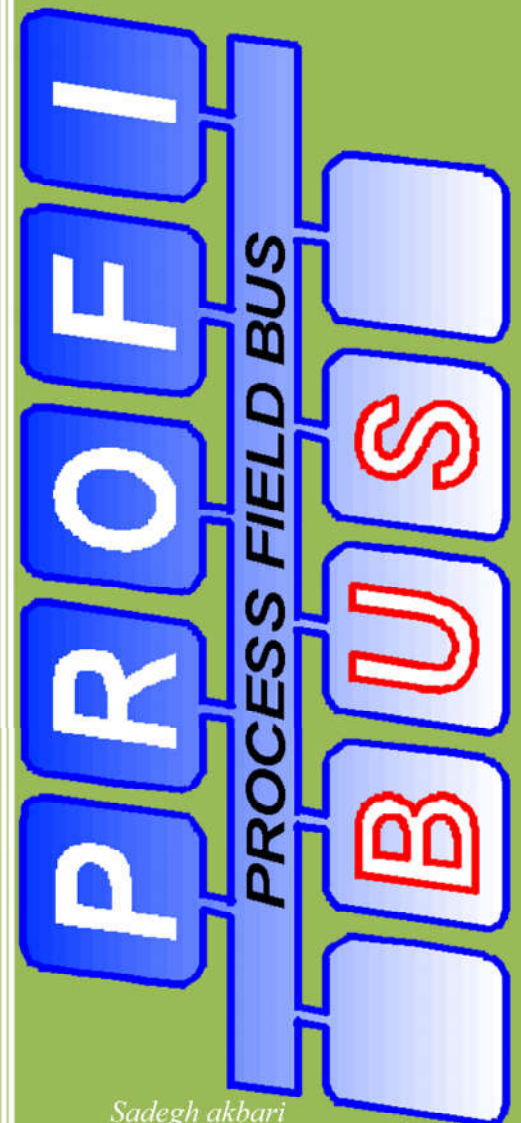
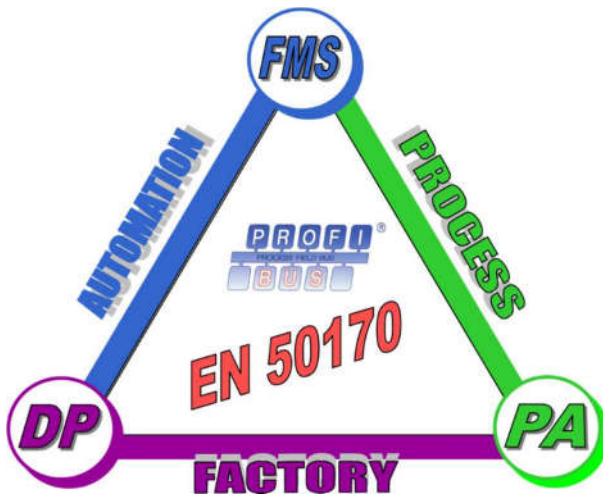


Profibus Training

یادداشتهایی در خصوص
مفاهیم شبکه پروفیباس و پیاده‌سازی آن در زیمنس
صادق اکبری



Sadegh akbari

فصل ۱ - ۱ - مقدمه	۸
۱-۱- ساختار سلسله مراتبی در اتوماسیون فرآیند	۸
۱-۲- تاریخچه فیلدباس	۱۰
1-2-1- کمیته فیلدباس	۱۱
1-3- مزایای فیلدباس	۱۱
1-3-1- مقایسه هزینه (Cost Comparison)	۱۲
1-3-2- اتصال دیجیتالی در مقایسه با اتصال جریانی (4-20 mA)	۱۳
3-3-1- قابلیت تشخیص گسترده (Extensive Diagnostics)	۱۳
۱-۴- انواع فیلدباس	۱۴
فصل ۲ - ۲ - مدل های شبکه	۱۵
2-1- مدل سه لایه ای	۱۵
۲-۲- تعاریف	۱۵
۲-۳- مدل هفت لایه ای OSI (Open System Communication)	۱۵
1-3-2- لایه فیزیکی (Physical layer)	۱۶
2-3-2- لایه پیوند داده (Data link layer)	۱۷
3-3-2- لایه شبکه (Network layer)	۱۷
4-3-2- لایه انتقال (Transport layer)	۱۷
5-3-2- لایه نشست (Session layer)	۱۷
6-3-2- لایه ارائه (Presentation layer)	۱۷
7-3-2- لایه کاربرد (Application layer)	۱۷
فصل ۳ - ۳ - پروتکل پروفیباس	۱۸
۳-۱- تاریخچه	۱۸
۳-۲- مقدمه	۱۸
۳-۳- خانواده / نسخه های پروفیباس (The PROFIBUS Family)	۲۰
3-3-1- پروفیباس FMS	۲۳
2-3-3- پروفیباس DP	۲۴
3-3-3- پروفیباس PA	۲۸
۳-۴- انواع وسیله روی باس (Device Types)	۲۹

- ۳-۵- فناوری های بکار رفته در پروفیباس ۳۲
- 1-3-5- فناوری ارتباطات (Communication Technology) ۳۳
- 3-6- پروفایل های مختلف پروفیباس ۳۳
- 1-3-6- پروفایل های فیزیکی ۳۵
- 2-3-6- پروفایل های کاربردی (Application Profiles) ۳۵
- 3-3-6- پروفایل PROFISafe ۳۶
- فصل ۴ - معماری پروتکل پروفیباس (Protocol Architecture) ۳۸
- 1-4- مقدمه ۳۸
- 1-1-4- لایه فیزیکی پروفیباس ۴۱
- ۴-۲- لایه دیتالینک پروفیباس - دسترسی به باس فیزیکی ۴۲
- 1-4-2- تکنیک های دسترسی به باس (Access Technique) ۴۴
- ۴-۳- سرویس های لایه دیتالینک پروفیباس ۴۷
- 1-3-4- سرویس های انتقال داده لایه دیتالینک (Transmission Services) ۴۷
- 2-3-4- سرویس ارسال داده با تصدیق SDA (Send and Receive Data with Acknowledge) ۴۹
- 3-3-4- سرویس SRD (Send and Request Data with Reply) ۵۱
- 4-3-4- سرویس SDN (Send Data with No acknowledge) ۵۳
- 5-3-4- سرویس CSRD ۵۵
- 6-3-4- ارتباط سیگنال یا گردش بین ماستر و اسلیوها (Cyclic Communication Concept) ۵۶
- 7-3-4- تبادل داده بین ماستر و اسلیو (Exchange of data, master/slave) ۵۷
- 4-4- فرمت کاراکترهای هر فریم (Frame Characters) ۵۸
- 1-4-4- انواع تلگرام در پروفیباس (PROFIBUS telegrams) ۵۹
- فصل ۵ - فناوری انتقال پروفیباس (Transmission Technology) ۶۱
- ۵-۱- مقدمه ۶۱
- ۵-۲- تکنیک های انتقال (Transmission techniques) ۶۲
- ۵-۳- سیم بندی باس پروفیباس ۶۳
- 5-1-3- RS485 و RS485-IS ۶۴
- 5-4- انتقال داده با کابل مسی (RS485) ۶۴
- 1-4-5- تلگرام داده در لایه فیزیکی استاندارد های RS485 & RS 485-IS ۶۵
- 2-4-5- نرخ انتقال (Transmission rate) ۶۶
- 5-5- سیگمنت بندی شبکه پروفیباس ۶۸

۶۸	1-5-5- سیگمنت بندی پروفی باس DP (DP Segments)
۷۱	5-5-2- طول سیگمنت (Segment Length)
۷۵	5-5-3- قوانین سیگمنت بندی پروفی باس DP (Segment Rules)
۷۶	4-5-5- سیگمنت بندی پروفی باس PA (PA Segmentation)
۷۷	5-5-5- قوانین سیگمنت بندی پروفی باس PA
۷۷	۵-۶- کابل پروفی باس DP
۷۹	1-6-5- کانکتور پروفی باس DP (Connection technologies)
۸۰	2-6-5- کانکتور پروفی باس PA
۸۲	5-6-3- پروتکل MBP & MBP-IS
۸۳	4-6-5- استاندارد لایه فیزیکی IEC 1158-2
۸۵	5-6-5- مقایسه تکنولوژی های فیزیکی پروفی باس PA با DP
۸۵	6-6-5- انتقال با کابل فیبر نوری (Fiber Optic Transmission)
۹۰	۵-۷- اقدامات لازم در خصوص ضد انفجار (Explosion Precautions)
۹۲	5-8- افزونگی شبکه پروفی باس (Redundancy)
۹۲	1-8-5- ساختار افزونگی در شبکه پروفی باس DP (Redundancy)
۹۲	5-8-2- افزونگی پروفی باس PA
۹۳	3-8-5- جداساز فیلد AFS (Active field splitter)
۹۳	5-9- آدرس دهی گره ها (Node Addresses)
۹۶	۵-۱۰- وسایل فیلد (Field Devices)
۹۸	فصل ۶ - نصب و راه اندازی شبکه پروفی باس
۹۹	۶-۱- انواع نویز (Noise)
۱۰۰	۶-۲- قوانین نصب
۱۰۰	1-2-6- شیلد و زمین کردن (Shielding and Grounding)
۱۰۱	2-2-6- خطوط برق (Power Lines)
۱۰۲	3-2-6- فاصله از کابل های مختلف (Cable Distances)
۱۰۳	4-2-6- اتصالات Spur - کانکتورهای T شکل (Drop/Stub/Spur)
۱۰۵	۶-۳- ترمینیت کردن (Termination)
۱۰۸	1-3-6- ترمینیت کردن شبکه پروفی باس PA
۱۱۰	2-3-6- توپولوژی Tree در PA
۱۱۵	3-3-6- بازتاب سیگنال

- ۴-3-6- مثال‌های از سیم‌بندی ضعیف پروفی‌باس DP (Examples of poor DP wiring) ۱۱۵
- ۵-3-6- تداخل ۱۱۷
- ۴-۶- توپولوژی شبکه ۱۱۷
- ۱-4-6- توپولوژی های قابل اجرا با کابل مسی ۱۱۸
- ۵-۶- نصب یا پیاده‌سازی شبکه با اجزای بی‌سیم ۱۱۹
- ۶-۶- نصب شبکه پروفی‌باس PA ۱۲۰
- ۱-6-6- تنظیمات شبکه PA (Network Setup) ۱۲۳
- 6-6-2- توپولوژی‌های پروفی‌باس PA ۱۲۵
- فصل ۷ - پیکربندی شبکه PROFIBUS-DP در STEP7 ۱۲۶
- 7-1- مقدمه ۱۲۶
- 1-1-7- ایجاد پروژه دارای شبکه PROFIBUS-DP ۱۲۶
- 2-1-7- ساختارهای مختلف شبکه PROFIBUS در STEP7 ۱۲۷
- 3-1-7- ساختار یک شبکه PROFIBUS در یک پروژه STEP7 ۱۲۷
- 4-1-7- ساختار چند شبکه PROFIBUS در یک پروژه STEP7 ۱۲۸
- 5-1-7- ساختار یک شبکه PROFIBUS در چند پروژه STEP7 ۱۲۹
- 7-1-6- آدرس تشخیصی صغی (Diagnostic Address) ۱۳۰
- 7-1-7- تنظیم آدرس پروفی‌باس بر روی ET200M ۱۳۱
- ۷-۲- اجزاء شبکه پروفی‌باس (Profibus Network Devices) ۱۳۱
- 7-3- پیکربندی دستگاه‌های پروفی‌باس ۱۳۲
- ۷-۴- توالی راه‌اندازی در نسخه DP (DP Startup Sequence) ۱۳۳
- 1-4-7- پارامتردهی وسایل (Parameterization) ۱۳۴
- فصل ۸ - برنامه‌نویسی شبکه پروفی‌باس در Step 7 ۱۳۶
- ۸-۱- زیرسیستم ورودی/خروجی (I/O Subsystem) ۱۳۶
- ۸-۱-۱- اتصال محلی I/O ۱۳۶
- ۸-۱-۲- زیرسیستم I/O راه دور یا توزیع شده (Distributed I/O) ۱۳۷
- 8-1-2-1- انواع ماژول‌های واسط ET 200 ۱۳۷
- 2-2-1-8- دلایل به کارگیری I/O ET200 ۱۳۸
- 3-2-1-8- سری ET200M ۱۳۹
- 4-2-1-8- سری SIMATIC ET200S ۱۴۰
- 5-2-1-8- سری ET 200iSP ۱۴۱

۱۴۲.....	6-2-1-8- مقایسه ET200S و ET200M
۱۴۲.....	۸-۱- دسته بندی انواع DP Slave
۱۴۳.....	8-1-1- از نظر مازولار یا Compact بودن
۱۴۳.....	8-1-2- از نظر مجهز بودن به CPU
۱۴۳.....	8-1-3- پی کربندی افزونگی (Redundancy)
۱۴۴.....	8-1-4- پشتیبانی از کارتهای Fail Safe
۱۴۵.....	8-1-5- مجهز به مازول CPU
۱۴۵.....	8-1-6- پشتیبانی از لینک فیبر نوری به جای کابل مسی RS485
۱۴۵.....	7-1-8- مجهز به مازولهای استارتر موتور
۱۴۵.....	8-1-8- اتصال موتورهای دارای وها به شبکه پروفیباس
۱۴۷.....	۸-۲- برنامه نویسی پروفیباس DP
۱۴۸.....	8-1-2- دسترسی به I/O به روش I/Oهای محلی
۱۴۸.....	8-2-2- دسترسی به I/Oهای پروفیباس از طریق توابع سیستمی
۱۵۲.....	8-3- انواع DP Master
۱۵۲.....	8-3-1- ایجاد مستر شبکه پروفیباس
۱۶۰.....	8-3-2- استفاده از کارت CP - سرویس DP برای Master/Slave
۱۶۱.....	8-4- تبادل داده بین دو یا چند PLC - به صورت Master/Slave
۱۶۲.....	8-4-1- مراحل پی کربندی یک پروژه برای ارتباط دو PLC به صورت Master/I-Slave
۱۶۶.....	۸-۵- روشهای تبادل داده بین دو مستر
۱۶۶.....	8-1-5- تبادل داده بین دو مستر از طریق اتصال پورت DP CPU آنها به یکدیگر
۱۶۶.....	8-5-2- اتصال DP بین CPU و کارت CP
۱۶۷.....	8-3-5- اتصال کارتهای CP نوع DP به یکدیگر
۱۶۷.....	8-4-5- اتصال کارتهای CP از نوع FMS به یکدیگر
۱۶۷.....	۸-۶- مازول Y-Link
۱۶۷.....	8-1-6- ساختار مازول Y-Link (How is the Y link structured)
۱۷۰.....	فصل ۹ - تکنولوژیهای یکپارچه سازی
۱۷۰.....	9-1- ادغام وسایل (Device integration)
۱۷۴.....	فصل ۱۰ - اختصارات و واژه نامه
۱۷۵.....	فصل ۱۱ - منابع و مراجع
۱۷۵.....	11-1- انتقال داده با سرعت 1.5 MBaud (Data transmission)

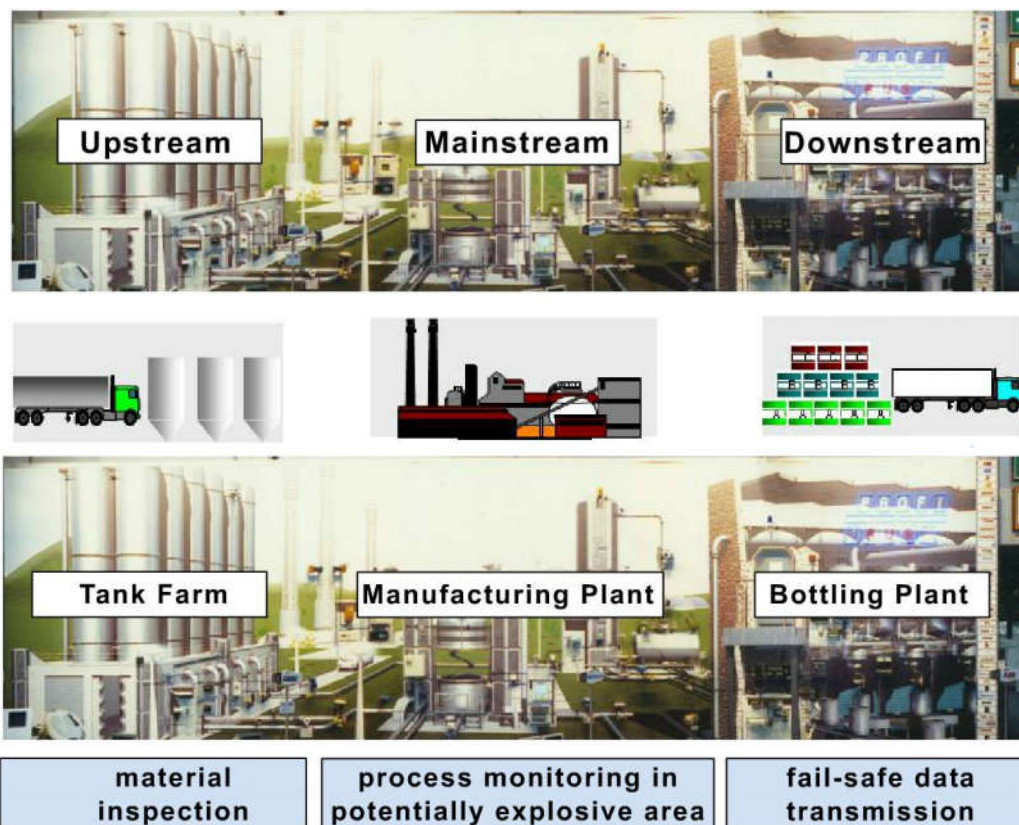
فصل - ۱۳ ضمیمه	۱۷۷
۱-۱۳- کدگذاری سیگنال های دیجیتال	۱۷۷
1-1-13- تک قطبی (Unipolar)	۱۷۷
2-1-13- روش قطبی	۱۷۸
3-1-13- کدگذاری RZ	۱۷۸
4-1-13- کد گذاری NRZ	۱۷۹
5-1-13- کد گذاری دو فازی	۱۷۹

فصل ۱ - مقدمه

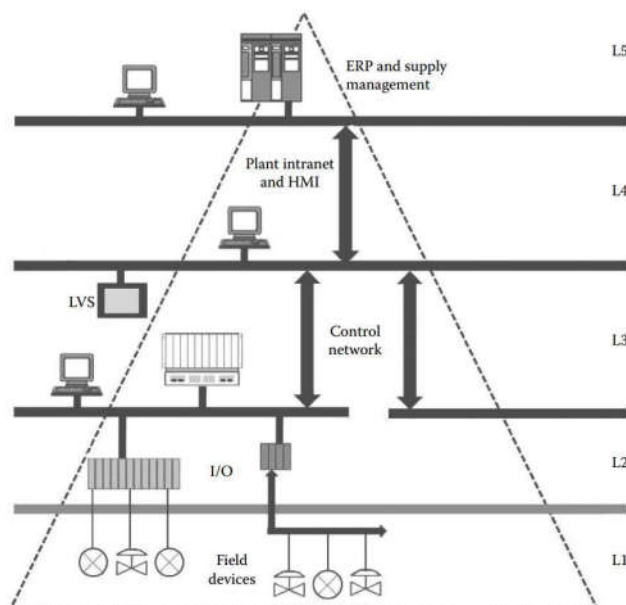
۱-۱- ساختار سلسله مراتبی در اتوماسیون فرآیند

یک پلنت فرآیندی را می توان به عنوان یک هرم اتوماسیون فرض کرد. که دارای دو محور عمودی و افقی یعنی محور جریان داده یا اطلاعات و جریان مواد می باشد. محور عمودی دارای سطوح مختلف تعریف شده بوده و در هر سطح سیستم های مختلف ایفای نقش می کنند. جریان داده و اطلاعات در راستای محور عمودی پلنت از پایین به بالا و برعکس صورت می گیرد. جریان مواد نیز به صورت افقی از چپ به راست می باشد. که در آن معمولاً به صورت نمادین مواد خام از یک سمت وارد پلنت شده و از سمت دیگر محصولات خارج می شود. لازم به ذکر است که در راستای افقی در هر سطح نیز بین سیستم ها می توان اطلاعات را مبادله کرد. مطابق شکل ۱-۵ جریان محور افقی به سه محدوده، قابل تقسیم می باشد. که عبارت اند از:

- ورودی مواد خام و پیش پردازش (UpStream)؛
- پردازش میانی مواد (Main Stream)؛
- بخش خروج محصول (Down Stream)؛

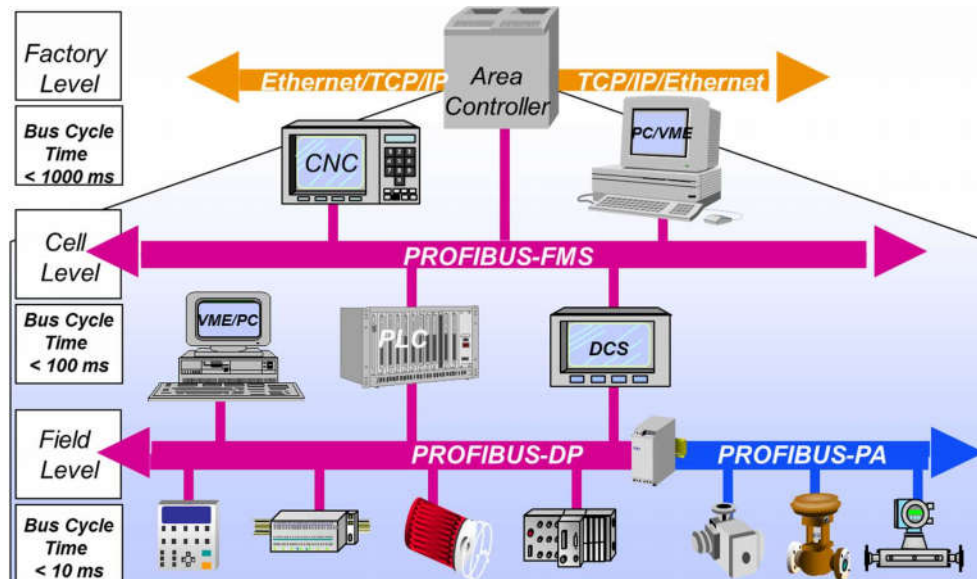


شکل ۱-۱- تقسیم بندی جریان محور افقی پلنت فرآیندی به محدوده های مختلف



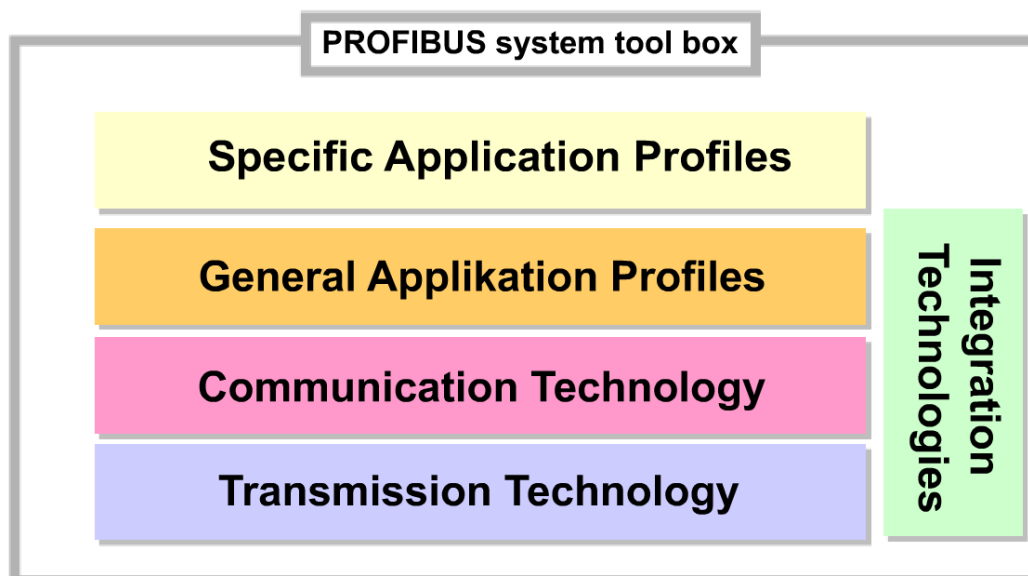
شکل ۱-۲- ساختار هرمی یا سلسله مراتبی ارتباط سیستم ها و تجهیزات اتوماسیون

پروفری باس یک فناوری اتوماسیون یک شکل برای کل پلنت (Plant Wide) با پوشش سطوح افقی و عمودی می باشد. بر روی شبکه پروفری باس دستگاه ها و سیستم های مختلف از طریق کانال های اطلاعاتی استاندارد در سراسر فیلد از محدوده *Upstream*، *Mainstream* تا محدوده *Downstream* تبادل داده می کنند.



شکل ۱-۳- جایگاه نسخه های مختلف پروفری باس در هرم اتوماسیون

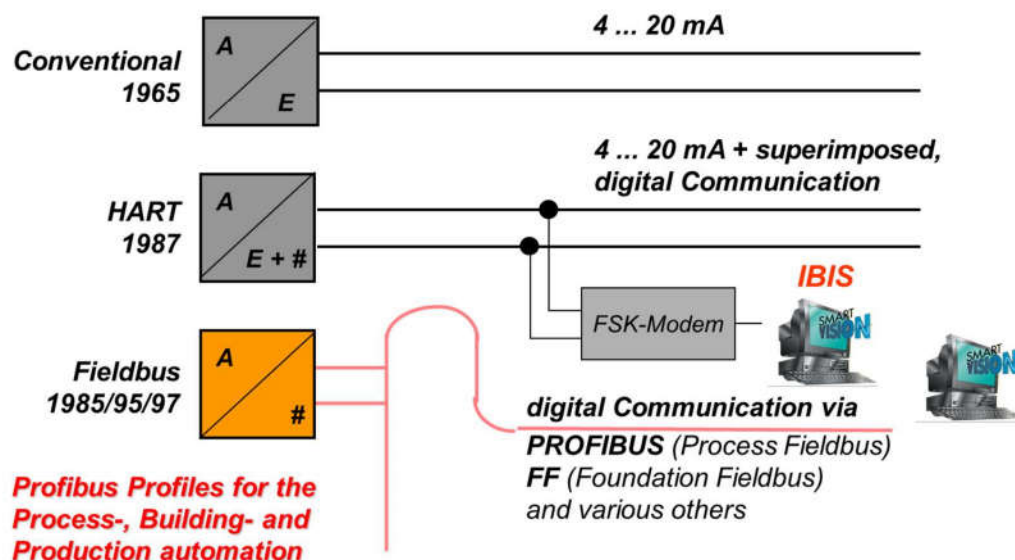
مطابق شکل زیر سیستم ماژولار پروفری باس منعکس کننده رنج کاملی از فناوری های پروفری باس می باشد.



شکل ۱-۴- فناوری های مختلف پروفی باس

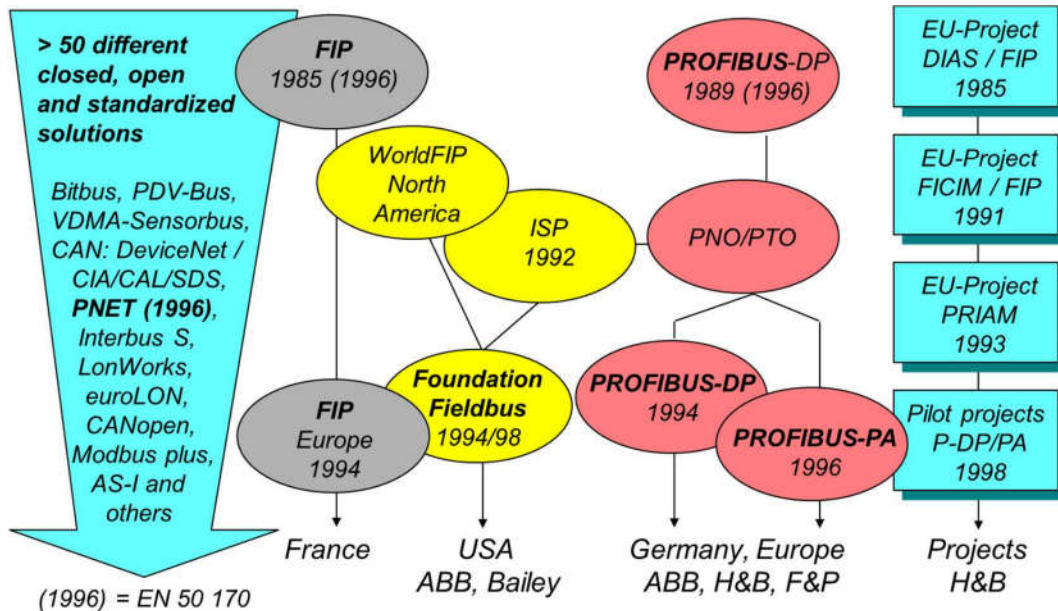
سند مشخصات (*Specifications*) پروفی باس، بر اساس فانکشن ها دسته بندی می شوند. لذا امکان ساختار بندی ماژولار سیستم پروفی باس را بر اساس حوزه های مختلف فناوری فراهم می کند.

۱-۲- تاریخچه فیلدباس



شکل ۱-۵- مسیر توسعه دریافت اطلاعات تجهیزات فیلد

۱-۲-۱- کمیته فیلدباس



شکل ۱-۶- شکل گیری پروفیباس از طریق استانداردها و سازمان های مختلف

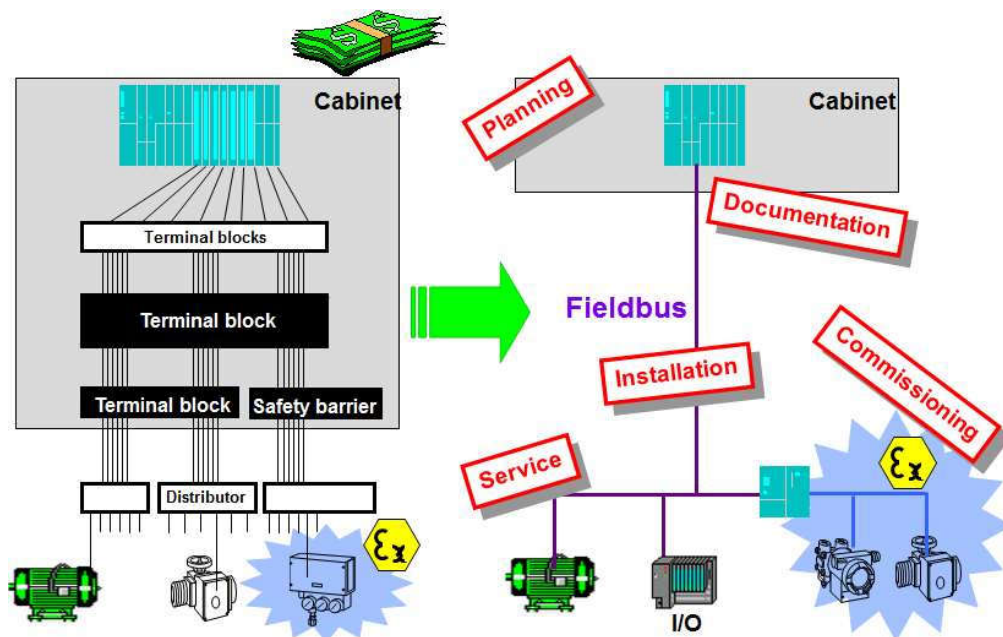
- EIB = European Installation Bus
- Modbus plus - Fast Modbus = 38 kBit/s
- M-Bus: Meter-Bus

۱-۳- مزایای فیلدباس

مزایای مهم استفاده از فیلدباس عبارت اند از:

- کاهش هزینه (نصب، راه اندازی، نگهداری)؛
 - به صرفه بودن؛
- کاهش حجم و عملیات کابل کشی؛
 - جمع آوری سیم کشی های زوج سیم مسی و دست و پاگیر؛
- کاهش فضای نصب در اتاق های کنترل (کابینت های مارشالینگ)؛
- کنترل صحت داده و آشکارسازی خطا بدلیل استفاده از سیگنال دیجیتال؛
- مصنویت بیشتر در مقابل نویز؛
- تست و عیب یابی راحت تر؛
- باز بودن سیستم و امکان استفاده از محصولات سازندگان دیگر؛
- انعطاف پذیری؛
- تنوع در استفاده از تجهیزات؛

- قابلیت اطمینان بالا و ایمنی؛
- راحتی استفاده؛

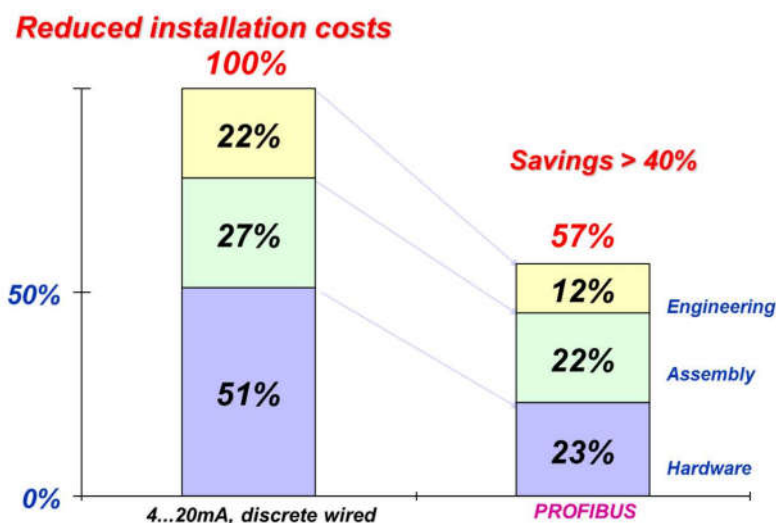


شکل ۷-۱- صرفه جویی در هزینه های مختلف پلنت توسط پروفی باس

۱-۳-۱- ملاحظات هزینه (Cost Comparison)

Error! Reference source not found. میزان کاهش هزینه نصب و راه اندازی پروفی باس را نسبت به

روش مرسوم نشان می دهد.

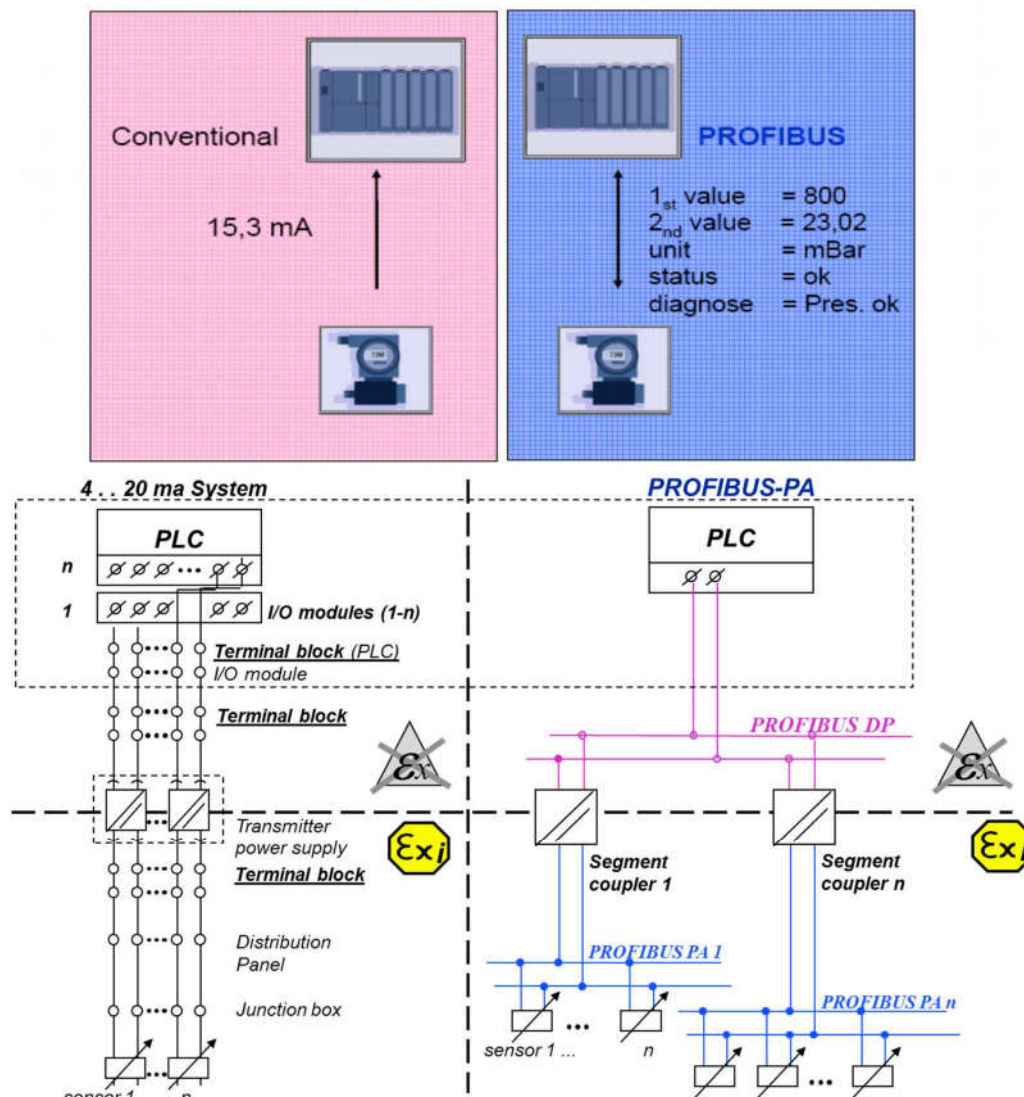


شکل ۸-۱- درصد صرفه جویی استفاده از پروفی باس در مقایسه با روش مرسوم ۲۰-۴۰ mA

۱-۳-۲- اتصال دیجیتال در مقایسه با اتصال جریانی (4-20 mA)

۱. فراهم کردن اطلاعات بیشتر

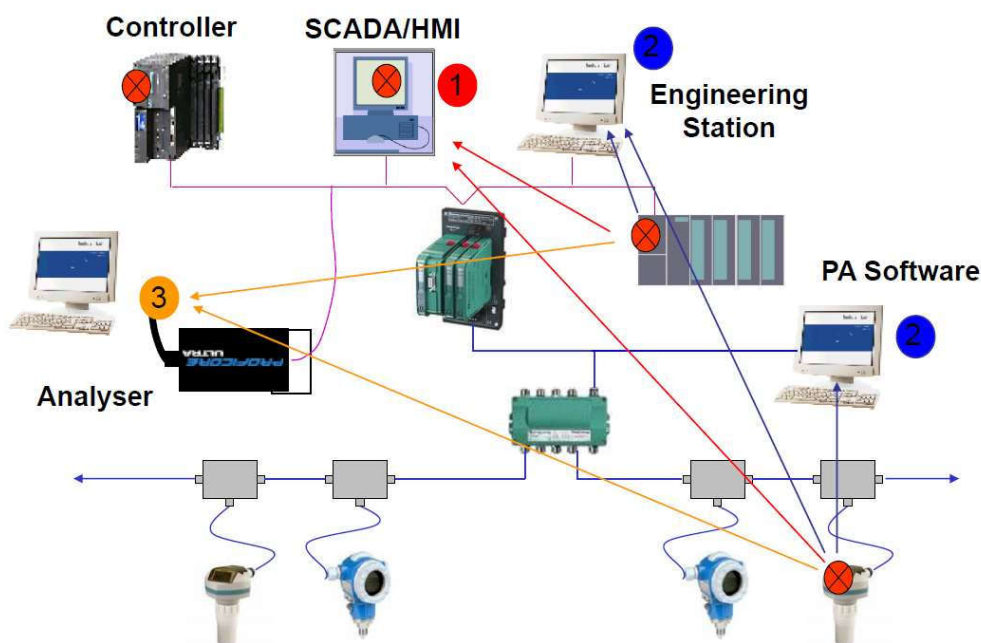
- امکان تنظیم و دسترسی به پارامترهای بیشتر (به عنوان مثال: مقایسه گذاری، خطی سازی و کالیبراسیون)؛



شکل ۹-۱- مقایسه پروفی باس با روش اتصال جریانی (4-20 mA) در انتقال اطلاعات تجهیزات فیلد به سطح کنترل

۱-۳-۳- قابلیت تشخیص گسترده (Extensive Diagnostics)

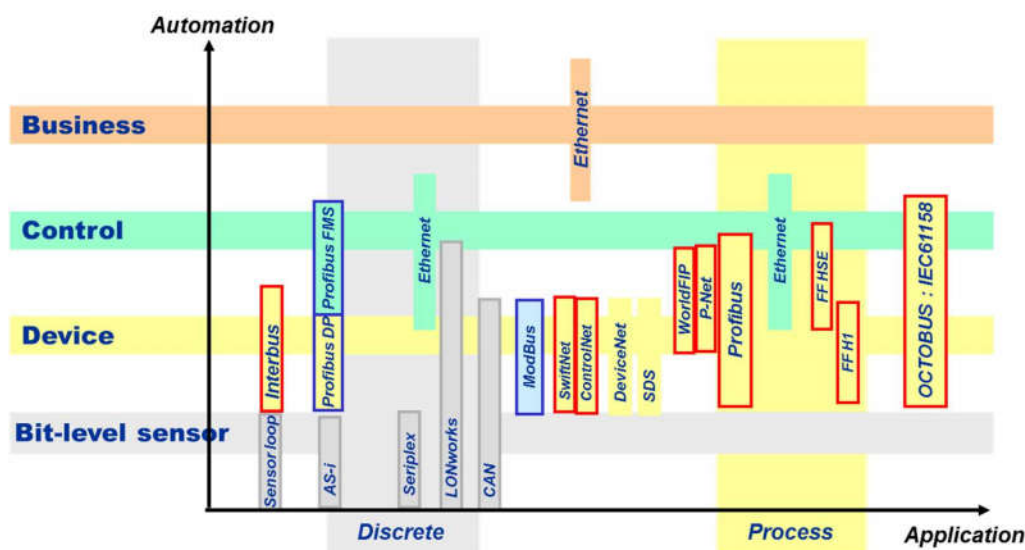
در روش دیجیتال دسترسی به داده ها و اطلاعات تشخیصی (Diagnostic) دستگاه ها در صورت اندازه گیری معتبر فراهم می شود.



شکل ۱-۱- دسترسی به اطلاعات تشخیصی انواع تجهیزات روی باس

۴-۱- انواع فیلدباس

شکل ۱-۱- حوزه های کاربردی انواع شبکه های فیلدباس و جایگاه آنها در سطوح هرم اتوماسیون نشان می دهد.



شکل ۱-۱- جایگاه انواع شبکه های فیلدباس در هرم اتوماسیون

فصل ۲ - مدل های شبکه

۲-۱- مدل سه لایه ای

۲-۲- تعاریف

◀ لایه (Layer)

لایه عبارت از سازماندهی ارتباطات به شکل مجموعه ای از لایه ها جهت کاهش پیچیدگی طراحی شبکه ها می باشد. هدف هر لایه ارائه خدمات به لایه بالاتر خود بوده و کاملاً مستقل از لایه های دیگر هستند.

◀ پروتکل (Protocol)

مجموعه قواعد و قوانین بکار رفته در هر لایه که با لایه نظیر خود محاوره می کند.

◀ پردازش های همتا (peer process)

تمام اجزاء موجود در لایه های یکسان در ماشین های مختلف را شامل می شود. یعنی کاری که هر لایه هم مرتبه در دو کامپیوتر که باهم تبادل داده می کنند.

◀ واسط (interface)

بین هر دو لایه مجاور یک واسط است که عملیات و خدمات پایه ای که لایه زیرین به بالایی می دهد، را تعریف می کند

◀ معماری شبکه (network architecture)

عبارت است از مجموعه پروتکل های حاکم بر کل لایه ها.

۲-۳- مدل هفت لایه ای (Open System Communication) OSI

شبکه عبارت است از اتصال چندین وسیله به همدیگر، به طوری که جریان اطلاعات یا داده بین سیستم ها یا وسایل مختلف برقرار گردد. زمانی که این سیستم ها از یک سازنده می باشد، مشکلی در ارتباط بین آنها بوجود نمی آید. ولی زمانی که دستگاه ها از سازندگان مختلف استفاده می شود. این ارتباط ممکن است با مشکل روبرو شود. لذا به دلیل عدم سازگاری نرم افزاری و سخت افزاری بین سازندگان مختلف، استاندارد کردن ارتباطات ضرورت دارد. در ضمن نیاز به یک تبادل داده مطمئن و صحیح در شبکه نیز از شرایط پایه یک شبکه می باشد. شبکه ها را می توان به دو دسته کلی زیر تقسیم بندی کرد:

▪ شبکه یا سیستم های باز (Open)

▪ سیستم های بسته یا اختصاصی (Proprietary/Closed Network)

لذا مدل OSI توسط سازمان ISO برای استانداردسازی ارتباطات در یک شبکه تعریف شده و مجموعه ای از قوانین را برای طراحی و پیاده سازی لایه های مختلف شبکه تعریف می کند. بر اساس استاندارد ISO 7498 تبادل داده در شبکه های کامپیوتری مبتنی بر هفت لایه می باشد. که هر لایه انتقال اطلاعات مربوط به خود را مدیریت می کند.

Application
Presentation
Session
Transport
Network
Data-Link
Physical

شکل ۱-۲- هفت لایه مدل OSI

معمولاً هفت لایه OSI به صورت های مختلف دسته بندی می گردد. به عنوان مثال از سه یا چهار لایه بالایی (۷-۶-۵-۴) تحت عنوان لایه پشتیبانی کننده داده یا لایه کاربر یاد می شود. که انتقال و تحویل درست داده بین کامپیوترها را فراهم می کنند. به عبارت دیگر به تبادل داده در میان نرم افزارهای مختلف کمک می کنند. در بین این چهار لایه، بالاترین لایه بیشتر مبتنی بر نرم افزار است. از سه لایه پایینی نیز تحت عنوان لایه های پشتیبانی شبکه یا رسانه (Media) یاد می شود. به طوری که تحویل فیزیکی پیام ها در شبکه را کنترل می کنند. پایین ترین لایه بیشتر مبتنی بر سخت افزار بوده و دیگر لایه ها ترکیبی از سخت افزار و نرم افزار می باشند.

- Host Layers or User Support/Oriented Layers (4-5-6-7)
- Media Layers or Network Support/Oriented Layer (1-2-3)

۲-۳-۱- لایه فیزیکی (Physical layer)

- شامل تعریف مشخصات فیزیکی و مکانیکی و فراهم کردن ابزارهای الکتریکی، مکانیکی و رویه های مورد نیاز جهت انتقال داده می باشد.
 - مشخصات الکتریکی مانند ولتاژ، جریان؛
 - مشخصات مکانیکی مانند کانکتور و واسط انتقال؛
- انتقال بیتها به صورت سیگنال الکتریکی و ارسال آن بر روی کانال؛
- کانال: که از آن معمولاً کابل یا مدیا یاد می شود، می تواند از نوع الکتریکی، نوری یا بی سیم باشد؛
- واحد اطلاعات : بیت

- پارامترهای قابل توجه در لایه فیزیکی عبارت است از:
 - ظرفیت کانال فیزیکی و نرخ ارسال؛
 - نوع مدولاسیون؛
 - چگونگی کوپلاژ با خط انتقال؛
 - مسائل مکانیکی و الکتریکی مانند نوع کابل، باند فرکانسی، نوع کانکتور رابط؛
 - رسانه انتقال شامل :
- CAT 5 cable
- Coaxial cable
- Fiber Optics cable
- The atmosphere

۲-۳-۲- لایه پیوند داده (Data link layer)

۲-۳-۳- لایه شبکه (Network layer)

۲-۳-۴- لایه انتقال (Transport layer)

۲-۳-۵- لایه نشست (Session layer)

۲-۳-۶- لایه ارائه (Presentation layer)

۲-۳-۷- لایه کاربرد (Application layer)

فصل ۳ – پروتکل پروفی باس

۳-۱- تاریخچه

۳-۲- مقدمه

عبارت PROFIBUS خلاصه عبارات *PROcess Field BUS* می باشد.

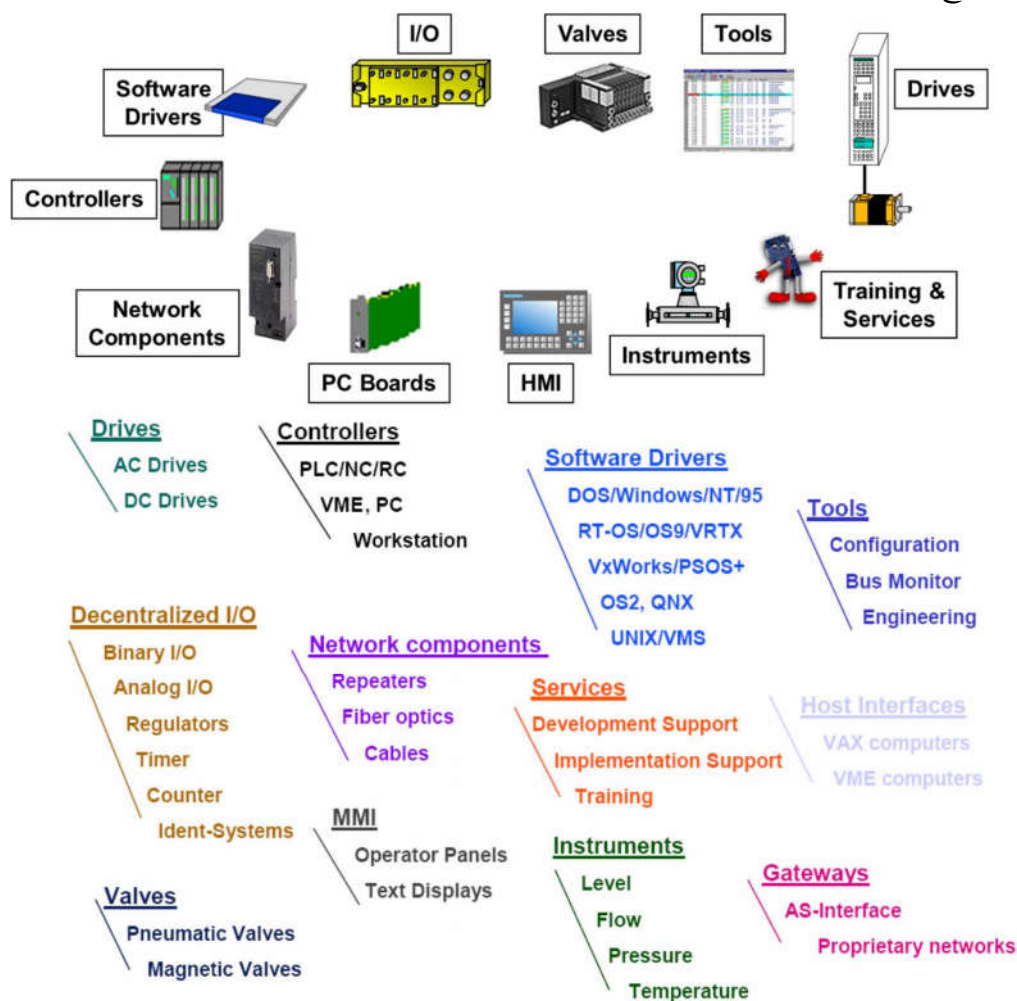
انتظاراتی که مشتری (*Customer Expectations*) از پروتکل پروفی باس دارد عبارت اند از:

- صرفه جویی در هزینه (*Cost Savings*) شامل هزینه نصب، راه اندازی و نگهداری؛
 - انعطاف پذیری (*Flexibility*)؛
 - قابل اطمینان و آینده گرا (*Reliable & Future oriented*) – پوشش نیازهای آتی؛
 - راه حلی برای تمام نیازهای اتوماسیون (*Solution for all Automation Needs*)؛
 - مستقل از راه حل های اختصاصی؛
 - استفاده از پروتکل های استاندارد؛
 - مستقل از فروشنده: محصولات از چندین فروشنده قابلیت اتصال به یکدیگر را داشته باشند.
 - ارتباطات متقابل و مستقل از فروشنده؛
 - افزایش بهره وری:
 - سریع – امکان برقراری ارتباط سریع؛
 - انعطاف پذیری بیشتر: راه اندازی با بخش های مختلفی جداگانه از کل نصب؛
 - قابل بسط آسان؛
 - قابل سفارشی کردن: تنوع محصولات از شرکت های مختلف امکان ایجاد راه حل های سفارشی را فراهم می کند.
- به طور خلاصه مفهوم قابلیت های بالا به معنی استاندارد (*standard*) بودن می باشد؛ حال سوال این است که پروفی باس چگونه این شرایط و الزامات را برآورده می کند.
- پروفی باس بخشی از استاندارد جهانی *IEC 61158* و استاندارد *DIN 19245* می باشد.
 - استاندارد فیلد باس اروپا (*CENELEC EN 50 170 volume 2*) می باشد.
 - پروفیباس دارای ۱۰۰۰ عضو از ۲۳ انجمن و شرکت می باشد؛
 - وجود بیش از ۱۹۰۰ محصول از ۲۸۰ فروشنده مختلف



شکل ۱-۳- شرکت های عضو پروفی باس

شکل زیر انواع محصولاتی که از پروتکل پروفی باس بهره می برند، را نشان می دهد.



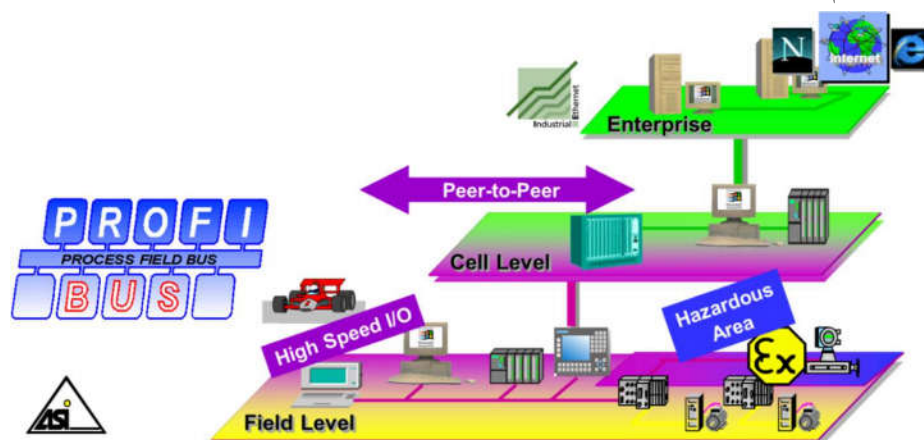
شکل ۲-۳- تنوع محصولات اتوماسیون پشتیبانی کننده از پروفی باس

۳-۳- خانواده / نسخه های پروفی باس (The PROFIBUS Family)

پروتکل پروفی باس در سه نسخه عرضه شده است. به عبارت دیگر دارای سه سرویس ارتباطی مختلف می باشد که شامل :

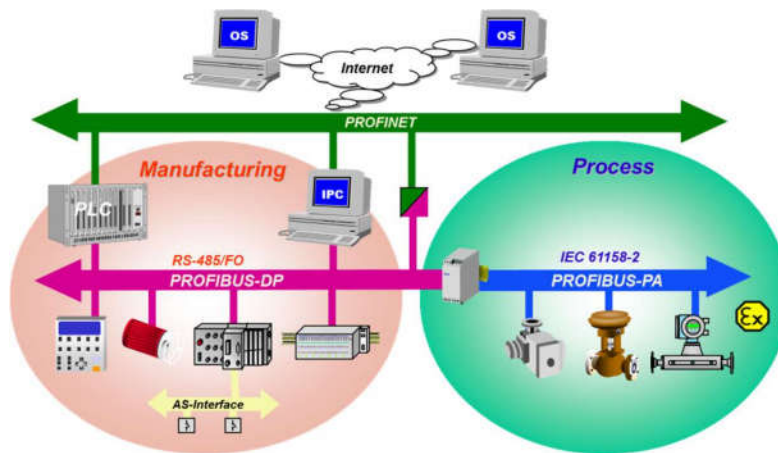
- Peer-to-Peer Communication Service - Profibus FMS
- High speed I/O Communication or Data Exchange Service - Profibus DP
- Hazardous area Communication Service - Profibus PA

با توجه به این که تقریباً در دو سطح فیلد و کنترل هرم اتوماسیون و در سرتاسر محور افقی پلنت کاربرد دارد. راه حلی برای تمام نیازهای اتوماسیون محسوب می شود.



شکل ۳-۳- بهره گیری از پروفی باس در تمام سطوح اتوماسیون

سرویس PA برای محیط های فرآیندی (Process) خطرزا جهت اتصال تجهیزات سنسور و عملگر بکار می رود. سرویس DP نیز برای ارتباطات سریع I/O بین سیستم کنترل و ایستگاه های IO راه دور (RIO) در اتوماسیون فرآیند و محیط های اتوماسیون کارخانه (Manufacturing) استفاده می شود. این سه سرویس به صورت ترکیبی در یک شبکه قابل بکارگیری می باشد. برای هر دو سرویس FMS و DP یعنی ارتباطات نظیر به نظیر (Peer-to-Peer) و تبادل داده سرعت بالا، از اجزاء و تجهیزات شبکه و همچنین کابل یکسانی استفاده می کنند. ولی با توجه متفاوت بودن پروتکل PA با DP، برای شبکه PA از تجهیزات و کابل متفاوتی نسبت به DP استفاده می شود.



شکل ۳-۴- تقسیم بندی ارتباطات پروفی باس از نظر ماهیت فرآیندی

1. Profibus DP - Decentralized Peripherals

- راه حلی برای شبکه در اتوماسیون و بخصوص اتوماسیون کارخانه و ارتباط سریع IO می باشد.
- این پروتکل سریع بوده و قابلیت plug-and-play را ارائه می کند. به طوری که مقرون به صرفه و کارآمد می باشد.

- انتقال سریع داده I/O های حساس و بحرانی به صورت سیکلیک
- زمان اسکن ۱۰ میلی ثانیه برای اتوماسیون ساخت و ماشین (Machine building/Automation)
- امکان انتقال پیام های آسیکلیک در نسخه DPV1؛

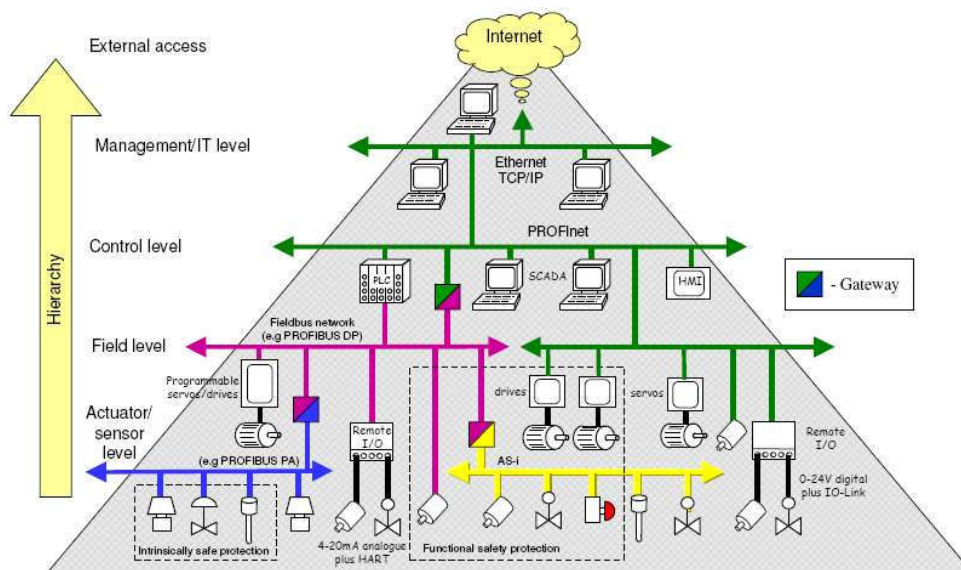
2. Profibus PA - Process Automation

- برای اتوماسیون فرآیند اختصاص داده شده و از پروتکل پروفی باس PA و در لایه فیزیکی از تکنولوژی انتقال IEC 61158-2 (پروتکل یا استاندارد فیزیکی MBP) بهره می برد. پروفی باس PA امکان تغذیه وسایل فیلد را از طریق باس فراهم می کند.

- دارای مشخصه DPV1 Messaging + Device Profiles + Intrinsic Safety
- از یک رسانه فیزیکی با سرعت 31.25 kbit/s به همراه تغذیه (loop power) استفاده می کند؛

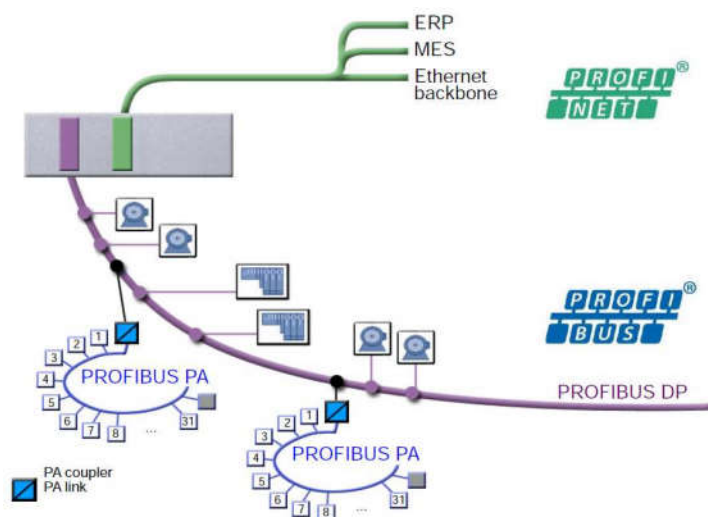
3. Profibus FMS -

- Is the universal solution dedicated to the automation for general purposes. It offers a large variety of applications and it offers the possibility for multi-master communication between intelligent devices.
- 'Full' Messaging (I/O + non time critical)
- برای ارتباطات سطح بالا یعنی ارتباطات افقی بین سیستم های PLC کاربرد دارد. که امروزه به جای آن از پروتکل هایی چون مدباس یا اترنت استفاده می شود. زیمنس پروفینت را جایگزین این پروتکل کرده است. (Higher level Communications).

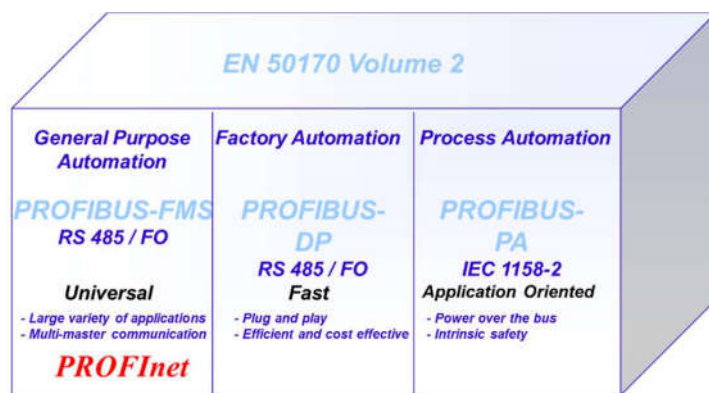


شکل ۵-۳- معماری شبکه زیمنس در لایه های مختلف هرم اتوماسیون

مطابق شکل ۶-۳ شبکه PA از طریق یک کوپلر (Coupler) یا DP/PA Link جهت ارتباط بین باس PA و DP استفاده می کند. باس PA به طور مستقیم به سیستم کنترل متصل نمی شود. این کار از طریق DP انجام می شود.



شکل ۶-۳- اتصال شبکه PA به سیستم کنترل از طریق وسایل کوپلر PA



شکل ۷-۳- سرویس های مختلف خانواده پروفی باس [۱]

۳-۳-۱- پروفی باس FMS

این نسخه از باس پروفی باس در ابتدا برای ارتباطات بین سیستم های کنترل PLC در سطح کنترل کننده طراحی شده بود. که امروزه به دلیل استفاده از اترنت صنعتی دیگر مورد استفاده قرار نمی گیرد. اهداف طراحی و بهینه سازی این نوع پروفی باس عبارت انداز:

- برای ارتباط *Peer to Peer* بین کنترل کننده ها، یعنی برای انتقال اطلاعات در سطح سلول (*Cell Level*) / کنترل کننده ها بکار می رود؛

- برای ارتباطات بسیار پیچیده و پر هزینه استفاده می شود؛

ویژگی های پروفی باس FMS عبارت انداز:

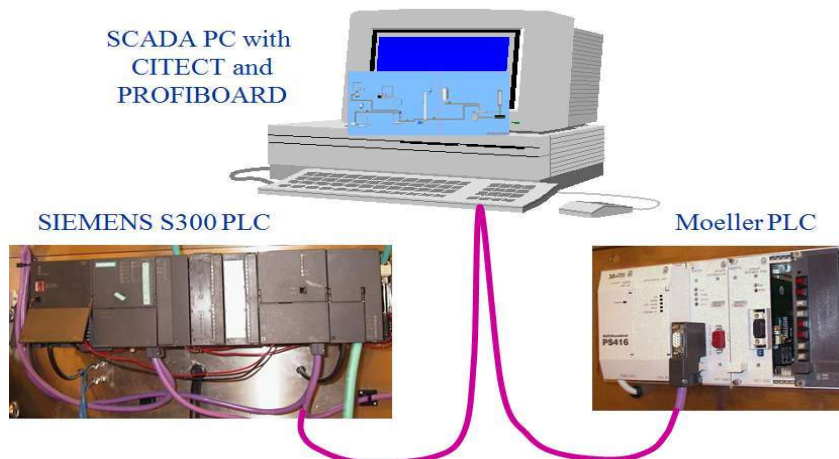
- طراحی برای ارتباط با اجزا و تجهیزات پیچیده تر؛
- امکان بکارگیری در شبکه با تعداد سل های پایین (*10 or 15 Stations*)
- سرعت تبادل داده (*Baud Rate*) حدود *1.5Mbit/s*
- انعطاف پذیری بسیار خوب در بازه وسیعی از کاربردها؛
- در این پروتکل یک *slave* می تواند به چند *master* منتسب شود؛
- چند مستر می توانند به یک *slave* فرمان ارسال کنند؛
- اتصال برای انتقال داده می تواند موقت یا دائم باشد؛
- ارتباط توسط یک لیست وابستگی بیان می شود؛

لایه کاربردی (لایه ۷) سرویس FMS شامل بخش های زیر است:

- *Fieldbus Message Specification (FMS)*
- *Lower Layer Interface (LLI)*
- سرویس های FMS زیر مجموعه *MMS (Manufacturing Message Specification)* هستند.

نقاط مشترک *FMS* و *DP* عبارتند از:

- هر دو *DP* و *FMS* روی لایه ۱ و ۲ (فیزیکی و دیتا لینک) بنا شده اند؛
- هر دو با یک نوع باس فیزیکی کار می کنند؛
- دارای سرآیند (*header*) شناسه در فریم هستند؛
- دارای شناسه فیزیکی هستند؛
- یک مستر می تواند به چندین اسلیو سرویس دهد؛
- چند مستر می توانند یک درگاه یا مسیر را به صورت مشترک استفاده کنند؛
- نرخ انتقال داده از *9.6 kBd* تا *12 MBd*؛
- حجم انتقال داده در هر فریم از ۱ تا ۲۴۴ بایت است؛
- حداکثر ۱۲۴ ایستگاه قابل اتصال به یک باس می باشد؛
- هر باس می تواند شامل چندین سیگمنت باشد؛
- حداکثر ۳۲ ایستگاه بر روی هر سیگمنت می تواند باشد (محدودیت درایور *RS 485*)؛
- دارای اجزاء مشترک هستند (*Cabling, connectors, repeater, fibre optic*)؛



شکل ۳-۸- مثالی از شبکه *FMS*

۳-۲-۲- پروفی باس *DP*

پروفی باس *DP* سرویس تبادل داده سرعت بالا برای شبکه پروفی باس می باشد که در سه نسخه مختلف زیر عرضه شده است:

- *DP-V0*
- *DP-V1*
- *DP-V2*

برای کاربردهای کنترل حلقه بسته (به عنوان مثال انتقال اطلاعات IO های سخت افزاری از ایستگاههای فیلد RIO به سیستم کنترل)، پروفی باس DP از ارتباطات داده کاملاً سیکلیک استفاده می کند. از این مرحله از پروتکل پروفی باس به عنوان DP-V0 یاد می شود. در صورت ضرورت اجرای توابع مانیتورینگ و برنامه ریزی به عنوان مثال اتصال کامپیوتر PC به شبکه پروفی باس برای انجام تنظیمات و برنامه ریزی، داده PC باید به صورت غیرسیکلیک منتقل شود. این بسط عملکردی شبکه پروفی باس DP-V1 نامیده می شود. دیگر سرویس ها در نسخه DP-V2 فراهم شده است. که شامل مواردی مانند همزمان سازی زمانی بین ایستگاهها (Clock Synchronization) و امکان تعریف برچسب زمانی (time Stamping) برای مقادیر I/O، بکارگیری هارت روی DP (اتصال هارت به DP) و امکان افزونگی می باشند.

PROFIBUS DP Protocol Services

Data Exchange Broadcast

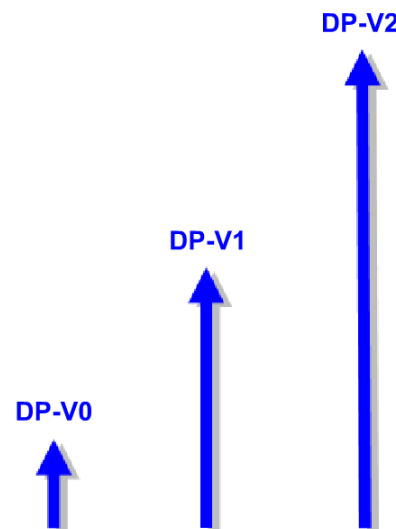
- Isochronous Mode
- Clock Synchronization
- Time Stamp
- HART on DP
- Redundancy

Acyclic Data Exchange between PLC and Slaves

- Engineering (EDD, FDT)
- Fail-Safe Communication
- Alarms

Cyclic Data Exchange between PLC and Slaves

- GSD Configuration, Diagnosis

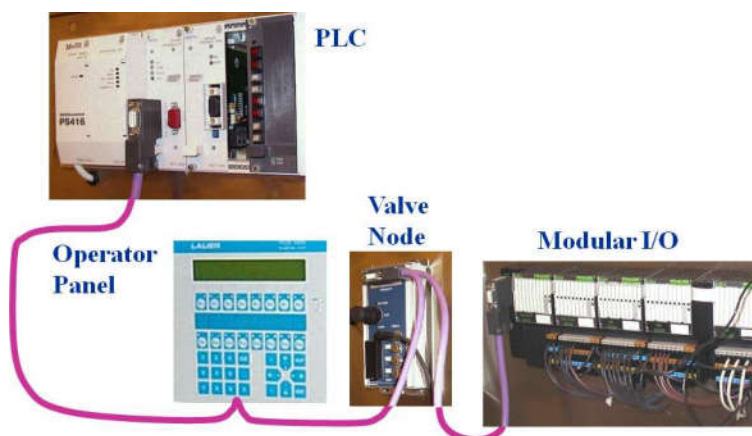


شکل ۱-۳- سرویس های پروتکل پروفی باس DP

خلاصه مشخصات و اهداف طراحی پروفی باس DP عبارت اند از:

- تخصیص اولویت یکسان برای تمامی وسایل فیلد؛
- ارتباطات دائم و سیکلیک (Permanent & cyclic) بین Master و Slave ها؛
- امکان پیاده سازی ارتباطات آسیکلیک با وسایل فیلد با استفاده از توابع DPV1؛
- تعیین مقدار داده انتقالی در زمان پیکربندی؛
- از نظر ایمنی تنها یک مستر در آن واحد اجازه نوشتن در خروجی ها را دارد؛
- دارای سرعت انتقال داده بالا و اجرای اتصالات (HOOKUP) با هزینه کم؛
- مخصوص ارتباط بین کنترل کننده و وسایل فیلد به اصطلاح Slave در سطح تجهیزات (Device Level) مانند ایستگاه های ورودی/خروجی راه دور (ماژول های واسط IM153)

- جایگزین روش انتقال سیگنال آنالوگ 4-20mA یا 24V؛
- استفاده از استاندارد فیزیکی RS-485 (سطح ولتاژ ۱۵- و ۱۵ ولت) با کابل های زوج سیم به هم تابیده و فیبرنوری؛
- دارای سرعت تبادل داده (Baud Rate) بین 9.6 kbit/s تا 12Mbit/s؛
- تخصیص یک آدرس (از ۰ تا ۱۲۶) به هر یک از ایستگاه های DP، بدون نیاز به برنامه اضافی با استفاده از یک DIP Switch؛
- به ازای هر وسیله فیلدباس ۲۴۴ بیت داده ورودی و ۲۴۴ بیت داده خروجی می توان تعریف کرد؛
- سریع ترین سیستم فیلدباس (تا 12Mbaud)؛
- قابلیت مدیریت ۱۲۶ Slave توسط هر Master؛
- استفاده از دستگاه تکرارکننده (repeater)، در صورت بیشتر شدن تعداد ایستگاه ها از ۳۲ عدد؛
- دارای حداکثر طول شبکه 10km؛



شکل ۹-۳- مثالی از شبکه DP

◀ نسخه صفر DP (DP-V0)

- نسخه پایه DP می باشد که فقط اجازه ارتباط سیکلی بین Master و Slave را فراهم می سازد. در این ارتباط گره Master، دستگاه های Slave را برای تبادل داده، یکی پس از دیگری به صورت سیکلی فرا می خواند. پیکربندی باس در نسخه صفر DP به دو صورت زیر است:
- پیکربندی با یک Master (Mono Master): در این حالت Master به طور نامحدود باس را در اختیار می گیرد؛

- پیکربندی با چند *Master (Multi Master)*: در این حالت چند *Master* بصورت نوبتی و بر اساس مدل *Token Ring* از طریق دریافت توکن، باس را در اختیار می گیرند؛

◀ نسخه یک *DP (DP-V1)*

در این نسخه امکان ارتباط غیرسیکلی نیز اضافه شده است. برای درک ارتباط سیکلی و غیرسیکلی باید توجه داشت که در پروتکل *DP* دو نوع *Master* تعریف شده است:

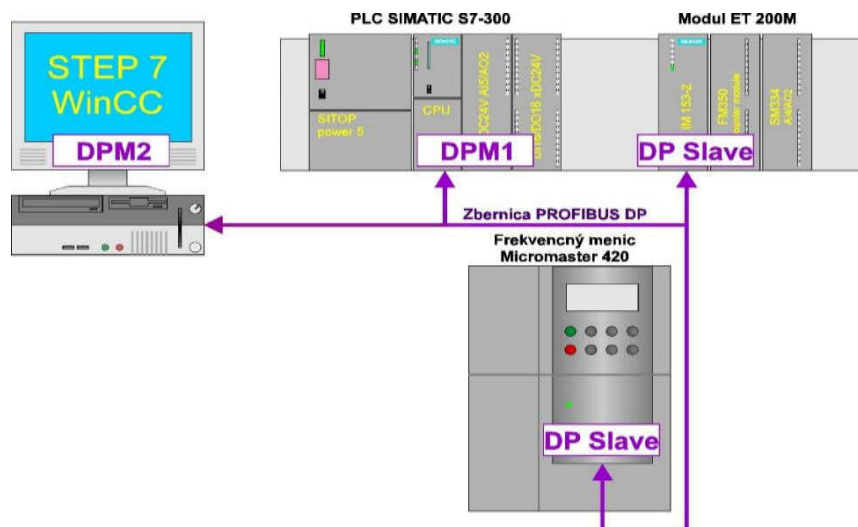
- *DP Master Class 1*
- *DP Master Class 2*

Master کلاس یک همان *PLC* یا کنترل کننده مرکزی می باشد. که به صورت سیکلی با *slave*ها در دوره زمانی معینی ارتباط برقرار می کند.

Master کلاس دو نیز وسیله ای مانند کامپیوتر برنامه ریز (*PC/PG*) است که برای مقاصد چون راه اندازی، تشخیص عیب، پیکربندی یا کالیبراسیون به *Slave*ها متصل می گردد.

تفاوت های *DP-V1* نسبت به *DP-V0*. عبارت اند از:

- امکان ارتباط غیرسیکلی؛
- امکان هدایت خروجی *Slave*ها به حالت *Faile Safe*؛



شکل ۳-۱۰- وسایل *Master* و *Slave* در نسخه *DPV1* شبکه پروفی باس

◀ نسخه دو *DP (DP-V2)*

در این نسخه امکان تبادل داده مستقیم بین *slave*ها نیز وجود دارد. که منجر به صرفه جویی در زمان می شود. و لازم نیست *Master* داده را از یک *slave* گرفته و به *slave* دیگر بدهد. این کار مستقیماً انجام می شود. این روش به صورت *Broadcast* صورت می گیرد. به طوری که یک *slave* به عنوان ناشر

(Publisher) داده خود را برای سایر Slave ها که مشترک (Subscriber) نامیده می شوند روی باس قرار می دهد. تا در صورت نیاز داده را خوانده و به عنوان ورودی استفاده نمایند.

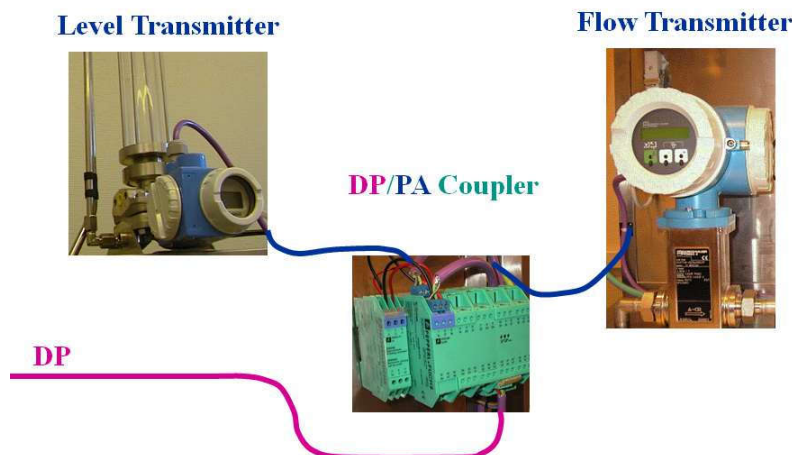
تفاوت های DP-V2 نسبت به DP-V1 عبارت اند از:

- امکان تبادل داده مستقیم بین slave ها؛
- قابلیت همزمان سازی (Synchronizing)؛
- قابلیت افزونگی
- قابلیت برچسب زمانی در سیگنال های IO (Time Stamp)

۳-۳-۳-۳-۳ پروفی باس PA

اهداف طراحی و بهینه سازی این نوع پروفی باس مشابه ProfiBus-DP می باشد. ویژگیهای پروفی باس PA عبارت اند از:

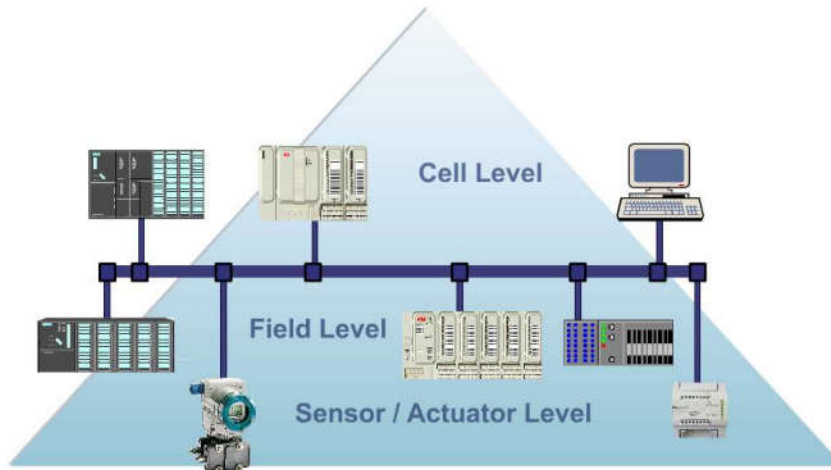
- استفاده وسیع در فیلدهای ذاتا امن (intrinsically-safe) مثل صنایع پتروشیمی؛
 - لایه فیزیکی مطابق با استاندارد IEC1158-2؛
 - استفاده از رنگ آبی برای پوشش کابل، که متمایز با سایر استانداردهای پروفی باس می باشد.
- نکته : به طور معمول رنگ بنفش برای کابل DP و FMS، رنگ آبی برای کابل PA و رنگ سبز برای اترنت صنعتی، پروفی نت استفاده می شود.



شکل ۱۱-۳- مثالی از اتصال وسایل شبکه PA به شبکه DP با یک کوپلر

۳-۴- انواع وسیله روی باس (Device Types)

استانداردهای بین المللی IEC 61158 و IEC 61784-1 پروفی باس را به عنوان یک استاندارد فیلد باس باز و مستقل از سازنده تعریف می کنند. پروفی باس دستگاه ها را بدون نیاز به یک واسطه سفارشی، شبکه کرده و برای کاربردهای پیچیده و حساس به زمان مناسب (time-critical) مناسب می باشد.

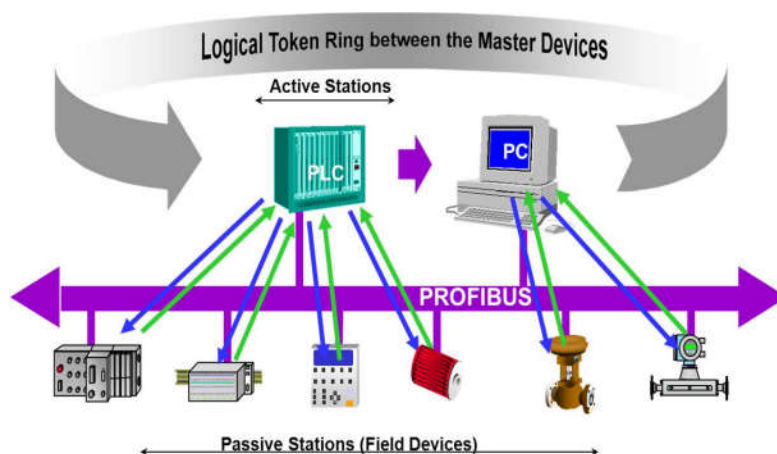


شکل ۳-۱۲- دستگاه های اتوماسیون

در سطح سنسور/عملگر، سیگنال ها از سنسورها و عملگرها در سیکل های پیوسته و دقیق (strict cycles) به کنترل کننده منتقل می شوند. در سطح فیلد دستگاه های DP نظیر ماژول های I/O، ترنس دیوسرهای اندازه گیری، شیرهای کنترل، درایوها و ترمینال های اپراتوری با ایستگاه های اتوماسیون در سطح سل (کنترل کننده) از طریق یک سیستم ارتباطی بلادرنگ و قدرتمند تبادل داده می کنند. این داده ها اساساً به صورت سیکلیک منتقل می شوند.

ایستگاه های اتوماسیون مانند PLC و IPC با یکدیگر در سطح سل تبادل داده می کنند. جریان اطلاعات این سطح نیاز به بسته های داده بزرگ و توابع ارتباطی قدرتمند دارد. این کار در گذشته توسط پروتکل FMS انجام می شد که با پروتکل های جدید مانند اترنت صنعتی و پروفی نت جایگزین شده است. مطابق شکل ۳-۱۳ به طور کلی از نظر الکتریکی دو نوع وسیله در شبکه پروفی باس DP تعریف می شود.

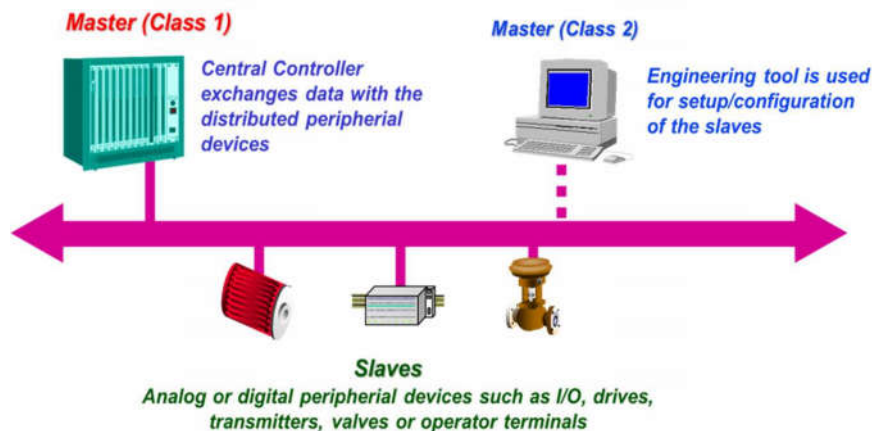
1. Masters or Active Devices (Class 1 & 2)
 - a. PLCs & Programming PCs
2. Slaves or Passive Devices:
 - a. Remote I/O Stations;
 - b. Linking device;
 - c. Repeaters;



شکل ۳-۱۳- انواع وسایل Active و Passive متصل به باس پروفیباس

◀ Master ارتباطات سیکلیک و آسیکلیک (cyclic and acyclic) روی باس را کنترل می کند. شبکه پروفی باس DP را می توان به صورت تک Master و یا چند Master پیکربندی کرد.

- DP Monomaster System
- DP Multi-Master System

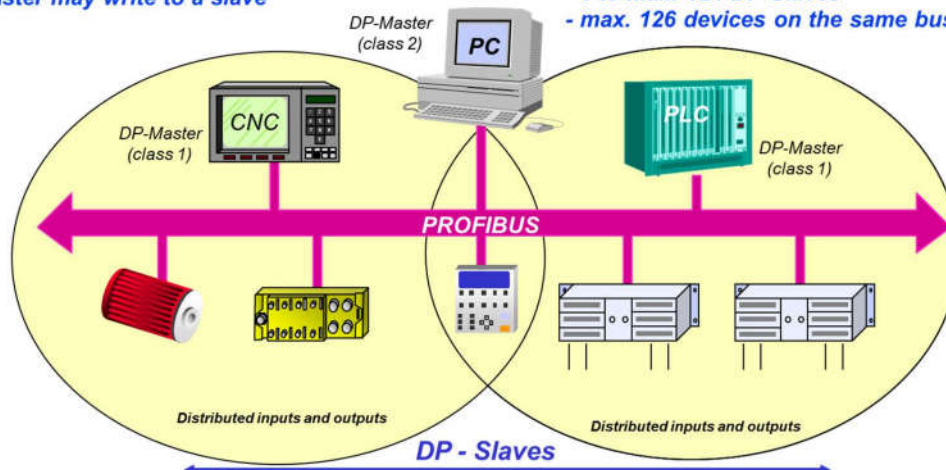


شکل ۳-۱۴- نمونه پیکربندی پروفی باس DP با یک مستر

Several DP-Masters may access a DP Slave with read functions but only one Master may write to a slave

DP Multi-Master systems consist of:

- multiple Masters (class 1 or 2)
- 1 to max. 124 DP-Slaves
- max. 126 devices on the same bus

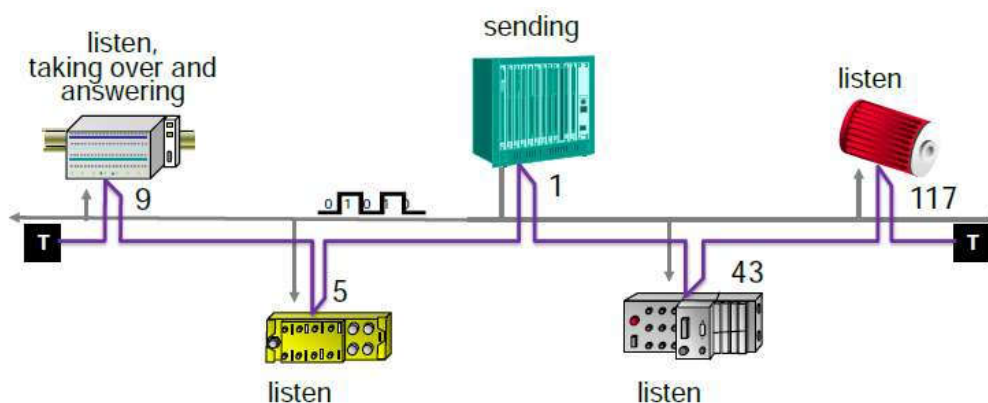


شکل ۱۵-۳- نمونه پیکربندی ساختار باس پروفی باس با چند مستر

هر نوع وسیله (Device) که روی شبکه از نوع Master Class 1 or 2 نباشد، Slave نوع DP یا PA (DP Slaves and PA Slaves) می باشد.

وسایل Linking device نیز سیگنل های شبکه PA را به باس DP لینک می کنند. به طوری که عمل تبدیل فیزیکی سیگنال (Physical change) از استاندارد EIA485 به استاندارد IEC یعنی MBP را مدیریت می کنند.

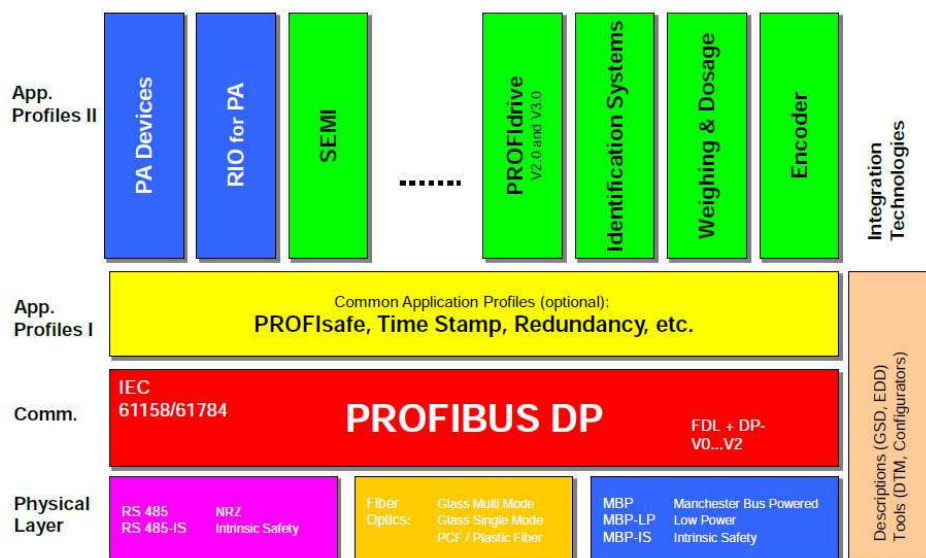
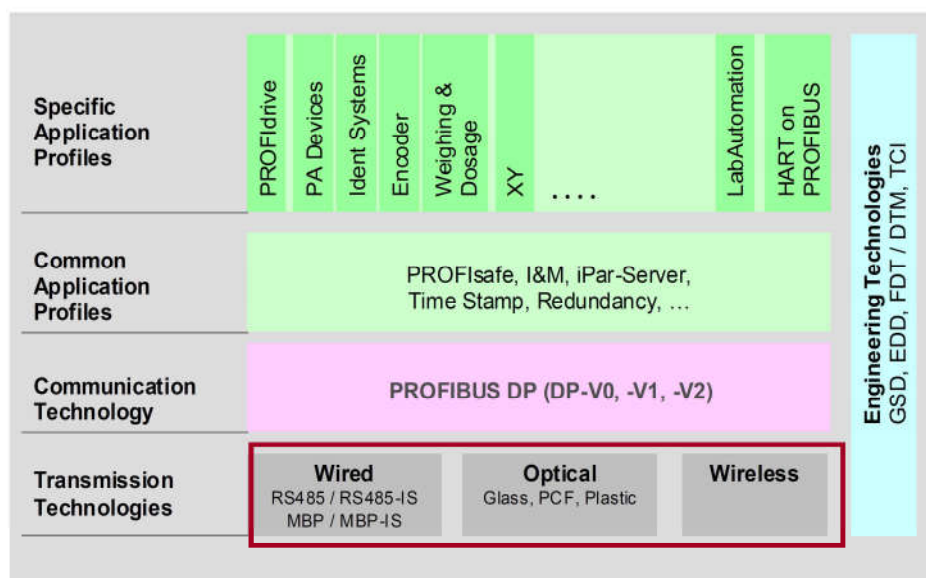
تبادل داده در شبکه پروفی باس بر روی یک ساختار باس دو سیمه صورت می گیرد. به طوری که در زمان تبادل داده یکی از Slave ها با Master، اسلیوهای دیگر در حالت منظر و گوش به باس (Listen) هستند. گر ها یا ایستگاه های IO در زمان فعال بودن شبکه می توانند به شبکه متصل و یا از آن جدا شوند (hot Swapped). به طوری که موقعیت وسیله در شبکه مهم نیست؛



شکل ۱۶-۳- وظایف وسایل روی باس پروفی باس از دید سگنالینگ

۳-۵- فناوری های بکار رفته در پروفیباس

شکل ۳-۱۷ فناوری های بکار رفته در پروفی باس را به صورت بلوک دیاگرامی به تصویر کشیده است.



شکل ۳-۱۷- فناوری های مختلف پروفیباس

این فناوری ها در گروه های زیر دسته بندی می شوند.

- فناوری های ارتباطی (*Communication Technologies*)
- فناوری های انتقال (*Transmission Technologies*)
- فناوری های مهندسی یا نرم افزار (*Engineering Technologies*)

همان طور که می دانیم و از شکل مشخص است. پروفی باس سه لایه از ۷ لایه OSI را پیاده می کند. مطابق این شکل فناوری های انتقال مربوط به انتقال داده در لایه فیزیکی، فناوری های ارتباطی مربوط به لایه دیتالینک مدل OSI یعنی روش های دسترسی به باس، تبادل داده و ارتباطات بین وسایل مربوط می شود. پروفایل ها نیز مربوط به لایه Application جهت پیکربندی باس در حوزه های کاربردی مختلف می باشد.

به تعریف دیگر می توان گفت که در هر شبکه مبتنی بر مدل OSI، فناوری های انتقال که از لایه فیزیکی نشأت می گیرند، بر موارد فیزیکی انتقال بیت های داده مانند نحوه سیگنالینگ، سطح ولتاژ و جریان سیگنالینگ، طول کابل، نوع کانکتور، کدینگ و غیره تاکید دارند. ولی فناوری های ارتباطی بیشتر به پروتکل های لایه های بالاتر و بخصوص در شبکه های صنعتی بر لایه دیتالینک مربوط می شود. که بیشتر جنبه نرم افزاری داشته و مواردی چون نحوه تبادل داده (Messaging)، فریم بندی، کنترل جریان داده، آدرس دهی وسایل روی شبکه و غیره را شامل می شود. ارتباط این لایه ها بین دو سیستم به صورت مجازی و از نوع نظیر به نظیر (Peer-to-Peer) می باشد. برای بکارگیری این فناوری ها پروفایل های از قبل تعریف شده وجود دارد. که بکارگیری و تنظیمات باس را ساده تر می کنند.

فناوری های مهندسی نیز مربوط به تعریف روش های نرم افزاری جهت پیکربندی وسایل، معرفی وسایل باس به کنترل کننده مانند فایل های GSD و تعریف پارامترها برای وسایل می باشد.

۳-۵-۱- فناوری ارتباطات (Communication Technology)

فناوری ارتباطات سند مشخصاتی (Specifications) را تعریف می کند که ساختار داده و نحوه تبادل داده بین دستگاه های مختلف شبکه را توصیف می کند (به عنوان مثال مکانیزم های ارتباطی). در این لایه تنها از پروتکل DP (Decentralized Periphery) در سه نسخه DP-V0 تا DP-V2 تعریف شده است.

۳-۶- پروفایل های مختلف پروفی باس

توابع پروتکل پروفی باس (Protocol Functions) توسط پروفایل ها که چگونگی استفاده از پروفی باس در زمینه های کاربردی خاص را توصیف می کنند، تکمیل شده است. پروفایل ها در دستورالعمل های بین المللی پروفی باس تعریف شده است.

نمونه هایی از پروفایل های تعریف شده برای دستگاه ها عبارتند از:

▪ پروفایل درایوها (drives)؛

این پروفایل برای پیکربندی باس و پارامترهای وسیله در سیستم های درایو موتور که مبتنی بر پروفی باس هستند، کاربرد دارد.

▪ پروفایل انکودرها (Encoders)؛

▪ پروفایل NC / RC ؛

دیگر پروفایل ها (*Branch*) عبارت است از:

▪ پروفایل پروفی باس PA برای ابزار دقیق. به عنوان مثال پروفایل سنسور دما، فشار و غیره؛

▪ پروفیل ها برای اتوماسیون ساختمان (*BMS*)؛

پروفایل عملکرد خاص یک کاربرد (*application-specific functionality*) را برای اطمینان از باز بودن پروفی باس و پروفی نت تعریف می کند.

پروفایل های سازمان PI می توانند دستگاه های ساده مانند انکودرها را با تعریف این که سیگنال ها چگونه استفاده می شود و چگونه از لحاظ فیزیکی متصل می شوند، را پوشش دهند. با این حال، پروفایل ها به طور فزاینده سیستم ها یا الزامات پیچیده تر را پوشش می دهند. پروفایل هایی مانند *PROFIdrive* و *PROFIsafe* عملکردهای فعال (*active functionality*) نیز ارائه می دهند. یک پروفایل پیشرفته مدیریت توان را برای دستگاه هایی مانند لیزر و ربات پوشش می دهد که در حال حاضر با هدف کاهش قابل توجه در مصرف انرژی برای صنعت خودرو در حال توسعه می باشد. به طور کلی پروفایل های پروفی باس را می توان به سه دسته زیر دسته بندی کرد:

۱- پروفایل ارتباطی (*Communication Profiles*): مربوط به پروتکل ها و استانداردهای ارتباطی است.

پروفایل های ارتباطی پروفی باس عبارت اند از:

- *Profibus DP (Data Processing)*
- *Profibus FMS (Field Bus Message Specification)*
- *Profibus PA (Process Automation)*

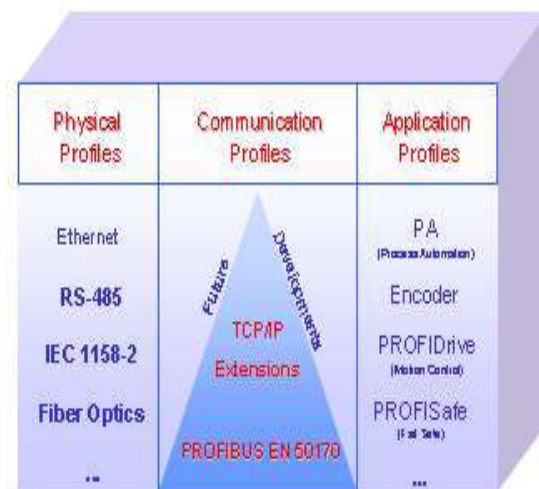
۲- پروفایل فیزیکی (*Physical Profiles*): به پروتکل ها و ضوابط انتقال داده روی رسانه های فیزیکی

(کابل) مربوط می شود. که عبارت اند از:

- *RS-485*
- *IEC 1158-2*
- *Fiber Optic*

۳- پروفایل کاربردی (*Application Profiles*): مربوط به انتخاب پروتکل و تکنولوژی انتقال داده برای

تجهیزات بخصوص است



شکل ۳-۱۸- پروفایل های پروفی باس

۳-۶-۱- پروفایل های فیزیکی

پروفایل فیزیکی عبارت از انتخاب تکنولوژی انتقال داده بر اساس فواصل مربوطه و سرعت انتقال داده می باشد. سه روش انتقال داده در پروفی باس وجود دارد که عبارت انداز:

- استاندارد RS-485 جهت کاربردهای عمومی در اتوماسیون کارخانه (Manufacturing Automation)؛
- استاندارد IEC 1158 با پروتکل فیزیکی MBP جهت استفاده در اتوماسیون فرآیند (Process Automation)؛
- فیبر نوری جهت استفاده در شبکه با فواصل دور و سرعت خیلی بالا؛

۳-۶-۲- پروفایل های کاربردی (Application Profiles)

پروفایل کاربردی مربوط به رفتار تجهیزات و ایستگاه های فیلد در هنگام تبادل اطلاعات از طریق پروفی باس است به طوری که مهمترین پروفایل کاربردی پروفی باس PA می باشد؛ این پروفایل معرف پارامترها و بلوک دیاگرام تجهیزات نظیر ترانسدیوسرهای اندازه گیری، شیرها، انکدرها، درایورها و غیره است.

پروفایل های کاربردی شامل دو دسته پروفایل می باشد:

- پروفایل های کاربردی بخصوص (Specific Application Profiles)؛
- پروفایل های کاربردی عمومی (General Application Profiles)

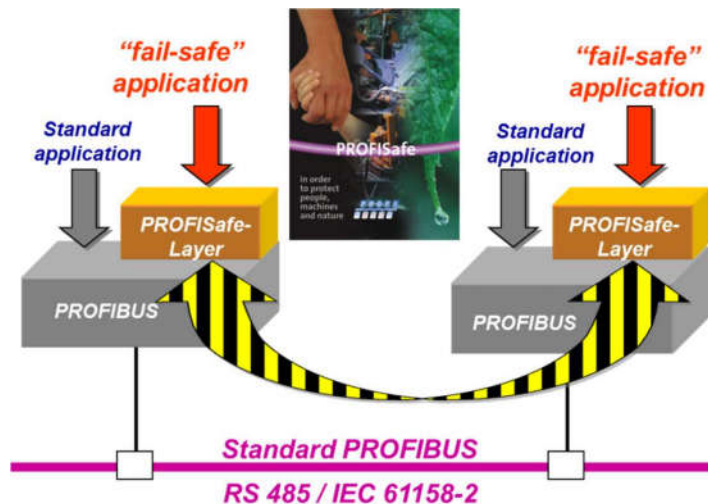
پروفایل های کاربردی، مشخصات عمومی هستند که ویژگی ها، قابلیت های کارایی و رفتار دستگاه ها را توصیف می کنند. یک پروفایل تعامل مبتنی بر کاربرد را برای گونه های مختلف وسیله در شبکه پروفی باس فراهم می کند.

جدول ۳-۱- فهرست پروفایل های کاربردی

Profiles Title	Order No.
FMS Communication between Controllern	Version 1.4 3.002
FMS Building Automatization	Version 2.0 3.011
FMS Sensors and Actors	Version 1.0 3.021
PA Field Devices (Draft)	Version 3.0 3.042
DP NC/NR Control	Version 1.0 3.052
DP Encoders	Version 1.1 3.062
FMS/DP Variable Speed Drives	Version 2.0 3.072
DP HMI-Systems (Draft)	Version 1.0 3.082
DP Failsafe with PROFIBUS (Draft)	Version 1.0 3.092

۳-۶-۳- پروفایل PROFISafe

پروفایل PROFISafe استفاده از پروفی باس را در کاربردهای ایمن در خطا (fail-safe) فراهم می کند. به عبارت دیگر PROFISafe قابلیت تشخیص پیشرفته را به پروفی باس اضافه می کند، لذا امکان استفاده از پروفی باس را در سیستم های ایمنی فراهم می کند. به طوری که برای کاربردهای تا سطح SIL-3 یاد شده در استاندارد IEC-61508 مناسب می باشد. سیستم های ایمنی به انتقال بسیار امن اطلاعات نیاز دارند که در آن احتمال داشتن یک خطای غیرقابل تشخیص بسیار کم است.



شکل ۳-۱۹- پروفایل Profisafe اضافه شده به لایه Application پروفی باس

PROFISafe اولین استاندارد ارتباطی برای استاندارد IEC-61508 می باشد. که امکان برقراری هر دو ارتباطات استاندارد و ایمن در خطا را بر روی یک خط باس فراهم می کند. سازندگان تجهیزات ایمنی و کاربران فناوری ایمنی بسیار زیادی در توسعه این استاندارد مستقل از سازنده به موسسه بین المللی پروفی باس (PI) کمک کرده اند. PROFISafe در IEC61784-3-3 به عنوان یک استاندارد بین المللی تعریف شده است.

پروفایل PROFISafe امکان ارتباطات fail-safe را برای باس های استاندارد باز پروفی باس و پروفی نت، بر پایه اجزای شبکه استاندارد فراهم می کند. یادآوری می شود که پروفی باس DP برای تبادل داده سریع و سیکلیک با دستگاه های I/O پروفی باس PA برای شبکه کردن سنسور و عملگر در محیط های ذاتاً امن اتوماسیون فرآیند و PROFINET نیز یک استاندارد اترنت صنعتی باز برای ارتباطات یکپارچه می باشد که از سطح اداری تا سطح فیلد، هرم اتوماسیون را پشتیبانی می کند.

برای برآورده کردن شرایط استانداردهای ایمنی بالا، سیستم باید قادر به تشخیص خطاهای زیر باشد:

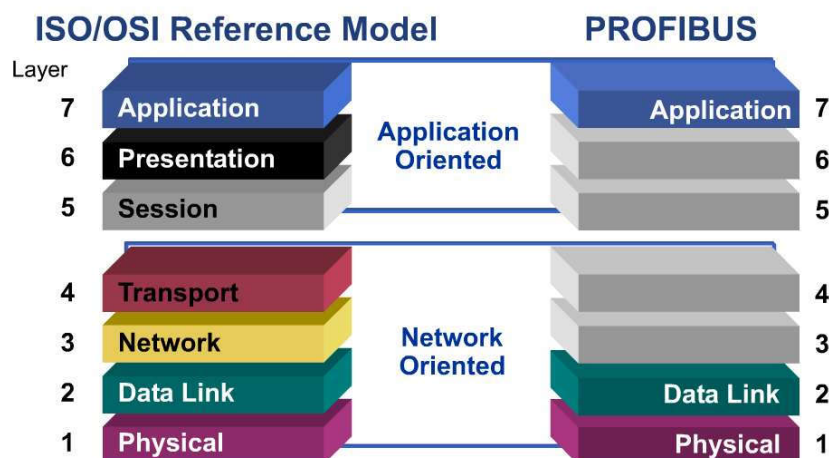
- تکرار پیام ها؛
 - از دست دادن پیام ها؛
 - درج پیام؛
 - تعیین توالی نادرست پیام ها؛
 - خرابی در داده های منتقل شده؛
 - تاخیر در دریافت و یا انتقال داده ها
 - تلفیق پیام های استاندارد با پیام های مرتبط با ایمنی؛
- برای تشخیص این خطاها، ویژگی های زیر اضافه شده است:
- هر پیام تایید می شود (loop back of data)؛
 - بررسی بیشتر خطاها؛
 - شماره متوالی پیام ها (Consecutive Numbering)؛
 - انتظار زمانی از پیام ها؛
 - شناسایی فرستنده و گیرنده؛

فصل ۴ - معماری پروتکل پروفی باس (Protocol Architecture)

۴-۱- مقدمه

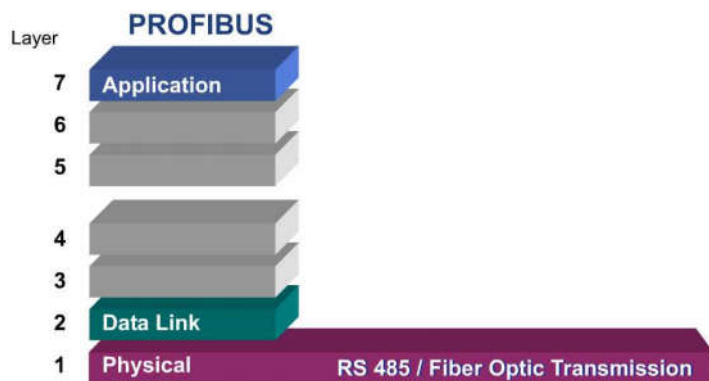
معماری پروتکل پروفی باس مبتنی بر مدل مرجع استاندارد بین المللی *ISO/OSI* (استاندارد *ISO 7498*) می باشد. این مدل هفت لایه ای سرویس ها و قوانین اجرایی مناسبی را برای **ارتباطات بین دو سیستم** تعریف می کند. در این مدل، که هر لایه انتقال دقیقاً وظایف تعریف شده را هندل می کند، لایه ۱ (لایه فیزیکی) ویژگی های انتقال فیزیکی، لایه ۲ (لایه پیوند داده) پروتکل دسترسی به باس و لایه ۷ (لایه کاربردی) توابع کاربردی (*application functions*) را تعریف می کند. به طور خلاصه:

- لایه ۱- (لایه فیزیکی): مدیریت مشخصه های انتقال فیزیکی؛
- لایه ۲- (لایه ارتباط داده): مدیریت پروتکل های دسترسی به باس؛
- لایه ۷- مدیریت توابع کاربردی می باشد؛



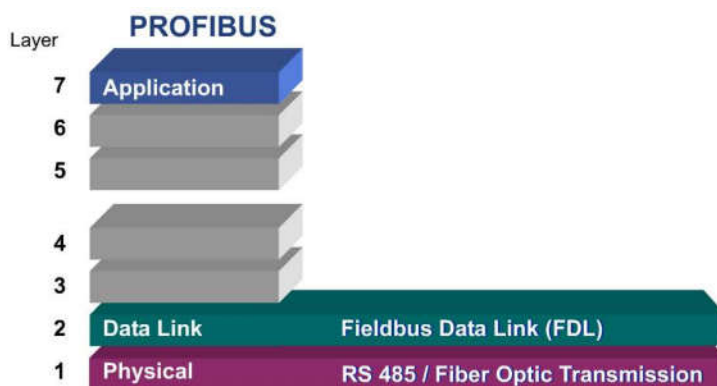
شکل ۴-۱- معماری پروتکل پروفی باس در مقابل OSI

نسخه پایه پروفی باس، استاندارد فیزیکی انتقال داده *EIA RS485* را برای لایه فیزیکی تعیین می کند. علاوه بر این کابل های فیبرنوری نیز می تواند برای انتقال فیزیکی اطلاعات استفاده می شود.



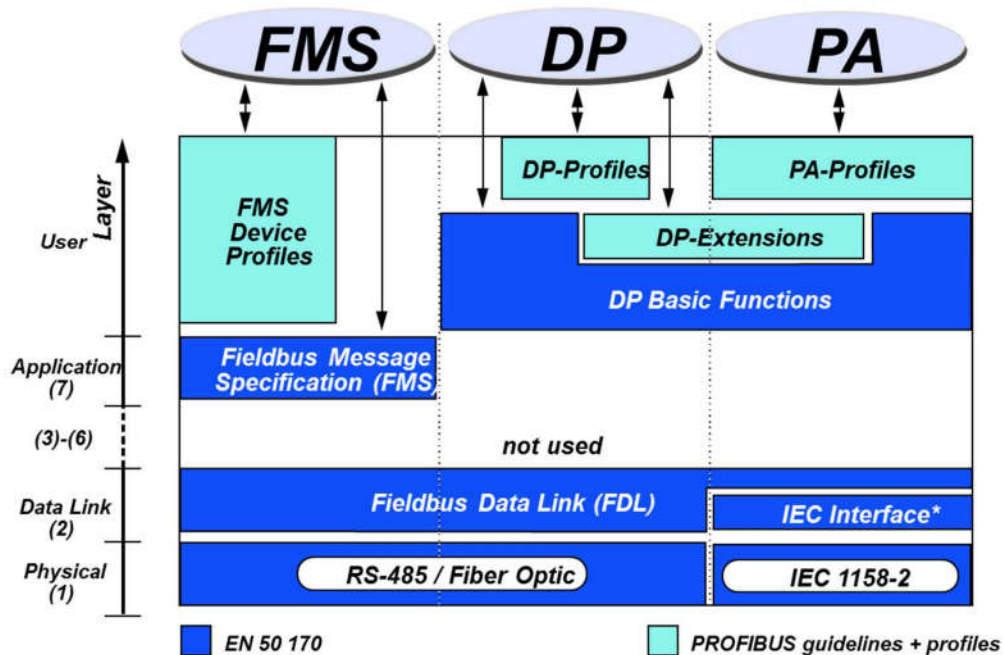
شکل ۴-۲- لایه فیزیکی برای پروفی‌باس

قابلیت‌هایی مانند توابع کنترل دسترسی به باس، بررسی درستی و تمامیت داده و ارتباط با پروتکل‌های انتقال در لایه دیتالینک پروفی‌باس پیاده‌سازی می‌شود. پروتکل‌های لایه *FDL* (Sub layer)، سرویس‌های گوناگونی را برای ارسال و درخواست پیام‌ها روی باس فراهم می‌کند.



شکل ۴-۳- لایه دیتالینک پروفی‌باس

مطابق شکل ۴-۴ در پروفی‌باس لایه‌های ۳ تا ۶ مشخص نشده است. این به معنی است که توابع تعریف شده برای این لایه‌ها در *OSI* در شبکه پروفی‌باس کاربردی ندارد. شکل ۴-۴ سرویس‌های مختلف پروفی‌باس در این سه لایه *OSI* را به تصویر کشیده است.

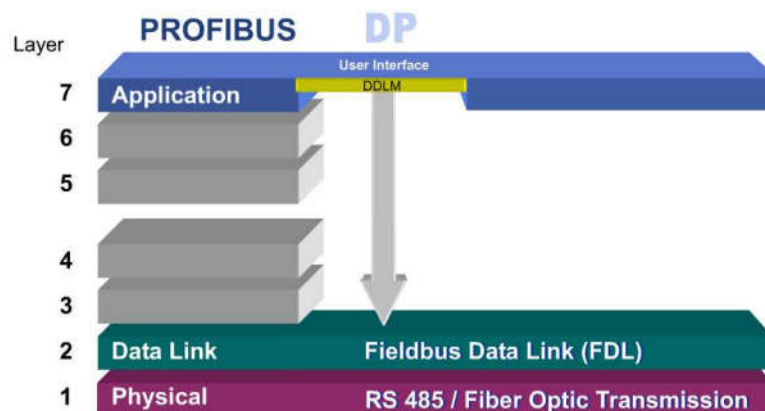


* Proposed amendment A2 to EN 50170 Volume 2 under vote until Q3 / 1998

شکل ۴-۴- لایه های شبکه پروفیباس مطابق با استاندارد 2 - EN 50170

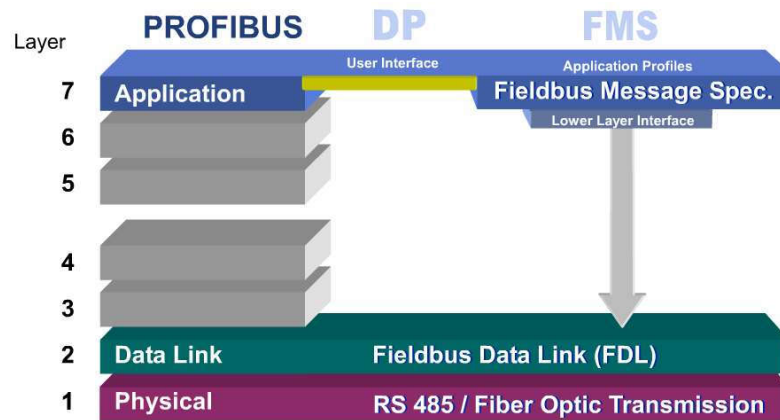
در پروفیباس DP لایه ۷ نیز کاربردی ندارد. یعنی با پروفیباس DP لایه ۷ توصیف نمی شود. با این معماری کوچک (lean Architecture) شده، ارتباطات داده به شدت سریع و کارآمد می باشد. همان طوری که از شکل ۴-۴ دیده می شود. پروفایل ها در بالای لایه Application (۷) تعریف شده است. لایه ۷ تنها در سرویس FMS بکار گرفته می شود.

لایه ۷ د سرویس DP، دارای واسط DDLM (Direct Data Link Mapper) جهت دسترسی مستقیم به توابع لایه FDL می باشد. نسخه های پروفیباس DP و FMS شامل سرویس های ارتباطی Master/Master یا Master/Slave می باشند؛



شکل ۴-۵- واسط DDLM برای سرویس DP در لایه کاربرد پروفیباس

در پروفی‌باس FMS، پروتکل ارتباطی عمومی (universal communication Protocol) یعنی لایه ۷ شامل سرویس FMS می‌باشد. از لحاظ تاریخی پروتکل FMS پیشگام پروتکل های ارتباطی می‌باشد. واسط LLI در لایه ۷، معرف سرویس های انتقال داده ارائه شده FMS در لایه دیتالینک می‌باشد. به عبارت دیگر دسترسی مستقیم به توابع لایه ۲ برای FMS توسط بسته LLI پیاده سازی می‌شود.

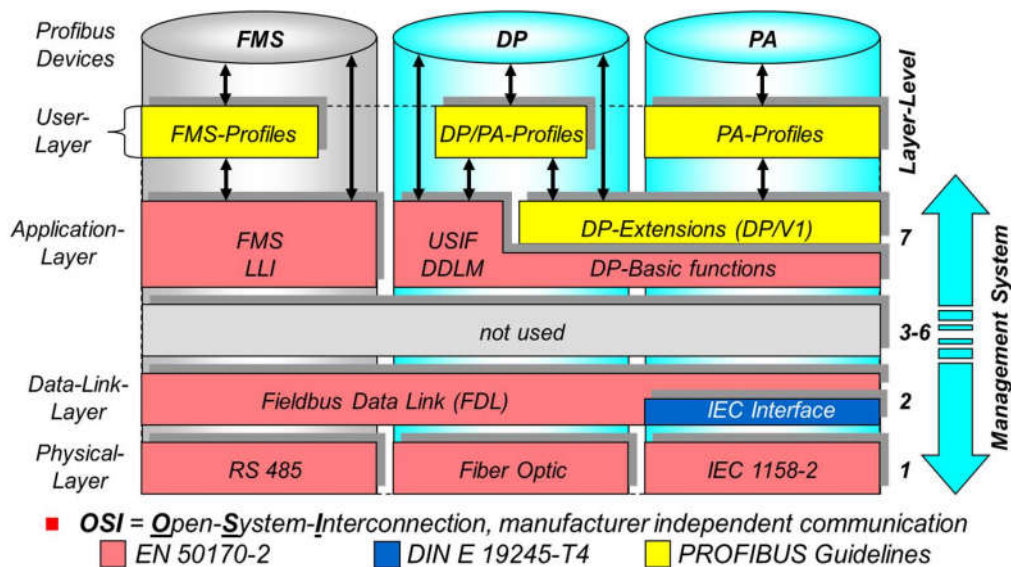


شکل ۴-۶- پروتکل FMS در لایه ۷

۴-۱-۱- لایه فیزیکی پروفیباس

پروتکل های FMS و DP از فن آوری انتقال و کابلها یا رسانه فیزیکی (RS-485/FO) یکسان استفاده می‌کنند. لایه فیزیکی برای این دو پروتکل مطابق استاندارد EN50170، استاندارد RS485 می‌باشد؛

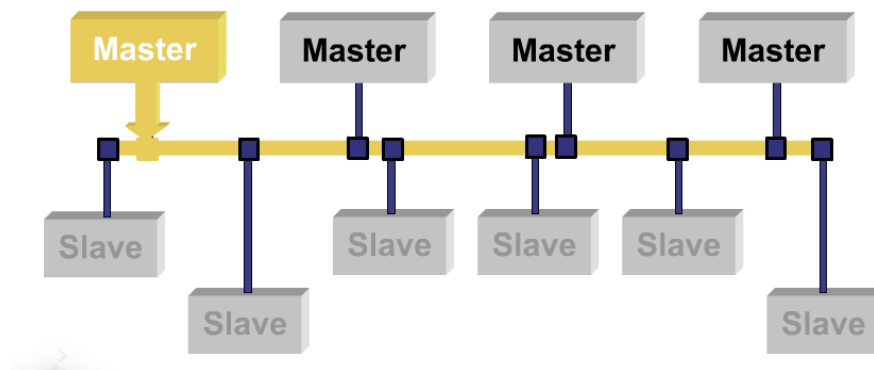
- استاندارد لایه فیزیکی پروفی‌باس PA، IEC 61158-2 می‌باشد؛
- لایه لینک داده در هر سه پروتکل، به طور یکسان توصیف می‌شود؛
- در سطح کاربرد، پروتکل های DP و PA یکسان هستند ولی FMS متفاوت است؛



شکل ۷-۴- لایه های پروتکل پروفی باس مطابق با معماری لایه ای (ISO 7498) ISO/OSI

۴-۲- لایه دیتالینک پروفی باس- دسترسی به باس فیزیکی

وسایل مستر تعیین کننده یا شروع کننده تبادل داده روی شبکه پروفی باس هستند. یک مستر می تواند در زمانی که باس را در اختیار دارد (دارنده *token* می باشد) بدون دریافت درخواست (*Request*) داده، پیام هایی را ارسال نماید. از مسترها تحت عنوان ایستگاه ها یا گره های فعال یاد می شود.



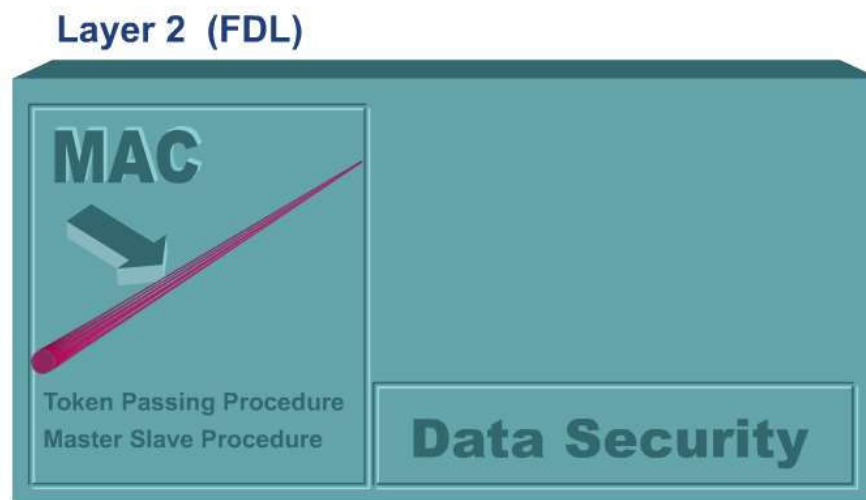
شکل ۸-۴- شروع تبادل داده روی باس برای گره مستر دارنده توکن

یکی از وظایف مهم لایه دیتالینک فراهم کردن روش دسترسی به باس می باشد. کنترل دسترسی به باس یا *MAC* (*Medium Access Control*) نحوه دسترسی به باس و مدت زمان انتقال داده روی باس را برای یک وسیله تعیین می کند. به طوری که تضمین می کند که در آن واحد تنها یک وسیله حق دسترسی به باس را دارا می باشد. برای این منظور هر دو روش *Master/Slave* و *Token Passing* برای کنترل باس به کار می رود.

روش Master/Slave برای ارتباط بین master و Slave ها در ارتباط سیکلیک و روش Token برای دسترسی به باس در بین Master ها بکار می رود.

پیام منتشره از یک مستر، می تواند به یک گره آدرس دهی شده، به گروهی از گره ها و یا به همه گره ها روی باس ارسال گردد. تنها گره آدرس دهی شده دریافت پیام را با ارسال تصدیق به فرستنده روی باس، فوراً تایید (Confirm) می کند.

یکی دیگر از وظایف مهم لایه دو، تامین امنیت داده یا پشتیبان گیری داده (data backup) می باشد. لذا از طریق چک بیت ها و بایت های کنترل بیشتر (check bites & control bytes) هر گونه خرابی در طول انتقال داده که نیاز به تصدیق دارد، به طور قابل اعتماد تشخیص داده می شود (با فاصله همینگ ۴). فاصله همینگ برابر ۴ به این معنی است که تا سه بیت همزمان خراب شده قابل تشخیص می باشد. بنابراین فریم ها دارای یک سطح بالای محافظت در مقابل خطاهای انتقال می باشند.



مطابق مدل شبکه OSI برای پروفی باس، دسترسی به باس برای انتقال داده و مواردی چون رمز داده ها جهت تضمین امنیت، فریم بندی پیام ها و پردازش پروتکل در لایه دوم یعنی لایه دیتالینک صورت می گیرد. لایه دیتالینک در شبکه پروفی باس، FDL (Fieldbus DataLink layer) نام دارد. این لایه از زیربخش ها یا پروتکل های زیر تشکیل شده است:

- LLC : Logical Link Control
- MAC : Media Access Control
- Frame

وظایفی چون کنترل جریان اطلاعات، کنترل برقراری ارتباط و تشخیص خطا توسط بخش LLC صورت می گیرد. فریم نیز بسته مشخصی از اطلاعات تبادلی می باشد؛

۴-۲-۱- تکنیک های دسترسی به باس (Access Technique)

دسترسی به باس در هر سه نسخه پروفی باس از طریق پروتکل های لایه دو صورت می گیرد. برای این منظور پروفی باس بین تجهیزات *Slave* و *Master* فرق قائل می شود. به طور کلی دسترسی به باس برای دستگاه های پروفی باس به سه روش زیر می تواند صورت گیرد:

◀ روش *Master/Slave*؛

◀ روش *Token Passing*؛

◀ ترکیبی از دو روش بالا؛

در مدل ارتباطی *Master/Slave*، مستر یک واحد فعال با حق کنترل باس می باشد که برای مدت محدودی از زمان (*Token Hold Time*) باس را در اختیار می گیرد. اسلیو فقط به درخواست مستر پاسخ می دهد و دارای حق دسترسی به باس نمی باشد.

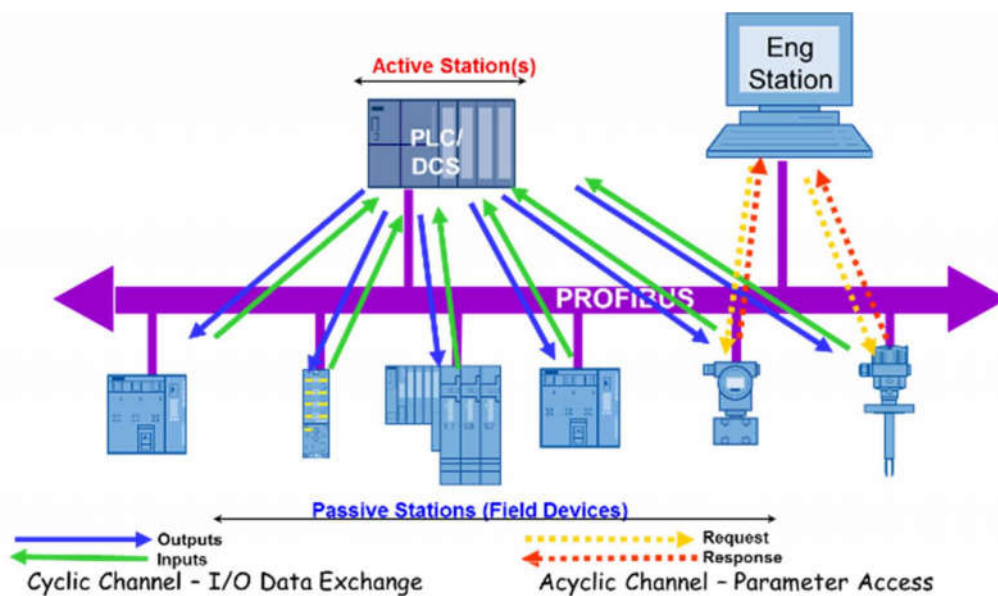
زمانی که چند مستر روی باس قرار گیرد، مسترها برای دسترسی به باس از روش *Token Ring* یا *Token Passing* استفاده می کنند. به این صورت که یک توکن بین مسترها می چرخد. به طوری که چرخش توکن توسط پروتکل *MAC* انجام می شود. هر مستر که توکن را بدست آورد، آنگاه برای ارتباط با اسلیوها از روش *Master/Slave* استفاده می کند و وقتی کارش تمام شد، توکن را به مستر بعدی روی باس تحویل می دهد. به طور کلی پروفی باس از نقه نظر زمانی برای تبادل داده بین مستر و اسلیوها و همچنین ارتباط بین مسترها و یا به عبارت بهتر جهت دسترسی به باس از دو نوع ارتباط کلی استفاده می کند. که عبارتند از:

▪ ارتباط سیکلیک (*Cyclick*) - برای قرائت داده ایستگاه های *I/O* توسط کنترل کننده به روش

Master/Slave

▪ ارتباط آسیکلیک (*Acyclic*) - برای عملیاتی نظیر دسترسی به پارامترهای دستگاه و یا مقاصد تشخیص

و عیب یابی از روش *Acyclic* یا *Client-Server* استفاده می کند؛



شکل ۴-۹- ارتباط سیکلیک و آسیکلیک

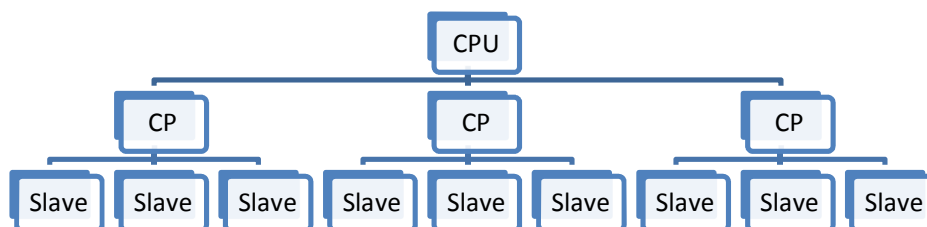
▪ در روش *Master/Slave* :

- باس به صورت انحصاری در اختیار مستر می باشد؛
- برای تبادل داده، مستر از اولین اسلیو (اولین آدرس) شروع به ارسال فرمان و دریافت داده می کند. تا به آخری برسد و دوباره تکرار می کند؛
- در این ارتباط تاخیر بوجود آمده تا پایان ثابت است؛
- به مانند روش *CSMA/CD* بکاررفته در پروتکل اترنت، هیچ تصادفی پیش نمی آید؛
- مدیریت باس و تبادل کاملاً دست مستر است؛
- در صورتی که مستر یکی از اسلیوها را نبیند، خطا (*fault*) می گیرد؛

▪ در روش *Token Passing* :

- همه وسایل (مسترها) حق مساوی دارند؛
- مجوز ارسال توسط توکن (نشانه یا علامت) بین مسترها می چرخد؛
- توکن در ابتدا در اختیار گرهی از باس که آدرسش روی باس از همه کمتر است، قرار می گیرد؛
- اگر یکی از مسترها از شبکه خارجی شود فالتی پیش نمی آید؛

ترکیب روش های *master/Slave* و *TokenPassing* جهت دسترسی به باس در یک شبکه پروفی باس با توجه به این که روش بالا دارای تاخیر می باشد. توصیه می شود که برای ترکیب روش دسترسی به باس *master/Slave* و *TokenPassing* در یک شبکه از روش مطابق شکل زیر استفاده شود.



روش پیشنهادی برای ترکیب روش دسترسی به باس *master/Slave* و *TokenPassing* در یک شبکه

- پارامتر *TTR (Token Time Rotation)*: سرعت یا نرخ بیت انتقالی تنظیم شده برای شبکه و همچنین تعداد وسایل نصب در شبکه بر مقدار پارامتر *TTR* تاثیر گذار است.
- در شبکه *Multi-Master* رویه *Token Passing* باید مطمئن شود که هر مستر زمان کافی برای انتقال داده دارد. در این حالت کاربر زمان لازم یعنی *TTR (Target Token Rotation Time)* را برای هر مستر تعیین می کند؛
- هر مستر میزان زمان انتقال داده در مدت زمان در دست داشتن توکن را از طریق رابطه زیر محاسبه می کند؛

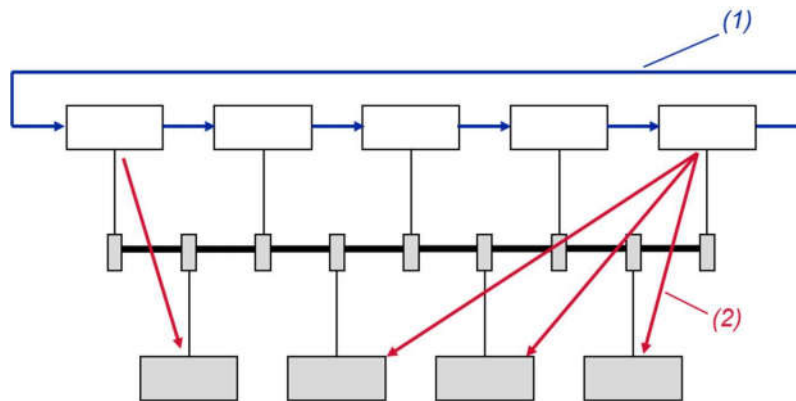
T_{TH} = Token Hold Time

T_{TR} = Target Token Rotation Time

T_{RR} = Real Token Rotation Time

$$T_{TH} = T_{TR} - T_{RR}$$

شکل ۴-۱۰- محاسبه زمان در دست داشتن توکن



شکل ۴-۱۱- روش $Token\ Passing$ (۱) برای دسترسی به باس بین مسترهای مختلف

روش (۲) برای ارتباط $Master/Slave$

۴-۳- سرویس های لایه دیتالینک پروفی باس

همان طوری که گفته شد، دسترسی به باس با ترکیب دو رویه دسترسی MAC و $Token$ کنترل می گردد. روش MAC یک رویه چرخشی دریافت توکن ($Token\ Passing$) را در فاز آغازین ایجاد می کند. سپس یک حلقه توکن ایجاد می گردد. به طوری که تنها یک گره مستر دارای نشانه یا توکن می باشد. که کنترل توکن را در یک مدت زمان مشخص در دست دارد. پس از بدست آوردن توکن توسط گره مستر، رویه ارتباطات $Master/Slave$ تبادل داده مستر دارنده توکن با اسلیوهایش را روی باس کنترل می کند.

۴-۳-۱- سرویس های انتقال داده لایه دیتالینک

برای انتقال داده روی باس پروفی باس، لایه ۲ سرویس های انتقال ($Transmission\ Services$) را مطابق شکل زیر تعریف می کند.

پروفایل های ارتباطی پروفی باس ($Communication\ Profiles$) ترکیب های مختلفی از ۴ سرویس را برای انتقال داده استفاده می کنند. مطابق شکل ۴-۱۲ انواع سرویس های ارتباطی که لایه FDL برای انتقال داده روی پروفی باس تعریف می کند. عبارت انداز:

▪ چرخشی ($Cyclic\ or\ polling$)؛

- غیر قابل چرخشی (Acyclic)؛
- ارسال داده با و بدون پیام تایید (Send Data with/without Acknowledge)؛
- ارسال داده و نیاز به پاسخ (Send and Request Data with Reply)؛
- CSRD – Cyclic Send and Request Data with replay
 - Cyclic Send and Receive with Acknowledgement;
- SDA- Send Data with Acknowledgement;
- SRD - Send and Request Data with Reply;
 - Send and Receive with Acknowledgement;
- SDN - Send Data with No acknowledge;
 - Send Data Unacknowledged;

Layer 2 (FDL)



Service	Function	DP	FMS
SDA	Send Data With Acknowledge		•
SRD	Send And Request Data With Reply	•	•
SDN	Send Data With No Acknowledge	•	•
CSRD	Cyclic Send And Request Data With Reply		•

شکل ۴-۱۲- سرویس های انتقال داده لایه دیتا لینک (FDL)

۴-۳-۲- سرویس ارسال داده با تصدیق SDA (Send Data with Acknowledge)

سرویس SDA داده را به یک ایستگاه با آدرس مشخص شده ارسال و از آن درخواست می کند. که فوراً یک فریم برگشتی (Return or Replay telegram) را همراه با تصدیق بفرستد. این سرویس برای ارتباطات FMS (مستر به مستر) استفاده می شود.

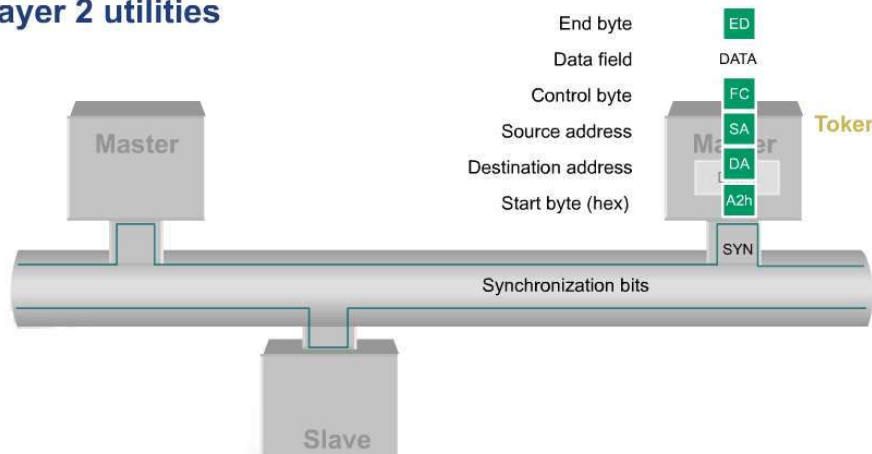
برای درک ارتباط SDA فرض کنید که مطابق شکل زیر Master سمت راست دارنده توکن بوده و می خواهد اطلاعاتی را به Master سمت چپ بفرستد. شکل های زیر گام به گام نمونه یک ارتباط SDA را نشان می دهند.

Layer 2 services

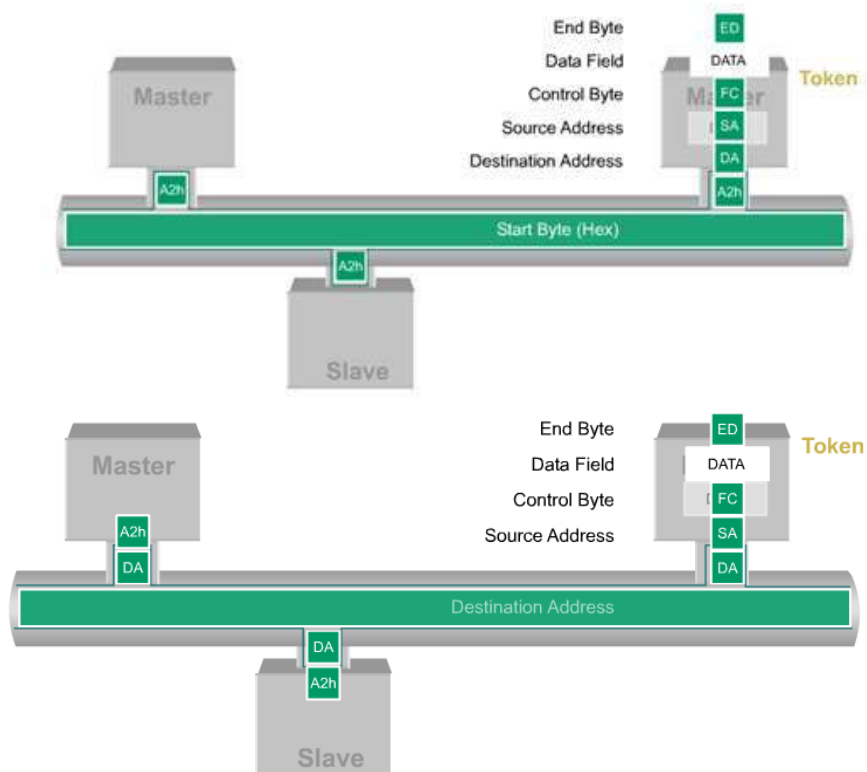


ابتدا بیت های همزمان سازی را روی باس می گذارد.

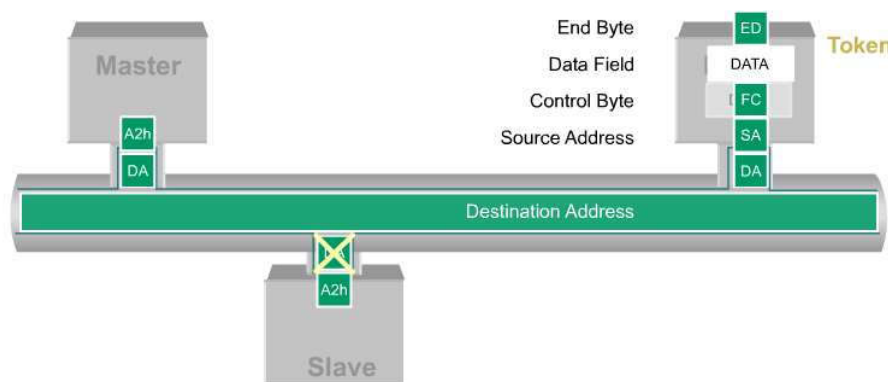
Layer 2 utilities



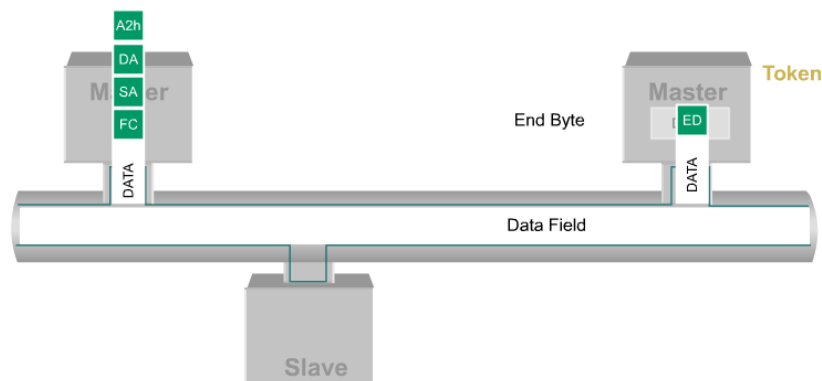
سپس بایت شروع و به دنبال آن آدرس وسیله مقصد را روی باس قرار می دهد. بایت Start (A2h) و آدرس مقصد را تمام وسایل روی باس برمی دارند.



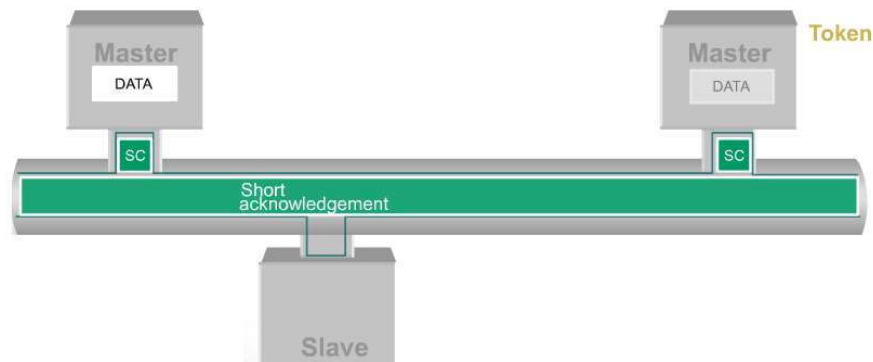
وسیله Slave تشخیص می دهد که آدرس مربوط به آن نیست.



سپس فریم داده بایت به بایت به آدرس مقصد ارسال می گردد.



در پایان وسیله مقصد بسته SC (Short Acknowledge) را به فرستنده ارسال می دارد.

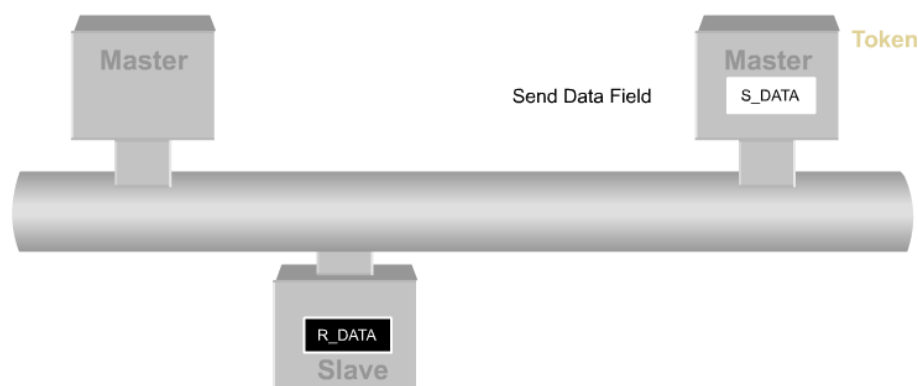


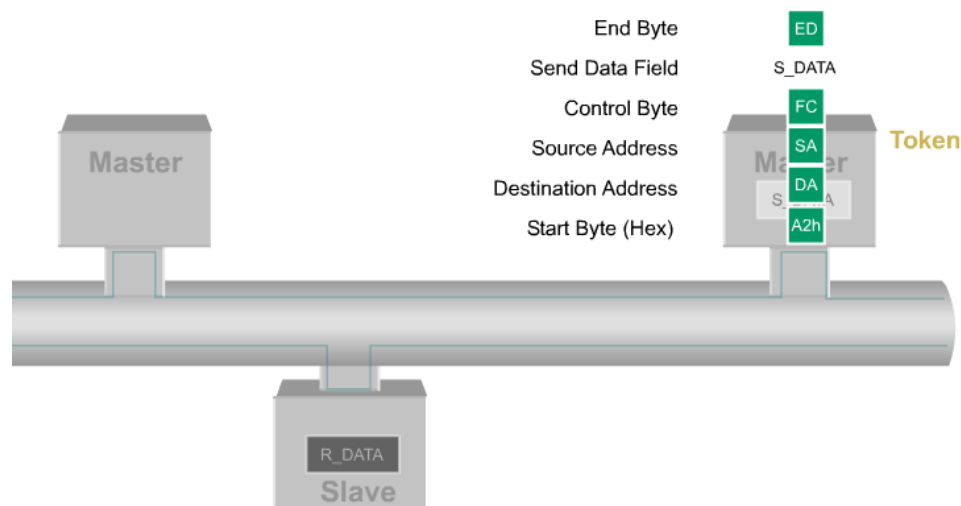
شکل ۴-۱۳- سرویس ارسال داده با تصدیق SDA

۴-۳-۳- سرویس SRD (Send and Request Data with Reply)

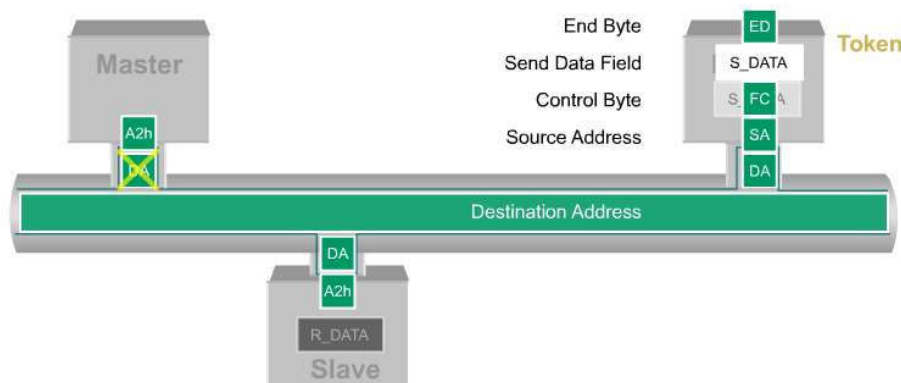
سرویس SRD (Send and receive Data with Acknowledge) داده را به یک وسیله آدرس دهی شده ارسال و همزمان از آن ایستگاه درخواست داده می کند. ایستگاه مذکور فریم دریافتی (telegram) را تصدیق و داده درخواست شده را فوراً بدون داشتن حق دسترسی به باس ارسال می کند. این سرویس در ارتباطات Master/Slave پروتکل های PA، DP و FMS بکار گرفته می شود.

برای تشریح عملکرد SRD فرض کنید که Master دارنده توکن بسته S_DATA (Send Data Field) را به یک Slave ارسال و از آن درخواست داده می کند. وسیله Slave داده را در بسته R_DATA قرار داده و به Master ارسال می دارد.

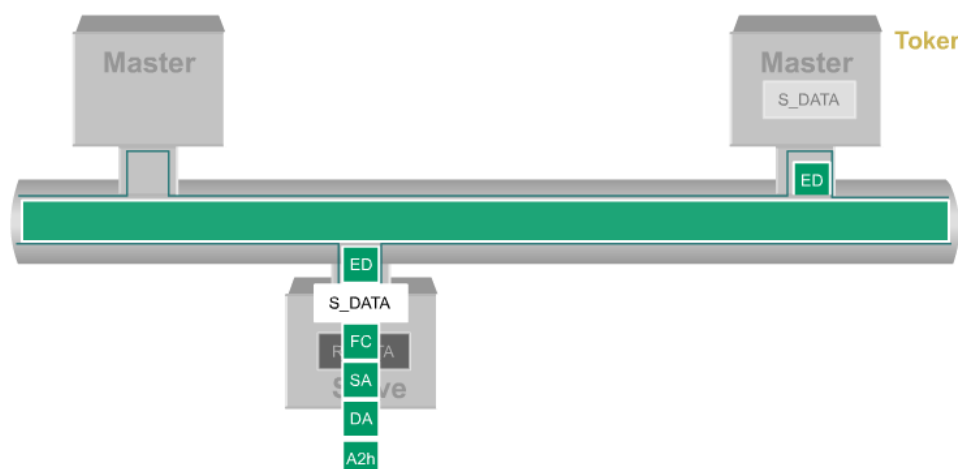




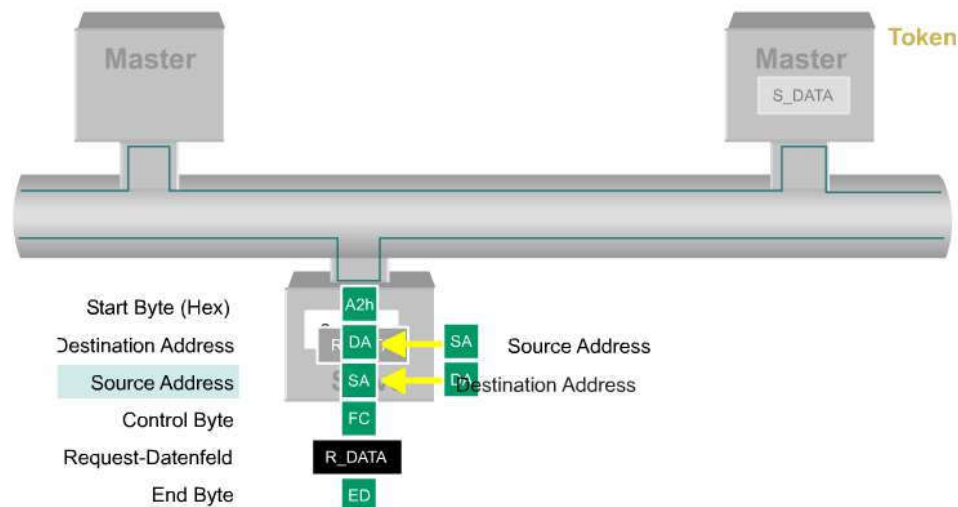
با زدن این جا نیز به همان ترتیب *SDA* بسته ها روی باس قرار داده شده و وسیله مقصد تشخیص داده می شود.



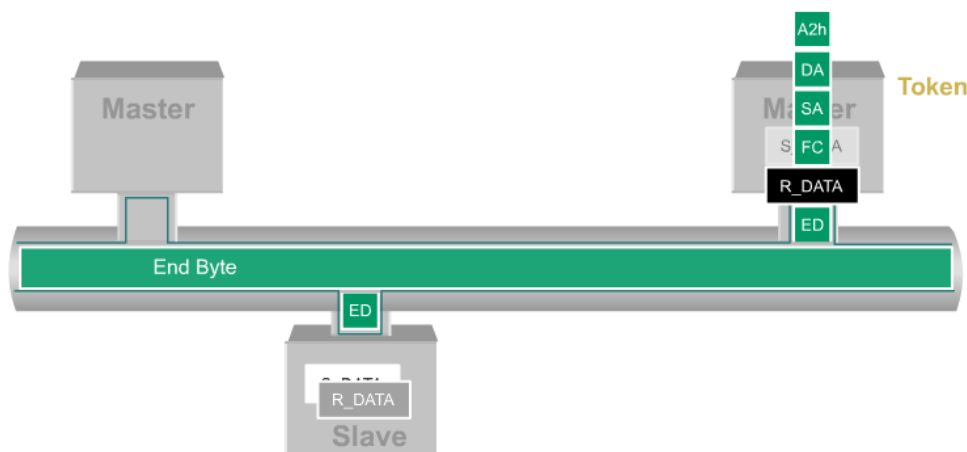
سپس داده *S_DATA* توسط *Slave* دریافت می گردد.



در وسیله *Slave* جای آدرس مبدا و مقصد عوض شده و بسته داده *Slave* ساخته می شود.



این بسته به Master ارسال می گردد.

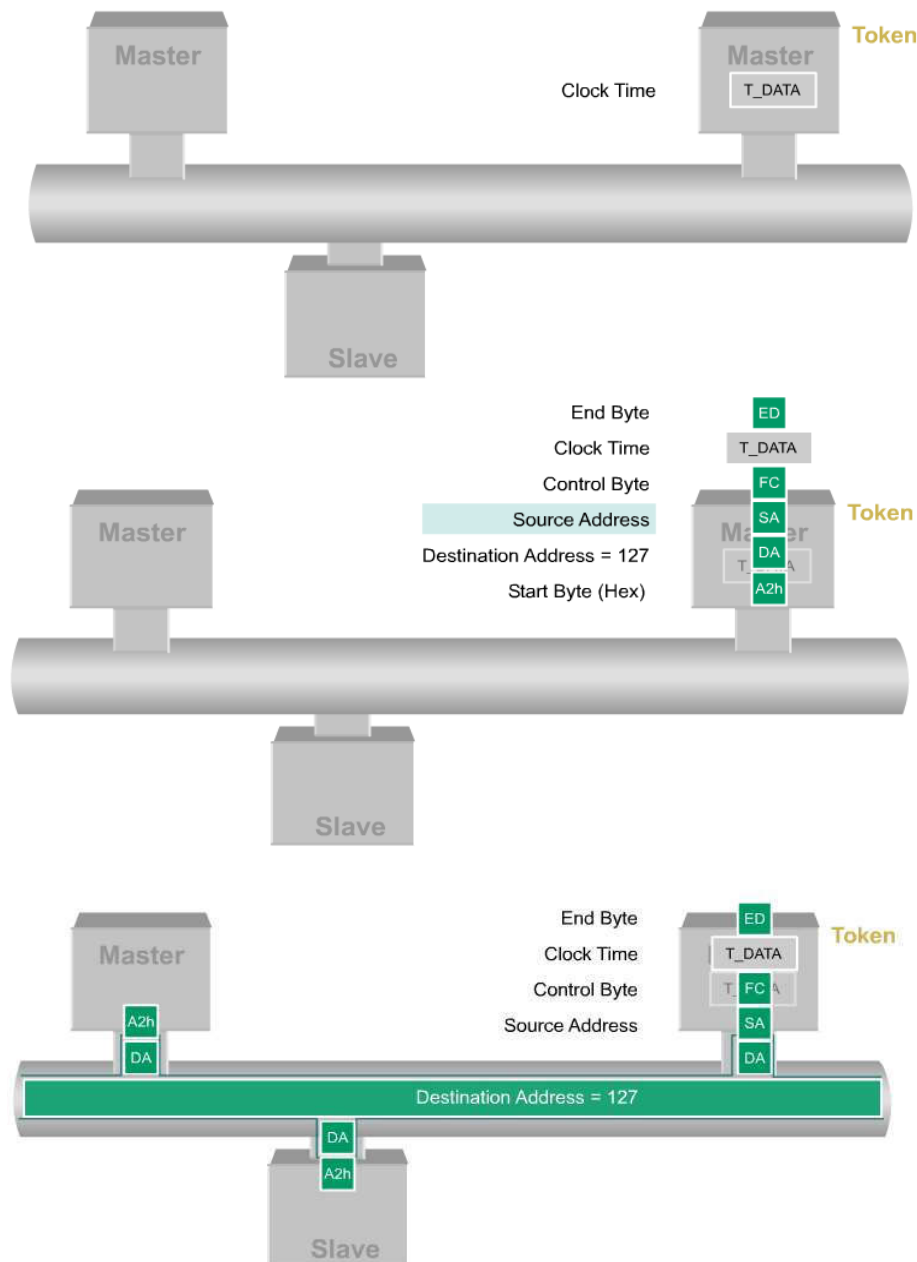


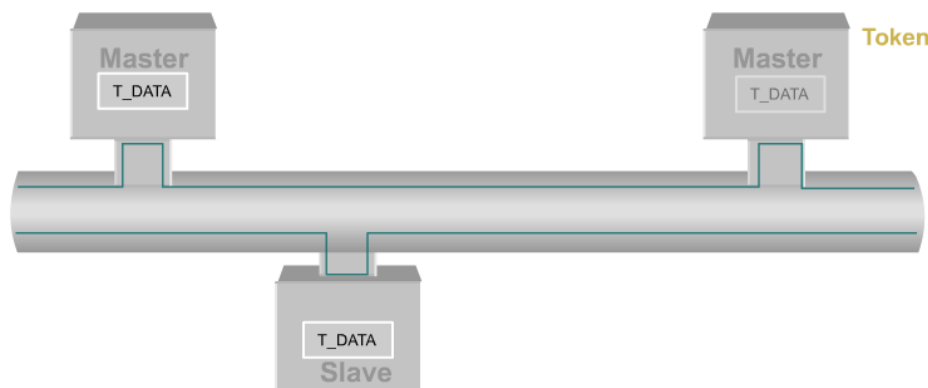
شکل ۴-۱۴- سرویس SRD

۴-۳-۴ سرویس SDN (Send Data with No acknowledge)

سرویس SDN داده را به یک یا چند وسیله روی بوس می فرستد. Slave ها این فریم داده (data frame) را تصدیق نمی کنند. این سرویس در ارسال فریم های broadcast (ارسال داده از یکی به همه وسایل روی بوس) و تلگرام های Multicast (ارسال داده از یک ایستگاه به چند ایستگاه) استفاده می شود. در روش broadcast یک PLC داده را به همه ایستگاه های روی بوس و در روش Multicast یک PLC داده را به چند ایستگاه مشخص ارسال می کند.

برای تشریح سرویس *SDN* نیز فرض کنید که عمل عمل زمانی بین وسایل روی باس می خواهد صورت گیرد. برای این کار *Master* داده *Clock Time* را با عنوان بسته *T_DATA* فریم بندی کرده و با آدرس ۱۲۷ (*broadcast*) روی باس می گذارد.



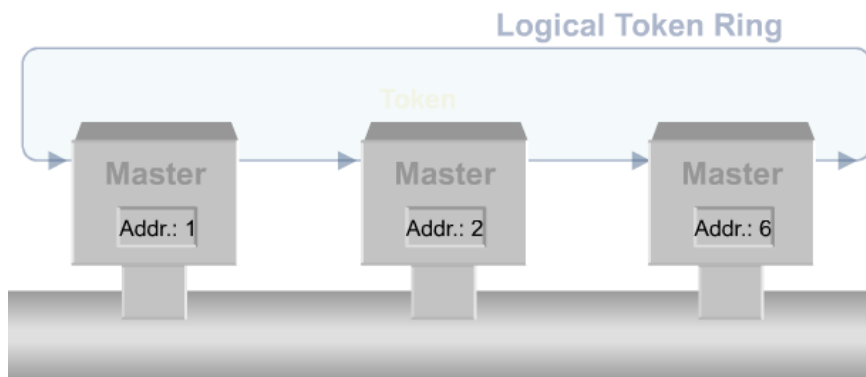


۴-۳-۵- سرویس CSRD

سرویس CSRD به طور سیکلیک داده را به یک ایستگاه ارسال و یک پاسخ فوری همراه با داده درخواست می کند. این سرویس برای ارتباطات FMS (مستر به مستر) بکار می رود. این سرویس به صورت سیکلیک اجرا می شود. ولی تنها زمانی اجرا می شود که مستر آغازکننده ارتباط، توکن را در اختیار داشته باشد.

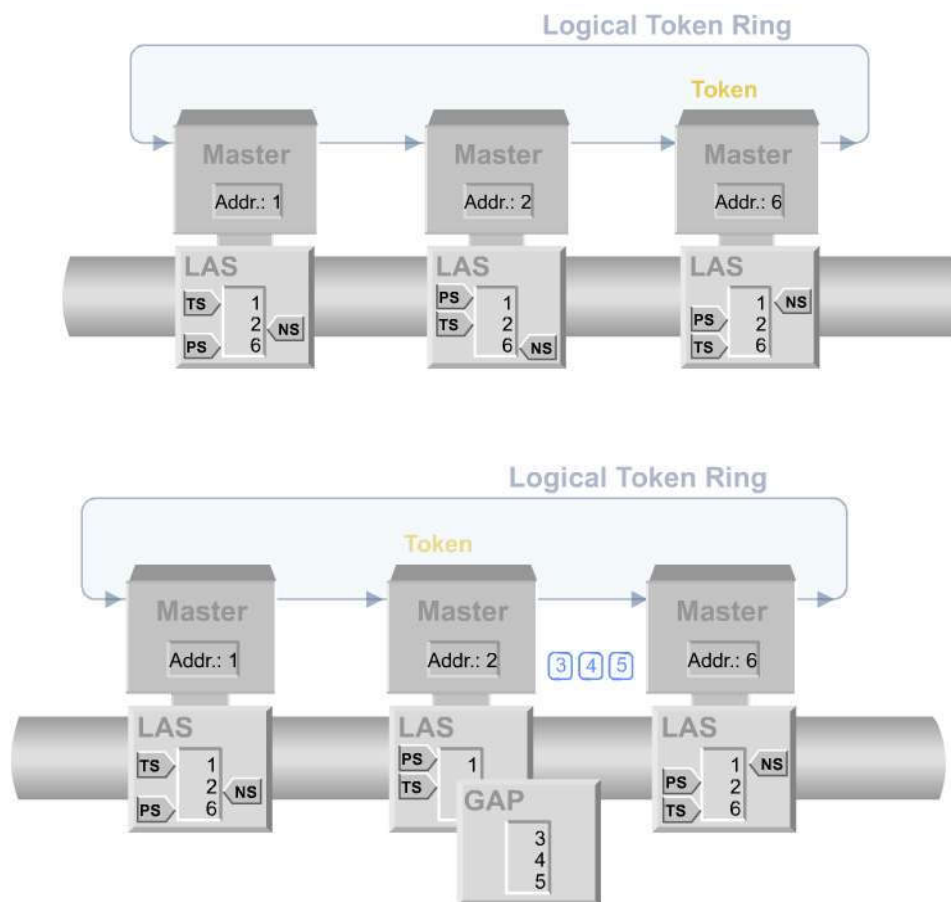
۴-۳-۶- زمان دسترسی به باس (Bus Access Time)

تمام مسترهای باس بایستی مدت زمان دسترسی به باس یا مدت زمان در دسترس داشتن باس را به اشتراک گذارند. به این معنی که مثلاً مدت زمان یک ساعت، بین آنها به زمانهای مساوی جهت دسترسی به باس تقسیم شود. با روش token passing حق دسترسی از یک مستر به مستر دیگر در یک حلقه مجازی (logical ring) عبور داده می شود. این کار مطابق با برحسب آدرس وسایل در یک ترتیب صعودی عددی انجام می شود.



هر مستر باس به طور مستقل فهرست ایستگاههای اکتیو را تحت عنوان LAS (list of active stations) آدرس خود را با عنوان TS (This Station) آدرس بعدی را با عنوان NS (Next Station) و آدر وسیله قبلی را با عنوان PS (Previous Station) را تعیین و به خاطر می سپارد.

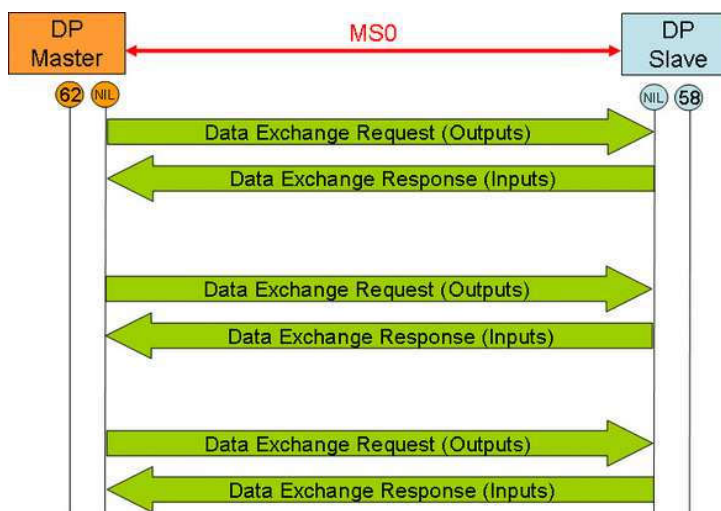
همیشه فریم توکن به آدرس NS ارسال و از آدرس PS دریافت می شود.



۴-۳-۷- ارتباط سیگنال یا گردش بین مستر و اسلیوها (Cyclic Communication Concept)

کنترل کننده مرکزی (Master) اطلاعات ورودی از Slave ها را بطور چرخشی خوانده و اطلاعات خروجی را نیز بطور چرخشی روی آنها می نویسد؛

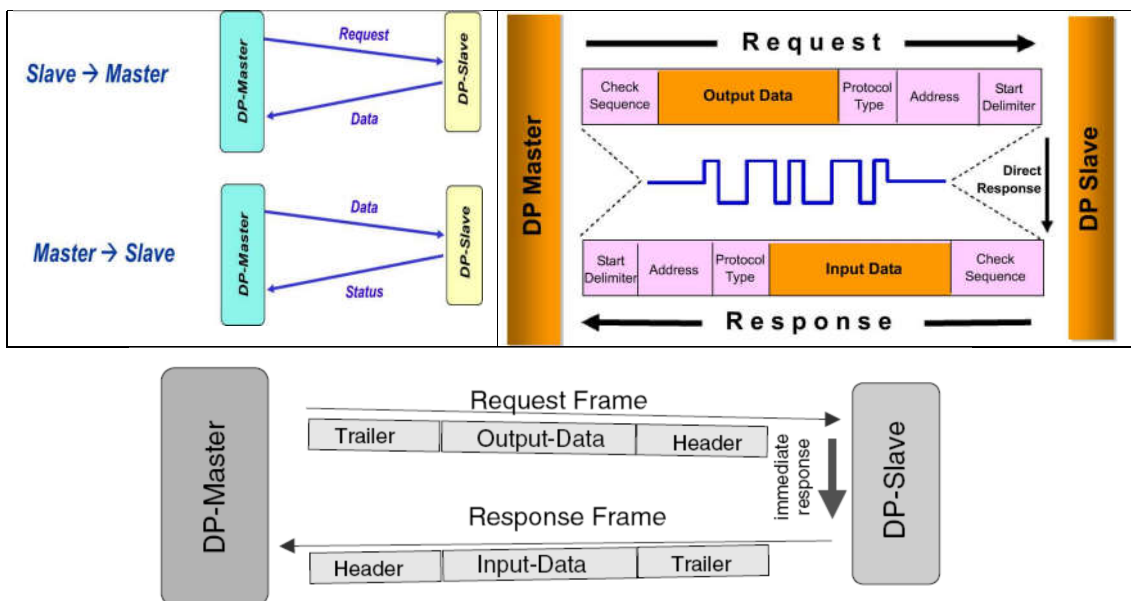
زمان Bus Cyclic باید کمتر از زمان Program Cyclic باشد (تقریباً 10ms) - سیکل باس همان سیکل سرکشی به Slave ها می باشد. زمان سیکل برنامه همان سیکل اجرای لاجیک در کنترل کننده PLC می باشد؛

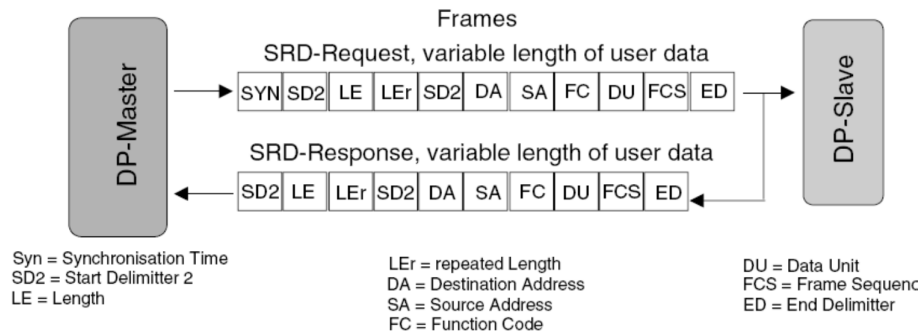


شکل ۴-۱- تبادل داده سیکلیک در DP

۴-۳-۸- تبادل داده بین مستر و اسلیو (Exchange of data, master/slave)

شکل زیر اصول تبادل داده بین مستر و اسلیو را نشان می دهد. در این ارتباط، مستر تلگرام داده پس از ارسال تلگرام درخواست را از یک اسلیو دریافت می کند. هنگامی که مستر یک تلگرام داده به اسلیو می فرستد، اسلیو باید با یک تلگرام وضعیت پاسخ دهد.





شکل ۴-۱۵- تبادل داده بین مستر و اسلیو

۴-۴- فرمت کاراکترهای هر فریم (Frame Characters)

نحوه آغاز و پایان بسته داده و قرار دادن زمان آیدل (*idel*) مناسب بین ارسال بسته های داده و به کار بردن بیت توازن (*Parity*) و کنترل از جمله مسائلی است که در تعیین دقت و امنیت داده ها، موثر است. این موارد در شبکه پروفی باس مطابق با استاندارد IEC8705-1 می باشد. مطابق این استاندارد:

- هر فریم از تعدادی کاراکتر سریال *UART* تشکیل شده است
- کاراکتر *UART* (*UC*) از نوع کاراکتر *Start-Stop* برای تبادل یا انتقال داده آسنکرون می باشد
- هر کاراکتر *UART* از ۱۱ بیت تشکیل شده است.

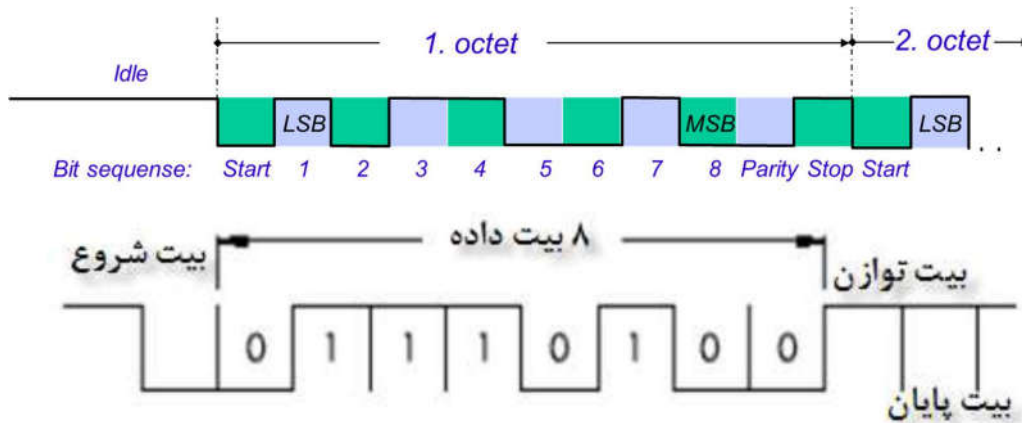
▪ *UART: Universal Asynchronous Receiver/Transmitter*

به عبارت دیگر فن آوری *RS-485* پروفی باس به صورت بایتی کار می کند. یک بایت کوچکترین اندازه ممکن یک پیام است. ۸ بیت داده هر یک از بایت ها به طور خودکار با یک بیت شروع (*Startbit*)، یک بیت توقف (*Stopbit*) و یک بیت پریتی (*Paritybit*) توسط سخت افزار واسط *RS-485* بسط داده می شود. این به این معنی است که یک بایت (۸ بیت) اطلاعات به صورت ۱۱ بیت در کابل منتقل می شود. این سربار (*overhead*) تضمین می کند که تمام پیام های پروفی باس با قابلیت اطمینان بالا در نقص ها یا شکست های غیرقابل تشخیص منتقل می شود.

تمام بایت های یک پیام پروفی باس باید بدون هیچ گونه مکثی (*Slip*) (زمان بیکار) بین آنها منتقل شود. به طور خلاصه :

- هر هشت بیت داده در یک رشته ۱۱ بیتی منتقل می شود؛
- کم ارزش ترین بیت (*LSB*) اول ارسال می شود؛
- با ارزش ترین بیت (*MSB*) آخر فرستاده می شود؛
- هر هشت بیتی با بیت شروع، بیت توقف و بیت توازن تکمیل می شود؛
- کل پیام های پروفی باس دارای یک فاصله همینگ $HD=4$ می باشند؛

مطابق شکل ۴-۱۶ هر کاراکتر *UART* به صورت آسنکرون و در قالب ۱۱ بیت ارسال می شود.



شکل ۴-۱۶- ترتیب بیتی ارسال کاراکتر *UART* به صورت آسنکرون

ساختار هر کاراکتر به صورت زیر می باشد.

- ۸ بیت اطلاعات؛
- یک بیت *Start*، که شروع داده را مشخص می کند و همیشه ۰ است؛
- یک بیت *Stop*، که انتهای اطلاعات را مشخص می کند و همیشه ۱ است؛
- یک بیت که تعداد یک های بسته داده را مشخص می کند که زوج بودن تعداد یک ها را بررسی می کند. به این صورت که بیت توازن ۰ یعنی تعداد یک ها زوج و بیت توازن برابر ۱ یعنی تعداد یک ها فرد است؛
- بدین ترتیب برای یک کاراکتر با کنترل پریته زوج (*Even Parity*) امکان آشکارسازی یک خطا وجود دارد. اصطلاحاً گفته می شود که فاصله همینگ ($HD=2$)

۴-۴-۱- انواع تلگرام در پروفی باس (*PROFIBUS telegrams*)

مطابق شکل زیر هر باکس کوچک یک *OCTET* (۱۱ بیت) می باشد. به جز *DU* (*Data Unit*) که می تواند بسته به طول داده یک یا چند *OCTET* باشد.

- *The Token Passing telegram is three octets = 33 bits.*
- *The FDL Status Request telegram is 6 octets = 66 bits.*
- *The Data Telegram has a head of 9 octets = 99 bits and a tale of 2 octets = 22 bits.*

1.) Token Passing



SDx = Start Delimiter x
DA = Destination Address
SA = Source Address

2.) FDL Status Request Telegram



FC = Function Code
FCS = Frame Check Sequence
ED = End Delimiter

3.) Data Telegram



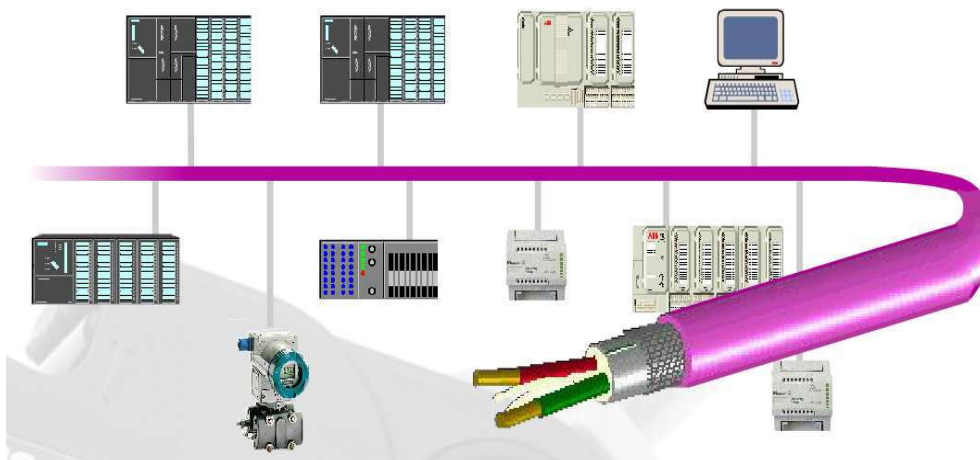
LE = Length
LEr = Repeated Length
DSAP = Destination Service Access Point
SSAP = Source Service Access Point
DU = Data Unit

Head

Tale

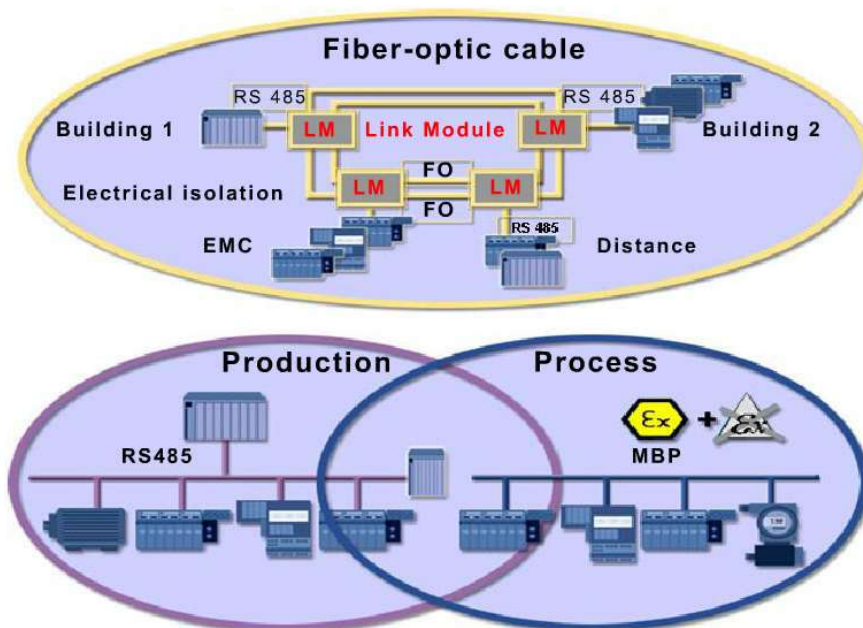
شکل ۴-۱۷- سه تلگرام بسیار معمول در پروفی باس

فصل ۵ – فناوری انتقال پروفی باس (Transmission Technology)



۵-۱- مقدمه

ارتباطات فیزیکی پروفی باس می تواند با استفاده از کابل های دو سیمه شیلدار یا کابل های فیبر نوری انجام شود. استاندارد فیزیکی RS485 مورد استفاده در پروفی باس DP می تواند از طریق کابل دوسیمه داده را انتقال دهد. در خصوص پروتکل MBP یا سیستم های MBP تغذیه وسایل فیلد از طریق یک خط دو سیمه تامین می شود. بنابراین MBP برای محیط های ضد انفجار در اتوماسیون فرآیند مناسب است. انتقال اطلاعات از طریق کابل های فیبرنوری ایزولاسیون الکتریکی، مسافت زیاد در انتقال داده و مصونیت در برابر تداخل الکترومغناطیسی EMC را تضمین می کند. همچنین پیاده سازی شبکه افزونه حلقوی (Redundant Rings) نیز امکان پذیر می شود. زیر شبکه های مبتنی بر استانداردهای فیزیکی انتقال داده RS485 و MBP را می توان به منظور انتقال داده از مناطق ضد انفجاری به PLC در یک منطقه امن، به یکدیگر متصل نمود.

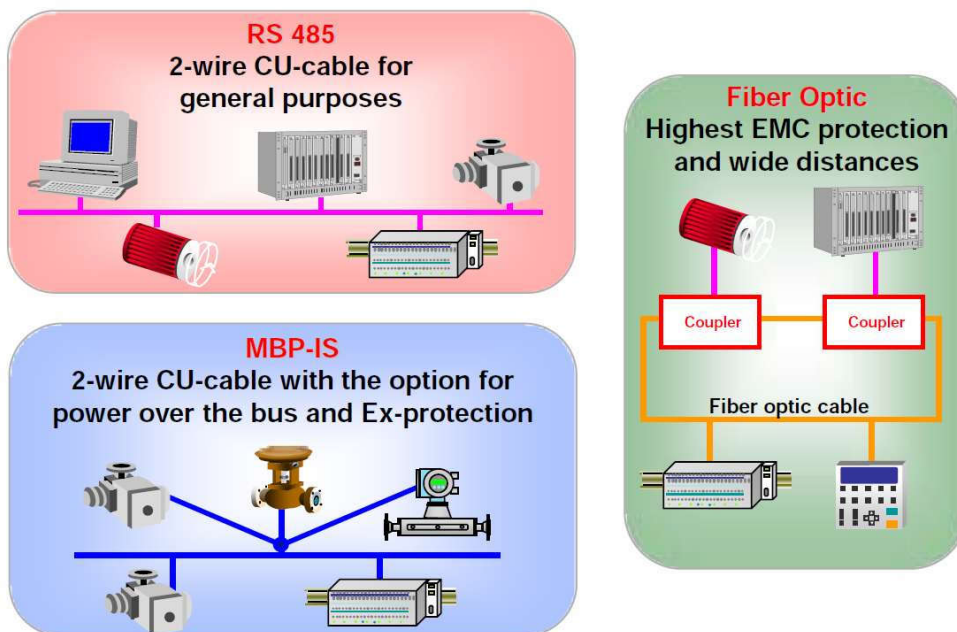


حوزه های کاربردی پروفی باس

۵-۲- تکنیک های انتقال (Transmission techniques)

فناوری انتقال حاوی مشخصاتی است که ویژگی های نوری، الکتریکی/فیزیکی واسطه های شبکه و دستگاه ها را توصیف می کند. این فناوری ها شامل مشخصاتی نظیر رسانه ارتباطی، توپولوژی شبکه، فناوری اتصالات، مشخصات سیگنال و نرخ تبادل داده بین دو ایستگاه در شبکه می باشند. بسته به نوع کاربرد، واسطه های فیزیکی ممکن برای دستگاه های مبتنی بر پروفی باس عبارت است از:

- استاندارد RS485 برای پروفی باس DP؛
- استاندارد MBP (Manchester Bus Powered) برای پروفی باس PA؛
- کابل های فیبرنوری؛
- نسخه های ذاتاً ایمن RS 485-IS و MBP-IS
- ترکیبی از این واسطه ها؛



شکل ۵-۱- انواع فناوری انتقال و واسطهای فیزیکی ممکن برای دستگاهها در شبکه پروفیباس

۵-۳- سیمبندی باس پروفیباس

پروفیباس از سه نوع فناوری انتقال در نصب و سیمبندی پشتیبانی می کند. این سه روش که قابلیت ترکیب با یکدیگر را دارا می باشند عبارت اند از:

- انتقال الکتریکی با کابل مسی یا زوج سیم مسی به هم تابیده مسی (*shielded twisted pair*)؛
- انتقال با فیبرنوری (*Fiber optic*) شامل کابل های پلاستیکی، شیشه ای و *PCF (glass or plastic)*؛
- انتقال بدون سیم (*Wireless- Infrared & RF*)؛

پروفیباس *DP* و *FMS*، از بستر فیزیکی استاندارد *RS485* استفاده می کند. به طوری که عمل انتقال داده را هم به روش سیمی از طریق کابل های دو سیمه شیلددار یا کابل های فیبرنوری و هم به روش بی سیم انجام می دهد.

✓ **Copper**



✓ **Fiber optic**



✓ **Infrared & RF components**



شکل ۵-۲- سه نوع رسانه انتقال پروفی باس DP

پروفی باس PA نیز از استاندارد IEC 1185-2 در سیم بندی و انتقال فیزیکی استفاده می کند. در استاندارد IEC از پروتکل MBP (*Manchester Bus Powered*) استفاده می شود به طوری که تغذیه وسایل فیلد باس روی شبکه نیز بر روی همان باس دو سیمه تامین می شود. بنابراین MBP برای مناطق هازارد یا خطرزا (*Explosion-Protected Zones*) در اتوماسیون فرآیند مناسب می باشد.

۵-۳-۱- RS485 و RS485-IS

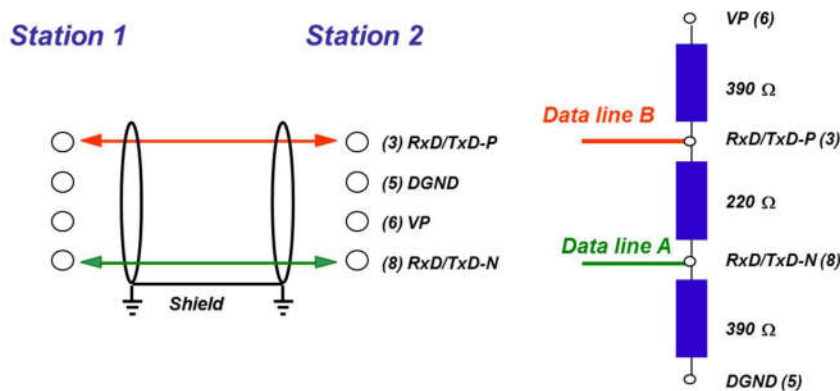
ارتباطات مدار بسته (*Closed Circuit communication*) مطابق با استاندارد EIA RS-485 به عنوان فناوری ارتباطی برای پروفی باس DP تعریف شده است. این استاندارد از یک کابل مسی دو سیمه استفاده می کند. در محیط هایی که در شدت تداخل الکترومغناطیسی زیاد بوده و بایستی فاصله زیاد باشد. از کابل های فیبر نوری شیشه ای و پلاستیکی استفاده می شود.

۵-۴- انتقال داده با کابل مسی (RS485)

در این روش در لایه فیزیکی پروفی باس برای انتقال داده از زوج سیم به هم تابیده شیلد دار (*STP*) مطابق با استاندارد EIA RS485 موسوم به H2 استفاده می شود. در این حالت (کابل الکتریکی) توپولوژی شبکه پروفی باس الکتریکی از نوع باس یا درختی می باشد. مشخصات این نوع ارتباط عبارت انداز:

- معمول ترین تکنولوژی انتقال داده در پروفی باس؛
- روش ساده و موثر جهت انتقال سریع داده؛
- انتقال داده از طریق یک جفت سیم شیلد دار (ارتباط دو سیمه)؛

- اگرچه چندین وسیله به آن متصل می گردد اما به علت ارتباط نیمه دوطرفه (*Half-Duplex*) در هر لحظه تنها یک ایستگاه می تواند فرستنده باشد؛
- سیگنال *RS485* یک سیگنال تفاضلی است (نسبت به زمین سنجیده نمی شود) بلکه سطح ولتاژ تفاضلی بین دو سیم است. که صفر/یک را نشان می دهد از این رو برخلاف *RS232* نویز بر آن کمتر تاثیر دارد؛
- ۳۲ ایستگاه بدون نیاز به تکرار کننده در یک سیگمنت می تواند قرار گیرد؛
- کل شبکه پروفی باس شامل حداکثر ۱۲۶ ایستگاه با بکارگیری وسایل تکرار کننده می باشد؛
- حداکثر تعداد تکرارکننده ۴ عدد می باشد؛
- سرعت انتقال داده: متغیر از ۹,۶ تا ۱۲۰۰۰ کیلو بیت بر ثانیه است؛
- طول شبکه: از ۱۰۰ متر تا ۱۲۰۰ می باشد؛

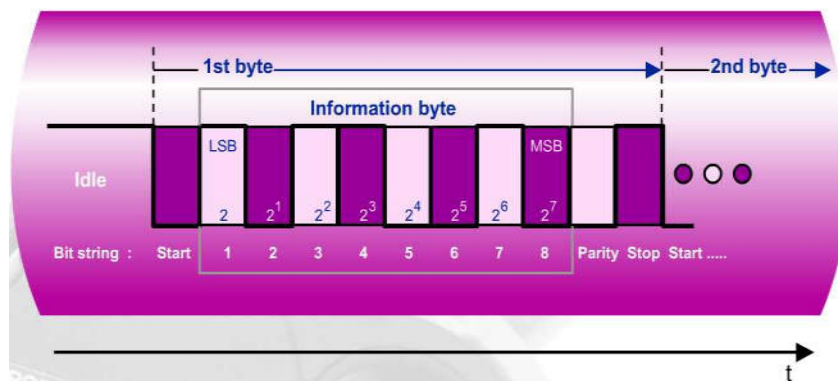


شکل ۵-۳- سیم بندی بین دو ایستگاه در باس مبتنی بر استاندارد *RS485*

۵-۴-۱- تلگرام داده در لایه فیزیکی استانداردهای *RS485* & *RS 485-IS*

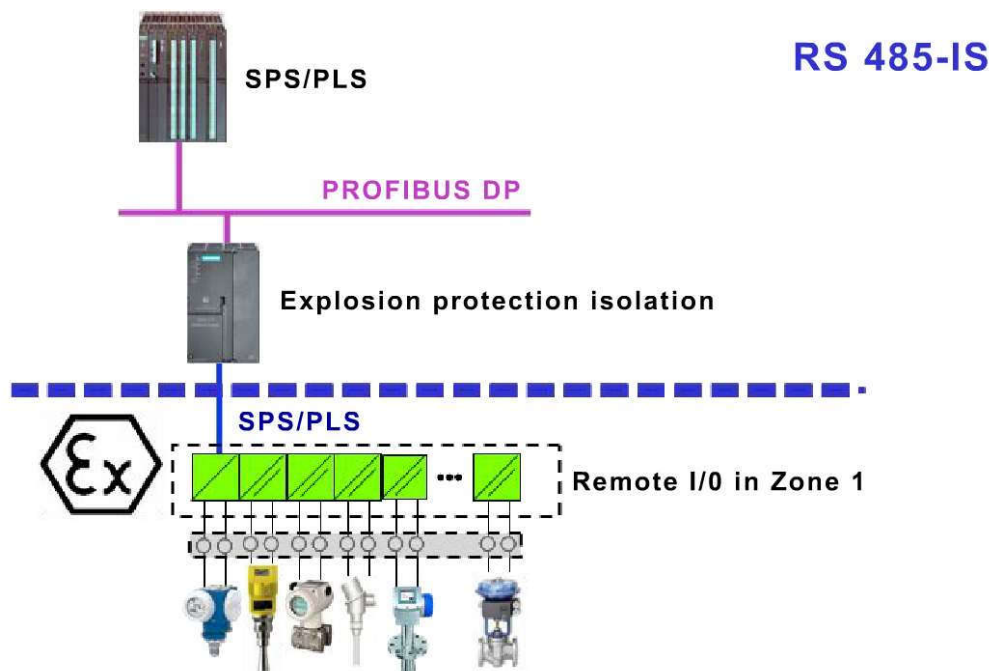
انتقال داده در *RS485* به صورت بایت به بایت صورت می گیرد. واسط *RS485*، یک بیت شروع، یک بیت پایان و یک بیت پیریتی به هر بایت اطلاعاتی اضافه می کند. به این معنی که برای هر بایت اطلاعاتی متشکل از ۸ بیت، ۱۱ بیت بر روی کابل ارسال می شود.

با توجه به این که تلگرام داده در *RS485* دارای فاصله همینگ ۴ می باشد. استاندارد *RS485* درجه بالایی از امنیت انتقال را فراهم می کند. فاصله همینگ برابر ۴ به این معنی است که تا سه بیت همزمان خراب شده قابل تشخیص می باشد. بنابراین فریم ها دارای یک سطح بالای محافظت در مقابل خطاهای انتقال می باشند.



شکل ۵-۱- تلگرام هر بایت اطلاعاتی بر روی RS 485 و RS 485-IS

در شرایط باس RS 485-IS، تغذیه به وسایل پروفی باس (به طور معمول وسایل DP) به دلیل نیاز به توان بالا، از طریق یک کابل جداگانه اعمال می شود. منابع تغذیه دارای روش های حفاظتی $Ex d$ و $Ex m$ هستند. تنها ارتباطات فیلدباس از کابل فیلدباس دو سیمه با درجه حفاظتی $Ex i$ استفاده می کنند.

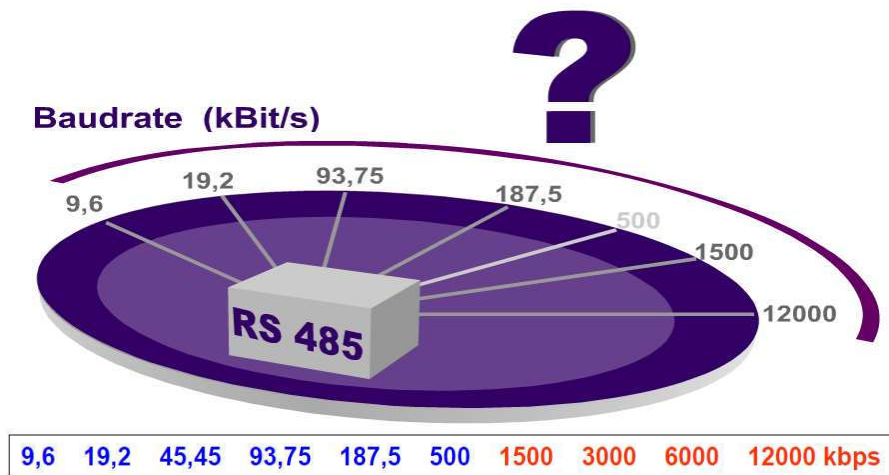


شکل ۵-۲- اتصال وسایل DP در محیط های هازارد با استاندارد RS 485-IS

۵-۴-۲- نرخ انتقال (Transmission rate)

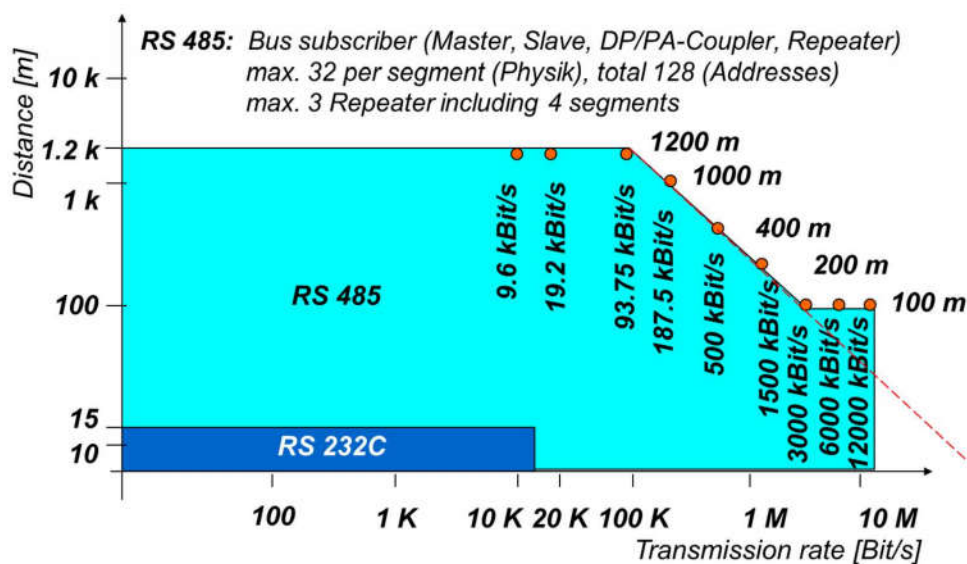
در پروفی باس DP با استاندارد RS 485 نرخ تبادل داده یا سرعت انتقال می تواند به یکی از مقادیر بین 9.6Kbps و 12000Kbps تنظیم شود. انتخاب این مقادیر به طول بزرگترین سیگمنت و مشخصات فیزیکی

ضعیف ترین وسیله روی باس در پیکربندی پروفی باس بستگی دارد. به طوری که امکان انتخاب سرعت تبادل از بین ۱۰ نوع نرخ تبادل را برای کاربر فراهم می کند.



شکل ۴-۵- نرخ های تبادل داده پشتیبانی شده در در پروفی باس DP

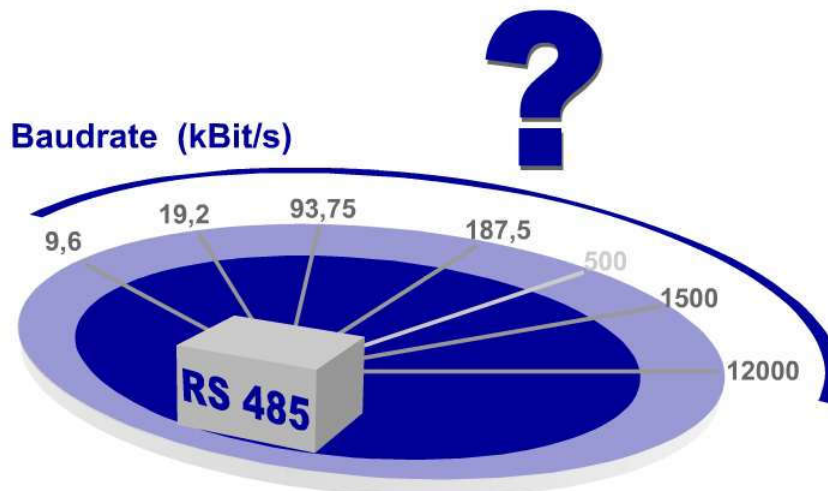
به طور معمول در تمامی استانداردهای فیزیکی انتقال داده بین حداکثر فاصله انتقال داده و سرعت انتقال رابطه ای وجود دارد که در هنگام طراحی شبکه باید مد نظر قرار گیرد. شکل ۵-۵ ارتباط بین نرخ انتقال و حداکثر فاصله در RS485 را به تصویر کشیده است.



شکل ۵-۵- ارتباط بین نرخ انتقال و حداکثر مسافت در لایه فیزیکی مبتنی بر RS485

استاندارد MBP بکار رفته در در پروفی باس PA از یک نرخ تبادل ثابت 31.25Kbit/s استفاده می کند و برخلاف RS485 نرخ های مختلف تبادل در MBP امکان پذیر نمی باشد.

با RS 485 نرخ انتقال داده که از 9.6 Kbit/s تا 12Mbit/s قابل تنظیم می باشد. که وابسته به طول بزرگترین سیگمنت و مشخصات فیزیکی ضعیف ترین وسیله در پیکربندی پروفی باس می باشد.



MBP از یک نرخ انتقال ثابت 31.25kbps استفاده می کند. برخلاف RS 485 نرخ های انتقال مختلف با MBP امکان پذیر نیست.

کابل های فیبر نوری همواره کل بازه نرخ های انتقال را که در RS 485 می توان تنظیم کرد، پوشش می دهد.

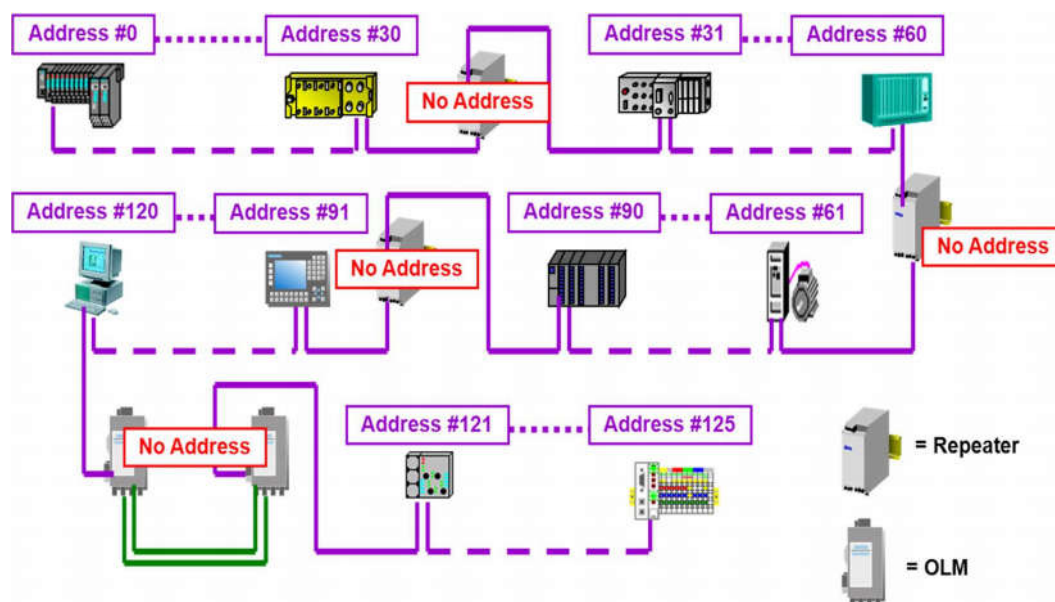
به هر حال مشخصات فیزیکی هر یک از اجزای نوری فعال بایستی مدنظر قرار گیرد.

۵-۵- سیگمنت بندی شبکه پروفی باس

۵-۵-۱- سیگمنت بندی پروفی باس DP (DP Segments)

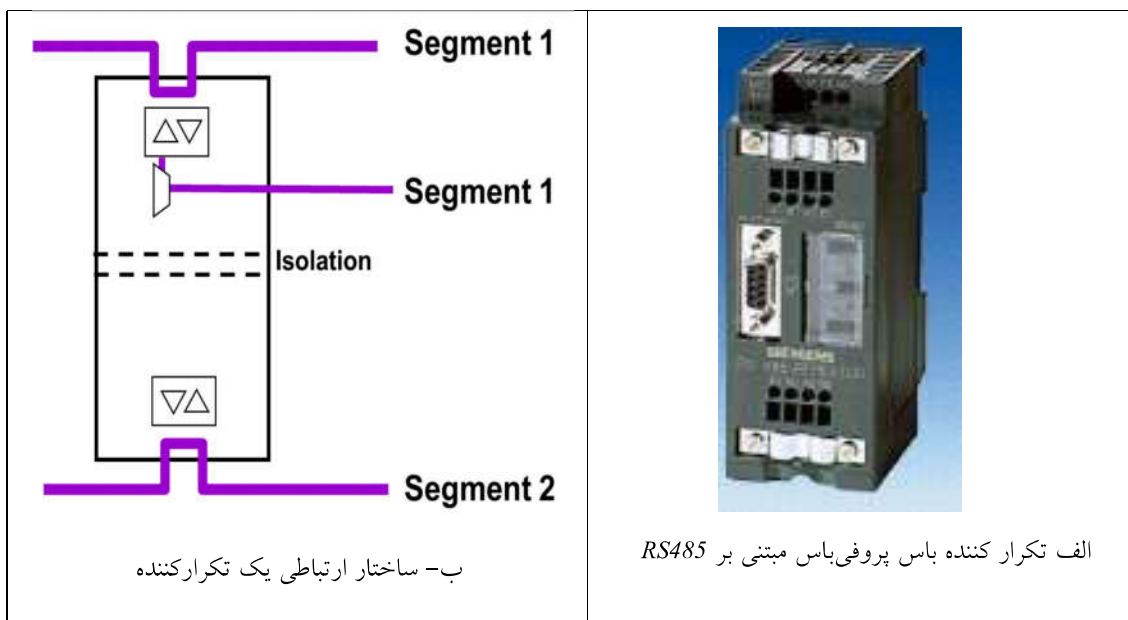
باس RS485 یک سیستم multi-drop می باشد. به این معنی که چندین دستگاه می تواند به باس متصل شده و ارسال و دریافت نمایند (اما نه در یک زمان). در واقع فقط یک دستگاه می تواند در آن واحد ارسال و دیگران دریافت خواهند کرد. یک فرستنده RS485 می تواند حداکثر ۳۱ بار (Load) یا گیرنده را درایو کند. بنابراین حداکثر ۳۲ وسیله RS485 می توانند بر روی یک سیگمنت متصل شوند. اجزایی که در بحث سیگمنت بندی باس پروفی باس به عنوان وسیله محسوب می شوند عبارت اند از:

- گره های پروفی باس مانند ایستگاه های I/O (PROFIBUS Nodes)؛
- ماژول های OLM - بدون تخصیص یک آدرس پروفی باس؛
- تکرار کننده ها (Repeater) - بدون تخصیص یک آدرس پروفی باس؛



شکل ۵-۶- مثالی از سیگمنت بندی شبکه پروفی باس

در صورتی که فاصله بین دو گره طولانی باشد و یا تعداد ایستگاه ها بیش از ۳۲ عدد باشد، نیاز به استفاده از تکرار کننده است. بنابراین یک شبکه RS485 می تواند شامل چند سیگمنت باشد. که به همدیگر از طریق تکرار کننده (repeater) (تقویت کننده های خط) متصل می شوند. تکرار کننده سطح سیگنال انتقالی روی باس را تقویت می کند. مطابق شکل ۵-۸ هر سیگمنت باس باید در هر انتها خاتمه (Terminate) داده شود.

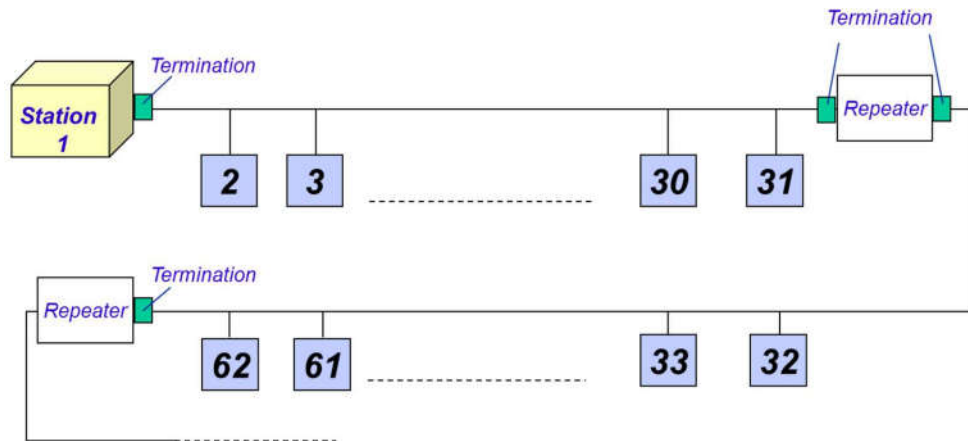


شکل ۵-۷- تکرار کننده باس پروفی باس

به طور کلی دستگاه هایی که موجب ایجاد یک سیگمنت جدید می شوند عبارت اند از:

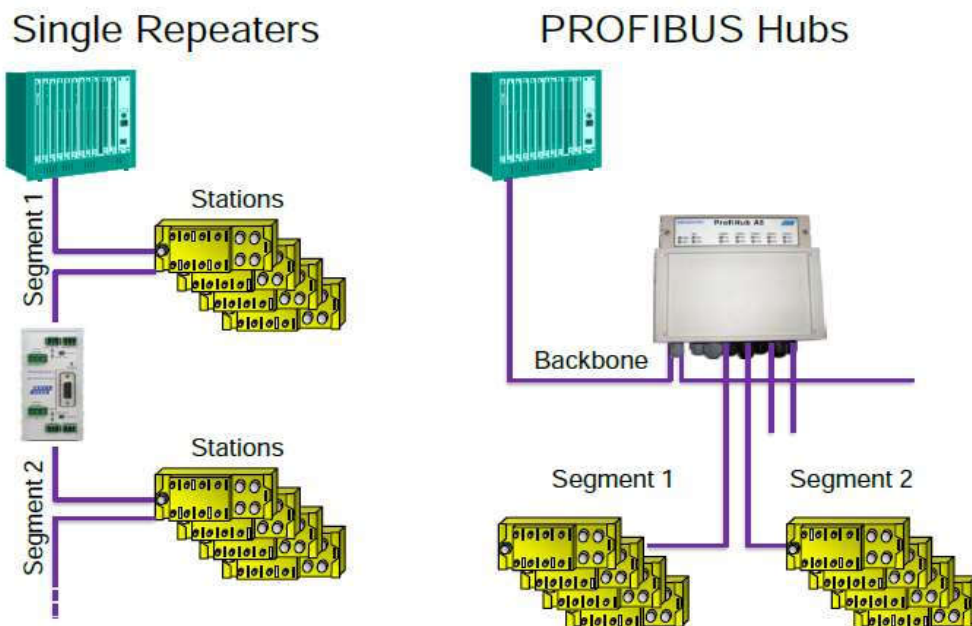
- Repeaters
- Fiber Optic Couplers
- Wireless gateways

به دلیل اعوجاج و تاخیرات در سیگنال های بی تی، تکرارکننده های استاندارد RS 485 تا ۳ عدد می توانند به صورت سری متصل گردند. ولی با اضافه کردن قابلیت تولید دوباره سیگنال یا با مشخصه تازه سازی و تقویت سیگنال (Signal refresh) به تکرارکننده ها، می توان تعداد آنها را به ۹ عدد افزایش داد.



شکل ۵-۸- استفاده از تکرارکننده در شبکه پروفی باس

استفاده از رپیدتر و هاب دو سیگمنت را از لحاظ نویز و تداخل الکترومغناطیسی (EMC/Noise) ایزوله می کند.

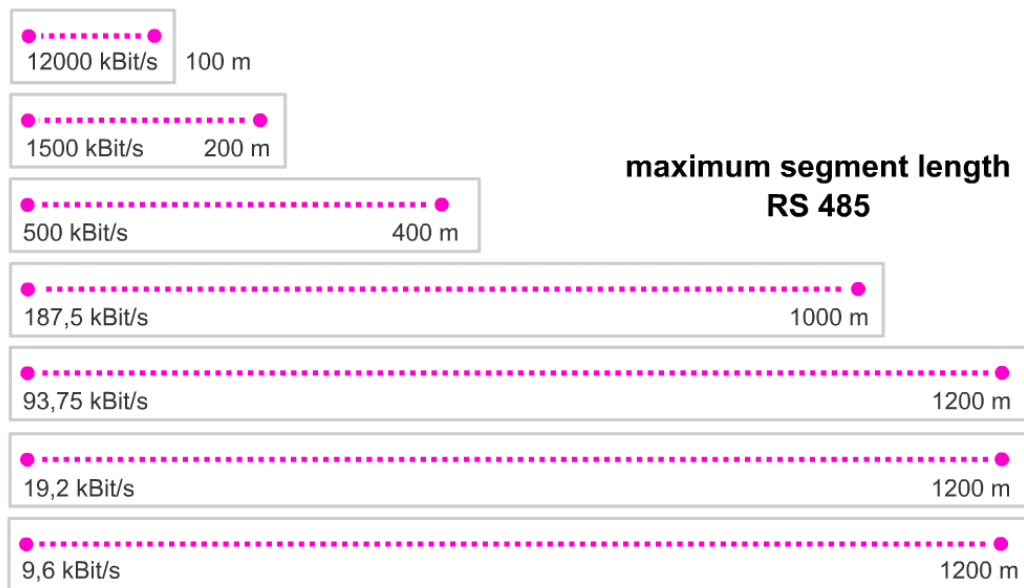


Benefit: Isolate part of your network from EMC/Noise

شکل ۵-۹- جداسازی سیگنل های شبکه با ریپیدتر و هاب از نظر نویز [۱]

۵-۵-۲- طول سیگنل (Segment Length)

حداکثر طول یک سیگنل متناسب با نرخ های انتقال قابل تنظیم در RS 485 می باشد. که با کابل نوع A عملی می گردد. **نرخ تبادل بایستی در تمام سیگنل های شبکه پروفی باس یکسان باشد.** شکل ۵-۱۰ طول سیگنل های مختلف RS485 را برحسب سرعت انتقال داده نشان می دهد.



شکل ۱۰-۵- طول سیگمنت های پروفی باس برحسب نرخ بیت ارسالی

مشخصات کابل نوع A مطابق شکل زیر می باشد.

Cable type A has the following properties:

Impedance:	135 ... 165 Ω
Capacity:	≤ 30 pf/m
Loop resistance:	≤ 110 Ω /km
Wire diameter:	> 0.64 mm
Core cross-section:	> 0.34 mm ²

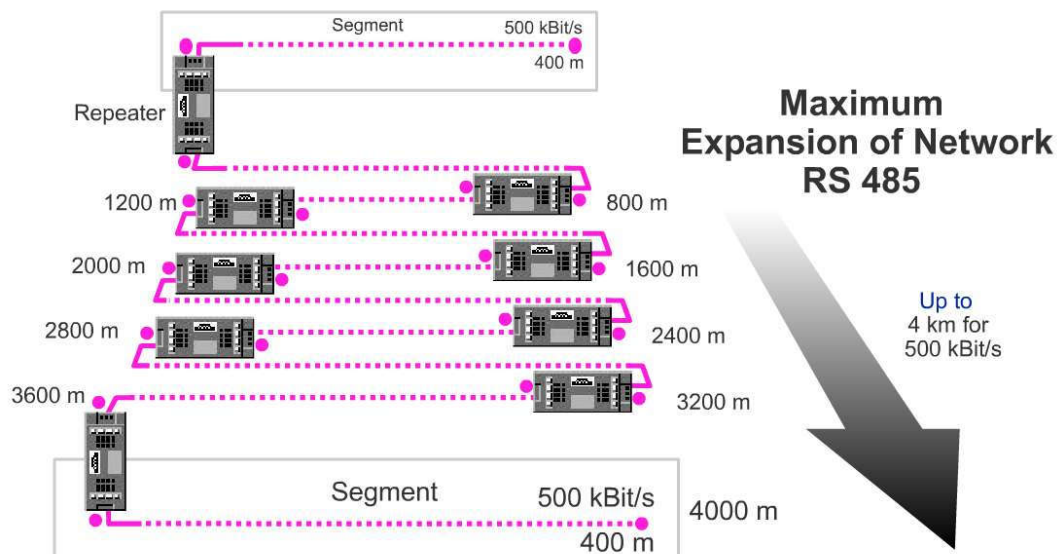
Baudrate (kbit/s)	9.6	19.2	45.45	93.75	187.5	500	1500	3000	6000	12000
Segment length (m)	1200	1200	1200	1200	1000	400	200	100	100	100
Segment length (feet)	3940	3940	3940	3940	3280	1310	656	328	328	328



3 baudrate transitions in which the cable length reduces with more than 50 %.

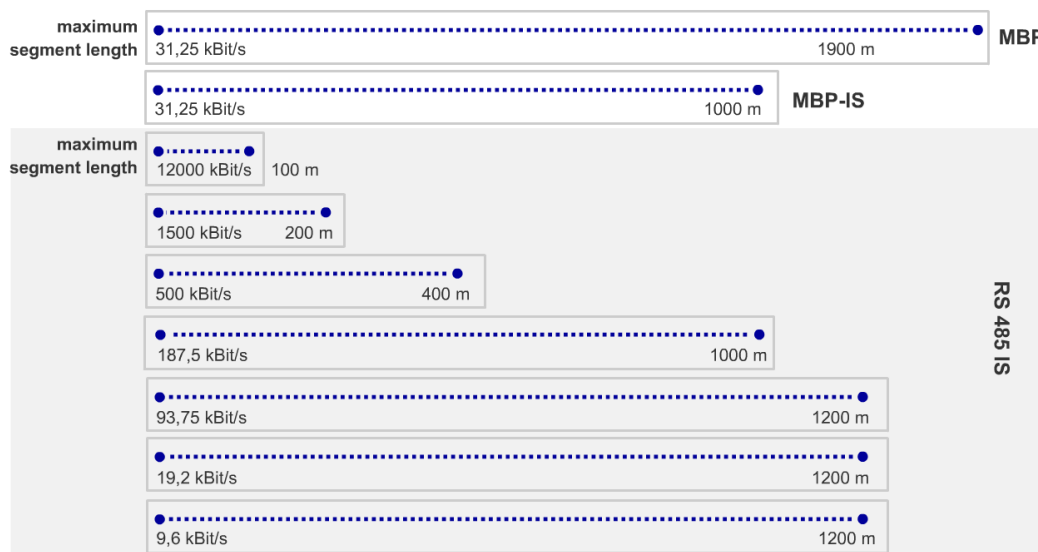
شکل ۱۱-۵- جدول نرخ بیت در مقابل طول کابل [۱]

حداکثر طول شبکه از طریق اتصال سری سیگمنت ها با حداکثر طول بدست می آید. تعداد سیگمنت ها به تعداد تکرارکننده ها وابسته است (تعداد تکرارکننده ها به صورت اتصال سری). با تکرارکننده های استاندارد (RS 485) تا سه عدد تکرارکننده می تواند به صورت سری به هم متصل شوند. در حالی که تکرارکننده های دارای قابلیت تازه ستزی سیگنال تا ۹ عدد نیز به صورت سری می تواند به هم متصل شود.



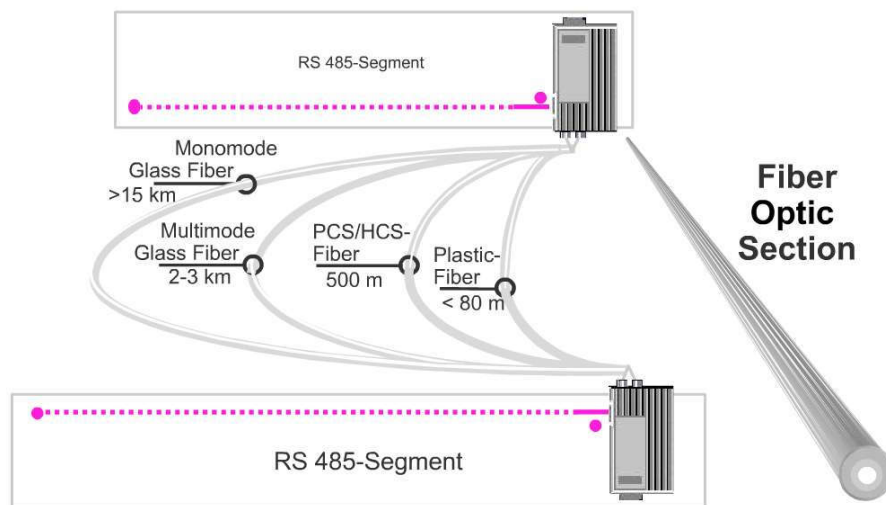
شکل ۵-۱۲- مثالی از حداکثر طول شبکه با نرخ بیت 500kbits/s

در شبکه های *MBP, RS485-IS* و *MBP-IS* نیز که با کابل نوع A ساخته می شوند، حداکثر طول یک سیگمنت به نرخ انتقال تنظیم شده وابسته است.



شکل ۵-۱۳- حداکثر طول شبکه برای *MBP* و *RS 485IS*

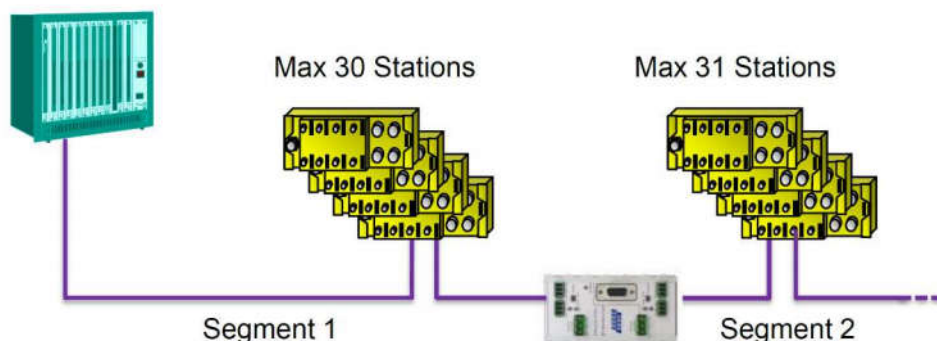
به منظور اتصال (bridge) فواصل نسبتاً طولانی بین سیگمنت های *RS485*، می توان با بهره گیری از ماژول های کوپل نوری از لینک های کابل فیبرنوری استفاده کرد. میزان فاصله دست یافتنی با انتخاب نوع کابل فیبرنوری تعیین می شود نه توسط نرخ انتقال. برای لینک های فیبرنوری، ماژول های *OLM* مورد نیاز می باشد.



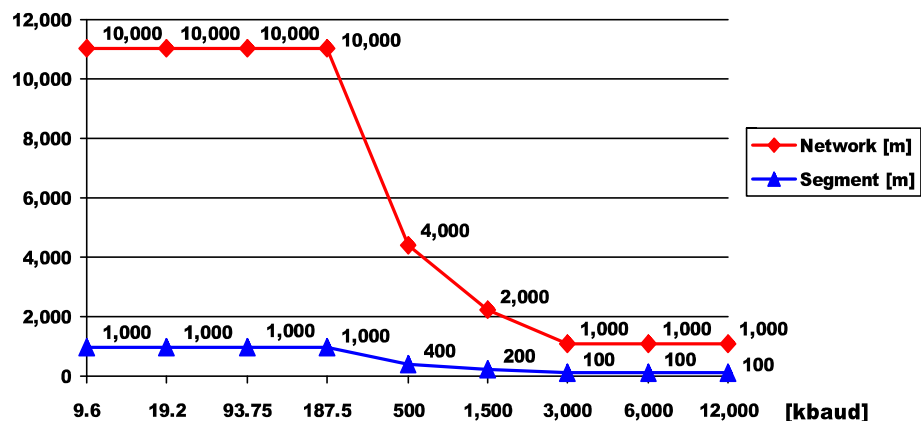
شکل ۱۴-۵- استفاده از فیبرنوری برای اتصال سیگمنت های RS485 جهت افزایش فواصل سیگمنت ها

ملاحظات :

- سرعت انتقال حداکثر طول کابل را تعیین می کند و بالعکس؛
 - سرعت انتقال بایستی در تمام مسترهای یک شبکه یکسان تنظیم شود؛
 - بیشتر اسلیوها به طور خودکار نرخ تبادل تنظیم شده برای باس را تشخیص می دهند؛
 - به دلایل اقتصادی و فنی برخی از محصولات همه سرعت های انتقال را پشتیبانی نمی کند؛
 - برخی از محصولات قدیمی تر سرعت ۴۵ کیلوبایت در ثانیه را پشتیبانی نمی کند؛
 - طول های کابل برای یک سیگمنت با ۳۲ تا ایستگاه (load) تعریف می شود.
- پس از این دستگاه ها، قوانین سیگمنت پروفی باس یکسان می باشد. سیگمنت جدید وقتی ایجاد می شود که طول کابل یا تعداد وسایل در هر سیگمنت از مقدار حداکثر (۳۲) بیشتر شود.



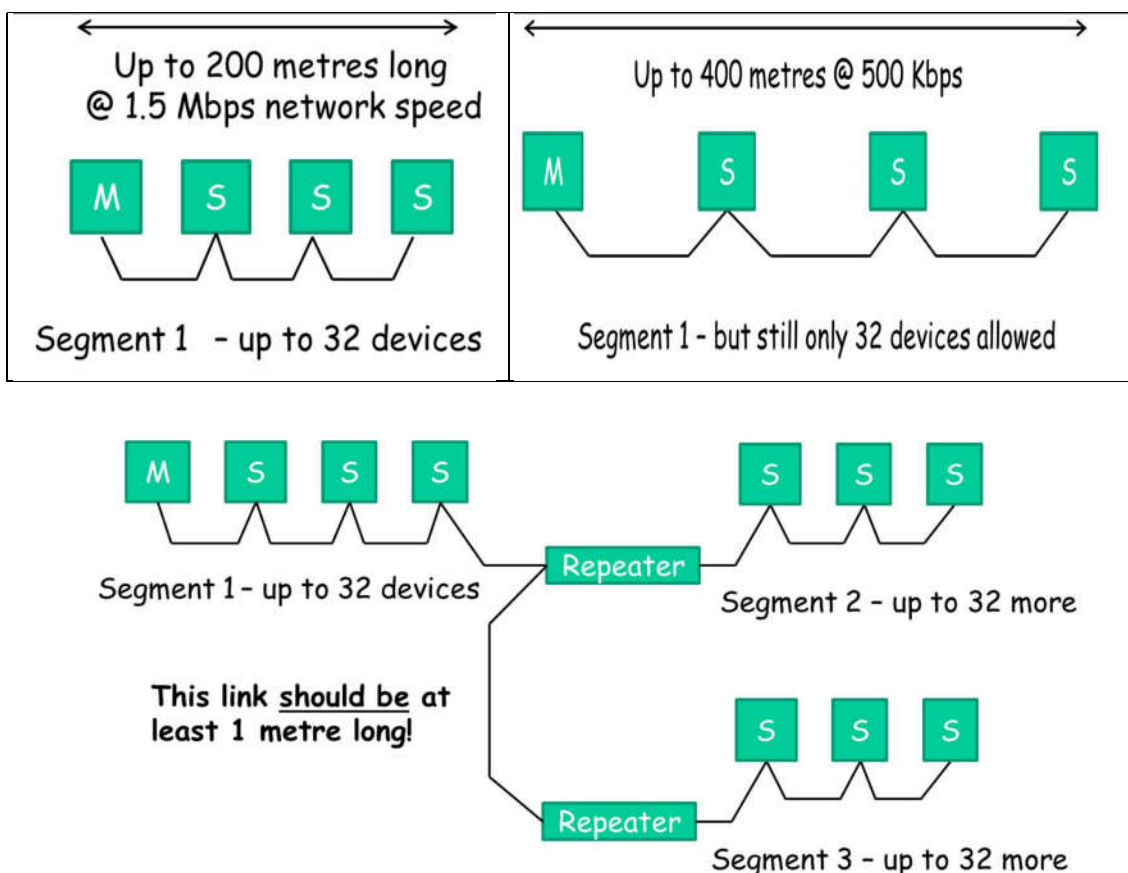
شکل ۱۵-۵- سیگمنت بندی شبکه پروفی باس DP با تکرارکننده

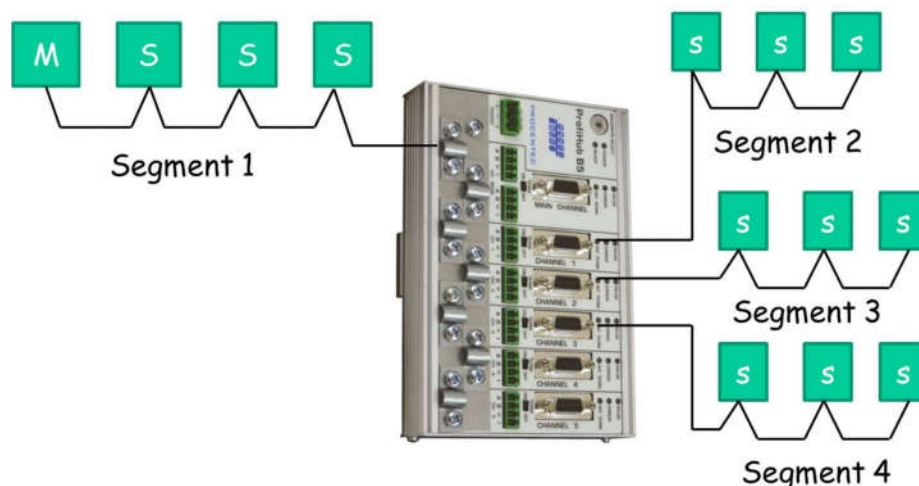


شکل ۵-۱۶- ارتباط بین طول شبکه و سیگمنت پروفی باس

وسایلی چون ماژول های *OLM* و تکرارکننده در شمارش وسایل روی باس جزء گره یا بار الکتریکی محسوب می شوند. ولی ماژول های *OLM* و تکرارکننده دارای آدرس پروفی باس نیستند.

۵-۳- قوانین سیگمنت بندی پروفی باس DP (Segment Rules)



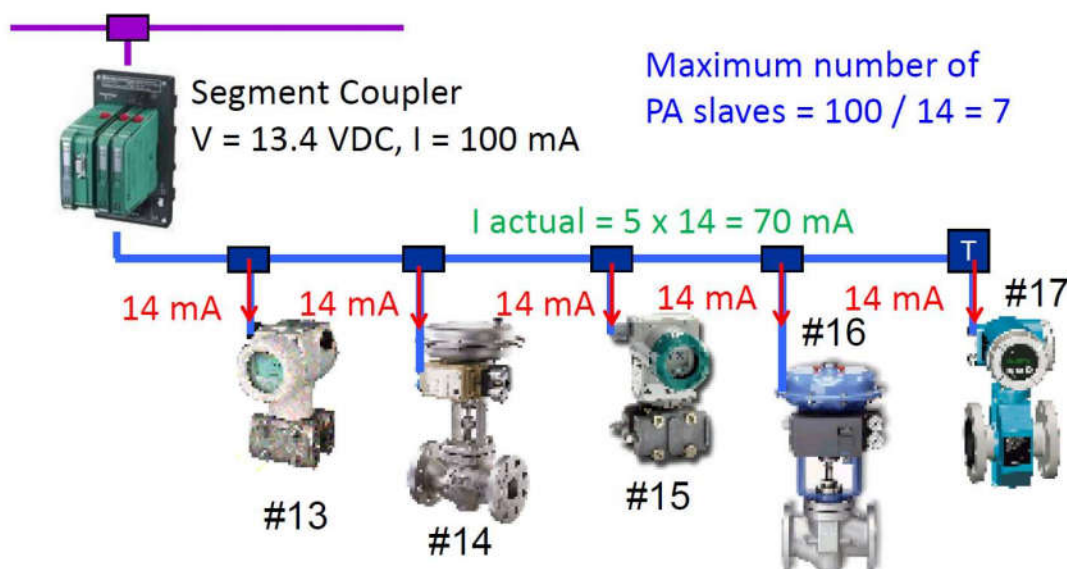


تکرارکننده B5

تکرارکننده B5 جدید دارای آیتم افزونگی نیزهستند. برخی تکرارکننده چند راهه () جدید اتصال سیگمنت های نوری و الکتریکی را فراهم می کنند.

۵-۴-۵- سیگمنت بندی پروفی باس PA (PA Segmentation)

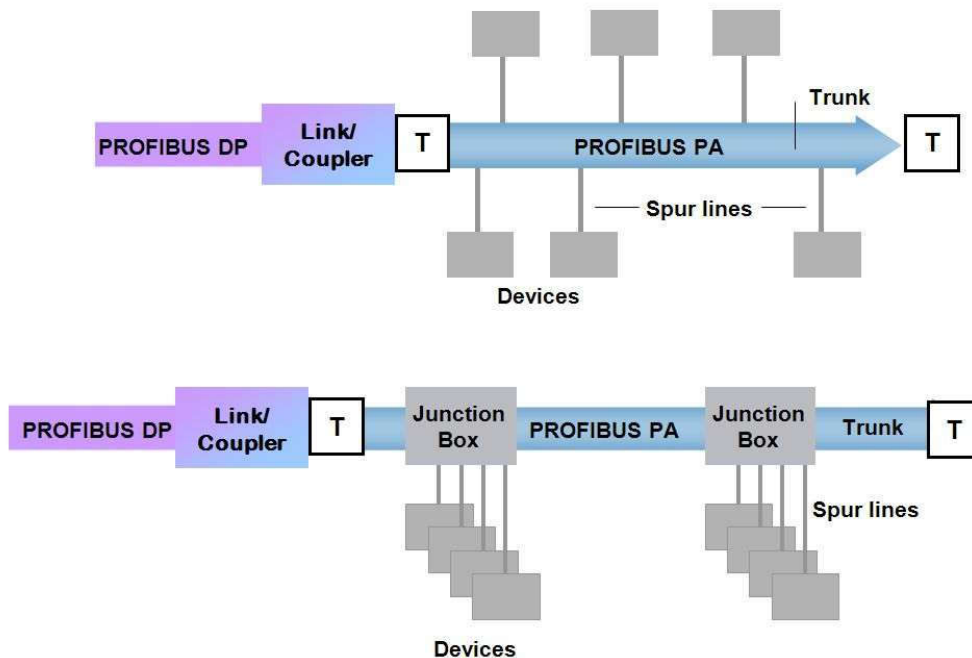
حداکثر تعداد وسیله روی یک سیگمنت PA به همان اندازه سیگمنت های DP یعنی ۳۲ عدد می باشد. ولی تعداد اسلیدی که می تواند به یک سیگمنت PA متصل شود، اساساً به منبع تغذیه اعمال شده به سیگمنت بستگی دارد.



شکل ۵-۱۷- حداکثر تعداد وسیله قابل اتصال به سیگمنت PA بستگی به میزان تغذیه جریان به سیگمنت دارد

۵-۵-۵- قوانین سیگمنت بندی پروفی باس PA

در پروفی باس PA، با توجه به سرعت کم انتقال اطلاعات، طول سیگمنت بندی می تواند تا ۱۹۰۰ متر، با جعبه اتصال و spurs فراهم می شود.

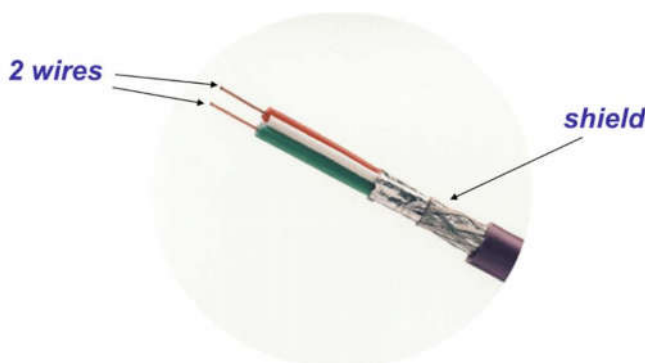


۵-۶- کابل پروفی باس DP

کابل های پروفی باس DP و پروفی باس PA از نوع زوج به هم تابیده شیلددار (Shielded twisted pair) هستند. به طوری که دارای مشخصات مختلف بر حسب مقاومت در واحد طول، خازن و امپدانس سرج هستند. در استاندارد IEC 61158 کابل های نوع A، B، C و D با مشخصات خاص پروفی باس PA تعریف شده است. برای سادگی کار با کابل ها ابزارهای برش کابل وود دارد.

کابل پروفی باس DP باید با توجه به امپدانس سرج (surge)، خازن کابل، سطح مقطع هسته کابل، مقاومت حلقه و تضعیف سیگنال دارای ویژگی های خاص باشد. این کابل باید یک کابل از نوع جفت سیم به هم تابیده شیلددار (بافته و یا فویلی) باشد.

یک کابل پروفی باس DP استاندارد دارای یک سیم به رنگ سبز و یک سیم قرمز است. در هر ایستگاه پروفی باس سیم قرمز به + یا B و سیم سبز به - یا A متصل می شود.

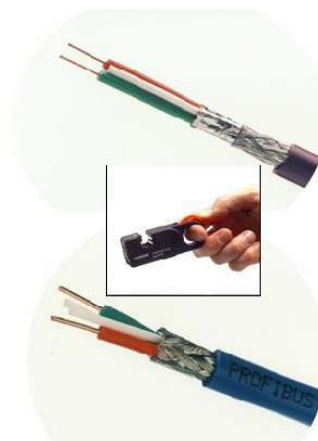


PROFIBUS DP cable

shielded, twisted pair line
loop resistance 110 Ω /km
core cross-section 0,8 mm²

PROFIBUS PA cable (cabletype A)

shielded, twisted pair line
loop resistance 44 Ω /km
core cross-section 0,32 mm²



شکل ۱۸-۵- نمایشی از کابل پروفی باس DP و PA

توصیه موسسه بین المللی Profibus استفاده از کابل نوع A با مشخصات زیر می باشد. به این کابل حداکثر ۳۲ وسیله می توان متصل نمود که یک سیگمنت (Segment) را تشکیل می دهد.

Cable Type A (Electrical Parameters of PROFIBUS RS-485 Cables)	
Cable Design	Shielded Twisted Pair
Conductor Area	0.8mm (AWG 18)
Surge Impedance	135-165 ohm
Capacitance per unit length	≤ 30 pF/m
Loop Resistance	≤ 110 ohm/km
Core or Wire Diameter	> 0.64 mm
Core Cross-Section	> 0.34 mm ²

مطابق استاندارد الزامات کابل پروفی باس PA عبارت اند از:

- **Cable Requirements- - IEC 1158-2 (typical cable for IEC 1158-2 technology)**
 - Cable Design: shielded twisted pair cable
 - Conductor Area: 0.8mm² (AWG 18)
 - Loop Resistance: 44 Ω / km
 - Impedance at 31.25 KHz: 100 Ω +/- 20%
 - Attenuation at 39 KHz: 3dB / km
 - Capacitance per Unit Length: 2nF / km

۵-۶-۱- کانکتور پروفی باس DP (Connection technologies)

برای پروفی باس DP کانکتورهایی در نسخه های مختلف وجود دارد. کانکتورها می توانند حاوی یک ترمیناتور نوری برگشت پذیر (*reversible*) (مقاومت ترمیناتور فیلد باس) برای سادگی نصب و راه اندازی باشند. تکنیک های خاص برش در کانکتور، اتصال سریع و مطمئن را بدون استفاده از ابزار دیگری فراهم می کنند. که معمولاً به این دسته کانکتورها *Fast connect* گفته می شود.



- تمام وسایل پروفی باس مبتنی بر *FMS* و *DP* دارای کلاس حفاظت *IP20* هستند؛
- برای وسایل با کلاس حفاظتی *IP65*، استاندارد اتصالات پروفی باس در حال حاضر تحت آماده سازی می باشد.
- توجه داشته باشید که کانکتور تمام دستگاه ها باید سیگنال های *VP* و *GND* داشته باشند. این سیگنال ها برای ترمینیت کردن باس استفاده می شوند و یا ممکن است برای تغذیه مبدل های فیبرنوری استفاده شوند.
- کانکتوری که برای اتصالات *DP* و *FMS* استفاده می شود. طبق استاندارد بین المللی *EN50170* یک کانکتور ۹ پین *D Plug* یا *M12* می باشد.
- **ورودی کابل پروفی باس در سمت CPU در شیار خروجی و در سمت اسلیو در شیار ورودی می باشد.**
- کانکتور دستگاه های اسلیو از نوع *female* می باشد.



شکل ۱۹-۵- کانکتور ۹ پین نوع D (همان کانکتور ۹ پین سریال)

جدول ۱-۵- جزئیات شماره پین های کانکتور ۹ پین پروفی باس

Pin no	Signal	Description
● 3	RxD/TxD-P	Data line B + (red wire)
● 5	DGND	Signal Ground
● 6	VP	Power for termination (P5V)
● 8	RxD/TxD-N	Data line A - (green wire)

۵-۶-۲- کانکتور پروفی باس PA

برای پروفی باس PA کانکتورهای استاندارد M12 وجود دارد. که شامل کانکتورهای Positioning برای وسایل فیلد و کانکتورهای Male و Female می باشد. استفاده از کانکتورها در پروفی باس PA امکان اتصال و برداشتن وسایل فیلد را در طول عملیات سیستم فراهم می کنند.



توزیع کننده های فیلد (distributer) برای پروفی باس PA در نسخه های مختلف وجود دارد. به طور معمول سازندگان این وسایل را در مدل های ۱، ۲، ۴ و ۸ واحدی پیشنهاد می کنند. این وسایل کوپل مستقیم و سایلی نظیر تجهیزات اندازه گیری، سنسورها، عملگرها و غیره را فراهم می کنند. توزیع کننده های فیلد در نسخه های گوناگون ارائه می شود. به عنوان مثال با گلند یا کانکتورهای M12.

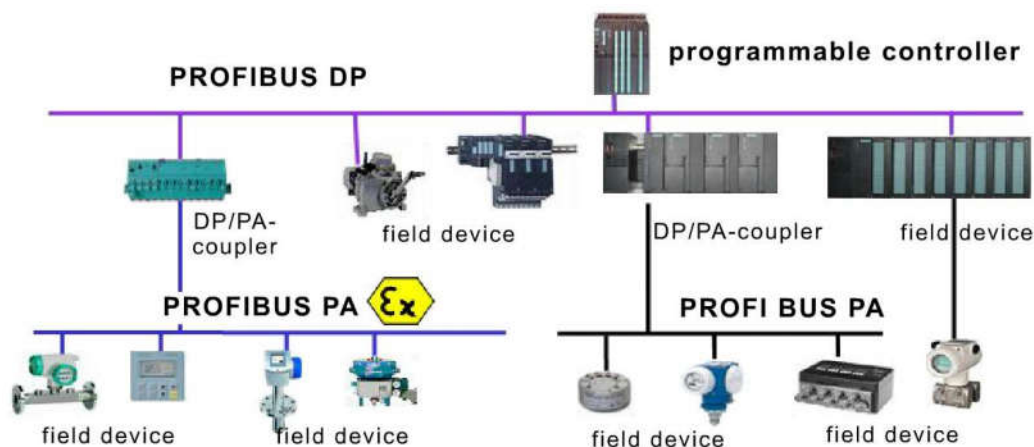


Barrier های فیلد باس تغذیه برای وسایل فیلد را تامین و حفاظت در برابر اتصال کوتاه را فراهم می کنند. به طوریک می توانند دارای یک ترمیناتور برگشت پذیر نیز باشند. در صورتی که در مناطق ذاتاً امن از Barrier های فیلد باس استفاده شود. حداکثر ۳۲ وسیله باس می تواند به یک سیگمنت پروفی باس متصل شود.



۵-۶-۳- پروتکل MBP & MBP-IS

برای پروفی باس PA ، فناوری های ارتباطی موجود، عبارت است از MBP (Manchester Coded Bus) و گونه های $MBP-IS$ و $RS-485-IS$ (Intrinsically Safe) برای محیط های مستعد انفجاری می باشد. شبکه های پروفی باس PA همواره از طریق کوپلرهای DP/PA به شبکه پروفی باس DP که به PLC متصل می شود، لینک می شوند. شکل ۲۰-۵ یک نمونه پیکربندی برای اتصال شبکه PA به شبکه DP را نشان می دهد.

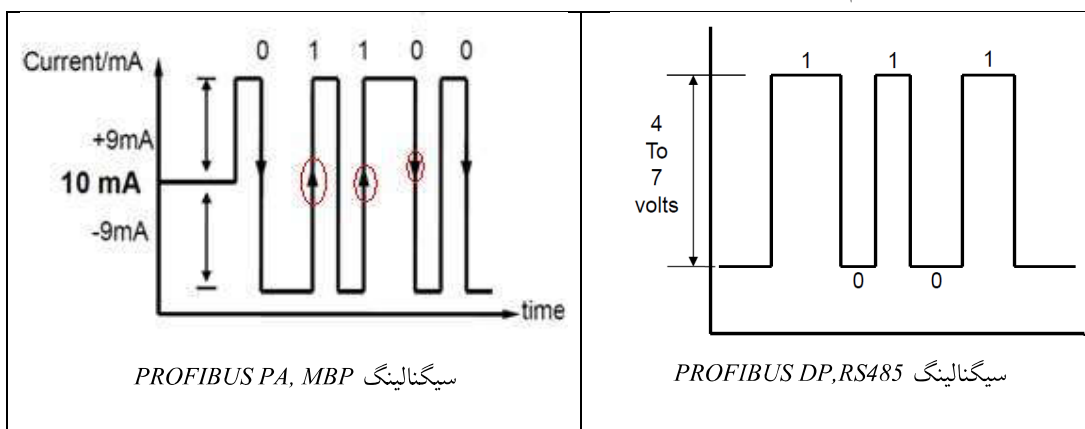


شکل ۲۰-۵- کوپل شبکه های PA به شبکه DP

۵-۶-۴- استاندارد لایه فیزیکی IEC 1158-2

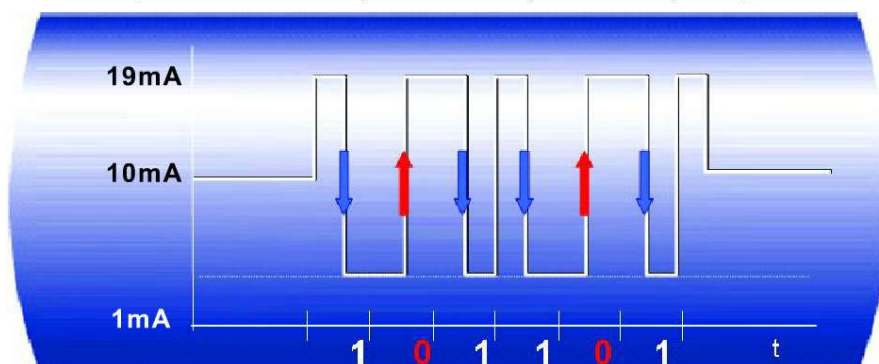
استاندارد مورد استفاده در لایه فیزیکی پروفی باس PA می باشد. این استاندارد دارای مشخصات کلی زیر می باشد.

- دارای سرعت ثابت انتقال داده 31.5 kbit/s برای اتوماسیون فرآیند؛
- کاربرد وسیع در صنایع پتروشیمی و مناطق هازارد؛
- جایگزینی مناسب برای مدل FISCO (Fieldbus Intrinsically Concept) برای محدودیت های IEC 1158-2 در محیط های فوق العاده خطرناک؛
- پشتیبانی از ۳۲ ایستگاه بدون نیاز به تکرار کننده (۱۲۶ ایستگاه با تکرار کننده)؛
- استفاده از روش سیم بندی MBP (Manchester Bus Powered) بر روی کابل های دو هسته ای؛



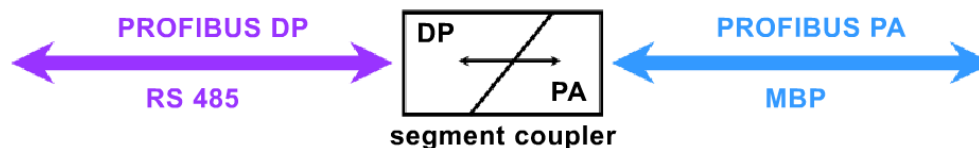
استاندارد MBP-IS () یک تغییر لبه از سطح ولتاژ Low به سطح ولتاژ High را معادل یک 0 و تغییر لبه از high به low را معادل و یک 1 فرض می کند. نوع ارتباطات (Communication) در IEC 61158-2 تعریف می شود. حداکثر ۱۲۶ وسیله فیلد می تواند به باس MBP-IS متصل شود. به طوری که به سیگمنت های ۱۰ تا ۳۲ وسیله تقسیم می شود.

MBP-IS (Manchester Coded, Bus Powered, Intrinsically Safe)



سیگنالینگ MBP-IS

در کوپلر سیگمنت، سیگنال های ارتباطی دیجیتال از فرم *NRZ (Non Return to Zero)* برای *RS485* به کد منچستر تبدیل می شوند. یک بایت از داده پروفی باس *DP* همیشه به ۱۱ بیت نیاز دارد. ولی در پروفی باس *PA* یک بایت از داده به ۸ بیت نیاز دارد. علاوه براین کوپلر سیگمنت نرخ انتقال داده را به نرخ ثابت 31.25 Kbit/s کاهش می دهد.



- asynchronous NRZ coding
- 1 byte requires 11 bit
(1 Start + 8 Bit + 1 Stopp + 1 Parity)
- possible transmission rate:
9,6 Kbit/s to 12 Mbit/s

- synchronous Manchester II coding
- 1 byte requires 8 bit
- transmission rate
= 31.25 Kbit/s

۵-۶-۵- مقایسه تنظیمات فیزیکی پروفیباس PA با DP

جدول ۲-۵ مقایسه تنظیمات فیزیکی پروفیباس PA با DP را نشان می دهد.

جدول ۲-۵- مقایسه تنظیمات فیزیکی پروفیباس PA با DP

RS485 wire carries data only	Physics	IEC 1158-2 wire carries data and power
9,6K; 19,2K; 45,45K; 93,75K; 187,5K; 1,5M; 3M; 6M; 12M	Transmission Rate	31,25K
NRZ (No Return to Zero)	Coding	Manchester
11 bits per data byte 1 start bit, 8 data bits (LSB first) 1 parity bit (even parity), 1 stop bit	Character Format	8 bits per data byte 8 data bits (MSB first)
1 parity bit for each character 1 byte FCS check sum (Frame Check Sequence)	Check Sequence	16 bit CRC (Cyclic Redundancy Check)

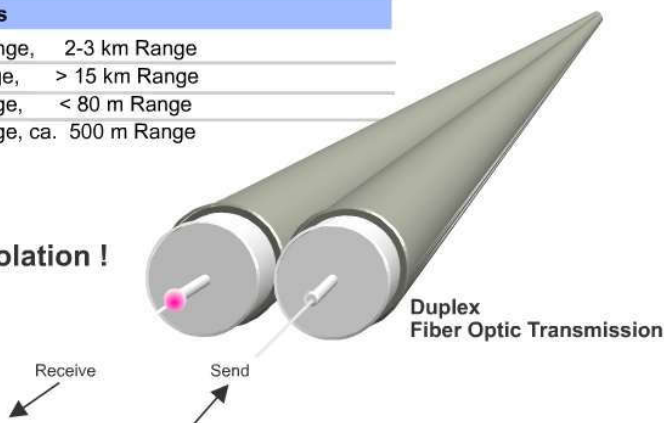
۵-۶-۶- انتقال با کابل فیبر نوری (Fiber Optic Transmission)

در محیط هایی که در معرض تداخل الکترومغناطیسی بالا می باشند، برای اهدافی چون ایزولاسیون الکتریکی، افزایش حداکثر فواصل شبکه، سرعت بالای انتقال، افزونگی رسانه (Media redundancy) و مصونیت در برابر تداخلات EMC، از کابل های فیبرنوری برای انتقال داده استفاده می کنند.

کابل های فیبر نوری همواره کل رنج نرخ های انتقال را که می توان برای RS485 تنظیم کرد، پوشش می دهد. ولی به هر حال ویژگی های فیزیکی هر یک از مولفه های نوری بایستی مد نظر قرار گیرد.

Fiber Type	Properties
Multimode Glass Fiber	Middle Range, 2-3 km Range
Monomode Glass Fiber	Long Range, > 15 km Range
Plastic Fiber	Short Range, < 80 m Range
PCS/HCS Fiber	Short Range, ca. 500 m Range

Electrical Isolation !



شکل ۲۱-۵- انواع کابل های فیبرنوری

برای تطبیق یا سازگاری با ملزومات مختلف، کابل های فیبرنوری متفاوتی وجود دارد. سه نوع کابل فیبرنوری با مشخصات متفاوت با توجه به قیمت، فاصله و کاربرد که می تواند در شبکه پروفی باس استفاده کرد. عبارت انداز:

➤ *Plastic, PCF and glass fiber optic*

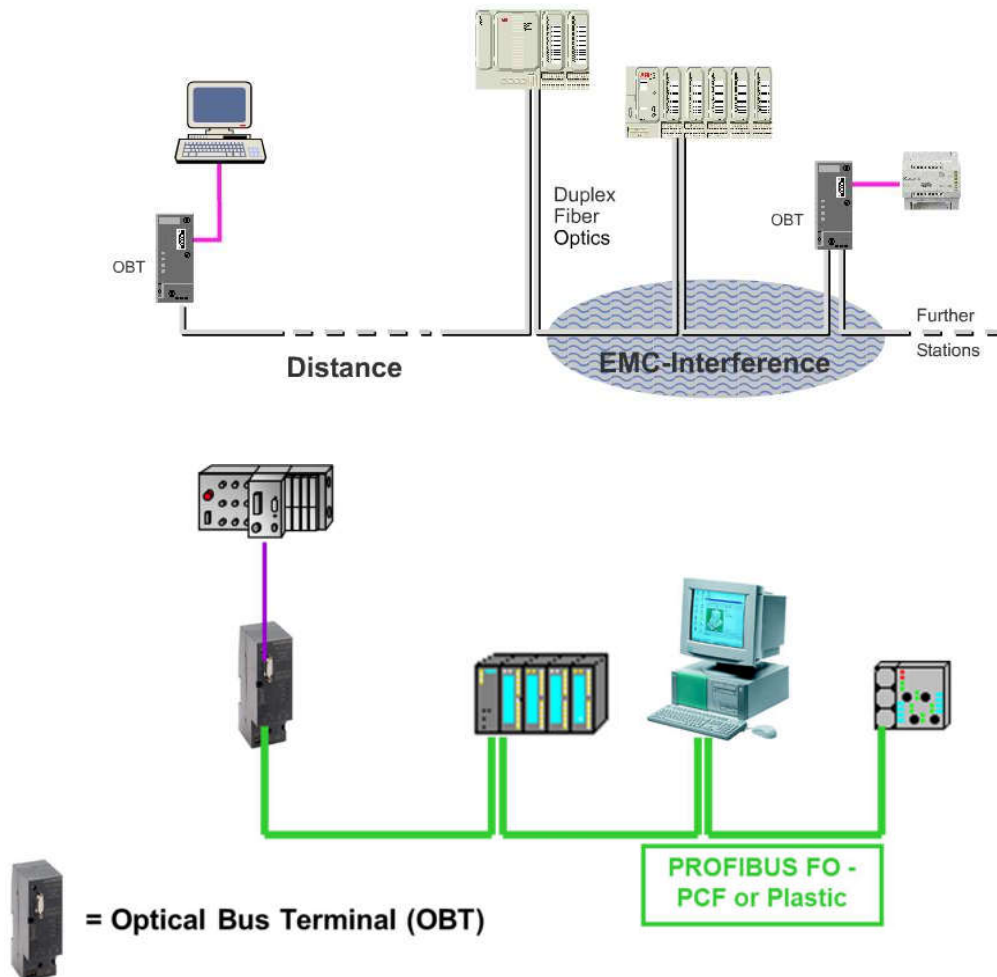
- Plastic - 50m between 2 Optical Link Modules (OLM)
- PCF - 300m between 2 OLMs
- Glass - up to 15km between 2 OLMs

جدول ۳-۵- نمونه رنج انتقال با انواع کابل های فیبرنوری

Fiber type	Core diameter [μm]	Transmission range
Multi-mode glass fiber	62,5 / 125	2 - 3 km
Single-mode glass fiber	9 / 125	> 15 km
Plastic fiber	980 / 1000	Up to 100 m
HCS® fiber	200 / 230	Approx. 500 m
<i>Multimode glass fiber</i>	<i>Medium distance range</i>	<i>2 – 3 km range</i>
<i>Monomode glass fiber</i>	<i>Long distance range</i>	<i>15 km range</i>
<i>Synthetic fiber</i>	<i>Short distance range</i>	<i>> 80 m range</i>
<i>PCS/HCS fiber</i>	<i>Short distance range</i>	<i>> 500 m range</i>

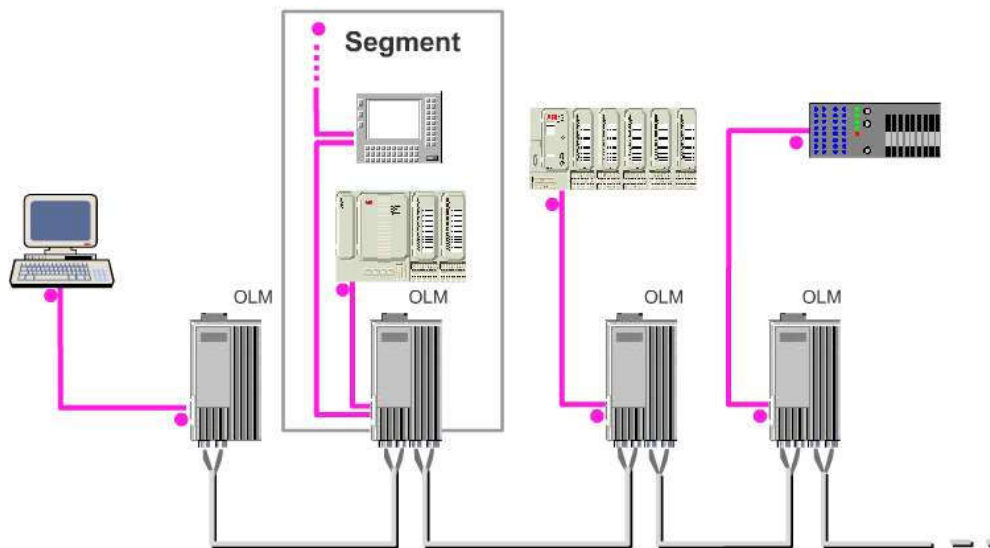
در یک شبکه پروفی باس مبتنی بر فیبر نوری (Optical Profibus network) می توان از وسایل مانند OBT استفاده کرد که دارای پورت فیبرنوری بوده و به صورت تولوژی خطی می توانند به همدیگر متصل شوند. لذا در صورتی که کابل شبکه از نوع فیبر نوری باشد، ایستگاه هایی که دارای واسط داخلی فیبرنوری نیستند، از طریق ماژول های مبدل OBT (Optical Bus Terminal) به شبکه پروفی باس فیبرنوری متصل

می شوند. اتصال ایستگاه های RS485 که دارای واسط داخلی فیبرنوری هستند به طور مستقیم به فیبرنوری متصل می شوند.



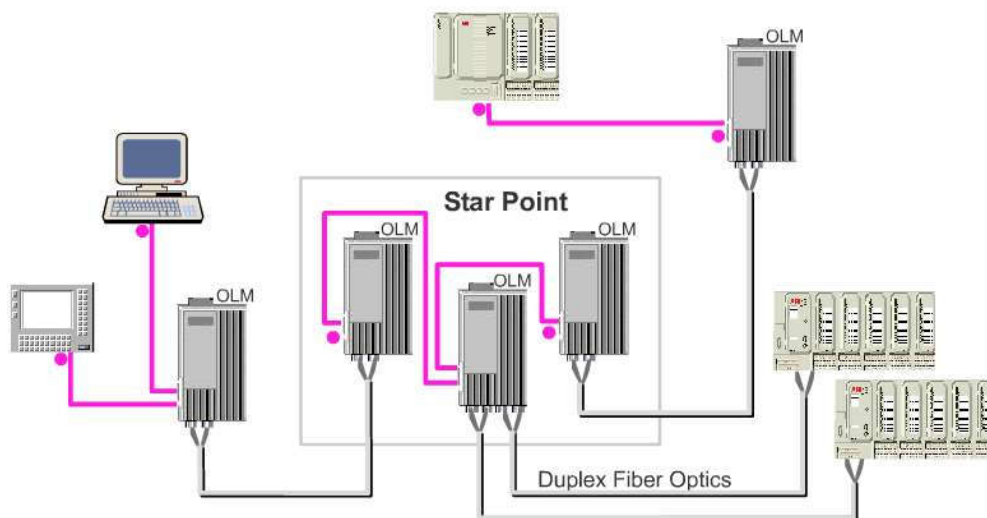
شکل ۵-۲۲- اتصال دستگاه های RS485 به شبکه فیبرنوری با استفاده از ماژول های OBT

فیبرنوری امکان ایجاد توپولوژی شبکه بصورت باس، ستاره و حلقوی را فراهم می کند؛ با اتصال بین کابل های الکتریکی و نوری از طریق OLM و OBT یک شبکه ترکیبی نوری-الکتریکی می توان ایجاد کرد. ماژول های OLM (Optical Link Module) دارای یک کانال الکتریکی ایزوله (isolated electrical channel) شبیه به کانال های تکرارکننده ها بوده و بسته به شماره نسخه دارای یک یا دو کانال نوری هستند. یک وسیله (گره) یا کل یک سیگمنت RS485 می تواند به شبکه فیبر نوری متصل گردد.



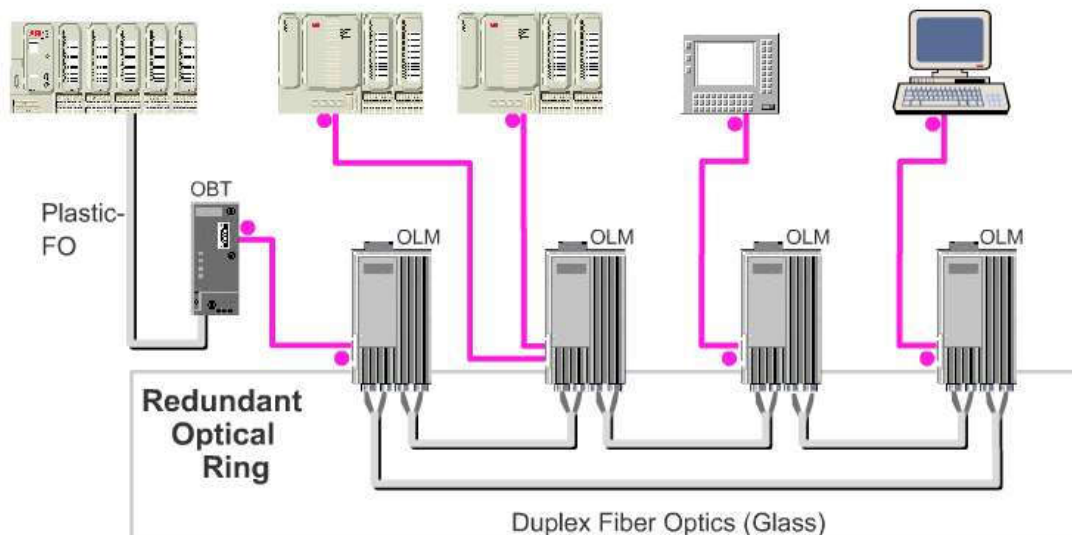
بکارگیری OLM در شبکه پروفی باس فیبرنوری

مطابق شکل زیر چندین ماژول OLM را می توان با اتصال واسط RS485 آنها به یک کوپلر ستاره ای (Star Couple) ترکیب کرد. ترمینال های دارای واسط یکپارچه فیبرنوری می تواند به طور مستقیم به واسط های نوری متصل گردد. ترمینال های دارای واسط RS 485 نیز می توانند از طریق یک OLM یا OBT متصل شوند.

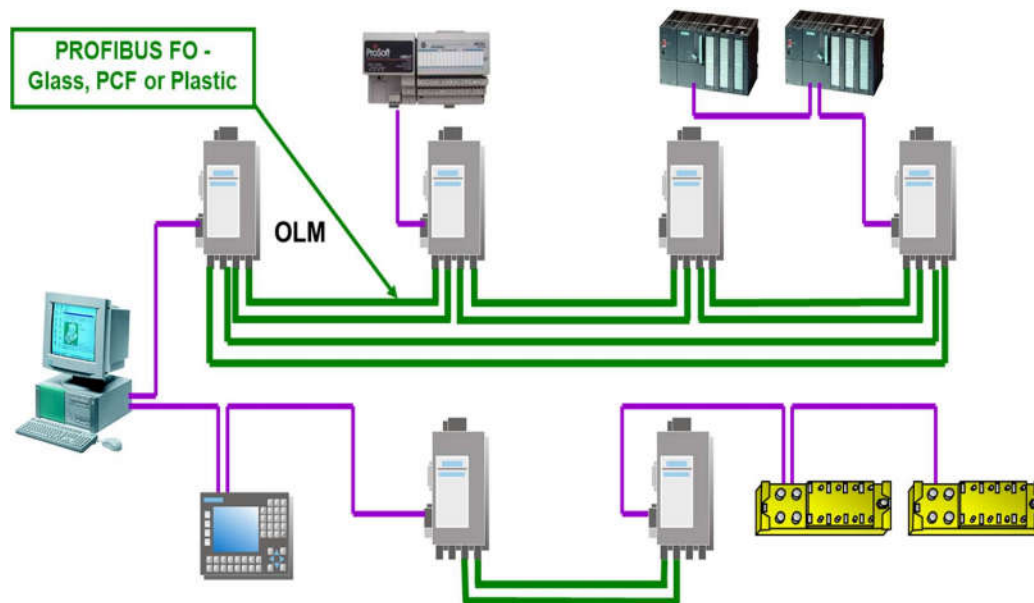


یک حلقه نوری افزونه (Redundant Optical Ring) شکل خاصی از توپولوژی خطی (line topology) می باشد. با پیکربندی شبکه فیبرنوری به شکل حلقه، درجه بالایی از قابلیت اطمینان حاصل می شود. وقوع یک قطعی (break) در کابل نوری بین دو ماژول OLM توسط ماژول ها شناسایی و شبکه برای تشکیل توپولوژی خط نوری (optical line) دوباره پیکربندی می شود. این کار از طریق یک تابع مانیتورینگ در OLM

امکان پذیر می باشد. در صورت خراب شدن یک ماژول OLM، تنها وسایلی که به صورت الکتریکی به آن متصل شده متوقف می شوند.

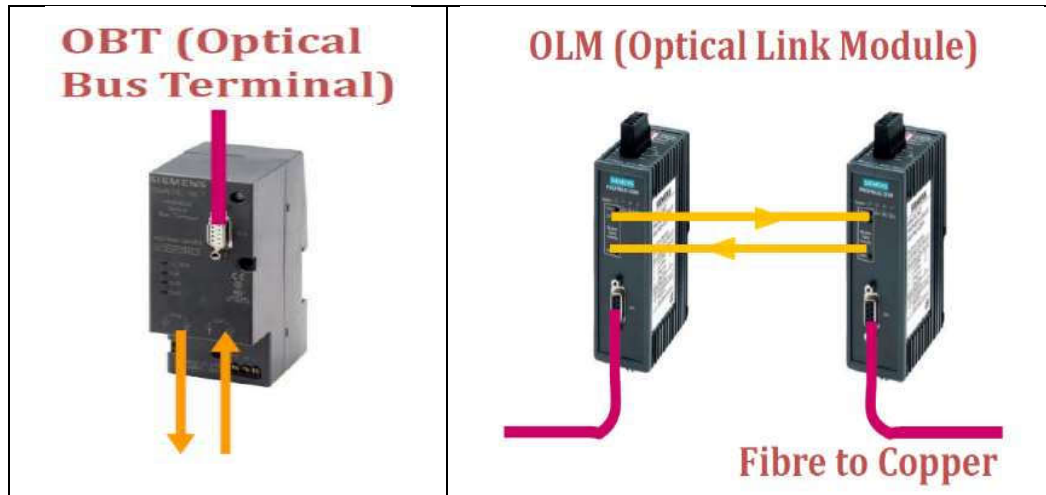


شکل ۵-۲۳- خرابی در کابل نوری و ماژول OLM در توپولوژی حلقه



شکل ۵-۲۴- استفاده از OLM در شبکه پروفیباس

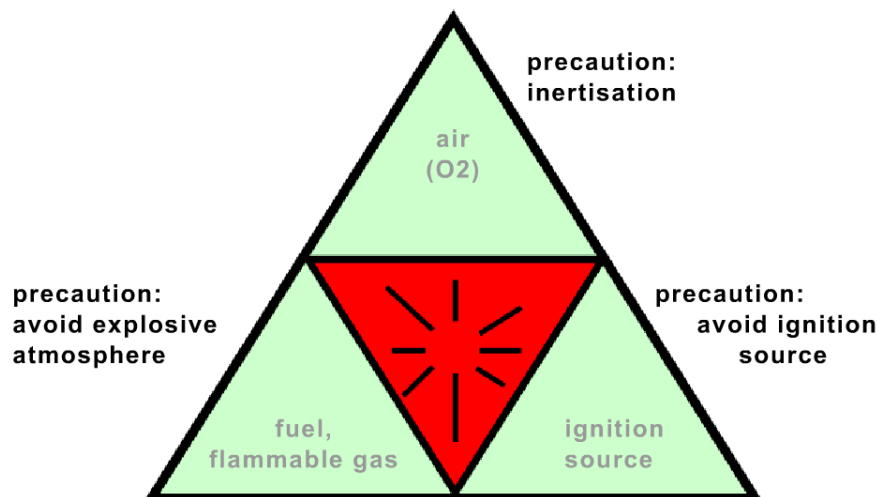
با اتصال پورت های RS485 چند وسیله OLM، می توان OLM ها را در یک آرایش کوپلر ستاره (Star) پیکربندی کرد. ترمینال های دارای واسط داخلی فیبرنوری قابلیت اتصال مستقیم به واسط های فیبرنوری را دارا می باشند. ولی برای اتصال وسایل بدون واسط ذاتی فیبر نوری نیاز به وسایل OLM یا OBT می باشد.



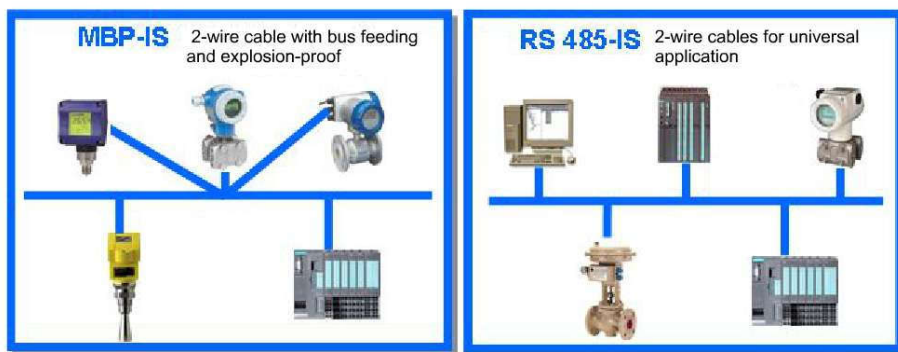
شکل ۵-۲۵- نمایشی از ماژول های مبدل الکتریکی به نور OBT و OLM

۵-۷- اقدامات لازم در خصوص ضد انفجار (Explosion Precautions)

زمانی که گازها، بخارات و گردوغبار در معرض اکسژن اتمسفر قرار گیرد، می تواند مخلوط انفجاری ایجاد نماید. اگر همچنین یک منبع احتراق با انرژی احتراق کافی وجود داشته باشد، نتیجه ممکن است منجر به واکنش گرماده (exothermic reaction) بشود.



پرو菲یاس از نوع زاتا ایمن حفاظت در تکنولوژی های ارتباطی MBP-IS یا RS485-IS با یک سطح محدود ولتاژ و جریان در مدارات الکتریکی استفاده می کند. زاتا ایمن به معنی یک طراحی فشرده تر، کار نگهداری تحت شرایط انفجاری و عملیاتی بودن سیستم، ورودی توان پایین تر و در نتیجه سطح مقطع کابل کوچکتر می باشد.



EEx ia/ib

EEx ib

تکنولوژی های ارتباطی *MBP-IS* و *RS485-IS* دارای ملزومات نصب مختلفی هستند. کابل ها و ترمیناتورهای مختلفی استفاده می شود.

MBP-IS

Cable

$R' = 15 \dots 150 \Omega/\text{km}$,
 $L' = 0,4 \dots 1 \text{ m H/km}$,
 $C' = 80 \dots 200 \text{ nF/km}$
=> Cable Type A

Cable length

Category „ia“ : 1000 m
Category „ib“ : 1900 m

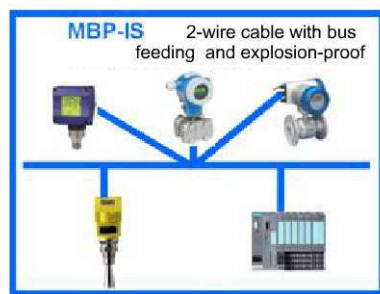
Current/Voltage

EEx ia IIC

$U_s = 14 \dots 20 \text{ V}$
 $I_a = 110 \text{ mA}$
 $P = 1.8 \text{ W}$

EEx ib IIB

$U_s = 14 \dots 24 \text{ V}$
 $I_a = 250 \text{ mA}$
 $P = 4.2 \text{ W}$



توپولوژی شبکه ها. طول کابل ها و ولتاژ و جریان های سیگنال ها موقع استفاده از *MBP-IS* و *RS 485-IS* متفاوت هستند.

RS485-IS

Cable

$L'/R' = 15 \mu\text{H}/\Omega$
 $C' = 40 \text{ nF/km}$

Cable length

Up to 1000 m, depends on transmission rate.

Current/Voltage

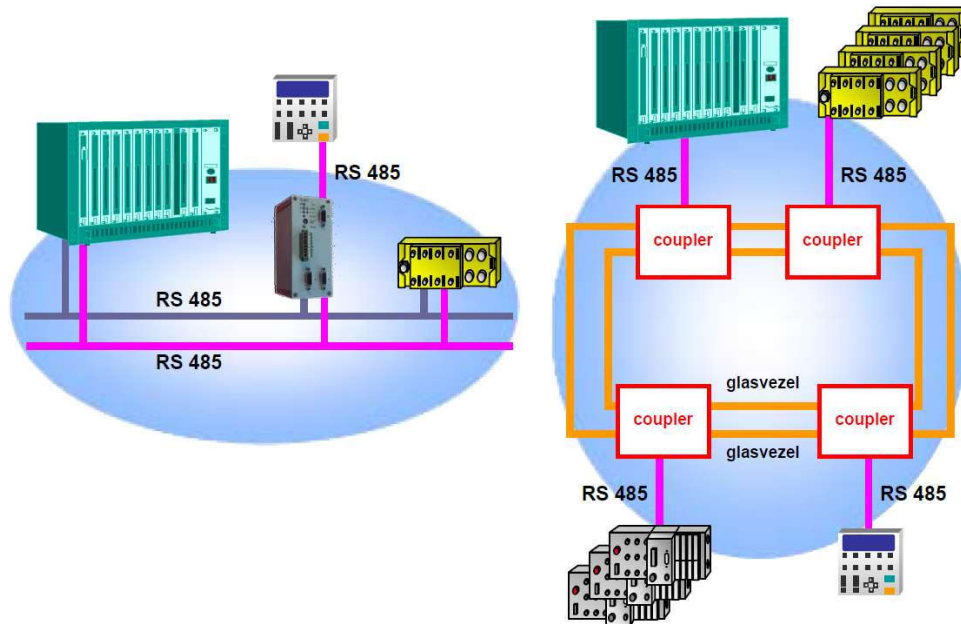
$U_i = 4.2 \text{ V}$
 $I_i = 4.8 \text{ A}$
 $I_c \leq 149 \text{ mA / device}$



۵-۸- افزونگی شبکه پروفی باس (Redundancy)

۵-۸-۱- ساختار افزونگی در شبکه پروفی باس DP (Redundancy)

مطابق شکل ۲۶-۵ پروفی باس DP ساختار افزونگی را با کابل های الکتریکی RS485 به صورت توپولوژی باس و با کابل فیبرنوری با توپولوژی حلقوی پشتیبانی می کند.

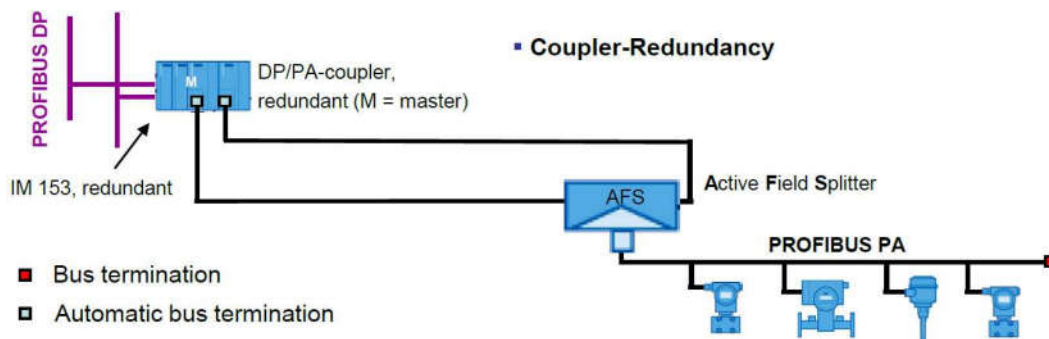


شکل ۲۶-۵- توپولوژی حلقوی و باس برای افزونگی شبکه پروفی باس [۱]

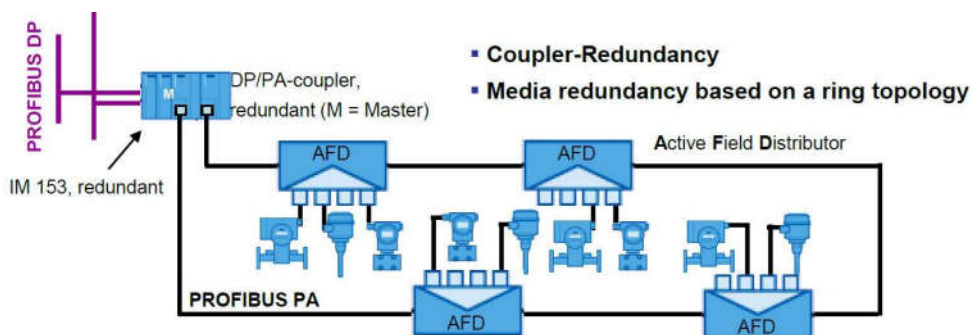
۵-۸-۲- افزونگی پروفی باس PA

افزونگی PA شامل دو نوع افزونگی می باشد.

- Coupler Redundancy
- PA Ring Redundancy

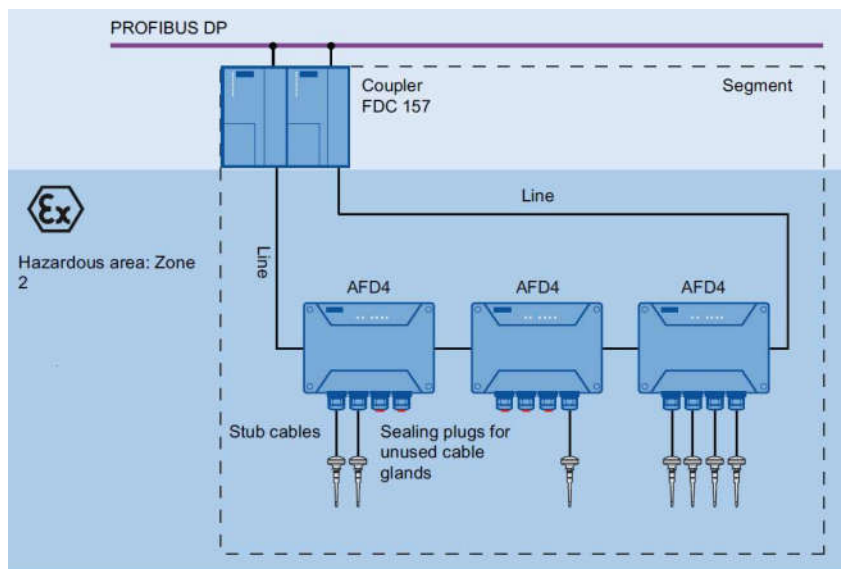


شکل ۲۷-۵- افزونگی کوپلر در پروفی باس PA [۱]



شکل ۲۸-۵- افزونگی حلقوی در پروفی باس PA [۱]

تجهیزات AFD در سیگمنت های خطرنا (Hazardous) استفاده می شود. جداسازهای AFD4 و AFD8 نمونه از این تجهیزات زمینس می باشد.



شکل ۲۹-۵- مثالی از پیکربندی افزونگی حلقوی با استفاده از تجهیزات AFD

۵-۸-۳- جداساز فیلد AFS (Active field splitter)

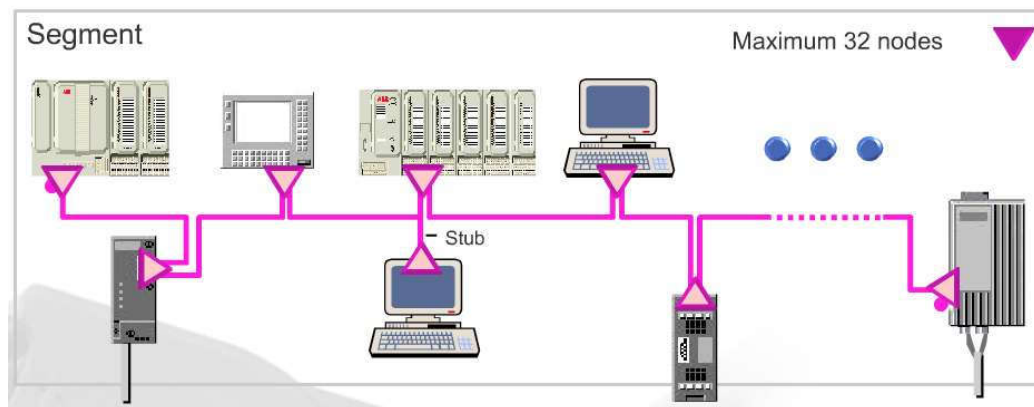
جداساز فیلد AFS، دو تا کوپلر FDC 157 را به یک سیگمنت فیلد باس متصل می کند. به طوری که امکان افزونگی کوپلر را بر روی خط فراهم می سازد. تعداد کل دستگاه های فیلد روی خط ۳۱ دستگاه محدود به جریان حداکثر ۱ آمپر می باشد.

۵-۹- آدرس دهی گره ها (Node Addresses)

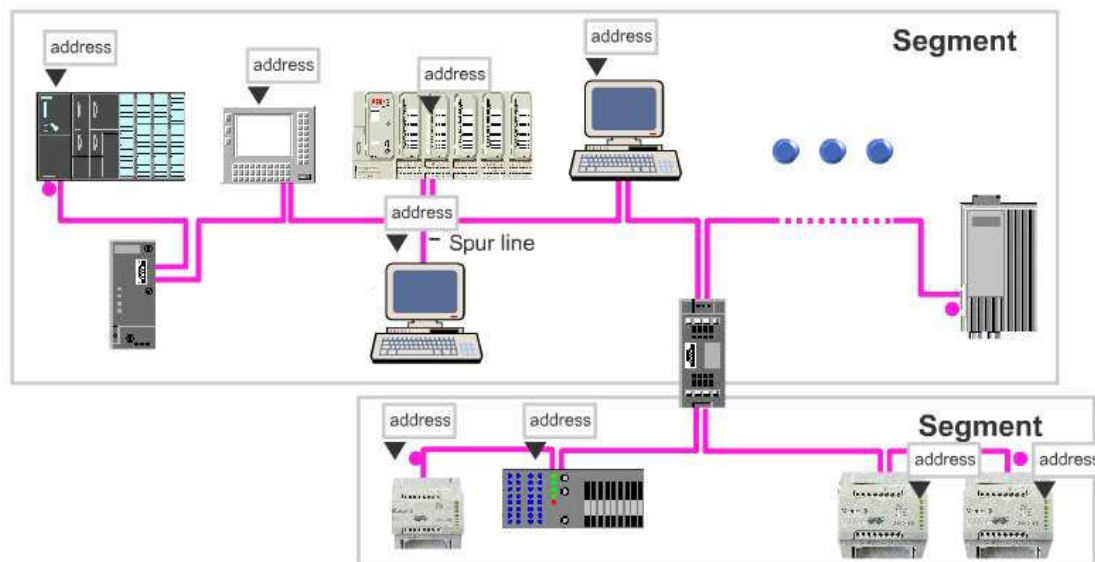
به هر ایستگاه پروفی باس یک آدرس منحصر به فرد اختصاص داده می شود. که باید یک عدد بین ۰ و ۱۲۶ می باشد. این به این معنی است که هرگز نمی تواند بیش از ۱۲۷ ایستگاه در یک شبکه وجود داشته باشد.

اتصال حداکثر تعداد ۱۲۷ ایستگاه به یک شبکه پروفیباس با اتصال چند سیگمت پروفیباس به هم توسط تکرارکننده ها حاصل می شود.

هر گره پروفیباس RS485 یک *load* را برای باس به حساب می آید. حداکثر ۳۲ عدد وسیله می تواند در یک سیگمت پروفیباس به هم متصل شوند. این محدودیت شامل گره هایی مانند ایستگاه برنامه ریزی (PG/PC) که هر از چندگاهی به باس متصل می شوند، نیز می شود.



شکل ۵-۳۰- حداکثر تعداد گره روی یک سیگمت باس RS485



شکل ۵-۳۱- تعریف آدرس برای گره های باس RS485

تنها وسایل مستر و اسلیو دارای آدرس گره یا ایستگاه (*Station Address*) روی شبکه پروفیباس هستند. ماژول های OLM و تکرارکننده دارای آدرس پروفیباس نیستند. در کل تا ۱۲۶ گره شامل ایستگاه ها، وسایل اتوماسون، وسایل فیلد و وسایل برنامه ریزی می تواند به یک شبکه پروفیباس متشکل از چند سیگمت متصل

شده و تک تک آدرس دهی شوند (آدرس از ۰ تا ۱۲۵) جدول ۵-۴ نقشه آدرس پروفی باس (Address Map) را برای انواع مختلف گره ها نشان می دهد.

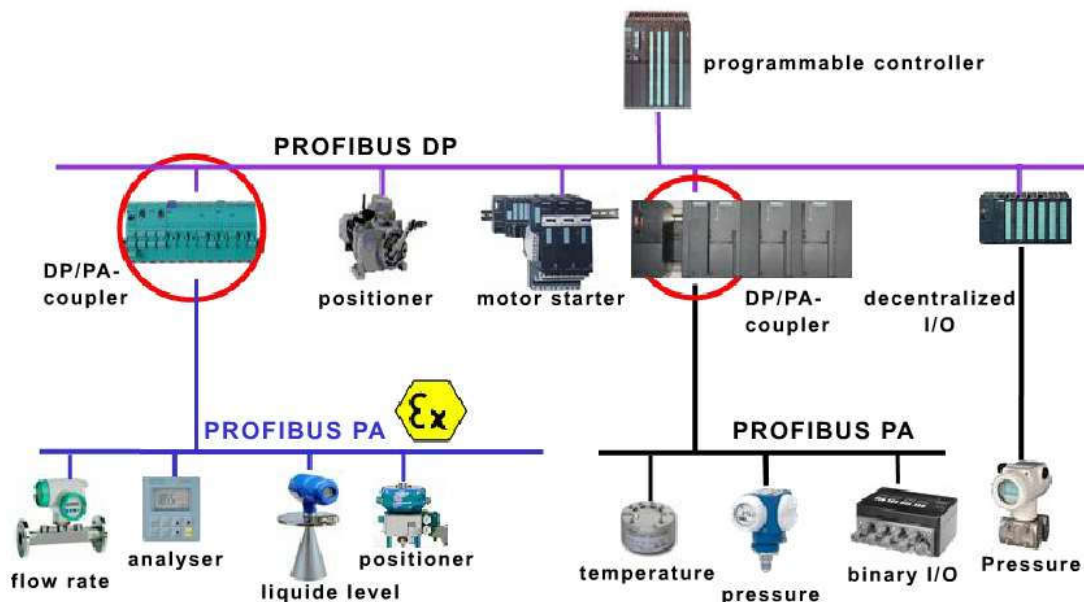
جدول ۵-۴- نقشه آدرس پروفی باس

0	Service, diagnosis-and programming tool
1..2	Masters (class 1)
3..125	Slaves (total 123 or 124)
126	Address for: "Set Slave Address"
127	Broadcast address

- بیشتر ابزارهای پیکربندی آدرس های ۰ و ۱۲۶ را برای اسلیوها مسدود می کنند؛
- آدرس ۱۲۶ یک آدرس پیش فرض برای اسلیوها با تنظیمات آدرس نرم افزاری است؛
- آدرس ۱۲۷ آدرس پخش (broadcast) یک بسته اطلاعاتی از سوی مستر به همه اسلیوها است؛
- به ازای هر باس حداکثر ۱۲۴ عدد DP Slave می توان داشت؛
- دستگاه ها یا ایستگاه ها به صورت موازی به باس کوپل (Couple) می شوند؛

۵-۱۰- وسایل فیلد (Field Devices)

علاوه بر خود وسایل فیلد، اجزای فیلد یک سیستم پروفی باس شامل مولفه هایی مانند جعبه های توزیع (distribution boxes) کابل ها و ترمیناتورها می باشد. علاوه بر این دیگر موله ها اجزای دیگری بای پیکربندی یک سیستم فیلد باس استفاده می شوند. مانند کوپلر سیگمنت، ایستگاه های Remote I/O، حفاظت از اضافه ولتاژ، barrier ها و تکرارکننده ها.

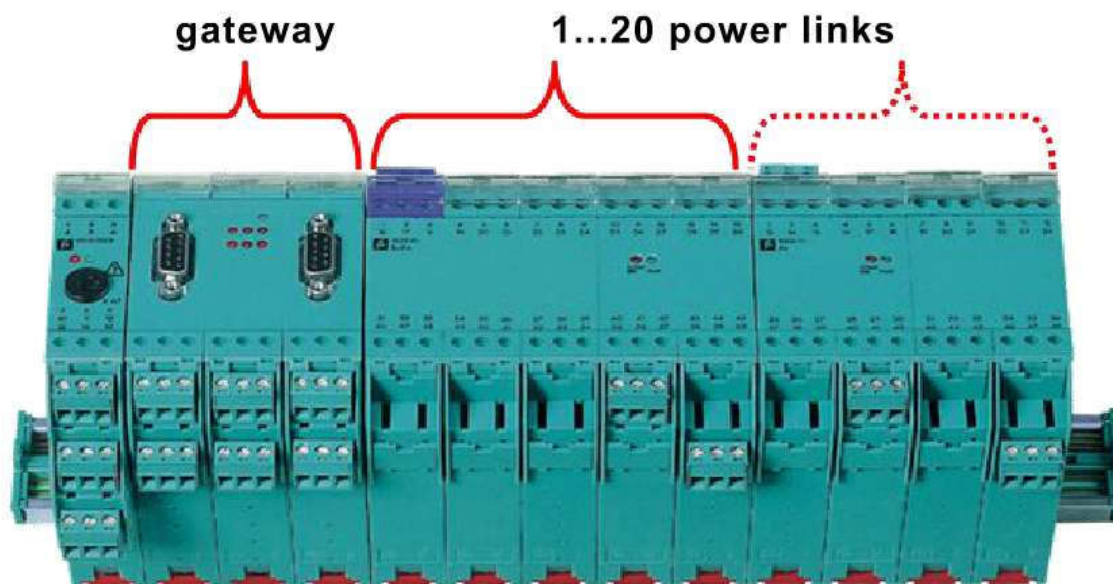


کوپلرهای سیگمنت برای تبدیل سیگنال ارتباطی از DP به PA استفاده می شوند. این مولفه ها به طور معمول DP/PA Segment Coupler یا از نوع DP/PA Link هستند. این مولفه ها، وسایل فیلد را از طریق پروفی باس PA تغذیه می کنند. که می تواند در صورت نیاز ذاتاً امن باشد و داده را به صورت دوطرفه بین وسایل فیلد و سیستم اتوماسیون انتقال دهد.

مولفه DP/PA link زیرممنس متشکل از Gateway module IM157 (که می تواند افزونه بسته شود) و یک تا ۵ کوپلر DP/PA (هر دو نسخه ضدانفجار و غیرضدانفجاری قابل استفاده می باشد) است. سیگمنت های PA پایین دست یک شبکه پروفی باس PA اتوماسیون را تشکیل می دهند. خروجی هر یک از کوپلرهای DP/PA به صورت فیزیکی نماینگر یک سیگمنت پروفی باس PA جداگانه می باشند.



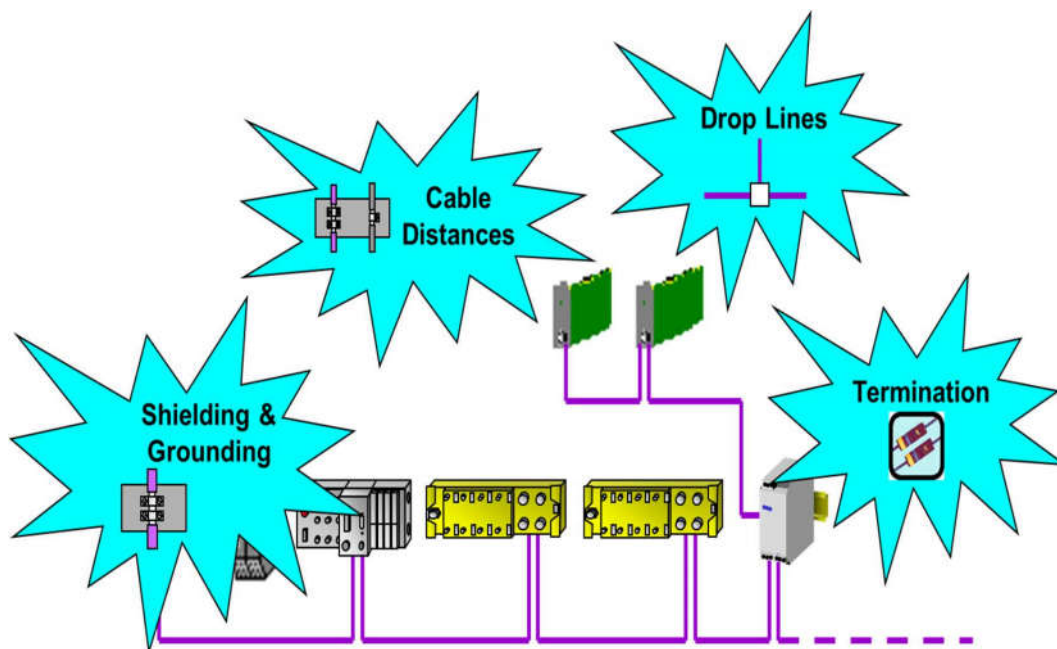
کوپلرهای سیگمنت DP/PA نوع SK2 شرکت pepperl-fuchs متشکل از یک gateway و یک یا چند power link (نوع ضدانفجاری و نوع معمولی) می باشد. خروجی هر power link به صورت فیزیکی نماینگر یک سیگمنت پروفی باس PA جداگانه می باشند. تا ۲۰ عدد power link می تواند به یک gateway متصل شود.



فصل ۶ – نصب و راه اندازی شبکه پروفیباس

برای نصب و راه اندازی یک شبکه پروفیباس، می توان از کابل زوج سیم به هم تابیده مسی، کابل نوری شیشه ای یا پلاستیکی و قطعات مادون قرمز استفاده کرد. هم چنین می توان این قطعات را در یک شبکه ترکیب کرد. به طور کلی فرآیند نصب شبکه پروفیباس شامل موضوعات زیر می باشد:

- شیلد و زمین کردن (Shielding & Grounding)؛
- ترمینال کردن (Termination)؛
- اندازه خطوط اتصال از وسایل به باس اصلی (Drop Lines)؛
- فاصله از کابل های مختلف (Cable Distances)؛



شکل ۶-۱- موضوعات مطرح در نصب یک شبکه پروی باس

۶-۱- انواع نویز (Noise)

نویز یک پارامتر ماهر در تعیین سرعت انتقال اطلاعات در هر شبکه می باشد. به طور کلی سه نوع نویز در انتقال داده در شبکه های صنعتی مطرح می باشد. که عبارت اند از:

۱- نویز ناشی از تغییرات جریان زیاد (di/dt): به عنوان مثال

- موتورهای الکتریکی بزرگ، بخصوص در موقع استارت؛
- وسایل جوشکاری؛
- رعد و برق؛
- کوره های الکتریکی؛

روش حذف این نویز استفاده از کابل نوع زوج سیم به هم تابیده (*Twisted Pair*) *TP* می باشد.

۲- نویز ناشی از تغییرات ولتاژ (dv/dt) به عنوان مثال:

- درایوهای برقی یا اینورتر؛
- کوره های الکتریکی؛
- وسایل جوشکاری؛
- لامپ فلورسنت (چوک)؛

روش حذف این نویز، استفاده از کابل نوع زوج سیم به هم تابیده شیلددار (*Shielded Twisted Pair*) *STP* می باشد.

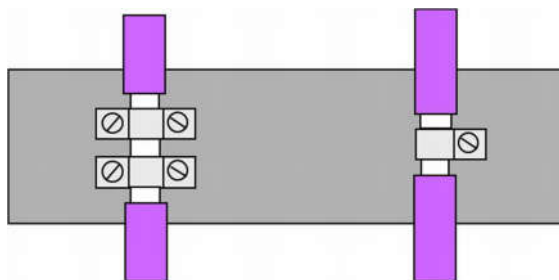
۳- نویزهای رادیویی به عنوان مثال:

- وسایل بی سیم

روش حذف این نویز نیز استفاده از کابل STP با فویل آلومینیومی می باشد

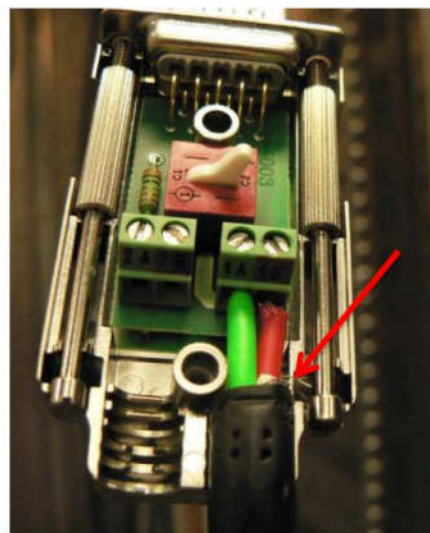
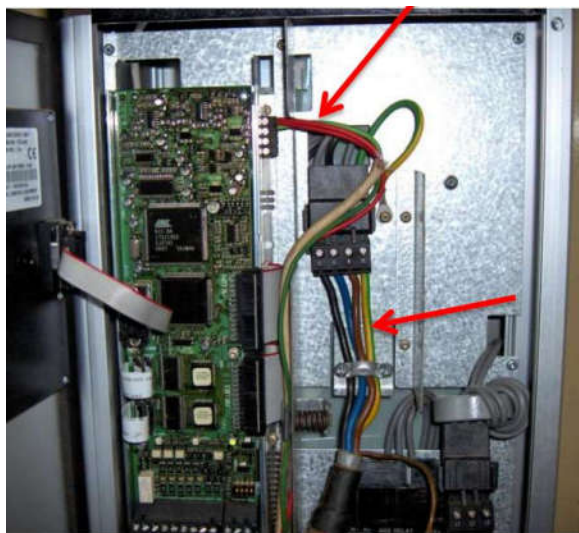
۶-۲- قوانین نصب

۶-۲-۱- شیلد و زمین کردن (Shielding and Grounding)



پروفی باس یک ارتباط دیجیتال می باشد نه یک سیگنال آنالوگ $20mA$ ؛ لذا در هر دو انتهای باس باید زمین شود. که منظور از زمین کردن بحث ارتینگ می باشد. به طوری که شیلدهای زمین نشده هیچ اثری ندارند. به طور کلی اثرات ناشی از شلدینگ و گراندینگ عبارتند از:

- بهبود رفتار EMC؛
- یک مسیر برگشت با امپدانس کم (کوتاه) برای نویز و جریان فراهم می کند؛
- نشر (emission) از باس را کم می کند؛



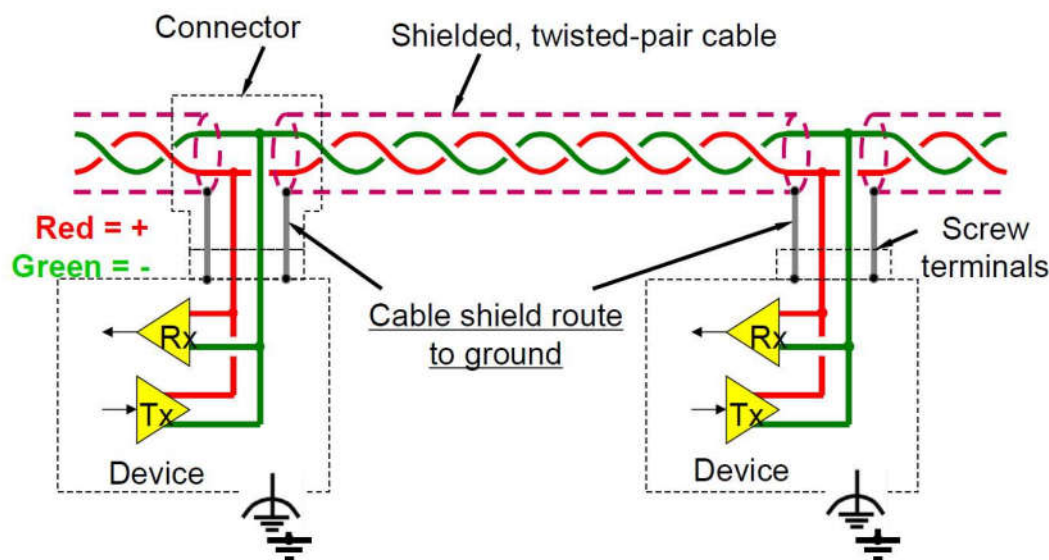
شکل ۶-۲- مثالی از زمین کردن پروفی باس

شیوه های پایه توصیه شده برای انجام این کار عبارتند از:

- تمام رابط های پروفی باس و شیلدهای کابل را به زمین متصل کنید؛
- از یک کابل اتصال به زمین، جهت اتصال از یک کابینت به کابینت دیگر در همان سیگمنت استفاده کنید. که به اتصال هم نیرو معروف است.

انواع زمین کردن (Types of grounding):

- زمین کردن مستقیم (در هر نقطه اتصال)؛
- زمین کردن خازنی؛



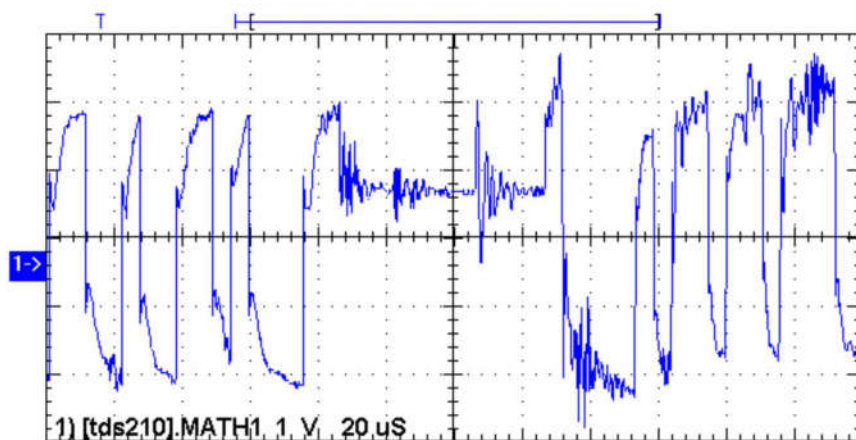
شکل ۶-۱- زمین کردن شیلد کابل و دستگاه ها (Grounding of devices and shields)

نکته:

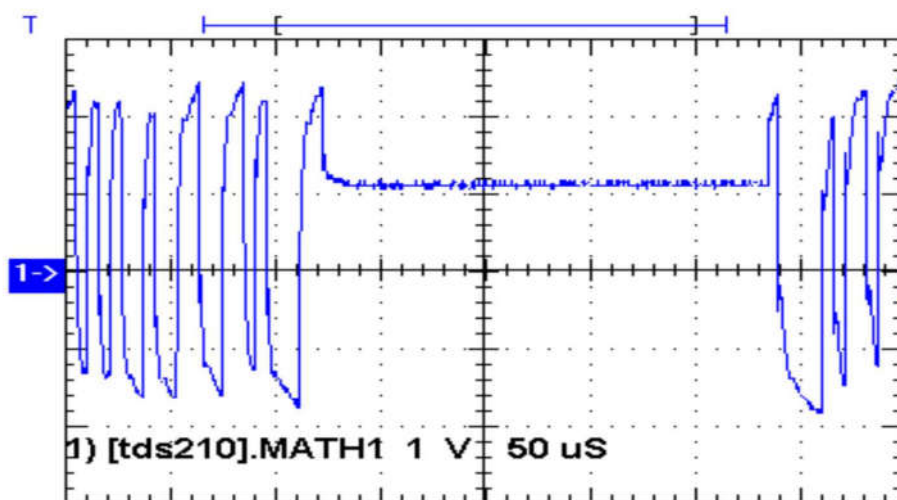
شیلد همیشه در دستگاه ها به زمین *GND* حفاظتی (*Protective GND*) متصل نمی شود؛ بنابراین در زمان نصب، قبل از ترک کابینت مطمئن شوید که شیلد کابل به *GND* متصل شده است.

۶-۲-۲- خطوط برق (Power Lines)

ارتباطات دیجیتال نسبت به خطوط یا کابل های برق حساس هستند. بنابراین بایستی در نوع کابل های عبور شده از سینی ها دقت کرد؛



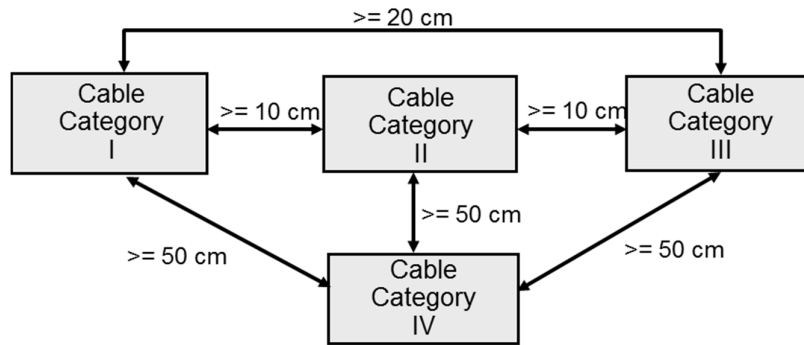
شکل ۳-۶- اثر خطوط برق بسیار نزدیک در سیگنال دیجیتال پروفیباس



شکل ۴-۶- دوری کابل های برق از سیگنال های دیجیتال

۳-۲-۶- فاصله از کابل های مختلف (Cable Distances)

شکل ۵-۶ حداقل فاصله لازم را برای قرارگیری دسته بندی های مختلف کابل جهت کابل کشی درست را نشان می دهد.



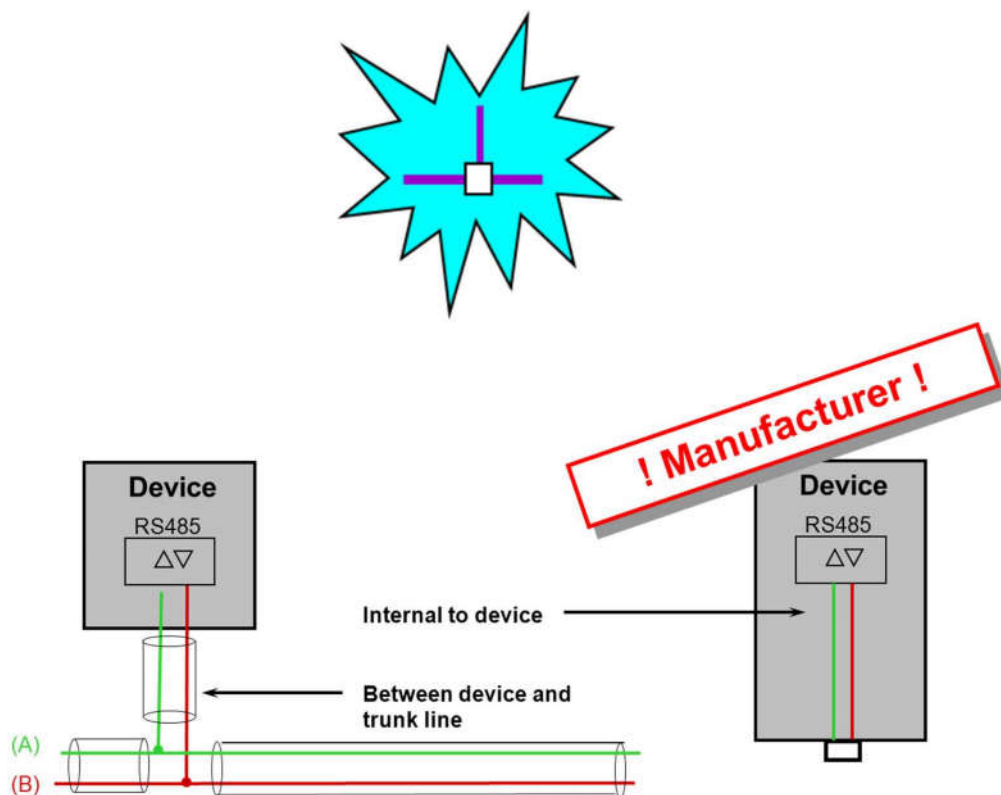
شکل ۵-۶- حدود فاصله از کابل های مختلف در پروفی باس

- ✓ **Category I:**
 - LAN cables (e.g. Ethernet)
 - Other communication cables
- ✓ **Category II:**
 - Shielded and unshielded cables for DC voltages $> 60V$ and $\leq 400 V$
 - Shielded and unshielded cables for AC voltages $> 25V$ and $\leq 400 V$
- ✓ **Category III:**
 - Shielded and unshielded cables for DC and AC voltages $> 400 V$
- ✓ **Category IV:**
 - Signal cables of categories I - III at risk from direct lightning strikes, e.g., connections between components in different buildings

۶-۲-۴- اتصالات Spur – کانکتورهای T شکل (Drop/Stub/Spur)

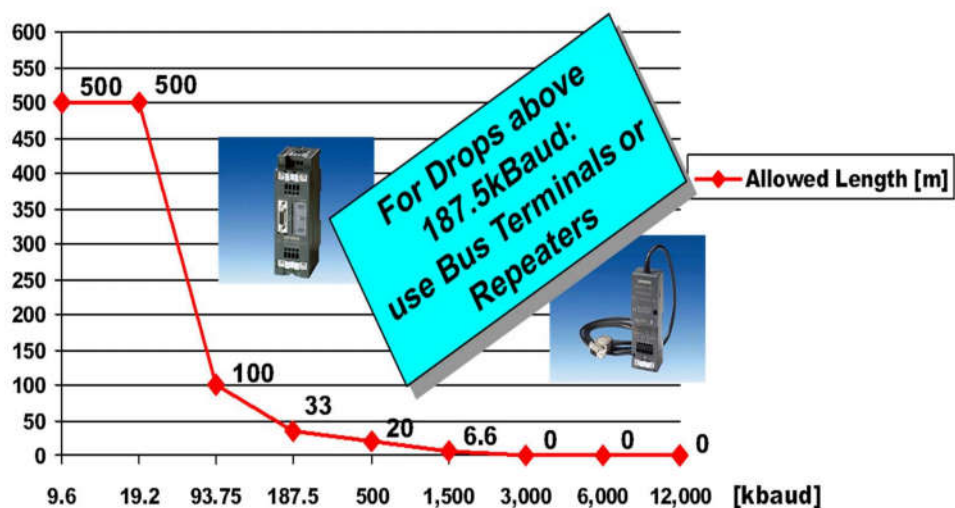
خطوط Spur که هم چنین خطوط stub و drop نیز نامیده می شوند، شاخه هایی از کابل اصلی سیگمنت هستند.

- از آن جایی که طول شبکه مهم است از Spur های زیاد بایستی پرهیز کرد.
- هر وسیله از طریق یک شاخه (branch or drop) و با یک کانکتور T شکل به خط یا کابل اصلی شبکه متصل می شود. که به آن Stub Drop یا Spur گفته می شود.
- اتصالات Stub متصل به وسایل شبکه بازتاب (reflections) تولید می کنند. (به دلیل ایجاد خازن اضافی)
- تکرارکننده ها به عنوان خطوط spur محسوب نمی شوند.



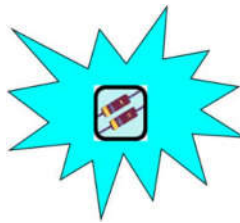
شکل ۶-۶- اتصال وسایل به باس با خطوط Stup

شکل ۶-۷ طول مجاز Stup را نسبت به نرخ بیت ارسالی نشان می دهد. به طوری که برای Drop های بالاتر از 187.5 Kbps از ترمینال باس یا تکرارکننده استفاده کرد.

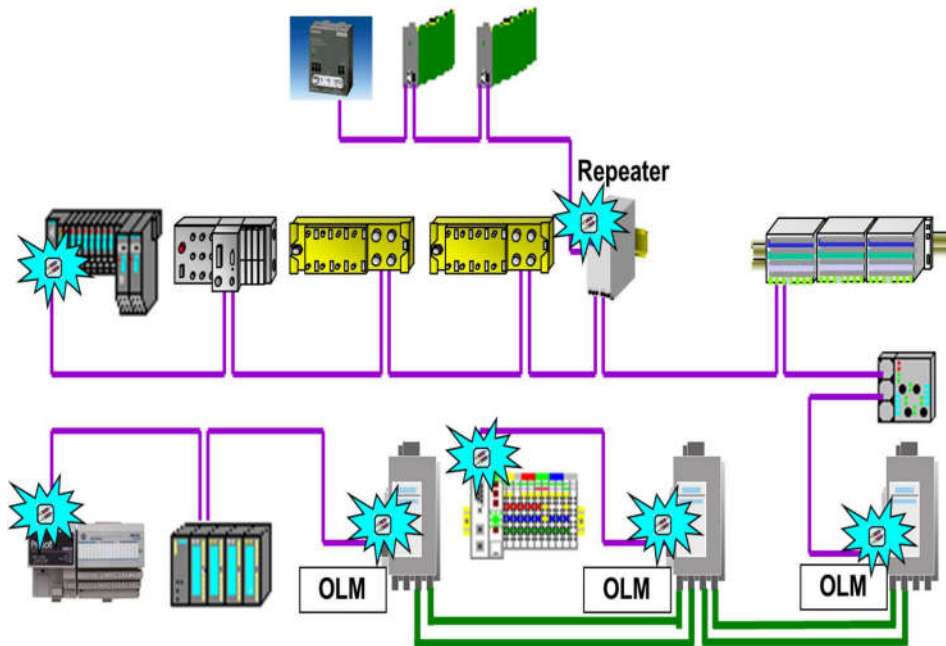


شکل ۶-۷- طول مجاز Stup نسبت به نرخ بیت انتخاب شده

۶-۳- ترمینیت کردن (Termination)

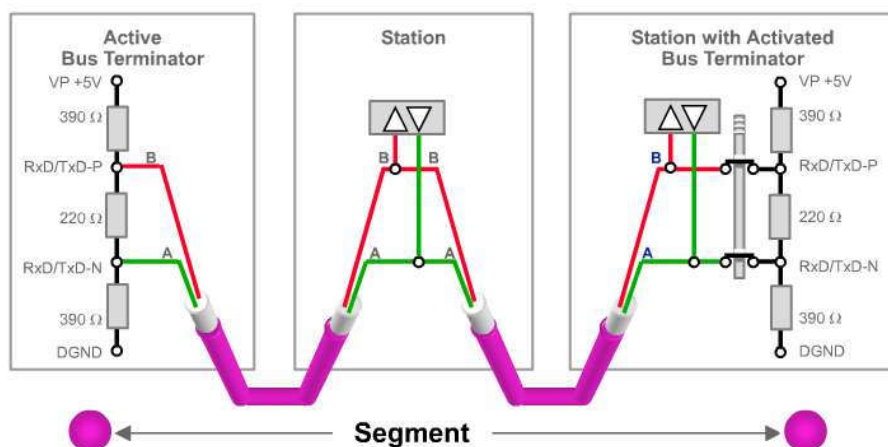


هنگامی که سیگنال های الکتریکی از یک کابل عبور می کنند، هر گونه گسستگی الکتریکی در کابل می تواند باعث انواع بازتاب / انعکاس (*Reflection*) شود. به ویژه انتهای کابل، یک نوع گسستگی بزرگ است (باز بوده و امپدانس بی نهایت است) که می تواند موجب بازتاب های شدید شود. درست مانند اکو، سیگنال منعکس شده می تواند موجب ایجاد سیگنال های مختلف و یا ظهور تلگرام های خراب بر روی خط شود. لذا موقع سیم بندی یا کابل کشی شبکه پروفیباس مقاومت هایی تحت عنوان ترمیناتور (*Terminator*) بایستی در ابتدا و انتهای هر سیگمنت قرار داده شود.



شکل ۶-۸- مثالی از ضرورت قرار دادن ترمیناتور در ابتدا و انتهای هر سیگمنت

در سیم بندی یک شبکه پروفی باس *DP* هر سیگمنت باس بایستی با مقاومت های ترمیناتور ترمینیت شود. که با یک ولتاژ ثابت تغذیه می شوند. این کار یا از طریق یک جامپر در کانکتور کابل و یا توسط یک وسیله روی باس پیاده می شود.



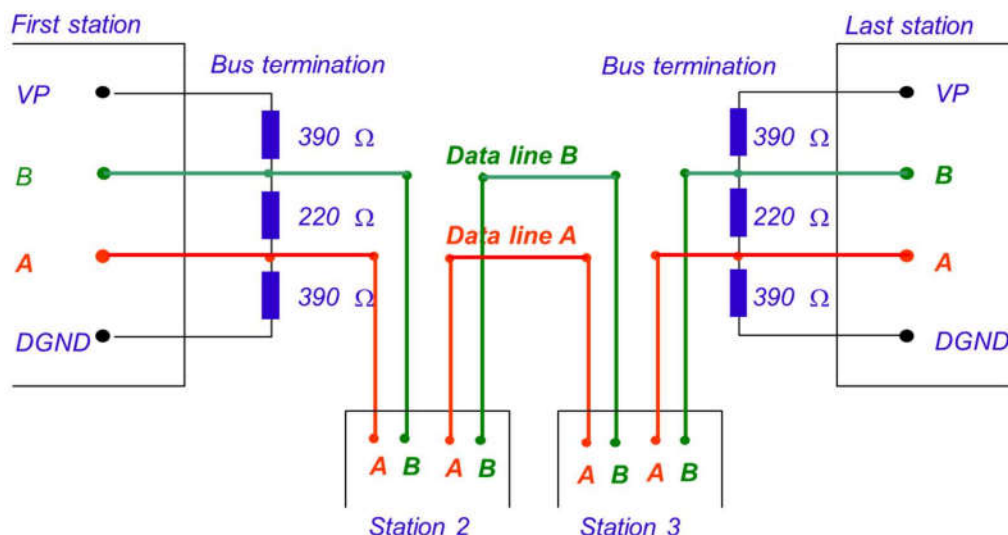
شکل ۹-۶- ساختار اتصال ترمیناتور در ابتدا و انتهای هر سیگمنت

به عبارت دیگر ابتدا و انتهای هر سیگمنت (*Segment*) باید توسط ترمیناتور بسته شود. برای این منظور طبق استاندارد RS485 در انتهای خطوط انتقال داده یک مقاومت *Pull-Down* (در طرف DGND) و یک مقاومت *Pull-Up* (در طرف تغذیه) قرار داده می شود که به آنها ترمیناتور می گویند. ترمیناتور معمولاً توسط سازنده بر روی کانکتورهای استاندارد تعبیه شده و با یک *Jumper/Switch* در انتهای باس فعال و غیرفعال می گردد. عمل ترمینیشن به سه صورت می توان انجام داد. که عبارت انداز:

- از طریق کانکتور پروفی باس (*Connector*)
- از طریق جعبه ترمینال (*Termination Box*)
- از طریق سویچ های DIP در دستگاه ها (*DIP Switches*)

اگر سرعت انتقال داده بیش از 1.5 Mbps باشد باید از ترمیناتور با اندوکتانس طولی استفاده کرد که به بار خازنی ایستگاه وصل می شود تا از انعکاس و بازگشت موج دیتا جلوگیری شود.

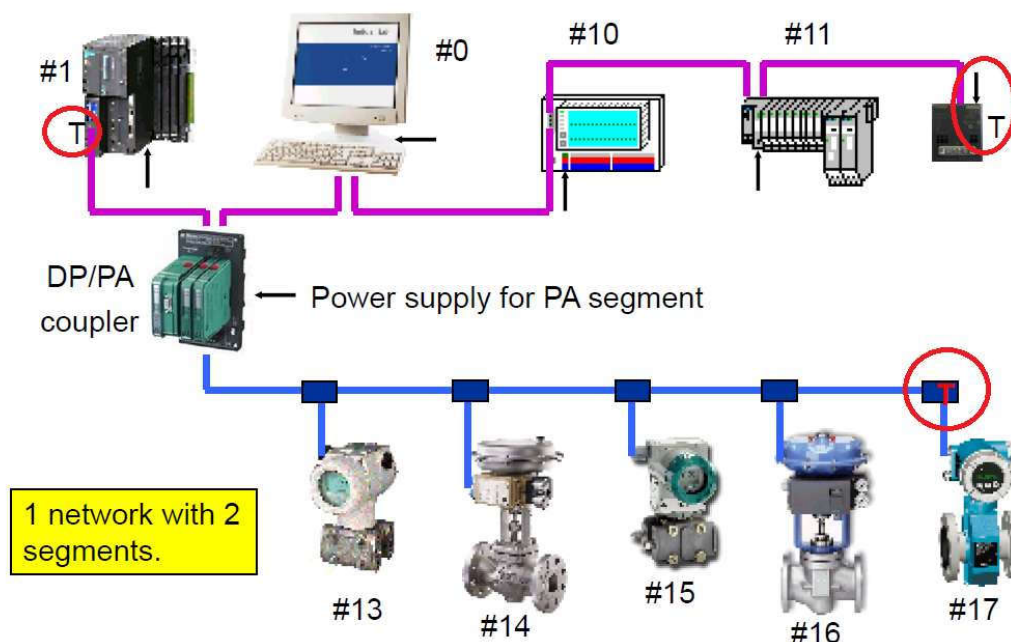
شکل ۱۰-۶- ساختار و اجزای ترمینیشن در پروفی باس (*Termination, RS485*)



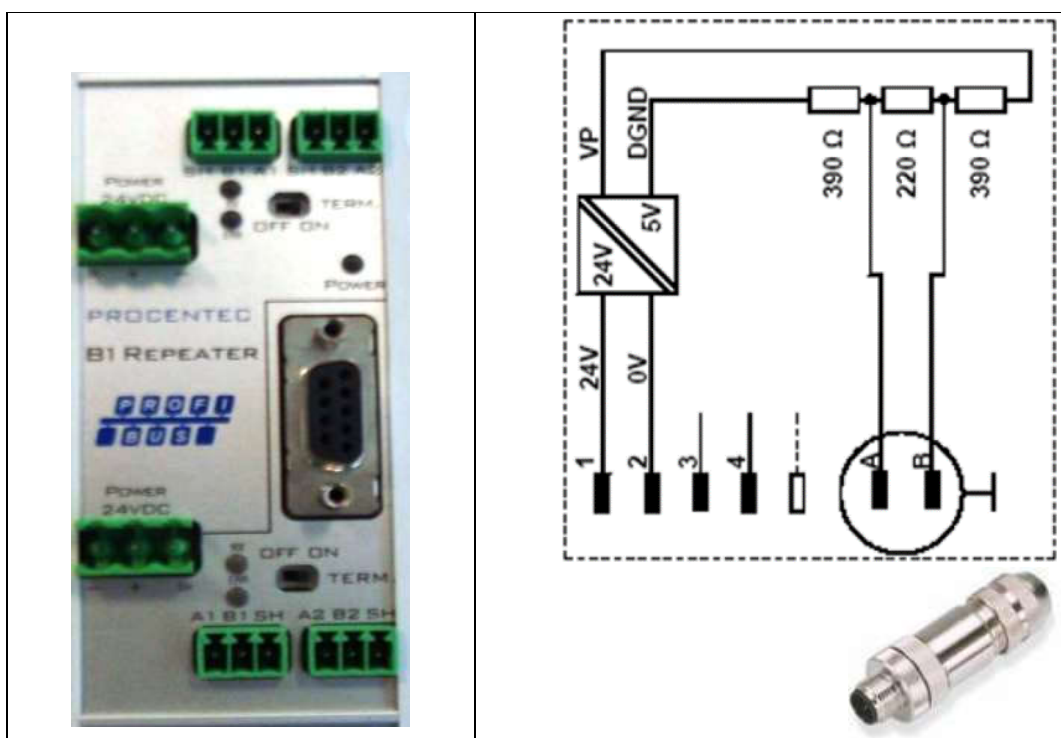
شکل ۶-۱۱- نمونه نصب گره های DP

برخی از قوانین ترمینیشن (*Termination - Rules*) عبارت اند از:

- برای جلوگیری از وقوع بازتاب ناشی از انتهای کابل، ضروری است که هر سیگمنت باس در دو سر انتهایی باس ترمینیت شود؛
- دو تا ترمیناتور (*Terminators*) در هر سیگمنت باید همواره روشن باشد؛
- باکس های ترمینیشن برای DP و PA موجود است؛
- ترمینیشن بر روی تکرارکننده ها (*Repeaters*) نیز صورت می گیرد؛



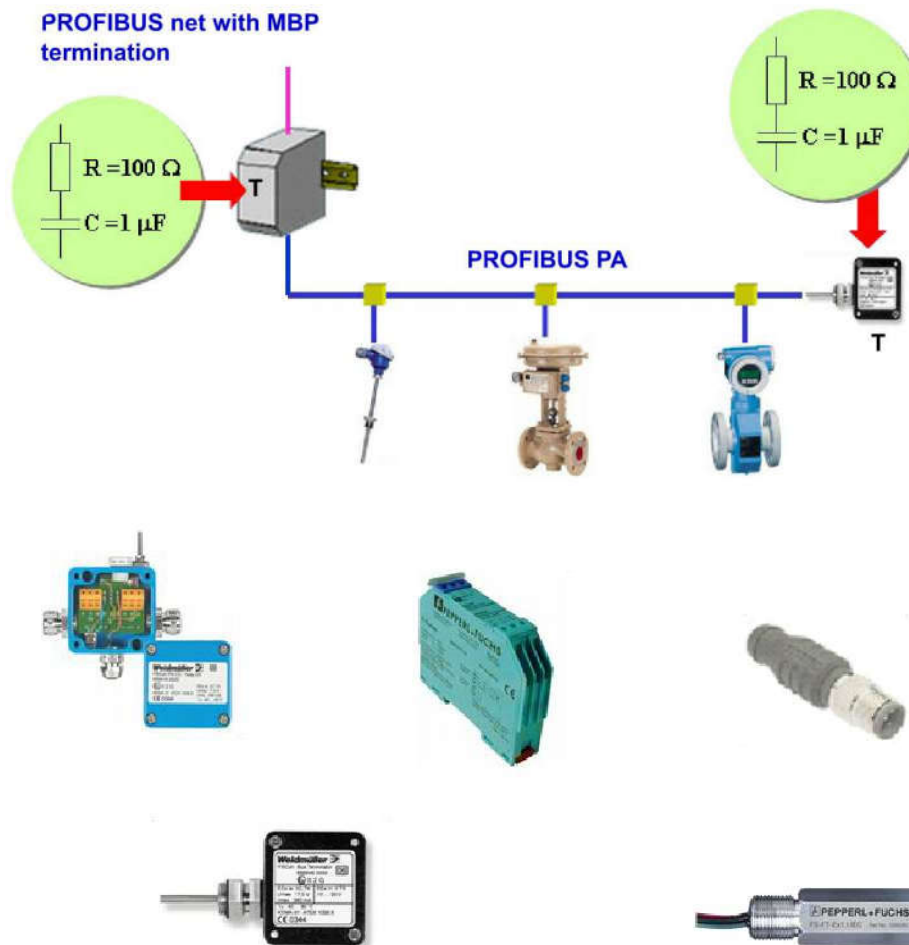
شکل ۶-۱۲- ترمینیشن در یک شبکه با دو سیگمنت



شکل ۶-۱۳- باکس ترمینیشن

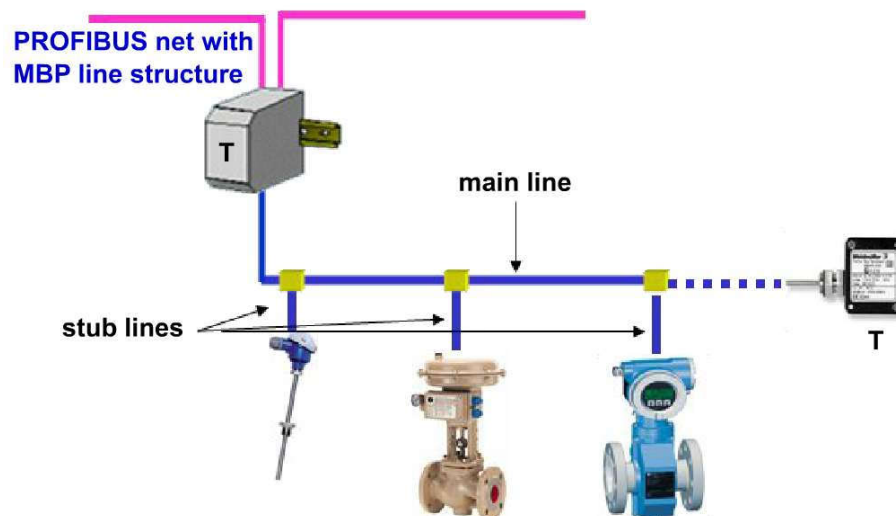
۶-۳-۱- ترمینیت کردن شبکه پروفی باس PA

هر سیگمنت پروفی باس PA بایستی همانند پروفی باس DP در دو انتهای سیگمنت ترمینیت شود. هدف از ترمینیت کردن باس حذف انعکاس سیگنال (*Suppress Signal Reflections*) روی خط باس می باشد. یک ترمیناتور PA متشکل از یک المان RC ($R=100\ ohms, C=1\mu F$). عمل ترمینیت کردن یا مدار ترمیناتور معمولاً در کوپلر سیگمنت (*gateway*) قرار می گیرد. در انتهای کابل بایستی از یک ترمیناتور بیرونی استفاده شود.



ترمیمت کردن باس PA

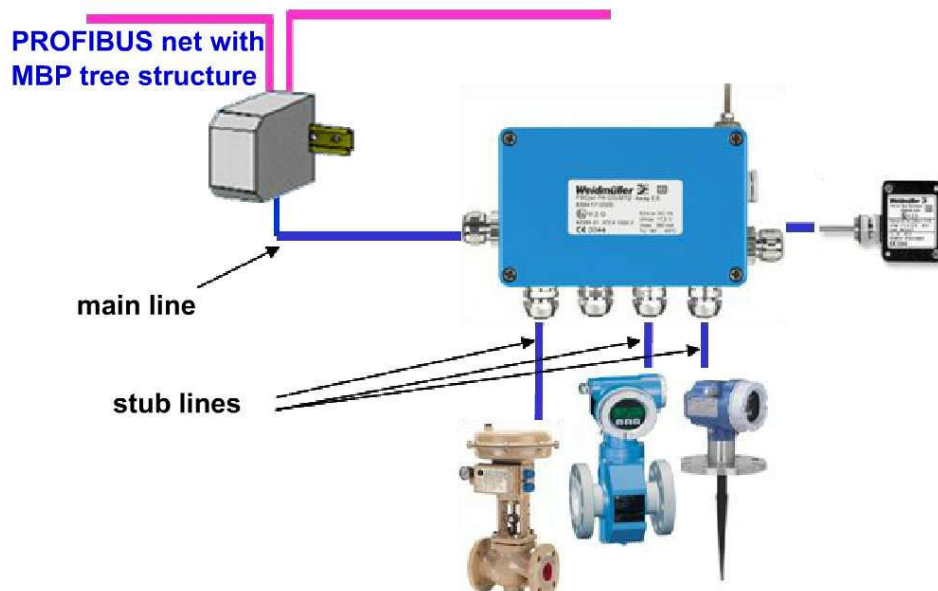
توپولوژی Line در پروفی باس PA امکان استفاده از T-Distributer ها را در طول کابل باس فراهم می کند. T-Distributer ها قطعات پسیو بوده و صرفاً خطوط انشعاب (Stubs) به وسایل فیلد را به خط اصلی متصل می کنند.



استفاده از T-Distributorها در شبکه PA

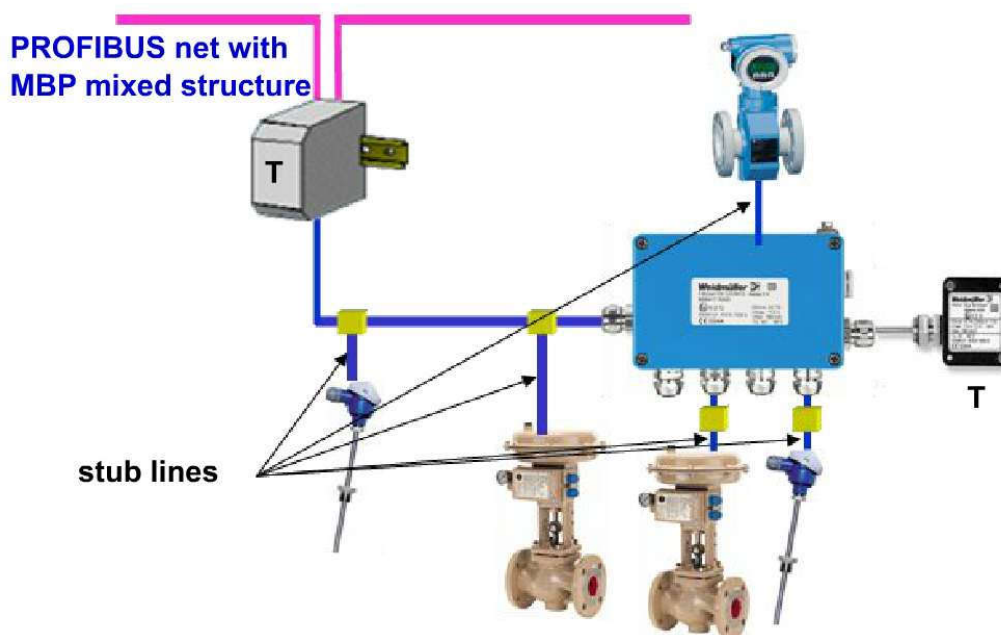
۶-۳-۲- توپولوژی Tree در PA

توپولوژی درختی در PA را می توان با سیم بندی مرسوم قدیمی مقایسه کرد. کابل Multicore master با یک خط اصلی باس دو هسته ای (two core bus main line) جایگزین می شود. تمامی وسایل فیلد به صورت موازی به جعبه توزیع (Distribution box) متصل می شوند.



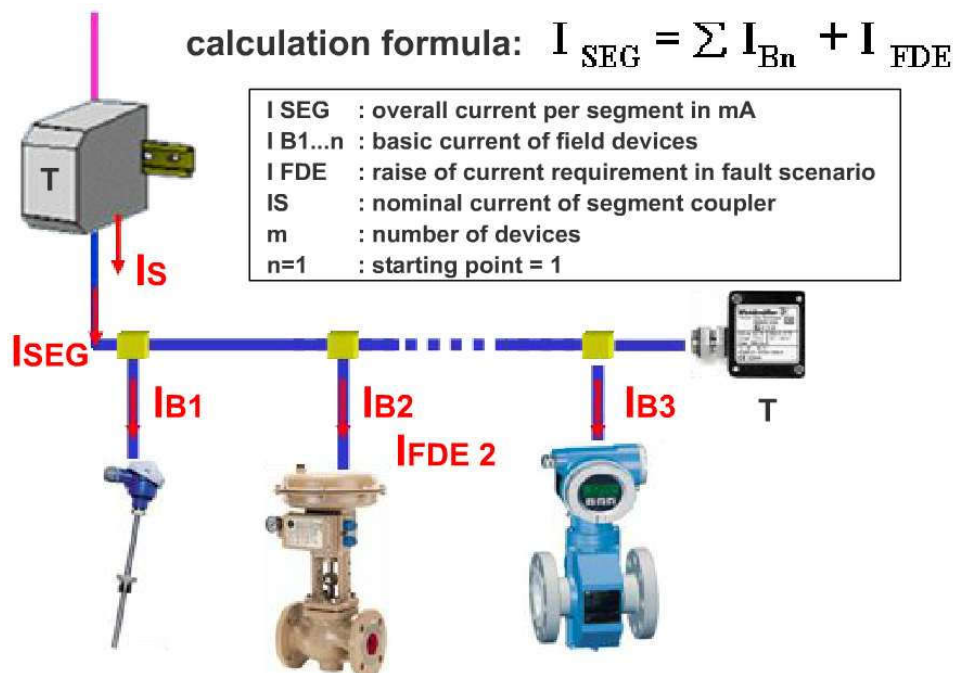
توپولوژی درختی در PA با استفاده از جعبه های توزیع

توپولوژی هیبرید ترکیبی از ساختار Line و tree می باشد. این توپولوژی امکان بهینه سازی در طول باس فیلد و تطبیق (Adaptation) در ساختار سیستم را فراهم شود.

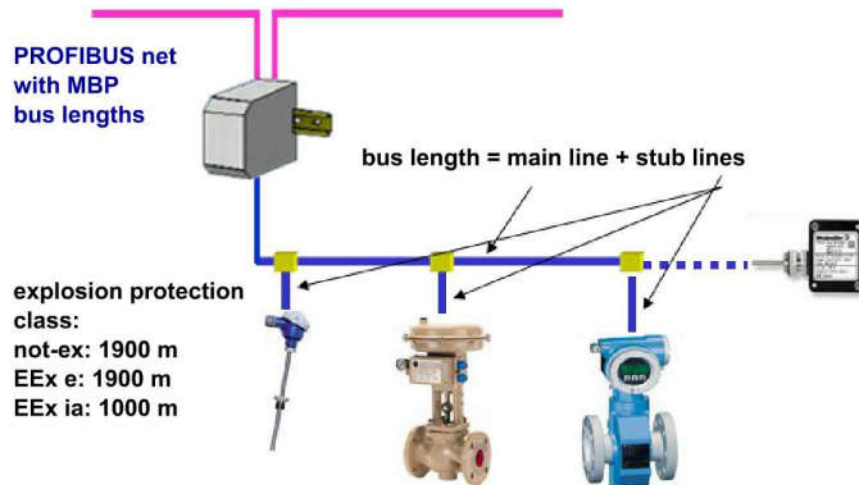


نمونه ای از ساختار توپولوژی هیبرید در باس PA

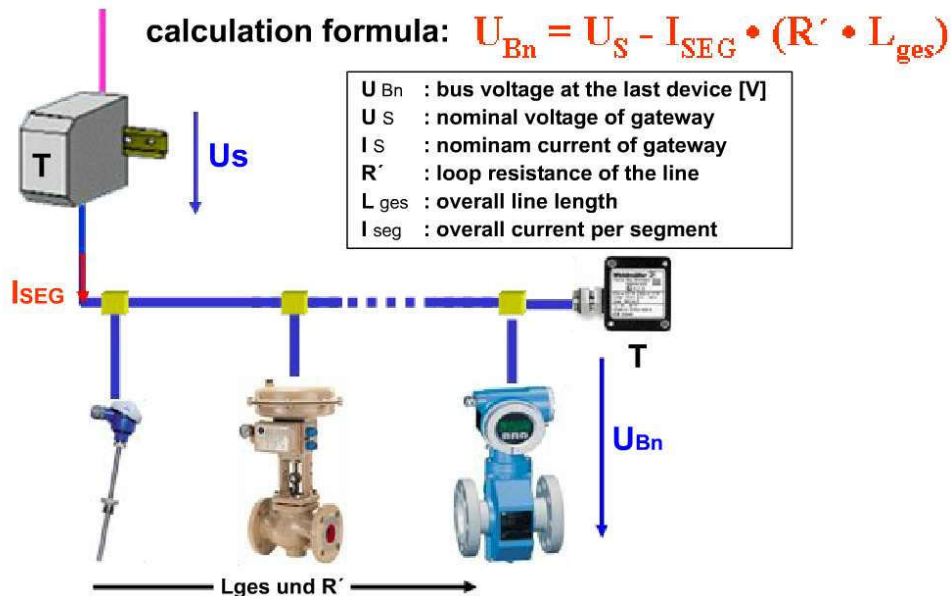
طول کل خط باس برابر است با مجموع اندازه خط اصلی (master line) بعلاوه اندازه تمام Stub ها. حداکثر طول خط باس به نوع ضد انفجار و نوع کابل بکار رفته وابسته می باشد. حداکثر طول باس ممکن با کابل نوع A برابر با ۱۹۰۰ متر می باشد. بسته به مشخصات نوع کابل و نوع ضد انفجار، طول کابل ها می تواند منجر به کوتاه تر شدن آنه بشود.



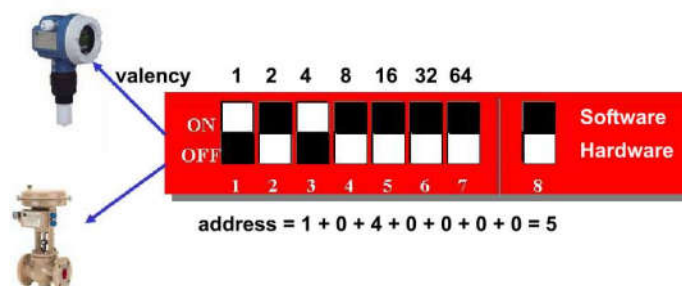
جریان عرضه شده به کوپلر سیگمنت (*Supply Current*) و جریان ورودی وسایل فیلد حداکثر تعداد وسایل فیلد روی یک سیگمنت را تعیین می کند. لذا برای هر سیگمنت بایستی محاسبات جریان صورت گیرد. یک سیگمنت زمانی مجاز است که جریان عرضه شده به کوپلر بزرگتر از مجموع کل جریان های *base* و *fault* مربوط به وسایل فیلد باشد.



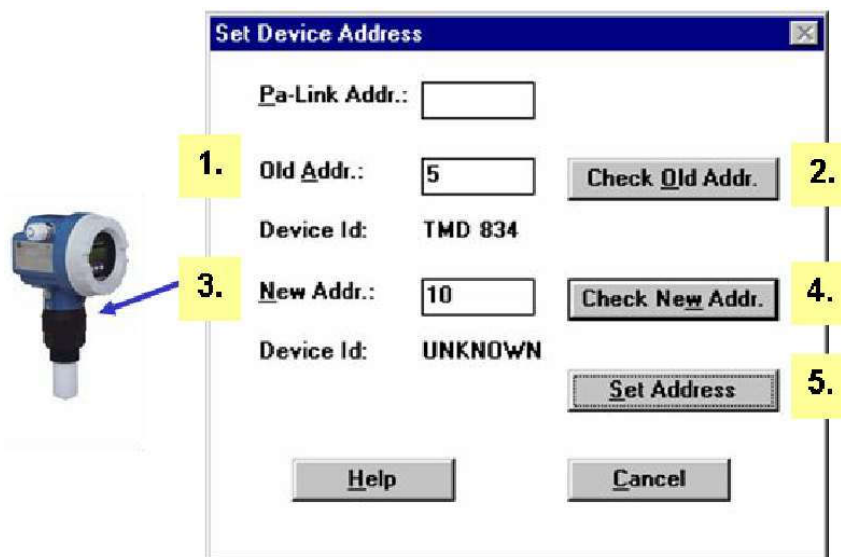
مقاومت کابل باعث افت ولتاژ روی سیگمنت می شود که برای وسیله ای که از کوپلر سیگمنت دورتر می باشد بزرگ است. لذا بایستی برای وسایل چک شود که آیا حداقل ولتاژ کاری ۹ ولت برای وسیله قابل حصول می باشد. ولتاژ باس در آخرین وسیله روی باس را می توان از روی طول کابل، مقاومت کابل و ولتاژ نامی *gateway* محاسبه کرد.



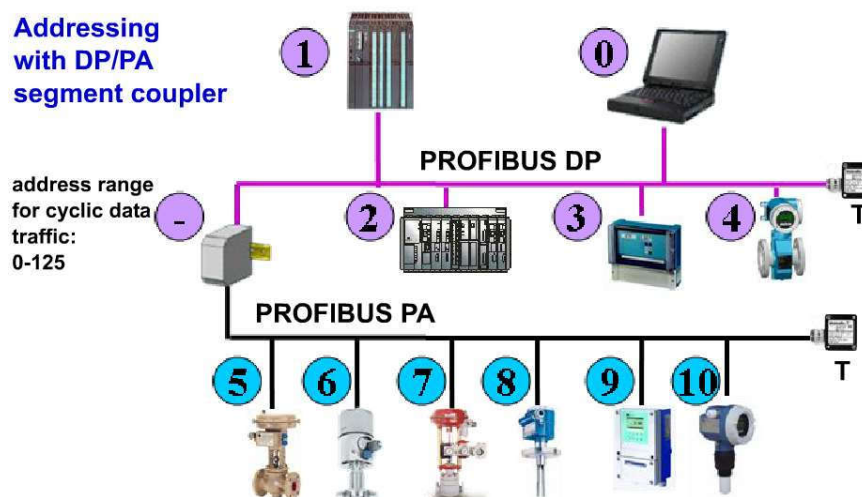
هر وسیله روی پروفی‌باس بایستی دارای یک آدرس بدون ابهام (*unambiguous*) باشد. به وسایل جدید اضافه شده آدرس ۱۲۶ داده می‌شود که در زمان راه‌اندازی بایستی دوباره یک آدرس بین ۰ تا ۱۲۵ به آنها اختصاص داده شود. به عبارت دیگر آدرس‌دهی با استفاده از دیپ‌سوییچ‌های سخت‌افزاری تنظیم می‌شود.



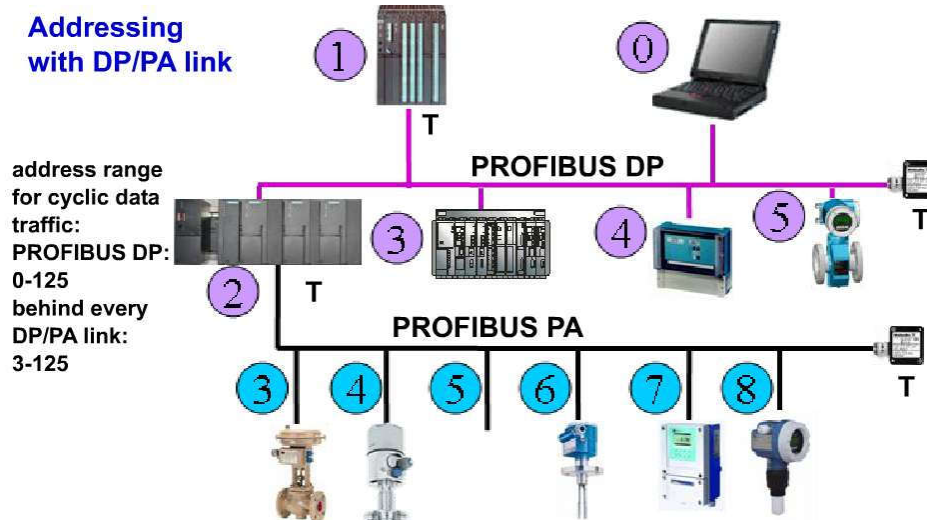
در صورتی که آدرس‌دهی نرم‌افزاری استفاده شود، نیاز است که وسیله به صورت فیزیکی به باس متصل شده و با یک منبع تغذیه کمکی تغذیه شود. در شکل زیر تنظیم آدرس از ۵ به ۱۰ را با استفاده از نرم‌افزار نشان می‌دهد.



موقع بکار گیری یک کوپلر سیگمنت بین PA و DP، وسایل واقع در سیگمنت پروفی باس PA فضای آدرسی را تشکیل می دهند که با وسایل واقع در سیگمنت DP مشترک می باشد. به طوری که انگار کوپلر سیگمنت وجود نداشته (transparent) و دو لایه فیزیکی (MBP و RS485) را به هم متصل می کند. همچنین دارای آدرس روی باس نمی باشد.



یک وسیله DP/PA Link روی باس transparent نمی باشد ولی روی باس DP به عنوان Slave و برای باس PA (downstream PA Segment) یک Master عمل می کند. به این دلیل یک شبکه پروفی باس جدید با فضای آدرس دهی از ۰ تا ۱۲۵ پس از این لینک پدید می آید.



۶-۳-۳- بازتاب سیگنال

از دلایل وقوع بازتاب می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- عدم وجود ترمیناتور (Missing terminator)؛
- فعال نبودن ترمیناتور (Un-powered terminator)؛
- نقص در سوئیچ ترمیناتور (Terminator switch - faulty)؛
- وجود ترمیناتور اضافی (Extra terminator)؛
- وسایل بدون گواهی نامه معتبر (Un-certified devices)؛
- کوتاه بودن طول کابل بین دو وسیله؛
- استفاده از نوع کابل اشتباه (Wrong types of cables)؛
- خم کردن شدید هسته های کابل (Cores are sharply bent)



شکل ۶-۱۴- بازتاب سیگنال در کابل

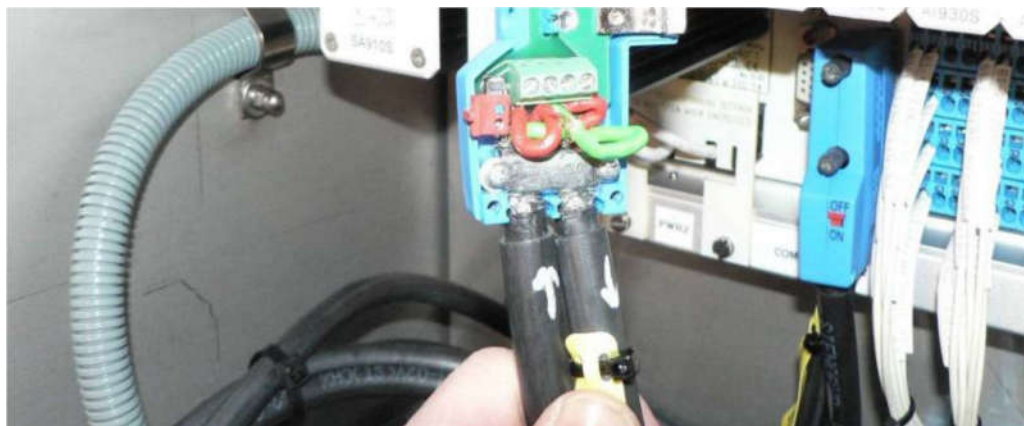
۶-۳-۴- مثال هایی از سیم بندی ضعیف پروفی باس DP (Examples of poor DP wiring)

در شکل زیر انتهای کابل با استفاده از یک ابزار مناسب خوب لخت نشده است. سر لخت مسی سیم های A و B و با اندازه غیر ضروری پیدا بوده و غلاف کابل در پلاگین جانمایی نشده است.



در مثال زیر از یک پلاگ یا کانکتور اشتباه استفاده شده است. ۹۰ درجه پلاگین می سیم اجازه باید برای رها کردن به صورت عمودی را به *drunking* بنابراین اجتناب از نیاز به پیچهای تند (که باید اجتناب شود)





شکل ۶-۱۵- نمونه خم کردن شدید کابل یا هسته های آن

۶-۳-۵- تداخل

تداخل از تجهیزات مجاور و یا از تجهیزات اتصالی که از مشخصه سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) ضعیف برخوردار هستند، ناشی می شود. برخی از عوامل تداخل عبارت اند از:

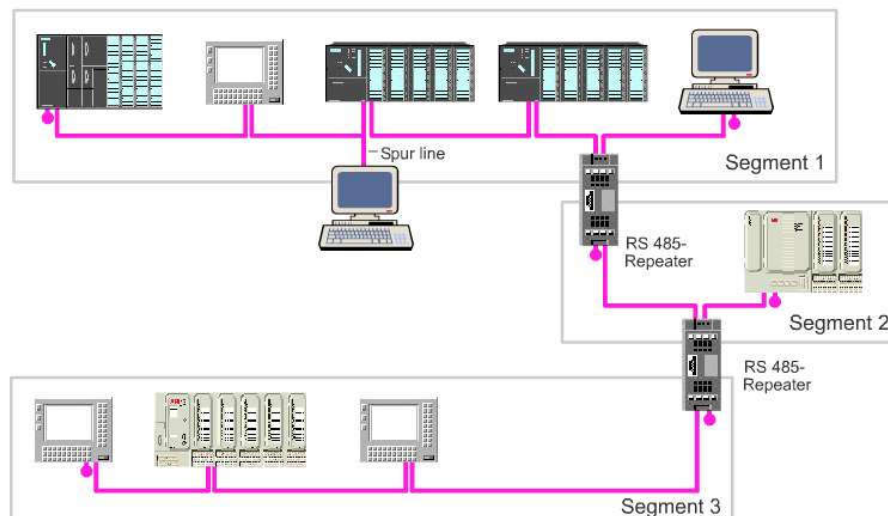
- ارتینگ ناکافی تجهیزات؛
- ارتینگ ضعیف و یا نادرست شیلد کابل؛
- جداسازی ناکافی (Insufficient segregation) کابل های برق و شبکه (Bus)؛
- عبور و مسیریابی کابل ها از طریق مناطق نویزی؛
- عبور جریان های زمین سنگین بر روی سینی های کابل؛

۶-۴- توپولوژی شبکه

توپولوژی عبارت است از: آرایش فیزیکی یا اتصال اجزای یک شبکه (وسایل مستر، اسلیو، تکرارکننده و کوپلر) و نحوه اتصال آنها به هم می باشد.

توپولوژی های شبکه به سه دسته اصلی *Star*، *Bus*، *Ring* تقسیم و با ترکیب این سه نوع، توپولوژی های *Mesh* و *Tree* ساخته می شوند.

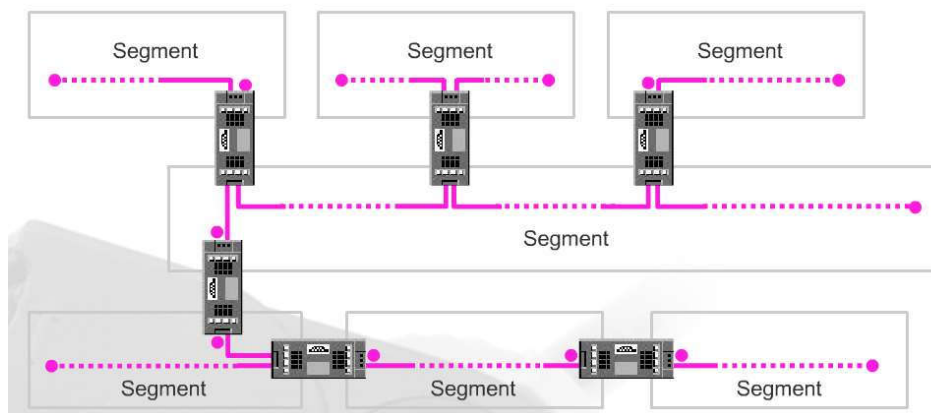
یک شبکه پروفی باس می تواند متشکل از چندین سیگمنت باشد که از طریق تکرارکننده ها به یکدیگر متصل شده اند. تکرارکننده ها سیگنال را تقویت می کنند و اگر تعداد وسایل روی باس یک سیگمنت بیش از ۳۲ تا باشد به یک تکرارکننده نیاز می باشند.



بین دو وسیله که تبادل داده می کنند، امکان استفاده از ۳ تکرارکننده از نوع بدون قابلیت تازه سازی سیگنال و تا ۹ عدد با قابلیت تازه سازی سیگنال وجود دارد.

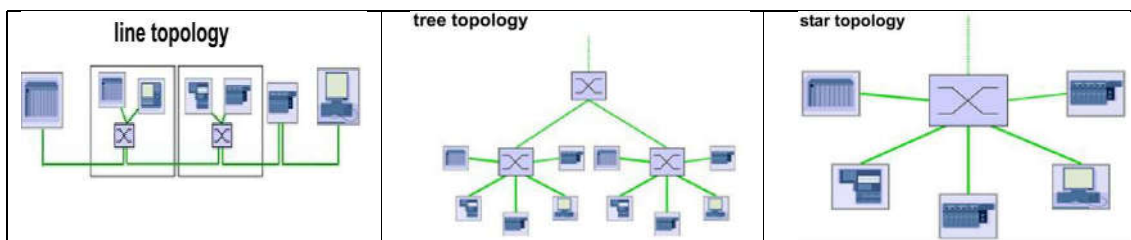
۶-۴-۱- توپولوژی های قابل اجرا با کابل مسی

با تکرارکننده هایی که از فناوری RS 485 استفاده می کنند. امکان پیاده سازی یک توپولوژی با ساختارهای خطی (Line) ستاره (Star) و درختی (Tree) وجود دارد.



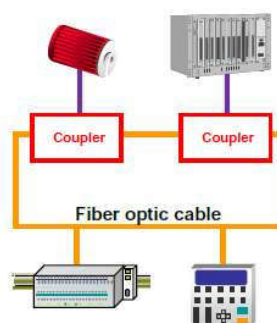
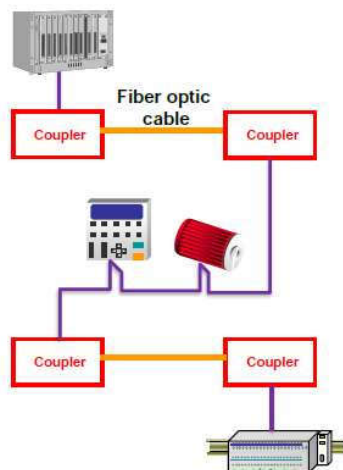
شکل ۶-۱۶- توپولوژی باس با چند تکرارکننده برای شبکه پروفی باس

توپولوژی Bus یا Line متداولترین و ساده ترین روش نصب با هزینه کم می باشد که در آن دو طرف کابل به ترمیناتور متصل می گردد. در مقابل عیب یابی آن مشکل، قابلیت اطمینان آن کم بوده و با قطع کابل یا ایستگاه کل شبکه از کار می افتد. مطابق شکل ۶-۱۶ توپولوژی معمول برای کابل های نوری نیز، حلقوی و باس می باشد.



Classic Topology

Ring Topology

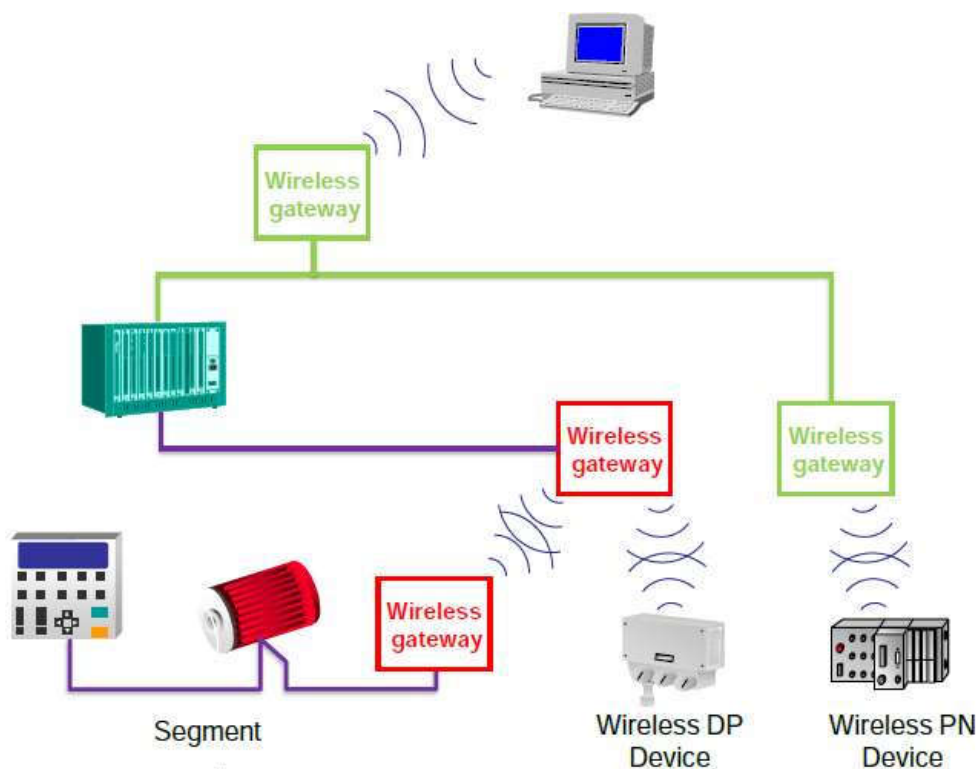


شکل ۶-۱۷- توپولوژی باس و حلقوی برای فیبر نوری [۱]

۶-۵- نصب یا پیاده سازی شبکه با اجزای بی سیم

شبکه پروفی باس علاوه بر کابل های مسی و نوری از طریق اجزای بی سیم نیز قابل پیاده سازی می باشد. یکی از روش های بی سیم استفاده از اجزای مادون قرمز (*Infrared Components*) می باشد. به طوری که شبکه پروفی باس مبتنی بر اجزای مادون قرمز دارای مشخصات زیر می باشد.

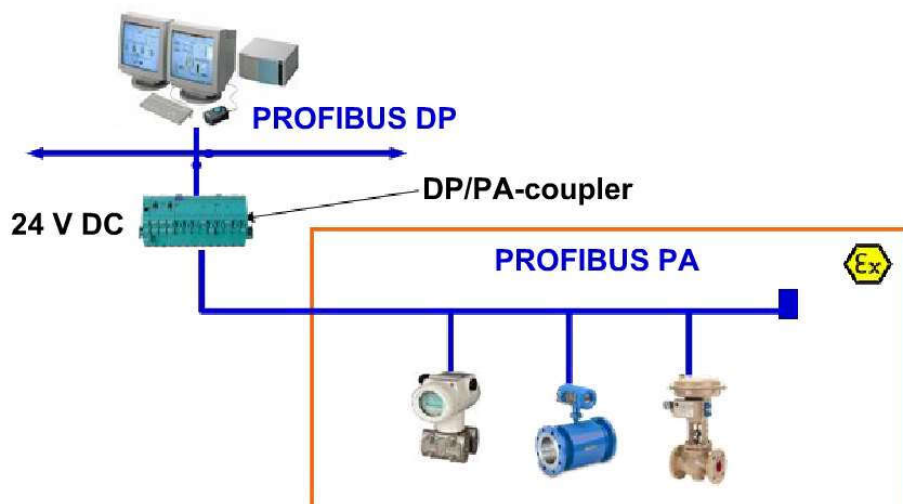
- لینک وسایل به همدیگر تا ۱۵ متر؛
- قابلیت ارتباط با وسایل یا ایستگاه های متحرک؛
- قابلیت ارتباط با وسایل متغیر (*changing devices*)؛
- مصونیت در برابر نویز (*Noise immune*)؛
- مستقل از زمین (*Noise immune*)؛



شکل ۶-۱۸- نمونه پیکربندی بی سیم در شبکه پروفیباس [۱]

۶-۶- نصب شبکه پروفی باس PA

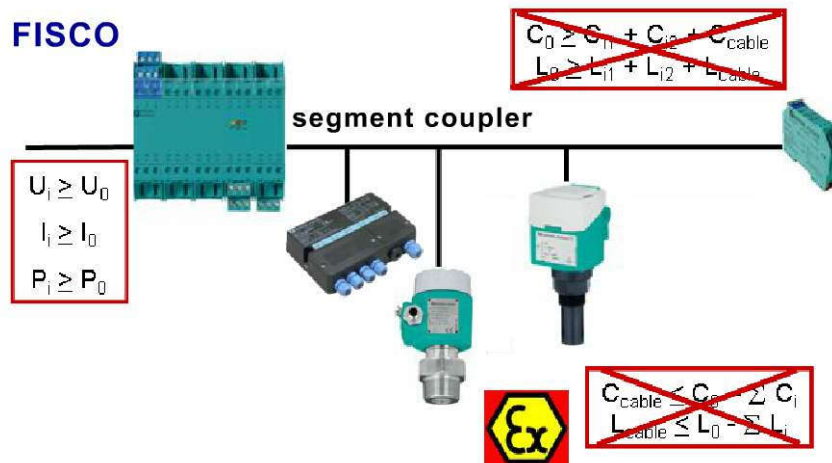
برای اتصالات امن اجزای شبکه مدل *FISCO* (IEC 60 079-1) *Fieldbus Intrinsically safe Concept* (27) برای پروفی باس PA با تکنولوژی ارتباطی *MBP-IS* ایجاد شده است. با مدل *FISCO* یک سیگمنت تنها دارای یک منبع تغذیه می باشد که تغذیه سیگمنت را تامین می کند. هر یک از وسایل فیلد یک جریان ثابت *Base* دریافت می کنند و به عنوان یک مکنده جریان پسیو (*Passive Current Sink*) عمل می کنند.



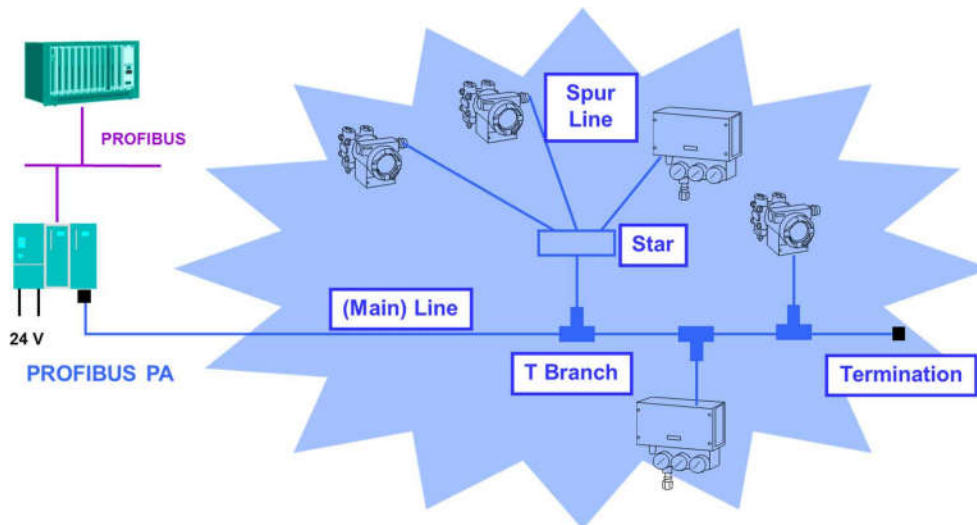
بدون مدل FISCO پارامترهای کابل مانند ولتاژ مدار باز U_0 ، جریان اتصال کوتاه I_k و توان P_0 در سیگمنت، وسیله تامین کننده تغذیه یعنی کوپلر سیگمنت و وسایل فیلد بایستی موقع انجام اتصالات در یک محیط انفجاری بالقوه چک شوند.

For verification of intrinsic safety without FISCO the following has to be considered:

<u>segment coupler</u>	<u>field devices</u>
U_0	$\leq U_i$
I_0	$\leq I_i$
P_0	$\leq P_i$
L_0	$\geq L_{\text{cable}} + \sum L_i$
C_0	$\geq C_{\text{cable}} + \sum C_i$

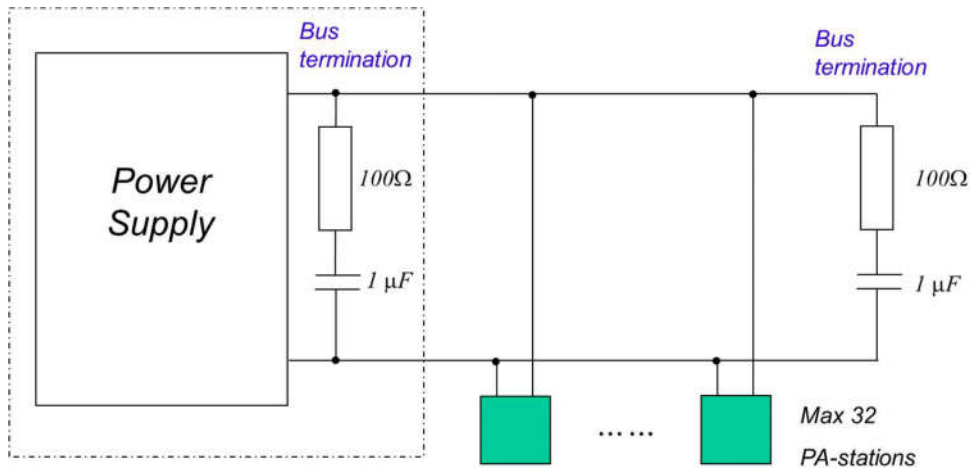


یک شبکه PA باید دارای منبع تغذیه باشد. متوسط جریان مصرفی برای هر یک از ایستگاه های PA، ۱۰ میلی آمپر است. بسته به توان مورد درخواستی ایستگاه PA یک حد بالا برای تعداد ایستگاهی متصل به یک منبع تغذیه وجود خواهد داشت. شکل ۱۹-۶ اجزای شبکه PA را به تصویر کشیده است.



شکل ۱۹-۶- اجزای شبکه PA

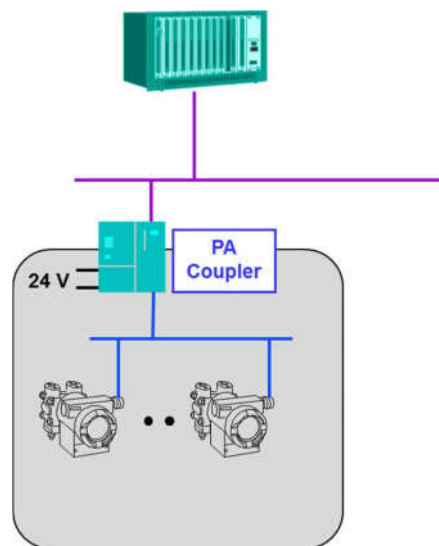
شبکه PA نیز همانند شبکه DP باید مطابق شکل ۲۰-۶ ترمینیت شود.



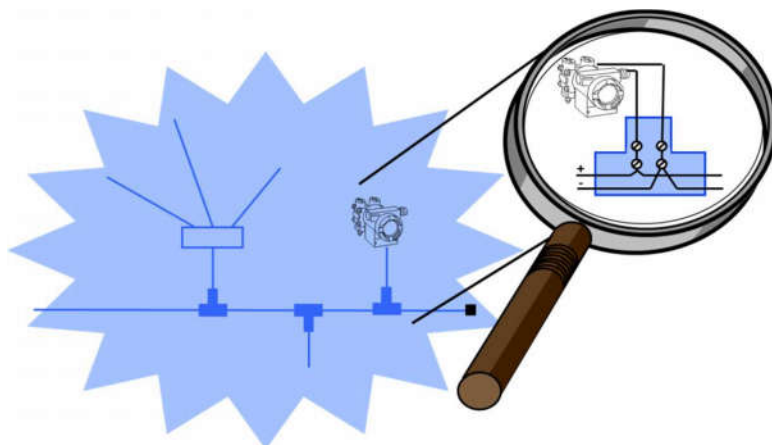
شکل ۶-۲۰- ترمینیت کردن شبکه PA

۶-۶-۱- تنظیمات شبکه (PA Network Setup)

تا ۳۱ عدد وسیله می تواند به یک کوپلر که یک واسط بین باس PA و DP می باشد، متصل شود.

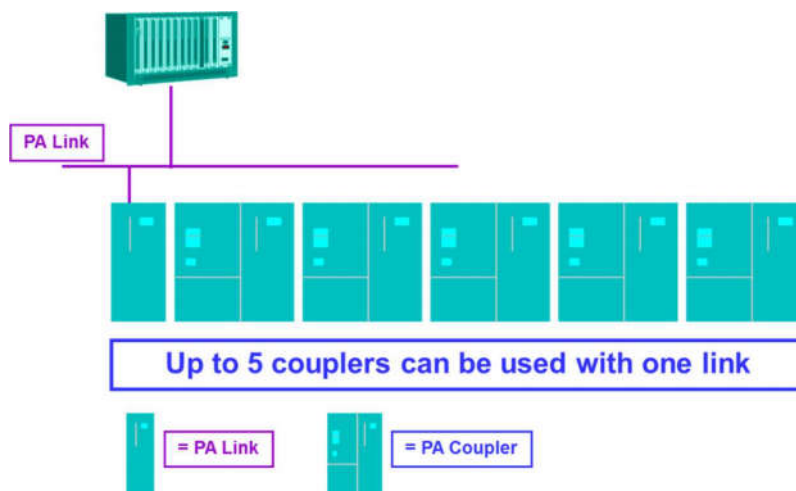


شکل ۶-۲۱- کوپلر برای واسط بین باس PA و DP



شکل ۶-۲۲- نحوه اتصال دستگاه ها به شبکه پروفی باس PA

تا ۵ عدد کوپلر می تواند با یک لینک پروفی باس DP استفاده شود.

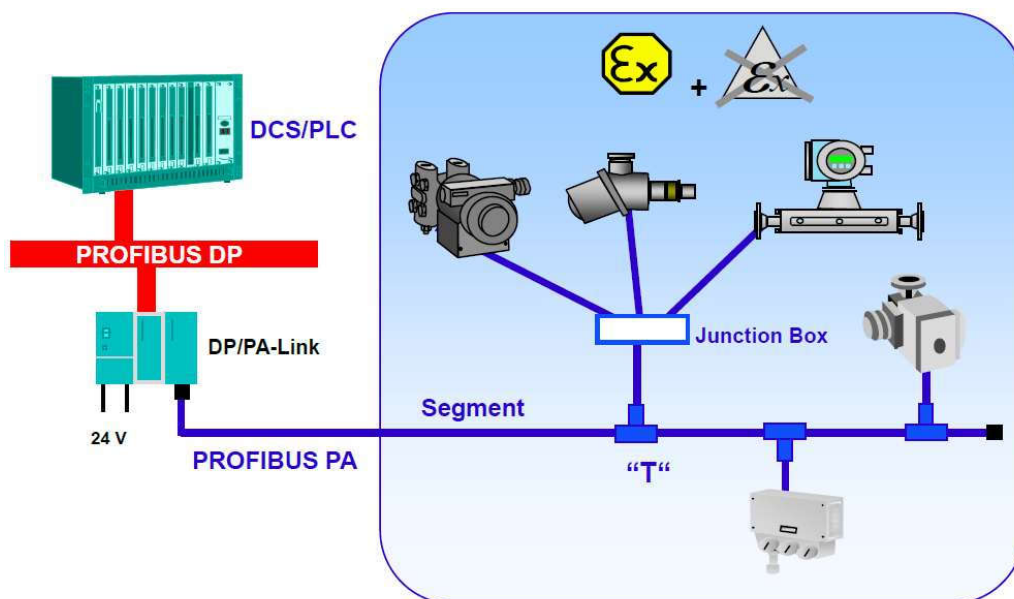


شکل ۶-۲۳- حداکثر تعداد کوپلر در یک شبکه پروفی باس

حداکثر جریان جاری در هر کوپلر برابر با 400 mA برای دستگاه های غیر Ex و 110 mA برای حفاظت از جرقه در $EEx [ib] II C$ و 90 mA برای حفاظت از جرقه در $EEx [ia] II C$ می باشد.

حداکثر طول سیگمنت به ازای هر کوپلر 1900 متر می باشد.

۶-۶-۲- توپولوژی های پروفی باس PA



شکل ۶-۲۴- مثالی از ساختار شبکه پروفی باس PA [۱]

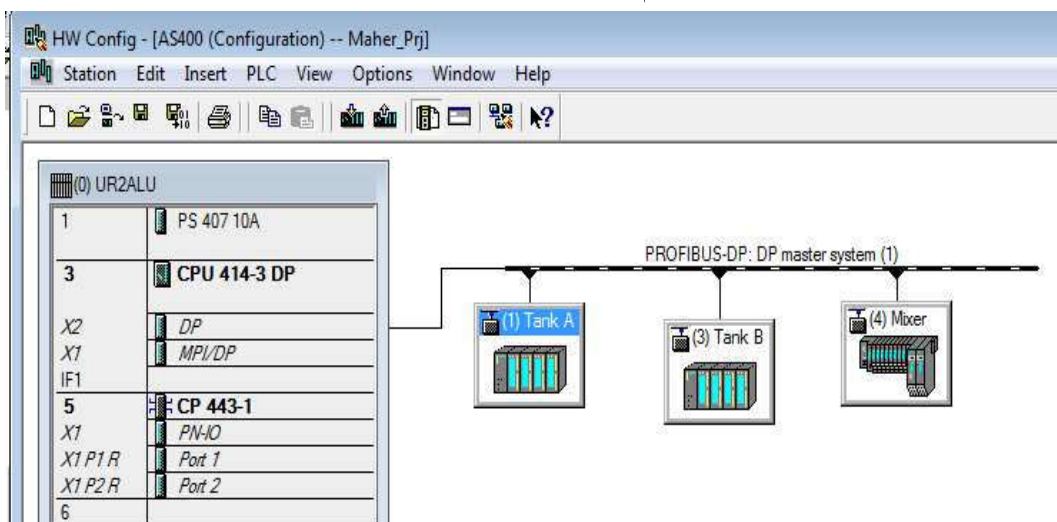
فصل ۷ - پیکربندی شبکه PROFIBUS-DP در STEP7

۷-۱- مقدمه

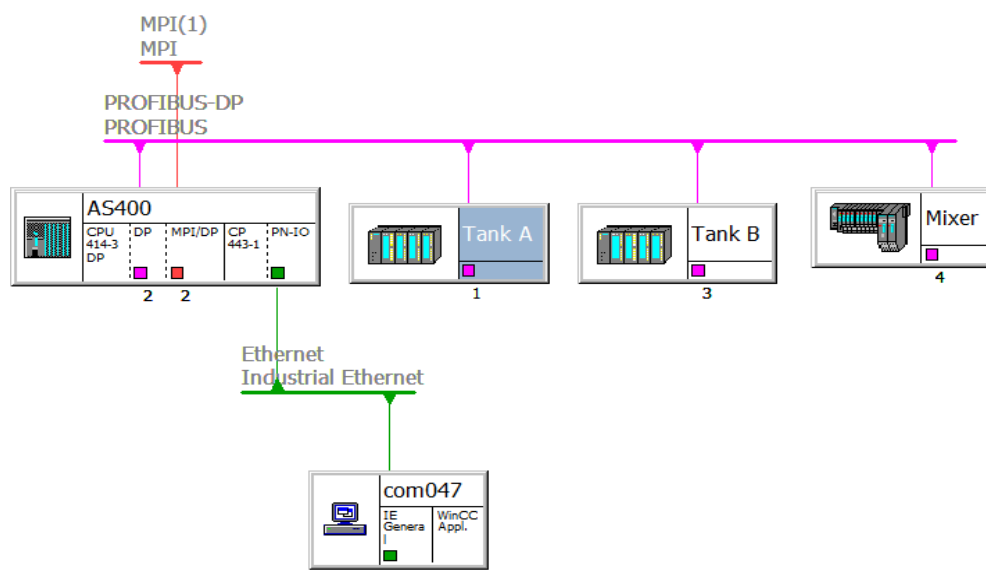
همان طوری که می دانیم نرم افزار STEP7 مشتمل بر چندین قسمت کاربردی است که هر کدام برای پوشش دادن یکی از نیازهایی که در طراحی، پیاده سازی و عیب یابی سیستم اتوماسیون مطرح می شود استفاده می گردد. پیکربندی سخت افزار، برنامه نویسی، پیکربندی شبکه و ارتباطات از جمله این نیازها به شمار می روند. برنامه کاربردی که این مجموعه ابزارها را بصورت یک جا فراهم نموده است *SIMATIC Manager* نامیده می شود که همه داده های مورد نیاز و تنظیمات انجام شده را ذخیره و در داخل یک پروژه گردآوری می نماید. بنابراین اولین قدم در طراحی یک سیستم جدید ایجاد یک پروژه جدید در *SIMATIC Manager* است.

۷-۱-۱- ایجاد پروژه دارای شبکه PROFIBUS-DP

می خواهیم یک پروژه *STATION S7-400* ایجاد نموده و در آن از یک *CPU 416-2DP* استفاده کنیم در ادامه برای پیکربندی یک شبکه *Master/Slave* یک *ET200B* شامل ۱۶ کانال *DI* و ۱۶ کانال *DO* و یک *ET200M* به شبکه *Profibus* وصل می نمایم.



شکل ۷-۱- نمایشی از ایستگاه های IO متصل به شبکه پروفی باس در HWConfig



شکل ۷-۲- نمایشی از ایستگاه های IO متصل به شبکه پروفی باس در NetPro

۷-۱-۲- ساختارهای مختلف شبکه PROFIBUS در STEP7

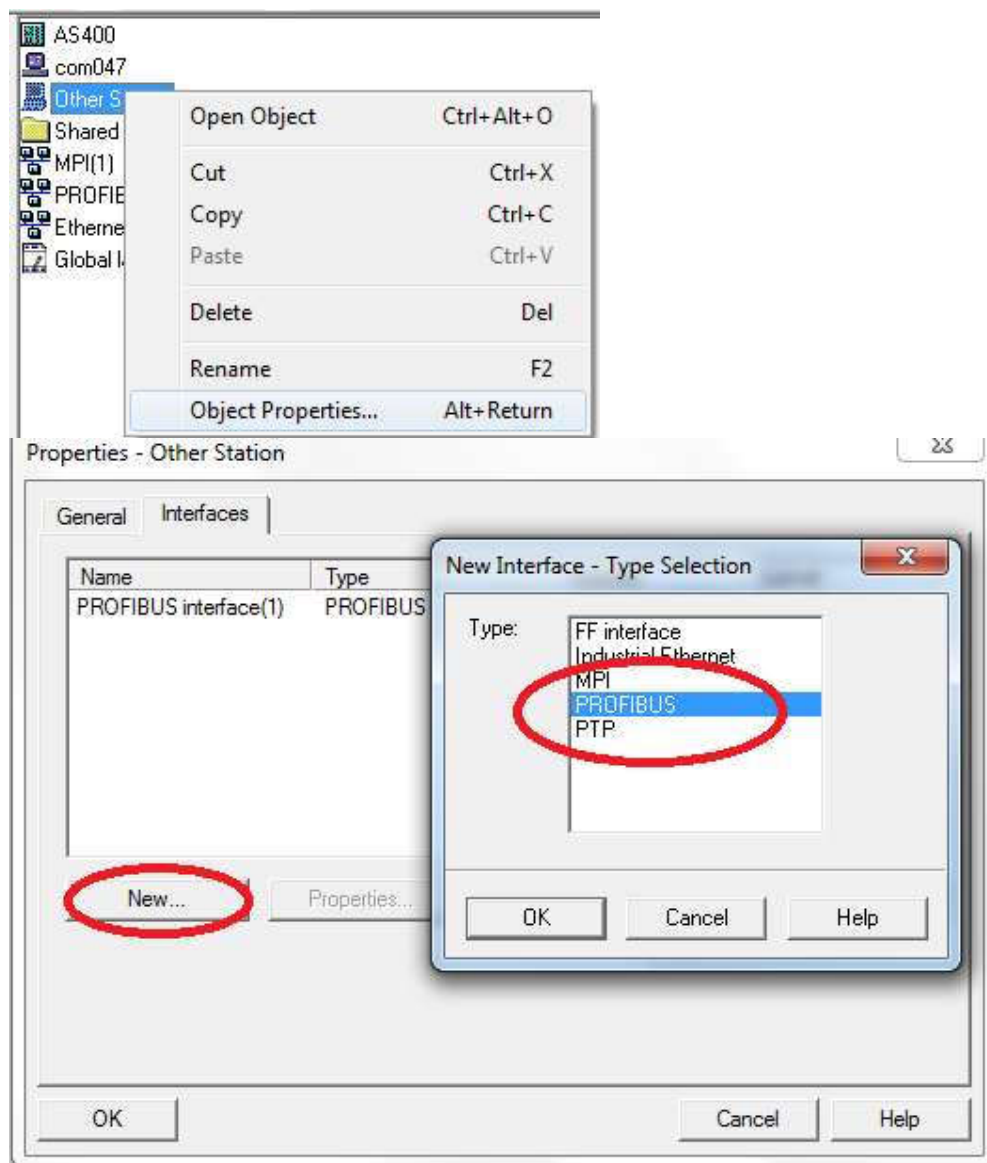
در این جا منظور از شبکه PROFIBUS صرفاً پروتکل DP نیست بلکه FMS را نیز شامل می شود، چون این دو پروتکل می توانند بطور همزمان روی یک شبکه استفاده شوند. ساختارهای مورد بحث عبارت اند از:

- یک شبکه در یک پروژه؛
- دو یا چند شبکه در یک پروژه؛
- یک شبکه در چند پروژه؛

۷-۱-۳- ساختار یک شبکه PROFIBUS در یک پروژه STEP7

در این ساختار که ساده ترین حالت می باشد ایستگاه های مختلف که می توانند Master یا I-Slave باشند در هنگام پیکربندی همگی به یک شبکه پروفی باس متصل می شوند. نکته قابل توجه در اینجا قرارداد یک ایستگاه از خ انواده غیر از S7 روی شبکه می باشد که این کار هم از طریق Simatic Maneger و هم از طریق NetPro امکان پذیر می باشد.

در Simatic Maneger از منوی Insert > station برای قراردادن PC از SIMATIC PC station و برای محصولات غیر زیمنس از Other Station استفاده می کنیم. مطابق شکل زیر در بخش Interface آیکون مربوط به موارد فوق باید نوع ارتباط Profibus انتخاب شود.



شکل ۳-۷-تنظیم واسط پروفی باس برای ایستگاه های درج شده در پروژه

در خصوص ایستگاه های نوع PC نیز با کلیک روی آیکون مربوطه در *Simatic Manager*، برنامه *HWConfig* باز شده و لازم است از پنجره کاتالوگ کارت ارتباطی مورد نظر را از زیرمجموعه *SIMATIC PC station* در یکی از اسلات های ظاهر شده قرار دهیم.

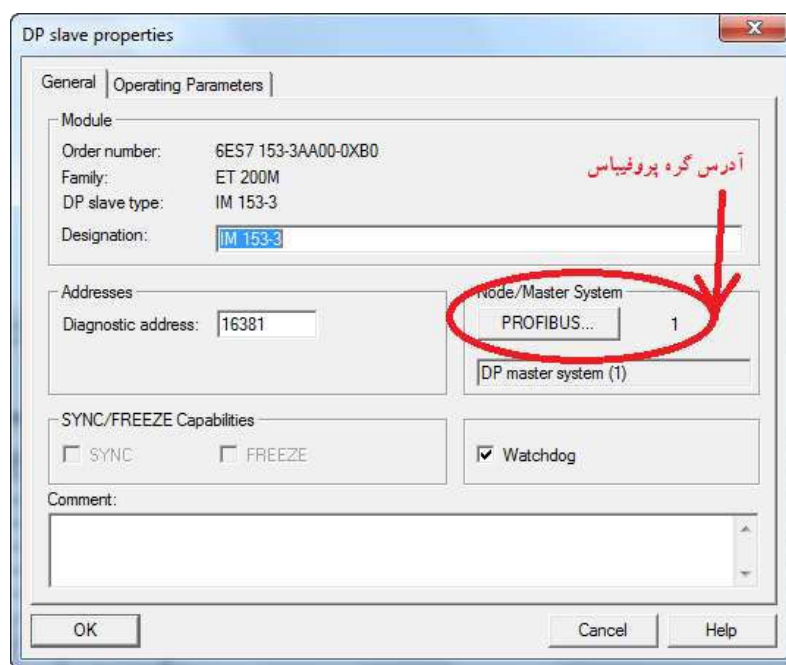
۷-۱-۴- ساختار چند شبکه PROFIBUS در یک پروژه STEP7

در یک پروژه می توان چند شبکه *Profibus* ایجاد نمود که کاملاً از یکدیگر مستقل باشند و هرکدام دارای *Master* و *Slave* های خاص خود باشند. این کار در *NetPro* با وارد کردن چند *Subnet* و سپس اتصال ایستگاه ها به *Subnet* مورد نظر انجام می شود.

۷-۱-۵- ساختار یک شبکه PROFIBUS در چند پروژه STEP7

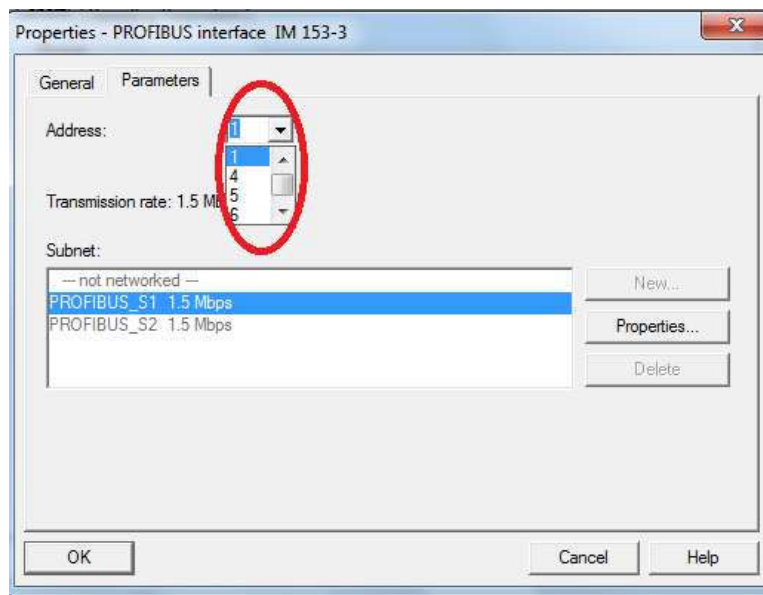
در یک پروژه ممکن است شبکه اتوماسیون بین چند پروژه تقسیم شود. به طوری که در همه آنها یک شبکه پروفی باس وجود داشته باشد. برای این منظور باید یک Multiproject ایجاد کرد. سپس شبکه های پروژه ها را با هم ترکیب (Merge) نمود.

در هنگام پیکربندی ایستگاه ها در HwConfig آدرس ها به صورت اتوماتیک توسط نرم افزار تعیین می شوند. مستر به صورت پیش فرض دارای آدرس ۲ می باشد. که در صورت لزوم می توان تغییر داد. ۱. در پنجره HWConfig بر روی آیکن ET200 دوبار کلیک می کنیم. پنجره زیر ظاهر می شود.



شکل ۷-۴- آدرس گره پروفی باس

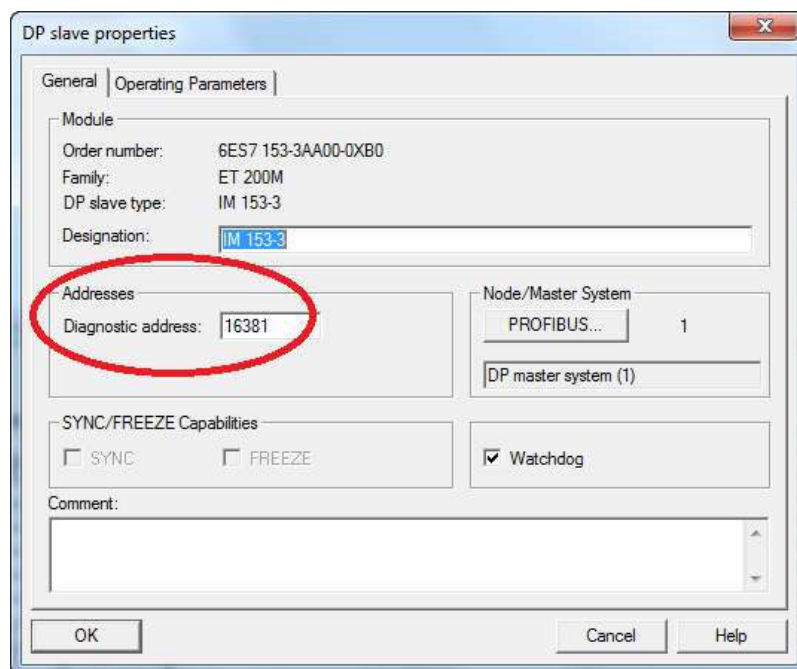
۲. برای تغییر آدرس پروفی باس در شکل بالا بر روی دگمه Profibus کلیک می کنیم. پنجره زیر ظاهر می شود. در پنجره ظاهر شده می توان آدرس را تغییر داد.



شکل ۷-۵- تغییر آدرس گره پروفی باس

۷-۱-۶- آدرس تشخیص عیب (Diagnostic Address)

در پنجره *HWConfig* بر روی آیکن ایستگاه *I/O (ET200)* دو بار کلیک می کنیم. پنجره زیر ظاهر می شود. در صورت بروز مشکل در *DP Slave (RIO)* آدرس *Diagnostic* به *CPU* ارسال می گردد. به طوری که این آدرس مشخص کننده *DP Slave* ای هست که دچار مشکل شده است. در این حالت *OB* مربوطه یعنی *OB86* فراخوانی و آدرس به *OB86* فرستاده می شود.



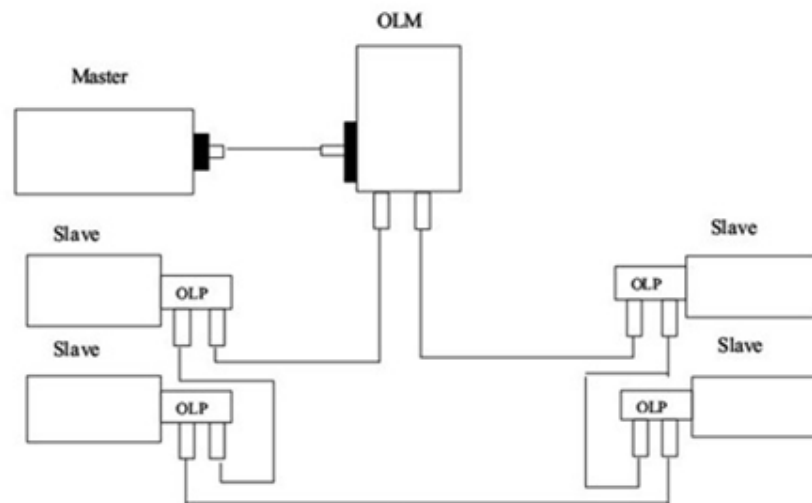
شکل ۷-۶- آدرس تشخیص عیب بر روی ماژول ET200

۷-۱-۷- تنظیم آدرس پروفیباس بر روی ET200M

روی IM153 تعدادی DIP Switch وجود دارد که با ترکیب اعداد فوق، آدرس مورد نظر ساخته می شود. مثلاً با ON کردن 1 و 2 آدرس ۳ ساخته می شود.

۷-۲- اجزاء شبکه پروفی باس (Profibus Network Devices)

۱. رسانه (Media) شامل کابل الکتریکی - فیبر نوری و انتقال بی سیم؛
 ۲. ترمینال RS-485 برای اتصال به باس؛
 ۳. تکرار کننده RS-485 (Repeater)؛
 ۴. ماژول اتصال نوری OLM
 ۵. پلاگ اتصال نوری OLP (Optical Link Plug)
- امکان ایجاد شبکه پروفی باس به صورت باس، حلقه یا ستاره را فراهم می کند؛
- امکان ایجاد شبکه پروفی باس حلقوی ارزان با استفاده از کابل فیبرنوری را فراهم می کند. OLP یک نوع کانکتور می باشد که مستقیماً از یک طرف به پورت الکتریکی RS485 و از طرف دیگر به فیبر نوری پلاستیکی متصل می گردد. مطابق شکل زیر در صورتی که بخواهیم چند ایستگاه Master یا Slave را به شبکه فیبر نوری متصل کنیم، OLP می تواند برای ارتباط دسگاه ها با OLM استفاده شود.



شکل ۷-۷- اتصال وسایل به شبکه فیبرنوری با OLP

۶. نرم افزار عیب یابی

نرم افزارهایی هستند که برای جستجو و عیب یابی در شبکه های پروفی باس (EN50170) استفاده می شوند. نظیر SCOPE از زیمنس

۷. دستگاه تشخیص عیب سخت افزاری

- آزمایش خطوط پروفی باس و ایتترفیس RS-485؛
- آزمایش قابلیت دسترسی Slave؛
- تعیین طول کابل شبکه؛
- قطع شدگی کابل یا اتصال کوتاه آن؛
- تعیین تعداد Slave های موجود و آدرس هر یک؛

۸. ماژول ارتباط مادون قرمز (Infrared Link Module) ILM

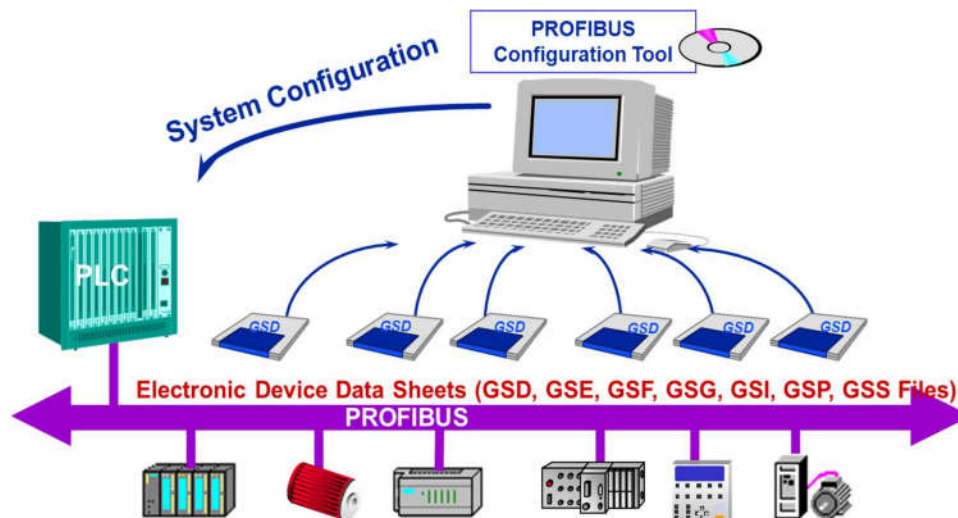
- ایجاد شبکه پروفی باس بی سیم (مادون قرمز)
- امکان اتصال چندین Slave یا چندین سیگمنت بدون استفاده از سیم؛
- حداکثر برد مفید شبکه ۱۵ متر و حداکثر سرعت آن 1.5 bit/s؛
- مهمترین استفاده آن: ایجاد ارتباط با Station های سیار؛
- دارای محفظه محکم و ایمن در برابر عوامل محیطی و صنعتی؛
- امکان نمایش موانع در مسیر ارسال و دریافت داده توسط LED روی ILM؛

۷-۳- پیکربندی دستگاه های پروفی باس

برای پیکربندی و تنظیم پارامترهای وسایل روی شبکه و همچنین شناسایی آنها در محیط نرم افزار پیکربندی یا مهندسی از دیتاشیت های الکترونیکی استاندارد استفاده می شود. دیتاشیت های الکترونیکی در قالب های مختلف فایل ارائه می شود که عبارت اند از:

- GSD, EDD, GSE, GSF, GSG, GSI, GSP, GSS

این فایل ها امکان پیکربندی دستگاه های پروفی باس را مستقیماً از فروشنده توسط ابزارهای پیکربندی فراهم می کنند.



شکل ۷-۸- پیکربندی دستگاه های فیلدباس با فایل هایی مانند GSD

فایل های GSD :

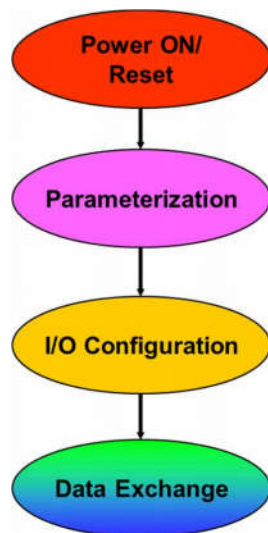
برای اتصال یک وسیله Slave غیرزیمنس به شبکه پروفیباس متصل به PLC های زیمنس نیاز است که در محیط نرم افزاری HWConfig ساختار وسیله را به نرم افزار معرفی کنیم. به این معنی که در محیط کاتالوگ در لیست وسایل پروفیباس ظاهر گردد. برای این کار از فایل های GSD که رایگان بوده و قابل دانلود هستند، استفاده می کنیم.

- دستگاه ها و تجهیزات ثالث را به ابزارهای پیکربندی شبکه Profibus DP تعریف می کند؛
- حاوی اطلاعات زمان بندی (timing information)، نرخ های تبادل داده (baud rates) پشتیبانی شونده، لینک به تصاویر بیت مپ و غیره هستند؛
- شامل جزئیات نگاشت I/O و پارامتردهی دستگاه هستند. یعنی محتویاتی که در زمان بالا آمدن شبکه به وسایل اسلیو بارگذاری می شود؛

۷-۴- توالی راه اندازی در نسخه DP (DP Startup Sequence)

توالی راه اندازی دستگاه های پروفیباس در نسخه DP به شرح زیر می باشد:

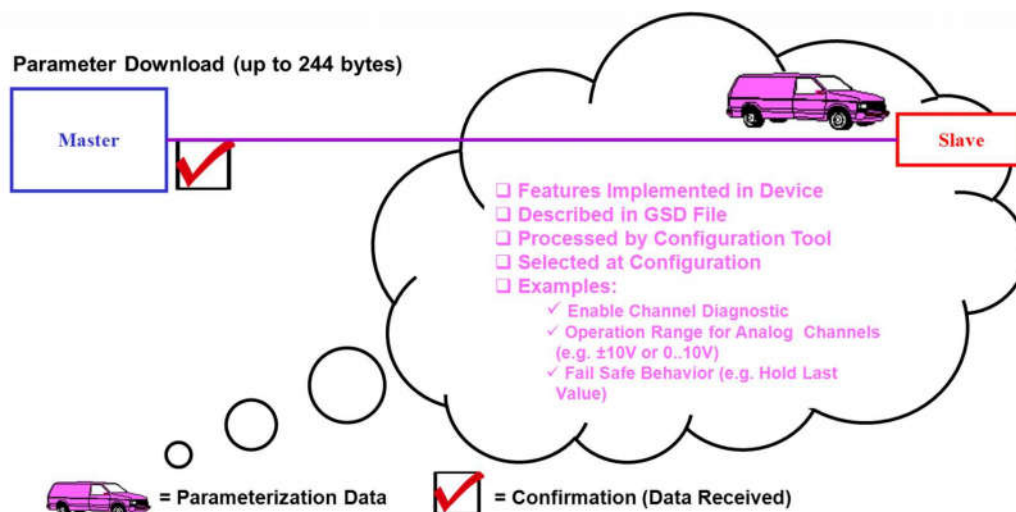
۱. روشن شدن وسیله مستر یا اسلیو؛
۲. بارگذاری پارامترها به وسایل فیلد (انتخاب شده توسط کاربر در طول پیکربندی)؛
۳. بارگذاری پیکربندی I/O به وسایل فیلد (انتخاب شده توسط کاربر در طول پیکربندی)؛
۴. تبادل داده سیکلیک (داده I/O) و گزارش های تشخیص و عیب یابی از وسایل فیلد؛



شکل ۷-۹- توالی راه اندازی دستگاه های فیلدباس

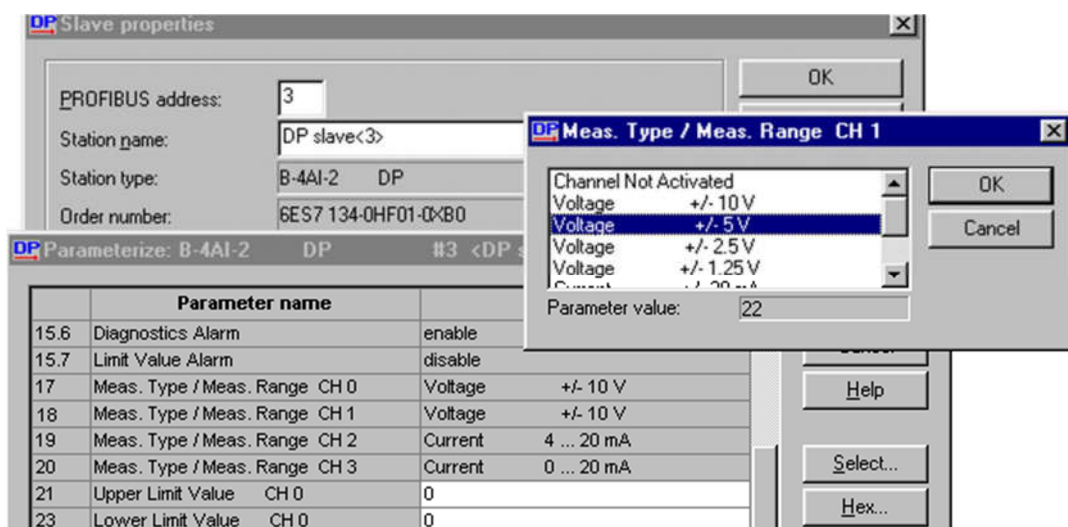
۷-۴-۱- پارامتردهی وسایل (Parameterization)

در این نوع ارتباط مطابق شکل ۷-۱۱ ماستر بسته پارامترها را به وسیله فیلد ارسال و وسیله فیلد دریافت پارامترها را تصدیق می کند.



شکل ۷-۱۰- پارامتردهی وسایل (Parameterization)

انتخاب و تنظیم مقادیر پارامترها در ابزارهای مهندسی کنترل کننده صورت می گیرد.



شکل ۱۱-۷- انتخاب و تنظیم مقادیر پارامترها در ابزارهای مهندسی

فصل ۸ - برنامه نویسی شبکه پروفی باس در Step 7

۸-۱- زیرسیستم ورودی/خروجی (I/O Subsystem)

کارت های ورودی/خروجی می تواند به صورت مرکزی با یک کنترل کننده S7 نصب شوند. به این روش I/O مرکزی گفته می شود. در صورتی که ورودی/خروجی ها در فاصله قابل توجهی از یک کنترل کننده قرار گرفته باشند. در آن صورت طول زیاد کابل کشی ممکن است تداخل الکترومغناطیسی ایجاد کرده و قابلیت اطمینان را کاهش دهد. در این حالت استفاده از ایستگاه های I/O توزیع شده، راه حل ایده آلی است. بنابراین در سیستم PCS7 برای انتقال سیگنال های فرایند به سیستم کنترل به دو روش زیر می توان عمل کرد.

- استفاده از ماژول های محلی یا مرکزی (Central I/O) که در کنار کنترل کننده S7 نصب می شوند؛
- استفاده از فناوری Remote I/O با گذرگاه دیجیتال Profibus-DP؛

۸-۱-۱- اتصال محلی I/O

این روش، اتصال معمول کارت های ورودی و خروجی سیگنال ها و دیگر ماژول ها روی یک رک در کنار ماژول CPU است. در این روش از ماژول ها یا کارت های I/O سری 400 که از نظر اندازه بزرگ تر از ماژول های سری 300 هستند، استفاده می شود. شکل ۸-۱ نمونه ماژول های I/O سری S7400 را نمایش می دهد.



شکل ۸-۱- نمایشی از ماژول های I/O سامانه PCS7

۸-۱-۲- زیرسیستم I/O راه دور یا توزیع شده (Distributed I/O)

در این روش که برای پیاده سازی زیرسیستم I/O در PCS7 بسیار مرسوم است:

- پردازنده (CPU) کنترل کننده به صورت مرکزی واقع شده است؛
 - دستگاه های I/O (ورودی ها و خروجی ها) دور از کنترل کننده واقع شده اند؛
 - کارایی بالای PROFIBUS-DP ارتباطات بین کنترل کننده و دستگاه های I/O را تضمین می کند؛
- زیرسیستم I/O توزیع شده زیرمجموعه می تواند از ماژول های سیگنال (SM)، ماژول های تابع (FM) و پردازنده های ارتباطی (CP) تشکیل شود. خود ماژول های سیگنال شامل انواع زیر می تواند باشد:
- ماژول های I/O استاندارد (کلاس A)
 - ماژول های I/O با قابلیت تشخیص عیب (کلاس B)
 - ماژول های ذاتاً ایمن برای محیط های Ex (i)









برای انتقال سیگنال های I/O به کنترل کننده از ماژول های I/O سری S7300 به همراه یک ماژول واسط ET که از طریق گذرگاه پروفیباس متصل می شوند، استفاده می شود. یک نوع از ماژول های I/O راه دور که به ET200 موسوم هستند از پرکاربردترین محصولات شبکه زیرمجموعه بوده و برای جمع آوری سیگنال های I/O به کار می روند. حس گر ها، ترنس میترها و عملگرهای معمولی که قابلیت اتصال مستقیم به فیلدباس را ندارند به کارت های I/O نصب شده روی کنسول ET متصل می شوند.

۸-۱-۲-۱- انواع ماژول های واسط ET 200

رایج ترین نوع کارت های ET مورد استفاده در PCS7، ماژول های ET200M و ET200S است که ET200S به علت کوچک بودن اندازه ماژول ها و تنوع خروجی های آن استفاده می شود. ماژول های واسط ET 200 در PCS7 برحسب نوع کنسول که روی آن نصب می شوند، به دو دسته با کابینت و بی کابینت تقسیم می شوند؛ که این دو دسته عبارتند از:

- ET 200 for Control Cabinets;
 - ET 200M;
 - ET 200SP;
 - ET 200S;
 - ET 200L;
 - ET 200iSP;
- ET 200 without Control Cabinets;
 - ET 200pro;
 - ET 200eco PN;
 - ET 200eco;

شکل ۸-۲ انواع I/O راه دور در PCS7 نشان می دهد.

Solutions for the control cabinet (IP20)		Solutions without control cabinet (IP65/67)	
<div>Compact and expandable</div> <div></div> <div>ET 200S COMPACT</div>	<div></div> <div>ET 200S</div>	<div></div> <div>ET 200pro</div>	
<div>Low cost block</div> <div></div> <div>ET 200L</div>	<div></div> <div>ET 200M</div>	<div></div> <div>ET 200eco</div>	
	<div></div> <div>ET 200iSP</div>	<div></div> <div>ET 200R</div>	

شکل ۸-۲- انواع I/O راه دور در PCS7

۸-۱-۲-۲- دلایل به کارگیری ET200 I/O

۱. وجود پراکندگی در محل نصب I/O ها و فاصله زیاد آن ها از اتاق کنترل که AS-CPU در آن قرار دارد. در این حالت با استفاده از ET200 ها حجم سیم کشی خیلی کم می شود. چراکه جمع آوری اطلاعات تعداد زیادی I/O فقط با یک کابل دو رشته ای Profibus DP به اتاق کنترل انجام می شود؛
۲. بالا بودن تعداد I/O، به طوری که همه آن ها قابل نصب روی رک های مرکزی نیستند و باید از Remote I/O استفاده کرد؛
۳. در PLC های سری S7400 که اندازه کارت های I/O بزرگ است و منجر به بزرگ شدن تابلوهای کنترل می شود؛
۴. در فرایندهایی که در سطح CPU نیاز به افزونگی است، از ET200M استفاده می شود؛
۵. دقت دریافت/ ارسال اطلاعات از طریق شبکه Profibus به صورت ۳۲ بیتی است در حالی که از طریق ترنسمیترها حداکثر ۱۶ بیتی است. مثلاً برای کنترل دور موتور که توسط درایو انجام می شود؛
۶. اگر از شبکه استفاده شود سرعت تعیین شده توسط برنامه نوشته شده در CPU با دقت کامل یک عدد اعشاری یعنی ۳۲ بیت به درایو ارسال می شود ولی اگر از خروجی آنالوگ PLC به ورودی آنالوگ درایو اطلاعات را بفرستیم دقت بیشینه ۱۶ بیتی است؛

۸-۱-۲-۳- سری ET200M

ایستگاه I/O راه دور ET200M یک Slave ماژولار روی گذرگاه DP است. برای هر یک از ایستگاه های ET200M حداکثر 244 بایت آدرس می تواند اختصاص داده شود و حداکثر ۸ ماژول را با جزئیات زیر می توان روی آن نصب کرد:

- 61 analog inputs (b class), 7x8 channels + 1x5 channels, or;
- 32 analog outputs (b class), 8x4 channels, or;
- 128 digital inputs (b class and a class), 8x16 channels, or;
- 128 digital output (a class), 8x16 channels, or;
- 64 digital outputs (b class), 8x8 channels;

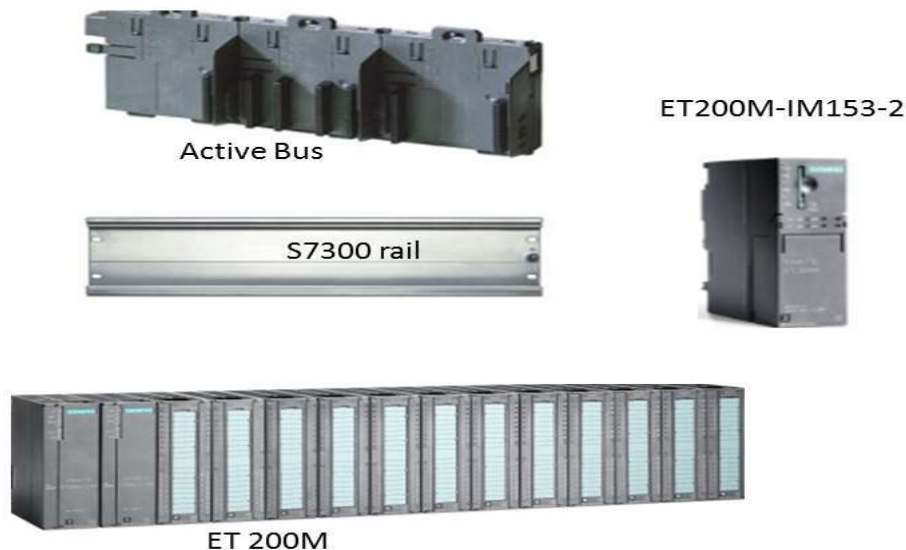
ماژول های کلاس B قابلیت های تشخیصی (diagnostics) زیر را در این دسته فراهم می کنند

- Channel Specific Errors;
- Diagnostics and Alarm Parameterisable;
- Internal module Check;
- Message at Failure of Support Voltages;
- Behaviour of output modules on CPU error: hold last value or substitute value;

این نوع ET دارای انواع مختلفی هست. ولی از نظر کاربرد به دو دسته تقسیم می شوند؛ که در هر دو نوع، برای اتصال به شبکه پروفیباس، از کارت واسط IM153 استفاده می شود. این دو دسته عبارت اند از:

- ET 200M برای اتصال به AS400 معمولی؛
- ET200M برای اتصال به سیستم HF (AS400H و AS400FH)؛

در نوع اول کارت های ورودی و خروجی در کنار ماژول واسط IM153 روی یک ریل ساده (بدون گذرگاه الکتریکی Bus) نصب می شود. ریل مورد استفاده شبیه ریل بکار رفته در S7-300 است و کارت های ورودی و خروجی از طریق یک قطعه به نام U Connector یا Backplane Connector در پشت کارت ها به هم متصل می شوند. ولی در نوع دوم، از آنجایی که ET 200M باید قابلیت افزونگی (Redundancy) داشته باشد، از این رو دو کارت IM153 لازم است که هر کدام به یک CPU متصل می شوند. لذا در نوع افزونه، ساختار ریل متفاوت بوده و عمق بیشتری نسبت به ریل معمولی دارد. در داخل این ریل، یک Bus نصب می شود و به مجموع آن ها Active Bus گفته می شود که کارت های ورودی و خروجی روی آن قرار می گیرند. شکل ۸-۳ مؤلفه های تشکیل دهنده کنسول ET200M را نشان می دهد.

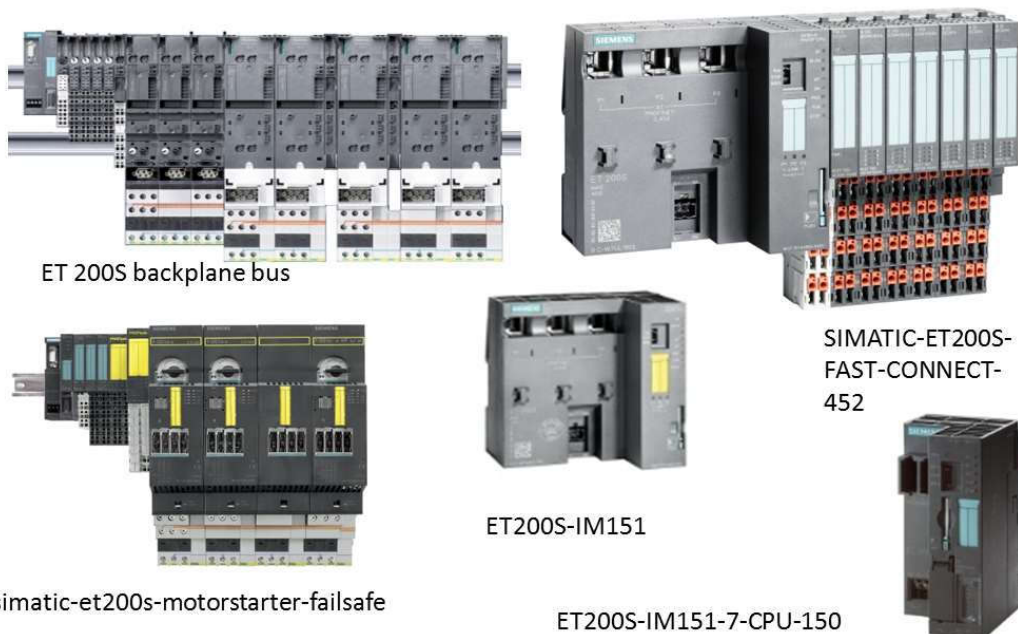


شکل ۸-۳- مؤلفه های تشکیل دهنده کنسول ET200M

نکته: برای فاصله های دور یا محیط های پر نویز از فیبر نوری استفاده می شود. در این روش نیاز به مبدل های OLM (Optical Link Module) است.

۸-۱-۲-۴- سری SIMATIC ET200S

سری ET 200S یک سیستم I/O چندمنظوره، بسیار ماژولار با درجه حفاظت IP20 است. در این سری ماژول های واسط یکپارچه دارای CPU و اتصالات PROFIBUS / PROFINET برای هر دو طرح استاندارد و طرح های ایمنی گرا وجود دارد. ماژول های بیتی ET 200S طیف جامعی از ماژول های تغذیه، ورودی و خروجی آنالوگ یا دیجیتال، ماژول فناوری، لینک I/O و همچنین استارت موتور یا یک رابط نیوماتیک را شامل می شود. سری ET 200S همچنین می تواند تحت شرایط تنش مکانیکی بالا مورد استفاده قرار گیرند. برای شرایط فضاهای تنگ، نسخه Compact ET200S که یک بلوک I/O کوچک است، طراحی شده است؛ که قابل بسط است. ET 200S همچنین در انواع SIPLUS برای مقدار درجه حرارت بالاتر موجود است. شکل ۸-۴ ماژول های راه دور سری ET 200S را نشان می دهد.



شکل ۸-۴- مازول های واسط راه دور سری ET 200S

۸-۱-۲-۵- سری ET 200iSP

این سری برای نصب مازول های I/O راه دور در منطقه Zone 1 طراحی شده است (شکل ۸-۵).

- قابلیت نصب برای مناطق Ex-Zone 1/21;
- دارای مازول های تحمل پذیر خطا (Fail-safe) با استاندارد SIL 3 شامل:
 - Digital Input Modul 8 F-DI NAMUR;
 - Digital Output Modul 4 F DO;
 - Analog Input Modul 4 F-AI HART;
- دارای قابلیت افزودنی برای مازول واسط ET و مازول تغذیه



شکل ۸-۵- نمایی از مازول های راه دور سری ET 200iSP

۸-۱-۲-۶- مقایسه ET200S و ET200M

- ET200S برخلاف ET200M قابلیت افزونگی ندارد و فقط از طریق Y-Link می تواند به AS400H و AS400FH متصل شود؛
- ET 200S دارای کارت های کوچک است که ورودی و خروجی های کمتری نسبت به ET200M دارد؛
- روی ET200S می توان تا ۶۳ کارت قرار داد در حالی که در ET200M این تعداد به ۸ کارت محدود است؛
- در ET200S برای تغذیه ماژول های I/O از ماژول تغذیه PM استفاده می شود. ولی در ET200M تغذیه کارت ها از بیرون متصل می شود؛
- کارت های ET200S را می توان در حین کار جابجا کرد. ولی در ET200M فقط با باس اکتیو امکان پذیر است؛
- ET200S می تواند مجهز به راه انداز موتور باشد که موتورهایی تا ۷,۵ کیلووات را تغذیه می کند این ماژول حاوی مدار تغذیه و حفاظت است. فرمان های قطع و وصل را از ET دریافت و وضعیت خود را از طریق ET به AS گزارش می کند. در ET200M این نوع ماژول نیست؛
- نوعی از ET200S وجود دارد که می تواند مجهز به CPU، برای پردازش های محلی باشد؛
- در S7-400 به دلیل اینکه قیمت کارت های SM بالاست معمولاً از ترکیب شبکه PROFIBUS و ET200M استفاده می شود؛
- در مواردی که سرعت انتقال داده از کارت های DI نظیر سیستم های ESD مهم است استفاده از Remote I/O ها توصیه نمی شود زیرا اطلاعات پس از عبور از شبکه PROFIBUS با تأخیر به CPU می رسند؛
- کارت های ET200S نیز به دلیل قابلیت جابه جایی کارت ها در حین کار و اضافه کردن CPU به آن در بعضی از کاربردها استفاده می شود؛

۸-۱-۱- دسته بندی انواع DP Slave

انواع Slave های I/O قابل اتصال به باس DP را می توان از جنبه های مختلف به صورت زیر دسته بندی کرد.

۱. از نظر ماژولار (Modular) یا Compact بودن؛
۲. از نظر درجه IP؛
۳. از نظر تشابه با کارت های ورودی/خروجی PLC به صورت مرکزی (در مقابل راه دور)؛
۴. از نظر پیکربندی به صورت افزونه (Redundancy)؛
۵. از نظر Fail Safe بودن؛
۶. از نظر مجهز بودن به CPU؛

۷. از نظر مجهز بودن به واسط فیبر نوری FO؛

۸. از نظر مجهز بودن به استارتر موتور؛

۹. از نظر مجهز بودن به ماژول نیوماتیکی؛

۸-۱-۱- از نظر ماژولار یا Compact بودن

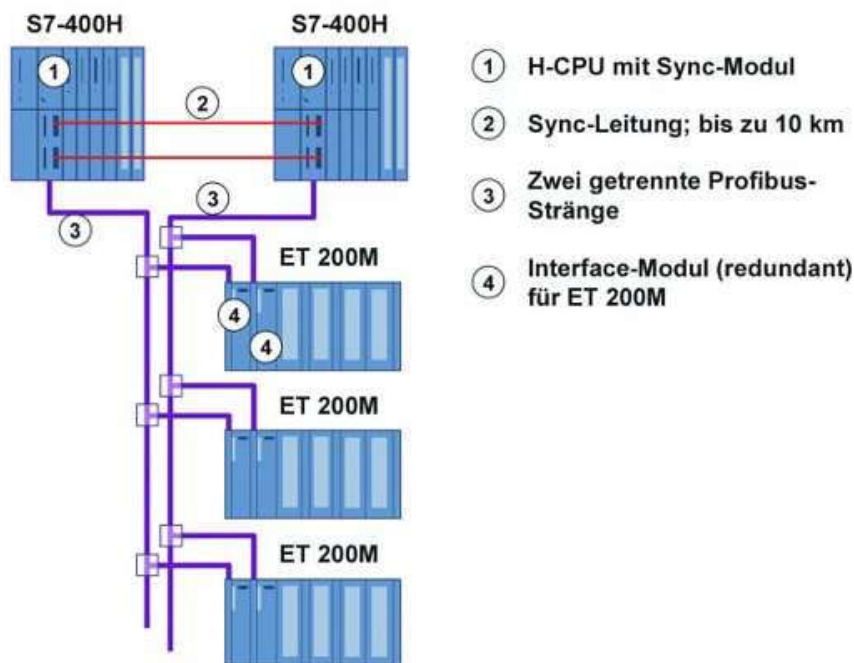
Modular	Compact
<ul style="list-style-type: none"> ET200S ET200M ET200X 	<ul style="list-style-type: none"> ET200B ET200C ET200ECO
از نظر فنی بهتر	ارزان تر

۸-۱-۲- از نظر مجهز بودن به CPU

تنها سری ET200s و ET200X دارای ماژول CPU می باشد. که ISlave نامیده می شود.

۸-۱-۳- پیکربندی افزونگی (Redundancy)

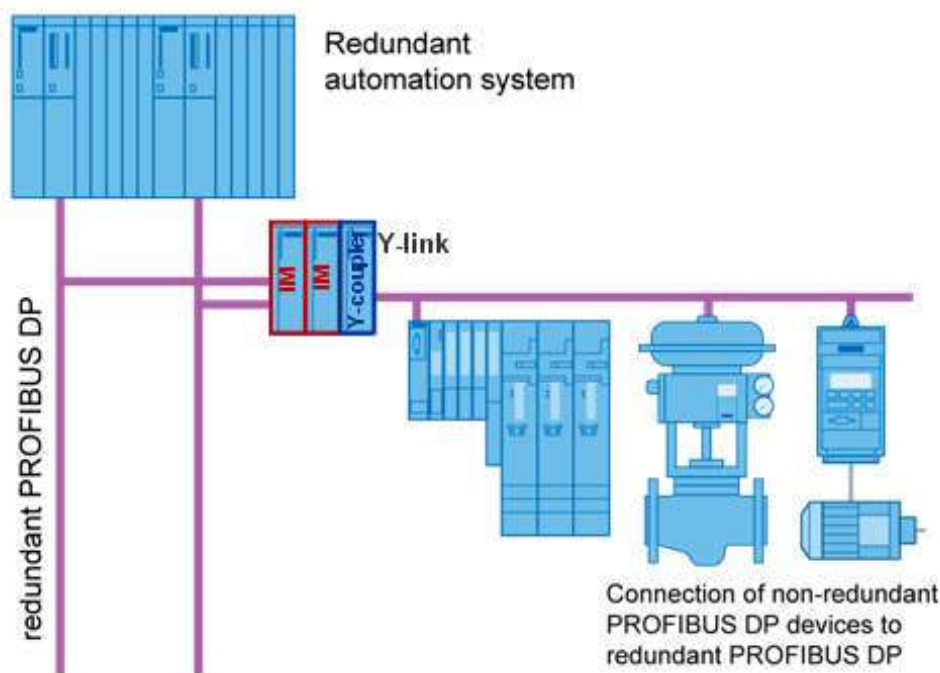
تنها سری ET200M از طریق دو تا IM قابلیت پیکربندی به صورت افزونگی را دارا می باشند.



شکل ۸-۶- پیکربندی ایستگاه های I/O نوع ET200M به صورت افزونه

▪ IM153	Bus interface module for S7-300 SMs, FM 350 to FM 352, FM 355, CP 340 to CP 343-2
▪ IM153-1	
▪ IM153-2	Bus interface module for S7-300 SMs, FMs (without FM356-4), module exchange in operation
▪ IM153-3	Redundant bus interface module for S7-300 SMs, FM 350 to FM 352, FM 355, and CP 340 to CP 343-2. Redundant capability with active backplane bus in an H system.
▪ IM153-2 FO	IM 153-2 with fiber-optic cable physics, bus interface module for S7-300 SMs and FMs

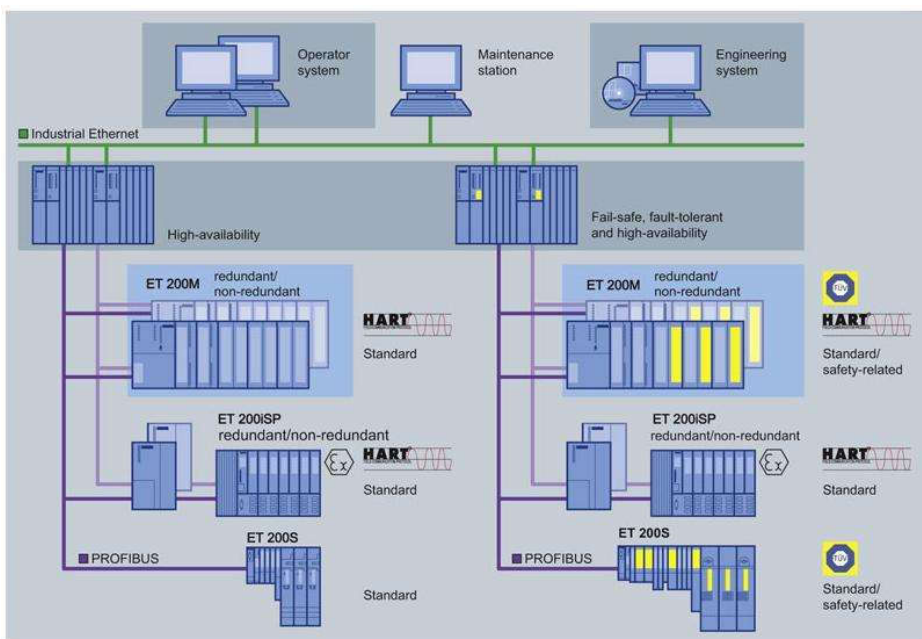
در صورتی که در ساختار افزونگی باس پروفیباس بخواهیم از یک Remote I/O یا یک وسیله Slave استفاده کنیم که به صورت افزونه پیکربندی نشده و یا پشتیبانی نمی کند، مطابق شکل زیر از یک واسطه یا کوپلر Y-Link برای اتصال باس پروفی باس تکی به شبکه پروفی باس افزونه استفاده می کنیم.



شکل ۸-۷- استفاده از ماژول Y-Link

۸-۱-۴- پشتیبانی از کارت های Fail Safe

DP اسلیوهای سری ET200M, ET200S و ET200iS از کارت های ورودی/خروجی نوع Fail safe پشتیبانی می کند. کارکردن با این ماژول ها نیاز به تخصص کافی در خصوص سیستم های ایمنی دارد.



شکل ۸-۸- استفاده از ماژول های ورودی/خروجی *Fail safe* در ایستگاه های *DP*

۸-۱-۵- مجهز به ماژول CPU

تنها سری *ET200S* و *ET200X* مجهز به ماژول CPU هستند.

۸-۱-۶- پشتیبانی از لینک فیبر نوری به جای کابل مسی *RS485*

۸-۱-۷- مجهز به ماژول های استارتر موتور

سری *ET200S* می تواند مجهز به استارتر موتور باشد که قابلیت راه اندازی موتورهای با حداکثر ۷,۵ کیلووات را دارا می باشد. این ماژول حاوی مدار تغذیه و حفاظت است. استارترهای موتور *ET200S* را می توان برای محافظت و سوئیچ هر گونه بار سه فاز استفاده کرد. این استارترهای سیم بندی و پیکربندی شده از قبل در سه کلاس عملکردی به صورت راه اندازی مستقیم، معکوس و راه اندازی نرم (*soft-starter*) در دسترس می باشند.

۸-۱-۸- اتصال موتور ها یا درایوها به شبکه پروفی باس

درایوهای میکرومستر زیمنس توسط ماژول پروفی باس به راحتی می توانند در شبکه پروفی باس قرار گیرند. در این صورت یک *PLC* به راحتی می تواند پارامترهای کنترلی را توسط شبکه به درایو ارسال کند. اجزای اصلی این ماژول عبارتند از:

- نمایشگرهای وضعیت؛
- رابط *DP*؛

- *Dip switch* تعیین آدرس؛
- محل اتصال تغذیه؛



درايو میکرومستر

این ماژول به صورت *Onboard* بر روی درایوهای میکرومستر وجود ندارد و در قالب یک ماژول اختیاری ارائه می گردد. پانل *BOP* بر روی این ماژول نصب و این ماژول نیز بر روی برد اصلی درایو نصب می شود. در قسمت پایین این ماژول پورت *DP* جهت اتصال به شبکه پروفیباس تعبیه شده است. همچنین جهت تعیین آدرس درایو در شبکه از یک *Dip Switch* استفاده می شود. جهت نمایش وضعیت های مختلف از جمله اتصال صحیح درایو به شبکه و خطاهای رخ داده شده نیز *LED* هایی تعبیه شده است. جهت تبادل دیتا بین درایو و *PLC* از یک بسته دیتا به نام *PPO* استفاده می شود. بسته دیتای *PPO* شامل دو قسمت *PKW* و *PZD* می باشد.

◀ *PZD* : فضای *Process Data Area*

◀ *PKW* : فضای *Parameter Area*

فضای *PZD* شامل یک کلمه کنترلی و *Set Point* های درایو می باشد. همچنین وضعیت اطلاعات و مقادیر واقعی در این قسمت قرار می گیرد.

فضای *PKW* شامل اطلاعات مربوط به پارامترهای درایو می باشد. از این فضا جهت مانیتور کردن و همچنین تغییر پارامترهای درایو استفاده می شود.

کاربران در ساده ترین راه کنترل درایو در شبکه پروفیباس می توانند تنها از بسته ای استفاده کنند که دارای بخش *PZD* باشد. در این صورت کاربر می تواند فرامین کنترلی از جمله استارت/استپ، تغییر جهت دور، ریست آلارم ها و تغییر فرکانس کاری را در این بخش وارد و به درایو ارسال کند. کدهایی که در این

بخش قرار می گیرند می توانند درایو را در وضعیت های مختلف قرار دهند. در نرم افزار مربوط به PLC می بایست نوع تیپ PPO انتخاب شود. به عنوان مثال بسته دیتای کاربر PPO1 دارای 4PKW و 2PZD و بسته دیتای کاربر PPO3 دارای 0PKW و 2PZD می باشد. نکته قابل توجه این است که تمامی نسخه های مربوط به بسته ها برای تمامی درایوها قابل استفاده نمی باشد. به عنوان مثال درایو MM420 تنها می تواند بسته PPO1 و PPO3 را پوشش دهد. سایر تیپ های PPO در قسمت زیر لیست شده است:

PPO1- شامل 4PKW و 2PZD

PPO2- شامل 4PKW و 6PZD

PPO3- شامل 0PKW و 2PZD

PPO4- شامل 0PKW و 6PZD

به عنوان مثال فرض کنید که قرار است یک درایو MM420 زیمنس در شبکه پروفیباس با PLC S7-400 زیمنس ارتباط برقرار کنند. جهت برقراری این ارتباط نیز از بسته PPO3 استفاده شده است. این بسته دارای ۲ کلمه PZD بوده که دارای دو مد STW (کلمه کنترلی) و ZSW (کلمه وضعیت) می باشد. اگر انتقال دیتا از سمت PLC به درایو باشد کلمه PZD1 در حالت STW و اگر انتقال دیتا جهت مانیتور کردن وضعیت مقادیر از سمت درایو به PLC باشد PZD1 در حالت ZSW قرار می گیرد. همچنین کلمه PZD2 نیز در دو مد HSW و HIW قرار می گیرد. کاربرد اصلی PZD2 در حالت HSW جهت انتقال SetPoint مربوط به فرکانس درایو می باشد که می تواند یک عدد بین ۰ تا ۴۰۰۰ هگز باشد.

بیت های مربوط به کلمه PZD1 در مد STW جهت اعمال فرمان های مختلف به درایو استفاده می شود. به عنوان مثال فرمان های استارت/استپ، تغییر جهت و ریست آلارم ها توسط ۳ بیت از این کلمه انجام می شود. در PZD2 نیز کاربر می بایست عدد مربوط به فرکانس کاری را ارسال کند. به عنوان مثال با ارسال کد F۰۴۷ هگز به PZD1 و کد هگز ۴۰۰۰ به PZD2 درایو در جهت Forwards و با فرکانس ۵۰HZ در وضعیت Run قرار می گیرد. یا با ارسال کد E۰۴۷ هگز به کلمه PZD1 درایو STOP می شود. انتقال کدهای کنترلی می تواند توسط دستور Move یا بلوک های سیستمی در نرم افزار انجام شود. در ضمن برخی از پارامترهای درایو نیز می بایست جهت کار در شبکه پروفیباس تغییر یابند. به عنوان مثال در درایو MM420 آدرس درایو در شبکه پروفیباس می بایست در پارامتر P918 قرار گیرد. این آدرس مطابق تنظیمات نرم افزار و Dipswitch وارد می شود.

۸-۲- برنامه نویسی پروفی باس DP

برنامه نویسی پروفی باس DP برای تبادل داده با ایستگاه های I/O بکار می رود. که به دو صورت کلی قابل پیاده سازی می باشد:

- به روش دسترسی به I/O های محلی
- با استفاده از توابع سیستمی SFC14 و SFC15

۸-۲-۱- دسترسی به I/O به روش I/O های محلی

در این روش که یکی از مزیت های پروفی باس نیز به شمار می رود، نیازی به فراخوانی توابع سیستمی نیست و به طور مستقیم می توان به مقادیر سیگنال های I/O همانند I/O های محلی دسترسی داشت. به عبارت دیگر ورودی/خروجی های متصل به Remote I/O (ماژول های ET200M) شبیه کارت های I/O واقع در رک مرکزی (CPU) عمل می کنند. به عنوان مثال نحوه دسترسی به کانال های Remote I/O به صورت زیر است:

A I22.3
L PIW 220

یعنی آدرس دهی مانند Local I/O با همان قالب دستورات می باشد.

نکته : در این روش با دستورات Load و Transfer در هر بار تبادل داده با ایستگاه Remote I/O حداکثر ۴ بایت قابل تبادل می باشد.

۸-۲-۲- دسترسی به I/O های پروفی باس از طریق توابع سیستمی

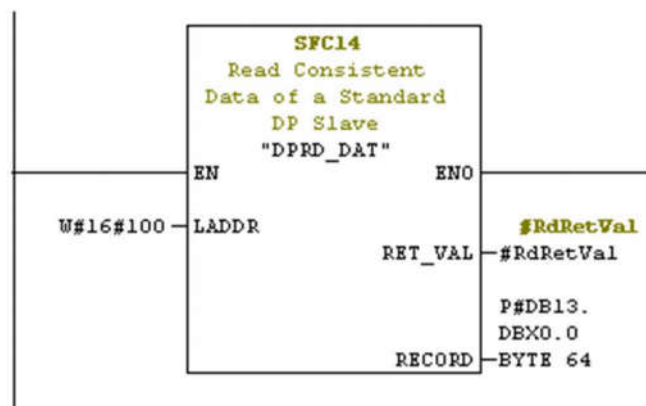
در این روش از دو تابع سیستمی SFC14 و SFC15 استفاده می شود. با استفاده از این دو تابع تعداد بایت ها در هر انتقال افزایش می یابد. توابع مذکور در کتابخانه استاندارد زیمنس تعبیه شده است.

Libraries > Standard Libraries > System Function Block:

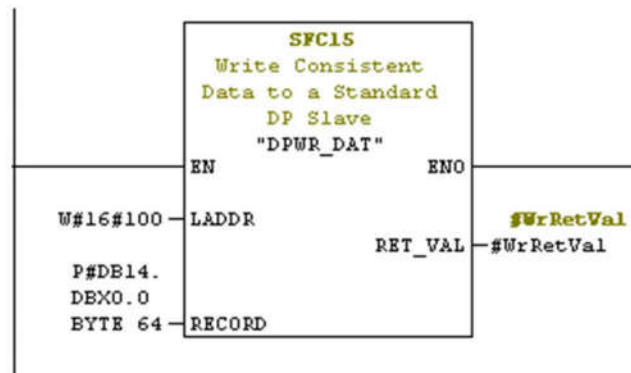
۱- SFC 14 - DPRD-DAT برای دریافت داده از Remote I/O

۲- SFC 15 - DPWR-DAT برای نوشتن یا ارسال داده به Remote I/O

- SFC 14 "DPRD_DAT: Reading Consistent Data of a DP Standard Slave//PROFINET IO Device



شکل ۸-۹- تابع SFC 14 برای خواندن داده از اسلیو



شکل ۸-۱۰- تابع SFC 14 برای ارسال داده به اسلیو

LADDR Input	WORD	<p>Configured start address from the I area of the module from which the data will be read.</p> <p>↪ آدرس شروع پیکربندی شده برای محدوده آدرس ورودی (I area) ماژولی که قرار است داده از آن خوانده شود.</p> <p>↪ بیس آدرس کارت ورودی/خروجی در ET200M به فرمت هگز (W#6#0) به عنوان مثال در یک کارت آنالوگ ورودی ۸ کاناله که آدرس کانال ها از ۲۵۶ شروع می شود، آدرس پایه یا بیس آدرس آن ۱۰۰ هگز می باشد.</p> <p>آنچه در این بلاک ها تحت عنوان LADDR ظاهر می شود. آدرس پایه کارت ورودی/خروجی روی RIO است که داده باید به آن ارسال یا از آن دریافت شود و باید به فرمت Hex نوشته شود. به عنوان مثال آدرس 100 تبدیل به LADDR=W#16#64 خواهد شد.</p>
Record Output	ANY	<p>Destination area for the read user data. This must be exactly as long as you configured for the selected module with STEP 7. Only data type BYTE is permitted.</p> <p>↪ آدرس مقصد ذخیره سازی داده های خوانده شده از DP Slave می باشد.</p> <p>↪ حجم داده ای که باید ارسال یا دریافت شود توسط آدرسی که به صورت Pointer در جلوی Record نوشته می شود مشخص می گردد. به عنوان مثال اگر قرار است از یک کارت ورودی (DI or AI) که روی یک DP Slave ماژولار (مانند ET200M) قرار گرفته است، هشت بایت با آدرس شروع صفر را بخواند در این صورت در SFC14 در جلوی Record باید مقدار P#I0.0 را قرار داد. 8 byte را قرار داد.</p>

		نکته : پایه Record در SFC 14 خروجی و در SFC 15 از نوع ورودی می باشد. باید توجه داشت که برای DP Slave های ماژولار در هر فرخوانی (Call) فقط می توان آدرس یک ماژول را تبادل کرد.
RET_VAL Output	INT	<p>◀ اگر مقدار صفر را برگرداند. به معنی عدم وجود خطا در انتقال می باشد.</p> <p>◀ با فشردن کلید F1 بر روی تابع SFC14 یا SFC15 در پنجره Help نمایش داده شده، کدهای خطا را می توان مشاهده کرد.</p>

Error Code (W#16#...)	Explanation
0000	No error occurred.
8090	<ul style="list-style-type: none"> You have not configured a module for the specified logical base address or you have ignored the restriction concerning the length of consistent data or you have not entered the start address in the LADDR parameter in hexadecimal format.
8092	A type other than BYTE is specified in the ANY reference.
8093	No DP module/PROFINET IO device from which you can read consistent data exists at the logical address specified in LADDR.
80A0	Access error detected while the I/O devices were being accessed.
80B0	Slave failure on external DP interface module.
80B1	The length of the specified destination area is not identical to the user data length configured with STEP 7.
80B2	System error with external DP interface module.
80B3	System error with external DP interface module.
80C0	The data haven't yet been read by the module.
80C2	System error with external DP interface module.
80Fx	System error with external DP interface module.
87xy	System error with external DP interface module.
808x	System error with external DP interface module.
8xyy	General error information, see Evaluating Errors with the Output Parameter RET_VAL

شکل ۸-۱۱- فهرست خطاهای تابع SFC14

اگر در حال کار، سوکت پروفی باس مربوط به ET را جدا کنیم، خطای 32608 (80A1 هگز) را در خروجی می بینیم. حال اگر OB86 در پوشه Blocks وجود داشته باشد، CPU متوقف نمی شود ولی چراغ SF روشن شده و BF (Bus Fault) چشمک می زند و اگر OB86 در پوشه Blocks وجود نداشته باشد. در آن صورت CPU متوقف شده و هم چنین چراغ SF روشن شده و BF (Bus Fault) چشمک خواهد زد.

تمرین : یک ایستگاه RIO به یک PLC متصل است. می خواهیم با قطع شدن کانکتور ماژول ET200 خطایی در سیستم مانیتورینگ نمایش داده شود.

۱. از آنجایی که با وقوع خطا بلوک *OB86* فراخوانی می شود، لذا در داخل بلوک *OB86*، یک بیت حافظه مانند *M100.0* را با وقوع خطا یعنی با قطع شدن کانکتور یک (*Set*) می کنیم.

$$SET \\ = M \ 100.0$$

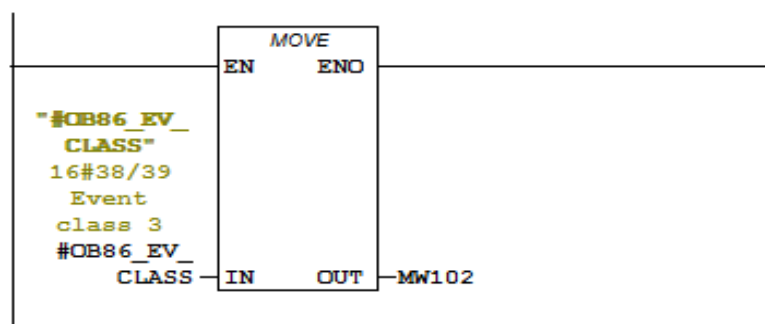
۲. با ست شدن این بیت در *WINCC* یک آلام تولید می کنیم.

۳. همچنین یک تگ بیتی برای *Reset* کردن آلام مثلاً به آدرس *M100.1* در *Wincc* ایجاد می کنیم.

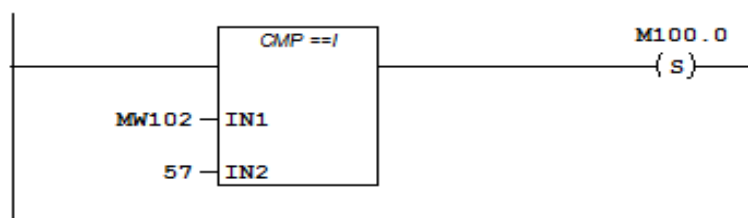
۴. تا این مرحله با فعال شدن خطا، بیت *M100.0* ست شده و با یک شدن بیت *M100.1* آلام قطع می شود. ولی با این حال خطا هنوز رفع نشده است.

۵. برای شناسایی ورود و خروج خطا، در بخش *Temp* بلوک *OB86* پارامتری به نام *OB86_EV_CLASS* است. به طوری که مقدار ۵۷ نشان دهنده *Incoming* و مقدار ۵۶ نشان دهنده *Outgoing* خطا می باشد.

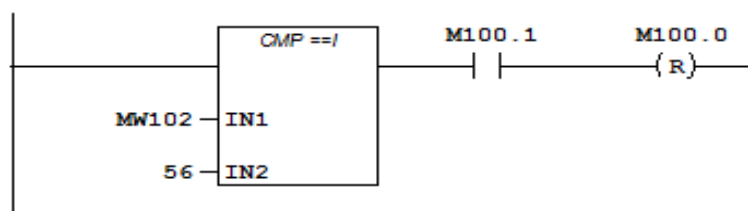
Network 2 : Title:



Network 3 : Title:



Network 4 : Title:



شکل ۸-۱۲-

در شکل بالا در صورتی که خطا رفته باشد، بیت خطا ریست می شود.

۸-۳- انواع DP Master

پروتکل پروفی باس برای ایجاد سلسله مراتب در شبکه، دو نوع ایستگاه تعریف می کند.

- ✓ مستر یا ایستگاه فعال (Active - Masters)
- ✓ اسلیو ایستگاه پسیو (Passive-Slaves)
- ✓ وجود حداقل یک مستر در شبکه ضروری است؛

۸-۳-۱- مستر یا ایستگاه فعال (Active Station)

ایستگاهی است که بدون نیاز به درخواست، انتقال داده در باس را کنترل می کند. روش دسترسی به باس برای تجهیزات مستر به صورت Token می باشد. PLC ها و PC ها از متداولترین Master ها می باشند.

۸-۳-۲- اسلیو یا ایستگاه پسیو (Passive Station)

عنصری که بدون اجازه Master قادر به در اختیار گرفتن باس و نقل و انتقال داده نیست. سنسورها، عملگرها، درایورها، تابلوها و ایستگاه های RIO (مثال ET200M) از متداولترین Slave ها می باشند.

۸-۴- ایجاد مستر شبکه پروفی باس

به چهار طریق می توان بر روی شبکه مستر DP ایجاد کرد:

۸-۴-۱- ایجاد مستر با پورت DP ماژول CPU؛

برای برنامه نویسی از روش معمول دسترسی I/O (همانند دسترسی به I/O محلی) و توابع SFC14&15 استفاده می شود.

۸-۴-۲- ایجاد مستر شبکه پروفی باس با کارت شبکه CP (CP 342-5 یا CP 442-5)؛

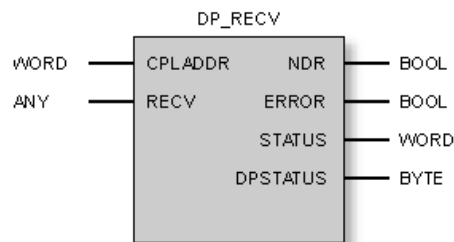
در صورتی که PLC انتخابی پورت DP، برای ایجاد شبکه Profibus DP نداشت، همچنین ممکن است به دلایلی از پورت DP مربوط به CPU نخواهیم استفاده شود. در این صورت از یک کارت CP برای این منظور استفاده می کنیم. در این روش از توابع FC1 و FC2 برای برنامه نویسی ارتباطات DP استفاده می شود.

Library > Simatic net CP > CP300 > FC1 & FC2

به عنوان مثال در تبادل داده بین یک ایستگاه مبتنی بر S7-300 و یک ایستگاه S7-400 از این روش استفاده می شود. در این روش ایستگاه S7-300 به عنوان Slave و ایستگاه S7-400 به عنوان Master پیکربندی می شود.

	<p>◀ تابع <i>FC1</i> ارسال داده به خروجی؛</p> <p>◀ تابع <i>FC2</i> دریافت داده از ورودی؛</p>
--	--

Call interface



Example in STL representation

STL

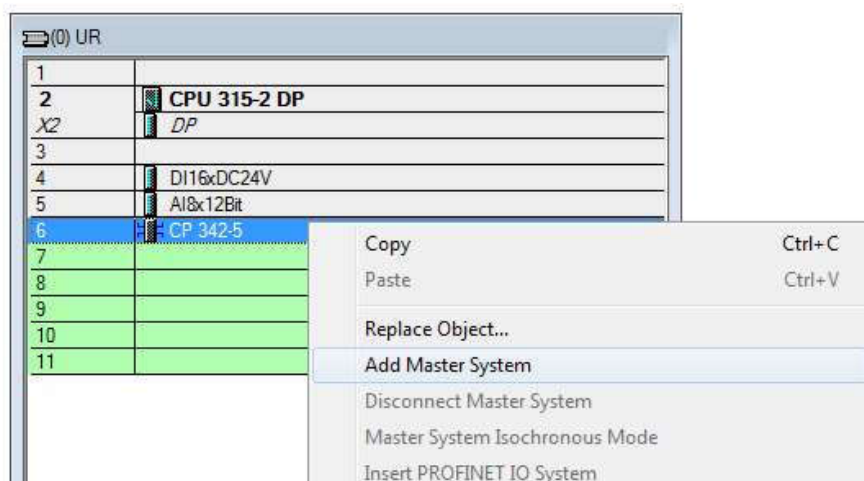
```
call fc 2 (
  CPLADDR:= W#16#0120,
  RECV := P#db17.dbx240.0 byte 103,
  NDR := M 99.1,
  ERROR := M 99.0,
  STATUS := MW 104,
  DPSTATUS:= MB 0 );
```

Explanation

//DP_RECV function call

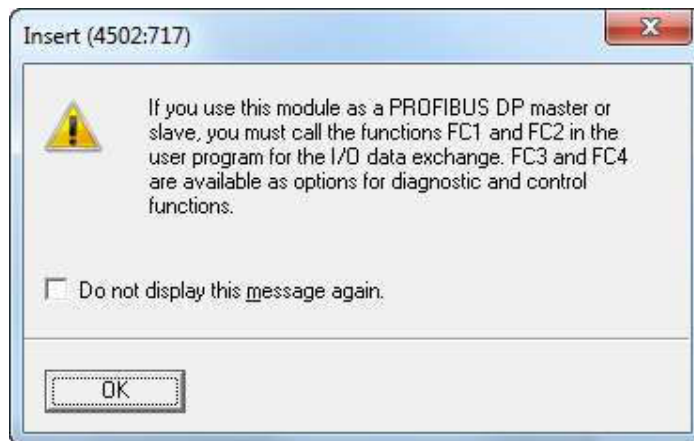
شکل ۸-۱۳- تابع *FC2*

برای مستر کردن کارت *CP*، مطابق شکل زیر در محیط *HWConfig* بر روی ماژول *CP* کلیک راست نموده و گزینه *Add master* را انتخاب می کنیم.



شکل ۸-۱۴- مستر کردن کارت CP روی یک شبکه

با کلیک روی گزینه *Add master System* پنجره زیر ظاهر می گردد. که ضرورت استفاده از توابع *FC1* و *FC2* برای تبادل *DP* اشاره می کند.



شکل ۸-۱۵- ضرورت استفاده از توابع *FC1* و *FC2* با کارت CP

نکته : در این روش که ایستگاه های *I/O (ET200M)* را از طریق CP به PLC متصل می کنیم، با بیرون کشیدن سوکت ET صرفاً کارت CP دچار مشکل می شود نه CPU.

۸-۴-۳- مثال - ایجاد یک لینک DP بین *S7-300 (Slave)* و *S7-400 (master)*

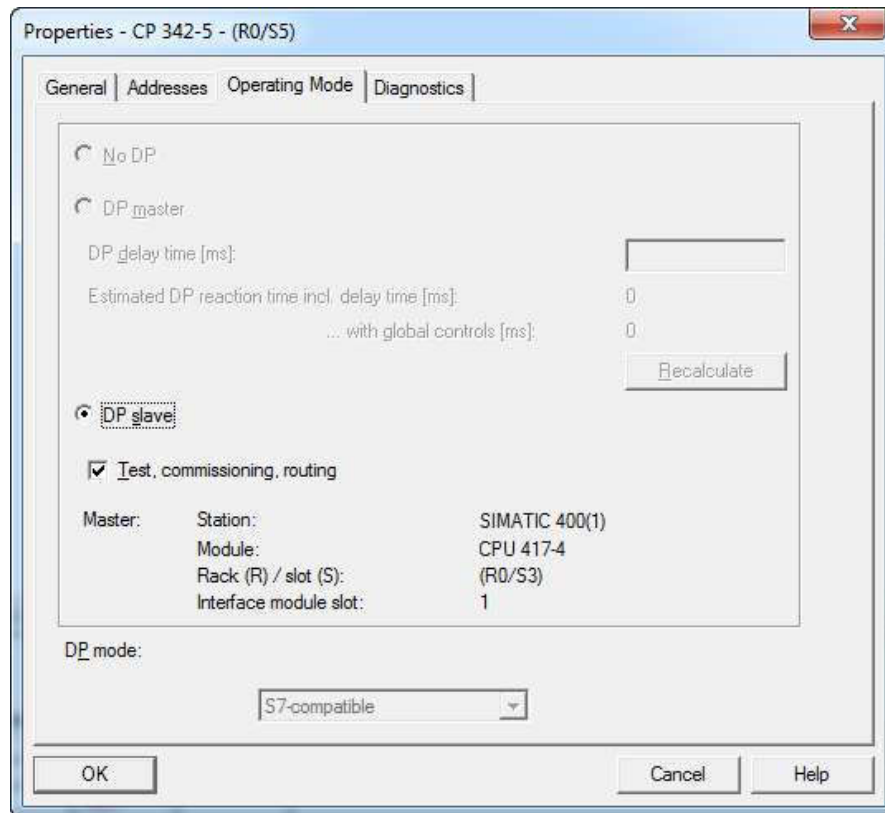
DP link between CP 342-5 (slave) and S7-300/400 (master)

در این مثال یک ماژول CP 342-5 به عنوان *DP slave* جهت تبادل داده با یک سیستم S7-400 به عنوان *DP master* پیکربندی می شود. ارتباطات به شرح زیر است:

داده منتقل شده و از S7-300 به CP خوانده می شود. سیستم S7-400 داده را از CP خواند و تنها به CP می نویسد. بنابراین CP به عنوان یک بافر داده بین دو کنترل کننده کار می کند. بنابراین ارتباطات برای در دو طرف (Master and Slave) باید پیکربندی شود.

پیکربندی Slave

- ۱- در پنجره *Simatic Manager* یک پروژه ایجاد کرده و یک ایستگاه S7-300 در آن ایجاد می کنیم.
- ۲- پنجره *hardware configuration* را پس از ایجاد ایستگاه S7-300 با دابل کلیک روی آن باز می کنیم.
- ۳- ایستگاه S7-300 را از بخش *HWcatalog* و زیربخش *SIMATIC 300* با مشخصات سخت افزاری موردنظر پیکربندی می کنیم.
- ۴- یک شبکه پروفی باس جدید (*PROFIBUS I*) ایجاد می کنیم. ولی *CPU* را به این شبکه پروفی باس ایجاد شده متصل نمی کنیم.
- ۵- از بخش *CP 342-5 > PROFIBUS > CP 300 > SIMATIC 300* ماژول *CP* پروفی باس موردنظر را در رک S7-300 درج می کنیم.
- ۶- ماژول *CP* درج شده را به شبکه پروفی باس ایجاد شده متصل می کنیم.
- ۷- روی *CP* دابل کلیک می کنیم.
- ۸- در سربرگ *Operating Mode* فیلد *DP Slave* را فعال می کنیم.



۹- ایستگاه ایجاد شده را ذخیره و کامپایل کنید.

ایجاد بلاک داده DB1

- ۱- در پنجره *Simatic Manager* در پوشه *Blocks* یک *DB* ایجاد کنید.
- ۲- با دابل کلیک روی *DB1* آن را باز کرده و داده های موردنظر جهت تبادل را در آن وارد کنید.
- ۳- در صورتی که بخواهیم به *Start value* مقدار دهی کنیم. بایستی در فرمت *hexadecimal* وارد شود.

Address	Name	Type	Start value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	a	BYTE	B#16#0	
+1.0	b	BYTE	B#16#0	
+2.0	c	BYTE	B#16#0	
+3.0	d	BYTE	B#16#0	
+4.0	e	BYTE	B#16#0	
+5.0	f	BYTE	B#16#0	
+6.0	g	BYTE	B#16#0	
=8.0		END_STRUCT		

اندازه بلوک داده به حجم داده های که *Slave* می خواهد به *Master* ارسال کند، بستگی دارد. حال پس از ایجاد بلاک داده *DB1* برای ارسال داده، بایستی بلاک داده مانند *DB2* را برای ذخیره داده های که *master* به *Slave* می فرستد، ایجاد شود. همچنین توابع *FC1* و *FC2* ("*DP_SEND*", "*DP_RECV*") در پوشه *Blocks* کپی شود. این توابع در مسیر زیر قرار دارد.

standard library >> Communication Blocks > Blocks

سپس این توابع بایستی در بلاک *OB1* به همراه پارامترهای موردنیاز فراخوانی شود. در این توابع آدرس پایه (*load address*) بایستی در قالب هگز وارد شود. این آدرس یک آدرس ورودی/خروجی از *CP* را تعیین می کند. این آدرس را می توان از *HWConfig* قرائت کرد. این دو بلوک به *CP* اتصال داشته و داده ها از *CP* در مناطق مشخص شده (در مثال *DB1* و *DB2*) مربوط به *CPU31x-2DP* وارد می شود. با *CP 342-5* همواره بایستی از توابع *FC1* و *FC2* برای انتقال داده از *CPU* به *CP* استفاده شود. این به این خاطر است که در اینجا هیچ انتخابی بین انتقال داده *consistent* و *non-consistent* وجود ندارد. تنها تفاوت در پیکربندی سخت افزاری *master* می باشد که در آن می توانید گزینه "*Total length*" یا "*Unit*" را برای *Consistency* مشخص کنید.

پیکربندی Master

- ۱- در پنجره *Simatic Manager* یک ایستگاه *S7-400* درج کنید.

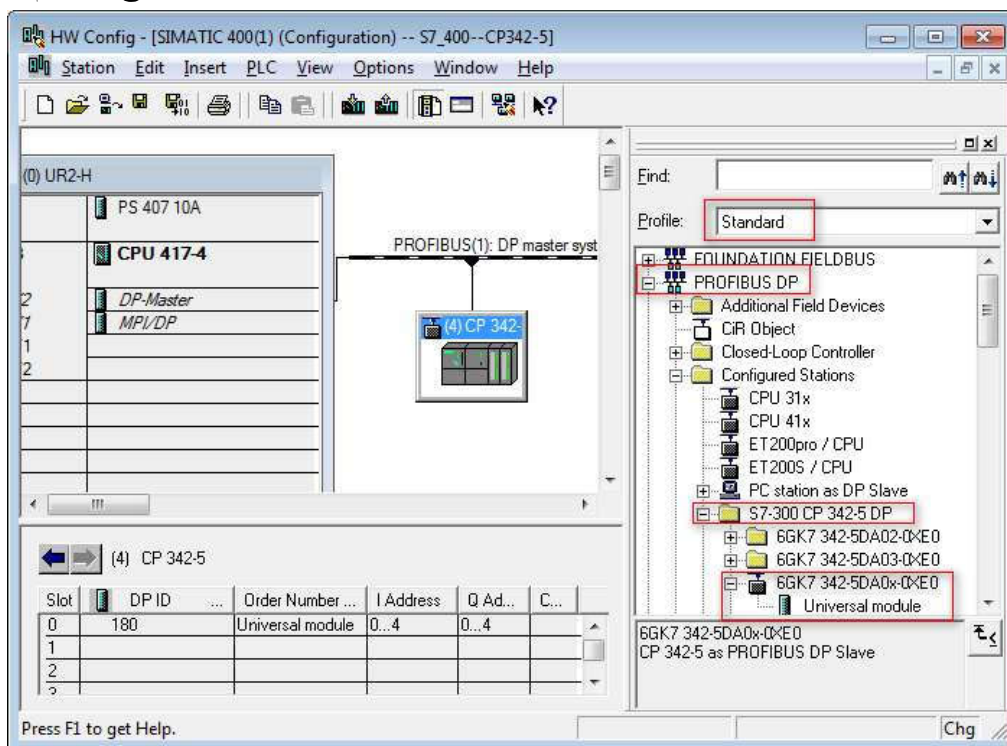
- ۲- پنجره *hardware configuration* را با دابل کلیک روی *S7-400* باز می کنیم.
- ۱۰- ایستگاه *S7-400* را از بخش *HW catalog* و زیربخش *SIMATIC 400* با مشخصات سخت افزاری موردنظر پیکربندی می کنیم.
- ۱۱- ماژول *CPU* را به شبکه پروفی باس *PROFIBUS 1* که قبلاً *CP 342-5* متصل شده است، متصل کنید.

۱۲- در *HW catalog* از بخش

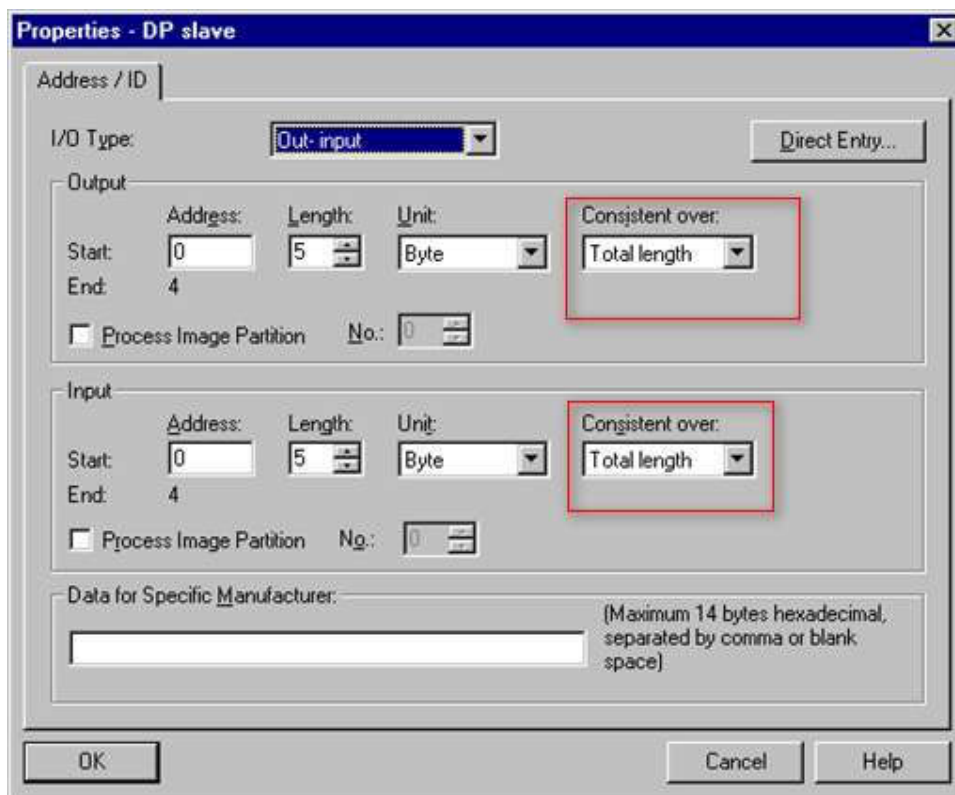
PROFIBUS_DP > Configured Stations > S7 300 CP 342-5 > 6GK7 342-5D...

ماژول موردنظر *S7 300 CP 342-5* را به *DP master* ایستگاه *S7-400* درج می کنیم.

سپس یک *universal module* را انتخاب کرده و در ایستگاه *S7 300 CP 342-5* درج می کنیم.



- با دابل کلیک روی ماژول *universal* درج شده در *DP Slave* پنجره پراپرتی *DP Slave* را باز کنید.
- سپس در این پنجره طول ورودی/خروجی موردنیاز برای تبادل داده از طریق *CP* را تنظیم کنید.
- همچنین در این پنجره *consistent* یا *Total length* بودن داده را تعیین می کنید.



نکته : در صورتی که بخواهیم انتقال داده از نوع *consistent* به *master* داشته باشیم، بایستی از توابع *SFC14* و *SFC15* (*DPWR_DAT*, *DPRD_DAT*) در برنامه *Master* استفاده شود.
برای این منظور مدرکی از زیرمنس هست که انتقال داده *Consistent* را توصیف می کند.

Consistent Data, *PROFIBUS DP* and *PROFINET IO*

- *Reading data consistently from a DP standard slave/PROFINET IO device and writing it consistently to a DP standard slave/PROFINET IO device*
- **System function SFC14 "DPRD_DAT"**
Using the system function SFC 14 "DPRD_DAT" (read consistent data of a DP standard slave), you read out the data of a DP standard slave/PROFINET IO device.
- **System function SFC15 "DPWR_DAT"**
Using SFC 15 "DPWR_DAT" (write consistent data), you transfer the data in RECORD consistently to the DP standard slave/PROFINET IO device addressed. The source area must have the same length as you configured with STEP 7 for the selected module.

برنامه نویسی سمت S7-300 (*DP Slave*)

- در سمت *Slave* دو تابع *FC1* و *FC2* را به صورت زیر در *OBI* فراخوانی می کنیم.
- با توجه به شکل زیر پارامتر *CPLADDR* در توابع *FC1* و *FC2* به آدرس 110 هگز تنظیم شده است.

- پارامتر *SEND* در تابع *FC1* به مقدار *P#DB1.DBX0.0 BYTE 5* تنظیم شده است. به این معنی که به طول ۵ بایت از داده‌های بلاک *DB1* را با آدرس شروع صفر ارسال کن.

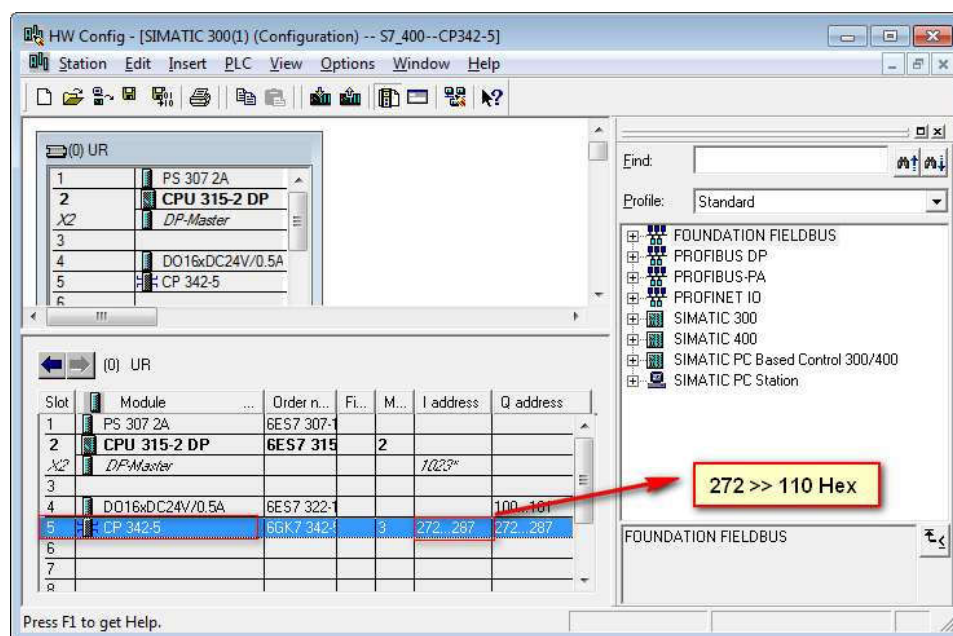
OB1 : "Main Program Sweep (Cycle)"

Comment:

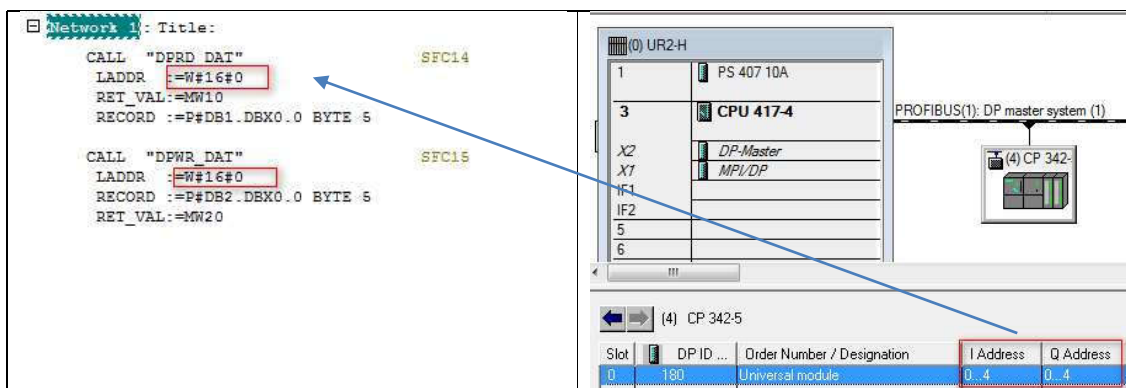
Network 1: Title:

```
CALL "DP_SEND"          FC1          -- DP-SEND-Function for SIMATIC NET CPs
CPLADDR:=W#16#110
SEND  :=P#DB1.DBX0.0 BYTE 5
DONE  :=M0.0
ERROR :=M0.1
STATUS:=MW2

CALL "DP_RECV"          FC2          -- DP-RCV-Function for SIMATIC NET CPs
CPLADDR:=W#16#110
RCV   :=P#DB2.DBX0.0 BYTE 4
NDR   :=M0.2
ERROR :=M0.3
STATUS:=MW4
DPSTATUS:=MB1
```



برنامه سمت *master* نیز به صورت انتقال *Consistent* از طریق دو فانکشن *SFC14,15* نوشته شده است.



۸-۴-۴- ایجاد مستر با ماژول IF در CPU های سری S7400؛

این روش، خاص سری S7-400 می باشد و به عنوان یک مستر مستقل از CPU عمل می کند. مثلاً سری 417-4 دارای قابلیت نصب کارت IF می باشد. این CPU دارای دو اسلات برای جایگذاری دو ماژول IF 946-DP می باشد. که بر روی خود CPU نصب می شوند.

۱. ایجاد مستر با کارت IM 467

این روش نیز خاص سری S7-400 می باشد.

روش برنامه نویسی	نوع DP مستر
روش دسترسی I/O معمولی یا SFC14,15	پورت DP ماژول CPU
روش دسترسی I/O معمولی یا SFC14,15	پورت MPI/DP ماژول CPU
روش دسترسی I/O معمولی یا SFC14,15	کارت IF روی ماژول CPU S7400
روش دسترسی I/O معمولی یا SFC14,15	کارت IM467
فقط با FCI و	کارت CP

۸-۴-۵- استفاده از کارت CP - سرویس DP برای Master/Slave

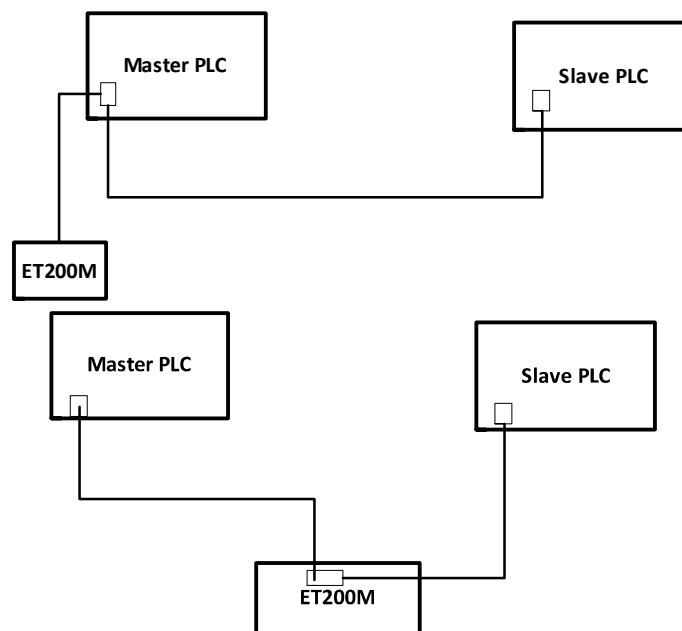
در این بخش نحوه استفاده از فانکشن های ارتباطی وقتی از کارت CP استفاده شود مورد بحث قرار می گیرد.

۸-۵- تبادل داده بین دو یا چند PLC به صورت Master/Slave

در این روش یکی از PLC ها به صورت اسلیو و دیگری به صورت مستر پیکربندی می شود. در PLC اسلیو، یا پورت DP روی CPU به عنوان اسلیو پیکربندی می شود و یا از یک کارت CP استفاده می شود. نکته :

۱- در صورتی که اگر قرار است S7400 به عنوان اسلیو پیکربندی شود بایستی از یک کارت CP استفاده شود.

۲- PLC اسلیو نمی تواند به یک ایستگاه ET متصل شود. به عبارت دیگر پورت DP اسلیو شده نمی تواند نقش مستر برای اسلیو دیگری بازی کند.



➤ در روش تبادل داده بین دو یا چند PLC، به صورت Master/Slave، برنامه نویسی ساده و به به مانند دسترسی به آدرس های محلی است؛

➤ این روش برای تبادل داده با حجم کم مناسب است؛

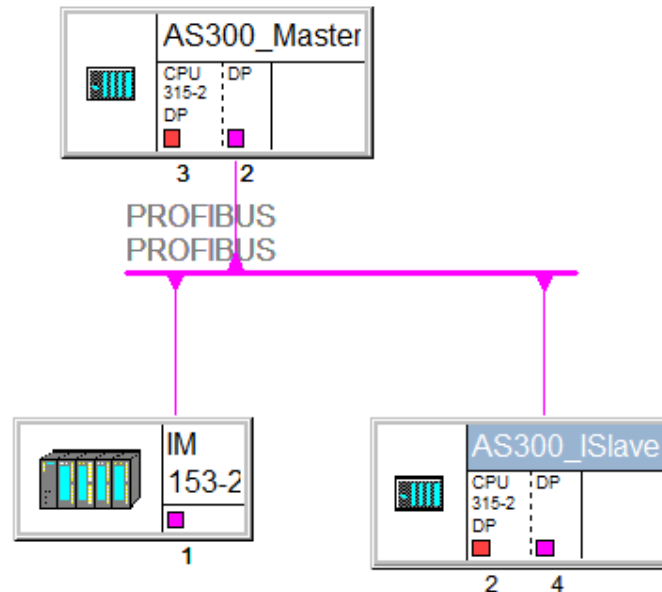
➤ سیستم PLC اسلیو I-Slave (intelligent) نامیده می شود. ایستگاه I-Slave یک DP اسلیو هوشمند است که دارای پردازنده می باشد

انواع ایستگاه هایی که می تواند به عنوان I-Slave عمل کند عبارت اند از:

- سری S7 300 CPU با قابلیت اسلیو شدن؛
- سری S7 400 CPU با قابلیت اسلیو شدن؛
- کارت CP از سری S7 300 با قابلیت اسلیو شدن؛

- کارت CP از سری S7 400 با قابلیت اسلیو شدن؛
- ایستگاه های ET200X دارای CPU؛
- ایستگاه های ET200S دارای CPU؛

۸-۵-۱- پیکربندی یک پروژه برای ارتباط دو PLC به صورت Master/I-Slave

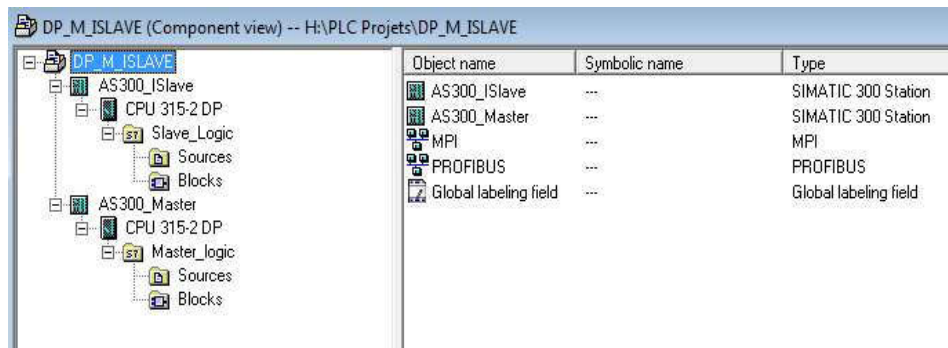


شکل ۸-۱۶- پیکربندی دو PLC به صورت Master/I-Slave

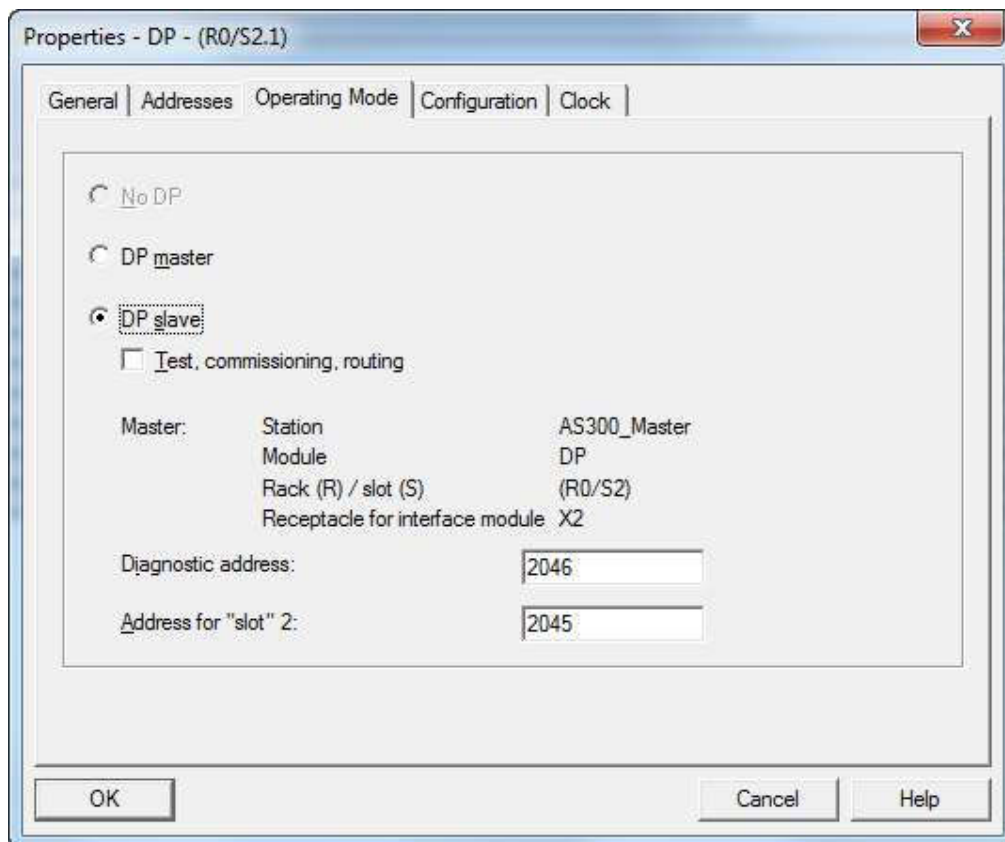
- در این پیکربندی DP مستر به IOهای I-Slave دسترسی مستقیم ندارد. فقط به آدرس هایی که از قبل پیکربندی شده است (جدول PII و PIQ) دسترسی دارد.
- پردازش IOهای مربوط به I-Slave توسط CPU خود I-Slave صورت می گیرد.

۱- مطابق شکل زیر در داخل یک پروژه دو ایستگاه Simatic S300 ایجاد کرده و در محیط HwConfig

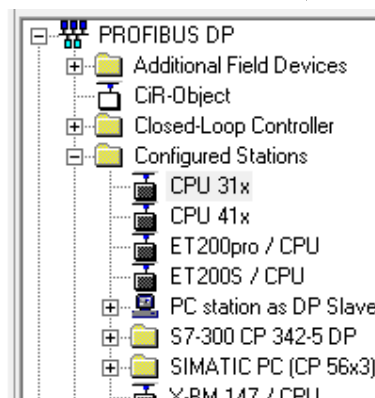
پیکربندی می کنیم. در این پروژه یکی از ایستگاه ها AS300_ISlave و دیگری AS300_Master نامگذاری شده است.



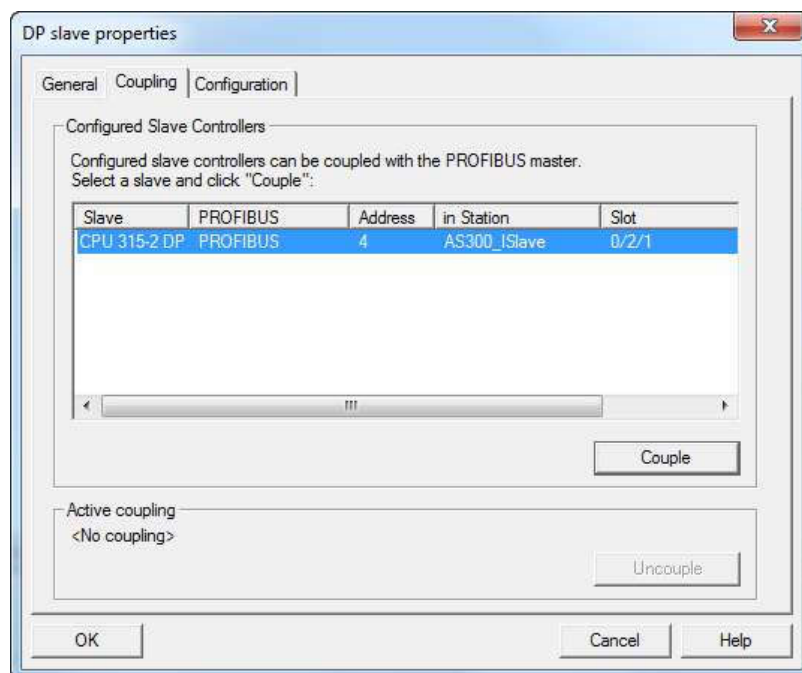
- ۲- در محیط *HwConfig* ایستگاه مستر، یک *DP* مستر ایجاد و فعال می کنیم.
- ۳- ایستگاه *I-Slave* را در محیط *HwConfig* باز کرده و با دو بار کلیک روی پورت *DP* مربوط به *CPU* پنجره زیر باز می شود. در این پنجره در تب *Operating Mode* حالت *DP Slave* را فعال می کنیم.



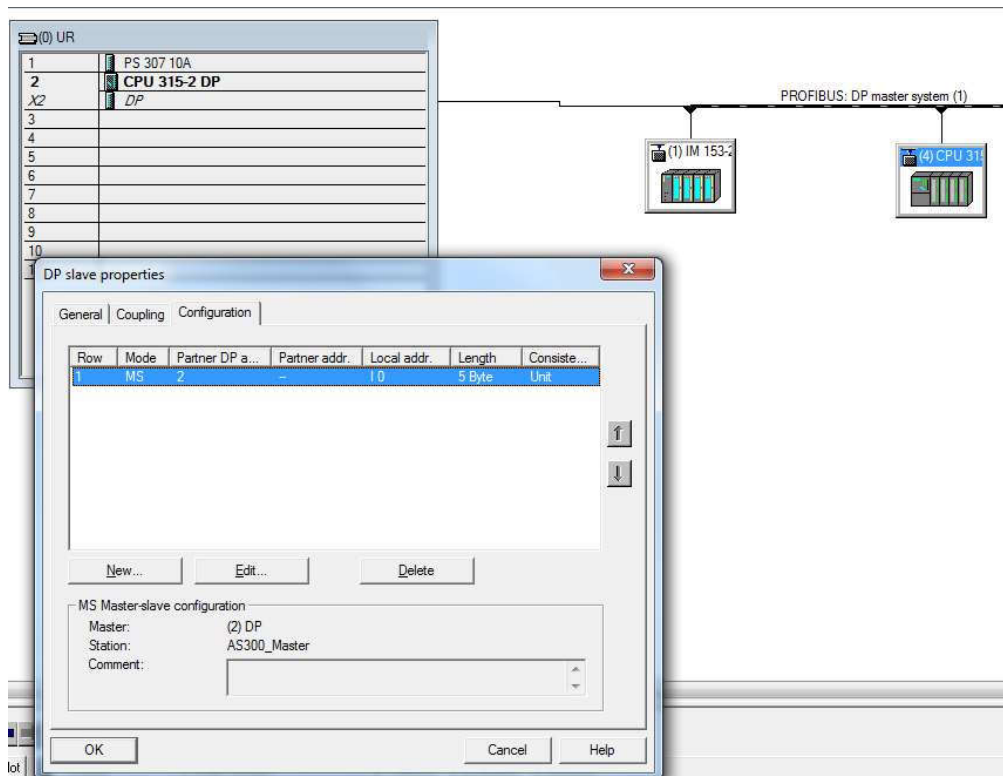
مطابق شکل زیر ایستگاه *DP* مستر را در محیط *HwConfig* باز کرده و از بخش *Configured Station* کاتالوگ آیتم *CPU31x* را به صورت *Drag & drop* به شبکه *DP master* اضافه می کنیم.



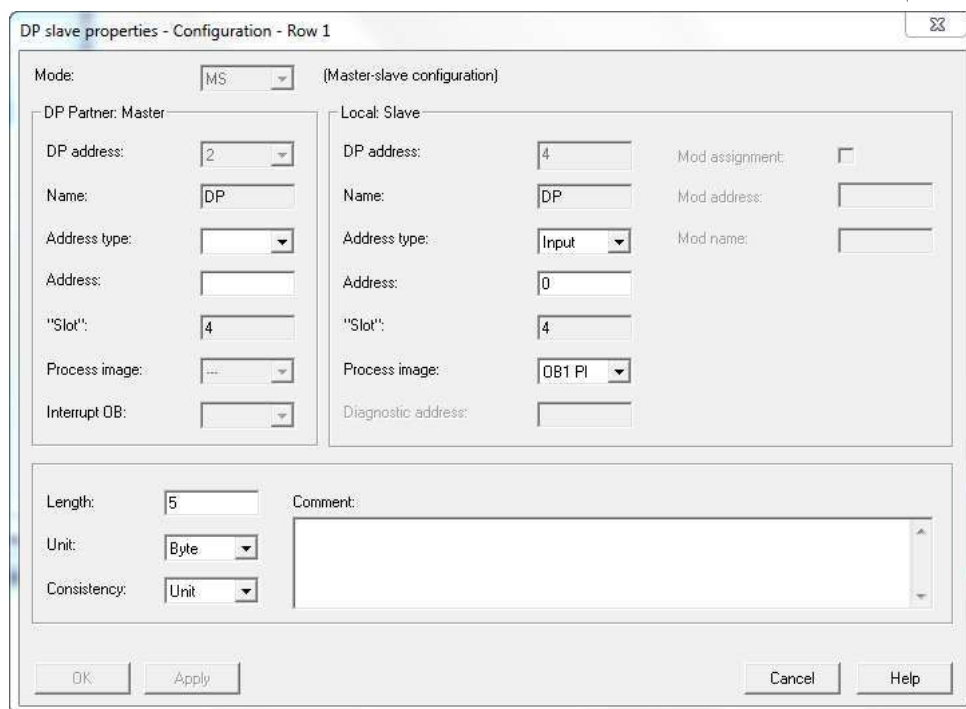
پنجره ای مطابق شکل زیر باز می شود که در آن CPU مربوط به ایستگاه I-Slave را شناخته و فهرست نموده است. در این پنجره روی *Couple* کلیک می کنیم. با این کار CPU ظاهر شده در این پنجره از فهرست حذف می شود.



حال برای پیکربندی IO برای تبادل داده بین دو CPU در پنجره *HwConfig* مربوط به DP مستر، با دوبار کلیک روی آیکن I-Slave پنجره زیر باز می شود.



در این پنجره در سربرگ *Configuration* یک سطر دیده می شود. روی گزینه *Edit* کلیک می کنیم تا پنجره تنظیم *IO* به صورت زیر باز شود.



۸-۶- روش های تبادل داده بین دو مستر

- ۱- تبادل داده بین دو مستر از طریق اتصال پورت *CPU DP* آنها به یکدیگر
- ۲- از طریق اتصال پورت *DP* یک *CPU* به کارت *CP* (کارت *CP* باید از نوع *DP* باشد)
- ۳- اتصال کارت های *CP* نوع *DP* به یکدیگر
- اتصال کارت های *CP* از نوع *FMS* به یکدیگر

۸-۶-۱- تبادل داده بین دو مستر از طریق اتصال پورت *DP CPU* آنها به یکدیگر

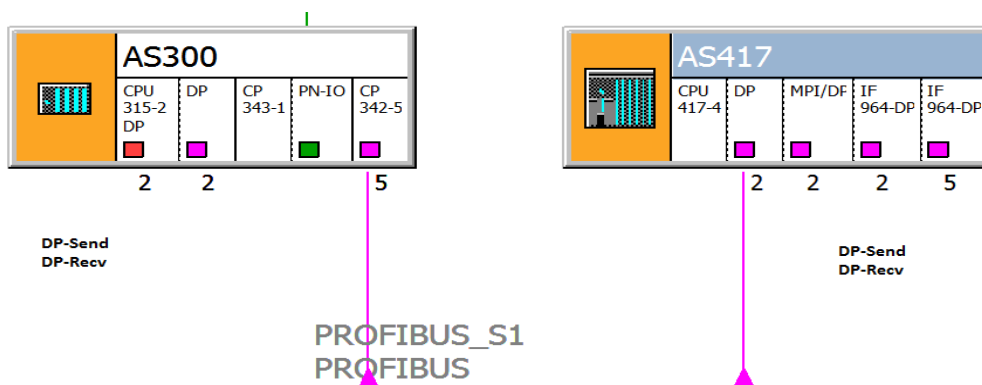
این نوع اتصال خاص *CPU* های سری ۴۰۰ می باشد.



شکل ۸-۱۷- ارتباط بین دو مستر از طریق اتصال پورت های *DP* روی *CPU* ها به یکدیگر

۸-۶-۲- اتصال *DP* بین *CPU* و کارت *CP*

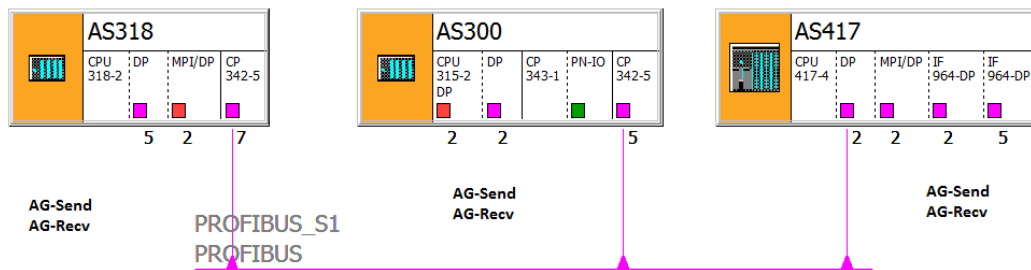
روش متداولی نمی باشد.



شکل ۸-۱۸- اتصال *DP* بین *CPU* و کارت *CP*

۸-۶-۳- اتصال کارت های CP نوع DP به یکدیگر

- این نوع ارتباط، اتصال *Profibus FDL* نامیده می شود.
- روش ارتباطی متداول بین CPU های سری ۳۰۰ می باشد. به عنوان مثال در افزونگی نرم افزاری بین دو CPU ارتباط *FDL* برقرار می شود.
- برای تبادل داده از توابع *AG Send* و *AG Recv* استفاده می شود.



شکل ۸-۱۹-

۸-۶-۴- اتصال کارت های CP از نوع FMS به یکدیگر

- در این روش سرعت بیشتر از *1.5 mbps* نمی شود.
- پیکربندی و راه اندازی روش ارتباطی *FMS* سخت تر و پیچیده تر از دیگر روش ها می باشد.
- مدل ارتباطی در این روش به صورت *Client/Server* یا *Read/Write* می باشد.

۸-۷-۷- ماژول Y-Link

۸-۷-۱- ساختار ماژول Y-Link (How is the Y link structured)

ماژول *Y-Link* برای اتصال دستگاه های *RIO* که فقط یک رابط *DP*، به یک سیستم *H* افزونه استفاده می شود. بسته *Y-Link* شامل دو ماژول رابط *IM153-2* و یک کوپلر *Y* می باشد.

لینک *Y* از طریق ماژول های رابط *IM153-2* به سیستم *DP* مستر افزونه متصل می شود. دستگاه های *RIO* نیز به لینک *Y* از طریق کوپلر متصل می شوند.

لینک *Y* یک دروازه از یک سیستم *DP* مستر افزونه به یک سیستم *DP* مستر تکی (یک سو به ایجاد می کند).

Function of the Y Link

- The Y Link as a DP slave on the redundant DP master system acts as a proxy for the stations on the lower-level DP master system (DP slaves) with regard to data.
- The Y-Link maps the lower-level DP master system on the redundant PROFIBUS DP master system as a switched DP slave.

Function of the Y Coupler

- The Y Coupler is designed only for operation in the Y Link used on a redundant DP master system, on an S7-400H, for example. It is used to connect the lower-level PROFIBUS DP to the DP master in the IM 153-2.
- The Y Coupler and the lower-level DP master system form an independent bus system and operate decoupled from the redundant DP master system.
- The Y Coupler is a component of the Y Link and is not configured separately.

The manual "DP/PA Coupler, DP/PA Link and Y Link" provides detailed information on the separate components of the Y Link and on how to commission the Y Link.

The Y Link 6ES7197-1LA11-0XA0 comprises the following hardware components:

Hardware component	Order number
2 x IM 153-2	6ES7153-2BA82-0XB0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HD80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7197-1LB00-0XA0
1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0

The Y Link 6ES7197-1LA10-0XA0 comprises the following hardware components:

Hardware component	Order number
2 x IM 153-2	6ES7153-2BA81-0XB0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HD80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7197-1LB00-0XA0
1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0

The Y Link 6ES7197-1LA04-0XA0 comprises the following hardware components:

Hardware component	Order number
--------------------	--------------

2 x IM 153-2	6ES7153-2BA02-0XB0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HD80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7197-1LB00-0XA0
1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0

The Y Link **6ES7197-1LA03-0XA0** comprises the following hardware components:

Hardware component	Order number
2 x IM 153-2	6ES7153-2BA01-0XB0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HD80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7197-1LB00-0XA0
1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0

The Y Link **6ES7197-1LA02-0XA0** comprises the following hardware components:

Hardware component	Order number
2 x IM 157	6ES7157-0AA82-0XA0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HD80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7197-1LB00-0XA0
1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0

The Y Link **6ES7197-1LA01-0XA0** comprises the following hardware components:

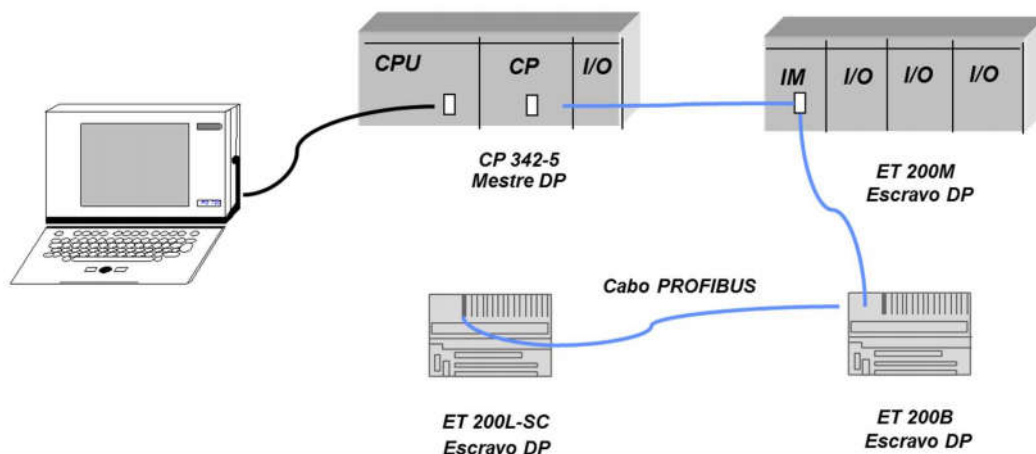
Hardware component	Order number
2 x IM 157	6ES7157-0AA81-0XA0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HE80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7197-1LB00-0XA0
1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0

The Y Link **6ES7197-1LA00-0XA0** comprises the following hardware components:

Hardware component	Order number
2 x IM 157	6ES7157-0AA81-0XA0
1 x Bus module IM/IM	6ES7195-7HE80-0XA0
1 x Y Coupler	6ES7654-0YK00-0AB00

1x Bus module Y Coupler	6ES7654-7HY00-0XA0
Repeater	6ES7 972-0AA01-0XA0

Note

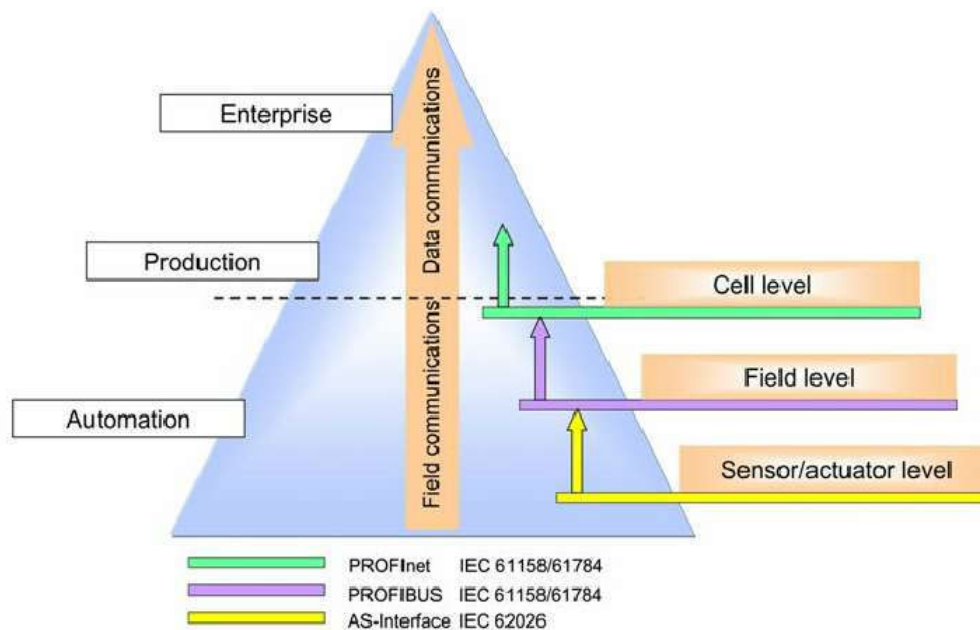


شکل ۱-۱- نمونه پیکربندی مازول CP 342-5 به عنوان مستر

فصل ۹ - تکنولوژی های یکپارچه سازی

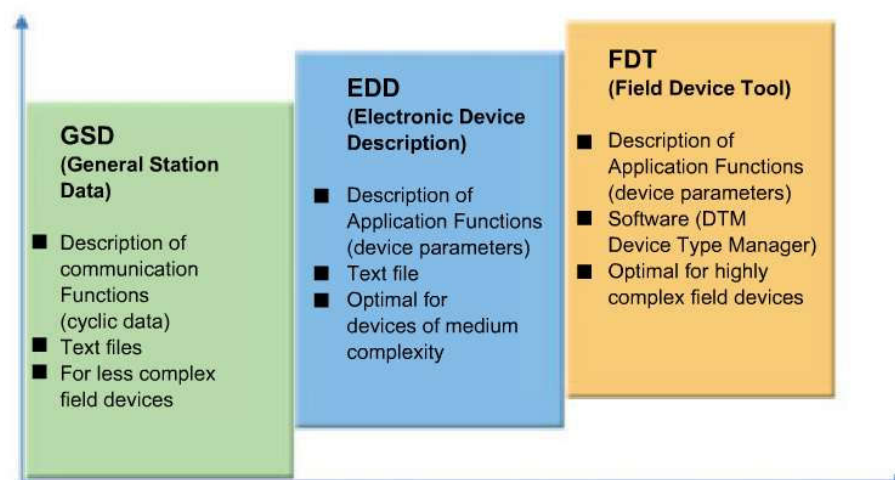
۹-۱- ادغام وسایل (Device integration)

یکپارچه سازی وسایل به معنی فراهم کردن امکان دسترسی به اطلاعات و قابلیت ها (*functions*) از وسایل فیلد به صورت مرکزی برای تسک های مختلف در دوره عمر یک سیستم می باشد. ادغام یا یکپارچه سازی وسایل به طویر کلی از طریق نگاشت قابلیت های وسیله در نرم افزار کنترل اپراتور (ابزار اپراتوری) صورت می گیرد. این کار از طریق مدیریت داده ثابت و پایدار در طول عمر یک سیستم با ساختار های داده یکسان برای تمام وسایل بهینه می شود.



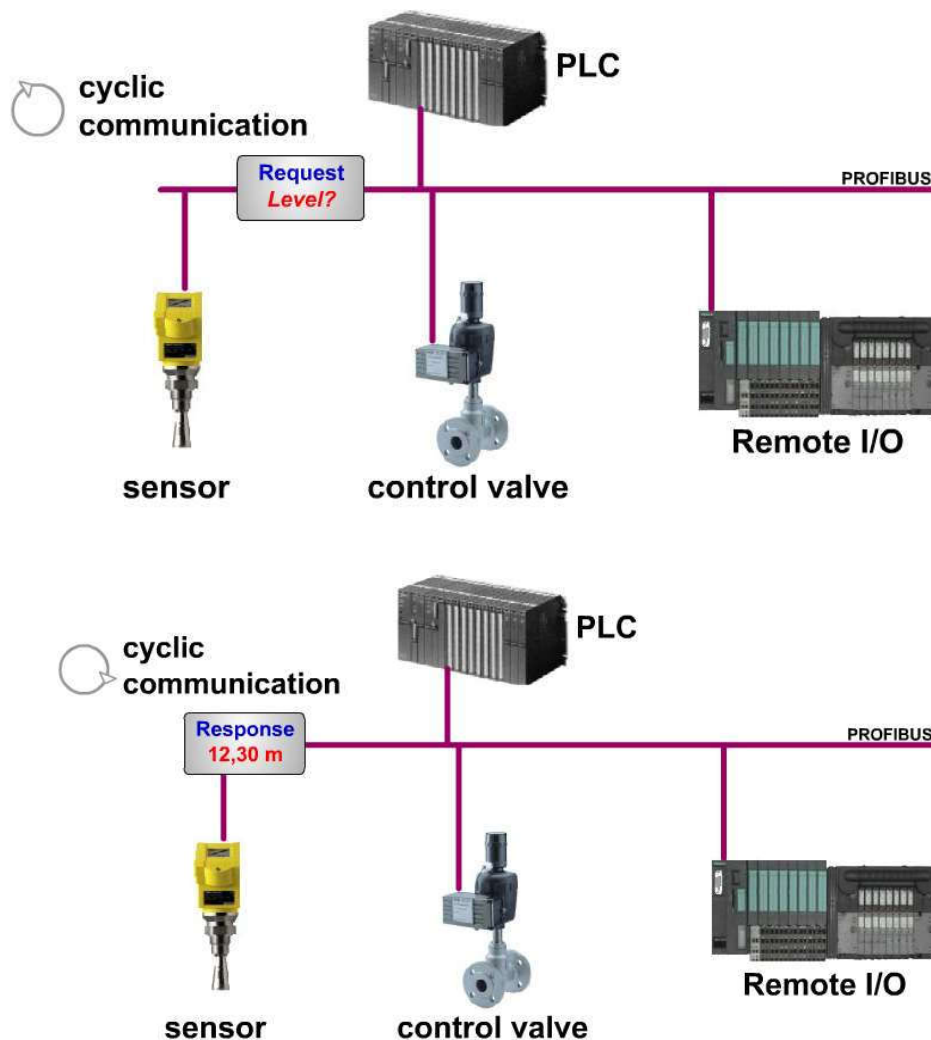
یکپارچه سازی وسایل فیلدباس در لایه های بالاتر اتوماسیون

پروفی باس سه نوع تکنولوژی مختلف برای یکپارچه سازی وسایل ارائه می کند. هر یک از این سه تکنولوژی مدیریت واحد و متمرکز وسیله را فراهم می کنند. این تکنولوژی ها در ملزومات بخصوص صنایع مشخص و معین در نظر گرفته می شوند و بر حسب ویژگی ها و بازه کارایی با یکدیگر همسان و مطابقت می شوند. اپراتور های سیستم و سازنده گان وسایل می توانند بهترین راه حل را برای کاربردهای خود انتخاب نمایند.

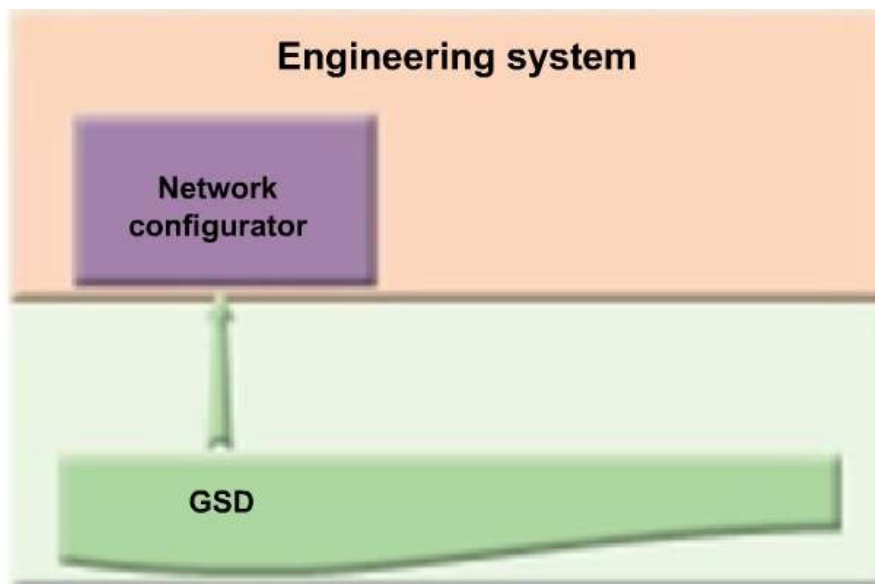


برای تبادل سیکلیک مقادیر اندازه گیری شده و متغیرهای کنترل شده بین وسایل فیلد و سیستم اتوماسیون، خود *GSD* به تنهایی برای یکپارچه سازی وسایل کافی می باشد. ولی برای توصیف توابع مرتبط با کاربرد و

پارامتر های وسیله فیلد با سطح بالای پیچیدگی، فایل های GSD به دلیل این که تنها مبادله داده سیکلیک را توصیف می کنند، کافی نمی باشد.



فایل GSD یک دیتاشیت الکترونیکی می باشد که توسط سازنده وسیله تهیه می شود. این فایل حاوی توصیف متنی ساده از مشخصات وسیله برای ارتباطات پروفی باس بوده و یک توصیف پایه برای هر وسیله پروفی باس است که بایستی به منظور پیکربندی شبکه پروفی باس برای پیاده سازی ارتباطات سیکلیک با مستر پروفی باس، در سیستم مهندسی ادغام شود.

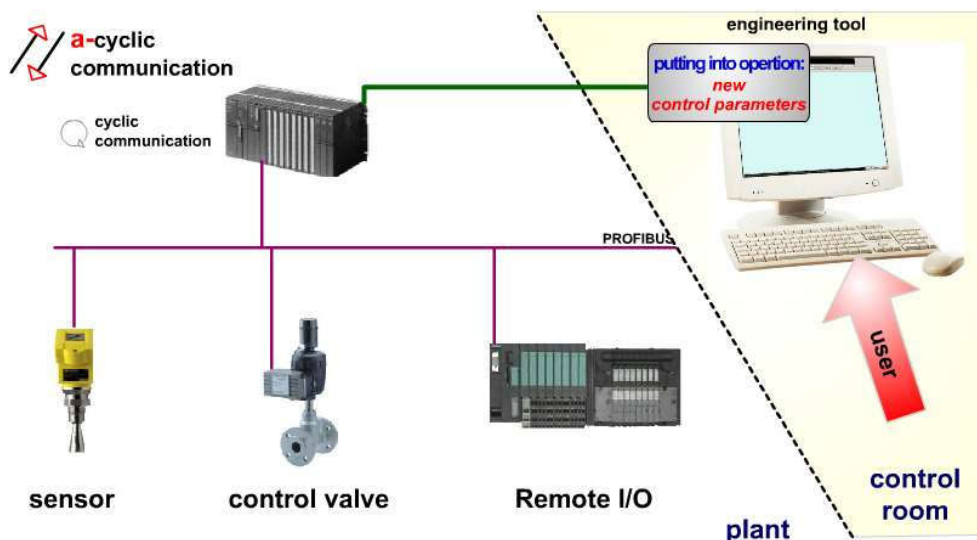


نکته: برای اینکه وسیله جدیدی را به کاتالوگ سخت افزار در محیط *HW Conf* اضافه کنیم باید فایل *GSD* مربوط به آن وسیله جدید را نصب نماییم. با نصب فایل می توانیم وسایل جدید زیمنس را که ممکن است بعد از تاریخ انتشار نرم افزار ارائه شده باشند و بنابراین در کاتالوگ سخت افزار موجود نیستند را به کاتالوگ اضافه نماییم تا پس از این بتوانیم در *Step7* از آنها استفاده نماییم. همچنین با نصب فایل *GSD* مربوط به وسایل ساخت سازندگانی غیر از زیمنس، می توانیم از این وسایل نیز در پروژه خود استفاده نماییم. در اینجا لینکی را خدمتان معرفی می کنیم که از طریق آن می توانید فایل های زیمنس را دانلود نمایید.

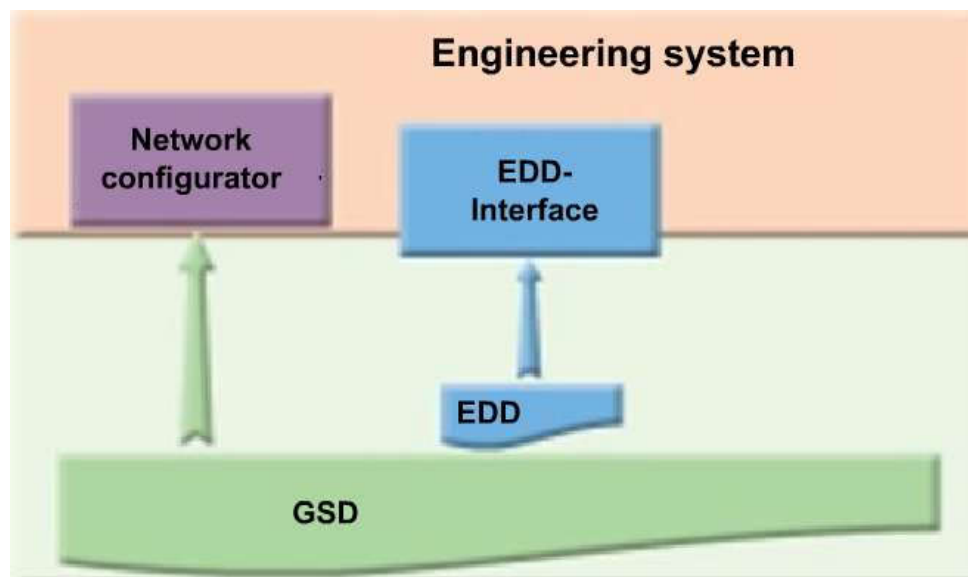
<http://support.automation.siemens.com/WW/view/en/113652>

برای کارهایی مانند پیکربندی، پارامتردهی وسایل، راه اندازی (*Commissioning*) نگهداری (*maintenance*) و تشخیص و عیب یابی وسایل از سیستم مهندسی یک فناوری بسیار قدرتمند مورد نیاز می باشد. لذا پروفی باس دو استاندارد برای عملیات متمرکز و استاندارد وسایل فیلد توسعه داده است. که عبارت است از:

- *Electronic Device Description : EDD*
- *Field Device Tool (FDT) With Device Type Manager (DTM)*



یک *EDD* توصیف وسیله توابع وسیله ای شامل گزینه های گرافیک می باشد. که به صورت آسیکلیک تبادل داده می کند. به طوری که مستقل از سیستم عامل سیستم مهندسی می باشد. علاوه بر این فایل *EDD* حاوی اطلاعات وسیله مانند داده سفارش، دستورالعمل های نگهداری و غیره می باشد. این فایل علاوه بر فایل *GSD* استفاده شده و توسط یک *EDD interpreter* پردازش می شود.



فصل ۱۰ - اختصارات و واژه نامه

<i>AFS</i>	<i>Active Field Splitter</i>
<i>AFD</i>	<i>ActiveFieldDistributor</i>

MMS	Manufacturing Message Specification, ISO 9506

فصل ۱۱ – منابع و مراجع

[1] PI Organization, Profibus Design Good Practices, www.profibus.com.sg

۲- کتاب استاد مهندس ماهر

۳- اسلایدهای اینترنتی

۱۱-۱-۱ انتقال داده با سرعت 1.5 MBaud (Data transmission)

مثال زیر نشان می دهد که برای ارسال ۲ بایت داده، از مستر به اسلیو و یا از اسلیو به مستر چه مدت زمان طول می کشد. هنگام محاسبه زمان های انتقال، معمول است که از عبارت T_{bit} استفاده شود:

$1 T_{bit} = \text{the transmission time for } 1 \text{ bit.}$

$9.6 \text{ kBit/sek} \rightarrow 1 T_{bit} = 0.1 \text{ ms}$

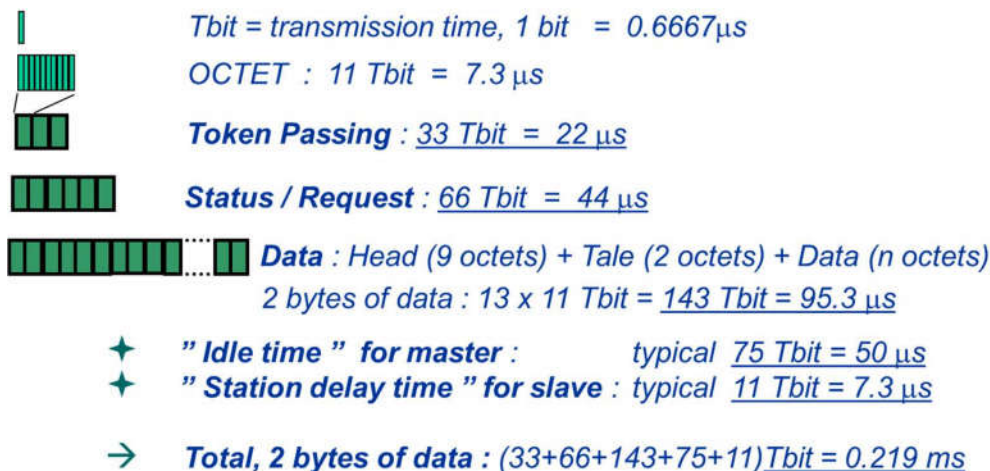
$19.2 \text{ kBit/sek} \rightarrow 1 T_{bit} = 0.05 \text{ ms}$

.

.

$12 \text{ Mbit/sek} \rightarrow 1 T_{bit} = 0.08 \mu\text{s}$

علاوه بر زمان واقعی برای انتقال، ما باید زمان صرف شده در سمت مستر (زمان بیکاری مستر) و در سمت اسلیو (زمان تاخیر ایستگاه) محاسبه شود. به این طریق ما می توانیم زمان انتقال برای تمام انتقال ها به / از تمام اسلیوها را محاسبه کنیم. سپس ما می توانیم کل زمان چرخه یا سیکل را با در نظر گرفتن ۱۰ تا ۲۰٪ اضافی برای انتقال دوباره و عیب یابی محاسبه کنیم.



شکل ۱۱-۱- مثالی از محاسبه زمان انتقال داده با سرعت 1.5 Mbaud

سوال:

I have a s7-318-dp system with a cp342-5 also being used because my profibus drops went over 126. I want to know how to call the data from the cp342-5 network (approx. 400 input bytes and 350 output bites) into the main program using FC2 (DP_RECV).

جواب:

You call all the data from the Profibus network linked to your CP342-5 **at once, by calling FC2 in a network**. You must set up the calls for FC2 correctly.

The inputs for FC2 are CPLADDR (CP local address: hexadecimal representation of the start input address of the CP342-5 (see the HWConfig editor of your project);

if for example this address is 256, the the corresponding hex value is written W#16#100 in Siemens parlance) and RCVD (recieve data: an ANY pointer to a DB that you set-up to retrieve the input data, for example **P#DB10.DBX0.0 BYTE 100: a zone of 100 bytes in DB10 starting at byte 0**).

Outputs of FC2 are bits and words used for comm control.

Now, you need to organize your recieve DB (buffer) so that it is simple for you to recognize the data you are collecting from the network. **All input data will be polled from the network at every FC2 call**, no problem. Recognizing the source and effective values of the collected data is very important; easier to do with symbolic names in the recieve DB. Mix and match the bits, bytes and words of your reiceve DB so as to establish a correspondence with the I/Os you will find in the HWConfig of your project. Use the different address display tools in the hardware editor to see what you need to setup.

FC1 for sending output bytes This has to be configured through a Datablock. One Datablock (say DB 50) has to be assigned for this. You will have create 350 output byte address for holding that data. In the same way, FC2 has to be called with another data block(say DB 51 where 400 Byte addresses are to be created) You will have to handle your data through these datablocks.

فصل ۱۲ - ضمیمه

۱۲-۱- کدگذاری سیگنال های دیجیتال

برای انتقال داده ها چه به صورت دیجیتال و چه به صورت آنالوگ، بسته به نوع محیط انتقال داده ها باید به صورت دیجیتال یا آنالوگ کدگذاری شوند.

وقتی می خواهیم از دستگاه دیجیتالی داده هایی را به دستگاه دیجیتالی دیگری ارسال کنیم، در ساده ترین حالت سیگنال های ارسالی نیز دیجیتالی خواهند بود. مانند ارسال اطلاعات از کامپیوتر به چاپگر. در اینگونه ارسال ها صفر و یک به پالس های سیگنال تبدیل می شوند و سطح ولتاژ نشان دهنده مقدار داده است.

دلایل زیادی برای کدگذاری وجود دارد. مهم ترین این دلایل، همگام سازی میان فرستنده و گیرنده و کاهش میزان خطاست. فرض کنید یک ها با ولتاژ *high* و صفرها با ولتاژ *low* کد شوند. اگر ارسال ۸ بیت در رسانه انتقال ۱ ثانیه زمان ببرد. فرستنده با نرخ ۸ بیت بر ثانیه داده ها را ارسال می کند. اگر به دلایلی، گیرنده در یکی از این ارسال ها ۱,۲ ثانیه زمان برای خواندن صرف کند. با این حساب ۱ بیت اضافی ارسال شده خوانده می شود. که متعلق به رشته ی بیتی اولیه نیست و این یک اضافی در هر بار رمز گشایی سبب ایجاد خطا می شود.

برای کد گذاری داده دیجیتال به سیگنال دیجیتال ۳ دسته روش اصلی وجود دارد

- تک قطبی (*Unipolar*)
- قطبی (*Polar*)
- دو قطبی (*Bipolar*)

۱۲-۱-۱- تک قطبی (*Unipolar*)

این روش کد گذاری از تمام روش ها ساده تر است. به این صورت که برای ارسال سیگنال از ولتاژ صفر برای نشان دادن صفر و از ولتاژ بالا یا پایین (یکی از پلاریته ها) برای نشان دادن یک استفاده می شود. این روش به دلیل استفاده از تنها یک پلاریته، تک قطبی نام گرفته است. در این روش مشکلاتی چون هم گام سازی به چشم می خورد.



۱۲-۱-۲- روش قطبی

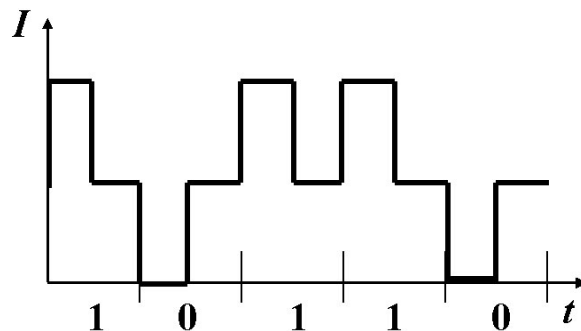
در این روش بر خلاف روش قبل که تنها از یکی از سطوح ولتاژ استفاده کردیم، از دو سطح ولتاژ استفاده می کنیم. هر چه تعداد سطوح ولتاژ بیشتر شود، تشخیص دادن کدهای ارسالی سخت تر خواهد شد. این روش خود سه زیر مجموعه معروف دارد.

- بازگشت به صفر یا RZ (Return to Zero)
- عدم بازگشت به صفر یا NRZ (Non Return to Zero)
- دوفازی ($Biphase$)

۱۲-۱-۳- کدگذاری RZ

همان طور که توضیح دادیم اگر رشته بیتی شامل تعداد زیادی صفر یا یک پشت سر هم باشد، گیرنده ممکن است در تشخیص آنها دچار خطا شود. یک راه حل ساده اما پرهزینه برای برطرف کردن این مشکل، ارسال سیگنال کلاک (سیگنالی که با توجه به آن بیت های یک و صفر تفسیر می شوند) به صورت جداگانه است.

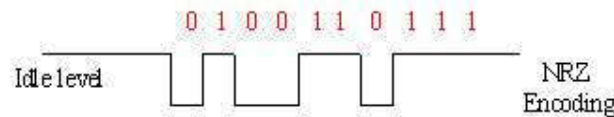
یکی از ویژگی های مهم روش های کدگذاری سعی در گنجاندن سیگنال کلاک در خود سیگنال داده است. به طوری که سیگنال ارسالی خود عمل کلاک و هم گام سازی را انجام دهد. برای دست یابی به هدف، سیگنال به ازای هر بیت باید تغییر کند. در روش RZ ، سیگنال نه تنها به ازای هر بیت تغییر می کند بلکه در طول یک دوره بیتی نیز تغییر می کند. شکل را ببینید تا خوب متوجه شوید.



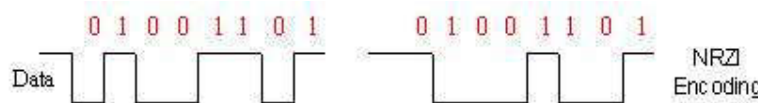
همان طور که مشاهده می کنید، در این روش برای نشان دادن یک از ولتاژ $high$ به صفر می رویم و برای نشان دادن صفر از ولتاژ low به صفر می رویم. در واقع ما در نیمه هر دوره بیتی بازگشت به صفر داریم.

۱۲-۱-۴- کد گذاری NRZ

در این روش باز گشت به صفر نداریم و تغییرات سیگنال تنها در پایان هر دوره بیتی (مدت زمانی که طول می کشد تا یک بیت ارسال شود) رخ می دهد. در این روش یک را با سطح ولتاژ *high* و صفر را با سطح ولتاژ *low* نشان می دهیم.



نسخه دیگری از این روش کد گذاری وجود دارد که به *NRZ-I* یا *NRZ-m* مشهور است. این روش کدگذاری بر مبنای نوع ورودی قبلی است. به این معنا که اگر در آغاز دوره بیتی ۱ داشتیم، در سطح سیگنال تغییر ایجاد می کنیم ولی اگر صفر داشتیم، سطح سیگنال ثابت می ماند و تغییر نمی کند. برای درک بهتر حتما تصویر زیر را ببینید.



۱۲-۱-۵- کد گذاری دو فازی

روش دوفازی سعی شده مشکلات دو روش قبلی تا حدودی حل شود. خود این روش به قسمت منچستر (*Manchester*) و منچستر تفاضلی (*Differential Manchester*) تقسیم بندی می شود.

۱۲-۲- سوالات

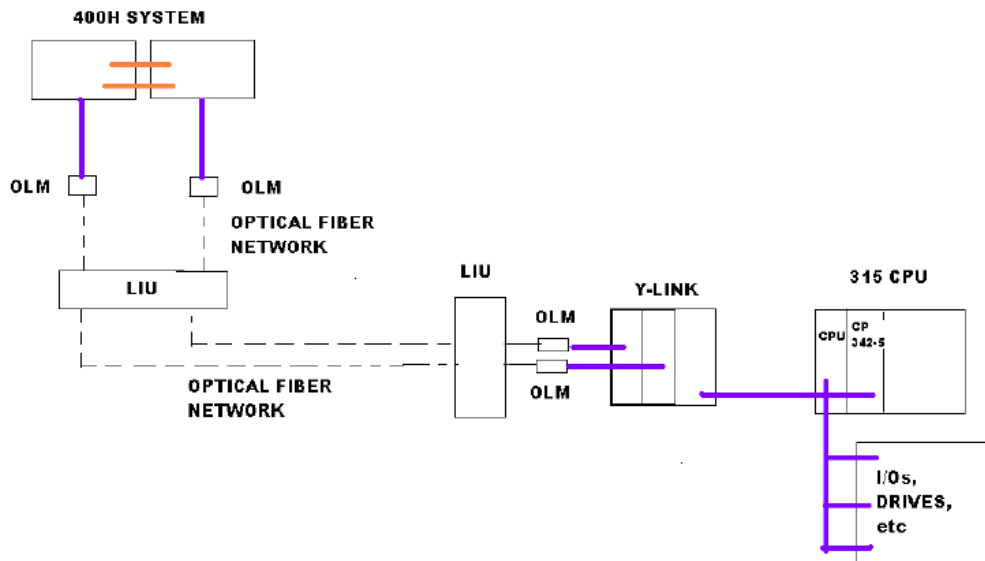
۱۲-۲-۱- ارتباط پروفیباس بین یک ایستگاه S7300 و S7400H از طریق CP 342-5

در یک پیکربندی CPU 300 به ماژول های Remote I/O از طریق پروفیباس متصل شده است. از طرف دیگر CPU 300 از طریق یک ماژول CP 342-5 به عنوان یک Slave و از طریق Y-link به سیستم S7-400 روی یک شبکه فیبر نوری متصل شده است.

پرسش: حداکثر چه مقدار داده را می توان بین ایستگاه S7400H (Master) و ایستگاه S7300 از طریق کارت CP 342-5 و با استفاده از شبکه فیبر نوری انتقال داد.

فرض اساسی این است که یک Y-لینک به عنوان یک رابط بین سیستم افزونه S7400H مستر و Slave های تک باس PROFIBUS-DP عمل می کند. لذا به عنوان یک DP-Slave در رابطه با DP-Masters های افزونه به نظر می رسد. در نتیجه دارای محدودیت های Profibus-DP slave تکی می باشد:

- حداکثر ۲۴۴ بایت برای ورودی و ۲۴۴ بایت برای خروجی.



موقع استفاده از CP 342-5 نمی توان از توابع *DPWR_DAT* و *DPRD_DAT* (SFC 15/14) استفاده کرد. به جای آنها بایستی از توابع *DP_SEND* و *DP_RCV* (FC 1 and FC2) اختصاصی CP 342-5 استفاده کرد.

Using transfer commands or the SFC15 "DPWR_DAT" system function you access the IO or the process image of the outputs.

Using load commands or the SFC14 "DPRD_DAT" system function you access the IO or the process image of the inputs.

The load and transfer commands support consistent reading out or writing of a maximum of 4 bytes. If you read out or write 3 bytes or more than 4 bytes consistently, you call the SFC14 "DPRD_DAT" and SFC15 "DPWR_DAT" system functions in the S7 program of the DP master.

"Consistent" in this case means "as a single unit". For certain cases a number of data words must be sent in a manner that ensures that the data has not changed during transmission. If data is consistent over total then the number of data will be treated as a single telegram, For consistent over total data you must use SFC 15/SFC 14 to read and write the data in the CPU.

If it is consistent over byte, you can access it with Move (Load/Transfer) instructions, just as you would analog data in the CPU.

As far as consistent data transfered from a CP 342-5, I believe it was limited to 32 bytes when there were problems with the Profibus exchange (maybe the newer versions allow up to 64 bytes now).

۱۲-۲-۲- تفاوت های RS 232 و RS 485

- ارتباط RS-232 به صورت Point to Point یا ۱ به ۱ است یعنی این شبکه فقط ۲ Station دارد. در حالی که RS-485 ارتباط Multi Point یا چند نقطه ای ست و حداکثر در یک Bus تا ۳۲ Station را

پشتیبانی می کند. و یک شبکه ۲ سیمه است. این شبکه نسبت به RS-232 مطمئن تر و در مقابل نویز مقاوم تر است.

- حداکثر طول شبکه RS-232 تا ۱۶ متر است.
- پروتکل *profibus* از استاندارد RS-485 استفاده می کند که اطلاعات را تا ۱۲ Mbps و در طول ۱۰۰ m مبادله می کند. این فاصله با توجه به نرخ انتقال اطلاعات قابل تغییر است، مثلاً در ۹۳,۷۵ Kbps تا ۱۲۰۰ m افزایش می یابد.

کابل *profibus* و کلا کابل های مربوط به فیلد باس با توجه به ماکزیمم طولی که میتونه حمل اطلاعات کنه انواع مختلف داره. اما کابل با سایز AWG18 (که استاندارد آمریکاییه) برای طول های تا ۱۹۰۰ متر به کار میره و معمولاً در صنایع نفت و گاز از این کابل استفاده میشه.