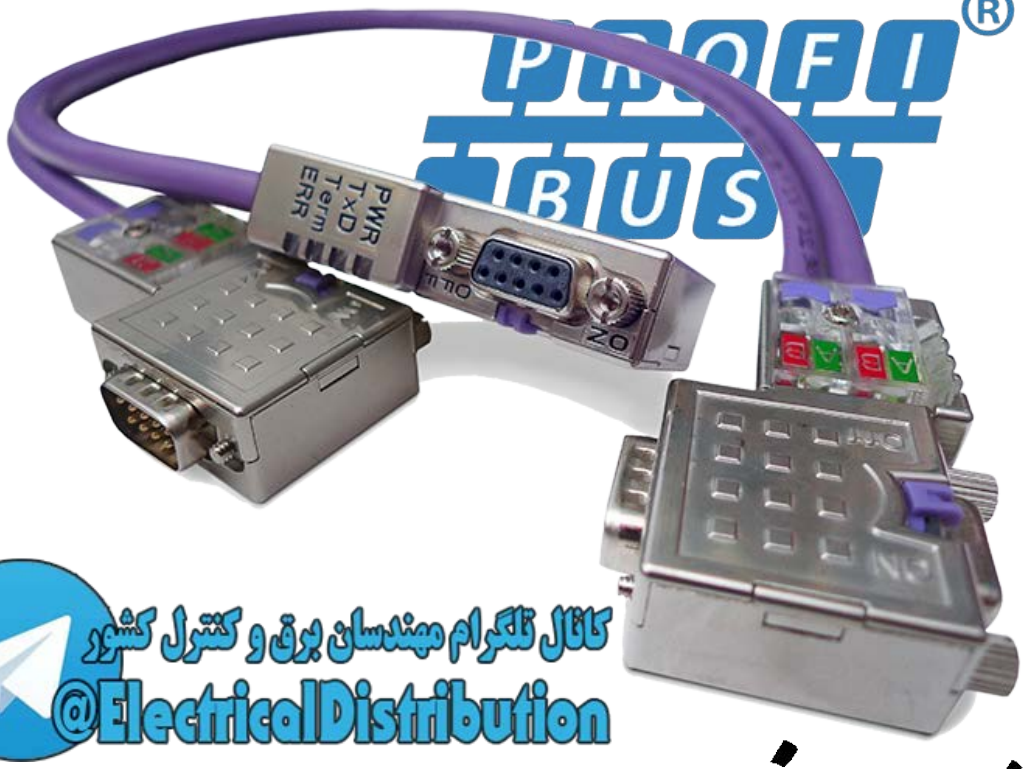


کانال تلگرام مهندسان برق و کنترل کشور
@ElectricalDistribution

شبکه های صنعتی پروفی باس

فرستنده: یونس قدیمی

@ElectricalDistribution

چکیده

شبکه های ارتباط داده صنعتی برای اولین بار در دهه 80 میلادی به صورت محدود مطرح شدند. با استفاده روز افزون از رایانه در تمام بخش های صنعت، نیاز استفاده از این فن آوری نوین در کنترل بیش از پیش حس می شد. همچنین با گسترش صنایع و افزایش واحدهای کنترل در صنایع مختلف استفاده از شبکه هایی که علاوه بر کم کردن نیاز و استفاده از سیم های فراوان بتواند اطلاعات بسیار بیشتری برای تصمیم سازی و نظارت بر ماشین آلات و عملیات صنعتی در اختیار قرار دهد مورد توجه قرار گرفت. با توجه به این نیاز این شبکه ها با سرعت زیادی رشد کردند بطوری که در دو دهه اخیر سهم مهمی از بازار کنترل در جهان را در اختیار گرفتند.

یکی از مهمترین ویژگی ها برای استفاده از این شبکه ها ، محدود و منحصر نبودن مصرف کنندگان به یك تولید کننده خاص برای تهیه وسایل اندازه گیری، عملگرها و دیگر اجزا شبکه کنترل می باشد.

در این پروژه سعی بر آن شده است که یکی از پرکاربردترین شبکه های ارتباط داده صنعتی از خانواده فیلدباس یعنی PROFIBUSبه تفسیر ارائه گردد.

@ElectricalDistribution

فهرست مطالب

عنوان | صفحه

فهرستجدول‌ها 3
فهرستشکل‌ها 4
مقدمه 7
فصل 1 : آشناییباتوماسیون 8
1-1 مقدمه 8
2-1 سیرتحولیسیستمهایاتوماسیون 8
1-2-1سیسیتمهایDDC 9
2-2-1سیستمهایPLC 9
3-2-1سیستمهایDCS 10
الف) DCSقدیمی 10
ب) DCSجدید 11
4-2-1 سیستمهایFCS 15
3-1 جایگاهفیلدباسدرهرماتوماسیون 18
1-3-1 سطحفیلد 19
2-3-1 سطح کنترل 20
3-3-1 سطحناظر 20
4-3-1 سطحERP 20
فصل 2 : آشناییباپروفیباس 21
1-2 مقدمه 21
2-2 PROFIBUSوجایگاهآن 21
3-2 پروتکل PROFIBUS و انواع آن

@ElectricalDistribution

2-3-1 پروتکلPROFIBUS FMS25
2-3-2پروتکلPROFIBUS DP 26
2-3-2-1نسخههایPROFIBUS DP 27
2-3-2-2مکانیسمحفاظتینسخههایPROFIBUS DP 32
2-3-2-3 تکنولوژیانتقالدرPROFIBUS DP 32
2-3-3پروتکلPROFIBUS PA 49
فصل 3: اجزایشبکهPROFIBUS 54
3-1مقدمه 54
3-2 اجزایاصلیPROFIBUS DP 54
3-2- 1 DP هایفرستنده 94
3-2- 2 DP هایگیرنده 56
3-3 فرستندهباامکانعملکردگیرنده 59
3-4 گیرندههوشمند 59
3-5 گیرندهباقابلیتاتصالبهفیبرنوری 61
3-6 اجزایاصلیPROFIBUS FMS 61
3-7 سایراجزایشبکهPROFIBUS 62
3-7-1اجزایشبکهRS-485 62
3-7-2 اجزای شبکه
فیبرنوری.....
64
3-8 اجزای شبکه بدون سیم در
PROFIBUS.....69
فصل 4 :عیبیابیومدیریتخطادرPROFIBUS 71
4-1 مقدمه
.....
71.....

@ElectricalDistribution

2-4 عیب یابی از طریق وسایل تشخیص عیب
72.....
1-2-4 وسایل تشخیص عیب در شبکه های الکتریکی
72.....
2-2-4 وسایل تشخیص عیب در شبکه های نوری
74.....
3-4 عیب یابی از طریق نرم افزار
79.....
4-4 مدیریت خطا با استفاده از نرم افزار Step 7
83.....
1-4-4 برنامه نویسی OB 86
84.....
2-4-4 برنامه نویسی OB 122
85.....
کلمات اختصاری
.....
86.....
منابع و مراجع
90.....

@ElectricalDistribution

فهرست جدول‌ها

عنوان صفحه

جدول 1-1 مقایسه PLC ها با DCS ها
.....15
جدول 1-2 خانواده فیلد باس
.....
17
جدول 2-1 سطح استقبال از PROFIBUS بر اساس
آمارها.....24
جدول 2-2 مشخصات کابل نوع A
.....35
جدول 2-3 مشخصات کابل نوع A
.....36
جدول 2-4 مشخصات کانکتور Sub D Plug
.....37
جدول 2-5 حداکثر طول کابل نوری بر اساس نوع آن
.....42
جدول 2-6 مشخصات کابل نوع A تا B
.....51
جدول 2-7 نمایش محدودیت ها در دو محیط
.....53
جدول 3-1 انواع DP های گیرنده
.....57

@ElectricalDistribution

جدول 3-2 مشخصات اصلی ET های زیمنس
59.....
جدول 3-3 مشخصات کابل هادر هربخش
64.....
جدول 3-4 مشخصات کابل هادر هرگره
64.....
جدول 3-5 مقایسه ویژگی های OLM زیمنس
67.....
جدول 3-6 ارتباط OLP با وسایل مختلف
68.....
جدول 3-7 تنظیم سرعت انتقال داده روی ILM
70.....

@ElectricalDistribution

فهرست شکل‌ها

عنوان صفحه

شکل 1-1 سیر تحولی اتوماسیون صنعتی 10
شکل 1-2 ساختار DDC 11
شکل 1-3 مقایسه سیستم های PLC و رله کنتاکتوری 10
شکل 1-4 شماتیك سیستم DCS قدیمی 11
شکل 1-5 شماتیك سیستم DCS جدید 13
شکل 1-6 PLC با کنترل کننده I/O 14
شکل 1-7 شبکه فیلد باس 15
شکل 1-8 مقایسه سیستم های متمرکز و غیر متمرکز 17
شکل 1-9 مقایسه سیستم های متمرکز و غیر متمرکز از نظر هزینه 18

@ElectricalDistribution

شکل 1-10 جایگاه فیلد باس در هرم اتوماسیون
18.....
شکل 1-11 جایگاه PROFIBUS در هرم اتوماسیون
19.....
شکل 1-12 حوزه کاربری برخی از شبکه های صنعتی در هرم اتوماسیون
20.....
شکل 2-1 جایگاه پروفی باس در هرم اتوماسیون
22.....
شکل 2-2 PROFIBUS و میزان کاهش هزینه ها
22.....
شکل 2-3 لایه های مورد استفاده در PROFIBUS
24.....
شکل 2-4 روند توسعه PROFIBUS
24.....
شکل 2-5 مقایسه مدل های پروفی باس با مدل OSI
25.....
شکل 2-6 لایه های مختلف پروتکل PROFIBUS DP
26.....
شکل 2-7 وابستگی حجم عبور اطلاعات و زمان آن به تعداد گیرنده ها
25.....
شکل 2-8 نحوه برقراری ارتباط فرستنده با گیرنده ه ها
27.....
شکل 2-9 ارتباط سیکلی DP M1 و غیر سیکلی DP M2
29.....

@ElectricalDistribution

شکل 2-10 مدهای کاری DP M1
31.....
شکل 2-11 مدهای کاری DP V2
32.....
شکل 2-12 مکانیسم مانیتور کردن زمان
33.....
شکل 2-13 زوج سیم بهم تابیده شیلد دار
34.....
شکل 2-14 ارتباط RS-485 دو سیمه
34.....
شکل 2-15 مقایسه دو خط انتقال A
وB.....34
شکل 2-16 منحنی مربوط به RS-485 و RS-232
36.....
شکل 2-17 نحوه قرار گرفتن قطع کننده
37.....
شکل 2-18نمایی از اتصال تجهیزات در توپولوژی باس
38.....
شکل 2-19 چگونگی قرار گرفتن بخش ها و ایزوله بودن آنها با استفاده از تکرار کننده
39.....
شکل 2-20 نحوه استفاده از OLM در یك شبکه PROFIBUS
41.....
شکل 2-21 نحوه استفاده از OLM
43.....

@ElectricalDistribution

شکل 2-22 نحوه اتصال مستقیم به I.O.C
43.....
شکل 2-23 لایه دوم در PROFIBUS DP
44.....
شکل 2-24 ارسال بسته 11 بیتی UART به صورت آسنکرون
44.....
شکل 2-25 ساختار فریم اطلاعاتی
46.....
شکل 2-26 چگونگی ارسال فریم
46.....
شکل 2-27 روش های دسترسی به باس
47.....
شکل 2-28 ارتباط بین چند فرستنده از روش Token Pass
48.....
شکل 2-29 ساختار Token در PROFIBUS
49.....
شکل 2-30 ارتباط چند فرستنده و چگونگی انتقال فریم Token
49.....
شکل 2-31 PROFIBUS PA و استفاده آن در سطح فیلد
50.....
شکل 2-32 چگونگی رخ دادن بیت 0 و 1
51.....
شکل 2-33 چگونگی قرار گرفتن RC
52.....

@ElectricalDistribution

شکل 2-34 فرم دیگر قرار گرفتن RC
52.....
شکل 2-35 اتصال کوپلر PROFIBUA PA به PROFIBUA DP
53.....
شکل 2-36 نمایی از کوپلر
.....
54
شکل 2-37 المان هایی که در شبکه PROFIBUS PA وجود دارند
54.....
شکل 3-1 پورت های روی برخی از CPU ها
56.....
شکل 3-2 شبکه شدن CPU از طریق پورت DP و MPI
56.....
شکل 3-3 شبکه شدن CPU از طریق پورت DP و
MPI.....57
شکل 3-4 چگونگی ارتباط ET ها
58.....
شکل 3-5 انواع ET های اصلی ساخت زیمنس
59.....
شکل 3-6 نحوه ارتباط I-Slave با DP Master
61.....
شکل 3-7 نحوه ارتباط I-Slave با دیگر Slave ها
61.....
شکل 3-8 اجزای اصلی PROFIBUS FMS
62.....

@ElectricalDistribution

شکل 3-9 کانکتور های RS-485
63.....
شکل 3-10 محل قرار گیری ترمینتور
64.....
شکل 3-11 OBT
.....
65.....
شکل 3-12 نحوه اتصال تجهیزات به فیبر نوری با OBT
66.....
شکل 3-13 OLM
.....
66.....
شکل 3-14 نحوه ارتباطOLP با OLM
67.....
شکل 3-15 کانکتورهای غیر نوری
69.....
شکل 3-16 ILM
.....
70.....
شکل 3-17 سوئیچ های تنظیم سرعت داده در ILM
70.....
شکل 3-18 نحوه قرار گرفتن دو ILM و فاصله بین آنها
71.....
شکل 4-1 بروز عیب روی شبکه PROFIBUS در لحظه اول
73.....

@ElectricalDistribution

شکل 4-2 BT 200 72

شکل 4-3 اتصال BT 200 همراه با یك Plug 74

شکل 4-4 بخش های مختلف متعلق به تکرار کننده 74

شکل 4-5 تعیین فاصله بروز خطا در Diagnostice Repeater 75

شکل 4-6 اشکالات قابل بروز در سیستم های اتصال 76

شکل 4-7 اتصالات مکانیکی و جوشی 76

شکل 4-8 عوامل موثر در میرایی سیگنال نوری 77

شکل 4-9 نحوه تشخیص عیب با منبع فرستنده نور و اندازه گیری میرایی سیگنال 77

شکل 4-10 اتصال ولت متر با OLM 78

شکل 4-11 منحنی برآورد کیفیت سیگنال نوری 78

شکل 4-12 OTDR 79

@ElectricalDistribution

شکل 4-13 روش کار OTDR
79.....
شکل 4-14 نمونه هایی از شکل موج سیگنال نوری
80.....
شکل 4-15 زیر مجموعه NCM S7 PROFIBUS
80.....
شکل 4-16 اطلاعات مربوط به یك ایستگاه FMS در حالت آنی
81.....
شکل 4-17 پنجره نمایش شماره دیتابلاك ایندیس شده
81.....
شکل 4-18 بروز اشکال در کارت AI
82.....
شکل 4-19 مشاهده وضعیت کلی گره های متصل به شبکه
83.....
شکل 4-20 OB 86 و آشکار سازی خطا
84.....

@ElectricalDistribution

مقدمه

سپاس معبود بی همتا که دست لطفش بنده را در تهیه این مجموعه یاری بخشید.

آنچه پیش رودارید مباحث کلی درزمینه شبکه صنعتی PROFIBUS است از اینرو این مطالب بانگاهی کاربردی وبدون پرداختن به بحث های تئوریك شبکه گردآوری و عرضه شده است.اما برای اینکه خواننده این پروژه درموردPROFIBUS آشنایی کاملی پیدا کند باید ضمن آشنایی پایه درزمینه نرم افزار Step7به ویژه ازجنبه پیکربندی سخت افزاری وبرنامه نویسی، مفاهیم واصطلاحات مهم شبکه های صنعتی رابداند، ازاین رو در انتهای پروژه ودربخش ضمائم این موارد آورده شده است که با خواندن فصل های پروژه وضمائم آن ان شاء الله در زمینه PROFIBUS دانسته های شما کاملتر شود.

امید است خوانندگان عزیز کاستی ها را بدیده اغماض بنگرندودرعین حال نقطه نظرات خودرا به ایمیل اینجانب به آدرس ارسال و بنده را درتکمیل این پروژه یاری دهند.

آرزومندیم که حاصل این تلاش مقبول افتد.

@ElectricalDistribution

فصل 1 : آشنایی با اتوماسیون

1-1 مقدمه

دراین فصل سعی شده است که سیر تحولی اتوماسیون ونقایصی که در هر مرحله وجودداشت بررسی شود تا لزوم پیدایش شبکه های صنعتی وبویژه PROFIBUSوجایگاه آن در هرم اتوماسیون مشخص شودتا در فصل های بعدی به شرح شبکه PROFIBUS بپردازیم .

2-1 سیر تحولی سیستم های اتوماسیون

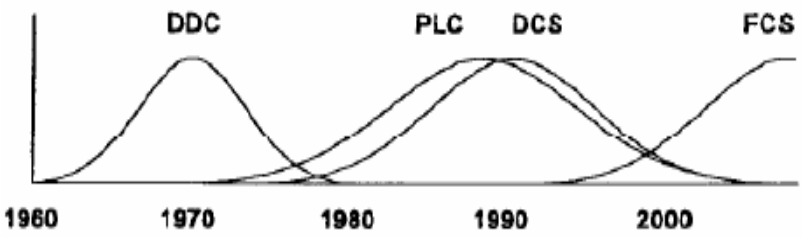
کنترل فرایند[1] های صنعتی همواره دستخوش تحولات و پیشرفت های فراوان بوده است. اگر چند دهه به عقب برگردیم می بینیم که سیستم های کنترل و مانیتورینگ[2] به صورت زیر عرضه شده و مورد استفاده قرار گرفته اند:

- 1940 سیستم های کنترل و مانیتورینگ و نیوماتیکی[3] مبتنی بر فشار
- 1960 سیستم های الکتریکی مبتنی بر استاندارد 4 تا 20 میلی آمپر (سیستم های متمرکز DDC[4])
- 1972 سیستم های مبتنی بر PLC

[1]-Process
[2]-Monitoring
[3]-Pnumatic
[4]-Direct Digital Control

@ElectricalDistribution

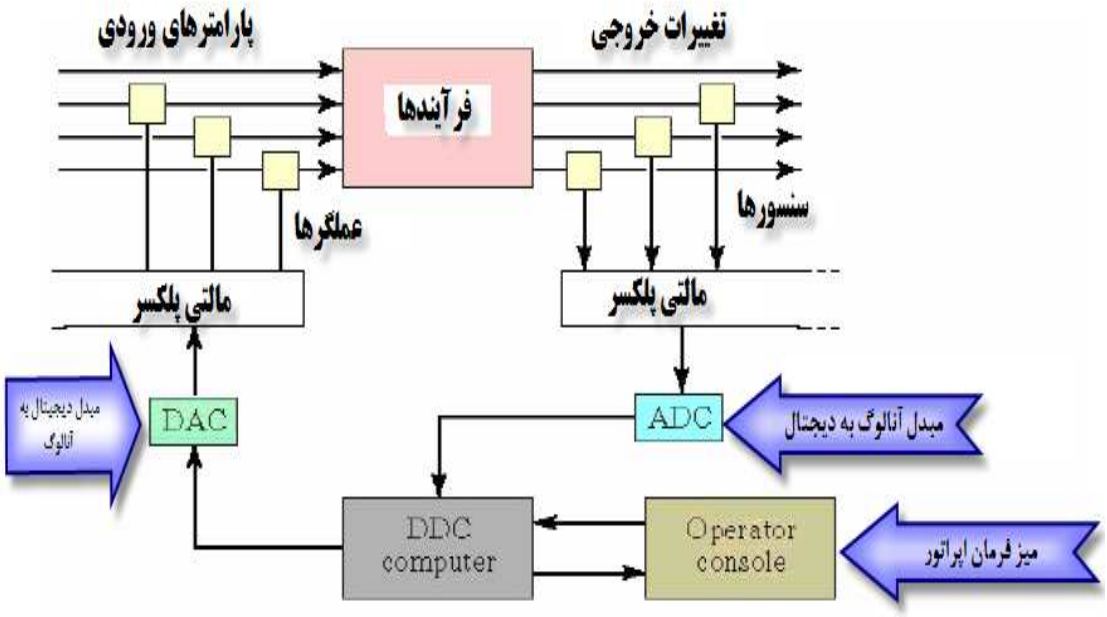
- 1976 سیستم های کنترلی غیر متمرکز (DCS[6])
- 1994 سیستم های کنترلی مبتنی بر فیلدباس (FCS[7]) [1]



شکل1- 1 نمودار سیر تحولی اتوماسیون صنعتی

1-2-1 سیستم های DDC

در این سیستم یك كامپیوتر به عنوان مركز كنترل وجود داشت و سیگنال ورودی و



[7]-Fieldbus Control System

@ElectricalDistribution

خروجی مستقیما با کابل کشی از طریق کارت های الکترونیکی به کامپیوتر متصل می گردید.

شکل 2-1 ساختار DDC

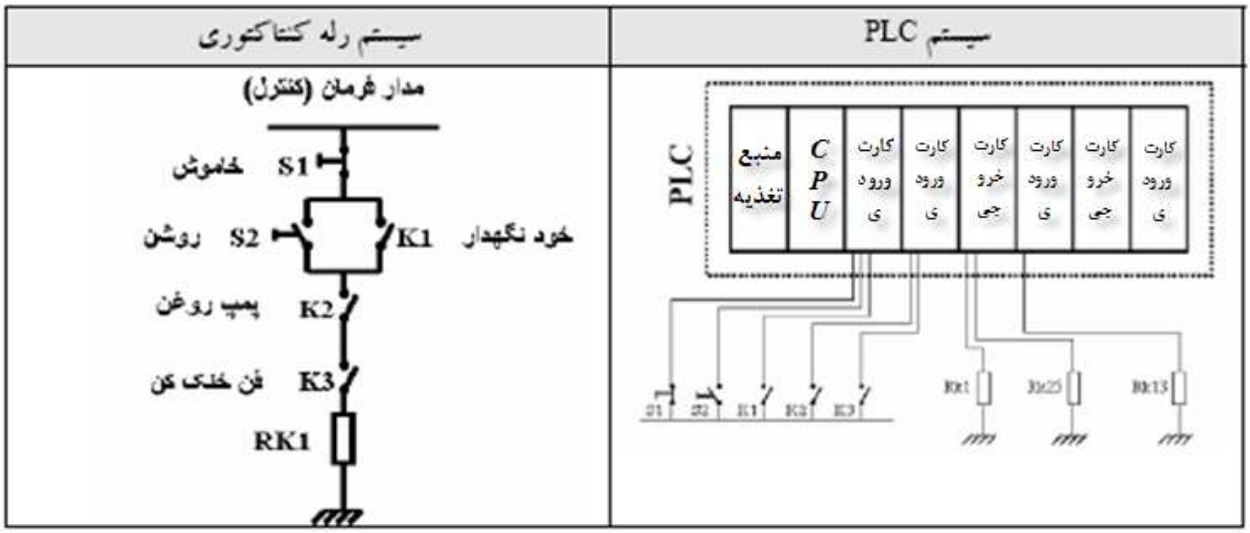
با ظهور DDC سیستم های کنترل فشار که مبتنی بر فشار بودند و مشکلات زیادی را از نظر عملکرد هزینه و تعمیرات در بر داشتند، کنار گذاشته و استفاده از DDC به جای آنها مورد استقبال قرار گرفت و در دهه 1970 به اوج خود رسید. DDC عمدتا درفرآیندهای که سیگنال های آنالوگ و حلقه های PID[8] زیاد داشتند بکار گرفته شد و به دلیل دیجیتال بودن سیستم، عملکرد حلقه ها نسبت به سیستم های آنالوگ قدیمی بهبود یافت.از عیوب سیستم DDC وابستگی به یك واحد پردازش مرکزی[9] و دشواری برنامه نویسی را می توان نام برد.

2-2-1 سیستم های PLC

این سیستم از حدود سال 1970 عرضه شد، تا جایگزین مدارات رله کنتاکتوری شود و کاربرد آن عمدتا در کنترل دیجیتال[10] بود و صرفا با سیگنال های دیجیتال سرو کار داشت .

[8]-Loop
[9]-Central Processing Unit
[10]-Discrete Control

@ElectricalDistribution



شکل 1-3 مقایسه سیستم های PLC و رله کنتاکتوری

به تدریج کاربرد PLC ها بگونه ای شد که علاوه بر پردازش دیجیتال برای پردازش آنالوگ نیز بکار گرفته شد و عملکردی که از سیستم های DDC مورد انتظار بود، را نیز پوشش می داد. مزایایی که PLC نسبت به DDC داشت، باعث شد تا نقش سیستم های DDC کمرنگ شده و استفاده از PLC در حدود 1980 به اوج خود برسد. از مزایای PLC نسبت به سیستم های مبتنی بر PC می توان، سیستم عامل مناسب برای کنترل، و مدولار[11] بودن سخت افزار که سهولت توسعه را فراهم آورد را ذکر کرد. در عین حال در DDC امکان کنترل و مانیتورینگ[12]،روی یك سیستم امکان پذیر بود. در حالیکه

[11]-Modulator
[12]-Monitoring

@ElectricalDistribution

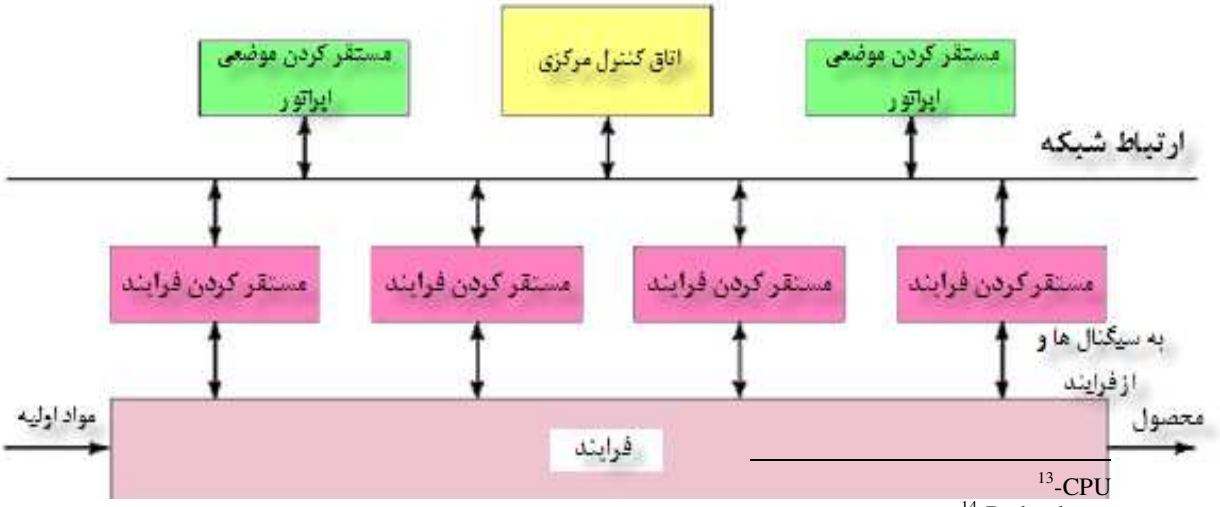
PLC فقط کنترل را انجام می داد و مانیتورینگ توسط کامپیوتر دیگری که با PLC مرتبط می شد صورت می گرفت.

3-2-1 سیستم هایDCS

الف) DCS قدیمی

درسیستم قبلی یعنیPLCوDDC یك مشكل بزرگ وجودداشت.اگرکنترل کننده اصلی یعنیواحد پردازش مرکزیدچارمشکل می شد کنترل فرایندازدست می رفت ازاینروراندیشه ساخت سیستم کنترل غیرمتمرکزکه دارای چندواحد پردازش مرکزی[۱۳] برای کارپردازش وکنترل بودبوجودآمدومنجربه ساخت سیستم هایDCSشدبدین طریق قابلیت اطمینان سیستم بالاتررفت .

شماتیك سیستمDCS در شکل زیر آمده است. این سیستم دارای چند کنترل کننده است، که مستقل از یکدیگر کار می کنند. در عین حال می توان از امکانات افزونگی[۱۴]



[13]-CPU
[14]-Redundancy

@ElectricalDistribution

وپشتیباناستفاده کرد، یعنی برای کنترل کننده یك کنترل کننده ی دیگر به عنوان پشتیبان، وجود داشته باشد تا در صورت بروز مشکل در سیستم اصلی کار کنترل را ادامه دهد.

شکل 4-1 شماتیك سیستم DCS قدیمی

سیستم های اپراتوری توسط شبکه با کنترل کننده ها ارتباط دارند ولی ارتباط کنترل کننده ها با سیگنال های فرایند به صورت مستقیم است یعنی ورودی و خروجی ها (I/O[15]) با کابل کشی مستقیم به کنترل کننده متصل هستند.

ب) DCS جدید

در سیستم های DCS سهسطح شبکه تعریف میشود :

- گذر گاه ترمینال[16]،شبکه ای که سیستم اپراتوری را به کنترل کننده ها متصل می کند.
- شبکه فرایند[17]یا فرایند ،شبکه ای که در سطح کنترل بکار می رود و کنترل کننده ها را به هم متصل می کند.
- فیلد باس، شبکه ای که در سطح فیلد برای جمع آوری I/Oها بکار می رود.

[15]-In put / Out put
[16]-Terminal Bus
[17]-Plant Bus

@ElectricalDistribution

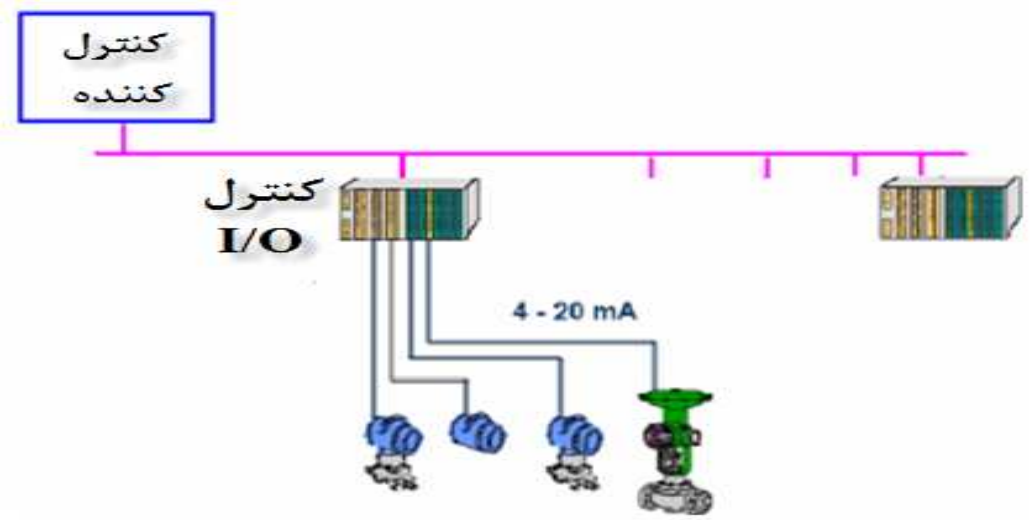
در سیستم های DCS قدیمی دومورد اول وجود داشت، ولی شبکه در سطح فیلد موجود نبود. ارتباط بین فرایند تا کنترل کننده با کابل کشی مستقیم صورت می گرفت. این کابل های موازی نیاز به مسیر کابل (سینی لوله تونل،کابل) داشتند. هزینه کابل و مسیر کابل و نفر ساعت لازم برای نصب آنها قابل توجه بود. از طرف دیگر با زیاد بودن تعداد کابل در حین بهره برداری عیب یابی به دشواری انجام می شد. از این رو اندیشه استفاده از کابل شبکه به جای کابل های موازی پدید آمد. بدیهی است استفاده از شبکه برای ارتباط، بین کنترل کننده و فرایند بایستی فاقد خطر باشد. به عبارت دیگر حساسیت این شبکه بسیار بیشتر از شبکه ای است که در سطح مانیتورینگ، برای ارتباط بین کنترل کننده ها و سیستم های اپراتوری استفاده می شود، زیرا اگر تحت شرایطی شبکه متصل به سیستم اپراتوری دچار اختلال شود فقط نمایش سیگنال از دست می رود، در حالیکه اگر این اتفاق در شبکه بین کنترل کننده و فرایند رخ دهد سیر کنترل فرایند دچار مشکل می گردد.

با توجه به این نکته طراحان شبکه پروتکل[18] های مطمئنی را برای ارتباط سریال بین، کنترل کننده و I/O ها ارائه کردند. در این روش واسط هایی به نام، کنترل کننده I/Oمورد استفاده قرار گرفت که در فیلد نصب می گردید، و سیگنال های I/O را، با

[18]-Protocol

@ElectricalDistribution

کابل های کوتاه می گرفت و به بسته های داده[19] تبدیل و روی کابل شبکه به صورت سریال قرار می داد. بدین طریق یك کابل شبکه جایگزین کابل های موازی بین کنترل کننده و فیلد گردید.

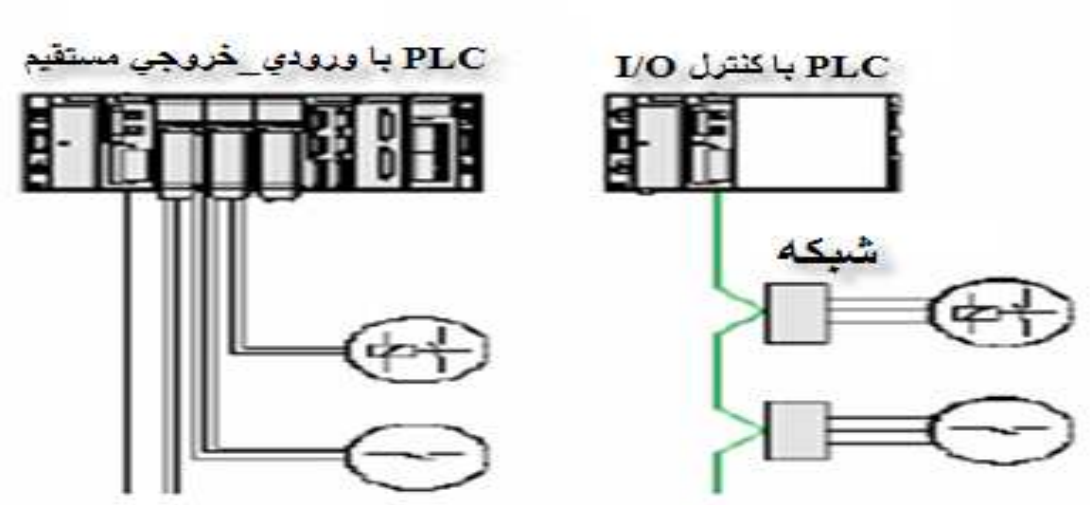


شکل 1- 5 شماتیك سیستم DCS جدید

چنین سیستمی مزایای بزرگی را به همراه داشت. مهمترین مزیت آن، کاهش هزینه سیستم، به دلیل کاهش کابل و مسیر کابل بود. این کاهش وقتی فاصله سیستم کنترل تا فیلد زیاد بود، به صورتی که در برخی گزارش ها از کاهش 50 درصدی هزینه سیستم صحبت به میان آمد. مزیت دیگر این سیستم دیجیتالی بودن و کاهش تاثیر نویز روی آن بود. این سیستم علاوه بر استفاده در DCS سیستم های قبلی مبتنی بر PLC را نیز تحت تاثیر قرار داد و آنها را متحول کرد.

[19]- Data

@ElectricalDistribution



شکل 1- 6 PLC باکنترل کننده I/O

با این وجود سیستم مبتنی بر کنترل کنندهI/O [20] عیب هایی نیز دارد. اول اینکه با قطعی کابل شبکه همه I/O ها از دست می رود. برای رفع این مشکل از شبکه‌ها و سیستم هایی که دارای پشتیبان[۲۱] هستند استفاده شد. در عین حال در برخی سیستم های مدرن DCS امروزه که فرایند حساسی را کنترل می کنند دیده می شود، که کنترل کنندهI/O ،در کنار کنترل کننده ها داخل پانل نصب شده اند و کابل کشی از فیلد، با همان کابل های موازی انجام گرفته است. بنابراین تفاوت آنها با DCS های قدیمی صرفا ارتباط I/O ها با کنترل کننده و ارتباط بین خود کنترل کننده ها است که از طریق شبکه می باشد.

[20]-Remote I/O
[21]-Redundant

@ElectricalDistribution

مسئله دوم در استفاده از شبکه، سریال بودن تبادل داده است که منجر به تاخیر در خواندن سیگنال ها می شود و بحث زمان بلادرنگ[۲۲] مطرح می گردد. تاخیر مسئله ای نسبی است، ممکن است در یك فرایند تاخیر کمتر از 100 میلی ثانیه در خواندن سیگنال ها پذیرفته باشد ولی در فرایند دیگری این زمان بایستی کمتر از 10 میلی ثانیه باشد. پروتکل های مختلف و متنوعی که برای این شبکه ها عرضه شدند. از جنبه زمان بلادرنگ و میزان تاخیر با یکدیگر متفاوت هستند. این پروتکل ها عمدتا به صورت باز[۲۳] هستند یعنی می توان از وسایل سازندگان مختلف روی یك باس شبکه استفاده نمود. نکته ای که لازم است، در اینجا خاطر نشان گردد، تفاوت بین DCS ها و PLC هاست.واقعیت این است، که در ابتدا این دو جایگاه متفاوتی داشتند. DCS برای کنترل فرایند[۲۴]که در آن حلقه های کنترلی[۲۵] زیادی وجود داشت طراحی شد. ولی PLC برای کنترل سیگنال های دیجیتال[۲۶] که در آن،قفل داخلی[۲۷] زیاد وجود داشت، عرضه شدند. ولی امروزه با پیشرفت های زیادی که در ساخت DCS ها و PLC ها حاصل شده عملکرد این دو بسیار به هم نزدیك شده است، به گونه ای که اگر در سیستمی با عنوان DCS از PLC ها به عنوان کنترل کننده های غیر متمرکز استفاده شده باشد نبایستی تعجب کرد .

---

[22]- Real Time
[23]-Open
[24]-Process Control
[25]-Control Loop
[26]-Directe Control
[27]-Inter Locking

@ElectricalDistribution

	DCS	PLC
کاربرد	کنترل‌فرایند-سیگنال‌های آنالوگ و لوپ-های کنترلی زیاد	کنترل منطقی با سیگنالهای دیجیتال زیاد
سرعت	پایین تر از PLC	بالا
واکنش سریع	پایین	خیلی خوب
نحوه برنامه نویسی	زبان‌های گرافیکی سطح بالا یا توابع کتابخانه‌ای از قبل نوشته شده	زبان‌های سطح پایین که توابع لازم، عمدتاً توسط برنامه نویس تهیه می-شود.
هزینه	زیاد	کمتر
امکانات مانیتورینگ	عمدتاً به سهولت توسط سیستم ایجاد میشود.	لازم است توسط برنامه نویس طراحی و تهیه شود.
شبکه بندی	ساده تر است.	تنظیمات زیادتر دارد.

جدول 1-1 مقایسه PLC ها و DCS ها

@ElectricalDistribution

4-2-1 سیستم های FCS

کلمه فیلد در اتوماسیون صنعتی، به حوزه ای اطلاق می شود که ترانسمیتر[۲۸]ها و عملگر[۲۹]ها و تجهیزات ابزار دقیق[۳۰] در آنجا نصب شده است. کلمه باس نیز مفهوم شبکه را به ذهن القا می کند، پس معنای فیلد باس به صورت لغوی شبکه ای است، که تجهیزات فیلد را به هم مرتبط می سازد، اگر چه در عمل حوزه فیلد باس می تواند از سطح فیلد نیز فراتر برود.

برای شناخت فیلد باس ابتدا بهتر است توجه خود را به سطح فیلد معطوف کنیم. در حالت معمول یك انتقال دهنده توسط اتصال مستقیم به کارت آنالوگ ورودی کنترل کننده متصل می شود. اتصال ممکن است دو سیمه ، سه سیمه و چهار سیمه باشد.نوع سیگنال هم می تواند 4 تا 20 میلی آمپر یا صفر تا 10 ولت یا سایر جریان ها و ولتاژ های مجاز باشد. اگر چندین انتقال دهنده وجود داشته باشند همه آنها با کابل های موازی به کنترل کننده متصل می گردند.

اگر شبکه ای وجود داشته باشد و تمام انتقال دهنده هایفوق به همان کابل دو رشته شبکه متصل شوند آنرا فیلد باس می گویند. پس فیلد باس مشابه شبکه

---

[28]-Transmeter
[29]-Actautor
[30]-Instromentation

@ElectricalDistribution

محلی[31] کامپیوتر هاست، با این تفاوت که بهجای کامپیوتر عناصر فیلد را به هم مرتبط ساخته و جایگزین سیگنال های آنالوگ 4 تا 20 میلی آمپر شده است.

در شبکه فیلد باس ارتباط به صورت دیجیتال است، یعنی مقادیر داده ی ارسالی یا

داده ی دریافتی آنها به صورت رشته هایی از صفر و یك منطقی بر روی باس پشت سر هم (به صورت سریال) جریان می یابد.

شکل 1- 7 شبکه ی فیلد باس

شبکه ی فیلد باس یك شبکه ی چند انشعابی[32] است یعنی امکان اتصال چندین وسیله، به همان زوج سیم اصلی شبکه وجود دارد.

در سیستم های 4 تا 20 میلی آمپری ارتباط یك سویه است یعنی داده فقط از سمت وسیله به کنترل کننده ارسال می شود، در حالیکه در فیلد باس ارتباط به صورت دو

[31]-Local Area Network (LAN)
[32]-Multidrop

@ElectricalDistribution

سویه است یعنی کنترل کننده نیز می تواند داده هایی را به وسیله ارسال کند، که از جمله آنها می توان به داده های کالیبراسیون اشاره کرد.

بدین ترتیب با توضیحات فوق بهترین تعریفی که می توان برای فیلد باس ارائه کرد، عبارت زیر است: فیلد باس شبکه ای به صورت کاملا دیجیتال ، دو سویه ، چند انشعابی با ارتباط سریال است.

بایستی خاطر نشان کرد ، که فیلد باس نام یك شبکه خاص نیست بلکه نام یك

• A-bus	• EIB	• Master FB	• SDS
• Arcnet	• FIP	• MODBUS	• Sigma-i
• Bitbus	• Hart	• Partnerbus	• Spabus
• ControlNet	• Fieldbus Foundation	• P-net	• Suconet
• ASI	• Instabus	• Profibus-DP	• VAN
• Batibus	• IsiBus	• Profibus-FMS	• WorldFIP
• CAN	• Interbus-S	• Profibus-PA	
• DeviceNet	• LON	• SERCOS	

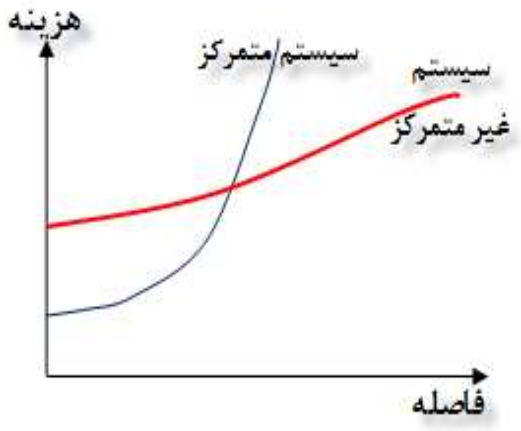
خانواده است، خانواده ای که در آن انواع متنوعی از شبکه ها موجود هستند.

جدول 1-2 خانواده فیلد باس

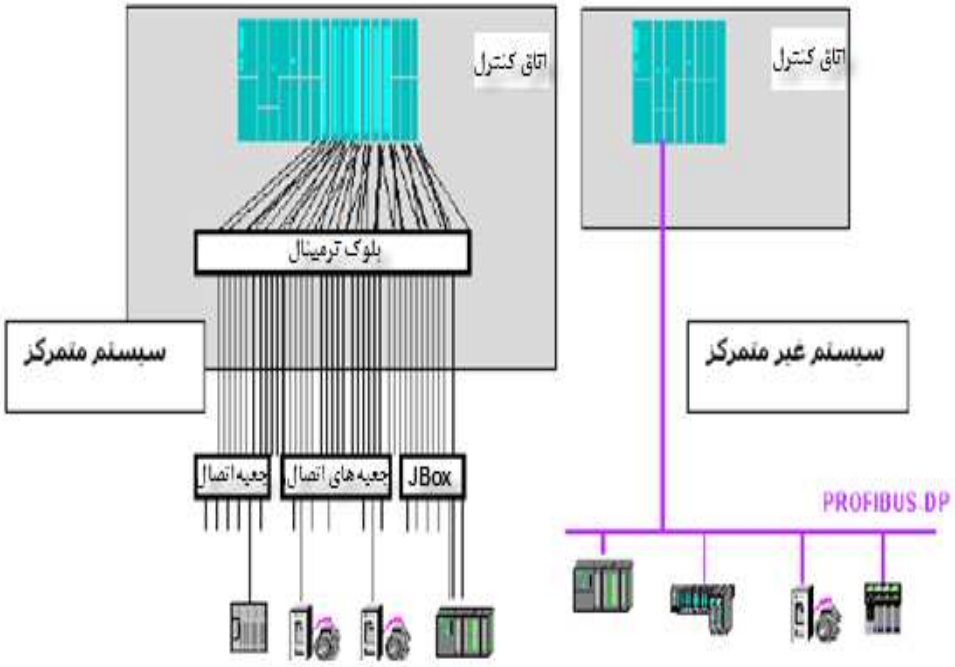
بطور خلاصه مزایای مهم استفاده از فیلد باس را می توان، به صورت زیر بر شمرد:

@ElectricalDistribution

- کاهش سیم کشی
- کاهش محوطه اشغال شونده جهت نصب
- کنترل صحت اطلاعات و آشکار سازی خطا بدلیل استفاده از سیگنال دیجیتال به جای آنالوگ
- مصونیت بیشتر در مقابل نویز
- تست و عیب یابی راحت تر بدلیل وجود سیستم توزیع شده
- باز بودن سیستم و امکان استفاده از محصولات سازندگان مختلف روی یك شبکه



@ElectricalDistribution



شکل 1- 8 مقایسه سیستم های متمرکز و غیر متمرکز متمرکز از نظر هزینه

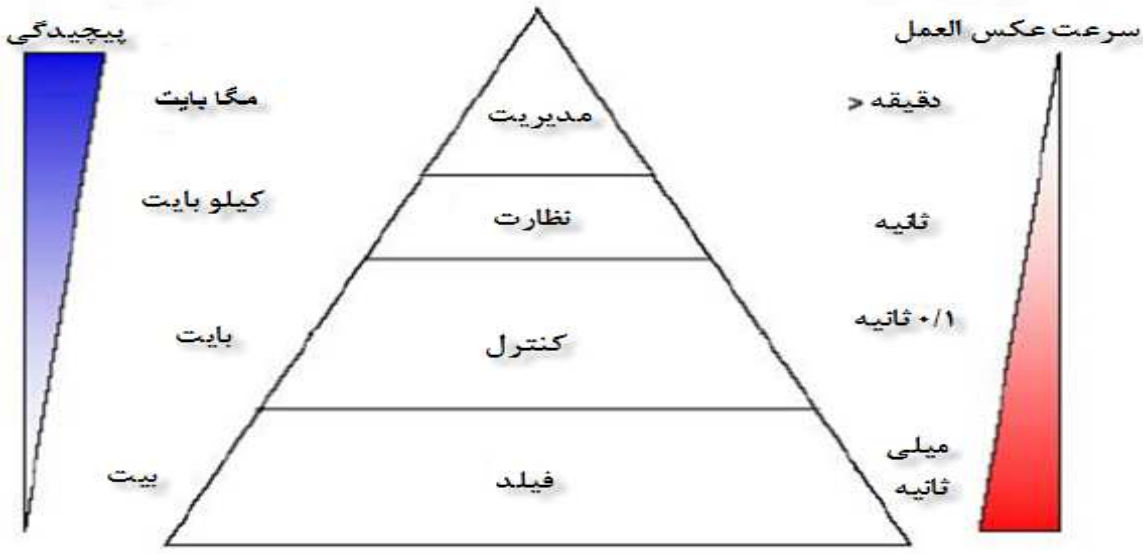
شکل 1- 9 مقایسه سیستم های متمرکز و غیر متمرکز

3-1 جایگاه فیلد باس[۳۳] در هرم اتوماسیون

[33]-Fieldbus

@ElectricalDistribution

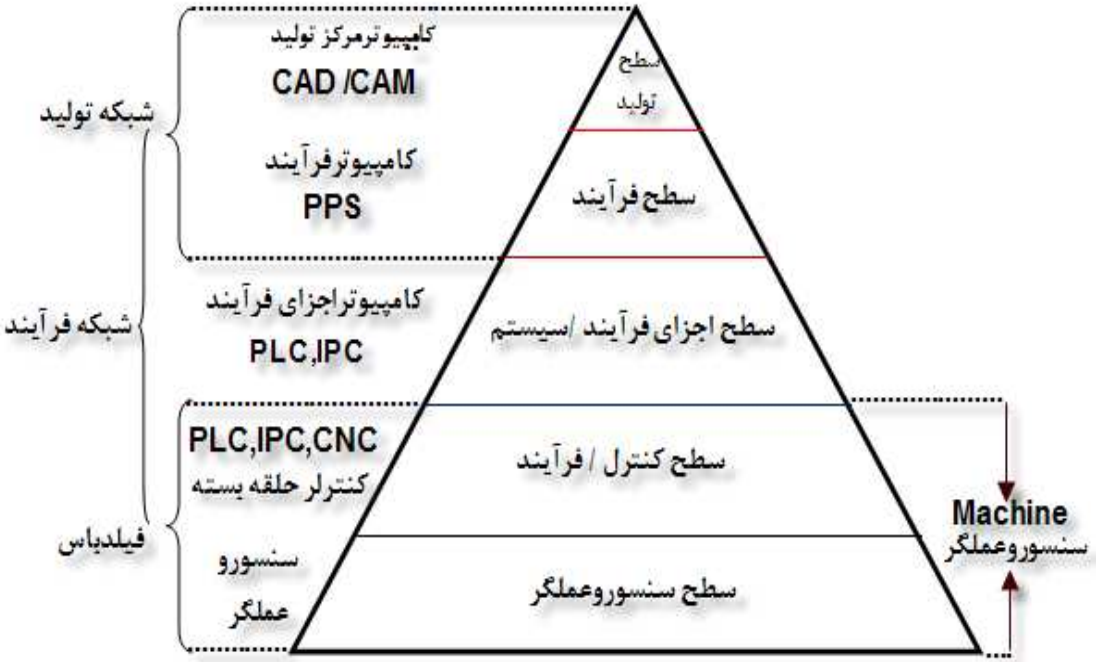
برای سطوح مختلف سیستم های اتوماسیون یك ساختار هرمی شکل مانند شکل



زیرتعریف می شود:

شکل 1-10 جایگاه فیلدباس در هرم اتوماسیون

@ElectricalDistribution



شکل 1-11 جایگاه PROFIBUS درهرم اتوماسیون

1-3-1 سطح فیلد[34]

در این سطح سنسور[35] ها و عملگر ها و وسایل ابزار دقیق قرار دارند. حجم داده در این سطح کم است ولی زمان ارسال یا دریافت اطلاعات باید کوتاه و در حد میلی ثانیه باشد.

[34]-Field Level
[35]-Sensor

@ElectricalDistribution

2-3-1 سطح کنترل[۳۶]

در این سطح سیستم های کنترلی متمرکز (PLC) ها یا غیر متمرکز (DCS) ها قرار دارند. حجم داده نیز در این ناحیه کم و در حد بایت است و زمان تبادل نیز باید کوتاه و کمتر از ثانیه باشد.

3-3-1 سطح ناظر[37]

در این سطح سیستم های مانیتورینگ قرار می گیرند که اپراتور از طریق آنها وضعیت فرایند را مشاهده می کند و فرمان های لازم را صادر می کند. حجم اطلاعات در حد متوسط و زمان نیز در حد ثانیه است. [1]

4-3-1 سطح ERP[38]

بالاترین سطح سیستم های اتوماسیون و در واقع سطح اطلاعات مدیریتی است. حجم اطلاعات در این سطح زیاد است (به عنوان مثال اطلاعات تولید و تعمیرات و امثال آنها که مربوط به یك شیفت کاری یا یك روز یا یك هفته یا یك ماه است لازم است در این سطح تبادل شود).

[36]-Control Level
[37]-HMI
[38]-Enterprise Resource Planning Level (Factory Level) & (Management Level)

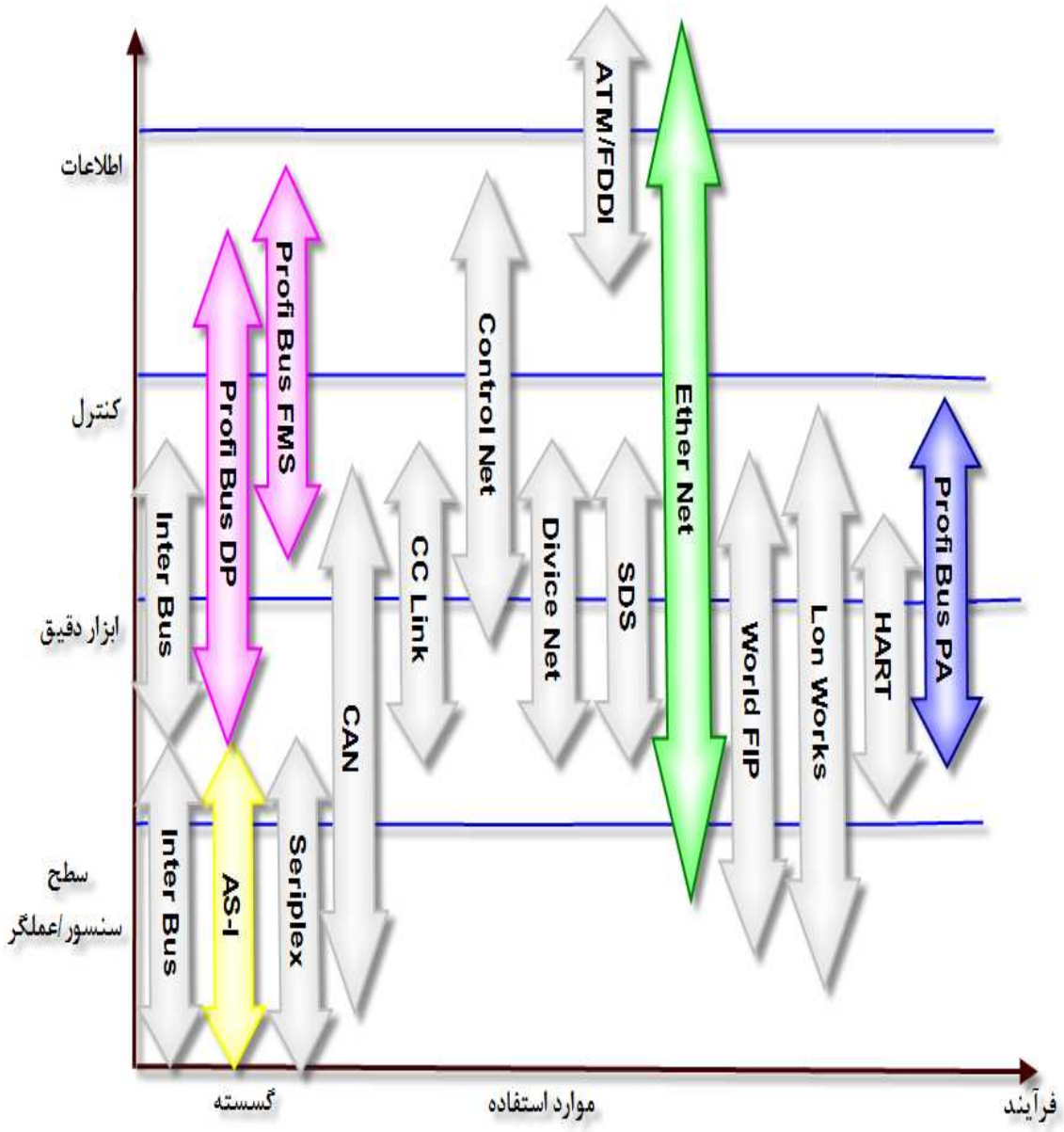
@ElectricalDistribution

باید دقت کرد در سطوح پایین اگر چه حجم داده اندك است، ولی زمان دریافت یا ارسال آن بسیار حساس است. از این رو برای این سطوح اصطلاح زمان بلادرنگ[۳۹] بکار برده می شود.

وقتی صحبت از جایگاه فیلد باس در هرم اتوماسیون می شود، بیش از همه ذهن به سطح فیلد معطوف می شود، یعنی شبکه کردن سنسور ها و عملگر ها، این ذهنیت اگر چه درست است، ولی در عمل پروتکل های مختلفی که تحت عنوان فیلد باس عرضه شدهاند، بعضا پا را فراتر گذاشته و در سطح کنترل نیز کاربرد پیدا کرده اند که پروفی باسنیز یکی از آنهاست که در جدول 1-2 نیز به آنها اشاره شد.

[39]-Real Time

@ElectricalDistribution



شکل 1- 12 حوزه ی کاربری برخی از شبکه های صنعتی در هرم اتوماسیون

@ElectricalDistribution

فصل2 :آشنایی باپروفی باس

2-1 مقدمه

پروتکل PROFIBUS درسه بخش PA وDP وFMS برای دستیابی وغلبه بر نیازهای کنترل صنعتی ارائه شده است که دراین فصل به شرح جزئیات آن می پردازیم.

2-2 PROFIBUS و جایگاه آن

تاریخچه PROFIBUS[40] به سال 1987 برمی گردد. در آن زمان بیش از 20 شرکت[41]و موسسه آلمانی با یکدیگر پروژه ای تحت عنوان، استاندارد سازی شبکه در سطح فیلد شروع کردند. شرکت زیمنس نیز در بین آنها بود. هدف پروژه ایجاد یك شبکه باز بود که بتواند سیستم های کنترل موجود مانند PLC و DCSرا پوشش دهد. پس از سه سال تلاش در سال PROFIBUS FMS1990, ارائه گردید که برای ارتباطات پیچیده کنترلی بکار می رفت و هنوز نیز کنار گذاشته نشده است. سپس در سال PROFIBUS DP 1993 طراحی شد، که تا امروز 3 نسخه از آن تحت عنوان DP-V0 DP-V1 DP-V2عرضه شده است. علاوه بر این دو به منظور پوشش دادن نیاز های مربوط به محیط های خطرناك و انفجاری در سال PROFIBUS PA1995, پا به عرصه وجود گذاشت.

[40]-Process Fieldbus
[41]-Company

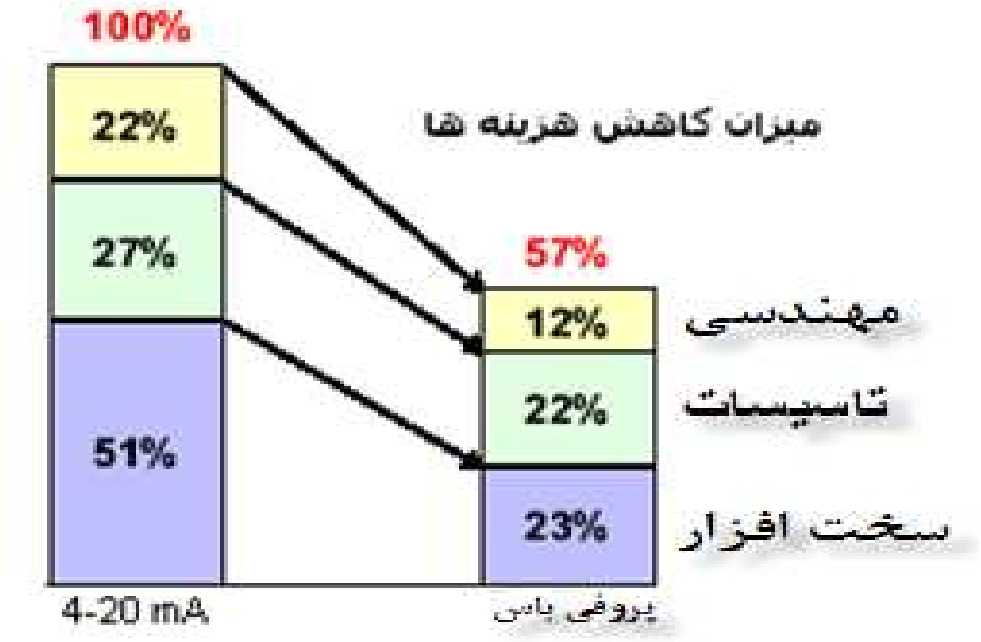
@ElectricalDistribution

PROFIBUS اگر چه ابتدا در آلمان مطرح شد، ولی به سرعت توسعه پیدا کرد و جایگاهی بین المللی به خود اختصاص داد و سازمانی با عنوان PNO[42] ایجاد شد که بعدا زیر نظر موسسه بین المللی PI[43]قرار گرفت.PI در سال 1995 تشکیل گردید و امروزه بیش از 1100 شرکت معتبر عضو آن هستند. هدف اصلی PI توسعه و بهبود تکنولوژی PROFIBUS برای مقبولیت جهانی است.

همانگونه که در شکل 2-1 ملاحظه می شود گستردگی PROFIBUS از سطح فیلد تا سطح کنترل می باشد. در سطح بالاتر یعنی نظارتی[44] اگر چه می توان از PROFIBUS FMS استفاده کرد ولی امروزه Ethernetصنعتی، در این سطح عملا جایگزین PROFIBUS شده و به ندرت از آن در سطوح بالاتر از سطح کنترل استفاده می گردد.

[42]-Profibus Neutzer Organization
[43]-PROFIBUS International
[44]-Supervisory

@ElectricalDistribution



شکل 2-1 جایگاه PROFIBUS در هرم اتوماسیون

شکل 2-2 PROFIBUS و میزان کاهش هزینه ها

@ElectricalDistribution

PROFIBUS مزایایی که برای خانواده FIELDBUS ذکر می شود را با خود دارد با این وجود ذکر ویژگی هایی که ممکن است بعضا خاص PROFIBUS باشد خالی از فایده نیست :

- نویز پذیری کم به علت استفاده از وسایل مناسب مانند کابل Twisted Pair
- پهنای باند وسیع به علت استفاده از روش انتقال مناسب مانند RS-485
- تبادل دیتای مطمئن و بدون تداخل به علت استفاده از روش دسترسی Token Pass
- کاهش هزینه های نصب و راه اندازی به علت حذف کابل کشی های موازی
- عیب یابی سریع به علت استفاده از سیستم های توزیع شده
- انعطاف پذیری زیاد جهت توسعه سیستم به علت باز بودن و عدم انحصار به سازنده خاص.

مزایای فوق موجب استقبال از به کارگیری PROFIBUS در شبکه های اتوماسیون صنعتی در سطح جهان شده است. در جدول زیر نوع پروتکل ها ، موارد کاربرد و شرکت های حمایت کننده آنها به همراه درصد استفاده از آنها آمده است.

@ElectricalDistribution

شرکت حمایت کننده	کاربرد	میزان استفاده	نوع پروتکل
OVDA, HONEYWELL	خودکار سازی کنترل فرآیند	٪25	CANs
SIEMENS,ABB	کنترل فرآیند	٪26	ProfiBus
ECHEION,ABB	ساختمان سیستم	٪6	LON
ALI	شبکه فرآیند	٪50	Ethernet
PHOEDIX CONTACT	صنعتی کردن تولید	٪7	InterBus-S
FISHER ROSEMOUNT ,ABB	صنایع شیمیایی	٪7	FF & HART
SIEMENS	ساختمان سیستم	٪9	A.SI
MANV	نقاط فرسوده سیستم	٪22	ModBus
ROCKWELL	شبکه فرآیند	٪14	Controlnet
جمع بندی : ٪100 بنگاه‌های اقتصادی از اغلب این شبکه ها حمایت می‌کنند.			منبع : ISA

@ElectricalDistribution

جدول 2-1 سطح استقبال از PROFIBUS بر اساس آمار ها

2-3 پروتکل[45] PROFIBUS و انواع آن

پروتکل PROFIBUS در لایه های خود از مدل ISO[47]/OSI[46] پیروی می کند. ولی تمام لایه ها را به کار نمی گیرد. شکل زیر نشان می دهد که لایه های 1 و 2 و در صورت لزوم لایه 7 استفاده می شود.

شکل 2-3 لایه های مورد استفاده در PROFIBUS

PROFIBUSدر این لایه ها از استانداردهای زیر پیروی می کند :

- EIA RS-485
- IEC 870-5-1
- EN60 870-5-1

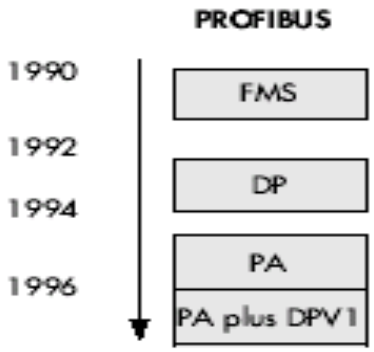
[45]-Protocol
[46]-Open System Interconnect
[47]-Instrument Standards Organisation

@ElectricalDistribution

- DIN 19245
- IEC 955
- ISO DIS 7498-4

از نظر کاربردی پروتکل PROFIBUSبه سه دسته FMS , DP , PAتقسیم می گردد، که هر یك ویژگی های خاص خود را دارند و در صفحات آینده به تفصیل شرح داده خواهند شد.

توسعه انواع PROFIBUS در شکل زیر آمده است :



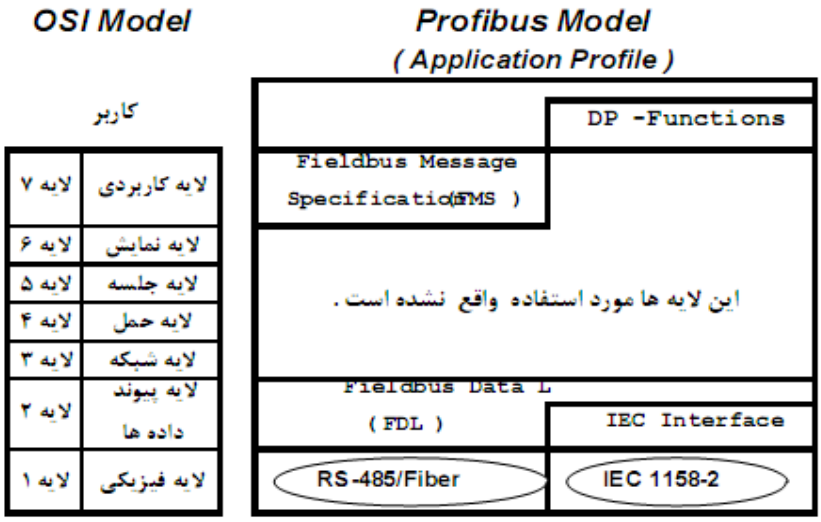
شکل 2-4 روند توسعه PROFIBUS

2-3-1 پروتکل PROFIBUS FMS[48]

[48]-Field Message Specification

@ElectricalDistribution

این پروتکل لایه های 1 و 2 و 7 مدل OSIرا مورد استفاده قرار می دهد. در لایه مورد استفاده[۴۹]، سرویس FMS به کار می رود. سرویس قدرتمند FMSدر رنجوسیعی



از کاربرد ها استفاده می شود و به خصوص زمانی که ارتباطات پیچیده ای در شبکه بر قرار باشد ، سرویس FMS می تواند گزینه مناسبی باشد.

شکل 2-5 مقایسه مدل های پروفی باس با مدل OSI

محیط انتقال و نحوه در اختیار گرفتن باس در FMS و DP یکسان می باشد، از این رو می توانند به طور همزمان در یك شبکه قرار گیرند .

به طور خلاصه ویژگی های مهم FMS عبارتند از :

[49]-Application

@ElectricalDistribution

- روش انتقال : کابل مسی (با استاندارد RS-485 و با سرعت حداکثر 1500Kbps[50]) یا فیبر نوری
- لایه های مورد استفاده : لایه 1و2 و7
- روش دسترسی به باس : Token Pass
- سیگنالینگ : آسنکرون با بسته های 11 بیتی UART (مشابه DP)
- سرویس های ارتباطی : SRD , SDN , SDA

معمولا سرویس FMS را برای حالتی که حجم اطلاعات بالا است به کار می گیرند و جایگاه آن در هرم اتوماسیون بیشتر در سطح پروسه[51] است. امروزه با توجه به رشد سریع IE[52] معمولا در این سطح به جای استفاده از سرویس FMS از IE استفاده می شود و در نتیجه سرویس FMS کاربرد محدودتری پیدا کرده است.

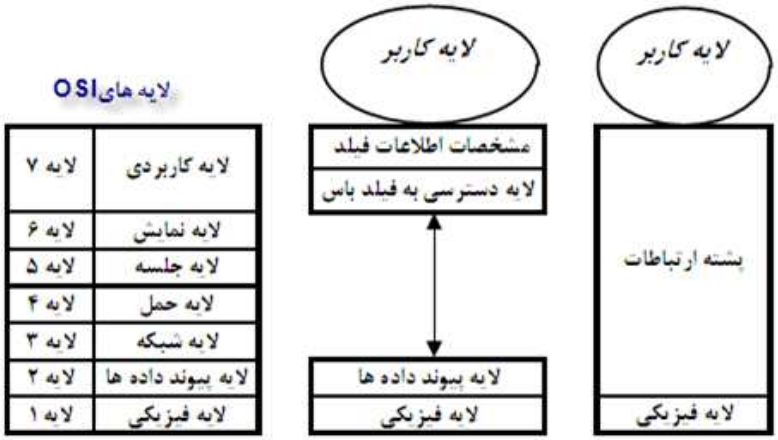
2-3-2 پروتکل PROFIBUS DP

این پروتکل از لایه های 1 و 2 و هم چنین از یك واسط کمکی[53]استفاده می کند. در این پروتکل لایه های 3 تا 7 استفاده نمی شوند. این ساختار ساده ، انتقال سریع داده

[51]-Process
ıl Ethemet
r Interfase

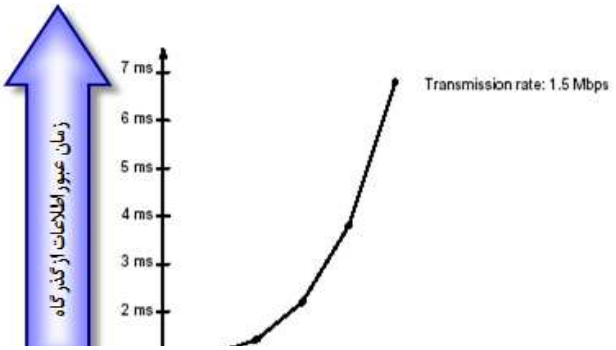
@ElectricalDistribution

را میسر می سازد. سرویس DDLM[54] امکان دسترسی به لایه دوم را فراهم می سازد. توابعی که در این روش به کار می روند و مشخصات سیستم PROFIBUS و تجهیزات مورد استفاده در انواع مختلف DPدر بخش های بعدی بحث و بررسی می شوند.



شکل 2-6 لایه های مختلف پروتکل PROFIBUS DP

مزیت مهم و بزرگ DP نسبت به FMS آن است که، لایه بالا سری یعنی لایه هفتم در آن حذف شده و این کار سرعت آن را بهینه کرده است. DP به صورت فرستنده ،گیرنده°°کار می کند یعنی کنترل کنندهمرکزی به صورت سیکلی ورودی ها را از گیرندهها می خواند و خروجی ها را به آنها می فرستد. به دوره زمانی که در آن این



@ElectricalDistribution

عملیات انجام می شود، سیکل باس[56] گفته می شود. این سیکل باید از زمان سیکل برنامه کنترل کننده مرکزی کوتاه تر باشد تا خللی در کار کنترل کننده پیش نیاید. سرعت DP بگونه ای است که می تواند در عرض یك میلی ثانیه 512 بایت داده ی ورودی و 512 بایت داده ی خروجی را روی 32 Slave با سرعت 12 Mbps[57] تبادل کند. سرعت انتقال به تعداد ایستگاه و سیکل باس ارتباط دارد .

شکل 2-7 وابستگی حجم عبور اطلاعات وزمان آن به تعدادگیرنده ها

2-3-2-1 نسخه های PROFIBUS DP

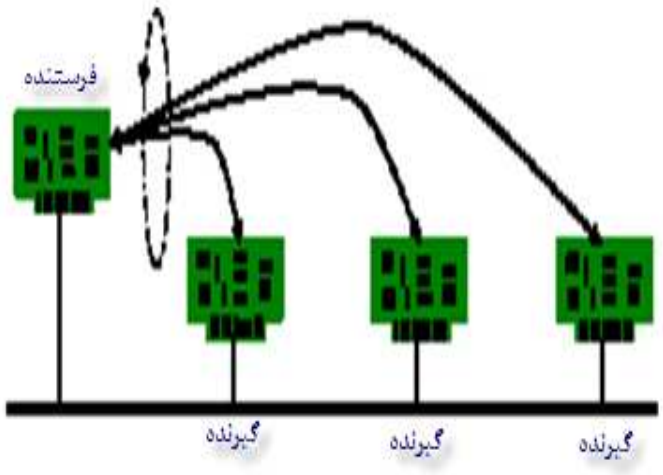
الف) DP-V0

این نسخه ی پایه است و فقط اجازه ارتباط سیکلی بین فرستنده و گیرنده را فراهم می سازد، یعنی Masret به صورت سیکلی مرتبا Slave ها را یکی پس از دیگری فرا می خواند و با آنها به تبادل دادهمی پردازد. همانطور که می دانیم PROFIBUS DP پروتکل پر سرعتی است که به ویژه برای ارتباط فرستنده ،گیرنده بهینه سازی شده است. در این ساختار ممکن است فقط یك فرستنده وجود داشته باشد که به آن سیستم یك فرستنده می گویند و در این حالت فرستنده، بطور نا محدود باس را در

[56]-Bus Cycle
[57]-Mega bit per second

@ElectricalDistribution

اختیار می گیرند. در هر دو حالت فوق هر فرستندهوقتی باس را در اختیار دارد، بطور سیکلی و به ترتیب با Slave هایش ارتباط بر قرار می کند.



شکل 2-8 نحوه بر قراری ارتباط فرستندهبا گیرنده ها

باید توجه داشت که وقتی یك فرستنده می خواهد، با گیرنده صحبت کند ابتدا مراحل آمادگی را انجام داده و سپس به خواندن داده یا نوشتن آن می پردازد. در مراحل آمادگی[58] سه گام بر داشته می شود :

گام 1:فرستندهدرخواست شناسایی وضعیت[59] می کند و گیرنده وضعیت خود را اعلام می کند.

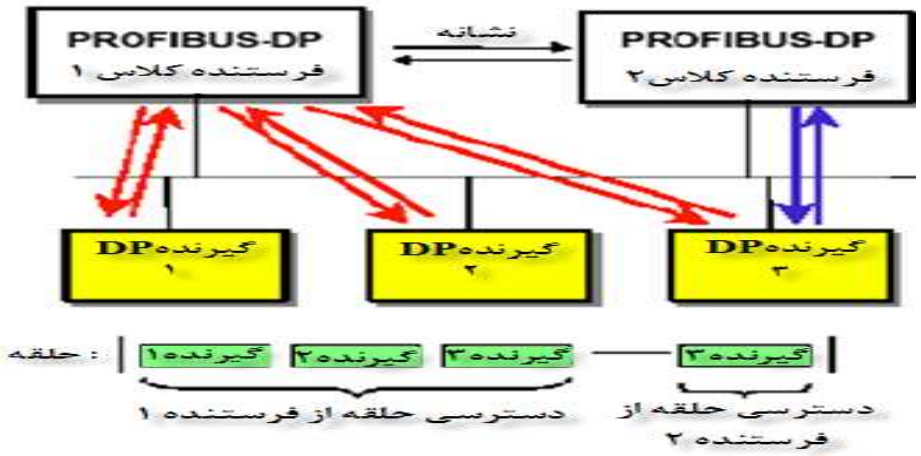
[58]-Initialization
[59]-Diagnostic

@ElectricalDistribution

گام 2:فرستنده پارامترهایی که گیرنده باید برای تبادل داده از آنها استفاده کند، مانند زمان پاسخدهی را به آن می فرستد. گیرنده تایید قبول[60] را به فرستنده اعلام می کند.

گام 3:فرستنده ساختار سخت افزاری پیکر بندی شده برای گیرنده را به آن اعلام می کند. اگر گیرنده تفاوتی، بین آن و ساختار واقعی ببیند، به فرستنده اعلام می کند.

پس از انجام سه مرحله فوق کار تبادل سیکلی شروع می شود یعنی فرستندهدرخواست داده می کند و گیرنده به آن پاسخ می دهد. بسته داده حداکثر



244 بایت[61] و سرویسی که بکار گرفته می شود،SRD[62] است.

شکل 2-9 ارتباط سیکلیDP M1 و غیر سیکلی DP M2

[60]-Acknowledge
[61]-Byte
[62]-Send and Request Data

@ElectricalDistribution

در عین حال که تبادل سیکلی انجام می شود، می تواند پیغامی توسط فرستنده به تمامی گیرنده ها ها اعلام شود (یعنی به صورت پخش[۶۳]) و همین طور می تواند، پیغامی به گروهی از گیرنده ها اعلام شود (یعنی به صورت Multicast) که در هر دو حالت از سرویس SDN[۶۴] استفاده می شود یعنی نیازی به تایید دریافت از طرف گیرنده ندارد.

ب) DP-V1

در این نسخه امکان ارتباط غیر سیکلی نیز اضافه شده است. برای درك بهتر، ارتباط غیر سیکلی باید توجه داشت که در پروتکل DP دو نوع فرستنده تعریف شده است :

- PROFIBUS DP M1[65], این همان کنترل کننده مرکزی است که به صورت سیکلی با گیرندهها در دوره ی زمانی معین ارتباط بر قرار می کند و می تواند، یك PLC یا یك PC باشد.
- PROFIBUS DP M2، این وسیله مانند PC یا PG در طول راه اندازی یا تشخیص عیب یا برای پیکر بندی و کالیبراسیون و امثال آن به گیرنده ها، متصل می شود. بنابراین ارتباط آن موقت بوده و لازم نیست، به طور دائم به باس متصل باشد.

[63]-Broadcast
[64]-Send Data Width No Acknowledge
[65]-Process Fieldbus DP Master Class

@ElectricalDistribution

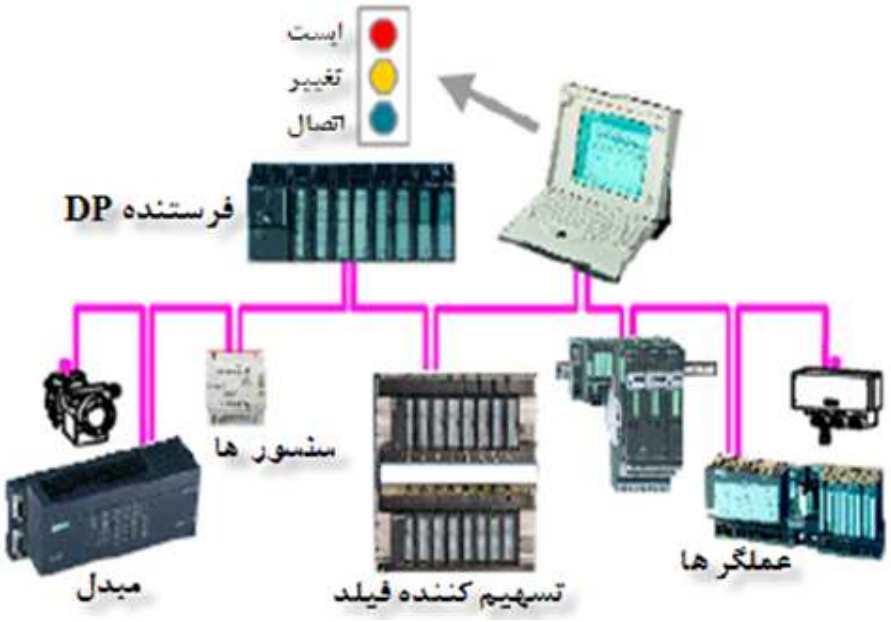
PROFIBUS DP M1 به صورت سیکلی و PROFIBUS DP M2به صورت غیر سیکلی ارتباط بر قرار می کنند.

ویژگی دیگر DP-V1 امکان هدایت خروجی گیرندهها به حالت تخریب امن[۶۶]است. برای DP M1 سه مد کاری STOP،CLEAR،OPERATE وجود دارد که قابل تنظیم است.

- در مد STOP هیچ تبادل داده ها با گیرنده ها وجود ندارد.
- در مد OPERATE کار فرستنده با گیرنده، نرمال است یعنی تبادل دادهوجود دارد.
- در مد CLEAR اطلاعات ورودی از گیرنده ها توسط فرستنده خوانده می شود ولی خروجی آنها در حالت امن[۶۷]قرار می گیرد.

[66]-Fail Safe
[67]-Safe

@ElectricalDistribution



شکل 2-10 مد های کاری DP M1

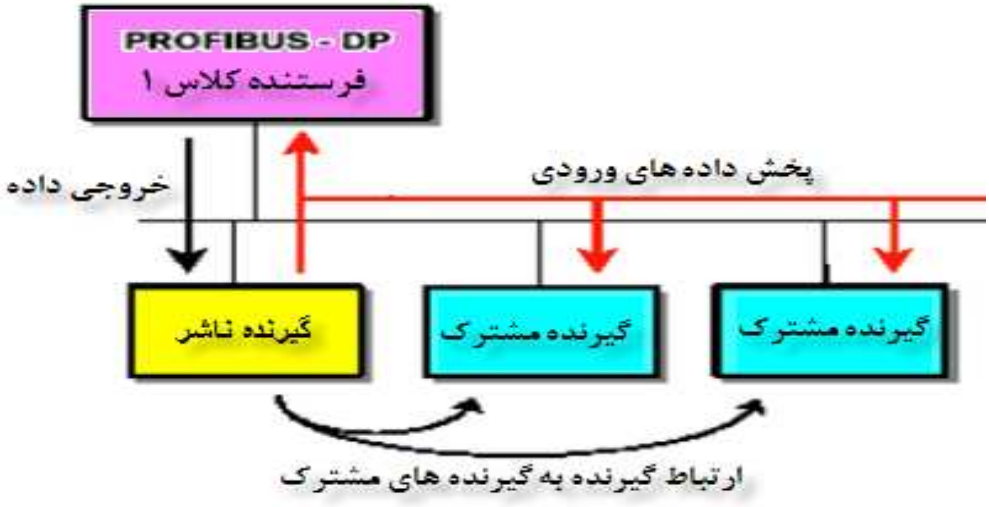
واکنش سیستم در صورت وقوع خطا (مثلا خطا روی یك گیرنده[۶۸]) بستگی به پارامتر پاك کردن خودکار[۶۹]دارد. اگر این پارامتر صحیح[۷۰] باشد، با بروز خطا روی یك گیرنده خروجی های تمام گیرنده ها توسط فرستنده[۷۱]در حالت امن[۷۲] قرار می گیرد، ولی اگر پارامتر فوق غلط[۷۳]باشد،DP M1 کماکان در وضعیت بهره برداری یا فرمان دادن[۷۴] باقی می ماند تا اپراتور واکنش مقتضی را به خطا نشان دهد.

ج)DP-V2

[68] -Slave
[69]-Auto Clear
[70]-True
[71] -Master
[72]-Safe
[73]-False
[74] -Operate

@ElectricalDistribution

بعدازنسخهDP-V1 نسخهDP-V2 عرضه شده است ودرآن امکان تبادل دیتای مستقیم بین دریافت کننده‌ها نیزوجوددارد‌که منجربه صرفه جویی قابل توجهی درزمان می شود. زیرالازم نیست فرستنده داده راازیك دریافت کننده بگیردوبه دریافت کننده دیگربدهد. این کارمستقیماانجام می شود.این روش به صورت پخش کردن[۷۵] است. یعنی یك گیرنده به عنوان ناشر[۷۶]داده های خودرا جهت استفاده سایر گیرنده‌هاکه دریافت کنندهای مشترك[۷۷]نامیده می شود.روی باس قرارمی دهد.تادرصورت نیازآنراخوانده وبه عنوان ورودی خود استفاده نمایند.



شکل 2-11 مد های کاری DP –V2

[75] Broad cast–
[76] -Publisher
[77] -Subscriber

@ElectricalDistribution

ویژگی دیگرDP-V2قابلیت همزمان سازی[۷۸] است.اگر لازم باشد که خروجی گیرنده-هابایکدیگر همزمان شوند، می‌توان آنها رادراین روش دریك حافظه موقت قرار داد، سپس بافرمانSYNC به طورهمزمان آنهارا به خروجی‌ها ارسال نمود.برای ورودی‌های گیرنده ها نیز می‌توان عمل همزمان سازی را شبیه خروجی‌هاولی بافرمانFREEZE انجام داد .

فقط وقتی فرمان‌های UNSYNC وUNFREEZEازطرف فرستنده به گیرنده ها اعلام شود،اجازه دارند ورودی‌ها وخروجی‌های خودرا به‌روز یا بهنگام[۷۹] کنند.فرمان‌های SYNCوFREEZE وUNSYNC وUNFREEZE با سرویس SDN به تمام گیرنده ها منتقل می‌شوند .

2-2-3-2 مکانیسم حفاظتی نسخه های PROFIBUS DP

در تمامی نسخه‌های V0وV1وV2مکانیسم های حفاظتی برای تبادل داده درنظر گرفته شده است.یکی ازاین مکانیسم ها مانیتورکردن زمان است.دراین روش :

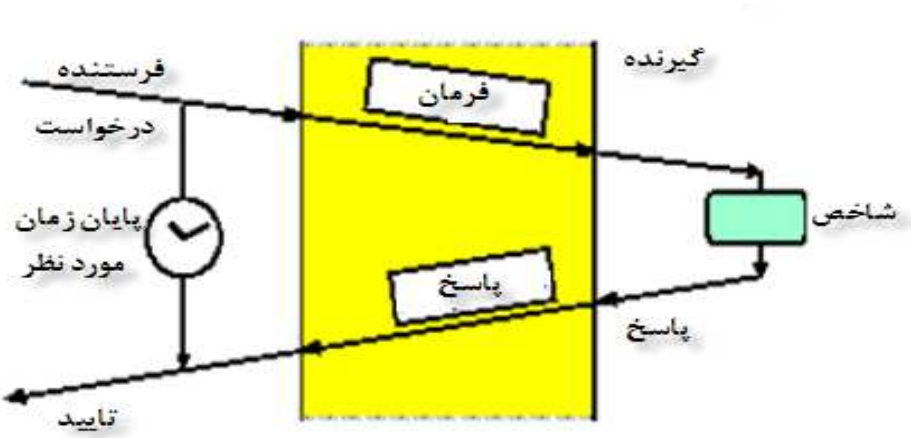
- درسمت فرستنده برای DPM1 به ازای هرگیرنده یك تایمرکنترل دیتای جداگانه وجوددارد.اگردرطول زمان تعیین شده دیتای صحیح ازگیرنده دریافت نشودتایمر مزبور دستورتوقف می دهد، مگراینکه مدپاك کردن

[78] -Synchronizing
[79]-Update

@ElectricalDistribution

خودکار[80] فعال شده باشدکه دراین صورتDPM1 به کارخود ادامه می دهد وخروجی های گیرنده مذکورادرحا لت خرابی- امن[81] نگه می دارد.

- برای هر گیرنده یك نگهبان[82] منظور شده که خطاهای مربوط به فرستنده



یا انتقال داده را آشکار می سازد. اگر در طول زمان کنترل شده داده ای با فرستنده تبادل نشود به طور خودکار محافظ خروجی های گیرنده مزبور را، به حالت تخریب امن هدایت می کند .

شکل 2-12 مکانیسم مانیتور کردن زمان

[80] -Auto-Clear
[81] -Fail-Safe
[82]-Watchdog

@ElectricalDistribution

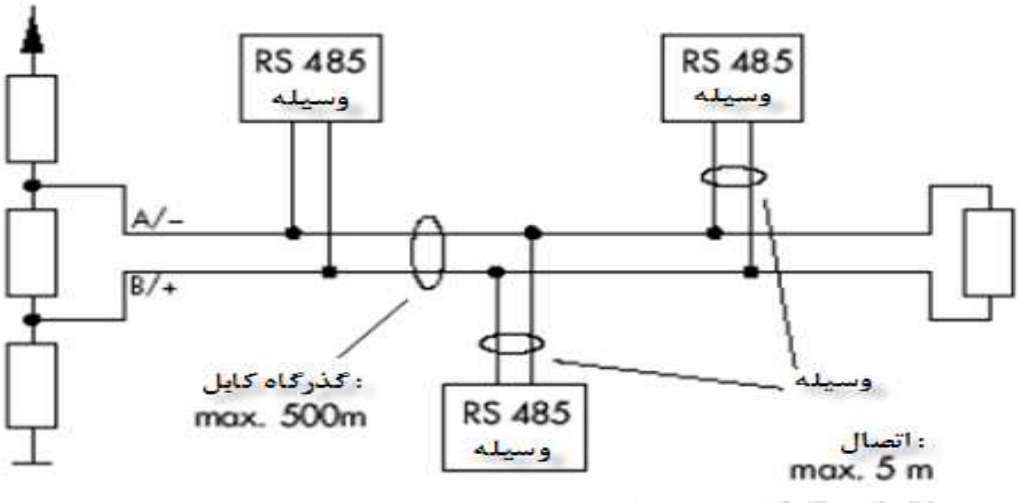
3-2-3-2 تکنولوژی انتقال در PROFIBUS DP

الف) انتقال با کابل مسی

در این روش در لایه فیزیکی PROFIBUS برای انتقال داده از زوج سیم به هم تابیده شیلد دار[۸۳] مطابق با استاندارد EIA RS-485موسوم به H2 استفاده می شود.

شکل 2-13زوج سیم به هم تابیده شیلد دار

ارتباطRS-485 یك روش ساده و موثر برای انتقال سریع داده است، که به صورت یك ارتباط دو سیمه[۸۴] می باشد. یعنی اگر چه چندین وسیله مانند شکل 2-14 می تواند به آن متصل شود[۸۵] ولی به علت وجود ارتباط نیم دو طرفه[۸۶] در هر لحظه فقط یك



@ElectricalDistribution

ایستگاه می تواند، فرستنده باشد نه بیشتر. استفاده از RS-485 چهار سیمه نیز سیستم را دو طرفه[87] نخواهد کرد. زیرا ساختار این استاندارد به صورت نیم دو طرفه است.

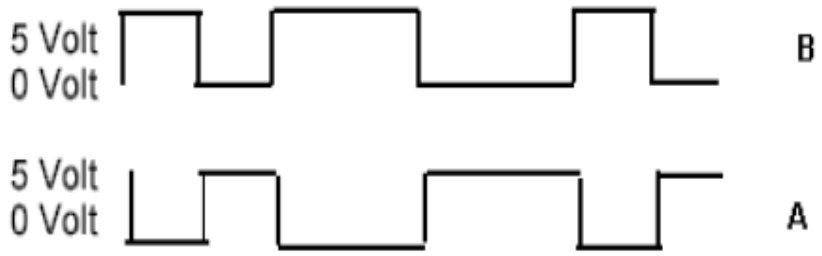
شکل 2-14 ارتباط RS-485 دو سیمه

سیگنال RS-485 بر خلاف RS-232 که یك طرفه[88] است یك سیگنال تفاضلی است، یعنی نسبت به زمین سنجیده نمی شود، بلکه سطح ولتاژ تفاضلی بین دو سیم است که صفر یا یك را نشان می دهد. از این رو بر خلاف RS-232نویز بر آن کمتر تاثیر دارد.

در شکل 2-15 دو خط انتقال B و A را مشاهده می کنید. اگر سیگنال خط B مثبت و سیگنال خط A معکوس سیگنال باشد این وضعیت معادل 1 در نظر گرفته می شود.

[87]-Full Duplex
[88]-Single Ended

@ElectricalDistribution



در این روش:

وضعیت	سیگنال تفاضلی بین A و B
1 منطقی	-0.2 to -7 V
0 منطقی	+0.2 to +12 V

شکل 2-15 مقایسه دو خط انتقال B وA

همانطور که ذکر شد در استاندارد RS-485یك رشته سیم تك زوج شیلد دار برای انتقال داده کافی است. توصیه موسسه بین المللی PROFIBUS بر این است که از

Cable Type A		
Impedance	امپدانس	135-165 Ω
Capacity	ظرفیت	<= 30 pf/m
Loop Resistance	مقاومت حلقه	<= 110 Ω /km
Wire Diameter	قطر کابل	> 0.64 mm
Core Cross-Section	قطرمغزی کابل	> 0.34 mm2

کابل با مشخصات زیر که کابل نوع A نامیده می شود استفاده گردد:

جدول 2-2 مشخصات کابل نوع A

@ElectricalDistribution

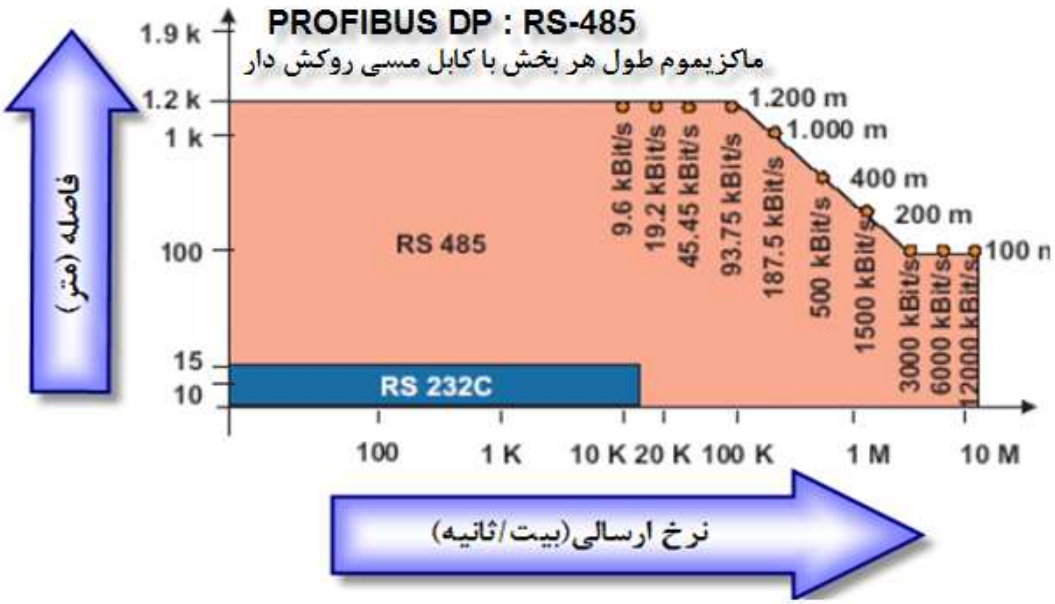
با این کابل سرعت های مختلفی بین 9.6 Kb/s تا 12 Mb/s قابل انتخاب است. حداکثر تا 32 وسیله را می توان به کابل فوق متصل نمود، که یك بخش[۸۹] را تشکیل می دهد. طول مجاز برای یك بخش بستگی به سرعت انتقال داده ای دارد، که می خواهیم در شبکه PROFIBUS بر قرار باشد (مطابق جدول زیر) نکته مهم این است که سرعت انتخابی برای یك بخش باید به تمامی تجهیزات متصل به آن بخش اعمال شود.

نرخ انتقال داده (Kbps)	9/6	/2 19	/45 45	/75 93	/5 187	500	1500	3000	6000	12000
ماکزیموم طول هر بخش (m)	1200	1200	1200	1200	1000	400	200	100	100	100

جدول 2-3 مشخصات کابل نوع A

[89]-Segment

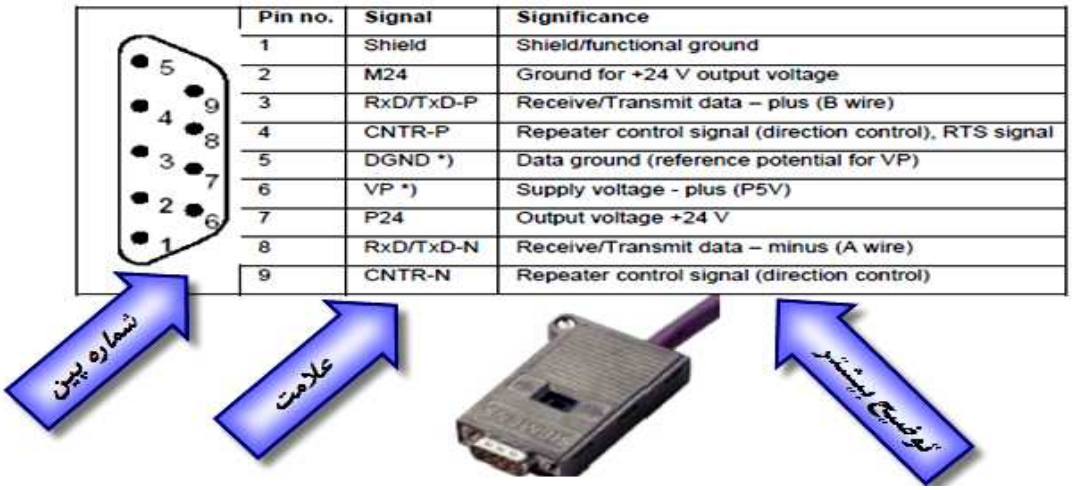
@ElectricalDistribution



شکل 2-16 منحنی مربوط به RS-485 و RS-232

کانکتوری که برای اتصالات PROFIBUSاستفاده می شود طبق استاندارد بین المللی EN 50 170 یك کانکتور 9-Pin Sub D Plug است. به این منظور یك سوکت Sub D بر روی دستگاه نصب می شود و کابل شبکه از طریق کانکتور Sub D Plug به آن وصل می شود.

@ElectricalDistribution



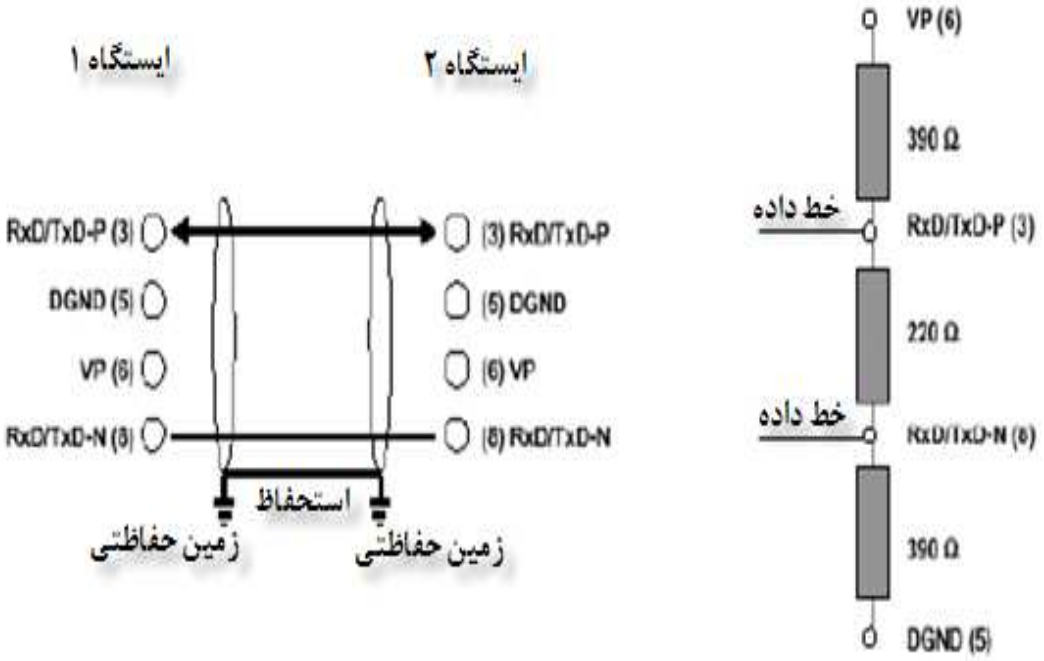
Pin no.	Signal	Significance
1	Shield	Shield/functional ground
2	M24	Ground for +24 V output voltage
3	RxD/TxD-P	Receive/Transmit data – plus (B wire)
4	CNTR-P	Repeater control signal (direction control), RTS signal
5	DGND *)	Data ground (reference potential for VP)
6	VP *)	Supply voltage - plus (P5V)
7	P24	Output voltage +24 V
8	RxD/TxD-N	Receive/Transmit data – minus (A wire)
9	CNTR-N	Repeater control signal (direction control)

جدول 2-4 مشخصات کانکتور Sub D Plug

ابتدا و انتهای هر بخش باید توسط ترمینتور[۹۰] بسته شود. بر طبق استاندارد RS-485 در انتهای خطوط انتقال داده یك مقاومت پایین کش[۹۱] (در طرف DGND) و یك مقاومت بالا کش[۹۲] در طرف منبع تغذیه[۹۳] قرار داده می شود، که به آنها قطع کننده می گویند.

90 -Terminator
91-Pull Down
92 -Pull Up
93 -VP

@ElectricalDistribution



شکل 2-17 نحوه قرار گرفتن قطع کننده

این دو مقاومت باعث می شوند،زمانی که باس آزاد است و هیچ کدام از ایستگاه ها چیزی روی باس نفرستاده اند، یك مقدار ولتاژ معین روی باس قرار گیرد و از به وجود آمدن ولتاژ های تعریف نشده بر روی باس جلو گیری شود.

ترکیبی که در شکل نمایش داده شده است معمولا توسط سازنده بر روی کانکتور های استاندارد PROFIBUS تعبیه شده و این امکان وجود داردکه با یك وصل کننده[۹۴] یا سوئیچ[۹۵] در انتهای باس قطع کننده را فعال یا غیر فعال کنیم.

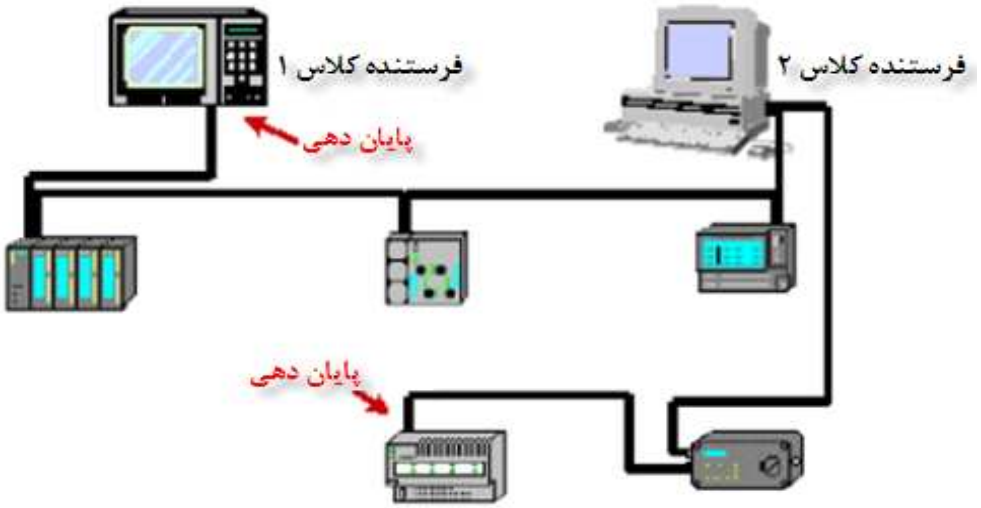
[94]-Jumper
[95]-Switch

@ElectricalDistribution

اگر سرعت انتقال داده بیش از 1.5Mbpsباشد، باید از قطع کننده با اندوکتانس طولی استفاده کرد که به بار خازنی ایستگاه مورد نظر وصل می شود. این باعث می شود از انعکاس و باز گشت موج داده جلو گیری شود.

- توپولوژی های قابل اجرا با کابل مسی

زمانی که محیط انتقال کابل الکتریکی است و نحوه ی ارسال اطلاعات مطابق با استاندارد RS-485 است امکان پیاده سازی توپولوژی ها Bus، Star ،Tree وجود دارد. اما مرسوم ترین توپولوژی که با کابل الکتریکی پیاده سازی می شود توپولوژی BUS است که در ادامه به شرح آن می پردازیم.



شکل 2-18 نمایی ازاتصال تجهیزات درتوپولوژی BUS

@ElectricalDistribution

یك سیستم PROFIBUS متشکل از یك BUSكه در دو انتهای آن ترمینتور های فعال تعبیه شده است را در نظر بگیرید. همانطور كه قبلا گفته شد به این باس، یك بخش RS-485گفته می شود. بر اساس استاندارد RS-485 تا حداكثر 32 ایستگاه RS-485 امكان اتصال به این بخش را دارند. به این ایستگاه ها در اصطلاح شبكه گره[۹۶] گفته می شود.

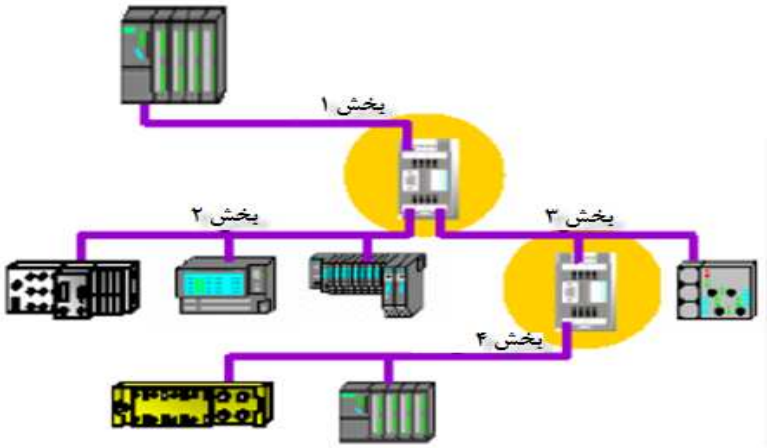
این گره چه فرستنده باشد و چه گیرنده یك بار جریانی برای بخش محسوب می شود. اگر تعداد گره ها بیش از ظرفیت یك بخش باشد یعنی سیستم PROFIBUS از تعداد بیش از 22 گره تشكیل شده باشد، در این صورت باید به چندین بخش تقسیم شود این بخش های جداگانه توسط تكرار كننده[۹۷] به هم متصل می شوند. در واقع تكرار كننده مانند یك تقویت كننده عمل می كند و سطح سیگنال انتقالی را تقویت می نماید. استفاده از تكرار كننده باعث ایجاد تاخیر و اختلاف فاز در سیگنال ارسالی می شود. بنابراین به علت ایجاد اعوجاج و تاخیر در سیگنال ارسالی و عدم امكان بازیابی سیگنال تعداد تكرار كننده هایی كه می توانند به صورت سری به كار برده شوند، بر طبق استاندارد EN 50 170حداكثر سه عدد می باشد. این تعداد تكرار كننده فقط سیگنال را تقویت می كنند و اثر چندانی در ایجاد اختلال در سیگنال ارسالی ندارند.

---
[96]-Node
[97]-Repeater

@ElectricalDistribution

برخی از تکرار کننده ها عمل باز یابی سیگنال[98] را هم به طور محدود انجام می دهند، اگراز این نوع تکرارکننده استفاده شودحداکثر 9عددتکرارکننده رامی توان سری کردوطول کلی شبکه تا 4 کیلومترقابل گسترش است.تکرارکننده باکدسفارش 6ES7 971-0A00-0XA0ساخت زیمنس ازاین نوع است. [2]

تنها بااستفاده ازتکرارکننده امکان دستیابی به ماکزیمم تعدادگره درشبکه PROFIBUSوجوداردوتنها بااستفاده از تکرارکننده هااست که می توانیم یك شبکه بدون زمین[99]داشته باشیم .دراین حالت بخش هاازیکدیگرایزوله هستند.



شکل 2-19 چگونگی قرارگرفتن بخش ها وایزوله بودن آنها بااستفاده ازتکرارکننده

[98]-Signal Referesh
[99]-Ground

@ElectricalDistribution

به این نکته توجه داشته باشیدکه درارتباطRS-485 هرتکرارکننده یك بارجریانی محسوب می شودودرنتیجه درشمارش گره هابایدمنظورگردند.بنابراین بااستفاده از هرتکرارکنندهازتعدادگره های مجازیك عددکاسته می شود.به عنوان مثال اگرچه دریك بخش سی ودوگره داشته باشیم، اما با بکاربردن یك تکرارکننده حداکثر 31ایستگاه می توانندبه این بخش وصل شوند.دقت شودتکرارکننده صرفاازاین جهت یك گره محسوب می شودکه به عنوان یك بارجریانی عمل می کندوگرنه پیکربندی شبکه تاثیری نداردوبه آن آدرسی تخصیص داده نمی شود.

کاراکتری دراین توپولوژی انتقال به عنوان Stop Lineدر نظرگرفته می شودکه اصطلاح Stop Line به اتصال مستقیم یك ایستگاه به محل اتصال باس می گویند.

دراستاندارد EN 50 170 برای دستیابی به سرعت 1.5Mbpsتنهااجازه استفاده ازStop Line باطول حداکثر 6.6mدریك بخش داده می شود.اما بهترین حالت این است که ازStop Line استفاده نشود.تنها استثنا استفاده ازStop Line برای اتصال موقتی دستگاههای برنامه نویس [100] مثل PG ویاوسایل عیب یابی می باشد.

اینکه توصیه می شودازStop Line استفاده نشود، به این علت است که بسته به طول وتعدادStop Lineهامیزان انعکاس وبازگشت سیگنال اطلاعات وایجادخطا، در طول بخش بالامی رودوبه همین دلیل است که برای سرعت هایی بالاتراز 1.5Mbps به هیچ

[100]- programmer

@ElectricalDistribution

عنوان امکان استفاده ازStop Line موجود نمی باشد.دراین حالت تجهیزات عیب یابی یا برنامه نویسی تنها امکان اتصال به صورت ایستگاه فعال رادارند.

ب) انتقال با فیبرنوری

در لایه فیزیکی PROFIBUS امکان استفاده از تکنولوژی فیبرنوری وجود دارد.این روش براساس استانداردهای PNO[101] طراحی شده است. کا بل نوری این امکان را فراهم می سازدکه فاصله ایستگا ههای شبکهPROFIBUS تا15km هم افزایش یابد، نویزهای الکترومغناطیسی برروی سیگنال نوری اثرنمی کند.وایستگاههای شبکه ازنظرالکتریکی کاملا ایزوله هستند.

با ساده ترشدن نصب وراه اندازی تجهیزات کابل نوری درسالهای اخیر این روش انتقال داده ازمحبوبیت خاصی برخوردارشده است. به خصوص تجهیزات کابل نوری پلاستیکی که نسبت به نوع شیشه ای ساده تر وارزان تراست ،کاربرد بیشتری پیدا کرده اند. کابل های فیبرنوری مشتمل بر فیبرهای پلاستیکی وشیشه ای به عنوان محیط های انتقال تکنولوژی انتقال نوری استفاده می شوند.فاصله ایستگاهها بسته به نوع کابل نوری که استفاده می شود،درنوع شیشه ای تا 15km ودرنوع پلاستیکی 80mمی تواند افزایش یابد.

روش های مختلفی برای اتصال کابل نوری به ایستگاه‌ها وجود دارد :

[101] -Profibus Neutzer Organization

@ElectricalDistribution

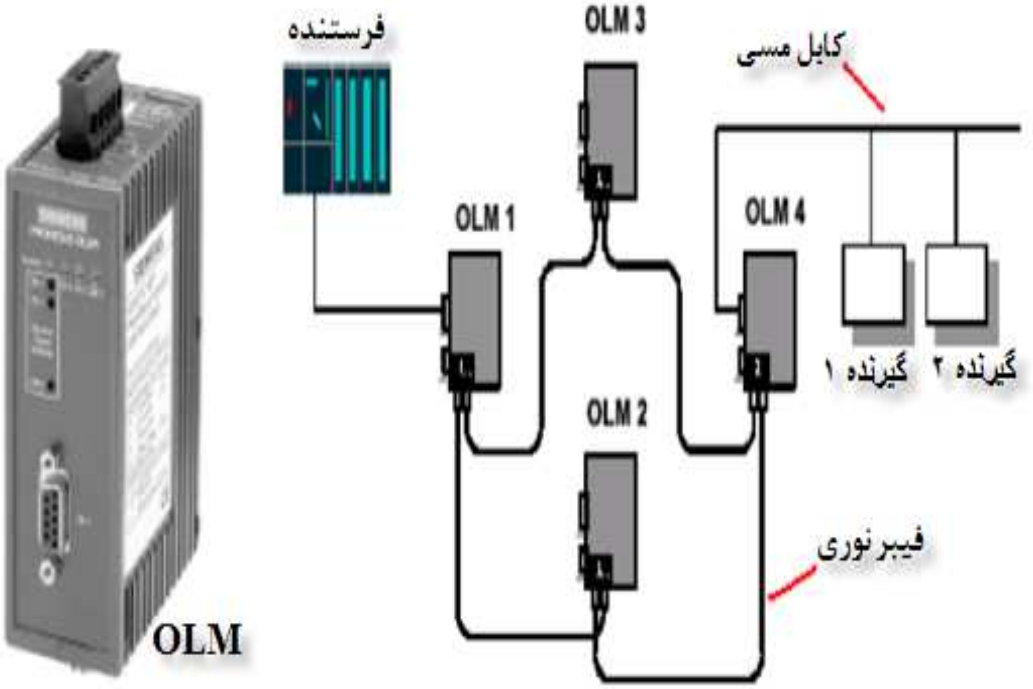
روش اول : تکنولوژی OLM[102]

مشابه تکرارکننده هایی که درRS485 استفاده می شوند، OLM دو کابل الکتریکی ایزوله ویك یا دو کانال نوری دارد. OLMازطریق خطRS485 به ایستگاههای شبکه یا بخش های الکتریکی وصل می شود. درواقع OLM دوکاربرد می تواند داشته باشد. یکی اینکه به عنوان تکرار کننده درشبکه فیبر نوری استفاده شود دوم اینکه می تواندشبکه فیبرنوری را به شبکه کابل الکتریکی وصل کند .

درشکل زیرنحوه استفاده از OLM دریك شبکه PROFIBUS آمده است.همانطور که دراین شکل می بینید،ایستگاههای فرستنده وگیرنده باکابل الکتریکی به OLM وصل شده اند وبین خود OLM هافیبرنوری کشیده شده است که به کمك این نحوه اتصال حداکثرفاصله مجازبین ایستگاهها می تواند افزایش یابد .

[102]-Optical Linking Module

@ElectricalDistribution



شکل 2-20 نحوه استفاده از OLM دریک شبکه PROFIBUS

با استفاده از تکنولوژی فیبر نوری امکان استفاده از توپولوژی های حلقه[۱۰۳] و ستاره[۱۰۴] و درخت[۱۰۵] وجود دارد.

مدل های نوری یعنی OLMها، در ساختار حلقه هم می توانند به صورت تك حلقه ای و هم به صورت دو حلقه ای استفاده شوند. در حالت دو حلقه ای، یکی از حلقه ها

[103]-Ring
[104]-Star
[105]-Tree

@ElectricalDistribution

عملکرد افزونگی[106] دارد به این معنی که اگر برای یك حلقه مشکل پیش بیاید، حلقه دیگر وارد عمل می شود.

توجه دارید که در حالت تك حلقه ای اگر برای یکی از OLM ها مشکلی پیش بیاید یا حلقه قطع شود کل شبکه از کار می افتد ولی در حالتتکرار اگر برای یکی از حلقه ها مشکل پیش بیاید شبکه به کار خودش ادامه می دهد.

نوع فیبر	قطر هسته(میکرومتر)	محدوده
Multimode glass fiber	62.5/125	2-3 km
Singlemode glass fiber	9/125	> 15 km
Plastic fiber	980/1000	< 80 m
HCS® fiber	200/230	approx. 500 m

جدول 2-5 حداکثر طول کابل نوری بر اساس نوع آن

روش دوم : تکنولوژی **OLP**[107]

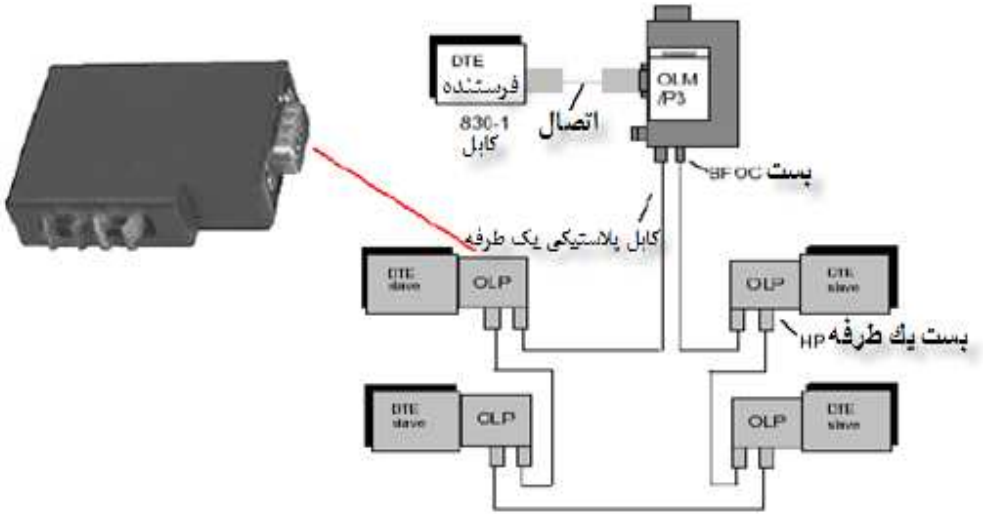
OLP ها می توانند به ایستگاه های گیرنده در حلقه کابل نوری وصل شوند. این کار از طریق یك کانکتور 9-Pin D Plugدر ایستگاه گیرنده صورت می گیرد. به این ترتیب برای اتصال ایستگاه های گیرنده به شبکه فیبر نوری لزومی به استفاده از OLM

[106]- Redundant

[107]-Optical Linking Plug

@ElectricalDistribution

نیست. OLP تغذیه خود را از طریق باس متصل به ایستگاه گیرنده، دریافت می کند و نیاز به منبع تغذیه جداگانه ندارد. توجه داشته باشید، که در این حالت منبع تغذیه +5V در کابل RS-485 باید توان جریان دهی حداقل 80 mA را داشته باشد. همانطور که در شکل 2-21 مشاهده می کنید اتصال ایستگاه فرستنده به یك حلقه OLP به یك عدد OLM نیاز دارد و OLP تنها برای اتصال گیرنده به شبکه فیبر نوری استفاده می شود.



شکل 2-21 نحوه استفاده از OLM

روش سوم : اتصال مستقیم به **Intergrated Fiber Optic Connection**

بعضی وسایل به صورت مستقیم امکان اتصال به شبکه فیبر نوری را دارند. یعنی یك پورت برای اتصال به شبکه کابل نوری دارند که در نتیجه برای اتصال به شبکه فیبر

@ElectricalDistribution

نوری نیاز به OLMیا OLP ندارند. معمولا در انتهای نام این وسایل عبارت FO[108] وجود دارد.

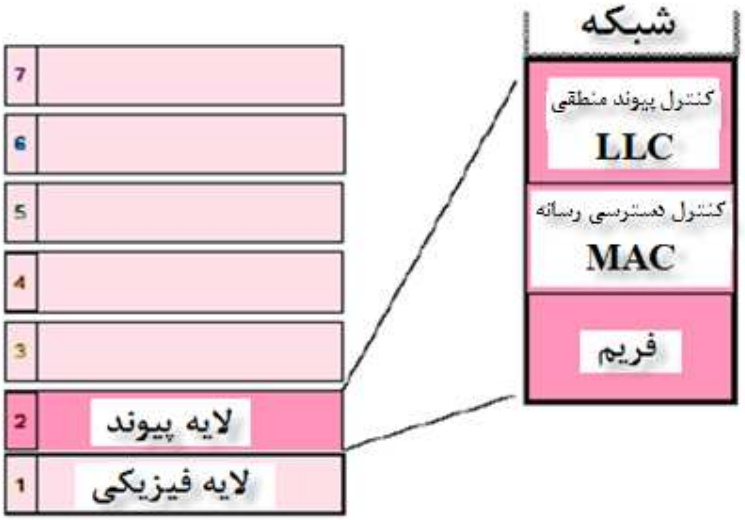
شکل 2-22 نحوه اتصال مستقیم به **Intergrated Fiber Optic Connection**

2-3-2-4 تکنولوژی ارتباطات در PROFUIBUS DP

بر طبق OSIنحوه ی دسترسی به باس و امنیت داده ها و پردازش نمودن پروتکل انتقال داده از طریق لایه دوم انجام می شود. در PROFIBUS لایه دوم لایه ی FDL[109] نامیده می شود. فرمت داده در این لایه امنیت بالایی را در انتقال آن فراهم می کند.

[108]-Fiber Optic
[109]-Fieldbus Data Link

@ElectricalDistribution



شکل 2-23 لایه دوم (FDL) در PROFI BUS DP

در این لایه کنترل جریان اطلاعات و کنترل بر قراری ارتباط و تشخیص خطا توسط LLC[110] انجام میشود. دسترسی به باس چرخش نشانه[111] توسط MAC[112]صورت می گیرد. به بسته اطلاعات فریم[113] گفته می شود.

الف) فرمت انتقال داده و امنیت آن

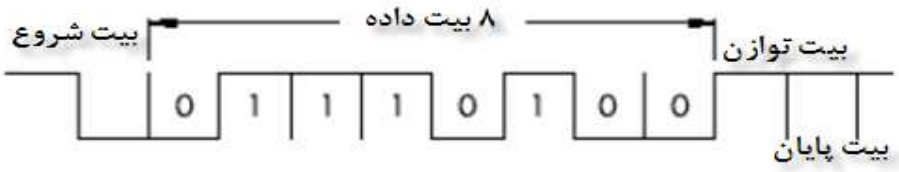
نحوه ی آغاز و پایان بسته داده و قرار دادن زمان مناسب، بین ارسال بسته های داده و به کار بردن بیت توازن[114] و کنترل از جمله مسائلی است که در تعیین دقت و امنیت داده ها، موثر است. این موارد در شبکه PROFIBUS مطابق با استاندارد IEC 870-

[110]-Logical Link Control
[111]-Token
[112]-Medium Access Control
[113]-Frame
[114]-Parity

@ElectricalDistribution

5-1 تعیین شده‌اند. طبق استاندارد فریم اطلاعاتی از تعدادی بسته داده از نوع UART[115] تشکیل گردیده است.

بسته UART به صورت آسنکرون و در 11 بیت (مانند شکل 2-24) ارسال می شود.



شکل 2-24 ارسال بسته 11 بیتی UART به صورت آسنکرون

- 8 بیت برای داده
- یك بیت كه شروع داده[116] را مشخص می كند و همیشه 0 است.
- یك بیت كه انتهای داده[117] را مشخص می كند و همیشه 1 است.
- یك بیت كه تعداد یك های بسته داده را مشخص می كند كه زوج بودن تعداد یك ها را بررسی می كند. بیت توازن=0 یعنی تعداد یك ها زوج و بیت توازن=1 یعنی تعداد یك ها فرد است.

بدین ترتیب برای یك كاراكتر با كنترل مقایسه زوج[118] امكان آشكار سازی یك خطا وجود دارد. اصطلاحا گفته می شود كه فاصله همینگ HD=2است. اما همانطور كه

[115]-Universal Asynchronous Receiver / Transmitter
[116]-Start Bit
[117]-Stop Bit

@ElectricalDistribution

خواهیم دید یك فریم داده صرفا متشکل از یك بسته UARTنیست بلکه داده های دیگری نیز به آن اضافه می گردد. با در نظر گرفتن تمام حالات ممکن مشخص شده است که، یك فریم اطلاعاتی در PROFIBUS دارای فاصله همینگ[۱۱۹] HD=4 است. بنابراین تا 3 خطای متوالی روی بیت ها قابل آشکار سازی و یك خطا قابل اصلاح است.

از جمله خطاهایی که قابل آشکار سازی است می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- خطا در بیت های شروع
- خطا در بیت های پایان
- خطا در بیت های توازن
- خطا در اندازه فریم
- خطا در بایت کنترلی[۱۲۰]

در صورت وقوع خطا اگر چه می توان تا یك خطا را اصلاح کرد ولی ترجیح داده می شود که بسته داده مجددا ارسال گردد و به صورت اتوماتیك حداقل یك بار دیگر بسته داده ارسال می شود. تکرار ارسال بسته داده، قابل تنظیم است و حداکثر می تواند مقدار 8

[118]-Even Parity
[119]-Hamming Distance
[120]-FC

@ElectricalDistribution

باشد. این مقدار، در پارامتر های باس به عنوان تجدید نظر کردن[۱۲۱] معرفی می شود که در تنظیمات[۱۲۲] باید آن را برابر مقدار مطلوب[۱۲۳] تنظیم کنیم.

با توضیحات فوق اکنون به بررسی ساختار فریم اطلاعاتی می پردازیم. هر بسته اطلاعاتی از تعدادی بسته UARTتشکیل شده و ساختاری مانند شکل 2-25 دارد. قبل از ارسال بسته عمل سنکرون سازی انجام می شود.

SYN	SD	DA	SA	FC	DATA	FCS	ED

شکل 2-25 ساختار فریم اطلاعاتی

- SD : شروع ارسال داده را نشان می دهد و مقدار آن ثابت و برابر A2 هگزا است.
- DA : آدرس مقصد را نشان می دهد.
- SA : آدرس مبدا را نشان می دهد
- FC : بایت کنترلی است.
- DATA : بسته داده ای که باید ارسال شود.

[121]-Retry
[122]-Setting
[123]-Set Point

@ElectricalDistribution

- FCS : وقتی بسته داده به چند قسمت تقسیم شده باشد FCS مشخص می کند که این بسته چندمین قسمت است.
- ED : پایان ارسال داده را نشان می دهد

فرستنده داده را مطابق با الگوی فوق بسته بندی کرده، همراه با نشانه روی باس قرار می دهد. ایستگاه بعدی در حلقه نشانه آن را برداشته و آدرس DAرا با آدرس خودش، تطبیق می دهد. اگر یکسان بود، بقیه پیام را نیز باز گشایی می کند و اگر آدرس یکی نبود آن را به ایستگاه بعدی در حلقه نشانه می فرستد، این کار ادامه می یابد تا پیام به گیرنده مورد نظر برسد. گیرنده آن را از روی الگوی فوق بازگشایی کرده داده‌ی اصلی را از بقیه اطلاعات جدا می سازد.

شکل 2-26 چگونگی ارسال فریم

ب) نحوه ی دسترسی به باس

@ElectricalDistribution

یکی از مهمترین مسائل در شبکه های صنعتی و از جمله PROFIBUSنحوه‌ی ارتباط بین PLC ها با هم و یا با PC هاست. باید هر گره فرصت کافی برای انجام کارهای ارتباطی و انتقال داده ها در زمان های معین را داشته باشد. انتقال داده بین PLC و PC ها و یا انتقال داده از Distributed I/O ها باید سریع و دقیق با شد و این نیازمند، تعیین یك پروتکل است که به صورت حساب شده‌ای باس را در اختیار ایستگاه ها قرار دهد. به نحوی که ضمن استفاده بهینه از باس،تداخلی هم بین ارسال اطلاعات بوجود نیاید. در شبکه PROFIBUSنحوه در اختیار گرفتن باس توسط ایستگاه ها به روش ترکیبی[۱۲۴] است. این روش ترکیبی است، از روش Token Pass (ارتباط بین چند فرستنده) و روش فرستنده-گیرنده[۱۲۵] (ارتباط بین یك فرستنده و گیرنده هایش) و مطابق با استاندارد EN 50 170 می باشد.

[124]-Hybride
[125]-Master/Slave

@ElectricalDistribution

شکل 2-27 روش های دسترسی به باس

با روش های ذکر شده در فوق ترکیب های زیر را می توانیم ایجاد کنیم :

- ارتباط بین چند فرستنده (در روش Token Pass)
- ارتباط بین هر فرستنده با گیرنده هایش (روش Master-Slave)
- ترکیب دو روش فوق یعنی هم ارتباط بین فرستنده ها و هم ارتباط بین فرستنده ها با گیرنده هایش (روش Hybride)

v تذکر : نحوه در اختیار گرفتن باس به محیط انتقال بستگی ندارد و فرقی نمی کند که محیط انتقال کابل مسی باشد یا فیبر نوری.

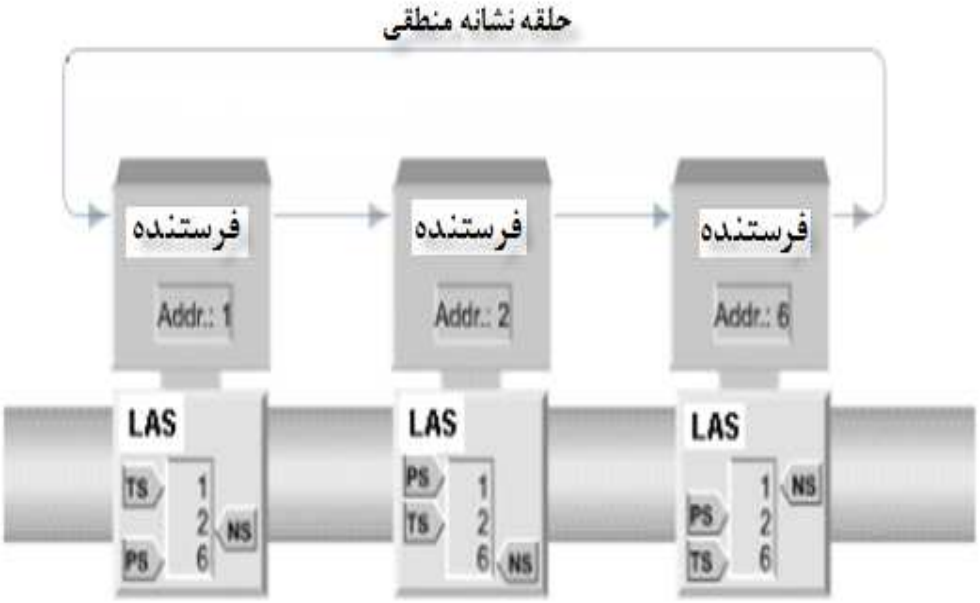
@ElectricalDistribution

انتقال اطلاعات بین گره‌ها نیازمند این است که به هر گره یك آدرس یکتا تخصیص دهیم. آدرس های یك شبکه PROFIBUSمی توانند بین 0 تا 126 تعیین شوند یعنی حداکثر می توانیم 127 ایستگاه در یك شبکه PROFIBUS داشته باشیم.

اگر بخواهیم بین یك فرستنده و گیرنده هایش ارتباط برقرار کنیم، باید از روش فرستنده-گیرنده استفاده کنیم. همانطور که گفته شد مدیریت باس در این روش بر عهده فرستنده است که تعیین می کند، کدام گیرنده اطلاعات را روی باس بگذارد یا از روی باس بخواند. در واقع با برقراری ارتباط فرستنده و گیرنده تضمین نموده‌ایم که هیچگاه تداخل اطلاعات روی باس بوجود نمی آید.

اگر بخواهیم بین چند فرستنده ارتباط برقرار کنیم از روش Token Passاستفاده می کنیم. در این روش یك حلقه منطقی (و نه فیزیکی) بین گره ها برقرار می شود. جهت حلقه بر طبق آدرس گره‌ها از آدرس کمتر به آدرس بیشتر است. گره‌های تشکیل دهنده این حلقه ایستگاه‌های فرستنده هستند و نشانه از یك فرستنده، به فرستنده با آدرس بالاتر منتقل می شود. واضح است زمانی که نشانه به فرستنده با بالاترین آدرس برسد، آن را به پایین ترین آدرس منتقل می کند و به این ترتیب یك حلقه نرم افزاری تشکیل می دهد.

@ElectricalDistribution



شکل 2-28 ارتباط بین چندفرستنده ازروشToken Pass

همانطور که در شکل 2-28 دیده می شود هر ایستگاه دارای یك لیست LASاست که در آن موارد زیر مشخص شده است :

- **NS : آدرس ایستگاه قبلی در حلقه**
- **PS : آدرس ایستگاه قبلی[۱۲۶] در حلقه Token**
- **TS : آدرس ایستگاه فعلی[۱۲۷] در حلقه Token**

[126]-Previous Station
[127]-This Station

@ElectricalDistribution

بر اساس این لیست هر ایستگاه می داند نشانه را از چه ایستگاهی بگیرد و به چه ایستگاهی بفرستد.

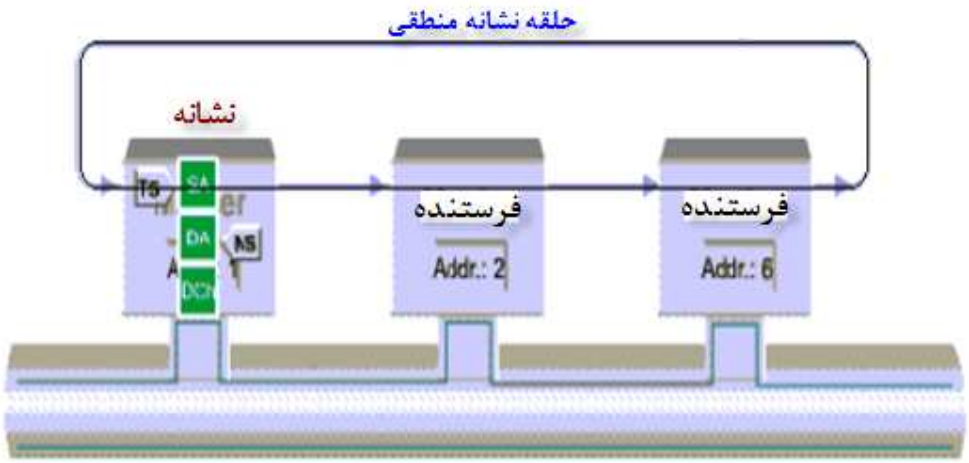
v فریم Token

ساختار نشانه[۱۲۸] در PROFIBUSبه صورت شکل زیر و متشکل از 3 قسمت است :

SD	DA	SA

شکل 2-29 ساختار Token در PROFIBUS

- SD : شروع ارسال را نشان می دهد و مقدار آن DC هگزا است.
- DA : آدرس مقصد را نشان می دهد یعنی NS
- SA : آدرس مبدا را نشان می دهد یعنی TC



[128]-Token

@ElectricalDistribution

شکل 2-30ارتباط بین چندفرستندهوچگونگی انتقال فریم Token

وقتی ایستگاه فعلی (TC) داده‌ای برای ارسال ندارد، نشانه را تحویل ایستگاه ها بعدی (NS) می دهد. ایستگاه بعدی دریافت نشانه را تایید[۱۲۹] می کند. اگر ایستگاه فعلی پس از دو بار ارسال نشانه از ایستگاه بعدی تاییدیه دریافت نکرد، در این صورت NSرا از لیست LAS خود حذف کرده و نشانه را به ایستگاه بعدتر می فرستد. با اطلاعات فوق چرخش نشانه در حلقه منطقی به راحتی انجام می گیرد. لازم به ذکر است اگر سیستم تك فرستنده[۱۳۰] باشد، پرچم نشانه مرتبا به خود همان فرستنده برگردانده می شود. به عبارت دیگر TS=NS=PSخواهد بود. مدت زمانی که طول می کشد تا نشانه حلقه را دور بزند و در اختیار همه ایستگاه‌ها قرار گیرد زمان چرخش نشانه[۱۳۱] نامیده می شود. ماکزیمم زمانی که زمان چرخش نشانه می تواند طول بکشد را TTR[132] می گویند، که این زمان قابل تنظیم است. همچنین ماکزیمم زمانی که نشانه به صورت اتوماتیك پس از ایجاد پیکر بندی[۱۳۳] سیستم، برای ایستگاه‌های

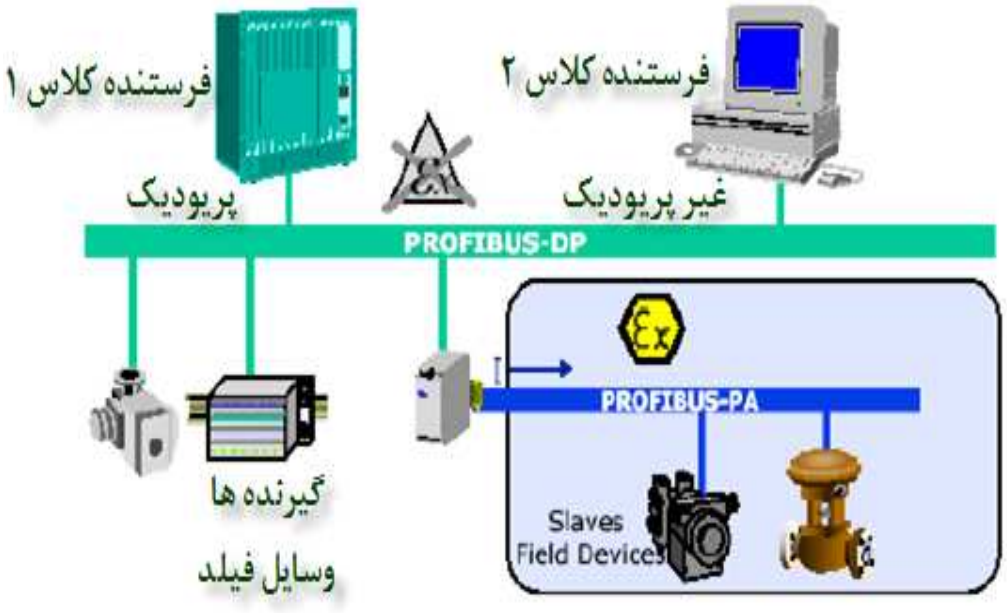
[129]-Acknowledge
[130]-MonoMaster
[131]-Token Rotation Time
[132]-Time Target Rotation
[133]-Configure

@ElectricalDistribution

فرستنده بوجود می آید و به صورت خودکار، آدرس هر گره در حلقه نشانه تعیین می شود. این آدرس ها در قسمت LAS[134] قرار داده می شوند.

3-3-2 پروتکل PROFIBUS PA

PROFIBUS PA درواقع یك نمونه تکامل یافته PROFIBUS DP است ومعمولابرای سطح Fleld استفاده می شود. دراین روش تکنیك انتقال دیتا، براساس استاندارد IEC 1158-2 می باشد، ودرنتیجه به صورت ذاتی دراین روش یك ایمنی بالابدست می آید، چون تغذیه عناصرمتصل به این شبکه مستقیما از طریق خط ارتباطی تامین می گردد .

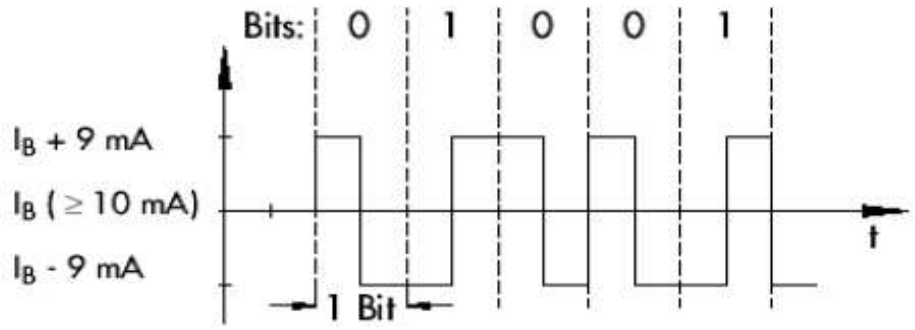


[134]-List Of Active Stations

@ElectricalDistribution

شکل 2-31 PROFIBUS PA واستفاده آن درسطح فیلد

انتقال داده براساس پروتکل Manchester coding صورت می گیرد، که سطح DC برای انتقال داده ندارد، این روش به MBP[135]موسوم ونام دیگر آن H1 است .درپروتکل MBP بیت 0زمانی رخ می دهد،که لبه بالارونده سیگنال جریانی داشته باشیم وبیت 1زمانی رخ می دهد، که لبه پایین رونده سیگنال داشته باشیم مانند شکل (2-32) :



شکل 2-32 چگونگی رخ دادن بیت0 و1

نحوه انتقال سیگنال به این صورت است که سطح صفرویك به صورت9MA±برروی جریان باس مدوله می شود.

دراین روش سرعت انتقال داده ثابت وبرابر31.25kbps می باشد، یعنی به طول کابل بستگی ندارد.محیط انتقال می تواندیك کابل جفت پیچیده شده[136]از نوع شیلد

[135] -Manchester Coded Bus Powered
[136]-Twisted Pair

@ElectricalDistribution

دار [۱۳۷] یا بدون شیلد[۱۳۸] باشد. مشخصات فیزیکی والکتریکی تنها برای چندنوع کابل توسط استاندارد2-DIN 61158 تعیین شده است. این استاندارد برای شبکه PROFIBUS PA کابل های نوعAتاDرا پیشنهاد می کنند که مشخصات آنها در جدول زیر آمده است .

	Type A	Type B	Type C	Type D
طراحی کابل	twisted wire pair, shielded	individual or several twisted wire pairs totally shielded	several twisted wire pairs, not shielded	several not twisted lines, not shielded
سطح مقطع کابل	0.8 mm^2 (AWG 18)	0.32 mm^2 (AWG 22)	0.13 mm^2 (AWG 26)	1.25 mm^2 (AWG 16)
طول مجاز کابل تا نه خط	1900 m	1200 m	400 m	200 m

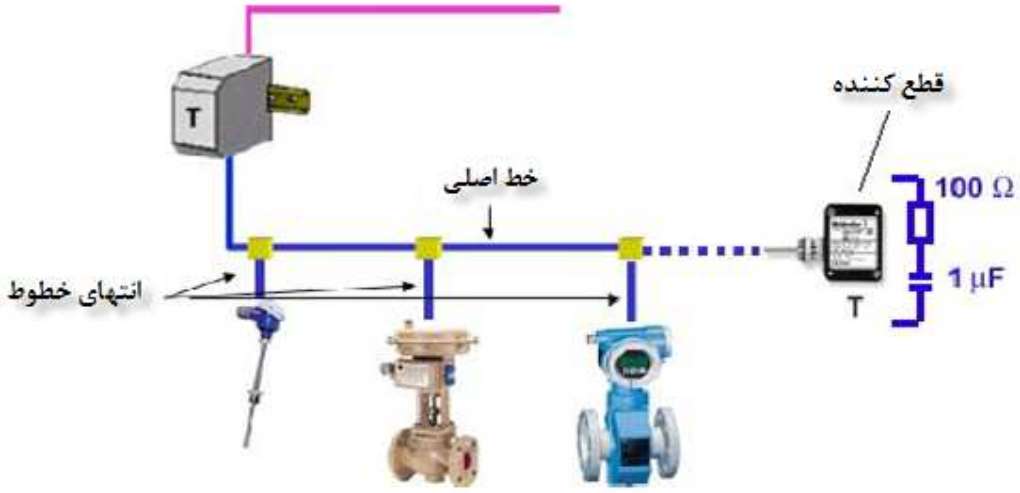
جدول 2-6 مشخصات کابل های نوع AتاB

ابتدا وانتهای خط انتقال معمولا یك مدار RC به عنوان ترمینتور[۱۳۹] قرار می دهند.

137- Shielded Twisted Pair
138 -Un Shielded Twisted Pair
139- Terminator

@ElectricalDistribution

شکل 2-33 چگونگی قرار گرفتن RC



شکل 2-34 شکل دیگر چگونگی قرار گرفتن RC

در شبکه PROFIBUS PA امکان استفاده ازساختارهای StargBus وTreeویا ترکیبی از آنهاوجوددارد، برای افزایش توانایی سیستم امکان ایجادیک سیستم افزونگی[140] نیز وجوددارد.درحالت ستاره ودرختی باید توجه داشت که طول کابل باید

[140]- Redundant

@ElectricalDistribution

کمتر از 30متر باشد.حداکثر تعداد گره ها که امکان اتصال به یك بخش PAرادارند، به منبع تغذیه باس، جریان مصرفی گره ها وطول وجنس کابل استفاده شده، بستگی دارد. در بیشترین حالت 32ایستگاه می توانند به یك بخش PA وصل شوند. تعداد ماکزیمم باید با توجه به محدودیت های زیر محاسبه شود:

محدودیت ها در محیط EEx ia	محدودیت ها در محیط EEx ib
Us=14 to 20 V Ia=110 mA P=1.8 W	Us=14 to 24 V Ia=250 mA P=4.2 W

جدول 2-7 نمایش محدودیت ها دردو محیط

به عنوان مثال فرض کنید، سیستمی متشکل از تعدادی گیرنده مشابه قراراست درمحیط EEx ia به کارگرفته شود،اگر جریان مصرفی هرگیرنده برابر10میلی آمپرباشد، دراین صورت ازرابطه زیرتعدادگره ها بدست می آید.

ماکزیمم جریان مجاز = (تعداد گیرنده) × (جریان گیرنده) + جریان سیگنال منچستر

$$110 = (\text{تعداد گیرنده}) \times (10) + 9$$

بنابراین ماکزیمم تعداد گیرنده ها برابر 10به دست می آید. بدیهی است جریان گیرنده ها متفاوت باشد، باید سیگما به کار برد.

@ElectricalDistribution

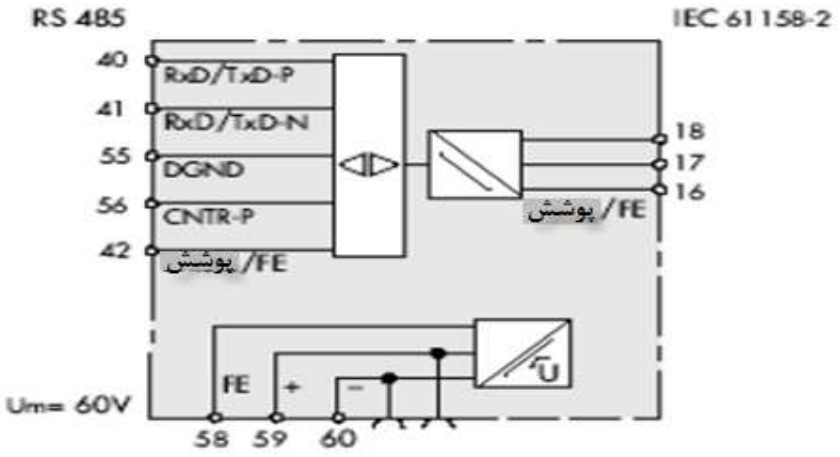
می توان PROFIBUS PA را از طریق کوپلر به PROFIBUS DP وصل کرد، ممکن است عملا این نیاز وجودداشته باشد تا داده ازشبکه PA به DP یا برعکس منتقل شود .ازآنجا که پروتکل ارتباطی این دومتفاوت است نیاز به واسطه ای به نام کوپلر داریم که درشکل زیر نمایش داده شده است . نکته ای که باید به آن توجه داشت این است که پس از اتصال دوشبکه به یکدیگر آدرس گره ها درکل شبکه بایدمنحصربه فرد باشند بعلاوه خود کوپلردارای آدرس نیست.

شکل 2-35 اتصال کوپلرPROFIBUS PAبهPROFIBUS DP

کوپلر معمولاوظایف زیررا به عهده دارد :

- ایزولاسیون الکتریکی بین دوشبکه
- تغذیه کردن شبکه PA
- ایجاد تطابق بین استانداردهای RS485و IEC 61158-2

@ElectricalDistribution

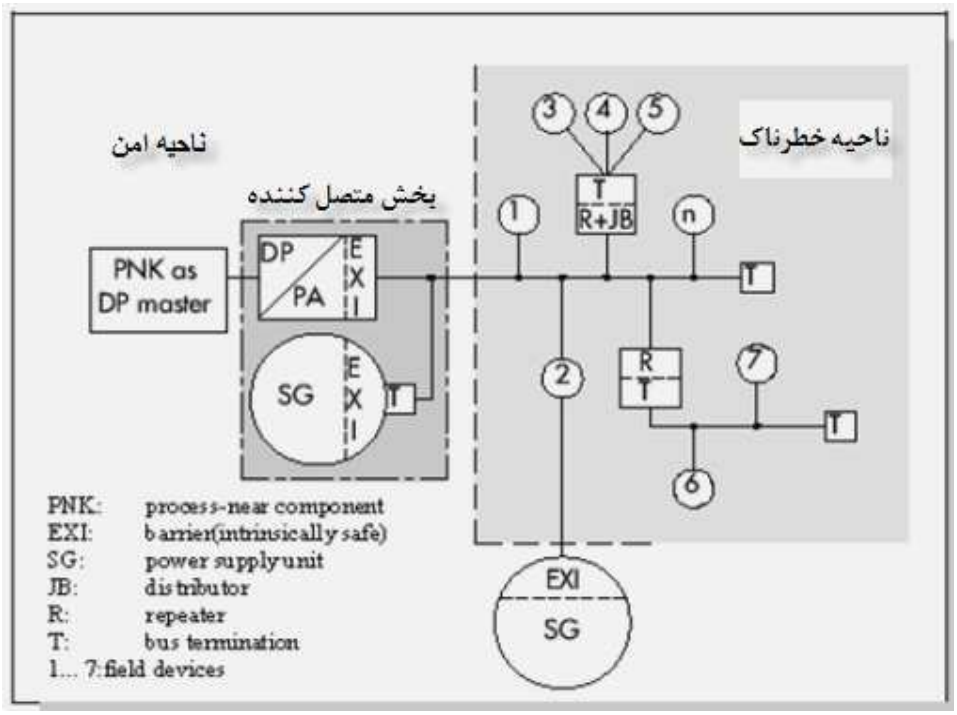


شکل 2-36 نمایی از کوپلر

شکل زیر المان هایی که در شبکهPROFIBUS PA استفاده می شود را نشان می دهد .جایگاه پایان دهنده[۱۴۱] ها نیزدر آن مشخص است .

[141] -Terminator

@ElectricalDistribution



شکل 2-37المان هایی که در شبکهPROFIBUS PA وجود دارند

فصل 3: اجزای شبکه PROFIBUS

3-1مقدمه

شناخت اجزای سخت افزاری شبکه PROFIBUS پیش نیاز پیکربندی آنها درمحیط نرم افزاری Step7 است. شبکه PROFIBUS یك شبکه بازمی باشدو محصولات متنوع سازندگان مختلف با قابلیت اتصال به این شبکه عرضه گردیده است. ازاینرو معرفی تمام سخت افزارهای موجود دراین مجموعه میسرنیست. دراین قسمت صرفا برخی از المانهای سخت افزاری شبکهPROFIBUS که در محیط نرم افزاری Step7 در قالب یك

@ElectricalDistribution

کاتالوگ ارائه شده‌اند به اجمال معرفی می شوند.دراین خصوص به دو نکته بایدتوجه داشت:

1- این المانهامربوط به پروتکل های DP وFMS هستند.

2- در مورد محصولات سازندگان دیگر(به جز زیمنس) صرفا به نحوه پیکربندی آنهاوآن‌هم در بخشهای بعدی اشاره خواهدشد.

2-3 اجزای اصلی PROFIBUS DP

ازآنجا که عملکرد DP برروش گیرنده / فرستنده استواراست لذا می‌توان اجزای این شبکه رابه دو دسته اصلی تقسیم کرد :

1- DPهای فرستنده.[142]

2- DP های گیرنده.[143]

3-2- 1 DPهای فرستنده

دونوعDP فرستنده درمجموعه S7-300و S7- 400 وجوددارد.

نوع اول : بعضی CPU هایك پورت مخصوص PROFIBUS DP دارند.معمولاونه همیشه درانتهای نام این CPU ها عبارت 2DP وجود دارد. مثال هایی ازاینCPU ها به شرح زیر می باشد:

---

[142] DP Master-

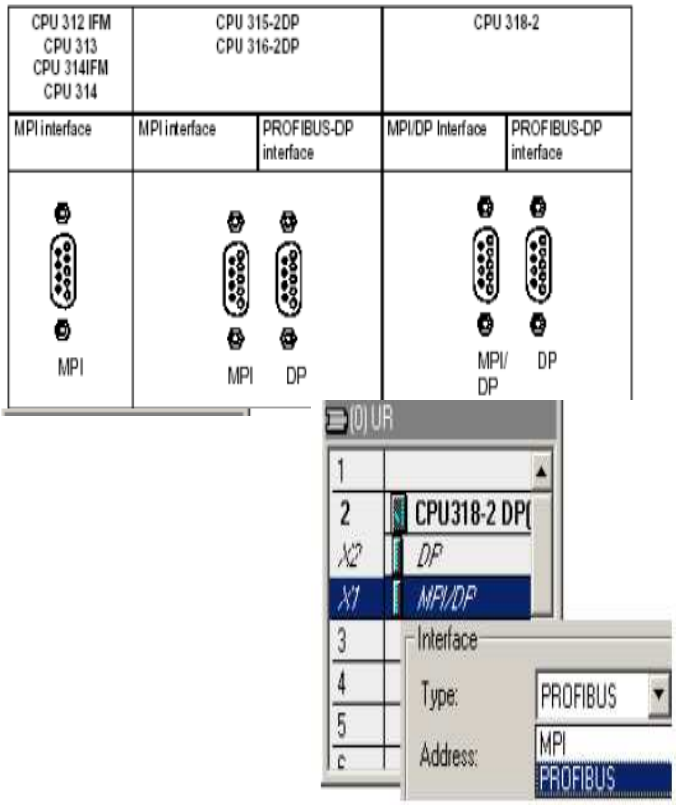
[143] - DP Slave

@ElectricalDistribution

CPU 315-2DP وCPU 318-2DP وCPU 412-1 وCPU 417-4

همهCPU های S7 دارای پورت MPIهستندکه برای PC/PG استفاده می شوند، درعین حال می توان ازآن برای شبکه کردن نیزاستفاده کرد. شبکه MPI خاص زیمنس است واستانداردجهانی ندارد. پورت DP برروی همه CPUهاموجود نیست.اگر CPU فاقدپورت DP باشد،امکان اتصال مستقیم آن به شبکه PROFIBUS وجودندارد وبرای این منظوربایدکارتCPدرکنارCPUنصب گردد.پورتهای روی برخی ازCPU هادرشکل زیرنشان داده شده است.

@ElectricalDistribution



شکل 3

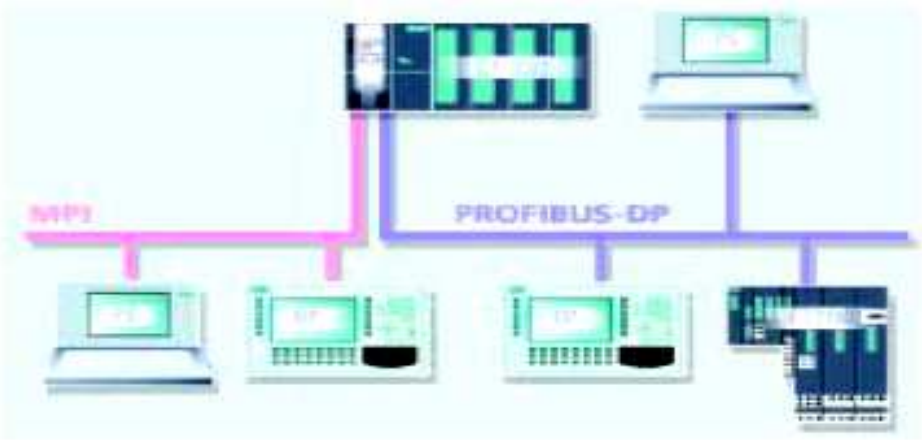
1- پورتهای روی برخی ازCPU ها

دربرخی ازCPUها پورت MPI می تواند به صورت DP تنظیم شود. یعنی CPU به عنوانDP فرستنده روی دوشبکه PD که از یکدیگر مستقل هستند عمل می کند،برای این تنظیم کافی است در تنظیمات سخت افزاری CPU در برنامه Hwconfigباکلیك کردن روی MPI/DPقسمت interface را مانندشکل 3-1تغییر دهیم .

باید توجه داشت که دراین حالت ارتباط با PG/PC ازطریق پورت DP امکان پذیراست.نکته دیگری که باید خاطرنشان کرد این است که وقتی CPU ازطریق

@ElectricalDistribution

پورتDP شبکه می شود همزمان می توان آن راازطریق پورت MPI نیز به شبکه MPIمتصل نمود. مانند شکل زیر:



شکل 3-2 شبکه شدن CPU ازطریق پورتDP وMPI

نوع دوم :اگرCPU فاقدپورتDP باشد یا اگرلازم باشد علاوه بر پورتDP که به یك شبکه PROFIBUS متصل است ، شبکه یا شبکه های DP دیگری نیز داشته باشیم، دراین صورت باید ازکارت های زیراستفاده کنیم :

- کارت های CP با قابلیت پشتیبانیPROFIBUS DP مثل :CP 342-5 و CP 343-5
- کارت های IM در S7- 400 با قابلیت پشتیبانی PROFIBUS DP مثل : IM 467

@ElectricalDistribution

تذکر: برخی ازCPUهای S7-400 دارای اسلایدی برای نصب یك Submodule به نام IF هستندکه از طریق آن می توان یك شبکه DP جداگانه نیزایجاد نمود. مثل CPU 417-4درIF 964-DP

شکل 3-3 شبکه شدن CPU ازطریق پورتDP وMPI

3-2- 2 DPهای گیرنده

DPهای گیرنده در واقع تجهیزات جانبی و نا متمرکز هستند که با فرستنده ارتباط می گیرند.

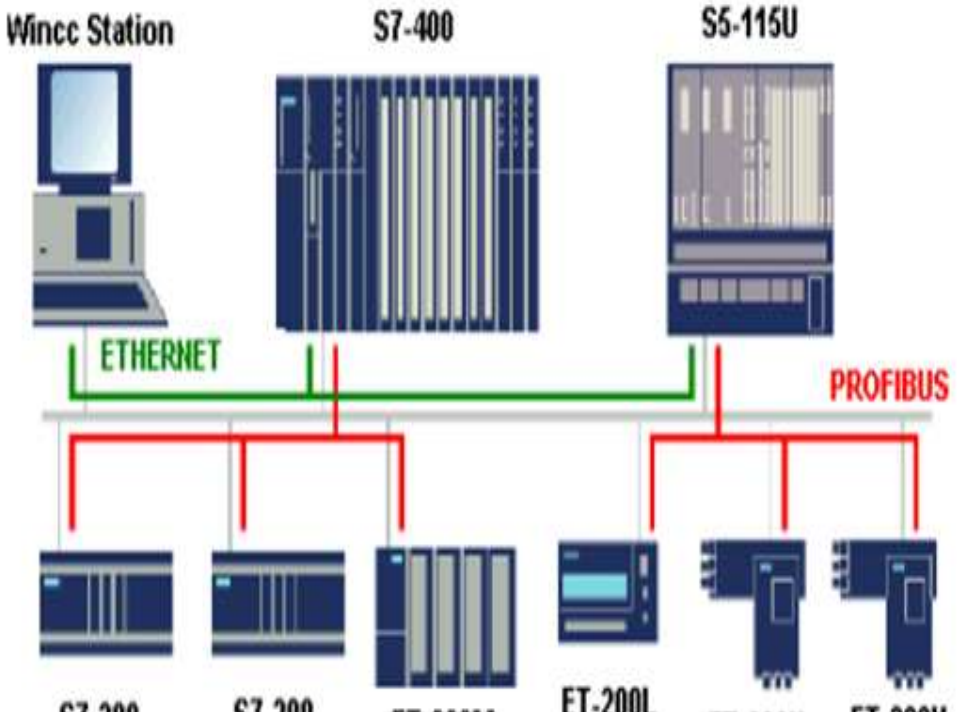
گیرنده‌ها طیف گسترده‌ای از تجهیزات را شامل می شوند. برخی از مهمترین آنها در جدول زیر ذکر شده‌اند.

@ElectricalDistribution

عنوان	شرح
Closed Loop Controller	PID کنترلرها
Simoreg	درایوهای DC
Simovert	درایوهای AC
Sipos	عملگرهای برقی
Sensoric	دوربین های صنعتی
Ident	وسیله تشخیص بارکد
IPC	پانل های اپراتوری
NC	دستگاههای کنترل عددی
Switching Device	دژنکتورها
ET	ترمینالهای Remote I/O

جدول 3-1 انواع DP های گیرنده

اینها همه تجهیزاتی هستند که امکان اتصال به شبکه PROFIBUSدر آنها وجود دارد. اما مشهورترین طیف DPهای گیرنده، ورودی-خروجی‌های توزیع شده[۱۴۴] هستند و در این میان معروفترین ورودی-خروجی‌های توزیع شده‌های زیمنس در واقع همان



@ElectricalDistribution

ETها[145] هستند. وقتی صحبت از FieldBus می‌شود،معمولا مهمترین مزیت آن را حذف کابل کشی‌های موازی و استفاده از Remote I/Oبرای انتقال سیگنال ذکر می کنند. این کار توسط ETها انجام می‌شود. ETها در سطح فیلد به صورت پراکنده نصب می‌شوند و در هر منطقه سیگنال‌های ورودی- خروجی[146] را جمع آوری کرده و از طریق شبکه به فرستنده انتقال می‌دهند.

شکل 3-4 چگونگی ارتباط ETها

ETها را می‌توان به دو دسته فشرده[147] و ماژولار[148] دسته بندی کرد. وقتی گفته می‌شود که یك وسیله فشرده است، منظور این است که ساختار آن ثابت است و امکان اضافه یا کم کردن کارت‌هایی را مانند کارت I/Oندارد، اما در نوع ماژولار امکان اضافه کردن تعدادی ماژول وجود دارد که به این ترتیب یك ساختار قابل انعطاف در اختیار کاربر قرار می‌گیرد.

مشخصات اصلی برخی از مهمترین ETهای زیمنس در جدول 3-2 آمده است.

[145]-Electronic Terminal
[146]-In put / Out put
[147]-Compact
[148]-Modular

@ElectricalDistribution

ET200L	Compact – مناسب برای تعداد محدودی سیگنال دیجیتال – IP20
ET200B	Compact –مناسب برای تعداد محدودی سیگنال دیجیتال و آنالوگ – IP20
ET200R	Compact –مناسب برای تعداد محدودی سیگنال دیجیتال و آنالوگ –IP65
ET200C	Compact –مناسب برای تعداد محدودی سیگنال دیجیتال و آنالوگ –IP67
ET200M	Modular–مناسب برای حجم زیاد I/O – با کارتهای S7-300
ET200S	Modular– مناسب برای حجم متوسط I/O – دارای استارتر موتور – IP20
ET200X	Modular– مناسب برای حجم متوسط I/O – دارای استارتر موتور و مدول پنوماتیک – IP65
ET200U	Modular–مناسب برای حجم زیاد I/O – با کارتهای S5-100U

جدول 3-2 مشخصات اصلی ET های زیمنس

شکل 3-5 انواع ET های اصلی ساخت زیمنس

@ElectricalDistribution

عناوین فوق هر کدام به یك خانواده اطلاق می‌شود. هر یك از آنها به چندین نوع با قابلیت‌هایمختلف تقسیم می‌شوند. عنوان کارت ارتباطی آن IM است و برای هر ET چندین مدل کارت IM وجود دارد.

انتخاب ETمناسب توسط کاربر بسته به نیاز انجام می‌شود ولی باید خاطرنشان کرد که در بین ET های فوق ET 200M پر کاربردتر از سایرین است. از دلایل این موضوع یکسان بودن کارت‌های آن با کارت‌های S7-300 را می‌توان ذکر کرد. لازم است یادآوری کنیم ورودی- خروجی‌های توزیع شده‌ای که از طریق DPهای گیرنده برای DPهای فرستنده فراهم می‌شوند دقیقا مانند ورودی- خروجی‌هایی که به صورت مرکزی[۱۴۹] متصل به فرستنده هستند عمل می‌کنند. تنها استثنا در این مورد CP 342-5است. این موضوع در هنگام پیکربندی توسط Step 7 روشن‌تر می‌شود.

3-3 فرستنده با امکان عملکرد گیرنده

نکته دیگری که در بحث انواع فرستنده و گیرنده لازم به ذکر است این است که بعضی DPهای واسط[۱۵۰] متعلق به مجموعه S7-300 مانند CPU 315-2DP و یا CP 342-5 هم می‌توانند به صورت DP فرستنده و هم به عنوان DP گیرنده عمل کنند. در حالتی که در این تجهیزات، حالت DPگیرنده انتخاب می‌شود، باید تکنیك در اختیار

[149]-Central
[150]-Interface

@ElectricalDistribution

گرفتن باس را هم معین کنیم. دو مد برای تکنیك در اختیار گرفتن باس قابل تعریف است:

- DP گیرنده مانند گره فعال[۱۵۱]
- DP گیرنده مانند گره غیر فعال[۱۵۲]

از دیدگاه پروتکل DP نحوه ارتباط و تبادل داده در DP گیرنده فعال و DP گیرنده غیر فعال یکسان است. تنها تفاوت این است که DP گیرنده فعال علاوه بر ارتباط عادی با فرستنده مربوطه یك نشانه هم در اختیار دارد، که می‌تواند با سایر گره‌ها ارتباط بگیرد و مستقیما به تبادل داده بپردازد. این کار از طریق سرویس FDL[153] و توابع S7صورت می‌گیرد. قابلیت فوق این امکان را فراهم می‌سازد که در حالی که شبکه DP در حال تبادل اطلاعات و انجام کارهای مربوطه است، این وسایل بدون اینکه مزاحمتی برای شبکه DP ایجاد کند، از طریق شبکه DP با وسایلی همچون OP، PG و PC ارتبط بگیرند. به این ترتیب در حالت DP گیرنده غیر فعال این فرستنده است که تعیین می‌کند که کدام DP گیرنده غیر فعال باس را در اختیار بگیرد. اما برای DP گیرنده فعال همانطور که در فوق توضیح داده شد وضعیت فرق می‌کند.

تنظیم عملکرد فرستنده یا گیرنده برای این تجهیزات توسط Step 7انجام می‌شود.

[151]-DP Slave As Active Node
[152]-DP Slave As Passive Node
[153]-Fieldbus Data Link

@ElectricalDistribution

4-3 گیرنده هوشمند[۱۵۴]

یك نوع DP گیرنده دیگر نیز وجود دارد که به آن گیرنده هوشمند (I-Slave) گفته می‌شود. انواع گیرنده‌هایهوشمند به شرح زیر می‌باشد:

- انواع DPهای فرستنده که قابلیت عمل کردن در مد گیرنده را هم دارند.

  مانند : CPU ، CP 341-5 ، CPU 315-2DP،CPU 316-2DP

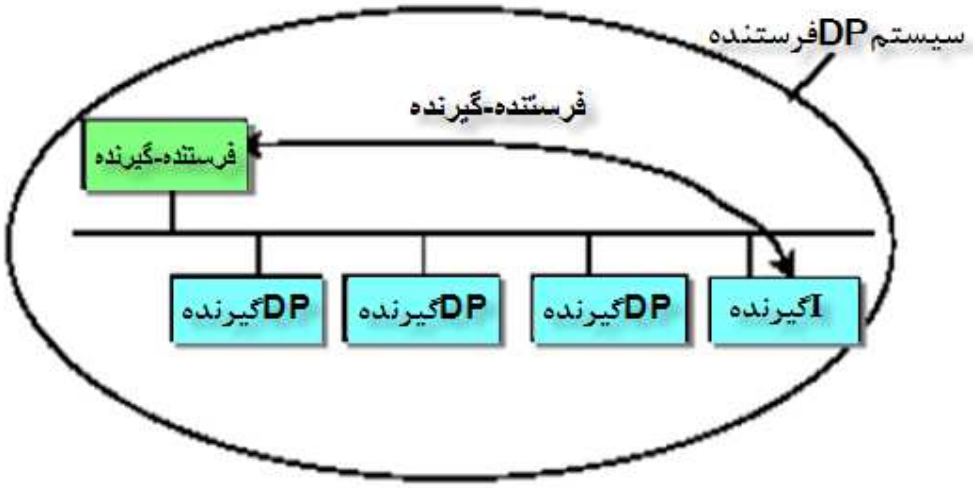
  318-2 DP

- ETهای CPU دار مانند : ET 200X،ET 200S

در ارتباط معمولی فرستنده با DPهای گیرنده،فرستنده مستقیما به ناحیه ورودی-خروجی در DP گیرنده دسترسی دارد اما در ارتباط فرستنده با گیرنده‌های هوشمند ، مستقیما به ورودی- خروجی دسترسی ندارد بلکه گیرنده هوشمند یك پردازش اولیه روی ورودی- خروجی انجام می‌دهد و سپس تصویر آنها را در اختیار فرستنده قرار می-دهد و فرستنده از طریق حافظه گیرنده هوشمند به ورودی- خروجی‌های گیرنده هوشمند دسترسی دارد.

[154]-Inteligent Slave

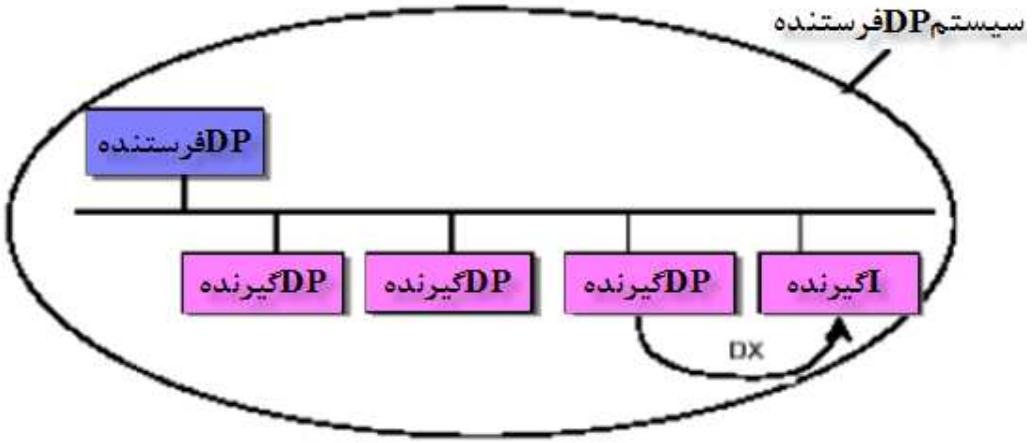
@ElectricalDistribution



شکل 3-6 نحوه ارتباط I-Slave با DP Master

قابلیت دیگر گیرنده هوشمند امکان تبادل داده مستقیم با گیرنده‌های دیگر است.

قابلیتی که در PROFIBUS DP-V2منظور شده است.



شکل 3-7 نحوه ارتباط I-Slave با دیگر Slave ها

@ElectricalDistribution

3-5 گیرنده با قابلیت اتصال به فیبر نوری

کارت‌هایی که در انتهای کد آنها کلمه FOنوشته شده قابلیت اتصال به فیبر نوری را مستقیما دارند. در بین ETها موارد زیر دارای اتصال مستقیم FO هستند :

- ET 200M با کارت IM 153-2 FO
- ET 200S با کارت IM 151-1 FO
- ET 200 X با کارت X-BM 143 FO

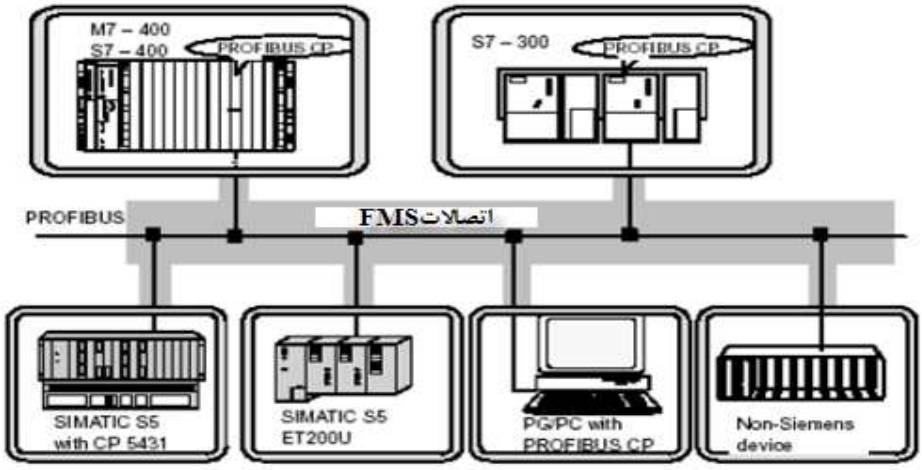
3- 6اجزای اصلیPROFIBUS FMS

ارتباط FMSمبتنی بر تکنیك انتقال نشانه[۱۵۵] و بین چند فرستنده می‌باشد. در این روش هر ایستگاه نیازمند کارت شبکه‌ای است که ارتباط FMS را حمایت کند. با وجود این کارت سخت افزار خاص دیگری لازم نیست، یعنی کابل کانکتور و سایر اجزایی که برای DP استفاده می‌شوند را نیز می‌توان مشترکا برای FMS نیز به کار برد. برای PLCهای S7-300 کارت CP343-5 و برای PLCهای S7-400 کارت CP443-5 دارای قابلیت FMS است. با نصب کردن آنها و اتصال به PROFIBUS تبادل اطلاعات با برنامه نویسیقبلی توسط کارهای[۱۵۶] خاص انجام می‌شود.

[155]-Token Pass
[156]-Function

@ElectricalDistribution

PLCهای PC , S5 , PGو سخت افزارهای غیر زیمنس را نیز با کارت شبکه مناسب می‌توان به صورت FMS پیکر بندی کرد.



شکل 3-8 اجزای اصلی PROFIBUS FM

3-7سایر اجزای شبکه PROFIBUS

سایر اجزای مهم شبکه PROFIBUSبا تقسیم بندی بر حسب روش انتقال به شرح زیر است :

3-7- 1 اجزای شبکه RS-485

دراین روش همان طورکه قبلا توضیح داده شد انتقال سیگنال به صورت الکتریکی است کابل، کانکتور، ریپترازعمده اجزای این شبکه محسوب می گردند.

کابل شبکه RS-485

@ElectricalDistribution

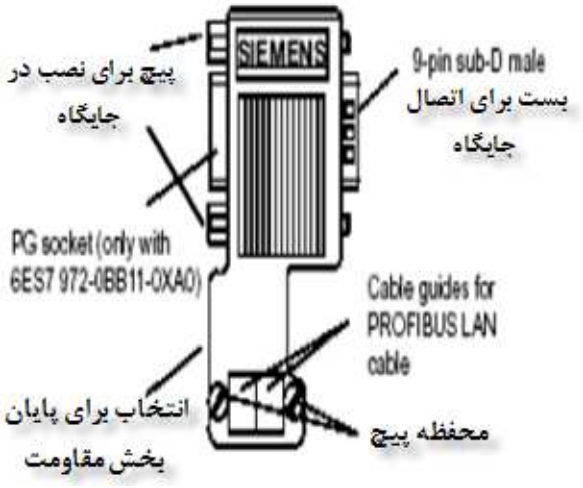
کابل مسی درشبکه PROFIBUS یك کابل دورشته شیلددار یاSTP است. مشخصات اصلی این کابل طبق استاندارد دربخش قبل ذکر گردید. امروز کابل های متنوعی توسط سازندگان مختلف جهت استفاده درشبکه PROFIBUS عرضه می شود. برخی ازاین کابل‌ها ویژگی های خاص دارند درمقابل آتش سوزی یا تماس با موادشیمیایی مقاوم‌تر هستند. بسته به کاربرد باید کابل موردنظررا انتخاب نمود.

کانکتور RS-485

کانکتورهای PROFIBUS به صورت 9پین نری [۱۵۷] بوده ودارای انواع مختلف هستند، که کاربردآنها متفاوت است بیشتر این کانکتورها دارای ترمینیتورهستند و سوئیچی روی آنها برای ON/OFکردن ترمینیتور وجود دارد. برخی از کانکتورها پورتی درپشت دارندکه می توان به آن PG یا PC رامتصل نمود. شایان ذکر است برخی از کابل‌های مجهز به کانکتور نیز عرضه شده‌اند. مانند830-1 و830-2

[157] Male–

@ElectricalDistribution



شکل 3-9 کانکتورهای RS-485

تکرارکننده RS-485 [۱۵۸]

کاربرد تکرارکننده درموارد زیراست:

- وقتی بیش از32 گره روی شبکه PROFIBUS داشته باشیم.
- وقتی نیازباشد بخشهای باس ازیکدیگربه صورت الکتریکی ایزوله باشد.
- وقتی تعداد گره‌هاکمتر از32 ولی طول کابل به حد ماکزیمم تعیین شده زیر رسیده باشد.

ماکزیمم طول کابل در هر بخش برحسب متر	سرعت انتقال

158- Repeater

@ElectricalDistribution

1000	9/6 تا 93 /75 کیلو بیت برثانیه
800	187/5کیلو بیت برثانیه
400	500 کیلو بیت برثانیه
200	1/5 مگا بیت برثانیه
100	3 تا 12 مگا بیت برثانیه

جدول 3-3 مشخصات طول کابل‌ها در هر بخش

حداکثر 9 تکرارکننده را می توان در یك شبکه PROFIBUS سری کرد. دراین حالت فاصله بین دوگره نباید ازمقادیر مندرج زیر بیشتر باشد.

ماکزیمم طول کابل بین دو گره برحسب متر	سرعت انتقال
10000	9/6 تا 93/75 کیلو بیت بر ثانیه
8000	187/5 کیلو بیت بر ثانیه
4000	500 کیلو بیت بر ثانیه
2000	1/5 کیلو بیت بر ثانیه

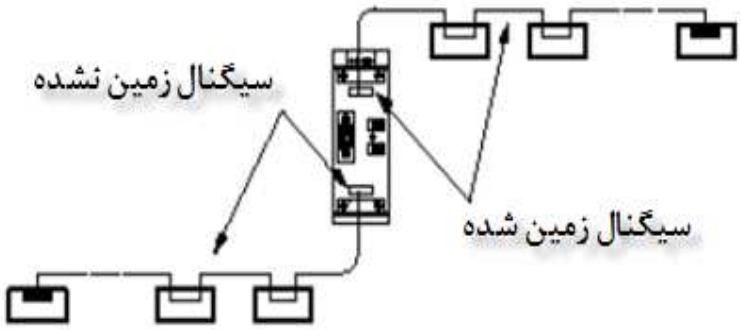
@ElectricalDistribution

1000	3 تا 12 کیلو بیت بر ثانیه

جدول 3-4 مشخصات طول کابل‌ها بین دو گره

سرعت انتقال داده که باید برای تمام عناصرشبکه یکسان انتخاب شود برای تکرارکننده باسوئیچی که روی آن تعبیه شده بین 9.6 Kbps تا 12 Mbps قابل انتخاب است.

لازم به ذکراست درمحل اتصال هربخش به تکرارکننده یك ترمینیتور وجود داردکه با توجه به توپولوژی مورد نظرباید آنها را ON یا OFF نمود. توضیحات بیشتر دربخش بعد آمده است. [2]



شکل 3-10 محل قرارگیری ترمینیتور

3-7- 2 اجزای شبکه فیبر نوری

@ElectricalDistribution

اجزای شبکه فیبر نوری را نیز می‌توان به دو دسته فعال و غیر فعال تقسیم کرد. OBT[۱۵۹] و OLM[۱۶۰] از اجزای فعال و کابل و کانکتور نوری از اجزای غیر فعال هستند که در زیر تشریح شده‌اند. علاوه بر اینها کارت‌های CP[161] و IMهایی که در انتهای کد آنها کلمه FO وجود دارد از اجزای شبکه نوری محسوب می‌شوند.

OBT

OBTوسیله ای است که توسط آن می‌توان یك گره شبکه الکتریکی RS-485 را به شبکه نوری متصل نمود.OBT علاوه بر این اتصال نقش یك تکرار کننده[۱۶۲] را نیز بازی می‌کند. فرض کنید شبکه‌ای نوری برای PROFIBUS داریم که در آن برخی از تجهیزات مستقیما به آن متصل شده‌اند. ولی برخی دیگر دارای ارتباط نوری نیستند و فقط پورت RS-485 دارند. در این حالت مانند شکل 3-12 با استفاده از OBT تجهیزات فوق را به فیبر نوری متصل می‌کنیم. اتصال الکتریکی به پورت 9 پینی RS-485وصل می‌شود و دو محل اتصال نیز برای فیبر نوری دارد. فقط کابل‌های نوری پلاستیکی و پلیمری[۱۶۳] را می‌توان به این وسیله متصل کرد و امکان اتصال کابل نوری شیشه‌ای به آن وجود ندارد. از همین جا مشخص است که OBT برای طول محدودی از فیبر نوری می‌تواند بکار رود (50 متر برای فیبر پلاستیکی و 300 متر برای فیبر پلیمری).

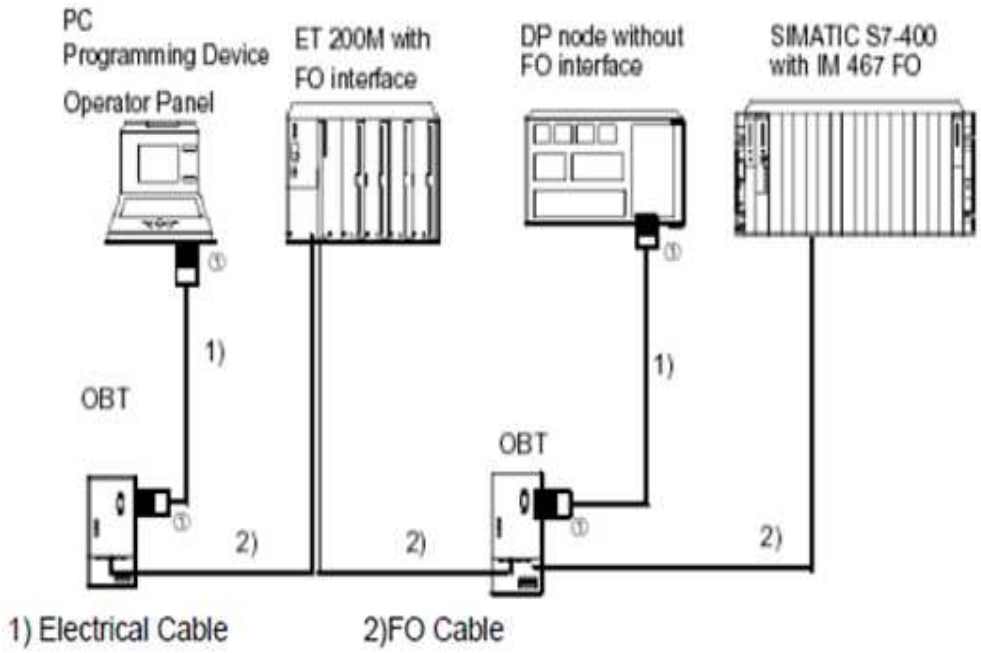
---

[159]-Optical Bus Terminal
[160]-Optical Linking Module
[161]-Communication Processor
[162]-Repeater
[163]-PCF

@ElectricalDistribution

OBT تمام سرعت‌های انتقال داده در PROFIBUS را حمایت می‌کند یعنی از 9.6 Kbps تا 12 Mbps. نکته مهم دیگر که باید به آن توجه داشت این است که دو طرف کابل الکتریکی متصل به OBT باید توسط قطع کننده (ترمینتور) بسته شود.

شکل 3-11 OBT



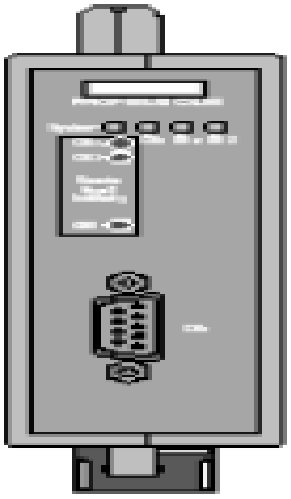
@ElectricalDistribution

شکل 3-12 نحوه اتصال تجهیزات به فیبر نوری با استفاده از OBT

OLM

OLM وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان شبکه الکتریکی RS-485 را به شبکه نوری متصل نمود. بر خلاف OBT هر سه نوع فیبر نوری پلاستیکی، پلیمری و شیشه‌ای را می‌توان به آن متصل نمود.

با استفاده از OLMمی‌توان توپولوژی‌های باس و ستاره و همچنین حلقوی دوبل برقرار کرد. بسیاری از OLMها دارای یك خروجی برای اندازه‌گیری سیگنال هستند. در این



خروجی می‌توان کیفیت سیگنال نوری را بررسی کرد. خروجی توسط ولت‌متر اندازه‌گیری می‌شود و با استفاده از منحنی کیفیت سیگنال وضعیت سیگنال نوری مشخص می‌گردد.

شکل 3-13 OLM

@ElectricalDistribution

کانکتوری که فیبر نوری را به OLMمتصل می‌کند باید از نوع BFOC باشد. OLMها انواع مختلف دارند که قابلیت‌های آنها با هم متفاوت است. مهمترین ویژگی‌های OLMهای عرضه شده توسط زیمنس در جدول 3-3 مقایسه شده است.

OLM	P 11	P 12	G 11	G 12 G 12-EEC	G 11-1300	G 12-1300
تعداد پورت های نوع الکتریکی	1	1	1	1	1	1
تعداد پورت های نوع نوری	1	2	1	2	1	2
فیبر نوری پلاستیکی 980/1000 میکرو متر	80 متر	80 متر	-	-	-	-
فیبر نوری PCF 200/230 میکرو متر	400 متر	400 متر	-	-	-	-
فیبر نوری کوارتز 10/125 میکرو متر	-	-	-	-	15 کیلو متر	15 کیلو متر

@ElectricalDistribution

10 کیلو متر	10 کیلو متر	3000 متر	3000 متر	-	-	فیبر نوری کوارتز 50/125 میکرو متر
10 کیلو متر	10 کیلو متر	3000 متر	3000 متر	-	-	فیبر نوری کوارتز 62.5/125

جدول 3- 3 مقایسه ویژگیهای OLM زیمنس

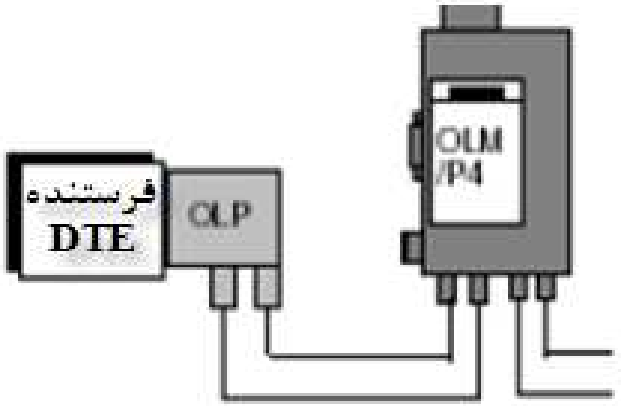
OLMها تمام سرعت‌های انتقال داده در شبکه PROFIBUSرا حمایت می‌کنند یعنی از 9.6 Kbps تا 12 MBPS. یکی دیگر از ویژگی‌های مهم OLMها توانایی جدا کردن باس در موقع بروز خطاست[۱۶۴]. یعنی به محض اینکه خطایی را در کانالی تشخیص دهد آن کانال را بلوکه می‌کند. این قابلیت باعث میشود که یك شبکه حلقوی در صورت بروز خطا به طور اتوماتیك تبدیل به باس شده و به کار خود ادامه دهد. شبکه الکتریکی RS-485 در موقع اتصال به OLM لازم است توسط قطع کننده (ترمینتور) بسته شود.

OLP[۱۶۵]

OLPکانکتوری است که مستقیما از یك طرف به پورت RS-485 و از طرف دیگر به فیبر نوری پلاستیکی متصل می‌گردد.OLP می‌تواند برای ارتباط با OLM استفاده شود.

[164]-Fault
[165]-Optical Link Plug

@ElectricalDistribution



شکل 3-14 نحوه ارتباطOLPباOLM

شرایطی که برای استفاده از OLPوجود دارد عبارتند از :

- **وسیله مورد نظر دارای پورت RS-485 به صورت کانکتور مادگی[166] 9 پین باشد.**
- **ارتباط PROFIBUS در آن نقطه توانایی تغذیه 80 میلی‌آمپر را با 5 ولت داشته باشد (پین‌های 5 و 6).**
- **وسیله مورد نظر یك وسیله غیر فعال[167]روی شبکه PROFIBUS باشد (یك گیرنده مانند E 200) البته اگر OLP به صورت نقطه به نقطه به OLM وصل شود می‌تواند در طرف دیگر به یك فرستنده متصل باشد.**

جدول 3-4 امکان ارتباط OLPرا به وسایل مختلف نشان می‌دهد.

[166]-Female
[167]-Passive

@ElectricalDistribution

نام وسایل	فرستنده/گیرنده	OLPمی تواند استفاده شود
SIMATIC S5		
IM 308-C	M+S	Yes
CP 5431 FMS/DP	M	Yes
S5-95U/Dp	M+S	Yes
SIMATIC S7-300		
CP 342-5	M+S	Yes
CPU 314	M	Yes
CPU 315-2-DP	M+S	Yes
SIMATIC S7-400		
CP 343-5	M	Yes
CP 443-5	M+S	Yes
CPU 413-2 DP	M	No
CPU 414-2 DP	M	No
PC MODULES		
CP 5412 A2	M	Yes
CP 5411		

@ElectricalDistribution

	M	Yes
DISTRIBUTED I/OS		
ET 200M,IM 153	S	Yes
ET 200U,IM318-30	S	Yes
ET 200B	S	Yes
ET 200L	S	No
ET 200C	S	No
ET 200X	S	No
MISCELLANEOUS		
REPETER RS-485	---	Yes
OLM,CHANNEL 1	---	No

جدول 3- 4 ارتباط OLP با وسایل مختلف

@ElectricalDistribution

کابل فیبر نوری

کابل‌های نوری همانند کابل‌های الکتریکی در انواع مختلف و توسط سازندگان مختلف عرضه می‌شوند. برخی از ویژگی‌هایی که انواع کابل‌های نوری را از هم متمایز می‌کند عبارتند از :

- جنس هسته
- ضخامت هسته
- تعداد رشته
- پوشش کابل

اولین فاکتور در انتخاب کابل‌های نوری، جنس هسته است که می‌تواند پلاستیکی یا پلیمری یا شیشه‌ای باشد. نوع پلاستیکی برای مسافت‌های کوتاه بکار می‌رود و ضخامت هسته آن بیش از سایرین (980 میکرو متر) است. نوع شیشه‌ای برای مسافت‌های طولانی استفاده می‌شودو ضخامت هسته آن کمتر از بقیه است (62/5 میکرو متر). نوع پلیمری ویژگی‌هایی بین انواع پلاستیکی و شیشه‌ای دارد.کانکتورهای فیبر نوری

کانکتورها به صورت یك طرفه[۱۶۸] هستند ولی برخی از آنها برای کارت‌های خاص مانند IM 153-2 FO , IM 467 FOباید همراه با آداپتور بسته شوند. برای اتصال

[168]-Simplex

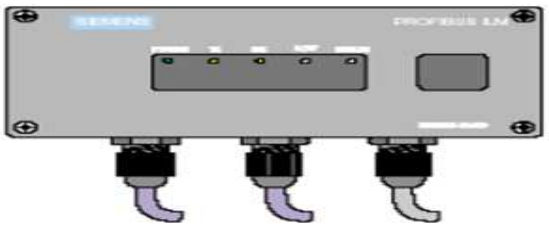
@ElectricalDistribution

دقیق مثلا ارتباط بین دو OLM با مسافت زیاد، کانکتورهای یك طرفه مناسب نیستند و باید از نوع BFOC استفاده کرد.

شکل 3-15 کانکتورهای فیبر نوری

3-8اجزای شبکه بدون سیمدرPROFIBUS

شبکه بدون سیم که برای PROFIBUSاستفاده می‌شود مبتنی بر روش انتقال نور مادون قرمز است. مسافت انتقال سیگنال در این روش کم و حداکثر تا 15 متر است و برای دستگاه‌های متحرك یا چرخان با فاصله نزدیك مناسب است. وسیله‌ای که برای انتقال استفاده می‌شود، ILM[169] دارد. ILMها به صورت جفتی بکار می‌روند و برای تبادل داده باید یکدیگر را ببینند. یعنی مانعی بین آنها وجود نداشته باشد.

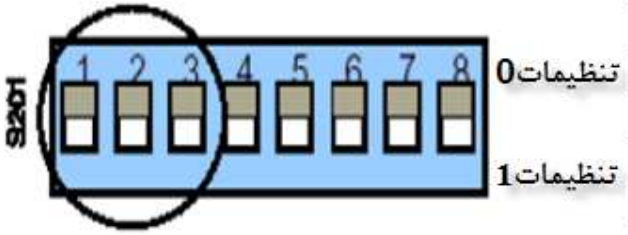


[169]-Infrared Link Module

@ElectricalDistribution

شکل 3-16 ILM

اصول کار بدین نحو است که سیگنال الکتریکی RS-485 توسط کابل به ILM ارسال می‌گردد. ILM آن را به نور مادون قرمز تبدیل کرده و به ILM دیگر ارسال می-کند.ILM گیرنده سیگنال را بازیابی کرده و مجددا به صورت الکتریکی روی کابل PROFIBUS می‌فرستد. روش انتقال به صورت نیم دو طرفه‌ای[۱۷۰] است یعنی در هر لحظه فقط یك ILM می‌تواند فرستنده باشد. سرعت انتقال بین 9600 bps تا 1.5 Mbps و توسط سوئیچهای 1 , 2 , 3 روی ILM قابل تنظیم است. مطابق شکل 3-17 و جدول 3-5 .



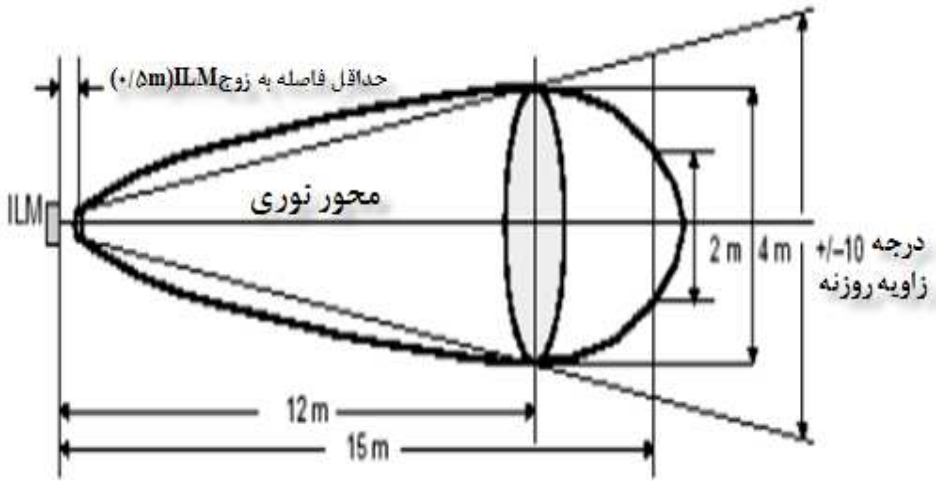
1	2	3	
0	0	0	1.5 Mbps
1	0	0	500 Kbps
0	1	0	187.5 Kbps
1	1	0	93.75 Kbps
0	0	1	19.2 Kbps
0	1	1	9.6 Kbps

جدول 3-5 تنظیم سرعت انتقال داده روی ILMشکل 3-17 سوئیچهای تنظیم سرعت داده در ILM

[170]-Half Duplex

@ElectricalDistribution

ساختار مکانیکی ILM یکپارچه[۱۷۱] بوده و دارای IP 65 می‌باشد. هر ILM دارای یك قطع کننده برای شبکه الکتریکی است، که با استفاده از سوئیچ روی ILM می‌توان آن را ON یا OFFکرد. بدیهی است اگر ILMعنصر ابتدایی یا انتهایی باس RS-485 باشد، لازم است قطع کننده روی آن را فعال نمود. فاصله بین دو ILM می‌تواند بین 0.5 تا 15 متر (مطابق شکل 3-18) باشد.



شکل 3-18 نحوه قرار گرفتن دو ILM و فاصله بین آنها

فصل 4 : عیب یابی و مدیریت خطا در PROFIBUS

4-1مقدمه

[171]-Compact

@ElectricalDistribution

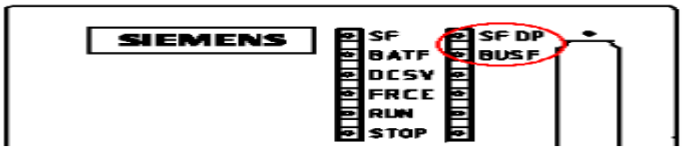
اشکال یابی[۱۷۲] و تشخیص[۱۷۳] از مقوله‌هایی هستند که کاربران اتوماسیون صنعتی به ویژه پرسنل که وظیفه آنها نگهداری و تعمیرات این سیستم‌ها است با آنها به وفور سر و کار دارند. در موقع بروز خطا شناسایی عیب و رفع آن در حداقل زمان ممکن هدفی است که باید محقق شود تا خسارات ناشی از توقف تولید و امثال آن به حداقل کاهش یابد. از این رو متخصصین اتوماسیون لازم است ابزارهایی را تدارك ببینند تا بتواند اهداف فوق را برآورده سازد. این ابزارها همانگونه که در این بخش خواهیم دید صرفا ابزارهایی سخت افزاری نیستند بلکه استفاده از قابلیت‌های نرم‌افزار و برنامه نویسی مناسب نیز از این جمله به شمار می‌آیند. در لحظه بروز عیب روی شبکه PROFIBUSکاربر ممکن است با توقف CPU با روشن شدن چراغ SF و بطور همزمان چشمك زدن چراغ BF[174] روی آن مواجه شود. و همانطور که می دانیم قدم اول ارتباط با PLC و مراجعه به حافظه تشخیص[۱۷۵] و نیز دیدن وضعیت شبکه به صورت آنی[۱۷۶] است تا اطلاعات بیشتری نسبت به خطا کسب گردد گرچه بعضا اطلاعات فوق نیز به طور روشن عیب را مشخص نمی‌نمایند.

[172]-Troubleshooting
[173]-Didgnostic
[174]-Bus Fault
[175]-Diagnostic Buffer
[176]-Online

@ElectricalDistribution

به عنوان مثال برای یك CPUكه از طریق پورت DP به شبکه PROFIBUS متصل است اشکالات زیر با عنوان شبکه دسترسیخطا[۱۷۷] ظاهر خواهند شد :

- قطع شدن کابل شبکه
- باز بودن قطع کننده (ترمینتور) انتهای باس
- قطع بودن کانکتور DP روی PLC
- عدم تطابق بین شبکه دانلود شده به CPU با آنچه در عمل وجود دارد.



شکل 4-1 بروز عیب روی شبکه **PROFIBUS** در لحظه اول

4-2- عیب یابی از طریق وسایل تشخیص عیب

وسایل سخت‌افزاری مختلف توسط سازندگان مختلف برای عیب یابی شبکه‌هاطراحی شده‌اند ولی آنچه در اینجا عنوان می‌شود صرفا وسایلی است که زیمنس در مدارك خود به آنها اشاره نموده است.

4-2-1 وسایل تشخیص عیب در شبکه‌های الکتریکی

الف) BT 200

[177]-Bus Access Error

@ElectricalDistribution

این وسیله که توسط پورت 9 پینی روی آن، به PROFIBUS متصل می‌گردد قادر است عیوب زیر را در شبکه الکتریکی تشخیص دهد :

- اتصال کوتاه بین سیم داده و شیلد
- قطع شدن خطوط داده
- قطع شدن شیلد
- پلاریته برعکس خطوط A و B.
- بازتاب‌های سیگنال که منجر به خطا می‌شوند.
- چك کردن قطع کننده‌های فعال.

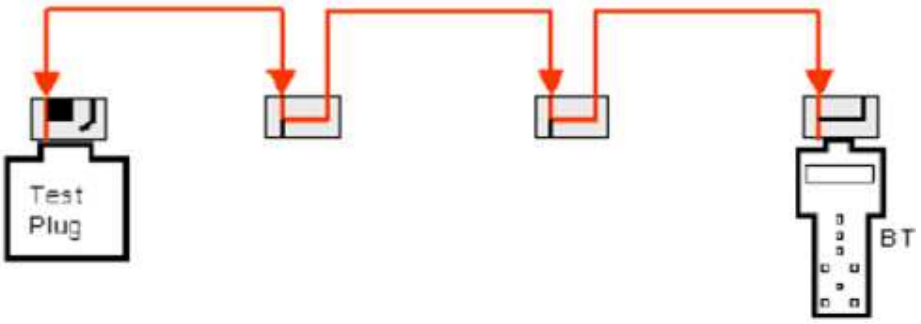
شکل 4-2 BT 200

در شبکه‌ای که قادر است تست شود، BT 200 را به صورت شکل همراه با یك تست دو شاخه[۱۷۸] می‌بندیم. همانطور که مشاهده می‌شود BT 200 در یك طرف و تست دو

[178]-Test Plug

@ElectricalDistribution

شاخه در سمت دیگر قرار می‌گیرد. قطع کننده روی تست دو شاخه را ONو سایر قطع کننده‌ها را OFFمی‌کنیم. BT 200 را روشن کرده و کلید Test را فشار می‌دهیم. اگر همه چیز درست باشد پیغام Cabling O.K. ظاهر می شود ولی اگر اشکالی وجود داشته باشد پیغام مرتبط روی صفحه نمایش ظاهر می‌گردد. [2]



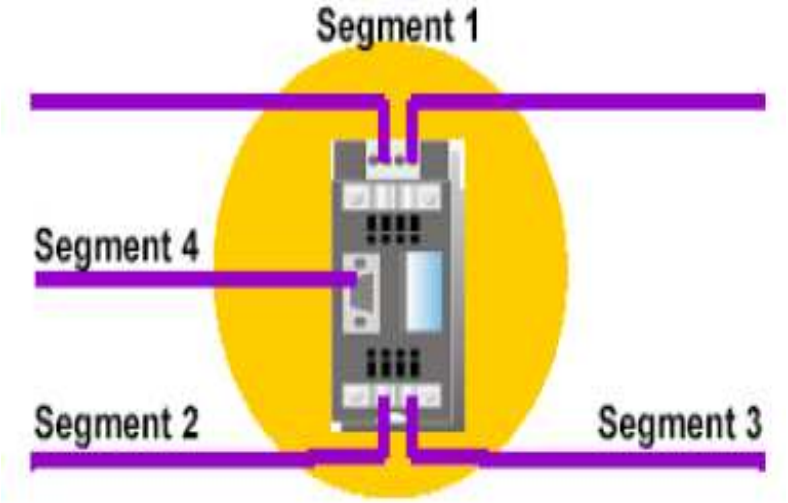
شکل 4-3 اتصال BT 200 همراه با یك Plug

ب) تکرار کننده تشخیص[۱۷۹]

این تکرار کننده علاوه بر اینکه کار تقویت سیگنال را روی شبکه الکتریکی RS-485انجام می‌دهد قادر است اشکالات بخش‌های[۱۸۰] متصل به خود را آشکار ساخته و CPU را از بروز عیب به طور دقیق مطلع نماید.

[179]-Diagnostic Repeater
[180]-Segment

@ElectricalDistribution



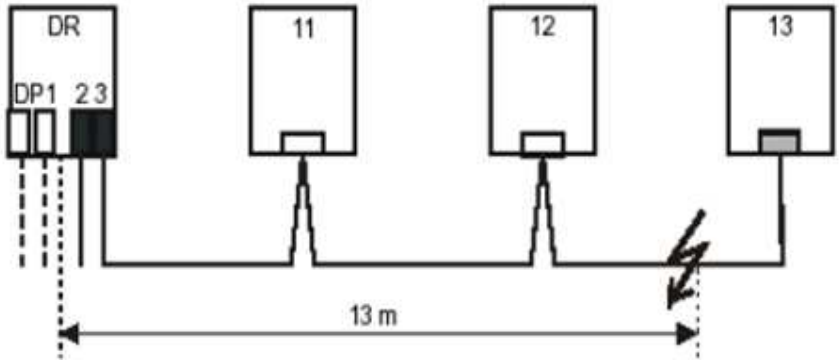
شکل 4-4 بخش‌های مختلف متصل به تکرار کننده

همه خطاهایی که توسط BT 200شناسایی می‌شود توسط این تکرار کننده نیز قابل تشخیص است ولی تفاوت آن با BT 200 در این است که این تکرار کننده همیشه به صورت آنی به باس متصل است در حالیکه BT 200 فقط در موقع انجام تست به باس وصل می‌شود. اهم موارد قابل آشکار توسط این وسیله عبارتند از :

- قطع شدن هر کدام از خطوط
- اتصال کوتاه بین خطوط یا خطوط با شیلد
- پلاریته بر عکس خطوط A و B
- آدرس گره مشکل‌دار همراه با علت اشکال
- وضعیت قطع کننده

@ElectricalDistribution

- فاصله بین ایستگاه‌ها
- فاصله تا نقطه بروز خطا



شکل 4-5 تعیین فاصله بروزخطا درDiagnostic Repeater

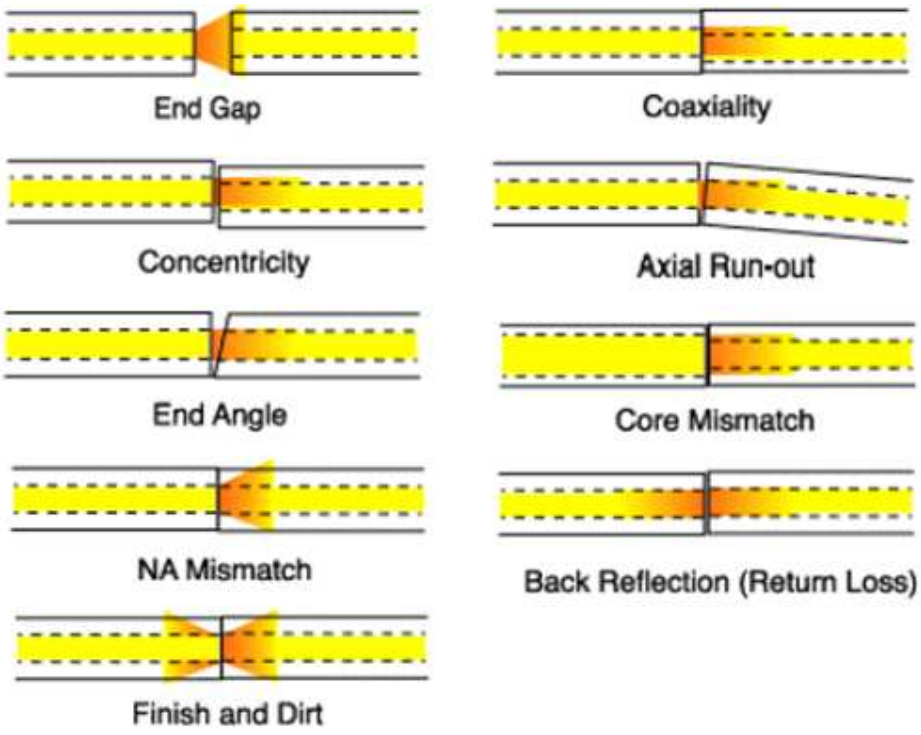
2-2-4 وسایل تشخیص عیب در شبکه‌های نوری

همانطور که در بحث فیبر نوری اشاره شد، نصب فیبر نوری نسبت به کابل الکتریکی حساس‌تر و آسیب‌پذیرتر است. از جمله اشکالاتی که در حین نصب ممکن است پیش بیاید به موارد زیر می‌توان اشاره کرد :

- کشیدن فیبر تحت کشش و استرس زیاد
- خم کردن فیبر بیش از حد مجاز
- اشکال در اتصال کانکتور به فیبر در نقاط اتصال به دستگاه

@ElectricalDistribution

- عدم دقت در ایجاد زوج سیم‌های بهم تابیده[۱۸۱] و وجود اشکلاتی مانند زیر در محل اتصال

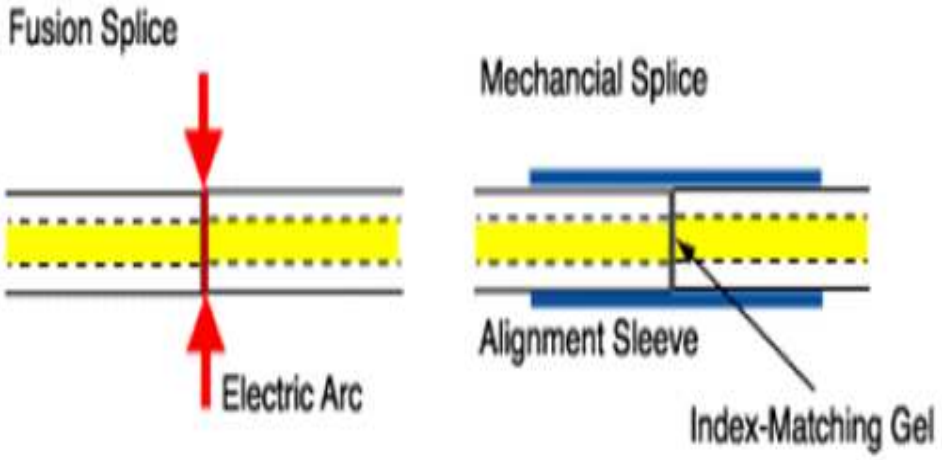


شکل 4-6 اشکالات قابل بروزدر سیم‌های اتصال

عوامل فوق منجر به میرایی سیگنال نوری می‌شوند. به ویژه در نقاط اتصال دو کابل به یکدیگر باید دقت کافی را بکار برد و حتی‌المقدور به جای اتصال مکانیکی از اتصال جوشی استفاده نمود.

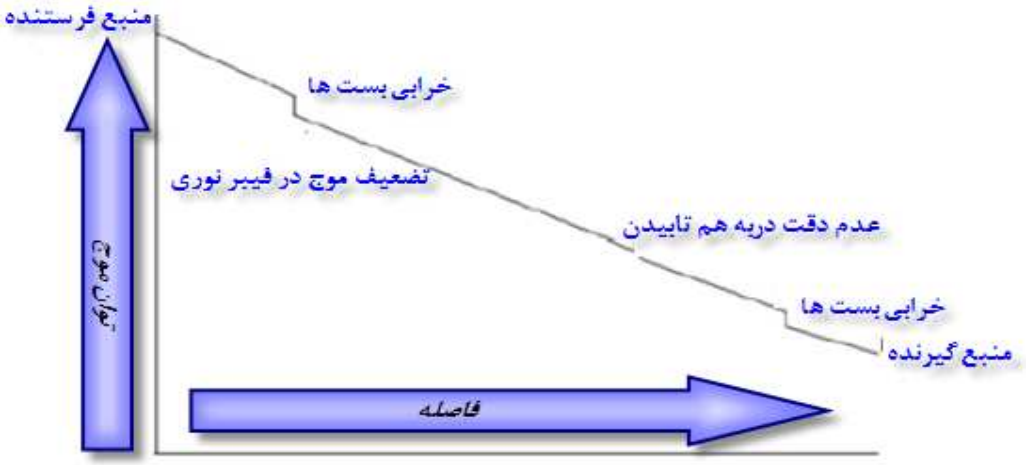
[181]-Splice

@ElectricalDistribution



شکل 4-7 اتصالت مکانیکی و جوشی

با توجه به توضیحات فوق حتی با وجود دقت در مراحل نصب، میرایی سیگنال نوری وجود دارد. عوامل دیگری نیز مانند طول کابل و جنس کانکتورها بطور اجتناب ناپذیر منجر به میرایی سیگنال می‌شوند (شکل 4-8).



شکل 4-8 عوامل موثر در میرایی سیگنال نوری

@ElectricalDistribution

بنابراین یکی از مسائل مهم که بعد از اتمام نصب باید بدان توجه شود اندازه‌گیری میزان میرایی بر اساس کیفیت سیگنال در سمتگیرنده است، که برای این منظور از وسایل مختلفی استفاده می‌شود. این وسایل خاص دوران نصب نیستند بلکه در هنگام بهره‌برداری از سیستم نیز ممکن است به آنها نیاز داشته باشیم.

الف) منبع قدرت و نشان دهنده [۱۸۲]

این وسیله متشکل از منبع فرستنده نور است که در یك طرف کابل نوری قرار می‌گیرد و گیرنده‌ای دارد که در سمت دیگر فیبر بسته می‌شود. با ارسال نور در سمت فرستنده و دریافت آن توسط گیرنده میزان میرایی سیگنال اندازه‌گیری می‌شود. اگر نتیجه رضایت بخش نبود، لازم است با وسیله دیگری به نام OTDRعلت اشکال بررسی شود.

شکل 4-9 نحوه تشخیص عیب با منبع فرستنده نور و اندازه‌گیری میرایی سیگنال

ب) استفاده از OLM برای اندازه‌گیری کیفیت سیگنال

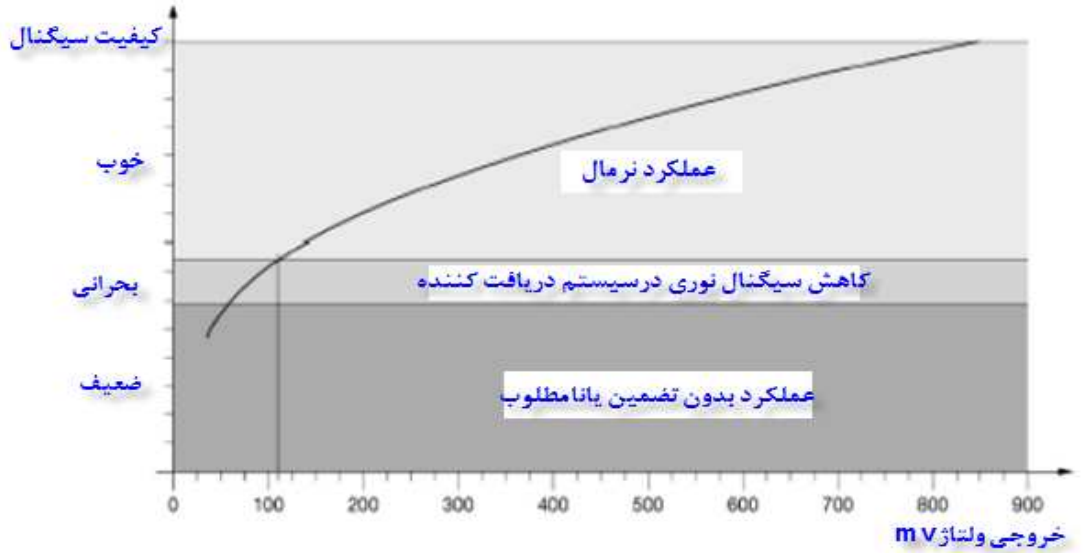
[182]-Power Source & Meter

@ElectricalDistribution

با OLM در بخش‌های قبل آشنا شدیم و دیدیم که برای ایجاد شبکه PROFIBUS با فیبر نوری در مسافت‌های طولانی باید از این وسیله استفاده کرد. در برخی OLMها (نوع V3) امکان اندازه‌گیری کیفیت سیگنال در محل فراهم شده است. با اتصال یك ولت‌متر به OLM می‌توان معادل الکتریکی سیگنال نوری را در آن نقطه اندازه‌گیری نمود سپس با توجه به منحنی شکل وضعیت کیفیت سیگنال را برآورد نمود. نقطه بحرانی 100 میلی‌ولت است.

شکل 4-10 اتصال ولتمتر به OLM و اندازه‌گیری معادل الکتریکی سیگنال نوری برای برآورد وضعیت کیفیت سیگنال

@ElectricalDistribution



شکل 4-11 منحنی برآورد کیفیت سیگنال نوری

ج) استفاده از OTDR[183]

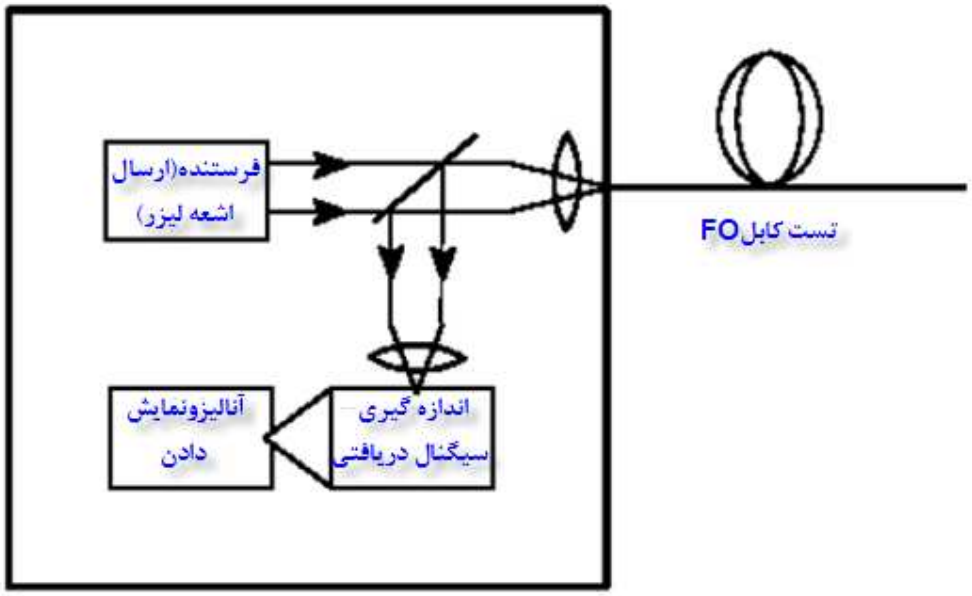
OTDR وسیله‌ای است که توسط آن می‌توان دقیق‌ترین اطلاعات را در مورد اشکالات فیبر بدست آورد.

[183]-Optical Time Domain Reflectometer

@ElectricalDistribution

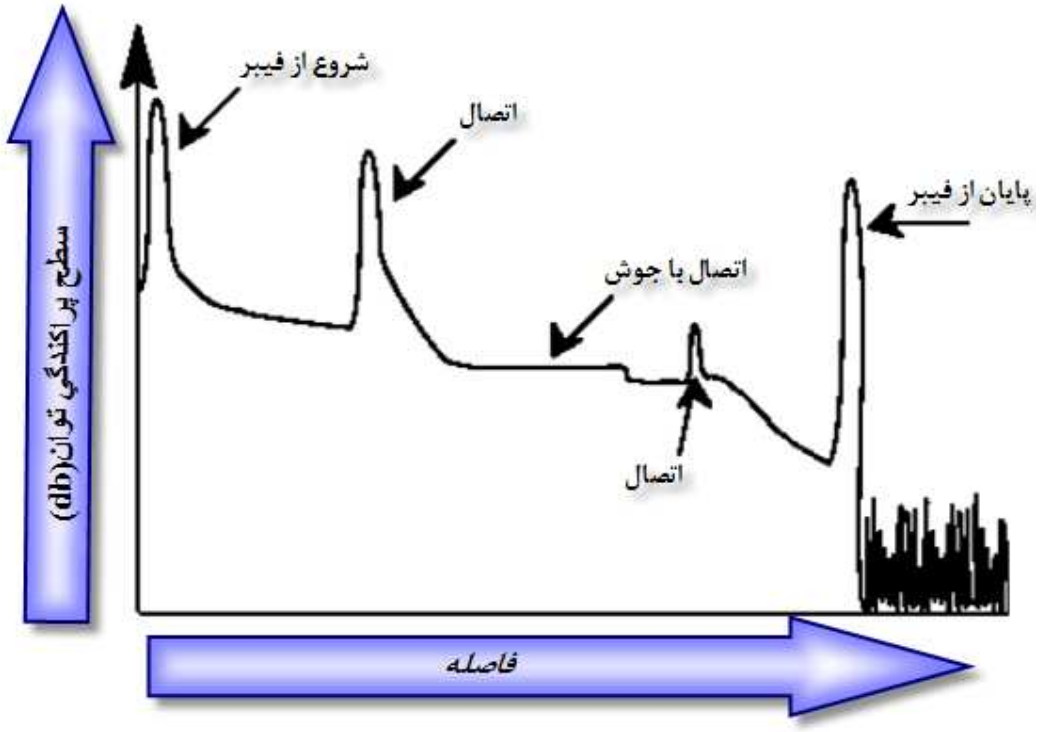
شکل 4-12 OTDR

روش کار OTDR به این صورت است که نوری با طول موج 850 یا 1300 نانو متر ارسال کرده و بازتاب آن را اندازه‌گیری می‌نماید. سپس با توجه به شکل‌موج سیگنال، که نمونه‌ای از آن در شکل 4-14 آمده است، عیوب فیبر را آنالیز کرده و گزارش می‌دهد.



شکل 4-13 روش کار OTDR

@ElectricalDistribution



شکل 4-14 نمونه هایی از شکل موج سیگنال نوری

بر اساس شکل موج فوق موارد مختلف قابل آشکار سازی است از جمله :

- نقطه‌ای از فیبر که آسیب دیده است (در اثر عواملی چون کشش یا خمش غیر مجاز)
- فاصله نقطه آسیب دیده
- وضعیت اتصال‌ها و سیم‌های بهم تابیده
- وضعیت کانکتورها

@ElectricalDistribution

- و نهایتا میزان میرایی سیگنال

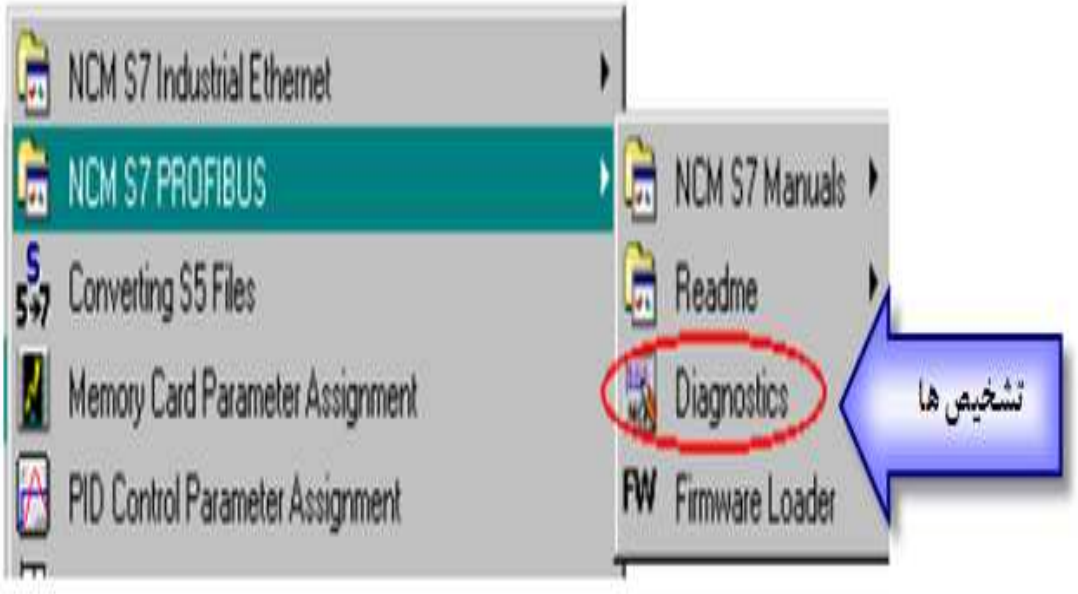
4-3- عیب یابی از طریق نرم‌افزار

همانند سخت‌افزار، نرم‌افزارهای متنوعی نیز توسط سازندگان مختلف جهت آشکار سازی عیوب شبکه طراحی و عرضه شده است. زیمنس نیز علاوه بر Step 7که امکان تشخیص عیوب شبکه را در زیر برنامه‌های خود دارد، نرم‌افزارهای کمکی دیگری را جهت تست و خطایابی شبکه معرفی نموده است که از این جمله می‌توان به نرم‌افزار AMPROLIZER اشاره کرد ولی آنچه در اینجا مورد بحث ماست صرفا خطایابی از طریق Step 7 و زیر برنامه‌های آن می‌باشد.

الف) استفاده از زیر برنامه تشخیص‌ها

شکل 4-15 زیر مجموعه NCM S7 PROFIBUS

@ElectricalDistribution



این زیر برنامه پس از نصب Step 7در زیر مجموعه NCM S7 PROFIBUSمانند شکل 4-15 ظاهر می‌شود.

توسط این زیر برنامه می‌توان تمام ایستگاه‌هایی که توسط کارت CPبه شبکه PROFIBUS متصل شده‌اند را با اطلاعات دقیق مشاهده کرد.

بنابراین کاربرد مهم آن در ارتباط FDL[۱۸۴] است و از اینرو استفاده از این برنامه روی کامپیوتر وقتی امکان پذیر است که دارای کارت CP مناسب باشد.

همانطور که در شکل 4-15 مشاهده می‌شود پس از ارتباط آنی[۱۸۵] با شبکه می‌توان موارد زیر را با اطلاعات دقیق مشاهده کرد :

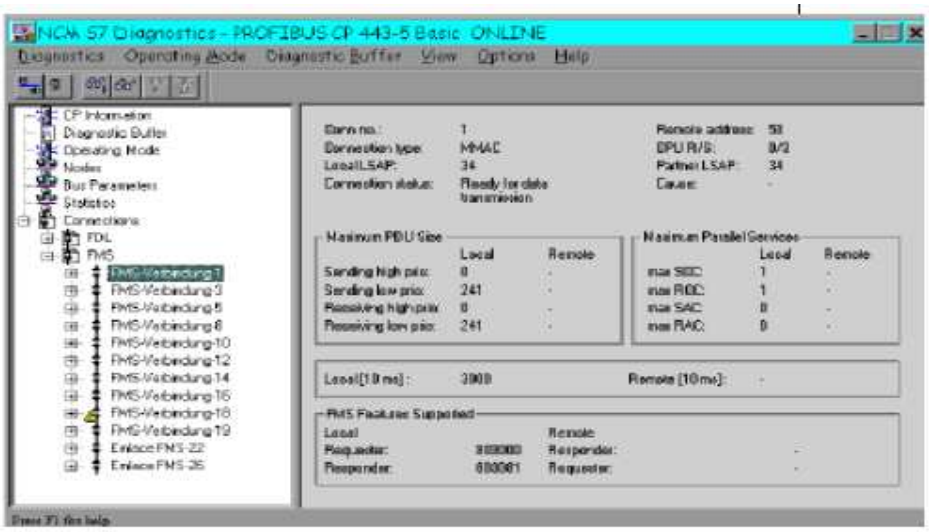
- تمام ایستگاه‌هایی که ارتباط FDL دارند.

[184]-Fieldbus Data Link
[185]-Online

@ElectricalDistribution

- تمام ایستگاه‌هایی که ارتباط FMS[186] دارند.
- گره‌های شبکه
- پارامترهای باس
- حافظه تشخیص[187]

شکل 4-16 اطلاعات دقیق مربوط به یك ایستگاه FMS را با پارامترهای آن در حالت آنی نشان میدهد.

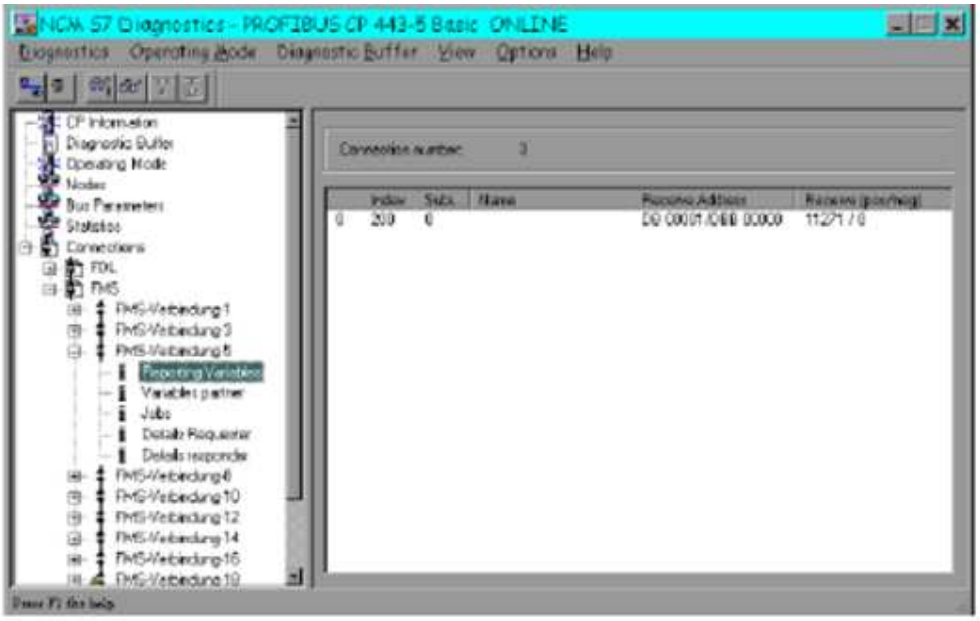


شکل 4-16 اطلاعات مربوط به یك ایستگاه FMS در حالت آنی

[186]-Field Message Specification
[187]-Diagnostic Buffer

@ElectricalDistribution

وقتی روی یکی از ایستگاه‌های پنجره فوق کلیك کنیم، شاخه‌های دیگری مانند شکل4-17 ظاهر می‌شود. در این پنجره شماره بلوك داده[۱۸۸] فهرست شده[۱۸۹] برای گزارش[۱۹۰] و میزان داده‌ی دریافت شده نشان داده می‌شود.



شکل 4-17 پنجره نمایش شماره بلوك دادهفهرست شده برای گزارش و میزان داده دریافت شده

ب) استفاده از نرم افزار Step 7 برای مشاهده وضعیت

وقتی سخت‌افزار و شبکه‌ای توسط Step 7 پیکر بندی و به آن دانلود شده باشد، اگر بخواهیم با استفاده از زیر برنامه Hwconfig توسط منوی Station > Open Online

[188]-Data Block
[189]-Index
[190]-Report

@ElectricalDistribution

پنجره Online را مشاهده کنیم، وضعیت کارت‌ها و مدول‌های مختلف را همراه با علائمی مانند زیر مشاهده خواهیم کرد :

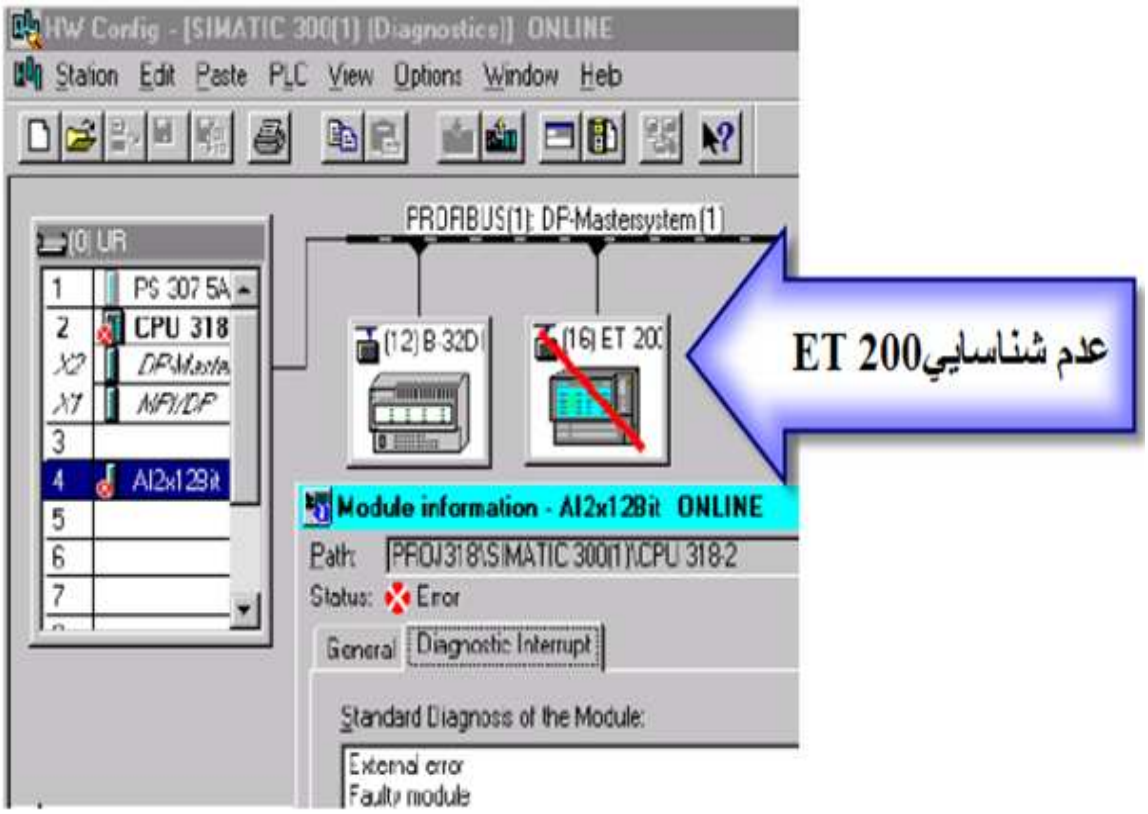
- این علامت نشان دهنده آن است که CPU کارت یا ماژول را نشناخته است، به عنوان مثال آنچه به CPU دانلود شده با آنچه در عمل وجود دارد یکی نیست.

- این علامت نشان دهنده وجود اشکال درماژول است، یعنی CPUماژول را شناخته ولی به عنوان مثال نمی‌تواند از آن داده بگیرد یا به آن داده بفرستد.

- کارت یا ماژول قابلیت تشخیص ندارد و CPU نمی‌تواند وضعیت آن را به صورت آنی نشان دهد.

@ElectricalDistribution

به عنوان مثال در شکل کارت AIدچار اشکال است و در عین حال CPU نتوانسته ET 200 قرار گرفته روی شبکه DP را بشناسد. در چنین مواردی معمولا با کلیك کردن روی

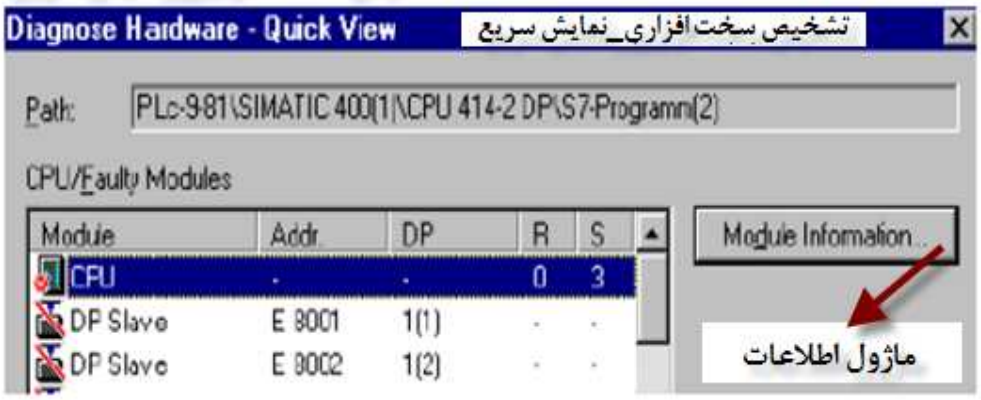


ماژول اطلاعات دقیق‌تری ارائه خواهند شد.

شکل 4-18 بروز اشکال در کارت AI (عدم شناسایی ET 200) قرار گرفته روی شبکه DP توسط CPU

@ElectricalDistribution

برای مشاهده وضعیت کلی گره‌های متصل به شبکه، می‌توان از نمایش سریع[۱۹۱] استفاده کرد و همه آنها را در پنجره‌ای مانند زیر مشاهده نمود. سپس اطلاعات دقیق را با کلیك کردن روی وسیله مورد نظر بدست آورد.



شکل 4-19 مشاهده وضعیت کلی گره‌های متصل به شبکه

4-4- مدیریت خطا با استفاده از نرم افزار Step 7

همانطور که می‌دانیم در موقع بروز خطا، کار برنامه اصلی CPU یعنی OB 1 توسط وقفه‌ای که به سیستم اعمال می‌شود قطع شده و اکثر CPUبه مد STOP رفته، چراغ SF روی آن روشن می‌گردد. بدیهی است در چنین شرایطی اتصال به PLC و مشاهده محتویات حافظه تشخیص آن می‌تواند تا حدی به تشخیص و رفع عیب کمك کند که البته مستلزم صرف زمان است. زمانی که هر ثانیه آن در فرایند ارزشمند و گرانبهاست. روش بهتر استفاده از راه‌کارهای مدیریت خطا توسط برنامه نویسی وقفه-

[191]-Quick View

@ElectricalDistribution

هاست، کاری که لازم است قبل از ایجاد خطا انجام شود تا در صورت بروز آن، سیستم به مسیر صحیحی هدایت شده و در کمترین زمان ممکن اطلاعات دقیق خطا در اختیار کاربر قرار گیرد.

این بحث کلی است و اختصاص به شبکه ندارد. Step 7بلاک‌هایی را تحت عنوان OBهای خاص برای این منظور تعبیه کرده است. یك برنامه نویس حرفه‌ای، باید بتواند از این OBها، برای پیوند دادن[۱۹۲] با قسمت مانیتورینگ[۱۹۳] و سایر کاربردها استفاده نماید. غالب این OBها به گونه‌ای هستند که اگر صدا زده شوند و برنامه[۱۹۴] نشده باشند، CPUبه مد STOP می‌رود و این می‌تواند باعث سر در گمی کاربر شود. لذا کار با OBهایمختلف جزء ملزومات برنامه نویسی S7در تمامی سطوح می‌باشد. باید توجه داشت که OBهای مربوط به خطاها بیشترین درجه الویت را دارند و به این علت می توانند کار OB 1یا سایر OBها را قطع کنند. جزئیات مربوط به نحوه کار با این OBها را باید در مراجع دیگر جستجو کرد در اینجا ما صرفا به OBهای مرتبط با خطاهای شبکه می‌پردازیم.

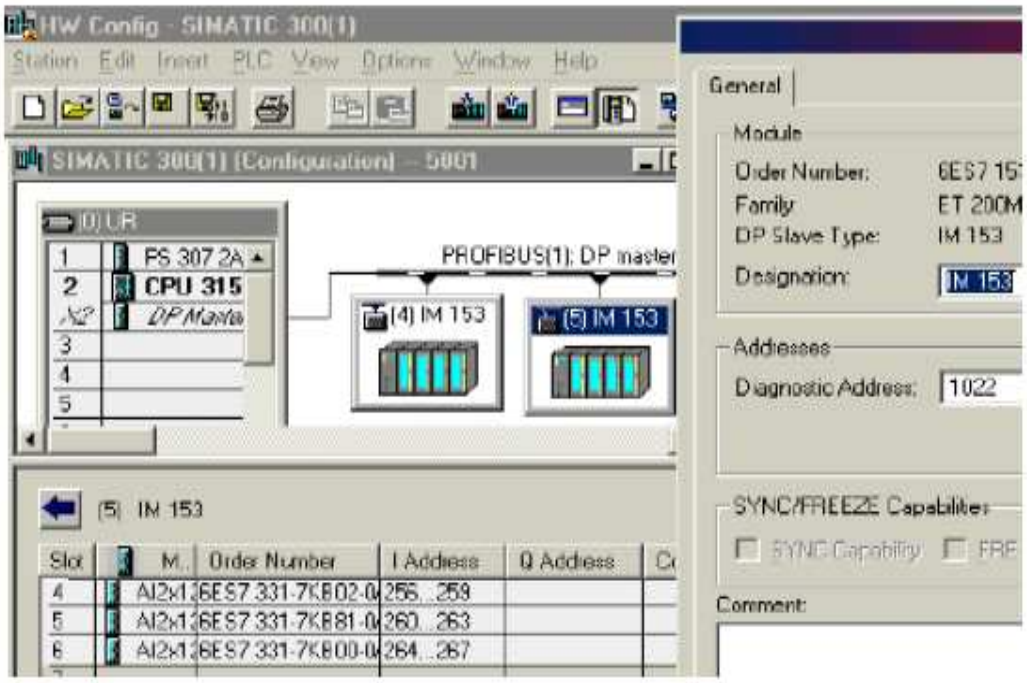
در اینجا صرفا به دو OB برای شناسایی خطا همراه با مثال اشاره می‌کنیم.

1-4-4 برنامه نویسی **OB 86** (خطای **DP** گیرنده)

[192]-Link
[193]-HMI
[194]-Program

@ElectricalDistribution

86OB برای آشکار سازی خطاهایی مانند، نبود ماژولIMیا خرابی یا قطع شدن کابل آن و خطایDP Slaveدر روی باس DP بکار می‌رود. فرض کنید پروژه‌ای با CPU 315-2DP داریم که دو ET 200 توسط PROFIBUS به آن متصل هستند. آدرس تشخیص این تجهیزات را با کلیك راست ماوس در بخش مشخصات[۱۹۵] می‌توان دید که در این مثال این آدرس‌ها 1022 , 1020 می‌باشند.



شکل 4-20 OB 86 و آشکار سازی خطا

[195]-Properties

@ElectricalDistribution

اکنون OB 86را در پوشه Blocks ایجاد کرده و آن را باز می‌کنیم. سپس با استفاده از داده محلی OB 86_MDL_ADDR که در جدول داده موضعی[۱۹۶] در بالای بلاک معرفی شده، می‌توانیم برنامه زیر را بنویسیم تا در صورت بروز خطا در هر کدام از ETها بیت‌های جداگانه‌ای را در بلوک دادهتنظیم کند. این بیت‌ها می‌توانند به قسمتعلامت زدن[۱۹۷] در سیستم HMI متصل شده و کاربر را از وضعیت آگاه سازد.

2-4-4 برنامه نویسی OB 122(خطای دسترسی به I/O)

OB 122 برای آشکار سازی خطاهای دسترسی به I/Oها به کار می‌رود. چه این خطا ناشی از خراب بودن مدول باشد، چه اشکال در شناخته نشدن آدرس توسط CPU باشد.

اگر برای آدرس‌های مربوط به یکی از ETهای مثال قبلی بخواهیم OB 122 را بنویسیم می‌توان با استفاده از داده‌ی محلی OB 122 _MEM_ADDR که در جدول داده موضعی در بالای بلاک معرفی شده، برنامه زیر را بنویسیم تا در صورت بروز خطا در ورودی ETها فلاگی ست شود.

[196]-Local Data
[197]-Tag

@ElectricalDistribution

EDD	Electronic Device Description
EIA	Electronic Industries Association
ERP	Enterprise Resource Planing
ET	Electronic Terminal
FCS	Frame Check Sequence
FDL	Fieldbus Data Link
FDT	Field Device Tool
FDX	Full Duplex
FISCO	Fieldbus Intrinsically Safe Concept
FMA	Fieldbus Management
FMS	Field Message Specification
Gbps	Gigabits Per Second
GSD	General Station Data
HAS	High Station Address
HDLC	High Level Data Link Control
HDX	Half Duplex

کلمات اختصاری

ASI	Actuator Sensor Interface
BPS	Bits Per Second
BRCT	Broadcast
CP	Communication Processor
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSMA	Carrier Sense Multiple Access
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection
DAE	Destination with Address Extension
DDLM	Direct Data Link Mapper
DP	Decentralized Peripheral (Distributed Peripheral)
DPM1	DP Master Class1
DPM2	DP Master Class2
DSAP	Destination SAP

@ElectricalDistribution

کلمات اختصاری

IE	Industrial Ethernet
IEC	International electro-technical Commission
IEEE	Institute Of Electrical And Electronics Engineers
ILM	Infrared Linking Module
IP	Internet Protocol
ISDL	Integrated Services Digital Network
ISO	International Organization for Standardization
Kbps	Kilobits Per Second
LAN	Local Area Network
LSAP	Link Service Access Point
MAC	Media Access Control
MAN	Metropolitan Area Network
MBP	Manchester coded Bus Powered
Mbps	Megabits Per Second
MMAC	Master Master Acyclic Connection
MPI	Multipoint Interface
MSAC	Master Slave Acyclic Connection
MSAC-SI	Master Slave Acyclic Connection with Slave Initiative
MSCY	Master Slave Cyclic Connection without Slave Initiative
OBT	Optical Bus Terminal
OLM	Optical Linking Module
OLP	Optical Link Plug
OSI	Open System Interconnection
OTDR	Optical Time Domain Reflectometer
PA	Process Automation
PDU	Protocol Data Unit
PI	Profibus International
PNO	Profibus Neutzer Organization
Profibus	Process FieldBus
PTP	Point To Point

@ElectricalDistribution

کلمات اختصاری

SAE	Source with Address Extension
SAP	Service Access Point
SDA	Send Data with Acknowledge
SDLC	Synchronous Data Link Control
SDN	Send Data with No Acknowledge
SRD	Send and Request Data
SSAP	Source SAP
STP	Shielded Twisted Pair
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
TSAP	Transport Service Access Point
UART	Universal Asynchronous Receiver/Transmitter
UTP	Unshielded Twisted Pair
VFD	Virtual Field Device
VPN	Virtual Private Network
WAN	Wide Area Network
WLAN	Wireless Local Area Network

@ElectricalDistribution