SABCO
Barez Automation Control
System & Electronic Industries

پیکر بندی و برنامه نویسی

Industrial Ethernet
IEEE 802.3

شبکه اترنت صنعتی

با نرم افزار STEP7

مشتمل 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.....

تالیف مهندس محمدرضا ماهر

به اهتمام شرکت صابکو

بسم اللّه الرحمن الرحیم

پیکر بندی و برنامه نویسی

شبکه اترنت صنعتی

با نرم افزار Step7

تالیف: مهندس محمد رضا ماهر

به اهتمام : شرکت صابکو

این صفحه برای مشخصات چاپ مانند تیراژ و شابک و .... رزرو شده است.

این صفحه برای پیشگفتار ناشر (صابکو) رزرو شده است

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 نیزکه 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 وکاربران 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 عزیزمقبول افتد.

محمدرضا ماهر

بهمن ۸۶

فهرست مطالب

صفحه

۱- جایگاه شبکه اترنت در اتوماسیون صنعتی

۱-۱ مقدمه ۲

۱- ۲ جایگاه اترنت در هرم اتوماسیون ۳

۲- اترنت و انواع آن

۲-۱ نگاهی به تاریخچه اترنت ۸

۲- ۲ خانواده 10Base ۱۱

۲-۳ خانواده 100Base یا Fast Ethernet ۱۲

۲-۴ خانواده 1000Base یا Gigabit Ethernet ۱۴

۳- ارتباطات فیزیکی در اترنت

۳-۱ مقدمه ۱۶

۳-۲ لایه فیزیکی 10Base5 ۱۶

۳-۳ لایه فیزیکی در 10Base2 ۲۰

۳-۴ لایه فیزیکی در 10Base-T ۲۲

۳-۵ لایه فیزیکی 10 BASE -FL ۲۸

۳-۶ لایه فیزیکی 100 BASE –T ۳۱

۳-۷ لایه فیزیکی 100 BASE –FX ۳۴

٤- روش کدینگ و سیگنالینگ در اترنت

۴-۱ کدینگ و سیگنالینگ در 10Base ۳۸

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

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

۵- ارتباطات منطقی در اترنت

۵-۱ مدل OSI و پروتکل TCP/IP ۴۴

۵-۲ لایه Data Link در اترنت ۴۷

۵-۳ لایه Network در اترنت ۵۶

۵- ۴ لایه Transport در اترنت ۵۸

٦- اجزای سخت افزاری شبکه اترنت صنعتی

۶-۱ اجزای سخت افزاری 10Base5 ۶۴

۶-۲ اجزای سخت افزاری 10Base-T ۷۰

۶-۳ اجزای سخت افزاری 10Base-F ۸۳

۶-۴ اجزای سخت افزاری 100Base-TX ۹۲

۶-۵ اجزای سخت افزاری 100Base-FX ۱۰۱

۷- PG Operation با اترنت صنعتی

۷-۱ PG Operation چیست؟ ۱۰۸

۷-۲ سخت افزار مورد نیاز ۱۰۸

۷-۳ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق MAC Address ۱۰۹

۷-۴ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق IP Address ۱۱۶

۸- مانیتورینگ از طریق اترنت صنعتی

۸-۱ مانیتورینگ و ارتباطات آن ۱۲۲

۸-۲ سخت افزار مورد نیاز ۱۲۲

۸-۳ مراحل پیکر بندی از طریق MAC Address ۱۲۳

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

۹- تبادل دیتا بین PLC ها با اترنت صنعتی

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

۱۰- کار با IT-CP

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

۱۱- کار با OPC توسط Simatic Net

۱۱-۱ OPC چیست ؟ ۲۱۸

۱۱-۲ پیکر بندی OPC Server ۲۲۲

۱۱-۳ تعریف ارتباط بین PLC با OPC Server ۲۲۹

۱۱-۴ مانیتورینگ از طریق OPC ۲۳۱

۱۱-۵ برنامه نویسی با ویژوال بیسیک برای ارتباط با OPC ۲۳۸

۱۱-۶ مثالی برای استفاده از Excel در ارتباط با OPC ۲۴۵

ضمیمه ۱ تست های کابل Cate X ۲۵۰

ضمیمه ۲ نویز و روش های حذف آن در شبکه های صنعتی ۲۶۰

ضمیمه ۳ نکات مربوط به نصب و عیب یابی ۲۷۸

ضمیمه ٤ کد های وضعیت در فانکشن های ارتباطی ۲۸۶

کلمات اختصاری ۲۹۶

منابع و مراجع ۲۹۹

۱– جایگاه شبکه اترنت در اتوماسیون صنعتی

مشتمل بر :

۱-۱ مقدمه

۱- ۲ 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 وبه چراغهای سیگنال زیادی مجهز بود دیگر خبری نیست . همه چیز را بایستی در صفحات کامپیوتر یااصطلاحاً 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 بدلایلی 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.

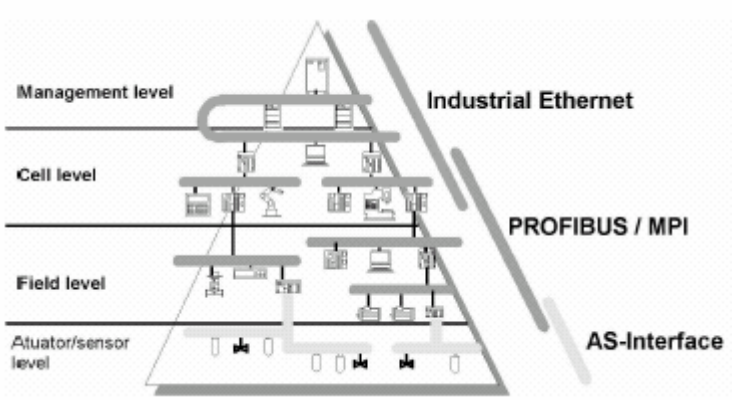
جستجو گر علاقمند احتمالاً باز هم رد پای شبکه اترنت را دنبال کرده و خواهد دید که شبکه اترنت متصل به HMI با شبکه اترنت دیگری که برای امور فناوری اطلاعات بکار میرود در ارتباط است. امور مرتبط با فناوری اطلاعات را معمولاً خارج از چارچوب اتوماسیون صنعتی در نظر می گیرند و بیشتر به آن اتوماسیون اداری می گویند . 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.

جستجو گر در ادامه جستجو ممکن است با تجهیزات کنترل کننده مانند PLC و DCS نیز مواجه شود یا حداقل نقشه ای که در آن پیکر بندی 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 عملگر ها 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 جا ها پر رنگ 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 برگیرنده 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 تجهیرات 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 تمرکز 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 حدکثر با 12Mbps می تواند اطلاعات را جابجا کند . این سرعت ممکن است برای تبادل دیتا در سطوح بالا کند باشد .

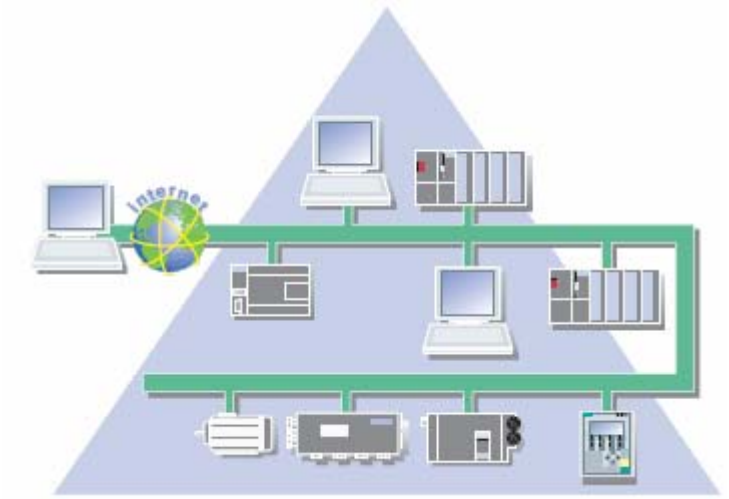
امروزه اترنت صنعتی با سرعت 100Mbps در سطوح بالا مانند Cell Level اطلاعات را جابجا می کند و در سطح Managenent از اترنت های سریعتر مانند 1000 Mbps معمولاً استفاده می کنند.

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.

خواننده محترم پس از مطالعه بخش های بعدی این کتاب متوجه خواهد شد که در اترنت بصورت پایه، قطعیت برای ارسال بموقع دیتا وجود ندارد و ممکن است هر بار زمان ارسال دیتا با دفعه قبل متفاوت باشد این تفاوت بدلیل ویژگی تکنیک دسترسی در اترنت است که به CSMA/CD موسوم است که در آن پدیده تصادم اطلاعات وجود دارد در حالیکه شبکه هایی مانند Profibus از روش های Token Pass و Master/Slave استفاده می کنند که اگرچه کندتر از اترنت هستند ولی بموقع رسیدن اطلاعات را تضمین می کنند.

به هر حال با وجود تمام مسائل فوق امروزه امکان اتصال به اترنت برای بسیاری از انواع مختلف وسایل مورد استفاده در اتوماسیون فراهم شده به صورتی که علاوه بر کنترلر و کامپیوتر سایر تجهیزات دیگر مانند پانلهای اپراتوری (OP , TP) و درایوها و واسط های بین I/O با شبکه موسوم به Remote I/O ها را می توان به شبکه اترنت متصل نمود.

وقتی از اترنت در سطوح مختلف اتوماسیون استفاده می شود همانطور که در شکل زیر نشان داده شده مزیت بزرگی با خود به همراه دارد و آن یکدست بودن شبکه و عدم نیاز به استفاده از شبکه های متنوع است. پراکندگی کمتر در سخت افزار ، عدم نیاز به کابل ها و کانکتورهای متفاوت و عدم نیاز به آشنایی با چند شبکه برای متخصصین اتوماسیون و طبیعتاً عیب یابی ساده تر از مزایای این روش بشمار می روند.



با همه این مزایا بدلیل وجود عدم قطعیت در ارسال بموقع دیتا که از ویژگی های اجتناب ناپذیر شبکه اترنت است طراح را مجبور می سازد تا کاربرد اترنت را صرفاً برای اموری مانند مونیتورینگ و کلاً در مواقعی که احتمال دریافت دیتا با تاخیر مشکلی در کنترل فرآیند ایجاد نمی کند محدود نماید.

۲– اترنت و انواع آن

مشتمل بر :

۲-۱ نگاهی به تاریخچه اترنت

۲- ۲ خانواده 10Base

۲-۳ خانواده 100Base یا Fast Ethernet

۲-٤ خانواده 1000Base یا Gigabit Ethernet

۲-۱ نگاهی به تاریخچه اترنت

اترنت صنعتی شبکه ای باز واستاندارد 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 اینترفیس 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)

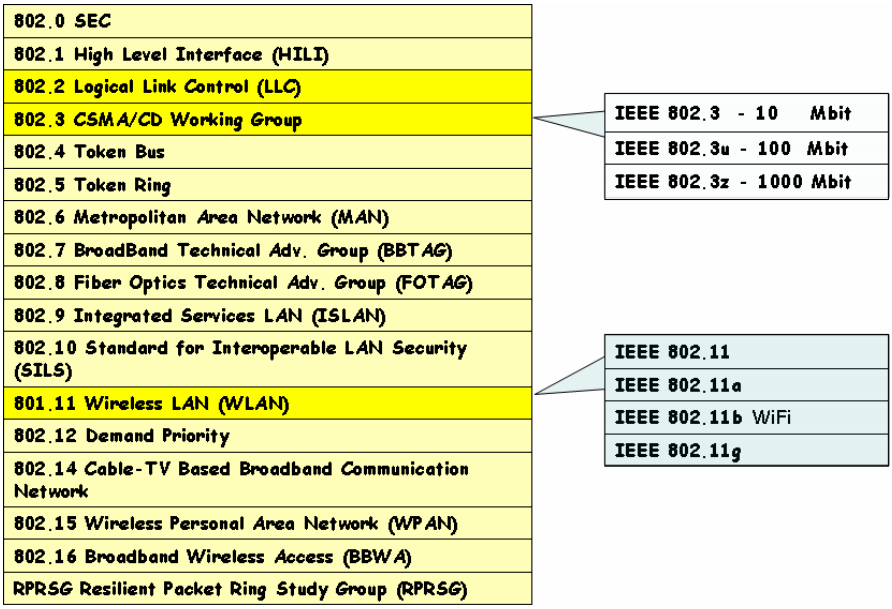
کلمه Ethernet نام تجاری ثبت شده شرکت زیراکس می باشد که ابتدا این شبکه را ابداع نموده است شاید انتخاب این اسم وجه تبلیغی برای یک شبکه فراگیر بود تبلیغی که در سال های بعد به واقعیت پیوست و اسم فوق با مسما شد چون امروزه هیچ شبکه ای به گستردگی و فراگیری شبکه اترنت وجود ندارد.

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 زیرکمیته 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)



توجه شود که اگر چه IEEE802.3 واترنت قدیمی یعنیDIX 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 استانداردIEEE802.3 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 گرانقیمت 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.بدیل 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 تواندکل 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

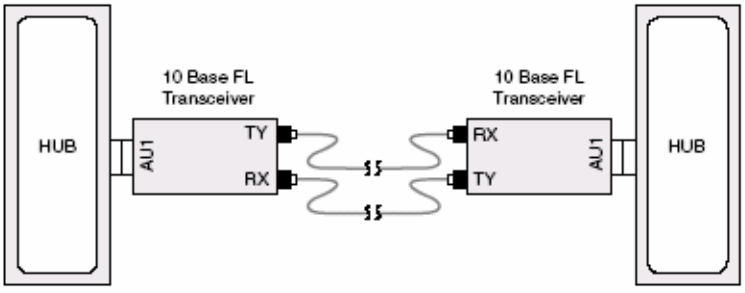
10BASE-T بر اساس استاندارد IEEE 802.3i ارائه شده است وسرعت آن 10 Mbps است یعنی از نظر سرعت تفاوتی با دو نوع شبکه قبلی نداردفقط از نظر نوع کابل و تجهیزات رابط متفاوت است. مشکلات مربوط به قطع شدن کابل در شبکه های 10Base قبلی بدلیل توپولوژی باس منجر به طراحی این شبکه گردید که به دلیل استفاده از توپولوژی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

در انواع قبلی کابل کوآکسیال استفاده میشود ولی در این شبکه کابلی با ۴ زوج سیم بهم تابیده که می تواند از نوع UTP باشد بکار میرود که البته فقط دو زوج آن مورد استفاده قرار می گیرد. توپولوژی ستاره با وسایلی موسوم به HUB ایجاد می شود . این شبکه هنوز در مقاصد صنعتی و غیر صنعتی کاربرد دارد.

د) 10 BASE -FL

10BASE-FL بر اساس استاندارد IEEE 802.3j می باشد وبرای فیبر نوری بکار می رود ، حروف FL در انتهای کد معروف Fiber Optic Link می باشد.10Base-FL برای upgrade کردن استانداردFOIRL (مخفف Fiber Optic Inter Repeater Link) عرضه شده است. در FOIRL ماکزیمم طول فیبر بین دو وسیله 1000 متر بود که در 10Base-FL به 2000 متر افزایش یافت. استفاده از فیبر نوری دو مزیت بزرگ را نسبت به شبکه های مسی قبلی بدنبال داشت اول ایمنی سیگنال در مقابل نویز و دوم امکان انتقال تا مسافتهای طولانی .

در این شبکه فیبر های 62.5/125 میکرومتری می تواند استفاده شود.

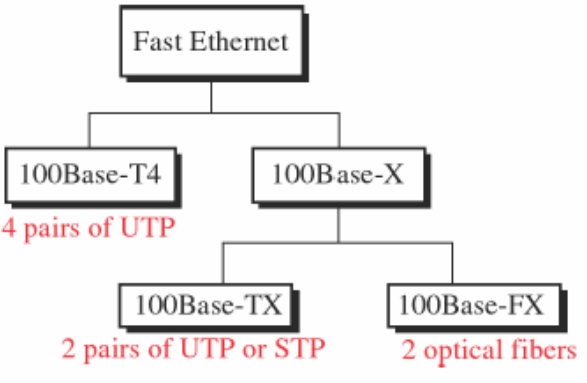


۲-۳ خانواده 100 Base یا Fast Ethernet

این شبکه مبتنی بر استاندارد IEEE 802.3u میباشد و میتواند از کابل مسی (100BASE-TX) یا فیبر نوری (در 100BASE-FX) استفاده کند. اترنت سریع با سرعتی ۱۰ برابر اترنت معمولی کار میکند از اینرو به آن اترنت سریع یا Fast Ethernet گفته میشود. ویژگیهای اترنت سریع در جدول زیر با نوع معمولی مقایسه شده است همانطور که مشاهده میشود بجز سرعت انتقال که ۱۰ برابر شده سایر ویژگی ها عمدتاً یکسان هستند.

	Ethernet	Fast Ethernet
استاندارد	IEEE 802.3	IEEE 802.3µ
سرعت	10 Mbps	100mbps
توپولوژی	Bus، Star ، Tree	Tree ، Star
نوع کابل	Coax ، TP ، FO	TP و FO
ماکزیمم طول کابل TP	100 m	100m
ماکزیمم طول فیبر نوری	2000 m	2000m

شبکه 100Base با توجه به نوع وسیله انتقال (کابل مسی یا فیبر نوری) و با توجه به تعداد زوج کابل مسی دارای انواع مختلف است که در شکل زیر نشان داده شده است :



الف) 100Base-T4

این شبکه می تواند روی کابل UTP مورد استفاده در 10Base-T پیاده سازی شود بعبارت دیگری برای ارتقاء سیستم 10Base در این روش نیازی به تعویض کابل نیست البته توجه شود که در این شبکه هر چهار زوج سیم کابل استفاده می گردد.

ب) 100Base-TX

این شبکه در حال حاضر یکی از متداول ترین شبکه های اترنت است که با کابل مسی اجرا می گردد. کابل آن نسبت به نوع 100Base-T4 درجه بالاتر ار نظر Category دارد . نوع مرسوم آن Cate5 است که میتواند بدون شیلد (UTP) یا شیلد دار (STP) باشد.

ج)100Base-FX

این نسخه از اترنت سریع روی فیبر نوری کار میکند بین هر دو وسیله دو رشته فیبر همانند 10Base-FL کشیده می شود. استفاده از فیبر با وجود مزایای بزرگی که دارد ممکن است در برخی موارد از نظر اقتصادی بصرفه نباشد از اینرو عمدتاً بعنوان شبکه زیر ساخت Backbone استفاده می گردد یعنی برای مسافت های طولانی همانند ستون فقرات شبکه کشیده شده و با استفاده از مبدل های خاص از نقاط مختلف آن شبکه هایی با کابل مسی انشعاب می گیرند.

در حال حاضر (زمان تدوین این مجموعه) شبکه اترنت سریع به تنهایی یا بصورت ترکیبی با شبکه 10base در اتوماسیون صنعتی کاربرد وسیع پیدا کرده است و سازندگان بسیاری آنرا ساپورت می کنند.

۲-۳ خانواده 1000 Base یا Gigabit Ethernet

Gigabit Ethernet

این شبکه بر مبنای 1000bps کار می کند و از نظر سرعت به سه دسته تقسیم میشود **1 Gb و10 Gb و40Gb** نوع 1GB از کابل Cate 5 و Cate 6 یا فیبر نوری استفاده می کند. و نوع 10 Gb کابل Cate 5e و Cate6 و Cate7 یا فیبر نوری را بکار می برد ولی نوع 40Gb فقط از فیبر نوری استفاده می کند.Gigabit بیشتر برای شبکه های زیر ساخت Backbonesستفاده می شود.

بسته به نوع وسیله انتقال شبکه های Gigabit به انواع مختلف تقسیم بندی می شوند. جدول زیر انواع 1000Base را نشان میدهد.

Feature	1000Base-SX	1000Base-LX	1000Base-CX	1000Base-T
medium	Optical fiber (multimode)	Optical fiber (multi or Single mode)	STP	UTP
Signal	Short-wave laser	Long-wave Laser	Electrical	electrical
Max. distance	550m	550 m (multimode) 5000 m (single mode)	25m	25 m

۲-٤ مقایسه کلی شبکه های اترنت مبتنی بر IEEE802.3

Standard	Data Rate	Topology	Medium	Maximum Cable Length
10Base5	10Mb/s	Bus	single 50-ohm coaxial cable	500 m
10Base2	10Mb/s	Bus	single 50-ohm RG 58 cable	185
FOIRL	10Mb/s	Star	two optical fibres	1000
10Base-FL	10Mb/s	Star	two optical fibres	2000
10Base-TX	10Mb/s	Star	two pairs of 100-ohm category 3 UTP cable	100
100Base-TX	100Mb/s	Star	two pairs of 100-ohm category 5 UTP cable	100
100Base-FX	100Mb/s	Star	two optical fibres	2000
1000Base-SX	1Gb/s	Star	multi-mode fibre	550
1000Base-LX	1Gb/s	Star	multi-mode or single mode fibre	5000
1000Base-CX	1Gb/s	Star	specially shielded cable	25
1000Base-T	1Gb/s	Star	four pairs category 5 UTP	100

ما در فصل های بعدی کتاب توجه خود را به شبکه هایی از زیر مجموعه IEEE802.3 معطوف می کنیم که کاربرد وسیع تری در اتوماسیون صنعتی پیدا کرده اند و نکات مربوط به آنها را دقیقتر مورد بحث قرار می دهیم.

۳- ارتباطات فیزیکی در اترنت

مشتمل بر :

۳-۱ مقدمه

۳-۲ لایه فیزیکی 10Base5

۳-۳ لایه فیزیکی در 10Base2

۳-٤ لایه فیزیکی در 10Base-T

۳-٥ لایه فیزیکی 10 BASE -FL

۳-٦ لایه فیزیکی 100 BASE –T

۳-۷ لایه فیزیکی 100 BASE –FX

۳-۱ مقدمه

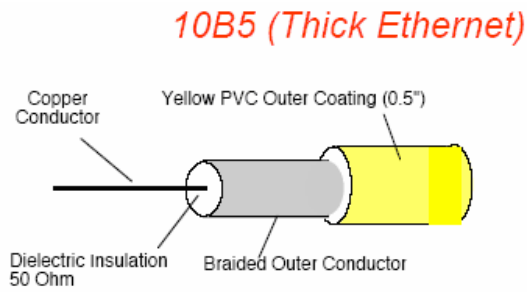
منظور از ارتباطات فیزیکی اترنت مباحث مربوط به لایه فیزیکی این شبکه است . بر طبق مدل هفت لایه ای OSI که در ضمیمه ۱ تشریح شده است پایین ترین لایه به لایه فیزیکی Physical Layer موسوم است که در آن مباحثی مانند استانداردهای مربوط به سیگنال (صفر و یک منطقی) ، نوع کابل ، وسایل تقویت کننده رابط مطرح می گردد.

با توجه به اینکه در حال حاضر پرکاربردترین خانواده های اترنت در مقاصد صنعتی خانواده 10Base و خانواده 100Base است در این بخش به ارتباطات فیزیکی این دو شبکه می پردازیم و از ذکر مباحث مربوط به Gigabit خودداری می نماییم.

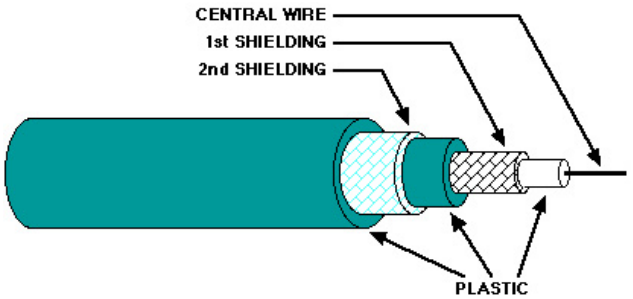
۳-۲ لایه فیزیکی 10Base5

الف)کابل

کابل در 10Base5 کابل کوآکسیال ضخیم با قطر 13 میلی مترو پوشش زرد یا نارنجی رنگ است که البته این رنگ بندی الزامی نیست. روی این کابل در هر فاصله 2.5 متری علامتی وجود دارد که برای اجرای کابل کشی مفید است زیرا حداقل فاصله در این شبکه 2.5 متر و سایر فواصل ترجیحاً مضربی از 2.5 متر می باشند.



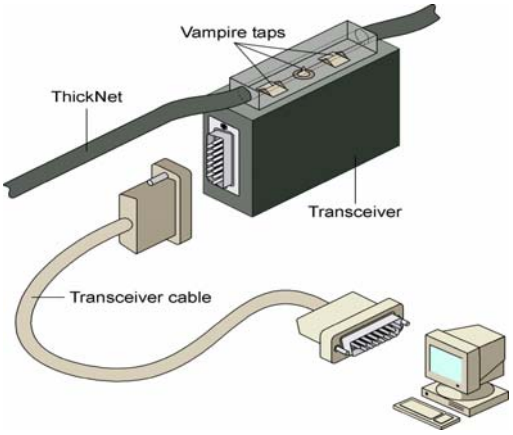
در برخی کاربردهای صنعتی کابل Triax جایگزین کابل Coax شد.کابل Triax دارای سه هادی هم محور است که از یکدیگر ایزوله شده اند دو هادی داخلی برای دیتا و هادی بیرونی برای شیلد بکار می رود شیلد نویز را به سمت زمین هدایت می کند بعلاوه به کابل استحکام بیشتری می بخشد.



در شبکه 10Base5 کابل در ابتدا و انتها همانطور که در شکل بعد نشان داده شده توسط مقاومت بسته میشود (Terminating) اگر کابل در یک یا دو طرف باز باشد ولتاژ معادل صفر یا یک منطقی پس از رسیدن به نقطه باز چون در مقابل خود یک امپدانس بزرگ می بیند به داخل کابل بازتاب یا Echo پیدا کرده و با سیگنالهای دیگر تداخل می یابد. برای جلوگیری از این کار دوطرف کابل توسط ترمینیتور هایی با مقاومت ۵۰ اهم بسته میشود . وجود ترمینیتور خاص این شبکه نیست بطور کلی هر جا توپولوژی باس با کابل مسی اجرا شود نیاز به ترمینیتور وجود دارد.

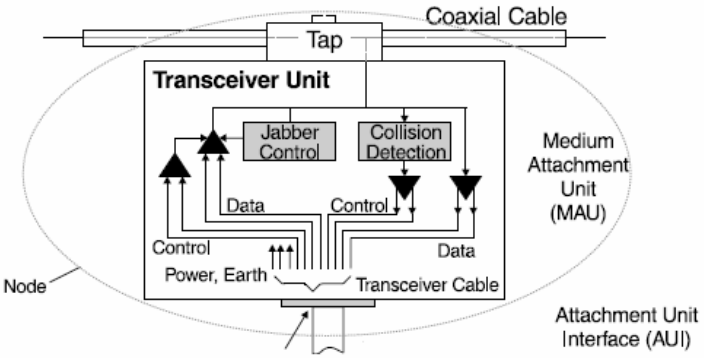
در شبکه 10Base5 در صورت بروز اتصال باز یا اتصال کوتاه در کابل اصلی کل شبکه از کار می افتد این عیوب را میتوان با استفاده از وسایل عیب یاب مشخص کرد.این وسایل موجی را به داخل کابل می فرستد و از بازتاب آن نوع عیب (اتصال باز یا اتصال کوتاه) و محل بروز عیب (فاصله نقطه آسیب دیده تا نقطه تست) را آشکار می نماید.

ب) کانکتور و اتصالات 10Base5



برای ایجاد شبکه 10Base5 نیاز به انشعابات Vampire وجود دارد در این وسایل انشعابی سوزنی با دقت و با فشار زیاد تا نیمه در هسته کابل فرو میرود. به این انشعابات اصطلاحاً Tansceiver گفته میشودکابل کوآکس از یکطرف وارد ترانسیور شده و از طرف دیگر خارج میشود. اتصال بین ترانسیور و وسیله توسط پورتی که به AUI موسوم است (Attachment Unit Interface) انجام میشود.

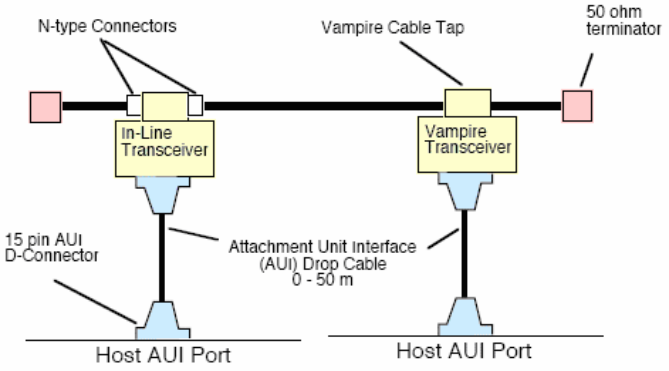
کابل AUI ماکزیمم می تواند ۵۰ متر باشد. این کابل ۵ زوج است که هر زوج آن به هم تابیده شده و شیلددار است.از این ۵ زوج دو زوج برای ارسال و دو زوج برای دریافت و یک زوج برای تغذیه بکار می رود.



می توان ترانسیور را از طریق تجهیزی به نام Fan-Out Unit همزمان به چندین وسیله با پورت AUI متصل نمود.

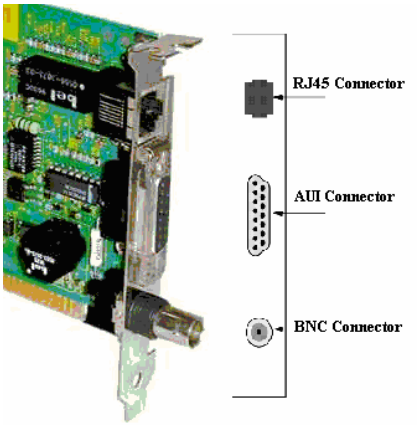
ج)اینترفیس شبکه

وسیله ای که باید به شبکه متصل شود DTE خوانده می شود (Data Terminal Equipment).اتصال بین DTE و Transceiver توسط کابل AUI انجام می شود کانکتور از نوع D sub با ۱۵ پین است.



بدیهی است وسیله (مثلاً PC یا PLC) بایستی مجهز به کارت شبکه اترنت با پورت AUI باشد. قطع کابل AUI یا کانکتورهای آن کل شبکه را متاثر نمی سازد فقط منجر به خارج شدن همان وسیلهDTE از شبکه می گردد.

یک وسیله DTE ممکن است پورت های مختلفی برای شبکه Ethernet داشته باشد مانند شکل روبرو که پورت AUI آن مختص 10 BASE 5 است. پورت BNC برای 10BASE2 و RJ45 برای 10BASE-T بکار میرود.

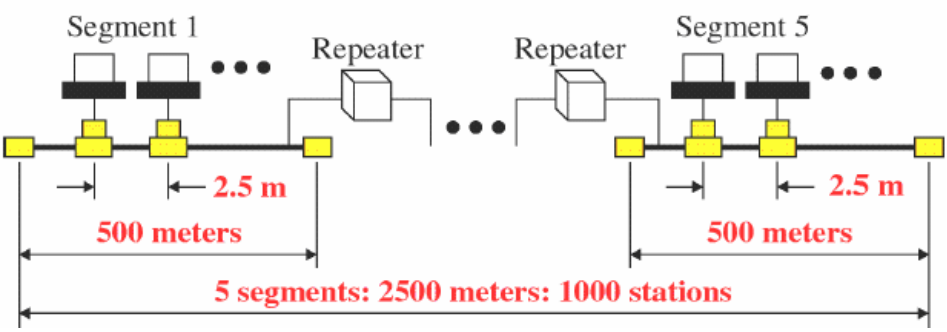


د) توپولوژی

10Base5 بصورت توپولوژی باس بسته می شود . باس بصورت انشعابی (Tap & Drop) است. ابتدا و انتهای باس نیاز به ترمینیتور دارد که یک مقاومت ۵۰ اهمی است و در یک سمت زمین می شود.. قطع شدن کابل انشعابی AUI شبکه را مختل نمی کند و فقط همان وسیله را بیرون می برد ولی قطع شدن کابل اصلی کل شبکه را مختل می نماید.

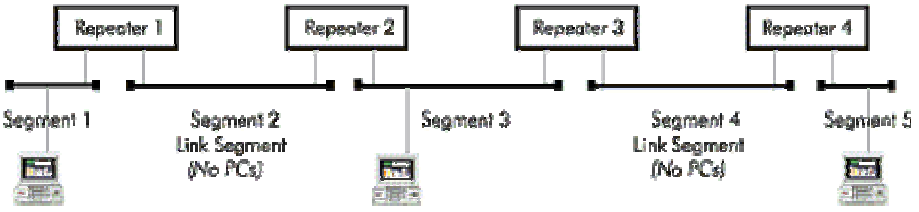
ه)ماکزیمم طول شبکه

در شبکه 10BASE5 ماکزیمم طول کابل انشعابی AUI ۵۰ متر است. کابل اصلی شبکه که بین ترانسیور ها کشیده می شود می تواند از حداقل ۲,۵ متر شروع شود وبا طولی باندازه مضربی از ۲,۵ و حداکثر تا ۵۰۰ متر ادامه یابد . تا اینجا یک سگمنت از شبکه تشکیل شده است در یک سگمنت بیش از ۱۰۰ ترانسیور نمی توان بکار برد. در صورت نیاز به افزایش طول بایستی از ریپیتر استفاده کرد با قراردادن ریپیتر سگمنت بعدی شروع میشود که باز می تواند تا ۵۰۰ متر ادامه یابد . ماکزیمم می توان ۴ ریپیتر بکار برد و طول شبکه را به ۵ سگمنت یعنی ماکزیمم ۲۵۰۰ متر افزایش داد.



و) ماکزیمم تعداد وسایل

در 10Base5 ماکزیمم تعداد ایستگاهها در هر سگمنت ۲۰۰ عدد است از اینرو ماکزیمم تعداد کل ایستگاههای شبکه می تواند تا ۱۰۰۰ افزایش یابد اما باید به محدودیتی که به قاعده 5-4-3 موسوم است توجه کرد .روش 5-4-3 توسط IEEE802.3 در هنگام معرفی 10Base مطرح شد. و مفهومش اینست که در یک شبکه ماکزیمم ۵ سگمنت می تواند توسط ۴ ریپیتر به هم متصل گردد ولی از این ۵ سگمنت فقط ۳ سگمنت می تواند حاوی PC یا وسایل کاربر باشد .



به سگمنت های حاوی وسیله Populated Segment یا Cable Segment و به سگمنت های فاقد وسیله Link Segment می گویند.

۳-۳ لایه فیزیکی در 10Base2

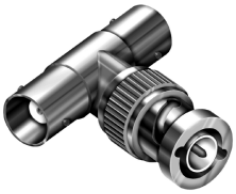
الف) کابل

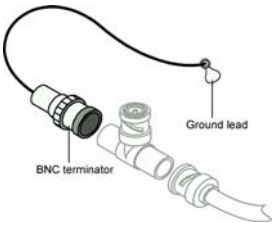
کابل 10base2 کابل کوآکس نازک با قطر 6.3 میلی متر است که اساساً با کابل کوآکسیال ۵۰ اهمی RG-58 که برای ارتباطات صنعتی بکار میرود تفاوتی ندارد ولی از آنجا که 10Base2 تحت پوشش IEEE است سازندگان کابل با رعایت مشخصات ذکر شده در استاندارد IEEE802.3 روی پوشش بیرونی کابل نام این استاندارد را چاپ نمودند عبارت IEEE802.3 20 AWG Thinet را روی پوشش این کابل ها می توان مشاهده کرد.

ب)کانکتور

اتصال وسیله به شبکه 10Base2 توسط کانکتور BNC انجام می شود.(BNC مخفف Bayonet Neill Concelman بوده که Neill و Concelman نام دونفر مهندسین ابداع کننده آنست . البته بعضاً BNC را مخفف British Naval Connector نیز می دانند)

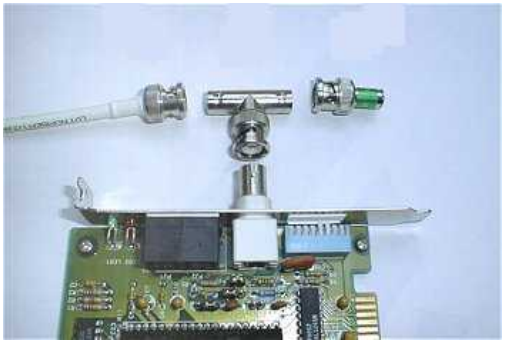
در 10Base2 بدلیل وجود توپولوژی باس ابتدا و انتها لازم است توسط ترمینیتور ۵۰ اهمی بسته شود. این ترمینیتور در یک سمت به زمین متصل می گردد.





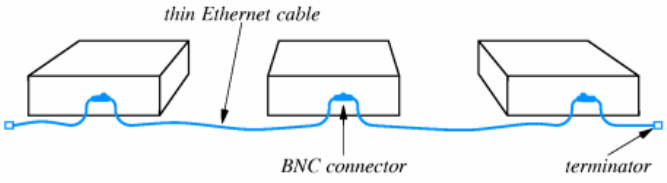
ج)اینترفیس شبکه

کارت شبکه 10base2 دارای پورت جهت اتصال کانکتور BNC است. امروزه استفاده از این کارت و شبکه 10base2 منسوخ گردیده و با انواع جدیدتر اترنت جایگزین شده است.

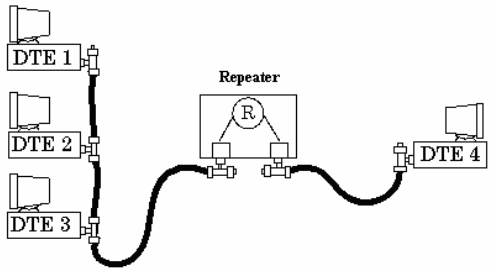


د) توپولوژی

10Base2 نیز مانند 10Base5 دارای توپولوژی باس است که بصورت زنجیر وار (Daisy Chain) بسته می شود ابتدا و انتهای باس نیاز به ترمینیتور ۵۰ اهمی دارد. قطع شدن کابل یا اشکال در اتصال هر کدام از BNC ها می تواند کل شبکه را مختل نماید.



ه)ماکزیمم طول شبکه



حداقل فاصله بین دو ایستگاه 0.5 متر است.ماکزیمم طول سگمنت حدود ۲۰۰ متر و دقیقاً ۱۸۵ متر است (عدد۲ در انتهای 10 BASE 2 معرف این فاصله است) .با استفاده از ماکزیمم ۴ ری پیتر 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 پیتر ماکزیمم ۹۰ وسیله می توان روی شبکه قرار داد (با احتساب ری پیتر ها) در اینجا نیز محدودیت 5-4-3 شبیه آنچه برای 10Base5 بیان شد وجود دارد.

۳-٤ لایه فیزیکی در 10Base-T

الف) کابل

این شبکه از کابل Twsited 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 / STP) توصیه میشود.

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

Cate5 (STP)

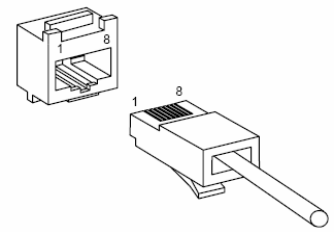
Cate5 (UTP)

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:

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

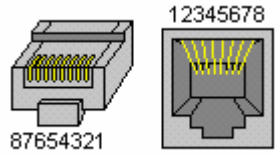
ب)کانکتور

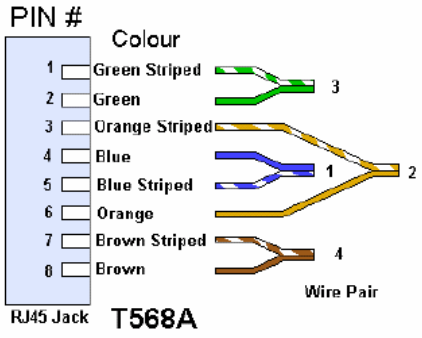
کانکتور مورد استفاده برای Cate5 معمولاً RJ45 است البته در کاربرد های صنعتی از کانکتورهای دیگری نیز استفاده می شود کانکتور RJ45 بسیار شبیه کانکتور RJ11 است که در سیستم های تلفن بکار میرود.RJ45 بزرگتر از RJ11 است و دارای ۸ اتصال است در حالیکه RJ11 دارای شش اتصال می باشد.

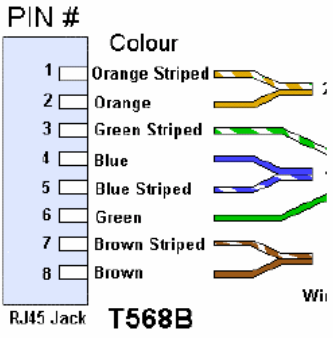


برای اتصال سیم ها به کانکتور RJ45 دو استاندارد EIA/TIA-568A و EIA/TIA-568B زیر معرفی شده است که اختصاراً به استاندارد های A و B موسوم هستند:

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.







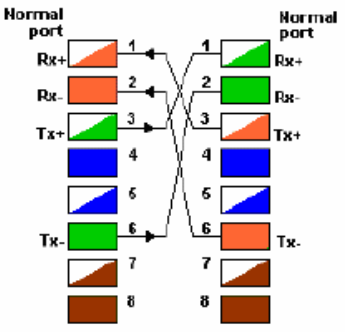
فانکشن ارتباطی هر پین با توجه به شماره آن در جدول زیر آمده است:

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 هردو 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 هرپین 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 کافیست پین های 1,2,3,6 متصل باشند حتی اگر سایر سیم ها متصل نباشند مشکلی در شبکه پیش نخواهد آمد.

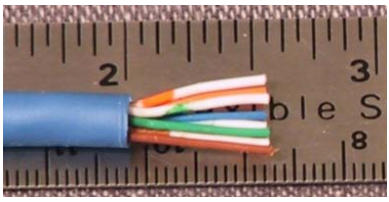
ارتباط معمول فوق الذکر برای اتصال وسیله به هاب یا سوئیچ استفاده میشود. در مواردی که قرار است کابل بین دو وسیله مستقیماً متصل شود (مثلاً اتصال مستقیم بین دو کارت شبکه یا اتصال دو هاب به یکدیگر) اتصالات لازمست بصورت متقاطع (Cross) باشند شکل و جدول زیر نحوه اتصال را نشان میدهد در واقع بایستی اتصال Send 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/GRN	1 WHT/ORG
2 GRN/WHT	2 ORG/WHT
3 WHT/ORG	3 WHT/GRN
4 BLU/WHT	4 BLU/WHT
5 WHT/BLU	5 WHT/BLU
6 ORG/WHT	6 GRN/WHT
7 BRN/WHT	7 WHT/BRN
8 WHT/BRN	8 BRN/WHT

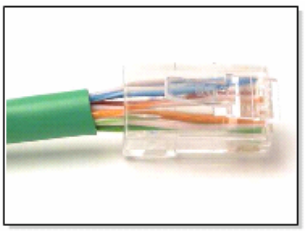


10Base-T هنوزهم کاربرد زیادی در اترنت صنعتی دارد از اینرو لازم است نحوه اتصال سرسیم های کابل به کانکتور RJ45 نیز بیان شود مراحل کار در زیر تشریح شده است توصیه می شود خواننده محترم پس از مطالعه این مراحل فیلم کوتاهی که با نام Cate5_Cable در CD ضمیمه وجود دارد را مشاهده نماید. مراحل انجام اتصال :

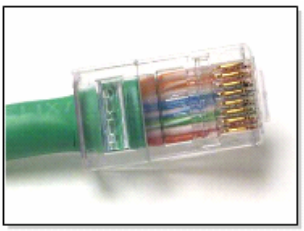
- یکی از استانداردها را انتخاب کنید.
- روپوش کابل را حدود یک اینچ باز کنید.
- در حد نیم اینچ تابیدگی سیم ها را باز کنید و آنها را مطابق رنگ بندی استاندارد آرایش دهید
- توسط وسیله Crimping کانکتور را به سیم ها متصل و پرس کنید. نیازی به لخت کردن سر سیم ها نمی باشد.



- اگر روپوش کابل بیش از حد برداشته شود یا تابیدگی 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

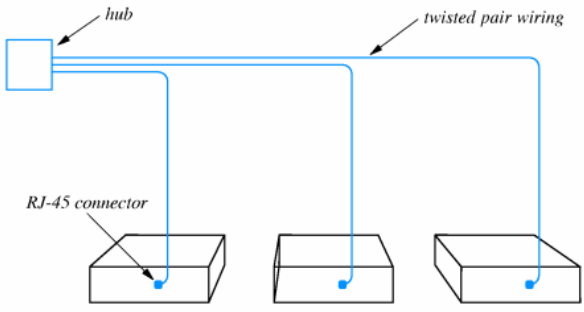
توجه شود که در کاربردهای صنعتی ممکن است کانکتورها و سوکت های بادرجه حفاظت IP بالا یا از نوع شیلددار مورد نیاز باشد . نمونه ای از این کانکتور ها در شکل زیر نشان داده شده است:

ج) اینترفیس شبکه

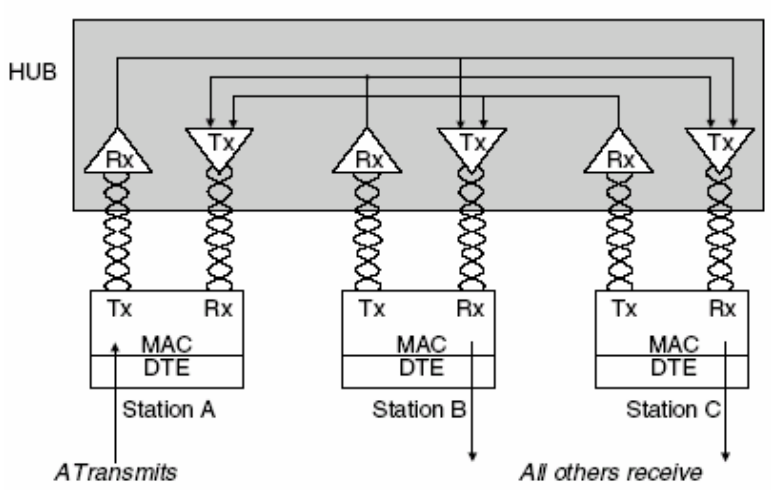
کارت های متنوعی برای ارتباط PLCها به اترنت وجود دارد. برای کامپیوتر هاسازندگان بسیاری کارت های شبکه 10Base-T را عرضه می کنند استفاده از این شبکه آنچنان توسعه پیدا کرده که سازندگان پورت شبکه فوق را بصورت On-Board در کنار CPU قرار داده اند.

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 دارنداین هاب ها دارای حافظه هستند و میتوانند دیتا را ذخیره و سپس ارسال کنند ومدیریت 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.

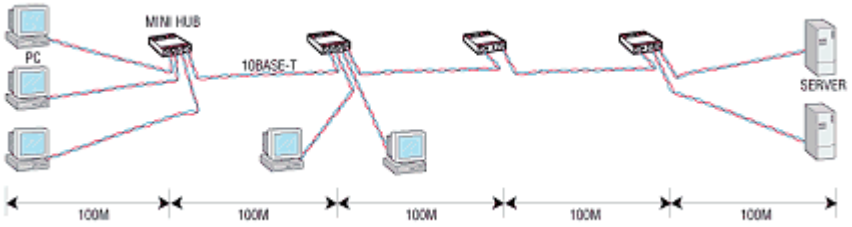
توجه شود که در این شبکه Hub نقش حساس دارد و اگر تغذیه آن قطع شود یا دچار اشکال شود ارتباط تمام وسایل متصل به آن قطع می گردد از اینرو در کاربردهای صنعتی انتخاب هاب مناسب و توجه لازم به شرایط محیط نصب آن ضروری است.

ه) ماکزیمم طول شبکه

ماکزیمم طول کابل بین وسیله تا هاب ۱۰۰ متر و حداقل فاصله بین این دو 2.5 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

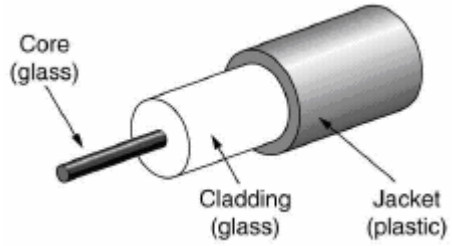
ماکزیمم تعداد وسایل 1024 وسیله است. این تعداد بر اساس ضریب بهره وری از باس برآورد شده که در بحث ارتباطات منطقی به آن خواهیم پرداخت. در این شبکه نیز قاعده 3-4-5 وجود دارد البته این محدودیت به معنای آن نیست که نمیتوان بیش از ۵ سگمنت داشت بلکه مفهومش اینست که می توان بیش از ۵ سگمنت را هم در عمل بست ولی در مسیر بین هر دو وسیله ای که با هم ارتباط می گیرند 3-4-5 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 .

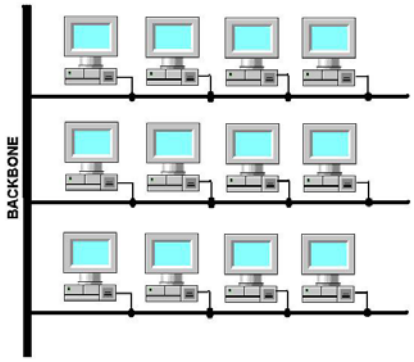


بطور معمول در این شبکه فیبر 62.5/125 میکرومتری استفاده می شود عدد 62.5 قطر Core و عدد 125 قطر پوشش Cladding را نشان می دهد. سایر انواع فیبر های مورد استفاده عبارتند از : 50/125 , 85/125 100/140, که فاصله کمتری را نسبت به62.5/125 ساپورت می کنند. همه ۴ نوع فیبر فوق بصورت

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 Fullduplex 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 ویزگی های فیبر میتوان از آن در شبکه 10Base-FL برای مسافتهای طولانی تر (هر سگمنت تا 2 km) استفاده نمود از اینر و یکی از کاربردهای این شبکه بعنوان Bakbone برای سایر شبکه های 10Base است.

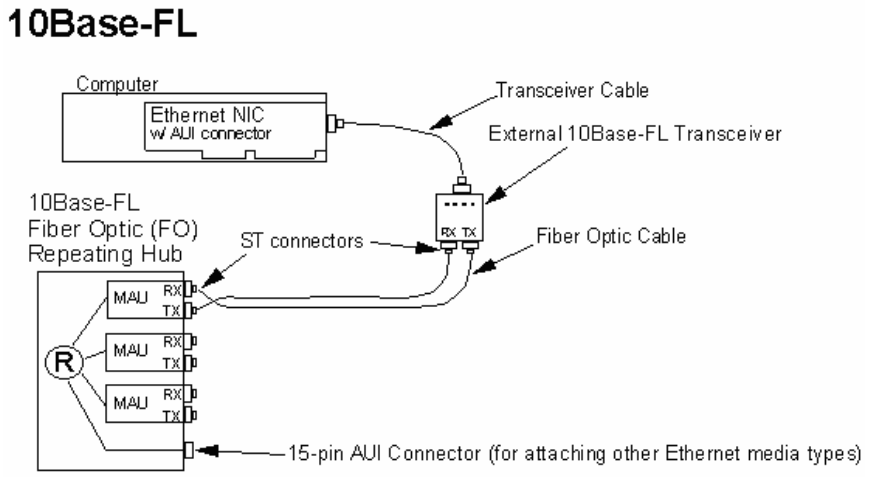
ب) کانکتور

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

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

Connector Type	Fiber Type				
	POF 1 mm	Hard-Clad Silica 200/230	50/125 µm	62.5/125 µm	9/125 µm
SC	X	X	X	X	X
ST	X	X	X	X	X
LC	—	—	X	X	X

برای اتصال فیبر به وسایل دیگر که پورت نوری ندارندو دارای پورت AUI هستند نیاز به مبدل خاص مانند شکل روبروست. تصویر بعدی کاربرد این مبدل را بین یک هاب نوری و کارت شبکه کامپیوتر نشان می دهد.

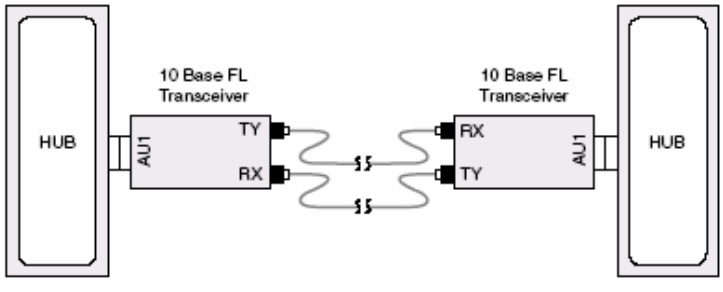


ج) اینترفیس شبکه

کارت شبکه 10Base-FL دارای دو پورت نوری TX,RX است که کانکتورها مستقیماً به آن متصل می شوند.

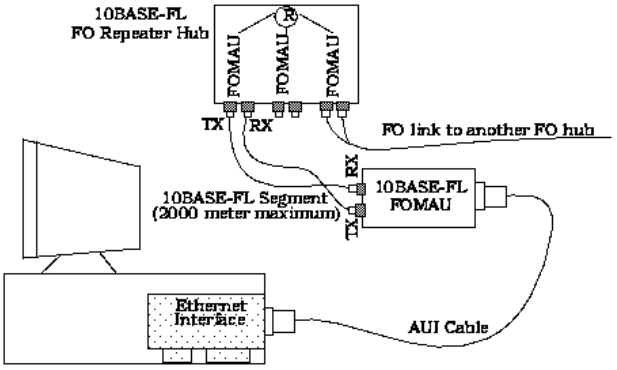
د) توپولوژی

اتصال بصورت P-t-P که مخفف Point-to-Point است می باشد بعبارت دیگر فیبر از پورت ارسالTx یک وسیله به پورت Rx وسیله دیگر متصل می شود.. پس هر سگمنت ماکزیمم دو Node دارد.



بدینصورت امکان ایجاد توپولوژی های مختلف مانند Star و Ring نیز با فیبر وجود دارد.

ه)ماکزیمم فاصله



در 10Base-FLطول هر سگمنت یعنی فاصله بین هر دو وسیله ۲۰۰۰ متر است. ولی طول کلی شبکه بدلیل وجود Collision Domain شبیه 10Base-T نیاز به محاسبه دارد.

۳-٦ لایه فیزیکی 100 BASE –T

قبل از هر چیز لازم است این نکته بخاطر سپرده شود که Fast Ethernet چه نوع مسی و چه نوع نوری آن شبکه ای است مبتنی بر تکنولوژی سوئیچینگ (Switch- Based) . کاربرد سوئیچ در شبکه اترنت ویژگی های آن را از ابعاد مختلف از جمله طول کابل تحت تاثیر قرار می دهد و محدودیت های تصادم را بر طرف می سازد . به این موضوع در فصل های بعد خواهیم پرداخت .

همانطور که در فصل قبل اشاره شد برای Fast Ethernet روی کابل مسی دو نسخه عرضه شده است یکی 100Base-T4 که می تواند روی کابل 10Base-T نیز اجرا شود و دیگری 100Base-TX که نیاز به کابل رده بالاتر دارد . اگر برای 10Base-T کابل Cate3 بکار برده شده می توان بدون تعویض کابل شبکه را با سخت افزار جدید به 100Base-T4 ارتقاء داد بدیهی است در این حالت هر ۴ زوج سیم کابل مورد استفاده قرار می گیرند البته حتی با وجود استفاده از ۴ زوج ، این شبکه Full Duplex را ساپورت نمی کند.

100Base-T4 موضوع بحث ما نیست و در اینجا صرفاً 100Base-TX را مورد بررسی قرار می دهیم.

الف) کابل

کابل مورد استفاده می تواند Cate5 و Cate5e و Cate6 باشد همه این کابل ها دارای ۸ رشته سیم هستند که بصورت ۴ زوج بهم تابیده تحت یک روپوش قرار گرفته اند .از نظر ظاهری بجز در رنگ روپوش و کد نوشته شده روی آن تفاوت دیگری بین این کابل ها نمیتوان مشاهده کرد .

Cate5	
Cate5e	
Cate6	

مشخصات فنی این کابل ها با هم متفاوت است که جزئیات آن بعداً ذکر خواهد شد. کابل Cate5 سرعت 10Mbps , 100 Mbps و کابل Cate6 علاوه بر دو سرعت فوق 1000Mbps را نیز ساپورت می کند.جدول بعد برخی از پارامترهای این کابل ها را مورد مقایسه قرار داده است برای شناخت پارامترهای دقیق مورد مقایسه مانند NEXT و ..به توضیحاتی که در ضمیمه در مورد تست کابل ها ادامه آمده است مراجعه نمایید.

Specification of Various Cable Categories				
Parameter	Category 5	Category 5E ('568-A-5)	Category 6	Category 7
Specified frequency range	1-100 MHz	1-100 MHz	1-250 MHz	1-600 MHz
Attenuation	24 dB	24 dB	21.7 dB (36 dB)	20.8 dB (54.1 dB)
NEXT	27.1 dB	30.1 dB	39.9 dB (33.1 dB)	62.1 dB (51 dB)
Power-sum NEXT	N/A*	27.1 dB	37.1 dB (30.2 dB)	59.1 dB (48 dB)
ACR	3.1 dB	6.1 dB	18.2 dB (-2.9 dB)	41.3 dB (-3.1 dB)**
Power-sum ACR	N/A	3.1 dB	15.4 dB (-5.8 dB)	38.3 dB (-6.1 dB)**
ELFEXT	17 dB	17.4 dB	23.2 dB (15.3 dB)	ffs***
Power-sum ELFEXT	14.4 dB	14.4 dB	20.2 dB (12.3 dB)	ffs***
Return loss	8 dB	10 dB	12 dB (8 dB)	14.1 dB (8.7 dB)
Propagation delay	548 nsec	548 nsec	548 nsec (546 nsec)	504 nsec (501 nsec)
Delay skew	50 nsec	50 nsec	50 nsec	20 nsec

در کاربردهای صنعتی از نوع شیلددار کابل های فوق استفاده می شود.

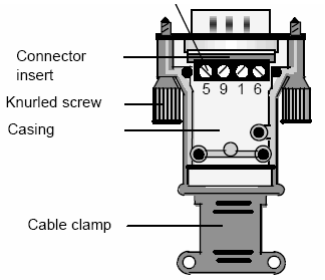
زوج بندی و رنگ سیم ها در کابل های Cate5 و Cate5E و Cate6 معمولاً یکسان بوده و بصورت زیر است:

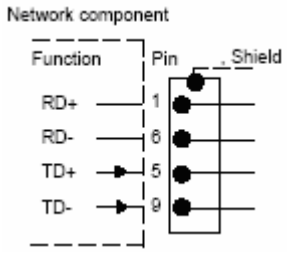
سبز – سفیدسبز	GRN , WHT/GRN
نارنجی – سفید نارنجی	ORG , ORG/WHT
قهوه ای –سفید قهوه ای	BRN , BRN/WHT
آبی –سفید آبی	BLU , BLU/WHT

100Base-Tx امکان Full Duplex را نیز بصورت optional فراهم می کند بنابراین لازم است هر ۴ زوج سیم کابل به کانکتور اتصال یابد. بدینطریق مسیر ارسال با مسیر دریافت جدا خواهد بود اما صرفاً انجام اتصالات کافی نیست بایستی کارت شبکه و هاب نیز قابلیت Full Duplex داشته باشند.

ب) کانکتور و اتصالات

اگر کابل UTP باشد کانکتور از نوع RJ45 و اگر کابل از نوع STP باشد کانکتور از نوع 9 pin –D sub میباشد.





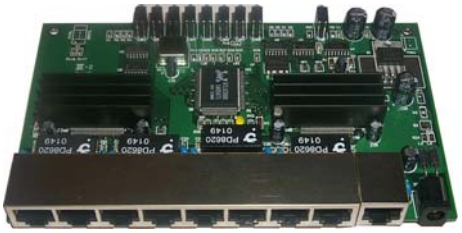
توجه شود که در اتصال وسیله به هاب یا سوئیچ اتصالات کانکتور یک به یک است ولی اگر دو وسیله مستقیماً به یکدیگر متصل شوند اتصالات بصورت Cross است یعنی Transmit هر طرف به Receive طرف مقابل متصل می گردد.

ج) اینترفیس شبکه

کارت های این شبکه معمولاً دو حالته هستند و 10/100 Mbps را ساپورت می کنند.

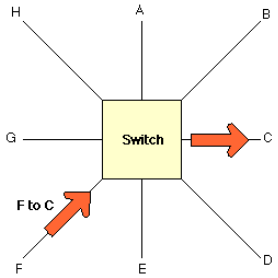
د) توپولوژی

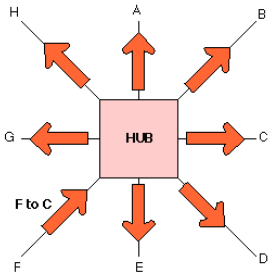
توپولوژی اتصال مشابه 10Base-T است یعنی بصورت ستاره . این توپولوژی توسط سوئیچ شکل می گیرد. تفاوت عمده سوئیچ با هاب در اینست که هاب دیتا را به تمام پورت های خود انتقال می دهد در حالیکه سوئیچ با توجه به آدرس دیتا فقط آنرا به پورتی انتقال میدهد که مقصد از آنجا قابل دسترس است. (فایل فلش ضمیمه با نام Hub & Switch را ببینید) سوئیچ دارای یک جدول آدرس داخلی است که در آن آدرس وسایل متصل به پورتهای خود را ذخیره کرده است . ویژگی دیگر سوئیچ آنست که دیتا را ابتدا ذخیره و سپس انتقال



میدهد از این لحاظ تاخیر بیشتری نسبت به هاب و ریپیتر دارد ولی مزیتش اینست که اگر دیتا خراب باشد از انتشار آن جلوگیری می نماید. همه نکات فوق موجب شده که سوئیچ ترافیک شبکه را تا حد زیادی کاهش دهد و در نتیجه تصادم کمتری رخ دهد.

تفاوت هاب و سوئیچ در شکل زیر نشان داده شده است:





و) ماکزیمم طول شبکه

در این شبکه نیز ماکزیمم طول کابل بین وسیله تا سوئیچ صد متر است اگر چه طول کلی شبکه همانند 10Base-T نیاز به محاسبه دارد ولی این طول نسبت به 10base-T می تواند بیشتر باشد زیرا وجود سوئیچ باعث میشود که Collision Domain به پورت سوئیچ ختم شود. به هر حال در قسمتی از شبکه که از ریپیتر و هاب استفاده شده لازم است محاسباتی انجام شود و تاخیرات ناشی از المانهای واسط بین دو Node که از هم فاصله بیشتری دارند جمع گردد نتیجه باید در فرمول زیر صدق کند:

Repeatr Delays + Cable Delays + NIC Delays +Safety Factor (5 bits minimum) <2.56 ms

بعنوان نمونه تاخیر برخی وسایل در جدول روبرو آورده شده است

Component	Maximum Delay (µs)
Fast Ethernet NIC	0.25
Fast Ethernet Switch Port	0.25
Class I Repeater	0.7 max
Class II Repeater	0.46 max
UTP Cable (per 100 m/330 ft)	0.55
Multimode Fibre (per 100 m/330 ft)	0,50

ه) ماکزیمم تعداد وسایل

با توجه به ویژگی های سوئیچ از آنجا که دامنه تصادم به پورت سوئیچ ختم می شود می توان تعداد زیادی وسیله را شبکه کرد و محدودیت هایی مانند 10Base-T ندارد.

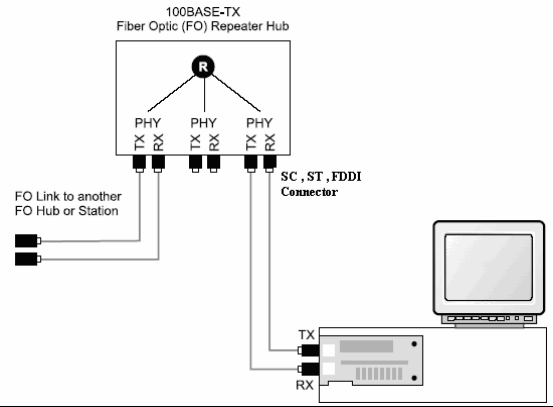
۳-۷ لایه فیزیکی 100 BASE –FX

الف) کابل

این شبکه از کابل MMF (مخففMulti Mode Fiber) از نوع 62.5/125 میکرومتر استفاده می کند . البته همانطور که برای 10Base-FL ذکر شد میتوان از فیبر های دیگر نیز استفاده کرد ولی فاصله کمتری را ساپورت می کنند. طول موج نور برای این کابل 1300 نانو متر است. فیبر SMF (مخفف Single Mode Fiber) نیز برای مسافت های زیاد قابل استفاده است که البته گرانقیمت تر است.

ب)کانکتور و اتصالات

انواع کانکتور قابل استفاده مشابه 10Base-FL می تواند SC ، ST و FDDI باشد.

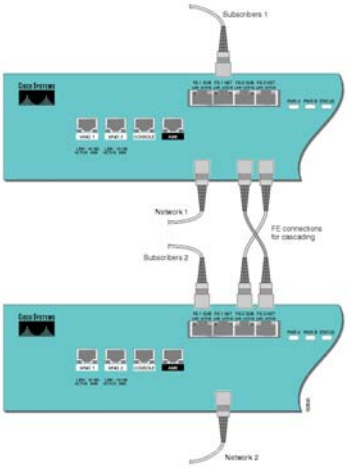


ج)اینترفیس شبکه

کارت شبکه با قابلیت اتصال مستقیم به فیبر نوری

د)توپولوژی

مشابه توپولوژی های ذکر شده برای 10Base-FL میباشد. سوئیچ های نوری با اتصال به یکدیگر شبکه زیرساخت Backbone را بوجود می آورند.



د)ماکزیمم طول شبکه

با فیبر multimode ماکزیمم طول بصورت زیر است :

- وسیله تا Hub : ۱۶۰ متر
- وسیله تا سوئیچ : ۲۱۰ متر
- سوئیچ تا سوئیچ بصورت Half Duplex : ۴۱۲ متر
- سوئیچ تا سوئیچ بصورت Full Duplex : ۲۰۰۰ متر

توجه شود که در استاندارد IEEE802.3u استفاده از فیبر Singlemode مطرح نشده است ولی بسیاری از سازندگان اتصال سوئیچ تا سوئیچ را با فیبر Singlemode تا ۲۰ کیلومتر را امکان پذیر ساخته اند.

مقایسه کلی خانواده 10Base و خانواده 100Base

	Ethernet	Fast Ethernet
IEEE standard	802.3	802.3u
Data rate	10 Mbps	100 Mbps
Duration of a bit	100 ns	10 ns
Access technique	CSMA/CD	
Longest packet	1518 bytes	
Shortest packet	64 bytes	
Address field length	48 bytes	
Topology	Bus, star, tree	Star, tree
Supported media	Coax: 10BASE5 Twisted pair: 10BASE-T FO: 10BASE-FL	Twisted pair: 100BASE-TX FO: 100BASE-FL
Max. network span	4520 m	412 m
Max. TP cable length	100 m	100 m
Max. FO cable length HDX2)	2000 m	412 m (point-to-point)
Max. FO cable length FDX2)	2000 m	2000 m

٤- روش کدینگ و سیگنالینگ در اترنت

مشتمل بر :

٤-١ کدینگ و سیگنالینگ در 10Base

٤-٢ کدینگ و سیگنالینگ در 100Base-FX

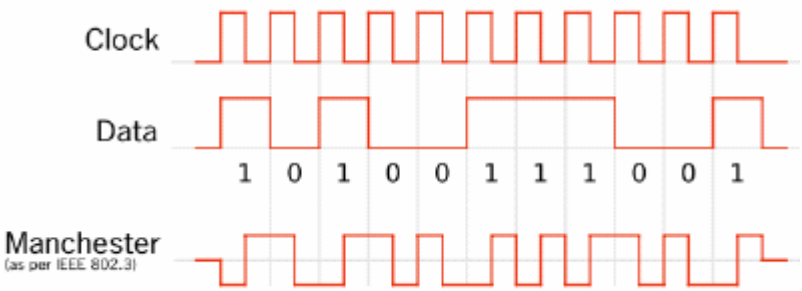
٤-٣ کدینگ و سیگنالینگ در 100Base-TX

روش کدینگ و سیگنالینگ در اترنت

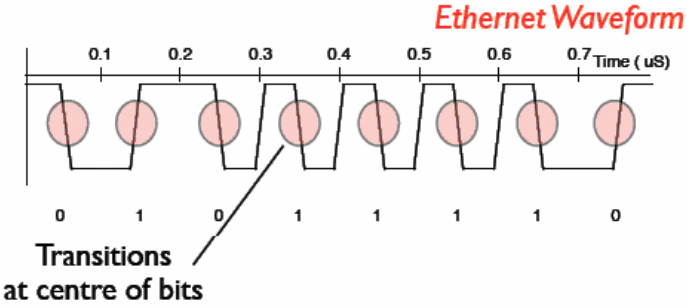
برای پروتکل های مختلف اترنت ، کدینگ سیگنال (یعنی صفر و یک منطقی در لایه فیزیکی) با روش های مختلف انجام می شود .

٤-١ کدینگ و سیگنالینگ در 10Base

برای 10Base کدینگ منچستر بکار میرود که با سیگنالینگ تفاضلی ۵ ولت ارسال میشود . درکدینگ منچستر یک پالس ساعت با فرکانس مناسب (مثلاً برای 10base با فرکانس 20Mhz) روی باس وجود دارد که با رشته های دیتا XOR میشود در سیگنال منتجه در وسط Time Bit ، لبه بالا رونده معرف یک منطقی و لبه پایین رونده معرف صفر منطقی است. توجه شود که تغییر لبه در ابتدا و انتهای Time Bit بعنوان سیگنال در نظر گرفته نمیشود.



طبق IEEE802.3 سیگنال صفر و یک روی کابل کوآکس بین 0 تا 2.5- ولت و روی کابل TP بین 2.5- تا 2.5+ ولت تغییر می یابد.



٤-٢ کدینگ و سیگنالینگ در 100Base-FX

در 100Base-FX کدینگ 4B/5B همراه با سیگنال NRZI بکار می رود.در کدینگ 4B/5B هر بایت به دو nibble شکسته میشود و هر ۴ بیت به ۵ بیت کد میشود به این ۵ بیت Code Bit می گویند.

روش کدینگ بصورتی است که شرایط زیر در آن برقرار است :

- در هر Code Bit حداقل دو تغییر وضعیت (لبه) سیگنال وجود دارد.
- در هر Code Bit بیش از ۲ صفر متوالی وجود ندارد.
- درCode Bit های متوالی بیش از ۳ صفر متوالی وجود ندارد.

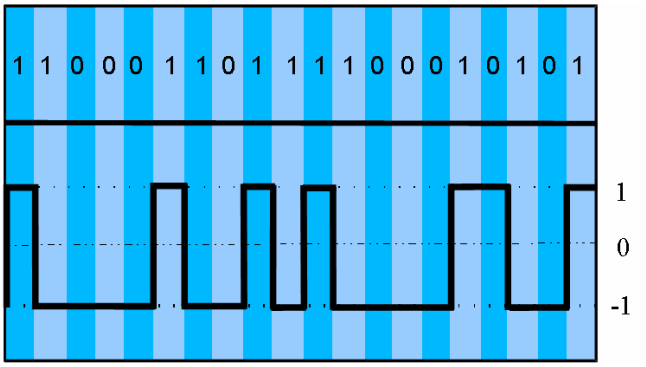
شکل زیر 4B/5B را همراه با NRZI نشان می دهد:

Data Input (4 bits)	Code Group (5 bits)	NRZI pattern	Interpretation
0000	11110		Data 0
0001	01001		Data 1
0010	10100		Data 2
0011	10101		Data 3
0100	01010		Data 4
0101	01011		Data 5
0110	01110		Data 6
0111	01111		Data 7
1000	10010		Data 8
1001	10011		Data 9
1010	10110		Data A
1011	10111		Data B
1100	11010		Data C
1101	11011		Data D
1110	11100		Data E
1111	11101		Data F
	11111		Idle
	11000		Start of stream delimiter, part 1
	10001		Start of stream delimiter, part 2
	01101		End of stream delimiter, part 1
	00111		End of stream delimiter, part 2
	00100		Transmit error
	other		invalid codes

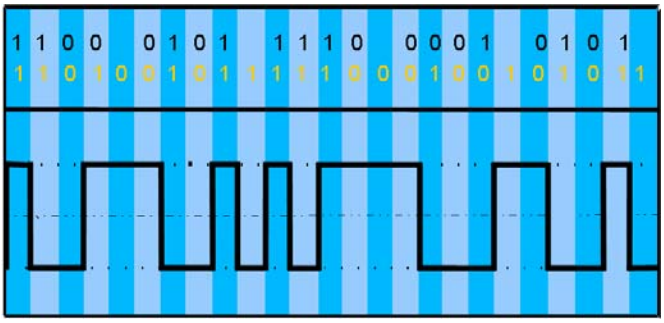
روش سیگنالینگ NRZI : NonReturn to Zero – Inverted

در این روش:

- سیگنال بین منفی و مثبت تغییر می کند و به صفر بر نمی گردد.
- یک منطقی با تغییر لبه سیگنال (از منفی به مثبت) در ابتدای Bit Time ساخته می شود و در وسط bit time مجددا لبه از مثبت به منفی بر می گردد.
- برای صفر منطقی هیچ تغییر لبه ای اتفاق نمی افتد.



در این روش اگر تعداد صفر های متوالی زیاد باشد ممکن است سنکرون سازی از بین برود یعنی شروع و پایان بیت ها مشخص نشود بنابر این برای نمایش شروع و پایان بسته دیتا نیاز به تغییر وضعیت سیگنال وجود دارد.
وقتی کدینگ 4B/5B همراه با NRZI بکار میرود مشکل فوق برطرف می گردد زیرا بیش از ۳ صفر متوالی در بسته دیتا وجود ندارد. شکل زیر نحوه کد شدن سیگنال C5E5 هگز را نشان می دهد



NRZI ممکن است دارای مقدار DC ثابت باشد.

۳-٤ کدینگ و سیگنالینگ در 100Base-TX

در 100Base-TX کدینگ 4B/5B همراه با سیگنال MLT-3 بکار می رود. روش کدینگ 4B/5B به همان صورت است که برای 100Base-FX ذکر شد در اینجا صرفاً به روش سیگنالینگ MLT-3 می پردازیم.

روش سیگنالینگ MLT-3 : Multi Level Transition

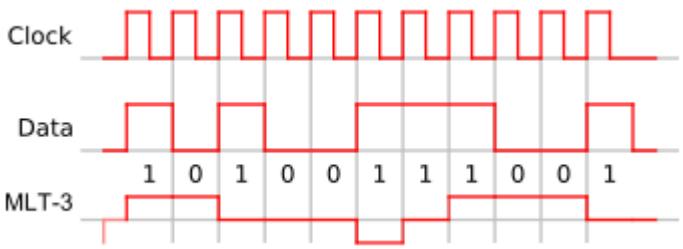
برخلاف NRZ که از دو سطح سیگنال (-1,+1) استفاده می کند MLT-3 سه سطح سیگنال (-1,0,+1) را بکار می برد.بنابراین MLT-3 چهار حالت دارد:

- Low to Middle یا از 1- به 0

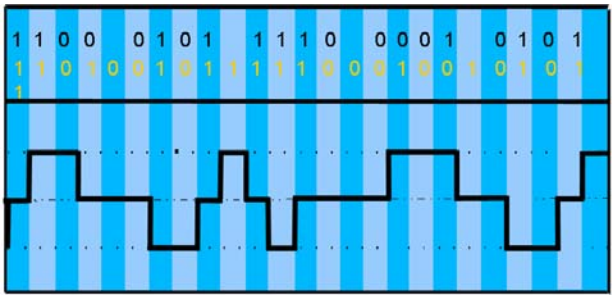
- Middle to High یا از 0 به +1
- High to Middle یا از +1 به 0
- Middle to Low یا از 0 به -1

اصول کار بدینصورت است که :

- وقتی یک برسد به وضعیت بعدی می رود
- وقتی صفر برسد وضعیت فعلی را حفظ می کند



مثال دیگر در شکل زیر آمده است:



تذکر : روش کدینگ در 100Base-T4 بصورت 8B/6T است که موضوع بحث ما نمی باشد.

مقایسه ای از ویژگی های سه نوع شبکه اترنت در جدول زیر آمده است:

Ethernet Physical Layers			
Variables	**10BASE-T**	**100BASE-TX**	**100BASE-FX**
Data Rate	10 Mbps	100 Mbps	100 Mbps
Encoding	Manchester	4B/5B	4B/5B
Signaling	5V Differential	MLT-3	NRZI
Wires	4	4	2 (Fibers)
Cable	Cat. 3 UTP	Cat. 5 UTP	62.5/125µm
Connector	RJ-45	RJ-45	SC or ST
Max Segment	100 m	100 m	2 km

۵– ارتباطات منطقی در اترنت

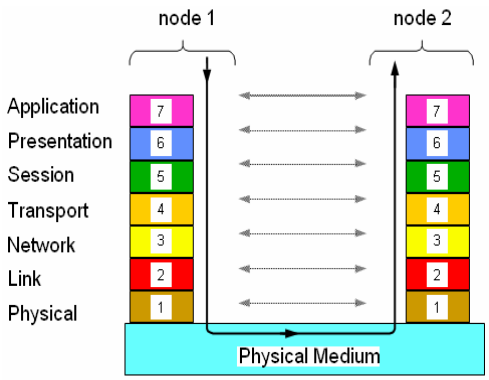
مشتمل بر :

۵–۱ مدل OSI و پروتکل TCP/IP
۵–۲ لایه Data Link در اترنت
۵–۳ لایه Network در اترنت
۵– ٤ لایه Transport در اترنت

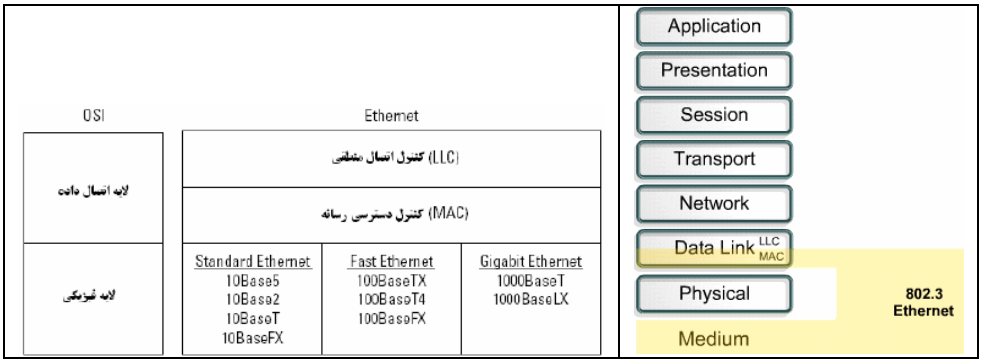
منظور از ارتباطات منطقی در اترنت مباحثی مانند فریم دیتا و نحوه بسته بندی آن طبق مدا OSI و پروتکل TCP/IP ، آدرس MAC و آدرس IP ، نحوه دسترسی به باس و امثال آنهاست که در این قسمت مورد بحث قرار می گیرند. هدف آنست که خواننده محترم با کلیاتی در خصوص منطق عملکرد اترنت آشنا شود جزئیات بیشتر را بایستی در مراجع 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 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 میشودتا 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 وHeader های اضافه شده حذف می گردند تا اصل پیام

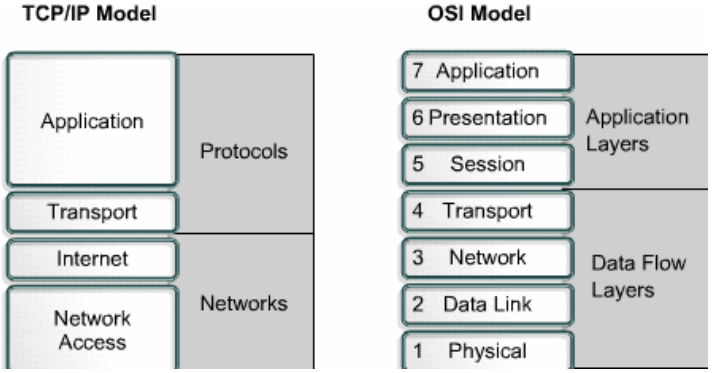


در لایه ۷ برای گیرنده قابل دریافت باشد. (فیلم OSI را در سی دی پیوست ببینید)



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.

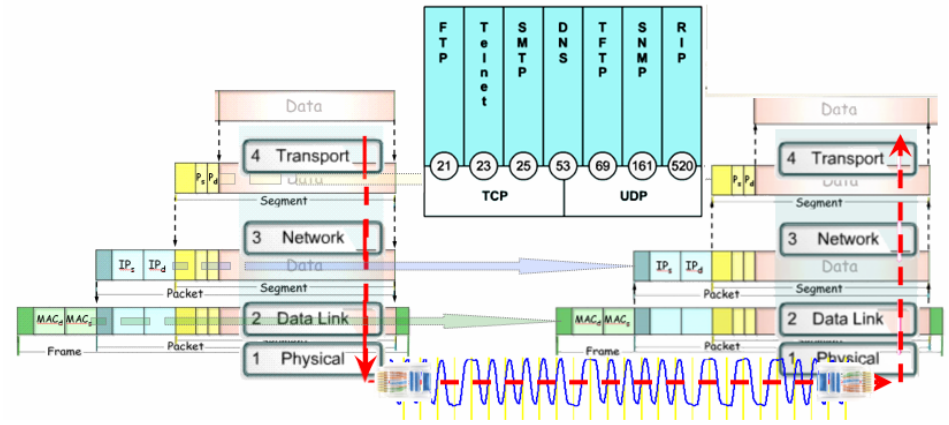
مقایسه بین لایه های TCP/IP و OSI در شکل زیر آمده است.



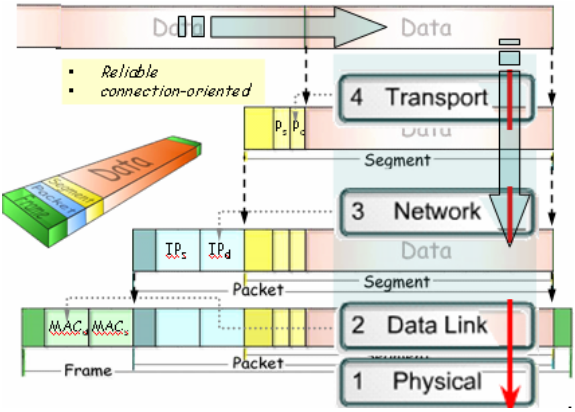
این دو مدل همانطور که در شکل نشان داده شده بصورت لایه بندی هستند و بالاترین لایه در هر دوی آنها لایه Application است . و لایه های دیگری با اسامی مشابه نیز دارند مانند لایه Transport و Network .

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 تبادل 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 نهایتا Packet در لایه ۲ به Frame دیتا 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. Tranceiver و Repeater و Hub از وسایل لایه ۱ هستند. Switch و Bridge مربوط به لایه ۲ و Router مربوط به لایه ۱ می باشند.

۲-۵ 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 سایز 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 وپیکر 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 دیتا ی 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 بصورت01010101 میباشد . 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 میدهدو 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 آدرس1 است.

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

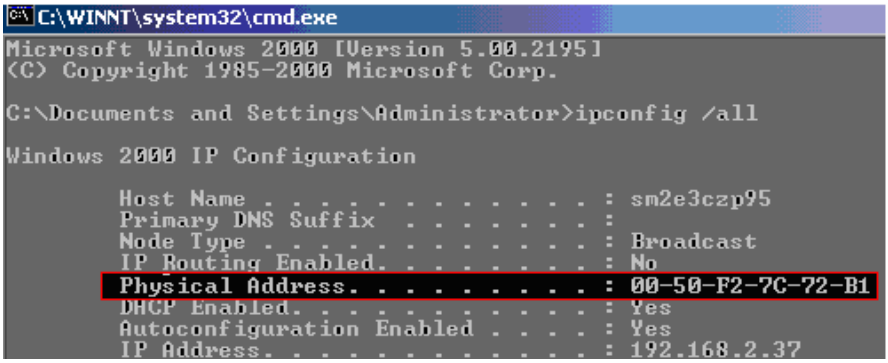
در فریم دیتا ۶ بایت مربوط به آدرس مبدا یک MAC Address ثابت را نشان میدهد ولی برای آدرس مقصد سه حالت فوق الذکر وجود دارد با توجه به توضیحات قبل در حالت Broadcast : آدرس MAC کد هگز FF-FF-FF-FF-FF-FF است که معرف تمام وسایل متصل به باس می باشد و در حالت Multicast سه بایت آخر آدرس یک گروه خاص را نشان می دهد.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



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 2^{24} 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 کنددر 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 میشودچون 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

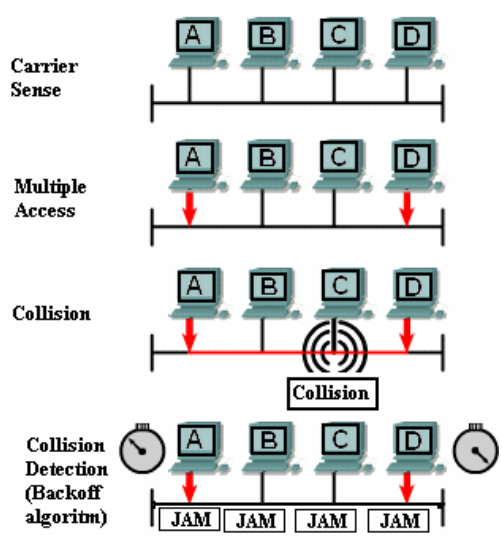
نیز وجود دارد و آن بروز تصادم یا برخورد (Collision) است. در تکنیک Token بدلیل نوبت بندی دقیق هیچگاه بین دیتای ارسالی ایستگاهها برخورد رخ نمی دهد. ولی در روش CSMA بدلیل عدم وجود نوبت بندی بروز تصادم اجتناب ناپذیر است . از اینرو شبکه هایی مانند اترنت که از این تکنیک استفاده می کنند اگر به آرامی بارگذاری 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 الکتریسیته 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 ۱۰۰متر 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 ریپیتر ها 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:

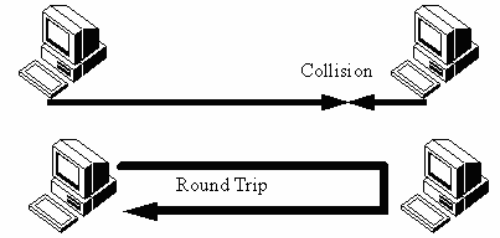
- Listen
- Transmition
- Collision

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

عمل ارسال را شروع کندیعنی به وضعیت Transmition در می آید فرستنده در حین ارسال بطور مداوم جریان باس را چک می کند اگر برخورد پیش بیاید جریان باس بالا می رود مثلاً روی کابل کوآکس وقتی جریان از 24 mA فراتر رود این نشانه بروز تصادم است.در این حالت فرستنده به وضعیت سوم میرود بلافاصله عمل ارسال دیتا را متوقف کرده و شروع به ارسال سیگنال ۳۲ بیتی (که به Jam Signal موسوم است) می نماید. هدف از ارسال سیگنال Jam آنست که گیرنده یا گیرندگانی که بخشی از فریم قبلی را دریافت کرده اند بجای فیلد CRC صحیح سیگنال Jam را بگیرند و در نتیجه فریمی که دریافت نموده اند را دور بریزند.



در هنگام برخورد سیگنال برخورد به سمت ایستگاهها بر می گردد زمان رسیدن سیگنال به ایستگاه بستگی به فاصله آن تا محل برخورد و نیز بستگی به المانهای واسطی که در مسیر قرار دارند از جمله ریپیتر ها دارد.

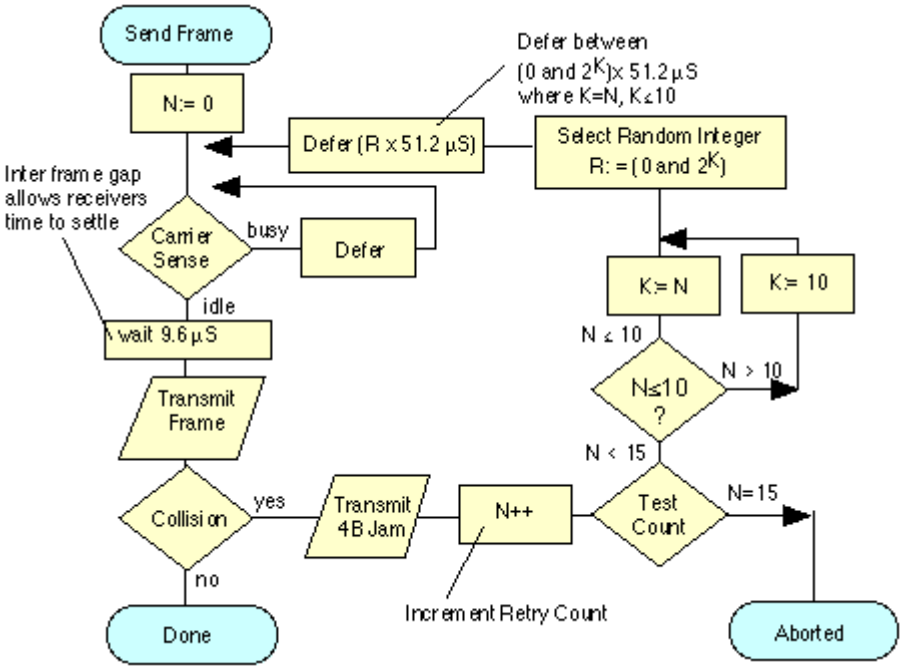


همیشه بایستی بدترین حالت را در نظر گرفت .بعنوان مثال فرض کنید یک ایستگاه اقدام به ارسال کرده و سیگنال آن پس از عبور از ریپیتر در سمت دیگر با دیتای ارسالی از ایستگاه دوم برخورد پیدا کرده است در اینحالت ایستگاه دوم زودتر متوجه برخورد میشود ولی ایستگاه اول تا سیگنال برخورد از مسیر قبلی و با عبور از ریپیتر بازتاب پیدا نکند متوجه تصادم نمی شود. بازتاب سیگنال همانطور که در شکل ترسیم شده به Round Trip موسوم است از اینرو هر سیستمی که دارای قابلیت آشکار سازی تصادم است باید مجهز به کنترل زمان برای بدترین حالت ممکن (تبادل دیتا با دورترین ایستگاه) باشد. در اترنت برای اطمینان از اینکه تصادم به درستی آشکار شود هر ایستگاه بایستی عمل ارسال خود را آنقدر ادامه دهد تا 51.2 میکرو ثانیه سپری شود یعنی برای سرعت 10Mbps (که هر بیت ۱۰۰ نانو ثانیه زمان می برد)لازم است حداقل ۵۱۲ بیت که معادل ۶۴

بایت است ارسال گردد از اینرو اگر حجم دیتا کمتر از ۶۴ بایت باشد تعدادی صفر به انتهای آن اضافه میشود تا به ۶۴ بایت برسد از آنجا که مجموع فیلدهای SA و DA و Length و FCS جمعاً ۱۸ بایت است بنابراین باقیمانده به اندازه ۴۶=۱۸-۶۴ بایت اضافی مورد نیاز است از همینجاست که لزوم وجود صفرهای اضافی تحت عنوان Pad احساس می گردد.. بعبارت دیگر فریم دیتا هم یک حد ماکزیمم دارد و هم یک حد می نیمم. حد می نیمم یعنی پاکت دیتا باید به اندازه ای بزرگ گرفته شود که کل کابل شبکه را قبل از آنکه بیت آخر ارسال شود اشغال نماید.

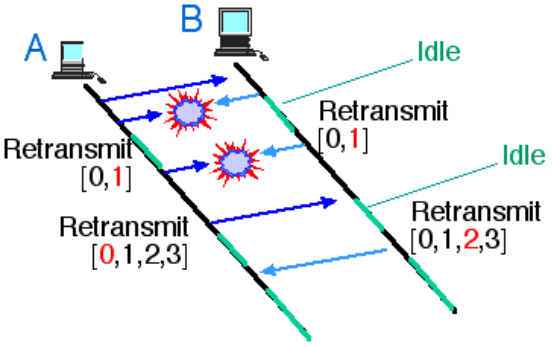
مسئله فوق در شبکه هایی که سرعت آنها از 10Mbps بیشتر است حادتر میشود زیرا به تناسب بالا رفتن سرعت یا بایستی طول کابل کاهش یابد یا مینیمم طول فریم افزایش یابد به این ترتیب مثلاً در شبکه 100Base بایستی یا حداقل طول فریم نسبته به 10base ده برابر شود یعنی ۶۴۰ بایت یا طول شبکه به حدود یک دهم کاهش یابد (به ۴۱۲ متر) .واضح است که مشکل در شبکه گیگا بیت به چه صورت بروز خواهد کرد.البته برای این مشکل چاره اندیشی شده و امروزه با استفاده از تکنولوژی سوئیچینگ محدودیت Collision Domain به مقدار زیادی برطرف گردیده است.

در وضعیت Collision پس از وقوع تصادم بین دو ایستگاه، باس تا زمانی که این دو ارسال مجدد خود را انجام ندهند برای سایر ایستگاهها آزاد نخواهد بود.هر کدام از ایستگاههایی که دیتای آنها دچار برخورد شده با وقوع تصادم ابتدا سیگنال Jam را ارسال نموده سپس به اندازه یک پریود زمانی قبل از ارسال مجدد منتظر می ماند به این پریود زمانی زمان عقب گرد یا Back off میگویند زمان ارسال مجدد طبق یک الگوریتم تصادفی بدست می آید که در فلوچارت زیر ترسیم شده است.



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.



- اگر N از ۱۰ بزرگتر شد K=10 فیکس میشود یعنی تعداد عضو مجموعه ماکزیمم 1024 یعنی {0,1,...,1023} خواهد بود.
- اگر N به ۱۵ رسید تبادل دیتا با خطا متوقف می گردد.

براساس این توضیحات متوجه خواهیم شد که هر چقدر تعداد ایستگاهها روی باس بیشتر میشود ضریب استفاده از باس کاهش می یابد (بدلیل اجرای فلوچارت فوق برای هر تصادم) بنابر این حتی اگر از نظر فیزیکی امکان اتصال وسایل زیادی به یک باس وجود داشته باشد عملاً تا حدی ادامه می دهند که ضریب استفاده از باس در حالت overload کمتر از حدود ۴۰ درصد نشود و تعداد وسیله را به حداکثر ۱۰۲۴ وسیله محدود می کنند.

محدودیت های فوق در شبکه های 10base که فاقد Bridge یا Router یا Switch هستند وجود دارد در صورت استفاده از این وسایل محدودیت ها تا حدی برطرف خواهد شد . زمان ۵۰ میکرو ثانیه فوق که برای اترنت10Mbps استاندارد شده را میتوان توسط Bridge یا Router افزایش داد فانکشن این دو وسیله با فانکشن HuB که یک Repeater است متفاوت است زیرا :

Bridge : شبیه ریپیتر نقش تقویت کنندگی را دارد با این تفاوت که دارای حافظه است بهمین جهت سیگنالهای خراب ناشی از نویز یا تصادم را چک کرده و عبور نمی دهد. Bridge روی شبکه دارای آدرس نیست.

Router:دارای آدرس روی شبکه است و همه ایستگاهها آنرا می شناسند علاوه بر ویژگی های Bridge دارای قابلیت ذخیره و ارسال است (Store and Forward) . این وسیله شبیه یک مرکز هدایت عمل میکند وقتی دیتایی از یک ایستگاه قرار است از طریق Router به ایستگاه دیگر ارسال شود Router پس از دریافت و ذخیره سازی آدرس مقصد را چک میکند و آنرا دقیقاً به پورت یا مسیری که مقصد به آن متصل است ارسال می نماید و بدین طریق تصادم را کاهش میدهد.

توجه شود که Repeater نمیتواند محدودیت فوق را رفع کند زیرا ریپیتر سیگنال را دریافت کرده و فوراً ارسال می کند دارای حافظه نیست و محتویات سیگنال را نیز چک نمیکند هر سیگنالی را تقویت می کند چه دیتا معمولی باشد یا سیگنال ناشی از تصادم.

پس بطور خلاصه برای بهبود Determinism و اطمینان از انتقال دیتا در زمان مناسب در اترنت گامهای زیر برداشته شده است :

- افزایش سرعت از 10 به 100Mbps و بالابردن ظرفیت انتقال
- استفاده از روش Full Duplex با بکاربردن سوئیچ های مدرن استفاده از سوئیچ برای محدود سازی و جدا سازی Collision Domain بخش های مختلف شبکه
- استفاده از سوئیچ بجای هاب برای چک کردن بسته های خراب و عدم ارسال آنها روی شبکه
- استفاده از سوئیچ بجای هاب برای چک کردن آدرس بسته دیتا و ارسال فقط به پورت مورد نظر ونه به همه پورت ها

همه موارد فوق منجر به کاهش ترافیک و به دنبال آن کاهش تصادم روی شبکه می شوند و در نتیجه قطعیت انتقال دیتا در زمان مناسب را بهبود می بخشند.

۵-۳ لایه Network در اترنت

این لایه مسئول ارتباط end-to-end در کل شبکه به هم پیوسته است و مدیریت دیتا را در شبکه بعهده دارد. یک شبکه بزرگ ممکن است از چندین زیر شبکه کوچک تشکیل شده باشد که این زیر شبکه ها توسط واسط هایی مانند Router بهم متصل هستند. لایه Data Link مسئول انتقال فریم در یک زیر شبکه است در حالی که لایه Network مدیریت دیتا بین دو وسیله در کل شبکه را بعهده دارد حتی اگر این دو وسیله روی دو زیر شبکه مختلف قرار گرفته باشند.

فریم ارسالی ممکن است قبل از رسیدن به مقصد از واسط های متصل به زیر شبکه ها عبور کند در این حالت این فریم در لایه Data link به دفعات در طول مسیر ممکن است تغییر کند(تغییر در آدرس مقصد یعنی MAC Address واسط مانند روتر) در حالیکه پاکت لایه network در کل مسیر ثابت می ماند زیرا از پروتکل IP مخفف Internet Protocol که مربوط به TCP/IP است استفاده می کند.توصیه میشود خواننده محترم برای فهم بهتر موضوع فایل فلش موجود در سی دی ضمیمه با نام Packet Traveling on Network را بدقت مشاهده نماید.

اهم وظایف لایه Network عبارتست از :

- آدرس دهی : آدرس مبدا و مقصد به دیتا اضافه میشود . این آدرس ها منطقی هستند که به IP Address موسوم می باشند و با آدرس های فیزیکی لایه دوم که به MAC Address موسوم هستند متفاوت می باشند. آدرس IP مقصد در طول مسیر تغییر نمی کند ولی MAC Address ممکن است تغییر کند. آدرس IP در ادامه تشریح خواهد شد.

- Fragmentation یا خرد کردن : این لایه دیتا را به چند بخش بصورتی تقسیم می کند که تکه های حاصل برای انتقال توسط لایه دیتا لینک مناسب باشند. هر تکه یک پاکت شده و به مقصد ارسال میشود.وقتی تمام قسمتها در مقصد دریافت شدند اسمبل شده و دیتا اصلی را تشکیل می دهند.
- مسیر یابی یا Routing : یعنی هدایت دیتا از مسیر مناسب در شبکه های بهم پیوسته

IP Address در لایه Network

در مدل TCP/IP پروتکل IP برای یافتن بهترین مسیر ارتباطی بویژه وقتی از Router ها استفاده می شود بکار می رود.

IP دارای دو نسخه است IPv4 که هم اکنون استفاده میشود و در سال ۱۹۸۰ ارائه شده تعداد زیادی آدرس را پوشش می دهد. نسخه جدیدترکه در ۱۹۹۲ عرضه شده IPv6 است که در آن آدرس هایی بیش از IPv4 قابل تعریف است. در کاربرد های صنعتی که حوزه شبکه بسیار وسیع نیست معمولاً از همان IPv4 استفاده می کنند.

در IPv4 آدرس بصورت ۳۲ بیتی است که هر ۸ بیت (یک بایت) آن بصورت عدد دسیمال نوشته می شود و با علامت . از دیگری جدا شده است .

هر وسیله دارای یک آدرس IP است که بایستی در کل شبکه منحصر به فرد باشد ممکن است این آدرس بصورت ثابت تعریف شود و در عین حال ممکن است هر بار آدرس جدیدی به آن اختصاص داده شود.

بطور کلی بین آدرس IP و آدرس MAC تفاوتهای زیر وجود دارد:

MAC Address	IP Address
در لایه ۲ یعنی Data Link اضافه میشود	در لایه ۳ یعنی Network اضافه می شود.
۶ بایت است و بصورت کد هگز نمایش داده میشود مانند: 80-01-0B-A1-CE-02	۴ بایت است و بصورت عدد دسیمال نمایش داده میشود مانند : 192.168.0.19
فیزیکی است و توسط سازنده اختصاص داده میشود	منطقی است و توسط کاربر تعیین می گردد
در فریم دیتایی که در یک شبکه بزرگ از مسیر یاب ها می گذرد این آدرس تغییر می کند	در پاکت دیتا همواره ثابت می ماند.

برای آدرس IP کلاس های مختلفی استاندارد شده است که سه کلاس آن مرسوم تر از سایرین است و به کلاس های A و B و C معروف هستند .در هر کدام از کلاس های فوق آدرس IP دارای رنج مشخصی است بعلاوه همراه با آدرس IP کد دیگری بعنوان Subnet Mask وجود دارد که معرف کلاس آن می باشد.

Class	IP Address	Subnet Mask	توضیح
A	0.x.x.x to 126.x.x.x	255.0.0.0	استفاده در شبکه های بزرگ
B	128.x.x.x to 191.254.x.x	255.255.0.0	استفاده در شبکه های متوسط
C	192.0.1.x to 223.255.254.x	255.255.255.0	استفاده در شبکه های کوچک

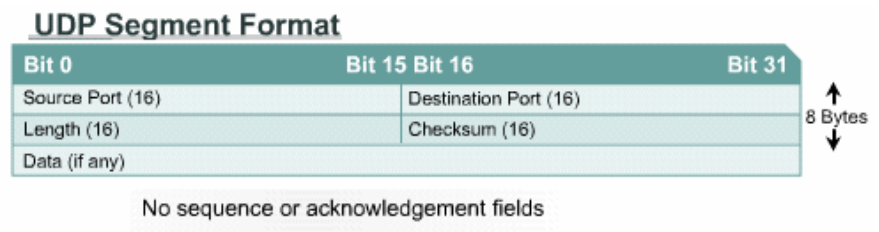
در کلاس A در IP فقط کد اول نشانگر شبکه است بقیه کدها برای وسایل آزاد است بنابراین تعداد زیادی وسیله(بیش از ۱۶ میلیون وسیله) قابل اتصال هستند .در کلاس B دو عدد اول نشانگر شبکه و دو عدد باقیمانده برای وسایل بکار میرودبدین ترتیب حدود ۶۵۰۰۰ وسیله را میتوان در این کلاس شبکه کرد.و در کلاس C فقط عدد آخر برای وسایل بکار میرود بنابراین تعداد کمی وسیله(۲۵۴ وسیله) را می توان با آن شبکه کرد.
توصیه می شود خواننده محترم فیلم های آموزشی مرتبط با بحث IP را در سی دی ضمیمه مشاهده نماید.

۵- ٤ لایه Transport در اترنت

در این لایه از پروتکل TCP/IP استفاده شده است که سرویس های مختلفی را برای این لایه فراهم می سازد پروتکل های این لایه به دو دسته تقسیم میشوند:

- Connection Orientd یا اتصال گرا در این حالت بین دو ایستگاه قبل از تبادل دیتا پیامهایی برای برقراری اتصال رد و بدل می گردد . TCP از این دسته است. Transport Control Protocol
- Connectionless یا بدون اتصال . در این حالت هیچ ارتباط اولیه ای بین دو سیستم قبل از شروع ارسال دیتا وجود ندارد.یعنی فرستنده دیتا را به مقصد ارسال می کند بدون اینکه بداند آیا سیستم مقابل آماده دریافت دیتا هست یا خیر . UDP از این دسته است مخفف User Datagram Protocol

UDP یک سرویس ارتباطی غیر قابل اعتماد است یعنی هیچ تضمینی برای رسیدن دیتا به مقصد وجود ندارد . در حالیکه TCP سرویس قابل اعتمادی است و بدلیل ویژگی هایی مانند استفاده از Acknowledge، کنترل جریان دیتا وآشکار سازی و تصحیح خطا ، دیتا را با اطمینان بالا به گیرنده تحویل می دهد. TCP ترافیک زیادی به باس شبکه تحمیل می کند در حالیکه UDP بدلیل بسته های کوچکتر و Overhead کمتر و عدم نیاز به Acknowlege بار زیادی به باس اعمال نکرده وسرعت بالایی برای انتقال دیتا فراهم می سازد. یکی از کاربردهای UDP برای انتقال جریان طولانی دیتا در مواردی است که اگر برخی پاکت ها بطور اتفاقی از دست رفت مشکلی پیش نیامده و اصل پیام قابل فهم باشد.
فرمت سگمنت UDP هشت بایتی و در مقایسه با فرمت سگمنت TCP که بیست بایتی است کوچکتر است.
شکل زیر ایندو را با هم مقایسه کرده است.



TCP Segment Format

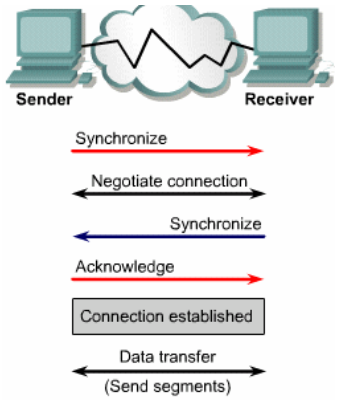
Bit 0	Bit 15 Bit 16	Bit 31
Source Port (16)	Destination Port (16)	
Sequence Number (32)		
Acknowlegement Number (32)		
Header Length (4) / Reserved (6) / Code Bits (6)	Window (16)	
Checksum (16)	Urgent (16)	
Options (0 or 32 if any)		
Data (varies)		

20 Bytes

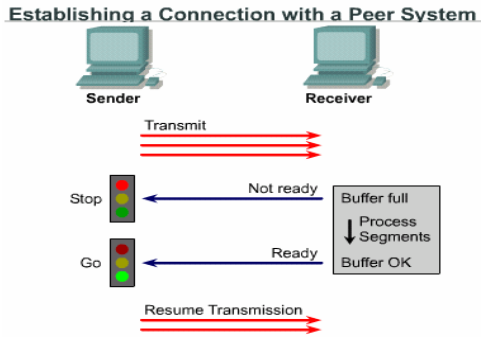
پروتکل TCP در لایه Transport

از آنجا در ارتباط صنعتی کاربرد TCP بیش از UDP لازم است قدری بیشتر به ویژگی های این پروتکل بپردازیم. اهم وظایف TCP در لایه چهارم عبارتست از :

- Segmentation : یعنی دیتای دریافتی از لایه بالاتر را به بخش های کوچکتر تقسیم می کند.
- Flow Control : یعنی کنترل جریان دیتا بصورتی که بافر گیرنده پر نشود چون اگر بافر گیرنده پر شده باشد و باز دیتا ارسال شود بخشی از آن از بین می رود (فیلم های سی دی ضمیمه را ببینید)که این کار از طریق Sliding Window یا پنجره لغزان انجام می شود این کار همانند توافق نامه ای بین فرستنده و گیرنده است که دیتا با چه جریانی ارسال شود تا ازبین نرود.
- Reliability : یعنی قابلیت اطمینان برای انتقال درست سگمنت های دیتا . این کار با اضافه کردن شماره توالی Sequence Number که نشان دهنده اینست که این سگمنت چندمین بخش دیتاست و نیز استفاده از Acknowlege در ارسال سگمنت ها انجام میشود.

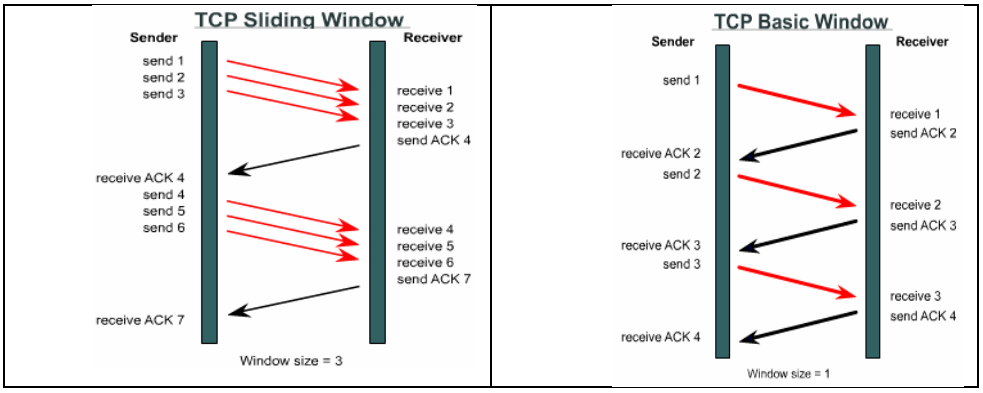


TCP یک پروتکل Connection Oriented است یعنی قبل از ارسال دیتا باید اطمینان از برقراری ارتباط وجود داشته باشد به همین منظور در ابتدا بین گیرنده و فرستنده مذاکره کوتاهیNegotiate انجام میشود که به آن Handshaking میگویند شکل روبرو.

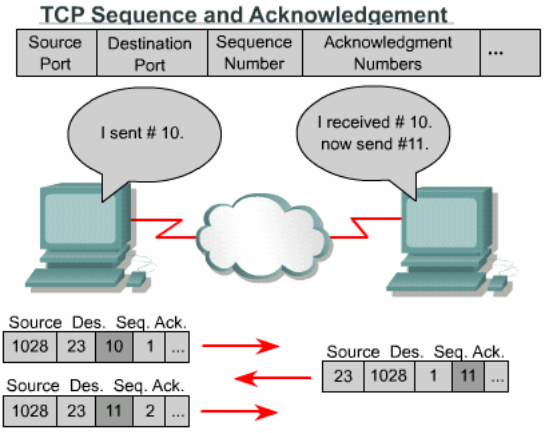


در صورت برقراری ارتباط عمل ارسال شروع میشود ولی همراه با ارسال جریان دیتا با فیدبکی که از سمت گیرنده می آید توسط فرستنده کنترل میگردد. شکل روبرو

کنترل جریان دیتا اصطلاحاً توسط Windowing انجام میشود. اگر Window=1 باشد معنایش اینست که فرستنده پس از هر ارسال بایستی منتظر تاییدیه Ack از گیرنده باشد(شکل زیر) بدیهی است این امر اگرچه ارتباط را کند می سازد ولی از پر شدن بافر گیرنده جلوگیری بعمل می آید. اگر Window=3 باشد به این مفهوم است که پس از هر سه بار ارسال یک Ack دریافت می گردد . اگر در این حالت فرستنده پس از سه بار ارسال Ack دریافت کند می فهمد که گیرنده دیتا را دریافت نکرده لذا دیتا مجدد ارسال می گردد ولازم است سرعت نیز کمتر شود . بر همین اساس سایز window بطور دینامیک بسته به شرایط ممکن است در طول ارتباط تغییر یابد.



همانطور که ذکر شد TCP دیتا را به سگمنت های کوچکتر می شکند و به هر قسمت به ترتیب یک شماره میدهد تا گیرنده پس از دریافت سگمنت ها آنها را بترتیب شماره به هم بچسباند و دیتای اصلی دریافت شود.



اگر در بین شماره سگمنت ها یک شماره مفقود شود در اینصورت فرستنده مجدداً اقدام به ارسال آن سگمنت خواهد کرد. بعنوان مثال فرض کنید Window=3 است مراحل کار بصورت زیر خواهد بود:

۱. فرستنده پاکتهای ۱و۲و۳ را می فرستد
۲. گیرنده Ack خود را با درخواست پاکت ۴ اعلام می کند.
۳. فرستنده پاکت ۴ و۵ و۶ را ارسال می کند
۴. گیرنده فقط پاکت ۴ و۶ را می گیرد و از اینرو در Ack پاکت ۵ را در خواست میکند.
۵. فرستنده پاکت ۵ را ارسال می کند و منتظر Ack می ماند تا پاکت های ۷ و ۸ و۹ را بفرستد.

پورت ها در لایه Transport

یکی از وظایف لایه transport تعیین پروتکل یا فرآیندی است که دیتا را تولید نموده است. هم TCP و هم UDPاین کار را با مشخص کردن یک شماره پورت که به هر پیام منتسب می گردد انجام میدهندو بدین صورت نوع سرویس مشخص می گردد. این پورت ها پورت های سخت افزاری کامپیوتر نیستند بلکه فقط اعداد مرجعی هستند که به یک سرویس خاص اشاره می کنند. مثلاً پورت ۲۱ برای FTP و پورت ۲۳ برای Telnet و پورت ۸۰ برای http بکار میرود. شماره پورت ها می تواند عدد صحیحی بین صفر تا ۶۵۵۳۵ باشد. کاربر می توان بجز اعداد رزرو شده سایر اعداد (معمولاً مقادیر بزرگتر از ۱۰۲۴) را برای سرویسهای خاص مورد نظر خود بکار ببرد .

۶- اجزای سخت افزاری شبکه اترنت صنعتی

مشتمل بر:

٦-١ اجزای سخت افزاری 10Base5
٦-٢ اجزای سخت افزاری 10Base-T
٦-٣ اجزای سخت افزاری 10Base-F
٦-٤ اجزای سخت افزاری 100Base-TX
٦-٥ اجزای سخت افزاری 100Base-FX

معرفی اجزای سخت افزاری شبکه اترنت صنعتی زیمنس

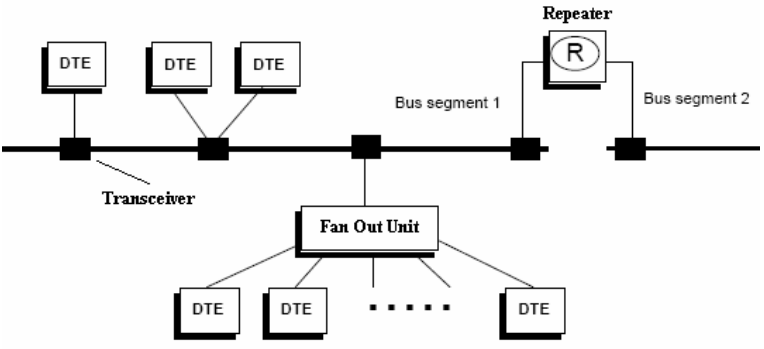
در این قسمت به معرفی تجهیزات مختلف مورد استفاده در شبکه اترنت صنعتی زیمنس می پردازیم. کابل ها ، کارت های شبکه ، هاب ها و سوئیچ های صنعتی از جمله این تجهیزات هستند .

در معرفی این تجهیزات صرفاً به نسخه هایی از اترنت صنعتی می پردازیم که در اتوماسیون صنعتی کاربرد وسیع پیدا کرده اند یعنی 10Base5 و 10Base-T و 100Base-TX و 100Base-FX . از اینرو سایر موارد از جمله 10Base2 که کاربرد آنها در اتوماسیون صنعتی کمتر بوده و خانواده گیگا بیت 1000Base که تا زمان نگارش کتاب هنوز در اتوماسیون صنعتی کاربرد زیادی پیدا نکرده اند مورد بحث قرار نمی گیرند.

٦-١ اجزای سخت افزاری 10Base5

شبکه 10Base5 قدیمی ترین نوع اترنت صنعتی است این شبکه قبلاً در زیمنس به شبکه SinecH1 موسوم بوده است. مهمترین تجهیزاتی که در شبکه 10Base5 مورد استفاده قرار می گیرند را می توان بصورت زیر لیست نمود:

- Transceiver وسیله ارتباط دهنده وسیله DTE به شبکه
- کابل Triax که بین ترانسیور ها کشیده میشود.
- کارت شبکه روی وسیله DTE
- کابل AUI که کارت شبکه را به Transceiver وصل می کند
- Fan Out Unit رابط بین چند وسیله با یک ترانسیور
- Repeater برای اتصال چند سگمنت شبکه به یکدیگر

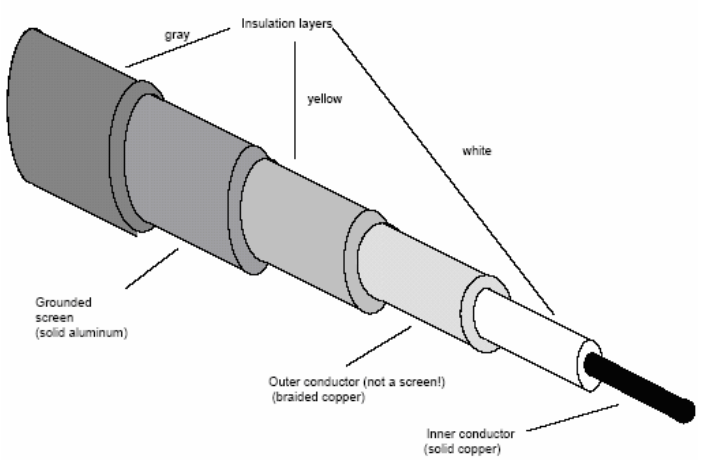


الف) کابل Triax

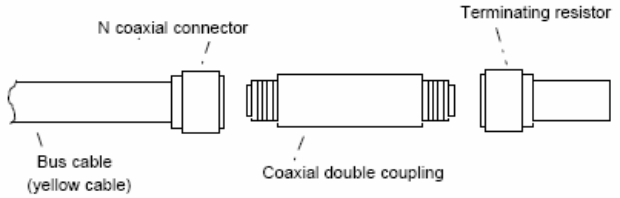
این کابل که در زیمنس به کابل 0-727 موسوم است و با پوششی به رنگ زرد عرضه شده بصورت سه لایه هادی هم مرکز است که با عایق از یکدیگر جدا شده اند و با کابل های کوآکس که در شبکه اترنت معمولی

استفاده شده متفاوت می باشد. هادیهای لایه اول و دوم برای دیتا و هادی لایه سوم یعنی آخرین هادی برای Ground بکار میرود.مشخصات فنی این کابل مطابق با استاندارد IEEE802.3 و بصورت زیر می باشد:

Electrical data at 20 oC:	
Impedance	50 Ω + 2 Ω
Relative propagation speed	0.78
Attenuation	at 10 MHz <16 dB/km at 5 MHz <12 dB/km
Transfer impedance	at 10 MHz <0.01 mΩ/m at 5 MHz <0,1 mΩ/m
Loop resistance of 500 m segment (inner and outer conductor)	< 4 Ω
Permitted permanent current on screen conductor (Al)	<35 A (DC)



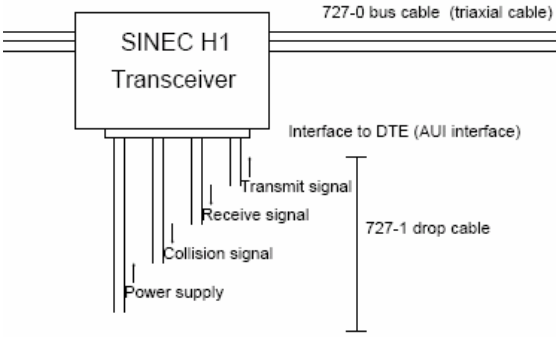
در استفاده از این کابل دقت شود که حداقل فاصله بین دو ترانسیور 2.5 متر است . فاصله های بیشتر لازم است مضربی از 2.5 باشند برای این منظور نشانه های رنگی روی کابل در فواصل 2.5 متری مشخص گردیده است. ابتدا و انتهای کابل 0-727 نیاز به ترمینیتور دارد که یک مقاومت ۵۰ اهمی است اگر ترمینیتور متصل نشود شبکه بدلیل بروز تصادمات بین دیتا ها که بعضی ناشی از برگشت سیگنال ها هستند با مشکل مواجه می شود. ترمینیتور خاص این شبکه همراه با کانکتور های واسط متصل میشود شکل زیر :



ب) AUI Cable

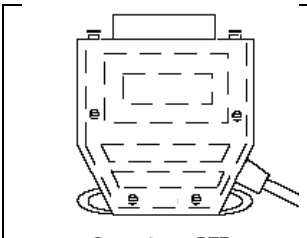
727-1 Drop Cable

این کابل انشعابی(Drop) است و در زیمنس به کابل 727-1 موسوم است. توسط آن ارتباط بین ترانسیور و وسیله فراهم می شود. این کابل دارای ۳ زوج سیم بهم تابیده شیلد دار است. یک زوج برای ارسال دیتا ، یک زوج برای دریافت و زوج دیگر سیگنال Collision یا تصادم را به وسیله منتقل میکند در اینحالت وسیله طبق الگوی استاندارد تعیین شده برای شرایط تصادم رفتار خواهد کرد.علاوه بر ۳ زوج فوق ، زوج دیگری نیز وجود دارد که میتواند برای تغذیه ترانسیور بکار رود.

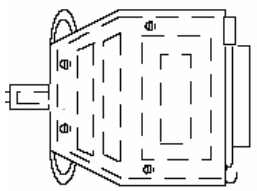


کابل 727-1 از یکطرف به پورت AUI ترانسیور و از طرف دیگر به پورت AUI کارت شبکه وسیله متصل میگردد. ماکزیمم طول کابل انشعابی 727-1 میتواند 50 متر باشد. دوسر این کابل کانکتورهای ۱۵ پین مانند شکل زیر متصل می گردد. کانکتور Male به وسیله و کانکتور Female به ترانسیور متصل می گردد. کابل 727-1 همراه با این کانکتورها بصورت اسمبل شده در طول های 50 , 32 , 20 , 15 , 10 , 3.2 متری عرضه شده است.

مشخصات پین های کانکتور در جدول زیر آمده است:

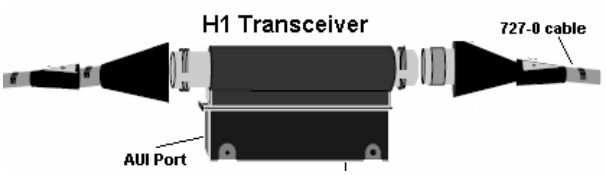


Connector on transceiver
(female)



Stift-Nr.	Signal	Direction Tr DTE
2	Collision (+)	------>
3	Transmit data (+)	<------
5	Receive data (+)	------>
6	Power supply (-)	<------
9	Collision (-)	------>
10	Transmit data (-)	<------
12	Receive data (-)	------>
13	Power supply (+)	<------
1, 4, 8,11,14	Screens wire pairs	
Connector casing	Screen	

ج) Transceiver



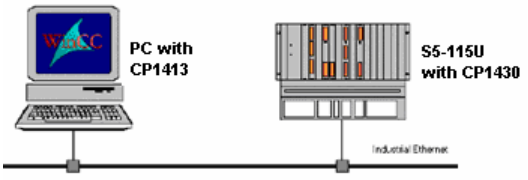
ترانسیور وسیله ای است که امکان اتصال وسیله DTE را به شبکه اترنت صنعتی 10Base5 فراهم می سازد. ترانسیور علاوه بر ارسال و دریافت امکان آشکار سازی تصادم (Collision) و نیز فانکشن Jabber یعنی مانیتور کردن زمان ارسال را داراست.

برخی از ترانسیور ها دارای دو پورت AUI هستند که علاوه بر امکان اتصال دو وسیله به شبکه میتوانند بصورت منفرد و بدون اتصال به شبکه نیز دو وسیله را با هم ارتباط دهد.

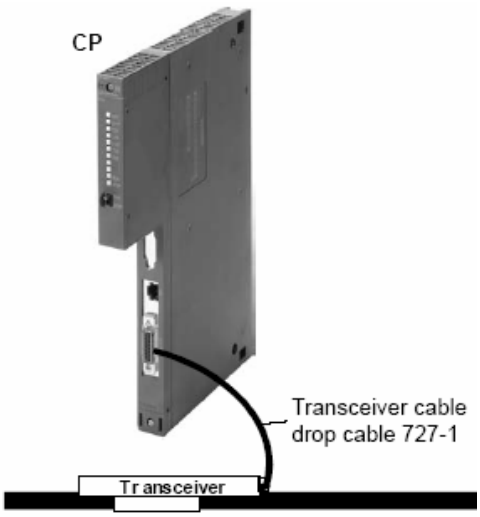
د) کارت شبکه روی وسیله

کارت های شبکه یا Communication Processor ها با نام اختصاری کارت های CP عرضه شده اند کلمه CP-IE معرف کارت های شبکه اترنت صنعتی است. وسیله ای که این کارت روی آن نصب میشود می تواند یک PLC یا یک PC باشد.

از آنجا که سابق بر این PLC های خانواده S5 عرضه میشدکارت های شبکه با پورت AUI نیز برای اتصال S5 به ترانسیور ارائه شده بود که در حال حاضر از رده خارج و عرضه نمیشود .



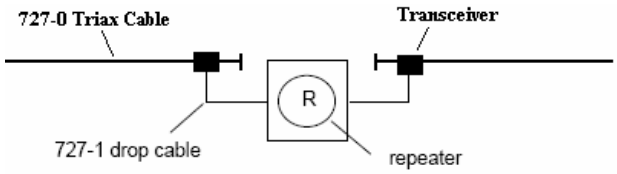
با وجود منسوخ شدن شبکه 10Base5 پورت AUI روی بسیاری از کارت های شبکه های جدید هنوز وجود دارد و حذف نشده است شکل روبرو کارت شبکه اترنت CP443-1 را نشان میدهد که روی آن علاوه بر پورت RJ45 پورت AUI نیز وجود دارد . بدین طریق امکان اتصال یک PLC از خانواده S7 به شبکه 10Base5 که از قبل در یک کارگاه کشیده شده وجود خواهد داشت. توجه شود که ارتباط کارت با ترانسیور از طریق پورت AUI می باشد.

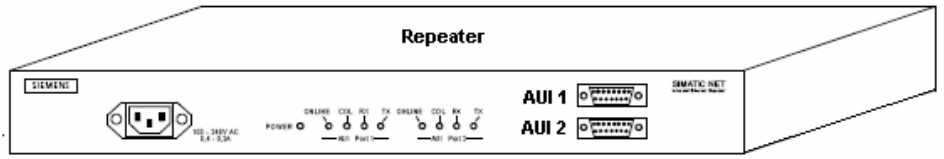


۵) ری پیتر

ری پیتر برای اتصال دو سگمنت از یک شبکه به یکدیگر استفاده می شود. در شبکه 10Base5 اگر چه میتوان با استفاده از ۴ ریپیتر ۵ سگمنت ۵۰۰ متری را به هم متصل نمود و کل شبکه را تا ۲۵۰۰ متر توسعه داد ولی توجه شود که در مسیر ارتباطی بین دو وسیله ماکزیمم ۲ ریپیتر می تواند وجود داشته باشد.

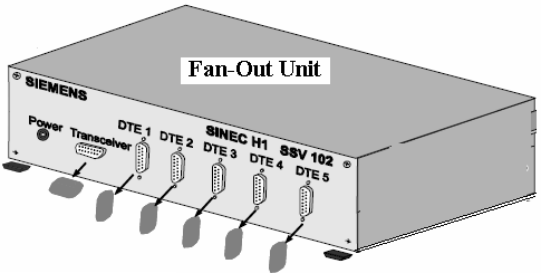
ریپیتر بین دو ترانسیور دو سگمنت قرار می گیرد. اتصال بین ری پیتر با ترانسیور ها توسط کابل AUI یعنی کابل 727-1 انجام می شود.



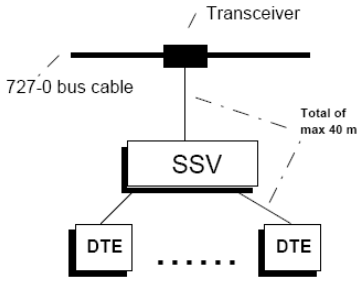


و) Fan out Unit

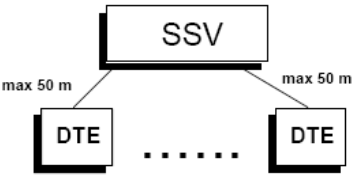
این وسیله شبیه یک هاب میتواند ارتباط بین چند وسیله را با شبکه برقرار کند .



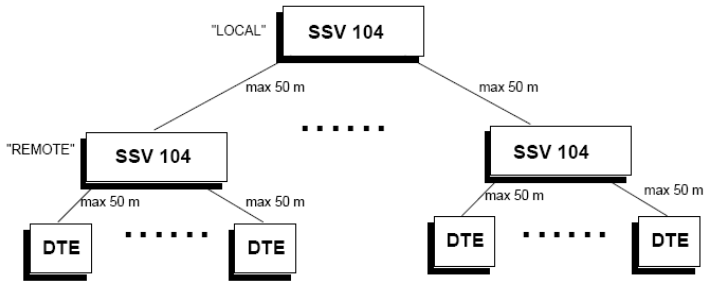
دو نوع Fan out Unit عرضه شده که به مدل های SSV102 و SSV104 موسوم است نوع اول ماکزیمم ۵ وسیله و نوع دوم ماکزیمم ۸ وسیله را می تواند اتصال دهد. ارتباط بین وسایل با Fan-Out Unit و همینطور ارتباط بین Fan-Out Unit با ترانسیور همگی از طریق پورت AUI و توسط کابل 727-1 انجام می شود.طول کابل 727-1 ماکزیمم می تواند ۴۰ متر باشد.



Fan Out Unit می تواند بصورت منفرد (Stand alone) نیز کار کند یعنی بدون اتصال به ترانسیور ارتباط بین چند وسیله را توسط کابل های 727-1 برقرار سازد در اینحالت همانطور که در شکل زیرنشان داده شده وسایل با هم شبکه میشوند ولی ماکزیمم فاصله بین دو وسیله ۱۰۰ متر خواهد بود.



در حالت Stand alone با Cascade کردن Fan Out unit ها می توان شبکه را کمی بزرگتر کرد و فاصله بین دو وسیله را تا ۲۰۰ متر افزایش داد در اینحالت ماکزیمم ۶۴ وسیله قابل اتصال به شبکه خواهند بود.



٦-٢ اجزای سخت افزاری 10Base-T

شبکه 10Base-T بدلیل داشتن قابلیت اطمینان بالاتر نسبت به 10Base5 (بدلیل استفاده ازپولوژی ستاره) در اتوماسیون صنعتی بیشتر مورد توجه قرار گرفت و کاربرد وسیعی پیدا نمود که هنوز نیز از آن استفاده می گردد. مهمترین اجزای سخت افزاری این شبکه عبارتند از :

- کابل شبکه
- هاب صنعتی یا Link Module
- کارت شبکه روی وسیله DTE

قبل از معرفی اجزای فوق لازم است با چند نکته کلی که در این قسمت مرتباً به آن اشاره میشود و توجه به آنها در برآورد تعداد اجزا و برآورد طول کابل شبکه مهم است آشنا شویم.از آنجا که تکنیک دسترسی به باس در اترنت بصورت CSMA/CD یا روش گوش دادن به باس می باشد در برخی موارد دو یا چند ایستگاه که باس را خالی میبینند شروع به ارسال دیتا می کنند و در نتیجه تصادم رخ می دهد. وقتی تصادم رخ میدهد ایستگاهها به سیستمی مجهز هستند که همگی می توانند از وقوع آن مطلع شوند.بدیهی است بجز دو ایستگاهی که بین دیتای آنها تصادم رخ داده سایر ایستگاهها بایستی ساکت بمانند تا دو ایستگاه مزبور پس از یک زمان رندوم دیتای خود را ارسال نمایند.

نکته مهم در این میان اینست که آشکار سازی تصادم محدودیت فاصله دارد. بعبارت دیگر هر ایستگاهی نمیتواند از بروز تصادم در هر نقطه ای روی باس مطلع شود .ماکزیمم فاصله ای که تا آنجا امکان آشکار سازی تصادم وجود دارد را Network Span یا Collision Domain می گویند.Span برای شبکه 10BASE برابر با 4520 متر است و برای شبکه 100BASE برابر با 412 متر است.پس بایستی به عامل محدوده کننده Span در طراحی شبکه اترنت توجه داشت. البته همانطور که بعداً خواهیم دید با استفاده از وسایلی که بر اساس تکنولوژی سوئیچینگ ساخته شده اند Span شبکه تا حد زیادی افزایش می یابد.

از طرف دیگر توجه شود که تمام اجزایی که به شبکه اترنت متصل میشوند دارای یک زمان تاخیر در تبادل دیتا هستند . این زمان تاخیر در وقوع تصادم نقش دارد و بایستی تاثیر آن لحاظ گردد. در محاسبات بجای اینکه زمان تاخیر وسایل را برحسب ثانیه بکار ببرند برای سادگی معادل متر آنرا استفاده می کنند بعبارت دیگر تاخیر وسیله را با متراژ کابلی که سیگنال در عبور از آن تاخیر دارد مدل می کنند و به آن معادل تاخیر یا Delay Equivalent میگویند. در هنگام طراحی شبکه تاخیر معادل تمام احزای شبکه را محاسبه و جمع می کنند و از Span کلی شبکه کم میکنند آنچه باقی می ماند طول کابلی است که میتواند در شبکه کشیده شود.ما این مطالب را در هنگام معرفی اجزای شبکه با ارائه مثال ذکر خواهیم کرد.

نکته دومی که علاوه برمسئله تاخیر در طراحی شبکه باید مد نظر قرار گیرد پارامتر PVV است که مخفف Path Variability Value می باشد. بر طبق استاندارد IEEE 802.3 در شبکه اترنت بین هر دو بسته متوالی دیتا لازم است یک فاصله زمانی مشخص وجود داشته باشد در صورتی که فاصله زمانی کمتر از آن مقدار باشد تبادل دیتا با مشکل مواجه خواهد شد. هر وسیله دارای یک Varriability Value است که معرف این فاصله زمانی است و واحد آن Bit Time است. جمع Varriability Value های کل وسایل را Path Varriability Value میخوانند و با PVV نام می برند . PVV کل شبکه بایستی از 40 Bit Time تجاوز نکند.بعبارت دیگر فاصله زمانی بین بسته های دیتا مجموعاً کمتر از 40 Bit Time باشد. با رعایت این محدودیت اطمینان از ارسال صحیح بسته ها ضمانت میشود.

پس بطور خلاصه در شبکه 10Base :

- در برآورد طول شبکه بایستی به دو فاکتور Span و تاخیر معادل توجه داشت.
- در برآورد تعداد وسایل بایستی به فاکتور PVV توجه داشت.

با این مقدمه اکنون به معرفی تجهیزات شبکه 10Base-T می پردازیم

الف) کابل شبکه 10Base-T

این کابل از دسته Cate5 طبق استاندارد EIA می باشد ولی با کابل های Cate5 متداول فرق دارد. اولاً ساختاری متناسب با کاربرد صنعتی دارد یعنی دارای شیلد است ثانیاً برخلاف کابل معمولی که ۴ زوج دارد این کابل فقط دارای دو زوج است چون عملاً برای ایجاد ارتباط اتصال دو زوج کافیست.

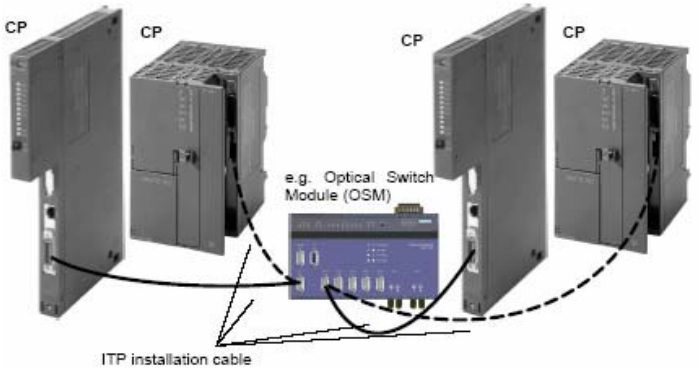
کابل صنعتی متنوعی برای این شبکه عرضه شده است که مهمترین آنها دو نوع زیر است:

- ITP کابل صنعتی برای محیط های پر نویز و مسافت طولانی تر
- TP کابل صنعتی برای محیط های کم نویز و مسافت کوتاه

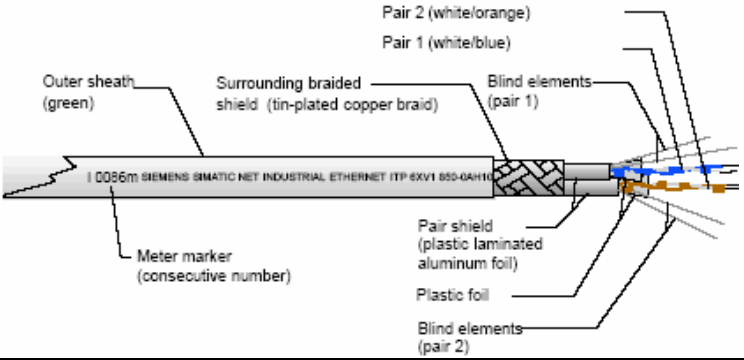
علاوه بر اینها کابل های دیگری نیز عرضه شده اند مانند کابل اترنت هیبرید که علاوه بر دو زوج دیتا که داخل شیلد اسمبل شده رشته هایی نیز برای انتقال تغذیه درکنار آن تعبیه شده است .

کابل ITP

کابل ITP (مخفف Industrial Twisted Pair) می تواند برای اتصال به اترنت صنعتی استفاده شود. ماکزیمم طول این کابل (بین دو وسیله) ۱۰۰ متر است.



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.



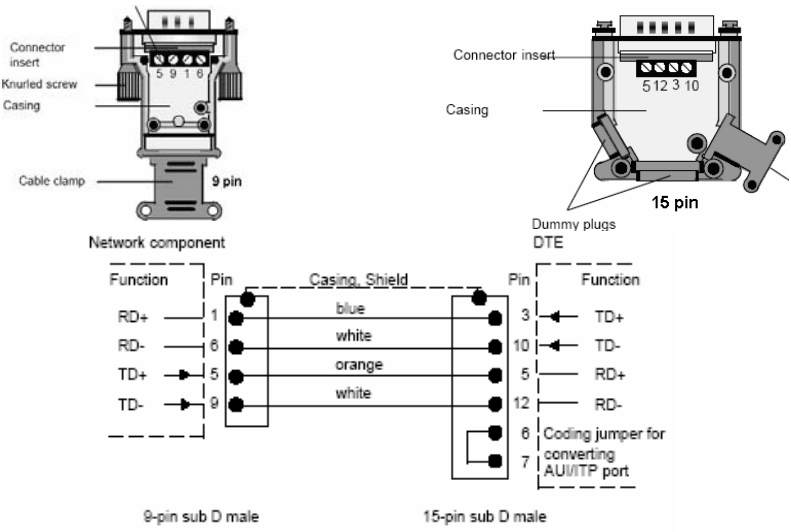
Cable categories EN 50173	CAT5		
DC loop resistance		maximum	124 ohm/km
DC insulation resistance		minimum	5Gigaohm/km
Attenuation/100 m	at 4 MHz 10 MHz 100 MHz	maximum	3.6 dB 5.7 dB 18.0 dB
Near end crosstalk loss (NEXT)/100m	at 1 --300 MHz	minimum	80 dB
Characteristic impe-dance	at 1 --100 MHz 100 --300 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 کانکتور های ۹ پین و ۱۵ پین در انواع زیر با ماکزیمم طول ۱۰۰ متر ارائه

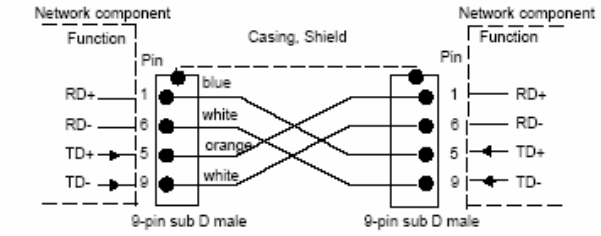
شده است .

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

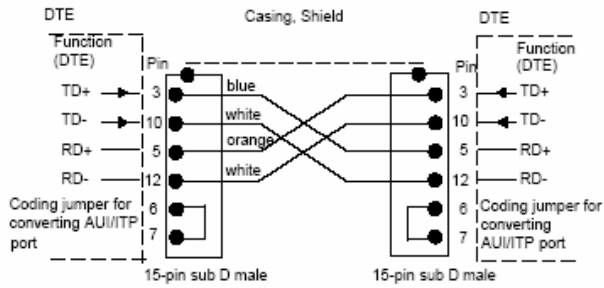
توجه : کلمه XP وضعیت Cross را نشان میدهد.



a) Pinout of the ITP standard cable 9/15



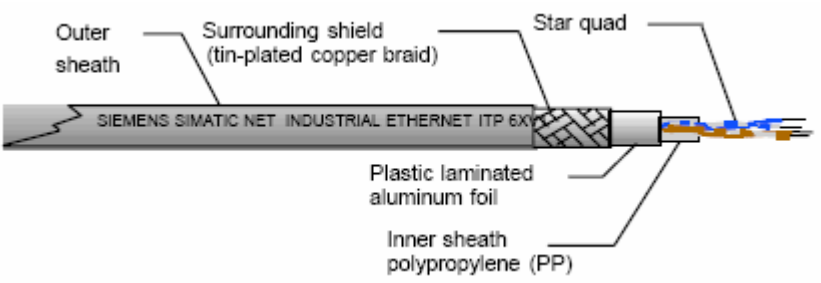
b) Pinout of the ITP XP standard cable 9/9



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

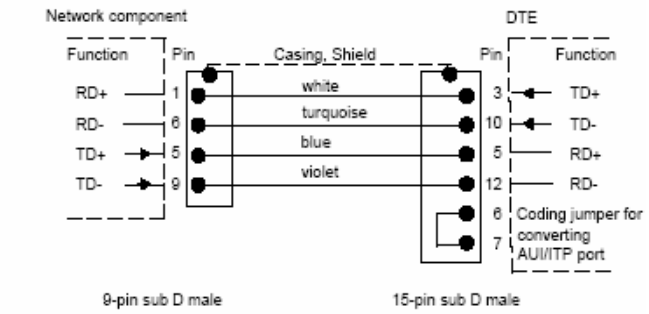
TP Cord بصورت اسمبل شده در انواع زیر با ماکزیمم طول ۱۰ مترعرضه شده است:

- 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

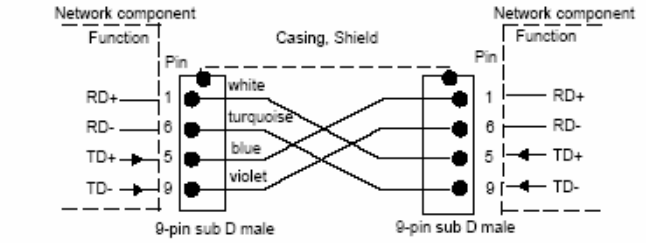
در اینجا نیز XP نشان دهنده Cross بودن کابل است.

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 impe-dance	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

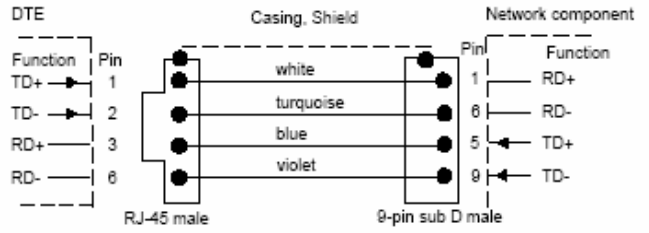
وضعیت پین ها



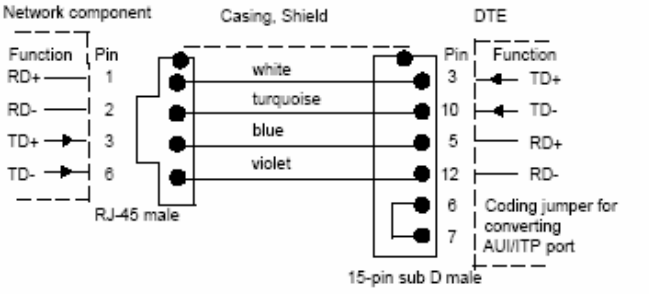
a) Pinout of the TP Cord 9/15



b) Pinout of the TP XP Cord 9/9

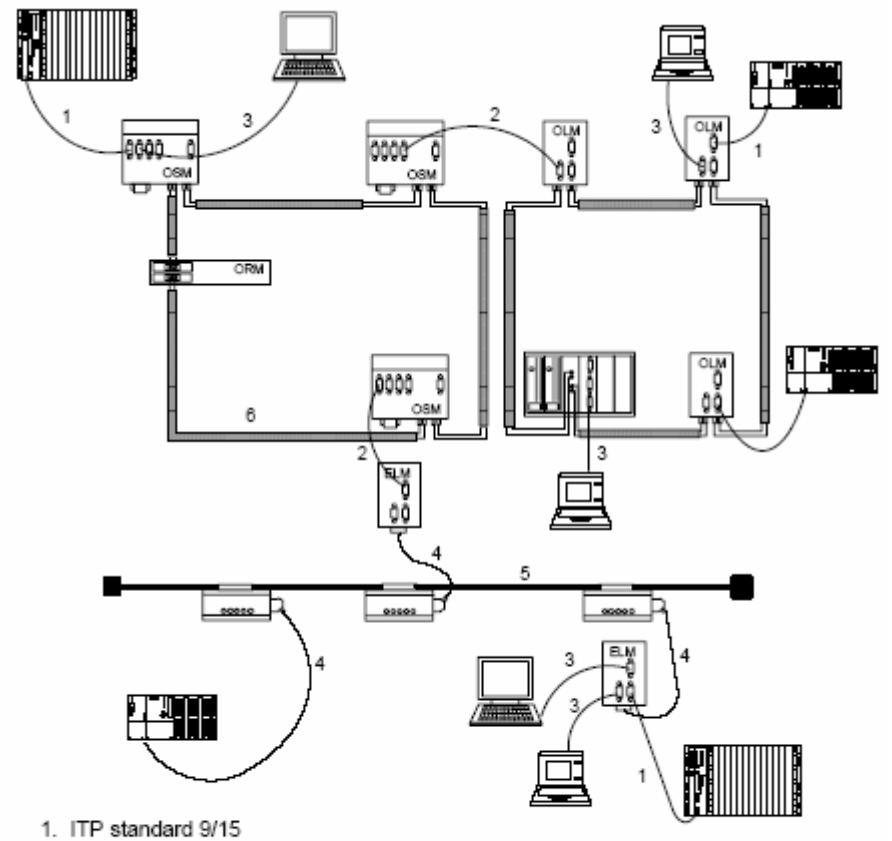


c) Pinout of the TP Cord 9/RJ45



d) Pinout of the TP Cord 15/RJ45

شکل زیرنمونه 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 :

کانکتور های D-Sub ۹پین و ۱۵ پین
برای اتصال به هاب های صنعتی ELM استفاده میشوند

کانکتورهای M12 با درجه IP54

کانکتورهای RJ45
برای اتصال به کارتهای شبکه استفاده میشود

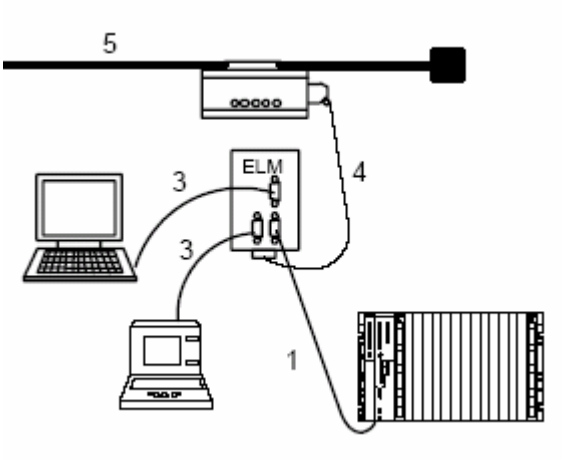
Fast Connect برای ارتباط سریع کابل ITP این کانکتور در دوطرف کابل ITP نصب میشود و در سمت دیگر آن کانکتور RJ45 قابل اتصال است.

ب) هاب صنعتی یا ELM

ELM مخفف Electrical Link Module تجهیزی است بادرجه حفاظتی IP40 که توسط آن میتوان وسایل اترنت (PLC و PC و ..) را با کابل مسی اترنت شبکه کرد. شبکه ای که به این طریق ایجاد میشود مبتنی بر 10BASE-T است یعنی سرعت آن 10 Mbps است. ELM علاوه بر آنکه توپولوژی ستاره و در عین حال باس را ایجاد می کند همانند ریپیتر نقش تقویت کنندگی نیز دارد.

ELM دارای سه پورت الکتریکی ITP ویک 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.بعبارت دیگر ELM نقش یک Hub صنعتی با سه پورت با سرعت 10Mbps را بازی میکند.

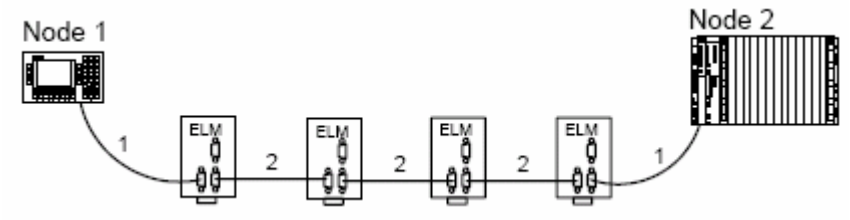
توجه شود که اگر ترانسیور دارای دو پورت و Version 4 یا کمتر باشد در اینحالت اتصال ELM بایستی به پورت سمت چپ ترانسیور برقرار گردد.



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



1. ITP standard cable 9/15
2. ITP XP standard cable 9/9

در شکل فوق دقت شود که همه جا کابل ITP بکار رفته است و اتصالات بین Node1 با ELM و همچنین Node2 با ELM بصورت Cross بسته شده اند در صورتی که اتصال بین دو ELM بصورت معمولی (نقطه به نقطه) می باشد.

اگر کابل ITP برای اتصال بین دو ELM بکار رود ماکزیمم طول کابل بین هر دو ELM صد متر خواهد بود.برای محاسبه طول کل شبکه لازم است PVV را محاسبه کرده و از 4520 متر کم کنیم عدد باقیمانده طول کابل را نشان خواهد داد. دراین محاسبه لازم است متراژ معادل تاخیر را با توجه به شکل برای کارت CP روی PLC وOP معادل تاخیر را برای ELM ها(بر اساس پورتهای آن) داشته باشیم. این مقادیر طبق جدول زیر هستند :

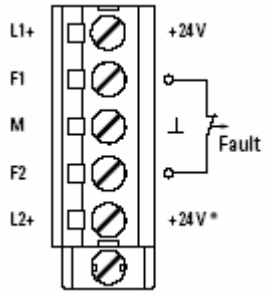
Port 1	Port 2	Delay Equivalent	Variability Value
ITP	ITP	190 m	3BT
AUI	ITP	190 m	3BT
CP		140 m	0BT

براین اساس طول باقیمانده برای کابل شبکه با توجه به تعداد ELM ها در جدول زیر آمده است:

Number of ELMs	Path Variability Value from Node 1 to Node 2	Remaining Cable Length
2	140m+190m+190m+140m	3860m
4	140m+190m+2*190m+190m+140m	3480m
8	140m+190m+6*190m+190m+140m	2720m
11	140m+190m+9*190m+190m+140m	2150m
12	140m+190m+10*190m+190m+140m	1960m
13	140m+190m+11*190m+190m+140m	1770m

در حالت Cascade در صورت قطع شدن کابل بین دو ELM شبکه به دو زیر شبکه مستقل تبدیل خواهد شد و بجز دو پورت مزبور سایر پورتها به کار تبادل دیتا با اجزای دیگر شبکه ادامه خواهند داد.به این قابلیت اصطلاحاً Auto Partioning گفته میشود.

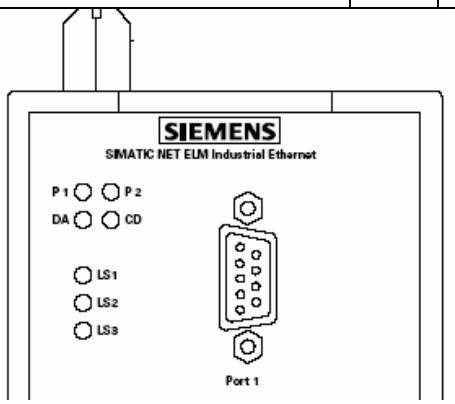
بطور خلاصه با ELM میتوان توپولوژی های باس و ستاره را ایجاد کرد.



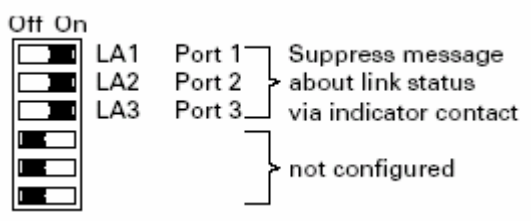
ELM روی ریل نصب میشود و تغذیه 24VDC نیاز دارد که میتواند بصورت Redundant باشد.اتصال به یک یا دو منبع تغذیه از بالا انجام میشود. این ترمینالها در شکل زیر نشان داده شده اند. توجه شود در حالتی که از یک تغذیه استفاده میشود اگر آنرا صرفاً به یک ترمینال (یعنی L1 , M) متصل کنیم با فالت مواجه میشویم در این حالت لازم است تغذیه را به هردو ترمینال متصل کنیم (یعنی مثبت را به L1 و L2 و منفی را به M)

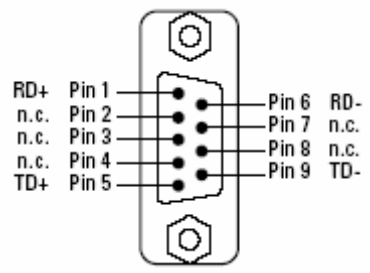
همانطور که در شکل بعد دیده میشود روی ELM چراغ های سیگنال مختلفی تعبیه شده است شامل :

LED	شرح	رنگ	مفهوم
P1	Power1	سبز	تغذیه ۲۴ ولت شماره ۱ وصل است
P2	Power2	سبز	تغذیه ۲۴ ولت شماره ۲ وصل است
DA	DATA	زرد	دریافت دیتا را نشان میدهد بسته به حجم تبادل دیتا بصورت چشمک زن در می آید
CD	Collision Detect	قرمز	وقوع تصادم را نشان میدهد
LS1	Link Status 1		اتصال به پورت ۱ برقرار است
LS2	Link Status 2		اتصال به پورت ۲ برقرار است
LS3	Link Status 3		اتصال به پورت ۳ برقرار است



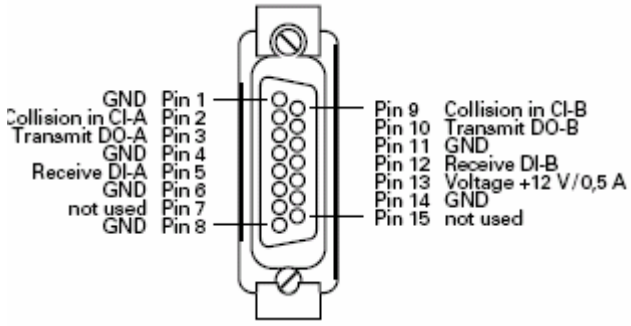
در بالای ELM تعدادی Dip Switch مانند شکل زیر وجود دارد فقط ۳ سوئیچ اول در ELM بکار میرود دو سوئیچ آخر مربوط روی OLM که بعداً توضیح داده خواهد شد کاربرد دارد.هرکدام از این سه سوئیچ به حالت On در بیاید دریافت پیام از پورت مورد نظرکه نشان دهنده Link Status است متوقف می گردد. مثلاً با On شدن LA1 وضعیت برقراری ارتباط در پورت ۱ روی چراغ LS1 نمایش داده نمیشود. LA مخفف Link Alarm می باشد.





سه پورت ITP دارای کانکتور Female نه پین هستند بدنه فلزی این کانکتور بصورت الکتریکی با بدنه ELM از داخل ارتباط دارد. از ۹ پین فوق الذکر فقط ۴ پین برای ارسال و دریافت استفاده میشوند(پین های ۱و۶ برای دریافت و پین های ۵ و ۹ برای ارسال) شکل روبرو

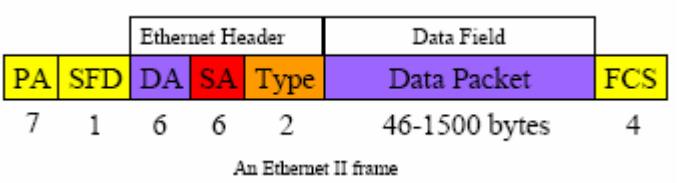
برای پورت AUI کانکتور ۱۵ پین بکار میرود که در شکل زیر نشان داده شده است در این کانکتور پین های ۵ و ۱۲ برای دریافت و پین های ۳ و ۱۰ برای ارسال استفاده میشوند.



همانطور که بعداً خواهیم دید ELM ها را میتوان همراه با OLM ها بصورت ترکیبی در یک شبکه نیز بکار برد.

فانکشن های ELM

- Signal Regeneration : توانایی باز سازی سیگنال دریافتی از نظر شکل و دامنه (نقش تقویت کنندگی همانند ری پیتر)
- Retiming : توانایی زمان بندی مجدد برای ارسال دیتا بمنظور جلوگیری از افزایش Jitter از یک سگمنت به سگمنت دیگر
- Preamble Regeneration : اگر بیت های Preamble در دیتای دریافتی از بین برود توانایی باز ساخت ۸ بایت اولیه که SFD (Sart of Frame Delimitter) را نیز شامل میشود وجود دارد.



An Ethernet II frame

- Fragment Extension : قسمت های کوچک و خرده ریزه دیتا که ناشی از تصادم است توسط ELM به ۹۶ بیت توسعه می یابد . با این میزان بیت تمام Node ها تصادم را آشکار میسازند.
- Handling Collision : وقتی ELM تصادم را می بیند عمل ارسال را متوقف کرده و بسته دیتایی که دچار تصادم شده را با سیگنال Jam جایگزین میسازد تا اطمینان یابد که DTE متوجه وقوع تصادم شده است.
- Auto Partitioning :وقتی ارتباط بین دو ELM سری قطع میشود باز هم بصورت مجزا بکار خود ادامه میدهند.
- Reconnection :پس از قطع ، با وصل شدن مجدد ارتباط بطور اتواتیک برقرار میگردد.
- Jabber Lockup Protection : اگر بدلیل خرابی ترانسیور یا کنترلر ، شبکه بطور مداوم توسط دیتا tied up شود بگونه ای که این کار تا ۵,۵ میلی ثانیه طول بکشد در اینحالت ELM بطور خودکار دریافت را متوقف می کند این اینتراپت بعد ازیک مکث بیکاری ۹,۶ میکروثانیه ای برطرف میگردد.
- Link Control : برای کنترل ارتباط و اطمینان از اینکه اتصال کوتاه یا قطعی در کابل رخ نداده ELM بطور سیکلی کابل را توسط ارسال پالس تست میکند این تست طبق استاندارد IEEE802.3 میباشد . پورتهای بلااستفاده از دیدگاه ELM همانند قطعی کابل حس میشوند همینطور ارتباط با دستگاهی که تغذیه آن قطع است از دیدگاه ELM مانند اتصال باز کابل بنظر می آید.
- Auto Polarity Exchange : اگر زوج سیم مربوط به دریافت یعنی +RD و -RD جابجا متصل شده باشند ELM بطور اتوماتیک پلاریته را برعکس میکند .

ج) کارت شبکه

کارتهای شبکه که روی PC یا PLC نصب میشود متنوع هستند.کارت هایی که امروزه عرضه میشوند دارای قابلیت 10/100 Mbps هستند یعنی می توانند هم برای 10Base-T و هم برای 100Base-Tx بکار روند. از اینرو ما آنها را در ادامه بحث و در هنگام تشریح اجزای Fast Ethernet معرفی خواهیم کرد و تفاوت های آنها را بیان خواهیم نمود. شکل زیر دو نمونه از کارت های فوق را نشان می دهد.

CP1613 برای نصب روی PC

PLC400 با کارت CP443

همانطور که در شکل کارت CP1613 مشاهده میشود برای اتصال به اترنت هم پورت AUI و هم پورت RJ45 وجود دارد ولی کارتهای جدیدتری نیز عرضه شده اند که روی آنها صرفاً کانکتور RJ45 قابل اتصال است. کابلهای ITP و TP بصورت اسمبل شده با کانکتورهای RJ45 و طول های مختلف وجود دارند اگر چه میتوان از کانکتورهای معمول و حتی کابل های Cate5 معمول نیز استفاده کرد ولی در محیط های صنعتی کابل شیلد دار و کانکتور های RJ45 صنعتی که دارای محل اتصال به شیلد هستند توصیه میشود.

۳-۶ اجزای سخت افزاری 10Base-F

این شبکه مبتنی بر فیبر نوری است و توسط آن می توان مسافتهایی بیشتر را پوشش داد.مهمترین اجزای سخت افزاری این شبکه عبارتند از :

- فیبر و کانکتور
- هاب نوری صنعتی
- کارت شبکه روی وسیله DTE

الف) فیبر و کانکتور

فیبرهای شیشه 62.5/125 میکرومتری برای استفاده در شبکه اترنت 10Base-FL عرضه شده است . هر رشته فیبر بصورت نقطه به نقطه (Point to Point) ارسال و دریافت را در دو طرف با هم مرتبط می سازد. برای اتصال فیبر به وسیله از کانکتور BFOC استفاده می گردد.

فیبر شیشه ای

کانکتور BFOC

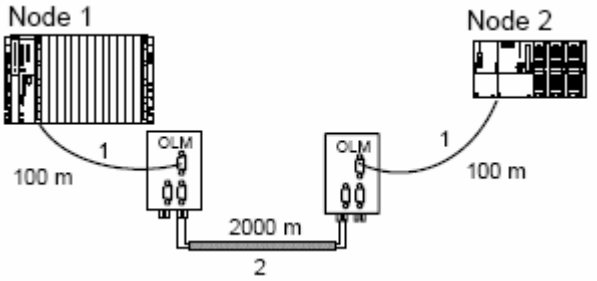
ب) هاب نوری یا OLM

OLM یا Optical Link Module وسیله ای است که علاوه بر پورت های الکتریکی دارای پورت نوری نیز می باشد و توسط آن میتوان شبکه اترنت صنعتی را برای مسافت های زیاد توسط فیبر نوری توسعه داد.

سرعت انتقال سیگنال در OLM نیز مانند ELM برابر با 10 Mbps است . توجه شود که OLM شبکه اترنت صنعتی با OLM شبکه پروفی باس اگر چه نام مشابه دارند ولی دو محصول متفاوت هستند.

OLM مربوط به IE مانند شکل روبرو دارای ۲ پورت نوری و ۳ پورت الکتریکی (ITP) است. پورت های نوری در زیر OLM هستند که در شکل دیده نمیشود.

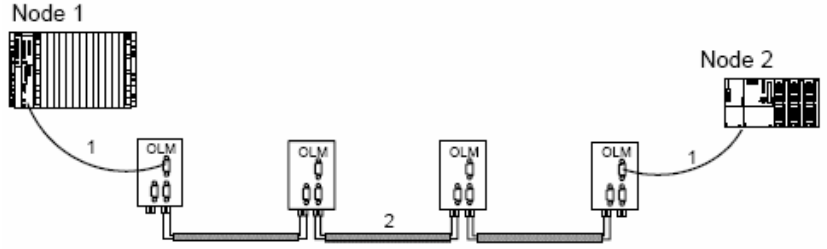
شکل بعد حالت ساده ای از اتصال دو OLM را در شبکه اترنت صنعتی نشان می دهد همانطور که مشاهده میشود فاصله بین دو Node میتواند ۲۱۰۰ متر باشد. بدیهی است به این مزیت (مسافت زیاد) باید ویژگی های دیگر که مربوط به استفاده از فیبر نوری است مانند عدم تداخل نویز را اضافه کرد در ضمن بایستی توجه داشت سرعت انتقال با استفاده از فیبر در اینحالت افزایش نمی یابد و به همان 10 Mbps محدود می گردد که این مربوط به ماهیت پروتکل 10Base است



1. ITP standard cable 9/15
2. Fiber-optic cable (FO)

OLM ها را نیز میتوان شبیه ELM سری کرد (Cascade) در اینحالت ماکزیمم ۱۱ عدد OLM بصورت سری قرار میگیرند.محدودیت بعلت مسئله تاخیر معادل است که بایستی کمتر از ۴۰ باشد. در OLM تبدیل از پورت ITP به FO معادل 6 Bit Time و تبدیل از پورت FO به پورت FO دیگر روی OLM معادل 3 Bit Time است بنابراین تعدا د OLM قابل سری شدن طبق جدول زیر ۱۱ عدد می باشد . توجه شود که کارت CP دارای 0 Bit Time می باشد.

Number of OLMs	Path Variability Value of Node 1 to Node 2	Total PVV
2	6BT+6BT	12BT
4	6BT+2*3BT+6BT	18BT
8	6BT+6*3BT+6BT	30BT
11	6BT+9*3BT+6BT	39BT
12	6BT+10*3BT+6BT	42BT>40BT!!



برای محاسبه طول کل شبکه لازم است طبق روشی که برای ELM ذکر شد تاخیر معادل محاسبه و از 4520 کم شود. برای این منظور ابتدا ضروریست متراژ معادل تاخیر پورت های OLM را بدانیم این مقادیر در جدول زیر آمده اند:

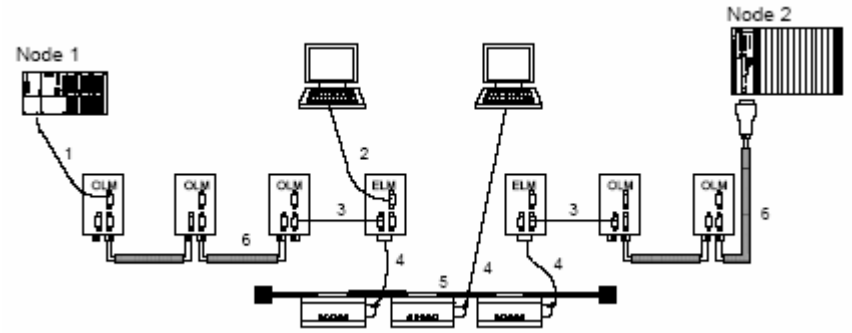
Port 1	Port 2	Delay Equivalent	Variability Value
FO	FO	260 m	3BT
FO	ITP	360 m	6BT
ITP	ITP	190 m	3BT

با توجه به اینکه متراژ معادل تاخیر پورت کارت CP برابر ۱۴۰ متر است متراژ باقیمانده برای کابل شبکه با توجه به تعداد OLM در جدول زیر آمده است:

Number of OLMs	Delay Equivalent from Node 1 to Node 2	Remaining Cable Length
2	140m+2*360m+140m	3520m
4	140m+360m+2*260m+360m+140m	3000m
8	140m+360m+6*260m+360m+140m	1960m
11	140m+360m+9*260m+360m+140m	1180m

اتصال سری توپولوژی باس است در نوع Cascade میتوان به هرکدام از OLM ها وسایل مختلفی را (از طریق پورت الکتریکی) متصل نمود. اگر در این حالت فیبر نوری بین دو OLM قطع شود کل شبکه مختل نخواهد شد بلکه بصورت دو زیرشبکه تبدیل شده و تبادل دیتا بین وسایل در هر طرف ادامه خواهد یافت.

می توان OLM و ELM را در یک توپولوژی باس با هم بصورت ترکیبی استفاده کرد. در اینحالت همانطور که در شکل بعد دیده میشوداتصال بین OLM با ELM بصورت الکتریکی و توسط کابل Cross خواهد بود.



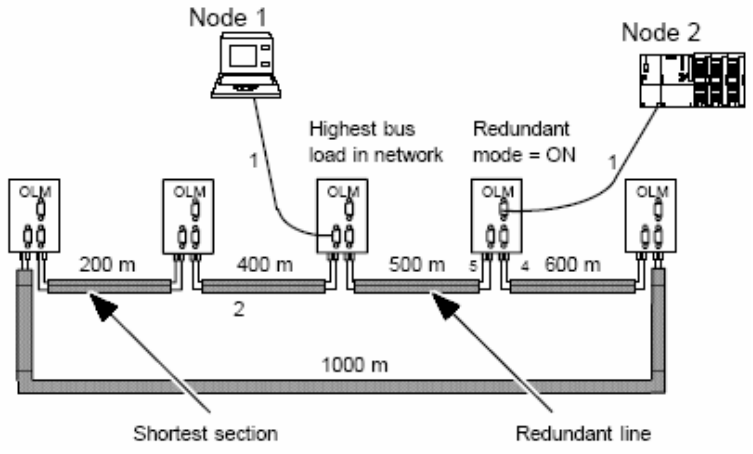
1. ITP standard cable 9/15
2. TP cord 9/RJ-45
3. ITP XP standard cable 9/9
4. 727-1 drop cable
5. Triaxial cable
6. Fiber-optic cable (FO)

در شکل فوق بایستی Bit Time را محاسبه کرد تا از 40 بیشتر نباشد و طول کابل را نیز بدست آورد جدول زیر این محاسبه را نشان میدهد و مبینیم که جمعاً 36 Bit Time داریم و شبکه مشکلی ندارد.

Node 1 --> Node 2	Delay Equivalent	Variability Value
Node 1	140 m	0BT
OLM 1 (ITP/FO)	360 m	6BT
OLM 2 (FO/FO)	260 m	3BT
OLM 3 (FO/ITP)	360 m	6BT
ELM 1 (ITP/AUI)	190 m	3BT
Transceiver	10 m	3BT
Transceiver	10 m	3BT
ELM 2 (AUI/ITP)	190 m	3BT

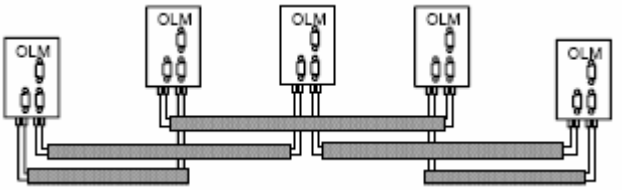
OLM 4 (ITP/FO)	360 m	6BT
OLM 5 (FO/FO)	260 m	3BT
MINI OTDE	100 m	-
Totals	**2240 m**	**36 BT**
Remaining values	**2280 m**	**4BT**

توسط OLM میتوان توپولوژی رینگ ایجاد کرد که قابلیت اطمینان بالاتری نسبت به توپولوژی باس دارد و با قطع شدن فیبر باز هم ارتباط بین تمام وسایل برقرار است:

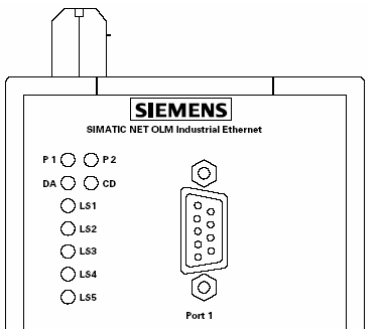


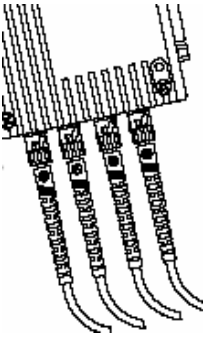
ماکزیمم ۱۱ عدد OLM را می توان در رینگ قرار داد.

اگر فاصله بین دو OLM اول و آخر برای فاصله بین سایر OLM ها محدودیت ایجاد کند . میتوان در عمل رینگ را بصورت زیر بست:



OLM از نظر شکل ظاهری شبیه ELM است با این تفاوت که در زیر آن چهار پورت نوری (برای ارتباط دو جفت فیبر) وجود دارد و روی آن همانطور که در شکل بعد نشان داده شده است دو چراغ سیگنال اضافه تر LS4 و LS5 موجود است که وضعیت ارتباط با دو پورت نوری را نشان میدهد.





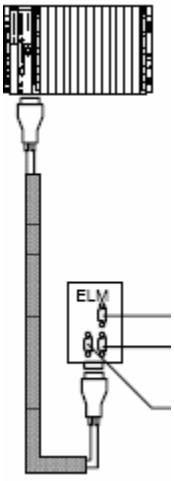
اتصال به فیبر نوری از طریق کانکتور BFOC انجام میشود. OLMبصورت سیکلی پالسهایی را طبق استاندارد 10Base-FL به این دو پورت میفرستد و بدینطریق قطعی ارتباط در آنها را میتواند آشکار سازد.

OLM از نظر نحوه نصب و اتصال تغذیه و فانکشن های عملکردی مشابه ELM میباشد لذا از تکرار آنها خودداری می کنیم.

Mini OTDE

این وسیله کوچک ارتباط بین فیبر نوری و پورت AUI را فراهم می کند بصورت مستقیم به پورت AUI روی وسیله یا به کابل 1-727 متصل شده و در طرف دیگر مستقیماً به فیبر نوری متصل می گردد.

این وسیله دارای 2Bit Time و تاخیر معادل متراژ ۱۰۰ متر است شکل بعد کاربردی از آن رابین PLC و ELM نشان می دهد.

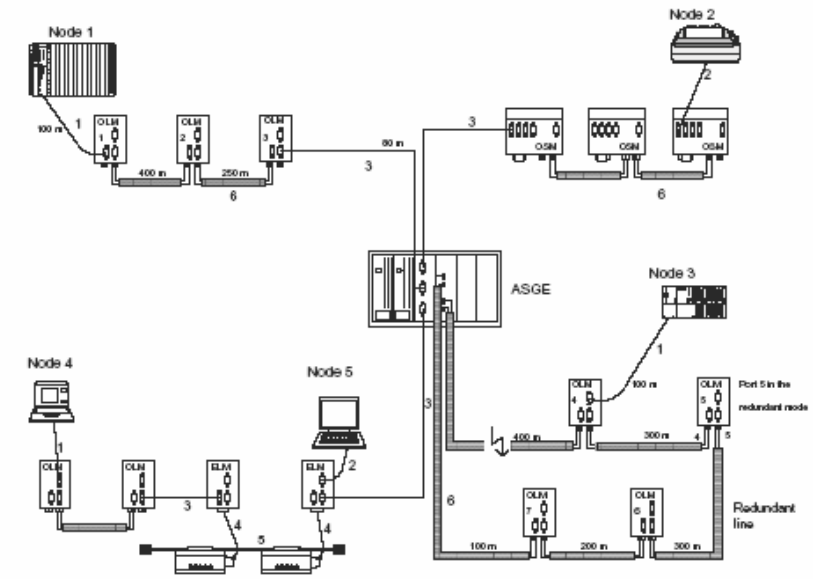


ASGE

ASGE یا Active Star Coupler وسیله ای است که بصورت مدولار می توان روی آن چندین کارت اترنت از نوع 10Base قرار داد و اتصال ستاره شکل ایجاد کرد.

این وسیله داخل کابینت نصب میشود. کارتهایی که روی آن قرار میگیرند متنوع هستند با استفاده از کارت های خاص قابل اتصال به کابل Triax یا کابل ITP یا فیبر نوری می باشد. توسط فیبر نوری می تواند شبکه با توپولوژی رینگ ایجاد نماید.

ASGE دارای 4Bit ازنظر Variabilty Value است که لازم است در محاسبات شبکه منظور گردد . متراژ مربوط به تاخیر معادل بستگی به کارت نصب شده و پورت روی کارت دارد.



1. ITP standard cable 9/15
2. TP cord 9/RJ-45
3. ITP XP standard cable 9/9
4. 727-1 drop cable
5. Triaxial cable
6. Fiber-optic cable (FO)

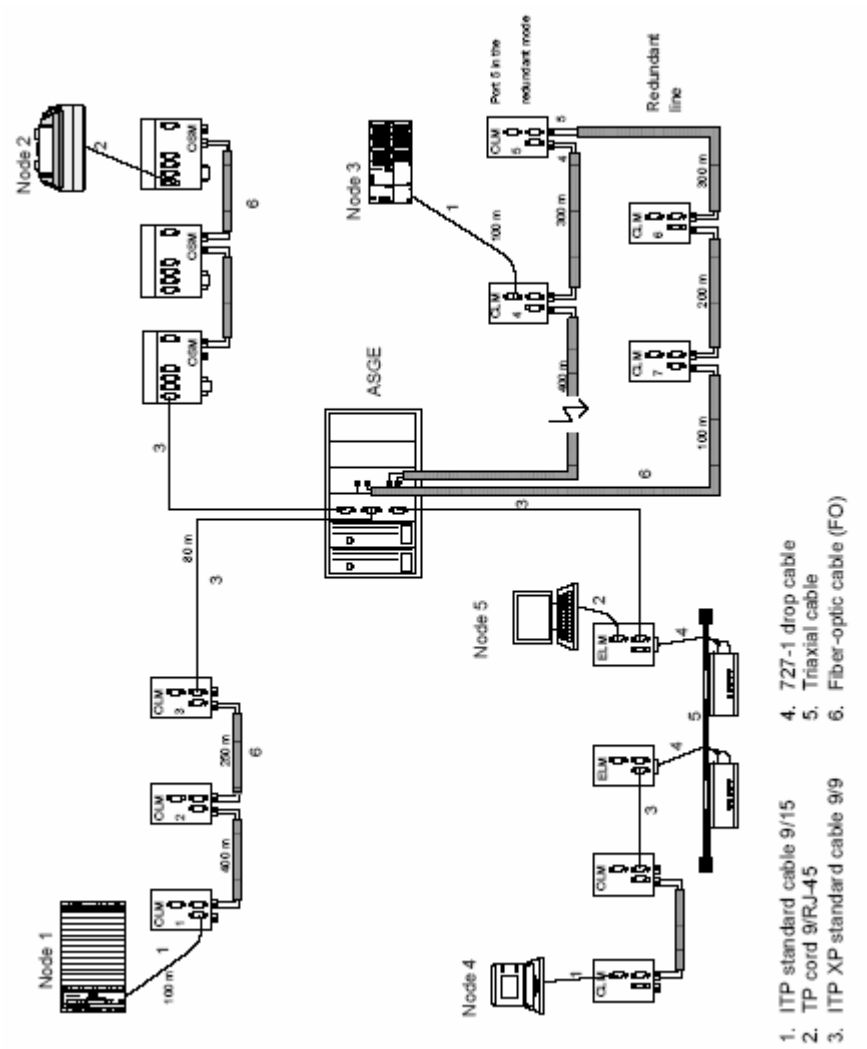
محاسبات شبکه با المانهای ترکیبی

شکل زیر شبکه اترنت صنعتی 10 Mbps را نشان میدهد که در آن المانهای مختلفی که تا اینجا ذکر شد بکار رفته است. محاسبه Bit Time و متراژ معادل تاخیر بسته به اینکه کدام Node ها با هم ارتباط برقرار می کنند با توجه به المانهای مسیر صورت میگیرد. بعنوان مثال اگر Node 1 و Node 3 قرار باشد تبادل دیتا کنند در محاسبه لازم است مسیر از OLM1 و OLM4 وOLM5 و OLM6 و Star Coupler را منظور نمود. نتیجه در جدول بعد آمده است:

Node 1 --> Node 3	Cable Length (as Example)	Delay Equivalent	Variability Value
Node 1		140 m	0BT
Node1-OLM 1	100 m		
OLM 1 (ITP/FO)		360 m	6BT
OLM 1 -OLM 2	400 m		
OLM 2 (FO/FO)		260 m	3BT
OLM 2 -OLM 3	250 m		
OLM 3 (FO/ITP)		360 m	6BT
OLM 3 -ECTP 3	80 m		
ASGE (ECTP3/ECFL2)		225 m	5BT
ECFL2-OLM 7	100 m		
OLM 7 (FO/FO)		260 m	3BT
OLM 7 -OLM 6	200 m		
OLM 6 (FO/FO)		260 m	3BT
OLM 6 -OLM 5	300 m		
OLM 5 (FO/FO)		260 m	3BT
OLM 5 -OLM 4	300 m		
OLM 4 (FO/ITP)		360 m	6BT
OLM 4 -Node 3	100 m		
Node 3		140 m	0BT
Sum of the cable lengths	1830 m		
Sum of the delay equivalents		2625 m	
Totals	**4455 m**		**35 BT**

با توجه به نتیجه محاسبه مشکلی برای ارتباط بین Node1 و Node3 وجود ندارد. عین همین محاسبات لازم است بین Node 1 و Node 4 و نیز Node 3 و Node 4.

نکته قابل ذکر اینست که در محاسبه ارتباط بین هر یک از Node های مزبور تا Node 2 صرفاً لازم است مسیر تا اولین OSM را حساب کرد سایر OSM ها در محاسبه منظور نمیشوند علت آن ویژگی Store and Forward است که در OSM وجود دارد.



٦- ٤ اجزای سخت افزاری 100Base-TX

وسایل 100Base مبتنی بر تکنولوژی سوئیچینگ هستند . این تکنولوژی در مقایسه با 10Base اولاً سرعت و ثانیاً Span شبکه را افزایش داده است. در روش قبلی وسایل شبکه مانند OLM و ELM و Star Coupler در لایه فیزیکی شبیه ریپیتر عمل میکنند.به این معنا که دیتای دریافتی از یک پورت به تمام پورت ها ارسال میشود. این موضوع خود تصادم را تشدید میکند و Span شبکه را پایین میآورد. ازنقطه نظر منطقی وسایل فوق شبیه کابل عمل میکنند از این نظر در محاسبه Collision Domain برحسب طول کابل مدل میشوند. ولی در تکنولوژی سوئیچینگ وضعیت اینگونه نیست سوئیچ دیتای دریافتی از یک پورت را فقط به همان پورتی ارسال میکند که گیرنده به آن متصل است و از ارسال دیتاهای غیر ضروری به سایر پورتها جلوگیری میکند برای این منظور سوئیچ در هر بسته ای که دریافت میکند آدرس مقصد را میخواند سپس آنرا به پورتی که وسیله با آدرس مزبور به آن متصل است میفرستد . به این قابلیت اصطلاحاً Store and Forward میگویند. این مسئله تصادم را تا حد بسیار زیادی کاهش می دهد و باعث افزایش Span شبکه (تا ۱۵۰ کیلومتر) می گردد..

توصیه می شود خواننده محترم فیلم های کوتاهی که در CD ضمیمه وجود دارد مشاهده نماید.

از ویژگی های سوئیچینگ میتوان به موارد زیر اشاره کرد:

- قابلیت فیلتر کردن آدرس

سوئیچ با آنالیز کردن ترافیک دیتا بطور اتوماتیک میتوانید تشخیص دهد که وسیله DTE مقصد از طریق کدامیک از پورت ها قابل دسترس است. بدین طریق وقتی بسته دیتا با آدرس این وسیله به سوئیچ میرسد آنرا صرفاً به پورت مورد نظر می فرستد و از ارسال آن به پورت های دیگر جلوگیری می کند (فیلتر سازی) . این قابلیت موجب میشود تا از باس بطور موثر استفاده شود و تصادم به حداقل برسد.

- قابلیت Store and Forward

در سوئیچ های قابلیت ذخیره و ارسال وجود دارد بدین معنی که سوئیچ پس از دریافت بسته دیتا ابتدا آنرا ذخیره و سپس به پورت مورد نظر ارسال می نماید.این قابلیت مزایای مختلفی را با خود بهمراه دارد:

۱- تصادم را کاهش میدهد در واقع Collision Domain به پورت سوئیچ ختم میشود و هر پورت دارای Collision Domain جداگانه ای خواهد بود. بدینطریق میتوان شبکه های بسیار وسیع تا ۱۵۰ کیلومتر با کمترین تصادم را پیاده سازی کرد.

۲- با کنترل فیلد Cheksum دیتاهای خراب همانجا شناسایی شده و از ارسال آنها روی باس جلوگیری بعمل می آید.

۳- هر پورت میتواند دارای سرعت متفاوتی باشد. مثلاً در سوئیچ نوری OSM پورت نوری میتواند دارای سرعت 100Mbps و پورتهای الکتریکی دارای سرعت 10Mbps باشند.

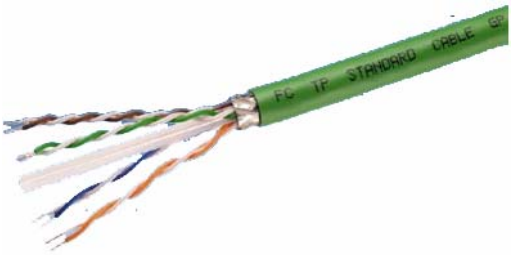
۴-امکان ارتباط Full Duplexفراهم میشود. در روش قدیمی تبادل دیتا بین دو DTE بصورت ترتیبی بود وقتی یکی ارسال می کرد دیگری فقط می توانست دریافت کند به این روش Half Duplex گفته می شود. وقتی دو سوئیچ با قابلیت Store and Forward به یکدیگر متصل میشوند بدلیل وجود حافظه برای ذخیره سازی دیتا که روی آن دو وجود دارد هر سوئیچ میتواند در همان لحظه که در حال دریافت است مبادرت به ارسال نیز بنماید به این قابلیت Full Duplex می گویند که عملاً ظرفیت را نسبت به Half Duplex دو برابر می کند.

با این مقدمه به توضیح اجزای اصلی شبکه 100Base-TX می پردازیم . اجزای اصلی عبارتند از :

- کابل و کانکتور
- سوئیچهای الکتریکی
- کارت های شبکه

الف) کابل و کانکتور

کابل مورد استفاده در 100Base-Tx کابل ITP یا TP است که می تواند ۴ زوج باشد



کانکتورها مشابه آنچه برای 10Base-Tx ذکر شد می باشد.

ب) سوئیچ های الکتریکی

سوئیچ های متنوعی برای استفاده در Fast Ethernet عرضه شده اند . ساده ترین نوع آنها که قابلیت چندانی ندارد نوع ELS است ولی نوع ESM قابلیت های زیادتری دارد و می توان توسط آن Redundancy و نیز حلقه Ring ایجاد کرد. این سوئیچ ها در ادامه تشریح شده اند.

ELS

ELS یا Electrically Lean Switch برای اتصال الکتریکی به شبکه Fast Ethernet بکار می رود یعنی با کابل Cate 5e و سرعت 100 Mbps .در عین حال می تواند با سرعت 10 Mbps نیز کار کند.

ELS انواع مختلف دارد که از نظر تعداد و نوع پورت با هم متفاوتند.برخی از پورت ها از نوع RJ45 هستند که با آن آشنا هستیم برخی دیگر از پورت ها دارای ترمینال برای اتصال مستقیم ۴ رشته سیم کابل اترنت هستند شکل روبرو ELS TP40 که دارای هر دو نوع پورت فوق می باشد را نشان میدهد.

پورتهای با اتصال مستقیم را می توان به کابل اترنت زیمنس که کابل IE FC یا کابل Fast Connect نام دارد متصل نمود این کابل پس از اتصال به پورت مزبور میتواند به مبدل هایی مانند شکل زیر که از یکطرف به کابل FC و از طرف دیگر به کابل با کانکتور RJ-45 متصل شود ادامه یابد.به این مبدل FC Outlet میگویند.

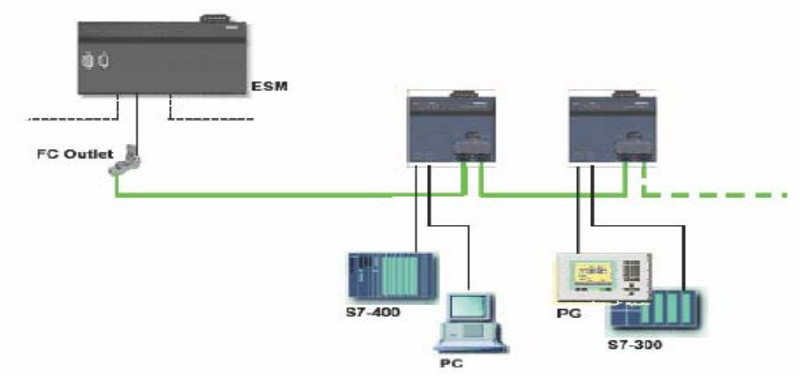
جدول زیر انواع ELS ها با تعداد و نوع پورت آنها را نشان میدهد. تمام پورتها می توانند با سرعت 10 یا 100 Mbps کار کنند.

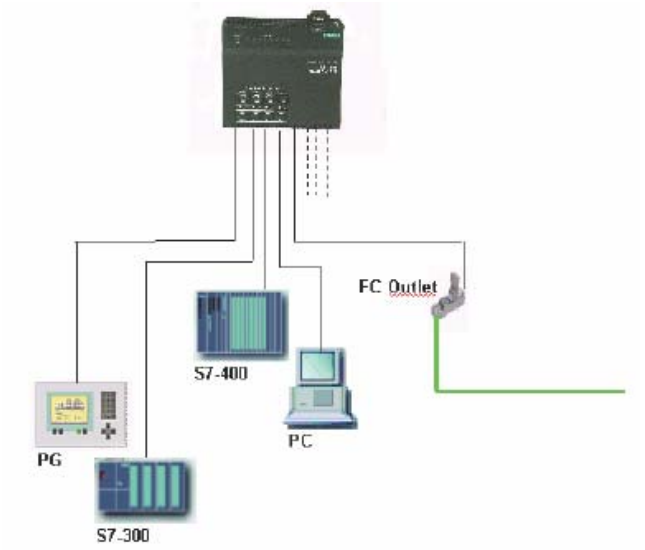
Type	Port FC	Port RJ45	Total number of Ports
ELS TP40	2	2	4
ELS TP80	-	8	8

پورت های FC به کابل IE FC متصل میشوند طول این کابل ماکزیمم ۱۰۰ متر است.

پورت های RJ45 میتوانند از طریق کابل TP (بصورت مستقیم یا Cross) متصل شوند . در اینحالت طول کابل TP ماکزیمم ۱۰ متر است. میتوان با استفاده از FCoutlet که از سمت دیگر به کابل FC متصل میشود طول را تا ۱۰۰ متر افزایش داد.

توسط ELS میتوان شبکه ای با توپولوژی Bus یا Star ایجاد کرد ولی امکان ایجاد شبکه Ring با ELS وجود ندارد. شکل های زیر بترتیب توپولوژی Bus و Star را نشان می دهند.





ELS تغذیه ۲۴ ولت DC نیاز دارد که از بالا متصل میشود. روی ELS یک LED که نمایش دهنده وصل بودن تغذیه است و تعدادی LED (به تعداد پورتها) که نشان دهنده برقراری ارتباط است وجود دارد.

برای پیکربندی ELS نرم افزار PST (مخفف Primary Setup Tool) عرضه شده است با استفاده از این نرم افزار میتوان:

- آدرس های IP را تنظیم کرد.این آدرس میتواند بصورت اتومات یا دستی داده شود.

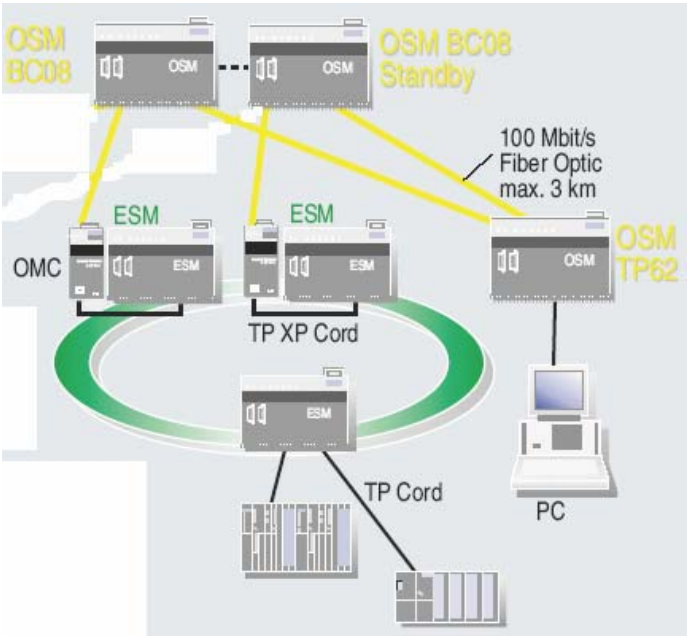
- تنظیمات ELS را به تنظیمات اصلی (Factory Setting) ری ست نمود.
- تنظیمات E-mail را برقرار کرد تا ELS بتواند آلارمها را به ایمیل مورد نظر ارسال نماید.
- دسترسی تحت Web را برقرار کرد در اینحالت با وارد کردن آدرس IP مربوط به ELS در Browser اینترنت (مانند Internet Explorer) میتوان از سرویس های مختلف ELS ازجمله سرویس های Diagnostic استفاده نمود.

نرم افزار PST در سی دی پیوست موجود است.

ESM

ESM یا Electric Switch Module فانکشنی شبیه ELS دارد یعنی برای Fast Ethernet بکار می رود.ویژگی آن نسبت به ELS آنست که می توان آنرا در حلقهٔ Redundant بکار برد.

ESM دارای پورت الکتریکی است و پورت نوری ندارد ولی میتوان آنرا از طریق مبدل های واسط به فیبر نوری متصل نمود.شکل زیر ESM را همراه با OMC (Optical Media Convert) که مبدل سیگنال نوری به الکتریکی برای 100 Mbps است نشان می دهد .



تعداد پورت روی ESM بستگی به نوع آن دارد . جدول زیر:

	Port FC	Port RJ45	Maximum distance between two ESMs	Maximum ring span with 50 ESMs	Digital Inputs
ESM ITP80	8	-	100 m	5 km	8 x DC 24V
ESM TP80	-	8	100 m	5 km	8 x DC 24V
ESM TP40	-	4	100 m	5 km	4 x DC 24V

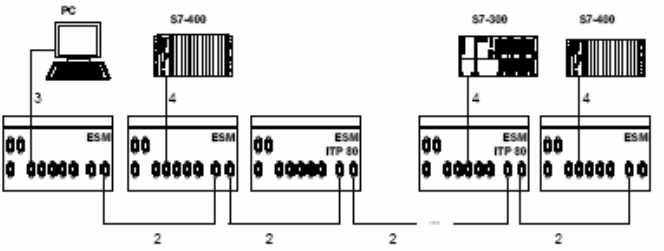
دربالای ESM ها تعدادی ترمینال برای ورودی های دیجیتال وجود دارد که در جدول فوق نیز آمده است. ورودی هایی که به این ترمینالها متصل شوند میتوانند از سرویس های ESM استفاده نمایند بعنوان مثال با یک شدن یک ورودی ESM میتواند اقدام به ارسال E-mail نماید. ESM شبیه ELS دارای فانکشن web based است.

ESM تغذیه 24Vdc نیاز دارد که ترمینالهای آن در بالای ESM قرار دارد شبیه آنچه در بحث ELM ها ذکر شد میتوان دو منبع تغذیه Redundant به آن متصل نمود.

با ESM میتوان توپولوژی های مختلفی را ایجاد کرد . در حالت معمول که به یک ESM وسایل مختلف وصل میشود توپولوژی ستاره شکل میگیرد با استفاده از چند ESM میتوان توپولوژی های باس و رینگ را نیز ایجاد نمود.

توپولوژی باس با ESM

با سری کردن ESM ها میتوان توپولوژی باس ایجاد کرد . برای این منظور از پورت های ۷ و ۸ این وسیله استفاده میشود. همانطور که در شکل زیر مشاهده می گردد پورت ۸ از هر ESM به پورت ۷ از ESM بعدی متصل میگردد. در اینحالت ماکزیمم طول کابل بین هر دو ESM برابر ۱۰۰ متر و طول کل شبکه ماکزیمم ۵ کیلومتر می باشد

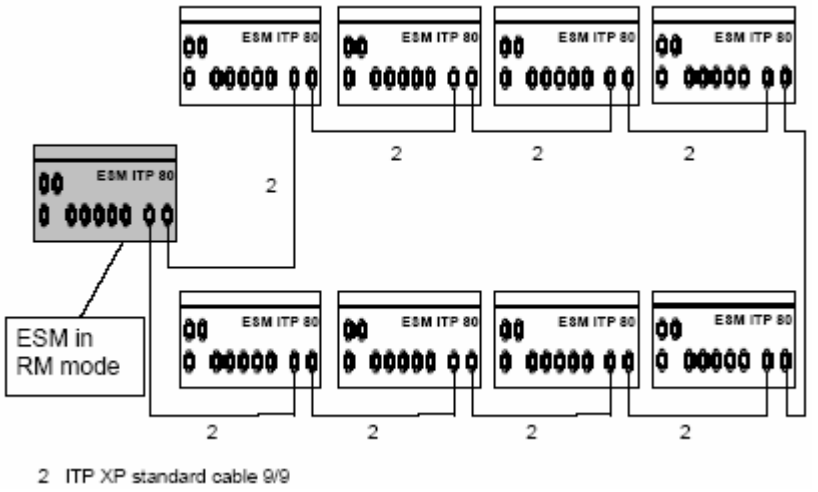


2 ITP XP standard cable 9/9
3 TP cord 9/RJ45
4 ITP standard cable 9/15

توجه شود که در توپولوژی باس فقط میتوان از ESM TP80 و ESM ITP80 استفاده کرد و ESM TP40 قابل استفاده نیست.

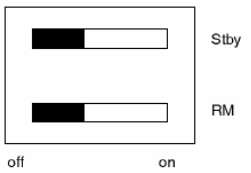
توپولوژی رینگ با ESM

توپولوژی رینگ نیز با اتصال پورت های ۷ و ۸ ESM ها به یکدیگر مانند شکل زیر ایجاد میشود.



ماکزیمم ۵۰ وسیله را می توان در رینگ قرار داد.

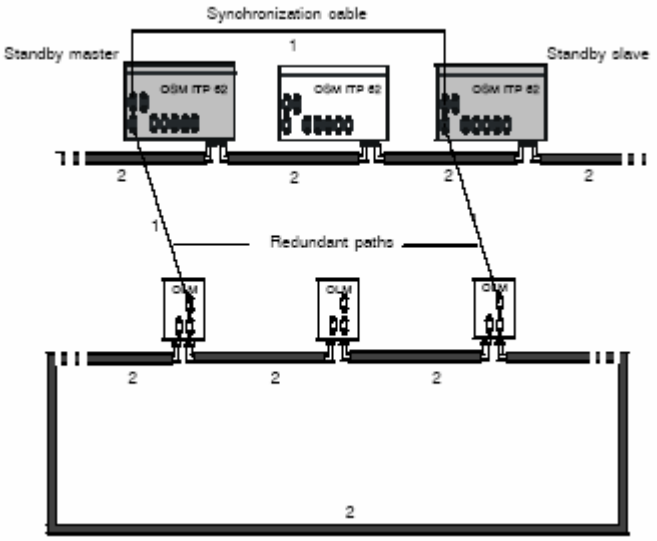
توجه شود که در این حالت یکی از ESM ها بایستی بعنوان مدیر حلقه Ring Manager پیکر بندی شود.برای این منظور Dip switch با نام RM که در بالای ESM قرار گرفته را در وضعیت on قرار میدهیم.



توپولوژی Redundant

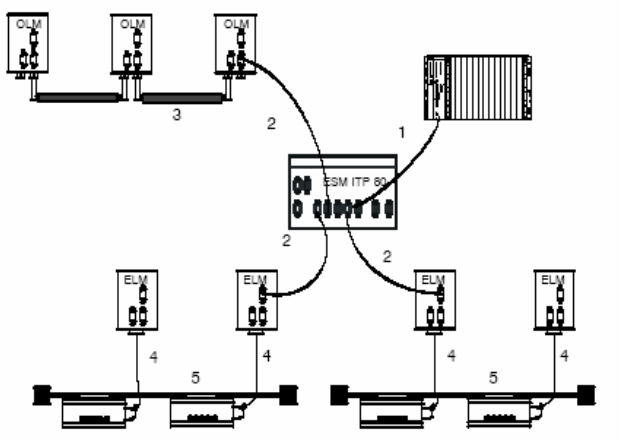
در این توپولوژی پورتهای Standby روی دو ESM به یکدیگر وصل میشوند پورت Standby در روی ESM در قسمت بالای سمت راست قرار دارد. طول کابل سنکرون سازی که بین این دوپورت متصل میشود ماکزیمم ۴۰ متر است.

در اینحالت فانکشن Standby توسط on کردن Dip Switch با نام Stby روی یکی از ESM ها فعال میشود.شکل زیر این توپولوژی را برای OSM نشان میدهد . برای ESM هم همین وضعیت وجود دارد. در شرایط عادی سوئیچی که در مد Standby است تبادل دیتا را انجام نمی دهد و فقط وقتی که ارتباط در سوئیچ اصلی دچار مشکل شد (مثلاً تغذیه سوئیچ اصلی قطع شد) اتوماتیک در مدار می آید. (دو سوئیچ توسط کابل Sync از وضعیت هم با خبر میشوند)



ترکیب ESM با ELM/OLM

میتوان ESM را با ELM و OLM که از وسایل 10Base هستند و قبلاً تشریح شدند بصورت ترکیبی استفاده نمود.



ج) کارت های شبکه در Fast Ethernet

کارت های شبکه ای که امروزه برای اترنت صنعتی عرضه می شوند عمدتاً Fast Ethernet را ساپورت و با 100Mbps تبادل دیتا می کنند . اگر المان محدود کننده ای وجود داشته باشد که فقط با 10Mbps کار میکند این کارتها می توانند خود را با سرعت 10Mbps نیز تطبیق دهند.

کارت های اترنت صنعتی متنوع هستند . تنوع آنها عمدتا مربوط به قابلیت های آنهاست. این قابلیت ها را میتوان بصورت زیر دسته بندی کرد . توضیحات لازم در مورد ISO و TCP قبلاً داده شده است .

برخی کارتها فقط پروتکل ISO را ساپورت می کنند و فقط با MAC Address کار می کنند.

۱. برخی کارتها فقط TCP را پوشش می دهند. و با IP Address کار می کنند.
۲. برخی کارتهای دیگر ISO-On-TCP را ساپورت می کنند.
۳. برخی کارتها می توانند برای Profinet که باختصار PN نامیده می شود بکار روند و به ET200 که اینترفیس Profinet دارد متصل شوند.
۴. کارتهایی که تمام حالات فوق را پوشش می دهند و امکانات اضافی برای کاربرد تحت web را دارند این کارت ها به IT-CP موسوم هستند.
۵. برخی کارت های PC قابلیت OPC دارند (OPC در فصل ۱۱ تشریح گردیده است)

بسته به نوع قابلیتی 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 CP443-1		x	x	x	
CP343-1 Advanced CP443-1 Advanced	x	x	x	x	x
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.

٦-٥ اجزای سخت افزاری 100Base-FX

وسایل مبتنی بر100Base-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 پارامترزیر 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 MHz * 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.

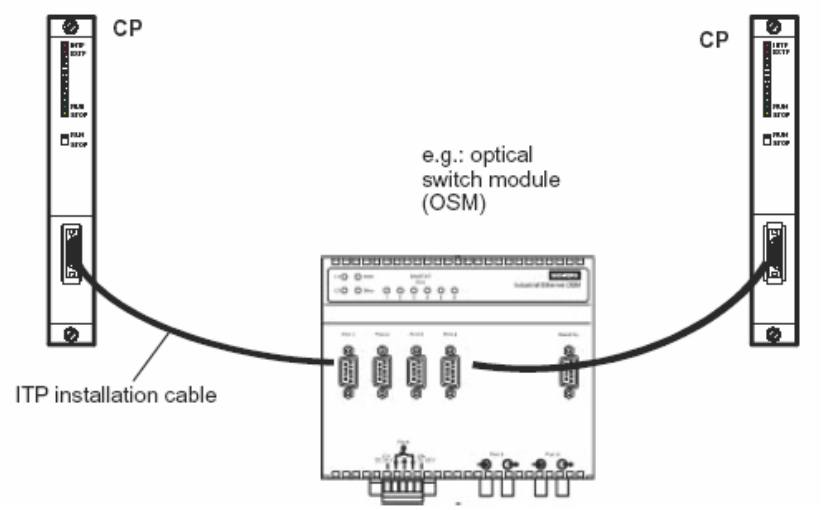
Fiber Type	FO Power Loss at 1300 nm	Bandwidth Distance Product	Max. Length
50/125	<=2.6 dB/km	>= 500 MHz * km	approx. 3,000 m
62.5/125	<=1.6 dB/km	>= 500 MHz * km	approx. 3,000 m

با این توضیحات اکنون به شرح OSM و ORM میپردازیم.

OSM

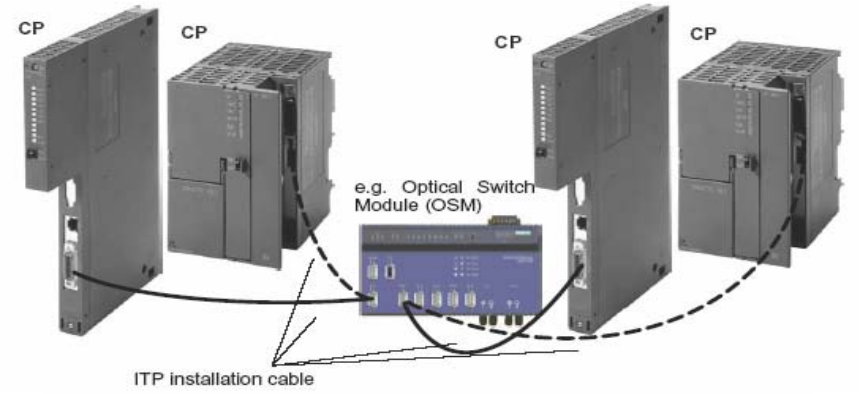
OSM یا Optical Switching Module وسیله ای با قابلیت سوئیچینگ است که در اترنت صنعتی سریع (100Mbps) بکار می رود.

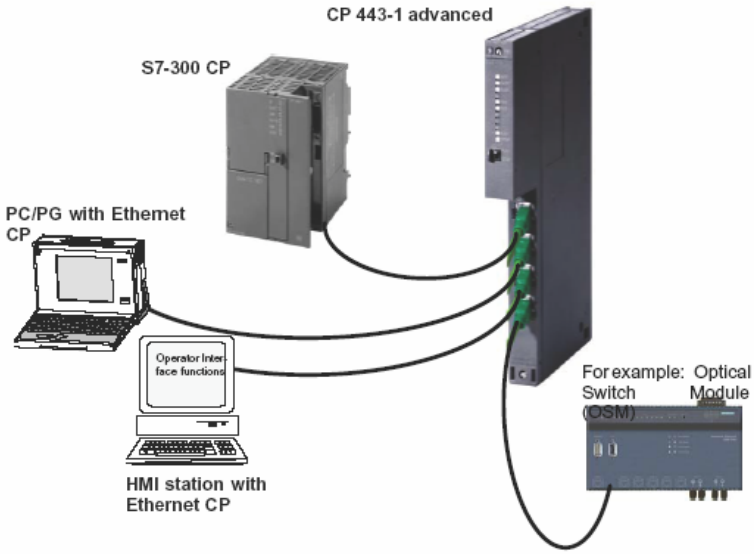
OSM دارای ۴ پورت الکتریکی ITP است و دو پورت نوری است پورتهای FO با 100Mbps و پورتهای ITP با 10 Mbps تنظیم شده اند.



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.

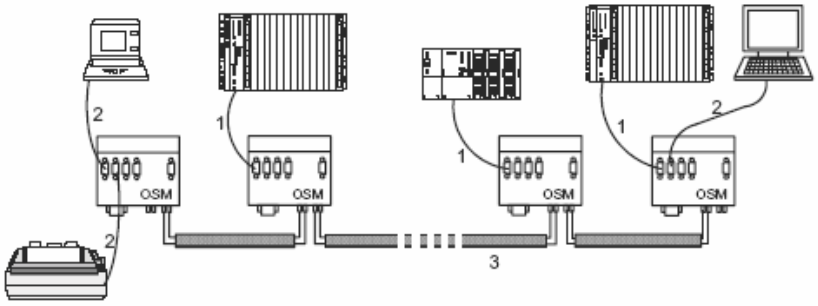
پورت نوری می تواند به شبکه 100 BASE-FX وصل شود(فیبر شیشه ای). پورت های الکتریکی می تواند به 10 BASE-T متصل شود.





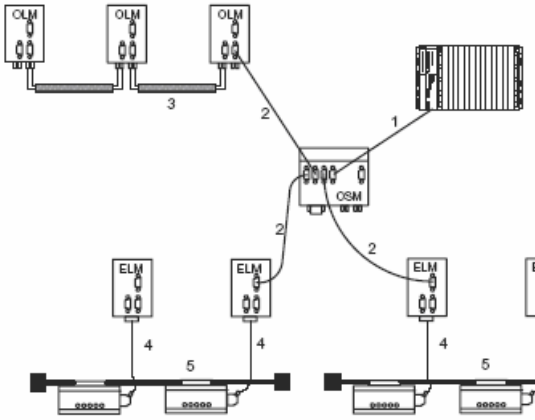
توپولوژی های قابل استفاده با OSM

توپولوژی BUS



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

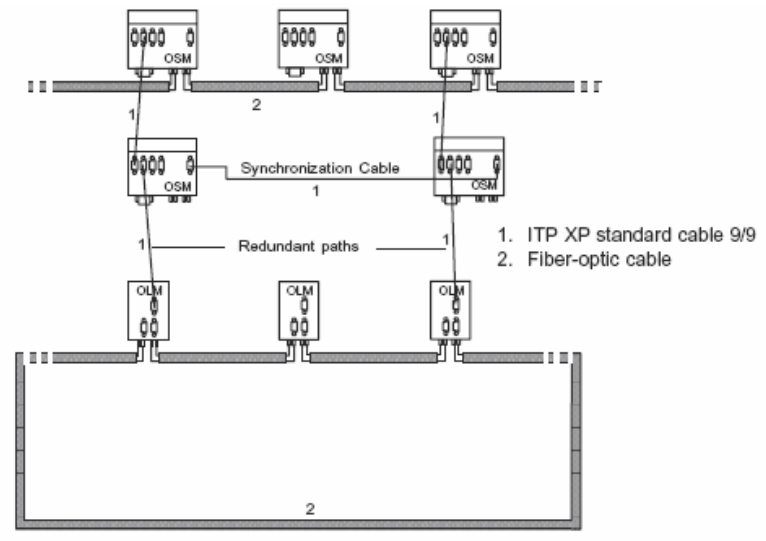
توپولوژی ستاره



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

اتصال بصورت Redundant

همانطور که در شکل زیر مشاهده می شود یک جفت OSM بصورت Redundant قرار گرفته و پورتهای 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.

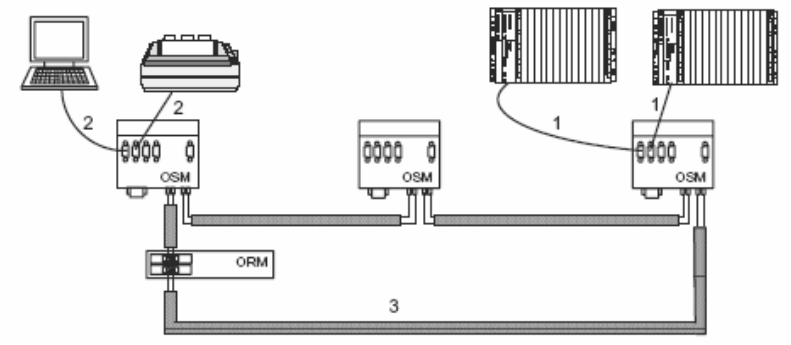


ORM

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 حلقهٔ Redundancy قرار دارد.ORM دارای دو پورت نوری 100BASE-FX برای اتصال فیبر شیشه ای است.

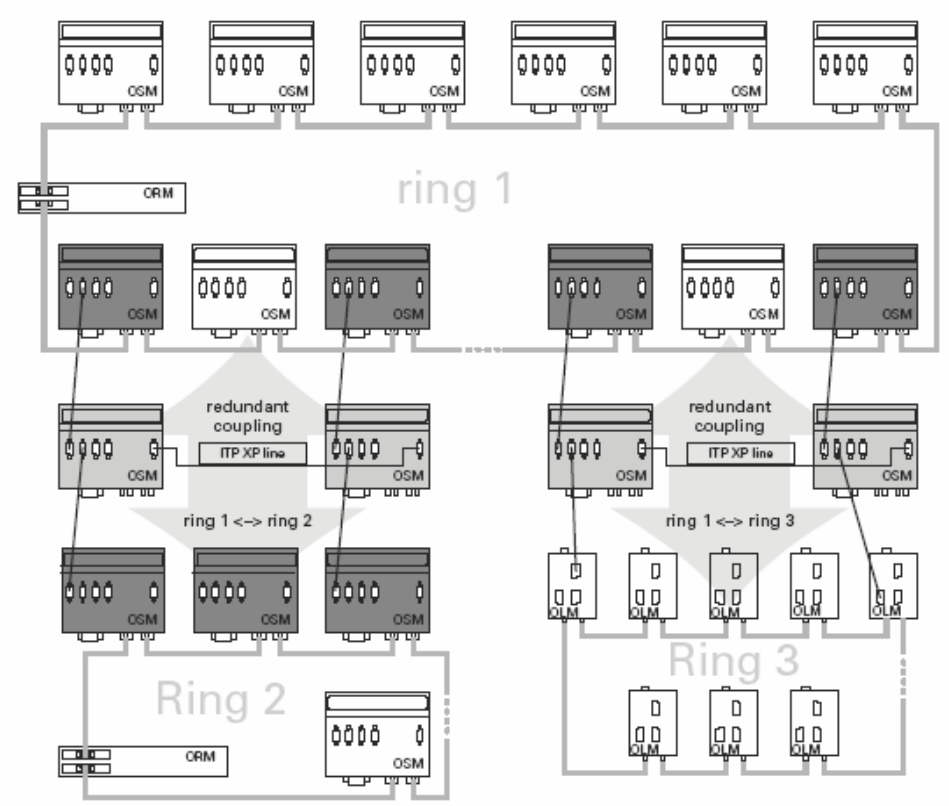
در هر حلقهٔ فیبر نوری فقط یک ORM می تواند بکار رود.



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

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

مشتمل بر :

۷-۱ PG Operation چیست؟

۷-۲ سخت افزار مورد نیاز

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

۷-٤ 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 مادربورد 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 S7-400که 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 دانلود 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

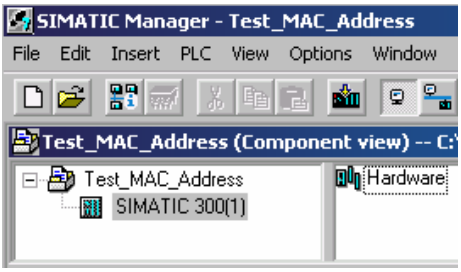
یک Cate5 که یکی بین PCو Hub و دیگری بین Hub و کارت اترنت PLC بسته میشود مورد نیاز می باشد.

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

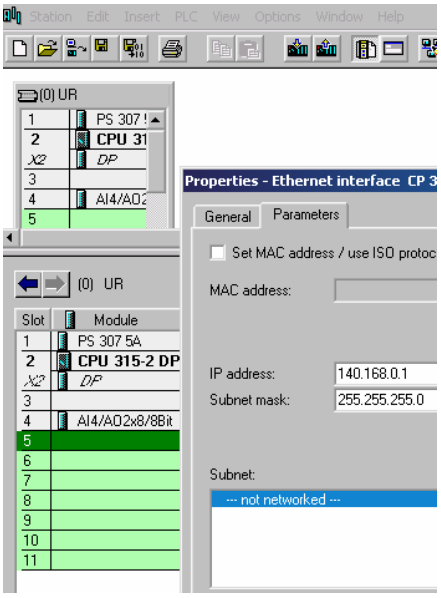
۳-۷ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق MAC Address

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

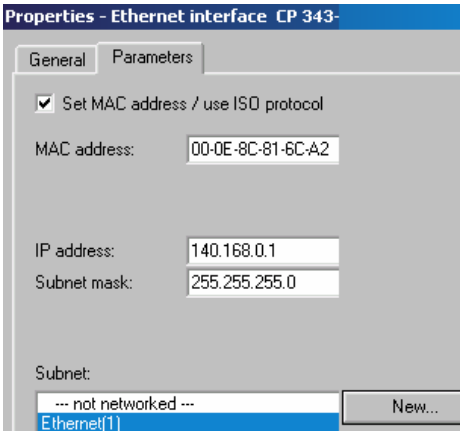
۱- اجرای Simatic Manager ، ایجاد یک پروژه جدید و وارد کردن Station 300



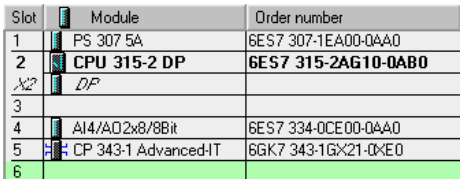
۲- دابل کلیک روی Hardware تا HWconfig باز شود. وارد کردن Rack سپس منبع تغذیه و CPU و سایر کارتها سپس وارد کردن کارت اترنت از زیر مجموعه CP-300.



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.

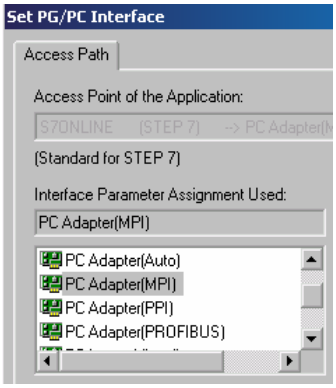


۳- MAC Address معمولاً روی کارت CP نوشته شده است آنرا یادداشت کرده و در پنجره فوق گزینه Set MAC Address را فعال نموده و آدرسی که یادداشت کرده ایم را در جلوی آن وارد می کنیم. سپس روی New کلیک می کنیم شبکه ای با اسم پیش فرض Ethernet(1) ایجاد میشود و با OK کردن اتصال کارت CP به این شبکه برقرار می گردد. اگر MAC Address روی کارت CP قابل خواندن نبود یا برچسب 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.



Slot	Module	Order number
1	PS 307 5A	6ES7 307-1EA00-0AA0
2	CPU 315-2 DP	6ES7 315-2AG10-0AB0
X2	DP	
3		
4	AI4/AO2x8/8Bit	6ES7 334-0CE00-0AA0
5	CP 343-1 Advanced-IT	6GK7 343-1GX21-0XE0
6		

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)

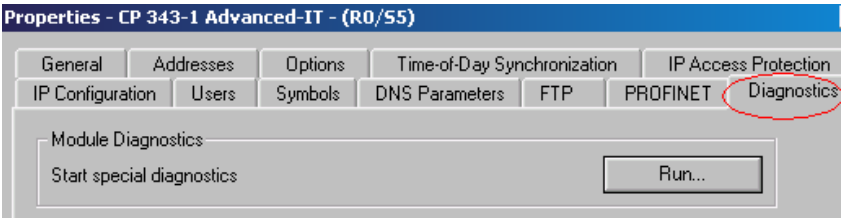
تغذیه PLC را وصل کرده و و کلید روی CPU و کلید روی کارت CP را در وضعیت Stop قرار می دهیم سپس پیکر بندی را از محیط HWconfig دانلود می کنیم.

۶- با تکمیل شدن دانلود کلید روی CPU را در وضعیت RUN یا RUN-P قرار میدهیم 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.

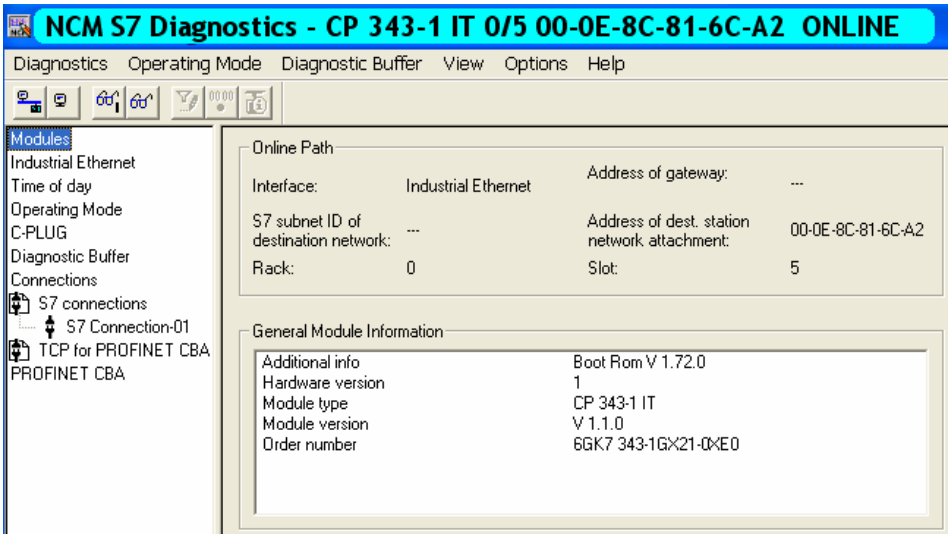
اگر وضعیت CPU نرمال است اکنون وضعیت کارت CP را بررسی می کنیم تا فقط چراغ Stop روشن باشد و

SFخاموش 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.

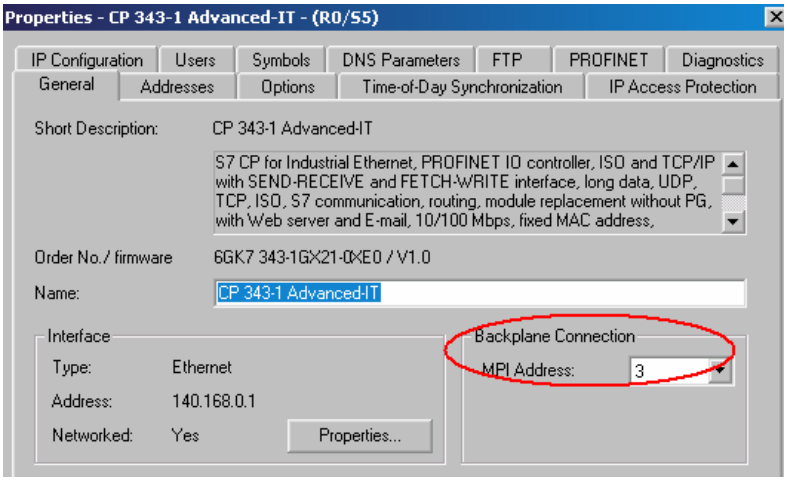


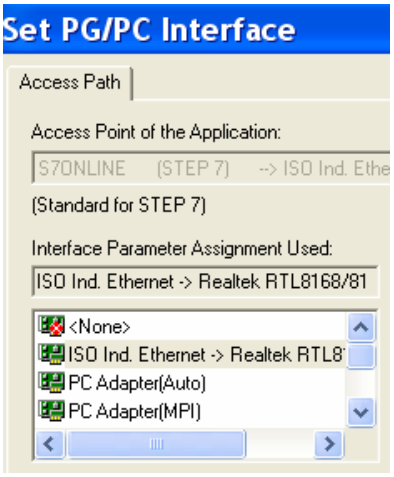
در پنجره فوق:

- در بخش Modules اطلاعات کارت CP مانند MAC Address و کد سفارش و شماره رک و اسلات و امثال آن ظاهر میشود. اگربرچسب 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.

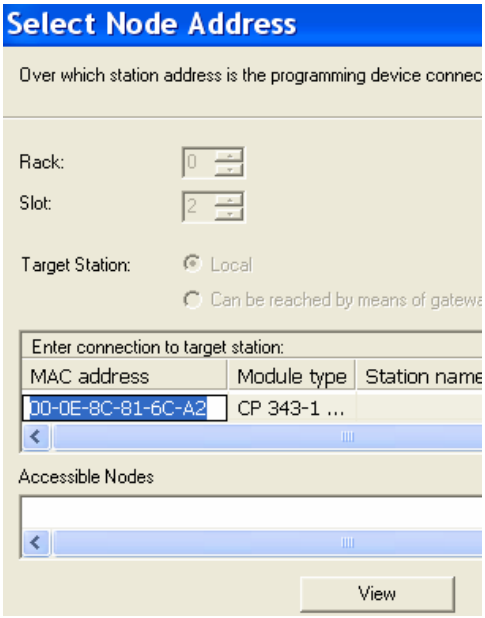
- در بخش Operating Mode می توان وضعیت کارت را دید که STOP است یا RUN
- رخ داد ها و اشکالات مربوط به کارت CP را می توان در بخش Diagnostic مشاهده نمود.
- بخش Connection مربوط به تبادل دیتا بین چند PLC است که موضوع بحث های آینده است.

علت اینکه پنجره فوق از طریق MPI قابل دسترس است آنستکه کارت CP دارای یک آدرس MPI از طریق اتصال Backplane است که با کلیک روی کارت CP در HWconfig در حالت Offline در بخش General میتوان آنرا مشاهده کرد . شکل زیر:

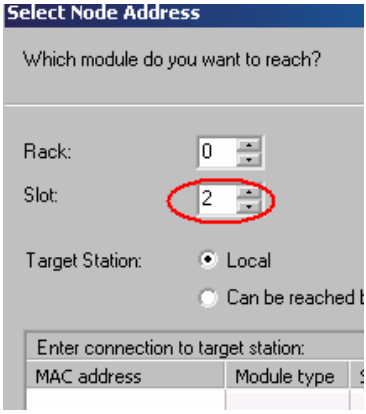




۸- تا این مرحله شناساندن کارت CP به CPU و بررسی وضعیت آن انجام شد. اکنون لازم است ارتباط اترنت را برای PG Operation فعال کنیم. برای این کار در Set PG/PC بجای PC Adapter MPI کارت یا اینترفیس شبکه اترنت روی PC را انتخاب میکنیم. با باز کردن Set PG/PC Interface برای کارت اترنت روی PC گزینه های مختلفی را مشاهده می کنیم. چون هدف ایجاد ارتباط از طریق ISO MAC Address است بایستی گزینه Industrial Ethernet انتخاب شود. گزینه هایی که با TCP/IP شروع شده اند مربوط به IP Address هستند که بعداً توضیح داده خواهند شد.

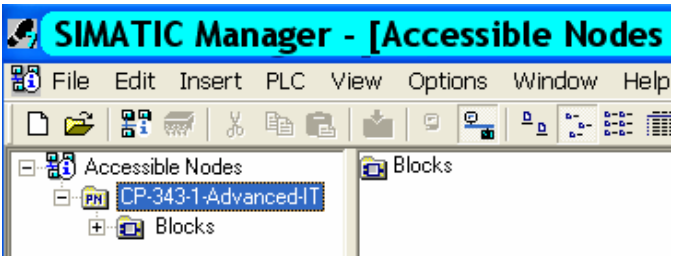


۹- پس از انجام مرحله قبل به HWconfig باز می گردیم برای اطمینان از صحت تنظیمات می توانیم دانلود را تکرار کنیم با کلیک روی آیکون دانلود در پنجره ای که ظاهر میشود بجای MPI Address که قبلاً ظاهر میشد MAC Address را خواهیم دید و در صورتی که اتصالات درست باشند با کلیک روی view در قسمت Accessible Nodes آدرس MAC وسایلی که در دسترس هستند را مشاهده خواهیم کرد که در اینجا صرفاً یک MAC Address مربوط به PLC مقصد دیده خواهد شد. بدین ترتیب امکان ارتباط از طریق اترنت صنعتی توسط MAC Address فراهم شده و می توان ارتباط با پورت MPI روی CPU را قطع کرد و از این به بعد توسط اترنت عمل دانلود و آپلود را انجام داد.



۱۰- اکنون عمل Upload را تست کنید . می توانید در Simatic Manager از منوی PLC گزینه Upload Station to PG را انتخاب کنید یا در HWconfig عمل آپلود را انجام دهید. توجه شود در پنجره ای که ظاهر میشود بایستی در جلوی Slot شماره اسلات مربوط به CPU را وارد نمود. پس از آن با کلیک روی View آدرس MAC مربوط به کارت CP روی PLC ظاهر شده و آپلود امکان پذیر می گردد.

۱۱- بطور کلی برای اطمینان از اینکه برای دانلود یا آپلود آیا کارت CP مقصد در دسترس هست یا نه می توان در Simatic Manager از منوی PLC گزینه Display Accessible Nodes را انتخاب کرد. پنجره به حالت Online در می آید و کارت های CP قابل دسترس (در این مثال یک کارت CP) نمایش داده خواهد شد. اگر پنجره خالی نمایش داده شد یا اشکال در اتصالات وجود دارد یا اشکال در تنظیمات.



در صورت صحت اتصالات و تنظیمات دانلود و آپلود و مشاهده وضعیت OnLine امکان پذیر است در این صورت همه حالات زیر از طریق اترنت امکان پذیر خواهد بود:

- استفاده از HWconfig در حالت On Line برای دیدن وضعیت سخت افزار و رفع اشکالات
- مشاهده پنجره Module Information و محتویات Diagnostic Buffer و سایر بخش های آن
- مشاهده لیست بلاک های داخل CPU در حالت On Line در Simatic Manager
- مانیتور کردن برنامه داخل بلاک برنامه نویسی
- مانیتور کردن محتویات دیتا بلاک
- Debug کردن برنامه در مد Hold
- استفاده از VAT برای Monitor یا Modify یا Force کردن آدرس ها

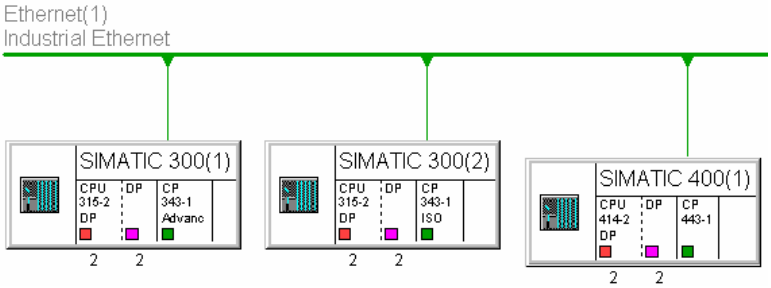
تشریح موارد فوق خارج از بحث این کتاب است و در صورتی که خواننده محترم حضور ذهن ندارد می تواند به جلد ۱ کتاب راهنمای جامع Step7 از مؤلف مراجعه نماید.

آنچه تاکنون گفته شد مربوط به اتصال PC به یک PLC 300 از طریق اترنت بود برای یک PLC 400 نیز وضعیت به همین منوال است . اما اگر قرار باشد چند PLC توسط اترنت شبکه شوند بایستی اولاً از نظر سخت افزاری PLC ها با هم شبکه شده باشند یعنی روی هر کدام یک کارت CP اترنت وجود داشته باشد و این کارت ها توسط کابل یک به یک Cate5 به پورت های یک هاب / سوئیچ متصل باشند ثانیاً پورت اترنت PC نیز از طریق کابل یک به یک به پورت هاب /سوئیچ متصل باشد در اینصورت به همان روشی که برای یک PLC گفته شد می توان شبکه اترنت را با استفاده از MAC Address برای همه PLC ها پیکر بندی نمود . در اینحالت به نکات زیر توجه شود:

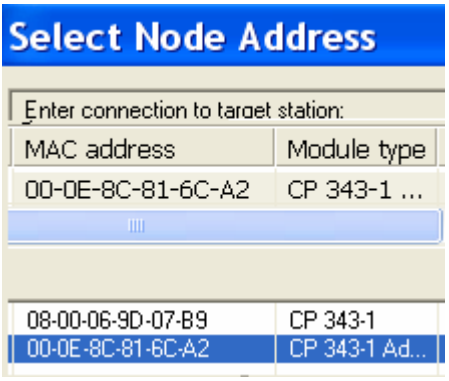
- یک پروژه در Simatic Manager ایجاد و تمام PLC ها را در یک پروژه وارد کنید. اگر چه امکان شبکه کردن PLC هایی که در پروژه های مختلف وارد شده اند وجود دارد این کار توصیه نمی شود (بعداً به معایب این روش اشاره خواهد شد)
- سخت افزار هر کدام از PLC ها را در HWconfig پیکر بندی کرده و به همان روش قبلی روی کارت اترنت MAC Address را فعال نمایید سپس همه را به یک شبکه اترنت مثلاً Ethernet(1) متصل نمایید. در

این حالت کارت های CP همگی بایستی MAC Address را ساپورت کنند. بدیهی است آدرس MAC که از روی نوشته روی کارت ها وارد میشود منحصر به فرد است و لازم نیست نگران تکراری بودن آن باشیم. اگر اشتباهاً تکراری وارد شود نرم افزار Step7 آنرا بعنوان خطا گزارش خواهد داد.

- پس از اتمام کار پیکر بندی سخت افزار برای اطمینان از صحت شبکه بندی بهتر است برنامه Netpro از طریق کلیک کردن روی آیکون Configure Network بالای پنجره HWconfig اجرا شود و در آن اولاً ابتدا چک شود که همه کارتهای اترنت به یک شبکه اترنت متصل هستند ثانیاً با کلیک روی Save and Compile از عدم وجود خطا (مثلاً در آدرس دهی ها) مطمئن شویم.



- پس از پیکر بندی سخت افزار PLC ها لازم است اطلاعات توسط MPI به هر کدام از آنها دانلود شود . اگر از قبل شبکه ای بین پورتهای MPI کشیده شده باشد کار ساده تر است و با اتصال PC Adapter به سوکت پشت یکی از کانکتورها می توان از یک نقطه عمل دانلود را به تک تک PLC ها انجام داد. در ضمن دانلود می تواند از محیط Netpro نیز انجام شود.



پس از اتمام دانلود پیکر بندی سخت افزار به PLC ها و بررسی عیوب احتمالی به روشی که قبلاً گفته شد وضعیت اتصال کابل ها و وصل بودن تغذیه هاب/سوئیچ را چک می کنیم و در صورت صحت همه موارد تنظیم Set PG/PC Interface را روی ISO Industrial Ethernet قرار می دهیم. بدین ترتیب هنگام دانلود یا آپلود یا Online شدن آدرس MAC تمام کارت های CP را در لیست Display Accessible Nodes خواهیم دید .

تذکر : در کاربرد PG Operation نیازی به تعریف PC Station در Netpro و پیکر بندی آن نیست ولی این کار برای کاربردهایی مانند OPC الزامی است که در فصل های بعدی مراحل آن ذکر خواهد شد.

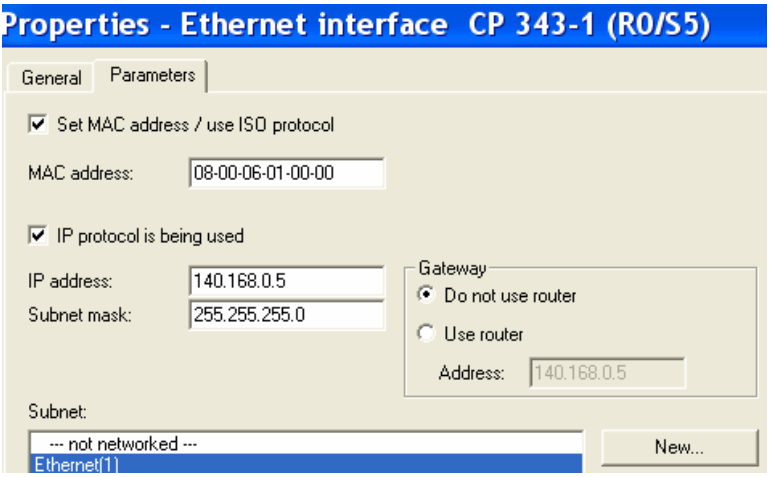
٤-۷ مراحل پیکر بندی برای ارتباط از طریق IP Address

فرض می کنیم PLC 300 قبلی با همان کارت اترنت CP343-1 را میخواهیم از طریق IP Address پیکر بندی کنیم بگونه ای که کلیه عملیات PG Operation از این طریق میسر باشد. قدم هایی که بایستی برداشته شود عمدتاً شبیه حالت قبل است و در موارد مشابه صرفاً به عنوان کار اشاره کرده ولی قدم های جدید یا متفاوت را تشریح می نماییم.

۱- اجرای Simatic Manager ، ایجاد یک پروژه جدید و وارد کردن Station 300

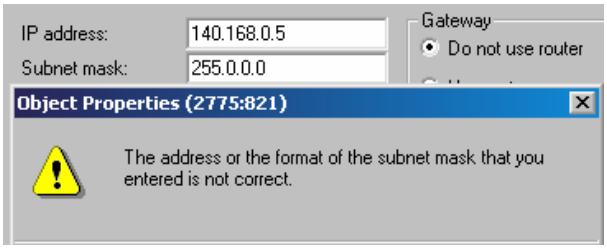
۲- باز کردن HWconfig و وارد کردن Rack منبع تغذیه و CPU و سایر کارتها سپس وارد کردن کارت اترنت از زیر مجموعه CP-300.

در این مرحله در پنجره ای که باز میشود گزینه Set Mac address را غیر فعال کرده (البته اگر فعال هم باشد مشکلی ایجاد نمی کند) است ودر پایین آن IP Address مورد نظر را وارد می کنیم. اگر IP Address در پنجره ظاهر نشود نشانگر آنست که کارت مورد نظر TCP/IP را ساپورت نمی کند و فقط می تواند با MAC Address کار کند.



IP Address برخلاف MAC Address یک آدرس فیزیکی نیست و روی کارت نیز نوشته نشده است IP یک آدرس منطقی است و می توان برای آن هر عددی را در نظر گرفت. بصورت پیش فرض یک IP و یک Subnet در پنجره ظاهر میشود که می توان آنها را تغییر داد . تغییر IP و Subnet Mask بایستی با درنظر گرفتن Class باشد . سه کلاس اصلی IP قبلاً توضیح داده شد. اگر ایندو در یک کلاس نباشند Step7 آنرا بعنوان

خطا گزارش خواهد کرد. مانند حالت زیر:



اشکال فوق اینست که Subnet Mask می تواند 255.255.0.0 یا 255.255.255.0 باشد.

پس از انتخاب IP صحیح روی New کلیک و کارت را به شبکه Ethernet(1) متصل می کنیم.

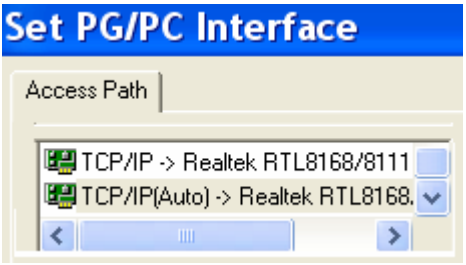
۳- ذخیره و کامپایل و اطمینان از عدم وجود خطا در HWconfig

۴-دانلود کردن پیکر بندی از طریق MPI

۵- بررسی LED های CPU و CP و اطمینان از عدم وجود خطا سپس Run کردن CPU و کارت CP

۶- بررسی وضعیت کارت CP در HWconfig با دابل کلیک روی کارت CP و کلیک روی Runدر قسمت Diagnostics و مشاهده اطلاعات پنجره NCM S7

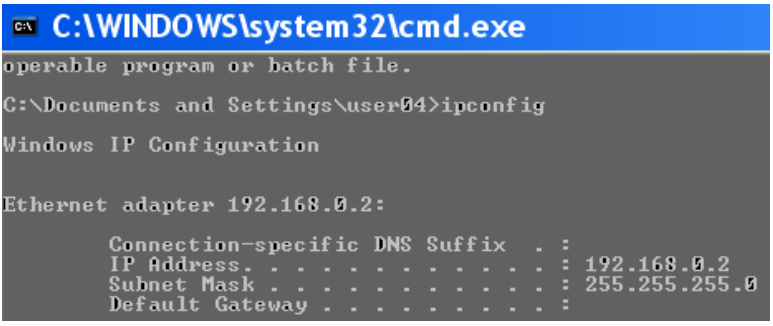
۷- تنظیم Set PG/PC Interface روی TCP/IP



۸- بررسی آدرس IP مربوط به PC اگر قبلاً برای شبکه تنظیم شده باشد با روش زیر :

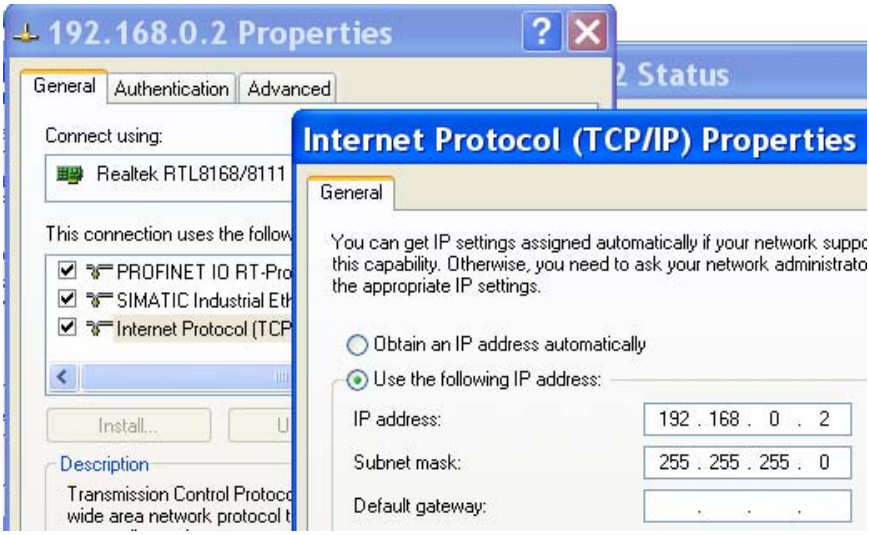
Start > Run > cmd تایپ>

سپس در پنجره ای که مانند شکل زیر باز میشود تایپ دستور ipconfig و مشاهده آدرس IP



تذکر : در همین پنجره با تایپ دستور ipconfig/all میتوان علاوه بر آدرس IP اطلاعات بیشتر از جمله آدرس فیزیکی MAC را نیز مشاهده نمود.

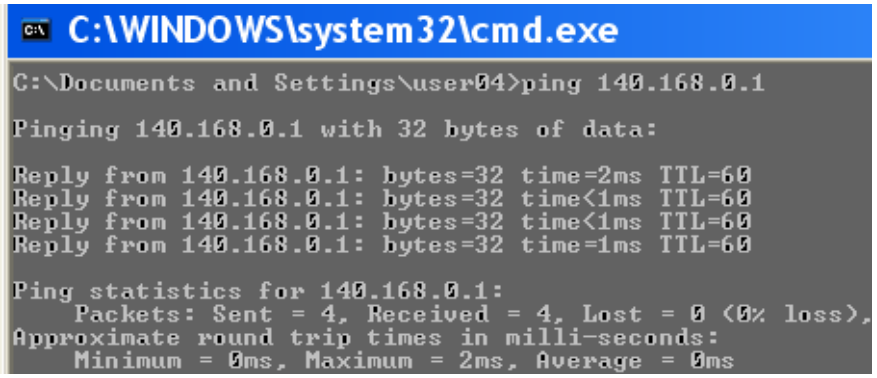
۹-اگر کامپیوتر برای ارتباط با شبکه هنوز تنظیم نشده باشد یا اگر تنظیم شده ولی کلاس IP آن با کلاس IP کارت CP یکی نباشد در اینصورت نیاز به تنظیم IP و Subnet Mask وجود دارد. برای این کار در Control Panel ویندوز Properties مربوط به Network را مشاهده و تنظیمات مربوطه را مانند شکل زیر انجام میدهیم. آدرس IP بایستی با آدرس IP کارت PLC متفاوت ولی Subnet Mask آنها یکسان باشد.



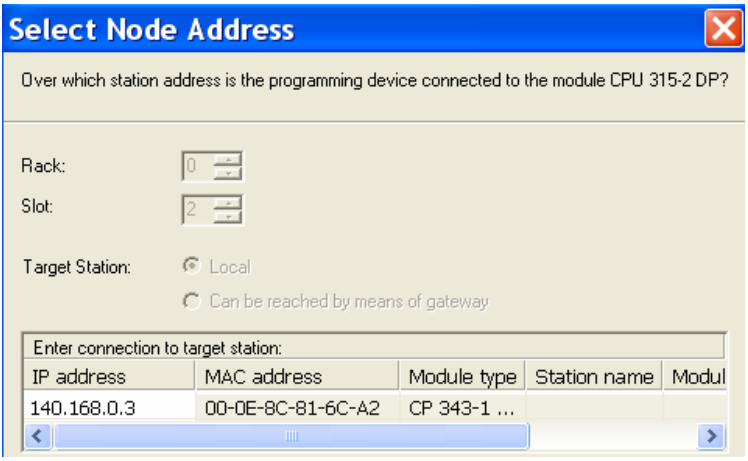
۱۰- اگر تا این مرحله تنظیمات و اتصالات درست باشند میتوان توسط

Start > Run > cmd تایپ>

در پنجره دستور Ping را بکار می بریم و در جلوی آن آدرس IP مقصد یعنی کارت CP را می نویسیم. اگر در پاسخ با پیغام Request Time Out مواجه شدیم اشکال در تنظیمات یا اتصالات وجود دارد. اگر همه چیز درست باشد پیغام Reply from را خواهیم دید شکل زیر:



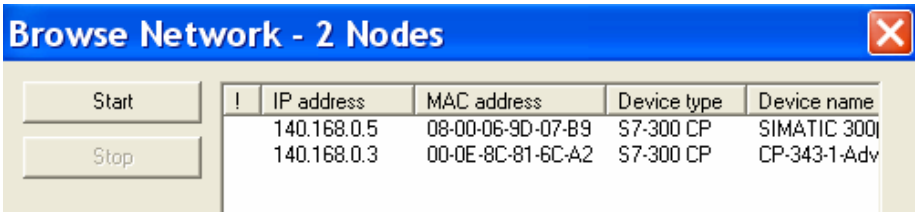
۱۱- پس از اینکه تست مرحله قبل موفقیت آمیز بود به HWconfig باز می گردیم و دانلود را تکرار می کنیم . در اینحالت پنجره ای مانند شکل زیر ظاهر خواهد شد:



۱۲- تست های مربوط به Upload و حالت On Line را شبیه توضیحات قبلی تکرار کنید خواهید دید که در همه حالات آدرس IP بجای آدرس MAC ظاهر می شود.

۱۳- نحوه شبکه کردن چند PLC توسط IP آدرس نیز بهمین منوال و با توجه به توضیحاتی که در بحث MAC Address داده شد می باشد لذا از تکرار آن خودداری می نماییم.

صرفاً نکته قابل ذکر دیگر اینست که در Simatic Manager از منوی PLC> Edit Ethernet Node می توان به جستجوی آدرس IP وسایلی که به شبکه متصل هستند پرداخت . نتیجه در پنجره ای مانند شکل زیر قابل مشاهده خواهد بود :



تذکر :

تمام نکات و تنظیماتی که در این فصل ذکر شد در صورت استفاده از کار تهای اترنت صنعتی مانند CP1613 نیز بهمان نحو انجام می گیرد.

۸- مانیتورینگ از طریق اترنت صنعتی

مشتمل بر :

۸-۱ مانیتورینگ و ارتباطات آن

۸-۲ سخت افزار مورد نیاز

۸-۳ مراحل پیکر بندی از طریق MAC Address

۸-٤ مراحل پیکر بندی از طریق IP Address

۸-۵ پیکر بندی ارتباطات WinCC ازطریق 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 اینترفیس 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 پیکر بندی 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 پیکر بندی شده اطلاعات به آن دانلود 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)

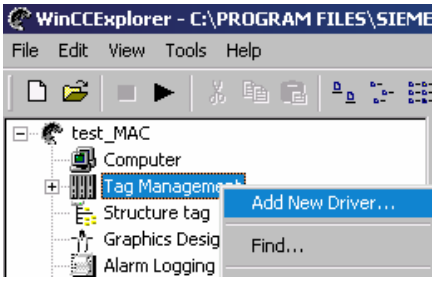
وسایل ارتباطی:

بهتر 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)

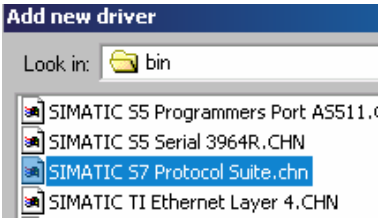
اگر فقط یک PLC و یک سیستم HMI وجود دارد و Programming نیز از طریق اترنت انجام نمیشود میتوان بین PLC و HMI با کابل Cross ارتباط برقرار نمود.

۸-۳ مراحل پیکر بندی از طریق MAC Address

۱- اجرای WinCC و ایجاد پروژه جدید بصورت Single User

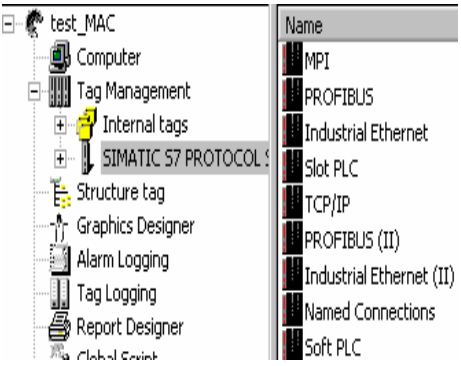


۲-راست کلیک روی Tag Management سپس کلیک روی Add New Driver



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.

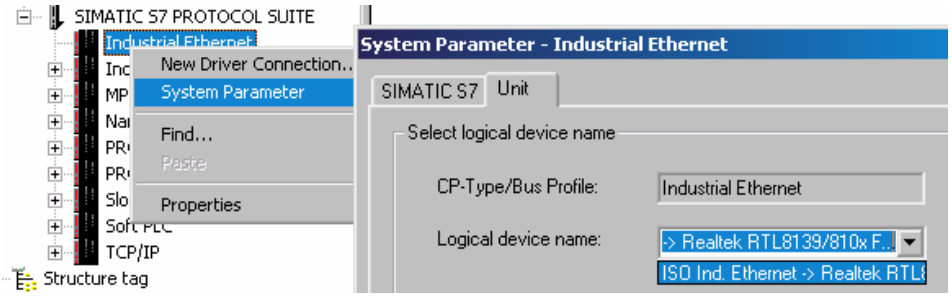


پس از انتخاب S7 Protocol Suite این درایور در زیر Tag Management اضافه می شود . و در جلوی آن انواع ارتباط ظاهر می شود . برای ارتباط اترنت بین HMI وPLC از طریق MAC Address یکی از گزینه های زیر می تواند انتخاب شود :

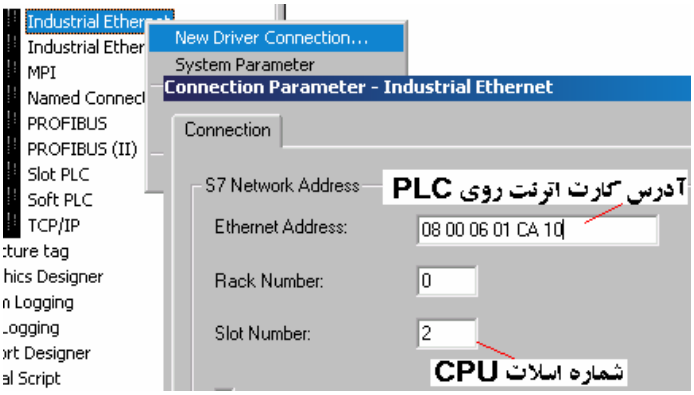
- Industrial Ethernet
- Industrial Ethernet (II)

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

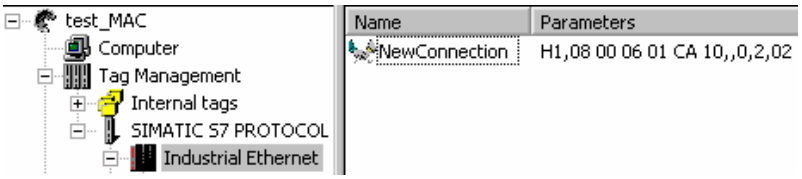
۴- با کلیک راست روی Industrial Ethernet سپس انتخاب System Parameter پنجره ای ظاهر میشود که در بخش Unit آن کارت اترنت نصب شده روی PC را انتخاب میکنیم.



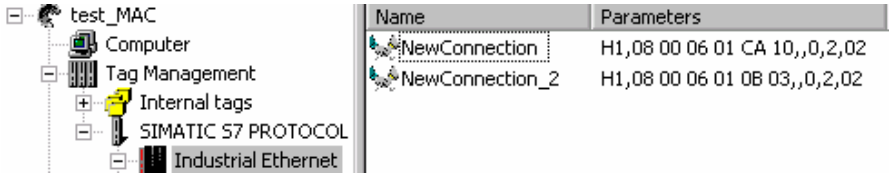
۵- کلیک راست روی Industrial Ethernet سپس انتخاب New Driver Connection و وارد کردن آدرس MAC کارت CP روی PLC و شماره اسلات CPU



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.

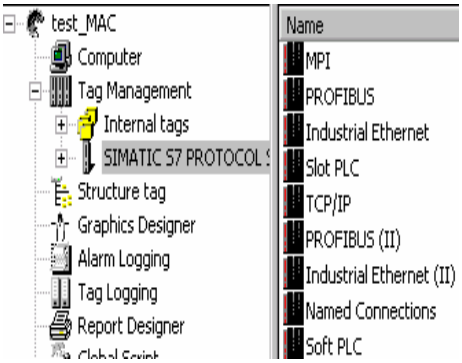


۸-٤ مراحل پیکر بندی از طریق IP Address

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

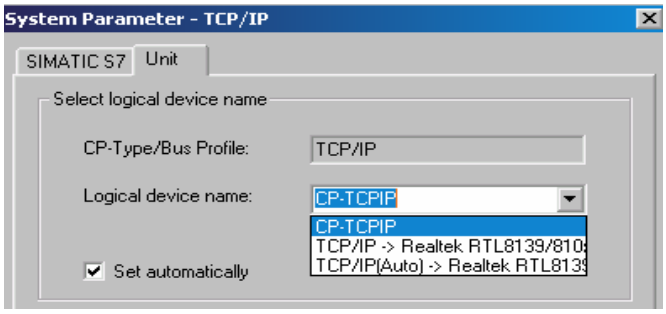
۲-راست کلیک روی Tag Management سپس کلیک روی Add New Driver



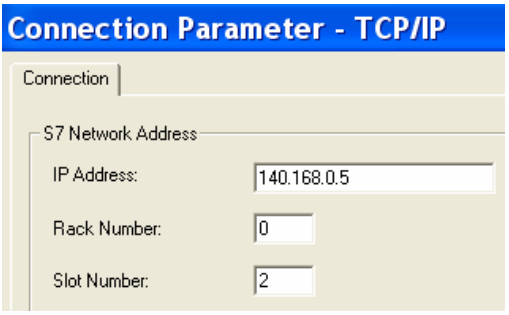
۳- انتخاب S7 Protocol Suite از لیست درایورها

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

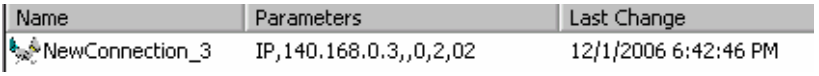
۴- با کلیک راست روی TCP/IP سپس انتخاب System Parameter پنجره ای ظاهر میشود که در بخش Unit آن کارت اترنت نصب شده روی PC را انتخاب میکنیم.



۵- کلیک راست روی TCP/IP سپس انتخاب New Driver Connection و وارد کردن آدرس IP 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- برای ارتباط سیستم HMI با چند PLC روی اترنت مرحله ۵ را برای هر کدام از PLC ها تکرار می کنیم . نهایتاً در پنجره Connection های مختلفی مانند شکل زیر خواهیم دید . وضعیت این اتصالات را می توان از منوی Tools > Status of Driver Connection ملاحظه کرد.

۵-۸ پیکر بندی ارتباط Redundant در WinCC ازطریق اترنت صنعتی

در برخی کاربرد ها بویژه در سیستم های افزونه دارای افزونگی سخت افزاری (Hardware Redundancy) مانند سیستم های S7-400H و نیز در سیستم های دارای افزونگی نرم افزاری (Software Redundancy) نیاز به ارتباط دو سیستم افزونه با یک سیستم مانیتورینگ می باشد. بعنوان مثال در S7-400H بطور معمول روی سیستم Master یک منبع تغذیه ، یک CPU و یک کارت اترنت صنعتی وجود دارد این سخت افرار عیناً روی سیستم Standby نیز موجود است. در شرایط عادی ارتباط Monitoring توسط کارت اترنت روی Master برقرار است ولی در صورت بروز فالت روی Master ، جابجایی (Switchover) صورت می گیرد و سیستم

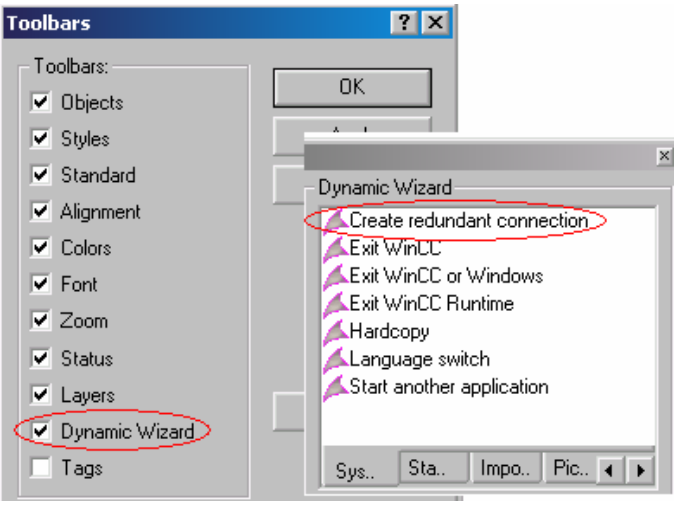
Standby نقش Master را بعهده گرفته کار کنترل را ادامه می دهد. مشکلی که در این شرایط وجود دارد اینست که بطور معمول در سیستم مانیتورینگ Tag ها در زیر مجموعه یک درایور قرار می گیرند که این درایور از نوع TCP/IP یا Industrial Ethernet می باشد و در آن آدرس کارت اترنت موجود روی یکی از دو سیستم داده شده است پس در صورت switchover شدن سیستم افزونه ادامه ارتباط مانیتورینگ مشکل پیدا می کند. اگر تصور کنیم که در زیر مجموعه TCP/IP یا Industrial Ethernet دو ارتباط که یکی مربوط به کارت اترنت Master و دیگری مربوط به کارت اترنت Standby است تعریف کنیم و در زیر مجموعه هر کدام نیز Tag های لازم را ایجاد نماییم باز مشکل پیش می آید و آن اینکه خصوصیت واحد از شکل ها و Object های موجود در صفحه Graphic Designer را فقط می توان به یک Tag متصل نمود نه به دو Tag .

پس نیاز به استفاده از ارتباط افزونه در WinCC می باشد. در اینجا ما ارتباط افزونه را برای TCP/IP شرح میدهیم برای Industrial Ethernet نیز مشابه می باشد. مراحل کار بصورت زیر است:

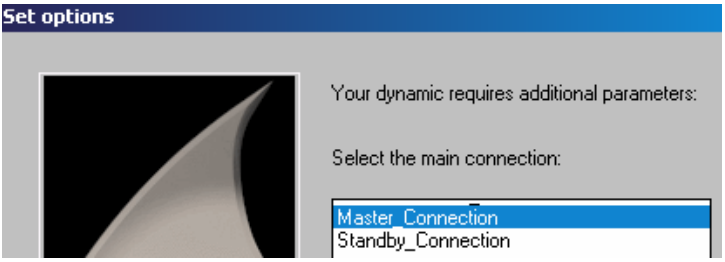
قدم ۱ تا قدم ۴ مشابه آنچه در بخش ۸-۴ برای TCP/IP ذکر شد می باشد

قدم ۵ – ایجاد اتصال جدید برای کارت اترنت Master PLC و وارد کردن آدرس IP آن و تکرار این کار برای Standby PLC پس نهایتاً دو اتصال شبیه زیر در زیر مجموعه TCP/IP خواهیم داشت:

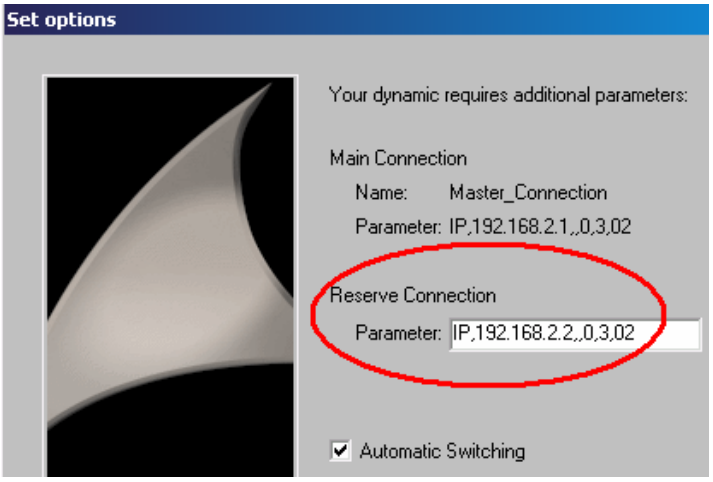
قدم ۶ – فعال ایجاد اتصال Redundant از طریق منوی View>Toolbar در Graphic Desiner



قدم ۷ – دابل کلیک روی گزینه Create Redundant Connection تا پنجره Wizard ظاهر شود. با کلیک روی Next پنجره ای مانند زیر باز و در آن هر دو اتصال TCP/IP نمایش داده می شود. یکی از دو اتصال (اتصال مربوط به کارت اترنت PLC که فعلاً بعنوان Master است) را بعنوان اتصال Main انتخاب و به پنجره بعدی می رویم.

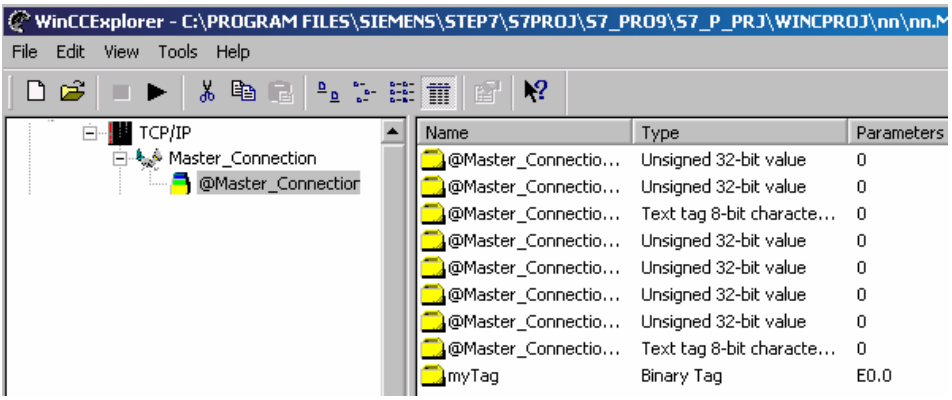


قدم ۸ – در پنجره بعد اتصال Main همراه با IP آن ظاهر می گردد که غیر قابل تغییر است و در زیر آن اتصال رزرو و IP آن ظاهر میشود که بایستی دقت کرد و آنرا در صورت لزوم اصلاح نمود.



قدم ۹ – با کلیک روی Next و Finish کار Wizard به پایان می رسد. اکنون اگر به Tag Management در WinCC باز گردیم در زیر مجموعه اتصال اصلی در TCP/IP می بینیم که یک Tag Group مانند شکل زیر ساخته شده است . که حاوی تعدادی Tag بصورت Default است . هر Tag جدید که در این قسمت توسط کاربر ایجاد شود از طریق هر دو کارت اترنت در دسترس می باشد . یعنی Tag وقتی Master PLC در حال کار است از طریق اتصال اول و وقتی Standby PLC وارد میشود از طریق اتصال دوم Update می گردد. بنابراین با اتصال این Tag به یک Object در Graphic Designer مشکل قبلی برطرف شده و شکل بدون مشکل Update میشود بدون توجه به اینکه کدام PLC در حال کار است.

توجه شود که در زیر مجموعه اتصال دوم هیچ Tag وجود ندارد.



مراحل کار برای Industrial Ethernet و استفاده از MAC Adress به همین شکل است. برای افزونگی نرم افزاری نیز قدم های لازم مشابه می باشد. در موردی که از دو کارت اترنت روی PC استفاده میشود لازم است در قدم ۴ برای هر اتصال کارت در بخش unit بصورت صحیح وارد شود.

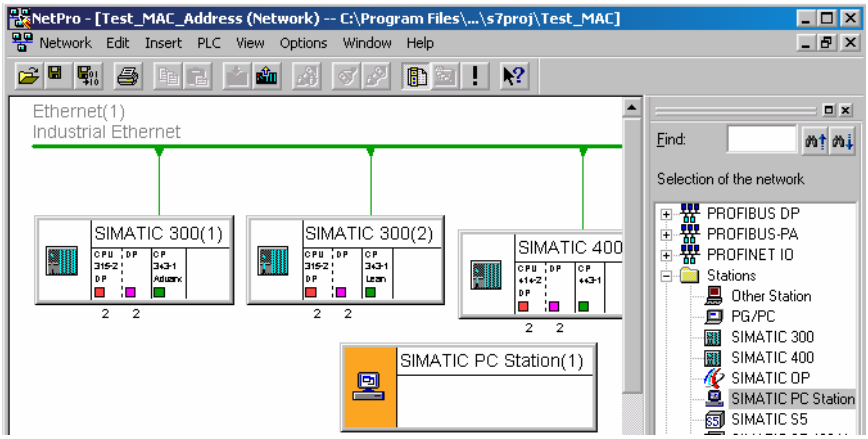
۸-۶ پیکر بندی ارتباطات WinCC ازطریق Simatic Manager

می توان بجای روش های دستی ایجاد ارتباط که در قسمتهای ۸-۳ و ۸-۴ گفته شد مراحل زیر را در محیط Step7 انجام داد تا ارتباطات و تنظیمات در WinCC بطور خودکار توسط برنامه ایجاد شود پیش نیاز این کار آنست که Step7 و Wincc هر دو روی همان کامپیوتر نصب شده باشند . اگر روی کامپیوتر PCS7 نصب شده باشد کار ساده تر است زیرا در PCS7 هر دو نرم افزار فوق وجود دارند و لینک های داخلی بین آنها بخوبی برقرار شده است.

بهر حال پس از تکمیل نصب نرم افزارهای مورد نیاز مراحل زیر را قدم به قدم انجام میدهیم در این مثال ارتباط با MAC Address ایجاد شده است برای IP Address نیز وضعیت به همین منوال است

۱- ایجاد پروژه جدید در Simatic Manager وارد کردن سه PLC و پیکر بندی سخت افزار آنها همراه با کارت اترنت واتصال آنها از طریق MAC Address به یک شبکه. نهایتاً ذخیره و کامپایل

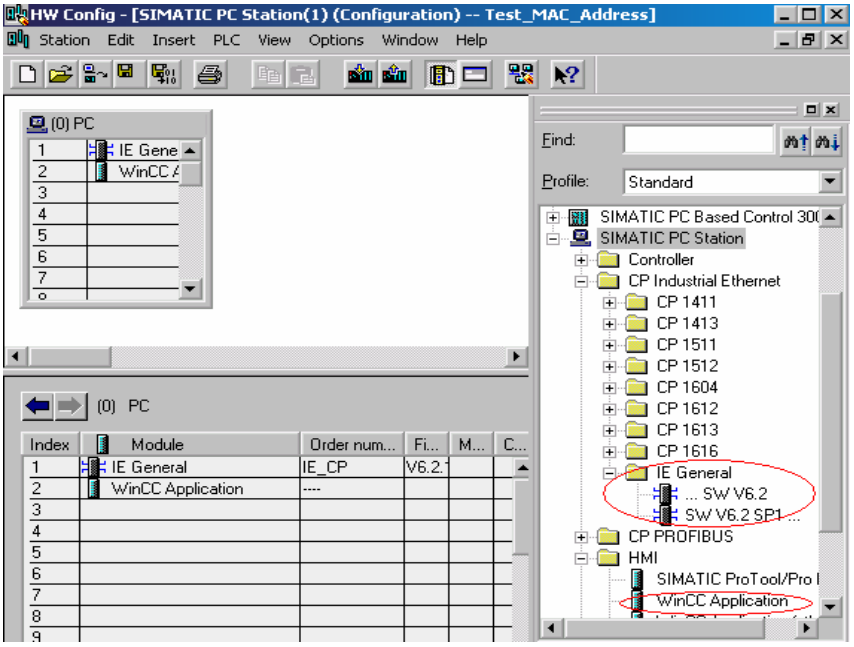
۲- باز کردن Netpro و وارد کردن یک PC Station از کاتالوگ . در روش های قبلی نیازی به تعریف PC Station نبود ولی در این روش وارد کردن و پیکر بندی آن الزامیست.



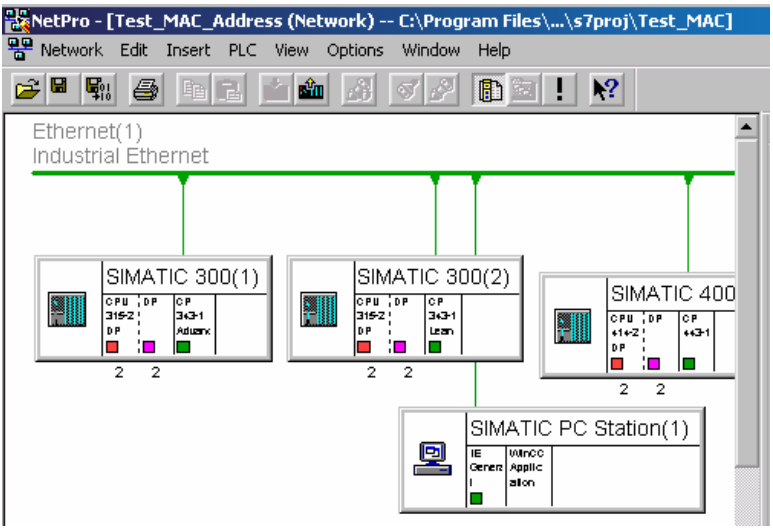
۳- دابل کلیک روی PC Station تا در محیط HWConfig باز شود. سپس انتخاب کارت اترنت از کاتالوگ و وارد کردن آن در اسلات . اگر کارت اترنت از نوع معمولی است از کاتالوگ IE General را انتخاب میکنیم.

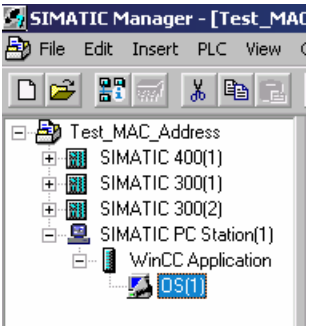
پس از انتخاب کارت آنرا با MAC Address مربوطه به شبکه اترنت متصل می کنیم این MAC Address را میتوان با تایپ کردن دستور cmd در Run ویندوز و سپس تایپ کردن دستور IPconfig/all بدست آورد.

سپس همانطور که در شکل نشان داده شده در کاتالوگ Wincc Application را از زیر مجموعه HMI انتخاب کرده و در اسلات دیگر PCقرار می دهیم .



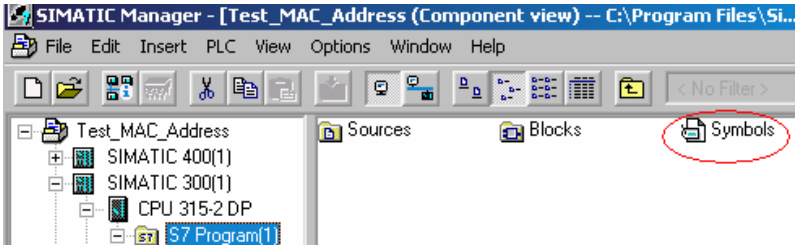
۴-پیکر بندی را در HWConfig ذخیره و کامپایل می کنیم . اگر به Netpro بر گردیم خواهیم دید که PC Station به شبکه اترنت متصل شده است.در Netpro نیز عمل ذخیره و کامپایل را انجام می دهیم.



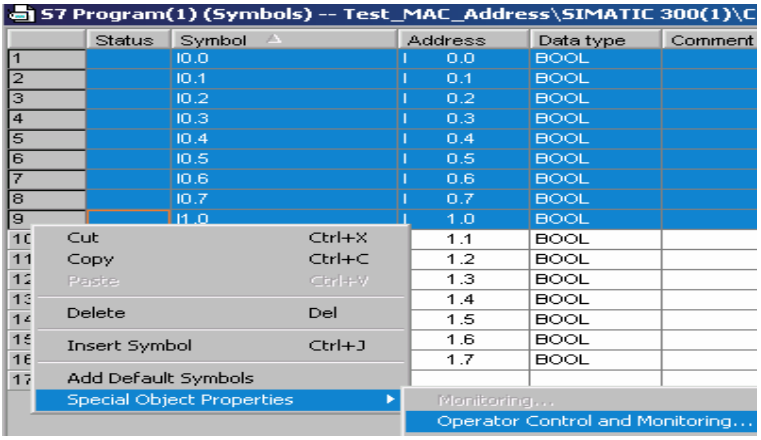


اکنون اگر به Simatic Manager باز گردیم PC Station را می بینیم که در پروژه اضافه شده و در زیر آن WinCC و OS را مشاهده خواهیم نمود.

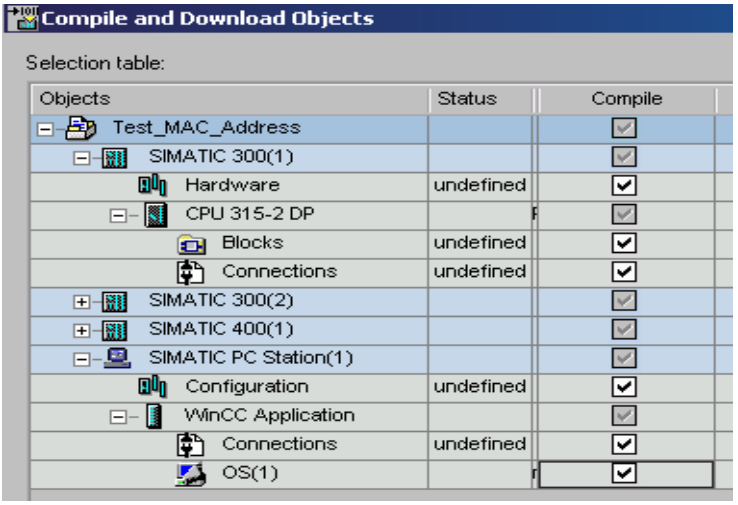
۵-اگر در این مرحله با استفاده از منوی PLC در Simatic Manager کامپایل کلی انجام دهیم تمام ارتباطات لازم در WinCC در پروژه ای که نام آن OS(1) است در زیر مجموعه Industrial Ethernet ایجاد میشود ولی قبل از کامپایل برای آشنایی خواننده محترم نکته ای را در مورد Symbole Table ذکر می کنیم تا بحث کاملتر شود. اگر برای آدرس هایی سمبل تعریف کرده باشیم مثلاً تمام آدرس های DI را با اسم مشخص کرده باشیم این اسامی در Symbole Table ظاهر میشود. (برای سهولت کار در محیط Hwconfig روی کارت DI راست کلیک کرده و Edit symbole را انتخاب میکنیم. اسامی که در این پنجره وارد شوند در جدول سمبل ها ذخیره می گردند) جدول سمبل های یک PLC را در simatic Manager از مسیر زیر باز می کنیم:



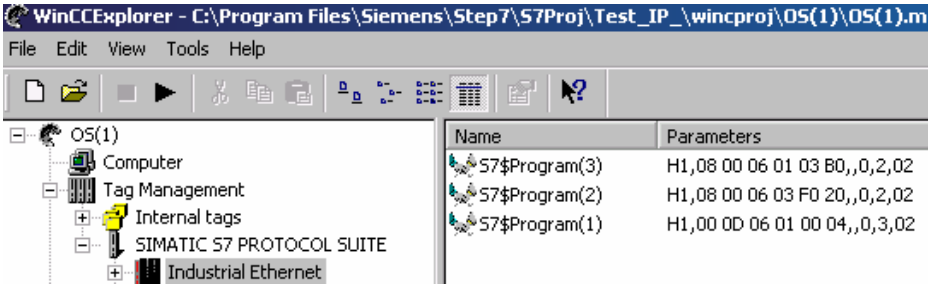
۶-با دابل کلیک روی Symbole Table برنامه مربوطه باز شده و لیست سمبل ها نمایش داده میشود. اکنون کل سطرها را با نگه داشتن کلید Shift انتخاب کرده سپس راست کلیک و Special Object Properties > Operator Control Monitoring را انتخاب می کنیم. خواهیم دید که در کنار این سطرها پرچم های سبز رنگی ظاهر میشود. فایده این کار آنست که اگر اکنون کامپایل کلی انجام دهیم برای این آدرسها اتوماتیک در WinCC تگ می سازد.



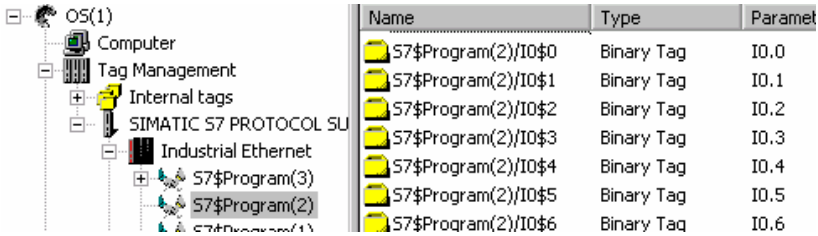
۷- Symbole Table را ذخیره کرده و در Simatic Manager روی اسم پروژه یکبار کلیک کرده سپس از منوی PLC کامپایل کلی یعنی Compile and Download Objects را انتخاب می کنیم در پنجره ای که مانند شکل زیر ظاهر میشود تمام گزینه های زیر ستون Compile را فعال کرده و روی Start کلیک میکنیم. پس ازتکمیل کامپایل گزارش آن ظاهر میشود بایستی مطمئن شویم که Error وجود ندارد.



۸-در Simatic Manager روی OS(1) راست کلیک سپس Open Object را انتخاب میکنیم Wincc باز میشود اکنون در زیر Tag Management می بینیم که درایور S7 Protocol Siute را ساخته و در قسمت Industrial Ethernet سه Connection برای سه PLC ایجاد کرده است.



با کلیک روی Connection خواهیم دید که برای سمبل هایی که در جدول سمبل ها با پرچم سبز ظاهر شدند Tag نیز ایجاد شده است. Tag هایی که بدین طریق ایجاد میشوند Read Only هستند.



۹– تبادل دیتا بین PLC ها با اترنت صنعتی

مشتمل بر :

۹-۱ مقدمه

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

۹-۳ ارتباطات Send/Receive

۹-٤ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-on-TCP

۹-٥ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط ISO-Transport

۹-٦ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط TCP Connection

۹-۷ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط UDP Connection

۹-۸ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط S7 Connection

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

۹-۱۰ 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 میگیرد. برای بخش ۱ و بخش ۲ هرکدام 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 هرجا 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 .

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

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

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

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.پیکر بندی 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 کارتهای 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.

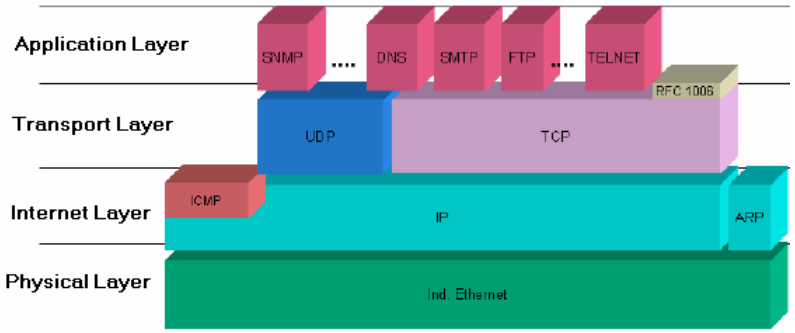
۹-۳ ارتباطات Send/Receive

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 وجو 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 میداند 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/Receiveاز 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 Profibus , MPI 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

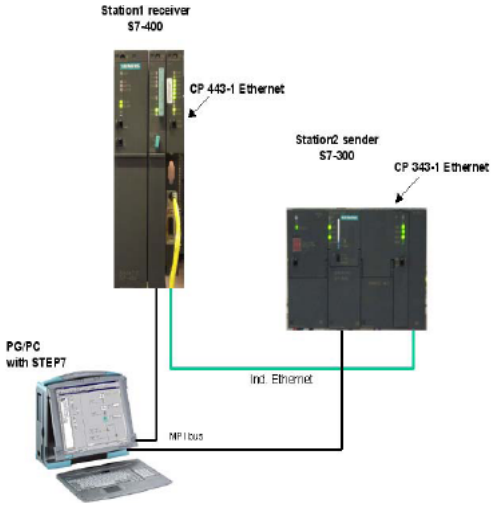
در اینجا بدون اینکه به تشریح عملکرد و ورودی و خروجی های فانکشن های فوق بپردازیم ترجیح می دهیم موضوع را در حین تشریح کامل مراحل پیکر بندی و برنامه نویسی تشریح نماییم. شاید به این طریق ذهن خواننده محترم بتواند اشراف کاملتری نسبت به مطلب پیدا کند.

۹-٤ 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 پیکر بندی و تبادل دیتا می پردازیم. بطور خلاصه کارهایی که لازم است انجام شود عبارتند از :

- پیکر بندی سخت افزار هر دو PLC و دانلود به PLC ها
- پیکر بندی 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) پیکر بندی سخت افزار

۱- اطمینان از صحت اتصالات

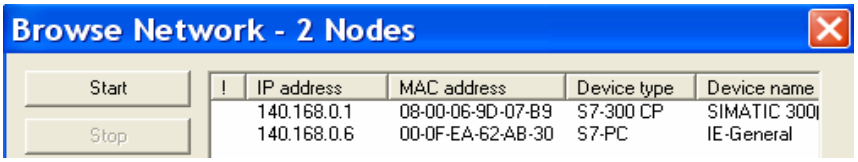
۲- وارد کردن دو PLC در یک پروژه در Simatic Manager

۳- پیکر بندی سخت افرار 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.

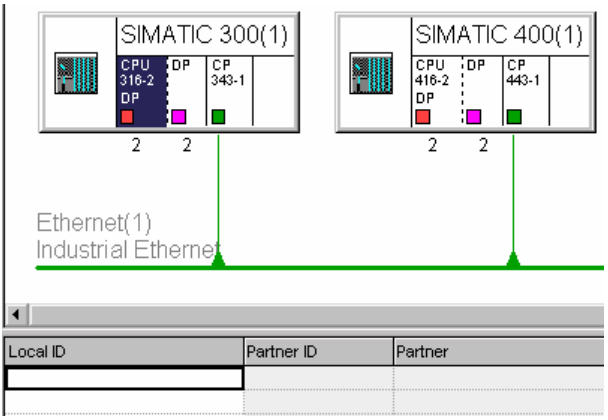
ب) پیکر بندی شبکه و اتصالات آن در Netpro

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 نوجه 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

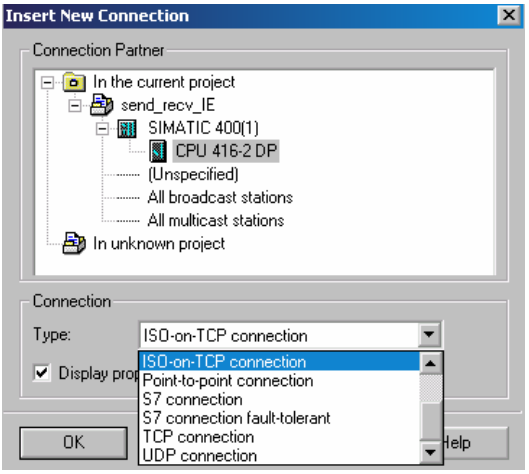
۳- کلیک روی یکی از CPU ها در Netpro تا جدول Connection Table پایین پنجره فعال شود.



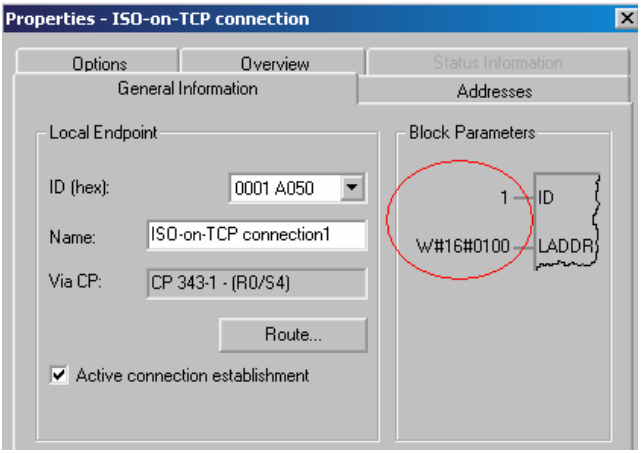
۴- دابل کلیک روی سطر اول جدول Connection Table . پنجره ای به صورت شکل زیر باز میشود که در آن CPU مقصد نمایش داده شده است.توجه شود که در اینحالت ارتباط مورد نظر بصورت Unicast است یعنی یک PLC با یک PLC دیگر بنابر این در پنجره مزبور گزینه های Broadcast و Multicast مورد نظر ما نیست . اگر روی این شبکه تعداد 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. بدنیست خواننده محترم گزینه های مختلف این لیست را با انواع اتصالات ذکر شده در جدول صفحه مقایسه کند. در بین گزینه های مربوطه به

اترنت ISO-on-TCP را انتخاب می کنیم.



۵-با کلیک روی Ok در پنجره قبل اگر نوع کارت CP دو طرف ISO-on-TCP را ساپورت کند پنجره ای مانند شکل زیر ظاهر خواهد شد. در غیر اینصورت حتی اگر کارت یکطرف این ویژگی را ساپورت نکند با پیغام خطا مواجه خواهیم شد. اگر در هنگام پیکر بندی سخت افزار IP Address در یک یا دو طرف غیر فعال شده باشد نیز با پیغام خطا مواجه خواهیم شد.



در اینجا ما در سمت جدول اتصال S7-300 اتصال تعریف کردیم یعنی سیستم S7-300 بعنوان Local و سیستم S7-400 بعنوان Partner محسوب میشود. ID و LADDR را یادداشت می کنیم تا در برنامه نویسی سمت Local آنرا بکار ببریم. ID شماره ارتباط را تعریف می کند و LADDR نشانگر آدرس بیس کارت CP و

معادل هگز آدرس پایه ای است که در Hwconfig در جلوی کارت بصورت دسیمال نوشته شده است در این مثال آدرس کارت 256 بوده که معادل 100 هگز می باشد.

Slot	Module ...	Order number	Fi...	M...	I address	Q address
1						
2	CPU 316-2 DP	6ES7 316-2AG00-0AB	V1.2	2		
X2	DP				2047*	
3						
4	CP 343-1	6GK7 343-1EX11-0XE0	V2.0	3	256..271	256..271
5						

اگر کارت CP در Hwconfig در اسلات دیگری قرار گیرد یا اگر آدرس آن بصورت دستی عوض شود LADDR در پنجره قبلی نیزتغییر خواهد کرد.

اگر روی PLC چند کارت CP وجود داشته باشد باید مطمئن شویم که در پنجره قبل در جلوی Via CP کارت درست انتخاب شده است. در غیر اینصورت با کلیک روی گزینه Route کارت مورد نظر را از لیست انتخاب می نماییم.

۶- با OK روی پنجره های قبلی خواهیم دید که یک سطر در جدول Connection سمت S7-300 ایجاد میشود.

Local ID	Partner ID	Partner	Type
0001 A050	0001 A050	SIMATIC 400(1) / CPU 416-2 DP	ISO-on-TCP connection

با کلیک روی CPU سمت مقابل یعنی S7-400 نیز خواهیم دید که سطر مشابهی در سمت Partner ایجاد شده است.

Local ID	Partner ID	Partner	Type
0001 A050	0001 A050	SIMATIC 300(1) / CPU 316-2 DP	ISO-on-TCP connection

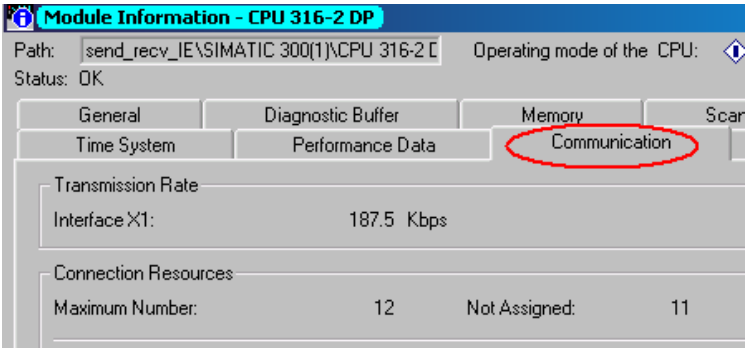
بطور معمول ID اتصال در دوطرف یکیست ولی LADDR بخاطر محل قرار گیری کارت CP ممکن است متفاوت باشد . در هر صورت لازم است علاوه بر یادداشت کردن ID و LADDR در سمت Local ، در سمت Partner نیز روی سطر فوق دابل کلیک کرده و ID و LADDR را یادداشت کنیم و در برنامه نویسی سمت Partner یعنی S7-400 نیز از آن استفاده نماییم.

با یک اتصال شبیه فوق می توان بین دو طرف دیتا ارسال و دریافت کرد (ارتباط دوطرفه) و نیازی به تعریف ارتباط اضافی نیست با این وجود بعضاً لازم می شود که در جدول Connection چندین اتصال تعریف شود

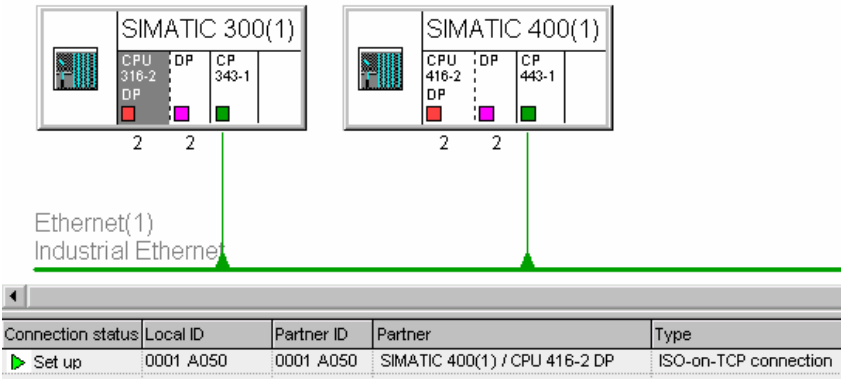
از جمله در موارد زیر :

- بین دو کارت CP دیگر روی همان PLC ها
- بین همان دو کارت قبلی ولی با Connection Type نوع دیگر مثلاً TCP

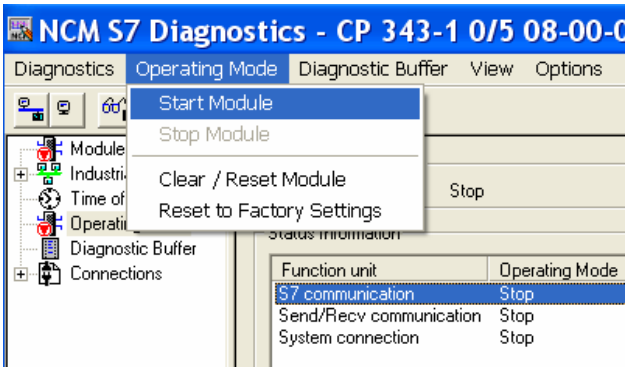
توجه شود که تعداد Connection ها نمی تواند هر مقدار دلخواهی باشد این بستگی به Connection Resource که از ویژگی های CPU است دارد . در پنجره Module Information می توان این ویژگی را مشاهده نمود.



۷- در Netpro ذخیره و کامپایل و در صورت عدم وجود Error اطلاعات را از همانجا به هر دو PLC دانلود کرده و CPU و کارتهای CP را RUN می کنیم. پس از تکمیل دانلود با استفاده از آیکون Activate بالای پنجره Netpro می بینیم که محیط به حالت Online در می آید و در کنار سطر مربوطه در Connection Table در ستون Connection Status بایستی پیغامSetup یا OK با رنگ سبزظاهر شود در غیر اینصورت پیکر بندی اتصال بین دو کارت فعال نشده است و پیغام No Connection را با رنگ قرمز خواهیم دید



در صورت وجود اشکال روی کارت های CP در Netpro کلیک وDiagnostics آنها را می بینیم در بخش Operating Mode در جلوی Send/Recv بایستی Run مشاهده شود. شکل زیر حالت Stop را نشان می دهد.
در برخی حالات ممکن است لازم باشد کارت های CP از منوی بالای همین برنامه Reset شوند و مجدداً اطلاعات به PLC ها دانلود گردد.
جزئیات اتصال تعریف شده بین CPU ها در قسمت Connections همین پنجره نیز قابل مشاهده است.



با کلیک روی گزینه Connections در سمت چپ خواهیم دید که اتصالی از نوع ISO-on-TCP ظاهر و وضعیت آن نمایش داده میشود. به هر حال لازمست کاربر قبل از شروع برنامه نویسی با چک کردن موارد فوق از صحت برقراری سرویس ارتباطی مطمئن شود.

ج)برنامه نویسی تبادل دیتا

پس از اطمینان از صحت اتصالات و عدم وجود Error در مرحله قبل اکنون می توان به برنامه نویسی پرداخت.
ارتباط Send/Receive یک ارتباط دو طرفه است یعنی هر کدام از دو طرف می تواند دیتا بفرستد و دیگری بگیرد. برای ارسال و دریافت از فانکشنهای خاص ارتباطی استفاده می شود. در سمت فرستنده فانکشن Send را در برنامه صدا می زنیم و در سمت گیرنده فانکشن Recv فراخوان می شود . در هنگام صدا زدن این فانکشن ها یک ورودی ID وجود دارد که به آن شماره اتصال از Netpro را می دهیم . بدین طریق فرستنده مقصد را میشناسد و گیرنده نیز مبدا را شناسایی می کند. ورودی دیگر LADDR است که باز از کد یادداشت شده از Netpro داده میشود بدین طریق فرستنده می داند که از مسیر کدام کارت CP دیتا را ارسال کند و به

همین نحو گیرنده از LADDR داده شده در ورودی فانکشن Rccv می فهمد که دیتا را از مسیر کدام کارت CP خودش بگیرد. اگر لازم باشد که گیرنده نیز دیتایی را در پاسخ به فرستنده ارسال کند می توان فانکشن Send را در برنامه آن بعد از Recv صدا زد و همان ID و LADDR را بکار برد . در سمت دیگر نیز فانکشن Recv را بهمین نحو صدا زد. بدین طریق یک ارتباط دوسویه بین دو PLC برقرار می گردد.

صدا زدن فانکشنهای Send/Recv بصورت جفتی است . صدا زدن Send در یکطرف بدون فراخوانی Recv در سمت مقابل بی معناست ولی منجر به هیچ خطایی که با چراغهای فالت روی CPU یا کارت CP ظاهر شود نمی گردد.

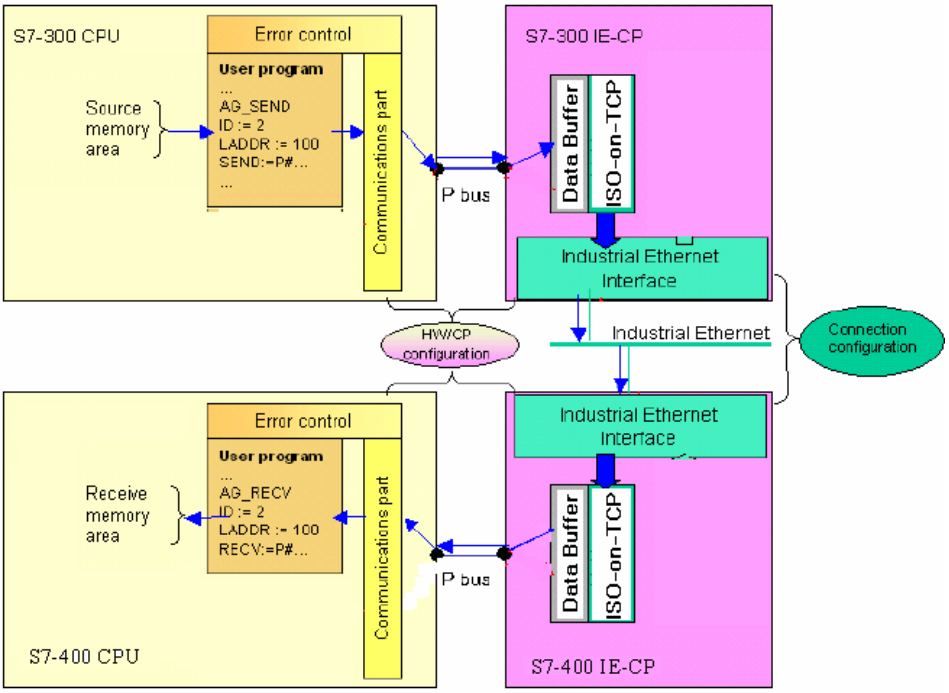
- برای ارسال دیتا روی ISO-on-TCP از فانکشن AG_Send یا AG_Lsend استفاده می شود.
- برای دریافت دیتا روی ISO-on-TCP از فانکشن AG_Recv یا AG_LRecv استفاده می شود.

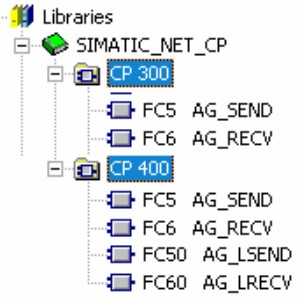
اینکه از کدام یک از فانکشن ها استفاده شود به سیستم که 300 است یا 400 و نوع کارت CP و حجم دیتای مورد بستگی دارد. توضیحات بیشتر در جدول زیر:

Data	S7-300		S7-400 CPs
	CPs > EX11	CPs > EX11	
<240 bytes	AG_SEND AG_RECV	AG_SEND AG_RECV	AG_SEND AG_RECV
> 240 bytes	-	AG_LSEND AG_LRECV	AG_LSEND AG_LRECV

شکل زیر عملکرد تبادل دیتا را در هنگام استفاده از فانکشن های Send/Receive نشان میدهد مشاهده میشود که :

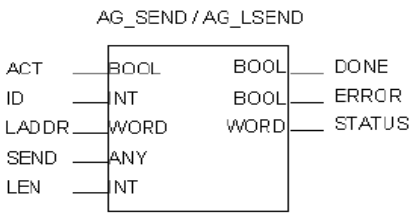
- در CPU فرستنده فانکشن Send اجرا میشود و دیتا از آدرس داده شده به بافر کارت CP فرستنده ارسال می گردد.
- کارت CP بسته به نوع سرویس ارتباطی تعیین شده (مثلاً ISo-on-TCP) فریم های دیتا را تشکیل داده و به لایه فیزیکی ارسال می نماید.
- لایه فیزیکی از طریق کابل و اتصالات شبکه دیتا را به لایه فیزیکی کارت CP گیرنده منتقل میکند.
- در کارت CP گیرنده دیتا از فریم دیتا جدا شده و در بافر ذخیره می شود.
- در CPU گیرنده فانکشن Receive دیتا را در آدرس داده شده ذخیره می کند.

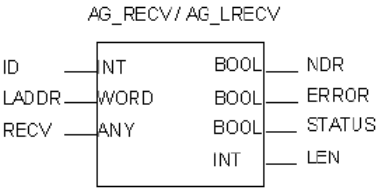




فانکشن های فوق را می توان در محیط برنامه نویسی LAD/STL/FBD از Library مانند شکل روبرو صدا زد و استفاده کرد ولی متن برنامه داخل آنها نمی توان دید چون protect هستند. در هنگام فراخوانی توجه شود که فانکشنی با این شماره در پوشه Blocks موجود نباشد و اگر هست آنرا به شماره دیگری Rename کنید تا از بین نرود.

بلاک LAD فانکشن های فوق بصورت شکل زیر است :





- ID و LADDR در ورودی بلاک های فوق بر خواننده آشناست و آنها را در پیکر بندی اتصال Netpro

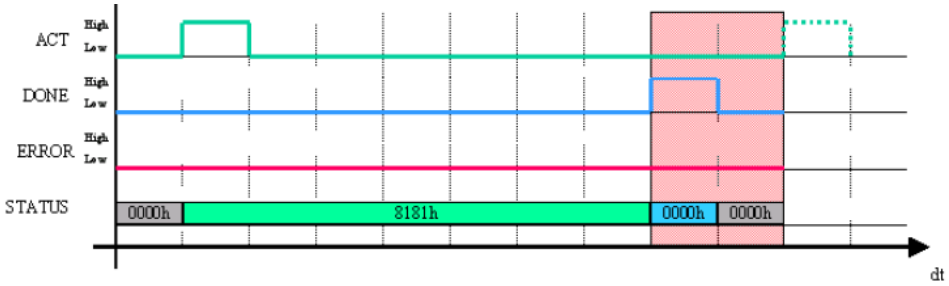
مشاهده کرده است.

- SEND مشخص می کند که دیتا از چه ناحیه آدرسی از حافظه فرستنده ارسال شود.
- RECV در سمت مقابل مشخص می کند که دیتای دریافتی در چه ناحیه آدرس در سمت گیرنده بنشیند.
- LEN در سمت فرستنده نشان دهنده مقدار بایتی است که بایستی از آدرس فوق ارسال شود LEN در سمت مقابل در خروجی بلاک است و نشان دهنده تعداد بایت دریافت شده است.
- ACT فقط مخصوص ارسال و مخفف Activate است وقتی در این ورودی که بصورت BOOL است یک لبه بالارونده سیگنال برسد عمل ارسال انجام می شود. پس عمل ارسال فقط وابسته به لبه بالارونده در این ورودی است اگر این ورودی پس از یک شدن به صفر نگردد هیچگونه ارسال جدیدی اتفاق نخواهد افتاد. توجه شود که بلاک گیرنده نیاز به ACT ندارد بعبارت دیگر فرستنده در شرایط یا زمانهای مشخصی مبادرت به ارسال می کند ولی گیرنده مدام منتظر دریافت است.

عملکرد بلاک AG_SEND و AG_LSEND بدین صورت است که با اعمال لبه مثبت به ACT عمل ارسال انجام می گیرد. شرایط ارسال و خطاهای احتمالی در خروجی های این بلاک ظاهر می شوندبصورت جدول زیر :

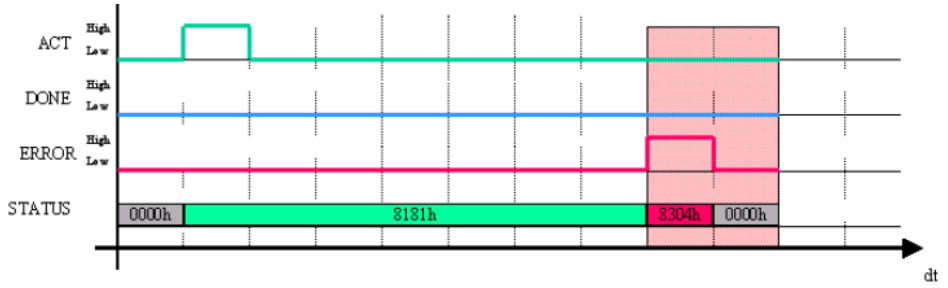
	Done	Error	Status
تکمیل ارسال	1	0	0000h
در حال ارسال	0	0	8181h
اشکال در ارسال	0	1	کد خطا

نمودار شکل زیر موضوع فوق را برای شرایط ارسال بدون خطا بهتر نشان می دهد:

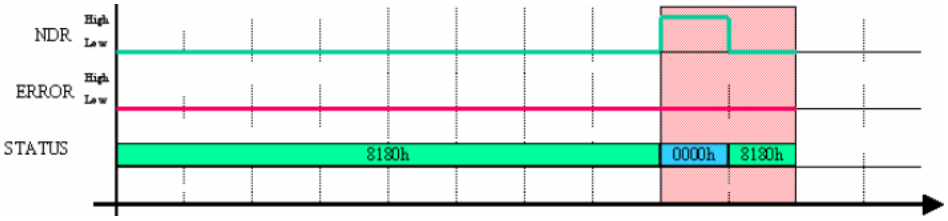


در یک تبادل دیتای سیکلی درست اگر کاربر بلاکی که فانکشن فوق در آن صدا زده شده را با آیکون عینک شکل مانیتور کند دقیقاً شرایط فوق را مشاهده خواهد کرد. در خروجی Status خواهد دید که کد 0 و کد 8181 مدام جابجا می شوند.

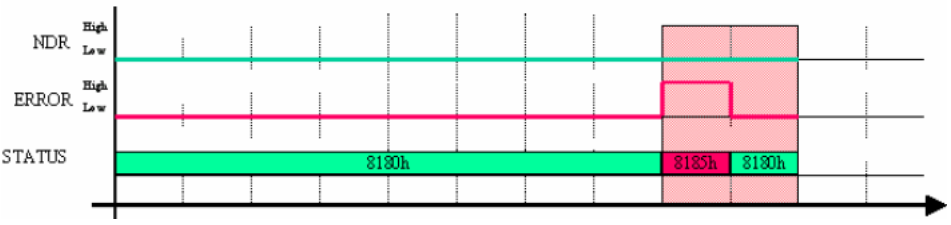
اکنون فرض کنید کاربر فراموش کرده باشد که پیکر بندی اتصالات انجام شده در Netpro را به PLC ها دانلود کند ولی بلاک فوق را در برنامه صدا زده باشد در اینحالت مطابق نمودار زیر خطا بروز می کند یعنی Act یک نشده و Error یک میشود و کد 8304 هگز در خروجی Status ظاهر می گردد.



عملکرد مشابهی برای فانکشن AG_RECV و AG_LRECV وجود دارد. شرایط نرمال بصورت زیر است :



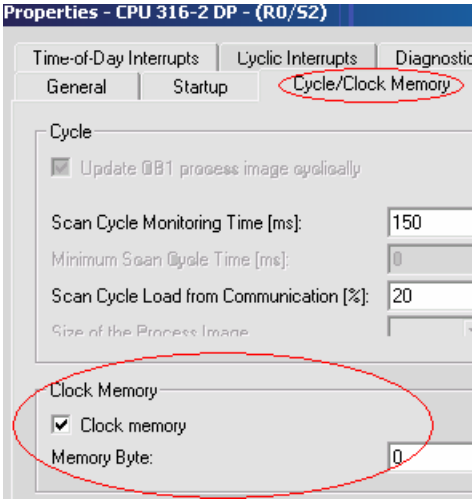
و در صورت خطا در دریافت نموداری مانند شکل زیر داریم در این مثال کد خطای 8185 نشانگر آنست که حجم بافر گیرنده کم است.



برای خطاهای مختلف کدهای مختلفی وجود دارد که در ضمیمه ۴ آمده است . یک برنامه نویس خوب می تواند در سیستم مانیتورینگ وضعیت کارت CP را با رنگ های مختلف (مثلاً سبز برای نرمال و قرمز برای خطا) نشان داده و براساس جدول فوق ، متنی که معرف نوع اشکال است را نیز نمایش دهد تا عیب یابی در اسرع وقت انجام گیرد.

مثال ۱

دو PLC از نوع 300 و 400 به شبکه اترنت متصل هستند.روی PLC300 یک کارت ورودی دیجیتال(DI) وجود دارد(مهم نیست که بصورت Central باشد یا روی ET در شبکه Profibus) این کارت دارای ۳۲ ورودی است . نیاز فرآیند آنست که بصورت مداوم این ۱۶ ورودی روی ۱۶ خروجی کارت خروجی دیجیتال (DO)روی PLC 400 اعمال شوند . برای این منظور پس از تکمیل مراحل ذکر شده برای سخت افزار در بخش الف و مراحل ذکر شده برای Netpro در بخش ب طبق مراحل زیر اقدام به برنامه نویسی می کنیم.

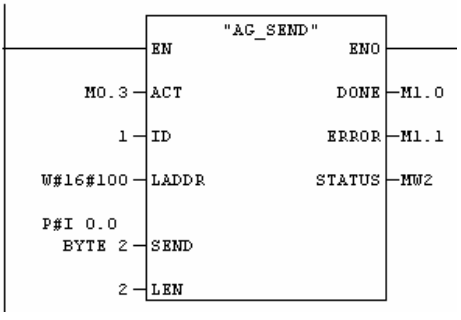


۱-در سمت PLC300 یعنی فرستنده Clock را روی CPU طبق پنجره زیر فعال کرده و آدرس 0 را به Memory Byte مربوطه اختصاص می دهیم . بعداً بسته به نیاز یکی از بیتهای این Memory را در پایه ACT بلاک AG_Send بکار خواهیم برد. توجه شود که در هیچ جای دیگر از برنامه نبایستی از این Memory برای مقصود دیگری بجز Clock استفاده نماییم مثلاً بخطا دستور set را روی بیت های آن اعمال کنیم.

یاد آوری می کنیم که در این Memory Byte تناوب زمانی بیت ها متفاوت و بصورت زیر است. بنابراین اگر بخواهیم هر ۵۰۰ میلی ثانیه یکبار عمل ارسال انجام گیرد آدرس M0.3 را به پایه ACT می دهیم.

Bit	7	6	5	4	3	2	1	0
Period duration (s):	2	1.6	1	0.8	0.5	0.4	0.2	0.1

پس از انجام تنظیم فوق عمل ذخیره و کامپایل را انجام داده و سخت افزار را به PLC300 دانلود می کنیم.



۲- در سمت PLC300 بلاک OB1 را ایجاد و باز می کنیم. زبان برنامه نویسی می تواند LAD یا STL یا FBD باشد . ما در این مثال LAD را بکار می بریم. پس از باز کردن OB1 فانکشن AG_Send را از کتابخانه از مسیری که قبلاً اشاره شد صدا می زنیم.

در اختصاص ورودی ها و خروجی ها به نکات زیر دقت شود:

- M0.3 را به پایه ACT اختصاص داده ایم تا هر ۵۰۰ میلی ثانیه یکبار اطلاعات جدید ارسال گردد. توجه شود که قبل از رسیدن لبه جدید ارسال قبلی تکمیل شده باشد پس اگر حجم دیتا زیاد و زمان بین دو لبه مثبت کوتاه باشد ممکن است هنوز Job قبلی تکمیل نشده ارسال جدید Active گردد که این امر منجر به Error خواهد شد. پس لازم است فاصله بین تغییرات لبه مناسب در نظر گرفته شود یا اینکه مشروط به یک شدن Done در Job قبلی باشد. بطور کلی اگر چه می توان از Clock مربوط به CPU در ورودی Act استفاده کرد ولی بهترین گزینه صدا زدن بلاک Send در OB های وقفه سیکلی مانند OB35 است و ساختن پالس در همین OB توصیه میشود. بدین ترتیب علاوه بر اینکه کنترل زمانی دقیق روی ارسال اعمال می شود فرصت کافی برای Update شدن خروجی های فانکشن نیز وجود خواهد داشت.
- ID و LADDR را از جدو ل اتصالات در Netpro در سمت PLC300 بکار می بریم.
- اگر ID غلط باشد فقط خروجی Error فانکشن یک می شود ولی اگر LADDR غلط باشد CPU متوقف و چراغ SF روشن و پیغام I/O Access error در بافر ثبت می گردد زیرا CPU برای عمل ارسال دسترسی به کارت CP با آدرس داده شده در LADDR ندارد. اگر OB122 به CPU دانلود شده باشد از توقف آن هنگام بروز این خطا جلوگیری می کند و صرفاً SF روشن می شود.
- ورودی Send آدرس شروع ارسال را از حافظه فرستنده بصورت Pointer مشخص می کند از آنجا که هدف ارسال ۱۶ بیت از کارت DI با آدرس بیس I0.0 می باشد پس می توان یکی از حالات زیر را بکار برد . همگی مفهوم واحد دارند و به ۱۶ بیت اشاره می کنند.

P# I0.0 Bool 16
P#I0.0 Byte 2
P#I0.0 Word 1

- می توان ورودی های فوق را ابتدا در Memory یا دیتا بلاک (DB) ریخت سپس منتقل کرد. در اینصورت آدرس Pointer مانند موارد زیر خواهد بود:

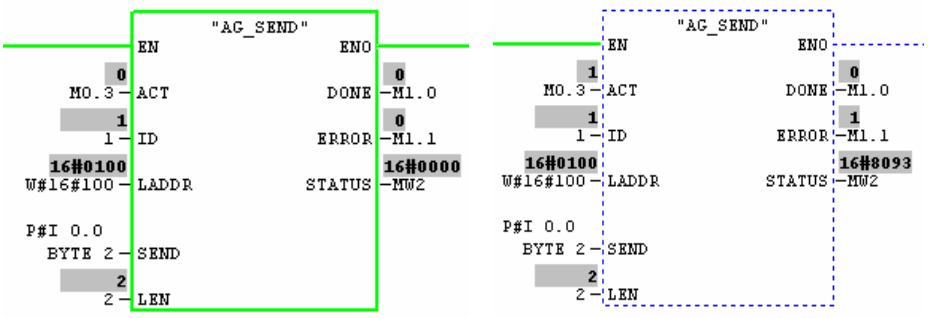
P# M 4.0 Byte 2
P# DB1.DBX0.0 Byte 2

- طول دیتایی که بایستی منتقل شود برحسب بایت به ورودی Len داده میشود. عددی که در انتهای آدرس pointer داده شده معرف ناحیه رزرو شده برای دیتاست و طول دیتا را مشخص نمی کند بنابر این عدد مزبور نبایستی کوچکتر از عدد اختصاص داده شده در ورودی len باشد اما می توان آن را بزرگ حتی در حد ماکزیمم انتخاب کرد مانند :

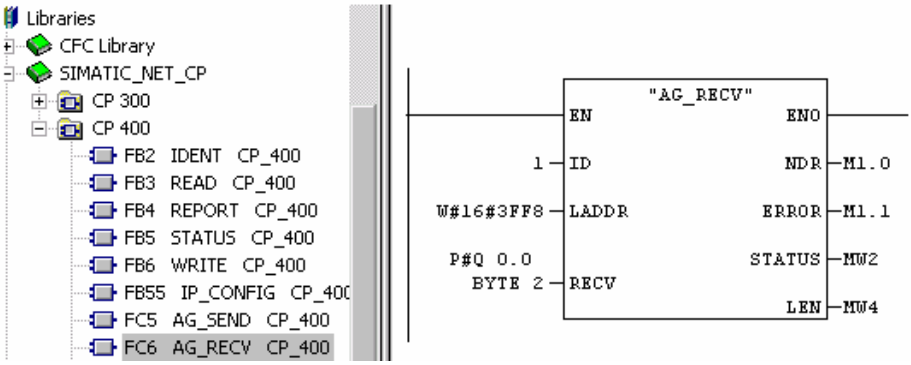
Send: P#M4.0 byte 240
Len : 2

- اگر در اختصاص طول ناحیه آدرس در Pointer دقت نشود و آدرسی خارج از رنج حافظه CPU داده شود خروجی Error یک خواهد شد. بعنوان مثال در CPU300 ممکن است ماکزیمم آدرس برای Input برابر I127.7 باشد در اینصورت نوشتن P#I0.0 Byte 200 منجر به یک شدن بیت Error خواهد شد.
- در مورد وضعیت خروجی های فانکشن AG_Send قبلاً بحث شد در اینجا صرفاً به برخی اشکالات که منجر به یک شدن بیت Error می شود اشاره می کنیم. در هر کدام از این حالات کد خطای خاصی در Status ظاهر می گردد.
  - ID غلط است.
  - LADDR غلط است
  - ارتباط Netpro تعریف یا دانلود نشده است
  - کارت CP در وضعیت Stop قرار دارد.
  - فاصله زمانی بین دو Act متوالی کوتاه است.
  - آدرس حافظه داده شده برای فرستنده خارج از رنج است .
  - دیتا بلاک آدرس داده شده به CPU دانلود نشده یا آدرس اشاره شده در آن وجود ندارد.
  - ارتباط سخت افزاری برقرار نیست اشکال در کابل و کانکتور و هاب و امثال آن
  - Len بزرگتر از Source Data که در Pointer اشاره شده می باشد.
  - در سمت گیرنده فانکشن AG_Recv صدا زده نشده است.
  - آدرس ناحیه حافظه در مقصد کوچکتر از حجم دیتاست.

فرض کنیم در سمت گیرنده همه نکات فوق را در دادن مقادیر و آدرسهای صحیح به AG_send رعایت کرده و برنامه را به CPU دانلود کرده باشیم اگر قبل از اینکه فانکشن Receive را در سمت گیرنده بکار ببریم برنامه فرستنده را مانیتور کنیم شکلی شبیه زیر خواهیم دید. وقتی Act یک میشود خروجی Error یک شده و خطای 8093 را در Status خواهیم دید چون دریافت توسط گیرنده انجام نمی شود و سیگنال Acknowlege به فرستنده نمی رسد. .



۳- در سمت گیرنده PLC400 بلاک OB1 را ایجاد و باز می کنیم و فانکشن AG_Recv را از کتابخانه از زیر مجموعه CP400 مانند شکل زیر صدا می زنیم.



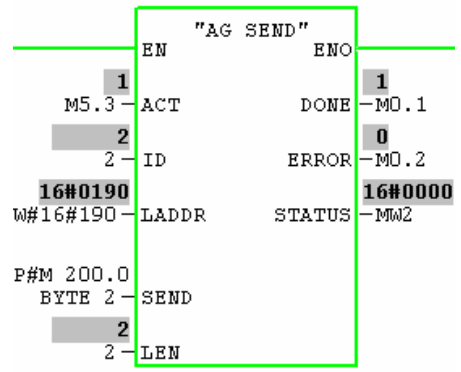
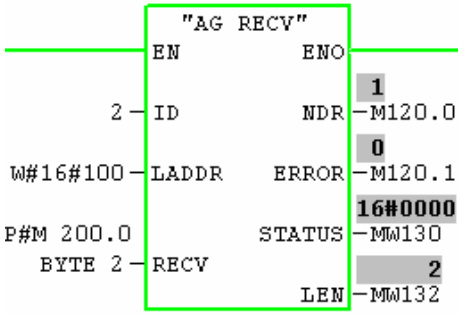
در اختصاص ورودی و خروجی های این بلاک به نکات زیر توجه شود:

- این فانکشن ورودی Act ندارد بعبارت دیگر وقتی در OB1 صدا زده شود بطور مداوم منتظر دریافت است . مگر اینکه در ورودی EN یا Enable آن شرط خاصی بکار رود.
- ID و LADDR از Netpro در سمت گیرنده بکار میرود . غلط بودن LADDR ممکن است منجر به stop شدن CPU گیرنده شود.
- RECV آدرس محل ذخیره سازی دیتا در حافظه گیرنده است که بصورت Pointer داده میشود. در این مثال ۲ بایت آدرس خروجی مشخص شده است . توجه شود که ناحیه مشخص شده برای حافظه در اینجا نبایستی کوچکتر از طول دیتایی باشد که از فرستنده ارسال می گردد. ولی بزرگتر بودن

آن مشکلی بوجود نخواهد آورد.

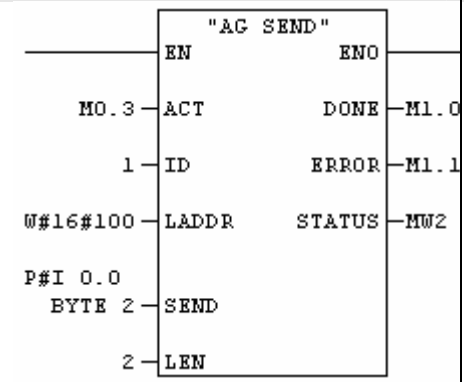
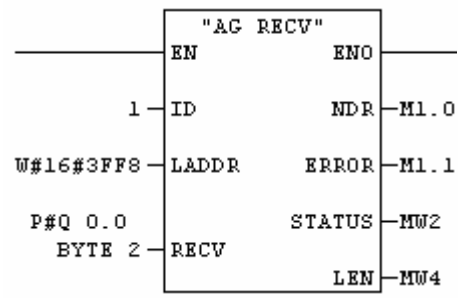
- خروجی NDR (New Data Received) مشابه خروجی Done در ارسال است و خروجی های Error و Status نیز مشابه بوه و قبلاً توضیح داده شده اند.
- خروجی Len مقدار دیتای دریافتی را نشان می دهد.

شکل زیر ارسال و دریافت بدون مشکل را نشان می دهد.

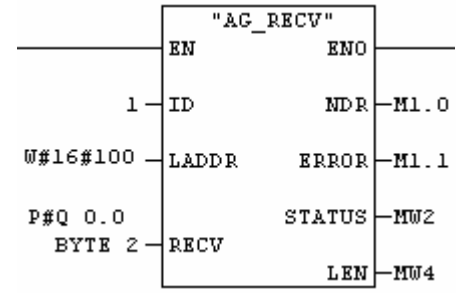
فرستنده	گیرنده
	

مثال ۲

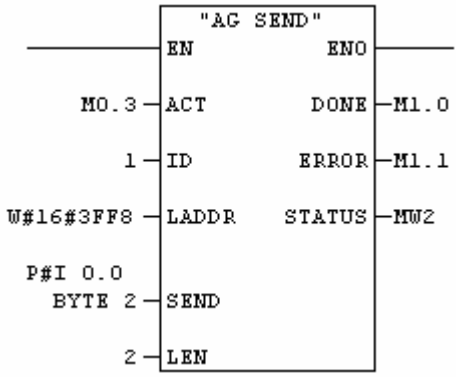
اگر در مثال ۱ یک ارتباط دو طرفه بخواهیم با همان ID و LADDR امکان پذیر است. کافیست در هر دو طرف هر دو فانکشن Send و Receive را بکار ببریم. بصورت زیر:

PLC 300 OB35	PLC400 OB1
	

PLC 300
OB1



PLC400
OB35



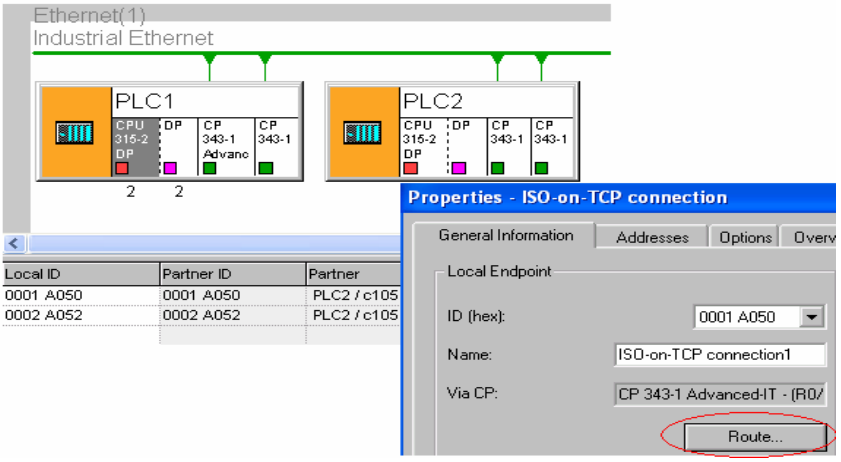
مثال ۳

اگر در مثال ۱ سه PLC روی اترنت وجود داشت می توان تبادل دیتا بین هر زوج دلخواه از آنها را پیکر بندی و برنامه نویسی کرد. توجه شود که ISO-on-TCP فقط ارتباط Unicast را ساپورت می کند. بنا براین نمیتوان از یک PLC توسط یک ارتباط منطقی به چند PLC دیتا فرستاد. برای ارتباطات یک به چند (Multicast) یا یک به همه (Broadcast) فقط می توان از UDP استفاده کرد (رجوع شود به بخش ۹-۷)

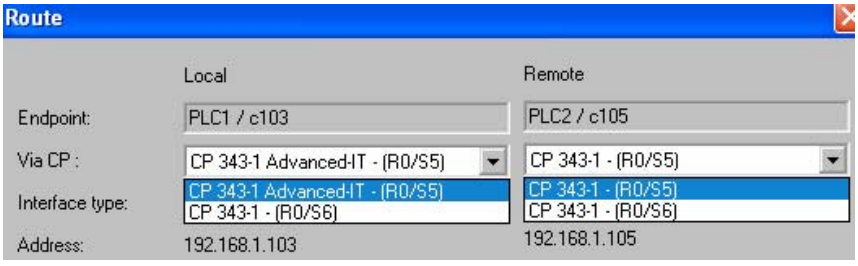
برای ارتباط unicast از طریق ISO-on-TCP بین سه PLC کافیست در Netpro روی یکی از CPU ها کلیک و در جدول اتصالات یک اتصال که Partner آن CPU دوم و اتصال دیگری با CPU سوم ایجاد کنیم . بدینترتیب CPU اول با دومی و سومی ارتباط پیدا می کنند. اگر نیاز به تبادل دیتا بین دومی و سومی نیز هست یک ارتباط نیز بین آنها تعریف می کنیم. سایر مراحل پیکر بندی و برنامه نویسی مشابه قبل است . فقط در این حالت بایستی به ID های دو طرف بیش از حالت قبل دقت کرد چون ممکن است برای یک ارتباط شماره ID دو طرف یکسان نباشد.

مثال ٤

فرض کنید در مثال ۱ روی هر دو PLC دو کارت اترنت وجود داشته باشد . در حالت عادی تبادل دیتا بین کارت های اول انجام میشود ولی میخواهیم اگر ارتباط بین این دو کارت به هر دلیلی دچار مشکل شد بطور خودکار سیستم تبادل دیتا را از طریق کارت های دوم انجام دهد.برای این منظور در Netpro دو ارتباط ISO-on-TCP تعریف می کنیم یکی بین دو کارت اول و دیگری بین دو کارت دوم مانند شکل بعد:



توجه شود که در قسمت Route لازم است کارت های CP دو طرف را بطور صحیح انتخاب کنیم برای اتصال اول دو کارت CP موجود در اسلاتهای ۵ و برای اتصال دوم دو کارت CP موجود در اسلاتهای ششم انتخاب شوند. بدین ترتیب برای اتصال اول در هر دو طرف ID=1 و LADDR=W#16#110 وبرای اتصال دوم ID=2 و LADDR=W#16#120 خواهد بود. اگر شماره اسلات کارتها مثل هم نباشد LADDR دو طرف با هم یکسان نخواهد بود.

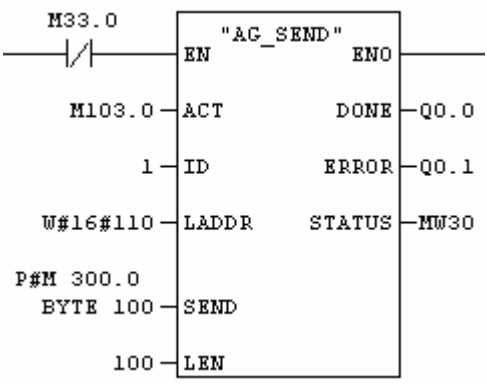


پس از انجام تنظیمات فوق ودانلود و اطمینان از برقراری ارتباط برنامه نویسی را انجام میدهیم.توسط برنامه نویسی ۱۰۰ بایت از PLC1 با آدرس شروع MB300 به ۱۰۰ بایت در PLC2 با آدرس شروع MB200 منتقل میشود.

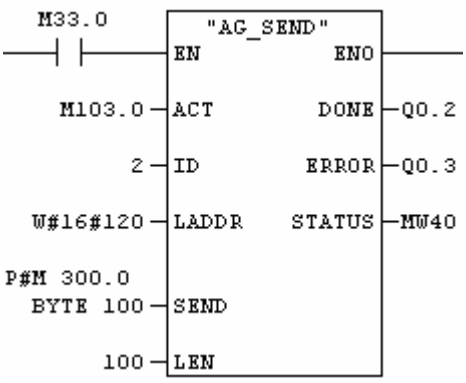
در سمت PLC1 در بلاک OB35 برنامه زیر را داریم:

OB35

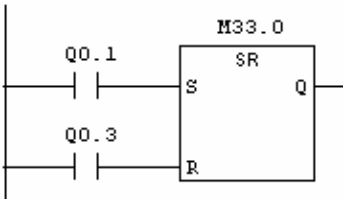
ایجاد پالس در M103.0 تا لبه مثبت آن در ورودی ACT عمل ارسال را تریگر کند.



در ابتدا M33.0 صفر است بنابراین این فانکشن ارسال ارتباط اول Enable شده و فانکشن موجود در Network بعدی که مربوط به ارتباط دوم است غیر فعال می گردد. به خروجی Error ایندو فانکشن دقت شود زیرا از آنها برای ست و ریست کردن M33.0 استفاده کرده ایم.



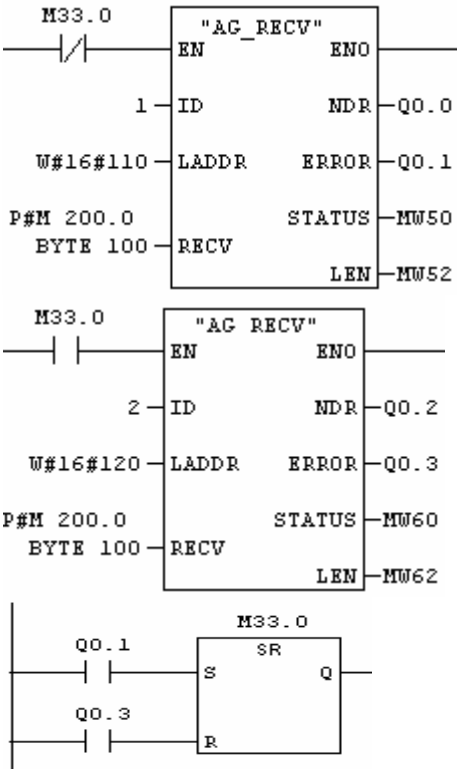
در صورت بروز خطا در ارتباط اول M33.0 ست شده و ارتباط دوم را فعال میکند و در صورت بروز خطا روی ارتباط دوم M33.0 ری ست شده و ارتباط اول فعال می گردد.



در سمت PLC2 در بلاک OB35 برنامه زیر را داریم:

OB35

در اینجا نیز منطق کار شبیه آنچه برای PLC1 ذکر شد می باشد یعنی با استفاده از خروجی های Error فانکشن های AG_RECV بیت M33.0 صفر یا یک میشود و ارتباط جابجا می گردد.



پس از تکمیل مراحل فوق اگر بلاک های OB35 در دوطرف مانیتورشوند می بینیم ارتباط توسط ID شماره ۱ برقرار است در این شرایط اگر کارت اترنت اول در سمت گیرنده را Stop کنیم ارتباط توسط ID شماره ۲ برقرار خواهد شد. کارت اول را Run و کارت دوم را Stop می کنیم ارتباط به ID شماره ۱ بر می گردد.

تذکر: در مثال فوق هر چهار کارت CP به یک شبکه اترنت متصل هستند . می توان کارتهای اول را به یک شبکه و کارتهای دوم را به شبکه دیگر متصل نمود و برنامه نویسی فوق را انجام داد.

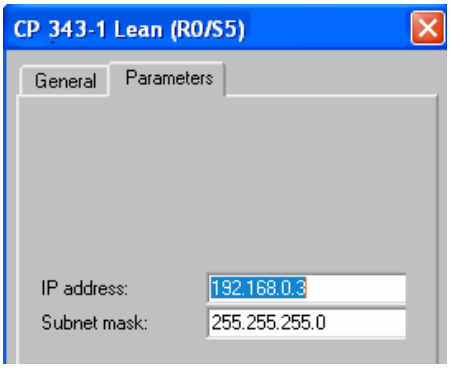
خواننده محترم بعنوان تمرین می تواند مثال قبلی را بصورتی تکمیل نماید که ارتباط بین چهار کارت CP توسط چهار اتصال برقرار باشدو بگونه ای که اگر مثلاً کارت CP شماره ۱ از PLC1 بطور همزمان با کارت CP شماره ۲ از PLC دوم مشکل داشت ارتباط بطور خودکار توسط دو کارت CP باقیمانده برقرار گردد.بدیهی است در اینحالت هر چهار کارت CP باید به یک شبکه متصل باشند.

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

ارتباط ISO-Transport ارتباط مطمئن و همراه با Acknowledge است که برای جابجایی حجم زیاد دیتا (بویژه وقتی از دیتا بلاک های بزرگ استفاده می شود)مناسب است. با توجه به توضیحاتی که قبلاً داده شد در اینجا نیز بدلیل تشابه بسیاری از مراحل نیازی به تکرار جزئیات نیست از اینرو صرفاً به برخی نکات خاص این ارتباط اشاره می گردد.

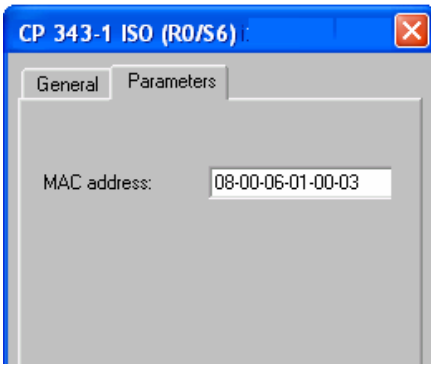
الف) پیکر بندی سخت افزار

مشابه بند الف بخش ۹-۴ در اینجا نیز همان ۴ مرحله لازم است با این تفاوت که در مرحله ۳ لازم است چک شود که کارت CP قابلیت ISO را داشته باشد و در پنجره ای که برای اتصال آن به شبکه ظاهر میشود آدرس MAC فعال باشد. این پنجره برای دو مدل کارت CP در زیر مقایسه شده است.



کارت اترنت CP343-1 Lean

این کارت ISO Transport را ساپورت نمی کند

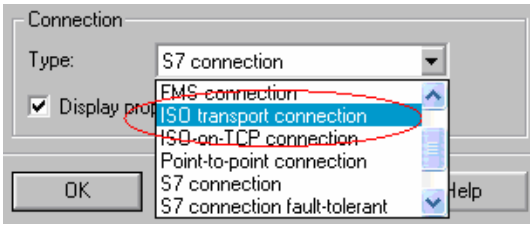


کارت اترنت CP343-1 ISO

این کارت ISO Transport را ساپورت می کند

با توجه به نکته فوق سخت افزار را برای PLC های مختلف پیکر بندی کرده و به آنها دانلود می کنیم .

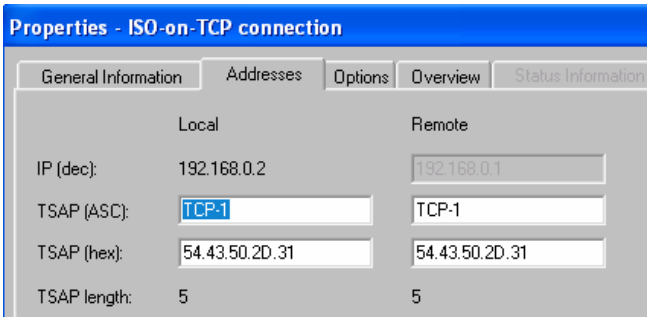
ب) پیکر بندی شبکه و اتصالات آن در Netpro

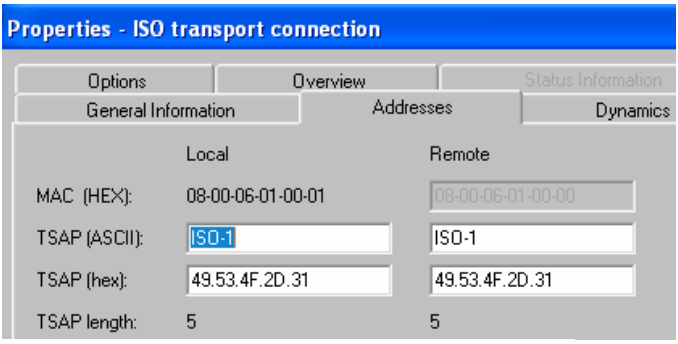


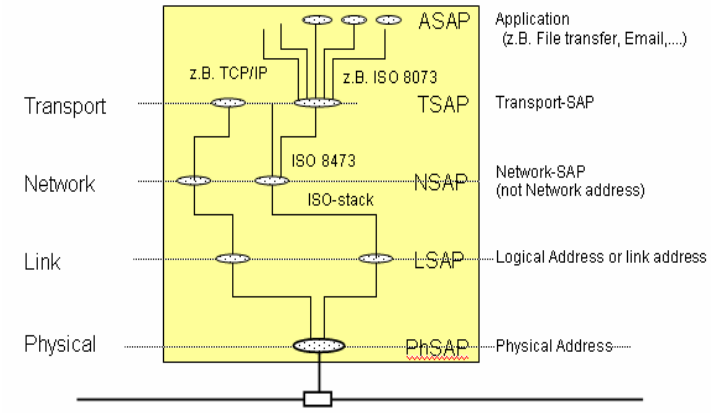
مراحل مشابه بند ب ۹-۴ می باشد صرفاً با این تفاوت که در هنگام پیکر بندی جدول اتصالات مانند شکل نوع اتصال را ISO Transport انتخاب می کنیم.

پس از انتخاب مقصد و نوع ارتباط ISO Transport Connection اگر کارت های CP دوطرف درست

انتخاب شده باشند واین قابلیت را ساپورت کنند پنجره ای مانند قبل ظاهر می شود که در آن ID و LADDR نمایش داده میشود. آنها را یادداشت کرده تا در برنامه نویسی بکار ببریم. اگر این پنجره را با پنجره ای که برای ISO-on-TCP مقایسه کنیم دربخش Address آنها تفاوتهایی خواهیم دید:

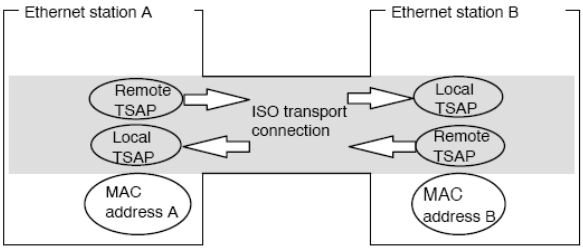






TSAP مخفف Transport Service Access Point آدرس لاجیک مربوط به یک سرویس ارتباطی است که در لایه Transport معرفی می شود. شکل زیر جایگاه این آدرس را در لایه های شبکه نمایش می دهد.

در مثال قبل این آدرس بصورت کد اسکی و معادل هگز آن داده شده است و در دوطرف یکسان است . اگر برای یک کارت چند اتصال در netpro تعریف شود برای هر کدام کدهای فوق متفاوت خواهند بود.بعبارت دیگر ممکن است بین دو وسیله با MAC Address های متفاوت چند سرویس ارتباطی با کدهای مختلف(ولی برای هر ارتباط کد یکسان)تعریف گردد.

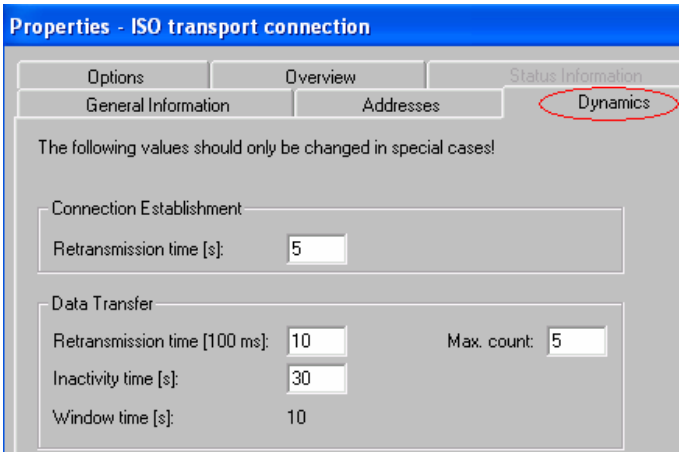


برای هر سرویس ارتباطی لازم است رابطه زیر برقرار باشد:

Remote TSAP (on Ethernet CP) = local TSAP (in destination station);
Local TSAP (on Ethernet CP) = remote TSAP (in destination station)

بطور معمول برای ارتباطاتی که مبدا و مقصد مشخص هستند لازم نیست کاربر خود را درگیر تنظیمات فوق نماید و این کار توسط برنامه انجام می شود . صرفاً در مواردی که مقصد بصورت Unspecified انتخاب میشود تنظیمات و توجه به نکات فوق ضروری است.

در پنجره فوق TSAP برای ارتباط ISO Transport همراه با آدرس MAC و برای ISO-on-TCP همراه با آدرس IP ظاهر می گردد. ولی برای TCP Connection پارامتر فوق را نداریم.



برای ISO Transport بخش Dynamics نیز اضافه تر وجود دارد که در شکل زیر مشخص است. با توجه به گزینه های این پنجره می توان دید که چگونه ارتباط ISO نسبت به TCP/IP از اطمینان بیشتری برخوردار است.

پارامتر های این پنجره در جدول زیر تشریح شده اند:

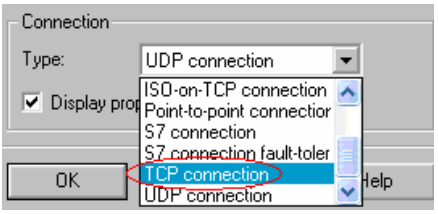
Connection Establishment	Retransmission Time	وقتی برقراری ارتباط با مشکل مواجه میشود پس از فاصله زمانی ذکر شده برای برقراری ارتباط مجدد تلاش می شود. عدد داده شده برحسب ثانیه است و می تواند بین ۱ تا ۶۰ ثانیه باشد.
Data Transfer	Retransmission Time	وقتی ارتباط برقرار است ولی ارسال دیتا با مشکل مواجه شود به اندازه زمان ذکر شده صبر می کند و مجدداً ارسال مجدد انجام می گیرد. حداقل ۱۰۰ میلی ثانیه و حداکثر ۳۰۰۰۰ میلی ثانیه می تواند اعمال شود.
	Max. Count	تعداد دفعات ارسال مجدد در صورت بروز مشکل در ارسال دیتا در شرایطی که ارتباط برقرار است در جلوی این پارامتر وارد می شود می تواند بین ۱ تا ۱۰۰ مرتبه باشد.
	Inactivity Time	وقتی ارتباط با طرف مقابل (Partner) قطع شد اگربا گذشت زمان ذکر شده در اینجا هیچ نشانه ای از فعال بودن Partner حس نشد در اینصورت ارتباط بصورت غیر فعال (Inactive) منظور می گردد . زمان فوق می تواند بین ۶ تا ۱۸۰ ثانیه باشد.
	Window Time	پنجره زمانی که نشانگر فاصله زمانی است که در آن علائم حیات و فعال بودن طرف مقابل چک می شود. این فاصله زمانی یک سوم زمان ذکر شده برای Inactivity Time است. و قابل تغییر نیست.

ج)برنامه نویسی تبادل دیتا

برنامه نویسی برای ISO Transport کاملاً مشابه برنامه نویسی ارتباط ISO-on-TCP با همان فانکشن های Send/Receive می باشد لذا از تکرار توضیحات صرفنظر می کنیم. از آنجا که این ارتباط نیز دارای Acknowledge می باشد اگر اشکالی در ارتباط وجود داشته باشد خروجی Error فانکشن ارسال یک خواهد شد.

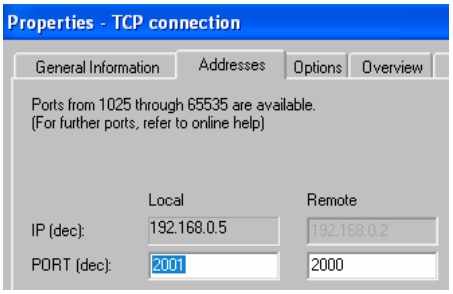
۹-۶ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط TCP Connection

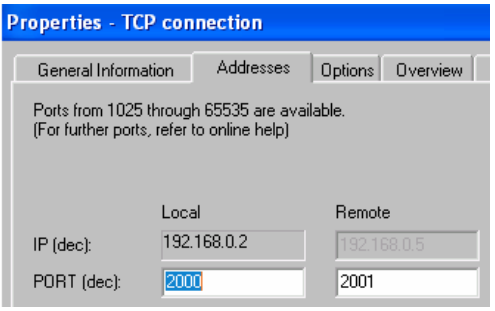
با توضیحاتی که در مورد دو نوع ارتباط قبلی داده شد نحوه پیکربندی و برنامه نویسی این ارتباط نیز روشن است و نیاز به توضیح ندارد . فانکشنهای برنامه نویسی نیز یکسان هستند. صرفاً لازم است تاکید شود که در

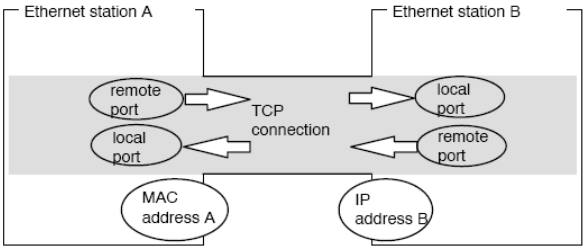


اینحالت نمی توان از کارت CP که فقط ISO را ساپورت می کند و فقط دارای MAC Address است استفاده نمود اگر کارت قابلیت ISO و TCP را داشته باشد در هنگام پیکر بندی سخت افزار و اتصال آن به شبکه IP Address فعال شده باشد.

وقتی پیکر بندی اتصال در Netpro انجام میشود در صورت درست بودن کارت و فعال بودن آدرس IP و انتخاب نوع اتصال TCP پنجره ذکر شده قبلی که در آن ID و LADDR آمده ظاهر میشود که نیاز به توضیح ندارد. بخش Address این پنجره مانند شکل زیر دارای گزینه هایی است که با انواع قبلی متفاوت است در اینجا TSAP را نداریم و بجای آن Port ظاهر می گردد مانند شکل زیرکه بخش address برای دو PLC که بین آنها ارتباط TCP تعریف شده را نشان می دهد:







به آدرس پورت ها در دو طرف دقت کنید پورت در اینجانیز پورت یک آدرس لاجیک است و معرف سرویس ارتباطی است. همانطور که در شکل ملاحظه میشود لازم است آدرس هایLocal و Remote دو طرف یکسان باشند.

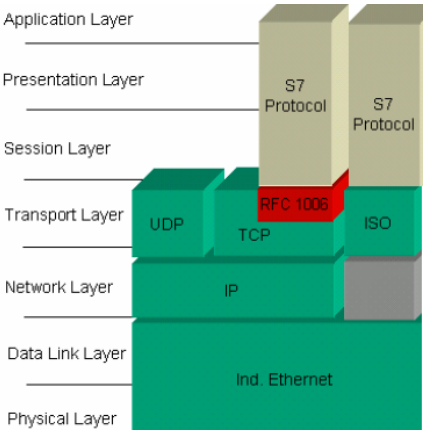
آدرس پورت در این ارتباط نیاز به تغییر ندارد ولی در ارتباطاتی مانند UDP تنظیم آن الزامیست. در مورد پورت در بخش UDP بیشتر توضیح داده خواهد شد. با تعریف ارتباط TCP Connection در Netpro و دانلود به PLC ها و اطمینان از برقراری ارتباط قدم بعدی برنامه نویسی است که کاملاً مشابه با انواع قبلی انجام میشود.

۹-۷ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط UDP Connection

هر سه نوع ارتباطی که تاکنون ذکر شد امکان برقراری سرویس Unicast را فراهم میکند. برای استفاده از سرویسهای ارسال به چند یا تمام ایستگاهها یعنی سرویس های Multicast و Broadcast فقط می توان از ارتباط UDP استفاده نمود.

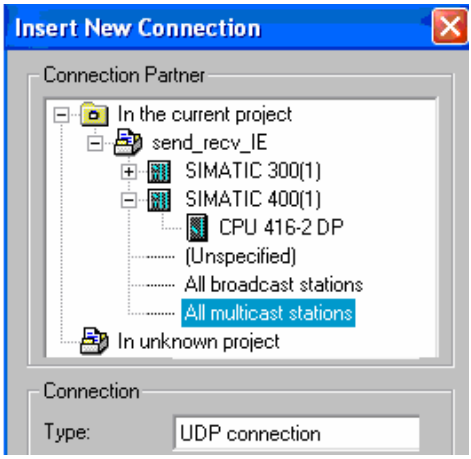
UDP بطور خلاصه دارای ویژگی های زیر است :

- از سرویس های TCP/IP است پس بایستی کارت CP آنرا ساپورت کند و آدرس IP آن فعال شده باشد.
- امکان ارسال به یک یا چند یا تمام وسایل متصل به باس را فراهم می سازد.
- فریم های آن کوچک و کمترین بالاسری (Overhead) را دارندبنابراین سرعت آن بالاست. کل دیتا بدون تقسیم شدن به بخشهای کوچک بدنبال هم ارسال می گردد.
- حجم دیتا ی قابل ارسال در UDP می تواند از ۱ بایت تا ۲ کیلوبایت باشد.
- Connection-Less است یعنی مانند TCP/IP که Connection-Oriented می باشد و فرستنده و گیرنده پیام هایی را برای Handshaking با هم مبادله می کنند نیست.
- فاقد Acknowledge است یعنی از سرویس SDN استفاده می کند بنابراین دارای اطمینان کافی نیست.بر خلاف سرویس های قبلی که SDA هستند. ارتباطات Multicast و Broadcast فاقد Acknowledge هستند و این طبیعی است زیرا وقتی یک پیام به چندین گیرنده ارسال میشود امکان دریافت و پردازش تاییدیه از آنها در یک زمان روی باس وجود ندارد.
- سرویس UDP برای کارتهایی که فقط ISO را ساپورت می کنند قابل دسترس نیست. لازم است TCP را پشتیبانی کنند.
- جایگاه UDP در لایه Transport یعنی لایه چهارم است.



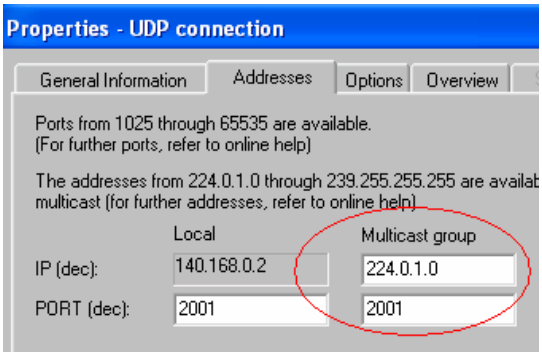
الف) پیکر بندی ارتباط Multicast با UDP

در ارتباط Multicast یک وسیله به چند وسیله ازوسایل متصل به باس پیغامی را می فرستد.این چند وسیله لازم است بعنوان یک گروه پیکر بندی شده باشند.



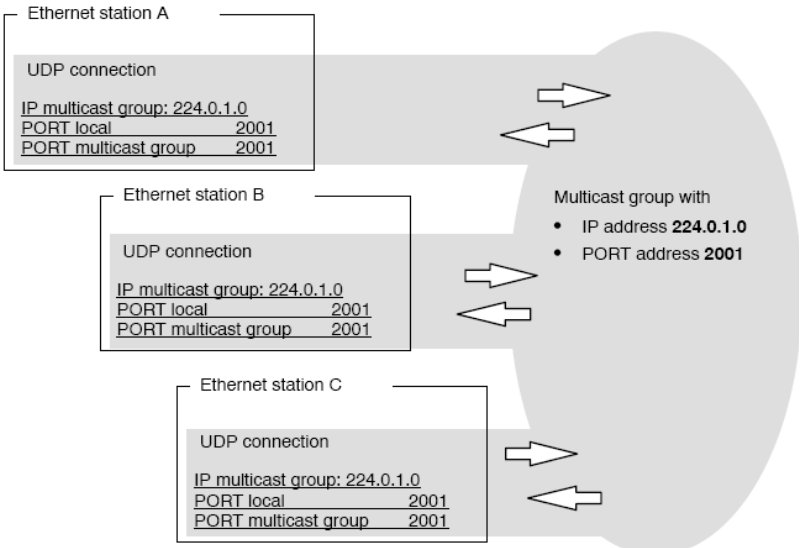
در پیکر بندی سخت افزار برای هر کدام از PLC ها کارت CP که TCP/IP را ساپورت کند انتخاب کنید.

در Netpro ضمن انتخاب Multicast سرویس UDP را انتخاب کنید . توجه شود که پیکر بندی Multicast با سایر ارتباطات نظیر ISO-on-TCP و TCP Connection امکان پذیر نمی باشد.



پس از انتخاب موارد فوق در پنجره اتصال ID و LADDR ظاهر می شود تعریف گروه در بخش Address آن مطابق شکل روبرو انجام می شود. برای هر عضو گروه لازم است چنین ارتباطی تعریف و و مشخصات نوشته شده در زیر Multicast group یکسان باشد. بعبارت دیگر این IP همراه با آدرس Port معرف یک گروه است.

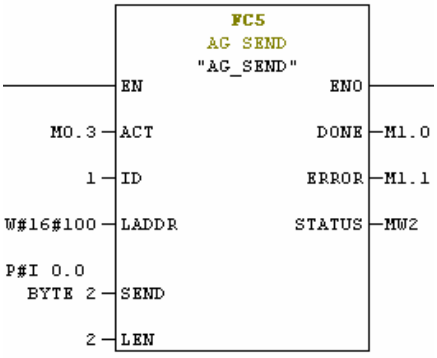
آدرس IP مربوط به Multicast Group بصورت پیش فرض توسط سیستم داده میشود ولی در عین حال کاربر می تواند آنرا در رنج مشخصی که از 224.0.1.0 شروع و تا 239.255.255.255 ادامه می یابد تغییر دهد و بدینصورت چندین گروه را تشکیل دهد. شکل زیر سه وسیله را در یک گروه نشان می دهد.



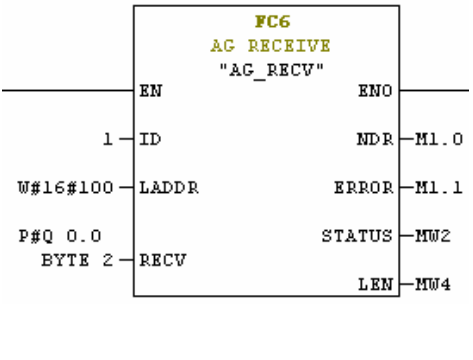
شماره پورت یک آدرس لاجیک است که می تواند از 2000 به بالا باشد. برخی آدرس ها رزرو شده اند. توسط شماره پورت وسایل مختلف سرویس ارتباطی بین خود را می شناسند. برای Multicast همه وسایل یک گروه دارای شماره پورت یکسانی هستند ولی در ارتباط TCP Connection همانطور که قبلاً اشاره شد آدرس پورت در دو طرف یکسان نیست ولی شماره پورت Local در یکطرف بایستی مشابه شماره پورت Remote سمت مقابل باشد.

با توجه به نکات بالا اگر فرض کنیم بین چهار سیستم PLC ارتباط UDP را بصورت Multicast تعریف کرده ایم (یعنی برای هر کدام در Netpro یک اتصال Multicast تعریف و در تمام آنها آدرس IP و Port مربوطه را یکسان وارد نموده ایم) در این شرایط می توانیم فانکشن AG_Send را در برنامه یک PLC صدا بزنیم تا دیتا از آدرس مشخصی ارسال شده و فانکشن AG_RECV در برنامه سایر PLC ها دیتای فوق را بطور همزمان دریافت نماید. فانکشنهای برنامه نویسی UDP شبیه سایر ارتباطات Send/Receive قبلی است .

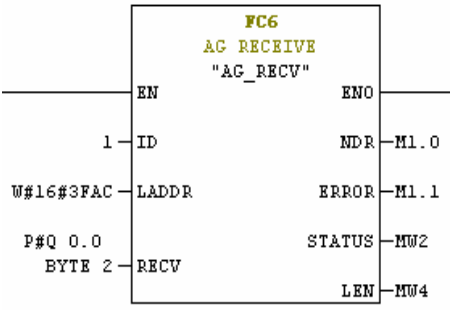
در برنامه زیر ورودی های کارت DI یک PLC همزمان به خروجی های DO سه PLC دیگر ارسال میگردد.توجه شود که ID و LADDR از Netpro در سمت همان PLC از ارتباط تعریف شده Multicast بدست آمده است.



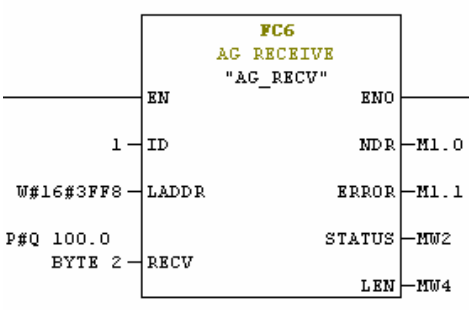
CPU فرستنده



CPU گیرنده ۱

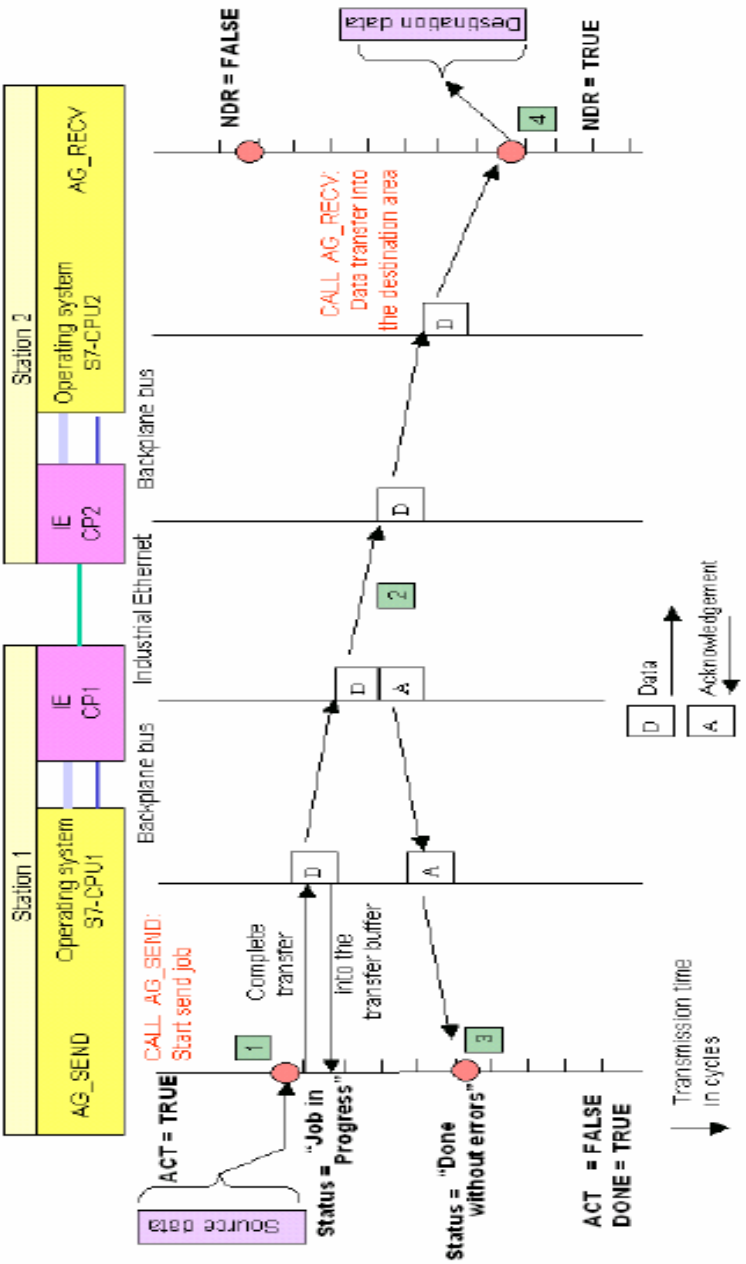


CPU گیرنده ۲



CPU گیرنده ۳

اگر در حالتی که ارتباط برقرار است و تبادل دیتا بدرستی انجام می شود بلاک برنامه AG_Send را مانیتور کنید بیت Error صفر و بیت Done یک خواهد بود اگر ارتباط گیرنده ها حتی تمام آنها قطع شود باز در سمت فرستنده بیت error را صفر و Done یک خواهد بود در حالی که در انواع ارتباطات قبلی بمحض بروز اشکال در گیرنده بیت Error در سمت فرستنده یک می شود. حتی اگر در سمت گیرنده ها فانکشن Receive صدا زده نشود باز هم وقتی بلاک AG_Send مانیتور می شود Error نشان نمی دهد که بدلیل عدم وجود Acknowledge در سرویس UDP است. سرویس UDP همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است خروج دیتا از بافرکارت شبکه فرستنده را بعنوان Acknowledge تلقی می کند.

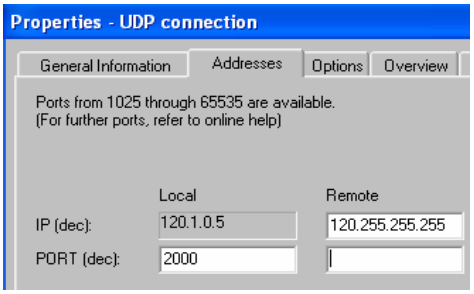

Station 1
AG_SEND
Operating system S7-CPU1
IE CP1
Station 2
IE CP2
Operating system S7-CPU2
AG_RECV
Industrial Ethernet
Backplane bus
Backplane bus
CALL AG_SEND: Start send job
CALL AG_RECV: Data transfer into the destination area
NDR = FALSE
NDR = TRUE
Destination data
Source data
ACT = TRUE
Status = "Job in Progress"
Status = "Done without errors"
ACT = FALSE
DONE = TRUE
Complete transfer
into the transfer buffer
Data
Acknowledgement
Transmission time in cycles

ب) پیکر بندی ارتباط Broadcast با UDP

از نظر ویژگی های کلی ارتباط Broadcast مشابه ارتباط Multicast است با این تفاوت که در Broadcast پیام دیتا به همه ایستگاهها ارسال می گردد و دیگر اینکه در Multicast امکان دریافت نیز وجود دارد ولی broadcast فقط برای ارسال است و ایستگاه نمی تواند با ارتباط Broadcast اقدام به دریافت کند بلکه می تواند با ارتباطات معمول دیتا را بگیرد.

وقتی در Netpro ارتباط UDP از نوع Broadcast تعریف می شود در بخش Address از پنجره مربوطه آدرس IP گیرنده ها توسط سیستم بصورت پیش فرض و با توجه به کلاس IP داده می شود. به موارد زیر توجه کنید:

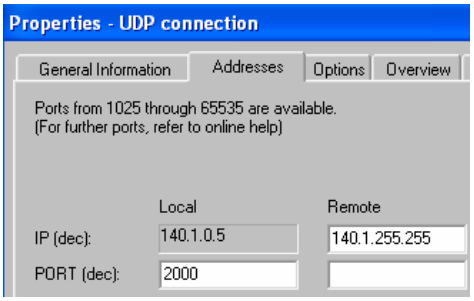
Class A
Local IP: 120.1.0.5
Subnetmask: 255.0.0.0



Remote IP:120.255.255.255
دیتا به همه وسایل متصل به باس با آدرس
IP :120.x.x.x ارسال می گردد

Class B

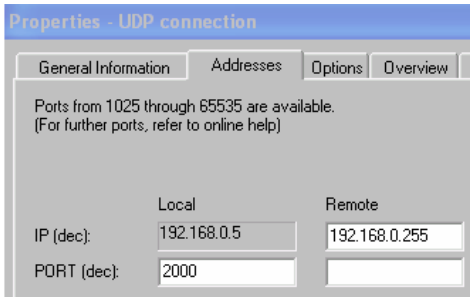
IP: 140.1.0.1
Subnetmask: 255.255.0.0



Remote IP:140.1.255.255
دیتا به همه وسایل متصل به باس با آدرس
IP :140.1.x.x ارسال می گردد

Class C

IP: 192.168.0.5
Subnetmask: 255.255.255.0



Remote IP:192.168.0.255
دیتا به همه وسایل متصل به باس با آدرس
IP :192.168.0.x ارسال می گردد

در پنجره های فوق لازم است شماره Port نیز وارد شود. این شماره عددی بزرگتر از ۲۰۰۰ است در هر CPU منحصر به فرد می باشد و نوع دسترسی به کارت CP و سرویس ارتباطی را مشخص می کند از اینرو نمی تواند با شماره اختصاص داده شده برای multicast یکسان باشد.

۹-۸ پیکر بندی و برنامه نویسی ارتباط S7 Connection

تمام انواع ارتباطاتی که تاکنون در بخش های ۹-۴ تا ۹-۷ ذکر شده ارتباط Send/Receive مربوط به اترنت هستند در حالیکه S7-Connection یک ارتباط چند منظوره است یعنی می توان آن را روی شبکه های دیگر مانند Profibus و MPI نیز پیکربندی و برنامه نویسی نمود.

بطور کلی تفاوتهای زیر را می توان برای S7-Connection ذکر کرد:

- خاص اترنت نیست.
- فانکشن های برنامه نویسی آن متفاوت است.
- برخی بلاک های آن حجم دیتای بیشتری را جابجا می کند.
- نمی توان آن را برای تبادل دیتا با وسیله غیر زیمنسی بکاربرد در حالیکه در ارتباطات Send/Receive ارتباط با وسیله غیر زیمنسی امکان پذیر است.
- کارت CP بایستی ISO یا ISO-on-TCP را ساپورت کند . بنابر این کارت هایی که فقط TCP را ساپورت می کنند قابل استفاده برای ارتباط S7-Connection نیستند.

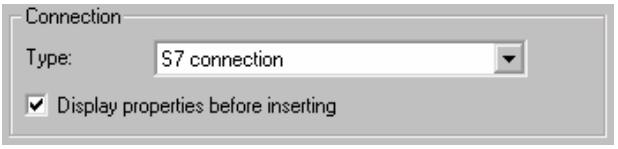
قدمهایی که برای پیکر بندی و برنامه نویسی این ارتباط برداشته میشود بعضاً با Send/Receive مشابه هستند. موارد مشابه را در ادامه به اجمال اشاره می کنیم.

الف) پیکر بندی سخت افزار

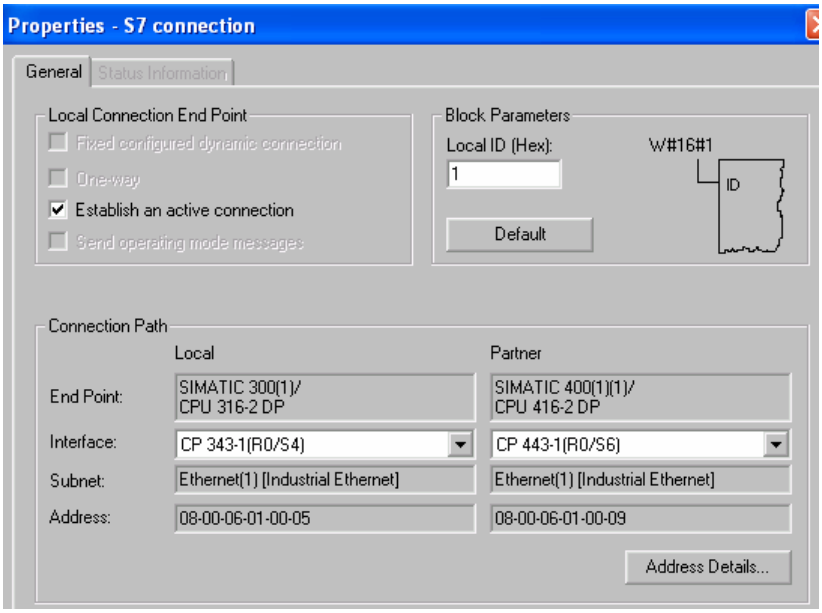
در Hwconfig کارت CP مناسب که ISO یا ISO-on-TCP ر ا ساپورت کند انتخاب می کنیم. در حالتی که کارت ISO-on-TCP را ساپورت کند لازم است MAC Address آن فعال باشد. در غیر اینصورت امکان پیکربندی ارتباط در Netpro میسر نخواهد بود.

ب)پیکر بندی ارتباط در Netpro

اتصال جدید را بصورت S7 Connection تعریف می کنیم



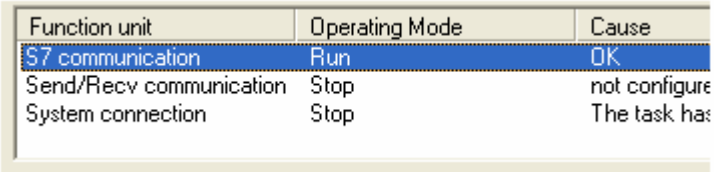
در صورتی که کارت CP بطور صحیح انتخاب و تنظیم شده باشد پنجره ای مانند شکل زیر ظاهر خواهد شد. تفاوتی که با ارتباطات قبلی دیده می شود آنستکه که در اینجا فقط ID داده شده و LADDR وجود ندارد. فانکشن های برنامه نویسی S7 Connection دارای ورودی LADDR نیستند.



اگر روی PLC بیش از یک کارت CP اترنت که S7 Connection را ساپورت کند وجود داشته باشد در قسمت Interface می توان آن را انتخاب کرد.

پس از تکمیل تنظیمات فوق و انجام Save and Compile در Netpro با کلیک روی Activate از برقراری اتصال در دو طرف مطمئن می شویم.

در اینحالت اگر روی هر کدام از کارتهای CP دابل کلیک و در بخش Diagnostics روی Run کلیک کنیم در پنجره NCM قسمت Operating Mode می توانیم ببینیم که وضعیت ارتباط S7 Connection چگونه است. شکل زیر:



و در بخش Connections را باز کنیم برقراری اتصال را خواهیم دید.

ج) برنامه نویسی تبادل دیتا

بلاک های اصلی مورد استفاده برای تبادل دیتا در S7 Communication در جدول زیر لیست شده اند همانطور که مشاهده می شود یکی مزیت های S7 Connection نسبت به ارتباطات قبلی آنست که می توان تا ماکزیمم 64 KB را با استفاده از فانکشنهای BSEND و BRECV تبادل کرد :

Block	Partner: S7-300/C7-300	Partner: S7-400
PUT / GET	160 bytes	400 bytes
USEND / URCV	160 bytes	440 bytes
BSEND / BRCV	32768 bytes	65534 bytes

شماره‌FB ها و SFB های مربوطه در جدول زیر آمده است توجه شود که SFB ها برای S7-400 و FB ها برای S7-300 بکار می روند.

BSEND	SFB / FB12
BRCV	SFB / FB13
PUT	SFB / FB15
GET	SFB / FB14
USEND	SFB / FB8
URCV	SFB / FB9

بلا ک های فوق دارای ورودی و خروجی هایی هستند که عمدتاً مشابه می باشد. بطور کلی پارامترهای ورودی و خروجی این بلاک ها را میتوان به چند دسته زیر تقسیم کرد:

۱. پارامترهای کنترلی که برای فعال کردن بلاک بکار میروند. ورودی REQ از این دسته است.

۲. پارامتر مربوط به آدرس که وسیله سمت مقابل را مشخص می کند. این پارامتر با عنوان ID در ورودی بلاک بکار میرود و مقدار آن از پیکر بندی انجام شده در Netpro گرفته می شود. با مشخص کردن این ID فرستنده می داند به چه گیرنده ای دیتا بفرستد و گیرنده نیز می داند که از کدام فرستنده دیتا دریافت می کند.

۳. پارامتر مشخص کننده شماره ارتباط که با عنوان R_ID ظاهر میشود. میتوان با یک ID مشخص با تغییر این پارامتر چندیدن بار تبادل دیتا بین دو وسیله انجام داد که هر کدام مربوط به ناحیه جداگانه ای از حافظه باشند. می توان این ورودی را بصورت یک متغیر Double Word تعریف کرد ودر برنامه هر بار این متغیر را با یک مقدار جدید پر کرد. توجه شود که R_ID بایستی در هر دو بلاک گیرنده و فرستنده

دقیقاً یکسان باشد. با تغییر دادن این پارامتر ، بلاک در صورتی پارامتر جدید را می گیرد که Job قبلی کامل شده باشد.

۴. پارامترهای مربوط به ناحیه آدرس فرستنده که دیتا از آن ناحیه ارسال می شود.و با SD_i مشخص می شود. یک بلاک ممکن است دارای چندین ناحیه آدرس باشد. مانند SD_1 و SD_2 و ....

۵. پارامترهای مربوط به ناحیه آدرس گیرنده که دیتا ی دریافتی در آن ناحیه ذخیره می شود. و با RD_i مشخص می شود. یک بلاک ممکن است دارای چندین ناحیه آدرس باشد. مانند RD_1 و RD_2 و ....

۶. پارامترهای وضعیت Status که وضعیت ارسال و دریافت و ارتباط را نشان می دهد. این پارامتر ها در خروجی ظاهر میشوند مانند Error , Status

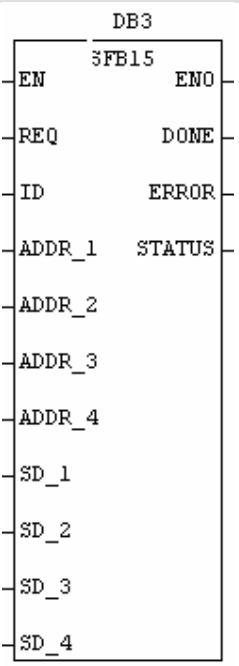
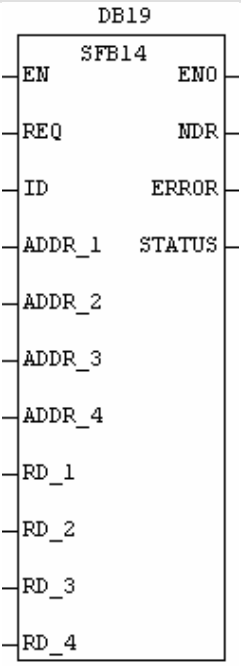
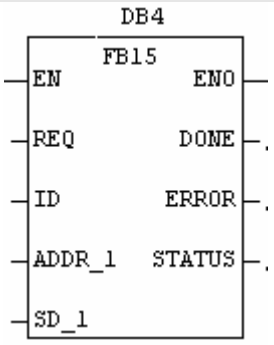
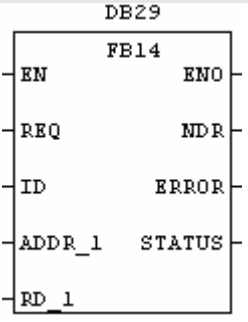
تذکرهای مهم

- وقتی S7-400 با S7-300 تبادل دیتا می کند ماکزیمم سایز دیتا به ماکزیمم سایز S7-300 (طبق جدول فوق) محدود می شود.
- توصیه میشود قبل از صدا زدن بلاک در برنامه اصلی ، ابتدا آنرا بدون پارمتر در OB راه اندازی صدا بزنید (بویژه در S7-400) . علت آنست که با شروع کار CPU اولین فراخوانی بلاک مهم است اگر بدون پارامتر باشد ماکزیمم سایز قابل تبادل را به بافر اختصاص میدهد ولی اگر در اولین Call حجم خاصی برای دیتا مشخص شود باعث میشود که در فراخوانی های بعدی حجم دیتا به عدد مزبور محدود شود.
- تعداد SD_i های بکار رفته در سمت فرستنده بایستی با تعداد RD_i های بکار رفته در سمت گیرنده یکی باشد، نوع دیتای بکار رفته در آنها یکسان بوده و ناحیه آدرس مشخص شده در سمت فرستنده بزرگتر از ناحیه آدرس سمت گیرنده نباشد. در صورتی که هر کدام از شرایط فوق نقض گردد در خروجی Error=1 و Status= 4 ظاهر می شود.
- بلاک ها در S7-400 بصورت SFB هستند ودر Library زیر مجموعه Sysytem Function ظاهر میشوند اگر Library بر حسب نوع مرتب شده باشد این بلاک ها را می توان در زیر مجموعه Comm_Func پیدا کرد. SFB ها نیاز به دانلود ندارند.
- بلاک ها در S7-300 بصورت FB هستند ودر Library زیر مجموعه Simatic Net CP ظاهر میشوند . در استفاده از FB ها بایستی توجه داشت که FB با آن شماره که توسط کاربر ایجاد شده موجود نباشد در غیر اینصورت آن FB از بین می رود Overwrite میشود.ثانیاً این FB ها بایستی به CPU دانلود شوند.
- CPU 318 استثناست و مانند S7-400 دارای SFB می باشد.

با این توضیحات به تشریح بلاک ها می پردازیم.

تبادل دیتا با PUT / GET

این دو بلاک نیز برای ارسال و دریافت دوطرفه همراه با Acknowledge بکار میروند شماره این بلاک ها طبق جدول زیر است:

PUT (S7-400)	GET (S7-400)
	
PUT (S7-300)	GET (S7-300)
	

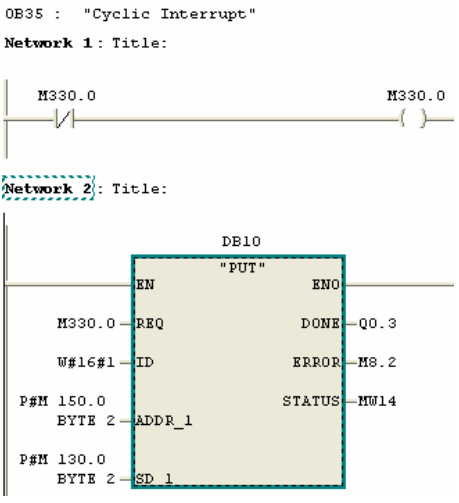
در استفاده از بلاک های PUT/GET بایستی توجه داشت که :

- آنچه در ورودی ADDR_i بلاک PUT نوشته میشود آدرس حافظه گیرنده را نشان میدهد این آدرس عیناً در ورودی RD_i بلاک GET (که آدرس حافظه خود گیرنده را نشان میدهد) نوشته شود.
- آنچه در ورودی ADDR_i بلاک GET نوشته میشود آدرس حافظه فرستنده را نشان میدهد این آدرس عیناً در ورودی SD_i بلاک PUT (که آدرس حافظه خود فرستنده را نشان میدهد) نوشته شود.
- این بلاک ها ورودی R_ID ندارند و تطابق بین مقصد و مبدا توسط دو نکته فوق انجام می شود.

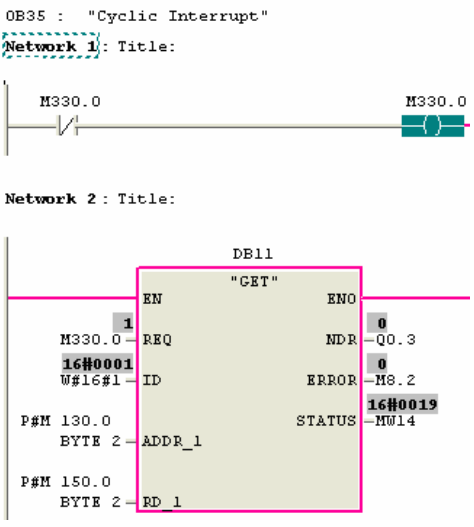
مثال ۱ با استفاده از PUT/GET

بین دو PLC300 ارتباط S7 Connection را برقرار کرده ایم و ID اتصال در هر دو طرف 1 می باشد. هدف آنست که MW130 از یک PLC به MW150 از PLC دیگر ریخته شود. درسمت فرستنده فانکشن PUT را در OB35 و در سمت گیرنده فانکشن GET را نیز در OB35 صدا می زنیم. ورودی Req را در هر دو طرف با ایجاد یک پالس توسط Not کردن مداوم یک Memory Bit مانند شکل زیر فعال می کنیم. بدیهی است اگر زمان OB35 در سخت افزار ۱۰۰ میلی ثانیه تنظیم شده باشد با روش فوق هر ۲۰۰ میلی ثانیه یکبار یک لبه مثبت در ورودی REQ خواهیم داشت و ارسال انجام میشود.

فرستنده



گیرنده



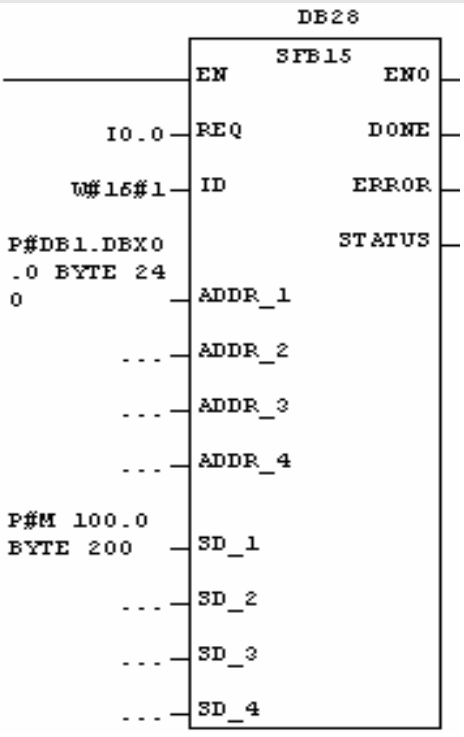
مثال۲ با استفاده از PUT/GET

بین دو PLC 400 ارتباط S7 Connection را برقرار کرده ایم در سمت PLC فرستنده فانکشن PUT یعنی SFB15 را همراه با یک DB در OB1 صدا زده ایم ورودی REQ را به I0.0 نسبت داده ایم تا با فعال شدن این کلید عمل ارسال انجام شود. در سمت PLC گیرنده فانکشن PUT را همراه با یک DB در OB1 صدا زده ولی ورودی REQ را به بیت اول Clock که هر ۱۰۰ میلی ثانیه یکبار صفر و یک میشود نسبت داده ایم.

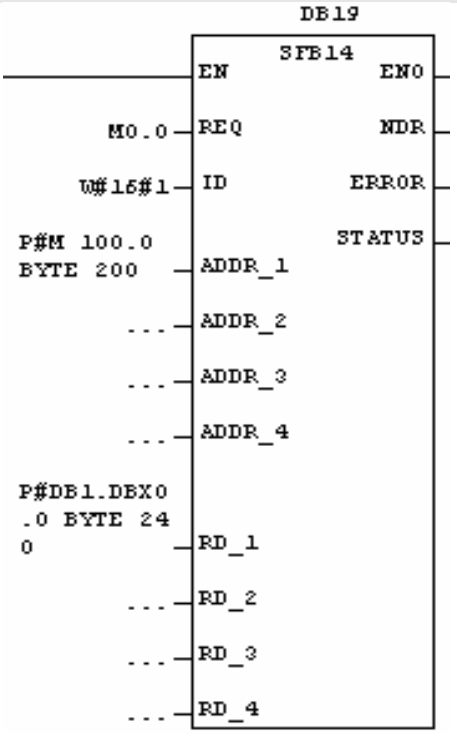
در هر دو طرف شماره ID از Netpro وارد شده است.

هدف آن بوده است که ۲۴ بایت اول از MB100 به بعد از سمت فرستنده به۲۴ بایت اول DB1 سمت گیرنده ریخته شود. از اینرو در سمت فرستنده به ورودی ADDR_1 و در سمت گیرنده به ورودی RD_1 آدرس DB1 را بصورت Pointer اختصاص می دهیم.وآدرس MW100 را بصورت Pointer به ورودی SD_1 سمت فرستنده و ورودی ADDR_1 در سمت گیرنده نسبت می دهیم شکل زیر:

CPU 416



CPU414



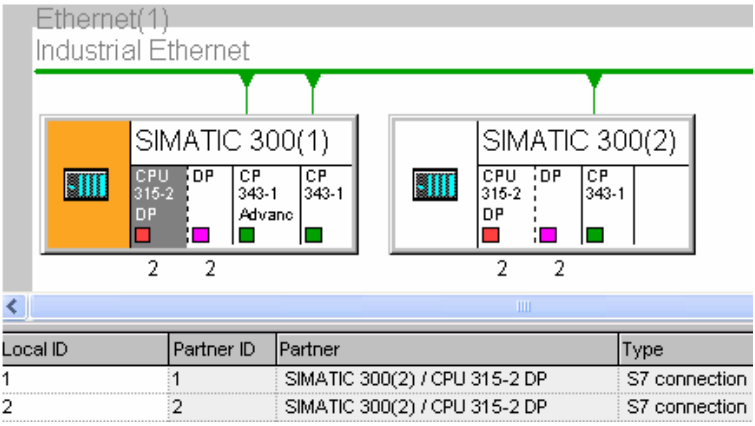
مزیت فانکشن PUT/GET در 400 نسبت به 300 اینست که در 400 چهار آدرس برای ارسال و چهار آدرس

برای دریافت وجود دارد. بعبارت دیگر با یک زوج فانکشن می توان همزمان چهار آدرس مختلف را از یک سمت به چهار آدرس دیگر در سمت مقابل انتقال داد ولی در 300 فقط یک آدرس در ورودی فانکشن های فوق وجود دارد.

مثال ۳

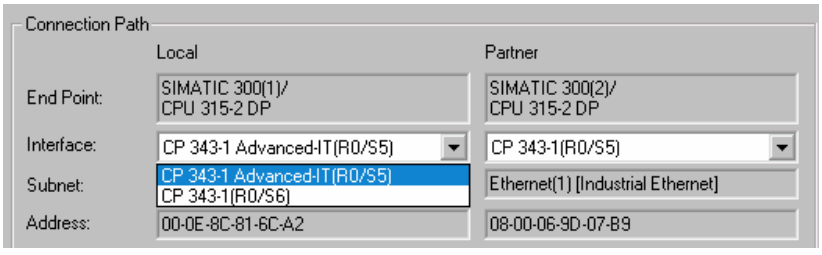
بین دو PLC300 نیاز به تبادل دیتا توسط S7 Connection وجود دارد. تفاوتی که با مثال یک وجود دارد آنست که در PLC فرستنده دو کارت CP اترنت ولی در سمت گیرنده فقط یک کارت CP اترنت وجود دارد. میخواهیم اگر یکی از کارتهای CP فرستنده دچار مشکل شد سیستم بطور خودکار دیتا را از کارت دوم ارسال نماید در صورت رفع مشکل کارت اول با فعال شدن کلید ریست مجدداً دیتا از کارت اول ارسال گردد.

در NetPro دو اتصال تعریف می کنیم اتصال اول بین کارت CP اول فرستنده با کارت CP گیرنده و اتصال دوم بین کارت دوم فرستنده با کارت CP گیرنده. بنابراین دو ID متفاوت خواهیم داشت. به شکل زیر توجه کنید :



Local ID	Partner ID	Partner	Type
1	1	SIMATIC 300(2) / CPU 315-2 DP	S7 connection
2	2	SIMATIC 300(2) / CPU 315-2 DP	S7 connection

توجه شود که در هنگام پیکربندی اتصال برای PLC فرستنده هر بار یکی از دو کارت CP را در پنجره زیر انتخاب کنیم.



پس از پیکر بندی فوق برنامه نویسی را انجام می دهیم

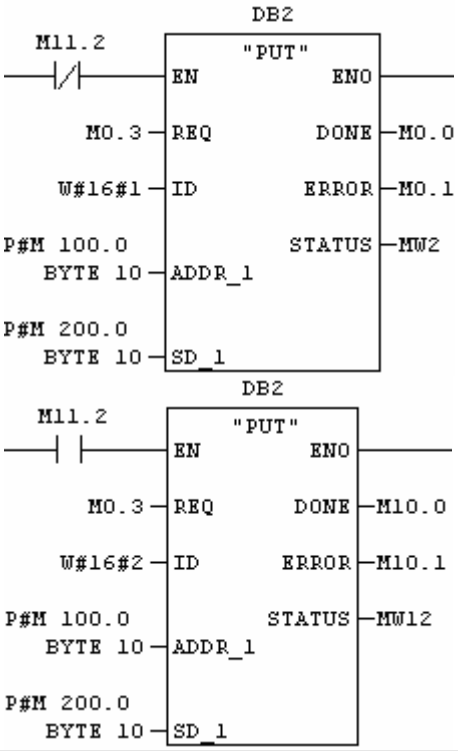
OB35 :

در سمت فرستنده

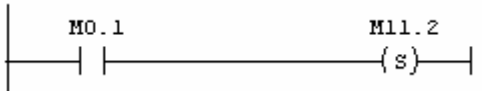
ایجاد پالس برای ورودی REQ

ارسال دیتا از طریق ارتباط اول یعنی با ID=1 در این حالت ورودی Enable به معکوس M11.2 داده شده که در حالت عادی نتیجه اش یک است یعنی این فانکشن فعال و فانکشن موجود در network دیگر غیر فعال می شود

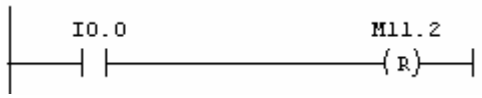
در صورت بروز خطا خروجی Error یعنی M0.1 یک میشود یک شدن این بیت در OB1 منجر به یک شدن M11.2 می گردد در نتیجه این فانکشن غیر فعال و فانکشن موجود در network دیگر فعال می گردد.



OB1:



وقتی در ارتباط اول مشکل ایجاد شد M0.1 یک شده و M11.2 را ست می کند درنتیجه ارتباط اول در OB35 از کار می افتد و ارتباط دوم فعال میشود.

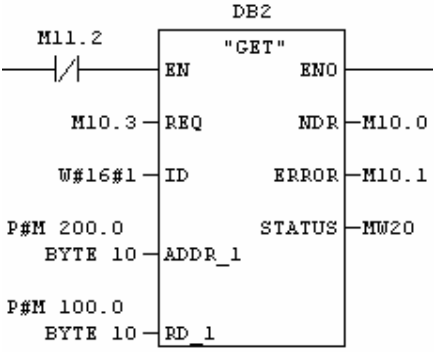


با رفع خطا وفعال شدن کلید ری ست I0.0 بیت M11.2 ری ست شده و ارتباط اول مجدداً فعال و ارتباط دوم غیر فعال می گردد.

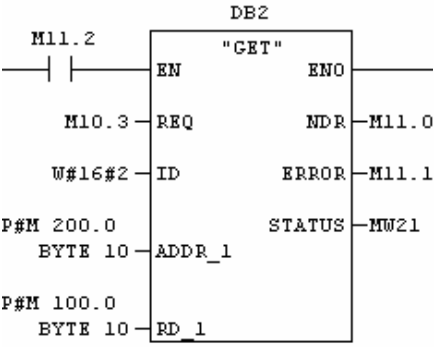
در سمت گیرنده

OB35:

ایجاد پالس برای ورودی REQ



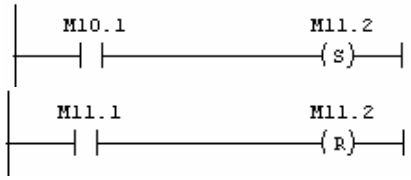
در حالت عادی این فانکشن فعال و فانکشن network بعدی غیر فعال است اگر در این ارتباط مشکل پیش بیاید M10.1 یک شده و در OB1 بیت M11.2 یک میشود در نتیجه این فانکشن غیرفعال و ارتباط موجود در network بعدی فعال می شود.



وقتی این فانکشن فعال است اگر مشکلی در ارتباط پیش بیاید بیت M11.1 یک میشود . در نتیجه در OB1 بیت M11.2 صفر می گردد در نتیجه این ارتباط غیر فعال و فانکشن موجود در Network قبلی فعال می گردد.

OB1:

ست و ری ست شدن M11.2 توسط بیتهای خروجی Error فانکشن های Get

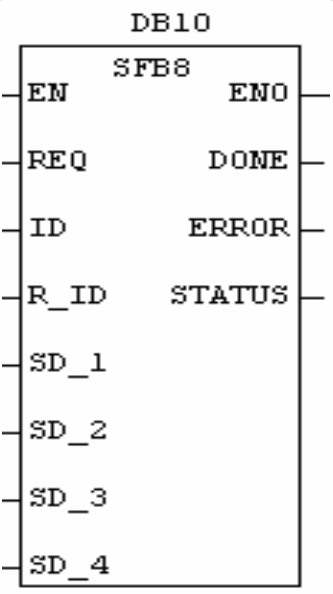


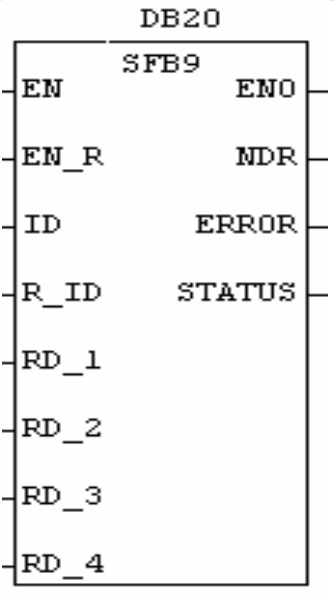
تذکر : در استفاده از بلاک های PUT/GET الزامی به صدا زدن آنها در دو طرف نیست میتوان فقط در یک سمت آنها را صدا زد. صرفاً کافی است در سمت مقابل آدرس ذکر شده موجود باشد.

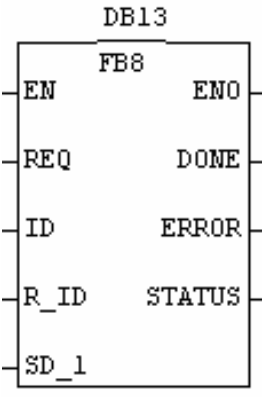
تبادل دیتا با USEND / URCV

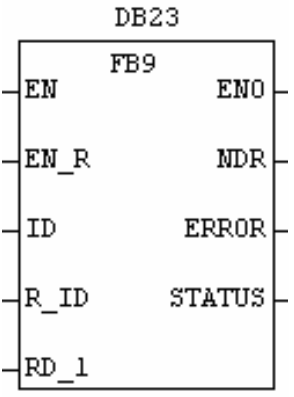
این دو بلاک برای ارسال و دریافت از نوع Uncoordinated بکار می روند. یعنی دریافت دیتا توسط گیرنده Acknowledge نمی شود. شماره این بلاک ها طبق شکل بعد است:

USEND	URECV









USEND : همانطور که مشاهده میشود SFB8 دارای ۴ ورودی SD_i است که می توان به هر کدام از آنها یک ناحیه آدرس از حافظه سمت فرستنده را اختصاص داد. ولی FB8 فقط یک ورودی SD_1 دارد .

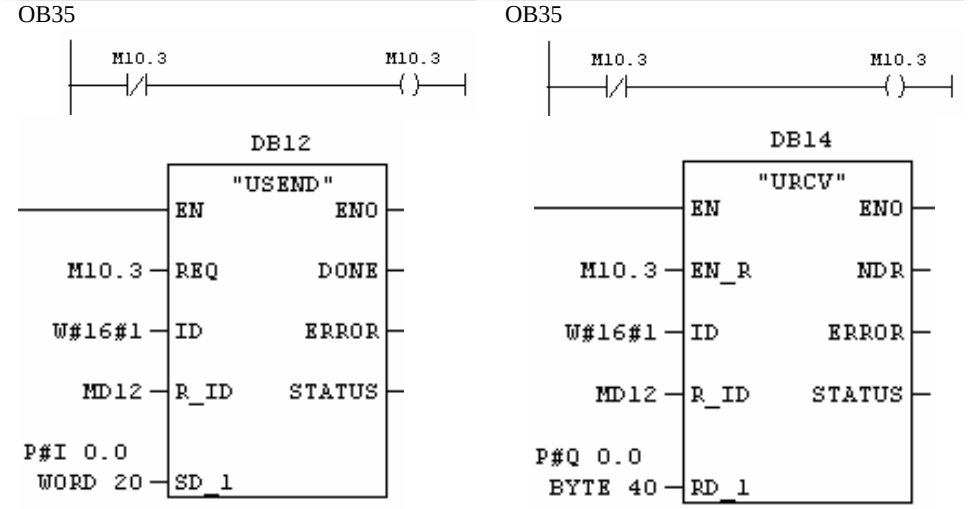
با رسیدن لبه مثبت در ورودی REQ عمل ارسال به گیرنده با ID و R_ID مشخص شده انجام میشود. بدیهی است لبه مثبت بعدی زمانی بایستی به REQ ارسال شود که Job قبلی تکمیل یعنی Done=1 شده باشد.

URECV : با هر لبه مثبتی که به ورودی EN_R میرسد دیتا در آدرس های مشخص شده در RD_i ها ذخیره میشود. در هنگام استفاده از SFB بایستی توجه داشت که اگر در سمت فرستنده مثلاً به SD_1 و SD_2 آدرس داده شده و دو تای دیگر استفاده نشده اند در سمت گیرنده نیز بایستی به RD_1 و RD_2 آدرس اختصاص داد و دو تای دیگر را بکار نبرد . عدم تطبیق بین تعداد SD_i ها و RD_i ها منجر به Error میشود.

مثال

شکل زیر مثالی از تبادل دیتا با USEND/URECV را نشان می دهد برای تبادل دیتای صحیح لازم است ورودی R_ID در دوطرف یک مقدار داشته باشد بنابراین توسط برنامه (یا از طریق Modify در جدول VAT) به MD12 در هر دو طرف عدد یکسان مثلاً عدد ۱ را نسبت دهید.

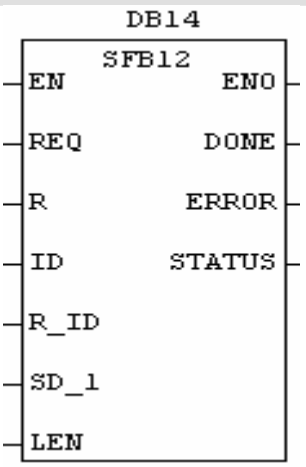
فرستنده	گیرنده

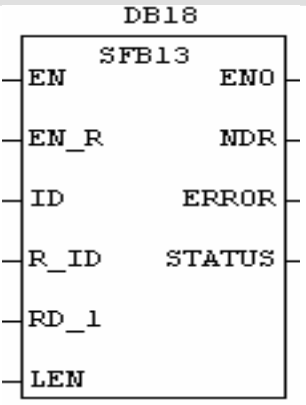


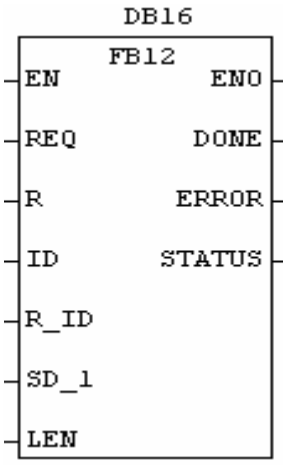
تبادل دیتا با BSEND / BRCV

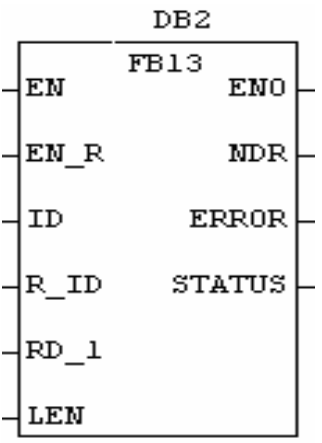
این دو بلاک برای ارسال و دریافت از نوع Segmented بکار می روند.در این روش بیشترین حجم دیتا آدرس دهی میشود با یکبار فراخوانی این فانکشن ها در S7-400 ماکزیمم 64 Kbyte و در S7-300 ماکزیمم 32 Kbyte قابل انتقال است. در این روش دیتا به بسته های کوچکتر شکسته شده و بدنبال هم ارسال میشوند به همین علت به آن Segmented گفته می شود. Acknowledege گیرنده پس از دریافت آخرین بسته به فرستنده ارسال می گردد. شماره و شکل این بلاک ها بصورت زیر است:

BSEND	BRCV









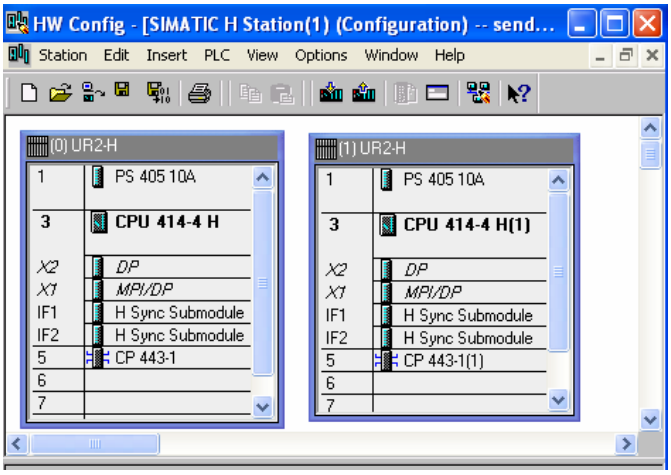
همانطور که مشاهده می شود FB12 و SFB12 فوق از نظر ورودی و خروجی ها کاملاً مشابه هستند. همینطورFB 13 و SFB13 از نظر عملکرد شبیه آنچه قبلاً برای USEND/URCV ذکر شد می باشد. با رسیدن لبه مثبت REQ از آدرس مشخص شده در SD_1 به اندازه تعداد بایت مشخص شده در LEN ارسال میگردد. (در فانکشن قبلی LEN وجود نداشت)برای تست به ورودی LEN در دو طرف مقدار ثابتی را از طریق یک MW اختصاص دهید.

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

این ارتباط مخصوص سیستم های S7-400H است وقتی دو سیستم H وجود دارد که روی هر کدام از آنها دو CPU و دو کارت CP اترنت موجود است توسط این ارتباط با تعریف کردن فقط یک اتصال با یک ID میتوان بین دو سیستم تبادل دیتا انجام داد. در این شرایط در هر طرف اگر کنترل از Master به Standby سوئیچ شود هیچ مشکلی در تبادل دیتا پیش نخواهد آمد زیرا ارتباط فوق تمام چهار حالت ارتباطی بین کارتهای CP دو طرف را پوشش می دهد.

الف) پیکر بندی سخت افزار

برای هر سیستم S7-400H نیاز به پیکربندی با دو منبع تغذیه ، دو CPU همراه با مدول های Sync و دو کارت اترنت وجود دارد این اجزا بایستی کاملاً مشابه باشد. خواننده محترم میتواند توضیحات بیشتر در مورد پیکربندی این سیستمها را در جلد دوم کتاب راهنمای جامع Step7 تالیف نگارنده ملاحظه کند.

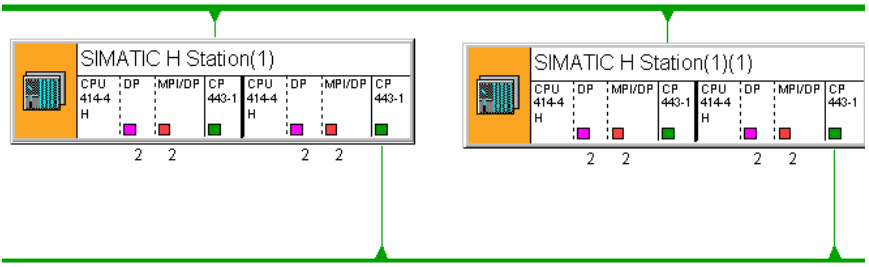


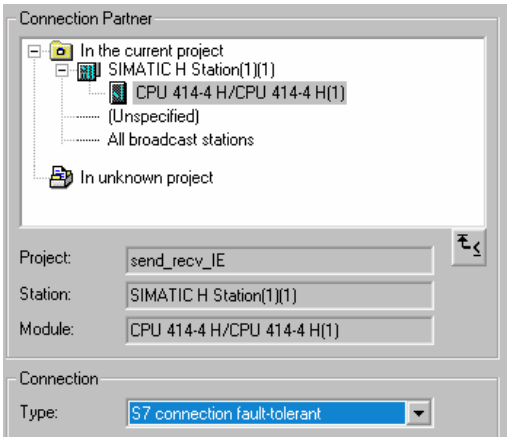
شکل زیر پیکربندی سخت افزار یک سیستم H را نشان می دهد. در اینجا نیز شبیه آنچه قبلاً ذکر شدکارت CP باید ISO یا ISO-on-TCP را ساپورت کند و در حالت اخیر MAC Address آن فعال شده باشد.

ب) پیکر بندی ارتباط در Netpro

فرض کنید دو سیستم H که هر کدام سخت افزاری شبیه فوق دارند پیکر بندی نموده ایم در اینجا دو حالت را در نظر می گیریم

حالت اول : کارتهای CP موجود در رک شماره صفر به یک شبکه اترنت و کارتهای CP موجود در رک شماره یک به شبکه اترنت دیگری متصل هستند بنابر این شکل زیر را در Netpro خواهیم داشت

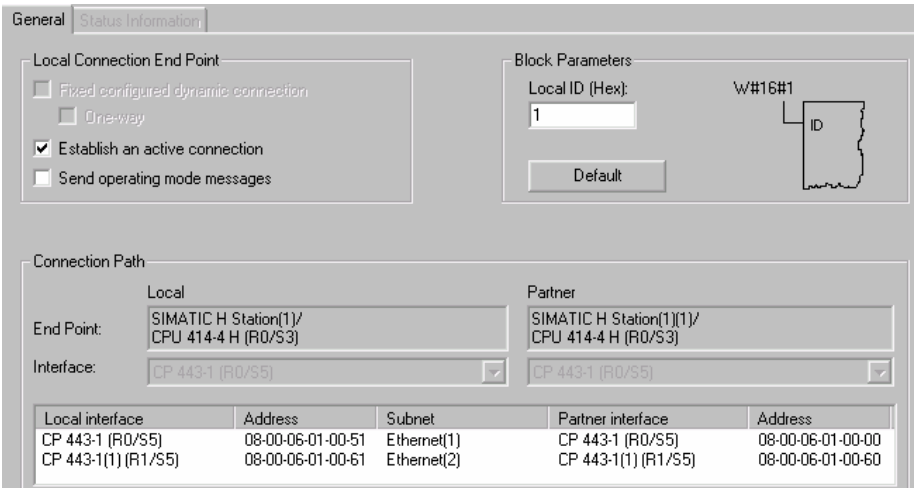




روی یکی از CPU ها کلیک کرده و در جدول اتصالات مقصد را سیستم H دوم و نوع اتصال را Redundant انتخاب می کنیم.همانطور که مشاهده میشود برای مقصد هر دو CPU بعنوان یک انتخاب ظاهر می گردند.

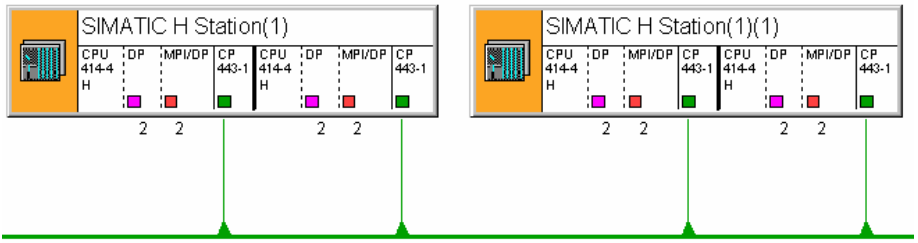
اگر مقصد و کارتها درست انتخاب شده باشد پس از کلیک روی Apply پنجره زیر ظاهر خواهد شد. همانطور که مشاهده میشود با یک ID هر دو ارتباط برقرار شده است

یعنی کارتهای CP موجود در رک های شماره صفر و کارتهای موجود در رک های شماره یک با هم ارتباط دارند.

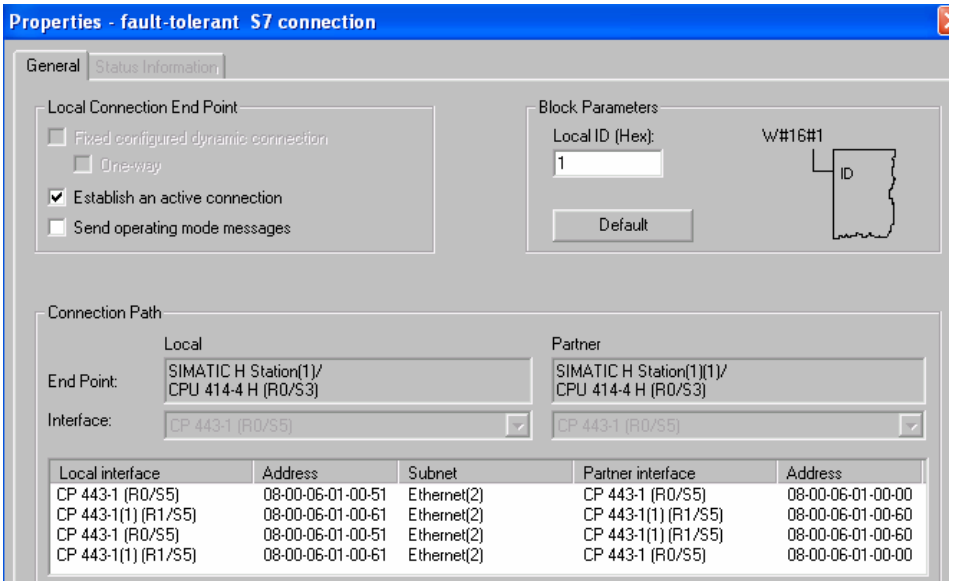


اگر مقصد و کارتها درست انتخاب شده باشد پس از کلیک روی Apply پنجره زیر ظاهر خواهد شد. همانطور که مشاهده میشود با یک ID هر دو ارتباط برقرار شده است یعنی کارتهای CP موجود در رک های شماره صفر و کارتهای موجود در رک های شماره یک با هم ارتباط دارند.

حالت دوم: هر چهار کارت CP موجود در رکهای شماره صفر و شماره یک هر دو سیستم را به یک شبکه اترنت متصل می کنیم بنابر این شکل زیر را در Netpro خواهیم داشت



اگر در اینحالت اتصال S7 Connection Fault Tolerant را تعریف کنیم پنجره اتصال بصورت زیر خواهد بود. در مقایسه با حالت قبل می بینیم که در اینجا با یک ID چهار اتصال وجود دارد یعنی کارت CP رک صفر علاوه بر ارتباط با کارت CP رک صفر مقابل ارتباط دیگری با کارت CP رک شماره یک سمت مقابل نیز دارد.



ج) برنامه نویسی تبادل دیتا

فانکشن های برنامه نویسی تفاوتی با آنچه برای S7 Connection توضیح داده شد ندارند. در اینجا صرفاً به نکات مربوط به سیستمهای H دقت شود مثلاً اینکه برنامه فقط به یکی از دو CPU دانلودشود . تشریح این نکات در رفرنس اشاره شده قبلی آمده است.

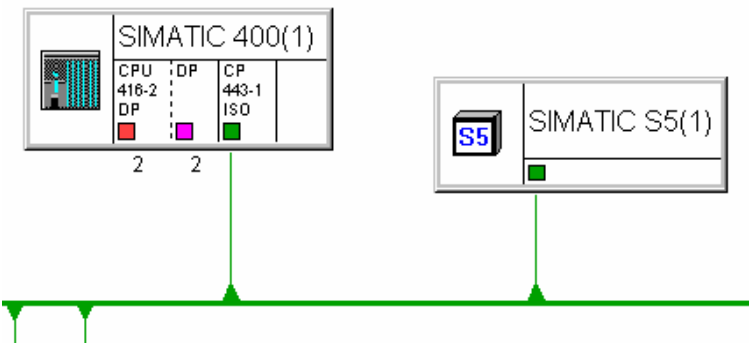
۹-۱۰ پیکر بندی ارتباط S7 و S5

ارتباط بین S7 و S5 می تواند به یکی از دو حالت زیر تعریف شود:

- ارتباط Send/Receive
- ارتباط Fetch/Write

الف) ارتباط Send/receive بین S7 و S5

در Netpro یک سیستم S5 وارد کرده و با دابل کلیک روی آن در بخش Interface ارتباط Industrial Ethernet را انتخاب وآدرسهای IP و MAC را وارد می کنیم.



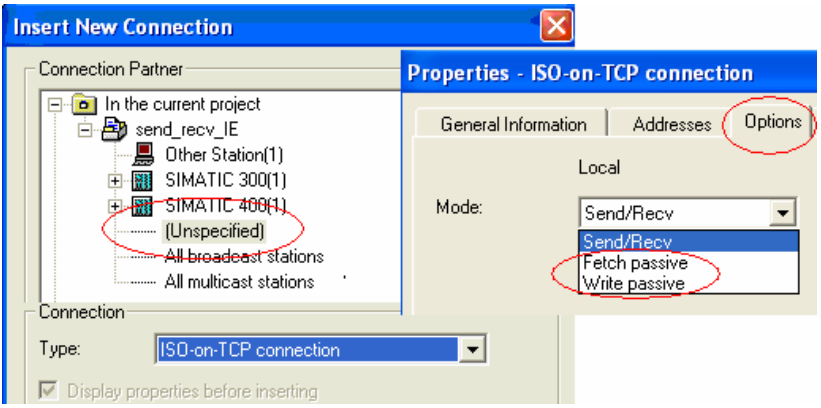
با اتصال S5 به همان شبکه ای که S7 متصل شده می توان انواع ارتباطات اترنت مانند ISO Transport و TCP Connection و ISO-on-TCP را تعریف نمود. ادامه کار مانند قبل خواهد بود یعنی برنامه نویسی در سمت S7 و نیز در سمت S5 توسط فانکشن های Send و Receive انجام می شود.

ب) ارتباط Fetch/Write

این ارتباط از دیدگاه S7 یک ارتباط Passive است به این معنا که از طرف S7 هیچ درخواستی برای خواندن یا نوشتن دیتا وجود ندارد ولی از سمت S5 این ارتباط Active است یعنی با صدا زدن فانکشن های Read و

Write دسترسی به آدرس های حافظه S7 فراهم می گردد.ارتباط Fetch/Write خاص S5 و S7 نیست هر سیستم غیر زیمنسی را می توان بدین روش با S7 در ارتباط قرار داد.

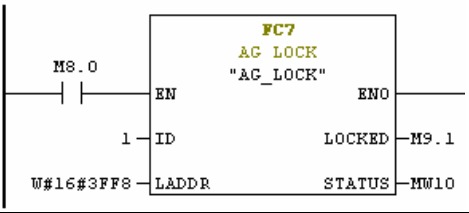
در Netpro از سمت S7 مقصد را Unspecified وارتباط را یکی از انواع ارتباطات ISO/TCP انتخاب سپس در قسمت Option یکی از دو گزینه Fetch یا Write که بصورت Passive هستند را مشخص میکنیم.



بدین ترتیب در سمت S7 نیاز به برنامه نویسی خاصی نیست . با این وجود برای کنترل ارتباط می توان از فانکشن های زیر که در Library برنامه S7 موجود هستند استفاده نمود.

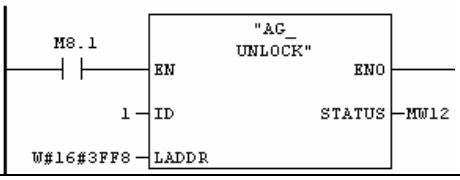
AG_LOCK	FC7	توسط این فانکشن می توان عمل ارسال/ دریافت مربوط به ID و LADDR خاصی را غیر فعال نمود.
AG_UNLOCK	FC8	این فانکشن عکس عمل AG_Lock را انجام می دهد یعنی ارتباط غیرفعال شده را فعال می سازد.
AG_CNTRL	FC10	توسط این فانکشن می توان وضعیت اتصال مربوط به ID و LADDR خاصی را مانیتور کرد بعلاوه امکان ری ست کردن اتصال نیز توسط این فانکشن وجود دارد.

مثال های زیر ورودی و خروجی های فانکشن های AG_LOCK/AG_UNLOCK را نشان میدهد.

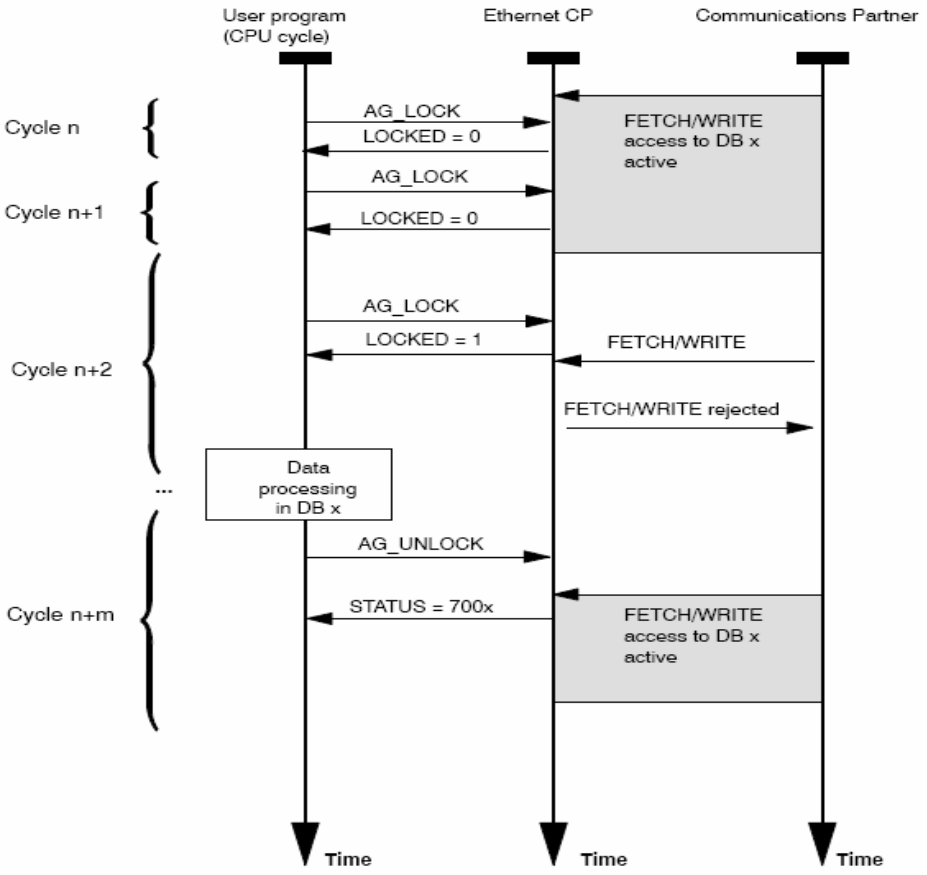


یک شدن بیت M8.0 منجر به غیر فعال شدن ارتباط می گردد وضعیت را می توان در خروجی Locked که به بیت M9.1 اختصاص داده شده نیز مشاهده نمود.

یک شدن بیت M8.1 منجر به فعال سازی ارتباط می گردد.

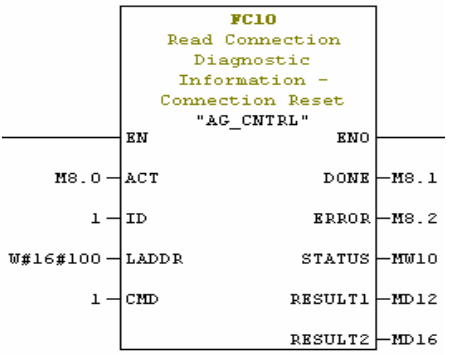


عملکرد این فانکشنها طبق شکل زیر است:



در مورد فانکشن AG_Control به مثال زیر توجه کنید:

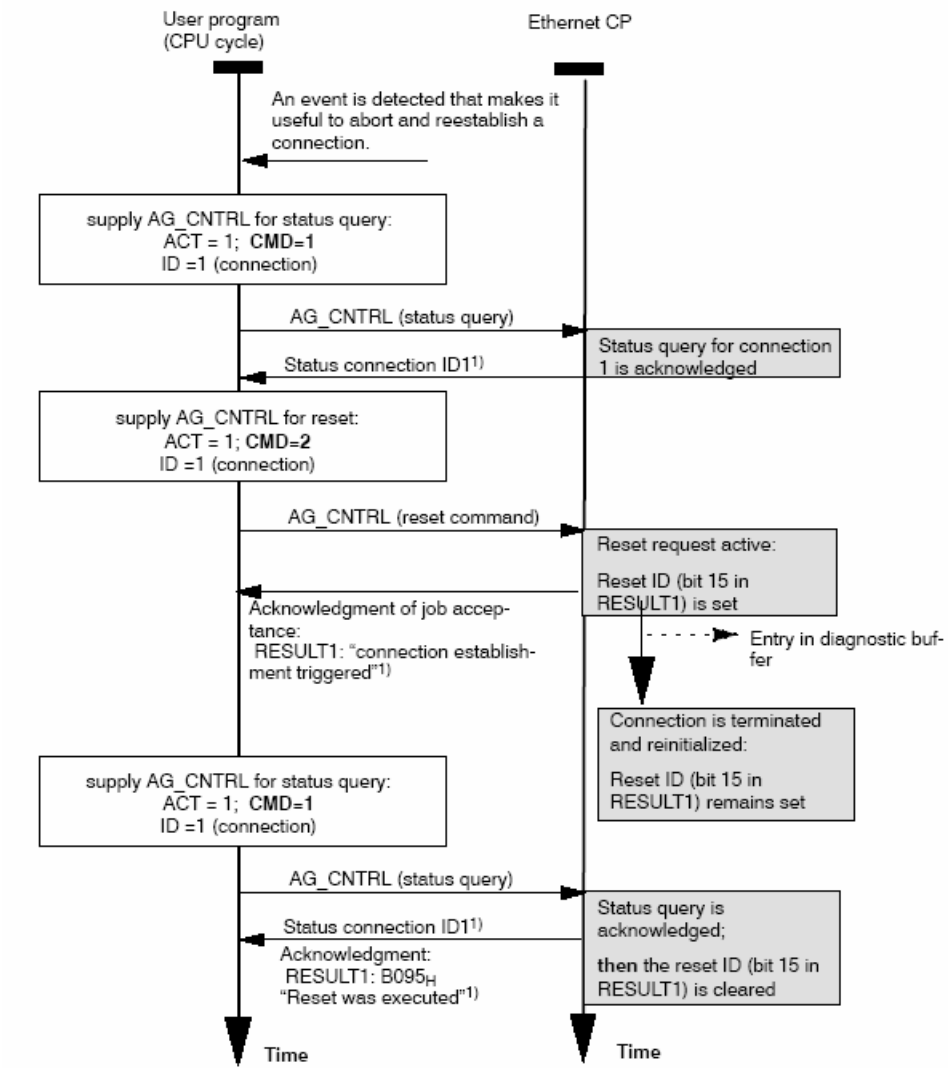
با رسیدن لبه مثبت M8.0 اتصال تعریف شده برای کارت CP با آدرس بیس w#16#0100 و شماره ID=1 توسط این فانکشن خوانده شده و وضعیت آن در خروجیRESULT1 ظاهر می گردد. بیت های مختلف این خروجی (که ۳۲ بیتی است) وضعیت ارتباط را با جزئیات نشان می دهد.



توجه شود که در اینحالت ورودی CMD که مخفف Command است یک می باشد. سایر موارد عبارتند از :

CMD		شرح
0	NOP	عمل خاصی توسط فانکشن فوق انجام نمی شود.
1	CN_STATUS	وضعیت ارتباط نشان داده می شود.
2	CN_RESET	اتصال تعریف شده برای کارت CP با ID ذکر شده ریست می گردد. این موضوع می تواند برخی اشکالات ارتباطی را رفع نماید تا اتصال دوباره برقرار گردد.
3	CN_STATUS_ALL	وضعیت کلی تمام اتصالات تعریف شده با ID های مختلف برای یک کارت CP در خروجی های RESULT1 و RESULT2 نشان داده میشود. در اینحالت ورودی ID در فانکشن فوق 0 داده می شود.
4	CN_RESET_ALL	تمام اتصالات تعریف شده با ID های مختلف برای یک کارت CP ری ست می گردد. در اینحالت ورودی ID در فانکشن فوق 0 داده می شود. پس از ری ست شدن اتصال مجدداً بطور خودکار برقرار می گردد.
6	CN_DISCON	اتصال تعریف شده با ID خاص برای یک کارت CP قطع (Abort) می گردد و مجدداً بطور خودکار برقرار نمی شود. مگر با CMD=7 .
7	CN_STARTCON	اتصال تعریف شده با ID خاص برای یک کارت CP که قطع شده برقرارمی گردد .

شکل بعد عملکرد این فانکشن را نشان میدهد.


User program
(CPU cycle)
Ethernet CP
An event is detected that makes it useful to abort and reestablish a connection.
supply AG_CNTRL for status query:
ACT = 1; CMD=1
ID =1 (connection)
AG_CNTRL (status query)
Status query for connection 1 is acknowledged
Status connection ID1 1)
supply AG_CNTRL for reset:
ACT = 1; CMD=2
ID =1 (connection)
AG_CNTRL (reset command)
Reset request active:
Reset ID (bit 15 in RESULT1) is set
Acknowledgment of job acceptance:
RESULT1: "connection establishment triggered" 1)
Entry in diagnostic buffer
Connection is terminated and reinitialized:
Reset ID (bit 15 in RESULT1) remains set
supply AG_CNTRL for status query:
ACT = 1; CMD=1
ID =1 (connection)
AG_CNTRL (status query)
Status query is acknowledged;
then the reset ID (bit 15 in RESULT1) is cleared
Status connection ID1 1)
Acknowledgment:
RESULT1: B095H
"Reset was executed" 1)
Time
Time

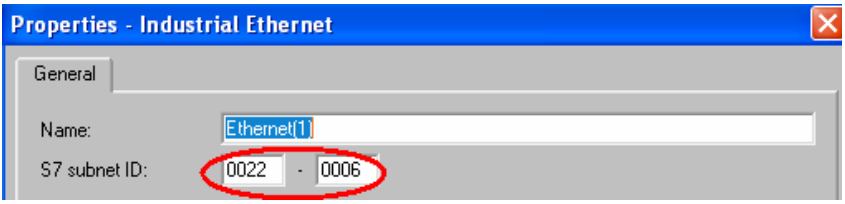
نکته پایانی

در تمام انواع ارتباطاتی که در این فصل مورد بحث قرار گرفت دوفرض زیر مد نظر بوده است:

۱- سیستم Engineering که برای پیکربندی و برنامه نویسی قرار می گیرد متمرکز است یعنی توسط یکPG/PC

۲- همه PLC ها در Step7 در یک پروژه وارد شده اند.

می توان بدون اینکه شرط های فوق وجود داشته باشند نیز تبادل دیتا را پیکر بندی و برنامه نویسی کرد فقط یک نکته مهم وجود دارد و آن شماره Subnet ID است که بایستی در هر دو پروژه یکسان باشد. درغیر اینصورت تبادل دیتا انجام نخواهد شد. این شماره را می توان با دابل کلیک روی خط شبکه اترنت در Netpro مشاهده کرد شکل زیر:



۱۰– کار با IT-CP

مشتمل بر :

۱۰–۱ IT-CP چیست ؟

۱۰–۲ ارتباطات معمول از طریق کارت IT-CP

۱۰–۳ ارسال اطلاعات از طریق Email

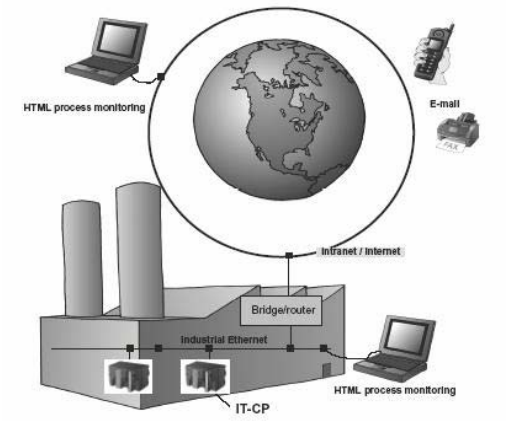
۱۰–٤ تبادل فایل از طریق FTP (File Transfer Protocol)

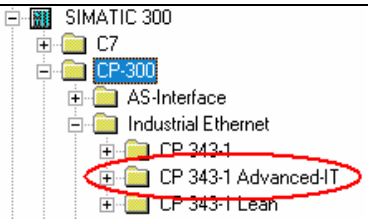
۱۰–۵ استفاده از صفحات Web

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 اترنت (ISO and TCP)بیان شد امکانات فناوری اطلاعات (IT) را نیز پشتیبانی می کنند از جمله:

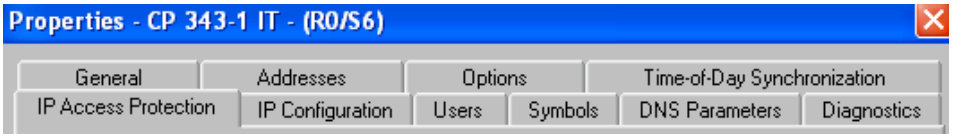
- امکان تبادل اطلاعات از طریق Email
- امکان کار با سیستم اتوماسیون تحت Web
- امکان ارسال فایل از طریق پروتکل FTP



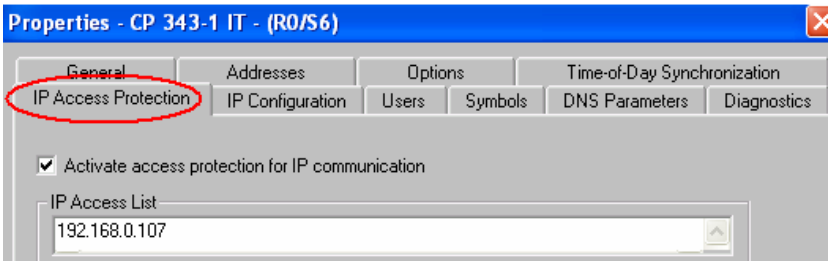


در نام این کارتها پسوند IT وجود دارد . شکل روبرو این کارت را برای S7-300 در پنجره HWconfig نشان می دهد. در هنگام پیکر بندی سخت افزار وقتی این کارت را در رک قرار داده وپارامترهای آنرا ببینیم نسبت به کارت های قبلی بخش های اضافه تری را مشاهده خواهیم کرد:

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



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.



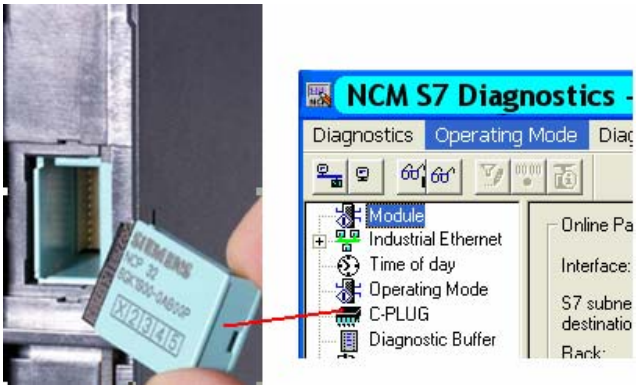
۱۰-۲ ارتباطات معمول از طریق کارت IT-CP

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.



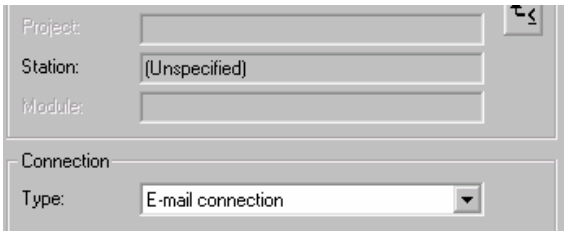
C-PLUG در پشت کارت CP نصب میشود . کارت بدون این ماژول نیز کار می کند ولی وجود C-PLUG این مزیت را دارد که فایل های سیستم مربوط به پیکر بندی روی آن ذخیره شده و می توان با تعویض کارت بدون نیاز به استفاده از PG صرفاً با قرار دادن این ماژول دیتاهای پیکر بندی قبلی را به کارت جدید لود کرد.

۱۰-۳ ارسال اطلاعات از طریق Email

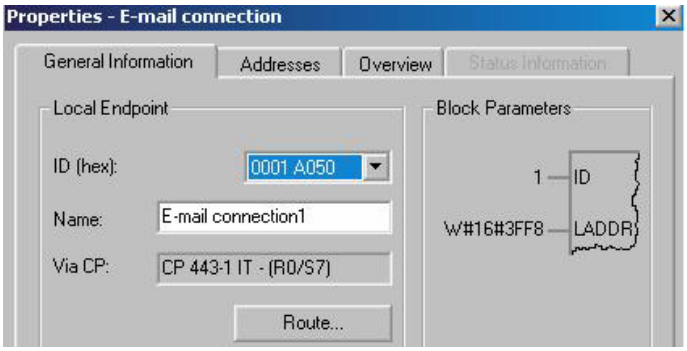
نکات قابل توجه:

- 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 برنامهٔ 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 بهServer ایمیل بفرستند تعیین شده باشد مثلاً User @ Mynet .com
- روش پیکر بندی در Net Pro

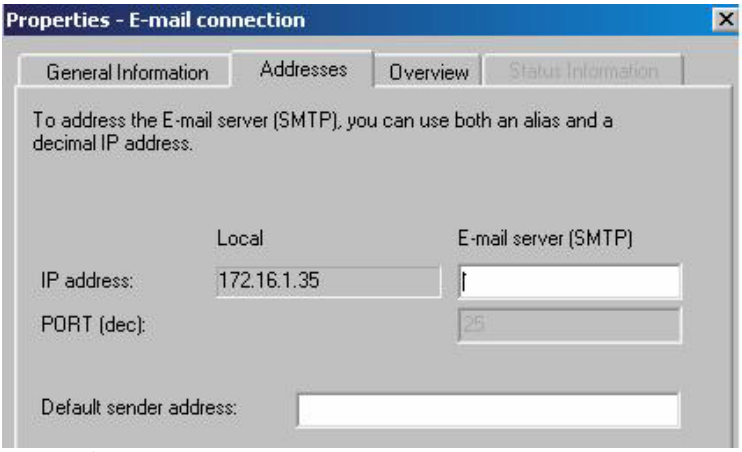
۱. در جدول Connection مربوط Station مورد نظر روی سطر خالی دوبار کلیک کرده تا پنجره New Connection باز شود .



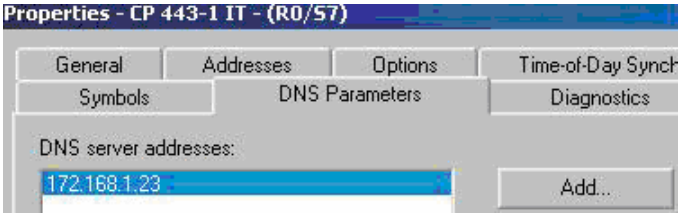
۲. در پنجره فوق با انتخاب Unspecified از بالا و E-mail Connection از پایین پنجره زیر باز میشود . که در آن ID و LADDR مشخص است.



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

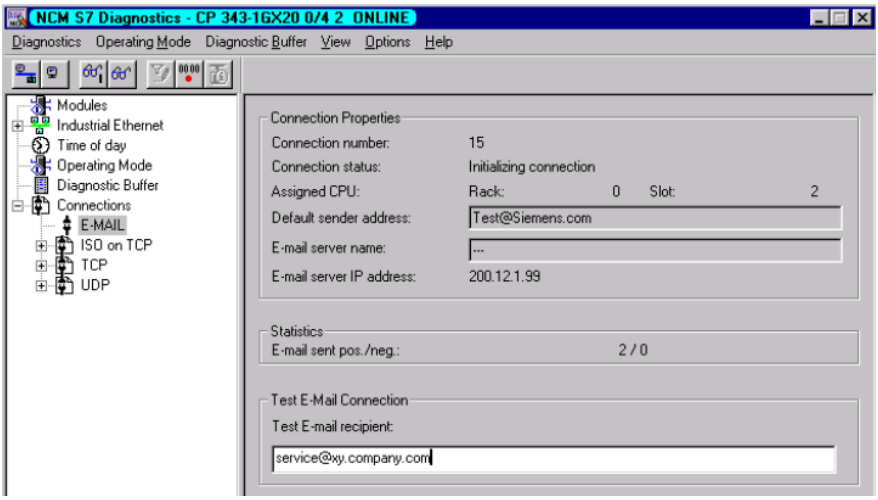


اگر آدرس بصورت Alias داده شود در صورتی معتبر خواهد بود که قبلاً در Hwconfig در پارامترهای کارت CP در بخش DNS Parameter (Domain Name Server) آدرس IP بصورت مطلق داده شده باشد . شکل زیر:



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 برنامهٔ 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			

۵- اگر در پنجره Connection صفحهٔ قبل در جلوی Default Sender Address آدرس ایمیلی نوشته شده باشد این آدرس بطور اتوماتیک در جلوی From دیتا بلاک وارد شده وبه گیرنده ارسال می گردد.

۶- فرمت نوشتن پارامترها در DB مهم و حساس است در تمام سطر ها بجز آخری باید در آخر متن Semicolon قرار گیرد.

۷- اگر مشکلی در نوشتن علامت @ بود از ALT+64 استفاده کنید.

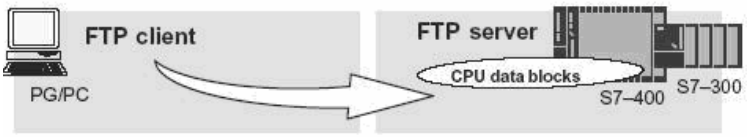
۸- اگر حجم DB ایمیل (شامل مشخصات + دیتا) از 240 بایت بیشتر شد باید از فانکشن AG-Lsend برای ارسال استفاده کرد. مثلاً DB شکل قبلی را می توان بصورت زیر ارسال کرد :

```
call fc 50                                  //AG_LSEND block call
ACT     :=  M 10.0                          //Bit for triggering job
ID      :=  MW 12                           //Connection ID (connection configuration)
LADDR   :=  W#16#0100                       //Module address 256Dec. In HW configuration
SEND    :=  P#db99.dbx10.0 byte 278,        //Address of the data block; DB length
LEN     :=  MW 12                           //Length of the data area to be sent
DONE    :=  M 10.6                          //Address for return parameter DONE
ERROR   :=  M 10.7                          //Address for return parameter ERROR
STATUS  :=  MW 14                           //Address for return parameter STATUS
```

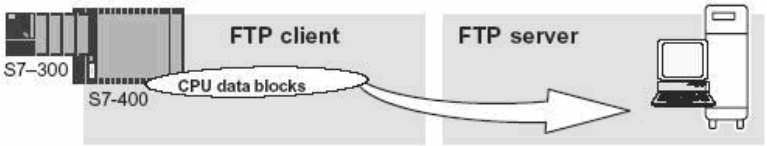
۱۰-٤ تبادل فایل از طریق FTP (File Transfer Protocol)

نکات قابل توجه :

- امکان تبادل فایل بین PLC با PC بصورت دو طرفه وجود دارد.
- PLC می تواند FTP Server باشد در این حالت از PC با دستورات خاص ftp می توان به DB های CPU دسترسی پیدا کرد آنها را خواند یا در آنها نوشت. در اینحالت نیاز به برنامه نویسی خاصی در سمت PLC نیست.



- PLC می تواند یک FTP Client باشد در این حالت می توان با استفاده از فانکشن های خاص برنامه نویسی در PLC دیتا بلاک را به فایلی در PC انتقال داد یا برعکس.



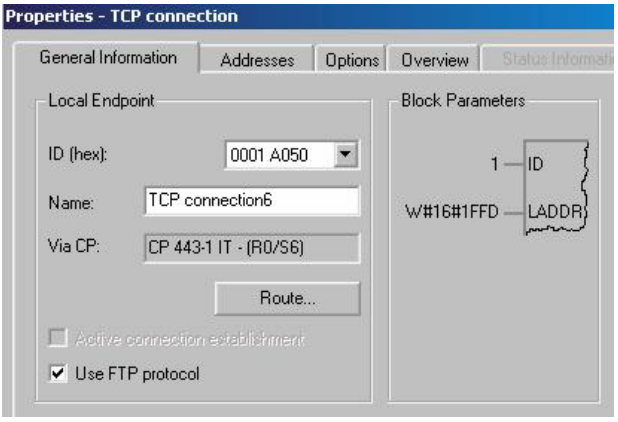
- برای هر دو حالت فوق پیکر بندی و تنظیمات Netpro یکسان است ولی ادامه کار متفاوت می باشد.

- نحوهٔ پیکر بندی ارتباط FTP در Netpro

۱. در Netpro در جدول Connection Table دوبار کلیک روی سطر تا پنجرهٔ Connection باز شود.

۲. انتخاب Unspecified از بالا و انتخاب TCP Connection از پایین.

۳. فعال کردن User for FTP Protocol در پنجره (مانند شکل زیر) و یادداشت کردن ID و LADDR .



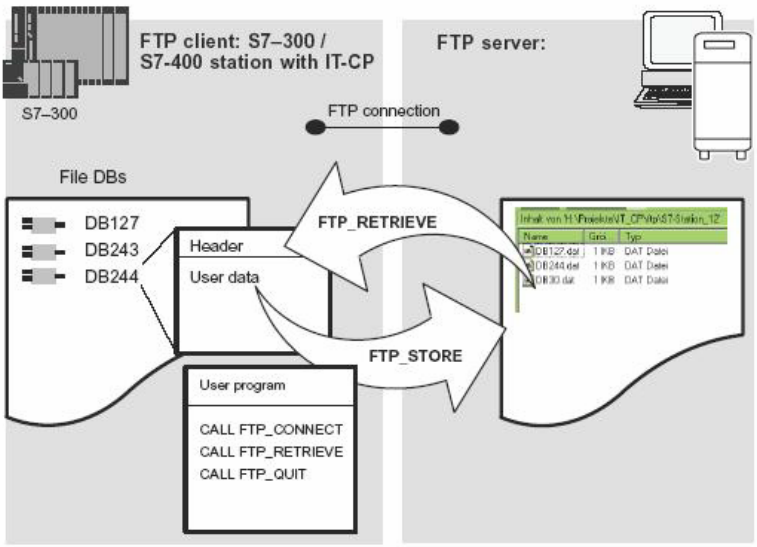
تذکر : برای S7-400 حداکثر ۱۰ اتصال FTP و برای S7-300 حداکثر ۱۳ اتصال FTP می توان در جدول Connection تعریف کرد.

الف) PLC بعنوان FTP Client

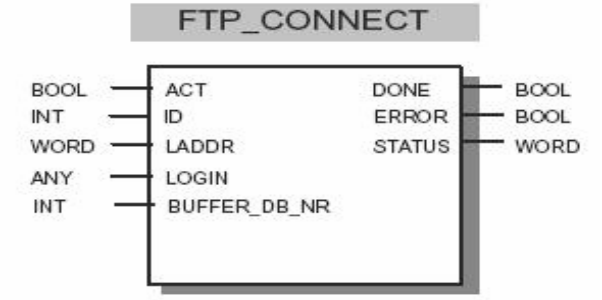
- درسمت PLC نیاز به برنامه نویسی داریم.
- برای کار برنامه نویسی فانکشن های زیر که در Library برنامه LAD/STL/FBD موجود هستند می توانند بکار روند.

	نام سمبلیک
FC 40	FTP-Connect
FC 41	FTP-Store
FC 42	FTP-Retrieve
FC 43	FTP-Delete
FC 44	FTP-Quit

- در برنامه ابتدا باید با FC 40 عمل Connect انجام داد ، سپس به ارسال (Store) یا دریافت (Retrieve) پرداخت .نهایتاً نیز باید اتصال FTP را با صدا زدن FC 44 بست.



- استفاده از FTP-Connect : این فانکشن وقتی CALL می شود شکلی شبیه زیر خواهیم داشت.



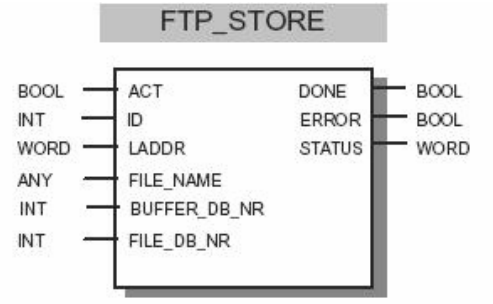
- ورودی های ID و LADDR را باید با توجه به جدول Connection وارد نمود .
- ورودی Buffer-DB-NR یک عدد صحیح است که معرف شماره دیتا بلاکی است که برای اتصال FTP بعنوان بافر عمل می کند .برای تمام فانکشن های FTP فوق الذکر می توان یک شماره DB بعنوان بافر معرفی کرد.
- ورودی LOGIN : پارامترهایی که برای دسترسی به FTP Server نیاز است در یک دیتا بلاک وارد شده و آدرس آن دیتا بلاک در این ورودی داده می شود . شکل زیر پارامترهای Login را بصورت نمونه نشان می دهد .

Relative Address 2)	Name	Type 1)	Example	Meaning
0.0	ip_address	STRING[100]	'142.11.25.135'	IP address of the FTP server.
102.0	username	STRING[32]	'user'	User name for the Login on the FTP server.
136.0	password	STRING[32]	'password'	Password for the Login on the FTP server.
170.0	filename	STRING[220]	'c:\S7_Station\blocks\db127.txt'	File name of the source or destination file

- برنامه زیر مثالی از فراخوانی FC 40 را برای Connect شدن FTP نشان می دهد.

```
call fc 40                                    //FTP_CONNECT block call
ACT             := M 420.0,                   // Job triggered by memory bit
ID              := 4,                         // FTP connection ID acc. to
LADDR           := W#16#3FFD,                 configuration
LOGIN           := P#DB40.DBX 0.0 BYTE        // Module address acc. to configuration
                   170,
BUFFER_DB_NR    := 9,                         // Information for LOGIN in DB40
DONE            := M 420.1,                   // Buffer area for FTP service
ERROR           := M 420.2,
STATUS          := MW 422);
```

- استفاده از FTP-STORE : برای ارسال DB از PLC (که بعنوان Client است) به PC (که بعنوان FTP Server است)بکار می رود و شکلی شبیه زیر دارد.

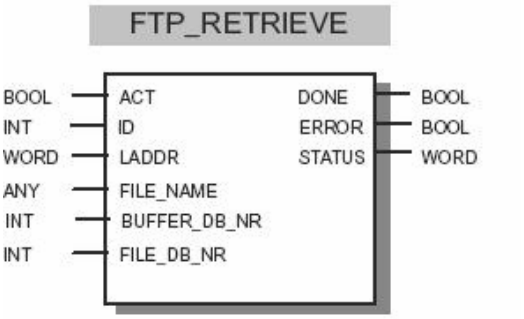


مثالی از برنامه نویسی FC 41

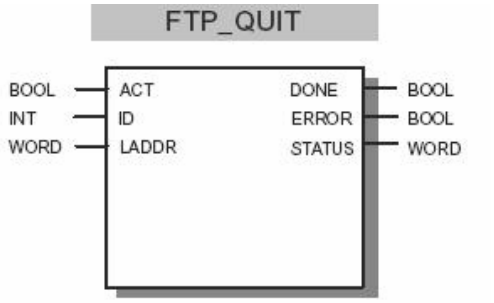
- به ورودی File name یک آدرس DB باید داد که در آن پارامترهای مربوط به فایل مقصد و محل ذخیره سازی آن آمده است مانند DB 40 در شکل زیر .به ورودی File-DB-NR آدرس DB سمت PLC یعنی (مبدأ) Source که باید دیتاهای آن به Server ارسال شود را می دهیم.

Relative Address 2)	Name	Type 1)	Example	Meaning
0.0	ip_address	STRING[100]	'142.11.25.135'	IP address of the FTP server.
102.0	username	STRING[32]	'user'	User name for the Login on the FTP server.
136.0	password	STRING[32]	'password'	Password for the Login on the FTP server.
170.0	filename	STRING[220]	'e:/S7_Station/blocks/db127.dat'	File name of the source or destination file

- استفاده از FTP-Retrieve : این فانکشن در شکل زیر نشان داده شده است و برای دریافت اطلاعات بکار می رود.

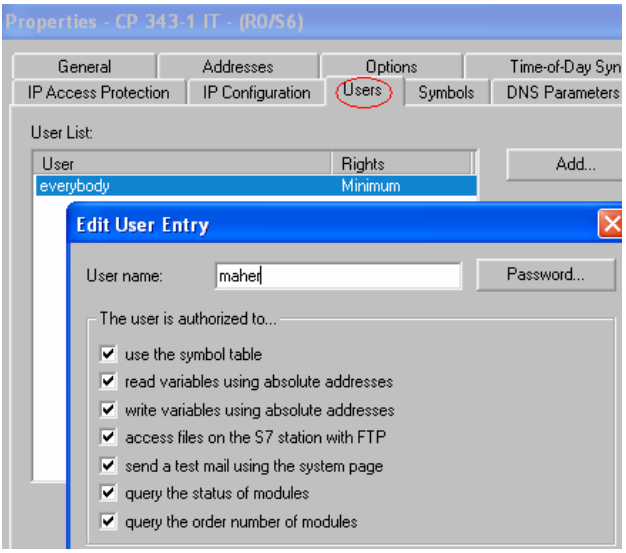


- دیتا در DB که آدرس آن در File-DB-NR آمده در سمت PLC ذخیره می شود .
- استفاده از FTP-QUIT : با استفاده از این فانکشن ارتباط FTP بسته می شود . ورودی های آن همان ID و LADDR هستند.



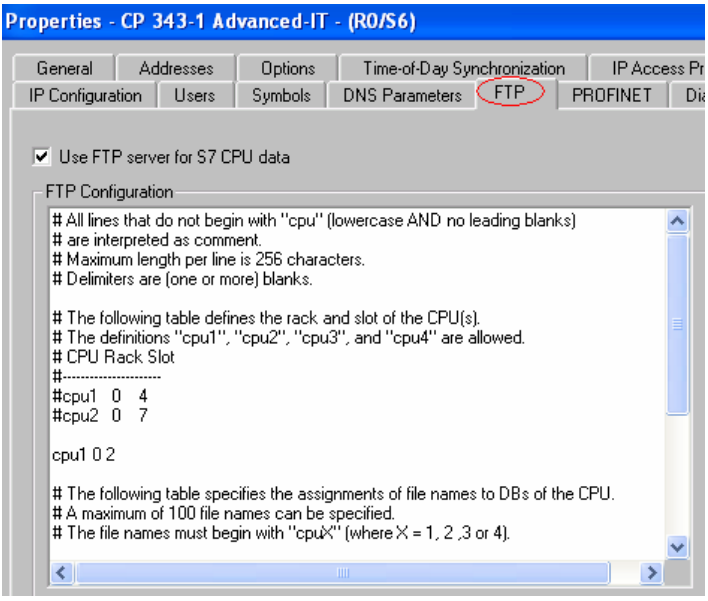
ب) استفاده از PLC بعنوان FTP Server

- در پارامترهای کارت CP در بخش User نام کاربر را تعریف کرده و سطح دسترسی آن را مشخص سپس Password را وارد می نماییم. مانند شکل زیر :



- کارت IT-CP همراه با فایلی به نام File-db.txt عرضه می شود .توسط این فایل می توان CPU ها و DB ها یی که جهت ارتباط FTP مورد استفاده قرار می گیرند را تعریف کرد.

کارتهایی که بخش FTP را دارند متن فایل فوق را در بخش FTP آنها می توان مانند شکل زیر دید. بدیهی است بایستی علامت # را از جلوی سطر مربوط به CPU برداشت و سپس این تنظیمات را دانلود نمود.



- فایل فوق نمونه است و می توان آن را بعنوان Template استفاده نمود .
- در File-db.txt دو بخش زیر حتماً مشخص گردد یعنی علامت # از جلوی این سطرها برداشته شود.
  ۱. شماره رک و اسلات مربوط به CPU ها
  ۲. شماره دیتا بلاک هر کدام از CPU ها
- فایل نهایی ویرایش شده بایستی به کارت CP دانلود شده باشد.
- اگر فایل فوق در IT-CP موجود نباشد ارتباط FTP ممکن نخواهد بود .
- نمونه ای از فایل File-db.txt در شکل زیر آورده شده است :

Example:

```
# CONFIGURATION FILE for file transfer between an FTP client of a remote system
# and an S7-CPU using the FTP server of the IT-CP

# This is an ASCII file and may be edited.
# This file must be located in the directory "/config" of the file system
# of the IT-CP. Its file name must be "file_db.txt" (all lowercase).

# All lines that do not begin with "cpu" (lowercase AND no leading blanks)
# are interpreted as comment.
# Maximum length per line is 256 characters.
# Delimiters are (one or more) blanks or tabs.

# The following table defines the rack and slot of the CPU(s).
# Definitions of "cpu1", "cpu2", "cpu3" and "cpu4" are allowed.

# CPU     Rack     Slot
# ------------------------
cpu1      0        4
cpu2      0        7

# The following table defines pairs of file names and file DBs in the CPU.
# The maximum number of pairs is 100.
# The file name must begin with "cpuX" (where X = 1, 2, 3 or 4).
# Note that "cpuX" must be defined in the table above!
# The file name must consist of the characters "a-z", "A-Z", "0-9", "_" or "."
# It must not include a path. The maximum length of a file name is 64 characters.

# File Name          File DB Number
# ------------------------------------
cpu1db20             20
cpu1db35             35
cpu2_test.dat         5
```

Rack/slot assignment

DB assignment

- در سمت کامپیوتر در ویندوز از مسیر زیر استفاده می کنیم :

Start > RUN >CMD > پنجره DOS ظاهر می شود > **FTP** PLC در سمت CP مربوط به کارت IP آدرس

در شکل زیر آدرس IP کارت اترنت PLC معادل 142.11.49.69 بوده است پس از وارد کردن دستور، نام User را می پرسد نامی که در پیکربندی پنجره کارت CP مشخص کرده ایم را وارد می کنیم. پس از آن در صورت لزوم password را می پرسد اگر این مراحل درست انجام شود پیغام User Logged in ظاهر میشود که نشانه برقراری سرویس ارتباطی FTP است.

- پس از برقرار شدن ارتباط می توان با دستورات FTP ارسال و دریافت فایل را انجام داد . لیست این دستورات را با گذاشتن علامت ؟ در جلوی FTP می توان دید.

- با توجه به مثال فوق برای ارسال یک فایل به نام S7 data.txt از سمت PLC به DB35 مربوط به CPU1 کافی است در محیط FTP در سمت کامپیوتر بنویسیم :

FTP>Put S7 data.txt CPU 1db35

- درصورتیکه ارسال بدون خطا کامل شود پیغام زیر در محیط FTP کامپیوتر ظاهر می گردد .

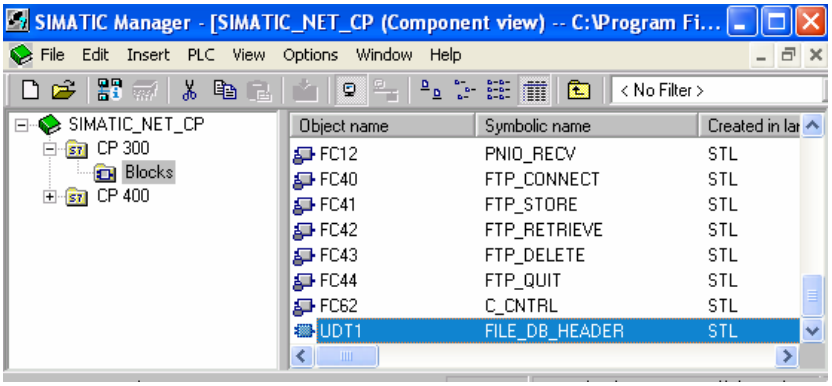
" 226 Transfer Ok ; Closing data connection "

- در صورتیکه شماره DB غلط داده شده باشد یا پیدا نشود می توان با دستور Dir ، DB های CPU (که در فایل File-db.txt معرفی شده اند) را دید . مثلاً برای CPU1 می نویسیم : FTP>dir CPU1
- استراکچر DB مربوط به FTP خاص است و لازم است Header آن دارای سطر ها و دیتاهای معینی باشند نمونه ای از Header آن در زیر آمده است :

Address	Name	Type	Initial value	Comment
0.0		STRUCT		
+0.0	bit08	BOOL	FALSE	reserved
+0.1	bit09	BOOL	FALSE	reserved
+0.2	bit10	BOOL	FALSE	reserved
+0.3	bit11	BOOL	FALSE	reserved
+0.4	bit12	BOOL	FALSE	reserved
+0.5	bit13	BOOL	FALSE	reserved
+0.6	bit14	BOOL	FALSE	reserved
+0.7	bit15	BOOL	FALSE	reserved
+1.0	EXIST	BOOL	FALSE	if TRUE: FileDB content is valid data
+1.1	LOCKED	BOOL	FALSE	it TRUE: FileDB is locked caused by changes of the content
+1.2	NEW	BOOL	FALSE	if TRUE: FileDB content is new and may not be overwritten

+1.3	WRITEACCESS	BOOL	FALSE	if TRUE: FTP server of the IT-CP has write access, else FTP server
+1.4	bit04	BOOL	FALSE	reserved
+1.5	bit05	BOOL	FALSE	reserved
+1.6	bit06	BOOL	FALSE	reserved
+1.7	bit07	BOOL	FALSE	reserved
+2.0	ACT_LENGTH	DINT	L#0	current size of the content in bytes (not including the header of 20 bytes)
+6.0	MAX_LENGTH	DINT	L#0	current size of the content in bytes (not including the header of 20 bytes)
+10.0	FTP_REPLY_CODE	INT	0	last reply code from the remote FTP server
+12.0	DATE_TIME	DATE_AND_TIME	DT#00–1–1–0:0:0.000	date and time of last change of the content of the FileDB
=20.0		END_STRUCT		

- نیازی به ساختن DB فوق نیست اگر در Simatic Manager مانند شکل زیر Library مربوط به Simatic_Net_CP را باز کنیم ساختار فوق در داخل UDT1 از قبل ایجاد شده است کافیست این UDT را در کنار بلاک های برنامه کپی کرده سپس در DB دلخواه سطر اول آنرا از نوع UDT تعریف و به این UDT اشاره کنیم. این کار ساختار فوق را بعنوان هدر دیتابلاک در خواهد آورد.

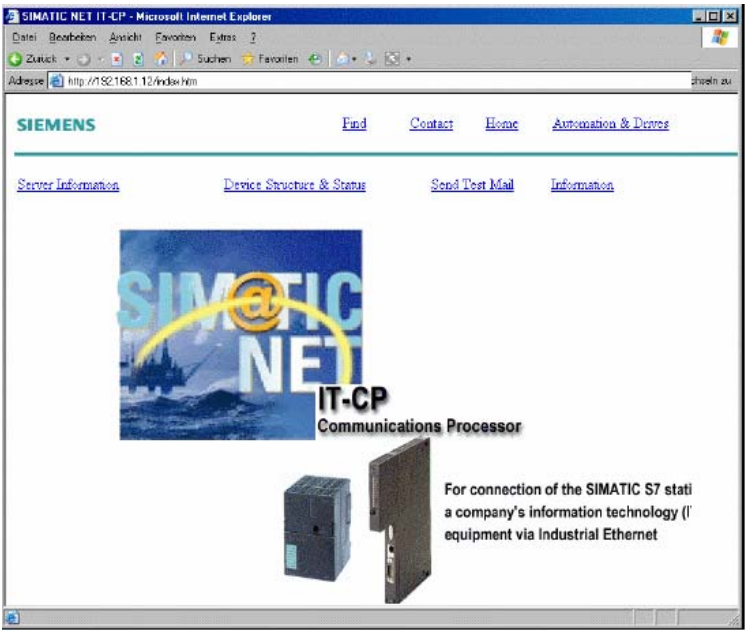


- استراکچر فوق برای حالتی که از PLC به PC دیتا ارسال یا دریافت می شود نیز باید رعایت شود .

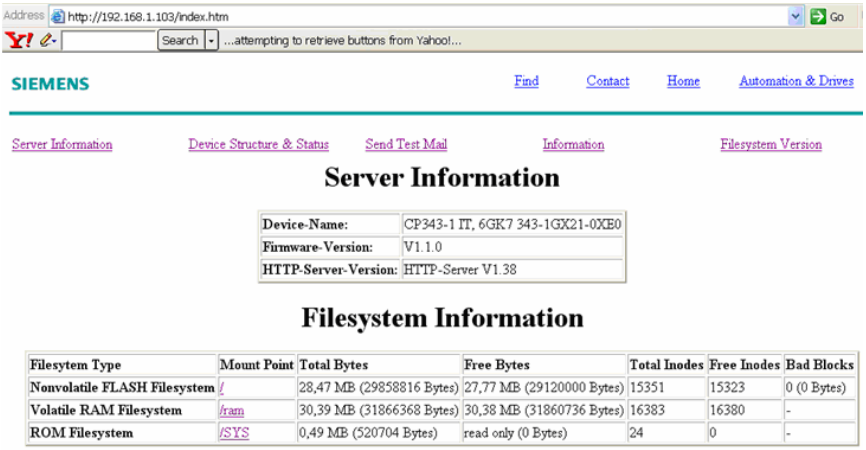
۱۰-۵ استفاده از صفحات Web

در این حالت ارتباط با PLC از طریق صفحات HTML روی کامپیوتر که به کارت IT-CP لینک می شوند صورت می گیرد . در Browser مربوط به اینترنت آدرس IP کارت CP را وارد می کنیم. صفحه HTML

بصورت زیر ظاهر می شود. در صورتی که IP Access Protection در تنظیمات کارت فعال باشد و IP کامپیوتر با آن تطبیق نداشته باشد صفحه زیر نمایش داده نمی شود.

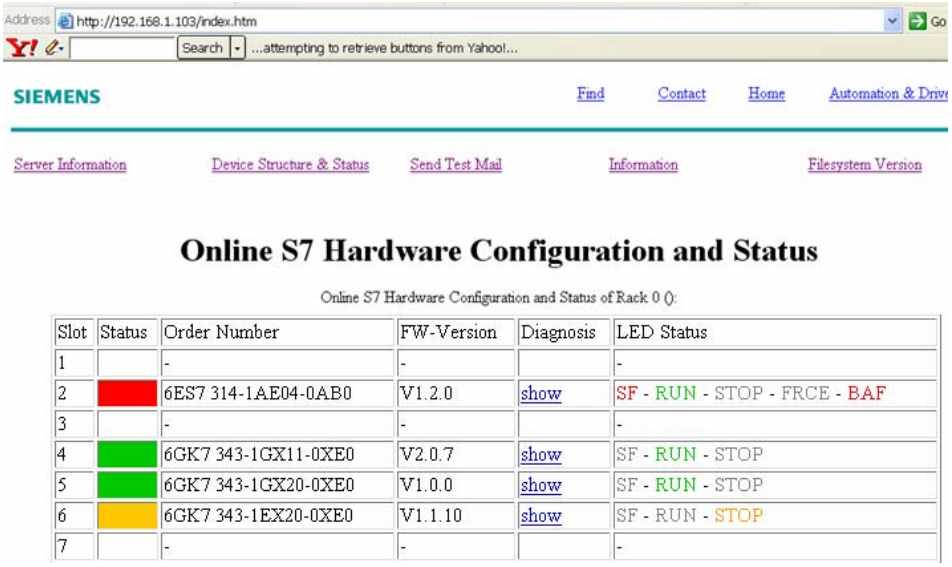


اگر در بالای صفحه روی Server Information کلیک کنیم صفحه ای مانند شکل زیر خواهیم داشت که در آن اطلاعات کارت CP ظاهر میشود:

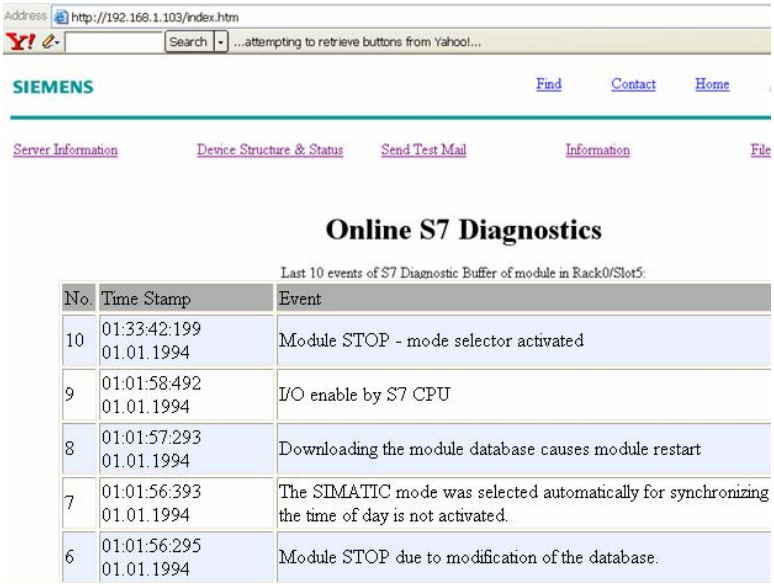


اگر روی گزینه Device Structure & Status کلیک کنیم وضعیت سخت افزاربرای کارتهایی که قابلیت Diagnostic دارند نمایش داده میشود. شکل زیر نشان دهنده ساختار یک PLC 300 است که علاوه بر CPU

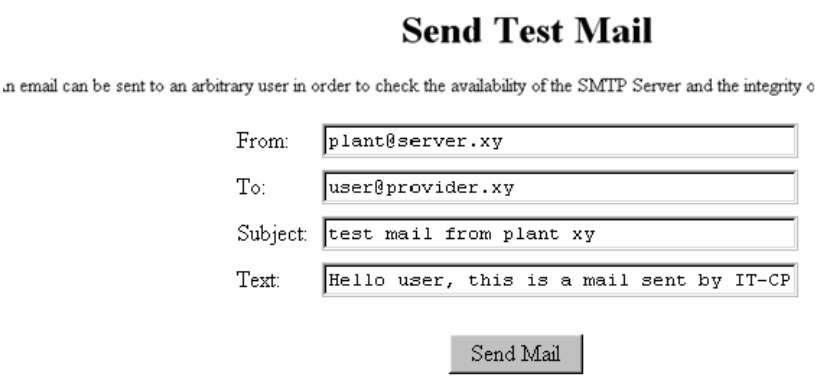
درای سه کارت CP اترنت است . وضعیت مد کاری این کارتها نیز در جلوی آنها در ستون LED Status ظاهر میشود.بعنوان مثال میتوان دیدکه CPU در مد RUN است ولی فالتهای SF و BAF آن روشن است.



اگر در جلوی CPU روی Show در زیر ستون Diagnosis کلیک کنیم پیغام های ثبت شده در Diagnostic Buffer را خواهیم دید. برای سایر کارتها که چنین بافری دارند نیز این کار امکان پذیر است.شکل زیر محتویات بافر کارت CP اترنت نصب شده در رک صفر اسلات شماره ۵ را نشان می دهد.

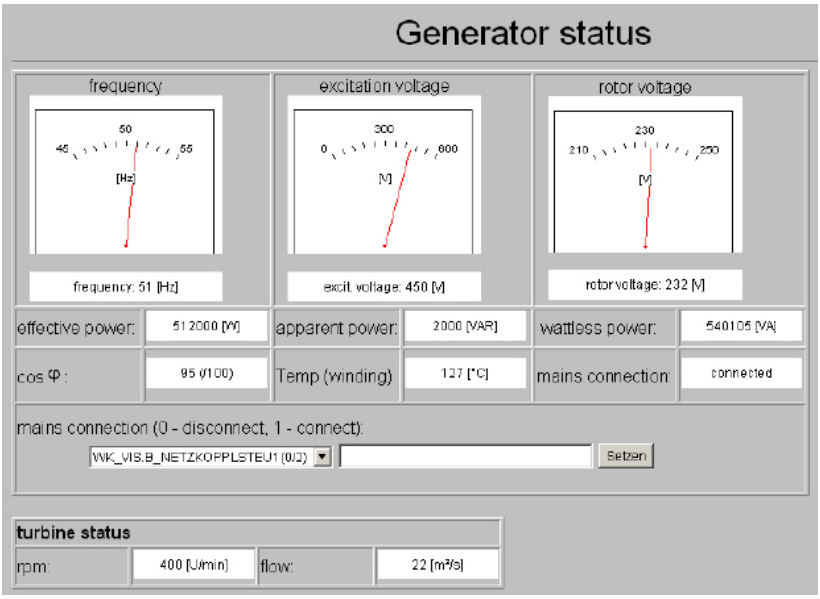


اگر تنظیمات مربوط به ارسال ایمیل طبق توضیحات ذکر شده قبل انجام شده باشد می توان با کلیک روی گزینه Send Test Mail چک کرد که آیا ایمیل بدرستی ارسال میشود یا خیر:



با توجه به این قابلیت ها می توان مزیت هایکارت های IT-CP را نسبت به کارتهای معمولی حس کرد . اگر در شبکه ای روی PLC ها چنین کارتهایی استفاده شده باشد می توان با استفاده از Internet Explorer با وارد کردن آدرس IP هر کدام از کارتها با آن ارتباط برقرار کرد.

ویژگی اصلی و مهمتر کارتهای فوق آنست که می توان برای آنها صفحات HTML خاص طراحی کرد و در آن ذخیره کرد تا هنگام اتصال به کارت صفحه خاص مورد نظر ظاهر شود چنین صفحاتی برای مانیتورینگ و کنترل استفاده میشوند. شکل زیر نمونه ای از این صفحات HTML را نشان می دهد:



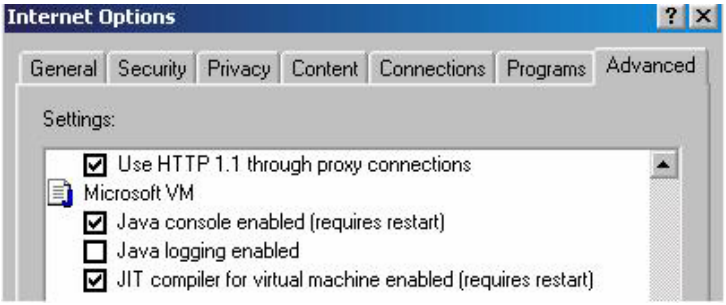
صفحات HTML ابتدا باید طراحی شوند بسته به اینکه چه Browser استفاده می شود باید Editor خاص استفاده کنیم .در استفاده از Front Page باید تنظیمات زیر در آن از مسیر منوی Tools > Page option > Compatibility اعمال شود .

۱) گزینه Enable With Front Page Serve Extensions نباید فعال باشد.

۲) گزینه Active Server Pages نباید فعال شود .

۳) گزینه Java Applets لازم است فعال شود

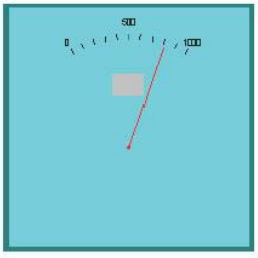
در برنامهٔ Internet Explorer از منویAdvanced > Internet Options > Tools گزینهٔ Java Consol را مانند شکل زیر فعال کنیم .



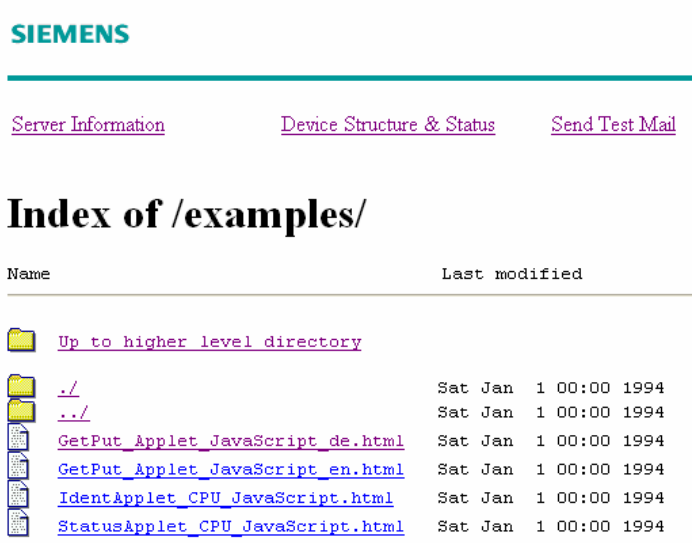
برای طراحی صفحات به S7 Applet های زیر نیاز داریم .

S7 Ident Applet	برای نمایش مشخصات و شماره سفارش کارتهای S7 روی صفحهٔ Web
S7 Status Applet	برای نمایش وضعیت مدولها مانند RUN/Stop روی صفحهٔ Web
S7 Get Applet	برای خواندن مقادیر پروسه بصورت سیکلی از PLC و نمایش روی صفحهٔ Web
S7 Put Applet	برای ارسال دیتا و مقادیر به PLC از طریق صفحهٔ Web
S7 Bean	شکل های گرافیکی آماده ثبت استفاده از طراحی

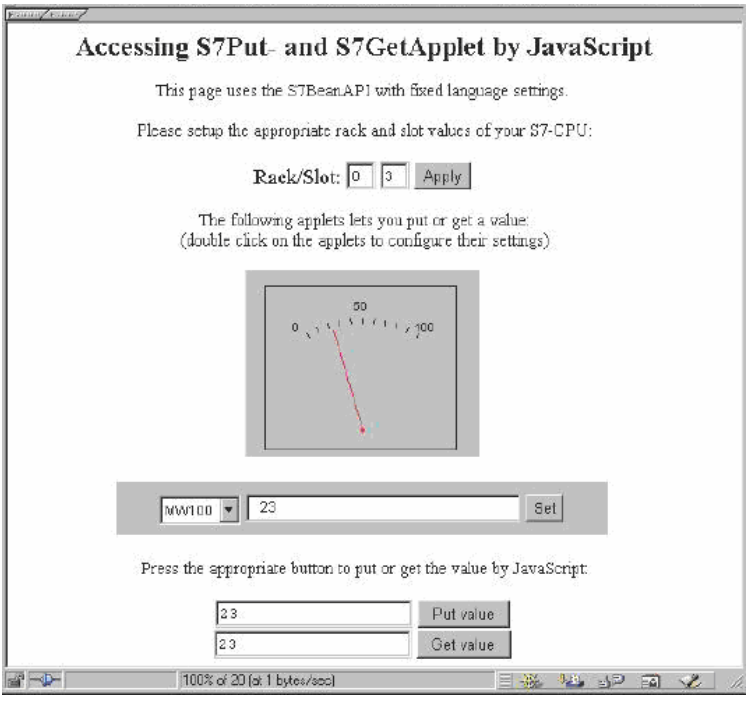
مثال زیر با استفاده از S7 get Applet طراحی شده. در برنامه مثال قبل از این Applet برای نمایش استفاده شده است. این شکل به آدرس حافظه CPU لینک میشود و رنج آن قابل تنظیم است



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



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

مشتمل بر :

۱۱-۱ OPC چیست ؟

۱۱-۲ پیکر بندی OPC Server

۱۱-۳ تعریف ارتباط بین PLC با OPC Server

۱۱-٤ مانیتورینگ از طریق OPC

۱۱-٥ برنامه نویسی با ویژوال بیسیک برای ارتباط با OPC

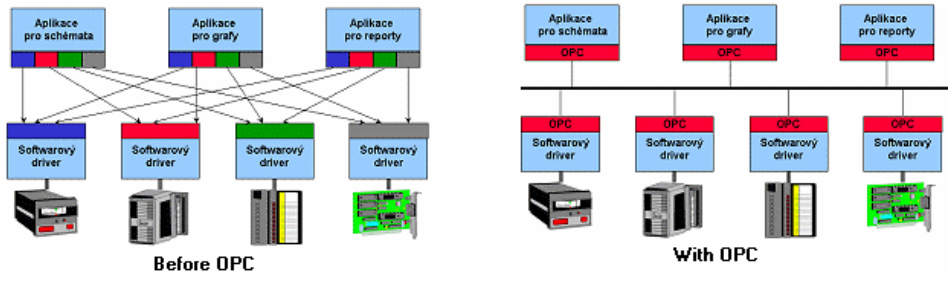
۱۱-٦ مثالی برای استفاده از Excel در ارتباط با OPC

در این فصل ابتدا مفهوم و جایگاه OPC وسپس استفاده از OPC زیمنس 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 Embeding 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 کافیست 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.

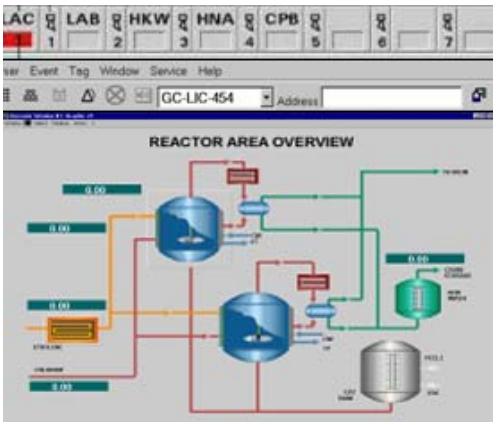
تاریخچه OPC به سال ۱۹۹۶ بر می گردد . در این سال برخی کمپانی های بزرگ که در زمینه اتوماسیون صنعتی فعالیت می کردند کنسرسیومی تشکیل دادند تا نسبت به تهیه استانداردی برای سیستم های کنترل فرآیند مانند سیستم های HMI و SCADA اقدام کنند. پیش نویس اولیه استاندارد مزبورکه بر مبنای OLE های میکروسافت بود تهیه شدبه 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 150 سازنده معتبر تجهیزات اتوماسیون OPC را برای PLC ها ، وسایل فیلدباس و سیستم های مانیتورینگ پشتیبانی می کنند . شرکتهایی 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)

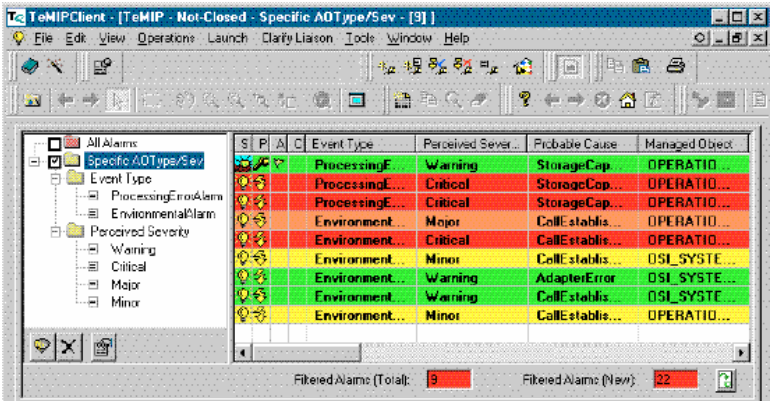
این OPC در مواردی که دیتاهای فرآیندی بایستی نمایش داده شوند یا کنترل گردند بکار می روند. دیتاهای فرآیندی توسط سنسورها تولید و توسط کنترلر پردازش میشوند و معمولاً لازم است بطور مداوم نمایش داده شوند. OPC-DA این دیتاها را آدرس دهی می کند. Client یا مشتری اصلی این OPC معمولاً سیستم های نمایش دهنده HMI هستند.



- OPC-AE (Alarms and Events)

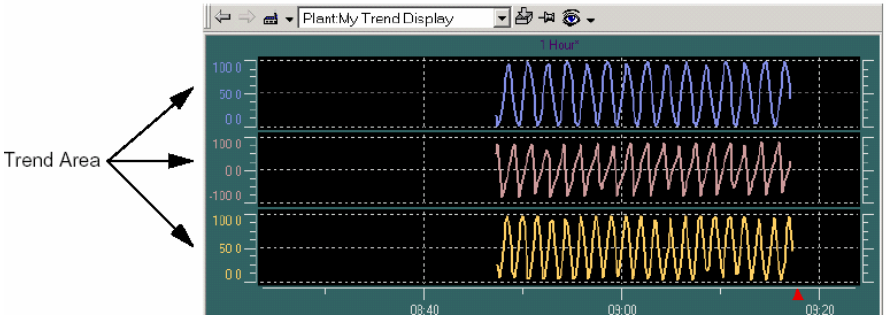
Event ها تغییرات فرآیندی هستند که بعضاً اتفاق می افتند و نیاز به ثبت دارند مانند شروع یا پایان تولید. Alarm ها شرایط غیر نرمال فرآیند هستند که بعضاً پیش می آیند و باید مورد توجه قرار گیرند. OPC-AE می

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.

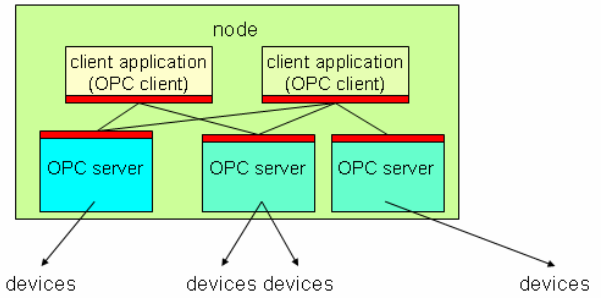


- (Historical Data Access) OPC-HAD

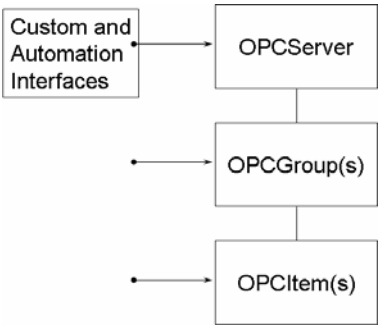
در برخی کاربردها لازم است یک مقدار فرآیندی مثلاً مقدار دما یا فشار بصورت مداوم آرشیو شود این آرشیو سازی بصورت مداوم و طولانی مدت برای انجام آنالیز های مورد نیاز انجام می گیرد. OPC-HAD این امکانات را فراهم ساخته و مشتری اصلی آن نمودارهای نمایشی و لیست های آرشیوی در سیستم های HMI می باشند.



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 باشدکه 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

۲-۱۱ پیکر بندی OPC Server

بصورت خلاصه قدم هایی که برای کار با OPC زیمنس بایستی برداشت عبارتند از :

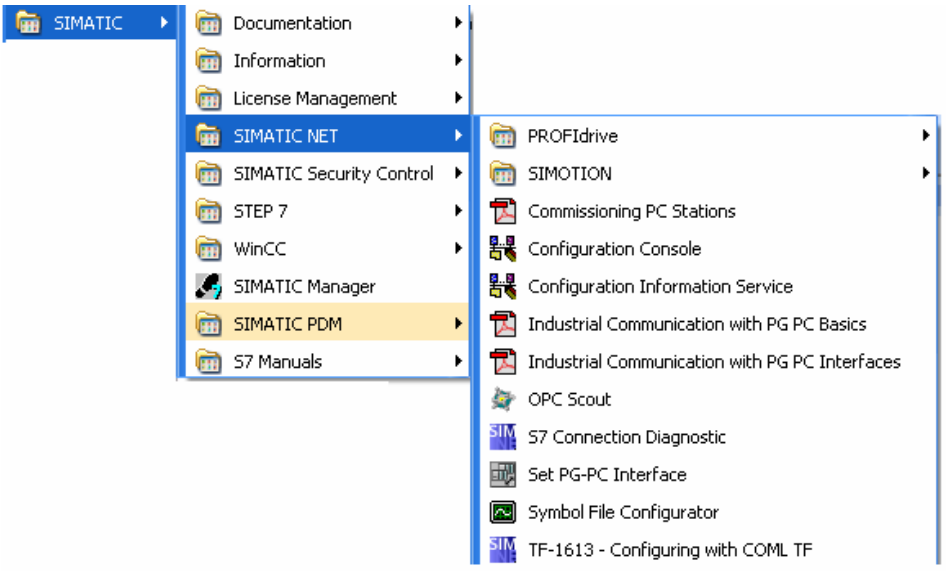
- نصب نرم افزار OPC
- پیکربندی OPC Server در HWConfig
- تعریف ارتباط بین OPC Server و PLC در Netpro
- استفاده از OPC Scout یا برنامه نویسی با نرم افزارهای استاندارد در سمت Client

برای استفاده از OPC زیمنس نرم افزار Simatic Net مورد نیاز است که در سی دی ضمیمه وجود دارد. پس از نصب این نرم افزار معمولاً Wizard اجرا شده و کارتهای اترنت و پروفی باس روی PC را اتوماتیک شناسایی میکند. برای این کارت ها دو مد کاری وجود دارد:

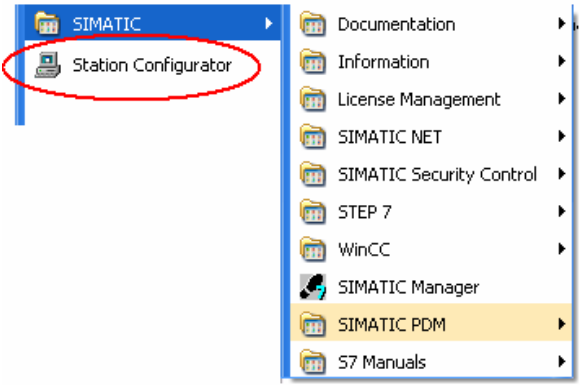
۱. مد PG Operation برای استفاده عادی از کارت شبکه
۲. مد Configured Mode برای استفاده از کارت شبکه برای عملکرد OPC

اگر میخواهید از این کارتها بعداً برای ارتباط OPC استفاده کنید لازم است مد Configured Mode انتخاب شود. البته انتخاب مد کاری بصورت دستی نیز امکان پذیر است که در ادامه توضیح داده خواهد شد.

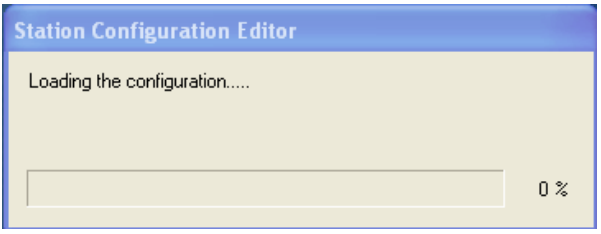
اما ابتدا ببینیم پس از نصب Simatic Net ابزارهای اصلی مورد استفاده کدام هستند؟ با اتمام نصب در کنار مسیر Step7 همانطور که در شکل زیر مشخص است Simatic Net را خواهیم دید. از این ابزارها یکی Configuration Console است که برای تنظیمات کارت شبکه مورد استفاده قرار می گیرد و دیگری OPC Scout است که برای ارسال فرامین OPC می تواند استفاده شود.



اما علاوه بر موارد فوق با نصب Simatic Net گزینه دیگری با عنوان Station Configurator نیز اضافه میشود که میتوان آنرا در مسیر زیر یا درTaskbar پایین صفحه Descktop مشاهده کرد:



پس از نصب Simatic Net کاربر خواهد دید که هر بار کامپیوتر استارت میشود روی صفحه Descktop شکلی مانند زیر ظاهر می گردد که مربوط به شناسایی پیکر بندی توسط Station Configurator می باشد.

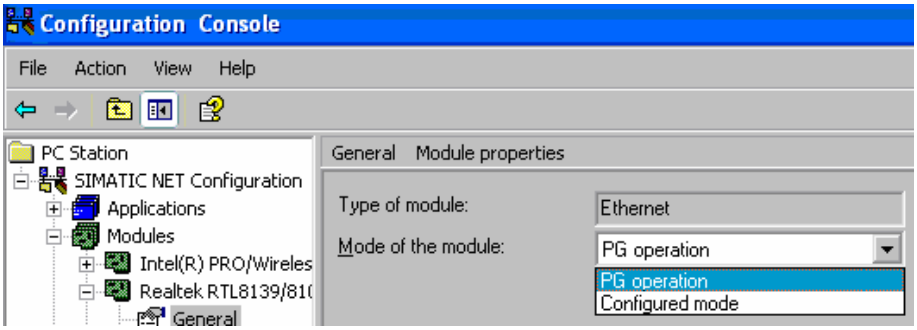


Station Cofigurator برنامه ای است که OPC Server و کارت ارتباطی شبکه را مشخص میکند. بعداً خواهیم دید که چگونه پیکربندی OPC Server در محیط HWconfig به Station Configurator دانلود می گردد.

با این توضیحات به نحوه پیکر بندی OPC Server می پردازیم . مراحل کار بشرح زیر است:

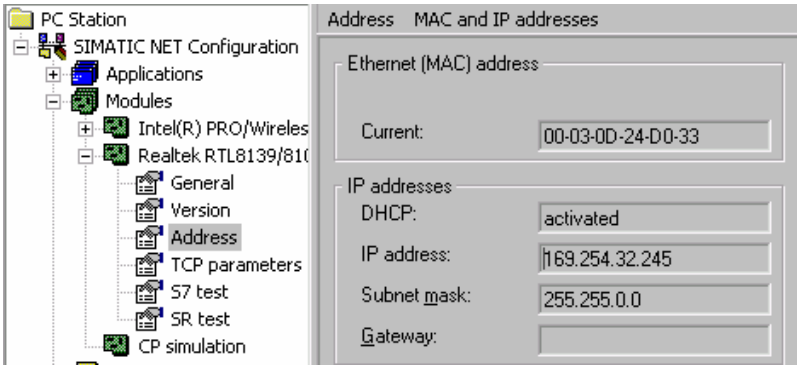
۱- اجرای Configuration Console از مسیر Windows> Start > Simatic > Simatic Net

پنجره ای مانند شکل بعد ظاهر میشود که در آن کارتهای شبکه نصب شده روی PC (اترنت یا پروفی باس) در زیر مجموعه Modules ظاهر می گردند. اگر در زیر کارت روی گزینه General کلیک کنیم در سمت راست می توانیم مد کاری را انتخاب نماییم. مد کاری PG Operation برای حالت عادی کارت است و در این مد می توان از آن برای عملیات دانلود و آپلود و امثال آن بشرحی که در فصل ۷ ذکر شد استفاده کرد. مد کاری Configured Mode برای OPC استفاده میشود. توجه شود که اگر چند کارت شبکه وجود داشته باشد فقط برای یکی از آنها می توان مد Configured را انتخاب کرد.

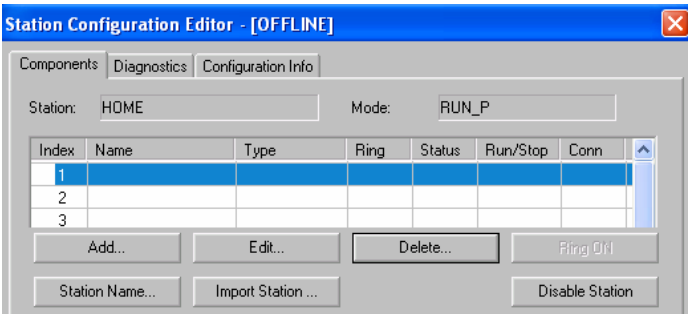


اگر انتخاب مد در پنجره فوق غیر فعال باشد مشکلی نیست و این کار را می توانیم در Station Configurator انجام دهیم که بعداً تشریح خواهد شد.

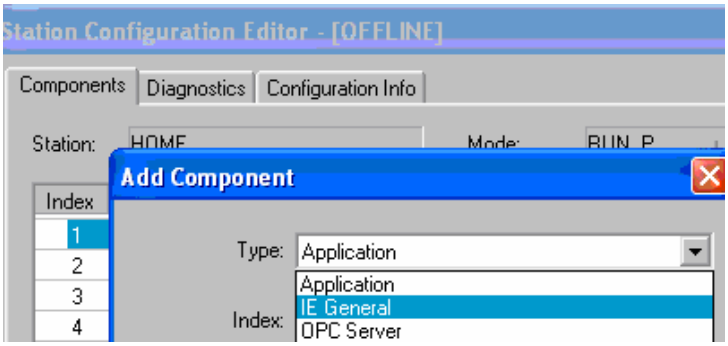
در پنجره فوق در زیر کارت بخش های دیگری نیز وجود دارد که جزئیاتی را در مورد کارت بر می گرداند مثلاً می توان آدرس MAC و آدرس IP کارت را در بخش Address مشاهده کرد.



۲- اجرای Station Configurator از آیکون موجود در Taskbar یا از طریق مسیر برنامه های نصب شده ویندوز. پنجره ای مانند شکل زیر ظاهر میشود که در ابتدا خالیست.

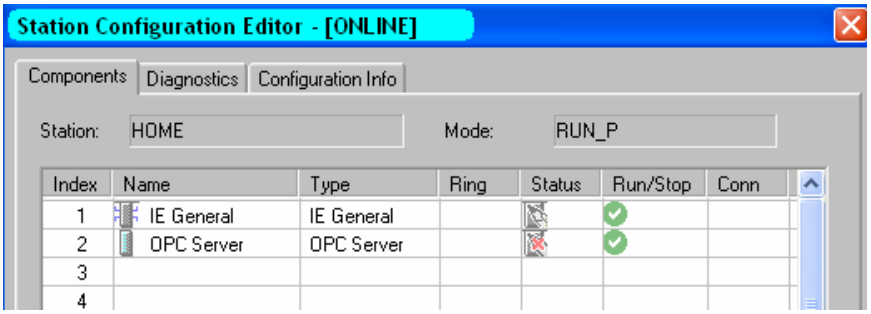


اگر برای کارت شبکه مد Configured انتخاب شده باشد در این پنجره ظاهر می شود. و اگر این مد تعریف نشده باشد در همین جا می توان آنرا اضافه کرد. با کلیک روی Add پنجره شکل بعد ظاهر میشود:



کارت شبکه معمولی کامپیوتر (پورت LAN) در اینجا بعنوان IE General ظاهر می شود. اگر کارت صنعتی اترنت مانند CP1611 روی PC نصب شده باشد نیز در این لیست ظاهر میشود.با انتخاب کارت اترنت می بینیم که این کارت در اسلات پنجره ظاهر میگردد.اگر در همین وضعیت به برنامه Configuration Console برگردیم خواهیم دید که مد کاری این کارت بصورت Configured در آمده است.

مجدداً روی Add کلیک کرده و در اینحالت OPC Server را انتخاب می کنیم. این انتخاب در اسلات بعدی ظاهر میگردد.

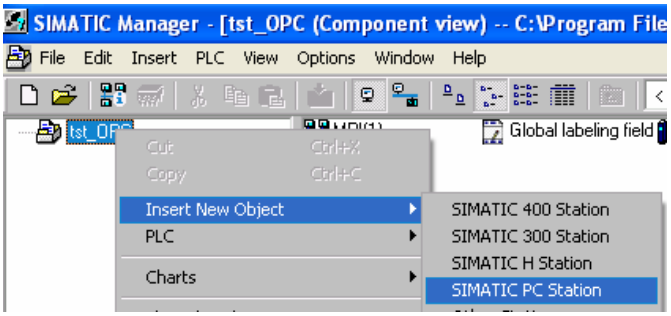


بعداً خواهیم دید که روش دیگری نیز برای وارد کردن دو مورد فوق به Station Configurator وجود دارد.

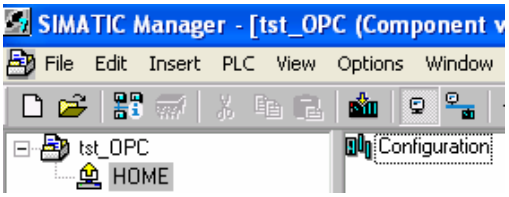
با تنظیماتی که تا اینجا انجام شد این امکان را داریم که در مراحل بعد پیکربندی اتصالا ت بین PC و PLC را به Station Configurator دانلود کنیم.

۳- اجرای SimatiC Manager و ایجاد پروژه جدید و انجام مراحل زیر:

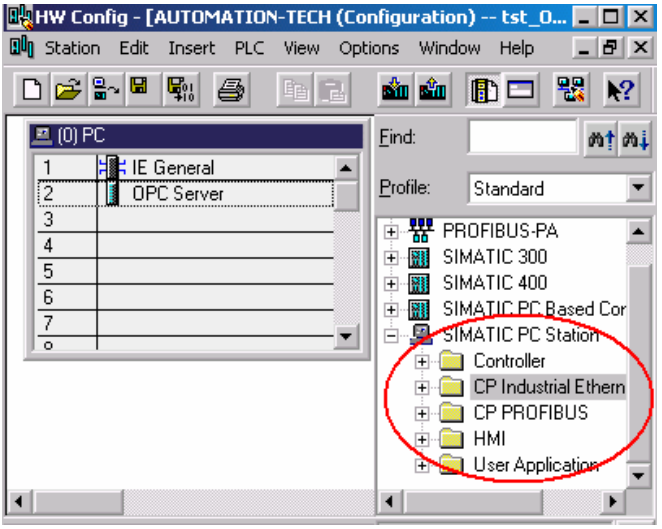
- وارد کردن یک PC Station به پروژه .



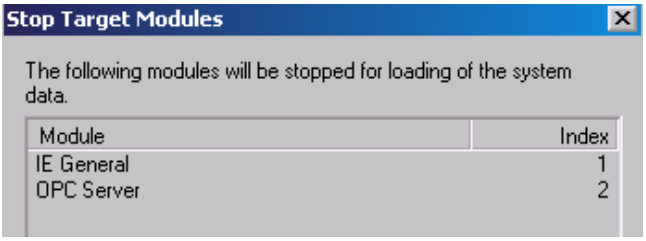
- پس از وارد شدن به پنجره نام آن را به نام کامپیوتر که روی آن کار می کنید Rename کنید. نام کامپیوتر را می توانیددر Station Configurator با کلیک روی Station Name نیز ببینید.
- دابل کلیک روی Configuration تا توسط برنامه HWconfig باز شود



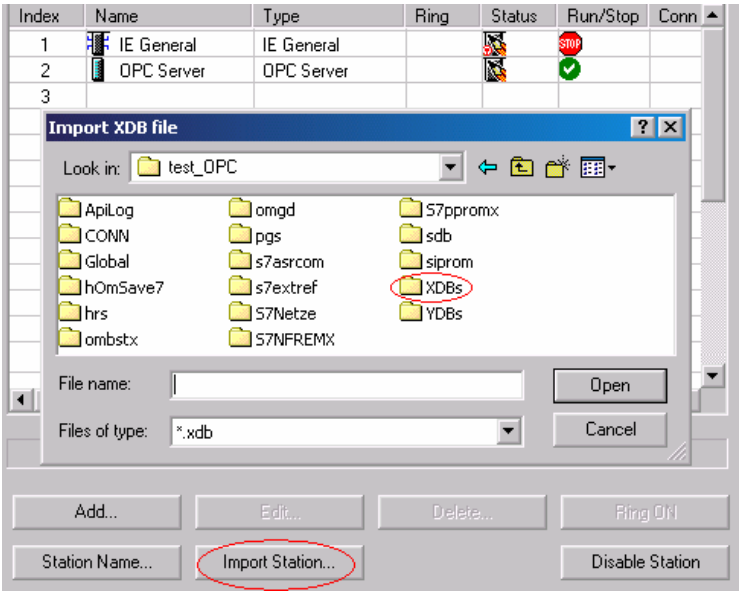
- پس از باز شدن Hwconfig می بینیم که اسلات هایی برای PC ظاهر میشود. مرحله بعد وارد کردن کارت ارتباطی مورد نظر از پنجره کاتالوگ به برنامه است . اگر کارت اترنت غیر زیمنسی بود کافیست از پنجره کاتالوگ زیر مجموعه PC Station > CP Industrial Ethernet کارت IE را انتخاب نماییم. با وارد کردن IE لازمست آدرس IP کارت را هم بدهیم . اگر PC روی شبکه اترنت است بهتر است همان آدرس IP موجود را بدهیم.



- وارد کردن OPC Server از کاتالوگ فوق قسمت User Application
- ذخیره سازی و کامپایل
- انتخاب کارت اترنت در Set PG/PC interface برای ارتباط
- دانلود کردن. در اینجا اطلاعات به Station Configurator دانلود میشود . در حین دانلود خواهید دید که Station متوقف و دوباره استارت میشود.

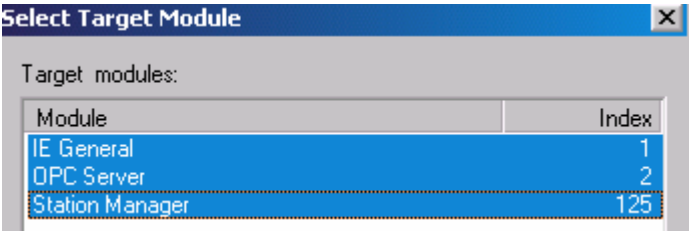


- اگر دانلود هم نکنیم میتوانیم از روش دیگر این اطلاعات را به Station Configurator معرفی نماییم برای این منظور در Station Configurator گزینه Import را انتخاب کرده و در مسیری که پروژه ذخیره شده روی نام آن کلیک و وارد شاخه XDB شده و فایل موجود در آن را انتخاب میکنیم. بدین ترتیب Station با اطلاعات جدید شروع به کار میکند. توجه شود که فایل فوق الذکر هر بار که در Hwconfig کامپایل و ذخیره را انتخاب کنیم Update می گردد.

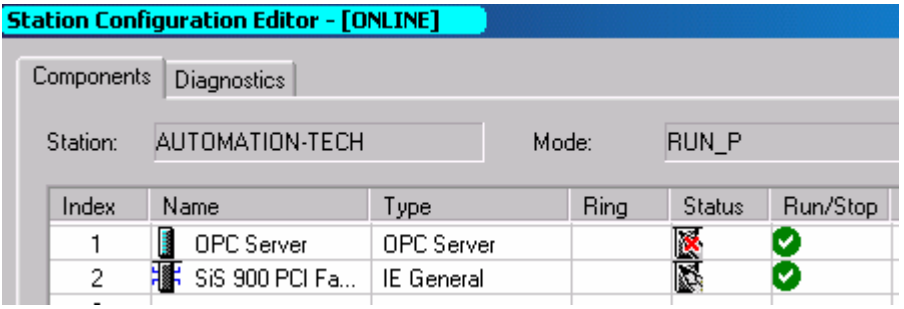


تذکر : در Set PC/PG میتوانیم بجای اترنت PC Internal (Local) را انتخاب کنیم . در این حالت توجه شود در صورتی دانلود امکان پذیر است که نام PC Station در Simatic Manager همنام با نام PC باشد. وقتی این کار درست انجام شود معمولاً شکل آیکون در Simatic Manager با یک فلش زرد رنگ همراه خواهد بود.

- وقتی در Configuration Console مد کاری PC را PG Operation انتخاب می کنیم کارت IE از Station Configurator حذف میشود که البته میتوان آن را مجدداً اضافه نمود ولی نیاز به انتخاب مد Configured در Configuration Console می باشد.
- پیکر بندی را دانلود می کنیم پنجره ای مانند شکل زیر ظاهر میشود لازم است همه گزینه ها انتخاب شوند.



اگر مشکلی وجود داشته باشد در حین دانلود پیغام خطا ظاهر می گردد در غیر اینصورت پس از تکمیل دانلود Station Configurator شکلی بصورت زیر خواهد داشت.



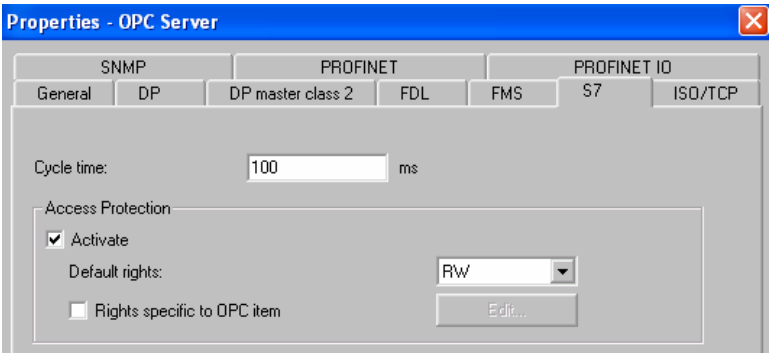
تا این مرحله پیکر بندی PC و PLC انجام شد قدم بعدی تعریف ارتباط بین ایندو در Netpro می باشد.

۳-۱۱ تعریف ارتباط بین PLC با OPC Server

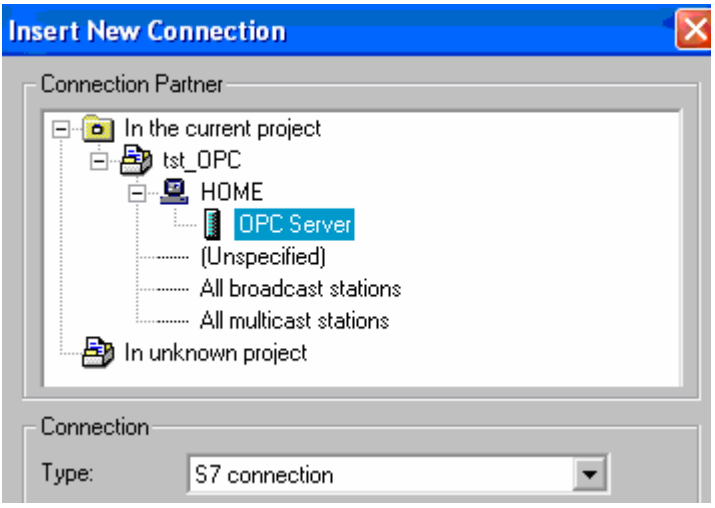
بین PLC و OPC می توان انواع ارتباطات تحت اترنت که قبلاً برای ارتباط بین دو PLC ذکر شد را تعریف کرد . ارتباط می تواند از نوع Send/Receive یا از نوع S7 Connection باشد. در اینجا به ارتباط نوع دوم یعنی S7 Connection می پردازیم. ارتباط نوع اول نیز به همین شکل پیکر بندی می شود.

مراحل کار بصورت زیر است:

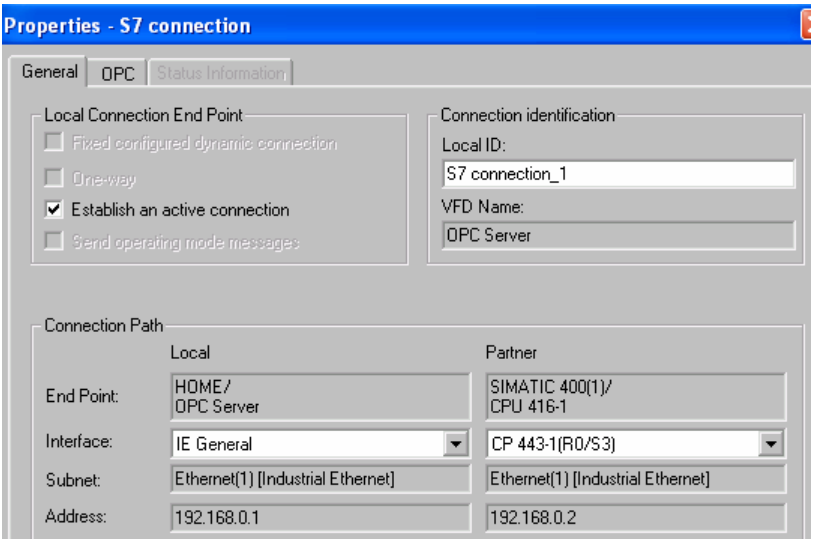
- پیکر بندی PC و دانلود به آن مطابق توضیحات قبل.
- پیکر بندی PLC همراه با کارت اترنت و دانلود به آن .
- NetPro را باز میکنیم و با کلیک روی OPC در اسلات PC گزینه S7 را فعال میکنیم بدیهی است اگر میخواسیتم از ارتباط Send/Receive استفاده نماییم بایستی گزینه ISO/TCP را فعال می کردیم.



- با استفاده از جدول اتصالات در NetProیک S7-Connection بین PC و PLC تعریف می نماییم.



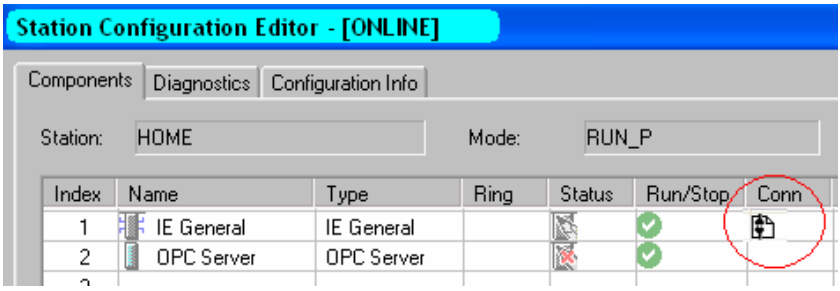
- پس از کلیک روی Apply پنجره زیر ظاهر میشود که ارتباط بین PLC و PC را نشان می دهد



پس از تایید و بستن این پنجره اتصال تعریف شده در جدول اتصلات Netpro ظاهر می گردد.

Local ID	Partner ID	Partner	Type
1	S7 connection_1	HOME / OPC Server	S7 connection

- در Set PG/PC ارتباط را روی اترنت می گذاریم (همان کارت اترنت که روی PC) قرار دارد.
- عمل دانلود را به PC انجام میدهیم . اگر مشکلی نداشته باشد در Station Cofigurator شکل زیر را خواهیم دید که نشان دهنده برقراری اتصال است.



- عمل دانلود را از طریق اترنت به PLC انجام می دهیم.

تا این مرحله پیکربندی و تعریف ارتباط انجام شده است . قدم بعدی استفاده از Application برای تبادل دیتاست. در ادامه نحوه استفاده از ویژوال بیسیک را برای کار با OPC شرح خواهیم داد. ولی قبل از آن لازم است متذکر شویم که در زیر برنامه های Simatic Net ابزاری بنام OPC Scout وجود دارد که توسط آن می

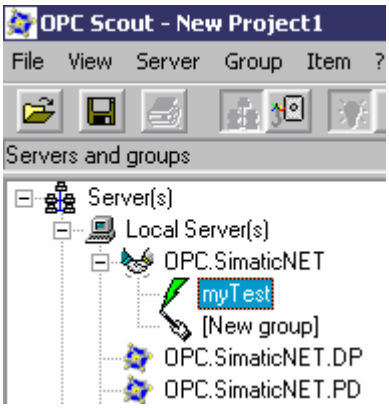
توان ارتباط را چک کرد و به تبادل دیتا پرداخت. با استفاده از OPC Scout می توان تگ های مربوط به سیستم های HMI مانند Wincc یا OP های پیکر بندی شده با Protool را خواند یا در آنها نوشت.

۱۱-٤ مانیتورینگ از طریق OPC

برای انجام مانیتورینگ از طریق OPC مراحل زیر نیاز است :

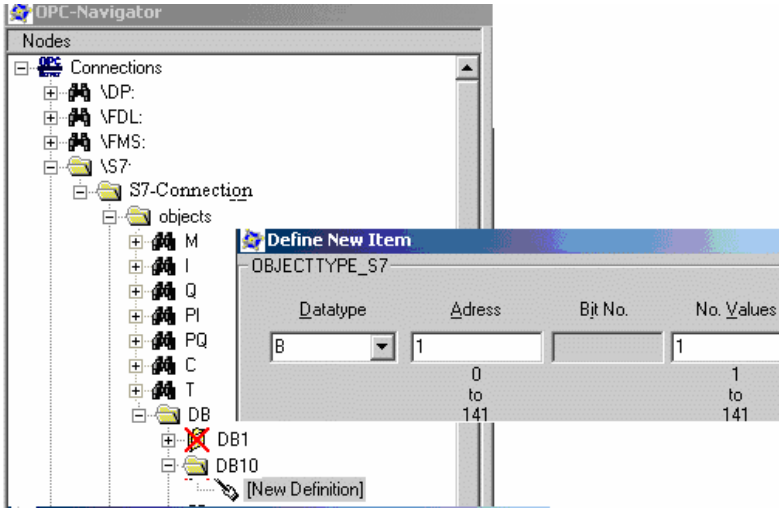
- استفاده از OPC Scout برای ارتباط با OPC Server و معرفی آدرس های PLC
- اجرای Wincc و استفاده از درایور OPC

الف استفاده از OPC Scout

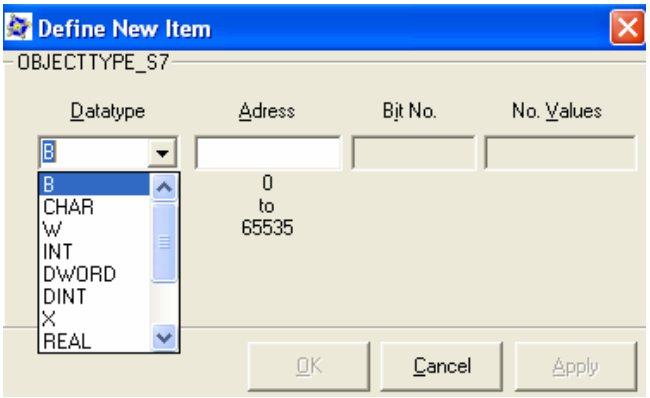


OPC Scout را اجرا میکنیم این برنامه نیز در زیر مجموعه برنامه های Simatic Net قرار دارد که برای پروفی باس و اترنت جداگانه قرار داده شده است. از آنجا که مثال مورد نظر ما کار با اترنت است OPC Scout را از مسیر CP 1613 اجرا می کنیم پنجره ای مانند شکل زیر باشد. در این پنجره روی OPC.Simatic.Net کلیک میکنیم تا ارتباط برقرار شود . سپس یک Group با نام دلخواه (در اینجا mytest) تعریف می نماییم.

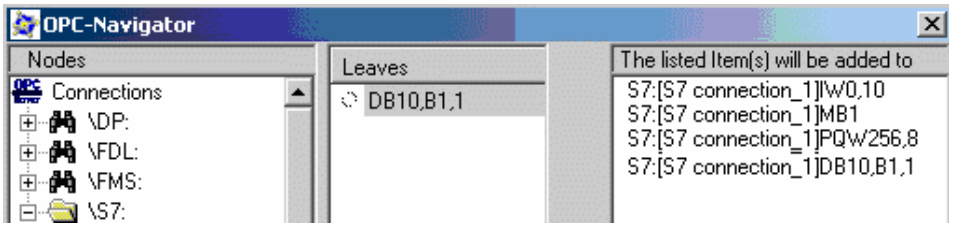
روی Group ایجاد شده راست کلیک و Add Item را انتخاب می نماییم.پنجره شکل باز خواهد شد.



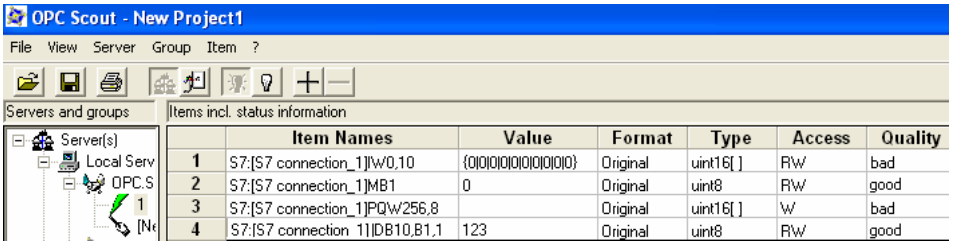
در این پنجره انواع ارتباطات ظاهر میشود. از آنجا که ارتباط تعریف شده قبلی از نوع S7 Connection می باشد روی این گزینه کلیک می کنیم. اگر مراحل پیکر بندی و تعریف ارتباط درست انجام شده باشد در زیر قسمت Objects همه آدرسهای حافظه CPU مانند Input و Output و Memory و Timer و Counter و Data Block ها لیست خواهند شد.برای استفاده از یک آدرس خاص روی New Definition کلیک می کنیم. بعنوان مثال همانطور که در شکل نشان داده شده می توان آدرسی از DB10 را انتخاب کرد.پس از کلیک روی New Definition در پنجره زیر نوع دیتا ، آدرس دیتا و تعداد آن را انتخاب می کنیم.



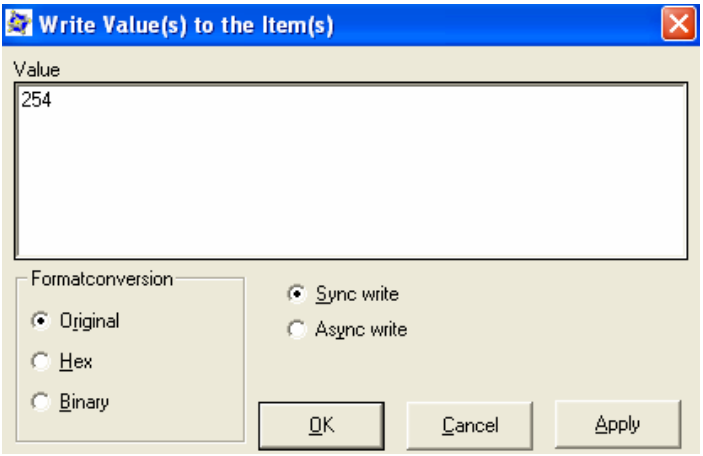
مثلاً X برای بیت و B برای بایت بکار میرود. پس از وارد کردن اطلاعات و کلیک روی OK این آدرس ها در لیست اصلی ظاهر میشود که آنها را به ستون سمت راست انتقال می دهیم.



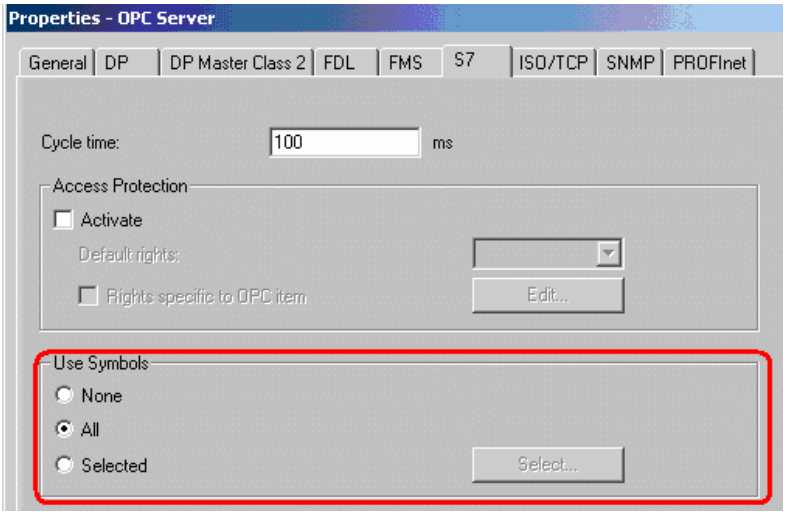
پس از تکمیل این مرحله و کلیک روی Ok آدرسها در لیست OPC Scout ظاهر میشود و مقدار و وضعیت آنها نمایش داده میشود. شکل زیر:



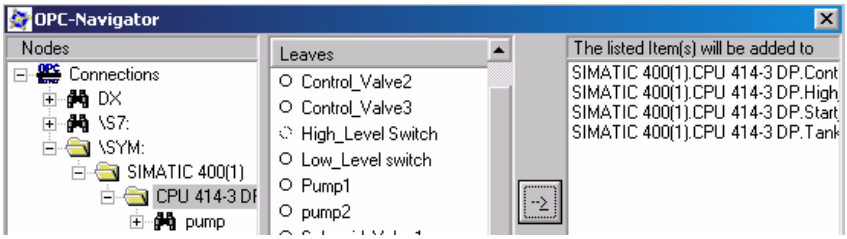
می توان با دابل کلیک روی هر کدام از سطرهای فوق مقدار جدیدی را به این آدرس ها اختصاص داد. این مقدار به PLC اعمال خواهدشد. پنجره زیر برای این منظور بکار می رود:



میتوان در OPC Scout بجای آدرسهای اصلی از آدرسهای سمبلیک استفاده کرد . این کار در صورتی امکان پذیر است که اولاً هنگام پیکر بندی PLC سمبل ها تعریف شده باشند ثانیاً در پیکر بندی OPC در Hwconfig یا در Netpro با دابل کلیک روی آن در پنجره زیر گزینه مربوط به سمبل ها فعال شده باشد. میتوان تمام یا برخی از سمبل ها را انتخاب نمود.

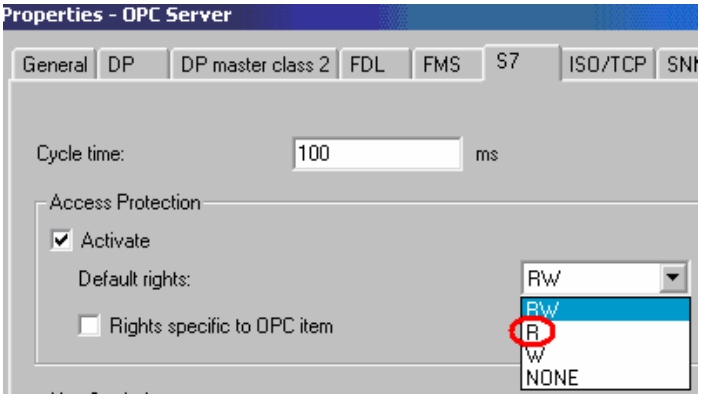


اگر مراحل فوق انجام شده باشد می توان در OPC Scout با انتخاب SYM از مسیر زیر آدرسها را مشاهده نمود و با انتقال آنها به سمت راست پنجره وضعیت و مقدار آنها را دید.



	Item Names	Value	Format	Type	Access	Quality
1	SIMATIC 400(1).CPU 414-3 DP.Control_Valve1	0	Original	uint16	RW	Good
2	SIMATIC 400(1).CPU 414-3 DP.High_Level Switc	False	Original	bool	RW	Good
3	SIMATIC 400(1).CPU 414-3 DP.Start_pump1	False	Original	bool	RW	bad
4	SIMATIC 400(1).CPU 414-3 DP.Tank1_temperatu	0	Original	uint16	R	bad

ستون Access نشان میدهد که دسترسی به آدرس چگونه است آدرسهایی که دارای وضعیت RW هستند را میتوان هم مشاهده کرد و هم به آنها مقدار اختصاص داد . اگر بخواهیم همه از نوع فقط خواندنی باشند کافیست در هنگام پیکربندی OPC در NetPro با دوبار کلیک روی آن گزینه R را در قسمت S7 انتخاب کنیم مانند شکل زیر:

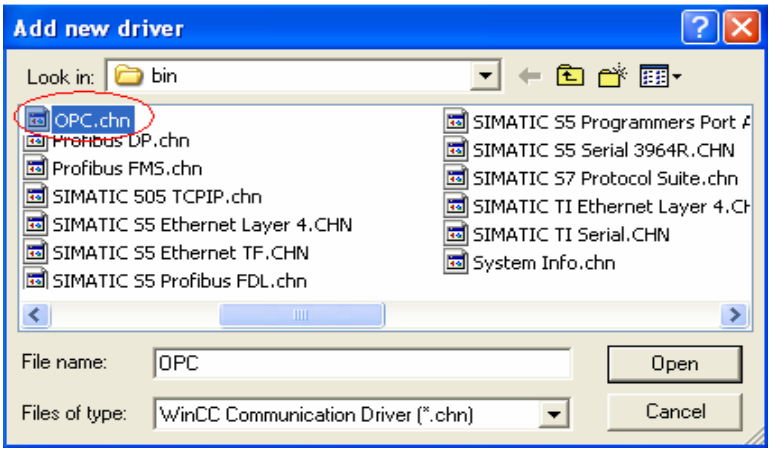


بدین ترتیب میتوان از طریق OPC Scout و از طریق PC بصورت دستی آدرس های PLC را خواند یا به آنها مقدار فرستاد. این کار برای تست ارتباط صحیح بین OPC و PLC نیز مناسب است.

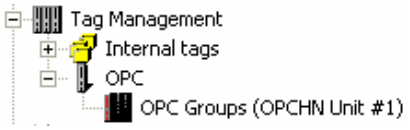
در بخش ۱۱-۵ می بینیم که بجای استفاده از OPC Scout میتوانیم با برنامه نویسی در محیط دیگری مانندویژوال بیسیک روی PC به تبادل دیتا بپردازیم.

ب) تنظیمات WinCC

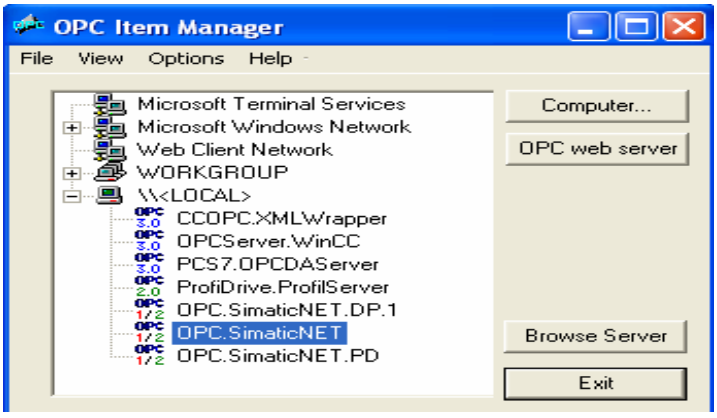
۱- WinCC را اجرا کرده و درایور ارتباطی را OPC انتخاب می کنیم.



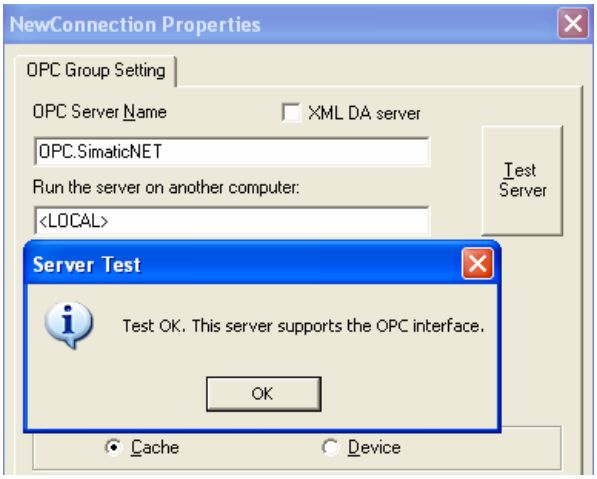
پس از انتخاب OPC.chn شکلی مانند زیر خواهیم داشت :



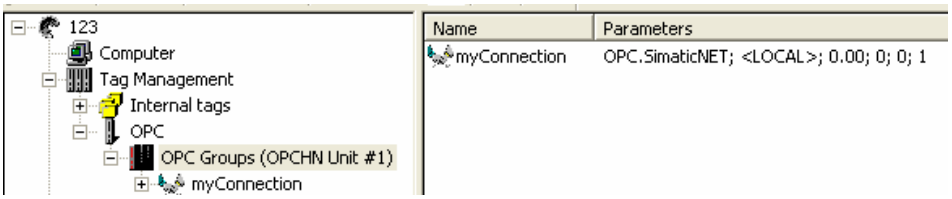
۲- روی OPC Groups راست کلیک کرده و با کلیک روی System Parameter پنجره Item Manager شکل زیر باز میشود که در آن می توان OPC Server را مشاهده کرد . در اینجا با تنظیماتی که قبلاً انجام داده ایم OPC.SimaticNET که در زیر مجموعه LOCAL مشاهده میشود بعنوان Server مورد نظر خواهد بود. در پنجره OPC Scout نیز Server را در زیر مجموعه LOCAL مشاهده کردیم بدیهی است اگر WinCC روی سیستم دیگری نصب شده که توسط شبکه با OPC Server ارتباط دارد آنرا بایستی در قسمت Remote یافت.



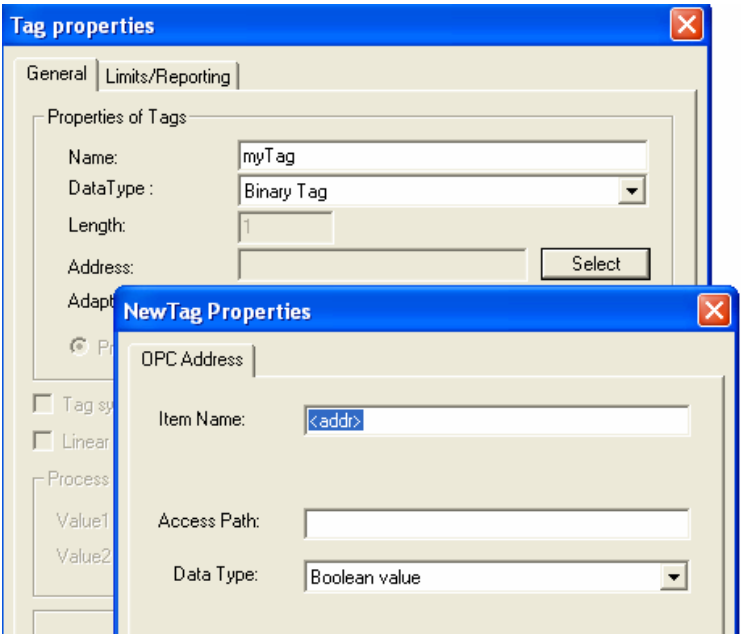
پس از بررسی فوق ، در WinCC روی OPC Groups دابل کلیک و New Driver Connection را انتخاب و در بخش properties آن نام OPC را وارد کرده و برای اطمینان روی Test OPC کلیک می کنیم.



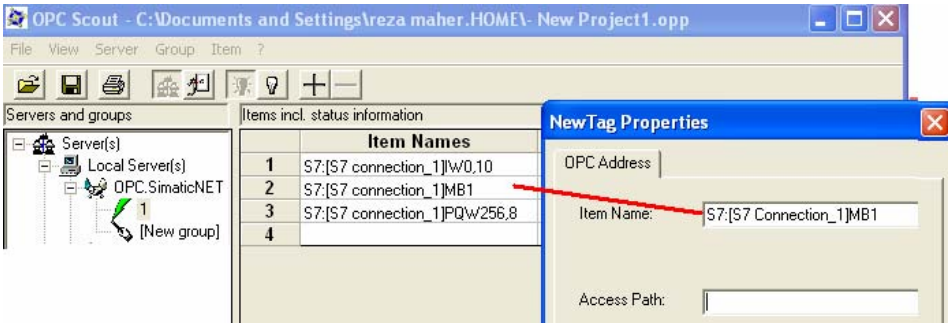
بدین ترتیب یک Connection بین Wincc و OPC Server ایجاد می شود. توجه شود در تنظیماتی که در WinCC انجام شد نیازی به مشخص کردن نوع اتصال فیزیکی (اترنت یا پروفی باس) و آدرس آن نیست بعبارت دیگر WinCC فقط OPC Server را می بیند و اینکه OPC Server به چه طریقی به PLC متصل است در WinCC نیاز به تعریف ندارد.



۳- روی Connection ایجاد شده دابل کلیک کرده و آیتم های مورد نیاز یا بعبارت دیگر Tag ها را تعریف می کنیم. برای تمام آدرس هایی که در OPC Server بعنوان آیتم تعریف شده اند (کاری که توسط OPC Scout انجام شد) می توان در WinCC تگ تعریف کرد. روی Connectin راست کلیک سپس New Tag و انتخاب نام و نوع دیتا را مشخص می نماییم پس از آن روی Select کلیک می کنیم .

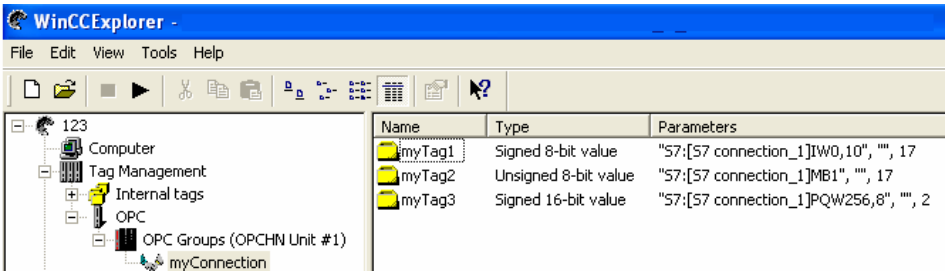


در انواع اتصالات قبلی که در فصل ۸ ذکر شد در این مرحله آدرس حافظه CPU انتخاب می شد ولی در اینجا پنجره جدیدی که مانند شکل فوق باز می شود که در آن نام آیتم های OPC را دقیقاً مانند آنچه قبلاً در OPC Scout تعریف کرده ایم وارد می نماییم.



Access Path برای کامپیوتری که OPC بصورت LOCAL روی آن کار می کند لازم نیست ولی اگر OPC Server روی کامپیوتر دیگری نصب شده باشد آدرس آن را وارد می کنیم.سایر تگ های مورد نیاز نیز بهمین طریق تعریف میشوند پس از آن طراحی صفحات و گزارش ها وآرشیو و امثال آن درWinCC انجام میشود

که خارج از موضوع بحث ما می باشد.



با Activate کردن WinCC میتوان وضعیت اتصال را از منوی Tools مشاهده کرد. لازم به ذکر است وقتی OPC Server روی کامپیوتر دیگری قرار دارد وضعیت اتصال فوق در سمت Client بستگی به وضعیت server خواهد داشت.

نکته قابل ذکر دیگر آنست که آیتم ها را می توان بجای استفاده از OPC Scout از طریق برنامه نویسی ایجاد کرد . بنا براین ممکن است یک پروژه wincc بدون فعال بودن OPC Scout نیز کار کند در این حالت برنامه مورد نظر که اتصال با OPC Server و آیتم ها را مشخص می کند در بخش Startup مربوط به WinCC میتواند صدا زده شود. در ادامه روش برنامه نویسی با ویژوال بیسیک تشریح خواهد شد.

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

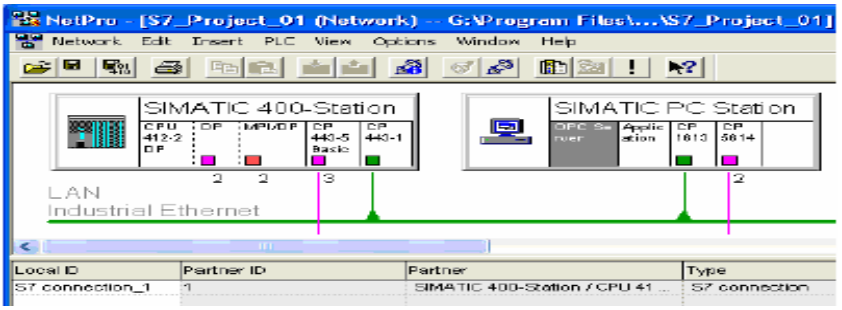
در این قسمت نحوه برنامه نویسی برای کار با OPC را بیان می کنیم هدف آنست که خواننده محترم بتواند بدون استفاده از OPC Scout نحوه برنامه نویسی در محیطی مانند Visual Basic را برای تبادل دیتا فرا بگیرد.

فرض بر این است که قدم های زیر از قبل برداشته شده است:

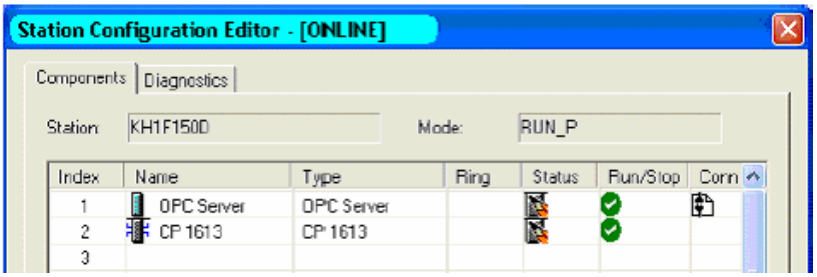
۱- روی PC علاوه بر Step7 برنامه Simatic Net نیز نصب شده باشد.

۲- PC و PLC هر دو به کارت اترنت مجهز شده و اتصالات بنحو درست برقرار شده است.

۳- PC و PLC در Simatic Manager پیکر بندی شده و به شبکه اترنت متصل شده اند ودر NetPro ارتباط S7-Connection بین آنها برقرار شده و اطلاعات به هردو دانلود شده است.

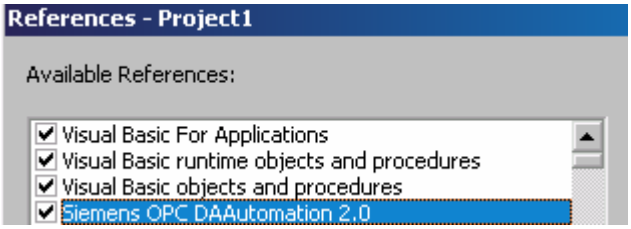


۴- در Station Configurator کارت و OPC Server فعال بوده و بصورت شکل زیر دیده شوند :



۵- برنامه Visual Basic روی PC نصب شده اند.

۶- در Visual Basic از منوی Project > Refrences گزینه Siemens OPC طبق شکل زیر فعال باشد.



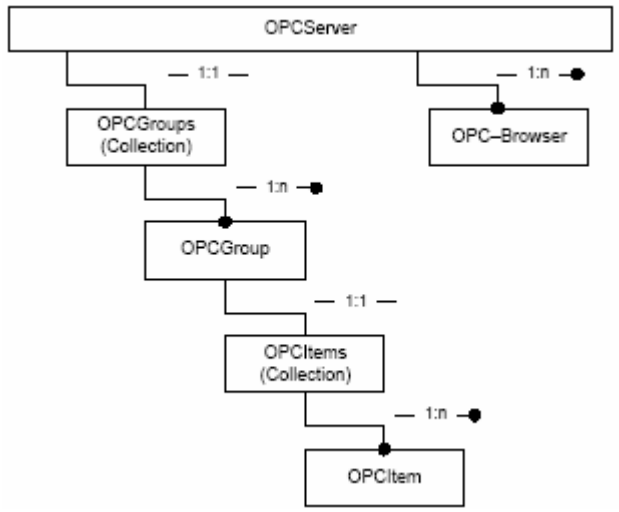
با انجام این پیش نیازها اکنون می توانیم به کار برنامه نویسی بپردازیم ولی قبل از آن لازم است توجه داشته باشیم که عملکرد برنامه مشابه عملکرد OPC Scout خواهد بود یعنی همانطور که در پنجره OPC Scout میتوانستیم مقدار آدرس های حافظه PLC را ببینیم یا در آنها بنویسیم در اینجا نیز همان کار را بطریق برنامه نویسی و توسط VB انجام میدهیم. روش کار در VB نیز مشابه کاری است که در OPC Scout انجام میشد یعنی انجام مراحل زیر:

۱- تعریف نام OPC Server

۲- برقراری ارتباط با Server

۳- ایجاد Group جدید

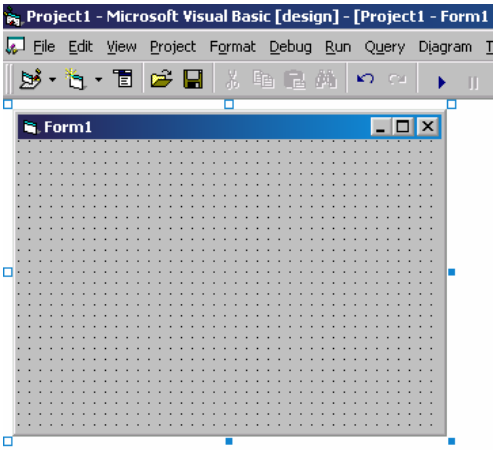
۴- ایجاد Item جدید



در اینجا میتوان از ویژوال بیسیک صرفاً برای اتصال به OPC Server و تعریف آیتم ها استفاده کرد این کار برای استفاده در برنامه های دیگر مانند WinCC مفید است. برنامه مزبور را بصورت exe تبدیل کرده و در بخش Startup مربوط به Wincc که با راست کلیک روی Computer ظاهر می شود صدا می زنیم.

اما در عین حال می توان از ویژوال بیسیک بدون WinCC استفاده کرد یعنی فرم ها و نمودار ها و امثال آن را در محیط VB طراحی نمود . موضوع اخیر را به اجمال مورد بحث قرار می دهیم . دستورات مربوط به ایجاد اتصال و خواندن و نوشتن آیتم ها نیز در خلال همین بحث ذکر میشود.

در VB پروژه جدیدی باز کرده و یک Form جدید ایجاد میکنیم. هدف آنست که از طریق این فرم اطلاعات از PLC خوانده شده یا در آن نوشته شوند.



- باکلیک روی منوی View > code چند سطر برنامه زیر را وارد میکنیم.

تعریف نام برای Server

```
Dim WithEvents Myserver As OPCServer
```

تعریف نام برای Group

```
Dim WithEvents Mygroup As OPCGroup
```

تعریف نام برای Item

```
Dim Myitem As OPCItem
```

تعریف سایر متغیرهای مورد استفاده در برنامه

```
Dim myValue As Variant
Dim myQuality As Variant
Dim myTimeStamp As Variant
Dim Serverhandles(1) As Long
Dim MyValues(1) As Variant
Dim MyErrors() As Long
```

در فرم یک CommandButton وارد کرده و در قسمت Properties>caption نام آنرا Connect می گذاریم هدف آنست که با کلیک روی این کلید ارتباط با OPC برقرار شود. پس با کلیک راست روی آن و انتخاب View Code برنامه زیر را می نویسیم:

Set Myserver = New OPCServer	ایجاد OPC جدید
Myserver.Connect ("OPC.SimaticNET")	اتصال به OPC.SimaticNet
Set Mygroup = Myserver.OPCGroups.Add("MyOPCGroup")	ایجاد Group جدید
Set Myitem = Mygroup.OPCItems.AddItem("S7:[S7 connection_1]MW0", 1)	ایجاد آیتم جدید مرتبط با

S7Connection تعریف شده در NetPro و مشخص کردن آدرس حافظه CPU برای خواندن یا نوشتن تعداد آیتم ها میتواند بیش از یکی باشد یعنی می توان آدرس های مختلفی از حافظه CPU را برای نوشتن یا خواندن بکار برد بدیهی است در اینحالت برای هر آیتم لازم است نام منحصر بفردی تعریف و استفاده شود مانند :

```
Set Myitem2 = Mygroup.OPCItems.AddItem("S7:[S7connection_1 ]IB3", 4)
Set Myitem3 = Mygroup.OPCItems.AddItem("S7:[S7connection_1 ]DB1.W0", 1)
```

تذکر۱ : پس از اجرای VB از این آیتم ها می توان در WinCC نیز بعنوان Tag استفاده نمود.

تذکر ۲ : اگر ارتباط S7 Connection برقرار نباشد یا مشکلی داشته باشد در هنگام اجرای برنامه با پیغام خطا مواجه خواهیم شد. برای اطمینان از اینکه ارتباط بطور صحیح برقرار است روی آیکون بالای NetPro که برای Active کردن اتصال است کلیک کنید و در جدول اتصالات وضعیت را ببینید. اگر پیغام Not Available در کنار اتصال وجود داشته باشد نشان دهنده اشکال است.

Connection status	Local ID	Partner ID	Partner	Type
Not available	1	S7 connection_4	SIMATIC PC Stati...	S7 connection

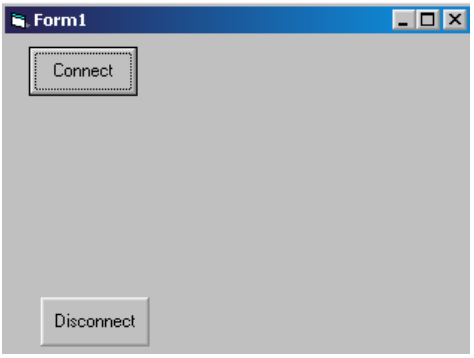
در تست های Offline میتوان در Simatic Net حالت CP Simulation را انتخاب نمود سپس بجای ذکر نام اتصال در برنامه نویسی از نام Demo استفاده کرد:

```
Set Myitem = Mygroup.OPCItems.AddItem("S7:[Demo ]MW0", 1)
```

کلیدی دیگر برای Disconnect کردن نیاز داریم . مشابه کلیدی که برای Connect ساختیم آنرا نیز ایجاد میکنیم و در قسمت Code آن برنامه زیر را مینویسیم:

```
Set Myitem = Nothing
Myserver.OPCGroups.RemoveAll
Set Mygroup = Nothing
Myserver.Disconnect
Set Myserver = Nothing
```

تا این مرحله اگر برنامه را اجرا کنیم فرمی شبیه زیر خواهیم دید:



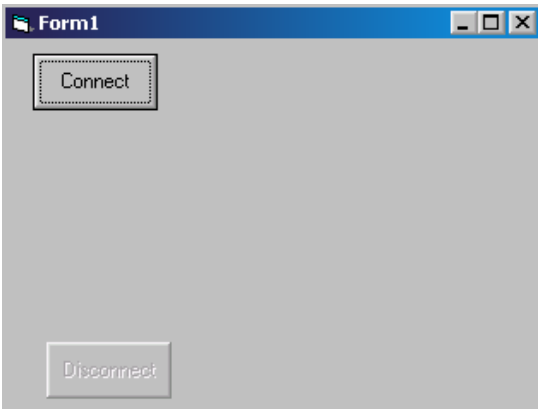
نکته ای که بد نیست رعایت شود آنست که میخواهیم در فرم ابتدا کلید Connect فعال و کلید Disconnect غیر فعال باشد. و وقتی روی Connect کلیک کردیم این کلید غیر فعال شده و Disconnect فعال شود و همینطور وقتی روی Disconnect کلیک کردیم این کلید غیرفعال و Connect فعال شود در اینصورت لازم است که در برنامه Code کلید Connect دستورات زیر را اضافه کنیم:

```
Command1.Enabled = False
   Command2.Enabled = True
```

و در برنامه Code کلید Disconnect دستورات زیر را بگنجانیم:

```
   Command1.Enabled = True
  Command2.Enabled = False
```

تا اینجا برنامه را تست کنید فرم شبیه زیر خواهد بود.



اکنون برنامه خواندن متغیر حافظه را می نویسیم کلیدی با نام Read بکار برده و سه Text Box با اسامی زیر در جلوی آن قرار میدهیم :

- Edit_ReadVal برای نمایش مقدار متغیر

- Edit_ReadQu برای نمایش کیفیت سیگنال
- Edit_ReadTS برای نمایش تاریخ زمان خواندن سیگنال

در واقع این اطلاعات همان مواردی هستند که در OPC Scout نیز نمایش داده میشدند. پس از تعریف سه Text Box فوق برنامه زیر را در Code کلید Read می نویسیم تا پس از کلیک روی آن مقادیر در Text Box ها نمایش داده شود:

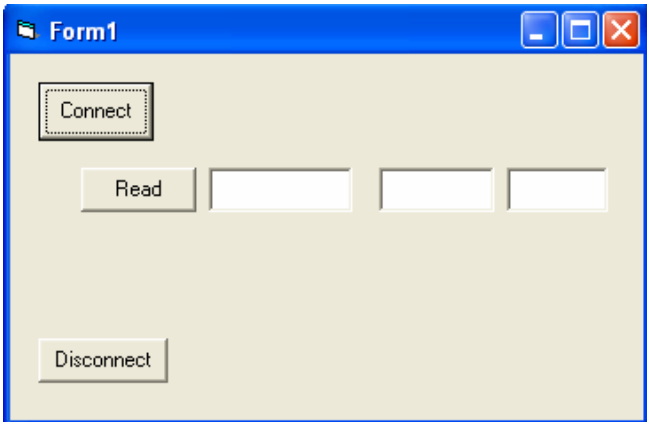
```
Private Sub Command3_Click()
  Myitem.Read OPCDevice, myValue, myQuality, myTimeStamp
  Edit_ReadVal = myValue
  Edit_ReadQu = GetQualityText(myQuality)
  Edit_ReadTS = myTimeStamp
Exit Sub
```

در برنامه فوق Myitem.Read OPCDevice, myValue, myQuality, myTimeStamp مقدار متغیر (آیتم تعریف شده که در این برنامه MW0 است را) خوانده و نتیجه را در Myvalue قرار میدهد کد کیفیت دیتا در myQuality و تاریخ و زمان خواندن نیز در myTimestamp قرار میگیرد. این سه متغیر قبلاً در ابتدای برنامه تعریف شدند.

توجه شود کهEdit_ReadQu برای نمایش کیفیت دیتا که از فانکشن GetQualityText مقدارش را میگیرد. در واقع myQuality که یک عدد است به فانکشن مزبور داده میشود و فانکشن متناسب با این عدد یک کلمه مانند GOOD یا BAD بر میگرداند . برنامه این فانکشن بصورت زیر است:

```
Private Function GetQualityText(Quality) As String
  Select Case Quality
    Case 0:    GetQualityText = "BAD"
    Case 64:   GetQualityText = "UNCERTAIN"
    Case 192:  GetQualityText = "GOOD"
    Case 8:    GetQualityText = "NOT_CONNECTED"
    Case 13:   GetQualityText = "DEVICE_FAILURE"
    Case 16:   GetQualityText = "SENSOR_FAILURE"
    Case 20:   GetQualityText = "LAST_KNOWN"
    Case 24:   GetQualityText = "COMM_FAILURE"
    Case 28:   GetQualityText = "OUT_OF_SERVICE"
    Case 132:  GetQualityText = "LAST_USABLE"
    Case 144:  GetQualityText = "SENSOR_CAL"
    Case 148:  GetQualityText = "EGU_EXCEEDED"
    Case 152:  GetQualityText = "SUB_NORMAL"
    Case 216:  GetQualityText = "LOCAL_OVERRIDE"
    Case Else: GetQualityText = "UNKNOWN ERROR"
  End Select
End Function
```

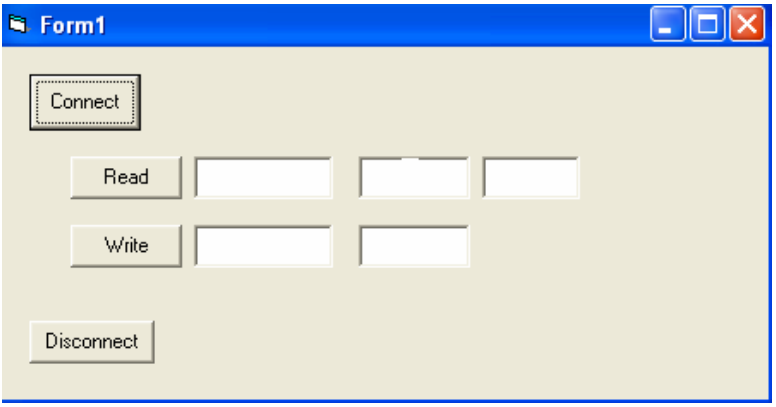
تا این قسمت فرم بصورت زیر خواهد بود:



اکنون برنامه نوشتن در متغیر حافظه را می نویسیم کلیدی با نام Write بکار برده و یک Text Box با نام Edit_WriteVal در جلوی آن قرار میدهیم تا مقداری که میخواهیم اختصاص دهیم را در آن بنویسیم بعلاوه Text Box دیگری بانام Edit_writeRes ایجاد میکنیم تا نتیجه عمل نوشتن در آن ظاهر شود . برنامه زیر را در Code کلید می نویسیم

```
Private Sub Command3 _Click()
    Serverhandles(1) = ItemObj.ServerHandle
  MyValues(1) = Edit_WriteVal
  Mygroup.SyncWrite 1, Serverhandles, MyValues, MyErrors
    Edit_WriteRes = ServerObj.GetErrorString(MyErrors(1))
End Sub
```

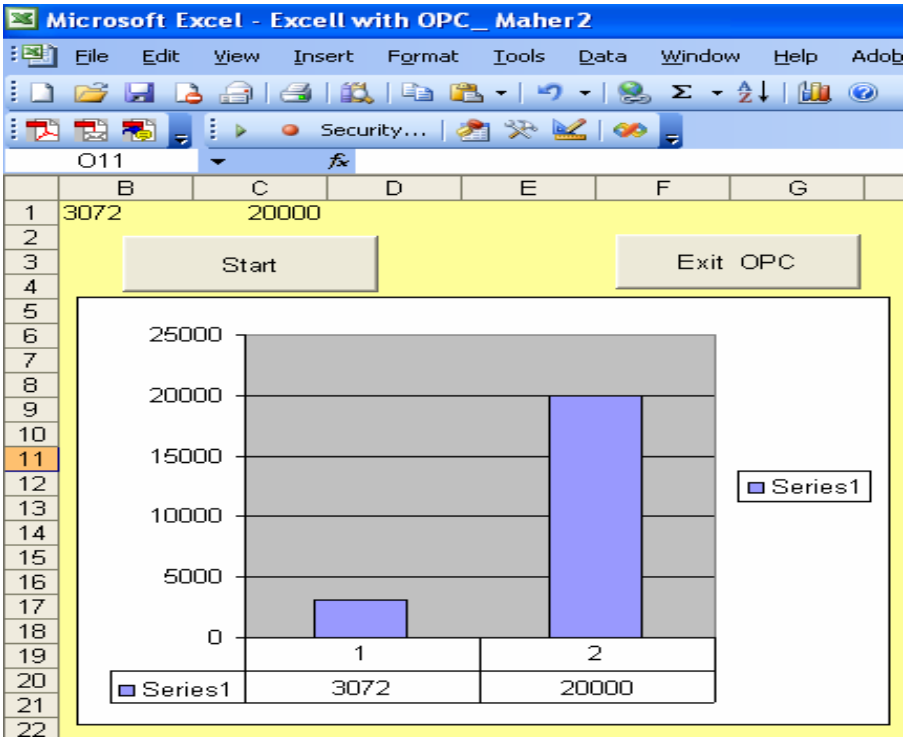
نهایتاً فرم زیر را خواهیم داشت بدین طریق می توان مقدار MW0 را بخوانیم یا در آن بنویسیم.



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

می توان از OPC در محیط Excel استفاده کرد بعنوان مثال وضعیت ورودی ها را در یک sheet نشان داد یا نمودارهایی ترسیم کرد که این مقادیر را نشان می دهند. از آنجا که در محیط Excel می توان توسط ویژوال بیسیک برنامه نویسی کرد ابتدا ازمنوی View > Toolbar گزینه مربوط به Visual Basic را فعال می کنیم. توجه شود همه نکاتی که در قسمت قبل برای کار با VB ذکر شد در اینجا نیز بایستی رعایت شود ازجمله فعال کردن Siemens OPC DA Automation در قسمت Tools>References برنامه.

در مثال زیر مقدار یک ورودی آنالوگ با آدرس PIW256 از PLC توسط OPC خوانده شده و در محیط Excel علاوه بر نمایش مقدار آن ، روی نمودار میله ای نیز تغییرات آن دیده می شود. دو کلید برای Start و برای خروج در نظر گرفته شده است.



کار اصلی در برنامه خواندن آنالوگ و ریختن آن در خانه ای از شیت ۱ می باشد. بدیهی است با داشتن مقدار در خانه شیت می توان هر گونه نمودار دلخواهی را برای آن ترسیم نمود. بنابراین در نمودار شکل فوق Data Source به خانه مزبور لینک شده است.

کلید های Start و Exit OPC در صفحه Excel با استفاده از Control Toolbox مربوط به VB و انتخاب Command Button وارد شده اند و در ویژگی آنها در قسمت Caption نام آنها به Start و Exit_OPC تغییر کرده است.

با کلیک راست روی کلید های فوق وانتخاب View Code برنامه Visual Basic Editor باز میشود که می توان دستوراتی که در هنگام فعال شدن این کلیدها بایستی اجرا شوند را نوشت. برای نوشتن و دیدن کل برنامه میتوان روی Visual Basic Editor که از آیکون های Toolbars است کلیک کرد. برنامه در صفحه بعد آمده است.

تعریف متغیرها و اسامی مورد استفاده در برنامه

```
Dim WithEvents ServerObj As OPCServer
Dim WithEvents GroupObj As OPCGroup
Dim ItemObj As OPCItem
Dim myValue As Variant
Dim myQuality As Variant
Dim myTimeStamp As Variant
Dim Serverhandles(1) As Long
Dim MyValues(1) As Variant
Dim MyErrors() As Long
Dim i As Integer
```

درصورت کلیک روی کلید Exit_OPC ارتباط با OPC Server قطع می شود.

```
Private Sub Exit_OPC_Click()
ServerObj.Disconnect
End Sub
```

درصورت کلیک روی کلید Start در این برنامه ابتدا فانکشن F1 صدا زده میشود تا عمل ارتباط و خواندن مقدار آنالوگ انجام گیرد سپس در اینجا مقدار خوانده شده در myvalue ریخته شده که به خانه ای از شیت ۱ انتقال می یابد.

```
Private Sub Start_OPC_Click()
        Call F1

    For i = 1 To 200

 ItemObj.Read OPCDevice, myValue, myQuality,
myTimeStamp

    Sheet1.Cells(1, 2) = myValue
    Sheet1.Activate

Next
End Sub
```

در فانکشن FC1 ابتدا ارتباط با OPC برقرار شده سپس یک گروه تعریف شده و پس از آن یک آیتم که PIW256 را از طریق S7 Connection می خواند مشخص می گردد.

```
Function F1()
Set ServerObj = New OPCServer
 ServerObj.Connect ("OPC.SimaticNET")
 Set GroupObj =
ServerObj.OPCGroups.Add("MyOPCGroup")
 Set ItemObj = GroupObj.OPCItems.AddItem("S7:[s7
                                connection_1]piw256", 1)
 Serverhandles(1) = ItemObj.ServerHandle
End Function
```

ضمیمه ۱
تست های کابل Cate X

برطبق استاندارد TIA/EIA-568-B تست های زیر لازم است روی کابل های شبکه بویژه کابل هایی که در شبکه های اترنت پر سرعت بکار میروند (مانند کابل Cate6) انجام شود:

- Near-End Crosstalk (NEXT)
- Power Sum Near-End Crosstalk (PSNEXT)
- Power Sum Equal-Level Far-End Crosstalk (PSELFEXT)
- Equql-Level Far-End Crosstalk
- Wiremap
- Insertion Loss
- Propagation Delay
- Cable Length
- Delay Skew
- Return Loss

چهار تست اول مرتبط با پدیده Crosstalk هستند که یکی از منابع نویز بشمار میرود . بطور کلی Crosstalk به معنی تداخل و تاثیر سیگنال عبوری از یک سیم روی سیم مجاور یا یک زوج سیم روی زوج سیم مجاور یا حتی یک کابل روی کابل مجاور می باشد که در حالت اخیر به آن Alien Crosstalk میگویند.

وقتی ولتاژ سیگنال روی یک سیم تغییر می کند انرژی الکترومغناطیسی ایجاد می شود که شبیه امواج رادیویی تولیدی از یک فرستنده اطراف را تحت تاثیر قرار می دهد. سیم های مجاور شبیه یک آنتن این امواج را دریافت کرده و سیگنال دیتای روی آنها تحت تاثیر قرار میگیرد. هر چقدر فرکانس ارسال بالاتر باشد Crosstalk میتواند تاثیرات سوء بیشتری داشته باشد. با استفاده از وسایل تست کابل میتوان Crosstalk را اندازه گیری کرد . سیگنال تست روی یک زوج سیم ارسال میگردد سپس دامنه امواج Crosstalk که ناخواسته روی زوج سیم های دیگر القا شده اند اندازه گیری میگردد.

زوج سیم های بهم تابیده (Twisted Pair) با هدف کاهش پدیده Crosstalk طراحی شده اند تا این نویز را به حداقل برسانند. از انجا که یک زوج سیم برای انتقال سیگنال استفاده میشود بنابر این سیگنال نویز هر دو سیم را بطور یکسان متاثر میسازد و براحتی میتوان آن را در سمت گیرنده آشکار و فیلتر نمود.

. نکته مهمی که در هنگام نصب و کابل کشی شبکه لازم است مراعات شود آنست که در اتصال کابل به کانکتور زوج سیم ها نباید بیش از حد مورد نیاز لخت شده و بهم تابیدگی آنها باز شود.

با این توضیحات اکنون به تشریح تست هایی که طبق استاندارد روی کابل ها انجام میشود می پردازیم. همانطور که ذکر شد چهار تست اول مربوط به اندازه گیری Crosstalk میباشد:

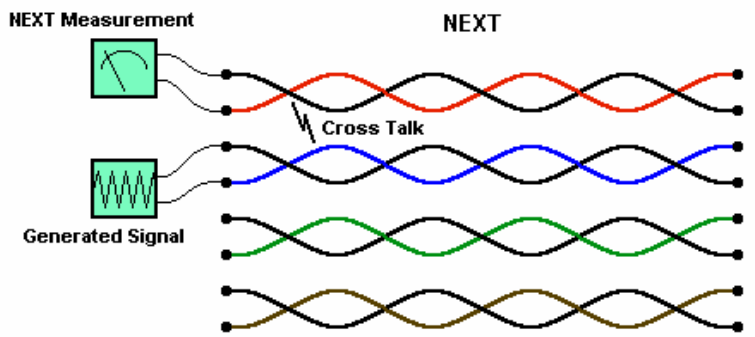
تست های کابل Cate X

پس از اتمام کابل کشی بمنظور اطمینان از صحت اتصالات و صحت سر سیم بندی لازم است تست های مختلفی روی کابل انجام گیرد. این تست ها در ادامه تشریح شده اند در بین این تست ها ۴ مورد مربوط به اندازه گیری Cross Talk می باشند میدانیم کابل های Cate 5 و Cate 6 بصورت زوج سیم بهم تابیده (Twisted

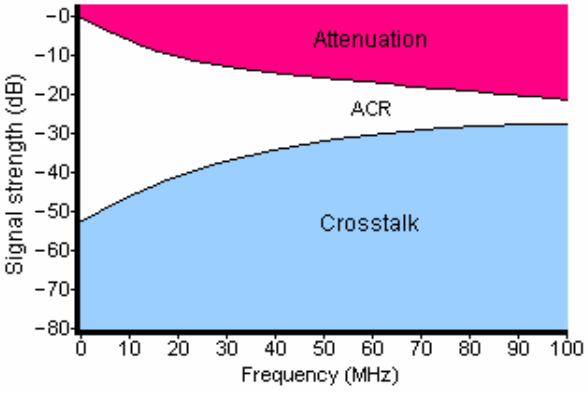
Pair) هستند. تابیدگی سیم موجب میشود که تاثیرات و تداخل روی زوج سیم های مجاور به حداقل برسد باین وجود پس از پایان کابل کشی و نصب لازم است تست های مختلفی که عمدتاً مربوط به این ویژگی که اصطلاحاً به Cross Talk موسوم است روی کابل انجام شود.

۱- تست Near-End Crosstalk یا NEXT

NEXT بر اساس نسبت دامنه های ولتاژ بین سیگنال تست و سیگنال Crosstalk اندازه گیری میشود. اختلاف بصورت یک مقدار منفی دسی بل (dB) ظاهر میشود.



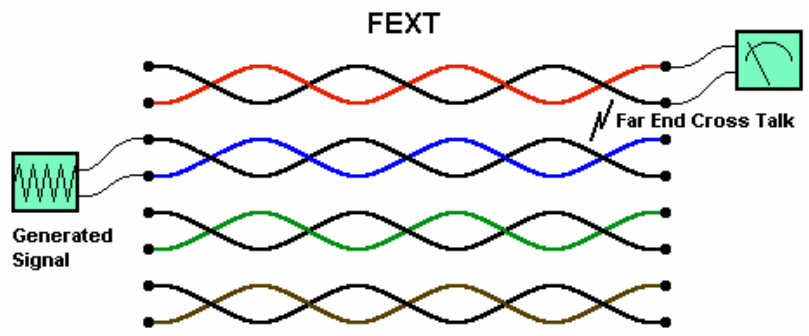
هر چقدر قدر مطلق عدد کوچکتر باشد نشان دهنده نویز بیشتر است. بعنوان مثال مقدار 30db- نشان دهنده وضعیت بهتر در مقایسه با مقدار 100db- می باشد. ارتباط بین Crosstalk و فرکانس سیگنال در شکل زیر آمده است.



در اندازه گیری NEXT هر زوج سیم نسبت به تمام زوج سیم های دیگر سنجیده میشود. بعلاوه برای اطمینان بالاتر بهتر است تست در هر دو طرف کابل انجام پذیرد.

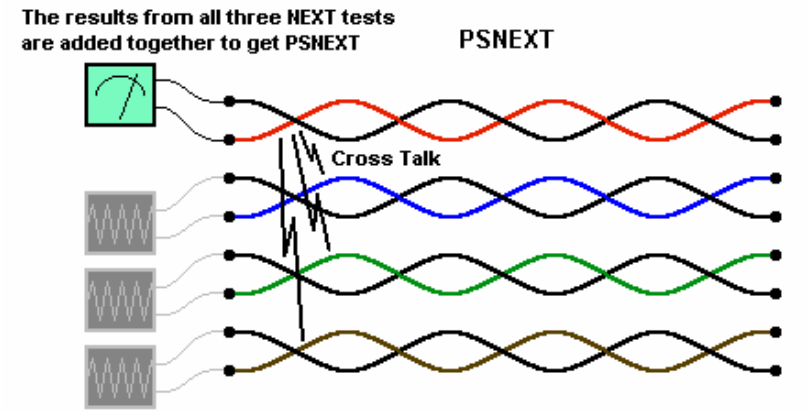
۲- تست Far-End Crostalk یا FEXT

وقتی نویز ایجاد شده توسط Next به سمت فرستنده برگردد به آن FEXT میگویند. بدلیل وجود میرایی و تضعیف سیگنال در طول کابل FEXT ضعیف تر از NEXT بوده و به اندازه آن اهمیت ندارد. وجود FEXT را میتوان با استفاده از تست ELFEXT آشکار نمود.



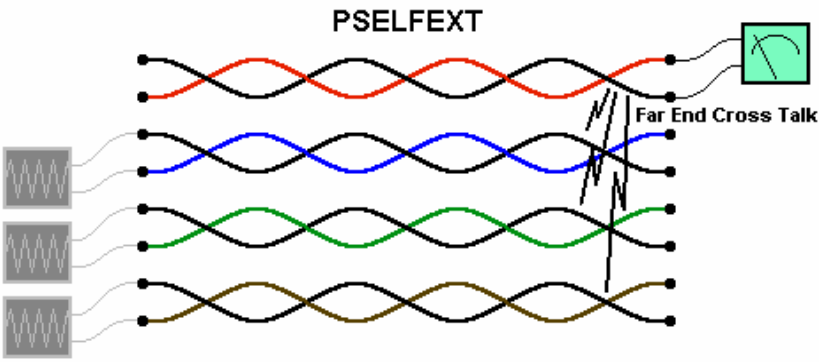
۳- تست Power Sum NEXT یا PSNEXT

PSNEXT تاثیرات جمعی NEXT تمام زوج سیم ها را روی یکدیگر مشخص میکند. بعنوان مثال برای کابل Cate6 این پارامتر برای هر زوج سیم بر اساس تاثیرات سه زوج سیم دیگر یعنی جمع NEXT تمام آنها محاسبه می گردد. در برخی استانداردهای شبکه از کابل مسی بصورت Full Duplex استفاده میشود (مانند 1000Base-T) یعنی در هر لحظه در دو جهت امکان تبادل دیتا وجود دارد در این موارد پارامتر PSNEXT اهمیت بیشتری نسبت به حالت Full Duplex که برای مواردی چون 10Base یا RS485 بکار میرود دارد.



٤- تست PSELFEXT

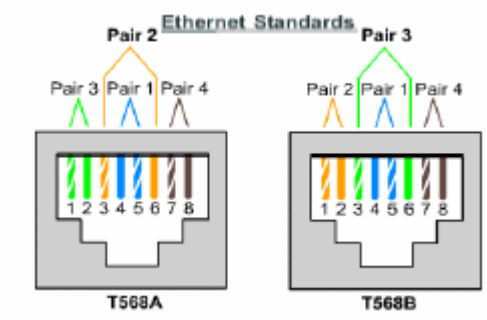
این پارامتر نیز بطور مشابه جمع تمام ELFEXT های زوج سیم های دیگر روی یک زوج سیم می باشد.

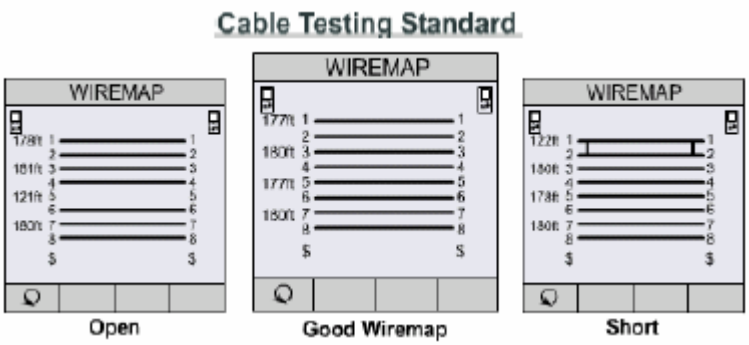


٥- تست Wiremap

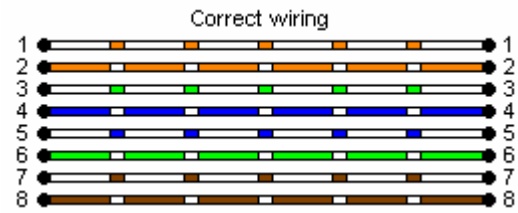
بسته به استاندارد شبکه برای اتصال سر سیم ها به کانکتور روش مشخصی وجود دارد. بعنوان مثال در کانکتور RJ45 که برای اترنت استفاده می شود کارت شبکه از پین های ۱ و ۲ برای ارسال و از پین های ۳ و ۶ برای دریافت استفاده می کند. این شماره پین ها بایستی بطور صحیح در دوطرف متصل شده باشند بعلاوه هیچگونه قطعی یا اتصال کوتاهی در کابل یا در محل اتصال به کانکتور وجود نداشته باشد.

با استفاده از تست Wiremap میتوان از وجود چنین اشکالاتی مطلع شد. بعنوان مثال این تست برای اترنت وضعیت اتصال هر ۸ سیم را در دو طرف کابل مشخص میکند.



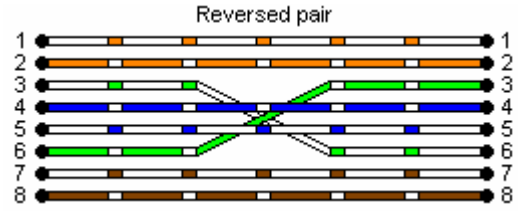


تست wiremap وضعیت برخی از اشکالات که ممکن است شناسایی آنها بدون این تست مشکل باشد را آشکار می سازد اهم این اشکالات عبارتند از :



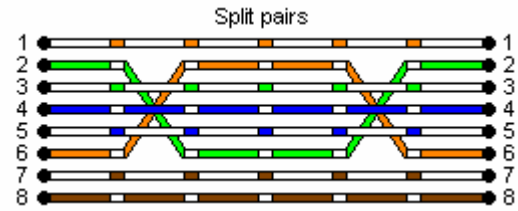
۱. Reversed Pair Fault

این اشکال هنگامی رخ می دهد که یک زوج سیم در یکطرف بطور صحیح به کانکتور متصل شده ولی در سمت دیگر جای اتصال آنها به کانکتور برعکس باشد. مانند شکل



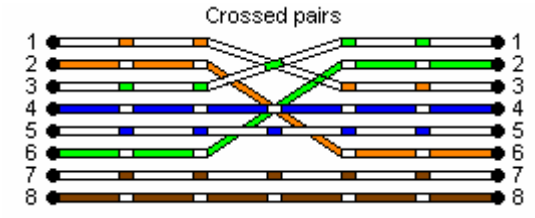
۲. Split Pair Fault

در این حالت دو سیم از دو زوج متفاوت به پینهای غلطی در دو سمت متصل می شوند مانند سر سیم های ۲ و ۷ در شکل روبرو



۳. Transposed Pair Fault

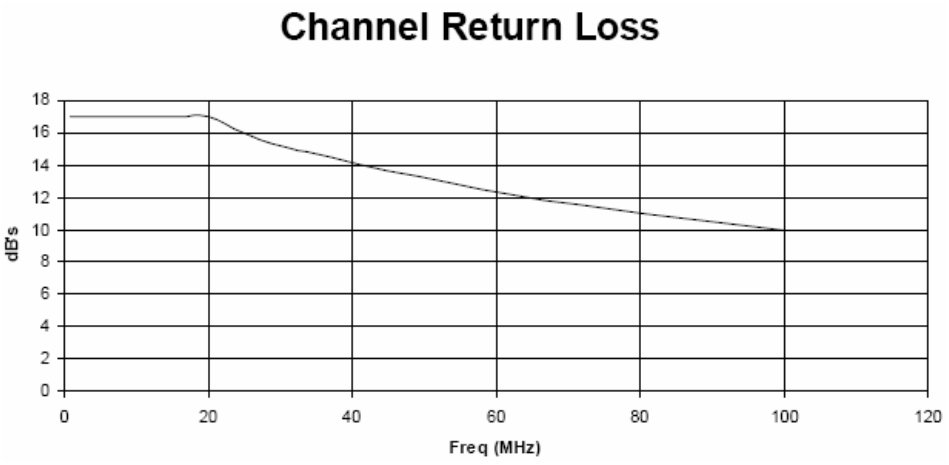
در این حالت که به آن خطای Crossed Pair نیز میگویند زوج سیم ها کلاً به پینهای غلطی در دو سمت متصل می شوند مانند شکل روبرو



٦- Return Loss

از آنجا که در کابل های مسی به هر حال ممکن است مقداری ناخالصی هر چند اندک در مس وجود داشته باشد ، این ناخالصی منجر به عدم تطبیق و یکسان نبودن امپدانس در طول کابل میگردد که بازتاب و برگشتهایی را برای سیگنال ایجاد میکند. این انعکاسهای سیگنال در فواصل زمانی مشخص ضربه هایی را به گیرنده وارد میسازد ازاینرو اندازه گیری آنها اهمیت دارد. Return Loss بصورت دسی بل اندازه گیری میشود و با فرکانس سیگنال تغییر پیدا میکند.

شکل زیر این پارامتر را برای کابل Cate5e نشان می دهد.



۷- Insertion Loss

این تلفات که بر حسب db است بر اساس ترکیب میرایی سیگنال و عدم تطابق امپدانس بدست می آید . اندازه گیری در سمت Far-end کابل انجام میگیرد.

این پارامتر نیز بر حسب فرکانس سیگنال تغییر میکند. شکل فوق تغییرات Insertion Loss و Return Loss را نسبت به فرکانس برای کابل کوآکسیال نشان می دهد.

علاوه بر تست هایی که تاکنون ذکر شد تست های دیگری هم وجود دارند که برخی از آنها به زمان وابسته هستند. این تستها در ادامه تشریح میشوند.

۸- تست تاخیر انتشار Propagation Delay

این تست یک اندازه گیری ساده برای زمانی است که سیگنال برای عبور روی کابل طی میکند. این تاخیر به پارامترهایی مانند طول کابل و میزان بهم تابیدگی زوج سیم و ویژگی های الکتریکی بستگی دارد و برحسب نانوثانیه اندازه گیری میشود.

استاندارد TIA/EIA-568-B محدوده هایی را برای این تاخیر روی کابل های UTP تعریف کرده است. این تست که به آن Time Domain Reflectometry نیز گفته میشود مبنایی را برای طول دقیق کابل نیز بدست میدهد زیرا در کابل های TP نمیتوان طول سیم را بر اساس اندازه گیری طول پوشش بیرونی کابل بدست آورد. این تست نه تنها طول کابل را مشخص میکند بلکه فاصله نقطه ای از کابل را که دچار اشکال شده است را نیز آشکار می سازد. عیوبی مانند قطعی ، اتصال کوتاه ، اتصال ضعیف با این تست قابل شناسایی است.

۹- تست Delay Skew

وقتی برای هر زوج سیم کابل زمان تاخیر انتشار اندازه گیری میشود این مقدار معمولاً برای زوج سیم ها کمی متفاوت است که به این اختلاف Delay Skew گفته میشود و برای شبکه های پرسرعت پارامتری مهم و بحرانی است زیرا اگر مقدار آن بزرگ باشد یک بیت در زمانهای متفاوتی می رسد و دیتا نمی تواند بطور صحیح بازیافت گردد.

اکنون با شناخت مفاهیم تست ها بار دیگر ویژگی های سه نوع کابل Cate X را از نظر می گذرانیم

Parameter	Category 5	Category 5E ('568-A-5)	Category 6	Category 7
Specified frequency range	1-100 MHz	1-100 MHz	1-250 MHz	1-600 MHz
Attenuation	24 dB	24 dB	21.7 dB (36 dB)	20.8 dB (54.1 dB)
NEXT	27.1 dB	30.1 dB	39.9 dB (33.1	62.1 dB (51

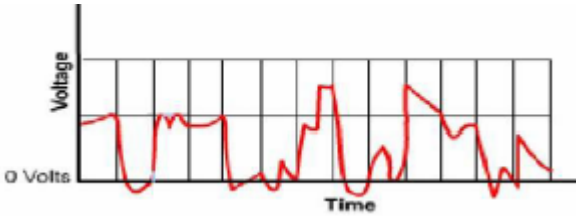
			dB)	dB)
Power-sum NEXT	N/A*	27.1 dB	37.1 dB (30.2 dB)	59.1 dB (48 dB)
ACR	3.1 dB	6.1 dB	18.2 dB (-2.9 dB)	41.3 dB (-3.1 dB)**
Power-sum ACR	N/A	3.1 dB	15.4 dB (-5.8 dB)	38.3 dB (-6.1 dB)**
ELFEXT	17 dB (new requirement)	17.4 dB	23.2 dB (15.3 dB)	ffs***
Power-sum ELFEXT	14.4 dB (new requirement)	14.4 dB	20.2 dB (12.3 dB)	ffs***
Return loss	8 dB* (new requirement)	10 dB	12 dB (8 dB)	14.1 dB (8.7 dB)
Propagation delay	548 nsec	548 nsec	548 nsec (546 nsec)	504 nsec (501 nsec)
Delay skew	50 nsec	50 nsec	50 nsec	20 nsec

ضمیمه ۲

نویز و روش های حذف آن در شبکه های صنعتی

۱-مقدمه

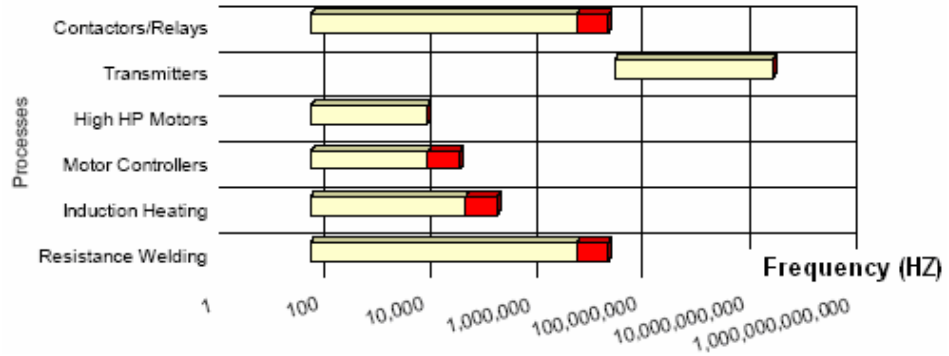
در محیط های صنعتی معمولاً نویز های مختلف با فرکانسهای مختلف وجود دارند. اگر تمهیدات لازم در شبکه دیتا پیش بینی نشده باشد نویز میتواند سیگنال دیجیتال را متاثر نماید بصورتی که یا شبکه مختل گردد یا دیتا بصورت غلط دریافت شود.



بایستی توجه داشت که سیگنال های دیجیتال شبکه دارای سطح ولتاژ پایین هستند در برخی شبکه های صنعتی این ولتاژ بین 500mv- تا 500mv+ تغییر می کند از اینرو ممکن است حتی یک نویز ضعیف این سیگنال ها را متاثر و خراب سازد. اگرچه در هر شبکه ای در بسته بندی فریم دیتا پیش بینی لازم برای کنترل خطا توسط اضافه کردن فیلدهایی مانند CRC لحاظ شده ولی این امر کاربر را از بکار بردن کابل صحیح و استفاده از مسیر کابل مناسب و توجه به سایر نکات برای جلوگیری از تاثیر نویز روی کابل شبکه بی نیاز نمی کند.

منابع تولید کننده نویز ها متنوع است بطور کلی منابعی که تغییرات سریع و ناگهانی در ولتاژ و جریان ایجاد میکنند ایجاد کننده نویز هستند مانند موتورهای الکتریکی بزرگ در هنگام روشن شدن ، تجهیزات جوشکاری الکتریکی ، لامپ های فلورسنت ، رعد و برق و ....

نباید فراموش کرد که نویز علاوه بر فرکانس پایه خود که تاثیر سوء بر سیستم دارد یکسری هارمونیک هایی را نیز تولید میکند که اثرات مخربی بر عملکرد شبکه دارند. هارمونیک سوم مهمترین آنهاست شکل صفحه بعد بازه فرکانسی نویز تولیدی توسط برخی از وسایل را نشان میدهد . هارمونیک سوم با رنگ تیره در انتهای میله نشان داده شده است.

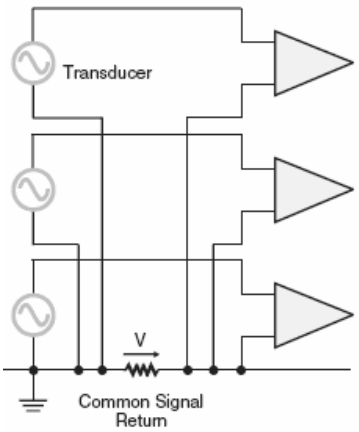


۲- انواع نویز

نویز های الکتریکی به چهار طریق مدارات ارتباط دیتای حساس را در شبکه متاثر می سازند. انواع این تاثیر گذاری که ما از این به بعد آنرا کوپل می نامیم عبارتست از :

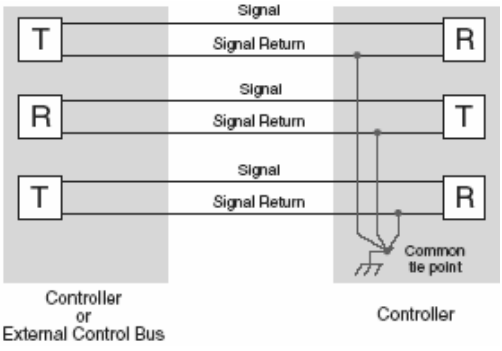
- کوپل امپدانسی (که بعضاً کوپل کندوکتانسی نیز گفته میشود)
- کوپل خازنی (یا الکتروستاتیکی)
- کوپل مغناطیسی (یا اندوکتانسی)
- کوپل رادیویی (که ترکیبی است از الکتروستاتیکی و مغناطیسی)

الف)کوپل امپدانسی یا Conductive

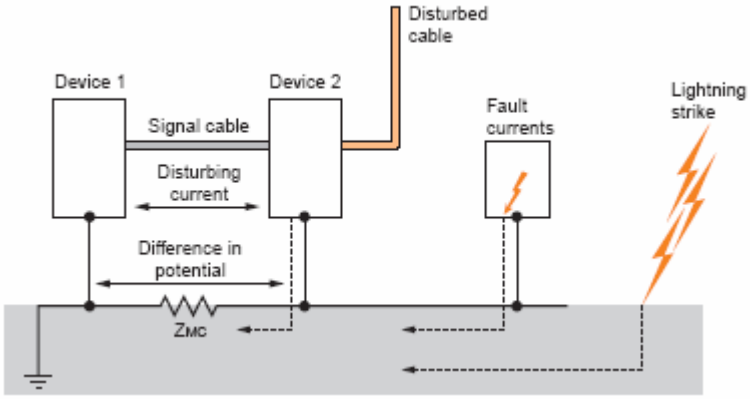


در موقعیت هایی که دو یا چند مدار الکتریکی سیم هادی مشترکی برای برگشت دارند جریان برگشتی یک مدار میتواند ولتاژ خطایی برای سیگنال سایر مدارها ایجاد کند این ولتاژ بستگی به R,L,C سیم برگشتی دارد.

بدیهی است ساده ترین روش برای حل مشکل فوق کاهش تاثیر امپدانس با جدا کردن سیم های برگشتی هر مدار است.

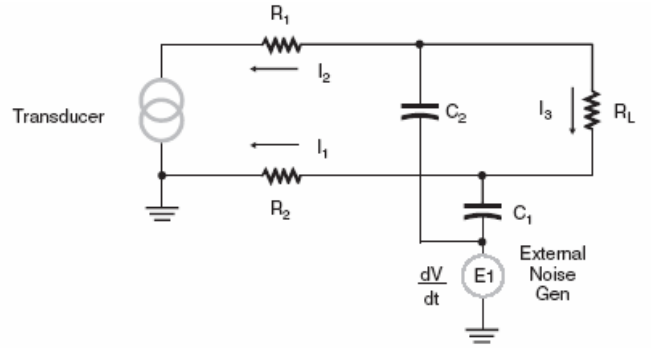


این کوپل در صورت بروز اتصال کوتاه یا صاعقه نیز همانطور که در شکل زیر نشان داده شده است میتواند مشکل ساز شود بنابر این ضروری است در طراحی سیستم زمین نیز تمهیدات لازم اتخاذ گردد مثلا بجای استفاده از سیستم زمین تک نقطه ای از سیستم زمین Mesh استفاده گردد. به این موضوع در ادامه پرداخته خواهد شد.



ب) کوپل خازنی

این کوپل با خازن تشکیل شده بین منبع نویز و سیم سیگنال ارتباط مستقیم دارد. میزان تاثیر گذاری یا دامنه تداخل بستگی به نرخ تغییرات ولتاژ نویز و مقدار خازن فوق دارد.



همانطور که در شکل دیده میشود ولتاژ نویز با خازن های C1 و C2 کوپل می شود و این ولتاژ جریانی را روی مقاومتهای مدار می فرستد. میزان ولتاژ نویز (یا خطا) روی سیم سیگنال :

- با فاصله بین منبع نویز و سیم سیگنال نسبت معکوس دارد
- با طول سیم سیگنال که نویز در آن القا می شود نسبت مستقیم دارد
- با دامنه ولتاژ نویز نسبت مستقیم دارد

- با فرکانس ولتاژ نویز نسبت مستقیم دارد.

به چهار روش میتوان این نوع نویز را کاهش داد:

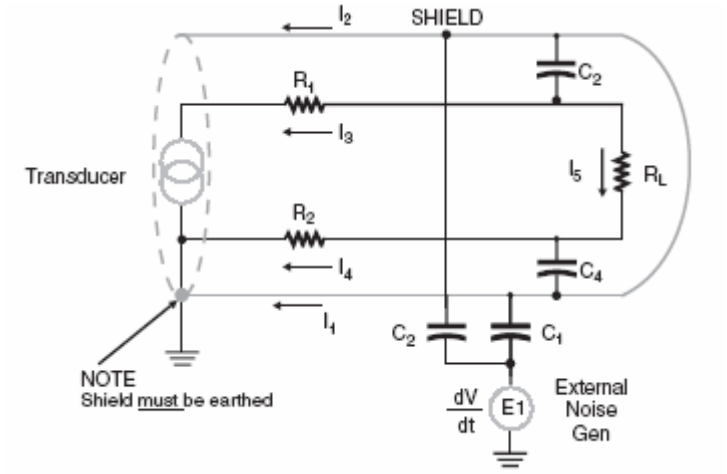
۱- شیلد کردن سیم های سیگنال (با اتصال شیلد به زمین)

۲- استفاده از زوج سیم های بهم تابیده (Twisted Pair)

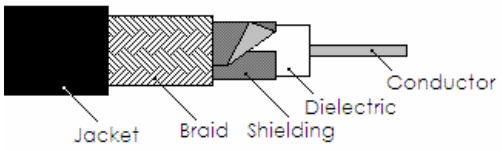
۳- جدا کردن از منبع نویز

۴- کاهش دامنه ولتاژ و فرکانس نویز (در صورت امکان)

وقتی از کابل شیلددار استفاده میشود جریان تولید شده توسط منبع نویز ترجیح می دهد از مسیری که دارای امپدانس کمتری است یعنی از شیلد که به زمین متصل است بگذرد:



شیلد معمولاً از موادی با مقاومت کم مانند آلومنیوم و مس ساخته می شود. برای شیلد هایی که با مس از نوع Braided و پوشش ۸۵٪ هستند ضریب Screening را ۱۰۰ در نظر میگیرند و خازن های C3 و C4 حدوداً با نسبت 1/100 در مقابل خازنهای C1 , C2 کاهش می یابند. در حالت چند لایه نسبت کاهش 1/300 خواهد شد.



Coaxial Cable

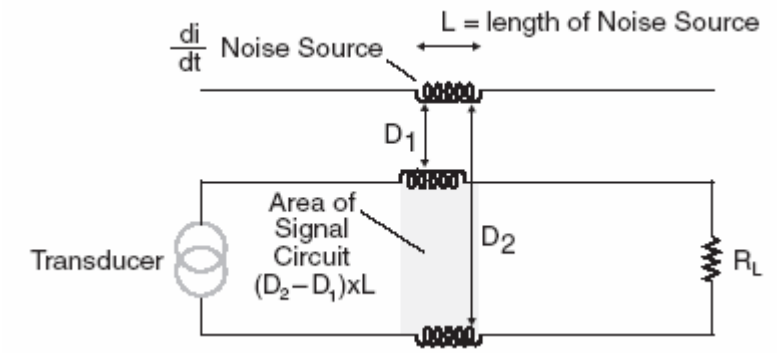
استفاده از سیم بهم تابیده (TP) منجر به بهبود بیشتر در کاهش تاثیر نویز خازنی می شود زیرا خازن های C1 و C2 از نظر مقدار بسیار به هم نزدیک میشوند بنابراین هر ولتاژ نویز که روی سیم القا می شود در سمت دیگر از

بین می رود. در عمل برای اطمینان از این موضوع لازمست خازن بین شیلد و تک تک سیم ها را اندازه گرفت تا یکسان باشند.

ج) کوپل مغناطیسی

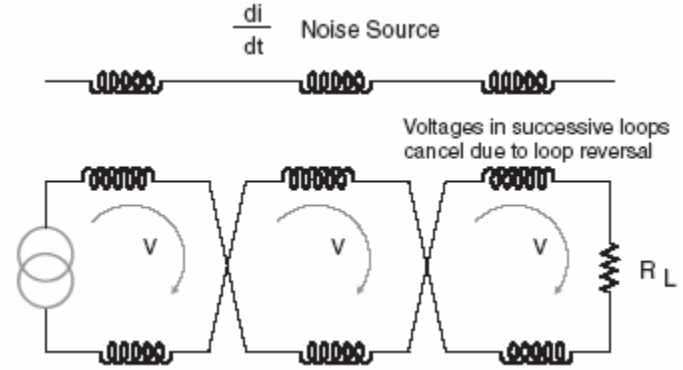
این کوپل بستگی به تغییرات جریان نویز القا شده از منبع نویز روی سیم های سیگنال دارد و

- با دامنه جریان نویز نسبت مستقیم
- با فرکانس جریان نویز نسبت مستقیم
- با ناحیه بسته شده توسط نویز در مدار الکتریکی نسبت مستقیم (به شرحی که خواهد آمد)
- و با فاصله منبع نویز تا سیم های سیگنال نسبت معکوس دارد.

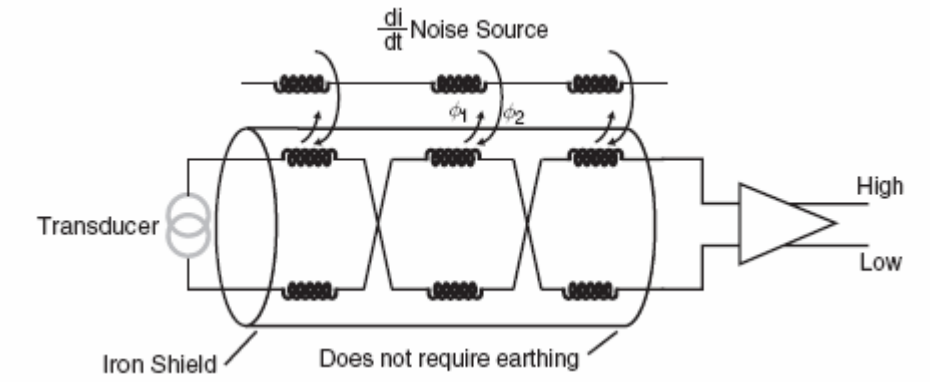


ساده ترین راه برای کاهش این نوع نویز استفاده از سیم به هم تابیده است. تابیدگی منجر به کاهش ناحیه بسته شده (لوپ) میشود که این به معنای قطع شدن فلوی مغناطیسی و تقسیم آن به لوپ های کوچک و نهایتاً تاثیر کمتر نویز القایی است

بعلاوه چون جهت فلو در هردو لوپ مجاور عکس یکدیگر است همدیگر را خنثی کرده (اگر دقیقاً برابر باشند) یا تضعیف میکنند (اگر متفاوت باشند)



روش دیگر برای کاهش نویز القایی استفاده از کابل شیلددار است. فلوی تولید شده توسط جریان نویز جریان گردابی کوچکی روی شیلد مغناطیسی القا میکند. جریانهای القایی دو فلوی $\Phi 1$ و $\Phi 2$ که عکس یکدیگر هستند را ایجاد میکنند و فلوی منتجه $\Phi 1 - \Phi 2$ خواهد بود



شیلد مغناطیسی نیاز به زمین کردن ندارد و بدون زمین نیز نقش کاهش نویز مغناطیسی را بازی میکند. در کاربردهای خاص بهترین شیلد لوله های فولادی با خاصیت مغناطیسی بالاست که کابل سیگنال از داخل آن ها عبور داده شود.

د) کوپل رادیویی

ولتاژ نویز ناشی از کوپل خازنی و کوپل مغناطیسی بصورت تشعشع الکترو مغناطیسی در نزدیکی منبع نویز ظاهر میگردد . معمولاً حذف این اثرگذاری رادیوئی مشکل است و بایستی توجه خاص به زمین کردن تجهیزاتی که در معرض این تشعشع قرار دارند مبذول گردد اگر چه در فاصله زیاد از منبع نویز این تاثیر گذاری ناچیز و قابل اغماض است. بطور کلی میزان تاثیر گذاری به قدرت سیگنال رادیویی بستگی دارد که از رابطه زیر بدست می آید و واحد آن volt/meter است. در کاربرد مورد نظر ما سیگنال هایی با قدرت کمتر از 1volt/meter قابل اغماض هستند

در این رابطه Power برحسب Kw و Distance بر حسب Km است.

$$\text{Field Strength} = \frac{0.173\sqrt{\text{Power}}}{\text{Distance}}$$

روش های مرسوم کاهش نویز رادیویی روی کابل شبکه عبارتند از :

- شیلد کردن مناسب
- استفاده از خازن های شنت

در صورت عدم استفاده از شیلد ، هر هادی که در معرض امواج رادیویی باشد بصوررت یک آنتن گیرنده عمل می نماید .

تاثیرات و کوپل های ایجاد شده توسط برخی از منابع تولید کننده نویز در جدول بعد آمده است:

Type	Noise	Coupling Mechanism
Electric Motors	Surge and EFT	Local Ground, Conducted
Drive Controllers	Conducted and Surge	Local Ground, Conducted
Relays and Contactors	EFT	Radiated, Conducted
Welding	EFT, Induction	Radiated Magnetic
RF Induction Welding	Radio Frequency	Radiated, Conducted
Material Handling paper/textile	ESD	Radiated
Heating	EFT	Local Ground, Conducted, Radiated
Induction Heating	EFT, Magnetic	Local Ground, Conducted, Radiated
Radio Communications	Radio Frequency	Radiated
EFT : Electrical Fast Transient		**ESD**: Electrical Static Discharge

۳- آزمایش هایی برای تاثیر نویز روی کابل شبکه

دو آزمایش عملی که بمنظور بررسی میزان تاثیر نویز روی کابل بدون شیلد دیتا انجام شده را ذکر میکنیم .

شرایط آزمایش :

۱- ولتاژ لحظه ای نویز توسط اسیلوسکوپ اندازه گیری و ثبت شده است.

۲- از ۴ کابل دیتا به طول های ۳ و ۳۰ و ۱۰۰ و ۸۰۰ فوت استفاده شده که بترتیب به کانالهای ۱ تا ۴ اسیلوسکوپ متصل هستند.

۳- کابل از نوع Cate 5 یعنی دارای دو زوج بهم تابیده و بدون شیلد است . هرکدام از زوج سیم ها در انتهای کابل با یک مقاومت ۱۰۰ اهمی Terminate شده اند.

۴- هر کدام از کانالهای اسکوپ با مقاومت ۱ مگا اهمی Terminateشده اند.

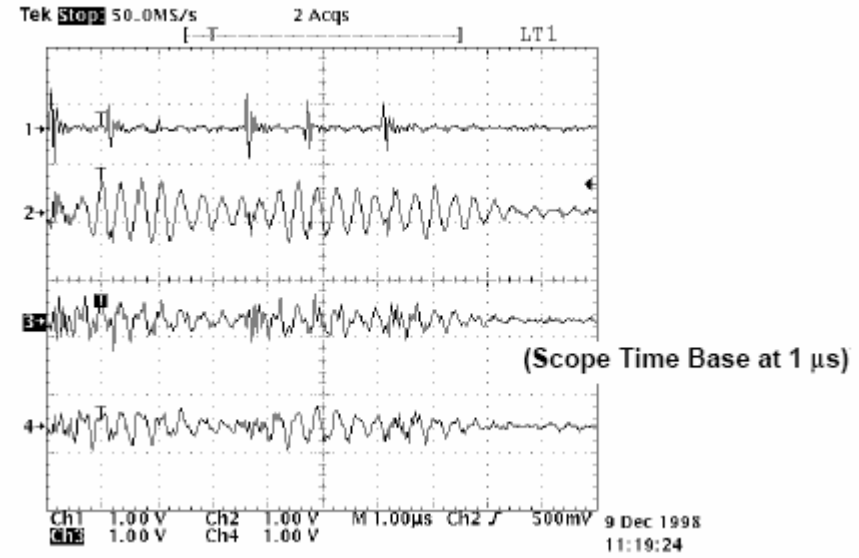
۵- کابل های ۳۰ و ۱۰۰ و ۸۰۰ فوتی حلقه شده اند و فقط ۶ فوت از آنها باز است.

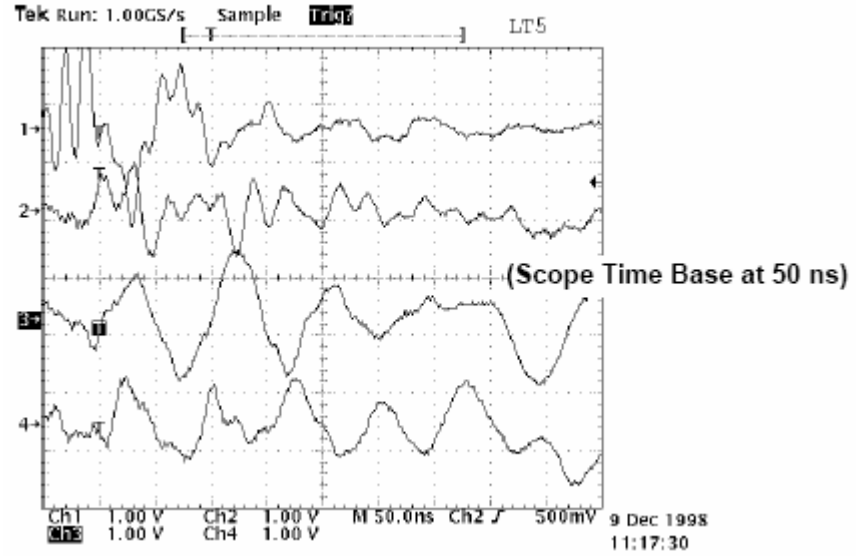
۶- فاصله قسمت حلقه شده تا منبع نویز ۶ فوت است.

۷- فاصله قسمت باز شده کابل تا منبع نویز طبق توضیحات مندرج در آزمایش می باشد.

آزمایش اول : اندازه گیری میزان نویز ناشی از روشن و خاموش کردن لامپ فلورسنت

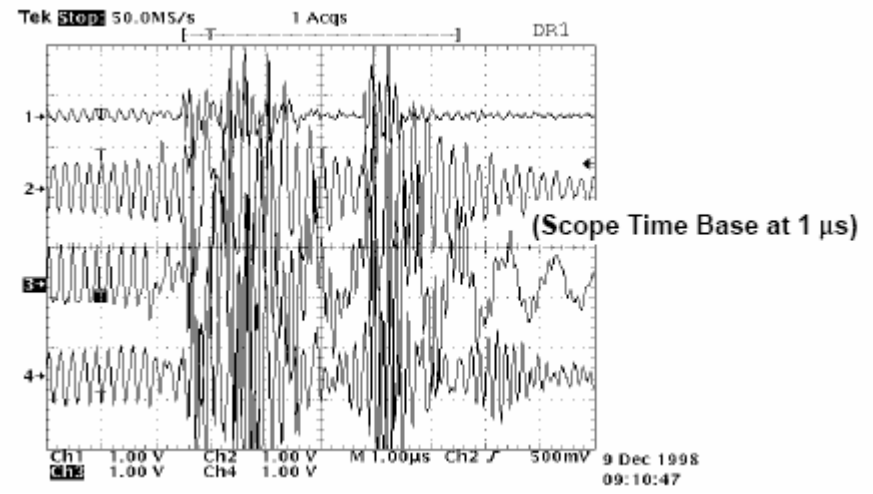
تذکر :کابل در فاصله ۱۲ اینچی لامپ فلور سنت قرار دارد

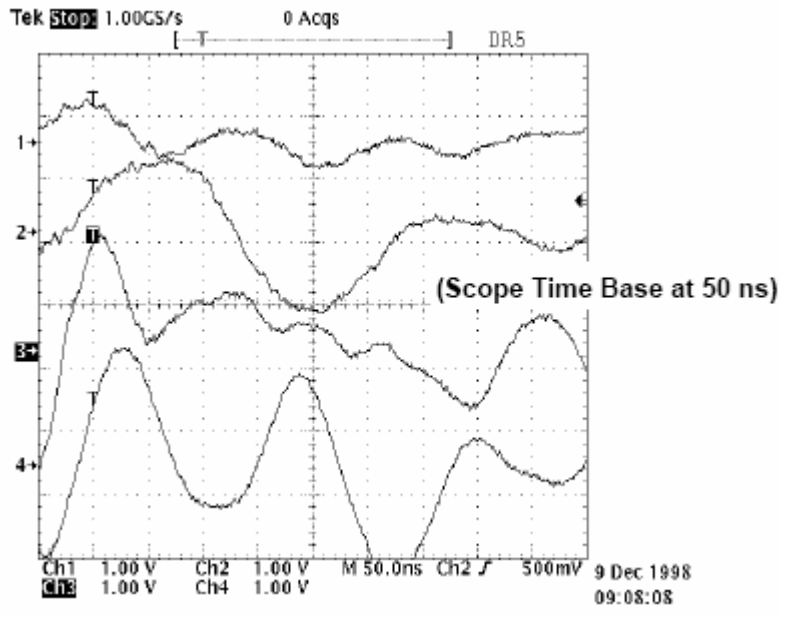




آزمایش دوم : اندازه گیری میزان نویز ناشی از روشن و خاموش کردن 110-V Drill Press Motor

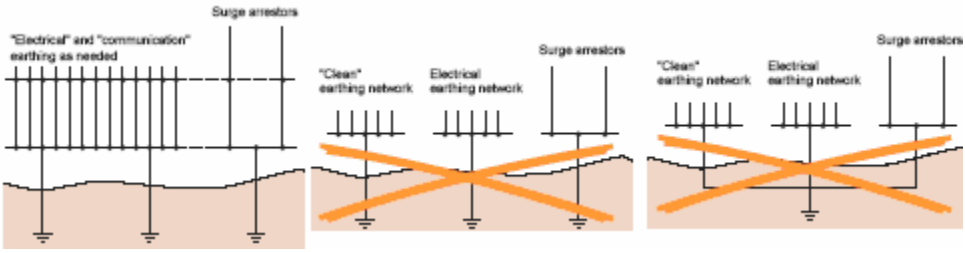
تذکر :کابل در فاصله 10 اینچی موتور قرار دارد





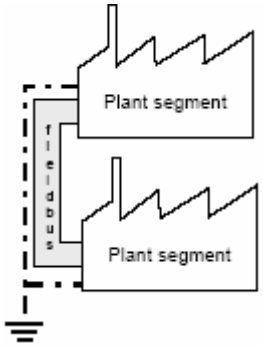
٤- زمین کردن

مسئله انتخاب سیستم زمین مناسب یکی از مسایل مهم فاز طراحی است که لازم است با دقت کافی به آن پرداخته شود. از دیدگاه شبکه صنعتی سیستم زمین نا مناسب میتواند مشکلات فراوانی را برای شبکه ایجاد نماید. بحث نویز ارتباط تنگاتنگی با بحث سیستم زمین دارد. زمین کردن اگرچه برای کاهش تداخلات ناشی از کوپل های Conductive و Radiation مهم است ولی چنانچه اختلاف ولتاژی بین دوطرف کابل بویژه وقتی شیلددار باشد می تواند منجر به القای نویز روی سیم های حامل دیتا شود. برای کنترل جریان ناشی از اختلاف پتانسیل بین زمین دو طرف سیستم زمین بصورت Mesh بصورتی که یک سطح هم پتانسیل در تمام نقاط ایجاد کند پیشنهاد میشود.



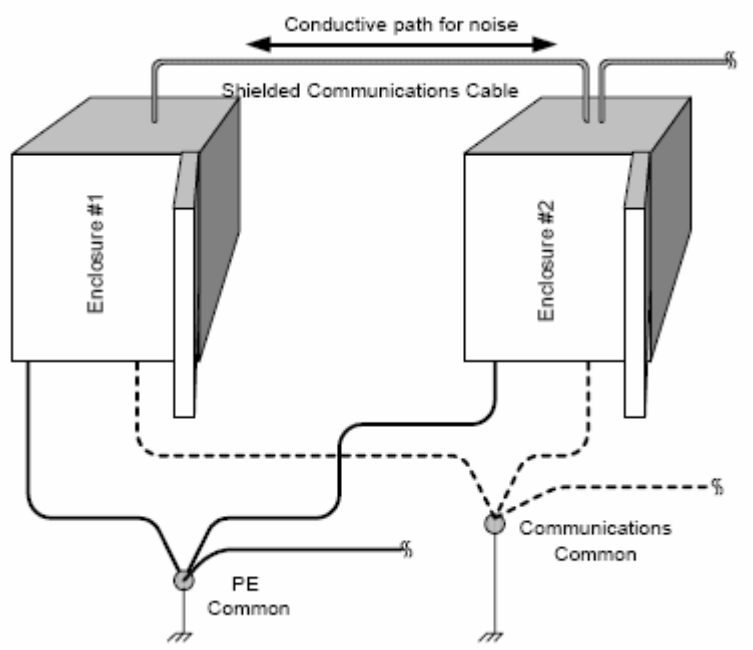
در شکل فوق سه روش اتصال زمین نشان داده شده که ۲ روش آنها مناسب نمی باشد.

کلاً در شبکه های صنعتی استفاده از شبکه زمین مشترک CBN توصیه میگردد اگر بین بخشهای مختلف Plant که در ساختمانهای مجزا قرار گرفته اند نیاز به تبادل دیتا باشد باز بهتر است که شبکه زمین بین Plant ها مشترک باشد.

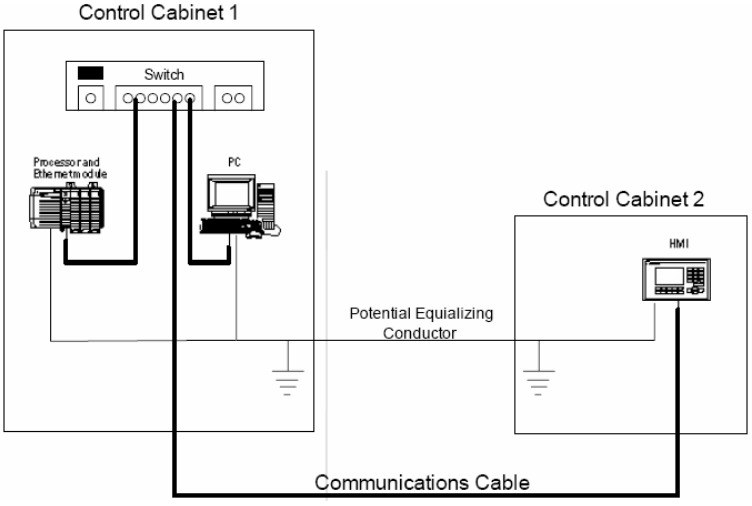


اگر ناحیه Plant خیلی وسیع باشد یا اینکه نواحی مختلف Plant از تغذیه های مجزا استفاده کنند اگر وسایل تولید کننده نویز زیاد وجود دارند بهتر است شبکه زمین آنها از شبکه زمین سیستم ارتباط دیتا مجزا شود. به همین منظور معمولاً از شبکه زمین مشترک CBN یک انشعاب بعنوان زمین برق که به PE یا Protective Earth موسوم است می گیرند وبرای تجهیزات برقی استفاده می کنند. برای وسایل کنترلی و شبکه انشعاب دیگری از همان زمین CBN میگیرند که به Clean Earth موسوم است بدین طریق اگر چه نهایتاً همه به یک شبکه وصل هستند ولی نویز های

سیستم برقی راه کوتاهتر و مجزایی تا زمین خواهند داشت. شکل زیر حالت اتصال ستاره شکل را برای سیستم زمین نشان می دهد که نکته فوق در آن لحاظ شده است. این شکل معرف زمین مشترک CBN نیست.

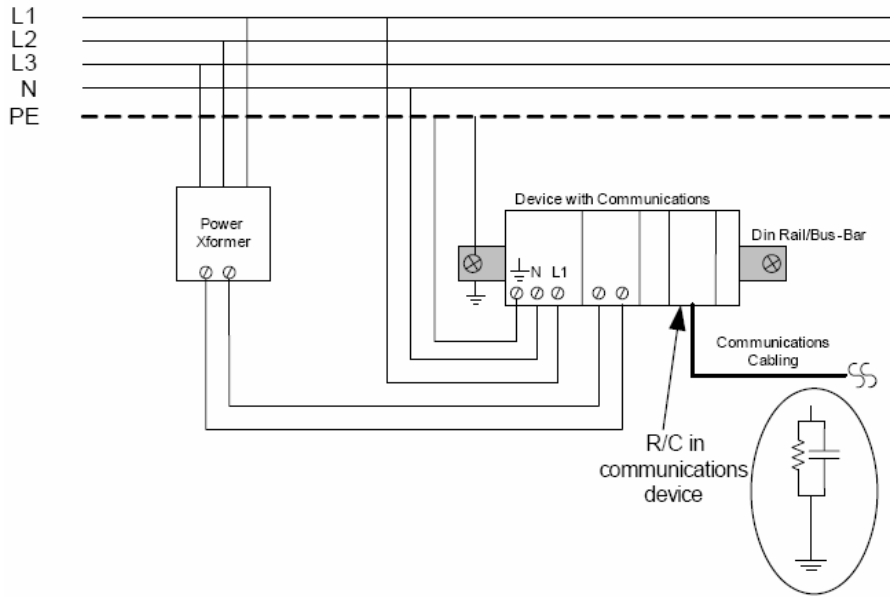


شکل زیر نشانگر یک سیستم زمین مشترک است . ارتباط توسط هادی هم پتانسیل ساز برقرار شده است.



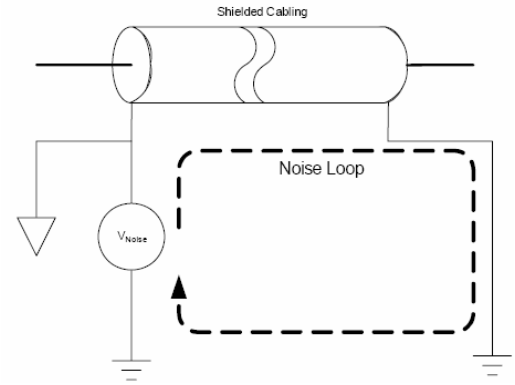
بطور کلی باید توجه داشت که مقدار امپدانس زمین بین هر دو نقطه ای که وسیله ارتباطی به زمین متصل شده کمتر از 0.6 اهم باشد بعلاوه میزان مقاومت در دو طرف اتصالات مورد استفاده برای اتصال به باس شبکه کمتر از 0.005 اهم باشد.برای رسیدن به این هدف در هنگام نصب بایستی محل اتصالات کاملاً تمیز شده تا دارای مقاومت خیلی کم باشند و در طول بهره برداری نیز بازرسی ها و اندازه گیری های پریودیک روی آنها صورت گیرد.

در برخی کاربردهای خاص ممکن است لازم باشد از سیستمی با رفرنس ولتاژ زمین نشده استفاده گردد . از جمله کاربردهای این روش در مواردی است که امکان اتصال کوتاه با جریانهای شدید وجود داشته باشد مانند کوره های الکتریکی .اتصال کوتاه شدید یا عبور جریانهای شدید (مثلاً ناشی از صاعقه) منجر به بالارفتن ولتاژ سیستم زمین می گردد که اگر از حدی بیشتر شود ممکن است به تجهیزات الکترونیکی آسیب برساند. در این روش یک وسیله محدود کننده ولتاژ بین زمین سراسری و وسیله قرار میگیرد یا از یک مدار RC که معمولا روی خود وسیله وجود دارد بین نقطه اتصال زمین وسیله با زمین اصلی استفاده میشود. بدینصورت از آسیب جریانهای کنترل نشده به دستگاه جلوگیری میشود.

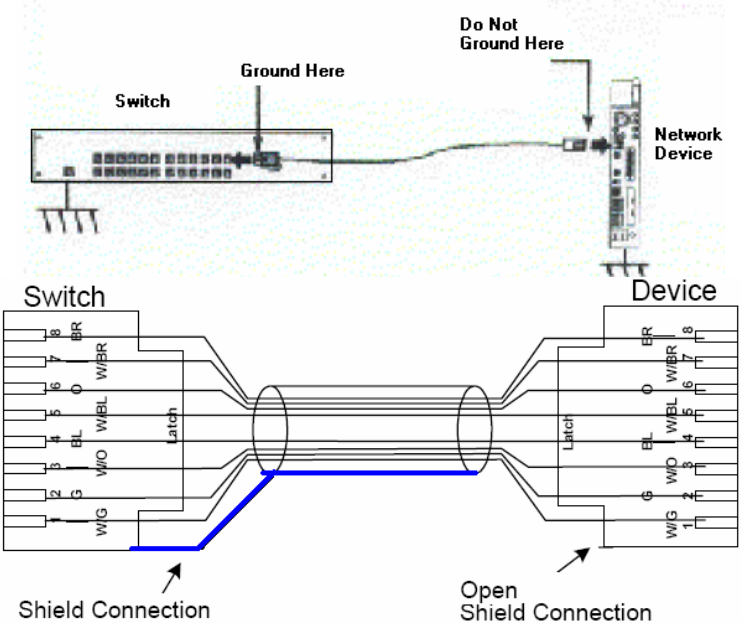


۵- شیلد کردن Shielding

همانطور که گفته شد شیلد کابل نقش مهمی را در جلوگیری از تاثیر نویز روی سیم حامل دیتا بازی میکند . در محیط های صنعتی که معمولاً نویز زیاد وجود شیلد نباید بطور معلق و شناور رها شده و در هیچ نقطه ای زمین نگردد چون در این حالت نمیتواند از کوپل الکتروستاتیکی جلوگیری کند. اگر سیستم زمین دوطرف هم پتانسیل است بهتر است دو طرف شیلد به زمین وصل گردد در غیر اینصورت بایستی شیلد در یکطرف به زمین وصل گردد تا درهنگام بروز اتصال کوتاه در یکطرف جریان گردشی مانند شکل زیر از شیلد عبور نکند.



در شبکه های اترنت صنعتی که از کابل شیلد دار و کانکتورهای مناسب برای اتصال شیلد استفاده میشود در حالت فوق توصیه میشود فقط شیلد در سمت سوئیچ یا هاب به زمین متصل گردد.



با اتصال شیلد کابل از یکطرف به زمین باید توجه داشت که شیلد تا سمت دیگر کابل در هیچ نقطه ای قطع نشده باشد.

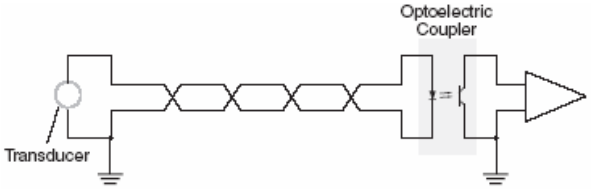
سیگنال شیلد شده نسبت به حالت بدون شیلد دارای ضریب کاهش نویز بهتری است. اگر از کابل Copper Braid با ۸۵٪ پوشش مسی استفاده شود . ضریب کاهش حدود 100:1 و اگر از کابل Aluminum mylar استفاده شود این نسبت حدود 1 :6000 خواهد بود.

استفاده از کابل با زوج سیم های بهم تابیده (TP) نویز مغناطیسی را نسبت به حالتی که زوج سیم ها تابیده نشده باشند به مقدار زیاد و بسته به کابل تا حدود 140:1 کاهش می دهد. اگر از زوج سیمی صاف که به هم تابیده نشده باشد در یک لوله استیل استفاده کنیم ضریب نویز مغناطیسی تا حدود 22:1 کاهش می یابد.

در برخی مدارات حساس که کابل آنها از محیط های پر نویز میگذرد بهتر است کابل با شیلد دوبل استفاده گردد. در اینحالت شیلد بیرونی میتواند در چندین نقطه زمین شود تا لوپ های Radio Frequency را کاهش دهد . این فواصل لازمست در کمتر از 1/8 طول موج نویز مزبور باشد.

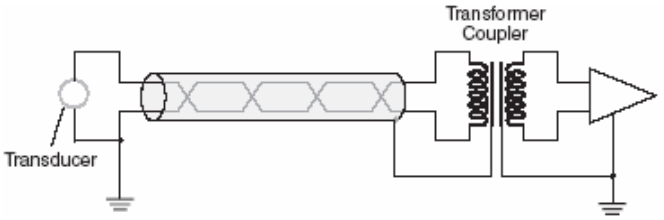
٦- ایزوله سازی

علاوه بر شیلد کردن مسئله ایزوله کردن نیز لازمست مد نظر قرار گیرد. دو روش مفید برای ایزوله کردن وجود دارد :۱-ایزوله سازی نوری با Optocoupler ۲-ایزوله سازی ترانسفورمری



Optocoupler اگرچه مدارها را از یکدیگر ایزوله می کند ولی نمیتواند از تداخل و نویز یک مدار به مدار دیگر جلوگیری نماید.

ایزوله سازی با کوپلینگ ترانسفورمری در بعضی شرایط بهتر از نوری است مثلاً در شرایطی که سیگنال های گذرای سریع در سیستم بوجود می آید در نوع نوری خازنی که بین LED و بیس ترانزیستور وجود دارد اجازه عبور این سیگنالها را میدهد در حالیکه ترانسفورمر این سیگنالهای گذرا را میگیرد و فیلتر میکند.



۷- استفاده از مسیر کابل مناسب

الف) کاندوئیت فلزی

استفاده از کاندوئیت فلزی نیز تا حد زیادی منجر به کاهش نویز های مغناطیسی و نویزهای الکتریکی میشود میزان کاهش نویز برای کاندوئیت های آلومینیوم و استیل در جدول زیر مقایسه شده است:

نوع لوله	ضریب کاهش نویز مغناطیسی	ضریب کاهش نویز الکتریکی
آلومینیوم ۲ اینچی با ضخامت "0.154	1.5:1	8000:1
استیل گالوانیزه ۲ اینچی با ضخامت "0.154	40:1	2000:1

ب) سینی کابل

هر جا تعداد زیادی کابل با ولتاژها و جریانهای مختلف وجود داشته باشد بمنظور کاهش تاثیرات الکترومغناطیسی لازم است آنها را دسته بندی نمود و هر کدام را در سطح و فاصله خاصی نسبت به دیگری قرار داد. بعنوان مثال نباید یک کابل انتقال دیتا را با یک کابل ۱۰۰۰ ولت AC با جریان ۲۰۰ آمپری کنار هم در یک سطح قرار داد (چه روی سینی و چه در داخل کاندوئیت)

در استاندارد IEC 61000-5 کلاس هایی که کابل های مختلف را طبقه بندی می کند ارائه شده است این استاندارد ۵ سطح برای کابلها تعریف میکند که سطح ۵ مربوط به ولتاژهای فشار قوی و فشار متوسط است. سایر سطوح بصورت زیر طبقه بندی شده اند:

: Calss 1

کابل های حامل سیگنالهای خیلی حساس مانند آنالوگ های ضعیف (میلی ولت های خروجی تراندیوسر ها) و نیز سیگنال های دیجیتال با نرخ تغییرات سریع مانند شبکه اترنت

: Calss 2

سیگنالهای با حساسیت کمتر مانند آنالوگ های معمولی 4-20 mA یا 0-10 V و نیز سیگنالهای دیجیتال با نرخ تغییرات کمتر مانند RS485 , RS422 و نیز سیگنالهای دیجیتال On/OFF و پالسهای انکودرها

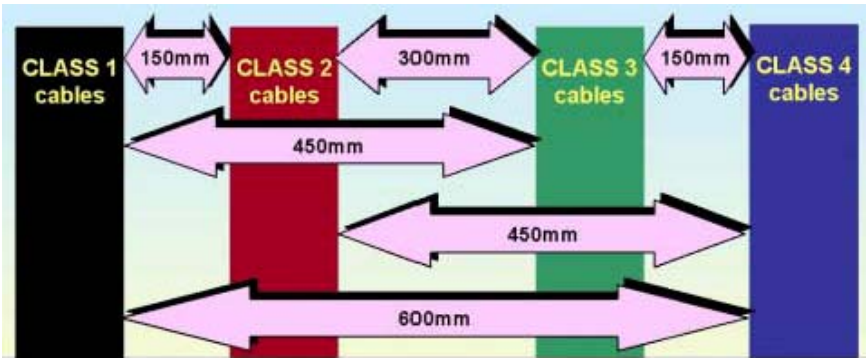
: Calss 3

ولتاژهای توزیع AC کمتر از ۱۰۰۰ ولت و DC مانند ۴۸ ولت Telecom که تداخل اندکی ایجاد میکنند.

: Calss 4

سیگنال های قدرتی که بشدت تداخل ایجاد میکنند مانند خروجی درایوها که برای موتورهای دور متغیر بکار میرود ، تغذیه ماشینهای جوشکاری الکتریکی و تجهیزات RF مانند جوشکاری پلاستیک و اجاق ها و خشک کننده های مایکرو ویو

با توجه به تعاریف فوق وقتی این کابل ها در کنار هم قرار می گیرند بایستی فاصله مجاز بین آنها رعایت شود. توجه شود که وقتی کابل ها بطور متقاطع از روی هم عبور می کنند بر هم تاثیر نمی گذارند مشکل مربوط به کابلهایی است که به موازارت هم کشیده میشوند. فاصله مجاز بین کابلهای کلاس های مختلف که در کنار هم کشیده میشوند برای بیرون تابلو که معمولاً مسیر کابل طولانی است در شکل زیر آمده است. بدیهی است داخل Enclouser این فاصله ها کمتر خواهند بود.



اگر کابل ها روی سینی های مختلف کشیده شوند توجه شود کابل هایی که سطح نویز بیشتر دارند بایستی پایین تر قرار گیرند یعنی سینی پایین تر برای کابل های فشارقوی پس از آن سینی کابل های 400 ولت ، پس از آن سینی کابل های سیگنالهای آنالوگ و بالاخره در بالاترین سطح سینی کابل شبکه قرار می گیرد. فاصله بین این سینی ها حدوداً سی سانتیمتر است. مقادیر دقیق در استانداردها ارائه شده اند . علاوه بر IEC می توان به استاندارد IEEE 518 مراجعه کرد.این استاندارد چهار سطح برای کابل ها تعریف کرده است:

سطح ۱ : High

- سیگنال های آنالوگ کمتر از ۵۰ ولت
- سیگنال های دیجیتال کمتر از ۱۵ ولت

سطح ۲ : Medium

- سیگنال های آنالوگ بزرگتر از ۵۰ ولت با جریان کم
- مدارات سوئیچینگ

سطح ۳: Low

- سیگنال های سوئیچینگ بیش از ۵۰ ولت با جریان کمتر از ۲۰ آمپر
- سیگنال های آنالوگ بیش از ۵۰ ولت با جریان کمتر از ۲۰ آمپر

سطح ۴ : Power

- ولتاژ های بین صفر تا ۱۰۰۰ ولت و جریانهای ۲۰ تا ۸۰۰ آمپر چه از نوع AC و چه از نوعDC

ضمیمه ۳

نکات مربوط به نصب و عیب یابی

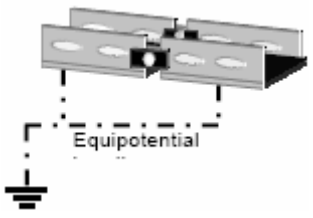
۱- نکات مربوط به کابل کشی و نصب شبکه

نصب تجهیزات مختلف شبکه مانند وسایل شبکه ، کانکتورها ، اتصالات و Splice ها و امثال آن معمولاً بطور خاص بر طبق راهنمای نصب ارائه شده توسط سازنده انجام میشود . آنچه بطور عمومی می توان در این زمینه ذکر کرد بیشتر مربوط به کابل کشی و مسایل مرتبط با آن است که در این قسمت به آن پرداخته میشود. بطور خاص در مورد شبکه اترنت صنعتی در هنگام طراحی و نصب به نکات زیر توجه شود :

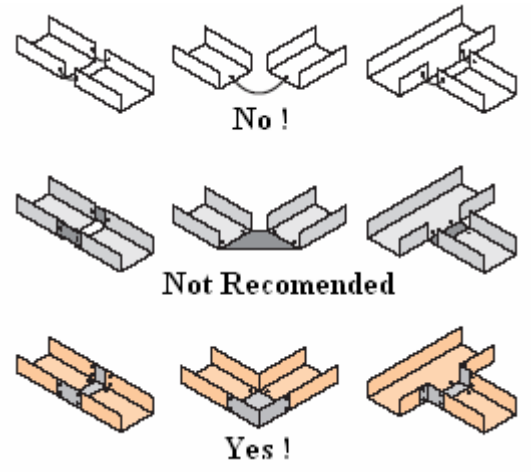
- کابل ها را در حد ممکن کوتاه نگه دارید.
- دستگاههایی که با هم تبادل دیتای زیاد دارند تا حد ممکن نزدیک به هم قرار دهید.
- سگمنت ها را با سوئیچ(و نه با Hub یا repeater) از هم جدا کنید.
- وجود بسته های غیر ضروری Broadcast را چک و محدود کنید.
- ترافیک شبکه را با ابزارهای مانیتورینگ بررسی کنید.
- کابل ها و فواصل را در حد ۸۰ درصد استاندارد نگه دارید (مثلاً در 10base-T هشتاد متر)
- کابل های شبکه حتی المقدور همنوع و از یک سازنده باشند تا امپدانس آنها یکسان باشد.

نکات نصب کابل های مسی

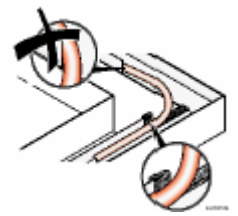
- محیط نصب کابل از نظر دما ، رطوبت ، مواد شیمیای و ... متناسب با شرائط ذکر شده سازنده باشد.
- کابل شبکه از داخل کاندوئیت های فلزی یا روی سینی کابل عبور داده شود.
- کابل شبکه جدا از کابل های قدرت و سیگنال قرار گیرد و فاصله بین سینی گذاری یا لوله های فلزی رعایت شود.



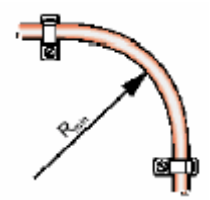
- کاندوئیت یا سینی در فواصل مناسب زمین شود (برای جلوگیری از تاثیر نویز)
- کاندوئیت ، سینی و اتصالات زمین نسبت به خوردگی حفاظت شوند.
- اتصال سینی ها به یکدیگر به نحو صحیح انجام شود.



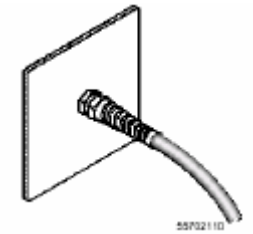
- مسیر کابل کشی (بخصوص در سینی) دارای لبه های تیز در گوشه ها و زوایا نباشد. در گوشه ها از وسایل حفاظتی مناسب برای جلوگیری از آسیب به کابل استفاده شود.
- باز کردن کابل از روی قرقره بطور مناسب انجام شود. قرقره کابل روی وسیله چرخان قرار داد ه شده تا براحتی در هنگام باز شدن کابل بچرخد.

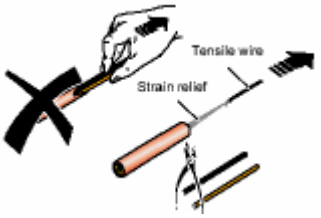


- اگر در سیستم از کابل دوبل Redundant استفاده می شود هر کدام از این کابل ها در مسیر جداگانه ای نصب شوند تا امکان آسیب همزمان به هر دوی آنها به حداقل برسد.
- قرقره کابل با دست یا وسیله مناسب چرخانده شود. از چرخاندن قرقره با کشیدن خود کابل اجتناب شودزیرا در اینحالت کابل دچار آسیب میشود.
- کابل های شبکه حساس هستند از پیچش آنها نیز اجتناب گردد زیرا ممکن است پارامترهای الکتریکی کابل تغییر کند.

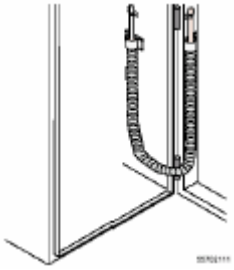


- شعاع خمش کابل نباید از حد مجاز تعیین شده در مشخصات کابل کمتر شود. بهتر است با استفاده از بست در دوطرف مسیر این زاویه در حد مجاز ثابت نگه داشته شود.
- از کشیدن رشته های کابل اجتناب شود . حد مجاز این کشش در کاتالوگ سازنده ذکر میشود.





- در نقاط عمود بر سطح از Gland مناسب استفاده گردد. در صورتی که کابل بطور آزاد متصل شود ممکن است زاویه خمش آن از حد مجاز کمتر شود.
- در اتصال کابل به قسمت های متحرک مانند درب تابلو از تیوب های مارپیچ استفاده کنید. در اینحالت وقتی درب بسته میشود زاویه خمش نباید از حد مجاز کمتر شود.

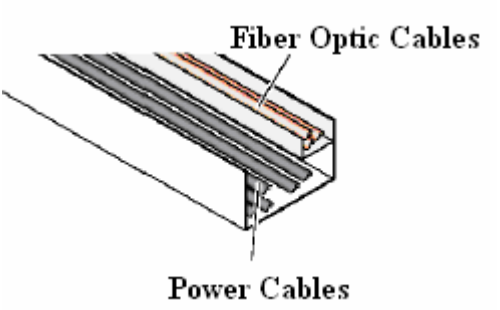


- کابل هایی که دارای زوج سیم های به هم تابیده هستند در محل اتصال به کانکتورها نباید بیش از حد باز شوند .
- کلیه کابلها با برچسب های مناسب و کدهای معین در دوطرف مشخص شوند. این کدها در دو طرف یکسان و منحصر به فرد باشد.

نکات نصب کابل های نوری

- فیبر نوری به دلیل ویژگی های خاصی که دارد لازم است توسط افراد متخصص کشیده شود.

- فیبر نوری نسبت به کشیدگی و خمش بسیار حساس تر از کابل مسی است.
- اگر چه فیبر نسبت به تاثیرات الکترومغناطیسی مصون است و میتواند در کنار کابلهایی حتی با ولتاژ ۴۰۰ ولت کشیده شود ولی بهتر است برای آن مسیر جداگانه ای در سطح بالاتر در نظر گرفت. نصب همزمان در کنار کابل های مسی میتواند در هنگام تعویض یا ترمیم کابل مسی فیبر را دچار استرس ، کشیدگی یا مشکلات دیگر بنماید.



- اگر انتهای فیبر بویژه نوع شیشه ای لخت باشد باید پوست بدن و چشم را از آسیب احتمالی مصون نگه داشت.
- فیبر در هنگام نصب باید از چشمه نور فعال جدا باشد . اگر در یک سمت چشمه نور لیزر فعال باشد از نگاه کردن بطور مستقیم به فیبر باز اجتناب شود چون منجر به آسیب چشمی می گردد.
- کابل نوری دارای یک حداقل طول است اگر از آن کوتاهتر شود در عمل می تواند سیستم را دچار مشکل کند زیرا امکان Overdrive شدن گیرنده وجود دارد.
- کابل های نوری نیز همانند سایر کابل ها نیازی به برچسب و کد گذاری دارند.
- کانکتورهای فیبر نوری نسبت به گرد و غبار حساس هستند. کانکتورها و محل های اتصال استفاده نشده نباید باز باقی بمانند و ضروری است با وسایل حفاظتی مناسب پوشیده شوند.

۲- نکات مربوط به عیب یابی شبکه

مشکلات متداول در شبکه های تبادل دیتای صنعتی عبارتند از :

- عدم وجود تغذیه روی یک ایستگاه یا روی کل شبکه که منجر به توقف تبادل دیتا شده باشد.
- خرابی و آسیب دیدن کابل شبکه
- مشکلات Earthing و Shielding
- خرابی پورت ارتباطی بدلیل آسیب الکتروستاتیک

- اشکال در شبکه بدلیل مشکلات نرم افزاری
- تاثیر امواج الکترومغناطیسی / الکترواستاتیکی با سطح دامنه زیاد روی شبکه یا پورت ارتباطی
- ترافیک بار زیاد در شبکه
- اشکال در شبکه بدلیل شوک های ضربه ای یا گذرا

بطور کلی بدترین اشکالات آنهایی هستند که بصورت متناوب و نوبه ای بوجود می آیند و شناسایی آنها مشکل است.بایستی توجه داشت که هیچ روش قطعی و فوری در تست و عیب یابی وجود ندارد .این امر بستگی به شرایط فعلی و سوابق مشکل و امثال آن دارد. با این وجود چند نکته کلی که می تواند به عیب یابی کمک کند ذکر میگردد:

- مستندات و مدارک

مدارک مربوط به کابل کشی ها ، سیم بندی ها ، جانمایی و ... لازمست جمع آوری شده و در دسترس باشند این موضوع عیب یابی را تسریع خواهد کرد.

- گزارش پایه

پارامترهای شبکه مانند اطلاعات فریم های ارسالی ، زمانهای پاسخ دهی ، نرخ تبادل دیتا و امثال آنها بهتر است ثبت و آرشیو شوند. بدینطریق همیشه ملاک هایی برای مقایسه در دست خواهد بود و میتوان شرایط غیر نرمال را با شرایط نرمال مقایسه کنید. بعنوان مثال اگر در شرایط نرمال ضریب بهره برداری از شبکه ۲۵٪ باشد و بدلیل وجود مشکل در چند ایستگاه روی شبکه این ضریب به ۱۰٪ برسد بیشترین اشکالی که در این مواقع بنظر میرسد اینست که شبکه بدلیل وجود Time out احتمالی ایستگاهها مشکل دارد بنابر این با کوتاه کردن زمان یا دفعات Time Out میتوان این مشکل را بر طرف کرد.

- ساده سازی شبکه

شبکه را تا حد ممکن ساده سازی کنید. وسایلی را که مورد نیاز نیستند از شبکه جدا کنید. بعنوان مثال اگر روی شبکه فقط ۲ وسیله با هم ارتباط دارند و از قبل ریپیتری به شبکه متصل است که سمت دیگری از شبکه را که فعلاً از آن استفاده نمیشود لینک می کرده در اینصورت ریپیتر را از شبکه جدا کنید. این ریپیتر ممکن است در زمانهایی بطور اتفاقی برای شبکه مزاحمت ایجاد کند.

- چک کردن انحرافات

با بررسی مداوم شبکه ، انحرافات را چک کنید مثلاً اگر تعداد بسته های دیتا از یک وسیله بطور ناگهانی نسبت به نقاط Baseline و نرمال یک دفعه زیاد می شود هر چند در کار فرآیند خللی وارد نشود لازمست علت این اشکال بررسی شود.

- سایر بررسی ها

۱. چک کنید که تمام ایستگاهها ، شبکه و وسایل ارتباطی دارای تغذیه هستند . مثلاً با مشاهده چراغهای سبز و رنگ روی وسیله یا توسط نرم افزاری که قادر به چنین کنترلی باشد)

۲. کابل ها را چک کنید که اتصالاتشان درست باشد. قطع اتصال یا شل بودن آنها میتواند منجر به مشکلات ارتباطی شود.

۳. LED ها را در سمت وسیله و در سمت سوئیچ چک کنید اگر فقط یکطرف فعال است اشکال می تواند از کابل باشد اگر دو طرف غیر فعال است اشکال می تواند از وسیله باشد.

۴. اتصالات زمین را چک کنید که برقرار باشند. مقدار مقاومت زمین را چک کنید تا بعلت تغییرات شرایط محیطی تغییر نکرده باشد.

۵. وقتی تجهیزات و وسایل جدیدی نصب شوند که از همان منبع تغذیه جریان بکشند بعضاً منجر به اشکال در شبکه میشوند.

۶. Screening کابل را چک کنید که سالم باشد. هر قدر نرخ تبادل دیتا بالاتر باشد این موضوع مهمتر است.

۷. سطح ولتاژ تغذیه دستگاهها را چک کنید.

۸. از ابزارهای سخت افزاری عیب یابی استفاده کنید.

۹. وضعیت شبکه و بسته های دیتا را توسط نرم افزار های Diagnostic چک کنید.

۱۰. در صورت بروز اختلال در شبکه وسایلی که بحرانی نیستند را از شبکه جدا کنید. بعنوان مثال اگر یک PLC بطور مجزا از شبکه میتواند دیتایش را بخواند و بفرستد و فقط تبادل دیتای محدودی روی شبکه با برخی وسایل دیگر دارد آنرا از شبکه جدا کنید.

برای عیب یابی هر شبکه خاص لازمست به راهنمای Trouble shooting سازنده مراجعه شود. جدول بعد میتواند راهنمای کلی عیب یابی باشد.

Symptom	Possible Cause	Suggested Action
High error rate	• Damaged cable • Electrical noise near by • Wrong cabling used	• Perform certification
No communications	• Severed cable • Disconnected node • Incorrect wire map	• Check for power to switch and device • Correct wiring and connection • Check wire map
No link indication	• Severed cable • Disconnected connector • Device/switch powered down	• Correct cut or disconnected cable/ connector • Replace defective switch/device • Correct power
Burst error indication	• Noise-generating device • Poor cabling • Grounded shield	• Correlate burst noise to burst errors. Provide additional separation. Check for improper grounding. • Check for low noise cabling.
Continuous error condition (some data getting through)	• Incorrect cabling for application or noise level • Ground loop in cabling • Incorrect wire map	• Use proper cabling to support application. • Locate shorted shield and remove or provide additional path for noise current. • Correct wire map.
Continuous error condition	• Severed cable • Check Link indicator • Disconnected node	• Check for power to switch and device. • Replace defective switch/device • Correct wiring and connection.

ضمیمه ٤

کد های وضعیت در فانکشن های ارتباطی

مشتمل بر :

١- کدهای وضعیت AG_SEND / AG_RECV

٢- کدهای وضعیت USEND / URECV

٣- کدهای وضعیت BSEND / BRECV

٤- کدهای وضعیت PUT/GET

۱- کدهای وضعیت AG_SEND / AG_RECV

AG_SEND / AG_LSEND			
DONE	ERROR	STATUS	Meaning
1	0	0000 H	Job completed without error.
0	0	0000 H	Not job being executed.
0	0	8181H	Job active.
0	1	7000H	This code is only possible with an S7–400; The FC was called with ACT=0; the job has not yet been processed.
0	1	8183H	No configuration or the service has not yet started on the Ethernet CP.
0	1	8184H	Illegal data type specified for the SEND parameter.· System error (source data area incorrect).
0	1	8185H	LEN parameter longer than SEND source area.
0	1	8186H	ID parameter invalid. ID!=1,2 to 64.
0	1	8302H	No receive resources on the destination station; the receiving station cannot process received data quickly enough or has not prepared any receive resources.
0	1	8304H	The connection is not established. The send job will be sent again only after a waiting time of >100 ms.
0	1	8311H	The destination station cannot be obtained under the specified Ethernet address.
0	1	8312H	Ethernet error on the CP.
0	1	8F22H	Source area invalid, for example:Area does not exist on the DBLEN parameter < 0
0	1	8F24H	Area error reading a parameter.
0	1	8F28H	Alignment error reading a parameter.
0	1	8F32H	The DB number in the parameter is too high.
0	1	8F33H	DB number error.
0	1	8F3AH	Area not loaded (DB).
0	1	8F42H	Timeout reading a parameter from the I/O area.
0	1	8F44H	Address of the parameter to be read is disabled in the access track.
0	1	8F7FH	Internal error, e.g. illegal ANY reference.e.g. parameter LEN=0
0	1	8090H	No module with this base address exists.· The FC does not match your system family (remember to use different FCs for S7-300 and S7-400)
0	1	8091H	Module base address not at a double word boundary.
0	1	8092H	In the ANY reference, a type other than BYTE is specified. (S7-400 only)
0	1	80A4H	The communication bus connection between the CPU and CP is not established. (with newer CPU versions)
0	1	80B0H	The module does not recognize the data record.
0	1	80B1H	The length information (in the LEN parameter) is incorrect.
0	1	80B2H	The communication bus connection between the CPU and CP is not established.
0	1	80C0H	The data record cannot be read.
0	1	80C1H	The specified data record is currently being processed.
0	1	80C2H	There are too many jobs pending.
0	1	80C3H	Resources (memory) of the CPU temporarily occupied.
0	1	80C4H	Communication error (occurs temporarily and a repetition in the user program will often remedy the problem).
0	1	80D2H	Module start address incorrect.

AG_RECV / AG_LRECV			
NDR	ERROR	STATUS	Meaning
1	0	0000 H	New data accepted.
0	0	8180H	There are not yet any data available.
0	0	8181H	Job active.
0	1	8183H	No configuration or the ISO transport service has not yet started on the Ethernet CP.
0	1	8184H	Illegal data type specified for the RECV parameter.· system error.
0	1	8185H	Destination buffer (RECV) is too short.
0	1	8186H	ID parameter invalid. ID != 1,2....16 (S7-300).ID != 1,2....64.(S7-400)
0	1	8304H	The connection is not established. The receive job will be sent again only after a waiting time of >100 ms.
0	1	8F23H	Source area invalid, for example:Area does not exist in the DB.
0	1	8F25H	Area error writing a parameter.
0	1	8F29H	Alignment error writing a parameter.
0	1	8F30H	Parameter is in the write–protected 1st act. data block.
0	1	8F31H	Parameter is in the write–protected 2nd act. data block.
0	1	8F32H	The DB number in the parameter is too high.
0	1	8F33H	DB number error.
0	1	8F3AH	Destination area not loaded (DB).
0	1	8F43H	Timeout writing a parameter to the I/O area.
0	1	8F45H	Address of the parameter to be written is disabled in the access track.
0	1	8F7FH	Internal error, e.g. illegal ANY reference.
0	1	8090H	No module with this base address exists or CPU in STOP The FC does not match your system family (remember to use different FCs for S7-300 and S7-400)
0	1	8091H	Module base address not at a double word boundary.
0	1	8092H	In the ANY reference, a type other than BYTE is specified. (S7-400 only)
0	1	80A0H	Negative acknowledgment reading from the module.
0	1	80A4H	The communication bus connection between the CPU and CP is not established.
0	1	80B0H	The module does not recognize the data record.
0	1	80B1H	Destination area invalid.
0	1	80B2H	The communication bus connection between the CPU and CP is not established.
0	1	80C0H	The data record cannot be read.
0	1	80C1H	The specified data record is currently being processed.
0	1	80C2H	There are too many jobs pending.
0	1	80C3H	Resources (memory) of the CPU temporarily occupied.
0	1	80C4H	Communication error (occurs temporarily and a repetition in the user program will often remedy the problem).
0	1	80D2H	Module start address incorrect

۲- کدهای وضعیت USEND / URECV

USEND		
ERROR	STATUS (Decimal)	Explanation
0	11	Warning: • New job cannot take effect since previous job is not yet completed. • The job is now being processed in a priority class having lower priority.
0	25	Communication has started. The job is being processed.
1	1	Communications problems, for example: • Connection description not loaded (local or remote) • Connection interrupted (for example: cable, CPU off, CP in STOP mode) • Connection to partner not yet established -Maximum number to parallel jobs/instances exceeded
1	4	Error in the send data area pointers SD_i involving data length or data type.
1	10	Access to the local user memory is not possible (for example, access to a deleted DB)
1	12	When the SFB was called • An instance DB was specified that does not belong to SFB "USEND" • No instance DB was specified, but rather a global DB. • No instance DB found (loading new instance DB from PG).
1	18	• R_ID exists already in the connection ID. • Additional for S7-300: -The instances were overloaded at CPU RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.)
1	20	• S7-400: Not enough work memory available. If there is still enough total work memory available, then the solution is to compress the work memory. • H system: a first call of SFB is not possible during an update since the communication buffer in the work memory is being created. Measures that change the work memory are not possible during an update. • S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.) -Possible when first called
1	27	There is no function code in the CPU for this block.
URECV		
0	9	Overrun warning: older received data are overwritten by newer received data.

0	11	Warning: The receive data are now being processed in a priority class having lower priority.
0	25	Communication has started. The job is being processed.
1	1	Communications problems, for example: • Connection description not loaded (local or remote) • Connection interrupted (for example: cable, CPU off, CP in STOP mode) • Connection to partner not yet established • Additional for S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded
1	4	Errors in the receive area pointers RD_i involving the data length or the data type.
1	10	Access to the local user memory not possible (for example, access to a deleted DB)
1	12	When the CFB was called • An instance DB was specified that does not belong to SFB "URCV" • No instance DB was specified, but rather a global DB • No instance DB was found (loading a new instance DB from the PG).
1	18	R_ID already exists in the connection ID. Additional for S7-300: -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.)
1	19	The corresponding SFB/FB "USEND" is sending data faster than the SFB/FB "URCV" can copy them to the receive areas ."
1	20	S7-400: Not enough work memory available. If there is still enough total work memory available, then the solution is to compress the work memory. H system: a first call of SFB is not possible during an update since the communication buffer in the work memory is being created. Measures that change the work memory are not possible during an update. S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.) -Possible when first called
1	27	There is no function code in the CPU for this block.

۳- کدهای وضعیت BSEND / BRECV

BSEND		
ERROR	STATUS (Decimal)	Explanation
0	11	Warning: • New job cannot take effect since previous job is not yet completed. • The job is now being processed in a priority class having lower priority.
0	25	Communication has started. The job is being processed.

1	1	Communication problems, for example: • Connection description not loaded (local or remote) • Connection interrupted (for example: cable, CPU off, CP in STOP mode) • Connection to partner not yet established • Additional for S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded
1	2	Negative acknowledgement from the partner SFB/FB. The function cannot be executed.
1	3	R_ID is unknown on the connection specified by the ID or the receive block has not yet been called.
1	4	Error in the send area pointer SD_1 involving the data length or the data type or the value 0 was transferred with LEN.
1	5	Reset request was executed.
1	6	Partner SFB/FB is in the DISABLED state (EN_R has the value 0). Also check the input parameters of the BRCV block for consistency with the BSEND block.
1	7	Partner SFB/FB is in the wrong state. The receive block was not called again after the last data transmission.
1	8	Access to remote object in the user memory was rejected: The target area for the corresponding SFB/FB 13 "BRCV" is too small. The corresponding SFB/FB 13 "BRCV" reports ERROR = 1, STATUS = 4 or ERROR = 1, STATUS = 10.
1	10	Access to the local user memory not possible (for example, access to a deleted DB).
1	12	When the SFB was called • An instance DB was specified that does not belong to SFB 12 • No instance DB was specified, but rather a global DB. • No instance DB found (loading a new instance DB from the PG).
1	18	R_ID already exists in the connection ID. Additional for S7-300: -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.)
1	20	• S7-400: Not enough work memory available. If there is still enough total work memory available, then the solution is to compress the work memory. • H system: a first call of SFB is not possible during an update since the communication buffer in the work memory is being created. Measures that change the work memory are not possible during an update • S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.) -Possible when first called -Memory bottleneck in CP
1	27	There is no function code in the CPU for this block.

BRECV		
ERROR	STATUS (Decimal)	Explanation
0	11	Warning: The receive data are now being processed in a priority class having lower priority.
0	17	Warning: block receiving data asynchronously. The LEN parameter shows the amount of data already received in bytes.
1	1	Communications problems, for example: • Connection description not loaded (local or remote) • Connection interrupted (for example: cable, CPU off, CP in STOP mode) • Connection to partner not yet established • Additional for S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded
1	2	Function cannot be executed (protocol error).
1	4	Error in the receive area pointer RD_1 regarding the data length or data type. The sent data field is longer than the receive area.
1	5	Reset request received, incomplete transfer.
1	8	Access error in the corresponding SFB/FB 12 "BSEND". After the last valid data segment has been sent, ERROR = 1 and STATUS = 4 or ERROR = 1 and STATUS = 10 is reported.
1	10	Access to the local user memory not possible (for example, access to a deleted DB).
1	12	When the SFB was called • An instance DB was specified that does not belong to SFB 13 • No instance DB was specified, but rather a global DB. • No instance DB found (loading a new instance DB from the PG).
1	18	R_ID already exists in the connection ID. Additional for S7-300: -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.)
1	20	S7-400: Not enough work memory available. If there is still enough total work memory available, then the solution is to compress the work memory. H system: a first call of SFB is not possible during an update since the communication buffer in the work memory is being created. Measures that change the work memory are not possible during an update. S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.) -Possible when first called -Memory bottleneck in CP
1	27	There is no function code in the CPU for this block.

٤- کدهای وضعیت PUT/GET

PUT		
ERROR	STATUS (Decimal)	Explanation
0	11	Warning: • New job cannot take effect since previous job is not yet completed. • The job is now being processed in a priority class having lower priority.
0	25	Communication has started. The job is being processed.
1	1	Communications problems, for example: • Connection description not loaded (local or remote) • Connection interrupted (for example: cable, CPU off, CP in STOP mode) • Connection to partner not yet established • Additional for S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded
1	2	Negative acknowledgement from the partner device. The function cannot be executed.
1	4	Errors in the send area pointers SD_i involving the data length or the data type.
1	8	Access error on the partner CPU.
1	10	Access to the local user memory not possible (for example, access to a deleted DB)
1	12	When the SFB was called, • An instance DB was specified that does not belong to SFB 15 . • No instance DB was specified, but rather a shared DB. • No instance DB found (loading a new instance DB from the PG).
1	20	• S7-400: Not enough work memory available. If there is still enough total work memory available, then the solution is to compress the work memory. • H system: a first call of SFB is not possible during an update since the communication buffer in the work memory is being created. Measures that change the work memory are not possible during an update. • S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.) -Possible when first called
1	27	There is no function code in the CPU for this block.
GET		
0	11	Warning: • New job cannot take effect since previous job is not yet completed. • The job is now being processed in a priority class having lower priority.
0	25	Communication has started. The job is being processed.

1	1	Communications problems, for example: • Connection description not loaded (local or remote) • Connection interrupted (for example: cable, CPU off, CP in STOP mode) • Connection to partner not yet established • Additional for S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded
1	2	Negative acknowledgement from the partner device. The function cannot be executed.
1	4	Errors in the receive area pointers RD_i involving the data length or the data type.
1	8	Access error on the partner CPU.
1	10	Access to the local user memory not possible (for example, access to a deleted DB)
1	12	When the SFB was called, • An instance DB was specified that does not belong to SFB 14. • No instance DB was specified, but rather a shared DB. • No instance DB found (loading a new instance DB from the PG).
1	20	• S7-400: Not enough work memory available. If there is still enough total work memory available, then the solution is to compress the work memory. • H system: a first call of SFB is not possible during an update since the communication buffer in the work memory is being created. Measures that change the work memory are not possible during an update. • S7-300: -Maximum number of parallel jobs/instances exceeded -The instances were overloaded at CPU-RUN (STOP-RUN transition of the CPU or CP required.) -Possible when first called
1	27	There is no function code in the CPU for this block.

کلمات اختصاری

ASI	Actuator Sensor Interface
AUI	Attachment Unit Interface
BNC	British Naval Connector
CP	Communication Processor
CRC	Cyclic Redundancy Check
CSMA/CD	Carrier Sense Multiple Access / Collision Detection
DA	Destination Address
DCS	Distributed Control System
DIX	Digital Intel Xerox
DTE	Data Terminal Equipment
ELM	Electrical Link Module
ELS	Electrically Lean Switch
EMI	Electromagnetic Interference
ERP	Enterprise Resourse Planning
ESM	Electric Switch Module
FO	Fiber Optic
FOIRL	Fiber Optic Inter Repeater Link
FTP	File Transfer Protocol
HMI	Human Machine Interface

IT	Information Technology
ITP	Industrial Twisted Pair
LAN	Local Area Network
LLC	Logical Link Control
MAC	Media Access Control
MES	Manufacturing Execution System
MIS	Management Information System
MLT	Multi Level Transition
MPI	Multi Point Interface
NRZI	NonReturn to Zero – Inverted
OLM	Optical Link Module
OMC	Optical Media Convert
OP	Operator Panel
OPC	OLE for Process Control
ORM	Optical Redundancy Module
OSI	Open System Interconnection
OSM	Optical Switch Module
PLC	Programmable Logic Controller
PN	ProfiNet

PVV	Path Varriability Value
RFC	Request For Comments
RFI	Radio Frequency Interference
SA	Source Address
SAP	Service Access Point
SDA	Send Data with Acknowledge
SDN	Send Data without Acknowledge
SFD	Start of Frame Delimiter
STP	Shielded Twisted Pair
TCP/IP	Transport Control Protocol / Internet Protocol
TP	Touch Panel
TP	Twisted Pair
TSAP	Transport Service Access Point
UDP	User Datagram Protocol
UTP	Unshielded Twisted Pair

فهرست منابع و مراجع

فهرست برخی منابع و مراجعی که در تالیف این کتاب استفاده شده است :

- *S7-CPs for Industrial Ethernet* — *Siemens*
- *Information Technology in SIMATIC S7* — *Siemens*
- *Triaxial Networks* — *Siemens*
- *System Software for S7-300/400 System and Standard Functions* — *Siemens*
- *Industrial Twisted Pair and Fiber-Optic Networks* — *Siemens*
- *Introduction to the OPC Server for SIMATIC NET* — *Siemens*
- *Introduction to the OPC Server for SIMATIC NET* — *Siemens*
- *NCM S7 Manuals* — *Siemens*
- *Practical Networking With Ethernet* — *Charles E. Spurgeon*
- *Practical Industrial Data Networks:Design, Installation and Troubleshooting* — *Steve Mackay Edwin Wright Deon Reynders John Park*
- *Industrial Ethernet Planning and Installation Guide* — *IAONA*
- *Ethernet/IP Media Planning and Installation* — *ODVA*
- *Introduction to Networking* — *CISCO*
- *TCP/IP Protocol Suite and IP Addressing* — *CCNA*

- *TCP/IP Transport and Application Layer* — *CCNA*
- *Ethernet Fundamentals* — *CCNA*
- *Industrial Solutions* — *Indusol*
- *INTERCONNECTION OF INFORMATION TECHNOLOGY EQUIPMENT* — *ISO/IEC*
- *Ethernet Technical Summary* — *Techfast*
- *Data Communications and Networking* — *Janice Regan*
- *Standardization of Ethernet* — *Hirschman*
- *Engineering Requirement of Industrial Networks* — *Raj Battra*
- *IEEE 802 Part 3* — *IEEE*
- *OLE for Process Control (OPC) Common elements* — *Prof. Dr. H. Kirrmann*
- *OPC Introducing & Implementing an Industry Standard* — *Thomas J. Burke*
- *www.siemens.com/automation/service&support* — *Siemens*

- مبانی شبکه — هاتوری هانزو
- شبکه های کامپیوتری — داریوش مرتضوی
- شبکه های کامپیوتری — *Andrew S.Tanenbaum* ترجمه سید جعفر قمی نژاد