



## بررسی یک پروژه عملی شبکه Profibus با استفاده از Remote I/O های خانواده ( Symatic ET200 ) Siemens

شروین احرامپوش ، ندا عدالت

دانشگاه صنعتی شیراز

E-mail: s\_chrampoosh@yahoo.com

چکیده - یکی از اجزای شبکه های Profibus ، Remote I/O ها هستند که در خانواده Siemens با نام ET شناخته

می شوند. (Electronic Terminal).

ET به عنوان یک DP Slave دارای انواع مختلفی است مانند ET200S ، ET200M ، ET200X و .... به طوریکه هر کدام، یک خانواده محسوب می شوند.

هر کدام از این ET ها دارای یک خصوصیت منحصر به فرد می باشد به طوریکه ET200M به Multichannel معروف است که به دلیل یکسان بودن کارت های آن با کارت های S7-300 plc siemens پرکاربردترین نوع ET هاست و یا ET200S که به Multitalent مشهور است. تقسیم بندی های ET بر اساس نیاز در محیط های صنعتی شامل Compact یا Modular است. در نوع دیگری از تقسیم بندی بر اساس اینکه ET بتواند در شبکه به عنوان Master نیز مورد استفاده قرار گیرد، دو نوع حافظه دار یا بدون حافظه نیز وجود دارد. بر این اساس با استفاده از دو plc s7 siemens (cpu 314) و ماژول های et200pro و et200isp دو پروسه را با هدف کنترل از طریق شبکه profibus در آزمایشگاه دانشگاه انجام دادیم. یکی کنترل پروسه دوار که در آن سه سنسور مجاورتی (Proximity) به صورت ورودی و یک موتور DC که خروجی آن را تشکیل می داد. در پروسه دیگر از طریق دو سنسور نوری و یک stepper motor، که یک نوار نقاله را به حرکت در می آورد. برای بررسی این پروژه ابتدا اصول کلی شبکه های profibus گفته شده و بر اساس آنها پروژه بررسی می شود.

کلید واژه- FMS, ET ، کارت CP ، DP Master

### ۱- مقدمه

های اتوماسیون در سطوح مختلف با یکدیگر ارتباط دارند. برای مثال هیچگاه کامپیور دفتر مدیریت، نیاز به دانستن دور موتور یک پمپ ندارد و یا اطلاع از بسته شدن یک شیر برقی برای جلوگیری از ورود مایع شیمیایی خاص برای مدیر ارشد یک مجموعه اهمیتی ندارد. هیچگاه برای

در شبکه های صنعتی عواملی چون نرخ انتقال اطلاعات، قابل پیش بینی بودن، اعتماد پذیری و فاصله زمانی سرویس دهی ایستگاه، اهمیت بیشتری نسبت به شبکه های کامپیوتری دارد. از طرفی در مراکز صنعتی، سیستم

سطح control نیز کاربرد پیدا کرده اند که profibus نیز یکی از این موارد است. از پروتکل های معروف در زمینه fieldbus می توان موارد زیر را نام برد:

۱- (Actuator Sensor Interface) ASI

۲- (Controller Area Network) CAN

۳- FOUNDATION FIELDBUS

۴- HART

۵- (Process Fieldbus) PROFIBUS

۶- INDUSTRIAL ETHERNET

یک ربات، آمار خط تولید اهمیتی نمی تواند داشته باشد ولیکن اطلاع از پایان کار یک پردازش محلی مانند قرار گرفتن یک قطعه در محل جوشکاری برای تصمیم گیری بعدی مهم است. بر این اساس، ارتباط یک کارخانه صنعتی را می توان در طبقات مختلف تقسیم بندی کرد و برای هر یک وظیفه ای خاص قایل شد، که بر طبق آن از بالاترین سطح به پایین ترین داریم:

۱- (Enterprise Resource Planning). ERP level

۲- Supervisory level

۳- control level

۴- Field level

مزایای profibus مانند نویز پذیری کم، پهنای باند وسیع، تبادل دیتای بدون تداخل (استفاده از روش token pass)، کاهش هزینه های نصب و راه اندازی به علت حذف کابل کشی موازی و عیب یابی سریع به دلیل استفاده از سیستم های توزیع شده (distributed system)، موجب استقبال در بکار گیری از آن شده است.



سطح ERP که به آن Factory level یا management level هم گفته می شود، بالا ترین 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 یک شیفت کاری است، در این سطح تبادل می شود. سرعت انتقال اطلاعات در این سطح زیاد مطرح نیست. در سطح supervisory سیستم های مانیتورینگ (HMI) قرار دارد که اپراتور از طریق آنها وضعیت پروسه را می بیند و فرمان های لازم را صادر می کند. حجم اطلاعات در حد متوسط و زمان نیز در حد ثانیه است. در سطح control سیستم های کنترلر PLC و یا DCS قرار دارند. حجم دیتا در این ناحیه کم و در حد بایت است و زمان نیز کوتاه و کمتر از ثانیه است. در سطح field سنسورها و عملگرها و وسایل ابزار دقیق قرار دارند. حجم دیتا در این سطح کم ولی زمان ارسال یا دریافت دیتا باید کوتاه و در حد میلی ثانیه باشد.

رفته رفته و با توسعه روز افزون شبکه های صنعتی، در دهه ۹۰ جایگاهی با عنوان fieldbus در اتوماسیون شکل گرفت. با اینکه به ظاهر این پروتکل تنها سطح field را شامل می شود ولی در عمل پروتکل های مختلفی که تحت عنوان fieldbus عرضه شده اند پا را فرا تر گذاشته و در

## نحوه دسترسی به BUS:

یکی از مهمترین بحث ها در شبکه های صنعتی و از جمله profibus نحوه ارتباط بین PLC ها با هم و یا با PC هاست. باید هر ایستگاه فرصت کافی برای انجام کارهای ارتباطی و انتقال دیتا در زمان های معین را داشته باشد و انتقال دیتا بین PLC و PC و یا انتقال از Distributed I/O ها باید سریع و دقیق باشد. و این نیازمند تعیین یک پروتکل است که به صورت حساب شده ای BUS را در اختیار ایستگاه ها قرار دهد. به نحوی که ضمن استفاده بهینه از BUS، تداخلی هم بین ارسال اطلاعات به وجود نیاید. در شبکه Profibus نحوه در اختیار گرفتن BUS توسط ایستگاهها به روش Hybrid است. این روش ترکیبی از روش token pass (ارتباط بین چند Master) و روش Master/Slave (ارتباط بین یک master با slave هایش) و مطابق با استاندارد EN 50170 می باشد. باید توجه داشت که نحوه در اختیار گرفتن BUS، به محیط انتقال بستگی ندارد یعنی فرقی نمی کند که محیط انتقال کابل مسی باشد یا فیبر نوری. همچنین انتقال اطلاعات بین ایستگاه ها، نیازمند این است که به هر ایستگاه یک آدرس یکتا تخصیص دهیم. آدرس های یک شبکه profibus می تواند بین صفر تا ۱۲۶ تعیین شود یعنی حداکثر می توانیم ۱۲۷ ایستگاه در شبکه profibus داشته باشیم. در پروژه انجام شده از profibus DP استفاده شده، با این حال به طور خلاصه پروفی باس های FMS و PA هم توضیح داده می شوند تا خواننده در فهم مطالب با مشکل مواجه نشود.

## PROFIBUS FMS:

FMS (Field Message Specification) لایه های ۲ و ۷ از مدل OSI را مورد استفاده قرار می دهد. در لایه Application، سرویس FMS بکار می رود. این سرویس زمانی که ارتباطات پیچیده ای در شبکه برقرار باشد، گزینه مناسبی است. محیط انتقال و نحوه در اختیار گرفتن BUS در FMS و DP یکسان است. از این رو می توانند به طور همزمان در یک شبکه قرار گیرند. سرویس های ارتباطی در

## PRIFIBUS:

از نظر کاربردی این پروتکل به سه دسته DP، FMS و PA تقسیم شده و سه سطح field، control، supervisory را پوشش میدهد. (امروزه Ethernet در سطح supervisory جایگزین profibus شده است) این پروتکل در لایه های خود از مدل ISO/OSI پیروی میکند ولی تمام لایه ها را بکار نمی گیرد. تنها لایه های (1) Physical، (2) Data link و (7) Application مورد استفاده قرار می گیرند. در این لایه ها از استاندارد های زیر پیروی میکنند:

(۱) EIA RS-485

(۲) IEC 870-5-1

(۳) EN60 870-5-1

(۴) DIN 19245

(۵) IEC 955

(۶) ISO DIS 7498-4

Profibus DP از لایه های ۱ و ۲ و نیز از یک user interface استفاده می کند. در این پروتکل لایه های ۳ تا ۷ استفاده نمی شود. این ساختار ساده، انتقال سریع دیتا را میسر می سازد. سرویس DDLM که مخفف کلمه Direct Data Link Mapper است امکان دسترسی به لایه دوم را فراهم می کند. مزیت بزرگ DP نسبت به FMS آن است که لایه هفتم (Application) حذف شده و اینکار سرعت آن را بهینه کرده. DP به صورت Master/Slave کار می کند. سرعت DP به گونه ای است که می تواند در عرض ۱ms، ۵۱۲ بایت ورودی و ۵۱۲ بایت خروجی را روی ۳۲ slave با سرعت ۱۲ Mbit/sec تبادل کند. سرعت انتقال به تعداد ایستگاه و سیکل باس ارتباط دارد. تا کنون سه نسخه از profibus DP عرضه شده است. DP-V0 و DP-V1، DP-V2.

## اجزای اصلی PROFIBUS DP :

از آنجا که عملکرد DP بر روش Master/Slave استوار است لذا می توان اجزای این شبکه را به دو دسته اصلی تقسیم کرد . DP Master و DP Slave

## : Dp Master

دو نوع dp master در مجموعه plc های s7-300 و s7-400 از خانواده زیمنس وجود دارد. نوع اول شامل cpu است که پورت مخصوص DP profibus دارند و در انتهای نام این cpu ها عبارت 2DP وجود دارد مانند :

cpu 315-2DP , cpu 318-2DP

در کنار این پورت ، پورتی با نام MPI که خاص زیمنس است (Multi Point Interface) و استاندارد جهانی ندارد نیز وجود دارد که می توان از آن برای کار های شبکه استفاده کرد . cpu که در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته بود به دلیل نداشتن پورت DP ، امکان اتصال مستقیم آن به شبکه profibus وجود نداشت در نتیجه سراغ نوع دوم رفتیم و آن استفاده از کارت CP (Communicatin Processor) بود.

در صورتی که cpu از طریق پورت DP شبکه می شد ، می توانستیم هم زمان شبکه MPI را در اختیار داشته باشیم که این جزء مزایای MPI بود . در این پروژه از کارت CP 342-5 جهت شبکه کردن استفاده شد. مهمترین مزیت این کارت قابلیت پشتیبانی DP profibus بود . (در مراکز صنعتی بزرگ مانند کارخانه لاستیک سازی دنا در شیراز به دلیل استفاده از PLC S7-400 در قسمتهای مختلف خط تولید و حجم بالای کار ، که در نتیجه آن استفاده از شبکه های profibus را بهترین گزینه در کنترل پروسه ها مد نظر قرار می دهد ، در کنار کارت های CP از کارت های دیگری به نام IM استفاده می شود مانند IM 467 )

profibus FMS ، SDA ، SDN ، SRD است .

SDA: (Send Data With Acknowledge)

SDN: (Send Data With NO Acknowledge)

SRD: (Send and Request Data)

## : PROFIBUS PA

نمونه تکامل یافته DP است و برای سطح Field استفاده می شود . در این روش تکنیک انتقال دیتا بر اساس استاندارد IEC 1158-2 می باشد و در نتیجه به طور ذاتی در این روش یک ایمنی بالا به دست می آید چون تغذیه عناصر متصل به شبکه به طور مستقیم از طریق خط ارتباطی تأمین می شود . انتقال دیتا براساس پروتکل Manchester coding صورت می گیرد که سطح DC برای انتقال دیتا ندارد. نامهای دیگر این روش H1 و یا MPB است. در پروتکل H1 بیت صفر زمانی رخ می دهد که لبه بالا رونده جریان داشته باشیم و بیت ۱ زمانی که سیگنال روی لبه پایین رونده قرار دارد. سرعت انتقال در این روش ثابت و برابر با ۳۱,۲۵ Kbit/sec می باشد و به طول کابل بستگی ندارد . در پروژه انجام شده در صورتیکه می خواستیم از PA همراه با DP به طور همزمان استفاده کنیم ، به دلیل متفاوت بودن پروتکل های ارتباطی نیاز به واسطه ای به نام کوپلر داشتیم . در این حالت پس از اتصال دو شبکه به یکدیگر ، آدرس هر المان در کل شبکه باید منحصر به فرد می شد. به دلیل پیچیده تر شدن پروژه از این ساختار صرف نظر کردیم. با این حال اگر از کوپلر استفاده می کردیم می توانستیم یک ایزولاسیون الکتریکی بین دو شبکه و نیز تطبیق بین استاندارد های RS 485 و IEC 1158-2 داشته باشیم. مطلبی که در اینجا کمک به استفاده از ترکیب دو شبکه DP و PA می کرد نیاز نداشتن اجزای شبکه PA به تغذیه مستقل بود چون کوپلر می توانست تغذیه PA را تأمین کند.

**: Dp Slave**

۳) وجود خصوصیت Hot swapping (می توانستیم ماژولی را در حین انجام پروسه از rock خارج و یا تعویض کنیم بدون اینکه در انجام عملیات سیستم وقفه ای ایجاد شود)

۴) سیستم در مقابل لرزش مقاومت بالایی پیدا می کرد

۵) می توانستیم برای et200pro تا حد اکثر ۱۶ ماژول به rock اضافه کنیم . برای et200isp این عدد به ۳۲ می رسید.

۶) ET های مورد استفاده دارای استاندارد IP 65/66 بودند که در نتیجه آن برای محیط های پر خطر و با نویز پذیری بالا مناسب بودند .

**سنسورهای استفاده شده در پروژه :**

در کل پروژه ۵ سنسور استفاده شده ، ۳ سنسور مجاورتی و دو سنسور نوری . ساختار پروسه سیستم دوار به این شکل است که ۳ سنسور با اختلاف زاویه ۱۲۰ درجه نسبت به هم روی یک صفحه ی مدور قرار دارند و صفحه توسط یک

موتور DC کنترل می شود . به این ترتیب که با تحریک هر کدام از سنسورها و فعال شدن ورودی مربوط به آنها در PLC موتور DC عمل کرده و جهت چرخش نوار را روی صفحه ی دوار عوض می کند . که به این ترتیب می توان حالت های مختلف داشت مثلاً بعد از ۵ دور چرخش ۲ دور به صورت معکوس زده و دوباره چرخشی در جهت دیگر انجام دهد و یا اینکه بر اساس زوایای حرکت که مضربی از زاویه ۶۰ درجه هستند چرخش داشته باشیم مثلاً ۶۰ درجه راست گرد زده و سپس ۳۶۰ درجه چپ گرد و با هر پروسه دیگری را طی کند . در سیستم دوم نوار نقاله ای به صورت مسطح داریم که دو سنسور نوری در ابتدا و انتهای آن وصل است با گذاشتن اجسام روی نوار نقاله و حرکت Stepper Motor اجسام روی نوار نقاله حرکت کرده و با تحریک سنسورها دستوراتی را که از PLC گرفته شده است را به Stepper Motor و یک پمپ ( قفل مرکزی اتومبیل ) داده و اجسام را از روی نوار نقاله خارج می کند.

DP Slave ها در اصل تجهیزات جانبی هستند که با master ارتباط می گیرند مانند درایور های DC و AC ، دوربین های صنعتی ، وسایل تشخیص بار کد ، ترمینال های Remote I/O و....

اینها همه تجهیزاتی هستند که امکان اتصال به شبکه profibus در آنها وجود دارد . اما مهمترین آنها distributed I/O ها هستند که در خانواده زیمنس با نام ET شناخته می شوند . وقتی صحبت از fieldbus می شود معمولاً مهمترین مزیت آن را حذف کابل کشی های موازی و استفاده از remote I/O برای انتقال سیگنال ذکر می کنند . این کار توسط ET ها که در سطح field قرار دارند ، انجام می شود . در این سطح ET سیگنالهای I/O را جمع آوری و از طریق شبکه به master انتقال می دهد .

ET ها دو دسته هستند : compact یا modular

از مهمترین ET ها می توان به ET200L ، ET200pro ، ET200eco ، ET200M و.... اشاره کرد .

عناوین فوق ، هر کدام به یک خانواده اطلاق می شود . هر یک از آنها به چند نوع با قابلیت های مختلف تقسیم می شوند . عنوان کارت ارتباطی آنها IM است و برای هر ET چندین مدل کارت IM وجود دارد . ما در این کار از ET200pro و ET200isp استفاده کردیم . این ماژول ها بیشتر در مراکز صنعتی بزرگ کاربرد داشتند و قاعدتاً ما باید از et200m یا et200L استفاده می کردیم ولی به ویژگی های بارزی که ماژول های ET200pro و ET200isp داشت ، با تایید استاد پروژه از این ماژول ها استفاده شد که در اینجا به بعضی از آنها اشاره می شود :

۱) منبع تغذیه ET ها به صورت Redundancy است (می توانستیم از منبع کمکی استفاده کنیم به صورتیکه با قطع منبع ، سیستم از کار نیفتاده و منبع کمکی به صورت اتوماتیک جایگزین شود)

۲) سیستم در محیط های با رنج دمایی متغیر دارای مقاومت بالایی است.

### سیاسگزاری :

در طول انجام این پروژه از نظرات دکتر صفوی و دکتر روستا بسیار استفاده شده است . در اینجا از ایشان تشکر می کنیم . بسیاری از مطالب تئوری با مطالعه جزوات آموزشی شرکت اتوماسیون صنعتی صابکو و جزواتی که شرکت زیمنس در ایران در اختیار مهندسان شرکت نفت ایران قرار داده ، کمک گرفته شده است . در اینجا از این عزیزان نیز کمال تشکر را داریم .

### نتیجه گیری :

ساختار کلی پروژه بررسی چگونگی کارکرد سنسورها با PLC از طریق شبکه های Profibus و کارت های آن مثل ET200 ها که از خانواده زیمنس هستند ، بوده است. برنامه داخلی PLC به صورت کاملاً متغیر است به طوریکه به دلیل ساختار سخت افزاری هر سیستم نرم افزاری را می توانستیم روی آن پیاده کنیم . به همین دلیل با برنامه های متفاوت عملکرد های متفاوت نیز داشتیم در حالیکه سخت افزار سیستم ثابت بود .

### مراجع :

[www.Profibus.com](http://www.Profibus.com)

[www.siemens.com](http://www.siemens.com)

[www.omron.com](http://www.omron.com)

۴- پیکربندی شبکه های Profibus ، علی کریمی  
الدینی ، محمد رضا ماهر ، چاپ اول ، انتشارات صابکو