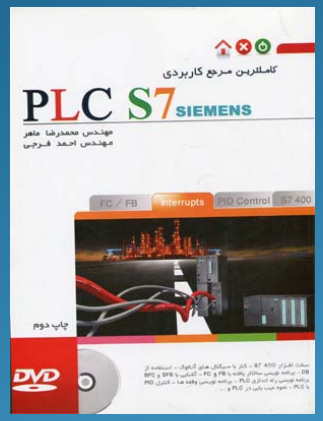
کنترل کننده های صنعتی

مراجع :



PLC S7 SIEMENS کامل ترین مرجع کاربردی

نوشته : مهندس محمد رضا ماهر
مهندس احمد فرجی

مرجع PLC - Siemens Step7 مقدماتی تا پیشرفته

نوشته : مهندس حسن مروج

ارزیابی:

تکالیف	۲ نمره
میان ترم	٤ نمره
پایان ترم	١٤ نمره

تکالیف:

- تمرین ها و مثالهای برنامه نویسی کار شده در کلاس ، توسط دانشجویان شبیه سازی شده و E-mail گردد.

- حتما در عنوان E-mail تاریخ جلسه مربوطه ذکر گردد.

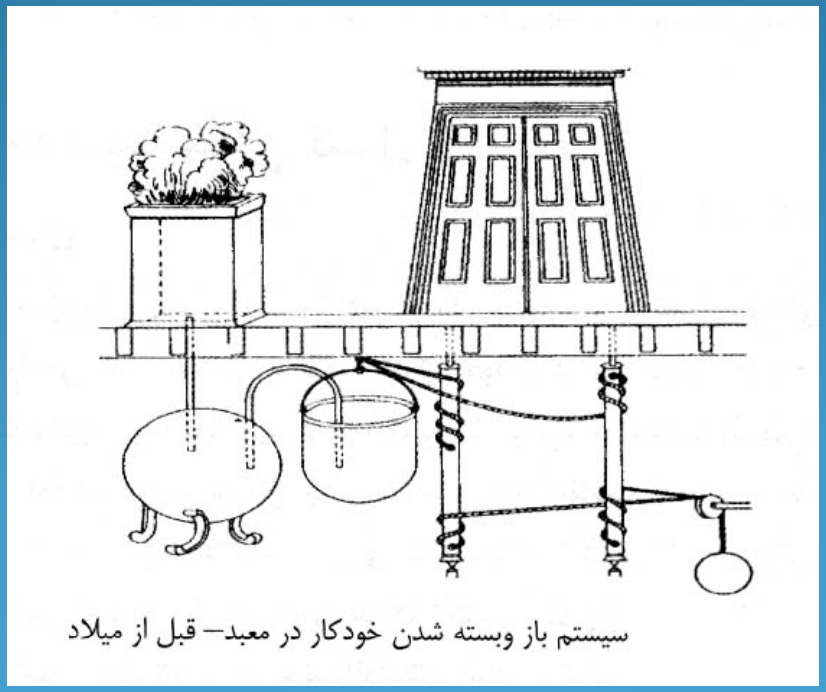
اتوماسیون:

به معنای کنترل و هدایت یک دستگاه به صورت خودکار است.

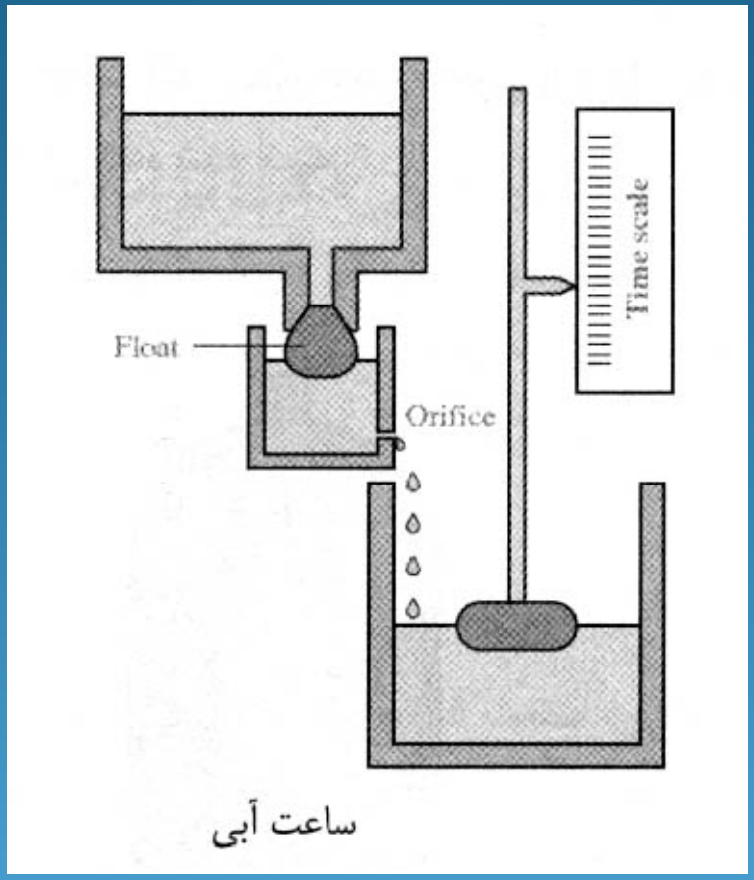
بدین معنی که ابزارهای کنترل جایگزین قدرت تفکر و نیروی انسانی می شوند.

تاریخچه سیستم های کنترل

قدیمی ترین سیستم های کنترل

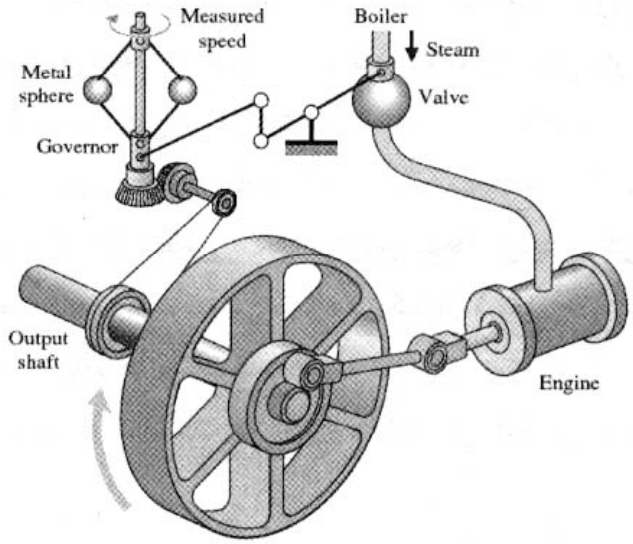


سیستم باز وبسته شدن خودکار در معبد– قبل از میلاد



ساعت آبی

سیستم های کنترل مکانیکی (از قرن ۱۷)



گاورنر توپ گردان–کنترل سرعت ماشین بخار که توسط جیمز وات اختراع شد.

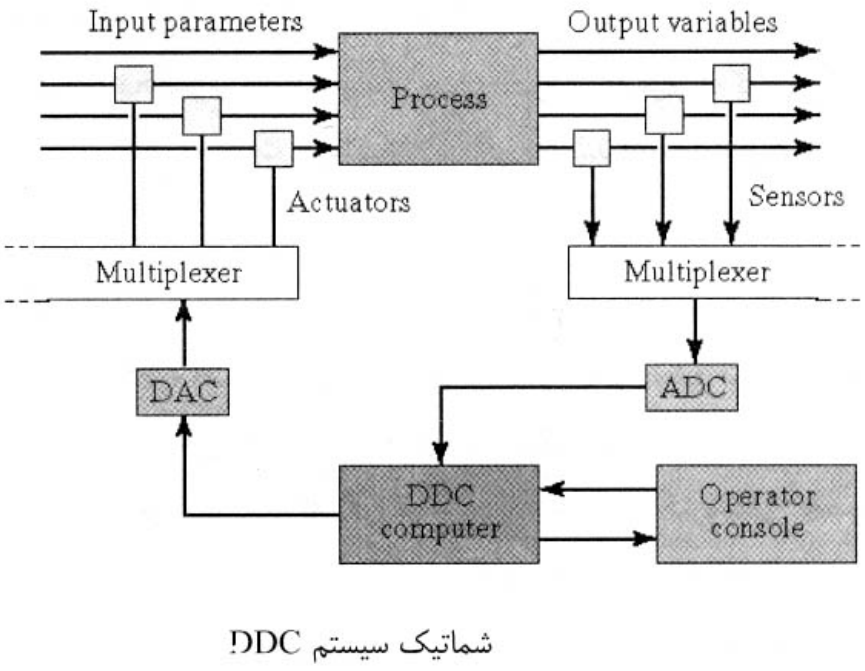
سیستم های کنترل نیوماتیکی

سیستم های کنترل الکتریکی و الکترونیکی

سیستم های کنترل میکروپروسسوری

سیستم های کنترل DDC (Direct Digital control) (1962)

اولین کنترل کننده کامپیوتری

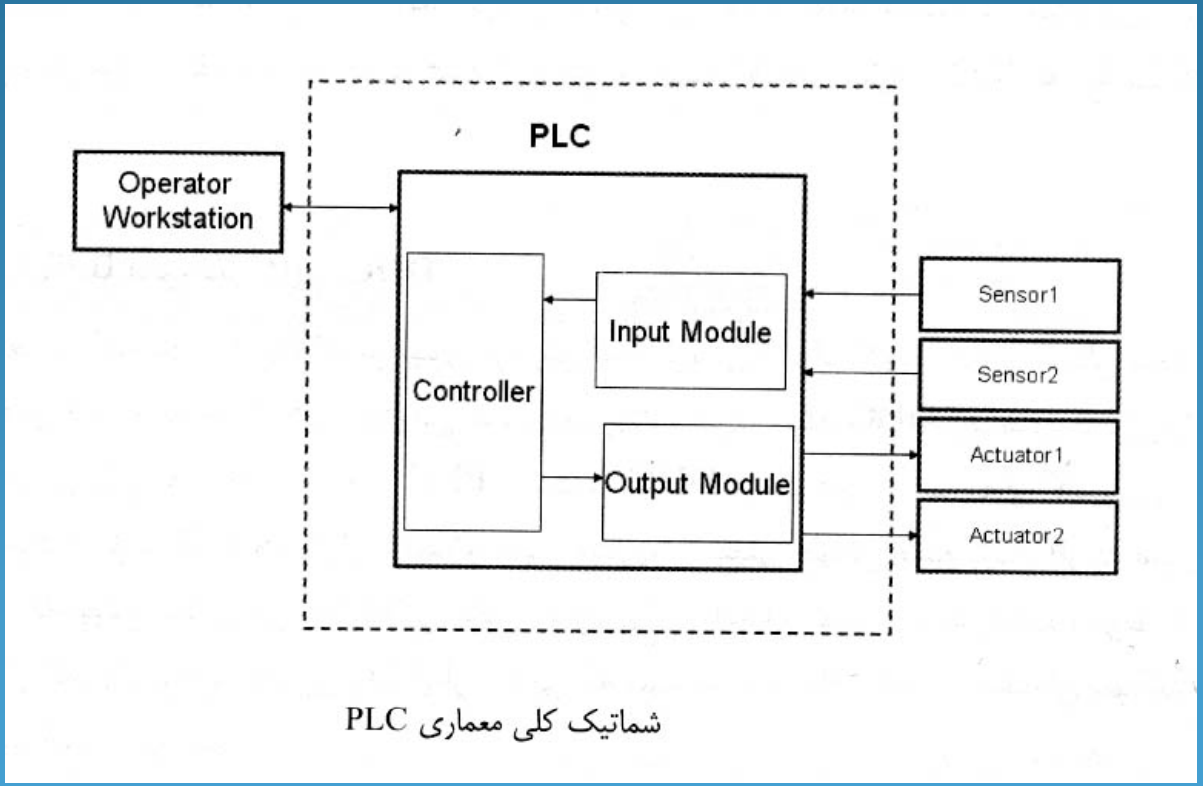


شماتیک سیستم DDC

سیستم های کنترل PLC (1968)

PLC : Programmable Logic Controller

جایگزین رله کنتاکتور (سیگنالهای دیجیتال)

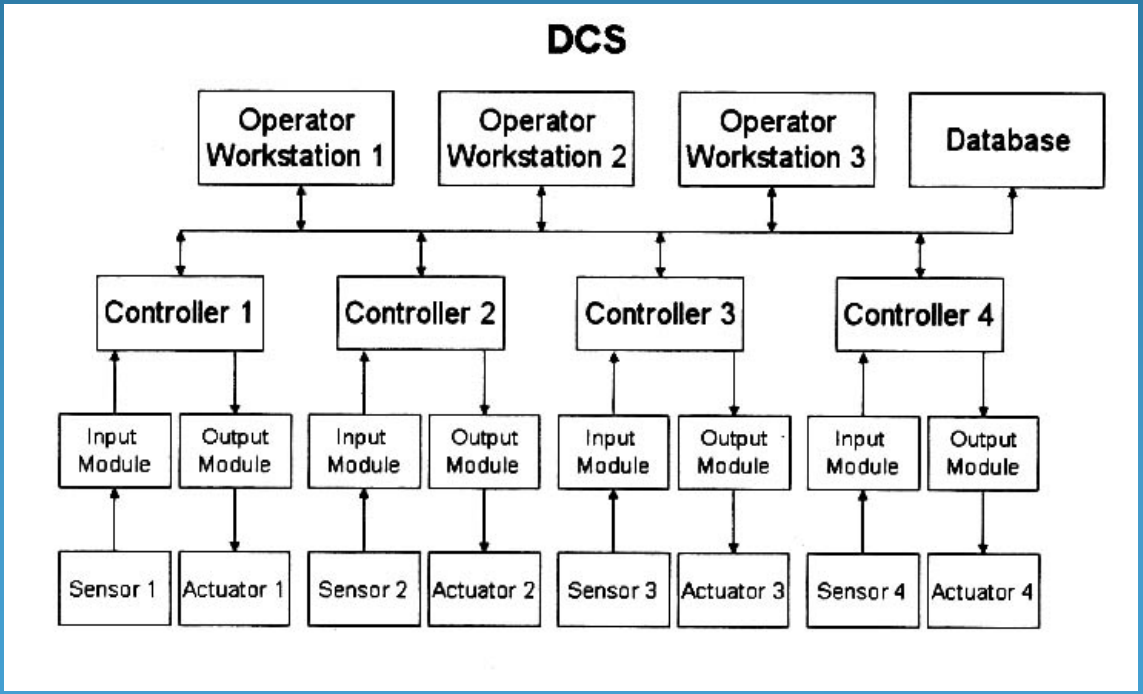


شماتیک کلی معماری PLC

سیستم های کنترل DCS (1976)

DCS : Distributed Control System

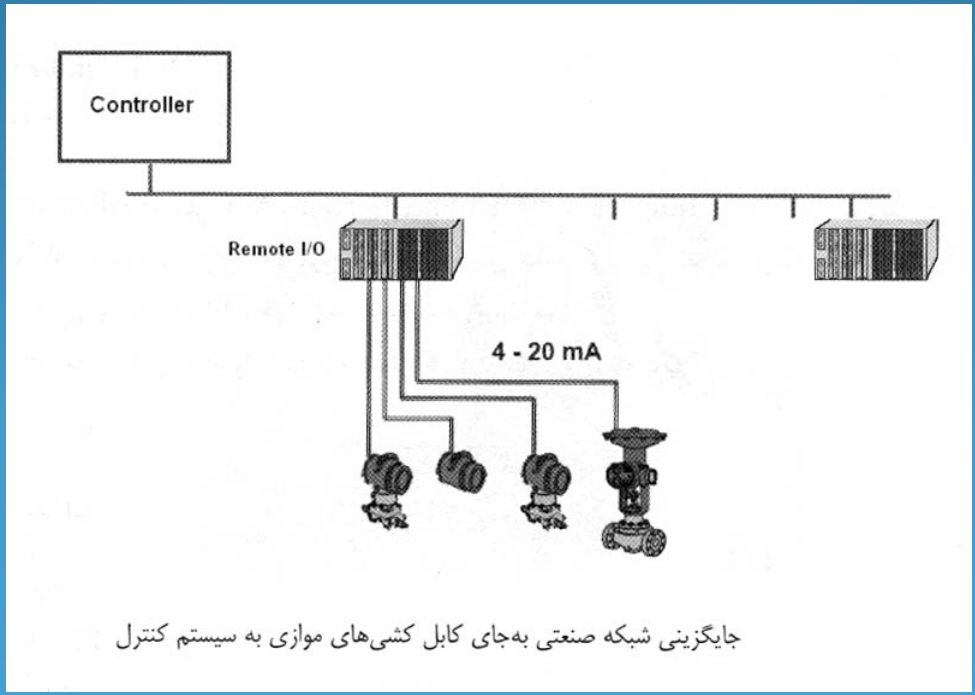
کنترل لوپ های آنالوگ



شبکه های صنعتی

جمع آوری I/O ها و انتقال به سیستم های کنترل PLC و DCS(دهه ۸۰ میلادی)

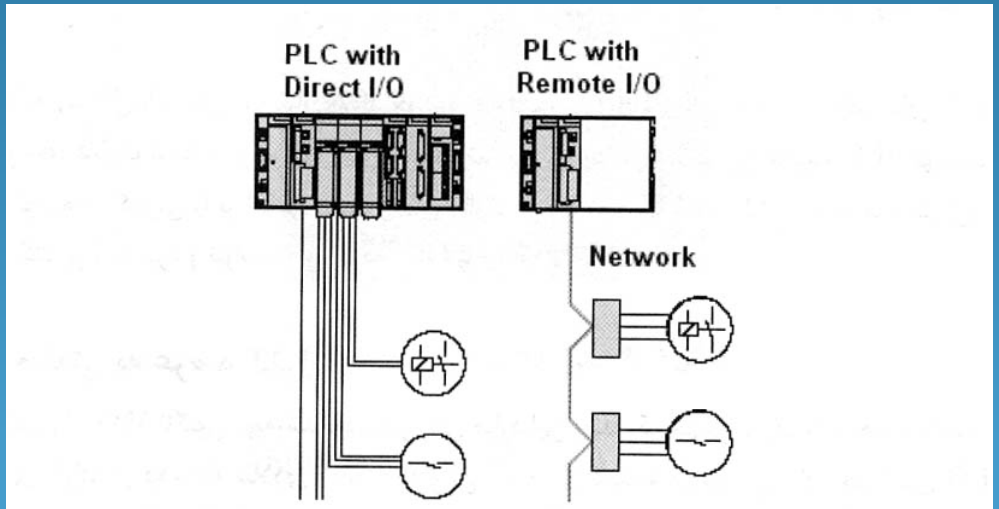
واسط هایی به نام Remot I/O در کنار فیلد و کنترلر نصب شده و سیگنالهای I/O را به صورت سریال از طریق کابل شبکه بین فیلد و کنترلر انتقال میدهد



جایگزینی شبکه صنعتی به‌جای کابل کشی‌های موازی به سیستم کنترل

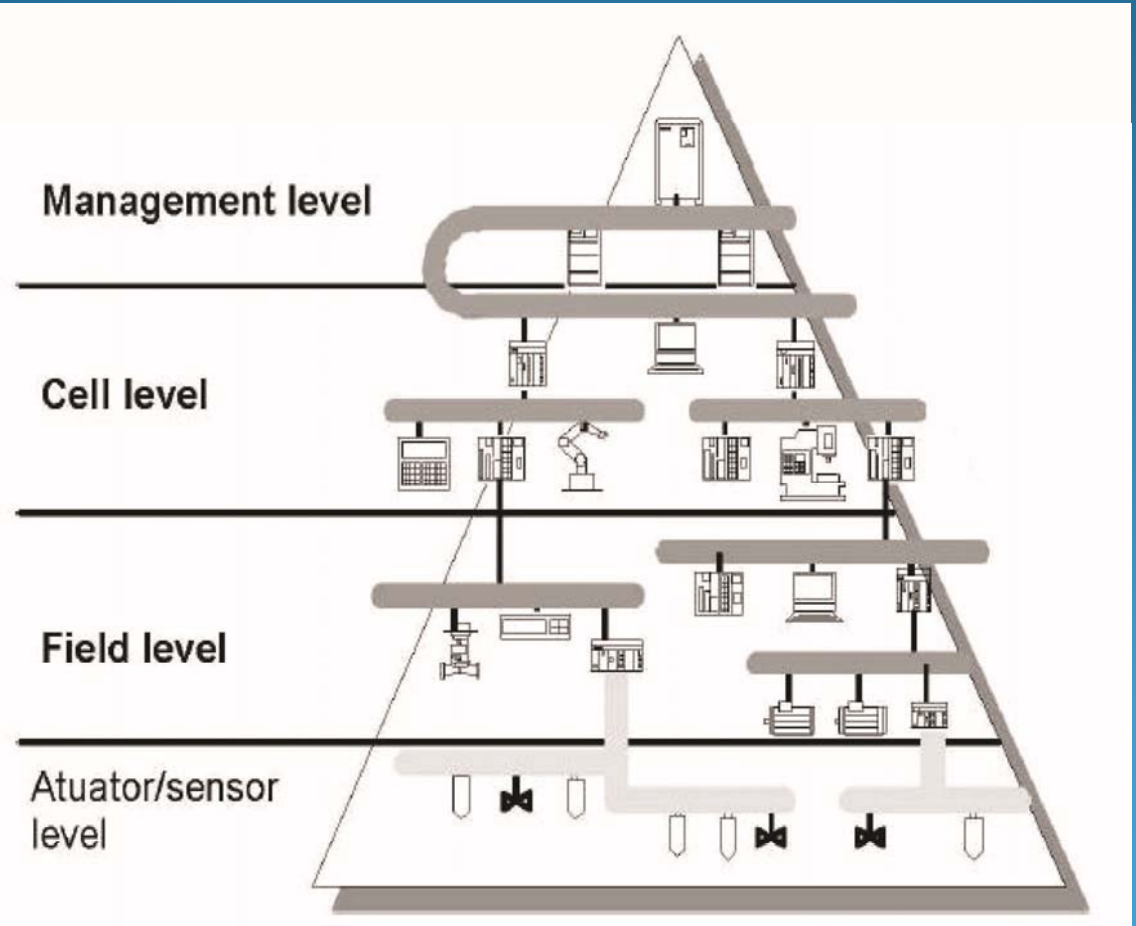
مزایای استفاده از شبکه های صنعتی:

- کاهش سیم کشی
- دیجیتال بودن سیگنال و در نتیجه کاهش نویز
- عدم وابستگی به سازنده خاص



مقایسه اتصال I/O به PLC به‌صورت مستقیم نسبت به استفاده از Remote I/O

هرم اتوماسیون صنعتی



استانداردهای شبکه های صنعتی:

* اترنت صنعتی Industrial Ethernet

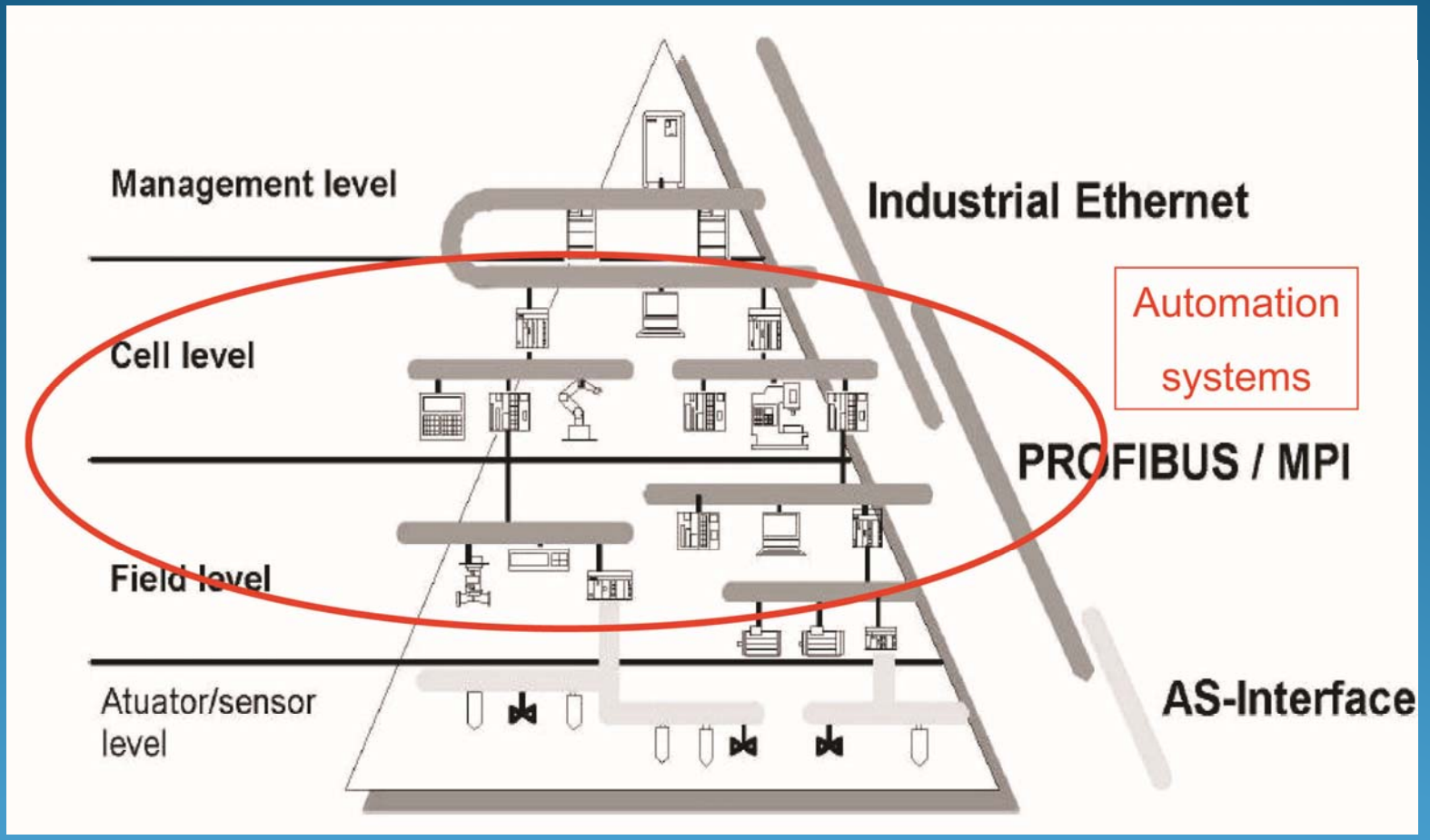
مبتنی بر TCP/IP (چهار سیمه)

* فیلد باس Field Bus

مبتنی بر RS 485 (دو سیمه)

پروتکل های فیلد باس :

Modbus ، Profibus ، AS-I ، Device –Net ، CAN ، .....


Management level
Industrial Ethernet
Automation systems
Cell level
PROFIBUS / MPI
Field level
Atuator/sensor level
AS-Interface

تکنولوژی فیلد باس در کنترل FCS (Fieldbus Control System)

در ۱۹۸۰ سنسور های هوشمند (smart) با قابلیت پردازش ارائه شد

در دهه ۹۰ میلادی اتصال مستقیم ترانسمیتر و محرک به شبکه انجام شد

یک نمونه کنترل‌ولو و چند نمونه ترانسمیتر هوشمند

مزایا :

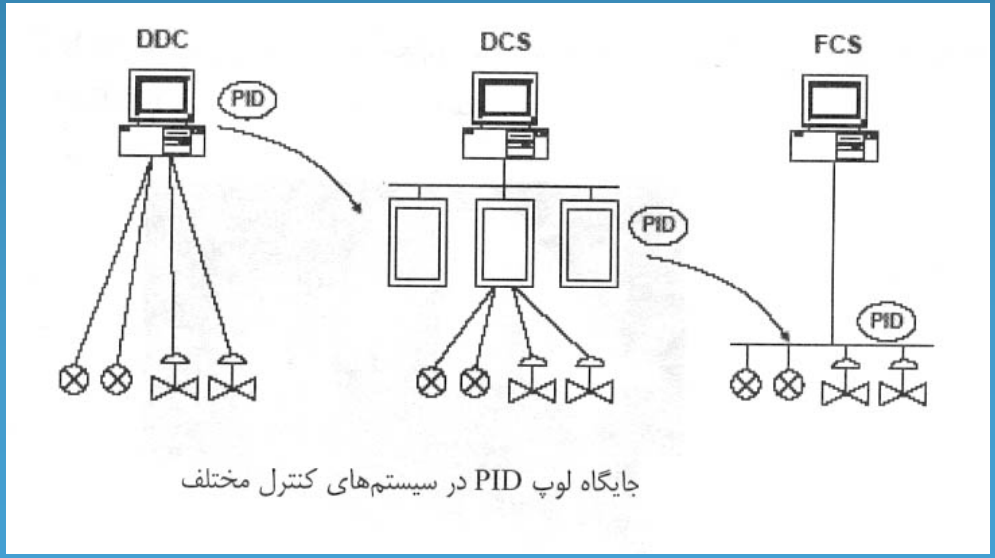
- پردازش های ساده توسط خود سنسور انجام میگیرد
- بار کنترلر اصلی کاهش می یابد
- قابلیت اطمینان سیستم افزایش می یابد

مثال: یک لوپ PID

در DDC ⟵ توسط کنترلر مرکزی

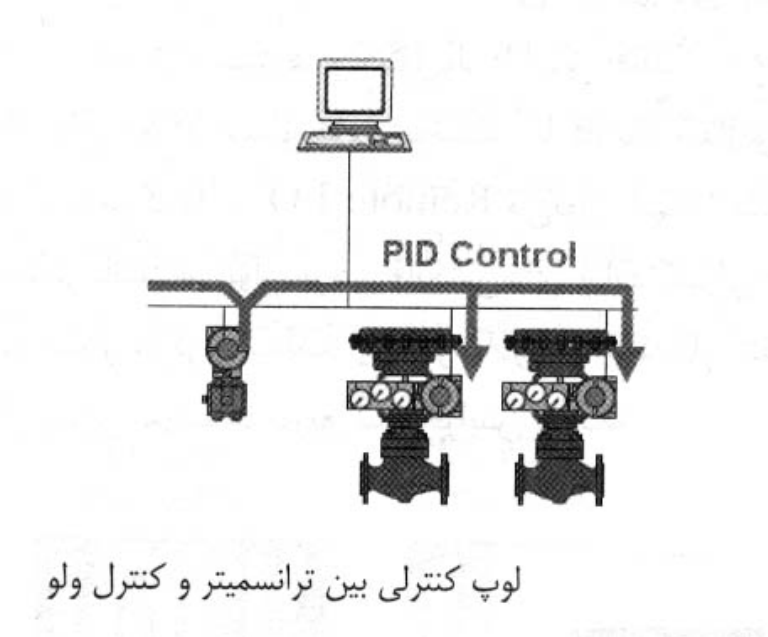
در DCS ⟵ توسط کنترلر توزیع شده

در FCS ⟵ توسط خود سنسور



جایگاه لوپ PID در سیستم‌های کنترل مختلف

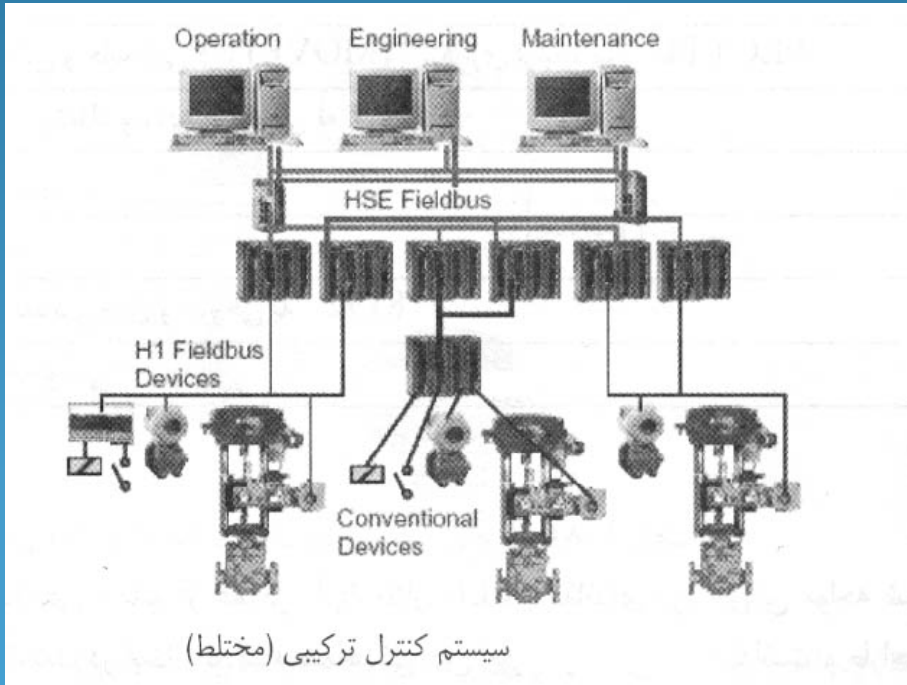
وسایل مبتنی بر FCS توان کنترل لوپ را به صورت داخلی و بدون نیاز به کمک از کنترلر اصلی شبکه (PC و PLC) دارا هستند



لوپ کنترلی بین ترانسمیتر و کنترل ولو

FCS شبکه کنترل متمرکز (DDC) را به صورت غیر متمرکز (DCS) همراه با وسایل هوشمند در می آورد

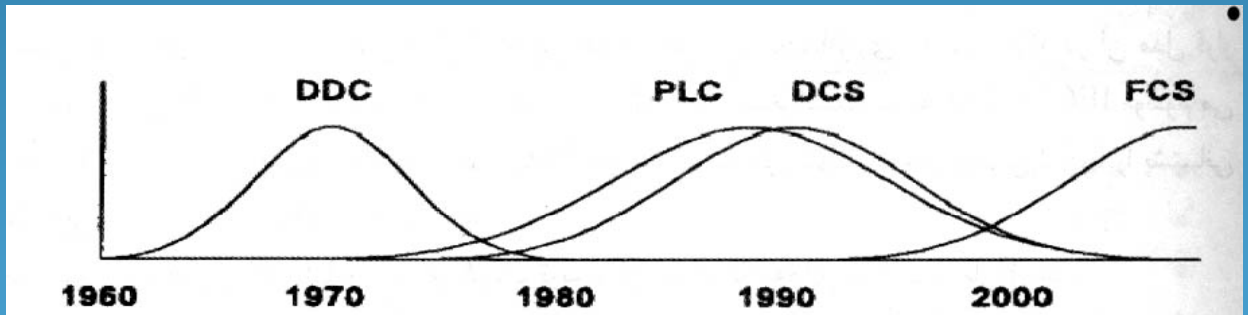
سیستم کنترل ترکیبی(مختلط)



سیستم کنترل ترکیبی (مختلط)

سیر تحول سیستم های اتوماسیون

- ۱۹۶۰ سیستم های متمرکز DDC
- ۱۹۶۸ سیستم های مبتنی بر PLC
- ۱۹۷۶ سیستم های کنترلی غیر متمرکز DCS
- ۱۹۹۴ سیستم های کنترلی مبتنی بر فیلد باس FCS



ظهور سیستم‌های مختلف کنترل

سیستم های PC Based

کامپیوتر نقش کنترل را ایفا می کند (مشابه DDC ولی از نظر سخت افزار و نرم افزار کاملا متفاوت است)

- PC Based نرم افزاری

  کامپیوتر معمولی ولی نرم افزار خاص

- PC Based سخت افزاری

  از CPU خاص مشابه CPU به کار رفته در PLC

مزایا

- از نظر اقتصادی نسبت به سایر روشها کم هزینه تر است.
- با استفاده از نرم افزارهای سطح بالا و قوی توابع پیچیده به راحتی پیاده سازی می شود.
- نیاز به مانیتورینگ جداگانه نیست

معایب

- چون سیستم عامل شناخته شده است لذا آسیب پذیر تر است
- قابلیت اعتماد سخت افزار کم است چون صنعتی نمی باشد.
- برگشت PC به کار نرمال در زمان قطع و وصل تغذیه طولانی تر از PLC است.
- استفاده همزمان از نرم افزارهای دیگر می تواند روی عملکرد کنترلر تاثیر بگذارد.

مزایا و معایب سیستم های کنترل مدرن

مزایا

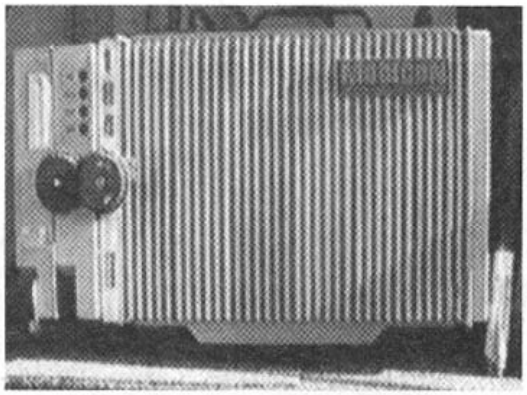
کاهش تجهیزات از نظر حجم و تعداد
کاهش هزینه نصب
کاهش هزینه سرویس و نگهداری
سهولت عیب یابی سیستم
سهولت توسعه سیستم
امکان انجام عملیات مهندسی در حین کار
امکان کنترل دقیق پارامترهای مرتبط با کیفیت محصول
امکان مانیتورینگ به صورت متمرکز یا گسترده
.....

معایب

نیاز به افراد متخصص
عدم امکان ساخت و تعمیر بسیاری از اجزا سیستم
نیاز مداوم به ارتقا

تاریخچه PLC :

۱۹٦۸ توسط شرکت Bedford برای جنرال موتورز



Modicon 184 – اولین PLC صنعتی

از چپ به راست

Morley, Boissevain, Scwerk, Landau.

سازندگان به ترتیب سال ساخت:

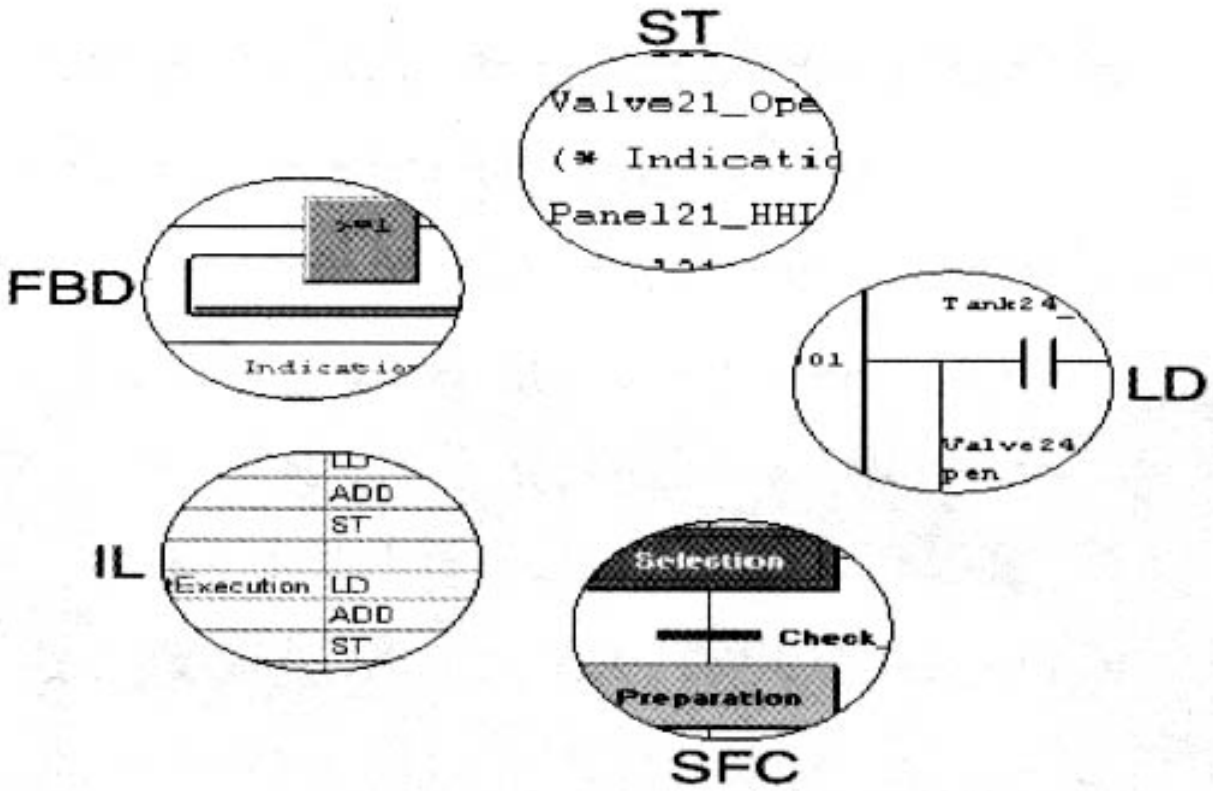
Modicon
Allen Bradley
General Electric
Siemense
Omron
AEG
ABB
Merlin Green
Toshiba
Mitsubishi
FujiElectric
Hitachi

استاندارد سازی PLC توسط IEC

شروع ۱۹۷۹ تا ۱۹۹۰ و ارائه استاندارد IEC1131

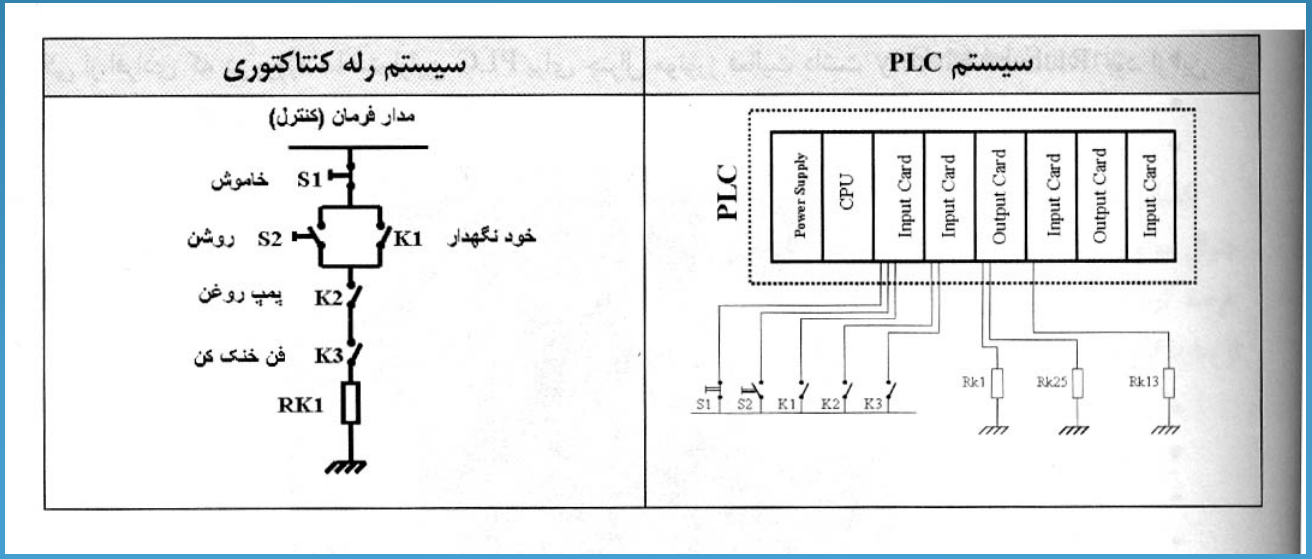
برنامه نویسی استاندارد شده

- روش دیاگرام نردبانی LD (Ladder Diagram)
- روش بلوک دیاگرامی FBD (Function Block Diagram)
- روش کد نویسی سطح پایین IL (Instructio List)
- روش ساختار یافته ST (Structureed Text)
- روش گرافیکی SFC (Sequential Function Chart)



زبان‌های برنامه‌نویسی PLC در استاندارد IEC

در PLC های اولیه سیگنالها همگی دیجیتال ولی در ادامه روند توسعه ، قابلیت استفاده از سیگنالهای آنالوگ نیز به آن اضافه شد ولی به دلیل ساختار متمرکز آن برای لوپ های کنترلی زیاد مناسب نبود و نتوانست جایگزین DCS شود



مقاسیسه PLC با سیستم های رله کنتاکتی

سیم کشی کمتر

تجهیزات کمتر

فضای کمتر

عیب یابی ساده تر

عدم نیاز به سرویس و نگهداری

سهولت توسعه سیستم

طراحی ساده تر

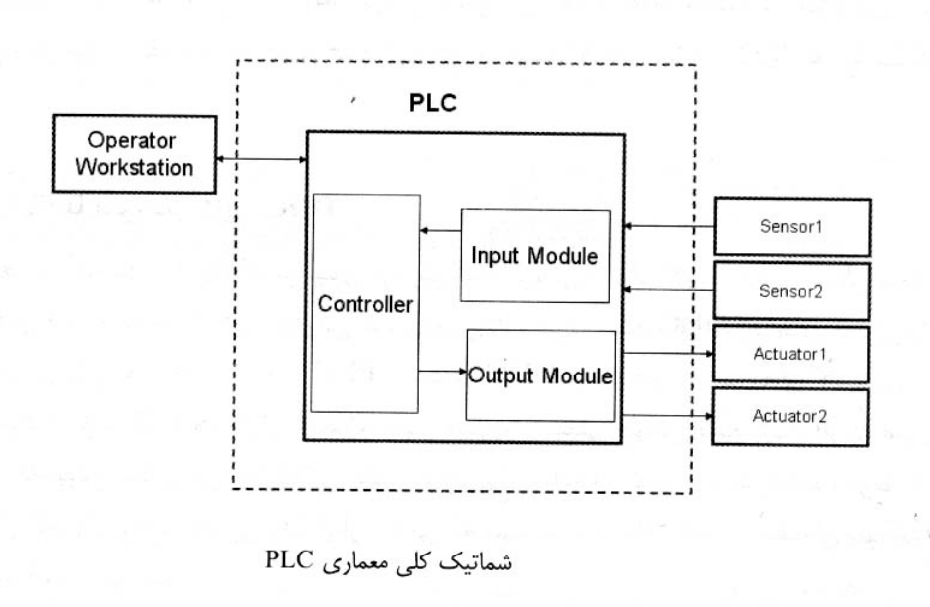
امکان اجرای محاسبات پیچیده

تاخیر کمتر

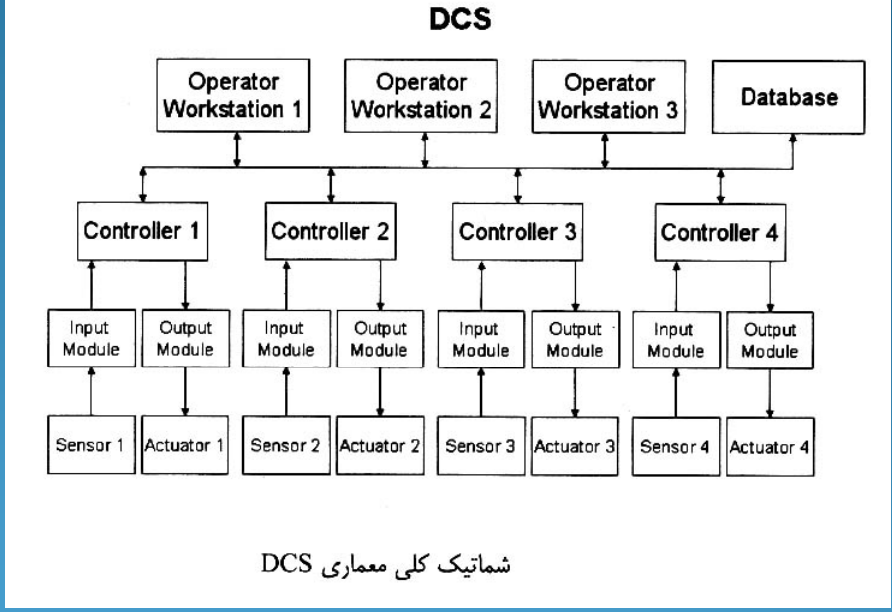
هزینه کمتر

مقایسه PLC با سیستم های DCS

تفاوت معماری



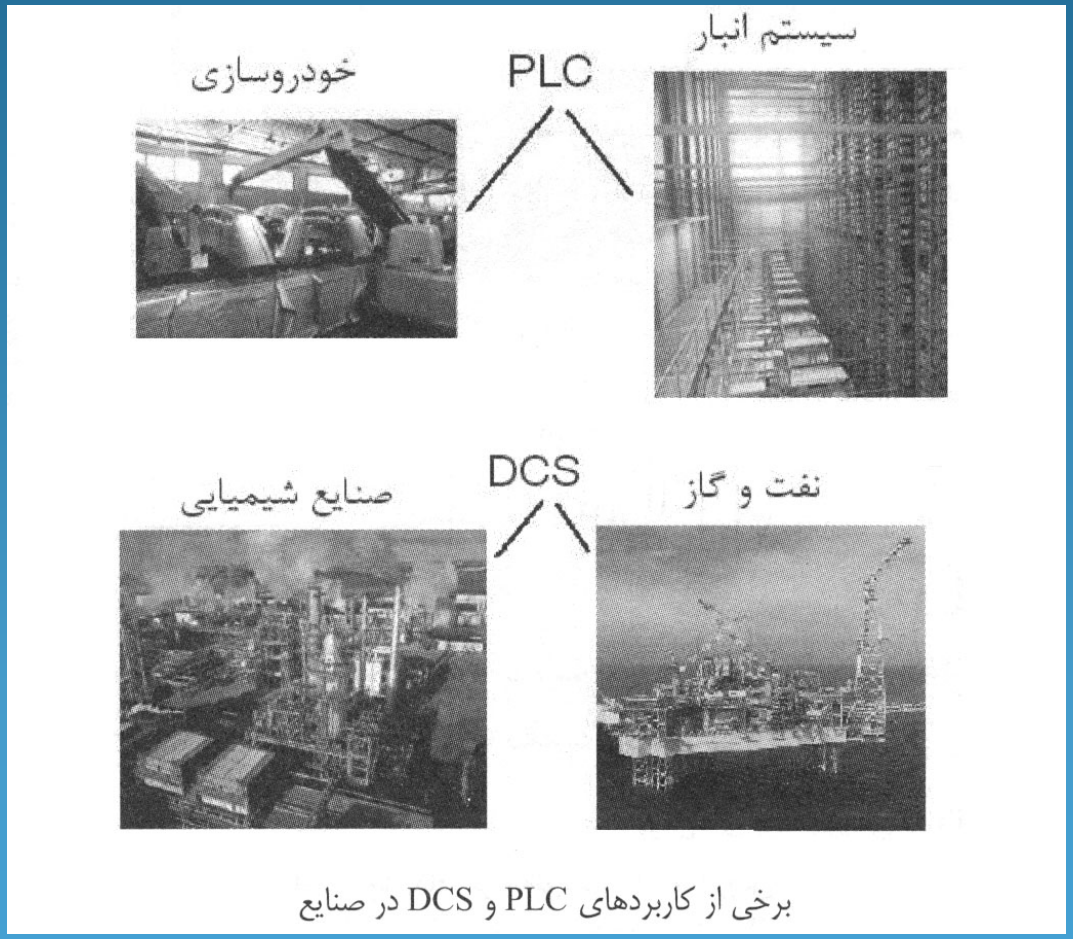
شماتیک کلی معماری PLC



شماتیک کلی معماری DCS

مقایسه PLC با سیستم های DCS

تفاوت کاربری



برخی از کاربردهای PLC و DCS در صنایع

مقایسه PLC با سیستم های DCS

تفاوت در روشهای برنامه نویسی

DCS : زبانهای برنامه نویسی سطح بالا
(به صورت گرافیکی مانند CFC)

PLC : زبانهای برنامه نویسی سطح پایین
(مانند LD ، ST ، FBD)

اگر در DCS از زبانهای سطح پایین استفاده شود امکانات مانیتورینگ از دست می رود و اگر در PLC از زبانهای سطح بالا استفاده شود بار پردازش افزایش می یابد.

قسمت های تشکیل دهنده ماشینهای صنعتی

الکتریسیته	مکانیک
قدرت	عمل کننده های مکانیکی
فرمان	سنسورهای مکانیک
کنترل	رابط های مکانیکی

قسمت های الکتریکال ماشینهای صنعتی

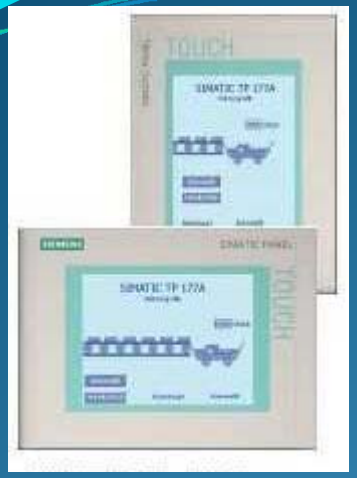
قدرت : تابلوهای توزیع و تابلوهای تغذیه المانهای برقی.

فرمان : تابلوهای فرمان و کنترل کننده ماشین

کنترل : تابلوها و صفحاتی که وضعیت سیستم را نمایش داده و می توان توسط آن ماشین را کنترل کرد.

تفاوت سیستم های قدیم و فعلی

سیستم های رله کنتاکتی	سیستم های مبتنی برPLC
قدرت : تابلوهای توزیع و تغذیه	**قدرت :** تابلوهای توزیع و تغذیه
فرمان : رله کمکی تایمرهای سخت افزاری کانترهای سخت افزاری مدارات رله کنتاکتی	**فرمان :** سخت افزار PLC برنامه نویسی کامپیوتری
کنترل : تابلوهای mimic تابلوهای سخت افزاری(LCP)	**کنترل :** سیستم های مانیتورینگ HMI


TOUCH
SIMATIC PANEL

SIEMENS
SIMATIC PANEL
Simatic
OP 77B
STOP

TOUCH
SIMATIC PANEL
TP 177micro

SIMATIC PANEL
Simatic OP 73 micro

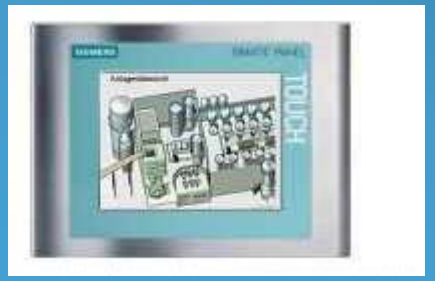
SIEMENS
TD 200

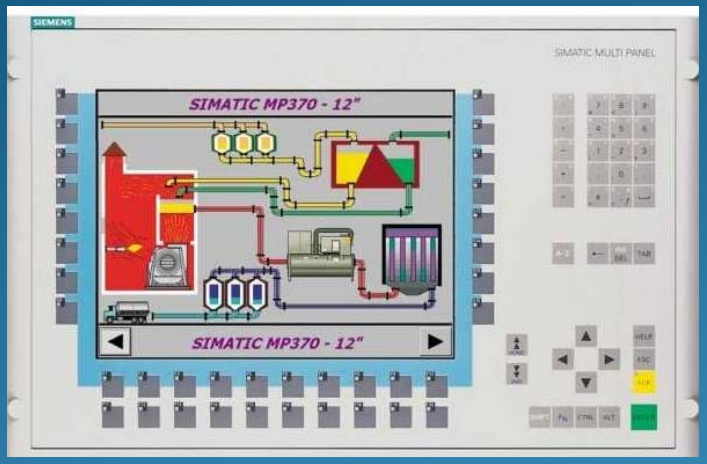
SIEMENS
SIMATIC PANEL
TOUCH

SIEMENS
SIMATIC PANEL
Simatic OP 73
STOP

SIEMENS
SIMATIC PANEL
TOUCH

SIEMENS
F1
F2
ESC
ENTER


SIEMENS
SIMATIC PANEL
TOUCH

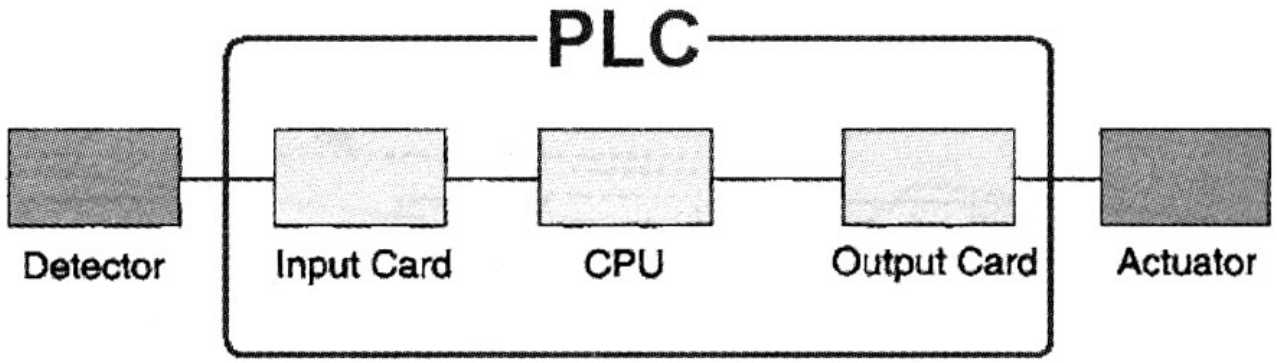

SIEMENS
SIMATIC MULTI PANEL
SIMATIC MP370 - 12"
SIMATIC MP370 - 12"

SIEMENS
SIMATIC MULTI PANEL
Automotive industry
Assembling
Lacquering

SIEMENS
SIMATIC MULTI PANEL

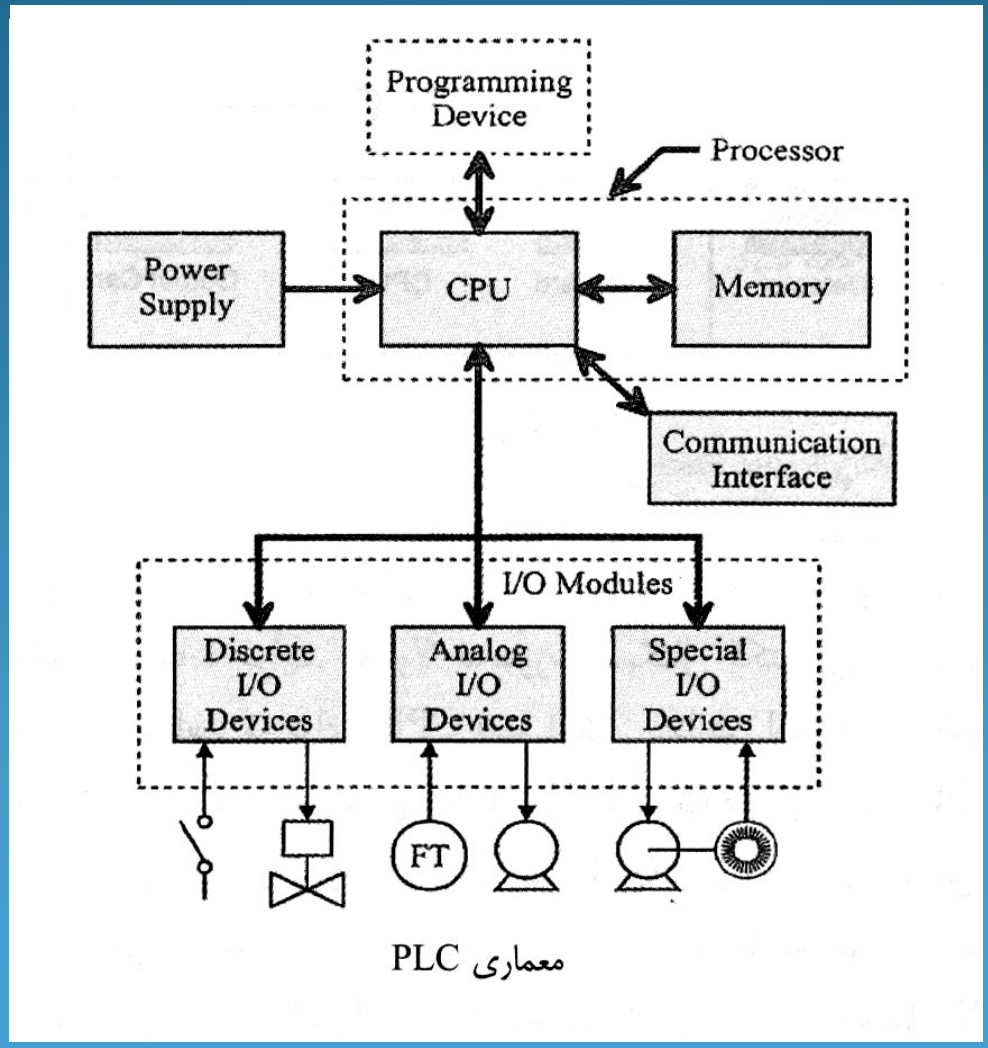
SIEMENS
SIMATIC MULTI PANEL
Cutter
Run
Roller
ACK
TOUCH

سه بخش اصلی یک PLC



سه بخش اصلی یک PLC

اجزای اصلی PLC



معماری PLC

اجزای اصلی PLC

- پردازشگر CPU
- حافظه Memory
- بخش تغذیه Power Supply
- بخش ارتباطات Communication
- بخش ارتباط با وسیله برنامه ریزی (زیر مجموعه ارتباطات) Programming
- بخش ورودی خروجی

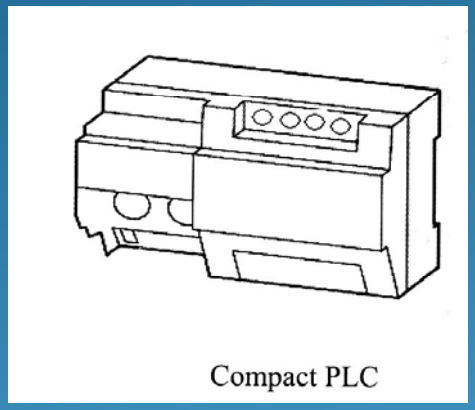
  دیجیتال Discrete

  آنالوگ Analog

  خاص Special

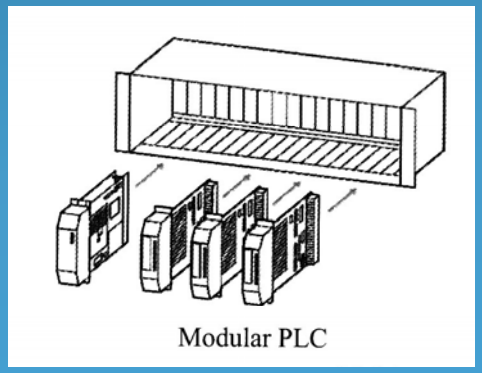
دو نوع PLC

Compact یکپارچه



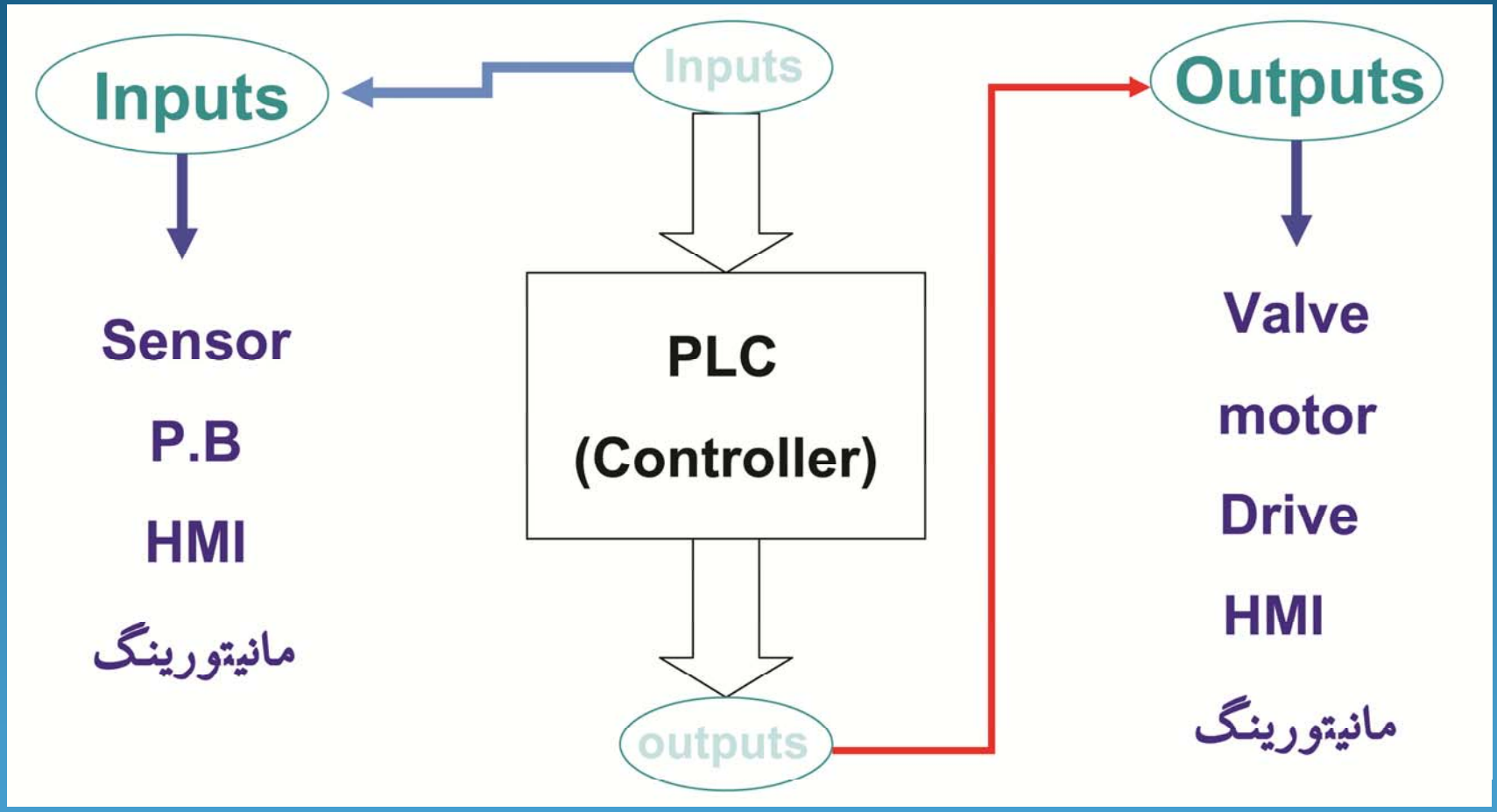
Compact PLC

Modular ماژولار



Modular PLC

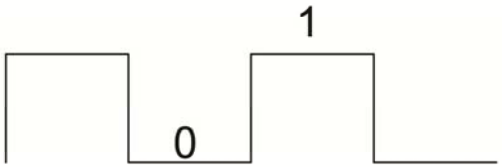
آشنایی با وسایل ورودی و خروجی



استاندارد سیگنالهای الکتریکی در صنعت

Electrical Signals ;

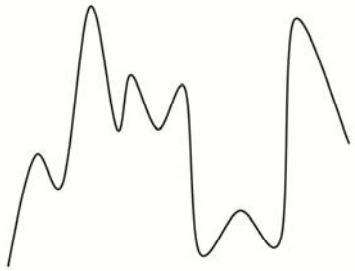
- Digital Signals :



Level 0 : 0 VDC , 0vac

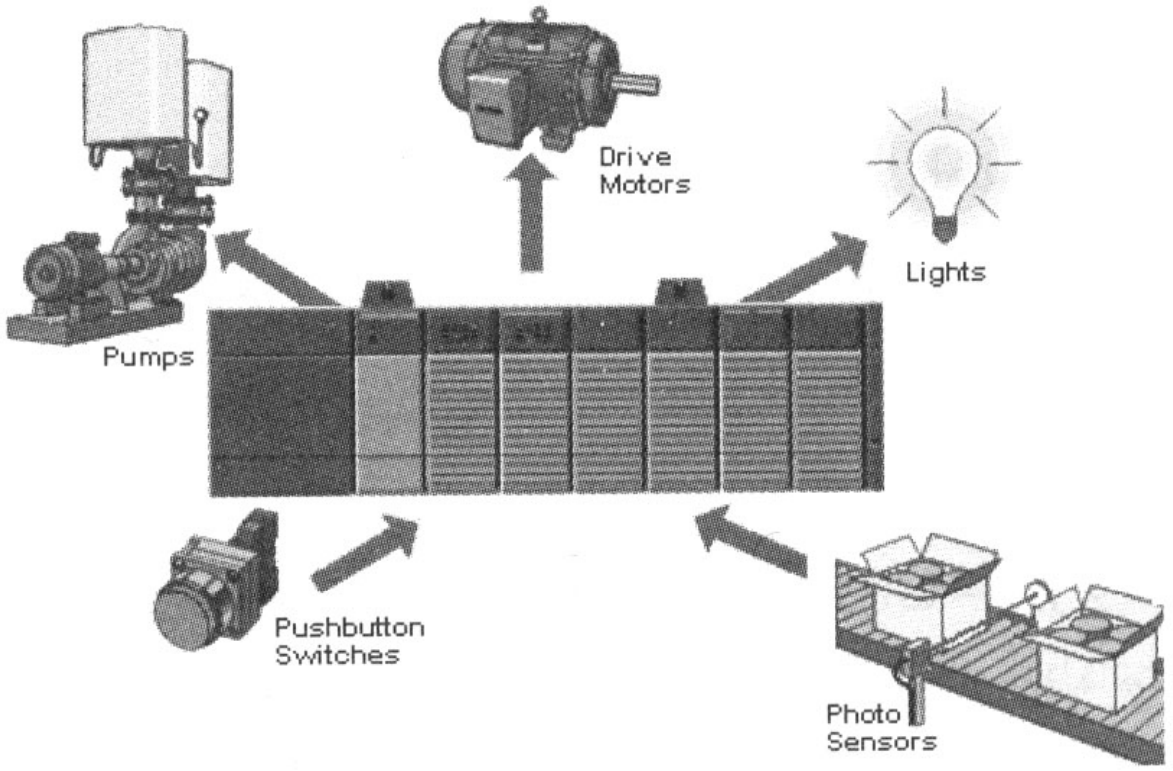
Level 1 : 5 VDC , 12 VDC ,24 VDC ,48 VDC , 110vac , 220vac

- Analog Signals :



Type : **Range :**

VOLTAGE	CURRENT	RESISTANCE
0..10 VDC	0 .. 20 ma	300 OHM
-10 .. 10 VDC	4..20 ma	600 OHM
0 .. 5 VDC	-20 .. 20 ma	1000 OHM
1 ..5 VDC	0 .. 10 ma	3 K OHM
Thermocouple	2 ..10 ma	6 K OHM
…	…	RTD

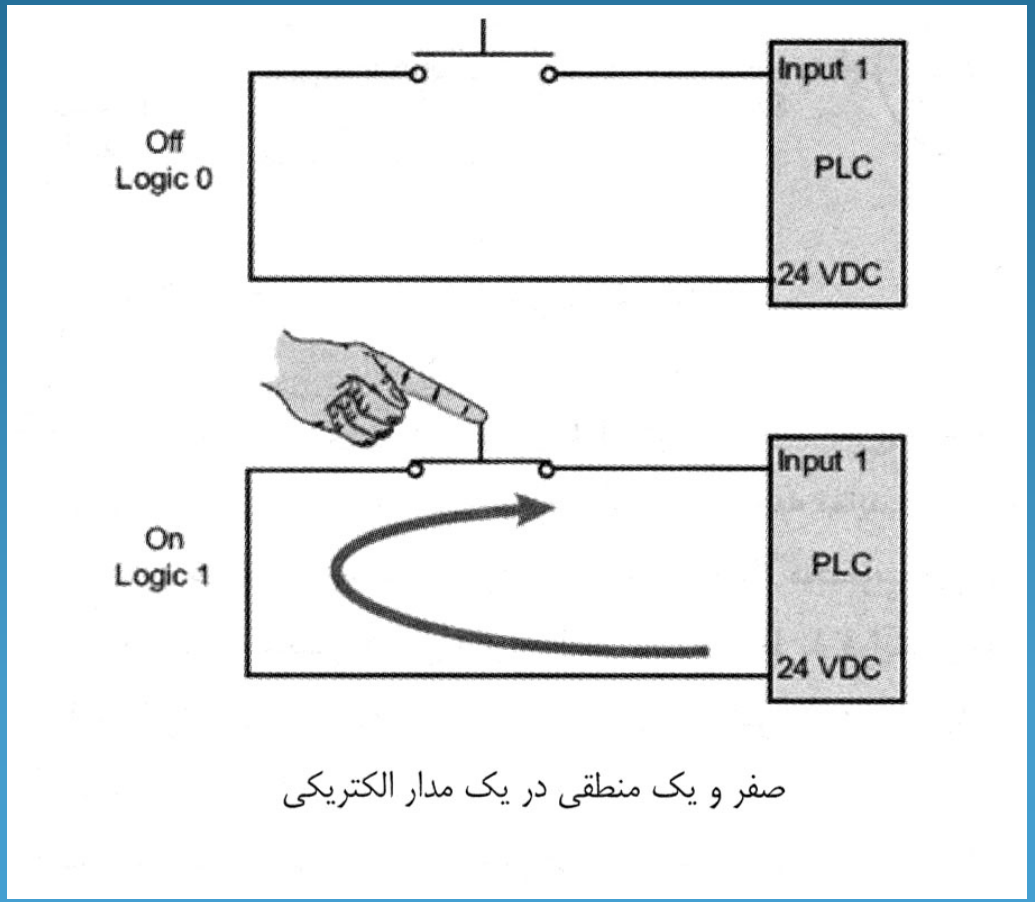


ارتباط PLC با ورودی و خروجی‌ها

انواع سیگنالها در PLC

Digital Input	ورودی دیجیتال
Digital Output	خروجی دیجیتال
Analog Input	ورودی آنالوگ
Analog Output	خروجی آنالوگ

سیگنالهای ورودی دیجیتال (Digital Input)



صفر و یک منطقی در یک مدار الکتریکی

ادوات تولید کننده سیگنالهای دیجیتال

* شستی ها و کلید های اپراتوری

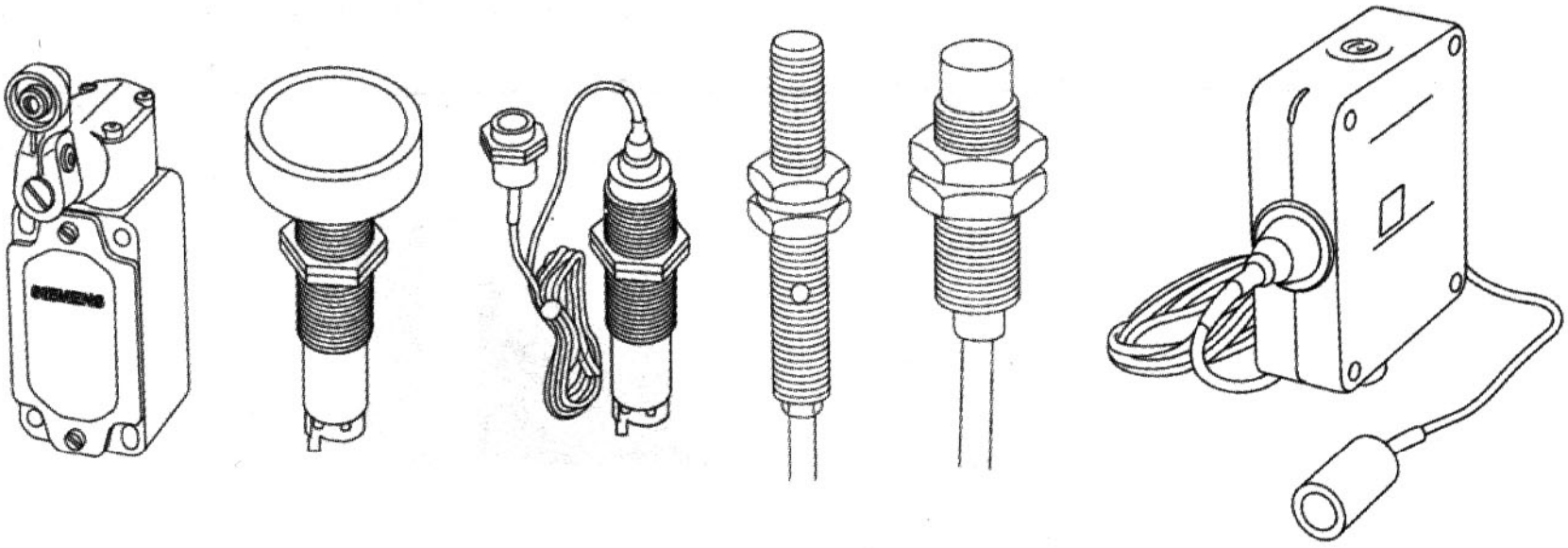
پوش باتون

کلید سلکتوری

ادوات تولید کننده سیگنالهای دیجیتال

* سنسورها :

- تماسی : لیمیت سوئیچ
- غیر تماسی :
  - مجاورتی (خازنی ، القایی)
  - التراسونیک
  - فوتو الکتریک
- سوئیچ های فرآیندی : دما ، فشار ، سطح ، فلو و .....



نمونه‌ای از سنسورهای دیجیتال

ادوات دریافت کننده سیگنالهای دیجیتال(سیگنال خروجی دیجیتال)

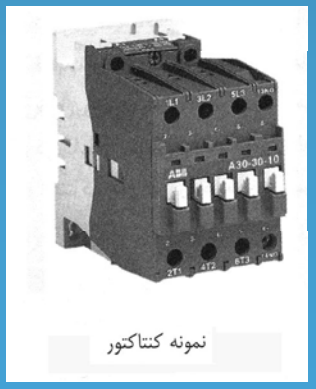
محرک های منطقی :

وسائل هشدار دهنده ، لامپ سیگنال ، رله های فرمان و ....

سلونوئیید ولوها

نمونه سلونوئید ولو

کنتاکتورها



نمونه کنتاکتور

سیگنالهای ورودی آنالوگ (Analog Input)

- دما
- فشار
- ارتفاع سطح
- فلو
- وزن
- رطوبت
- موقعیت
- .....

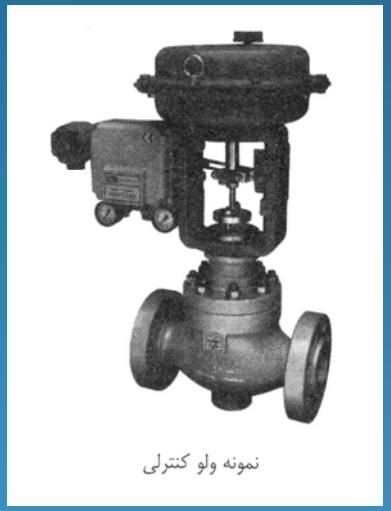
ترانسدیوسر: مبدلی است که کمیت مورد اندازه گیری را حس کرده و نتیجه را به سیگنال الکتریکی تبدیل می نماید.

ترانسمیتر: مبدلی است که کمیت مورد اندازه گیری را حس کرده و نتیجه را به سیگنال الکتریکی استاندارد جهت ارسال به کنترلر تبدیل می نماید.

PROBE

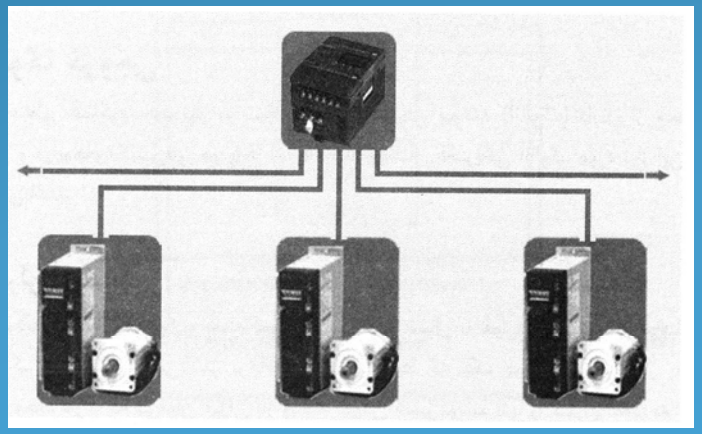
سیگنالهای خروجی آنالوگ (Analog Output)

- ولوهای کنترلی

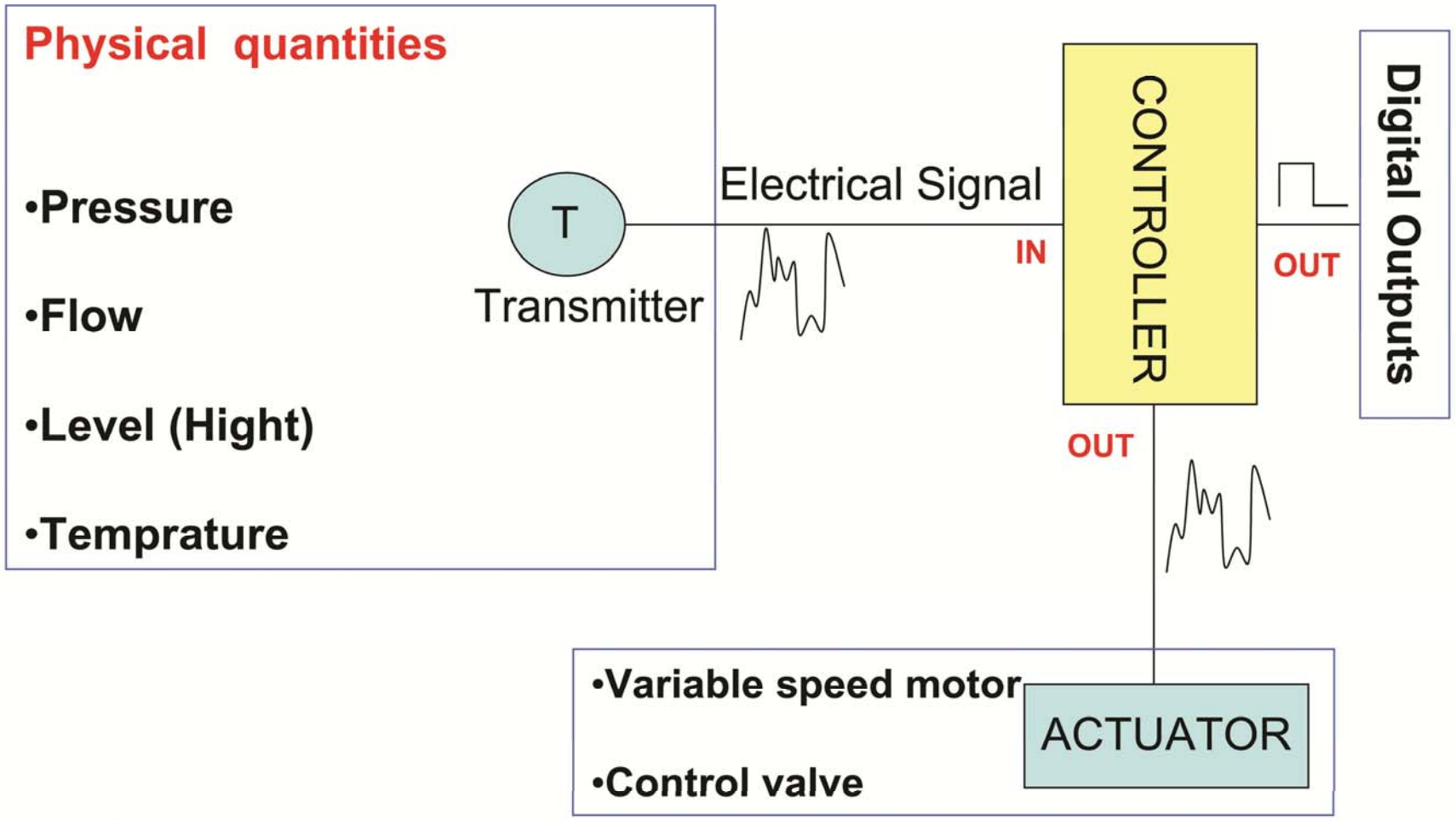


نمونه ولو کنترلی

- درایو کنترل دور موتورهای الکتریکی



Analog Signals :



سیستم های کنترل زیمنس

- سیستم های PLC : LOGO , S7 , S5
- سیستم های PC Based : WinLC , WinAC
- سیستم های کنترل پروسه (DCS) :
  Teleperm , APACS , PCS7
- سیستم های کنترل خاص

PLCهای خانواده S7

- S7 – 200
- S7 – 300
- S7 – 400
- S7 – 1200
- C7

S7 – 200

CPU 221, 222, 224, 226, 226 XM

Overview
CPU 221

- The smart compact solution
- With 10 inputs/outputs on board
- Not expandable

Overview
CPU 222

- The superior compact solution
- With 14 inputs/outputs on board
- Expansion capability for max. 2 expansion units

Overview
CPU 224

- The compact high-performance CPU
- With 24 inputs/outputs on board
- Expansion capability for max. 7 expansion units

Overview

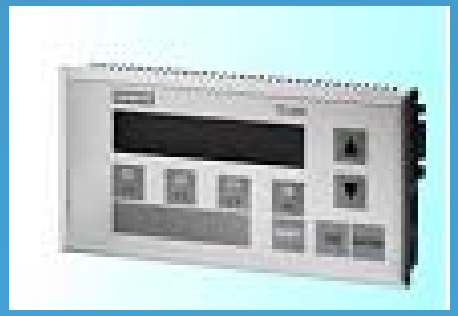
CPU 226

- The high-performance package for complex technical tasks
- With additional PPI port for added flexibility and communication options
- With 40 inputs/outputs on board
- Expansion capability for max. 7 expansion units

Overview

CPU 226 XM

- The high-performance package for large-scale technical tasks
- With an additional PPI connection for increased flexibility and communication options
- 40 on-board inputs/outputs
- Expansion capability for max. 7 expansion units
- Enhanced program and data memory



SIMATIC TP170

S7 – 300

CPU 312, 313, 314, 315, 316,318 , 312C , 313C , 313C 2 DP, ….

Overview
CPU 312

- The starter CPU for Totally Integrated Automation (TIA).
- For small-scale applications with moderate requirements on the processing speed.

Overview

CPU 312C

- The compact CPU with integrated digital inputs and outputs
- For small applications with high requirements in terms of processing power
- With process-related functions

Overview

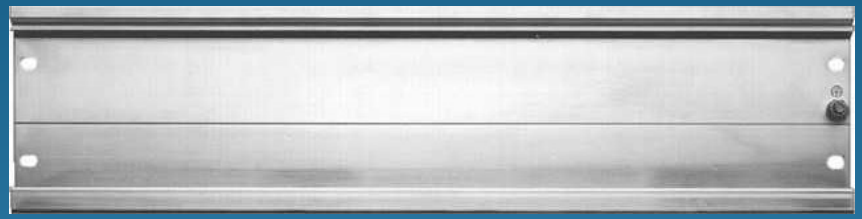
CPU 315-2 DP

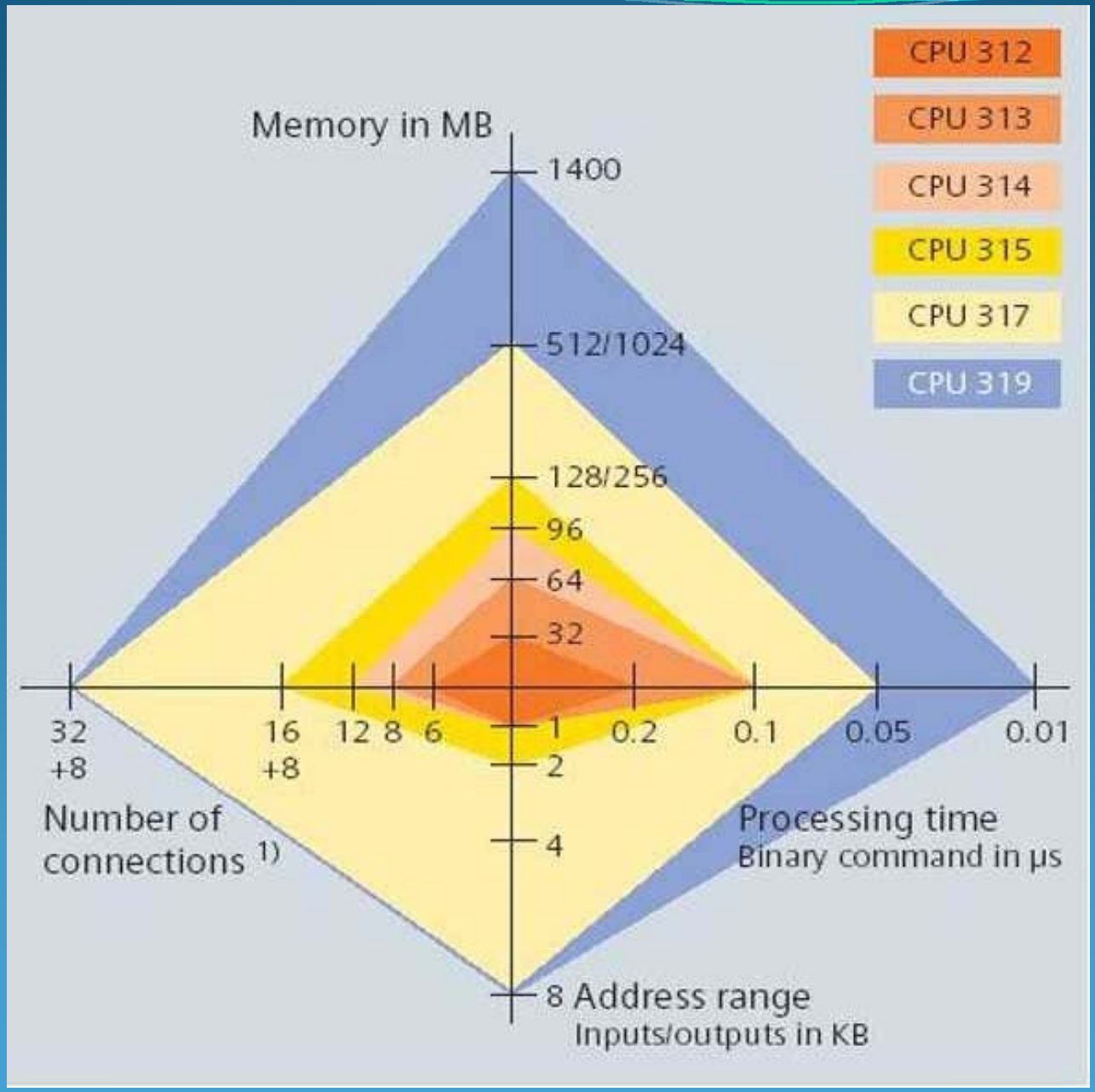
- The CPU with medium to large program memory and quantity framework for the use, if required, of SIMATIC Engineering Tools
- High processing performance in binary and floating-point arithmetic
- PROFIBUS DP master/slave interface
- For extensive I/O configurations
- For setting up distributed I/O structures

Overview

CPU 314C-2 DP

- The compact CPU with integrated digital and analog I/Os and PROFIBUS DP master/slave interface
- With process-related functions
- For tasks with special functions
- For the connection of standalone I/O devices




CPU 312
CPU 313
CPU 314
CPU 315
CPU 317
CPU 319
Memory in MB
1400
512/1024
128/256
96
64
32
32
+8
16
+8
12
8
6
1
2
4
0.2
0.1
0.05
0.01
Number of
connections 1)
Processing time
Binary command in µs
8 Address range
Inputs/outputs in KB

S7 – 400

CPU 412, 414, 416, 417, ….

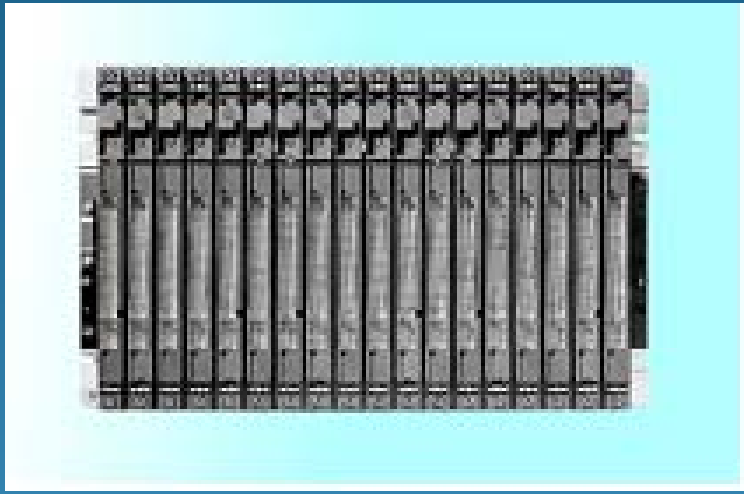
Overview

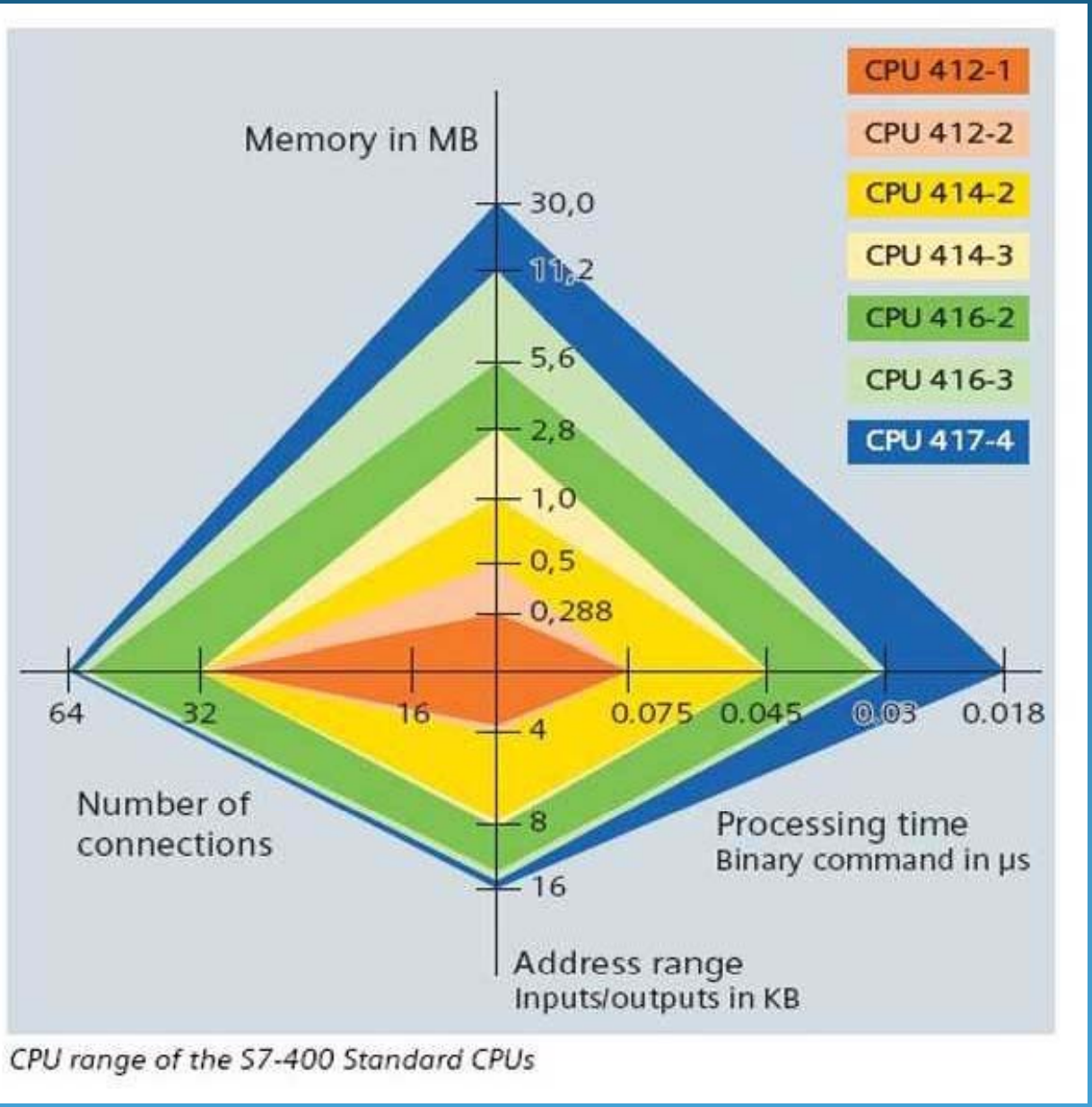
CPU 412-1, CPU 412,2

- Economical entry into the medium performance range
- Suitable for use in small and medium-sized systems with medium-range perfor-mance requirements

Overview
CPU 417-4

- The most powerful SIMATIC S7-400 CPU
- Can be used in the most sophisticated installations in the upper performance range
- With integrated PROFIBUS DP master interface
- Has 2 slots for IF modules (for serial interfaces)





CPU range of the S7-400 Standard CPUs

SIMATIC C7

LOGO! logic module

SIEMENS
RUN/STOP
LOGO!