

فصل هشتم

برنامه‌نویسی به زبان CSTL

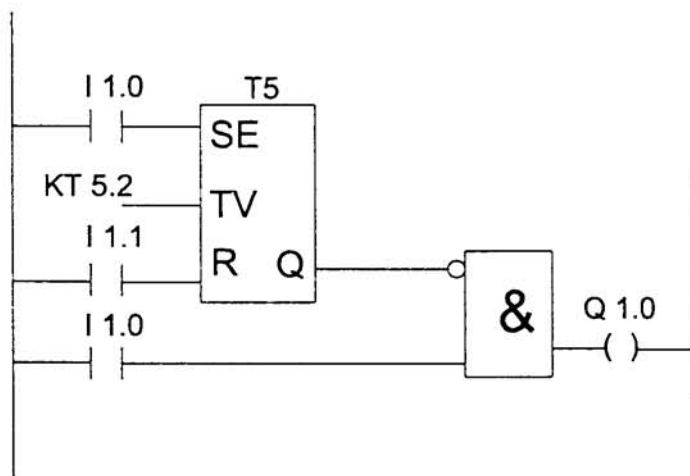
زبان PLC شرکت کترونیك كه CSTL نام دارد و مخفف عبارت "CONTRONIC STATEMENT LIST" است از همان قواعد كلي مربوط به زبان PLC‌های زیمنس پیروی می‌کند با این تفاوت كه در این زبان كوشیده شده تا آنجا كه ممكن است استفاده از این قواعد ساده‌تر و نوشتن برنامه، خلاصه‌تر گردد. فهرست دستورات این زبان در ضمیمه ۵ آمده است.

البته بین دو زبان S5 و CSTL تفاوت‌های اندكي وجود دارد. به عنوان مثال در تعريف تایمرها و همچنین دستور DO بین این دو زبان تفاوت‌هایی به چشم می‌خورد. در این فصل به ذكر چند نمونه از تفاوت‌های مذکور پرداخته، سپس با استفاده از زبان CSTL به برنامه‌نویسی برخی از مثال‌های حل شده در فصول گذشته كه به زبان S5 برنامه‌نویسی شده‌اند خواهیم پرداخت تا خواننده با مقایسه این برنامه‌ها، با شباهت‌های این دو زبان برنامه‌نویسی نیز آشنا گردد.

۷-۱- تایمرها

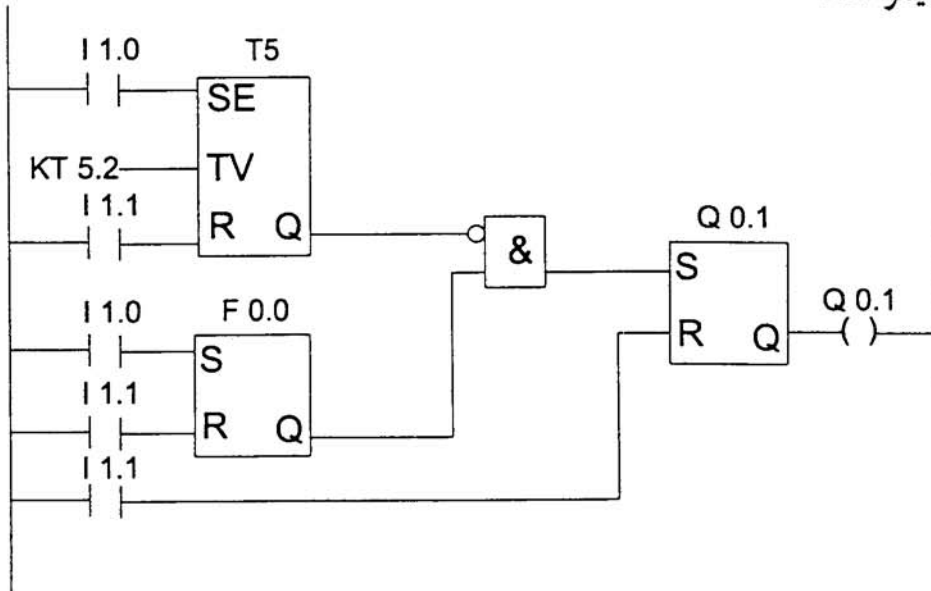
در PLC های کنترلیک، سه نوع تایمر SE و SP و SF موجودند و تایمرهای دیگر یعنی SD و SS را باید نرم افزاری ساخت. در ادامه، چگونگی تعریف تایمرهای SD و SS به کمک تایمر SE نشان داده شده است.

تایمر SD :



0001	:A	I	1.0
0002	:L	KT	5.2
0003	:SE	T	5
0004	:A	I	1.1
0005	:R	T	5
0006	:AN	T	5
0007	:A	I	1.0
0008	: =	Q	1.0
0009	:BE		

تایمر SS :



0001	:A	I	1.0
0002	:L	KT	5.2
0003	:S	F	0.0
0004	:SE	T	5
0005	:A	F	0.0
0006	:AN	T	5
0007	:S	Q	0.1
0008	:A	I	1.1
0009	:R	T	5
0010	:R	Q	0.1
0011	:R	F	0.0
0012	:BE		

۷-۲- آدرس‌دهی غیر مستقیم (Indirect Addressing)

این روش آدرس‌دهی برای خواندن یا بارگذاری تعدادی پارامتر از نقطه‌ای و ارسال به نقطه دیگر مورد استفاده قرار می‌گیرد. طرز عملکرد این روش را در زبان CSTL با ذکر یک مثال بررسی می‌کنیم. مثال ۷-۱: برنامه روشن شدن نمایش دهنده هفت قسمتی (7-Segment) را با استفاده از روش آدرس‌دهی غیر مستقیم در CSTL بازنویسی کنید.

چنانچه به یاد داشته باشید در برنامه مذکور اعداد ۰ تا ۹ با فاصله زمانی معینی بر روی نمایش دهنده ظاهر می‌شوند و این روند به همین ترتیب ادامه می‌یافت. در ادامه، برنامه بازنویسی شده با استفاده از روش آدرس‌دهی غیرمستقیم در CSTL (معادل با دستور DO در S5) آمده است. در این برنامه فاصله زمانی نمایش هر عدد و عدد بعدی ۰/۸ ثانیه در نظر گرفته شده است.

```

0001      :L      FB 10      indirect add flag byte
0002      :==     KD 10
0003      :O      I 0.0
0004      :JC     = AAAAAA
0005      :AN     F 20.0
0006      :L      KT 8.1
0007      :SE     T 1
0008      :A      T 1
0009      :==     F 20.0
0010      :A      F 20.0    0.8 sec flag=0
0011      :BEC
0012      :L      FB 10
0013      :+      KD 1
0014      :T      FB 10
0015      :L      KH 000BF hex parameter for zero
0016      :T      MB 1      memory word add
0017      :L      KH 00086 hex parameter for one
0018      :T      MB 2      memory word add
0019      :L      KH 000DB hex parameter for two
0020      :T      MB 3      memory word add
0021      :L      KH 000CF hex parameter for three
0022      :T      MB 4
0023      :L      KH 000E6 hex parameter for four
0024      :T      MB 5
0025      :L      KH 000ED hex parameter for five
0026      :T      MB 6
0027      :L      KH 000FD hex parameter for six
0028      :T      MB 7
0029      :L      KH 00087 hex parameter for seven
0030      :T      MB 8
0031      :L      KH 000FF hex parameter for eight
0032      :T      MB 9
0033      :L      KH 000EF hex parameter for nine
0034      :T      MB 10
0035      :L      MW (FB10) FB10 VARIABLE ADDRESS
0036      :T      QB 2
0037      :BEU
0038      AAAAA :L      KD 0      START POINT
0039      :T      FB 10
0040      :BE

```

روند اجرای این برنامه به صورت زیر است:

در سطرهای اول و دوم محتویات FB 10^۱ با عدد دهدهی ۱۰ مقایسه می‌شود در صورت تساوی این دو مقدار و یا "۱" بودن مقدار ورودی I 0.0 (کلید ورودی I 0.0 جهت کنترل دستی و شمارش از 0 به کار برده شده است) پردازنده به سطری که با پرچسب AAAAAA مشخص شده است پرش نموده، عدد 0 را در FB 10 قرار می‌دهد.

تایمر تعریف شده هر ۰/۸ ثانیه یک بار روشن و خاموش ("۱" و "۰") شده، در صورتی که "۱" = F 20.0 باشد، دستوراتی که پس از دستور BEC قرار دارند اجرا نخواهند شد. به محض اینکه خروجی تایمر "۰" شود ("۰" = F 20.0) پردازنده دستوراتی را که پس از دستور BEC قرار دارند اجرا نموده، هر بار یک واحد به محتویات FB 10 اضافه می‌کند، ضمن اینکه پارامترهای هگزادسیمال معادل 0 تا 9 را در MBهای^۲ تعریف شده ثبت خواهد کرد. در انتهای برنامه، MB ای را که آدرس آن در FB 10 تعریف شده است را از حافظه خوانده و به QB 2 ارسال می‌کند. بنابراین اعداد 0 تا 9 در 7-Segment به فاصله زمانی هر ۰/۸ ثانیه ظاهر خواهد شد.

۷-۳- قابلیت استفاده از دستورات تکمیلی در تمامی بلوک‌ها

در صورتی که به خاطر داشته باشید در فصول گذشته عنوان شد که دستورات تکمیلی (Supplementary) در S5 تنها در FBها (بلوک‌های تابع ساز) قابل استفاده هستند. برخلاف PLC های زیمنس در PLC های کنترنیک و در زبان CSTL استفاده از این دستورات در تمامی بلوک‌ها مجاز است. بنابراین یکی از مزایای زبان CSTL نسبت به S5 امکان استفاده از دستورات تکمیلی در تمامی بلوک‌ها است.

اکنون که با تفاوتهای نرم‌افزاری جزئی موجود بین دو زبان CSTL و S5 آشنا شدیم به بررسی سخت‌افزار یکی از مدل‌های PLC ساخت شرکت کنترنیک یعنی PLC 500 می‌پردازیم.

۱ - در CSTL ، FB معادل با FY در S5 است (FB = Flag Byte)

۲ - MB ها (Memory Byte) در واقع بایت‌هایی از حافظه جهت ذخیره پارامترها هستند از MW ها (Memory Word) نیز می‌توان به صورت بیت استفاده نمود.

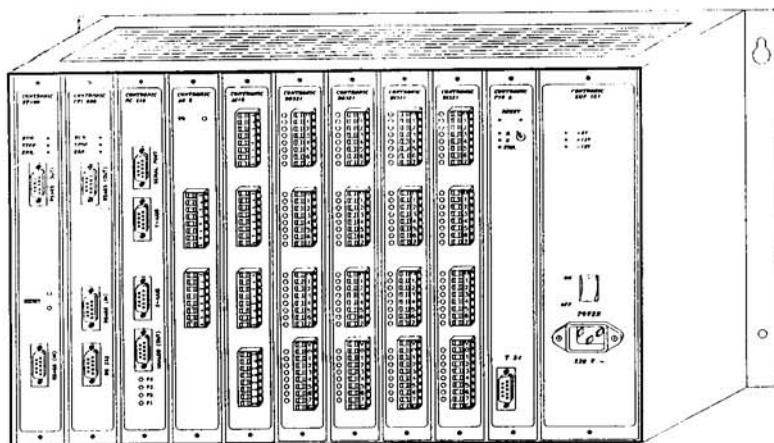
۷-۴- PLC 500

PLC های سری 500 (PLC 500) شرکت کنترونیک، کنترل کننده‌هایی هستند که دارای چند پروسسور بوده، برای انجام امور اتوماسیون در سطوح متوسط و بزرگ طراحی شده‌اند. سری 500 PLC راه حل جامع و ساده‌ای برای انجام وظایف کنترلی در مواردی مانند:

- سیستم‌های کنترل ماشین‌ها - اتوماسیون فرایندها - مونیتورینگ فرایندها

ارائه می‌دهد. استفاده از تکنولوژی استاندارد در ساخت سخت‌افزار و طرح مدولار این PLC ها کاربرد ساده، سریع و مطمئن آنها را تضمین می‌کند. امکان نصب تعداد زیادی ورودی و خروجی، پردازش سیگنال‌های آنالوگ و انجام عملیات توابع پیچیده کنترلی از دیگر مزایای سری PLC 500 کنترونیک می‌باشد.

در سری 500 PLC کنترونیک تعداد زیادی از اعمال وقت‌گیر و پیچیده جانبی توسط مدول‌های هوشمند انجام می‌شود در نتیجه پردازشگر اصلی از سرعت پردازش بالا برخوردار است. به خاطر دارا بودن کارت‌های جانبی هوشمند متعدد، این PLC به راحتی قابل گسترش بوده و وظایف کنترلی نظیر کنترل مکان، پردازش سیگنال‌های آنالوگ و ... را به راحتی انجام می‌دهد. برنامه‌نویسی PLC توسط کامپیوترهای سازگار با IBM انجام شده، برنامه‌ها به صورت سریال به PLC ارسال می‌شوند. در ادامه، به معرفی سخت‌افزار این PLC می‌پردازیم.



شکل ۷-۱: نمای شماتیکی PLC 500

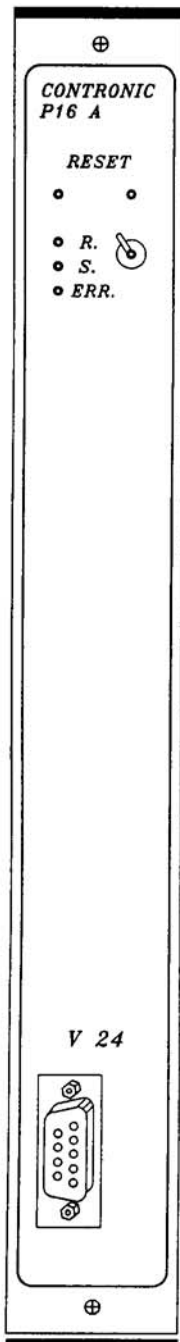
۷-۴-۱- کارت پردازشگر مرکزی (P16 A)

در PLC های سری 500 دو مدل CPU متناسب با نوع پروسه کنترل قابل به کارگیری است.

کارت پروسور در دو مدل 160C با میکروپروسور ۱۶ بیتی و مدول 80C با میکروپروسور ۸ بیتی برای پردازش عملیات بیتی، بایتی، کلمه‌ای و روتین‌های داخلی مانند تایمرها و شمارنده‌ها به کار برده می‌شوند. حافظه موجود عبارت است از: حافظه RAM برای فلگ‌ها، تایمرها، شمارنده‌ها و ...، حافظه داخلی RAM برای برنامه کاربر (User Program) و حافظه داخلی EEPROM برای نگهداری همیشگی برنامه کاربر.

برنامه‌ریزی از طریق پورت ارتباط سریال با کامپیوتر پروگرامر صورت می‌پذیرد و برنامه سیستم عامل جهت اجرای سیکلیک برنامه‌ها و پردازش برنامه‌های دارای وقفه و نیز انجام امور مختلف شامل ارتباط با مدول‌های مختلف و ارتباط با پروگرامر به کار برده می‌شود.

در صفحه جلوی کارت CPU کلید RUN/STOP، کلید Reset، پورت ارتباط سریال و تعدادی علائم نوری جهت گزارش عملکرد کارت CPU قرار دارد.



۷-۴-۲- کارت ورودی دیجیتال (DI321)

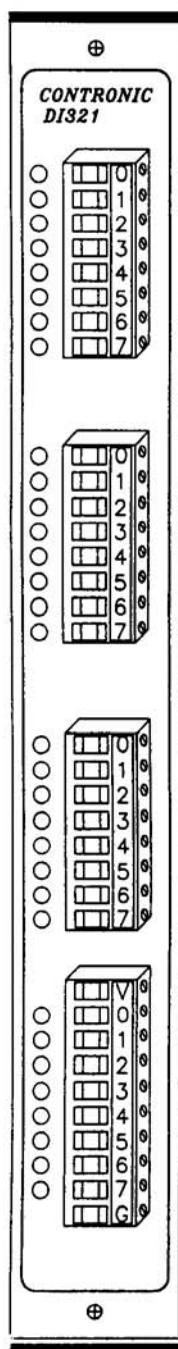
ورودی دیجیتال DI321 سیگنال‌های رسیده از فرآیند را به سطح سیگنال‌های مورد قبول PLC تبدیل می‌کند. وضعیت سیگنال‌ها توسط دیودهای نوری سبز رنگ که در جلوی مدول نصب شده‌اند به راحتی قابل مشاهده است.

آدرس هر مدول ورودی توسط تعدادی سوئیچ DIP تنظیم می‌شود.

برای اتصال کابل‌های ورودی از کانکتورهای ۸ پین استفاده شده است.

سطح ولتاژ سیگنال‌های ورودی ۰ یا DC ۲۴ V بوده، به کمک قطعات زوج نوری از بقیه اجزای داخلی PLC ایزوله گردیده‌اند. بنابراین با هر گونه اتصال و یا اضافه ولتاژ در اتصالات، فرآیند نمی‌تواند آسیبی به سایر واحدهای PLC وارد کند.

DI321 دارای ۳۲ ورودی دیجیتال می‌باشد و جریان مصرفی هر ورودی در حالت فعال حدود ۱۰ mA می‌باشد.

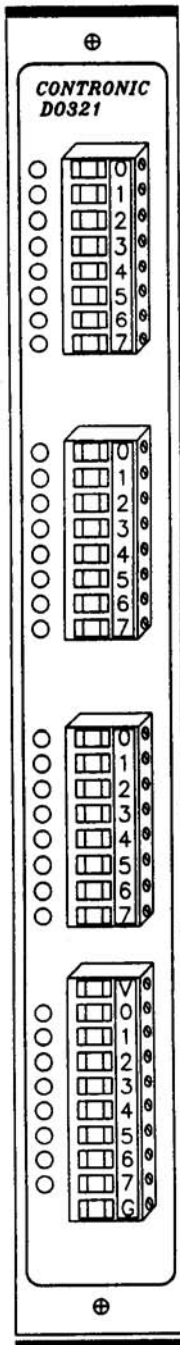


۷-۴-۳- کارت خروجی دیجیتال (DO321)

مدول‌های خروجی دیجیتال DO321 سطوح سیگنال‌های داخلی PLC را به سطح 24 V DC می‌رساند. وضعیت سیگنال‌های خروجی توسط دیودهای نوری زرد رنگ که در جلوی مدول نصب شده‌اند به راحتی قابل مشاهده است. آدرس هر مدول خروجی دیجیتال DO321 توسط تعدادی سوئیچ DIP تنظیم می‌شود.

سطح ولتاژ سیگنال‌های خروجی 0 یا 24 V DC بوده، از بقیه اجزای داخلی PLC ایزوله گردیده‌اند.

DO321 دارای ۳۲ کانال خروجی دیجیتال می‌باشد و جریان مصرفی معادل 0.5 آمپر را با سطح ولتاژ 24 V DC تأمین می‌کند.



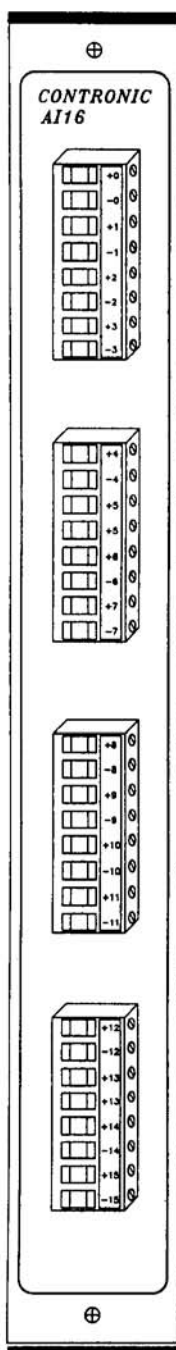
۷-۴-۴- کارت ورودی آنالوگ (AI16)

مدول ورودی آنالوگ AI16 سیگنال‌های پیوسته آنالوگ رسیده از فرآیند را به مقادیر دیجیتال تبدیل می‌کند. مقادیر دیجیتال حاصل، از آن پس می‌توانند توسط PLC پردازش شود. کاربرد مدول‌های آنالوگ در مواردی مانند:

- مونیتورینگ فرآیند
- اندازه‌گیری مقادیر فیزیکی مانند حرارت، فشار، سرعت و ...
- کنترل می‌باشد.

AI16 دارای ۱۶ کانال بوده، هر دسته ۸ تایی آن به صورت مجزا نسبت به سایر اجزای PLC ایزوله می‌باشد.

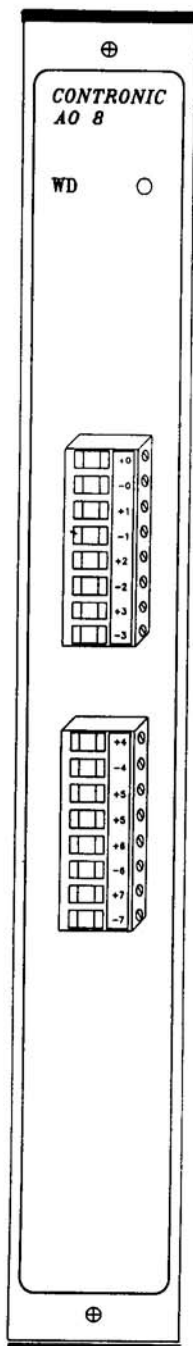
ورودی‌های استاندارد ۱۰ V - ، ۰ - ۲۰ mA ، ۴ - ، ۲۰ mA و ۱۰ V $\pm$ - ۰ مستقیماً به ورودی‌های AI16 متصل می‌شوند.

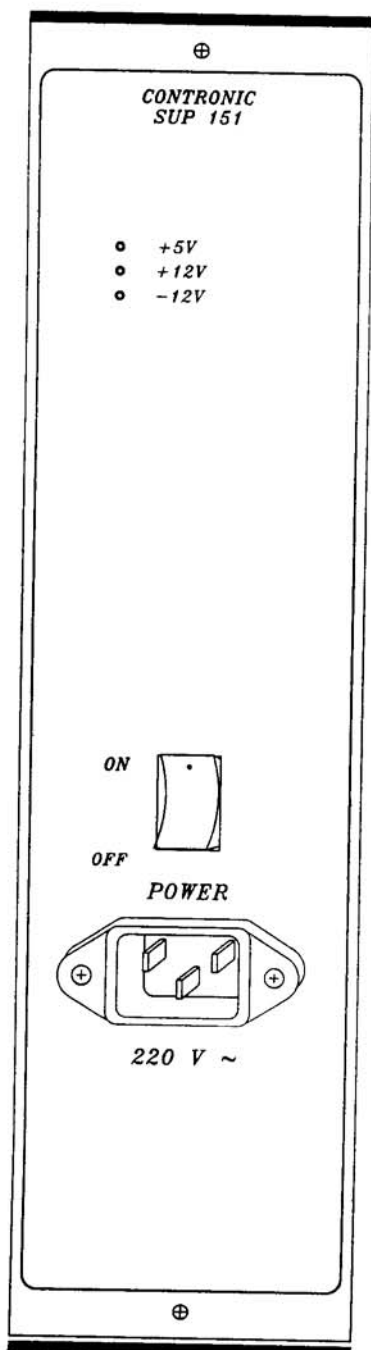


۷-۴-۵- کارت خروجی آنالوگ (AO 8)

مدول خروجی آنالوگ AO 8 مقادیر دیجیتال پردازش شده توسط PLC را به سیگنال‌های پیوسته (آنالوگ) مورد نیاز فرآیند تبدیل می‌کند. آدرس مدول توسط تعدادی سوئیچ DIP بر روی آن تنظیم می‌شود.

هر مدول AO 8 دارای ۸ کانال خروجی ایزوله است بنابراین هرگونه اتصال و یا اضافه ولتاژ در اتصالات فرآیند نمی‌تواند آسیبی به سایر واحدهای PLC وارد کند. سطح خروجی این مدول می‌تواند یکی از استانداردهای $\pm 10\text{ V}$ ، $0 - 20\text{ mA}$ و یا $4 - 20\text{ mA}$ باشد.





۷-۴-۶- کارت منبع تغذیه (SUP 151)

مدول منبع تغذیه SUP 151 با دریافت برق شهر سطوح ولتاژ مورد نیاز PLC را تأمین می‌کند. از جمله ولتاژهای مورد نیاز $5\text{ V DC} +$ و $12\text{ V DC} \pm$ می‌باشد.

طرح مدارات این کارت به صورت Switching بوده، از پایداری بسیار بالا و راندمان بیش از ۹۵٪ برخوردار می‌باشد.

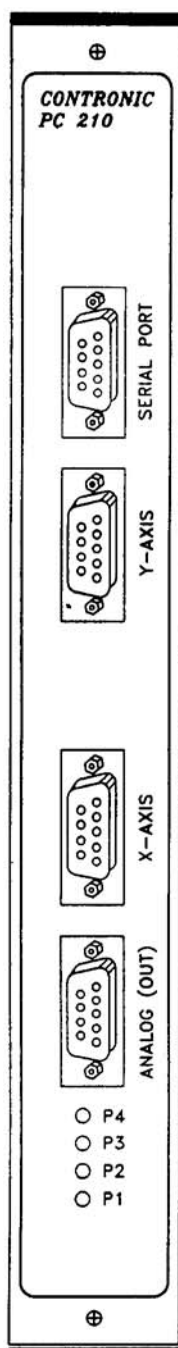
مدارات ایمنی در این مدول بر سطح ولتاژهای تولید شده نظارت داشته، تنها در صورتی که سطوح ولتاژ مورد قبول باشند به سایر اجزای PLC اعمال می‌شوند.

تغییرات پیوسته برق شهر بین 150 V تا 280 V بر عملکرد این مدول تأثیری نداشته، در مقابل نوسانات آنی شدیدتر پایداری مناسبی دارد.

۷-۴-۷- کارت کنترل مکان (PC 210)

مدول PC 210 از جمله مدول‌هایی است که کلیه عملیات مربوط به کنترل مکان را خود مستقلاً انجام می‌دهد و مجهز به یک پردازنده مستقل می‌باشد. تنها ارتباط آن با مدول CPU مربوط به دریافت بعضی مقادیر و متغیرها و ارسال گزارشهای خود به CPU می‌باشد.

اطلاعات مربوط به مکان توسط رمزکننده‌های نوری (OPTICAL ENCODER) مربوط به دو محور به PC 210 وارد می‌شود. مدول PC 210 با ایجاد سیگنال آنالوگ خروجی به‌طور متناسب فرمانهایی را جهت تصحیح مکان به سیستم انتقال حرکت اعمال می‌نماید. این مدول جهت تطبیق حلقه‌های کنترلی تعدادی پارامتر را از PLC دریافت می‌کند. همچنین اطلاعاتی نظیر مختصات مقصد، سرعت پیشروی، شتاب و ... از جمله داده‌هایی است که باید از PLC به این مدول داده شود.

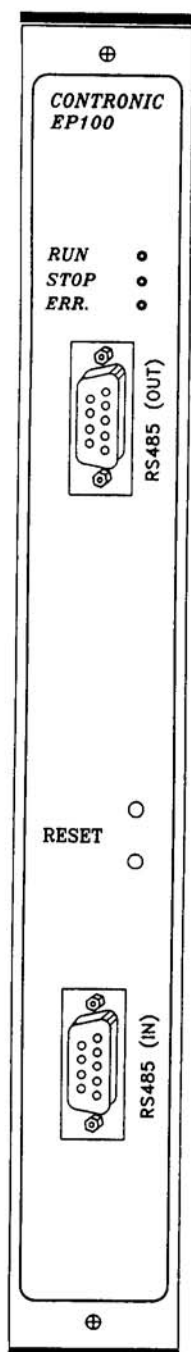


۷-۴-۸- کارت گسترش (EP 100)

راک اصلی (MAIN RACK) PLC در دو نوع با دوازده و هفت شیار ساخته شده که دو شیار مربوط به منبع تغذیه و یکی مربوط به CPU 80C است. اگر از CPU 160C استفاده شود باید دو شیار برای CPU در نظر گرفته شود در نتیجه می تواند تعداد ورودی و خروجی بیشتری را به خوبی پشتیبانی نماید لیکن گاهی فرآیند تولید به تعداد بیشتری از ورودی ها و خروجی ها و سایر مدول های دیگر احتیاج دارد. در چنین مواردی باید از مدول های EP 100 استفاده کرد.

EP 100 مدولی است که MAIN RACK را به EXPANSION RACK های دیگر متصل می کند، در نتیجه می توان توانایی PLC را گسترش داد. EP 100 تمامی سیگنال های لازم جهت جمع آوری اطلاعات کارت های نصب شده در EXPANSION RACK را دارا می باشد.

عملکرد EP 100 توسط سیستم عامل PLC 500 پشتیبانی می شود و نیاز به هیچ کار اضافی توسط کاربر نمی باشد.



۷-۴-۹- کارت شبکه (CPI 600)

در خطوط تولید و فرآیندهای گسترده صنعتی، واحدهای مختلف کنترلی علاوه بر انجام عملیات محلی، با دیگر واحدهای کارخانه در تماس هستند.

هر واحد کنترلی PLC از چگونگی انجام مراحل فرآیند توسط واحدهای دیگر گزارش گرفته، یا به آنها گزارش ارسال می‌کند. با استفاده از این گزارشها، عملکرد هر واحد کنترلی می‌تواند متأثر از وضعیت عملکرد واحدهای دیگر (متناسب با برنامه) باشد.

مدول CPI 600 برای پاسخ به چنین نیازی طراحی شده است. این مدول با دارا بودن پردازنده و حافظه داخلی، توانایی ارتباط با PLCهای دیگر در فرآیند و یا کامپیوتر مرکزی را دارا می‌باشد.

ارتباط استاندارد RS485 و سرعت 19600 baud rate شبکه ارتباطی بین PLCها را تشکیل می‌دهد.

در شبکه‌ای که بدین صورت شکل می‌گیرد یکی از PLCها و یا یک کامپیوتر مرکزی نقش اصلی (MASTER) و دیگر PLCها نقش فرعی (SLAVE) را به عهده خواهند داشت که در نتیجه کلیه مبادلات اطلاعات توسط MASTER سازماندهی خواهد شد.

