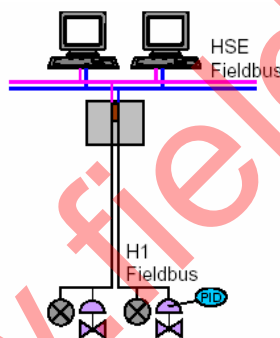


مقایسه کاربردی دو پروتکل Foundation Fieldbus / Profibus در سیستم های کنترل صنعتی

۱ - معماری Foundation Fieldbus :

قطعا بیان جزئیات معماری سیستم های کنترل مبتنی بر فیلدباس (یا هر سیستم کنترل دیگر) بستگی به سازنده آن سیستم خواهد داشت، اما در اینجا سعی شده است در خصوص مشترکات سیستم ها بحث شود. بطور کلی ساختار یک سیستم کنترل مبتنی بر فیلدباس در سه سطح مطرح می باشد (شکل ۱):

۱. ایستگاه سیستم کاربری مرکزی (بر اساس یک شبکه LAN^۱ و نرم افزار HMI^۲)
۲. ارتباطات بین اطاق کنترل و سایت (بر اساس پروتکل فیلدباس)
۳. ادوات نصب شده در سایت و نحوه ارتباط این ادوات با یکدیگر (شامل عناصر اولیه و نهایی کنترل)



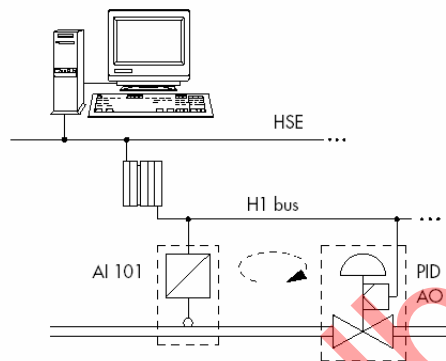
شکل ۱ - معماری یک سیستم کنترل مبتنی بر فیلدباس و تفکیک ساختاری ۳ سطح مزبور

می دانیم بر اساس استاندارد IEC^۳ (و بطور نمونه ای^۴) در سیستم های کنترل مبتنی بر فیلدباس دو نوع Bus در دو سطح و با دو سرعت متفاوت تعریف می شود:

- H1 بر اساس IEC-61158-2 و با سرعت 31.25 Kbits/Sec
- HSE^۴ با سرعت حداکثر 100 Mbits/Sec

¹ - Local Area Network
² - Human Machine Interface
³ - Typical
⁴ - High Speed Ethernet

همانگونه که شکل ۲ نمایش می دهد ، به کمک HSE شبکه ای برای فعالیت سیستم کنترل مرکزی ایجاد شده و شبکه H1 Field را برای ما دایر نموده است . تبادل اطلاعات بین اطاق کنترل و Field توسط یک Bus مبتنی بر پروتکل فیلد باس تحقق یافته است . در ضمن همانگونه که شکل ۲ نمایش می دهد عمل کنترل به سطح Field انتقال داده شده و تبادل اطلاعات بین H1 و H2 تنها دارای جنبه اطلاعاتی بوده یا اینکه از اطاق کنترل تغییراتی در حد نقطه تنظیم^۵ یا تغییر در محدوده اندازه گیری امکان پذیر می باشد . برای آشنایی بیشتر با FF می توانید به آدرس www.fieldbus.ir مراجعه شود.



شکل ۲ - نمایش دو نوع Bus در معماری سیستم کنترل مبتنی بر FF

۲ - معماری Profibus:

می توان اولین کاربردهای مفهوم Profibus را بکارگیری آن در I/O با سرعت بالا ذکر کرد که منطبق بر استاندارد ISO-07498 و بر اساس مدل مرجع OSI طراحی شده است (Remote I/O) . در Profibus انتقال اطلاعات با پیروی از استاندارد اروپایی EN-50170 صورت می پذیرد . در مقایسه مدل مرجع OSI هفت لایه ای ، در Profibus تنها سه لایه زیر تعریف و بکار گرفته شده است :

لایه یک - لایه فیزیکی که انتقال فیزیکی Data انجام می شود .

لایه دو - لایه Data Link که پروتکل دسترسی اطلاعات را در بر دارد .

لایه هفت - لایه کاربردی است که توابع کاربردی را شامل می شود .

با توجه به کاربرد، می توان Profibus را در سه شاخه زیر تعریف نمود:

Profibus PA - این پروتکل در اتوماسیون فرآیندها کاربرد داشته و همچنین چون ذاتاً ایمن

(IS^۶) است در مناطق خطر استفاده می شود . تغذیه لازم برای ادوات و متعلقات متصل شده به سایت

⁵ - Set Point

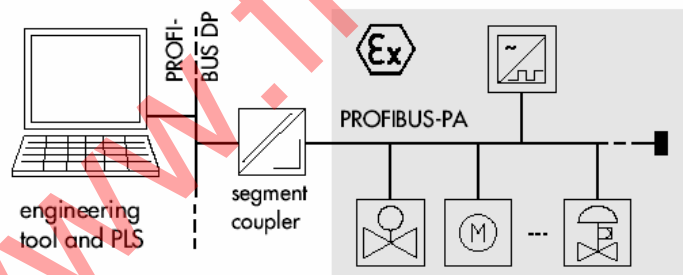
⁶ - Intrinsically Safe

توسط یک، تک زوج سیم و از خود Bus تامین می شود. به بیان دیگر Profibus PA در معماری Profibus در سطح Field جای می گیرد.

Profibus DP – این پروتکل در سیستم های کنترل با سرعت بالا استفاده می شود، که در معماری Profibus جایگاه آن در سطح Host System یا سیستم کنترل مرکزی خواهد بود.

Profibus FMS – امروزه کمتر بکار برده می شود و علت آن توانایی های Profibus DP / Profibus PA و ضعف بقیه است.

در Profibus با تعریف یک Bus Master، ضمن اینکه به شبکه حالت Active Station اعطا میکند جمع آوری اطلاعات توزیع شده در شبکه را بعهده آن می گذارد و بطور کلی از پروفایل های فیزیکی RS-485 (سرعت بالا و بین 98 Kbit/Sec الی 12 Mbit/Sec) استفاده می شود. همچنین با تعریف Slave به شبکه یک حالت Passive Station می دهد تا دسترسی به اطلاعات بدرستی انجام شود، در اینجا از استاندارد IEC-1158-2 (برای سرعت پائین یعنی 31.25 Kbit/Sec) و در مناطق خطر) استفاده می شود. شکل پنج یک تصویر شماتیک از نحوه ارتباط ایندو پروتکل را نمایش می دهد. در Profibus تمامی Slave ها دارای اولویت یکسان بوده و تمام اجزاء شبکه مخابراتی از Master تبعیت می کنند.



شکل ۳- نمایش جایگاه و نحوه ارتباط Profibus PA با Profibus DP

دو کلاس برای Master تعریف می شود:

کلاس ۱ – که در آن به تبادل اطلاعات بطور نرمال و یا تغییر اطلاعات از طریق Slave ها پرداخته می شود. در اینجا Master می تواند یک PLC و یا یک PC بطور مستقل باشد که نرم افزار عمل پردازش داده را در محیط CPU آن انجام می دهد، لذا Master نرخ تبادل اطلاعات را تعیین و Slave ها مجبور به رعایت آن می باشند در نتیجه اطلاعات موجود در I/O مطابق با پریود دیکته شده بروز می شود.

کلاس ۲ - Master بعنوان یک جزء ویژه برای تبادل اطلاعات Slave ها بکار گرفته می شود . در اینجا **Master** بعنوان یک جزء پیکر بندی شده است که می تواند یک **Lap Top** یا عنصری قابل برنامه ریزی باشد . این عنصر می تواند نقش سوپروایزری را ایفا کرده که فعالانه با **Master** (های) کلاس دو و یا **Slave** های قطعی خودش به تبادل اطلاعات بپردازد .

قابل ذکر است که اغلب **Master** ها هر دو کلاس را پوشش می دهند و ضمن اینکه تبادل اطلاعات بصورت **Master to Master** مجاز نمی باشد مگر هنگام دسترسی یک **Bus** به **Master** دیگر که در اینصورت با تغییر علائم انجام می پذیرد . یک **Master** فعالانه می تواند اطلاعات **Slave** ها را بخواند اما فقط مطابق با تقاضا می تواند با ادوات **Master** کلاس دو ارتباط برقرار نماید . **Master** می تواند **Slave** ها را به تفکیک آدرس دهی کرده یا یک گروهی از **Slave** ها را آدرس دهی نماید .

برای ارتباط پروفایل های فیزیکی مختلف در یک شبکه واحد **Profibus** از واسطه هایی بنام **Coupler Link / PA / DP Converter** استفاده خواهیم نمود . ساختار **Bus** ایجاد شده امکان بسط و یا حذف قسمت هایی از شبکه را بماند و بطوریکه روی قسمت های دیگر شبکه هیچگونه تاثیری نگذارد . همچنین در این پروتکل تمام توپولوژی ها امکان پیاده سازی داشته و بدون نصب تکرار کننده تا ۳۲ دستگاه را می توان روی یک باس نصب نمود و این رقم تا ۱۲۶ دستگاه با استفاده از تکرار کننده قابل افزایش است . ماکزیمم طول مجاز برای ایجاد شبکه معادل ۱۹۰۰ متر است که بسته به تعداد ادوات و سرعت انتقال داده این رقم معمولاً کمتر می شود .

ویژگی های **Profibus** :

علاوه بر تمام ویژگی هایی که به یک سیستم کنترل مبتنی بر فیلد باس نسبت داده می شود می توان گفت :

- بعلاوه اینکه این پروتکل مخابراتی پروفایل های مختلفی (همچون **DP** و **PA** و **FMS**) را دارد ، لذا می توان از تمامی مزایای این پروفایل ها بصورت مکمل یکدیگر استفاده نمود . این موضوع می تواند به گسترش مجاز شبکه کمک زیادی بکند .
- **Profibus** دارای سیستم باس باز و همچنین مستقل از سازنده است (هر چند سازندگانی محدودی به آن روی آورده اند) .
- **Profibus** یک سیستم کامل دیجیتال و دوطرفه می باشد (بعنوان ویژگی فیلد باس بطور کلی) .

- انتقال تغذیه از طریق باس امکان پذیر است (با استفاده از سیم های تک زوج) .
- *Profibus* خاصیت ایمن ذاتی داشته و در مناطق خطر نیز کاربرد دارد .

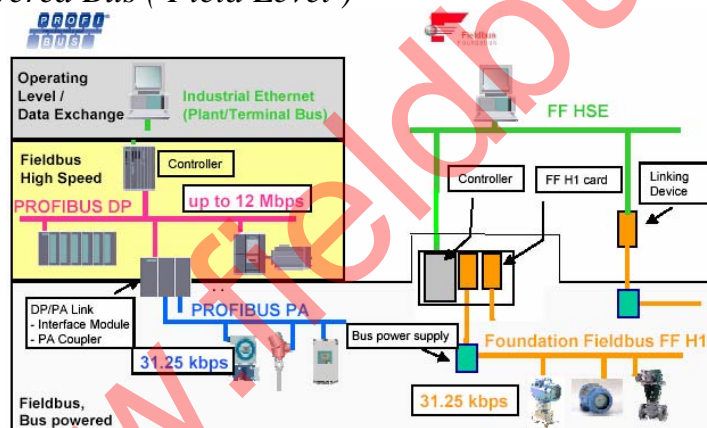
۳ - مقایسه سیستم های کنترل مبتنی بر *FF* و *Profibus* :

مقایسه این دو پروتکل و سیستم های کنترل مبتنی بر آن می تواند از جهات گوناگون انجام پذیرد ، اما در اینجا سعی شده است با اشاره به نکات کاربردی و توانایی های هر دو روش و تا حدودی هم مقایسه آماری و جایگاه هر کدام به نمایش گذاشته شود .

مقایسه ساختاری :

با توجه به شکل ۴ - از لحاظ معماری و ساختاری در هر دو متد می توان سطوح زیر را تعریف کرد :

- *Operating Level*
- *Fieldbus Level (HSE)*
- *Powered Bus (Field Level)*



شکل ۴ - مقایسه معماری دو روش

جدای از شباهتهایی که در ساختار دو روش وجود دارد ، می توان به عدم تطابق های زیر اشاره داشت :

۱. در *FF* کنترل کننده های *PID* در سطح *H1* قرار دارد در حالیکه در *Profibus* کنترل کننده ها در سیستم کنترل مرکزی پیش بینی شده است .

۲. *FF* و *Profibus* هر دو از استاندارد *IEC-61158* تبعیت می کنند ، ولی :

- *FF* مبتنی بر دو پروتکل و با دو سرعت متفاوت است (*HSE* و *31.25KB/Sec*) که یکی در سطح *Field* یا *H1* و دیگری در سطح *Host System* کاربرد دارد (ر.ک. به شکل ۲) .

- *Profibus* تنها از یک پروتکل و با سرعت بالا استفاده می کند .

۳. *Field Instrument* هوشمند مبتنی بر *FF* که قابلیت *Link* شدن مستقیم با *HSE* را داشته باشد ساخته نشده است، اما ادوات هوشمند مبتنی بر *Profibus DP* که قابلیت *Link* شدن مستقیم با *HSE* را داشته باشد در دسترس می باشد. قابل ذکر است این تفاوت برای هیچکدام از روش ها نمی تواند مزیت یا عیب باشد، چراکه برای مثال ساختار و ماهیت *FF* بگونه ای است که نیازی به این قابلیت وجود ندارد. از طرفی چنانچه بر این امر پافشاری داشته باشیم که ادوات سایت بتوانند مستقیماً با *HSE* (یا به عبارتی سیستم کنترل مرکزی) *Link* شوند، این موضوع با اهداف اولیه در طرح سیستم های کنترل مبتنی بر فیلدباس تناقض دارد.

۴. تعاریف *Cycle Time* در هر دو متد:

▪ در *FF* داریم:

$$\text{Cycle Time (m Sec)} = (N_p + N_c) 50 \text{ m Sec}$$

که در آن N_p تعداد ورودی ها

N_c تعداد *Function Block* ها + *Output Block* ها

و در ضمن مقدار 50 m Sec یک تخمین تقریبی از زمان پردازش اطلاعات در

FB ها است.

برای مثال چنانچه ۱۰ ورودی با سه *PID* و سه *AO Block* داشته باشیم آنگاه:

$$\text{Min Scan Time} = (3+10+3) 50 \text{ m Sec} = 800 \text{ m Sec}$$

خواهد بود.

▪ در *Profibus* هم داریم:

$$\text{Cycle Time (m Sec)} = N (10+2m) \text{ m Sec}$$

که در آن N معادل تعداد ادوات است، همچنین برای هر دستگاه 10 m Sec تاخیر در

نظر گرفته شده است بطوریکه دستگاه بعد از آن معادل 2 m Sec بیشتر در انتقال اطلاعات تاخیر خواهد داشت.

برای مثال با وجود ۱۰ دستگاه و احتساب 12 m Sec تاخیر برای هر دستگاه خواهیم داشت:

$$\text{Total Scan Time} = 10 (10+2) = 120 \text{ m Sec}$$

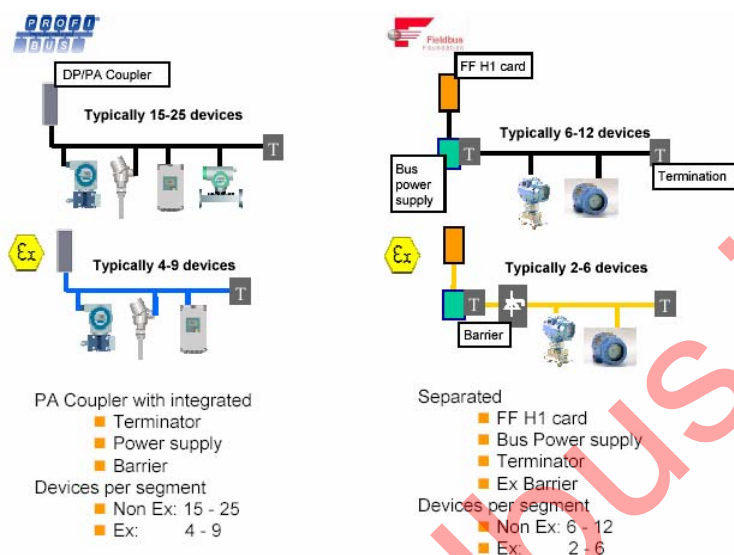
نکته - در *FF* علاوه بر انتقال اطلاعات، پردازش سیگنال هم انجام می پذیرد، ولی در

Profibus زمان محاسبه شده صرفاً به انتقال اطلاعات تخصیص دارد. بدیهی است با محاسبات

انجام شده نمی توان برتری یا عیب یک روش را به دیگری تشخیص داد.

۵. تعداد دستگاههای مجاز در هر Segment :

با توجه به شکل ۵ ملاحظه می شود که این مقایسه در دو منطقه ایمن و خطر انجام شده است :



شکل ۵ - تعداد دستگاههای مجاز در هر Segment

- در منطقه ایمن - FF قابلیت نصب ۶ الی ۱۲ دستگاه را دارد و Profibus قابلیت نصب ۱۵ الی ۲۵ دستگاه را دارد.
- در منطقه خطر - FF بین ۲ الی ۶ دستگاه و Profibus قابلیت نصب ۴ الی ۹ دستگاه را دارد.

۶. سازندگان :

- ذیلا نام شرکت های بزرگی که سازنده سیستم کنترل مبتنی بر Foundation Fieldbus هستند آورده شده است (خاطر نشان می سازد این سازندگان در تمام سطوح مفاهیم اولیه FCS را رعایت کرده اند و قابلیت Link شدن با profibus را نیز دارند) :

EMERSON
YOKOGAWA
YAMATAKE
HONEYWELL
FOXBORO
SMAR

قابل ذکر است که، از بین سازندگان تنها شرکت زیمنس است که در تمام سطوح Profibus را در ساخت سیستم خود بکار گرفته است .

در پایان و بطور کلی می توان بطور مقایسه ای سیستم های کنترل مبتنی بر دو پروتکل را در جدول ۲ خلاصه نمود:

جدول ۱ - مقایسه مشخصات فنی دو متد:

ملاحظات	FF	Profibus	خصوصیات فنی
با توجه به قدمت حضور Profibus نسبت به FF توجیه پذیر است.	حدود ۳۰۰,۰۰۰ دستگاه	بالغ بر ۱۰,۰۰۰,۰۰۰ دستگاه	تعداد Field Instrument های نصب شده در دنیا
مفهوم اولیه فیلدباس محل PID را سایت میداند.	در سایت انجام می پذیرد.	در محل کنترل مرکزی انجام می پذیرد و سیستم کنترل مبتنی بر Profibus تنها یک Remote I/O است.	PID Control
	تمام توابع بعنوان FB تعریف شده	تمام توابع بعنوان FB تعریف نشده (از جمله PID و Split و ...)	تعداد Function Block های تعریف شده
مقایسه Cycle Time در دو روش فوق نمی تواند با شرایط همسنگ باشد.	در این روش علاوه بر انتقال اطلاعات، زمانی که صرف انجام پردازش سیگنال می شود نیز در Cycle Time محاسبه می شود.	با توجه باینکه در این روش تنها انتقال اطلاعات انجام می پذیرد Cycle Time کمتر است.	Cycle Time
	در تمام سطوح افزونگی دیده شده است.	در تمام سطوح افزونگی وجود دارد.	افزونگی
	سازندگان متعددی وجود دارند و امکان رقابت فراهم می باشد.	تنها شرکت زیمنس در تمام سطوح از این پروتکل استفاده نموده لذا امکان رقابت فراهم نیست.	تنوع سازندگان سیستم کنترل
با مراجعه به بند ۵ مقایسه دو روش / هم در منطقه ایمن و هم در منطقه خطر	محدودیت بیشتر در نصب تعداد ادوات سایت وجود دارد.	در مجموع در این روش امکان نصب تعداد ادوات بیشتری می باشد	تعداد دستگاههای مجاز در هر Segment

محمد حسن موحدی

Movahed61@nipc.net
movahed61@fieldbus.ir