

امروزه استفاده از رله های قابل برنامه ریزی در صنعت غیرقابل انکار است از کارخانجات کوچک و ساختمان های مسکونی گرفته تا کارخانجات بزرگ، استفاده از رله ها و PLC ها را از ملزومات کار خود دانسته اند. از آن جایی که استفاده از مدارات فرمان و قدرت به تنهایی باعث افزایش حجم کار و پیچیدگی برخی از مدارات می شود استفاده از رله های برنامه ریزی با قابلیت طراحی بسیار آسان، اهمیت آن را دوچندان می کند.

PLC مخفف عبارت Programmable Logic Controller می باشد، که به معنای کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی است. در واقع مجموعه ای از سخت افزار و نرم افزار است که عمل کنترل را ساده و انعطاف پذیر می نماید که به دلیل ویژگی های خاصش بیشتر برای کنترل فرایندهای مکانیکی یا صنعتی مانند خطوط تولید کارخانه ها و همچنین طراحی BMS می توان از PLC استفاده نمود.

PLC توسط شخصی به نام **ریچارد مورلی** که به آن پدر PLC هم می گویند ساخته شد.

در صنعت، رله های قابل برنامه ریزی مختلف با اسامی گوناگون وجود دارد که از مقایسه آن ها می توان دریافت نحوه اتصال و سیم کشی انواع رله ها تقریباً با یک دیگر یکسان اند و تنها از نظر شکل نرم افزار و نحوه برنامه ریزی تفاوت هایی دارند.



WWW.KALENGI.IR

امروزه رله های قابل برنامه ریزی، فصل مشترک فعالیت بسیاری از برق کاران و حتی مشاغل مرتبط با رشته برق شده است و در طراحی و سیم کشی برق، مثل نورپردازی ها و روشنایی خودکار ساختمان ها می توان آن را به کار گرفت. هم چنین از این رله می توان در سیستم های حفاظتی و ساختمان های هوشمند به عنوان یک کنترل کننده در کنار سایر قطعات هوشمند استفاده کرد و این سیستم ها را توسعه داد.

رله های قابل برنامه ریزی می تواند با دریافت پیامک، سیستمی را فعال کند یا دارای اپلیکیشنی باشد که با استفاده از تلفن همراه هوشمند، فرمانی را برای راه اندازی و خاموش کردن سیستمی به کار گیرد. رله قابل برنامه ریزی در بعضی از تابلوهای برق مثل کنترل موتورخانه ساختمان ها، دستگاه های دارای دو یا چند موتور الکتریکی، کارگاه های کوچک صنعتی و نظایر آن نیز مشاهده می شود. حتی می توان با استفاده از رله قابل برنامه ریزی، عوامل فیزیکی مثل فشار، دما و نظایر آن را کنترل نمود؛ این نوع کنترل در تأسیسات الکتریکی کاربرد فراوان دارد.

هدف ساخت PLC:

در گذشته وظیفه PLC بر عهده مدارات فرمان رله ای بود که استفاده از آن ها در محیط های صنعتی جدید منسوخ شده است. در سیستم های رله ای با افزایش تعداد رله، حجم و پیچیدگی مدار فرمان بسیار زیاد شده و موجب

افزایش قیمت آن می گردد. اگر در سیستم های رله ای نیاز به تغییر منطق کنترل باشد و یا در این سیستم مشکلی به وجود آید، کاری زمان بر و مشکل خواهد بود. هدف ساخت PLC جایگزینی با مدارات رله ای و پیچیده بود اما با پیشرفت تکنولوژی قابلیت های چشمگیری به PLC اضافه شدند که می توان به انواع شبکه ها، سیگنال های آنالوگ، محاسبات پیچیده و ورودی های سرعت بالا اشاره نمود.

ساختمان PLC:

به طور کلی رله های منطقی قابل برنامه ریزی از دو جزء اصلی تشکیل می شوند:

1- اجزای ظاهری

2- اجزای داخلی

الف- اجزای ظاهری:

رله های قابل برنامه ریزی از نظر ظاهری دارای اجزای زیر هستند:

1- ورودی ها:

ورودی ها را با حرف I و یک شماره، مانند I1 و I2 و I3 و ... در محل ترمینال های ورودی رله نشان می دهند. تعداد ورودی ها معمولاً 6 تا 12 عدد و یا بیشتر است. شستی ها، میکروسوئیچ ها و عواملی که وظیفه وصل و قطع مدار را عهده دار باشند به این قسمت متصل می شوند.

2- خروجی ها:

خروجی ها را با حرف Q و یک شماره، مانند Q1 و Q2 و Q3 و ... در محل ترمینال های خروجی نشان می دهند. بوبین کنتاکتورها به این محل متصل می شوند. تعداد خروجی ها معمولاً 4 تا 6 عدد و یا بیشتر است. خروجی های رله های قابل برنامه ریزی در دو نوع رله ای و ترانزیستوری ساخته می شود این موضوع نوع سیم کشی آنها در خروجی را تحت تأثیر قرار می دهد.

3- محل تغذیه:

مقدار ولتاژ مورد نیاز رله 12 ولت، 24 ولت مستقیم (DC) و یا 230 ولت متناوب (AC) است. معمولاً محل تغذیه با حروف N و L مشخص شده؛ تغذیه اولین ترمینال های سمت چپ هر رله را تشکیل می دهد

4- نمایشگر LCD:

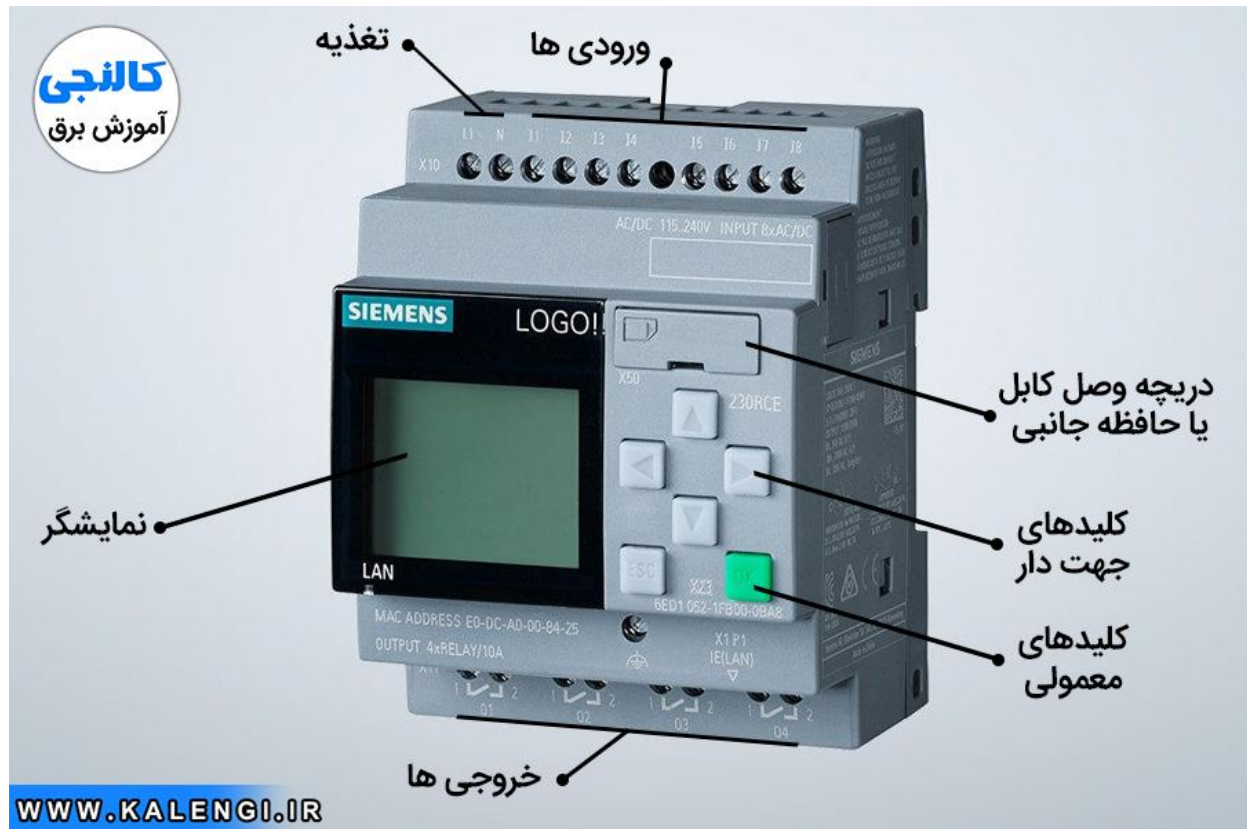
وسیله ای برای مشاهده برنامه ریزی دستی یا نمایش پیام است.

5- کلیدهای معمولی و جهت دار:

برای برنامه ریزی دستی از کلیدهای جهت دار استفاده می شود.

6- دریچه اتصال کابل رابط به کامپیوتر:

با برداشتن درپوش آن می توان یک سر کابل ارتباطی RS232 یا USB را به رله و سمت دیگر را به کامپیوتر اتصال داد. در نمونه های جدید از کابل شبکه RG45 برای ارتباط با رله استفاده می شود.



ب- اجزای داخلی:

اجزای داخلی این رله ها از یک برد الکترونیکی به همراه یک سری قطعات الکترونیکی تشکیل شده است و بر پایه اصول و توابع منطقی کار می کند. این قسمت خود از سه جزء تشکیل شده است:

1- پردازشگر:

انجام کارهای محاسباتی و مقایسه و نتیجه گیری فعالیت های منطقی به عهده این بخش است.

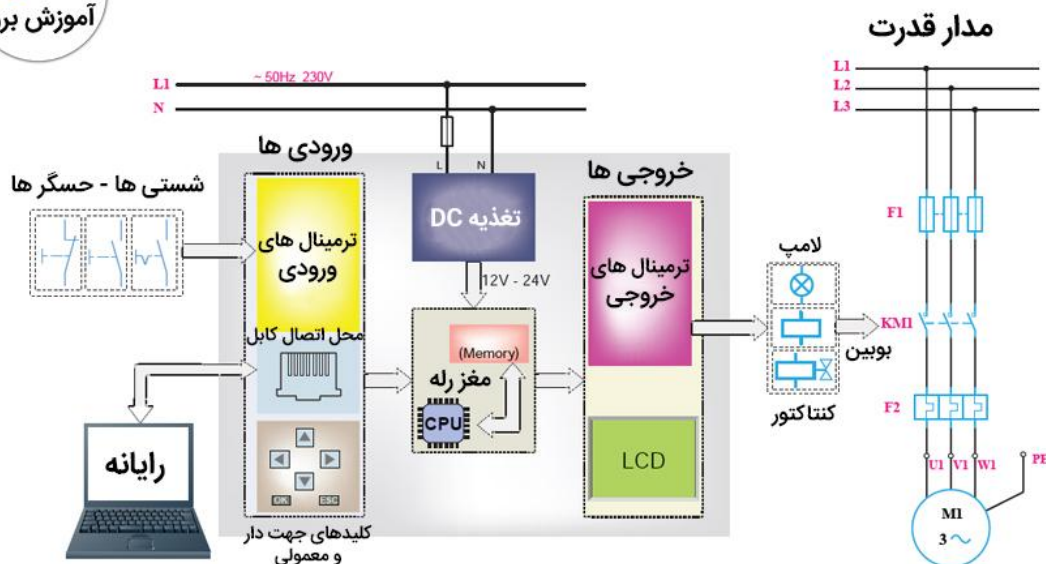
2- حافظه:

وظیفه این قسمت نگهداری و ذخیره اطلاعات است.

3- منبع تغذیه:

تأمین ولتاژ مورد نیاز رله ها به عهده این قسمت است.

اصطلاحاً به مجموعه سه جزء فوق، واحد پردازش مرکزی (CPU) یا مغز سیستم می گویند.



مزایای PLC نسبت به مدارات رله ای:

- استفاده از PLC موجب کاهش حجم و پیچیدگی تابلو می شود، لذا منطق کنترل فرمان با نرم افزار پیاده سازی می شود و باعث کابل کشی کمتر و کاهش عناصر می شود.
- PLC چون از قطعات الکترونیکی ساخته شده است، استهلاک مکانیکی ندارد بنابراین دارای عمر بیشتری خواهد بود.
- با استفاده از PLC می توان تایمر ها، شمارنده ها و رله های کمکی را از مدار حذف نموده و داخل PLC برنامه نویسی نمود. بنابراین PLC دارای مصرف کمتری می باشد.
- استفاده از PLC در فرایند های صنعتی موجب صرفه جویی در هزینه تمام شده می شود.
- تغییر در منطق کنترل و عیب یابی بسیار سریع و آسان است.
- طراحی و اجرای مدار های کنترل با استفاده از PLC بسیار ساده تر از مدارات رله ای می باشد.
- سرعت عملکرد بالا.
- قابلیت اتصال به انواع درایو های صنعتی و برد های کنترلی .
- دقت بالا.

کاربردهای PLC در صنعت:

PLC ها در خیلی از وسایل و لوازم دنیای اطراف ما استفاده می شوند. اگر می گوئیم اکنون دوره صنعت است، بهتر است بگوئیم دوره PLC است. اگر شغل شما مرتبط به ماشین سازی، بسته بندی، مواد شناسی، مونتاژ خودکار یا یکی دیگر از صنایع بی شمار است، شما یکی از کاربران PLC هستید، وگرنه وقت و پول خود را هدر می دهید. تقریباً تمامی لوازمی که نیاز به نوعی کنترل الکتریکی دارند، نیازمند PLC هستند.

1- صنایع اتومبیل سازی:

تست قطعات و تجهیزات، سیستم های رنگ پاش، شکل دادن بدنه به وسیله پرس های اتوماتیک، سوراخ کاری، اتصال قطعات.

2- صنایع پلاستیک سازی:

ماشین های ذوب و قالب گیری تزریقی، دمش هوا، سیستم های تولید و آنالیز پلاستیک.

3- صنایع سنگین:

کوره های صنعتی، سیستم های کنترل دمای اتوماتیک، وسایل و تجهیزات مورد استفاده در ذوب فلزات.

4- صنایع شیمیایی:

سیستم های مخلوط کننده، دستگاه های ترکیب کننده مواد با نسبت های مختلف.

5- صنایع غذایی:

سیستم های عصاره گیری و بسته بندی.

6- صنایع ماشینی:

صنایع بسته بندی، صنایع چوب، سیستم های سوراخ کاری، سیستم های اعلام خطر و هشدار دهنده، سیستم های استفاده شده در جوش فلزات.

7- صنایع حمل و نقل:

جرثقیل ها، سیستم های نوار نقاله، تجهیزات حمل و نقل.

8- صنایع تبدیل انرژی:

ایستگاه های تقویت فشار گاز، ایستگاه های تولید نیرو، کنترل پمپ های آب، سیستم های تصفیه آب و هوای صنعتی، سیستم های تصفیه و باز یافت تصفیه و باز یافت گاز.

9- خدمات ساختمانی:

تکنولوژی بالابری، کنترل هوا و تهویه مطبوع، سیستم های روشنایی خودکار.

معرفی انواع PLC ها:

در صنعت PLC بیش از یکصد کارخانه با تنوع بسیار در طراحی و ساخت انواع مختلف PLC فعالیت می کنند. PLC ها را می توان از نظر اندازه، حافظه، تعداد ورودی / خروجی، وسعت عملیات (محلّی یا وسیع) و ... دسته بندی

نمود. باید توجه داشت که برای ارزیابی قابلیت یک PLC باید ویژگی‌های دیگری مانند پردازنده، زمان اجرای یک سیکل، سادگی زبان برنامه‌نویسی، قابلیت توسعه و ... را در نظر گرفت.

شرکت های مطرح سازنده:

الف- زیمنس Siemens:

S5 -1

S7 - 200 -2

S7 - 1200 -3

S7 - 300 -4

S7 - 400 -5

ب- تله مکانیک Tele Mecanique:

PERIMUM (TSX CSY) -1

TWIDO -2

M340 -3

ج- امرن Omron:

CPM -1

CP1 -2

CJ1 -3

د- ال جی LG:

XGT -1

GOLFA - GM -2

MASTER - K -3

و چند شرکت دیگر نیز عبارتند از:

Mitsubishi, Alen bradly, Moeller, ABB DELTA, FATEC, Boush, General Electric

رله های قابل برنامه ریزی دارای تنوع شکل ظاهری و نرم افزار داخلی هستند. در جدول زیر چندین نمونه متفاوت از این رله ها آورده شده است. این رله ها بر اساس نوع نرم افزار و شرکت سازنده در ده گروه مختلف تقسیم بندی می شوند:

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

WWW.KALENGI.IR

PLC ها از لحاظ سخت افزاری به دو نوع در دسترس می باشند:

1- یک تکه (Compact):

این نوع PLC ها دارای تعدادی ورودی و خروجی همراه با CPU به صورت متصل (On board) می باشند و در صورت نیاز به ورودی و خروجی های بیشتر از کارت های مرتبط استفاده می شود.

2- قابل توسعه (Modular):

در این نوع PLC ها، CPU به تنهایی می باشد و بر اساس نیاز می توان کارت های ورودی و خروجی به آن اضافه نمود.

در این مقاله به علت متنوع بودن نوع PLC ها فقط در مورد PLC های زیمنس توضیحاتی ارائه خواهیم داد.
معرفی کنترل کننده های زیمنس:

1- PLC های سری S5 Simatic:

در سال های اولیه تولید PLC شرکت های مختلف از جمله زیمنس تنها مدل S5 شرکت زیمنس بود که در شرایط رطوبت، گردوخاک و محیط های صنعتی عملکرد خوبی داشت و جواب گوی کاربران بود. به همین دلیل این شرکت در اتوماسیون صنایع مادر جایگاه ویژه دارد.

این خانواده از محصولات اولیه زیمنس بودند که در این نوع CPU امروزه دیگر تولید و پشتیبانی نمی شود.



WWW.KALENGI.IR

2- PLC های سری S7 Simatic - 200 :

این نوع PLC ها به صورت Compact بوده و آن را میکرو پی ال سی معرفی می کنند. این مدل PLC دارای قیمت مناسب، سرعت پردازش بالا، سازگار بودن با انواع شبکه های صنعتی و ساختاری مناسب می باشد و برای کاربرد های کوچک مناسب است.

این PLC از سال 2016 به مرور زمان از رده تولید خارج شده است و از نوع کاربرد اتوماسیون صنعتی زیمنس می باشد که در رده های مختلف کاری قرار دارد، از جمله S7-216، S7-214 و S7-212.

S7 Simatic - 200 توانایی ارتباط با PLC های دیگر و ماشین آلات را از طریق شبکه دارد هم چنین برنامه نویسی با زبان های STL، FBD، LAD و زبان های استاندارد IEC1131 از خصوصیات این نوع PLC می باشد. ارتباط این PLC با کامپیوتر از طریق کابل PPI که دارای ارتباط نقطه به نقطه با نرخ سرعت 187/5 کیلو بیت در ثانیه می باشد. S7 Simatic - 200 همانند لوگو زیمنس از طریق ماژول به شبکه اترنت متصل می گردد.



WWW.KALENGI.IR

3- PLC های سری 1200 - S7 Simatic :

این نوع PLC ها جدید ترین محصول از خانواده اتوماسیون صنعتی زیمنس و جایگزین S7-200 است که تقریباً از سال 2009 روانه بازار شده است. در این سری PLC از CPU های قدرتمند تر نسبت به S7-200 استفاده شده است و قابلیت های جالبی برای برنامه نویسی و قابلیت ارتباط بین انسان و ماشین (HMI) در آن پیش بینی شده است که ارتباط با HMI در این مدل از طریق پورت LAN است.

S7 Simatic - 1200 زیمنس قابلیت اضافه شدن 8 ماژول را داراست. نرم افزار برنامه نویسی آن TIAPORTAL است که کار را برای کاربران و مصرف کنندگان ساده کرده است. این سری به 4 دسته 212 و 214 و 215 و 217 تقسیم شده است.



WWW.KALENGI.IR

4- PLC های سری S7 Simatic - 300 :

پر کاربردترین محصول شرکت زیمنس S7 - 300 است که به دلیل داشتن ماژول های متعدد در کاربرد های مختلف استفاده می شود که در صنعت امروز (خودروسازی - هسته ای و دیگر مصارف) مورد استفاده قرار می گیرد. نرم افزار برنامه نویسی این PLC نمایندگی زیمنس Simatic Manager است. از دیگر قابلیت های این PLC می توان به شبیه سازی اشاره کرد که وجود خطا را در آن به حداقل می رساند. مزایای استفاده از S7 - 300 قابلیت پردازش CPU بالا، اتصال به شبکه پروفی باس و پروفی نت، توانایی شبکه شدن با دیگر CPU ها و اتصال تا 32 ماژول و از همه مهم تر تنوع ماژول هاست.



WWW.KALENGI.IR

5- PLC های سری S7 Simatic - 400 :

این نوع PLC ها نسل پیشرفته و در عین حال قدرتمند شرکت زیمنس است که از ویژگی های مهم و اصلی آن به سیکل زمانی کوتاه و سرعت بسیار بالا، قابلیت پردازش پیشرفته صنعت، عملکرد ایمن و مطمئن در محیط های با شرایط خاص می توان اشاره کرد.

ورودی و خروجی ماژول های 400 - S7 زیمنس در حالت تئوری به صورت نامحدود است و قابلیت اتصال به شبکه های صنعتی را به راحتی داراست. مهم ترین قابلیت آن Multicomputiry است که بر طبق این قابلیت امکان تقسیم یک برنامه سنگین و پیچیده روی چند CPU وجود دارد.

S7 - 400 به سه دسته استاندارد پایه، سری H و سری FH یا همان File Safe تقسیم می شود.



WWW.KALENGI.IR

6- مینی پی ال سی لوگو! Mini PLC Logo:

کنترل کننده ای ساده و ارزان قیمت است که برای کارهای کنترلی کوچک مانند ساختمان ها یا ماشین های کوچک کاربرد دارد. این کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی به صورت Compact بوده و برنامه نویسی آن توسط کلیدهای روی آن انجام می شود.

در بعضی از دستگاه های صنعتی، تعداد ورودی و خروجی مورد نیاز محدود است؛ به گونه ای که به کمک مدارهای ساده می توان کار کنترل را انجام داد. شرکت زیمنس در این مواقع به منظور کاهش هزینه ها، یک سری رله هوشمند در سال 1966 به نام لوگو (LOGO!) وارد بازار کار نمود که به دلیل مدیریت ساده و کاربردی بودن آن، پیشرفت چشم گیری در مهندسی برق و اتوماسیون صنعتی به وجود آورد.

لوگ کوچکترین PLC زیمنس از خانواده اتوماسیون صنعتی زیمنس می باشد که در صنایع کوچک و ساختمان کاربرد زیادی دارد. در این مینی پی ال سی به تعداد 24 ورودی و 16 خروجی می توان استفاده کرد که در سری 8 قابلیت اتزنت به آن اضافه شده است که با توجه به تکنولوژی این محصول زیمنس قابلیت شبکه شدن با 7 لوگو دیگر را دارد. از دیگر قابلیت ها می توان به صفحه نمایش 3 رنگ اشاره کرد که با توجه به عملکرد های متفاوت تغییر رنگ می دهد.



WWW.KALENGI.IR

لوگو را ه حل هایی جهت کنترل منطقی تأسیسات خانگی مثل سیستم روشنایی راه پله، سیستم روشنایی خارجی و داخلی و هم چنین برای تأسیسات صنعتی مثل سیستم تهویه هوا، کنترل ماشین هایی مثل موتورها، تسمه نقاله ها و... ارائه می دهد.

کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر جایگزین های خوبی برای مدارات رله کنتاکتوری می باشند. PLC ها بر اساس ورودی هایی که توسط ترمینال ها دریافت می کنند اطلاعات را پردازش کرده و آن را برای اجرا به خروجی ارسال می کنند. PLC های بزرگ برای کارهایی که نیاز به پردازش قوی و به ورودی بیشتری نیاز دارند استفاده می شود و برای کار های کوچک به دلیل قیمت بالا صرفه اقتصادی ندارد؛ به همین دلیل شرکت های سازنده PLC؛ برای رفع این مشکل رله های هوشمند را با ورودی خروجی کمتر با همان روال کاری تولید و به بازار عرضه کرده اند که برای کارهای کوچک و کاربردی استفاده بیشتری دارد.

از جمله مزیت های لوگو کاهش هزینه های جانبی، نیاز به فضای کم تر در تابلو کنترل و لوازم جانبی کم تر، سیم کشی آسان، برنامه نویسی ساده، تست برنامه قبل از Load کردن روی دستگاه، پیکربندی ساده و عیب یابی سریع، کاهش فضا برای لوازم جانبی، دارا بودن صفحه نمایش بدون نیاز به وسائل جانبی و سازگاری با شبکه های کنترلی، نصب و راه اندازی ساده می باشد که باعث شده در دستگاه های کوچک کاربرد فراوانی داشته باشد.

برنامه نویسی PLC:

برنامه نویسی قابلیتی برای فرمان پذیری رله است. این فرمان توسط رایانه یا کلیدها اعمال می شود. زبان برنامه رایی برای ارتباط با سخت افزار رله توسط کلیدهای جهت دار یا برنامه نوشته شده در محیط برنامه نویسی روی رایانه است. برنامه نویسی رله ها به دو صورت نردبانی یا لدر (Ladder) و بلوکی (FBD) انجام می شود.

1- برنامه نویسی به روش نردبانی:

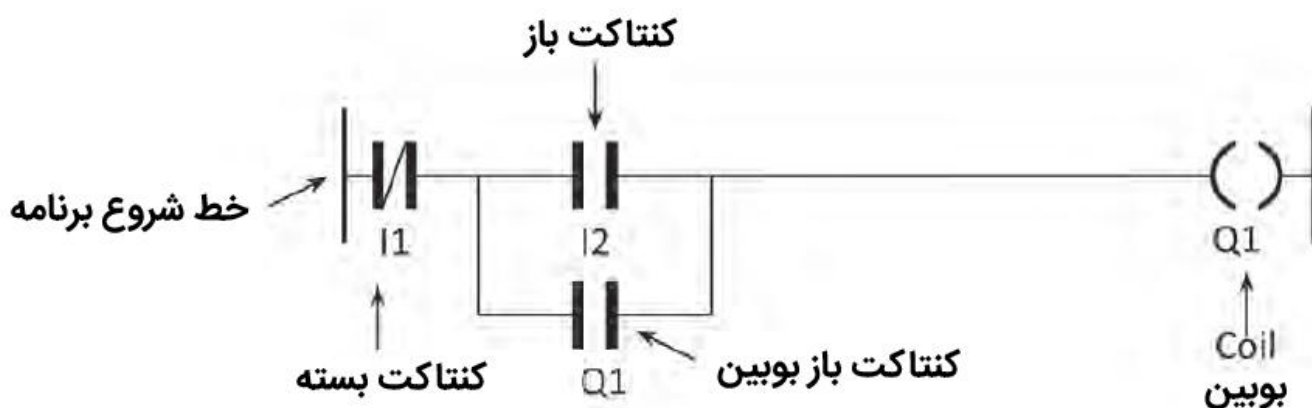
در روش نردبانی برنامه به صورت نماد اتصال و سیستم پیچ های مدار فرمان رله ای نشان داده می شود؛ لذا ساختار برنامه شبیه مدارهای فرمان رله ای می باشد، اما نباید با آن ها اشتباه شود. در این روش برنامه ریزی از علامت کنتاکت (تیغه - Contact) و هم چنین علامت بوبین (Coil) استفاده می شود.

در برنامه نویسی با این روش به اصول زیر باید توجه کرد:

الف- در روش نردبانی ورودی را با کنتاكت نشان می دهند. کنتاكت (تیغه) باز I1 با علامت || و کنتاكت بسته I2 با علامت || نشان داده می شود.

ب- خروجی را با بوبین نشان می دهند و علامت آن به صورت () و ضمناً کنتاكت مربوط به هر بوبین اگر از نوع باز باشد با علامت || مشخص می شود.

پ- تیغه ها اگر از نوع ورودی باشند با حرف I و اگر از نوع خروجی (بوبین) باشند با حرف Q مشخص می شوند. کنتاكت مربوط به بوبین (خروجی) نیز مانند مدارات کنتاكتوری هم نام و هم شماره بوبین خواهد بود مثل Q1. ت- آخرین ستون سمت راست در روش نردبانی فقط می تواند محل قرارگرفتن بوبین باشد؛ سایر ورودی ها و کنتاكت های بوبین می تواند در هر محلی در روش نردبانی رسم شود.



WWW.KALENGI.IR

برنامه نویسی به شیوه نردبانی

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



برنامه نویسی از چپ به راست



WWW.KALENGI.IR

2- برنامه نویسی به روش بلوکی:

در این روش که شبیه گیت های منطقی می باشد از یک سری بلوک جهت برنامه نویسی استفاده می شود که در داخل بلوک نوع عمل منطقی مشخص می شود.

در برنامه نویسی با این روش به اصول زیر باید توجه کرد:

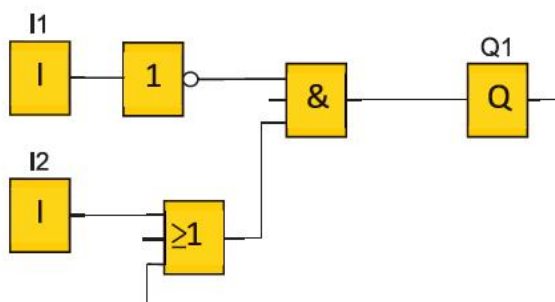
الف- در این روش ترسیم مدار از سمت ورودی به سمت خروجی است (معمولاً از سمت چپ شروع و به سمت راست ختم می شود).

ب- در روش بلوکی ورودی علامت **I** و خروجی با علامت **Q** نشان داده می شود. ورودی با حرف **I** و خروجی با حرف **Q** مشخص می شوند و در بالای بلوک این حروف و شماره آن ها درج می شود.

پ- یک خروجی بوبین می تواند به ورودی چندین بلوک وصل شود. به این ترتیب کنتاکت آن خروجی ساخته می شود.

ت- در این روش برای اتصالات و برنامه ریزی می توان از عملگرهای منطقی استفاده کرد، برای مثال در این روش اتصال سری را **AND** و اتصال موازی را **OR** می نامند.

ث- برای ساخت علامت کنتاکت بسته از عملگر منطقی **NOT** مطابق شکل می توان استفاده کرد. در مواردی که خروجی عملگر **NOT** به ورودی هر عملگری وصل شود می توان به جای عملگر **NOT** از یک حباب استفاده نمود.



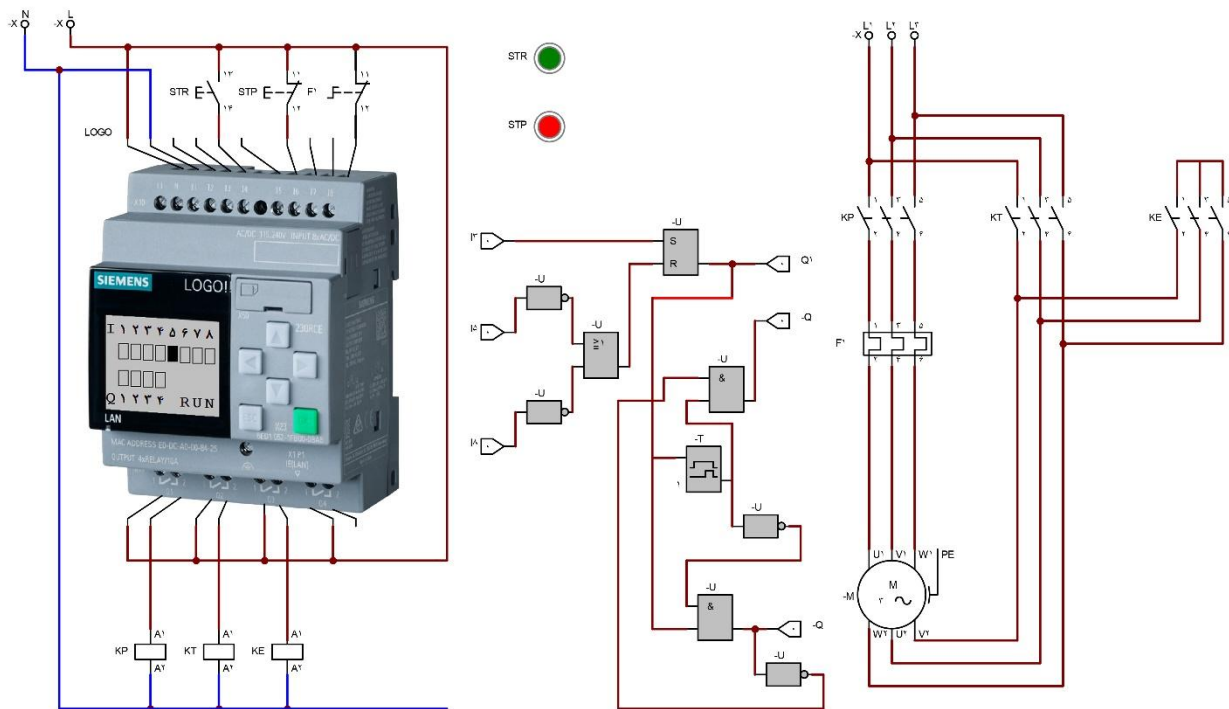
همان طور که در معرفی زبان نردبانی و بلوکی گفته شد مشابهت با شکل مدارهای الکتریکی نباید باعث ایجاد تصورات نادرست در مورد برنامه شود. باید توجه داشت رسم علامت کنتاکت در برنامه ها به معنای وجود کنتاکت در داخل رله **PLR** نیست؛ همین طور رسم خطوطی برای اتصال عملگرها و یا ورودی و خروجی ها به معنای مسیری برای عبور جریان نیست.

دو روش برنامه نویسی نردبانی و بلوکی نمادهای گرافیکی هستند که فقط کار را ساده سازی می کنند اما اتصالات آن ها وجود خارجی ندارد؛ برای مثال برنامه ای مشابه شکل زیر در اصل برنامه **I1 - Q1** است و بدین معنا است که هر ارزش منطقی که **I1** داشته باشد **Q1** هم همان ارزش منطقی را دارد.



مقایسه برنامه نویسی بلوکی و نردبانی

عملگر	جدول ارزش	برنامه نردبانی	برنامه بلوکی															
AND	<table border="1"> <tr><td>I1</td><td>I2</td><td>Q1</td></tr> <tr><td>•</td><td>•</td><td>•</td></tr> <tr><td>•</td><td>1</td><td>•</td></tr> <tr><td>1</td><td>•</td><td>•</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	I1	I2	Q1	•	•	•	•	1	•	1	•	•	1	1	1		
I1	I2	Q1																
•	•	•																
•	1	•																
1	•	•																
1	1	1																
OR	<table border="1"> <tr><td>I1</td><td>I2</td><td>Q1</td></tr> <tr><td>•</td><td>•</td><td>•</td></tr> <tr><td>•</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>•</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	I1	I2	Q1	•	•	•	•	1	1	1	•	1	1	1	1		
I1	I2	Q1																
•	•	•																
•	1	1																
1	•	1																
1	1	1																
NOT	<table border="1"> <tr><td>I1</td><td>Q1</td></tr> <tr><td>1</td><td>•</td></tr> <tr><td>•</td><td>1</td></tr> </table>	I1	Q1	1	•	•	1											
I1	Q1																	
1	•																	
•	1																	
NAND	<table border="1"> <tr><td>I1</td><td>I2</td><td>Q1</td></tr> <tr><td>•</td><td>•</td><td>1</td></tr> <tr><td>•</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>•</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>•</td></tr> </table>	I1	I2	Q1	•	•	1	•	1	1	1	•	1	1	1	•		
I1	I2	Q1																
•	•	1																
•	1	1																
1	•	1																
1	1	•																
NOR	<table border="1"> <tr><td>I1</td><td>I2</td><td>Q1</td></tr> <tr><td>•</td><td>•</td><td>1</td></tr> <tr><td>•</td><td>1</td><td>•</td></tr> <tr><td>1</td><td>•</td><td>•</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>•</td></tr> </table>	I1	I2	Q1	•	•	1	•	1	•	1	•	•	1	1	•		
I1	I2	Q1																
•	•	1																
•	1	•																
1	•	•																
1	1	•																
XOR	<table border="1"> <tr><td>I1</td><td>I2</td><td>Q1</td></tr> <tr><td>•</td><td>•</td><td>•</td></tr> <tr><td>•</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>•</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>•</td></tr> </table>	I1	I2	Q1	•	•	•	•	1	1	1	•	1	1	1	•		
I1	I2	Q1																
•	•	•																
•	1	1																
1	•	1																
1	1	•																



این مقاله برگرفته از سایت کالنجی در لینک زیر میباشد