پودمان ۱

نصب و راه‌اندازی رله هوشمند

با پیدایش اولین کارگاه های صنعتی، نیاز به کنترل و اتوماسیون صنعتی مورد توجه مدیران صنعت قرار گرفت. اولین ابزارهای کنترل صنعتی، سیستم های مکانیکی مانند بازوها، اهرم ها و چرخ دنده ها بودند. به مرور زمان استفاده از هوای فشرده و روغن موجب پیدایش سیستم های کنترل پنوماتیکی و هیدرولیکی گردید. اما با پیدایش کلیدهای مغناطیسی در سال ۱۸۳۵ میلادی، فرآیندهای کنترلی به کمک مدارات فرمان الکتریکی، بصورت سخت افزاری ظهور و بروز یافت. اما با پیدایش ریز پردازنده ها، فرآیندهای کنترل و اتوماسیون صنعتی و ساختمانی دچار تحول چشمگیر شدند. کنترل کننده های منطقی قابل برنامه ریزی[۱] به مرور جایگاه خود را به عنوان بهترین ابزار اتوماسیون در صنعت باز کرد. اما در سال ۱۹۶۰ میلادی جهت کاهش هزینه و تسهیل فرآیند اتوماسیون صنعتی، سخت افزار رله هوشند به بازار ارائه شد.

۱ - Programmable Logic Controller (PLC)

واحد یادگیری ۱
شایستگی اجرای مدارهای کاربردی با رله هوشمند

آیا تا به حال پی برده اید؟

- برای کنترل یک فرآیند صنعتی چه سیستم هایی وجود دارد؟
- مزایا و معایب هریک از سیستم های کنترل صنعتی چیست؟
- چگونه می توان پیش از اجرای یک فرآیند کنترل از عملکرد مطلوب آن اطمینان حاصل نمود؟
- چگونه می توان مدارهای روشنایی را با کمک گیت های منطقی معادل سازی نمود؟

هدف از این شایستگی عبارتند از:

۱- توانایی انتخاب سخت افزار مناسب با توجه به مزایا و معایب محصولات شرکت های مختلف سازنده رله های هوشمند.

۲- توانایی انتخاب سخت افزار با توجه به تعداد المان های کنترل کننده و کنترل شونده.

۳- توانایی سیم کشی رله هوشمند.

۴- توانایی تبدیل زبان های نردبانی و بلوک دیاگرامی.

۵- توانایی نصب نرم افزار شبیه ساز (LSC) بر روی رایانه.

۶- توانایی انتقال برنامه نوشته شده در نرم افزار به سخت افزار.

استاندارد عملکرد

- پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی، هنرجویان قادر به انتخاب رله هوشمند متناسب با احتیاجات فرآیند اتوماسیون و برنامه ریزی و پیاده سازی فرآیند کنترل توسط رله هوشمند خواهند بود.

آیا می دانید

اتوماسیون صنعتی چیست؟
اتوماسیون صنعتی یک گام فراتر از مکانیزاسیون صنعتی است. مکانیزاسیون به معنای فراهم کردن ابزار و دستگاه هایی است که متصدیان را برای انجام بهتر فرآیندهای صنعتی یاری می کنند. اما در اتوماسیون صنعتی با استفاده از رایانه ها بجای متصدیان انسانی، ماشین آلات صنعتی و فرآیند تولید، کنترل و هدایت می شوند تا علاوه بر افزایش سرعت، دقت، کیفیت و امنیت تولید، هزینه تولید نیز کاهش یابد.

بررسی مزایا و معایب انواع سیستم های کنترل صنعتی

بطور کلی دو نوع سیستم کنترلی وجود دارد.
الف- سیستم کنترل سخت افزاری
ب - سیستم کنترل نرم افزاری

الف- سیستم کنترل سخت افزاری

سیستم های کنترل سخت افزاری به دو گروه رله ای و الکترونیکی تقسیم می شوند. شما پیش تر با کنترل کننده های رله ای مانند مکانیکی، هیدرولیکی و پنوماتیکی آشنا شده اید.

فعالیت کلاسی۱

مثال هایی از سیستم های کنترل رله ای عنوان و معایبشان را برشمارید:

.....

.....

.....

سیستم کنترل سخت افزاری الکترونیکی یا همان سیستم کنترل کنتاکتوری، نسبت به سیستم های کنترل سخت افزاری رله ای دارای مزایای قابل توجهی می باشند که می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱- پیاده سازی ساده تر، کم هزینه تر و با صرف زمان کمتر

۲- تعمیر و نگهداری ساده تر و کم هزینه تر

۳- امکان تصحیح و به روز آوری فرآیند کنترل با صرف هزینه و زمان کمتر

ب- سیستم کنترل نرم افزاری

سیستم کنترل نرم افزاری نیز شامل دو گروه عمده است:

۱- رایانه ای (IPC)

۲- منطقی قابل برنامه ریزی (PLC)

ترجمه کنید

Some of the Programmable Logic Controller advantages:

1-Flexibility

One single Programmable Logic Controller can easily run many machines.

2-Correcting Errors

In old days, with wired relay-type panels, any program alterations required time for rewiring of panels and devices. With PLC control any change in circuit design or sequence is as simple as retyping the logic. Correcting errors in PLC is extremely short .and cost effective

3-Space Efficient

Today's Programmable Logic Control memory is getting bigger and bigger this means that we can generate more and more contacts, coils, timers, sequencers, counters and so on. We can have thousands of contact timers and counters in a single PLC. Imagine what it would be like to have so many things in one panel

4-Low Cost

Prices of Programmable Logic Controllers vary from few hundreds to few thousands. This is nothing compared to the prices of the contact and coils and timers that you would pay to match the same things. Add to that the installation cost, the shipping cost and so on

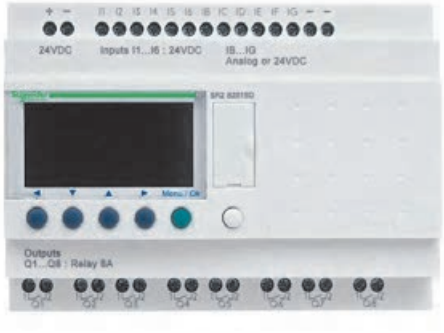
5-Testing

A Programmable Logic Control program can be tested and evaluated in a lab. The program can be tested, validated and corrected saving very valuable time

6-Visual observation

When running a PLC program a visual operation can be seen on the screen. Hence troubleshooting a circuit is really quick, easy and simple

در اواسط دهه ۹۰ میلادی شرکت زیمنس، کنترل کننده کوچک خود با نام !LOGO را به بازار معرفی نمود. این تجهیز از نظر ساختمان و شکل ظاهری مانند PLC است تا حدی که در ابتدای معرفی این تجهیز به بازار، از آن به اشتباه با عنوان Mini PLC یاد می شد. این کنترل کننده دارای جزئیات کمتر نسبت به PLC می باشد و شاید بهتر باشد به آن یک رله قابل برنامه ریزی یا رله هوشمند بگوییم. این تجهیز به علت ساختار ساده تر، حجم و ابعاد کوچک تر و البته قدرت پردازش پایین تر نسبت به PLC دارای قیمت پایین تری است اما همین دلایل کافی بود تا مهندسان صنعت برق و اتوماسیون صنعتی گرایش چمشگیری به استفاده از این تجهیز داشته باشند.
با توجه به اینکه در ایران رله های هوشمند شرکت زیمنس از استقبال بیشتری نسبت به محصولات دیگر شرکت ها برخوردارند، این محصول بیشتر با نام !LOGO شناخته می شود. اما شرکت هایی همچون اشنایدر آلمان، مولر آلمان، فونیکس آلمان، امرون ژاپن و ماهر ایران محصولات خود را با نام های Zen ،Easy ،Zelio و !Smart LOGO به بازار عرضه کرده اند.



ZELIO

EASY

ZEN

با توجه به اینکه بسیاری از شرکت های فعال در امر اتوماسیون صنعتی در ایران، استفاده از رله های هوشمند شرکت زیمنس را نسبت به دیگر برندهای معتبر این تجهیز، ترجیح داده اند و همچنین با توجه به اینکه نرم افزار شبیه ساز LSC شباهت زیادی به نرم افزار شبیه ساز PLC دارد، نظام آموزش فنی حرفه ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش نیز از ابتدای ورود به بحث آموزش اتوماسیون صنعتی، این تجهیز را مبنای آموزش های خود قرار داده است. از سوی دیگر با توجه به اهمیت خودباوری ملّی و نگاه درون زا و در پی آن اشتغال آفرینی در مشاغل دانش بنیان، در این فصل از کتاب، سخت افزار!Smart LOGO مبنای آموزش قرار گرفته است.

آیا می دانید

استفاده از محصولات دانش بنیان ساخت ایران ۶ اثر مهم ملّی دارد:

۱- کاهش نرخ بیکاری جوانان متخصص و شکوفا شدن استعدادهای نیروی انسانی کشور

۲- افزایش توان پولی، مالی و اعتباری کشور و تقویت پول ملی و توسعه اقتصادی کشور

۳- جلوگیری از خروج ارز مورد نیاز کشور و در نتیجه کاهش وابستگی ارزی به کشورهای بیگانه

۴- مقابله با تحریم های اقتصادی و بالارفتن قدرت چانه زنی در معاملات بین المللی

۵- افزایش اعتماد به نفس و تقویت غرور و هویّت ملّی

۶- دسترسی راحت به خدمات پس از فروش و افزایش رضایتمندی مصرف کنندگان

نصب نرم افزار شبیه ساز

یکی از مزایای حائز اهیمت در استفاده از رله هوشمند Smart LOGO! امکان بهره گیری از نرم افزار شبیه ساز LOGO! Soft Comfort(LSC) شرکت زیمنس می باشد.

نمایش فیلم

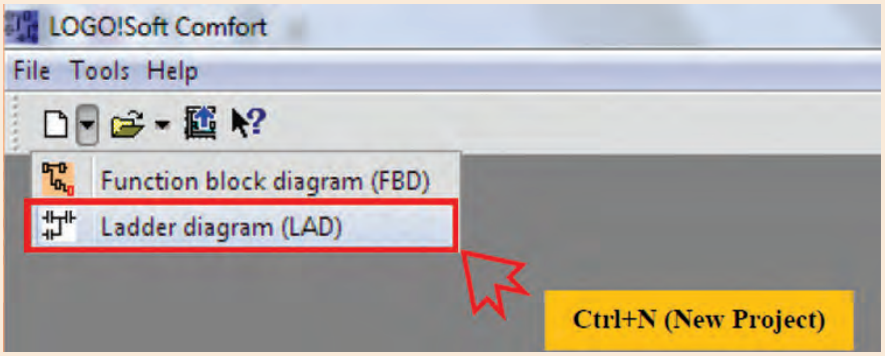
مراحل نصب نرم افزار شبیه ساز LOGO! Soft Comfort

فعالیت کلاسی۲

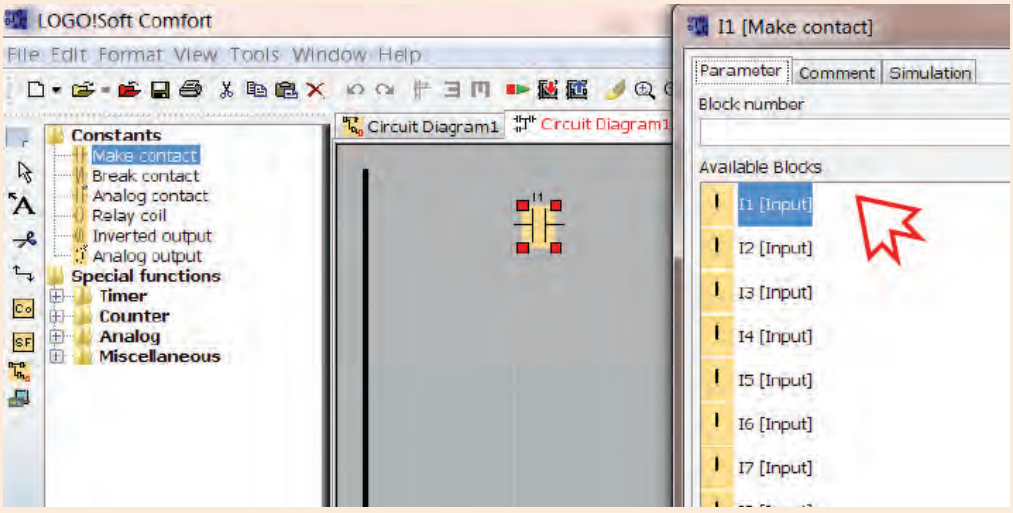
مطابق آموزش تصویری مشاهده شده ، نرم افزار LSC را بر روی رایانه نصب کنید.
نرم افزار LSC را اجرا و مطابق دستور العمل زیر یک مدار ساده را شبیه سازی نمایید.

فعالیت کلاسی۳

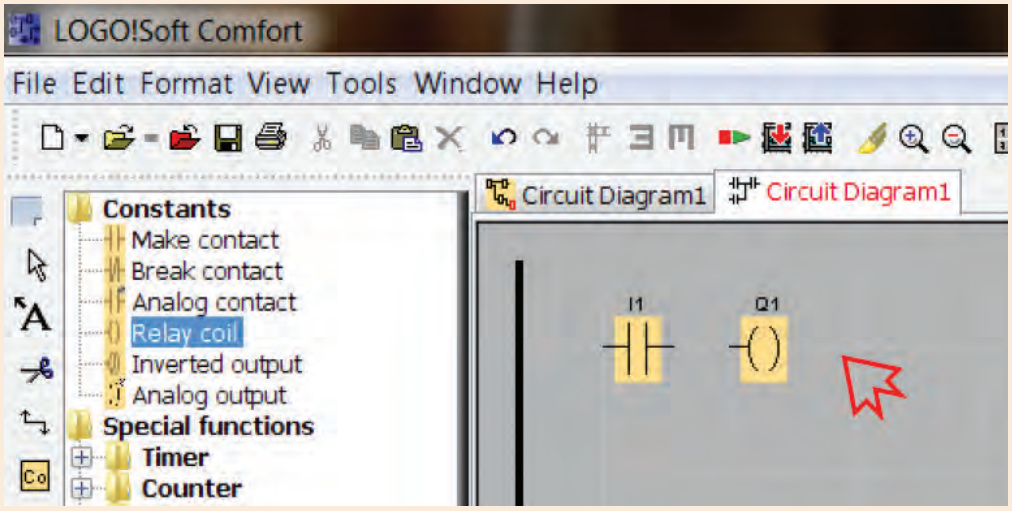
۱- از نوار ابزار بالای صفحه، بر روی فلش کنار پروژه جدید کلیک کرده، گزینه **Ladder diagram** را انتخاب کنید.



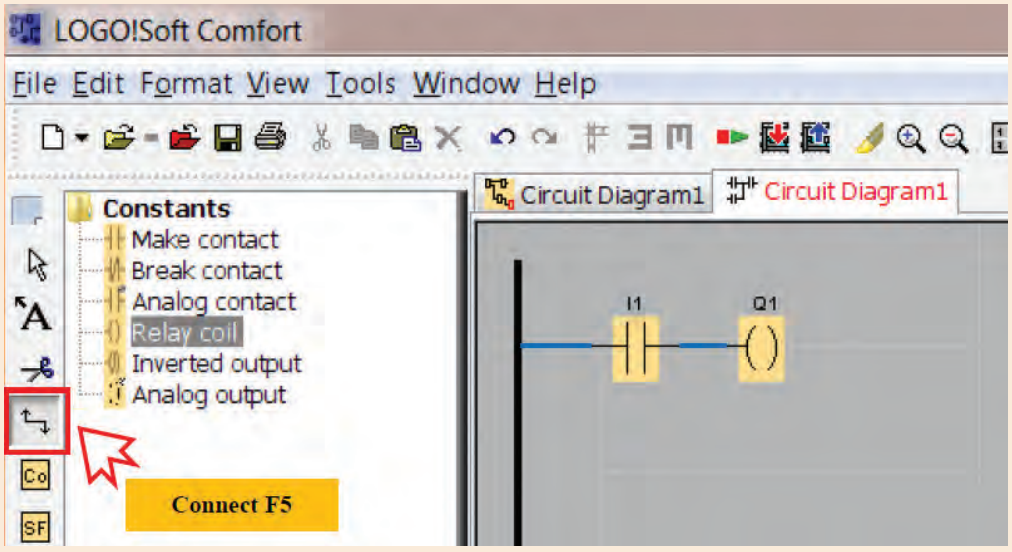
۲- گزینه **Make contact** از نوار المان ها را انتخاب و در صفحه پروژه کلیک نمایید. پنجره جدیدی باز خواهد شد که در آن می توانید انواع ورودی ها را انتخاب کنید. در این مرحله I1[Input] را انتخاب کنید.



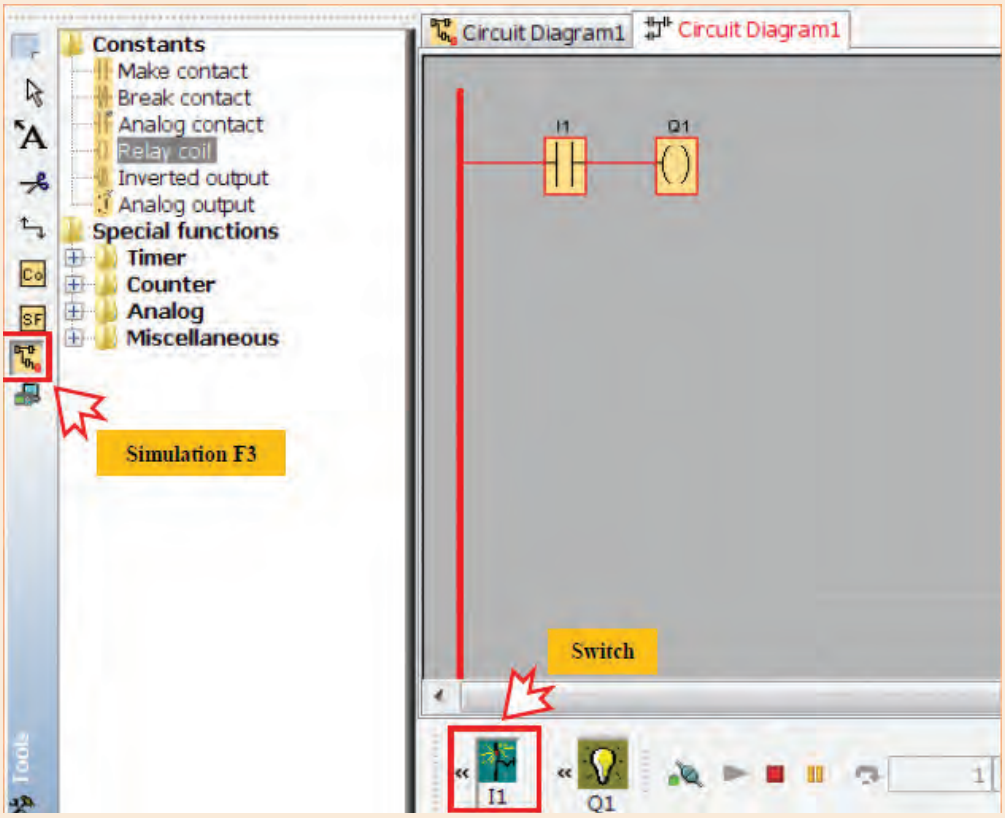
۳- گزینه **Relay coil** از نوار المان ها را انتخاب و در صفحه پروژه کلیک نمایید.



۴- اکنون از نوار ابزار سمت چپ، با انتخاب گزینه Connect ، اتصال بین ورودی I1 و خروجی Q1 را با تکنیک **Drag&Drop** بین پایه های المان ها برقرار کنید. شما می توانید از کلید میانبر F5 نیز برای فعال نمودن گزینه **Connect** استفاده نمایید.



۵- اکنون جهت نمایش چگونگی عملکرد مدار فوق، از نوار ابزار سمت چپ گزینه **Simulation** را انتخاب و یا از کلید میانبر F3 بر روی صفحه کلید استفاده کنید.



۶- با کلیک بر روی I1 تغییرات Q1 را دنبال و به عبور جریان الکتریسیته در مدار دقت کنید.

فکرکنید

در مدار فعالیت۳ بر روی ورودی I1 کلیک راست کرده در پنجره باز شده، گزینه اول (**Block Properties…**) را انتخاب و در پنجره جدید سربرگ سوم (**simulation**) را انتخاب کنید. همانطور که در شکل نیز مشاهده می کنید در این پنجره ۴ حالت برای ورودی ها می توان انتخاب نمود. هر بار یکی از گزینه ها را انتخاب و تفاوت عملکرد ورودی I1 را در خروجی Q1 بررسی نمایید. سپس برای هر یک از حالات، یک معادل پارسی انتخاب نمایید.

1-Switch

.....

2- Momentary pushbutton (make)

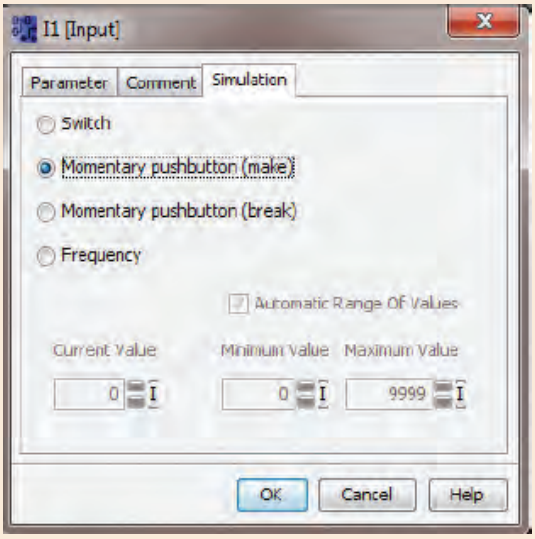
.....

3- Momentary pushbutton (break)

.....

4- Frequency

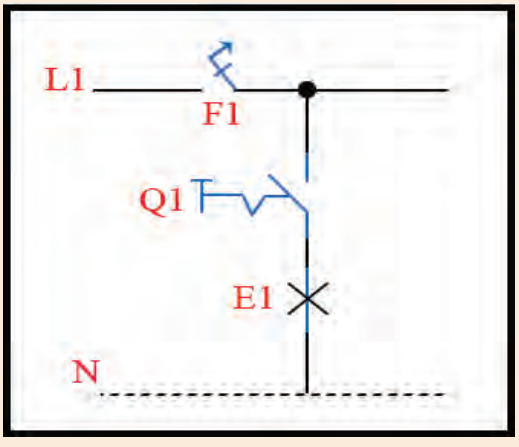
.....



فعالیت کلاسی۴

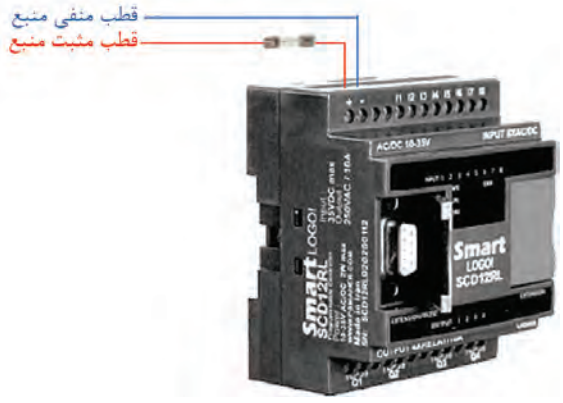
با مقایسه شمای مسیر جریان اتصال تک پل با مدار شبیه سازی شده در فعالیت کلاسی۳ ، متوجه می شوید در این فعالیت توانستید به کمک نرم افزار شبیه ساز LSC یک مدار ساده روشنایی را پیاده سازی نمایید.

اکنون شمای مسیر جریان اتصال دو پل را رسم و سعی کنید این مدار روشنایی را به کمک نرم افزار شبیه ساز LSC پیاده سازی نمایید.



شمای مسیر جریان اتصال تک پل

سیم بندی سخت افزار ! Smart LOGO

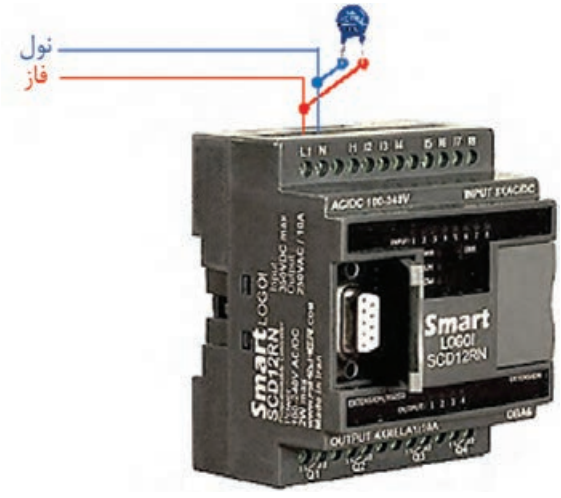


رله های هوشمند از نظر منبع تغذیه ولتاژ شامل دو دسته می شوند:

الف- منبع تغذیه جریان متناوب

ب- منبع تغذیه جریان مستقیم

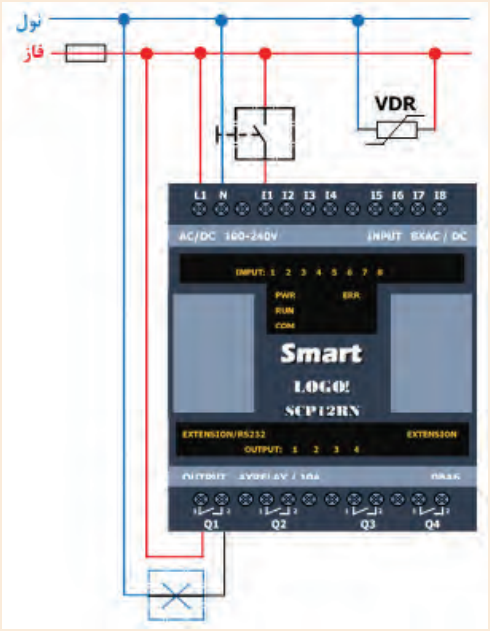
در اتصال رله های هوشمند به منبع تغذیه جریان مستقیم کافی است مطابق شکل، قطب مثبت منبع تغذیه از طریق یک فیوز به پایه +L متصل و قطب منفی نیز مستقیما به پایه N اتصال یابد.



اما در اتصال رله های هوشمند با ولتاژ نامی ۲۲۰ جریان متناوب با توجه به اینکه تجهیز بطور مستقیم به شبکه برق شهری متصل می شود لازم است جهت حفاظت در مقابل ولتاژهای شدید و ناگهانی، یک مقاومت تابع ولتاژ[۱] ۲۰% بیشتر از ولتاژ نامی انتخاب و مطابق شکل بین دو پایه L1 و N نصب گردد.

۱. Voltage Depend Resistor (VDR)

فعالیت کارگاهی۱



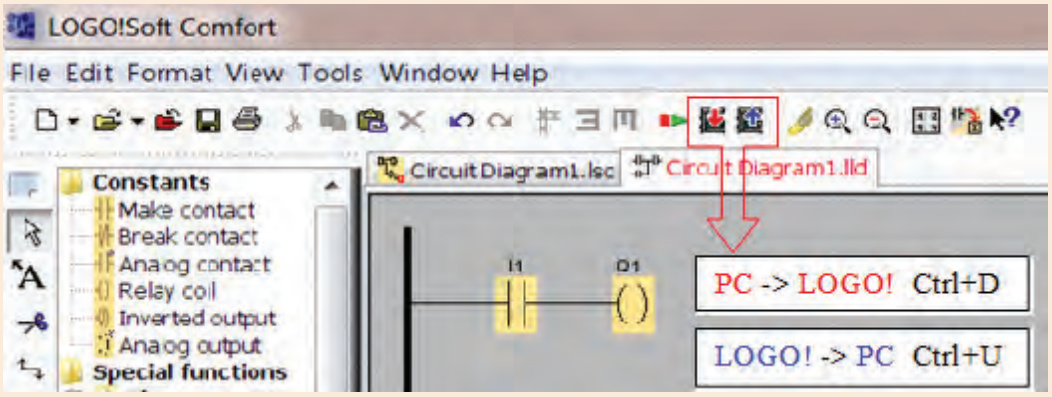
مطابق شکل و با استفاده از کلید شاسی زنگ اخبار، لامپ، فیوز تک فاز و مقاومت تابع ولتاژ؛ سیم کشی فعالیت کلاسی ۳ را پیاده سازی نمایید.

بارگذاری برنامه از LSC به رله هوشمند

اکنون جهت پیاده سازی برنامه نوشته شده توسط نرم افزار LSC ، لازم است برنامه بر روی رله هوشمند بارگذاری گردد. به این منظور ابتدا باید کابل اتصال رله هوشمند و رایانه، به ویندوز شناسانده شود تا امکان برقراری ارتباط بین این دو فراهم گردد.

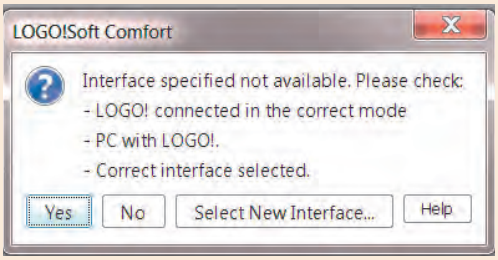
فعالیت کلاسی۵

مدار رسم شده در فعالیت کلاسی۳ را باز نموده کابل اتصال رله هوشمند به رایانه را متصل نمایید و مطابق شکل در نوار ابزار بالایی، بر روی گزینه PC-> LOGO! کلیک نمایید.



فعالیت کلاسی ۶

پیغام ظاهر شده را به کمک هم گروهی خود ترجمه و با هم فکری یکدیگر، مشکل بوجود آمده را برطرف نمایید.



نکته

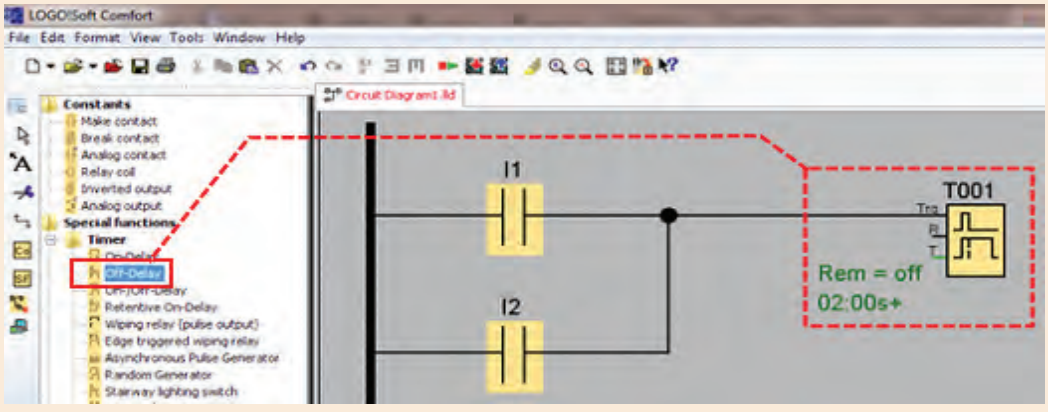
در مواقعی که بخواهیم مدار بارگذاری شده بر روی رله هوشمند را عیب یابی و یا تغییراتی در مدار طراحی شده اعمال نماییم، لازم است عکس این فرآیند انجام شود و برنامه از رله هوشمند به نرم افزار LSC بارگذاری گردد. بدین منظور پس از اتصال رله هوشمند به رایانه؛ در نرم افزار LSC بر روی آیکون کلیک و یا از کلید میانبر **Ctrl+U** استفاده می کنیم.

فعالیت کلاسی ۷

ابتدا شمای مسیر جریان مدار روشنایی راه پله را رسم و سپس سعی کنید این مدار روشنایی را به کمک نرم افزار شبیه ساز LSC پیاده سازی نمایید.

آیا می دانید

همانطور که می دانید مدار روشنایی راه پله را به کمک تایمر نیز می توان پیاده سازی نمود. جهت پیاده سازی این مدار در نرم افزار LSC لازم است از توابع ویژه کمک گیریم. این توابع شامل انواع تایمرها، شمارنده ها، بلوک های آنالوگ و بلوک های متفرقه می باشند که در ادامه تمامی آنها توضیح داده خواهند شد. در اینجا جهت آشنایی با نحوه پیاده سازی مدار روشنایی راه پله به کمک تایمر **Off-Delay**، اشاره ی مختصر به این تابع خواهیم کرد.



جهت تنظیم زمان تایمر بر روی آن کلیک راست نموده از پنجره باز شده گزینه اول (Block Properties...) را انتخاب و در پنجره جدید، مطابق شکل زمان تاخیر در خاموشی را تنظیم می نماییم. با تایید و بستن این پنجره، در گوشه سمت چپ شمای تایمر، زمان تنظیم شده نمایش داده می شود.

اکنون می بایست خروجی تایمر موجب روشن شدن لامپ گردد. اما همانطور که در شکل نیز مشهود است، تایمر هیچگونه پایه خروجی ندارد. پس مطابق تصویر یک ورودی تعریف می کنیم که مقادیر این ورودی معادل مقادیر خروجی تایمر باشد.

ترجمه کنید

با انتخاب T001 متنی در پایین پنجره نمایان می گردد که در ذیل آمده است. ، این متن را ترجمه کنید.

All changes relate to the originally chosen block

.....

.....

.....

In order to configure T001, click on OK and reopen the dialog

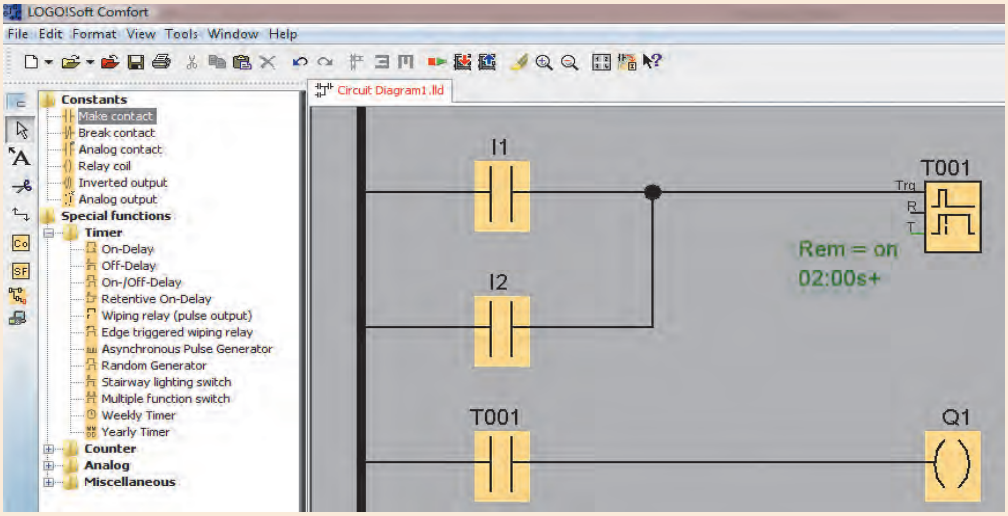
.....

.....

.....

نکته

باید توجه داشت که در این مدار کلیدها به عنوان شاسی تنظیم می گردد.
اکنون با استفاده از کلید میانبر F3 می توانید چگونگی عملکرد مدار طراحی شده را مشاهده نمایید.



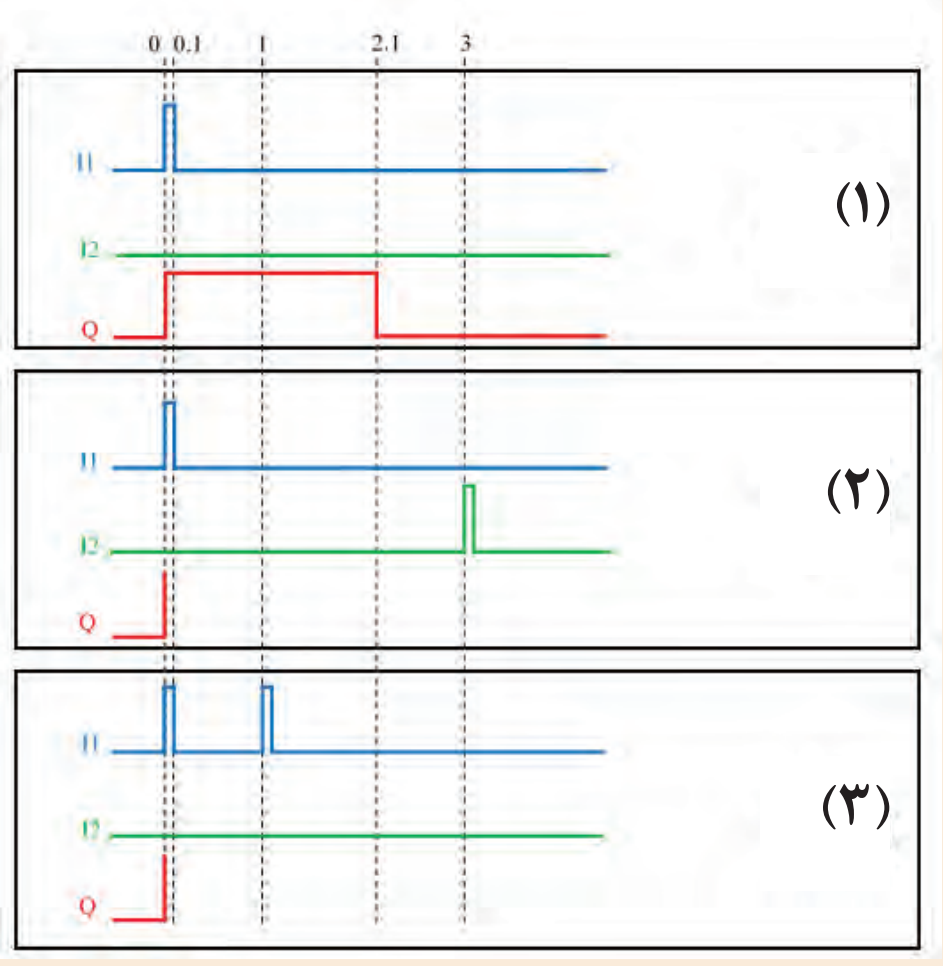
فکرکنید

اکنون مدار روشنایی راه پله به کمک تایمر را مطابق زمان بندی نمایش داده شده در شکل صفحه۱۳ تنظیم و بر اساس آنچه که از عملکرد مدار مشاهده می کنید، مطابق نمودار۱ ، در دیگر نمودارها خروجی Q را رسم کنید؟

۱- شاسی I1 را یک مرتبه فعال کنید.

۲- شاسی I1 را یک مرتبه فعال کنید و ۳ ثانیه بعد شاسی I2 را فعال کنید.

۳- شاسی I1 را یک مرتبه فعال کنید و یک ثانیه بعد مجددا فعال کنید.



ترجمه کنید

اکنون سعی کنید توضیحات نرم افزار LSC را در مورد این تابع ترجمه کنید:

Description of the function Off Delay Timer

Output **Q** is set to 1 instantaneously with a 0 to 1 transition at input **Trg**.

At the 1 to 0 transition at input Trg, LOGO! Retriggers the current time T, and the output remains set. The output **Q** is reset to 0 when **Ta** reaches the value specified in T (Ta=T) **off delay**

A one-shot at input Trg retriggers the time Ta.

.....

.....

.....

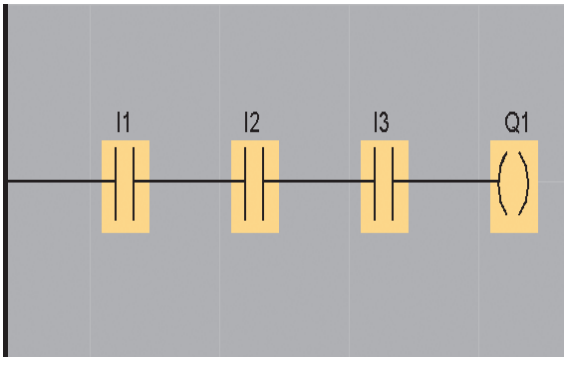
.....

.....

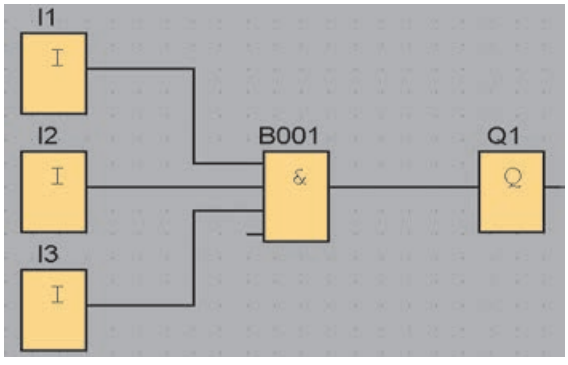
آشنایی با زبان های برنامه نویسی

رله های هوشمند به دو روش قابل برنامه ریزی هستند:

- نردبانی [۱]
- بلوکـی [۲]



نمونه ای از برنامه به روش نردبانی

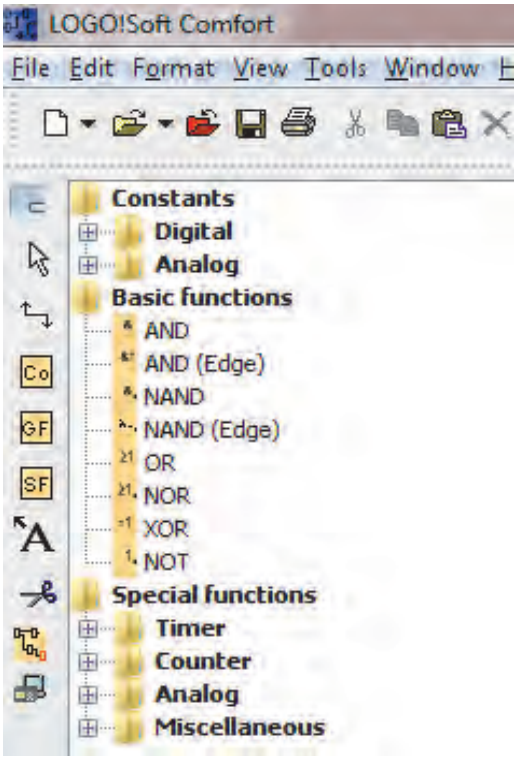


نمونه ای از برنامه به روش بلوکی

۱ . Ladder (LAD)

۲ . Function Block Diagram (FBD)

آنچه تاکنون برای طراحی مدارهای روشنایی در نرم افزار LSC ارائه شده، روش نردبانی بوده است. اما در روش بلوکی، اجزای مدار به کمک دروازه های منطقی پیاده سازی می گردد. لازم به ذکر است در این روش، نماد گیت های منطقی بر اساس استاندارد امریکایی طراحی شده است.
عناصر برنامه نویسی در LSC به سه قسمت کلی دسته بندی می شود:



۱- ثابت ها[۱]
الف- دیجیتال
ب- آنالوگ

۲- توابع پایه[۲]

۳- توابع ویژه[۳]
الف- تایمر
ب- شمارنده
ج- آنالوگ
د- متفرقه

در ادامه به نحوه تنظیمات و عملکرد توابعی
خواهیم پرداخت که بیشترین کاربرد را برای شما دارند.

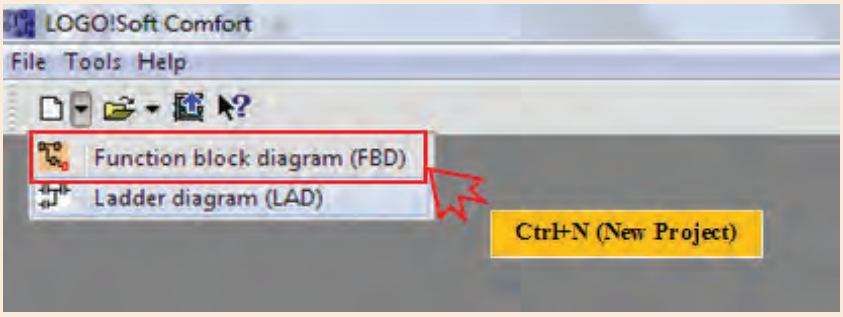
فکرکنید

آیا می توانید به کمک دروازه های منطقی مدار کنترل کولر را به نحوی طراحی کنید که با زدن کلید I1 پمپ آب شروع به کار کند و با زدن I2 موتور کولر روشن شود و I3 وظیفه تبدیل وضعیت سرعت موتور از کند به تند را به عهده داشته باشد؟
مدار به نحوی عمل کند که پیش از روشن شدن پمپ آب، موتور کولر روشن نشود.

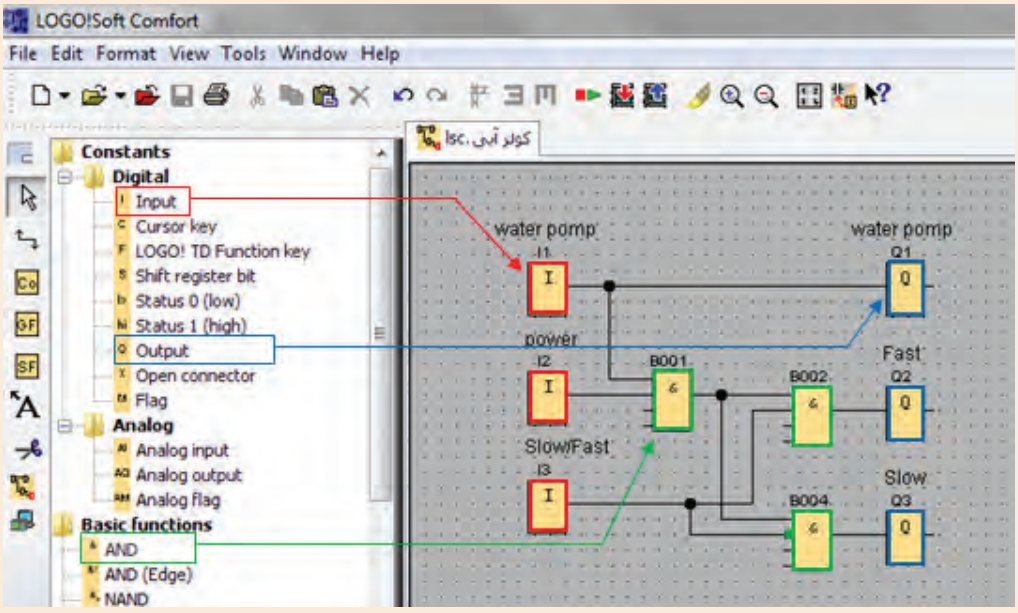
۱ . Constants
۲ . Basic function
۳ . Special function

فعالیت کلاسی ۸

نرم افزار LSC را اجرا و از نوار ابزار بالای صفحه، بر روی فلش کنار پروژه جدید کلیک کرده، گزینه Function block diagram را انتخاب کنید.



مدار زیر را پیاده سازی و عملکرد آن را با مداری که خودتان طراحی کرده اید مقایسه کنید.
جهت NOT کردن پایه ۲ بلوک B004 ، بر روی آن دوبار کلیک نمایید.



در مدار فوق عناصر I1، I2 و I3 ثابت دیجیتال ورودی[۱] و Q1، Q2 و Q3 ثابت دیجیتال خروجی[۲] و B001، B002 و B004 تابع پایه AND می باشند که در ادامه در مورد آنها توضیح داده خواهد شد.

۱ . Digital Input

۲ . Digital Output

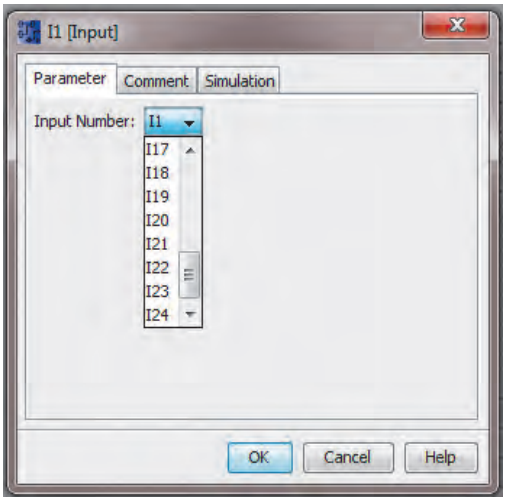
ثابت ها

ثابت ها شامل ورودی، خروجی و پرچم های[1] دیجیتال و آنالوگ می باشد.

الف- دیجیتال

شامل ورودی ها، خروجی ها، کلیدهای مکان نما، بیت ها شیفت رجیستر، یک دیجیتال، صفر دیجیتال، اتصال دهنده باز و پرچم ها می باشد.

۱- ورودی[2]



ورودی های دیجیتال می توانند دارای مقادیر صفر یا یک باشند. رله های هوشمند حداکثر می توانند تعداد ۲۴ ورودی دیجیتال داشته باشند. با دو بار کلیک چپ بـر روی هر ورودی دیجیتال در محیط برنامه نویسی پنجره مشخصات آن باز می شود.

در سربرگ **Parameter** از این پنجره می توان شماره مربوط به ورودی را که حداکثر ۲۴ می باشد، انتخاب نمود.

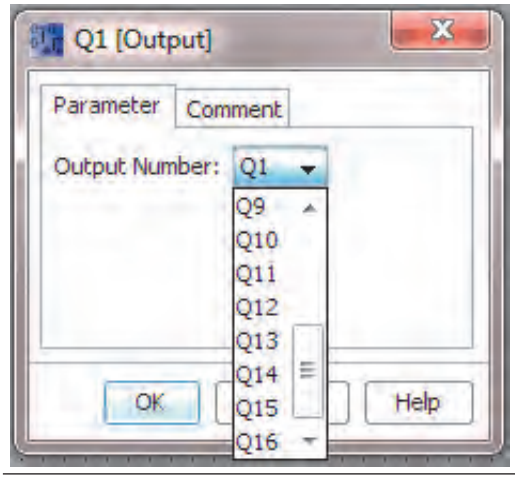
در سربرگ **Comment** از این پنجره می توان توضیحاتی در مورد این ورودی درج نمود تا در هنگام مطالعه برنامه، مشخص باشد که هر ورودی مربوط به کدام عنصر در فرآیند اتوماسیون شما است. در فعالیت کلاسی۸، ورودی های ۱، ۲ و ۳ به ترتیب **Water Pomp**، **Power** و **Slow/Fast** نامگذاری شدند.

در سربرگ **Simulation** از این پنجره می توان نوع این ورودی برای شبیه سازی را تعیین کرد.

۲- خروجی

در رله های هوشمند حداکثر تعداد ۱۶ خروجی دیجیتال وجود دارد که روشن یا خاموش بودن آن ها، به معنای وصل یا قطع بودن خروجی رله می باشد.

سخت افزار رله هوشمندی که در اختیار دارید تنها ۴ خروجی دارد. برای در اختیار داشتن خروجی های بیشتر و امکان فرمان دادن به تعداد بیشتری از عناصر در مدار کنترل، لازم است ماژول توسعه ورودی/ خروجی اضافه نمایید.



۱. Flag

۲. Input

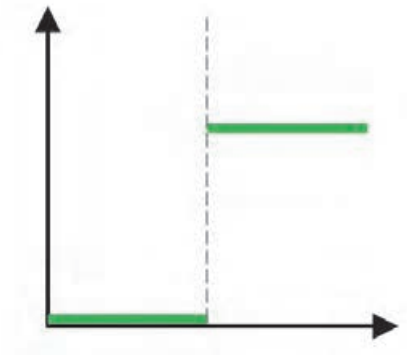
نکته

باید توجه داشته باشید که این ماژول از منبع ولتاژ رله هوشمند تغذیه می نماید و لازم است که ولتاژ آن با ولتاژ کارکرد رله هوشمند مطابقت داشته باشد.

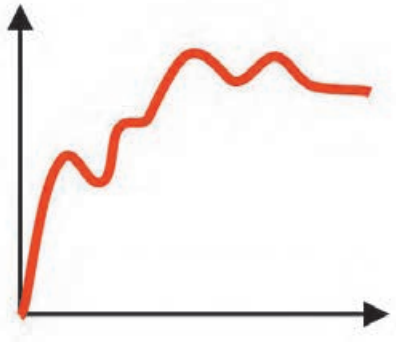
بجز عناصر ورودی و خروجی دیجیتال، عناصر دیگری مانند کلیدهای مکان نما، یک دیجیتال، صفر دیجیتال و پرچم ها نیز از ثابت های دیجیتال هستند.

ب- آنـالـوگ

آنالوگ به سیگنالی گفته می شود که پیوستگی در آن حفظ می شود و متغیر است. مانند خروجی سنسور دما، فشار و سطح مایع. ولتاژ سیگنال ورودی به رله هوشمند بین صفر تا ۱۰ ولت و جریان آن بین صفر تا ۲۰ میلی آمپر است.



سیگنال دیجیتال



سیگنال آنالوگ

۱- ورودی آنالوگ[۱]

در سخت افزار Smart LOGO! ورودی های I1 و I2 قابلیت استفاده به عنوان ورودی آنالوگ را دارند.

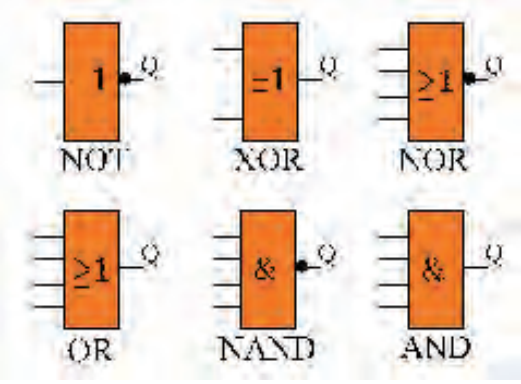
۳- خروجی آنالوگ[۲]

در سخت افزار Smart LOGO! می توان از خروجی های Q1 و Q2 به عنوان خروجی های آنالوگ استفاده نمود. رنج ولتاژ این سیگنال های خروجی بین صفر تا ۱۰ ولت و جریان آن بین صفر تا ۲۰ میلی آمپر یا ۴ تا ۲۰ میلی آمپر است.

---

۱. Analog Input

۲. Output

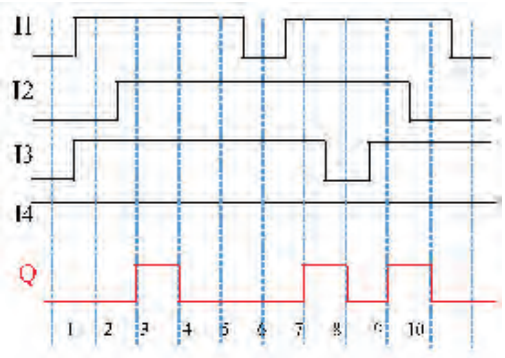


منظور از توابع پایه، توابع منطقی NOT ، OR ، AND ، NOR ، NAND ، و XOR می باشد. شکل ظاهری این توابع در LSC مطابق استاندارد امریکایی می باشد.

علاوه بر توابع متعارف منطقی اشاره شده، دو تابع AND تحریک شده با لبه بالارونده و AND تحریک شده با لبه پایین رونده نیز وجود دارد.

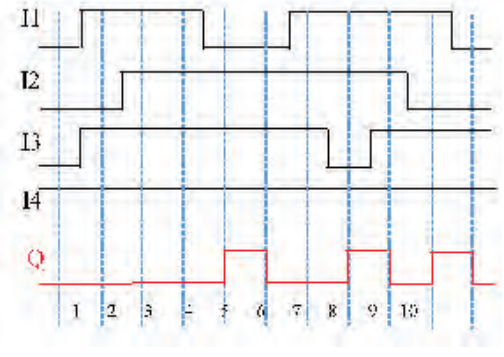
AND تحریک شده با لبه بالارونده

خروجی این تابع زمانی فعال می شود که مقدار تمام ورودی ها یک باشد و حداقل مقدار یکی از ورودی ها در سیکل قبل صفر بوده باشد و مدت زمان فعال ماندن خروجی این تابع نیز یک سیکل خواهد بود. در شکل روبرو سیکل های زمانی تابع AND تحریک شونده با لبه بالارونده نمایش داده شده است.



NAND تحریک شده با لبه پایین رونده

خروجی این تابع زمانی فعال می شود که مقدار یکی از ورودی ها از یک به صفر تغییر وضعیت دهد. مدت زمان فعال ماندن خروجی این تابع نیز یک سیکل است. در شکل روبرو سیکل های زمانی تابع NAND تحریک شونده با لبه پایین رونده نمایش داده شده است.



فعالیت کلاسی ۹

۱- مدارهای روشنایی تک پل و دو پل که در فعالیت های ۳ و ۴ به روش نردبانی شبیه سازی نمودید به روش بلوکی شبیه سازی نمایید.

۲- مدارهای روشنایی راه پله که در فعالیت ۷ به روش نردبانی شبیه سازی نمودید به روش بلوکی شبیه سازی نمایید.

پژوهش

در مورد حوادث ناشی از عدم رعایت ایمنی کار با دستگاه های پرس هیدرولیک تحقیق کنید و نتایج تحقیق خود را در کلاس ارائه دهید.

فکرکنید

آیا می توانید راهکاری ارائه و برای آن مداری طراحی کنید که حوادث ناشی از بی احتیاطی کارگران در حین کار با دستگاه های پرس را کاهش دهد؟ طرح خود را هم به روش نردبانی و هم به روش بلوکی پیاده سازی نمایید.

توابع ویژه

توابع ویژه در LSC شامل سه گروه می باشند:

الف- تایمرها[۱]

ب- شمارنده ها[۲]

ج- توابع آنالوگ[۳]

د- توابع متفرقه[۴]

در توابع ویژه پایه ها و اتصالاتی وجود دارد که پیش از آشنایی با تک تک توابع، لازم است اشاره ای به این اتصالات داشته باشیم.

پایه(S (set : فعال شدن این پایه می تواند موجب فعال شدن خروجی تابع گردد.

پایه R (reset) : این پایه نسبت به دیگر پایه های تابع دارای اولویت، تقدم و ارجحیت است و فعال شدن آن موجب غیر فعال شدن خروجی تابع می گردد.

پایه TRG (trigger) : فعال شدن این پایه موجب تحریک و شروع به کار سیکل تابع می گردد.

پایه CNT (count): این پایه برای شمارش پالس ها استفاده می شود.

پایه DIR (direction) : این ورودی برای تعیین جهت شمارش (صعودی یا نزولی) استفاده می شود.

پایه EN (enable) : این پایه موجب فعال شدن تابع می گردد و تا زمانی که این پایه فعال نشود، تابع به هیچ یک از دیگر ورودی های خود ترتیب اثر نخواهد داد و عملا تابع غیر فعال است.

---

۱. Timer

۲. Counter

۳. Analog

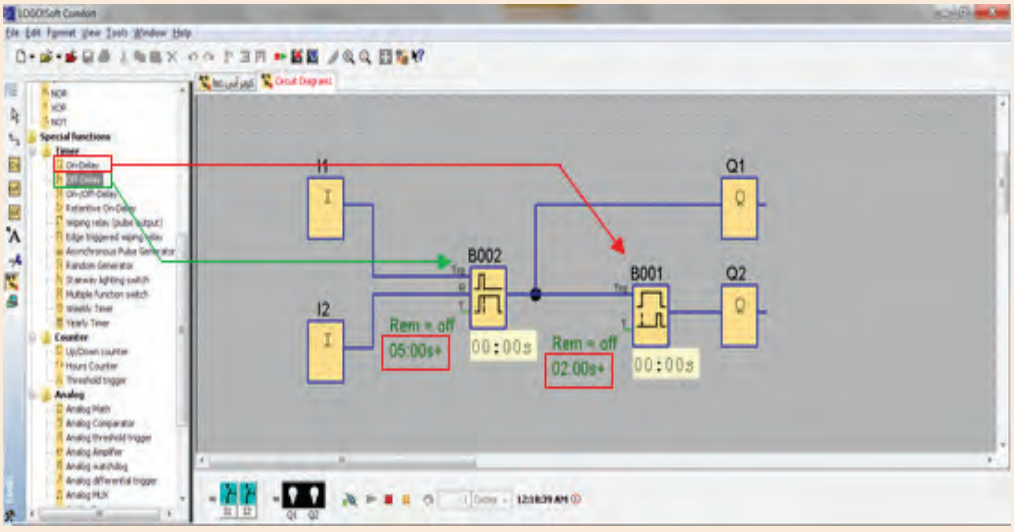
۴. Miscellaneous

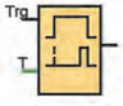
در نرم افزار LSC دوازده نوع تایمر وجود دارد که در اینجا به کاربردی ترین آنها می پردازیم.

فکر کنید

مدار روبرو را پیاده سازی و پس از اجرای برنامه، در خصوص تفاوت عملکرد بلوک های B001 و B002 در کلاس درس با هم کلاسان خود بحث کنید.

- I1 و I2 در وضعیت شاسی باز باشند.
- زمان تایمر B001 را ۲ ثانیه و B002 را ۵ ثانیه تنظیم کنید.





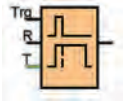
۱- تایمر تاخیر در وصل[۱]

در نرم افزار LSC در خصوص این تایمر، به توضیح مختصری اکتفا نموده است. اکنون سعی کنید با استفاده از بحث کلاسی بالا و ترجمه متن اشاره شده و نیز به کمک نمودار روبرو، عملکرد این تابع را توضیح دهید.

Short description

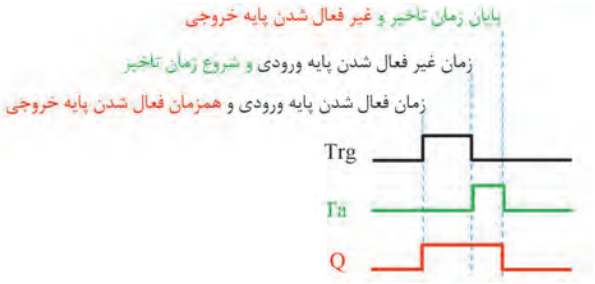
he output is not switched on until a configured delay time has expired

۱ . On Delay Timer



۲- تایمر تاخیر در قطع[۲]

در خصوص این تایمر پیش از این اشاره شده است. اکنون سعی کنید با استفاده از بحث کلاسی بالا و ترجمه متن اشاره شده و نیز به کمک نمودار روبرو، عملکرد آن را توضیح دهید.



Short description

The output with off delay is not reset until a defined time has expired

فعالیت کلاسی ۱۰

شما در کتاب نگهداری و تعمیر سیستم های سرمایشی و گرمایشی با انواع حسگرها آشنا شده اید. اکنون مطلوب است با انتخاب حسگر مناسب، مداری طراحی کنید که با نزدیک شدن به درب ورودی فروشگاه، درب به مدت ۱۵ ثانیه باز بماند و سپس بسته شود.

فعالیت کارگاهی

مدار طراحی شده ببندید که با استفاده از سنسور **PIR** به عنوان ورودی I1 و I2 و همچنین لامپ رشته ای به عنوان جایگزین درب برقی در خروجی Q2، عملکرد مدار را پیاده سازی نمایید.

پژوهش

با مراجعه به اینترنت، در خصوص چیستی پرده هوا و مزایای نصب آن در ورودی ساختمان ها و فروشگاه ها تحقیق کنید.

فعالیت کلاسی ۱۱

مطلوب است با اضافه نمودن یک تایمر تاخیر در وصل، مدار طراحی شده فعالیت ۱۱ را به نحوی اصلاح کنید که پیش از باز شدن درب فروشگاه، پرده هوا شروع به کار کرده و با بسته شدن درب ورودی، پرده هوا خاموش گردد.

---

۱. Off Delay Timer

نکته

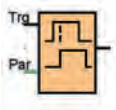
در عمل، پیاده سازی فعالیت ۱۰ با استفاده از دو تایمر تاخیر در قطع و تاخیر در وصل امکان پذیر نمی باشد. چراکه از زمان قطع فرمان باز ماندن درب برقی تا بسته شدن کامل درب، مدت زمانی طول خواهد کشید و لازم است در این مدت، پرده هوا روشن بماند.

فعالیت کلاسی ۱۲

مدار طراحی شده در فعالیت ۱۰ را به نحوی بازنویسی کنید که پرده هوا پس از اینکه درب بطور کامل بسته شد، خاموش شود. این طرح را به روش نردبانی نیز بازنویسی کنید.

آیا می دانید

اگر گزینه **Retentivity** را در توابعی همچون نگهدارنده، تایمرها و شمارنده ها فعال کنید در صورت قطع و وصل مجدد برق، وضعیت تابع در همان حالت قبل از قطع برق باقی می ماند. مقدار زمانی که رله هوشمند می تواند با قطع برق، اطلاعات داخلی توابع خود را نگهداری نماید ۸۰ ساعت است.



۳- تایمر تاخیر در وصل و قطع[۱]

این تابع ترکیبی از تایمر تاخیر در وصل و تایمر تاخیر در قطع می باشد. زمان های TH میزان تاخیر در وصل و TL تاخیر در قطع شدن خروجی نسبت به زمان قطع و وصل سیگنال Trg می باشند.

۴- تایمر پالسی[۲]

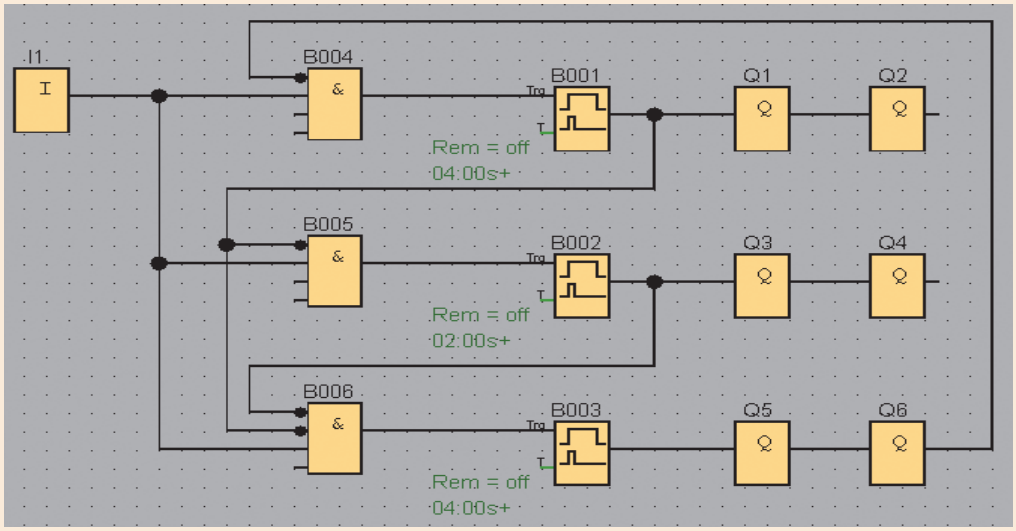
در این تایمر همزمان با فعال شدن پایه Trg ، در پایه خروجی پالسی تولید می گردد. عرض پالس خروجی این تایمر قابل تنظیم می باشد اما باید توجه داشت که اگر زمان فعال بودن پایه Trg کمتر از مدت زمان تعیین شده برای عرض پالس خروجی باشد، همزمان با غیرفعال شدن پایه Trg، خروجی غیرفعال می شود.

۱. On/Off Delay

۲. Wiping Relay (Pulse Relay)

فکر کنید

چگونگی عملکرد مدار روبرو را تشریح کنید. آیا می توانید مدار کنترلی که در زندگی روزمره شما مشابه این مدار عمل می کند نام ببرید؟

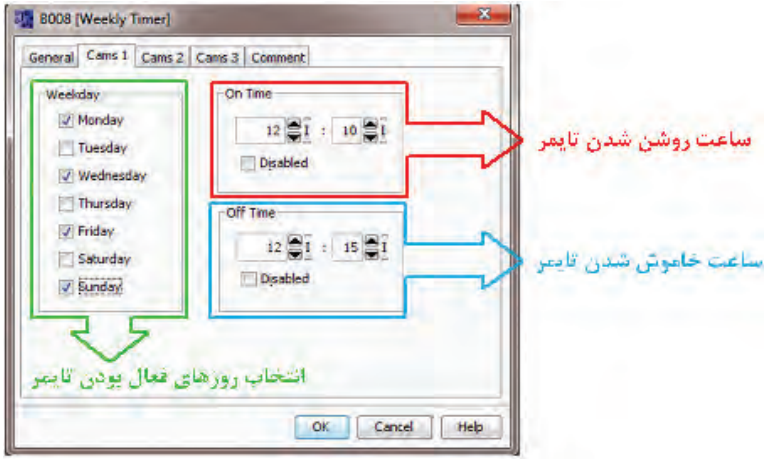


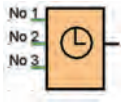
فعالیت کلاسی ۱۳

اکنون مدار فوق را به گونه ای بازنویسی کنید که دقیقا مطابق مدار کنترل واقعی باشد.

پژوهش

۱- در خصوص تابع **Stairway Lighting Switch** تحقیق کنید.
به نظر شما از میان توابع دیگری که تاکنون به آن ها اشاره شده است عملکرد کدام یک بیشترین شباهت را به آن دارد؟
۲- در خصوص تفاوت تایمر های **On Delay** و **Retentive On Delay** تحقیق و در کلاس درس برای هم کلاسان خود ارائه دهید.





۵- تایمر هفتگی[۱]

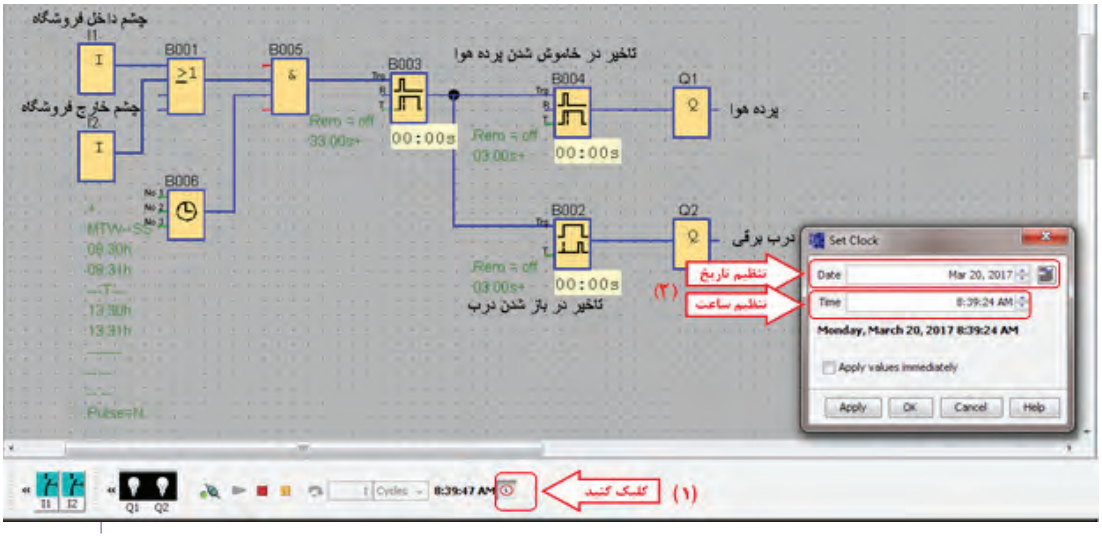
این تایمر امکان برنامه ریزی برای ۳ بازه زمانی را دارا می‌باشد که هر یک از این بازه های زمانی می‌تواند بطور هفتگی برای یک روز یا تمام روزهای هفته تکرار شود.

لازم به ذکر است، بر خلاف دیگر انواع تایمر که تاکنون به آنها اشاره شد، قطع برق در حافظه زمانی این تایمر تاثیری ندارد.

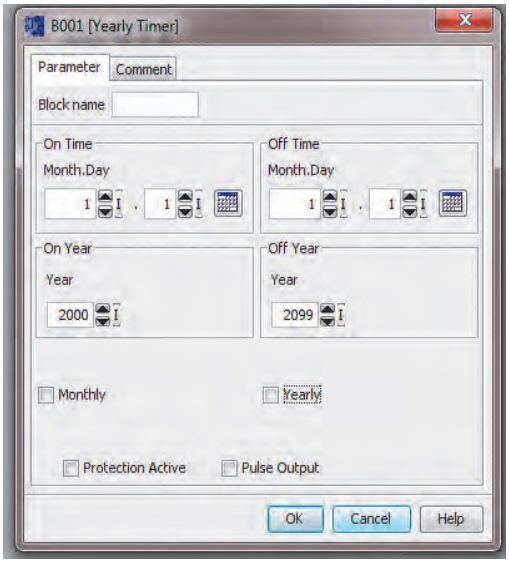
فعالیت کلاسی ۱۴

فعالیت ۱۳ را به گونه‌ای اصلاح کنید که درب فروشگاه روزهای شنبه تا چهارشنبه از ساعت ۸:۳۰ تا ۱۳:۳۰ و همچنین از ۱۵:۰۰ تا ۲۰:۳۰ بصورت اتوماتیک عمل نماید و در مابقی زمان ها بصورت دستی عمل کند. روزهای جمعه ها و بعد از ظهر پنجشنبه فروشگاه تعطیل می باشد و درب فروشگاه بصورت دستی عمل می کند.

جهت مشاهده عملکرد مدار، لازم است تاریخ و ساعت برنامه LSC تغییر کند تا عملکرد تایمر هفتگی قابل مشاهده باشد. بدین منظور می توانید مطابق شکل زیر عمل نمایید.



۱. Weekly Timer



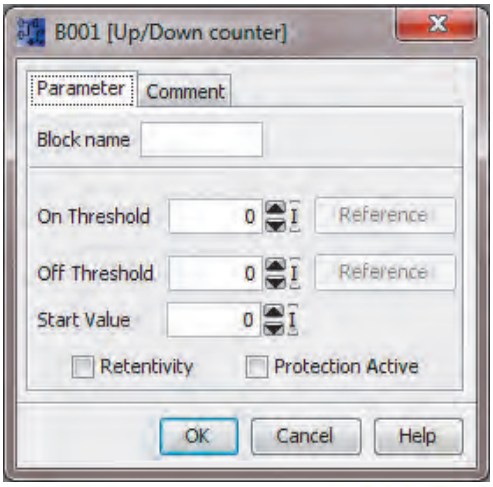
۶- تایمر سالیانه[۱]

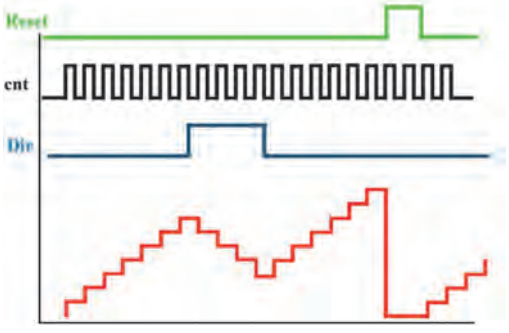
خروجی این تابع توسط تاریخ فعال می شود.

تنظیم زمان فعال شدن تایمر	On Time
تنظیم زمان غیرفعال شدن تایمر	Off Time
سال مبداء و شروع بکار تایمر	On Year
سال خاتمه کار تایمر	Off Year

اگر گزینه ماهانه[۲] انتخاب شود، هر ماه در روز تعیین شده خروجی تابع فعال می شود و در روز تنظیم شده غیرفعال می گردد. اگر گزینه سالانه[۳] انتخاب شود، خروجی تایمر از سال شروع بکار تا سال خاتمه در ماه و روز تنظیم شده فعال و در ماه و روز تنظیم شده غیر فعال خواهد شد. در صورتی که گزینه Pulse Output انتخاب شود، گزینه خاتمه کار غیر فعال می شود. چراکه تایمر از زمان فعال شدن به میزان یک سیکل زمانی فعال و سپس خاموش خواهد شد.

شمارنده‌ها





۱- شمارنده بالا/پایین شمار[۴]

این تابع یک شمارنده دوطرفه است و خروجی آن زمانی فعال می شود که مقدار شمارش شده برابر یا بیشتر از مقدار تنظیم شده باشد.

آستانه فعال شدن خروجی	**On Threshold**
آستانه غیرفعال شدن خروجی	**Off Threshold**
مقدار اولیه برای شروع شمارش	**Start Value**

به ازای هر لبه بالارونده پالس ورودی پایه cnt ، یک شمارش انجام می گیرد و تا زمانی که پایه Dir فعال نشود، شمارش افزاینده است اما در صورت فعال شدن این پایه، شمارش کاهنده خواهد شد.

با فعال شدن پایه Reset ، تمام مقادیر شمارنده پاک می‌شود.

۱. Yearly Timer ۲ . Monthly ۳ . Yearly ۴ . Up/Down Counter

نکته

در خصوص مقدار آستانه فعال شدن و آستانه غیر فعال شدن، دو حالت امکانپذیر است که شمارنده در هر یک رفتاری متفاوت دارد.

1-On Threshold ≥ Off Threshold
cnt ≥ On Threshold ..... Q = 1
cnt ≤ Off Threshold ..... Q = 0

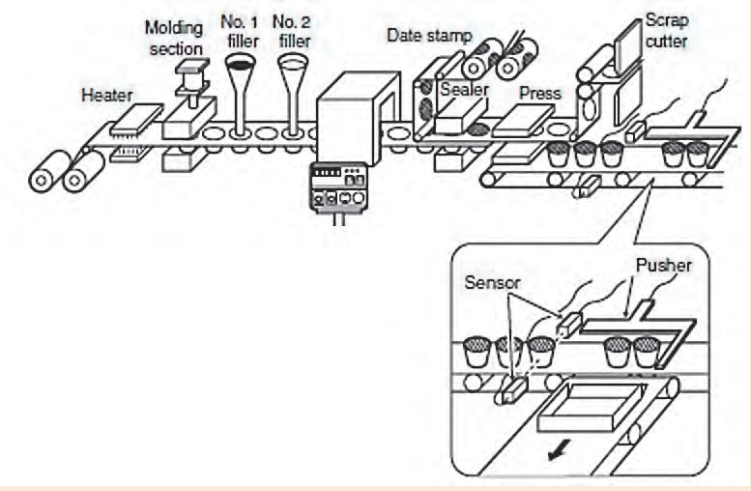
2-On Threshold < Off Threshold
On Threshold ≤ cnt ≤ Off Threshold ..... Q = 1
Off Threshold ≤ cnt Or cnt ≤ On Threshold ..... Q = 0

نمایش فیلم

فیلم های مربوط به بسته بندی

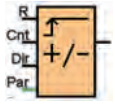
فعالیت کلاسی۱۵

با انتخاب حسگر مناسب، مداری طراحی کنید که با رسیدن ۳ قوطی به اهرم هدایت کننده، اهرم به کار افتاده و قوطی ها را به داخل جعبه هدایت کند.



پژوهش

در اینترنت درباره موارد کاربرد حالت دوم مقادیر آستانه فعال و غیرفعال، تحقیق کنید و برای این مورد مثال هایی در کلاس درس ارائه دهید.



۲- شمارنده ساعتی[۱]

این تابع، به عنوان شمارنده زمان کارکرد وسیله مورد نظر استفاده می شود. به عبارت ساده تر این شمارنده یک ساعت می باشد که با فعال شدن پایه MN ، شمارنده شروع به شمارش کرده و زمانی که **MN=MI** شود خروجی فعال خواهد شد.

پژوهش

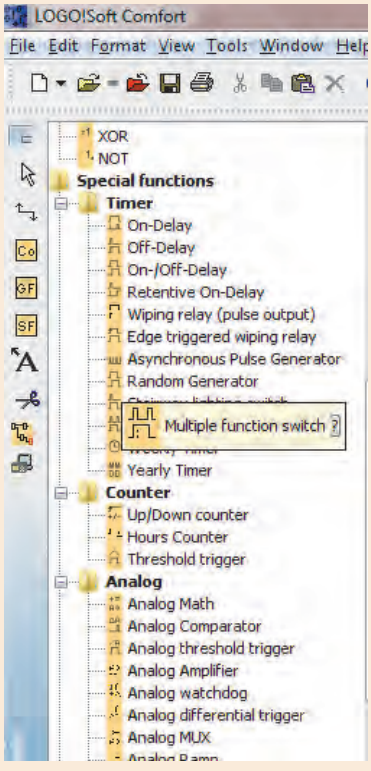
با مراجعه به اینترنت درباره نحوه تنظیمات شمارنده ساعتی تحقیق و در کلاس درس ارائه کنید.

فکر کنید

با توجه به نمودار زمانی شمارنده ساعتی، در کلاس درس با هم فکری دوستانتان تفاوت عملکرد پایه های **R** و **Ral** را مورد بررسی قرار دهید.

آیا می دانید

پیش از این در فعالیت های گروهی متن هایی با عنوان **Short Description** مشاهده کردید، که در آن توضیح مختصری درباره یکی از بلوک های نرم افزار ارائه شده بود. جهت دستیابی به این توضیحات می توانید در نوار ابزار سمت چپ، بر روی بلوکی که در مورد آن نیازبه توضیح است اشاره گر موس[۲] را چند لحظه نگهدارید. همانطور که در شکل روبرو قابل مشاهده است، پنجره کوچک جدیدی ظاهر می گردد که با یک مرتبه کلیک چپ بر روی علامت سوال گوشه سمت راست آن می توانید به پنجره توضیحات دست یابید. در ابتدای این پنجره عنوان و شمای بلوک مورد نظر شما نمایش داده شده است و در ذیل آن پس از عبارت **Short Description** توضیحات مختصری درباره آن بلوک ارائه شده است.



۱. Hours Counter

۲ . Mouse Pointer

آیا می دانید

در فرآیندهای صنعتی، نه تنها از رله های هوشمند جهت فرمان به موتورها، نمایشگرها و علائم هشدار دهنده استفاده می شود، بلکه فرمان دادن به سلونوئیدها، شیرهای الکترومکانیکی، الکتروهیدرولیکی، الکتروپنوماتیکی و نیز هیدرو موتورها و هیدروپمپ ها از مهم ترین بخش های کنترل صنعتی است که می تواند توسط رله های هوشمند انجام گیرد.
در فصول آتی در خصوص انواع شیرها و پمپ های هیدرولیکی و پنوماتیکی بیشتر خواهید خواند.

پمپ خلاء

پمپ هیدرولیکی

شیر کنترل مسیر هیدرولیکی

شیر مغناطیسی

شیر کنترل مسیر سولنوئیدی

موتور هیدرولیکی

همانطور که در کتاب نگهداری و تعمیر سیستم های سرمایشی و گرمایشی مکاترونیکی خوانده اید، خروجی سنسورهای دما، رطوبت و فشار یک سیگنال آنالوگ می باشد. به این خاطر در بحث اتوماسیون صنعتی، توانایی پردازش و کنترل سیگنال های ورودی/خروجی آنالوگ از اهمیت بسزایی برخوردار است.

در این قسمت، از میان توابع آنالوگ تنها به دو نمونه از توابع پر کاربرد اشاره می شود.

۱- مقایسه گر آنالوگ[۱]

ورودی این تابع زمانی فعال می شود که اختلاف مقدار دو پایه **Ax** و **Ay** از مقدار تعیین شده بیشتر باشد. قانون عملکرد این تابع مشابه شمارنده بالا/پایین شمار می باشد.

ترجمه کنید

Calculation rule

• If threshold On >= threshold Off, then:

Q = 1, if (actual value Ax - actual value Ay) > On

Q = 0, if (actual value Ax - actual value Ay) <= Off.

• If threshold On < threshold Off, then Q = 1, then:

On <= (actual value Ax - actual value Ay) < Off.

تحریک گر آستانه آنالوگ[۲]

ورودی این تابع، آنالوگ و خروجی آن دیجیتال می باشد. بدین معنا که اگر ورودی آنالوگ این تابع از مقدار تعیین شده بیشتر شود، خروجی تابع از مقدار صفر به یک تغییر مقدار داده و در اصطلاح، روشن می شود. خروجی این تابع نیز زمانی خاموش یا صفر می شود که مقدار سیگنال ورودی از حد تعیین شده کمتر گردد.

همانطور که پیش تر در قسمت ورودی آنالوگ اشاره شد، ولتاژ سیگنالی که از سنسور به رله هوشمند وارد می شود بین صفر تا ۱۰ ولت و جریان آن بین صفر تا ۲۰ میلی آمپر است که این سیگنال برای رله هوشمند ارزش صفر تا ۱۰۰۰ را دارد.

فعالیت کلاسی ۱۶

مدار کنترل دمای محیط را به نحوی طراحی نمایید که در نیمه اول سال ، با افزایش دما از ۱۹ درجه سانتیگراد پنکه روشن باشد. با رسیدن دما به ۲۲ درجه سانتیگراد، پمپ آب کولر روشن شود و پس از ۲ دقیقه کولر آبی روشن و پنکه خاموش شود. در صورتیکه دمای محیط از ۲۶ افزایش یافت، دور تند کولر فعال شود و در صورت افزایش دما از ۲۹ درجه، پنکه هم روشن شود.

۱. Analog Comparator

۲ . Analog Threshold Trigger

توابع متـفـــرقه

از میان توابع متفرقه به دو مورد از آنها اشاره می کنیم.

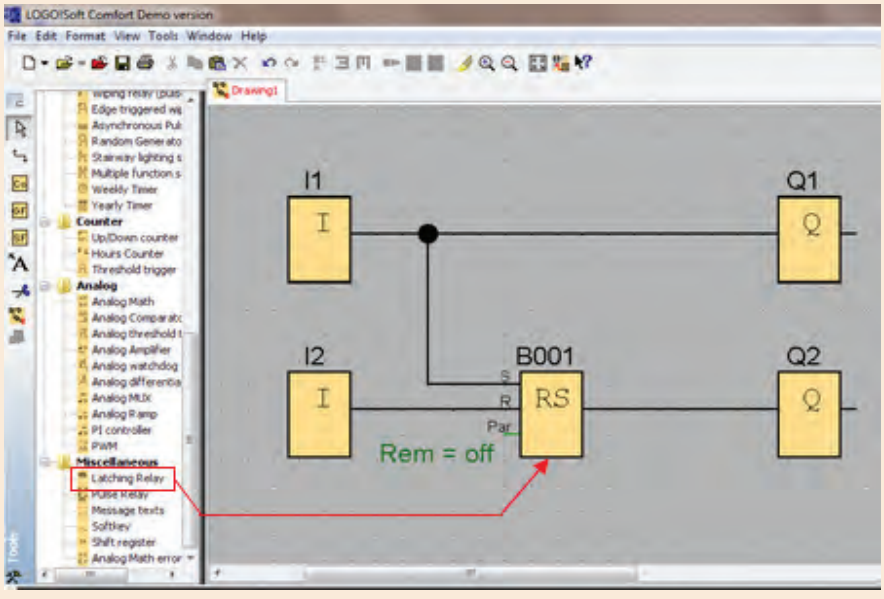
۱- رله نگهدارنده[۱]

از این تابع زمانی استفاده می شود که لازم باشد در اثر یک سیگنال موقتی در ورودی، یک سیگنال دائمی در خروجی داشته باشیم و قطع شدن سیگنال خروجی نیز توسط یک سیگنال فرمان مجزا باشد.

فکر کنید

مدار ز یر را در نرم افزار LSC شبیه سازی و با توجه به رفتار خروجی های Q1 و Q2 ، عملکرد تابع B001 را با هم فکری همکلاسی هایتان توضیح دهید.

- I1 و I2 بصورت شاسی باز[۲]
- B001 تابع **Latching Relay** (از مجموعه توابع ویژه)



۱. Latching Relay

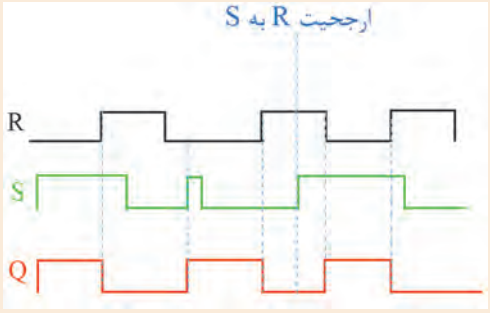
۲. Momentary Push Bottom (Break)

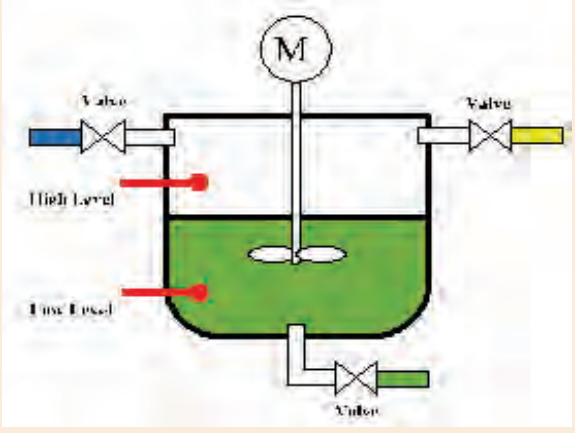
فعالیت کلاسی ۱۷

۱- در قسمت راهنمایی نرم افزار LSC ، در مورد تابع نگهدارنده توضیحاتی آمده است. با کمک هم گروهی خود این متن را ترجمه و با توجه به نمودار روبرو و همچنین نتایج بدست آمده از هم فکری قبل، نحوه عملکرد تابع نگهدارنده را در چند سطر توضیح دهید.

Short description
A signal at input S sets output Q. A signal at input R resets output Q.

Connection	Description
Input S	Set output **Q** with a signal at input **S** (Set).
Input R	Reset output **Q** with a signal at input **R** (Reset). Output **Q** is reset if **S** and **R** are both set (reset has priority over set).
Output Q	**Q** is set with a signal at input S and remains set until it is reset with signal at input R.





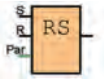
۲- مداری طراحی کنید که با رسیدن مایع درون مخزن به حسگر پایین، شیر۳ بسته و شیرهای۱و۲ باز شود. با رسیدن سطح مایع به حسگر بالایی، موتور همزن به مدت ۳۰ ثانیه روشن گردد و با خاموش شدن موتور، شیر۳ مجدد باز شود. طراحی خود را هم به روش نردبانی و هم به روش بلوکی پیاده سازی نمایید.

۲-رله پالسی

در صورتی که سیگنال ورودی به پایه **Trg** این تابع داده شود، با لبه بالارونده پالس اول، خروجی فعال می شود و با لبه بالارونده دوم خروجی غیرفعال می گردد. عملکرد پایه های **S** و **R** مانند رله نگهدارنده است.

فعالیت کلاسی۱۸

مداری طراحی کنید که اگر کاربر دست خود را کمتر از یک ثانیه روی شاسی نگه دارد، درب شماره۱ باز شود و اگر دوباره شاسی را کمتر از یک ثانیه نگه دارد، درب شماره۱ بسته شود. همچنین اگر شاسی را بیشتر از یک ثانیه نگه دارد، درب شماره۲ باز شود و اگر دوباره شاسی را بیشتر از یک ثانیه نگه دارد درب شماره۲ بسته شود.



۳- بلوک متن های پیام[1]

با استفاده از این بلوک می توان پیام های متنی و یا پارامترهای توابع شمارنده یا تایمر و یا دیگر توابع را در زمان اجرای برنامه بر روی صفحه نمایش رله هوشمند نمایش داد. متن تنظیمی این تابع زمانی نمایش داده می شود که پایه ورودی آن فعال شود.

نمایش فیلم

فیلم مربوط به نحوه استفاده از بلوک متن های پیام نمایش داده شود.

تمریـــن خلاقیت

۱- با استفاده از توابع پایه مدار کنترلی طراحی کنید که معادل تابع رله نگهدارنده باشد.
۲- مدار کنترلی طراحی کنید که معادل تابع رله پالسی باشد.
۳- مدار کنترلی طراحی کنید که از میان ۳ شرکت کننده در مسابقه، هریک سریع تر شاسی روی میز خود را فشار دهد، لامپ مربوط به میز او روشن شود و لامپ میز دیگر شرکت کنندگان روشن نشود.
۴- مدار کنترلی طراحی کنید که با فشار دادن هر یک از ۳ شاسی، موتور شماره ۱ روشن شود. سپس با فشار دادن هر یک از ۲ شاسی باقیمانده، لامپ شماره ۲ روشن شود. و با فشار دادن شاسی آخر، لامپ شماره۳ روشن شود. خاموش کردن هر لامپ توسط فشار دادن مجدد شاسی هم شماره با لامپ باشد.
۵- مدار کنترلی طراحی کنید که با هر مرتبه فشار دادن شاسی، لامپ های ۱ تا ۴ به ترتیب روشن و پس از روشن شدن تمام لامپ ها به ترتیب از شماره ۴ به ۱ به ترتیب خاموش شوند.

---

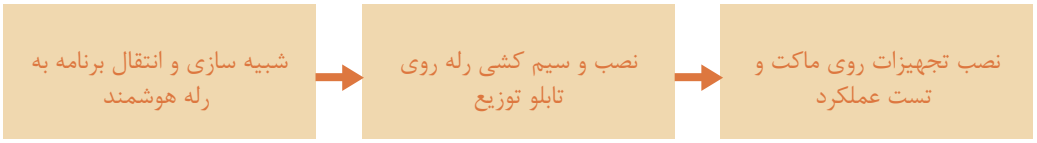
۱. Message Texts

فعالیت پایان پودمان

۱- مطلوب است به کمک رله هوشمند، زنگ مدرسه خود را برنامه ریزی نمایید به نحوی که:
الف- زنگ روزهای شنبه تا چهارشنبه فعال باشد.
ب- در هر بار زنگ زدن، زنگ دو مرتبه به مدت ۲ و ۵ثانیه به صدا در آید.
ج- امکان زدن زنگ بصورت دستی وجود داشته باشد.
د- اگر شاسی زنگ بیش از ۱۰ثانیه نگه داشته شود، زنگ از حالت اتوماتیک خارج شود و پیام متنی manual نمایش داده شود و اگر مجددا شاسی زنگ به مدت ۱۰ثانیه نگه داشته شود، زنگ در حالت اتوماتیک قرار گرفته و پیام متنی automatic نمایش داده شود.
۲- مطلوب است دستگاه جوجه کشی که در سال گذشته توسط شما ساخته شده است را به کمک رله هوشمند مدیریت نمایید.
۳- مطلوب است درب اتوماتیک شیشه ای که در سال جاری ساخته شده است را به کمک رله هوشمند مدیریت نمایید به نحوی که:
الف- با فعال شدن حسگرهای سمت داخل یا خارج، درب اتوماتیک باز و به مدت ۱۰ ثانیه در حالت باز مانده و سپس درب بسته شود.
ب- پرده هوای نصب شده در بالای درب، پیش از باز شدن درب و همزمان با بسته شدن درب روشن گردد.
ج- در برنامه کلید Lock/Unlock جهت فعال و غیر فعال نمودن حسگرهای سمت داخل و خارج در نظر گرفته شود.
د- درب در روزهای شنبه تا چهارشنبه از ساعت ۸ تا ۱۴ و از ساعت ۱۶ تا ۱۸ و در روزهای پنجشنبه از ساعت ۸ تا ۱۳:۳۰ بصورت اتوماتیک فعال باشد.
هـ- درب در وضعیت دستی (Manual)باز و پرده هوا خاموش باشد.
و- هشدار تعمیرات دوره ای پس از ۱۰۰۰ مرتبه باز و بسته شدن درب، نمایش داده شود.
ز- لامپ های سر درب با تاریک شدن هوا در ۲مرحله روشن گردد.

ارزشیابی شایستگی نصب و راه اندازی رله هوشمند

شرح کار:
کنترل درب اتوماتیک مجتمع اداری با استفاده از رله هوشمند با شبیه سازی در نرم فزار LSC



استاندارد عملکرد:
پس از اتمام واحد یادگیری و کسب شایستگی کنترل درب اتوماتیک مجتمع اداری با استفاده از رله هوشمند ، هنرجویان قادر خواهند بود تا هر سیستم کنترلی را با رله هوشمند کنترل و نصب و راه اندازی کنند.

شاخص‌ها:
تصحت شبیه سازی توسط نرم افزار LSC - صحت نصب تجهیزات بر روی تابلوی توزیع - صحت عملکرد مدار

شرایط انجام کار و ابزار و تجهیزات:
شرایط: ۱- اجرا در کارگاه هیدرولیک و پنوماتیک ۲- نور یکنواخت با شدت ۴۵۰ لوکس - تهویه استاندارد و دمای ۲۰°c± ۳° ۴- ابزار آلات و تجهیزات استاندارد و آماده به کار - ۵- وسایل ایمنی استاندارد ۶- زمان ۲۲۵ دقیقه
تجهیزات:کامپیوتر- نرم افزار LSC - رله هوشمند- ماکت درب اتوماتیک

ابزار و تجهیزات: کامپیوتر- نرم افزار LSC – رله هوشمند- ماکت درب اتوماتیک

معیار شایستگی:

ردیف	مرحله کار	حداقل نمره قبولی از ۳	نمره هنرجو
۱	شبیه سازی مدار و انتقال از شبیه ساز LSC به رله هوشمند بررسی و آنالیز موضوع	۲	
۲	نصب و سیم کشی رله هوشمند بر روی تابلو توزیع و مونتاژ تجهیزات	۲	
۳	نصب تجهیزات بر روی ماکت و تست عملکرد مدار	۲	
	شایستگی‌های غیرفنی، ایمنی، بهداشت، توجهات زیست محیطی و نگرش: ۱- رعایت قواعد و اصول در مراحل کار ۲- استفاده از لباس کار و کفش ایمنی ۳- تمیزکردن گیره و محیط کار ۴- رعایت دقت و نظم	۲	
	میانگین نمرات		*

* حداقل میانگین نمرات هنرجو برای قبولی و کسب شایستگی، ۲ می‌باشد.