



شبکه های کامپیوتری - دی ماه ۹۷

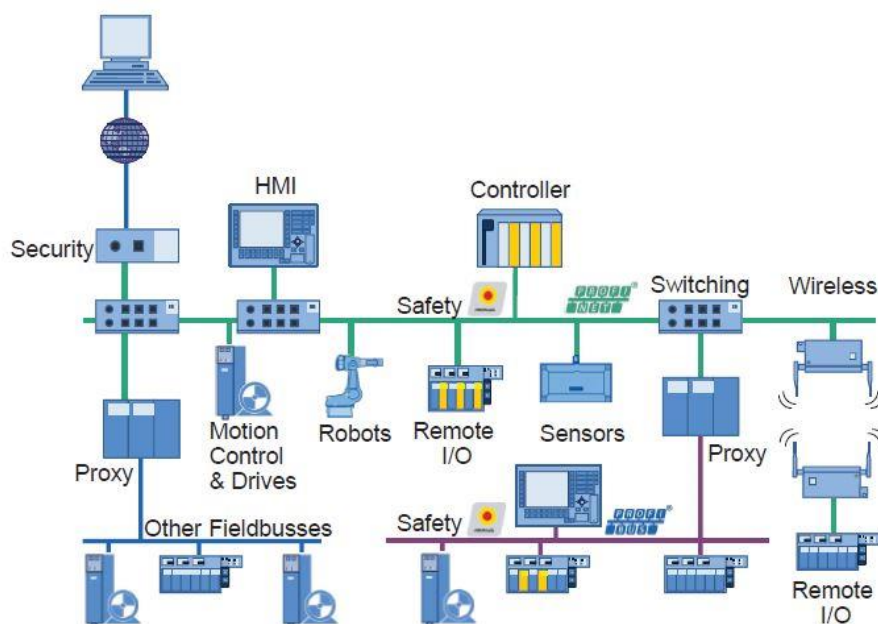
موضوع پروژه: *Profinet & Profibus*

اعضای گروه: احمد رضا سلیمانی - پویا امینایی

## Profinet

### معرفی

*Profinet* مخفف *Process Field Net* است که در واقع به مجموعه ای از استانداردهای فنی گفته میشود که برای مخابرات داده از طریق *Ethernet* در صنعت بکار میرود. این نوع از استاندارد ها با هدف جمع آوری داده و کنترل تجهیزات صنعتی مورد استفاده قرار میگیرد. همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است *Profinet* تمام نیازهای فن آوری های صنعتی را برآورده میکند.



شکل ۱

نیاز به *Profinet* میتواند در بخش های اتوماسیون تولید، اتوماسیون پردازش احساس شود که بکار بردن آن میتواند خیلی از این نیاز ها را برطرف کند.

## انواع *Profinet*

*Profinet* را بطور کلی میتوان به دو دسته ی کلی زیر تقسیم بندی کرد:

- *Profinet IO*
- *Profinet CBA*

در ادامه به طور مجزا هر کدام از این انواع مورد بررسی قرار میگیرد.

## *Profinet IO*

این نوع از *Profinet* برای کاربرد های گسترده و به صورت ماژولار مورد استفاده قرار میگیرد. دیوایس هایی که در آن بکار میرود شامل سه بخش میشود که به شرح زیر است:

- *IO – controler*: کنترل وظایف اتوماسیون را برعهده دارد.
- *IO – device*: دیوایس میدان است که بوسیله ی *IO – controler* کنترل و مانیتور میشود.
- *IO – supervisor*: معمولا برای تشخیص *IO – device* مورد استفاده قرار میگیرد. به عنوان برنامه ی شبکه<sup>1</sup> بکار میرود.

---

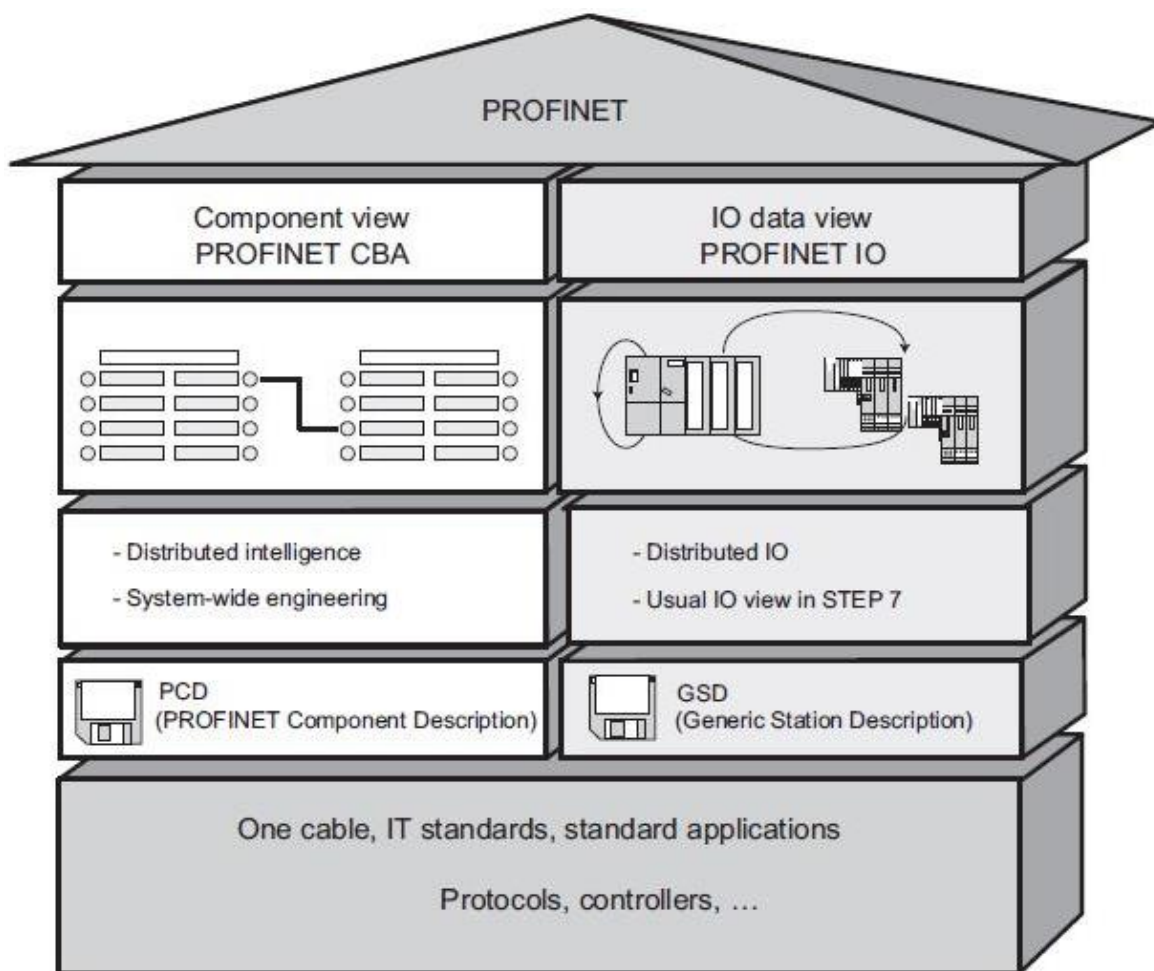
<sup>1</sup> Network software

## Profinet CBA<sup>۲</sup>

این نوع از *Profinet* نیز برای کاربردهای گسترده استفاده میشود و پیاده سازی آن به صورت ماژولار انجام میشود اما با این تفاوت که هوشمند تر از *Profinet IO* عمل میکند. ارتباط بین دو دیوایس از نوع *machine – to – machine* است.

### تفاوت بین *Profinet IO* و *Profinet CBA*

این دو نوع *Profinet* در واقع با دو دید متفاوت به کنترلرهای صنعتی مبتنی بر *Ethernet* میپردازند که تفاوت هایشان در شکل ۲ نمایش داده شده است:



شکل ۲: تفاوت های بین *profinet IO* و *profinet CBA*

<sup>۲</sup> Component based automation

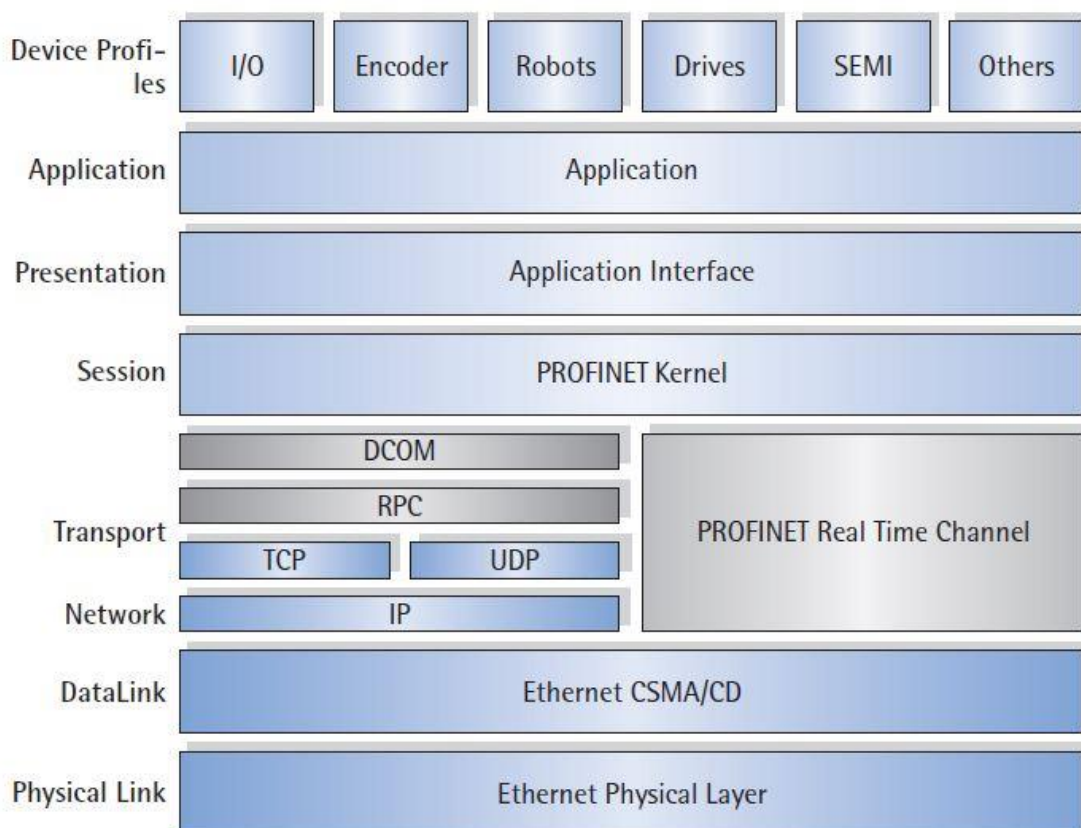
*profinet CBA* کل سیستم را به توابع متفاوتی تقسیم بندی میکند که پیکربندی و برنامه ریزی شده اند. اما در *profinet IO* هر کدام از این کنترلرها به صورت مجزا برنامه ریزی میشوند.

## لایه بندی فیزیکی<sup>۳</sup>

بین گره های بکار رفته در *profinet* میتوان به دو روش لینک برقرار کرد:

- کابل های الکتریکی: مثل زوج سیم مسی
- کابل های نوری: مثل فیبر های نوری که به شکل مورد استفاده قرار میگیرند. *monomode* و *multimode* . در حالت اول حداکثر فاصله ی بین دو گره ۲۶ کیلومتر میتواند باشد و در حالت دوم فاصله ی بین دو گره نمیتواند بیشتر از ۳۰۰۰ متر باشد.

در شکل ۳ نمای کلی لایه بندی های *profinet* نشان داده شده است:



شکل ۳

<sup>3</sup> Physical layer

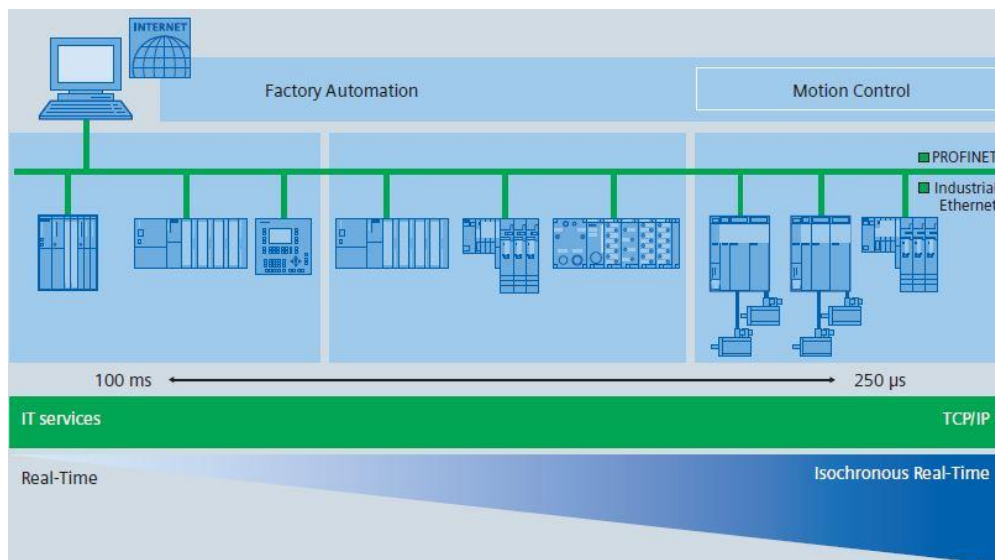
## پروتکل های استفاده شده در *profinet*

۱. پروتکل *TCP/IP*: در اتوماسیون پردازش مورد استفاده قرار میگیرد. در واقع برای پردازش داده های مورد استفاده قرار میگیرند که خیلی ضروری نیستند. به همین دلیل زمان عملکردش حدود  $100\text{ms}$  است.

۲. پروتکل  $RT^4$ : برای *Profinet IO* مورد استفاده قرار میگیرد که کاربردش در اتوماسیون های کارخانه است. زمان عملکردش نیز حدود  $10\text{ms}$  است.

۳. پروتکل  $IRT^5$ : برای کنترل حرکت و درایو کردن سیستم ها در *Profinet IO* مورد استفاده قرار میگیرد. زمان عملکرد این پروتکل به کمتر از  $1\text{ms}$  میرسد.

در شکل ۴ نمای کلی این سه پروتکل نشان داده شده است:



شکل ۴: تفاوت این سه پروتکل

<sup>4</sup> Real Time

<sup>5</sup> Isochronous Real Time

## نحوه ی آدرس دهی

در *Profinet* سه نوع آدرس را باید تعریف کرد که به شرح زیر است:

- *MAC address*

- *IP* : در طول شبکه باید منحصر به فرد باشد.

- *Device name*

برای اختصاص دادن این سه آدرس به گره ها به دو نوع پروتکل *DCHP*<sup>۶</sup> و *DCHP*<sup>۷</sup> نیاز داریم. در ادامه به صورت مجزا به توضیح هر کدام از این دو پروتکل میپردازیم.

## پروتکل *DHCP*

پروتکلی است که توسط دستگاه های شبکه ای بکار می رود تا پارامترهای مختلف را که برای عملکرد برنامه های منابع گیر در *IP* ضروری می باشند، بدست آورد. با بکارگیری این پروتکل، حجم کار مدیریت سیستم به شدت کاهش می یابد و دستگاه ها می توانند با حداقل تنظیمات یا بدون تنظیمات دستی به شبکه افزوده شوند.

عملکرد *DHCP* به چهار قسمت پایه تقسیم می گردد :

- اکتشاف (*DHCP Discovery*)

- پیشنهاد (*DHCP Offer*)

- درخواست (*DHCP Request*)

- تصدیق (*DHCP Acknowledgment*)

این چهار مرحله به صورت خلاصه با عنوان *DORA* شناخته می شوند که هر یک از حرف ها، سر حرف مراحل بالا می باشد.

---

<sup>6</sup> Discovery and Configuration protocol

<sup>7</sup> Dynamic Host configuration protocol

ساختار پیام های *DHCP* در دیتاگرام *UDP* حمل میشود و در سمت سرویس دهنده از پورت ۶۷ و در سمت سرویس گیرنده از پورت ۶۸ استفاده میشود. در جدول زیر ساختار کلی پروتکل *DHCP* نشان داده شده است.

OP	HTYPE	HLEN	HOPS
TRANSACTION ID			
SECS		FLAGS	
CIADDR (Client IP address)			
YIADDR (Your IP address)			
SIADDR (Server IP address)			
GIADDR (Gateway IP address)			
CHADDR (Client hardware address (16 OCTETS))			
SERVER HOST NAME (64 OCTETS)			
BOOT FILE NAME (128 OCTETS)			
OPTIONS (VARIABLE)			

## پروتکل *DCP*

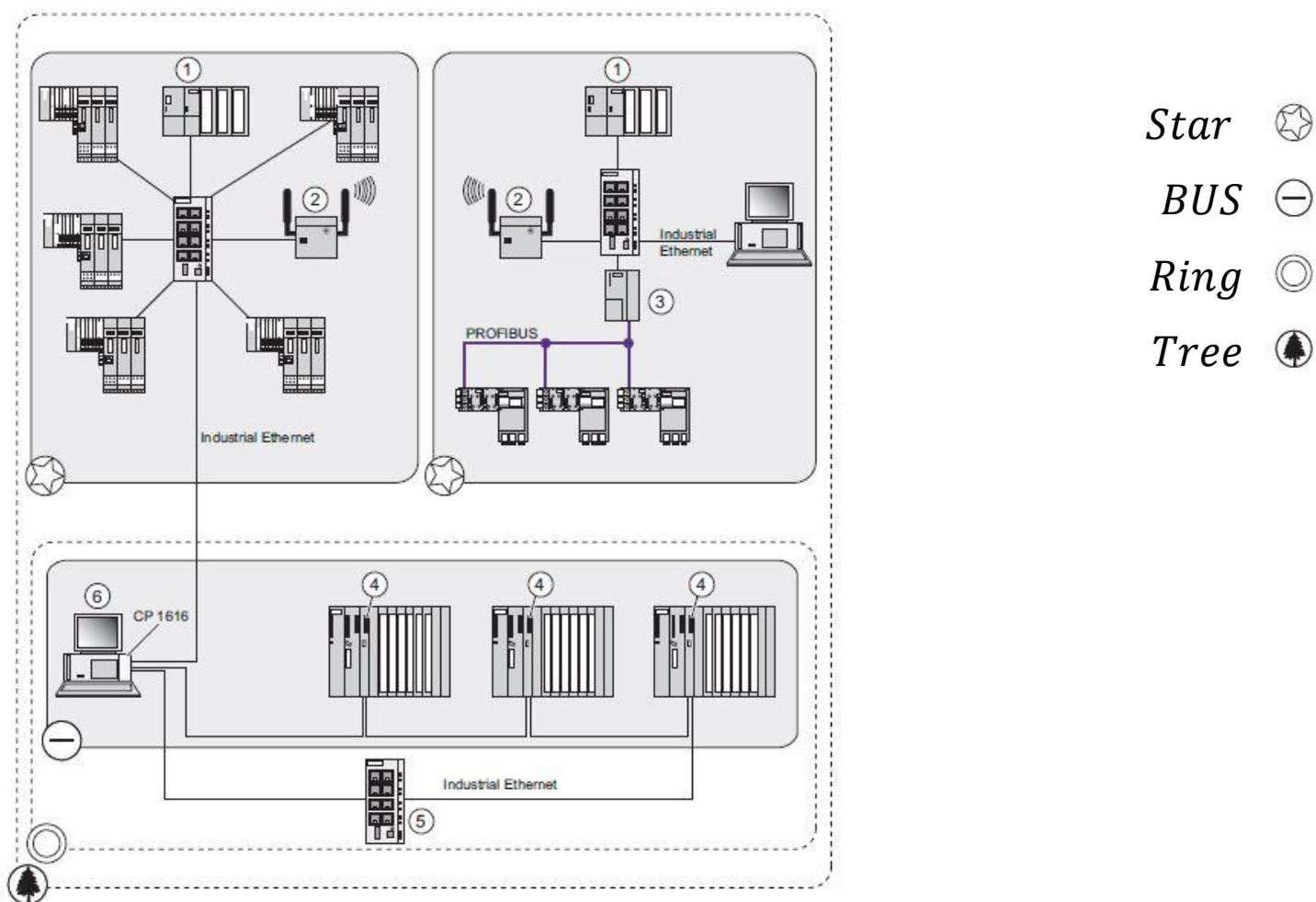
این پروتکل مبنی بر لایه بندی دیتا لینک است که برای آدرس دهی گره های *Profinet* استفاده میشود.

## تکنولوژی سوئیچینگ

در *Profinet* برای سوئیچینگ از *Bit rate* حدود  $100\text{mb/sec}$  استفاده میشود. ارتباط بین هر دو گره به صورت دو طرفه از نوع *Half Duplex* است. یعنی هر گره میتواند هم به عنوان فرستنده عمل کند و هم به عنوان گیرنده.

## توپولوژی شبکه

برای پیاده سازی *Profinet* از توپولوژی های متفاوتی استفاده میشود. که ۴ مورد از آن ذکر شده است. در شکل ۵ مثالی از یک نمونه ترکیبی توپولوژی نشان داده شده است.



شکل ۵: نمونه ای از یک توپولوژی ترکیبی *profinet*



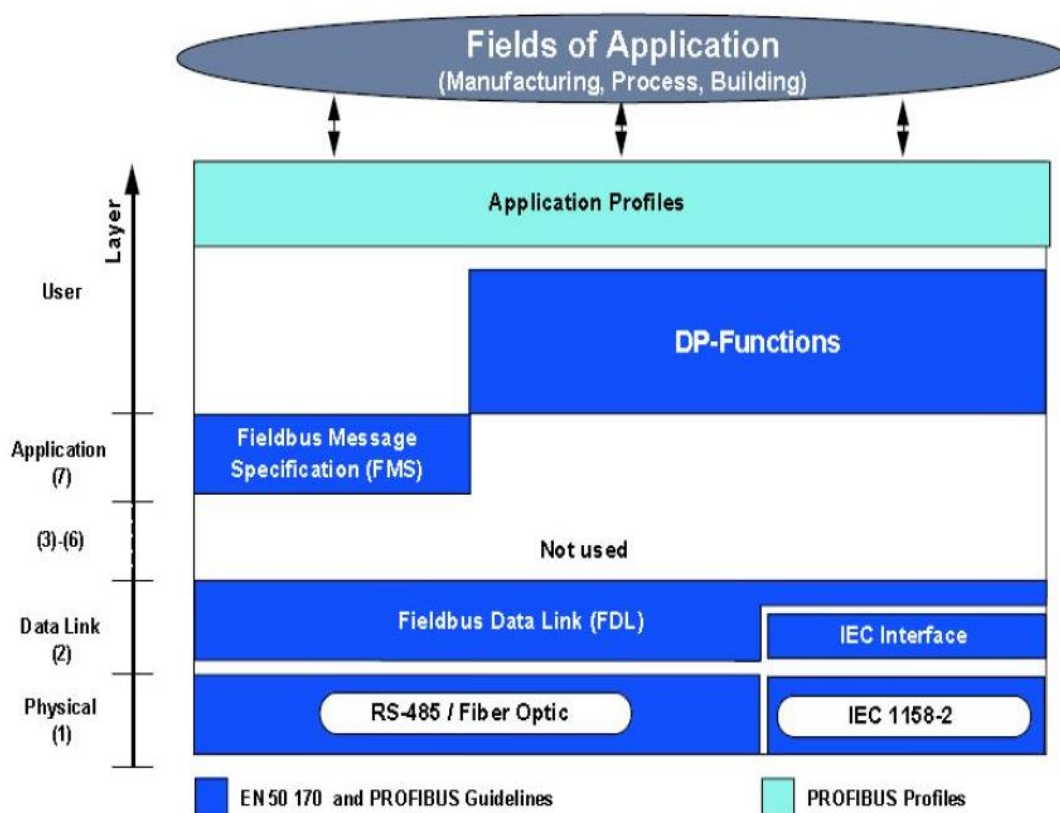
# Profibus

## تاریخچه Profibus

ایده اولیه در سال ۱۹۸۷ ارائه شد. برگرفته از کلمه *Process fieldbus* است. پس از سه سال تلاش *Profibus FMS* ارائه شد که هدف آن برآورده کردن ارتباطات پیچیده کنترلی بود.

سپس در سال ۱۹۹۳ از *Profibus DP* رونمایی شد که سه نسخه آن یعنی *DP - V0, V1, V2* هستند. علاوه بر این ها برای پوشش دادن نیازهای مربوط به محیط های خطرناک و انفجاری در سال ۱۹۹۵ از *Profibus PA* رونمایی شد.

گستر کار این پروتکل از سطح فیلد تا سطح کنترل است. در سطوح بالاتر تنها می توان از *FMS* استفاده کرد که امروزه در این سطح از *LAN* استفاده می کنند.



## مزایای Profibus

۱. نویزپذیری کم چون واسط انتقال آن کابل *Twisted pair* است.
۲. پهنای باند مناسب به دلیل استفاده از روش انتقال مناسب مثل *RS485*.
۳. تبادل دیتای مطمئن و بدون تداخل جهت استفاده از روش دسترسی *Token pass*.
۴. انعطاف زیاد شبکه به دلیل *Open source* بودن این پروتکل.

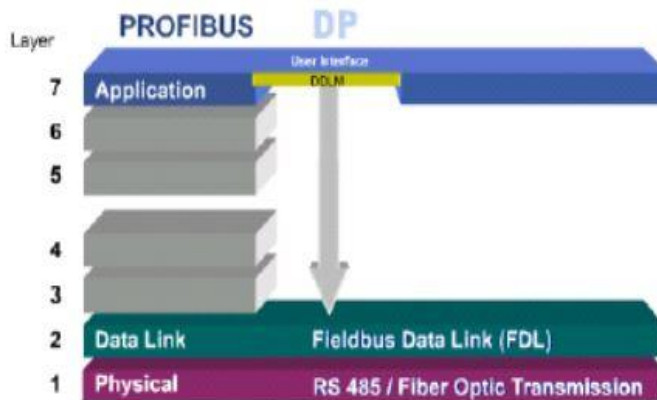
این پروتکل در لایه های خود از استاندارد *ISO* پیروی می کند. اما تمام لایه ها را در بر نمی گیرد بطور کلی لایه های ۱ و ۲ و در صورت لزوم لایه ۷ استفاده می شوند. میزان محبوبیت *Profibus* بین شبکه های دیگر در جهان در جدول زیر آمده است:

Bus	User*	Application	Sponsor
CANs	25%	Automotive, Process control	OVDA, Honeywell
PROFIBUS (3 kinds)	26%	Process control	Siemens, ABB
LON	6%	Building systems	Echelon, ABB
Ethernet	50%	Plant bus	all
Interbus-S	7%	Manufacturing	Phoenix Contact
Fieldbus Foundation, HART	7%	Chemical Industry	Fisher-Rosemount, ABB
ASI	9%	Building Systems	Siemens
Modbus	22%	obsolete point-to-point	many
ControlNet	14%	plant bus	Rockwell
*source: ISA, Jim Pinto (1999)		Sum > 100%, since firms support more than one bus	

## Profibus DP

از لایه های ۱ و ۲ و همچنین از یک رابط کاربری استفاده می کند. در این پروتکل لایه های ۳ و ۷ استفاده نمی شوند. این ساختار انتقال سریع دیتا را میسر می سازد. مزیت آن بر *FMS* آن است که لایه هفتم در آن حذف شده است و اینکار سرعت عملکرد را بهینه کرده است.

*DP* به صورت *Master/Slave* کار می کند. یعنی هسته مرکزی یا *Master* به صورت سیکلی ورودی ها را از *Slave* ها می خواند و خروجی ها را به آنها می فرستد. ساختار *DP* می تواند در عرض یک میلی ثانیه ۵۱۲ بایت دیتای خروجی و ۵۱۲ بایت دیتای ورودی را روی *Slave* ۳۲ با سرعت ۱۲Mbps تبادل کند.



USER interface	cyclic	acyclic services	
	exchanged data and status messages	- control - diagnostic - parameterization	- alarm function - upload - download
DDL	cyclic and acyclic communication services		
OSI layer 2	Fieldbus Data Link (FDL) Fieldbus Management (FMA)		

در *DP - V0* فقط اجازه ارتباط سیکلی بین *Master* و *Slave* را فراهم می سازد. یعنی *Master* بصورت سیکلی مرتباً *Slave* ها را یکی پس از دیگری فرا می خواند و با آنها به تبادل دیتا می پردازد. وقتی یک *Master* می خواهد با *Slave* صحبت کند ابتدا مراحل *Initialization* را انجام می دهد یعنی :

۱. *Master* درخواست شناسایی وضعیت (*Diagnostic*) می کند و *Slave* وضعیت را

اعلام می کند.

۲. *Master* پارامترهایی که *Slave* باید برای تبادل دیتا از آن ها استفاده کند مانند زمان پاسخ دهی و ... را به آن ها می فرستد. *Slave* تایید قبول (*Acknowledge*) را به *Master* اعلام می کند.

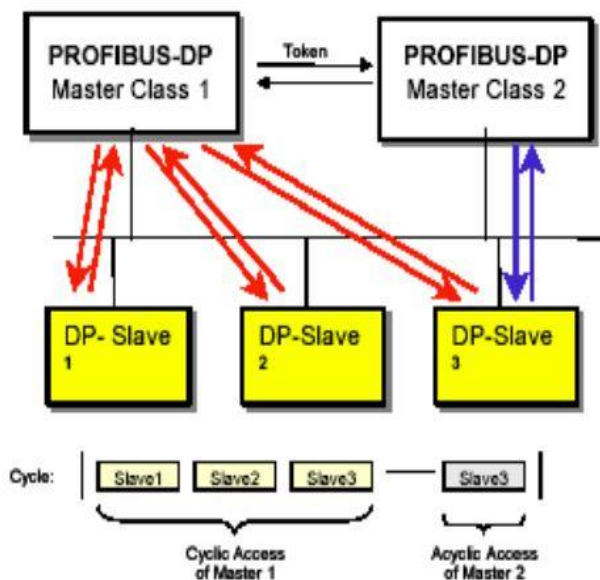
۳. *Master* ساختار نرم افزاری پیکر بندی شده برای *Slave* را به آن اعلام می کند. اگر *Slave* تفاوتی بین آن و ساختار اصلی ببیند به *Master* اعلام می کند.

در *DP - V1* امکان ارتباط غیرسیکلی هم اضافه شده است بطور کلی در پروتکل *DP* دو نوع *Master* تعریف شده است :

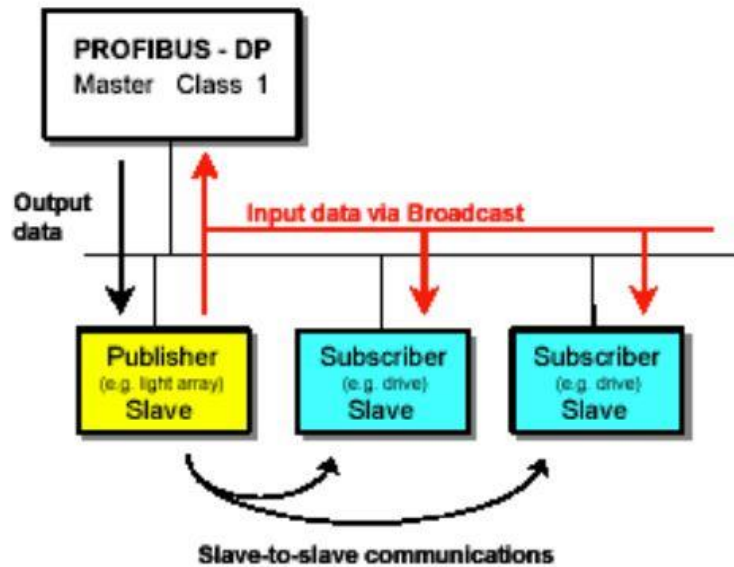
۱. *DP Master class 1* یا *DPM1* که همان هسته مرکزی است که به برقراری ارتباط سیکلی می پردازد.

۲. *DP Master class 2* یا *DPM2* که در طول راه اندازی یا تشخیص عیب یا برای پیکربندی و کالیبراسیون و غیره به *Slave* وصل می شود. ارتباط آن بصورت غیر سیکلی و موقت بوده و لازم نیست که دائم به باس وصل باشد.

پس *DPM1* وقتی که به آخرین *Slave* رسید ادامه کار را به *DPM2* می دهد تا در زمان باقی مانده از سیکل باس با هر *Slave* که می خواهد بصورت *Acyclinc* ارتباط برقرار کند. سپس باز روال به *DPM1* داده می شود.

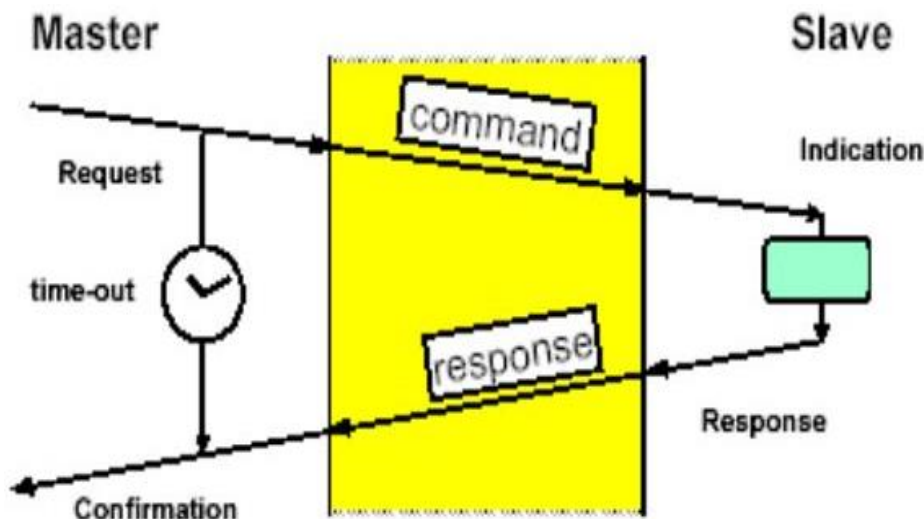


در  $DP - V2$  امکان تبادل دیتای مستقیم بین *Slave* ها وجود دارد. این روش به صورت *broadcast* است یعنی یک *Slave* به عنوان *Publisher* دیتای خود را جهت استفاده سایر *Slave* ها یا *Subscriber* ها روی باس قرار می دهد.



## مکانیسم های حفاظتی

۱. در هسته مرکزی به ازای هر *Slave* یک *Timer* جداگانه وجود دارد که اگر در طول زمان تعیین شده دیتای صحیح از *Slave* ها دریافت نشود تایمر دستور توقف می دهد.
۲. برای هر *Slave* یک *Watch dog* هست که خطاهای مربوط به *Master* یا انتقال دیتا را آشکار می سازد.



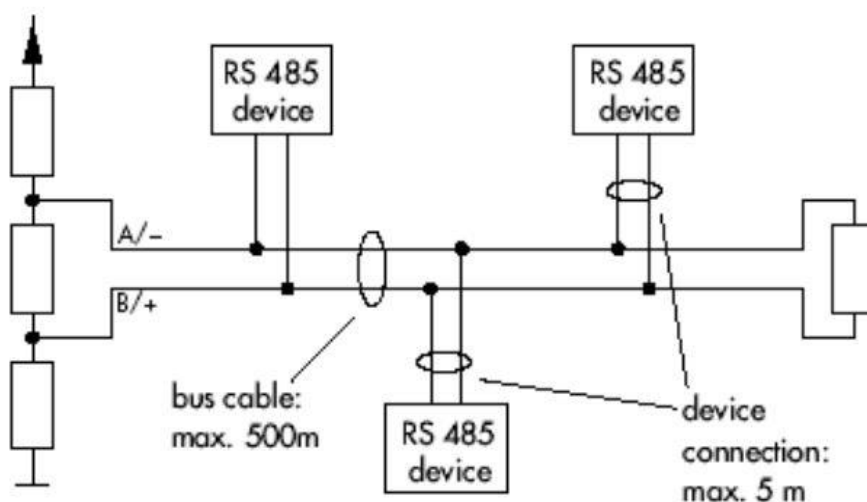
## تکنولوژی های انتقال در Profibus DP

انتقال دیتا در این نوع از Profibus با روش های زیر صورت میگیرد:

۱. زوج سیم به هم تابیده شده شیلد دار (STP)



۲. RS485 که یک ارتباط دوسیمه و به صورت HALF DUPLEX است یعنی در هر لحظه یکی فرستنده و بقیه گیرنده هستند. این سیگنال بر خلاف RS232 یک سیگنال تفاضلی است یعنی نسبت به زمین نیست بلکه اختلاف ولتاژ بین دو سیم است که نتیجه آن نویزپذیری کمتر است.



۳. انتقال با فیبر نوری

## **Profibus FMS**

لایه های ۱ و ۲ و ۷ مدل *ISO* را مورد بررسی قرار می دهد. در لایه *Application* آن سرویس *FMS* بکار می رود. محیط انتقال و نحوه در اختیار قرار گرفتن باس در *FMS* و *DP* یکسان است. پس می توانند همزمان در یک شبکه قرار بگیرند. سرویس *FMS* برای حالتی که حجم اطلاعات بالاست به کار می رود.

### **ویژگی های مهم *FMS***

- روش انتقال با کابل مسی ( *RS485* ) و با سرعت حداکثر  $1500\text{Kbps}$  ) یا فیبر نوری
- لایه های مورد استفاده لایه های ۱ و ۲ و ۷
- روش دسترسی به باس از طریق *Token pass*
- سرویس های *SDA* و *SDN* و *SRD*

### **روش *Token pass***

اگر بخواهیم بین چند *Master* ارتباط برقرار کنیم. در این روش یک حلقه منطقی (نه فیزیکی) بین *NODE* های شبکه برقرار می شود. جهت حلقه بر طبق آدرس *NODE* ها را از آدرس کمتر به آدرس بیشتر است.

*NODE* های تشکیل دهنده این حلقه *Master* ها هستند و *Token* از یک *Master* به یک *Master* با آدرس بالاتر می رود. زمانی که *Token* به *Master* با بالاترین آدرس برسد آن را به *Master* با پایین ترین آدرس منتقل می کند. به این ترتیب یک حلقه نرم افزاری تشکیل می شود. در این روش هر *NODE* دارای یک لیست به نام *LAS* است که در آن موارد زیر مشخص شده است:

- *NS* : آدرس ایستگاه بعدی در حلقه *Token*
- *PS* : آدرس ایستگاه قبلی در حلقه *Token*
- *TS* : آدرس ایستگاه بعدی در حلقه *Token*

## ***Profibus PA***

یک نمونه تکامل یافته از *DP* است و معمولاً برای سطح *Field* استفاده می شود. بصورت ذاتی در روش 2 – *IEC 1158* که در این پروتکل استفاده می شود یک ایمنی بالا بدست می آید چون تغذیه عناصر متصل به این شبکه مستقیماً از طریق خط ارتباطی تامین می گردد.

انتقال دیتا براساس پروتکل *Manchester coding* صورت می گیرد. در این پروتکل بیت ۰ زمانی رخ می دهد که لبه بالارونده داشته باشیم و بیت ۱ زمانی رخ می دهد که لبه پایین رونده داشته باشیم. در این روش سرعت انتقال دیتا ثابت و برابر 31.25 Kbps است و به طول کابل بستگی ندارد. محیط انتقال هم می تواند یک کابل *Twisted pair* از نوع شیلد دار *STP* یا بدون شیلد *UTP* باشد.