

معرفی فیلدباس



مقدمه

سالهاست که سیستمهای فیلدباس با موفقیت در سراسر دنیا نصب می شوند و هیچ شکی وجود ندارد که این تکنولوژی راهی که ما برای طراحی سیستمهای کنترلمان از آن استفاده می کردیم کاملاً تغییر داده است .

موضوع مهم درباره فیلد باس در خود فیلدباس نیست بلکه در علتی است که فیلدباس رایک تکنولوژی توانا و قابل کرده است هم اکنون ارتباط دیجیتالی درهمه جای زنجیره تولید در دسترس است . از کامپیوترهای CEO گرفته تا ترانسسمیتر های فشار تفاضلی که ممکن است ده هزار مایل دورتر نصب شده باشند . در حالت کلی این CEO می تواند مقدار Set point ابزار دقیق را تغییر دهد و ببیند که آیا پارامتر های تغییر یافته خوب تنظیم شده اند یا خیر .

از آنجا که فیلد باس یک سیستم ارتباطی چند آویزه ای (Multidrop) است چندین وسیله می توانند از طریق یک جفت سیم به هم متصل شوند و در نتیجه هزینه نصب و سیم کشی بطور قابل ملاحظه ای کاهش یابد. با این تکنولوژی بعضی سیستمها می توانند با ۱۶ وسیله که از طریق همان یک جفت سیم تغذیه می شوند شروع به کار کنند.

در واقع سناریوی فیلد باس به استراتژیهای کنترل محلی قدیمی بسیار نزدیکتر است. مفهومی که در پشت تکنولوژی فیلدباس نهفته است سیر تکاملی آن به سمت یک سیستم کنترل گسترده کامل است که در آن Field Instruments مسئول انجام استراتژی های کنترل می باشند.

یک سیستم کنترل فیلد باس از طریق یک کامپیوتر شبیه یک سیستم DCS اداره می شود ، البته بدون هیچگونه راه حل اختصاصی و اینکه کامپیوترها فقط برای انجام عملیات و ذخیره داده ها اختصاص داده می شوند. با اتحاد تکنولوژی فیلدباس و کامپیوترهای PC و شبکه های بازمی توان کل یک کارخانه را راه اندازی کرد. این روش اساساً پایان عصر DCS را به همراه می آورد.

در فصل اول این جزوه ، فوائد فیلدباس معرفی می شوند و در فصل دوم با معرفی مدل استاندارد شبکه OSI ، به لایه های شبکه فیلدباس پرداخته می شود . فصل سوم حاوی مطالبی در زمینه لایه فیزیکی ، Wiring و سخت افزارهای جانبی شبکه فیلدباس می باشد . در فصل چهارم بخشهای لایه Communication Stack از شبکه فیلدباس مورد بررسی قرار می گیرد و در بخش پنجم ضمن معرفی Function Blocks ، بخشهای دیگر User Application معرفی خواهند شد . فصل ششم به نحوه مدیریت ، طراحی و نگهداری یک نمونه و مثال عملی از سیستم فیلدباس می پردازد .

فصل اول:

معرفی تکنولوژی Fieldbus و فواید آن



اهداف آموزشی فصل اول :

- ۱- معرفی فیلدباس
- ۲- آشنایی با فوائد فیلدباس

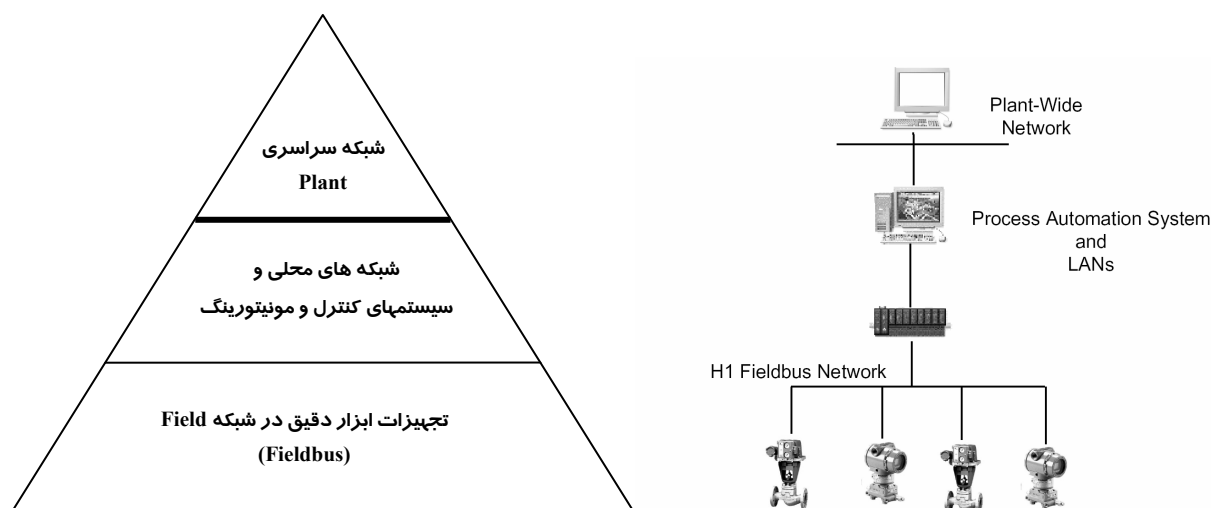
۱ معرفی تکنولوژی Fieldbus و فوائد آن

۱-۱ تعریف Foundation Fieldbus

Foundation Fieldbus یک سیستم ارتباطی دوطرفه، سریال و تمام دیجیتال می باشد که تجهیزات Field از قبیل سنسورها، محرکها و کنترلرها را با هم مرتبط می سازد. درواقع Fieldbus یک شبکه محلی (LAN) برای تجهیزات ابزار دقیق است که در کنترل فرآیند و اتوماسیون تولید بکار می روند. این شبکه دارای قابلیت های بالایی برای توزیع عملیات کنترل بین کلیه تجهیزات Field می باشد.

تجهیزات Field پایین ترین سطح در هرم شبکه واحدهای صنعتی را تشکیل میدهند (شکل ۱-۱). آنچه در این هرم دیده میشود این است که :

تجهیزات ابزار دقیق (سنسورها، محرکها و کنترلرها) با ارتباط با یکدیگر (در شبکه های LAN) عملیات کنترل هر فرآیند را انجام میدهند و مجموعه تمامی این شبکه های محلی شبکه سراسری Plant را تشکیل می دهند که این شبکه سراسری برای نظارت گسترده بر کلیه فرآیندهای یک Plant بکار می رود.



شکل ۱-۱ - هرم شبکه واحدهای صنعتی

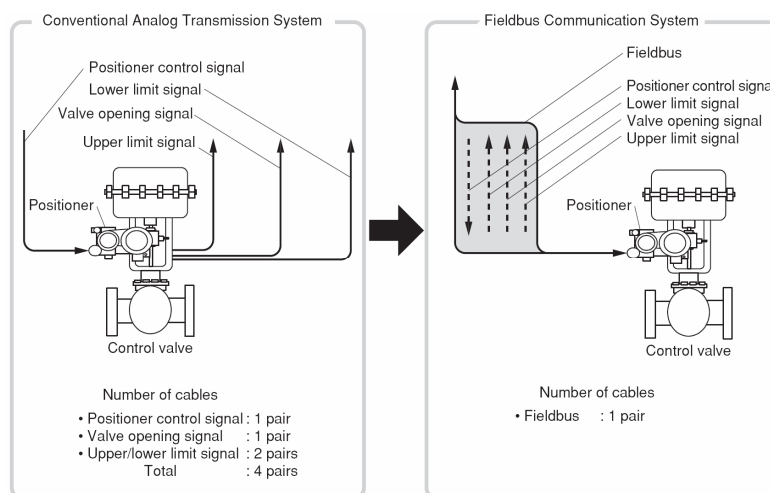
۱-۲ فواید Fieldbus

سیستم فیلدباس برخی ویژگیهای مطلوب سیستم آنالوگ 4-20mA را حفظ کرده است.
بعنوان مثال:

- وجود یک رابط فیزیکی استاندارد با کابل
 - برقراری ارتباط بین تجهیزات تنها با یک جفت رشته سیم
 - ایمنی بالا
- علاوه بر این Foundation Fieldbus توانایی های زیر را دارد:
- ارتباط قوی و مطمئن بخاطر انتقال اطلاعات بشکل Full Digital
 - کاهش حجم کابل کشی بخاطر وجود تجهیزات چندگانه روی یک کابل
 - کاهش بار روی تجهیزات اتاق کنترل بخاطر امکان توزیع بعضی توابع کنترلی و ورودی/خروجی بین تجهیزات Field.

۱-۲-۱ حجم بالای اطلاعات قابل دسترسی

سیستم Fieldbus به متغیرهای چندگانه از هر Device (شکل ۱-۲) اجازه می دهد تا در سیستم کنترل وارد شده و برای بهینه سازی فرآیند، تهیه آرشیو، Trend Analysis 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.

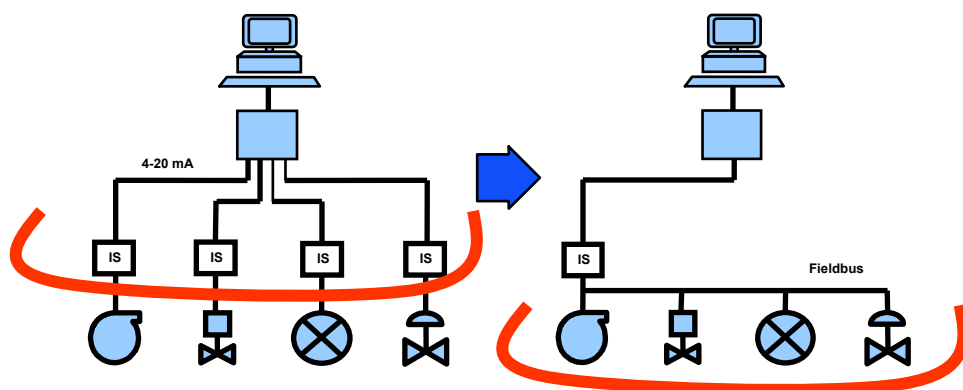


شکل ۱-۲

۱-۲-۲ دستیابی و نظارت گسترده به فرآیند

قابلیت‌های ارتباطی و self test در تجهیزات فیلدباس (تجهیزات ابزار دقیقی هوشمند میکروپروسسوری) باعث کاهش زمان توقف در تجهیزات و افزایش ایمنی در واحد می‌شوند. در هنگام وقوع یک وضعیت غیر نرمال در واحد یا زمانی که به تعمیرات پیشگیرانه احتیاج پیدا می‌شود، دیگر به فرستادن یک نیروی تعمیرات به محل، جهت تست دستگاه‌ها، نیاز نمی‌شود و دستگاه‌های هوشمند فیلدباس با ویژگی Self Diagnostics نیروهای عملیات را از مسئله آگاه می‌سازند. این امر باعث تسریع و صحت خارج کردن واحد از حالت غیر نرمال و ایجاد حالت نرمال اولیه در آن می‌باشد.

به طور کلی در سیستم فیلدباس نه تنها اطلاعات و داده‌های تجهیزات واحد، در شبکه قابل دستیابی هستند، بلکه می‌توان از طریق شبکه setting دستگاه‌ها را تغییر داده و آنها را کالیبره کرد. این بدان معنی است که دستیابی و نظارت بر دستگاه‌ها در فیلدباس بسیار فراتر از سیستم‌های قبلی است. (شکل ۳-۱)



شکل ۳-۱

۱-۲-۳ کاهش سخت افزار

Foundation Fieldbus از یک سری Function Block استاندارد برای تحقق استراتژی کنترل استفاده می‌کند. اکثر توابع کنترلی همچون ورودی آنالوگ (AI)، خروجی آنالوگ (AO) و کنترلر PID می‌تواند توسط تجهیزات Field و از طریق بکارگیری از Function Block اجرا می‌شوند (شکل ۴-۱).

با طراحی بلوکی Function Blocks می‌توان تمامی این بلوک‌ها را به تجهیزات Field توزیع کرد. توزیع عملیات کنترل بر تجهیزات Field مقادیر I/O و تجهیزات جانبی کنترل همانند Cabinets،

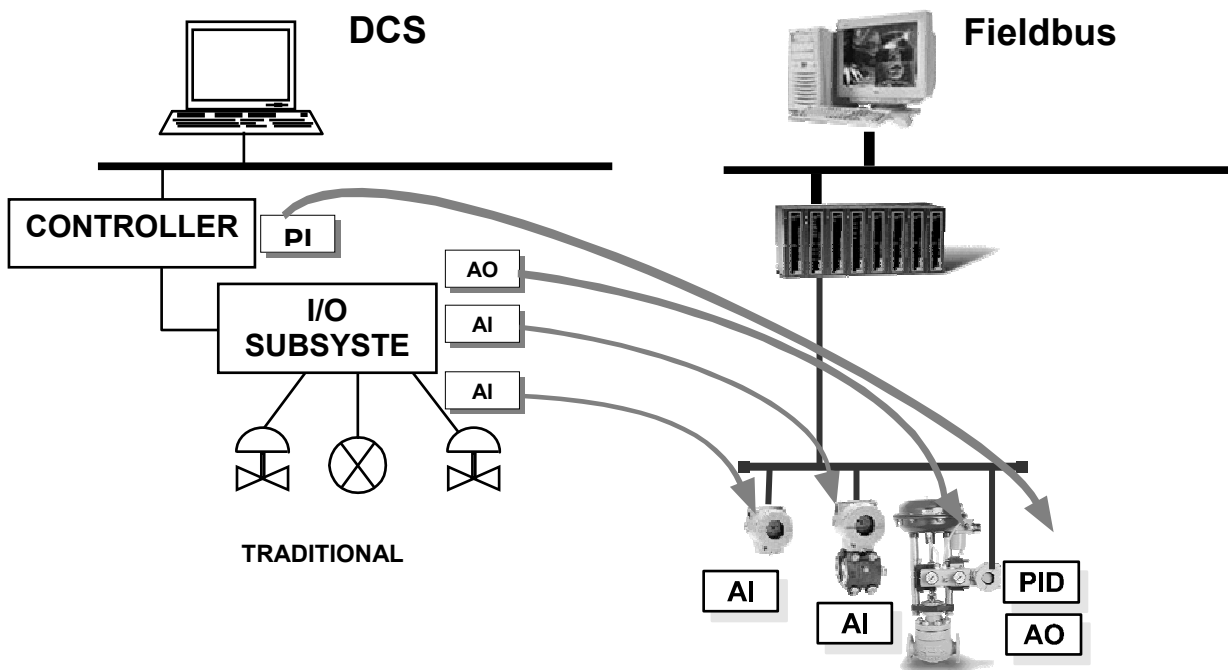
Power Supply و فایل کارتها را کاهش داد.

۴-۲-۱ کاهش Wiring

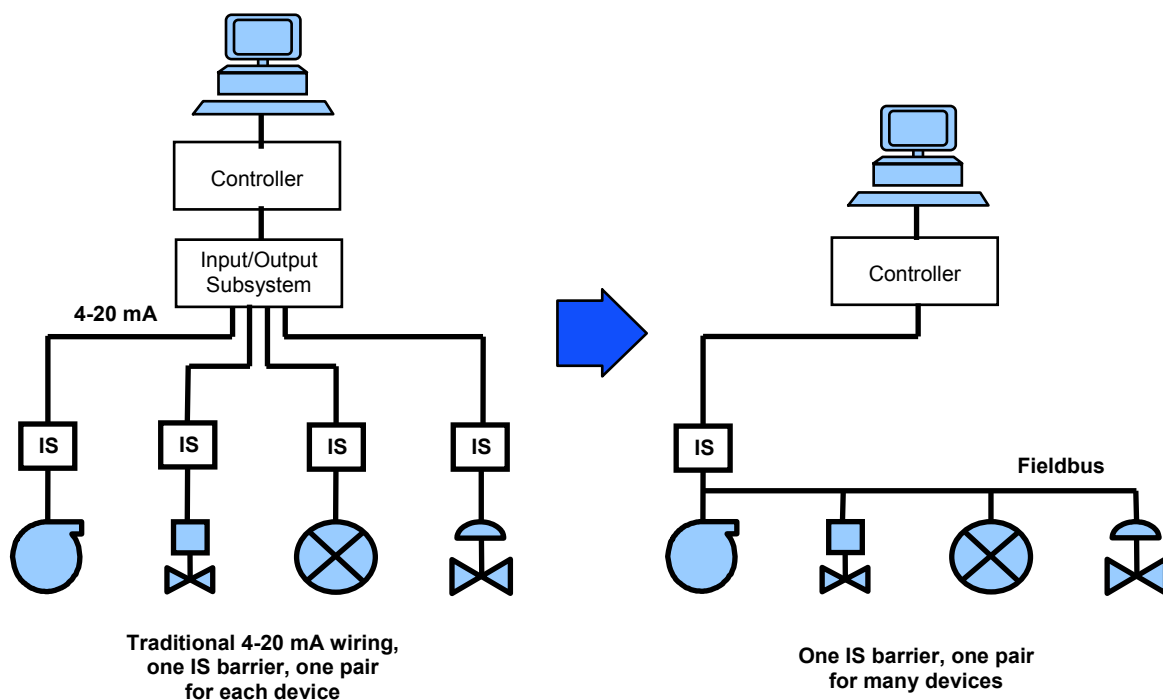
فیلدباس امکان اتصال کلیه تجهیزات Field به یک جفت سیم را برآورده می سازد و اینگونه تعداد سیمها ، Barrier و همچنین کابینتهای مارشالینگ به میزان قابل توجهی کاهش می دهد (شکل ۴-۱).

۵-۲-۱ مستقل بودن از کارخانه سازنده

هر کارخانه سازنده تجهیزات فیلدباس می بایست از استانداردهای Foundation Fieldbus به منظور اخذ گواهینامه آن پیروی کند . 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.



شکل ۴-۱



شکل ۱-۵

فصل دوم:

تکنولوژی Foundation Fieldbus

اهداف آموزشی فصل دوم :

- ۱- آشنایی با لایه های شبکه های کامپیوتری
- ۲- مقایسه لایه های شبکه فیلدباس با مدل مرجع OSI

۲ تکنولوژی Foundation Fieldbus

تکنولوژی Foundation Fieldbus شامل بخشهای زیر است :

۱- لایه فیزیکی (Physical Layer)

۲- Communication Stack

۳- لایه کاربر (User Layer)

یک مدل ارتباطی لایه بندی شده تحت عنوان OSI (Open Systems Interconnect) برای مدل کردن اجزاء فوق مورد استفاده قرار می گیرد .

۱-۲ مدل مرجع OSI

دو معماری پروتکل به عنوان اساس توسعه استانداردهای ارتباطی ارایه شده اند: مجموعه پروتکل TCP/IP و مدل مرجع OSI. امروزه معماری TCP/IP کاربرد بسیار زیادی یافته است و مدل OSI نیز به عنوان مدل استاندارد برای طبقه بندی عملیات ارتباطی پذیرفته شده است. در ادامه این فصل نگاهی گذرا به این دو معماری نموده و در فصول آینده آنها را کاملتر بررسی خواهیم کرد.

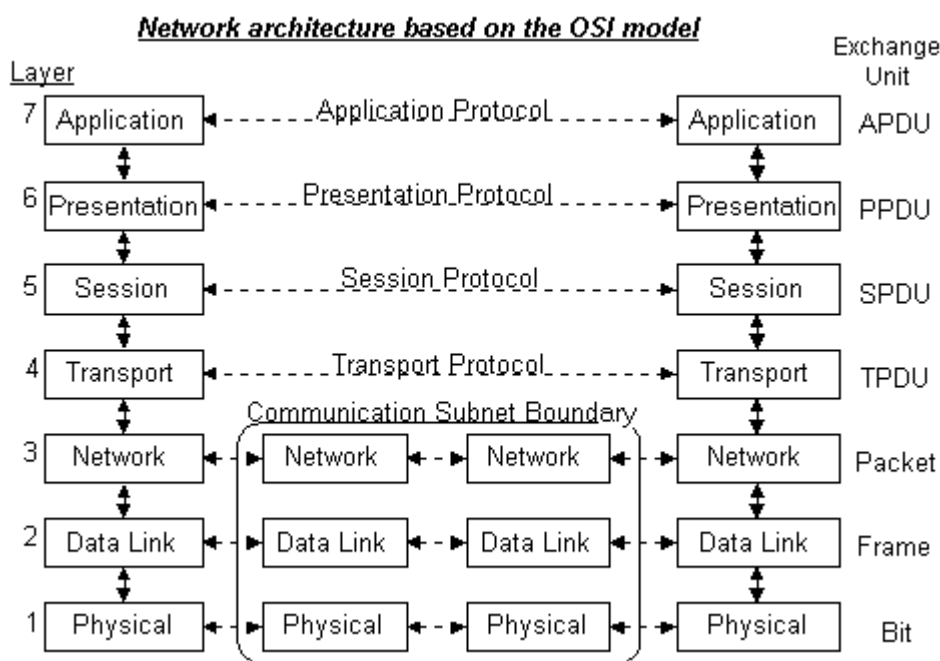
مدل مرجع OSI توسط سازمان بین المللی استاندارد (ISO) به عنوان مدلی برای معماری ارتباطات کامپیوتری و چارچوبی برای توسعه پروتکلها پیشنهاد شده است. (سال 1983). این مدل متشکل از هفت لایه می باشد. توجه داشته باشید که این مدل به تنهایی یک معماری معین شبکه نیست چون پروتکلهای هر لایه را مشخص نمی کند. در واقع فقط عملیات و وظایف هر لایه را مشخص می کند اما نظری در مورد چگونگی پیاده سازی پروتکلهای مربوطه ارایه نمی دهد.

شکل ۱-۲ معماری OSI را نشان می دهد. هر سیستم حاوی هفت لایه است. مخابره اطلاعات بین برنامه های کاربردی در دو کامپیوتر (Y,X) صورت می گیرد. اگر برنامه کاربردی X بخواهد پیامی به برنامه کاربردی Y بفرستد، یک درخواست به لایه کاربرد (لایه 7) می دهد. لایه 7 با استفاده از یک پروتکل (پروتکل کاربرد) ارتباطی با لایه 7 کامپیوتر مقصد برقرار می کند. پروتکل لایه 7 نیاز به سرویس های لایه 6 دارد بنابراین طرفین لایه 6

نیز از پروتکل خودشان استفاده می کنند و به همین ترتیب تا لایه فیزیکی که بیت های دیتا را بصورت واقعی روی یک محیط انتقال، ارسال می کند.

توجه داشته باشید که به جز در لایه فیزیکی، ارتباط مستقیمی بین طرفین متناظر لایه ها وجود ندارد. یعنی در بالای لایه فیزیکی، هر لایه دیتا را به لایه پائین ترش تحویل می دهد تا به طرف متناظرش ارسال شود.

در شکل ۱-۲ کاربرد واحدهای دیتای پروتکل (PDUs) در مدل OSI مشخص شده است. دیتای کاربر همه لایه ها را به طرف پائین طی می کند و هر لایه اطلاعات مورد نیاز طرف مقابلش (در مقصد) را به آن اضافه می کند.



شکل ۱-۲

این روند تا لایه ۲ ادامه می یابد. واحد دیتای لایه ۲ که معمولاً فریم نامیده می شود توسط لایه فیزیکی روی محیط انتقال، ارسال می شود. وقتی این فریم به سیستم مقصد رسید، روند معکوس انجام می شود.

هدف اصلی از ارایه مدل OSI، ایجاد چارچوبی برای استاندارد سازی بوده است. در هر لایه ای مدل یک یا چند پروتکل می تواند تعریف شود. این مدل، وظایف هر لایه را بطور کلی تعریف و به دو علت موجب تسهیل روند استاندارد سازی می شود:

- چون وظایف هر لایه شناخته شده است، استانداردهای هر لایه می تواند مستقلاً و به طور همزمان توسعه یابند. این امر موجب تسریع روند استاندارد سازی می شود.

- چون مرز بین لایه ها شناخته شده است، تغییر استانداردهای یک لایه نیازی به تغییر نرم افزارهای موجود در لایه های دیگر ندارد. این امر باعث سهولت ارایه استانداردهای جدید می شود.

اکنون هر کدام از لایه ها و وظایفشانرا مختصراً بررسی می کنیم و در صورت لزوم مثالهایی از استانداردهای پروتکلهای هر لایه می آوریم.

۲-۱-۱ لایه فیزیکی (physical Layer)

این لایه مشخصات الکتریکی، مکانیکی و عملیاتی لازم برای دستیابی به محیط انتقال فیزیکی را تعیین می کند. مسئول کد بندی و ارسال فیزیکی بیت ها بین گرههای مجاور است. ولتاژها و زمان بندی بیت ها را مشخص می کند. نوع اتصال دهنده ها و محیط انتقال نیز در این لایه مشخص می شود. این لایه مسئول کشف و تصحیح خطا نیست پس یک لینک غیر قابل اطمینان است. یعنی بیت ها را الزاماً به همان شکل اولیه به مقصد تحویل نمی دهد. مثالهایی از استانداردهای این لایه عبارتند از EIA-232-F و بخش هایی از ISDN و استانداردهای LAN.

۲-۱-۲ لایه دیتالینک (Data Link Layer)

این لایه یک لینک قابل اطمینان برای ارسال دیتا بین گرههای مجاور ایجاد می کند. داده های ارسالی را به تعدادی فریم تقسیم می کند و به منظور کنترل خطا، تعدادی بیت اضافی به هر فریم ضمیمه می کند. اگر فریمی به صورت خطا دار به مقصد رسیده باشد، فرستنده همان فریم را دوباره ارسال می کند. یکی دیگر از وظایف این لایه کنترل جریان است. یعنی باید مکانیسمی برای کنترل فرستنده بکار رود تا اطلاعات را با سرعتی بیش از قدرت دریافت و پردازش گیرنده، به آن ارسال نکند.

در شبکه هایی که از تکنولوژی پخش در ارسال استفاده می کنند (مثل LAN ها)، این لایه مسئول مدیریت و کنترل دستیابی به محیط به منظور رفع مشکل برخورد فریم های گرههای مختلف است. پروتکلهای لایه دیتالینک را در فصل ششم بررسی خواهیم کرد. مثالهایی از استانداردهای این لایه عبارتند از HDLC و LLC و LAPD و LAPB.

۲-۱-۳ لایه شبکه (Network Layer)

این لایه مسئول انتقال پاکت ها از مبدأ به مقصد می باشد. عمل مسیریابی بین گرههای غیر مجاور را انجام میدهد. از وظایف دیگر این لایه کنترل ازدحام است. در شبکه های LAN چون یک مسیر انتقال مشترک بین همه گرهها وجود دارد یعنی هر گره می تواند پاکت ها را از هر گره گیر مستقیماً دریافت کند پس نیازی به عمل مسیریابی نیست. وقتی چند شبکه به هم متصل می شوند، هنگام عبور پاکت ها از یک شبکه به شبکه دیگر، مشکلات زیادی ممکن است بروز کند. مثلاً ممکن است روش آدرس دهی در هر کدام از شبکه ها متفاوت باشد، طول پاکت

ها متفاوت باشد و یک شبکه پاکت های شبکه دیگر را به علت اندازه بزرگشان نتواند دریافت کند، پروتکل ها متفاوت باشند و مسایلی از این قبیل. به هر حال وظیفه لایه شبکه است که این مشکلات را رفع کرده و امکان اتصال شبکه های متفاوت را فراهم کند.

۲-۱-۴ لایه حمل (Transport Layer)

امکان ارسال مطمئن دیتا بین ایستگاههای انتهایی را فراهم می کند. یک لایه انتها به انتها است یعنی مازولهای متناظر در ماشین های مبدأ و مقصد با یکدیگر مکالمه می کنند (قطع نظر از اینکه بین آنها چند ماشین دیگر وجود دارد). این لایه می تواند تضمین کند که دیتا بدون خطا و به ترتیب به مقصد نهایی تحویل داده شود. علاوه بر کنترل خطا، کنترل جریان انتها به انتها را هم انجام می دهد.

توجه داشته باشید که در لایه های پائین تر که قبلاً تو ضیح دادیم، پروتکل بین یک ماشین و ماشین های مجاورش عمل می کند نه بین ماشین های مبدأ و مقصد نهایی.

۲-۱-۵ لایه اجلاس (Session Layer)

این لایه مسئول مدیریت مکالمه است. مکالمه می تواند همزمان در دو جهت، متناوباً در دو جهت و یا فقط یک جهت باشد.

از دیگر وظایف این لایه مسأله همگام سازی است. یک مکانیسم بازیابی بر اساس نقاط همگام سازی ایجاد می کند. مثلاً انتقال یک فایل طولانی را از طریق کانالی که هر از چند گاه قطع می شود در نظر بگیرید. اگر قرار باشد پس از هر بار قطع، دوباره فایل از ابتدا ارسال شود، عمل انتقال فایل بسیار مشکل یا حتی غیر ممکن می شود. لایه اجلاس در دیتای ارسالی نقاط واریسی اضافه می کند تا پس از قطع ارتباط، تنها دیتایی که بعد از آخرین نقطه واریسی ارسال شده است، دوباره فرستاده شود.

۲-۱-۶ لایه نمایش (Presentation Layer)

این لایه با فرم نمایش اطلاعات (Syntax) سر و کار دارد. لایه کاربرد را از اختلاف در فرم نمایش دیتا مستقل می کند. مثلاً اگر یک برنامه کاربردی در ماشین A دیتا را به فرم EBCDIC ارسال کند و دیتای موجود در ماشین B به فرم ASCII باشد، لایه نمایش مسئول تبدیل این دو فرم است.

علاوه بر این عملیاتی مانند فشرده سازی و رمز گذاری دیتا در این لایه انجام می گیرد.

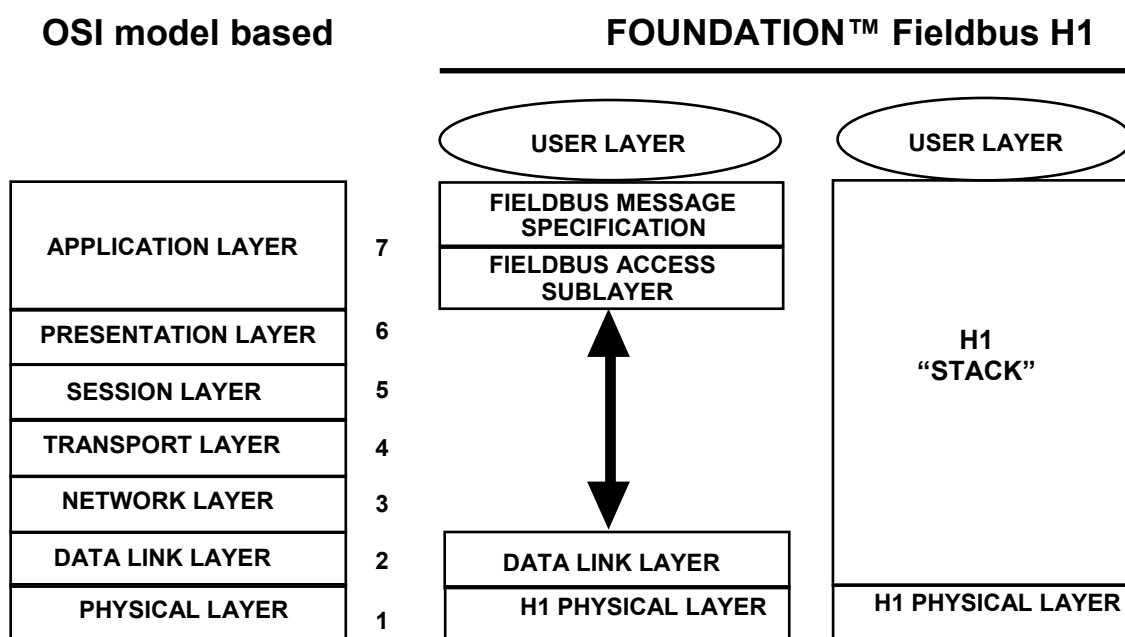
۲-۱-۷ لایه کاربرد

این لایه خدماتی برای کاربران فراهم می کند. حاوی پروتکل های مختلفی است که برنامه های کاربردی مختلف را پشتیبانی می کنند. جنبه هایی از برنامه های کاربردی که به ارتباط مربوط

می شود. در این لایه در نظر گرفته می شوند. نمونه ای از پروتکل‌هایی که در این لایه عمل می کنند پروتکل انتقال فایل است.

طراحان مدل مرجع OSI به دنبال این هدف بودند که این مدل و پروتکل‌های تحت آن در آینده همه گیر شود و کلیه شبکه ها و تولید کنندگان آنها از این مدل پیروی کنند. البته تا امروز این اتفاق نیفتاده است. اگر چه پروتکل‌های زیادی بر اساس مدل OSI ارایه شده اند اما در عمل این معماری TCP/IP است که بسیار گسترش یافته و هر روز نیز در حال توسعه است.

لایه فیزیکی لایه اول OSI و لایه (Data Link Layer) DLL لایه دوم OSI می باشند. مشخصه سیگنال فیلدباس (Fieldbus Message Specification) در لایه هفتم OSI و در نهایت بخش 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 (شکل ۲-۲) و یک لایه تحت عنوان Fieldbus Access Sublayer (FAS) لایه های FMS و DLL را به هم ارتباط می دهد.



شکل ۲-۲

فصل سوم: لایه فیزیکی و کابل کشی فیلدباس

اهداف آموزشی فصل سوم:

۱- آشنایی با سیگنالهای الکتریکی حاوی پیغامهای فیلدباس

۲- آشنایی با استاندارد H1

۳- آشنایی با کابل کشی در فیلدباس

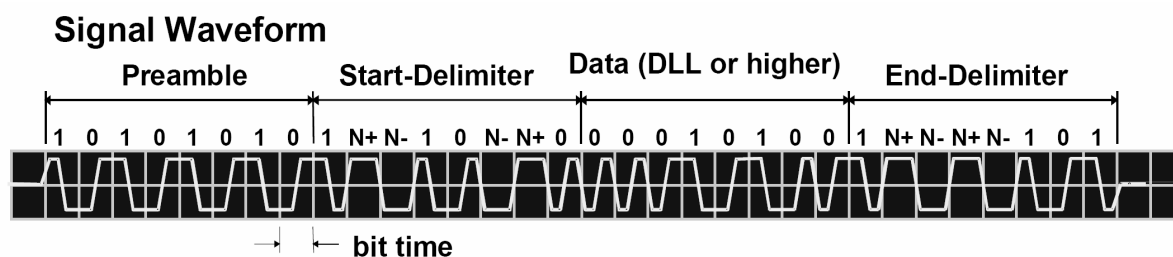
۳ لایه فیزیکی

لایه فیزیکی بوسیله استانداردهای تثبیت شده ای از IEC

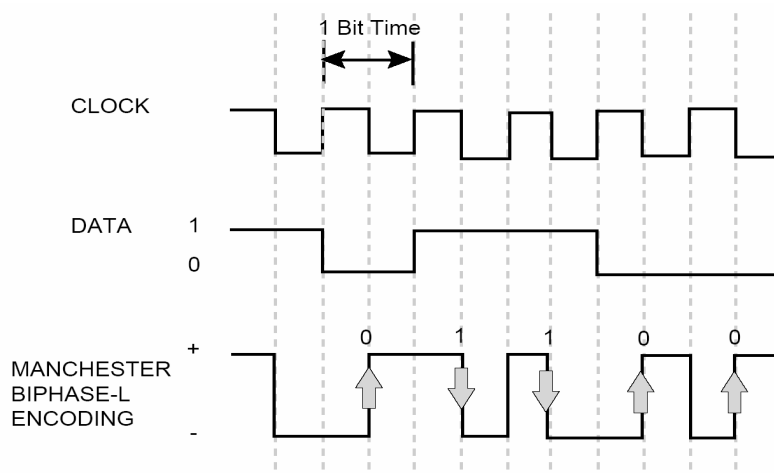
ISA و (International Electrotechnical Commission)

(International Society of Measurement & Control) تعریف می شود.

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



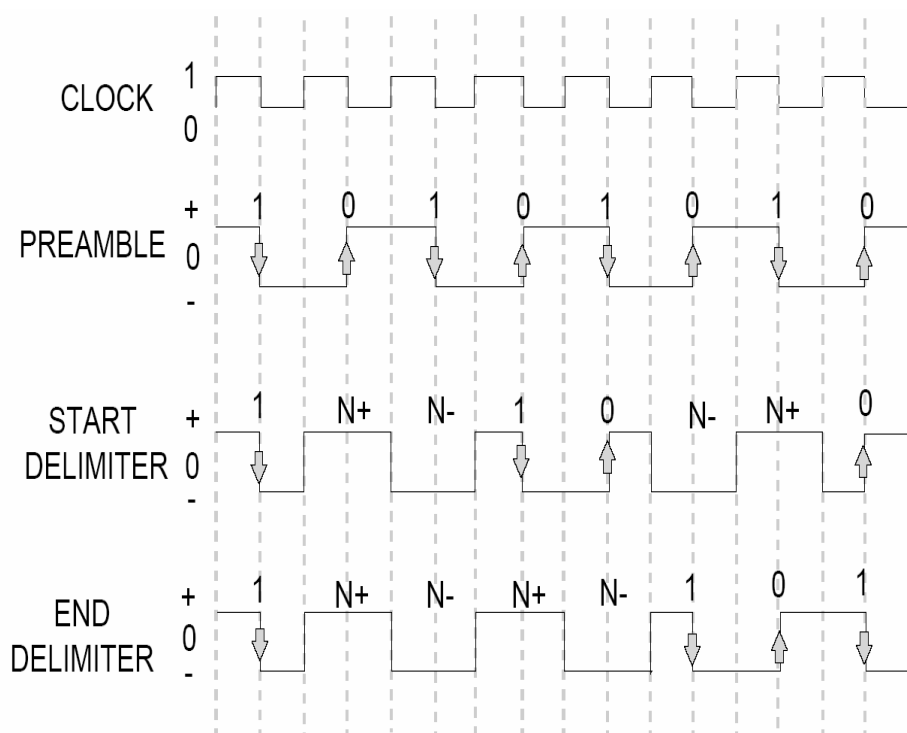
سیگنالهای Fieldbus بوسیله تکنیک شناخته شده دوفازی منچستر کدگذاری می شوند. از آنجایی که در این تکنیک سیگنال Clock در داده های سریال وارد می شود، به سیگنال کدگذاری شده، Synchronous Serial گفته می شود. داده ها با سیگنال Clock ترکیب می شوند تا سیگنالهای Fieldbus ایجاد شوند (شکل ۱-۳).



شکل ۱-۳

گیرنده سیگنال فیلباس یک لبه بالا رونده در میانه یک Bit Time را بعنوان یک داده صفر و یک لبه پایین رونده را بعنوان یک در نظر می گیرد. (شکل ۳-۱).

کاراکترهای خاصی برای بخش مقدماتی و حائلهای آغازین و پایانی پیغام تعریف می شوند. بخش مقدماتی پیغام در Receiver برای همزمان سازی کلاک داخلی با سیگنال Fieldbus ورودی بکار برده میشوند. کدهای خاص N^+ و N^- در حائل آغازین و پایانی، در میانه یک Bit time تغییر سطح نمی دهند (شکل ۳-۲). Receiver از بخش آغازین پیغام برای یافتن شروع یک پیغام Fieldbus استفاده می کند. بعد از اینکه Receiver بخش آغازین را پیدا می کند، داده های Fieldbus را دریافت می کند تا بخش حائل پایانی دریافت شود.



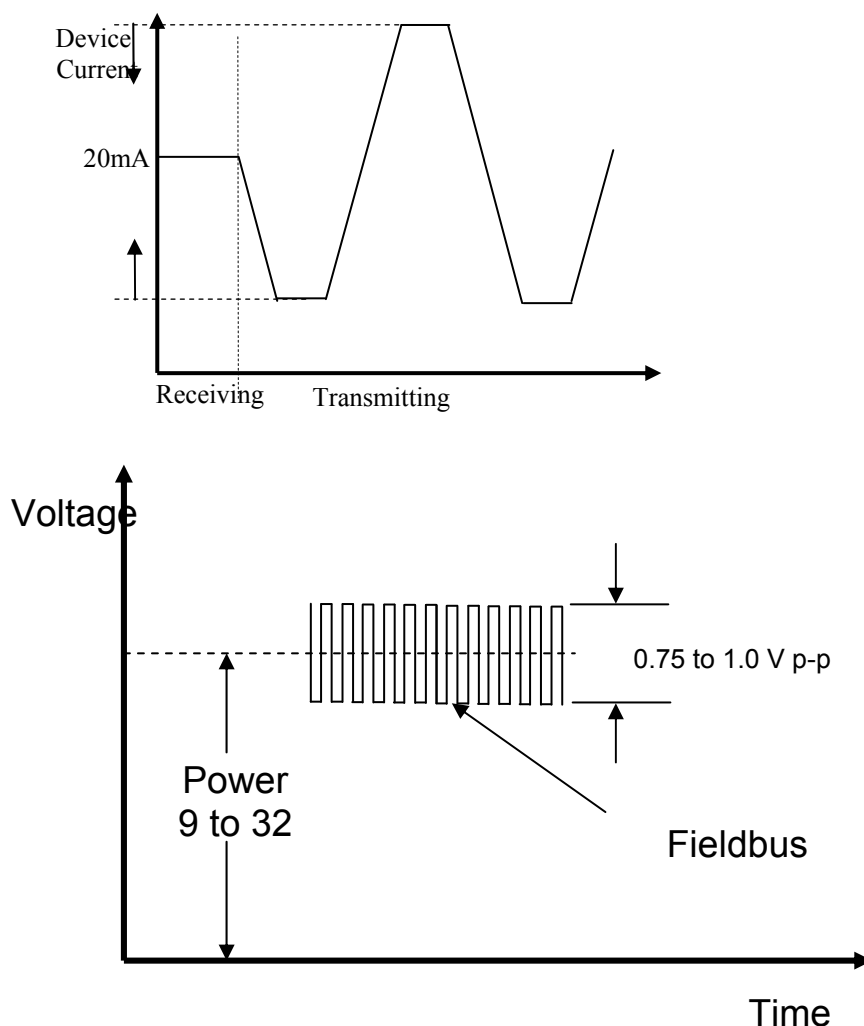
شکل ۳-۲

۳-۱- Fieldbus 31.25 kbit/s (H1 Fieldbus)

سرعت انتقال 31.25 kbit/s برای سیگنال Fieldbus در کاربردهای کنترلی از قبیل کنترل دما، فشار و سطح مورد استفاده قرار می گیرد. تجهیزاتی که با این نوع داده ها کار می کنند، مستقیماً از سیم فیلباس 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 Barrier بین منبع تغذیه (در ناحیه ایمن) و تجهیزات I.S. (Intrinsically Safe) در ناحیه خطرناک (Hazardous Area) قرار داده می شود.

تجهیزات Fieldbus یک سیگنال $\pm 10\text{mA}$ با سرعت 31.25 kbit/s به بار معادل 50 اهمی اعمال می کنند تا یک ولتاژ 1V (peak to peak) مدوله شده روی منبع تغذیه DC بوجود بیاید (شکل ۳-۳). منبع تغذیه بسته به Barrier Rating از 9V تا 32V قابل تغییر است.

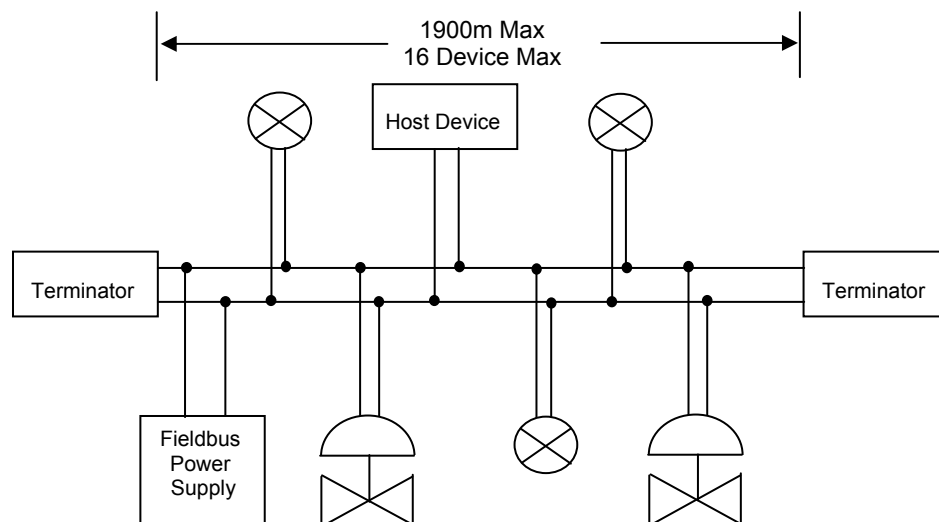


شکل ۳-۳

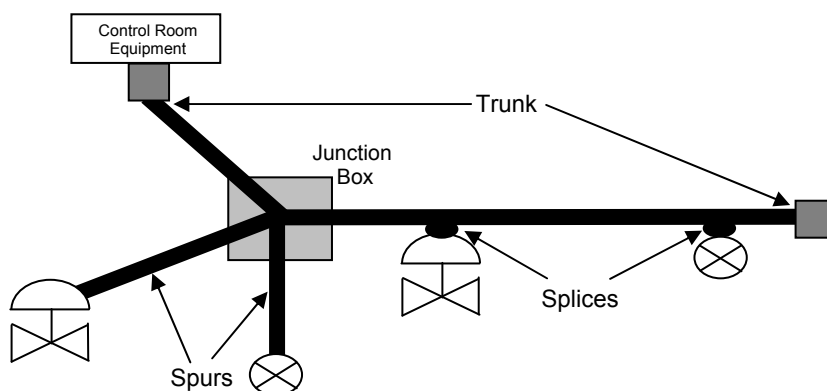
۳-۲ کابل کشی خط فیلدباس 31.25 kbit/s

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

در شکل ۳-۴ توپولوژی تجهیزات Fieldbus و Wiring بین آنها دیده میشود. بخاطر جلوگیری و ممانعت از انعکاسات سیگنال که باعث ایجاد اعوجاج در سیگنال می شوند، در دو انتهای باس مدارهایی تحت عنوان Terminator نصب می شوند.



شکل ۴-۳



شکل ۵-۳

در بحث Wiring تجهیزات fieldbus به اصطلاحات زیر برمی خوریم:

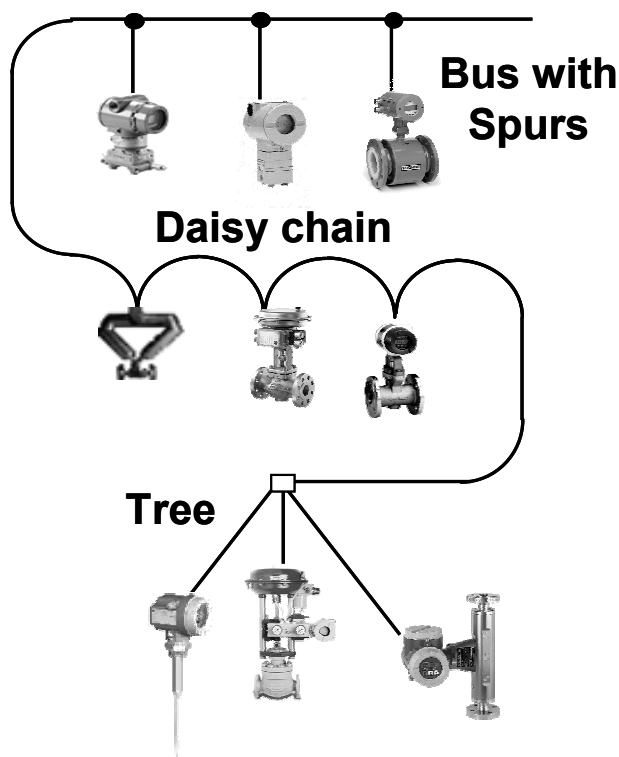
- **Trunk** : باس اصلی مخابره اطلاعات که به عنوان تغذیه اطلاعاتی اصلی برای باسهای فرعی عمل میکند. (شکل ۵-۳)
- **Segment** : بخشی از کابل است که دو سر آن به دو Terminator ختم می شود و به پورت رابط فیلدباس H1 متصل می باشد. در واقع Segment به مجموعه یک Trunk و باسهای فرعی متصل به آن گفته می شود. (شکل ۵-۳)
- **Splice , Spur** : تجهیزات Fieldbus از طریق رابط هایی تحت عنوان Splice و Spur به باس اصلی (Trunk) متصل می شوند. رابط های Splice اتصالاتی هستند که فاصله آنها تا خط اصلی کمتر از یک متر (1m) می باشد. (شکل ۵-۳)
- طول خطوط Spur از 1m تا 120m متغیر می باشد ، بطوری که : طول Spur باید بازای اضافه شدن هر دستگاه روی آن ، به اندازه 30m کاهش یابد .

- تعداد تجهیزات ممکن روی Fieldbus ، بسته به فاکتورهای نظیر : توان مصرفی دستگاه ها ، نوع کابل و استفاده یا عدم استفاده از Repeater ، متغیر است .
جدول ۱-۳ رابطه بین تعداد دستگاه ها و طول خطوط Spur را مشخص می کند .

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

جدول ۱-۳ : طول خطوط Spur بر حسب تعداد دستگاه ها

- اتصال دستگاه ها به Fieldbus با شکلهای و توپولوژی های گوناگون صورت می گیرد که عبارتند از :
- **Bus with Spurs** : برای زمانی که تعداد دستگاه ها نسبتاً کم باشد استفاده می شود، جایی که تجهیزات ابزار دقیق در مسافتهای طولانی قرار دارند.
 - **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 .
 - **Tree** : برای کاربرد هایی با حجم وسیع مورد استفاده قرار می گیرد ، زمانی که یک گروه پر تعداد از تجهیزات نزدیک یکدیگر قرار دارند.
در شکل ۳-۶ سه توپولوژی فوق نشان داده می شوند:



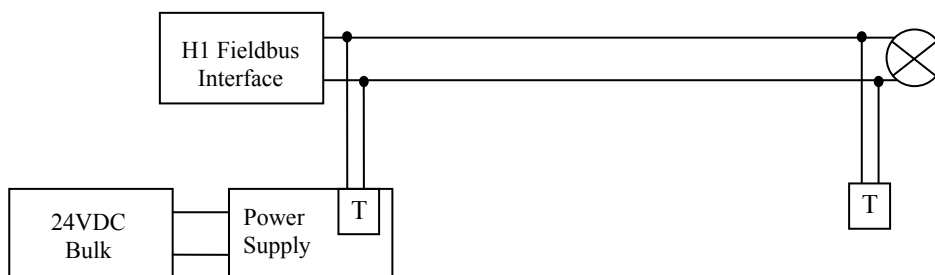
شکل ۳-۶

۱-۲-۳ Fieldbus Segment

در سیستمهای مخابراتی آنالوگ رایج (4-20mA) یک مقدار آنالوگ روی یک جفت سیم رد و بدل میشود. در Fieldbus این جفت سیم با تمهیدات زیر به یک Segment تبدیل می گردد: (شکل ۳-۷)

- قرار گرفتن یک رابط فیلدباس H1 بجای کارت آنالوگ سیستم کنترل
- تعویض تجهیزات آنالوگ با تجهیزات هوشمند Fieldbus
- افزودن یک 24VDC و یک منبع تغذیه دارای بخش بهینه سازی توان با یک امپدانس مشخصه مناسب

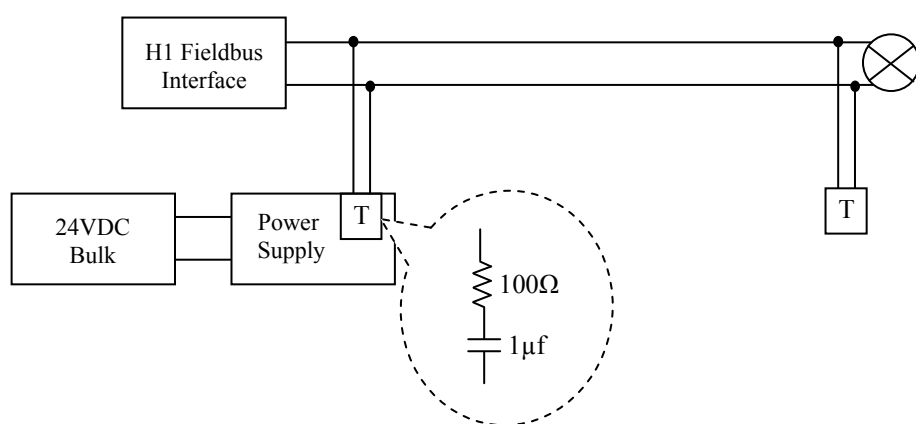
- افزودن Terminators



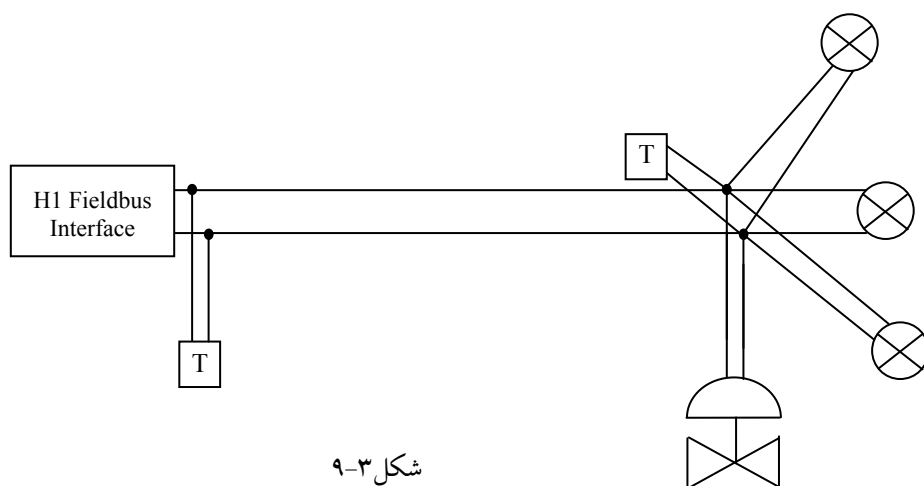
شکل ۳-۷ Fieldbus Segment

Terminators که در دو انتهای segment وصل می شوند دارای مشخصات زیر می باشند:

- ترمیناتورها از اعوجاج و تضعیف سیگنال جلوگیری بعمل می آورند .
 - ترمیناتورها ماژولهای برای تطبیق امپدانسی هستند.
 - در هر Segment دو و تنها دو عدد ترمیناتور وجود دارد.
- همانطور که در شکل ۳-۸ مشخص شده است این ترمیناتورها از یک مقاومت 100Ω و یک خازن $1\mu f$ تشکیل شده اند . ترمیناتور سمت راستی که در شکل ۳-۹ دیده می شود در Junction Box استقرار دارد . بطور ایده آل آن باید در کنار دستگاهی با طولانی ترین Spur مستقر شود . در شکل ۳-۹ فرض بر این است که طول همگی Spurs یکسان می باشند .



شکل ۳-۸ ترمیناتورها



شکل ۳-۹

۲-۲-۳ محدودیتهای طول کابل

مجموع طول یک Segment از یک حدی نمی تواند بیشتر باشد. مثلاً در فیلدباس Fisher Rosemont این حد برابر با 1900m است. البته نوع کابل در مقدار این حد بسیار مؤثر است. بعنوان مثال حد 1900m برای کابل زوج تاییده شده دارای شیلد

(Shielded Twisted Pair) در نظر گرفته میشود. جدول ۲-۳ ارتباط بین نوع کابل و حداکثر طول آن را مشخص می کند.

Cable Type	Size	Max. Length
A: Twisted-pair with Shield H1 (31.25 kbit/s)	#18AWG	1900 m
B: Multi-twisted-pair with Shield H1 (31.25 kbit/s)	#22AWG	1200 m
C: Twisted-pair without Shield H1 (31.25 kbit/s)	#22AWG	400 m
D: Multi-core without Shield H1 (31.25 kbit/s)	#16AWG	200 m

جدول ۲-۳

مجموع طول یک Segment به صورت زیر محاسبه می شود:

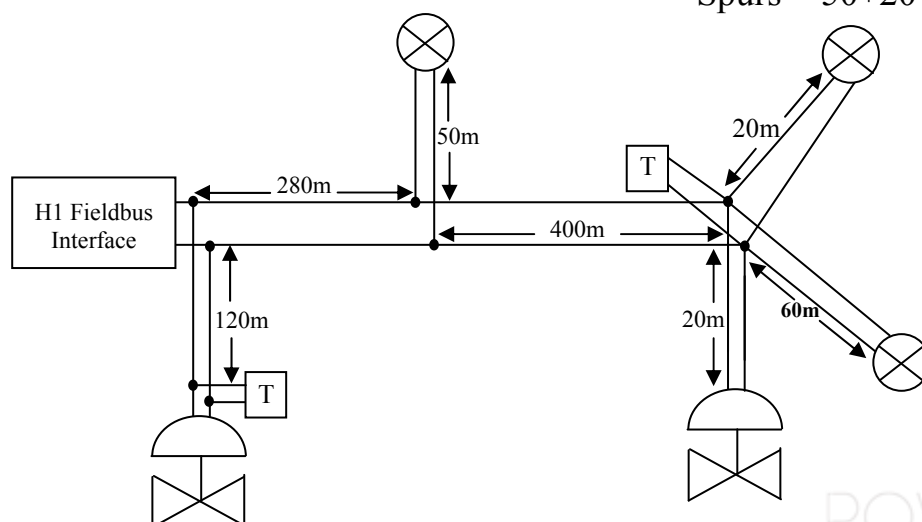
$$\text{Total Segment Length} = \text{Trunk} + \text{All Spurs}$$

مثلاً در شکل ۱۰-۳ روابط زیر برقرار است :

$$\text{Total Segment Length} = 950\text{m}$$

$$\text{Trunk} = 800\text{m}$$

$$\text{Spurs} = 50 + 20 + 20 + 60$$



شکل ۱۰-۳

۳-۲-۳ Wiring با ترکیبی از کابلها

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

$$LX/MAXX + LY/MAXY < 1$$

Lx طول کابل نوع X و LY طول کابل نوع Y است . $MAXx$ ، حداکثر طول ممکن برای کابل نوع X و $MAXy$ 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

$$LX/MAXX + LY/MAXY = 100/200 + 940/1200 = 0.5 + 0.78 = 1.28 > 1$$

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

$$LX/MAXX + LY/MAXY = 100/200 + 940/1900 = 0.5 + 0.49 = 0.99 < 1$$

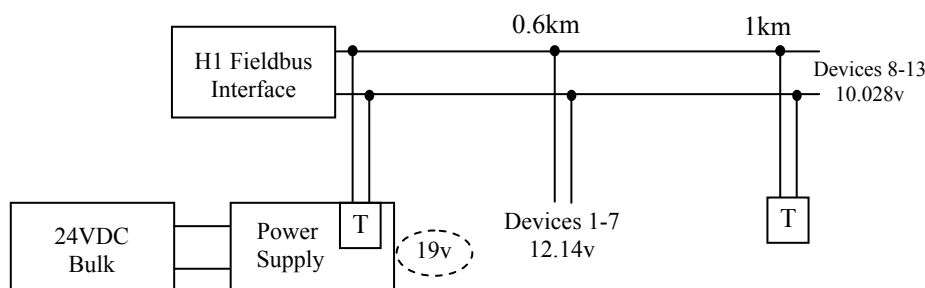
۳-۲-۴ منبع تغذیه (Power Supply):

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 :

- جریان مصرفی هر دستگاه
- مکان هر دستگاه روی شبکه
- مکان منبع تغذیه
- مقاومت بخشهای مختلف کابل
- ولتاژ منبع تغذیه

از آنجاییکه 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 ۱۱-۳ اندازه ولتاژ منبع تغذیه برای دستگاه های 1-7 و همچنین دستگاه های 8-13 چقدر است . (Wire Resistance = 44 ohms/km)



شکل ۱۱-۳

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

$$I = 13 \times 20 = 260 \text{mA}$$

$$0.6 \text{km} \text{ تا فاصله ولتاژ افت} = 260 \text{mA} \times 44 \text{ ohms/km} \times 0.6 \text{km} = 6.86 \text{v}$$

$$\Rightarrow V_{0.6 \text{km}} = 19 - 6.86 = 12.14 \text{v}$$

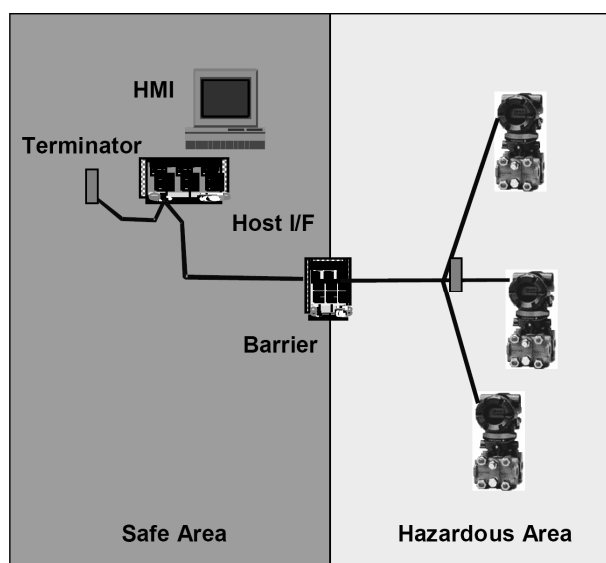
$$\text{افت ولتاژ در } 0.4 \text{km} \text{ باقیمانده} = I_1 \times 44 \text{ ohms/km} \times 0.4 \text{km} = 120 \text{mA} \times 44 \text{ ohms/km} \times 0.4 \text{km} = 2.112 \text{v}$$

$$\Rightarrow V_{1 \text{km}} = 12.14 - 2.112 = 10.028 \text{v}$$

نصب تجهیزات I.S (Intrinsic Safe) برای واحدهایی که دارای گازهای اشتعال زا هستند بسیار مهم است I.S قانونی برای طراحی و نصب تجهیزات در مناطق خطرناک می باشد ، به این منظور که گازها توسط پدیده تخلیه الکتریکی مشتعل نشوند .

یک I.S Barrier باید بگونه ای طراحی شود که منطقه خطر را از ناحیه ایمن بطور کامل جدا سازد (شکل ۳-۱۲)

یک Barrier باید ولتاژ و جریان یک دستگاه نصب شده در سایت را محدود نماید . بنابراین یک دستگاه باید با یک تغذیه محدود کار کند . تجهیزات و محدود کننده ها می بایست طراحی منطبق بر استانداردهای سازمانهای ایمنی معتبر مثل IEC , FM , CENELEC , PTB داشته باشند.



شکل ۳-۱۲

فصل چهارم: Communication Stack

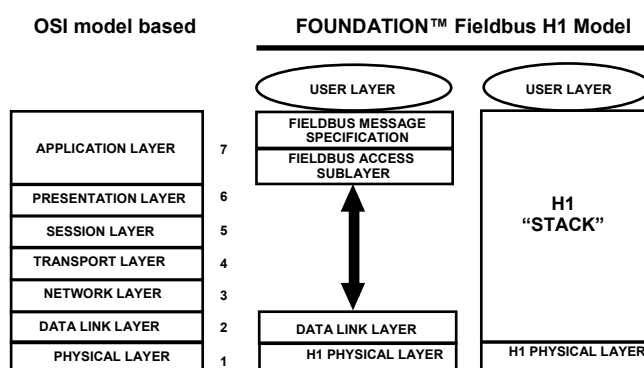


اهداف آموزشی فصل چهارم :

- ۱- آشنایی با قسمتهای مختلف Communication Stack
Data Link Layer و Fieldbus Access Sublayer و Fieldbus Message Specification
- ۲- آشنایی با نحوه عملکرد تجهیزات Link Master

۴ 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 Link Active Scheduler (LAS) بر فیلدباس مدیریت می کنند .

۴-۱ Data Link Layer

Data Link Layer (DLL) یک مکانیزم برای انتقال داده ها از یک نود به نودهای دیگری است که نیاز به داده دارند. آن همچنین الویتها و مجوزهای انتقال را مدیریت کرده ، دیتا و آدرس مربوط به انتقال یک پیغام را مشخص می کند .
از آنجائیکه DLL روی یک لایه فیزیکی که سرعت پائینی دارد عمل می کند ، مکانیزم خاصی برای استفاده از Medium دارد .

۴-۱-۱ کنترل دستیابی به Medium (Medium Access Control: MAC)

مهمترین کارائی DLL کنترل دستیابی به Medium برای Fieldbus است با وجود اینکه تمامی دستگاههای روی یک کابل یک سیگنال را دریافت می کند ، تنها یکی از آنها اجازه ارسال اطلاعات را دارد . MAC روشی برای تحقق این هدف می باشد . دامنه ای که در آن دستگاهها در یک سیگنال، مشترک می باشند یک حلقه (Link) نامیده می شود . به بیان دیگر فقط یک دستگاه روی یک Link اجازه استفاده از Medium را در یک زمان دارد (پیوست ۲).

از آنجائیکه پیغامها از لحاظ ضرورت ارسال دارای سطوح و درجات مختلفی هستند ، DLL مکانیزمی برای ارسال این پیغامها مطابق با درجه ضرورت آنها تعریف می کند . بر اساس این

مکانیزم سه سطح از اولویت بوسیله DLL تعریف می شود که عبارتند از , Time Available , Urgent , Normal , یک پیغام Urgent بلافاصله ارسال می شود , حتی اگر پیغامهای دیگر اولویتهای بالاتری در صف انتظار داشته باشند . بزرگترین اندازه دیتا برای هر اولویت در جدول ۴-۱ زیر مشخص شده است .

Priority	Maximum Data (DLSDU) Size
URGENT	64 bytes
NORMAL	128 bytes
TIME_AVAILABLE	256 bytes

جدول ۴-۱

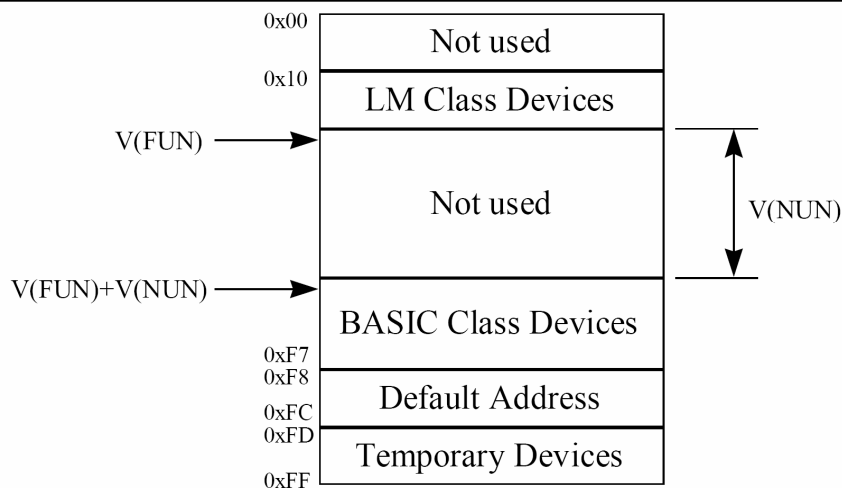
۴-۱-۲ آدرسها

مشترکان در حلقه ارتباطی DLL با آدرس DL شناخته می شوند . این آدرس شامل سه قسمت است که عبارتند از : Link , Node , Selector . بخش Link شامل 16 بیت بوده و یک Link را مشخص می کند . هنگامی که ارتباط درون یک Link اتفاق می افتد , این بخش معمولاً حذف می شود . این بخش از آدرس معمولاً وقتی یک پیام از طریق پلها به حلقه های دیگر می رود ضروری می باشد .

Link (16 bit)	Node (8 bit)	Selector (8 bit)
------------------	-----------------	---------------------

بخش Node آدرس 8 بیتی گره را مشخص می کند . یک دستگاه فیلد باس دارای یک آدرس گره است که در محدوده بین 0x FF و 0x10 قرار می گیرد و در کلاس های LM (Link Master) , پایه و موقتی (Temporary) طبقه بندی می شوند . معمولاً دستگاه ها در کلاسهای LM و پایه می باشند . یک دستگاه موقتی شبیه به hand held Communicator دارای یک آدرس گره در محدوده Temporary می باشند . شکل ۴-۱ محدوده آدرسهای استفاده شده در یک حلقه فیلد باس را نشان می دهد . یک بخش استفاده نشده با اندازه V(Nun) وجود دارد که اگر یک دستگاه یک آدرس در این قسمت داشته باشد آن هیچگاه به حلقه نخواهد پیوست .

0x10 ~ V(FUN)	Address for Link Master class devices
V(FUN)+V(NUN) ~ 0xF7	Address for Basic class devices
0xF8 ~ 0xFC	Default address for devices with cleared address
0xFD ~ 0xFF	Address for temporary devices like a handheld communicator



شکل ۱-۴

۴-۲ نوع تجهیزات

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

۱- تجهیزات پایه (Basic Device)

۲- تجهیزات Link Master

۳- تجهیزات پل (Bridge)

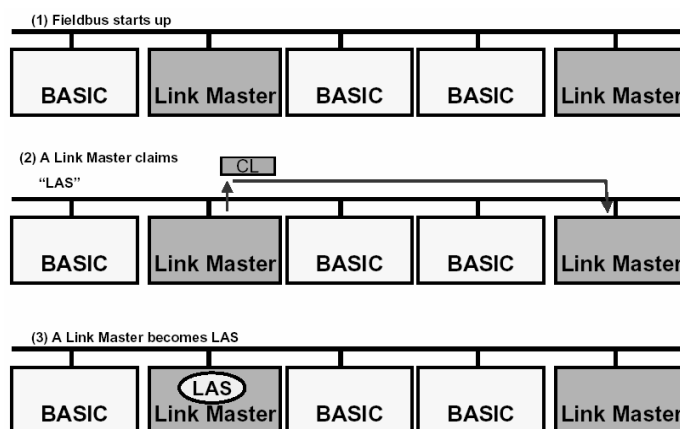
دستگاه های پایه به دستگاه هایی گفته می شوند که قابلیت مدیریت و برنامه ریزی باس را نداشته و تنها از باس جهت دریافت و ارسال اطلاعات استفاده می کند.

این در حالیست که دستگاه های Link Master میتوانند در نقش یک LAS مرکزی برای مدیریت و برنامه ریزی باس بکار روند.

پل ها (bridge) برای اتصال شبکه های فیلباس به همدیگر جهت ایجاد شبکه های بزرگتر مورد استفاده قرار می گیرند.

یک و تنها یک دستگاه در یک link بعنوان LAS کار می کند . بنابراین وجود حداقل یک دستگاه با کلاس LM یا Bridge در یک link ضروری می باشد . دستگاه های LM ، هنگامی که LAS دچار

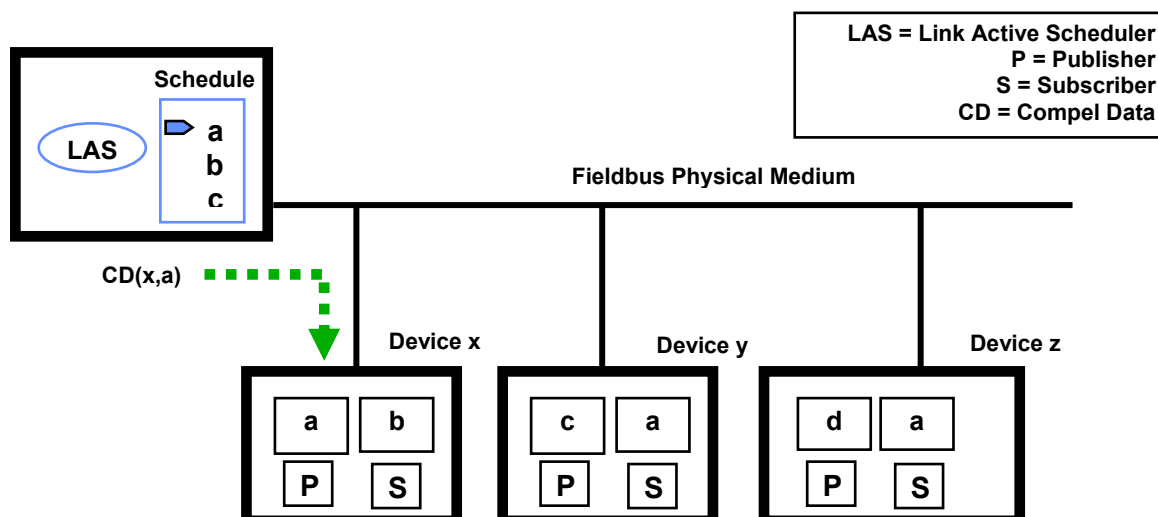
مشکل می شود ، می توانند نقش آن را در link ایفا کنند . شکل ۴-۲ مراحل را نشان می دهد که یک دستگاه LM به یک LAS تبدیل می شود .



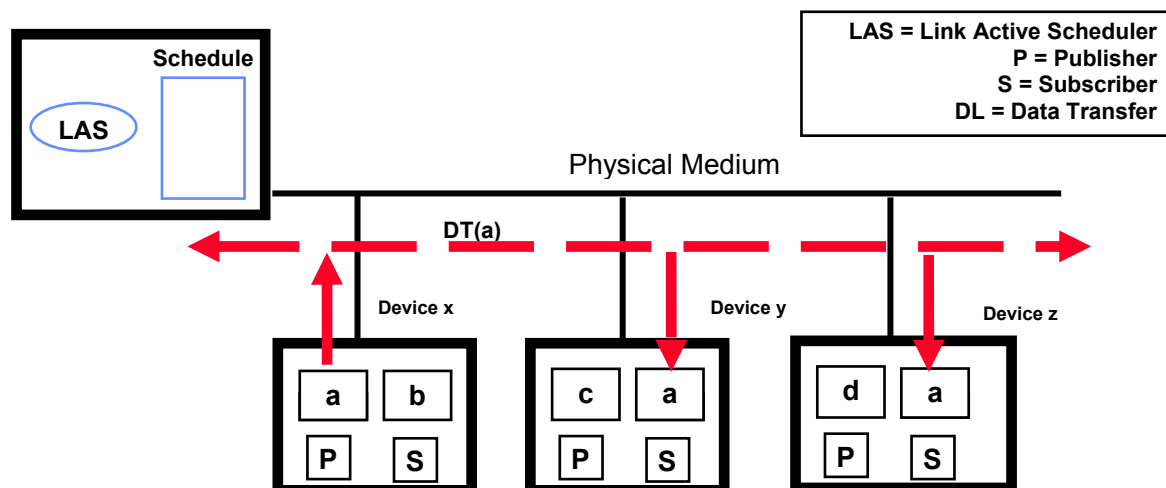
شکل ۴-۲

۴-۲-۱ ارتباطات برنامه ریزی شده

Link Active Master (LAS) دارای فهرستی از زمانهای ارسال ، برای تمامی بافرها در کلیه دستگاه ها می باشد. هنگامی که موعد ارسال محتوای بافر یک دستگاه فرا می رسد . LAS یک پیغام تحت عنوان Compel Data(CD) برای آن دستگاه صادر می کند (شکل ۴-۳). پس از دریافت CD دستگاه مربوطه ، داده درون بافر خود را به تمامی تجهیزات دیگر موجود روی Fieldbus انتشار می دهد(شکل ۴-۴). به این دستگاه اصطلاحاً Publisher و به هر کدام از تجهیزاتی که برای دریافت داده ها پیکر بندی شده اند ، Subscriber گفته می شود.



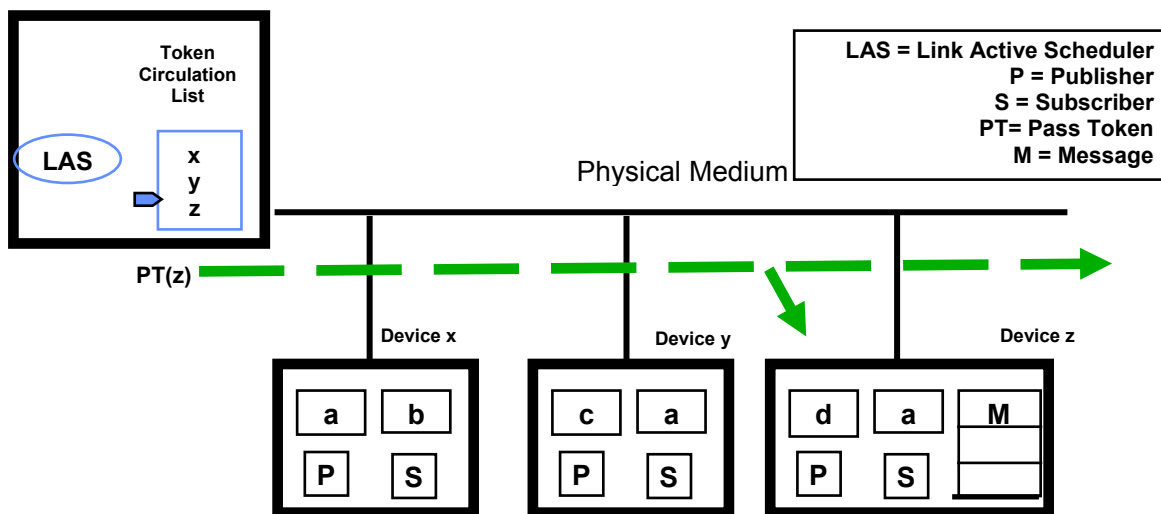
شکل ۴-۳



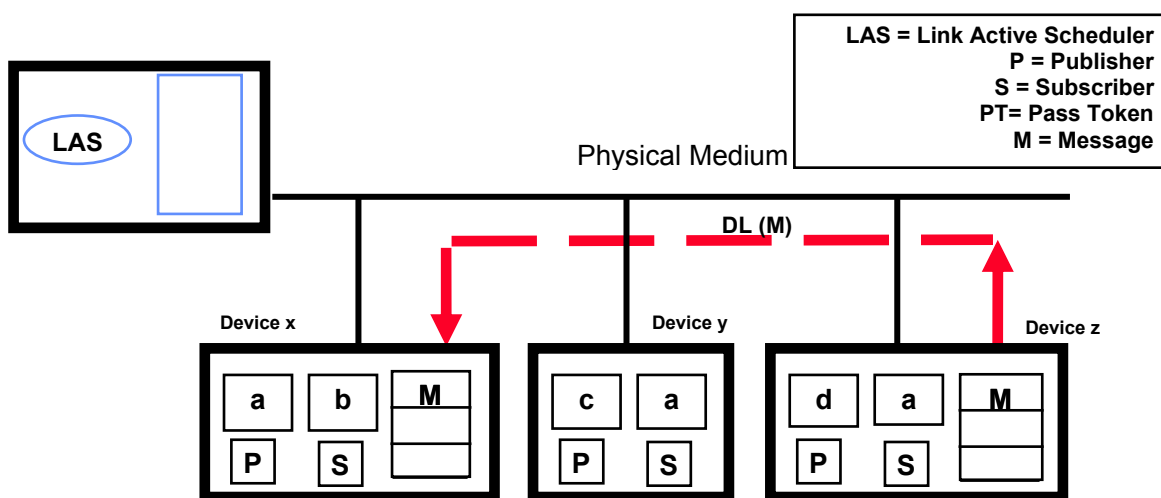
شکل ۴-۴

۴-۲-۲ ارتباطات برنامه ریزی نشده

در خلال 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 Fieldbus را به آن دستگاه واگذار می کند (شکل ۴-۵). یک پیغام PT شامل اطلاعات اولویت و زمان است . بمحض دریافت پیغام PT بوسیله دستگاه ، دستگاه اجازه ارسال اطلاعاتش را پیدا می کند . هنگامی که یک دستگاه اطلاعاتی برای ارسال ندارد یا اینکه دارای اطلاعاتی با درجه اولویت پایینتر است ، سیگنالی تحت عنوان RT (Return Token) برای LAS ارسال 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 (شکل ۴-۶) . LAS فرآیند انتقال اطلاعات را با به روز کردن اولویت ها تحت کنترل قرار می دهد. بعنوان مثال LAS به دستگاه های با اولویت بالا تر زمان بیشتری اختصاص می دهد . همچنین وقتی که زمان برای برخی دستگاه ها خیلی کم باشد ، اولویت ها تغییر می دهد . اطلاعات غیر برنامه ریزی شده ای که منتقل می شوند ، بطور کلی اطلاعاتی نظیر تغییرات Alarm ، Set-Point و یک سری وضعیت های پیش بینی نشده هستند .



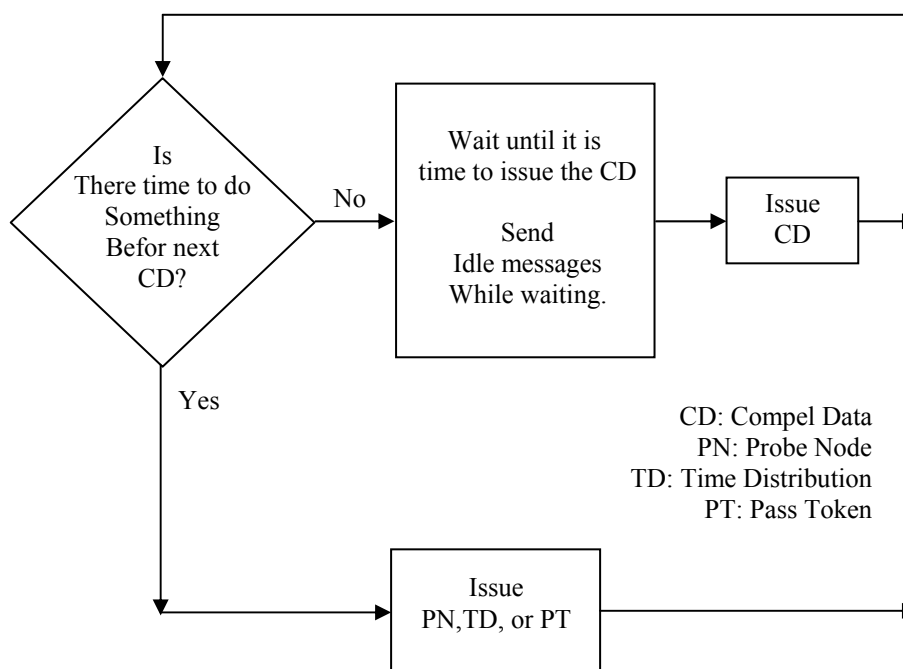
شکل ۴-۵



شکل ۴-۶

۴-۲-۳ عملکرد LAS

بخش های زیر عملکرد LAS را تشریح می کنند . الگوریتم عملکرد LAS در شکل ۴-۷ نمایش داده شده است.



شکل ۷-۴

۴-۲-۴ برنامه 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 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.

۵-۲-۴ Live List Maintenance

فهرست تمامی دستگاه ها که بخوبی به پیغام PT واکنش نشان می دهند، Live List گفته می شود. تجهیزات جدیدی در هر زمان ممکن است که به فیلدباس اضافه شوند. LAS بطور متناوب یک سری پیغامهایی تحت عنوان Probe Node (PN) به آدرسهای خارج از Live List ارسال می کند. اگر دستگاهی در آدرس مورد نظر وجود داشته باشد و پیغام PN را دریافت کند، بلافاصله یک پیغام پاسخ به آن را تحت عنوان Probe Response (PR) برمی گرداند. اگر دستگاه با یک PR جواب دهد، LAS این دستگاه را به Live List اضافه می نماید. این امر با فرستادن یک پیغام Node Activation توسط LAS برای دستگاه تأیید می گردد. دستگاه مورد نظر تا وقتی که به پیغامهای PT پاسخ نشان می دهد در Live List می ماند. هنگامی

که یک دستگاه تا سه بار به پیغام PT واکنش نشان ندهد ، توسط LAS از Live List خارج می گردد.

هرگاه یک دستگاه به Live List افزوده یا از آن حذف می شود ، این تغییر توسط LAS به آگاهی کلیه تجهیزات Field می رسد. این امر باعث می شود که کلیه تجهیزات ، یک نسخه جاری از Live list را نزد خود داشته باشند.

۶-۲-۴ همزمان سازی

LAS بصورت تناوبی یک پیغام توزیع زمانی TD (Time Distribution) روی فیلدباس ارسال می کند ، بطوریکه تمامی دستگاه ها در زمان های کاملاً برابر به داده ها Link می شوند . این امر بسیار مهم است چرا که مخابره برنامه ریزی شده روی خط فیلدباس و اجرای برنامه ریزی شده Function Blocks بر پایه اطلاعات بدست آمده از پیغامهای TD هستند.

۷-۲-۴ Token Passing

LAS برای تمامی دستگاه های موجود در Live list یک پیغام PT ارسال می کند . بدین شکل به دستگاه ها اجازه ارسال اطلاعات برنامه ریزی نشده داده می شود.

۸-۲-۴ LAS Redundancy

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

۹-۲-۴ واحد های دیتای DLL

جدول ۲-۴ خلاصه واحد های دیتای PDU مربوط به DLL را نشان می دهد .

DLPDU	Name	Functionality
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 CT
RQ	Round-trip Time Query	Measure delay in CT
RR	Round-trip Time Response	
CL	Claim LAS	Becomes LAS
TL	Transfer LAS	Request LAS role
IDLE	Idle	No activity

جدول ۲-۴

همچنین در پیوست شماره ۲ این جزوه توپولوژیهای مختلف شبکه و روشهای دستیابی تجهیزات متصل به شبکه به اطلاعات شبکه بطور خلاصه بررسی می شوند .

۳-۴ Fieldbus Access Sublayer

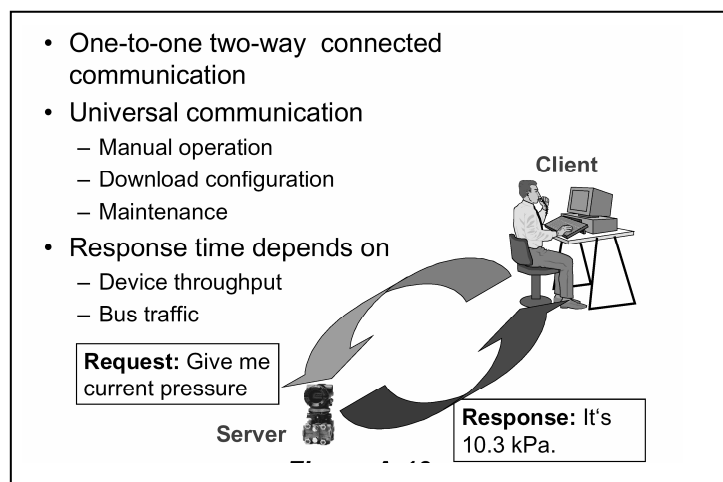
FAS از یک سری روالهای از پیش تعیین شده و تعیین نشده DLL برای سرویس دهی به FMS استفاده می کند. انواع سرویس های FAS بوسیله یک سری ارتباطات مجازی یا Virtual Communication Relationship (VCR) توصیف میشوند.

ویژگی VCR شبیه خصوصیت Speed Dial حافظه تلفن 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 Setup تنها با فشار کلید Speed Dial Number شماره مورد نظر گرفته می شود. شبیه همین حالت بعد از پیکربندی سیستم تنها شماره VCR برای برقراری ارتباط با دیگر تجهیزات فیلدباس مورد نیاز می باشد. 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:

۱- 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 پاسخ را پس از دریافت یک PT از LAS ارسال می کند. در واقع این نوع VCR برای ارتباط یک به یک دستگاه ها می باشد.

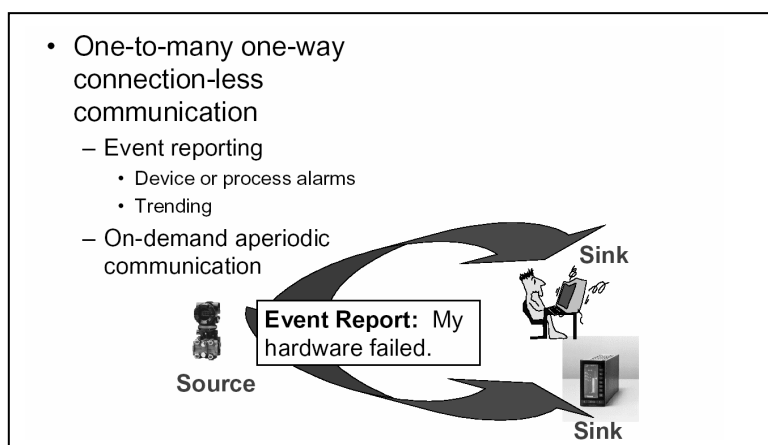
VCR نوع Client/server برای درخواست های اپراتور، مثل تغییرات Set point، تغییرات پارامترهای Tuning، مدیریت Alarm، عیب یابی از راه دور و ... بکار می رود. (شکل ۴-۸)



شکل ۴-۸

۲- Source-Sink VCR

این نوع VCR برای ارتباطات یک دستگاه با چندین دستگاه بکار می رود . هنگامی که یک دستگاه دارای یک 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 . (شکل ۴-۹)

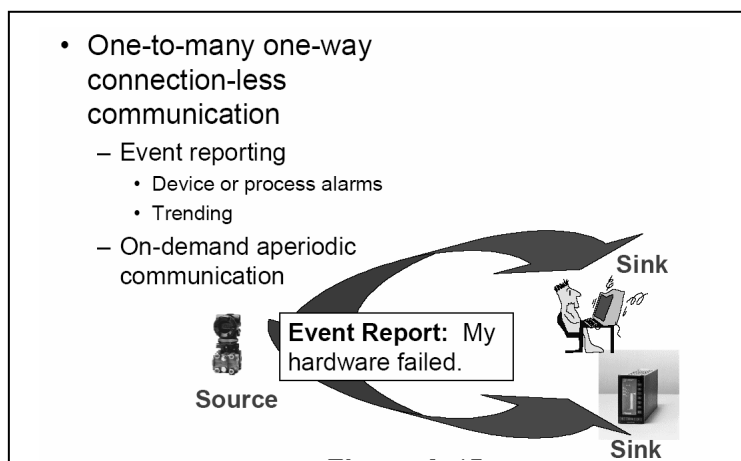


شکل ۴-۹

۳- 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 .

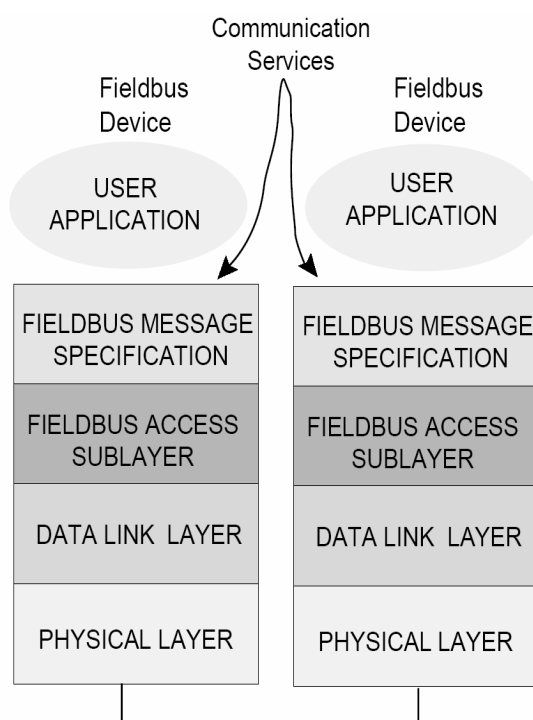
این نوع VCR بوسیله دستگاه های Field برای ارسال ورودی و خروجی Function Block شبیه PV بکار می رود(شکل ۴-۱۰) .



شکل ۴-۱۰

۴-۴ Fieldbus Message Specification(FMS)

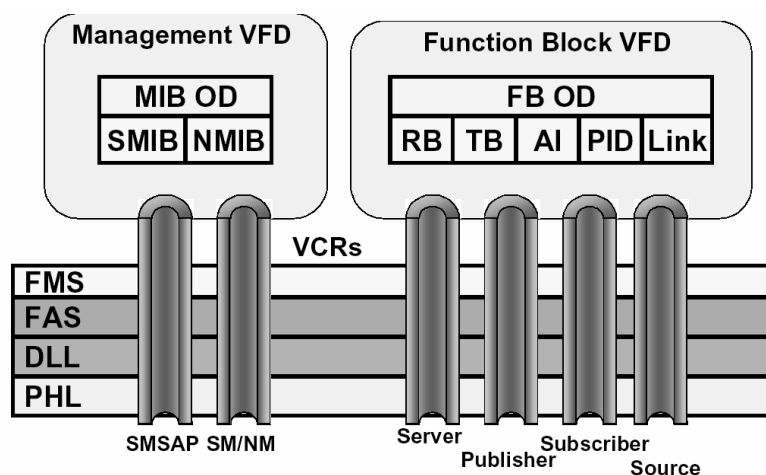
خدمات و سرویسهای FMS به کاربرها اجازه می دهند تا از طریق BUS به یکدیگر پیغام ارسال کنند. کار FMS تعریف و ایجاد سرویسهای ارتباطی، فرمتهای پیغام و پروتکلهایی است که برای ساختن پیغامها برای User Application بکار می روند (شکل ۴-۱۱).



شکل ۴-۱۱

۴-۴-۱ دستگاه های مجازی (Virtual Field Device : VFD) Field

یک دستگاه Fieldbus ممکن است دارای چندین User Application باشد که کاملاً مستقل از یکدیگر عمل می کنند . این دستگاه fieldbus شامل دستگاه های مجازی VFD جهت این کاربرد ها می باشد . قدرت شناسایی هر VFD در یک VCR وجود دارد . هر دستگاه تایید شده بوسیله سازمان جهانی فیلدباس حداقل دارای دو عدد VFD است . یک VFD جهت مدیریت طراحی شده است ، در جایگاه کاربردهای مدیریت شبکه مستقر باشند . این VFD برای پیکر بندی پارامترهای شبکه شامل VCR ها بکار برده می شوند . دیگری Function Block VFD است ، در جایگاه Function Blocks موجودیت دارند (شکل ۴-۱۲).



شکل ۴-۱۲

۴-۴-۲ اشیاء FMS (FMS Objects)

کاربردهایی که در یک VFD وجود دارند ، با استفاده از یک Object Model ، در شبکه برای دیگر کاربرد ها معرفی و نمایش داده می شود . این مدل شامل ، صفات رفتار و روشهای دستیابی به آن کاربرد می باشد .

۴-۴-۱ مثالهایی از Objects

هر Function Block دارای یک سری اشیاء پارامتری است که از طریق آنها کاربردهای دیگر قادر به دستیابی به آن خواهند بود . پیوند Function Blocks با هم توسط یک سری Object انجام می شود . رفتار شبکه از طریق اشیاء NMIB (Network Management Information Base) و رفتار سیستم از طریق اشیاء SMIB (System Management Information Base) مدیریت می شود .

برنامه ها و VCR ها نیز مثالهایی از اشیاء (Object) هستند .

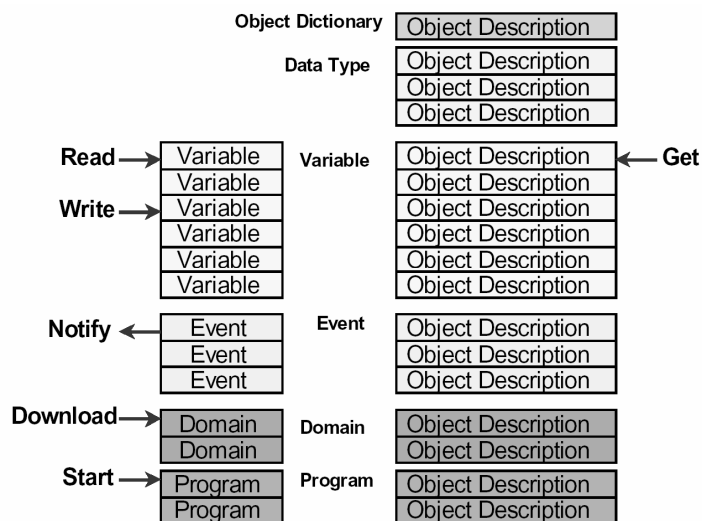
۲-۲-۴-۴ Object Dictionary

یک شیء (Object) با یک عدد تحت عنوان شاخص (index) که در VFD منحصر بفرد می باشد ، شناسایی می شود . اطلاعات افزوده برای تشریح یک Object برای سیستمهای باز ضروری است . اینگونه اطلاعات Object Dictionary نامیده می شوند که مجموعه ای از اطلاعات بنام Object Descriptions برای توضیح و تفسیر اشیاء میباشد .

یک کاربرد Client می تواند این قبیل توضیحات را با سرویس Get OD خوانده و به مقدار Object ، هنگامیکه آن یک متغیر است ، دسترسی پیدا کند .

بنیادی ترین Object یک متغیر است که شامل یک مقدار عددی می باشد . این شیء ممکن است یک متغیر ساده ، یک رکورد یا یک آرایه باشد . پارامترهای VCR ، Function Blocks ، NMIB و SMIB مثالهایی از متغیرهای رکوردی می باشند.

دیگر اشیاء شامل Program ، Domain ، Event هستند (شکل ۴-۱۳)، که در بخش بعدی توضیح داده می شوند . یک Object با توصیفاتش ، بطور مشترک دارای یک شاخص بوده و با هم همراه می باشند . البته توصیفات (Descriptions) وجود دارند که با خود Object همراه نیستند . این توصیفات شامل اطلاعاتی نظیر موقعیت شیء ، مقدار آن ، نوع داده ، ساختار داده و غیره هستند .



شکل ۴-۱۳

۳-۴-۴ سرویسهای FMS

FMS سرویس هایی را برای دستیابی به اشیاء FMS فراهم می سازد .

۴-۴-۳-۱ دستیابی به متغیر ها

یک متغیر جایی برای ذخیره یک داده است که مقدار آن می تواند توسط یک کاربرد (Application) نوشته یا خوانده شود . یک کاربرد قادر به فرستادن داده یک متغیر ، بدون

درخواست از یک کاربرد دیگر ، با استفاده از سرویس Information Report می باشد .
 Foundation Fieldbus از این سرویس در انتشار داده و Reporting Trend استفاده می کند .
 این امکان وجود دارد که یک فهرست از متغیر ها برای یک انتقال مؤثر تعریف شوند .
 موقعیکه یک متغیر ، یک رکورد یا یک آرایه باشد و شامل چندین متغیر باشد ، امکان انتقال آن
 بشکل کلی یا هر کدام از اجزاء آن (تعیین شده با یک Sub Index) فراهم خواهد بود .
 جدول ۴-۳ سرویسهای دستیابی به متغیر ها را نمایش می دهد :

<i>Read</i>	Read value of a variable
<i>Write</i>	Write value to a variable
<i>Information Report</i>	Send value as Publisher or Source
<i>Define Variable List</i>	Define a list of variables to send
<i>Delete Variable List</i>	Delete a list of variables

جدول ۴-۳

۴-۴-۳ مدیریت اتفاق

Data Update ، Failure و آلارمها نمونه هایی از Event می باشند. یک اتفاق توسط مدل
 Source-Sink مکرراً به آگاهی رسانده می شود تا از طریق مدل Client-Server مورد
 رسیدگی قرار گیرد. (جدول ۴-۴)

<i>Event Notification</i>	Report an event as Source
<i>Acknowledge Event Notification</i>	Acknowledge an event
<i>Alter Event Condition Monitoring</i>	Disable or enable an event

جدول ۴-۴

۴-۴-۳-۳ مدیریت Domain

Domain یک فضای پیوسته از حافظه میباشد که میتواند شامل یک برنامه یا یک سری داده
 باشد . یک Client قادر خواهد بود ، بوسیله خدمات FMS ، داده ها را به درون یک حوزه
 Download یا از آن Upload کند .
 از آنجاییکه اندازه یک Domain ممکن است از حداکثر ظرفیت کدینگ FMS بزرگتر باشد ،
 FMS قادر است عملیات Download و Upload را به ترتیب روی قسمتهای حوزه اجرا کند .
 سرویسهای آغاز (Initiate) و پایان (Terminate) برای مدیریت روی عملیات Download و
 Upload جزء به جزء ایجاد شده اند .
 سرویسهای Domain در جدول ۴-۵ نمایش داده شده اند .

<i>Request Domain Download</i>	Request download
<i>(Generic) Initiate Download Sequence</i>	Start downloading
<i>(Generic) Download Segment</i>	Download
<i>(Generic) Terminate Download Sequence</i>	Stop downloading
<i>Request Domain Upload</i>	Request upload
<i>Initiate Upload Sequence</i>	Start uploading
<i>Upload Segment</i>	Upload
<i>Terminate Upload Sequence</i>	Stop uploading

جدول ۴-۵

۴-۳-۴-۴ درخواست برنامه ها

برنامه ها برای کاربردهای Function Block استفاده می شوند . هنگامیکه یک برنامه Download می شود ، ارتباط تنگاتنگ و درخواستهای بسیاری از مدیریت Domain دارد . در جدول ۴-۶ سرویسهای برنامه فهرست شده اند .

<i>Create Program Invocation</i>	Create a Program object
<i>Delete Program Invocation</i>	Delete a Program object
<i>Start</i>	Start a program
<i>Stop</i>	Stop a program
<i>Resume</i>	Resume a program execution
<i>Reset</i>	Reset the program
<i>Kill</i>	Disable the program

جدول ۴-۶

فصل پنجم: User Application

اهداف آموزشی فصل پنجم:

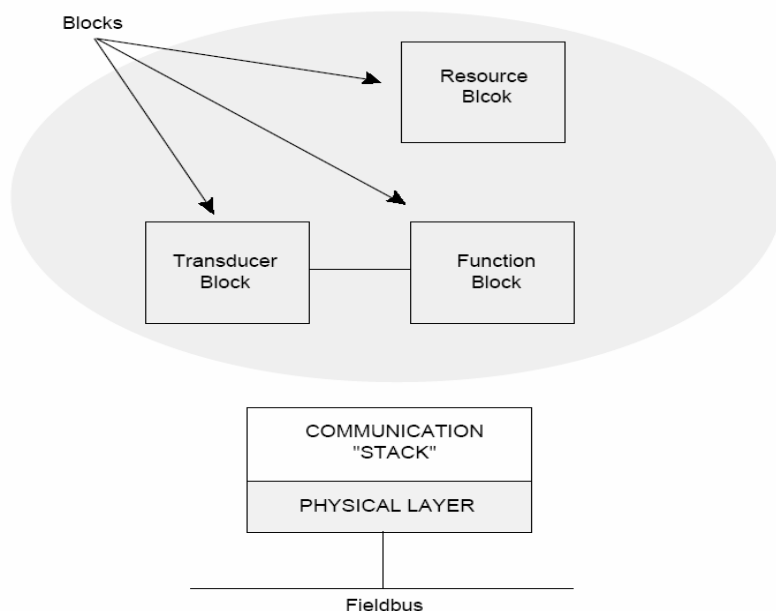
۱- آشنایی با بلوکهای مختلف موجود در User Application

۲- آشنایی با انواع Function Blocks

۵ User Application

اصولاً یک User Application استاندارد برپایه یک سری بلوکها (Blocks) تعریف شده اند.

انواع مختلف بلوکها در یک User Application در شکل ۵-۱ نمایش داده می شوند.



شکل ۵-۱

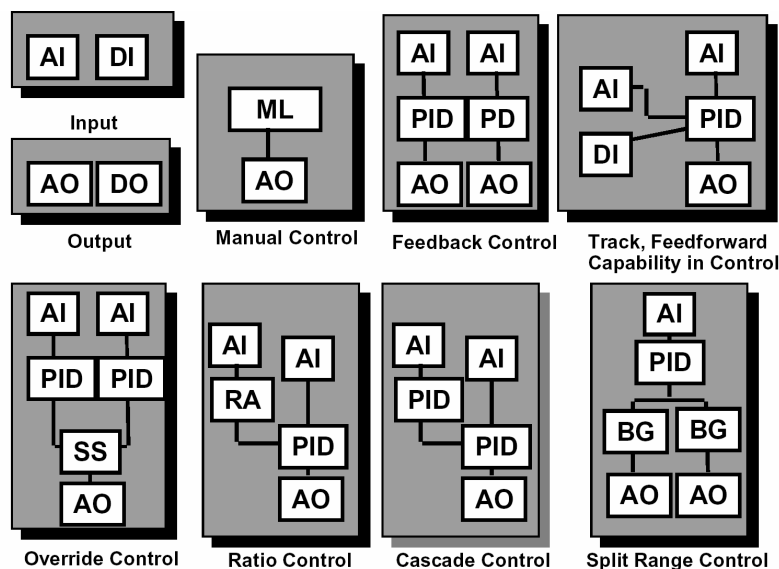
۵-۱ Resource Block

یک Resource Block آنچه را در VFD وجود دارد نشان می دهد. در Resource Block مشخصات دستگاههای فیلدباس همچون نام دستگاه، سازنده دستگاه و شماره سریال آن درج گردیده است. اگر VFD به شما اجازه ایجاد یا download یک Function block را بدهد، Resource Block نشان می دهد که چه مقدار از حافظه و زمان CPU در دسترس است. همچنین وضعیت سخت افزار قابل مشاهده می باشد. در یک دستگاه تنها یک Resource Block وجود دارد.

Part-2 Blocks	Major in control and measurement
AI	Analog Input Block
DI	Discrete Input Block
ML	Manual Loader Block
BG	Bias/Gain Station Block
CS	Control Selector Block
PD	P, PD Controller Block
PID	PID, PI, I Controller Block
RA	Ratio Station Block
AO	Analog Output Block
DO	Discrete Output Block
Part-3 Blocks	Enhanced Blocks
DC	Device Control Block
OS	Output Splitter Block
SC	Signal Characterizer Block
LL	Lead Lag Block
DT	Dead Time Block
IT	Integrator (Totalizer) Block
	(More blocks are under development)
Part-4 Blocks	Multiple I/O Blocks
MAI	Multiple Discrete Input Block
MDI	Multiple Analog Input Block
MAO	Multiple Discrete Output Block
MDO	Multiple Analog Output Block
Part-5 Blocks	IEC61131 Blocks
	(Under development)

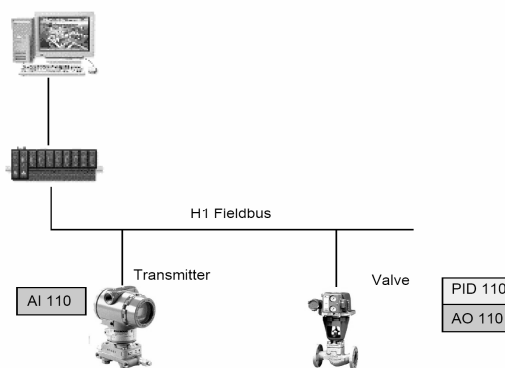
جدول ۵-۱

کاربردهای گوناگونی در اندازه گیری و کنترل، با برقراری ارتباط میان این بلوک ها با هم ایجاد می گردند . شکل ۵-۳ مثالهایی را با استفاده از بلوک های Part 2 نشان می دهد .



شکل ۳-۵

در هر دستگاه فیلدباس بر حسب نیاز های عملیاتی آن دستگاه ، توابع بلوکی خاصی ساخته می شوند . بعنوان مثال یک ترانسمیتر ساده فشار با یک PV ممکن است شامل یک تابع بلوکی AI باشد . از سوی دیگر آن ترانسمیتر ممکن است شامل یک PV دوم نیز باشد ، بنابراین یک AI دیگر خواهد داشت . یک شیرکنترل نیز می تواند شامل یک تابع بلوکی PID و یک AO باشد. اینگونه یک حلقه کامل کنترل بوسیله یک ترانسمیتر و یک شیر کنترل ساخته می شود (شکل ۵-۴)



شکل ۴-۵

Transducer Blocks ۳-۵

برای برقراری ارتباط با سنسورها جهت کالیبراسیون و خواندن آنها از Transducer Blocks استفاده می شود . برای هر Function Block ورودی و خروجی ، یک Transducer Blocks وجود دارد.

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

به منظور انجام روتینهای کالیبراسیون، Transducer Blocks باید در حالت (Out of Service) قرار داده شود.

بخشهای دیگری در User Application وجود دارد که به شرح زیر می باشند:
Link Object : برای برقراری ارتباط بین ورودی ها و خروجی های Function Blocks در شبکه فیلدباس بکار برده می شود.

Trend Object : برای trend مقطعی پارامترهای Function Blocks مورد استفاده قرار می گیرد.

Alert Object : امکان گزارش گیری از آلارمها و اتفاقات Plant را فراهم می آورد.
View Object : مجموعه ای از بلوکهای از پیش تعیین شده هستند که برای ارتباط میان اپراتور و سیستم مورد استفاده قرار می گیرند. چهار نوع view وجود دارد :

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

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

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

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

۴-۵ بلوک های مهم

پنج FB در بیشتر اوقات از اهمیت بالاتری نسبت به سایر FB های Part 2 برخوردارند که عبارتند از : AI , DI , PID , AO , DO . از این میان AI , PID , AO در اکثریت قریب به اتفاق حلقه های کنترل کاربرد دارند که در این بخش مورد بررسی قرار می گیرند .

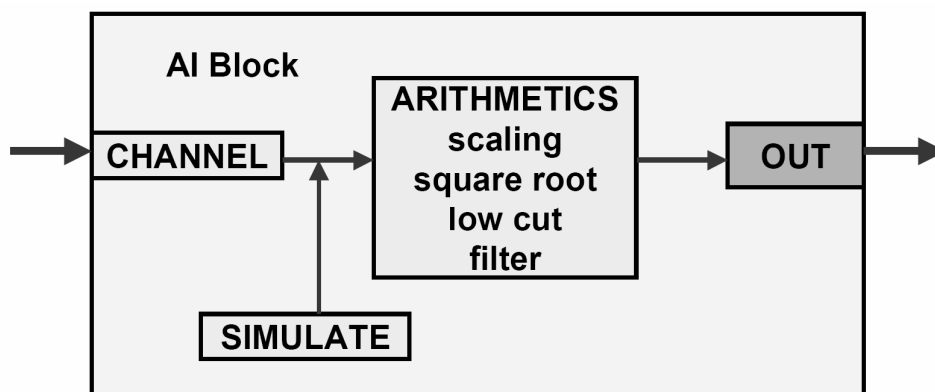
۴-۵-۱ بلوک AI

بلوک AI برای اینکه کاربرها بتوانند از مدلهای استاندارد فرآوری سیگنال بهره مند شوند ، طراحی شده اند . یک AI اطلاعات اندازه گیری از بلوک مبدل (Transducer Block) دریافت کرده و آن را برای مقاصد زیر مورد پردازش قرار می دهد :

- Scaling
- محاسبه ریشه دوم

- فیلتر پایین گذر
- تولید آلارم

شکل ۵-۵ ساختار داخلی یک بلوک AI را نمایش می دهد .



شکل ۵-۵

۵-۴-۱-۱ Scaling و محاسبه ریشه دوم

پارامتر L_TYPE فرآیندهای Scaling و ریشه دوم را کنترل می کند . مقدار یک پارامتر PV از AI بوسیله L_TYPE تعیین می شود . موقعی که نوع داده Direct باشد ، محتوای Channel همان مقدار خروجی می شود و هنگامی که نوع متغیر Indirect، PV باشد ، محتوای Channel با XD_Scale و Out_Scale ، Scale می شود .

XD_Scale مقدار 0%-100% محتویات Channel و واحد مهندسی آن را می دهد ، در حالیکه Out_Scale همین مقادیر را برای محتویات کانال خروجی به ما می دهد . وقتی که مقدار L_TYPE ریشه دوم باشد ، اندازه خروجی ریشه دوم مقدار Scale شده خواهد بود . نتیجه حاصل ، بعنوان مثال بخاطر طبیعت صفحه Orifice ممکن است خیلی ناپایدار باشد . در این حالت یک تابع قطع (cutoff) برای اعمال فشار به مقدار PV استفاده می شود تا وقتی آن کمتر از یک مقدار Low_cut شد ، آن را بسمت صفر ببرد .

۵-۴-۱-۲ فیلتر پایین گذر :

PV می تواند بوسیله اعمال یک فیلتر پایین گذر ، بسیار پایدار شود . ثابت زمانی این فیلتر بوسیله PV_FTime بر حسب ثانیه داده شده و اگر مقدار آن صفر باشد یعنی فیلتری اعمال نشده است .

۵-۴-۱-۳ تولید آلام:

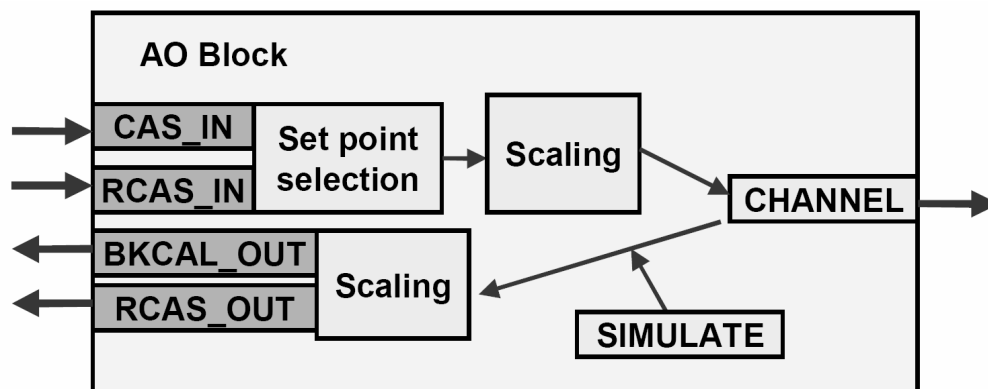
هنگامیکه PV از LO_LIM یا LO_LO_Lim کمتر شد ، آلامهای LO یا LO_LO ایجاد شده و هنگامیکه PV از HI_LIM یا HI_HI_LIM بیشتر شود ، آلامهای HI یا HI_HI تولید می گردد .

۵-۴-۱-۴ شبیه سازی:

این تابع در Start up واحد بسیار مفید است . اگر شما Simulate.EnDisable را در حالت Enable قرار دهید ، بلوک AI از مقدار و وضعیت شبیه سازی شده ، بجای مقدار و وضعیت Transducer ، بعنوان مقدار Channel استفاده می کند . غیر فعال کردن Simulate به از استفاده از آن نباید فراموش شود .

۵-۴-۲ بلوک AO (Analog Output)

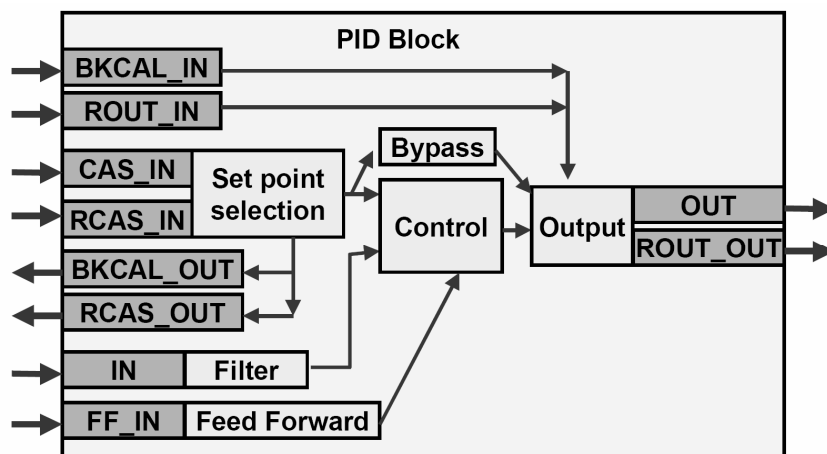
یک بلوک AO برای این طراحی می شود تا کاربر بتواند از مدل استاندارد یک دستگاه خروجی شبیه یک شیر کنترل بهره بگیرد . یک بلوک AO مقدار کنترل (control Value) را از بلوک کنترل دریافت و پس از مراحل Scaling آن را به Transducer Block و همچنین به بلوک کنترل ارسال می کند . شکل ۵-۶ ساختار داخلی یک بلوک AO را نمایش می دهد .



شکل ۵-۶

۵-۴-۳ بلوک PID

یک بلوک PID مدل استاندارد شده ای از تابع PID است . پارامترهای ورودی و خروجی برای تحقق لوپهای مختلف کنترل صنعتی مثل Cascade در این بلوک وجود دارند . شکل ۵-۷ ساختار داخلی یک بلوک PID را نمایش می دهد .



شکل ۷-۵

۵-۴-۳-۱ مدها (Modes):

یک بلوک PID میتواند در مد های گوناگونی مثل O/S ، MAN ، IMAN(Initialize ، CAS ، Auto ، Manual) و RCAS(Remote Cascade) و ROUT(Remote Output) عمل کند.

مد IMAN

بلوکهای PID هنگامی که در مد IMAN قرار می گیرند که بلوک AO از PID فرمان نگیرد ، مثل حالت های O/S ، MAN و LO .

مد نرمال

مد نرمال و معمول بلوک PID همان AUTO یا CAS (Cascaded Loop) می باشد .

SetPoint

بلوک PID بسته به مد کاری آن Setpoint را به روش های مختلف دریافت می دارد . دو پارامتر زیر در این مورد نقش مهمی دارند :

- SP : که می توان مستقیماً Setpoint را در پارامتر SP نوشت .
- Cas_In : در حالت CAS ، بلوک PID ، Setpoint را از طریق پارامتر CAS_In وارد می کند

فصل ششم: مدیریت سیستم فیلدباس

اهداف آموزشی فصل ششم :

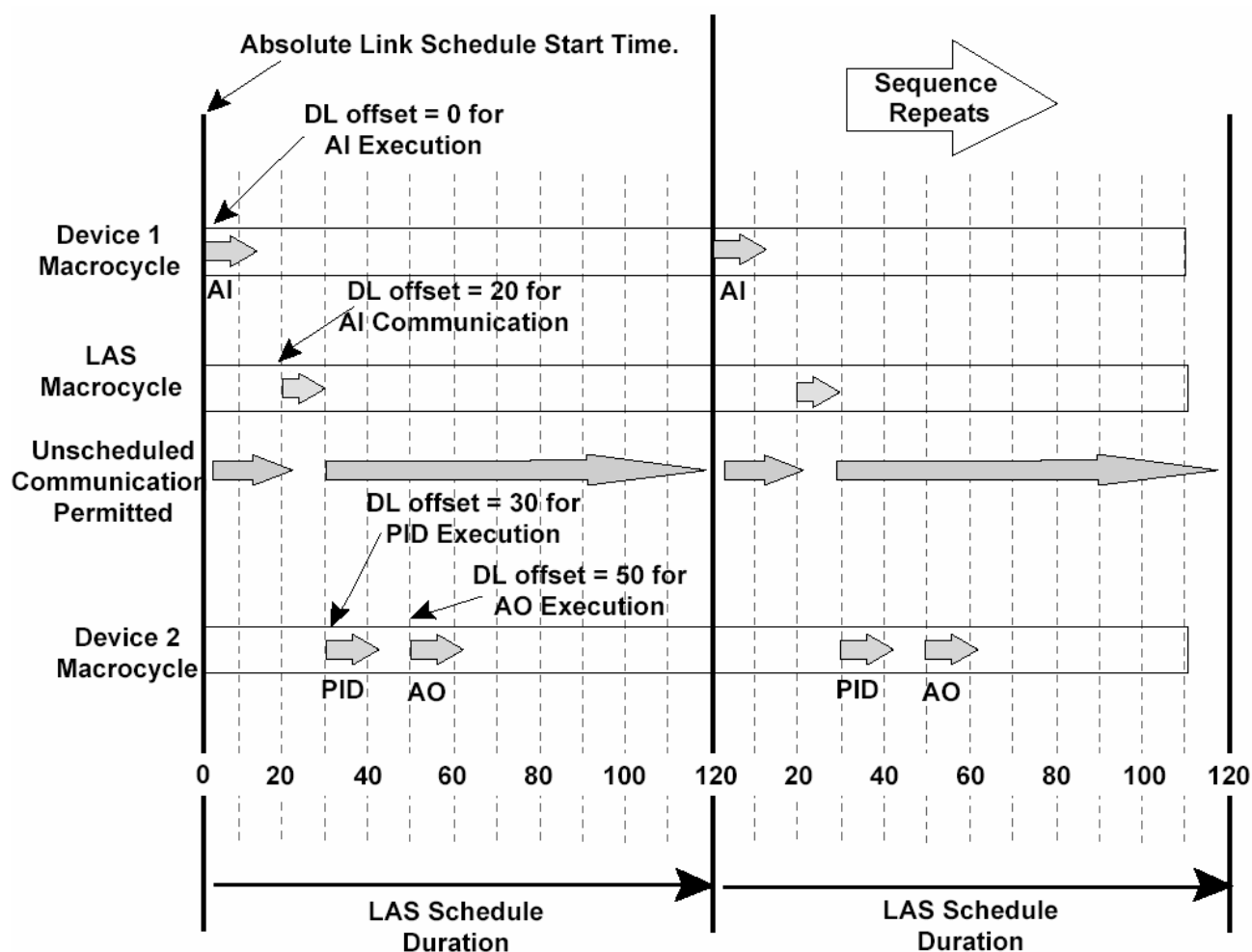
۱- آشنایی با LAS Macrocycle

۲- آشنایی با یک مثال عملی

۶ مدیریت سیستم

۶-۱ برنامه زمانبندی برای اجرای Function Blocks

این برنامه تحت عنوان Absolute Link Schedule Start Time آغاز می گردد . این زمان به اطلاع کلیه دستگاه های فیلدباس می رسد . هر تکرار از برنامه زمانبندی یک دستگاه Macrocycle نامیده می شود . در شکل ۶-۱ ارتباط بین زمان شروع برنامه ، LAS Macrocycle ، Device Macrocycle و فواصل زمانی از لحظه شروع به نمایش درآمده است .



شکل ۶-۱

در این شکل دیده می شود که مدیریت سیستم در یک ترانسمیتر باعث خواهد شد که AI (Analog Input) از ابتدای زمان شروع یک Macrocycle اجرا گردد. بافاصله 20 از زمان شروع Macrocycle، LAS یک پیغام CD به بافر AI در ترانسمیتر صادر می کند که متعاقب آن داده های بافر روی خط فیلدباس منتشر می شوند. در افاست 30 از زمان شروع Macrocycle مدیریت سیستم در شیر کنترل دستور اجرای PID را صادر می کند. پس از اجرای PID در افاست 50، تابع AO به اجرا در می آید. این Macrocycle مطابق با دینامیک حلقه کنترل تکرار می گردد.

باید توجه داشت که در طی اجرای Function Blocks، LAS پیغام PT خود را به تمامی دستگاه های فیلدباس ارسال می کند، بطوریکه آنها قادر خواهند بود، پیغامهای ریزی نشده خود را (مثل اخطارهای 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 و 30 است، یعنی همان زمانی که داده های AI روی فیلدباس در حال انتشار است.

۶-۲ Device Description

به همراه 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 Driver دستگاه می باشد (همانند Driver یک چاپگر، هنگامیکه می خواهیم آنرا به کامپیوتر متصل کنیم) بنابراین برای اضافه کردن یک دستگاه به شبکه فیلدباس، باید به DD (Device Discription) آن دستگاه دسترسی داشته باشیم.

DD یک عنصر کلیدی برای User Layer 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 قابلیت های دیگر، مضاف بر پارامترهای اصلی را به دستگاه می افزاید.

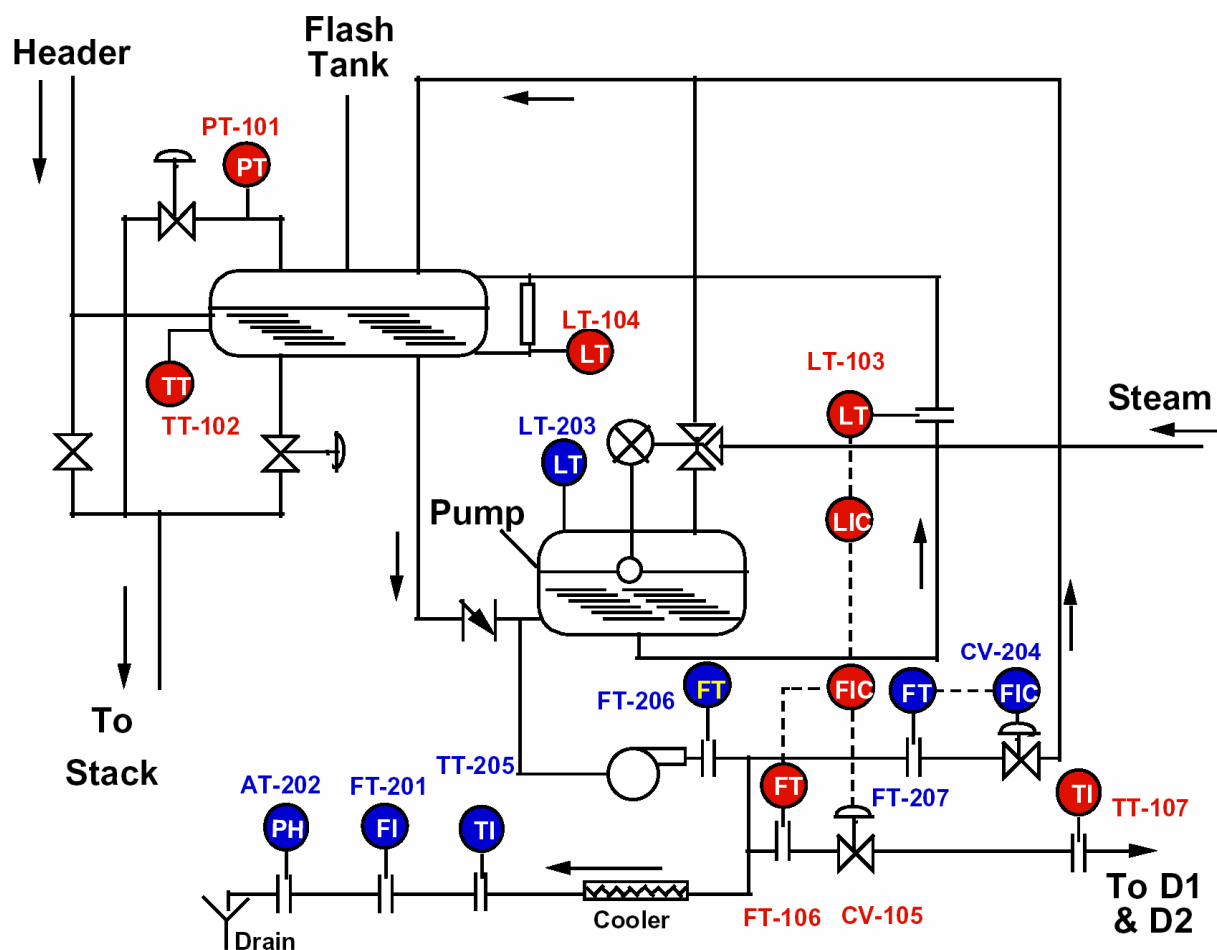
کارخانه های سازنده DD های مشترک خود را در سازمان فیلدباس به ثبت می رسانند و سازمان نیز این DD های ثبت شده را در اختیار کاربر ها قرار می دهد.

۳-۶ مثالی از مدیریت پروژه های فیلدباس

در این بخش شما با یک مثال با شیوه مدیریت یک سیستم فیلدباس آشنا می شوید . این مثال که در شکل ۲-۶ نمایش داده شده است در واقع یک واحد جهت متراکم سازی مواد زائد است که شامل ۱۲ ترانسمیتر و ۲ عدد شیر کنترل میباشد که تشکیل یک حلقه واحد و یک حلقه Cascade را می دهند .

۳-۶-۱ فاز طراحی

وقتی که شما طراحی را آغاز می کنید بهتر است به هزینه های اولیه پروژه توجه داشته باشید. واحد شما قرار است ده ها سال کار کند ، بنابراین شما باید هزینه های مجموع واحد را نیز در نظر بگیرید . فیلدباس یک استثنا نیست بلکه شما بهتر است یک طراحی با مرز و محدوده های مشخص انجام داده تا درصد ریسک های آینده را کاهش دهید .



شکل ۲-۶

ابتدا تجهیزات را می شماریم . آنها در جدول ۱-۶ خلاصه شده اند .

Number	Devices
4	Flow Transmitter
3	Level Transmitter
1	Pressure Transmitter
3	Temperature Transmitter
1	pH Transmitter
2	Control Valve

جدول ۱-۶

۶-۳-۲ تجهیزات روی یک باس

شما قصد دارید چند دستگاه را روی یک Segment فیلدباس قرار دهید ؟ مشخص است که هر چه تعداد دستگاه های متصل به یک Segment بیشتر باشد صرفه جویی بیشتری در هزینه های اولیه پروژه خواهیم داشت ، ولی تنها این نیست و ما باید شرایطی را که محدود کننده تعداد دستگاه های یک Segment است ، مورد بررسی قرار دهیم .

۶-۳-۳ مشخصات ارتباط (Communication Specification)

همانگونه که در بخش بعدی خواهید دید ، لایه فیزیکی شبکه ارتباطی فیلدباس ، یکی از عوامل اصلی محدود کننده تعداد دستگاه هاست . این در حالیست که DLL آدرسهای ۸ بیتی را برای دستگاه های field در نظر می گیرد ، به عبارتی میتوان تعداد ۲۵۶ دستگاه را با آن آدرس دهی کرد ولی شما اجازه به شمار آوردن بسیاری از آنها را ندارید .

۶-۳-۴ منبع تغذیه و IS Barrier

اگر یک دستگاه تغذیه شونده با باس روی فیلدباس قرار بگیرد ، توان لازم برای آن ، می بایست از طریق فیلدباس و از یک منبع تغذیه در هر کجا از شبکه فراهم شود . ظرفیت منبع تغذیه باید بیشتر از مجموع مقادیر متوسط مصرف جریان تمامی دستگاه ها باشد . در فیلدباس Intrinsic Safe تعداد دستگاه ها در مناطق خطر اکیداً محدود می شود به انرژی تامین شده از طریق Safety Barrier . از آنجاییکه این مثال یک پروژه I.S. نمی باشد و شما یک منبع تغذیه خارجی 350mA دارید، این امر تاثیری در بحث ما نخواهد داشت .

۶-۳-۵ ارتباط متقابل کاربردها

ارتباط متقابل کاربردهایی مثل Function block به سرویسهای ارتباطی روی فیلدباس نیاز دارد . هرچه این ارتباطات متقابل بیشتر باشد ، مطالبات مخابره ای و ارتباطی بیشتر خواهد شد . اگر مخابره اطلاعات برای انتقال کلیه داده ها به اندازه کافی سریع نباشد ، تنها راهی که به فکر خطوط می کند این است که تعداد دستگاه های روی باس را محدود کنیم .

یک تخمین و برآورد نسبتاً مطمئن بشرح زیر است :

ابتدا تعداد Function Blocks که با هم در ارتباط هستند را می شماریم . تعداد ناشران دیتا Np (publishers) و تعداد بلوکهای کنترل و خروجی را Nc می نامیم . سپس TLoad را بشکل زیر محاسبه می کنیم :

$$T_{Load} = (N_p + N_c) \times 50ms$$

اگر حاصل ضرب فوق بزرگتر از 80% Macro Cycle باشد ، این پیکربندی همراه با ریسک و مخاطره خواهد بود و بهتر است تعدادی از دستگاه ها حذف شوند .

مقدار Np برابر با ۱۳ میباشد بدین گونه که تعداد ۱۱ بلوک AI بعنوان ناشر وجود دارد (ترانسمیتر LT-103 شامل بلوک PID نیز می باشد و بلوک AI آن ناشر محسوب نمی شود) و دو بلوک PID در حلقه Cascade که بصورت ناشر با هم ارتباط دارند . مقدار Nc نیز برابر با ۵ است چرا که دو عدد بلوک AO و سه عدد بلوک PID در این واحد وجود دارند . بنابراین TLoad برابر 900ms خواهد شد . اگر ما بخواهیم عملیات کنترل را در یک ثانیه انجام دهیم (Macro Cycle = 1s) ، بهتر است تجهیزات را بجای یک Segment روی دو Segment تقسیم کنیم .

۶-۳-۶ مدیریت ریسک

اگر یک دستگاه روی فیلدباس دچار اشکال شود ، درصد کمی احتمال می رود که ارتباطات در Segment از بین برود . در بدترین حالت هیچ مقدار اندازه گیری شده ای از طریق فیلدباس قابل دسترس نخواهد بود و در عملیات کنترل یک وقفه بوجود می آید .

همین اتفاق در زمانی که قطعی سیم یا اتصال کوتاه در کابل فیلدباس رخ دهد ، بوقوع خواهد پیوست . بخاطر یک چنین اتفاقاتی که بدترین حالت محسوب می شوند ، توصیه می شود که تعداد حلقه های کنترلی روی یک Segment حداقل باشند . مثلاً در پروژه مورد بحث ، از آنجاییکه دو حلقه کنترلی (شامل یک حلقه واحد و یک حلقه Cascade) وجود دارند ، بهتر است هر کدام در سگمنت های مجزا گذاشته شوند .

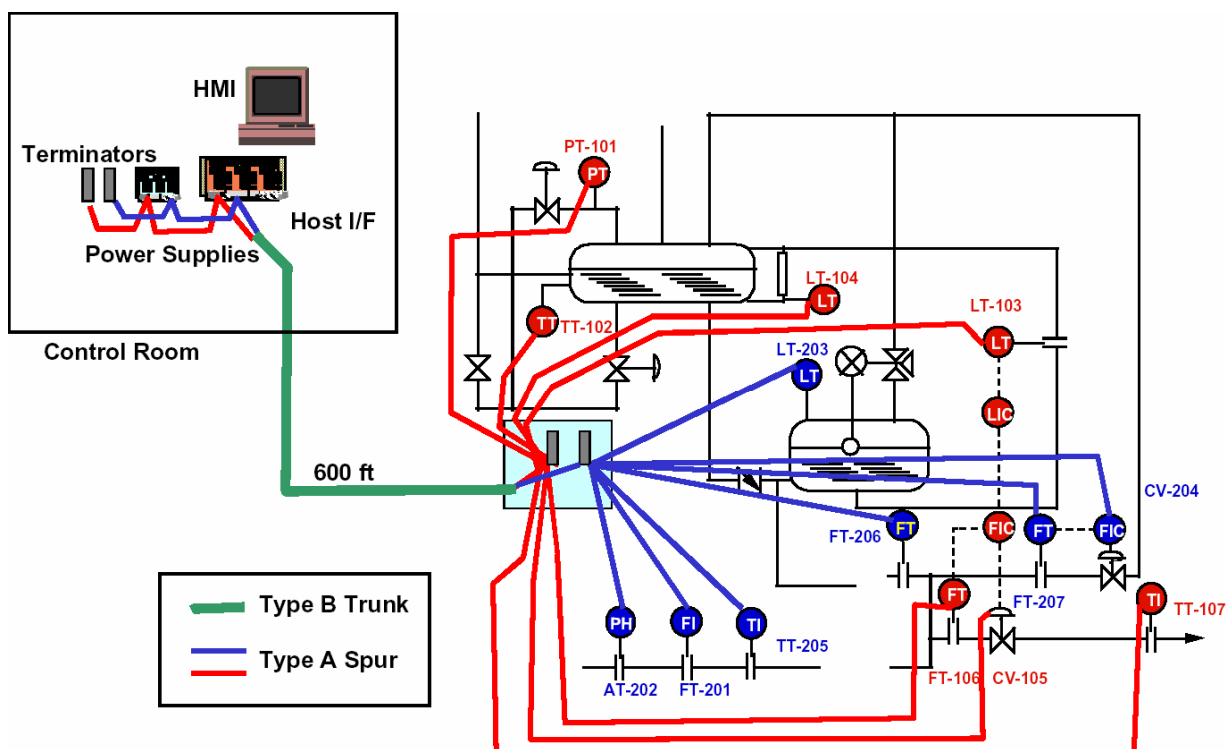
۶-۳-۷ طراحی Wiring

بر طبق جداول ۱ و ۲ فصل ۳ ما می توانیم از کابل B برای Trunk استفاده کنیم چراکه تمامی تجهیزات نزدیک مخزن نصب شده اند .

پس از اندازه گیری طول هر Spur از Junction box تا دستگاه ، دستگاه ها را با در نظر گرفتن محدودیت ۱۲۰ متری هر Spur ، دستگاه ها را به سگمنت اختصاصی خود متصل می کنیم . حتماً اطمینان حاصل کنید که دستگاه های تشکیل دهنده یک حلقه کنترل ، روی یک سگمنت قرار

بگیرند . ما دو سگمنت خواهیم داشت که دستگاه های متصل به هر کدام در شکل ۳-۶ با رنگهای آبی و قرمز مشخص شده اند .

حالا شما قادر به دسته بندی کابلها و ملحقات آنها (مجاری سیم ، کانکتور های جفتی و غیره) خواهید بود . کابل مخصوص Trunk از نوع B و کابلهای مخصوص Spur از نوع A خواهند بود . حالا نوبت این است که تگ هر دستگاه را با توجه به این که در کدام سگمنت باید قرار بگیرند تعیین کنید . شکل ۳-۶ Wiring پروژه را نمایش می دهد .

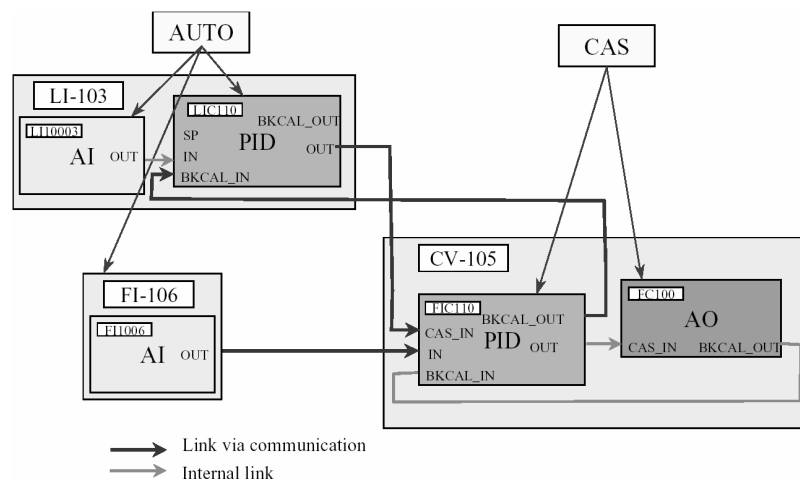


شکل ۳-۶

۳-۶-۸ طراحی سیستم

حالا شما فهرستی از دستگاه ها و FB های قابل دسترس روی هر سگمنت را در اختیار دارید . تمامی بلوکهای AI را ، بجز آنهایی که در FI-106 ، LI-103 و FI-207 قرار دارند ، به کاربرد مونیتورینگ ، روی کامپیوتر میزبان ، متصل می کنیم .

حلقه های کنترل ترکیبهای از AI ، PID و AO هستند . شکل ۳-۶ اتصال این بلوک ها را برای کنترل Cascade نشان می دهد . بلوک PID در شیر کنترل جریان (FIC-110) را کنترل کرده و بلوک PID موجود در ترانسمیتر سطح ، سطح (LIC-110) را کنترل می کند .



شکل ۴-۶

۹-۳-۶ Commissioning

بعد از اتصال دستگاه ها به کابل ، منبع تغذیه را برای تست اینکه آیا تمامی دستگاه ها فعال هستند یا نه ، روشن کنید . اگر آنها تگ یا آدرس درستی ندارند ، توسط نرم افزار مخصوص پیکربندی برای آنها مشخص کنید و پیکر بندی هر دستگاه را روی آن Download کنید .

واحد شما ممکن است در زمان Commissioning هنوز فعال نباشد . تابع شبیه سازی برای این حالت میتواند بسیار مفید باشد . برای رفتن به حالت شبیه سازی ، ابتدا بایست سوئیچ مربوطه را که روی دستگاه قرار دارد روشن کرد . حالت Enable را برای پارامتر Simulate.DisEnable در بلوک های AI و AO فعال کرده ، سپس بلوکها از این پس آنچه شما در Simulation Field بنویسید ، بعنوان ورودی استفاده خواهند کرد . شما اینک می توانید تست کنید که آیا حلقه های کنترل مقادیر صحیح را طبق طراحی اولیه نشان می دهند یاخیر . فراموش نکنید که سوئیچ سخت افزاری شبیه سازی را بعد از Commissioning غیر فعال نمایید .

۱۰-۳-۶ فاز عملیات

فاز عملیات نباید نسبت به حالت رایج گذشته تغییری داشته باشد . در طی فاز عملیات اپراتور ها باید بتوانند عملیات واحد را مشاهده کرده و در صورت لزوم فرامین کنترلی بفرستند .

مونیتورینگ مقادیر ورودی ، مشاهده وضعیت حلقه کنترل ، عملیات دستی و مشاهده آلارم های فرآیند ، از طریق HMI کامپیوتر میزبان قابل اجرا می باشد . بنابراین در ارتباط با این موارد ، فیلدباس هیچ تفاوتی با سیستمهای رایج قبلی نداشته و اپراتور این سیستم نیاز به هیچگونه آموزش اضافی نخواهد داشت .

۶-۳-۱۱ فاز نگهداری

هنگامیکه واحد در مرحله بهره برداری قرار می گیرد ، نیاز به نگهداری پیدا خواهد کرد . نرم افزاری که بر پایه Device Description می باشد ، برای اعمال نگهداری روزانه مثل کالیبراسیون و تمیز کردن الکترودهای PH Meter مورد استفاده قرار می گیرد .

۶-۳-۱۲ آلارم های دستگاه

موقعیکه یک دستگاه از یک مشکل در عملکردش آگاه می شود ، یک گزارش برای شما می فرستد . شما می توانید پنجره Diagnosis را باز کرده و آلارمهای گزارش شده را ملاحظه کنید . همچنین ممکن است دستگاه اطلاعات بیشتری را در Resource Block یا Transducer Block قرار داده باشد . نرم افزار Diagnostic جزئیات مسئله را در متن بازیافته شده از DD نمایش خواهد داد .

۶-۳-۱۳ تعویض دستگاه های معیوب

هنگامیکه شما بخواهید یک دستگاه معیوب را تعویض کنید ، میبایست مراحل زیر را دنبال نمایید . اطمینان داشته باشید که حتی وقتی یک دستگاه بد عمل کند ، واحد بشکل کاملاً ایمن به کار خود ادامه خواهد داد .

پیشنهاد می شود که قبل از اتصال دستگاه سالم به فیلدباس tag و آدرس آن را به سیستم بدهید تا وصل دستگاه باعث سردر گمی فیلدباس در مواجهه با یک دستگاه با پیکربندی ناشناخته نگردد .

در هنگام تعویض دستگاه معیوب مواظب باشید ، باس را اتصال کوتاه نکنید و از آنجاییکه سیم های رابط با پیچ روی ترمینالهای خود محکم می شوند ، باید این پیچها را آنقدر سریع باز کرد تا از اختلالات و اغتشاشات مخابراتی جلوگیری بعمل آید .

در انتها پیکر بندی دستگاه و پارامتر های تنظیم شده را روی دستگاه Download کرده تا شرایط کار برای دستگاه فراهم شود . مطمئن باشید که واحد به حالت نرمال قبلی خود باز می گردد .

پیوست ۱:

در جداول زیر با معنای حروف اختصاری موجود در متن آشنا خواهید شد .

Acronyms

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 DLPDU
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
Device 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 DLPDU
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

Industrial Data Communications – Local Area Network Topologies and Access Control

Tutorial 3

This tutorial on industrial data communications is broken down into the following sections:

- ♦ Local Area Networks
- ♦ Topologies
- ♦ Access Control
- ♦ CSMA/CD
- ♦ Token Passing

Local Area Networks

Local Area Networks are about sharing information and resources. To enable all the nodes on the network to share information, they must be connected by some transmission medium. The method of connection is known as the network topology.

The nodes need to share this transmission medium in such a way as to allow nodes access to the medium and minimise disruption of an established sender. The main methods of this media access control, as it is called, will be discussed as well as their effects on system performance.

Network Topologies

The way the nodes are connected to form a network is known as its topology. A physical topology defines the wiring layout for a network. This specifies how the elements in the network are connected to each other electrically. This arrangement will determine what happens if a node on the network fails. Physical topologies fall into three main categories... bus, star, and ring topology. Combinations of these can be used to form hybrid topologies to overcome weaknesses or restrictions in one or other of these three component topologies. A bus describes a network in which each node is connected to a common single communication channel or "bus". This bus is sometimes called a backbone, as it provides the spine for the network. Every node can hear each message packet as it goes past. Each node checks the destination address that is included in the message packet to determine whether that packet is intended for the specific node. When the signal reaches the end of the bus, an electrical terminator absorbs the packet energy to keep it from reflecting back again along the bus cable, possibly interfering with other messages already on the bus. Each end of a bus cable must be terminated, so that signals are removed from the bus when they reach the end.

In a bus topology, nodes should be far enough apart so that they do not interfere with each other. However, if the backbone bus cable is too long, it may be necessary to boost the signal strength using some form of amplification, or repeater. The maximum length of the bus is limited by the size of the time interval that constitutes “simultaneous” packet reception. Figure 1 illustrates the bus topology.

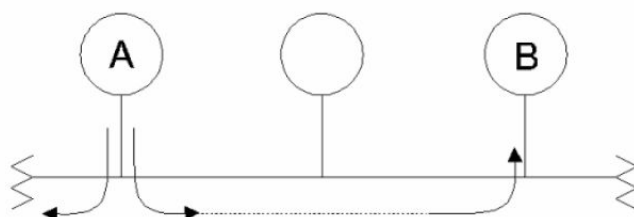


Figure 1 Bus Topology

Bus topologies offer the following advantages:

- ♦ A bus uses relatively little cable compared to other topologies, and arguably has the simplest wiring arrangement.
- ♦ Since nodes are connected by high impedance tapings across a backbone cable, it's easy to add or remove nodes from a bus. This makes it easy to extend a bus topology.
- ♦ Architectures based on this topology are simple and flexible.
- ♦ The broadcasting of messages is advantageous for one-to-many data transmissions.

Bus topologies have the following disadvantages:

- ♦ There can be a security problem, since every node may see every message, even those that are not destined for it.
- ♦ Diagnosis/troubleshooting (fault-isolation) can be difficult, since the fault can be anywhere along the bus.
- ♦ There is no automatic acknowledgement of messages, since messages get absorbed at the end of the bus and do not return to the sender.
- ♦ The bus cable can be a bottleneck when network traffic gets heavy. This is because nodes can spend much of their time trying to access the network.

A star topology is a physical topology in which multiple nodes are connected to a central component, generally known as a hub. The hub of a star usually is just a wiring centre; that is, a common termination point for the nodes, with a single connection continuing from the hub. In some cases, the hub may actually be a file server (a central computer that contains a centralised file and control system), with all its nodes attached directly to the server. As a wiring centre, a hub may, in turn, be connected to the file server or to another hub.

All signals, instructions, and data going to and from each node must pass through the hub to which the node is connected. The telephone system is doubtless the best known example of a star topology, with lines to individual customers coming from a central telephone exchange location. There are not many LAN implementations that use a logical star topology. The low impedance ARCnet networks are probably the best examples. However, you will see that the physical layout of many other LANs look like a star topology even though they are considered to be something else. An examples of a star topology is shown in Figure 2.

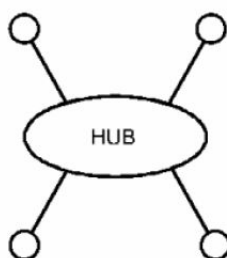


Figure 2 Star Topology

The advantages of the Star Topology are:

- ♦ Troubleshooting and fault isolation is easy.
- ♦ It is easy to add or remove nodes, and to modify the cable layout.
- ♦ Failure of a single node does not isolate any other node.
- ♦ The inclusion of a central hub allows easier monitoring of traffic for management purposes.

The disadvantages of the star topology are:

- ♦ If the hub fails, the entire network fails. Sometimes a backup central machine is included, to make it possible to deal with such a failure.
- ♦ A star topology requires a lot of cable.

A ring topology is both a logical and a physical topology. As a logical topology, a ring is distinguished by the fact that message packets are transmitted sequentially from node to node, in a predefined order, and as such it is an example of a point-to-point system. Nodes are arranged in a closed loop, so that the initiating node is the last one to receive a packet. As a physical topology, a ring describes a network in which each node is connected to exactly two other nodes.

Information traverses a one-way path, so that a node receives packets from exactly one node and transmits them to exactly one other node. A message packet travels around the ring until it returns to the node that originally sent it. In a ring topology, each node can acts as a repeater, boosting the signal before sending it on. Each node checks whether the message packet's destination node matches its address. When the packet reaches its destination, the destination node accepts the message, then sends it back to the sender, to acknowledge receipt.

Since ring topologies use token passing to control access to the network, the token is returned to sender with the acknowledgement. The sender then releases the token to the next node on the network. If this node has nothing to say, the node passes the token on to the next node, and so on. When the token reaches a node with a packet to send, that node sends its packet. Physical ring networks are rare, because this topology has considerable disadvantages compared to a more practical star-wired ring hybrid, which is described later.

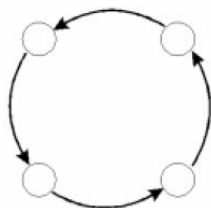


Figure 3 Ring Topology.

Ring Topology Advantages are:

- ♦ A physical ring topology has minimal cable requirements.
- ♦ No wiring centre or closet is needed.
- ♦ The message can be automatically acknowledged.
- ♦ Each node can regenerate the signal.

Disadvantages of the Ring Topology are:

- ♦ If any node goes down, the entire ring goes down.
- ♦ Diagnosis/troubleshooting (fault isolation) is difficult because communication is only one-way.
- ♦ Adding or removing nodes disrupts the network.
- ♦ There will be a limit on the distance between nodes.

As well as these three main topologies, some of the more important variations will now be considered. Once again, you should be clear that these are just variations, and should not be considered as topologies in their own right.

Media Access Methods

A common and important method of differentiating between different LAN types is to consider their media access methods. Since there must be some method of determining which node can send a message, this is a critical area that determines the efficiency of the LAN. There are a number of methods which can be considered, of which the two most common in current LANs are the contention or CSMA/CD method and the token passing method.

CSMA/CD (or Contention Systems)

The basis for a first-come-first-served media accesses method. This operates in a similar manner to polite human communication. We listen before we speak, deferring to anyone who already is speaking. If two of us start to speak at the same time, we recognise that fact and both stop, before starting our messages again a little later. In a contention-based access method, the first node to seek access when the network is idle will be able to transmit. Contention is at the heart of the Carrier Sense; Multiple Access; Collision Detection (CSMA/CD) access method used in the IEEE 802.3 and the original Ethernet networks, described in greater detail in a later tutorial.

Let us now discuss this access method in more detail. The Carrier Sense component involves a node wishing to transmit a message listening to the transmission media to ensure there is no “carrier” present. In fact, the signalling method used on Ethernet type systems that make use of this method do not use a carrier in its true sense, and the name relates back to the original Aloha project in Hawaii that used radio links for transmission. The length of the channel and the finite propagation delay means that there is still a distinct probability that more than one transmitter will attempt to transmit at the same time, as they both will have heard “no carrier”. The collision detection logic ensures that more than one message on the channel simultaneously will be detected and transmission, from both ends, eventually stopped. The system is a probabilistic system, since access to the channel cannot be ascertained in advance.

Token Passing

Token passing is a deterministic media-access method in which a token is passed from node to node, according to a predefined sequence. A token is a special packet, or frame, consisting of a signal sequence that cannot be mistaken for a message. At any given time, the token can be available or in use. When an available token reaches a node, that node can access the network for a maximum predetermined time, before passing the token on. This deterministic access method guarantees that every node will get access to the network within a given length of time, usually in the order of a few milliseconds.

This is in contrast to a probabilistic access method (such as CSMA/CD), in which nodes check for network activity when they want to access the network, and the first node to claim the idle network gets access to it. Because each node gets its turn within a fixed period, deterministic access methods are more efficient on networks that have heavy traffic. With such networks, nodes using probabilistic access methods spend much of their time competing to gain access and relatively little time actually transmitting data over the network. Network architectures that support the token passing access method include Token Bus, ARCnet, FDDI, and Token Ring.

To transmit, the node first marks the token as "in use", and then transmits a data packet, with the token attached. In a ring topology network, the packet is passed from node to node, until the packet reaches its destination. The recipient acknowledges the packet by sending the message back to the sender, who then sends the token on to the next node in the network.

In a bus topology network, the next recipient of a token is not necessarily the node that is nearest to the current token passing node. Rather, the next node is determined by some predefined rule. The actual message is broadcast on to the bus for all nodes to "hear". For example, in an ARCnet or token bus network, the token is passed from a node to the node with the next lower network address. Networks that use token passing generally have some provision for setting the priority with which a node gets the token. Higher level protocols can specify that a message is important and should receive higher priority.

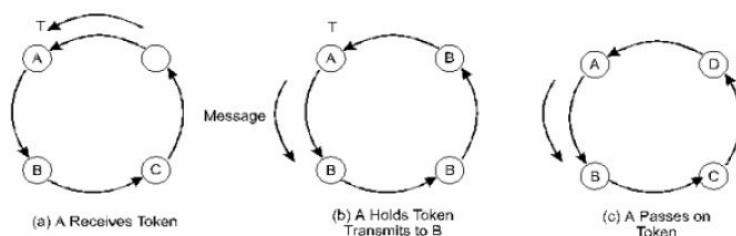


Figure 4 Token Passing

Now click here to go to the short quiz based on this tutorial.

مراجع:

Fieldbus Technical Overview.....	Fisher-Rosemount
Fieldbus Book-A Tutorial.....	YOKOGAWA
Foundation Fieldbus System.....	Smar

