



نگاهی به شبکه صنعتی

مهندس مبین محسن زاده



واژه‌های کلیدی:

شبکه صنعتی، فیلدباس، پروفیباس، AS-I، Step7

چکیده

در این مقاله به بررسی کلی شبکه پرکاربرد AS-Interface پرداخته و کلیه مشخصه‌های اصلی آن را ذکر و در پایان پیکربندی ماژول DP/AS-Interface Link را در نرم افزار Step7 تشریح می‌کنیم.

مقدمه

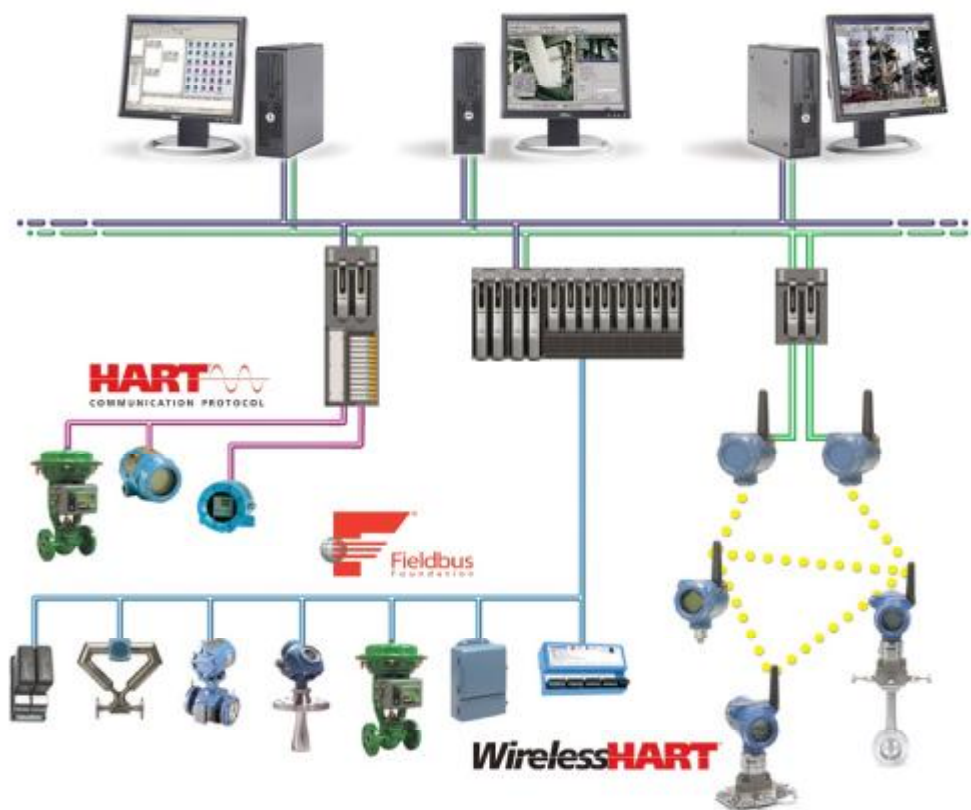
امروزه در سیستم‌های نوین اتوماسیون صنعتی، ضرورت استفاده از شبکه‌های صنعتی بیش از هر زمان دیگری خود را نشان می‌دهد. در گذشته در پروژه‌ای که تعداد زیادی سنسور و عملگر دیجیتال و آنالوگ مورد استفاده قرار می‌گرفت و نیاز بود طول مسیر ارتباطی آنها با کنترلر به صورت مستقل سیم کشی شود که مستلزم هزینه بالای سیم‌کشی، نویزپذیری شدید سیستم و هزینه بالای کارت‌های ورودی و خروجی دیجیتال و آنالوگ به همراه مشکلات فراوان دیگر بود. ولی در طراحی‌های امروز، به کمک تنها یک کابل دو سیمه حجم عظیمی از دیتا به سهولت و با سرعت و امنیت بالا بین ترنسmitterها، عملگرها و کنترلرها منتقل می‌شود. این تکنولوژی نوین علاوه بر تبادل داده بین تجهیزات ابزار دقیق در سطوح بالاتر یعنی ارتباط بین PLCها و سیستم‌های جامع مانیتورینگ HMI و SCADA به وفور به چشم می‌خورد.



شبکه های فیلدباس

در سال ۱۹۸۰، شرکت Honeywell برای نخستین بار، امکان مدوله کردن سیگنال‌های دیجیتال روی حلقه جریان ۴ تا ۲۰ میلی آمپر را برای برخی از تجهیزات تولیدی خود فراهم کرد. این سرآغاز ایده ساختن فیلد باس شد. در آن زمان هر قطعه برای ارتباط و تبادل دیتا از قواعد خاص خودش پیروی می‌کرد که به سازنده آن بستگی داشت. اداره چنین دستگاه‌هایی روز به روز مشکل‌تر و پیچیده‌تر می‌شد. به منظور حل این مسأله، از شبکه‌های کامپیوتری الهام گرفته شده است. در این روش یک یا چند خط سریال، همه Field device ها را به هم وصل می‌کند. مفهوم لغت فیلد باس Fieldbus از دو کلمه فیلد که در اتوماسیون صنعتی به منطقه‌ای که تجهیزات پایه ابزار دقیق از قبیل Transducer, Sensor, Transmitter و عملگر در آنجا نصب می-

شوند و کلمه باس که مفهوم شبکه را تداعی می‌کند تشکیل شده است. پس فیلدباس به زبان ساده شبکه‌ای است که تجهیزات فیلد را به هم مرتبط می‌سازد ولی در عمل می‌تواند سطوحی بالاتر از فیلد را نیز پوشش دهد. فیلد باس شبکه‌ای کاملاً دیجیتال، دو سویه، چند انشعابی با ارتباط سریال است.



برخی از استانداردهای معروف و پرکاربرد فیلد باس عبارتند از:

AS-I, Profibus, CAN, Modbus, Hart, DeviceNet, EIB, Instabus, BitBus



شبکه AS-I



نام AS-I مخفف Actuator Sensor Interface به معنی رابط سنسور و عملگر از پرکاربردترین شبکه های Open از خانواده Fieldbus و منطبق بر استانداردهای IEC62026 و EN50295 است. در سال ۱۹۹۱ در کشور آلمان، کنسرسیومی متشکل از بزرگترین

و مشهورترین شرکت های سازنده تجهیزات ابزار دقیق و اتوماسیون صنعتی تشکیل شد و موسسه بین المملی AS-i ATO Trade سازمان ۱۹۹۶ در دنبا آن در سال ۱۹۹۶ را تاسیس کردند و به دنبال آن در سال ۱۹۹۶ سازمان As-i ATO Trade Organization تاسیس گردید.



در استاندارد جدید تنها به کمک یک کابل دو رشته علاوه بر انتقال اطلاعات، تغذیه تجهیزات نیز تامین می شود. شبکه AS-I را به راحتی می توان به کمک Gateway با شبکه های دیگر در سطوح بالاتر مرتبط کرد. مانند Profibus, CAN, Modbus, DeviceNet, InterBus و...

مزایای مهم شبکه AS-I

۱. سادگی

شبکه AS-I بسیار ساده است و نیاز به تنها یک کابل برای اتصال ماژول های ورودی و خروجی از تجهیزات هر تولید کننده ای است. همچنین کاربران برای استفاده از آن نیازی به دانش عمیق از سیستم های صنعتی و یا پروتکل های ارتباطات ندارند. بر خلاف دیگر شبکه های دیجیتالی، شبکه AS-I نیازی به terminators و فایل ها و یا تجهیزات GSD ندارد. (در برخی از موارد نیاز است)

۲. کارایی

پروژه های مبتنی بر AS-I دارای سیستم های کارآمد و بسیار سریع است، و آنها را قادر به جایگزینی با سایر طراحی های پر هزینه و با قابلیت اطمینان پایین می سازد.

۳. انعطاف پذیری

دارای قابلیت گسترش بسیار آسان بدین صورت که کافی است برای ماژول آدرس منحصر به فردی انتخاب کنید و سپس آن را به کابل شبکه اصلی متصل کنید. در صورتی که منبع تغذیه ماژول از طریق باس ارتباطی تامین شده باشد و اتصال به ماژول بعدی نیز به درستی صورت گرفته باشد چراغ LED صحت آن را نشان می‌دهد. شبکه AS-I از هر تکنولوژی کابل کشی (تپولوژی) star, bus, tree, ring و یا پیکربندی‌های دیگر از کابل کشی تا ۱۰۰ متر پشتیبانی می‌کند و با اضافه کردن تکرار کننده (Repeater) امکان گسترش سیستم تا ۳۰۰ متر است. راه اندازی شبکه AS-I آسان است و نیازی به Terminators در به پایان هر مسیر ندارد.

۴. هزینه

در شبکه AS-I به طور معمول هزینه‌های کابل کشی و نصب و راه اندازی را ۵۰ درصد در مقایسه با شبکه‌های دیگر مرسوم کاهش می‌دهد. استفاده از تنها یک کابل برای اتصال به دستگاه‌های گسسته نیاز به قفسه، لوله‌ها و سینی‌ها را کاهش می‌دهد. صرفه جویی‌های به دست آمده در این شبکه واقعا قابل توجه است، چرا که با استفاده از چند کابل تعداد بسیار زیادی از سنسور و عملگر را به چندین سیستم کنترلی می‌توان متصل کرد و هزینه نصب و راه اندازی و زمان طراحی مهندسی را بسیار پایین می‌آورد.



مشخصات اصلی

استفاده از شبکه کارآمد Actuator Sensor Interface یک راه حل ساده و با حداقل هزینه که موجب ادغام سنسورها و عملگرهای گسسته بر روی سیستم‌های جامع کنترل فرایند است. این شبکه دارای یک سری از ویژگی‌های اصلی، به شرح زیر است:

۱. **سازگاری:** قابلیت ارتباط تعداد زیادی از سنسور و عملگر از تولید کنندگان مختلف به یک رابط استاندارد سریال دیجیتال و تبادل داده.

۲. **روش دسترسی:** نمونه گیری تناوبی، سیستم single-master

۳. **آدرس دهی:** دریافت سیگنال Slave با آدرس ثابت از Master یا نوع دستی

۴. **توپولوژی:** بدون محدودیت (linear, ring, star یا ساختار tree)

۵. **رسانه:** دو کابل بدون شیلد و غیر پیچ خورده ($2 \times 1.5 \text{ mm}^2$) برای انتقال داده ها و منبع تغذیه الکتریکی (معمولا ۲۴ ولت DC)، به طور معمول تا ۲۰۰ میلی آمپر برای هر واحد Slave، تا حداکثر ۸ آمپر برای هر BUS.

۶. **نصب و راه اندازی سریع:** رابط الکترومکانیکی با تکنولوژی سوراخ کننده (piercing)

۷. **طول کابل:** محدوده ۱۰۰ متر، قابلیت افزایش طول تا ۳۰۰ متر به کمک تکرارکننده (repeater)

۸. **سیگنال:** انتقال سیگنال دیتا و منبع تغذیه به کمک تنها یک کابل و انتقال حداکثر ۸ آمپر جریان.

۹. **تعداد ماژول‌های Slave:** تا ۶۲ واحد Slave در هر خط شبکه (version 2.1)

۱۰. **داده‌ها:** ۴ ورودی و ۴ خروجی برای هر Slave، برای بیش از ۳۱ Slave، تنها ۳ خروجی (حداکثر ۲۴۸ ورودی / خروجی باینری در هر شبکه).

۱۱. **زمان تناوب Cycle time:** حداکثر ۵ و ۱۰ میلی ثانیه با توجه به نسخه v2.0 و v2.1

۱۲. **تشخیص خطا:** تشخیص خطا موثر و ارسال مجدد اطلاعات نادرست.

توابع Master: اسکن سیکلی Slave، انتقال داده‌ها برای Slave و واحد کنترل (PLC یا PC).
مقداردهی اولیه شبکه، شناسایی Slave، تشخیص خطاهای دیتا فرستاده شده از طرف Slave. همچنین، گزارش خطاها به کنترلر و واحد Slave جایگزین.

کم هزینه: راه اندازی بسیار پایین به علت حذف ماژول ورودی و خروجی PLC

قابلیت اطمینان: قابل اعتماد بسیار بالا کار در محیط های صنعتی؛

استاندارد باز: طراحی و توسعه توسط شرکت های بزرگ وابسته به انجمن بین المللی AS-I

اختیاری: کنترل ولتاژ تغذیه کابل ارتباطی و Stop ماژول‌ها

با توجه به موارد ذکر شده، ساده بودن و هزینه پایین نصب و راه اندازی آن، از بزرگترین مزایای شبکه پروتکل AS-I است.

همان طور که گفته شد مبنای ارتباطی تجهیزات در شبکه AS-I به صورت Master/Slave است. تجهیزات Master که معمولا PLC است و در هر شبکه AS-I تنها یک واحد است، به صورت سیکلی با هر یک از تجهیزات Slave ارتباط برقرار کرده و تبادل داده انجام می‌دهد. منظور از واحد Slave سنسورها و عملگرها است. در اینجا نیز مانند سایر شبکه ها هر واحد Slave دارای یک آدرس منحصر به فرد است که بر روی شبکه به کمک دیپ سوئیچ یا تنظیمات نرم افزاری بین ۱ تا ۳۱ تعیین می‌شود و باز هم مانند سایر شبکه ها آدرس هر نقطه می‌تواند کاملا از محل قرارگیری مستقل باشد یعنی به عنوان مثال ترنسیمیتری که آدرس آن ۲ تعیین شده می‌تواند بیست و پنجمین ماژول یک باس شبکه باشد ولی ماژول Master آنرا با آدرس ۲ می‌شناسد. به این نکته حتما توجه داشته باشید که اغلب تجهیزات Slave بیش از چند مرتبه که معمولا کمتر از ۲۰ بار است، نمی‌توان آدرس ماژول را تغییر داد و پس از آن واحد Slave آخرین آدرس تنظیم شده را برای همیشه در نظر می‌گیرد.

ماژول Master با حداکثر سرعت 167kbps از آدرس ۱ شروع کرده و در زمان حداکثر ۵ میلی ثانیه به ماژول ۳۱ رسیده و اطلاعات را ارسال و یا دریافت می‌کند. واحد Master علاوه بر تبادل داده وظیفه مهم خطایابی ارتباطی و مشکلات تجهیزات Slave را نیز بر عهده دارد و گزارش می‌دهد.

تجهیزات Slave به دو صورت به باس شبکه متصل و تبادل داده را انجام می دهند:



۱. **اتصال مستقیم:** برخی از تجهیزات ابزار دقیق جدید دارای Chip اختصاصی AS-I بوده و اصطلاحاً Smart Slave نامیده می شوند و دارای آدرسی اختصاصی بوده و در شبکه به عنوان یک Node مستقل دیده می شود.

۲. **اتصال به کمک ماژول واسط:** بسیاری از سنسورها و عملگرهایی قدیمی دارای کنترلر AS-I نمی



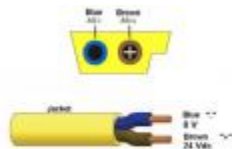
باشند در نتیجه از ماژول واسطی با نام ASI Module استفاده می کنیم به صورت که هر یک از سنسورها و عملگرها به یکی از ورودی های این ماژول وصل شده و به کمک آن دارای آدرس منحصر به فردی شده و در شبکه یک Node مستقل به حساب می آیند.

نکته مهمی که باید بدانید این است که آدرس هر قطعه Slave به کمک ابزار مخصوصی که در شکل زیر



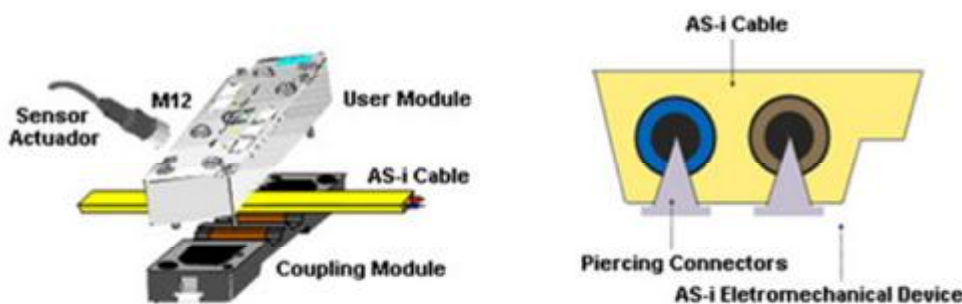
مشاهده می کنید به نام As_I Addressing Unit یا فانکشن بلاک های خاص PLC تنظیم می شود. در شکل زیر نمونه از دستگاه فوق را مشاهده می کنید. این آدرس روی حافظه وسیله ذخیره شده و با قطع منبع تغذیه پاک نمی شود. به طور معمول هر ماژول دارای ۴ ورودی و ۴ خروجی است که سنسورها و عملگرها به آنها متصل می شوند در نتیجه به کمک ۳۱ ماژول حداکثر ۱۲۴ ورودی و ۱۲۴ خروجی قابل کنترل است. در نسل جدید یعنی v2.1 به بعد امکان آدرس دهی به ۲ برابر افزایش یافته و امکان اتصال تجهیزات آنالوگ نیز مهیا شده است.

کابل ارتباطی مورد استفاده در AS-I از نوع Flat دو رشته بدون شیلد و در رنگ های زرد و سیاه و دارای دو هادی مسی موازی با قطر ۱.۵ میلی متر مربع با رنگ های آبی و قهوه ای تولید می شود. این کابل با وزن کم و امکان خمش ۱۸۰ درجه و جابجایی و نصب راحت به کاربر این امکان را می دهد که زمان نصب را تا ۷۵ درصد نسبت به زمانی که برای سیم بندی کابل های ساده و معمول به کار می رود، پایین بیاوریم. این کابل



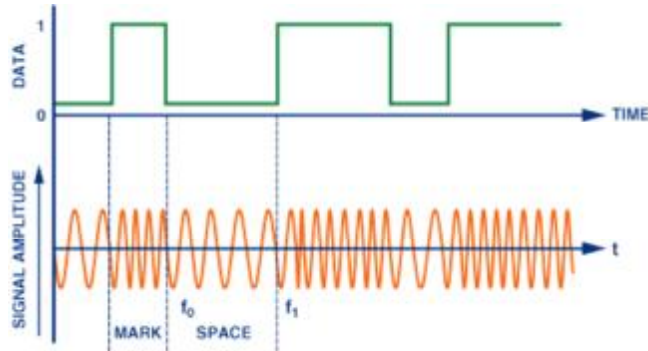
دارای پوشش عایقی پلاستیکی از جنس copolymer، مقاوم در برابر حرارت بالا و مواد خورنده اسیدی و تشعشعات است. البته امکان استفاده از کابل های دیگر نیز به جای نوع استاندارد AS-I وجود دارد ولی مراحل نصب و سیم

کشی را به مراتب سخت تر می کند! اتصال تجهیزات به کابل به کمک اتصالات سوزنی شکل روی قطعه به راحتی انجام می گیرد. برای جلوگیری از اتصال جابجا سوزن و دو رشته سیم، پوشش کابل دارای زائده ای است که نصب صحیح را کنترل می کند.



کابل شبکه پس از اتصال به کنترلر Master وارد منبع تغذیه اختصاصی شده و پس از آن به سمت تجهیزات Slave هدایت می شود.

سیستم انتقال اطلاعات در شبکه ASI بر پایه مدولاسیون FSK (Frequency Shift Keying) بوده که به علت پهنای باند کم می‌تواند بدون نیاز به کابل شیلددار در مسافت‌های نسبتاً طولانی استفاده شود.



همان‌طوری که قبلاً گفته شد حداکثر فاصله مجاز بین ماژول Master و آخرین ماژول Slave می‌تواند تا ۱۰۰ متر در نظر گرفته شود ولی به کمک برخی از تجهیزات که در ادامه بررسی می‌کنیم می‌تواند افزایش یابد. این تجهیزات شامل Repeater, Tuner و Terminator است با استفاده صحیح از آنها به صورت ترکیبی می‌توان فاصله را تا نزدیک به ۱۰۰۰ متر افزایش داد.



۱. Terminator: وظیفه اصلی این قطعه جلوگیری از برگشت سیگنال از انتهای دو سر سیم باز بوده که به علت برگشت با دامنه معکوس شبیه نویز عمل کرده و سیگنال‌های دیتا را تخریب می‌کند. ترمیناتور معمولاً از یک مقاومت ۱۰۰ اهمی که با یک خازن ۱ میکروفارد سری شده است، تشکیل می‌شود. با قرار دادن یک Terminator در انتهای مسیر می‌توان فاصله را حتی تا ۲ برابر افزایش داد.

۲. Repeater: ریپیتر در صورتی که طول کابل یا تعداد Node ها به حداکثر مجاز برسد و در موارد خاص

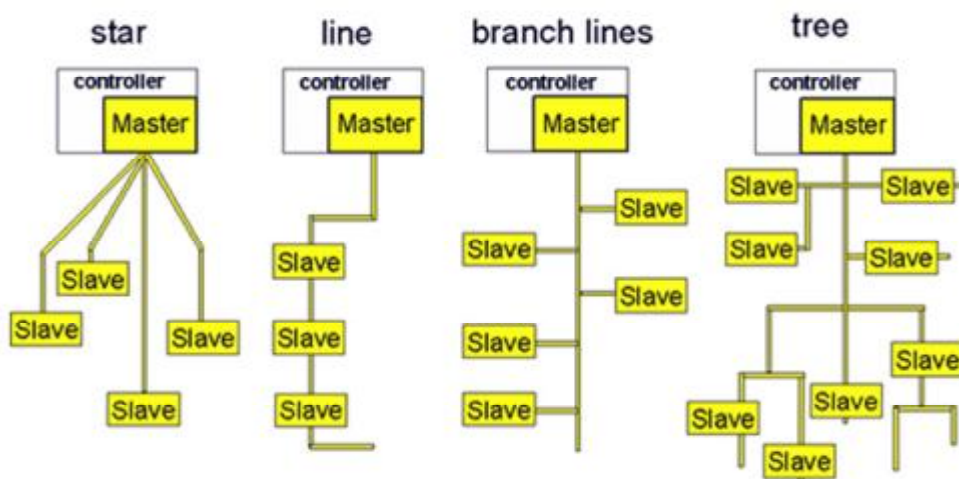


به عنوان واسطه ایزوله کننده بین محیط خطرناک و غیر خطرناک مورد استفاده قرار می‌گیرد. در شبکه AS-I می‌توان حداکثر از ۲ ریپیتر به عنوان تقویت کننده سیگنال استفاده کرد و طول سیم را تا ۴ برابر افزایش داد.

۳. Tuner : به کمک ماژول Tuner می توان طول کابل را تا ۳۰۰ متر افزایش داد.



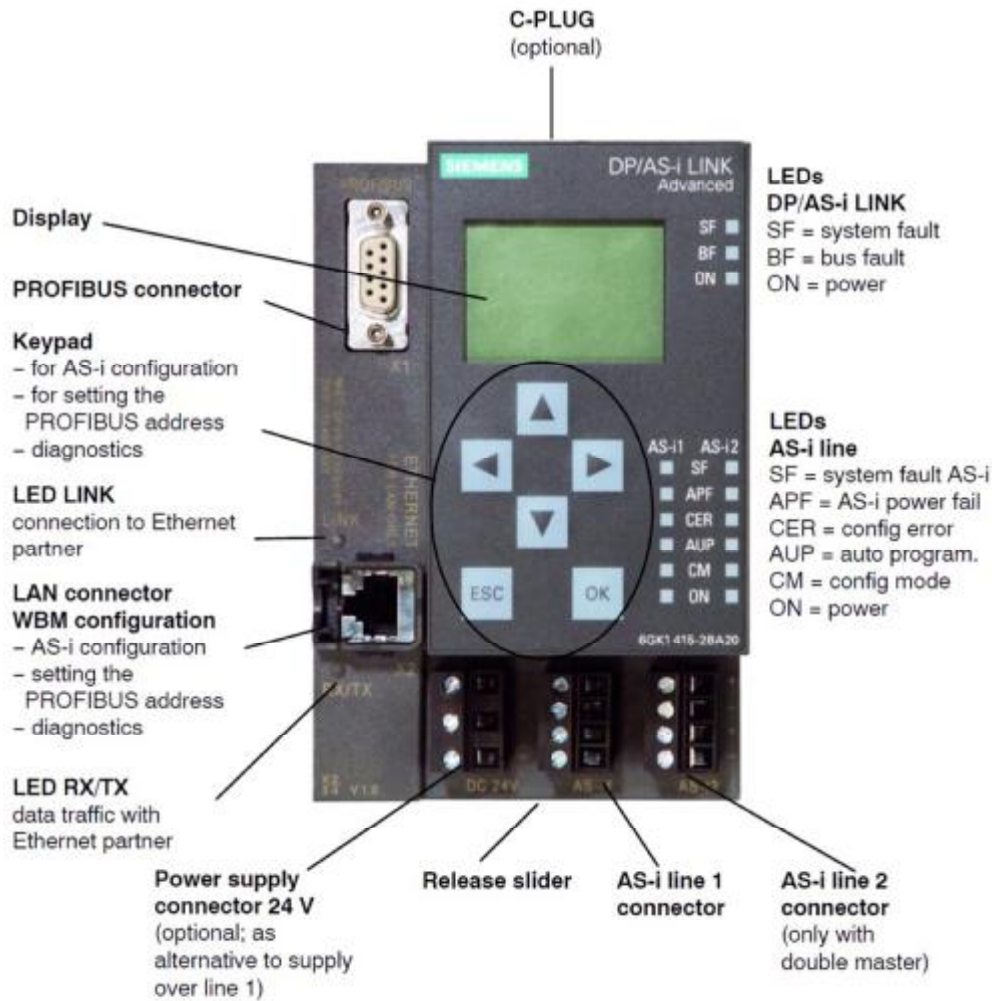
به کمک چهار توپولوژی Star, Line, Tree, Branch Line می توان تجهیزات Slave را به یک واحد Master وصل کرد.



DP/AS-Interface Link

ماژول DP/AS-Interface Link یکی از تجهیزات بسیار کارآمد و کاربردی در شبکه فیلدباس است که وظیفه اصلی آن تبدیل سیگنال های دریافتی از شبکه AS-I و تبدیل آن به شبکه Profibus است. در ادامه به بررسی کلی این ماژول می پردازیم.

همانطور که در شکل زیر مشاهده می‌کنید ماژول اصلی از دو کانکتور مستقل AS-Interface، کانکتور تغذیه دستگاه، یک کانکتور ۹ پین Profibus و یک کانکتور RJ-45 شبکه Ethernet به همراه پنل نمایش و کنترلی تشکیل شده است.



این ماژول دارای حافظه داخلی از نوع EEPROM است که اطلاعات مربوط به پیکربندی را به صورت دائمی در خود ذخیره می‌کند که این پیکربندی از روی کپی روی ماژول به راحتی امکان پذیر است. علاوه بر آن به کمک یک ماژول Optional که C-PLUG نام دارد می‌توان برنامه و پیکربندی را به آن منتقل کرد و در واقع نقش Backup گیری را برای ما انجام می‌دهد. دقت داشته باشید که عمل اضافه کردن و برداشتن این ماژول را زمانی انجام دهید که دستگاه خاموش است. زمانی که تنظیمات پیکربندی را به حالت پیش فرض

کارخانه برگردانید این تنظیمات به صورت خودکار در C-PLUG ذخیره می شود. در شکل زیر مشاهده می- کنید:



بررسی LED های وضعیت ماژول DP/AS-Interface Link:



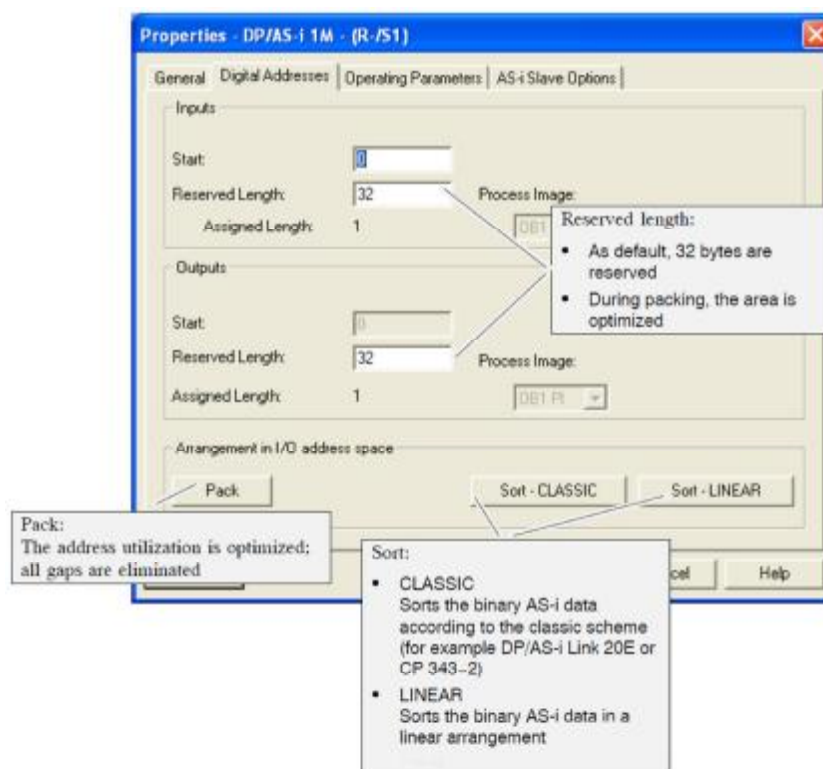
همان طور که در شکل مشاهده می کنید بر روی ماژول تعدادی LED قرار دارد که عملکرد قطعه را گزارش می دهد که در ادامه بررسی می کنیم:

- **SF (System Fault):** این LED به رنگ قرمز بوده و زمانی که خطایی در ارتباط DP Master و DP/AS-Interface رخ دهد یا برای خود دستگاه اشکالی به وجود آید مثلاً حافظه EEPROM خراب شود، روشن می شود.
- **BF (BUS Fault):** این LED نیز به رنگ قرمز بوده و در صورتی که کابل ارتباطی شبکه profibus-DP قطع شود و نیز زمانی که پارامترهای اصلی پیکربندی شبکه به واسطه انتخاب و بارگزاری اشتباه فایل GSD اشتباه تنظیم شود به صورت چشمکزن در می آید.
- **ON:** این LED سبز رنگ زمانی که تغذیه ماژول به صورت صحیح وصل شود، روشن می گردد.

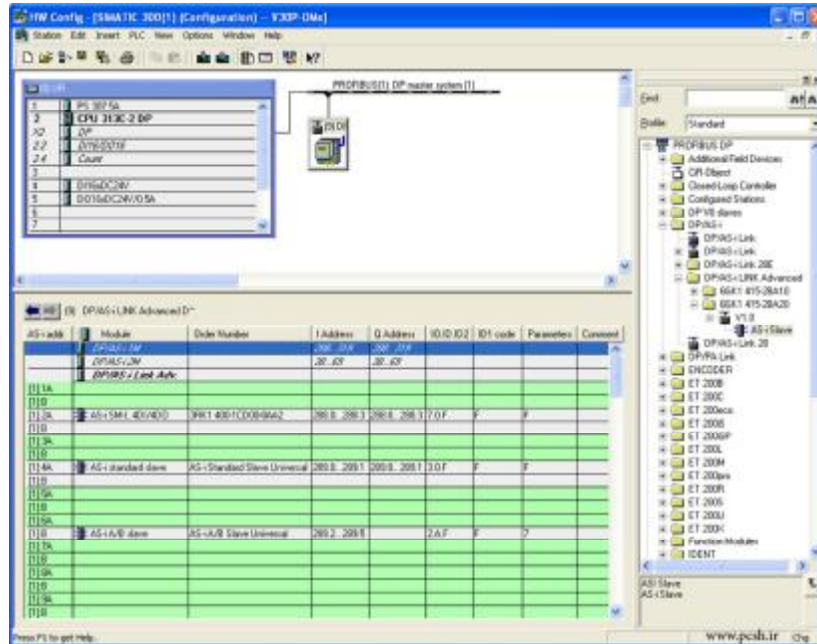
▪ LED های مربوط به واسط شبکه AS-Interface:

- **APF (AS-I Power Fail):** این LED قرمز رنگ زمانی که ولتاژ منبع تغذیه کابل شبکه AS-I کمتر از حد مجاز و یا قطع شود، روشن می شود.
- **CER (Configuration Error):** این LED زرد رنگ در موارد زیر روشن می شود:
 - ✓ ماژول Slave شبکه AS-I معیوب شده باشد.

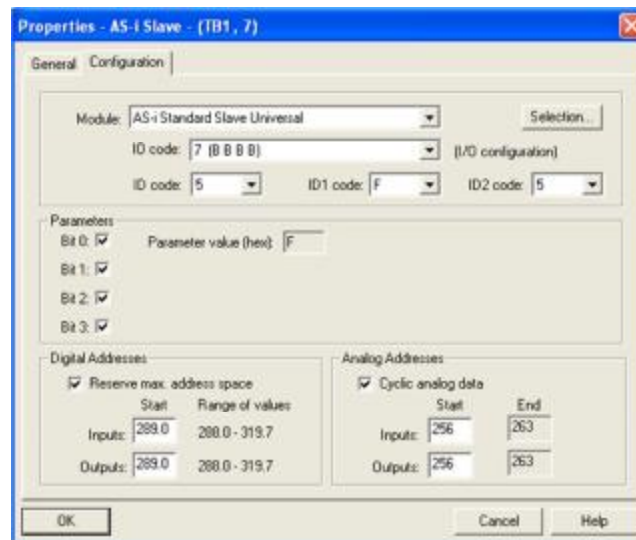
همان طوری که در شکل مشاهده می‌کنید هنوز ماژول‌های Slave را در شاخه AS-I تعریف نکرده ایم. برای پیکربندی و آدرس دهی ورودی و خروجی‌ها و تعیین پارامترها روی خط AS_I Line دابل کلیک کرده و مطابق شکل زیر پنجره Properties باز می‌شود که شما می‌توانید با کلیک روی زبانه Digital Address محدوده آدرس دهی ورودی و خروجی‌ها را در Slave‌های مختص به شبکه AS-I تعیین کنید.



حال نوبت به پیکربندی ماژول AS-I Slave می‌رسد. مطابق شکل زیر کارت‌های Slave را از پنجره کاتالوگ انتخاب و در سطرهاي خالی پنجره زیرین قرار می‌دهیم. با این کار هر واحد Slave به صورت خودکار یک آدرس اختصاصی دریافت می‌کند که در برنامه نویسی برای تبادل داده استفاده می‌شود.

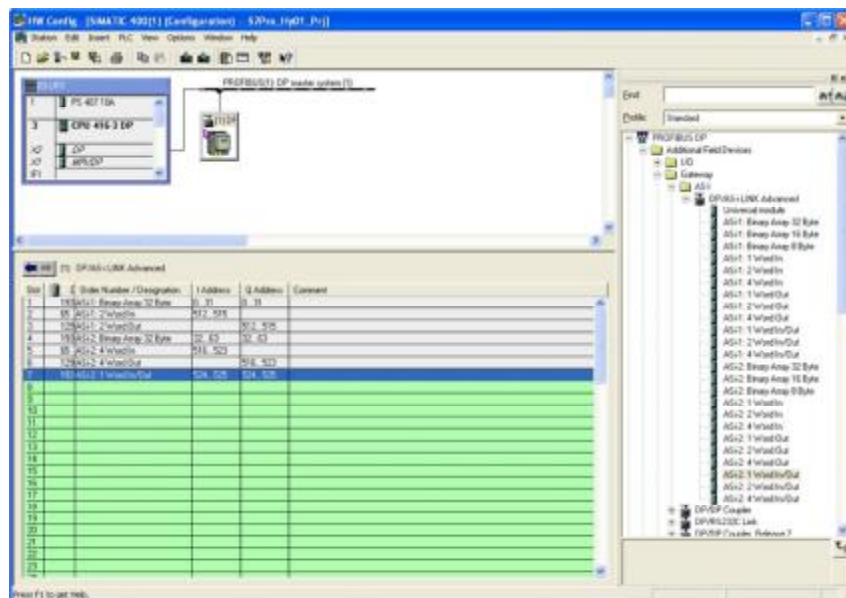


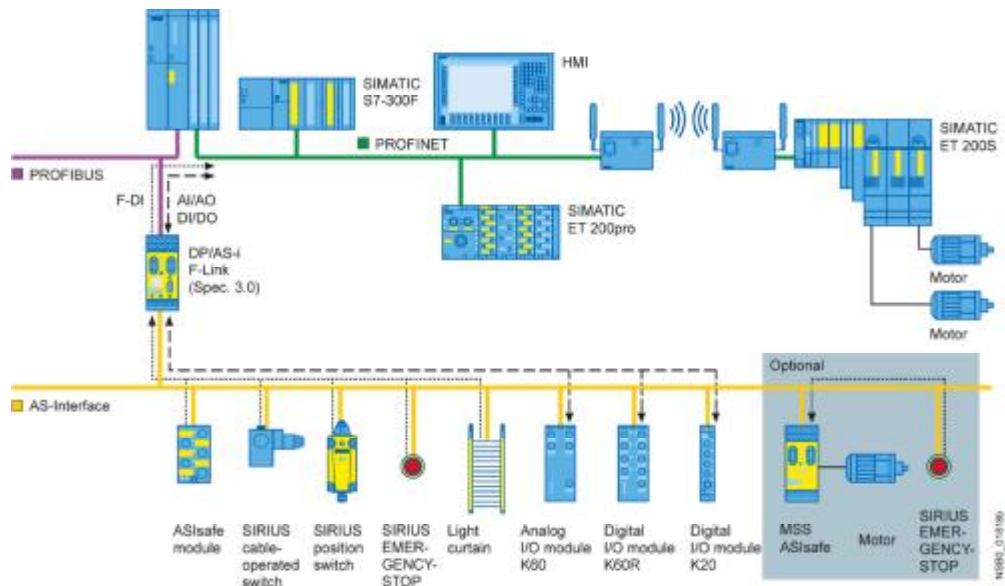
ماژول‌های Slave فوق دو دسته هستند. گروه اول ماژول‌هایی که ساخت شرکت SIEMENS بوده و کلیه پارامترهای اصلی آن قبلاً تعیین شده و قابل تغییر نیستند و گروه دیگر ماژول‌های عمومی ساخت شرکت‌های دیگر که تمام پارامترهای آن قابل تغییر، مطابق با راهنمای نصب شرکت سازنده، است. اگر بر روی هر یک از ماژول‌های Slave دابل کلیک کنید پنجره‌ای مانند شکل زیر باز می‌شود که می‌توانید تنظیمات اصلی مربوط به آنرا انجام دهید.



اگر محصولی ساخت شرکتی غیر از زیمنس را مورد استفاده قرار می‌دهید، از آنجایی که در کتابخانه نرم افزار Step7 قرار ندارد به راحتی می‌توانید با بارگزاری فایل GSD که از طرف کارخانه سازنده ارائه می‌شود، آن را در پنجره کتابخانه اضافه و استفاده کنید.

برای این کار در محیط HW Config وارد منوی Option شده و روی گزینه Install GSD File کلیک کرده و در پنجره باز شده فایل مورد نظر را انتخاب و دکمه Install را فشار دهید. پس از چند لحظه مشاهده می‌کنید که ماژول فوق در کاتالوگ مربوط به Profibus-DP ظاهر می‌شود.





منابع و مراجع

- SIMATIC NET-DP/AS-INTERFACE LINK Advanced (Manual)
- www.smar.com
- www.hms.se
- www.fieldbus.org
- www.as-interface.net
- www.automation.siemens.com

www.pcsh.ir

