PLC (Programmable Logic Controller)

- کنترل کننده منطقی قابل برنامه ریزی این کنترل کننده از خانواده کامپیوترها محسوب می شود و عمدتاً در مقاصد صنعتی به کار می رود.
- PLC ورودی ها را از سنسورها و ترانسمیترها گرفته و بر اساس برنامه نوشته شده در حافظه آن خروجی ها را برای فرآیند تحت کنترل ارسال می کند.

کاربرد PLC در صنایع مختلف:

- صنایع فولاد و ذوب آهن
- صنایع گاز، نفت و پتروشیمی
- صنایع مس
- دکل‌های حفاری
- صنایع خودرو سازی

سازندگان مطرح PLC

- **شرکت آمریکایی Modicon**

اولین سازنده PLC در دنیاست برخی از مدلهای این شرکت Quantum ، Premium، Mumentum می باشند.

- **Allen Bradley**

از پیشگامان ساخت PlC در دنیاست و مدل‌های مختلفی برای کاربردهای کوچک تا بزرگ ارائه نموده است. سری Control Logix محصول این شرکت می باشد.

- **ABB**

این شرکت نیز از قدیمیترین شرکت های سازنده PLC در دنیاست برخی از محصولات این شرکت شامل AC 500، AC 800M، AC700F می باشد.

- **Omron**

شرکت ژاپنی OMRON سازنده PLC های سری SYSMAC

- **LG**

از شرکت هایی که در سال های اخیر به جمع تولید کنندگان PLC پیوسته و مدل های GLOFA , XGT از محصولات این شرکت می باشند.

- **Siemens**

از شرکت های مطرح در عرصه اتوماسیون می باشد مدل های مختلفی از PLC برای کاربرد های مختلف می سازد.

- **LOGO**

یک مینی PLC برای کاربرد های کوچک که برنامه نویسی در آن توسط صفحه کلید یا از طریق نرم افزار Logo Soft Comforg انجام می شود.

- **S5**

خانواده PLCهای قدیمی هستند که در حال حاظر تولید نمی شوند S5 در مدل های مختلف از نوع یکپارچه تا انواع مدولار عرضه شده است و برنامه نویسی در آن با نرم افزار Step 5 انجام می شود.

- **S7**

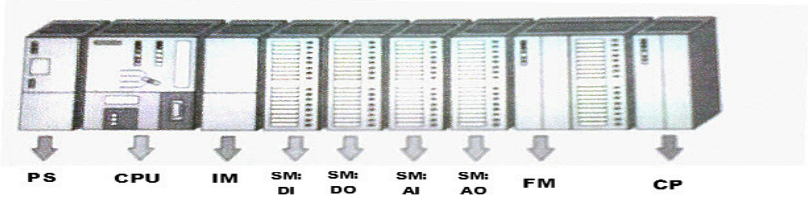
خانواده جدید PLC های زیمنس هستند که به مدل های S7-200, S7-300,S7-400، S71200 تقسیم می شوند و برنامه نویسی آنها با نرم افزار Step 7 انجام می شود.

- **برای انجام یک پروژه در PLC باید سه عمل انجام داد:**

✓پیکر بندی سخت افزار و تنظیم پارامترها
✓برنامه نویسی
✓انتقال برنامه از PLC به PC

- **برای استفاده از PLC مناسب در یک پروژه باید موارد زیر را معین نمود.**

✓دقت و سرعت انجام پروژه
✓تعداد ورودی ها و خروجی ها
✓نوع بار (جریان خروجی و ولتاژ آن)
✓امکانات نرم افزاری و سخت افزار مورد نیاز فرآیند
✓نوع ورودی ها و خروجی های مورد نیاز
✓نوع تغذیه



✓رک (Rack)
✓ماژول تغذیه (Power Supply- PS)
✓ماژول واحد پردازش مرکزی (Central Processing Unit- CPU)
✓حافظه (Memory)
✓ماژول ورودی (Input Module)
✓ماژول خروجی (Output Module)
✓کارت ارتباطی (Communication Processor- CP)
✓ماژول واسط (Interface Module- IM)
✓ماژول تابع (Function- Module- FM)

- **رک (Rack)**

ماژولهای یک **PLC** روی رک نصب می شوند

- **ماژول تغذیه (PS)**

منبع تغذیه ولتاژ مورد نیاز **PLC** را تامین می کند. این منبع معمولاً از ولتاژ ۱۲۰/۲۳۰، ولت **AC** ولتاژ ۵و ۲٤ **VDC** ایجاد می کند. منبع تغذیه **PLC** ها از نوع سوئیچینگ هستند و ولتاژ آنها کاملا تثبیت شده **(Regulated)** است.

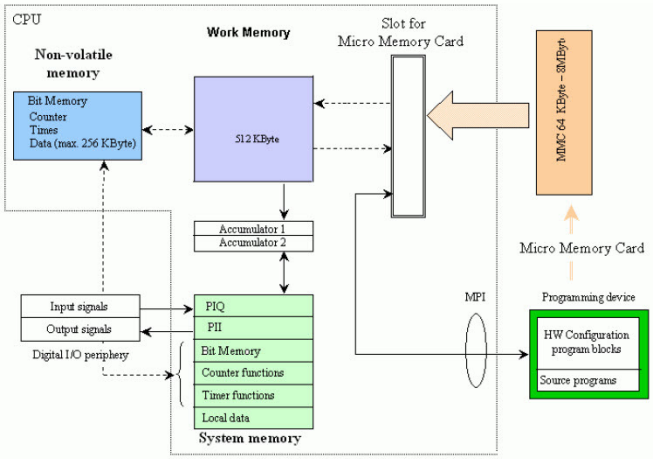
- **ماژول CPU**

ماژول **CPU** در واقع قلب **PLC** است. وظیفه آن، دریافت اطلاعات از ورودیها، پردازش این اطلاعات مطابق دستورهای برنامه و صدور فرمان هایی است که بصورت فعال یا غیر فعال نمودن خروجی ها ظاهر می شود.

هر چه سرعت پردازش بیشتر باشد زمان اجرای برنامه کمتر خواهد بود.

- **حافظه (Memory)**

حافظه محلی است که اطلاعات و برنامه کنترل در آن ذخیره می شود. علاوه بر این سیستم عاملی نیز که عهده دار مدیریت کلی **PLC** است، در حافظه قرار دارد.



- **حافظه بارگذاری (Load Memory)**

این قسمت از حافظه مخصوص برنامه نوشته شده توسط کاربر (متشکل از بلوکهای OB، FC،FB ، DB) است.

- **حافظه کاری (Work Memory)**

تنها قسمتی از برنامه که اجرایی است به این بخش از حافظه منتقل می شود.

- **حافظه سیستمی(System Memory)**

ناحیه ای از حافظه است که مختص پشته های بلوک، وقفه و داده های محلی جدول های PII و PIQ(مربوط به تصاویر ورودی و خروجی ها)، بیت های حافظه، بافر تشخیص خطا، تایمر ها و شمارنده ها است

- **حافظه ماندگار**

اگر تغذیه قطع شود محتویات حافظه CPU پاک خواهد شد در CPU سری S7 به روش های زیر میتوان از پاک شدن اطلاعات مورد نظر جلوگیری کرد:

با استفاده از باتری پشتیبان اطلاعات حافظه کاری، بارگذاری و بخشی از حافظه سیستمی حفظ می شود.

برنامه روی EPROM (مثلاً کارت حافظه) ذخیره شود.

اطلاعات مورد نظر در ناحیه غیر فرار حافظه که همان حافظه ماندگار Retentive Memory ذخیره شود.

- **کارت حافظه**

کارت حافظه برای توسعه حافظه بارگذاری (Load Memory) به کار میرود و میتوان از نوع RAMیا Flash EPROM باشد.

اگر از نوع RAM باشد سیستم برای حفاظت از اطلاعات کارت حافظه، به باتری پشتیبان نیاز خواهد داشت

اگر از نوع FEPRAM باشد محتویات آن در صورت بروز اشکال در منبع تغذیه و فقدان باتری پشتیبان نیز پاک نمی شود.

- **ماژول ورودی (Input Module)**

این واحد، محل ورود اطلاعات فرآیند تحت کنترل به PLC است. مدارهای این واحد در PLC های کوچک جزئی از PLC می باشند. مدارهای ورودی PLC های بزرگتر بصورت کارت های الکترونیکی مجزا Module ساخته می شوند. که به دو صورتند:

ورودی های دیجیتال

ورودی های آنالوگ

- **ورودی های دیجیتال Digital Input**

معمولا ماژول های ورودی دیجیتال به دو صورت 24 VDC و 120/230 VAC میباشند و دارای ۸، ١٦ یا ۳۲ ترمینال ورودی میباشند بمنظور حفاظت مدارات داخل PLC از خطراتی مانند اضافه ولتاژ و جلوگیری از تاثیر نویزهایی که معمولا در محیط های صنعتی وجود دارد ارتباط ورودی با مدارات داخلی PLC توسط کوپل کننده های نوری انجام میشود.

در ماژول ٢٤ ولت

ولتاژ ۳۰- تا ۵ ولت بعنوان ۰ منطقی

ولتاژ ۱۳ تا ۳۰ ولت بعنوان ۱ منطقی

در ماژول ۱۲۰/۲۳۰ ولت

ولتاژ ۰ تا ٤٠ ولت بعنوان ۰ منطقی

ولتاژ ۷۹ تا ٢٦٤ ولت بعنوان ۱ منطقی

- **ورودی های آنالوگ**

ماژول های ورودی آنالوگ توسط یک مبدل A/D سیگنال های دریافتی را به مقدار دیجیتال تبدیل می نمایند. سپس مقادیر دیجیتال حاصل توسط CPU پردازش می شوند.

مبدل های A/D مورد استفاده معمولا بصورت ٨،١٢،١٤،١٦ بیتی میباشند.

اتصال ترانسدیوسرهای ولتاژی و جریانی، ترموکوپل و حسگرهای مقاومتی دما RTDبه کارت های ورودی آنالوگ امکان پذیر است.

- **ماژول خروجی**

این واحد، محل صدور فرمان های PLC به فرایند تحت کنترل است

خروجی دیجیتال

خروجی آنالوگ

- **خروجی های دیجیتال**

ماژول های خروجی دیجیتال، معمولاً بصورت ٢٤ VDC و رله ای هستند. حداکثر جریانی که میتوان از یک خروجی دریافت کرد به مدل کارت خروجی بستگی دارد.

روی ماژول های خروجی دیجیتال به ازای هر ترمینال خروجی یک LED در نظر گرفته شده است که به محض فعال شدن خروجی،LED مربوط روشن میشود.

- **خروجی های آنالوگ**
- ماژول خروجی آنالوگ مقادیر دیجیتال پردازش شده توسط CPU را بوسیله یک مبدل D/A به سیگنالهای آنالوگ مورد نیاز برای کنترل فرآیند مورد نظر تبدیل می نماید. این خروجی ها توسط واحدی بنام Isolator از سایر قسمت های داخلی PLC مجزا میشوند. بدین ترتیب مدارهای حساس داخلی PLC از خطرات تاشی از اتصالات ناخواسته خارجی محافظت میشوند.

- **کارت ارتباطی (Communication Processor-CP)**

کارت های ارتباطی، قابلیت سخت افزاری لازم را جهت اتصال PLC به شبکه های زیر فراهم می کنند.

Profibus

Industrial Ethernet

AS- Interface

ارتباط نقطه به نقطه (Point-to-point-Link)

با استفاده از کارت های CP میتوان یک سیستم کنترل توزیع شده (DCS) ایجاد کرد در سیستمهای کنترل توزیع شده عمل کنترل بین چند کنترل کننده توزیع و موجب سرعت عمل و صرفه جویی در وقت میشود

مثلاً در یک فرایند شیمیایی کنترل دمای نقاط مختلف را به یک PLC و کنترل غلظت و دبی مواد را به PLC دیگر واگذار می کنیم و سپس بین این دو PLC ارتباط لازم را برقرار میکنیم.

- **ماژول واسط Interface Module- IM**

گاهی اوقات تعداد ماژول های مورد نیاز، بیشتر از تعداد ماژول هایی است که می توانند روی یک رک قرار بگیرند. در چنین مواردی به رک های توسعه نیاز خواهیم داشت.

از آنجا که ماژول های واقع بر روی رک های توسعه و مرکزی همگی توسط یک CPU مدیریت میشوند، باید بین این رک ها ارتباط وجود داشته باشد.

ماژول های واسط، ارتباط بین این رک ها را برقرار میکنند.

ماژول های واسط دارای دو نوع فرستنده (SEND) و گیرنده (RECEIVE) می باشند.

ماژول واسط از نوع فرستنده، روی رک مرکزی و ماژول واسط از نوع گیرنده روی رک های توسعه قرار می گیرد.

- **ماژول های تابع** (Function Module-FM)

این ماژول های هوشمند دارای یک CPU مستقل میباشند و قابلیت برنامه ریزی و تنظیم دارند. با استفاده از این ماژول ها میتوان ضمن ایجاد تواناییهای جدید، از حجم کار PLC به میزان قابل توجهی کاست.

موارد کاربرد ماژول های تابع عبارتند از:

کنترل حلقه بسته Closed Loop Control

کنترل موقعیت Positioning

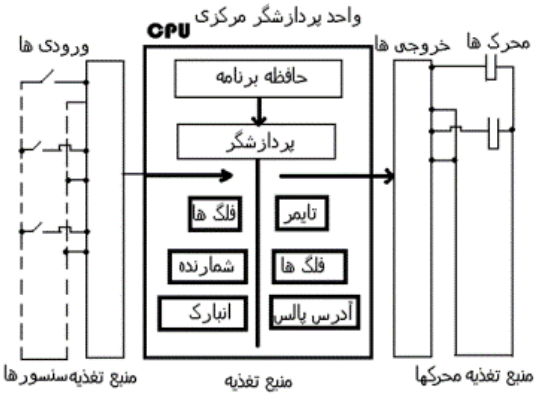
شمارش Counting

کنترل سروموتور Servo-Motor Control

کنترل موتورهای پله ای Stepper Motor Control

ساختمان داخلی PLC

- ساختمان داخلی یک PLC کم و بیش شبیه ساختمان داخلی هر سیستم ریزپردازنده Microprocessor دیگر است.



- **بیت های حافظه، تایمرها و شمارنده ها**

بیت های حافظه محل هایی از حافظه میباشند که جهت نگهداری وضعیت برخی نتایج یا خروجی ها استفاده میشوند. تعداد بیت های حافظه از یک مدل CPU به مدل دیگر متغیر است مثلاً CPU 315-2DP دارای ۲۰۴۸ بایت و CPU 312 دارای ۱۲۸ بایت مکان حافظه مختص بیت های حافظه است.

تایمرها و شمارنده ها نیز به مدل CPU بستگی دارد.

CPU های سری S7 دارای ۱۲۸، ۲۵۶، یا ۵۱۲ تایمر و شمارنده میباشند.

بیت های حافظه تایمرها و شمارنده ها در بخش سیستمی حافظه System Memory ذخیره میشوند. قابلیت ذخیره انها در قسمت ماندگار حافظه نیز وجود دارد برای این منظور در هنگام تنظیم پارامترهای CPU موارد مورد نظر جهت ذخیره در قسمت ماندگار حافظه تعیین میشود.

- **ثبات ها**
- **انباره ها**

انباره ها ثبات هایی هستند که جهت بارگذاری داده ها مبادله داده ها بین آدرسهای مختلف و انجام عملیات ریاضی و مقایسه ای بکار میروند.

CPU های S7-300 دارای دو انباره ۳۲ بیتی و S7-400 دارای ۲ یا چهار انباره

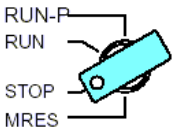
ACUU 1: موسوم به انباره مرکزی CPU است و وقتی دستور بارگذاری اجرا میشود داده مورد نظر در آن نوشته میشود، همچنین دستور انتقال (T)، محتویات ACCU 1 را انتقال میدهد.

ACCU2: وقتی که دستور بارگذاری اجرا شود، ابتدا محتویات ACCU1 به ACCU2 منتقل می گردد سپس ACCU1 پاک و مقدار جدید در آن نوشته میشود.

وضعیت های کاری در PLC های S7

وضعیت کاری بیانگر رفتار CPU در شرایط مختلف می باشد.

وضعیت های کاری Cpu سری ۳۰۰ و ٤۰۰ عبارتند از



وضعیت STOP

وضعیت STARTUP

وضعیت RUN و RUN-P

وضعیت HOLD

وضعیت Memory Reset (M RES)

در تمامی وضعیت های فوق CPU میتواند از طریق درگاه MPI با PC یا PG ارتباط داشته باشد

در ویرایشگر LAD/STL/FBD با استفاده از گزینه PLC>>Operation Mode وضعیتهای فوق قابل مشاهده است

- **وضعیت STOP**

در این مد پردازش برنامه متوقف میشود دسترسی به I/O ها وجود ندارد. CPUبصورت Read و Wirte قابل دسترسی است یعنی میتوان برنامه آنرا خواند یا برنامه جدیدی به آن انتقال داد.

- **وضعیت STARTUP**

قبل از اینکه CPU برنامه کاربر را اجرا کند لازم است برنامه راه اندازی اجرا شود این برنامه در OB های راه اندازی نوشته میشود. با برنامه نویسی OB های راه اندازی کاربر میتواند دخالتهای مورد نظر را اعمال نماید

راه اندازی به یکی از سه روش Cold،Warm ، Hot قابل اجراست

وضعیت RUN و RUN-P

در این مد برنامه اجرا میشود CPU به I/O ها دسترسی دارد برنامه CPU بصورت Read Only است یعنی نمیتوان برنامه جدیدی به آن دانلود کرد.

در وضعیت CPU Run-P بصورت Read و Wirte قابل دسترسی است.

- **وضعیت M RES**

این وضعیت برای Reset کردن حافظه CPU بکار میرود. یعنی هم مقادیر متغیرهای حافظه و هم برنامه ای که توسط کاربر به حافظه ارسال شده پاک میشود.

Rest کردن از طریق نرم افزاری و سخت افزاری قابل اجراست

در روش سخت افزاری سلکتور وضعیت را تا زمانی که STOP LED دوبار چشمک بزند در وضعیت M RES نگه دارید، سپس آنرا رها کنید تا به وضعیت Stop بازگردد.

بار دیگر سلکتور وضعیت را در وضعیت M Res به اندازه ای نگه دارید که STOP LED چشمک سریع بزند، حال آنرا رها کنید تا به وضعیت Stop بازگردد بدین ترتیب عملیات بازنشانی حافظه تکمیل میشود.

در روش نرم افزاری سلکتور وضعیت را در حالت Stop قرار دهید سپس از منوی PLC گزینه Clear/Reset را انتخاب کنید و در پنجره ای که باز میشود روی دکمه OK کلیک نمایید تا بازنشانی نرم افزاری حافظه انجام پذیرد.

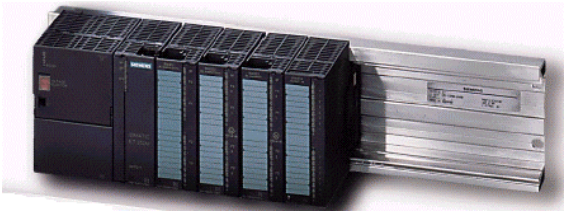
Simatic S7-300

- PLC های S7-300 ماژولار میباشند و بسهولت قابل توسعه هستند و برای کار در حوزه عملکرد متوسط طراحی شده اند.

- S7-300 نسخه استاندارد برای کار در محیط عادی
- S7-300C شبیه نسخه استاندارد با این تفاوت که CPU با ماژول دیگری مانند ورودی/خروجی بصورت (Compact) میباشد.

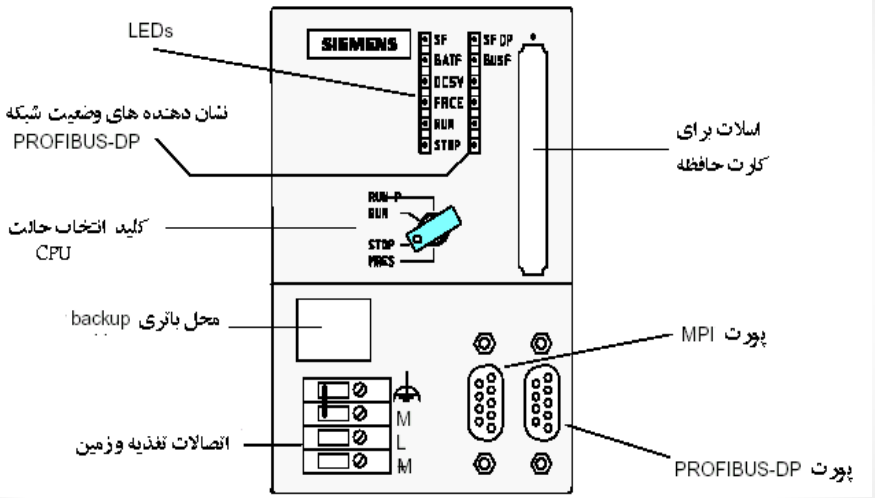
- S7-300F این نسخه اصطلاحاً Fail-Safe نامیده میشود و در فرآیندهایی استفاده میشود که در آن قابلیت اطمینان بالایی مورد نیاز است.

- Simatic S7-300 دارای CPU های متنوعی است که حوزه عملکرد و قابلیت آنها با یکدیگر متفاوت است یک CPU سری S7-300 میتواند ٤ ریل را پشتیبانی کند
- هر ریل میتواند حداکثر۸ ماژول سیگنال (SM) را دربرگیرد بنابراین در این PLC ها امکان گسترش تا ۳۲ ماژول وجود دارد.



- برخی از تفاوت های CPU ها را میتوان در میزان حافظه، تعداد تایمرها و کانترها و تعداد بلوک ها FB و FC و DB و تعداد I/Oها در نظر گرفت.

- توصیف اجزای پنل CPU



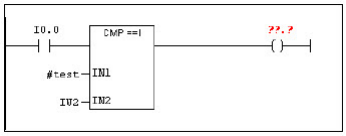
پورت MPI: Download برنامه، ایجاد شبکه، اتصال سیستم مانیتورینگ
قابلیت شبکه شدن بوسیله پورت Profibus_DP که این پروتکل برای انتقال پیام های کوتاه در سرعت های بالا بهینه شده است.

LED	رنگ	شرح
SF	قرمز	اشکال سخت افزاری یا نرم افزاری
BATF	قرمز	اشکال در باتری
DC5V	سبز	تغذیه 5VDC مربوط به CPU و باس برقرار است.
FRCE	زرد	حالت Force فعال است (توضیح در مباحث آتی)
RUN	سبز	حالت اجرا
STOP	زرد	حالت توقف
SF DP	قرمز	اشکال سخت افزاری یا نرم افزاری روی شبکه DP
BUSF	قرمز	اشکال در باس شبکه DP

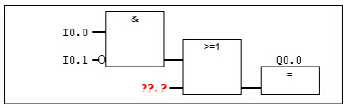
شروع برنامه نویسی در S7

زبان های برنامه نویسی S7

- Ladder: برنامه نویسی به روش نردبانی مانند نقشه کشی مدارات کنترل و فرمان الکتریکی میباشد.



- FBD (Function Block Diagram) : در این روش منطق کنترل بوسیله فلوچارت نمایش داده میشود. و شامل اتصال مجموعه ای از نمادهای مستطیل شکل
- به یکدیگر بطوری که خروجی هر یک میتواند ورودی واحد بلوک یا بلوک های دیگر شود. کاراکترهای درون هر بلوک عملکرد تابع را نشان میدهند مثلا نماد & داخل یک بلوک نشاندهنده AND منطقی میباشد. این روش گاهی با نام CSF , (Control System Flowchart) معرفی میشود.



- STL(Statement List): مجموعه بصورت مجموعه ای از دستورات است که به هر دستور Statement گفته میشود. هر دستور یک خط برنامه معمولا یکی از ترکیبهای NOTو OR و AND را در بر دارد. روش STLنیازهای گرافیکی کمتری نسبت به دو روش قبل دارد . به همین دلیل نوع و تعداد دستورهای قابل درک در این زبان بیشتر از زبان های FBD, LAD , میباشد.

```
A     I     0.0
AN    I     0.1
O     I     0.3
=     Q     0.0
```

- SCL : یک زبان برنامه نویسی سطح بالا و مشابه زبان پاسکال
- S7 GRAPH : برنامه ترکیبی بصورت گرافیکی
- S7 HiGraph : با استفاده از این زبان میتوان تعدادی از بلوکهای برنامه را بصورت گرافهای حالت برنامه ریزی کرد.
- CFC: از این زبان برای ایجاد ارتباط بین توابع موجود استفاده کرد و نیازی به برنامه نویسی تعداد زیاد تابع استاندارد توسط کاربر نیست و میتوان از کتابخانه زیمنس که حاوی بلوک های استاندارد است استفاده نمود.

- **بلوک های تابع (**Function Blocks-FBs**)**

FB از نظر عملکرد شبیه FC است یعنی ورودی میگیرد و خروجی ایجاد میکند ولی یک تفاوت مهم با FCدارد و آن اینست که دارای حافظه است . حافظه آن یک دیتا بلاگ خاص است وقتی FB صدا زده میشود باید همراه با آن نام دیتا بلاک که حافظه اش تلقی میشود را نیز بکار برد.

CALL FB1 , DB1

تمامی ورودی خروجی ها FB و سایر پارامتر هایی که موقع ایجاد FB تعریف میشوند در دیتا بلاک ذخیره میگردند.

- **بلوک های داده (**Data Blocks-DB**)**

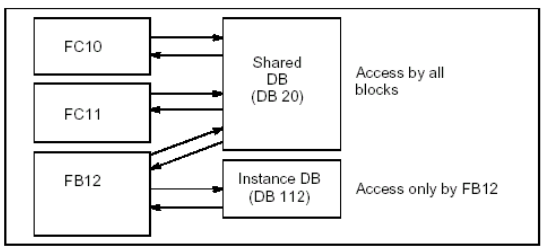
دیتا بلاک ها بر خلاف FBو FCو OB حاوی دستورات Step7 نیستند بلکه برای ذخیره سازی دیتاها بکار میروند . دیتا بلاک ها بر دو نوع هستند :

✓**بلوک های داده اشتراکی (Shared DB)**

این دیتا بلاک ها بصورت اشتراکی بوده و برای تمام بلاک های برنامه قابل دسترسی هستند . دیتاهای آنها با بسته شدن دیتا بلاک از بین نمیرود سایز DBها متغیر است. و بستگی به نوع CPU دارد.

✓**بلوک های داده اختصاصی (Instance DB)**

این دیتا بلاک ها بعنوان حافظه ای برای FB ها منظور شده اند پارامترهایی که به FB ارسال شده و متغیرهای استاتیک در این DBها ذخیره میشوند و وقتی اجرای FB کامل میشود از بین نمیروند.



- بلوک های سیستمی **System Blocks**

بلاک هایی هستند که از قبل برای مقاصد خاصی نوشته شده اند (مانند بازبینی برنامه ، ساعت سیستم و آدرس دهی ماژولها) و به دو دسته زیر تقسیم میشوند.

- **SFC** یا System Function
- **SFB** یا System Function Block

SFBها همانند FBها دارای حافظه هستند و باید نام دیتا بلاک مربوط صدا زده شود ولی SFC ها مانند FC ها حافظه ندارند.

SFC 46	منجر میشود که cpu به مد stop برود
SFB 41	برای لوپ کنترل بکار میرود

وقتی پروژه ای به PLC دانلود میشود ممکن است هیچ SFC یا SFB ای در آن موجود نباشد ولی وقتی همان پروژه از PLC به PC آپلود میشود این بلوک ها را در پوشه بلوک ها خواهیم دید که توسط PLC به پروژه اضافه شده است.