دانشگاه گیلان

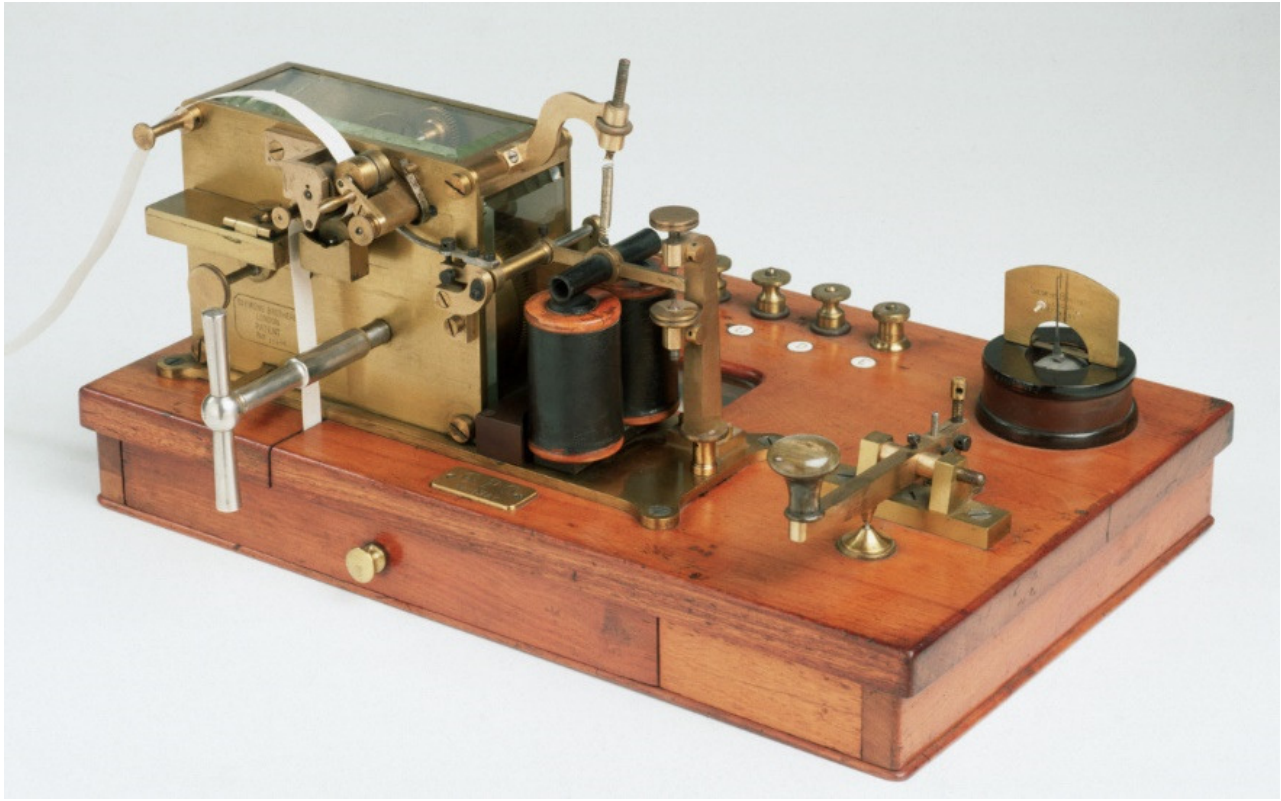
کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی

علی چائی بخش

عملکرد رله ای

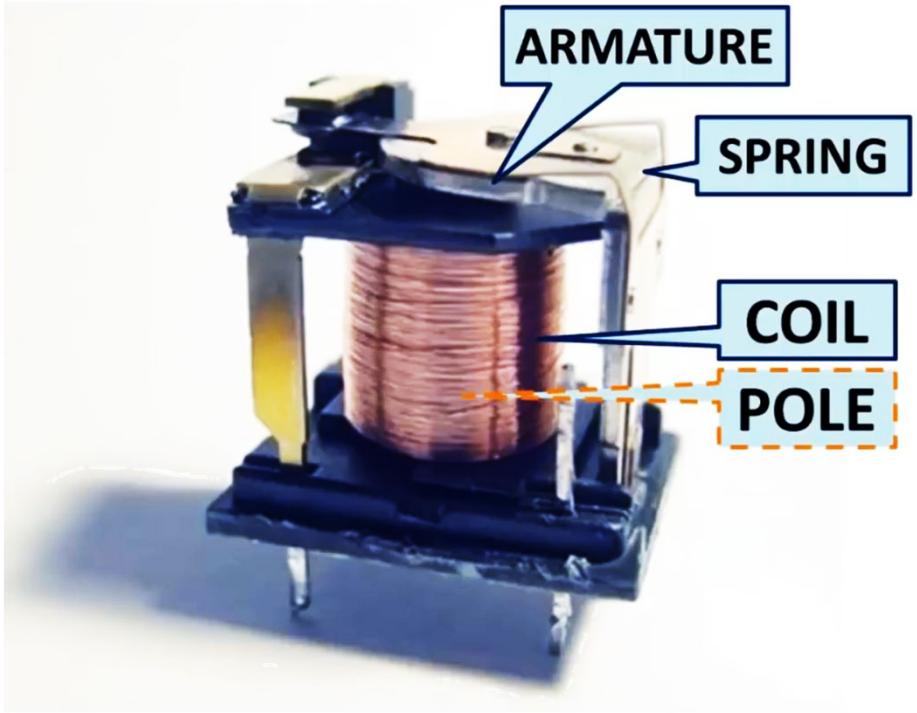
- یکی از کاربردهای قدیمی استفاده از رله ها، تلگراف (Telegraph) است.

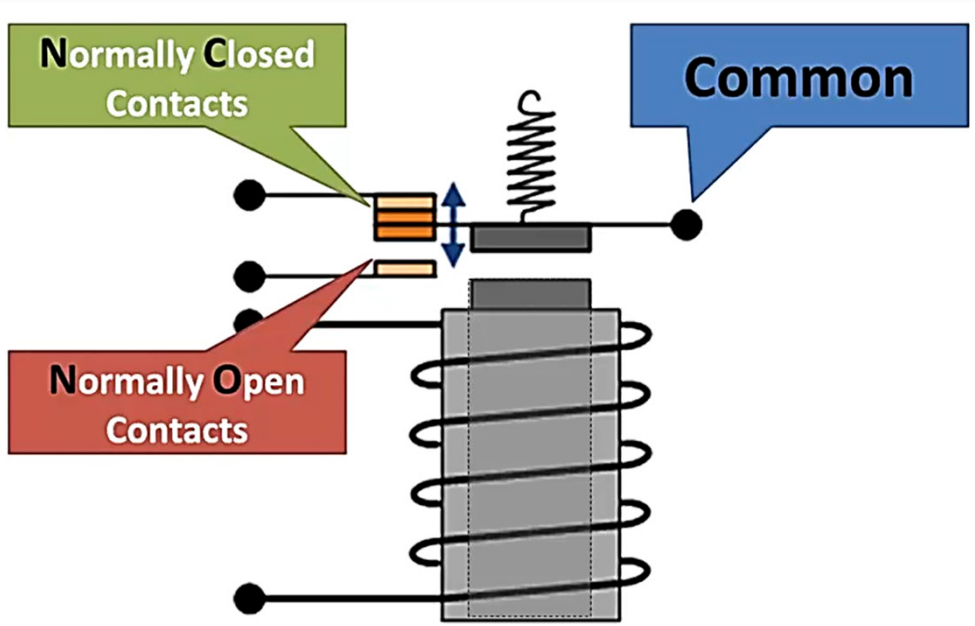




عملکرد رله ای

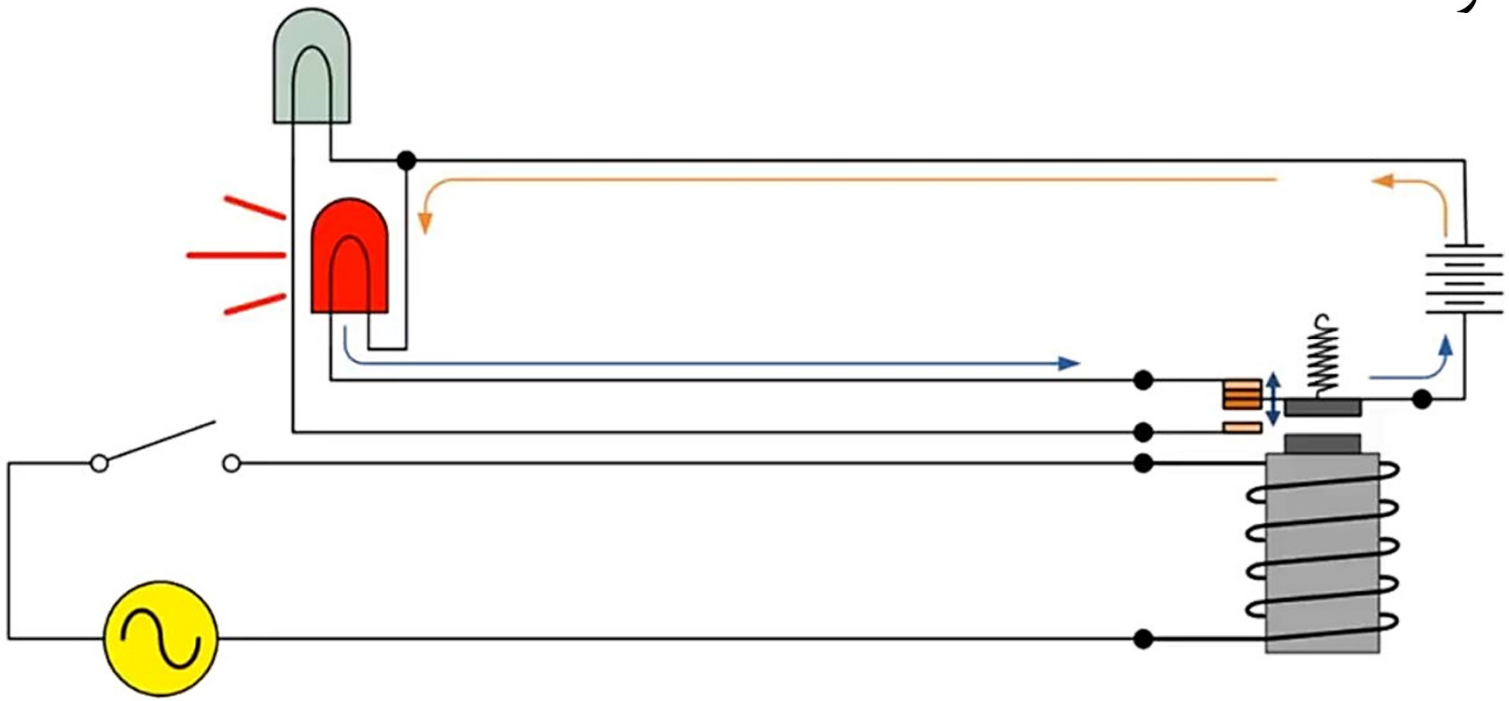
- این رله دارای ۲ اتصال در "حالت عادی باز" یا N.O. و "در حالت عادی بسته" یا N.C. دارد.



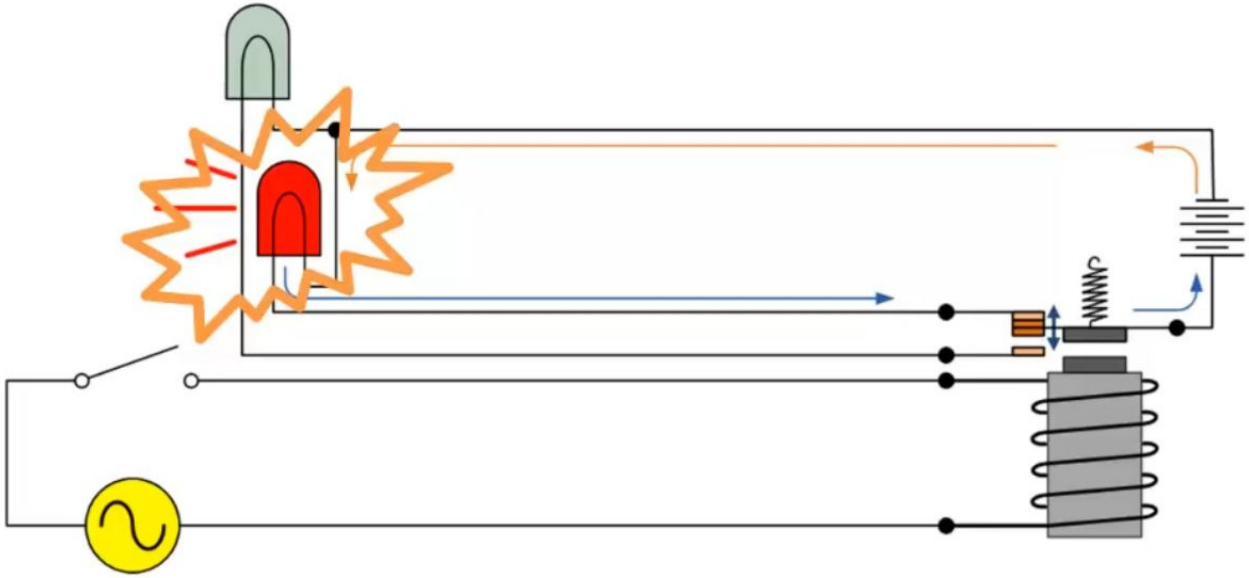


عملکرد رله ای

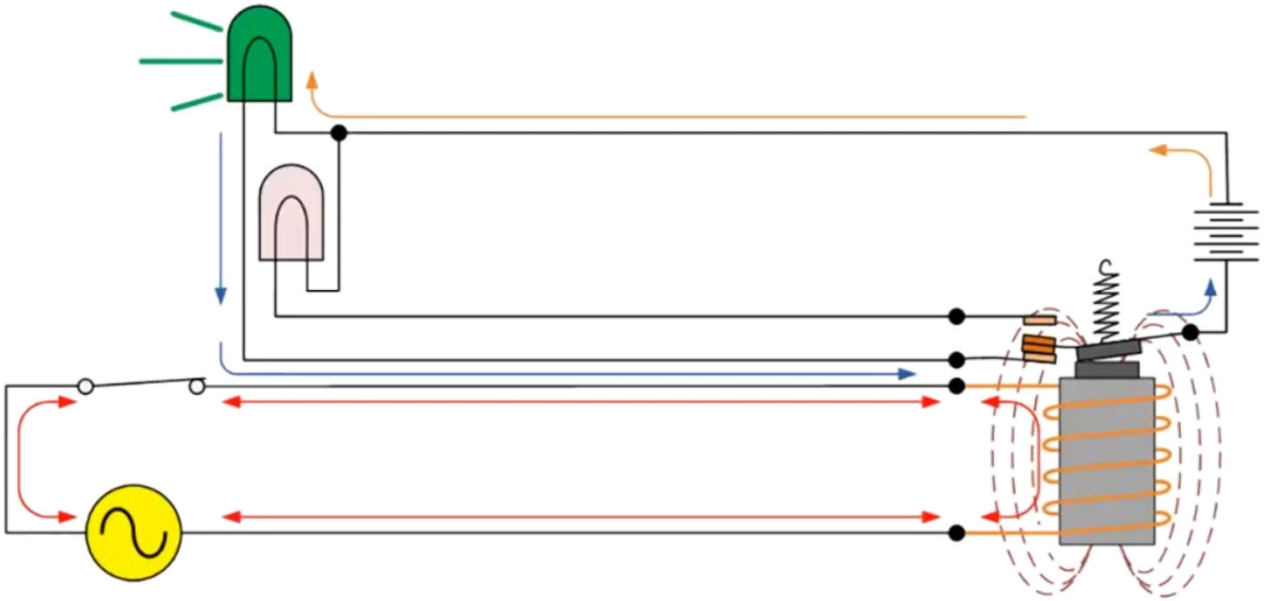
- قرارگرفتن این ۲ اتصال یا Contact در مدار می تواند به شکل زیر باعث برقراری ارتباط شود.



عملکرد رله ای

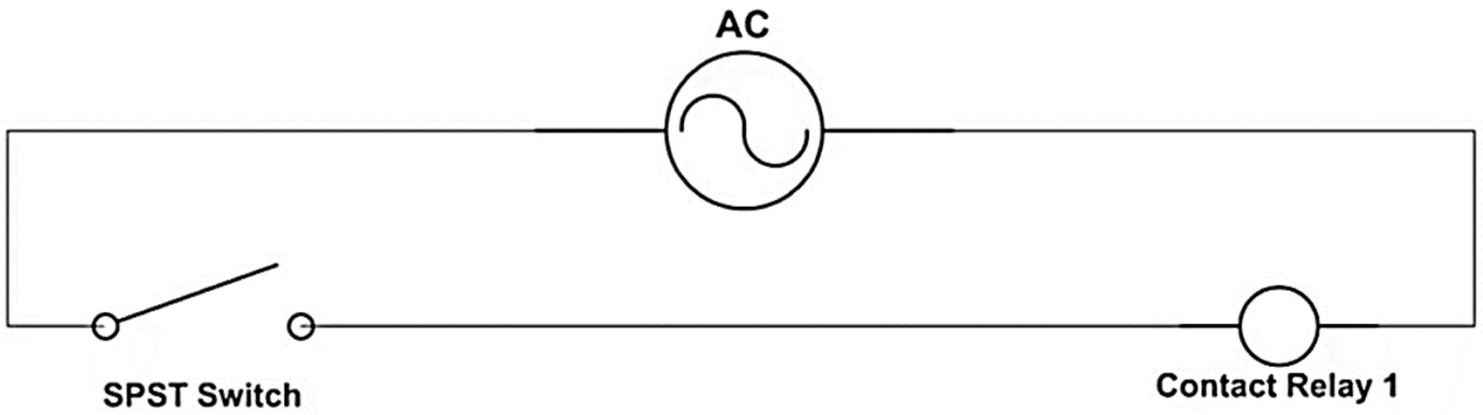


- اثر وصل و قطع شدن کلید شاسی:
- RED <<< S1 = open
- Green <<< S1 = close



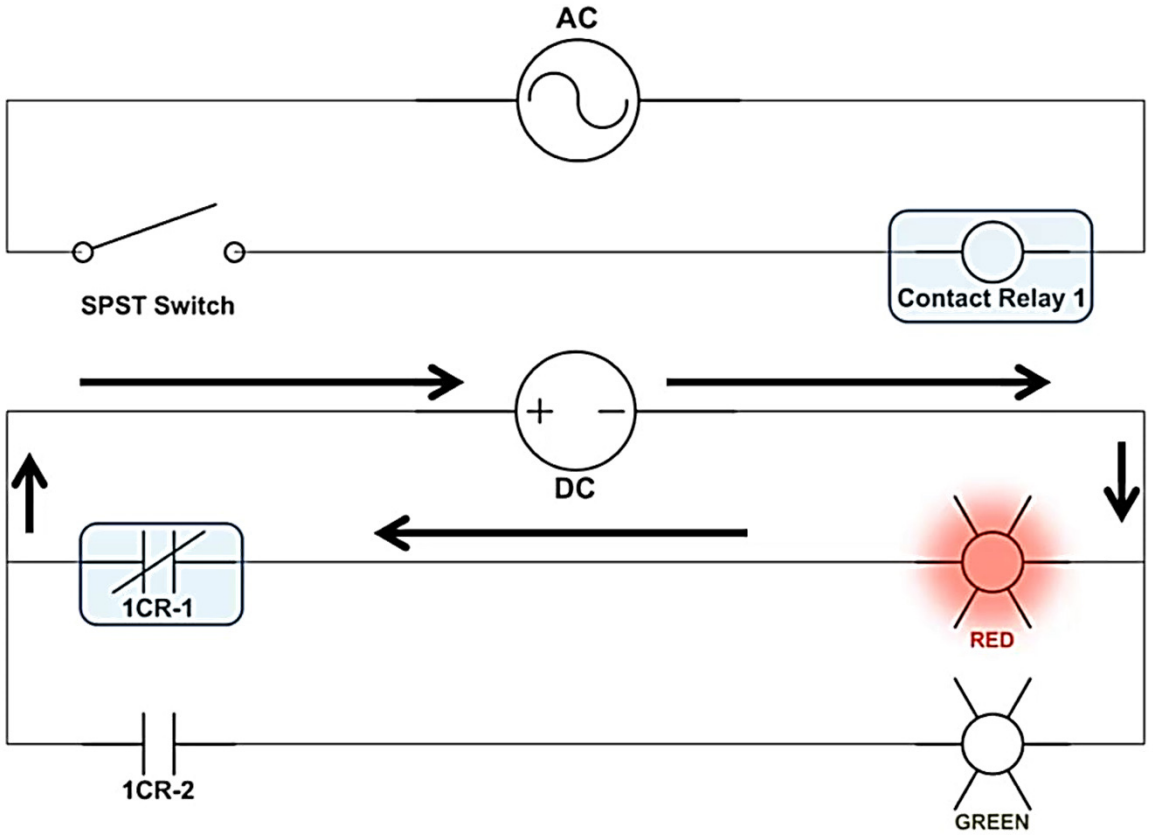
عملکرد رله ای

- فرض کنید CR یا Contact Relay را در مدار شکل زیر نظر گرفته شود به صورتی خود رله امکان قطع و وصل یک مقدار ثانویه را داشته باشد.
- در این صورت با فشار کلید، رله در وضعیت ۱ به ۲ حرکت خواهد کرد



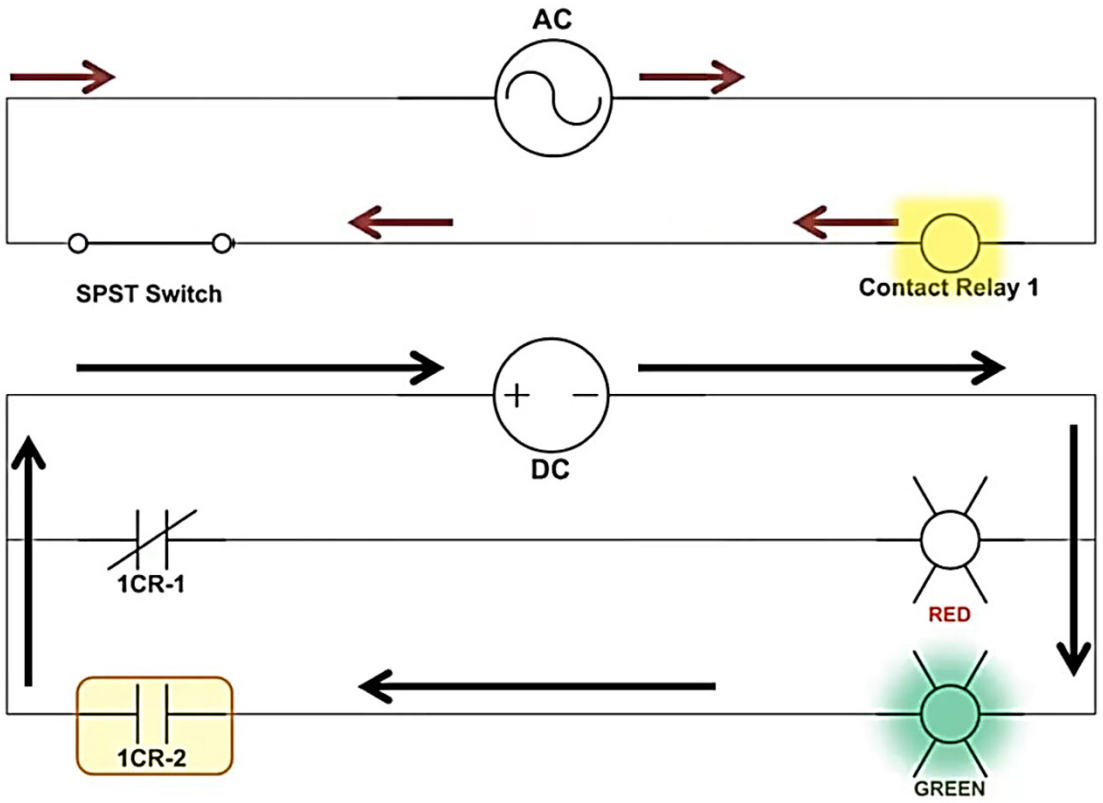
عملکرد رله ای

- وضعیت ۱ : بخش .N.C در CR فعال است و لامپ قرمز روشن.



عملکرد رله ای

- وضعیت ۲ : بخش .N.O در CR فعال است و لامپ سبز روشن.



عملکرد رله ای

- این ایده اولیه طراحی کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی یا PLC ها است.
- می توان برای قطع و صل رله ها از دستورهای برنامه ریزی شده استفاده کرد.
- ایجاد حالت های مختلف دستوری در خروجی ها امکان پذیر است

کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی

- **سه بخش اصلی PLC**

ورودی ها

برنامه

خروجی ها



کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی

- ورودی ها به سنسورها متصل شده و از محیط اطراف به PLC اطلاعات می دهند.
- برنامه از مجموعه ای از دستورالعمل های منطقی استفاده کرده که خروجی ها را بر اساس ورودی ها هدایت می کند.
- خروجی ها به تجهیزاتی که نیاز به کنترل دارند متصل می شوند.

کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی









انواع PLC

نوع جعبه ای



نوع مدولار یا رک



کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی

- زمینه های کاربرد
  - خطوط تولید و ماشینکاری
  - غذا- نوشیدنی
  - فلزات
  - توان و قدرت
  - معدن
  - پتروشیمی- شیمیایی

PLC ها چگونه کار می کند؟

- مزایای PLC ها
  - سیم کشی کمتر
  - انجام سیم کشی بین دستگاه ها و اتصالات رله در برنامه PLC
  - سهولت و تسریع اعمال تغییرات
  - کاهش زمان توقف و تسهیل برنامه نویسی به دلیل وجود ابزار عیب یابی
  - کارکرد طولانی مدت پیش از خرابی به دلیل وجود اجزای قابل اطمینان

PLC ها چگونه کار می کند؟

- انواع ورودی:
  - دکمه های فشاری
  - سوئیچ های مجاورتی
  - سنسورهای فتوالکتریک
  - سنسورهای دما
  - سنسورهای فشار



سنسور فشار



سنسور فتوالکتریک



دکمه فشاری

PLC ها چگونه کار می کند؟

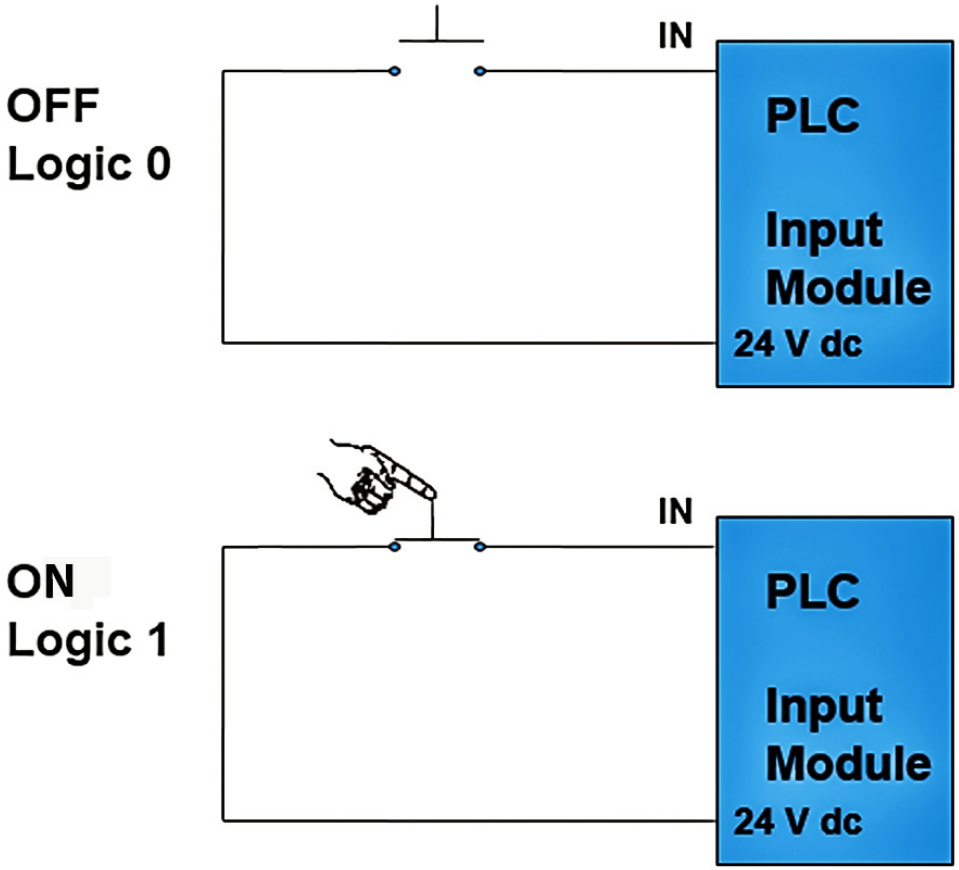
- انواع خروجی
  - موتورها
  - سولنوئیدها
  - چراغ های نشانگر
  - بارهای مقاومتی
  - کنتاکتورها



موتور

PLC ها چگونه کار می کند؟

- منطق کار در ورودی
- کنترل کننده روشن- خاموش
  - دودوئی (صفر یا یک)



اصول دیاگرام های منطقی

- جبر بولی یا Boolean Algebra
  - وجود یا عدم وجود یک شرط
  - باز یا بسته بودن یک شیر
  - روشن یا خاموش بودن یک کلید

روشن	خاموش	**کلید**
باز	بسته	**شیر**
صحیح	غلط	**مقدار**
1	0	**بولی**

اصول دیاگرام های منطقی

- بولی
- روشن (on = 1)
- خاموش (off = 0)



A	$\overline{A}$
1	0
0	1

اصول دیاگرام های منطقی

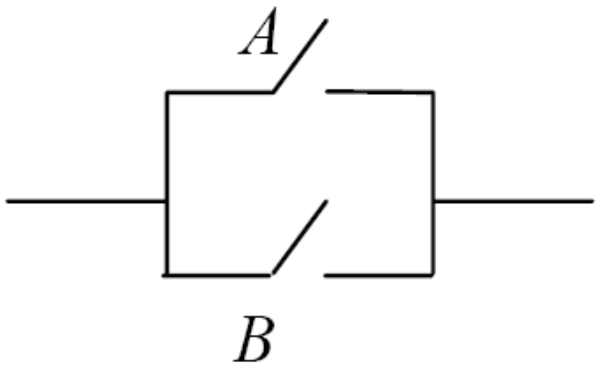
- اپراتور ”AND“



A	B	$A \cdot B$
0	0	0
0	1	0
1	0	0
1	1	1

اصول دیاگرام های منطقی

- اپراتور "OR"



A	B	$A+B$
0	0	0
0	1	1
1	0	1
1	1	1

اصول دیاگرام های منطقی

- **جبر بولی (منطق بولی)**

A) **قوانین جابجایی**

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

(Commutative Laws)

B) **قوانین شرکت پذیری**

$$A + (B + C) = (A + B) + C$$

$$A \cdot (B \cdot C) = (A \cdot B) \cdot C$$

(Associated Law)

اصول دیاگرام های منطقی

- **جبر بولی (منطق بولی)**

C) **قوانین توزیع پذیری**

$$A \cdot (B + C) = A \cdot B + A \cdot C$$

$$A + (B \cdot C) = (A + B) \cdot (A + C)$$

(Distributive Laws)

D) **قوانین جذب**

$$A \cdot (A + B) = A$$

$$A + (A \cdot B) = A$$

(Absorption Law)

اصول دیاگرام های منطقی

- **جبر بولی (منطق بولی)**

E) **برگشت**

$$\overline{\overline{A}} = A$$ (Involution)

F) **قوانین وارونگی (نظریه دمورگان)**

$$\overline{(A + B)} = \overline{A} \cdot \overline{B}$$ NOR

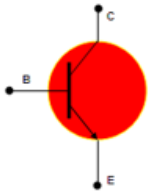
$$\overline{(A \cdot B)} = \overline{A} + \overline{B}$$ NAND

انواع ترانزیستور

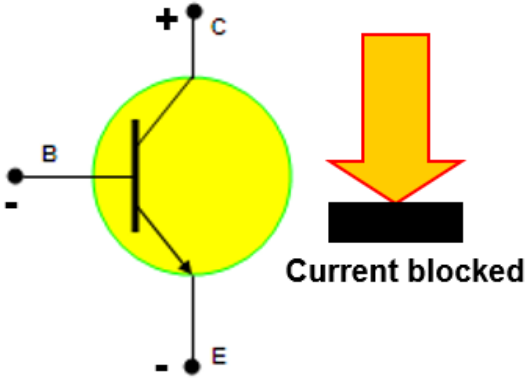
بسته به علامت پایه های base، emitter و collector و جهت جریان در ترانزیستورها، دو نوع مختلف برای آن وجود دارد.

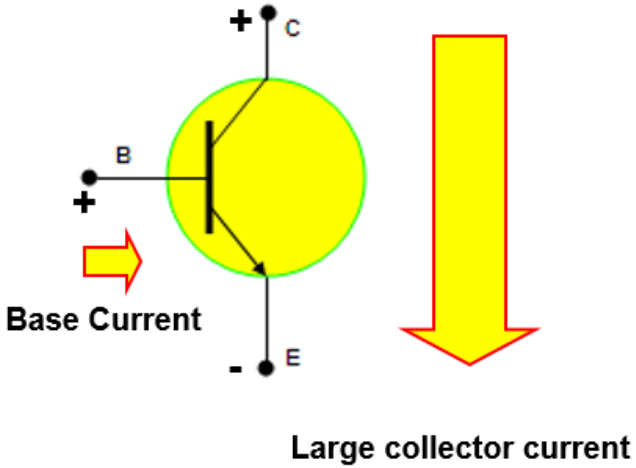
۱- NPN

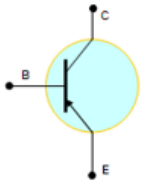
۲- PNP



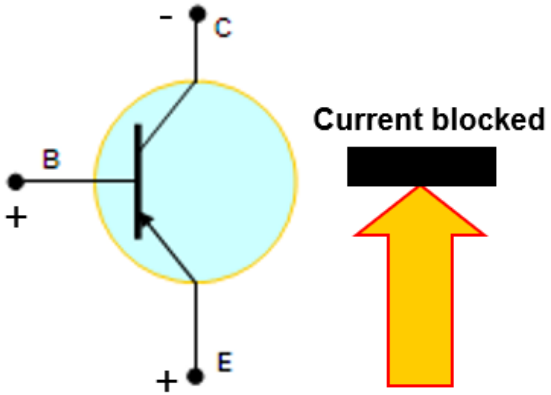
Transistor NPN

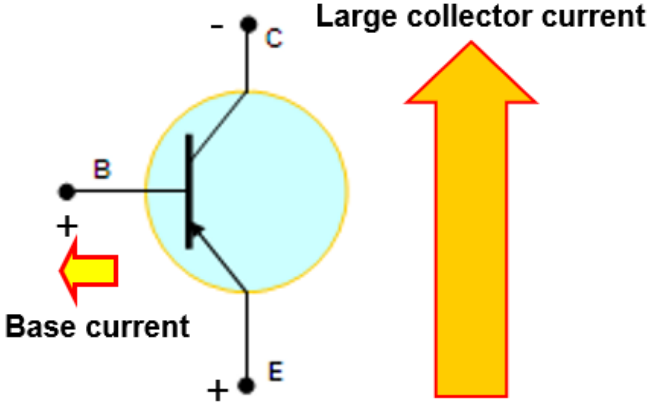




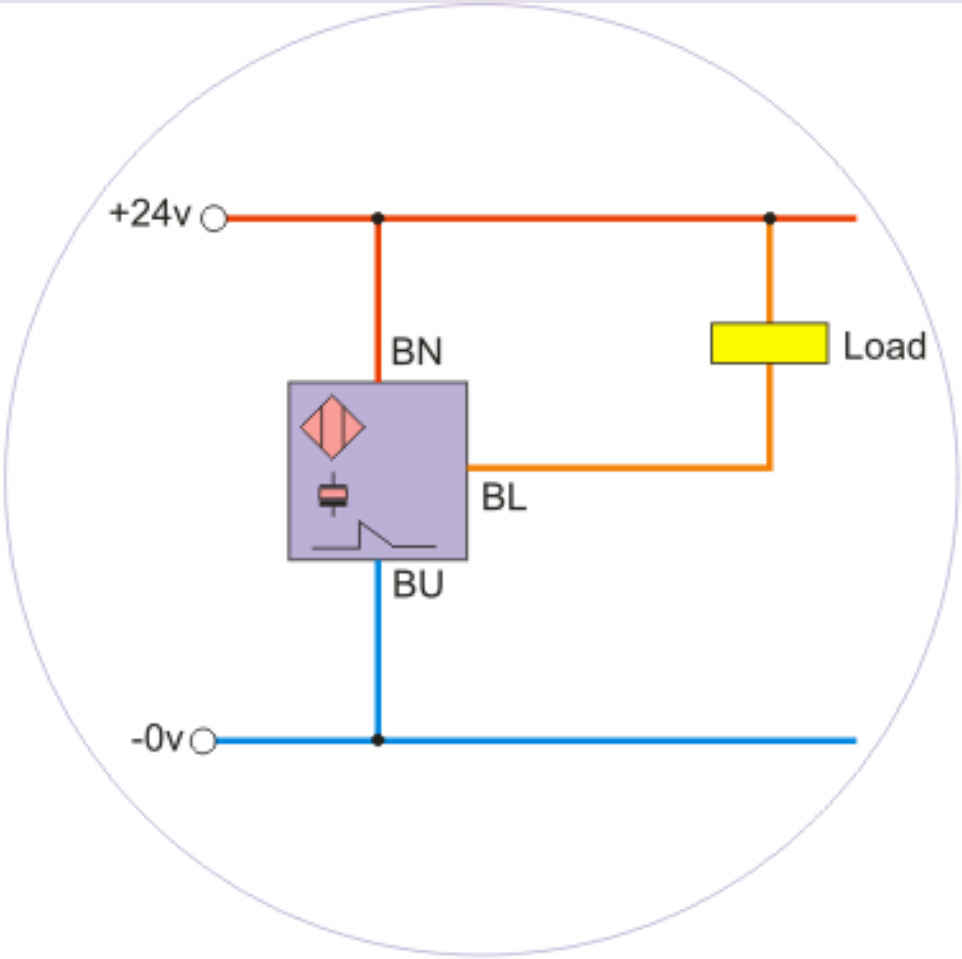


Transistor PNP

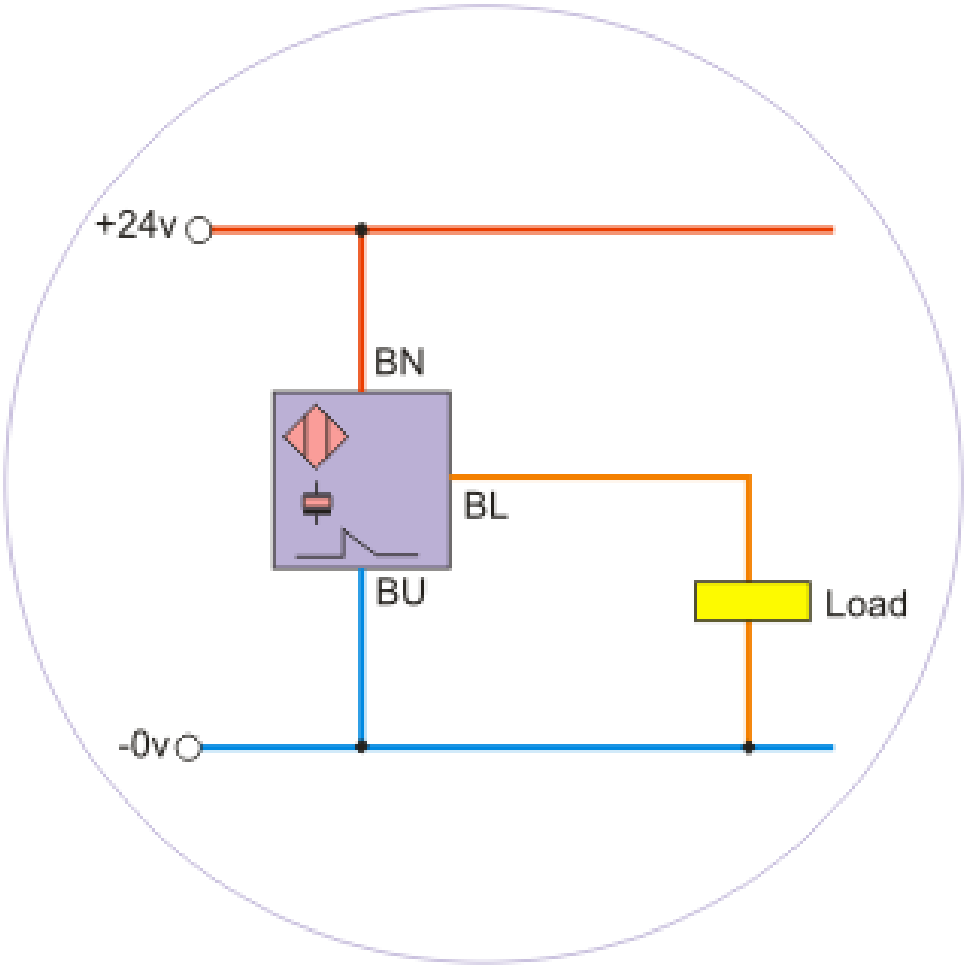




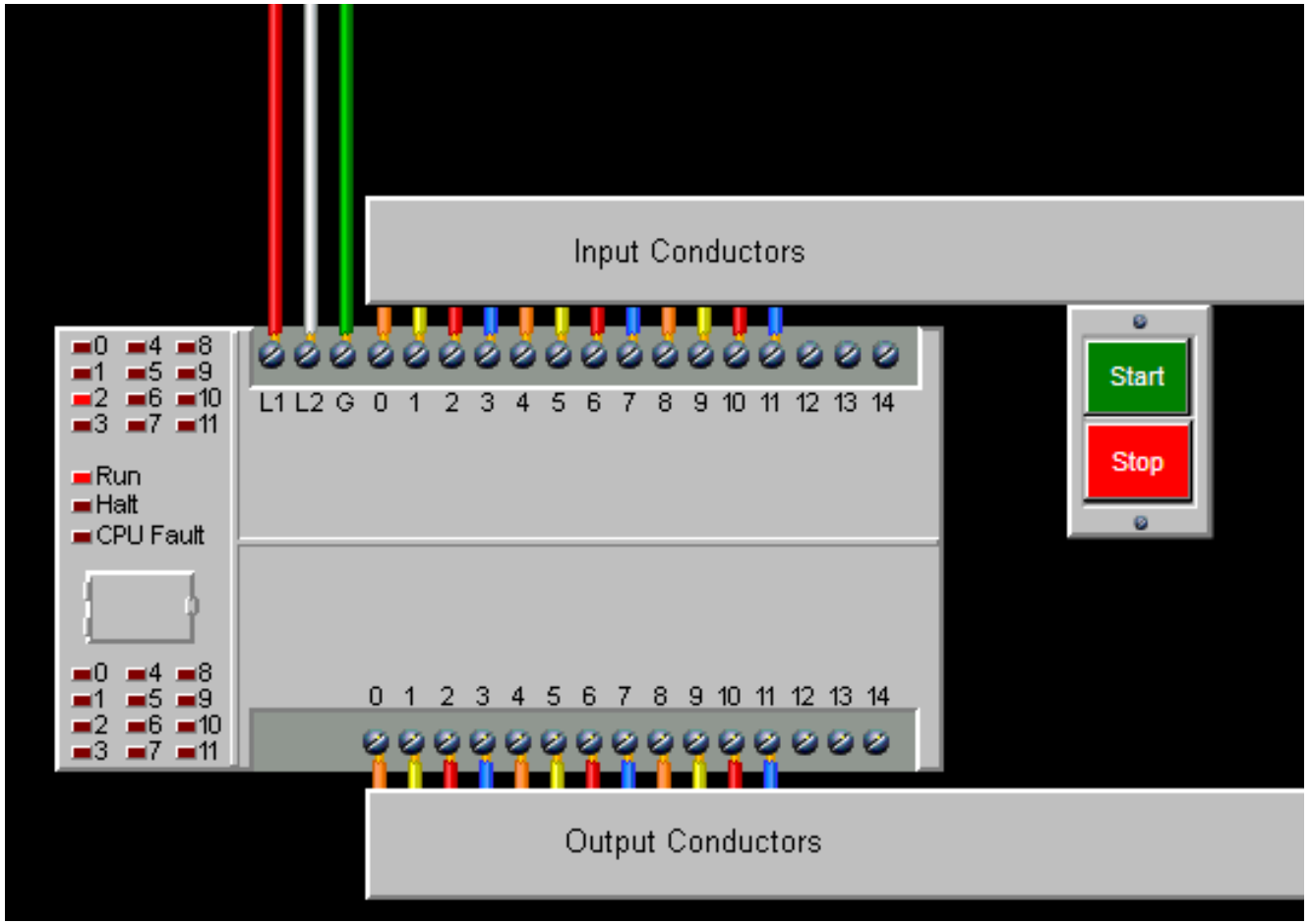
ترانزیستورهای NPN



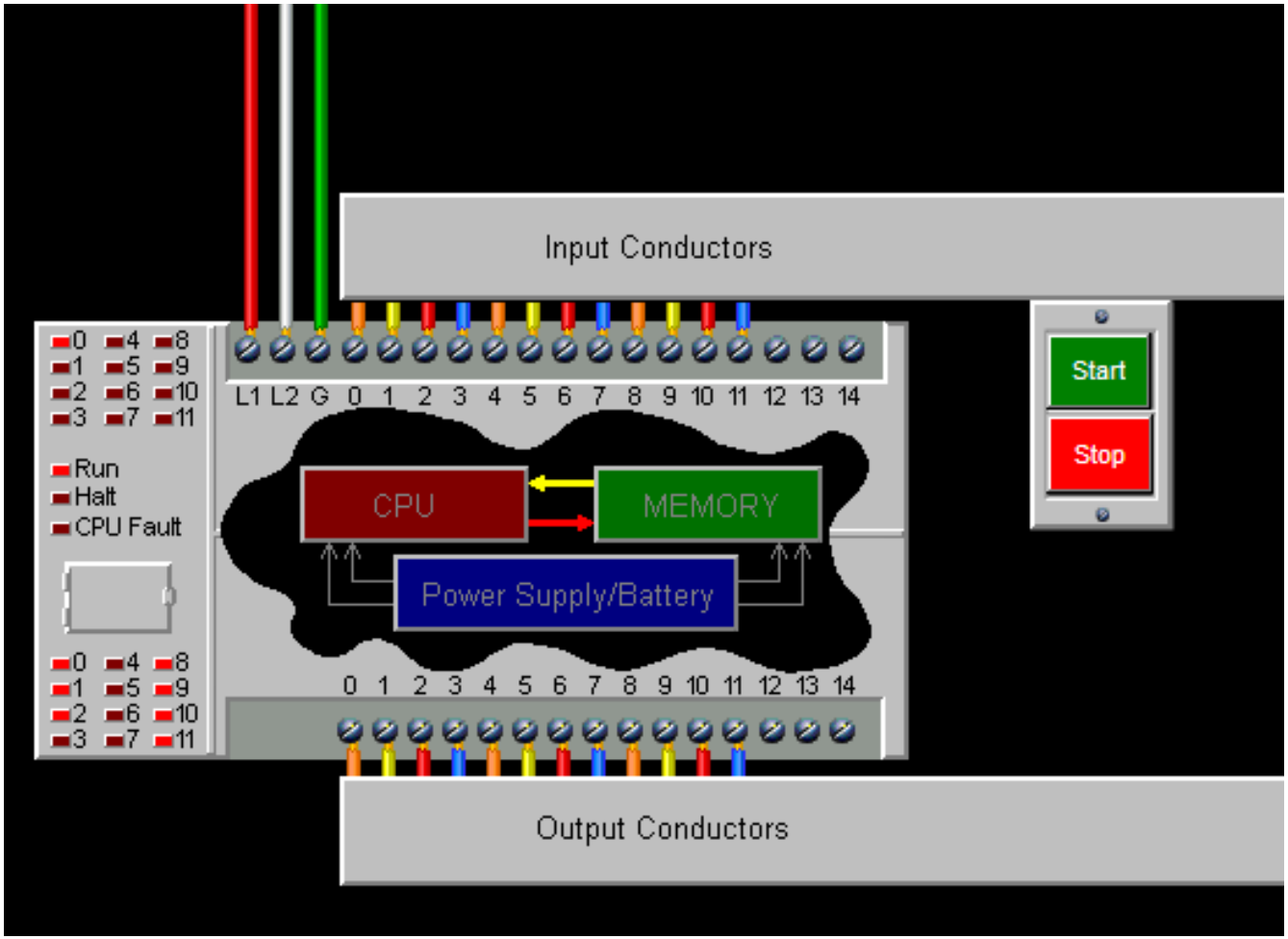
ترانزیستورهای PNPs

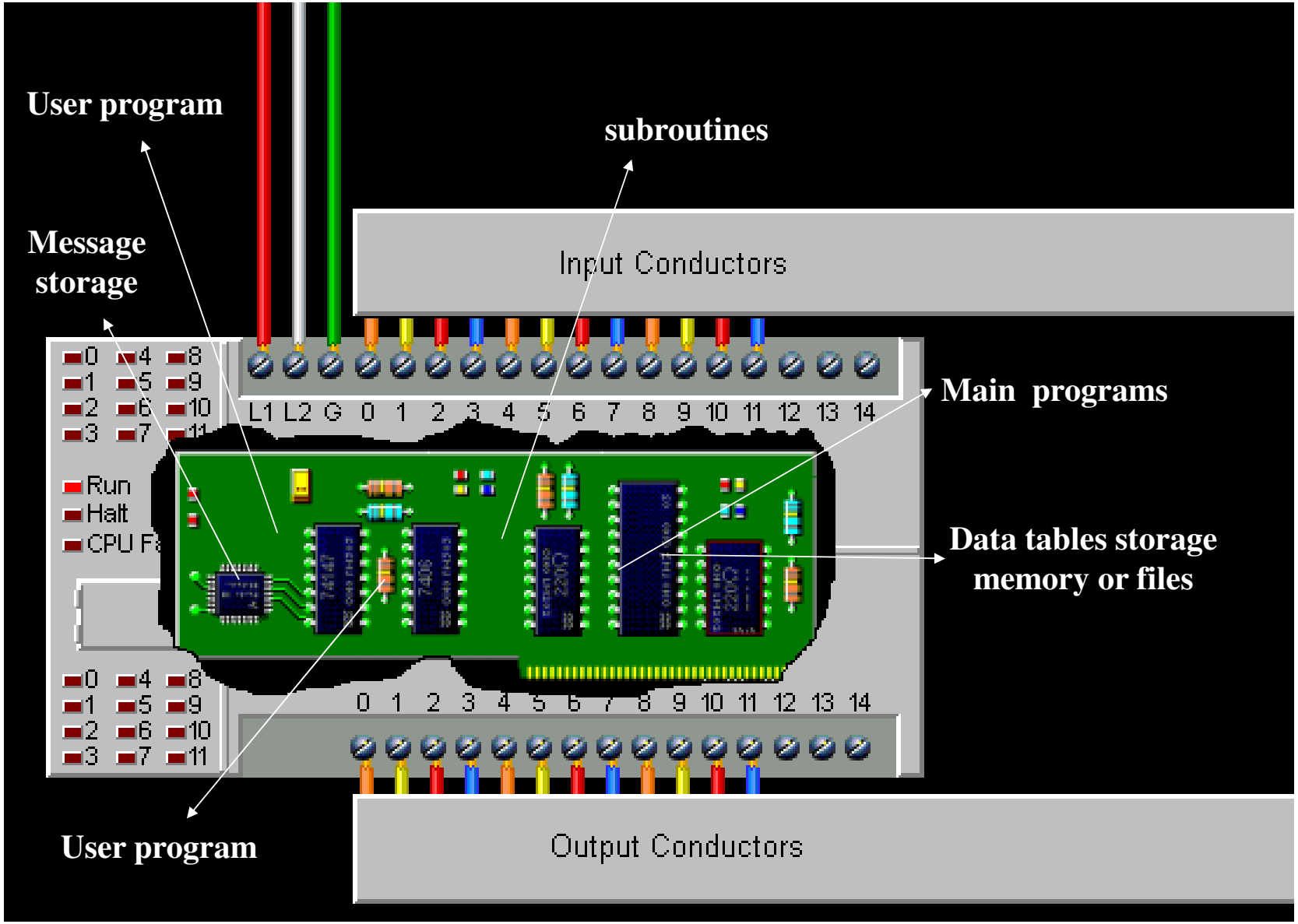


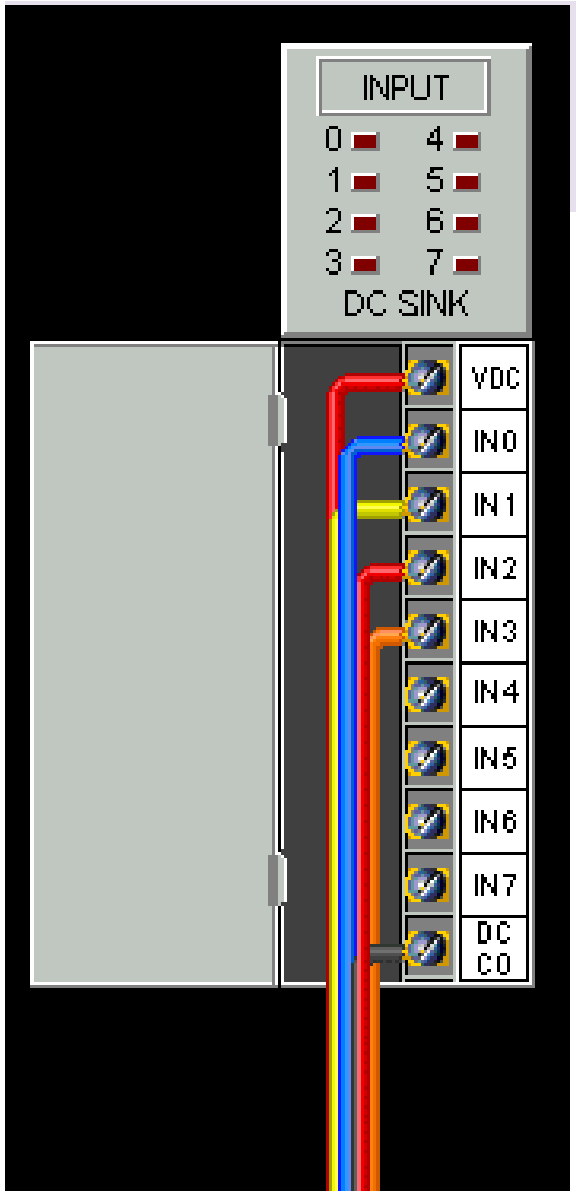
ساختار داخلی PLC ها

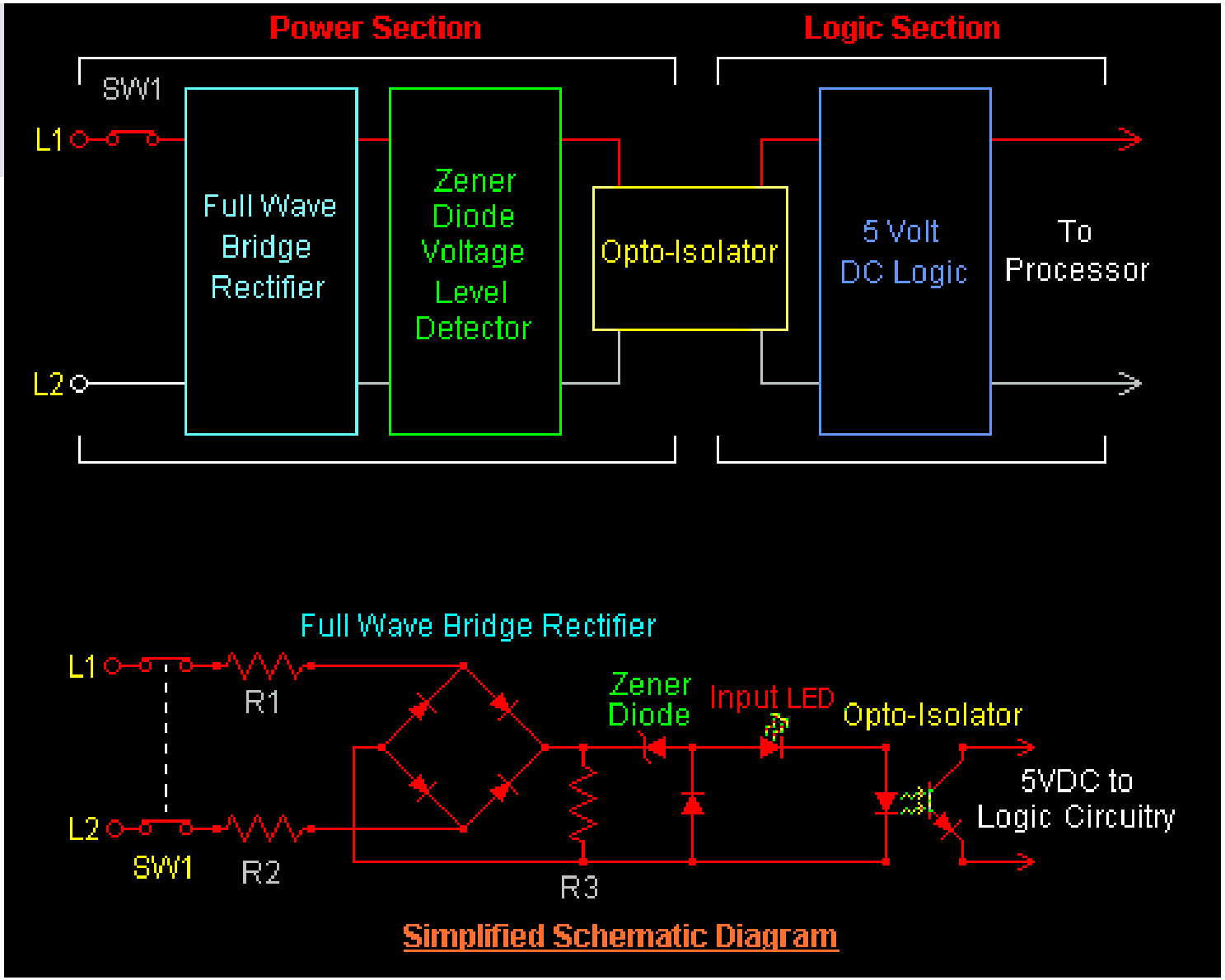


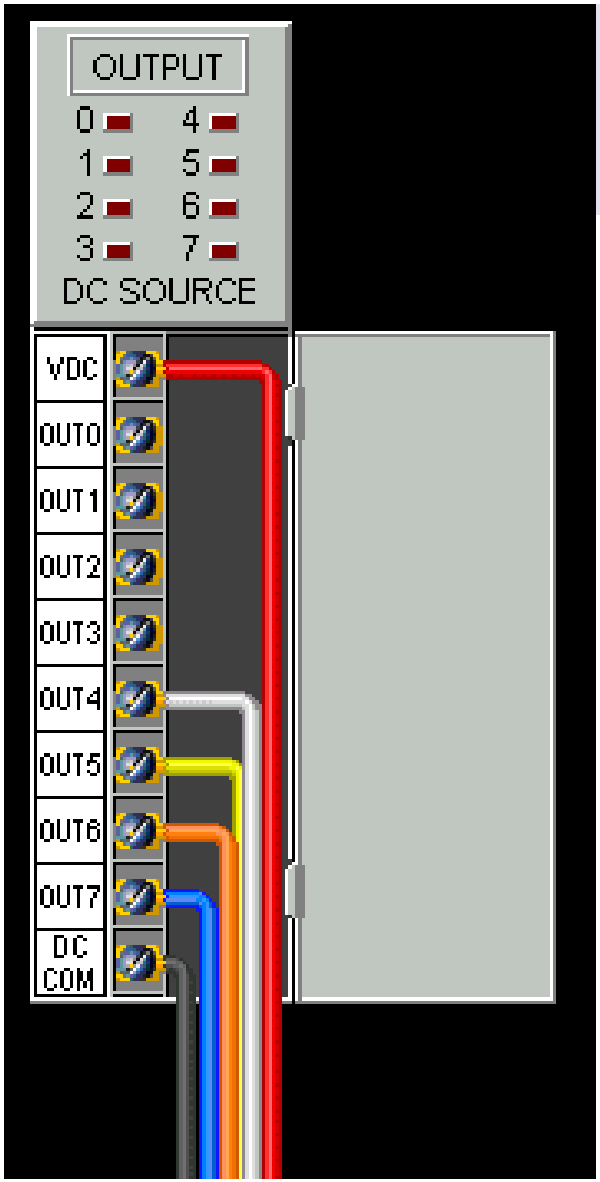
ساختار داخلی PLC ها

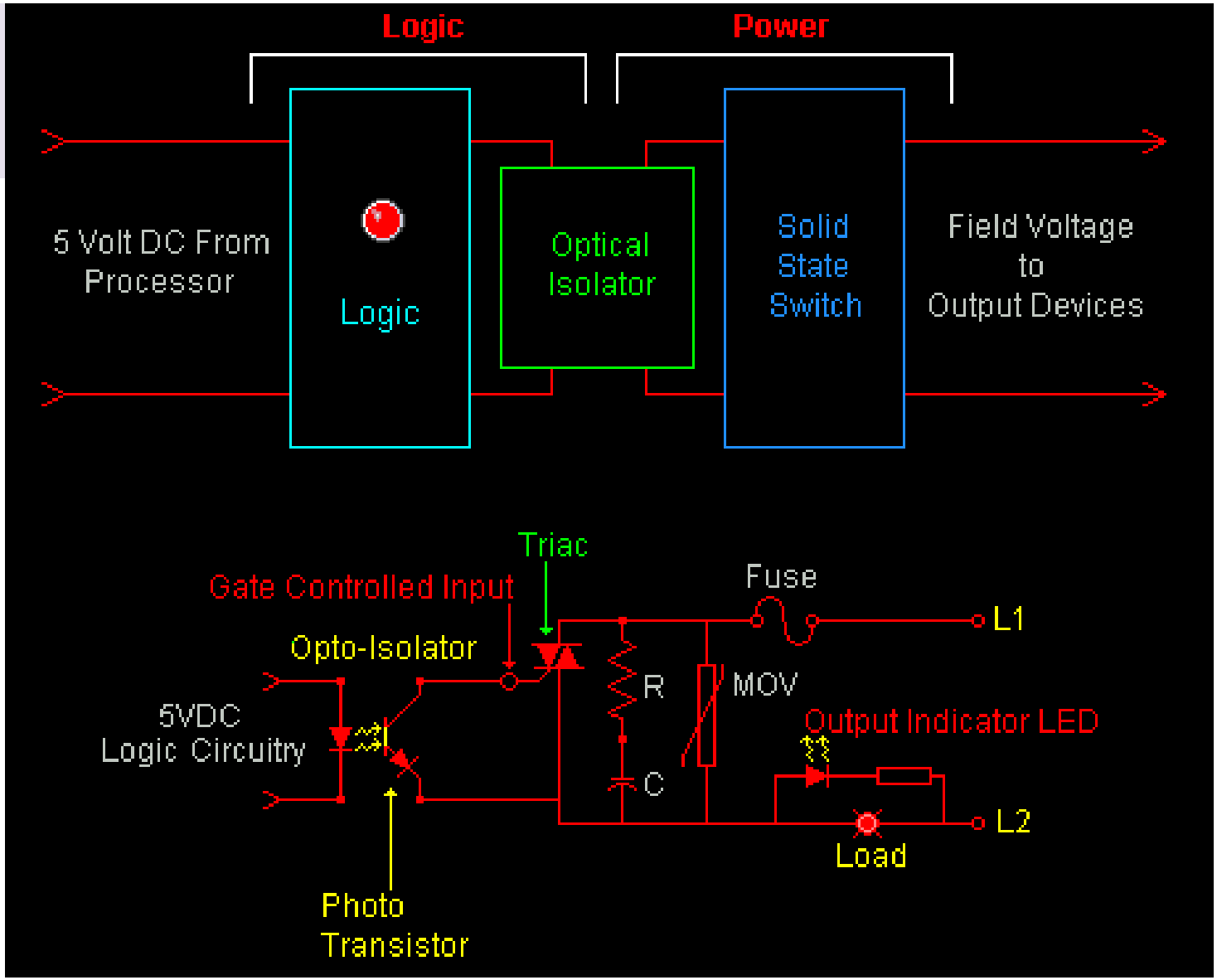



User program
subroutines
Message storage
Input Conductors
Main programs
Data tables storage memory or files
User program
Output Conductors
L1 L2 G 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14
Run
Halt


INPUT
0
1
2
3
4
5
6
7
DC SINK
VDC
IN0
IN1
IN2
IN3
IN4
IN5
IN6
IN7
DC
CO

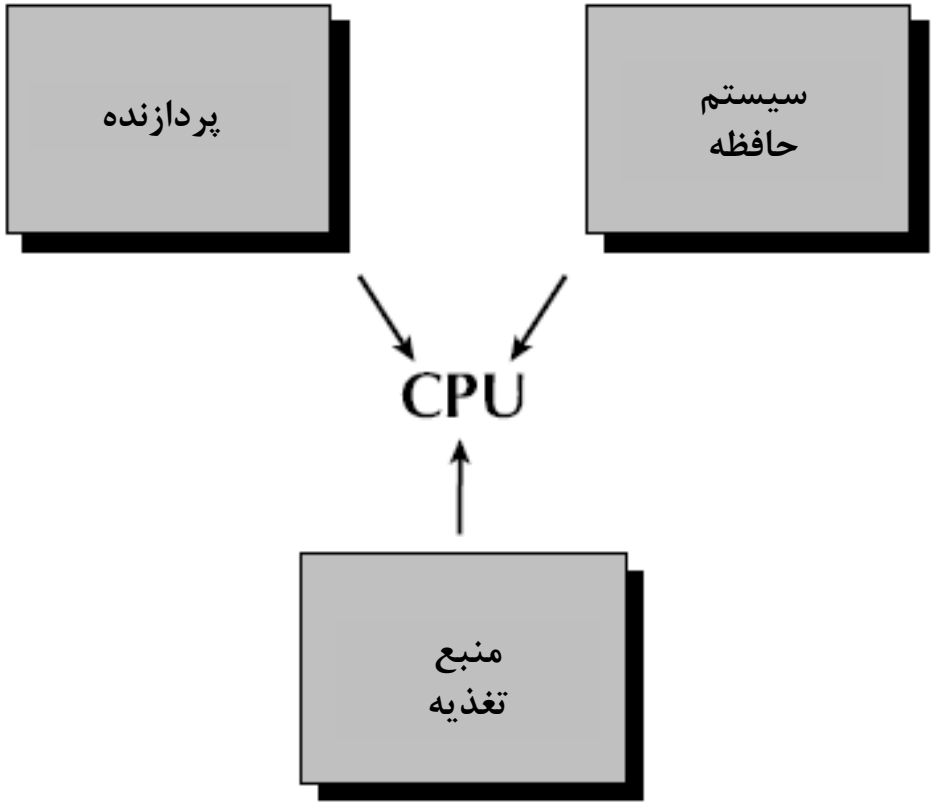

Power Section
Logic Section
SW1
L1
L2
Full Wave
Bridge
Rectifier
Zener
Diode
Voltage
Level
Detector
Opto-Isolator
5 Volt
DC Logic
To
Processor
Full Wave Bridge Rectifier
L1
L2
R1
R2
R3
SW1
Zener
Diode
Input LED
Opto-Isolator
5VDC to
Logic Circuitry
Simplified Schematic Diagram


OUTPUT
0
1
2
3
4
5
6
7
DC SOURCE
VDC
OUT0
OUT1
OUT2
OUT3
OUT4
OUT5
OUT6
OUT7
DC COM


Logic
Power
5 Volt DC From Processor
Logic
Optical Isolator
Solid State Switch
Field Voltage to Output Devices
Triac
Gate Controlled Input
Fuse
L1
Opto-Isolator
5VDC Logic Circuitry
R
MOV
Output Indicator LED
C
L2
Load
Photo Transistor

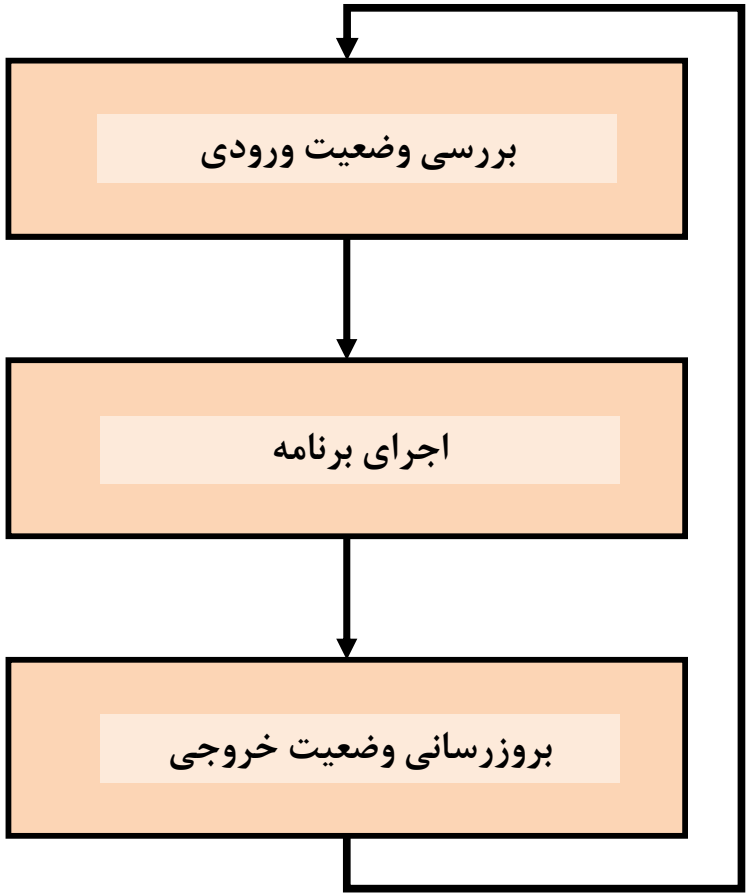
ساختار داخلی PLC ها

- CPU دارای سه بخش اصلی است:
  - پردازنده
  - سیستم حافظه
  - منبع تغذیه



عملکرد PLC

- پیمایش فرآیند اجرای برنامه PLC است.
- زمان چرخه مجموع زمان برای یک حلقه است.



زبان های برنامه نویسی

- نحوه برنامه نویسی در PLC شامل سه روش مختلف می باشد، که حداقل ۲ مورد آن برای بسیاری از این سیستم ها بکار می رود:

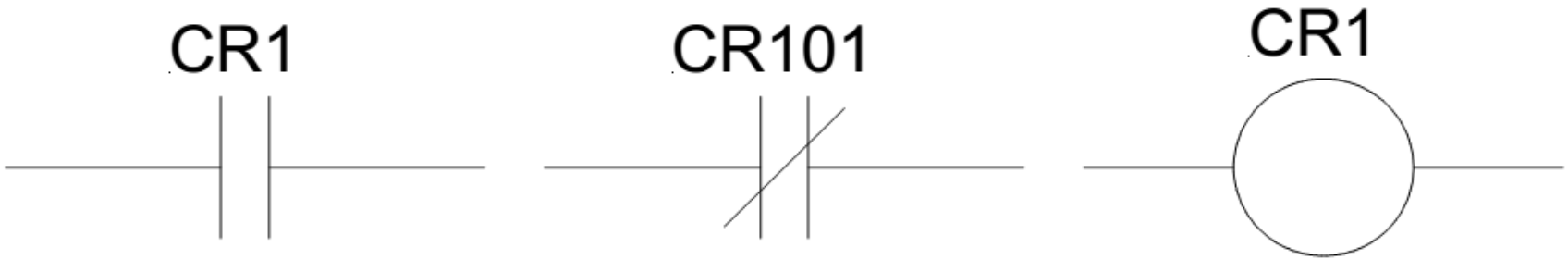
– STL (قدیمی ولی متداول) (اگر چه در حال حاضر کمتر توسط کاربران استفاده می شود ولی در محیط برنامه نویسی بسیاری از PLC ها همچنان وجود دارد)

– نمودارهای نردبانی (زبان مشترک و مرسوم ترین)

– بلوک تابع (محدود به برخی PLC ها مانند زیمنس)

نمودار نردبانی

- نمادهای رله

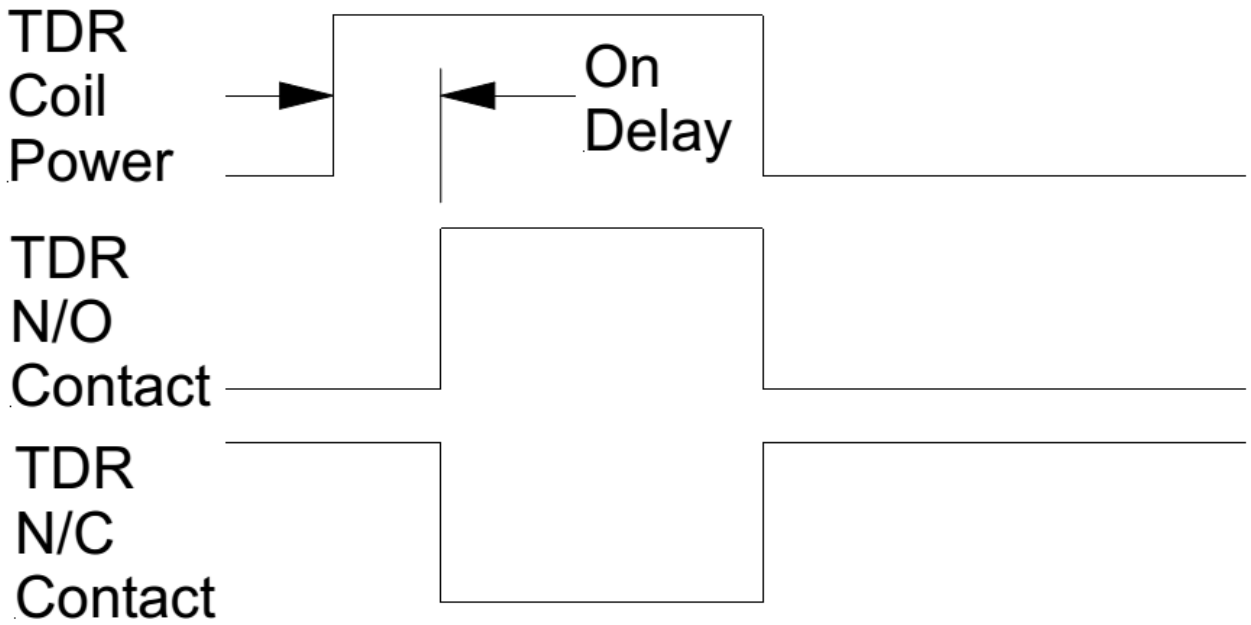


- نمادهای رله ASCII

```
   CR1          CR101          CR1
----| |----   ----|/|----   ----(   )----
```

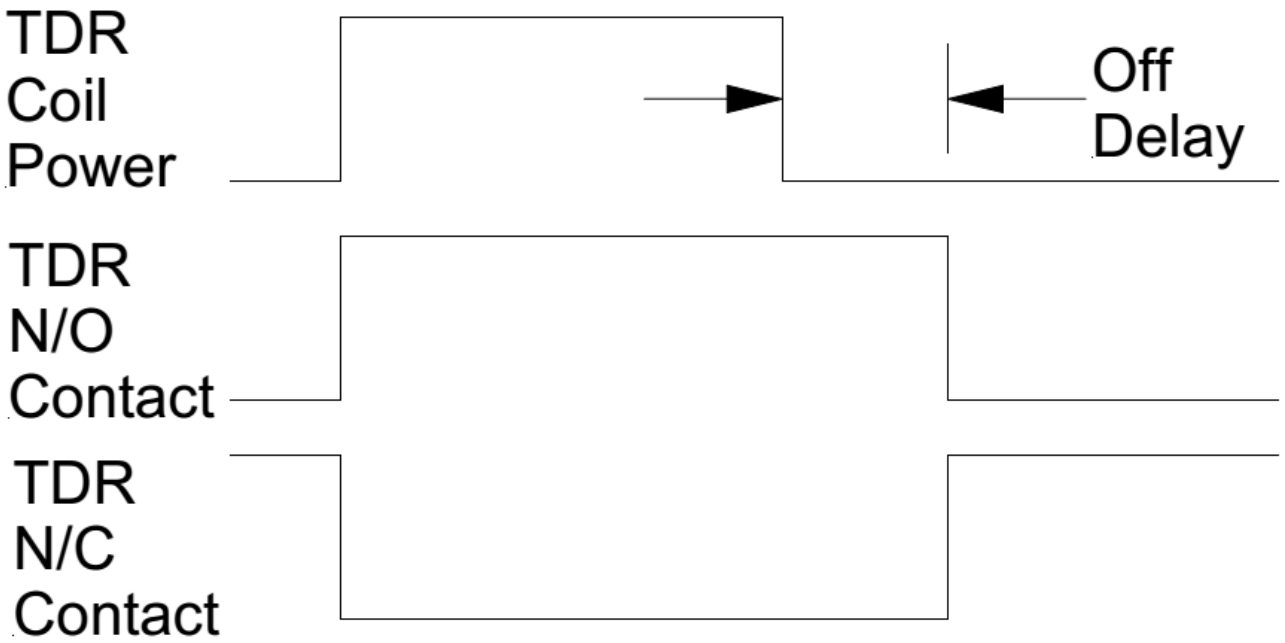
نمودار نردبانی

- رله تایمر تاخیردار



نمودار نردبانی

- رله تایمر بدون تاخیر



اجزای جانبی

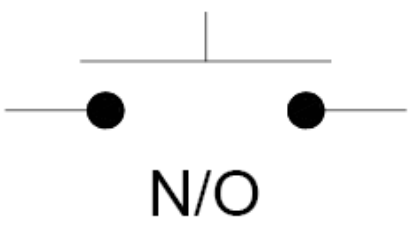
- سوئیچ های فشاری لحظه ای

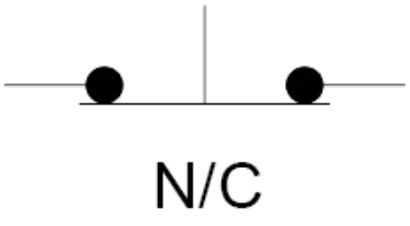


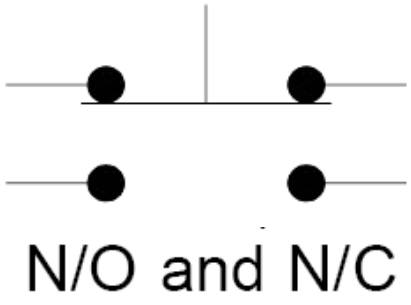
اجزای جانبی

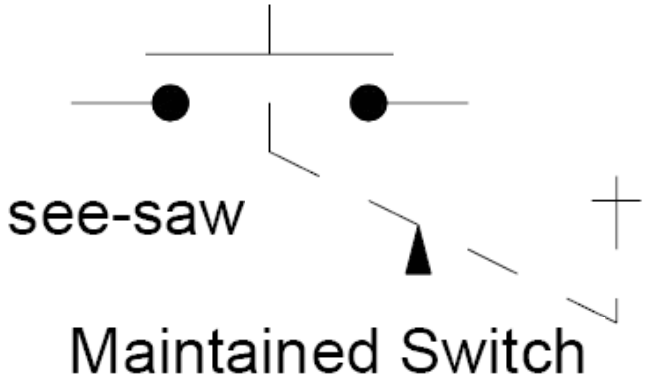
- سوئیچ های فشاری لحظه ای

- Momentary Pushbutton Switches





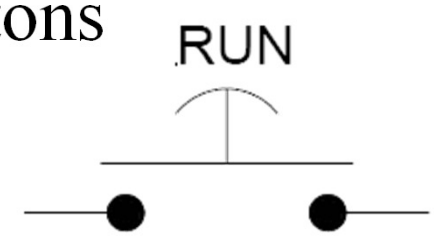


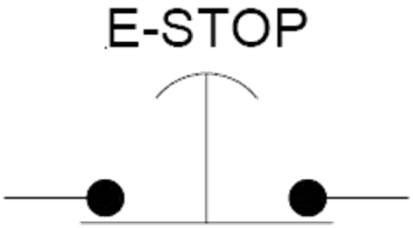


اجزای جانبی

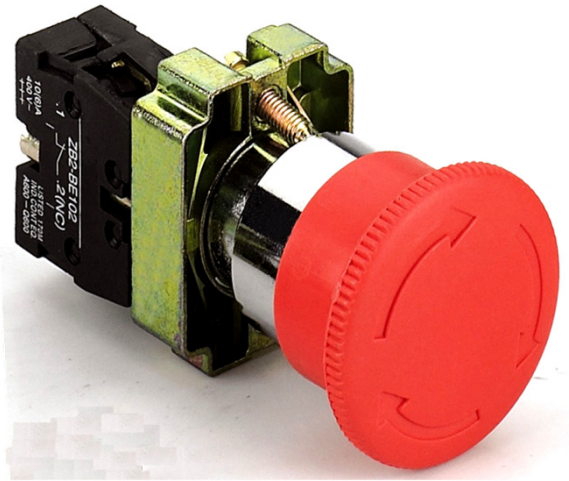
- دکمه های فشاری سر قارچی

- Mushroom Head Pushbuttons





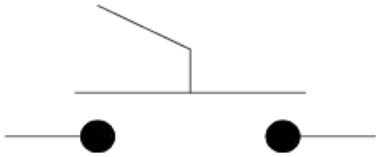


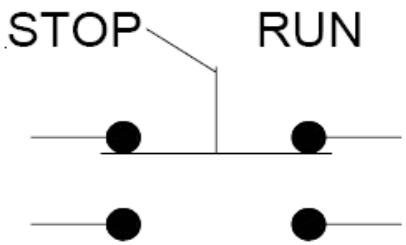


اجزای جانبی

- کلید انتخابی

- Selector Switch









اجزای جانبی

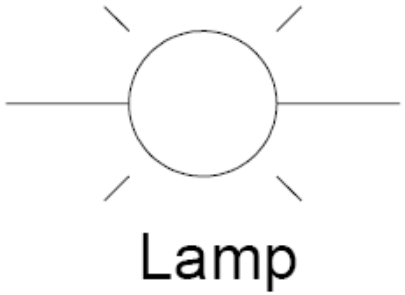
- **سوئیچ حدی** (Limit Switches)





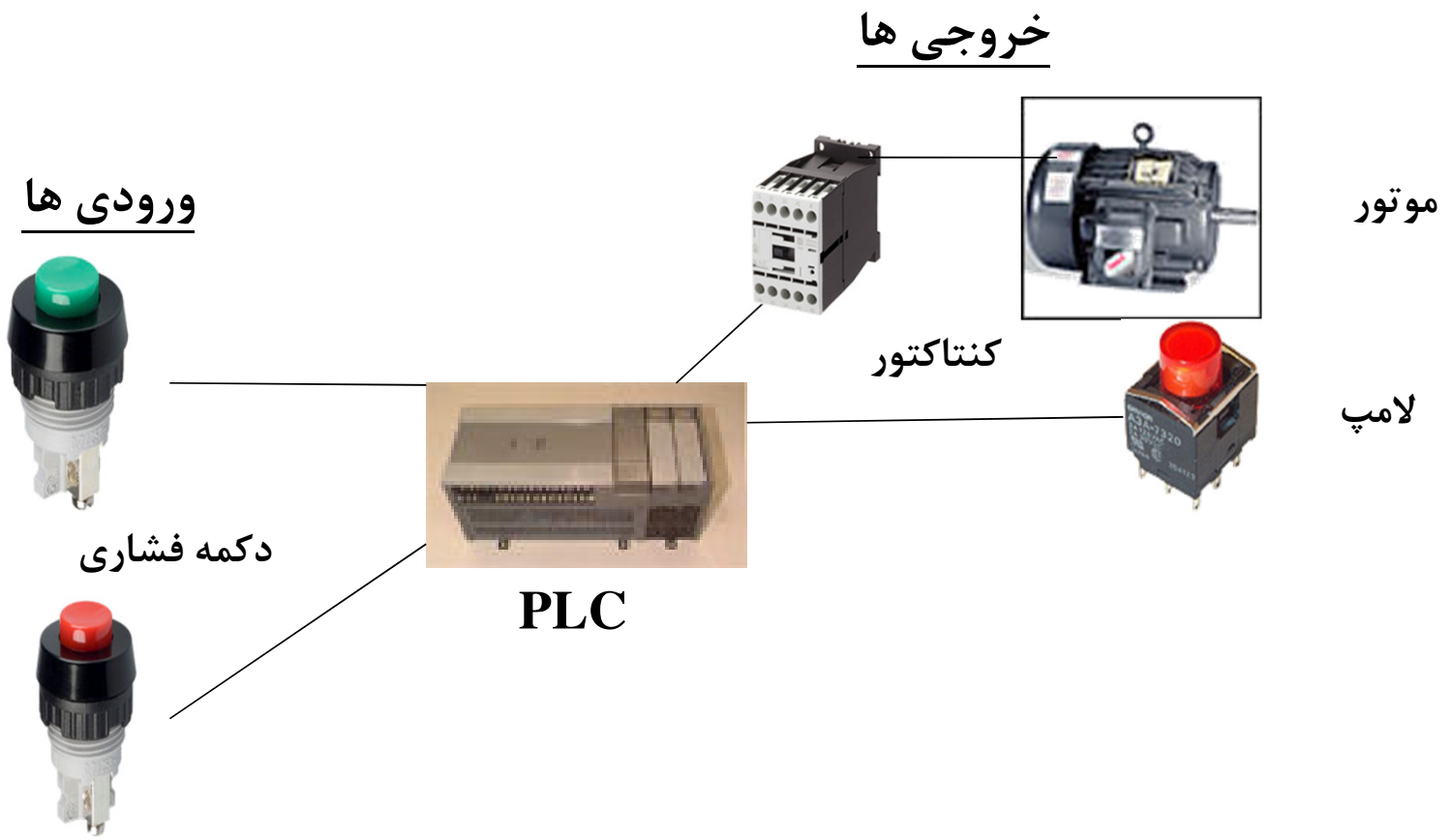
اجزای جانبی

- **لامپ** (Lamp)



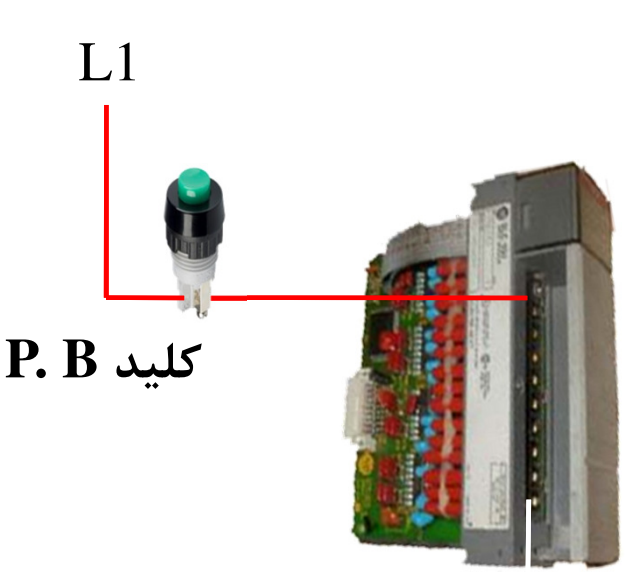


حلقه



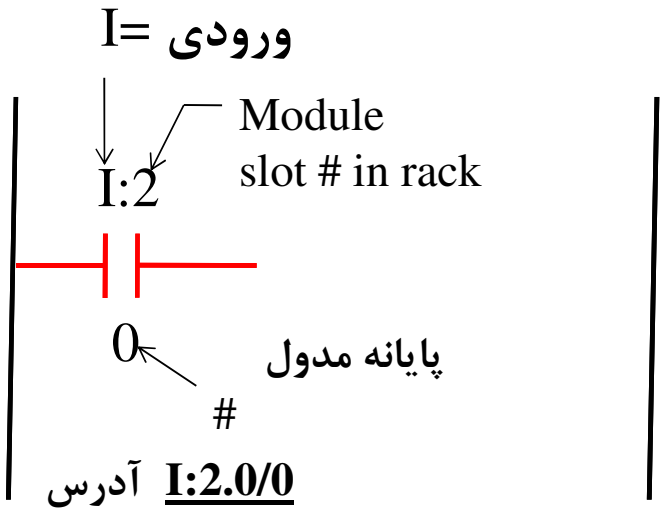
اجرای یک حلقه ساده

Allen-Bradley 1746-1A16



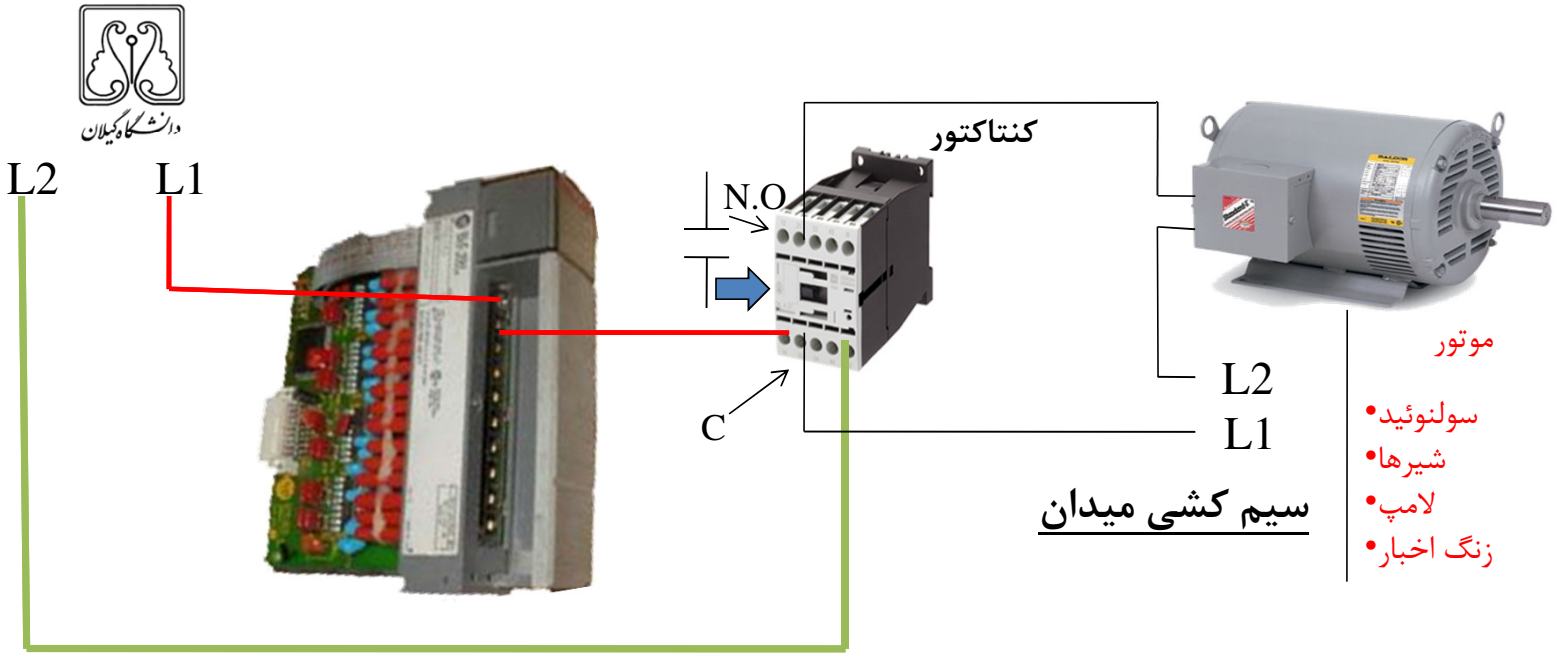
مدول ورودی

نمودار سیم کشی



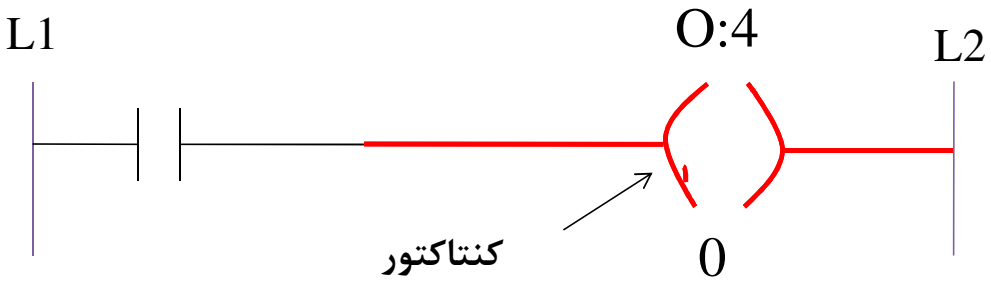
برنامه نردبانی

اجرای یک حلقه ساده



سیم کشی میدان

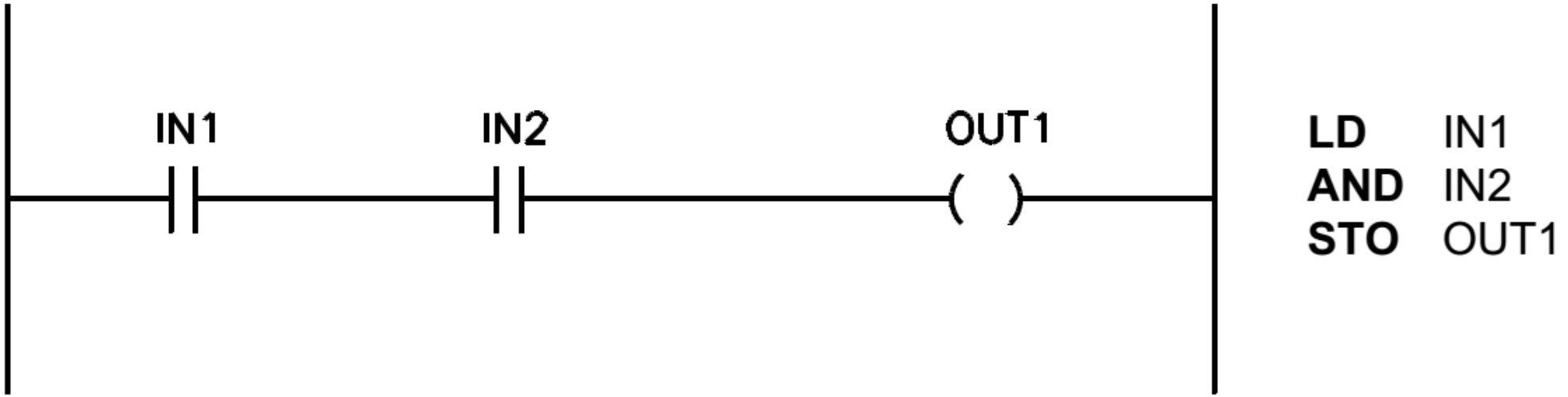
سیم کشی مدول خروجی



برنامه نردبانی

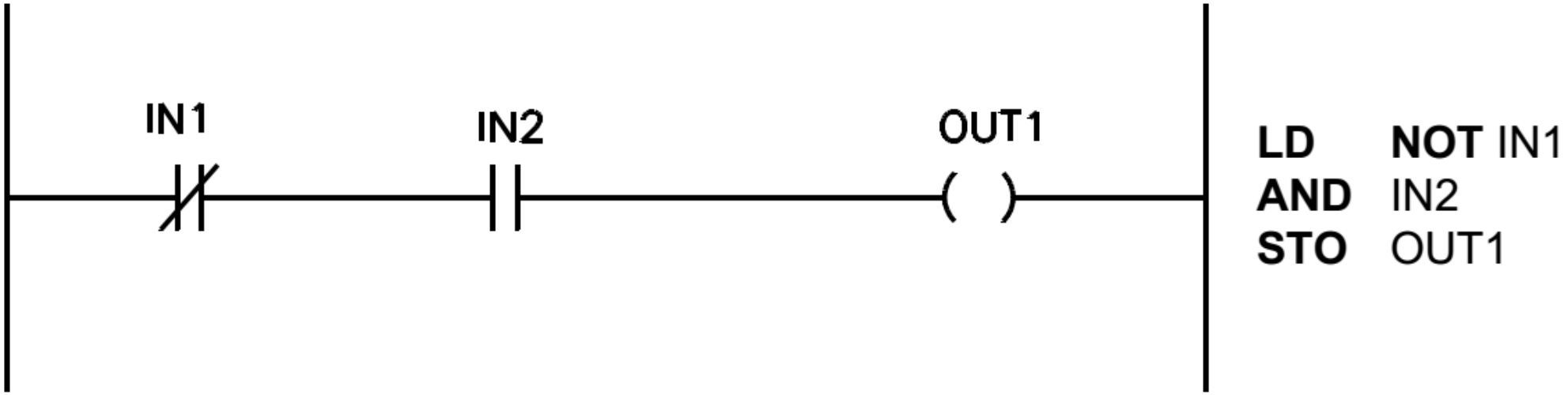
نمودار نردبانی AND

- ترکیب AND دو اتصال IN1 و IN2 برای کنترل سیم پیچ OUT1



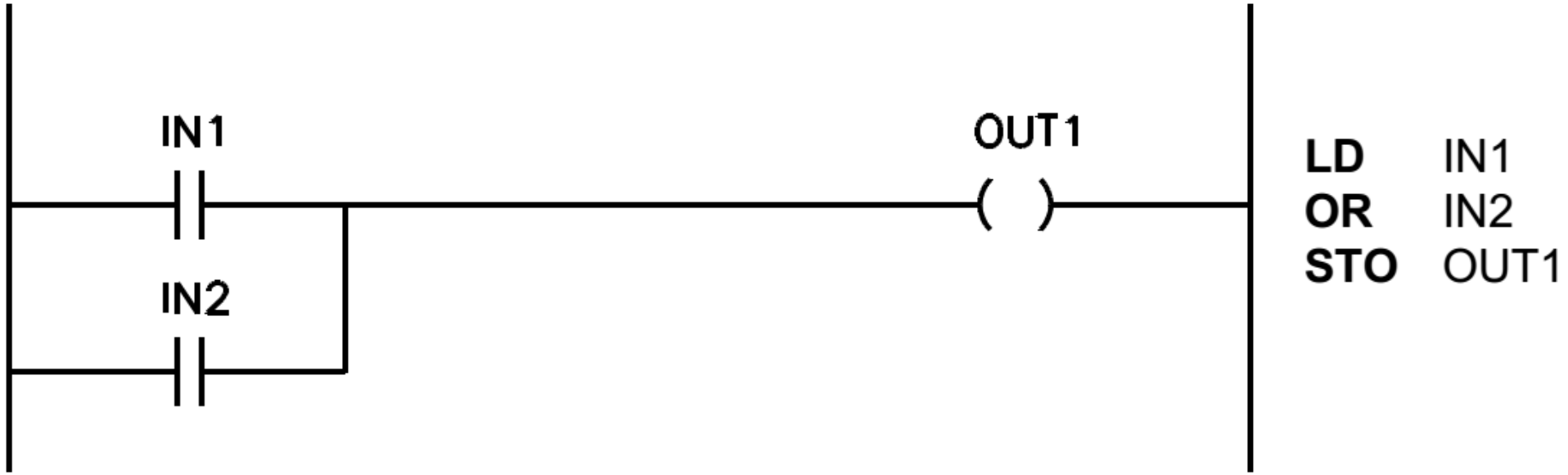
نمودار نردبانی AND

- مدیریت اتصالات نرمال بسته شده



نمودار نردبانی OR

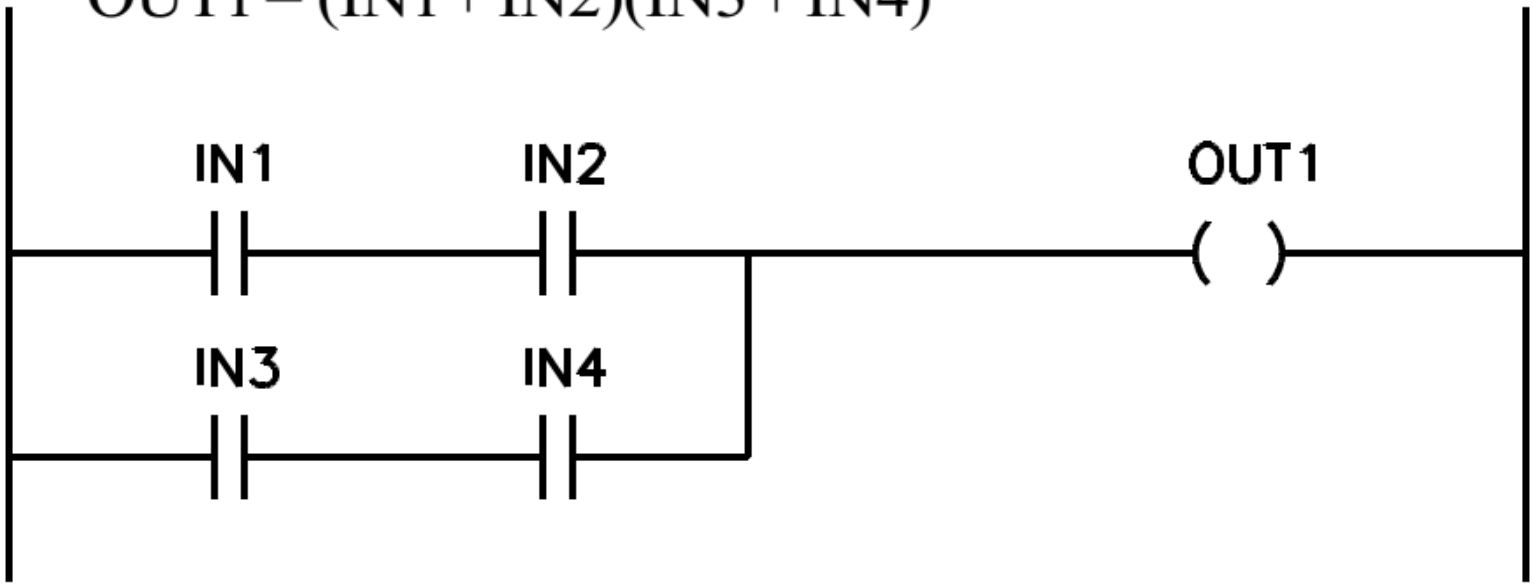
- نمودار نردبانی برای تابع OR



انشعابات ساده

- نمودار نردبانی تابع AND-OR-AND

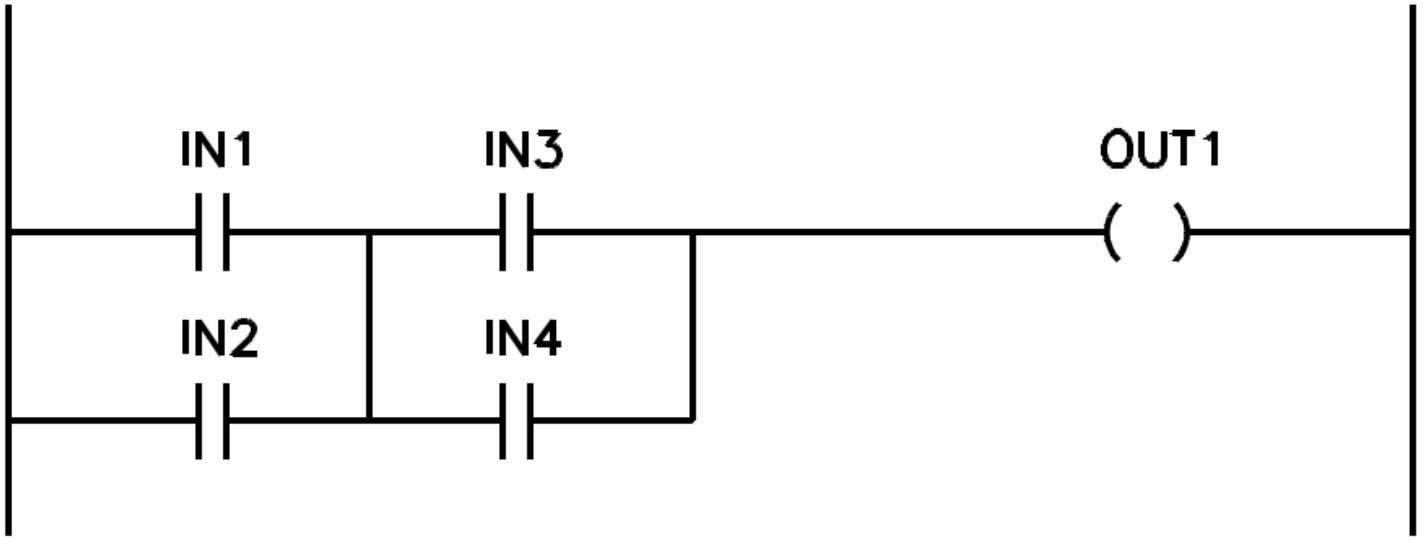
$$OUT1 = (IN1 + IN2)(IN3 + IN4)$$



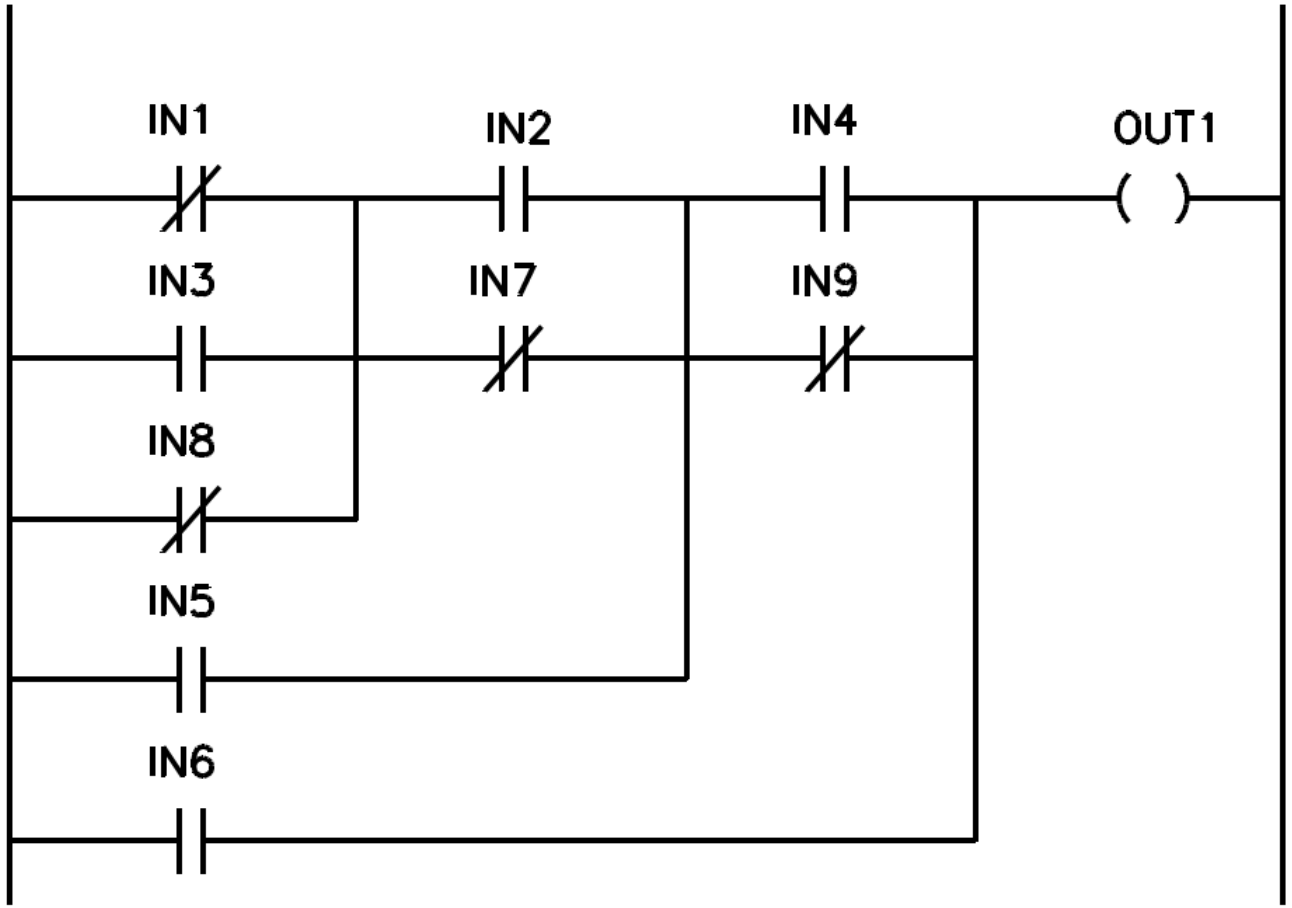

```
1.   LD    IN1
2.   AND   IN2
3.   LD    IN3
4.   AND   IN4
5.   OR    LD
6.   STO   OUT1
```

انشعابات ساده

- نمودار نردبانی تابع OR-AND-OR

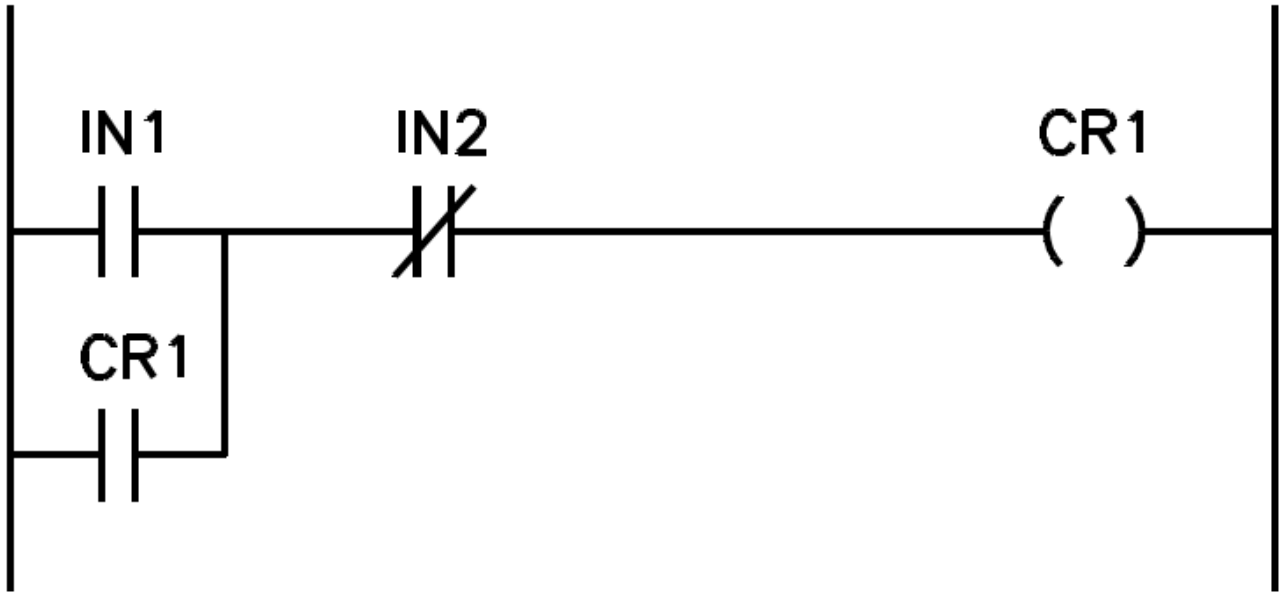


انشعابات پیچیده



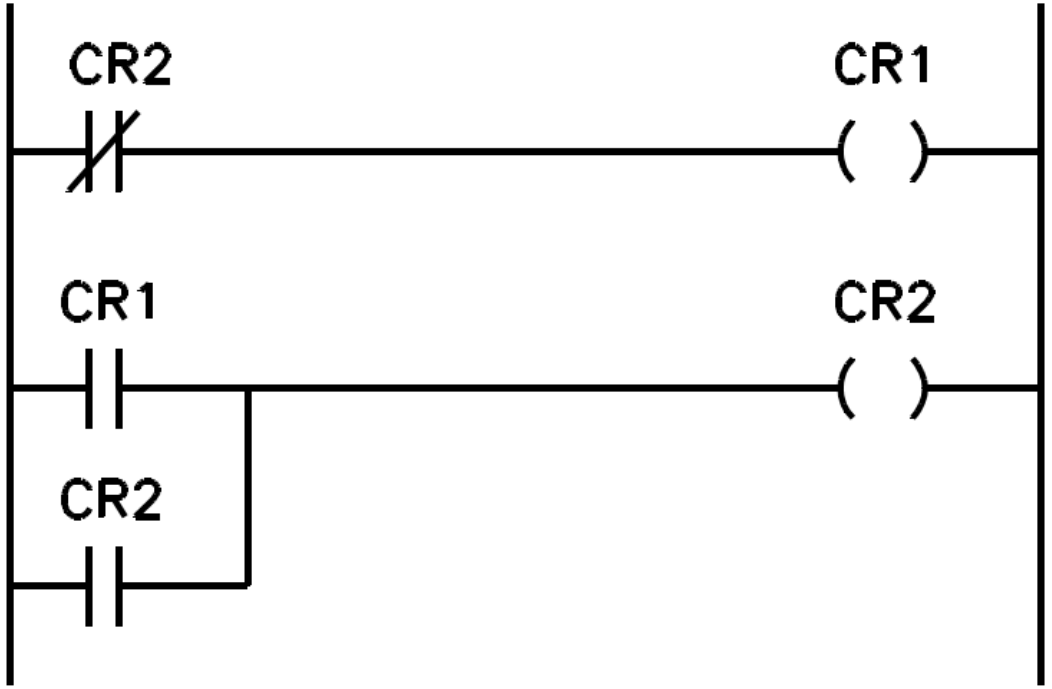
فلیپ فلاپ ها

- فلیپ فلاپ RS (مدار Latch)



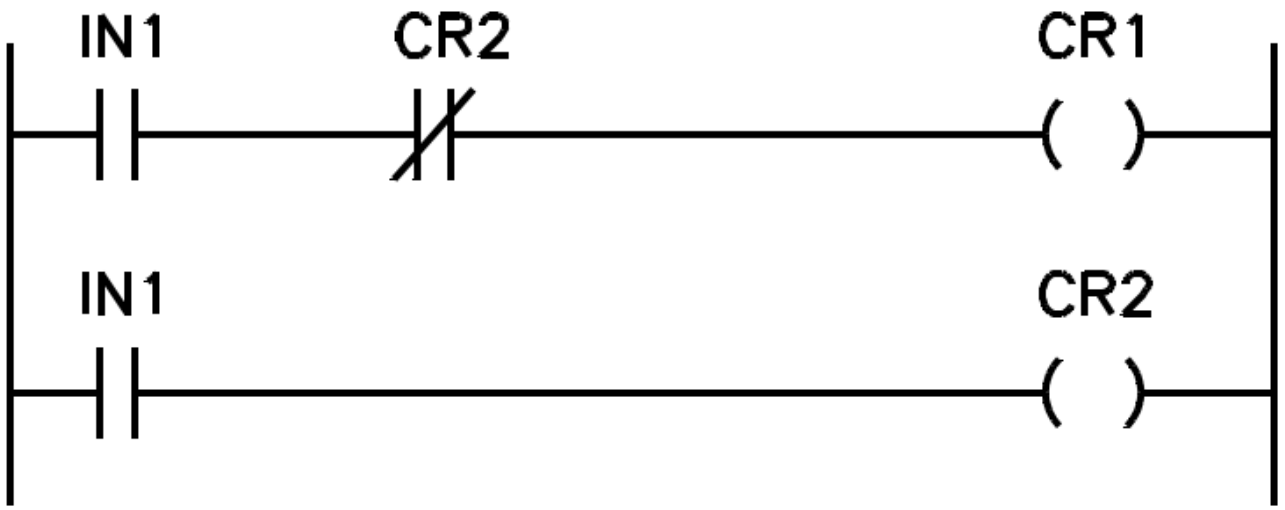
فلیپ فلاپ ها

- تک ضربه خودکار



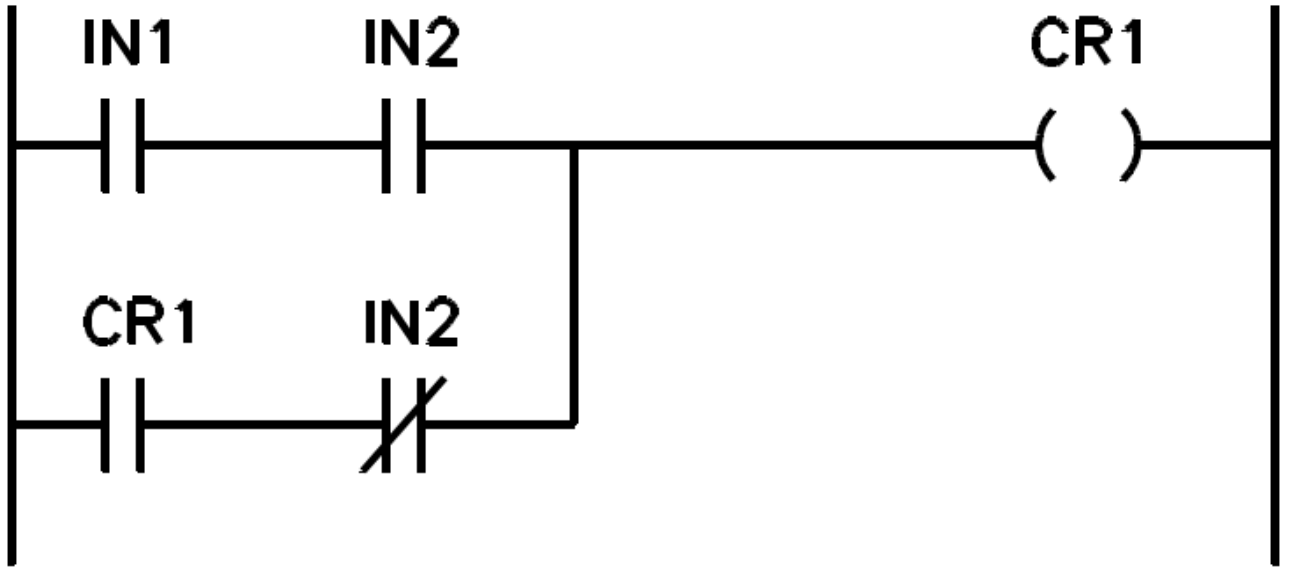
فلیپ فلاپ ها

- تک ضربه با راه اندازی خارجی



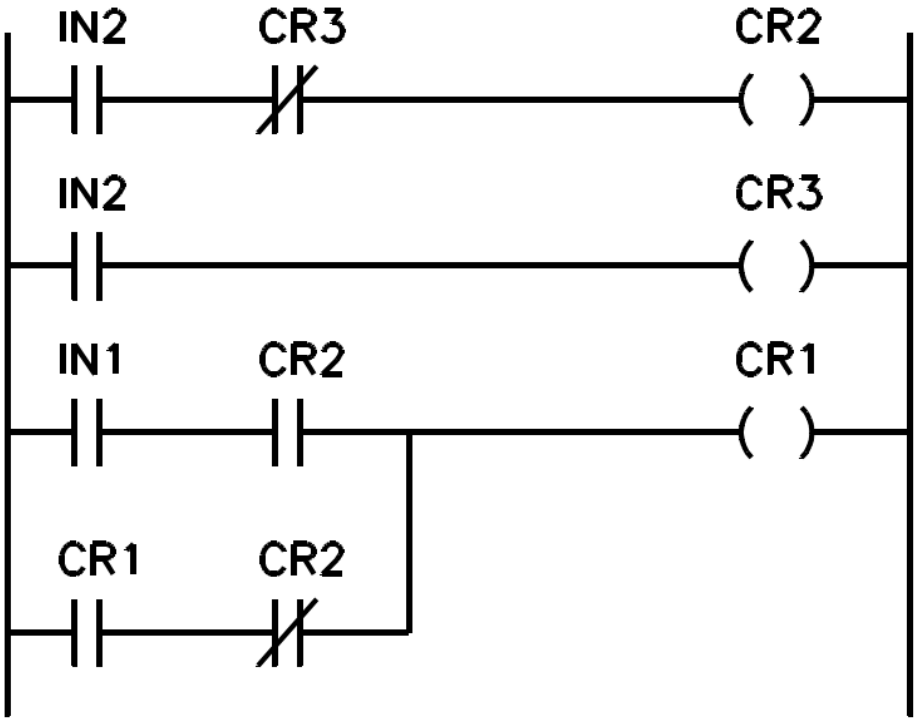
فلیپ فلاپ ها

- فلیپ فلاپ D (IN1 = D، راه اندازی = IN2)



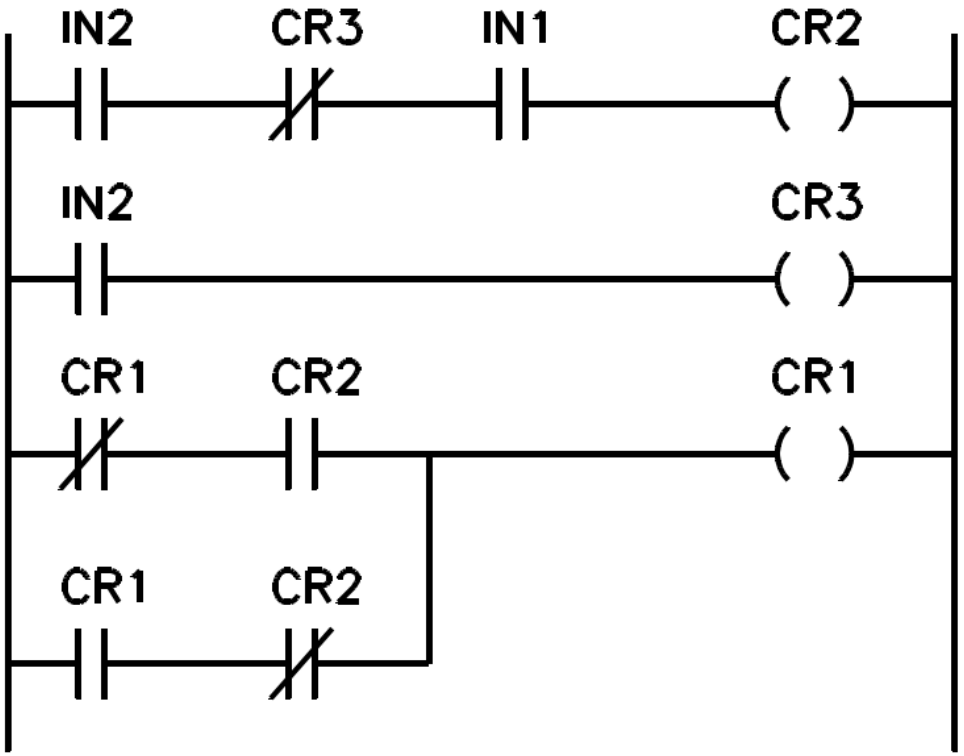
فلیپ فلاپ ها

- فلیپ فلاپ D (با یک راه انداز جستجو، IN1 = D ، راه اندازی = IN2)



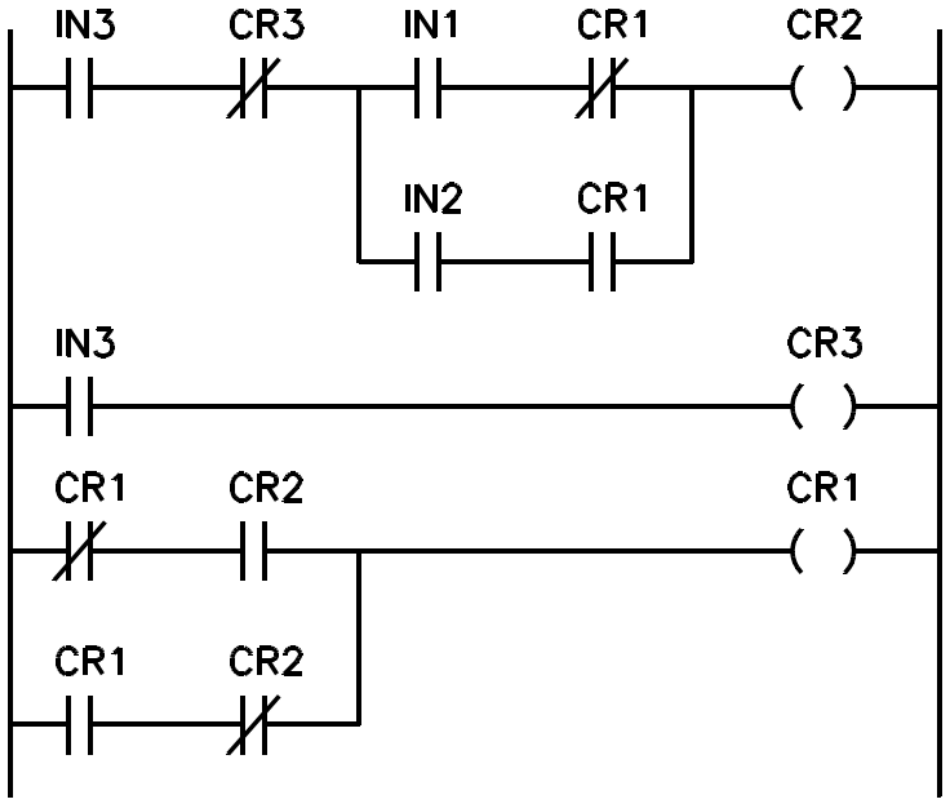
فلیپ فلاپ ها

- فلیپ فلاپ T (IN1 = T، راه اندازی = IN2)



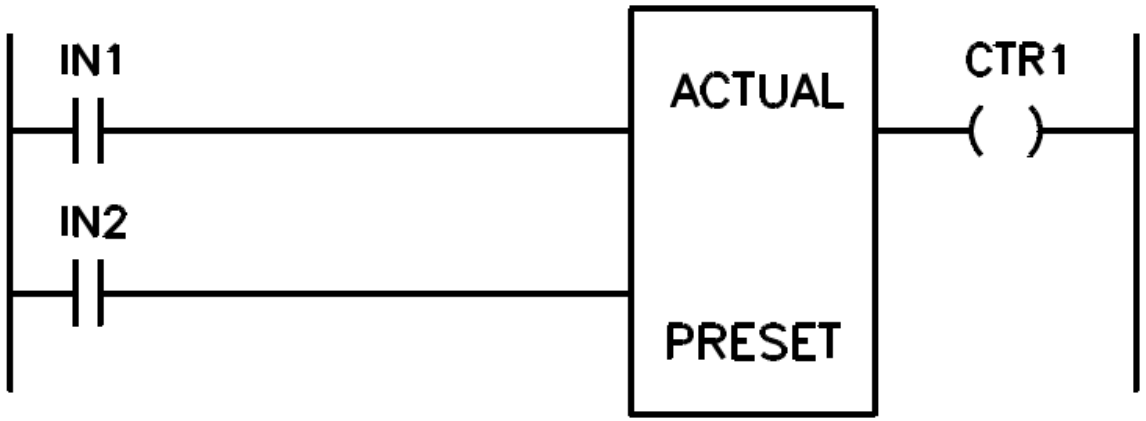
فلیپ فلاپ ها

- فلیپ فلاپ J-K (IN1 = J، IN2 = K، راه اندازی = IN3)



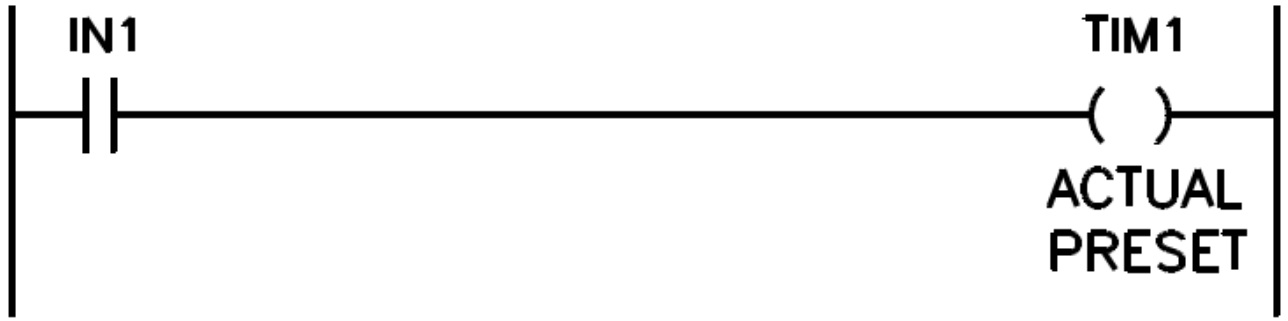
شمارنده ها

- شمارنده تابعی خاص بوده که در زبان برنامه نویسی PLC گنجانده شده است. این تابع به PLC اجازه می دهد هر زمان که منطق کنترلی در هر مرحله از نمودار نردبانی، از ۰ به ۱ می رسد، عددی را اضافه یا کم کند.



زمان سنج ها

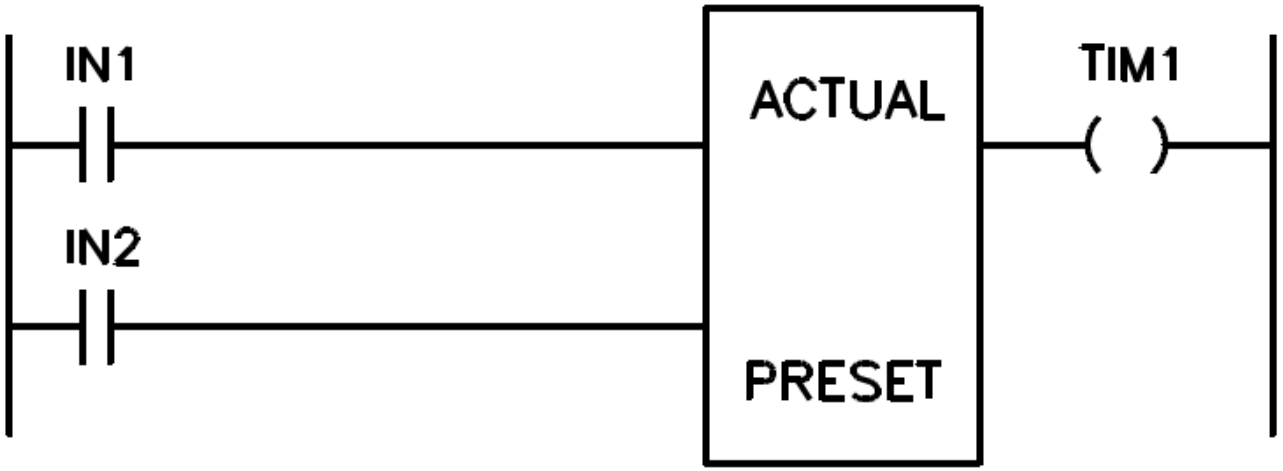
- زمان سنج تابعی نردبانی شمارنده خاص بوده که امکان اجرای عملیات زمان بندی را برای PLC میسر می کند. این کار بر اساس یک ساعت داخلی انجام می شود، معمولا ۰.۱ یا ۰.۰۱ ثانیه در هر پالس ساعت



Non-retentive Timer

تایمر ها

- تایمر نگهدارنده



حافظه یا رجیستر

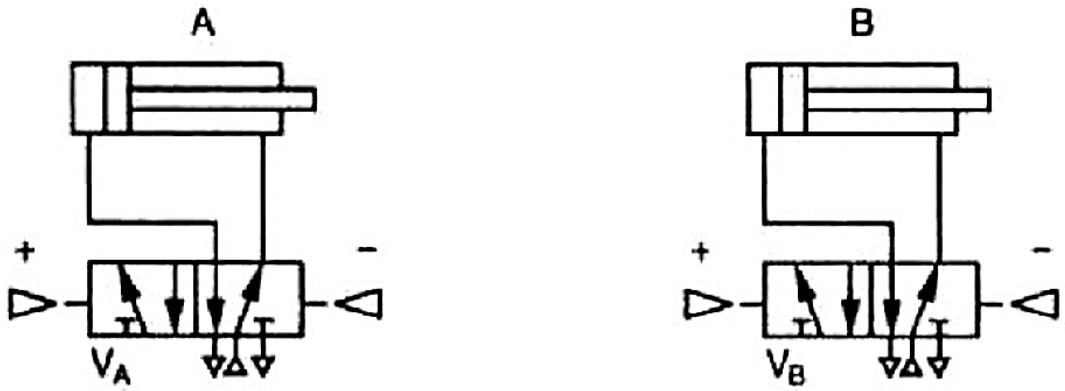
- نوع خاصی از حافظه PLC می تواند به صورت یک رجیستری قابل آدرس دهی در اختیار برنامه نویس قرار گیرد.
- این حافظه معمولا با حرف M نمایش داده می شود.
- به عنوان رله خروجی قابل set شدن است
- به صورت رله ورودی CR قابل فراخوانی است.

حرکت ترکیبی توسط چند جک

- با استفاده از سنسورهای موقعیت می توان حرکت های ترکیبی نیز ایجاد نمود. به عنوان مثال:

A+ B+ A- B- repeat

– با شیرهای 5×2 با تحریک برقی برای حرکت جک ها



برنامه نویسی با PLC

- فرض کنید می خواهیم حرکت زیر را ایجاد نماییم:

A+ B+ /B- A- repeat

– در محیط Ladder برنامه ای بنویسید که حرکت جک های A و B به ترتیب فوق را ایجاد نماید.

دانشگاه گیلان

با سپاس از توجه شما