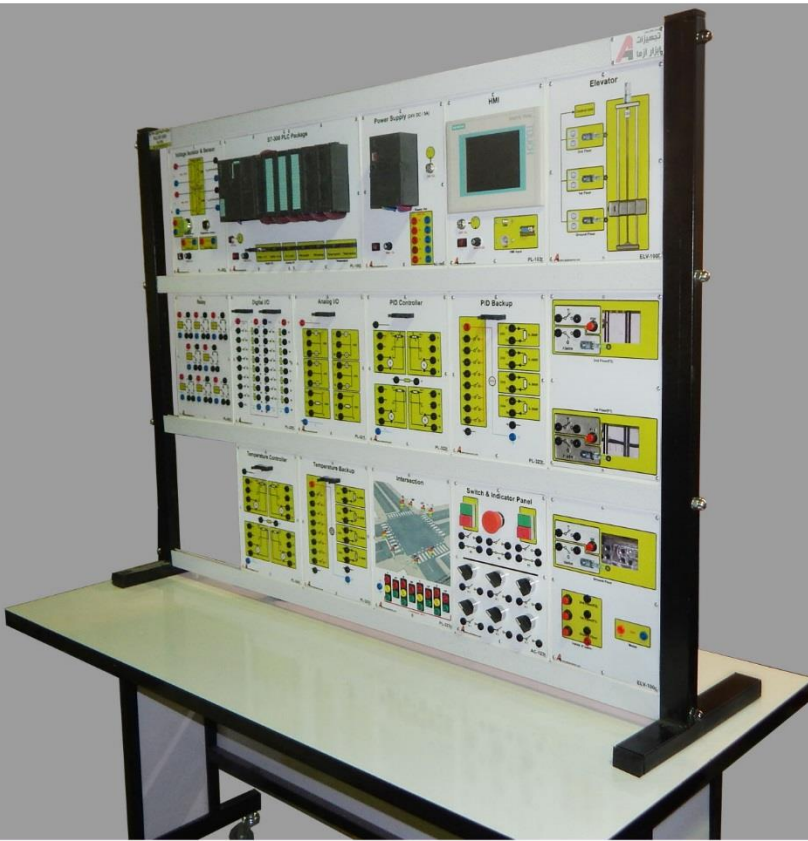


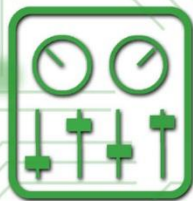
شرکت دانش بنیان

# تجهیزات ابزار آزما

نوآوری و فناوری برای توسعه



## دستور کار جامع اتوماسیون



آزمایشگاه های الکترونیک قدرت و ماشین الکتریکی  
Power Electronics and Electrical Machines Labs



آزمایشگاه های سیستم های قدرت و انرژی های نو  
Power Systems and Renewable Energies Lab



آزمایشگاه ماشین های الکتریکی

آمورنده ماشین های القایی (استرون) (MC-100)	آمورنده ترانسفورماتور (MC-101)
آمورنده ماشین های الکتریکی DC (MC-102)	آمورنده ماشین های سنکرون (MC-103)
آمورنده درایو ماشین های القایی (استرون) (MC-104)	آمورنده ماشین های الکتریکی پیشرفته (MC-105)
آمورنده ماشین های الکتریکی AC (MC-106)	آمورنده ماشین های مخصوص (MC-107)
آمورنده ماشین الکتریکی با قابلیت پایش و کنترل نرم (MC-110)	آمورنده مدار گسترده DC (MC-111)
آمورنده مدار گسترده AC (MC-112)	ماژول مایکروکنترلر و ماشین های الکتریکی (MC-61)

آزمایشگاه الکترونیک صنعتی

آمورنده الکترونیک صنعتی تکمیلی (IE-101)	آمورنده الکترونیک صنعتی پیشرفته (IE-102)
آمورنده الکترونیک صنعتی کنترل پیشرفته موتور (IE-103)	آمورنده الکترونیک صنعتی یکسو سازها و برشگرها (IE-104)
آمورنده الکترونیک صنعتی مبدل های DC به DC (IE-105)	آمورنده الکترونیک صنعتی اینورتر و کنترل V/F (IE-106)
آمورنده الکترونیک صنعتی سیکلو کانورتر (IE-107)	آمورنده الکترونیک صنعتی با قابلیت پایش و کنترل نرم افزار (IE-110)
آمورنده الکترونیک صنعتی مازول مایکروکنترلر و مبدل های توان (IE-67)	

آزمایشگاه بررسی سیستم های قدرت

شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت ۱ (PSA-100)	شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت پایه (PSA-101)
شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت تکمیلی (PSA-102)	شبیه ساز بررسی سیستم های قدرت پیشرفته (PSA-103)
شبیه ساز جامع بررسی سیستم های قدرت (PSA-104)	شبیه ساز تحلیل سیستم های انرژی (PSA-105)
آمورنده رله و حفاظت و شبیه ساز پست برق (RP-103)	آمورنده رله و حفاظت و سیستم های قدرت (RP-104)
آمورنده رله و حفاظت و پست برق و سیستم های قدرت (RP-105)	ماژول مایکروکنترلر و سیستم های قدرت (RE-61)

آزمایشگاه حفاظت و رله

آمورنده رله و حفاظت پایه (RP-100)
آمورنده رله و حفاظت تکمیلی (RP-101)
آمورنده رله و حفاظت پیشرفته (RP-102)
آمورنده رله و حفاظت شبیه ساز پست برق (RP-103)
آمورنده رله و حفاظت و سیستم های قدرت (RP-104)
آمورنده رله و حفاظت و پست برق و سیستم های قدرت (RP-105)
آمورنده رله و حفاظت پست برق رله اضافه جریان (RP-106)
آمورنده رله و حفاظت پست برق رله دیفرانسیل (RP-107)
آمورنده رله و حفاظت پست برق رله دیستانس (RP-108)
ماژول مایکروکنترلر و سیستم های قدرت (RE-61)

آزمایشگاه الکترونیک قدرت

آمورنده الکترونیک قدرت (IE-108)
---------------------------------

آزمایشگاه انرژی های نو

آمورنده تولید برق خورشیدی (فتوولتائیک) (RE-100)	شبیه ساز تولید برق باد (RE-101)	شبیه ساز تولید برق پیشرفته (RE-102)
شبیه ساز تولید برق باد و خورشیدی (RE-103)	آمورنده سوختی تولید برق بیل (RE-104)	آمورنده سوختی تولید برق هایبرید (RE-105)
ماژول مایکروکنترلر و سیستم های قدرت (RE-61)		

آمورنده ریز موج و آنتن (TC-104)

آمورنده ریز موج و آنتن (TC-104)
---------------------------------

آزمایشگاه پردازش سیگنال های دیجیتال

آمورنده پردازش سیگنال های دیجیتال DSP (DL-107)
--

آزمایشگاه پردازش سیگنال های دیجیتال

آمورنده پردازش سیگنال های دیجیتال DSP (DL-107)
--

آزمایشگاه مدارهای الکتریکی و اندازه گیری

آمورنده مدارهای الکتریکی و اندازه گیری (CI-101)
---

آزمایشگاه سیستم های دیجیتال

آمورنده میکرو کنترلر ARM (DL-104)	آمورنده میکرو کنترلر PIC (DL-105)	آمورنده سیستم های دیجیتال ۲ (DL-106)
آمورنده مدار منطقی (DL-101)	آمورنده سیستم های دیجیتال ۱ (DL-102)	آمورنده میکرو کنترلر AVR (DL-103)

آزمایشگاه الکترونیک

آمورنده میکرو کنترلر (CI-102)	آمورنده جامع مدارهای الکترونیک (AE-106)	آمورنده مدارهای الکترونیک ۱ (AE-102)
		آمورنده مدارهای الکترونیک ۲ (AE-103)

آمورنده مدارهای الکتریکی (AE-105)

آمورنده مدارهای الکتریکی (AE-105)
-----------------------------------

آمورنده مدارهای الکتریکی ۳ (AE-104)

آمورنده مدارهای الکتریکی ۳ (AE-104)
-------------------------------------

آمورنده مدارهای الکترونیک آنالوگ

آمورنده مدارهای الکترونیک آنالوگ (AE-103)
---

کارگاه تجهیزات SMD (BE-106)

کارگاه تجهیزات SMD (BE-106)
-----------------------------

کارگاه مدار چاپی (BE-104)

کارگاه مدار چاپی (BE-104)
---------------------------

آمورنده مدارهای تکمیلی باس (AE-101)

آمورنده مدارهای تکمیلی باس (AE-101)
-------------------------------------

آمورنده مدارهای مجتمع (AE-100)

آمورنده مدارهای مجتمع (AE-100)
--------------------------------

آمورنده مدارهای دیجیتال و پالس

آمورنده مدارهای دیجیتال و پالس (AE-101)
---

آزمایشگاه های الکترونیک و مخابرات  
Electronics and Telecommunications Labs



تعداد کاربر

دستور کار مدرس

تعداد کاربر

تعداد کاربر

دستور کار مدرس

تعداد کاربر

تعداد کاربر

دستور کار مدرس

تعداد کاربر

اتصال به نرم افزار Matlab/Simulink

اتصال به نرم افزار Labview

اتصال به نرم افزار

دستور کار مدرس

اتصال به نرم افزار

دستور کار مدرس

دستور کار مدرس

اتصال به نرم افزار

دستور کار مدرس

## ازمایشگاه های اتوماسیون صنعتی و ابزار دقیق

Industrial Automation and Instrumentation Labs



## ازمایشگاه های سیستم های کنترل

Control Systems Labs



**ازمایشگاه ابزار دقیق**

- آموزنده الکترونوماتیک پایه (EP-100)
- آموزنده الکترونوماتیک تکمیلی (EP-101)
- آموزنده الکترونوماتیک پیشرفته (EP-102)
- آموزنده ابزار دقیق پایه (AI-113)
- آموزنده ابزار دقیق تکمیلی (AI-114)

**ازمایشگاه اتوماسیون صنعتی**

- آموزنده PLC LOGO (AI-101)
- آموزنده PLC S7-300 (AI-104)
- آموزنده PLC LG (AI-105)
- آموزنده PLC S7-300 پیشرفته (AI-106)
- آموزنده شبکه صنعتی با PLC S7-300 (AI-108)
- آموزنده مانتورینگ صنعتی (AI-110)
- آموزنده سیستم های کنترل برنامه پذیر (AI-117)
- آموزنده کنترل کننده منطقی برنامه پذیر (IC-104)

**ازمایشگاه کنترل صنعتی**

- آموزنده کنترل دما (IC-100)
- آموزنده کنترل فشار (IC-101)
- آموزنده کنترل سطح و دبی (IC-102)
- آموزنده کنترل سرعت موتور (IC-103)
- آموزنده منطقی برنامه پذیر (IC-104)
- آموزنده شبیه ساز چراج راهتمایی (AI-92)
- آموزنده شبیه ساز کنترل دما (AI-90)
- آموزنده شبیه ساز کنترل سطح (IC-91)
- آموزنده کنترل کامپیوتری (AI-109)
- آموزنده کنترل سیستم های درایوهاک صنعتی (AI-117)
- آموزنده مازول مانتورینگ و کنترل نرم افزارک (DC-65)

**ازمایشگاه سیستم های کنترل خطی**

- آموزنده کنترل آنالوک و دیجیتال سروو موتور (DC-102)
- آموزنده کنترل آنالوک و دیجیتال سروو موتور (DC-102)
- آموزنده کنترل دیجیتال آنالوک و دیجیتال سروو موتور (DC-101)
- آموزنده کنترل دیجیتال آنالوک و دیجیتال سروو موتور (DC-102)
- آموزنده گوی معلق (SB-100)
- آموزنده پاندول معکوس (IP-101)
- آموزنده شناسایی سیستم (SI-100)
- آموزنده پیرات مسیریاب پیشرفته (RO-100)

**تجهیزات صنعتی**

- ترانسفورماتور سه فاز (T-12)
- ترانسفورماتور تکفاز (T-11)
- ماشین DC شفت (IM-87)
- ماشین DC چندکاره (IM-86)
- ماشین AC چندکاره (IM-85)
- ماشین القایی روتور سیم پیچی سه فاز (IM-82)
- ماشین سنکرون سه فاز (IM-80)
- گشتاور سنخ (IM-51)
- کنترل کننده PID (IM-40)
- سرعت سنخ (IM-50)
- اندازه گیر فازور (IM-31)
- سنکرون ساز اتوماتیک سه فاز (IM-22)
- حفاظت فرکانسی (IM-20)
- موتلی فانکشن متر سه فاز (IM-11)
- فرکانس متر (IM-30)
- فرکانس متر (IM-12)
- موتلی متر سه فاز (IM-10)

**ازمایشگاه های تاسیسات الکتریکی**

- کارگاه سیستم اعلام حریق (ET-116)
- کارگاه سیستم اعلام حریق (ET-116)
- کارگاه دوربین مدار بسته (ET-112)
- کارگاه سیستم آنتن مرکزی (ET-110)
- کارگاه سیستم ضد سرقت (ET-115)
- کارگاه صوتی و تصویری (ET-111)
- کارگاه سیستم تلفن (ET-109)
- کارگاه سیستم آنتن مرکزی (ET-110)
- آموزنده خانه هوشمند پیشرفته (SH-101)
- آموزنده خانه هوشمند پایه (SH-100)
- کارگاه ساختمان هوشمند
- آموزنده مدار فرمان (CO-100)
- آموزنده کارگاه برق خانگی و صنعتی (EW-101)
- آموزنده کارگاه برق خانگی (EW-100)
- آموزنده تاسیسات الکتریکی (WW-102)
- آموزنده سرکابل و مفصل (WW-101)
- کارگاه سیم پیچی
- کارگاه برق
- کارگاه تاسیسات الکتریکی

**ازمایشگاه مخابراتی**

- آموزنده آزمایشگاه مخابرات آنالوک و دیجیتال (TC-105)
- آموزنده آزمایشگاه مخابرات دیجیتال (TC-103)
- آموزنده آزمایشگاه مخابرات دیجیتال (TC-105)
- آموزنده مدولاسیون دامنه و فرکانس AM/FM (TC-103)
- آموزنده آزمایشگاه مخابرات آنالوک و دیجیتال (TC-101)
- ازمایشگاه مدارهای مخابراتی



## دستور کار آزمایشگاه اتوماسیون صنعتی و PLC

### پیشگفتار:

پیشنهاد می شود شروع آزمایشگاه با یک یا چند بازدید از مرکز کاربردی مرتبط با مطالب درس شروع شود. در این دستور کار مطالب اساسی در قالب ۱۹ آزمایش ارائه گردیده است. همچنین سعی شده است عمده مطالب پیش زمینه در متن گنجانده شود و دستور کار از این جهت کمتر نیاز به مراجع بیرونی دارد.

مطالب بیان شده در دستور کار هر آزمایش شامل مقدمه، شرح آزمایش و تحلیل و جداول مربوطه و در پایان سؤالات مربوط به آزمایش می باشد. این دستور کار طوری طرح شده است تا دانشجو حین انجام مراحل مختلف آزمایش بخش های مختلف آن را تکمیل نماید.

هر دانشجو قبل از حضور در کلاس می بایست یک پیش گزارش راجع به مباحث جلسه جاری و گزارش تکمیل شده جلسه قبل را تحویل نماید. مسلماً گزارش حاصل همراه با نقص و کاستی هایی است که با پیشنهادات شما مدرسین و دانشجویان عزیز در نسخه های بعدی برطرف خواهد شد.

## نکات مهم:

- در هنگام انجام سیم بندی دقت کنید که برق دستگاه قطع باشد. **هشدار ۱ (خطر شوک الکتریکی)** 
- برای تعمیر تجهیزات از افراد واجد شرایط و با هماهنگی شرکت سازنده استفاده نمایید. **هشدار ۳ (خطر آسیب به دستگاه و شوک الکتریکی)** 
- هیچ گونه اصلاح و یا تغییری در وضعیت فعلی تجهیزات مجاز نیست. **هشدار ۴ (خطر آسیب به دستگاه و شوک الکتریکی)** 
- پیش از وصل کردن برق دستگاه، سیم بندی با حضور مدرس بررسی گردد. **هشدار ۶ (خطر آسیب به تجهیزات)** 
- به تحلیل ورودی و خروجی های تجهیزات اقدام شود و از اعمال ورودی خارج از محدوده مجاز به تجهیز خودداری شود. **هشدار ۸ (خطر آسیب به تجهیزات)** 
- کلیه حقوق این اثر متعلق به شرکت دانش بنیان تجهیزات ابزارآزمایی باشد. هرگونه کپی برداری از این اثر، غیرقانونی بوده و پیگرد قانونی دارد. 

فهرست مطالب

۹	کنترل دور موتور القایی با اینورتر	۱
۱۷	راه اندازی موتور با PLC	۲
۱۸	معرفی ماژول های PLC S7-300	۳
۲۲	انواع ورودی و خروجی ها در PLC S7-300	4
۲۸	مقدمات برنامه نویسی PLC S7-300	5
۳۴	نرم افزار STEP 7 - Micro/WIN32	6
۴۱	دیاگرام سیم کش شده استارت کننده یک موتور سه فاز Hard-wired motor starter	7
۴۸	آشنایی با ورودی / خروجی های نوع آنالوگ Introduction to Analog I/O	8
۵۱	آشنایی با تایمر های پی ال سی ها ( Introduction to Timers) PLC S7-300	9

# جدول راهنما

AI-117	AI-110	AI-109	AI-108	AI-106	AI-105	AI-104	AI-101	شماره و عنوان آزمایش
*	*			*	*		*	۱. آشنایی با کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر
					*			۲. آشنایی با نرم افزار GMWIN
					*			۳. مدارهای فرمان و شبیه سازی در GMWIN
					*			۴. ذخیره سازی اطلاعات و ساختمان داده ها
					*			۵. عملگرهای مقایسه ای در GMWIN
					*			۶. فانکشن و فانکشن بلاک ها در GMWIN
					*			۷. تایمرها در GMWIN
					*			۸. شمارنده ها(کانترها) در GMWIN
								۹. تبدیل داده های آنالوگ به دیجیتال (A/D) و دیجیتال به آنالوگ (D/A) در GMWIN
								۱۰. الکتروپنوماتیک با PLC و برنامه نویسی در GMWIN
*			*					۱۱. کنترل دور موتور القایی با اینورتر
*			*					۱۲. راه اندازی موتور با PLC
			*	*		*		۱۳. معرفی ماژول های PLC S7-300
			*	*		*		۱۴. انواع ورودی و خروجی ها در PLC S7-300
			*	*		*		۱۵. مقدمات برنامه نویسی PLC S7-300
			*	*		*		۱۶. نرم افزار STEP 7 - Micro/WIN32
	*		*	*		*	*	۱۷. دیاگرام سیم کش شده استارت کننده یک موتور سه فاز Hard-wired motor starter
	*		*	*		*	*	۱۸. آشنایی با ورودی / خروجی های نوع آنالوگ Introduction to Analog I/O
			*	*		*		۱۹. آشنایی با تایمر های پی ال سی ها ( Introduction to Timers ) PLC S7-300



## ۱ کنترل دور موتور القایی با اینورتر

هدف: آشنایی با عملکرد دورسنج مغناطیسی، موتور القایی سه فاز و اینورتر سه فاز

### ۱-۱ مقدمه

اینورتر با توجه به جریانی که دریافت می کند در خروجی خود شکل موج سینوسی با فرکانس بین 0 تا 50 هرتز را تولید کرده و به دور موتور اعمال می کند. در این حالت با تغییر مقدار جریان و به دنبال آن تغییر فرکانس درایور، سرعت موتور را می توان تحت تاثیر قرار داد. موتور به کار رفته در میز آزمایشگاه می تواند با سرعتی معادل با 50 دور بر ثانیه و یا 3000 دور بر دقیقه بچرخد.

### ۲-۱ اجزای سیستم کنترل دور موتور

سیستم کنترل دور موتور شامل بخش های کلی زیر می باشد:

#### ۱-۲-۱ موتور القایی سه فاز

معمول ترین موتورهای مورد استفاده در صنعت، موتورهای القایی می باشند. از همین رو در این دستگاه، کنترل دور این موتورها مورد بحث و بررسی قرار می گیرد.



شکل ۱-۱ موتور القایی سه فاز ۵۵۰ وات از نمای بالا و کنار

## ۲-۲-۱ اینورتر سه فاز



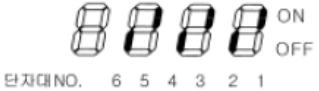
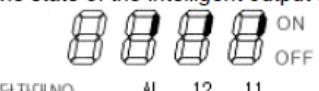
شکل ۲-۱ اینورتر سه فاز

جهت کنترل دور موتور القایی سه فاز از اینورتر نشان داده شده در شکل استفاده می گردد. این اینورتر دارای تغذیه ورودی AC تکفاز بوده و خروجی سه فاز با دامنه ولتاژ و فرکانس متغیر تولید می نماید. جهت فرمان دادن به آن دو روش فرمان درونی از طریق ولوم تعبیه شده بر روی اینورتر و فرمان خارجی از طریق ترمینال DB9 تعبیه شده بر روی دستگاه فراهم می باشد. در ادامه طی چند جدول متفاوت تنظیمات اصلی مورد نیاز جهت استفاده از اینورتر نشان داده شده است.

در جدول نشان داده شده در شکل ۳-۱ تنظیمات مورد نیاز جهت مانیتورینگ اینورتر و نمایش متغیر دلخواه بر روی صفحه نمایشگر ارائه شده است. مهم ترین این پارامترها: فرکانس، جریان و ولتاژ خروجی اینورتر می باشد که به ترتیب با تنظیم مد d بر روی ۰۱، ۰۲ و ۰۳ تنظیم می شوند.

در جدول نشان داده شده در شکل زیر تنظیمات پایه مورد استفاده ارائه شده است. در جدول نشان داده شده در شکل ۱-۵ تنظیمات پایه بیشتر مورد استفاده ارائه شده است. در A01 و A02 به ترتیب نحوه تنظیم فرکانس و نحوه RUN شدن دستگاه ارائه شده است.

#### 4.2.1 Monitor Mode (d-group) Display

Func-code	Name	Description
d01	Output frequency monitor	Real-time display of output frequency to motor, from 0.00 to 400.0 Hz, "Hz" LED ON
d02	Output current monitor	Real-time display of output current to motor, from 0.0 to 999.9A, "A" LED ON.
d03	Output voltage monitor	Real-time display of output voltage to motor
d04	Rotation direction monitor	Three different indications: "F"..... Forward Run "□"... Stop "r"..... Reverse Run
d05	PID feedback monitor	Displays the scaled PID process variable (feedback) value (A50 is scale factor)
d06	Intelligent input terminal status	Displays the state of the intelligent input terminals:  단자대NO. 6 5 4 3 2 1
d07	Intelligent output terminal status	Displays the state of the intelligent output terminals:  단자대NO. AL 12 11
d08	RPM output monitor	0 ~ 65530 (RPM) (=120 x d01 x b14) / H04
d09	Power consumption monitor	0 ~ 999.9 (kW)
d10	Operating time accumulation monitor(hour)	0 ~ 9999 (hr)
d11	Real operating time monitor (minute)	0 ~ 59 (min)
d12	DC link voltage	0 ~ 999 (V)

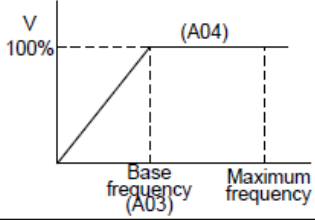
شکل ۳-۱ پارامترهای تنظیم اینورتر برای تنظیم نمایشگر

### 4.2.3 Basic Function Mode of F Group

Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
F01	Output frequency setting	✓	Standard default target frequency that determines constant motor that determines constant motor speed. units of 0.01Hz setting range is 0.00 to 400.0Hz. (In the case of sensorless vector control, setting range is 0.00 to 300.0Hz.) frequency setting from UP/DOWN key of digital operator.	volume setting value
F02	Acceleration time1 setting	✓	0.1 ~ 3000sec Minimum setting range 0.1 ~ 999.9 --- by 0.1sec 1000 ~ 3000 --- by 1sec	10.0sec
F03	Deceleration time 1 setting	✓	0.1~3000sec Minimum setting range 0.1 ~ 999.9 --- by 0.1sec 1000 ~ 3000 --- by 1sec	10.0sec
F04	Rotation direction setting	X	Two options: select codes: 0... Forward run 1... Reverse run	0
A--	Extended function of A group setting	-	Basic setting functions setting range : A01 ~ A85.	-
b--	Extended function of b group setting	-	Fine tuning functions Setting range :b01 ~ b33	-
C--	Extended function of C group setting	-	Terminal setting functions Setting range :C01 ~ C24	-
H--	Extended function of H group setting	-	Sensorless vector setting functions Setting range :H01 ~ H11.	-

شکل ۴-۱ پارامترهای تنظیم اینورتر برای تنظیمات پایه

#### 4.2.4 Expanded Function Mode of A Group

Func-code	Name	Run-time Edit	Description	Defaults
<b>Basic parameter settings</b>				
A01	Frequency command (Multi-speed command method)	X	Four options: select codes: 0.... Keypad potentiometer 1.... Control terminal input 2.... Standard operator 3.... Remote operator(communication) 4.... Remote operator2(IO Board) - Option	1
A02	Run command	X	Set the method of run commanding: 0.... Standard operator 1.... Control terminal input 2.... Remote operator(communication) 3.... Remote operator2(IO Board) - Option	1
A03	Base frequency setting	X	Settable from 0 to maximum frequency in units of 0.01Hz 	60.00Hz
A04	Maximum frequency setting	X	Settable from the base frequency [A03] up to 400Hz in units of 0.01 Hz. In the case of sensorless vector control, (A31=2) possible for driving to 300Hz	60.00Hz

شکل ۵-۱ پارامترهای تنظیم اینورتر برای تنظیمات بیشتر

#### ۳-۲-۱-۱ دورسنج

یکی از ابزارهای تشخیص موقعیت یا سرعت به منظور تأمین فیدبک برای کنترل دقیق در فرآیندهای صنعتی، استفاده از سنسور القایی جهت تشخیص سرعت و نمایش تعداد پالس‌های تولیدی توسط این سنسور به کمک ماژول شمارنده سرعت می‌باشد. در شکل ۱-۶ نمای ظاهری این ماژول نشان داده شده است. این ماژول برای ایجاد فیدبک، خروجی آنالوگ ۰ تا ۱۰ ولت که متناسب با سرعت است، تولید می‌نماید. مقدار لحظه‌ای سرعت را نیز بر روی نمایشگر خود نشان می‌دهد.



شکل ۶-۱ ماژول دورسنج با ورودی سنسور القایی و خروجی ۰-۱۰ ولت آنالوگ

### ۱.۱.۱ ترمز مغناطیسی به عنوان اغتشاش

از یک موتور القایی سه فاز که با موتور اصلی کوپل شده است به عنوان ترمز استفاده می شود. این موتور نقش ایجاد بار مکانیکی متغیر یا ایجاد کننده اغتشاش را دارد. جهت اعمال اغتشاش و تغییر آن از یک منبع DC که به دو فاز مختلف موتور القایی متصل می شود، استفاده می گردد. سیم پیچ های این دو فاز از یک طرف با هم مشترک شده و از طرف دیگر به سرهای مثبت و منفی تغذیه DC متصل می شوند. در شکل زیر نمای ظاهری ماژول نشان داده شده است.



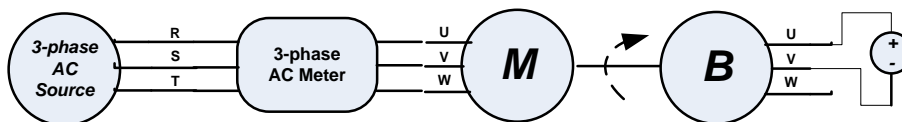
شکل ۱-۷ ماژول تغذیه برای ایجاد ترمز مغناطیسی

### ۳-۱ شرح آزمایش

در ادامه بخش نحوه راه اندازی سروو موتور مورد بررسی قرار می گیرد.

#### ۱-۳-۱ موتور القایی سه فاز در شرایط تغذیه با اینورتر

هدف این بخش از آزمایش مشخص شدن رابطه دور موتور با فرکانس تولیدی اینورتر و سیگنال تولیدی توسط سنسور سرعت می باشد. موتور را در این شرایط با اینورتر سه فاز تغذیه نمایید. در این آزمایش سربندی موتور را نیز ستاره قرار دهید. تنظیم مقدار ولتاژ ترمز ماشین القایی در ۳۰ ولت صورت گیرد. فرمان اعمالی به اینورتر در این شرایط از طریق منبع تغذیه ایجاد setpoint یا همان سیگنال مرجع صورت می گیرد. در این شرایط کنترل حلقه باز صورت می گیرد. لازم به ذکر است که اینورترها تنظیم دامنه و فرکانس را به طور توأم انجام می دهند و معمولاً نسبت ولتاژ به فرکانس را ثابت نگه می دارند.



Induction Motor Induction Brake

شکل ۱-۱ مدار آزمایش بررسی جریان راه اندازی موتور القایی سه فاز در شرایط تغییر فرکانس ورودی

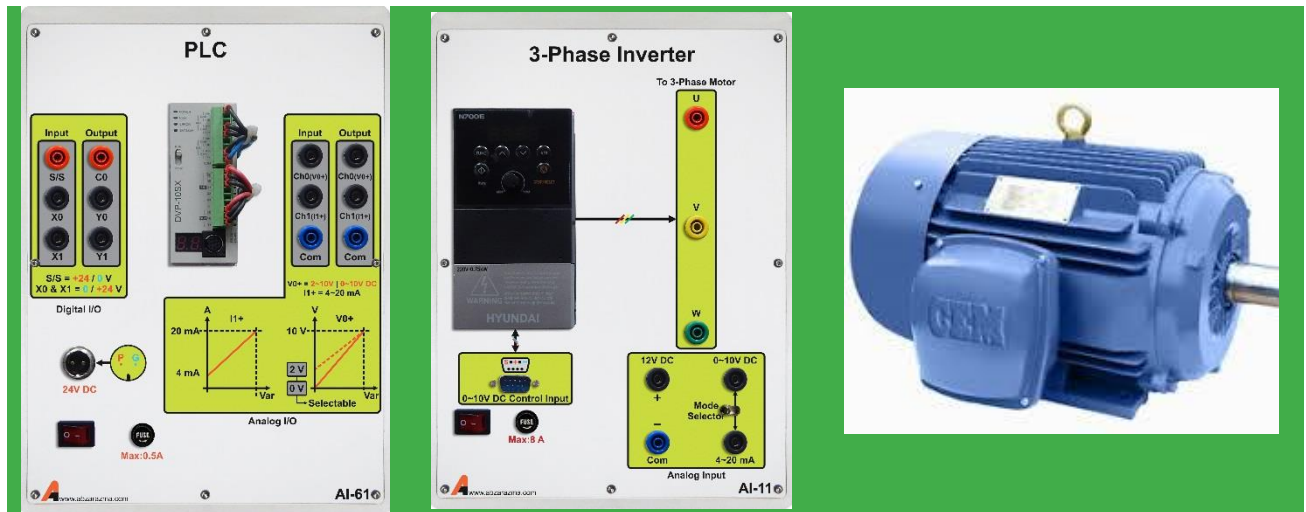
۹							۱	ولتاژ آنالوگ اعمالی به اینورتر
								فرکانس اینورتر (Hz)
								دور موتور (rpm)
								سیگنال آنالوگ تولیدی توسط دورسنج (V)

## ۲.۱ سوالات

۱- با تغییر ولتاژ اعمالی به سیستم حلقه باز، تغییرات ولتاژ فیدبک (خروجی سنسور) و رفتار موتور را تحلیل نمایید.



## ۲ راه اندازی موتور با PLC



### ۱-۲ شرح آزمایش

- ۱- برنامه ای بنویسید که با زدن شستی *Start* موتور 1 روشن و با زدن شستی *Stop* خاموش شود.
- ۲- مدار چپگرد-راستگردی را به گونه ای طراحی کنید که: با زدن شستی  $S_1$  موتور به حالت راستگرد شروع به کار کند و با زدن شستی  $S_2$  موتور به حالت چپگرد به کار خود ادامه دهد و با زدن شستی *Stop* موتور در هر حالتی که باشد، خاموش شود. همچنین هرگاه  $S_1$  و  $S_2$  با هم تحریک شدند موتور به حالت قطع برود. (حفاظت الکتریکی)
- ۳- با زدن شاسی  $S_1$  موتور بصورت راستگرد شروع به کار کند، حال با زدن شاسی  $S_2$  موتور ۵ ثانیه در حالت توقف رفته و سپس تغییر جهت صورت پذیرد.

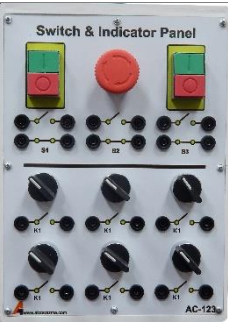
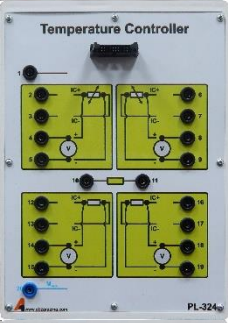
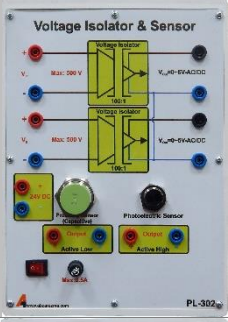
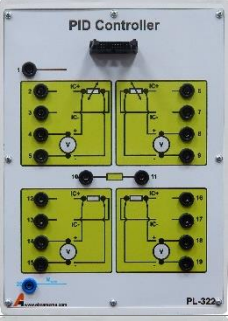
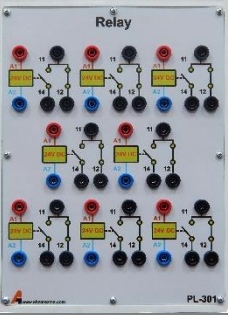
### ۲-۲ پرسش ها:

مدار آزمایش و طریقه ارتباط سخت افزاری مدار مربوطه را رسم کنید.


## ۳ معرفی ماژول های PLC S7-300

هدف : آشنایی با ماژول های دستگاه

ردیف	نام ماژول	توضیحات	تصویر ماژول
۱	شبیه ساز چراغ راهنمایی	در یک تقاطع ۸ چراغ راهنمایی جهت خودروها و عابرین پیاده فراهم شده اند.	
۲	ورودی و خروجی دیجیتال	از طریق این ماژول ورودی و خروجی های دیجیتال PLC فراهم شده اند.	
۳	منبع تغذیه	منبع تغذیه ۲۴ ولت پنج آمپر جهت تغذیه اجزای مختلف دستگاه مورد استفاده قرار می گیرد.	
۴	HMI	رابط گرافیکی جهت مانیتورینگ و تنظیم به صورت گرافیکی با پورت های ارتباطی متفاوت	
۵	جزء کمکی ماژول PID	پورت های مکمل موجود بر روی ماژول کنترل کننده PID	

	<p>۶ عدد کلید قطع و وصل همراه با سه شاستی مختلف جهت اعمال ورودی های دیجیتال مختلف به PLC</p>	<p>پنل کلید و نمایشگر</p>	<p>۶</p>
	<p>ورودی های مختلف ماژول کنترل کننده دما بر روی این ماژول فراهم شده است.</p>	<p>کنترل کننده دما</p>	<p>۷</p>
	<p>شامل دو عدد ایزولاتور ولتاژ جهت اعمال ورودی آنالوگ به PLC به همراه دو عدد سنسور مجاورتی متفاوت و منبع تغذیه ۲۴ ولت</p>	<p>ایزولاتور ولتاژ و سنسورهای مجاورتی</p>	<p>۸</p>
	<p>این ماژول جهت فراهم سازی ورودی های کنترل کننده PID استفاده می شود.</p>	<p>کنترل کننده PID</p>	<p>۹</p>
	<p>۸ عدد رله ۲۴ ولت به عنوان تجهیزات کمکی در کنار PLC جهت فراهم آوردن کاربردهای بیشتر مهیا شده اند.</p>	<p>رله</p>	<p>۱۰</p>

	<p>جهت اعمال و دریافت ورودی و خروجی آنالوگ استفاده می شود.</p>	<p>ورودی و خروجی آنالوگ</p>	<p>۱۱</p>
	<p>پایه های مکمل ماژول کنترل کننده دما را فراهم می سازد.</p>	<p>پشتیبان ماژول دما</p>	<p>۱۲</p>
	<p>ماژول مادر بوده و از طریق پورت های رابط به سایر ماژول ها متصل می گردد.</p>	<p>بسته PLC سری S7-300</p>	<p>۱۳</p>
	<p>جهت شبیه سازی آسانسور استفاده می گردد.</p>	<p>آسانسور</p>	<p>۱۴</p>
	<p>مشخص کننده کلید و میکروسوییچ واقع در طبقه دوم می باشد.</p>	<p>ادامه شبیه ساز آسانسور</p>	<p>۱۵</p>

	<p>مشخص کننده کلید و میکروسوییچ واقع در طبقه دوم می باشد.</p>	<p>ادامه شبیه ساز آسانسور</p>	<p>۱۶</p>
---	---	-------------------------------	-----------

در این آزمایش دانشجو با ماژول های مختلف تشکیل دهنده دستگاه آشنا شده و در آزمایش های بعدی از این ماژول ها جهت شبیه سازی استفاده می نماید.

## ۴ انواع ورودی و خروجی ها در PLC S7-300

### ۴-۱) Number systems- Decimal and Binary سیستم اعداد – اعشاری و باینری

از آنجایی که پی ال سی ها نوعی از کامپیوترهای صنعتی هستند. لذا این دستگاهها نیز اطلاعات را به صورت اعداد باینری صفر و 1 در حافظه خود ذخیره میکنند. گاهی این اعداد صفر و یک برای نشان دادن وضعیت روشن و یا خاموش بودن یک خروجی بکار برده میشوند و زمانی دیگر بعنوان یک عدد تبدیل شده از اعداد اعشاری ( مبنای 10) به باینری بکار گمارده میشوند. سیستم های اعداد مختلف قابل تبدیل به یکدیگر هستند ولی تمام این سیستم ها سه مشخصه مشترک دارند. این سه مشخصه عبارتند از 1- تعداد اعداد 2- مبنای سیستم 3- وزن هر عدد در آن سیستم. مثلا سه مشخصه سیستم یک عدد در مبنای 10 یا اعشاری بقرار زیر است .

تعداد اعداد : ده عدد : 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 و 9

مبنای سیستم:

وزن هر رقم در این سیستم: 1, 10, 100, 1000

مشخصه سیستم باینری که در پی ال سی ها مصرف میشود نیز بقرار زیر است :

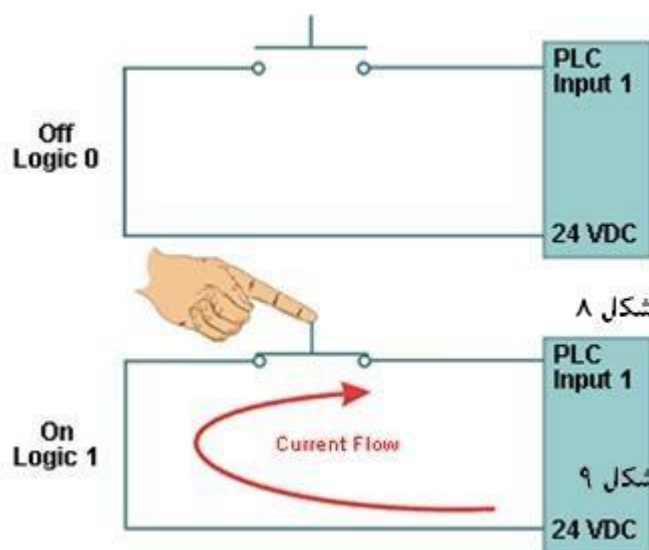
تعداد اعداد: دو عدد 0 و 1

مبنای سیستم: 2

وزن هر رقم در این سیستم: 1, 2, 4, 8, 16, 32, .....

### ۴-۲) اعداد منطقی 0 و 1 Logic 0, Logic 1

در صورتی که سیگنالهای دیجیتال و آنالوگ هر دو قابل اعمال به پورت های پی ال سی ها هستند ولی بخش CPU فقط میتواند سیگنال و اعداد دیجیتال را پردازش کند. و این سیگنالها فقط میتوانند از اعداد صفر و یک تشکیل شده باشند. صفر و یا OFF یا خاموش , یک و یا ON یا روشن . در این صورت سیستم اعداد باینری توسط پی ال سی ها برای نشان دادن وضعیت سیگنالهای دیجیتال بکار برده میشود. عدد باینری 1 نشاندهنده وجود یک سیگنال و یا روشن بودن یک کلید و عدد باینری صفر نشان دهنده عدم وجود سیگنال و یا خاموش بودن همان کلید است . اشکال 8 و 9 را ملاحظه کنید.



شکل ۸

شکل ۹

اشکال بترتیب شماره ۸ کلید خاموش است و شماره ۹ کلید روشن است.

همانطوریکه در شکل شماره ۸ ملاحظه میکنید وقتی که کلید خاموش است وضعیت مدار در حالت خاموش و یا OFF میباشد. وقتی که کلید فشرده میشود وضعیت مدار در حالت روشن و یا ON قرار داشته و در این صورت جریان در مدار برقرار میباشد.

#### ۳-۴ (Sensors ~ 1) سنسورها

در صحبت کردن بزبان پی ال سی ها ما از اصطلاحات خاصی استفاده میکنیم. دانستن معنی هر کدام از این اصطلاحات ما را در درک زبان بکار گرفته شده در ارتباط با کاربرد پی ال سی ها کمک میکند. مثلاً یک سنسور عبارتند از یک دستگاه که وظیفه اش تبدیل کردن یک مشخصه فیزیکی به یک سیگنال برقی میباشد که توسط پی ال سی مورد مصرف قرار بگیرد. سنسورها به ترمینالهای ورودی یک پی ال سی وصل میشوند. برای مثال یک کلید پوش باتن یک نوعی از سنسور است. با فشار دادن دکمه پوش باتن یک سیگنال به ورودی پی ال سی ارسال میشود که حاکی از فشرده شدن دکمه کلید پوش باتن میباشد. بزبان دیگر فشرده شدن دکمه پوش باتن یعنی اینکه دو کنتاکت داخل پوش باتن بیکدیگر متصل شده اند. شکل ۱۰ را ملاحظه کنید.



شکل ۱۰

## ۴-۴ عملگرها

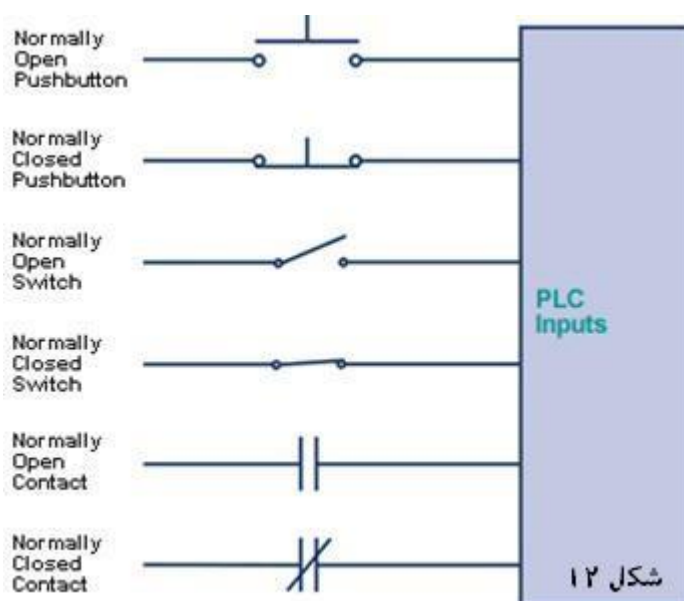
محرک و یا فعال کننده ها نوعی از تبدیل کننده هستند که سیگنالهای تولید شده به یک عمل فیزیکی تبدیل میکند. یک کنتاکتور در حقیقت یک نوعی از محرک و یا فعال کننده میباشد که در صورت وصل شدن برق، یک عمل مکانیکی تولید میکند که در نهایت باعث میشود مانند یک کلید کنتاکتهای آن از حالت باز در حالت بسته قرار بگیرند. بستگی به اینکه وضعیت خروجی یک ترمینال پی ال سی در حالت روشن و یا خاموش باشد، مطابق شکل 11 موتور الکتریکی بترتیب در حالت روشن و یا خاموش قرار میگیرند. در صورت وصل شدن برق به بوبین کنتاکتور، هسته داخلی کنتاکتور جذب شده و لذا برق ورودی اولیه کنتاکتور به ترمینالهای خروجی وصل شده و موتور الکتریکی شروع بکار میکند. یک کنتاکتور صنعتی معمولاً از سه تیغه اصلی تشکیل شده که در صورت جذب شدن، برق سه فاز را به موتور الکتریکی وصل میکند. شکل شماره 11 را ملاحظه کنید.



## ۵-۴ ورودی های دیجیتال

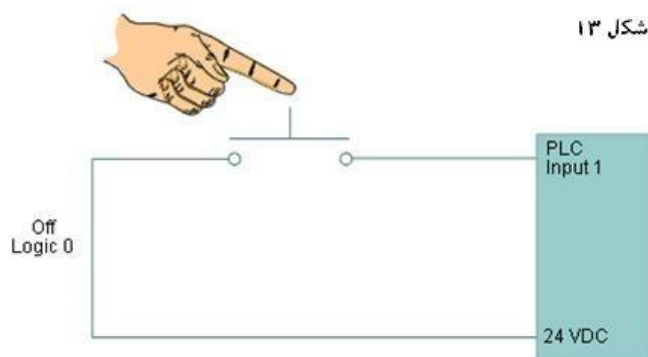
ورودی های دیجیتال منظور سیگنالهای ورودی میباشد که ولتاژ آنها بین صفر (OFF or 0) و یا یک (OFF or 1) در تغییر است. مثلاً ورودی یک پوش باتن که قبلاً در مورد آن صحبت شد یک نوعی از سیگنال ورودی دیجیتال را تولید میکند. مثالهای دیگر ورودیهای دیجیتال میتوان از انواع کلیدهای کشویی (Toggle switches)، میکروسویچ (Limit switches) ها سوئیچ های حساس به فلز و آهن (Proximity switches)، چشم های الکترونیکی نام برد که در صورت فعال شدن معمولاً ولتاژ یک (ON or High) و در صورت خاموش بودن ولتاژ صفر 0 (OFF or Low or 0) به ورودی پی ال سی اعمال میکنند. شکل 12 را ملاحظه کنید.

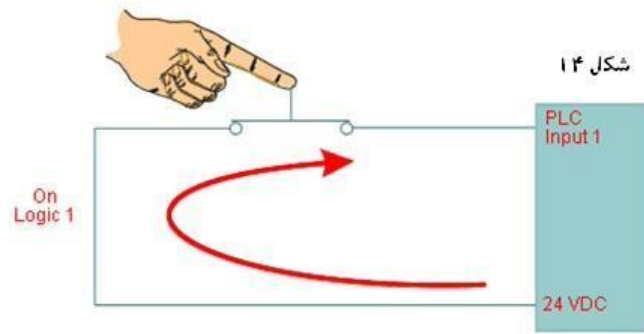




کلید پوش باتن با تیغه باز) در حالت غیر فعال ( نمونه ای از ورودی دیجیتال محسوب می شود که میتوان برای مثال از کلید های فشاری برنگ " سبز" نام برد که معمولاً برای استارت زدن یک الکتروموتور یک و یا سه فاز بکار گرفته میشود. در اصلاح کتب فنی بزبان انگلیسی این نوع از کلیدهای فشاری به اسم (Normally Open Pushbutton) اطلاق میشود

برای درک عملکرد بهتر کلید فشاری Normally Open، شکل 13 را ملاحظه کنید. در شکل فوق یک سیم کلید به ورودی شماره 1 ترمینال دیجیتال پی ال سی وصل شده و سردیگر به منبع تغذیه 24 ولت. در صورت فشار ندادن کلید (غیرفعال بودن کلید) هیچ ولتاژی به ورودی شماره 1 اعمال نمی شود. در این صورت وضعیت ولتاژ سیگنال ورودی در حالت خاموش و یا ( OFF = Low = 0 ) صفر می باشد. ولی در صورت فشار کلید، ولتاژ 24 ولت به ورودی ترمینال شماره 1 اعمال خواهد شد. در این صورت وضعیت ولتاژ ورودی ترمینال شماره 1 در حالت یک و یا روشن می باشد (ON=High=1) شکل 14 را ملاحظه کنید.





#### ۶-۴ سیگنال های ورودی نوع آنالوگ Analog Inputs

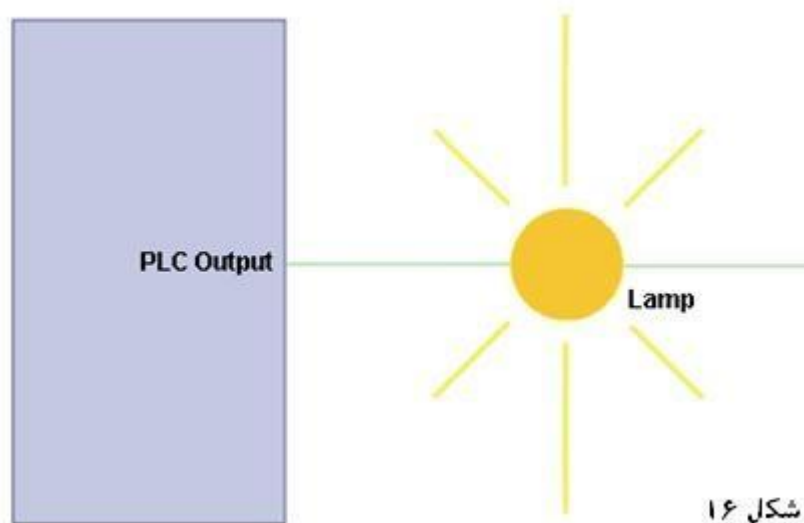
یک ترمینال ورودی آنالوگ پی ال سی طوری طراحی و ساخته شده که میتواند ولتاژهای آنالوگ را که سطح آن دایما در حال تغییر است را قبول کرده و آنرا برای پردازش و اعمال هر تصمیمی که از طرف نرم افزار به آن دیکته میشود بکار ببرد. معمولا سطح جریان ورودیهای آنالوگ میتواند از صفر تا 20 میلی آمپر و یا سطح ولتاژ از صفر تا 10 ولت VDC در تغییر باشد. سطح ولتاژ و جریان عنوان شده تقریبا استاندارد است و سازنده گان این ادوات، آنها را برای تولید ولتاژ و یا جریان های فوق طراحی میکنند. شکل شماره 15 را ملاحظه کنید.

در شکل فوق ما در نظر داریم که سطح مایع داخل مخزن را به پی ال سی گزارش کنیم تا دستگاه بتواند بر مبنای سطح داخل مخزن تصمیمهایی را اتخاذ کند. میدانیم که در صورت خروج آب از مخزن و یا ورود آب به داخل مخزن سطح آب بصورت خطی بالا خواهد آمد. پس میزان ولتاژی که به ورودی آنالوگ پی ال سی اعمال خواهد شد بین صفر و یا یک در تغییر نخواهد بود بلکه ولتاژی و یا جریانی خواهد بود که نسبت به سطح آب دایما در تغییر خواهد بود. مثلا چیزی در حدود 0 ولت وقتی که هیچ آبی وجود ندارد و 5 ولت وقتی که میزان آب تا حدودا یک دوم ظرف را پر کرده و 10 ولت وقتی که مخزن تا خرخره پر است. پس در این صورت یک سطح سنجی انتخاب میکنیم که بتواند ولتاژهای مختلفی را نسبت به حجم آب گزارش کند. در شکل 15 وظیفه سطح سنج الکترونیکی ( level Transmitter ) همین است.

I

#### ۷-۴ خروجی های دیجیتال (Discrete Outputs)

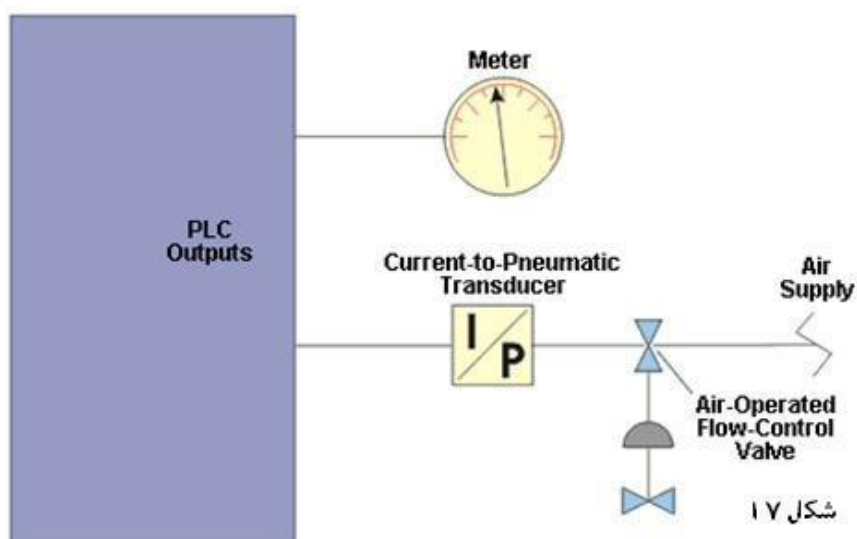
سطح ولتاژ سیگنال خروجی دیجیتال فقط یکی از دو حالت گفته شده در مورد اعداد باینری را می تواند اختیار کند که یا روشن است یا خاموش به زبان دیگر عدد باینری یک یا صفر (0 or 1). بوبین های شیرهای برقی یا کنتاکتورها و انواع لامپهای سیگنال و یا محرک کننده ها مختلف را میتوان با وصل به ترمینال های خروجی یک پی ال سی حرکت کرد. در این صورت اگر لامپی یا کنتاکتوری به ترمینال خروجی وصل است میتوان آنرا روشن و یا خاموش کرد و در صورت وصل سیم های یک الکتروموتور به یک کنتاکتور میتوان با فعال کردن یا نکردن بوبین کنتاکتور موتور الکتریکی را فعال و یا خاموش کرد. شکل 16 وصل شدن یک لامب را به خروجی دیجیتال پی ال سی را نشان میدهد.



#### ۸-۴ خروجی های نوع آنالوگ (Analog outputs)

سطح ولتاژ یا جریان یک خروجی آنالوگ دائما در حال تغییر میباشد. ولتاژ این خروجی ممکن است بین صفر تا 10 ولت در نوسان باشد که در این صورت با وصل یک ولت متر به خروجی فوق میتوان تغییرات ولتاژ خروجی را بوضوح رویت کرد. نشان دهنده هایی مانند سرعت سنج اتوموبیل و یا خروجی های لود سل یک ترازوی الکترونیکی و یا ترانس دیو سرهای حرارت همگی آنالوگ هستند و لذا در صورت تمایل به وصل خروجی پی ال سی به این تیپ ادوات باید نوع سیگنال دریافتی نیز باید آنالوگ باشد. ادوات دیگری مانند شیرهای برقی نیز نیاز به سیگنال آنالوگ برای عملکرد خود دارند. طبق شکل 17 با استفاده از یک ترانسدیوسر تبدیل جریان پنوماتیک میتوانیم جریان را طوری تبدیل بکنیم که شیر برقی بتواند با آن کار کند.

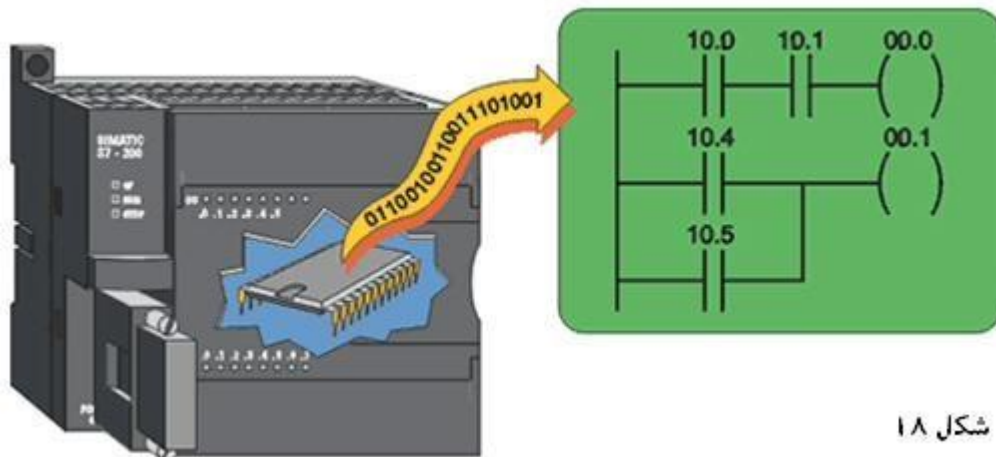
دیافراگم شیربرقی نیاز به سیگنال نوع آنالوگ دارد که بتواند خروجی شیر را به میزان لازم باز و یا ببندد و معمولا میزان سطح خروجی این شیرها برای هدایت معایعات و یا گازها باید دایما در حال تغییر باشد.



## ۵ مقدمات برنامه نویسی PLC S7-300

### ۳.۱ واحد پردازش مرکزی (CPU)

واحد پردازش مرکزی یک پی ال سی از یک میکروپراسسور (در ساخت خانواده سری اس 5 از میکروپراسسور 8055 استفاده میشود) تشکیل شده که وظیفه اش پردازش نرم افزار و تصمیم گیری بر مبنای دستوراتی را که بصورت کد در نرم افزار گنجانده شده را به عهده دارد. این واحد دارای حافظه جانبی به میزان لازمه بوده و با اسکن کردن ورودی ها و تصمیم گیری بر مبنای نرم افزار کنترلی بارشده در حافظه، میتواند کنترل یک فرایند را به عهده بگیرد. بطور کلی CPU عملیاتی مانند قطع و وصل کردن خروجی های دیجیتال ، شمارش ، اندازه گیری زمان ، مقایسه داده ها و انجام عملیات پی در پی را بعهده دارد. شکل 18 را ملاحظه کنید.



شکل ۱۸

### ۴.۱ برنامه نویسی پی ال سی با روش نرده بانی (Programming / Ladder Logic)

یک برنامه Ladder Logic تشکیل شده از یک یا چند دستورات پی ال سی که توسط اجرا این دستورات "کاری" صورت گیرد. در این صورت تهیه کردن یک برنامه پی ال سی یعنی تهیه کردن لیستی از دستورات .

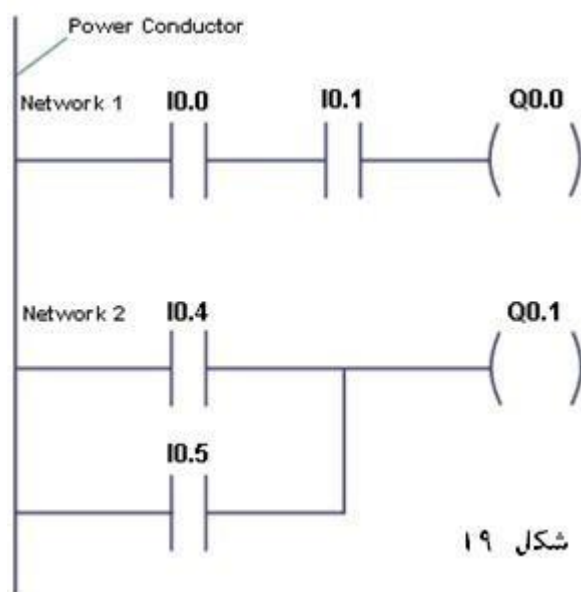
چندین روش تهیه یک برنامه پی ال سی وجود دارد که با استفاده از هر کدام از این تکنیک ها میتوان یک برنامه را خوانده و آنرا درک کرد و فهمید. متداولترین این تکنیکها عبارتند از :

1- تکنیک نرده بانی (Ladder Logic)

2- تهیه لیستی از کدهای اسمبلی (Statement lists)

3- تهیه برنامه با استفاده از سمبلهای گیت های منطقی (Function block).

در استفاده از تکنیک نرده بانی ادوات الکتریکی در یک خط پشت سرهم قرار میگیرند و شبه سیم کشی هایی هستند که در آن ادوات بطور سری به هم دیگر توسط سیم وصل شده اند. شکل 19 را ملاحظه کنید.



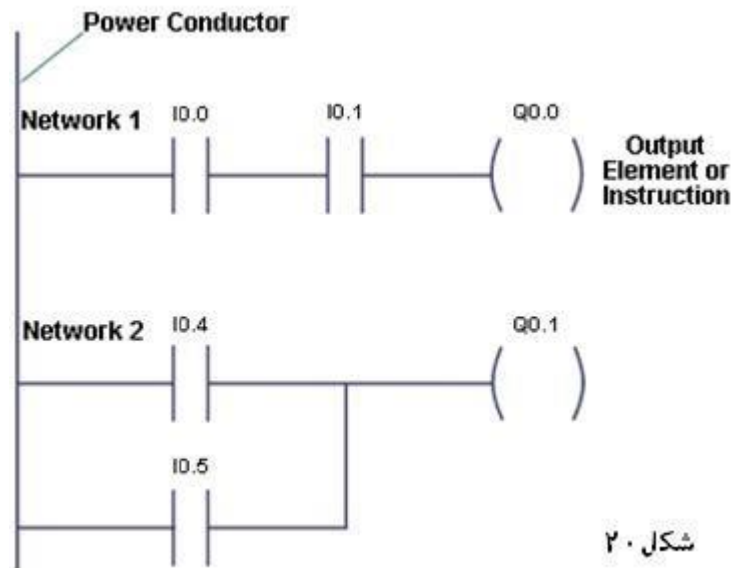
شکل ۱۹

#### ۵-۱ خواندن یک دیاگرام نردبانی منطقی (Reading Ladder Logic Diagrams)

خط عمودی سمت چپ نشاندهنده سیم فاز است که به انگلیسی (power conductor) نامیده میشود. ادوات خروجی نیز از یک طرف به سیم زمین وصل میشوند که معمولا در دیاگرام های سیم کشی نشان داده نمی شود.

یک برنامه نرده بانی منطقی (Ladder Logic diagram) از طرف چپ بر است و از بالا بطرف پایین خوانده میشود. اگر شکل 19 را یک نرده بان فرض کنیم، در این صورت هر کدام از ادوات موجود در هر ردیف حکم پله های نرده بان را پیدا میکنند که در اصطلاح به آن یک rung (رانگ) گفته میشود. اسم دیگر هر کدام از پله ها در اصطلاح یک شبکه (network) نامیده میشود. جمیع این دستورات پی ال سی که بصورت پله پله یکی پس از دیگری از بالا به پایین قرار دارند را "چندین شبکه" نامگذاری میکنند (networks).

بنابراین طبق شکل 19 هر شبکه ممکن از چندین عنصر کنترل کننده تشکیل شده باشد ولی فقط میتواند یک عنصر خروجی داشته باشد.

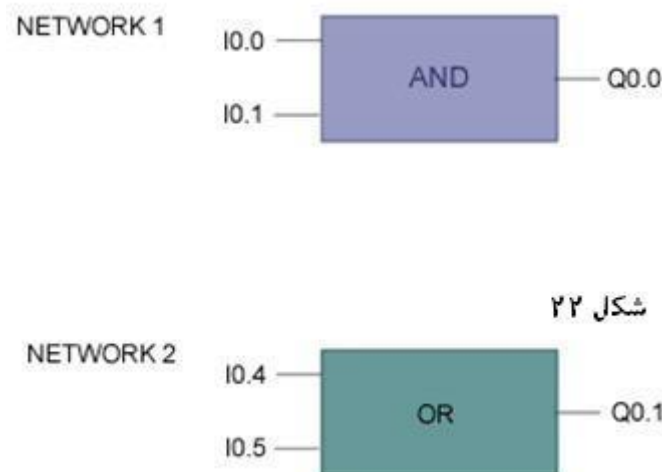


شکل ۲۰

### ۲-۵ برنامه نویسی بسبک استفاده از سمبلهای گیتهای منطقی

دراروپا بیشتر از این تکنیک برای نوشتن برنامه های پی ال سی استفاده میشود. در این تکنیک برای "اند" و یا "اور" و یا اصولا هر فانکشن دیگر سمبل منطقی آنها در هرکدام از شبکه ها قرار داده میشود. مثلا طبق شکل

22 برای نوشتن برنامه شکل 21 که در آن در شبکه اول دو رودی با هم "اند" میشدند و در شبکه دوم "او" , در شکل 22 نیز از دو سمبل "اند" و "اور" استفاده کرده. معمولا میتوان نرم افزار های پی ال سی را که برای نوشتن نرم افزار منطقی بکار گرفته میشود را در اول شروع به کار تنظیم کرد و بعد از آن فقط با استفاده از آن تکنیک "خاص" شروع به تهیه و یا نوشتن "برنامه" کرد.



شکل ۲۲

### ۳-۵ اسکن کردن نرم افزار توسط پی ال سی (PLC scan)

یک پی ال سی اجرا کردن یک نرم افزار را با انجام خواندن های پی ال سی در پی (scan) که به آن "اسکن" کردن اطلاق میشود انجام میدهد. مطابق شکل 23 پی ال سی اسکن کردن را با "خواندن" وضعیت

(Input status) ورودی ها شروع میکند. به این ترتیب که تمام ورودی ها را اسکن میکند که ببیند هیچ کدام از مثلا کلید های پوش باتن فشرده و یا فعال شده و یا خیر. اگر هر کدام از ورودی ها فعال شده باشد، وضعیت آنرا در حافظه مساوی وضعیت "روشن" و یا ON قرار میدهد (Read Inputs). سپس برنامه بارگذاری شده را که قبلا در حافظه دستگاه قرار داده شده را اجرا میکند (Execute Program). سپس یک سری از روتین های مختلف مربوط به ارسال اطلاعات به دستگاه های جانبی مانند نشاندهنده های وصل شده به پی ال سی و یا برنامه مربوط به تست صحت عملکرد مدارات داخلی را انجام داده و اگر ایرادی در هر بخش مشاهده کند آنرا

بطریقی به اطلاع آپراتور میرساند (Diagnostics and communications). حال که پی ال سی در این مرحله ورودی ها را اسکن کرده و وضعیت هر کدام را میداند و غیر از آن خود برنامه کنترلی را نیز خوانده و میداند که در مورد تغییر هر کدام از وضعیت ها چه تصمیمی را باید اتخاذ کند، پس در مرحله چهارم خروجی ها را نسبت به خواسته برنامه تنظیم میکند. مثلا اگر قرار بود طبق برنامه در صورت "اند" شدن دو ورودی خروجی در حالت "روشن" قرار بگیرد، حال که ورودیها را در مرحله اول اسکن کرده و هر دو در حالت روشن بودند، حال در مرحله چهارم خروجی را در حالت روشن و یا (ON=1) قرار میدهد. حال پس از اتمام مرحله چهارم، مجدداً اسکن کردن ورودیها با شروع انجام مرحله اول را پیگیری میکند. مدت زمانی که طول میکشد پی ال سی چهار مرحله فوق را انجام بدهد را در اصطلاح "زمان سایکل" و یا (cycle time) اطلاق میشود. بدیهی است که طول این زمان رابطه مستقیمی دارد با تعداد ورودی ها و یا خروجی ها و در کل طول برنامه در دست اجرا. هر چقدر طول برنامه بیشتر باشد در این صورت پی ال سی مجبور است وقت بیشتری صرف "اسکن" و اجرا برنامه کند و به همان نسبت زمان "اسکن سایکل" نیز طولانی تر خواهد شد.



شکل ۲۳

#### ۴-۵ نرم افزار برنامه نویسی (Programming software)

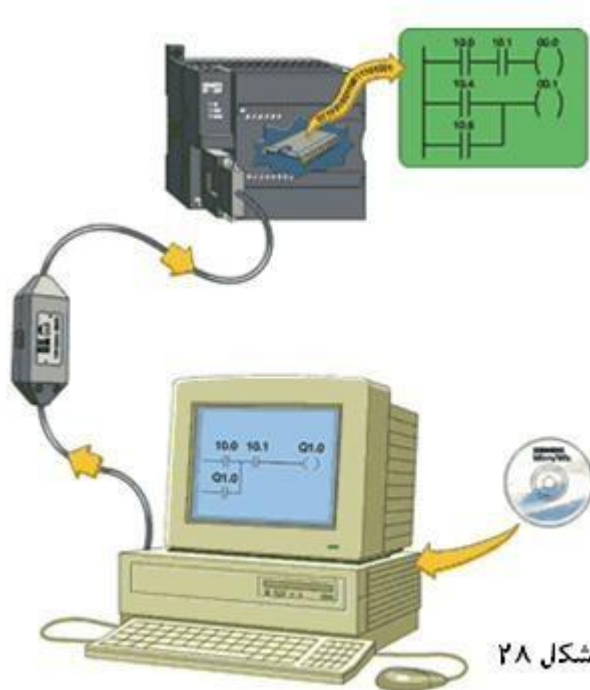
نرم افزار به هر نوع اطلاعاتی اطلاق می شود که قابل استفاده توسط پی ال سی و یا هر کامپیوتر دیگر بتواند آنرا استفاده کند. نرم افزار میتواند شامل دستوراتی باشد که پی ال سی را برای کنترل یک فرایند راهنمایی میکند و یا بصورتی باشد که بتواند سخت افزار پی ال سی برای انجام امورات مختلف هدایت (system Operating). شکل 24 را ملاحظه کنید.

#### ۵-۵ تقسیم بندی حافظه پی ال سی های زیمنس نوع S7-200

حافظه های این مدل از پی ال سی به سه دسته مختلف تقسیم و بخشهای مختلف حافظه پی ال سی قرار گرفته اند. بخشهای مختلف حافظه بدین قرار است. 1- برنامه نوشته شده در محلی بنام پروگرام اسپیس قرار میگیرد (program space)

## 2- محل حافظه مخصوص داده (data space)

3- محل حافظه مخصوص تنظیم دستگاه پی ال سی (configurable space). حافظه (program space) حاوی برنامه تهیه شده توسط مصرف کننده و حاوی کلیه دستورات بکار رفته شده در برنامه نوشته شده و بازگذاری شده در حافظه پی ال سی میباشد. محتویات این محل است که اطلاعات موجود در بخش شماره 2 پی ال سی و اطلاعات مربوط به ورودی خروجی ها را کنترل و بکار میگیرد. همچنین دستورات مربوط به برنامه نویسی زده بانی و یا کدهای اسمبلی وقتی که تهیه شده و توسط دستگاه برنامه نویس در داخل پی ال سی بارگذاری میشود. تمام این اطلاعات در بخش شماره 1 قرار داده میشوند. محل حافظه مخصوص داده (شماره 2) همچنین در برگزیده اطلاعاتی است که پی ال سی بطور موقتی آنها را تولید میکند و یا نتایج محاسبات همچنین در این محل قرار داده میشوند. اطلاعاتی مانند پارامترهای مختلف شمارنده و تایمرها و ورودی / خروجی های نوع دیجیتال و آنالوگ نیز در این بخش نوشته میشوند. محل حافظه بخش شماره 3 در برگزیده اعداد و اطلاعاتی است که برای تنظیم دستگاه بکار گرفته میشوند. بدیهی است در صورت تغییر بعضی از این پارامترها و دوباره نویسی، این اطلاعات جدید جایگزین اطلاعات قبلی خواهد شد. شکل 28 را ملاحظه کنید.

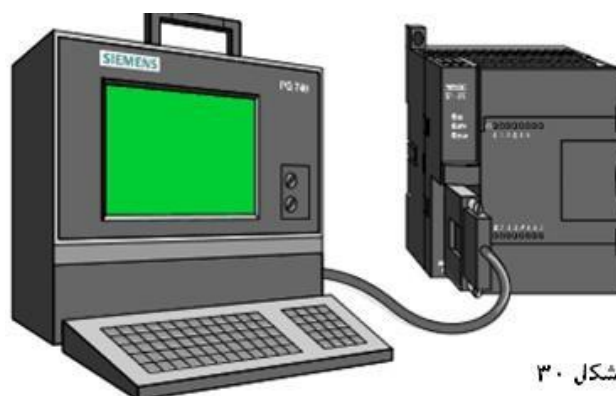


شکل ۲۸

## ۵-۶ دستگاه مخصوص برنامه ریز پی ال سی (Programming Devices)

میتوانیم با استفاده از یک PC انواع برنامه های کاربردی را تهیه کرده و توسط کابل مخصوص که به (PG) معروف است، در داخل حافظه مخصوص پی ال سی بازگذاری کنیم. غیر از استفاده از یک کامپیوتر PC، زمینس دستگاه برنامه ریز مخصوص طراحی کرده که بنام Siemens SIMATIC S7 معروف است. شکل 30 را ملاحظه کنید. در صورت امکان میتوان از دستگاه فوق نیز برای برنامه نویسی پی ال سی استفاده کرد. در این صورت نیاز به "لودیا نصب کردن" برنامه Micro/WIN32 برای استفاده نیست. دستگاه فوق به همراه برنامه های مورد نیاز برنامه نویسی از طرف سازنده بصورت آماده فروخته میشود.





شکل ۳۰

#### ۷-۵ نرم افزار مورد نیاز برنامه نویسی (software)

با استفاده از یک کامپیوتر PC و نرم افزار تهیه شده توسط شرکت زیمنس بنام step 7-micro/Win32 میتوانیم انواع برنامه های کاربردی را تهیه کرده و با وصل کابل مخصوص آنها درون حافظه پی ال سی بارگذاری کرده و پس از تست برنامه از آنها در پراسسه های مختلف استفاده کنیم. زیمنس همچنین دستگاههای برنامه ریزی مخصوصی بنام های PG 720 and PG 740 طراحی کرده که نرم افزار مخصوص برنامه نویسی قبلا در داخل آنها بارگذاری شده و لذا هرکدام از دو دستگاه فوق نیز به منظور برنامه نویسی نیز میتوانند مورد استفاده قرار بگیرند. معمولا کیفیت دو دستگاه فوق بعنوان دستگاه برنامه ریز از نظر سخت افزاری از کیفیت بسیار بالا برخوردار بوده و میتوانند در محلهای صنعتی که حاوی مقدار زیادتری گردوغبار و نوسانات برق هستند کارکنند. سخت افزارهای فوق معمولا در جعبه های مخصوصی قرار داشته که در مقابل بزمین افتادن مقاومت بیشتری از خود نشان میدهند. معمولا قیمت این دستگاه های مخصوص برنامه ریز چندین برابر یک کامپیوتر PC است.

## ۶ نرم افزار STEP 7 - Micro/WIN32

نرم افزار فوق به برنامه نویس این امکان را میدهد که با قرارداد دستورات مخصوص پی ال سی که باید طبق یک فرمت خاص بصورت مرتب و یکی بعد از دیگری (در شبکه ها نوشته شوند) در محیط برنامه نویسی تهیه کرده و یک برنامه کنترلی را تهیه و اشکال زدایی کند. زیرمبنای این دستورات برنامه نویسی فوق به سه گروه مختلف تقسیم بندی میکند. که عبارتند از:

1- استاندارد 2- خاص 3- سرعت بالا

### ۱-۶ دستورات برنامه نویسی Instructions

دستورات استاندارد عبارتند از فرامینی که در اکثر برنامه های تهیه شده برای پی ال سی دیده میشوند. این دستورات عبارتند از دستورات مرتبط با تایمرها (timers) , شمارندهها (counters) , دستورات ریاضی و منطقی (math and logical) , افزایش یا کاهش دهنده (increment/ decrement / invert) و انتقال تبدیل و دستورات بلاک (Block instructions) دستورات خاص عبارتند از دستوراتی که میتوان توسط کاربرد آنها یک گروه داده مانند بایت و یا (word) 16 بیت (دستکاری انجام داد (manipulate data). مانند دستورات conversion, find, table, shift

. for/ next and real-time instructions

دستورات سرعت بالا عبارتند از دستوراتی که باعث میشوند پی ال سی خارج از نوبت (cycle time) به آنها رسیدگی کند. در صورت فعال شدن این گونه دستورات , پی ال سی خارج از نوبت دیکته شده توسط سایکل تایم (cycle time) عمل کرده و اجرا کردن اینگونه دستورات را درالویت عملیات قابل انجام خود قرار میدهد.

این دستورات عبارتند از شمارنده های سرعت بالا (high-speed counters) و وقفه ها (interrupts) خروجی ها و دستورات مخابره (output, and transmit instruction). نرم افزار Micro/WIN32 را میتوان هم در صورتی که پی ال سی به کامپیوتر وصل مورد استفاده قرارداد که به آن استفاده کردن بطریقه "آن لاین" On-line اطلاق میشود. "آفلاین" وقتی که پی ال سی به کامپیوتر وصل نیست Off-line. در صورت کاربرد پی ال سی بصورت On-line , میتوان پس از اینک تغییرات در برنامه کنترلی انجام گرفت , آنرا داخل پی ال سی بار گذاری کرد. وضعیت ورودی و خروجی ها را بررسی کرده و یا پی ال سی را توسط برنامه در حالت "روشن" و یا "متوقف" قرار داده و یا آنرا "ریست" کرد.

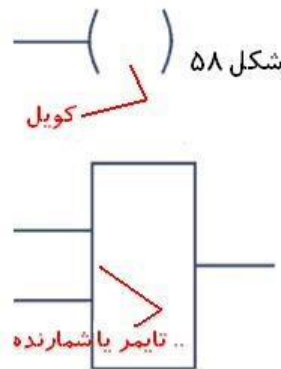
### ۲-۶ سمبل کنتاکت های حالت عادی باز و یا بسته Contact Symbols

زبان نرده بانی از دستوراتی تشکیل شده که با قرار گیری آنها کنار یکدیگر میتوان یک برنامه کنترلی را طراحی کرد. دو دستور خیلی مهم این زبان برنامه نویسی عبارتند از کنتاکت در حالت عادی بسته normally (NC) contact و کنتاکت در حالت عادی باز (NO) contact (normally open). در صورت بسته بودن کنتاکتها جریان میتواند در مدار بسته عبور کرده و مثلاً لامپی را روشن کند. در این صورت میگوئیم مدار روشن و یا ON است. شکل 57 دو کنتاکت "حالت عادی باز" و "حالت عادی بسته" را نشان میدهد.



### ۳-۶ سمبلهای بوبین (کویل) جعبه ای شکل (coils and boxes)

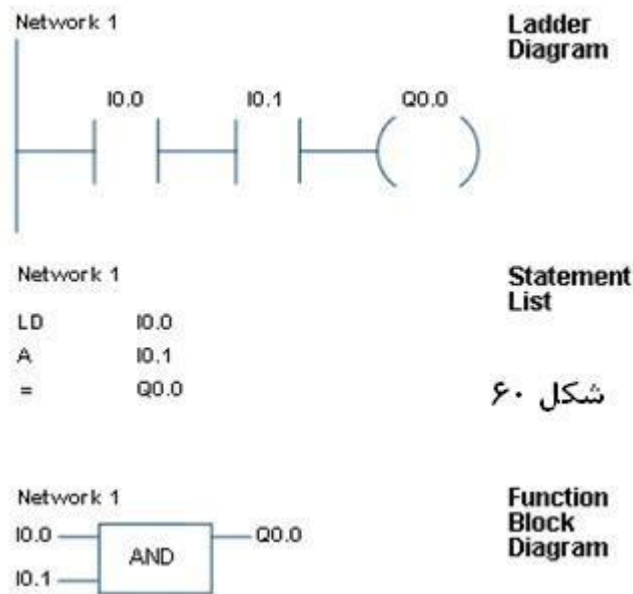
در برنامه های منطقی نرده بانی سمبل کویل (coil) نشاندهند وجود یک "بار" در مدار خروجی میباشد. و بطور کلی هر نوعی از "بار" خروجی در این برنامه ها با استفاده از سمبل کویل نشان داده می شود که در صورت بسته شدن مدار مرتبط با آن جریان در مدار فوق مسیرش را از باطری یا منبع تغذیه به بار خروجی طی کرده و در نهایت سبب روشن شدن و یا تحریک شدن خروجی فوق خواهد شد. در عمل ممکن است یک رله کنتاکتور جایگزین این "کویل" باشد و یا یک لامپ. پی ال سی اهمیت نمی دهد که بار خروجی مربوطه چه نوع "بارالکتریکی" است. از سمبلهای "جعبه ای" شکل برای نشان دادن بعضی از ادوات دیگر مانند تایمرها (timers) شمارنده ها (counters) و یا دستورات مرتبط با عملیات ریاضی بکار گرفته میشوند.



### ۴-۶ قرار دادن عناصر برنامه منطقی نرده بانی (Entering Elements)

برای قراردادن هرکدام از عناصر ویا دستورات برنامه نویسی در نرم افزار کنترلی کافی است که مکان نمای کامپیوتر را در روی عنصر فوق در روی لیست این دستورات قرارداده و کلید راست ماوس را بفشاریم و در این صورت میتوانیم سمبل آن دستور العمل را "درگ drag" کرده ودر روی "rung" خاصی که در نظر داریم قرار بدهیم. هرکدام از "پله" ها و یا "شبهه ها" میتوانند چندین ورودی داشته باشد ولی تعداد خروجی فقط میتواند از یک "خروجی" تشکیل شده باشد. شکل 59 را ملاحظه کنید. رانگ اول از دو ورودی IO.0 و IO.1 تشکیل شده ولی فقط یک خروجی Q0.0 در مدار داریم. "رانگ" دوم از یک ورودی IO.2 و خروجی "بینام" تشکیل شده است.

هر "رانگ" یا "شبهه" در یک برنامه نرده بانی نمایانگر یک عملکرد منطقی میباشد. برنامه شکل 60 نشان دهنده یک عملکرد AND منطقی میباشد. معنی و مفهوم برنامه شکل 60 بدین صورت عنوان میشود که اگر دو ورودی IO.0 و IO.1 فعال بشوند و یا درحالت ON قرار بگیرند, خروجی نیز در حالت ON قرار خواهد گرفت. سه دستور بعدی در Network1 همان برنامه "اند" منطقی را نشان میدهد ولی برای تهیه آن از کدهای اسمبلی استفاده شده است که امروزه کمتر مرسوم است. و بخش بعدی نیز با استفاده از فرمت "Function block" همان برنامه "اند" منطقی باز نویسی شده. برنامه میکرو پی ال سی طوری تهیه شده که در عمل میتواند برنامه نوشته شده بزبان "Function Block" به فرمت نرده بانی تبدیل کند.



شکل ۶۰

### ۵-۶ طراحی مدار "اند" با استفاده از گیت های منطقی Boolean AND

روش دیگر برای بررسی اینکه یک مدار AND چگونه عمل میکند استفاده از گیت های منطقی و طراحی همان مدار به طریق دیاگرام منطقی بولین می باشد (Boolean logic diagram). در اینگونه دیاگرام ها ورودیها در سمت چپ و خروجی ها در سمت راست گیت ها نشان داده میشوند. هر عمگرم منطقی با استفاده از شکل مخصوصی از گیت های منطقی نشان داده میشوند. برای مثال شکل 61 شکل استاندارد گیت (AND gate) را نشان میدهد. جدول زیر مدار نیز نشان دهنده ترکیب های مختلف ورودیها ی صفر و یک است که در ازای آن وضعیت خروجی نشان داده شده و در اصلاح انگلیسی truth table نامیده میشود. در جدول مشاهده میکنید که اگر ورودی بصورت  $ON=1$  و ورودی دوم بصورت  $OFF=0$  باشد، خروجی در سطح ولتاژ  $OFF=0$  یا خاموش خواهد بود.

### ۵-۹ طراحی مدار "اور" با استفاده از گیت های منطقی Boolean OR

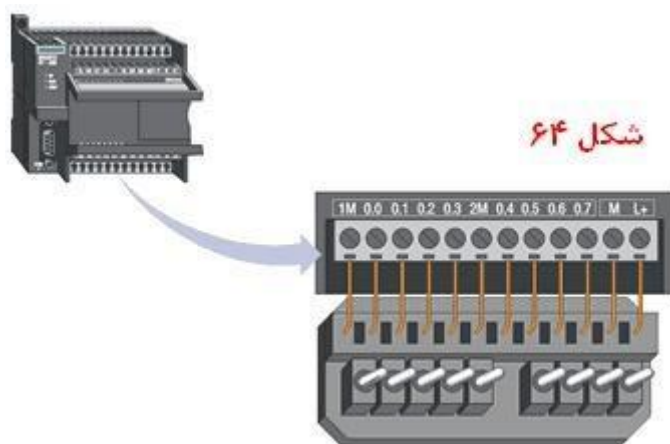
شکل 62 با استفاده از تکنیک برنامه نویسی نرده بانی عملکرد تابع OR را نشان میدهد. ملاحظه میکنید که دو ورودی  $I0.2$  و  $I0.3$  دو کنتاکت باز در حالت طبیعی هستند که در صورت یک شدن هر کدام، خروجی  $ON (High)=1$  خواهد شد. بخش بعدی همان برنامه را با استفاده از کدهای اسمبلی نشان داده و بخش سوم

### ۶-۶ امتحان و اشکال زدایی برنامه های لاجیک پی ال سی

#### Testing and debugging programs

همانطوریکه در بخش پیشین در موارد استفاده شبه ساز ورودیها گفته شد، پس از نوشتن برنامه میتوانید با استفاده از یک شبیه ساز ورودی، وضعیت ورودی ها را تغییر داده و عملکرد خروجی های برنامه امتحان کنید. و در صورت نیاز تغییرات مورد نیاز را در برنامه اعمال کنید. "اشکال زدایی" را در اصلاح debugging نامیده میشود. البته برای تست کردن برنامه شما نیاز به وصل کردن یک پی

ال سی مدل S7-200 به کامپیوتر بو سیله کابل دارید. و برای تست کردن و یا اشکال زدایی برنامه باید برنامه نوشته شده را قبلا بارگذاری کرده و سپس پی ال سی را در حالت RUN بدهید. شکل 64 را ملاحظه کنید.

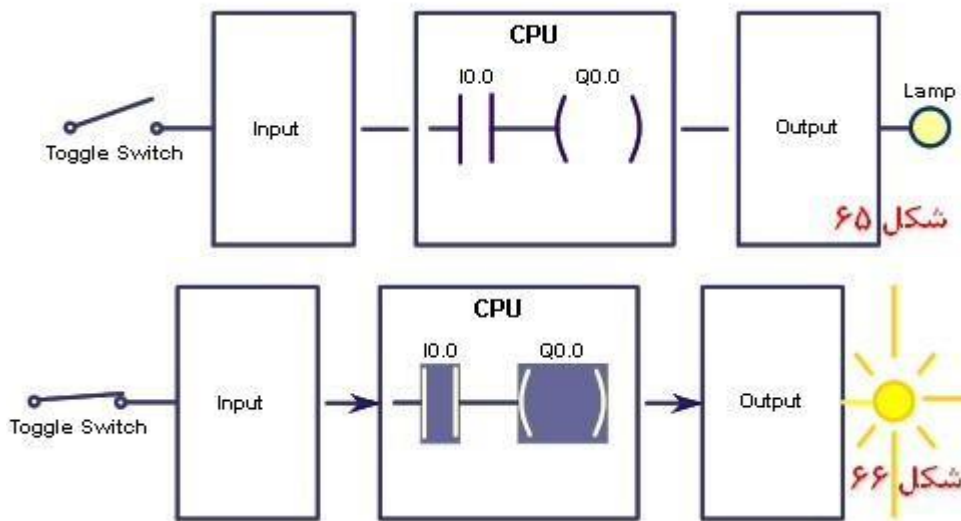


## ۶-۷ | اشکال زدایی برنامه های پی ال سی با استفاده از رویت و وضعیت ورودی / خروجی

ها

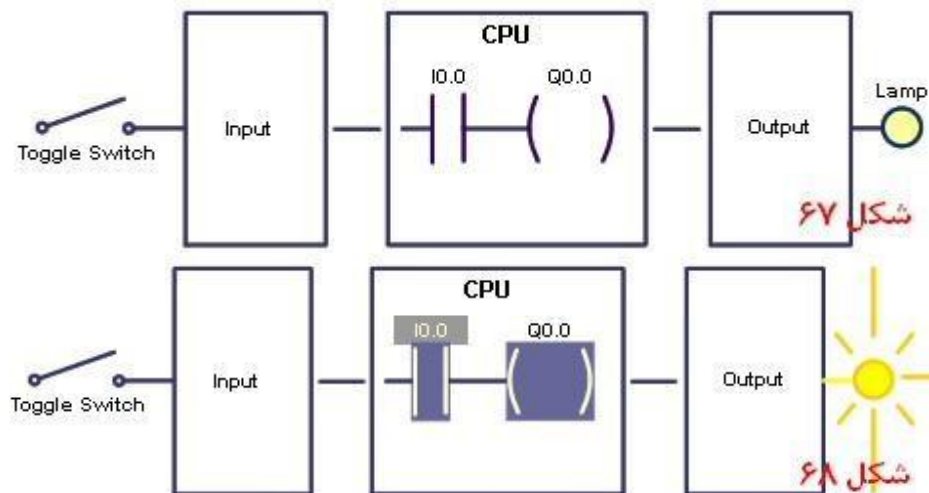
Status function بعد از اینکه برنامه نوشته شده در حافظه پی ال سی بارگذاری شده و دستور "اجراء" برنامه صادر شد ، نرم افزار STEP 7-micro/WIN32 به شما امکان میدهد که وضعیت هر کدام از ادوات ورودی و خروجی را مشاهده کنید. بطور مثال وقتی که توسط شبیه ساز مثلاً یکی از ورودیها را تغییر میدهید ، نرم افزار فوق وضعیت جدید آنرا را در روی مانیتور کامپیوتر نشان میدهد. و یا اگر تایمری شروع به کار میکند و مثلاً پس از طی زمانی تعیین شده کنتاکتهای آن باز یا بسته میشوند ، این عملکرد تایمر فوق در روی مانیتور نشان داده میشود. در

شکل 65 ملاحظه کنید که برنامه موجود در چهار گوش در داخل حافظه پی ال سی بارگذاری شده و پی ال سی در حال اجرای برنامه میباشد. ترجمه عملکرد برنامه به این صورت است که اگر ورودی Toggle switch فشرده شود، عبور جریان برق سبب روشن شدن لامپ خواهد شد. حال در شکل 65 کلید هنوز فشرده نشده و لذا کنتاکت در حالت باز قرار گرفته و مانند کلید لامپی است که هنوز "زده" نشده ، لامپ هم هنوز خاموش است. در شکل 66 کلید ورودی فشرده شده است . در این صورت CPU پی ال سی این وصل شدن کنتاکت کلید ورودی را "اسکن" کرده و لذا طبق برنامه خروجی را فعال کرده و در شکل شما مشاهده میکنید که لامپ در حالت روشن قرار داده شده است. چون چهارگوش بخش عملکرد پی ال سی را شما در روی مانیتور کامپیوتر خواهید داشت ، لذا براحتی میتوانید وضعیت اجرا شدن برنامه را مشاهده کنید.



۸-۶ صفر و یک کردن دستی ورودی / خروجی های پی ال سی forcing

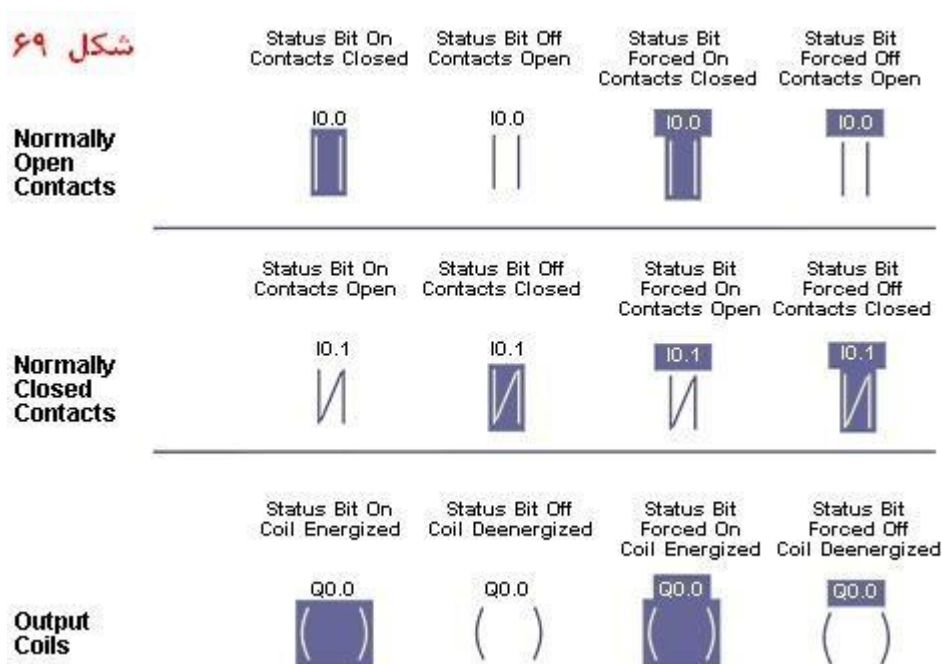
صفر و یک کردن دستی هرکدام از ورودی / خروجی ها قابلیت مهمی دیگری است که در اختیار برنامه نویس گذاشته شده تا با استفاده از آن برنامه تهیه شده را بتواند جهت صحت عملکرد تست کند. شکل 67 که همان برنامه بررسی شده شکل 66 است را ملاحظه کنید. فقط در صورتی لامپ روشن خواهد شد که کلید Toggle تغییر وضعیت داده و در حالت "روشن" قرار بگیرد. ولی برنامه نویس میتواند با استفاده از "اختیار" forcing، کنتاکت I0.0 در حالت ON = 1 و یا تحریک شده قرار بدهد. در این صورت در شکل 68 ملاحظه میکنید که لامپ در حالت روشن قرار داده میشود و در این صورت روشن شدن لامپ بخاطر تحریک کردن کلید ورودی صورت گرفته است. لذا forcing یکی از ابزار های مهم برای تست و اشکال زدایی برنامه های تهیه شده پی ال سی بحساب میآید.



۹-۶ عناصر ورودی / خروجی های برنامه نویسی نرده بانی Ladder Elements

وقتی میخواهیم با استفاده از forcing وضعیت یک یا چند ورودی / خروجی را در حالت روشن و یا خاموش قرار بدهیم، با استفاده از نرم افزار در حقیقت بیت مربوط به آن عناصر ورودی / خروجی را در حالت ON = 1 = High (برای روشن کردن) و یا OFF = 0

Low = (برای خاموش کردن) ست (set) یا تنظیم میکنیم. البته هر عنصر ورودی یا خروجی "بیت نشاندهنده وضعیت مربوط به خودش را در محل حافظه به اسم حافظه مخصوص داده (data space) دارد و اگر ما بتوانیم به هر وسیله این "بیت" را یک و یا صفر کنیم، نسبت به اینکه بیت مربوطه یک و یا صفر نوشته شده، در روی مانیتور نیز وضعیت آن عنصر بصورت روشن و یا خاموش دیده خواهد شد. حال در اصطلاح پی ال سی این بیت مرتبط با وضعیت عنصر را بنام Status bit نامگذاری کرده و می شناسد. جدول شکل 69 تمام گفته های اخیر را بصورت گرافیکی نشان میدهد. در شکل فوق در بالای هر کدام از عناصر وقتی Status bit = ON عنصر فوق تنظیم شده، عنصر فوق بصورت روشن نشان داده شده و وقتی که به عدد صفر تنظیم شده = Status bit = OFF = High = 1، عنصر فوق در حالت خاموش قرار داده شده است. فرقی نمی کند که این تنظیم شدن بوسیله کاربرد دستور forcing صورت گرفته یا با فشار داده فیزیکی هر کدام از ورودی ها. وقتی که پی ال سی Status bit چک میکند، اگر آنرا روشن ببیند، عنصر فوق را "تحریک شده" و یا "فعال" نشان خواهد داد و اگر نه بصورت "خاموش". در شکل 69 نشان داده شده که وقتی ورودی با فشار دادن کلید "تحریک" شده، در روی مانیتور کنتاکت مربوطه بصورت "روشن" نشان داده شده. و اگر نه "خاموش". همان کنتاکت با استفاده از تنظیم کردن Status bit نشان داده شده است. وقتی بیت مربوطه "روشن" است (ویا Status bit = 1 = ON) کنتاکت مربوطه بصورت روشن نشان داده شده و اگر نه به صورت "خاموش".



## ۶۵ - مراحل اجرای برنامه توسط پی ال سی Sequence

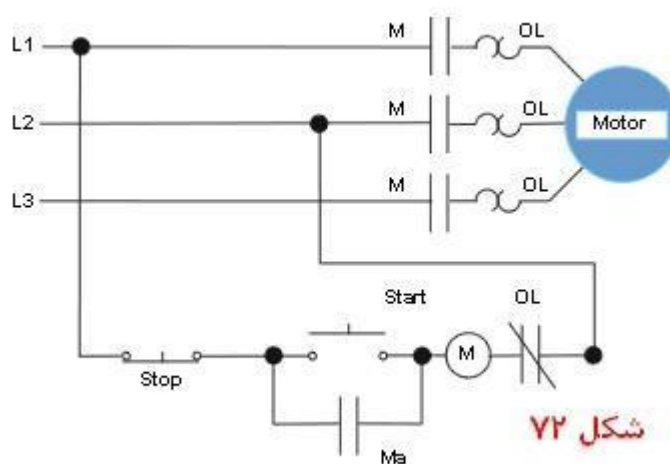
شکل 71 مدارسخت افزاری یک مدار که از یک کلید ورودی و یک لامپ تشکیل شده است را نشان میدهد. در صورت بارگذاری نرم افزار در داخل حافظه پی ال سی و اجرا کردن برنامه فوق، پی ال سی اینگونه عمل خواهد کرد.

1- شروع به خوانده اولین خط برنامه کرده و ورودی را اسکن (scan) خواهد کرد. چون کلید باز است , لذا  $status\ bit = 0$  قرار داده خواهد شد. سپس در مرحله دوم CPU پی ال سی  $status\ bit$  مربوط به ورودی را خاموش میبندد و لذا  $output\ status\ bit = 0$  مربوط به خروجی لامپ نیز صفر در نظر گرفته شده و لذا عنصر فوق خاموش میماند. در صورت بسته یا فشرده شدن کلید , این بار پی ال سی  $status\ bit = 1$  مربوطه به کلید ورودی را مساوی یک یا " روشن " قرار میدهد و در مرحله بعدی وقتی که CPU پی ال سی تنظیم بیت ورودی را در حالت " روشن " شده مشاهده میکند, در زمان بسیار بسیار کم لامپ در حالت روشن قرار داده و دوباره اسکن کردن برنامه را از اجرای مرحله اول شروع میکند. و تا زمانی که پی ال سی خاموش نشده , پی ال سی در پی اجرای مراحل فوق پیگیری میشود. شکل دوم 71 روشن شدن لامپ را پس از فشرده شدن کلید را نشان میدهد.



## ۷ دیاگرام سیم کش شده استارت کننده یک موتور سه فاز Hard-wired motor starter

شکل 72 دیاگرام سیم کشی شده استارت و استوپ یک الکتروموتور سه فاز را نشان میدهد. در شکل فوق بوبین کنتاکتور بطور سری با پوش باتونهای استارت و استوپ سیم کشی شده اند. کنتاکت کمکی Ma بطور موازی با کلید " باز در حالت عادی " کلید استارت قرار گرفته است. در شکل 72 تا زمانی که کلید "استارت" فشرده نشده است، هیچ جریانی از سیم پیچ کنتاکتور عبور نکرده و لذا کنتاکتور فوق فعال و یا تحریک نخواهد شد، در نتیجه کنتاکت فوق جذب نشده و برق سه فاز به الکتروموتور اعمال و یا وصل نشده و بالطبع الکتروموتور نیز شروع بکار نخواهد کرد.



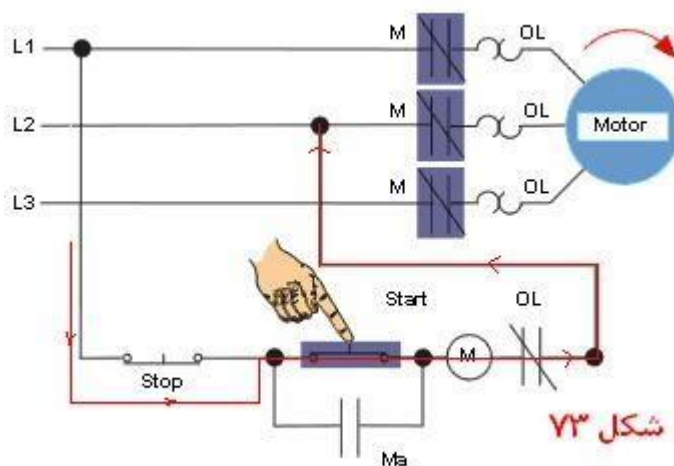
کلید پوش باتن Start برای

فشرده میشود، جریان برق

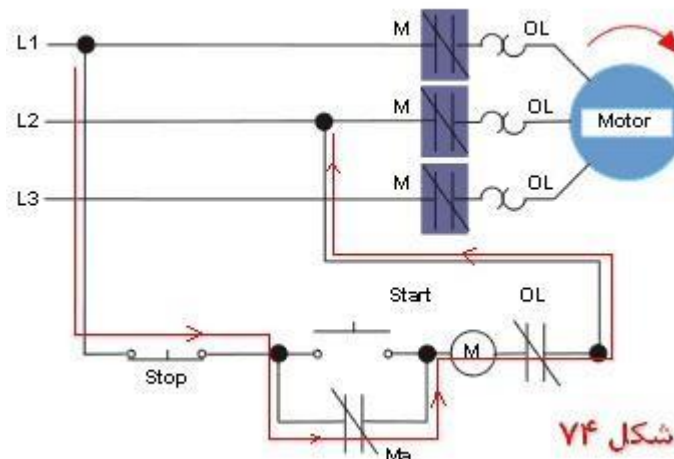
در مدار بسته نشان داده شده برنگ قرمز حرکت کرده و بوبین کنتاکتور را تحریک کرده و باعث جذب شده هسته درون کنتاکتور شده و لذا وقتی که هسته داخلی جذب میشود، برق سه فاز وارد سیم پیچی الکتروموتور شده و آنرا راه انداز میکند.

در شکل 73 وقتی که

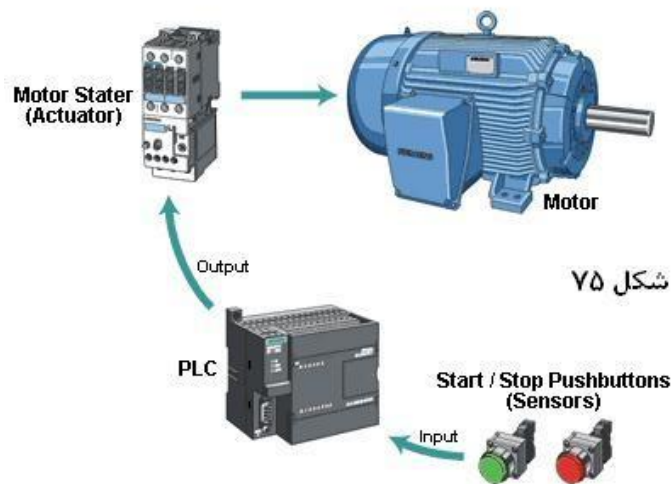
یک لحظه کوتاه



در شکل 74 ملاحظه میکنید که حتی پس از برداشتن انگشت مبارکمان از روی کلید start، هنوز شفت موتور در حال حرکت است. دلیل به اینصورت عنوان میشود که چون یکی از کنتاکتهای باز کنتاکتور موازی با کلید start قرار گرفته است، لذا جریان پس از قطع شدن کلید استارت، کنتاکتور را بصورت تحریک شده نگاه داشته و لذا جریان برق در کنتاکتور پس از آزاد شدن کلید استارت در جریان بوده و لذا در مسیر برق کنتاکتور هیچ تغییری حاصل نشده و لذا موتور تا فشرده شدن کلید "استاپ" فعال خواهد بود.



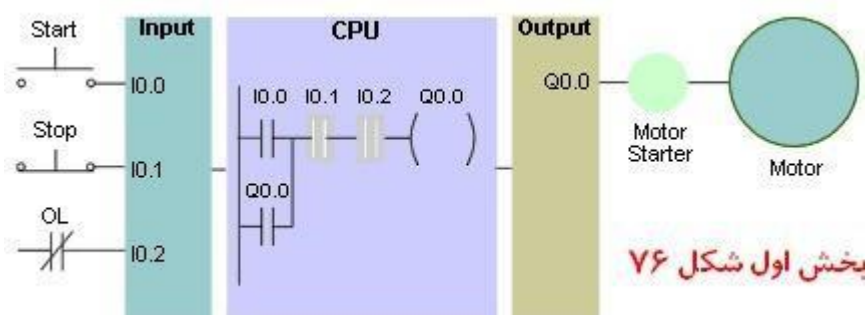
شکل ۷۴



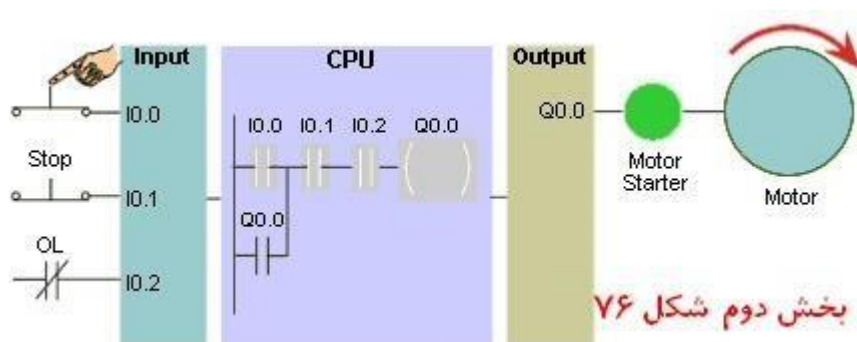
شکل ۷۵

### ۵.۱ 75 program instruction پرنامه نویسی مدار شکل

شکل 76 سیم کشی مدار استارت / استوپ موتور سه فاز را نشان میدهد. همانطوریکه که در شکل ملاحظه میکنید، یک عدد کلید استارت normally open start pushbutton به ورودی I0.0 پی ال سی یک کلید استوپ normally closed stop pushbutton به ورودی I0.1 و یک کلید بسته در حالت عادی normally closed overload contacts که همان بی مثال حفاظت کننده مدار الکتروموتور که در صورت بروز اتصالی و یا گرم کردن بیش از حد موتور فعال خواهد شد را به ورودی I0.2 وصل شده اند. چون هر سه این ورودی ها باید بصورت AND عمل کنند ، لذا در شکل 76 ملاحظه میکنید که هر سه بطور سری در مدار قبل از خروجی کنتاکتور قرار داده شده اند. همچنین یکی از کنتاکتهای مرتبط با Q0.0 نیز بطور موازی با کلید استارت در نرم افزار مورد استفاده قرار گرفته است که با مدار بالای خودش تشکیل یک مدار OR را داده است. بخش بالایی شکل 76 مدار را در حالت غیر فعال نشان میدهد یعنی هیچکدام از کلید ها هنوز فشرده نشده اند. در این صورت کلید بوش باتون " استارت " هنوز فشرده نشده و موتور در حالت استراحت بوده و بدیهی است که خروجی  $Q0.0 = 0 = OFF$  نیز خاموش است .



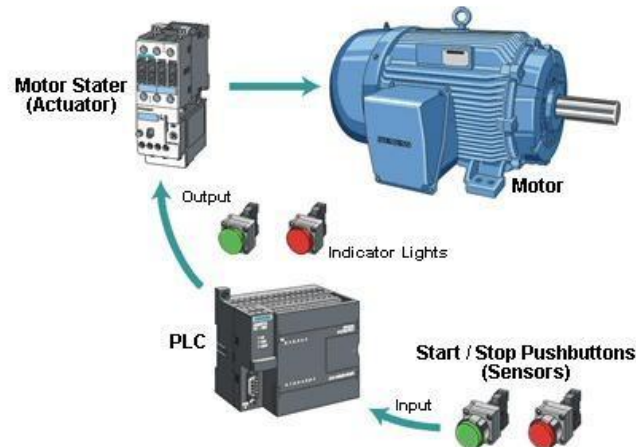
بخش دوم شکل ۷۶ را ملاحظه کنید که در آن با فشردن کلید استارت مدار "اند" بسته شده و عبور جریان سبب فعال شدن و روشن شدن خروجی  $Q0.0 = 1 = ON$  موتور شروع بحرکت میکند.



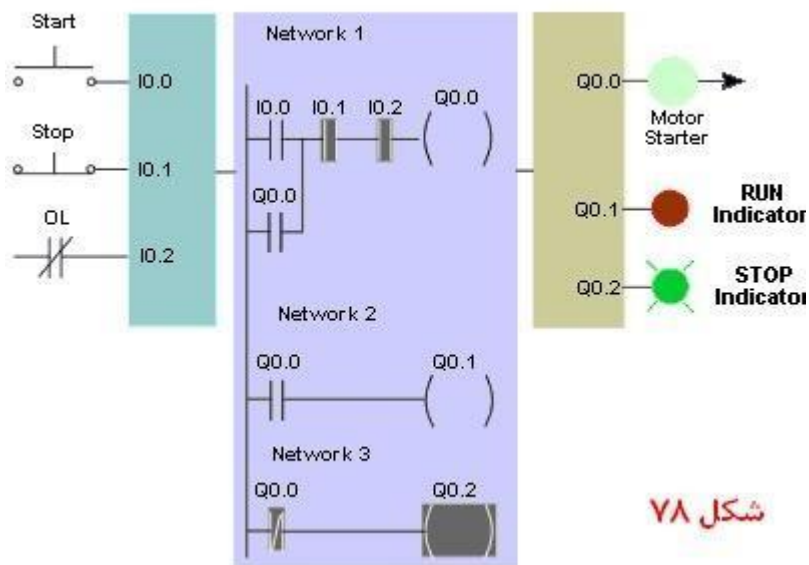
#### ۶.۱ گسترش مدار شکل ۷۶ Expanding the previous application

در صورت نیاز میتوانیم مدار شکل ۷۶ را با اضافه کردن دو عدد لامپ قرمز و سبز گسترش بدهیم. در این صورت میخواهیم مدار را طوری تغییر بدهیم که وقتی کلید استارت فشرده شد، لامپ قرمز را که آنرا بنام "Run indicator" اسم گذاری کرده ایم روشن شود و در صورت خاموش کردن موتور لامپ سبز که آنرا بنام "Stop indicator" اسم گذاری کرده ایم روشن شود. شکل ۷۸ را ملاحظه کنید.

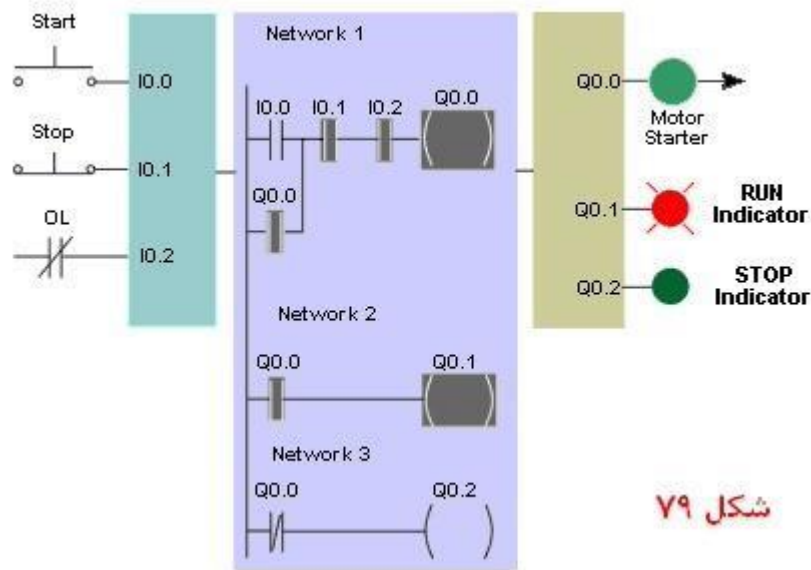
شکل ۷۷



یک کنتاکت NO در شبکه دوم قبل از خروجی Q0.1 قرار داده شده است. خروجی فوق نشاندهنده RUN را کنترل میکند که در صورت روشن شدن Q0.0 مربوط به کنتاکتور، فعال خواهد شد. پس لامپ قرمز بموازات فعال شدن کنتاکتور روشن خواهد شد. در شبکه سوم نیز کنتاکت NC با مدار Q0.2 بطور سری قرار گرفته است و در صورت خاموش بودن Q0.0، لامپ سبز روشن میشود که مرتبط است با خاموش بودن کنتاکتور.

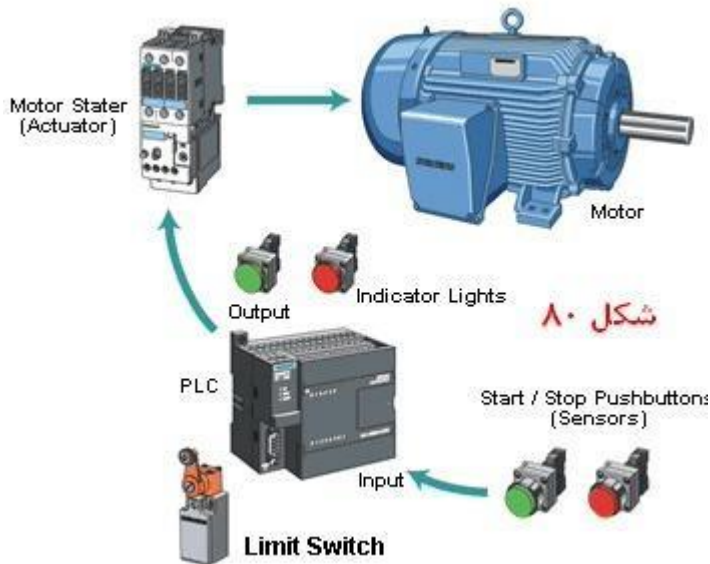


شکل ۷۸



### ۷۲- اضافه کردن سویچ محدود کننده به مدار قبلی Adding a limit switch

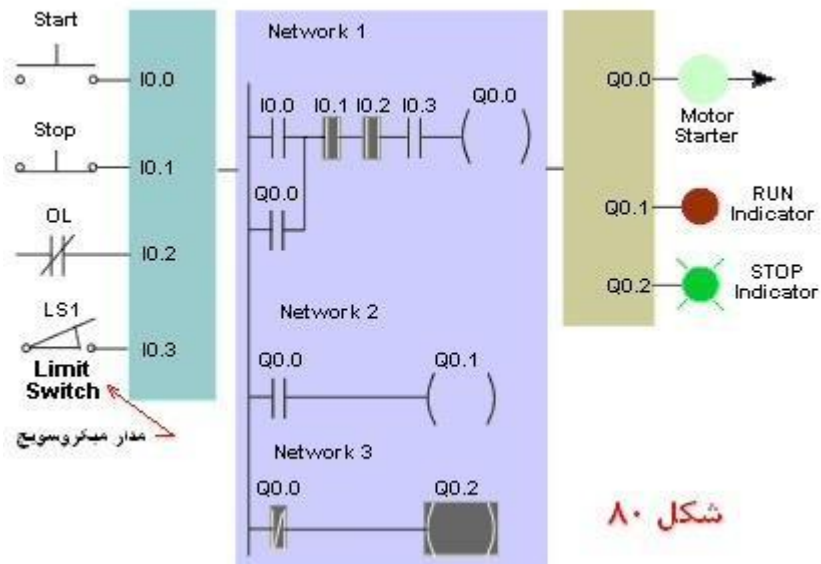
طبق شکل 80 در نظر داریم یک میکرو سویچ نیز به مدار قبلی اضافه کنیم. میکرو سویچ نیز جز ورودی ها است لذا میتوانیم ورودی شماره IO.3 را به آن اختصاص بدهیم. میکروسویچ مانند یک کلید باز یا NO عمل خواهد کرد (normally open contact).



### ۷۳- ارایه نرم افزار نرده بانی برای مدار شکل 78limit switch ladder diagram

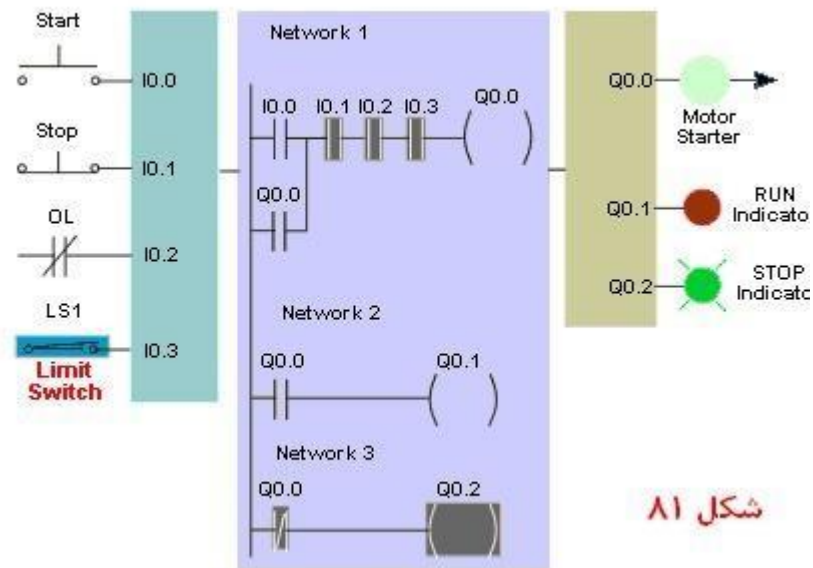
در نرم افزار ارایه شده در شکل 80 همانطوریکه ملاحظه میکنید در صورت فعال شدن یا فشرده شدن کلید میکروسویچ، کنتاکت NO میکرو سویچ به NC تغییر و وضعیت خواهد داد و چون کنتاکت مربوطه با سه کنتاکت قبلی بصورت AND قرار گرفته پس در صورت فشرده شدن میکروسویچ است که موتور در صورت استارت خوردن روشن خواهد شد. در شکل 80 چون

مدار میکرو سوئیچ تحریک نشده ، لذا ورودی I0.3 باز است و موتور در حالت توقف قرار داده شده و چراغ سبز رنگ متصل به خروجی Q0.2 روشن است.



شکل ۸۰

در شکل 81 ملاحظه کنید که کلید میکرو سوئیچ تحریک یا فشرده شده و مرتبط با آن کنتاکت میکرو سوئیچ  $I0.3 = ON = 1$  در حالت روشن قرار گرفته و اکنون با فشرده شدن ورودی استارت I0.0 موتور روشن خواهد شد.

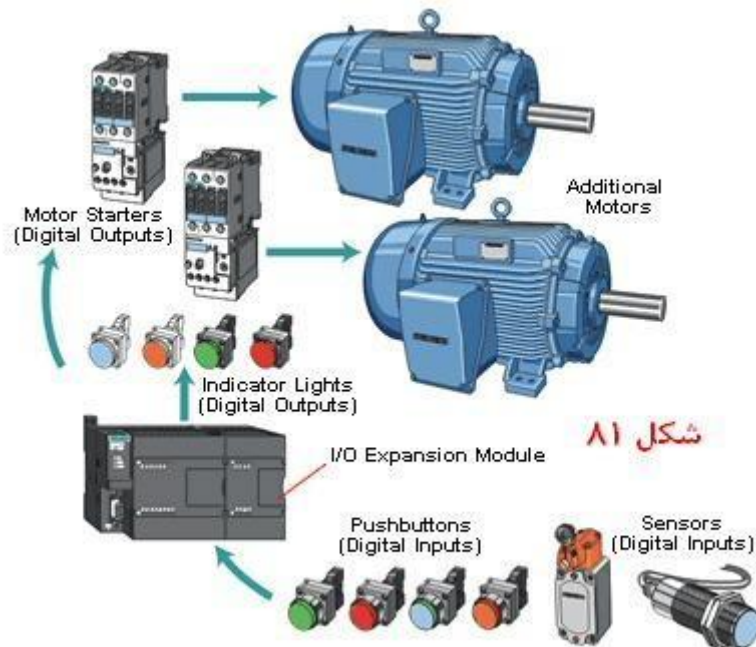


شکل ۸۱

### ۷۴- Further Expansion 81 گسترش بیشتر مدار شکل

در شکل 81 بعدی ملاحظه کنید که ما قصد داریم سخت افزارهای بیشتری را به مدار قبلی اضافه کنیم. در عمل ما دو الکتروموتور داریم که توسط دو کنتاکتور باید فرمان داده شوند. چهار عدد لامپ نشان دهنده که کار کردن و متوقف بودن هر کدام از موتورها را باید نشان بدهند. چهار عدد پوش باتن که برای استارت و استوپ کردن موتورها بکار گرفته خواهند شد. میکرو سوئیچ مدار قبلی بعلاوه یک عدد سوئیچ حساس (proximity switch).

معمولاً عملکرد سوئیچ های حساس مانند میکرو سوئیچ ها است. این سوئیچ ها میتوانند وجود یا عدم وجود یک جسم را تشخیص بدهند. بدین صورت که در حالت عادی کنتاکت داخلی آنها بصورت NO است ولی در صورت قرار گیری جسم خاصی در مقابل این سوئیچ، به NC تغییر وضعیت میدهد. از بررسی شکل 81 این گونه نتیجه گیری میشود که میتوانیم تا آنجائیکه تعداد ورودی / خروجی های یک پی ال سی اجازه میدهد، ادوات مختلفی را به آن اضافه کنیم. پارامتر دیگری را که باید در گسترش دادن مدارات پی ال سی در نظر داشته باشیم مقدار حافظه داخلی پی ال سی است که معمولاً به اندازه کافی موجود است.



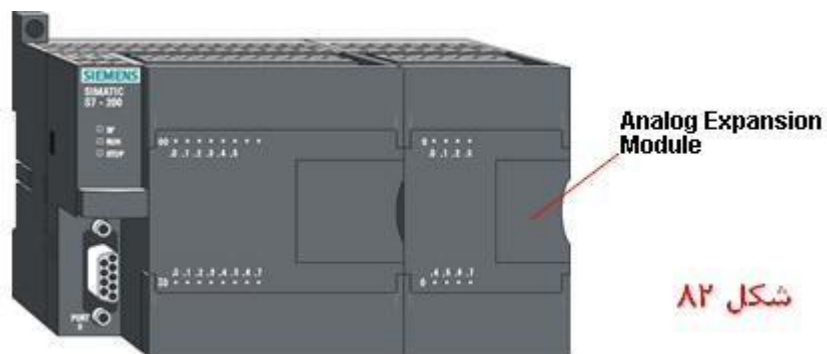
شکل ۸۱

## ۸ آشنایی با ورودی / خروجی های نوع آنالوگ I/O Introduction to Analog

برای اندازه گیری بعضی از کمیت ها مانند سرعت ، حرارت ، وزن و سطح ، ما نیاز به استفاده از سنسورهای آنالوگ داریم . خروجی این سنسور ها دیگر دیجیتال نیستند که بین صفر یا یک تغییر کنند نیستند. بلکه مقادیر این کمیت ها دایما در حال تغییر میباشدند. مثلا خروجی سیگنال یک سنسور حرارت را در نظر بگیرید.

وقتی که سنسور فوق میزان حرارت یخ را گزارش میکند ، بسیار متفاوت خواهد وقتی که همان سنسور در داخل آب 50 درجه قرار گرفته باشد. به همان صورت با گرمتر کردن حرارت آب ، سیگنال خروجی سنسور نیز

تغییر خواهد کرد. معمولا ولتاژ خروجی سنسور های آنالوگ میتوانند بین ولتاژ 0 تا 10 ولت دی سی و یا 4 تا 20 میلی آمپر تغییر کنند. مقادیر فوق تقریبا استاندارد بوده و اکثر تولید کننده گان سنسور آنها را طوری طراحی میکنند که رنج تغییرات سیگنال خروجی آنالوگ آنها بین ولتاژ و آمپرهای فوق باشد. یک پی ال سی نمی تواند ولتاژ های آنالوگ را پردازش کند لذا برای اتصال سیگنال خروجی این سنسورها می توانیم از تبدیل کننده های آنالوگ به دیجیتال استفاده کنیم. در این صورت خروجی سیگنال دیجیتال سنسور فوق که میتواند یک عدد دیجیتال 12 یا 16 رقمی باینری با شد به ورودی دیجیتال پی ال سی اعمال خواهد شد. ماجول های گسترش که در مورد آنها در بخش های قبلی صحبت شد طوری طراحی و ساخته شده اند که می توانند این تبدیل را بر احوالی انجام بدهند. ماجول های آنالوگ موجود در بازار میتوانند سیگنال خروجی سنسور حرارت RTD با دقت خیلی بالا به یک عدد باینری 12 رقمی تبدیل کند. شکل 82 و صل شدن یک ماجول گسترش دهنده آنالوگ به دیجیتال را نشان میدهد.

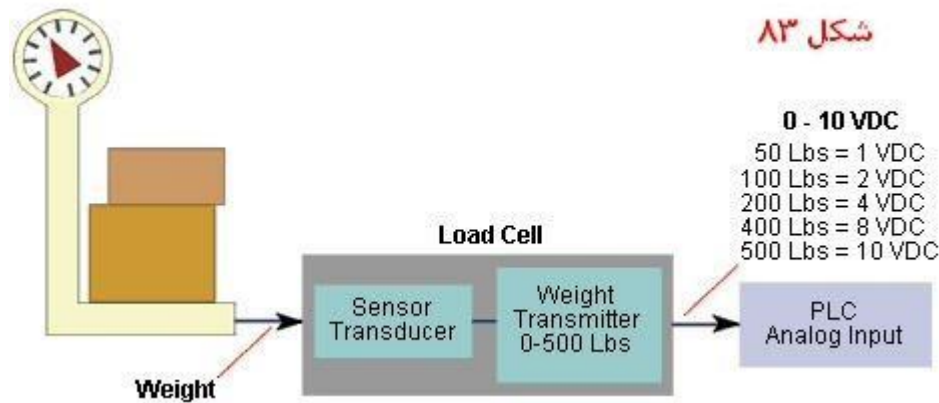


## ۷-۰ مثالهای کاربردی سنسورهای آنالوگ Application expansion

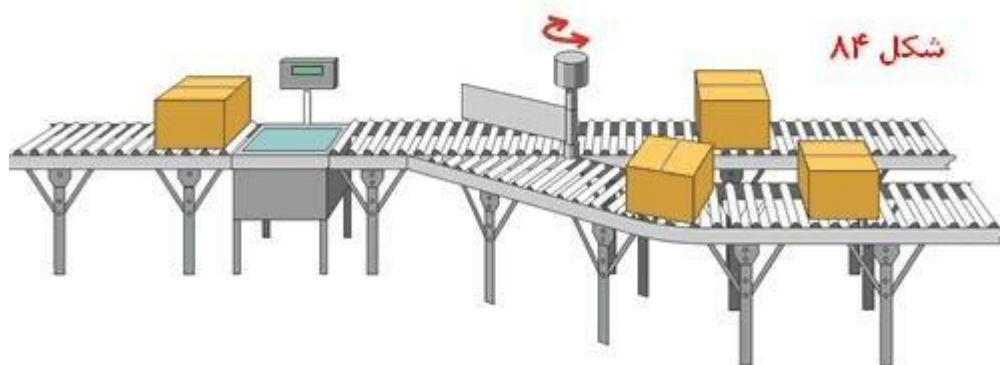
شکل 83 یک نمونه از کاربرد سنسور های آنالوگ را نشان میدهد. سنسور اندازه گیری وزن ، لودسل (load cell) نام دارد که در صنعت کاربرد های فراوانی دارد. در ساخت ترازوهای دیجیتال امروزی استفاده از لودسل بسیار رایج است. لودسل دستگاهی الکترونیکی است که مقدار وزن اعمال شده را به یک ولتاژ آنالوگ مرتبط با وزن دریافت کرده تبدیل میکند. معمولا لود سل ها نسبت به ظرفیتی که میتوانند آنها اندازه گیری کنند کالیبره شده به دست مصرف کننده میرسند. در شکل 83 جدول ولتاژ خروجی لودسل داده شده است. این لودسل بخصوص در ازای دریافت وزنی بمیران 50 Lbs ولتاژی به مقدار 1 ولت VDC تولید خواهد کرد. و در صورت اعمال وزنی به مقدار 500 Lbs ، ولتاژی به مقدار 10 ولت VDC. بنابراین میتوان برنامه پی ال



سی را طوری طراحی کرد که دایما ولتاژ خروجی لودسل را پس از تبدیل شدن به یک ولتاژ 12 بیتی دیجیتال خوانده و پس از انجام یک سری محاسبات، آنرا به مقدار وزن اعمال شده مرتبط با ولتاژ خروجی تبدیل کرده و به پی ال سی انتقال بدهد. در این صورت مقدار وزن بسته به عدد اعشاری روی نشاندهنده به رویت آپراتور میرسد.



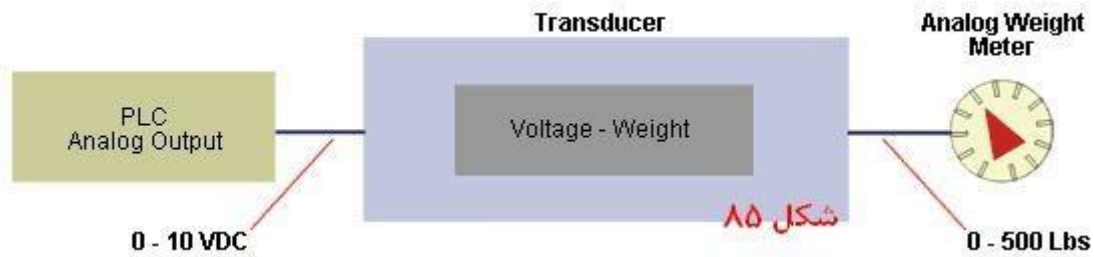
همانطوریکه که قبلا متذکر شدیم، کاربرد های لودسل در صنعت بی شمار است. شکل 84 یک کانوایر انتقال بسته ها را نشان میدهد که در بخش توزین آن یک ترازوی الکترونیکی حاوی لود سل قرار دارد. همانطوریکه ملاحظه میکنید سیستم در شکل 84 میتواند براحتی بسته های با وزن های خاص متفاوت را تشخیص داده و آنها را به دو کانوایر دیگر هدایت کند. در شکل ملاحظه میکنید که یک پی ال سی وصل شده به ترازوی الکترونیکی پس از محاسبه وزن هر کدام از بسته ها تصمیم میگیرد که آن بسته باید به کانوایر انتقال دهنده سمت چپ هدایت بشود یا راست. و برای این کار فقط لازم است که پس از انجام محاسبه دسته جدا کننده را فعال کند یا نه. فرض کنید که اگر محتویات هر بسته بطور کامل بارشود مثلا 4 کیلو وزن خواهد داشت. در صورتی که اگر بدلیلی اگر حتی یکی از قطعات داخل بسته از تعداد معلوم کمتر باشد، وزن آن کمتر از 4 کیلو خواهد بود. در این صورت بسته های کم وزن براحتی از بسته های "صحیح" جدا شده و برای چک مجدد ارسال خواهند شد.



## ۷۶- خروجی های آنالوگ Analog outputs

در صنعت نشان دهندهایی هستند که با ولتاژ یا جریان آنالوگ کار میکنند. بطور مثال میتوان از شیرهای برقی آنالوگ نام برد که در صنعت موارد استفاده فراوانی دارند. دیافراگم این شیرها نسبت به ولتاژی که به آنها اعمال میشود باز یا بسته میشوند. ثباتهای الکترونیکی و درایورهای موتورهای الکتریکی یا سنسور های فشار .... همگی با اعمال ولتاژ یا جریان آنالوگ فعال میشوند. وقتی که نیاز است از پی ال سی برای کنترل سیستم هایی که عنوان شد استفاده شود، میتوانیم از تبدیل کننده های دیجیتال به

آنالوگ استفاده کنیم (transducer). در شکل 85 ملاحظه کنید که خروجی آنالوگ پی ال سی توسط یک ترانسدمیو سر به ولتاژی تبدیل شده که مرتبط با وزنی است که به پی ال سی در اعمال شده. در این صورت پی ال سی تمام محاسبات را انجام داده و سطح ولتاژ آنالوگ خروجی را نیز محاسبه کرده و آنرا به ترانسدمیو سر میفرستد. خروجی تبدیل کننده transducer نیز به نشاندهنده وصل است و بدین صورت اطلاعات به سمع آپراتور دستگاه میرسد. و در این صورت همه راضی و خوشحال خواهند بود.



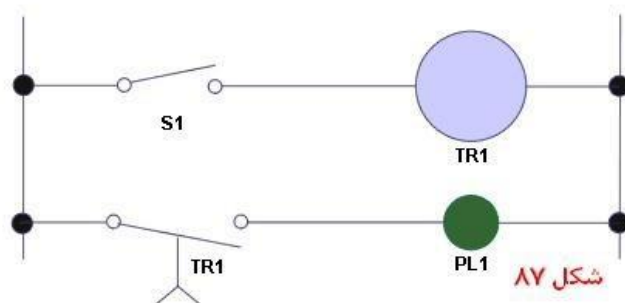
## ۹ آشنایی با تایمر های پی ال سی ها (PLC S7-300 ( Introduction to Timers)

تایمرها دستگاههایی هستند که بوسیله آنها گذشت زمان را میتوان اندازه گیری کرد. در چراغهای راهنمایی سر چهارراه ها تایمرها هستند که میزان گذشت زمان را اندازه گیری میکنند. شکل 86 را ملاحظه کنید.

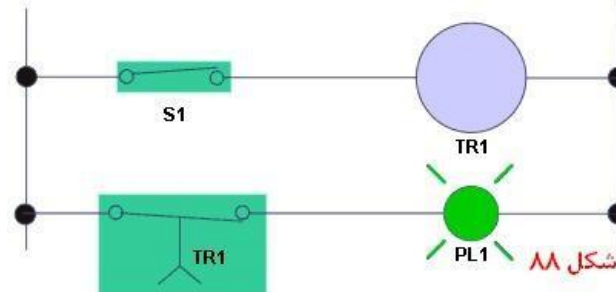


### ۱-۹ سیم کشی مدار تایمر معمولی Hard-wired Timing circuit

از نظر مداری عملکرد تایمرها در پی ال سی ها بسیار شبیه تایمرهای معمولی است که در صنعت بکار برده میشوند. در شکل 87 در صورت بسته شدن زبانه باز کلید S1, تایمر TR1 که برای مدت 5 ثانیه تنظیم شده است شروع بکار میکند. این نوع تایمر از نوع ON delay timer است یعنی که پس از خوردن استار شروع, باید مقدار زمانی مشخص بگذرد تا پس از اتمام زمان فوق تنظیم شده, تایمر عمل کرده و زبانه یا کنتاکت باز (TR1) بسته شود.

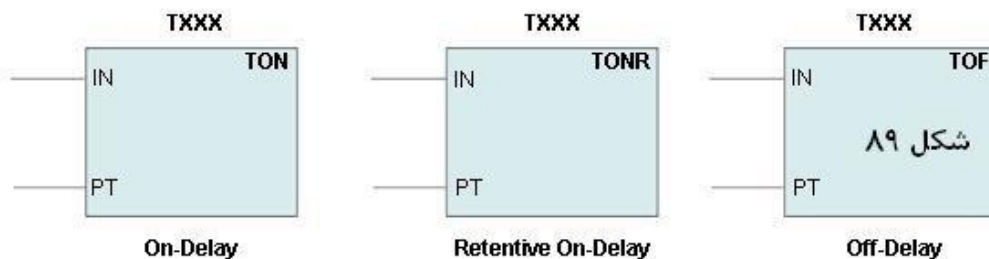


در شکل 88 ملاحظه میکنید که زمان اولیه تایمر را برای 5 ثانیه تنظیم کرده بودیم و با فشردن کلید S1، چیزی حدود 5 ثانیه طول کشید و سپس کنتاکت باز تغییر وضعیت داده و بسته شد. و چون کنتاکت با لامپ PL1 بطور سری قرار گرفته بود، لذا بسته شدن TR1 مانند یک کلید عمل کرده و سیم فاز را به یک سر لامپ وصل کرده و سبب روشن شدن لامپ گردید.



### ۲-۹ تایمرهای پی ال سی S7-200

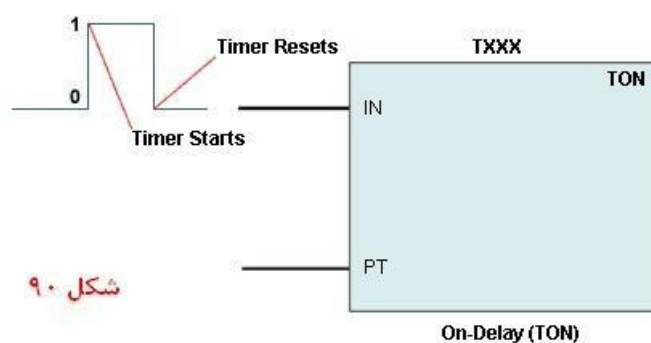
تایمرها با استفاده از سمبلهای جعبه ای شکل در برنامه نویسی به روش نرده بانی نشان داده شده و یا مشخص میشوند. وقتی که یک تایمر سیگنال "فعال" (enable signal) دریافت میکند، شروع بکار کرده و عدد شمارش شده را دایما با "عدد PT" یا عدد تعیین شده (preset time) مقایسه میکند. خروجی تایمر مادامیکه عدد شمارش شده کنونی مساوی با "عدد" تعیین شده نباشد، مساوی است با عدد باینری صفر و یا  $Low = OFF = 0$  ولی وقتی عدد شمارش شده مساوی یا بزرگتر از عدد "تعیین" شده میشود، خروجی به باینری وضعیت روشن  $High = ON = 1$  تبدیل میشود. در پی ال سی های خانواده زیمنس S7-200 سه نوع مختلف تایمر بنام های TON, TONR, TOF وجود دارند که جمع تعداد کل آنها 256 عدد میباشد که با دقت های یک میلی ثانیه (4 تایمر)، ده میلی ثانیه (16 تایمر) و 100 میلی (236 تایمر) برای استفاده کننده در نظر گرفته شده است. اسامی این تایمرها عبارتند از 1- On-Delay (TON)، یا تایمر تاخیر در وصل 2- Retentive (TONR), 3- On-Delay تایمر تاخیر در قطع یا Off-Delay (TOF). تایمر TONR مانند تایمر TON عمل کرده با این تفاوت که در تایمر TON در صورتی که  $IN = 1 = ON$  تایمر مقدارش یک و مجددا صفر شود تایمر TON از ابتدای زمان را محاسبه میکند ولی TONR از بقیه زمان باقی مانده، زمان را محاسبه میکند. در تایمر TOF بلافاصله بعد از یک شدن ورودی  $IN = 1 = ON$  خروجی تایمر  $ON = 1$  شده و پس از گذشت زمان مساوی یا بزرگتر از "عدد PT"، خروجی به صفر تبدیل خواهد شد. شکل 89 که مربوط به سمبلهای تایمرهای ذکر شده میباشد را ملاحظه کنید.



## ۳-۹ بلاک دیاگرام عملکرد تایمر ON-Delay timer (TON)

تعریف عملکرد تایمر, On-Delay (TON): زمانی که ورودی تایمر فوق فعال شود ( $IN = 1 = ON$ ) تایمر شروع به تایم گیری میکند و بمحض اینکه مقدار شمارش فوق بزرگتر یا مساوی "عدد PT" بشود, بیت تایمر فعال می شود. تایمر وقتی که ( $IN = 0$ ) به صفر تبدیل یا غیرفعال میشود, تایمر به عدد اولیه ریست میشود.

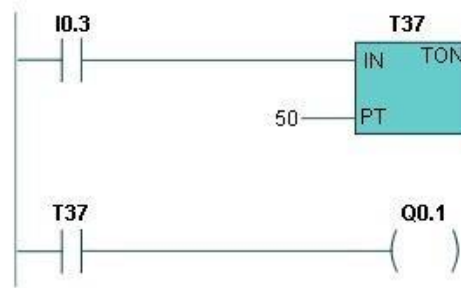
شکل 90 را ملاحظه کنید.



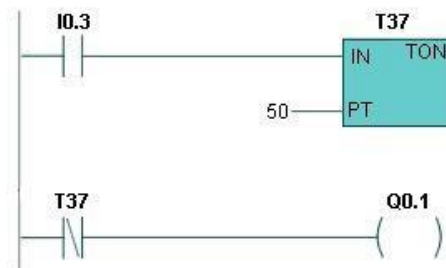
شکل ۹۰

## ۴-۹ یک نمونه از برنامه کاربردی برای آشنایی با عملکرد تایمر ON-Delay timer (TON)

در مثال کاربردی شکل 91, سوئیچ به ورودی  $I0.3$  input و یک لامپ به خروجی  $Q0.1$  output متصل شده است. وقتی که سوئیچ فعال میشود,  $I0.3$  در حقیقت روشن شده و به باینری 1 تبدیل میشود که در این صورت تایمر T37 فعال میشود. "دقت یا Resolution" زمان تایمر فوق 100 میلی ثانیه بوده و زمان (PT) preset time مساوی 50 تعیین شده است. در این صورت تایمر پس از گذشت زمانی مساوی با 50 ضرب در 100 میلی ثانیه مساوی 5 ثانیه روشن میشود. در این صورت خروجی  $Q0.1$  بعد از 5 ثانیه که از فشرده شدن سوئیچ گذشت روشن خواهد شد.



شکل ۹۱

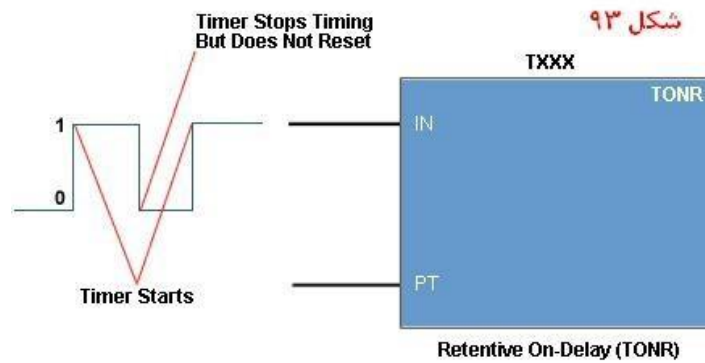


شکل ۹۲

در شکل 92 با تعویض T37 که قبلا NO بوده و جایگزینی آن با NC , خروجی Q0.1 بدون استارت خوردن ورودی روشن شده و با استارت خوردن پس از 5 ثانیه خاموش میشود. ملاحظه میکنید که بدون تغییر هیچ سیم کشی یا تعویض کلید , میتوانیم عملکرد مدار را عوض کنیم و این زیبایی استفاده از پی ال سی در مدارات کنترل است .

### ۵-۹ بلاک دیاگرام عملکرد تایمر Retentive On-Delay (TONR)

تایمر TONR مانند تایمر TON عمل کرده با این تفاوت که در تایمر TON در صورتی که  $IN = 1 = ON$  به عدد منطقی یک و صفر تبدیل شود و مجدداً یک شود تایمر TON از ابتدای زمان را محاسبه میکند ولی TONR از بقیه زمان باقی مانده قبلی , زمان فعلی را ادامه میدهد و در صورت اجرا دستور ریست instruction (R) RESET , مقادیر شمرده شده تایمر ریست یا به عدد قبل از شروع , تنظیم میشود.

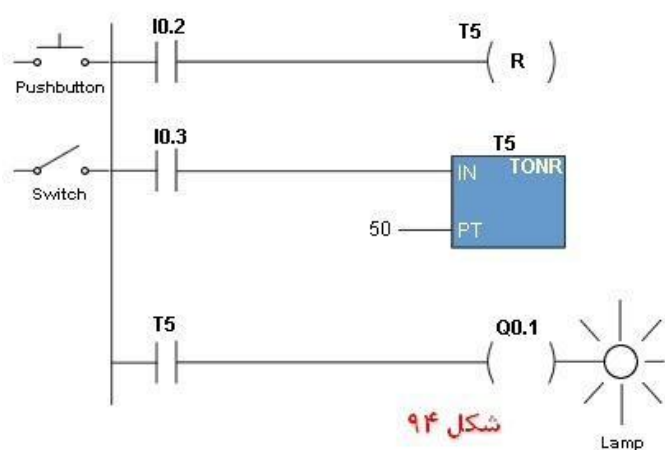


شکل ۹۳

## ۶-۹ یک نمونه از برنامه کاربردی برای آشنایی با عملکرد تایمر TONR

## Retentive On-Delay (TONR)

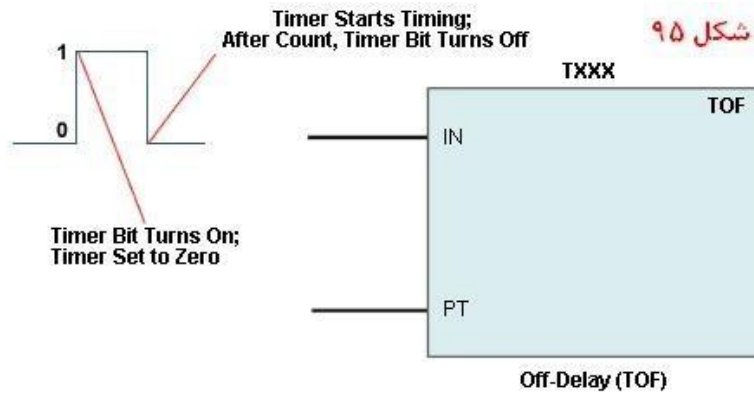
وقتی که در شکل 94 ورودی یا سویچ I0.3 بسته میشود، تایمر T5 شروع به اندازه گیری زمان میکند. اگر سویچ فشرده شده و بعد از دو ثانیه رها یا باز یا غیر فعال گردد، عملکرد تایمر متوقف میشود. حال اگر سویچ فوق دوباره فشرده شود، تایمر اندازه گیری زمان را از 2 ثانیه بعد ادامه داده و زمان روشن شدن لامپ که قبلا برای 5 ثانیه بعد از فشرده شدن کلید ورودی تنظیم شده بود، حالا روشن میشود. بنا براین خاموش شدن تایمر پس از 2 ثانیه اول سبب پاک شدن اندازه گیری زمان نشده و بعد از وصل مجدد کلید و اندازه گیری زمانی بمدت 3 ثانیه در حالت دوم حال پس از 5 ثانیه لامپ روشن میشود. با فشرده شدن کلید Pushbutton، وصل شده به ورودی I0.2 تایمر ریست reset خواهد شد. یعنی اینکه اگر پس از روشن خاموش شدن ورودی switch بعد از 2 ثانیه تایمر را ریست کرده و دوباره ورودی switch تحریک کنیم، در این صورت 2 ثانیه شمرده شده از حافظه تایمر "پاک" شده و هیچ اطلاعاتی در مورد 2 ثانیه در حافظه تایمر باقی نخواهد ماند.



شکل ۹۴

## ۷-۹ بلاک دیاگرام عملکرد تایمر Off-Delay (TOF)

این تایمر مانند تایمر هایی که در راه پله های آپارتمان ها مصرف میشود عمل میکند. بدین صورت که وقتی که ورودی تایمر برای یک لحظه روشن خاموش میشود، خروجی این تایمر به اندازه زمان تنظیم شده روشن شده و در خاتمه زمان فوق خاموش میشود. مانند چراغهای راه پله. که معمولا برای زمان به مدت 5 دقیقه تنظیم میشوند و این مدت معمولا کافی است که یک نفر از پله های طبقه همکف مثلا به طبقه پنجم برسد. پس از اتمام زمان فوق، تمام لامپهای طبقات که بصورت موازی روشن بودند، خاموش میشوند.



### ۸-۹ جدول اطلاعات مربوط به تایمر های S7-200

همانطوریکه قبلا متذکر شدیم، پی ال سی S7-200 جمعا میتواند 256 تایمر را در اختیار مصرف کننده برای استفاده در برنامه بگذارد. جدول شکل 96 مشخصات و تعداد هر نوع مختلف تایمر های زیرمنس را نشان میدهد.

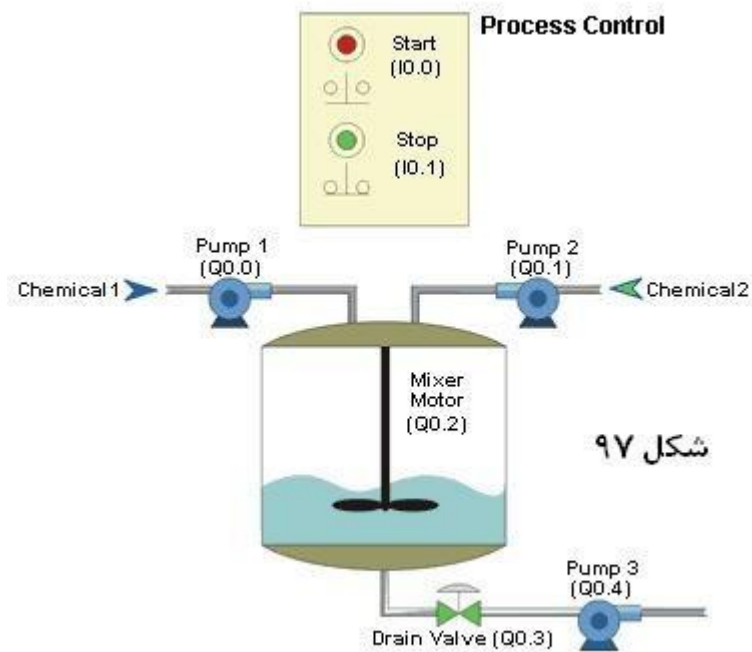
Timer Type	Resolution	Maximum Value	Timer Number
TONR	1 ms	32.767 seconds	T0, T64
	10 ms	327.67 seconds	T1-T4, T65-T68
	100 ms	3276.7 seconds	T5-T31, T69-T95
TON, TOF	1 ms	32.767 seconds	T32, T96
	10 ms	327.67 seconds	T33-T36, T97-T100
	100 ms	3276.7 seconds	T37-T63, T101-T255

شکل ۹۶

### ۹-۹ تمرین نمونه برای عملکرد تایمر ها

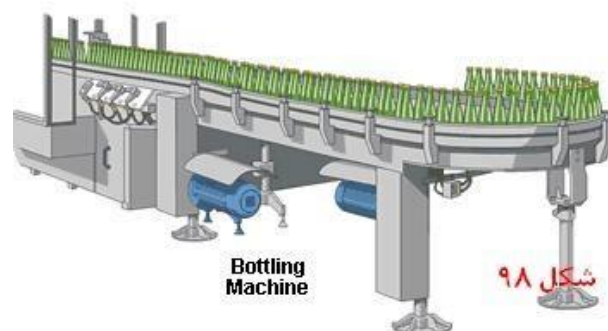
در شکل 97 ملاحظه میکنید که یک تانک مواد شیمیایی داریم که از دو پمپ شماره های 1 و 2 مواد بداخل تانک جاری میشود. این دو مواد شیمیایی پس از مخلوط و هم زده شدن توسط پمپ شماره 3 تخلیه میشود. برنامه ای بنویسید که پس از فشار ورودی 0I.0 پمپ شماره 1 که خروجی Q0.0 را فرمان میدهد، شروع به کار کرده و به مدت 5 ثانیه کار کند. و پس از 5 ثانیه خاموش بشود. سپس پمپ شماره 2 شروع بکار کرده و بمدت 3 ثانیه کار کند تا مواد شیمیایی شماره 2 را بداخل تانک هدایت کند. سپس موتور مخلوط کننده (Mixer motor Q0.2) روشن شده و بمدت 60 ثانیه روشن باقی بماند تا حسابی دو مواد شیمیایی 1 و 2 را مخلوط کند. و سپس مخلوط کن نیز خاموش شود. سپس شیر خروجی (drain valve Q0.3) و بعد از آن بلافاصله پمپ شماره 3 با مشخصات (Pump 3 Q0.4) بمدت 8 ثانیه شروع بکار کند تا مواد را از تانک بیرون هدایت کند. در صورت نیاز میتوانیم با فشار کلید یا سویچ استاپ دستی سیستم را خاموش کنیم که سویچ فوق به ورودی I0.1 وصل شده است.





### ۹-۱۰ شمارنده ها Counters

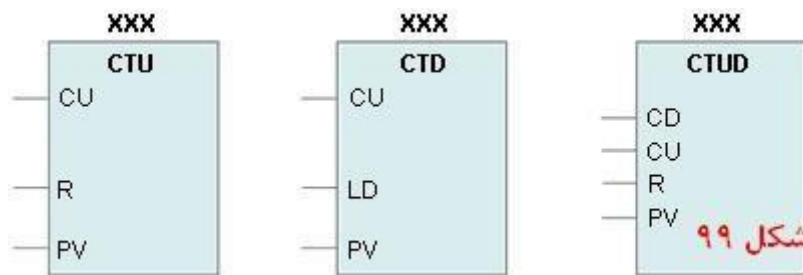
شمارنده های موجود در پی ال سی ها عملکردی مشابه شمارنده های مکانیکی دارند. این شمارنده ها عدد شمارش شده را با عدد "از قبل" ست شده مقایسه کرده و نسبت به اینکه عدد شمارش شده کمتر و یا مساوی و بزرگتر از "عدد" از قبل تعیین شده است، خروجی شان فعال میشود. معمولا ما نیاز داریم یک عدد از قبل تعیین شده را (preset value) به شمارنده داده و میخواهیم شمارنده کمیتی را شمرده و وقتی که عدد شمارش به عدد تنظیم شده رسید، خروجی اش فعال گردد. بطور مثال شکل 98 یک کانوایر بطری را نشان میدهد. در این جا نیاز داریم که بطری های در گروه های 6 تایی بداخل جعبه های مخصوص هدایت شده و سپس بطرف دستگاه بسته بندی هدایت بشوند.



### ۹-۱۱ سمبل شمارنده ها در برنامه نویسی منطقی نرده بانی Ladder Logic

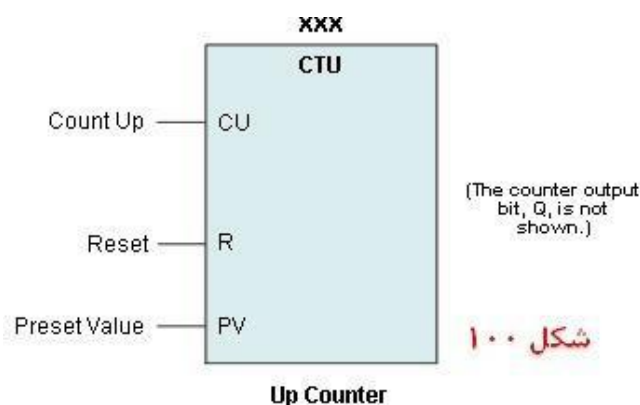
شمارنده ها نیز مانند تایمر ها در برنامه های منطقی نرده بانی توسط سمبلهای چهارگوش نشان داده میشوند. در صورت تحریک شدن ورودی CU (Count up) کانتر یک واحد به "شمارش" قبلی اضافه میکند. در صورت تحریک شدن ورودی CD (Count Down) کانتر یک واحد از "شمارش" قبلی کم یا کسر میکند.

برای فعال کردن ورودی شمارش بالا یا پایین ، لازم است که سطح سیگنال باینری اعمال شده از 0 به ولتاژ 1 تغییر وضعیت بدهد (count input transitions from a logic 0 to a logic 1). در پی ال سی های سری Siemens S7-200 بطور کلی میتوانیم از سه نوع شمارنده استفاده کنیم . که عبارتند از: 1- شمارنده های "بالا رونده" یا (Up counters (CTU) 2- شمارنده های پایین رونده یا (down counters (CTD) 3- شمارنده های بالا و پایین رونده یا (up/down counters (CTUD). مانند تایمرها میتوانیم تا 256 شمارنده در برنامه نوشته شده خود داشته باشیم که این شمارندهها میتوانند از شماره C0 تا C255 شماره گذاری بشوند. تذکار: دو شمارنده با یک شماره نمی توانیم در یک برنامه داشته باشیم . و ماکسیم شماره قابل شمارش نیز عددی است بین 32767 +/- . شکل شماره 99 را ملاحظه کنید.



### ۹-۱۲ شرح عملکرد شمارنده بالارونده (CTU)

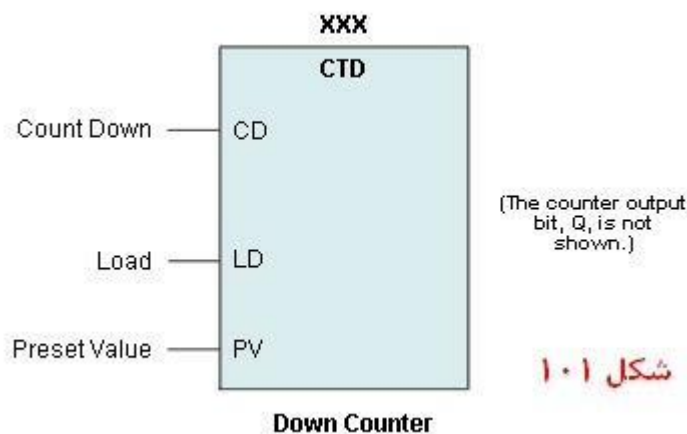
شمارنده بالا رونده در صورت تحریک شدن ورودی CU یک واحد به "شمارش کنونی اش" افزوده میشود تا مقدار عدد شمارش شده به عدد "از قبل" تعیین شده PV (preset value) برسد. هر زمان که ولتاژ سیگنال ورودی اعمال شده به پایه CU از عدد باینری صفر به یک افزایش پیدا میکند ، به محتویات "شمارش کنونی" current value "یک واحد افزوده میشود. تحریک ورودی R سبب RESET ریست یا صفر شدن "عدد شمارش" شده میشود. با مساوی قرار دادن ورودی PV به هر عدد دلخواه دسی مال ، میتوان مقدار عدد "از قبل تعیین" شده را تعیین کرد. در صورت مساوی یا بزرگتر شدن عدد "شمارش شده" با عدد از "قبل" تعیین شده ، خروجی output bit (Q) تغییر وضعیت از 0 به 1 و یا فعال خواهد شد. شکل 100 را ملاحظه کنید.



### ۹-۱۳ شرح عملکرد شمارنده پایین رونده (Down Counter)

اگر مثلاً PV = 12 قرار داده باشیم ، هر زمان که ورودی CD از ولتاژ منطقی صفر به ولتاژ منطقی یک

تغیرووضعت میدهد (transitions from a logic 0 to a logic 1), از عدد PV یک واحد "کسر" میشود و یا داریم  $(PV - 1 = 11)$  = 12. وقتی محتویات PV مساوی صفر میشود, 12 واحد شمرده شده, در این صورت خروجی (Q) output bit فعال میشود. در صورت تحریک شدن ورودی LD, شمارنده ریست شده و مقدار PV جایگزین مقدار "شمارش" کنونی میشود. شکل 101 را بررسی کنید.



#### ۹-۱۴ شرح عملکرد شمارنده بالا و پایین رونده (S7-200 Up / Down counter)

این شمارنده به مقدار PV یک واحد هر زمان که ورودی CU توسط تغییر سیگنال از باینری صفر به باینری یک تغییر وضعیت میدهد "اضافه" میکند. وقتی که تغییر ولتاژ فوق به پایه ورودی CD اعمال میشود, یک واحد از عدد PV "کسر" میگردد. وقتی که مقدار شمارش شده کنونی مساوی مقدار PV میشود, خروجی تحریک میشود و یا در "وضعیت" روشن قرار میگیرد. وقتی که عدد شمارش شده "کنونی" مساوی صفر میشود, خروجی QD در وضعیت روشن قرار میگیرد. وقتی که مقدار شمارش "کنونی" مساوی مقدار از پیش تعیین PV میشود, خروجی QU تحریک و یا روشن میشود. در صورت تحریک شدن ورودی (LD), شمارنده, مقدار از پیش تعیین شده PV بجای "شمارش کنونی" بازگذاری میکند. به همان شکل در صورت تحریک شدن پایه R (reset input), شمارنده ریست شده و مقدار "شمارش" کنونی مساوی صفر میشود. شمارش کردن شمارنده هر زمان که شمارش کنونی مساوی PV یا صفر میشود متوقف میگردد. توجه خروجی های QD و QU در شکل 102 در روی کانتر نشان داده نمی شوند.

