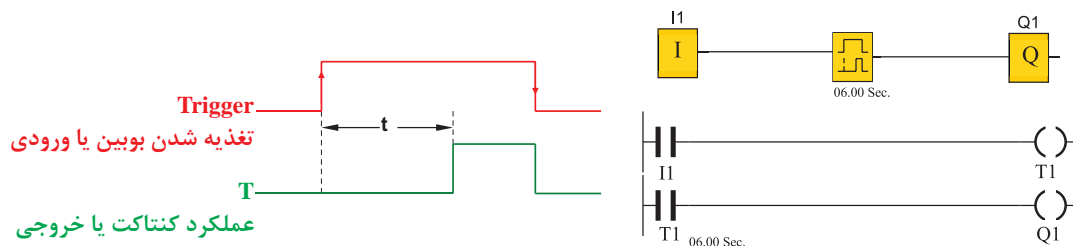


برنامه این کار عملی را به گونه‌ای تغییر دهید که همچنان یک شستی همه لامپ‌ها را روشن و یک شستی همه آنها را خاموش کند اما چهار شستی اولیه الگوهای متفاوتی از روشنایی را ارائه دهند؛ مثلاً شستی اول فقط گروه ۱ و ۲ را روشن کند شستی دوم فقط گروه ۲ و ۳ را روشن کند و شستی سوم فقط گروه ۳ و ۴ را روشن و شستی چهارم فقط گروه ۴ و ۱ را روشن نماید (شکل ۲۴).



شکل ۲۴- برنامه کنترل چند روشنایی با رله

یکی از عملگرهای پرکاربرد در مدارات روشنایی، مدارهای زمان‌پذیر یا تایمرها هستند. نمودار زمانی یکی از انواع تایمرها در شکل ۲۵ نشان داده شده است. مطابق این شکل، تایمر با لبه بالا رونده تغذیه زمان‌سنجی را آغاز می‌کند و بعد از پایان زمان تنظیمی فعال شده و خروجی آن عمل می‌کند و با لبه پایین رونده تایمر، تغذیه را نیز قطع می‌کند. این تایمر از نوع تایمر تأخیر در وصل است.



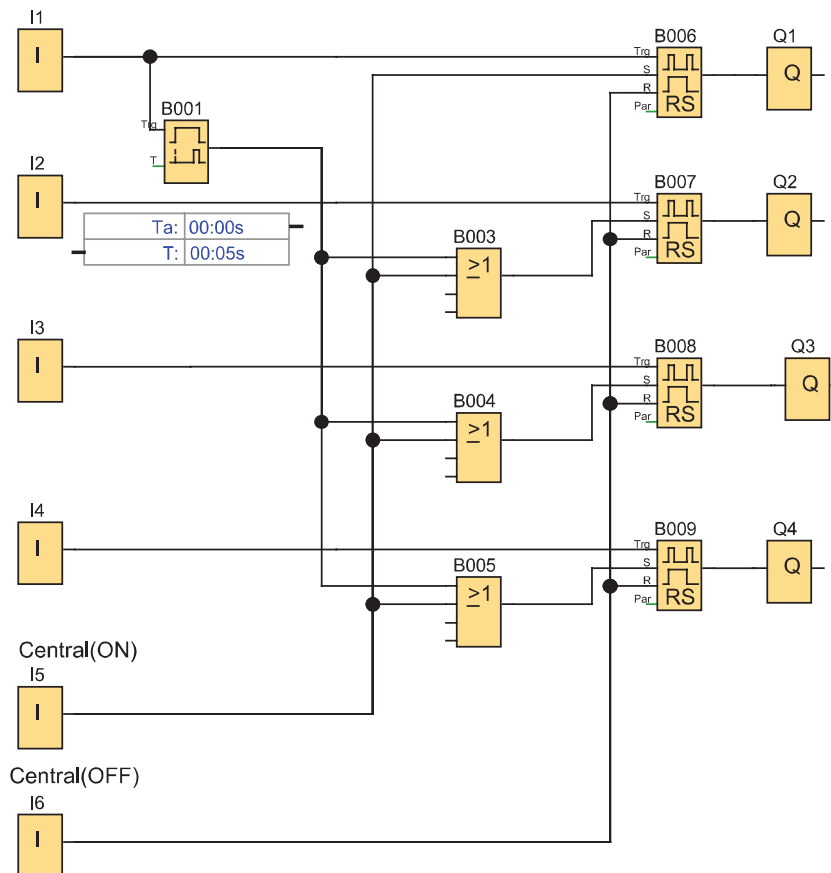
شکل ۲۵- تایمر تأخیر در وصل





کار عملی کنترل چند روشنایی را با یک تایمر تأخیر در وصل به ورودی I1 به صورت زیر اضافه کنید و برنامه را مطابق مراحل خواسته شده زیر مورد آزمایش قرار دهید (شکل ۲۶).

- الف) با فشردن شستی‌ها در ورودی‌های ۱ و ۲ و ۳ و ۴ هر کدام از چراغ‌های مربوط یکبار روشن و برای بار دوم خاموش شوند.
- ب) در ورودی I5 شستی کل برای روشن کردن همه چراغ‌ها و در ورودی I6 شستی کل برای خاموش کردن همه آنها باشد.
- پ) اگر تأخیر عملکرد شستی در I1 بیش از ۵ ثانیه باشد ابتدا همه چراغ‌ها با هم روشن شوند و با فشردن‌های بعدی فقط خروجی اول خاموش و روشن شود. در اینجا شستی در ورودی I1 دو کار را انجام می‌دهد.



شکل ۲۶- کنترل چند روشنایی با تایمر تأخیر در وصل



به نظر شما آیا می توان به نحوی برنامه نویسی کرد که یک شستی سه کار متفاوت را انجام دهد؟



چند روشنایی با شستی روشن کردن و خاموشی کل

در یک سالن بزرگ روشنایی ها به چهار منطقه تقسیم شده و هر منطقه توسط شستی خود قابلیت روشن و خاموش شدن دارد یک شستی کل برای روشن شدن تمام روشنایی ها و یک شستی کل برای خاموش کردن همه آنها نیز در نظر بگیرید.

جدول تخصیص ورودی و خروجی			سیم کشی PLR
نام قطعه	ورودی / خروجی PLR	وظیفه در پیاده سازی با PLR	
S1	I1	روشن و خاموش کردن منطقه ۱	
S2	I2	روشن و خاموش کردن منطقه ۲	
S3	I3	روشن و خاموش کردن منطقه ۳	
S4	I4	روشن و خاموش کردن منطقه ۴	
S5	I5	روشن کردن کل مناطق	
S6	I6	خاموش کردن کل مناطق	

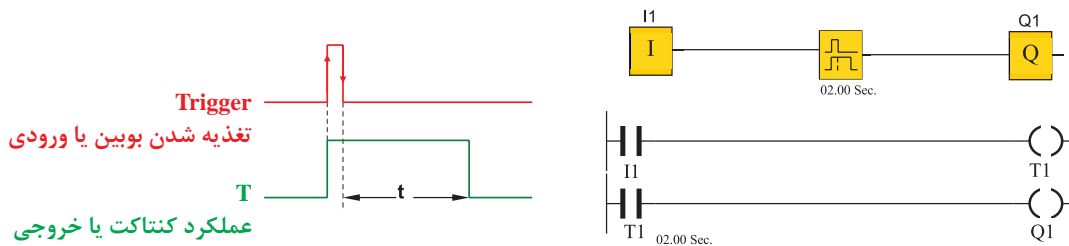
گام ۱: برنامه بلوکی و نردبانی آن را مطابق آنچه در درس آمده رسم نمایید.

برنامه بلوکی	برنامه نردبانی

**گام ۲:** سیم‌کشی شستی‌ها و چراغ‌ها را روی PLR انجام دهید.  
**گام ۳:** برنامه‌ریزی روی PLR را انجام داده و منتظر باشید تا مدار شما آزمایش شود.

## ۷-۱ چند کاره کردن یک شستی

اگر عملکرد شستی از حالت قطع و وصل ساده تغییر کند اصطلاحاً شستی چندکاره می‌شود. ساده‌ترین کار عملی که با یک شستی می‌توان انجام داد وصل مدار با یک بار فشار شستی و قطع مدار با فشار شستی برای بار دوم است. گاهی لازم می‌شود که عملکرد شستی را به نحوی تغییر داد تا بتوان در مدار قابلیت‌های دیگری ایجاد کرد؛ مثلاً اگر شستی کمی بیشتر از حد معمول در حالت وصل باقی بماند تایمر فعال شده و فرمان جدید صادر شود. در ادامه دو نمونه کار عملی از این حالت شستی ارائه شده است.  
 - تایمر روشنایی راه پله (Stairway Lighting) یک تایمر تأخیر در قطع است که با لبه پایین‌رونده تغذیه زمان‌سنجی را آغاز کرده و عملکرد آن با لبه بالا‌رونده است و فرمان قطع آن پس از زمان تنظیم شده است (شکل ۲۷).



شکل ۲۷- تایمر تأخیر در قطع

در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی تایمر جداگانه‌ای برای این کار در نظر گرفته شده است؛ به این صورت که علاوه بر زمان تنظیمی T دارای یک پیام‌اخطار قبل از به پایان رسیدن زمان قطع است. در تنظیمات این رله‌ها یک زمان با عنوان T! تعریف شده است. این زمان، مدت زمان باقی‌مانده تا انتهای زمان تنظیم T و قطع است که اخطار قطعی به مدت T!L به کاربر رله داده می‌شود تا او قبل از پایان زمان آمادگی خاموش شدن روشنایی را داشته باشد یا اگر لازم شد آن زمان را زودتر تمدید کند.

**تایمر چندکاره:** تایمر دیگری نیز هست که این تایمر شبیه تایمر روشنایی راه‌پله است اما یک زمان Permanent Light (TL) دارد. در این زمان اگر مجدداً ورودی تحریک شود خروجی قطع خواهد شد، در غیر این صورت مشابه تایمر روشنایی راه‌پله عمل خواهد کرد.



## الف) هدف: چندکاره کردن شستی‌ها در مدارات روشنایی (۱)

### شرح کار عملی

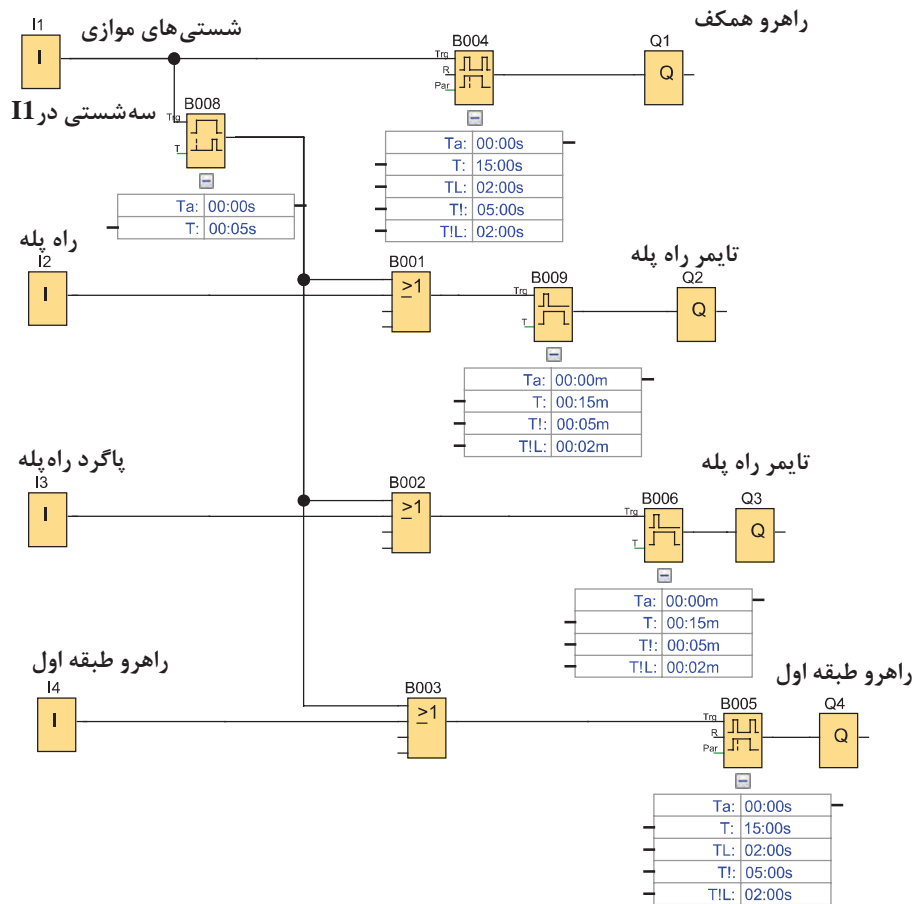
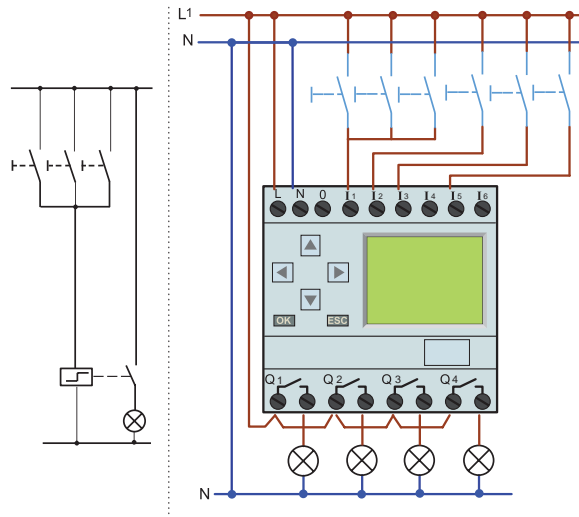
ساختمانی را با یک راهرو در همکف و طبقه اول در نظر بگیرید. یک راه پله بین همکف و طبقه اول و همچنین یک راه پله برای انباری زیرزمین موجود است. برای این ۴ منطقه مدار روشنایی را به صورت زیر طرح نمایید:

- ۱- سه شستی موازی در ورودی I1 و در همکف نصب شده و سه شستی دیگر در سایر مناطق استفاده شده که هر کدام یکی از ورودی‌های I2 و I3 و I4 رله قابل برنامه‌ریزی را اشغال می‌کند.
- ۲- با فشردن هر کدام از شستی‌های ورودی‌های I1 و I2 و I3 و I4 آنها روشنایی منطقه خود را به مدت ۱۵ ثانیه روشن می‌کنند و ۵ ثانیه قبل از خاموش شدن در این زمان به مدت ۲ ثانیه، اختاری به نشانه قطع می‌دهند.
- ۳- اگر تأخیر عملکرد شستی در I1 بیش از ۵ ثانیه باشد با فشردن I1 تمام روشنایی‌ها به مدت ۱۵ ثانیه روشن شده و ۵ ثانیه قبل از خاموش شدن در این زمان به مدت ۲ ثانیه پیام اختاری به نشانه قطع می‌دهند.
- ۴- علاوه بر این شستی‌ها در ورودی I1 (راهروی طبقه همکف) و شستی ورودی I4 (راهروی طبقه اول)، در صورتی که در بازه زمانی دو ثانیه مجدداً فشرده شوند خروجی مربوط به آنها یعنی روشنایی این مناطق خاموش می‌شود.



با توجه به شریط کاری در بند ۲ مشخص می‌شود که ورودی‌های I2 و I3 به تایمر روشنایی راه پله احتیاج داشته و با توجه به بند ۴ ورودی‌های I1 و I4 به تایمر چندکاره نیاز دارد.

بند ۳ مشخص می‌کند که ورودی I1 باید به تایمر تأخیر در وصل با تنظیم ۵ ثانیه اعمال شده و خروجی آن در مسیر بقیه روشنایی‌ها قرار گیرد؛ برای این منظور به سه عملگر OR نیز نیاز خواهید داشت و برنامه به صورت شکل ۲۸ خواهد بود. زمان تنظیمی تایمرها نیز در کنار آنها نوشته شده است.



شکل ۲۸ - مدار شستی چندکاره

برنامه گفته شده در کار عملی ۴-الف) را به صورت نردبانی تبدیل و رسم نمایید.





## ب) هدف: چندکاره کردن شستی‌ها در مدارات روشنایی (۲)

برای روشنایی یک راهرو که به یک فضای خارجی مثل حیاط یک ساختمان منتهی می‌شود برنامه‌ای بنویسید که با فشار یک شستی بار اول چراغ‌های راهرو روشن شود و برای بار دوم خاموش شود و در صورتی که برای یک ثانیه شستی را نگاه داشتید روشنایی فضای خارجی ساختمان روشن شود. روشنایی فضای خارجی بعداً توسط یک فتوسل خاموش شود.

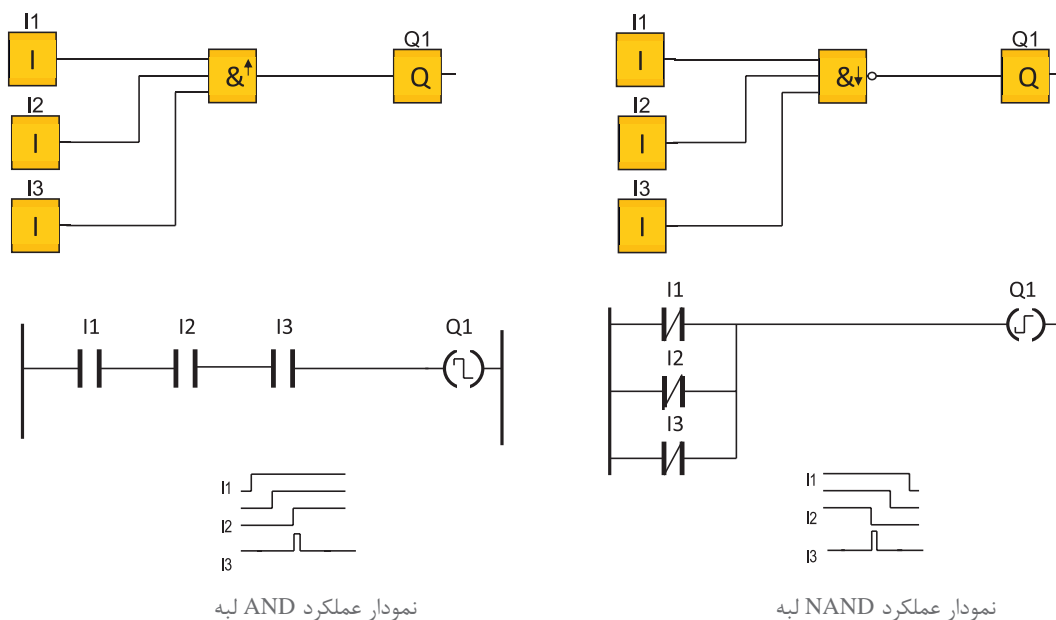


آشنایی با برخی از توابع برای انجام این کار عملی نیاز است.

در رله‌های قابل برنامه‌ریزی می‌توان توابع منطقی اند لبه (AND Edge) و نند لبه (NAND Edge) را به کار برد. خروجی این توابع با توجه به عملگر منطقی AND و NAND برای یک لحظه یک است (دائم فعال نیست) و در بعضی از انواع رله حتی می‌توان تعیین نمود خروجی با لبه بالارونده یا با لبه پایین رونده به صورت لحظه‌ای عمل کند. شکل ۲۹ دو نمونه از این مدارها را به روش بلوکی و نردبانی نشان می‌دهد.

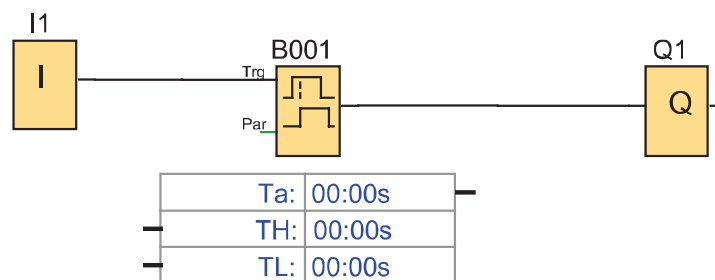
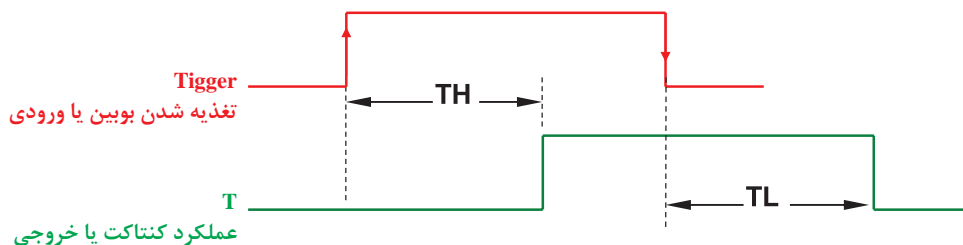


این مدارها را در رایانه شبیه‌سازی کنید.



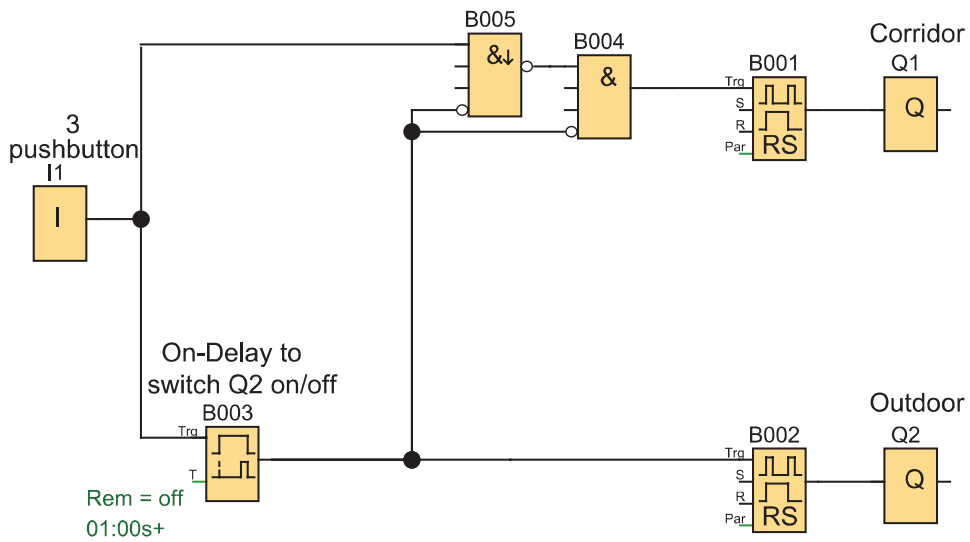
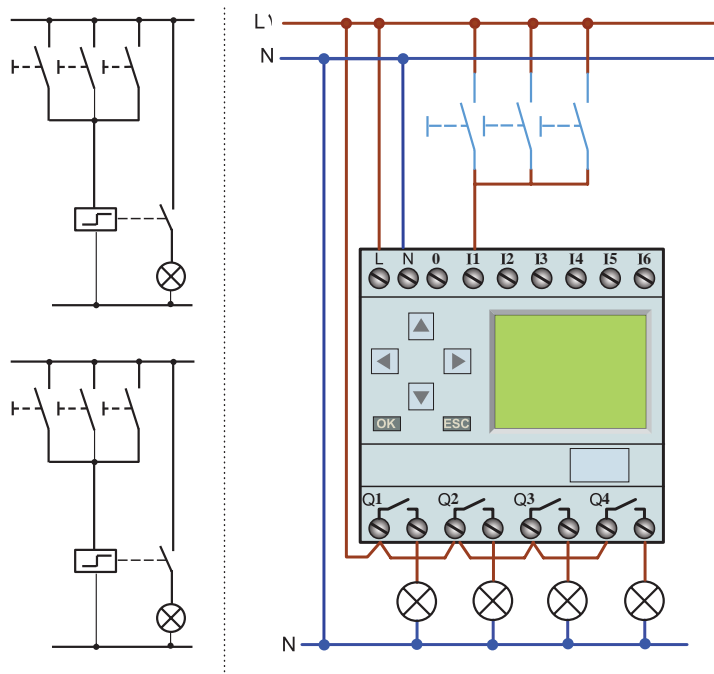
شکل ۲۹- توابع منطقی لبه‌دار

تایمرهای تأخیر در قطع و تأخیر در وصل در برنامه‌نویسی کارهای عملی قبل اشاره شد. در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی تایمر on - off delay می‌شود که ترکیبی از دو تایمر قبلی است. در این تایمر TH زمان لبه بالا و TL زمان لبه پایین است. زمان سنجی تایمر هم با لبه بالا و هم لبه پایین صورت گیرد؛ به این صورت که عملکرد تایمر بعد از زمان سنجی لبه بالاست و در زمان قطع، پس از زمان سنجی لبه پایین است. نمودار زمانی کار این تایمر به صورت شکل ۳۰ است



شکل ۳۰- تایمر ON-OFF Delay

**شرح کار عملی:** این کار عملی با سه شستی است که در سیم‌کشی با هم موازی هستند. اما در برنامه‌نویسی یک ورودی I1 به همراه تایمر on/off Delay در نظر گرفته شده است (شکل ۳۱). اما با توجه به آنکه زمان  $TL = 0$  است پس یک تایمر ساده تأخیر در وصل با زمان تنظیمی ۱ ثانیه کافی بوده است. از طرفی از NAND لبه هم استفاده شده تا فشردن یک ثانیه‌ای شستی برای مسیر روشن شدن Q1 به صورت لحظه‌ای عمل کند. عملگر NOT از خروجی تایمر به ورودی عملگر AND داده شده است. در صورت غیرفعال بودن خروجی تایمر تابع AND خروجی داشته تا خروجی Q1 بتواند توسط Pulse Relay مربوط روشن شود و خروجی Q2 هم با Pulse Relay دیگری روشن خواهد شد.



شکل ۳۱- برنامه و مدار تایمر ON - OFF

- ۱- در مدار شکل ۳۱، AND Edge چه کاری انجام می‌دهد؟ در صورت نبود آن، مدار دارای چه وضعی خواهد بود؟
- ۲- اگر قرار باشد از تایمر ON\_Off Delay به عنوان تایمر تأخیر در وصل (ON delay) استفاده کنید، چه تغییری در مقدار تنظیمات آن باید اعمال کنید؟

فعالیت







چند کاره کردن شستی‌ها در مدار روشنایی

با زدن یک شستی بار اول چراغهای راهرو روشن شود و بار دوم خاموش شود و در صورتی که برای یک ثانیه شستی را نگاه داشتیم فضای خارجی ساختمان روشن شود و مجدد روشنایی خارجی روشن با یک ثانیه نگاه داشتن شستی خاموش شود

جدول تخصیص ورودی و خروجی			سیم‌کشی PLR
نام قطعه	ورودی / خروجی PLR	وظیفه در پیاده‌سازی با PLR	
S3 و S2 و S1	I3 و I2 و I1	- زدن شستی روشن کردن راهرو - زدن شستی خاموش کردن راهرو - ۱sec. نگاه داشتن شستی روشن شدن فضای خارجی - ۱sec. نگاه داشتن شستی خاموش شدن فضای خارجی	

گام ۱: برنامه بلوکی و نردبانی آن را مطابق آنچه در درس آمده رسم نمایید.

برنامه بلوکی	برنامه نردبانی

**گام ۲:** سیم‌کشی شستی‌ها و چراغ‌ها را روی RLP انجام دهید  
**گام ۳:** برنامه‌ریزی روی PLR را انجام داده و منتظر باشید تا مدار شما آزمایش شود.

## ۸-۱ نرم‌افزارهای رله‌های قابل برنامه‌ریزی

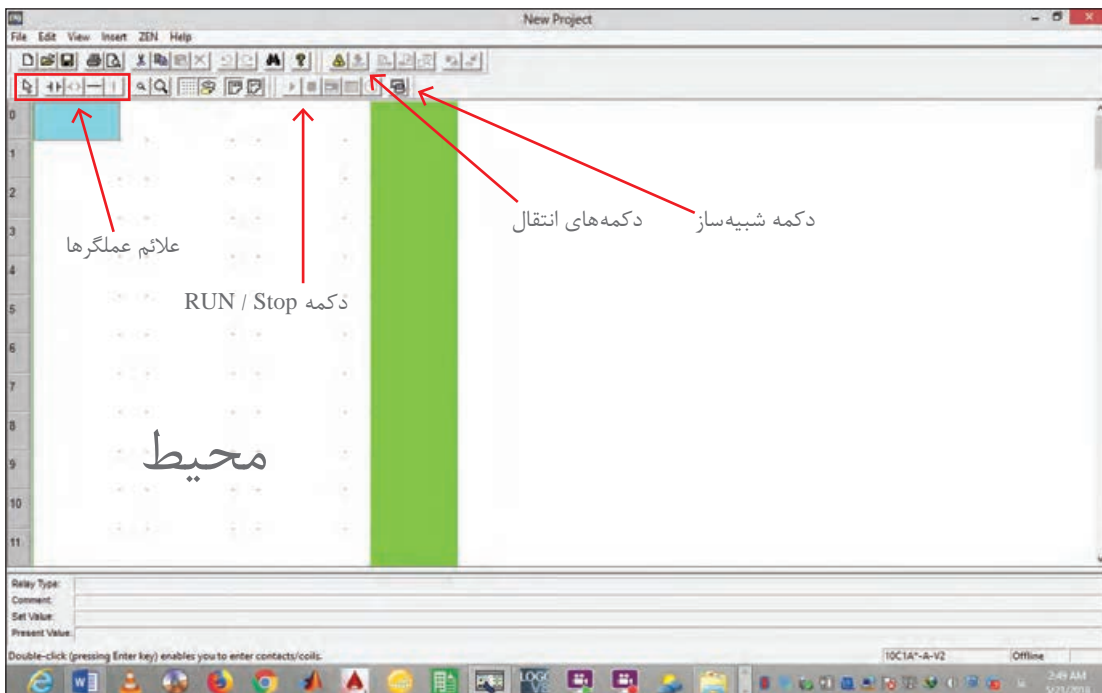
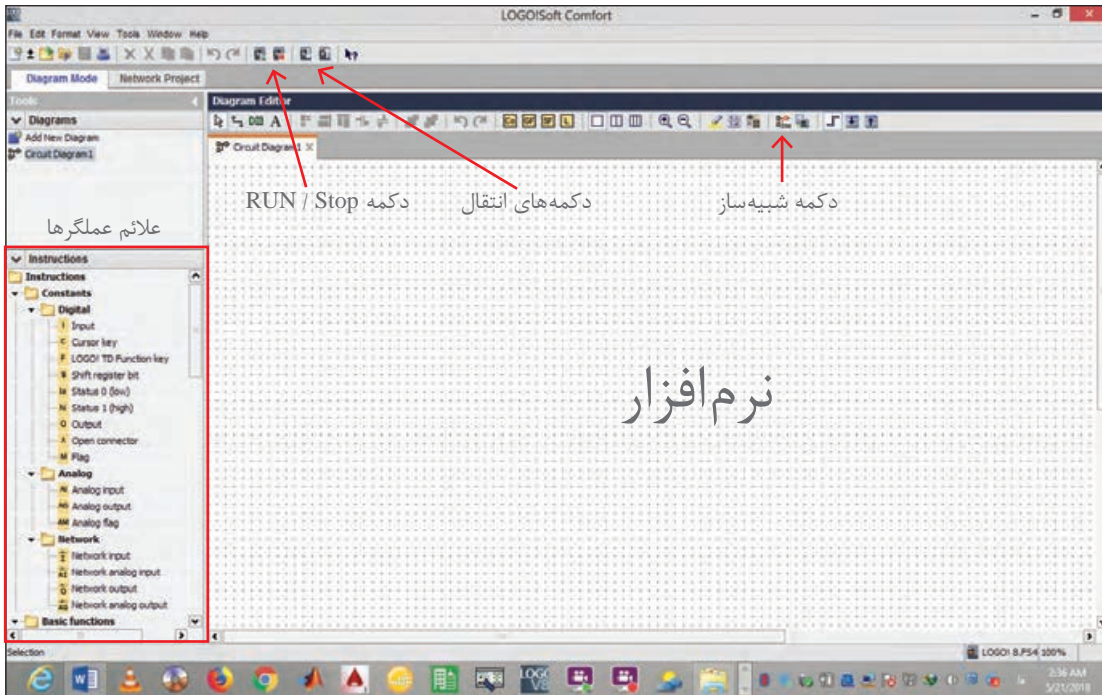
در جدول ۱ در کنار نام هر رله، نام سازندگان و نام نرم‌افزار آن مشاهده می‌شود. این کتاب قصد ندارد فقط به یک نرم‌افزار خاص بپردازد. بهتر است در کارگاه یا سایت هنرستان حداقل با دو نرم‌افزار متداول کار شود. یادآور می‌شود ساختار تمام این نرم‌افزارها یکنواخت است و می‌توان برنامه رله را به ۴ قسمت اصلی دسته‌بندی کرد.

**۱- ترسیم برنامه:** معمولاً در سمت چپ محیط برنامه می‌توان علائم عملگرها به صورت بلوکی یا نردبانی را توسط موس انتخاب کرد و در محیط کاری سمت راست درج کرد (شکل ۳۲). علائم عملگرها ممکن است در یک تقسیم‌بندی در نرم‌افزار قرار گیرند مثلاً ورودی و خروجی‌ها و تایمرها و... . توانایی بعدی نرم‌افزار ترسیم خط است که علائم را به هم متصل می‌کند و با کلیک کردن بر روی هر علامت می‌توان تنظیماتی روی آن انجام داد.

**۲- ویرایش برنامه:** ویرایش برنامه قسمت خاصی از نرم‌افزار نیست. امکاناتی مثل Delete کردن خط یا علامتی در برنامه و یا تغییر تنظیمات را ویرایش می‌گویند. باید توجه داشت در زمان ویرایش برنامه و زمانی که برنامه شبیه‌سازی می‌کند قادر به انجام کار دیگری نیست.

**۳- شبیه‌سازی:** در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی از شکل ظاهری رله قابل برنامه‌ریزی به عنوان نمای شبیه‌سازی استفاده می‌شود. این نما نشان می‌دهد که کلید یا شستی در ورودی و لامپ در خروجی آن روی آن سیم‌کشی شده است. آنچه اهمیت دارد این است که منظور از شبیه‌سازی بستن شستی و کلید و چراغ روی این دستگاه و در واقعیت سیم‌کشی آن است. به جای این کار، نتیجه پیاده‌سازی یک مدار را شبیه‌سازی می‌کنند. در شبیه‌سازی‌ها نوع شستی و کلیدهای ساده را می‌توان تا حدودی تغییر داد. این کار در نرم‌افزارهای رله از طریق منو و با دکمه‌ای انجام می‌شود که در صفحه اصلی به وضوح با Simulation مشخص شده است. اغلب قبل از انتخاب دکمه شبیه‌سازی، برنامه را باید در وضعیت فعال یا RUN قرار داد در غیر این صورت شبیه‌سازی انجام نخواهد شد. در شبیه‌سازی، با کلیک موس، روی کلید یا شستی تعریف شده‌ای موجب باز یا بستن آن می‌شود. در صورتی که برنامه درست باشد خروجی فعال و آن را به صورت روشن شدن یک چراغ نشان می‌دهد.

**۴- انتقال برنامه:** انتقال برنامه همان‌طور که از نام آن برمی‌آید می‌تواند انتقال برنامه از رله به رایانه یا از رایانه به رله باشد. این کار را از منویی که در اکثر برنامه‌ها به نام Transfer یا Communication تعریف شده می‌توان انجام داد. در این بین کابل ارتباطی و درگاه آن باید درست تعریف شده باشد و از کابل مناسب باید استفاده کرد در صورتی که کابل معیوب بوده و یا ارتباط درست برقرار نشده باشد نرم‌افزار پیام‌هایی مبنی بر خطا صادر می‌کند که باید برطرف شود. در ادامه کارهای عملی برنامه‌ریزی به جای دکمه روی رله، با دو نمونه نرم‌افزار آن مشاهده می‌شود (شکل ۳۲).



شکل ۳۲- محیط نرم افزار رله قابل برنامه ریزی



## هدف: روشنایی یک راه پله با برنامه‌نویسی رله در محیط نرم‌افزار

**شرح کار عملی:** در این کار عملی برنامه‌نویسی رله در محیط نرم‌افزار را با رعایت بندهای الف و ب به نحوی انجام دهید که سه شرط گفته شده رعایت شود.

الف) برنامه را در نرم‌افزار رله ترسیم نمایید.

ب) شبیه‌سازی انجام شده آن را با موارد خواسته شده در ادامه مطابقت دهید.

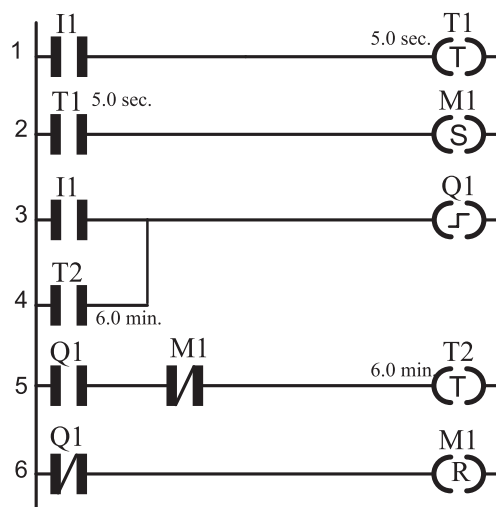
۱- با فشار یک شستی لامپ‌های راه پله برای شش دقیقه روشن شود و پس از آن خاموش شود.

۲- اگر برای پنج ثانیه شستی را نگه داشتید روشنایی راه پله دائم روشن خواهد بود.

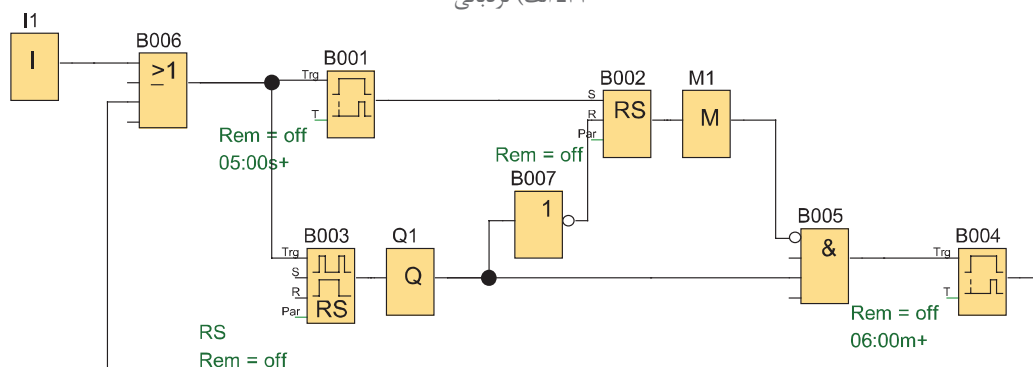
۳- در هر شرایطی شستی برای بار دوم فشار داده شود مدار خاموش خواهد شد.

**نمودار نردبانی:** نمودار نردبانی این مدار مطابق شکل ۳۳- الف است.

**نمودار بلوکی:** نمودار بلوکی این مدار مطابق شکل ۳۳- ب است.



۳۳- الف نردبانی

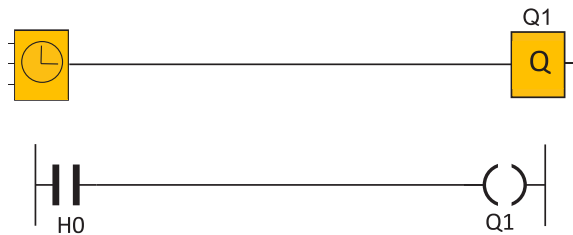


۳۳- ب) بلوکی


شکل ۳۳- نمودار بلوکی و نردبانی

## ۹-۱ تایمر هفتگی

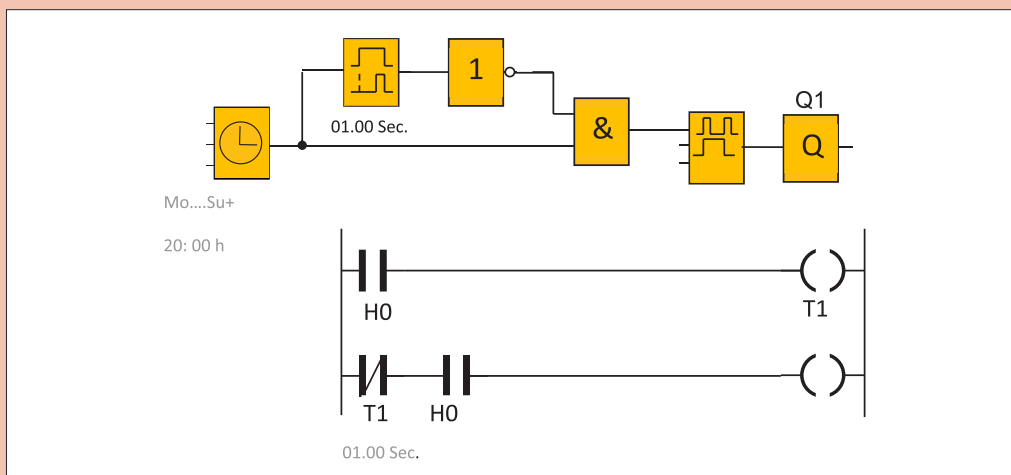
بسیاری از رله‌های قابل برنامه‌ریزی دارای ساعت می‌باشند و بر اساس آن دارای توابع خاصی مانند تایمر هفتگی - تایمر سالانه نیز خواهند بود تایمر هفتگی کاربرد زیادی دارد، شکل بلوکی تایمر هفتگی را نشان می‌دهد.



شکل ۳۴- تایمر هفتگی

این بلوک دارای ورودی نیست و با تنظیم کردن ساعات مشخص روزهای هفته، خروجی آن در زمان شروع و خاتمه تنظیمی فعال می‌شود. این تایمر در روش نردبانی فقط یک تیغه (کنتاکت) است که با تنظیم روزهای مشخص در زمان شروع و خاتمه تنظیمی آن تیغه عمل خواهد کرد. در بعضی از رله‌ها به جای  از علامت H یا علامت @ استفاده می‌شود. تایمر هفتگی بیشتر شرکت‌های سازنده رله قابل برنامه‌ریزی، ثانیه شمار ندارد بنابراین برای توابعی که پالس ثانیه‌ای برای روشن شدن توسط این تایمر را لازم دارند دچار مشکل خواهند شد.

در شکل ۳۵ برای راه‌اندازی تابع رله ضربه‌ای با تایمر هفتگی بدون ثانیه‌شمار، تکنیکی به کار رفته است. این تکنیک را شرح دهید؟



شکل ۳۵- تایمر هفتگی

فعالیت



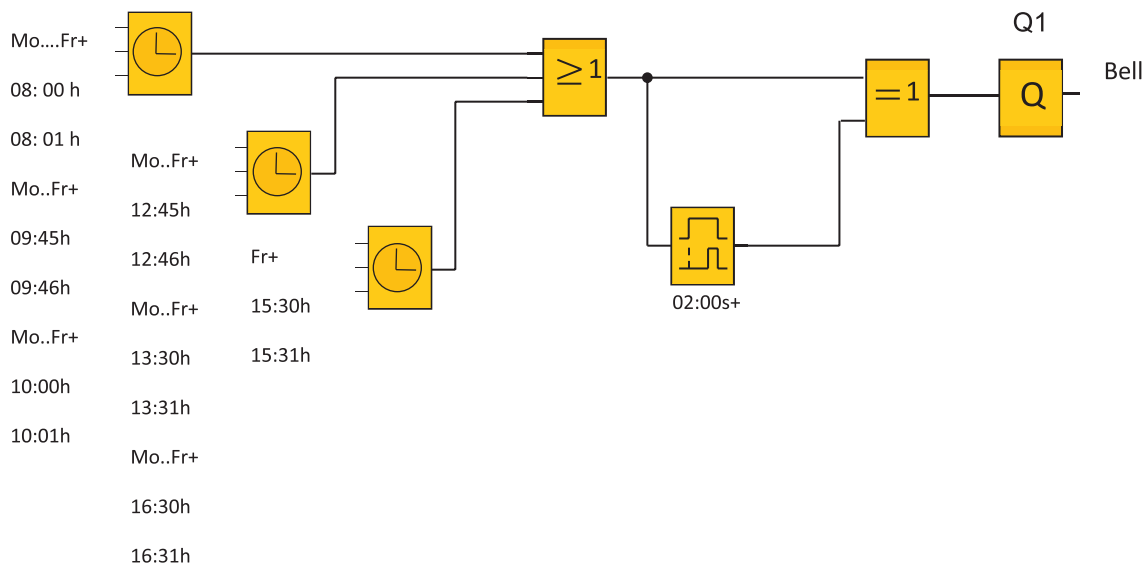


مداری برای زنگ مدارس در برخی از رله‌های قابل برنامه‌ریزی ارائه شده است که در شکل ۳۶ نشان داده شده است.

**اولاً:** مدار این ساعت زنگ را برای هنرستان محل تحصیل برنامه‌ریزی کنید. برای دفتر دبیران نیز خروجی دیگری (زنگ دیگری) با همین مدار در نظر بگیرید. ضمناً در مدار سخت‌افزاری یک شستی قرار دهید که در صورت نیاز بتوان به صورت دستی نیز زنگ ورود و خروج هنرجویان را به صدا درآورد.

**ثانیاً:** نحوه عملکرد مدار را تشریح کنید. آیا علت استفاده از تایمر تأخیر در قطع و XOR ثانیه شمار نبودن تایمر هفتگی است؟ توضیح دهید.

**ثالثاً:** مدار این زنگ را به صورت نردبانی (با فرض ثانیه‌شمار بودن تایمر هفتگی) برنامه‌ریزی کنید؟

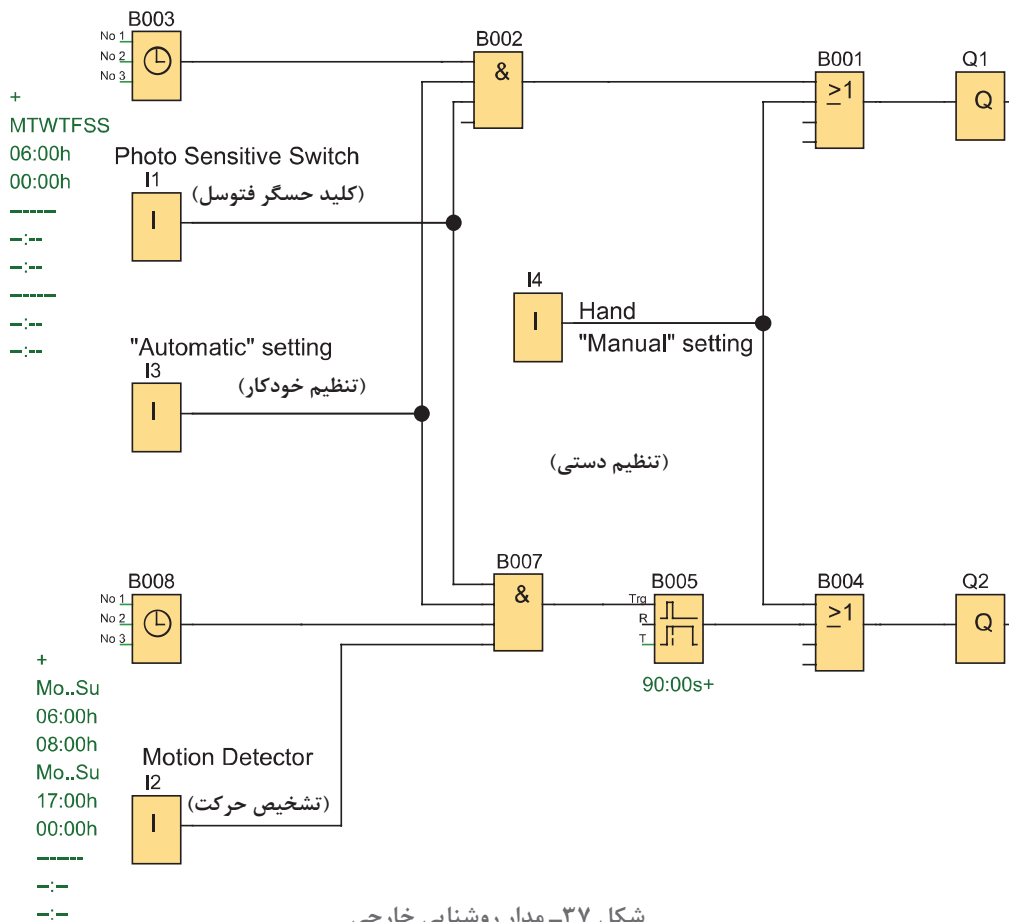


شکل ۳۶ ساعت زنگ‌دار



### کنترل روشنایی خارجی

**هدف:** کنترل روشنایی اصلی محوطه فضای سبز یک اداره و کنترل روشنایی مسیر عبور کارکنان به نحوی که ۲ شرط اشاره شده در ادامه برقرار باشد: یک فتوسل در ورودی I1، یک کلید تبدیل (A-O-H) برای حالت خودکار در ورودی I3، حالت دستی در ورودی I4 استفاده شده است و در ورودی I2 یک آشکارساز حرکت (motion detector)، در مسیر عبور کارکنان نصب و سیم‌کشی شده است (شکل ۳۷).



- ۱- روشنایی اصلی دائمی است با تاریک شدن هوا فتوسل عمل کند و کلید در وضعیت اتوماتیک قرار گیرد. بازه زمانی هر روز از ساعت ۶ صبح تا ۱۲ شب می‌باشد.
  - ۲- روشنایی مسیر کارکنان موقت بوده و زمانی برابر ۹ (9sec) ثانیه دارد. اگر هوا تاریک شده فتوسل عمل کند و کلید در وضعیت اتوماتیک قرار گیرد. بازه زمانی هر روز از ساعت ۶ تا ۸ صبح یا ۵ بعد از ظهر تا ۱۲ شب تعیین شود.
  - ۳- مدار از طریق ورودی I4 در حالت دستی قرار گیرد به طوری که روشنایی اصلی و مسیر کارکنان هر دو روشن می‌شوند، این عمل به روشنایی هوا و یا زمان تنظیمی بستگی ندارد.  
الف) برنامه را در نرم‌افزار PLR رسم نمایید.  
ب) شبیه‌سازی آن را با طرز کار زیر مطابقت دهید.  
در حین اجرای برنامه به سؤالات زیر پاسخ دهید و گزارش کاملی از این کار عملی تهیه نمایید.
- ۱- مجموعه بلوک‌های OR به صورت (B004 و B001) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟
  - ۲- بلوک‌های AND به صورت B002 به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟
  - ۳- از بلوک‌های AND به صورت B007 به چه منظور در این برنامه استفاده شده است؟

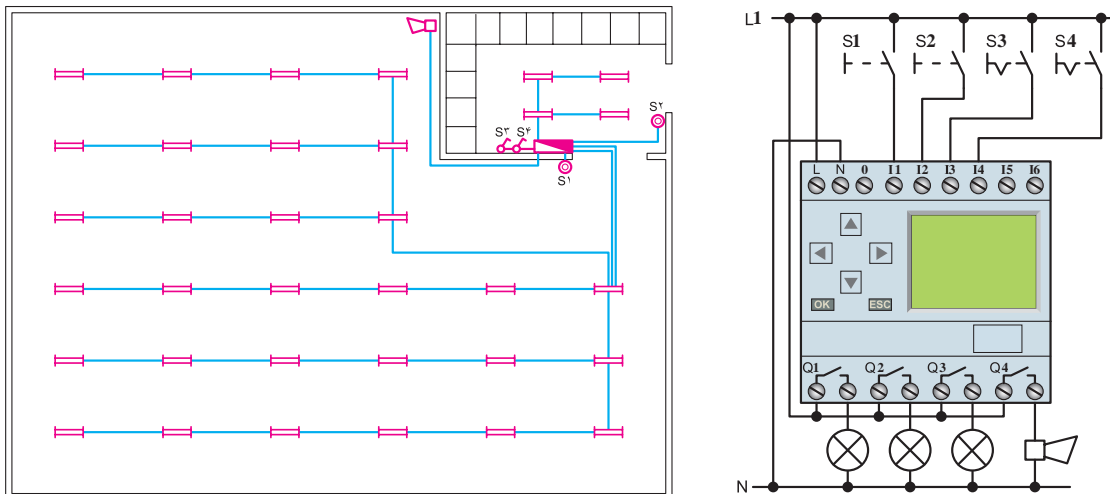


برنامه روشنایی خارجی شکل ۳۷ را به صورت نردبانی تبدیل و ترسیم نمایید.

هدف: کنترل روشنایی یک سالن ورزشی

- شرح کار عملی:** مطابق شکل ۳۸ با فشردن شستی S1 گروه روشنایی ۱ و ۲ روشن شوند.
- ۱- در ساعت ۲۱:۴۵، زنگ به مدت ۵ ثانیه اعلام می کند که سالن ورزشی تعطیل است (اگر هر دو گروه روشنایی ۱ و ۲ روشن باشند) ابتدا گروه ۱ در ساعت ۲۲:۰۰ و ۱۵ دقیقه (یک ربع) بعد گروه روشنایی ۲ همگی خاموش می شوند.
  - ۲- با فشردن شستی S2 روشنایی رختکن روشن شود و در ساعت ۲۲:۲۵ یعنی ۱۰ دقیقه بعد از خاموشی کامل سالن، روشنایی رختکن هم خاموش شود.
  - ۳- S3 کلید مرکزی است. با فعال کردن این شستی در صورتی که تمام چراغها روشن باشد، بدون هیچ محدودیتی خاموش شوند.
  - ۴- S4 کلید مخصوص روزهای تعطیل است. با وصل بودن این کلید مدار کار نخواهد کرد.
- الف) برنامه را در محیط نرم افزار رله ترسیم نمایید.  
ب) شبیه سازی برنامه را با بند یک تا سه مطابقت دهید.

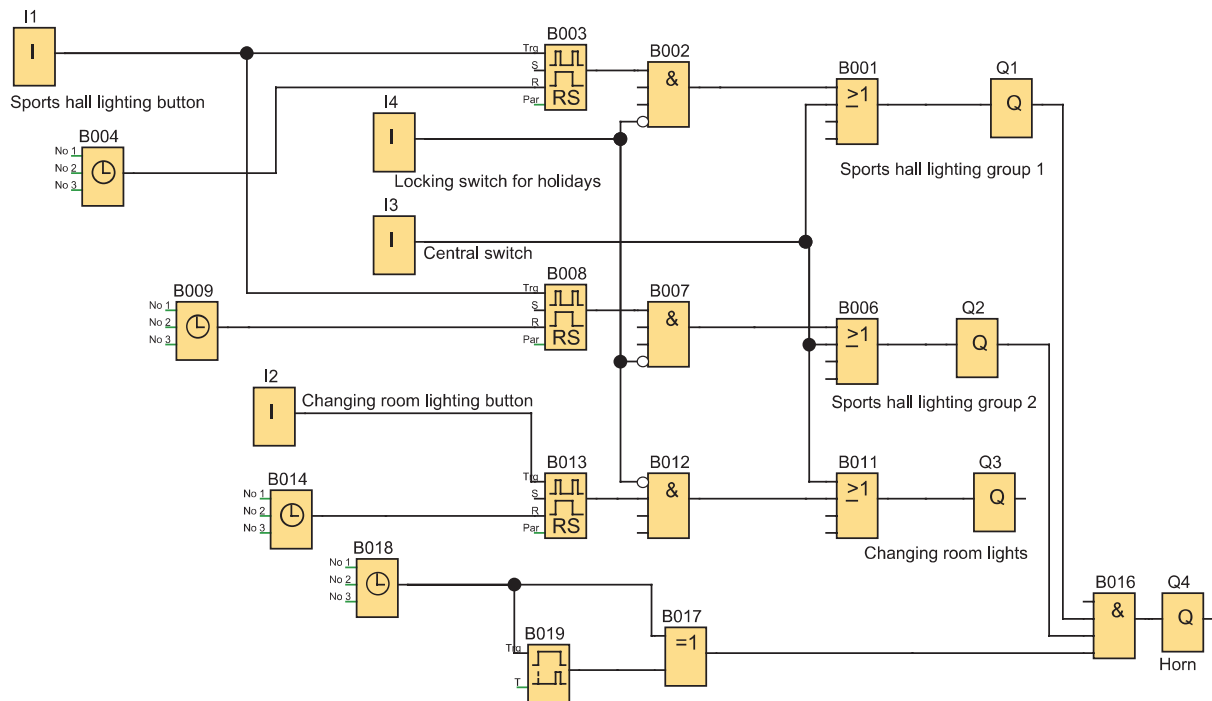
مدار روشنایی سالن ورزشی



شکل ۳۸- روشنایی سالن ورزشی



- اگر شبیه‌سازی برنامه مطابق شکل ۳۹ باشد. در حین اجرای برنامه به سؤالات زیر پاسخ دهید و گزارش کاملی از این کار عملی تهیه نمایید.
- ۱- مجموعه بلوک‌های OR به صورت (B001 و B006 و B011) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟
  - ۲- مجموعه بلوک‌های AND به صورت (B002 و B007 و B012) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟
  - ۳- از بلوک B016 به چه منظور در این برنامه استفاده شده است؟
  - ۴- آیا قرار دادن تابع XOR مانند برنامه زنگ مدرسه به علت ثانیه‌شمار نبودن ساعت هفتگی است؟
  - ۵- چرا در برنامه برای ورودی I1 دو انشعاب تعریف شده است؟
  - ۶- کدام یک از ساعت‌های هفتگی برای Set کردن Pulse Relay استفاده و روی چه مقادیری تنظیم شده‌اند؟
  - ۷- کدام تایمرهای هفتگی برای Reset کردن Pulse Relay استفاده و روی چه مقادیری تنظیم شده‌اند؟



شکل ۳۹- مدار شبیه‌سازی شده سالن ورزشی



## هدف: کنترل روشنایی خارجی و داخلی یک ساختمان

**شرح کار عملی:** هنگامی که ساکنین منزل نیستند و هوا تاریک است اگر شخصی نزدیک خانه شود برای محافظت باید چراغ‌های داخلی و خارجی ساختمان روشن شود و سیستم اعلام سرقت فعال شود.

مدار شبیه‌سازی این کار مطابق شکل ۴۰ است. این کار عملی را با این شرایط انجام دهید:

۱- فضا و روشنایی خارجی به سه ZONE تقسیم شده (با خروجی‌های Q1 و Q2 و Q3) و در هر ZONE یک آشکارساز حرکتی (با کنتاکت NO) قرار دارد که به ورودی‌های I2 و I3 و I4 سیگنال می‌دهد.

۲- هر کدام از روشنایی خارجی در خروجی‌های Q1 یا Q2 یا Q3 ظاهر شود. اگر فتوسل محوطه در ورودی I1 فعال شود (هوا تاریک باشد) و زمان تنظیمی ساعت هفتگی (از ساعت ۱۷ تا ۷ صبح) باشد به محض تحریک یک آشکارساز حرکت در ورودی I2 یا I3 یا I4 عمل کرده و برای ۹۰sec روشنایی آن ZONE فعال (روشن) شود.

۳- ساختمان دارای سیستم اعلام سرقت نیز باشد یک کنتاکت باز NO از این سیستم به ورودی I5 سیگنال می‌دهد و در صورتی که این سیستم برای یک لحظه فعال شود مستقل از تاریکی هوا و ساعت مجدداً برای ۹۰sec همه روشنایی‌های داخلی و خارجی (روشن) شوند.

۴- مدار دارای یک آشکارساز حرکتی اصلی است که در منطقه حساس نصب شده و به ورودی I6 سیگنال می‌دهد و نصب شده است. این آشکارساز نیز مستقل از تاریکی و ساعت بوده و اگر برای لحظه‌ای فعال شود برای ۹۰sec همه روشنایی‌های داخلی و خارجی فعال (روشن) شود.

۵- به‌طور کلی روشنایی‌های داخلی برای ۹۰sec روشن و فعال خواهند شد. اگر سیستم اعلام سرقت یا آشکارساز حرکتی اصلی فعال شود صرف‌نظر از هر چیز، روشنایی‌های داخلی به شکل دیگری هم روشن شوند. هر بار که فتوسل و یا هر کدام از ورودی I2 یا I3 یا I4 عمل کند اگر ورودی‌ها برای بیش از ۹۰sec ثابته فعال شوند روشنایی‌های داخلی به‌طور دائم روشن بمانند.

الف) برنامه را در نرم‌افزار PLR ترسیم نمایید

ب) مدار شبیه‌سازی شده را با طرز کار مدار مطابقت دهید.

در حین اجرای برنامه به سؤالات زیر پاسخ دهید و گزارش کاملی از این کار عملی تهیه نمایید.

۱- مجموعه بلوک‌های OR به‌صورت (B002 و B006 و B010 و B014) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟

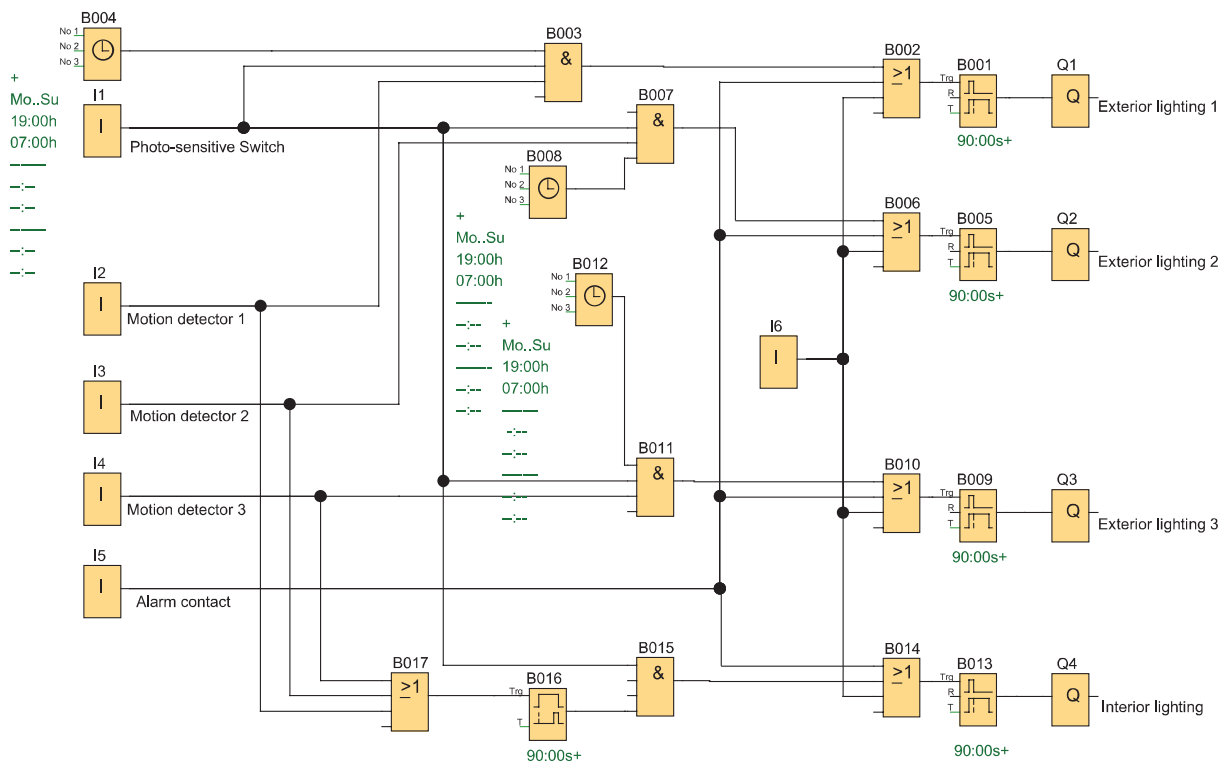
۲- مجموعه بلوک‌های AND به‌صورت (B007 و B011 و B015) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟

۳- از بلوک B017 به چه منظور در این برنامه استفاده شده است؟

۴- در برنامه چرا برای ورودی I1 چهار انشعاب تعریف شده است؟

۵- علت استفاده از بلوک OR به‌صورت B014 در برنامه چیست؟

۶- تایمر تأخیر در وصل ۹۰ sec به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟



شکل ۴۰- مدار شبیه‌سازی شده روشنایی و حفاظت از ساختمان

برنامه شبیه‌سازی شکل ۴۰ را به شکل نردبانی رسم نمایید.



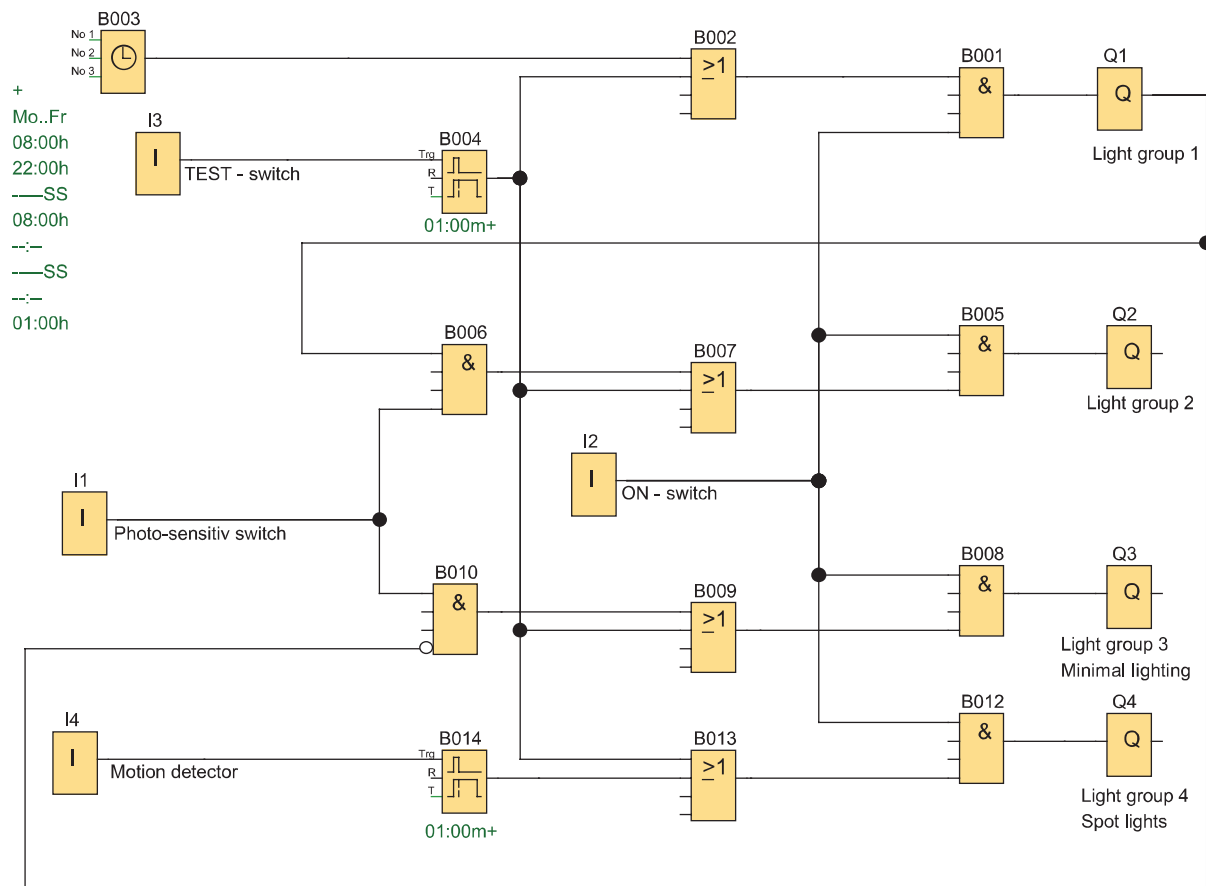


## (نیمه تجویزی)

### هدف: کنترل روشنایی ویتیرین مغازه

**شرح کار عملی:** برای کنترل روشنایی ویتیرین یک مغازه از رله قابل برنامه‌ریزی استفاده شده است. چهار گروه روشنایی برای این منظور تعریف شده است. گروه اول برای روشنایی در طول روز و ساعات کاری برای داخل ویتیرین است که از راه دور قابل مشاهده است. گروه دوم بیرون از ویتیرین و تابع فتوسل است. گروه سوم روشنایی برای ساعات غیرکاری و با کمترین میزان روشنایی است و گروه چهارم روشنایی موضعی و روی وسایل خاص برای زمانی است که افراد به ویتیرین نزدیک شده و توجه آنها به اجناس داخل جلب می‌شود. شبیه‌سازی را مطابق شکل ۴۱ به نحوی انجام دهید که شرایط گفته شده در ادامه برقرار باشد:

- ۱- گروه اول از شنبه تا چهارشنبه از ساعت ۸ صبح تا ۲۲، پنجشنبه از ۸ صبح تا ۲۴ و جمعه از ساعت ۱۲ ظهر تا ۲۰ روشن شود.
- ۲- گروه دوم در حالی که گروه اول روشن است و فتوسل در ورودی II متصل است روشن شده و فضای بیرون ویتیرین را روشن کند.
- ۳- گروه سوم در حالی که روشنایی گروه اول خاموش است (در ساعات غیرکاری) فتوسل عمل کرده و ویتیرین را روشن کند. در این حالت چراغ‌ها با کمترین تعداد و کمترین مصرف برای ویتیرین در نظر گرفته شده است.
- ۴- گروه چهارم روشنایی موضعی است که با آشکارساز حرکت فعال می‌شود که در کنار ویتیرین نصب شده است و برای یک دقیقه صرف نظر از اینکه بقیه روشنایی‌ها در چه وضعیتی هستند داخل ویتیرین را روشن کند.
- ۵- یک شستی آزمون هم در نظر گرفته شده که با فشردن آن همه روشنایی‌ها به مدت یک دقیقه روشن شده و پس از آن به وضعیت اولیه خود برمی‌گردند.
- ۶- یک کلید در ورودی I2 در نظر گرفته شده که در حالت وصل، کل روشنایی‌ها روشن شوند. در حین اجرای برنامه به سؤالات زیر پاسخ دهید و گزارش کاملی از این کار عملی تهیه نمایید.
  - ۱- مجموعه بلوک‌های OR به صورت (B002 و B007 و B009 و B013) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟
  - ۲- مجموعه بلوک‌های AND به صورت (B001 و B005 و B008 و B012) به چه منظور در برنامه استفاده شده است؟
  - ۳- از بلوک B006 به چه منظور در این برنامه استفاده شده است؟
  - ۴- از بلوک B010 به چه منظور در این برنامه استفاده شده است؟
  - ۵- نوع تایمرهایی که برای این برنامه استفاده شده چیست و در اینجا با چه بلوکی مشخص شده است؟ (الف) برنامه را در نرم‌افزار PLR ترسیم نمایید. (ب) شبیه‌سازی مدار را با طرز کار آن مطابقت دهید.



شکل ۴۱- مدار شبیه سازی شده روشنایی ویتترین مغازه

## ارزشیابی شایستگی توابع ساده رله‌های قابل برنامه‌ریزی

<p><b>شرح کار:</b>          شناسایی دکمه‌های رله قابل برنامه و برنامه‌نویسی نردبانی و بلوکی، توابع ساده مورد نیاز در طراحی و سیم‌کشی کار با نرم‌افزار رله‌های قابل برنامه‌ریزی (رسم - ویرایش و انتقال و شبیه‌سازی) خواندن برنامه و انتقال آن به رله قابل برنامه‌ریزی توسط دکمه و نرم‌افزار آزمایش مدارات روشنایی و پیاده‌سازی آن در رله‌های قابل برنامه‌ریزی</p>			
<p><b>استاندارد عملکرد:</b> کار با رله قابل برنامه‌ریزی و نرم‌افزار آن و اجرای سیم‌کشی آن  <b>شاخص‌ها:</b>          تسلط بر کار با دکمه‌ها          کاربری نرم‌افزار رسم مدارات و ویرایش آنها و انتقال و شبیه‌سازی سیم‌کشی صحیح قطعات روی رله قابل برنامه‌ریزی</p>			
<p><b>شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:</b>  <b>شرایط:</b> فضای مناسب - ابزار مناسب - مدت زمان متناسب با حجم کار  <b>ابزار و تجهیزات:</b> ابزار عمومی سیم‌کشی برق - رایانه (Lab top) یا رایانه معمولی (PC) - سرسیم - قطعات الکتریکی مدارات روشنایی مثل کلید، چراغ و شستی، رله قابل برنامه‌ریزی و کابل آن، لباس کار</p>			
<p><b>معیار شایستگی:</b></p>			
ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	خواندن برنامه و انتقال آن به رله قابل برنامه‌ریزی توسط دکمه‌های آن	۲	
۲	خواندن برنامه و انتقال آن به رله توسط نرم‌افزار و شبیه‌سازی آن	۲	
۳	اجرای مدارات روشنایی و پیاده‌سازی آن در رله‌های قابل برنامه‌ریزی	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست‌محیطی و نگرش: کسب اطلاعات کار تیمی مستندسازی ویژگی شخصیتی	۲	
	<b>میانگین نمرات</b>		*
<p>* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.</p>			