

SABCO

Barez Automation Control
System & Electronic Industries

پیکر بندی و برنامه نویسی

Industrial Ethernet
IEEE 802.3

شبکه اترنت صنعتی

با نرم افزار STEP7

مشمول بر:

اترنت صنعتی و استانداردهای آن

ارتباطات فیزیکی در اترنت

ارتباطات منطقی در اترنت

اجزای سخت افزاری اترنت صنعتی

پیکر بندی و برنامه نویسی

OPC با اترنت

و.....

تألیف مهندس محمدرضا ماهر

به اهتمام شرکت صابکو

بسم الله الرحمن الرحيم

پیکر بندی و برنامه نویسی

شبکه اترنت صنعتی

با نرم افزار Step7

تالیف: مهندس محمد رضا ماهر

به اهتمام: شرکت صابکو

پیشگفتار مؤلف

لطف پروردگار یکتا باز توفیق ارائه مجموعه جدیدی را تحت عنوان شبکه اترنت صنعتی بر بنده ارزانی داشت. مقوله ای دیگر در زمینه اتوماسیون صنعتی که منابع فارسی کافی در مورد آن وجود ندارد و همین امر کاربران اتوماسیون صنعتی را در صنایع کشور با مشکلات فراوان دست به گریبان ساخته است. امروزه در کشور ما رد پای اترنت صنعتی را در صنایعی که اتوماسیون مدرن یا نسبتاً مدرن دارند می توان مشاهده کرد. در مواردی نیز که از سیستم جامع و یکپارچه اتوماسیون زیمنس یعنی PCS7 استفاده شده شبکه اصلی مورد استفاده برای ارتباط بین PLC ها و نیز ارتباط PLC ها با سیستم های HMI شبکه اترنت صنعتی است از اینرو آشنایی با اترنت صنعتی را می توان بعنوان پیش نیاز استفاده از PCS7 تلقی کرد.

نیازهای فوق اینجانب را بر آن داشت تا قبل از نگارش کتابی در زمینه PCS7 ابتدا به موضوع اترنت صنعتی بپردازم و کاربران را با جزئیات بیشتری در مورد آن آشنا کنم اگر چه ادعا ندارم که همه جزئیات را به رشته تحریر در آورده ام.

این کتاب برای آندسته از خوانندگان مفید خواهد بود که با نرم افزار Step7 کار کرده اند، شبکه پروفی باس را می شناسند و با مفاهیم و اصطلاحات مربوط به شبکه ها که بنده آنها را در کتاب Profibus آورده ام آشنا هستند.

باز همچون گذشته ضروری میدانم از آقای مهندس بارزی مدیر عامل محترم صابکو که این مجموعه و مجموعه های قبلی به همت ایشان چاپ و عرضه شد و نیز از سایر عزیزانی که فرصت تحقیق را برایم میسر ساختند تشکر نمایم.

امید که حاصل این تلاش در نظر خوانندگان عزیز مقبول افتد.

محمد رضا ماهر

بهمن ۸۶

فهرست مطالب

صفحه

۱- جایگاه شبکه اترنت در اتوماسیون صنعتی

۲ ۱-۱ مقدمه

۳ ۱-۲ جایگاه اترنت در هرم اتوماسیون

۲- اترنت و انواع آن

۸ ۲-۱ نگاهی به تاریخچه اترنت

۱۱ ۲-۲ خانواده 10Base

۱۲ ۲-۳ خانواده 100Base یا Fast Ethernet

۱۴ ۲-۴ خانواده 1000Base یا Gigabit Ethernet

۳- ارتباطات فیزیکی در اترنت

۱۶ ۳-۱ مقدمه

۱۶ ۳-۲ لایه فیزیکی 10Base5

۲۰ ۳-۳ لایه فیزیکی در 10Base2

۲۲ ۳-۴ لایه فیزیکی در 10Base-T

۲۸ ۳-۵ لایه فیزیکی 10 BASE-FL

۳۱ ۳-۶ لایه فیزیکی 100 BASE-T

۳۴ ۳-۷ لایه فیزیکی 100 BASE-FX

۴- روش کدینگ و سیگنالینگ در اترنت

۳۸ ۴-۱ کدینگ و سیگنالینگ در 10Base

۳۸ ۴-۲ کدینگ و سیگنالینگ در 100Base-FX

۴۰	۳-۴ کدینگ و سیگنالینگ در 100Base-TX
----	-------------------------------------

۵- ارتباطات منطقی در اترنت

۴۴	۱-۵ مدل OSI و پروتکل TCP/IP
۴۷	۲-۵ لایه Data Link در اترنت
۵۶	۳-۵ لایه Network در اترنت
۵۸	۴-۵ لایه Transport در اترنت

۶- اجزای سخت افزاری شبکه اترنت صنعتی

۶۴	۱-۶ اجزای سخت افزاری 10Base5
۷۰	۲-۶ اجزای سخت افزاری 10Base-T
۸۳	۳-۶ اجزای سخت افزاری 10Base-F
۹۲	۴-۶ اجزای سخت افزاری 100Base-TX
۱۰۱	۵-۶ اجزای سخت افزاری 100Base-FX

۷- PG Operation با اترنت صنعتی

۱۰۸	۱-۷ PG Operation چیست؟
۱۰۸	۲-۷ سخت افزار مورد نیاز
۱۰۹	۳-۷ مراحل پیکربندی برای ارتباط از طریق MAC Address
۱۱۶	۴-۷ مراحل پیکربندی برای ارتباط از طریق IP Address

۸- مانیتورینگ از طریق اترنت صنعتی

۱۲۲	۱-۸ مانیتورینگ و ارتباطات آن
۱۲۲	۲-۸ سخت افزار مورد نیاز
۱۲۳	۳-۸ مراحل پیکربندی از طریق MAC Address

- ۴-۸ مراحل پیکر بندی از طریق IP Address ۱۲۵
- ۵-۸ پیکر بندی ارتباط Redundant در WinCC از طریق اترنت صنعتی ۱۲۶
- ۶-۸ پیکر بندی ارتباطات WinCC از طریق Simatic Manager ۱۲۹

۹- تبادل دیتا بین PLC ها با اترنت صنعتی

- ۱-۹ مقدمه ۱۳۶
- ۲-۹ انواع ارتباطات ممکن بین PLC ها با اترنت صنعتی ۱۳۷
- ۳-۹ ارتباطات Send/Receive ۱۳۹
- ۴-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-on-TCP ۱۴۱
- ۵-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-Transport ۱۶۴
- ۶-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط TCP Connection ۱۶۸
- ۷-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط UDP Connection ۱۶۶
- ۸-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط S7 Connection ۱۷۲
- ۹-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط S7 Connection Fault Tolerant ۱۸۵
- ۱۰-۹ پیکر بندی ارتباط S5 و S7 ۱۸۸

۱۰- کار با IT-CP

- ۱-۱۰ IT-CP چیست ؟ ۱۹۶
- ۲-۱۰ ارتباطات معمول از طریق کارت IT-CP ۱۹۷
- ۳-۱۰ ارسال اطلاعات از طریق Email ۱۹۸
- ۴-۱۰ تبادل فایل از طریق FTP (File Transfer Protocol) ۲۰۱
- ۵-۱۰ استفاده از صفحات Web ۲۰۹

۱۱- کار با OPC توسط Simatic Net

۲۱۸	۱-۱۱ OPC چیست ؟
۲۲۲	۲-۱۱ پیکربندی OPC Server
۲۲۹	۳-۱۱ تعریف ارتباط بین PLC با OPC Server
۲۳۱	۴-۱۱ مانیتورینگ از طریق OPC
۲۳۸	۵-۱۱ برنامه نویسی با ویژوال بیسیک برای ارتباط با OPC
۲۴۵	۶-۱۱ مثالی برای استفاده از Excel در ارتباط با OPC
۲۵۰	ضمیمه ۱ تست های کابل Cate X
۲۶۰	ضمیمه ۲ نویز و روش های حذف آن در شبکه های صنعتی
۲۷۸	ضمیمه ۳ نکات مربوط به نصب و عیب یابی
۲۸۶	ضمیمه ۴ کد های وضعیت در فانکشن های ارتباطی
۲۹۶	کلمات اختصاری
۲۹۹	منابع و مراجع

۱- جایگاه شبکه اترنت در اتوماسیون صنعتی

مشمول بر :

۱-۱ مقدمه

۲-۱ جایگاه اترنت در هرم اتوماسیون

۱-۱ مقدمه

در یک کارخانه با اتوماسیون مدرن یا نسبتاً مدرن، اتاق های فرمان و کنترل از محل هایی هستند که توجه علاقمندان به فرآیند را بخود جلب می کنند. در چنین اتاق هایی از پانل های بزرگ قدیمی موسوم به Mimic که شکل فرآیند روی آنها ترسیم شده بود و به چراغهای سیگنال زیادی مجهز بود دیگر خبری نیست. همه چیز را بایستی در صفحات کامپیوتر یا اصطلاحاً در HMI جستجو کرد. اما دیدگان تیز بین فرد کاوشگر در پشت این صفحات بدنبال ارتباطات فیزیکی بین کامپیوتر و فرآیند است و با مختصر جستجو به پانل هایی در همان نزدیکی برخورد می کند که تجهیزات ارتباطی در آن نصب گردیده اند. و با نگاهی به تجهیزات سخت افزاری شبکه در یک نگاه متوجه می شود که شبکه مورد استفاده همان شبکه معروف اترنت صنعتی است.

امروزه شبکه اترنت در کاربرد های اداری نیز آنقدر معروف و مرسوم شده که بسیاری از کاربران غیر متخصص نیز با تجهیزات آن (مانند هاب، سوئیچ و کابل و...) آشنا هستند. در هر صورت در کاربرد HMI اگر چه ممکن است در مواردی و بدلالی ارتباط فوق را بصورت های دیگر و توسط شبکه های صنعتی دیگر نیز بتوان مشاهده کرد ولی در سیستم های مدرن امروزه کمتر اتفاق می افتد که در سطح HMI شبکه ای بجز اترنت صنعتی بکار گرفته شود.

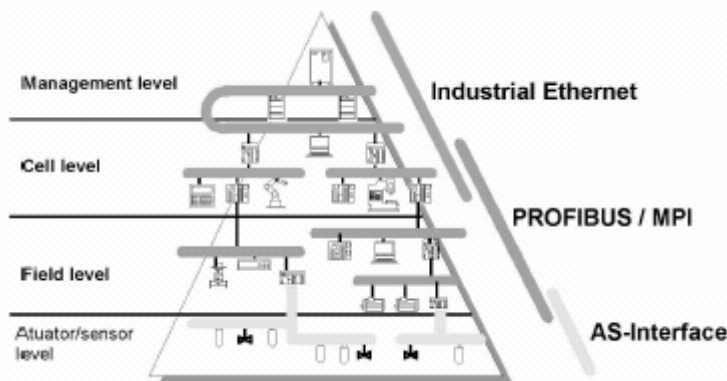
جستجوگر علاقمند احتمالاً باز هم رد پای شبکه اترنت را دنبال کرده و خواهد دید که شبکه اترنت متصل به HMI با شبکه اترنت دیگری که برای امور فناوری اطلاعات بکار میرود در ارتباط است. امور مرتبط با فناوری اطلاعات را معمولاً خارج از چارچوب اتوماسیون صنعتی در نظر می گیرند و بیشتر به آن اتوماسیون اداری می گویند. در امور IT سیستم هایی برای اطلاعات مدیریتی مورد نیاز است. بعنوان مثال ممکن است یک اپراتور در اتاق فرمان اطلاعات لحظه به لحظه تولید را در اختیار داشته باشد ولی برای یک مدیر تولیدی خلاصه اطلاعات مثلاً تولید یک روز یا یک هفته اهمیت دارد. در یک سیستم اتوماسیون یکپارچه سیستم های صنعتی و سیستم های اداری با تجهیزات لازم در ارتباط هستند یعنی سیستم HMI با سیستم های مدیریتی بالادست که به اسامی MIS و ERP موسوم هستند مرتبط است. بستر این ارتباط در سطح بالادست نیز شبکه اترنت صنعتی است.

جستجوگر در ادامه جستجو ممکن است با تجهیزات کنترل کننده مانند PLC و DCS نیز مواجه شود یا حداقل نقشه ای که در آن پیکربندی کلی سیستم یا اصطلاحاً Configuration ترسیم شده را ببیند و مشاهده کند که ارتباط بین کنترل کننده ها نیز توسط شبکه اترنت است. ولی واقعیت اینست که در اینجا برخلاف HMI اگر شبکه دیگری غیر از اترنت (مانند Modbus یا Profibus) وجود داشته باشد جای تعجب ندارد و حتماً ملاحظات فنی خاصی در کار بوده است.

از سطح کنترل که به سطوح پایین تر نزدیک شویم رد پای اترنت کمرنگ می شود اگر چه هنوز بندرت میتوان در سطح فیلد یعنی سطحی که در آن سنسورها و عملگرها وجود دارند شبکه اترنت را مشاهده کرد ولی تجهیزات رابط بین سنسور عملگر و شبکه اترنت اخیراً تولید و عرضه شده اند. پس بطور خلاصه رد پای اترنت را همه جا می توان دید بعضی جاها کمرنگ تر و بعضی جاها پررنگ تر. برای اینکه خواننده محترم از زاویه دقیق تری به کاربرد اترنت در اتوماسیون صنعتی نگاه کند و متوجه تفاوت استفاده از آن در سطوح مختلف اتوماسیون شود موضوع را با تشریح هرم اتوماسیون ادامه می دهیم.

۱-۲ جایگاه اترنت در هرم اتوماسیون

ساختار یک سیستم اتوماسیون جامع که در برگرفته تجهیزات مختلف کنترل و مانیتورینگ است را به ساختاری هرمی شکل تشبیه می کنند. در این ساختار هر دسته از تجهیزات بسته به نوع و کاربرد جایگاه خاصی دارند. بر این اساس سطوح مختلفی را برای این هرم تعریف میکنند و در هر سطح تجهیزات مربوطه را همراه با شبکه های صنعتی قابل استفاده معرفی می نمایند. در مورد تعداد سطوح این هرم اختلاف سلیقه وجود دارد. برخی دسته بندی محدود تر و برخی دیگر دسته بندی جزئی تری را در نظر می گیرند نمونه ای از این سطح بندی در شکل زیر نمایش داده شده است. پایین ترین سطح Actuator Sensor Level است همانطور که از نامش پیداست سطحی است که در آن سنسورها و عملگرها قرار می گیرند یکی از شبکه های صنعتی معروف که در این سطح استفاده میشود ASI است. سطح بالاتر FieldLevel است در این سطح تجهیزاتی مانند Remote I/O ها و Recorder ها و دیگر وسایل Field قرار میگیرند و شبکه مورد استفاده برای آنها می تواند Profibus باشد. از سطح Field که فراتر برویم به Cell Level یا Control Level می رسیم. در این سطح PLC ها، سیستم های DCS و سیستم های HMI قرار می گیرند در برخی تقسیم بندی ها Cell Level را به دو سطح تقسیم کرده و سطح HMI را از سطح Control جدا می کنند. و بالاخره بالاترین سطح Management Level است که در آن سیستم های اطلاعات مدیریت مانند سیستم های تولید، نگهداری تعمیرات، فروش، خرید و امثال آن قرار می گیرد. سطح Management را اگرچه می توان خارج از حوزه اتوماسیون صنعتی در نظر گرفت ولی توجه شود که این سطح به اطلاعات سطوح اتوماسیون صنعتی نیاز دارد. در برخی موارد اطلاعات موجود در سطح Cell Level بصورت خام مورد استفاده برای Management Level نیستند و بایستی روی آنها پردازش انجام گیرد از اینرو سطح واسطی بین ایندو با عنوان MES مخفف Manufacturing Execution System تعریف می شود.



بیان تفصیلی تجهیزات و عملکرد سطوح هرم اتوماسیون مورد نظر ما نیست اما آنچه لازم است مورد توجه قرار گیرد آنست که در هرم فوق هر قدر از سطح پایین به سطح بالا نزدیک می شویم تمرکز اطلاعات بیشتر می شود بعنوان مثال اطلاعات تجهیزات فیلد که پراکندگی بسیار دارند در یک یا چند Remote I/O متمرکز می گردند و اطلاعات چند Remote I/O در یک PLC و اطلاعات چند PLC در یک سیستم HMI متمرکز می یابد. شاید به دلیل همین تمرکز است که ساختار را بصورت هرمی شکل نمایش می دهند.

از تمرکز اطلاعات در سطوح بالاتر نکته دیگری نیز به ذهن می رسد در این سطوح حجم اطلاعات بیشتر شده و برای جابجایی آنها به شبکه هایی با سرعت بالاتر نیازمندیم. شبکه ای مانند ASI حداکثر با 170 Kbps و شبکه ای مانند Profibus حداکثر با 12Mbps می تواند اطلاعات را جابجا کند. این سرعت ممکن است برای تبادل دیتا در سطوح بالا کند باشد.

امروزه اترنت صنعتی با سرعت 100Mbps در سطوح بالا مانند Cell Level اطلاعات را جابجا می کند و در سطح Management از اترنت های سریعتر مانند 1000 Mbps معمولاً استفاده می کنند.

بطور خلاصه به دلیل وجود حجم زیاد اطلاعات در سطوح بالا نمی توان از شبکه های سطوح پایین که سرعت کم دارند در آنها استفاده کرد ولی سؤالی که به ذهن می رسد آنست که چرا از شبکه های سریع مانند اترنت در سطوح پایین مانند سطح Field استفاده نمی شود. پاسخ آنستکه در سطوح پایین بموقع رسیدن دیتا مهمتر از سریع رسیدن آنست. ممکن است در سیستم HMI تاخیر به اندازه یک ثانیه برای Update شدن اطلاعات در صفحه مهم نباشد ولی در تبادل اطلاعات بین یک سنسور با کنترلر چنین تاخیری پذیرفته نیست. از همین جا مفهومی با عنوان Real Time مطرح می گردد Real Time بودن یعنی بموقع بودن و امری نسبی است در سطوح پایین اتوماسیون Real Time بودن یعنی تبادل دیتا در زمانی در حد میلی ثانیه ولی در سطوح بالاتر مانند سطح مدیریت که به سطح IT نیز موسوم است Real Time بودن می تواند مفهومی در حد ساعت داشته باشد.

۲- اترنت و انواع آن

مشمول بر :

۲-۱ نگاهی به تاریخچه اترنت

۲-۲ خانواده 10Base

۲-۳ خانواده 100Base یا Fast Ethernet

۲-۴ خانواده 1000Base یا Gigabit Ethernet

۲-۱ نگاهی به تاریخچه اترنت

اترنت صنعتی شبکه ای باز و استاندارد است که می تواند سطوح مختلف در هرم اتوماسیون را پوشش دهد. این شبکه در لایه فیزیکی خود میتواند بصورت الکتریکی (توسط کابل کوآکسیال یا کابل TP) یا بصورت نوری توسط فیبر متصل گردد. واسط ها یا کوپلر هایی وجود دارند که اتصال این شبکه را با شبکه های صنعتی پایین دست مانند Profibus برقرار می سازند.

از آنجا که پایه اترنت صنعتی شبکه اترنت معمولی است که در شبکه های LAN استفاده میشود لازم است به تاریخچه اترنت و سیر تحول آن اشاره شود و ویژگی های آن تشریح گردد.

پیدایش شبکه اترنت به سال ۱۹۷۲ بر می گردد. در این سال مرکز تحقیقات شرکت زیراکس Xerox's Palo Alto Research Center (PARC) برای اولین بار ارتباط بین کامپیوتر های خود که Xerox Alto خوانده میشد را از طریق اینترنتس اترنت که با سرعت 2.94 Mbps کار می کرد برقرار نمود. این شبکه ابتدا به نام شبکه Alto ALOHA نامیده شد ولی در سال ۱۹۷۳ اسم گذاری آن با خوش ذوقی تمام توسط زیراکس به اترنت تغییر یافت هدف آن بود که شبکه محدود به کامپیوتر های Alto نگردد و بتواند سایر سیستم ها را نیز در بر گیرد. به همین دلیل از کلمه Ether استفاده شد. (پیشینیان تصور می کردند که فضا از ماده ای به نام اتر پر شده است و تابش های الکترومغناطیس از طریق آن انتشار می یابد وقتی مشخص شد که این امواج در خلاء نیز منتشر میشوند فرضیه فوق از بین رفت)

کلمه Ethernet نام تجاری ثبت شده شرکت زیراکس می باشد که ابتدا این شبکه را ابداع نموده است شاید انتخاب این اسم وجه تبلیغی برای یک شبکه فراگیر بود تبلیغی که در سال های بعد به واقعیت پیوست و اسم فوق با مسما شد چون امروزه هیچ شبکه ای به گستردگی و فراگیری شبکه اترنت وجود ندارد.

اترنت زیراکس چنان موفقیتی را کسب کرد که در سال ۱۹۸۰ سه شرکت بزرگ Digital, Intel, Xerox به هم پیوستند و استاندارد جدیدی را برای آن پایه ریزی نمودند و آنرا DIX نامیدند مشخصاتی که برای این شبکه منتشر گردید به Blue Book نام گذاری شد. پس از آن در سال ۱۹۸۲ به جهت تغییراتی که در آن اعمال شد نسخه دوم اترنت با نام Ethernet II که به Blue Book2 نیز موسوم است ارائه گردید.

اگر چه محصولات شرکت های مزبور در سطح جهانی عرضه می شد و خریداران بسیار داشت ولی تا این مرحله اترنت تحت پوشش هیچ استاندارد بین المللی نبود در سال ۱۹۸۳ کمیته ای در استاندارد IEEE Institute of Electrical and Electronic Engineers تحت عنوان کمیته 802 تشکیل گردید که کار ساماندهی

شبکه های LAN و ایجاد پروتکل باز استاندارد برای شبکه را به عهده گرفت. زیر کمیته های 802 استاندارد های مختلفی را برای شبکه LAN طراحی نمودند که در شکل بعد نشان داده شده است. نتیجه کار زیر کمیته 802.3 برای اترنت در سال ۱۹۸۵ بعنوان IEEE802.3 CSMA/CD عرضه شد از آنجا که روش دسترسی به باس در اترنت نیز بصورت CSMA/CD بود بتدریج نام این استاندارد با نام اترنت در هم آمیخت و امروز از IEEE802.3 بعنوان استاندارد اترنت یاد می شود. (اترنت استاندارد به ISO 8802.3 نیز شناخته می شود)

802.0 SEC	
802.1 High Level Interface (HLLI)	
802.2 Logical Link Control (LLC)	
802.3 CSMA/CD Working Group	IEEE 802.3 - 10 Mbit
802.4 Token Bus	IEEE 802.3u - 100 Mbit
802.5 Token Ring	IEEE 802.3z - 1000 Mbit
802.6 Metropolitan Area Network (MAN)	
802.7 BroadBand Technical Adv. Group (BBTAG)	
802.8 Fiber Optics Technical Adv. Group (FOTAG)	
802.9 Integrated Services LAN (ISLAN)	
802.10 Standard for Interoperable LAN Security (SILS)	
801.11 Wireless LAN (WLAN)	IEEE 802.11
802.12 Demand Priority	IEEE 802.11a
802.14 Cable-TV Based Broadband Communication Network	IEEE 802.11b WiFi
802.15 Wireless Personal Area Network (WPAN)	IEEE 802.11g
802.16 Broadband Wireless Access (BBWA)	
RPRSG Resilient Packet Ring Study Group (RPRSG)	

توجه شود که اگر چه IEEE802.3 و اترنت قدیمی یعنی DIX یا Ethernet II را می توان روی یک کابل متصل کرد ولی به دلیل تفاوت در فریم دیتای آنها(که در فصل های بعد شرح داده خواهد شد) تضمینی برای تبادل صحیح اطلاعات در اینحالت وجود ندارد. امروزه سازندگان تجهیزات شبکه کارتها و سایر سخت افزار های اترنت را منطبق بر استاندارد IEEE802.3 عرضه می کنند. استاندارد IEEE از سال ۱۹۸۵ تا کنون نسخه های مختلفی را برای اترنت عرضه کرده و مرتباً ویژگی های جدیدی را به آن اضافه نموده است. بطور خلاصه سیر تحول اترنت از ابتدا تاکنون بصورت زیر بوده است:

1972	Ethernet used at Xerox PARC
1980	Consortium of DEC, Intel and Xerox announced the Blue Book
1982	Version 2 of the Blue Book issued.
1982	ISOC RFC 826 definition of the address resolution protocol for Ethernet
1984	ISOC RFC 894 definition of IP network using Ethernet links
1985	IEEE 802.3 (slightly incompatible with v2)
1988	IEEE published a collection of supplements.
1988	ISOC RFC 1042 definition of IP network using IEEE 802.3/LLC links.
1989	ISO 802.3a Ethernet for thin coaxial cable (10Base2).
1990	IEEE 802.3i Ethernet over CAT-5 Unshielded Twisted Pair (10BaseT).
1990	IEEE 802.1D Ethernet Bridging.
1993	10BT Hubs and Bridges have become a common component in LANs, and start replacing 10Base2/10Base5.
1993	IEEE 802.3j defines Ethernet over Fibre (10BaseF).
1995	IEEE 802.3u defines Fast Ethernet (100BaseTX, 100BaseT4, 100BaseFX).
1998	100BT Fast Ethernet has become a common component in LANs (100BaseT4 was not widely adopted).
1998	Full duplex mode supported in Fast Ethernet.
1998	IEEE 802.3z defines Gigabit Ethernet over Fibre (some years later in 802.3 ab over UTP).
2001	IEEE 802.11 (wireless) and Gigabit Ethernet have become common LAN components.
2006	10 Gigabit Ethernet over Category6 (10000BT) UTP is available in commercial products

استاندارد جهانی مربوط به Ethernet یعنی IEEE802.3 نسخه های مختلفی را برای اترنت ارائه نموده است همانطور که در شکل زیر مشاهده می شود فواصل بین ارائه این نسخه ها چندان زیاد نیست به همین دلیل شاید بتوان گفت که در بین شبکه های صنعتی هیچ شبکه ای به اندازه اترنت دچار تغییر و توسعه نشده است.

نسخه های مختلف IEEE802.3	
1985	10BASE 5
1989	10 BASE 2
1990	10 BASE – T
1993	10 BASE – FL
1995	100 BASE – TX
1995	100 BASE – FX
1998	1000 BASE – T

کد گذاری این نسخه ها توسط IEEE بصورت زیر است. کلمه Base معرف Baseband است یعنی سیگنال بدون حامل (Carrier) انتقال می یابد:

X Base Y-Z

در این کد :

X: سرعت را بر حسب Mbps نشان می دهد.

Y: معرف طول سگمنت است ، عدد 5 معرف 500 متر و عدد 2 معرف 200 متر است.

Z: نوع کابل را نشان می دهد حرف T معرف Twisted Pair و حرف F معرف Fiber Optic است.

۲-۲ خانواده 10Base

الف (10 BASE 5

اولین استاندارد مربوط به Ethernet است که در سال ۱۹۸۵ توسط IEEE ارائه شده که بر اساس نسخه اولیه ارائه شده توسط DIX در ۱۹۸۰ می باشد. در استاندارد 10Base5 شبکه مبتنی بر کابل Coaxial با سرعت 10Mbps است، به این کابل نوع RG-8 نیز می گویند. از معایب این شبکه حجیم بودن شبکه و گرانی قیمت بودن آن بدلیل نیاز به وسایلی موسوم به Transceiver و ساده نبودن عیب یابی است. توپولوژی این شبکه بصورت باس است و اشکال در کابل اصلی یا ترانسیور میتواند کل شبکه را مختل کند. بدلیل کاستی های فوق امروزه کاربرد این شبکه منسوخ گردیده است.

با ارائه 10 BASE 2 که نیز مبتنی بر کابل Coaxial ولی کابل نازکتر بود، 10 BASE 5 به Thick net (شبکه ضخیم) و 10 BASE 2 به Thin net (شبکه نازک) معروف گردید.

ب (10 BASE 2

10BASE2 مطابق با استاندارد IEEE 802.3a می باشد که به منظور فایق آمدن بر کاستی های 10Base5 عرضه شده است. سرعت آن 10Mbps و کابل مورد استفاده در آن Coaxial است که به RG58 نیز موسوم است. این شبکه به اسامی Thin net و Cheaper net نیز شناخته می شود. نازکتر بودن کابل کوآکس این شبکه نسبت به کابل کوآکس 10BASE5 و اقتصادی تر بودن آن بدلیل عدم نیاز به ترانسیور از دلایل این نامگذاری است. با وجود آنکه کابل کشی این شبکه نسبت به 10 BASE 5 بسیار کمتر است ولی عیب بزرگ 10BASE2 اینست که بدلیل استفاده از توپولوژی باس قطع شدن وسیله یا شل شدن اتصال BNC می تواند کل شبکه را مختل کند از اینرو اگرچه تا چند سال قبل بعنوان LAN اداری بکار میرفت ولی در اتوماسیون صنعتی مورد توجه قرار نگرفت. امروزه استفاده از 10 BASE 2 برای اترنت حتی در کاربرد غیر صنعتی منسوخ شده است.

ج (10 BASE-T

10BASE-T بر اساس استاندارد IEEE 802.3i ارائه شده است و سرعت آن 10 Mbps است یعنی از نظر سرعت تفاوتی با دو نوع شبکه قبلی ندارد فقط از نظر نوع کابل و تجهیزات رابط متفاوت است. مشکلات مربوط به قطع شدن کابل در شبکه های 10Base قبلی بدلیل توپولوژی باس منجر به طراحی این شبکه گردید که به دلیل استفاده از توپولوژی ستاره قابلیت اطمینان بالاتری نسبت به دو نوع قبلی دارد و عیب یابی آن ساده تر است.

۳- ارتباطات فیزیکی در اترنت

مشمول بر:

۳-۱ مقدمه

۳-۲ لایه فیزیکی 10Base5

۳-۳ لایه فیزیکی در 10Base2

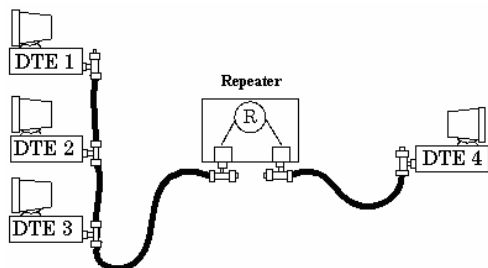
۳-۴ لایه فیزیکی در 10Base-T

۳-۵ لایه فیزیکی 10 BASE -FL

۳-۶ لایه فیزیکی 100 BASE -T

۳-۷ لایه فیزیکی 100 BASE -FX

ه) ماکزیمم طول شبکه



حداقل فاصله بین دو ایستگاه 0.5 متر است. ماکزیمم طول سگمنت حدود ۲۰۰ متر و دقیقاً ۱۸۵ متر است (عدد ۲ در انتهای 10 BASE 2 معرف این فاصله است). با استفاده از ماکزیمم ۴ ری پیتتر می توان طول شبکه را افزایش داد و به حداکثر ۹۲۵ متر رسانید.

و) ماکزیمم تعداد وسایل

ماکزیمم تعداد Node های شبکه 10Base2 روی یک سگمنت ۳۰ عدد است با بکار بردن ری پیتتر ماکزیمم ۹۰ وسیله می توان روی شبکه قرار داد (با احتساب ری پیتتر ها) در اینجا نیز محدودیت 3-5-4 شبیه آنچه برای 10Base5 بیان شد وجود دارد.

۳-۴ لایه فیزیکی در 10Base-T

الف) کابل

این شبکه از کابل Twisted Pair استفاده میکند. (حرف T در انتهای 10 BASE-T معرف این نوع است). کابل مورد استفاده AWG24، دو زوج و امپدانس مشخصه آن ۱۰۰ اهم و سطح مقطع هر کدام از هادی آنها 0.4 تا 0.6 میلی متر است. اگرچه کابل Cate4 و حتی Cate3 نیز میتواند در این شبکه بکار رود ولی استفاده از کابل Cate5 مناسب تر است. در کاربرد های صنعتی کابل TP ترجیحاً شیلد دار (S/STP / Screened) توصیه میشود.

کابل Cate5 دارای ۸ رشته سیم است که بصورت ۴ زوج بهم تابیده تحت یک روپوش قرار گرفته اند. کابل Cate5 سرعت 100 Mbps , 10Mbps را ساپورت می کند یعنی می تواند هم در شبکه 10Base و هم در شبکه 100Base مورد استفاده قرار گیرد.



Cate5 (UTP)



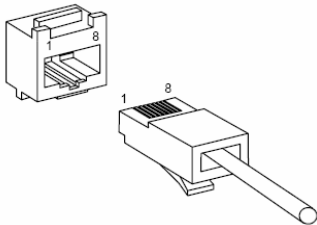
Cate5 (STP)

کابل معمولی Cate5 و Cate5E بدون شیلد (UTP) است ولی نوع شیلددار (STP) آن نیز وجود دارد. زوج بندی و رنگ زوج سیم ها در کابل Cate5 بصورت زیر است:

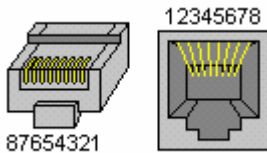
GRN , WHT/GRN	سبز - سفیدسبز
ORG , ORG/WHT	نارنجی - سفید نارنجی
BRN , BRN/WHT	قهوه ای - سفید قهوه ای
BLU , BLU/WHT	آبی - سفید آبی

ب) کانکتور

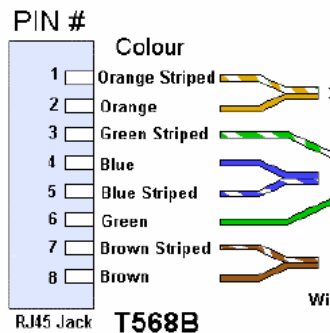
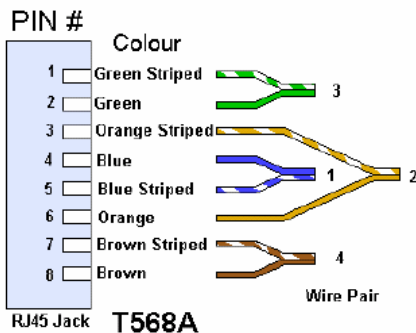
کانکتور مورد استفاده برای Cate5 معمولاً RJ45 است البته در کاربرد های صنعتی از کانکتورهای دیگری نیز استفاده می شود کانکتور RJ45 بسیار شبیه کانکتور RJ11 است که در سیستم های تلفن بکار میرود. RJ45 بزرگتر از RJ11 است و دارای ۸ اتصال است در حالیکه RJ11 دارای شش اتصال می باشد.



برای اتصال سیم ها به کانکتور RJ45 دو استاندارد EIA/TIA-568A و EIA/TIA-568B زیر معرفی شده است که اختصاراً به استاندارد های A و B موسوم هستند:



شماتیک سیم بندی بر اساس این دو استاندارد در شکل بعد آمده است. برای شناخت شماره پین ها روی کانکتور به شکل مقابل توجه فرمایید.



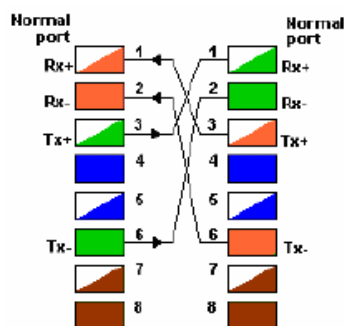
فانکشن ارتباطی هر پین با توجه به شماره آن در جدول زیر آمده است:

شماره پین	فانکشن	رنگ سیم طبق T568A	رنگ سیم طبق T568B
1	Transmit+	سفید سبز	سفید نارنجی
2	Transmit-	سبز	نارنجی
3	Receive+	سفید نارنجی	سفید سبز
4	Unused	آبی	آبی
5	Unused	سفید آبی	سفید آبی
6	Receive-	نارنجی	سبز
7	Unused	سفید قهوه ای	سفید قهوه ای
8	Unused	قهوه ای	قهوه ای

میتوان از هر کدام از استانداردهای فوق استفاده نمود استاندارد A مرسوم تر است لازم است در هر دو سمت بلکه در کل شبکه یک استاندارد رعایت گردد. همانطور که مشاهده می شود در هر دو استاندارد پین های ۱ و ۲ برای ارسال و پین های ۳ و ۶ برای دریافت استفاده میشوند صرفاً رنگ سیم ها متفاوت است. در حالت معمول اتصال هر پین از کانکتور به همان پین از کانکتور سمت مقابل انجام میشود بنابر این رنگ بندی سیم ها در هر دو طرف لازمست یکسان باشد. فقط یک استثنا وجود دارد و آنهم کابل Cross است که شرح داده خواهد شد. با توجه به جدول فوق مشاهده می شود که برای ایجاد ارتباط کافیت پین های 1,2,3,6 متصل باشند حتی اگر سایر سیم ها متصل نباشند مشکلی در شبکه پیش نخواهد آمد.

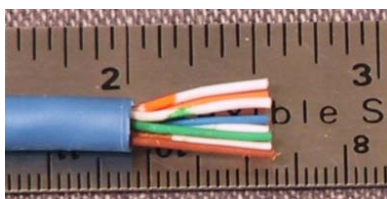
ارتباط معمول فوق الذکر برای اتصال وسیله به هاب یا سوئیچ استفاده میشود. در مواردی که قرار است کابل بین دو وسیله مستقیماً متصل شود (مثلاً اتصال مستقیم بین دو کارت شبکه یا اتصال دو هاب به یکدیگر) اتصالات لازمست بصورت متقاطع (Cross) باشند شکل و جدول زیر نحوه اتصال را نشان میدهد در واقع بایستی اتصال Send از یکطرف به اتصال Receive سمت مقابل متصل باشد. در اتصال Cross استاندارد یکطرف نوع A و استاندارد طرف دیگر B بسته می شود.

1 WHT/ORG	1 WHT/GRN
2 ORG/WHT	2 GRN/WHT
3 WHT/GRN	3 WHT/ORG
4 BLU/WHT	4 BLU/WHT
5 WHT/BLU	5 WHT/BLU
6 GRN/WHT	6 ORG/WHT
7 WHT/BRN	7 BRN/WHT
8 BRN/WHT	8 WHT/BRN

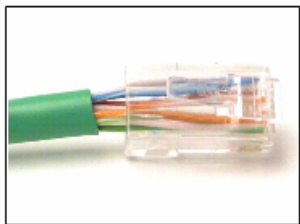


10Base-T هنوز هم کاربرد زیادی در اترنت صنعتی دارد از اینرو لازم است نحوه اتصال سرسیم های کابل به کانکتور RJ45 نیز بیان شود مراحل کار در زیر تشریح شده است توصیه می شود خواننده محترم پس از مطالعه این مراحل فیلم کوتاهی که با نام Cate5_Cable در CD ضمیمه وجود دارد را مشاهده نماید. مراحل انجام اتصال :

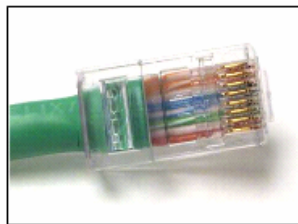
- یکی از استانداردها را انتخاب کنید.
- روپوش کابل را حدود یک اینچ باز کنید.
- در حد نیم اینچ تاییدگی سیم ها را باز کنید و آنها را مطابق رنگ بندی استاندارد آرایش دهید
- توسط وسیله Crimping کانکتور را به سیم ها متصل و پرس کنید. نیازی به لخت کردن سر سیم ها نمی باشد.



- اگر روپوش کابل بیش از حد برداشته شود یا تاییدگی بیش از حد لازم باز شود اتصال مناسب نخواهد بود شکل سمت چپ زیر یک اتصال نادرست را نشان می دهد با این نوع اتصال سرعت نمی تواند در حد ماکزیمم باشد.



Bad Connector



Good Connector

توجه شود که در کاربردهای صنعتی ممکن است کانکتورها و سوکت های بدرجه حفاظت IP بالا یا از نوع شیلددار مورد نیاز باشد. نمونه ای از این کانکتورها در شکل زیر نشان داده شده است:



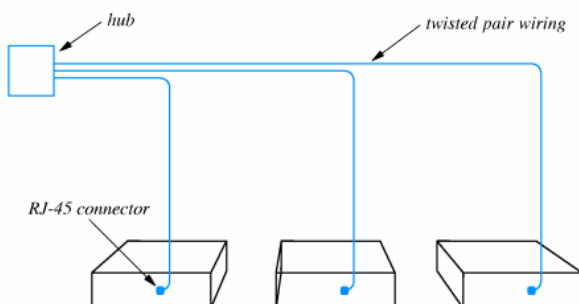
ج) اینترفیس شبکه

کارت های متنوعی برای ارتباط PLC ها به اینترنت وجود دارد. برای کامپیوتر ها سازندگان بسیاری کارت های شبکه 10Base-T را عرضه می کنند استفاده از این شبکه آنچنان توسعه پیدا کرده که سازندگان پورت شبکه فوق را بصورت On-Board در کنار CPU قرار داده اند.

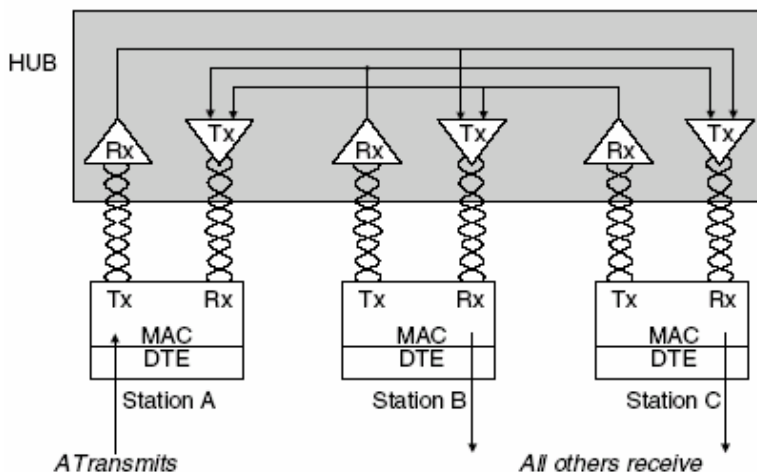


د) توپولوژی

شبکه 10Base-T با توپولوژی Star بسته می شود مزیت بزرگ Star نسبت به Bus آنست که با قطع شدن یک کابل کل شبکه از کار نمی افتد بلکه فقط یک وسیله از شبکه خارج می شود. وسیله ای که ایجاد توپولوژی ستاره را ممکن می سازد Hub نام دارد Hub کار توزیع و بازیابی سیگنال را انجام می دهد.



هاب را می توان همانطور که در شکل زیر مشخص است بصورت یک باس داخلی در نظر گرفت که ارتباط بین وسایل متصل به پورت ها را برقرار می سازد هاب هر سیگنال ورودی به یک پورت را بعنوان خروجی روی سایر پورت ها منتشر می سازد و از اینرو نقش تقویت کننده (ری پیتر) نیز دارد. هاب بصورت لاجیک یک توپولوژی باس دارد ولی بصورت فیزیکی توپولوژی ستاره را ایجاد می کند.



هاب ها در اندازه های مختلف از ۴ تا ۲۴ پورت ساخته میشوند. هاب های معمولی روی پاکت دیتا هیچ پردازشی انجام نمی دهند بعبارت دیگر هاب سیگنال ورودی از یک پورت را روی تمام پورت های دیگر پخش می کند و به آدرس مقصد توجهی نمی کند. اما هاب های هوشمندی نیز ساخته شده اند که رفتاری شبیه سوئیچ اما بصورت محدود دارند این هاب ها دارای حافظه هستند و میتوانند دیتا را ذخیره و سپس ارسال کنند و مدیریت ساده ای را روی پورت های خود انجام دهند.

در شبکه های کوچک میتوان با استفاده از یک هاب چند وسیله را شبکه کرد اما برای شبکه های بزرگ تر یک هاب کافی نیست و لازم میشود که چندین هاب را به هم متصل نمود. اتصال هاب ها به یکدیگر از طریق پورت uplink روی هر هاب صورت میگیرد. و بدینصورت توپولوژی بصورت Bus-Star در می آید. توجه شود که در اتصال وسایل به هاب اتصالات کابل یک به یک است (چون خود هاب آنها را Cross می کند به شکل قبل دقت کنید) ولی در اتصال دو هاب به یکدیگر لازم است اتصالات کابل Cross باشند.

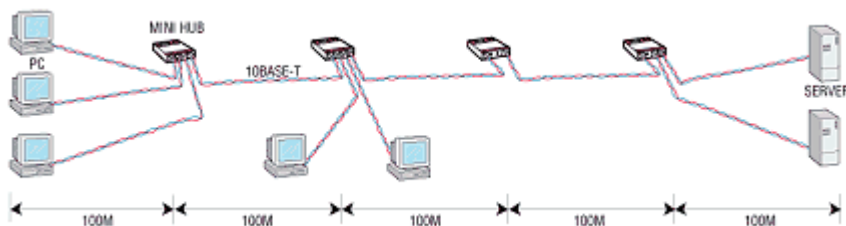
توجه شود که در این شبکه Hub نقش حساس دارد و اگر تغذیه آن قطع شود یا دچار اشکال شود ارتباط تمام وسایل متصل به آن قطع می گردد از اینرو در کاربردهای صنعتی انتخاب هاب مناسب و توجه لازم به شرایط محیط نصب آن ضروری است.

ه) ماکزیمم طول شبکه

ماکزیمم طول کابل بین وسیله تا هاب ۱۰۰ متر و حداقل فاصله بین این دو ۲.۵ متر است. با سری کردن هاب ها می توان طول شبکه را بصورت تئوری تا حدود ۴۰۰۰ متر افزایش داد. ماکزیمم فاصله بستگی به نوع وسایل و انجام محاسباتی دارد که در فصل بعد به آن خواهیم پرداخت. ضرورت انجام این محاسبات بدلیل وجود پدیده تصادم است. در یک جمله ساده می توان گفت: تا حدی می توان طول شبکه را افزایش داد که بین دو وسیله ای که بیشترین فاصله را با هم روی شبکه دارند اگر تصادم دیتا پیش آمد قبل از اینکه دیتای بعدی را بفرستند مطلع شوند اصطلاحاً به این موضوع Collision Domain گفته میشود.

و) ماکزیمم تعداد وسایل

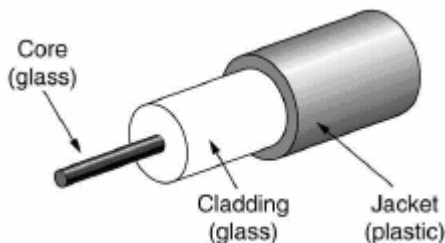
ماکزیمم تعداد وسایل ۱۰۲۴ وسیله است. این تعداد بر اساس ضریب بهره وری از باس برآورد شده که در بحث ارتباطات منطقی به آن خواهیم پرداخت. در این شبکه نیز قاعده ۳-۴-۵ وجود دارد البته این محدودیت به معنای آن نیست که نمیتوان بیش از ۵ سگمنت داشت بلکه مفهومی است که می توان بیش از ۵ سگمنت را هم در عمل بست ولی در مسیر بین هر دو وسیله ای که با هم ارتباط می گیرند ۳-۴-۵ مراعات شود.



۳-۵ لایه فیزیکی 10 BASE-FL

الف) کابل فیبر نوری

در 10BASE-FL از فیبر نوری استفاده میشود. فیبر بصورت Point to Point دو وسیله را به یکدیگر تا ماکزیمم فاصله ۲۰۰۰ متر متصل می نماید. طرز کار فیبر در ضمیمه ۲ آورده شده است.



بطور معمول در این شبکه فیبر 62.5/125 میکرومتری استفاده می شود عدد 62.5 قطر Core و عدد 125 قطر پوشش Cladding را نشان می دهد. سایر انواع فیبر های مورد استفاده عبارتند از: 50/125, 85/125, 100/140, که فاصله کمتری را نسبت به 62.5/125 ساپورت می کنند. همه ۴ نوع فیبر فوق بصورت

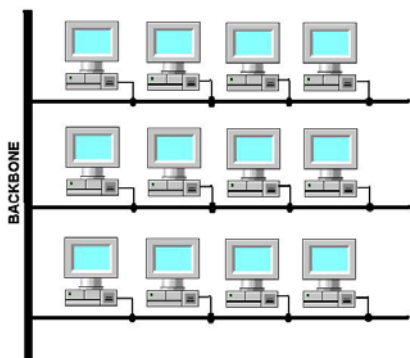
Multimode کار می کنند. طول موج نور در این شبکه 850 نانومتر می باشد.

از آنجا که در این ارتباط برای مسیر ارسال و دریافت فیبر جداگانه وجود دارد از همین رو میتوان روی 10Base-FL بصورت Optional ارتباط Full duplex برقرار نمود. در حالت Full Duplex طول فیبر بین دو وسیله می تواند بیش از ۲۰۰۰ متر باشد و با استفاده از فیبرهای با کیفیت حتی تا ۵۰۰۰۰ متر افزایش یابد علت آنست که در حالت Full Duplex مشکلات ناشی از برخورد و Collision Domain (که در مبحث لاجیک اترنت شرح داده خواهد شد) وجود ندارد.

یکی از کاربردهای متداول فیبر برای ارتباط بین ساختمانها و کارگاههای مختلف است. معمولاً شبکه داخلی کارگاه الکتریکی ولی ارتباط یک کارگاه با کارگاه دیگر بصورت نوری است. یکی از دلایل این امر ایزوله سازی الکتریکی دو طرف است تا هم پتانسیل نبودن زمین و سایر مشکلات الکتریکی یکطرف تاثیری بر طرف دیگر نداشته باشد. مزیت مهم دیگر ایمنی در برابر نویز است فیبر بهترین وسیله انتقال در جایی است که نویز

های الکترومغناطیسی و رادیویی EMI /RFI وجود داشته باشد.

با توجه به ویژگی های فیبر میتوان از آن در شبکه 10Base-FL برای مسافتهای طولانی تر (هر سگمنت تا 2 km) استفاده نمود از اینرو یکی از کاربردهای این شبکه بعنوان Backbone برای سایر شبکه های 10Base است.



ب) کانکتور

اتصال فیبر به وسیله توسط کانکتورهای مخصوص که به SC،ST و LC موسوم است انجام می شود.



به این کانکتورها Simplex می گویند وقتی دو کانکتور در کنار هم در یک Case قرار می گیرند به آن Duplex گفته میشود. تفاوت بین کاربرد این کانکتورها با توجه به نوع فیبر در جدول زیر آمده است:

۵- ارتباطات منطقی در اترنت

مشمول بر:

۱-۵ مدل OSI و پروتکل TCP/IP

۲-۵ لایه Data Link در اترنت

۳-۵ لایه Network در اترنت

۴-۵ لایه Transport در اترنت

منظور از ارتباطات منطقی در اترنت مباحثی مانند فریم دیتا و نحوه بسته بندی آن طبق مدل OSI و پروتکل TCP/IP، آدرس MAC و آدرس IP، نحوه دسترسی به باس و امثال آنهاست که در این قسمت مورد بحث قرار می گیرند. هدف آنست که خواننده محترم با کلیاتی در خصوص منطق عملکرد اترنت آشنا شود جزئیات بیشتر را بایستی در مراجع مرتبط با شبکه جستجو کرد.

۵-۱ مدل OSI و پروتکل TCP/IP

هر جا از شبکه صحبتی به میان می آید چه شبکه صنعتی و چه شبکه غیر صنعتی موضوع مدل OSI نیز در آن جای ویژه ای بخود اختصاص می دهد. OSI مخفف Open System Interconnection و معرف یک مدل (و نه یک استاندارد) برای تبادل دیتا روی شبکه است. این مدل مرجع در سال ۱۹۸۳ توسط موسسه استاندارد ISO عرضه شد و معرف ۷ لایه در شبکه است. این مدل می گوید وقتی بین دو وسیله متصل به شبکه اطلاعات تبادل میشود دیتا بایستی از ۷ لایه بگذرد. در سمت فرستنده دیتا به لایه بالاتر مطابق شکل زیر تحویل داده میشود و از آنجا پله پله به لایه های پایین تر منتقل می گردد. در هر لایه کاری روی دیتا انجام میشود و به آن Header اضافه می گردد مثلاً دیتا به بخشهای کوچکتر تقسیم می گردد، رمز گذاری می شود، به آن آدرس گیرنده و فرستنده اضافه میشود، بیت های خاص کنترل خطا در کنار آن قرار می گیرد به این عملیات کپسوله کردن یا بسته بندی می گویند. این عملیات در کارت شبکه موجود روی وسیله اتفاق می افتد. پس از اتمام عملیات فوق دیتا به لایه آخر (پایین ترین لایه) یا لایه فیزیکی تحویل داده میشود تا آنرا به محیط فیزیکی بیرون منتقل کند یعنی بصورت جریان الکتریکی روی کابل یا بصورت پالسهای نوری روی فیبر قرار دهد. در سمت گیرنده این سیگنالها توسط لایه فیزیکی دریافت شده و به لایه های بالاتر تحویل داده میشود در گیرنده هر لایه

وظیفه مشابه همان لایه در فرستنده را دارد ولی

آنچه در سمت فرستنده اضافه شده اینجا

شناسایی و حذف میشود بعنوان مثال اگر در

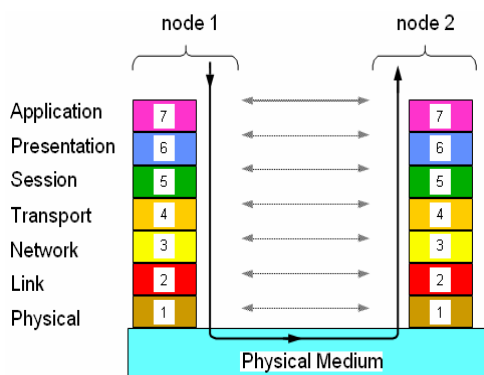
لایه سوم فرستنده رمز گذاری روی دیتا انجام

شده باشد لایه سوم گیرنده طبق همان منطق

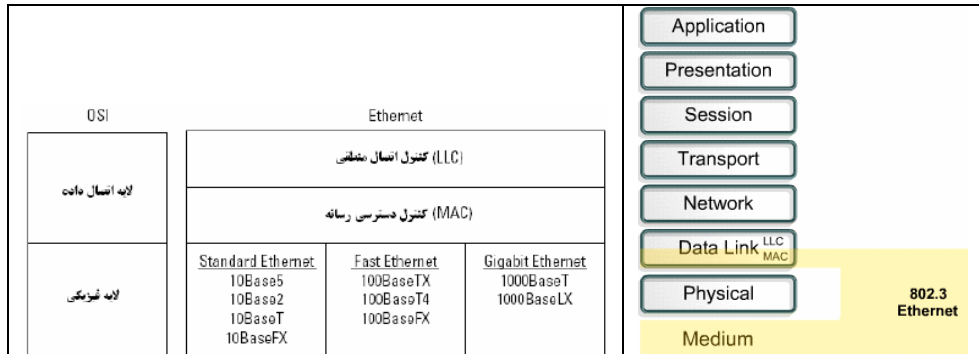
اقدام به رمز گشایی می کند. بدین ترتیب دیتا

پله پله به لایه های بالاتر منتقل شده و Header

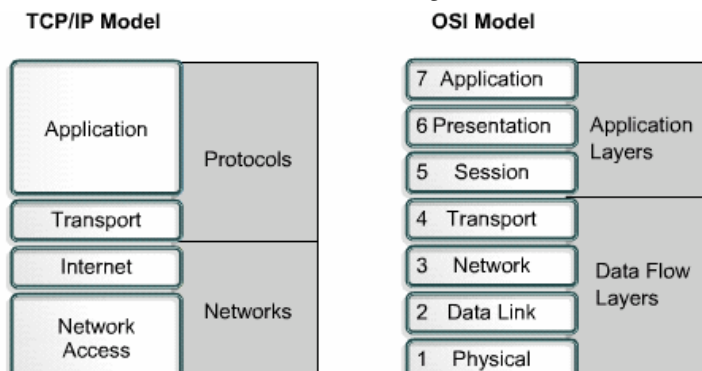
های اضافه شده حذف می گردند تا اصل پیام



در لایه ۷ برای گیرنده قابل دریافت باشد. (فیلم OSI را در سی دی پیوست ببینید)

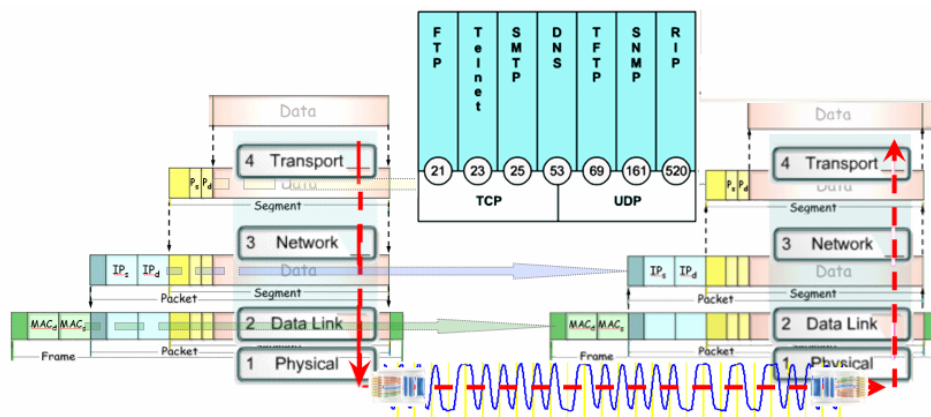


نام اترنت را غالباً همراه با TCP/IP بکار میبرند توجه شود که طبق استاندارد IEEE802.3 اترنت از لایه های ۱ و ۲ مدل OSI استفاده می کند TCP/IP جایگزین این دو لایه نشده بلکه در لایه های Network و Transport از TCP/IP استفاده شده است بنابر این وقتی از اترنت استاندارد صحبت می شود نبایستی آن را با TCP/IP یکسان تصور نمود بلکه TCP/IP بخشی از لایه های ارتباطی در اترنت استاندارد محسوب می شوند. مقایسه بین لایه های TCP/IP و OSI در شکل زیر آمده است.

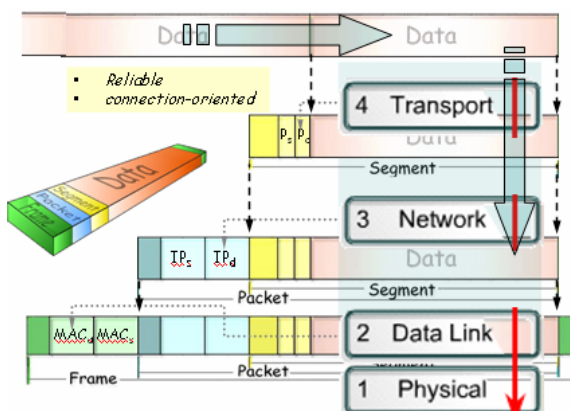


این دو مدل همانطور که در شکل نشان داده شده بصورت لایه بندی هستند و بالاترین لایه در هر دوی آنها لایه Application است. و لایه های دیگری با اسامی مشابه نیز دارند مانند لایه Transport و Network. تعداد لایه ها در TCP/IP کمتر و ساده تر است. در مدل TCP/IP می توان از پروتکل های ساده استفاده کرد که اگرچه سریع هستند ولی ارسال صحیح را تضمین نمی کنند ولی در OSI تضمین ارسال صحیح مورد تاکید است.

شکل زیر تبادیل دیتا بین دو وسیله بر اساس مدل ۴ لایه ای را بصورت کلی نشان می دهد.



همانطور که در شکل مشاهده میشود Data در لایه ۴ به یک Segment تبدیل میشود Segment در لایه ۳ تبدیل به یک Packet شده و نهایتاً Packet در لایه ۲ به Frame تبدیل می گردد.



در بین ۴ لایه فوق لایه فیزیکی همانطور که از نامش پیداست المانهای سخت افزاری شبکه مانند کارت شبکه، هاب، سوئیچ، کابل، فیبر و امثال آن را در بر می گیرد. بعلاوه نوع سیگنال ارسالی (صفر و یک های منطقی) اعم از جریانهای الکتریکی، پالس های نوری، فرکانس های رادیویی نیز در این لایه تعریف می شود. از آنجا که توضیحات مفصل در مورد اجزای فیزیکی و نحوه سیگنالینگ در فصل های قبلی داده شد از تکرار آنها در این بخش صرفنظر می کنیم و به بحث در مورد سایر لایه ها می پردازیم. Repeater و Tranceiver و Hub از وسایل لایه ۱ هستند. Bridge و Switch مربوط به لایه ۲ و Router مربوط به لایه ۳ می باشند.

۵-۲ لایه Data Link در اترنت

این لایه دومین لایه است و کانال و مجرای میان نرم افزار و سخت افزار شبکه محسوب میشود این لایه در واقع انتقال مطمئن دیتا را فراهم می سازد. اهم وظایف این لایه عبارتست از :

- فریم بندی دیتاهای ارسالی از لایه های بالاتر و اضافه کردن آدرس مبدا و مقصد (آدرسهای فیزیکی که به آنها آدرس MAC) گفته میشود.
- کنترل دسترسی به باس شبکه (براساس تکنیک CSMA)
- کنترل خطای انتقال

IEEE لایه دیتا لینک را به دو زیر لایه تفکیک نموده است. یکی زیر لایه LLC مخفف Logical Link Control در این زیر لایه سرویس دسترسی یا SAP مخفف Service Access Point بصورت نرم افزاری است. زیر لایه دوم MAC مخفف Media Access Control است و همانطور که از نامش پیداست سرویس های ارتباطی با Media یعنی محیط فیزیکی را فراهم می کند.

فریم بندی دیتا در اترنت

برای اترنت دو نوع فریم دیتا وجود دارد یکی فریم DIX V2.0 که مربوط به نسخه Ethernet II می باشد و دیگری فریم IEEE802.3. این دو فریم در شکل زیر با هم مقایسه شده اند.

IEEE 802.3						
7	1	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Start of Frame Delimeter	Destination Address	Source Address	Length/ Type	802.2 Header and Data	Frame Check Sequence

DIX					
8	6	6	2	46 to 1500	4
Preamble	Destination Address	Source Address	Type	Data	Frame Check Sequence

همانطور که در شکل ملاحظه می شود ساینز کلی هر دو نوع فریم یکی است ولی برخی فیلدهای آنها با هم متفاوت است. این تفاوت موجب میشود که اگر دو وسیله که یکی منطبق بر DIX و دیگری منطبق بر IEEE802.3 باشند روی یک کابل یا محیط فیزیکی بسته شوند نتوانند با یکدیگر ارتباط بگیرند. از اینرو در انتخاب سخت افزار و پیکر بندی سیستم بایستی توجه لازم برای یکسان سازی پروتکل بعمل آید. از آنجا که اترنت صنعتی منطبق بر IEEE802.3 می باشد فرمت DIX را مورد بحث قرار نمی دهیم.

IEEE802.3 Ethernet Frame							
PRE	SFD	DA	SA	Lenght	Data	Pad	FCS
۷ بایت	۱ بایت	۶ بایت	۶ بایت	۲ بایت	46 – 1500 بایت		۴ بایت

فیلدهای مختلف فریم دیتای IEEE802.3 در زیر تشریح شده است.

PRE: مخفف Preamble که به معنای مقدمه فریم است. این فیلد ۷ بایت است که هر بایت آن بصورت 01010101 میباید. ظاهر شدن این بیت ها روی باس منجر به سنکرون سازی سازی در اترنت 10Base که بصورت آسنکرون کار می کند می گردد یعنی سیستم ارتباطی را با پالس ساعت همزمان می کند. اترنت 100base و سایر اترنت های سرعت بالا بصورت سنکرون کار می کنند ولی سنکرون سازی توسط PRE در آنها حذف نشده بلکه بعنوان پشتیبان (redundant) نگه داشته شده است.

SFD: مخفف Start of Frame Delimiter شروع فریم را به گیرنده اطلاع میدهد و یک بایت و بصورت 10101011 می باشد.

DA: مخفف Destination Address یعنی آدرس گیرنده است که می تواند یکی از سه حالت زیر را داشته باشد:

- Unicast: یک گیرنده خاص را مشخص می کند در این حالت آخرین بیت سمت چپ 0 است.
- Multicast: یک گروه شامل چندگیرنده خاص را مشخص می کند در این حالت آخرین بیت سمت چپ 1 است.
- Broadcast: تمامی گیرنده ها را مشخص می کند در این حالت تمامی بیت های آدرس 1 است.

در آدرس دهی گیرنده و فرستنده فوق از آدرس سخت افزاری گیرنده یعنی آدرس MAC که یک آدرس ۶ بایتی است استفاده می گردد

در فریم دیتا ۶ بایت مربوط به آدرس مبدا یک MAC Address ثابت را نشان میدهد ولی برای آدرس مقصد سه حالت فوق الذکر وجود دارد با توجه به توضیحات قبل در حالت Broadcast: آدرس MAC کد هگز FF-FF-FF-FF-FF-FF است که معرف تمام وسایل متصل به باس می باشد و در حالت Multicast سه بایت آخر آدرس یک گروه خاص را نشان می دهد. در حالت Unicast آدرس فوق منحصر بفرد است.

هر کارت شبکه اترنت یا هر اینترفیس شبکه اترنت دارای یک آدرس MAC منحصر بفرد است که در داخل آن ذخیره شده است. اگرچه در برخی موارد مانند کارتهای شبکه PLC می توان آدرس MAC را در حین پیکربندی ولی باز آدرس MAC قبلی تحت عنوان Factory Setting بدون تغییر باقی می ماند.

آدرس MAC روی کارتهای شبکه PLC ها معمولاً نوشته شده ولی برای کارت شبکه کامپیوترها میتوان در محیط Windows بصورت زیر عمل کرد:

Start > Run > cmd > ipconfig/all

آدرس MAC با عنوان Physical Address در لیست ظاهر می شود.

```
C:\WINNT\system32\cmd.exe
Microsoft Windows 2000 [Version 5.00.2195]
(C) Copyright 1985-2000 Microsoft Corp.

C:\Documents and Settings\Administrator>ipconfig /all

Windows 2000 IP Configuration

Host Name . . . . . : sm2e3czp95
Primary DNS Suffix . . . . . :
Node Type . . . . . : Broadcast
IP Routing Enabled. . . . . : No
Physical Address. . . . . : 00-50-F2-7C-72-B1
DHCP Enabled. . . . . : Yes
Autoconfiguration Enabled . . . . : Yes
IP Address. . . . . : 192.168.2.37
```

آدرس MAC متشکل از ۶ بایت است که هر بایت آن بصورت کد هگز ظاهر می شود. ۳ بایت اول معرف نام سازنده است و ۳ بایت بعدی نوع و سریال محصول را نشان می دهد. بنابر این هر سازنده ماکزیمم می تواند ²⁴ ۲ کارت شبکه تولید نماید. اگر تعداد به این حد برسد سازنده بایستی یک کد جدید از موسسه Inter-NIC درخواست نماید.

SA: مخفف Source Address یعنی آدرس سخت افزاری فرستنده را مشخص میکند که یک آدرس ۶ بایتی منحصر به فرد است.

Length: طول فیلد دیتا (فیلد بعدی) را با یک عدد ۲ بایتی مشخص میکند. در فرمت DIX این فیلد وجود ندارد و بجای آن فیلد Type آورده شده است. در نسخه قدیمی اترنت تاکیدی بر ضمانت تحویل درست دیتا به گیرنده نبوده است از اینرو فیلد Type که فقط مشخص میکرد کدام لایه بالاتر برای انتقال دیتا استفاده شده است بکار میرفت ولی در IEEE موضوع ارسال درست و بدون خطای دیتا بیشتر مورد توجه قرار گرفته و از اینرو فیلد Length جایگزین فیلد Type شده است. یکی از مواردی که اجازه نمیدهد DIX و IEEE802.3 بطور صحیح روی یک کابل با هم ارتباط برقرار کنند همین فیلد می باشد.

در IEEE802.3 فیلد Length اگر مقدارش کمتر از ۱۵۳۶ دسیمال (یا 0x600 هگز) بود نشان دهنده طول دیتا و اگر از مقدار فوق بزرگتر بود نشان دهنده نوع پروتکل (Type) است.

Data: دیتای اصلی که لازم است منتقل شود. طول این فیلد حداقل ۴۶ و حداکثر ۱۵۰۰ بایت است.

Pad: اگر طول فیلد دیتا کمتر از ۴۶ بایت باشد آنقدر به آن صفر اضافه میشود تا به ۴۶ بایت برسد به این اضافات Pad می گویند. علت استفاده از Pad بدلیل محدودیت های مربوط به تصادم دیتا بین فرستندگان مختلف است که در ادامه تشریح خواهد شود. لازم به ذکر است وقتی به Data بایتهای Pad اضافه می گردد در

اینحالت فیلد Length طول واقعی Data بدون Pad را نشان میدهد تا با توجه به آن گیرنده بتواند دیتای اصلی را از Pad جدا کند.

FCS: مخفف Frame Check Sequence برای کنترل خطا بکار میرود. روش کنترل خطا بصورت CRC یعنی Cyclic Redundancy Check است مطابق با الگوریتم CRC عملیات منطقی روی فیلد های DA و SA و Length و Data انجام میشود و نتیجه در ۴ بایت در این فیلد قرار می گیرد و همراه با بسته دیتا ارسال می گردد. گیرنده پس از دریافت بسته ابتدا بدون توجه به FCS مقدار CRC را طبق همان الگوریتم روی فیلد های مزبور بدست می آورد سپس نتیجه را با مقدار CRC فرستنده مقایسه می نماید اگر یکی بود فریم را قبول در غیر اینصورت آنرا دور می ریزد. در شبکه های اترنت که در آنها سوئیچ استفاده شده این منطق توسط سوئیچ در بین راه اجرا می گردد و بدین طریق سوئیچ از انتشار فریم های خراب و آسیب دیده از نویز جلوگیری می کند. نکته ای که در این میان قابل ذکر است آنست که اگر فریم خراب باشد در لایه دوم (Data Link) هیچ مکانیسمی برای اطلاع رسانی به فرستنده وجود ندارد این وظیفه به لایه های بالاتر محول شده است.

روش دسترسی به باس در اترنت

همانطور که ذکر شد یکی از وظایف لایه دوم (Data Link) کنترل دسترسی به باس شبکه است که از تکنیک CSMA/CD استفاده می کنند در این تکنیک برخلاف تکنیک Token هیچگونه نوبت بندی بین ایستگاهها برای در اختیار گرفتن باس وجود ندارد. تمام ایستگاهها به باس گوش میدهند یعنی جریان باس را چک میکنند (که به این فاز Carrier Sense گفته می شود) و هر گاه که باس خالی بود و ولتاژ معادل 0 یا 1 منطقی روی آن وجود نداشت میتوانند اقدام به ارسال نمایند (که به این فاز Multiple Access گفته میشود چون ایستگاهها برای دسترسی به باس بایکدیگر مجادله می کنند). ایستگاه فرستنده فریم دیتا را روی باس قرار میدهد. میدانیم برای ارسال دیتا سه سرویس ارتباطی وجود دارد:

- Unicast: یعنی ارسال به یک گیرنده خاص
 - Broadcast: یعنی ارسال به تمامی وسایل متصل به باس
 - Multicast: یعنی ارسال به گروهی از وسایل متصل به باس
- اگر سرویس Broadcast باشد همه ایستگاهها آنرا کامل دریافت میکنند ولی اگر سرویس Unicast باشد ایستگاهها اگر چه همگی فیلد های اول فریم را دریافت کرده اند ولی با چک کردن فیلد آدرس مقصد بجز ایستگاه گیرنده سایرین به دریافت ادامه نمی دهند.

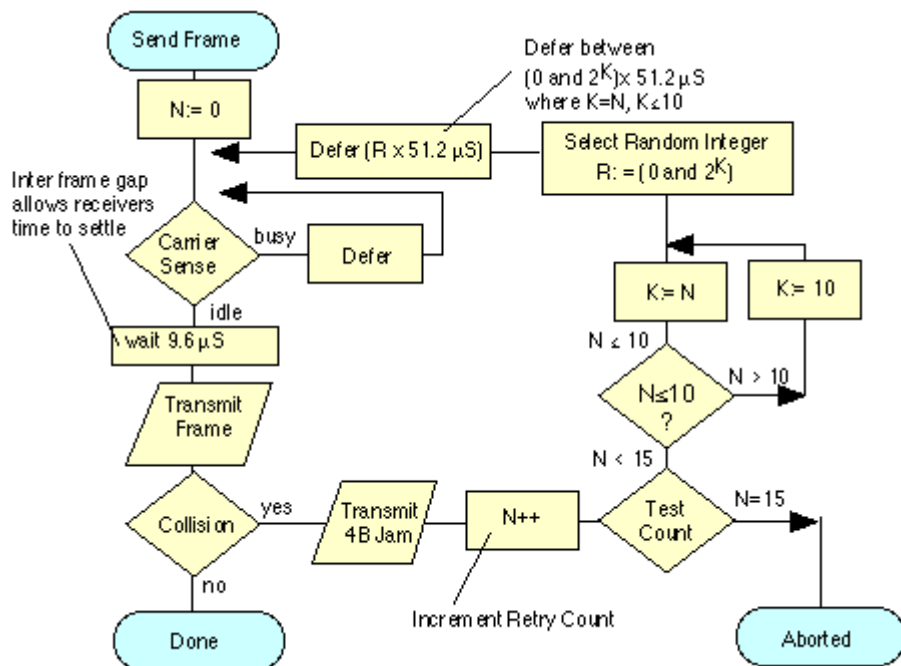
ویژگی گوش دادن به باس در CSMA موجب می شود که برخلاف تکنیک Token زمان تلف شده ای وجود نداشته باشد و در شرایط نرمال از باس بصورت موثر استفاده گردد. در کنار این حسن بزرگ یک عیب

نیز وجود دارد و آن بروز تصادم یا برخورد (Collision) است. در تکنیک Token بدلیل نوبت بندی دقیق هیچگاه بین دیتای ارسالی ایستگاهها برخورد رخ نمی دهد. ولی در روش CSMA بدلیل عدم وجود نوبت بندی بروز تصادم اجتناب ناپذیر است. از اینرو شبکه هایی مانند اترنت که از این تکنیک استفاده می کنند اگر به آرامی بارگذاری شوند با سرعت خوب و تاخیر کم کار می کنند ولی در بار گذاری زیاد سرعت آن خیلی پایین می آید که عامل اصلی آن بروز تصادم است. فرض کنید دو ایستگاه در حال چک کردن باس هستند و بمحض اینکه آنرا خالی دیدند شروع به ارسال نمایند تصادم رخ خواهد داد. اما این حالت ساده موضوع است در عمل تاخیرات انتشار کوچکی که بدلیل طول زیاد کابل پیش می آید عامل بروز تصادم است. بعنوان مثال وقتی یک سیستم مشغول حس کردن Carrier است ممکن است سیستم دیگری قبلاً ارسال را شروع کرده باشد ولی سیگنال آن هنوز به سیستم اول نرسیده است برای روشن شدن موضوع توجه کنید که سرعت اترنت (در انواع اولیه) برابر 10Mbps یا ده میلیون بیت در ثانیه است پس ارسال هر بیت ۱۰۰ نانو ثانیه طول میکشد. از آنجا که نور و الکتريسيته در هر نانوثانیه حدود سی سانتیمتر را می پیمایند پس وقتی بیت اول ارسالی به اندازه ۳۰ متر را روی باس پیمود بیت دوم ارسال می گردد. اکنون در یک شبکه بزرگ در نظر بگیرید دو ایستگاه با یکدیگر ۱۰۰ متر فاصله دارند. بدیهی است اگر هر دو باس را خالی ببینند و اقدام به ارسال بیت اول کنند هنوز این دو بیت به یکدیگر نرسیده بیت دوم ارسال میشود بعبارت دیگر دو ایستگاه در اواسط ارسال بیت چهارم است که متوجه برخورد میشوند. یعنی هر دو ایستگاه همزمان شروع به ارسال کرده اند ولی دیتای آنها با چند نانوثانیه تاخیر تصادم پیدا کرده است بدیهی است اگر فاصله بیش از این بود با تاخیر بیشتر متوجه برخورد میشدند و اگر فاصله از حدی بیشتر باشد هر دو تمامی فریم دیتا را ارسال کرده اند و متوجه برخورد نشده اند از همین جاست که محدودیتی با عنوان Collision Domain تعریف می گردد. بدترین وضعیت بین دو ایستگاهی است که بیشترین فاصله را با هم داشته و در مسیر مابین آنها وسایلی که تاخیر ایجاد می کنند مانند ریبیترها بیشتر بکار رفته باشد البته در هنگام طراحی شبکه لازم است در کلیه مسیرها محاسبات لازم انجام پذیرد این محاسبات حد ماکزیمم طول کابل شبکه و تعداد وسایل را مشخص خواهد ساخت با این وجود بعضاً محاسبات را فقط روی بدترین وضعیت (مسیر) انجام میدهند اگر نتیجه رضایتبخش بود از تکرار محاسبه برای سایر مسیرها صرفنظر می کنند.

بطور خلاصه می توان گفت که در تکنیک CSMA سه وضعیت کاری برای ایستگاه وجود دارد:

- Listen
- Transmition
- Collision

در وضعیت Listen ایستگاه در حال چک کردن جریان باس است وقتی که باس آزاد نیست عبور بیتها با جریانی در حد ۱۸ تا ۲۰ میلی آمپر همراه است. وقتی از باس جریانی عبور نکند آزاد است و ایستگاه می تواند



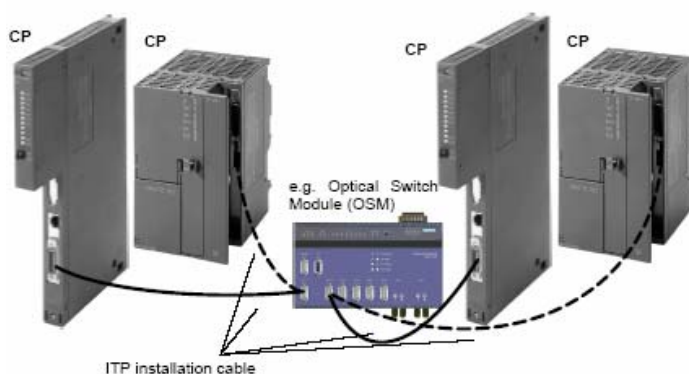
با توجه به فلوچارت:

- بار اول $N=0$ و اگر برخورد روی دهد به آن یکی اضافه میشود. پس $N=1$ خواهد بود.
- تا وقتی بیشتر از ۱۰ نشده مقدار N در متغیر K ریخته میشود. پس ابتدا $k=1$ است.
- عدد ۲ به توان K میرسد نتیجه تعداد عضو یک مجموعه عدد صحیح را نشان میدهد که از صفر شروع می شود. پس در ابتدا که $k=1$ است تعداد عضو مجموعه دو خواهد بود یعنی $\{0,1\}$
- بطور اتفاقی یکی از اعداد مجموعه فوق انتخاب شده و در 51.2 میکروثانیه ضرب میشود عدد حاصل مقدار زمانی است که فرستنده صبر میکند و پس از آن مجدداً اقدام به ارسال می نماید.
- عملیات فوق در هر دو ایستگاه بطور جداگانه انجام میشود.
- اگر ارسال مجدد نیز دچار تصادم شد در این حالت مجدداً فلوچارت فوق تکرار میشود یعنی به N یکی اضافه شده $N=2$ و همینطور $K=2$ خواهد بود و از مجموعه ۴ عضوی $\{0,1,2,3\}$ عددی اتفاقی انتخاب می گردد. و همینطور اگر مجدداً تصادم رخ داد تعداد عضو مجموعه به ۸ و در مرحله بعد به ۱۶ میرسد یعنی احتمال اینکه دو ایستگاه عدد رندوم یکسان بدست بیاورند هر بار ضعیف تر می گردد.

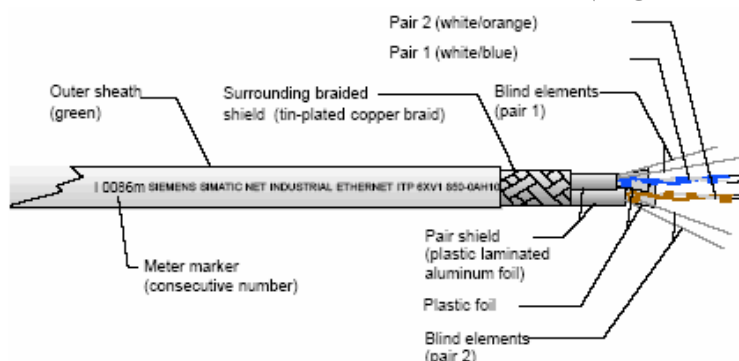
۶- اجزای سخت افزاری شبکه اترنت صنعتی

مشمول بر:

- ۶-۱ اجزای سخت افزاری 10Base5
- ۶-۲ اجزای سخت افزاری 10Base-T
- ۶-۳ اجزای سخت افزاری 10Base-F
- ۶-۴ اجزای سخت افزاری 100Base-TX
- ۶-۵ اجزای سخت افزاری 100Base-FX



این کابل 100 اهمی و بصورت S/STP یعنی دارای شیلد Screen می باشد. دارای ۲ زوج سیم بوده که یک زوج آن آبی/سفید و زوج دوم آن نارنجی/سفید است. مشخصات الکتریکی این کابل در جدول آمده است.



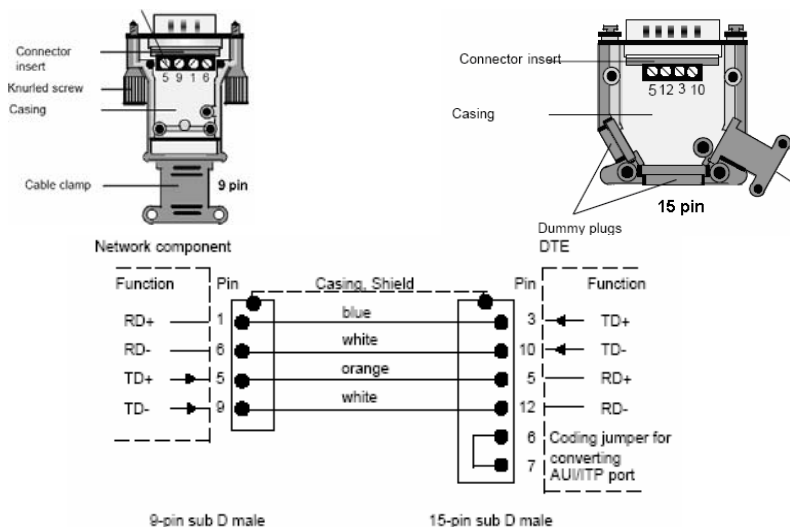
Cable categories EN 50173	CAT5		
DC loop resistance		maximum	124 ohm/km
DC insulation resistance		minimum	5Gigaohm/km
Attenuation/100 m	at 4 MHz 10 MHz 100 MHz	maximum	3.6 dB 5.7 dB 18.0 dB
Near end crosstalk loss (NEXT)/100m	at 1 --300 MHz	minimum	80 dB
Characteristic impedance	at 1 --100 MHz 100 --300 MHz		100 ohm+/- 15% 100 ohm+/- 45%
Transfer impedance	at 10 MHz	maximum	2m ohm/m
Structural return loss	at 1 --100 MHz 100 --300 MHz	minimum	23 dB 15 dB
Longitudinal conversion loss		minimum	43 dB
Capacitance unbalance pair to ground		maximum	3400 pF/km
Dielectric strength at 50 Hz -conductor/conductor -conductor/shield	1min 1min	effective value	700 V 700 V

این کابل بصورت اسمبل شده با کانکتورهای ۹ پین و ۱۵ پین در انواع زیر با ماکزیمم طول ۱۰۰ متر ارائه

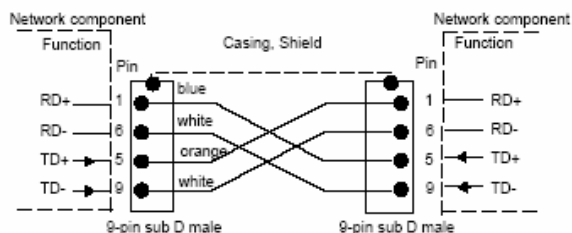
- ITP standard cable 9/15
- ITP XP standard cable 9/9
- ITP XP standard cable 15/15

شده است .

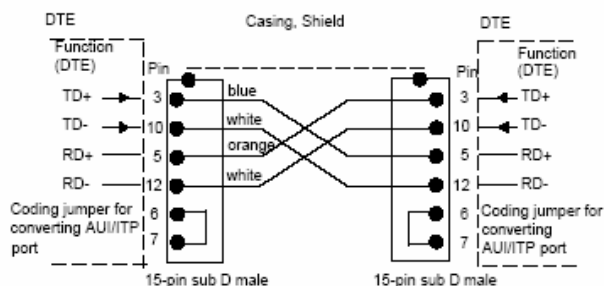
توجه : کلمه XP وضعیت Cross را نشان میدهد.



a) Pinout of the ITP standard cable 9/15



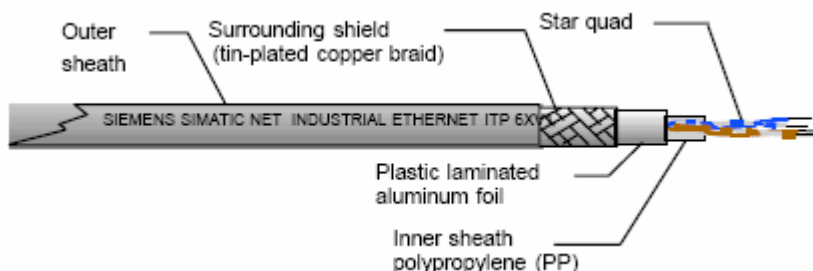
b) Pinout of the ITP XP standard cable 9/9



c) Pinout of the ITP XP standard cable 15/15

کابل TP Cord

این کابل که بصورت Twisted Pair است ۱۰۰ اهمی و بصورت Star quad است رنگ رشته های آن همانند کابل ITP است. این کابل برای محیط هایی که سطح نویز آنها کم است و برای طول محدود (ماکزیمم ۱۰ متر) قابل استفاده می باشد.



مشخصات الکتریکی در جدول بعد آمده است

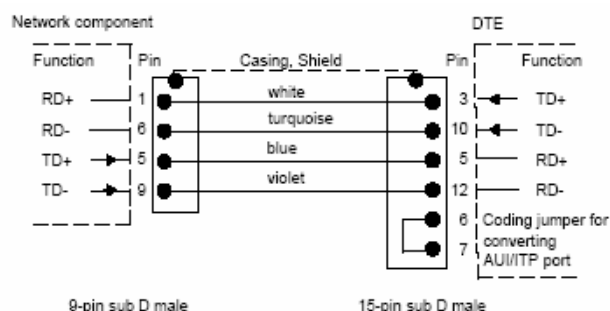
TP Cord بصورت اسمبل شده در انواع زیر با ماکزیمم طول ۱۰ متر عرضه شده است:

- TP cord 9/15 with a 9-pin and a 15-pin sub D connector
- TP XP cord 9/9 with two 9-pin sub D connectors
- TP cord 9/RJ45 with one 9-pin sub D and one RJ-45 connector
- TP converter 15/RJ45 with one 15-pin sub D female connector and one RJ-45 male connector

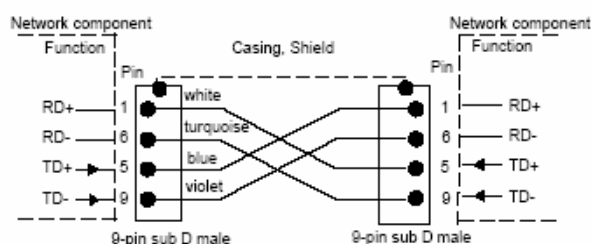
در اینجا نیز XP نشان دهنده Cross بودن کابل است.

Cable categories com-plying with EN 50173	CAT5		
DC loop resistance		maximum	252 ohm/km
DC insulation resistance		minimum	150 M ohm/km
Attenuation/100 m	at 4 MHz 10 MHz 100 MHz	maximum	6.4 dB 9.9 dB 33.0 dB
Near end crosstalk loss (NEXT)/100m	at 4 MHz 10 MHz 100 MHz	minimum	53 dB 47 dB 32 dB
Characteristic impedance	at 1 to 100 MHz		100 ohm +/-15%
Transfer impedance	at 10 MHz	maximum	100 m ohm/m
Structural return loss	at 1 to 20 MHz 20 to 100 MHz	minimum	23 dB 23 dB -10log(f/20)
Longitudinal conversion loss		minimum	43 dB
Capacitance unbalance pair to ground		maximum	3400 pF/km
Dielectric strength at 50 Hz - conductor/conductor -conductor/shield	1min 1min	effective value	700 V 700 V

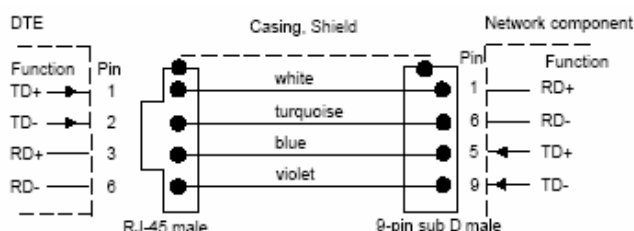
وضعیت پین ها



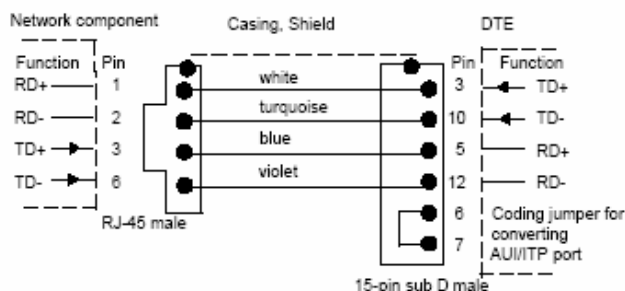
a) Pinout of the TP Cord 9/15



b) Pinout of the TP XP Cord 9/9

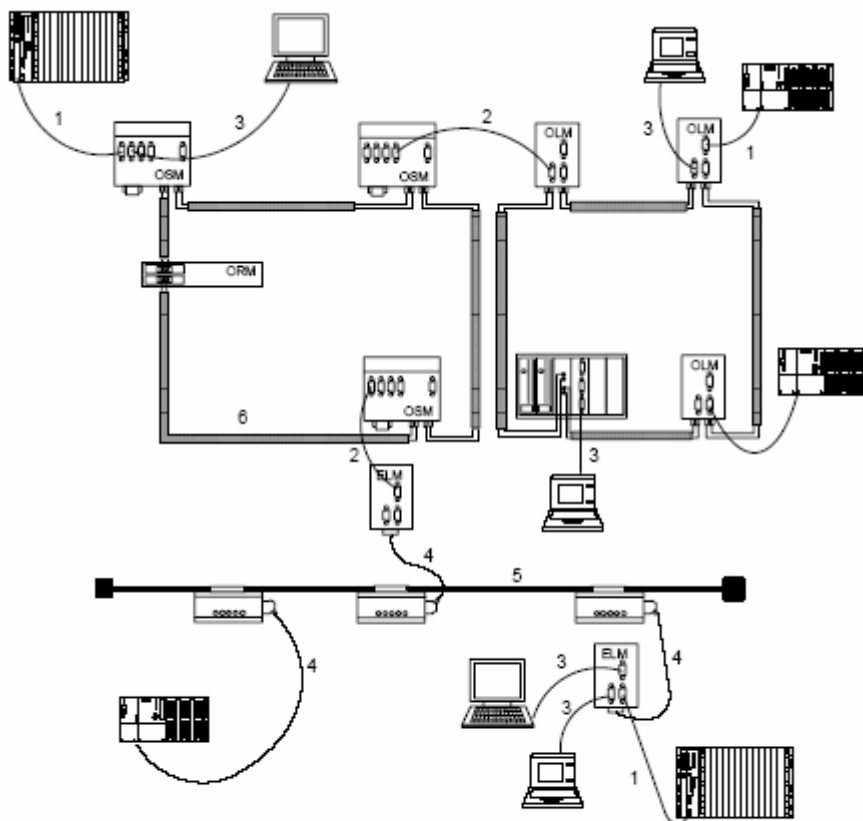


c) Pinout of the TP Cord 9/RJ45



d) Pinout of the TP Cord 15/RJ45

شکل زیر نمونه ای از کاربرد دونوع کابل فوق الذکر را همراه با سایر کابل ها در شبکه اترنت نشان میدهد.



1. ITP standard 9/15
2. ITP XP standard 9/9
3. TP cord 9/RJ45
4. 727-1 drop cable
5. Triaxial cable
6. Fiber-optic cable (FO)

طول های مجاز :

کابل ITP : ۱۰۰ متر

کابل TP Cord : ۱۰ متر

کابل AUI : ۵۰ متر

در شکل فوق علاوه بر PLC و PC اجزایی مانند سوئیچ و هاب صنعتی وجود دارد که در ادامه آنها را تشریح خواهیم نمود.

ب) کانکتور

کانکتورهای مورد استفاده در شبکه 10Base-T متنوع و متفاوتند اهم آنها در شکل های زیر نشان داده شده است :

 کانکتورهای M12 با درجه IP54	 کانکتور های D-Sub ۹ پین و ۱۵ پین برای اتصال به هاب های صنعتی ELM استفاده میشوند
 Fast Connect برای ارتباط سریع کابل ITP این کانکتور در دو طرف کابل ITP نصب میشود و در سمت دیگر آن کانکتور RJ45 قابل اتصال است.	 کانکتورهای RJ45 برای اتصال به کارتهای شبکه استفاده میشود

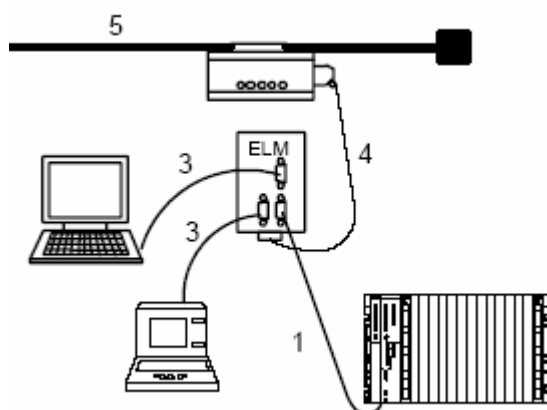
ب) هاب صنعتی یا ELM

ELM مخفف Electrical Link Module تجهیزى است با درجه حفاظتى IP40 كه توسط آن ميتوان وسايل اترنت (PLC و PC و ..) را با كابل مسى اترنت شبكه كرد. شبكه اى كه به اين طريق ايجاد ميشود مبتنى بر 10BASE-T است يعنى سرعت آن 10 Mbps است. ELM علاوه بر آنكه توپولوژى ستاره و در عين حال باس را ايجاد مى كند همانند ريپتر نقش تقويت كندگى نيز دارد.



ELM دارای سه پورت الکتریکی ITP و یک پورت AUI است. پورت AUI می تواند توسط کابل Drop (مثلاً کابل 727-1) به وسیله دیگر مانند Transceiver متصل گردد پس اگر برای اتصال روی 10BASE5 بکار رود فقط یک وسیله و اگر برای اتصال روی 10BASE-T بکار رود تا سه وسیله می تواند به آن متصل گردد. عبارت دیگر ELM نقش یک Hub صنعتی با سه پورت با سرعت 10Mbps را بازی میکند.

توجه شود که اگر ترانسیور دارای دو پورت و Version 4 یا کمتر باشد در این حالت اتصال ELM بایستی به پورت سمت چپ ترانسیور برقرار گردد.



1. ITP standard 9/15
3. TP cord 9/RJ45
4. 727-1 drop cable
5. Triaxial cable (727-0)

ELM ها را میتوان با هم سری کرد یعنی بصورت Cascade روی شبکه بکار برد از آنجا که Bit Time مربوط به هر پورت طبق جدول زیر 3BT می باشد و همانطور که ذکر شد در یک شبکه جمع BT ها بایستی کمتر از 40 باشد بنابراین ماکزیمم ۱۳ عدد ELM را می توان روی یک شبکه اترنت بصورت Cascade قرار داد.

Port 1	Port 2	Delay Equivalent	Variability Value
ITP	ITP	190 m	3BT
AUI	ITP	190 m	3BT

بسته به نوع قابلیت که کارت دارد در ارتباط با PG و نیز در ارتباط با مانیتورینگ تنظیمات خاصی لازم است. بعلاوه در برنامه نویسی فانکشن های خاصی را برای آن می توان استفاده کرد. این مطالب در فصل های آینده تشریح خواهند شد.

اهم ویژگی های کارتهای CP روی PLC					
	PN	ISO	TCP/IP	ISO-on_TCP	IT
CP343-1		x	x	x	
CP443-1					
CP343-1 Advanced	x	x	x	x	x
CP443-1 Advanced					
CP343-1 Lean			x		

اهم ویژگی های کارتهای CP روی PC							
	Slot	PN	ISO	TCP/IP	ISO-on_TCP	IT	OPC
CP1613-A2	PCI		x	x	x	x	x
CP1612	PCI		x	x	x		
CP1512	PCMCIA		x	x	x		
CP1616	PCI	x		x	x	x	x

برخی کارت های قدیمی برای نصب روی اسلات ISA کامپیوتر طراحی شده بودند که فعلاً منسوخ شده اند.

۶-۵ اجزای سخت افزاری 100Base-FX

وسایل مبتنی بر 100Base-FX نوری هستند و شبکه بین آنها بعنوان شبکه زیر ساخت (Backbone) می باشد. المانهای اصلی این شبکه OSM (مخفف Optical Switch Module) و ORM (مخفف Optical Redundancy Module) هستند. فیبر نوری مناسب برای این وسایل شیشه ای است که میتواند فیبر 50/125 یا فیبر 62.5/125 میکرومتری باشد. این وسایل با نور با طول موج 1300 نانو متر کار میکنند.

در محاسبه ماکزیمم طول فیبر بین دو وسیله لازم است دو پارامتر زیر محاسبه شود :

۱- میزان تلفات فیبر برای طول موج 1300 nm که در مشخصات فنی فیبر برحسب dB/Km داده میشود.

۲- پهنای باند فیبر که در مشخصات فنی برحسب $\text{MHz} * \text{Km}$ داده میشود.

میزان مجاز مقادیر فوق برای فیبر نوری در جدول زیر داده شده است. بنابراین با فیبر های فوق فاصله مجاز بین دو سوئیچ ماکزیمم 3000 متر خواهد بود.

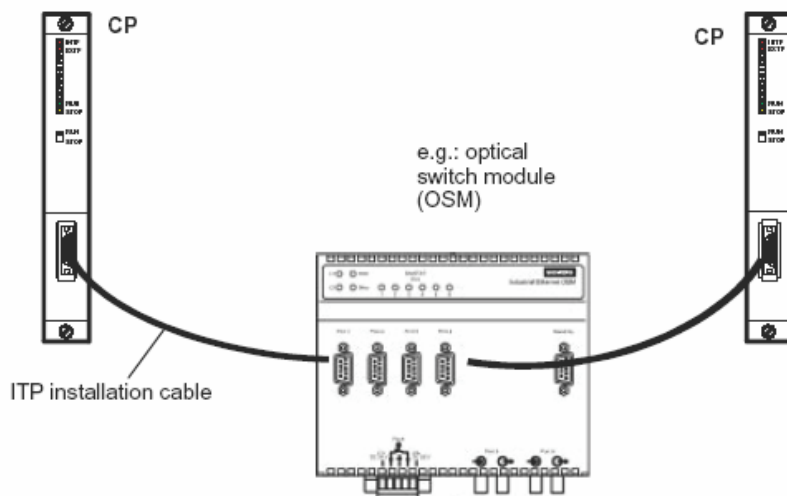
Fiber Type	FO Power Loss at 1300 nm	Bandwidth Distance Product	Max. Length
50/125	≤ 2.6 dB/km	≥ 500 MHz * km	approx. 3,000 m
62.5/125	≤ 1.6 dB/km	≥ 500 MHz * km	approx. 3,000 m

با این توضیحات اکنون به شرح OSM و ORM میپردازیم.

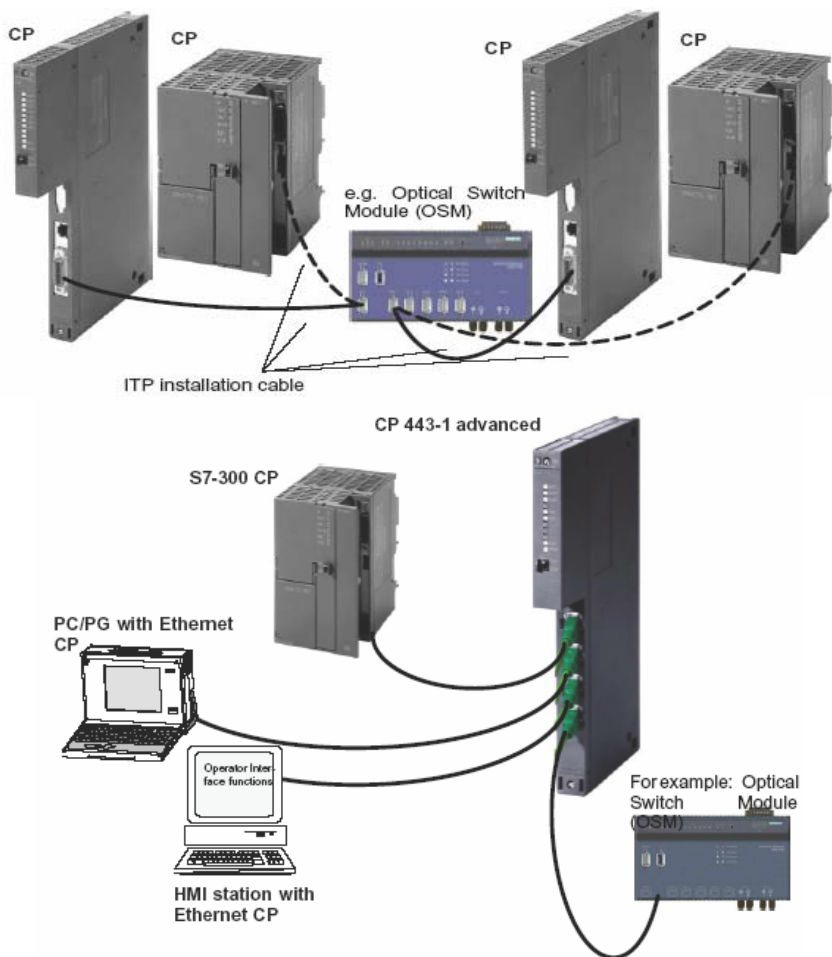
OSM

OSM یا Optical Switching Module وسیله ای با قابلیت سوئیچینگ است که در اترنت صنعتی سریع (100Mbps) بکار می رود.

OSM دارای ۴ پورت الکتریکی ITP است و دو پورت نوری است پورتهای FO با 100Mbps و پورتهای ITP با 10 Mbps تنظیم شده اند.

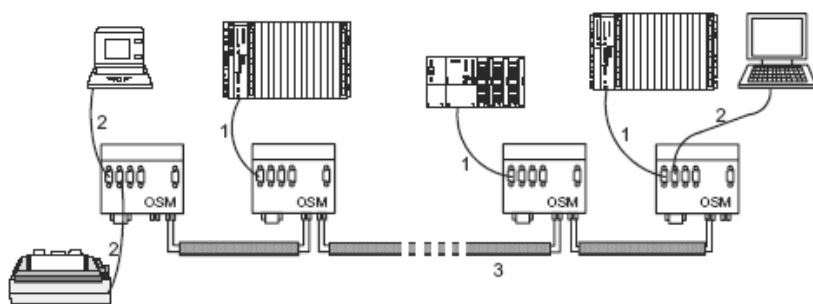


هر تعداد OSM را می توان روی شبکه زیر ساخت (Backbone) با فیبر شیشه ای و سرعت 100 Mbps قرار داد. تنها پارامتر محدود کننده Span است که باید کمتر از 150Km باشد. پورت نوری می تواند به شبکه 100 BASE-FX وصل شود (فیبر شیشه ای). پورت های الکتریکی می تواند به 10 BASE-T متصل شود.



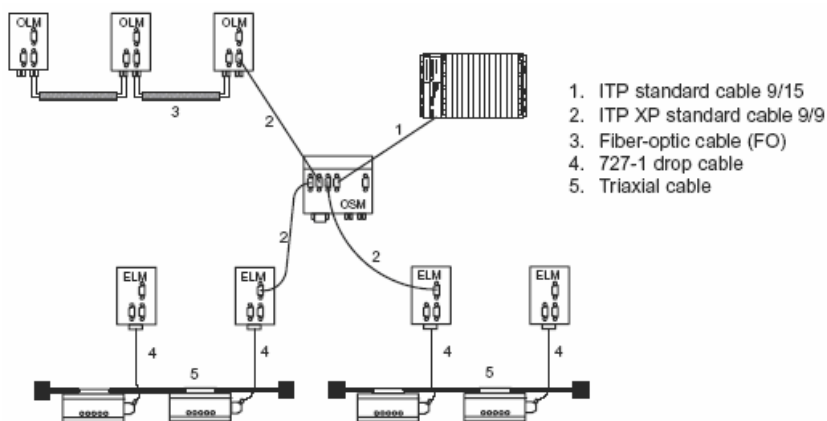
توپولوژی های قابل استفاده با OSM

توپولوژی BUS



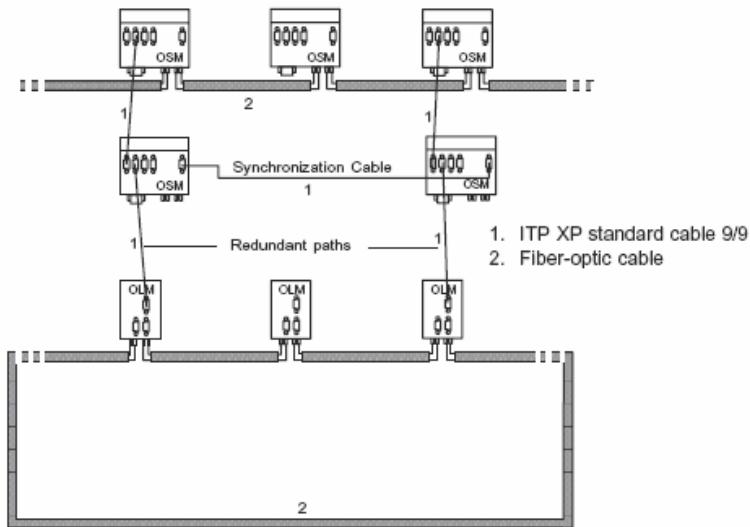
1. ITP standard cable 9/15
2. TP cord 9/RJ45
3. Fiber-optic cable (FO)

توپولوژی ستاره



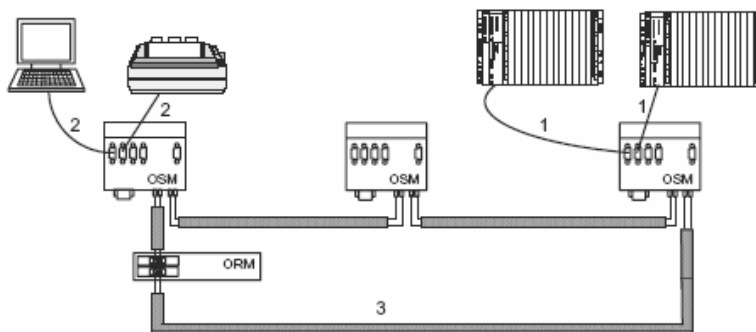
اتصال بصورت Redundant

همانطور که در شکل زیر مشاهده می شود یک جفت OSM بصورت Redundant قرار گرفته و پورت های آنها با کابل سنکرون سازی بهم متصل است. یکی از این دو OSM بصورت Standby تنظیم می شود (توسط Dip Switch) اگر OSM اصلی دچار مشکل شد (قطعی تغذیه ، قطعی کابل ، ..) در ظرف نیم ثانیه Standby وارد مدار می شود.



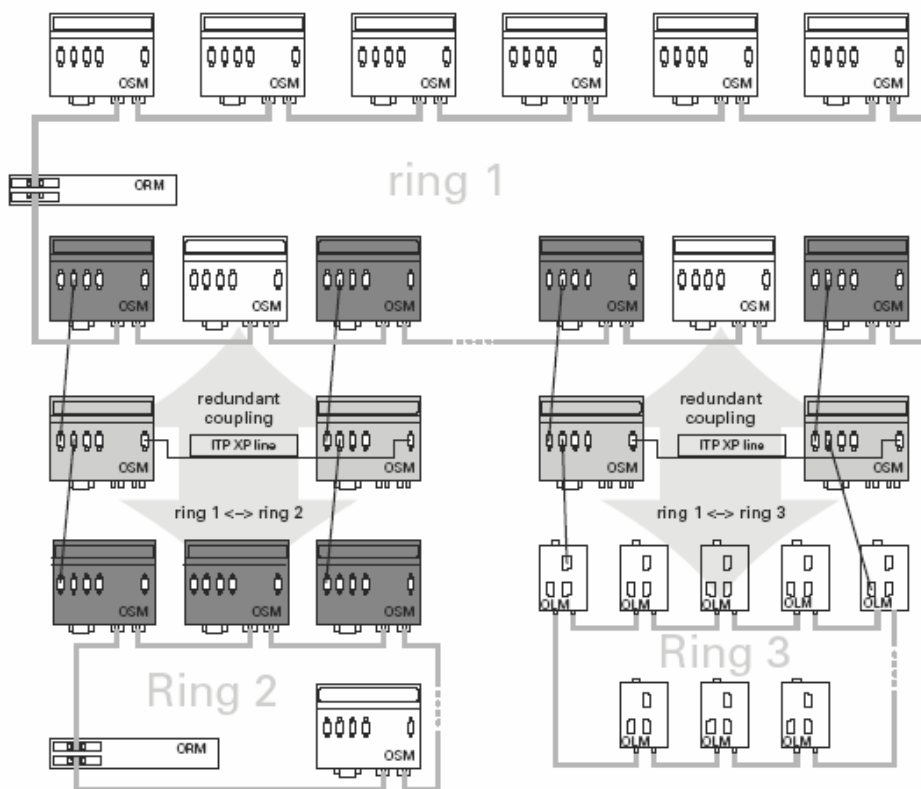
ORM

ORM یا Optical Redundancy Module وسیله ای است که توسط آن می توان OSM ها را بصورت Redundant استفاده کرد. (توجه در شکل قبل Redundancy فقط روی OLM ها بود.) با ORM می توان تا 50 عدد OSM را در حلقه Redundancy قرار دارد. ORM دارای دو پورت نوری 100BASE-FX برای اتصال فیبر شیشه ای است. در هر حلقه فیبر نوری فقط یک ORM می تواند بکار رود.



توپولوژی های مختلط (هیبرید) با اجزای مختلف

با استفاده از اجزاء ذکر شده می توان شبکه ای مختلط ایجاد کرد مانند شکل زیر:



۷- PG Operation با اترنت صنعتی

مشمول بر :

۷-۱ PG Operation چیست؟

۷-۲ سخت افزار مورد نیاز

۷-۳ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق MAC Address

۷-۴ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق IP Address

۷-۱ PG Operation چیست؟

منظور از PG Operation عملیاتی است که توسط PG انجام میشود از جمله موارد زیر:

- Download
- Upload
- مشاهده وضعیت Online و عیب یابی

بدیهی است کلیه موارد فوق توسط PC معمولی بشرط وجود اینترفیس مناسب با PLC قابل انجام است. این اینترفیس می تواند یک PC adapter متصل به پورت USB یا یک کارت پروفی باس نصب شده روی مادربرد باشد. در اینجا اینترفیس اترنت صنعتی مورد نظر ما می باشد.

۷-۲ سخت افزار مورد نیاز

در سمت PC:

- نیاز به کارت شبکه اترنت وجود دارد این کارت می تواند کارت صنعتی مانند CP1613 باشد ولی الزامی به استفاده از این کارت ها نیست. با استفاده از کارت شبکه اترنت معمولی و حتی با استفاده از پورت LAN که بصورت on-board روی CPU ها وجود دارد می توان Download/Upload و عیب یابی انجام داد.
- نیاز به نرم افزار Step7
- نرم افزار Simatic Net اگر نصب شود امکانات بیشتری در اختیار کاربر قرار می گیرد ولی الزامی نیست.

در سمت PLC:

- نیاز به کارت شبکه اترنت مانند CP343-1 برای S7-300 و CP443-1 برای S7-400 که روی رک نصب شده و تغذیه آن برقرار باشد.

وسایل رابط:

- نیاز به رابط بین PC و پورت MPI روی CPU - توجه شود که با اتصال PC به کارت اترنت روی PLC بلافاصله نمی توان ارتباط توسط اترنت صنعتی ایجاد کرد. ابتدا بایستی پیکر بندی سخت افزار توسط MPI به CPU داندود شود تا CPU کارت CP را در کنار خود بشناسد در اینصورت برای مراحل بعدی می توان از طریق اترنت ارتباط برقرار نمود.
- اگر ارتباط بین PC و کارت اترنت PLC مستقیماً برقرار میشود به کابل اترنت (مثلاً Cate5) بصورت Cross نیاز داریم. ولی اگر از Hub یا سوئیچ استفاده میشود دو عدد کابل یک به

یک Cate5 که یکی بین PC و Hub و دیگری بین Hub و کارت اترنت PLC بسته میشود مورد نیاز می باشد.

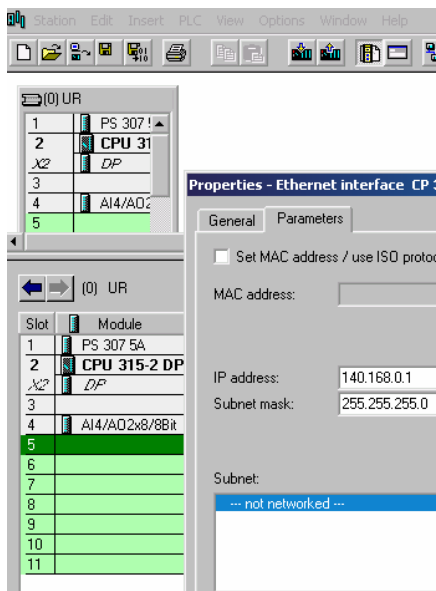
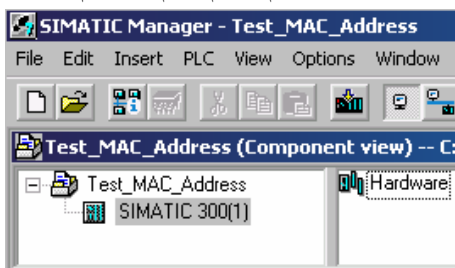
اتصالات فوق را برقرار کرده و قدمهای بعدی را بر می داریم.

۳-۷ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق MAC Address

فرض می کنیم PLC از نوع S7-300 با کارت اترنت CP343-1 داریم و روی PC اینترنتس اترنت معمولی وجود دارد (یعنی کارت CP1613 یا امثال آن وجود ندارد) مراحل زیر را قدم به قدم انجام می دهیم:

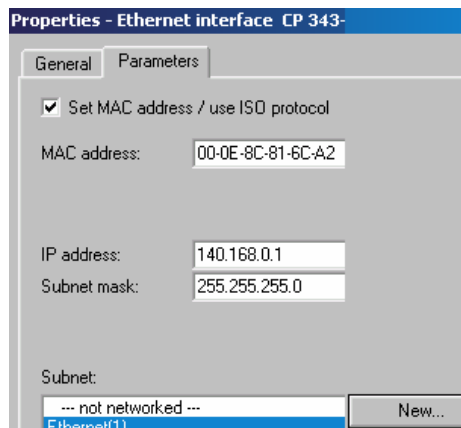
۱- اجرای Simatic Manager ، ایجاد یک پروژه

جدید و وارد کردن Station 300

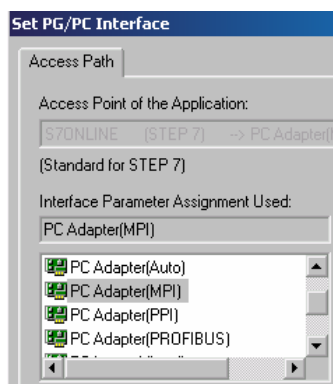


۲- دابل کلیک روی Hardware تا HWconfig باز شود. وارد کردن Rack سپس منبع تغذیه و CPU و سایر کارتها سپس وارد کردن کارت اترنت از زیر مجموعه CP-300.

در این مرحله پنجره ای مانند شکل روبرو باز میشود که در بالای آن گزینه Set Mac address غیر فعال است ولی در پایین آن IP Address وجود دارد. وجود این گزینه ها بستگی به نوع کارت دارد مثلاً اگر کارت فقط ISO را ساپورت کند در اینصورت در این قسمت IP Address را نخواهیم دید.



Slot	Module	Order number
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0
2	CPU 315-2 DP	6ES7 315-2AG10-0AB0
3	DP	
4	AI4/AO2x8/8Bit	6ES7 334-0CE00-0AA0
5	CP 343-1 AdvancedIT	6GK7 343-1GX21-0XE0
6		



۳- MAC Address معمولاً روی کارت CP نوشته شده است آنرا یادداشت کرده و در پنجره فوق گزینه Set MAC Address را فعال نموده و آدرسی که یادداشت کرده ایم را در جلوی آن وارد می کنیم. سپس روی New کلیک می کنیم شبکه ای با اسم پیش فرض (1) Ethernet ایجاد میشود و با OK کردن اتصال کارت CP به این شبکه برقرار می گردد. اگر MAC Address روی کارت CP قابل خواندن نبود یا برجسب آن از پاک شده بود جای نگرانی نیست می توان آن را در حالت On Line بدست آورد که در قدمهای بعدی مشاهده خواهیم کرد.

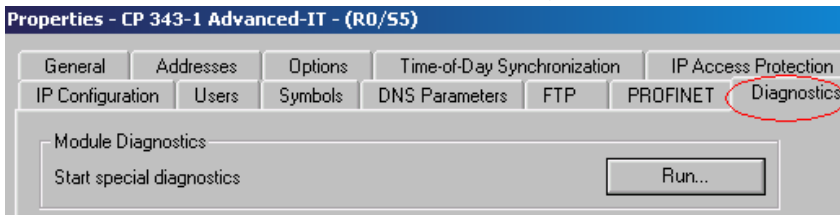
۴- پس از تکمیل مرحله قبل مشاهده خواهیم کرد که کارت CP در اسلات مورد نظر در پنجره HWconfig ظاهر می شود. در این مرحله پیکر بندی را ذخیره و کامپایل می کنیم تا از عدم بروز خطا در پیکر بندی اطمینان حاصل کنیم.

۵- اتصال بین PC و پورت MPI را برقرار کرده (مثلاً از طریق USB Adapter و با تنظیم Set PG/PC روی PC Adapter)
تغذیه PLC را وصل کرده و و کلید روی CPU و کلید روی کارت CP را در وضعیت Stop قرار می دهیم سپس پیکر بندی را از محیط HWconfig دانلود می کنیم.

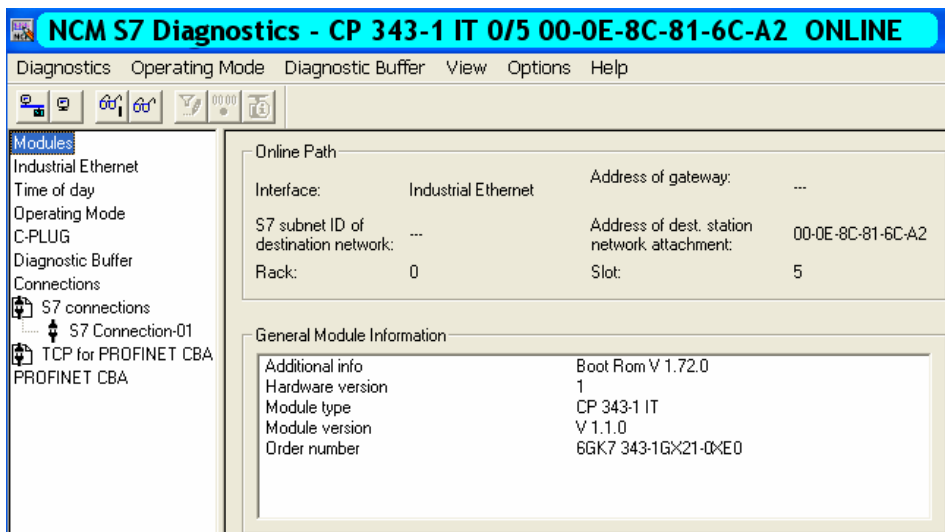
۶- با تکمیل شدن دانلود کلید روی CPU را در وضعیت RUN یا RUN-P قرار میدهم و به LED های روی CPU و روی کارت CP نگاه می کنیم روی CPU نباید SF یا STOP روشن باشد در غیر اینصورت مشکلی در پیکر بندی وجود دارد که بایستی علت آن را در Diagnostic Buffer دید و برطرف نمود.
اگر وضعیت CPU نرمال است اکنون وضعیت کارت CP را بررسی می کنیم تا فقط چراغ Stop روشن باشد و

SF خاموش در غیر اینصورت روی کارت CP یا در اتصال آن مشکلی وجود دارد. اگر کارت CP نرمال بود کلید روی آن را در وضعیت RUN قرار دهید در اینحالت نیز نباید SF کارت روشن باشد.

۷- در حالیکه هنوز اتصال MPI برقرار است در HWconfig روی کارت CP دابل کلیک کرده و در قسمت Diagnostics روی Run کلیک می کنیم.



پنجره ای مانند شکل زیر در حالت On Line ظاهر خواهد شد که وضعیت کارت CP را نشان می دهد. توجه شود که هنوز ارتباط On Line از طریق MPI برقرار است و آنچه مشاهده میشود از این طریق است.



در پنجره فوق:

- در بخش Modules اطلاعات کارت CP مانند MAC Address و کد سفارش و شماره رک و اسلات و امثال آن ظاهر میشود. اگر برچسب MAC Address روی کارت موجود نباشد از طریق این پنجره می توان به آن دست پیدا کرد.
- در بخش Industrial Ethernet می توان Node های قابل دسترس روی اترنت صنعتی را مشاهده کرد که در اینحالت ما صرفاً یک PLC روی شبکه اترنت داریم.

۸- مانیتورینگ از طریق اترنت صنعتی

مشمول بر :

۸-۱ مانیتورینگ و ارتباطات آن

۸-۲ سخت افزار مورد نیاز

۸-۳ مراحل پیکر بندی از طریق MAC Address

۸-۴ مراحل پیکر بندی از طریق IP Address

۸-۵ پیکر بندی ارتباطات WinCC از طریق Simatic Manager

۸-۱ مانیتورینگ و ارتباطات آن

در این بخش نحوه ارتباط بین PLC و HMI از طریق اترنت صنعتی تشریح میشود. منظور از HMI کامپیوتری است که روی آن نرم افزار مانیتورینگ نصب شده و اپراتور در حالت RunTime با صفحات از قبل طراحی شده کار میکند. پانل های اپراتوری (مانند OP, TP, TD) موضوع بحث ما نیستند چون ارتباط آنها با کنترلر عمدتاً غیر از اترنت می باشد اگرچه اخیراً پانل های اپراتوری جدیدی با اینترنت اترنت عرضه شده اند.

در این فصل نرم افزار HMI مورد نظر WinCC می باشد. البته هدف آن نیست که تمام نکات مربوط به WinCC بیان شود تشریح این نکات خارج از چارچوب بحث این کتاب می باشد. صرفاً هدف آنست که خواننده محترم نحوه پیکربندی بین PLC و WinCC را از طریق اترنت فرا گیرد از اینرو بحث را تا ایجاد اتصال بین HMI و PLC پیش می بریم و سایر نکات مربوط به ساختن Tag و طراحی صفحات و Trend و Archive و امثال آنها را به منابع مربوط به WinCC ارجاع می دهیم.

برای ارتباط بین WinCC و PLC روشهای مختلفی وجود دارد منجمله :

- ارتباط سریال
- MPI
- Profibus
- Modbus
- Ethernet

در بین موارد فوق سرعت اترنت از همه بالاتر است و از آنجا که در کار اپراتوری با HMI مسئله Real Time بودن حساسیت کمتری نسبت به تبادل دیتا در لایه های field و Control دارد از اینرو استفاده از اترنت گزینه مناسبی است و امروزه شبکه اترنت صنعتی بیش از سایر شبکه ها برای ارتباط در سطح HMI توصیه می گردد. در این بحث پیش فرض آنستکه PLC با کارت CP اترنت قبلاً پیکربندی شده اطلاعات به آن داندلود شده بصورتی که فالتی روی CPU یا کارت اترنت وجود ندارد. PC مربوط به Programming از PC مربوط به HMI جداست (اگرچه می تواند یکسان باشد) و روی PC مربوط به HMI نرم افزار WinCC با Licence مربوطه نصب شده است. نرم افزار Simatic Net نیز بویژه در صورت استفاده از کارت های صنعتی اترنت روی کامپیوتر HMI (مانند کارت CP1613 یا کارت CP1612) مورد نیاز می باشد.

۸-۲ سخت افزار مورد نیاز

در سمت PC :

میتوان از پورت LAN موجود روی PC ها یا کارت های CP خاص مانند CP1613 استفاده کرد.

در سمت PLC:

نیاز به کارت CP اترنت با پروتکل مناسب است. (پروتکل ISO برای MAC Address و پروتکل TCP/IP برای IP Address)

وسایل ارتباطی:

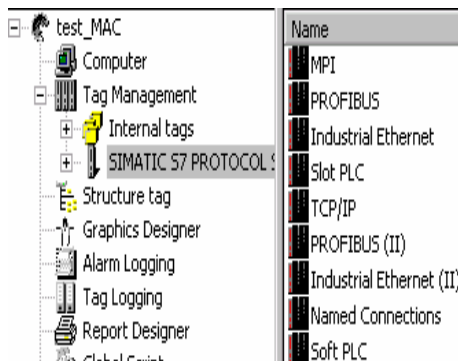
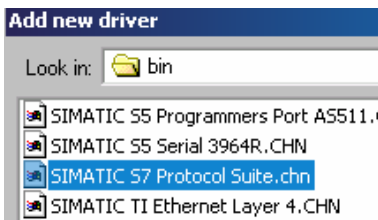
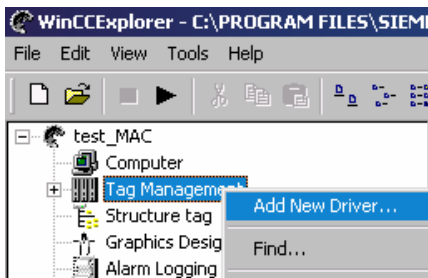
بهرتر است از هاب/سوئیچ استفاده گردد تا علاوه بر اتصال PLC ها به آن کامپیوتر مخصوص Programming و کامپیوتر HMI نیز به هاب متصل گردند (همگی توسط کابل های یک به یک Cate5) اگر فقط یک PLC و یک سیستم HMI وجود دارد و Programming نیز از طریق اترنت انجام نمیشود میتوان بین PLC و HMI با کابل Cross ارتباط برقرار نمود.

۳-۸ مراحل پیکر بندی از طریق MAC Address

۱- اجرای WinCC و ایجاد پروژه جدید بصورت Single User

۲- راست کلیک روی Tag Management سپس

کلیک روی Add New Driver



۳- انتخاب S7 Protocol Suite از لیست درایورها

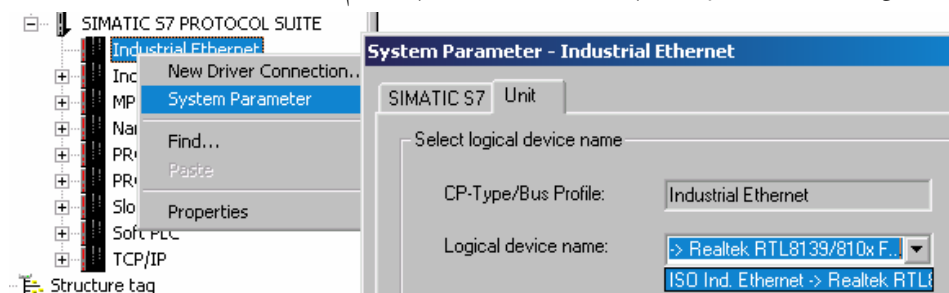
توجه شود درایورهای دیگری برای ارتباط اترنت مربوط به PLC های سری S5 و PLC های سری TI نیز در لیست وجود دارد. درایور OPC را نیز میتوان تحت اترنت استفاده کرد که در فصل ۱۱ تشریح خواهد شد.

پس از انتخاب S7 Protocol Suite این درایور در زیر Tag Management اضافه می شود. و در جلوی آن انواع ارتباط ظاهر می شود. برای ارتباط اترنت بین HMI و PLC از طریق MAC Address یکی از گزینه های زیر می تواند انتخاب شود:

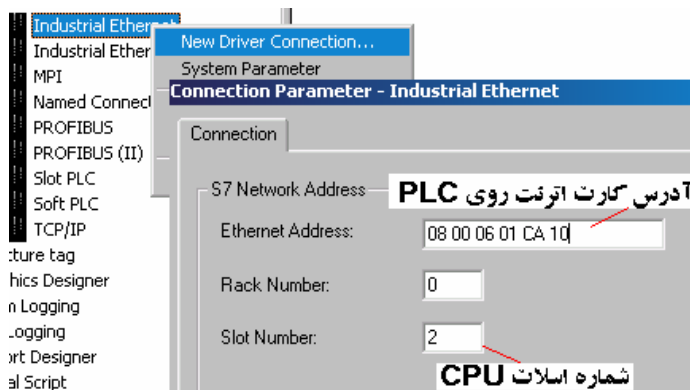
- Industrial Ethernet
- Industrial Ethernet (II)

ویژگی درایور S7 Protocol Suite نسبت به درایورهای دیگر اینست که همزمان می توان ۳ کانال برای ارتباط اترنت تعریف کرد دو کانال برای ارتباط ISO و یک کانال برای ارتباط از طریق TCP/IP

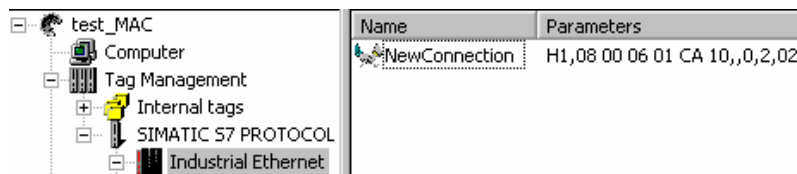
۴- با کلیک راست روی Industrial Ethernet سپس انتخاب System Parameter پنجره ای ظاهر میشود که در بخش Unit آن کارت اترنت نصب شده روی PC را انتخاب میکنیم.



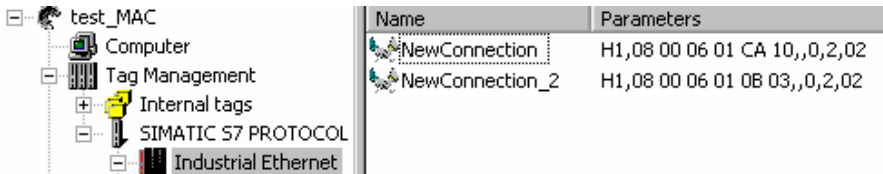
۵- کلیک راست روی Industrial Ethernet سپس انتخاب New Driver Connection و وارد کردن آدرس MAC کارت CP روی PLC و شماره اسلات CPU



نتیجه بصورت یک Connection مانند شکل زیر ظاهر میشود اکنون می توان با دابل کلیک روی آن Tag ها را تعریف کرد و سایر مراحل مربوط به WinCC را انجام داد.



۶- اگر نیاز باشد که سیستم HMI با چند PLC روی اترنت در ارتباط باشد در اینصورت مرحله ۵ را برای هر کدام از PLC ها تکرار می کنیم. نهایتاً در پنجره Connection های مختلفی خواهیم دید که هر کدام مربوط به یک PLC است و Tag های مورد نظر در زیر مجموعه آن Connection ساخته میشوند.

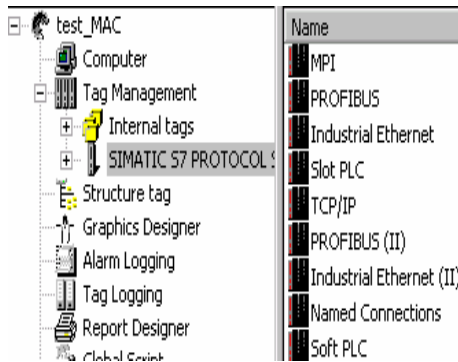


۸-۴ مراحل پیکر بندی از طریق IP Address

با توجه به تشابه برخی مراحل با حالت قبل به عناوین موارد مشابه اشاره می کنیم و صرفاً آنچه به IP address مربوط می شود را تشریح می کنیم.

۱- اجرای WinCC و ایجاد پروژه جدید بصورت Single User

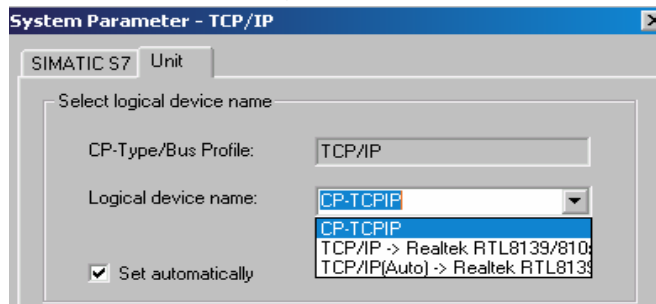
۲- راست کلیک روی Tag Management سپس کلیک روی Add New Driver



۳- انتخاب S7 Protocol Suite از لیست درایورها

پس از اضافه شدن درایور ارتباط TCP/IP در لیست ظاهر میشود.

۴- با کلیک راست روی TCP/IP سپس انتخاب System Parameter پنجره ای ظاهر میشود که در بخش Unit آن کارت اترنت نصب شده روی PC را انتخاب میکنیم.



۹- تبادل دیتا بین PLC ها با اترنت صنعتی

مشمول بر :

۱-۹ مقدمه

۲-۹ انواع ارتباطات ممکن بین PLC ها با اترنت صنعتی

۳-۹ ارتباطات Send/Receive

۴-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-on-TCP

۵-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-Transport

۶-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط TCP Connection

۷-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط UDP Connection

۸-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط S7 Connection

۹-۹ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط S7 Connection Fault Tolerant

۱۰-۹ پیکر بندی ارتباط S7 و S5

۹-۱ مقدمه

ارتباط و تبادل دیتا بین PLC ها در یک سیستم اتوماسیون صنعتی از اهمیت ویژه ای برخوردار است. فرآیندی را در نظر بگیرید که هر بخش از آن توسط یک PLC بصورت منفرد کنترل می شود اما بسیار پیش می آید که اطلاعات ثبت شده در یک PLC برای PLC بعدی مورد نیاز باشد. مثال ساده ای این موضوع را بهتر بیان میکند. فرض کنید در فرآیندی مواد خام اولیه وارد و محصولی خارج میشود مواد خام اولیه وارد بخش اول می شوند در این بخش مواد اولیه تا درجه حرارت مشخصی گرم می شوند سپس وارد بخش دوم شده و کار شکل دهی روی آنها انجام میگردد. برای بخش ۱ و بخش ۲ هر کدام PLC جداگانه ای وجود دارد. از نظر فنی عملیات شکل دهی در بخش ۲ بسته به درجه حرارت ماده گرم شده هنگام ورود متفاوت است بنابراین PLC دوم نیاز به درجه حرارت مواد ورودی دارد اما این اطلاعات در اختیار PLC شماره یک است از اینرو لازم است از طریق شبکه این اطلاعات به PLC دوم ارسال گردد.

در عمل اطلاعات مورد تبادل بین PLC ها بسیار بیشتر از آنچه در مثال ساده فوق طرح شد می باشد بصورت کاربردی معمولاً اطلاعات توسط دیتا بلاک هایی که حجم اطلاعات آنها ممکن است به کیلوبایت برسد جابجا میشود. بنابراین شبکه ای که بین PLC ها کشیده میشود بایستی بتواند این بار را در زمان معقولی به سلامت به مقصد برساند.

در هرم اتوماسیون لایه ای که PLC ها در آن قرار می گیرند لایه Control نام دارد که بالاتر از Field و پایین تر از HMI قرار می گیرد. در این لایه شبکه های مختلف و متنوعی می توان استفاده کرد از جمله :

- Modbus
- Profibus
- Industrial Ethernet

انتخاب شبکه بستگی به فاکتورهای زیادی دارد که در فاز طراحی لازم است در نظر گرفته شود از جمله این فاکتورها می توان موارد زیر را نام برد :

- تعداد PLC ها
- فاصله بین آنها (طول کابل)
- حجم اطلاعات
- اهمیت اطلاعات و نیاز یا عدم نیاز به Real Time بودن

فاکتور آخر موضوعی است که باید دقیقاً مورد بحث قرار گیرد. سؤال را باید اینگونه مطرح کرد که اگر در یکی از دفعات تبادل اطلاعات دیتا از یک PLC با کمی تاخیر نسبت به حالت قبل ارسال شود چه تاثیری بر فرآیند تحت کنترل PLC دیگر خواهد داشت؟

به اجمال می توان چنین گفت که هر جا اهمیت دیتا زیاد و حیاتی است می توان از شبکه Real Time مانند پروفی باس استفاده کرد در غیر اینصورت می توان شبکه اترنت را بکار برد که سرعت بالا دارد اگرچه قطعیت ندارد. آنچه این دو شبکه را از این جنبه متمایز میسازد تکنیک دسترسی به باس در آنهاست.

برای روشن شدن بیشتر موضوع خواننده محترم را به مباحث Access Technique کتاب پروفی باس (از مولف) ارجاع می دهیم.

در این فصل فرض بر اینست که در فاز طراحی شبکه اترنت صنعتی بویژه با کاربرد سوئیچینگ مورد تایید قرار گرفته است و لازم است پیکر بندی و برنامه نویسی آن انجام پذیرد. بعلاوه فرض دیگر آنست که PLC های مورد استفاده S7-300 یا S7-400 هستند.

۹-۲ انواع ارتباطات ممکن بین PLC ها با اترنت صنعتی

ارتباطاتی که می توان بین PLC ها روی اترنت صنعتی (از نظر منطقی و نه از نظر فیزیکی) برقرار نمود متنوع است و بستگی به ویژگی های کارت CP اترنت روی PLC دارد. موارد زیر از اهم این ارتباطات منطقی هستند.

شرایط کارت CP	سرویس ارتباطی
	۱- Send / Receive شامل:
ISO یا ISO-on-TCP را ساپورت کند	• ISO Transport connection
TCP/IP یا ISO-on-TCP را ساپورت کند	• TCP connection
ISO-on-TCP را ساپورت کند	• ISO-on-TCP connection
ISO یا ISO-on-TCP را ساپورت کند	• UDP connection
ISO یا ISO-on-TCP را ساپورت کند	۲- S7 Connection
سرویس های Web و FTP را ساپورت کند	۳- IT شامل: • Email Connection • FTP Connection • Web Based

در صورت وجود شرایط ذکر شده و با توجه به نکاتی که در ادامه تشریح خواهد شد این ارتباطات را می توان در حالت های زیر برقرار نمود:

- بین دو S7-300
- بین دو S7-400
- بین S7-400 و S7-300

علاوه بر سرویس های فوق سرویس ارتباطی دیگری به نام Fetch/Write نیز وجود دارد. این سرویس اساساً برای ارتباط بین یک سیستم S7 با سیستم S5 یا کلاً سیستم غیر S7 بکار می رود. S5 یا وسیله غیر S7 میتواند با فانکشن Fetch دیتا را از سیستم S7 بخواند و با فانکشن Write در آن بنویسد. از دیدگاه S7 این ارتباط یک عملکرد Passive است که نیاز به پیکربندی دارد. انواع اتصالات ممکن در این روش می تواند ISO Transport یا ISO-on-TCP یا TCP باشد. پیکربندی ارتباط Fetch/Write در انتهای این فصل بیان خواهد شد. بطور کلی در استفاده از سرویس های ارتباطی تشابه بین PLC ها مهم نیست بلکه تشابه عملکردی دو کارت CP مهم است بعنوان مثال اگر روی S7-300 کارت CP 343-1 Lean وجود داشته باشد این کارت فقط TCP/IP را ساپورت می کند بنابراین نمی توان ارتباط S7 Connection بین آنها برقرار نمود. از اینرو لازم است مقایسه ویژگی بین کارت ها مجدداً یادآوری گردد.

اهم ویژگی های کارت های CP روی PLC					
PLC	Module	ISO	TCP/IP	ISO-on_TCP	IT
 S7/C7-300	CP343-1	x	x	x	—
	CP343-1 Lean	-	x	-	—
	CP343-1 ISO	x	-	-	-
	CP343-1 Advanced	x	x	x	x
 S7-400/S7-400H	CP443-1	x	x	x	—
	CP443-1 Advanced	x	x	x	x

با توجه به نکات فوق اکنون به تشریح سرویس های ارتباطی Send/Reciev و سرویس ارتباطی S7 Connection می پردازیم. بحث در مورد سرویس IT در فصل بعد خواهد آمد.

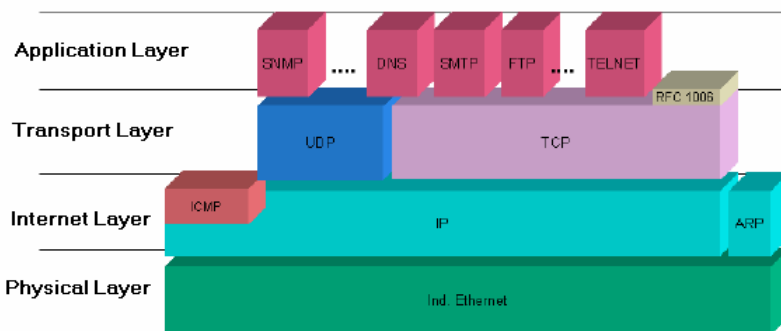
۹-۳ ارتباطات Send/Receive

این سرویس ارتباطی می تواند بین دو Node اترنت که TCP/IP یا ISO Transport یا ISO-On-TCP را ساپورت کنند برقرار گردد. علاوه بر آن امکان تبادل دیتا بصورت UDP که مخفف User Datagram Protocol است و ارتباطی بدون Acknowledge می باشد وجود دارد.

ارتباط ISO Transport ارتباط مطمئن و سرعت بالایی است که از طریق آن حجم بالایی از دیتا قابل جابجایی است. اطمینان ارتباط بخاطر توانایی تکرار ارسال توسط فرستنده و نیز ارسال تاییدیه دریافت از سمت گیرنده به فرستنده حاصل می شود.

ISO-on-TCP ارتباط مطمئنی است که منطبق بر نسخه توسعه یافته استاندارد TCP/IP که به RFC1006 موسوم است و تبادل دیتا از لایه چهارم مدل OSI را بکار میبرد می باشد. در صورتی که هر دو Node استاندارد RFC1006 را ساپورت کند از طریق آن امکان تبادل بلاک های دیتا (Messages) امکان پذیر میشود. در اینجا نیز فرستنده توانایی تکرار دارد و گیرنده نیز دریافت دیتا را Acknowledge میکند بعلاوه مکانیسم های کنترلی بیشتری برای حفاظت دیتا از خطا بکار رفته است.

RFC مخفف Request For Comments است RFC1006 پروتکل ISO را در بالای TCP قرار داده تا فانکشن های بیشتری نسبت به TCP/IP معمولی برای کاربر قابل دسترس باشد.



رفتار پروتکل TCP به تنهایی به اینگونه است که انتقال روی جریان دیتا (DATA Flow) متمرکز می شود ولی هیچ اطلاعاتی در مورد طول دیتا، نقطه شروع و نقطه پایان ارسال نمی گردد. این موضوع معمولاً در شرایط عادی که فرستنده میدانند چند بایت بایستی بفرستد مشکلی پیش نمی آید و این بایت ها بصورت جریانی از دیتا انتقال می یابند. در استاندارد RFC1006 تمرکز روی بلاک های دیتا یا پیام هاست. بعبارت دیگر بسته های پیام بصورت بالاسری به دیتا اضافه شده و ارسال میگردند و توسط گیرنده تشخیص داده میشوند.

بطور خلاصه در TCP تبادل دیتا بدون شکستن و خرد کردن دیتا (Segmentation) به بسته های پیام صورت میگیرد ولی در ISO عمل خرد شدن دیتا صورت می گیرد بعبارت دیگر ISO بصورت Message Oriented است. در ISO-on-TCP مکانیسم فوق توسط ISO روی TCP اعمال می شود یعنی ابتدا توسط ISO دیتا خرد شده سپس توسط TCP انتقال می یابد.

UDP برای ارتباطات ساده که نیاز به تایید ندارند بکار میرود

بطور کلی در شبکه سه نوع روش ارتباطی وجود دارد :

- Unicast یعنی ارتباط بین یک وسیله با یک وسیله دیگر روی شبکه . در این ارتباط ممکن است اهمیت دیتا بصورتی باشد که پس از ارسال نیاز به تاییدیه از سمت فرستنده باشد در این حالت سرویسی مانند ISO و ISO-on-TCP مناسب است . ولی اگر Acknowledge از سمت گیرنده ضروری نباشد می توان از سرویس UDP استفاده نمود.
- Broadcast یعنی ارتباط بین یک وسیله با همه وسایل دیگر متصل به شبکه. در این ارتباط Acknowledge وجود ندارد . پس می توان از UDP استفاده کرد.
- Multicast یعنی ارتباط بین یک وسیله با گروهی از وسایل متصل به شبکه. در این ارتباط نیز Acknowledge وجود ندارد و می توان از UDP استفاده کرد.

چهار سرویس ارتباطی Send/Receive از نظر ماکزیمم مقدار دیتا در جدول زیر مورد مقایسه قرار گرفته اند. این مقادیر ماکزیمم حجم دیتای قابل جابجایی با یک Connection را نشان می دهند.

	ISO Transport	ISO-on-TCP	TCP	UDP
Sending	8192 bytes	8192 bytes	8192 bytes	2048 bytes
Receiving	8192 bytes	8192 bytes	8192 bytes	2048 bytes

فانکشن های ارتباطی

برای برقراری انواع سرویس های ارتباطی روی اترنت نیاز به برنامه نویسی با فانکشن های خاص داریم . لیست فانکشن های مورد نیاز برای سرویس های مزبور در جدول زیر آمده است . این فانکشن ها در ادامه توضیح داده خواهند شد. در این لیست توجه شود که :

- S7 Connection یک سرویس ارتباطی چند منظوره است یعنی علاوه بر اترنت می تواند روی برخی شبکه های دیگر مانند MPI , Profibus نیز با همین فانکشن ها استفاده شود.

- سایر سرویس های ارتباطی در این جدول مخصوص اترنت است. با توجه به جدول مشاهده می شود که فانکشنهای مورد استفاده برای این سرویس های ارتباطی عمدتاً مشابه می باشد.

Connection Type	Subnet Type	Connection between SIMATIC...	SFB/FB/FC
S7 connection	Industrial Ethernet	S7 - S7 S7 - PG/PC	SFBs USEND, URCV, BSEND, BRCV, GET, PUT, START, STOP, RESUME, STATUS, USTATUS
S7 connection, fault-tolerant	Industrial Ethernet	S7(H) - S7(H) S7(H) - PC station (H)	SFBs USEND, URCV, BSEND, BRCV, START, STOP, RESUME, STATUS, USTATUS
ISO transport link	Industrial Ethernet (ISO Transport protocol)	S7 - S7 S7 - S5 S7 - PC/PG S7 - non-Siemens device S7 - unspecified	FCs AGSEND, AGRECEIVE, AG_LSEND, AG_LRECV, AG_LOCK, AG_UNLOCK;
ISO-on-TCP connection	Industrial Ethernet (TCP/IP protocol)		
TCP connection	Industrial Ethernet (TCP/IP protocol)		
UDP connection	Industrial Ethernet (TCP/IP protocol)	S7 - S7 S7 - S5 S7 - PG/PC S7 - non-Siemens device S7 - unspecified	FCs AGSEND, AGRECEIVE, AG_LSEND, AG_LRECV
E-mail connection	Industrial Ethernet (TCP/IP protocol)	S7 - unspecified (S7 - mail server)	FCs AG-SEND, AG_LSEND

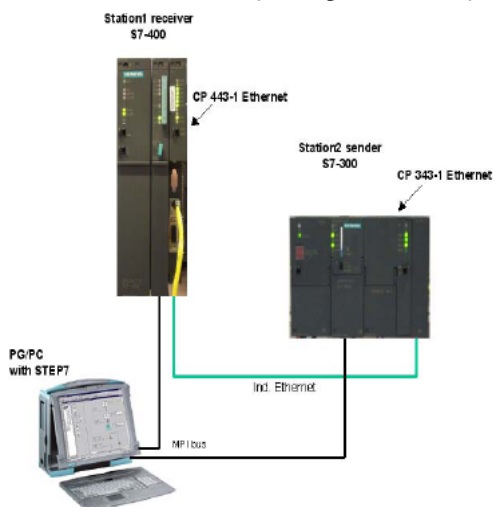
در اینجا بدون اینکه به تشریح عملکرد و ورودی و خروجی های فانکشن های فوق پردازیم ترجیح می دهیم موضوع را در حین تشریح کامل مراحل پیکر بندی و برنامه نویسی تشریح نماییم. شاید به این طریق ذهن خواننده محترم بتواند اشراف کاملتری نسبت به مطلب پیدا کند.

۹-۴ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-on-TCP

بمنظور آشنایی بیشتر خواننده محترم با ارتباط ISO-on-TCP این ارتباط را با ذکر یک مثال تشریح می کنیم و مراحل انجام کار را به تفصیل بیان می نماییم. فرض کنیم دو PLC یکی از نوع 300 و دیگری از نوع 400

توسط اترنت با یکدیگر شبکه شده اند. نکات مربوط به اتصالات فیزیکی و نحوه شناساندن کارت شبکه به CPU ها در فصل های قبلی به تفصیل بیان شد از تکرار آنها صرفنظر کرده و به نکات خاص مربوط به نحوه پیکربندی و تبادل دیتا می پردازیم. بطور خلاصه کارهایی که لازم است انجام شود عبارتند از:

- پیکربندی سخت افزار هر دو PLC و دانلود به PLC ها
- پیکربندی اتصال ISO-on-TCP در Netpro و دانلود به PLC ها
- برنامه نویسی در هر PLC با فانکشن های مربوطه



مراحل کار بصورت تفصیلی:

الف) پیکربندی سخت افزار

۱- اطمینان از صحت اتصالات

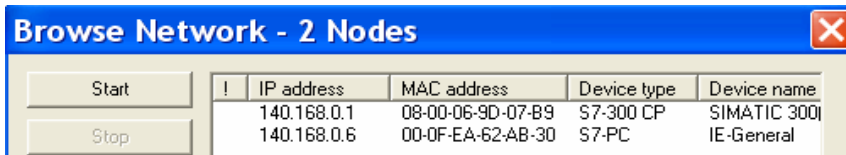
۲- وارد کردن دو PLC در یک پروژه در Simatic Manager

۳- پیکربندی سخت افزار هر PLC و انتخاب کارت شبکه مناسب که ISO-on-TCP را ساپورت کند. سپس مطابق توضیحاتی که در فصل های قبل داده شد شبکه کردن کارت CP با فعال کردن MAC Address و IP Address. توجه شود که در این ارتباط فعال کردن IP Address الزامیست در غیر اینصورت در مراحل بعدی با مشکل مواجه می شویم ولی فعال کردن MAC Address الزامی نیست

۴- دانلود کردن پیکربندی سخت افزار توسط MPI به هر کدام از PLC ها و اطمینان از عدم وجود خطا روی CPU و روی کارت CP و مشاهده Diagnostics کارت CP. کارت CP را RUN می کنیم اگر به مد Run نرفت و چراغهای SF و STOP روشن شد نشانگر آنست که پیکربندی بصورت نادرست لود شده است.

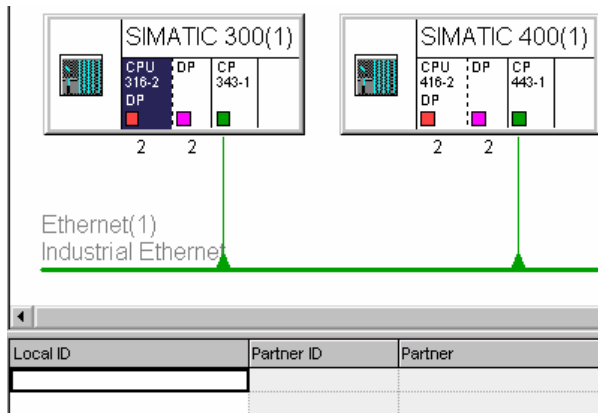
ب) پیکر بندی شبکه و اتصالات آن در Netpro

۱- متصل کردن PG/PC به همان شبکه اترنت و تنظیم Set PG/PC روی اترنت (طبق توضیحات فصل ۷) سپس دیدن وضعیت Browse Online کردن شبکه توسط Simatic Manager>PLC>Edit Ethernet Nodes و اطمینان از اینکه هر دو PLC در دسترس هستند. البته توجه شود که انجام این مرحله الزامی نیست و صرفاً برای سهولت کار دانلود و آپلود است. بعبارت دیگر می توان برای این کار همان ارتباط MPI را استفاده نمود.



۲- باز کردن Netpro و انجام عمل ذخیره و کامپایل و اطمینان از عدم وجود Error

۳- کلیک روی یکی از CPU ها در Netpro تا جدول Connection Table پایین پنجره فعال شود.



۴- دابل کلیک روی سطر اول جدول Connection Table. پنجره ای به صورت شکل زیر باز میشود که در آن CPU مقصد نمایش داده شده است. توجه شود که در این حالت ارتباط مورد نظر بصورت Unicast است یعنی یک PLC با یک PLC دیگر بنا بر این در پنجره مزبور گزینه های Broadcast و Multicast مورد نظر ما نیست. اگر روی این شبکه تعداد زیادی PLC وجود داشت همه آنها در این پنجره لیست می شدند و ما فقط CPU مقصد را انتخاب می کنیم.

در قسمت پایین پنجره گزینه های مختلفی برای Connection Type وجود دارد. برخی از این گزینه ها مربوط به اترنت نیستند مانند FDL یا FMS که برای پروفی باس بکار می رود. بدینست خواننده محترم گزینه های مختلف این لیست را با انواع اتصالات ذکر شده در جدول صفحه مقایسه کند. در بین گزینه های مربوطه به

۱۰- کار با IT-CP

مشمول بر :

۱۰-۱ IT-CP چیست ؟

۱۰-۲ ارتباطات معمول از طریق کارت IT-CP

۱۰-۳ ارسال اطلاعات از طریق Email

۱۰-۴ تبادل فایل از طریق FTP (File Transfer Protocol)

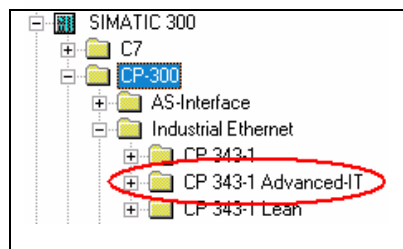
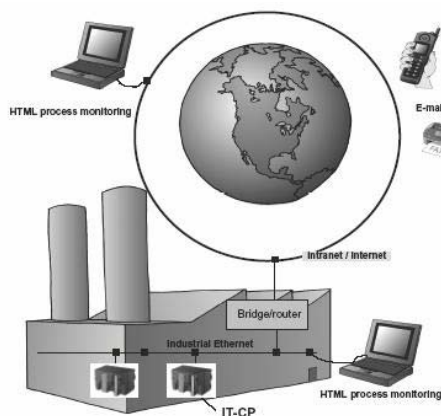
۱۰-۵ استفاده از صفحات Web

۱۰-۱ IT-CP چیست ؟

کارتهای IT-CP که روی PLC نصب می شوند کارت هایی هستند که علاوه بر فانکشنهایی که تاکنون برای

سایر کارت های اتنت (ISO and TCP) بیان شد امکانات فناوری اطلاعات (IT) را نیز پشتیبانی می کنند از جمله:

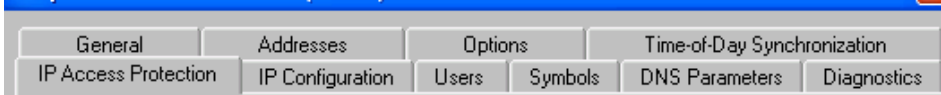
- امکان تبادل اطلاعات از طریق Email
- امکان کار با سیستم اتوماسیون تحت Web
- امکان ارسال فایل از طریق پروتکل FTP



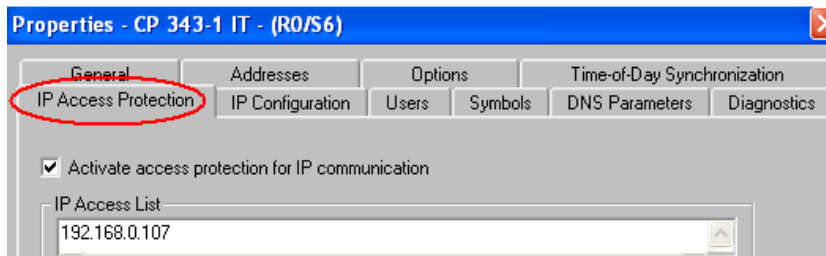
در نام این کارتها پسوند IT وجود دارد . شکل روبرو این کارت را برای S7-300 در پنجره HWconfig نشان می دهد. در هنگام پیکربندی سخت افزار وقتی این کارت را در رک قرار داده و پارامترهای آنرا ببینیم نسبت به کارت های قبلی بخش های اضافه تری را مشاهده خواهیم کرد:

قسمت هایی مانند User و Symbols و DNS Parameters برای تنظیم پارامترهای مرتبط با IT بکار می روند.

Properties - CP 343-1 IT - (R0/S6)



بخش IP Access Protection مخصوص کارت IT نیست برخی کارت های CP دیگر نیز این تنظیم را دارا می باشند. با فعال کردن این قسمت صرفاً آدرسهای IP که در این قسمت وارد میشوند امکان دسترسی به کارت را دارا می باشند.



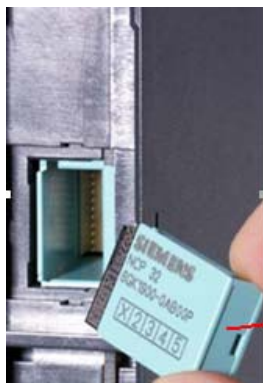
۱۰-۲ ارتباطات معمول از طریق کارت IT-CP

کارت های IT-CP بطور معمول تمام انواع ارتباطاتی که در فصل قبل شرح داده شد را ساپورت می کنند مانند:

- ISO Transport Connection
- TCP Connection
- UDP Connection
- ISO-on-TCP Connection
- S7 Connection

در چنین کاربردهایی پیکر بندی آنها در Netpro و برنامه نویسی آنها با فانکشن های خاص تبادل دیتا کاملاً مشابه مباحث قبل انجام میشود و نیازی به تکرار ندارد.

تذکر: برای برخی کارتهای جدید اترنت از جمله کارت های IT وقتی در حالت On Line برای عیب یابی روی گزینه Diagnostics در پنجره فوق کلیک می کنیم در محیط NCM شکل زیر را خواهیم داشت که در آن گزینه ای تحت عنوان C-Plug اضافه شده است.



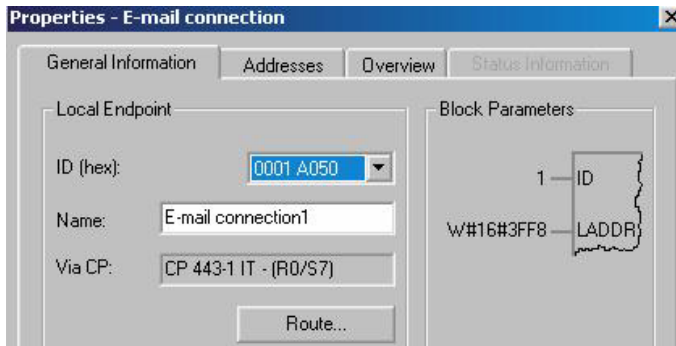
C-PLUG در پشت کارت CP نصب میشود. کارت بدون این ماژول نیز کار می کند ولی وجود C-PLUG این مزیت را دارد که فایل های سیستم مربوط به پیکر بندی روی آن ذخیره شده و می توان با تعویض کارت بدون نیاز به استفاده از PG صرفاً با قرار دادن این ماژول دیتاهای پیکر بندی قبلی را به کارت جدید لود کرد.

۳-۱۰ ارسال اطلاعات از طریق Email

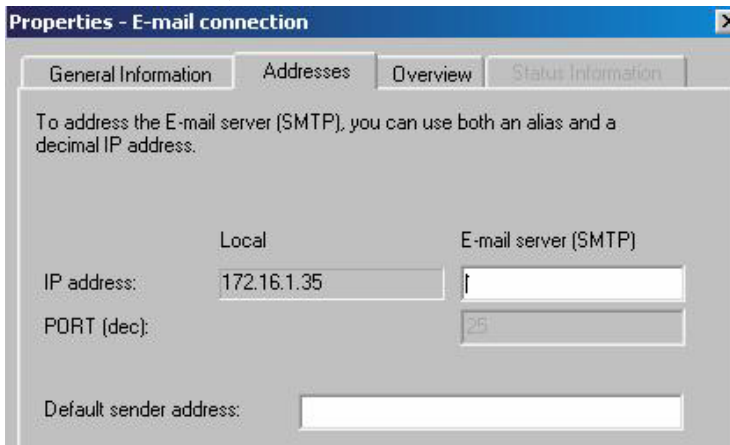
نکات قابل توجه:

- کارت IT-CP بعنوان email Client عمل می کند و سرویس SMTP را پشتیبانی می کند. (Simple Mail Transfer Protocol)
 - PLC فقط می تواند email بفرستد و نمی تواند email بگیرد.
 - برای ارسال email از طریق PLC در برنامه آن فانکشن های AG-Send و AG-Lsend بکار می رود.
 - ارتباط email لازم است در جدول Connection در Net pro پیکر بندی شود.
 - در Connection Table می بینیم که نمی توان بین دو PLC ارتباط email برقرار کرد.
 - در Connection Table نمی توان بصورت Broad cast ارتباط email برقرار کرد.
 - در Connection Table نمی توان بصورت Multicast ارتباط email برقرار کرد.
 - در Connection Table می توان بین PLC و PC ارتباط email برقرار کرد.
 - روی PC که بعنوان email Server عمل می کند لازم است Application مربوطه نصب شده و تنظیمات لازم انجام شده باشد. با این تنظیمات بعنوان مثال می توان تعیین کرد که سرویس email فقط در شبکه داخلی بکار می رود یا امکان ارتباط با خارج از مجموعه نیز میسر باشد.
 - روی Mail server اولاً باید آدرس IP مشخص باشد، ثانیاً در یک دیتا بیس آدرسهای email مربوطه به Client ها که قرار است به یکدیگر یا به Server ایمیل بفرستند تعیین شده باشد مثلاً User @ Mynet.com
 - روش پیکر بندی در Net Pro
۱. در جدول Connection مربوط Station مورد نظر روی سطر خالی دوبار کلیک کرده تا پنجره New Connection باز شود.

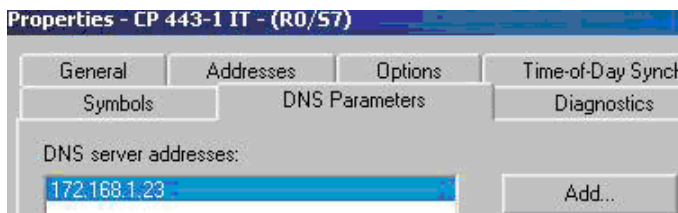
۲. در پنجره فوق با انتخاب Unspecified از بالا و E-mail Connection از پایین پنجره زیر باز میشود .
که در آن ID و LADDR مشخص است.



۳. در قسمت Address پنجره مزبور آدرس IP مربوط به E-mail Server را وارد می کنیم. این آدرس می تواند بصورت مطلق باشد مثلاً 192.168.1.23 یا بصورت نام مستعار (Alias) مانند Mynet.com

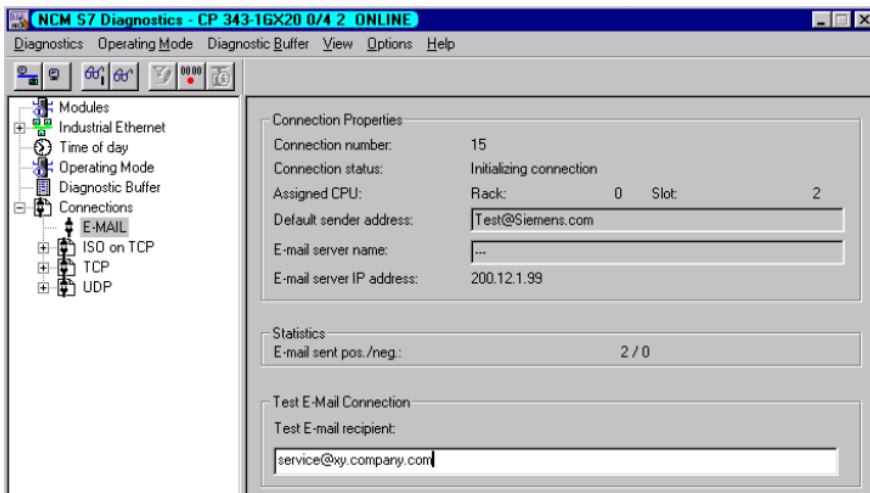


اگر آدرس بصورت Alias داده شود در صورتی معتبر خواهد بود که قبلاً در Hwconfig پارامترهای کارت CP در بخش DNS Parameter (Domain Name Server) آدرس IP بصورت مطلق داده شده باشد . شکل زیر:



۴. پیکر بندی را در Net pro ذخیره و به PLC ها دانلود می کنیم.

اگر تنظیمات درست انجام شده باشد با کلیک روی Diagnostics در پنجره ای مانند شکل زیر وضعیت اتصال را خواهیم دید.



• روش ارسال email توسط PLC

- ۱- ارسال ایمیل توسط صدا زدن فانکشن های AG-Send یا AG-L Send در برنامه PLC انجام شود.
- ۲- ID و LADDR در پارامترهای فانکشن ها بعنوان ورودی داده می شود.
- ۳- آدرس ایمیل و متن ایمیل باید در یک DB از قبل ذخیره شده باشد و در فانکشن آدرس DB داده شود.
- ۴- شماره DB مربوط به ایمیل دلخواه است ولی ساختار آن خاص است ، در بالای دیتا بلاک مانند مثال شکل زیر باید مشخصات آدرس و نوشته شود.

Address	Name	Type	Initial value	Comment	Entry
0.0		STRUCT			
+0.0	TO ¹⁾	STRING[40]	'TO:name.name@t-online.de;'	Recipient	Mandatory
+42.0	CC ¹⁾	STRING[40]	'CC:name.name@t-online.de;'	CC recipient	optional
+84.0	FROM	STRING[40]	'FROM:plant.works2@xyz-online.de;'	Sender	optional
+126.0	SUB	STRING[40]	'SUB:Status Station 7;'	Topic	optional
+168.0	Text	STRING[100]	'TXT:Fault in plant Sector 2;'	Mail text	Mandatory
+270.0	Attachment	STRING[50]	'BNY;'	The attachment is introduced here ³⁾	optional
+276.0	Value1	BYTE	B#16#27 ²⁾	Plant/binary value ³⁾	optional
+277.0	Value2	BYTE	B#16#03 ²⁾	Plant/binary value ³⁾	optional
=278.0		END_STRUCT			

در کارت IT-CP چند مثال از Applet های فوق وجود دارد که از مسیر زیر قابل دسترس است.

SIEMENS

[Server Information](#)

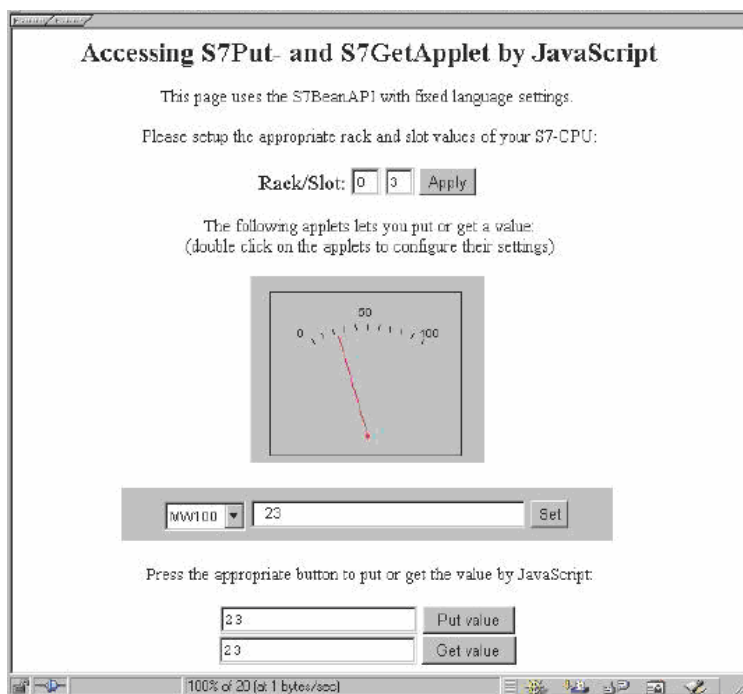
[Device Structure & Status](#)

[Send Test Mail](#)

Index of /examples/

Name	Last modified
 Up to higher level directory	
 ./	Sat Jan 1 00:00 1994
 ../	Sat Jan 1 00:00 1994
 GetPut_Applet_JavaScript_de.html	Sat Jan 1 00:00 1994
 GetPut_Applet_JavaScript_en.html	Sat Jan 1 00:00 1994
 IdentApplet_CPU_JavaScript.html	Sat Jan 1 00:00 1994
 StatusApplet_CPU_JavaScript.html	Sat Jan 1 00:00 1994

در لیست مثال ها با کلیک روی GetPut_Applet صفحه زیر ظاهر می گردد. در این صفحه مقدار MW100 نمایش داده میشود و می توان به آن مقدار اختصاص داد.



اگر روی شکل نمایشگر عقربه ای کلیک کنیم می توانیم بجای MW100 آدرس حافظه دیگری مثلاً آدرس خروجی را بکار ببریم .

نکته پایانی که بایستی در ارتباط با کارتهای IT-CP ذکر شود امنیت و Security است . اگر این کارت با آدرس IP خاص خود روی یک شبکه بزرگ قرار گیرد از هر نقطه ای ممکن است قابل دسترس باشد از اینرو بایستی با استفاده از سخت افزار و نرم افزار های مناسب امنیت لازم را برای جلوگیری از دسترسی های غیر مجاز ایجاد کرد.

۱۱- کار با OPC توسط Simatic Net

مشمول بر :

۱-۱۱ OPC چیست ؟

۲-۱۱ پیکر بندی OPC Server

۳-۱۱ تعريف ارتباط بين PLC با OPC Server

۴-۱۱ مانيتورینگ از طريق OPC

۵-۱۱ برنامه نویسی با ویژوال بیسیک برای ارتباط با OPC

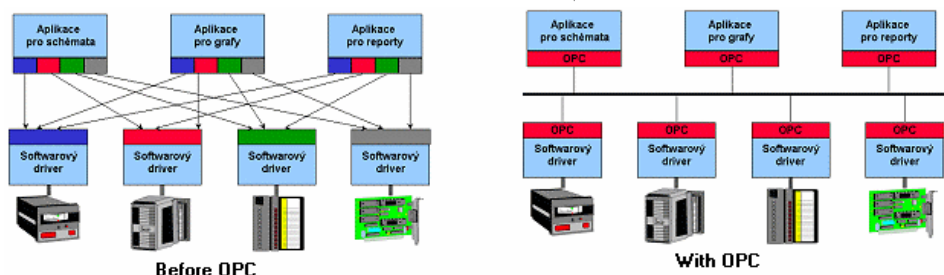
۶-۱۱ مثالی برای استفاده از Excel در ارتباط با OPC

در این فصل ابتدا مفهوم و جایگاه OPC و سپس استفاده از OPC زیرمنس برای مانیتورینگ و تبادل دیتا بیان می شوند. بیان این موارد در حدی است که صرفاً برای خواننده محترم دیدگاه کلی در ارتباط با OPC ایجاد شود. بحث کامل و دقیق در مورد OPC و تشریح دستورات کامل آن نیاز به مجموعه ای مجزا دارد.

۱-۱۱ OPC چیست ؟

OPC رسماً مخفف OLE for Process Control است ولی عملاً می توان آنرا مخفف Open Process Control نامید. OPC مجموعه ای از فرمانهای استاندارد است که در کتابخانه نرم افزار یعنی DLL (مخفف Dynamic Link Library) جمع شده است. این فرمان ها را می توان روی سیستم Client برای تبادل دیتا با Server صدا زد برنامه کاربری Client که این فرامین در آن Call میشوند می تواند هر محیط برنامه نویسی که میکروسافت آنرا ساپورت می کند باشد مانند Visual Basic یا C++ و ..

کلمه OLE که در نامگذاری OPC از آن استفاده شده مخفف Object Linking and Embedding است و معرف فناوری از شرکت میکروسافت می باشد. این فناوری برای اتصال به اجزای نرم افزاری استفاده میشود و توسط تکنولوژی COM/DCOM توسعه یافته است و معادل Java Bean های مورد استفاده در صفحات اینترنت می باشد. بعنوان مثال با استفاده از این فناوری Excel را می توان بعنوان یک Object در محیط Word صدا زد. OPC در واقع نوع صنعتی OLE است یعنی Object های صنعتی که می توان آنها را در هر محیط برنامه نویسی استاندارد بکار برد. OPC بصورت DLL برای ارتباطات اتوماسیونی در محیط های VB و C++ در دسترس است. بنابراین نرم افزار کاربردی وابسته به نوع کنترلر و وسیله اتوماسیونی نیست. تحت یک محیط واحد ارتباطات با انواع وسایل مختلف امکان پذیر است. شکل زیر دو سیستم مورد مقایسه قرار گرفته اند در سیستم قدیمی که فاقد OPC است در سمت Client برای ارتباط با تجهیزات اتوماسیونی که متنوع هستند لازم است نرم افزارهای کاربردی مختلفی نصب شود ولی در سیستم مبتنی بر OPC فقط یک نرم افزار کاربردی کافیت در این روش Client نیاز ندارد که تجهیز اتوماسیونی را ببیند و ارتباط با آنرا از طریق Object های پیش بینی شده در OPC فراهم می سازد.



بدین طریق ارتباط با PLC، DCS، وسایل فیلد از یکطرف و ارتباط با سیستم های HMI و SCADA و نیز ارتباط با سیستم های MES و ERP تسهیل میگردد.

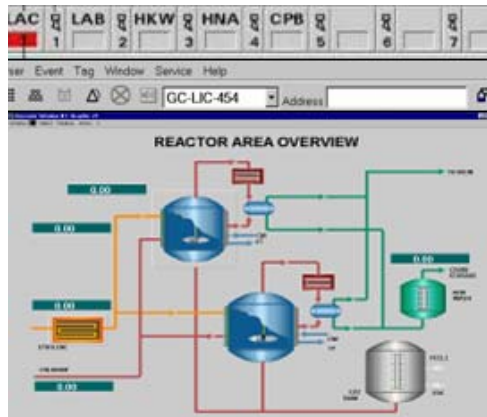
تاریخچه OPC به سال ۱۹۹۶ بر می گردد. در این سال برخی کمپانی های بزرگ که در زمینه اتوماسیون صنعتی فعالیت می کردند کنسرسیومی تشکیل دادند تا نسبت به تهیه استاندارد برای سیستم های کنترل فرآیند مانند سیستم های HMI و SCADA اقدام کنند. پیش نویس اولیه استاندارد مزبور که بر مبنای OLE های میکروسافت بود تهیه شده همین علت آنرا OLE for Process Control نامیدند. پس از آن سازمان OPC Foundation متولی کار OPC گردید. در واقع این قدم مهمی بود که بعد از استاندارد IEC61131 برای استاندارد سازی کنترل فرآیند برداشته شد.

بیش از ۱۵۰ سازنده معتبر تجهیزات اتوماسیون OPC را برای PLC ها، وسایل فیلدباس و سیستم های مانیتورینگ پشتیبانی می کنند. شرکت هایی مانند Rockwell، Siemens، ABB، GE و Honeywell در بین آنها هستند.

OPC از چند بخش تشکیل شده است. سه بخش مهم آن که در اتوماسیون صنعتی کاربرد دارد عبارتست از:

- OPC-DA (Data Access)

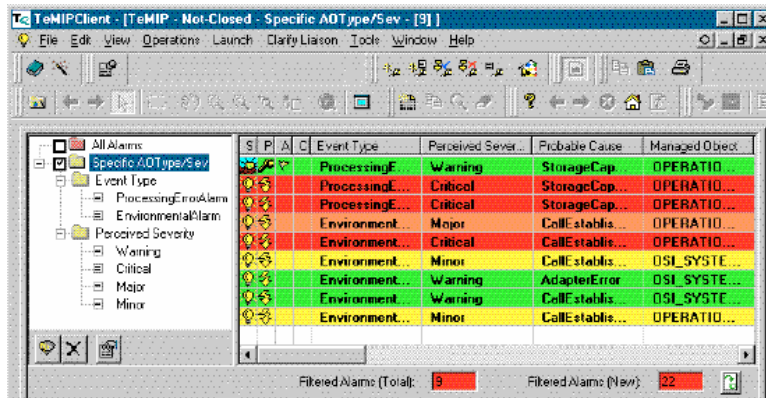
این OPC در مواردی که دیتاهای فرآیندی بایستی نمایش داده شوند یا کنترل گردند بکار می روند. دیتاهای فرآیندی توسط سنسورها تولید و توسط کنترلر پردازش میشوند و معمولاً لازم است بطور مداوم نمایش داده شوند. OPC-DA این دیتاها را آدرس دهی می کند. Client یا مشتری اصلی این OPC معمولاً سیستم های نمایش دهنده HMI هستند.



- OPC-AE (Alarms and Events)

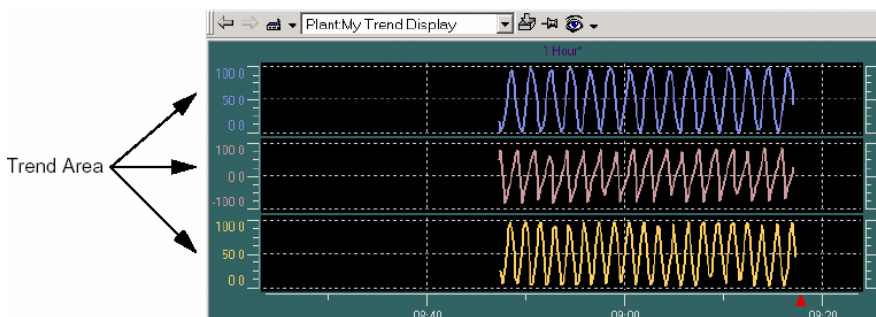
Event ها تغییرات فرآیندی هستند که بعضاً اتفاق می افتند و نیاز به ثبت دارند مانند شروع یا پایان تولید. Alarm ها شرایط غیر نرمال فرآیند هستند که بعضاً پیش می آیند و باید مورد توجه قرار گیرند. OPC-AE می

تواند آلارم ها و رخداد ها را جمع آوری کرده و به آنها پیغام نسبت دهد. سیستم های ثبت آلارم و رخ داد مشتری اصلی این OPC هستند.

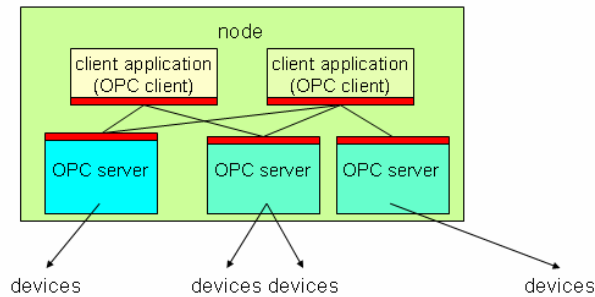


• OPC-HAD (Historical Data Access)

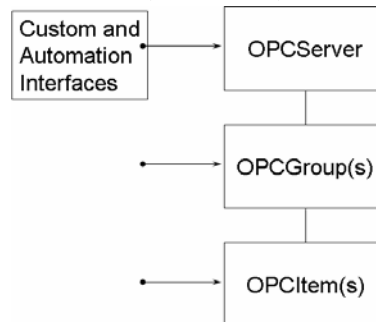
در برخی کاربردها لازم است یک مقدار فرآیندی مثلاً مقدار دما یا فشار بصورت مداوم آرشیو شود این آرشیو سازی بصورت مداوم و طولانی مدت برای انجام آنالیزهای مورد نیاز انجام می گیرد. OPC-HAD این امکانات را فراهم ساخته و مشتری اصلی آن نمودارهای نمایشی و لیست های آرشیوی در سیستم های HMI می باشند.



در کار با OPC در سمت Client برنامه نوشته میشود این برنامه توسط Object های خاص با Server ارتباط برقرار می کند. Client و Server ممکن است روی یک سیستم باشد که پردازش آنها بصورت موازی انجام شود. شکل زیر:



در ارتباط Client با OPC Server با دو مفهوم سروکار داریم یکی Group و دیگری Item



OPC Item مشابه Tag است که ارتباط با آدرس های سنسور یا وسیله را مشخص می کند. تعریف Item های مورد نیاز برای ارتباط ضروری است Client می تواند با این آیتم ها بصورت Write/Read کار کند مثلاً با تعریف یک آیتم که آدرس آن Actuator را مشخص می کند می توان از محیط Client به آن فرمان داد. عمل Read می تواند بصورت Synchronous یا Asynchronous انجام شود خواندن آسنکرون در حالتی که وسیله (Item) نمی تواند به اندازه کافی سریع عمل کند مناسب است.

آیتم ها زیر مجموعه یک Group قرار می گیرند. می توان چند Group که هر کدام حاوی چندین Item است تعریف کرد. برای هر گروه می توان ویژگی های خاص تعریف کرد که با ویژگی سایر گروهها متفاوت باشد از جمله این ویژگی ها می توان به موارد زیر اشاره کرد:

- زمان Update شدن آیتم ها برحسب میلی ثانیه
- فعال یا غیر فعال کردن گروه
- تعریف ناحیه Deadband یعنی بازه ای که در آن به تغییرات اعتنا نشود.
- مد کاری که سنکرون باشد یا آسنکرون