نسخه غیر رسمی

BIG BANG
Scientific Series

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

نویسنده: مسعود احمدی باغ نی

فیلدباس کاربردی
سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل
نویسنده: مسعود احمدی باغ نی

فهرست مطالب

عنوان ..... صفحه

مقدمه vii

فصل اول : مروری بر شبکه های کامپیوتری

خلاصه ای از شبکه های کامپیوتری ۱

فصل دوم : سیرتکاملی سیستم های کنترل

سیستم کنترل چیست؟ ۱۸

کنترل دستی ۱۹

کنترل نیوماتیک و هیدرولیک ۲۱

سیستم کنترل الکترونیکی آنالوگ ۲۳

کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر یا PLC ها.....۲۴

سیستم کنترل دیجیتال بی واسطه ۲۵

سیستم کنترل غیرمتمرکز DCS ۲۶

سیستم کنترل فیلدباس ۲۷

سیستم کنترل بی سیم ۲۹

سیستم خواباندن اضطراری کارخانه یا ESD ۳۱

سیستم کنترل ترتیبی یا SCS ۳۵

فصل سوم: از فیلدباس چه می خواهیم؟

از فیلدباس چه می خواهیم؟ ۳۸

مزایای فیلدباس ۳۹

تکنولوژی فیلدباس پایه ۴۳

لایه فیزیکی ۴۴

H1 Fieldbus ۴۶
کابل کشی فیلدباس ۴۷
انواع توپولوژی یا همبندی در فیلدباس ۴۸
سگمنت یا حلقه فیلدباس ۴۹
محدودیت های طول کابل ۵۱
محاسبه مجموع طول یک سگمنت ۵۱
سیم کشی با ترکیبی از کابل ها ۵۲
منبع تغذیه ۵۲
پشته مخابراتی (ارتباطات) یا Communication Stack ۵۴
انواع تجهیزات فیلدباس ۵۴
ارتباطات برنامه ریزی شده ۵۵
ارتباطات برنامه ریزی نشده ۵۶
عملکرد برنامه ریز فعال پیوند(LAS) ۵۷
برنامه داده اجباری (CD) ۵۷
لیست تجهیزات فعال (Live List) ۵۸
همزمانسازی ۵۸
ارسال نشانه یا Token Passing ۵۸
پشتیبان LAS ۵۹
زیرلایه دسترسی به فیلدباس ۵۹
رابط مخابراتی مجازی (VCR) ۵۹
مشخصه پیام فیلدباس (FMS) ۶۱
لایه کاربری (User Application) ۶۱
بلوک تابع یا Function Block ۶۳
مدیریت سیستم فیلدباس و ماکروسایکل ۶۶

توصیف دستگاه (Device Description) ۶۸

فصل چهارم : فیلدباس در عمل

ساختار کنترل فیلدباس ۶۹

انواع باس ها در شبکه فیلدباس ۷۶

پایان دهنده خط یا ترمیناتور ۷۷

ایمنی ذاتی فیلدباس (FISCO) ۸۰

باس H2 ..... ۸۵

کارت ها و تجهیزات سیستم کنترل فیلدباس ۸۹

باس HSE ۹۳

ترانسمیترها و عملگرهای فیلدباس ۹۴

سفت افزار یا Firmware ۹۶

بلوک های فیلدباس ۱۰۱

کالیبراسیون و چک تجهیزات فیلدباس ۱۰۹

کنترل کننده های فیلدباس ۱۱۳

زیر سیستم ها (Sub Systems) ۱۲۰

فصل پنجم: نرم افزارهای فیلدباس

نرم افزارهای فیلدباس ۱۲۵

نرم افزار پیکربندی سخت افزار و تجهیزات شبکه ۱۳۱

نرم افزارهای طراحی استراتژی های کنترل ۱۲۷

نرم افزارهای عیب یابی تجهیزات وشبکه ۱۲۸

نرم افزارهای طراحی صفحات نمایشی و مانیتورینگ ۱۲۹

نرم افزارهای آلارم ، نمودار و گزارش ۱۳۰

نرم افزارهای تبادل داده ۱۳۲

نرم افزارهای گردآوری اطلاعات ۱۳۲

سیستم عامل های مورد استفاده در سیستم های کنترل ۱۳۷

فصل ششم : مفاهیم تخصصی فیلدباس

پروتکل مدیریت سیستم ۱۳۹
پروتکل هسته مدیریت سیستم ۱۳۹
توصیف فیزیکی (PD) ۱۳۹
دسترسی به تجهیز فیلدباس (FDA) ۱۳۹
انواع مدیریت سیستم ۱۴۰
کاربردها ۱۴۰
مدیریت پروژه های فیلدباس ۱۴۰
دستگاه مجازی سایت (VFD) ۱۴۱
موضوعات FMS ۱۴۲
مبنای اطلاعات مدیریت (MIB) ۱۴۳
متغییرهای ثبت (RV) ۱۴۳
سرویس های FMS ۱۴۳
زیر اندیس (sub index) ۱۴۵
مدهایی که یک بلوک می پذیرد ۱۴۶
وضعیت مشاهده پارامترها یا متغییرهای فیلدباس ۱۴۷
فایل های اطلاعات تجهیزات فیلدباس ۱۴۸

فصل هفتم: طراحی استراتژی کنترل در فیلدباس

برنامه پیکربندی SYSCON ۱۵۰
طراحی یک پروژه با syscon.....۱۵۲

DF51Fielbus Controller ۱۵۸

MB700 ..... ۱۶۱

کاربرد بلوکهای تابع ۱۶۵

On – line شدن به شبکه ۱۷۰

فصل هشتم : طراحی HMI در فیلدباس

طراحی صفحات نمایشی و مانیتورینگ با Graphworx ۱۸۶

ایجاد یک پروژه با نرم افزار GraphWorx ۱۹۰

نمایش داده ها و اطلاعات دریافت شده از ترانسمیتر ها و تجهیزات دیگر روی صفحه ی نمایش..... ۱۹۸

تعریف سوییچ و

دکمه..... ۲۰۱

ایجاد صفحه ی نمودارهای مسیری (Trend)..... ۲۰۲

ساخت نمودار مسیری برای یک پارامتر یا تگ..... ۲۰۷

برنامه در مد اجرا یا Runtime..... ۲۰۸

فصل نهم : OPC و پیوند های بین برنامه ای

OPC چیست؟ ۲۱۱

مدل شیئی مولفه یا COM ۲۱۲

شیء یا Object ۲۱۳

رابط برنامه یا Interface ۲۱۴

شناسه های COM ۲۱۵

مبادله داده های دینامیکی یا DDE ۲۱۶

نرم افزار راه انداز یا Driver ۲۱۷
مدل شیء مولفه های توزیع شده یا DCOM ۲۱۸
ActiveX ۲۲۱
ActiveX Control ۲۲۱
OPC (OLE for Process Control) ۲۲۳
OPC Server و ویژگی های آن ۲۲۴
مقایسه DDE و OPC ۲۲۷

پیوست ها

پیوست ۱: اثر ترمیناتور بر شکل موج فیلدباس ۲۳۰
پیوست ۲: ماکروسایکل یک حلقه کنترل ۲۳۲
پیوست ۳ : لیست بلوک های کاربردی ۲۳۴
پیوست ۴ : جدول مقایسه فیلدباس با پروتکل های دیگر ۲۳۶
پیوست ۵ : زیرسیستم ۲۳۷
پیوست ۶ : سیستم کنترل YOKOGAWA ۲۳۸
پیوست ۷ : ساختار داخلی بلوک های AI, AO و PID ۲۵۷
پیوست ۸ : پارامترهای استاندارد بلوک های فیلدباس ۲۵۸
پیوست ۹ : برخی از فایل های فیلدباس ۲۵۹
پیوست ۱۰: مقایسه فیلدباس با آنالوگ ۲۶۲
پیوست ۱۱: کد واحدهای اندازه گیری ۲۶۳
پیوست ۱۲ : مقایسه لوپ چک فیلدباس با آنالوگ ۲۶۴
پیوست ۱۳ : ساختار اجرایی فیلدباس ۲۶۵
پیوست ۱۴ : اختصارات فیلدباس ۲۶۶
فهرست منابع ۲۷۰

پیشگفتار:

جدای از سیستم های کنترل بی سیم، فیلدباس پیشرفته ترین سیستم کنترل کنونی است که در ده سال گذشته با وجود اجراهای فراوان در پروژه های کوچک و بزرگ هنوز مورد نقد و بررسی قرار می گیرد.

کتاب های زیادی در خصوص فیلدباس ارائه گردیده اند که هر کدام به نوعی بیشتر به تکنولوژی و نصب فیلدباس بطور ایده ال پرداخته اند و اطلاعاتی که به ما می دهند تا حدودی یکسان و تئوری می باشند.

از آنجا که شرکت ملی صنایع پتروشیمی بخاطر فرایندهای تولیدی پیچیده و بزرگ خود به سیستم های کنترل با قابلیت اطمینان و کارایی بالا نیازمند است پیشرو استفاده از فیلدباس و تکنولوژی های مدرن کنترلی گردید و از این رو من نیز از سال ۲۰۰۲ با سیستم کنترل فیلدباس آشنا و در روند مراحل مختلف مهندسی ، نصب، راه اندازی و نهایتاً تعمیرات و نگهداری آنها حضور داشته ام و در این زمینه تجارب نسبتاً خوبی کسب نموده ام.

از سویی در برخورد با بسیاری از مهندسین الکترونیک ، کنترل و ابزاردقیق همواره سوالات زیادی در خصوص سیستم کنترل فیلدباس پرسیده می شود که معرفی یک مرجع عملی برای پاسخ به آنها ذهنم را مشغول کرده بود. از سال ۱۳۸۶ بر آن شدم تا کتابی که حاوی تجارب عملی باشد تدوین کنم تا علاقمندان بتوانند از آنچه که درباره فیلدباس می خواهند بدانند آگاهی یابند و از جهتی نیز گامی کوچک در راه ارتقا دانش فنی جامعه برداشته باشم.

کتابی که پیش رو دارید ماحصل تجربیات عملی با دو سیستم کنترل کاملاً فیلدباس در چند کارخانه بزرگ بوده که هر کدام تقریباً بیش از دوهزار نقطه کنترلی را داراست و این تجربیات همراه با استفاده گام به گام از اسناد ، ترجمه کاتالوگ ها و مدارک فنی سازندگان ، بحث و بررسی با کارشناسان خارجی و داخلی روی مسایل مطروحه فیلدباس و مشکلاتی که در حین کار رخ می داد و همچنین آموزشهای تخصصی ضمن خدمت در داخل و خارج از کشور بوده است.

اولین نکته ای که در نظر داشته ام مختصر و مفید بودن مطالب و فهرست وار کردن آنها جهت استفاده راحت تر از این کتاب و کاهش حجم آن بوده است ، هر چند که بنا به اجبار و برای حفظ مطلب گاهی موضوعاتی تکراری نیز دیده می شود.

نکته بعدی استفاده از عکس ها و نقشه های متعدد و گویا برای تشریح موضوعات بوده است. بسیاری از تصاویر داخل کتاب را برای اینکه تصور کاملی به خواننده القا نماید، ویرایش کرده و یا خود ترسیم نموده ام.

خواننده این کتاب باید اصول اولیه الکترونیک، کنترل و ابزاردقیق را بداند و داشتن اطلاعات در مورد شبکه های کامپیوتری، PLC و DCS به فهم وی کمک شایانی خواهد کرد. بر این اساس فصل اول کتاب را به خلاصه ای از شبکه های کامپیوتری و فصل دوم را به سیر تکاملی سیستم های کنترل و تشریح بسیار مختصر آنها اختصاص داده ام تا به مراجعه سریع خواننده به اصطلاحات مورد نیاز وی کمک نماید.

فصل سوم تئوری فیلدباس می باشد که تشریح و ترجمه ای از مقاله Fieldbus Technology است. این فصل که تقریباً در تمام کتاب ها و جزوات فیلدباس وجود دارد، تشریح فیلدباس ایده آل است و آنچه که ما از فیلدباس انتظار داریم تا بتوانیم یک کارخانه را با آن کنترل کنیم.

فصل چهارم بازنگری عملی فصل سوم است. در این فصل سعی شده با زبانی ساده به تشریح مفاهیم ، قابلیت ها و محدودیت های فیلدباس بطور عملی پرداخته شود. چون اکثر کسانی که به سراغ فیلدباس می آیند با PLC یا DCS آشنا هستند مثال های مقایسه ای بین آنها و فیلدباس آورده شده که باعث درک بهتر مطلب می گردد.

فصل پنجم خلاصه ای از مفاهیم تخصصی فیلدباس است که مرجع سریعی برای یافتن اصطلاحات و اختصارات به کار رفته در فیلدباس می باشد. این قسمت به خاطر کاربرد زیاد در نرم افزارها کمک زیادی به خواننده خواهد نمود زیرا در هنگام مواجهه با یک سیستم ، دانستن اختصارات و مفاهیم آنها بسیار مفید بوده و صرف وقت را به حداقل می رساند.

در فصل ششم به بررسی اجمالی نرم افزارهای عمومی سیستم های کنترل فیلدباس پرداخته ام. این بخش از کتاب همواره یکی از سوال بر انگیز ترین موضوعات فیلدباس وحتی دیگر سیستم های کنترل بوده است. با بررسی این قسمت ما به قدرت وگستردگی کاربردی سیستم های فیلدباس پی خواهیم برد.

در فصل هفتم نیز کار با نرم افزار پیکربندی شبکه فیلدباس و چگونگی طراحی یک پروژه ساده آورده شده است.

در فصل هشتم طراحی صفحات نمایشی یا مانیتورینگ در فیلدباس آمده است تا خواننده را با کاربرد عملی فیلدباس آشنا کند.

در فصل نهم نیز به تشریح نحوه استاندارد سازی ارتباطات بین برنامه ای بر مبنای OPC در سیستم های کنترل نوین پرداخته ام که در دهه اخیر یکی از مزایای هر سیستم کنترل گردیده است.

سعی کرده ام در پیوست ها مسائلی را که همواره شخصاً با آن درگیر بوده ام و یا بیشترین سوالات را که در حین تدریس و یا مباحثه با آنها مواجه شده ام برای خوانندگان ارائه نمایم تا این کتاب کاربردی تر گردد.

در این کتاب هر جا از واژه Fieldbus استفاده شده منظور سیستم کنترل بر مبنای Foundation Fieldbus است.

منابع اصلی کتاب از اسناد smar، Yokogawa، EMERSON و ABB انتخاب شده اند چرا که این شرکتها از معدود سازندگان سیستم کنترل فیلدباس و به نحوی صاحب قدرتمند ترین و کاربردی ترین ساختار FCS می باشند. مراجع تئوری نیز اسناد کمیته فیلدباس یا همان Fieldbus Foundation™ هستند.

نرم افزارهای انتخاب شده برای آموزش در این کتاب نرم افزارهای شرکت smar هستند و دلایل آن به شرح ذیل می باشند:

کاملاً فیلدباس بودن این سیستم نه مختلط بودن آن

راحتی نصب و استفاده از لیسانس موقت (Demo) و بهره گیری از شبیه ساز (Simulator) در برنامه smar.

چون نرم افزار سیستم های مختلف به سمت استاندارد شدن سیر می کنند آشنا شدن با یک نرم افزار از یک سازنده حداقل هشتاد درصد از قابلیت های نرم افزار سازندگان دیگر را برای خواننده برآورده می سازد.

لطفاً سوالات ، نظرات و انتقادات خود را در مورد این نگاشته از من دریغ نفرمایید:

www.west-control.blogfa.com

Mail: baghenay@yahoo.com

Mobile: 0918 830 66 42

مسعود احمدی باغ نی

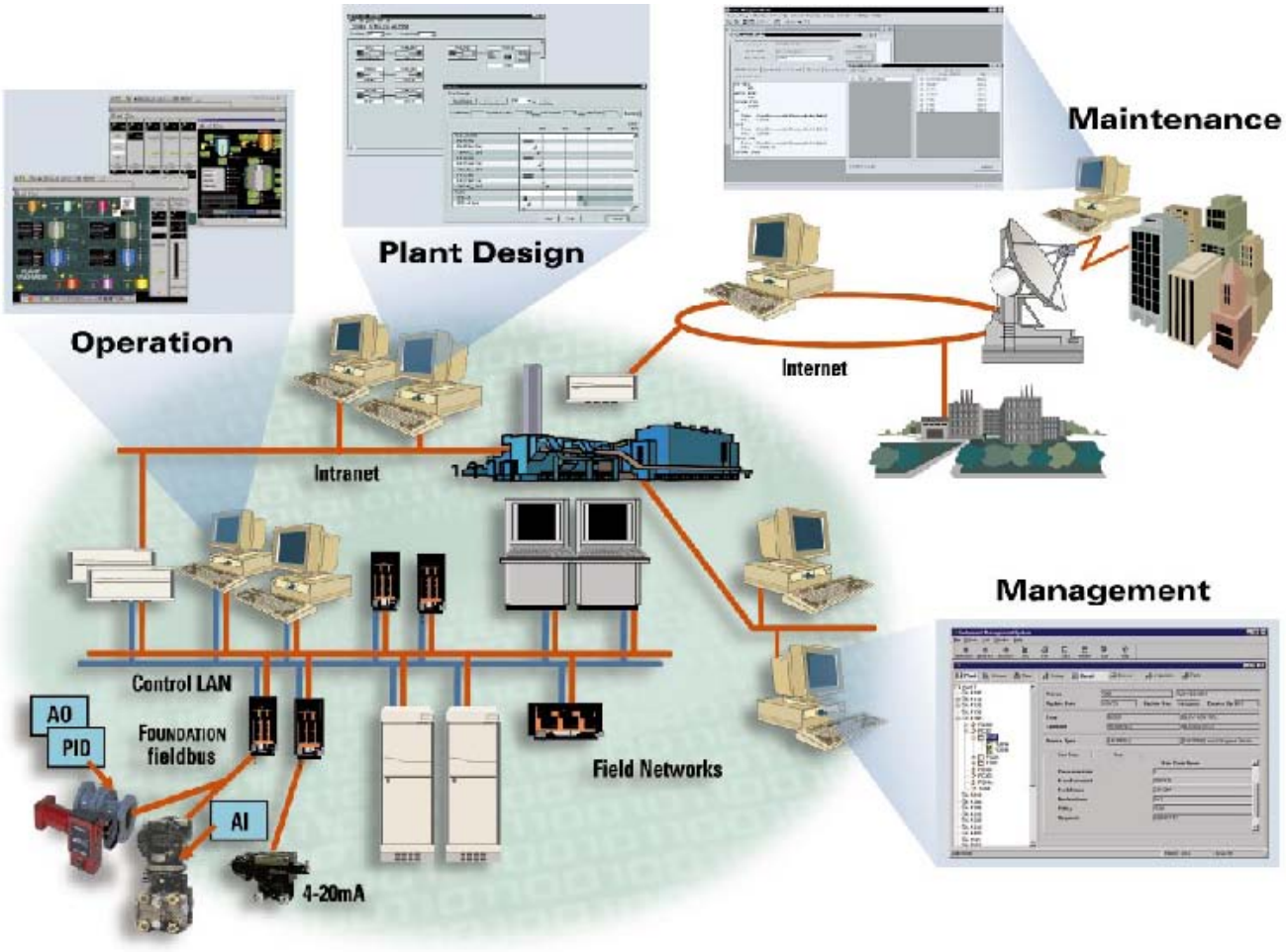
کرمانشاه – تابستان ۱۳۹۰

فیلدباس عملی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل اول:

چکیده ای از شبکه های کامپیوتری

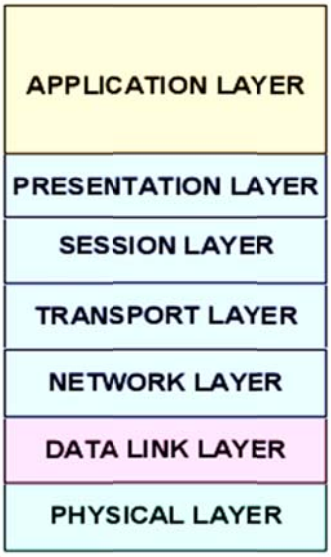


➢ شبکه های کامپیوتری

اتصال چند کامپیوتر به همدیگر را به منظور تبادل اطلاعات شبکه می گویند. شبکه ها یا با سیم هستند یا بی سیم و اکثراً برای مبادله اطلاعات بین خود از لایه های مخابراتی OSI بهره می گیرند که یک چارچوب مشخص را برای رد و بدل کردن اطلاعات مشخص کرده است.

➢ Open System Interconnection (OSI):

ارتباط داخلی سیستم های باز از لایه های نرم افزاری زیر تشکیل شده اند که کار انتقال داده ها را در شبکه انجام میدهند. این مدلها جهت ایجاد یک ارتباط باز بین کامپیوترها در سال ۱۹۷۰ به وجود آمدند.



۱- لایه کاربردی
۲-لایه ارائه
۳-لایه جلسه
۴-لایه انتقال
۵- لایه شبکه
۶-لایه پیوند داده
۷-لایه فیزیکی

شکل ۱-۱

معروف ترین استاندارد های لایه فیزیکی:

1. IEEE 802.3 Ethernet
2. IEEE 802.4 Token Passing Bus
3. IEEE 802.5 Token Ring

۱-لایه فیزیکی:

ارتباط سخت افزاری- نرم افزاری کامپیوترها را با توجه به نوع مدولاسیون ،فرکانس کار و مشخصه های اتصال فراهم می کند.چگونگی ارسال داده از یک نقطه به نقطه دیگر وظیفه لایه فیزیکی می باشد.

۲-لایه پیوند داده:

تعریف فرم های اطلاعات، اضافه کردن بیت های شناسایی در ابتدا و انتهای هر **frame** و تشخیص خطا در ارسال و دریافت کار این لایه میباشد و دو بخش دارد:

1-Logical Link Control:

2-Medium Access Control:

این قسمت از لایه مسئولیت انتقال داده ها روی لایه فیزیکی و مدیریت اتصالات فیزیکی را بر عهده دارد.

این قسمت از لایه مشخص می کند کدام ایستگاه می تواند به کابل شبکه دسترسی پیدا کند.

۳-لایه شبکه:

ایجاد و برقراری، حفظ و قطع ارتباطات با سیستم و همچنین آدرس های منطقی را به آدرس های فیزیکی قابل استفاده تبدیل می نماید و **Pocket** به وجود می آورد.در **Ethernet**و **token ring** این لایه وجود ندارد.

۴-لایه انتقال:

ارسال موفق و درست اطلاعات بین دو ایستگاه کاری بر عهده این لایه می باشد،خطا یابی می کند (**checksum**) و یک سایه از داده بر می دارد.(**Data shadow**)

۵-لایه جلسه:

مسیر ارتباطی بین گیرنده و فرستنده را برقرار می کند.مشخص می کند چه کسی در چه زمانی می تواند از شبکه استفاده نماید.

۶-لایه ارائه:

مترجم شبکه است و تبدیل و شکل دهی مجدد اطلاعات را بر عهده دارد.

۷-لایه کاربردی:

واسط بین شبکه و برنامه در حال اجرای روی ایستگاه کاری است و پیام ها را بـه شـکل دیجیتال بر می گرداند.

- **انواع شبکه های کامپیوتری:**

1-LAN (Local Area Network): Ethernet, Ring, Star, FDDI

2-MAN (Metropolitan Area Network)

3-WAN (Wide Area Network): X.25, ATM, Frame Relay, Internet

- **تمهیدات لازم برای نصب و راه اندازی یک شبکه LAN:**

۱-ایجاد یک محیط جهت انتقال و ارسال اطلاعات

۲-تعیین نوع توپولوژی شبکه و پیاده سازی توپولوژی فوق

۳-تعیین نوع کابل

۴-تعیین نوع سیستم عامل و نهایتا نصب سیستم عامل

➢ انواع توپولوژی های شبکه:

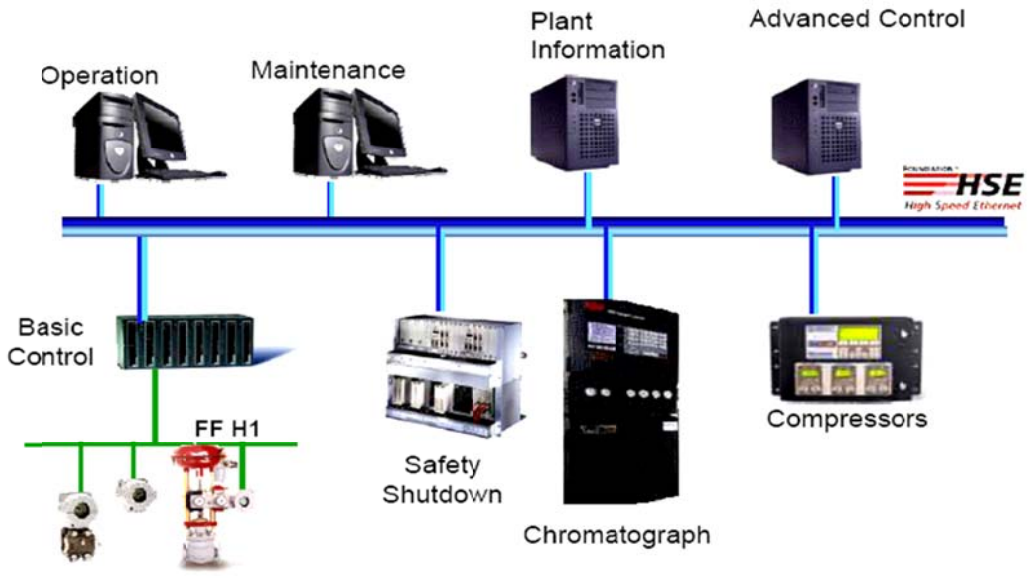
1-Linear Bus

2-Ring

3-Star

➢ **Bus**:

متداولترین توپولوژی و یک کابل است که تمام ایستگاهها روی آن نصب می شوند ، با قطع هر نقطه از شبکه ، کل شبکه از کار می افتد (با **Redundant** این مشکل حل می شود) به دلیل تداخل اطلاعات ارسال شده سرعت پایین است و هرچه تعداد ایستگاهها زیاد تر شود سرعت کمتر می گردد.

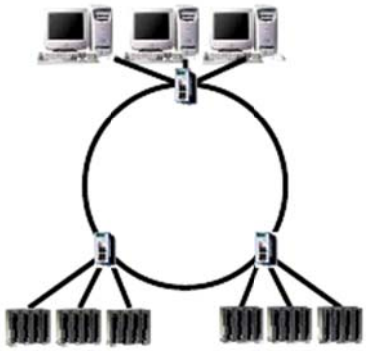


شکل ۱-۲) نمای تجهیزات متصل به باس

➢ **Ring**:

به صورت یک حلقه بسته می باشد و از پروتکل ارسال نشانه(**Token Passing**)استفاده می کند.

به دلیل عدم تداخل یا کاهش آن ،سرعت Ring از Bus بیشتر می باشد.



شکل ۱-۳)

در شبکه حلقه ای با قطع هر ایستگاه کاری یا کابل ، شبکه از کار می افتد . البته با بهره گیری از MAU (Medium Access Unit) یا (Controlled Access Unit) CAU این مشکل حل می شود و شبکه شبیه ستاره عمل می کند.

- Star:

Server در مرکز قرار میگیرد و تمام ایستگاههای کاری با یک کابل جداگانه به آن وصل میشوند .در اینجا server را Hub نیز میگویند که عمل switching را بین ایستگاهها انجام میدهد تا هر کدام بتوانند از شبکه استفاده نمایند . شبکه حلقه سرعت بالایی دارد و افزایش ایستگاههای کاری تاثیر چندانی روی سرعت انتقال اطلاعات ندارد.در صورت قطع کابل یا اشکال ذر یک ایستگاه کاری تنها همان دستگاه از شبکه خارج می شود.

شکل ۱-۴)

- استاندارد های LAN:

1-Arcnet (star topology)

2-Ethernet (Linear Bus topology)

3-Token Ring (Ring)

- شبکه های LAN به دو دسته تقسیم می شوند :

۱- **server-based**: یک کامپیوتر قوی **(server)** به سیستم خدمات می دهد.

۲- **Peer To Peer**: کارها و خدمات بین ایستگاههای کاری تقسیم می شود.

- **Ethernet**:

استاندارد قدیمی و تکمیل شده که در سال ۱۹۷۳ توسط شرکت **Xerox** با سرعت **10Mb/s**ارایه شده مورد تایید **IEEE** با پروتکل های **802.3** و**802.5** می باشد و کابل رابط کواکسیال **thick net** و **coaxial 10 base 2** و کابلهای فیبر نوری **10base F,UTP** را جهت انتقال اطلاعات بکار می برد .استاندارد اترنت بر اساس دو لایه تعریف میشود :

۱- کابل یا وسیله ارتباطی

۲- پروتکل **CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection)**

➢ طرز کار استاندارد اترنت(CSMA/CD):

۱- اگر کابل (باس) ارتباطی بیکار بود ایستگاه کاری سیگنال ارتباطی می فرستد.

۲- اگر کابل ارتباطی مشغول بود به محض بیکار شدن کابل سیگنال اطلاعات را می فرستد.

۳- اگر هم زمان با یک ایستگاه یک یا چند ایستگاه دیگر اقدام به ارسال کنند تصادف به وجود می آید بنابر این یک سیگنال جهت بستن خط به تمام ایستگاهها ارسال میشود،اگر فاصله زیاد باشد ممکن است Error message به دستگاه نرسد و اخلال در شبکه ایجاد شود.

برای افزایش طول کابل از تکرار کننده(Repeater)استفاده می شود وبا ۴ تکرار کننده حداکثر۹۲۵متر طول خواهیم داشت.

➢ Segment:بخشی از شبکه که بین دو تکرار کننده قرار می گیرد.

➢ Frame یا ساختمان پیام در اترنت :

اطلاعات ارسالی در اترنت که بین گره هاو ایستگاههای کاری رد و بدل میشود به شکل Pocket یا Frame زیر است.اندازه هر frame بین ۷۶ تا ۱۵۲۶بیت است که در ۵ یا۶ حوزه با طول ثابت سازماندهی میشود:

۱ ۲ ۳،۴،۵،۶ ۷ ۸

شکل ۱-۵)

که :

۱- مقدمه **(Preamble)** :به ایستگاه گیرنده اجازه برقراری ارتباط می دهد.

۲- **start delimiter:** به معنی محدوده آغازین که شروع کننده پیام است.

۳- آدرس مبدا(فرستنده)

۴- آدزس مقصد(گیرنده)

۵- **Pay Load**: بخش اصلی داده یا **Protocol Data Unit**

۶- **frame check**: جهت آزمودن و تجزیه-تحلیل اطلاعات برای آشکارسازی خطا

۷- **End delimiter**: به معنی محدوده پایانی که پایان دهنده پیام است

۸- **Interpocket Gap**: باند خالی جهت جلوگیری از تداخل

- شبکه های سرعت بالا:

1-FDDI (Fiber Distribution Data Interchange): 100Mb/s

2-CDDI (Copper DDI): 100Mb/s

3-FFOL (FDDI Follow On LAN): 2.4Gb/s

تکنولوژی هایی مانند **ADSL , ATM** یا **FO** سرعتی بیش از **100Mbps**و اخیرا **1Gbps**دارند.

تکنولوژی **FDDI** مزایای زیادی مثل سرعت بالا ، مصونیت در مقابل تداخل امواج و نویز و ... دارد اما خیلی گران است و معمولا برای اتصال یک **LAN** به **LAN** دیگر به کار میرود.

- استاندارد های شبکه های بی سیم **(Wireless Network Standards)**:

۱. فرکانس رادیویی **(RF)**:

در محدوده فرکانس های 902MHz تا 928MHz ، 2.4GHz تـا 2.483GHz و 5.725GHz تا 5.85GHz کار می کند.سرعت انتقـال 5.7Mbpsاسـت. معمـولی ترین ،متداول ترین و بیشترین استفاده را دارد. برد مسافتی آن خوب و از موانع و دیوارها نیز عبور می کند.

۲. مادون قرمز(Infra Red) :

کمی فاصله ، در معرض دید بودن ، عدم عبور از موانع و دیوارها و کـوری سـیگنالها توسط نورهای قوی تر از معایب آن است.سرعت انتقال آن از RFبیشـتر بـوده و تـداخل نویز ندارد و نیازی به مجوز نیز ندارد.

۳. فرکانس 18GHz :

توسط شرکت Motorola ودر محدوده فرکانسی 18 ~ 19 GHzاسـتفاده مـی شود.انتقال اطلاعات با سرعت و وسعت بالا صورت می گیرد.عدم نیاز به فرسـتنده تـوان بالا و مجوز برای نصب از مزایا و عدم عبور از موانـع سـخت و کمـی بـرد آن نسـبت بـه فرکانسهای کمتر از 18GHz از معایب آن میباشد .

۴. Blue tooth :

در سیستم های جدید بکار می رود و فرکانس کار آن 2.4 GHz اسـت. از مزایـای آن قابلیت انتقال از میان موانعی مانند دیوار است.

- کابل های شبکه (Network Cables):

نوع کابل با میزان ارسال اطلاعات ، فواصل فیزیکی و عملی گره ها ،حجم فیزیکی شبکه ،

امنیت اطلاعات در شبکه ، تکنیک ها و روش های ارسال اطلاعات و هزینه نصب و راه اندازی شبکه ارتباط مستقیم دارد.

محیط های انتقال اطلاعات به صورت زیر هستند:

1-Thinnet coaxial : RG-58 , RG-62

2-Thicknet Coaxial : RG-11

3- UTP (Unshielded Twisted Pair) : RG-45

4-STP (Shielded Twisted Pair)

5-FOC (Fiber Optic Cable)

کابل **RG-11** به خاطرضخامت بیشتردر مقابل نویز مصونیت بیشتری دارد،حد اقل طول کابل۱/۸ وحداکثر۵۰۰ متر می باشد.در این کابل به هر **segment** میتوان ۱۰۰ ایستگاه کاری وصل کرد.

UTP(Unshielded Twisted Pair): کابلی است که از به هم تابیدن چند رشته سیم ساخته میشود و فاقد شیلد است،مصونیت کمی در مقابل نویز دارد و بین ۱.۸تا۱۰۰ متر مورد استفاده قرار میگیرد.این کابل بیشتر در اتصال ستاره و در فواصل کم مورد استفاده قرار میگیرد.

دو مورد اول بیشتر در باس های اترنت ،موارد سوم و چهارم در **Arcnet** و **Ring** و کابل نوری بیشتر در شبکه های حلقه ای و یا باس استفاده می شود.

- آلاینده های سیگنال **(Signal Infectors)**:

۱- تشعشع یا **Radiation**

۲- تداخل یا **Interference**

➢ انواع متعلقات در کابل کشی شبکه :

1-NIC (Network Interface Card)

2-Bridge: LAN to LAN adaptor

3-Port

4-Repeater

5-T-connector

6-Terminator

7-Router

8-Pad

9-Wire connector: BNC, CAT-3, CAT-5

➢ کارت های شبکه **(NICs)**:

۱- **Internal** : بـــا خروجـــی هـــای **AUI(Attachment Unit Interface)**

UTT,BNC(Baseband Network Cable Connector)

۲- **External**: با خروجی های **parallel Port** و **BNC**

انواع **NICs**: این کارت ها مستقل از نوع باس هستند.

1-ISA (Industry Standard Architecture) : older , 8 or 16 bit

2-Local : 32 bit

3-PCI (peripheral component interconnect) : 32 or 64 bit

4-CNR (Communication Network Riser) :

جهت بالا بردن سرعت انتقال از شتابدهنده **(riser)** استفاده می شود.

➢ **Repeater**:تکرار کننده

تکرار کننده در اصل جبران کننده افت ولتاژ (تضعیف سیگنال) ناشی از امپدانس خـط

یا باس است.افت خط بر حسب dB/Km یا ohm*Km می باشد . تکرار کننده عین سیگنال پیام را در خروجی ایجاد میکند . تعداد ورودی ها و خروجی ها و میزان تقویت سیگنال از پارامترهای مهم در انتخاب تکرارکننده هستند .علاوه بر تقویت، تکرارکننده بخش های یک segment را نیز ایزوله میکند ودر صورت خرابی ، کل بخش های بعدی قطع میشوند.تکرار کننده ها صامت هستند یعنی احتیاج به نرم افزار ندارند.

- پل یا Bridge:

دو LAN را به هم وصل می کند.همانطور که گفته شد LAN ها می توانند در توپولوژی های مختلفی بکار گرفته شوند.پل ها میتوانند فیلتر اطلاعاتی نیز باشند و اطلاعات را بافر نمایند.

دلایل استفاده از پل :

۱- ایزوله کردن قسمت های مختلف شبکه از یکدیگر

۲- با قسمت بندی شبکه راندمان شبکه افزایش می یابد.

۳- امنیت شبکه بالا می رود .اطلاعات شبکه را میتوان فیلتر کرد.

۴- افزایش مسافت شبکه.

۵- نصب پل ها ساده و سریع است و پیکربندی مجدد پل با نرم افزار به راحتی امکان پذیر است.

۶- پل ها برای سرور ها دستگاه به حساب نمی آیند.

معایب پل ها :

۱- ترافیک شبکه را روی قسمت ها نمی توان تقسیم کرد.

۲- زمانی که پاکت ها دارای آدرس درست نباشد حضور پل در شبکه موثر نیست.

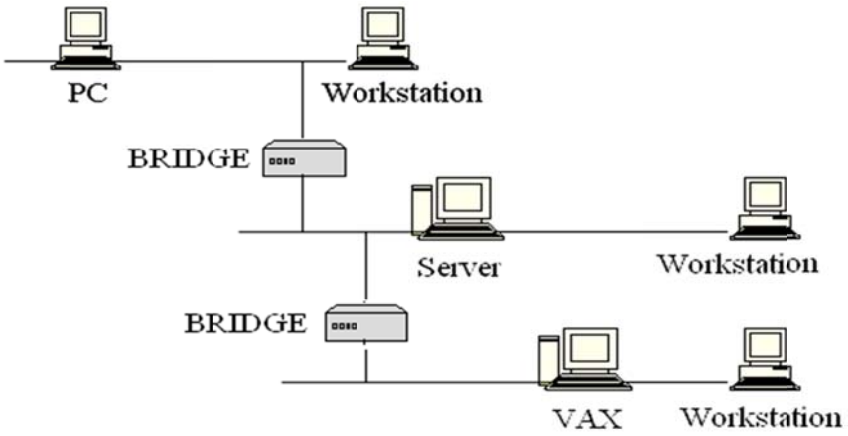
۳- با افزایش پل ها در شبکه تعمیر و نگهداری شبکه مشکل خواهد شد.

- توپو لوژی پل ها :

سه نوع توپولوژی برای آرایش پل ها وجود دارد :

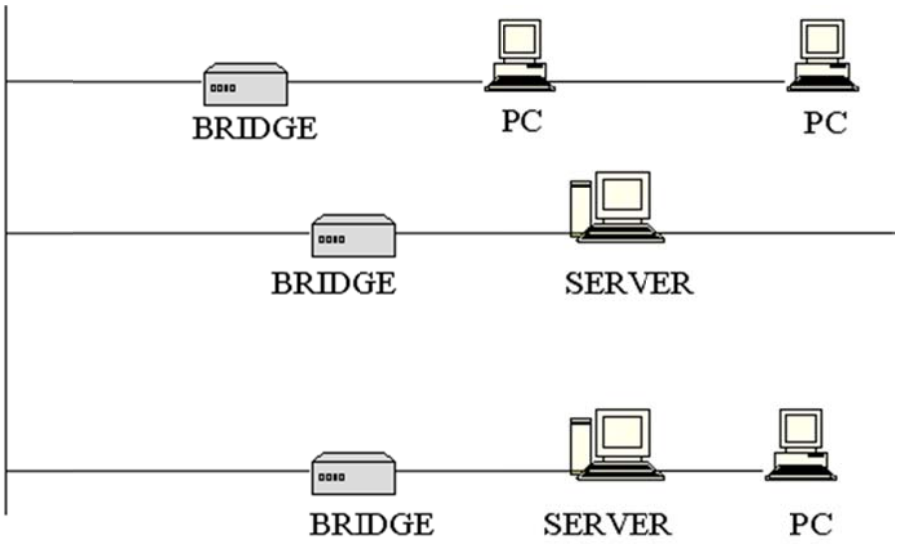
۱- آبشاری یا **cascade**:

در شبکه های **LAN** نباید بیش از ۵ یا۶ سگمنت استفاده شود چون در انتشار پیـام هـا تاخیر ایجاد می شود.



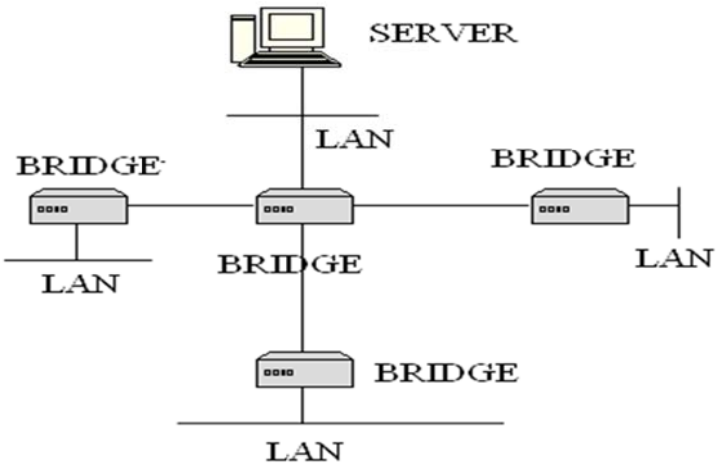
۲- ستون فقرات یا **Backbone**:

برای زمانی که بخش های شبکه زیاد باشند مفید است ، ترافیک شبکه را بهینه میکنـد و آنرا به سگمنتها منتقل نمی نماید.



شکل ۱-۷)

3- ستاره یا star: مورد استفاده در شبکه های WAN



شکل ۱-۸)

- **مسیر گردان یا Router:**

پل هایی هستند که بهترین مسیر را انتخاب میکنند.مسیر گردان ها دو شبکه را با لایـه های مختلف به هم پیوند میدهند.

مسیر گردان ها به ۵ دسته تقسیم میشوند :

۱-central

۲-peripheral

۳- remote

۴- internal

۵- external

- دروازه یا Gateway :

دو شبکه کاملا متفاوت را بـه همـدیگر پیونـد مـی دهـد. مـثلا ارتبـاط PC-LAN بـه Mainframe را gateway برقرار می کند.

- Mainframe :

یا پردازنده مرکزی ،کامپیوتر مقیاس بزرگی است که برای مقاصد تجاری و صنعتی توسـط شرکت IBM ارایه شده است.

- Node:

هر دستگاه یا WorkStation که به شبکه وصل است و دارای آدرس می باشد.

- IP Address :

آدرس پروتکل اینترنتی است که دوازده رقمی و به فرم زیر می باشد :

168.120.1.100 ⟸ xxx.xxx.xxx.xxx

تمام کامپیوترهای موجود در دنیا که بـه اینترنـت متصـل هسـتند دارای یـک آدرس IP منحصر به فرد می باشند.با این ارقام میتوان ده میلیارد آدرس را پشتیبانی کرد.

- Transceiver:

ترکیب Transmitter و Receiver است که هم گیرنده و هم فرستنده می باشد.

- RS(Recommended Standards) :

کانکتور این اتصالات را DB یا Double Bias هم میگویند اما عموماً به پـورت com مشهور هستند.

۱- RS-232: در چاپگر ، مودم و ماوس های قدیمی استفاده می شد.ولتاژ کـار آن ± ۱۲ ولت است ودر کامپیوتر با نام پورت comمعروف است.

۲- RS-232C : نوع اصلاح شده RS-232است.بین ۹ ، ۱۵ یا ۲۵ پـین دارد.در عمـل از سه پین آن استفاده می شود:

- Pin 2 : send / receive
- Pin 3 : send / receive
- Pin 5 : Ground

۳- RS-422 : از انواع مختلفی از کانکتورها با پیکربندی های غیر استاندارد استفاده می

کند ، مثل **Serial Port** های مکینتاش.

۴- **RS-423** : در رابط سری غیر متوازن در سیستم های مکینتاش کاربرد دارد .

۵- **RS-449** :تبادل سری داده ها و انتقال های همزمان یا سنکرون را انجام میدهد.دارای ۹ ، ۱۵ ،۲۵ یا ۳۷ پین می باشد.

۶-**RS-485** : راه انداز های مربوطه بجای دو حالته ،سه حالته **(tri-state)**هستند. می تواند در کاربردهای چند نقطه ای کارکند و با یک کامپیوتر تا ۶۴ دستگاه راکنترل نماید.معمولا ۹ پایه دارد و از ولتاژ تغذیه ± ۵ ولت استفاده می کند.

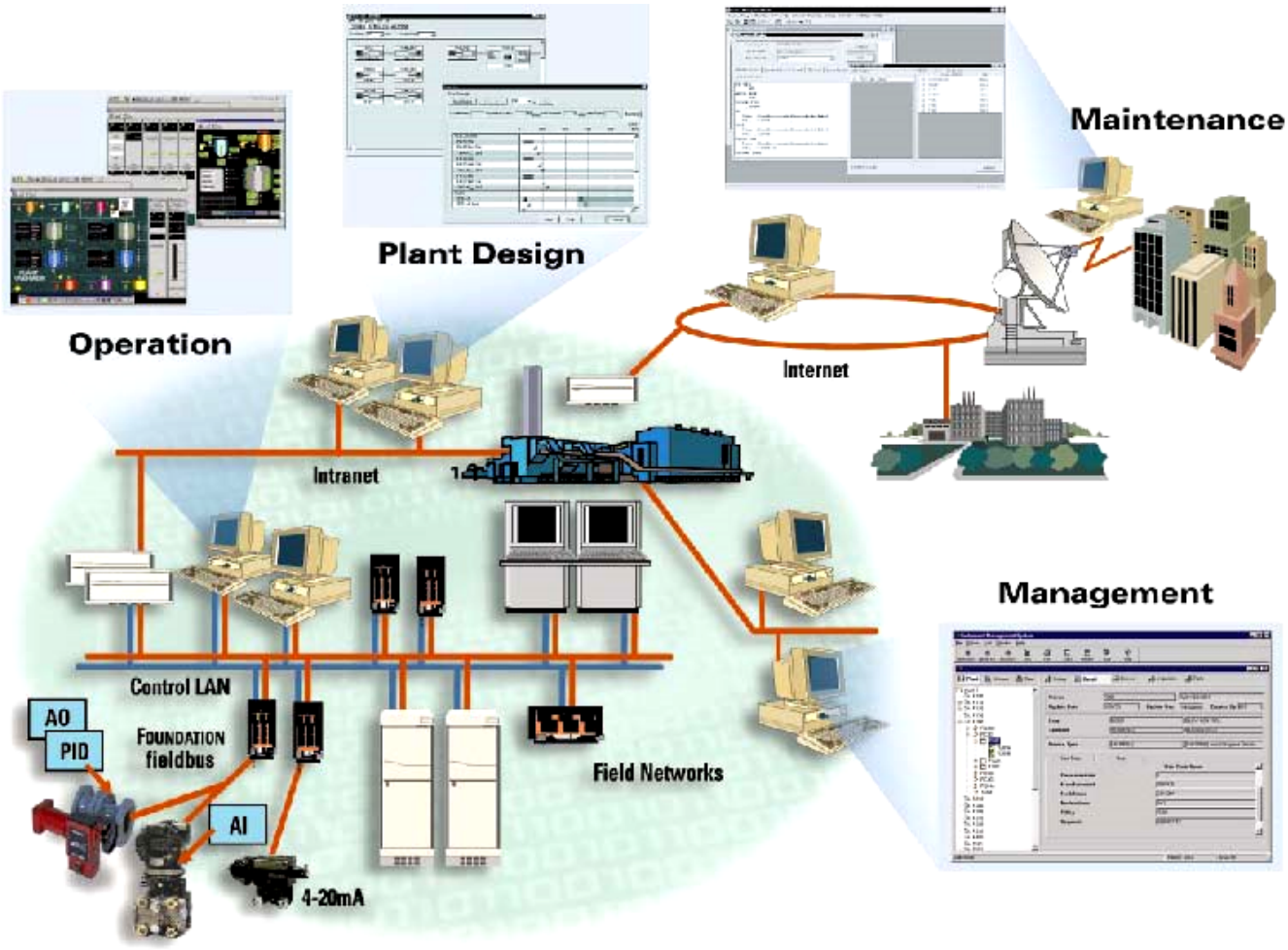
۷- **RS-530** : به صورت سنکرون و آسنکرون و در اتصال با **RS-422** و **RS-423** (رابط های متوازن و نا متوازن) کار می کند. دارای ۲۵ پین و سرعت **20 Kbps** تا **2 Mbps** می باشد.

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل دوم:

سیر تکاملی سیستم های کنترل



سیر تکاملی سیستم های کنترل:

قبل از پرداختن به سیستم کنترل فیلدباس ، ابتدا به طور اجمالی سیستم های کنترلی پیشین را مرور کرده تا به ماهیت و هدف آنها پی ببریم.

سیستم کنترل :

در کل به مجموعه ای از تجهیزات و دستگاه ها که یک کارخانه فرایندی یا ساخت و تولید را نظارت و اداره می کنند سیستم کنترل می گویند.

کنترل در یک کارخانه باید دارای بخش های زیر باشند:

۱- بخش اندازه گیری کننده کمیت های فیزیکی و شیمیایی (سنسورها)
۲- بخش پردازش اطلاعات سنسور و ارسال آن به ورودی های سیستم کنترل (ترانسمیترها)
۳- بخش گردآوری و دریافت اطلاعات و تبدیل آنها به کدها و زبانی که برای سیستم کنترل قابل فهم باشد (کارتهای ورودی)
۴- بخش پردازش کننده اطلاعات دریافتی و ایجاد نتایج و تصمیم گیری ها (پردازنده)
۵- بخش دریافت کننده نتایج از پردازنده که خود سه قسمت است:
   i. بخش ارسال فرمان و تصمیم ها (کارتهای خروجی)
   ii. بخش نمایش مقادیر و رویدادها (نمایشگر ها و چاپگرها)
   iii. بخش حفظ و نگهداری از اطلاعات (حافظه و پایگاه داده)
۶- بخش اجرای فرمان ها و دستورات (شیرهای کنترلی و انواع عملگرها)

بندهای ۳ و ۴ و ۵ از مجموعه فوق با هم سیستم کنترل را ایجاد می کنند. پس سیستم کنترل مجموعه ای از تجهیزات است که اطلاعات را گردآوری و پردازش کرده و نتایج را علاوه بر ذخیره کردن در اختیار کاربران و سیستم های دیگری که با آن در ارتباط هستند قرار می دهد.

سیستم های کنترل بر اساس تکنولوژی به کار رفته در آنها عموماً به هشت دسته تقسیم می شوند:

۱- سیستم کنترل دستی (Manual)
۲- سیستم کنترل برمبنای فشار که خود به دو دسته تقسیم می شود:
   i. سیستم کنترل بادی (هوایی یا Pneumatic)
   ii. سیستم کنترل هیدرولیک (Hydraulic)

۳- سیستم کنترل الکترونیکی آنالوگ

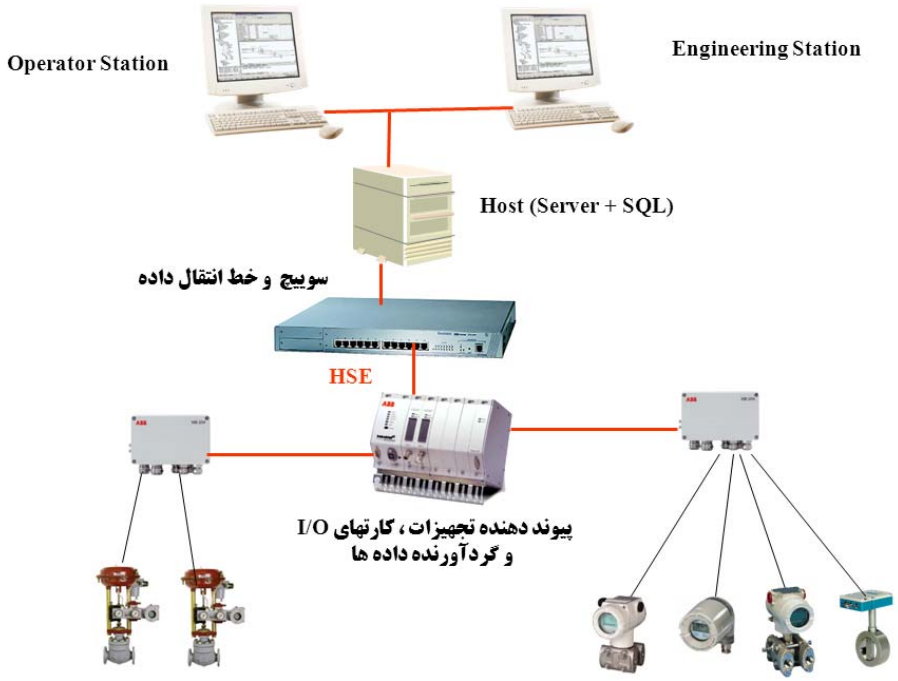
۴- سیستم کنترل قابل برنامه نویسی یا PLC (Programmable Logic Controller)

۵- سیستم کنترل دیجیتال DDC (Digital Direct Control)

۶- سیستم کنترل توزیع شده یا غیر متمرکز یا DCS (Distributed Control System or Decentralized Control System)

۷- سیستم کنترل فیلدباس FCS (Fieldbus Control System)

۸- سیستم کنترل بی سیم (Wireless Control System)



شکل ۲-۱: ساختار اساسی و اجزای یک سیستم کنترل پایه

۱- کنترل دستی (Manual) :

ساده ترین و قدیمی ترین نوع کنترل است. در اینجا همه چیز توسط انسان انجام میشود:

۱- چشم (یا هر کدام از حواس شش گانه) می بیند.(Transmitter & Sensor)

۲- اطلاعات دریافت شده از چشم توسط عصب ها به مغز ارسال می شود (واسط انتقال و کارت های ورودی)

۳- مغز داده ها را پردازش، نتیجه گیری و فرمان لازم را صادر می کند.(Controller & Processor)

۴- اطلاعات در حافظه ضبط شده یا روی کاغذ یادداشت می شوند (حافظه و چاپگر)

۵- نتایج مجدداً توسط عصب ها دریافت و به دست (یا عضو مربوطه) ارسال می شود (کارتهای خروجی و مدیای ارتباطی)

۶- دست یا عضو دیگر عمل تعیین شده توسط مغز را اجرا می نماید.(Actuator)

برای مثل تنظیم شعله گاز یک اجاق را در نظر بگیرید. چشم شعله را می بیند مغز اندازه آن را محک می زند و به دست فرمان تنظیم را ارسال می کند و دست در جهت مطلوب به حرکت در می آید. هنگامی که مقدار دلخواه شعله از طریق چشم ها دریافت شد مغز فرمان توقف را به دست می دهد. این بخش کار دقیقاً همان عمل فیدبک است که یک کنترل حلقه بسته را ایجاد می کند.

ویژگی های کنترل دستی:

۱- کنترل دستی نیاز به نیروی کارفراوانی دارد.

۲- سرعت عمل انسان در مقابل پردازشگرهای دیجیتال غیر قابل مقایسه است.

۳- خطای انسانی زیاد است بنابراین دقت خیلی کمی دارد.

۴- هزینه ثابت و اولیه ندارد اما هزینه متغییر خیلی زیادی دارد.(دستمزد پرسنل و کیفیت محصول)

برای مثال پالایشگاه آبادان یکی از بزرگترین پالایشگاه های کشور در ابتدا به این شکل کنترل می شد.

در کل کنترل دستی را نمی توان یک سیستم کنترل در نظر گرفت، چون در آن انسان از قابلیت های جسمی و هوشی خود بهره می برد اما به دلیل اینکه کنترل از این نقطه شروع شد از آن به عنوان یک سیستم کنترل یاد می کنیم.

لازم به ذکر است در سیستم های مدرن کنونی ، به حالتی که کارشناسان، عملیات کنترلی را از سیستم کنترل صلب کرده و خود آنرا اداره می کنند مد دستی یا Manual Mode می گویند.

۲- کنترل نیوماتیک (Pneumatic) و هیدرولیک:

زمانی که از نیمه هادیها خبری نبود و منابع ولتاژ و جریان توسط ویدلار و میلر کشف نشده بودند تنها راه فرار از دست نیروی کارگری و بالا بردن دقت در اندازه گیری و کنترل ، روی آوردن به مکانیک و قدرت هوای فشرده شده (Compressed Air) یا مایعات فشار بالا (Hydraulic) بود. در این سیستم ها تیوب های استیل(SS Tube) و شیلنگ های لاستیکی مخصوص همانند سیم های مسی که جریان الکتریکی را عبور میدهند هدایت کننده سیال تحت فشار هستند. یعنی خط انتقال بجای سیم تیوب و عامل انتقال بجای الکترون هوا یا روغن هیدرولیک است.

فشار هوا بطور استاندارد ۳ تا ۱۵ پوند بر اینچ مربع (# psi or) یا 0.211 تا 1.055 کیلوگرم بر سانتی متر مربع است:

۳psi = مقدار صفر

۱۵psi = مقدار ماکزیمم

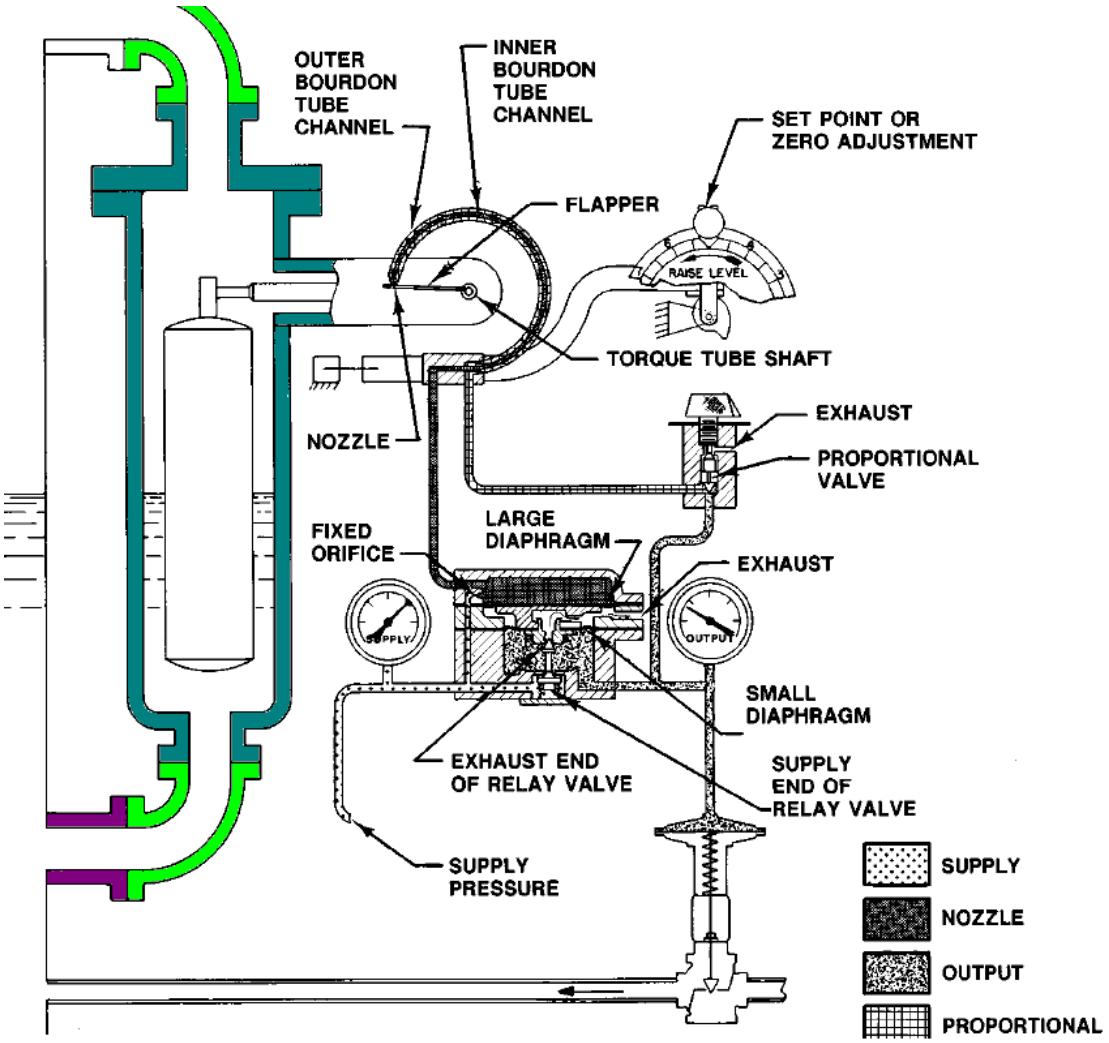
گاهی به جای هوا از نیتروژن استفاده می شود که دلیل این امر خنثی بودن نیتروژن و در نتیجه ایمن بودن آن در محیط های خطرناک(Hazardous Area) است.

اگر از مایعات بجای گازها در انتقال سیگنال استفاده شود سیستم کنترل هیدرولیکی خواهدبود. مایعات مورد استفاده معمولاً روغنهای مخصوصی هستند که ضریب انبساطی و فشردگی خیلی کمی دارند.

مزیت هیدرولیک نسبت به نیوماتیک ایجاد فشارهای بسیار بالا تا چند صد بار و سرعت انتقال نیروی بسیار سریع آن می باشد. این یکی از مهمترین دلایلی است که از سیستم هیدرولیک در بخش کنترل سوخت رسانی نیروگاه های گازی استفاده می شود.

برای مطالعه بیشتر دراین مورد و عملکرد Flapper- Nozzle ، رله ها، انتگرالگیر- مشتق گیر - تناسبی (PID) و... درسیستم نیوماتیک می توانید به کتاب مهندسی کنترل اگاتا مراجعه کنید.

سیستم نیوماتیک به دلیل نیاز به هوای فشرده زیاد و به تبع کمپرسورهای هوا، خشک کن ، فیلترهای روغن و گرد و غبار، لوله کشی و تیوب کشی و اتصالات جانبی آنها ، حجم زیاد تجهیزات و وجود نشتی هوا بجز در موارد خاص دیگر استفاده نمی شود. امروزه از هوای نیوماتیک یا روغن هیدرولیک برای تبدیل سیگنال الکتریکی یا دیجیتال به نیروی محرکه در عملگرها و شیرهای کنترلی یعنی بخش پایانی کنترل استفاده می شود.



شکل ۲-۲: یک حلقه کنترل سطح با استفاده از سیستم نیوماتیک

سیستم کنترل اکثر تاسیسات سرچاهی ، تلمبه خانه ها ، پالایشگاه ها و پتروشیمی های قدیمی ایران کاملاً نیوماتیک است. اما به دلیل عدم تولید و نایابی و گاهاً قیمت خیلی زیاد قطعات سیستم نیوماتیک اکثر شرکت ها ، آنها را با سیستم های جدید جایگزین می کنند.

۳- سیستم کنترل الکترونیکی آنالوگ:

با ورود ترانزیستور و به دنبال ان IC ها به بازار اعمال تقویت ، PID ، خطی سازی (Linearization) ، لگاریتم گیری و ... به راحتی انجام می شود. با استفاده از OP-Amp ها و ترکیب آنها با شبکه های مقاومتی، خازنی ، دیودی و ترانزیستوری می توان تمام عملیات ریاضی و محاسباتی را انجام داد. در سیستم های آنالوگ سرعت و دقت در حد عالی است. توان مصرفی تجهیزات کم و عمر مفید آنها بالاست.

نوع سیگنال انتقالی در سیستم های آنالوگ یکی از موارد زیر است:

۱- ۰ تا ۵ ولت یا ۱ تا ۵ ولت

۲- ۰ تا ۱۰ ولت

۳- ۰ تا ۲۰ میلی آمپر یا ۴ تا ۲۰ میلی آمپر

در این سیستم ها ترانسمیتر دقیقاً مانند منبع جریان عمل می کند . ولتاژ تغذیه بین ۱۱ تا ۵۵ ولت میتواند باشد اما بطور استاندارد ۲۴ ولت است.

استفاده از مبنای ۱ولت یا ۴ میلی آمپر (نه مقدار صفر) اطمینان داشتن از عدم قطع یا پاره شدن خط انتقال است.

تنها ایرادی که سیستمهای آنالوگ دارند عدم امکان ثبت رویدادها و گزارشات گذشته (Historical Reports) است. برای رفع این مشکل از ثبت کننده ها(Recorder) استفاده می شود که به دلیل کاغذی بودن آنها بایگانی ، نگهداری و بازیابی آنها دردسر ساز است. راه دیگر استفاده از تجهیزات مغناطیسی مثل کاست (Cassette) می باشد که البته هم آسیب پذیری زیادی داشت و هم حجم داده کمی را پشتیبانی می کرد.

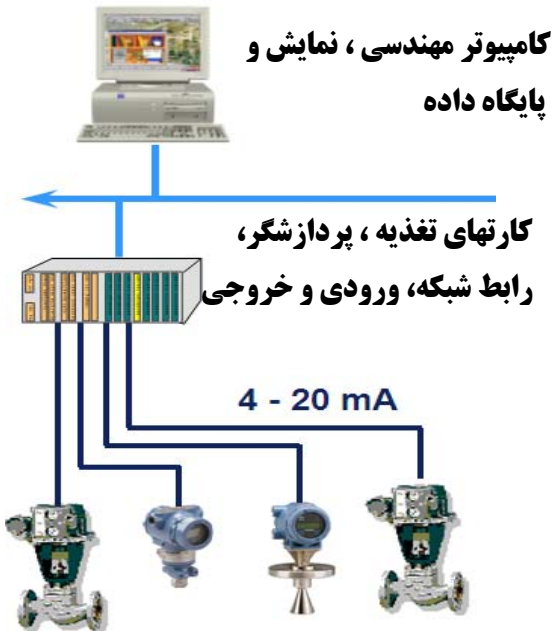
۴- کنترل کننده های منطقی برنامه پذیر(Programmable Logic Controllers) :

میکروپروسسورها دنیا را دگرگون کردند.قرارگرفتن واحدهای حافظه نیمه هادی و ایجاد مبدل های آنالوگ به دیجیتال (A to D) و بالعکس (D/A) روی یک برد مدار چاپی همه چیز را حل کرد.

دیگر تمام حرف ها را صفرها و یک ها می زنند. بیت ها و بایت ها را می توان به راحتی ذخیره کرد ، ویرایش نمود و تغییر داد.

PLC ها در ابتدا برای حل کردن مسایل ناشی از کنترل با رله ها و کنتاکتورها پیشنهاد شدند ، چون استفاده از رله حجم زیادی لازم دارد ، سیم کشی فراوانی می خواهد ،عیب یابی آن مشکل است و به دلیل مکانیکی بودن عمر کوتاه تری خواهد داشت. اما با ایجاد مبدلهای آنالوگ به دیجیتال و دیجیتال به آنالوگ کنترل پارامترهای آنالوگ نیز میسر شد.

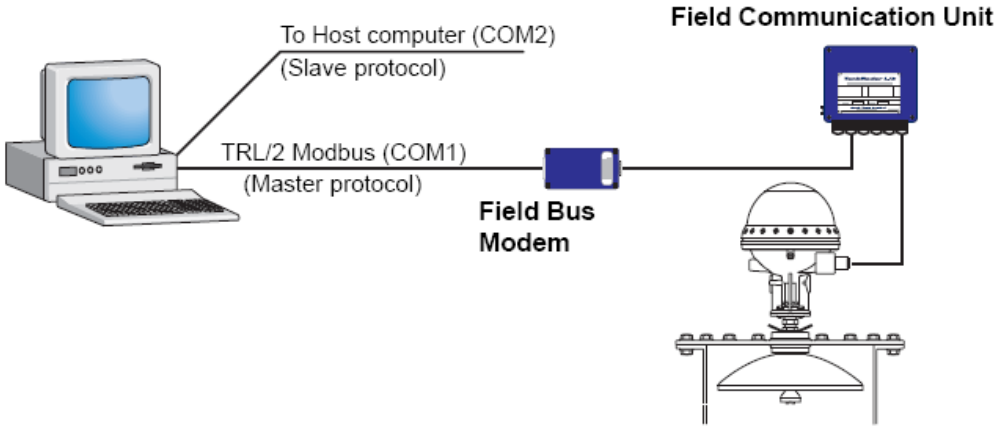
با PLC می توان تمام کارهای کنترلی را انجام داد ، از کنترل دمای یک مخزن گرفته تا کنترل روند تولید یک اتومبیل یا یک نیروگاه اتمی و این بسته به نوع CPU استفاده شده در PLC دارد. بحث در خصوص PLC بسیار گسترده است. پیشنهاد می شود برای مطالعات بیشتر در این زمینه به کتابهای PLC مهندس ماهر مراجعه نمایید.



شکل ۲-۳: ساختار پایه یک سیستم PLC با ایستگاه مهندسی و نمایش

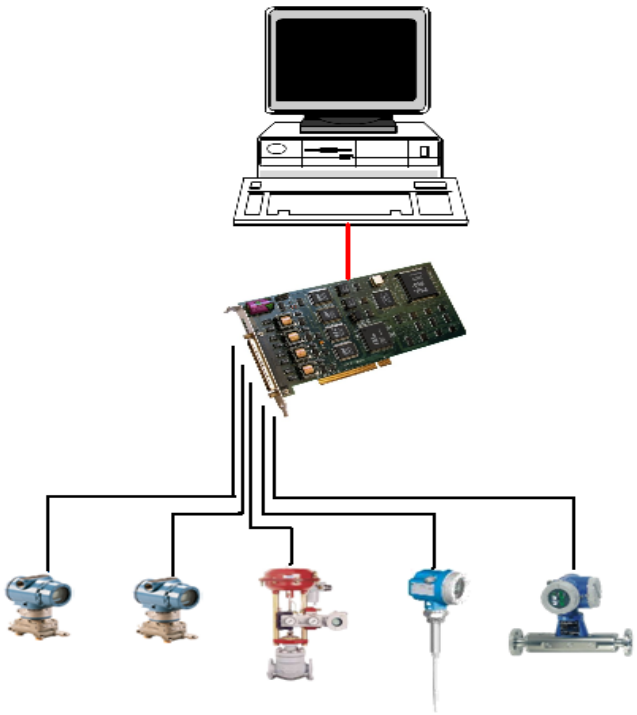
۵- سیستم کنترل دیجیتال بی واسطه **(DDC, Digital Direct Control)**:

با ظهور کامپیوتر و نرم افزارهای مربوطه اش به صورت یک بسته کوچک که قادر به انجام تمام کارهایی که ما نیاز داشتیم مثل بود ، سیستم هایی ساخته شد که تمام عملیات مثل تبدیل **A/D** ، دریافت و ارسال اطلاعات ، فرامان ها ، نمایش و... در خود کامپیوتر انجام می شد. در این سیستم ها کارتهای کنترلی ساخته شده با استفاده از اسلات های **PC** مثل **ISA** ، **PCI** ، **CNR** و ... روی مادربورد کامپیوتر قرار داده می شود و این کارتها مستقیماً یا گاهی بواسطه یک **Modem** به تجهیزات ابزاردقیق متصل می گردد.



شکل ۲-۴: یک سیستم **DDC** عملی که از طریق پورت **COM** و یک مودم خارجی با تجهیزات ارتباط برقرار می کند.

شکل بالا مثالی است از یک سیستم اندازه گیری سطح مخازن یا **TGS** که از **Modbus /RTU** بهره گرفته و توسط پورت **COM** به باس وصل می شود.



شکل ۲-۵ : یک سیستم DDC که از طریق PCI به ترانسمیترها وصل می شود.

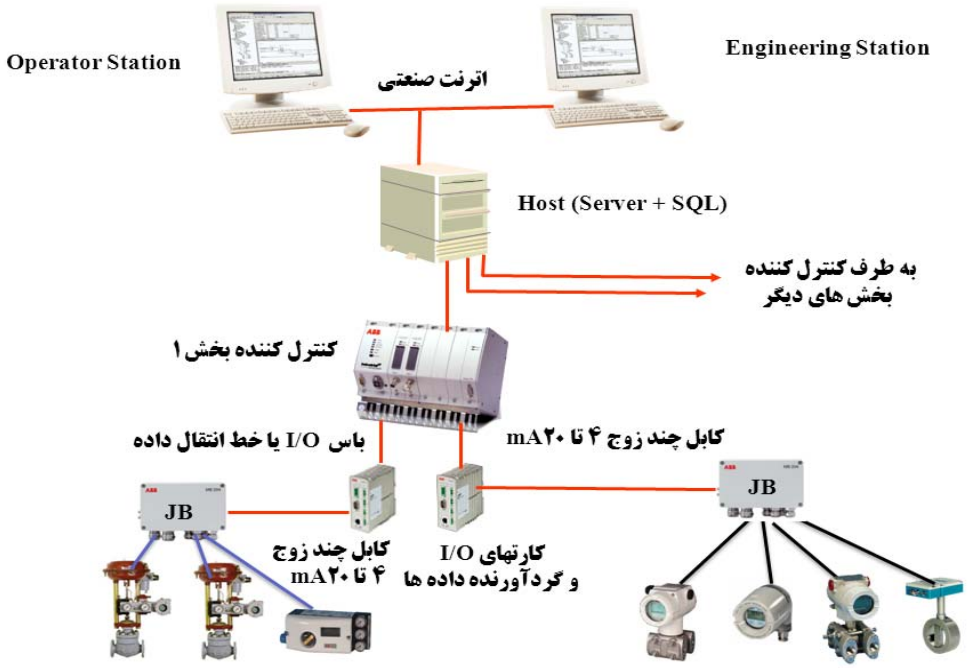
به علت محدود بودن تعداد اسلات های کامپیوتر و همچنین کانال هایی که کارت های رابط را به ترانسمیترها وصل می کنند ، سیستم DDC برای کارخانه و واحد های تولیدی کوچک استفاده می شود. معمولاً هر کارت PCI دارای ۸ ، ۱۶ یا ۳۲ کانال برای پیوند با تجهیزات ابزاردقیقی دارد.

۶- سیستم کنترل غیرمتمرکز (DCS (Distributed Control System :

PLC ها در انجام کارهای ساده خیلی موفق هستند اما هر چقدر فرایند پیچیده تر و بزرگتر شود کنترل کردن آن با یک CPU دقت و سرعت خواسته شده را نخواهد داشت. برای بالا بردن سرعت ، دقت و امنیت سیستم می توان کارها را تقسیم کرد طوری که هر پردازنده یک بخش از کل کارخانه را کنترل کند. پس می توان با بکار گرفتن همزمان چند PLC و مدیریت عملکرد آن ها یک سیستم کنترل DCS ساخت. DCS در کل اتصال چند PLC است که پردازنده های آنها شبکه شده اند و یک کامپیوتر به عنوان مدیر شبکه (Network Manager) کار کرد کنترل کننده(PLC) های دیگر را مدیریت می کند.

شکل ۲-۴ نمایش ساده ای از ساختار سیستم DCS را نشان می دهد. همان طور که دیده می شود کارت های ورودی و خروجی از هم مجزا بوده و هر کنترلر وظیفه اداره یک بخش را دارد.

در سطح بالایی مدیریت شبکه تفاوت زیادی بین FCS و DCS نمی توان یافت. کامپیوترهای خدمات دهنده ، خدمات گیرنده ، مهندسی و پایگاه داده ها تقریباً مشابه هم هستند. پیکربندی ها و استراتژی های طراحی شده در سیستم DCS به کنترلر دانلود می شود و لی در FCS می توان علاوه بر کنترلر ، برنامه های طراحی شده را به ترانسمیترها یا تجهیزات دیگر فیلد نیز دانلود نمود.



شکل ۲-۶ : سیستم پایه برای DCS

۶- سیستم کنترل فیلدباس (Fieldbus Control System) :

در سیستم DCS شبکه فقط در سطح مدیریت وجود دارد . اگر ما تمام ترانسمیترها و پوزیشنرها را نیز به عنوان گره هایی(Node) از شبکه در نظر بگیریم و شبکه را به درون محیط کارخانه (Field) ببریم یک شبکه فیلدباس ایجاد کرده ایم. در سیستم فیلدباس یا همان FCS هر ترانسمیتر یک کامپیوتر است یعنی BIOS دارد ، آدرس هگزادسیمال دارد ، ... و گاهی hang هم می کند که باید آنرا restart کنیم.

در سال ۱۹۹۸ اولین پروژه فیلدباس که یک بویلر (دیگ بخار) بود اجرا شد و به تدریج کارخانه های بزرگ نیز با فیلدباس کنترل شدند.

شرکت ملی صنایع پتروشیمی ایران برای اولین بار از فیلدباس در مجموعه های خود بهره گرفت و بیشتر سیستم های کنترل خود را از سازندگان معتبری چون YOKOGAWA ، EMERSON و SMAR تدارک دیده است.

یکی از مزایای مهم فیلدباس جدا بودن کنترل کننده های آنالوگ و دیجیتال آن و پیوند (Link) آنها بصورت نرم افزاری است ، این امر دقیقاً به مثابه داشتن دو PLC قدرتمند در کنار هم است که یکی از آنها فقط پارامترهای آنالوگ را کنترل می کند و دیگری تنها پارامترهای دیجیتال را.

مزیت دیگر فیلدباس زیبایی و سادگی پیکربندی محیط گرافیکی و نمایشی (Monitoring) و بهره گیری کاربر از امکانات ویندوز درآن محیط است.

پروتکل های دیگری نیز هستند که شبکه را درون فیلد برده اند مثل Profibus ، Modbus ، CANBUS و ... اما در فیلدباس بصورت استاندارد از پروتکل FOUNDATION استفاده می شود و بیش از ۲۰۰ شرکت سازنده تجهیزات ابزاردقیق از آن پیروی می کنند.

هدف از فیلدباس اولاً کاهش حجم کابل کشی است و سپس کاهش سخت افزار مورد استفاده برای سیستم کنترل. از طرفی با استفاده از فیلدباس می توانیم اطلاعات زیادی را از ترانسمیترها گرفته یا به آنها بدهیم . از سوی دیگر چون ساختار ایجاد استراتژی و برنامه های کنترلی در فیدباس بصورت بلوکی است (Function Block) ، پیاده سازی و پیکربندی (configuration) امور کنترلی بسیار راحت است.

بدیهی است فیلدباس ایده ال اصلاً وجود خارجی ندارد. در پروژه هایی که نظارت قدرتمندی نداشته باشند محل عبور کابل و یا صدمات وارد شده به کابل باس ، محل نصب ترانسمیترها و ... باعث ایجاد نویز در اطلاعات شده وبسیار مشکل آفرین خواهد بود .

اگر محل ترانسمیترهایی که فیلدباس هستند درست تعیین نشود خط bus دچار پیچ و خم های زیادی شده و میزان کابل مصرفی از DCS نیز بیشتر می شود!

در حال حاضر فیلدباس پیشرفته ترین سیستم کنترل می باشد چرا که در دل آن تمامی سیستم های کنترل قبلی همراه با نرم افزارهای مفیدشان که البته به بهترین وجه ممکن ارتقا یافته اند قرار گرفته است.

۷- سیستم کنترل بی سیم (Wireless Control System) :

یکی از مسایل مهم ، وقت گیر و پرهزینه در اجرای سیستم های کنترل کابل کشی آن است. کابل کشی (cabling) هم تغذیه ادوات کنترلی را فراهم می کند و هم مسیر انتقال اطلاعات را درسیستم.

برای کابل کشی ابتدا باید نگهدارنده سینی کابل ها (cable tray support) را ساخت. سپس آنها را روی ستونهای بتونی (rack) یا پایه های فلزی (steel structure) سوارکرد. مرحله بعد نصب سینی کابل روی نگهدارنده هاست. حال به چندین کارگر تنومند نیاز است تا کابل ها را از قرقره ها کشیده و آنرا متره ودر متراژ مناسب قطع نمایند.

در این بین یک نظارت دقیق نیز نیاز است تا هم پوسته کابل ها آسیب نبینند و هم تکه های مازاد کابل(پرتی) ایجاد نشود!

بعد از کابل کشی نوبت به gland (گیره کابل) و shroud (غلاف گیره کابل) زدن و در نهایت انجام اتصالات (connection) کابل به ترانسمیتر یا جعبه اتصالات (junction box) میرسد که قبل از اتصالات حتماً باید از wire shoe یا cable shoe بهره بگیریم که سر سیم ها بخاطر افشان بودن پخش یا قطع نشوند !

این مراحل برای زمانی که فواصل زیر ۱۰۰ یا ۲۰۰ متر باشند قابل تحمل هستند اما وقتی کار به کیلومتر می کشد خودش پروژه ای در دل پروژه می شود!

بر این اساس انجام کابل کشی برای مسافت های بالا بصرفه نمی باشد و یک ایستگاه فرستنده / گیرنده کوچک می تواند در اینجا راه گشا باشد.

مطابق با استانداردهای FOUNDATION Fieldbus (FF) حتی با تکرارکننده های خط (Bus Repeater) طول کابل نمی تواند بیشتر از ۱۹۵۰ متر باشد (ماکزیمم ۴ تکرار کننده).

در چندسال اخیر (از سال ۲۰۰۲) شرکت هایی نظیر Fuji به فکر بی سیم کردن ترانسمیترها و تجهیزات کنترلی درون کارخانه افتادند. تنها مشکلی که در اینجا به چشم می خورد تغذیه کردن دستگاههای مذکور است ، که گفته میشود آن هم با قراردادن باطری های قابل شارژ روی ترانسمیتر ها و شارژ چند ماهیانه و یا سالیانه آنها قابل حل است.

ایده دیگر ارسال سیگنال تغذیه از طریق امواج رادیویی به ترانسمیتر هاست. یعنی امواج هم اطلاعات و هم توان مصرفی ترانسمیتر را بدون هیچ گونه سیم کشی انتقال می دهند.

سیستم خواباندن اضطراری کارخانه (ESD: Emergency Shutdown System):

ESD یا Emergency Shut Down به معنای خواباندن اضطراری کارخانه و واحد تولیدی در حال کار است و در کل یک PLC است که نقاط حساس کارخانه را زیر نظر دارد تا به محض بروز کوچک ترین مشکل در نقاطی که می توانند منجر به انفجار ، آتش سوزی و یا آسیب دیدن جدی کارخانه یا محصول کارخانه شوند جلوگیری کند. این امر با از سرویس خارج کردن تمام یا بخشی از کارخانه که نقاط ایجاد بحران هستند صورت می پذیرد.

در این شرایط کلیه مسیرهای فرایندی به حالت ایمن(Fail Safe) برده می شوند . حالت ایمن می تواند قطع مسیر فرایند (close) ، انتشار گاز بی خطر به هوا (vent) ، تخلیه مایعات خطرناک به پساب صنعتی یا فاضلاب (drain) و ... باشد.

سیستم های ESD در کل حساس ترین و مهم ترین قسمت کنترل و ابزاردقیق یک کارخانه هستند چرا که کوچک ترین تغییر و یا خروج از range یک پارامتر می تواند محصول را خراب (off) یا روند تولید آن را متوقف کند. مثلاً تغییر دمای یک واکنش شیمیایی یا کاهش سرعت یک موتور تسمه نقاله .

مواردی که می توانند ایجاد shut down کنند بسته به نوع فرایند و نوع عملیات کنترلی متفاوتند ولی معمولاً خروج از range ، خطای داخلی ترانسمیتر ، خطای انسانی و گاهی ایجاد مشکل در سخت افزار یا نرم افزار خود سیستم ESD است.(مثل سوختن کارت های I / O).

سیستم ESD همواره به صورت یک زیر سیستم (subsystem) درون سیستم کنترل اصلی کارخانه بکار می رود ولی خودش بطور مستقل اندازه گیری ها را انجام می دهد و تصمیم لازم را در صدور فرمان اتخاذ می کند. از طرفی اطلاعاتی را که بطور مستقیم از کارخانه دریافت می کند با تغییر به پروتکل مورد استفاده به سیستم بالا دستی خود که معمولاً DCS یا FCS است ارسال می کند تا از طریق سیستم مونیتورینگ در اتاق کنترل یا اتاق مهندسی توسط کاربران و مهندسان مورد استفاده قرار گیرد.

همانطور که گفته شد نیاز به دقت ، سرعت و قابلیت اطمینان (Reliability) برای سیستم ESD اجتناب نا پذیر است و این امر باعث شده سازندگان معدودی (در حد پنج سازنده در جهان) گواهینامه ساخت PLC های ESD را داشته باشند. مطرح ترین سازندگان ESD شرکت Allen-Bradley آمریکا (بزرگترین و قوی ترین سازنده PLC) و شرکت HIMA ی آلمان هستند. شرکت های ABB ایتالیا و I-triple X انگلستان هم ESD های قدرتمندی دارند. کارتهای Fail Safe زیمنس نیز که در رده ایمنی SIL3 قرار دارند برای مقاصد حفاظتی بسیار مطمئن عمل می کنند. بعضی از شرکت ها نیز نظیر YOKOGAWA از سیستم ESD خود استفاده می کنند. Prosafe یک PLC قدرتمند ساخت یوکوگاوا است که در رده ایمنی SIL3 کار می کند. با این حال در ایران اکثر سیستم های ESD ، HIMA هستند.

مهمترین خصیصه سیستم های ESD نحوه Redundancy آنهاست.سیستم های کنترل اصلی کارخانه ها به خاطر کاهش هزینه معمولاً پشتیبانی (Redundancy) را فقط در کنترلر اصلی فراهم می کنند در حالی که در ESD ها عمل پشتیبانی از نقطه ورود سیگنال آغاز شده و تا خروج نتیجه ادامه دارد، یعنی کارت های I/O نیز دارای پشتیبان هستند.

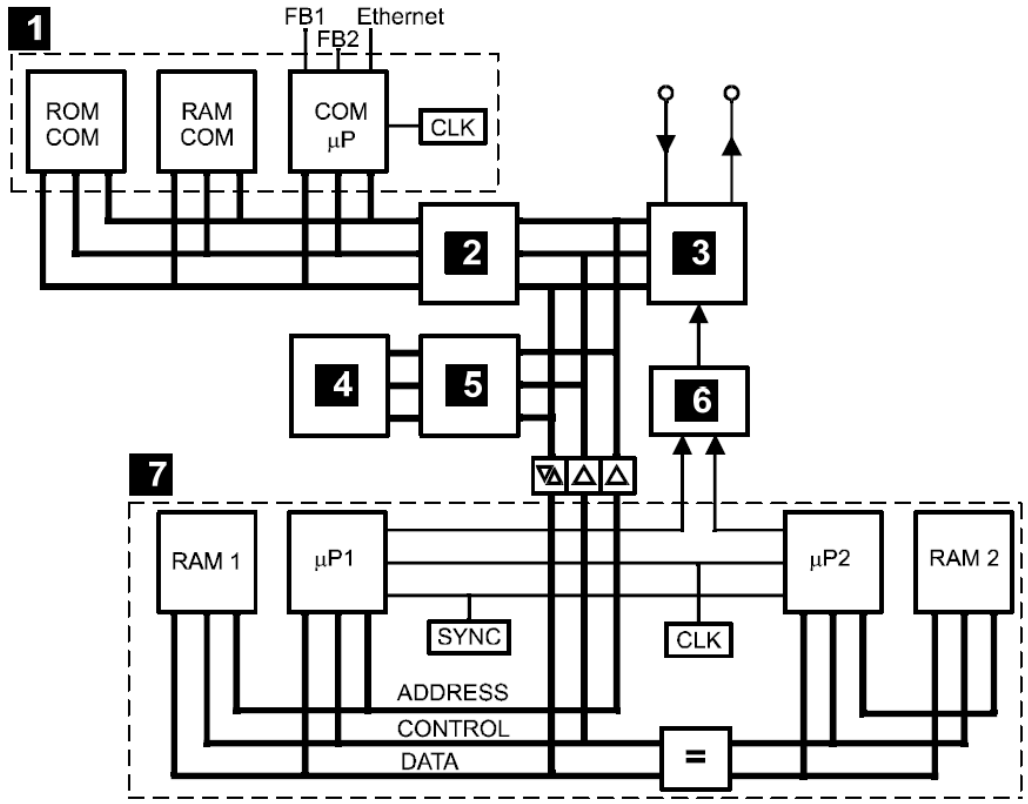
PLC این سیستم ها دارای دو ماژولCPU (A وB) است که هر ماژول نیز خود دارای دو پردازنده است که بطور موازی با هم کار می کنند. درست مثل اینکه دو مادربرد بطور همزمان یک عمل را انجام دهند و هر مادربرد نیز دارای دو CPU است که آنها نیز همزمان آن عمل را انجام می دهند ، یعنی چهار CPU آماده برای انجام یک عمل وجود دارند.

در I-triple X سیستم پشتیبان سه کاناله می باشد. که قابلیت اطمینان سیستم را در حد اعلا بالا برده است.

لازم به ذکر است ماهیت ESD با اینترلاک هایی که در سیستم کنترل اصلی طراحی شده اند متفاوت است. ما گاهی از اینترلاک های غیر ESD برای متوقف کردن یا خواباندن یک عملیات ترتیبی(Sequence) استفاده می کنیم که فعال شدن اینترلاک خللی در کارکرد کارخانه

ایجاد نمی کند. برای مثال زمانی که از دو فیلتر روی یک خط استفاده می کنیم که به صورت پشتیبان همدیگر عمل می کنند ، اختلال در کارکرد فیلتر اول باعث فعال شدن اینترلاک فیلتر شده و آن را از سرویس خارج می کند. در این حالت سیستم ESD فقط خروج از سرویس یکی از فیلترها را می بیند. اگر فیلتر دوم نیز به هر دلیلی از کار بیفتد ، ESD وارد عمل شده و با ایجاد سیگنال 2oo2 یا 2 out of 2 به معنای دو از دو (یعنی از سرویس خارج شدن هر دو فیلتر به طور همزمان) که شرط خواباندن اضطراری کارخانه است روند تولید را در حالات خواباندن نرمال (Normal Shut Down) یا سریع (Fast Shut Down) قرار می دهد.

شکل زیر مدار داخلی CPU یک کارت ESD مربوط به شرکت HIMA را نشان می دهد.



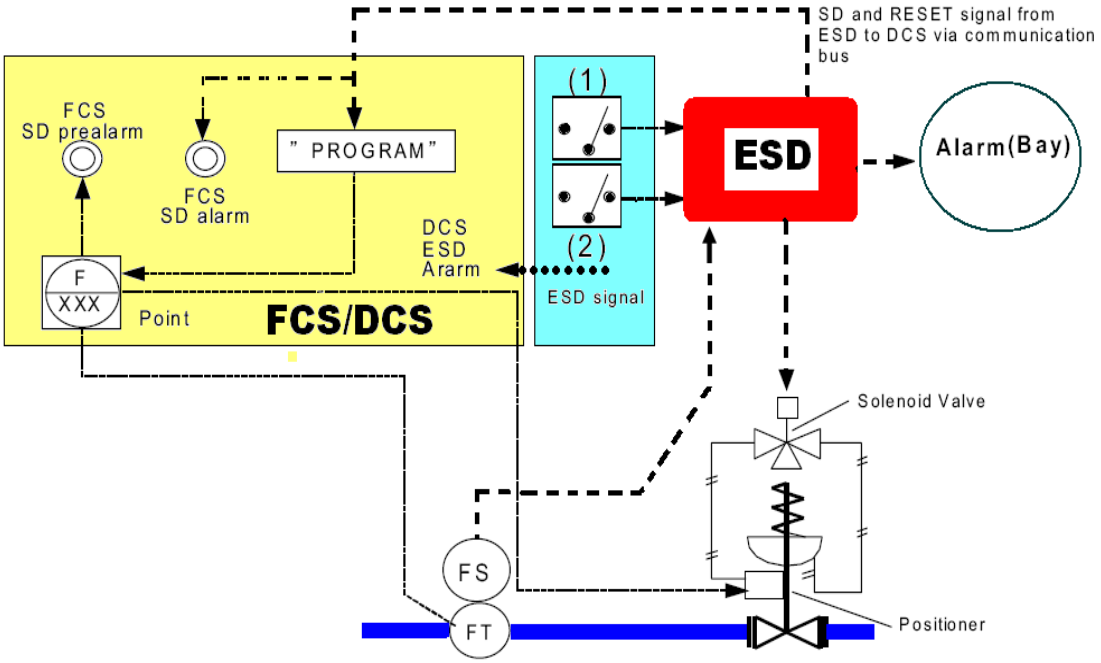
1 Communication System
2 Dual Port RAM
3 I/O Bus Module
4 Program Memory
5 Data Memory in NVRAM.
6 Watchdog
7 safety related processor system

شکل ۲-۷ : مدار داخلی یک کارت CPU در سیستم ESD. همانطور که از شکل دیده می شود تمامی عملکرد های دو بخش پشتیبان برای کشف اختلاف با هم مقایسه می شوند.

System designation	H41qc-MS H41q-MS H51q-MS	H41qc-HS H41q-HS H51q-HS	H41qc-HRS H41q-HRS H51q-HRS
SIL / Category	SIL 3 / Cat 4	SIL 3 / Cat 4	SIL 3 / Cat 4
Availability	normal	high	very high
Configuration			
Central module	mono	redundant	redundant
IO modules	mono[1]	mono[1]	redundant
IO bus	mono	mono	redundant[2]

1. To increase availability, individual IO modules may be used as redundant modules or in a 2oo3 circuit.
2. When using a redundant IO bus, we recommend using not only the IO modules but also the peripherals (sensors and actuators) as redundant modules. Experience shows that these components have higher failure rates than the modules of the PES.

جدول ۲- ۱ : جدول فوق موجودیت و عدم بروز خطا را در سه نوع کارت کنترلر که با آرایش های باس تکی / پشتیبان ، ماژولهای تکی / پشتیبان و ماژول پردازنده تکی / پشتیبان در نظر گرفته شده اند را نشان می دهد. موجودیت (قابلیت دسترسی) زمانی که در تمام شبکه از پشتیبان استفاده می کنیم در بالاترین حد ممکن قرار دارد.



شکل ۲-۸ : نحوه کنترل مشترک سیستم DCS/FCS و ESD

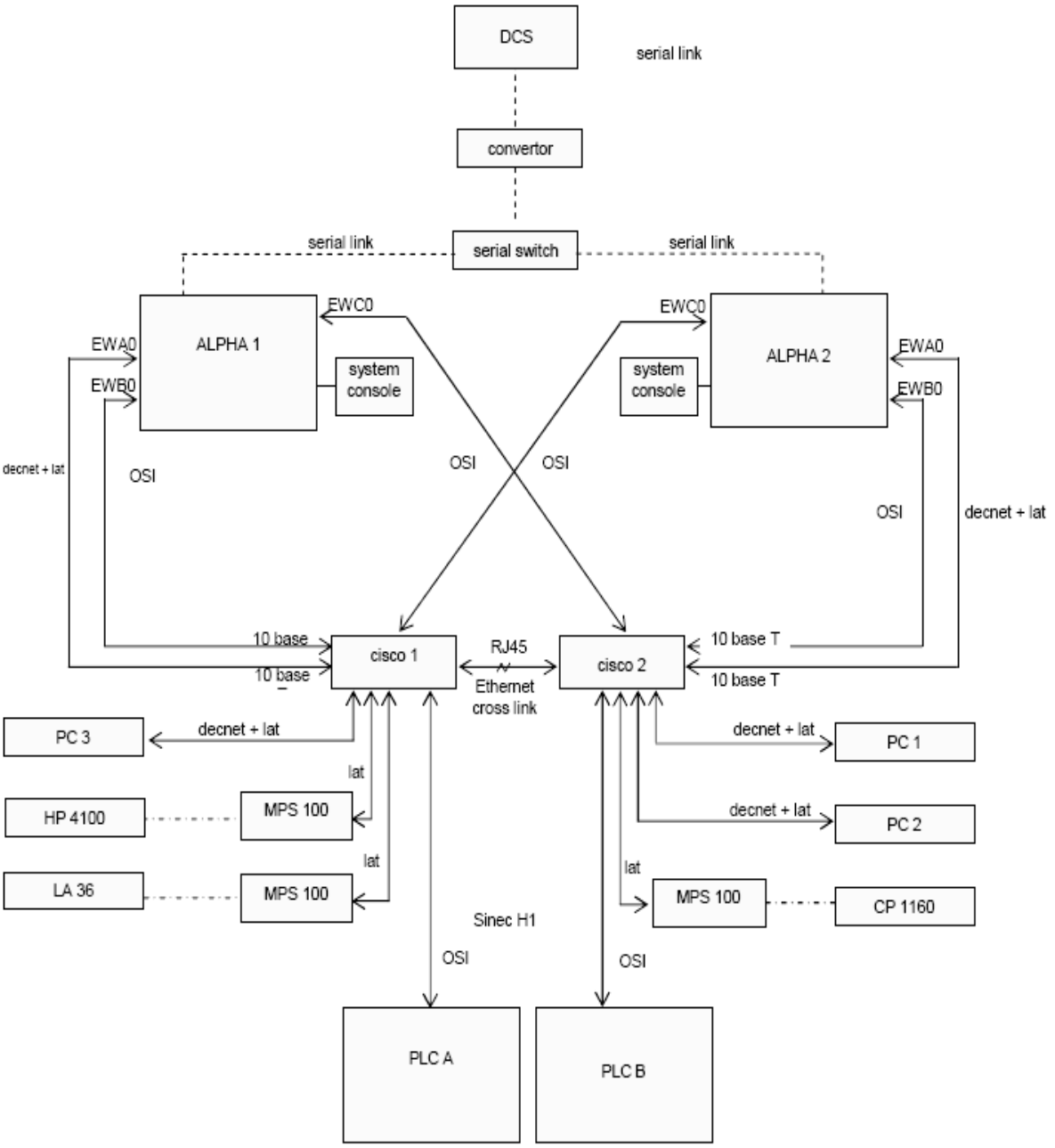
در این شکل سیگنال FCS توسط یک ترانسمیتر جریان یا FT و سیگنال ESD توسط یک سوییچ جریان یا FS ایجاد می شود. انتخاب نوع و تعداد ترانسمیترها یا سوییچ ها یا اینکه هر کدام متعلق به ESD باشد یا FCS/DCS به محاسبه عوامل ریسک و تمهیدات ایمنی بستگی دارد.
سیگنالهای ایجاد شده هر کدام به طور مجزا و کاملاً جدا از هم به سیستم های مربوطه ارسال می شوند. خروجی های ESD همواره تجهیزات On / Off یا روشن / خاموش هستند و به گاهی نیز قفل شدن عملگر در ناحیه ایمن (Fail Safe). در نهایت سیگنالهای ایجاد شده در ESD به FCS ارسال می شود.

در حقیقت از زمانی که پای کامپیوتر به کنترل راه یافت ، سیستم های کنترل ساختاری سلسله مراتبی پیدا کردند. از این رو ساختار SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) که سیستم گردآوری داده و دارای بخش سرپرست کنترل می باشد سنگ بنای سیستم کنترل شد.
اسکادا خودش به تنهایی یک سیستم کنترل نیست ، بلکه شالوده سیستم های کنترلی بر مبنای کامپیوتر است. هر کدام از سیستم های PLC (با کامپیوتر) DCS ، FCS و ... که از هرم مدیریتی کنترل که در فصل های بعد بیان می شود پیروی می کنند یک اسکادا هستند.

سیستم کنترل ترتیبی (SCS: Sequential Control System):

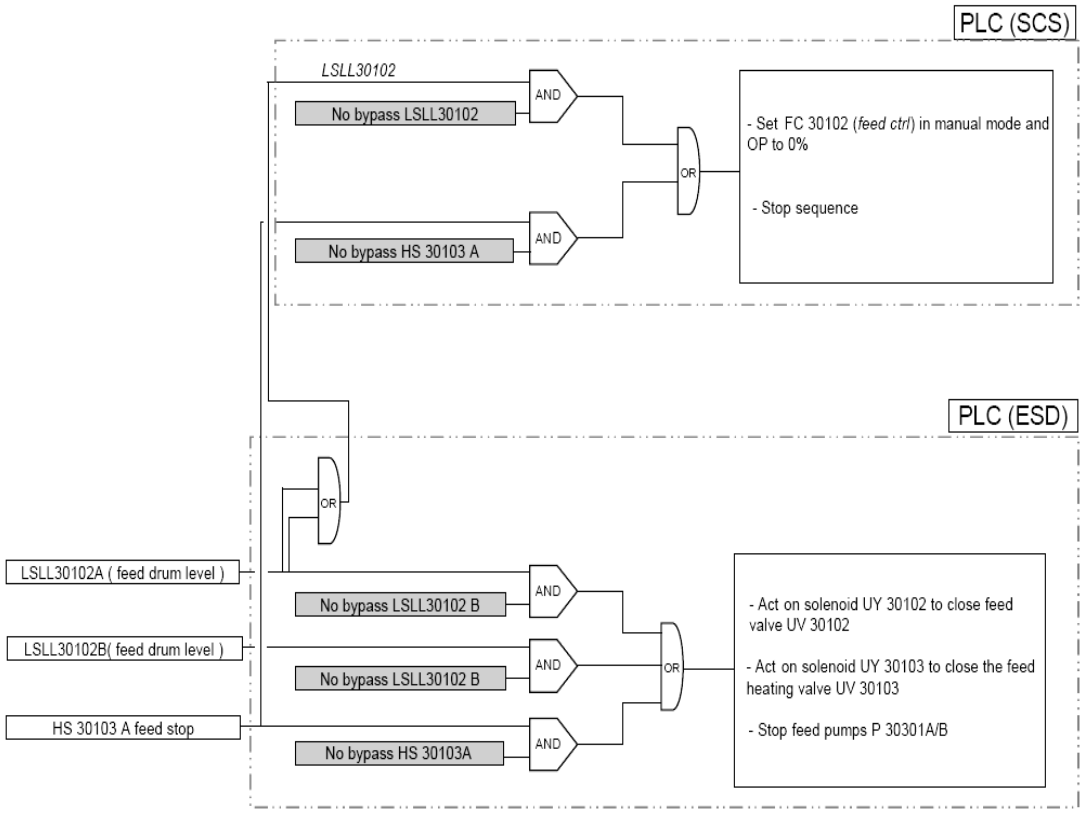
سیستم کنترل ترتیبی چیزی جدا از PLC نیست. در حقیقت این سیستم یک PLC است که با یک زمانبندی مشخص یک سری کار تکراری را انجام می دهد. وقتی بخواهیم یک توالی کنترلی را با چند XV و On/Off Valve انجام دهیم خود سیستم کنترل اصلی این کار را انجام می دهد. اما زمانی که بخواهیم عملیات ترتیبی صد یا دویست شیر کنترلی را با شرایط ویژه ای کنترل کنیم به یک PLC قدرتمند و مستقل به نام SCS نیاز خواهیم داشت.

در شکل ۶-۲ یک سیستم SCS را با دو PLC که به صورت پشتیبان کار می کنند آمده است. این سیستم به عنوان یک زیر سیستم اطلاعات خود را در اختیار DCS یا FCS قرار می دهد.



شکل ۲-۹ یک سیستم SCS با دو PLC که به صورت پشتیبان کار می کنند. ALPHA1 و ALPHA2 سرورهای سیستم هستند.

شکل ۲-۱۰ یک نقشه منطقی (Logic Diagram) از فرمان های ارسالی از طرف سیستم ESD به SCS را نمایش می دهد. یا دآور می شویم که ESD هیچگونه فرمان توقفی را از سیستم های دیگر دریافت نمی کند و تنها از نتایج حاصل از تجهیزات مرتبط با خودش استفاده می نماید.



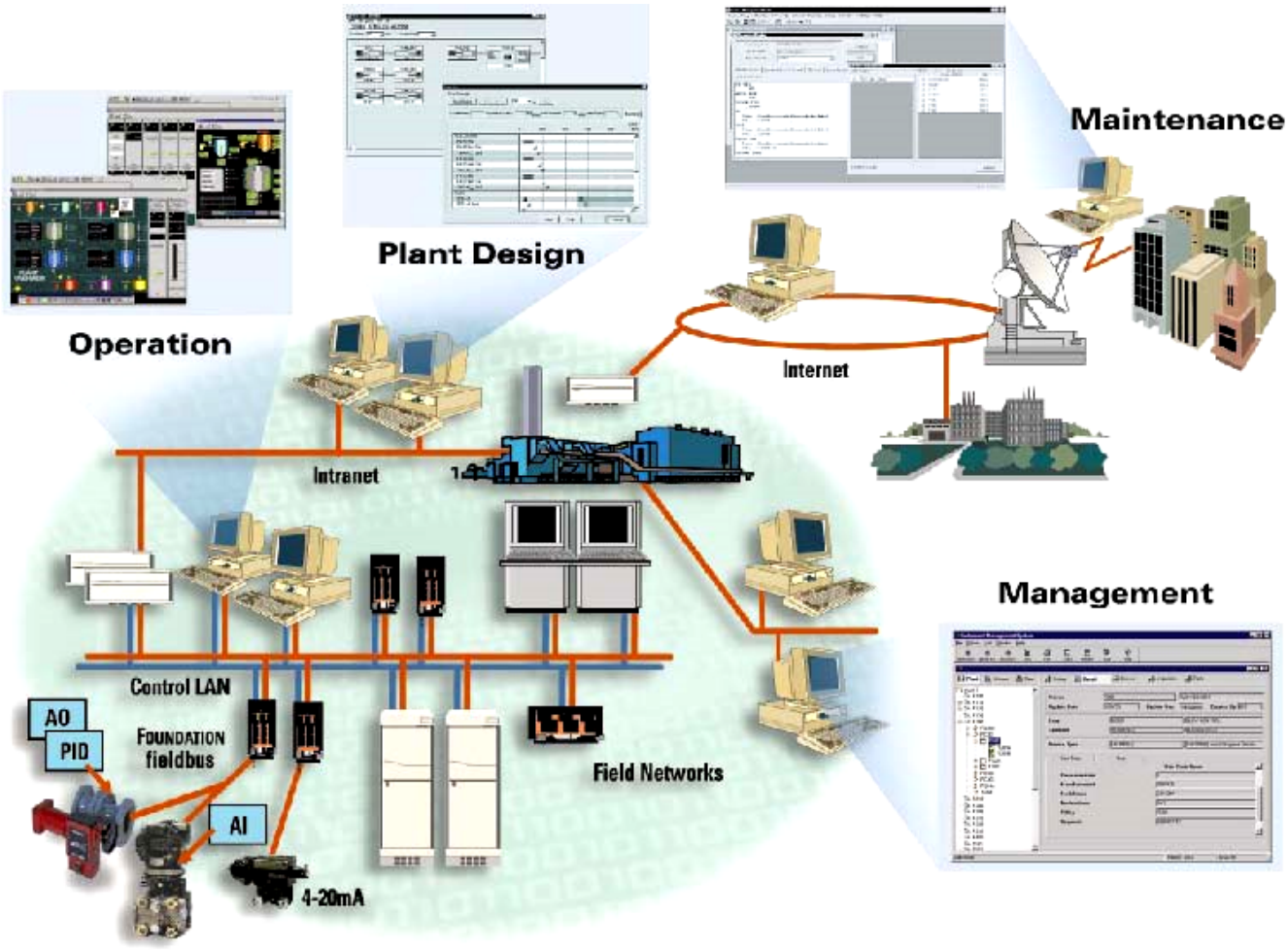
شکل ۲-۱۰ : یک مثال معمولی از نحوه ارسال فرمان از ESD به SCS. چنین فرمانی نیز از ESD به سمت DCS یا FCS ارسال می گردد.

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل سوم:

از فیلدباس چه می خواهیم؟



از فیلدباس چه می خواهیم:

تمام خواسته های ما از فیلدباس این است:

ما می خواهیم هر تجهیز کنترلی در محیط کارخانه یک کامپیوتر باشد ، ما فقط به آن تغذیه و برنامه بدهیم و آن نیز با بیشترین دقت، کمترین هزینه اولیه و کمترین هزینه تعمیرات و نگهداری و بالا ترین اطمینان بهترین و جامع ترین اطلاعات را در اختیار ما بگذارد.

فیلدباس پایه در اصل کامپیوتری کردن کوچک ترین عناصر کنترلی موجود در هر سیستم کنترلی است. پس فیلدباس یک سیستم ارتباطی دوطرفه، سریال و تمام دیجیتال بوده که تجهیزات موجود در کارخانه ازقبیل سنسورها ، محرکها و کنترلرها را با یک جفت سیم به هم مرتبط می سازد .

درواقع فیلدباس یک شبکه محلی **(LAN)** برای تجهیزات ابزاردقیق است که در کنترل فرآیند و روند اتوماسیون تولید یک محصول بکار می روند . این شبکه دارای قابلیتهای بالایی برای توزیع عملیات کنترل بین کلیه تجهیزات موجود در کارخانه می باشد. در اینجا ما به جای استفاده از یک ابر کامپیوتر برای اجرای تمام عملیات کنترلی کارخانه ، می خواهیم از چندین کامپیوتر کوچک که هر کدام یک نقطه از کارخانه را مراقبت می کنند استفاده کنیم.

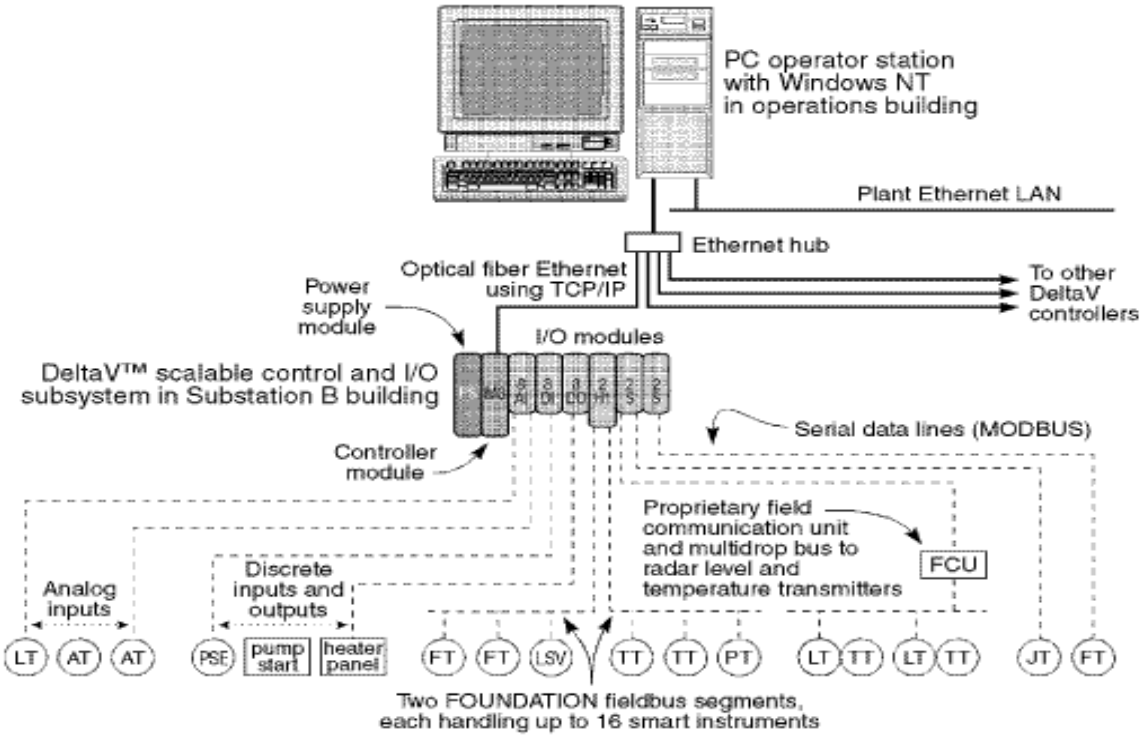


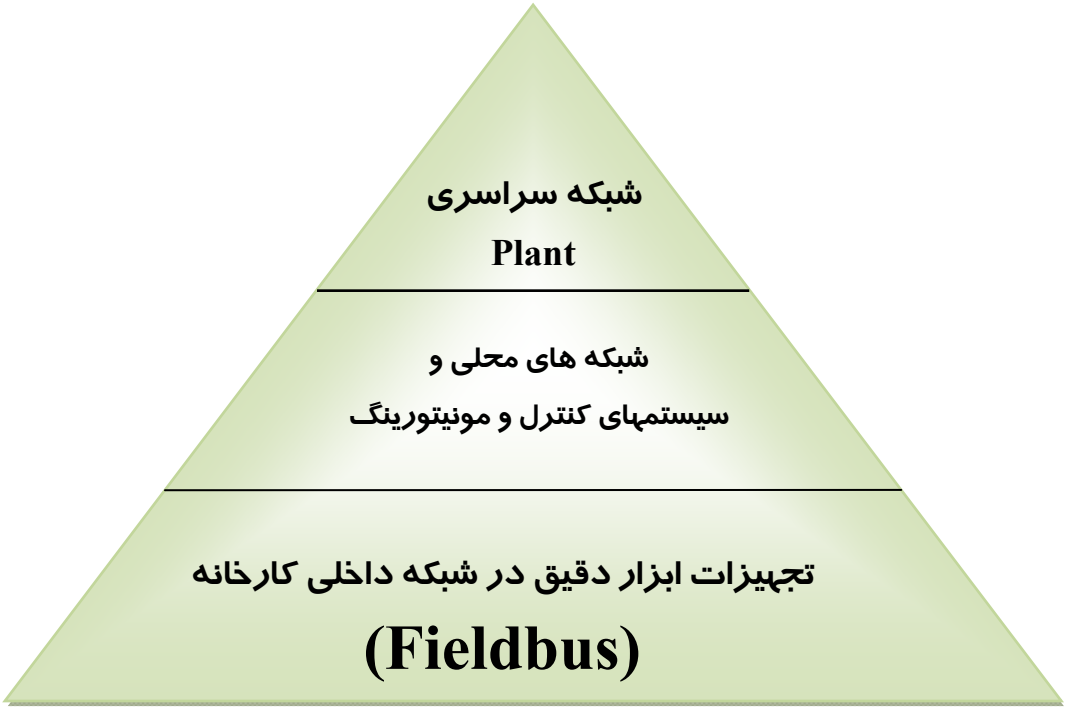
Figure 4. A Fisher-Rosemount DeltaV™ controller near the treater unit provides an open, consistent link not only to intelligent instruments via FOUNDATION fieldbus, but also to a variety of conventional instruments.

شکل ۲-۱ :یک سیستم واقعی فیلدباس که پس از بررسی محدودیت ها به آن می رسیم

همانگونه که در شکل ۳۲ دیده می شود ، تجهیزات موجود در کارخانه پایین ترین سطح در هرم معروف شبکه در کنترل واحدهای صنعتی را تشکیل می دهند.

آنچه در این هرم دیده می شود عبارت است از :

۱. تجهیزات ابزاردقیق (سنسورها ، محرکها و ترانسمیترها) و ارتباط آنها با یکدیگر (در شبکه LAN)
۲. کنترل کننده ها و ادوات مانیتورینگ که عمل هماهنگی عملیات کنترل هر فرآیند را انجام میدهند
۳. شبکه سراسری Plant که مجموعه تمامی این شبکه های محلی را مدیریت می کند. این شبکه سراسری برای نظارت گسترده بر کلیه فرآیندهای یک کارخانه بکار می رود .



شکل ۲-۲ : هرم کنترلی واحدهای صنعتی

- مزایای فیلدباس:

سیستم فیلدباس برخی از ویژگیهای مطلوب سیستم آنالوگ 4-20mA را حفظ کرده است.

بعنوان مثال:

۱. وجود یک رابط فیزیکی استاندارد با کابل
۲. برقراری ارتباط بین تجهیزات تنها با یک جفت سیم

۳. ایمنی بالا

علاوه بر این فیلدباس پایه توانایی های زیر را نیز دارد:

۱. ارتباط قدرتمند و مطمئن بخاطر انتقال اطلاعات به شکل کاملاً دیجیتال
۲. کاهش حجم کابل کشی بخاطر وجود چند تجهیز روی یک کابل
۳. کاهش بار روی کنترل کننده های درون اتاق کنترل بخاطر امکان توزیع بعضی توابع کنترلی و ورودی/ خروجی بین تجهیزات موجود در کارخانه . که ویژگی سیستم های DCS است.

➢ حجم بالای اطلاعات قابل دسترس:

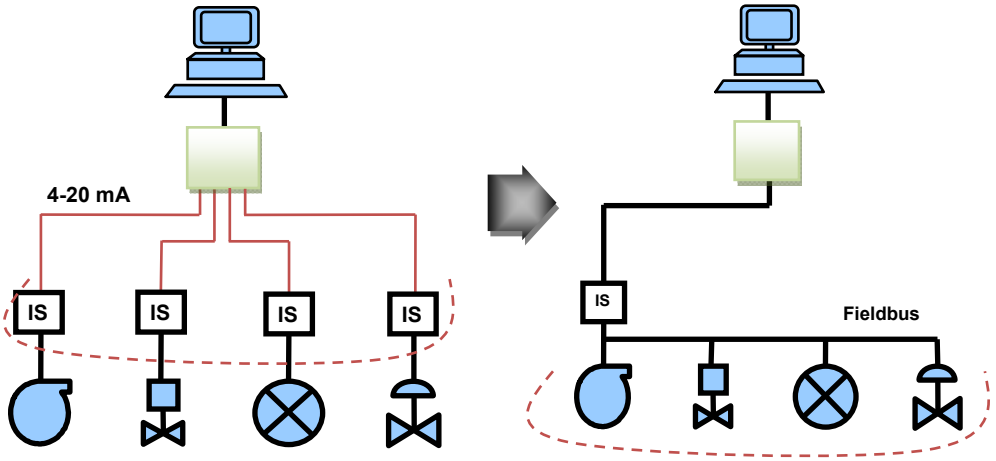
سیستم فیلدباس از متغیرهای چندگانه در درون تجهیز استفاده کرده تا آنها نیز در پروسه کنترل وارد شده و برای بهینه سازی فرآیند، تهیه آرشیو ، تحلیل نمودارها و ارائه گزارش بکار برده شوند. دقت بالا و نبود اعوجاج از مشخصات ارتباط دیجیتال می باشند که دقت و قدرت عملیات کنترل را بالا می برند .

➢ دسترسی و نظارت گسترده به فرآیند:

قابلیتهای ارتباطی و خود آزمایی یا self test در تجهیزات فیلدباس (تجهیزات ابزار دقیقی هوشمند و میکروپروسسوری) باعث کاهش زمان متوقف شدن تجهیزات به منظور انجام عملیات تعمیراتی و افزایش ایمنی و عملکرد واحد می شوند .

در هنگام وقوع یک وضعیت غیر عادی در واحد یا زمانی که به تعمیرات پیشگیرانه احتیاج پیدا می شود ، دیگر به فرستادن یک نیروی تعمیرات به محل ، جهت تست دستگاه ها نیازی نیست و دستگاه های هوشمند فیلدباس با ویژگی عیب یابی داخلی یا Self Diagnostics نیروهای عملیات را از مسئله آگاه می سازند. این امر باعث تسریع در عملیات تعمیراتی و اطمینان ازخارج کردن دستگاه از حالت غیر نرمال و ایجاد حالت نرمال اولیه در آنها می باشد.

به طور کلی در سیستم فیلدباس نه تنها اطلاعات و داده های تجهیزات کارخانه در شبکه قابل دستیابی هستند، بلکه می توان از طریق شبکه، تنظیمات دستگاه ها را تغییر داده و آنها را کالیبره نیز کرد . این بدان معنی است که دستیابی و نظارت بر دستگاه ها در فیلدباس بسیار فراتر از سیستم های قبلی است.

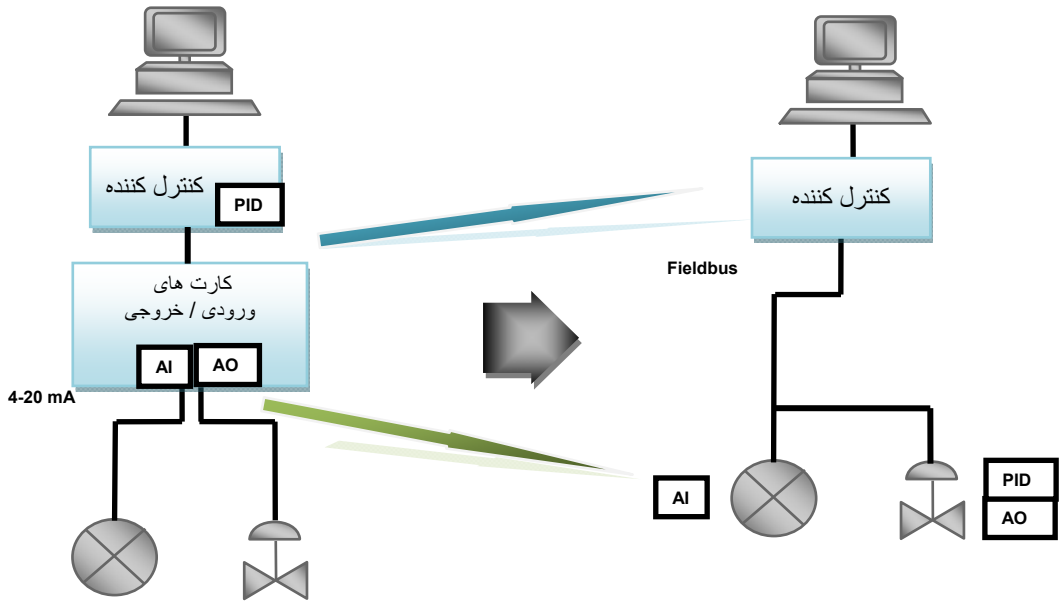


شکل ۲-۳ : مقایسه سیستم کنترل معمولی با فیلدباس از نظر سطح دسترسی به اطلاعات تجهیزان درون سایت

➢ کاهش سخت افزار:

فیلدباس پایه از یک سری **Function Block** استاندارد برای تحقق استراتژی کنترل استفاده می کند . اکثر توابع کنترلی همچون ورودی آنالوگ **(AI)** ،خروجی آنالوگ **(AO)** و کنترلر **PID** میتواند توسط تجهیزات موجود در کارخانه و با بهره گیری از بلوک تابع اجرا شوند.

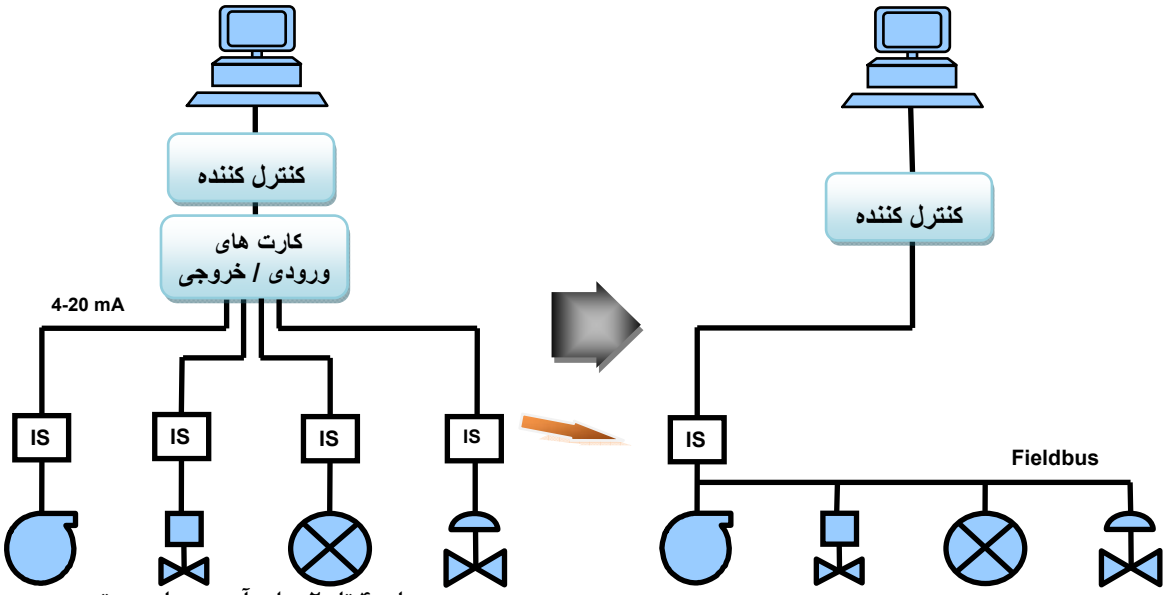
با استفاده از ساختار بلوکی بلوک های تابع میتوان تمامی این بلوکها را درون تجهیزات موجود در کارخانه توزیع کرد . توزیع عملیات کنترل درون تجهیزات موجود در کارخانه باعث می شود مقادیر **I/O** و بسیاری از تجهیزات جانبی کنترلی همانند کابینت ها ،منابع تغذیه و کارت یا ماژول های دیگر کاهش یابند .



شکل ۲-۴ کاهش سخت افزار توسط فیلدباس از نظر کنترلی

➢ کاهش سیم کشی:

فیلدباس امکان اتصال کلیه تجهیزات موجود در کارخانه به یک جفت سیم را برآورده می سازد و بنابراین میزان کابل کشی ، تعداد مسدود کننده ها و همچنین کابینتهای مارشالینگ به میزان قابل توجهی کاهش داده می شود.

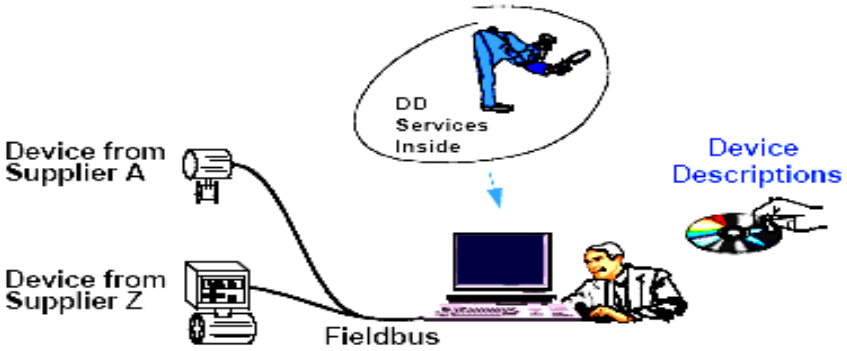


شکل۲-۵: کاهش سخت افزار در فیلدباس از نظر کابل کشی و تعداد مسدودکننده ها

➢ قابلیت سازگاری با سازندگان مختلف(Interoperability):

هر کارخانه سازنده تجهیزات فیلدباس می بایست از استانداردهای فیلدباس پایه پیروی کند تا بتواند گواهینامه مورد تایید و استاندارد آن را اخذ نماید.با وجود استاندارد، ما می توانیم تجهیزات فیلدباس را از چندین سازنده تهیه کرده و آنها را با هم بکار ببریم. این بدان معنی است که شما دارای درجه آزادی بسیار زیادی در انتخاب فروشنده خواهید بود . همچنین تمامی دستگاه ها از کارخانجات مختلف بخوبی میتوانند در ارتباط با هم کار کنند. مصداق این امر جمع کردن یک کامپیوتر شخصی است که می توان مادربورد، کارت گرافیک، مودم و ... آن را از سازنده مورد نظر خود تهیه کرد.

این قضیه برای سیستمهای آنالوگ جای بحث ندارد اما در سیستم فیلدباس به خاطر وجود پروتکل های ارتباطی و نرم افزارهای ویژه که با تجهیزات در ارتباط هستند باید استاندارد خاصی تعریف شود تا در حین جایگزینی تجهیز و یا بکار بردن سازندگان مختلف در کنار هم مشکلی بوجود نیاید.



شکل ۲-۶: استفاده از دو تجهیز فیلدباس با سازندگان مختلف

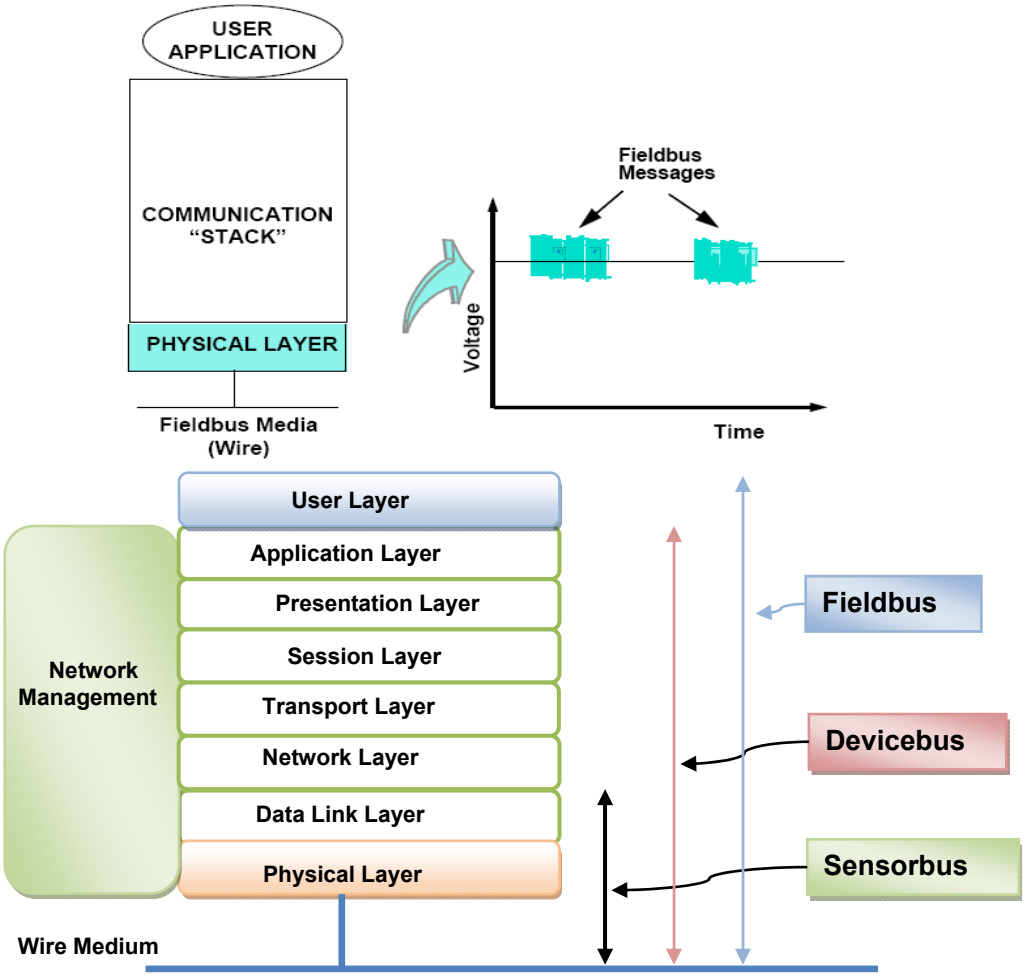
- تکنولوژی فیلدباس پایه:

تکنولوژی فیلدباس پایه شامل بخشهای زیر است :

۱- لایه فیزیکی (Physical Layer)

۲- پشته مخابراتی یا Communication Stack

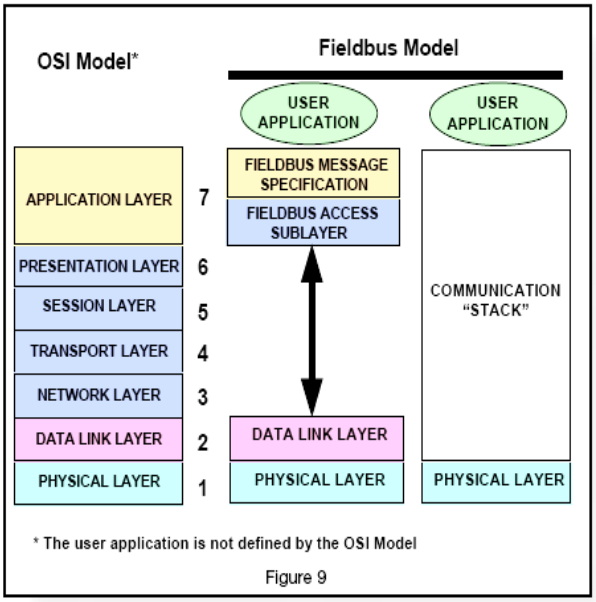
۳- لایه کاربر (User Layer)

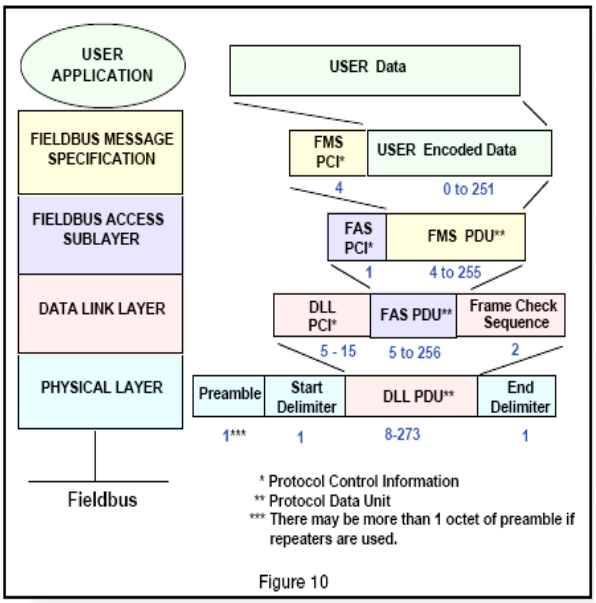


شکل ۲-۷ : مقایسه مدل لایه های شبکه با لایه های فیلدباس و سیگنال فیلدباس در لایه فیزیکی

مدل ارتباطی لایه بندی شده تحت عنوان OSI (Open Systems Interconnect) برای مدل کردن اجزاء شبکه در شکل فوق مشاهده می شود.

لایه فیزیکی لایه اول OSI و لایه DLL (Data Link Layer) لایه دومOSI می باشند .مشخصه پیام فیلدباس(Fieldbus Message Specification) در لایه هفتم OSI ودر نهایت بخش پشته ارتباطات یا Communication Stack بین لایه های دوم و هفتم OSI قرار می گیرد . فیلدباس از لایه های 3,4,5,6 در OSI استفاده نمی کند و یک لایه تحت عنوان زیر لایه دسترسی به فیلدباس یا Fieldbus Access Sublayer (FAS) لایه های FMS و DLL را به هم ارتباط میدهد .





شکل ۲-۸ : لایه های فیلدباس و نحوه تشکیل سیگنال پیام در فیلدباس

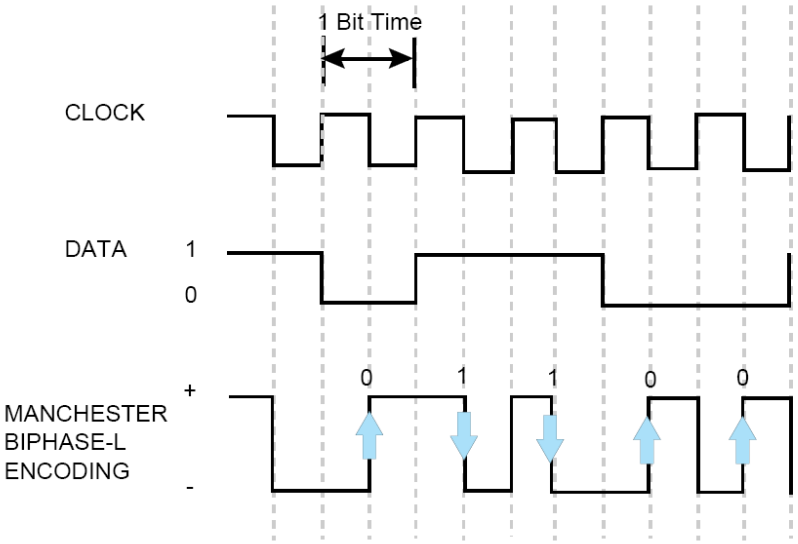
- لایه فیزیکی:

لایه فیزیکی بوسیله استانداردهای زیر تعریف می شود

1. IEC (International Electrotechnical Commission)
2. ISA (Industry Standard Architecture)

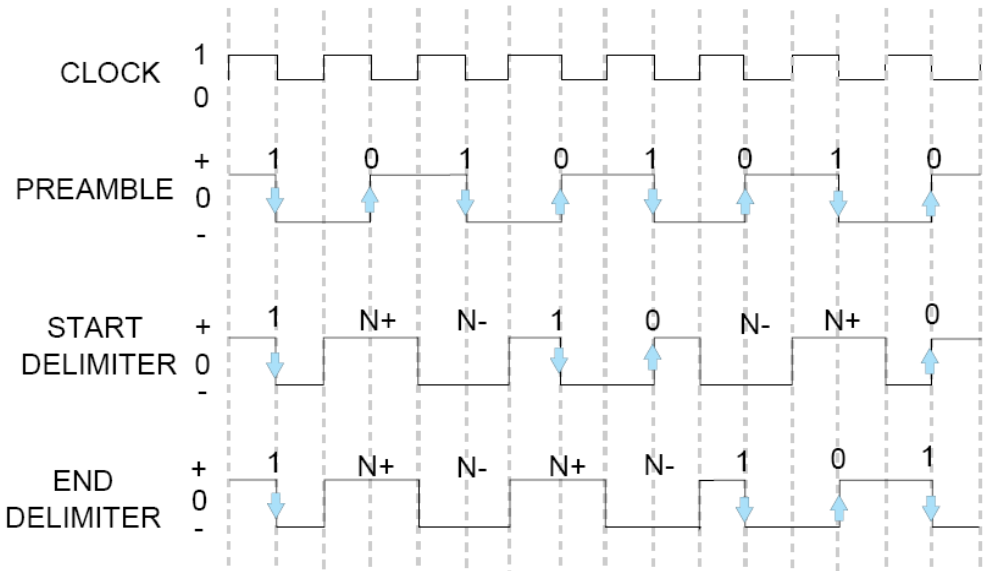
این لایه پیغامها را از پشته مخابراتی دریافت کرده و به سیگنالهای فیزیکی تبدیل کرده و روی فیلدباس ارسال می کند و برعکس . عملیات تبدیل در لایه فیزیکی شامل افزودن و حذف حاشیه های پیغام مثل بخش مقدمه (Preamble) ومحدوده های آغازین و پایانی پیغام (Start and End Delimiters) می باشد .

سیگنالهای فیلدباس بوسیله تکنیک معروف مخابراتی دوفازی منچستر کدگذاری می شوند . از آنجایی که در این تکنیک سیگنال **Clock** در داده های سریال وارد می شود ، به آن سیگنال کدگذاری شده همزمان شده سریال یا **Synchronous Serial** گفته می شود . داده ها با سیگنال ساعت ترکیب می شوند تا سیگنالهای فیلدباس ایجاد شوند. گیرنده سیگنال فیلدباس یک لبه بالا رونده در میانه یک **Bit Time** را بعنوان یک داده صفر و یک لبه پایین رونده را بعنوان یک درنظر می گیرد .



شکل ۲-۹: تکنیک دوفازی منچستر برای ایجاد سیگنال فیلدباس

کاراکتر های خاصی برای بخش مقدماتی و حائلهای آغازین و پایانی پیغام تعریف می شوند. بخش مقدماتی پیغام در گیرنده پیام برای همزمان سازی کلاک داخلی با سیگنال فیلدباس ورودی بکار برده میشوند .



شکل ۲-۱۰: نحوه ایجاد بلوک های مقدمه، محدوده آغازین و محدوده پایانی

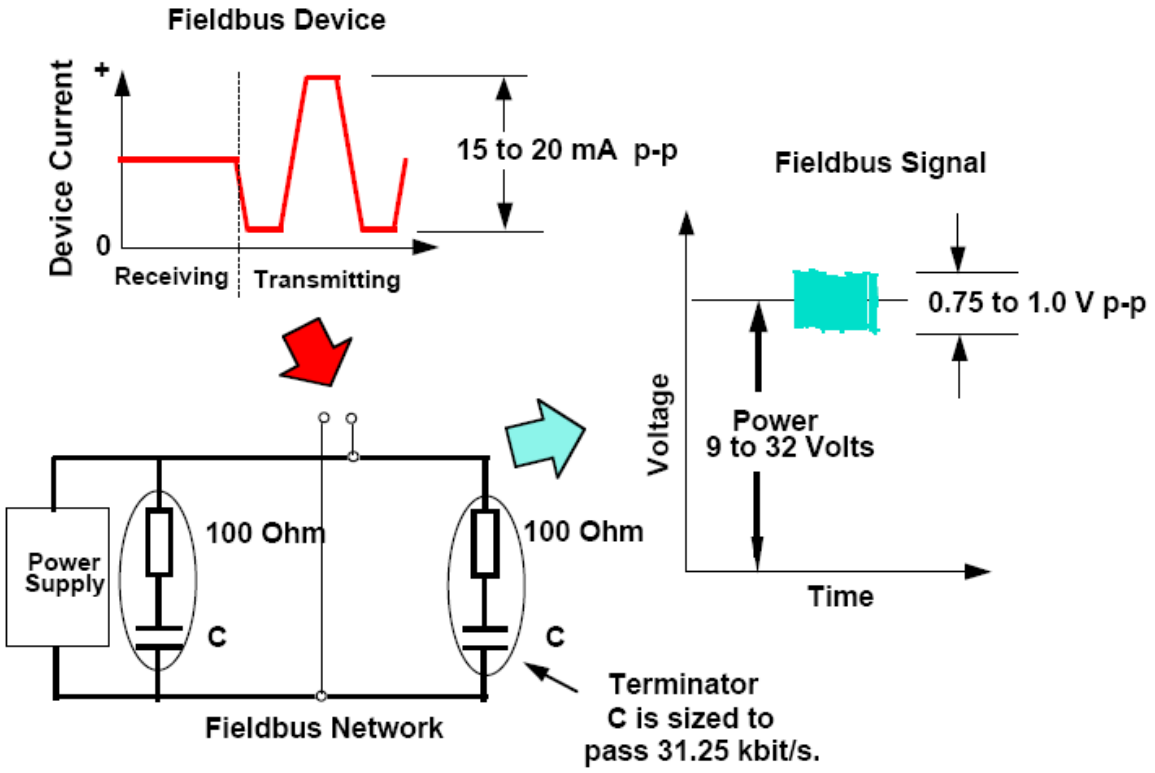
کدهای خاص **N+** و **N-** در حائل آغازین و پایانی ، در میانه یک **Bit time** تغییر سطح نمی دهند. گیرنده پیام از بخش آغازین پیغام برای یافتن شروع یک پیغام فیلدباس استفاده می کند . بعد از اینکه گیرنده پیام بخش آغازین را پیدا کند ، داده های فیلدباس را دریافت کرده تا بخش حائل پایانی دریافت شود.

- **H1 Fieldbus**

سرعت انتقال **31.25 kbit/s** برای سیگنال فیلدباس در سایت و برای امور کنترلی از قبیل کنترل دما ،فشار و سطح و ... مورد استفاده قرار می گیرد. تجهیزاتی که با این نوع داده ها کار می کنند ، مستقیماً از سیم فیلدباس تغذیه می شوند و میتوانند با همان کابل کشی که پیش از این برای انتقال سیگنال آنالوگ **4-20mA** مورد استفاده قرار می گرفت ، داده های خود را ارسال یا دریافت کنند.

برای رعایت ایمنی بالا یک مسدودکننده بین منبع تغذیه (در ناحیه ایمن) و تجهیزات ایمنی ذاتی **I.S.** در ناحیه خطرناک **(Hazardous Area)** قرار داده می شود.

تجهیزات فیلدباس یک سیگنال جریان **20mA ~ 15±** با نرخ **31.25 kbit/s** به بار معادل **50** اهمی اعمال می کنند تا یک ولتاژ **0.75 ~ 1 V peak to peak** مدوله شده روی سیگنال منبع تغذیه **DC** بوجود بیاید. ولتاژ منبع تغذیه بسته به قدرت مسدود کنندها از **9v** تا **32v** قابل تغییر است .

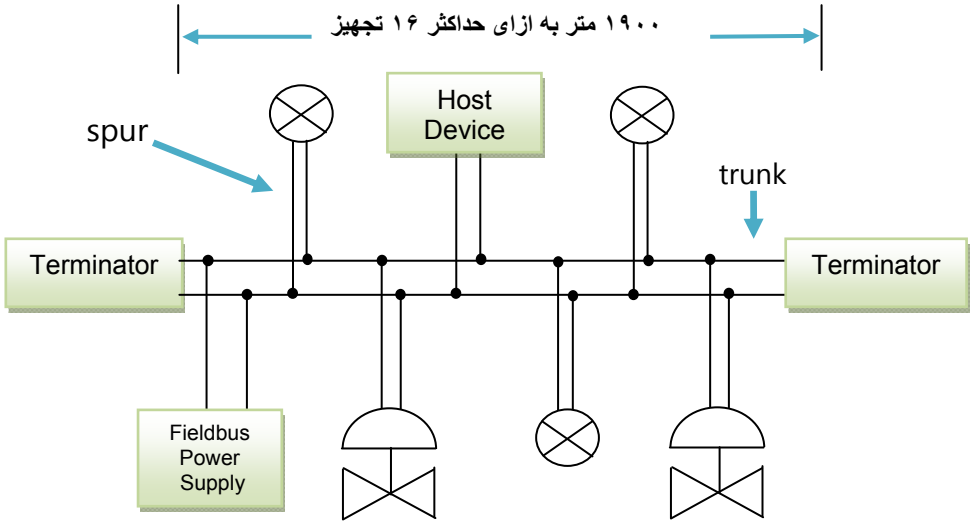


شکل ۲-۱۱: مشخصه جریان و ولتاژ فیلدباس و اثر ترمیناتور روی آنها

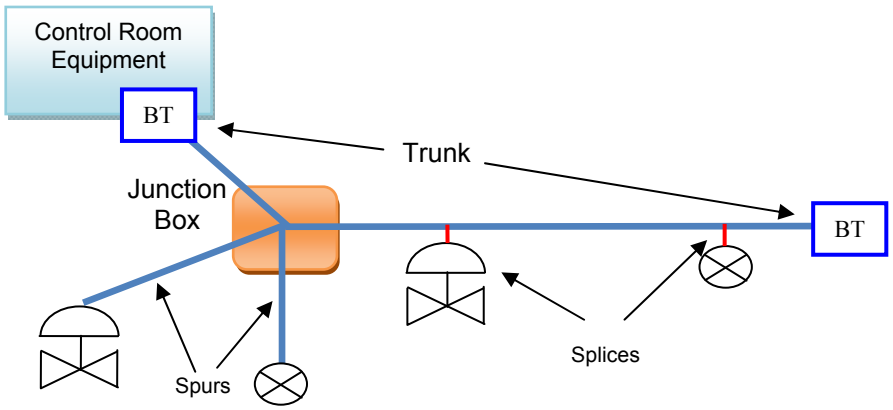
➢ کابل کشی فیلدباس:

تجهیزات فیلدباس می توانند از طریق یک خط دو سیمه فیلدباس تغذیه شوند . طول کابل فیلدباس به پارامترهایی نظیر سرعت مخابره اطلاعات ، نوع کابل ، اندازه سیم و تغذیه روی خط باس بستگی دارد .

در شکل زیر توپولوژی تجهیزات فیلدباس و سیم کشی بین آنها دیده میشود . بخاطر جلوگیری و ممانعت از تشعشعات سیگنال که باعث ایجاد اعوجاج در سیگنال و آنتن شدن باس می شوند ، در دو انتهای باس مدارهایی تحت عنوان پایان دهنده خط یا **Terminator** نصب می شوند .



شکل ۲-۱۲: نحوه چیدمان تجهیزات روی فیلدباس



شکل ۲-۱۳: ساختار بسیار ساده یک شبکه فیلدباس

اکنون به بررسی سیم کشی یا همان **wiring** و اصطلاحات آن در فیلدباس می پردازیم.

در بحث سیم کشی تجهیزات فیلدباس به اصطلاحات زیر برمی خوریم:

i. **Trunk** : باس اصلی مخابره اطلاعات که به عنوان تغذیه اطلاعاتی اصلی برای باسهای فرعی عمل میکند یعنی یک سمت آن به منبع تغذیه متصل است.

ii. **Segment** : بخشی از کابل است که دو سر آن به دو پایان دهنده ختم می شود و به پورت رابط فیلدباس **H1** متصل می باشد . در واقع **Segment** به مجموعه یک **Trunk** و باسهای فرعی متصل به آن گفته می شود .

iii. **Spur , Splice** : تجهیزات فیلدباس از طریق رابط هایی تحت عنوان **Splice** و **Spur** به معنای مفصل و انشعاب به باس اصلی **(Trunk)** متصل می شوند . رابط های **Splice**یا مفصل اتصالاتی هستند که فاصله آنها تا باس اصلی کمتر از یک متر**(1m)** می باشد.

طول خطوط انشعاب از **1m** تا **120m** متغیر می باشد ، بطوری که :

- طول انشعاب باید به ازای اضافه شدن هر دستگاه روی آن ، به اندازه **30m** کاهش یابد .
- تعداد تجهیزات ممکن روی فیلدباس ، بسته به فاکتورهایی نظیر : توان مصرفی دستگاه ها ، نوع کابل و استفاده یا عدم استفاده از تکرار کننده یا همان **Repeater** ، متغیر است .

جدول زیر رابطه بین تعداد دستگاه ها و طول خطوط انشعاب را مشخص می کند .

تعداد کل دستگاه ها	طول هر انشعاب شامل ۱دستگاه	طول هر انشعاب شامل ۲دستگاه	طول هر انشعاب شامل ۳دستگاه
1-12	120m	90m	60m
13-14	90m	60m	30m
15-16	60m	30m	1m

شکل ۲-۱۴ : طول خطوط انشعاب بر حسب تعداد دستگاه های روی آن

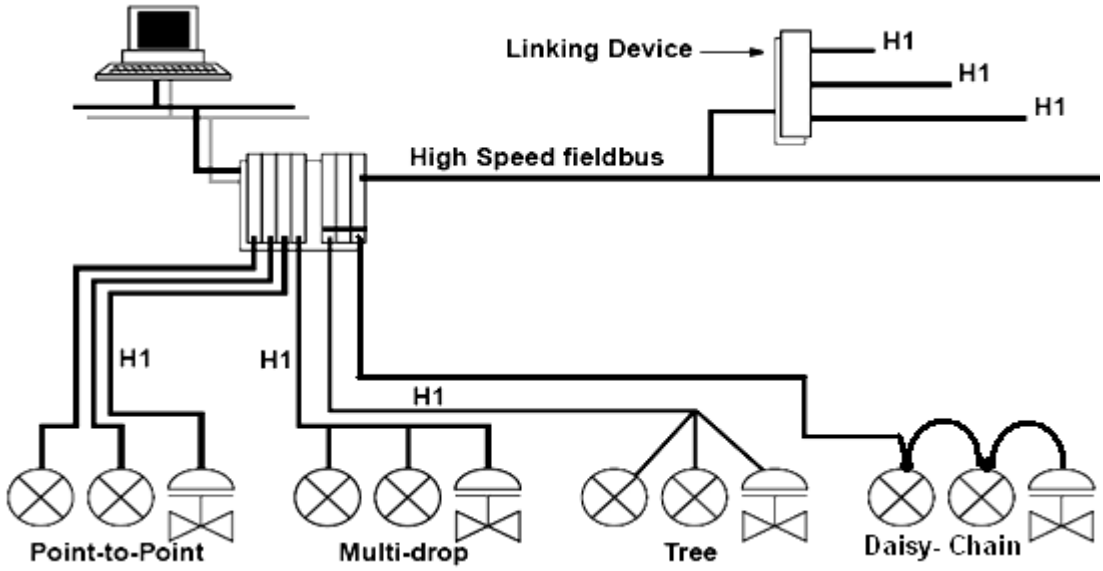
➢ انواع توپولوژی یا به همبندی فیلدباس:

اتصال دستگاه ها به فیلدباس با شکلها و توپولوژی های گوناگون صورت می گیرد که چهار نوع متعارف آنها عبارتند از :

- باس خطی: برای زمانی که تعداد دستگاه ها نسبتاً کم باشد استفاده می شود، جایی که تجهیزات ابزار دقیق در مسافتهای طولانی قرار دارند.

- زنجیره ای یا **Daisy- Chain** : هر گاه امکان دسترسی به **Junction Box** وجود نداشته باشد ، باس به ترمینالهای هر دستگاه وصل می شود. معمولاً استفاده از این تکنولوژی توصیه نمی شود چرا که با خارج کردن یک دستگاه از سرویس، احتمال قطع ارتباط تجهیزات دیگر بوجود می آید .
- درختی یا **Tree** : زمانی که تعداد زیادی از تجهیزات کنترلی نزدیک یکدیگر قرار دارند بهترین توپولوژی باس برای ارتباط دادن آنها به همدیگر خواهد بود زیرا میزان کابل و تعداد جعبه اتصالات مصرفی شدیداً کاهش می یابد.این همبندی را **Chicken Foot** و به تعبیری پا کلاغی نیز می گویند.

در شکل زیر چهار توپولوژی فوق نشان داده می شوند:

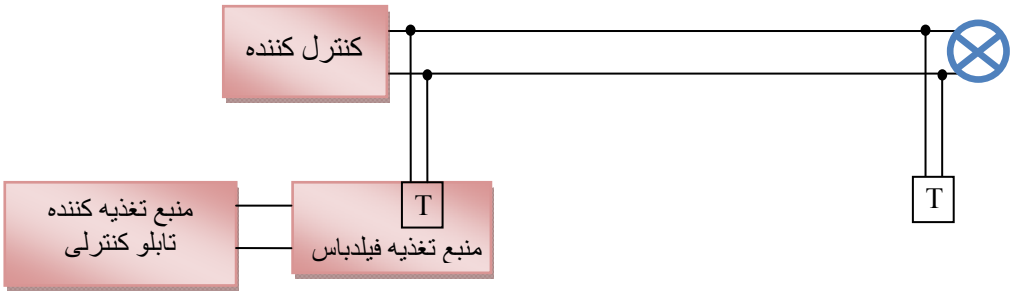


شکل ۲-۱۵ : توپولوژی های مورد استفاده در فیلدباس

➢ سگمنت یا حلقه فیلدباس:

در سیستمهای مخابره آنالوگ رایج **(4-20mA)** یک مقدار آنالوگ روی یک جفت سیم رد وبدل میشود . در فیلدباس این جفت سیم با تمهیدات زیر به یک **Segment** تبدیل می گردد :

i. قرار گرفتن یک رابط فیلدباس **H1** بجای کارت آنالوگ سیستم کنترل
ii. تعویض تجهیزات آنالوگ با تجهیزات هوشمند فیلدباس
iii. افزودن یک منبع تغذیه دارای بخش بهینه سازی توان با یک امپدانس مشخصه مناسب
iv. افزودن دو پایان دهنده به باس



شکل ۲-۱۶: ایجاد یک سگمنت فیلدباس با بهینه سازی یک سیستم آنالوگ

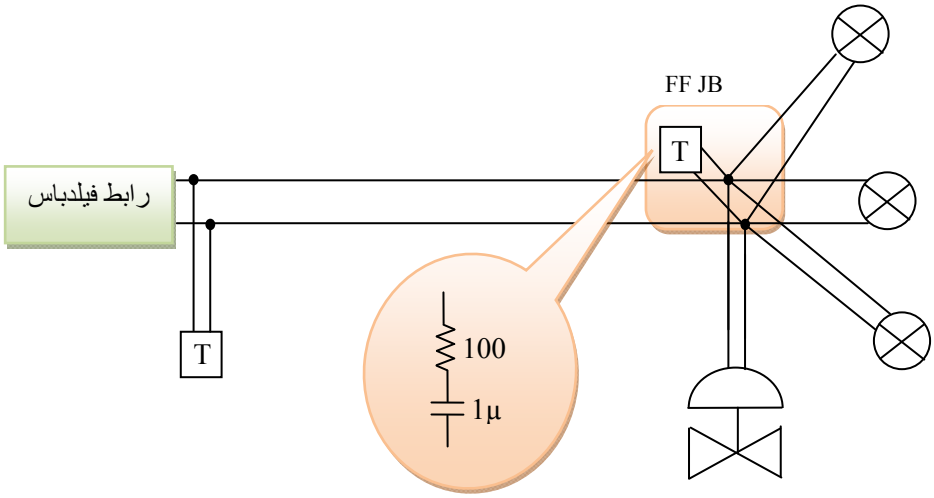
پایان دهنده که در دو انتهای سگمنت وصل می شوند دارای مشخصات زیر می باشند:

i. **ترمیناتورها از اعوجاج و تضعیف سیگنال جلوگیری بعمل می آورند .**

ii. **ترمیناتورها ماژولهایی برای تطبیق امپدانسی هستند.**

iii. **در هر سگمنت دو و تنها دو عدد ترمیناتور وجود دارد.**

همانطور که در شکل زیر مشخص شده است این ترمیناتورها از یک مقاومت 100Ω و یک خازن 1µf تشکیل شده اند . در اینجا ترمیناتور سمت راستی در Junction Box استقرار یافته اما بطور ایده آل آن را باید در کنار دستگاهی با طولانی ترین انشعاب قرار داد . در شکل زیر فرض بر این است که طول همگی انشعاب ها یکسان می باشند .



شکل۲-۱۷: ساختمان داخلی ترمیناتور و محل قرار گرفتن آن روی باس

➢ محدودیتهای طول کابل:

مجموع طول یک سگمنت یا حلقه باس از حد معینی نمی تواند بیشتر باشد. در فیلدباس این محدودیت برابر با **1900m** است.البته نوع کابل در مقدار این حد بسیار مؤثر است . بعنوان مثال حد **1900m** برای کابل زوج تابیده شده دارای شیلد**(Shielded Twisted Pair)** در نظر گرفته میشود. جدول ۲ ارتباط بین نوع کابل و حداکثر طول آن را مشخص می کند.

نوع کابل برای باس H1		کد استاندارد سایز کابل	حداکثر طول مجاز
A:	زوج به هم تابیده تک رشته ای با شیلد	#18AWG	1900 m
B:	زوج به هم تابیده چند رشته ای با شیلد	#22AWG	1200 m
C:	زوج به هم تابیده بدون شیلد	#22AWG	400 m
D:	رشته سیم های به هم تابیده بدون شیلد	#16AWG	200 m

شکل ۲ – ۱۸: مشخصات کابل های فیلدباس و متراژ آنها

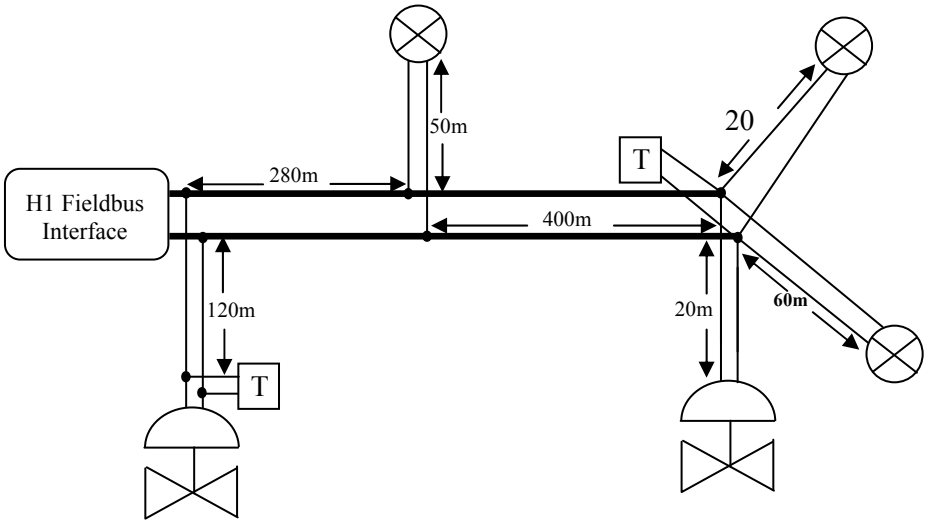
➢ محاسبه مجموع طول یک سگمنت:

طول کل سگمنت = طول باس اصلی + مجموع طول تک تک انشعابها

Total Segment Length = Trunk + All Spurs

مثلاً در شکل ۲-۱۹ روابط زیر برقرار است :

Total Segment Length = 950m
Trunk = 800m
Spurs = 50+20+20+60



شکل ۲-۱۹ : تعیین نوع کابل با در نظر گرفتن متراژ آن

➢ سیم کشی با ترکیبی از کابلها:

اگر بخواهیم از انواع مختلف کابل برای سیم کشی استفاده کنیم ، باید فرمول زیر را در نظر داشت:

$$L_x/LMAX_x + Ly/LMAXy < 1$$

که:

L_x طول کابل نوع X و Ly طول کابل نوع Y است .

$LMAX_x$ حداکثر طول ممکن برای کابل نوع X و LMAXy حداکثر طول ممکن برای کابل نوع Y می باشند .

به عنوان مثال نمی توان 100m کابل نوع D و 940m کابل نوع B را با هم بکار برد . چرا که :

$$L_x/LMAX_x + Ly/LMAXy = 100/200 + 940/1200 = 0.5+0.78 = 1.28 > 1$$

ولی می توان 100m کابل نوع D را با 940m کابل نوع A ترکیب کرد چون که:

$$L_x/LMAX_x + Ly/LMAXy = 100/200 + 940/1900 = 0.5+0.49 = 0.99 < 1$$

➢ منبع تغذیه(Power Supply) :

دستگاه های دو سیمه فیلدباس (تجهیزاتی که از باس تغذیه می شوند) به یک ولتاژ تغذیه 9v- 32v نیاز دارند . درانتخاب یا طراحی یک منبع تغذیه نکات زیر باید در نظر گرفته شوند :

۱. جریان مصرفی هر دستگاه
۲. مکان هر دستگاه روی شبکه

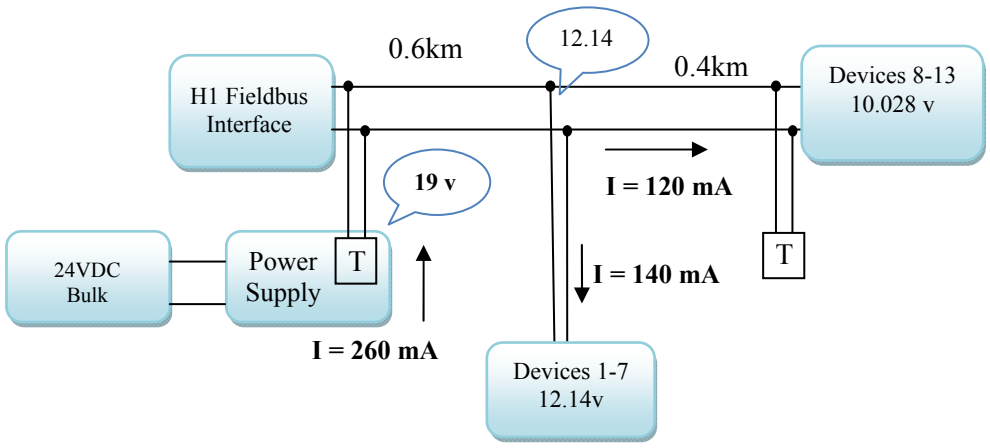
۳. مکان منبع تغذیه

۴. مقاومت بخشهای مختلف کابل

۵. ولتاژ منبع تغذیه

از آنجا که هر دستگاه حداکثر یک جریان **20mA** می کشد ، می توان براحتی مجموع جریانهای دستگاهها را از روی تعداد آنها محاسبه کرد . همچنین می توان با دانستن مقاومت واحد طول کابل ، مقدار افت ولتاژ روی آن را محاسبه کرد .

- مثال : در شکل زیر اندازه ولتاژ منبع تغذیه برای دستگاه های **1-7** و همچنین دستگاه های **8-13** چقدر است. مقاومت سیم را ۴۴ اهم بر کیلومتر و ولتاژ منبع تغذیه را ۱۹ ولت در نظر بگیرید.



شکل ۲-۲۰:

جواب: ازآنجاییکه هر دستگاه جریان **20mA** می کشد می توان افت ولتاژ سیم تا فاصله **0.6km** را محاسبه کرد :

تعداد تجهیزات = ۱۳

کل جریان مصرفی باس: $I = 13 \times 20 = 260mA$

افت ولتاژ تا فاصله 0.6km = $260mA \times 44\ \Omega/km \times 0.6km = 6.86v$

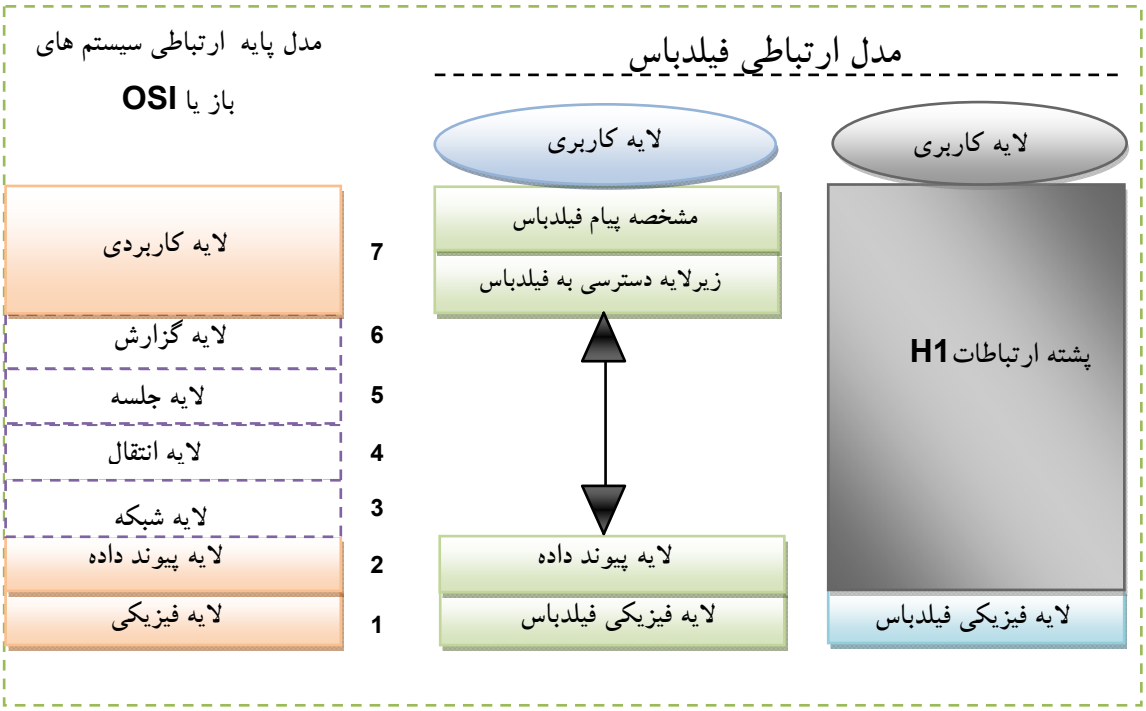
⇨ $V_{0.6km} = 19 - 6.86 = 12.14v$

افت ولتاژ در 0.4km باقیمانده = $120mA \times 44\ \Omega/km \times 0.4km = 2.112v$

افت ولتاژ روی باس اصلی ⇨ $V_{1km} = 12.14 - 2.112 = 10.028v$

➢ پشته ارتباطات (مخابراتی) Communication Stack

لایه دوم از مدل شبکه فیلدباس یعنی همان DLL ، بر انتقال پیغام ها به باس کنترل و نظارت دارد. همچنین لایه DLL از طریق یک برنامه ریزی کننده مرکزی باس تحت عنوان برنامه ریز فعال پیوند یا Link Active Scheduler (LAS) بر فیلدباس مدیریت می کنند .



شکل ۲-۲۱ : لایه های فیزیکی معادل با پشته ارتباطات

➢ انواع تجهیزات

سه نوع مختلف از تجهیزات و دستگاه ها با مشخصات DLL متفاوت تعریف می شوند، که عبارتند از :

۱- تجهیز پایه یا Basic Device

۲- تجهیز مدیر پیوند یا Link Master

۳- تجهیزات پل یا Bridge / Linking Device

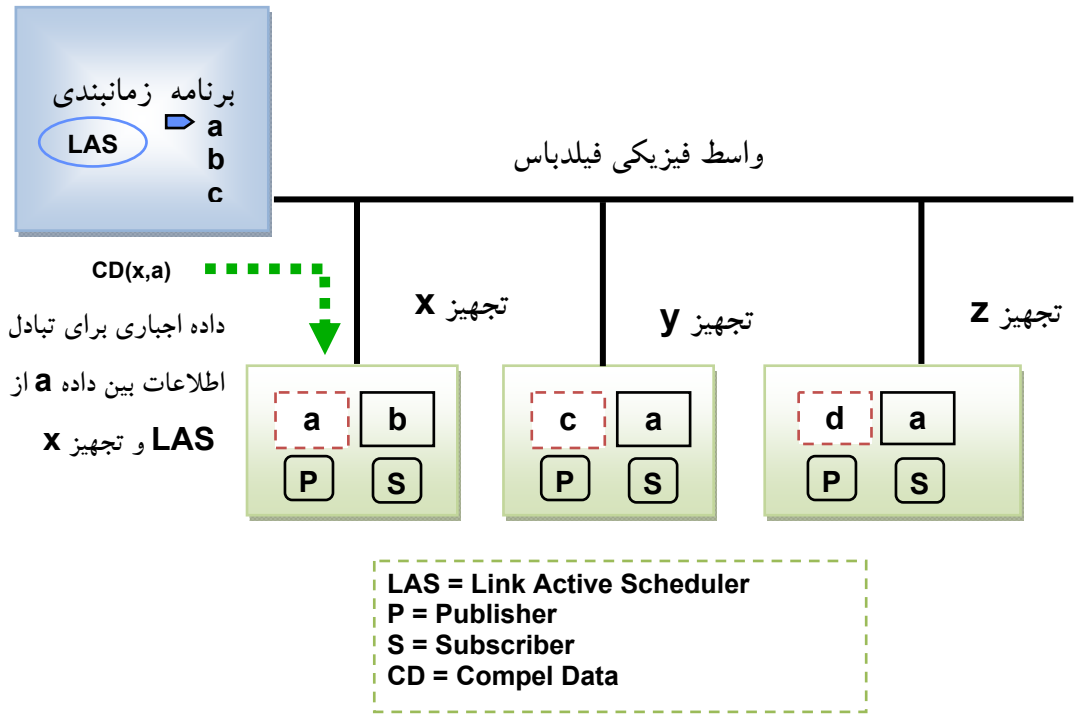
دستگاه های پایه به دستگاه هایی گفته می شوند که قابلیت مدیریت و برنامه ریزی باس را نداشته و تنها از باس جهت دریافت و ارسال اطلاعات استفاده می کند. ترانسمیترها معمولاً در فیلدباس به این شکل پیکربندی می شوند.

دستگاه های مدیر پیوند می توانند در نقش یک LAS مرکزی برای مدیریت و برنامه ریزی باس بکار روند. مدیر پیوند در شبکه های فیلدباس معمولاً کنترلر می باشد.

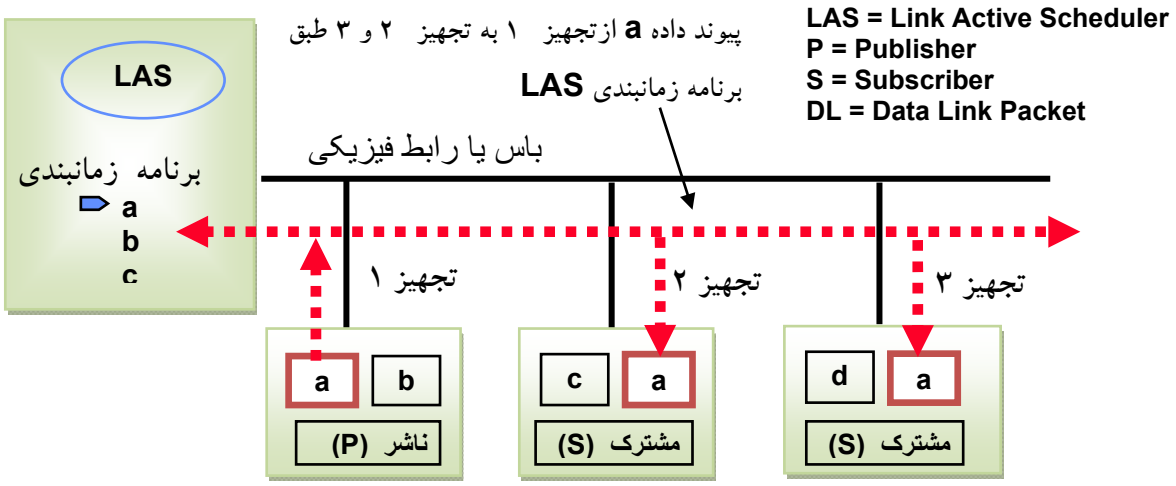
پل ها (bridge) برای اتصال شبکه های فیلدباس به همدیگر جهت ایجاد شبکه های بزرگتر مورد استفاده قرار می گیرند. پل ها عمل تبدیل پروتکل بین دو شبکه را انجام می دهند. معمولاً خود کنترلر یک نوع پل محسوب می شود.

ارتباطات برنامه ریزی شده

مدیر فعال پیوند یا Link Active Master (LAS) دارای فهرستی از زمانهای ارسال ، برای تمامی بافرها در کلیه دستگاه ها می باشد. هنگامی که زمان ارسال محتوای بافر یک دستگاه فرا می رسد ، LAS یک پیغام تحت عنوان داده اجباری یا Compel Data(CD) برای آن دستگاه صادر می کند. پس از دریافت CD دستگاه مربوطه ، داده درون بافر خود را به تمامی تجهیزات دیگر موجود روی فیلدباس انتشار می دهد . به این دستگاه اصطلاحاً ناشر یا Publisher و به هر کدام از تجهیزاتی که برای دریافت داده ها پیکر بندی شده اند ، مشترک یا Subscriber گفته می شود.



شکل ۲-۲۲: ارسال داده اجباری به تجهیزx به منظور دریافت اطلاعات آن مطابق با برنامه ریزی LAS در فیلدباس. دقت کنید که لیست تجهیزات a,b,c در LAS قرار دارد.

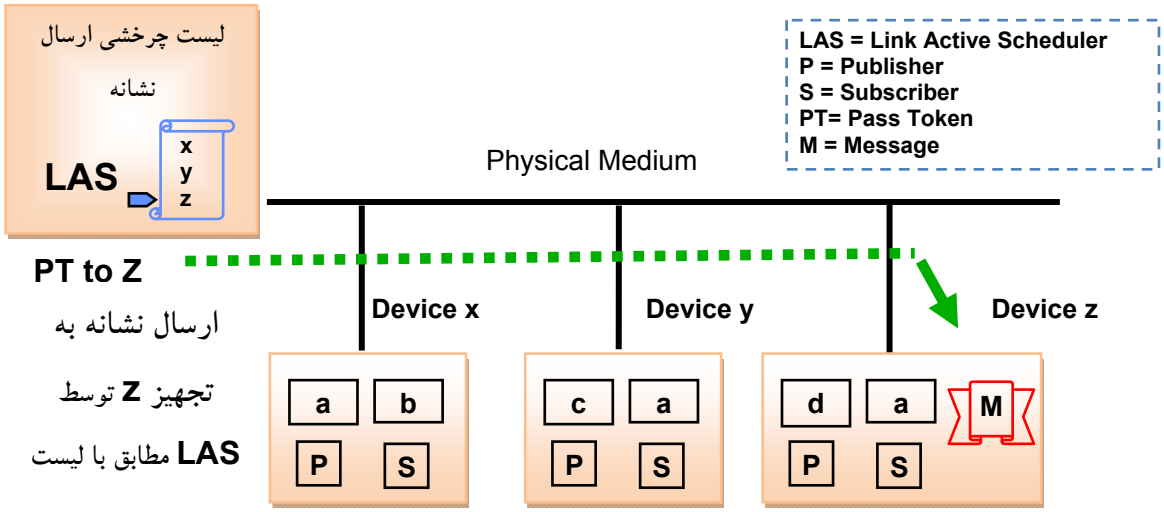


شکل ۲-۲۳: ارسال داده از تجهیز ۱ به تجهیز ۲ و ۳ مطابق با برنامه ریزی LAS

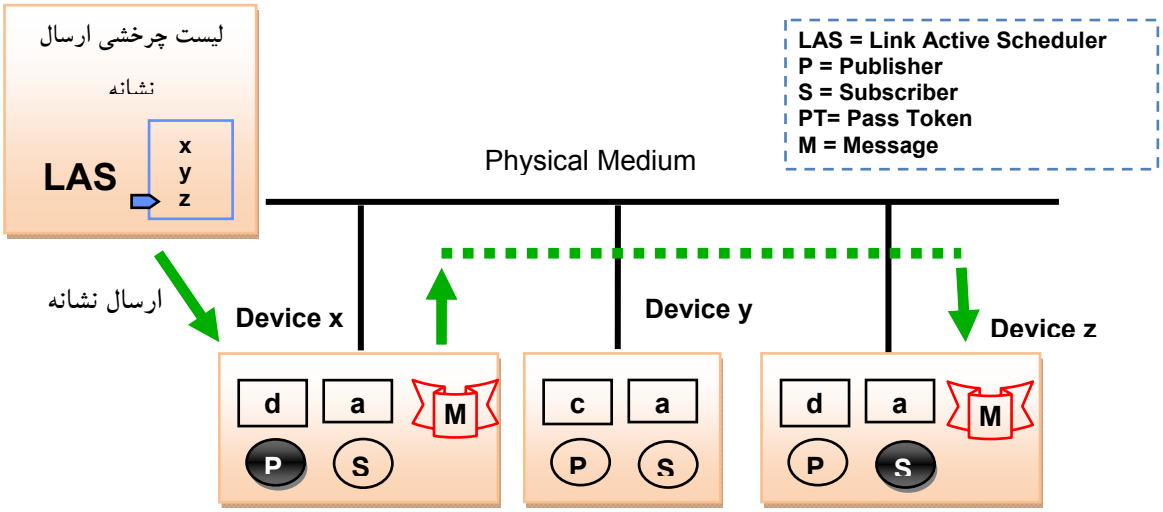
ارتباطات برنامه ریزی نشده

درخلال ارسال داده های برنامه ریزی شده ، یک فرصت برای ارسال پیغام های برنامه ریزی نشده به تمامی تجهیزات روی فیلدباس داده می شود. LAS توسط صدور یک پیغام Pass Token (PT) به هر دستگاه مجوز استفاده از فیلدباس را به آن دستگاه واگذار می کند. بمحض دریافت پیغام PT بوسیله دستگاه ، دستگاه اجازه ارسال اطلاعاتش را پیدا می کند . کار ارسال اطلاعات تا زمان اتمام آن یا زمانی که LAS مشخص می کند (بسته به اینکه کدام زمان کوچکتر باشد) ادامه پیدا می کند .

اطلاعات غیر برنامه ریزی شده ای که منتقل می شوند ، یطور کلی اطلاعاتی نظیر تغییرات Set-Point ، Alarm و یک سری وضعیت های پیش بینی نشده هستند .



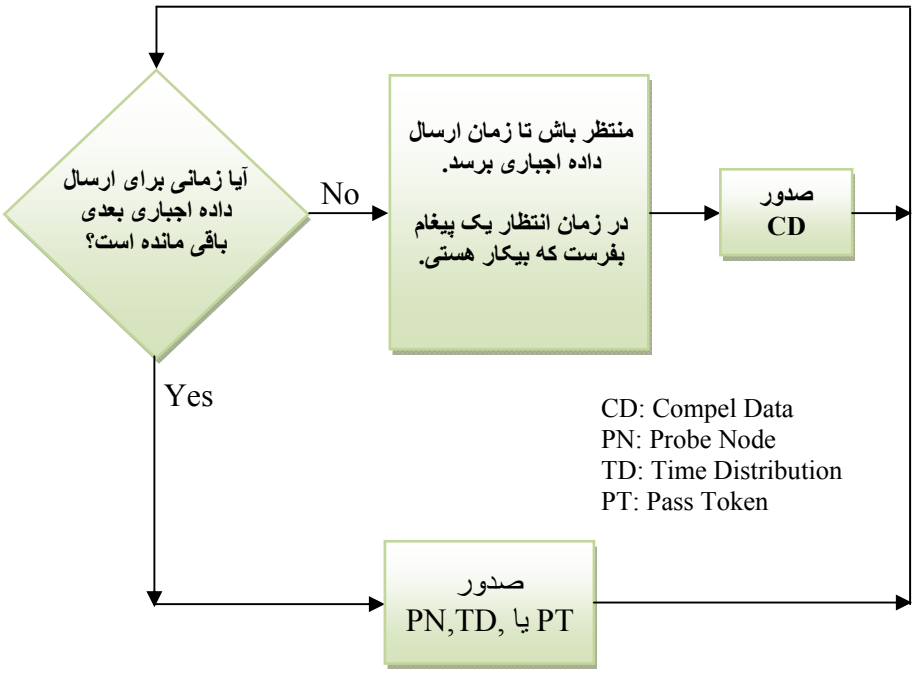
شکل ۲- ۲۴: تبادل اطلاعات بصورت غیربرنامه ریزی شده با ارسال نشانه از طرف LAS به تجهیز Z



شکل ۲ – ۲۵: ارسال اطلاعات از تجهیز X به Z بعد از دریافت نشانه توسط تجهیز X

➢ عملکرد LAS

بخش های زیر عملکرد LAS را تشریح می کنند . الگوریتم عملکرد LAS در شکل۲۲ نمایش داده شده است.



شکل ۲-۲۶ : فلوچارت عملکرد LAS برای ارسال CD

➢ برنامه داده اجباری یا CD

برنامه Compel Data شامل مجموعه ای از عملیات است که می بایست برای اجرای مرحله نخست انتقال اطلاعات برنامه ریزی شوند . این عملیات عبارتست از فرستادن یک CD به یک بافر مشخص در یکی از تجهیزات فیلدباس که متعاقب این دستور آن دستگاه به عنوان یک ناشر داده یا Publisher ، داده بافر خود را بلافاصله برای دیگر دستگاه ها ارسال می کند .

این بخش بالاترین اولویت را در میان وظائف LAS داراست و عملیات دیگر LAS در خلال اجرای عملیات فوق اجرا می شوند .

- لیست تجهیزات فعال یا Live List

فهرست تمامی دستگاه ها که بخوبی به پیغام PT پاسخ می دهند در لیستی به نام لیست تجهیزات فعال یا Live List قرار داده می شود. در هر زمان ممکن است که تجهیزات جدیدی به فیلدباس اضافه شوند . LAS بطور متناوب یک سری پیغام تحت عنوان کاوشگر شبکه یا Probe Node (PN) به آدرسهایی خارج از لیست تجهیزات فعال ارسال می کند . اگر دستگاهی در آدرس مورد نظر وجود داشته باشد و پیغام PN را دریافت کند ، بلافاصله یک پیغام پاسخ تحت عنوان پاسخ به کاوشگر یا Probe Response (PR) به کنترل کننده برمی گرداند. اگر دستگاه با یک PR جواب دهد ، LAS این دستگاه را به لیست تجهیزات فعال اضافه می نماید. این امر با فرستادن یک پیغام فعال سازی گره یا Node Activation توسط LAS برای دستگاه تأیید می گردد . دستگاه مورد نظر تا وقتی که به پیغامهای PT پاسخ نشان می دهد در لیست تجهیزات فعال باقی می ماند. هنگامی که یک دستگاه تا سه بار به پیغام PT واکنش نشان ندهد ، توسط LAS از لیست تجهیزات فعال خارج می گردد.

هرگاه یک دستگاه به لیست تجهیزات فعال افزوده یا از آن حذف می شود ، این تغییر توسط LAS به آگاهی کلیه تجهیزات موجود در کارخانه می رسد. این امر باعث می شود که کلیه تجهیزات ، یک نسخه جاری از لیست تجهیزات فعال را نزد خود داشته باشند.

- همزمان سازی

LAS بصورت تناوبی یک پیغام توزیع زمانی TD (Time Distribution) روی فیلدباس ارسال می کند ، طوریکه تمامی دستگاه ها در زمان های کاملاً برابر به داده ها دسترسی پیدا می کنند. این امر بسیار مهم است چرا که ارتباطات برنامه ریزی شده روی خط فیلدباس و اجرای برنامه ریزی شده توابع بلوکی بر پایه اطلاعات بدست آمده از پیغامهای تقسیم زمان یا TD هستند.

- ارسال نشانه یا Token Passing

LAS برای تمامی دستگاه های موجود در لیست تجهیزات فعال یک پاکت نشانه ارسال می کند . بدین شکل به دستگاه ها اجازه ارسال اطلاعات برنامه ریزی نشده داده می شود.

➢ پشتیبان LAS

یک فیلدباس ممکن است دارای چندین مدیر پیوند باشد . اگر برای **LAS** جاری مشکلی پیش بیاید یک مدیر پیوند دیگر وظائف **LAS** را انجام خواهد داد .

➢ زیر لایه دسترسی به فیلدباس یا Fieldbus Access Sublayer

FAS از یک سری روالهای از پیش تعیین شده و از پیش تعیین نشده **DLL** برای سرویس دهی به **FMS** استفاده می کند. انواع سرویس های **FAS** بوسیله یک سری ارتباطات مجازی به عنوان رابط مخابراتی مجازی یا **Virtual Communication Relationship (VCR)** توصیف میشوند.

FIELDBUS ACCESS SUBLAYER SERVICES		
Client/Server VCR Type	Report Distribution VCR Type	Publisher/Subscriber VCR Type
Used for Operator Messages Setpoint changes Mode changes Tuning changes Upload/Download Alarm Management Access display views Remote diagnostics	Used for Event Notification and Trend Reports Send process alarms to operator consoles. Send trend reports to data historians.	Used for Publishing Data Send transmitter PV to PID control block and operator console.
DATA LINK LAYER SERVICES		

شکل ۲-۲۷ : ارتباط سرویس های زیر لایه دسترسی به فیلدباس **(FAS)** و سرویس های **DLL** با انواع **VCR** ها

➢ VCR:

ویژگی **VCR** شبیه عمل شماره گیری سریع در تلفن های حافظه دار می باشد. شماره تلفن های اشخاص مختلف که شامل کد کشور، کد شهر و شماره شخص می باشند ، یکبار برای همیشه وارد می شوند و پس از ثبت و نامگذاری تنها با فشار کلید **Speed Dial Number** شماره مورد نظر گرفته می شود. مشابه همین حالت بعد از پیکربندی سیستم و تنها با استفاده از شماره **VCR** برای برقراری ارتباط با دیگر تجهیزات فیلدباس انجام می پذیرد.

همانگونه که مکالمات مختلف تلفنی مانند شخص به شخص ، مکالمات کنفرانسی و غیره وجود دارند ، VCR نیز انواع مختلف دارد که بشرح زیر می باشند:

a) Client/server VCR

هنگامی که یک دستگاه یک پیغام PT از LAS دریافت می کند، آن دستگاه ممکن است یک پیام درخواست به دستگاه دیگری روی فیلدباس بفرستد. دستگاه درخواست کننده Client نامیده می شود و دستگاه گیرنده درخواست Server نامیده می شود. Server پاسخش را پس از دریافت یک PT از LAS ارسال می کند . در واقع این نوع VCR برای ارتباط یک به یک دستگاه ها می باشند.

VCR نوع Client/server برای در خواست های اپراتور، مثل تغییرات Set point ،تغییرات پارامترهای Tuning ، مدیریت Alarm ، عیب یابی از راه دور و ... بکار می رود .

b) VCR جهت توزیع گزارش

این نوع VCR برای ارتباطات یک دستگاه با چندین دستگاه بکار می رود . هنگامی که یک دستگاه دارای گزارش ، یک PT را از LAS دریافت می کند ، آن دستگاه گزارش خود را به یک گروه از تجهیزات که برای VCR تعریف شده اند ، ارسال می کند . تجهیزاتی که برای شنود روی VCR پیکربندی می شوند ، این گزارش را دریافت می کنند . همچنین این نوع VCR برای ارسال اطلاعات حاوی آلارمها به اپراتور ها مورد استفاده قرار می گیرد .

c) Publisher/ Subscriber VCR

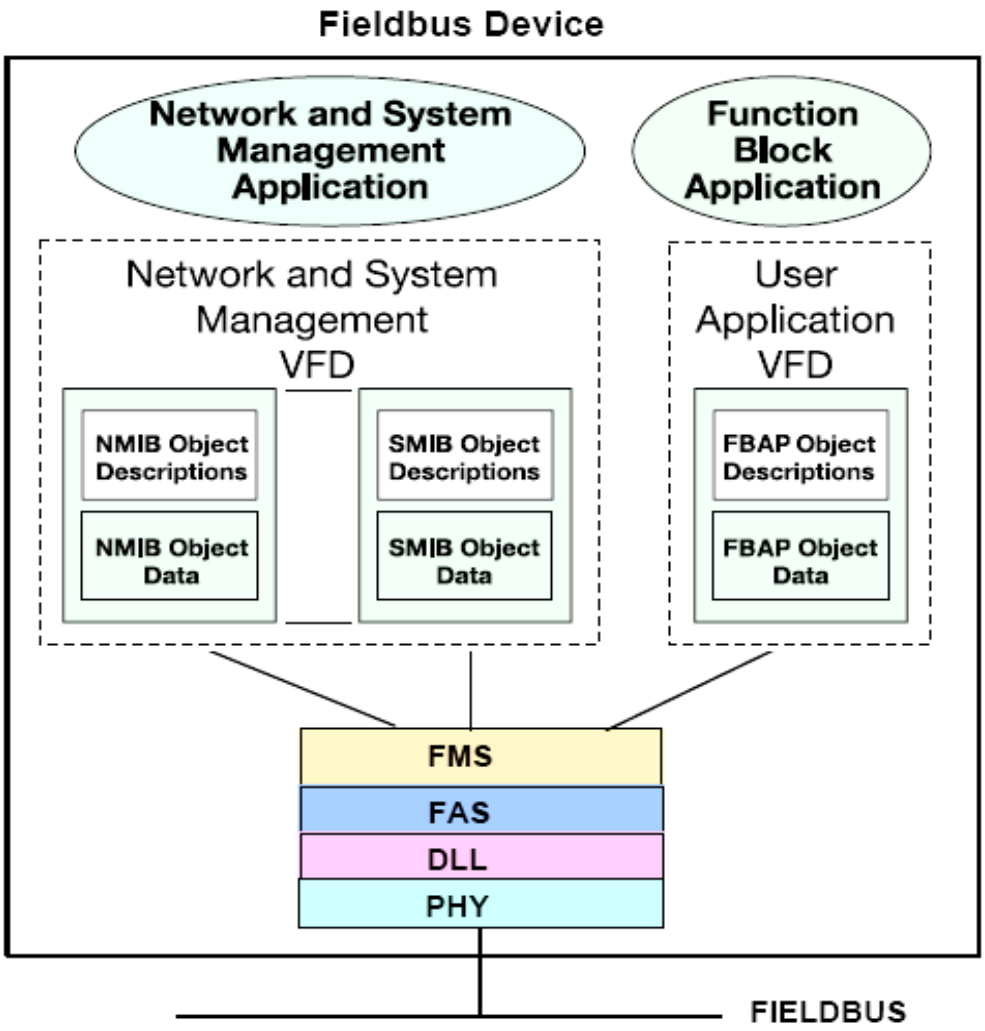
این نوع VCR برای ارتباطات بافرشده یک دستگاه به چندین دستگاه مورد استفاده قرار می گیرد . بافر شده بدین معنی است که تنها آخرین داده ها در شبکه نگهداشته می شوند و داده های جدید بطور کامل جایگزین داده های پیشین می شوند .

هنگامی که دستگاه یک CD از LAS دریافت می کند ، دستگاه پیغامش را به تمام تجهیزات روی فیلدباس منتشر می کند. دستگاهی که خواستار در یافت پیام منتشر شده باشد Subscriber نامیده می شود .

این نوع VCR بوسیله دستگاه های موجود در کارخانه برای ارسال پارامترهای ورودی – خروجی توابع بلوکی مثل مقادیر فرایندی یا PV بکار می رود . این کار بصورت دوره ای و برنامه ریزی شده انجام می گیرد.

➢ Fieldbus Message Specification (FMS)

خدمات و سرویسهای **FMS** به کاربرها اجازه می دهند تا از طریق **BUS** به یکدیگر پیغام ارسال کنند . کار **FMS** تعریف و ایجاد سرویسهای ارتباطی ، فرمتهای پیغام و پروتکلهایی است که برای ساختن پیغامها برای **User Application** بکار می روند (شکل ۲۳).

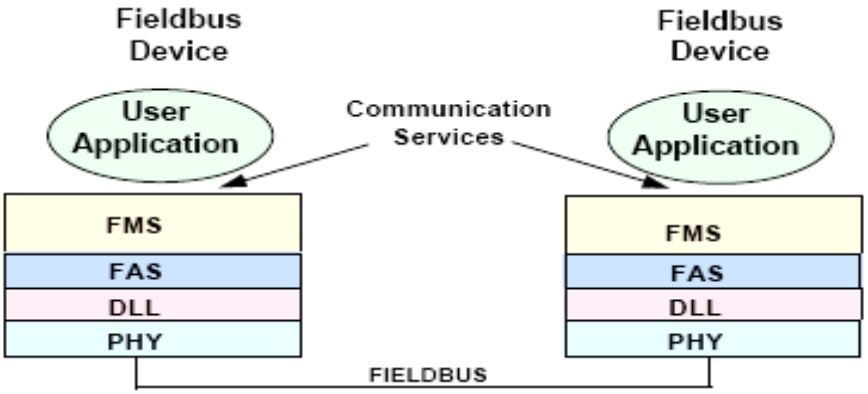


شکل ۲ – ۲۸: ارتباط لایه فیزیکی، مخابراتی ، بلوک های تابع در درون یک تجهیز فیلدباس

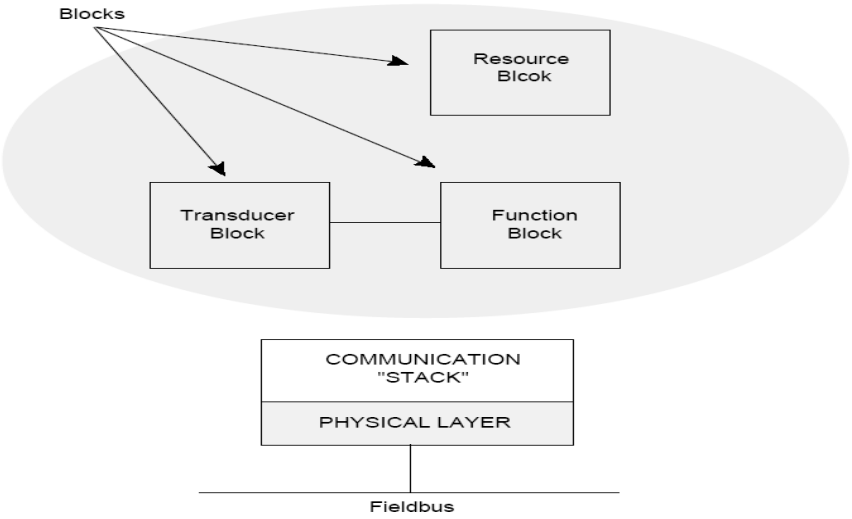
➢ لایه کاربری یا User Application

اصولاً یک **User Application** استاندارد برپایه یک سری بلوکها **(Blocks)** تعریف شده است . انواع مختلف بلوکها در یک **User Application** در شکل های زیر نمایش داده می شوند.

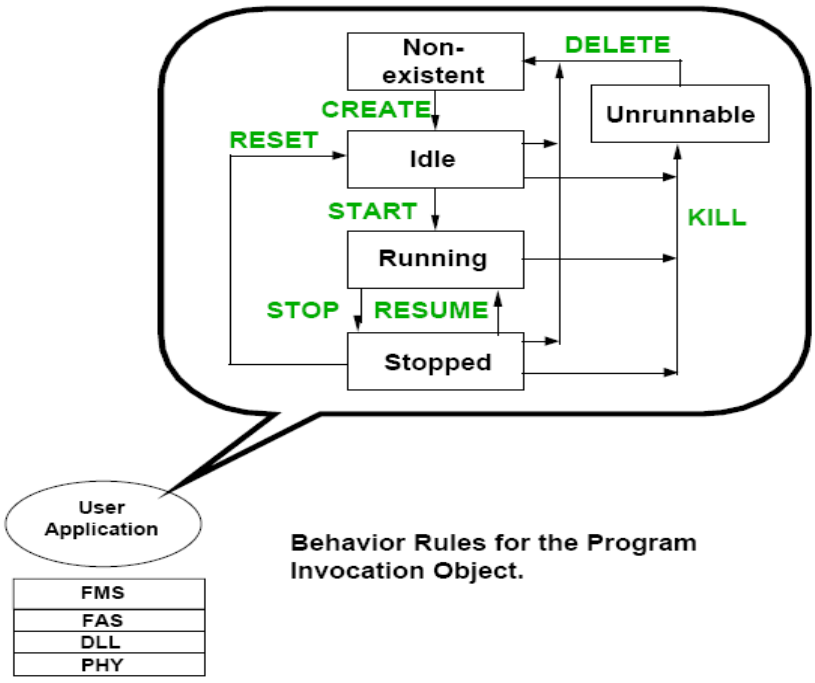
لایه کاربری همان نقطه ای است که کاربر با سیستم کنترل یا شبکه ارتباط برقرار می کند.



شکل ۲ -۲۹: نحوه برقراری ارتباط دو تجهیز فیلدباس با استفاده از لایه های بیان شده



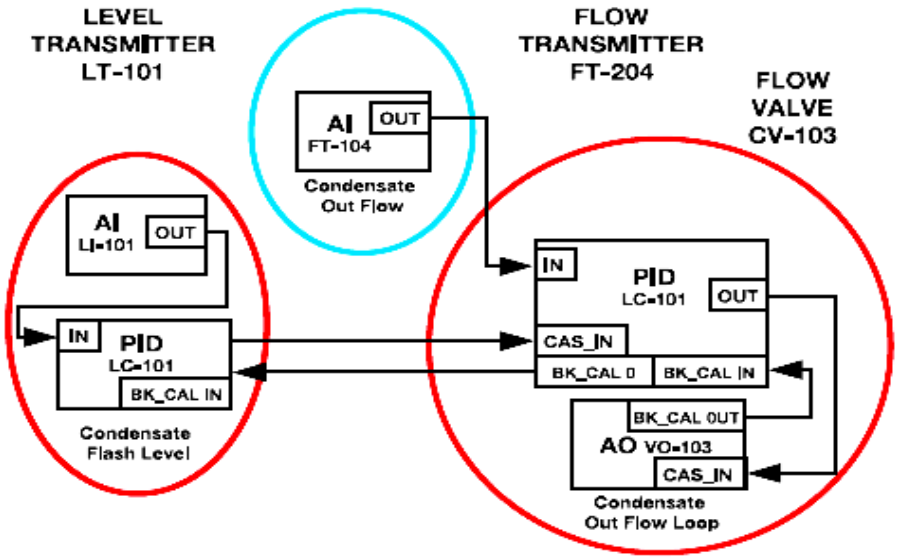
شکل ۲-۳۰: نمایش بلوک های تابع یا کاربردی که در لایه کاربری قرار دارند



شکل ۲- ۳۱: برنامه رفتاری لایه کاربری جهت فراخوانی موضوعات (objects)

➢ بلوک تابع Function Block (FB)

توابع بلوکی یا **Function Block (FB)** عملکرد و رفتار یک سیستم کنترل را فراهم می سازند.پارامترهای ورودی و خروجی توابع بلوکی می توانند در تجهیزات فیلدباس به هم پیوند داده شوند . اجرای هر **FB** از پیش برنامه ریزی می شود و تعداد زیادی از آنها در تنها یک **User Application** می توانند وجود داشته باشند .



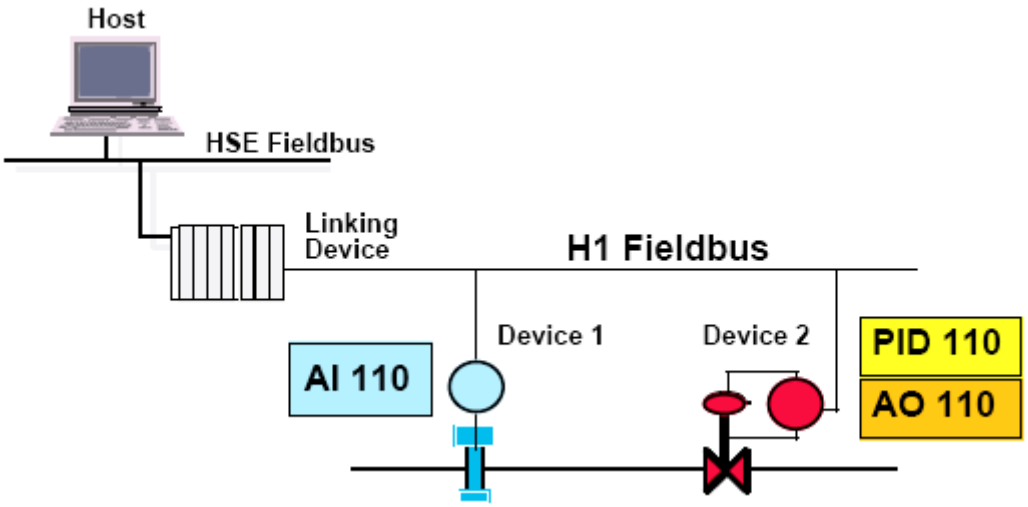
شکل ۲-۳۲: سه بلوک تابع و نحوه پیوند دادن آنها به هم

ده عدد بلوک تابع برای عملیات پایه کنترل تعریف می شوند که عبارتند از:

Function Block Name	Symbol
Analog Input	AI
Analog Output	AO
Bias	B
Control Selector	CS
Discrete Input	DI
Discrete Output	DO
Manual Loader	ML
Proportional/Derivative	PD
Proportional/Integral/ Derivative	PID
Ratio	RA

شکل ۲-۳۳: بلوک های تابع استاندارد

در هر دستگاه فیلدباس بر حسب نیاز های عملیاتی آن دستگاه ، توابع بلوکی خاصی ساخته می شوند . بعنوان مثال حلقه کنترلی یک ترانسمیتر فشار با یک شیرکنترل کننده فشار ممکن است شامل توابع بلوکی مثل AI,PID و AO باشد .می توان AI را در ترانسمیتر قرار داد. یک شیرکنترل نیز می تواند شامل یک تابع بلوکیPID و یک AO باشد. اینگونه یک حلقه کامل کنترل بوسیله بلوک های تابع و یک ترانسمیتر و یک شیر کنترل ساخته می شود .



شکل ۲-۳۴: قرار دادن بلوک های تابع در تجهیزات کنترلی و ایجاد یک حلقه کنترلی فیلدباس

➢ Resource Block

درResource Block یا بلوک منبع مشخصات دستگاههای فیلدباس همچون نام دستگاه ، سازنده دستگاه و شماره سریال آن درج گردیده است . در یک دستگاه تنها یک بلوک منبع وجود دارد.

➢ Transducer Blocks

برای برقراری ارتباط با سنسورها جهت کالیبراسیون و خواندن آنها از بلوک ترانسدیوسر استفاده می شود . برای هر بلوک تابع ورودی و خروجی یک بلوک ترانسدیوسر وجود دارد.

بلوک ترانسدیوسر در دو حالت کار می کنند : اتوماتیک و خارج از سرویس(Out of Service) .

به منظور انجام روتینهای کالیبراسیون، بلوک ترانسدیوسر باید در حالت OOS (Out of Service) قرار داده شود .

بخشهای دیگری در قسمت کاربری یا User Application وجود دارد که به شرح زیر می باشند:

i. **Link Object** : برای برقراری ارتباط بین ورودی ها و خروجی های بلوک تابع در شبکه فیلدباس بکار برده می شود.

ii. **Trend Object** : برای ایجاد نمودار مربوط به پارامترهای بلوک تابع مورد استفاده قرار می گیرد.

iii. **Alert Object** : امکان گزارش گیری از آلارمها و اتفاقات کارخانه را فراهم می آورد.

iv. **View Object** : مجموعه ای از بلوکهای از پیش تعیین شده هستند که برای ارتباط میان اپراتور و سیستم مورد استفاده قرار می گیرند.

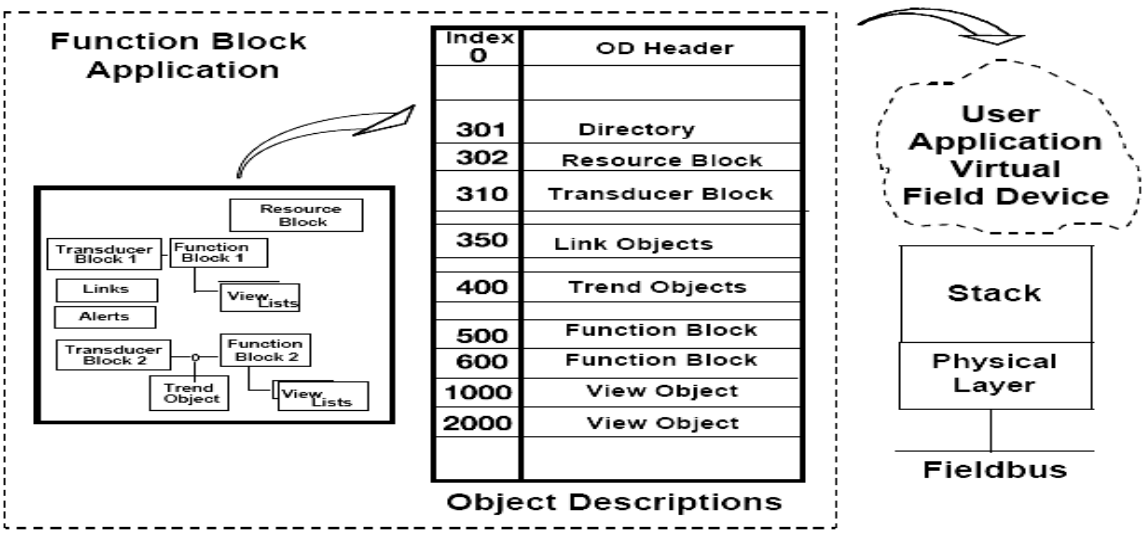
- چهار حالت برای مشاهده پارامترها وجود دارد :

a. **Operation Dynamic** : شامل اطلاعات ضروری برای یک اپراتور واحد است تا او بتواند ، فرآیند را هدایت کند .

b. **Operation Static** : شامل اطلاعاتی است که ممکن است یکبار نیاز به خواندن آنها وجود داشته باشد .

c. **All Dynamic** : اطلاعاتی که در حال تغییر هستند و ممکن است که بعنوان مرجع در نمایش جزئیات فرآیند نمایش داده شوند .

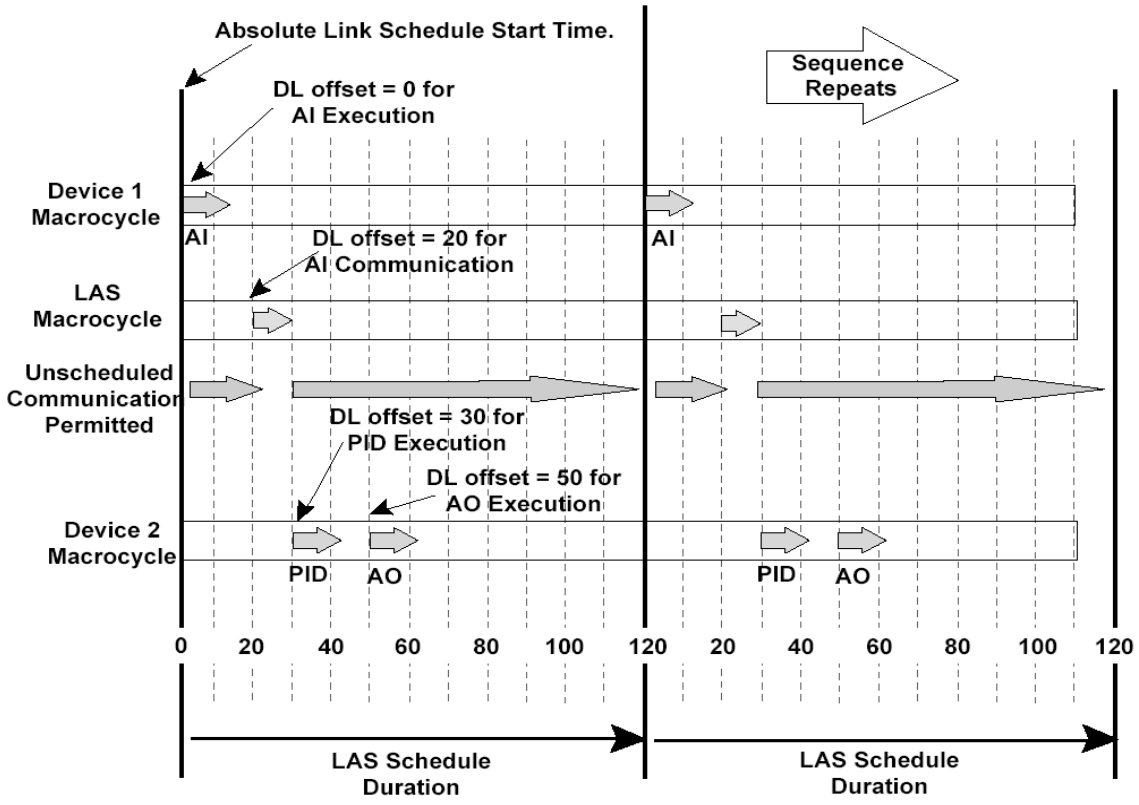
d. **Other Static** : شامل اطلاعات پیکربندی و نگهداری سیستم است .



شکل ۲-۳۵ : نحوه عملکرد بلوک تابع. پارامترهای بلوک تابع به اندیس های مختلف موضوع (object) ارسال شده و از آنجا به قسمت کاربری VFD گسیل می شوند تا از طریق پشته مخابراتی و لایه فیزیکی روی باس قرار گیرند.

➢ مدیریت سیستم

برنامه زمانبندی برای اجرای توابع بلوکی: این برنامه تحت عنوان **Absolute Link Schedule Start Time** آغاز می گردد . این زمان به اطلاع کلیه دستگاه های فیلدباس رسانده می شود . هر تکرار از برنامه زمانبندی یک دستگاه **Macrocycle** نامیده می شود . در شکل زیر ارتباط بین زمان شروع برنامه ، **LAS Macrocycle** ، **Device Macrocycle** و فواصل زمانی از لحظه شروع به نمایش درآمده است . ماکروسایکل در کل یک زمان ثابت است که عملیات اجرایی و ارتباطی تجهیزات در آن مدت انجام می گیرد.



شکل ۲-۳۶: برنامه زمانبندی اجرای بلوک های تابع و عملیات ارتباطی دیگر در فیلدباس (ماکروسایکل)

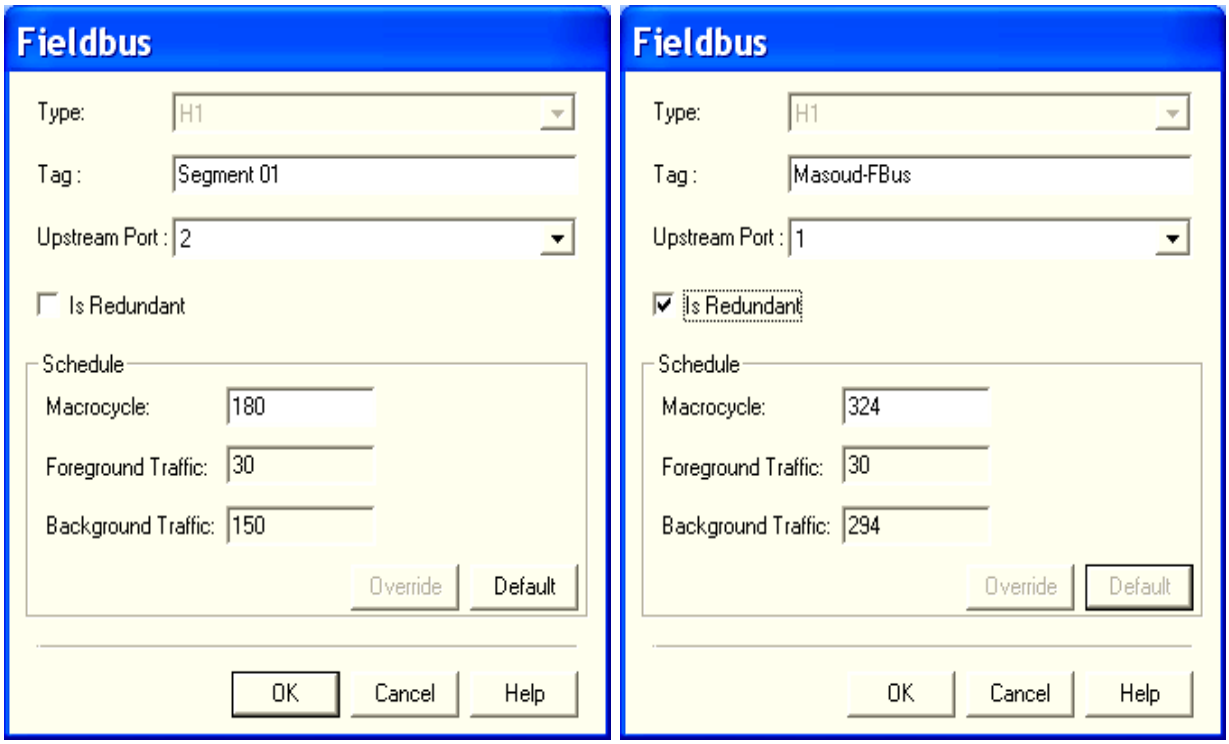
همانطور که در شکل فوق دیده می شود ، مدیریت سیستم در یک ترانسمیتر باعث خواهد شد که تابع بلوکی **AI** از ابتدای زمان شروع یک ماکروسایکل اجرا گردد . بفاصله **20µs** بعد از زمان شروع **Macrocycle** ، **LAS** یک پیغام داده اجباری به بافر **AI** در ترانسمیتر صادر می کند که متعاقب آن داده های بافر روی خط فیلدباس منتشر می شوند . در افست **30 µs** از زمان شروع

Macrocycle مدیریت سیستم در شیر کنترل دستور اجرای **PID** را صادر می کند . پس از اجرای **PID** در افست **50 µs** ، تابع **AO** به اجرا در می آید . این **Macrocycle** مطابق با دینامیک حلقه کنترل تکرار می گردد .

باید توجه داشت که در طی اجرای بلوک های تابع ، **LAS** پیغام **PT** خود را به تمامی دستگاه های فیلدباس ارسال می کند ، بطوریکه آنها قادر خواهند بود ، پیغامهای برنامه ریزی نشده خود را (مثل اخطار های آلارم یا تغییرات **Setpoint** بوسیله اپراتور) ارسال نمایند . تنها فاصله زمانی که فیلدباس نمی تواند از آن برای پیغامهای برنامه ریزی نشده استفاده کند ، فاصله زمانی بین **20 µs** و **30 µs** است ، یعنی همان زمانی که داده های **AI** روی فیلدباس در حال انتشار است .

بالا بردن میزان ماکروسایکل ها باعث تلف شدن زمان و کند شدن روند اجرایی توابع کنترلی می شود.

شکل های زیر مقادیر پیش فرض را برای **Macrocycle** , **Foreground Traffic** و **Background Traffic** را در دو حالت با پشتیبان و بدون پشتیبان نشان می دهند.



شکل ۲-۳۷ : نحوه تنظیم ماکرو سایکل یک باس در دو حالت با پشتیبان و بدون پشتیبان

➢ توصیف دستگاه یا DD(Device Description)

بهمراه هر دستگاه یک CD حاوی تشریح و توصیف دستگاه وجود دارد که توسط آن دستگاه برای سیستم کنترل تعریف می گردد . این CD در واقع راه انداز یا Driver دستگاه می باشد (همانند دیسک راه انداز یک کارت گرافیکی ، هنگامیکه می خواهیم آنرا به کامپیوتر متصل کنیم) بنابراین برای اضافه کردن یک دستگاه به شبکه فیلدباس ، باید به DD آن دستگاه دسترسی داشته باشیم .

DD یک عنصر کلیدی برای لایه کاربری می باشد که برای تشریح پارامترهای بلوکهای استاندارد و پارامترهای اختصاصی سازنده دستگاه بکار می رود. مجمع جهانی فیلدباس برای تمامی بلوکهای استاندارد دستگاه ها یک DD تهیه می کند. کارخانه های سازنده دستگاه ها نیز یک DD اضافی برای دستگاه معرفی می کنند، که یک سری قابلیتهای دیگر ، مضاف بر پارامترهای اصلی را به دستگاه می افزاید .

کارخانه های سازنده DD های مشترک خود را در سازمان فیلدباس به ثبت می رسانند و سازمان نیز این DD های ثبت شده را در اختیار کاربر ها قرار می دهد .

تجهیز مجازی فیلد (VFD)	
Pointer to Device Description of Data (اشاره گر توصیف تجهیز)	Object Description of Data (توصیف موضوع)

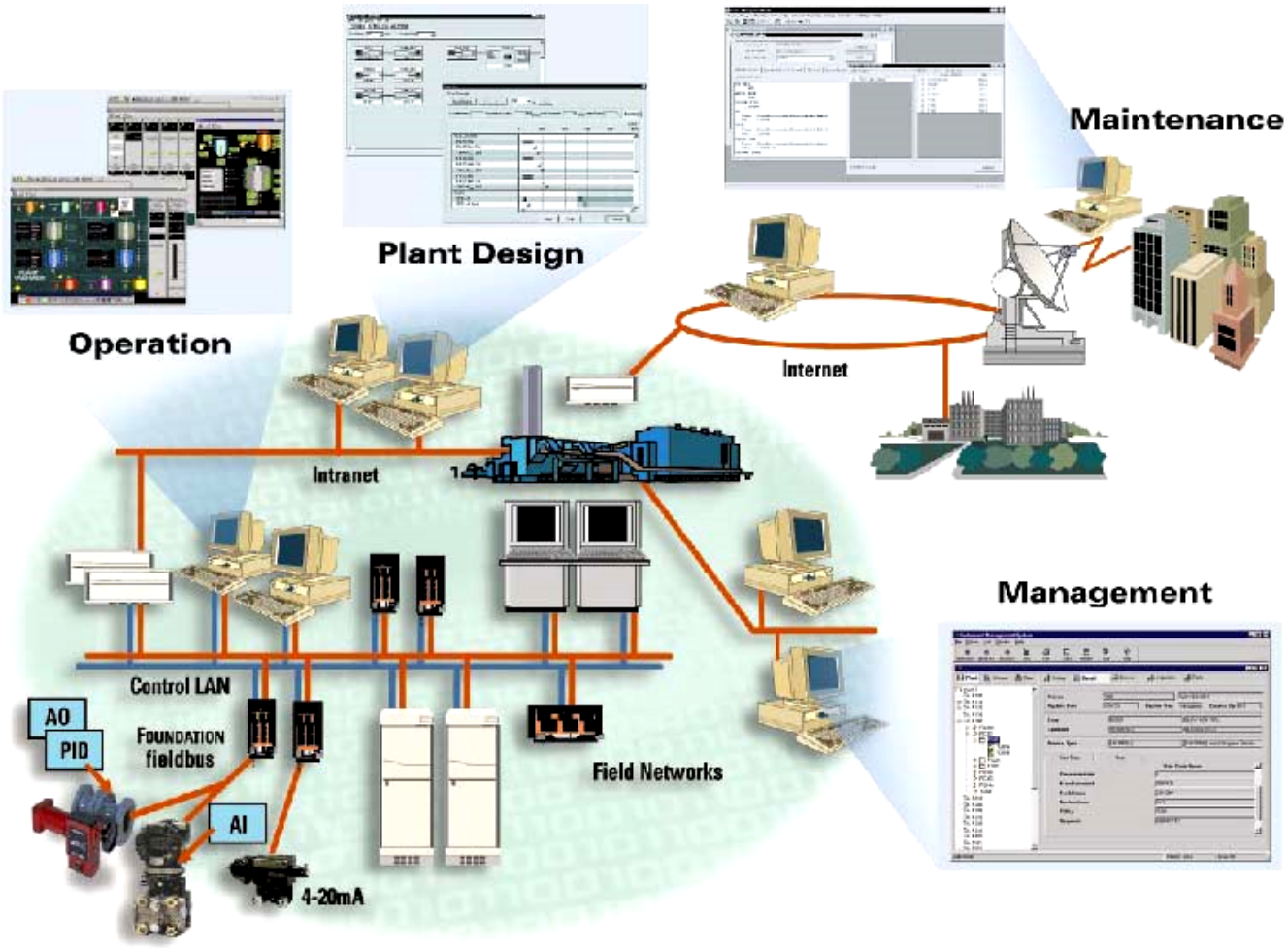
شکل ۲-۳۷: ساختار VFD که شامل اشاره گر توصیف تجهیز و توصیف موضوع در ادوات فیلدباس می باشد.

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

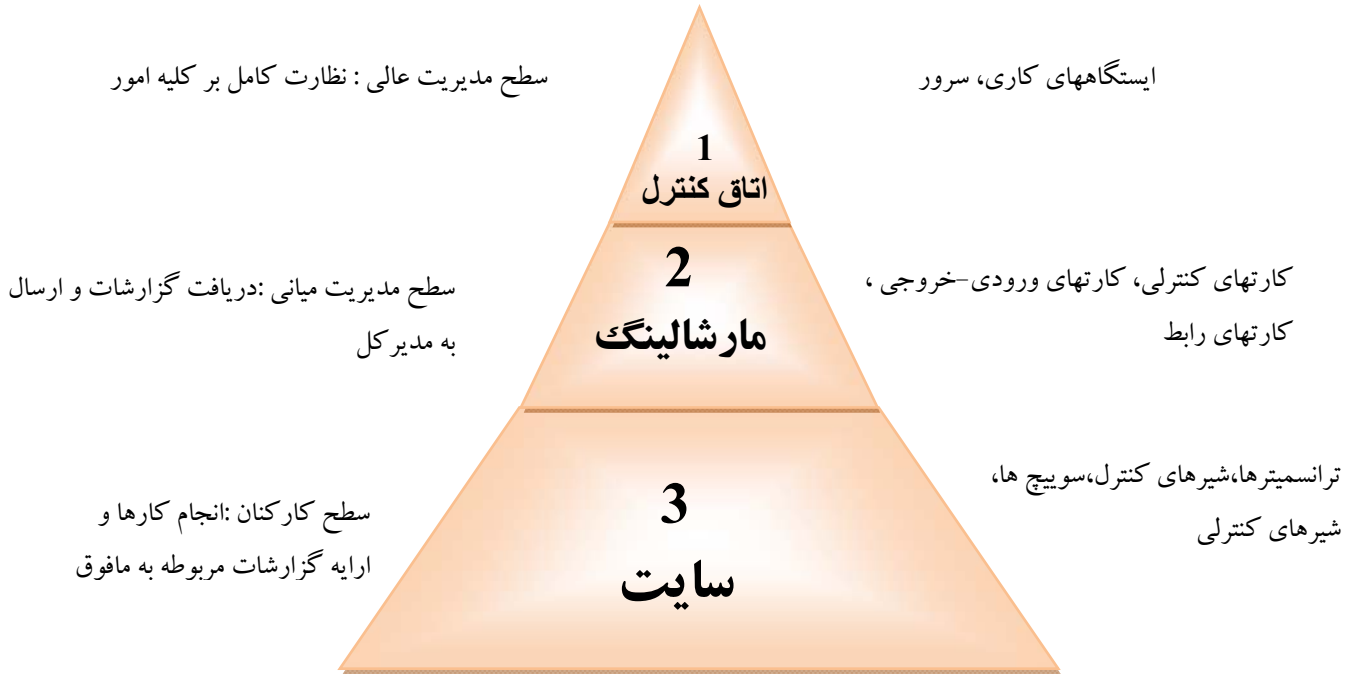
فصل چهارم:

فیلدباس در عمل



ساختار سیستم کنترل فیلدباس:

همانگونه که از سیر تکاملی سیستم های کنترل دیده می شود،هدف سیستم های نوین برقراری نظام سلسله مراتب اداری(Hierarchy) است. به این معنا که کوچکترین عضو سازمان کار و وظیفه اش را در حیطه تعیین شده اش انجام می دهد و گزارش کار خود را به مافوق خود ارایه می نماید.مافوق که خود چندین زیر مجموعه دارد یک مدیر میانی محسوب می شود و گزارشات دریافتی از زیر مجموعه ها را به مدیرکل ارسال می کند. بدین ترتیب مثلث معروف زیر که جهت تشریح اکثر سیستمهای کنترل نوین بکار می رود پدید می آید:



شکل ۱-۴ : هرم سلسله مراتب اداری و تجهیزات معادل آنها در سیستم های کنترل

در فیلدباس قرار است که هر ترانسمیتر به عنوان پایین ترین سطح، کار خود یعنی عمل اندازه گیری را انجام دهد سپس به اجرای عملیات کنترلی (استراتژی کنترلی طراحی شده) که قبلاً برای آن تعریف شده است بپردازد و نهایتاً اطلاعات خود را به صوررت یک گزارش برای کنترلر که مافوق آن محسوب می شود ارسال کند.

هر کنترلر مسئول اداره کردن چند ترانسمیتر و شیر کنترلی است. در یک کارخانه بسته به میزان گستردگی و تعداد تجهیزات بکار رفته درآن تعداد کنترلرها می تواند از یک تا چند صد عدد تغییر کند.

کنترلرها اطلاعاتی را که از ترانسمیترها و دیگر ادوات کنترلی دریافت و گردآوری نموده اند ،روی باس اصلی (HSE) قرار داده تا آنها را به سرور (Server) و ایستگاههای کاری عملیاتی یا مهندسی (EWS & OWS) برسانند که در مقام بالاترین مدیر شبکه قراردارند. علاوه بر این کنترلر وظیفه هماهنگی ترافیک اطلاعات بین تجهیزات مربوط به خود را نیز بر عهده دارد. بعد از دریافت اطلاعات توسط سرور یا ایستگاههای کاری سلسله مراتب اداری جهت رساندن پیام یا فرمان به تجهیزات درون سایت معکوس میشود.

سرور یا ایستگاههای مهندسی بعد از دریافت اطلاعات با مداخله اپراتور یا بواسطه برنامه های از پیش تعیین شده داده ها را تحلیل و نتیجه متناسب با آن را اتخاذ می کنند . نتیجه حاصل شده علاوه بر ثبت در حافظه سیستم کنترل در صورت نیاز به تغییر پارامترهای فرایندی به عملگر ها یا خود ترانسمیترها ارسال می گردد. در این میان کنترلر ها مجدداً نقش یک واسط را بین ایستگاههای کار و ادوات کنترلی ایفا می نمایند . بدین ترتیب نتایج به کنترلرها ارسال و از آنجا به تجهیزات زیرمجموعه کنترلر گسیل می شود.

بدین ترتیب با ایجاد ساختار سلسله مراتبی ، علاوه بر انجام کار توسط تجهیزات کنترلی به بهترین نحو، نظارت کاملی نیز از سوی مدیریت عالیه یعنی ایستگاههای کاری روی عملکرد ترانسمیترها ،عملگرها ،کارتهای کنترلی و کارتهای رابط خواهیم داشت.

بر این اساس بود که سیستم های کنترل اسکادا (SCADA) شکل گرفتند و به تبع PLC ها، DCS ، FCS و نهایتاً سیستم های کنترل بیسیم (WCS) پایه گذاری شدند.

مجدداً به خواسته هایمان از سیستم کنترل فیلدباس بر می گردیم:

در فیلدباس علاوه بر ایجاد سیستم سلسله مراتب مدیریتی (که تقریباً در اکثر سیستم های کنترل امروزی نهادینه شده است) مهمترین هدف کاهش قابل توجه حجم کابل کشی است و در کل غایت نهایی فیلدباس همین امر بود.

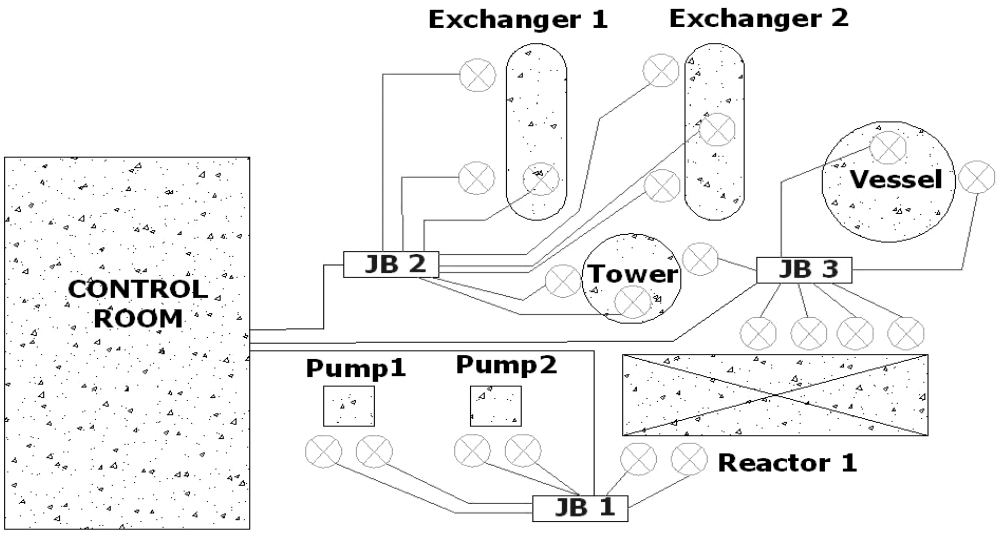
کابل کشی که بالاترین هزینه ها را در یک سیستم کنترل به خود اختصاص می دهد همواره مشکل ساز ترین قسمت در پروژه هاست و در صورت صدمات احتمالی در حین کارکردن کارخانه (مثل آتش سوزی) عملیات عیب یابی ، تعمیر و تعویض کابلهابسیارهزینه برو وقت گیر است.

نکاتی که در روند کابل کشی پروژه ها هم هزینه زیادی داشته و هم زمانبندی پروژه ها را به درازا خواهد کشاند عبارتند از:

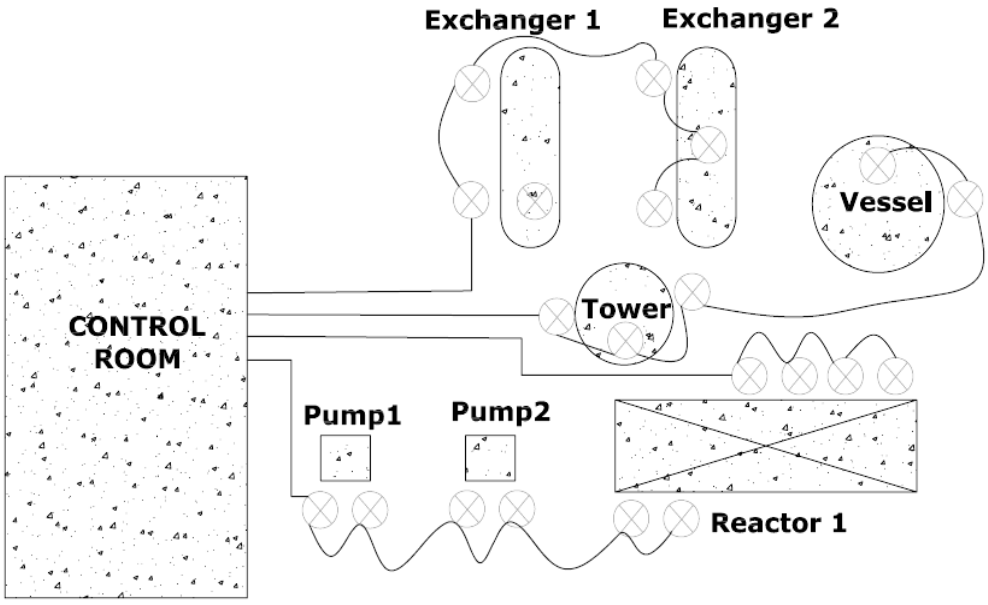
۱. هزینه ای که برای خرید کابل صرف می شود.
۲. هزینه و صرف وقت جهت تست و تایید کیفیت کابل توسط بازرسان
۳. هزینه حمل و نقل کابل
۴. هزینه و صرف زمان جهت ساخت و نصب نگهدارنده سینی کابل (Cable Support)
۵. هزینه و صرف زمان جهت ساخت و نصب سینی کابل (Cable Tray)
۶. هزینه و صرف زمان جهت حفر کانال کابل (Cable Trench)
۷. هزینه و صرف زمان جهت تقاطعات مسیر کابل با لوله ها (Cross Pipe) ، جاده ها (Cross Road) ، ستونها (Cross Rack) و ...
۸. هزینه و صرف زمان جهت عملیات کابل کشی
۹. هزینه و صرف زمان جهت پانچ عملیات کابل کشی
۱۰. هزینه و صرف زمان جهت تهیه و نصب گلند (Gland) ، سرکابل ، غلاف گلند (Shroud) و...
۱۱. هزینه و صرف زمان جهت افزایش تعداد جعبه اتصالات (JB)
۱۲. هزینه و صرف زمان جهت اجرای اتصالات (Connection)
۱۳. افزایش مقدار کابل های اتلافی و تکه شده (پرتی)
۱۴. هزینه و صرف زمان جهت انجام تلفن چک و لوپ چک

از این رو فیلدباس ارائه گردید تا معایب فوق را به حداقل برساند.

حال شکل های زیر را در نظر بگیرید:



A



B

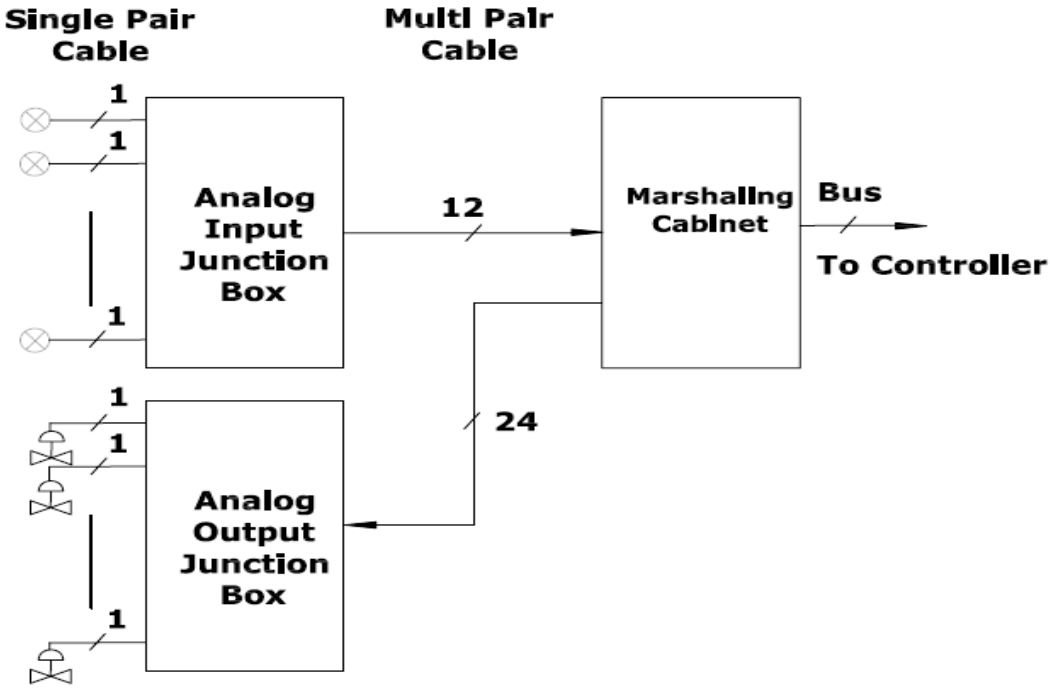
شکل ۲-۴: مقایسه کابل کشی سیستم های معمولی(شکل A) با فیلدباس(شکل B)

همانگونه که از مقایسه دو شکل بالا مشاهده می شود نوع کابل کشی تاثیربسزایی در کاهش مقدار کابل مصرفی خواهد داشت. در عمل در سیستم های کنترل معمولی (۴ تا

۲۰ میلی آمپری) از دو نوع کابل تک جفتی (Single Pair) و چند جفتی (Multi Pair) استفاده می کنیم. کابل تک جفتی برای اتصال ترانسمیترها به جعبه اتصالات و کابل چند جفتی برای ارتباط جعبه اتصالات به کابینت های مارشالینگ استفاده می شود. در شکل فوق ۸ دستگاه ترانسمیتر توسط ۸ کابل تک جفتی به JB2 وصل شده اند و از آنجا با یک کابل ۸ جفتی به مارشالینگ متصل گردیده اند. با استفاده از کابل ۸ جفتی حجم کابلهای ارسالی به مارشالینگ بسیار کم می شود.

شکل زیر گویای این قضیه می باشد:

۱۲ عدد کابل به AI JB وارد و یک کابل ۱۲ جفتی از آن خارج می گردد. از آن طرف یک کابل ۲۴ جفتی به AO JB وارد و ۲۴ عدد کابل تک جفتی از آن خارج می شود.



شکل ۳-۴: نحوه کابل کشی در سیستم های کنترل معمولی

اما در سیستم فیلدباس ما فقط از یک نوع کابل تک جفتی استفاده می کنیم.

این کار قدرت عمل مارا چه در انتخاب و خرید کابل و چه در بکاربردن آن در نقاط مورد نیاز افزایش می دهد.استفاده از یک نوع کابل در سیستم مثل استفاده از یک نوع پیچ در یک دستگاه است، در این صورت نیازی نیست که شما دنبال محلی باشید که پیچی را که در اختیار دارید به آن بخورد. البته نباید فراموش کرد که برای باز کردن یک نوع پیچ فقط

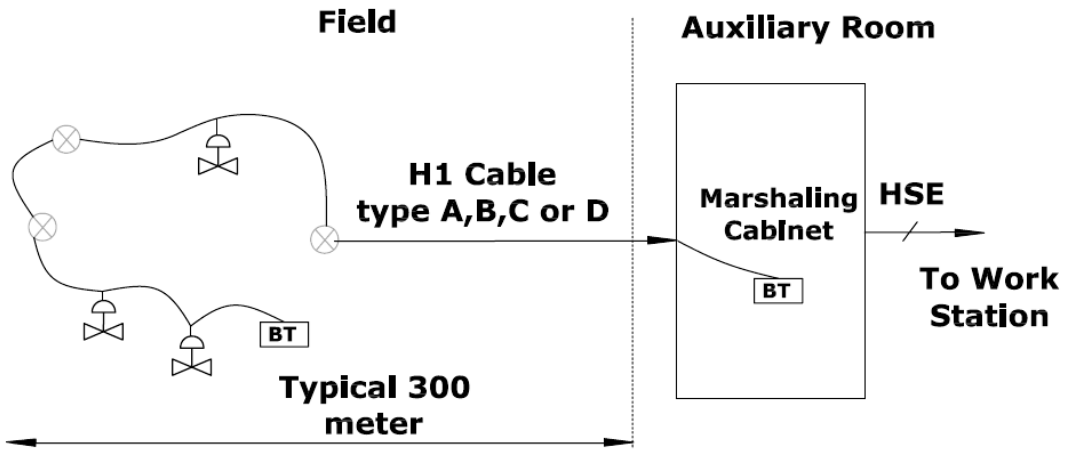
به یک نوع پیچ گوشتی نیاز دارید و اساساً از نظر صرف وقت و هزینه بسیار عالی خواهد بود.

همانطور که قبلاً گفتیم ما در فیلدباس از یک کابل تک جفتی به عنوان باس استفاده خواهیم کرد. کابل باس را بسته به متراژهایی که مورد نیاز است در چهار نوع می سازند که از لحاظ نوع مواد بکار رفته در آنها ، در نظر گرفتن پوشش محافظ (Shield) ، به هم تاباندن سیم های داخلی کابل و به تبع مقدار افت و متراژ مفید کابلها با هم متفاوتند. جدول زیر مشخصات انواع کابلها را نشان می دهد.

نوع کابل	مشخصات	اندازه (size)	حداکثر طول
A	تک جفتی، به هم تابیده ، شیلد دار	#18 AWG (.8 mm²)	1900 m
B	چند جفتی، به هم تابیده ، شیلد دار	#22 AWG(.32 mm²)	1200 m
C	چند جفتی، به هم تابیده ، بدون شیلد	#26 AWG(.13 mm2)	400 m
D	چند رشته ای ، بدون پیچش ، شیلد کلی کابل	#16 AWG(1.25 mm2)	200 m

شکل ۴-۴: جدول مقایسه انواع کابلهای فیلدباس

شکل زیر نحوه اتصال واقعی یک کابل فیلدباس را به تجهیزات درون سایت و کابینت مارشالینگ نشان می دهد:



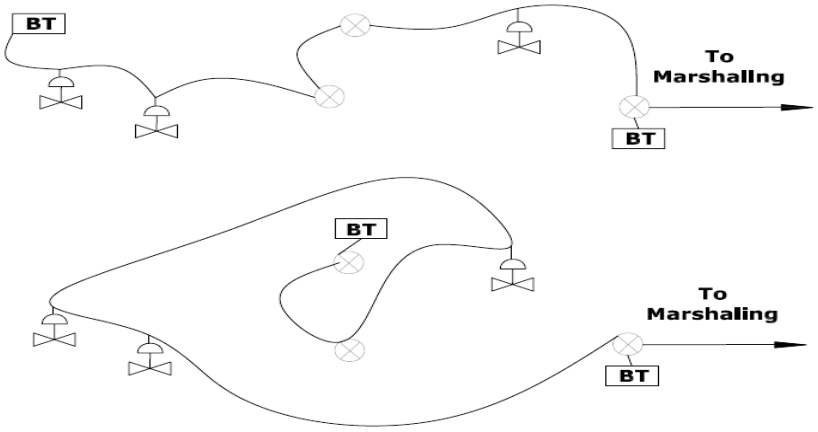
شکل۵-۴: نحوه اتصال تجهیزات کنترلی به کابل و مارشالینگ فیلدباس

در عمل و در اکثر پروژه ها تنها از یک نوع کابل باس H1 استفاده می شود ، برای این منظور بالاترین مسافتی که کابل در پروژه یا کارخانه می پیماید را مبنا قرار داده و کابل را نسبت به آن سفارش می دهند. مثلاً اگر بالاترین طول کابل از یک ترانسمیتر تا کابینت مارشالینگ در اتاق کمکی (Aux Room) ۶۰۰ متر باشد هم می توان از کابل نوع A استفاده کرد هم نوع B . فقط باید در نظر داشت کابل نوع A گرانتر خواهد بود.

معمولاً خریداران ریسک از دست دادن اطلاعات را توسط تضعیف انجام شده بوسیله کابل نمی پذیرند و از کابل نوع A استفاده می نمایند.

نوع کابل کشی در توپولوژی های مختلف شبکه فیلدباس متفاوت خواهد بود. مثلاً در توپولوژی باس خطی کمترین متراژ کابل کشی (به شرط رعایت ترتیب نصب تجهیزات در سایت) خواهیم داشت.در توپولوژی باس درختی کماکان همان شکل کابل کشی DCS مشاهده خواهد شد.

شکل زیر مقایسه توپولوژی های عملی و تئوری فیلدباس را نشان می دهد.:

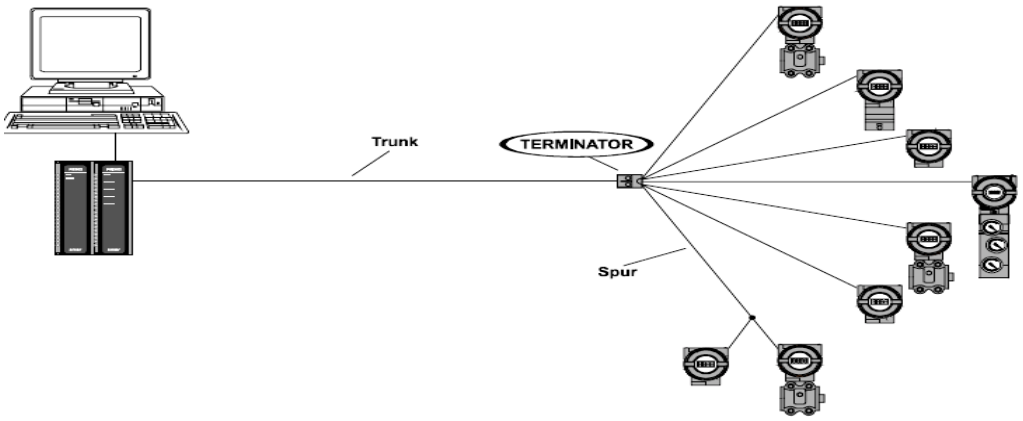


شکل ۶-۴: باس مرتب شده در بالا نسبت به باس نامرتب در پایین مقدار کمتری کابل مصرف می کند.

در قسمت بالایی شکل فوق یک باس که چیدمان درست تجهیزات کنترلی و اولویت کابل کشی آنها در آن رعایت شده است دیده می شود. در اینجا متراژ کابل را به مقدار زیادی کاهش داده ایم. در شکل پایینی به دلیل چیدمان نادرست تجهیزات و عدم رعایت اولویت بندی آنها برای اتصال به باس طول کابل تا حدود دو برابر افزایش یافته است. این طرح

یک نمونه عملی اجرا شده در اکثر باس های H1 در یکی از پتروشیمی های کشور است که ناشی از تعیین مسیر اشتباه کابل می باشد.

در توپولوژی باس درختی نیز اگر محل جعبه تقسیم و مسیر کابل از JB به ترانسمیترها را مناسب انتخاب نکنیم با افزایش طول کابل مواجه خواهیم شد.



شکل ۷-۴: توپولوژی درختی باس یا پاکلاغی

معمولاً شرکت های EMERSON و YOKOGAWA از باس درختی و شرکتهایی نظیر smar از باس خطی استفاده می کنند.

➢ انواع باس ها در شبکه فیلدباس:

تقسیم بندی باس ها به دو دسته صورت می گیرد:

۱- سرعت (نرخ ارسال اطلاعات)

۲- پروتکل

باس ها از نظر پروتکل:

۱- H1 : FOUNDATION FIELDBUS

۲- H2 : Modbus یا TCP/IP

۳- HSE(High Speed Ethernet) : Ethernet , TCP/IP , Token Passing

باس ها از نظر سرعت:

۱- H1 : 31.25 kbps

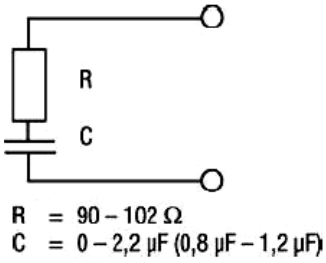
۲- H2 : 1 , 2.5, 5 , 10 Mbps

۳- HSE(High Speed Ethernet) : 100 Mbps , 1Gbps

H1 باس کم سرعت و همان فیلدباس است که در محیط کارخانه کشیده شده و تجهیزات کنترلی به آن متصل می شوند. سرعت باس H1 ، ۳۱/۲۵ کیلو بیت بر ثانیه است و همانگونه که در فصل ۲ صفحه –آمده است از پروتکل مخابراتی دوفازی منچستر بهره می برد. باس Profibus-PA را نیز H1 می گویند.

- پایان دهنده خط یا Terminator :

قطعه ایست شامل یک خازن که با یک مقاومت سری شده است و عملاً یک تله موج می باشد.ترمیناتور فاقد قطبیت بوده و به سر + و – باس وصل می شود :

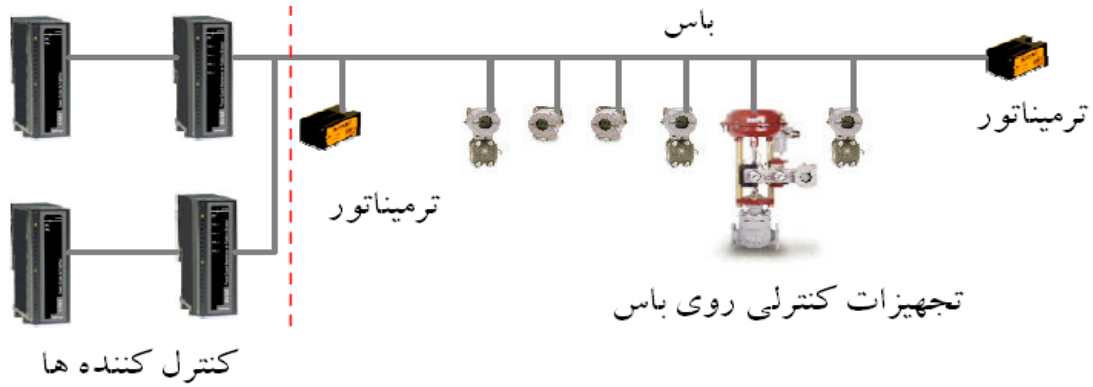


شکل ۸-۴. ترمیناتور فیلدباس با مقادیر خازن ومقاومت

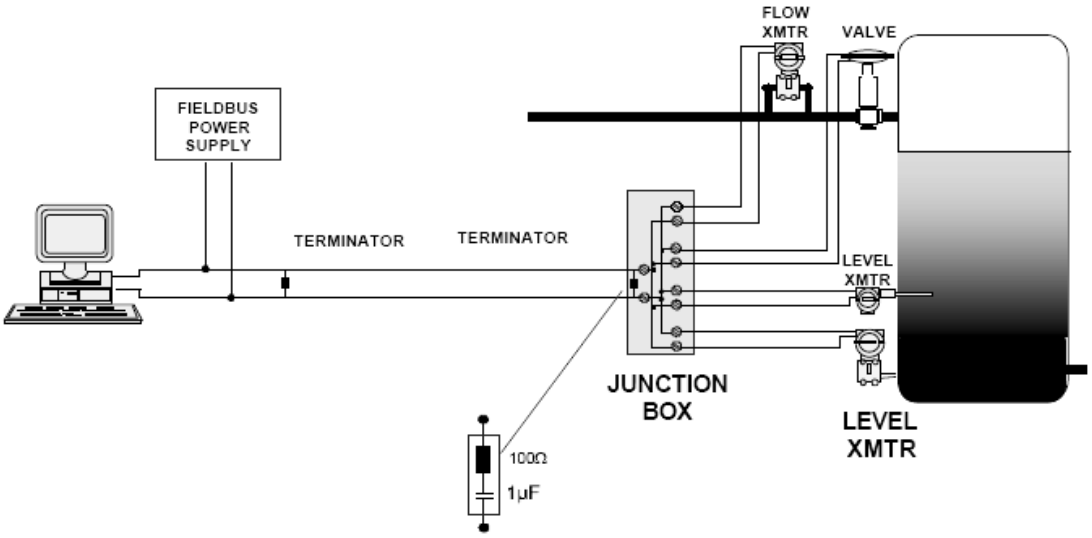
وظایف ترمیناتور:

۱- تبدیل جریان پالسی به ولتاژ در درون باس : این کار توسط مقاومت ترمیناتور انجام می شود.

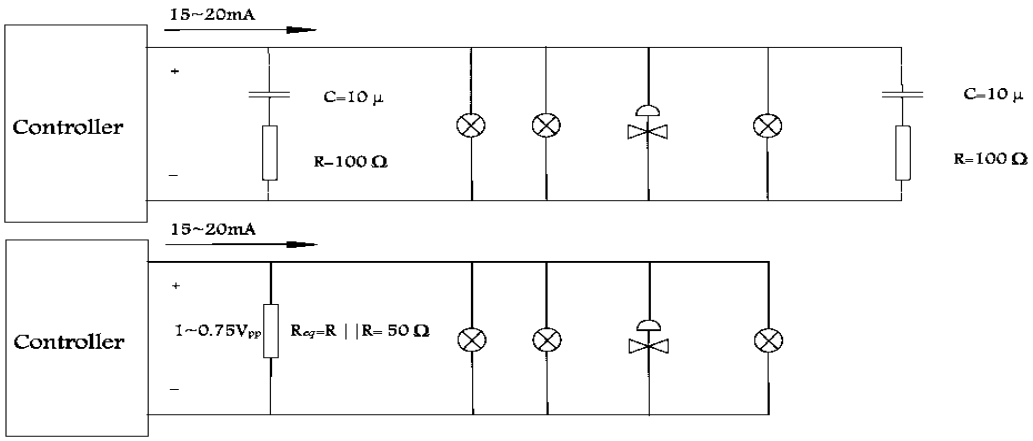
شکل زیر نحوه نصب ترمیناتور را روی باس نشان می دهد. برای حفظ تعادل خط و داشتن حد اقل تابش امواج و آنتن شدن کابلها ترمیناتورها را در ابتدا و انتهای باس نصب می کنند.



شکل ۹-۴: اتصال ترمیناتور ها به باس در توپولوژی خطی



شکل ۱۰-۴: اتصال ترمیناتور ها به باس درختی



شکل ۱۱-۴ : مدار معادل دو ترمیناتور در باس و نحوه تبدیل جریان پالسی به ولتاژ

در حالت ac چون خازن اتصال کوتاه فرض می شود ، فقط دو مقاومت 100 Ω بصورت موازی در مدار قرار می گیرند و معادل آنها 50 Ω می گردد که جریان پالسی از آن

گذشته و ولتاژ 0.75 ~ 1 Vpp دو سر آن می افتد. ادوات کنترلی ولتاژ دو سر ترمیناتور را دیده و آنرا آشکار می کنند.

۲- ایزوله کردن سیم + و – از یکدیگر در مقابل ولتاژ تغذیه که 9 ~ 32 Vdc است. این عمل توسط خازن ترمیناتور انجام شده و باعث فراهم شدن ولتاژ تغذیه برای ترانسمیتر می گردد.

۳- حذف پالس ها و نویز های لحظه ای که ممکن است روی باس بیفتد.

۴- بستن ابتدا و انتهای باس و جلوگیری از آنتن شدن و تشعشع امواج توسط کابل باس. برای درک عملکرد ترمیناتور در باس می توان شکل موج های آن را با دو ترمیناتور، یک ترمیناتور و بدون ترمیناتور مشاهده نمود.

- مشکلات عملی که برای کابل ها ی باس (H1) رخ می دهند عبارتند از:

۱- افتادن نویز روی خط بدلیل عبور کابل های H1 از مجاورت تجهیزات گرما زا مثل کوره ها، راکتورها یا خطوط با دمای بالا که به درستی عایق بندی نشده اند.

۲- افتادن نویز روی خط بدلیل شل بودن اتصالات و قطع و وصل لحظه ای محل اتصال کابل و ترمیناتور.

۳- نشت کردن خازن درون ترمیناتور به دلایل گوناگون نظیر افتادن پالس های ولتاژ بالا روی باس

- چرا سرعت H1 کم است؟

به دو دلیل نیازی به سرعت بالا در فیلدباس یا همان H1 نداریم:

۱- خطر وجود فرکانس های بالا در محیط های خطرناک (Hazardous Area)

۲- عدم نیاز به سرعت بالا در باس به دلیل کم بودن تعداد ترانسمیترها

البته در عمل هنگام کار با ایستگاه های مهندسی فیلدباس کم بودن سرعت بسیار محسوس و در بسیاری از موارد عذاب آور است. وقتی تعداد تجهیزات یک کارخانه خیلی زیاد باشد این کمبود سرعت نمود بیشتری پیدا می کند.

- ایمنی ذاتی فیلدباس یا FISCO (Fieldbus Intrinsically Safety Concept) :

بحث ایمنی ذاتی مدتهاست که در پروسه ها و تجهیزات کنترلی نهادینه شده است و در کل دارای دو هدف است :

۱- حفاظت تجهیزات کنترلی خصوصاً کنترل کننده ها

۲- حفاظت محیط کارخانه در شرایط خطرناک مثل نشت گاز

در ایمنی ذاتی ، تجهیز و کارخانه در مقابل خطر اتصال کوتاه شدن سیم های تغذیه و یا انفجار قطعه و یا کل کارت کنترلی محافظت می شوند. اگر دو سیم + و – جریان زیادی داشته باشند و به هم اتصال یابند جرقه ای در محل اتصال ایجاد می شود که می تواند گازهای موجود در محیط را مشتعل و یا منفجر کند. از سویی عبور جریان زیاد در اثر اتصال کوتاه حتماً کارت کنترلی یا کارت ترانسمیتر را نیز دچار آسیب و سانحه می نماید. بنابراین باید :

۱- محیط کارخانه را در مقابل جرقه ناشی از اتصال کوتاه محافظت نمود.

۲- کارت تجهیز را در مقابل جریان اتصال کوتاه محافظت نمود.

۳- محیط کارخانه را در مقابل انفجار تجهیزات داخل سایت محافظت نمود.

و بدین ترتیب باید سه عامل را در سیستم کنترل محدود کرد:

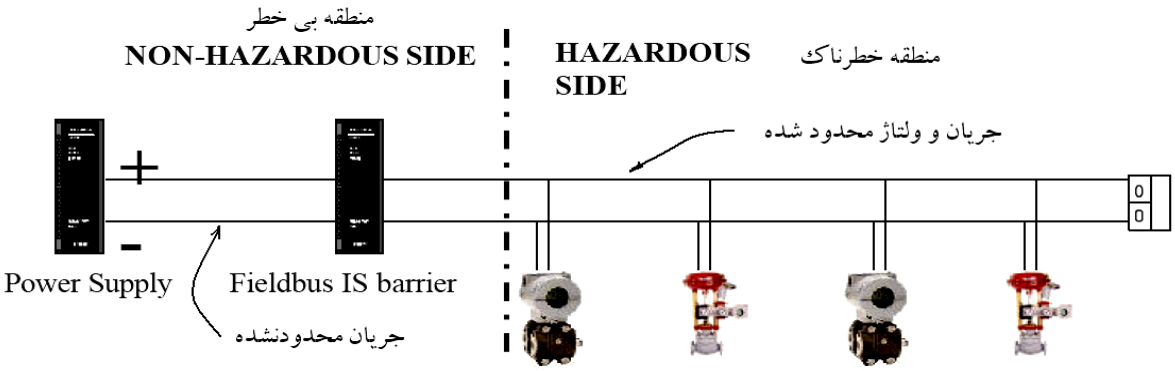
۱- جریان وارد شده به سایت : مداری که با یک فیوز معادل است.

۲- ولتاژ مسیر کابل تجهیزات داخل سایت : با استفاده از اثر زنری

۳- ارتباط محیط کارخانه با ترانسمیتر : با استفاده از یک محفظه ضد انفجار (Explosion Proof)

تمام موارد بالا باید رعایت شوند تا یک تجهیز استاندارد ضد انفجار و دارای ایمنی ذاتی را کسب نماید.

جریان و ولتاژ وارد شده به سایت را توسط تجهیزی که سد ایمنی ذاتی **(IS Barrier)** یا سد زنری **(Zener Barrier)** نامیده می شود محدود و مجاز می کنند. سدهای ایمنی بشکل زیر در کابینت های مارشالینگ و سیستم کنترل قرار می گیرند :



شکل ۱۲-۴ : نحوه نصب سد ایمنی و تجهیزات درون سایت

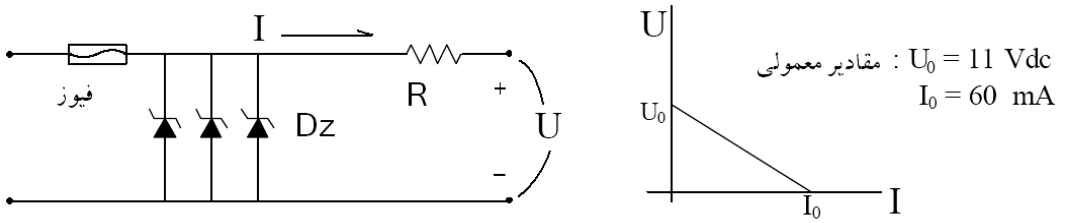
در سیستم کنترل فیلدباس ما دقیقاً از مسدود کننده های ایمنی مورد استفاده در سیستم های معمولی بهره می گیریم. فقط یک بلوک به آنها اضافه میگردد که در اصل یک مدولاتور است، یعنی سیگنال فیلدباس را با سیگنال تغذیه محدود و ایمن شده ترکیب می نماید.

سدهای ایمنی با توجه به منحنی مشخصه خروجی شان به دو دسته تقسیم می شوند:

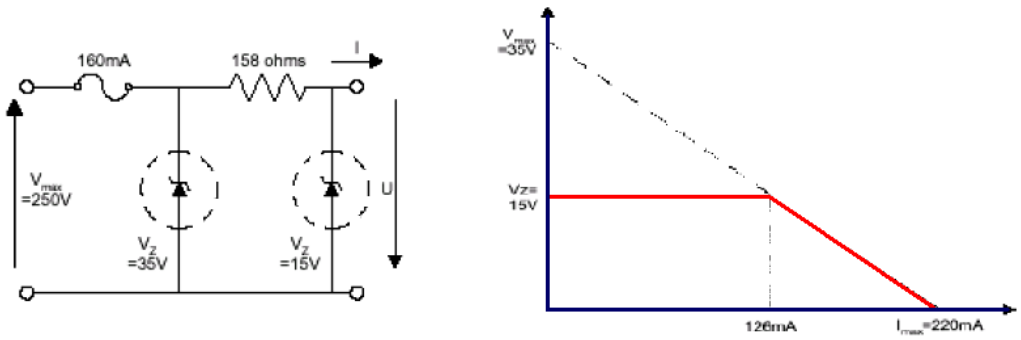
۱- خروجی خطی

۲- خروجی ذوزنقه ای **(Trapezoidal)** یا غیر خطی که مدل **FISCO** نیز نامیده می شود.

برای درک بهتر عملکرد سدهای ایمنی شکلهای زیر را در نظر بگیرید:



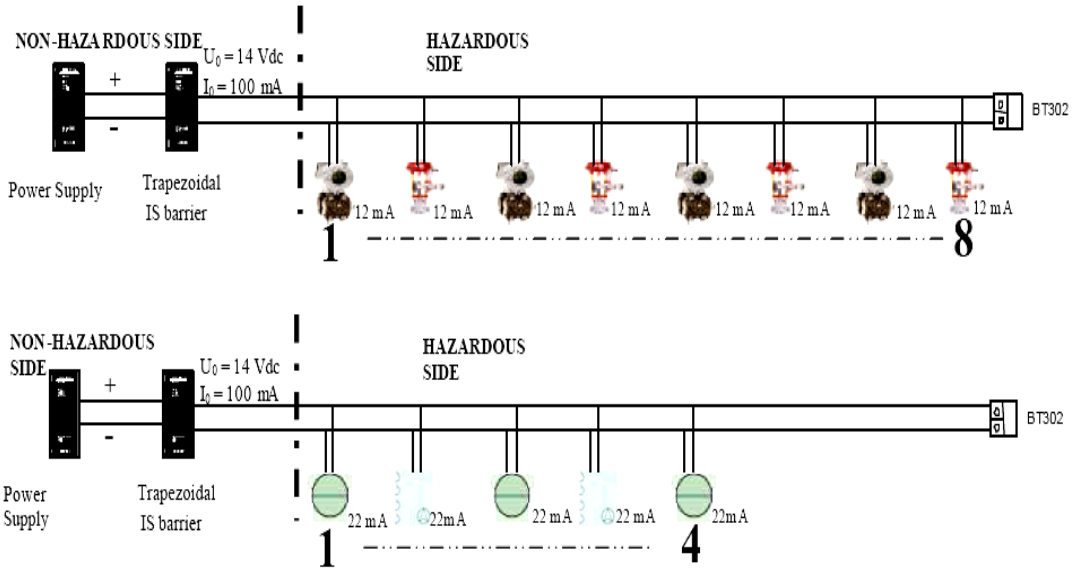
شکل ۱۳-۴ : مدار معادل سد ایمنی خطی با مقادیر معمولی



شکل ۱۴-۴ : مدار معادل سد ایمنی غیرخطی با مقادیر معمولی

در شکل ۱۳-۴ که مدل خطی ایمنی ذاتی را نشان می دهد، با کاهش مقاومت دو سر خط از بی نهایت به صفر ، جریان عبوری نیز از صفر تا I_0 که جریان اتصال کوتاه خط است افزایش می یابد. در این حالت ولتاژ صفر است.

در مدل ذوزنقه ای برای جلوگیری از افت تدریجی ولتاژ خط که در نهایت به قطع شدن تغذیه تجهیز می انجامد،توسط مدارات زنری ولتاژ تا حد جریان مجاز ثابت نگه داشته می شود. بعد از عبور جریان از حد مجاز ، ولتاژ شروع به افت تدریجی می کند تا به صفر برسد.



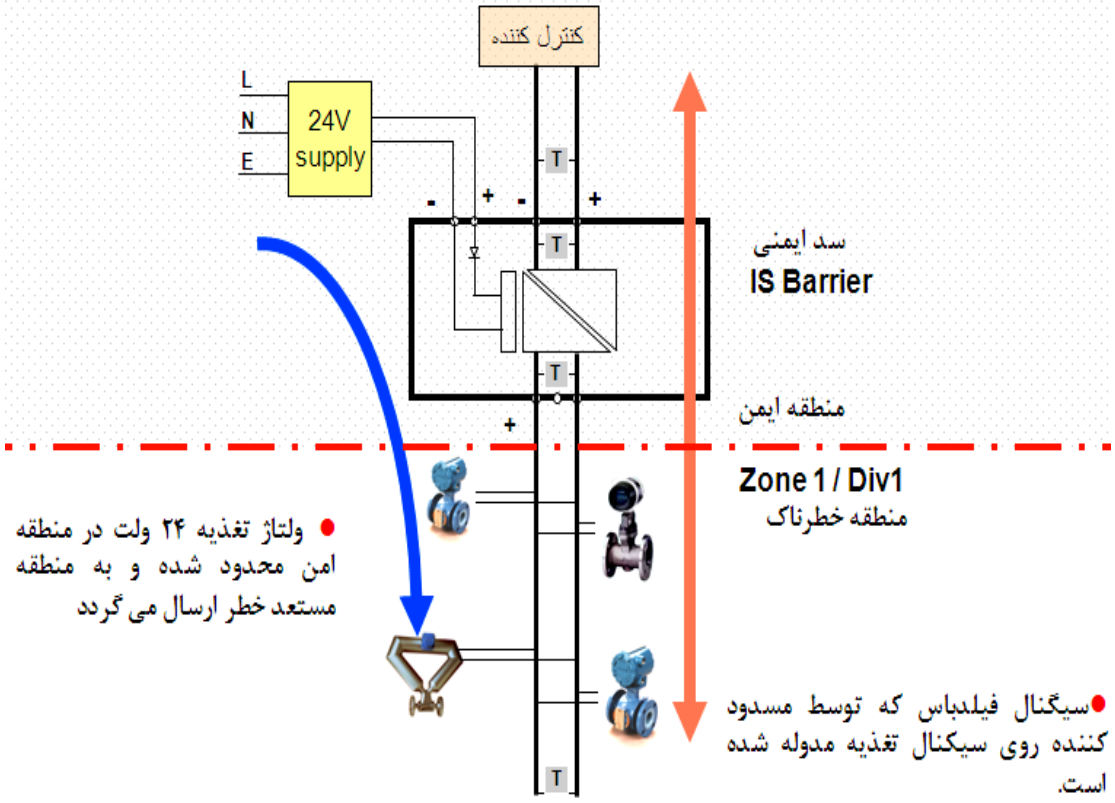
شکل۱۵-۴ : آرایش تجهیزات نصب شده در سایت همراه با سد ایمنی و مقادیر ولتاژ و جریان

اختلاف سدهای ایمنی فیلدباس با سدهای ایمنی معمولی تنها در مدولاتور آنهاست. در سدهای ایمنی معمولی علاوه بر محدود کننده ها ی زنری و جریانی از جداکننده های

نوری یا **Opto Coupler** استفاده می شود تا ارتباط الکتریکی دو محیط امن و ناامن کاملاً از هم جدا شود. . به خاطر شرایط ویژه ای که سدهای زنری برای سیگنال تغذیه بوجود می آورند آنها را به نام وضعیت دهنده تغذیه یا **Power Supply Conditioner** می شناسند. بعضی از سدهای ایمنی از اثر گالوانیک **(Galvanic)** نیز بهره می گیرند که به آنها **Galvanic Zener Barrier** می گویند. از حیث تامین سیگنال تغذیه سدهای ایمنی به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- فعال یا **Active** : که خودشان سیگنال تغذیه باس را می سازند.
۲- غیرفعال یا **Passive** : که با یک تغذیه جداگانه باس را تغذیه می کنند.

در مسدودکننده ها بسته به پروتکلی که استفاده می شود مدولاتور خاصی استفاده می شود. برای مثال در پروتکل **HART** یا **Brain** مدولاتور مورد استفاده با پروتکل هایی نظیر **Profibus** یا **Fieldbus** تفاوت خواهد داشت.شکل زیر بازگو کننده نحوه ترکیب سیگنال های اطلاعات و تغذیه می باشد:



شکل ۱۶-۴ : ساختار و اتصال مسدود کننده های ایمنی با تجهیزات شبکه

سدهای زنری بصورت تک کاناله و چند کاناله ساخته می شوند که خروجی هر کانال ۱۴ ولت با ۱۰۰ میلی آمپر است ولی عملاً در سایت ولتاژ خروجی سر زنر ۱۳/۵ ولت ودر سر تجهیز ۱۱ تا ۱۳ ولت است.اگر ولتاژ تغذیه کمتر از ۱۱ ولت شود نویز لحظه ای یا اعوجاج روی تجهیز و نهایتاً روی باس ایجاد می شود و ممکن است اطلاعات آن قطع و وصل شود.

استفاده از تجهیزات چند کاناله دو مزیت دارد:

۱- کاهش هزینه خرید

۲- کاهش فضای نصب

ولی تنها عیب آن این است که در اثر آسیب دیدگی مسدود کننده کلیه کانال ها از دست می روند.

همانطور که می دانید هر ترانسمیتر یا تجهیز کنترلی فیلدباس یک جریان مصرفی دارد.این جریان مصرفی که عموماً بین ۱۲ تا ۲۰ میلی آمپر است در محیط های خطرناک استفاده از ترانسمیترها را محدود میکند. در محیط های نا ایمن ما مجاز به ارسال بیشتر از ۱۰۰ میلی آمپر با حد اکثر ۲۴ ولت به داخل سایت نیستیم ، از این رو هر چه توان مصرفی تجهیزات کمتر باشد تعداد بیشتری از آنها را می توانیم بکار بگیریم. برای مثال دو نوع تجهیز یکسان با دو سازنده مختلف را در نظر می گیریم که اولی ۱۲ میلی آمپر جریان مصرف می کند و دومی ۱۸ میلی آمپر. پس داریم :

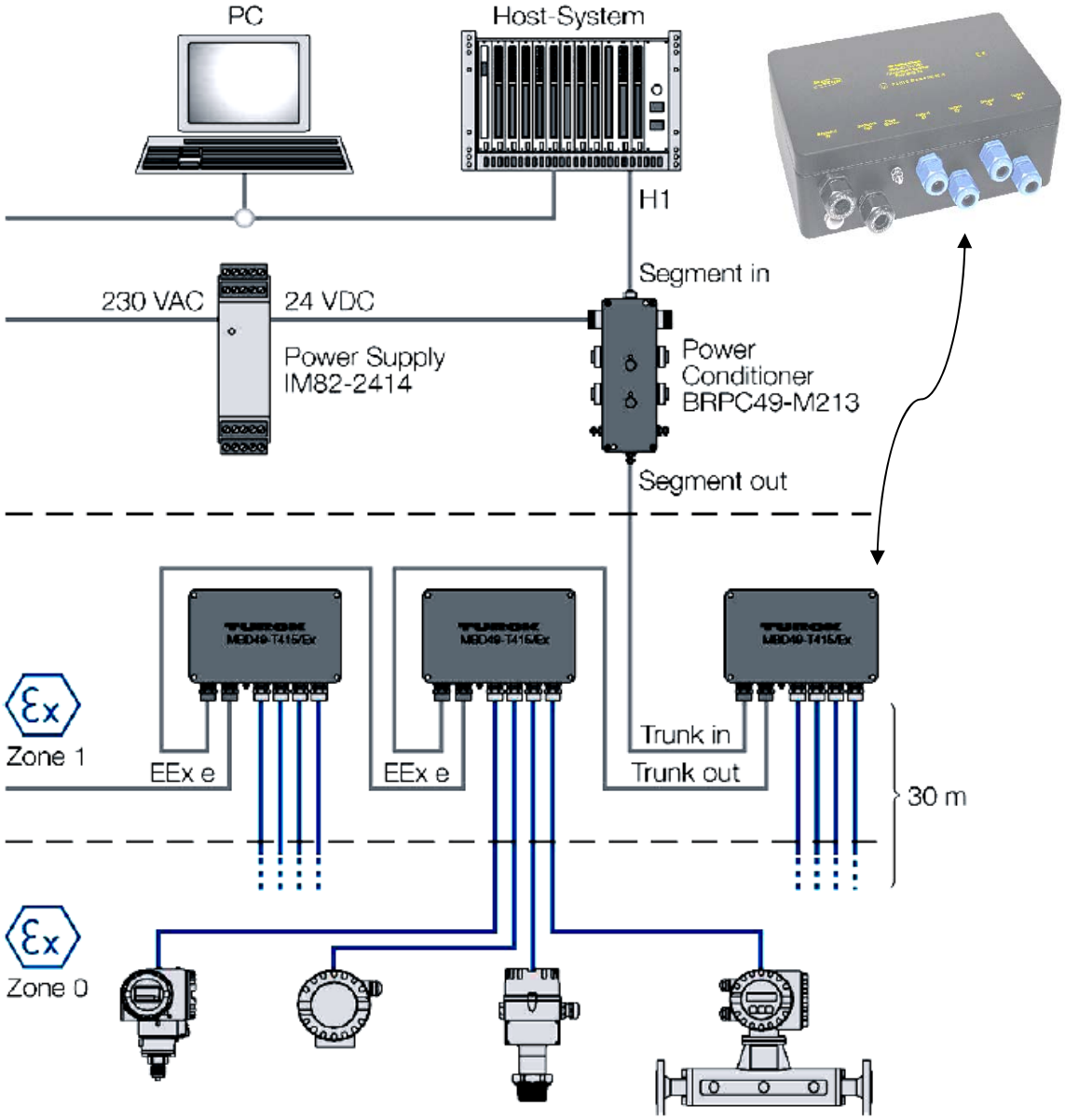
A = 100 mA ÷ 12 mA = 8

B = 100 mA ÷ 18 mA = 5

همانگونه که مشاهده می شود از ترانسمیتر یا شیرکنترلی نوع **A** می توانیم ۸ عدد و از نوع **B** تنها ۵ عدد را روی یک باس و یک سد ایمنی قرار دهیم.

از محدودیت های دیگر افزایش تعداد ترانسمیتر ها ، بالا رفتن طول کابل باس است زیرا تلفات توان و تضعیف سیگنال باعث اعوجاج و مخدوش شدن اطلاعات ارسالی روی باس می گردد. این محدودیت در جدول صفحه ۲۳ آمده است.

در عمل و بطور معمول ما در محیط های مستعد خطر ۸ و در محیط های ایمن ۱۶ تجهیز را روی باس قرار می دهیم که عملاً سرعت ۳۱/۲۵ کیلو بیت بر ثانیه برای پوشش این تعداد کافی خواهد بود و نیازی به مخاطره و استفاده از سرعت های بالاتر نمی باشد.

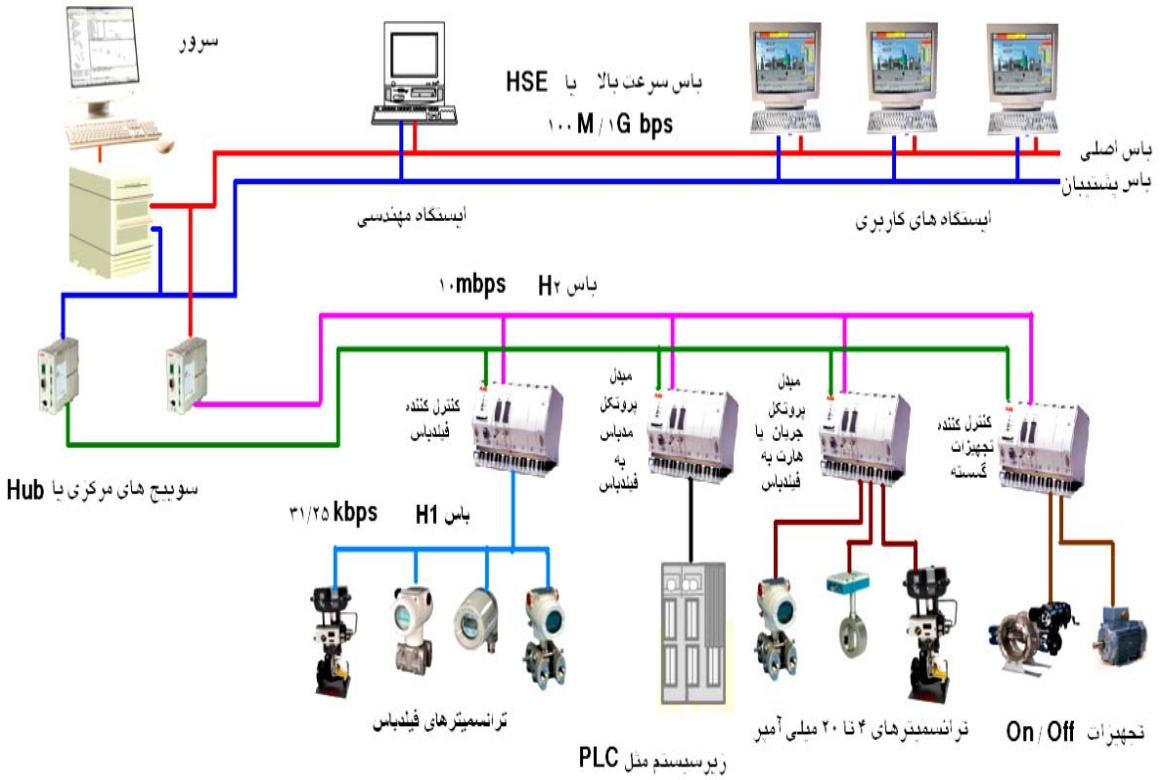


شکل ۱۷-۴ : منطقه بندی محیط کارخانه و نحوه استفاده از سدهای زنری چند کا ناله در فیلدباس که کاهش کابل کشی و کاهش تعداد سدهای ایمنی را بدنبال دارد.

- باس **H2** :

H2 جزو استاندارد فیلدباس نمی باشد اما قبلاً که **HSE** وجود نداشت اترنت سطح پایین فیلدباس بود. در اصل **H2** باس **profibus-DP** در سیستم کنترل زیمنس می باشد.

معمولاً در فیلدباس**H2** را در دسته بندی های سرعت شبکه آورده نمی آورند اما واقعاً وجود دارد و از اترنت **10Mbps** بهره میبرد.شکل زیر محل قرار گرفتن باس **H2** را در شبکه نشان می دهد :

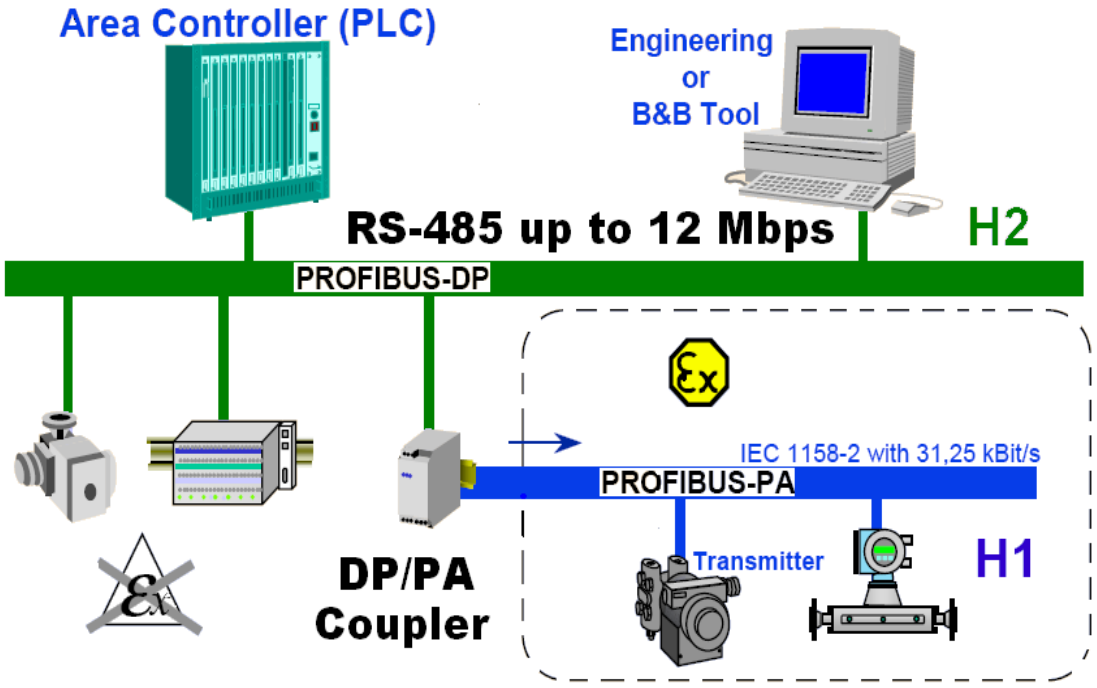


شکل ۱۸-۴ : ساختار سیستم کنترل فیلدباس با باس های **H1** ، **H2** و **HSE**

همانطور که از شکل بالا دیده می شود باس **H2** بین کنترلر فیلدباس و مبدل **H2** به **HSE** قرار دارد که سرعت آن **2.5 ~10 Mbps** است. در کل باس **H2** در شبکه های بزرگ که داده ها باید متمرکز شوند استفاده می شود و سرعت آن معمولاً **10 Mbps** است. در کارخانه هایی که تعداد تجهیزات کم است هاب سوییچ های میانی نیز برداشته می شوند و عملاً باس **H2** نیز وجود نخواهد داشت.

در شکل زیر که یک سیستم کنترل با پروتکل **Profibus** است باس های **H1** و **H2** را می توانید ببینید.

همواره بین باس **H1** و **H2** در پروفی باس یک مبدل **DP/PA** قرار می دهند. **H1** باس ایمن و **H2** باس غیر ایمن در نظر گرفته شده اند.



شکل ۱۹- ۴ : باس H1 و H2 در Profibus

شکل زیر بلوک دیاگرام و ساختار یک سیستم کنترل فیلدباس را با باس های موجود در آن نشان میدهد:

از نقطه ای که سیگنال از کنترلر خارج می شود (روی باس قرار می گیرد) تا زمانی که بصورت اطلاعات توسط کامپیوترها یا سرور دریافت می شود، پدیده کنترلی وجود ندارد و دقیقاً همان رویدادهایی رخ می دهد که در شبکه های کامپیوتری اتفاق می افتند. می توان این موارد را به صورت زیر خلاصه کرد:

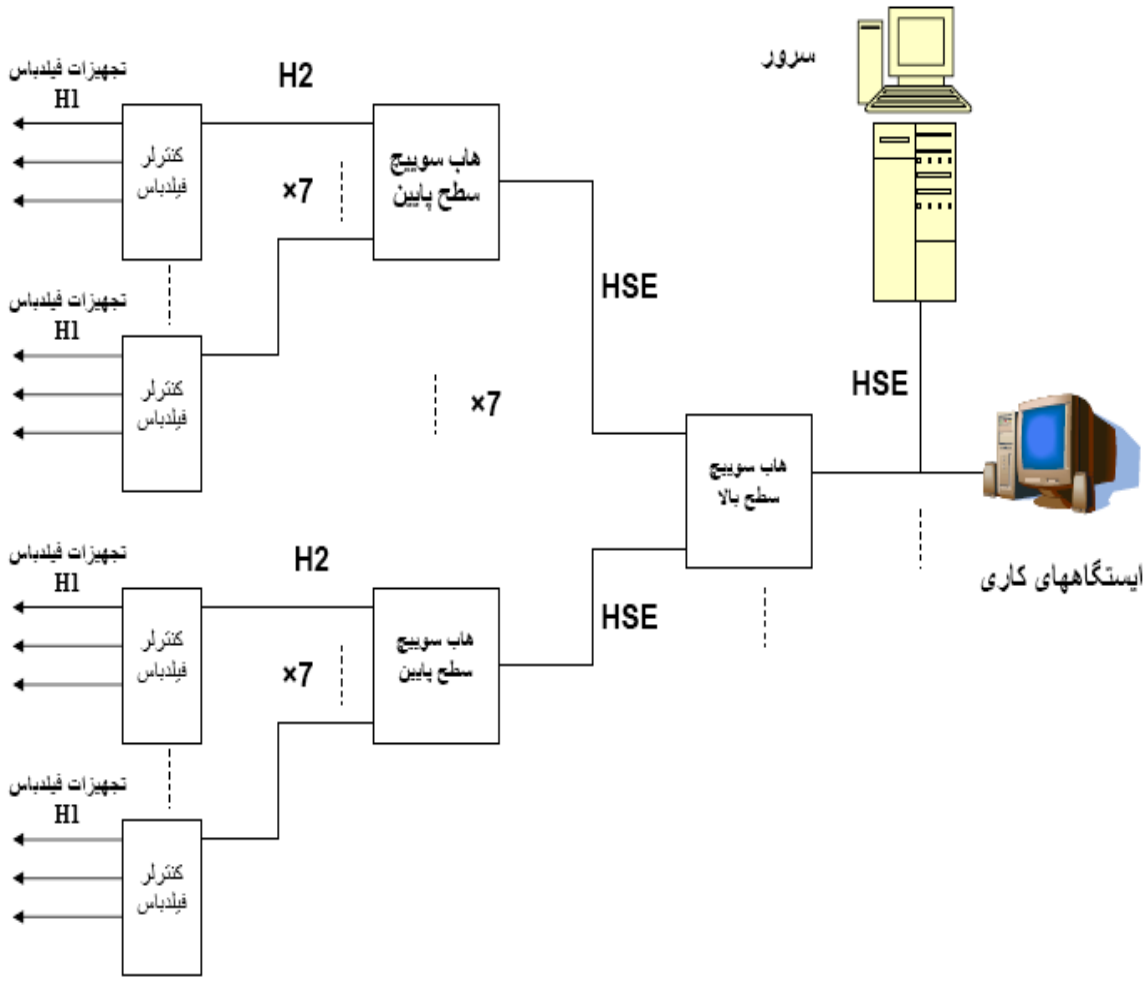
۱- H2 در بیشتر مواقع دارای پروتکل اترنت است.

۲- HSE همواره دارای پروتکل اترنت است.

۳- سوییچ های هاب مبدل سرعت و مبدل فیبر نوری به مس، جدا از اینکه تمهیداتی از نظر صنعتی بودن دارند اما همان عملکرد هابهای معمولی شبکه را دارند.

۴- کارت رابط شبکه (NIC) یک کارت LAN معمولی است که در PCI کامپیوتر قرار می گیرد و یا بصورت on- board روی مادربورد قرار دارد.

۵- کابل های باس بسته به سایزشان از نوع STP, UTP, co-axial یا Fiber Optic هستند.



شکل ۲۰-۴ : ساختار واقعی سیستم کنترل فیلدباس

➢ کارتها و تجهیزات یک سیستم کنترل فیلدباس به صورت زیر می باشند:

۱- کارت یا بورد اصلی **(Main Board)** تجهیزات کنترلی:

a. انواع ترانسمیترها
b. انواع پوزیشنرها
c. مینی PLC ها

۲- کارت های سد ایمنی **(Safety Barrier)**:

- یک کاناله
- چند کاناله

۳- کارتهای تغذیه تجهیزات :

- با امپدانس (ترمیناتور + سدزنری)
- بدون امپدانس (۲۴ ولت / ۲ آمپر ساده)
- کارت تغذیه رک

۴- کارت های تکرار کننده **(Repeater)**

۵- کارتهای کنترلی:

- پیوسته **(H1)**

a. هارت به فیلدباس و بالعکس
b. جریان به فیلدباس و بالعکس

- گسسته **(Discrete)**

a. DI
b. DO
c. DIO

۶- کارتهای رابط:

- رابط سریال به فیلدباس **RS-232 & RS-485**
- رابط از راه دور **(Remote)**
- رابط فیلدباس به اترنت
- رابط **HART** به فیلد باس

- و انواع مبدل های پروتکل های دیگر

۷- سوییچ های شبکه(Network Switch):

- دروازه ای (Gate way)
- متمرکز کننده
- مبدل سیم مسی به فیبر نوری

۸- ایستگاههای کار(Work Station):

- ایستگاه کار اپراتوری
- ایستگاه کار مهندسی
- ایستگاه کار سرپرستی

۹- سرور ها (Servers):

- SQL server
- Alarm server
- Trend server
- Real-Time & Historical server
- Data server

این تجهیزات تقریباً در تمام سازندگان فیلدباس مشترک و مرسوم هستند مگر اینکه مشتری مورد خاصی را به سازنده سفارش دهد. آرایش شبکه زیر شمای کلی قرار گرفتن تجهیزات فوق و ساختار یک پروژه اجرا شده را نشان می دهد.

این سیستم به پنج سطح تفکیک شده است:

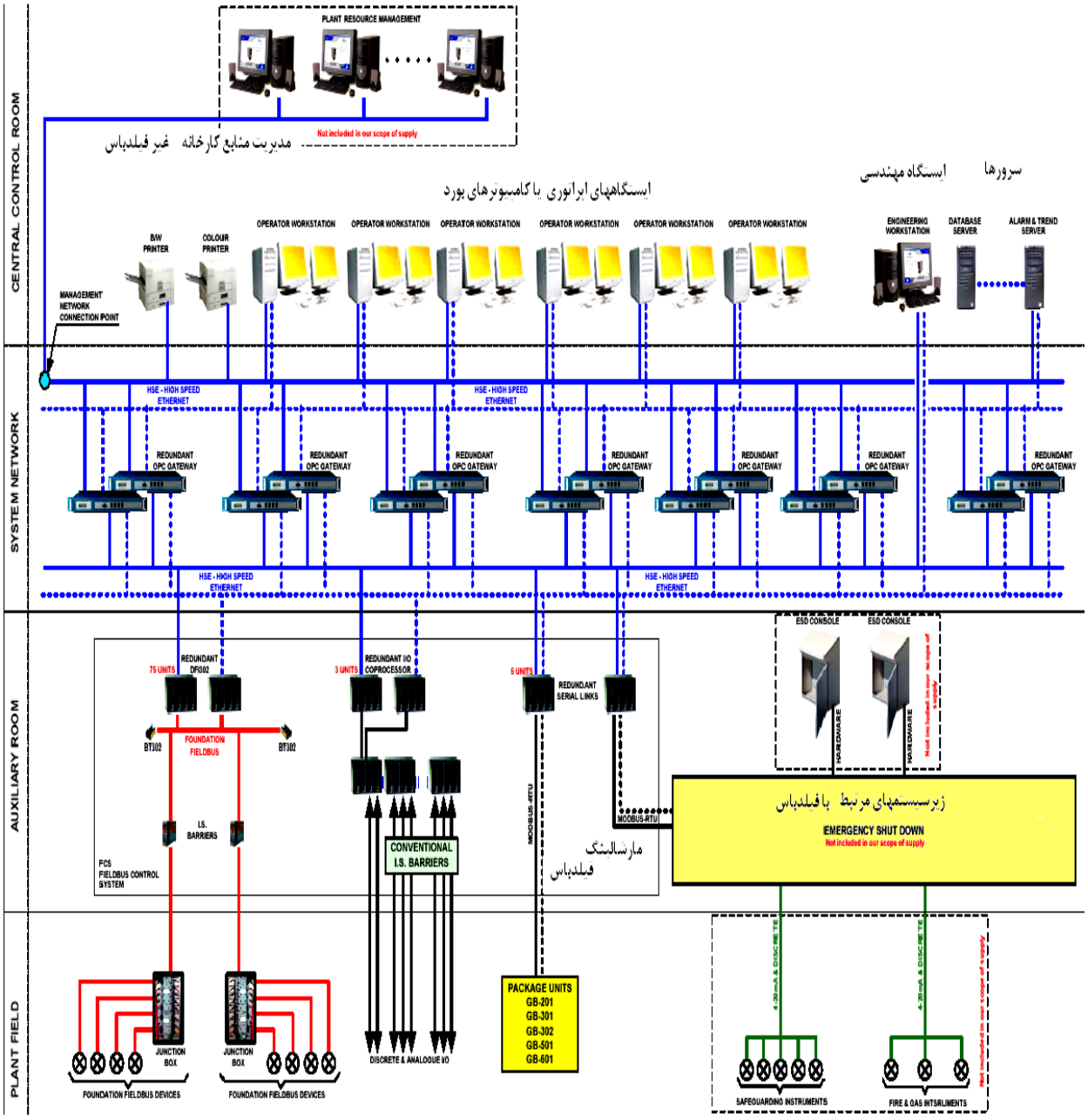
۱- سایت یا محیط کارخانه (Plant Field): شامل تجهیزات کنترلی معمولی و فیلدباس درون سایت

۲- اتاق کمکی یا همان مارشالینگ (Auxiliary Room): شامل کنترل کننده ها و زیرسیستمها که کنترل کننده غیر فیلدباس و جدا از سیستم کنترل اصلی هستند

۳- شبکه سیستم (System Network): پیوند دهنده اتق مارشالینگ به اتاق کنترل

۴- اتاق کنترل (Control Room) : شامل ایستگا ههای کاری، مهندسی و سرورها

۵- مدیر منابع کارخانه**(Plant Resource Management)** : یک یا چند کامپیوتر که عملکرد کارخانه و حتی کارکنان را زیر نظر دارند. این بخش در سیستم کنترل اختیاری است و در اکثر موارد خریداری می شود ام اجرا نمی گردد.



شکل ۲۱-۴ : ساختار اساسی فیلدباس به همراه تجهیزات و کارتهای مورد استفاده

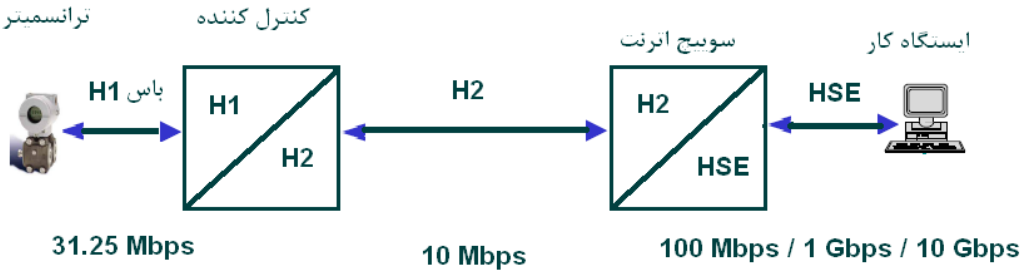
پس با دانستن موارد فوق ، مجدداً به هرم سه لایه ای معروف می رسیم:

۱- سطح مدیریت : کامپیوترهای مدیر منابع و اتاق کنترل و مهندسی

۲- سطح میانی : کنترل کننده ها ، زیر سیستم ها و سیستم های شبکه

۳- سطح سایت: انواع تجهیزات ابزاردقیق فیلدباس و غیر فیلدباس

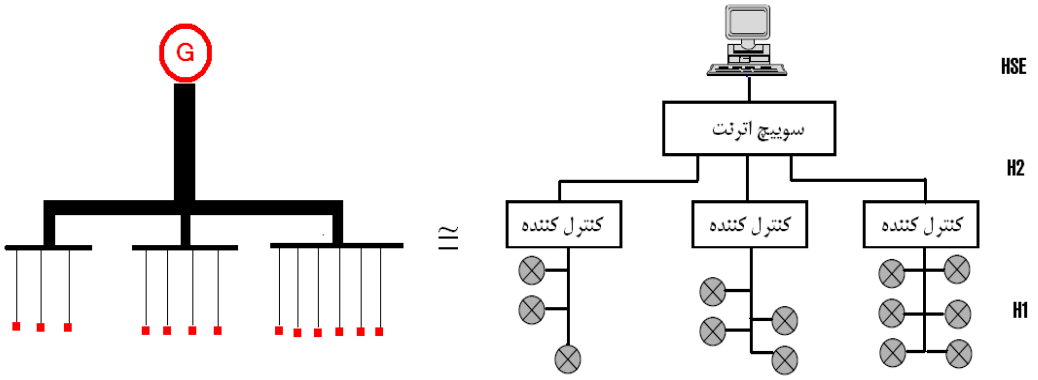
شکل زیر ارتباط کامل یک ترانسمیتر با یک ایستگاه کاری را نشان می دهد که نمایش خلاصه شده شکل بالاست.



شکل ۲۲-۴: مسیر ارتباطی یک ترانسمیتر و یک ایستگاه کار در شبکه فیلدباس

در شکل بالا کنترلر علاوه بر اجرای عملیات و استراتژی های کنترلی ، عمل تبدیل پروتکل **FF** به اترنت را نیز انجام می دهد. بر این اساس سرعت ارسال اطلاعات نیز از **31.25 Kbps** به **10 Mbps** تغییر می یابد. یعنی کنترلر یک علاوه بر اجرای عملیات کنترلی یک **H1 I/O** و **H2 I/O** نیز می باشد. سوییچ های اترنت که عموماً سوییچ های صنعتی **(Industrial Switch)** یا **Rail Switch (RS)** نامیده می شوند تنها عمل متمرکز کردن داده و تبدیل سرعت ۱۰ به ۱۰۰ مگابیت برثانیه را انجام می دهد.

همانگونه که در خطوط انتقال برق در جریانهای کم از سیم های با مقطع کم استفاده می کنیم و هر چه میزان جریان عبوری زیادتر شود مقطع سیم را افزایش می دهیم درشبکه باس نیز با افزایش تعداد گره های شبکه ترافیک اطلاعات نیز بالا رفته و باید سرعت را بالابریم تا تصادم و تداخل اطلاعات را به حداقل برسانیم.



شکل ۲۳-۴: مقایسه تمثیلی حجم داده های انتقالیدر باس با سطح مقطع باس بارهای مختلف در شبکه توزیع برق

اترنت سوییچ های صنعتی معمولاً دارای ۸ پورت از نوع **RJ-45 (CAT-5)**، **DB9**، **BNC** برای اتصال سیم های مسی و یا کانکتور های فیبر نوری هستند. لازم به ذکر است که عنوان ورودی/ خروجی در شبکه کاملاً اشتباه است زیرا ارتباط بین ادوات درون شبکه دو طرفه می باشد.

تنظیمات بعضی از سوییچ های صنعتی غیرقابل تغییرند. بعضی دیگر تنها با کلیدهای دو حالته **(DIP Switch)** هایی که روی آنها تعبیه شده است پیکربندی می شوند و بعضی دیگر از برنامه های کامپیوتری ویژه ای جهت پیکربندی استفاده می نمایند. می توان با تغییر سوییچ های دو حالته یا پارامترهای برنامه توپولوژی های شبکه را تغییر داد. معروف ترین سوییچ های صنعتی **Hirschman , CISCO, Siemens** و ... هستند. اما گاهی بعضی از سازندگان فقط از دستگاههای ساخت خود استفاده می کنند مثل **ABB** .

- باس **HSE** :

اترنت سرعت بالا یا **High Speed Ethernet** شاهراهه سرعت بالای شبکه است. تمام اطلاعاتی که از ترانسمیتر ها و ادوات کنترلی گردآوری **(Data Acquisition)** یا به آنها ارسال می شود از این گذرگاه عبور می کند. پس این باس باید بالاترین نرخ ارسال اطلاعات را در شبکه داشته باشد.

HSE از همان پروتکل اترنت یا **IEEE802.3** و ارسال نشانه **(Token Passing)** استفاده می کند. گره های شبکه مثل ایستگاههای کار، سرورها ، چاپگرها ، کنترل کنند ها و... هر کدام دارای یک آدرس **IP** هستند. **HSE** در سازندگان مختلف نام های مختلفی نیز دارد برای مثال در سیستم کنترل **Yokogawa CS3000** آنرا **Vnet** می نامند. سرعت **HSE** در نسخه های قدیمی **100 Mbps** و در نسخه های کنونی **1Gbps / 10 Gbps** می باشد.

ترانسمیتر ها و عملگر های فیلدباس :

تا کنون کلیه خطوط ارتباطی را از مبدا به مقصد بررسی نموده ایم و یک دید اجمالی نسبت به آنچه که در حین ارتباط برقرار کردن تجهیزات رخ می دهد پیدا کرده ایم.

حالا به درون کوچک ترین و سطح پایین ترین عضو شبکه یعنی ترانسمیتر بر می گردیم . می خواهیم ببینیم در یک ترانسمیتر فیلدباس چه چیزی وجود دارد و هنگامی که آنرا تغذیه می کنیم چه اتفاقی می افتد.

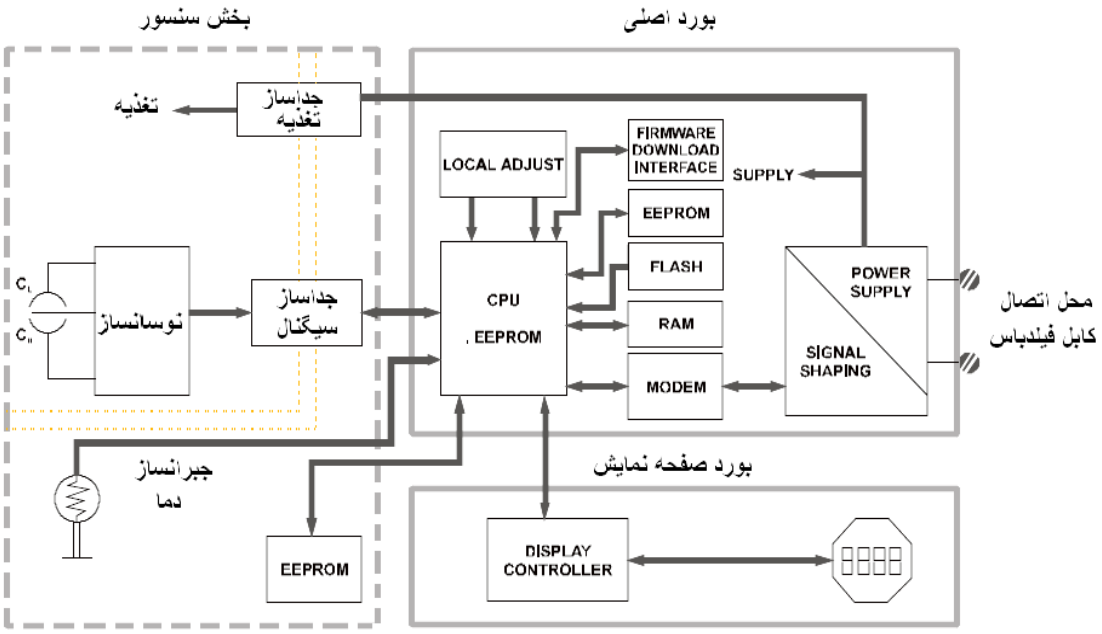
ترانسمیتر یا هر تجهیز فیلباس دیگر که به **H1** متصل می شود دقیقاً یک کامپیوتر کوچک است و یک گره روی باس **H1** حساب می شود. هر تجهیزی که روی **H1** قرار دارد دارای یک آدرس هگزادسیمال است. این آدرس چهار رقمی است و کنترلر با آگاهی از این آدرس تجهیزات متصل به خود را می شناسد و با آنها ارتباط بر قرار کرده و مبادله اطلاعات می کند.

علاوه بر این ترانسمیتر های روی فیلدباس در حافظه خود دارای کد شناسایی **(ID)** و شماره سریال **(SN)** خاص خود نیز هستند که بیانگر سازنده ،تاریخ ساخت، نوع تجهیز و اطلاعاتی که برای آرشیو مهم است می باشد. با این کدها می توان سابقه تجهیز را از خود کارخانه پیگیری کرد.در زیر کد مربوط به بلوک منبع **(Resource Block)** که شامل کد سازنده **00302** مربوط به شرکت اسمار ، نوع بلوک **(0000)** ، نوع تجهیز **(00 00)** و شماره خود بلوک **(80020310)** می باشد که یک شناسنامه کامل از بلوک به ما می دهد.

بند دوم کد سازنده ترانسمیتر یا تجهیز کنترلی را نشان می دهد. در زمان آنلاین شدن به شبکه می توان این کدها را در لیست زنده **(Live List)** تجهیزات دید که در چند صفحه بعد آمده است.

1. 000302 0000 00 00 80020310=RES : Resource Block code
2. 001151=Rosemount : Factory Code
3. 0xE8 : Node Address

این کدها بصورت برچسب روی مادربورد تجهیزات قرار داده شده و زمانی که تگ یا برچسب ترانسمیتر مفقود شود می توان از طریق این شماره ها درایستگاه مهندسی آنرا از دیگر تجهیزات تشخیص داد.



شکل ۲۴-۴ : بلوک دیاگرام سخت افزاری یک ترانسمیتر فشار

همانطور که از شکل فوق پیداست ، هر ترانسمیتر از سه بخش اصلی تشکیل شده است:

۱- بورد اصلی (Main Board)

۲- بورد نمایش (Display Board)

۳- بورد سنسور (Sensor Board)

مانند دیگر تجهیزات معمولی ، پارامتر مورد اندازه گیری توسط ترانسدیوسر سنسور اندازه گیری می شود که در اینجا تغییرات فشار روی مقدار ظرفیت خازنی (کپسول) است که به تبع فرکانس نوسانساز را تغییر می دهد. سپس مقدار قرائت شده توسط مبدل آنالوگ به دیجیتال، خطی ساز و ... شکل دهی می شود و به CPU در بورد اصلی ارسال می گردد. یک سنسور دما نیز که پایه ثابت در اکثر اندازه گیری هاست جهت عمل جبرانسازی دمایی و حذف اثرات حرارتی بر عملیات اندازه گیری در سنسور قرار دارد.

بخش بورد اصلی جز متفاوت ترانسمیترهای فیلدباس با معمولی است که از اجزا زیر تشکیل شده است:

۱- پردازشگر: انجام کلیه امور کنترلی ، اجرای بلوک ها ، عیب یابی ، کالیبراسیون و تصحیح داده ها و ارتباطات

۲- RAM : حافظه موقت جهت اجرای عملیات کنترلی

۳- EEPROM : حافظه قابل برنامه ریزی برای ثبت برنامه ها و مقادیر پیش فرض و اندازه گیری شده

۴- مودم : تبدیل سیگنال فیلدباس، چک صحت ارتباطات ، تفکیک کردن بلوک داده دریافتی

۵- رابط دانلود سفت افزار **(Firmware)** : اتصال به دانلود کننده سفت افزار

۶- **Flash** : فلاش کردن پردازنده و حافظه

۷- جداساز و شکل دهنده سیگنال **(Signal Isolation & Shaping)**: تفکیک و یا الحاق سیگنال های تغذیه و داده

۸- تنظیم محلی **(Local Adjust)** : یک تنظیم کننده است که با دو منفذ تعبیه شده روی ترانسمیتر به دو سوییچ مغناطیسی **(Zero & Span)** متصل است و با آن می توان علاوه بر انجام بعضی از، تنظیمات ترانسمیتر را نیزکالیبره کرد. تنظیم کننده های محلی یا کلیدهای فشاری هستند یا مغناطیسی.

عمده ترین تفاوت ترانسمیترهای معمولی با فیلدباس نیاز آنها به سفت افزار است. ترانسمیترهای معمولی به محض متصل شدن به تغذیه بعد از چندثانیه مقدار قرائت شده توسط سنسور را نمایش می دهند و همان مقدار را به کنترلر ارسال می نمایند.

➢ سفت افزار یا Firmware:

در ترانسمیترهای فیلدباس همانند کامپیوترها در هنگام راه اندازی با بهره گیری از **BIOS** کلیه بخش های خود را اعم از سنسور ، حافظه ها ، ورودی- خروجی ها و ... چک می کند و سپس به انجام برقراری اطلاعات با کنترلر خود می پردازد. چون اطلاعات بصورت بلوک های داده ارسال می گردند این روند کند تر بوده و گاهاً حدود چند دقیقه طول می کشد.

سفت افزار دو عمل برای ما انجام می دهد:

۱- تطبیق و معرفی سخت افزار ترانسمیتر به یکدیگر و فراهم آوردن عملیات ارتباطی با شبکه

۲- قرار دادن بلوک های کنترلی پیش فرض وخام جهت پیکربندی و طراحی استراتژی کنترل

برای دانلود کردن سفت افزار به ترانسمیتر نیاز به یک برنامه کامپیوتری و یک دستگاه رابط یا آداپتور داریم. عموماً برنامه را **Firmware Downloader** و آداپتور مربوطه را **FDI** یا **Firmware Download Interface** می نامند که در سازندگان مختلف نیز متغیر می باشد.

سفت افزار برای سه دسته از تجهیزات کنترلی فراهم شده است:

۱- کارتهای کامپیوتری فیلدباس که در اسلات **PCI** قرار می گیرند.

۲- کارت های ترانسمیتری

۳- ماژول ها

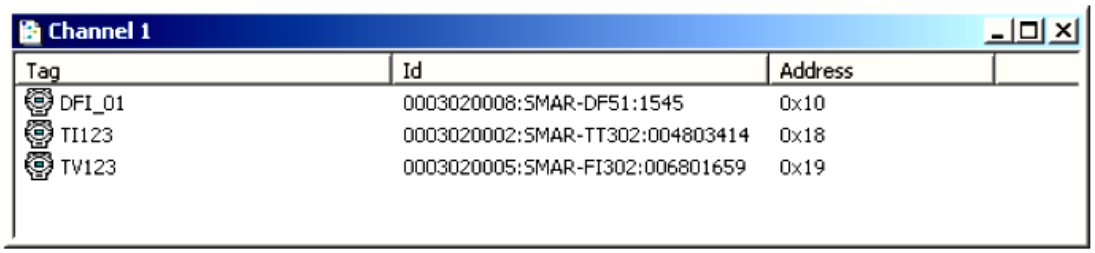
FDI از یک طرف به پورت **com** یا **USB** وصل می شود و از سوی دیگر یا با یک سوکت روی بورد اصلی تجهیز قرار می گیرد، یا مستقیماً از سوی خود شبکه روی کارتهای رابط یا کنترلی بارگذاری می شود.

سفت افزار نیز مثل بایوس قابل به روز کردن است.

شکل ۲۵-۴ : رابط و پنجره دانلود سفت افزار برای یک ترانسمیتر دما

زمانی که یک ترانسمیتر فیلدباس را به تغذیه وصل می کنیم **(Power on or Energize)** ترانسمیتر مانند کامپیوتر راه اندازی می شود، تمام قسمت های خود را مثل سنسور، صفحه نمایش و قطعات موجود روی بورد اصلی چک کرده و پس از اطمینان حاصل کردن از عدم وجود هر گونه ایراد، مقدار اندازه گیری شده توسط سنسور را به نمایش می گذارد. این زمان بسته به نوع سازنده ممکن است یکی – دو دقیقه بطول انجامد. پس از اینکه ترانسمیتر راه اندازی شد ، به داده های ارسا لی از کنترلر پاسخ داده و در لیست زنده **(Live List)** قرار می گیرد . در این

وضعیت ما می توانیم کلیه تغییرات مثل تغییر نام **(tag assignment)** را انجام دهیم و ترانسمیتر را در استراتژی کنترلی وارد نماییم. شکل زیر لیست زنده تجهیزاتی که روی باس قرار دارند را نشان می دهد:



شکل ۲۶-۴ : لیست زنده ، به **tag, Id** و **Address** تجهیزات دقت کنید

به عنوان یادآوری متذکر می شویم که ترانسمیتر ها روی فیلدباس از آدرس هگزادسیمال استفاده می کنند. چون بکار گرفتن **IP** در آدرس دهی باعث می شود به ازای هر ۲۵۶ گره به یک لایه شبکه دیگر نیاز پیدا کنیم.

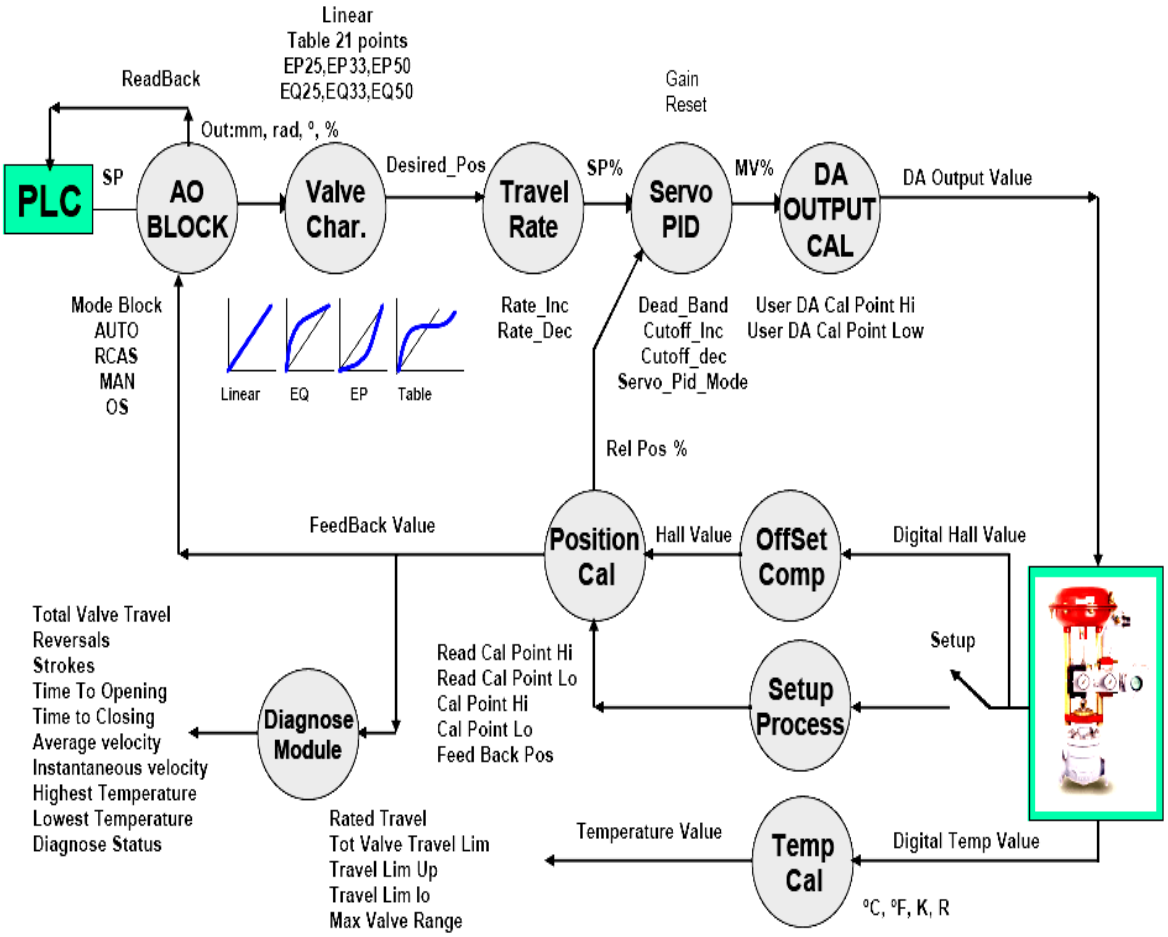
دقیقاً عملیاتی که در ترانسمیترها انجام می شود در مورد پوزیشنرها و دیگر تجهیزات کنترلی فیلدباس نیز صادق است.

در مبدل های معمولی ما برای نشان دادن عمل تبدیل از علامت های **I2P** ، **I/P** یا **I to P** به معنای تبدیل جریان به فشار هوا استفاده می کنیم. در فیلدباس عمل تبدیل فیلدباس به هوا (نیوماتیک) را با **F/P** به معنای **Fieldbus to Pneumatic** نشان می دهند.

اکثر پوزیشنرهای امروزی از صفحه پیزوالکتریک برای تبدیل سیگنال الکتریکی (فیلدباس) به نیوماتیک بهره می گیرند.

شکل زیر بلوک دیاگرام یک پوزیشنر فیلدباس را نشان می دهد، پوزیشنر دارای یک بلوک خروجی آنالوگ یا **AO** است. **AO** از یک سو با بلوک ترانسدیوسر مرتبط است و از سوی دیگر با یک بلوک دیگر که معمولاً بلوک **PID** می باشد. ارتباط **AO** با **TRD** بصورت داخلی و فاقد دسترسی است اما بلوکهای دیکر را کاربر به خروجی آنالوگ ارتباط می دهد. فرمانی که از طرف بلوک **PID** می آید توسط ورودی **AO** دریافت شده و به قسمت شکل دهی سیگنال یا **valve characteristic** می رود تا نوع سیگنال اعمالی به شیر کنترل تعیین شود(برای مثال خطی). سپس سیگنال به بخش سرعت جابجایی می رود و بعد از آن به **servo PID** که پایدار کننده حرکت شیر است رفته و در نهایت جهت به حرکت در آوردن شیر به خروجی ارسال می گردد. دو مسیر برگشتی

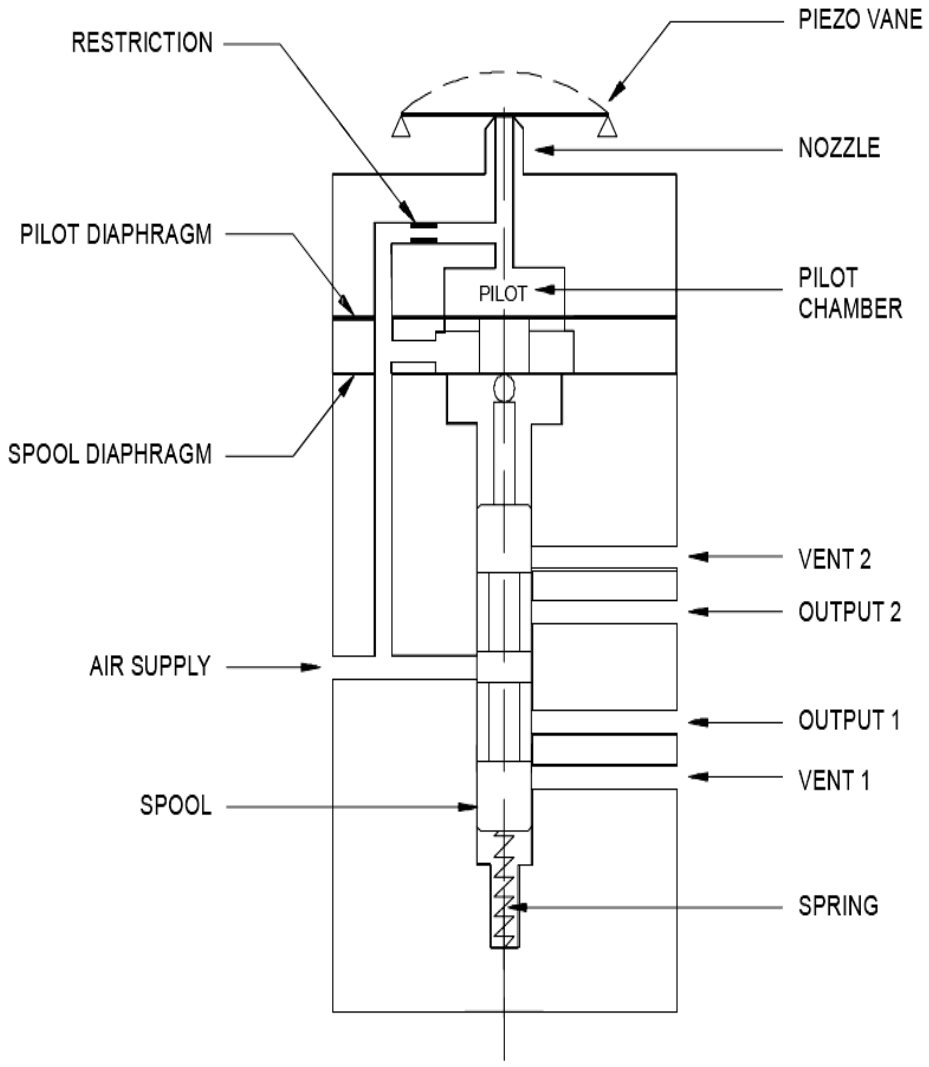
نیز برای اطلاع از وضعیت شیر کنترل و همچنین عیب یابی آن در نظر گرفته شده که عبارتند از جبرانساز انحراف **(offset compensator)** و پردازشگر کالیبراسیون **(setup process)** .



شکل ۲۷-۴ : بلوک دیاگرام یک پوزیشنر فیلدباس که حرکت شیرکنترلی را تنظیم می کند

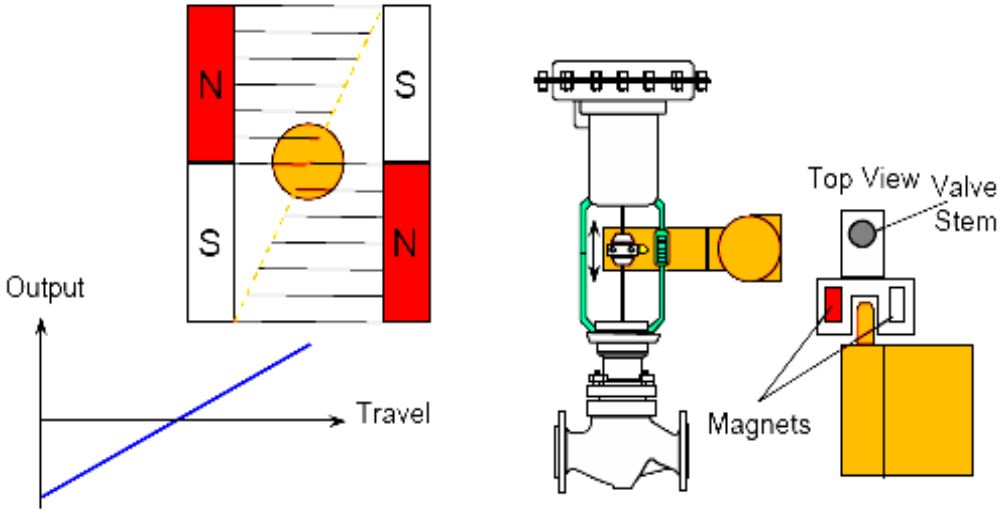
یکی از بهترین مزیت هایی که پوزیشنرهای فیلدباس دارند کالیبراسیون بسیار راحت و بی دردسر آنهاست چرا که با ارسال فرمان از بورد کنترل توسط پارامتر **SETUP** و مشاهده پیشرفت عمل کالیبراسیون در پارامتر **SETUP_PROGRESS** می توان آنها را کالیبره ومطابق با کد خطا ، عیب آنها را تشخیص داد و دیگر نیازی به حضور کسی در سایت و در کنار تجهیز نیست.

شکل زیر برش جانبی ساختمان داخلی این نوع از پوزیشنرها را نشان می دهد:



شکل ۲۸-۴: قطعات و برش جانبی یک پوزیشنر فیلدباس

در اینجا با تغییر سیگنال الکتریکی که به پیزو اعمال می شود پیزو تغییر شکل داده و مانند یک فلاپر (Flapper) کار می کند و به میزان مورد نیاز دهانه نازل(Nozzle) را باز می کند و هوا به سوی عملگر (Actuator) هدایت شده و شیر را باز یا بسته می کند.



شکل ۲۹-۴ : محل نصب پوزیشنر و مگنت روی روی شیر کنترلی و منحنی عملکرد مگنت

- **بلوک های فیلدباس (Fieldbus Block) :**

بلوک ها بسته های نرم افزاری هستند که یک عمل چند مرحله ای با محاسبات و پارامترهای خاص را در یک قالب ارائه می کنند و این امر باعث کاهش حجم برنامه ها و ساده شدن جمع بندی اطلاعات و بالا رفتن سرعت عمل در عملیات عیب یابی و طراحی می گردد.

بلوک های فیلدباس بسته به کاربردشان به پنج دسته تقسیم می شوند:

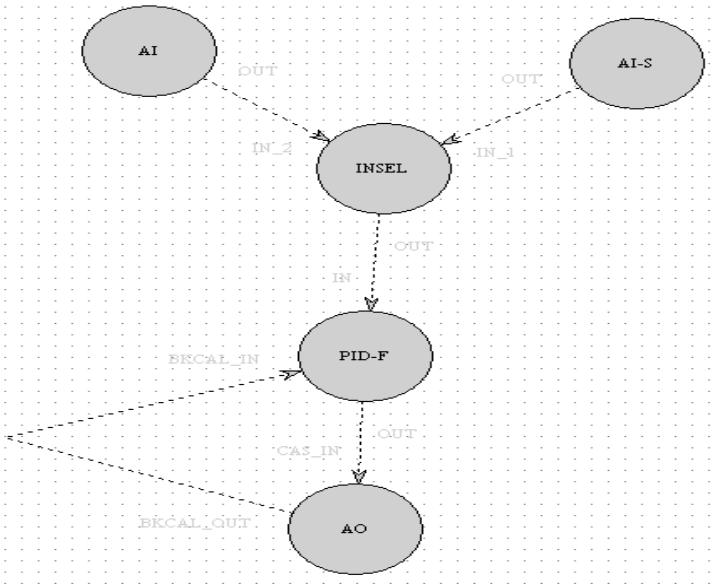
۱- **بلوک منبع (Resource Block)**
۲- **بلوک نمایشگر (Display Block)**
۳- **بلوک عیب یابی (Diagnostic Block)**
۴- **بلوک مبدل (Transducer Block)**
۵- **بلوک های تابع (Function Block) :**

i. **بلوک های تابع استاندارد (Standard)**
ii. **بلوک های تابع ویژه (Specific)**
iii. **بلوک های تابع منعطف (Flexible)**

لیست بلوک های کاربردی پیشرفته	
Input Selector	Analog Alarm
Integrator	Analog Human Interface
Lead/Lag	Arithmetic
Pulse Input	Calculate
Set point Ramp	Complex AO
Signal Characterizer	Complex DO
Splitter	Dead Time
Step Output PID	Device Control
Timer	Discrete Alarm
	Discrete Human Interface

- در تمام تجهیزات فیلدباس بلوک های منبع و مبدل وجود دارند.
- بلوک های استاندارد بلوک هایی هستند که می توان آنها را به تمام تجهیزات فیلدباس بدون توجه به سازنده آنها اضافه کرد.
- بلوک های منعطف را می توان بطور دلخواه ایجاد و ویرایش کرد.
- یک استراتژی یا برنامه کنترلی توسط اتصال و پیوند بلوک های تابع به یکدیگر طراحی و ساخته می شود.

شکل زیر نحوه بکار گیری بلوک های تابع یا کاربردی را در یک طراحی نشان می دهد:



شکل ۳۰-۴ : یک استراتژی کنترلی طراحی شده با شش بلوک تابع

پارامترهای بلوک دو دسته اند:

۱- فقط خواندنی یا RO (Read – Only)

۲- خواندنی – نوشتنی RW (Read – Write)

بعضی از پارامتر ها نیز از قبل تعیین شده اند و دارای مقادیر پیش فرض هستند. از آنجا که این پارامترها ، هم قابل خواندن هستند و هم نوشتن ، آنها را جزو دسته بندی های بالا می آوریم.

۱- Resource Block :

شامل تمام مشخصات بایگانی و ثبتی (غیر کنترلی) تجهیز کنترلی است و به اختصار RES نوشته می شود. با این بلوک می توان ترانسمیتر را restart نیز نمود. شکل زیر پارامترهای یک ترانسمیتر فشار یوکوگاوا (EJA) که در سیستم smar استفاده شده است را نشان می دهد. در این بلوک ۵۴ پارامتر قرار دارد.

مهمترین پارامتر بلوک که عملکرد آنرا نشان می دهد Block Mode یا MODE_BLK با اندیس شماره ۵ است که شامل موارد ذیل می باشد:

۵.۱ - TARGET : مد هدف است یعنی مدی که ما می خواهیم بلوک در آن کار کند.

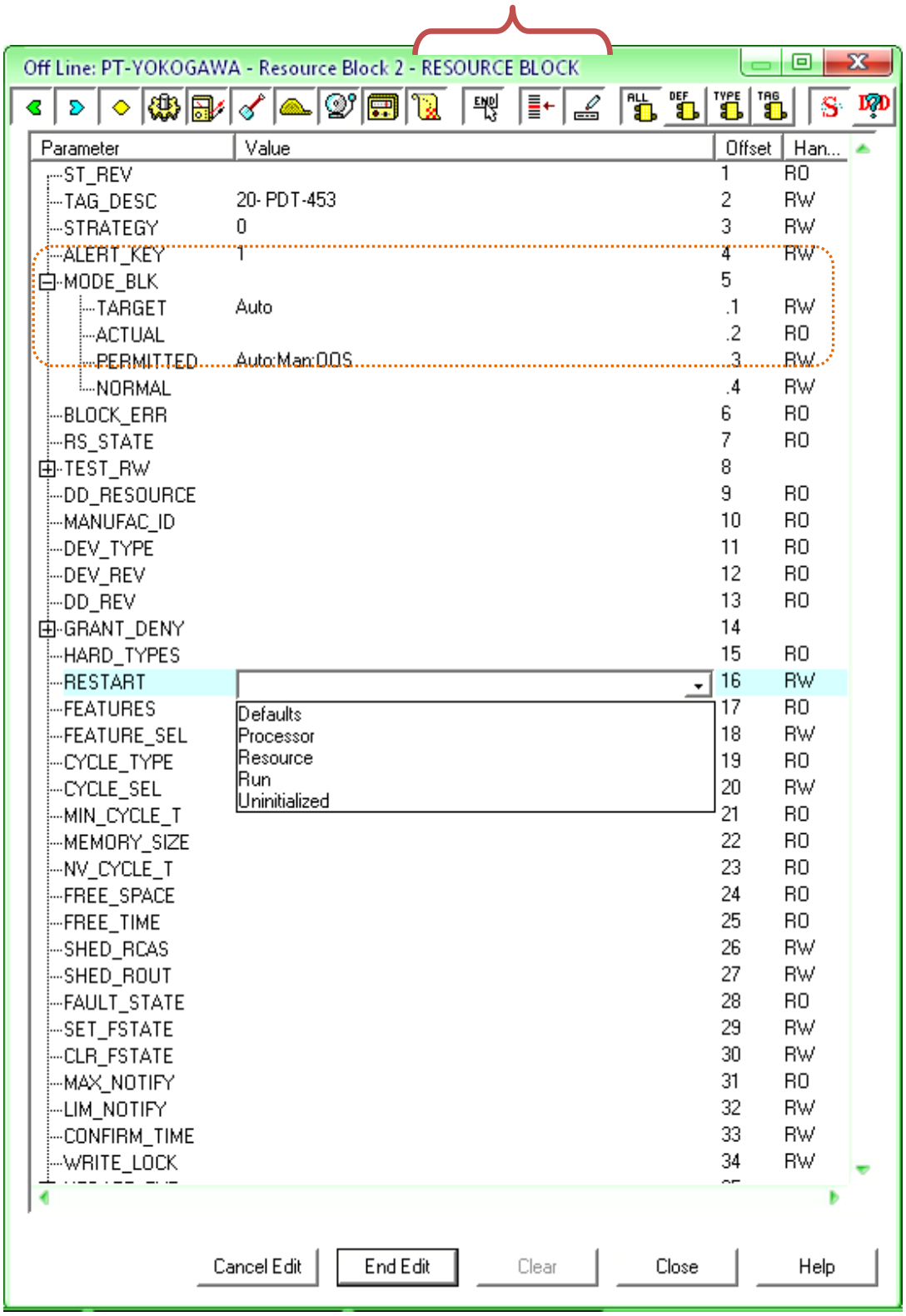
۵.۲ – ACTUAL : مدی است که بلوک در حال حاضر دارد (مد واقعی).

۵.۳- PERMITED : مدهایی که بلوک مجاز به گرفتن آنهاست.

۵.۴- NORMAL : مد کارکرد عادی بلوک است.

اگر مد TARGET (هدف) Resource Block در وضعیت OOS قرار گیرد دستگاه کنترلی از کار می افتد و بلوک های دیگر تجهیز نیز قادر به کار کردن نیستند.

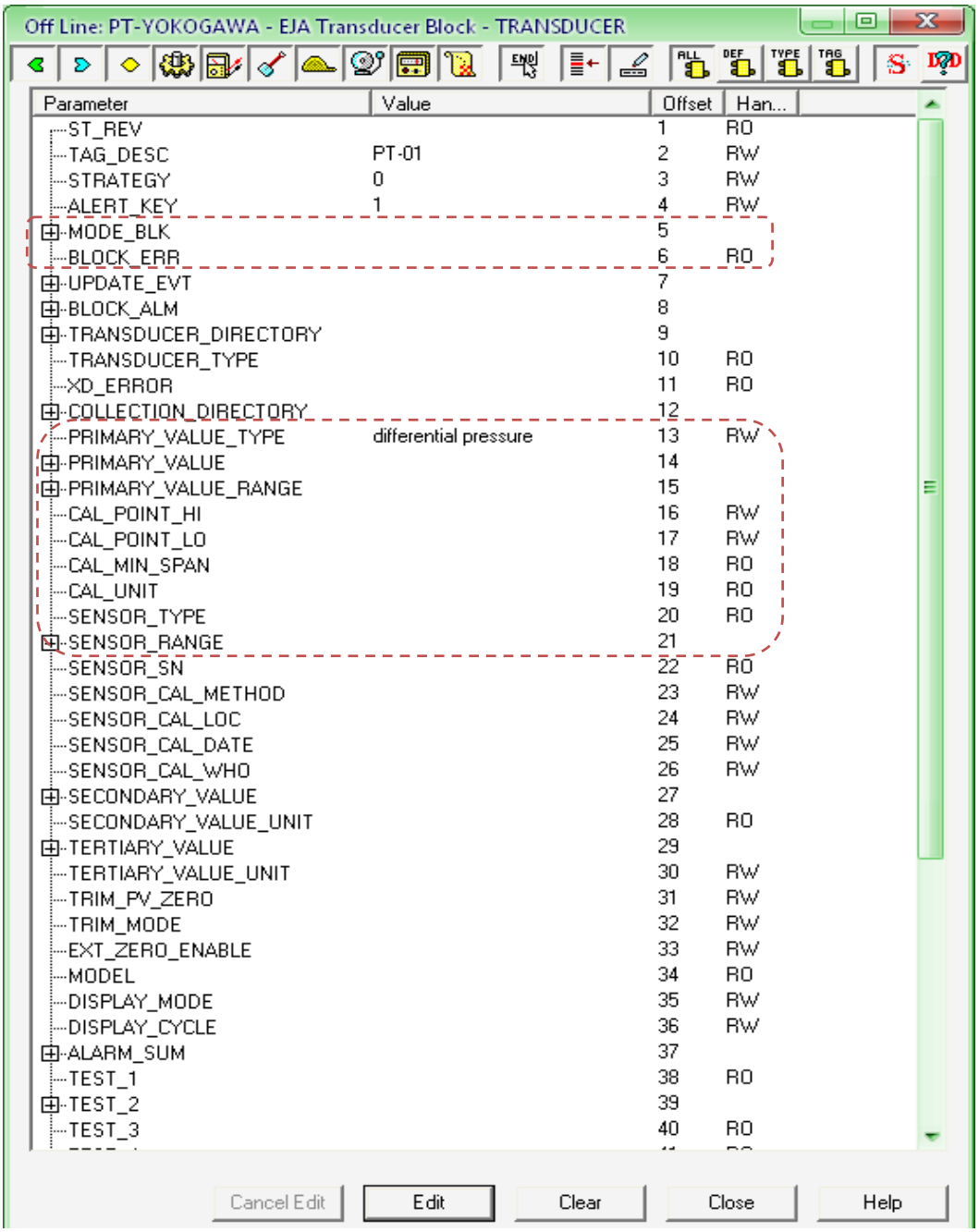
در شکل زیر پارامترهای یک بلوک منبع (RES) آورده شده اند:



شکل ۳۱-۴ : تعدادی از پارامترهای بلوک منبع

۲- Transducer Block :

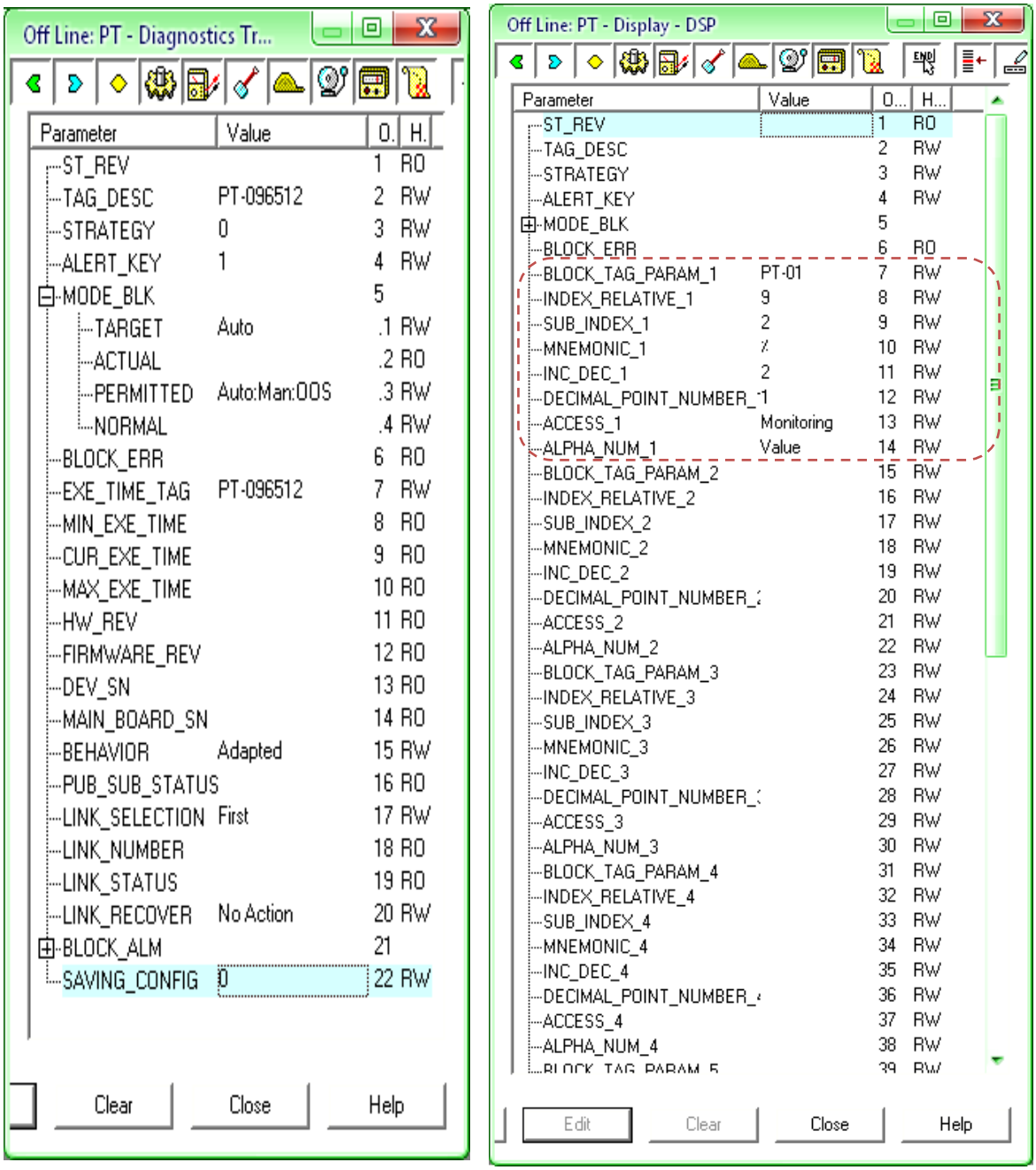
شامل کلیه اطلاعات مربوط به سنسور و تبدیل مقادیر اندازه گیری شده و عملیات کالیبراسیون می باشد. در ترانسدیوسر ما می توانیم وضعیت سنسور را در شرایط مختلف چک کنیم ، آنرا کالیبره کرده و حتی به تنظیمات آخرین کالیبرسیون صحیح و یا حالت اولیه کارخانه باز گردانیم.



شکل ۳۲-۴ : تعدادی از پارامترهای بلوک مبدل

۳- Display & Diagnostic Block :

استفاده از این دو بلوک اختیاری است . اگر از بورد نمایش دهنده LCD استفاده نماییم حتماً باید بلوک نمایش را تعریف و پیکربندی کنیم که دارای ۶۷ پارامتر است و می توان بطور سریال ۷ مقدار را در بازه های زمانی مساوی نمایش دهد. بلوک عیب یابی نیز وضعیت های تجهیز را نشان می دهد و از ۲۲ پارامتر بهره می گیرد. در شکل زیر می توانید تمام پارامترهای آنرا مشاهده نمایید:



شکل ۳۳-۴ : تعدادی از پارامترهای بلوک نمایش و بلوک عیب یابی

۴- Function Block :

بلوک های تابع تقریباً ۱۲ عدد هستند و تمام عملیات کنترلی با آنها انجام می شود. نحوه تعیین وتغییر پارامترهای هر بلوک تابع یا کاربردی در کتابچه ای تحت عنوان FUNCTION BLOCK MANUAL آورده می شود و جزییات ان به بیش از چند صد صفحه می رسد. شما می توانید برای اطلاعات بیشتر به سایت های اینترنتی شرکت های معتبر مثل SMAR ، EMERSON ، ENDRESS & HOUSER و.... مراجعه و آن را دانلود نمایید.

مهمترین بلوک های کاربردی Analog Output، Analog Input ، PID ، Arithmetic و... هستند که لیست کامل آنها در پیوست ۱ آمده است.. در اینجا تنها به بلوک PID که از پرکاربردترین آنهاست و دارای ۶۵ پارامتر می باشد اشاره می کنیم.

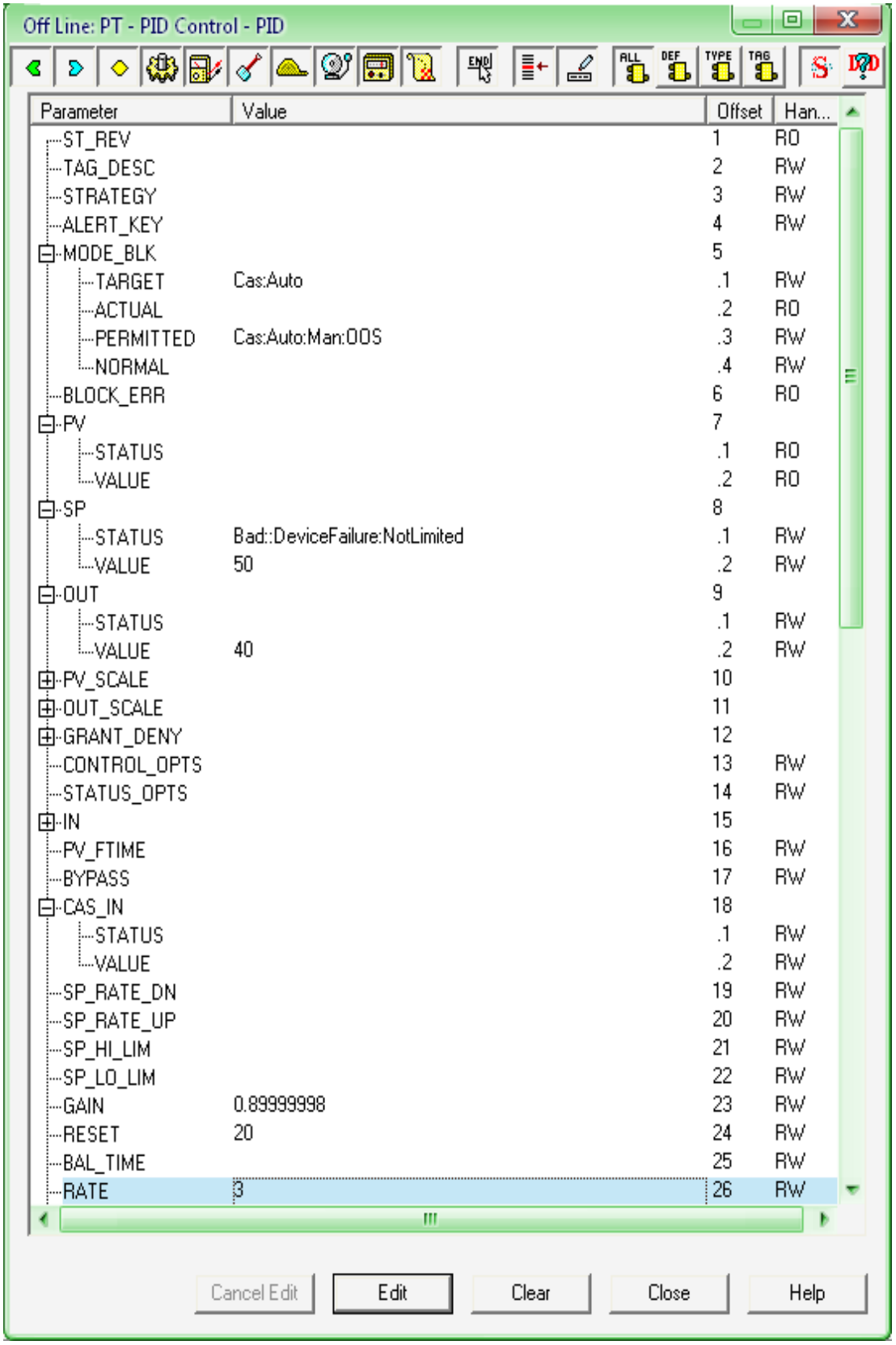
همانطور که از نام آن پیداست بلوک PID دارای سه پارامتر بسیار مهم است که به شرط تنظیم درست ، تمامی کنترلرهای ما را در حالت پایدار و بدون نوسان قرار می دهد. این پارامترها عبارتند از GAIN, RESET و RATE که بندهای ۲۳،۲۴ و ۲۶ هستند. از مهمترین کاربردهای PID تنظیم یا tuning کردن شیرهای کنترلی است. این بلوک را در زمان الحاق به AO باید در مد CAScade قرار داد.

در مواقع خطا میتوان تنظیم کرد که بلوک به حالت پیرو (tracking) برود.

دیاگرام داخلی این بلوک در پیوست ۷ آمده است.

شکل صفحه بعد پارامترهای بلوک PID را که برای یک ترانسمیتر فشار smar تعریف شده است نشان می دهد.

بلوک PID یکی از محدود بلوک هایی است که اکثر پارامترهای آن باید تنظیم شوند.



شکل ۳۴-۴ : بلوک PID و تعدادی از پارامترهای آن

➢ کالیبراسیون و چک تجهیزات فیلدباس:

همانند تمام سیستم های کنترل دیگر، عملیات کالیبراسیون به دو قسمت تقسیم می شود:

۱- کالیبراسیون دستگاههای ثابت : ترانسمیتر ها و مبدل های پروتکل مثل I/F
۲- کالیبراسیون دستگاههای متحرک : انواع شیرهای کنترلی و موقعیت دهنده ها

کالیبراسیون ترانسمیترها در دو حالت انجام می شود:

۱- تنظیم به صفر (Zero Trim)
۲- تنظیم به نقطه بهینه (Span (maximum) Trim)

عملیات کالیبراسیون ترانسمیتر ها را هم می توان در بلوک ورودی آنالوگ (AI) و هم در بلوک مبدل (TRD) انجام داد اما در اصل باید بلوک ترانسدیوسر یا همان مبدل را کالیبره کرد زیرا این بلوک بطور مستقیم با سنسور در ارتباط بوده و تغییرات لازم را در سنسور و حافظه سنسور اعمال می کند. در بلوک ورودی آنالوگ عمل کالیبراسیون با تغییر مقادیر عددی پارامتر XD_SCALE و OUT_SCALE انجام می شود که به نوعی بازی با گستره اندازه گیری دستگاه می باشد و این روش توصیه نمی شود.
شاید بزرگترین مشکلی که در کالیبراسیون عملی تجهیزات فیلدباس وجود دارد نیاز به یک پنل یا رک کنترلی با کارتهایی نظیر کنترلر، منبع تغذیه ، منبع تغذیه امپدانس ، ترمیناتور و یک کامپیوتر با لوازم شبکه باشد! و اگر تجهیز در سایت نصب شده باشد نیاز به دو نفر برای کالیبراسیون است یک نفر در اتاق مهندسی و دیگری در سایت و در کنار تجهیز، چرا که برای zero و span کردن ترانسمیترهایی نظیر فشار باید یک تکنسین در سایت حضور یابد و دستور العمل هایی که از اتاق مهندسی صادر می شود را اجرا نماید. زیرا عمل کالیبره کردن از طریق برنامه های نصب شده روی کامپیوتر مهندسی انجام می شود:

شکل ۳۵-۴ : مسیر ارسال و دریافت هر نوع داده بین کامپیوتر مهندسی (اپراتوری) و ترانسمیتر

این یکی از معایبی است که فیلدباس در مقابل کالیبراتورهای **HART** داردکه می توان به راحتی آنرا در محل به تجهیز وصل نمود و کالیبراسیون را انجام داد. البته جدیداً کالیبراتورهای فیلدباس نیز این نقیصه را برطرف کرده اند. در این زمینه شرکت هایی نظیر **Relcom** و **Rosemount** پیشتاز هستند. برای مثال با کالیبراتور مدل ۳۷۵ می توان کارهای زیر را انجام داد:

۱- مشاهده لیست تجهیزات فعال **(Live List)** روی یک سگمنت

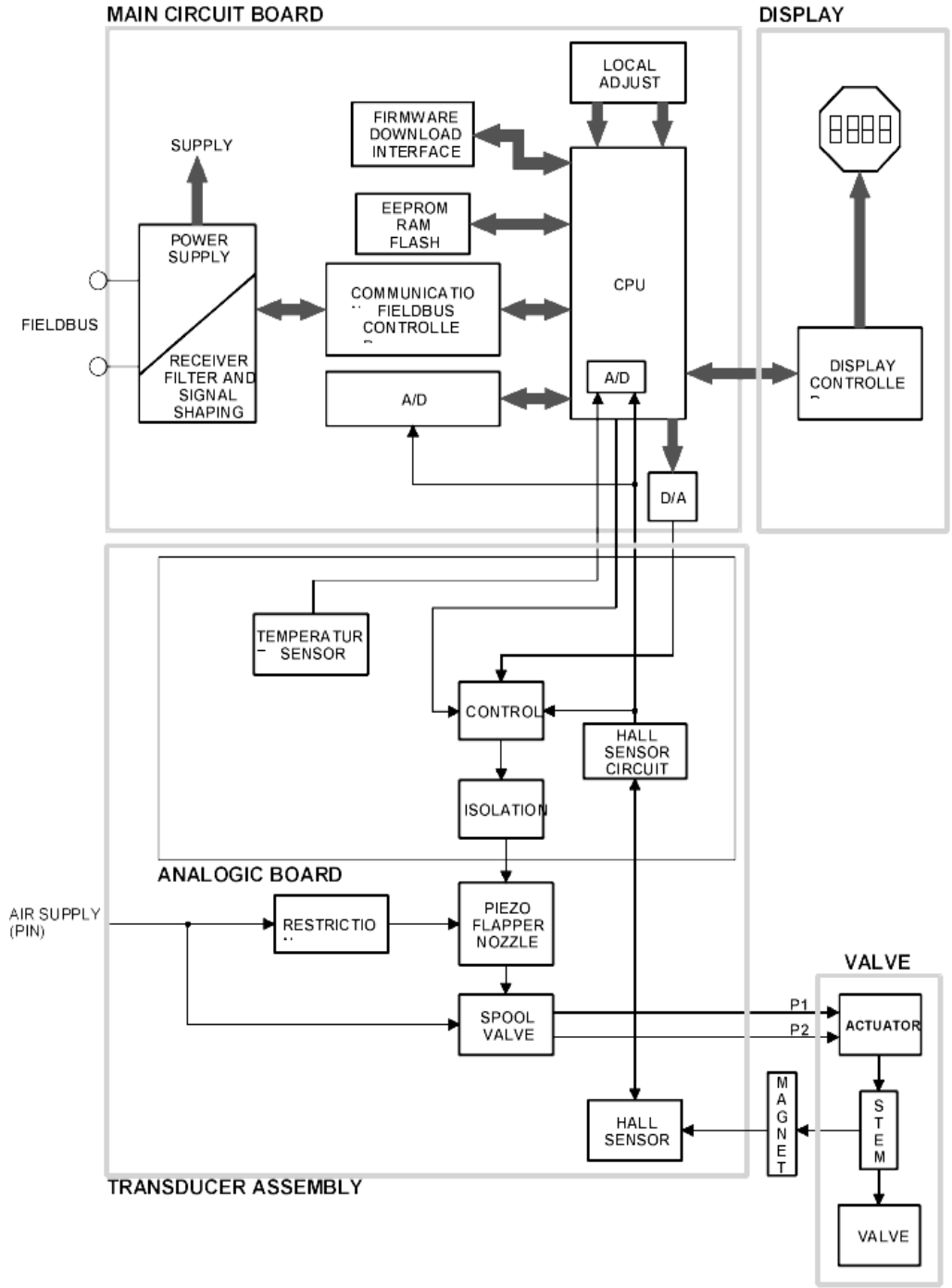
۲- مشاهده پارامترهای بلوک های تابع ، منبع و ترانسدیوسر و تغییر پارامترهای بلوک های ورودی، خروجی ، منبع و ترانسدیوسر

۳- اجرای عملیات کالیبراسیون و عیب یابی برای تجهیز

۴- نمایش بعضی از پارامترهای عیب یابی در سگمنت مثل: سطح ولتاژ **DC**، سطح ولتاژ فیلدباس، میزان نویز و ....

قبلاً بطور خلاصه نحوه عملکرد پوزیشنر فیلدباس و اجزای آن بیان شد. جهت کالیبره کردن شیرهای کنترلی و متعاقباً پوزیشنرها کافی است که تنظیمات درون بلوک ترانسدیوسر را نظیر **servo gain** ، **servo reset** ، **Fail to close** و ... را انجام داده و نهایتاً گزینه **set up** را فعال کرد. در این حالت شیر رفت و برگشت صفر تا صد درصد را انجام داده و کلیه قسمت های خود خصوصآ سنسور اثر هال را چک می کند و پیشرفت کار را بصورت درصدی روی صفحه نمایش تجهیز و در قسمت پارامتر **SETUP_PROGRESS** در برنامه پیکربندی نشان می دهد . عمده مشکلاتی که در کالیبراسیون شیرهای کنترلی رخ می دهد عدم واکنش پیزو به سیگنال الکتریکی و یا

معیوب شدن ترانزیستور اثر هال است. سنسور اثر هال را یا باید تعویض کرد و یا با جابجایی ریل مغناطیسی روی ساقه شیر کنترلی آنرا تنظیم نمود. پیزو الکتریک ها را با کالیبراتور مختص به خود و اعمال ولتاژی حدود ۱۰۰ ولت مستقیم کالیبره می کنند. شکل زیر ساختمان داخلی یک پوزیشنر فیلدباس را نشان می دهد :



شکل ۳۶-۴ : بلوک دیاگرام داخلی شیرکنترلی فیلدباس

شکل زیر مقادیر بهینه تعدادی از پارامترهای مهم بلوک ترانسدیوسر شیر کنترلی را نشان می دهد:

Idx	Parameter	DataType (length)	Valid Range/ Options	Default Value	Units	Store	Description
5	MODE_BLK	DS-69	OOS, AUTO	OOS	None	S	Indicates the operation mode of Transducer Block.
6	BLOCK_ERR	Bitstring(2)			None	D/RO	Indicates the status associated with hardware or software in the Transducer.
13	FINAL_VALUE	DS-65			XD_SCALE	D	The requested current and status written by the AO block.
14	FINAL_VALUE_RANGE	DS-68		0-100 %	XD_SCALE	S	The High and Low range limit values, the engineering unit code and the number of digits to the right of the decimal point to be used for Final Value.
18	SERVO_GAIN	Float	1-45	20	None	S	The servo PID gain valve.
19	SERVO_RESET	Float	0-999	4	Min/rep	S	The servo PID reset valve.
28	VALVE_TYPE	Unsigned8	Linear, Rotary	Linear	None	S	The type of the valve.
37	SECONDARY_VALUE	DS-65	(-40)–100°C		SVU	D	The secondary value, related to the sensor
38	SECONDARY_VALUE_UNIT	Unsigned16	°C, °F, °R,K	°C	E	S	The engineering units to be used with SECONDARY_VALUE.
80	SETUP	Unsigned8	Enable/Disable	Disable	None	N	Enable self calibration
83	RETURN	DS-65	0-100		None	D	The return value to the AO block.

شکل ۴-۳۷ : مقادیر پیش فرض و معمول پارامترهای بلوک ترانسدیوسر یک پوزیشنر

- ✓ **DS: Data String**

یک بلوک را می توان بسته به نوع آن حداکثر در هشت مد کاری قرار داد که عبارتند از:

۱- اتوماتیک : **Auto**

۲- دستی : **Manual**

۳- خارج از سرویس : **OOS (Out Of Service)**

۴- آبشاری : **Cascade (Cas)**

۵- آبشاری راه دور: **Rcas (Remote Cascade)**

۶- خروجی راه دور : **Rout (Remote Output)**

۷- حذف محلی: **LO (Local Override)**

۸- مقدار دهی دستی **IMAN (Initialization Manual)**

برای تغییر دادن پارامترهای هر بلوک باید آنرا در وضعیت **OOS** (وگاهی **Man**) قرار دهیم. مد نرمال هر بلوک مد اتوماتیک است. اگر از تجهیزات رابط و یا از یک ترانسمیتر

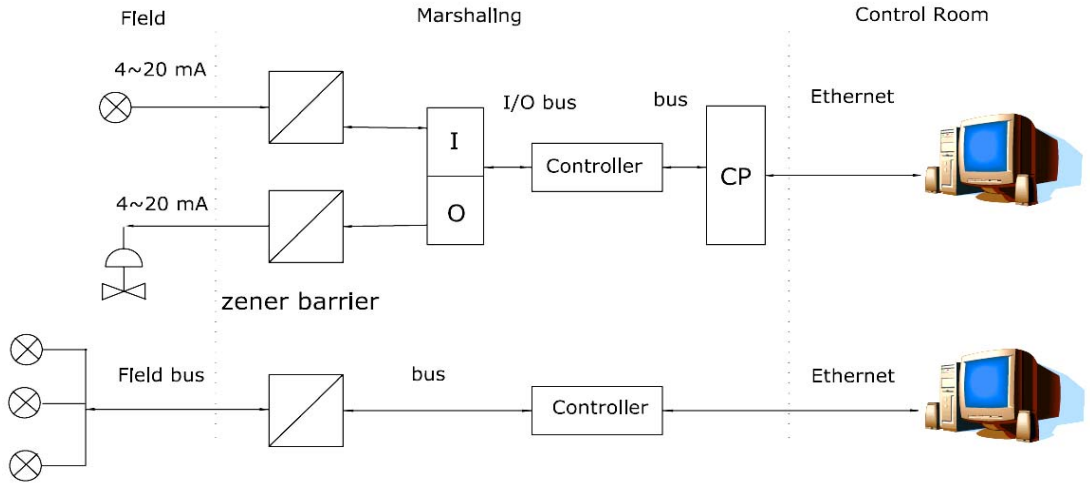
۴ تا ۲۰ میلی آمپر استفاده کنیم مد از راه دور **(Remote)** را خواهیم داشت. در مد دستی **(Man)** بلوک در سرویس است اما با پارامتر هایی کار می کند که ما آنها را به بلوک می دهیم ، مثل تنظیم **set point** یا **out put** .

- **کنترل کننده های فیلدباس :**

کارت کنترل کننده فیلدباس مهمترین بخش در سیستم کنترل فیلدباس است. کنترل کننده ها بسته به قدرت **CPU** آنها ، تعداد نقاطی را که کنترل می کنند متفاوت است. منظور از هر نقطه کنترلی **(Control Point)** یک دستگاه اندازه گیری است که به کنترلر وصل می شود. برای مثال یک میکرو کنترلر **AVR** قدرت کنترل چهار دستگاه اندازه گیر (مثل سنسور دما) را دارد و یک **PLC LOGO** زیمنس ده نقطه ، یک کارت **DF51 smar** ۳۲ نقطه و کنترل کننده **IFC (DCS PROVOX Fisher-Rosemount)** هزار نقطه کنترلی را پشتیبانی می کند.

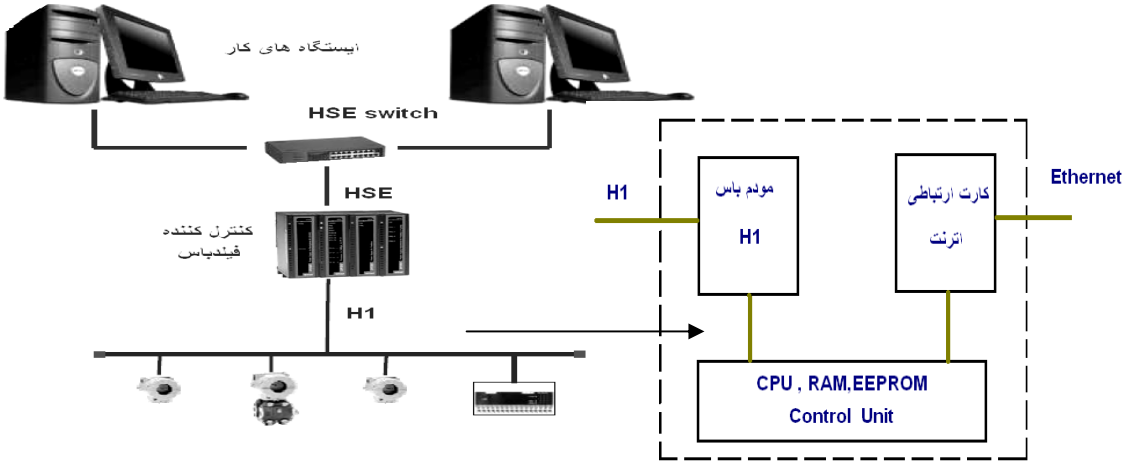
در سیستم های **SCADA** کنترل کننده ها فقط وظیفه اجرای اعمال کنترلی و استراتژی های کنترل را به عهده داشتند و اطلاعات ورودی / خروجی آنها توسط کارتهای ورودی/خروجی **(I/O)** تامین می شد.

از سویی کارت جانبی دیگری وظیفه ارتباط برقرار کردن با سطوح مدیریتی بالاتر را به عهده داشت. مثلاً در **PLC** های زیمنس کارت **CP (Communication Processor)** یا پردازشگر ارتباطی این کار را انجام می دهد. شکل زیر ساختار سیستم های کنترل معمولی را با سیستم کنترل فیلدباس مقایسه می کند:



شکل ۳۸-۴ : مقایسه کنترلر های فیلدباس با **DCS** و ادوات جانبی آنها

هماطور که در شکل دیده می شود در فیلدباس دیگر خبری از کارت های I/O و کارت های ارتباط با شبکه بطور جدا گانه نیست و این کارتها در خود کنترل کننده فیلدباس نهادینه شده اند.شکل زیر ساختار عملی این گفته را نشان می دهد:



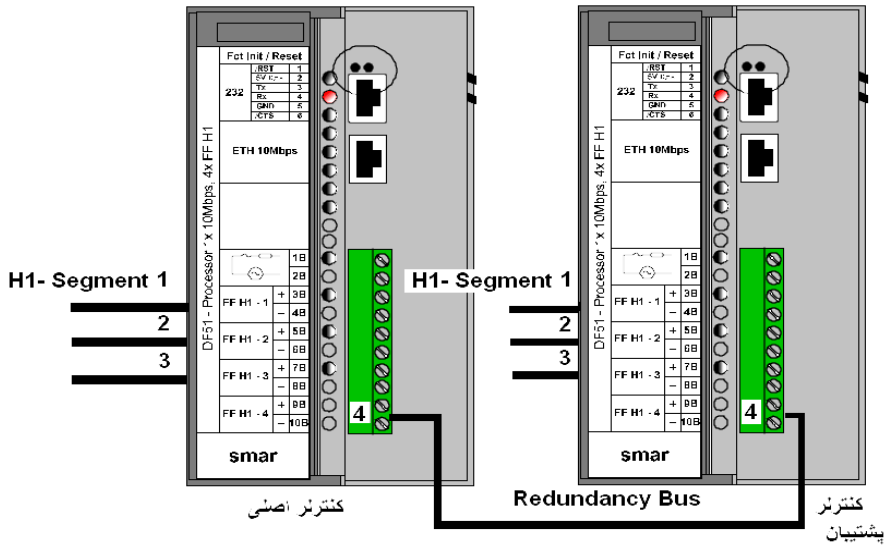
شکل ۳۹-۴ : کارت کنترلر فیلدباس شامل رابط I/O ، رابط شبکه و واحد مدیریت و کنترل است

همانطور که در بلوک دیاگرام ترانسمیترها دیدید که دارای مودم فیلدباس هستند، در کنترلرهای فیلدباس نیز جهت برقراری ارتباط با تجهیزات کنترلی یک مودم قرار دارد.اطلاعات دریافت شده از ترانسمیترها مستقیماً توسط کنترلر دریافت می شود و پس از انجام عملیات کنترلی مستقیماً توسط کنترلر روی اترنت (H2) قرارداده می شود.

این کار در حقیقت صرفه جویی زیادی خواهد داشت ، از سویی حجم رک ها و تابلو (Panel) های مارشالینگ را پایین می آورد و از سوی دیگر قیمت تجهیزات و میزان کابلها و بوردهای ارتباطی(Back plane) را کاهش می دهد.

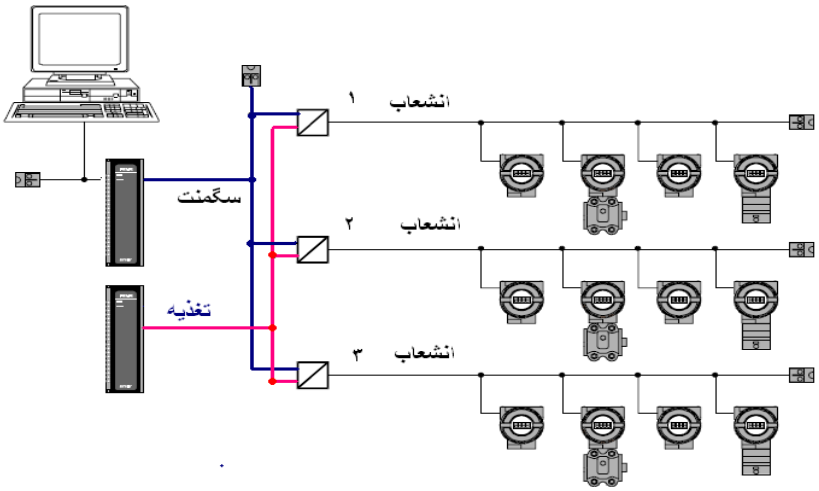
گفتیم که تعداد نقاط کنترلی که یک کنترلر می تواند پشتیبانی کند بسته به نوع کاربرد و سازنده آن دارد. از جهتی هر چه تعداد نقاط کنترلی در کنترلر بیشتر باشد باید قدرت پردازشگر و در نتیجه توان مصرفی ، حجم و سیستم خنک سازی آن قوی تر وبزرگتر باشد که گاهی بصرفه نیست ، مخصوصاً در هنگام تعویض کنترلر.

کنترلرهای معمولی فیلدباس دارای چهار کانال **H1** جهت اتصال به حداکثر۶۴ تجهیز در محیط های ایمن و ۳۲ تجهیز در محیط های مستعد خطر می باشند. شکل زیر یکی از این کنترلر ها را نشان می دهد :



شکل ۴۰-۴ : کنترلر فیلدباس با اتصال به پشتیبان **(Redundant)** خود

هر کانال **H1** را یک سگمنت **(segment)** می گویند. هر سگمنت می تواند از چند شاخه یا انشعاب تشکیل شود. از انشعاب ها بیشتر در مناطق مستعد خطر استفاده می کنند تا کمترین جریان ممکن به سایت ارسال شود که البته این کار بالارفتن تعداد سدهای ایمنی را بدنبال خواهد داشت:



شکل ۴۱ – ۴: سگمنت و انشعاب در فیلدباس

هر کنترلر از تعداد محدودی بلوک کاربردی **(Function Block)** پشتیبانی می کند. برای اجرای هر بلوک کاربردی ، کنترلر نیاز به صرف زمان و حافظه دارد بنابراین با افزایش تعداد **FB** ها ممکن است کنترلر گاهی قفل **(Hang)** کند.زیرا از جهت دیگر علاوه بر کنترل بخشی از عملیات باید باس ها را مدیریت کند و با کنترلر پشتیبان خود سنکرون بوده و نیز مبادله اطلاعات نماید. معمولاً کنترلر های فیلدباس بیشتر از صد **FB** را پشتیبانی نمی کنند زیرا ارتباطات نرم افزاری تجهیزات و پیوند بین استراتژی ها مختل شده ، داده های کنترلی از دست می روند و گاهاً ارتباط کنترلر با ایستگاه کاری و سرور قطع شده و داده های نمایشی از بین می روند و عملاً بوردمن **(Boardman)** ها قادر به کنترل کارخانه نخواهند بود . این مشکل بارها و بارها برای خود من رخ داده و تنها راه چاره در بیشتر اوقات ریست **(Reset)** کردن کنترلر است.

اعمالی که می توان بصورت سخت افزاری روی کنترلر های فیلدباس انجام داد:

۱- ری ست کردن
۲- ثابت کردن عملیات **(Hold)**
۳- باز گرداندن به تنظیمات کارخانه **(Factory Initialization)**
۴- پاک کردن حافظه بارگذاری **(Memory Clear)**

عموماً موارد ۱ تا ۳ توسط کلید های فشاری تعبیه شده روی کارت کنترلر و مورد چهارم با تغییر جامپر روی بورد کنترلر انجام می شود. این حالات را می توان به ترتیب با دکمه ری ست ، کلید **Pause** ، **set default set up** و **Clear BIOS CMOS** در کامپیوترها مشابه دانست.

عمل ری ست در کنترلر ها معمولاً در شرایط زیر انجام می شود :

۱- هنگ کردن کنترلر
۲- سنکرون نبودن کنترلر با پشتیبان خود
۳- از حالت **Hold** خارج نشدن
۴- روشن بودن چراغ خطا

وقتی کنترلر را به تنظیمات کارخانه بر می گردانیم باید از ابتدا آدرس **IP** را برای آن تعریف کنیم تا بتوان آنرا در شبکه قرار داد سپس باید به دانلود سفت افزار آن از طریق

شبکه پرداخت. بعد برنامه های طراحی شده آنرا از طریق کامپیوتر مهندسی به آن دانلود نمود.
لازم به ذکر است که قطع برق تنها کنترلر را ریست می کند ولی حافظه آنرا پاک نمی کند.
همانند PLC های زیمنس بهتر است قبل از دانلود برنامه ها ی کنترلی حافظه کنترلر را پاک کنیم.
اگر در خلال عملیات دانلود سفت افزار دچار خطا شدیم ، مثلاً کابل ارتباطی یا تغذیه دستگاه قطع شد از طریق Jumper یا DIP switch تعبیه شده روی مادر بورد کنترلر حافظه آنرا پاک کرده و مجدداً به دانلود سفت افزار می پردازیم.

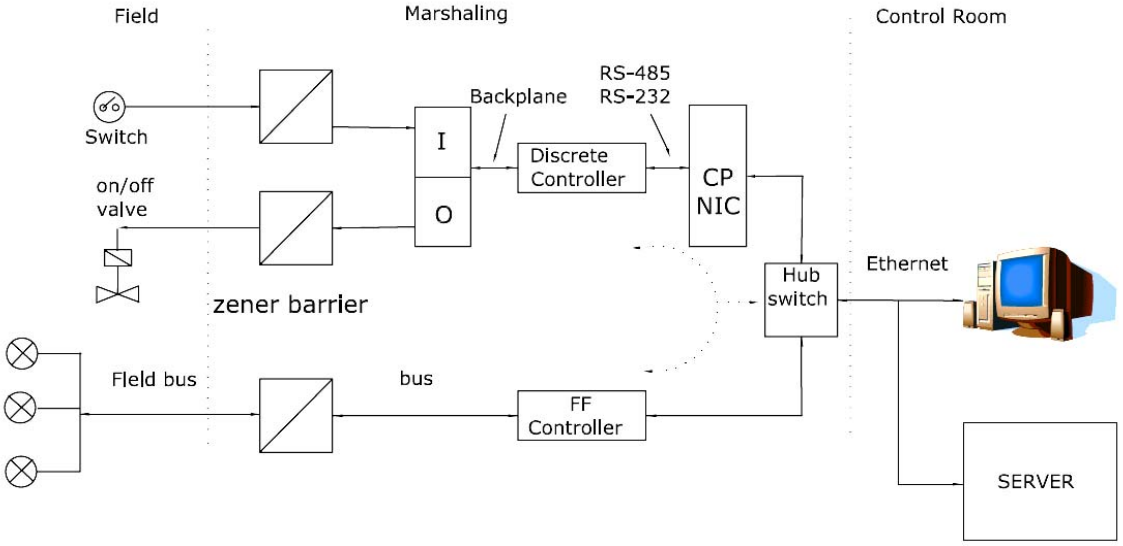
سیستم های کنترل فیلدباس از دو نوع کنترلر بهره می برند:

۱- کنترلر سیگنالهای آنالوگ (تجهیزات فیلدباس)
۲- کنترلر سیگنالهای دیجیتال (سویچ ها ، شیرهای دوحالته و ...)

سویچها و شیرهای دو حالته که از مهمترین ادوات کنترل دیجیتال یا Discrete هستند به خاطر ماهیتشان قابل اتصال به فیلدباس نیستند چون فقط با 0 و Vcc + کار می کنند.
کنترلر سیگنالهای دیجیتال را اصطلاحاً PLC فیلدباس می گویند. و در دو نوع هستند :

۱- قابل اتصال به H1 بطور مستقیم
۲- قابل اتصال به H1 از طریق کابل رابط شبکه

شکل صفحه بعد ساختار ارتباطی و مقایسه ای هر دو کنترلر دیجیتال و آنالوگ را نشان می دهد:



شکل ۴۲-۴ : نقشه ارتباطی کنترلرهای فیلدباس و مقایسه آنها از حیث سخت افزار

هر کدام از کنترلر ها داده خود را بطور جداگانه از سایت دریافت کرده و بطور جداگانه داده ها را در اختیار سرور شبکه قرار می دهند و بالعکس. سرور هر کدام از کنترلرها نیز می تواند مجزا انتخاب شود. حال این پرسش بوجود می آید که اگر در اجرای برنامه کنترلی به ترکیبی از داده های آنالوگ و دیجیتال نیاز باشد چکار باید کرد؟

پاسخ این سوال بهره گیری از ارتباطات مدباس و آدرس های مدباس است. در مدباس(RS-485) ما می توانیم تمام خانه های حافظه را بصورت مبدا و مقصد آدرس دهی کرده و در Modbus Address List قرار دهیم. سپس در کنترلر فیلدباس از این آدرس ها استفاده کنیم و آنها را در برنامه های کنترلی خود وارد نماییم.

در شکل زیر ارتباط یک کنترلر دیجیتال فیلدباس مجدداً آورده شده است. همانطور که از شکل زیر پیداست سویچ به عنوان یک دستور از طریق سد ایمنی به کارت ورودی دیجیتال می رود. کارت ورودی دیجیتال چندین ورودی داشته و آنها را از طریق باس بستر مدارچاپی (Back plane) یا هر باس I/O دیگر به کنترلر ارسال می کند. کنترلر که قبلاً با برنامه های کنترلی طراحی شده بارگذاری شده است اطلاعات را دریافت کرده آنها را اجرا کرده و وضعیت های بوجود آمده را از طریق مدباس (RS-485) یا سریال (RS-232) به سرور دیجیتال ارسال می کند. در مسیر برگشت هم همین اتفاق خواهد

افتاد با این تفاوت که دریافت کننده داده ها کارت خروجی دیجیتال می باشد که حامل یک فرمان برای شیر دو حالته و یا ایجاد یک آلارم می باشد.

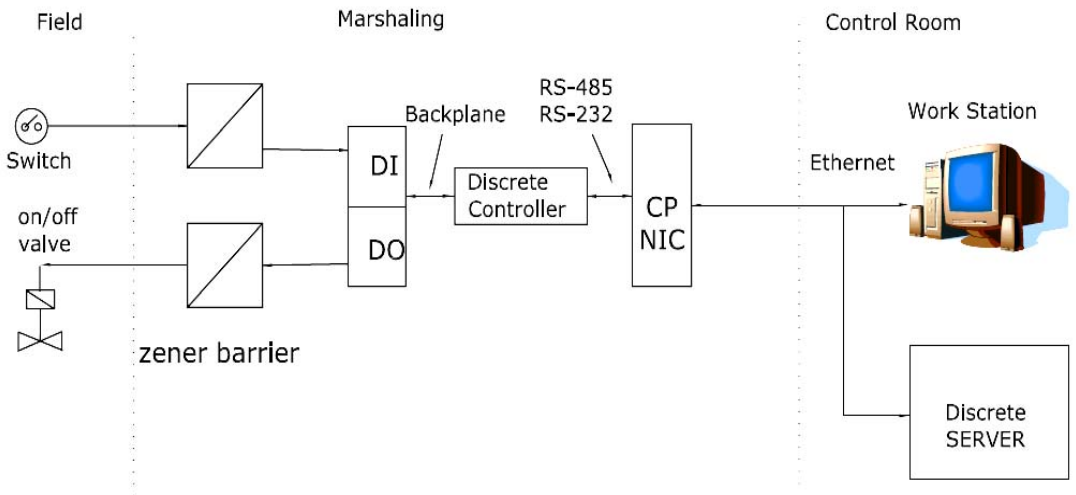
آدرس های مدباس در کارت رابط شبکه قرار داده می شوند و کنترلر آنالوگ اطلاعات خود را از این قسمت دریافت یا به آن ارسال می دارد. دقیقاً مانند کارتهای **CP** در **PLC** ها.

جدول زیر پارامترهای مورد نیاز جهت تنظیم آدرس های مدباس در کارت رابط شبکه را با مقادیر فرضی نشان می دهد:

PLC TAG	ID	PARITY	STOP BIT	BAUD RATE	TIMEOUT	Network Adapter TAG	MBCONTROLLER IP ADDRESS
Compressor PLC	1	EVEN	1	38400	3000	CP-01	192.127.1.151

بخش ارتباطی بین کنترلرهای آنالوگ و دیجیتال یکی از دردسر ساز ترین و پراشکال ترین قسمت های فیلدباس است. زیرا دریافت و ارسال اطلاعات به کارکرد بدون نقص دو کنترلر ، کارت ارتباطی و نهایتاً سرور آنالوگ و دیجیتال بستگی دارد. اگر یکی از تجهیزات فوق به هر دلیلی هنگ کند ارتباط نرم افزاری دیگر دستگاهها قطع شده و احتمال **trip** بخش یا کل کارخانه وجود دارد. شاید یکی از دلایلی که فیلدباس مجوز کاربردهای **ESD** را ندارد همین باشد. زیرا کار در این حیطه نیاز به داشتن شرایط **SIL-4** یا همان **Safety Integrity Level - 4** می باشد.

یکی دیگر از دلایل عدم توانایی کنترلرهای فیلدباس در کاربردهای **ESD** ، استفاده از یک **CPU** در آن است. معمولاً کنترلرهای **ESD** با چهار پردازشگر بطور موازی کار می کنند.



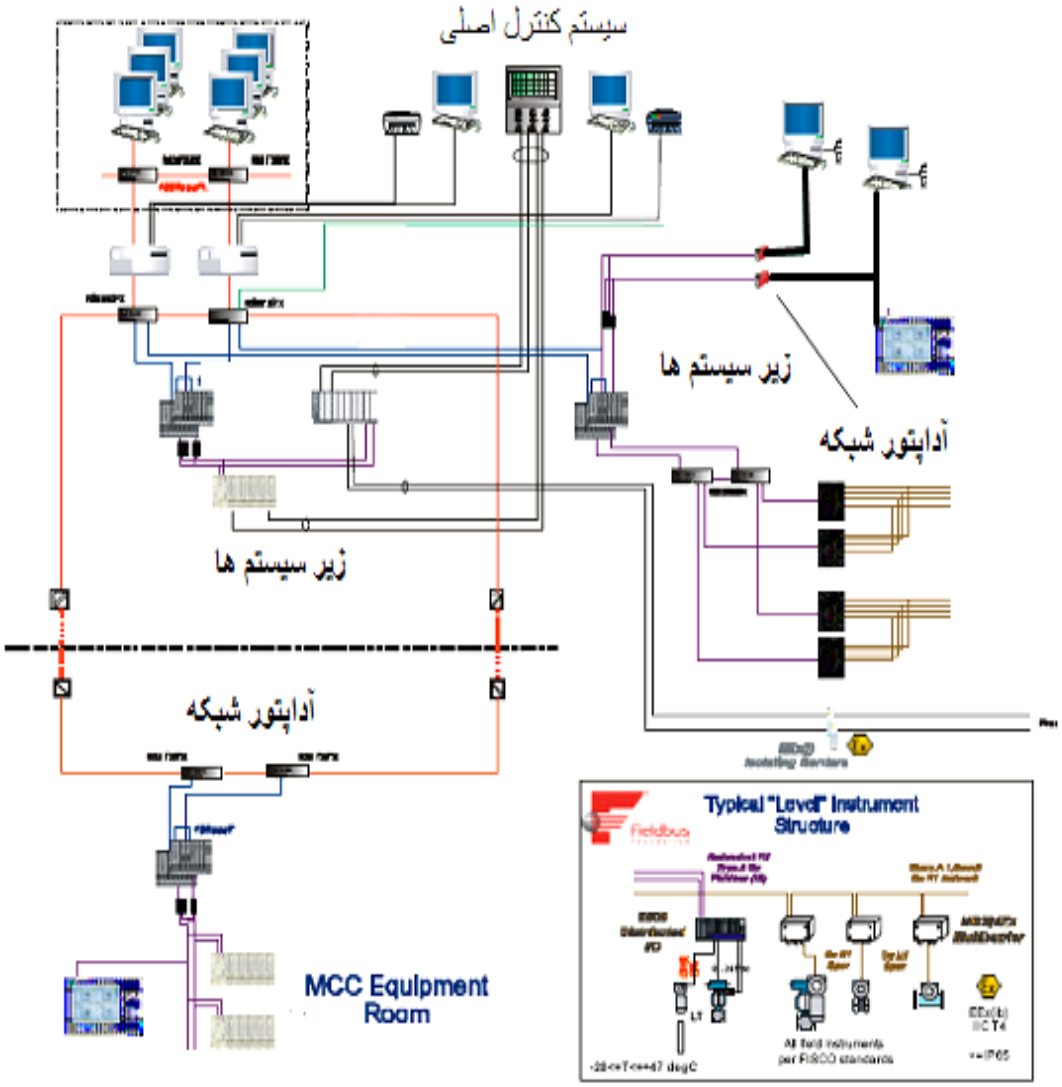
شکل ۴۳-۴ : عملکرد کنترلر دیجیتال فیلدباس با سرور داد های گسسته

➢ زیرسیستم ها **(Subsystem)** :

در کارخانجات بزرگ که دارای قسمت ها و واحدهای مختلف هستند از سیستم های کنترل مختلفی نیز بهره می گیرند. در این کارخانجات یک سیستم کنترل به عنوان سیستم بالادستی یا اصلی تعیین می شود و سیستم های کنترل دیگر که واحدها و پکیج های کوچکتر را کنترل می نمایند به عنوان زیر سیستم **(Sub system)** نامگذاری می کنند.

سیستم های اصلی همواره یا **DCS** هستند یا **FCS** . زیر سیستم ها را انواع **PLC** ها و مینی کنترلرها تشکیل می دهند.

شکل زیر ساختار ارتباطی سیستم کنترل اصلی و زیر سیستم ها را نشان می دهد:



شکل ۴۴-۴: یک سیستم کنترل گسترده با زیر سیستم های گوناگون

زیرسیستم ها کنترل کننده های تجهیزات مستقلی مثل کمپرسور ها، دیزل ژنراتورها، بویلرها و ... هستند اما عملکرد آنها توسط کابل های رابط به مانیتورینگ سیستم کنترل اصلی ، بمنظور مشاهده کل کارخانه ارسال می گردد. تعداد محدودی از کنترل های زیر سیستم ها را نیز می توان به سیستم کنترل اصلی منتقل کرد و بالعکس. عمده ترین زیرسیستمها عبارتند از :

۱- Emergency Shut Down (ESD)
۲- Machine Monitoring System (MMS)
۳- Sequential Control System (SCS)
۴- Fire & Gas System (F&G)
۵- Power Distribution Control System (PDCS)
۶- Analyzer Panels

از کارتهای ارتباطی و دروازه ای (Gateway) برای ارتباط سطوح مختلف شبکه با پروتکل های مختلف زیر سیستمها استفاده می شود که در اکثر موارد این ارتباطات عبارتند از:

۱- RS-232
۲- RS-485
۳- Modbus
۴- Ethernet
۵- DECnet
۶- Profibus

البته سازندگان مختلف دارای پروتکل های مختلف و گوناگونی هستند که هر کدام تطبیق دهنده خاص خود را دارند.

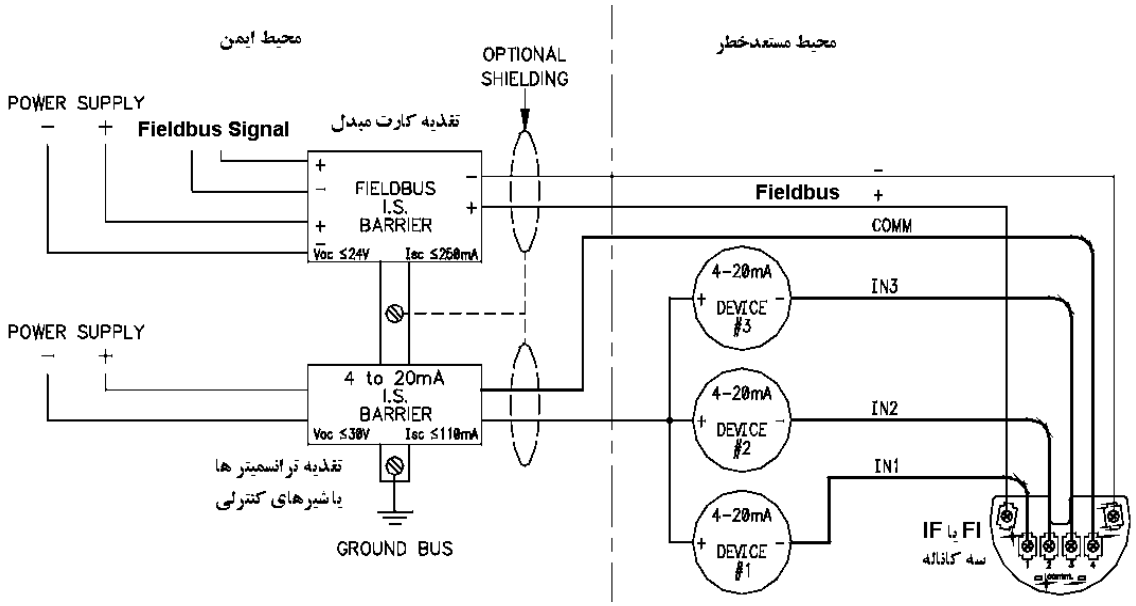
در **FCS** با استفاده از کارتهای مبدل **(convertor)** می توان انواع پروتکل ها را به فیلدباس تبدیل کرد. مهمترین این کارت ها عبارتند از:

۱- **HI (HART to FF)**

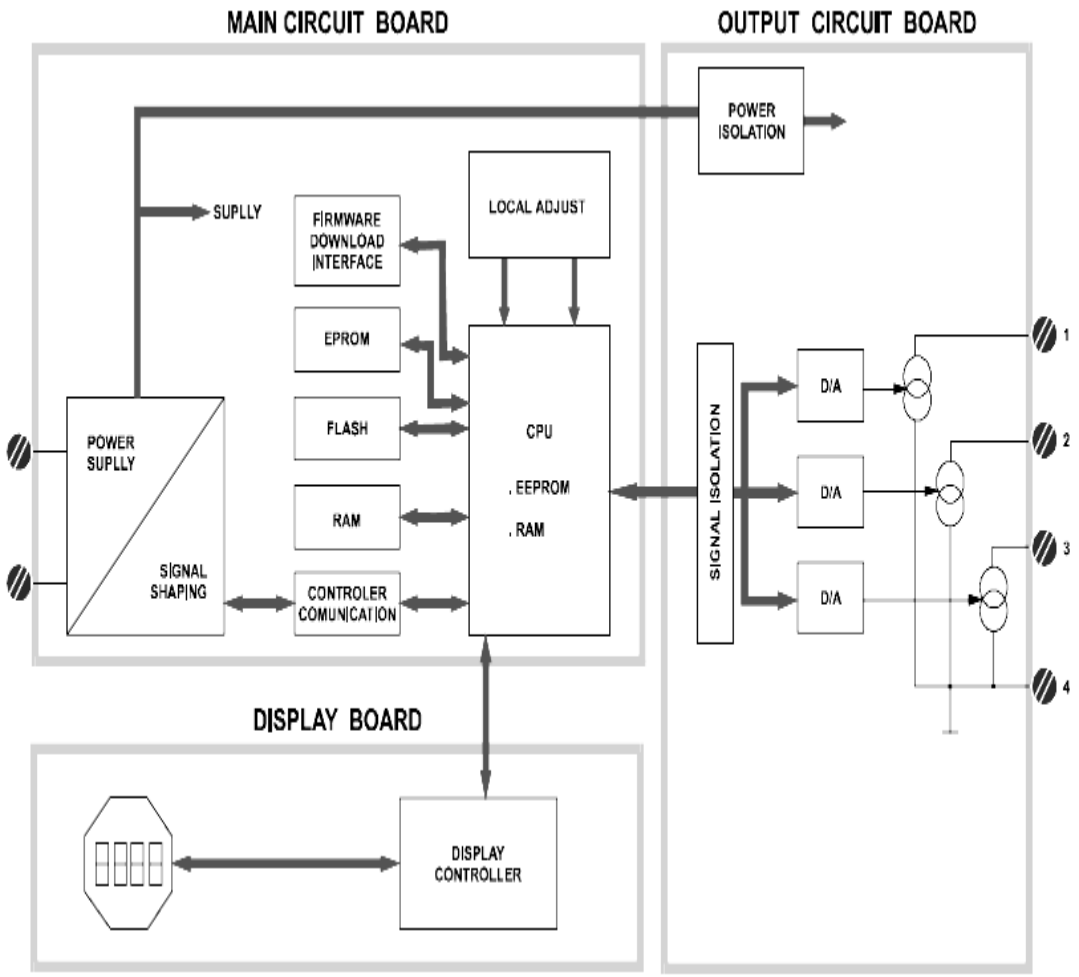
۲- **FI (FF to Current)**

۳- **IF (current to FF)**

با این کارتها می توان تجهیزات ۴ تا ۲۰ میلی آمپر و هارت را مستقیماً به شبکه فیلدباس متصل نمود. نحوه اتصال ترانسمیتر ها و تجهیزات معمولی به فیلدباس به صورت شکل زیر می باشد:



شکل ۴۵-۴ : نحوه اتصال ترانسمیتر ها و تجهیزات معمولی۴ تا ۲۰ میلی آمپر به کارت مبدل فیلدباس ، به دو دستگاه کارت سد ایمنی نصب شده دقت نمایید.



شکل ۴۶-۴ : بلوک دیاگرام داخلی یک مبدل فیلدباس به جریان

مبدلهای IF یا FI را توسط دادن مقدار ۰ تا ۱۰۰ درصد متناسب با جریان ۴ تا ۲۰ میلی آمپر و بالعکس کالیبره می کنند. برای این کار حتماً باید از سیمولاتور استفاده کرد.

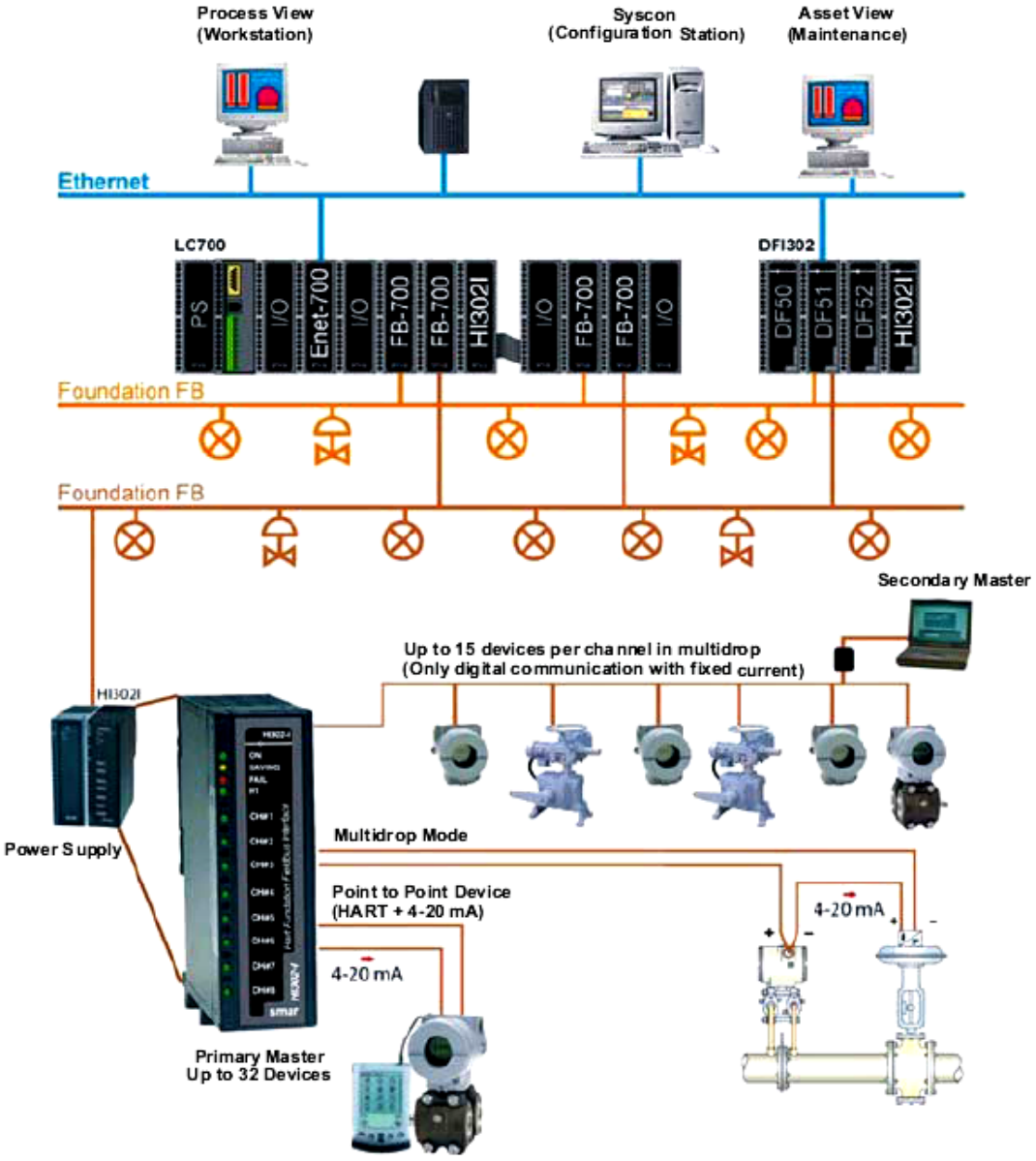
کارتهای IF یا FI معمولاً دارای سه کانال برای اتصال سه تجهیز می باشند (شکل ۴۵-۱) با این کار در مصرف سدهای زنری ، منابع تغذیه و کابل کشی صرفه جویی زیادی خواهد شد.

معمولاً تفاوت میان تجهیزات فیلدباس با تجهیزات معمولی در کارت کنترلی آنهاست. برای مثال می توان یک ترانسمیتر فشار معمولی را با تعویض مادربورد آن به ترانسمیتر فیلدباس تبدیل کرد.

همانطور که قبلاً گفته شد، هر کدام از کارتهای کنترلی و فیلدباس را باید بسته به نوعشان پیکربندی کرد و هر یک از آنها دارای سفت افزار خاص خود هستند ،برای مثال نمی توان سفت افزار ترانسمیتر دما را روی ترانسمیتر اختلاف فشار نصب کرد.

ما می توانیم از مبدل هارت به فیلدباس نیز بجای جریان به فیلدباس استفاده کنیم اما هزینه این کار بسیار بالاتر خواهد بود . در شکل زیر نحوه قرار گرفتن رک های فیلدباس با کارتهای مختلف نشان داده شده است. دو نوع آرایش برای اتصال تجهیزات سایت به مبدل هارت به فیلدباس وجود دارد:

۱. اتصال نقطه به نقطه
۲. اتصال چند انشعابی یا **multidrop** که همانگونه که در شکل زیر دیده می شود تجهیزات در این حالت با هم سری بسته می شوند.



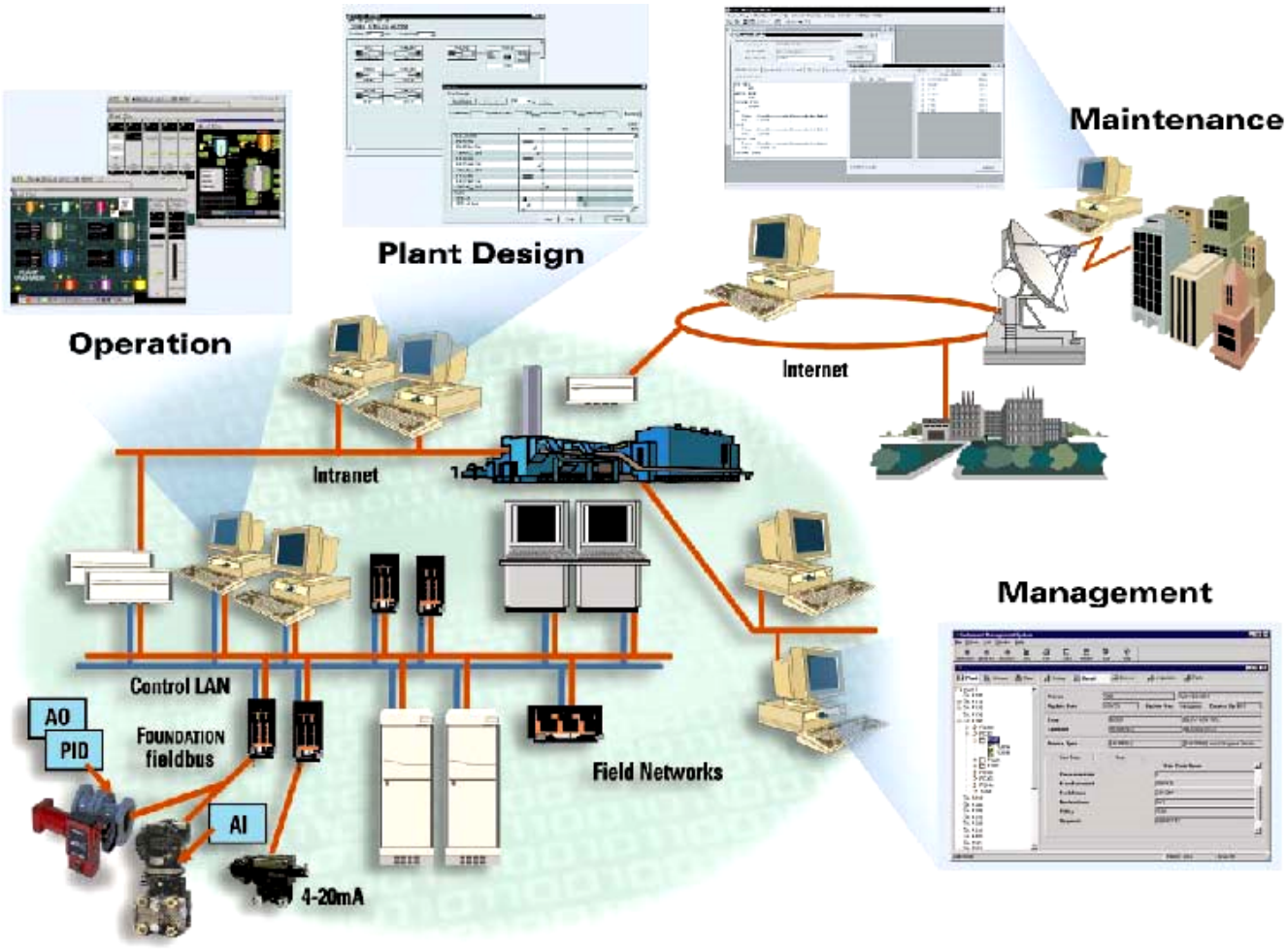
شکل ۴۷ – ۴: نحوه ارتباط تجهیزات **HART** به فیلدباس

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل پنجم:

نرم افزارهای فیلدباس



➢ نرم افزارهای فیلدباس:

حال که نگاه نسبتاً کاملی به سخت افزار فیلدباس داشتیم، به بررسی اجمالی نرم افزارهای فیلدباس می پردازیم.

تا اینجا با سه گروه از عناصر کامپیوتری در فیلدباس برخورده ایم که عبارتند از:

۱- سخت افزار

۲- نرم افزار

۳- سفت افزار

اگر سخت افزار را به عنوان بنای اصلی یک ساختمان در نظربگیریم، می توان فرض کرد که سفت افزار گچبری های داخلی، نقاشی و محل استقرار دکوراسیون ساختمان است. در این صورت نرم افزار را می توان به عنوان چیدمان وسایل و اثاثیه داخل ساختمان و دکوراسیون نهایی آن در نظر گرفت.

پس ما باید ابتدا سفت افزار را روی سخت افزار (یعنی کارت فیلدباس) نصب کرده و سپس با نرم افزارهای موجود به پیکربندی برنامه ها و تفکرات کنترلی خود بپردازیم.

سفت افزار هر تجهیز مانند بایوس کامپیوتر قابل دانلود، آپدیت کردن و یا پاک کردن است. لازم به ذکر است که جدای از قابلیت سازگاری **(Interoperability)** در فیلدباس، هر سازنده سفت افزار خاص خود را دارد.

در ادامه به بحثی هر چند کوتاه در مورد نرم افزارهای فیلدباس می پردازیم.

از لحاظ ساختاری، نرم افزارهای **DCS** و فیلدباس کاملاً مشابه هستند. فقط در **DCS** هیچگونه دسترسی به وضعیت ترانسمیتر نداریم (به جز پروتکل هایی نظیر **HART** که به مشخصه هایی اندکی مثل تگ، نقطه تنظیم،رنج و ... دسترسی دارند) و چیزی درون ترانسمیتر نیز دانلود یا از آن آپلود نمی شود.

اصولاً هر نرم افزار کنترلی دارای بخش های زیر است تا بتواند یک سیستم کنترل کامل را پوشش دهد:

۱- بخش پیکربندی سخت افزار و تجهیزات شبکه

۲- بخش پیکربندی استراتژی های کنترلی

۳- بخش عیب یابی تجهیزات و شبکه

۴- بخش طراحی صفحات نمایشی و مانیتورینگ

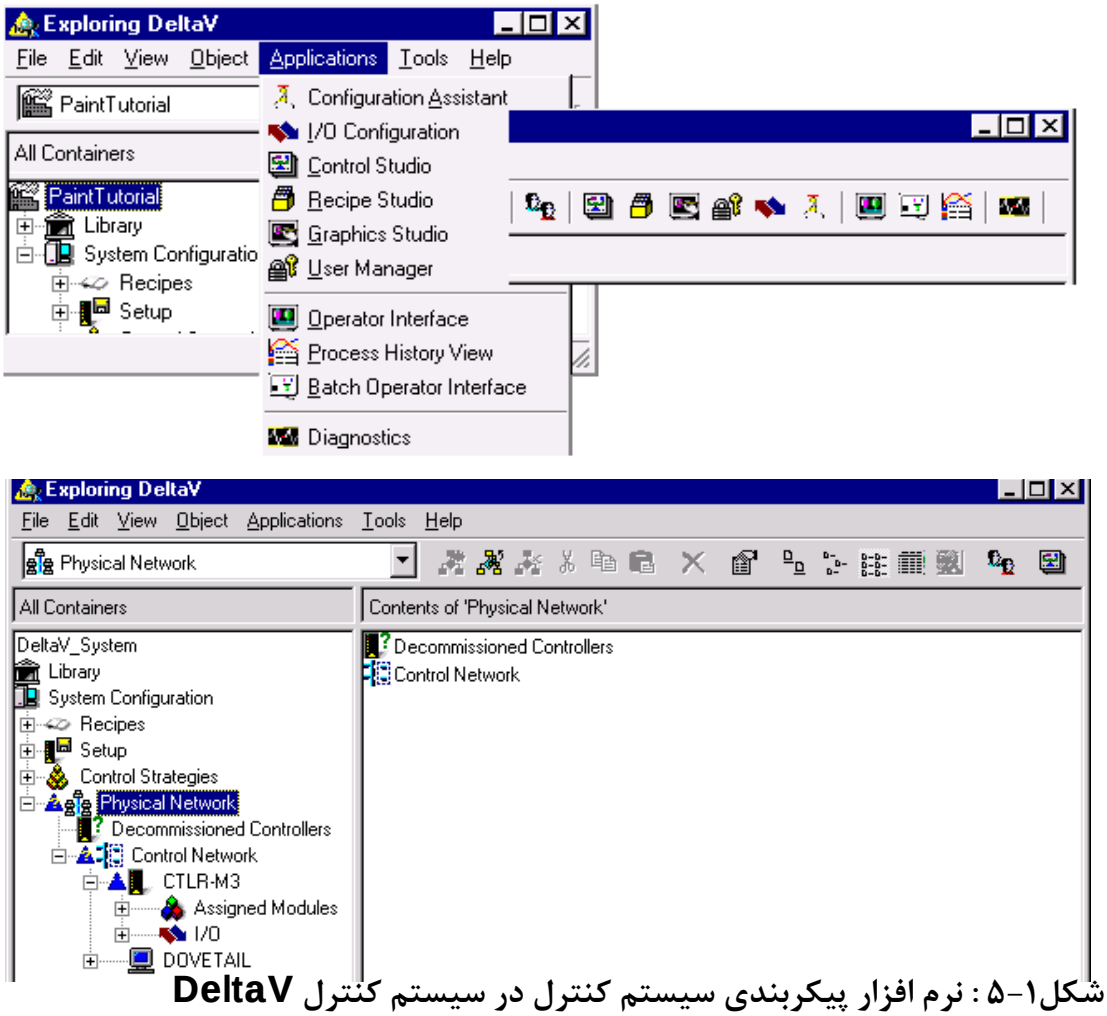
۵- بخش ایجادنمودارها و هشدارها و گزارشات (Alarms , Trends & Reports)

۶- نرم افزارهای مبادله اطلاعات (Data Exchange)

۷- نرم افزارهای گردآوری اطلاعات (Data Acquisition)

- بخش پیکربندی سخت افزار و تجهیزات شبکه:

وظیفه ارتباط دهی تجهیزات سایت و شبکه را به همدیگر بر عهده دارد و روی کامپیوتر مهندسی (EWS) نصب می شود. این بخش از نرم افزار تعیین می کند چه تجهیزی با چه تجهیز دیگری پیوند (Link) برقرار کند و تجهیزات فیلدباس و ارتباطات سریال و... به کنترلر ها و همچنین ایجاد تغییرات و اصلاحات در این بخش انجام می گیرد. این نرم افزار را عموماً System Configurator می گویند. شکل زیر محیط این نرم افزاررا در سیستم کنترل DeltaV نشان می دهد:



شکل۱-۵ : نرم افزار پیکربندی سیستم کنترل در سیستم کنترل DeltaV

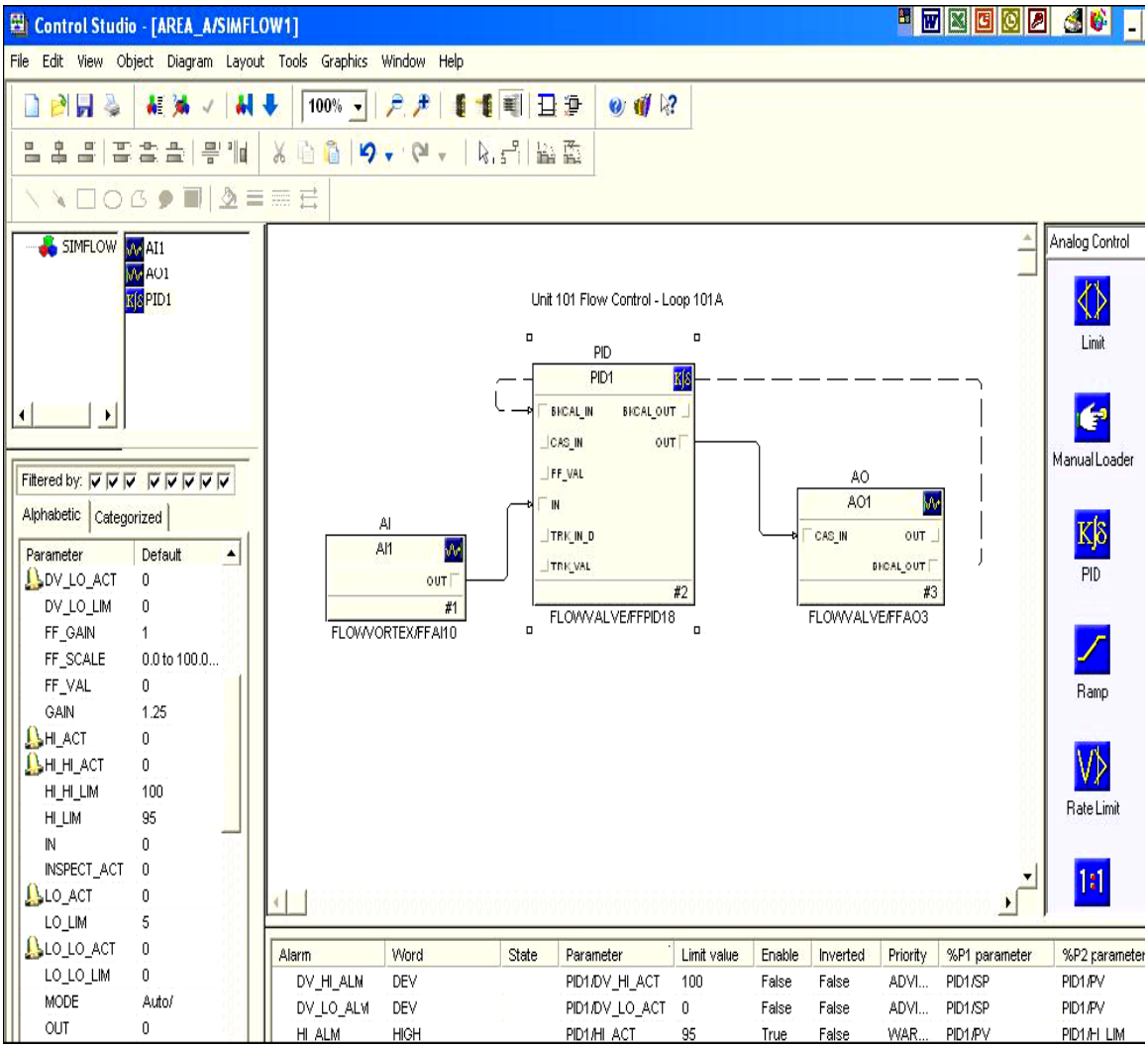
➢ بخش پیکربندی استراتژی های کنترلی:

پس از پیوند دادن سخت افزارهای شبکه از لحاظ ارتباطی، نوبت به برقراری پیوند کنترلی جهت اجرای برنامه های کنترلی می رسد. در این حالت فقط دو کار انجام می شود:

a. ارتباط دادن بلوک های تابع به یکدیگر

b. تنظیم پارامترهای بلوکهای پیوند داده شده

شکل زیر برنامه **Control Studio** را نشان می دهد که شرکت **EMERSON** جهت طراحی استراتژی های کنترلی خود در **DeltaV** از آن بهره می گیرد. معمولاً بخش پیکربندی سخت افزار و طراحی استراتژی های کنترلی در قالب یک نرم افزار ارائه می شود.



شکل ۲ -۵: نمونه نرم افزار طراحی استراتژی

➢ بخش عیب یابی تجهیزات و شبکه:

این بخش وظیفه نمایش وضعیت و حالات **(Status)** تمام تجهیزاتی که روی شبکه وجود دارند را به عهده دارد. عمده استفاده این بخش در مراقبت از کارتهای کنترلی و کارتهای رابط است. برای مثال با این نرم افزارها می توان تمام پورتها و حتی بخش های داخلی ادوات کنترلی را مشاهده کرد. یکی ازکاربردهای آن دسترسی به اطلاعات ارسالی ازیک ترانسمیتر بطور جداگانه و مقایسه آن با همان مقدار که از سرور گرفته شده است می باشد. گاهی از پارامترهای یک بلوک در چند نقطه دیگرنیز استفاده می کنیم که ممکن است در اثر عوامل مختلفی مثل تداخلات نرم افزاری این مقادیر با هم متفاوت باشند که استفاده از نرم افزارهای عیب یابی راهگشای این مسئله خواهد بود.

شکل ۴۹ -۵ یک پنجره از وضعیت های سیستم را در سیستم کنترل **Yokogawa CS3000** نشان می دهد. دقت کنید که وضعیت های غیر عادی در کنترلرها و ایستگاههای کار با علامت ضربدر نشان داده شده اند. علامت **Fail** یا خطا نیز برای کنترلرهایی که دچار نقص شده اند ظاهر شده است.

گاهاً نرم افزارهای مشابه سازی فرایند**(Process Simulation)** را نیز در این دسته قرار می دهند.

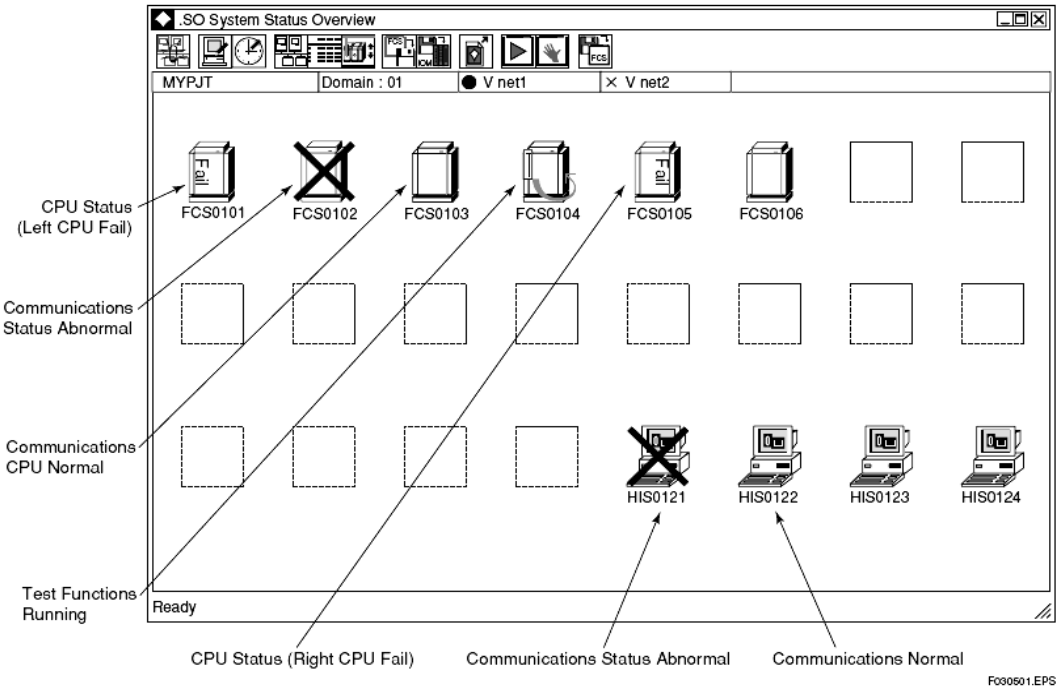


Figure System Status Overview Window

شکل ۳ – ۵: صفحه نمایش وضعیت شبکه در فیلدباس سنتیوم

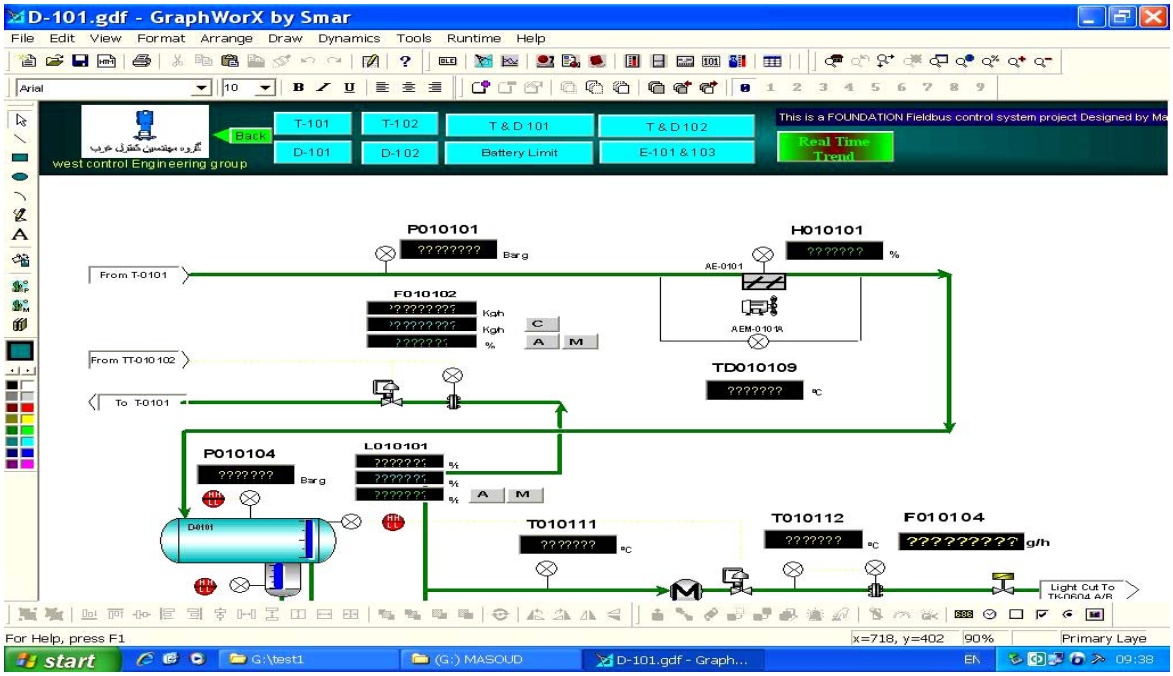
➢ **بخش طراحی صفحات نمایشی و مانیتورینگ:**

این نرم افزار روی کامپیوترهای اپراتوری (OWS) نصب می شود. با این نرم افزار محیط کارخانه را تا حد ممکن شبیه سازی می کنیم. هر چقدر قدرت گرافیکی این نرم افزار بیشتر باشد درک محیط کارخانه برای اپراتورها ملموس تر و کار با آن راحت تر می باشد. این بخش از نرم افزار باید اطلاعات را از سرورها دریافت کند و روی کامپیوترهای اپراتوری و یا مهندسی نمایش دهد. از حیث دسترسی این بخش در پایین ترین سطح قراردارد یعنی همه می توانند بدون داشتن پسورد به آن دسترسی داشته باشند. البته این امر فقط برای دادن مقادیر به پارامترهای فرایندی است و ویرایش صفحات نیاز به پسورد مهندسی دارد.

مشاهده اطلاعات درون سایت ، اعمال تغییرات فرایندی و صدور فرمانهای start / stop و open / close و . . . در نرم افزار مانیتورینگ صورت می گیرد.

همواره نرم افزارهای آلارم و نمودار را نیز در نرم افزارهای مانیتورینگ قرار می دهند. این کار یا توسط فراخوانی یک بلوک پیش ساخته در خود محیط مانیتورینگ انجام می شود و یا با یک نرم افزار جداگانه نوشته شده و سپس به مانیتورینگ پیوند داده می شود.

عموماً محیط گرافیکی کارخانه را مطابق با نقشه P&ID طراحی می کنند تا کارکنان کارخانه درک متقابلی از عملکرد وساختار کارخانه پیدا کنند.



شکل ۴ –۵ : یک صفحه نمونه از محیط گرافیکی نرم افزار مانیتورینگ

➢ نرم افزارهای آلارم، نمودار و گزارش (Alarm, Trend & Report):

این نرم افزارها نیز به نوعی نمایشی هستند اما چون اطلاعات آنها آماری و ثبتی است و همچنین جهت آنالیز و تجزیه – تحلیل خطاها و رویدادها بکار می روند آنها را جدا گانه دسته بندی می کنند.

معمولاً پایگاه اطلاعاتی آلارم، نمودار و گزارشات را از داده های کنترلی جدا در نظر می گیرند.

در شکلهای زیر نمونه هایی از صفحات آلارم و نمودار آورده شده اند.

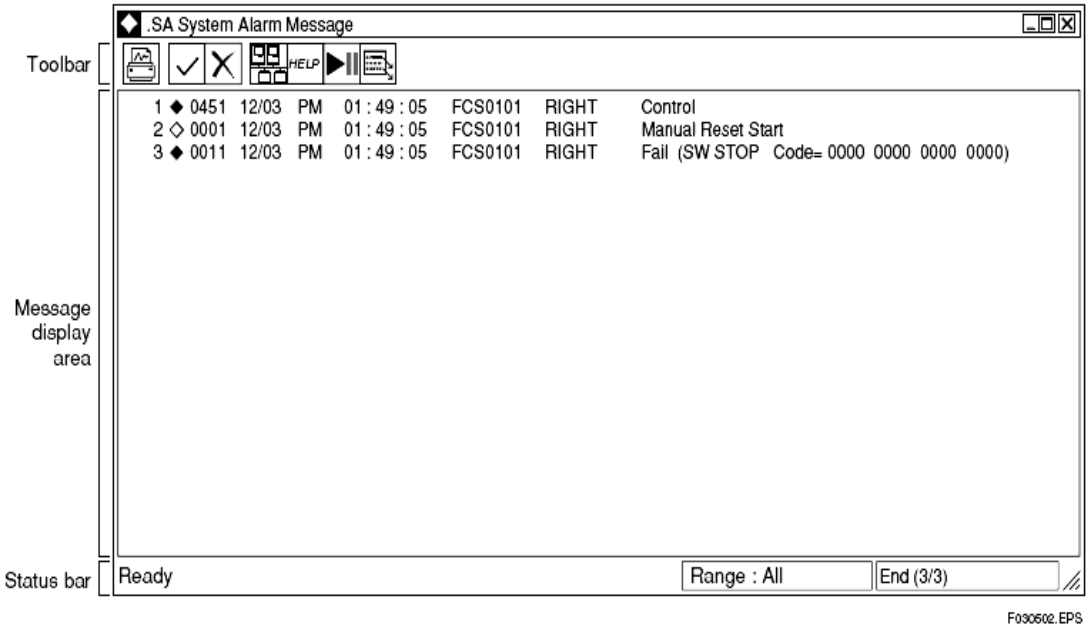
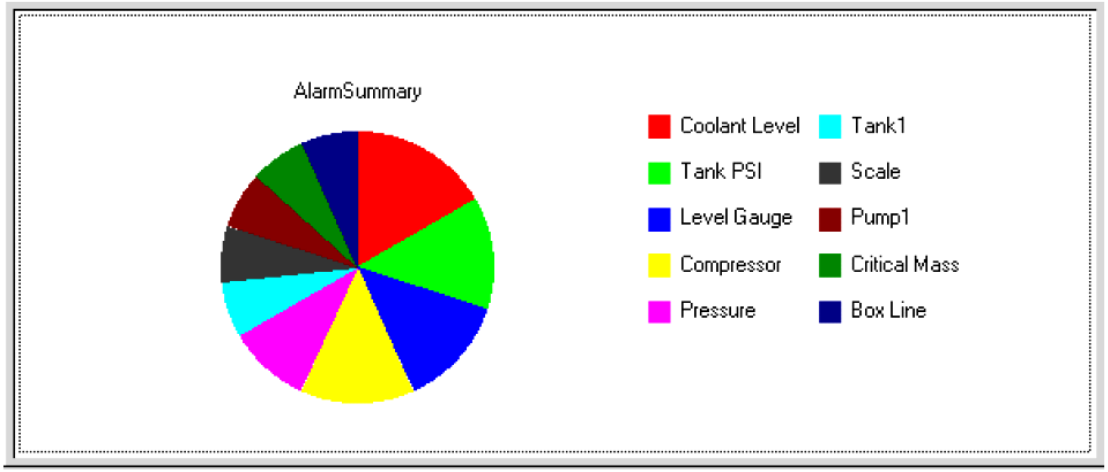


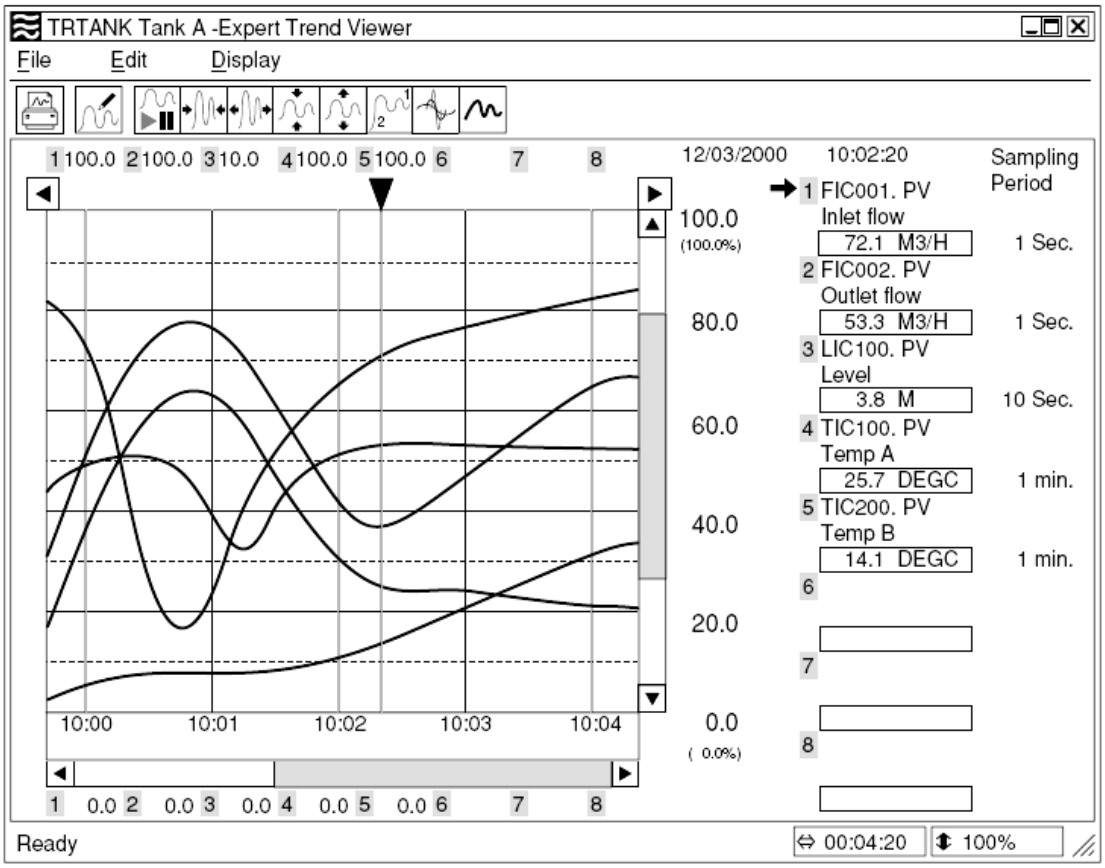
Figure System Alarm Window

شکل ۵ –۵ : یک صفحه نمونه از نرم افزار تولید آلارم



Pie Chart Summary

شکل ۶ –۵ : یک صفحه نمونه از آلارم های خلاصه شده به صورت دیاگرام دایره ای



شکل ۷ – ۵ : یک صفحه نمونه از نرم افزار تولید نمودار

در اکثر مواقع گزارشات تولید شده یا در فایلهای اکسل با پسوند ***.xls** یا اطلاعاتی مثل ***.mdb** و یا بصورت فایلهای گزارشی با پسوند ***.log** تولید و ذخیره می شوند. اطلاعات مربوط به آلارم ، نمودار و گزارش را بسته به نیاز کارخانه می توان از چند روز تا چند ماه در حافظه سیستم نگهداری و در مواقع لازم استفاده کرد. اطلاعات نمایش داده شده از نظر زمانی به دو دسته تقسیم می شوند:

- داده های زمان حال یا کنونی **(Real-Time)**
- داده های زمان گذشته یا تاریخی **(Historical)**

از داده های زمان حال برای کنترل فرایند و از داده های زمان گذشته برای مقایسه ، بررسی و عیب یابی رویدادهای فرایند استفاده می کنیم.

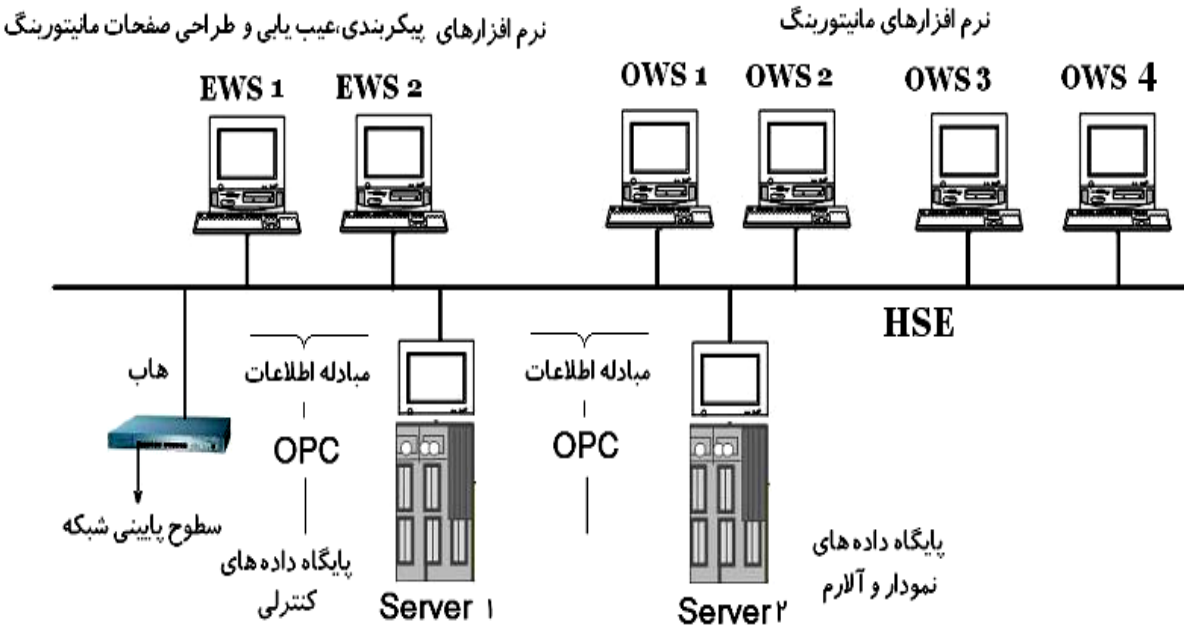
➢ نرم افزارهای تبادل داده:

این نرم افزارها که روی **OPC** سوار هستند وظیفه حمل داده ها و مبادله آنها بین نرم افزارهای مختلف یک سیستم کنترل به عهده دارند. برای مثال بین نرم افزارهای پیکربندی استراتژی ، مانیتورینگ و پایگاه داده ها ارتباط برقرار می کنند و در تمام کامپیوترهای شبکه وجود دارند. (مکرراً یادآوری می کنیم که **OPC** همانند یک بستر یا کانال جهت مسیر دهی ارتباطات بین **OLE** و نرم افزار کنترلی عمل می کند و البته که دیده نمی شود.) در فصل هشتم به **OPC** خواهیم پرداخت.

➢ نرم افزارهای گردآوری اطلاعات:

این نرم افزارها نیز در زیر لایه **OPC** قرار دارند و اطلاعات را از سطح سایت به سطح بالایی کارخانه هدایت می کنند. جمع آوری اطلاعات از اصطلاحات سیستم های یکطرفه است و درسیستم های کنترل دو سویه این امر به مبادله اطلاعات بین ترانسمیتر ها و سرورها تغییر نام می دهد. پایگاه داده ها **(Data Base)** محل ذخیره اطلاعات گردآوری شده است.

برای درک بهتر نحوه توزیع نرم افزارهای ذکر شده ، در شکل زیر کلیه نرم افزارهای موجود در یک سیستم کنترل نشان داده شده است:



شکل ۸ – ۵ : نرم افزارهای موجود در یک سیستم کنترل

در کل نرم افزارهای کنترلی را در دو یا سه بسته (CD / DVD) قرار داده و در اختیار کاربران قرار می دهند که عبارتند از:

۱- نرم افزارهای طراحی شبکه و استراتژی کنترل + عیب یابی

۲- نرم افزارهای طراحی صفحات نمایشی و مانیتورینگ فرایند (HMI)

۳- نرم افزارهای گردآوری و تحصیل داده (Data Acquisition)

معمولاً سازندگان نرم افزارهای طراحی شبکه و استراتژی کنترل + عیب یابی را در یک بسته و نرم افزارهای طراحی صفحات نمایشی و مانیتورینگ فرایند و نرم افزارهای گردآوری و تحصیل داده را در بسته دیگری ارایه می کنند.

نمونه این نرم افزارها برای PLC ها SIMATIC Manager و WinCC ساخت شرکت زیمنس و برای فیلدباس SYSTEM302 و PROCESS VIEW ساخت شرکت اسمار می باشند.

نرم افزارهایی که ذکرشد بصورت استانداردهایی درآمده اند که تمامی سازندگان سیستم های کنترل طراحی های خود را بر اساس آنها انجام می دهند و فقدان هر یک از آنها عملاً انجام امور کنترلی را غیر ممکن می کند.

جهت منعطف کردن نرم افزارهای مانیتورینگ و نمایش، اکثر سازندگان زبانهای برنامه نویسی را نیز به نرم افزارهای نمایشی الحاق و اضافه کرده اند. Visual Basic و Visual C از مهمترین محیط های برنامه نویسی الحاق شده به نرم افزارهای HMI هستند. به این ترتیب کاربران قادر می شوند تا جلوه های ویژه و بخش های دلخواه خود را به صفحات گرافیکی و فضای نمایشی اضافه کنند.

قراردادن ActiveX ، ارتباط نرم افزارهای پردازش کلمات و محاسباتی مثل word و excel و همچنین پیوند برنامه های اجرایی سیستم عامل ها به نرم افزارهای کنترلی مثل ماشین حساب یا media player نیز از جمله تمهیداتی است که سازندگان آنرا به بسته های نرم افزاری خود اضافه کرده اند.

آنچه که قدرت نرم افزارهای جدید را بیشتر کرده است استفاده از بلوک ها و بسته های کنترلی پیش ساخته است که بسیاری از عملیات کنترلی را در خود انجام داده و نتایج مختلفی نیز ارایه می کنند. این بلوک یا بسته ها را می توان در هر جایی از برنامه

فراخوانی و سپس پارامتر دهی کرد. بهره گیری از آنها تمثیلی است از استفاده یک **IC** در برابر چندین ترانزیستور و قطعه الکترونیکی دیگر که کار یکسانی را انجام می دهند.

بسته های پیش ساخته در محیط گرافیکی مشابه بلوک های تابع در محیط پیکربندی استراتژی می باشند. نمونه ای از این بسته ها لغزنده یا **slider** ها ، بلوک های تنظیم **(tuning)**، کنترل کننده های **PIC,FIC** و ... هستند. شکل زیر بکار گیری یک نمونه از بسته های پیش ساخته در صفحات نمایشی را نشان می دهد:

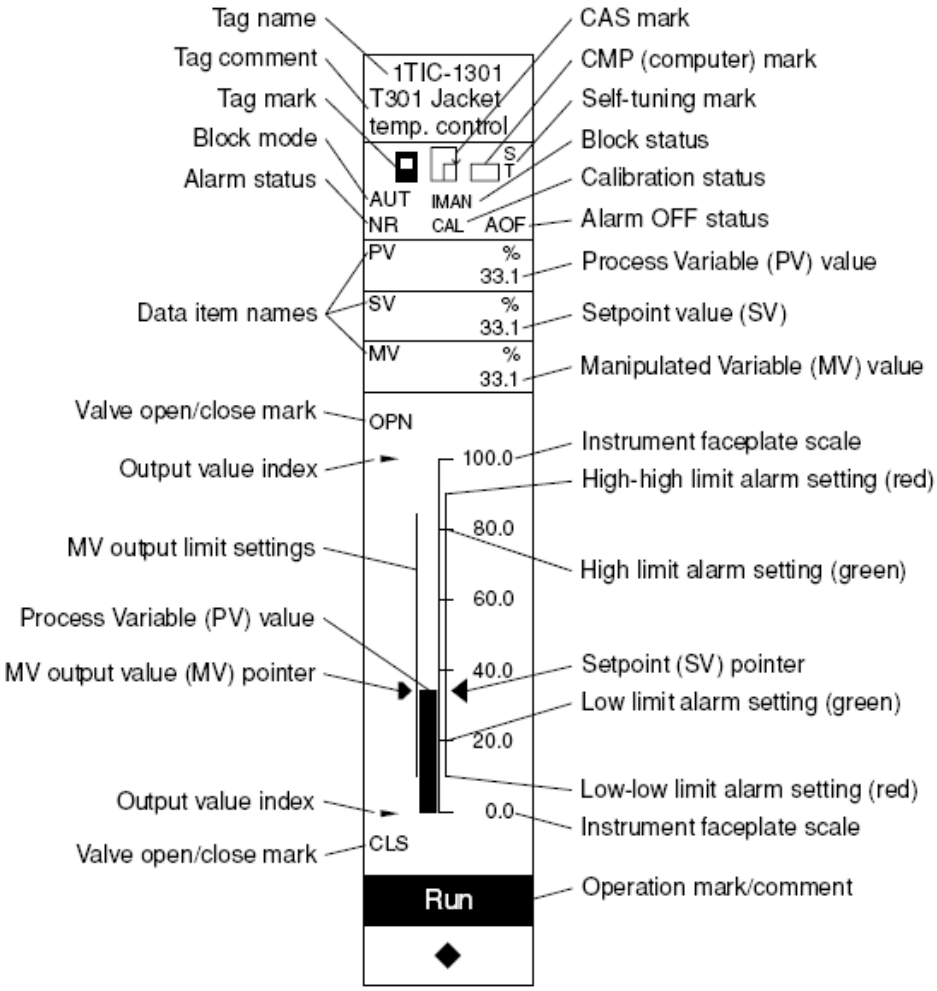


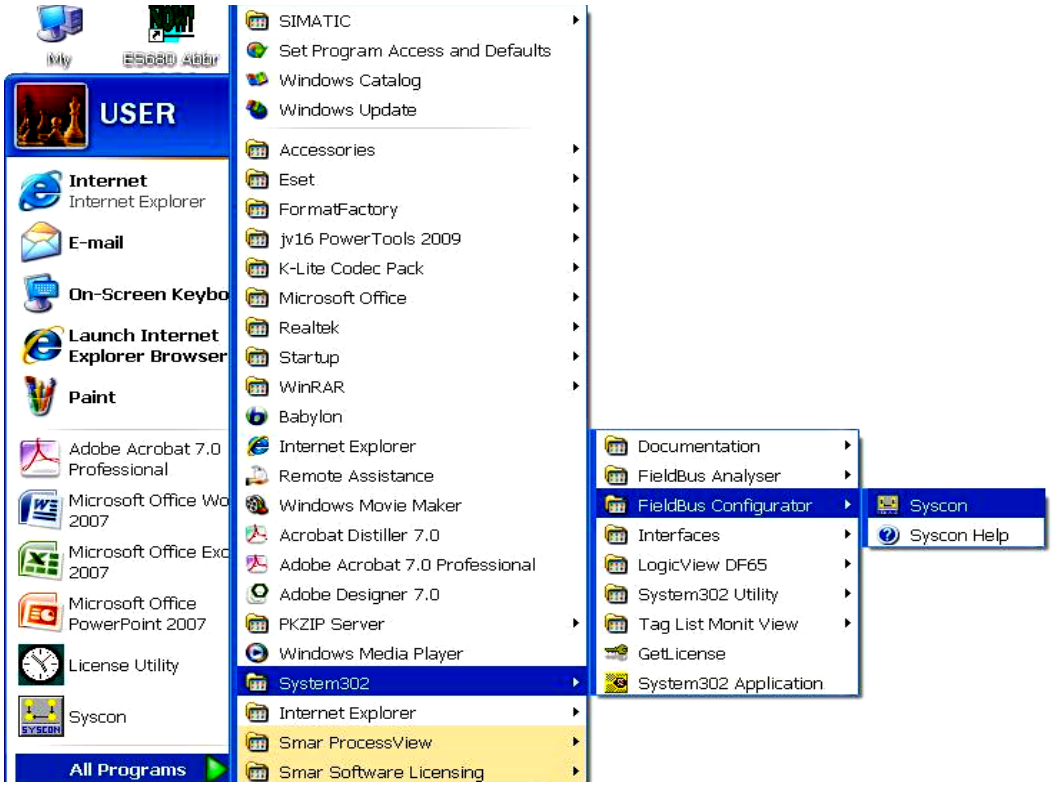
Figure PID Controller Block

$

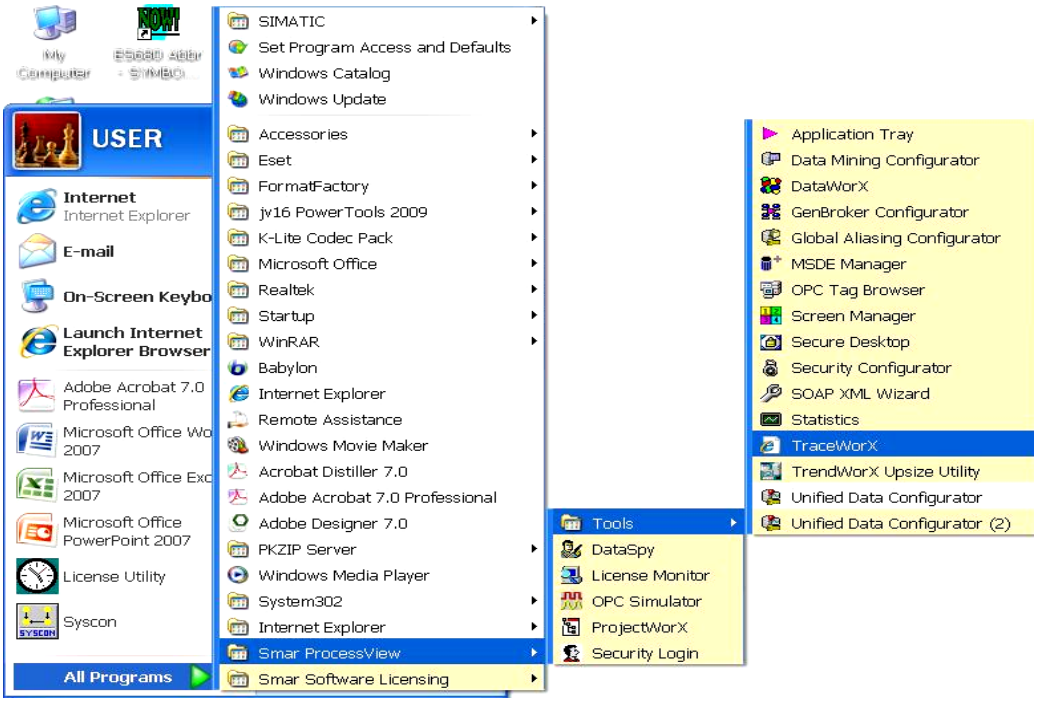
شکل ۹ – ۵ : یک نمونه از بسته های پیش ساخته مورد استفاده در صفحات نمایشی

همانطور که در شکل بالا دیده می شود ، این بلوک هر آنچه را که ما نیاز داریم به آن اعمال کنیم یا از روی آن بخوانیم در اختیار ما قرار داه است.

در شکل زیر برنامه های مورد استفاده در یک سیستم کنترل فیلدباس بصورت منو آورده شده است:



شکل ۱۰ – ۵ : مثالی از برنامه های مربوط به پیکربندی شبکه ، تجهیزات کنترلی و استراتژی های کنترلی در فیلدباس با برنامه های عیب یابی مربوطه.



شکل ۱۱ – ۵ : مثالی از برنامه های مربوط به طراحی **HMI** با برنامه های عیب یابی مربوطه.

همانطور که از شکل های فوق دیده می شود، تنوع و تعدد نرم افزارها در فیلدباس (و بعضاً در DCS) بسیار زیاد است و این امر باعث می شود فاصله علمی طراحان سیستم با کاربران یا تعمیرکاران آنها بسیار زیاد شود و از طرف دیگر هر نرم افزار متخصص خاص خود را داشته باشد که فقط در آن زمینه کار می کند.

در کنار نرم افزارهای ذکر شده، سازندگان نرم افزارهای شبیه سازی(simulation) و امنیتی (security) و مدیریت لیسانس برنامه ها را نیز قرار می دهند.

نرم افزارهای شبیه سازی به مهندسان کمک می کنند تا بدون اتصال به محیط کارخانه و تجهیزات کنترلی، برنامه خود را مورد آزمایش قرار دهند.

نرم افزارهای امنیتی سطح دسترسی به محیط و لایه های مختلف برنامه را محدود به داشتن پسورد های لازم می کنند.

برنامه های مدیریت لیسانس جهت خرید قفل نرم افزاری یا سخت افزاری (Hard key or Soft key) نرم افزارها استفاده می شوند. اگر این نرم افزارنباشد هر کارخانه یا کارگاهی با خرید تجهیزات یک سازنده و بکار گرفتن نرم افزارهای آن می تواند یک سیستم کنترل نسبتاً رایگان برای خود فراهم آورد هر چقدر که این سیستم کوچک هم باشد هزینه خرید نرم افزار و مهندسی و ... را در بر نخواهد داشت.

یکی دیگر از امکاناتی که طی ده سال اخیر به سیستم های کنترل اضافه شده است، نرم افزارهای ارتباطی به اینترنت است که قابلیت مشاهده داده های فرایندی و کنترل فرایند از طریق اینترنت در هر نقطه از جهان را امکان پذیر می کند. این نرم افزار بیشتر توسط خود سازندگان و فروشندگان سیستمهای کنترل است تا بتوانند معایب و مشکلات احتمالی سیستم را از راه دور، به صورت on-line و بدون ارسال کارشناسان به آن شرکت، تحلیل و بررسی کنند.

نمونه های این نرم افزار ASSET View برای سیستم کنترل فیلدباس smar و Win_TS برای MMS شرکت زیمنس هستند.

➢ **سیستم عامل های مورد استفاده در سیستم های کنترل:**

استفاده از سیستم عامل های مختلف در سیستم های کنترل دیگر رویداد تازه ای نیست. هر سازنده بسته به انتظاراتی که از نحوه کنترل کارخانه خود دارد از سیستم عامل مورد نظر خود استفاده می کند.

پرکاربردترین سیستم های عامل امروزی عبارتند از:

۱- **Windows NT** : تقریباً منسوخ شده و سیستم های کنترل قدیمی از آن استفاده می کنند.

۲- **Windows 2000** : با اینکه بیش از ده سال از عمر آن می گذرد کمابیش استفاده می شود.

۳- **Windows XP** : جایگزین مناسب ویندوز ۲۰۰۰ است.

۴- **UNIX** : از سیستم عامل های قدیمی است که با نسخه های جدید نیز ارائه گردیده است.

۵- **Linux** : بر مبنای یونیکس و مصون از حمله ویروس هاست.

۶- **Solaris** : محصول **sun Microsystems** و بر مبنای یونیکس و مصون از حمله ویروس هاست.

۷- **VMS (Virtual Memory System)** : سیستم عامل کامپوترهای **DEC VAX**

از سیستم عامل های دیگری که بندرت از آنها استفاده می شود، مک اینتاش (McIntosh) و Win 2003 server هستند.

در عمل نرم افزارهای هر سیستم کنترل بر اساس سه سیستم عامل زیر طراحی می شوند:

۱- **WINDOWS Base**

۲- **UNIX Base**

۳- **VMS Base**

اکثر سازندگان سیستم های کنترل نرم افزارهای خود را بر پایه ویندوز و یونیکس طراحی می کنند. برای مثال شرکت هایی مثل زیمنس سیستم PCS7 خود را با نرم افزار

simatic manager و WinCC برای ویندوز و Teleperm را بر مبنای یونیکس و سولاریس (به عنوان یک سیستم کنترل استاندارد شده برای نیروگاه های برق) طراحی نموده است. خصیصه مهم سیستم عامل یونیکس سرعت بالا ، عدم قفل کردن و مصونیت آن در برابر ویروس است.

در بعضی از سیستم های کنترل نیز از چند نوع سیستم عامل مختلف بهره گرفته می شود. برای مثال در سیستم SCS ، شرکت زیمنس ایستگاه های اپراتوری و مهندسی خود را بر مبنای لینوکس و سرورهای آن (α - server های DEC) را بر مبنای VMS ساخته است.

نکاتی را که سازندگان برای انتخاب سیستم عامل در نظرر می گیرند عبارتند از:

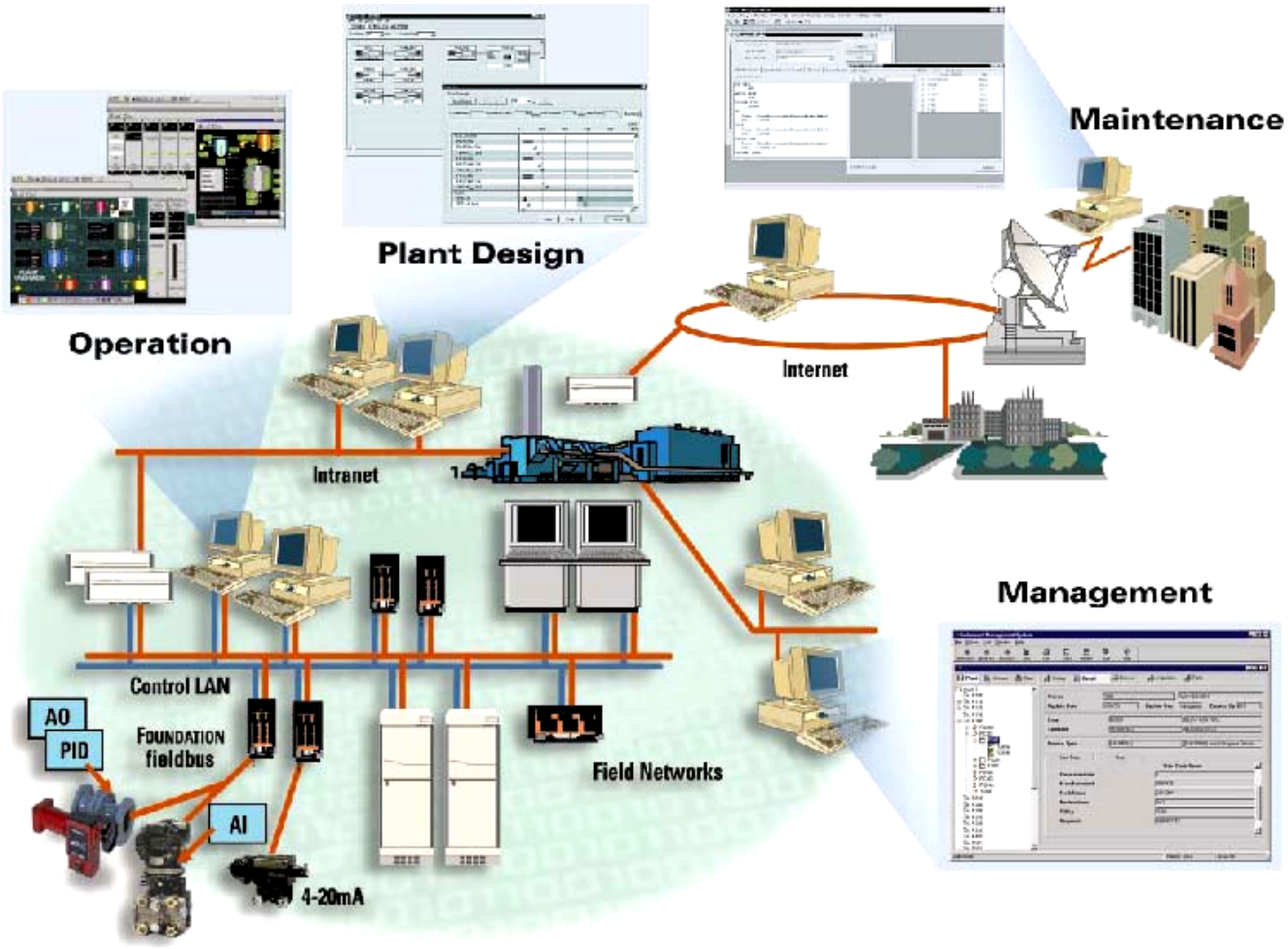
۱- امنیت سیستم عامل در مقابل هک شدن و ویروس
۲- قابلیت سازگاری سیستم عامل با نرم افزارهای رایج و متداول
۳- امکاناتی که یک سیستم عامل در اختیار کاربران قرار می دهد و راحتی کار با آن
۴- قیمت و هزینه سیتم عامل

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل ششم:

مفاهیم و اصطلاحات تخصصی فیلدباس



مفاهیم و اصطلاحات تخصصی فیلدباس:

- پروتکل مدیریت سیستم **(SMP or System Management Protocol)** : در فیلدباس باید پروتکل ها تحت شرایط غیرعادی مثل راه اندازی ، پیکربندی های اشتباه ، خطای تجهیزات و تعویض آنها عملکرد درست خود را حفظ کنند. برای اینکار از پروتکل های هسته سیستم مدیریت یا **SMKP** استفاده می شود که بدون بهره گیری از لایه کاربردی از سرویس های لایه پیوند داده یا **Data Link Layer** استفاده می کند.

- **SMKP(SM Kernel Protocol)** سه عمل انجام می دهد :

  i. اختصاص آدرس و تگ **(tag & address assignment)**

  ii. موقعیت تگ

  iii. هماهنگ کردن زمان انجام کار

- توصیف فیزیکی یا **Physical Description (PD)** : تگ هر تجهیز کنترلی را می گویند.

SMKP سرویسهای خاصی برای اختصاص دادن آدرس ها وتگ ها به تجهیزات فراهم می آورد. وقتی تگ تجهیزی را تغییر می دهیم آن تجهیز از لیست زنده حذف شده و سپس با آدرس جدیدی به لیست زنده باز می گردد.

هر تجهیزی روی باس به یک زمان خاص برای سنکرون شدن وتبادل اطلاعات با دیگر تجهیزات روی شبکه نیاز دارد. این زمان به میزان گردش نشانه **(Token Passing)** و ترافیک روی باس بستگی دارد.

SMKP مکانیسمی را برای مدیریت **VFD** ها فراهم می کند تا **VFD** ها زمان سنکرون شدن را برای هم به اشتراک بگذارند.

- **Fieldbus Device Access (FDA)** : پروتکل دسترسی تجهیزات به فیلد است . هدف ما در اینجا انجام عملیات کنترلی و اندازه گیری بدون در نظر داشتن موقعیت فیزیکی تجهیزات در سلسله مراتب اداری شبکه است. **FMS** و **SMKP** سرویس هایی هستند که برای رسیدن به این هدف در نظر گرفته شده اند.

FDA برا ی اجازه دادن به دستیابی به سرویس های **FMS** و **SMKP** جهت دسترسی به پروتکل **TCP/IP** طراحی شده اند.

- **مدیریت سیستم:**

۱- مدیریت تجهیزات در فیلدباس که با موارد زیر انجام می گیرد:

i. شناسه تجهیز یا **Device Identifier (ID)**

ii. تجهیز فیزیکی یا **PD**

iii. آدرس گره یا **Node Address**

۲- مدیریت بلوک های تابع: انجام الگوریتم بلوک تابع در مدت زمان تعیین شده **(Macro cycle)**

۳- مدیریت زمان کار: ثبت رویداد با یک ثابت زمانی **(Time Stamp)**

- **کاربردها چهار دسته اند :**

i. **VFD (Virtual Field Device)**

ii. **Function Block**

iii. **System Management**

iv. **Device Information Files**

- **مدیریت پروژه های فیلدباس:**

۱- فاز طراحی:

i. انتخاب تجهیزاتی که روی باس قرار دارند.

ii. طراحی سیم کشی

iii. طراحی سیستم

۲- فاز نصب:

i. نصب

ii. پیش راه اندازی (commissioning)

iii. راه اندازی و تست عملیات (start up & test)

۳- فاز عملیات:

i. کنترل عملیات

۴- فاز تعمیر و نگهداری:

i. آلارم های تجهیزات

ii. تعویض تجهیزات معیوب

iii. مدیریت سرمایه

۵- فاز نوسازی:

i. افزایش کاربردها

ii. ارتقا و به روز کردن تجهیزات

- **VFD (Virtual Field Device)** : یک تجهیز فیلدباس ممکن است از لحاظ کاربردهای متعددی داشته باشد که مستقل از همدیگر بوده و هیچ ارتباطی به همدیگر نداشته باشند. برای کارهای جداگانه **VFD** های جداگانه ای در نظر گرفته

شده اند. **VFD** با یک شاخص یا **Identifier** که به یک **VCR** اختصاص داده شده است مشخص می شود.

هر تجهیز فیلدباس دو **VFD** دارد:

۱- **VFD** مدیریت: که امور مدیریتی سیستم و شبکه را انجام می دهد و برای پیکربندی پارامترهای شبکه بکار گرفته می شود که از **VCR** ها جهت اداره کردن تجهیزات در سیستم کنترل فیلدباس استفاده می شود.

۲- **VFD** بلوک های تابع : همان بلوک های تابع در تجهیز می باشند. هر دستگاه ممکن است دو یا چند **FB VFD** داشته باشد.

- موضوعات **FMS(FMS Objects)** : با استفاده از مدل موضوع ،کاربردهای یک **VFD** به کاربردهای دیگر در شبکه نشان داده می شود که شامل موارد زیر است:

۱- مستندات **(Attributes)**

۲- رفتار

۳- روش های دسترسی

بخش های مختلف موضوعات **FMS** :

۱- مثال های موضوعی **(Object Examples)** :

i. آلارم ها **(Alarms)**

ii. پیوند ها **(Linkages)**

iii. برنامه های زمانبندی **(Schedules)**

iv. واسط مخابراتی مجازی **(VCR)**

۲- لغتنامه موضوع **(OD or Object Dictionary)** : هر موضوع با یک شماره بنام اندیس مشخص می شود. در سبستم های باز به

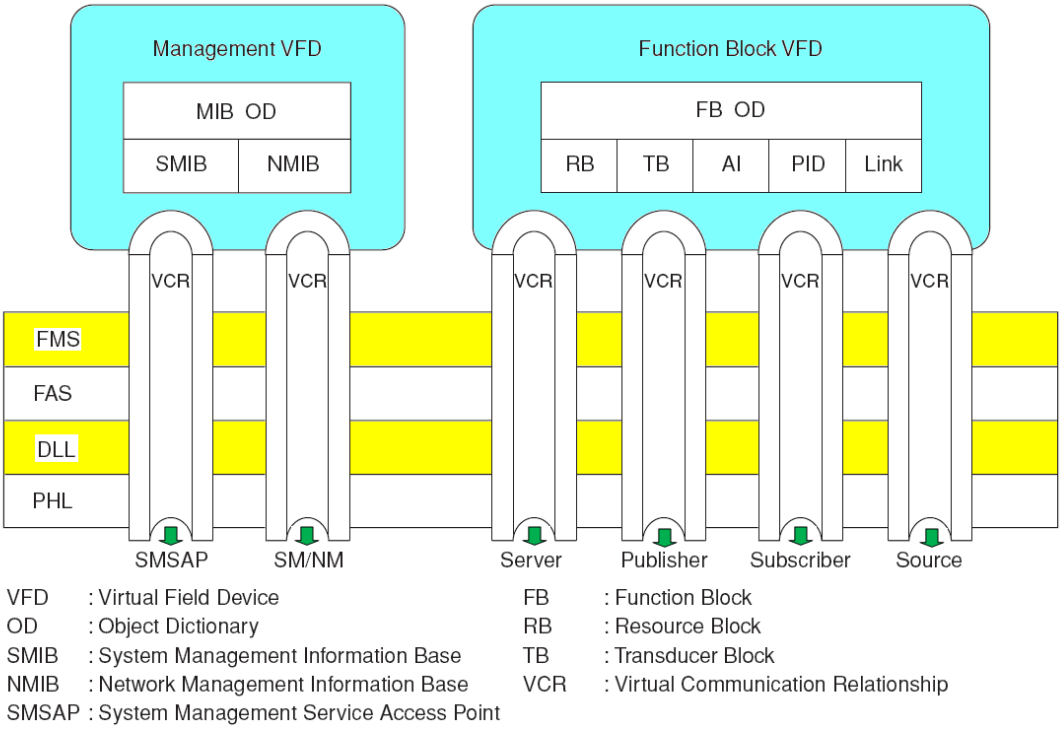
اطلاعات اضافی برای توصیف یک موضوع نیاز است که این اطلاعات را لغتنامه موضوع می گویند.

- مبنای اطلاعات مدیریتی **(MIB or Management Information Base)**:

MIB رفتار سیستم و شبکه را کنترل می کند و بر دو نوع است:

۱- **NMIB: Network MIB**

۲- **SMIB: System MIB**



شکل ۶ -۶ : تجهیز مجازی فیلد و ارتباطات آن

- متغییر های ثبت **(Record Variable)** :

۱- پارامترهای بلوک تابع

۲- **VCR**

۳- **NMIB**

۴- **SMIB**

متغیر اساسی ترین موضوع است که حاوی یک مقدار می باشد و به سه دسته تقسیم می شود:

۱- متغیر ساده

۲- متغیر ثبت (structure or record)

۳- متغیر آرایه ای

- سرویس های FMS :

۱- دسترسی به متغیرها :

i. خواندن

ii. نوشتن

iii. گزارش اطلاعات

iv. تعریف لیست متغیرها

v. پاک کردن لیست متغیر ها

۲- مدیریت رویدادها(Events) :

i. ابلاغ رویدادها (Event Notification)

ii. تایید ابلاغ رویدادها (Acknowledge)

iii. نمایش تغییر وضعیت رویداد

۳- مدیریت حوزه (Domain): حوزه یک فضای حافظه است و به فضای داده و برنامه تقسیم می شود. یک خدمات گیرنده یا client مثل ترانسمیتر می تواند داده ها را به حوزه دانلود

کند و یا محتویات حوزه را از طریق **FMS** آپلود نماید. چون اندازه یک حوزه از اندازه رمز گشایی شده **FMS** بزرگ تر است، عمل دانلود یا آپلود در **FMS** بصورت قسمت – قسمت انجام می شود. دلیل استفاده سرویس های آغازین و پایانی در بلوک داده ها همین است.

۴- احضار یا فراخوانی برنامه **(Program Invocation)** :

۵- مدیریت واژه نامه موضوع

۶- مدیریت محتویات **(Contents)**

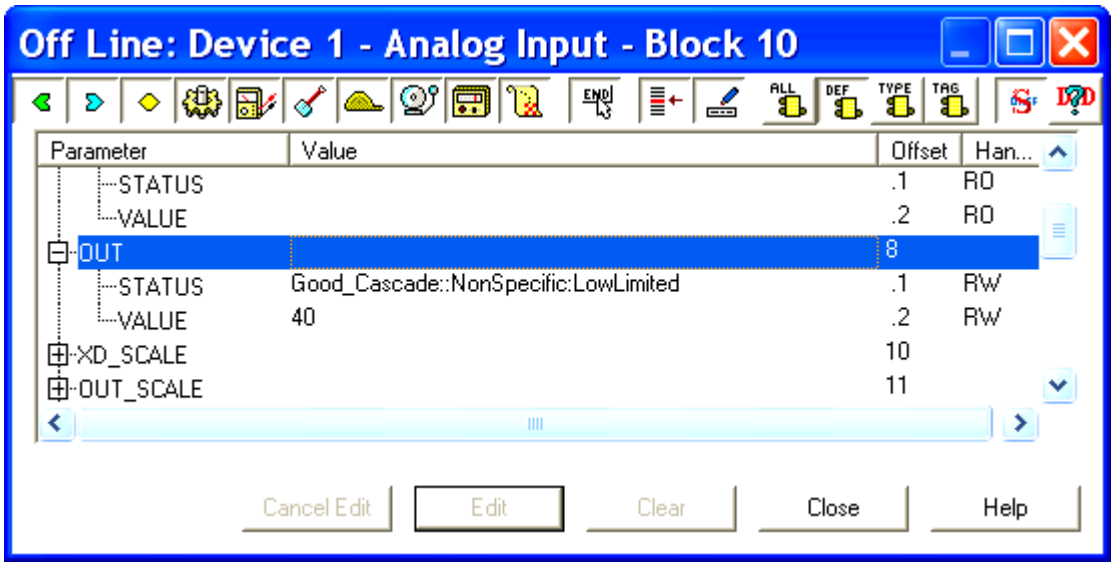
- واحدهای پروتکل داده **(PDU, Protocol Data Unit)**:

برای برقراری و ایجاد ارتباط تجهیزات و سیستم بکار می روند. لیست **PDU** های پیوند داده به صورت زیر می باشد:

DL PDU	نام	کاربرد
EC	Establish Connection	Connect DLCEP.
DC	Disconnect Connection	Disconnect.
CD	Compel Data	Poll a Publisher.
DT	Data Transfer	Send a data unit.
PT	Pass Token	Give the token.
RT	Return Token	Return the token.
RI	Request Interval	Request more PT.
PN	Probe Node	Search new node.
PR	Probe Response	Join the link.
TD	Time Distribution	Synchronize Time.
CT	Compel Time	Request TD.
RQ	Round-trip Time Query	Measure delay in TD.
RR	Round-trip Time Response	
CL	Claim LAS	Becomes LAS.
TL	Transfer LAS	Request LAS role.
IDLE	Idle	No activity

➢ زیر اندیس **(Sub index)** :

اندیس یک اندیس یا اندیس دوم یک متغیر چندگانه است. شکل زیر متغیر مقدار خروجی یا **OUT** را نشان می دهد که اندیس آن ۸ است و مقدار آن زیراندیس ۱ و وضعیت آن زیر اندیس ۲ را داراست:



شکل ۱-۶ : نمایش متغیر ، اندیس و زیر اندیس

➢ پارامترها یا متغیرهای فیلدباس:

همانطور که قبلاً گفته شد و همچنین در شکل ۶-۱ می بینید، هر بلوک یک سری پارامتر دارد که با انتخاب یکی از آنها از طریق اندیس **FMS** در دسترس قرار می گیرند و به سه دسته تقسیم می شوند:

i. ورودی ها
ii. خروجی ها
iii. پر شده یا **contained**

➢ مدهایی که یک بلوک می پذیرد **(Block Mode)** :

۱- **O/S (Out Of Service)** : خارج از سرویس

۲- **MAN(MANual)**: مد دستی

۳- **AUTO (AUTOmatic)** : مد اتوماتیک یا دنباله رو نقطه تنظیم

۴- **CAS (CAScade)** : مد آبشاری ، نقطه تنظیم از بلوک بالا دستی گرفته می شود

۵- **RCAS (Remote CAScade)** : نقطه تنظیم از یک دستگاه رابط مثل **IF** گرفته می شود

۶- **ROUT (Remote OUTput)** : خروجی به یک دستگاه رابط مثل **IF** ارسال می شود

۷- **LO (Local Override)** :در زمان ایجاد خطا فعال می شود و بلوک را به حالت پیرو یا **Tracking** می برد.

۸- **IMAN (Initialize MANual)** : نشان دهنده این است که بلوک بالادستی در مد آبشاری نیست. گاهی در زمان قطع ارتباط نرم افزاری بلوک ها هم این مد ظاهر می شود.

Mode type	Source of SP	Source of OUT
O/S	User	User
Iman	User	Other function block – following BKCAL_IN parameter
LO	PID / EPID / APID : User AO / DO : Fault state (last value or FSTATE_VAL)	PID / EPID / APID : Other function block – following TRK_VAL parameter AO / DO :Fault state (last value or FSTATE_VAL)
Man	User	User
Auto	User	Block algorithm
Cas	Other function block – following CAS_IN parameter	Block algorithm
Rcas	Control Application running on an interface device	Block algorithm
Rout	Block keeps last value	Control Application running on an interface device

شکل ۲ – ۶ : لیست مد بلوک ها و مسیر نقطه تنظیم و خروجی آنها

- وضعیت های مشاهده پارامترها **(View Object)** : پارامترهای هر بلوک را می توان در وضعیت های زیر مشاهده کرد:

۱- **Operation Dynamic** : لیست پارامترهای دینامیک که برای کنترل کارخانه ضروری هستند

۲- **Operation Static** : لیست پارامترهای ثابت که با پارامترهای دینامیکی و قابل تغیر در ارتباطند

۳- **All Dynamic**

۴- **All Static**

- فایلهای اطلاعاتی تجهیزات فیلدباس **(Device Information Files)** :

۱- فایل توصیف تجهیز یا **Device Description File (DD)**

۲- فایل قابلیت های تجهیز **Capability Files (CF)**

فایل های **DD** : اطلاعاتی در مورد بلوک ها به ما می دهند و به دو قسمت تقسیم می شوند:

۱- **Device Description Language (DDL)** : هر سازنده مشخصات ویژه خود را در این فایل قرار می دهد.

۲- **Device Description Service (DDS)** : یک رابط نرم افزاری برای **HMI** است که اطلاعات را از **DD** بازگردانی می کند.

پسوند فایل های **DD** :

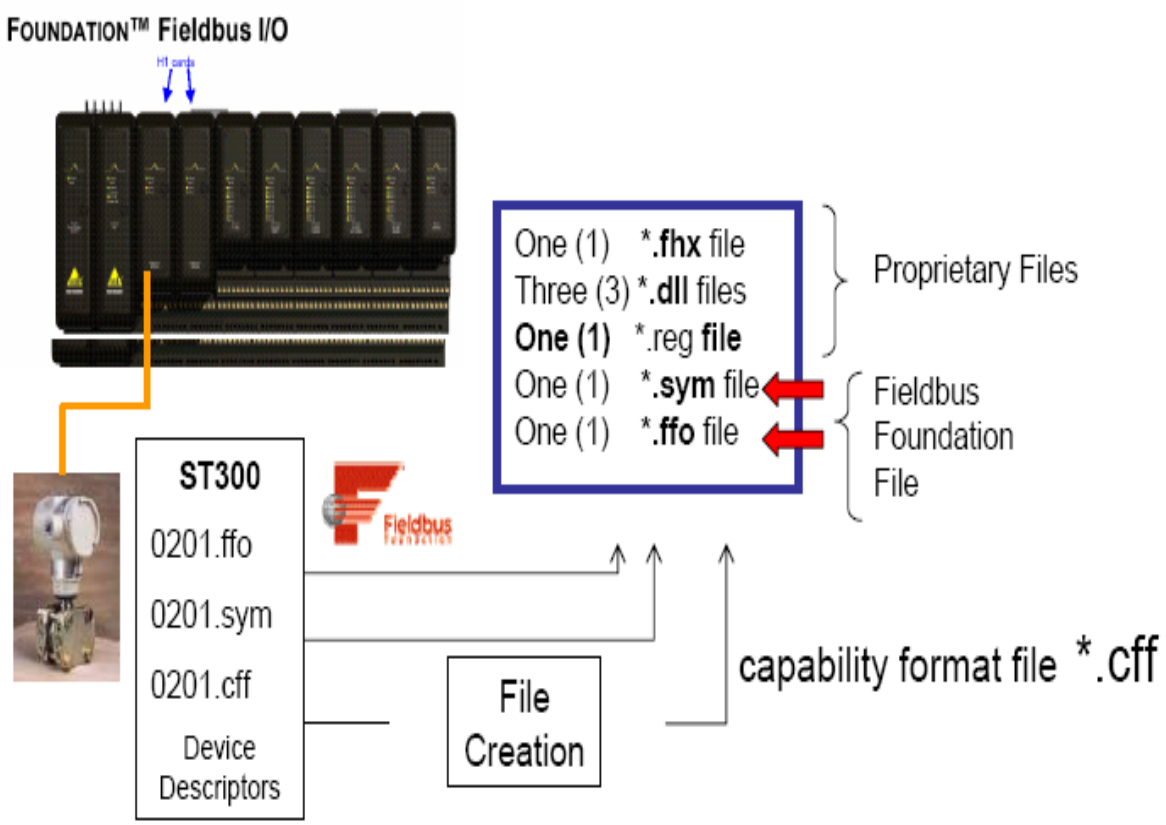
۱- ***.ffo** : فایلهای باینری

۲- ***.sym** : فایل لیست سمبل ها

فایل قابلیت های تجهیز **Capability Files (CF)**: اطلاعاتی در مورد توانایی های شبکه و بلوک های کاربردی به ما می دهد و برای پیکربندی **off-line** مناسب است.

پسوند فایل های **CFF** یا **CF** ، ***.cff** می باشد که به نام **Common File Format** یا **CFF** نیز مشهور می باشد.

در ویندوز این فایل ها را با استفاده از **notepad** می توان ساخت فقط کافی است پسوند فایل ***.txt** را به ***.cff** تغییر دهیم.



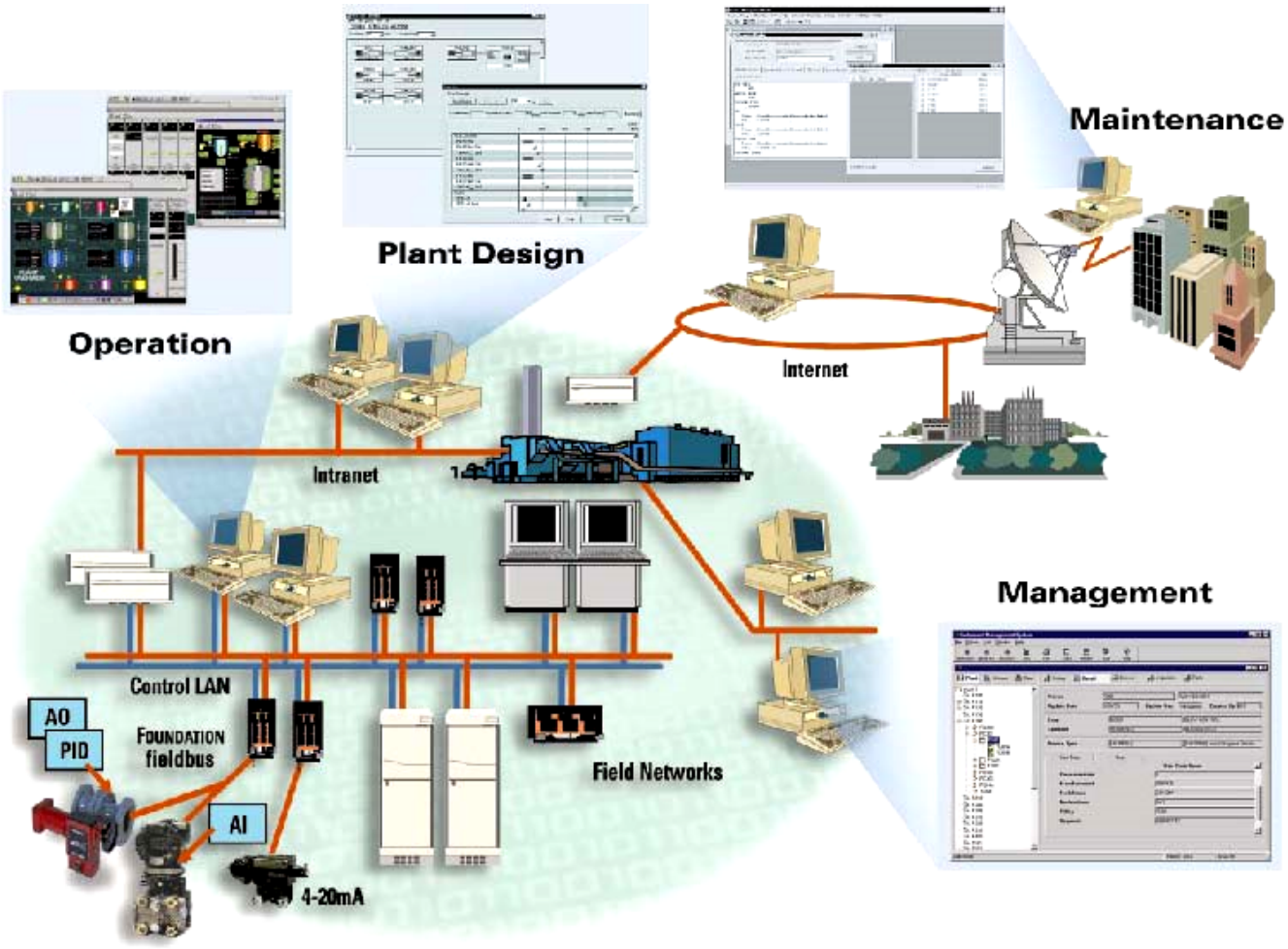
شکل ۳-۶ : فایل های مورد استفاده در فیلدباس و محل استقرار آنها

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل هفتم:

پیکربندی فیلدباس



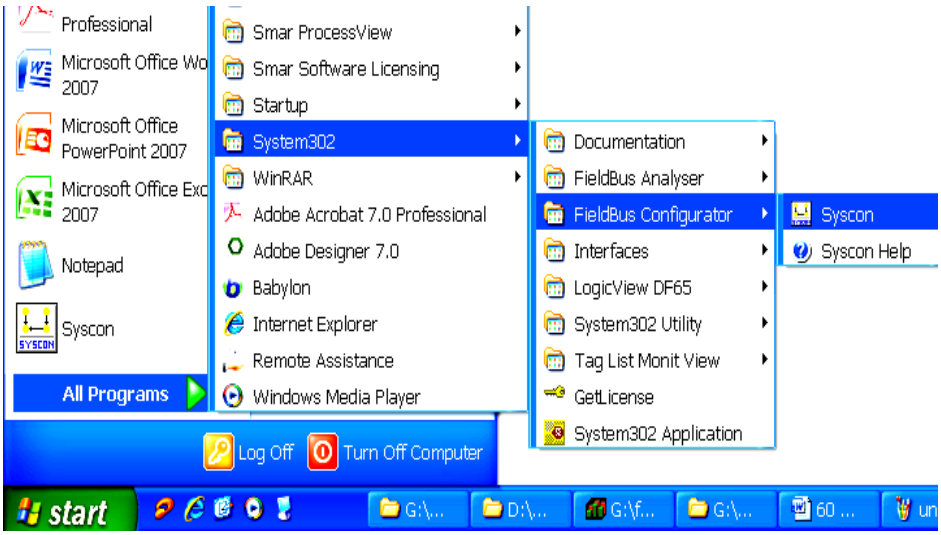
➢ برنامه پیکربندی SYSCON:

همانطور که در بخشهای گذشته و در معرفی فیلدباس عنوان شد ، سیستم FCS بدون در نظر گرفتن سیستم های کنترل بی سیم (wireless control system) که چند سالی است بخاطر مزایایی که در عدم استفاده از کابل دارند بسیار مورد توجه قرار گرفته اند جدید ترین سیستم کنترلی است که با بهره گیری از شبکه کردن تجهیزات درون کارخانه و بر مبنای سیستم DCS ایجاد شده است .

مهمترین ویژگی فیلدباس بهره گیری از نرم افزارهای مختلف جهت پیکر بندی ، نمایش و حتی عیب یابی و رفع عیب های بوجود آمده در آن است . از این رو دانستن و فراگیری نرم افزارهای آن کاملاً ضروری و لازم است .

در اینجا برای درک مفاهیم تشریح شده در فصل های گذشته و کسب یک تجربه عملی با فیلدباس به ایجاد یک پروژه هر چند کوچک می پردازیم.

شکل زیر نشان دهنده نحوه دسترسی به نرم افزار Syscon که نرم افزار پیکر بندی فیلدباس اسمار است را نشان می دهد :



شکل ۱-۷ : محل برنامه SYSCON از منوی START

این نرم افزار ها روی windows NT , windows 2000 SP3 به بالا و windows XP قابل نصب هستند . می توان تمام نرم افزارهای یاد شده را روی یک ایستگاه کاری نصب کرد اما چون در شبکه ها هر کامپیوتر وظیفه ای جدا گانه دارد ، بسته به کارکرد آن کامپیوتر برنامه ی مورد نیاز روی آن نصب می شود . مثلاً روی کامپیوتر مهندسی (Engineering Workstation) برنامه های پیکر بندی و عیب یابی ، روی کامپیوترهای مونیتورینگ (operator workstations) برنامه های نمایشی و مراقبتی و روی سرورها (server) برنامه های گرد آوری و توزیع داده ها (Data Acquisition & Distributing) نصب می شود .

با مقدماتی که از شبکه های کامپیوتری و سیستم کنترل فیلدباس گفته شد اکنون آماده کارکردن با نرم افزارهایی که جهت طراحی و ایجاد یک سیستم کنترل بکار می روند می باشیم .

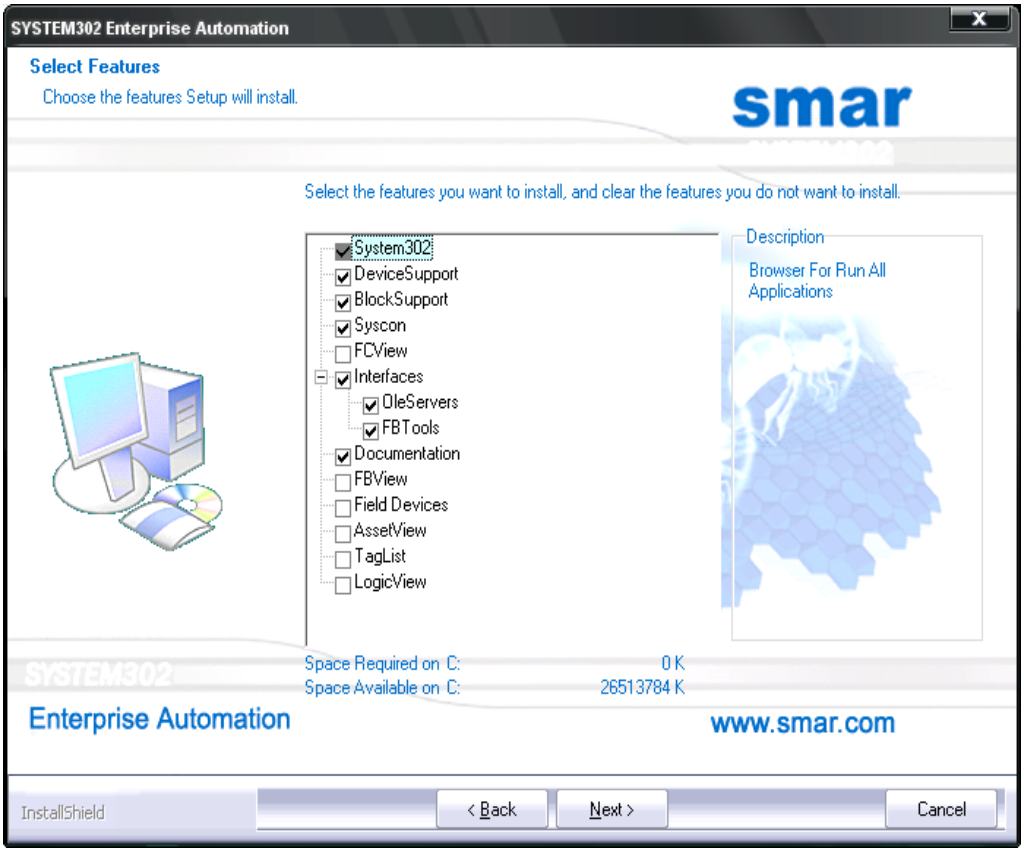
قبلاً گفتیم هر سیستم کنترل دارای حداقل دو نرم افزار لازم جهت پیاده سازی استراتژی های کنترلی و نمایش آنها و فرایند مربوطه در کامپیوترهای مونیتورینگ است. از یک نرم افزار جهت طراحی ، پیکربندی و ایجاد استراتژی های کنترلی استفاده می شود، اینکه چگونه ترانسمیترها و شیرهای کنترلی ، سوییچها و خروجی های گسسته مثل uv (on / off valve) ها عمل کنند و نسبت به داده های ورودی به سیستم چه تصمیمی گرفته شود و چگونه خروجی ای ساخته شود در سیستم کنترل فیلدباس شرکت smar این نرم افزار (system configuration) syscon نامیده می شود .

نرم افزار دیگر که جهت دریافت اطلاعات پیکر بندی شده و داده هایی که تجهیزات کنترلی برای ما می سازند و نمایش آنها روی مانیتور بکار می رود Graphworx نامیده می شود به منظور پیاده سازی سیستم کنترلی و مونیتورینگ ما باید ابتدا شبکه ی کنترلی را پیاده سازی کنیم . همانطور که در بخش آشنایی با شبکه های کامپیوتری آمده است طراح سیستم کنترل بسته به گستردگی ، میزان سرعت ، حجم اطلاعات و نحوه ی قرار گرفتن server / client ها نوع شبکه را تعین می

کند . گاهی از دو و یا حتی سه توپولوژی شبکه برای تبادل و انتقال اطلاعات استفاده می شود . مرسوم ترین توپولوژی هایی که در شبکه استفاده می شوند باس و رینگ می باشند .

➢ طراحی یک پروژه با syscon :

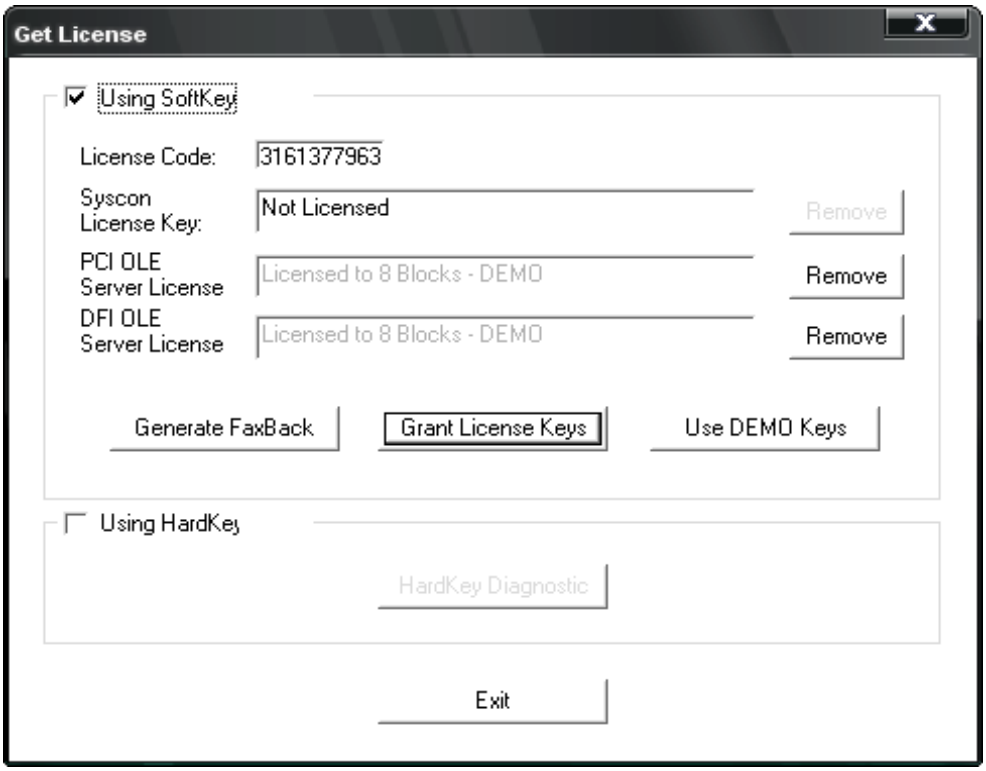
بعد از نصب برنامه ی system 302 تمام نرم افزارهای لازم جهت آماده سازی ، پیکر بندی و عیب یابی تجهیزات را می توان به دلخواه نصب کرد بصورت زیر:



شکل ۲-۷: نصب اختیاری برنامه ها

همانگونه که گفته شد اصلی ترین برنام جهت اجرای پروژه و استراتژی کنترلی برنامه ی syscon است . این برنامه باید دارای لیسانس (License) از طرف شرکت سازنده باشد وگرنه اجرا نخواهد شد از آنجا که قیمت خرید لیسانس آن چندین هزار دلار هزینه بر می دارد، شرکت smar ، برنامه demo آنرا برای ایجاد هشت بلاک کنترلی بصورت رایگان عرضه کرده است . بدین ترتیب از

طریق گزینه Start > All Programs >System 302 ، Get license را اجرا کرده تا شکل ۷-۳ نمایان شود:



شکل۳ -۷ : پنجره دریافت لیسانس

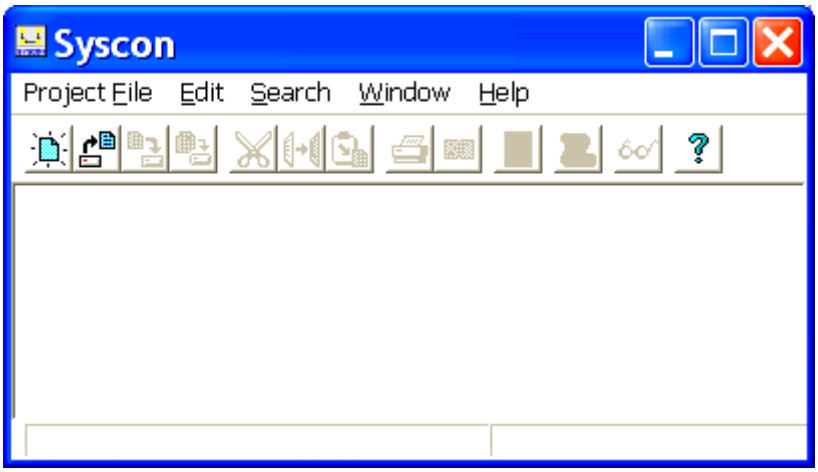
سپس دکمه ی Use DEMO Keys را زده و روی Grant License Keys کلیک می کنیم و سپس ok را می زنیم تا برنامه بصورت demo فعال شود.

شکل ۴ -۷

حال با باز کردن برنامه ی syscon از مسیر:

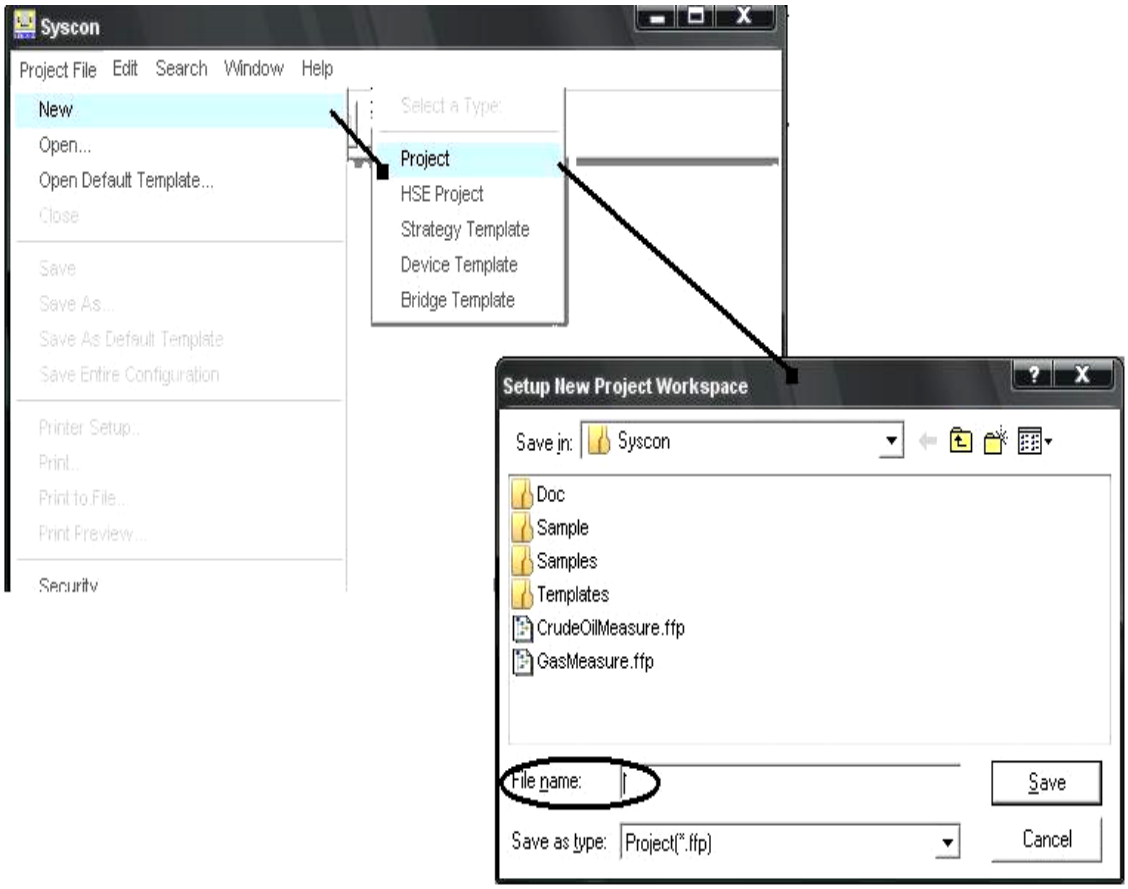
Start > All Programs > System 302 > System Configurator

وارد برنامه ی Syscon می شویم:

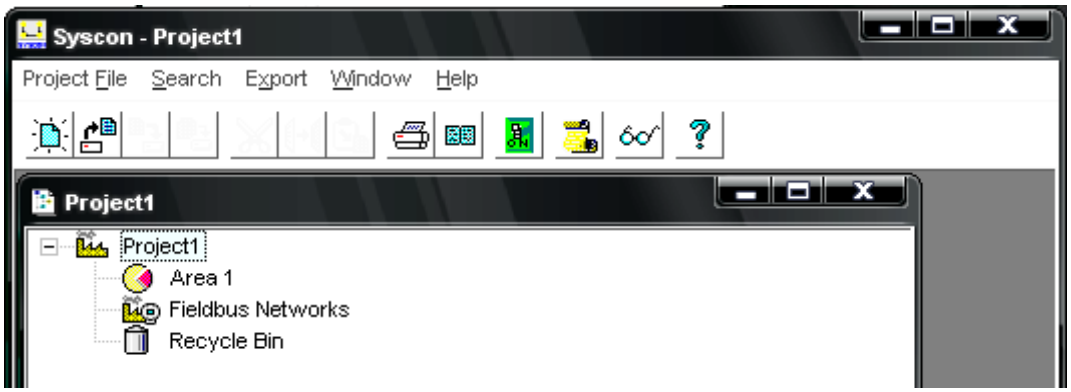


شکل ۵- ۷

روی گزینه ی new Project کلیک کرده و یک فایل جدید به نام Project1 را ایجاد می کنیم حتماً باید از طریق کادر زیر یک نام برای پروژه انتخاب کنیم:

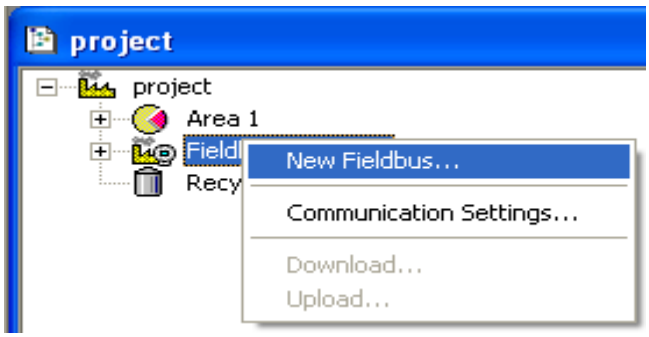


شکل ۶-۷

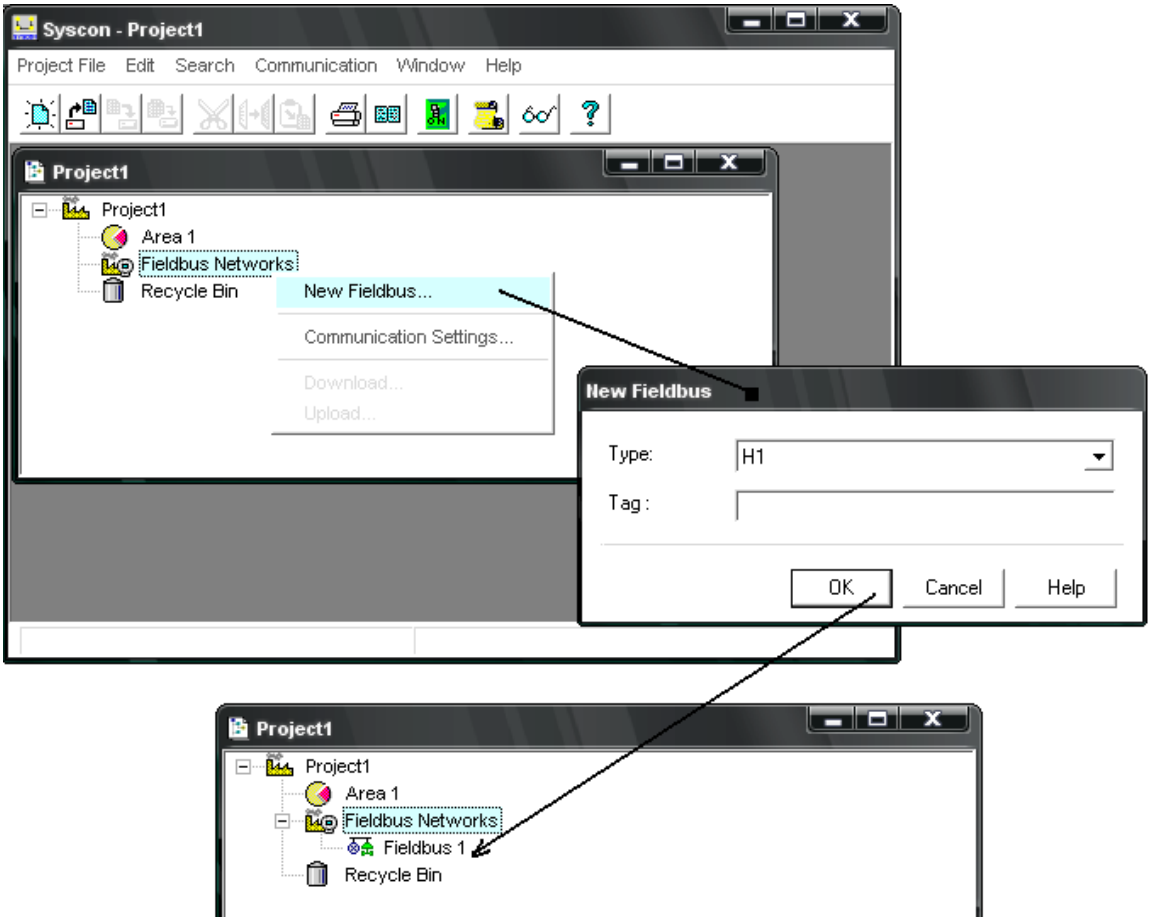


شکل۷-۷

اگر روی Fieldbus Networks کلیک راست کنیم منوی زیر ظاهر می شود که باید گزینه ی New Fieldbus را انتخاب کنیم که شکل زیر ظاهر می شود :

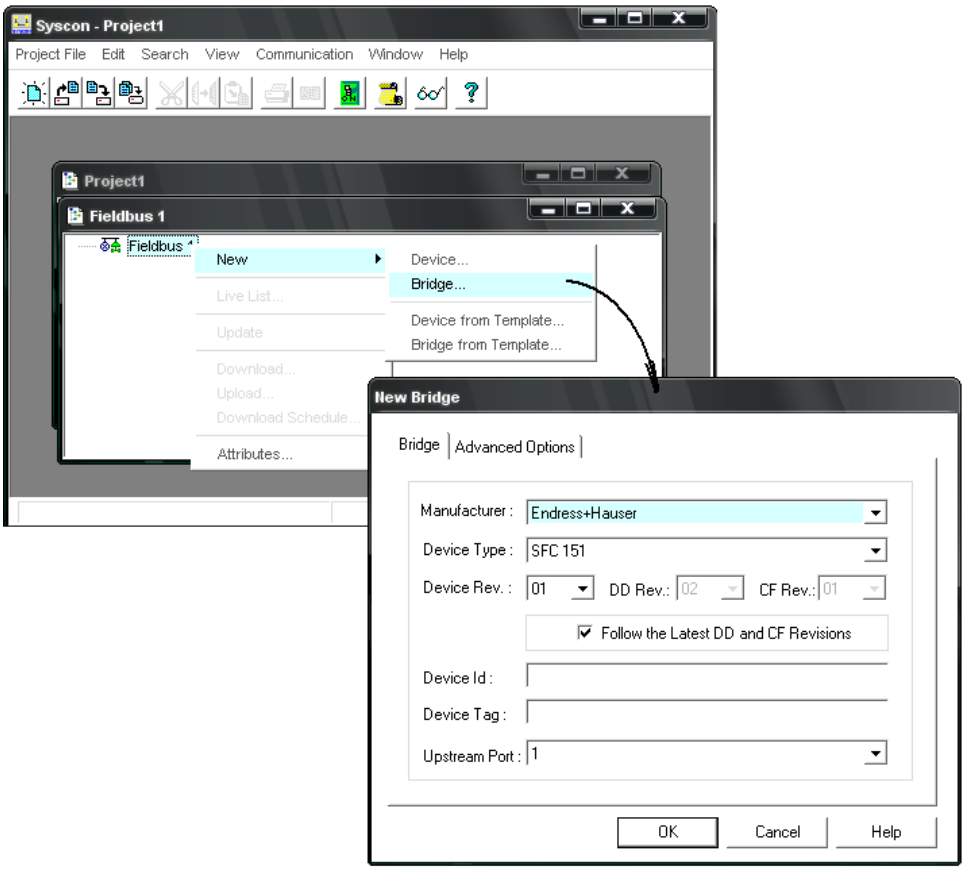


شکل۸ -۷

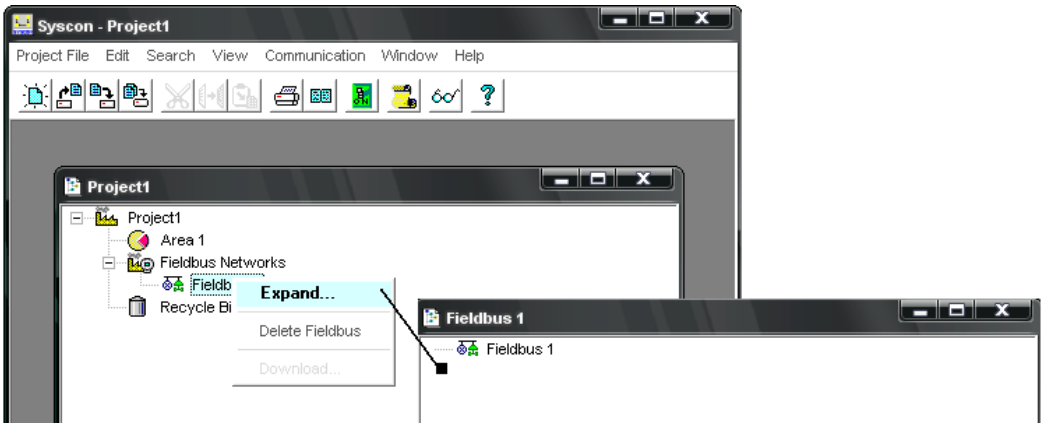


شکل ۹ -۷

می توانیم اسم فیلدباس جدید را به دلخواه انتخاب کنیم . اگر اینکار را نکنیم برنامه بصورت پیش فرض نام آنرا Fieldbus1 می گذارد .



شکل ۱۰ -۷

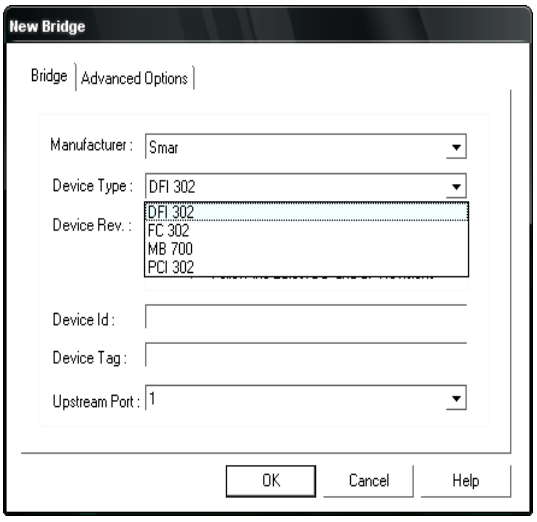


شکل ۱۱ -۷

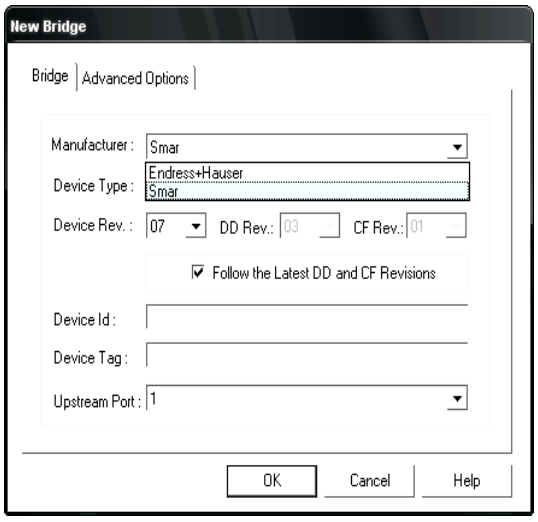
حال باید روی آیکن فیلدباس جدید کلیک راست کرده و یک پل (Bridge) ایجاد نماییم این کار را با دو کلیک روی آیکن یاد شده نیز قابل انجام است(شکل۷-۱۱).

برای انتخاب پل می توان از لیست سازندگانی که قبلاً در حین نصب برنامه ی system302 توسط گزینه ی Device Support انتخاب شده اند یکی را انتخاب کرد . هر سازنده بنابر

استاندارد سازگاری تجهیزات فیلدباس (interoperability) یک پل با نامی مجزا دارد . بهتر است که جهت تهیه و تدارک تجهیزات از یک نوع سازنده استفاده کنیم .



شکل ۷- ۱۲



شکل ۷ - ۱۳

پل معرفی شده توسط smar با عنوان DF51 یا MB700 نامگذاری شده اند .با زدن Ok پنجره ی زیر ظاهر می شود(شکل۷-۱۴).

- DF51 Fieldbus Controller :

یک کنترل کننده است که علاوه بر ایجاد ارتباط باس H1 ، ارتباطات بین تجهیزات نصب شده روی باس H1 رانیز به عهده دارد.

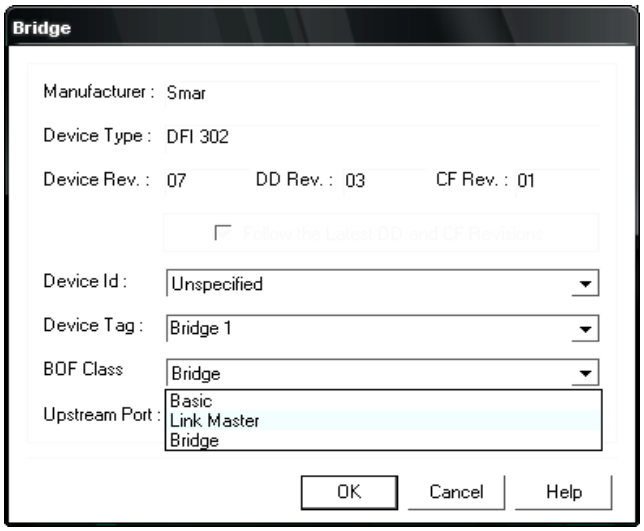
شکل ۷- ۱۴

زمانی که از طریق ایستگاه کاری مهندسی (Engineering Work Station) برنامه های طراحی شده را درون تجهیزات کنترلی مثل ترانسمیترها و شیرهای کنترلی دانلود)

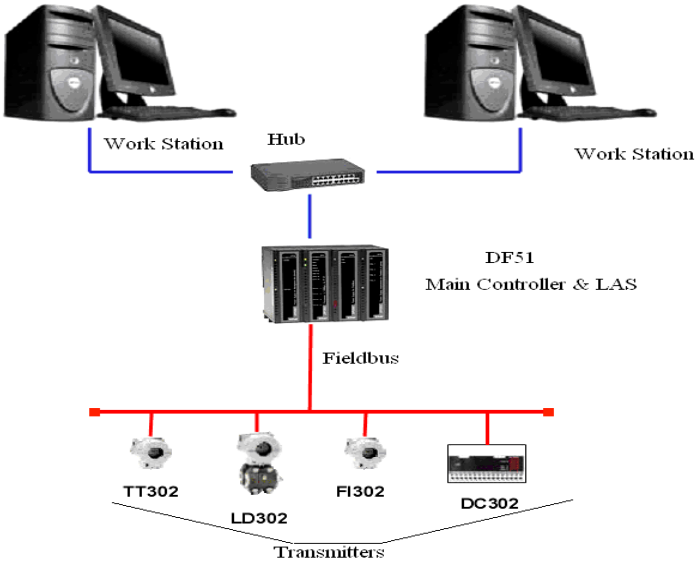
(Download می کنیم مسیر داده ها از طریق باس HSE (High speed Ethernet ، باس H2 (باسی که بین Hub و DF51 قرار دارد و پس از باس H1 گذر کرده و به تجهیز فرستاده می شود .

ما می توانیم بلوک های کنترلی را یا درون DF51 قرار دهیم یا درون خود ترانسمیتر یا شیرهای کنترلی اما معمولاً برای بهره گیری از سرعت و امنیت کافی در اطلاعات بلوک های کنترلی را درون تجهیزات روی باس قرار می دهند تا پردازنده ی DF51 بیشتر به امور ارتباطی و کنترل خط بپردازد و وظیفه ی پردازش اطلاعات به عهده ی پردازنده ی تجهیزات قرار داده شود .

- هر باس باید یک مدیر داشته باشد تا ارتباطات را برنامه ریزی کند . و اینکار با معرفی یک تجهیز به عنوان برنامه ریز فعال پیوند یا Link Active Scheduler یا به اختصار LAS امکان پذیر است.

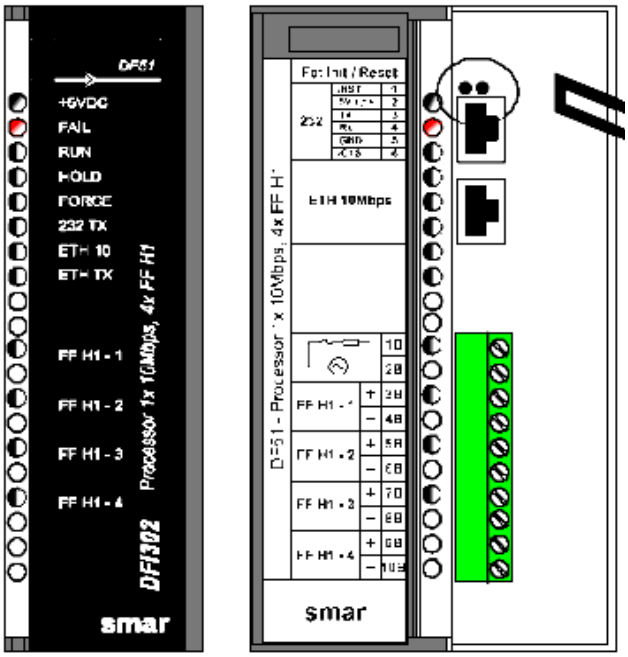


شکل ۱۵ - ۷ الف نحوه انتخاب LAS در سیستم



شکل ۱۵ - ۷ ب LAS و قرار گرفتن آن در شبکه

- روی باس H1 می توان حداقل یک و حداکثر تمام تجهیزات را بصورت LAS تعریف کرد . اگر LAS اصلی به هر دلیلی از کار بیفتد LAS دوم عهده دار مدیریت باس خواهد شد .



شکل۱۶ – ۷: نمای کارت DF51

➢ MB700:

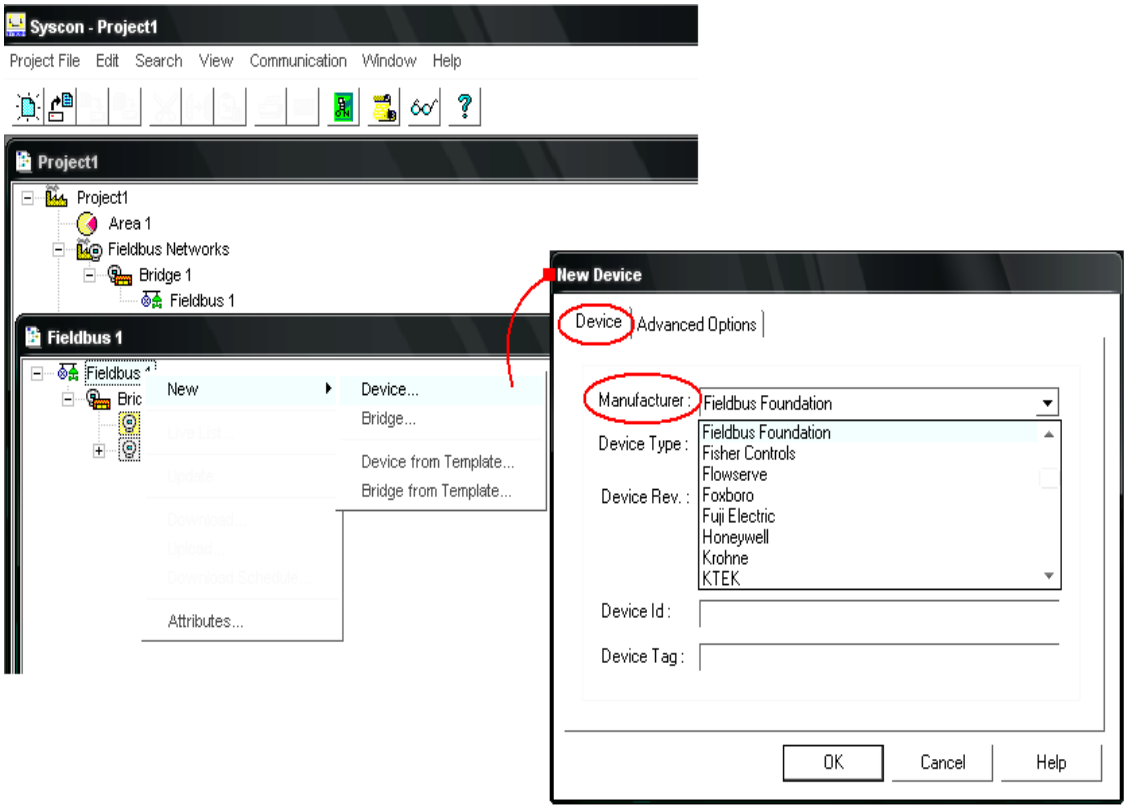
پل دیگری است که ارتباط بین Modbus یا RS-232 با فیلدباس را فراهم کند وظیفه ی MB700 برقراری ارتباط سیستم های سطح پایین (subsystems) مثل PLC ها ، DCS و.... با FCS است که گاهاً پیوند دهنده ی سریال یا Serial Link نیز خوانده می شود.

شکل۱۷ – ۷ : نمای کارت MB-700 که با یک منبع تغذیه روی یک rack نصب شده اند.

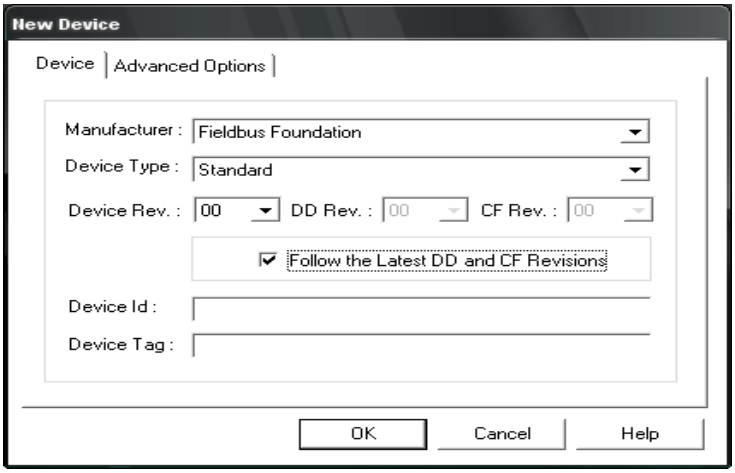
در اینجا چون می خواهیم یک شبکه ی کنترلی فیلد باس ایجاد کنیم DF51 را به عنوان پل انتخاب می کنیم . پس تا اینجا در می یابیم که با ایجاد Project 1 دو گزینه ی Area I و Fieldbus Network ایجاد شدند . Area1 محیط طراحی استراتژی کنترلی است. در این قسمت با ارتباط دهی بلوک های کنترلی به هم تعیین می کنیم کدام بلوک ها با هم کار کنند و چه کاری انجام دهند و در اصل ارتباط نرم افزاری بلوک ها را تعیین می کنیم .

گزینه ی Fieldbus Networks ارتباط فیزیکی و سخت افزاری ترانسمیتر ها با شبکه ی فیلدباس است . ما در اینجا تعیین می کنیم چند باس ایجاد شود و روی هر باس چه ترانسمیترهایی و به چه تعداد قرار گیرند و سپس بلوک های کنترلی مورد نیاز برای هر ترانسیمتر را انتخاب می کنیم . نامگذاری بلوک ها و ترانسمیترها نیز در اینجا انجام می شود . بعد از ایجاد

New Field bus و Expand آن با دوبار کلیک و اختصاص یک پل DF51 به آن ، اگر روی New Fieldbus کلیک راست کنیم و گزینه ی New Device را انتخاب نماییم می توانیم تجهیزات مورد نظر خود را به باس اضافه کنیم پنجره ی زیر نشان دهنده ی تجهیزاتیست که می خواهیم بکار بگیریم .



شکل ۱۸ - ۷



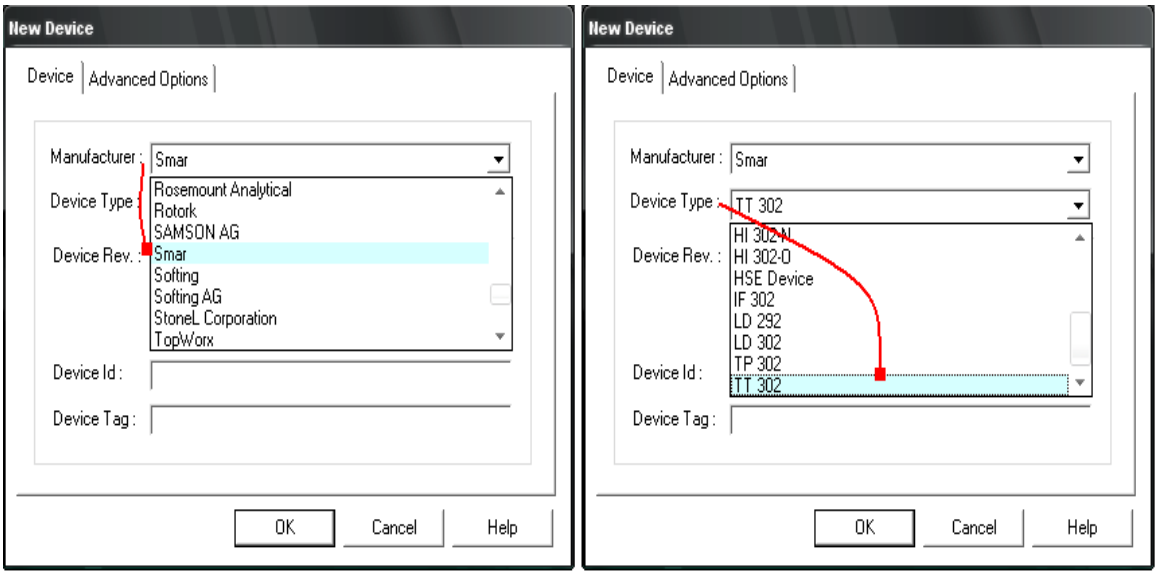
شکل ۱۹ – ۷

گزینه های زیر را می توانیم انتخاب کنیم :

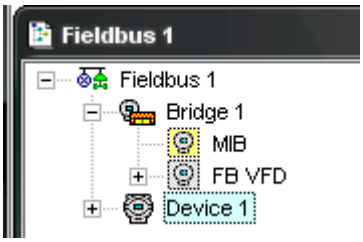
Manufacturer	نام سازنده
Device Type	نوع تجهیز (ترانسمیتر ، ولو .....)
Device Rev	نسخه ی تجهیز (نرم افزاری)
DD Rev	نسخه ی توصیف تجهیز
CF Rev	نسخه ی فایل قبلیت های تجهیز
Device ID	مشخصات تجهیز (در حالت on – line ظاهر می شود)
Device Tag	نامی که برای تجهیز انتخاب می شود

اگر گزینه ی Follow the Latest DD and CF Revisions را تیک بزنیم آخرین نسخه از DD و CF برای تجهیز انتخاب می شود.

اگر برای تجهیز Tag انتخاب نکنیم بصورت پیش فرض اسم Device 1 انتخاب می شود و با زدن دکمه ی ok تجهیز بصورت شکل زیر به شبکه اضافه می شود:

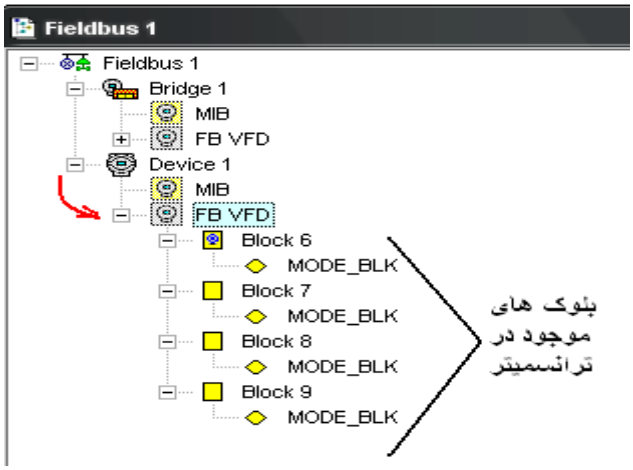


شکل ۲۰ – ۷ : انتخاب سازنده، نوع و نام ترانسمیتر



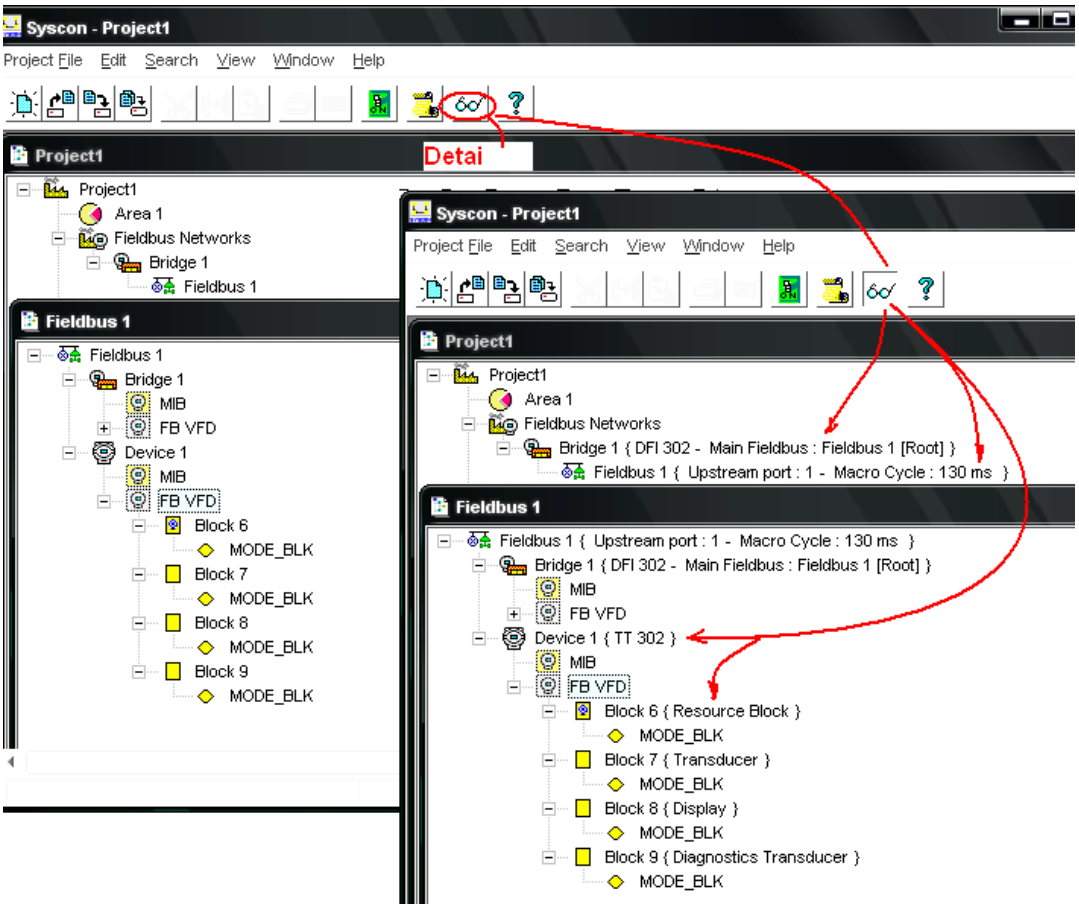
شکل ۲۱ – ۷ : اضافه شدن ترانسمیتر با زدن دکمه ی ok به شبکه

با زدن علامت + روی تجهیز می توان بلوک هایی که برای عملکرد پایه ی تجهیز مورد نیاز است را مشاهده کرد .



شکل ۲۲ – ۷ : اضافه شدن بلوک به ترانسمیتر با زدن

با زدن دکمه ی جزییات یا Detail روی نوار آیکن ها در بالای برنامه می توانیم جزییات دقیق تمام دستگاهها و بلوک ها را مشاهده کنیم. این امر ما را در نامگذاری تجهیزات و بلوک ها کمک می کند و سرعت عیب یابی و کشف خطا ها را بالا می برد. شکل ۲۳ – ۷ جزییات به نمایش در آمده بعد از زدن Detail را نشان می دهد.

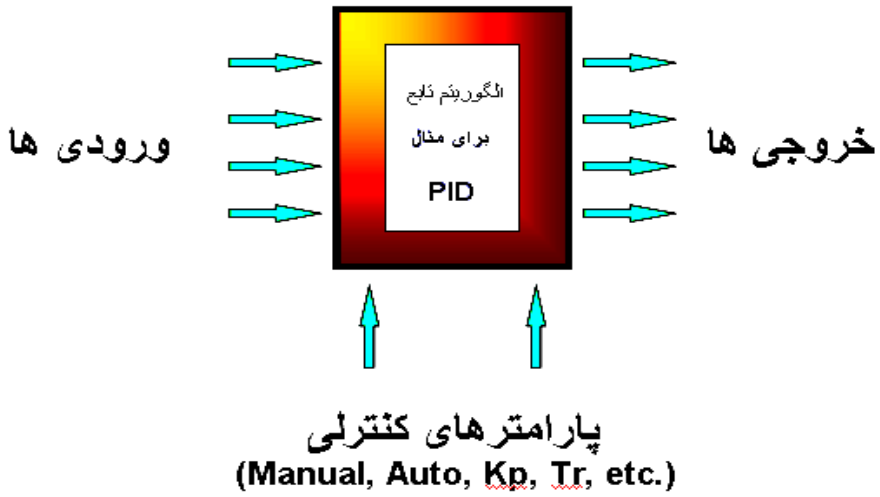


شکل ۲۳ - ۷

قبل ازپرداختن به ایجاد بلوک ها در دستگاههای طراحی شده روی باس لازم است مختصری درباره ی بلوک ها و انواع آنها صحبت کنیم .

- **کاربرد بلوکهای تابع :**

یک بسته ی نرم افزاری است که عمل خاصی را انجام می دهد و شامل چند ورودی و چند خروجی است ، هر بلوک پارامترهایی دارد که یا فقط خواندنی اند (RO) و یا خواندنی-نوشتنی (RW) ، تنظیمات هر بلوک از طریق پارامترهای خواندنی – نوشتنی انجام می شود و از طریق پارامترهای فقط خواندنی می توان اطلاعات مفیدی درمورد عیب یابی و نحوه ی عملکرد بلوک بدست آورد .



شکل ۲۴ - ۷ شمای کلی یک بلوک تابع یا FB که در اینجا عملگر PID است.

بلوک ها به دو دسته تقسیم می شوند

۱- بلوک های پایه

۲- بلوک های تابع

زمانی که یک کارت کنترلی مثل DF51 ، MB700 و DF65 و .... یا یک کارت ترانسمیتر مثل TT302 ، FY302 و ....فاقد برنامه ی راه اندازبوده و بصورت خام هستند قابل استفاده در سیستم نمی باشند و باید برنامه ای روی آنها نصب کرد تا عملیات راه اندازی اولیه و شناخت قطعات جانبی مثل حافظه و سنسور را انجام دهد این عمل دقیقاً مثل حالت BOOT در کامپیوتر است .

برنامه ی نصب شده برای اجرای بوت کارت را Firmware می گویند و دقیقاً شبیه BIOS کامپیوتر عمل می کند . به علاوه همراه Firmware چندین بلوک بصورت پایه قرار داده شده اند که ارتباطات لازم و اولیه ی ترانسمیتر یا کارت کنترلی را با قطعات جانبی آنها فراهم می آورند . این بلوک ها عبارتند از:

۱. بلوک منبع (Resource Block)

۲. بلوک تراگردان (Transducer)

۳. بلوک نمایش (Display)

۴. بلوک مشخصه یا عیب یابی (Diagnostic)

وظیفه ی بلوک منبع (RB) ارتباط با CPU و عملکرد کارت است در این بلوک می توانیم نسخه ی کارت و نرم افزار آنرا مشاهده کنیم ، مجوز تغییرات را در حالت کار کردن به کارت بدهیم ، CPU و خود بلوک را باز نشانی (Reset) کنیم .

بلوک تراگردان (TB) ارتباط با سنسور را برای ما ممکن می سازد در این بلوک تمام پارامترها و مشخصات مربوط به سنسور را از نام سازنده گرفته تا محدوده ی کاری و عملیات کالیبراسیون قابل انجام است .

بلوک نمایش (DB) نیز وظیفه ی ارتباط با نمایشگر LCD که روی کارت نصب می شود و نحوه ی پیکر بندی آنرا به عهده دارد .

در تمام کارتهای تجهزات ترانسمیتری و شیرهای کنترلی این بلوک ها با دانلود Firmware وجود دارند اما در کارتهای کنترلی مثل DF51 و MB700 و HI302 و ..... فقط بلوک منبع و تراگردان ایجاد می شوند چون کارتهای فوق فاقد نمایشگر LCD می باشند .

زمانی که می خواهیم به طراحی استراتژی کنترلی بپردازیم باید بلوک های مورد نیاز دیگری را نیز به هر ترانسمیتر یا شیر کنترلی اختصاص دهیم . بلوک های زیر مرسوم ترین بلوک ها برای بکار گیری در ترانسمیتر هایمان می باشند و اصطلاحاً به خاطر عملی که انجام می دهند به آنها بلوک های تابع (کار) یا Function Block می گویند :

۱. AI یا Analog Input : ورودی آنالوگ است اطلاعات را از بلوک تراگردان گرفته و با پردازش مناسب به خروجی ترانسمیتر ارسال می کند مقداری که از خروجی AI گرفته می شود همان مقدار یست که ما از ترانسمیتر انتظار داریم که نشان بدهد . این بلوک فقط مختص به ترانسمیتر است و نمی توان آنرا برای شیر کنترلی (CV) بکار گرفت .

۲. AO یا Analog Output : خروجی آنالوگ می باشد . فرمانی که برای انجام عملیات کنترلی ایجاد شده است به این بلوک ارسال می شود . AO مستقیماً با خروجی هوا یا عملگر مکانیکی ارتباط دارد و در اصل سیگنال فیلدباس را به هوای # ۱۵ ~ ۳ تبدیل می کند . این بلوک نیز فقط مختص به شیرهای کنترلی و بلوک های تبدیل فیلدباس به هوا (F / P) می باشد .

۳. PID (Proportional – Integral – Derivative) : مشتق گیر – انتگرالگیر و تناسب ساز است. بدون استفاده از PID ها امکان کنترل کردن با پایداری کامل و دقت بالا و همچنین پیش بینی فرایند امکان ندارد و درپشت هر بلوک AO حتماً یک بلوک PID نیز وجود خواهد داشت .

۴. بلوک Timer : زمانبندی های مناسب و مطلوب را برای ما ایجاد می کند .

۵. بلوک CST (constant) : یک عدد ثابت برای ما ایجاد می کند در بعضی از حالات کنترلی نیاز است که فرایند از یک عدد ثابت به عنوان ورودی استفاده کند مثلاً در Trucking در بلوک های PID

۶. ISEL: input selector یا انتخابگر ورودی مثل یک مالتی پکسر عمل می کند که چند ورودی به آن می دهیم و یک خروجی از آن می گیریم و بیشتر در امر مقایسه ی ورودیها بکار می رود .

۷. OSEL: output Selector یا انتخابگر خروجی

۸. SPLT (Splitter) : تقسیم کننده است و همان عملیات مد split را اجرا می کند. هم می توان آنرا بصورت تک ورودی و هم بصورت دو ورودی بکار گرفت و در دو حالت استفاده می شود :

- مد تقسیم (split)
- مد توالی (sequencing)

۹. ARITH یا Arithmetic: یک بلوک محاسباتی است و برای اجرای فرمولهایی که در فرایند به آن نیاز داریم بکار می رود. جدول زیر فرمولهای پیش ساخته درون این بلوک را نشان می دهد که از طریق combo box مربوطه می توان هر کدام از آنها را انتخاب کرد . پارامترهای موجود در بلوک این امکان را فراهم می کند تا فرمولهای انتخاب شده را ویرایش و تغییر دهیم .

پس بطور خلاصه بلوک های استاندارد بصورت زیر دسته بندی می شوند :

۱) بلوک های ورودی :

۱. (Analog Input)AI
۲. (Digital Input) DI
۳. (Pulse Input) PI

۲) بلوک های خروجی :

۱. (Analog output) AI
۲. (Digital output) DI
۳. (Complex AO) CAO
۴. (Complex DO) CDO
۵. (STEP Output PID) STEP

۳) بلوک های کنترلی :

۱. (Manual Loader) ML
۲. (Bias / Gain) BG
۳. (Control Selector) CS
۴. PD
۵. PID

۶. (Ratio) RA
۷. (Device Control) DC
۸. (Set point Generator) SPG
۹. (Splitter) SPLT
۱۰. (Counter) COUNT

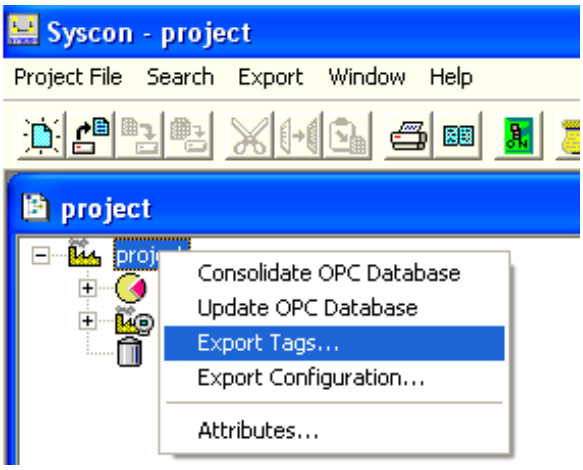
حال که با بلوک های پایه و استاندارد آشنا شدیم می توانیم از آنها در ترانسمیترها استفاده کنیم ،

باز زدن علامت به علاوه (+) روی ترانسمیتر ایجاد شده در syscon دوگزینه ظاهر می شود :

۱. MIB
۲. FB : بلوک های تابع

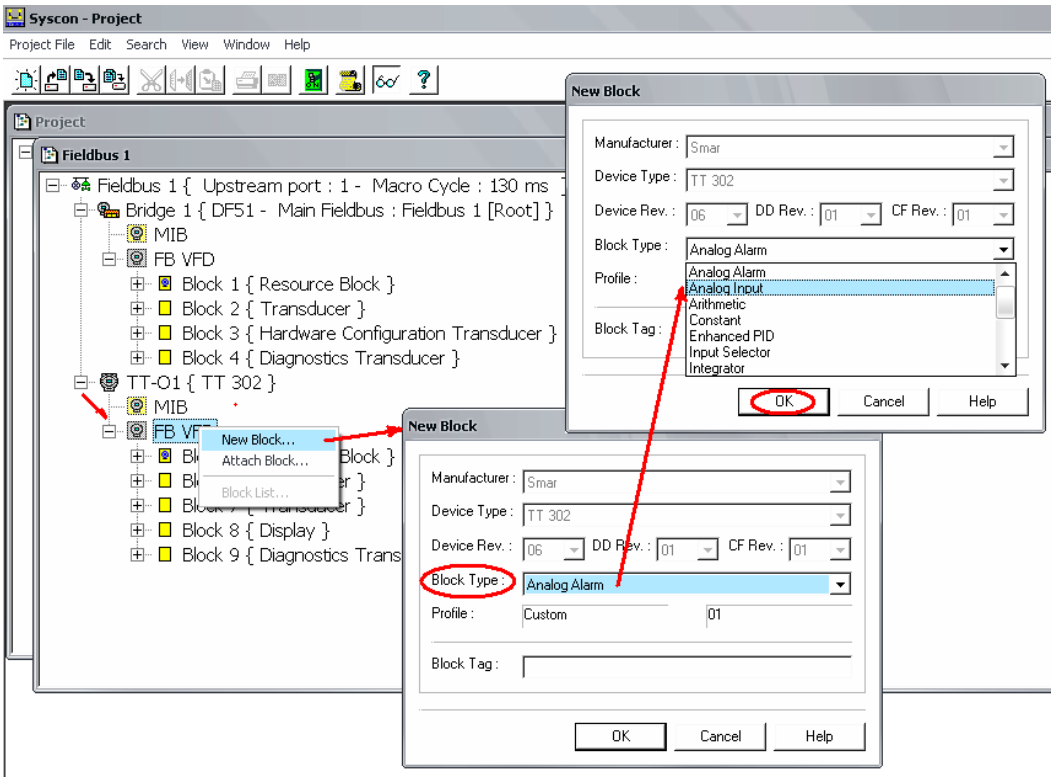
ON-Line شدن به شبکه:

قبل از آنلاین شدن لازم است که از طریق منوی شکل روبرو تگ های ایجاد شده را به پوشه SYSCON صادر کنیم. برای اینکار کافی است که گزینه ی Export Tags را بزنیم. صدور فایل باعث ایجاد یک پایگاه داده تک می شود که برنامه مهندسی از آن به عنوان لیست تجهیزات موجود که باید چک شوند استفاده می کند. Tag Export دقیقاً مانند Generate Tag در بعضی از سیستم های دیگر است.



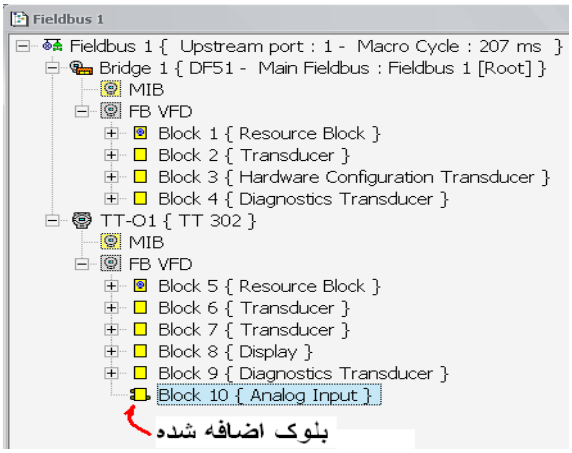
شکل ۲۵- ۷ : منوی Export Tag برای صدور فایل (ایجاد تگ لیست مرجع)

اگر روی FB کلیک راست کنیم گزینه ی Add New Block روی منو ظاهر می شود با زدن این گزینه پنجره ی زیر به نمایش در می آید :

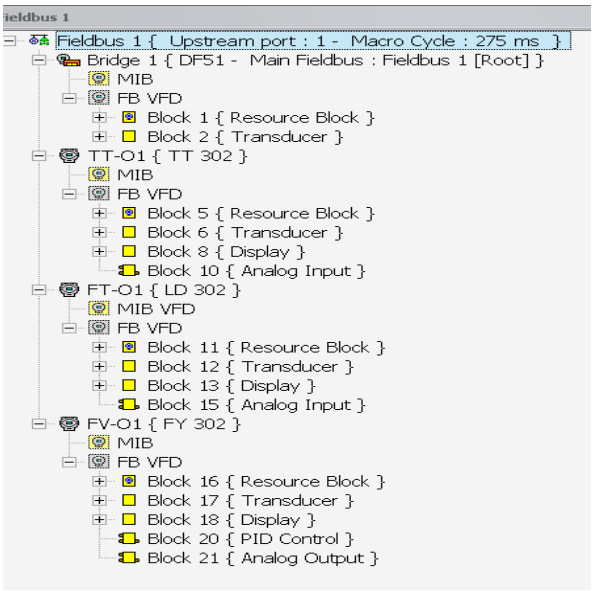


شکل ۲۶ – ۷ : نحوه افزودن بلوک AI به ترانسمیتر دما

از طریق combo box می توانیم بلوک مورد نظر خود را انتخاب و با زدن ok آنرا به ترانسمیتر اضافه نماییم . دقت کنید که بلوک های استاندارد اضافه شده دارای آیکن متفاوتی نسبت به بلوک های پایه هستند . بعد از اضافه کردن بلوک های مورد نظر (در اینجا AI و PID برای ترانسمیتر ..... و AO برای شیر کنترلی .....) کار سخت افزاری ، پایان یافته است و باید به ارتباط دهی نرم افزاری بلوک های ایجاد شده بپردازیم .



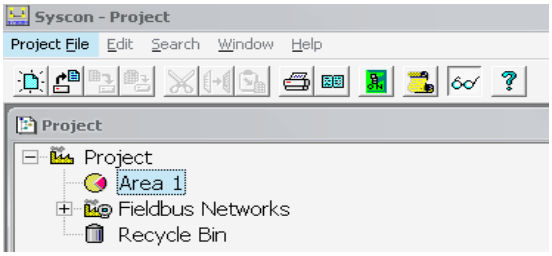
شکل ۲۷ - ۷



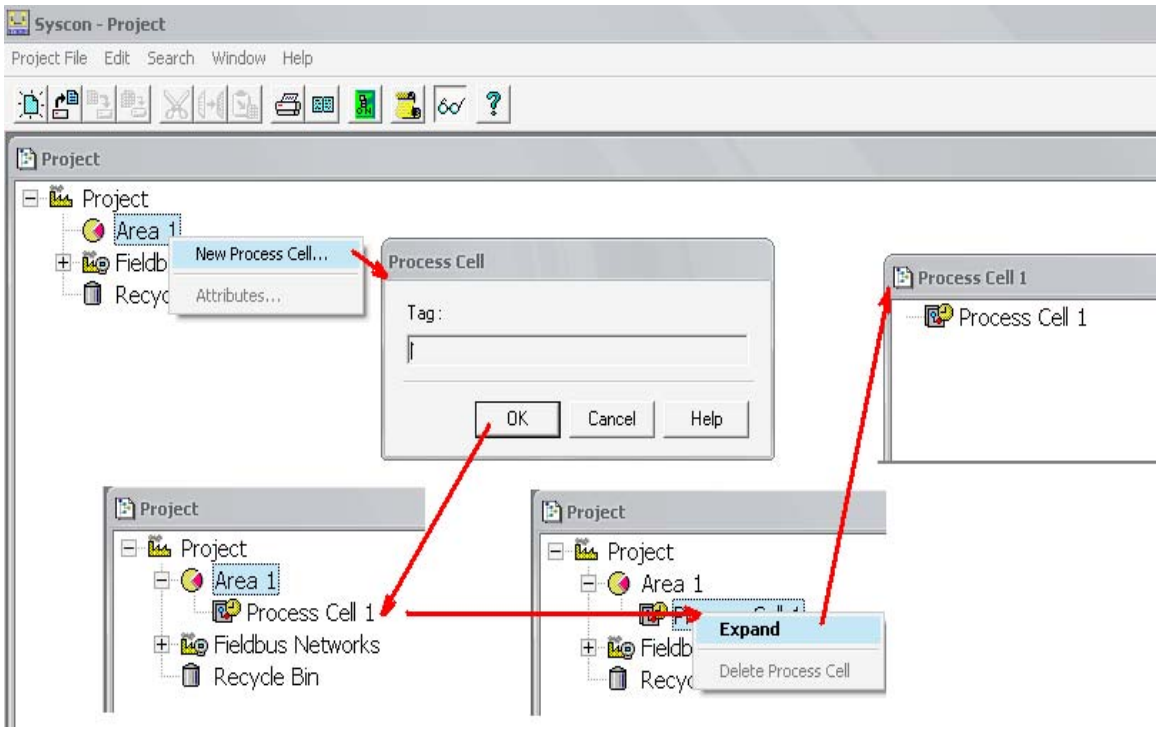
و شکل ۲۸ – ۷: نمایش بلوک های اضافه شده

بعد از هر گونه تغییر مورد نظر باید برنامه را ذخیره کنیم .

حال به قسمت Area در Project I رفته و با کلیک راست روی Area 1 از روی آن New Process cell را انتخاب می کنیم تا شکل زیر حاصل شود :



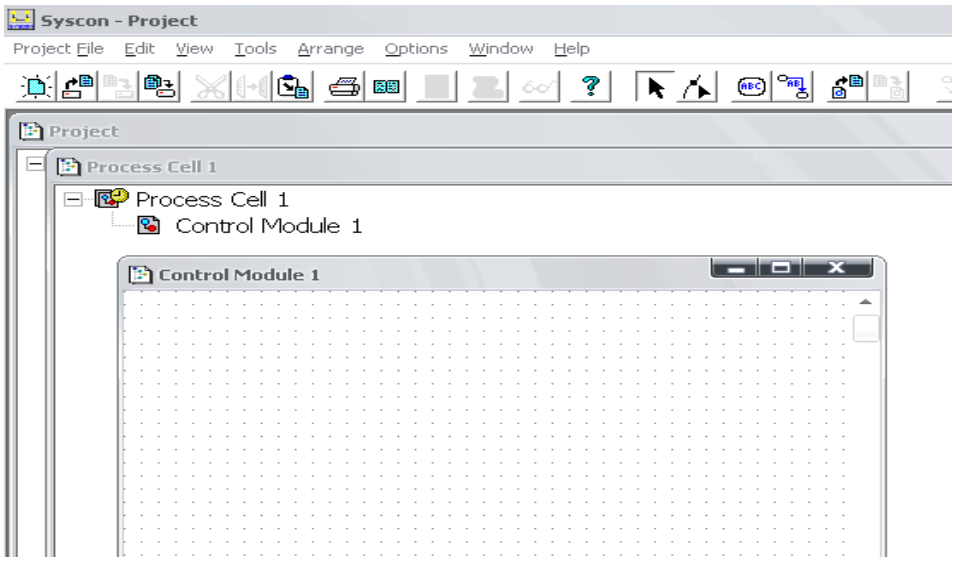
شکل ۲۹ - ۷



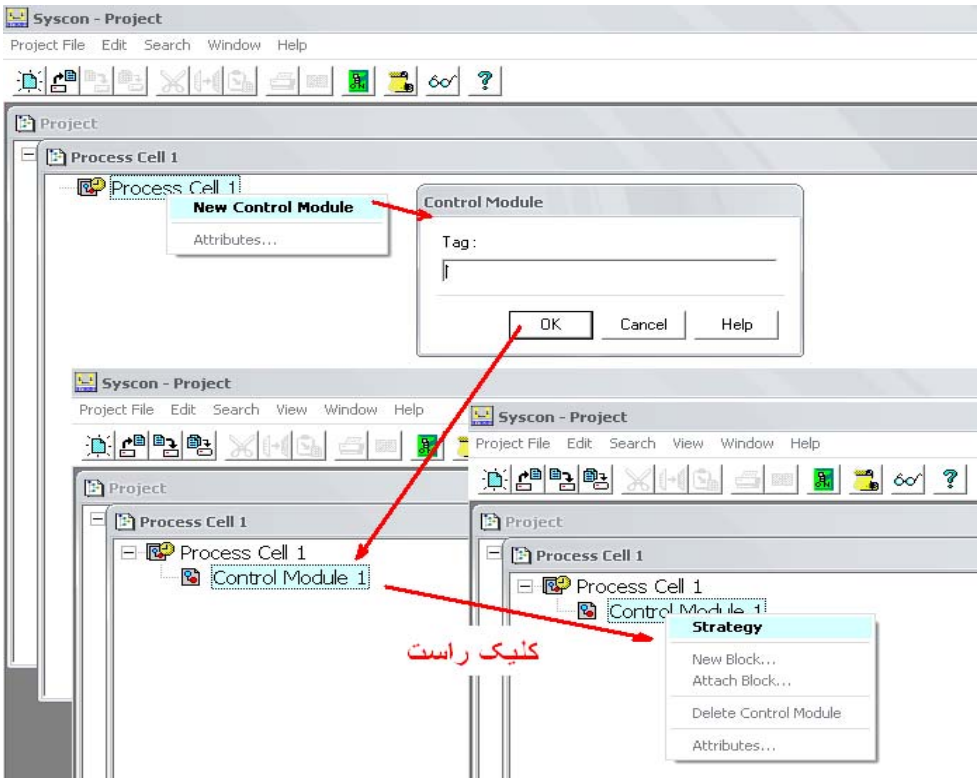
شکل ۳۰ – ۷ : نحوه ایجاد Process Cell

با دوبار کلیک روی Process cell 1 یا کلیک راست روی آیکن مذکور و انتخاب Expand شکل ۷-۲۸ حاصل خواهد شد :

حال با کلیک راست مجدد روی Process cell 1 گزینه ی New Control Module را انتخاب می کنیم:

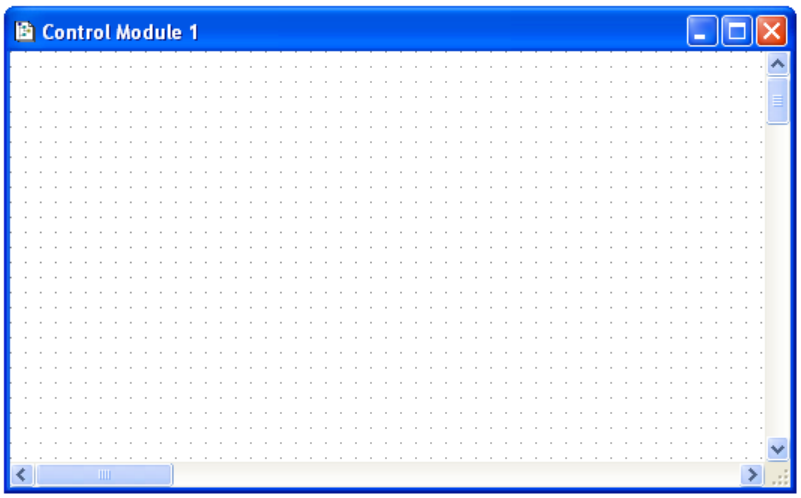


شکل ۳۱ -۷



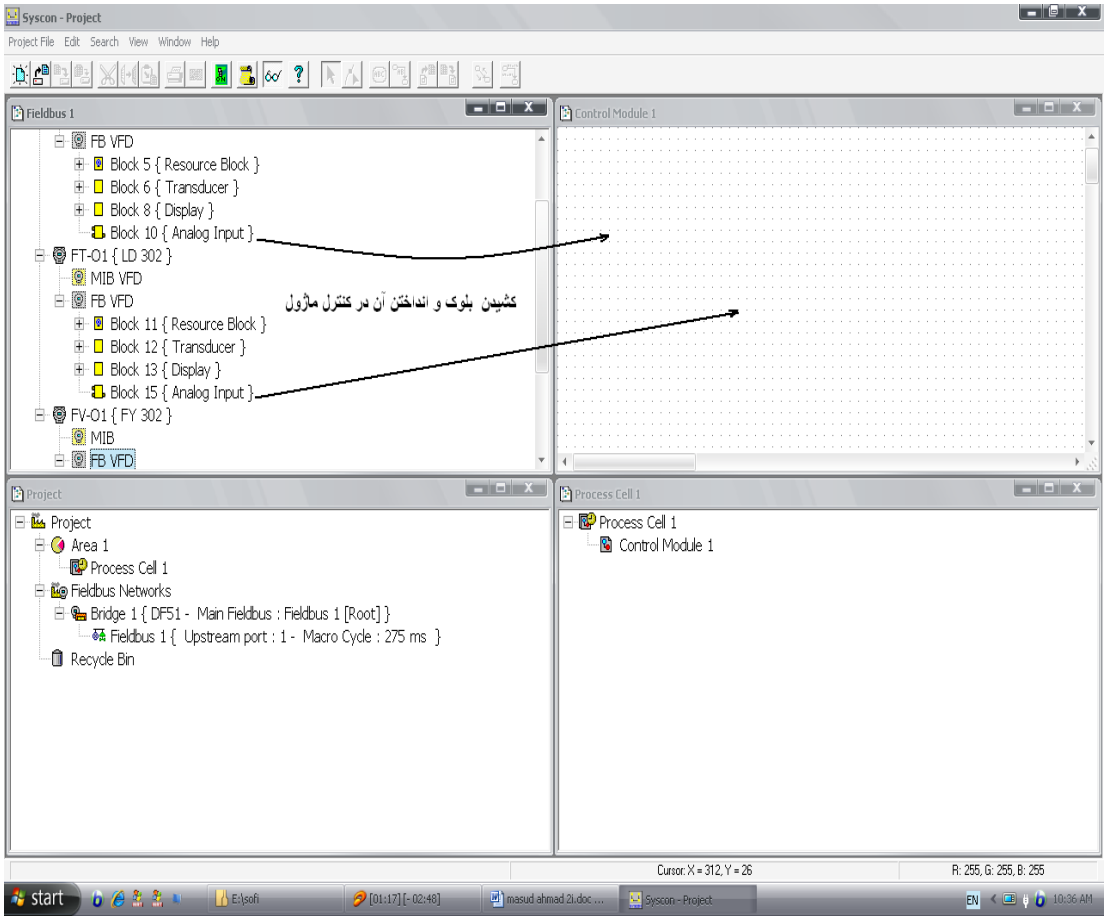
شکل ۳۲ - ۷

- باید در خاطر داشت که در هر مرحله می توانیم نامگذاری مورد نظر خود را انجام دهیم . در غیر اینصورت برنامه نام های پیش فرض خود را روی آنها قرار می دهد .حال روی control Module1 دوبار کلیک می کنیم و شکل زیر که نشانگر صفحه ی طراحی استراتژی است ظاهر خواهد شد :

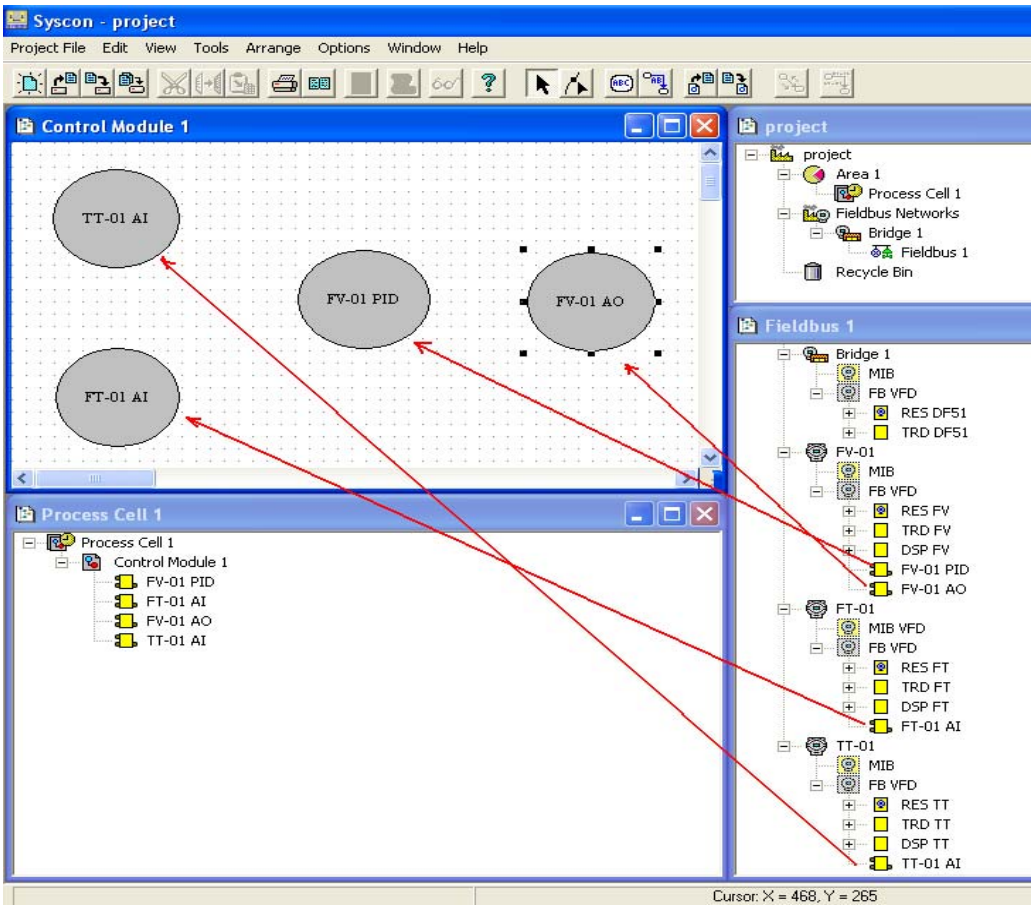


شکل ۳۳ – ۷ : صفحه ایجاد استراتژی

در اینجا باید بلوک هایی که بصورت سخت افزاری به ترانسمیتر ها اضافه کرده ایم را به هم ارتباط دهیم . این عمل را بصورت بکش و بنداز (Drag & Drop) انجام می دهیم و بلوک های مورد نظر را انتخاب و درون صفحه ی استراتژی می کشیم و رها می کنیم شکل زیر نتیجه ی عمل مربوطه را نشان می دهد .



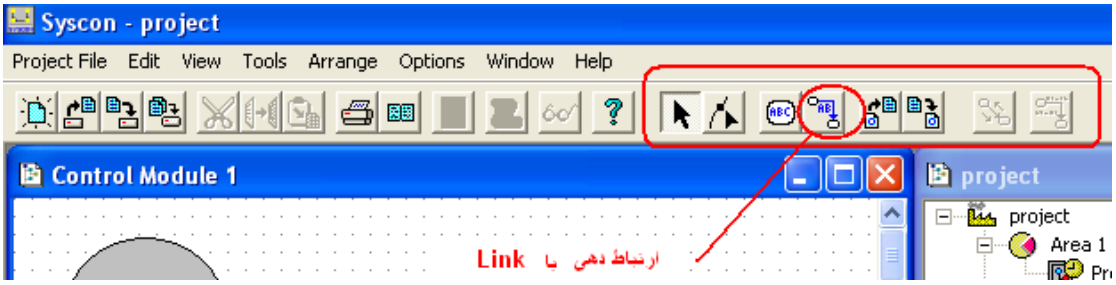
شکل ۳۴ – ۷ : صفحه ایجاد استراتژی و نحوه انتقال بلوک ها به آن



شکل ۳۵ - ۷

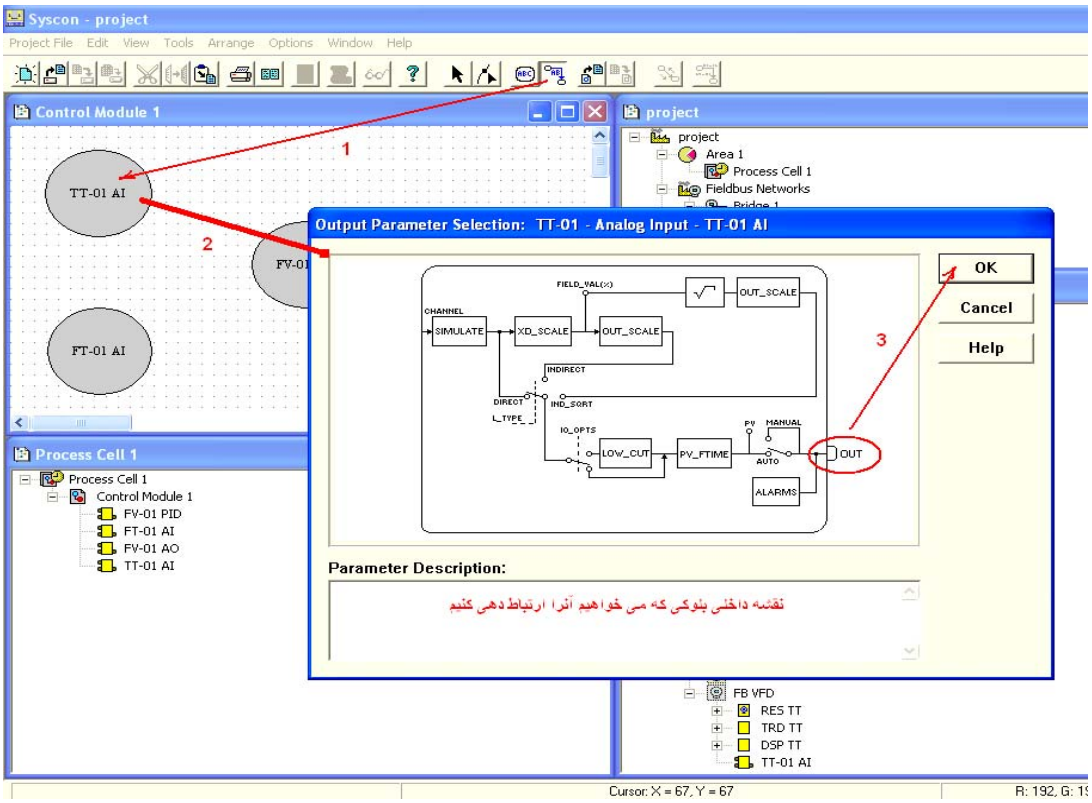
صفحه ایجاد استراتژی حال نوبت به ارتباط دهی بین بلوک هاست . روی نوار ابزار syscon چندین آیکن وجود

دارد با زدن آیکن Link عمل ارتباط دهی فعال می شود .



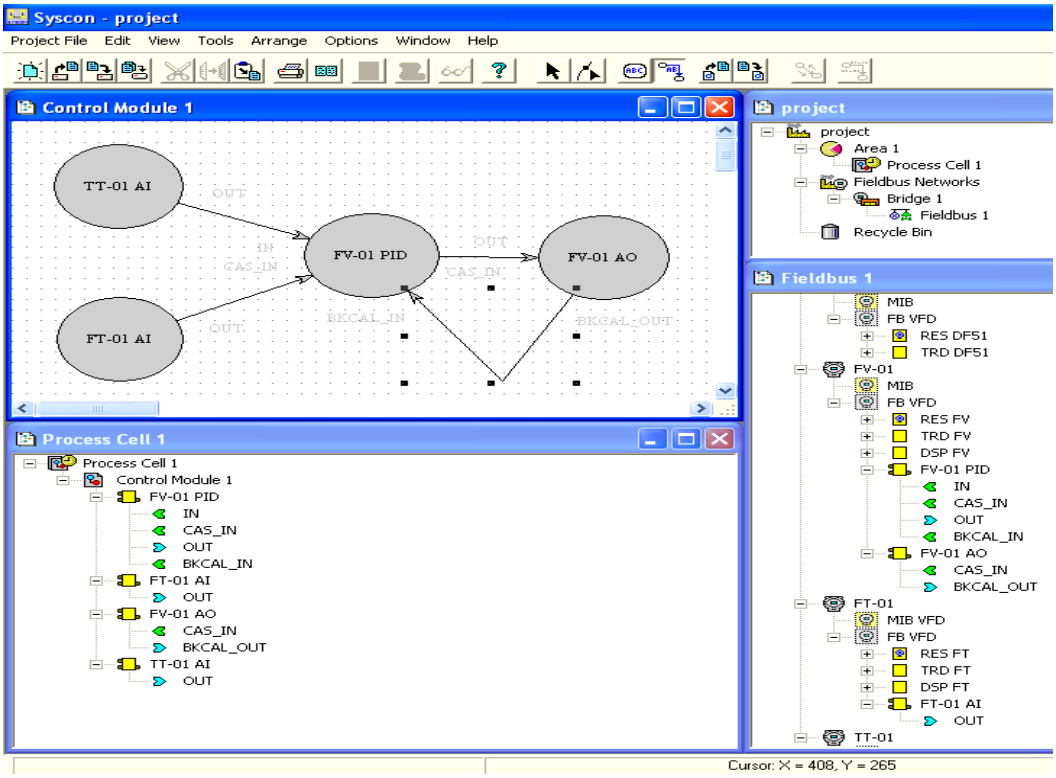
شکل ۳۶ – ۷ : آیکن پیوند برای ارتباط دهی بلوک ها در صفحه ایجاد استراتژی

حال با یکبار کلیک روی بلوکی که در صفحه ی استراتژی قرارداد پنجره ای باز می شود که نشان دهنده ی ساختار و دیاگرام داخلی بلوک است مثلاً برای بلوک AI شکل زیر ظاهر می شود :



شکل ۳۷ – ۷ : گرفتن خروجی از بلوک AI

با کلیک روی نقطه ی خروجی بلوک AI پنجره محو می شود و یک خط بوجود می آید که ما باید آنرا به ورودی بلوک PID بدهیم بنابراین روی بلوک PID کلیک کرده و می بینیم که پنجره ی دیاگرام داخلی بلوک ظاهر می گردد و با کلیک روی ورودی PID پنجره بسته شده و خط ارتباطی بین AI و PID نمایان می گردد . همین کار را برای ارتباط دهی بلوک PID و AO انجام می دهیم و خروجی PID را به AO_CAS_IN وصل می کنیم . باید به منظور فیدبک دهی و پایداری استراتژی پایه ی BACK_CAL_OUT از AO را به BACK_CAL_IN وصل کنیم تا بلوک PID از تغییراتی که در بلوک AO ایجاد شده است اطلاع حاصل کند و صحت عملکرد استراتژی را چک نماید :

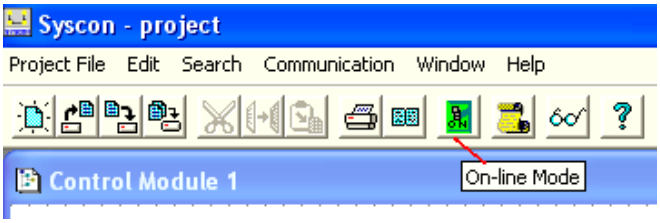


شکل ۳۸ – ۷ : استراتژی ایجاد شده با چهار بلوک

این کارها را برای ترانسمیتر های دیگر و بلوک های مربوطه شان انجام می دهیم تا استراتژی مان کامل شود . بعد از انجام این عملیات ما آماده ی دانلود برنامه درون ترانسمیتر و کارت کنترلی DF51 هستیم . برای این منظور باید ابتدا به شبکه on – line شویم . باید بخاطر داشت که تمام مراحل فوق در حالت off – line انجام می شود و پس از اطمینان حاصل کردن از صحت برنامه on - line شده و به دانلود بپردازیم .

- On – line شدن به شبکه:

با زدن آیکن آنلاین ( )، برنامه شروع به ارتباط با تجهیزاتی که در syscon طراحی شده اند و از طریق کابل شبکه به کامپیوتر متصل گردیده اند و اتصال کارتهای ترانسمیتر و شیرکنترلی به پورت H1 در کارت DF51 این امر امکان پذیر خواهد بود .

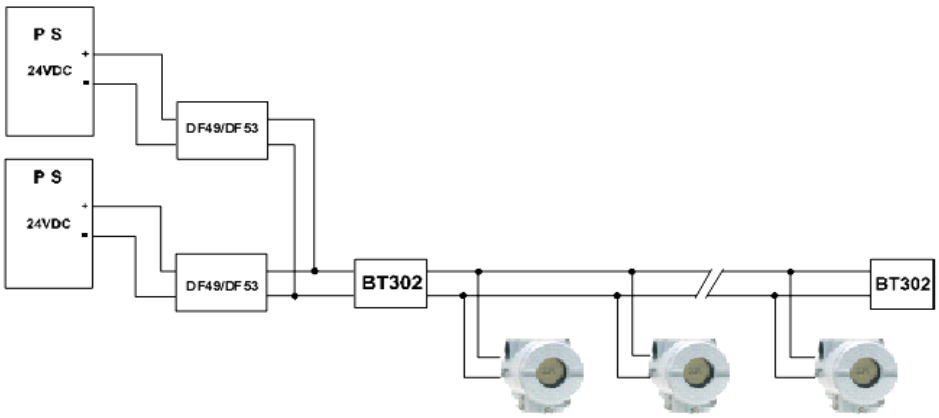


شکل ۳۹ – ۷ : آیکن آنلاین برای ارتباط برنامه با سیستم سخت افزاری طراحی شده

یاد آور می شویم هر کارت DF51 دارای یک پورت شبکه با سرعت 10 Mbps ، یک پورت RS – 232 و چهار پورت H1 است . به هر پورت H1 با در نظر گرفتن شرایط خطرناک (Hazardous Area) می توان ۸ تجهیز وصل نمود . پورت چهارم H1 جهت ارتباط کارت DF51 با پشتیبان خود (کارت DF51 دیگر) استفاده می شود بنابراین جمعاً می توان حداقل ۲۴ = ۸ × ۳ تجهیز را به یک DF51 روی پورتهای H1 اول تا سوم وصل نمود .

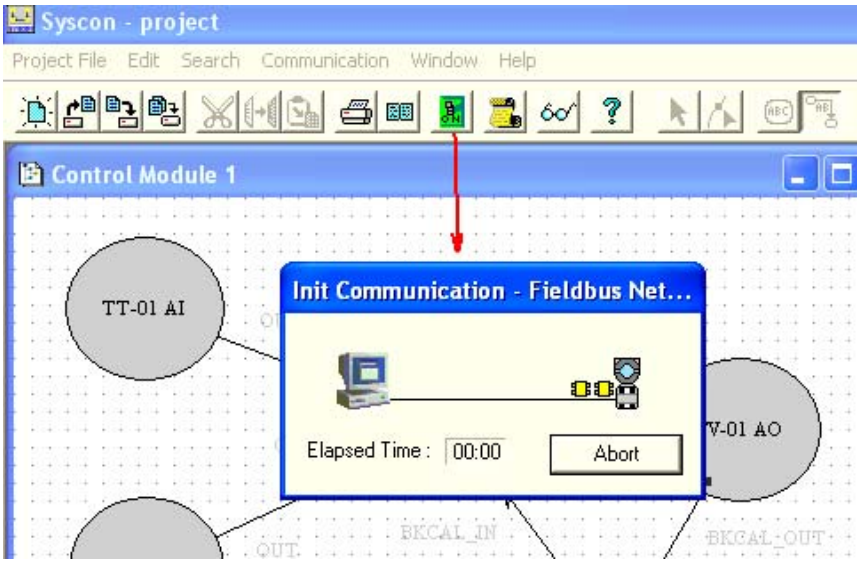
* بیشترین تعداد بلوک هایی که می توان در هر DF51 استفاده کرد ۱۰۰ بلوک است .

* اگر در انتها و ابتدای خط ترمیناتور (BT302) قرار ندهیم شبکه قادر به ارتباط برقرار کردن و شناختن تجهیزات نخواهد بود .



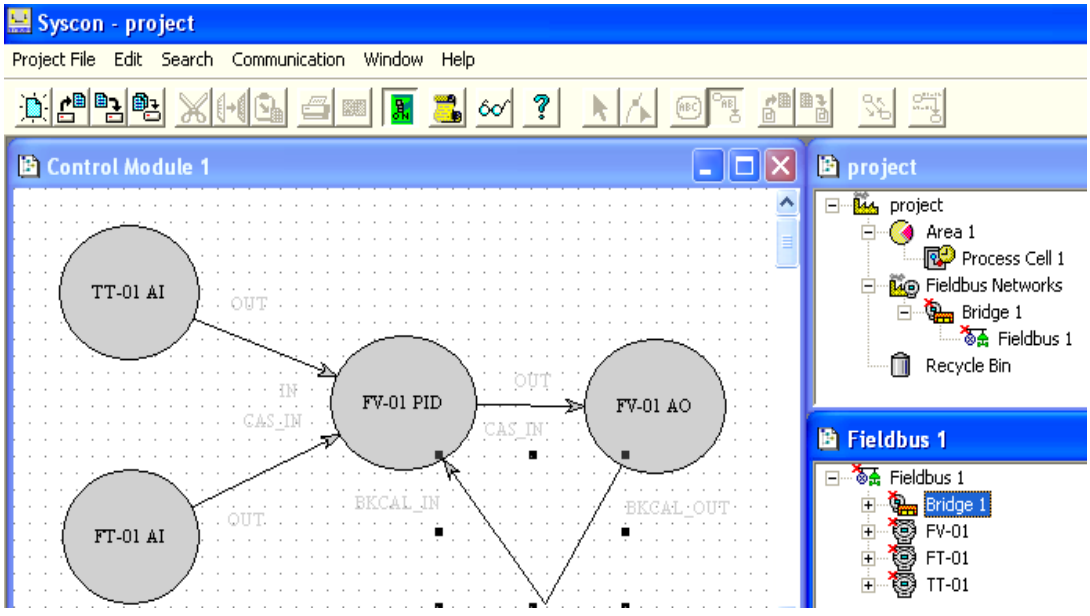
شکل ۴۰ – ۷ : نحوه اتصال ترمیناتورها و ترانسمیترها به باس

در حین on – line شدن پنجره ی زیر ظاهر می شود و پس از برقراری ارتباط حذف می گردد ؛



شکل ۴۱ – ۷: پنجره آغاز ارتباط با شبکه

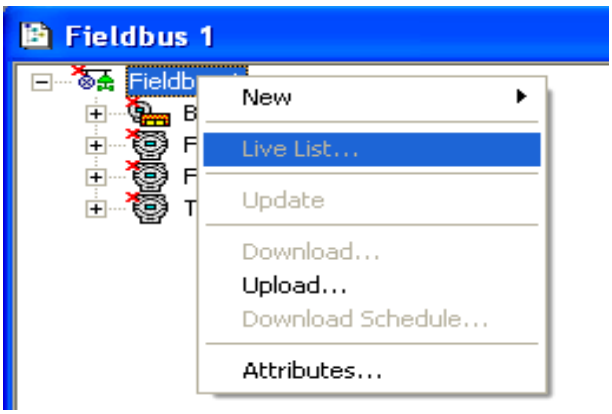
در ابتدا ، برنامه که on – line شد روی ترانسمیتر ها و تجهیزات تعریف شده در syscon علامت ضربدر قرمز (cross red) ظاهر می شود که نشان می دهد شبکه این تجهیزات را نمی شناسد .



شکل ۴۲ – ۷ : نمایش ضربدر قرمز روی ترانسمیترها بعد ازآنلاین شدن

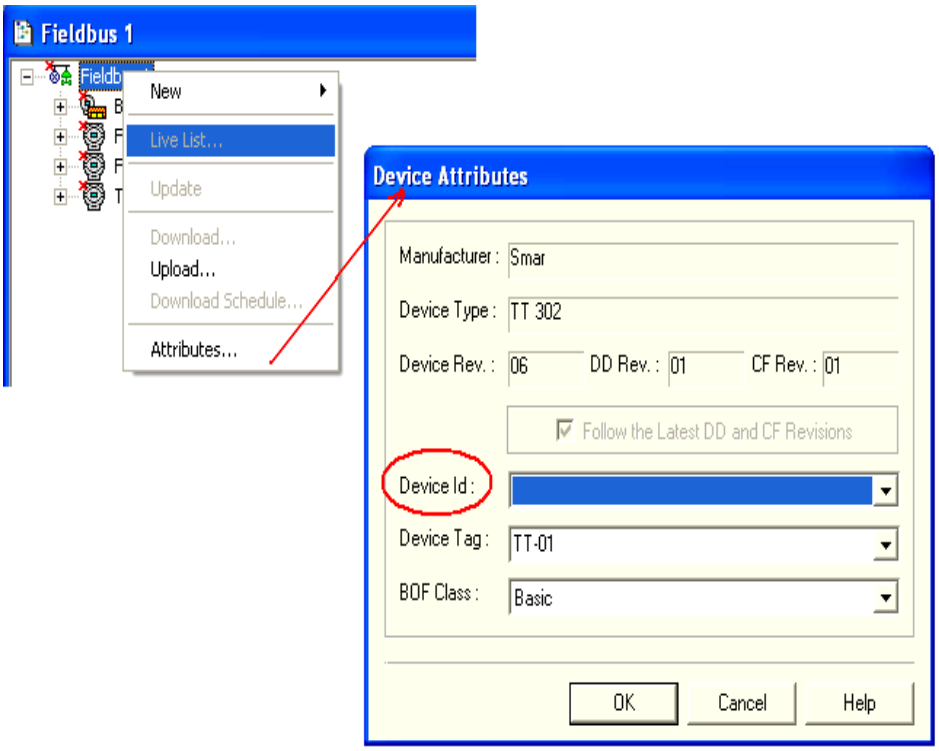
اگر روی آیکن Fieldbus 1 کلیک راست کنیم و گزینه ی Live list را بزنیم لیست تجهیزاتی که روی H1 قرار دادند و on – line هستند نمایان می گردد . با مقایسه ی تجهیزات در Live

list و در syscon می بینیم که اسامی آنها با یکدیگر متفاوت است . برای مثال ترانسمیتر دما ، با نام TT-01 ایجاد شده ، ولی در list – Live نام : 0003020068-SMAR-TT302-028 وجود دارد.

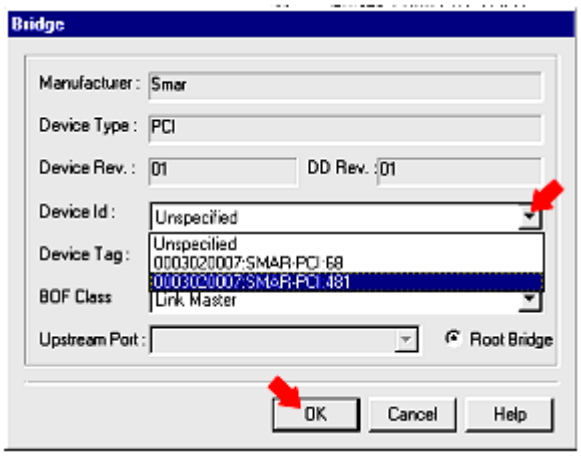


شکل ۴۳ – ۷: گرفتن Live List

شکل زیر نشان دهنده ی این حالت است:



شکل ۴۴ - ۷ : گرفتن Attribute برای ترانسمیتر



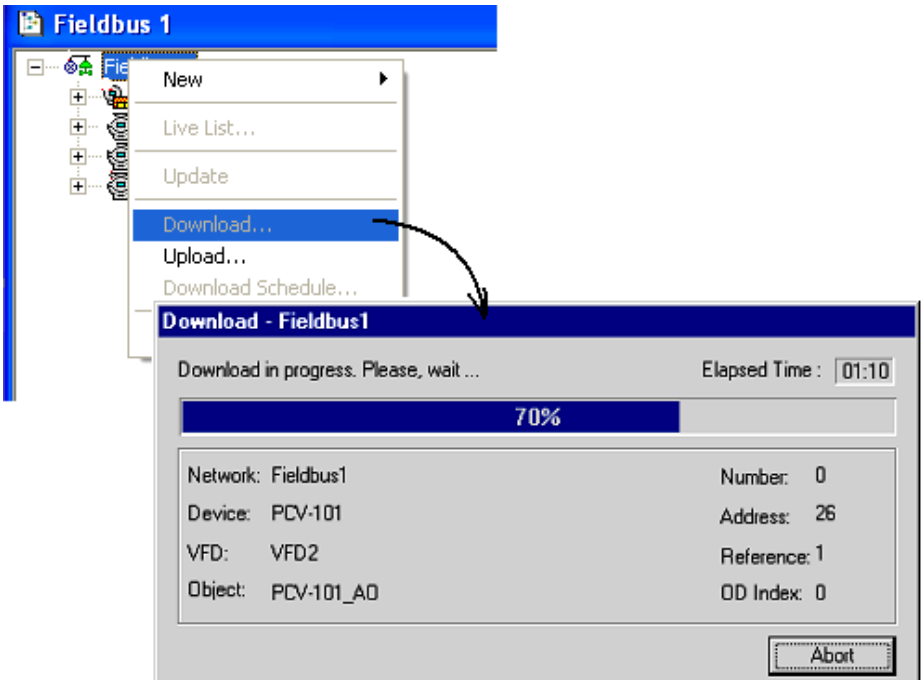
شکل ۴۵ – ۷ : اختصاص Device ID به ترانسمیتر

بنابراین باید نام تجهیزی که تعیین کرده ایم را روی تجهیزی که درLive list منطبق با آن است قرار دهیم . برای اینکار روی TT-01 کلیک راست کرده و گزینه ی Attribute را انتخاب می کنیم سپس در پنجره ی باز شده در گزینه ی Device ID مشخصه ی موجود در Live list را انتخاب کرده و OK می کنیم در اینحالت علامت ضربدر قرمز حذف می شود حال با کلیک راست روی آیکن تجهیز گزینه ی Assign Tag را می زنیم یک پنجره جهت تأیید عمل اختصاص نام ظاهر می شود که yes را می زنیم و برنامه شروع به اختصاص نام جهت ترانسمیتر مربوط می کند این کار بین ۱ تا ۵ دقیقه بسته به ترافیک باس طول می کشد . در این حین علامت ضربدر قرمز ظاهر شده و آیکن تجهیز در Live list ممکن است چندین بار محو یا ظاهر شود و با خاتمه ی کار نام تجهیز در syscon و Live list یکسان خواهد شد .

* عمل Assign Tag دقیقاً مانند روند ایجاد شبکه ی فیزیکی انجام می شود یعنی ابتدا باید پل (DF51) نامگذاری شود سپس تجهیزات روی آن .

حال که نامگذاری تجهیزات را انجام داده ایم می توانیم برنامه های طراحی شده را به درون کارتها دانلود کنیم این کار را نیز ابتدا از DF51 شروع کرده و با کلیک راست روی آن انتخاب Download انجام می دهیم در پنجره ی تأیید yes را می زنیم سپس کارتهایی که به DF51 وصل کرده ایم را با کلیک راست روی آنها و انتخاب Download دانلود می کنیم . در اینحالت

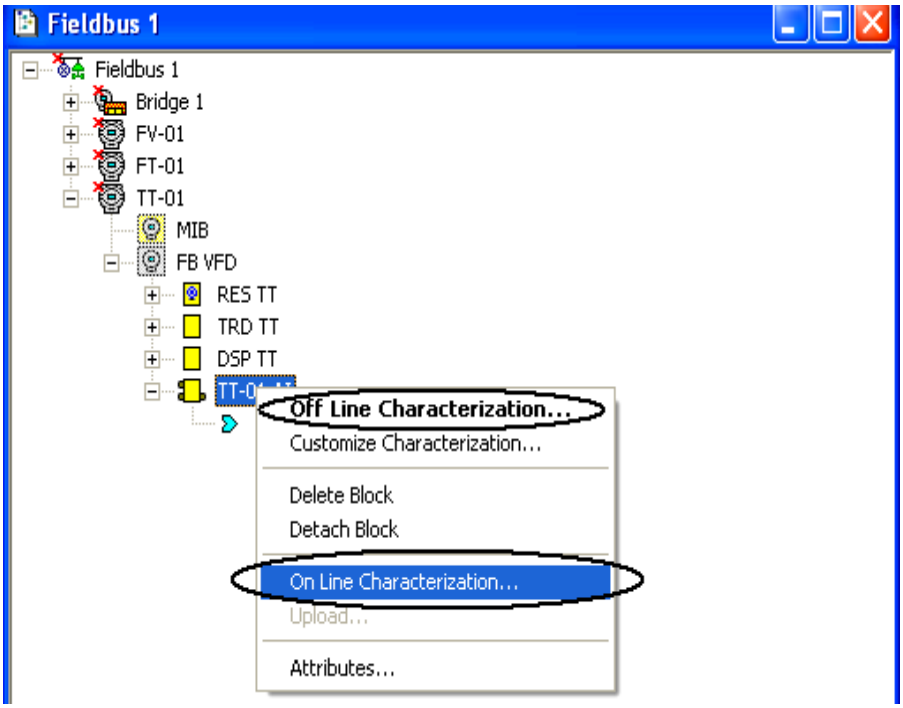
ما یک شبکه داریم که تمام برنامه های طراحی شده مان در آن قرار دارد و آماده ی انجام عملیات کنترلی است .



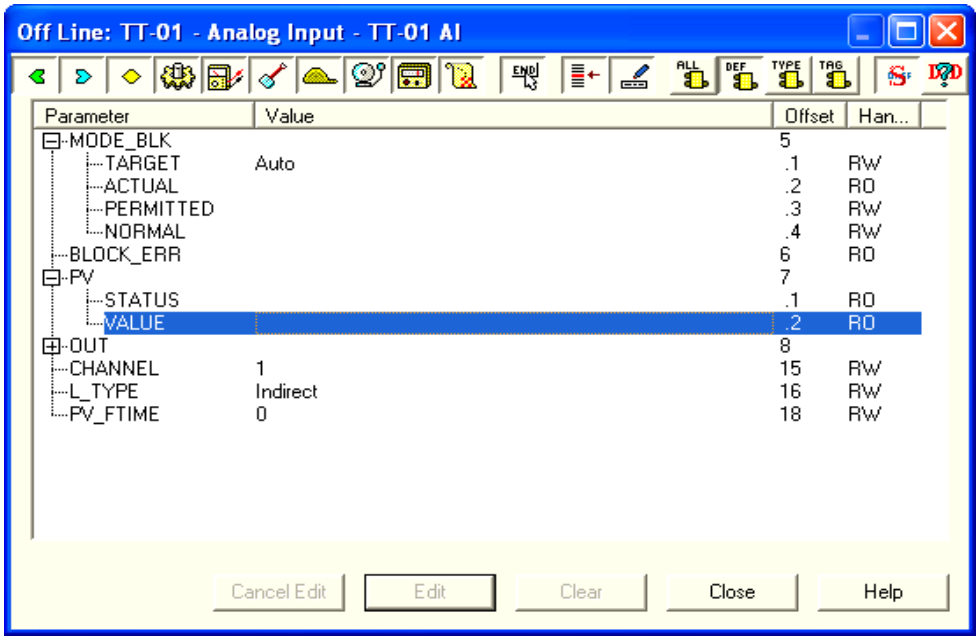
شکل ۴۶ – ۷ : دانلود کردن برنامه ها به شبکه یا ترانسمیتر

برای تنظیم پارامترهای بلوک هم می توانیم آنها را بصورت off line تغییر دهیم و هم بصورت on line ، اما بهتر است آنها را بصورت on line تنظیم کنیم تا صحت عملکرد شان را در همان زمان مشاهده کنیم .

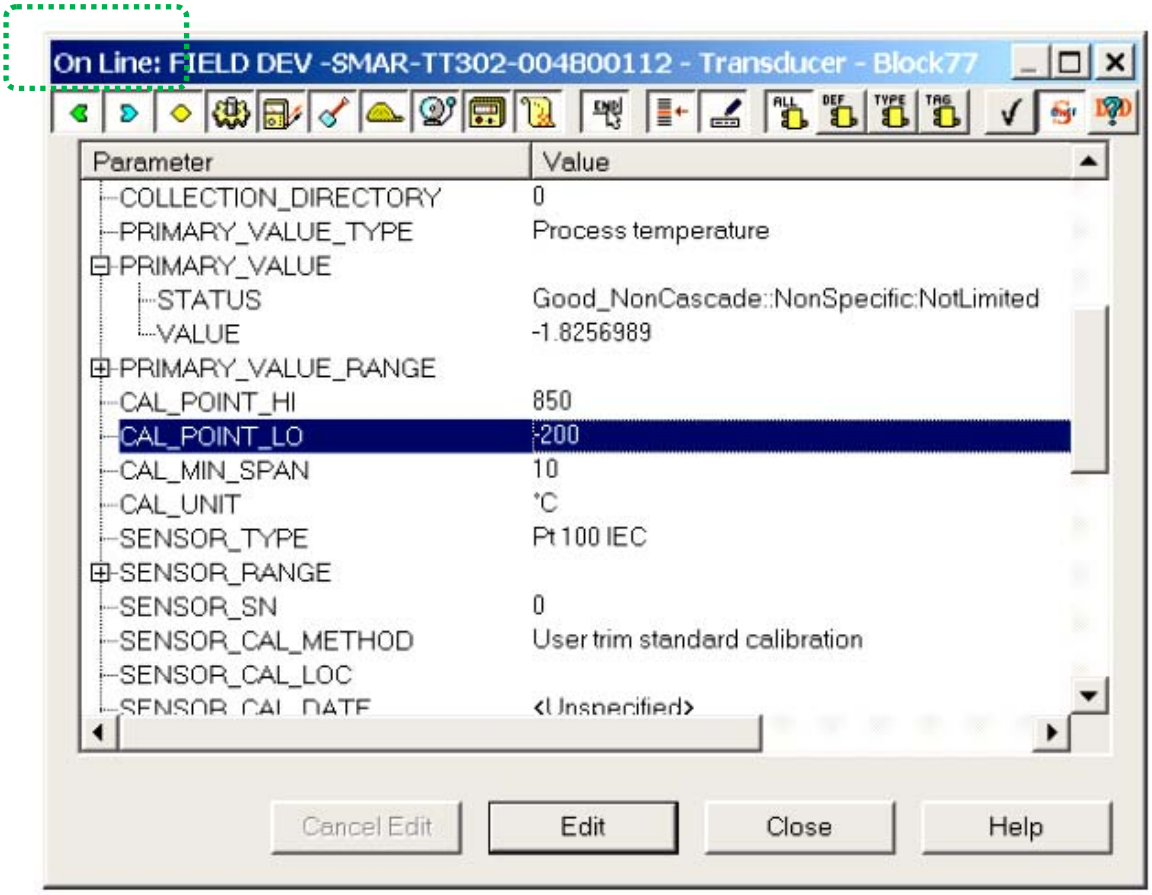
برای ویرایش پارامترهای هر بلوک اگر روی آن بلوک کلیک راست کنیم دو گزینه وجود خواهد داشت یکی off line characterization و دیگری on line characterization است . در حالت online باید گزینه ی دوم را انتخاب کنیم تا پنجره ی زیر ظاهر شود :



شکل ۴۷ – ۷ : گرفتن off line characterization و on line characterization ترانسمیتر



شکل ۴۸ – ۷: دیدن مشخصه ها یا off line characterization



شکل ۴۹ – ۷ : دیدن مشخصه های زنده تجهیز یا on line characterization

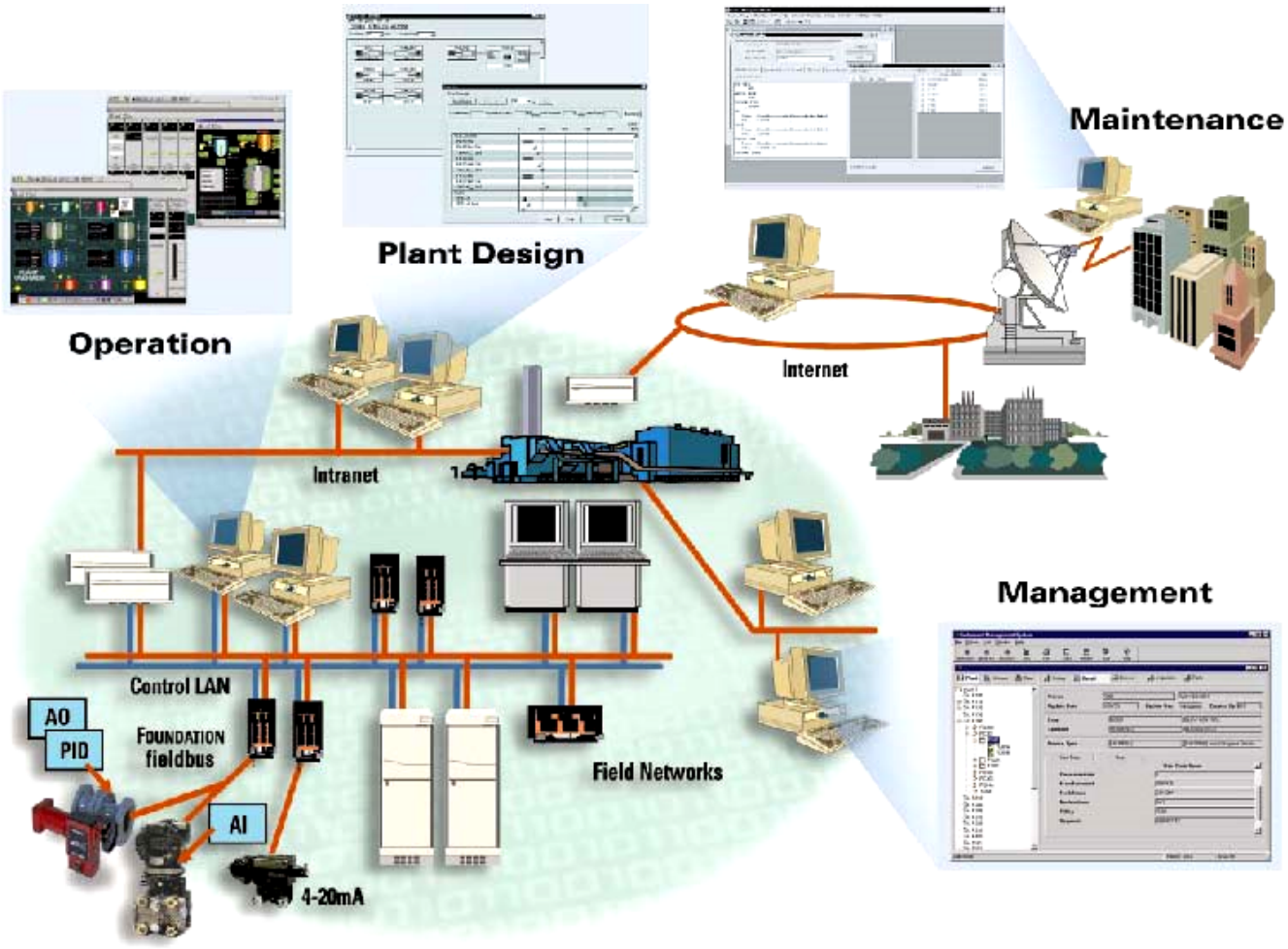
در اینجا می توانیم پارامترهایی چون مد کارکرد بلوک (Mode Block) که می تواند مد هدف (TARGET)، مد واقعی (ACTUAL) ،مدهای مجاز (PERMITTED) و مد نرمال باشند، محدوده ی اندازه گیری (Range) و ..... را تغییر دهیم که پرداختن به آنها خود بحث مفصلی است که در این مختصر نمی گنجد .

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل هشتم:

طراحی صفحات نمایش



برنامه ی GraphWorx

برنامه ی GraphWorx محیط گرافیکی قدرتمندی است که با بهر گیری از ویژگی های برنامه نویسی visual Basic و تصاویر گرافیکی سازگار با ویندوز و توانایی ویرایش و ایجاد هر گونه تصویر، فضای مناسبی جهت ساخت و طراحی صفحات مونیتورینگ ونمایشی دارد . در این برنامه می توان محیط کارخانه ، کارگاه و هر چیزی را دقیقاً پیاده سازی کرد و نقاط کنترلی مورد نظر را روی آن مشخص و اطلاعات لازم را که توسط ترانسمیتر نصب شده در محل کارخانه ارسال می گردد در آن قرار داد .

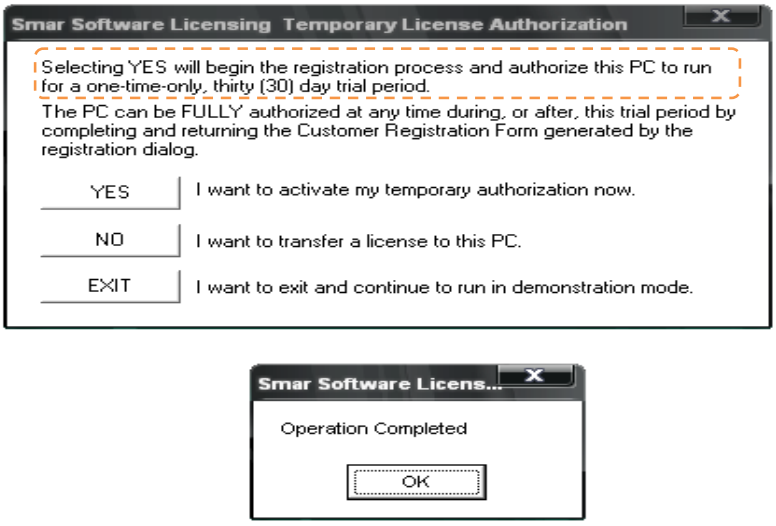
برای نصب لیسانس demo از مسیر :

Start > programs> smar software licensing >License utility

رفته و در کادر باز شده گزینه ی

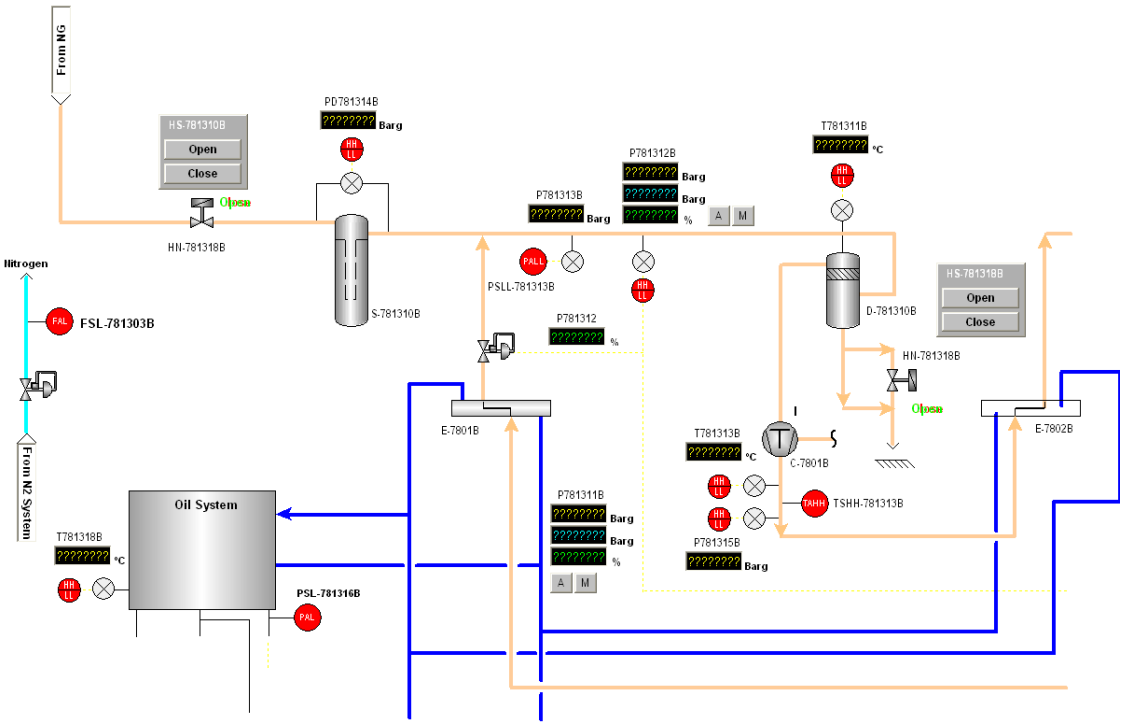
YES I want to activate my

temporary authorization now. را می زنیم.



شکل ۱ – ۸ : نحوه استفاده از برنامه ی demo به مدت سی روز

شکل زیر یک نمونه ی طراحی شده از بخشی از کارخانه را توسط برنامه ی GraphWorx نشان می دهد :



شکل ۲ – ۸ : یک صفحه نمایش طراحی شده با نرم افزار GraphWorx

برنامه ی GraphWorx در سی دی مونیتورینگ smar قرار دارد که نام آن Process view یا "نمایش فرایند" است . این برنامه ها را در اصطلاح کنترل HMI یا Human Machine Interface می گویند که به معنای رابط ماشین با کاربر است و در حقیقت ارتباط کاربر را با فرایند مهیا می سازد .

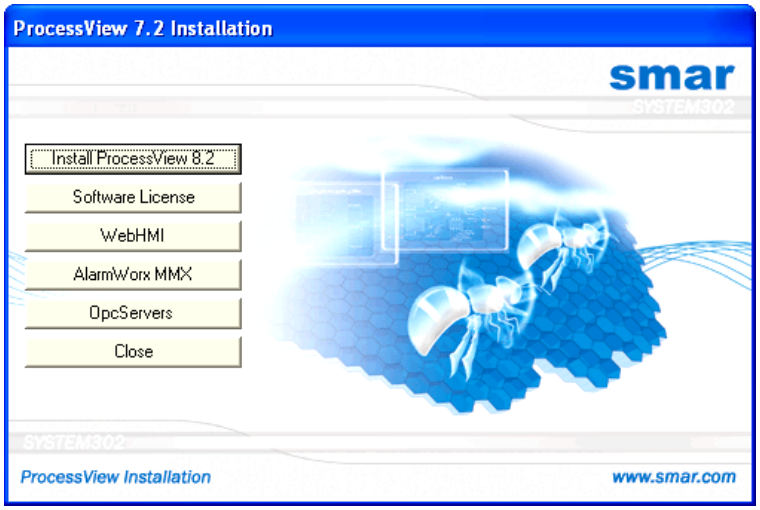
در Process view نرم افزارهای تولید ، ایجاد و نمایش هشدارها (Alarm) ، نمودارها (Trends) و رویدادها (events) نیز وجود دارد تا بتوان بطور جامع از امکانات آن بهره گرفت. از نرم افزارهای دیگر که همراه CD وجود دارند عبارتند از:

برنامه ی لیسانس دهنده ی Process view ، چون این برنامه نیز در در انحصار شرکت smar است باید با خرید لیسانس آن اقدام به ایجاد و طراحی صفحات کرد . برنامه ی demo نیز برای این نرم افزار در نظر گرفته شده که بعد از سی روز مدت انقضاء آن پایان یافته و از بین می رود.

برنامه ی web HMI رابط ماشین با اینترنت است با این امکانات کاربر می تواند از راه دور فرایند را مشاهده و حتی تغییرات مورد نظر خود را در آن ایجاد کند.

برنامه Alarm worx MMX برنامه ای جهت ایجاد صفحات آلارم و هشدار است.

برنامه ی OPC Server که در ادامه به آن خواهیم پرداخت .



شکل ۳ – ۸: نصب اختیاری برنامه ها

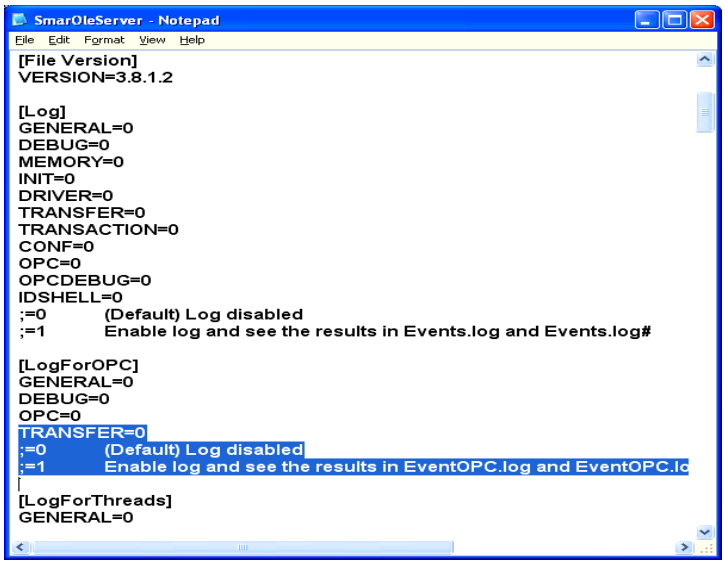
قبل از بحث در مورد OPC Server ابتدا باید عبارت OPC را تعریف کرده و بشناسیم OPC مخفف OLE for Process Control است یعنی OLE برای کنترل فرایند . حال سئوال این است که OLE چیست ؟ اگر با کامپیوتر و سیستم عامل ویندوز کمی بیشتر آشنا باشیم حتماً واژه ی OLE را در بعضی از برنامه ها یا Help ویندوز دیده ایم .

OLE مخفف Object Linking & Embedding به معنی "پیوند دادن درونی موضوع" است. OLE روشی برای انتقال و تبادل اطلاعات بین برنامه های کاربردی مختلف است مثلاً وقتی یک فایل نقاشی را که در محیط paint ایجاد کرده ایم می خواهیم درون برنامه word قرار دهیم (قرار دادن یک واحد در یک سند مرکب) اگر عمل پیوند یا Link انجام گیرد هر تغییری که در فایل اصلی انجام شود در فایل وارد شده به word نیزانجام می شود اما با روش OLE و گنجاندن فایل واحد در سند مرکب(Embedding)، اعمال تغییر روی فایل واحد در سند مرکب اثری نخواهد داشت.

حال به عبارت OPC بر می گردیم همانطور که می دانیم هر سازنده ای برنامه ی خاصی برای سیستم کنترل خود و ارتباط آن با ویندوز(یا دیگر سیستم عامل مورد نظرش) می نویسد . بنابراین برنامه ی نوشته شده باید از طریق یک OLE ویژه با ویندوز ارتباط برقرار کند . به برنامه ی ارتباط دهنده نرم افزار سازنده ی سیستم کنترل با ویندوز اصطلاحاً OPC می گویند .

در سیستم کنترل smar دو برنامه با عناوین smar OLE server و OPC server وجود دارند که اولی از اطلاعات یک فایل متنی با پسوند ini. استفاده می کند که مجوز ارتباط هر گره (node) از شبکه را به کامپیوتر مهندسی می دهد و می توان در آن زمانهای مختلف دسترسی به گره های شبکه، timeout و ... را تغییر داده و ویرایش کرد .

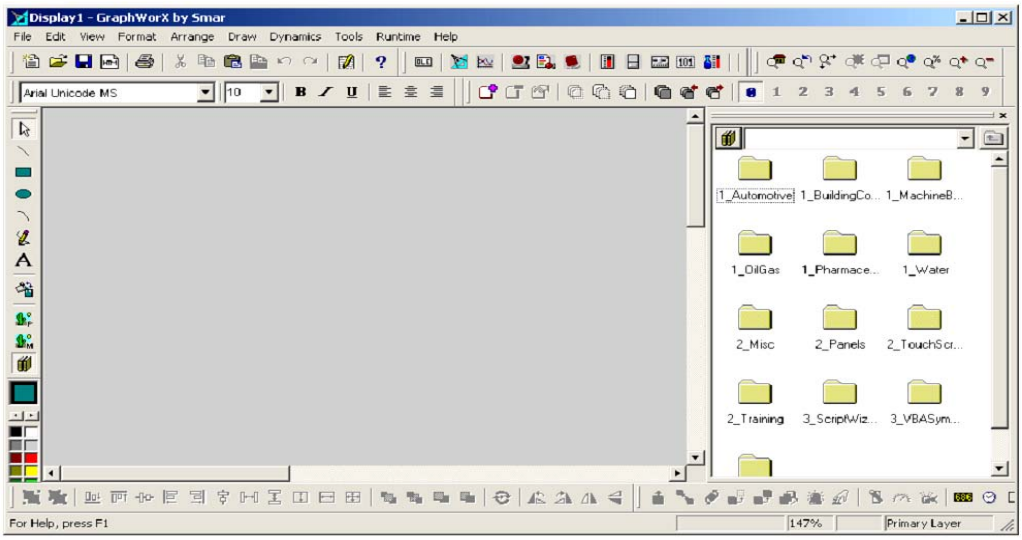
برنامه ی GraphWorx ، با استفاده از smar OPC server به درون ویندوز ارتباط پیدا می کند و به راحتی می تواند اطلاعات را از کاربر گرفته و از طریق ویندوز به سطح کنترلی خود (در شبکه) ارسال دارد و بالعکس .



شکل ۴ – ۸ : قسمتی از فایل SmarOleServer

- **ایجاد یک پروژه با نرم افزار GraphWorx :**

در هر کجای کامپیوتر با کلیک راست روی صفحه از منوی باز شده می توان یک فایل جدید را با انتخاب Smar Graphworx Display ایجاد کرد با باز کردن فایل جدید صفحه ی برنامه بصورت شکل زیر به نمایش در خواهد آمد .

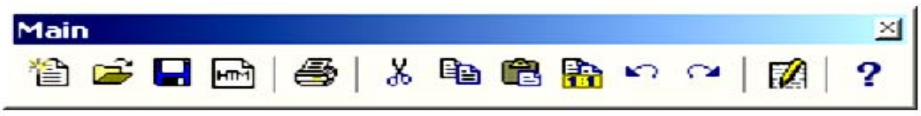


شکل ۵ – ۸ : نمای برنامه ی Graphworx

با انتخاب New از منوی file یک صفحه ی جدید ایجاد می شود . صفحه ی جدید شامل موارد زیر است :

۱- منوهای تصویری که شامل میله ابزارهای زیر است :

۱-۲- main : تمام عملیات اصلی روی فایل مثل ایجاد فایل جدید ، باز کردن ، ذخیره کردن و .... روی این میله قرار دارد .



شکل ۶ - ۸

۲-۲- Activex : تمام پیش بینی ها برای انواع تجهیزات ، وسایل و نمودار های کنترلی در این قسمت قرار داده شده است . برای مثال پیوند های ویژوال بیسیک ، آلارم ها ، نمودارها و ...

شکل ۷-۸

۳-۲- Layers : مثل برنامه ی AutoCAD می توان ده لایه را برای این برنامه تعریف کرد .

شکل ۸ - ۸

۴-۲- Draw : ابزارهای ترسیم و طراحی محیط گرافیکی را در بردارد .

شکل ۹ – ۸

۲-۵- Dynamics : ایجاد اثرات نمایشی و انیمیشنی ساده ، چشمک زن ها ، اختصاص نقاط کنترلی و .... در این میله قرار دارد .

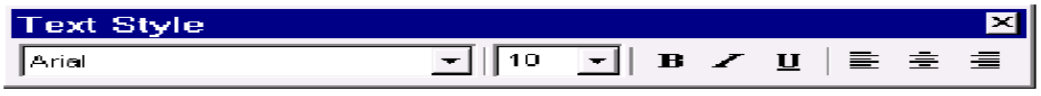
شکل ۱۰ – ۸

۲-۶- Arrange : انجام عملیات دوران ، جلو یا پشت قرار دادن اشیا نسبت به هم ، همسایز کردن و .... نیز در این میله قرار دارد .

شکل ۱۱ – ۸

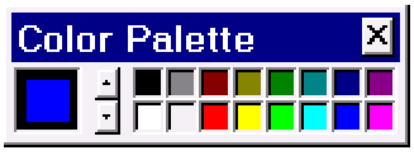
۲-۷- View : شامل اعمال zoom می باشد .

۲-۸- Text style : انتخاب نوع ، اندازه و سایز و ویژگی های Font را مهیا می کند.



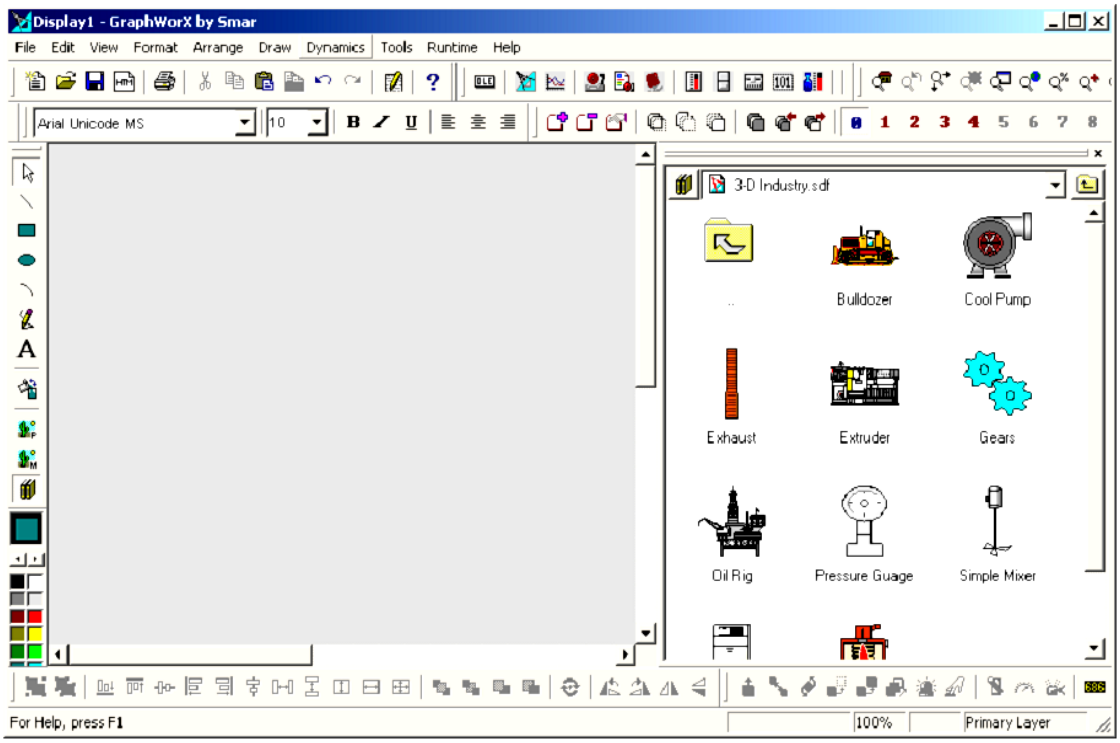
شکل ۱۲ – ۸

علاوه بر اینها منوی انتخاب رنگ نیز در سمت چپ برنامه قرار دارد .



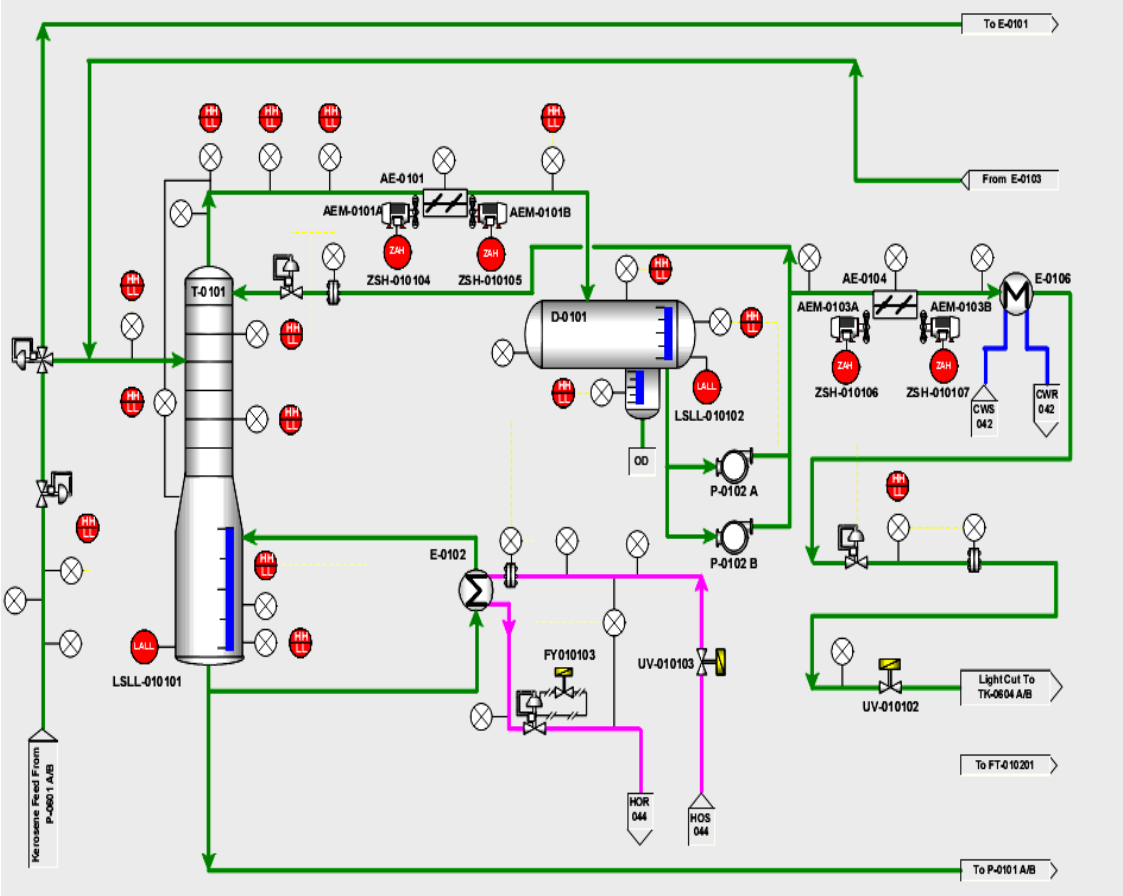
شکل ۱۳ – ۸

در یک فایل جدید اولین لایه روی صفر قرار می گیرد . ما می توانیم از میله ابزار ترسیمات ، خط ، مربع ، مستطیل ، دایره ، بیضی ، خطوط منحنی ، خطوط چند قسمتی و متن استفاده کرده و یا تصاویر موجود در فایلهای کتابخانه ای را در پروژه مان قرار دهیم .



شکل ۱۴ – ۸ : نمادهای کتابخانه ای در Graphworx

برای مثال و آشنایی با کار در محیط GraphWorx صفحه ی A_1 را در پروژه قدم به قدم انجام می دهیم .



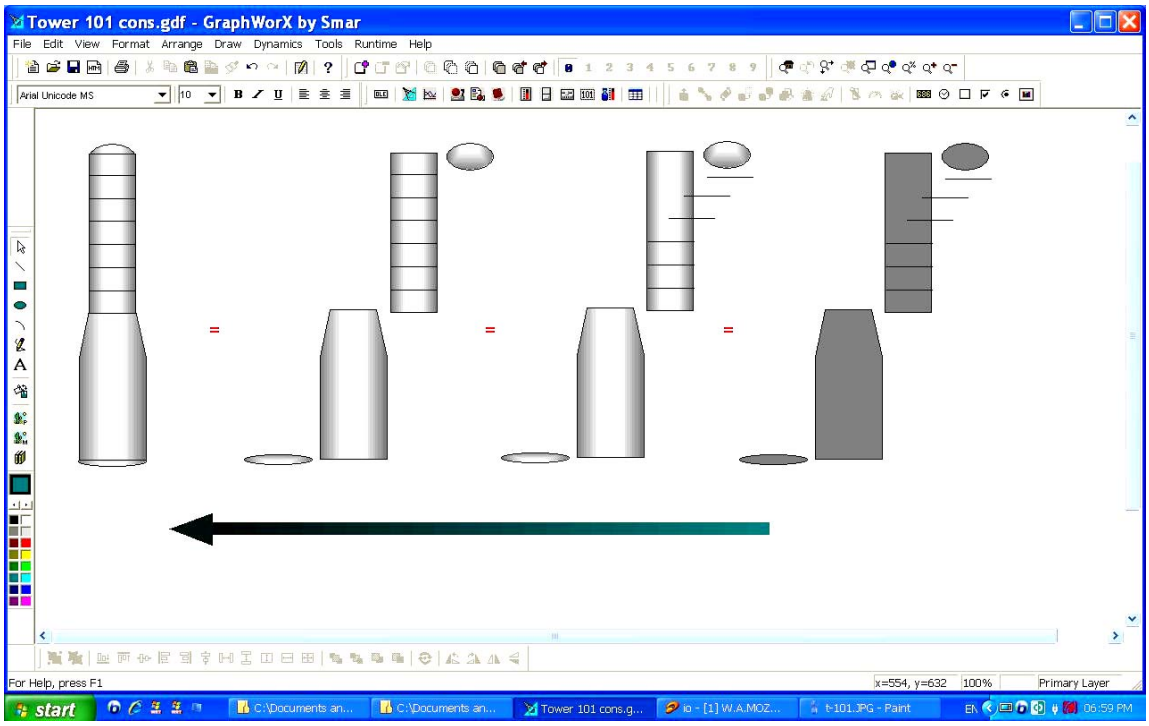
شکل ۱۵ – ۸ : صفحه A_1

اولین قدم در راه ساخت صفحه ی نمایش و مراقبت ایجاد و طراحی قطعات بزرگ است .

برای این منظور باید ابتدا برج تقطیر شماره ی ۱۰۱ (Distillation Tower – ۱۰۱) در شکل ۱۵–۸ را بسازیم .

* لازم به ذکر است تمام الگو برداری های ما از نقشه های لوله کشی و ابزار دقیقی (P & ID) نشأت می گیرد و ما باید دقیقاً آن نقشه ها را روی صفحات مونیتور ایجاد کنیم .

همانطور که در شکل زیر دیده می شود تمام اجزای برج ۱۰۱ عبارتند از دو بیضی ، یک مستطیل ، یک شش ضلعی و شش قطعه خط مستقیم .

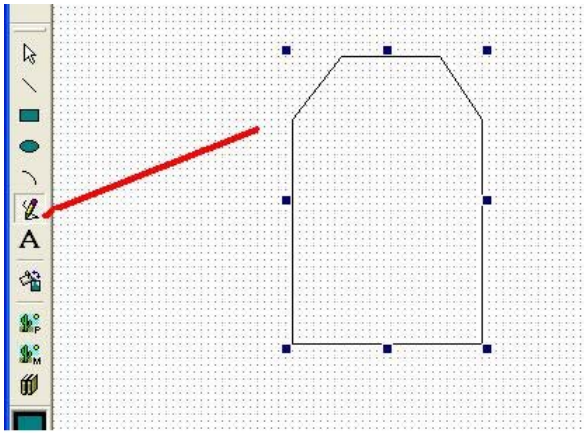


شکل ۱۶ – ۸ : T – 101

با انتخاب علامت دایره روی میله ی ترسیم براحتی می توان بیضی ها را رسم کرد این کار را با انتخاب علامت مربع روی همان میله برای رسم مستطیل ها نیز انجام داد . خطوط را نیز براحتی با انتخاب Line از همان میله می توان رسم نمود . برای رسم شش ضلعی هیچ الگویی وجود ندارد و با دو روش می توان آن را ایجاد کرد :

۱. با استفاده از الگوهایی که در کتابخانه ی قراردادمثل ISA Symbols.sdf

۲. با استفاده از خطوط شکسته روی میله ی ترسیمات که بصورت زیر می باشد .

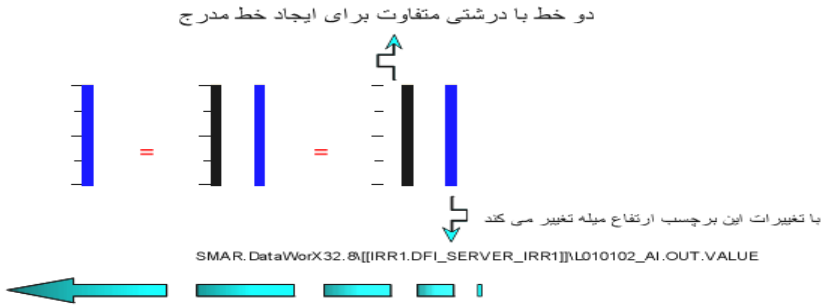


شکل ۱۷ – ۸: ترسیم شش ضلعی با خطوط شکسته

اگر روی هر قطعه کار یکبار کلیک کنیم آن قطعه انتخاب می شود با کلیک مجدد روی آن و نگه داشتن کلیک می توان با جابجا کردن ماوس موقعیت قطعه را در صفحه ی برنامه تغییر داد این کار با انتخاب قطعه کار و استفاده از فلشهای (arrow) صفحه کلید نیز امکان پذیر است و حتی دقت بیشتری دارد .

حال که تمام قطعات را ساخته ایم باید آنها را در کنار هم قرار دهیم تا قطعه مورد نظر تکمیل و به شکل مطلوب و در آید و در موقعیت مورد نظر ما قرار گیرد .

اکنون به طراحی و ایجاد خط مدرج که ارتفاع یا Level را نشان می دهد می پردازیم . همانگونه که از شکل زیر دیده می شود این خط از سه قسمت تشکیل شده است :



شکل۱۸ – ۸ : نحوه طراحی ترانسمیتر سطح

۱- خطوط افقی کوتاه و نازک که برای نشان دادن مقیاس بکار می روند .

۲- خط سیاه و درشت که زمینه ی پشت را نشان می دهد .

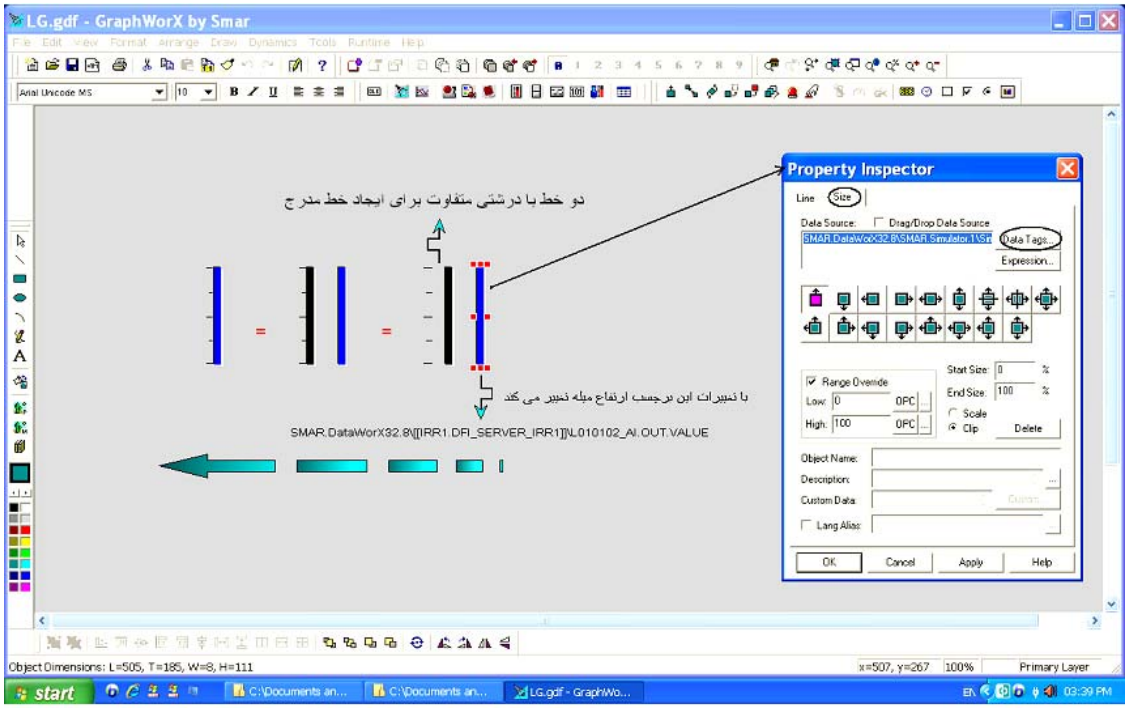
۳- خط آبی درشت که تغییرات ارتفاع را نمایش می دهد

خطوط اول و دوم ثابت و بدون تغییرند بنابراین آنها را با استفاده از گزینه ی Line و تغییر درشتی شان می توان به راحتی ایجاد کرد . حال اگر از خط درشت عمودی یک کپی بگیریم و با دوبار کلیک وارد Properties Inspector شویم و از گزینه ی Line color رنگ آنرا آبی انتخاب نماییم و سپس از منوی Dynamic گزینه ی size را بزنیم می بینیم که با باز کردن پنجره ی Property نوار (tab) size به آن افزوده شده است . با این گزینه می توان تغییرات یک پارامتر مثل ارتفاع مخزن را بصورت تغییرات خطی در جهت های مختلف مثل بالا رونده ، پایین رونده ، سمت چپ رو، سمت راست رو ، توسعه از مرکز و ... تبدیل کرد . از منوی Date tag می توان بر چسب(tag) مورد نظر را که می خواهیم تغییراتش را نشان دهیم انتخاب کنیم سپس نحوه ی تغییرات را (در اینجا بالا رونده) انتخاب می کنیم. مهمترین قسمت، تعیین سایز شروع و سایز خاتمه ی میله است (Start size & End size) و سپس تعیین Range override که دقیقاً بصورت زیر تعیین می شود :

Low = start size
High = End size

اگر Range Override را تنظیم نکنیم تغییر ارتفاع حاصل نخواهد شد .

تمام اثرات یا افکت هایی را که به پارامترهایمان اضافه می کنیم می توانیم با دکمه ی Delete که در شکل زیر نشان داده شده است پاک کنیم .



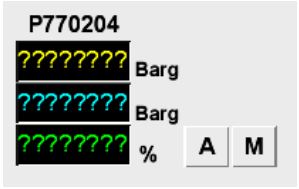
شکل ۱۹ – ۸ : نحوه ی ساخت نشان دهنده ارتفاع و اختصاص tag به آن

➢ **نمایش داده ها و اطلاعات دریافت شده از ترانسمیتر ها و تجهیزات دیگر روی صفحه ی نمایش :**

اصلی ترین کار کامپیوتر های HMI نمایش مقادیری است که در سایت و کارخانه توسط ترانسمیتر ها بدست آمده است . برای مثال ما همواره می خواهیم بدانیم دمای کوره هایمان چقدر است و یا اصلاً مشعلهای آن روشن هستند یا نه، یا فشار خروجی پمپ تزریق آب چقدر است و دیگر اینکه نمایش جریان آب ورودی به دیگ بخار یا سوخت گاز آن برای ما بسیار حیاتی است. به همین دلایل مهمترین کار سیستم کنترل نمایش مقادیر روی صفحات مانیتور است تا ما با دانستن آنها درست ترین تصمیم را بگیریم .

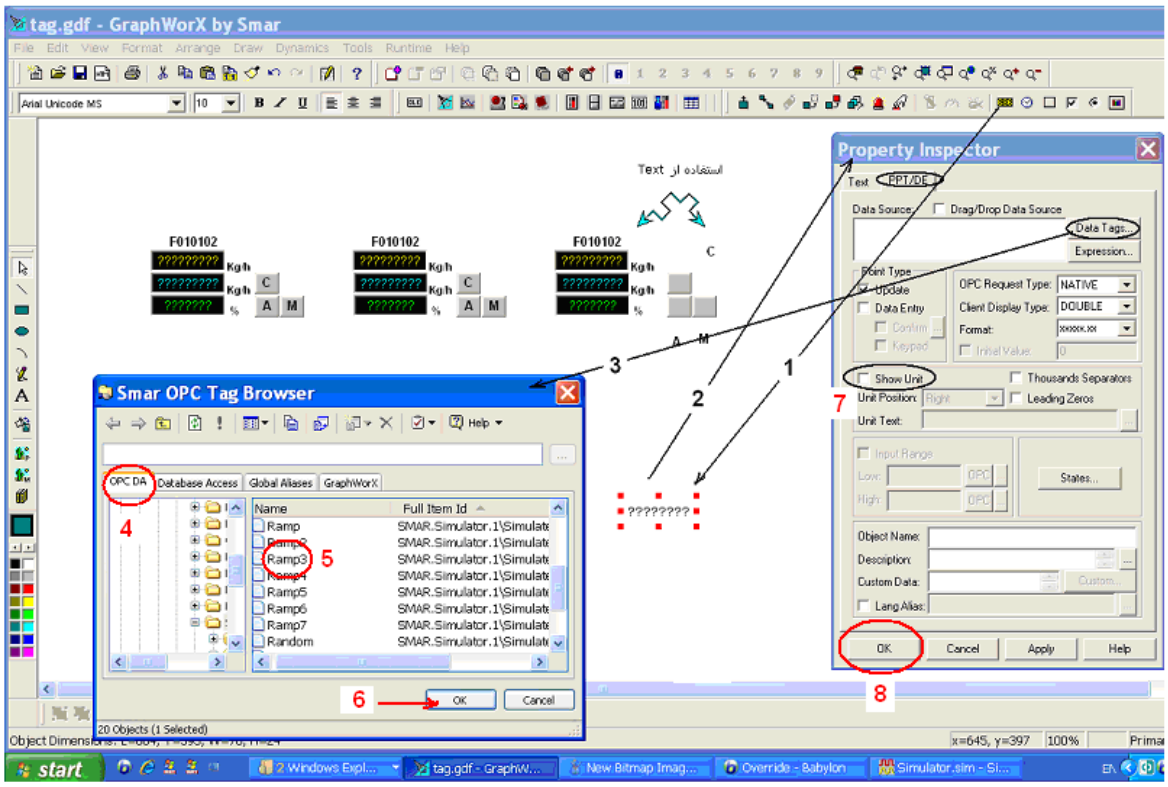
شکل ۲۰ –۸ نمایش ارقام سه عدد ترانسمیتر را روی مونیتور نمایش می دهد .

این ارقام که با چند علامت سئوال دیده می شوند توسط انتخاب Process Point یا نقطه ی فرایند از منوی دینامیک با کلیک روی آیکن آن و یک کلیک روی صفحه ی برنامه ایجاد شده اند .



شکل ۲۰ – ۸ : نقاط فرایندی یا Process Points با واحدهای اندازه گیری و کنترل اتوماتیک و دستی. این مقادیر که از ترانسمیترها یا عملگرهای درون سایت گرفته می شوند از طریق برنامه OPC مبادله می شوند.

بلافاصله بعد از ایجاد نقطه ی فرایند پنجره ی Property Inspector باز می شود و نوار PPT / DE به معنای نقطه ی فرایند و ورودی داده (Data Entry) ظاهر می گردد. از دکمه ی Data Tags می توان بر چسب مورد نظر را جستجو و انتخاب کرد . در بخش Point Type درون پنجره ی Property می توان نوع نقطه را مشخص کرد وکه دو گزینه برای این کار وجود دارد :



شکل ۲۱ – ۸ : نحوه ایجاد نقاط فرایندی و نمایش مراحل ۱ تا ۶ آن

۱- update : مقدار نمایش داده شده هر چند ثانیه یکبار به هنگام می شود.در اصل مادر سیکلهای مساوی زمان، مثلاًهر یک ثانیه یکباراطلاعات را از ترانسمیتر خوانده و آنرا نمایش می دهیم.

۲- Data Entry : ورودی داده است اگر این گزینه را نیز انتخاب کنیم می توانیم در موارد خاص مقداری را که می خواهیم به نقطه ی مورد نظر بدهیم. این گزینه برای پارامترهای خواندنی – نوشتنی کاربرد دارد مثل نقطه ی تنظیم (sp) یا مقادیری که به خروجی های PID یا AO می دهیم .

در قسمت show unit می توان واحد اندازه گیری مقدارنقطه فرایند را نیز به همراه مکان آن تعیین کنیم .

یکی از مهمترین قسمت های PPT / DE قسمت Format است که تعداد ارقام و تعداد اعشار آنرا می توان تعیین نمود مثلاً برای یک فشار سنج که مقدار حداکثر 6 bar را اندازه می گیرد بهتر است از یک رقم استفاده شود و برای جریان سنجی که محصول نهایی را نمایش می دهد گاهاً هشت رقم نیز کم است.

- **تعریف سوییچ و دکمه :**

یکی از نیازمندیهای ما در انجام عملیات کنترلی تغییر وضعیت هاست مثلاً خاموش کردن یک پمپ در شرایط اضطراری که دیگر سیستم بطور اتوماتیک عمل نمی کند یا باز و بسته کردن مسیرهایی که دچار اشکال شده اند . با تعریف سوییچ و دکمه و اختصاص یک بر چسب می توان عملیات مورد نظر را انجام داد . برای اینکار کافی است از منوی دینامیک گزینه ی Button را زده و در نقطه ی دلخواه دوبار کلیک کنیم . یک مستطیل بصورت شکل زیر به نمایش در می آید و بلافاصله ی پنجره ی Property Inspector ظاهر می شود که روی نوار Pick (برداشت کردن) قرار می گیرد.

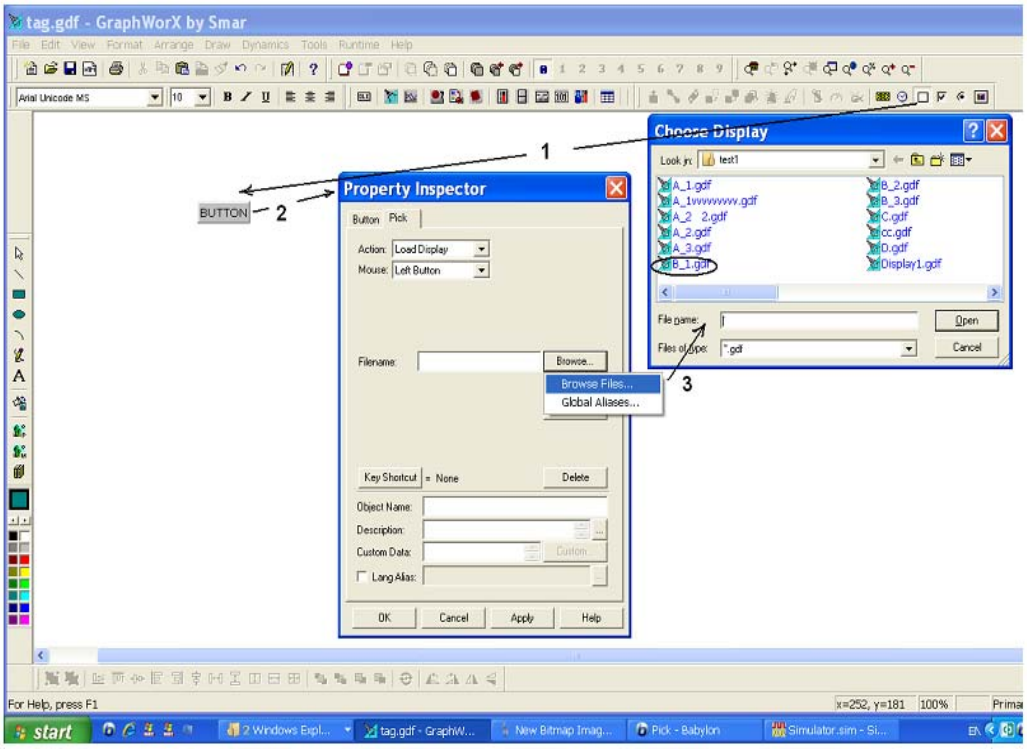
در این پنجره سه گزینه ی اصلی وجود دارد :

۱- Action : عملی که با زدن کلید انجام می شود و شامل باز کردن صفحه ی دیگر (Load Display) ، بازگشت به عقب و جلو ، بستن برنامه ، نمایش منو و ..... است

۲- Mouse : عملکرد کلید نسبت به دکمه های موس مثل دکمه ی چپ ، راست و وسط

۳- File name : اسم فایلی است که باید با زدن کلید اجرا شود .

برای مثال اگر بخواهیم با زدن کلیدی یک صفحه ی دیگر را باز کنیم بصورت شکل زیر عمل می کنیم.



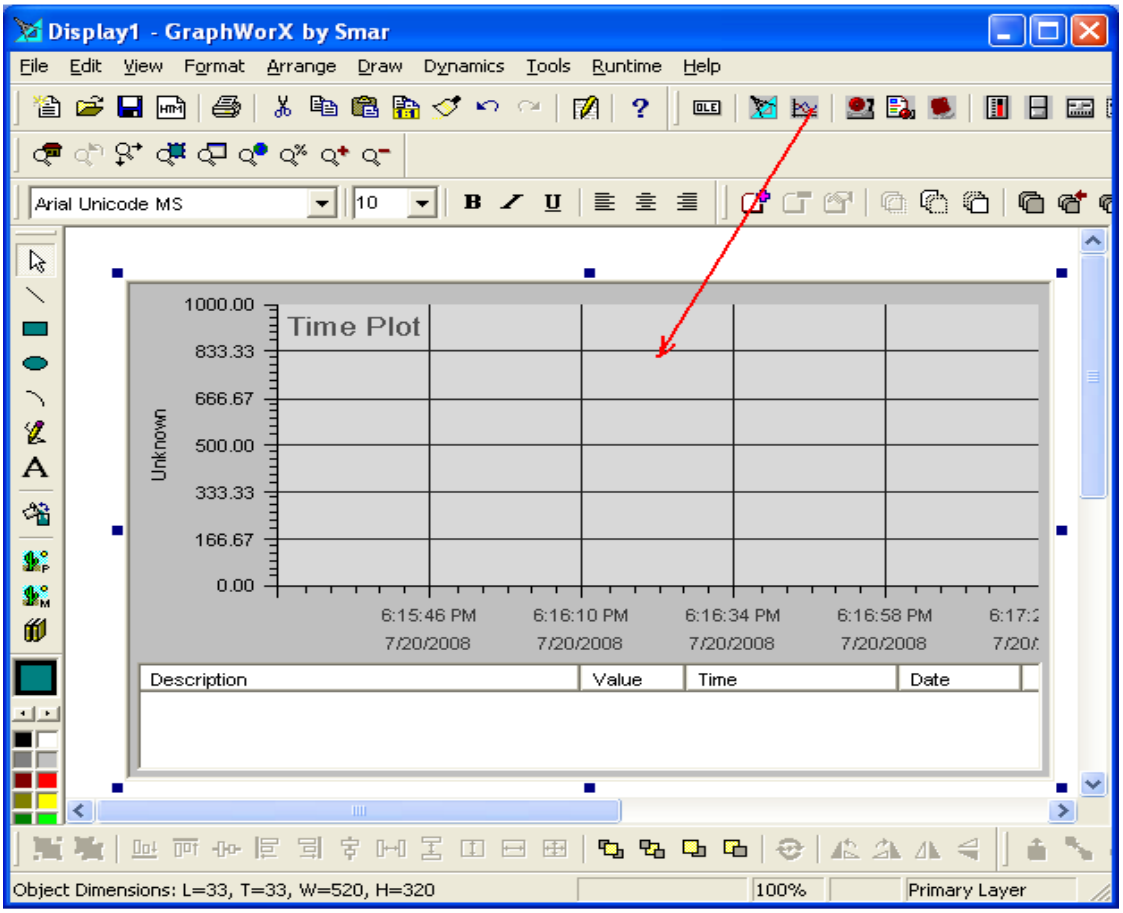
شکل ۲۲ – ۸ : نحوه ایجاد کلید یا دکمه که صفحه ی دیگری را باز می کند

- **ایجاد صفحه ی نمودارهای مسیری (Trend) :**

یک "نمودار مسیری" صفحه ایست که مقدار فرایند و پارامتر مورد نظر را نسبت به زمان و در یک برهه ی زمانی نمایش می دهد . نمودارهای مسیری از مهمترین ابزار در تشخیص نقایص و عیب یابی سیستم چه کنترلی و چه فرایندی هستند . از طرفی دقیقاً زمان وقوع حوادث مثلاً افت فشار خط یا به صفر رسیدن دور موتور و ..... را به ما می دهند و به اپراتور در انجام عملیات نگهداری کارخانه کمک شایانی می کنند . اگر از منوی Activex روی آیکن

Trend Worx Viewer یک کلیک کنیم شکل زیر که صفحه ی نمودار مسیری است ظاهر

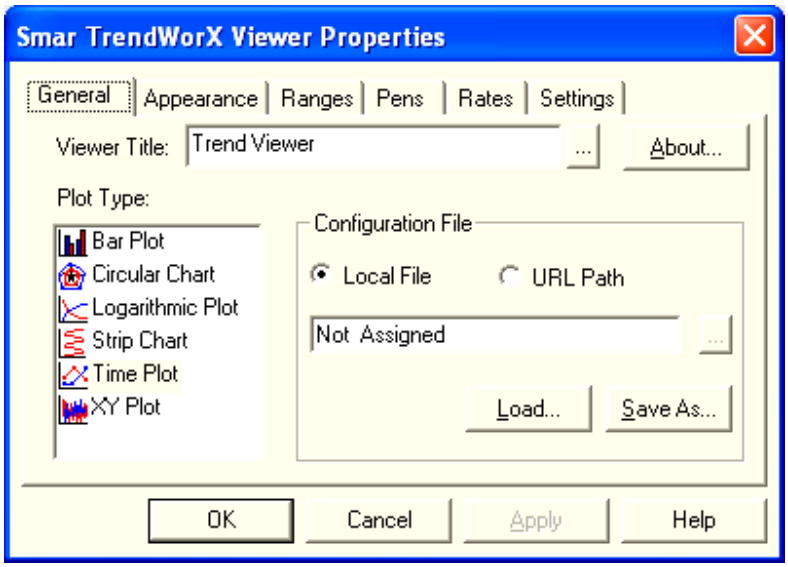
می شود :



شکل ۲۳ – ۸ : انتخاب نمودار خام از نوار ابزار

با دوبار کلیک رو نمودار پنجره ی smar Trend worx viewer properties باز می

شود که شامل شش نوار است :



شکل ۲۴ – ۸ : پنجره ی smar Trend worx viewer properties

۱- General : که شامل عنوان نشاندهنده (viewer title)، نوع صفحه (Plot Type) و فایل پیکر بندی است . معمولاً در این بخش تغییری ایجاد نمی شود و بصورت پیش فرض صفحه روی Time Plot یا نمودار زمانی قرار می گیرد .

۲- Appearance : تغییرات ظاهری مثل رنگ زمینه ، پیش زمینه ، گذاشتن عکس پشت نمودار نوع قلم یا فونت و ...را میسر می کند و به پنج قسمت تقسیم می شود :

۱- ۲- فضای کار (work space) : شامل رنگ بندی نمودار ، فونت های آن و دیگر جزئیات ظاهری آن .

۲-۲- جزییات (Detail) : تغییر مشخصه های جزیی سیستم مثل رنگ متن و زمینه ی جزییات نمودار ، تعداد ورودیهایی که در آن واحد دیده می شوند و ...که معمولاً تغییر داده نمی شوند و بصورت پیش فرض باقی گذاشته می شوند .

۳-۲- محدوده ها (Range) : برای نشان دادن محدوده ی تغییرات ورودی روی نمودار است

۴-۲- زمان (Time) : نحوه ی نمایش زمان و تاریخ

۵-۲- صفحه ی مشبک (Grids) : تنظیمات مربوط به تعداد سطر و ستونهایی است که در صفحه استفاده می کنیم می توانیم رنگ ، نوع و پنهای خط را نیز تغییر دهیم . این گزینه بیشتر مورد استفاده قرار می گیرد .

۳- محدوده ها (Ranges) : مقادیر کلی است که به محدوده و گستره ی تغییرات پارامترها می دهیم. باید این گزینه را نسبت به پارامتری که برای قلم (pen) انتخاب می کنیم تغییر دهیم .

۴- قلم ها (pens) : لفظ قلم از ثباتهای قدیمی که بصورت مکانیکی روی کاغذ، نمودارها را رسم می کردند گرفته شده است . منظور از قلم، بر چسب (tag) و پارامتری است که می خواهیم منحنی آنرا رسم کنیم مهمترین گزینه در نوار قلم ها (pens) ابتدا اختصاص برچسب است یا OPC Tags و سپس ویرایش قلم یا Edit ، گزینه ی Delete برای پاک کردن تگ های ایجاد شده و گزینه ی Replace برای جایگزینی یک تگ با تگ دیگر استفاده می شوند . با Tags Menu یا منوی تگ ها نیز عملیات اضافه ای را می توان روی قلم ها انجام دهیم که زیاد بکار برده نمی شوند .

۵- نرخ ها (Rates) : این گزینه نرخ یا نحوه ی گرد آوری و نمونه گیری از اطلاعات است که می خواهیم آنها را نمایش دهیم بعضی از پارامترها خیلی حساس هستند و نمایش ثانیه به ثانیه آن ها برای ما حیاتی است اما بعضی دیگر از پارامتر ها نه و ما می توانیم هر چند ثانیه یا چند ده ثانیه از آنها نمونه گیری کرده و مقادیرشان را نمایش دهیم . در اینجا گزینه های زیر را داریم :

۵-۱- نرخ گرد آوری داده (Data collection Rate) : که بصورت ثانیه ، دقیقه و ساعت تفکیک شده و می توانیم مثلاً هر یک ساعت یکبار از پارامتر اطلاعات را دریافت کنیم .

۵-۲- دوره ی زمانی نمودار (Trend Period) : می توانیم نمودار را روی دوره ی ۱ ثانیه ای تا ۹ ساله تنظیم کنیم . به این معنی که اطلاعات مشاهده شده روی صفحه مربوط به ۱ ثانیه پیش تا ۹ سال پیش باشد .

۵-۳- نرخ تازه سازی صفحه (Display Refresh Rate) : می توان یکبارو یا چند بار در طول زمان گرد آوری اطلاعات صفحه نمایش را تازه کرد . یعنی روی صفحه نمایش اطلاعات را مجدداً نوشت .

۵-۴- نرخ تازه سازی تاریخ (History Refresh Rate) : با این گزینه می توان هر چند ثانیه یکبار مقادیر قبلی اندازه گیری خوانده شده را بازیافت و نمایش داد .

۵-۵- نمونه ها (samples) : تعداد نمونه هایی است که باید گرفته شوند و از ۶ تا ۷۲۰۰ قابل تغییرند . خود برنامه پریود لازم را جهت تعداد دلخواه نمونه تخمین زده و نمایش می دهد .

۶- تنظیمات (Settings) : این نوار به سه قسمت تقسیم می شود :

۶-۱- تنظیمات مقدماتی و اولویتی (Preferences) : شامل تنظیم راه اندازی اتوماتیک ، نمایش میله ابزار اصلی و ... است که معمولاً درحالت پیش فرض خود قرار می گیرد .

۶-۲- فایل آمارها (statistics file): که فایلهای مجزا شده با ویرگول (comma separated file) ایجاد می کند .

۶-۳- scroll bar : تنظیمات مربوط به scroll bar و محدوده و پریود آن است .

با این سه گزینه نیز معمولاً کاری نداریم .

- **ساخت نمودار مسیری برای یک پارامتر یا تگ :**

۱- روی منوی Activex آیکن Trend worx viewer را می زنیم .

۲- بعد از ظاهر شدن صفحه ی نمودار زمانی روی آن دو کلیک می کنیم تا پنجره ی Properties آن باز شود .

۳- سپس نوار قلم ها (Pens) را می زنیم .

۴- روی دکمه ی OPC Tags کلیک می کنیم که پنجره ی smar OPC Tag Browse باز می شود که بصورت پیش فرض روی نوار OPC DA قرار می گیرد .

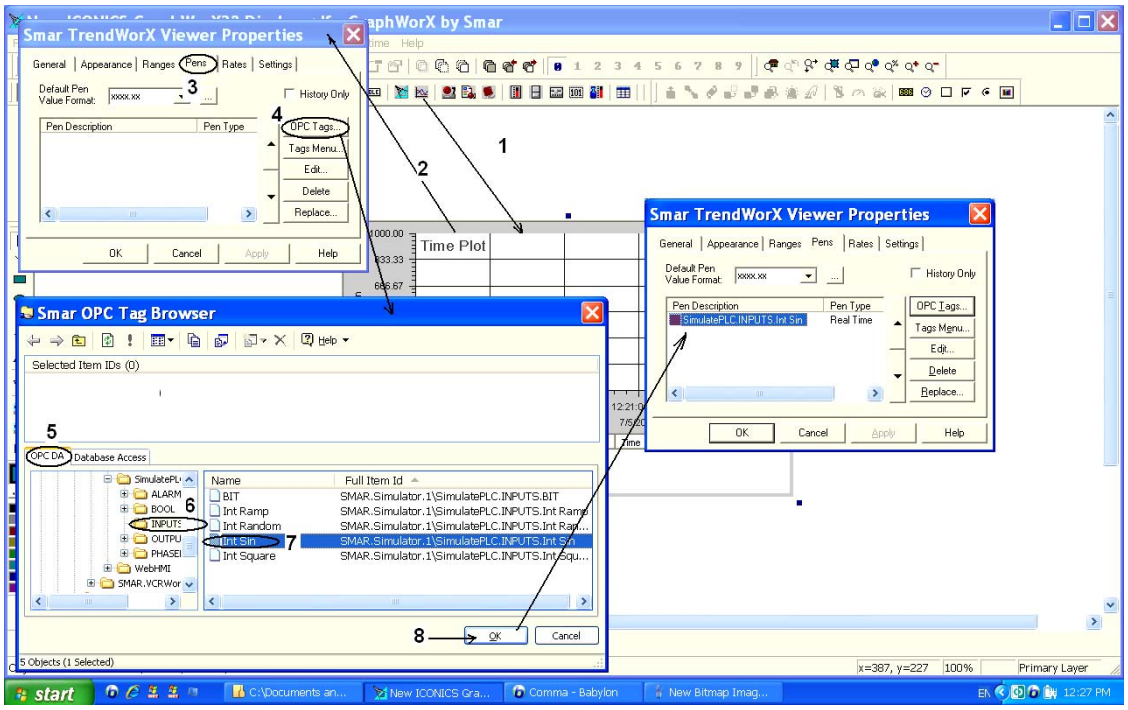
۵- از مسیر مورد نظر تگ باید پارامتری را که می خواهیم نمایش دهیم انتخاب می کنیم که در اینجا با استفاده از مشابه ساز مسیر بصورت زیر است :

SMAR.Simulator.1\SimulatePLC.INPUTS.Int Sin

و سپس ok را می زنیم .

Int Sin یک تابع سینوسی است که از مقدار ۱ - تا ۱ + تغییر می کند. تا اینجا مراحل ۶ و ۷ و ۸ را نیز انجام داده ایم .

با زدن ok در جستجو گر تگ ، تگ مورد نظر در پنجره smar Trendworx viewer Properties و در نوار Pens ظاهر می شود . اگر به شکل نمودار زمانی نیز نگاه کنیم می بینیم تگ وارد شده در زیر نمودار نیز آمده است (قسمت جزییات نمودار) .

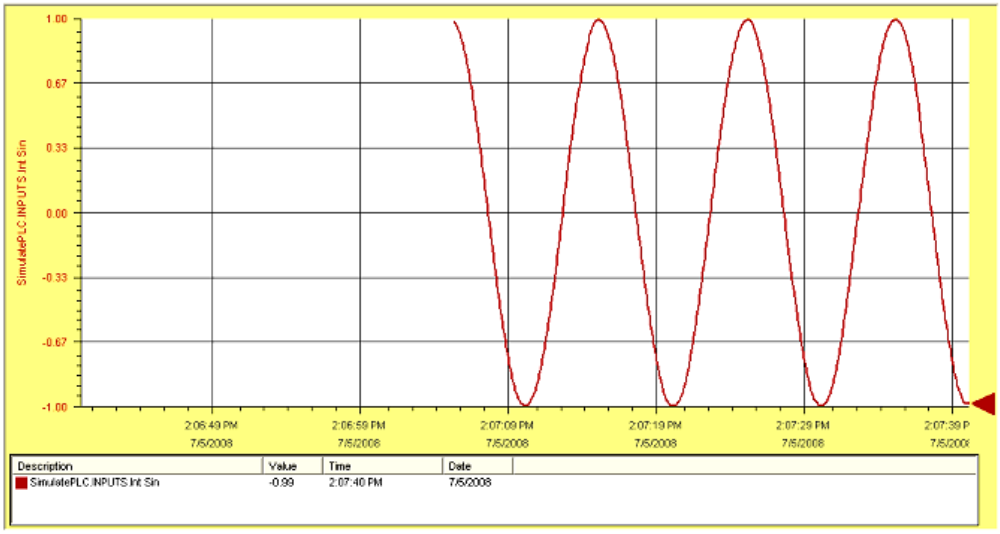


شکل ۲۵ – ۸ : اختصاص تگ برای پارامتری که می خواهیم نمودارش را رسم کنیم

با زدن ok روی smar Trendworx viewer Properties (مرحله ی ۹) و سپس زدن Runtime از منوی اصلی برنامه ، به مد اجرای برنامه می رویم .

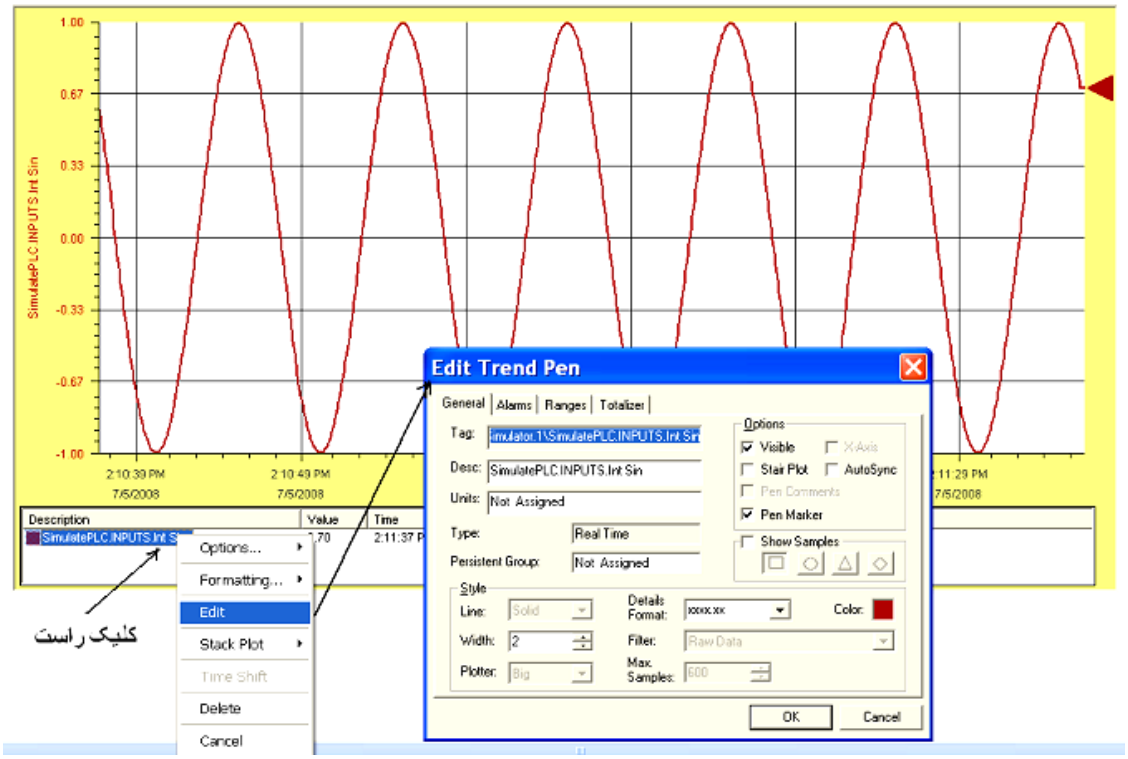
- **برنامه در مد اجرا یا Runtime:**

با زدن Runtime از منوی اصلی یا CTRL+M روی صفحه کلید برنامه به مد اجرا می رود یعنی نمودار اطلاعات را از سرور برداشته و در صفحه نمایش قرار می دهد که به صورت شکل زیر ظاهر می شود :



شکل ۲۶ – ۸ : نمودار ایجاد شده در حالت اجرا یا Runtime

اگر بخواهیم پارامترهای تگ وارد شده به نمودار را ویرایش کنیم بصورت زیر عمل می کنیم .



شکل ۲۷ – ۸ : نحوه ویرایش قلم در حین اجرا

پنجره ی Edit Trend Pen ظاهر شده دارای چهار نوار General , Alarms , Ranges و totalizer است که عموماً تنها از نوار General و Ranges آن استفاده می شود. در نوار General آدرس بر چسب همراه با توصیف آن و واحدی که برای آن می توان در نظر گرفت آمده است .

توصیف و واحد اندازه گیری پارامتر بصورت دلخواه نامگذاری می شود . در قسمت options یا اختیارات می توان نمودار را محو یا قابل رؤیت کرد (با Visible) یا Pen Marker را فعال نمود .

در بخش Style می توان نوع خط ، پهنای آن ، قالب جزییات و رنگ و ..... قلم را تغییر دارد تا نمودار با کیفیت مورد نظر حاصل شود .

تا اینجا ما با اصول اساسی و ساختار طراحی HMI با نرم افزار Graph Worx آشنا شدیم . بقیه ی امکانات این نرم افزار مشابه با اصولی است که بیان شد .

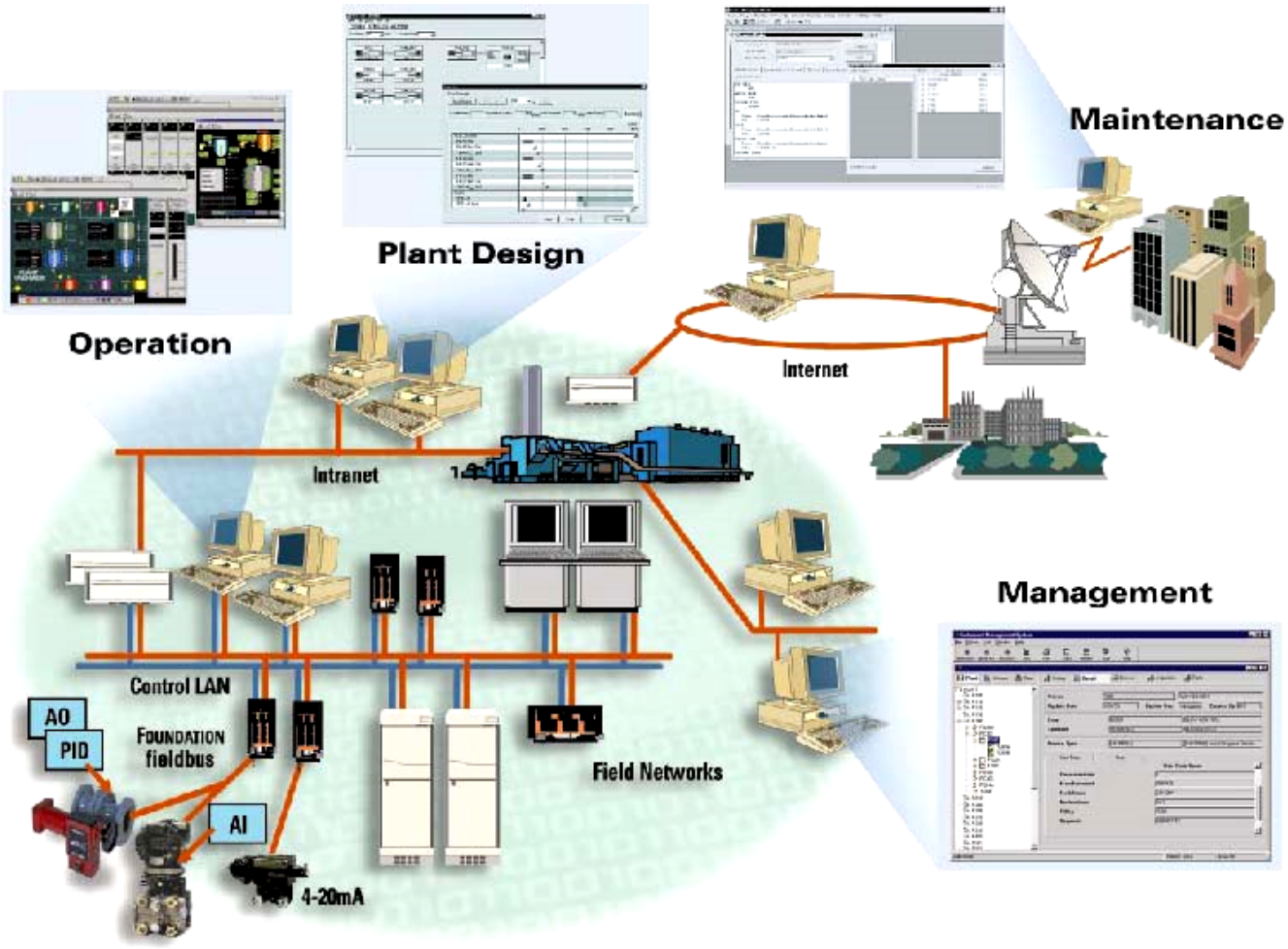
از امکانات دیگر این نرم افزار ساخت صفحات آلارم یا هشدار و نمایشگر های پیش ساخته جهت نشان دادن مقادیر فرایند و استفاده ازبرنامه نویسی ویژوال بیسیک جهت افزایش یا ویرایش کارایی برنامه های آن است .

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

فصل نهم:

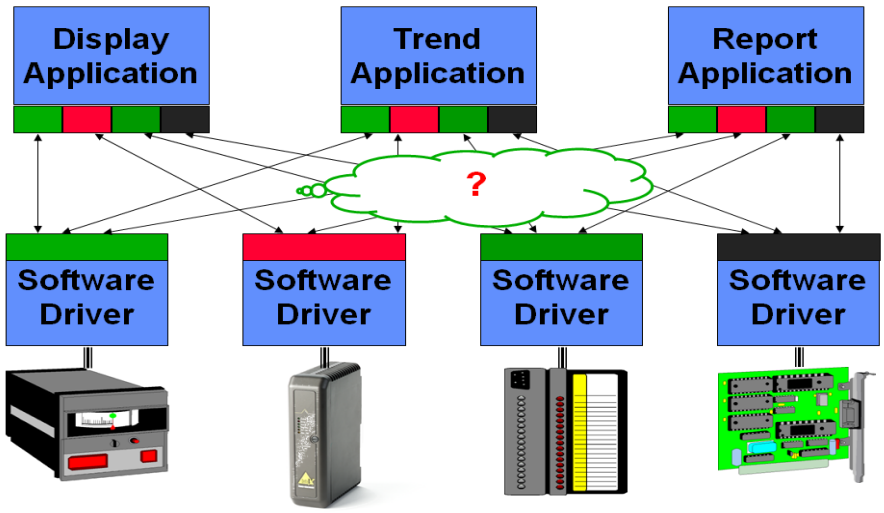
عملکرد OPC و پیوندهای بین برنامه ای



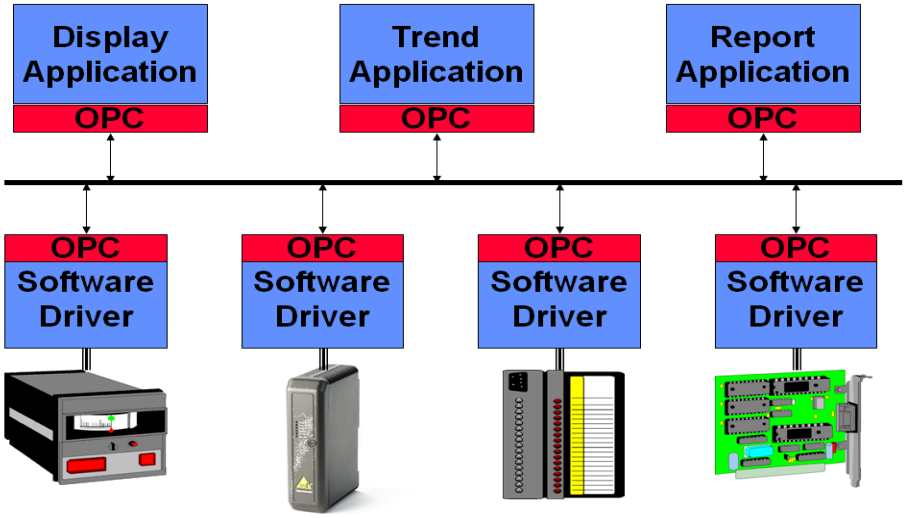
OPC چیست؟

همانطور که در فصل ششم اشاره شد ، با گسترش نرم افزارهای مختلف توسط سازنگان مختلف به برقراری ارتباط آنها با یکدیگر نیاز زیادی دیده می شود. برای مثال برقراری ارتباط برنامه Simatic Manager با برنامه های تحت ویندوز مثل Paint یا Office انکار ناپذیر است.

از طرفی نیاز به بر قرار کردن ارتباط نرم افزار مهندسی یک سیستم کنترل با یک نرم افزار نمایشی از سازنده دیگر نظیر EMERSON یا ... نیز لازم به نظر می رسد. از این رو ایجاد یک بستر ارتباطی در سطح شبکه و در دل سیستم های عامل فراهم آمد تا رد و بدل اطلاعات مطابق با استانداردی یکسان بین نرم افزارهای کنترلی و غیر کنترلی انجام شود.



شکل ۱ - ۹ : ارتباطات نرم افزاری یک سیستم بدون OPC



شکل ۲- ۹ : ارتباطات نرم افزاری یک سیستم بدون OPC

همانطور که در شکل های بالا مشاهده می کنید OPCرابط نرم افزارهای مختلف با سیستم عامل در ایستگاه های کاری و کامپیوتر ها است. اگر OPC نباشد برای ارتباط هر دستگاه با نرم افزارهای دیگر باید نرم افزار دیگری به سیستم اضافه کنیم.

قبل از ورود به بحث OPC باید مفاهیم زیر را درک نماییم.

۱- شیء (Object)

۲- مولفه یا جزء (Component)

۳- کاربرد یا برنامه کاربردی (Application)

۴- OLE (درج و پیوند اشیاء)

۵- COM (مدل شیئ مولفه)

۶- DCOM (مدل شیئی مولفه توزیع شده)

۷- ActiveX

۸- DDE (تبادل داده ای پویا)

۹- راه انداز (Driver)

معرفی مدل شیئی مولفه یا Component Object Model

COM استانداردهایی برای برقراری ارتباط بین مولفه های مختلف تعریف می کند. هدف اصلی آن این است که به ما این امکان را بدهد تا بتوانیم برنامه هایی با استفاده از قطعات پیش ساخته یا مولفه (component) تولید کنیم.

به عنوان مثال یک سیستم سفارش خرید را در نظر بگیرید. در این سیستم می توان مولفه های زیر را تعریف کرد:

i. برای ورود آیتم های مختلف از یک مولفه شبکه ای استفاده می شود که کاربر لیست آیتم ها را در آن وارد می کند.
ii. مولفه دیگر امکان جستجو در بین آیتم های مختلف را میسر می کند.
iii. مولفه های بعدی نیز محاسبه مالیات یک سفارش خرید را در سیستم انجام می دهد.

ما از طریق معرفی یکسری استاندارد در COM ، ارتباط بین مولفه های مختلف را برقرار می کنیم. پس برای برقراری ارتباط بین این مولفه ها به روش زیر یک استاندارد تعریف می کنیم:

۱- ابتدا باید بدانیم چگونه به مولفه های مختلف دسترسی پیدا کنیم. پس باید یک استاندارد عمومی تعریف شود تا برنامه نویس بتواند براحتی به مولفه های مختلف دسترسی پیدا کرده و اشیاء مورد نظر خود را توسط آنها ایجاد کند.

هر مولفه یک شناسه (ID) منحصر به فرد دارد که آنرا از بقیه مولفه ها متمایز می کند. مولفه های مختلف ممکن است توسط شرکت های مختلفی ایجاد شده باشند و این شناسه منحصر بفرد باید به گونه ای باشد که هیچ دو مولفه ایجاد شده در نرم افزار دارای شناسه یکسانی نباشند.

۲- مسئله بعدی نحوه برقراری ارتباط بین اشیاء مختلف می باشد . بدون داشتن یک استاندارد مشخص در خصوص نحوه ارتباط بین اشیاء وقت زیادی لازم است تا بفهمیم که چگونه باید از اشیاء مختلف استفاده کرده و ارتباط بین آنها را برقرار کنیم.
۳- برنامه نویس نباید نگران این باشد که مولفه ای که می خواهد به کار ببرد با چه زبان برنامه نویسی تولید شده است. استقلال از زبان برنامه نویسی مشکل بزرگی است. هر جزء از یک شئ باید طوری تعریف شود که علاوه بر سازگاری با زبان ایجاد کننده اش با زبان استفاده کننده اش هم سازگار باشد، مثل تخصیص حافظه ، نام متدها، نوع پارامترها، نحوه صدا زدن متدها و غیره.
۴- باید بتوان نسخه های دیگری از مولفه های تولید شده را ساخت. ایجاد نسخه های بعدی از یک مولفه باید به گونه ای باشد که برنامه هایی که قبلاً با استفاده از این مولفه نوشته شده اند با تغییر نسخه مولفه خود بتوانند باز هم به کار خود ادامه دهند و نیازی به تغییر برنامه نداشته باشند.

مدلی که COM برای برنامه نویسی ارائه می کند بسیار ساده و در عین حال قدرتمند است. برای شروع بحث در مورد مدل برنامه نویسی COM ، ابتدا چند اصطلاح زیر را باید بررسی نمایی:

۱. شئ (object):

شئ اصطلاحی است که در برنامه نویسی زیاد با آن سروکار داریم. همانند بسیاری از مدل های شئ گرا، در مدل COM نیز شئ یک نمونه زمان اجرا (run-time instance) از یک کلاس خاص می باشد.

اشیاء دارای سه خصیصه می باشند :

۱- شناسه: یک نام منحصر بفرد است که یک شئ را از بقیه اشیاء متمایز می کند.
۲- حالت یا وضعیت: داده هایی است که یک شئ دارا می باشد

۳- رفتار: مجموعه متدهایی است که از طریق آنها امکان تغییر داده های یک شئ یا انجام یک فعالیت توسط شئ امکان پذیر می شود.

برای روشن شدن موضوع، از یک مثال استفاده می کنیم. یک شئ در زبان برنامه نویسی C++ یک نمونه زمان اجرا از یک کلاس می باشد. کلاس در C++ لیست متغیرها و متدهای اشیائی که از این کلاس ایجاد خواهند شد را مشخص می کند.

وقتی یک شئ ایجاد می شود، فضایی از حافظه برای نگهداری مقادیر متغیرهای آن شئ به آن نسبت داده می شود. سپس:

۱- آدرس آن حافظه نسبت داده شده به شئ، به عنوان شناسه شئ در نظر گرفته می شود.
۲- محتویات آن فضای حافظه، حالت شئ را مشخص می کند.
۳- رفتار شئ نیز توسط متدهای تعریف شده توسط کلاس مشخص می شود که این متدهای در جای دیگری از حافظه نگهداری می شوند.

مدل های اشیاء استفاده شده توسط سایر زبان ها نیز تقریبا مشابه همین مدل استفاده شده توسط C++ می باشد، اما اشیاء COM اندکی متفاوت هستند.

درCOM ، مفاهیم رابط عمومی و پیاده سازی شئ کاملا از یکدیگر جدا هستند. برنامه ها می توانند با اشیاء تنها از طریق رابط آن و با استفاده از اشاره گر رابط ارتباط برقرار کنند. در اینجا چون از اشاره گر رابط استفاده می شود، برایمان مهم نیست که حالت شئ در کجای حافظه قرار دارد یا به چه ترتیبی ذخیره شده است. فقط باید به گونه ای، شناسه شئ را با اشاره گر رابط مرتبط کرد.

همانگونه که دیدیم، رابط نقش مهمی در مدل ارائه شده توسط COM برای برنامه نویسی دارد. در ادامه مفهوم رابط را با جزئیات بیشتری بررسی می کنیم.

۲. رابط (interface):

یک رابط حاوی مجموعه ای از عملیات می باشد که به صورت منطقی به هم مربوط می باشند و یکسری رفتار را تعریف می کنند. در هنگام تعریف یک رابط، تنها توصیفی از مجموعه عملیات آن ارائه می شود و هیچ گونه عملیاتی در آن پیاده سازی نمی گردد. به عبارت دیگر، تعاریفی که در یک رابط مطرح می شوند یک قرارداد بین استفاده کننده از مولفه و طراح مولفه وضع می کند.

موارد زیر در خصوص یک رابط باید در نظر گرفته شود:

- یک رابط باید بوسیله یک شناسه منحصر بفرد تعریف شود.
- یک رابط باید در نهایت از یک رابط خاص به نام Unknown مشتق شود.
- پس از اینکه یک رابط منتشر شد نباید تغییری در آن صورت بگیرد.

۳. شناسه های COM :

همانگونه که برای هر مولفه به یک شناسه منحصر بفرد نیاز داریم، هر رابط نیز باید یک شناسه منحصر بفرد داشته باشد. یکی از روش هایی که می توان بکار برد، استفاده از شناسه رشته ای می باشد. استفاده از شناسه رشته ای چند ایراد دارد. مهم ترین ایراد این است که نمی توان تضمینی داد که شناسه انتخاب شده منحصر بفرد باشد. در COM هرگاه که به یک شناسه منحصر بفرد نیاز داریم، از مفهومی با عنوان GUID که مخفف Globally Unique Identifier می باشد، استفاده می شود که یک عدد ۱۲۸ بیتی می باشد.

الگوریتمی که برای تولید GUID استفاده می شود، به صورت آماری تضمین می کند که اعداد تولید شده منحصر به فرد می باشند. بنابراین هر رابط با یک GUID شناخته می شود.

۴. مبادله داده های دینامیکی یا (DDE (Dynamic Data Exchange:

DDE یک تکنولوژی است که برای مبادله داده ها بین چند نرم افزار در سیستم عامل های مایکروسافت به کار می رود. با DDE که سنگ بنای آن از سال ۱۹۸۷ توسط مایکروسافت بنا نهاده شد یک برنامه می تواند با برنامه های دیگر ارتباط برقرار کرده و حتی آنها را کنترل نماید. عملکرد آن تا حدی شبیه به RPC(Remote Procedure Call) می باشد.

DDE اجازه به اشتراک گذاری داده را برای چند برنامه و یا ارسال مستقیم یک دستور برای هر کدام از آنها را می دهد. می توان DDE را به صورت یک مکالمه بین دو برنامه تشبیه کرد. در این حالت واژه های Server و Client معنی پیدا می کنند ، برنامه ای که منبع داده است و داده ها را در اختیار برنامه های دیگر قرار می دهد را Server و برنامه هایی که داده ها را دریافت می کنند را Client می نامند. از اینجا نیز نامگذاریDDE Server و DDE Client (و سپس OPC Server / Client) به وجود آمد.

در اینجا نیز هر داده ای که برنامه سِروِر تولید می کند یک شناسه منحصر به فرد دارد که شامل سه قسمت است:

۱. DDE Application Name : نام برنامه DDE
۲. DDE Topic: موضوع DDE
۳. DDE Item Name : نام DDE

نام برنامه DDE تقریباً همیشه بدون پسوند *.EXE یک فایل اجرایی برای برنامه سِروِر محسوب می شوند.

موضوع DDE گروه یا دسته ای از داده ها را در برنامه سِروِر تعریف می کند. هر آیتم داده که یک سِروِر می تواند آنرا تولید کند یک نام آیتم DDE دارد. بنابراین نام برنامه ای ، موضوع و نام آیتم داده دقیقاً منبع داده را در برنامه سِروِر مشخص می کند.

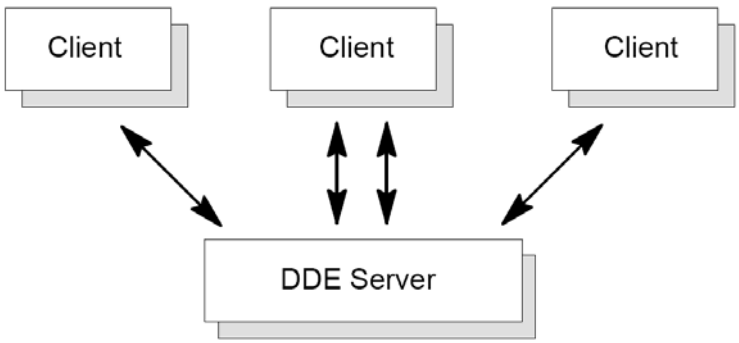
شناسه داده دقیقاً مثل یک شماره تلفن سه قسمتی عمل می کند که دارای کد کشور ، کد شهر و شماره منزل می باشد.

عمل پیوند DDE ها همواره در برنامه کلاینت آغاز می شود. کلاینت شروع به انتشار یک پیغام به تمام برنامه هایی که در حال اجرا هستند می کند. این پیغام حاوی نام برنامه DDE ، موضوع DDE و به طور اختیاری آیتم DDE می باشد. اگر یک برنامه ی سِروِر که در حالت اجرا است بتواند داده خواسته شده را فراهم کند به آغازگر DDE (DDE Initiate) پاسخ داده و سیستم عامل ویندوز یک پیوند بین دو برنامه برقرار می کند. اکثر برنامه های ویندوز که DDE را پشتیبانی می کنند، این جزییات را از دید کاربر پنهان نگه می دارند و ما تنها با مشخص کردن شناسه DDE ، داده را به بخشی که می خواهیم پیوند می دهیم. برای مثال وقتی در یکی از خانه های برنامه اکسل عبارت :

=WinCC|C:\siemens\WinCC\WinCCProjects\Report\Report.mcp!DDEVar1

را تایپ می کنیم ، با زدن Enter به طور خودکار پیوند DDE بین برنامه اکسل و WinCC برقرار شده و برنامه اکسل مقدار پارامتر DDEVar1 را از پروژه Report می خواند. در این حالت باید برنامه WinCC نیز فعال باشد.

با این اوصاف DDE یک پروتکل ارتباطی محسوب می شود که بر اساس سیستم پیام رسانی ویژه ویندوز بنا شده است.



شکل ۳ - ۹ : مبادله داده بین DDE Server و DDE Client ها

مراحل ارتباط برقرار کردن یک پیوند DDE:

۱- DDE client با ارسال یک پیام به DDE Server مسیر را ارتباطی را باز کرده و ارتباط شروع می شود.

۲- عمل مبادله داده بین نرم افزارها انجام می شود.

۳- کلاینت یا سِروِر DDE مبادله را خاتمه می دهد.

برای ارتباط DDE سه پیوند مختلف وجود دارد:

۱- پیوند سرد (Cold Link) : یک بار دریافت داده به دنبال یک بار درخواست از کلاینت یا یک بار انتقال داده از کلاینت به سِروِر. در این حالت کلاینت درخواست خود را به سِروِر می فرستد ، اگر سِروِر بتواند داده مورد مطالبه کلاینت را برآورده کند ، داده را ارسال می کند وگرنه یک پیام عدم توانایی را ارسال می کند.

۲- پیوند گرم (Warm Link): دریافت مداوم داده به دنبال یک درخواست

۳- پیوند داغ (Hot Link): دریافت مداوم پیام ها به دنبال یک درخواست کلاینت. در اصل ترکیبی است از پیوند سرد و داغ.

برای ارتباط بین نرم افزارهای نصب شده روی سیستم های کنترل و برداشت داده توسط آنها ، دو نوع اتصال (Connection) تعریف می شود:

۱- DDE Local Connection

۲- DDE Network Connection

کم کم NetDDE که نسخه پیشرفته تری از DDE است جایگزین آن شد.

۵. نرم افزار راه انداز یا Driver :

فرض کنید که یک برنامه نرم افزاری دارید که می تواند اطلاعات را از تجهیزات کارخانه دریافت کند و به بخشی از نرم افزار شما بدهد. این نرم افزار یک واسطه است بین سخت افزار سیستم و نرم افزاری که با آن سیستم را کنترل می کنید مثل HMI یا Engineering و آنرا اصطلاحاً درایور می گویند. درایور در سیستم های کنترل را می توان با درایور در کامپیوترهای شخصی مقایسه کرد. برای مثال شما برای ارتباط دادن مانیتور به ویندوز باید راه انداز کارت گرافیکی خود را نصب کنید.

۶. DCOM (Distributed Component Object Model) :

مدل شیئی جزییات توزیع شده (غیرمتمرکز) پروتکلی است که امکان ارتباط مستقیم بین عناصر نرم افزاری موجود در یک شبکه با یکدیگر را فراهم می نماید. آبجکت ها همان موضوعات یا اشیاء مورد استفاده در نرم افزار ها هستند. مولفه ها بخش هایی از نرم افزار می باشند که جهت اجرای جزیی مورد استفاده قرار می گیرند. منظور از توزیع شده یا غیر متمرکز این است که بجای یک برنامه بزرگ برای اجرا در محیط برنامه بزرگتر، از چندین برنامه کوچک استفاده می شود. این امر دقیقاً همانند سیستم DCS است که به جای استفاده از یک کنترلر از چندین کنترلر مجزا استفاده می کند.

DCOM که قبلاً OLE Network نامیده می شد از توسعه COM ایجاد شده است که برای پشتیبانی از ارتباطات بین اشیا بر روی کامپیوتر های مختلف به کار می رود که می تواند روی LAN ، WANو اینترنت بکار رود. با استفاده از این امکان کاربردها می تواند از نظر مکانی توزیع شده باشند ولی به صورت یکپارچه به نظر برسند DCOM تحول یکپارچه ای از COM است که اجزا سیستم را هدایت کند. شما می توانید از کاربردهایی که بر پایه COM نوشته شده اند استفاده کرده و همه ابزارها و اجزای آن را برای محاسبات توزیع شده استاندارد بکار ببرید .

مزایای استفاده از DCOM :

۱. افزایش تحمل پذیری خطا در سخت افزار
۲. مقاومت بیشتر در برابر خطاهای شبکه
۳. تطبیق کلاینت های مختلف با هم حتی در محیطهای متفاوت
۴. توزیع بار بر روی شبکه

موارد موجود در برنامه های غیر متمرکز عبارتند از:

۱. Location independence
۲. Connection Management
۳. Scalability
۴. Performance
۵. Bandwidth and latency
۶. Security

۷. Load balancing
۸. Fault tolerance
۹. Ease of deployment
۱۰. Protocol neutrality
۱۱. Platform neutrality

DCOM در سیستم عاملهای Windows Macintosh و UNIX وجود دارد.

بعضی از برنامه ها مانند بازی های چند نفره ، چت کردن و کنفرانس از راه دور ذاتا توزیع شده هستند. بعضی از برنامه های دیگر نیز توزیع شده هستد اما به نظر می آید که با دو جزء بر روی ماشین های مختلف اجرا می شوند. این برنامه ها به منظور توزیع شدن طراحی نشده اند بلکه قابلیت توسعه شان محدود شده است . از این دست می توان کاربرد های Client/Server را نام برد . برنامه هایی که با تفکر توزیع شدگی طراحی شده اند می توانند با کلاینت های مختلفی که دارای توانایی های خاصی برای اجرای جزییات در کلاینت دیگر هستند سازگار شوند و در مواقع لازم در طرف Server نیز اجرا گردند.

غیر متمرکز بودن یا توزیع شدگی به مدیریت سیستم کمک می کند و سیستم را جهت توسعه های آتی منعطف می سازد. در برنامه های پیچیده که دارای یک مدل واحد هستند فقط یک راه برای افزایش تراکنش های اجرایی وجود دارد که آن هم استفاده از سخت افزار سریع است. اما امروزه سرورها و سیستم عامل ها به خوبی قابل ارتقا هستند. بهتر است که سیستم عامل ها و کامپیوترها را همانند هم خریداری کنیم چون با این کار می توان سرعت ماشین را لا اقل دو برابر بالاتر برد. با طراحی یک سیستم توزیع شده، یک Server می تواند تمام مولفه ها را اجرا کند.

معماری DCOM توسعه یافته COM (Component Object Model) است.

Com به ما می گوید که مولفه و کلاینت ها چگونه با هم تقابل داشته باشند. این تقابل یعنی اینکه مولفه و کلاینت بتواند بدون نیاز به هیچ سیستم میانی به هم وصل شوند . کلاینت بتواند متدهای مولفه را بدون هیچگونه بار اضافی فراخوانی کند. در این صورت مولفه و کلاینت هر دو در یک فرایند قرار دارند. در سیستم عاملهای امروزی فرایند ها از همدیگر محافظت می شوند . یک کلاینت که به برقراری ارتباط با یکمولفه در یک فرایند دیگر نیاز دارد نمی تواند به طور مستقیم آن را فراخوانی کند . اما می تواند بعضی از تسهیلاتی را که برای ارتباط بین پردازش ها در سیستم عامل ارائه شده استفاده نماید.

Com این ارتباط را به صورت شفاف ارائه می کند که می تواند فراخوانی را از سمت کلاینت به سوی مولفه در فرایند دیگری رد گیری کند . وقتی که کلاینت و مولفه بر روی ماشین های مختلف قرار داشته

باشند DCOM به راحتی ارتباط بین فرایند های محلی را با پروتکل های شبکه جایگزین می کند . در این صورت مولفه و کلاینت بر روی فرایند های مختلف در یک ماشین قرار داده می شوند. Com زمان اجرای سرویس شی گرا را برای کلاینتها ، مولفه ها ، کاربر RPC و محافظ بسته های شبکه تضمین می کند . حتی اگر مولفه و کلاینت بر روی ماشین های مختلفی قرار داشته باشند.

بعضی از مولفه ها فقط می توانند بر روی ماشین ها یا در محلهای خاصی اجرا شوند. مولفه های یکسان در زمان ارتقا سیستم قابلیت انعطاف را افزایش می دهند ولی ترافیک شبکه را نیز بالا میبرند. مولفه های بزرگ ترافیک شبکه را کاهش می دهند اما قابلیت توسعه را کم می کنند. باDCOM محدودیت های طراحی در موقعیت های بحرانی حل می شود زیرا جزئیات گسترش ، به یک کد منبع خاص نیاز ندارد. DCOM کاملا از دید مولفه ها پنهان است بنابراین آنها در فرایندهای مشابهی در کلاینت و یا هر ماشین دیگری در همه جای دنیا اجرا می شوند . در همه موارد روش اتصال کلاینت به مولفه و فرخوانی متد های آن به یک شکل است. DCOM صرفا نیاز به تغییر کد منبع ندارد. در واقع برنامه ها برای کامپایل شدن به پیکربندی مجدد مولفه ها نیاز ندارند. استقلال محلی DCOM به طور چشمگیری کار مولفه های کاربردی توزیع شده را برای بهینه کردن کارایی سیستم بالا می برد.

برای مثال مولفه های معین باید بر روی ماشین ها یا محلهای مخصوص قرار گیرند اگر کاربردها مولفه های کوچک متعدد داشته باشند شما می توانید بارگذاری شبکه را با توزیع آنها روی بخشهای LAN ، ماشین ها و حتی فرایند ها به طور یکسان کاهش دهید .

اگر برنامه ها از تعداد کمی از مولفه های بزرگ تشکیل شده باشند بار گذاری شبکه کمتر خواهد بود.

انتخاب زبان یک مبادله بین هزینه های توسعه و قابلیت دسترسی و کارایی است . توسعه DCOM و COMکاملا مستقل از زبان است . واقعا هر زبانی می توند برای ایجاد مولفه های COM به کار رود و مولفه ها هم می توانند هر زبان و ابزاری را استفاده کند .

مدیریت اتصال (Connection Management) اتصالات شبکه ذاتا بسیار شکننده تر از اتصالات داخل ماشین است . اجزای یک برنامه توزیع شده باید بدانند وقتی که کلاینت غیر فعال است مشکل از شبکه است یا سخت افزار. DCOM برای اینکه یک مولفه به یک کلاینت اختصاص داده شود اتصالات را مدیریت می کند . همچنین مولفه ها می توانند با نگهداری شماره های منابع بین کلاینت ها به اشتراک گذاشته شوند . وقتی که یک کلاینت می خواهد با یک مولفه ارتباط برقرار کند DCOM شماره منبع مولفه را افزایش می دهد . وقتی که کلاینت اتصال را قطع کرد DCOM آن را یک واحد کاهش می دهد . وقتی که شمارنده به صفر رسید مولفه آزاد می شود. DCOM این روش را برای پروتکل صدا زدن (pinging protocol) به کار می برد.

در موارد بسیاری جریان اطلاعات بین مولفه و کلاینت ها یک سویه نیست ، مولفه نیاز دارند عملیاتی را در طرف کلاینت انجام دهند. مثلاً بداند چه مدت طول می کشد تا پردازش تمام شود یا بروز کردن داده هایی که

کاربر می بیند. یا پیغام بعدی در محیطی مثل کنفرانس از راه دور یا بازی های چند نفره چیست. پروتکل های مختلف برای انجام این نوع ارتباطات متقابل روشهای مختلفی دارند . با استفاده از DCOM یک مولفه می تواند تامین کننده یامصرف کننده باشد. در چنین ماشینهایی ارتباطات برای هر دو نوع دسترسی بهتر است از نوع نظیر به نظیر یا همان peer-to-peer باشد که بهتر از ارتباط client/server است .

ACTIVE X :

برنامه نویسی ماژولار سالها برنامه نویسان را به خود مشغول کرده بود و در واقع یکی از محرکهای اصلی توسعه سیستم عامل ویندوز هم همین ایده کدهای قابل اشتراک و قابل استفاده مجدد بوده است . اولین گام در راه پیاده سازی عناصر ماژولار تکنولوژی OLE یا Object Linking & Embedding بود . هدف اولیه OLE ایجاد سندهای مرکب با استفاده از برنامه های مختلف بود.
سندی که مقداری متن و مقداری نمودار دارد ، و هر کدام از آنها با نرم افزار خاص خود ایجاد شده اند ، نمونه ای از یک سند مرکب است . وقتی با متن کار می کنید نرم افزار واژه پرداز کنترل را بدست می گیرد و وقتی با نمودارها کار می کنید نرم افزار ترسیمی مسئولیت را به عهده می گیردOLE . با وجود کندی و مشکلات دیگر مسلماً قدمی رو به جلو بود .
تکنولوژی OLE خود بر استاندارد COM استوار است . بزودی COM از سندهای مرکب فراتر رفت و OLEرا هم بدنبال خود کشاند و از آن به بعد OLE اصطلاحی شد برای هر چیزی که از تکنولوژی COM استفاده می کرد . سالها بعد که میکروسافت بطور جدی درگیر اینترنت شد ، اصطلاح ActiveX هم وارد ادبیات کامپیوتری شد.

ابتدا این اصطلاح فقط در رابطه با اینترنت و وب بود اما اکنون ActiveX به آن بخش از تکنولوژیهای COM گفته می شود که در آنها یک قطعه نرم افزاری امکانات خود را در اختیار برنامه های دیگر می گذارد. یکی از ادعاهای ActiveX که بویژه به اینترنت مربوط می شود پشتیبانی از نرم افزارهای توزیع شده است ، و این یعنی ، کنترل های ActiveX حتی اگر در کامپیوتری دیگر (و هزاران کیلومتر دورتر) باشند به ما سرویس خواهند داد.

ActiveX Control:

کنترل ActiveX یک ابزار نرم افزاریست که به برنامه های دیگر متصل شده و درست مانند سایر عناصر بومی آن رفتار می کند. مفهوم کنترل ActiveX بسیار شبیه سیستم های الکترونیکی، صوتی یا تصویری است که با اضافه کردن قطعات جدید به آن می توانید قابلیت های آن را بدون نگرانی از عدم هماهنگی با یکدیگر افزایش دهید. کنترل های ActiveX چنین قابلیتی را وارد دنیای نرم افزار کرده اند.

این کنترل ها ،قبل از اینکه میکروسافت کمی آنها را تغییر دهید تا بر روی اینترنت نیز قابل اجرا

باشند OLEخوانده می شدند، کنترل ActiveX ،یک قطعه نرم افزاری است که میتواند علاوه بر

انجام عملیات وپردازش اطلاعات ،باسایر برنامه ها ،کنترل های دیگر و اینترنت از طریق OLEارتباط برقرار کند و همچنین قابلیت آنرا دارد که به سادگی بوسیله ی هر برنامه یا زبان کامپیوتری که میتواند حاوی کنترل های ActiveX باشد استفاده شود.

به عبارت دیگر ،این کنترل ها علاوه بر قدرت پردازش ومحاسبات ،قدرت ارتباط برقرار کردن را نیز دارند وهمچنین دارای رابط های گرافیکی مخصوص به خود هستند ومی توانند مانند ریز برنامه های جاوا درون صفحه وب قرار بگیرند بعلاوه میتوان از آنها در برنامه های سازگار با ActiveX نیز استفاده کرد.

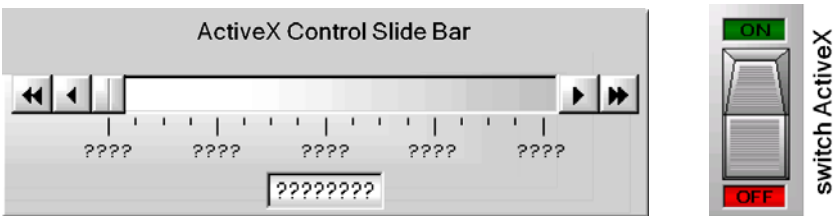
کنترل های ActiveX گوناگونی وجود دارند که هریک قابلیت های خاص خود را دارند .بعضی از آنها مخصوص ایجاد جلوه های ویژه ومولتی مدیا در صفحات وب هستند که تعدادی از اینها درون Internet Explorer قرار گرفته اند. اما بقیه باید در هنگام لزوم ، از صفحات مختلف و ب برداشت شوند .بعضی دیگر از این کنترل ها برای محاسبات عددی وپردازش تصاویر توسعه یافته اند و بوسیله زبان های برنامه نویسی استفاده می شوند .

مستندات ActiveX می توانند برنامه موردنیاز خود را بطور خودکار و مستقیم از داخل یک مرورگر وب اجرا نمایند .هنگامی که IE که دارای یک ActiveX ویژه است به فایلی بر می خورد که نمی تواند ساختار آنرا درک کند ،سند ActiveX ، برنامه ی مخصوص خواندن آن فایل را درون پنجره مرورگر اجرا کرده و منوی آن را با منوی IE ترکیب می نمایند .نتیجه این است که آن فایل در همان پنجره مشاهده صفحه وب باز شده و اجرا می گردد .

انواع کنترل های ActiveX در نرم افزارهای نمایشی یک سیستم کنترل:

۱- OLE ActiveX
۲- Graphics ActiveX
۳- Trend ActiveX
۴- Alarm ActiveX
۵- Gauge ActiveX
۶- Switch ActiveX
۷- Slider ActiveX
۸- Numeric ActiveX

۹- Vessel ActiveX
۱۰- National Instruments ActiveX



شکل ۴ - ۹ : دو نمونه از کنترل های ActiveX که در نرم افزارهای HMI به کار می روند.

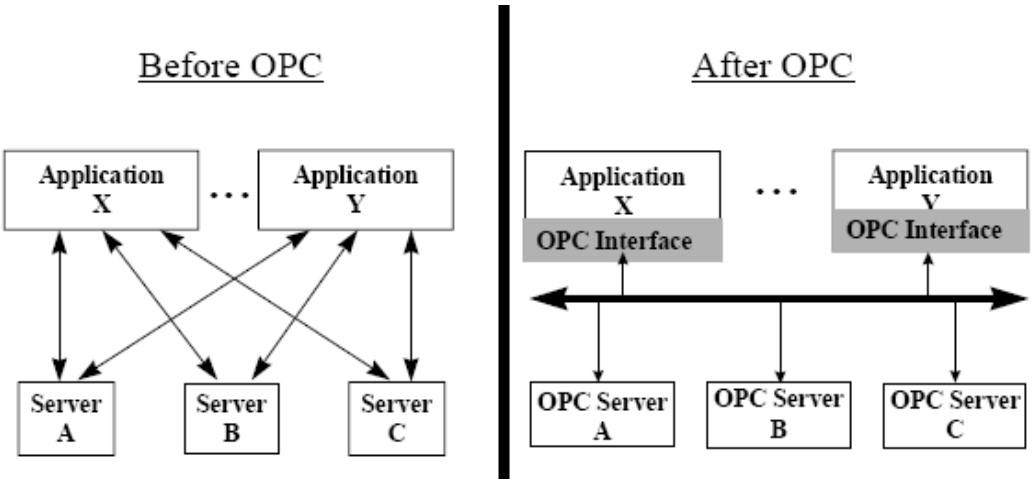
OPC (OLE for Process Control) :

OPC یک ویژگی مهم است که به سیستم های کنترل جدید افزوده شده است و شامل دسته ای از قواعد و روشهای نوشته شده می باشد که به برنامه های نرم افزاری چندگانه (چند برنامه که برای انجام یک هدف با هم کار می کنند) این امکان را می دهد که با هم تبادل اطلاعات نمایند. ویژگی های OPC توسط کاربرها، تولیدکنندگان نرم افزار در صنایع فرایندی یا ساخت و تولید ایجاد می شوند تا نیازهای آنها را برآورده سازند. با OPC ما عملاً ارتباطات نرم افزارها با یکدیگر را استاندارد کرده ایم و این علاوه بر یکپارچگی سیستم ها باعث کاهش هزینه و صرف زمان برای برقراری ارتباط بین آنها و یا توسعه احتمالی سیستم کنترل می شود.

قبل از اینکه OPC وارد بازار شود هر فروشنده نرم افزار برای ارتباط برقرار کردن با برنامه های شخص ثالث (برنامه نرم افزاری یک سازنده دیگر) روشهای مرسوم خودش را بکار می گرفت. بنابراین برای ارتباط نرم افزار سازنده A با سزنده B می بایست یک برنامه نویس حرفه ای C++ را بکار گرفته می شد که علاوه بر سرعت در برنامه نویسی باید به عملکرد ارتباطی دو سیستم A و B نیز تسلط داشته باشد.

علاوه بر این استفاده کنندگان مجبور به خرید دو بسته افزار (Toolkit) از هر دو فروشنده می باشند که خود هزینه ای چند هزار دلاری خواهد داشت.

گاهی نیز جهت ارتباط دادن دو برنامه A و B بایستی تولید کارخانه را متوقف نمود که این اصلاً به صرفه و اقتصادی نیست.



شکل ۵ - ۹ : مقایسه ارتباطات نرم افزاری قبل و بعد از استفاده از OPC

با ایجاد OPC سازندگان سیستم های کنترل به انطباق ویژگی های نرم افزارهای مختلف پرداختند و به این ترتیب افقهای تازه ای برای طراحی OPC و به منظور برآورده ساختن نیاز ارتباطی بین نرم افزارها گشوده شد.به این ترتیب اگر مشخصه OPC دو سیستم A و B یکسان باشد می توان آنها را با کمترین زمان و هزینه و بدون نیاز به استفاده از هرگونه کد ویژه ای آنها را به هم پیوند داد.

با این حال نمی توان گفت که OPC یک زبان استاندارد برای تبادل داده با سخت افزار است، اگرچه در نهایت و از یک دیدگاه می توان OPC را یک به عنوان یک استاندارد ارتباطی در نظر گرفت.

مشخصه OPC با هدف استاندارد کردن ارتباط نرم افزارها و درایورها جهت منتطبق سازی با سخت افزار به کار گرفته شده اند.

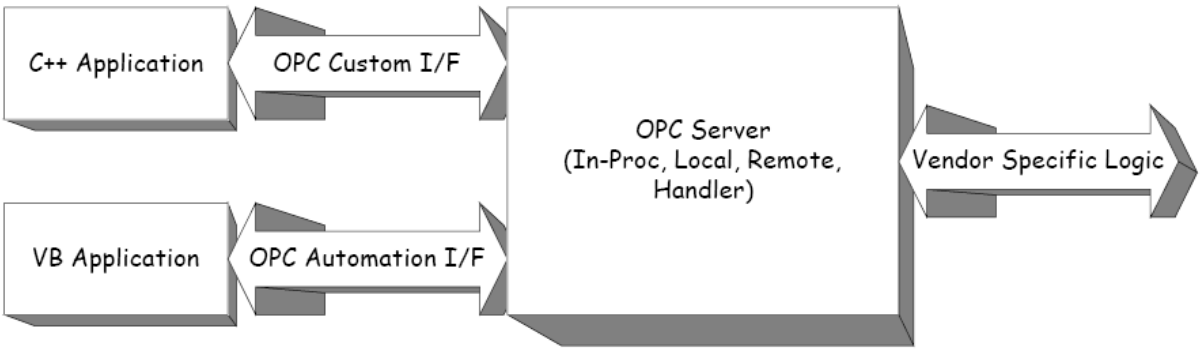
OPC می تواند داده ها را با استفاده از توابع ، دستورات و سیم کشی های واسط از سخت افزار بخواند و سپس آن اطلاعات را با روشها و قالب های مختلف و با یک زبان مخصوص به برنامه نرم افزاری که آنها را می فهمد تحویل دهد. با این ایده این نرم افزار مجبور است با دو زبان یا پروتکل تکلم نماید : یکی برای نرم افزار شما و دیگری برای سخت افزارتان.

OPC Server:

نرم افزار درایوری که از ویژگی های OPC پیروی می کند تا داده ها را برای عملکرد نرم افزارهای دیگر مهیا نماید.

نام OPC server به این خاطر است که آنها داده های به دست آورده را در اختیار نرم افزارهای دیگری که به آن نیاز دارند قرار می دهند. به نسبت تولیدکنندگان سخت افزاری زیادی که در بازار وجود دارند (که هر

کدام با زبان جداگانه ای با رابط های مخابراتی خود صحبت می کنند) راه اندازهای OPC Server زیادی نیز در بازار وجود دارند.

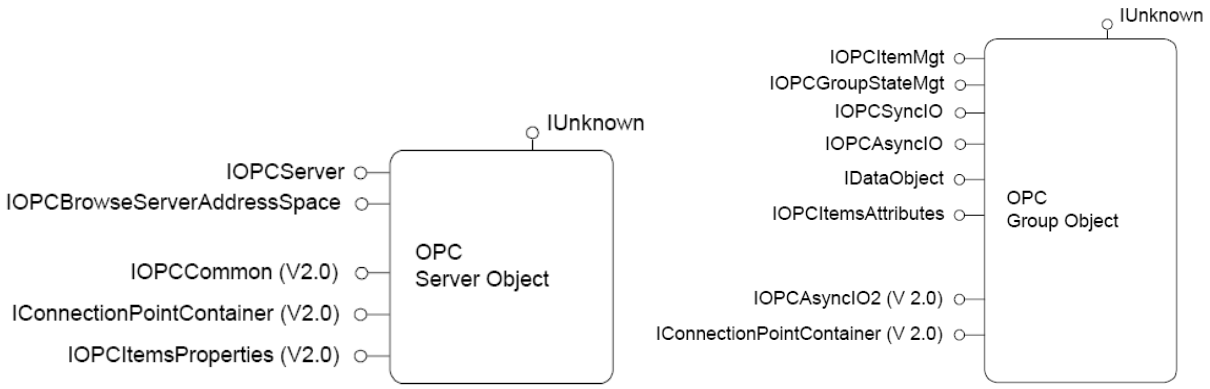


شکل ۱۰ - ۹ : ارتباطات نرم افزاری در OPC Server

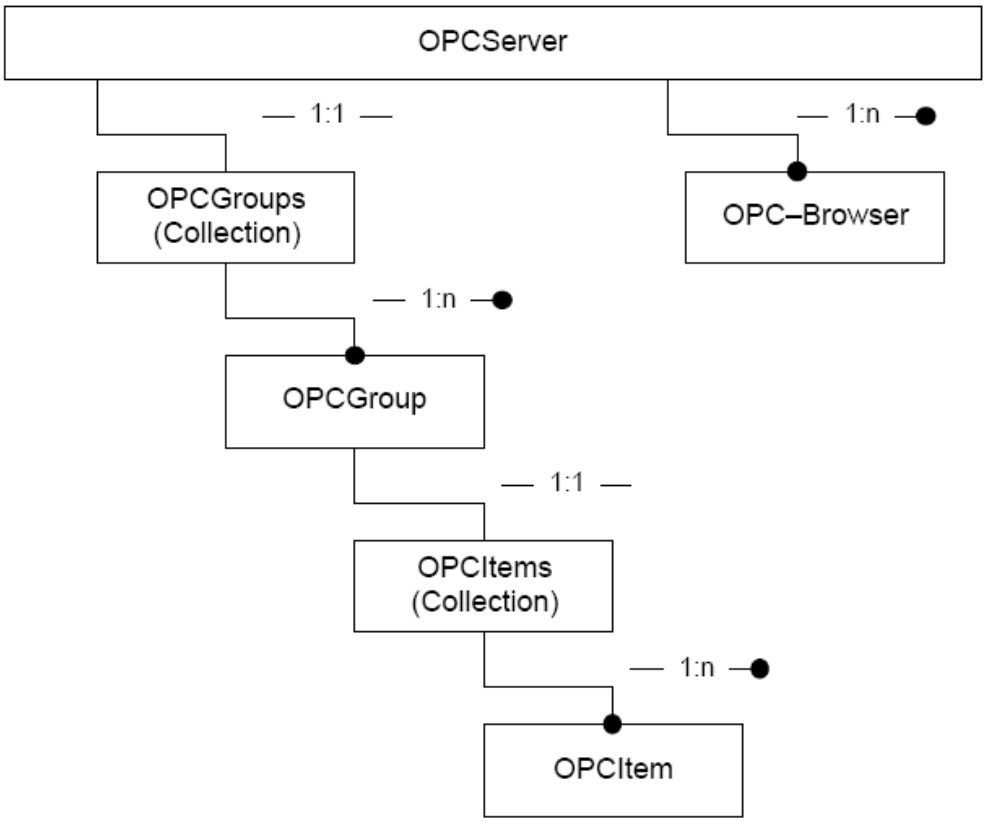
OPC Server با راه انداز ارتباط برقرار می کند زیرا باید کار یک مترجم را برای نرم افزارهای دیگر انجام دهد.

تعدادی از رابط های OPC برای COM به صورت زیر می باشند. این رابط ها با موضوع گروه و سِرور متصل هستند:

No	Object	Interface
1		IOPCServer
2		IOPC
3		IOPCServerPublicGroups
4	OPC Server	IOPCItemProperties
5		IConnectionPointContainer
6		IOPCCommon
7		IPersistFile
8		IOPCGroupStateMgt
9		IOPCPublicGroupStateMgt
10		IOPCASyncIO2
11	OPC Group	IOPCASyncIO
12		IOPCItemMgt
13		IConnectionPointContainer
14		IOPCSyncIO
15		IDataObject
16	EnumOPCItemAttributes	IEnumOPCItemAttributes



شکل ۱۱ – ۹ : ارتباط رابط های OPC که به موضوعات مختص به خود متصل هستند.



شکل ۱۲ - ۹ : ارتباط مدل موضوعات در OPC Automation

در شکل۱۲- ۹ ، OPC Server از طریق OPC Browser به جستجوی OPC server های موجود در شبکه می پردازد.

همانطور که گفته شد، در سیستم های کنترل ما فقط با برچسب یا همان تگ تجهیزات سر و کار داریم. تگ تجهیز دقیقاً مانند شماره ملی و کدپستی تجهیز است. یعنی با داشتن یک تگ می توان نوع آن و محل نصب آن را حدس زد.

با برنامه جانبی OPC Browser که روی OPC Client قرار دارد می توان OPC Server هایی که در شبکه فعال هستند را یافته و از داده های آن ها که برای ما همان تگ ها و مقادیر و حالاتشان است برای کلاینت استفاده کنیم. OPC Browser تنها پنجره ای است شبیه به انواع پنجره های جستجو که ما گاهاً برای باز کردن یک فایل mp3 از آنها بهره می گیریم. با این تفاصیل دو روش برای جستجوی OPC Server وجود دارد:

۱- روش گرافیکی (GUI) که همان پنجره جستجو است.

۲- روش برنامه ای

پس از اینکه OPC Server را از روی شبکه پیدا و سپس با Group Browser و نهایتاً Tag Browser ، تگ مورد نظر را یافته و داده هایی که لازم داریم انتخاب کردیم ، می توانیم تگ هایی را که تولید کرده است مشاهده ، انتخاب و از آن ها استفاده کنیم.

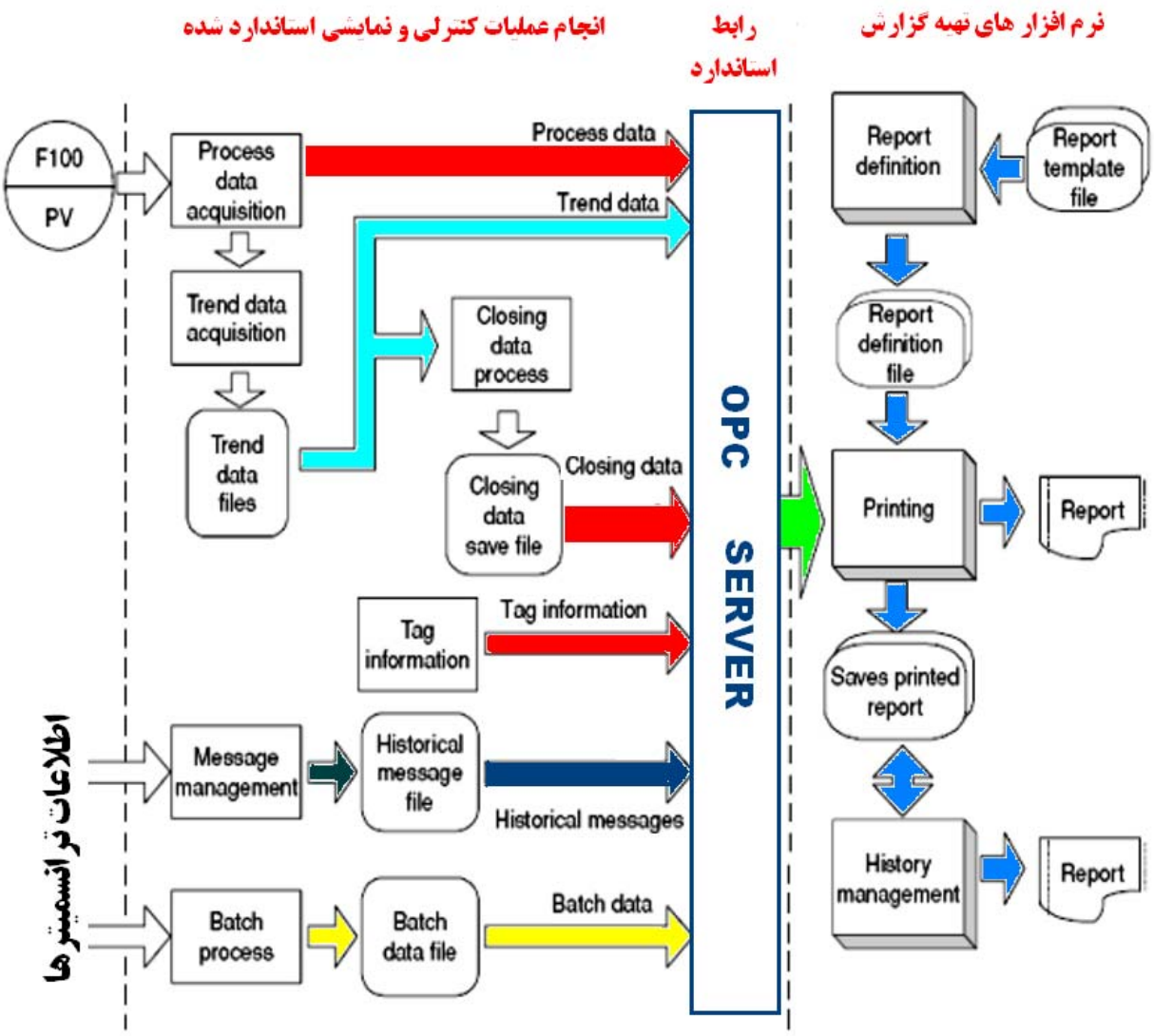
مقایسه DDE و OPC:

DDE	OPC
یک مقدار را در هر درخواست ارسال می کند	با هر درخواست می تواند چند مقدار را ارسال کند
الصاق زمانی (Time Stamp) ندارد	بخش استاندارد الصاق زمان برای پاسخ در نظر می گیرد
پرچم یا مشخصه کیفیت برای داده ندارد	یک بخش مشخصه کیفیت برای پاسخ در نظر می گیرد
ساختار تضمین شده ای مثل OLE ندارد	بر اساس OLE/COM ساخته شده است
OLE Automation را پشتیبانی نمی کند.	OLE Automation را پشتیبانی می کند.

از بحث هایی که در مورد ارتباطات نرم افزارها بیان کرده ایم می توان دریافت که OLE و OLE Automation از DDE پیشرفته تر هستند اما نسبت به DDE حجیم بوده و برای کد کردن پیچیده تر می باشند. OLE روی GUI تمرکز کرده که به COM منتهی می شود. نسخه ای از آن که تحت شبکه نیز کار می کند DCOM است.

.NET نیز یک لایه برای ارتباطات بین برنامه ای در .NET Framework در نظر گرفته است. با این حال DDE هنوز در کارهای ویندوز نظیر copy ، paste و cut به کار می رود.

DDE مکرراً مقادیر پیوندهایش را به روز می کند واین سادگی عملکرد آن را نشان می دهد در حالی که در COM به روز رسانی مقادیر پیوند ، به نوشتن کد توسط نویسنده برنامه توزیع شده نیاز دارد.



شکل ۱۳ – ۹ : نقش OPC Server در مبادله اطلاعات بین نرم افزارهای سیستم کنترل

همانطور که از شکل فوق دیده می شود OPC Server بیش از شش نوع داده را از سیستم گردآوری و پردازش دریافت می کند که به شرح ذیل می باشند:

۱- اطلاعات خام : مقادیر اندازه گیری شده مثل PV

۲- داده های پردازش شده یا Closing Data

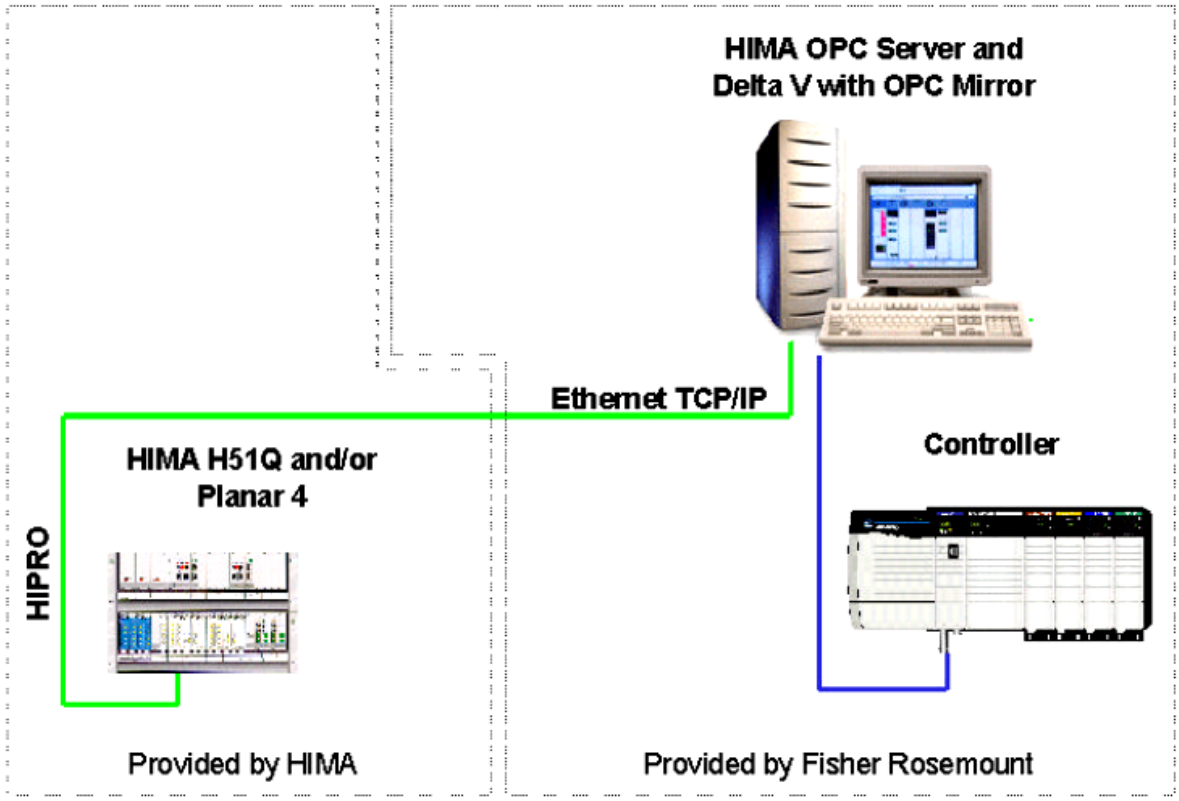
۳- داده های مربوط به نمودارها یا Trend Data

۴- اطلاعات مربوط به تگ ها یا Tag Information

۵- پیام ها و اطلاعات تاریخ گذشته یا Historical Message

۶- اطلاعات دسته ای یا Batch Data

این اطلاعات در حین ذخیره شدن در حافظه نمایش داده شده و می توان آنها را چاپ نیز نمود. شکل زیر نیز OPC را به عنوان رابط بین دو نرم افزار HIMA Planner 4 و EMERSON DeltaV نشان می دهد.

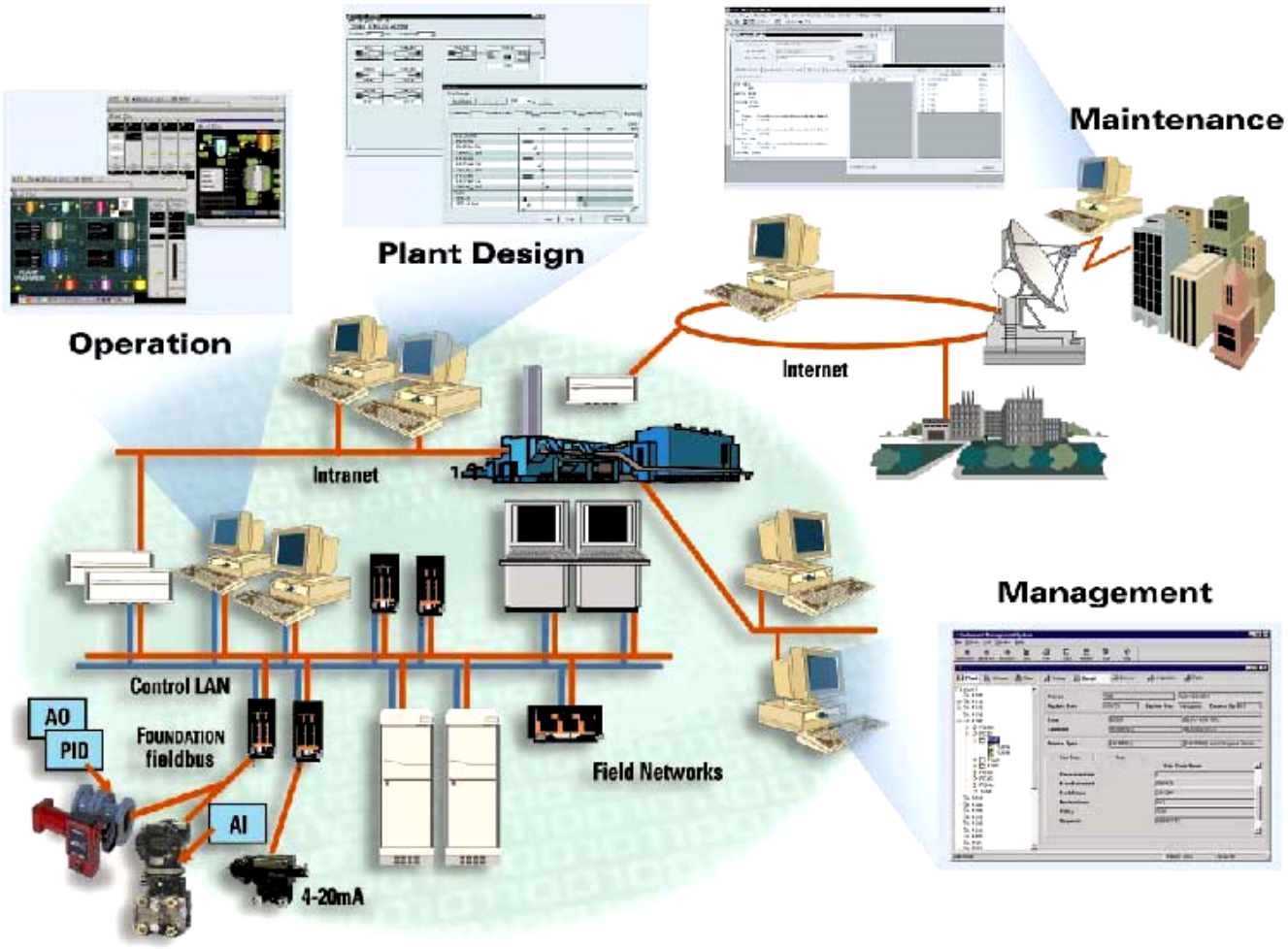


شکل ۱۴ – ۹ : ارتباط سیستم کنترلی Fisher-Rosemount و HIMA با استفاده از OPC

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

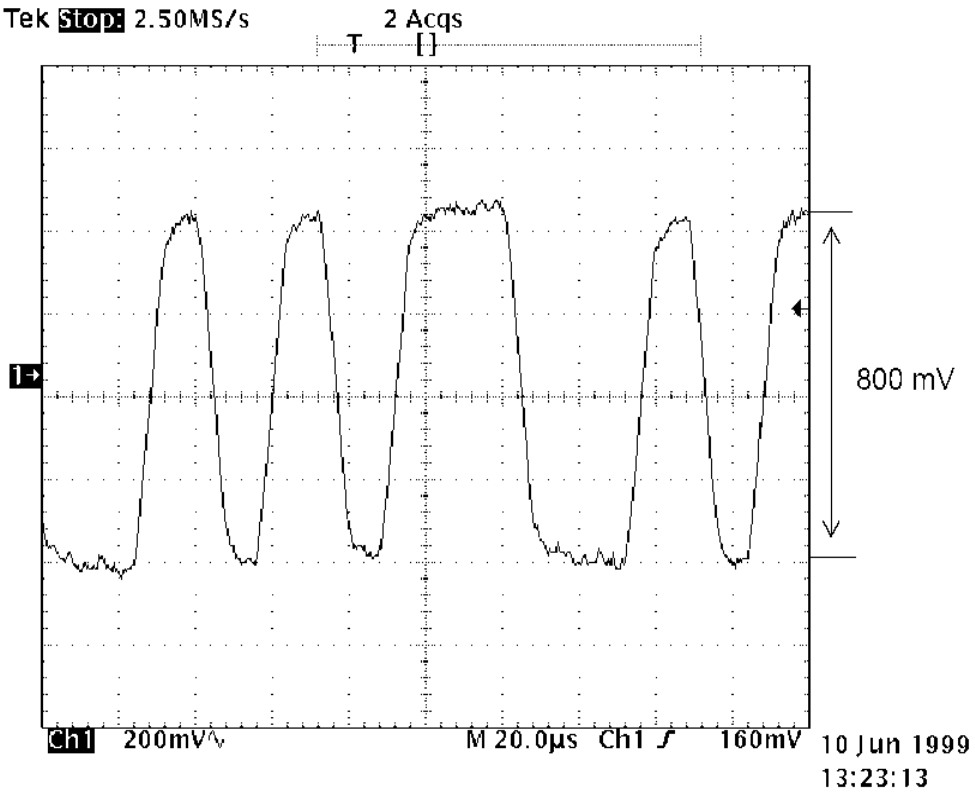
پیوست ها



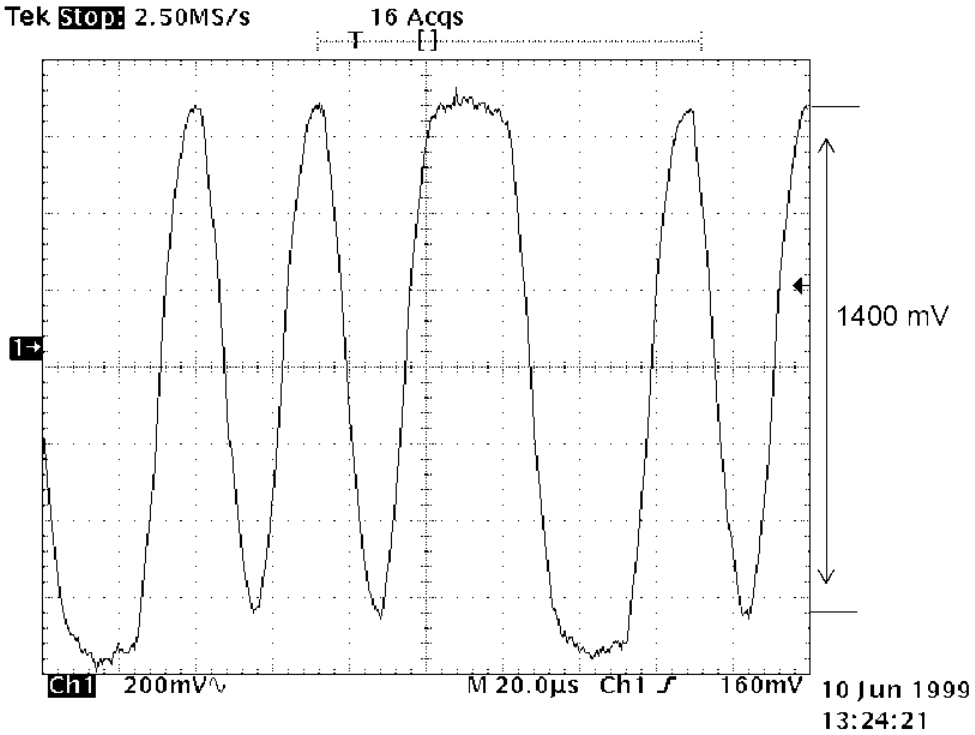
پیوست ۱ : اثر ترمیناتور روی شکل موج سیگنال فیلدباس

زمانی که از یک ترمیناتور استفاده می کنیم دامنه سیگنال دوبرابر شده و سطح پالس از بین می رود و تجهیزات قادر به آشکار کردن آن نیستند.

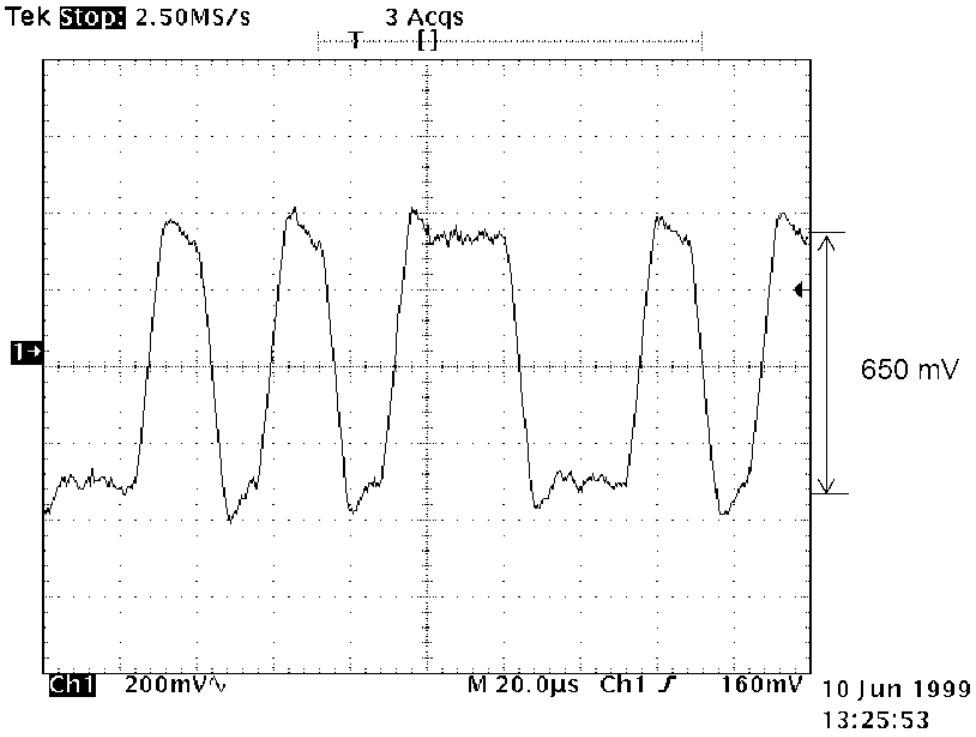
وقتی که از سه ترمیناتور استفاده می کنیم دامنه سیگنال کمتر از ۷۵۰ میلی ولت شده و سطح پالس نوسانی می گردد که تجهیزات قادر به آشکار کردن آن نیستند.



شکل موج سیگنال فیلدباس با دو ترمیناتور و کابل ۳۰۰ متری

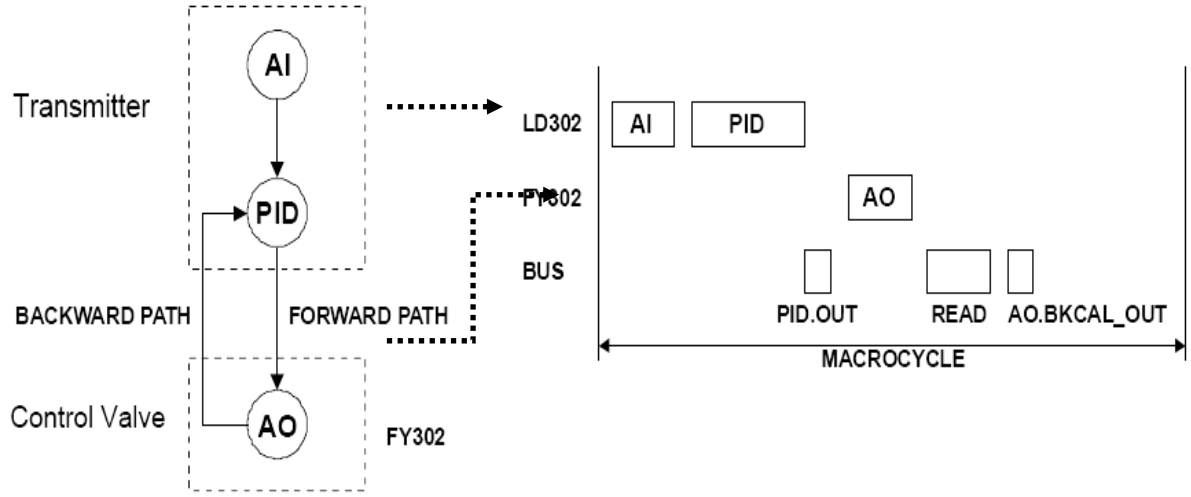


شکل موج سیگنال فیلدباس با یک ترمیناتور و کابل ۳۰۰ متری

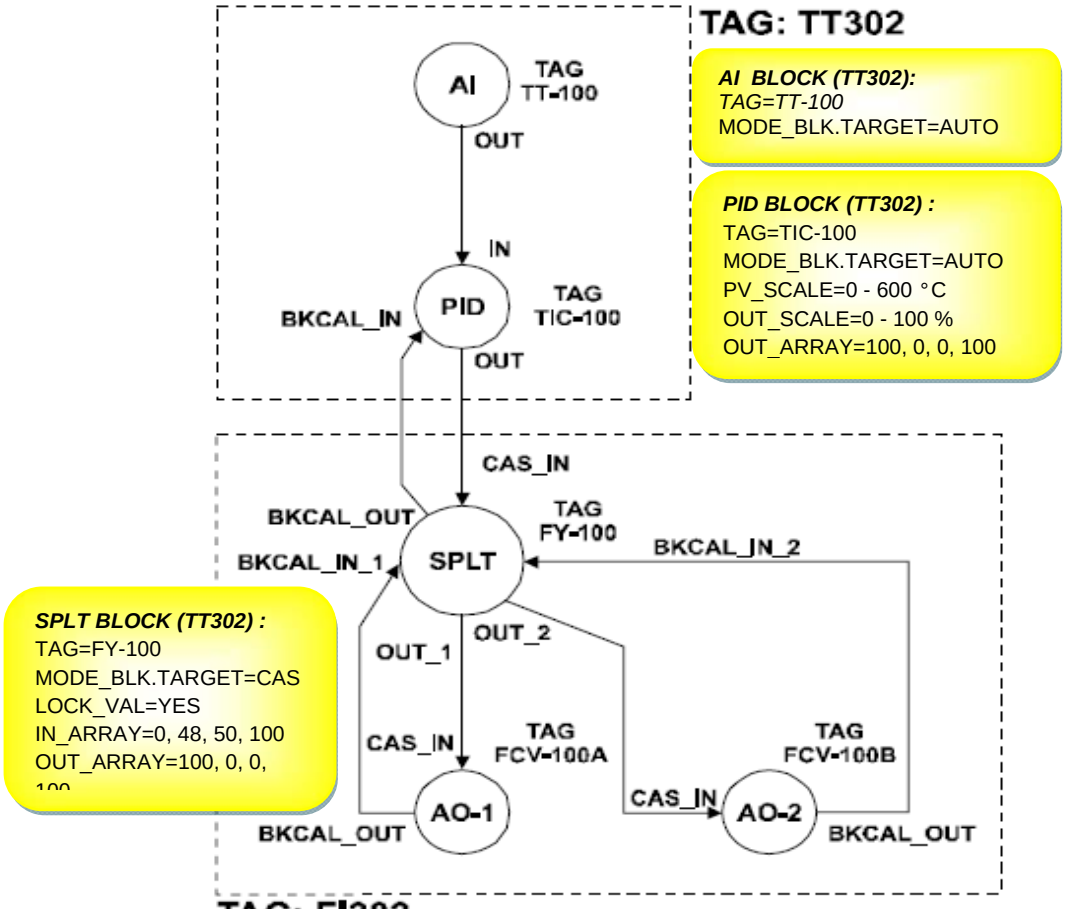


شکل موج سیگنال فیلدباس با سه ترمیناتور و کابل ۳۰۰ متری

پیوست۲ : ماکروسایکل حلقه کنترل و نحوه پارامتر دهی به بلوک



پارامتردهی:



AI BLOCK (TT302):
TAG=TT-100
MODE_BLK.TARGET=AUTO

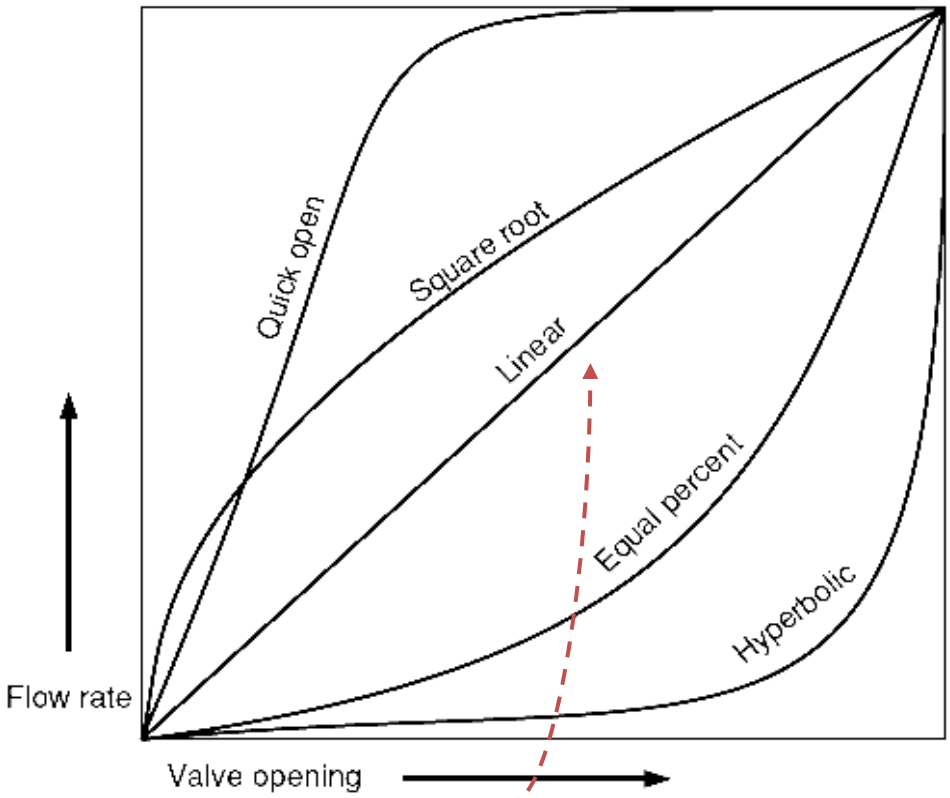
PID BLOCK (TT302) :
TAG=TIC-100
MODE_BLK.TARGET=AUTO
PV_SCALE=0 - 600 °C
OUT_SCALE=0 - 100 %
OUT_ARRAY=100, 0, 0, 100

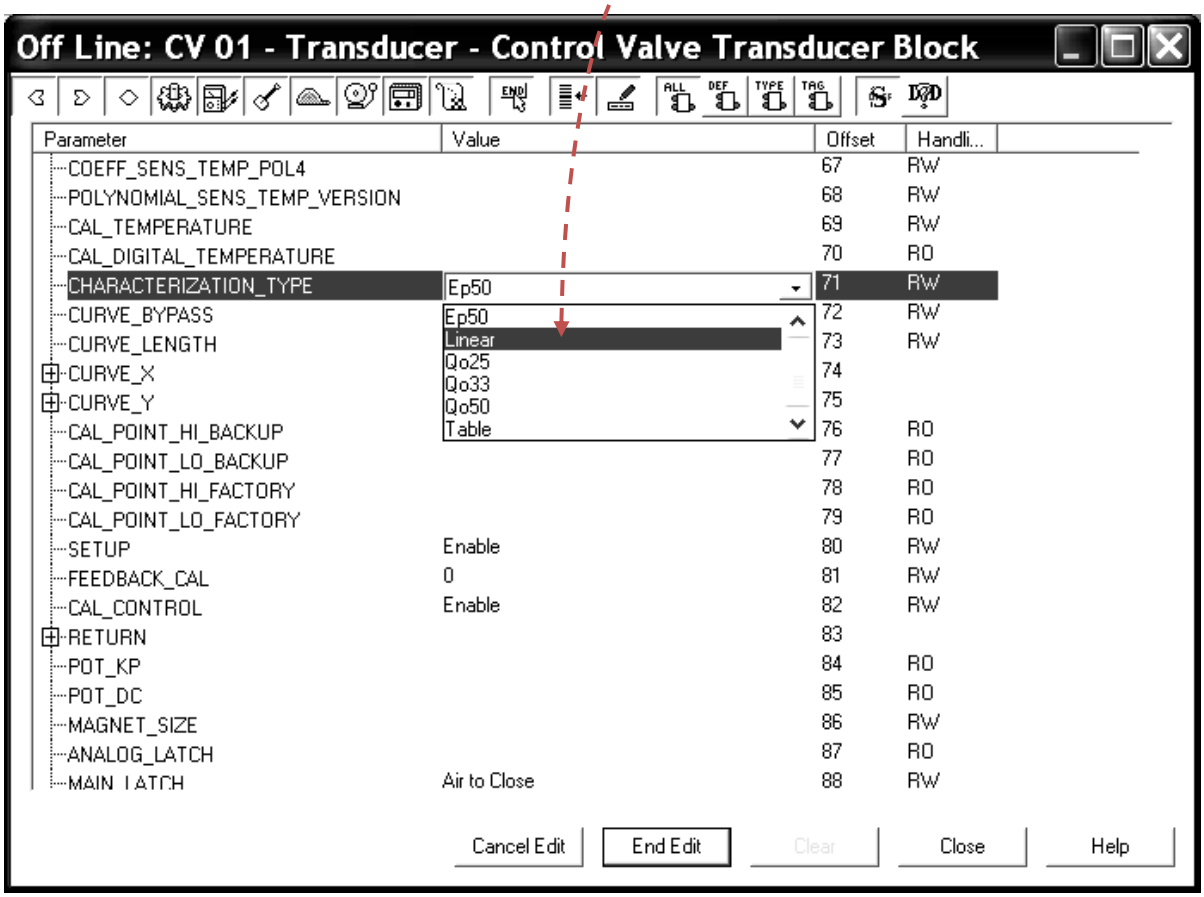
SPLT BLOCK (TT302) :
TAG=FY-100
MODE_BLK.TARGET=CAS
LOCK_VAL=YES
IN_ARRAY=0, 48, 50, 100
OUT_ARRAY=100, 0, 0, 100

AO 1 BLOCK (FI302) :
TAG=FCV-100A
MODE_BLK.TARGET=CAS
PV_SCALE=0 - 100 %
XD_SCALE= 4-20 mA

AO 2 BLOCK (FI302) :
TAG=FCV-100B
MODE_BLK.TARGET=CAS
PV_SCALE=0 - 100 %
XD_SCALE= 4-20 mA

مشخصه های اصلاح فلوی شیر کنترلی که بصورت یک پارامتر در بلوک و در اختیار کاربر قرار می گیرند.





پیوست ۳ : لیست بلوک های کاربردی

➢ Function Blocks:

Resource

1. RS – Resource Block

Transducer Blocks

1. DIAG – Diagnostics Transducer Block
2. DSP - Display Transducer 2.12
3. HC – Hardware Configuration Transducer
4. IDShell Transducer Block

Input Transducer Blocks

1. Pressure Transducer
2. Concentration/Density Transmitter
3. Temperature Transducer
4. Current Fieldbus Transducer
5. Position Fieldbus Transducer

Input Function Blocks

1. AI - Analog Input
2. DI - Discrete Input
3. MAI - Multiple Analog Input
4. MDI - Multiple Discrete Input
5. PUL – Pulse Input

Control and Calculation Function Blocks

1. PID/EPID - PID Control/Enhanced PID Control
2. APID – Advanced Pid
3. ARTH - Arithmetic
4. SPLT-Splitter
5. CHAR - Signal Characterizer
6. INTG - Integrator
7. AALM - Analog Alarm
8. ISEL - Input Selector
9. SPG/ESPG - Setpoint Ramp Generator/Enhanced Setpoint Ramp Generator
10. TIME – Timer and Logic
11. LLAG - Lead Lag
12. OSDL - Output Signal Selector and Dynamic Limiter
13. DENS - Density
14. CT – Constant
15. FFET - Flip-Flop and Edge Trigger
16. AEQU – Advanced Equations ..

Modbus Function Blocks

1. MBCF – ModBus Configuration
2. MBCS – ModBus Control Slave
3. MBSS – ModBus Supervision Slave
4. MBCM – ModBus Control Master
5. MBSM – ModBus Supervision Master

Output Function Blocks

1. AO - Analog Output
2. DO - Discrete Output
3. MAO - Multiple Analog Output
4. MDO - Multiple Discrete Output
5. STEP – Step Output Pid

Output Transducer Blocks

1. Fieldbus Relay
2. Fieldbus Positioner Transducer
3. Fieldbus Pressure Transducer
4. Fieldbus Current Transducer

➢ Flexible Function Block

HART Function Blocks

1. HCFG Block
2. HIRT Block
3. HVT Block
4. HBC – HART Bypass Communication

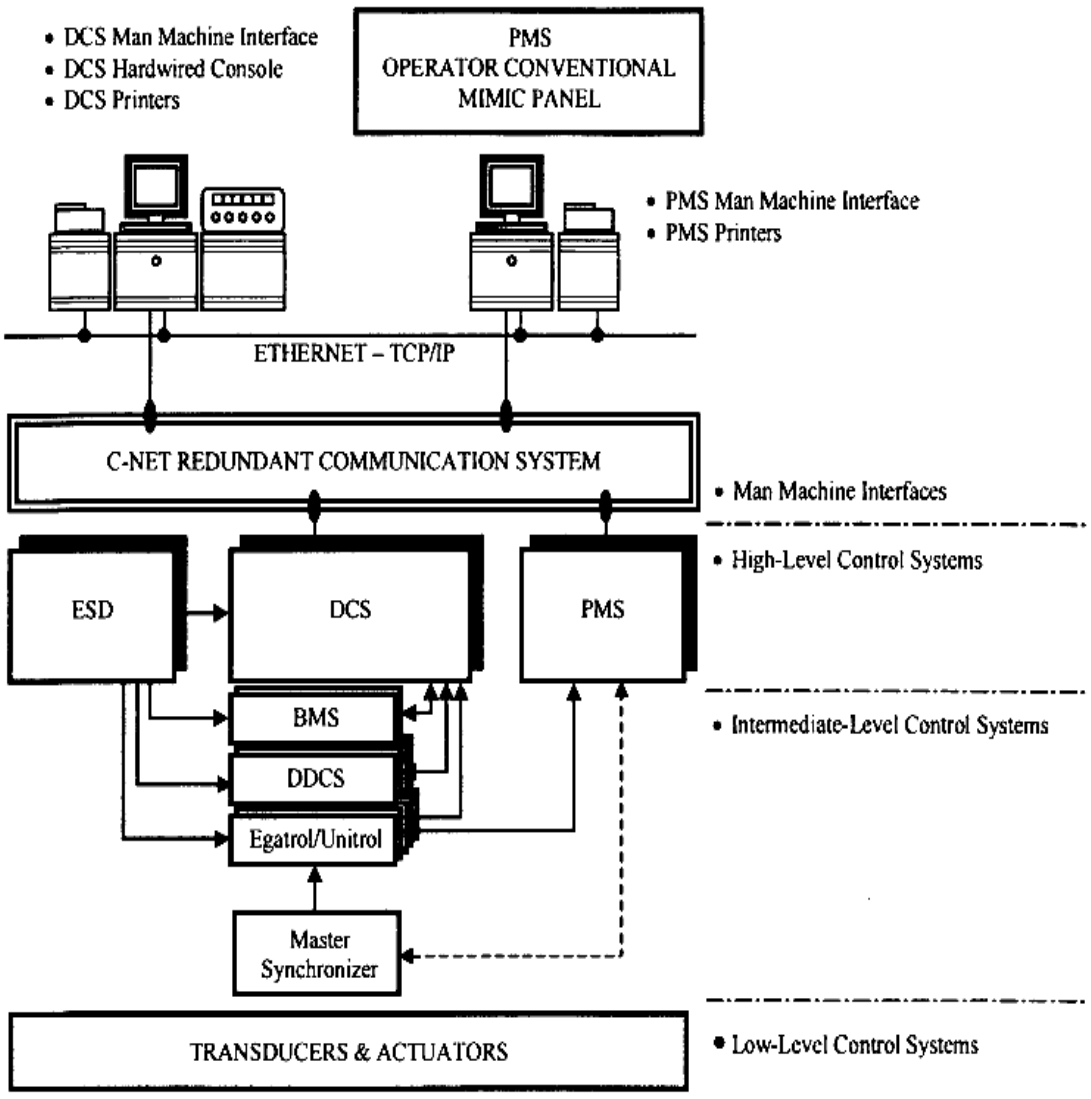
➢ Function Block Options

1. IO_OPTS
2. CONTROL_OPTS
3. STATUS_OPTS
4. ALARM_SUM and ACK_OPTION

جدول مقایسه پروتکل های مختلف صنعتی

HART	Modbus	AS-i	DeviceNet	profibus			Foundation Fieldbus		
				FMS	PA	DP	HSE	H1	
http:// hartcomm.org	http:// modbus.org	http://as-interface.com	http:// odva.org	http://profibus.com			http:// fieldbus.org		وب سایت
Yes	No	No	No	No	Yes	No	No	Yes	ایمنی ذاتی
								9-32 VDC	ولتاژ اعمالی
2000m	1200m	100m 300 with repeater	100 - 500m 5km with repeaters	200m - 19.2km	1900m	100m - 24km	100m 2km with FO	1900m	حداکثر طول کابل
FSK modulation on 4-20mA signal	EN1434-3 IEC870-5	IEC-62026-2 EN50295, IEC947	ISO 11898 ISO 11519	EN13321/1 DIN 19245	IEC-61158-2 DIN 19245 p4	EN50170 DIN 19245 p3	IEEE 802.3u ISO/IEC 8801-3	IEC-61158-2 ISA S50.2	استاندارد مرجع
Master/Slave with cyclic polling	Master/Slave	Master/Slave	Master/Slave Multimaster Peer to Peer	Master/Slave Peer to Peer	Master/Slave Peer to Peer	Master/Slave Peer to Peer	Client/Server Publisher/ Subscriber Event Notification	Client/Server Publisher/ Subscriber Event Notification	روش های مخابراتی
1200 bits/s	9.6 -115.2 kbits/s	167 kbits/s	125 -250 - 500 kbits/s	9.6 - 500 kbits/s	31.25 kbits/s	1.5 -12 Mbits/s	100 Mbits/s	31.25 kbits/s	سرعت ارتباطی
NA	Token passing	Cyclic Polling	CSMA/CD DA	Token passing	Token passing	Token passing	Token passing	Token passing	الگوریتم دسترسی به شبکه
8 bits	250 bytes (125 registers)	8 bits 4 input, 4 output	8 bytes	246 bytes	246 bytes	246 bytes	246 bytes	246 bytes	حداکثر بایت داده
15 slaves	247 per network	31 slaves	64 devices	127 devices	32 devices	127 devices	Uses IP Addressing essentially unlimited	32 devices	حداکثر تجهیزات روی باس

پیوست ۵ :ارتباط سیستم با زیرسیستم



در اینجا سیستم کنترل اصلی **DCS** است و زیر سیستم های آن عبارتند از:

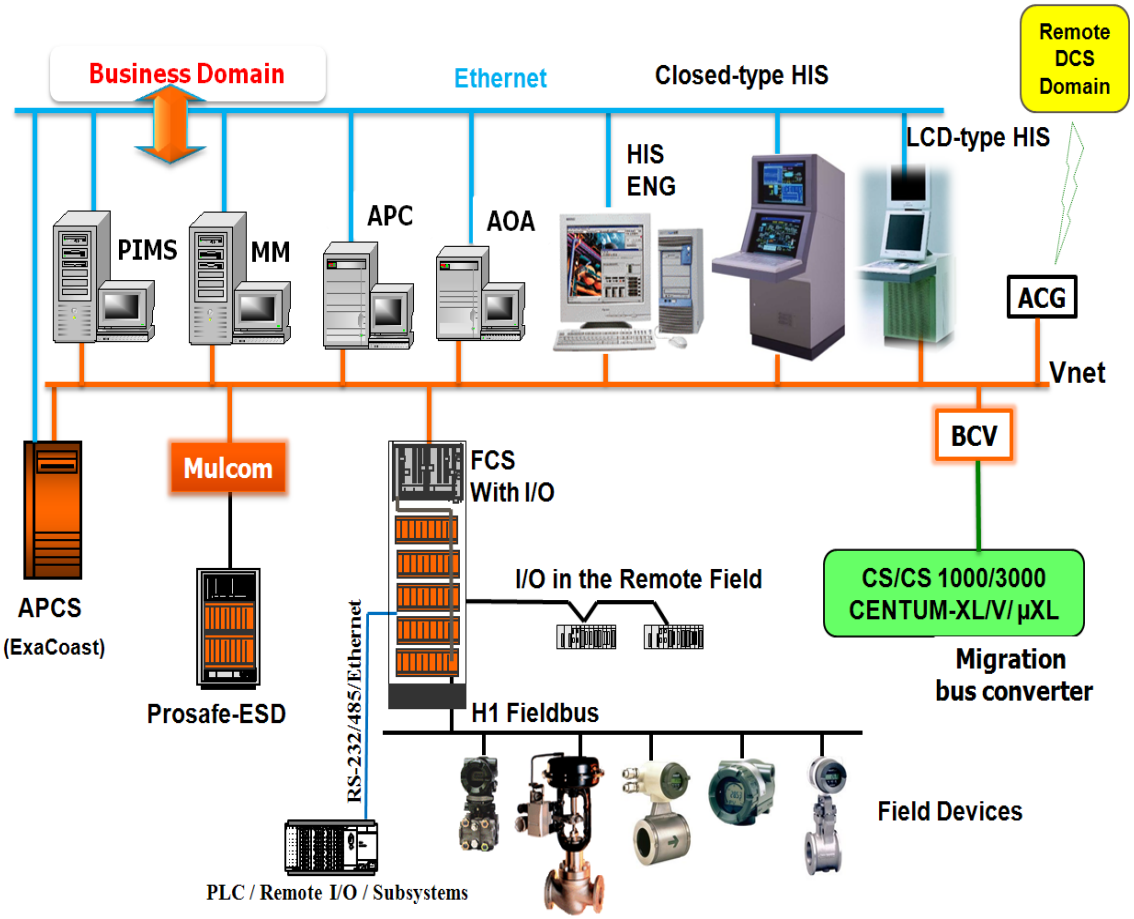
1. **PMS: Plant Management System**
2. **ESD : Emergency Shut Down**
3. **BMS: Boiler Management System**
4. **DDCS:**
5. **Egatrol: Electronic Gas Turbine Controller**

سیستم کنترل فیلدباس یوکوگاوا

شرکت یوکوگاوا سازنده سیستم های کنترل سنتیوم (CENTUM) یکی از مطرح ترین و قدرتمندترین سیستم کنترل های حال حاضر را داراست. سیر تکاملی این سیستم از CENTUM-V شروع و سپس به CENTUM-XL، CENTUM1000 ، CENTUM3000 و نهایتاً نسخه های R3 و R4 و VP از سنتیوم 3000 صورت پذیرفت.

CENTUM3000R3 بر مبنای سیستم عامل ویندوز بوده و ساختاری مختلط دارد یعنی هم تجهیزات معمولی و هم فیلدباس را پشتیبانی می کند.

ساختار پایه این سیستم در شکل پ ۶ - ۱ نشان داده شده است.



شکل پ ۶ - ۱: سیستم کنترل CENTUM 3000 پایه

تجهیزات اصلی این سیستم کنترل به صورت زیر می باشند:

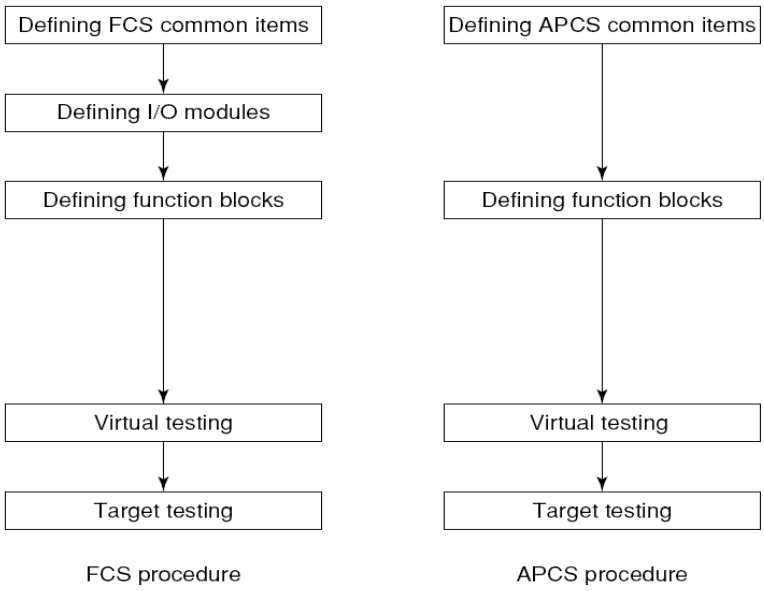
۱- FCS (Fieldbus Control Station) Panel : که دو نوع است:

i. FIO (Fieldbus I/O)
ii. RIO (Remote I/O)
iii. Compact FCS : برای ارتباط با زیرسیستم ها

۲- APCS (Advanced Process Control Station) : مجموعه ای از کارتهای کنترلی است مه عملیات کنترلی پیشرفته را انجام می دهد. زمانی که بخواهیم یک حلقه کنترلی ساده را پیاده سازی کنیم از کنترلرهای معمولی استفاده می کنیم ولی در شرایط زیر از کنترلر پیشرفته بهره می گیریم:

a. عملیات محاسباتی چند مرحله ای.
b. عملیات کنترلی پیچیده که با تغییرات شرایط کار کارخانه نیاز است که اصلاحات پارامتری خود را انجام داده کنترل را بهینه نماید.

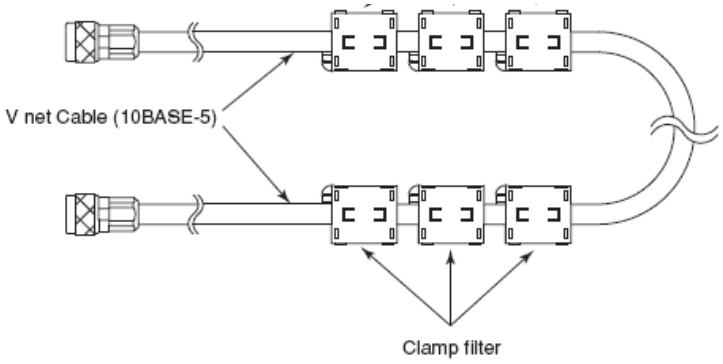
APCS همکار کنترلرهای FCS است ولی نمی تواند جایگزین آنها باشد و به تعبیری یک Co-Processor می باشد.



شکل پ ۶ -۲ : مقایسه روش اجرایی پیکربندی کنترلرهای APACS با FCS

در FCS پس از تعریف موارد عمومی کنترلی باید I/O ها را تعریف کرده و سپس بلوک های کنترلی را بسازیم و نهایتاً آزمایش مجازی و واقعی آنها را انجام دهیم. این روند در کنترلرهای APCS با این تفاوت که نیازی به تعریف I/O نیست زیرا APCS آنها را از FCS می گیرد.

۳- V net Bus: شبکه صنعتی centum است بر مبنای پروتکل مخابراتی TCP/IP و نرخ ارسال اطلاعات تا 1 Gbps و FCS ، HIS ، BCV و CGW ها را به هم متصل می کند.



شکل پ ۶- ۳ : نمونه ای از کابل V net و متعلقات آن

لازم به توضیح است که یوکوگاوا برای تمامی کابل های خود یک نام اختصاصی دارد، یعنی با دیدن نام کابل می توان محل اتصال آن را پیدا نمود.

۴- Ethernet

۵- CGW (Communication Gate Way): جهت ارتباط V net به اترنت به کار می رود.

۶- HIS (Human Interface Station): کامپیوتر نمایش و مراقبت

۷- ENG (Engineering Station)

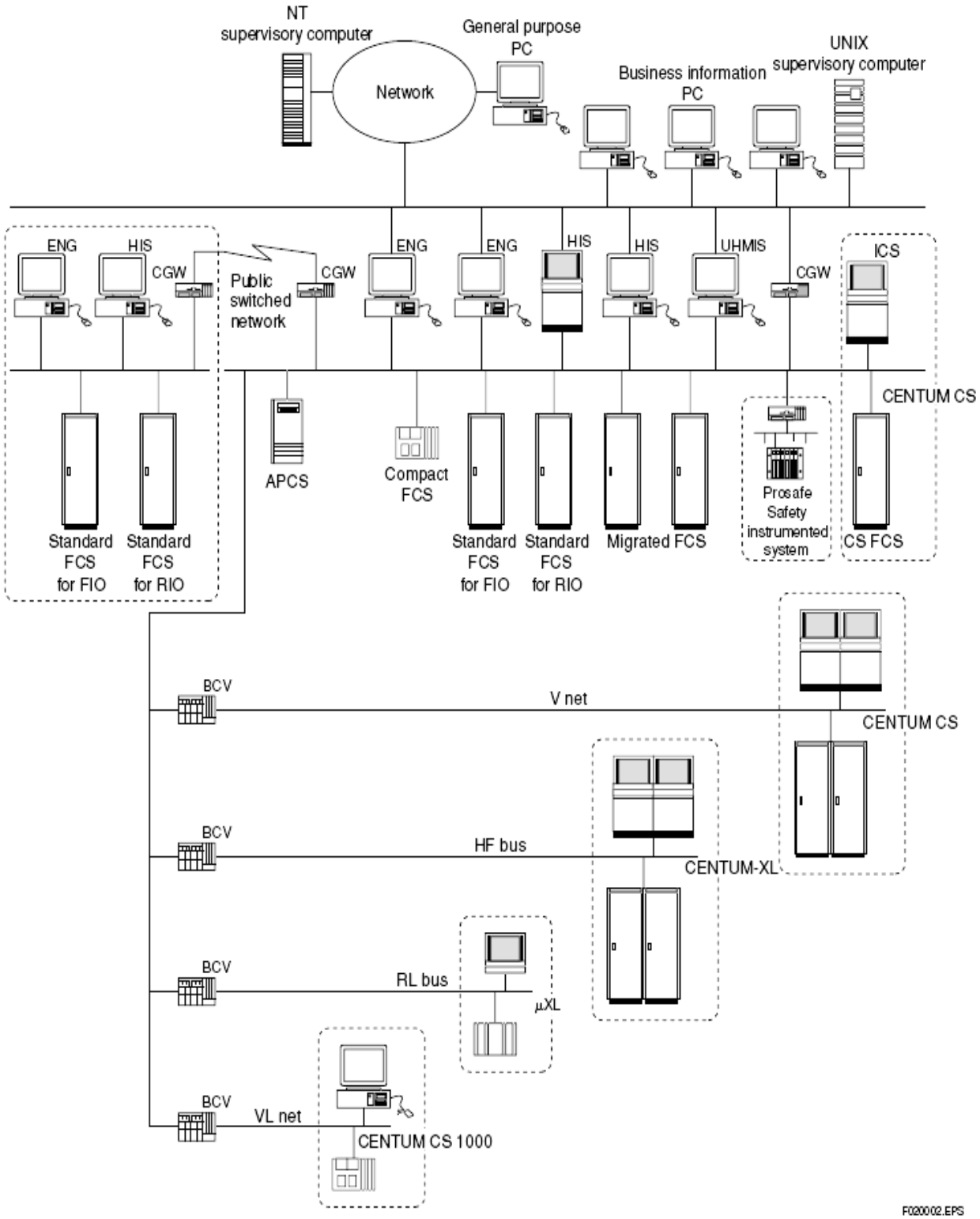
۸- Bus Converter (BCV): برای ارتباط V net به سایر باس های صنعتی مثل VL net ، RL bus ، HF bus و ... که باس سیستم های قدیمی تر یوکوگاوا هستند. شکل ۸-۲

ساختار شبکه ای یک سیستم کنترل سنتیوم را با تجهیزات ، زیر سیستم ها و باس های مختلف نشان می دهد.

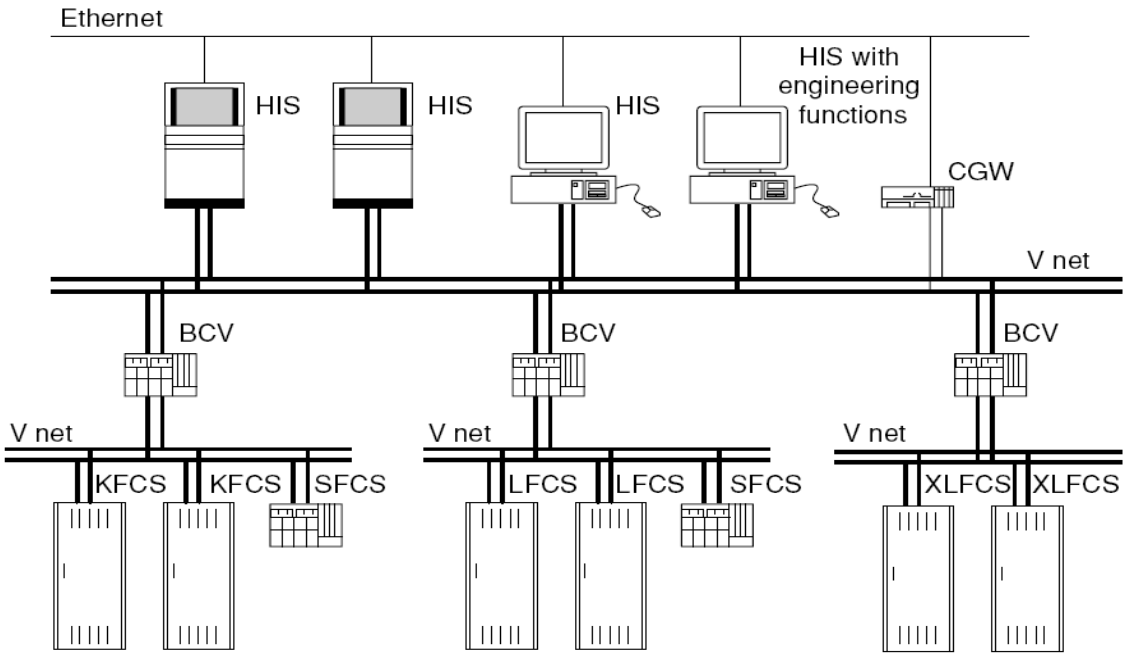
۹- PLC Prosafe (ESD) : این PLC در رده SIL3 کار می کند و یوکوگاوا گاهی آنرا به عنوان سیستم خواباندن اضطراری یا همان ESD خود به کار می برد.

در شکل پ ۶- ۴ ساختار واقعی سیستم کنترل سنتیوم ۳۰۰۰ آورده شده است. نقشه جانمایی (Layout) یک سیستم اجرا شده و ارتباطات آن با زیر سیستم ها در واقع بسیار گسترده است و در قالب این کتاب قابل ارائه نمی باشد.

در شکل پ ۶ - ۵ نیز ساختار سنتیوم همراه با افزونگی (پشتیبان) آورده شده است.



شکل پ ۶- ۴ : سیستم کنترل CENTUM 3000 و ارتباط با زیرسیستم ها



HIS: Human Interface Station
KFCS: Standard FCS for FIO
LFCS: Standard FCS for RIO
SFCS: Compact FCS
BCV: Bus Converter
CGW: Communication Gateway Unit
XLFCS: CENTUM-XL FCS

شکل پ ۶- ۵ : ساختار ارتباطی سیستم کنترل سنتیوم با افزونگی

ساختار نرم افزاری CENTUM3000 :

CS3000 دارای یک بسته نرم افزاری است که کلیه نیاز های مهندسی ، عیب یابی و نمایشی آن را برآورده می کند. از سوی دیگر نرم افزارهای جانبی دیگری نیز وجود دارند که بصورت جداگانه نصب شده و کار می کنند.

با توجه به گستردگی این سیستم کنترل ، بخشی از آن جهت آشنایی با سخت افزار، نرم افزار و چگونگی پیکربندی آن بیان می شود.

نرم افزار ارتباطی فیلدباس (Fieldbus Communication Function):

با این نرم افزار می توان یک ایستگاه کنترل فیلد (FCS) را از طریق ACF11 یا ALF11 به هم مرتبط نمود.

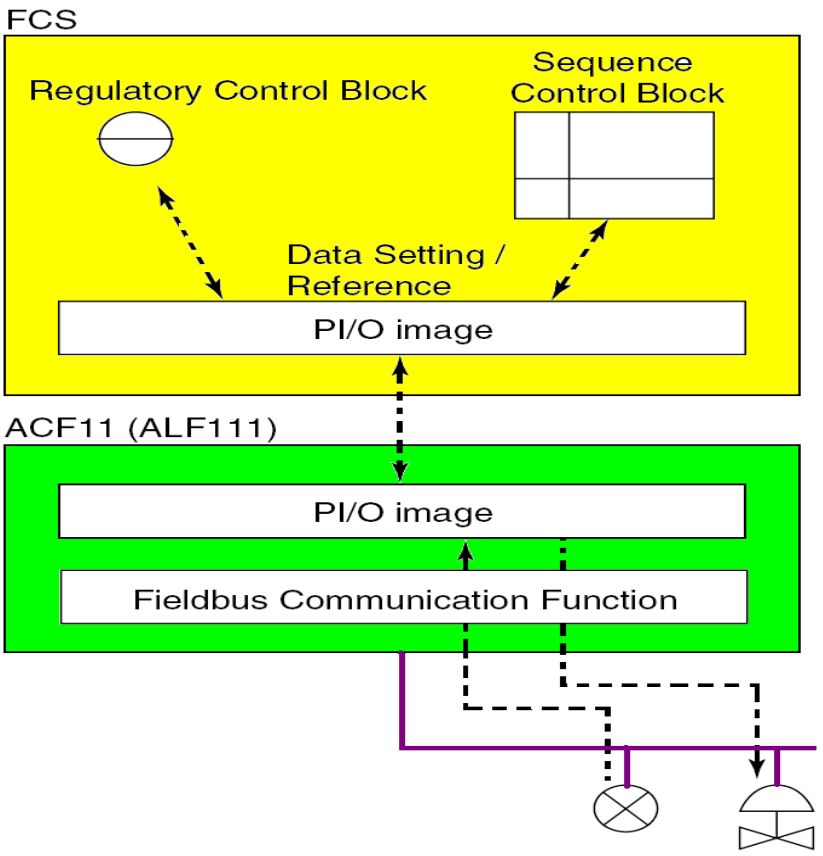
ACF و ALF رک ماژولهای ارتباطی فیلدباس هستند که می توان آنها را در نزدیکی ترانسمیترها و شیرهای کنترلی فیلدباس نصب کرد.

Device Management & Engineering Tools:

ابزار مهندسی و مدیریت تجهیزات را می توان روی HIS های CS1000 تا CS3000 با نسخه های R 3.01 و بالاتر نصب کرد.

نحوه ارتباط با بلوک های کاربردی (FB) :

تجهیزات فیلدباس از طریق ACF11 یا ALF11 به I/O های فیلدباس وصل می شوند اطلاعات تجهیزات فیلدباس در بخش تصویری (Image Zone) درون ACF یا ALF به نام P I/O ذخیره می شوند. سپس به ترمینالهای I/O که همان DIO و AIO هستند ارسال می گردند. شکل زیر گویای این مطلب است.



شکل پ ۶ – ۶: نحوه ارتباط ACF11 با FCS

ابزار مهندسی مدل SSS5700 :

این ابزار جهت طراحی فیلدباس مانند تعریف کردن بخشی از توابع ACF11 و تجهیزات سازگار با آن استفاده می شوند. با اتصال یک کامپیوتر معمولی به باس کنترلی و کامپیوتر HIS for Builder و نصب برنامه می توان به این ابزار دست یافت.

با این ابزار به طور گرافیکی می توان پارامترهای تجهیزات را تعریف نمود، داده های بین تجهیزات را به هم ارتباط داد و ترتیب دوره ی اجرای برنامه ها را زمانبندی کرد. ضمناً این برنامه دارای تابعی جهت ارسال تنظیمات به CENTUM Builder و یا خواندن اتوماتیک از آن می باشد.

Engineering Tools ➡ Project Manger ➡ Builder

Network Start up Function
Maintenance Function
Utility

مدیر پروژه یا PM: کلیه اجزا و عملکردهای ابزار مهندسی را مدیریت می کند.

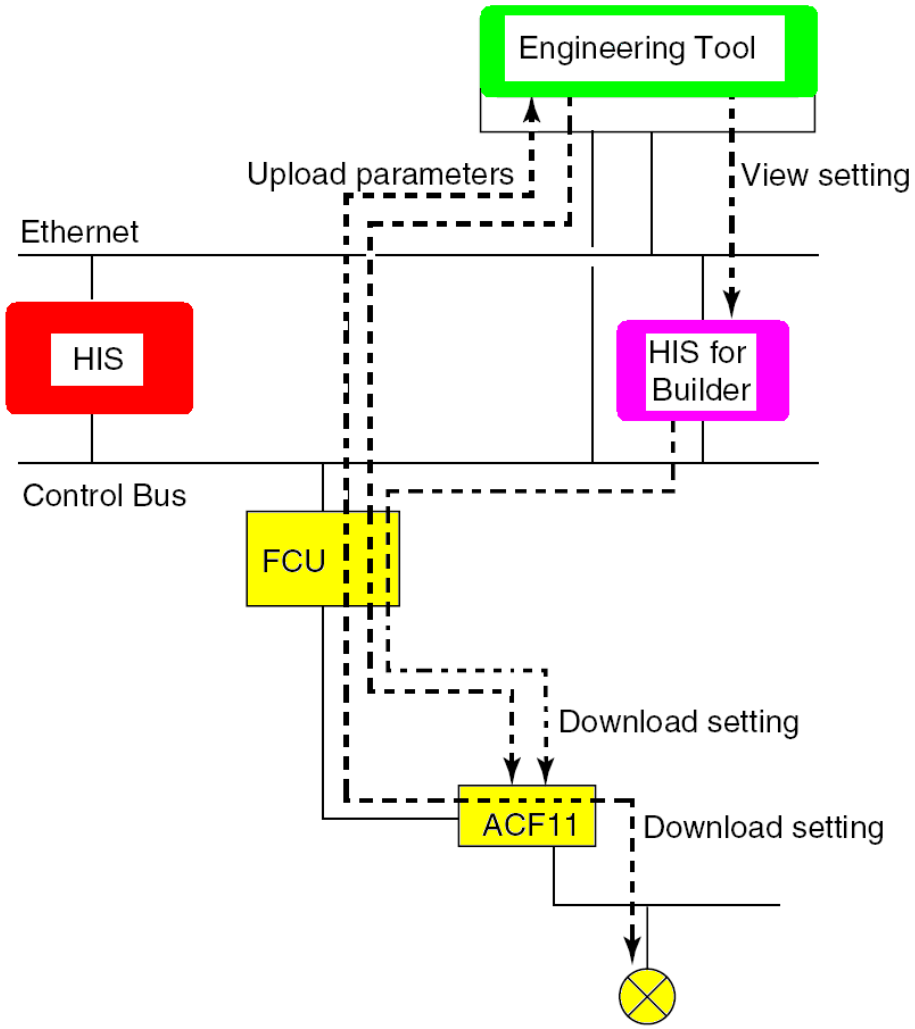
سازنده (Builder) : داده های قابل تنظیم تجهیزات فیلدباس ، توابع کاربردی، بلوک های کاربردی و توابع ارتباطی ACF11 را کنترل و ایجاد می کند. این قسمت برای ثبت (رجیستر کردن) تجهیزات فیلدباس هم به کار می رود. همچنین برای تعریف پیکربندی شبکه ، ایجاد بلوک های کاربردی در تجهیزات فیلدباس ، تنظیم پارامترهای FB ها و برنامه زمانبندی اطلاعات نیز استفاده می شود.

تابع راه انداز شبکه (NSF) : داده هایی که در Builder ایجاد شده است را درون تجهیزات فیلد و ACF11 دانلود می کند. در ضمن عمل اختصاص تگ و آدرس را نیز انجام می دهد (Tag & Address Assignment).

برنامه تعمیر و نگهداری (Maintenance Function): پارامترهای FB ها را از تجهیزات فیلدباس آپلود می کند.

برنامه های جانبی یا Utility: عملکردهای امنیتی و چاپ کردن را انجام می دهد.

شکل پ ۶ - نشان دهنده تجهیزات و نحوه ارتباطات نرم افزاری آنها در مدل SSS5700 را نشان می دهد.



شکل پ ۶ – ۷: نقشه مسیر ارتباطی داده های ابزار مهندسی در سنتیوم

در شکل پ ۶ - فرمان خواندن مقادیر از برنامه مهندسی از مسیر FCU و سپس ACF11 به ترانسمیتر ارسال می شود ، ترانسمیتر نیز داده ها را از همین مسیر به کامپیوتر ارسال می کند.

ابزار مدیریت تجهیز مدل SSS6700:

همانند مدل SSS5700 تجهیزات فیلدباس را کنترل می کند. با این نرم افزار سنسورها، پوزیشنرها و آنالایزرهای فیلدباس مدیریت شده و مقادیرشان نمایش داده می شود. علاوه بر این عمل خواندن پیام های تجهیزات فیلدباس و نهایتاً مدیریت کلی خط فیلدباس را از روی HIS یا ICS انجام می دهد.

نرم افزار ابزار مدیریت تجهیز (DMT) دارای ویژگی های زیر است:

1. Device Management Tools (DMT):
2. Field Device Listing
3. Field Device Status Display
4. Message Display
5. Parameter Display & Setting
6. Device Method
7. Common Features

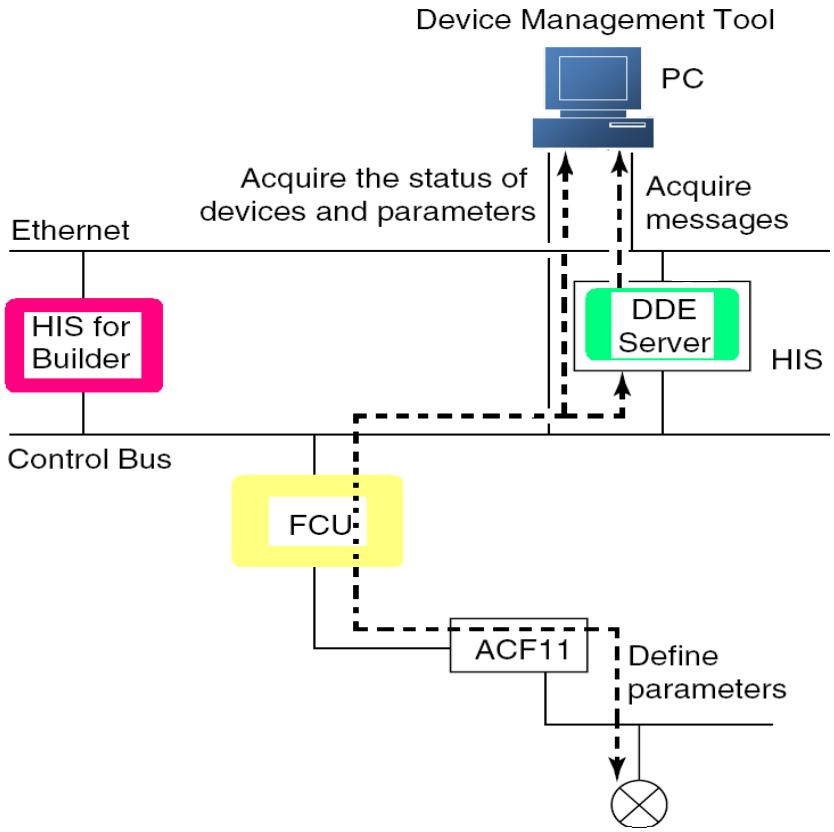
لیست تجهیزات فیلد (FDL): تجهیزات فیلد را مدیریت و اطلاعات تعریف شده را برای آنها لیست می کند.

نمایش پیام (MD): پیام هایی را که از تجهیزات فیلدباس، ACF11 و ALF11 صادر می شود نمایش می دهد تا آلارم ها و رویدادهای آنها از طریق HIS یا ICS را نمایش دهد و فایل های تاریخ دار (Historical) را ایجاد کند.

نمایش و تنظیم پارامتر (PDS) : پارامترهای FB ها را نمایش داده و امکان ایجاد تغییرات مورد نظر را مهیا می نماید.

متدهای تجهیز (DM) : متدهای کنترلی تجهیز است که توسط فروشنده در کارخانه پیکربندی شده اند. این روش ها شامل کالیبراسیون و بازنشانی (reset) می باشند.

ویژگی های عمومی (CF): تاریخچه ای از مدیریت تجهیزات درون سایت را نشان می دهد. همچنین گزارشات را چاپ کرده و ویژگی های امنیتی را فراهم می نماید.



شکل پ ۶ - ۸ : مسیر اطلاعات رد و بدل شده بین نرم افزار DMT ، شبکه و تجهیز فیلدباس.

DMT پارامترها و وضعیت تجهیزات را مستقیماً از FCUمی گیرد اما پیام های مورد نیازش را از HIS که تولید کننده آنهاست دریافت می کند.

یوکوگاوا علاوه بر بسته نرم افزاری سنتیوم ، بسته های نرم افزاری مجزایی نیز ارائه می کند. که هر کدام عملیات خاصی را اجرا می کنند.

پرداختن به سیستم کنترل یوکوگاوا که خود بیش از ده هزار صفحه سند و نقشه دارد در این مختصر نمی گنجد. در اینجا ما تنها برای آشنایی خوانندگان به ذکر اسامی و گاهاً تشریح بسیار کوتاهی از بعضی از قطعات و نرم افزار های این سیستم بسنده می کنیم.

در جدول زیر لیست تعدادی از نرم افزارهای یوکوگاوا آورده شده است:

نام بسته	اختصار	توضیح

1	Exaquantum	PIMS	Plant Information Management System (PIMS) combined with a powerful user interface and web application.
2		ERP	
3	EXAPILOT EXAPLOG EXABIF	AOA	Advance Operation Assistance
4		SCM	
5		LIMS	Laboratory Information Management System
6	EXASMOC EXARQE	APC	Advanced Process Control
7	EXATAS EXAOMS		Application Package
8	EXAOPC		OPC Interface Package
9		EDMS	Enterprise Document Management System

Exaquantum: سیستم مدیریت اطلاعات کارخانه ، جهت مقاصد تجاری و بازرگانی کارخانه

EXAPILOT: برنامه ای جهت نمایش عملیات ترتیبی و راحتی عملکرد کاربرها

EXAPLOG: برنامه ای با امکانات فرایندی جهت آنالیز راحت تر فرایند.

EXABIF:

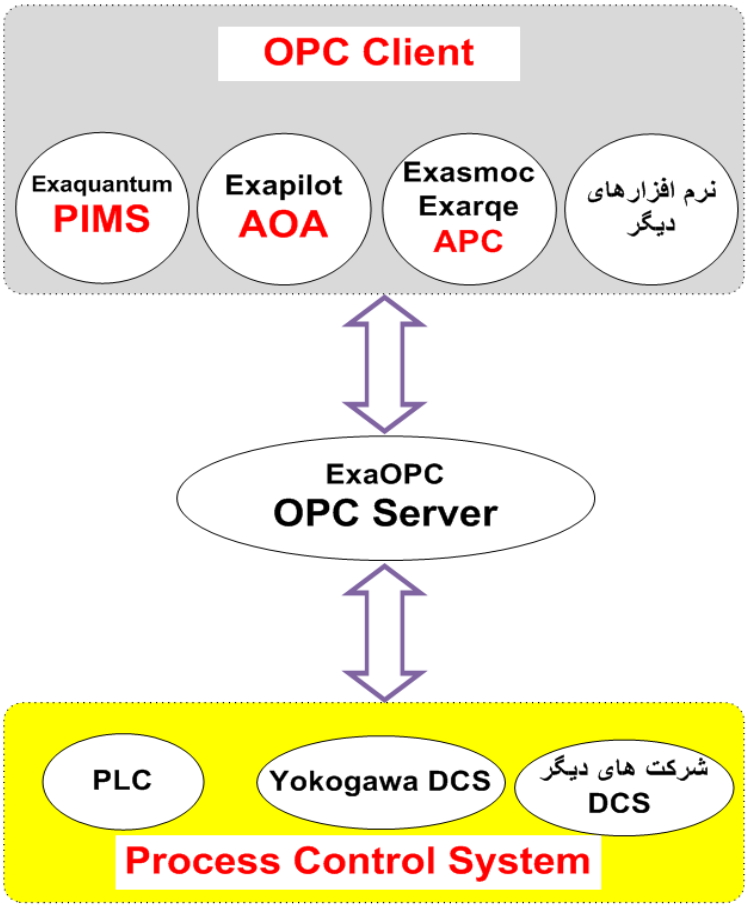
EXASMOC: محصول مشترک یوکوگاوا و شرکت نفتی شِل می باشد و مجموعه ای از برنامه های کنترلی چند متغیره است که با بهره گیری از استراتژی های کنترلی و مدلهای ارزیابی ، روند تولید محصول را بهینه می کند.

EXARQE : Resource Quality Estimator که یک بسته نرم افزاری جهت تحلیل کیفیت محصولات در صنایع نفت ، گاز و پتروشیمی است.

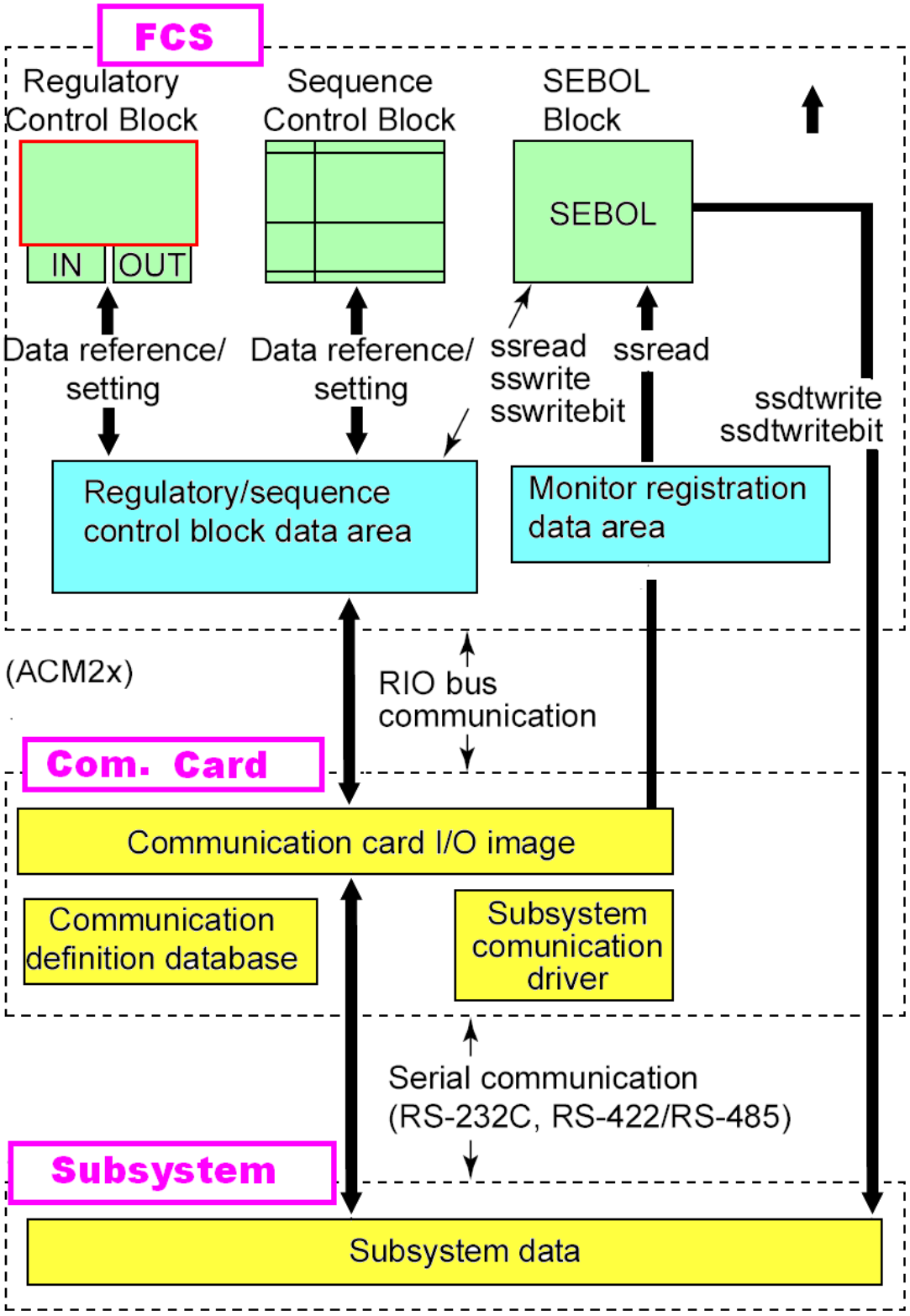
EXATAS : یا Terminal Automation System ، سیستم کنترل و اندازه گیری در پایانه ها و انبارهای نفتی و بارگیری

EXAOMS: جهت کارهایی که در خارج از محیط اصلی کارخانه هستند (Off – Site) طراحی شده است. برای مثال صدور و دریافت محصولات نفتی بین شرکت ها از طریق خطوط لوله.

EXAOPC: OPC server یوکوگاوا می باشد.

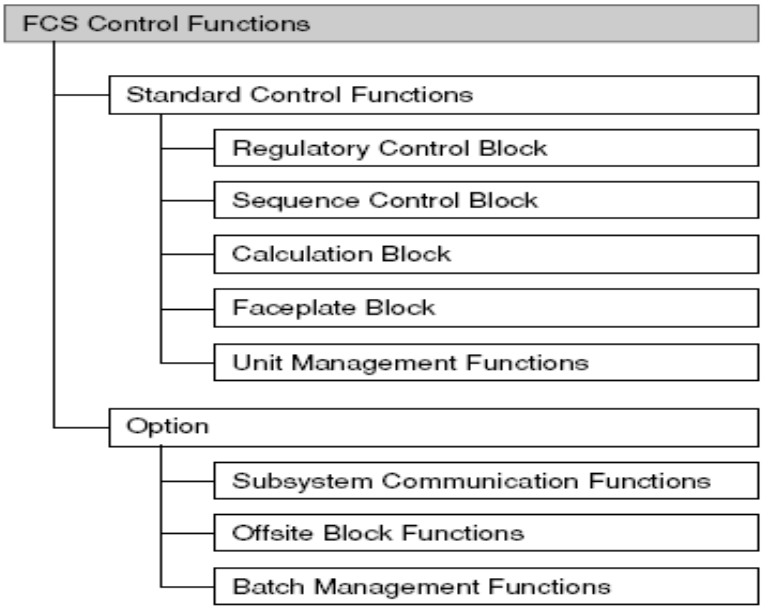


شکل پ ۶- ۹ : ارتباط نرم افزارهای یوکوگاوا

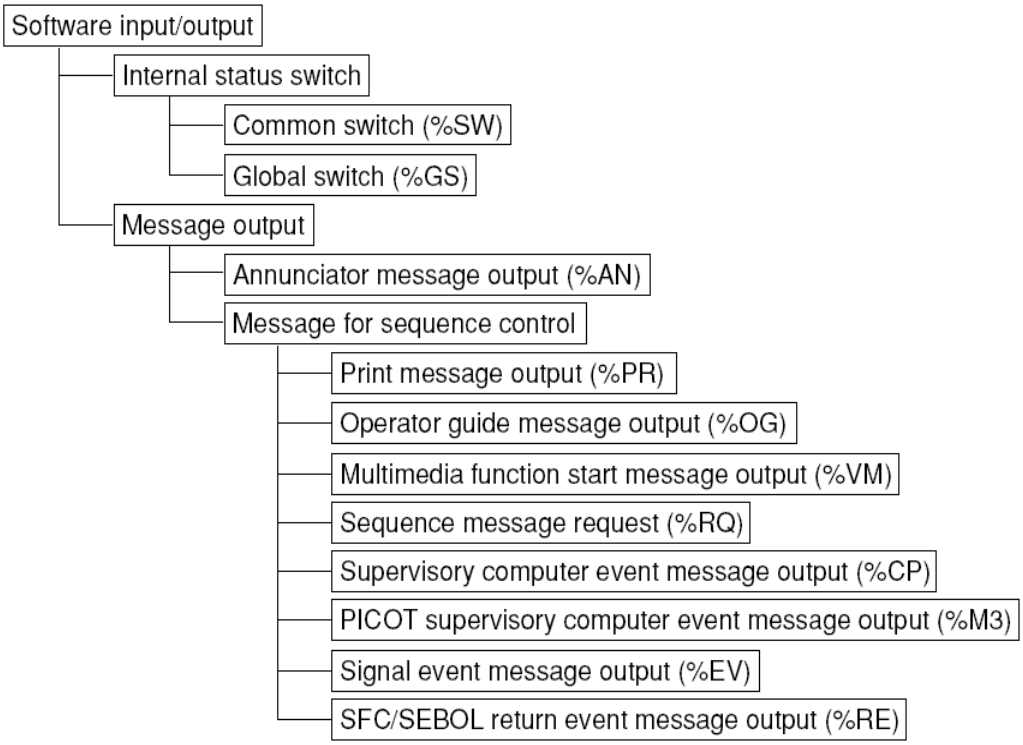


شکل پ ۶ - ۱۰ : ارتباط FCS یوکوگاوا با زیرسیستم های آن

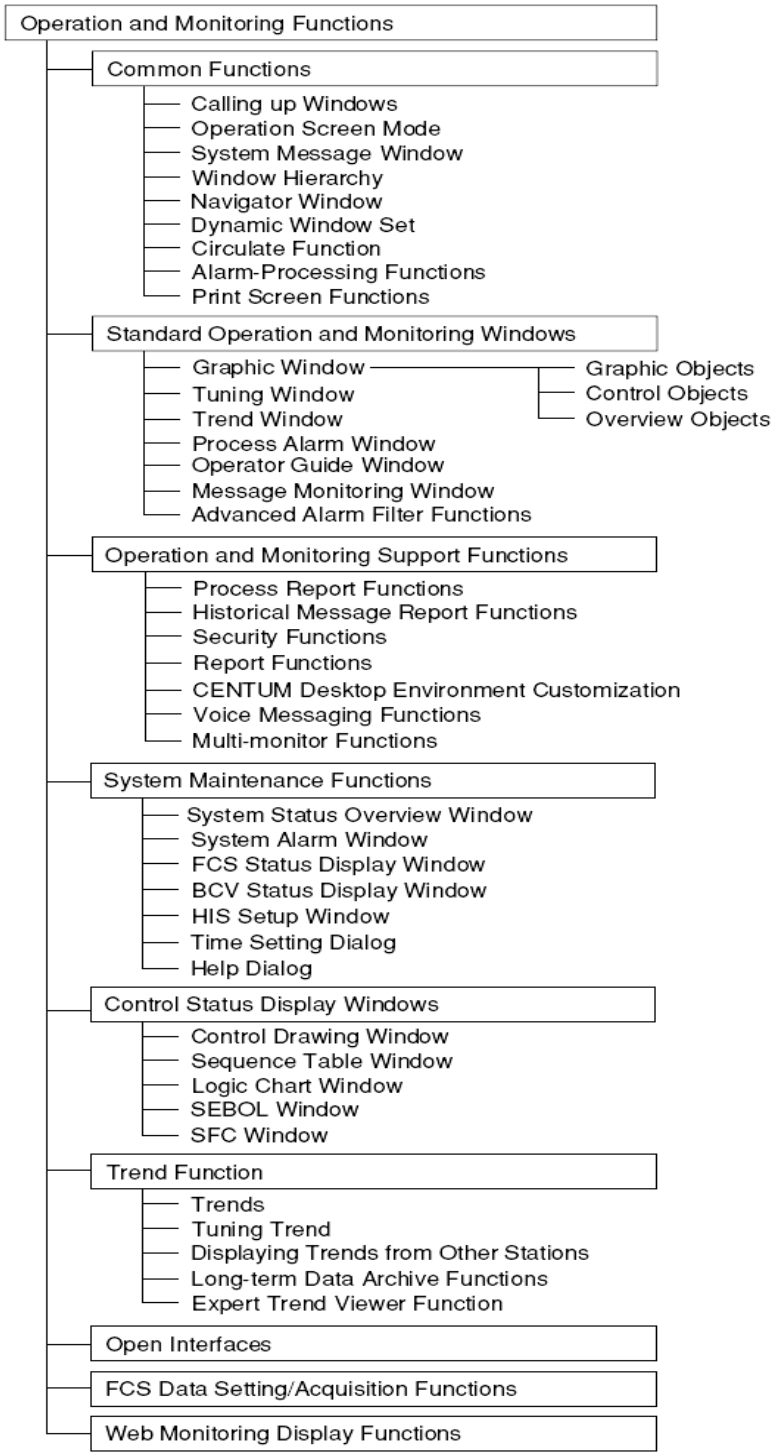
بسته نرم افزارهای کنترلی FCS :



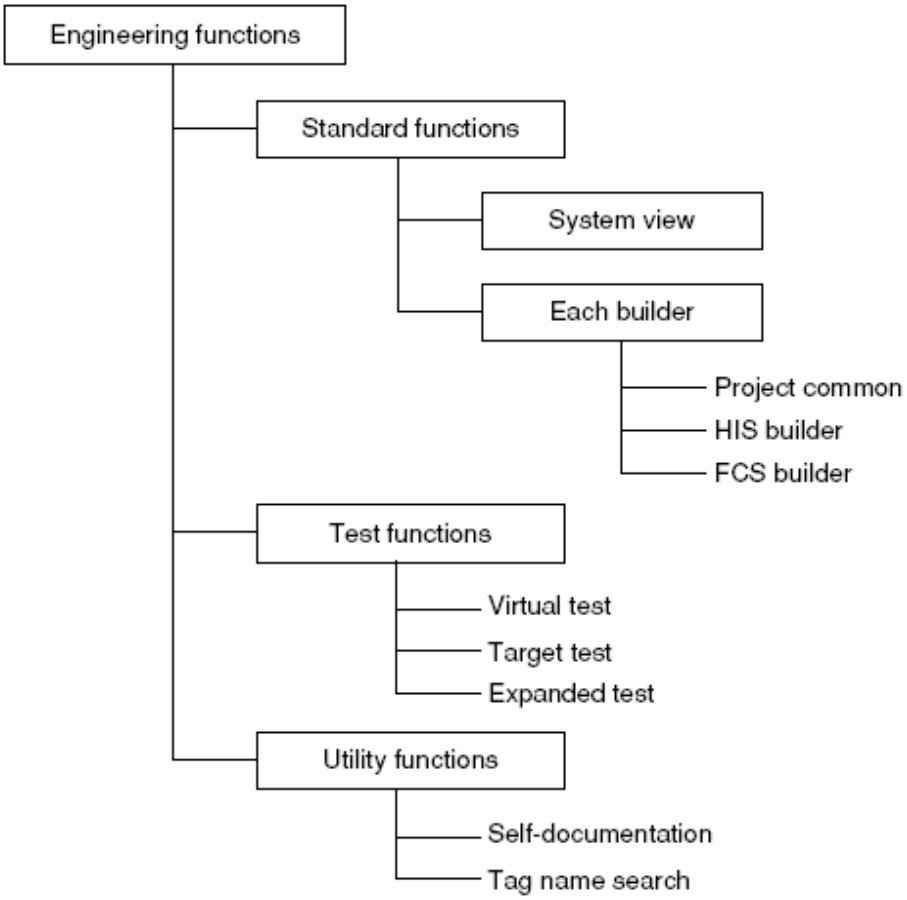
بسته نرم افزارهای ورودی / خروجی : این نرم افزارها شامل پیام ها و وضعیت های تجهیزات فیلد می باشند.



نرم افزارهای نمایش و بهره برداری (Operation & Monitoring)

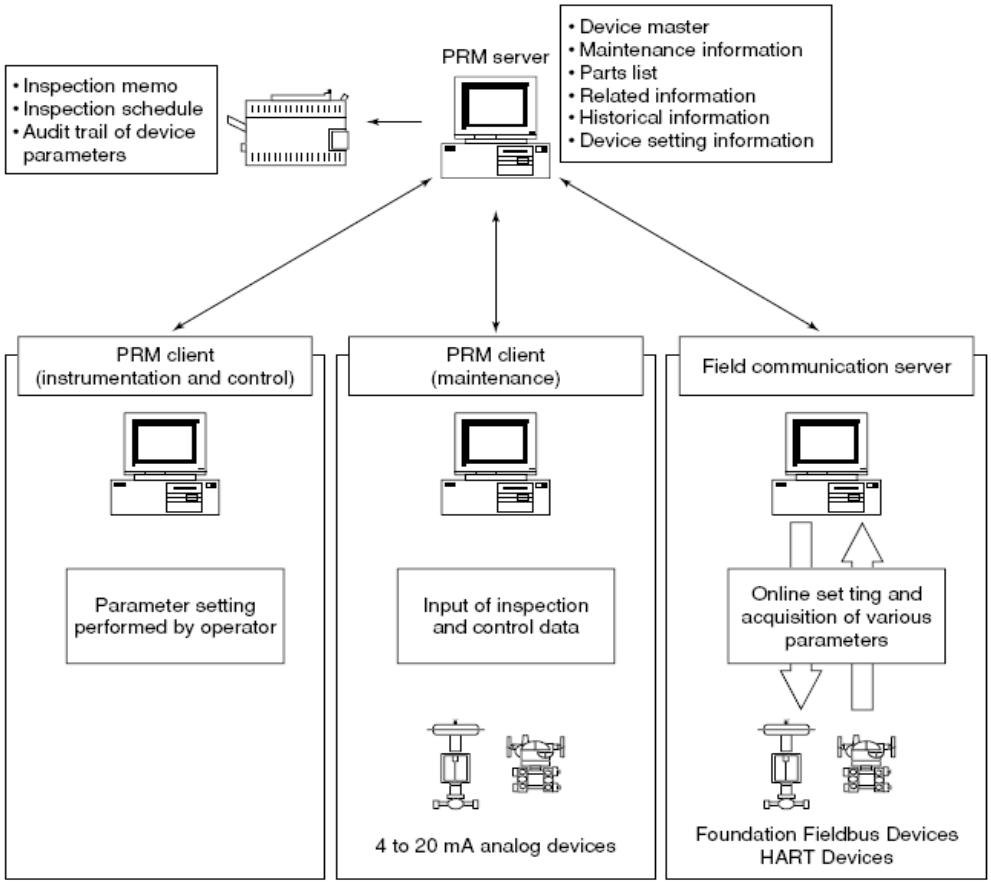


نرم افزارهای مهندسی:



مدیریت منابع کارخانه (PRM, Plant Resource Management):

امور تعمیر- نگهداری و مدیریت تجهیزات کارخانه را به عهده دارد و به منظور کاهش هزینه های کارخانه استفاده می شود. نرم افزار PRM شامل سه بخش زیر است:



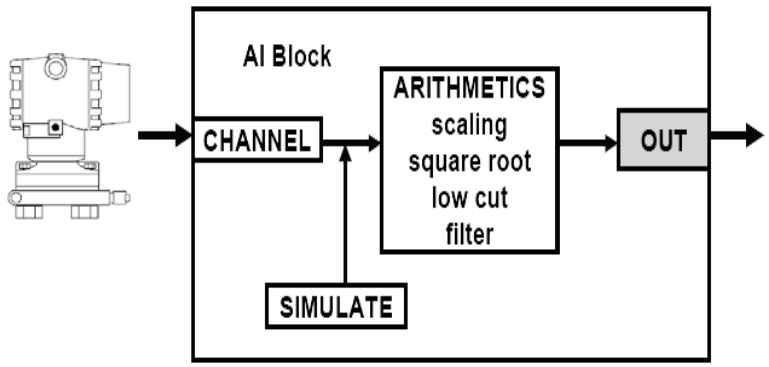
شکل پ ۶ - ۱۱ : ساختار و نحوه کار نرم افزار PRM

۱. PRM Sever :که از پایگاه داده Oracle استفاده می کند. به طور مداوم ودوره ای اطلاعات سطح فیلد را جمع آوری و در پایگاه داده خود ذخیره و یک گزارش تاریخ دار ایجاد می نماید.
۲. PRM Client : محیطی مانند جستجوگر (Navigator) دارد و می توان با آن تجهیز مورد نظر خود را انتخاب و اطلاعات آنرا برداشت نمود.

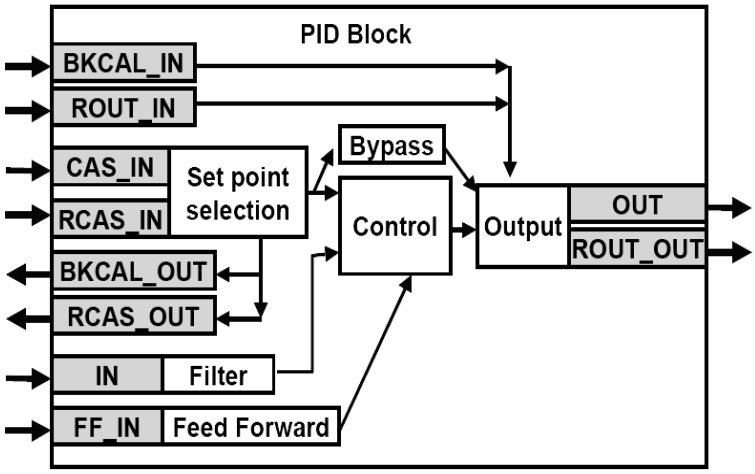
PRM Client قابلیت مشاهده وضعیت و مقادیر تجهیزات غیر فیلدباس از طریق مالتی پلکسرهای هارت MTL، P&F و ELCON را نیز دارد.

۳. Field Communication Server : کار OPC را انجام می دهد.
۴. PRM Advanced Diagnosis: عملیات عیب یابی و تشخیص خطا را انجام می دهد.
۵. PRM Advanced Diagnosis Development kit

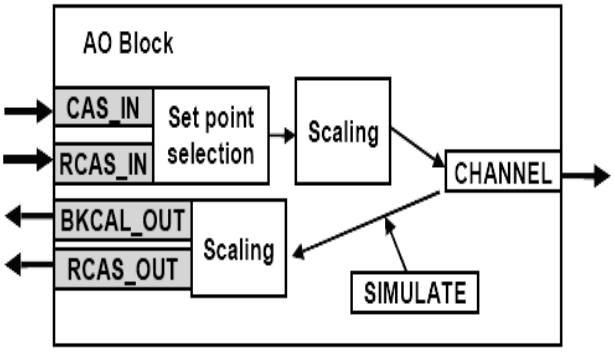
پیوست ۷ : ساختار داخلی بلوک های AI, AO و PID

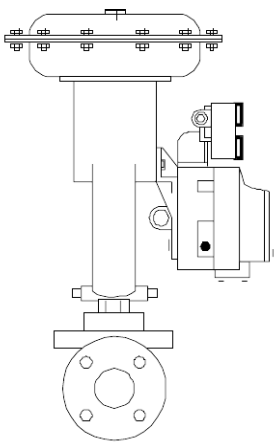


بلوک کاربردی ورودی: ورودی از بلوک ترانسدیوسر ترانسمیتر - خروجی (معمولاً) به PID



بلوک کاربردی PID: ورودی معمولاً از AI یا بلوک های پردازش سیگنال مثل Min Selector – خروجی به (معمولاً) AO





بلوک کاربردی خروجی: ورودی (معمولاً) از PID ، خروجی به بلوک ترانسدیوسر شیر کنترلی

پیوست۸: پارامترهای استاندارد بلوک های فیلدباس

۱. پارامترهای استاندارد بلوک منبع:

Parameter Mnemonic	Value
1. ST_REV	dynamic
2. TAG_DESC	Any text
3. STRATEGY	1
4. ALERT_KEY	1
5. MODE_BLK	
Target	AUTO
Actual	dynamic
Permitted	O/S+AUTO
Normal	AUTO
6. BLOCK_ERR	dynamic
7. RS_STATE	dynamic
8. TEST_RW	dynamic
9. DD_RESOURCE	fixed
10. MANUFAC_ID	fixed
11. DEV_TYPE	fixed
12. DEV_REV	fixed
13. DD_REV	fixed
14. GRANT_DENY	dynamic
15. HARD_TYPES	fixed
16. RESTART	Do not write here
17. FEATURES	fixed
18. FEATURE_SEL	Copy from FEATURES *1)
19. CYCLE_TYPE	fixed

Parameter Mnemonic	value
20. CYCLE_SEL	Copy from CYCLE_TYPE
21. MIN_CYCLE_T	fixed
22. MEMORY_SIZE	fixed
23. NV_CYCLE_T	fixed
24. FREE_SPACE	fixed
25. FREE_TIME	fixed
26. SHED_RCAS	640000
27. SHED_ROUT	640000
28. FAULT_STATE	dynamic
29. SET_FSTATE	OFF (1)
30. CLR_FSTATE	OFF (1)
31. MAX_NOTIFY	fixed
32. LIM_NOTIFY	Bigger one from (3, MAX_NOTIFY)
33. CONFIRM_TIME	640000
34. WRITE_LOCK	Unlocked (1)
35. UPDATE_EVT	dynamic
36. BLOCK_ALM	dynamic
37. ALARM_SUM	Other components are dynamic
Disabled	0
38. ACK_OPTION	Auto Ack Enabled (1)
39. WRITE_PRI	0
40. WRITE_ALM	dynamic
41. ITK_VER	fixed

Notes:

*1) Do not set Fault State Supported bit of FEATURES_SEL unless you definitely need Fault State. See also note 1 for AO block in Table B-8.

۲. پارامترهای استاندارد ترانسدیوسر:

Parameter Mnemonic	Value
1. ST_REV	dynamic
2. TAG_DESC	Any text
3. STRATEGY	1
4. ALERT_KEY	1
5. MODE_BLK	
Target	AUTO
Actual	dynamic
Permitted	O/S+AUTO
Normal	AUTO
6. BLOCK_ERR	dynamic
7. UPDATE_EVT	dynamic
8. BLOCK_ALM	dynamic
9. TRANSDUCER_DIRECTORY	fixed
10. TRANSDUCER_TYPE	fixed
11. XD_ERROR	dynamic
12. COLLECTION_DIRECTORY	fixed
13. PRIMARY_VALUE_TYPE	fixed
14. PRIMARY_VALUE	dynamic

Parameter Mnemonic	value
15. CAL_POINT_HI	Written by calibrator
16. CAL_POINT_LO	Written by calibrator
17. CAL_MIN_SPAN	fixed
18. CAL_UNIT	Written by calibrator
19. SENSOR_TYPE	fixed
20. SENSOR_RANGE	fixed
21. SENSOR_SN	fixed
22. SENSOR_CAL_METHOD	Written by calibrator
23. SENSOR_CAL_LOC	Written by calibrator
24. SENSOR_CAL_DATE	Written by calibrator
25. SENSOR_CAL_WHO	Written by calibrator
26. SENSOR_ISOLATOR_MTL	fixed
27. SENSOR_FILL_FLUID	fixed
28. SECONDARY_VALUE	dynamic
29. SECONDARY_VALUE_UNIT	

Notes:

*1) This table shows typical Transducer Block parameters. Since Transducer Block parameters depend on the physical principle, your Transducer Block may have different parameters. In any case, do not forget to set STRATEGY, ALERT_KEY and MODE_BLOCK to above values.

۳. پارامترهای بلوک کاربردی ورودی- آنالوگ:

Parameter Mnemonic	Application AI1	Application AI2	Application AI3
1. ST_REV	dynamic		
2. TAG_DESC	Any text		
3. STRATEGY	1		
4. ALERT_KEY	1		
5. MODE_BLK			
Target	AUTO		
Actual	dynamic		
Permitted	O/S+MAN+AUTO		
Normal	AUTO		
6. BLOCK_ERR	dynamic		
7. PV	dynamic		
8. OUT	dynamic		
9. SIMULATE			
Simulate Status	dynamic		
Simulate Value	dynamic		
Transducer Status	dynamic		
Transducer Value	dynamic		
En/Disable	Disable		
10. XD_SCALE			
EU@100%	100	P1	P1
EU@0%	0	P0	P0
Units Index	Transducer unit	psi	psi
Decimal Point	1	any	any
11. OUT_SCALE			
EU@100%	100	L1	F1
EU@0%	0	L0	F0
Units Index	Output unit	inch	GPM
Decimal Point	1	any	any
12. GRANT_DENY	dynamic		
13. IO_OPTS	Low Cutoff		
14. STATUS_OPTS	Propagate Fault Forward		
15. CHANNEL	Appropriate value starting from 1 to receive transducer block output		
16. L_TYPE	Direct	Indirect	Indirect Sq Root
17. LOW_CUT	0		
18. PV_FTIME	0		
19. FIELD_VAL	Dynamic		
20. UPDATE_EVT	Dynamic		
21. BLOCK_ALM	Dynamic		
22. ALARM_SUM	Dynamic		
Current	Dynamic		
Unacknowledged	Dynamic		
Unreported	Dynamic		
Disabled	0		
23. ACK_OPTION	Auto Ack Enabled (1)		
24. ALARM_HYS	0.5		
25. HI_HI_PRI	0		
26. HI_HI_LIM	+Infinity		
27. HI_PRI	0		
28. HI_LIM	+Infinity		
29. LO_PRI	0		
30. LO_LIM	-Infinity		
31. LO_LO_PRI	0		
32. LO_LO_LIM	-Infinity		
33. HI_HI_ALM	dynamic		
34. HI_ALM	dynamic		
35. LO_ALM	dynamic		
36. LO_LO_ALM	dynamic		

۴. پارامترهای بلوک خروجی آنالوگ:

Parameter Mnemonic	Application-1	Application-2
1. ST_REV	dynamic	
2. TAG_DESC	Any test	
3. STRATEGY	1	
4. ALERT_KEY	1	
5. MODE_BLK		
Target	CAS+AUTO	
Actual	dynamic	
Permitted	O/S+MAN+AUTO+CAS+RCAS	
Normal	CAS+AUTO	
6. BLOCK_ERR	dynamic	
7. PV	dynamic	
8. SP	dynamic	
9. OUT	dynamic	
10. SIMULATE		
Simulate Status	dynamic	
Simulate Value	dynamic	
Transducer Status	dynamic	
Transducer Value	dynamic	
En/Disable	Disable	
11. PV_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	
12. XD_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	

Parameter Mnemonic	Application-1	Application-2
13. GRANT_DENY	dynamic	
14. IO_OPTS	SP-PV track in MAN +SP-PV track in LO *1)	
		+Use PV for BKCAL_OUT
15. STATUS_OPTS	NONE	
16. READBACK	dynamic	
17. CAS_IN	dynamic	
18. SP_RATE_DN	+Infinity	
19. SP_RATE_UP	+Infinity	
20. SP_HI_LIM	100	
21. SP_LO_LIM	0	
22. CHANNEL	Use 1 for experiment	
23. FSTATE_TIME	0 *1)	
24. FSTATE_VAL	0 *1)	
25. BKCAL_OUT	Dynamic	
26. RCAS_IN	Dynamic	
27. SHED_OPT	Normal Shed Normal Return (1)	
28. RCAS_OUT	dynamic	
29. UPDATE_EVT	dynamic	
30. BLOCK_ALM	dynamic	

Notes:

*1) This configuration is for typical applications where control valves should remain at the current position when the data from the controlling block becomes bad by communication error or block malfunction. If the process is very critical and the valve must come to a pre-defined position when the control data is not available, use Fault State option. Set Fault state to Value + Use Fault state Value in restart of IO_OPTS. Give the safety position to FSTATE_VAL and the time to go to Fault State in seconds to FSTATE_TIME. You must set the Fault State Supported bit in FEATURES_SEL of the Resource Block. See also note 1 for Resource block in Table B-5.

۵. پارامترهای بلوک PID:

Parameter Mnemonic	Application PID1	Application PID2
1. ST_REV	dynamic	
2. TAG_DESC	Any test	
3. STRATEGY	1	
4. ALERT_KEY	1	
5. MODE_BLK		
Target	AUTO	AUTO+CAS
Actual	dynamic	
Permitted	O/S+MAN+AUTO+CAS+RCAS+ROUT	
Normal	AUTO	AUTO+CAS
6. BLOCK_ERR	dynamic	
7. PV	dynamic	
8. SP	dynamic	
9. OUT	dynamic	
10. PV_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	
11. OUT_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	
12. GRANT_DENY	dynamic	
13. CONTROL_OPTS	No OUT limits in MAN +Obey SP limits if CAS or RCAS + 3 more *1)	
14. STATUS_OPTS	Target to MAN if BAD IN *2)	
15. IN	dynamic	
16. PV_FTIME	0	
17. BYPASS	OFF (1)	
18. CAS_IN	dynamic	
19. SP_RATE_DN	+Infinity	
20. SP_RATE_UP	+Infinity	
21. SP_HI_LIM	100	
22. SP_LO_LIM	0	
23. GAIN	1	
24. RESET	10	
25. BAL_TIME	0	
26. RATE	0	
27. BKCAL_IN	dynamic	
28. OUT_HI_LIM	100	
29. OUT_LO_LIM	0	

Parameter Mnemonic	Application PID1	Application PID2
30. BKCAL_HYS	0.5	
31. BKCAL_OUT	dynamic	
32. RCAS_IN	dynamic	
33. ROUT_IN	dynamic	
34. SHED_OPT	Normal Shed Normal Return (1)	
35. RCAS_OUT	dynamic	
36. ROUT_OUT	dynamic	
37. TRK_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	
38. TRK_IN_D	dynamic	
39. TRK_VAL	dynamic	
40. FF_VAL	dynamic	
41. FF_SCALE		
EU@100%	100	
EU@0%	0	
Units Index	%	
Decimal Point	1	
42. FF_GAIN	0	
43. UPDATE_EVT	dynamic	
44. BLOCK_ALM	dynamic	
45. ALARM_SUM	Other components are dynamic	
Disabled	0	
46. ACK_OPTION	Auto Ack Enabled (1)	
47. ALARM_HYS	0.5	
48. HI_HI_PRI	0	
49. HI_HI_LIM	+Infinity	
50. HI_PRI	0	
51. HI_LIM	+Infinity	
52. LO_PRI	0	
53. LO_LIM	-Infinity	
54. LO_LO_PRI	0	
55. LO_LO_LIM	-Infinity	
56. DV_HI_PRI	0	
57. DV_HI_LIM	+Infinity	
58. DV_LO_PRI	0	
59. DV_LO_LIM	-Infinity	
60. HI_HI_ALM	dynamic	
61. HI_ALM	dynamic	
62. LO_ALM	dynamic	
63. LO_LO_ALM	dynamic	
64. DV_HI_ALM	dynamic	
65. DV_LO_ALM	dynamic	

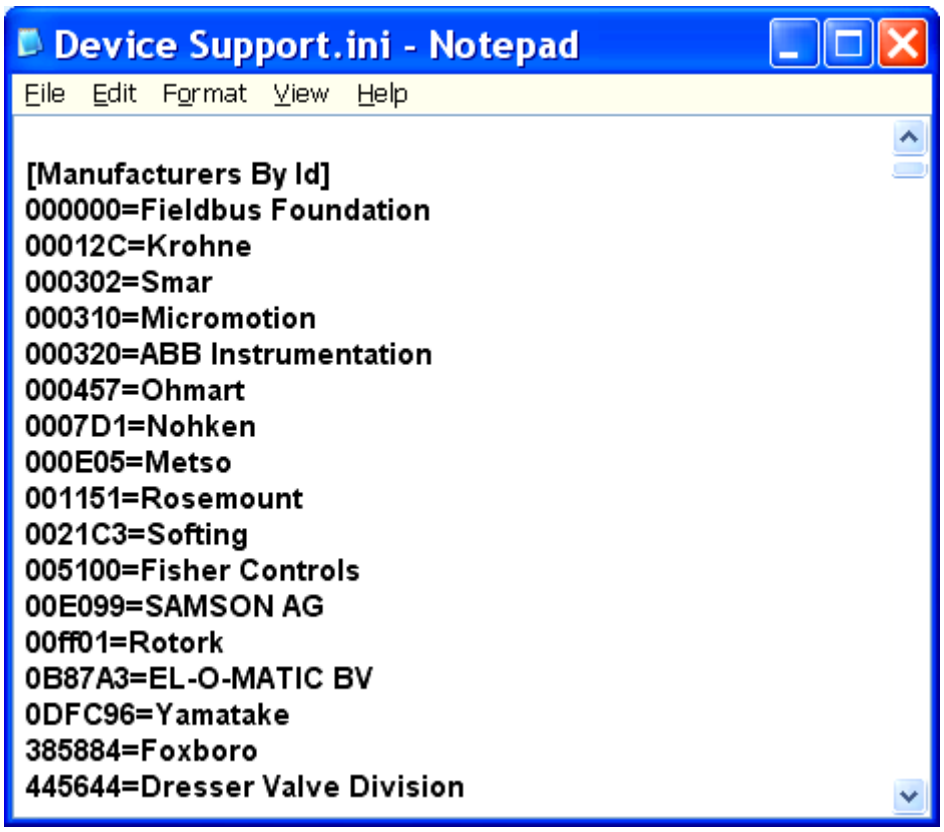
Notes:

*1) For Application PID2, add [SP-PV track in MAN+SP-PV track in LO or IMAN+SP-PV track in ROUT] to CONTROL_OPTS.

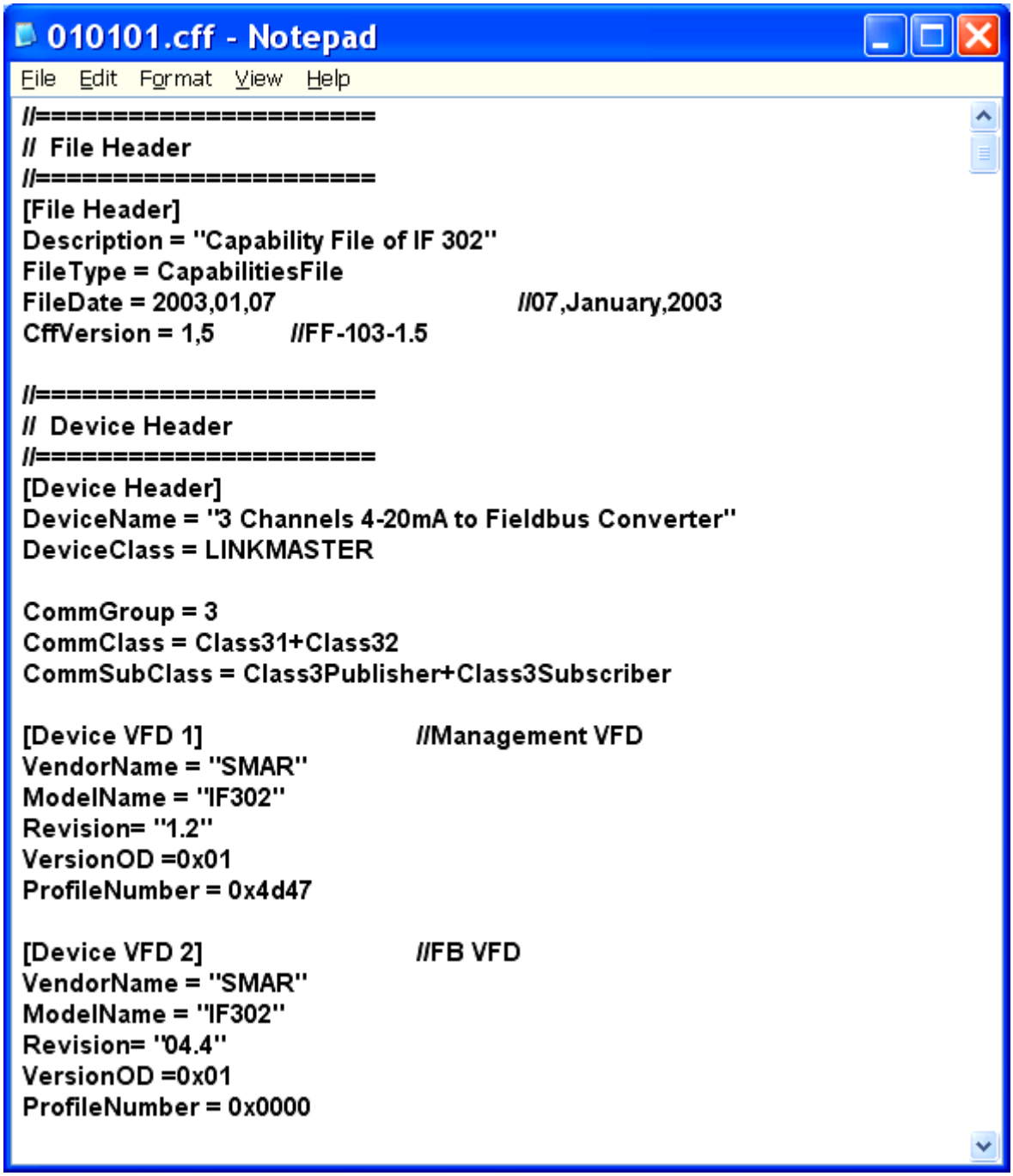
*2) Add [Target to next permitted mode if BAD CAS_IN] to STATUS_OPTS if your tool is able to show this new option (from FF 1.4).

پیوست ۹ : برخی از فایل های فیلدباس

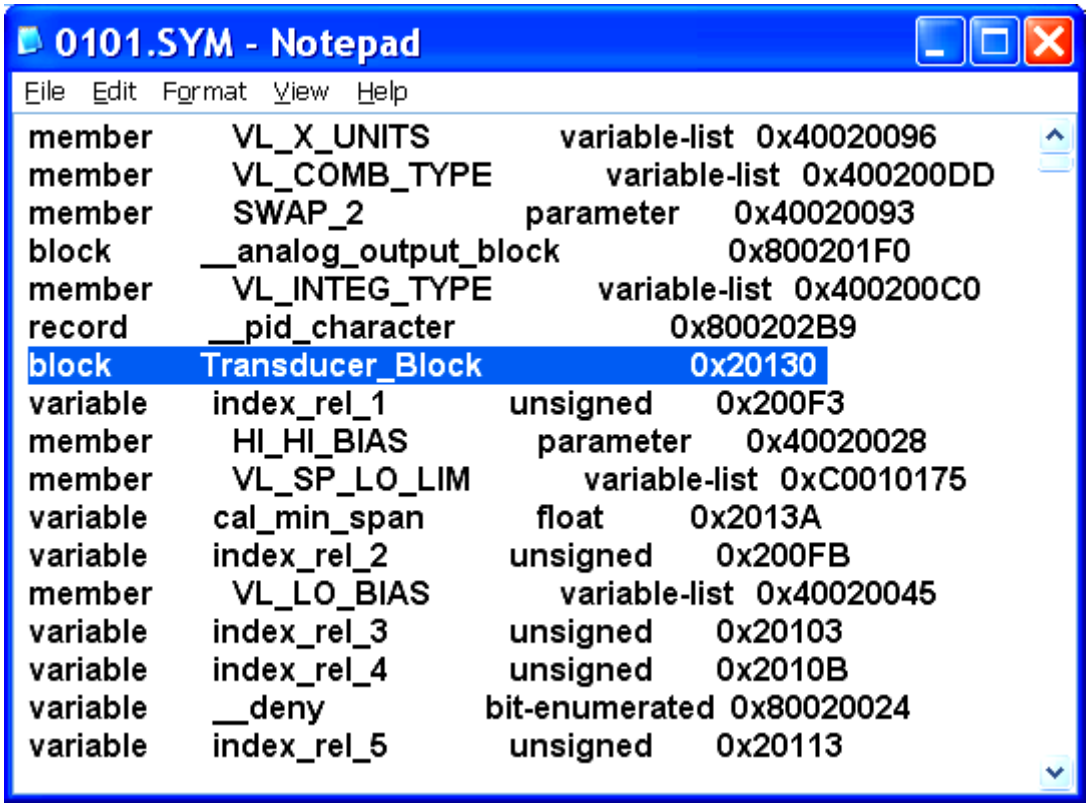
در زیر تعدادی از فایل های فیلدباس که عموماً برای توصیف دستگاه استفاده می شوند آورده شده اند که قابل ویرایش نیز می باشند:



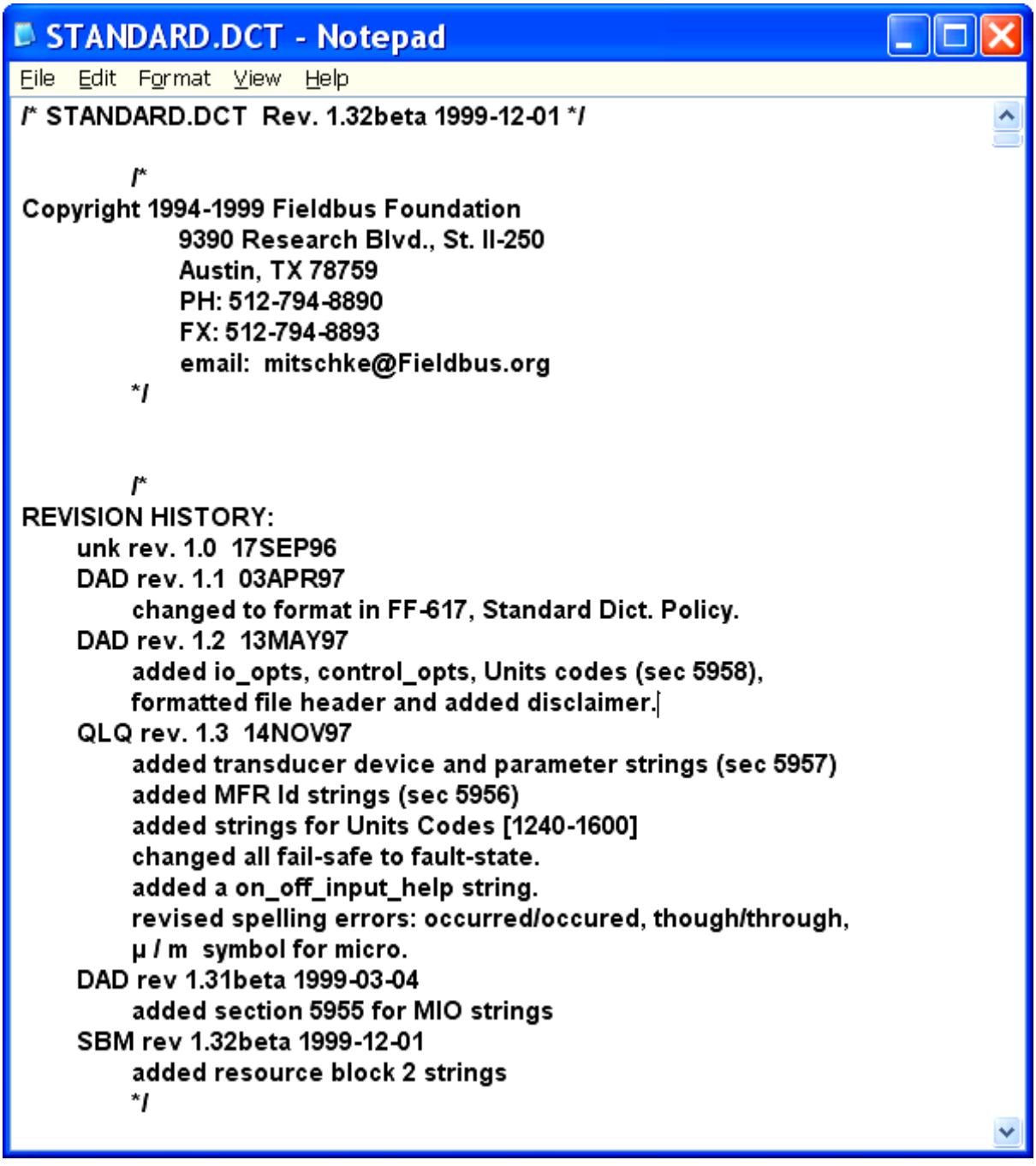
فایل معرفی سازندگان تجهیزات با کدهای آنها



فایل قابلیت تجهیزات یا **capability file**

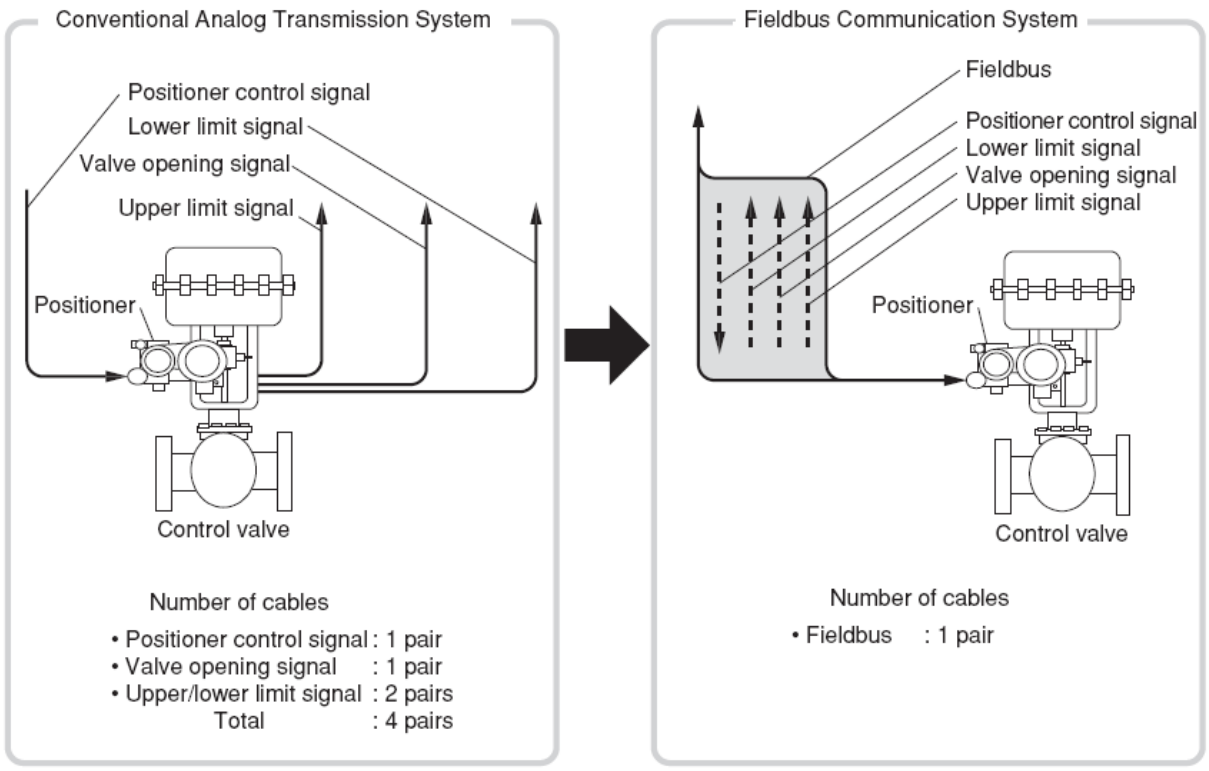


فایل باینری و پارامترهای بلوک تجهیزات با کدهای آنها

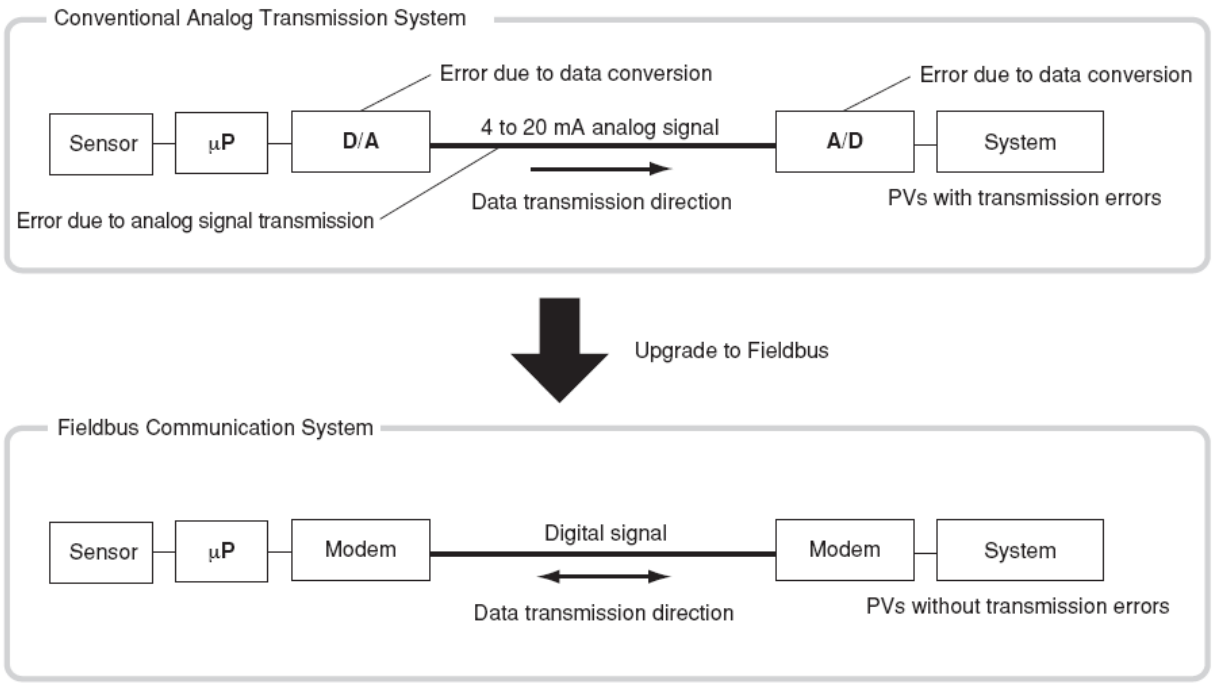


فایل واژه نامه استاندارد

پیوست ۱۰ : مقایسه فیلدباس با آنالوگ



تعداد اطلاعاتی که از یک کنترل ولو فیلدباس بایک سیم عبور می کند را با ۴ سیگنال که از ۴ جفت سیم آنالوگ منتقل می شوند مقایسه کنید.



ساختار سیستم آنالوگ در بالا و فیلدباس در پایین و تاثیر خطا روی مقدار آنها را مقایسه کنید.

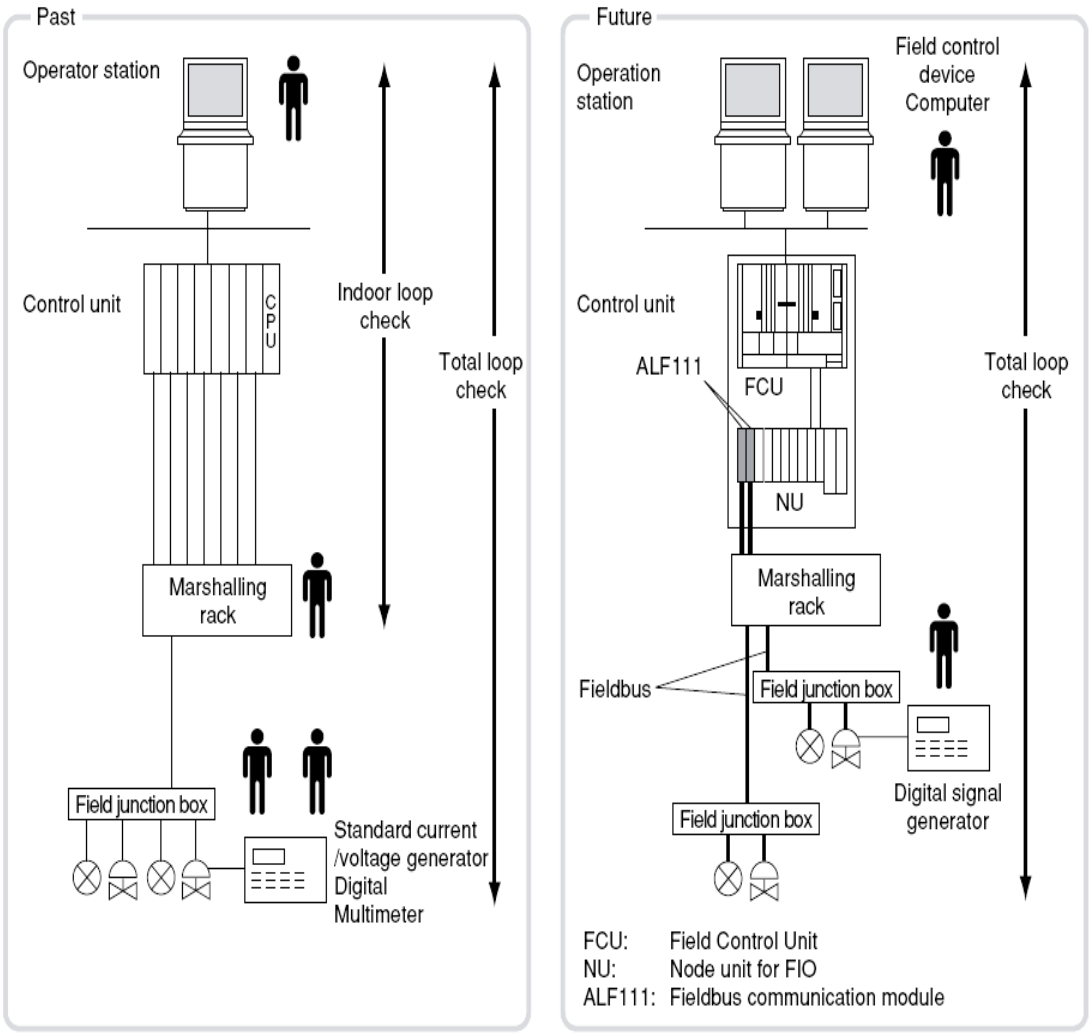
پیوست ۱۱: کدهای عددی مورد استفاده در فیلدباس جهت واحدهای اندازه گیری

pressure	
code	*unit*
1130	Pa
1032	MPa
1133	kPa
1034	mPa
1035	µPa
1036	hPa
1137	ba
1138	mbar
1139	torr
1140	atm
1141	psi
1142	psia
1143	psig
1144	g/cm^2
1145	kg/cm^2
1146	inH_2O
1147	$inH_2O(4°C)$
1149	mmH_2O
1150	$mmH_2O(4°C)$
mass	
code	*unit*
1088	kg
1089	g
1090	mg
1092	t
1093	oz
1094	lb
density	
code	*unit*
1097	kg/m^3
1100	g/cm^3
1102	t/m^3
1103	kg/l
1106	lb/in^3
1107	lb/ft^3
frequency	
code	*unit*
1077	Hz
1079	GHz
1080	MHz
1081	kHz
1082	1/s
1083	1/min
1085	RPM

flow	
code	*unit*
1322	kg/s
1330	lb/s
1351	l/s
1352	l/min
1353	l/h
1356	CFS
1357	CFM
1358	CFH
1363	GPM
volume	
code	*unit*
1034	m^3
1036	cm^3
1037	mm^3
1038	l
1039	cl
1040	ml
1517	kl
1042	in^3
1043	ft^3
1044	yd^3
1046	pint
1047	quart
1048	gallon
1050	bushel
1051	barrel
velocity	
code	*unit*
1061	m/s
1062	mm/s
1063	m/h
1064	km/h
1065	knot
1066	in/s
1067	ft/s
1068	yd/s
1069	in/min
1070	ft/min
1071	yd/min
1072	in/h
1073	ft/h
1074	yd/h
1075	MPH

temperature	
code	*unit*
1000	K
1001	°C
1002	°F
length	
code	*unit*
1010	m
1011	km
1012	cm
1013	mm
1018	feet
1019	inch
1020	yard
1021	mile
area	
code	*unit*
1023	m^2
1024	km^2
1025	cm^2
1027	mm^2
1030	in^2
1031	ft^2
1032	yd^2
1033	$mile^2$
electricity	
code	*unit*
1209	A
1211	mA
1234	V/m
1240	V
1242	kV
1243	mV
1281	Ω
1284	kΩ
time	
code	*unit*
1054	second
1057	µs
1058	minute
1059	hour
1060	day
miscellaneous	
code	*unit*
1342	%
1422	pH
1423	ppm
1424	ppb

پیوست ۱۲ : مقایسه لوپ چک فیلدباس با سیستم های معمولی



مقایسه لوپ چک فیلدباس با آنالوگ :

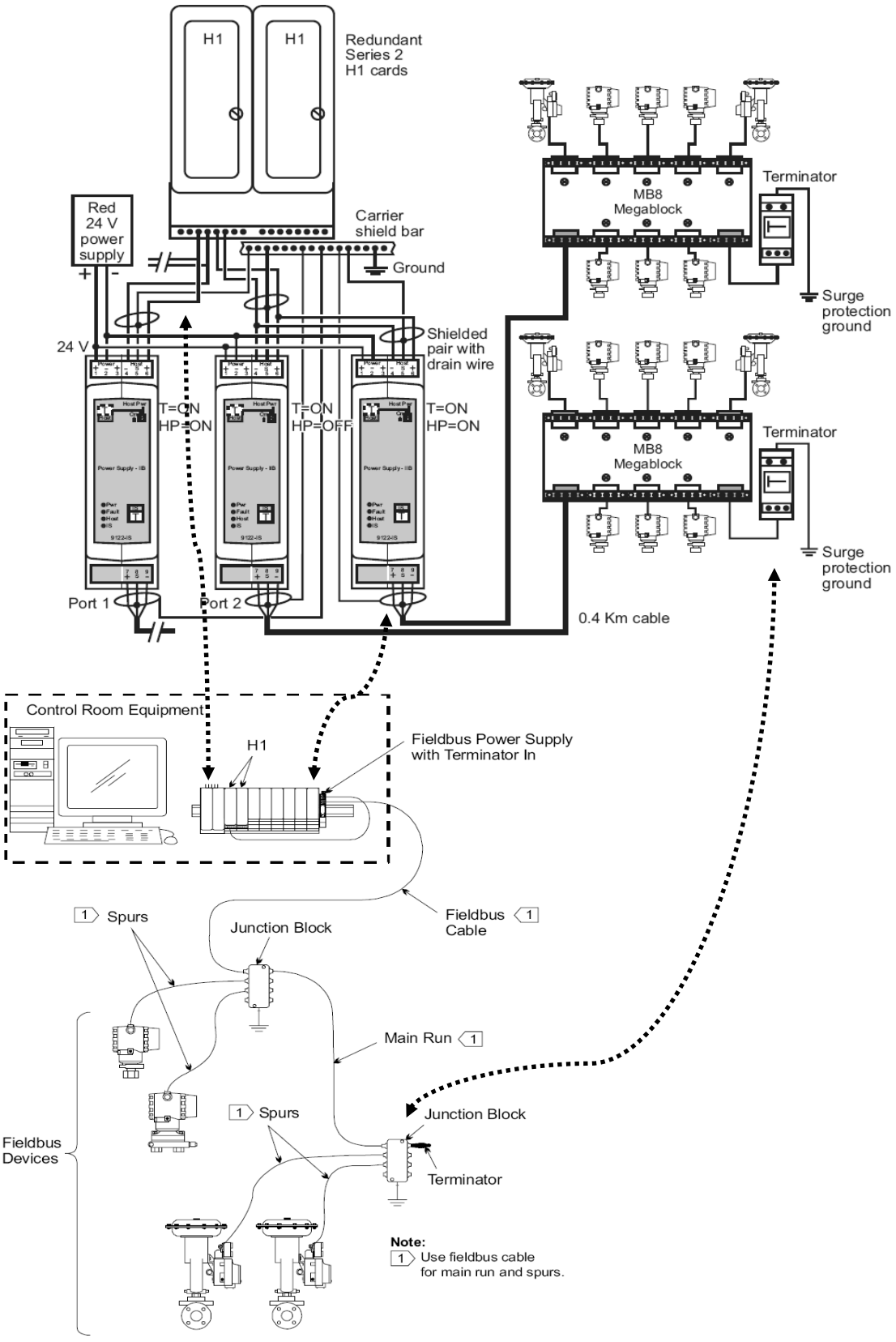
در سیستم کنترل آنالوگ به خاطر ماهیت سیگنال که جریان یا ولتاژ است باید لوپ در سر تجهیز ، در ماشالینگ و نهایتاً نمایش آن روی مانیتور چک شود به همین دلیل به نفر ساعت بیشتری نیاز پیدا می کنیم. در اصل دو نوع لوپ چک در آنالوگ داریم:

۱. **داخل ساختمان صنعتی**

۲. **خارج ساختمان صنعتی**

در فیلدباس سیگنال از سر تجهیز ارسال و در اتاق مهندسی چک می شود.

پیوست ۱۳: ساختار اجرایی فیلدباس



پیوست ۱۴: اختصارات فیلدباس

AC: Alternating Current

AI: Analog Input Function Block

APL: Application layer

AO: Analog Output Function Block

ASN.1: Abstract Syntax Notation 1

AUTO: Automatic mode

AWG: American Wire Gauge

BG: Bias/Gain Station Block

CCITT: International Telegraph and Telephone Consultative Committee

CAS: Cascade mode

CD: Compel Data

CF: Capabilities File

CFF: Common File Format

CL: Claim LAS DLPDU

COTS: Commercial off the Shelf

CPU: Central Processing Unit

CS: Control Selector Function Block

CT: Compel Time DLPDU

DC: Direct Current

DC: Disconnect Connection DLPDU

DC: Device Control Block

DCS: Distributed Control System

DD: Device Description

DDL: Device Description Language

DDS: Device Description Service

ID: Device Identifier

DI: Discrete Input Function Block

DLCEP: Data Link Connection End Point

DLL: Data Link Layer

DLSAP: Data Link Service Access Point

DT: Data Transfer

DT: Dead Time Function Block

DO: Discrete Output Function Block

EC: Establish Connection DLPDU

EU: Engineering Unit

EUC: End User Council

ETS: Enterprise Technology Solutions

FAS: Fieldbus Access Sublayer

FB: Fieldbus

FB: Function Block

FCS: Frame Check Sequence

FDA :Field Device Access

FF:Fieldbus Foundation

FMS: Fieldbus Message Specification

Gbps (Gbit/s): Gigabit per second

HMI: Human Machine Interface

ID: Identifier

IEC: International Electro-technical Commission

IMAN: Initialize Manual mode

IP: Internet Protocol

IS: Intrinsic Safety

ISA: International Society of Measurement and Control

ISO: International Organization of Standard

IT: Information Technology

IT: Integrator Function Block

Kbps (kbit/s): kilobits per second kHz kilohertz

LAN: Local Area Network

LAS: Link Active Scheduler

LL: Lead Lag Function Block

LM: Link Master

LO: Local Override mode

LS: Time Link Scheduling Time mA Milliampere

MAC: Medium Access Control

MAI: Multiple Analog Input Block

MAN: Manual mode

MAO: Multiple Analog Output Block

Mbps (Mbit/s): Megabit per second

MDI: Multiple Discrete Input Block

MDO: Multiple Discrete Output Block

ML: Manual Loader Function Block

NM: Network Management

NMIB: Network Management Information Base

OD: Object Dictionary

OS: Output Splitter Block

O/S: Out of Service mode

OSI: Open System Interconnect

PC: Personal Computer

PCI: Protocol Control Information

PD: PD Control Function Block

PDU: Protocol Data Unit

PD: Tag Physical Device Tag

PHL: (PHY) Physical Layer

PID: PID Function Block

PLC: Programmable Logic Controller

PN: Probe Node DLPDU

PR: Probe Response DLPDU

PT: Pass Token DLPDU

PV: Process Value

RA: Ratio Station Block

RB: Resource Block

RCAS: Remote Cascade mode

RI: Request Interval DLPDU

ROUT: Remote Output mode

RQ: Round-trip Time Query DLPDU

RR: Round-trip Time Response DLPDU

RT: Return Token DLPDU

SC: Signal Characterizer Block

SDU: Service Data Unit

SM: System Management

SMIB: System Management Information Base

SMKP: System Management Kernel Protocol

SP: Set Point

SP50: Standard and Practice committee 50

TB: Transducer Block

TCO: Total Cost of Ownership

TCP: Transfer Control Protocol

TD: Time Distribution DLPDU

TL: Transfer LAS DLPDU

UDP: User Data Protocol

VCR: Virtual Communication Relationship

VFD: Virtual Field Device

VIEW: View Object

WAN: Wide Area Network

منابع و مآخذ:

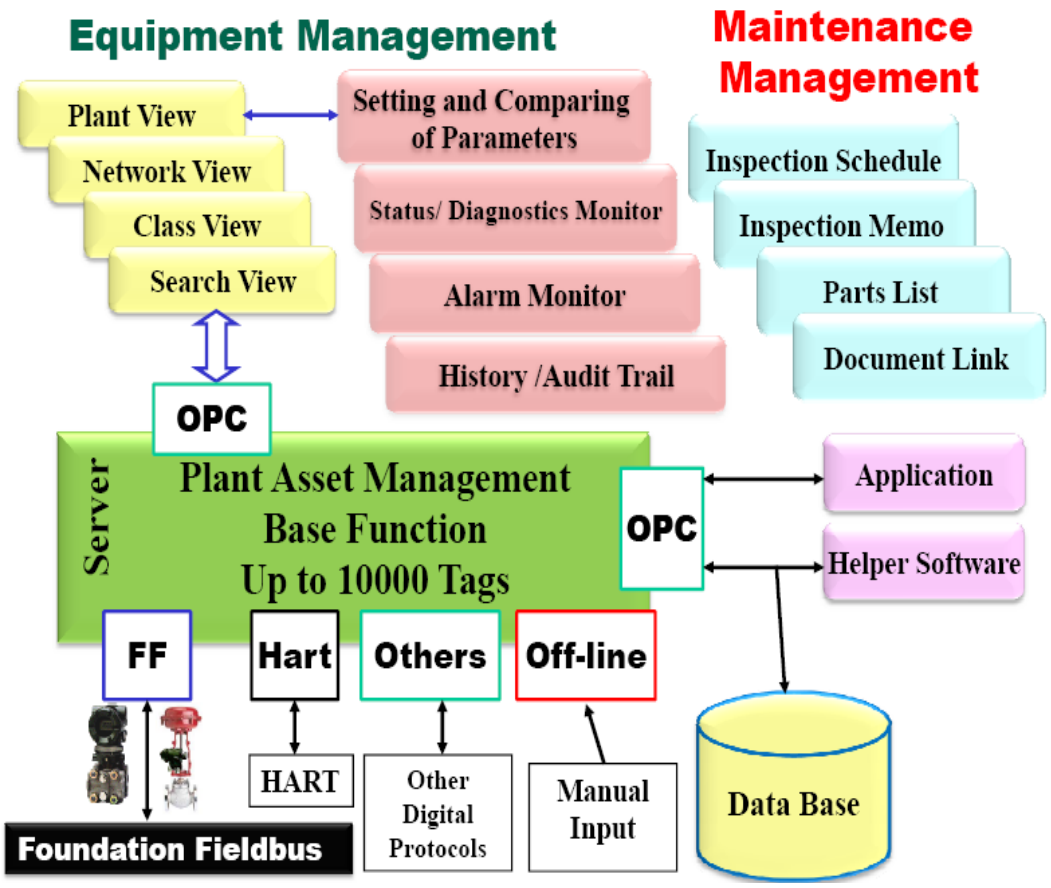
1. "SYSTEM 302 Documentation & Manuals" , SMAR Co. , 2004, Sao Paulo
2. "SMAR Training Manuals" , SMAR Co. , 2005, Sao Paulo
3. "Foundation Fieldbus Tutorial Book" , YOKOGAWA Electric Corp. , 2003, Tokyo
4. "Fieldbus Book – A Tutorial" , YOKOGAWA Electric Corp. , 2001, Tokyo
5. "CENTUM CS3000 System Overview" , YOKOGAWA Electric Corp., 2001, Tokyo
6. "CENTUM CS3000 R3 Maintenance Book" , YME Training Center, 2002, Tokyo
7. "Fieldbus Technology Information" ,3nd Edition , YOKOGAWA Electric Corp. , 2002 , Tokyo
8. "The Basic of Fieldbus" , Rosemount , 1998
9. "Foundation Fieldbus Technical Overview FD-043 Rev. 3.0" , 2003 , Texas
10. "Fieldbus Wiring Guide" , MTL , 2004
11. "DeltaV Digital Installation System" , EMERSON , 2005
12. "DeltaV Training Presentation Files", EMERSON
13. "Maintaining Foundation Fieldbus Networks" , Alan R. Dewey, 2003, Minnesota
14. "Foundation Fieldbus System Engineering Guideline AG-163 Rev. 2.0", 2003 , Texas
15. "Foundation Fieldbus Intrinsically Safety Installation Guide AG-181 Rev. 2.0" , 2003 , Texas
16. "Foundation Fieldbus Function Block Capabilities AG-170 Rev. 1.1" , 2002 , Texas
17. "Fieldbus Installations in a DeltaV™ Digital Automation System", EMERSON , 2005 , UK

Fieldbus Control System From Theory to Operation

Practical Fieldbus

By:

Masoud Ahmadi Baghenay



ISBN: 9-789648-424843

نویسنده: مسعود احمدی باغ نی

فیلدباس کاربردی

سیستم کنترل فیلدباس از تئوری تا عمل

Fieldbus Control System From Theory to Operation

Practical Fieldbus

By:

Masoud Ahmadi Baghenay

ISBN: 9-789648-424843

شماره انتشار بین المللی کتاب: ۹-۷۸۹۶۴۸-۴۲۴۸۴۳

مراکز پخش: ۶۶ ۷۱ ۵۳ ۵۵ - ۶۶ ۷۱ ۶۰ ۹۸ (۰۲۱)
۰۹۱۲-۲۱۹۸۳۴۴، ۰۹۱۲-۲۸۵۲۶۰۲، ۰۹۱۲-۲۷-۴۸۱۳۷
۶۶ ۴۶ ۴۴ ۹۱ - ۶۶ ۹۷ ۵۹ ۸۴