

دوره آموزش شبکه انتقال داده در برق

Data Network in Electricity

مجتمع عالی آموزشی پژوهشی آذربایجان

شماره 1400

مدرس دوره : امین صدیقی

لیسانس مهندسی برق از دانشگاه علم و صنعت و فوق لیسانس از دانشگاه صنعتی شریف

بازنشسته وزارت نیرو از برق منطقه ای فارس

مجری طرحهای دیسپاچینگ و مخابرات و فیبر نوری

مدیر بهره برداری انتقال برق شمال فارس - مدیر بهره برداری شمال شیراز - مجری طرح دیسپاچینگ انتقال و فوق توزیع برق فارس و بوشهر

مدرس دانشگاه در شیراز - (بهره برداری برق - نرم افزار ملب در مهندسی برق - آمار و احتمالات مهندسی - کنترل پروژه - پستها و خطوط برق و .. - مهندسی صنایع و تحقیق در عملیات) - مدرس دوره های برق در وزارت نیرو

کارشناس رسمی دادگستری در رشته فن آوری اطلاعات و ارتباطات

www.aminsedighi.ir

sedighias220@yahoo.com

09397602588

دوره آموزشی شبکه انتقال داده در برق

شبکه انتقال داده در صنعت برق

بررسی انواع شبکه ها برای انتقال داده

روشهای متداول انتقال داده در برق در ایران و سایر کشورها

تاثیر روش انتقال داده بر صحت داده دریافتی

کاربرد انتقال داده در صنعت برق

مقایسه شبکه های مختلف انتقال داده

نمره شما : جمع موارد ذیل

حضور فعال سرکلاسی و پاسخ به سوالات و حل تکالیف در هر روز +

+ شرکت در امتحانات مختلف در همین دوره

+ امتحان آخرین روز کلاس

در هر حرفه ای که هستید نه اجازه دهید که به بدبینیهای بیحاصل آلوده شوید و نه بگذارید که بعضی لحظات تاسف بار که برای هر ملتی پیش می آید شما را به یاس و ناامیدی بکشاند. در آرامش حاکم بر آزمایشگاهها و کتابخانه هایتان زندگی کنید .

نخست از خود بپرسید : " برای یادگیری و خودآموزی چه کرده ام ؟ "

سپس همچنان که پیشتر میروید بپرسید : " من برای کشورم چه کرده ام ؟ "

و این پرسش را آنقدر ادامه دهید تا به این احساس شادابخش و هیجان انگیز برسید که شاید سهم کوچکی در پیشرفت و اعتلای بشریت داشته اید.

اما هر پاداشی که زندگی به تلاشهایمان بدهد یا ندهد هنگامی که به پایان تلاشهایمان نزدیک میشویم هر کدامان باید حق آن را داشته باشیم که با صدای بلند بگوییم " من آنچه در توان داشته ام انجام داده ام " لوئی پاستور 1895

=====

استاد امین صدیقی

شیراز 1399

بدیهی است این جزوه خالی از اشکال نیست، خواهشمند است اشکالات را به آدرس زیر ارسال فرمایید، تا در نسخ بعدی تصحیح گردد.

Sedighias220@yahoo.com

.....

مقدمه:

انرژی الکتریکی یکی از انرژی‌هایی با مزایای خوب می‌باشد که از محل تولید تا مصرف راندمان بالایی دارد و به راحتی قابل تبدیل به دیگر انرژی‌ها می‌باشد

روش های تولید انرژی الکتریکی

1) سیم‌پیچ (هادی) و میدان مغناطیسی و حرکت بین هادی و میدان ، باعث تولید انرژی الکتریکی در دو سر سیم میشود

ساخت سیم پیچ و میدان ساده ولی تولید حرکت در هر یک از این موارد ذیل پیچیدگی‌هایی دارد (مثل نحوه ایجاد حرکت در: دینام خودرو (باسوخت بنرین، گازوئیل، گاز) - دینام دوچرخه - ژنراتورهای دیزلی - توربین‌های نیروگاه فسیلی (گاز گازوئیل) - توربین بخار - انرژی هسته‌ای - توربین بادی - توربین آبی - و ...)

2) تولید برق با استفاده از انرژی خورشید (تابش خورشید به صفحاتی با مواد مخصوص)

3) تولید برق با استفاده از فعل و انفعال شیمیایی (باتری)

4) تولید برق در ترموکوپل (حرارت به محل اتصال دو فلز غیر همنام)

5) تولید برق با کریستال پیزو الکتریک (ولتاژ زیاد و لحظه‌ای)

6) ...

از بین روشهای فوق سه روش اول بیشترین کاربرد در زندگی بشر داشته است و روش اول تاکنون بیشترین استفاده را در تامین برق مصرف کنندگان داشته است

با توجه به عدم تمرکز مصرف کنندگان و تلفات انرژی از تولید تا مصرف، نیاز به تولید برق در حوالی شهرها و جنب صنایع بزرگ به روش اول مطرح میگردد تا انتقال برق بنحویکه کمترین تلفات را داشته باشد مقرون به صرفه باشد، تا انرژی تولید شده و به مصرف کننده تحویل گردد.

برای کم کردن تلفات خط، کاهش مقاومت سیم انتقال دهنده برق و بزرگ کردن سطح مقطع سیم و کاهش طول سیم و کاهش جریان در طول خط انتقال مطرح میشود برای نیل به این اهداف، نیاز به احداث ایستگاه برق افزایش دهنده ولتاژ جنب نیروگاه و کاهش ولتاژ جنب مصرف کننده و نیاز به خط انتقال برق با ولتاژ بالا می‌باشد.

ولتاژ بالا در ایستگاه برق نیاز به تجهیزات گرانیقیمت ترانسفورماتور و کلید و تجهیزات اندازه‌گیری و حفاظتی دارد

ولتاژ بالا در خط انتقال نیاز به طراحی و ابزار و وسائل خاص دارد.

$$P = V.I = ZI^2 \cong RI^2 = p \frac{L}{A} * I^2$$

ضریب دمای α در دمای 20°C بر حسب $^{\circ}\text{C}^{-1}$	مقاومت ویژه در دمای 20°C بر حسب $\mu\Omega\cdot\text{cm}$	
0.0039	2.83	آلومینیوم
0.0020	6.4-8.4	برنج
0.00382	1.77	مس آنیل شده
0.00393	1.72	مس سخت
0.0050	10.0	آهن
0.0038	1.59	نقره
0.001-0.005	12-88	فولاد

اهمیت نگهداری ایستگاههای برق صنعت برق را به داشتن رله و حفاظت و وجود اپراتور در ایستگاه و ارسال داده های ایستگاه به مرکز کنترل دیسپاچینگ ملتزم مینماید

در این جزوه به بررسی اهمیت شبکه انتقال داده در ایستگاههای برق میپردازیم.

مقدمه:**اتوماسیون چیست**

(Automation) ترکیبی است از دو کلمه "Automatic" و "Operation" و به معنی عمل کردن بدون عامل خارجی (انسان) یا با کمترین تاثیر عامل خارجی است. عبارتی اتوماسیون یعنی خودکارشدن عملیات. خودکارسازی اداری مجموعه‌ای از روش‌ها برای ثبت و نمایش و مدیریت روندهای اداری، فنی و مالی می‌باشد. اغلب این راهکارها بر پایه این جمله بوجود آمده اند

سرعت پایین، افزایش بوروکراسی غیر نیاز، وابسته شدن سیستم به افراد و نیز عدم هماهنگی روش سنتی با نرم افزارها سبب افزایش قابل ملاحظه خطاهای انسانی و کاهش بهره وری در سازمانها گردید و در نتیجه

سازمانها تمایل به اتوماسیون اداری و مالی و فنی، یکپارچه، گرفتند که منجر به پیدایش Management Information System و باختصار MIS گردید

اتوماسیون اداری Office Automation

اتوماسیون اداری دربرگیرنده سیستم های مالی، پرسنلی، اداری، بایگانی و فنی می‌باشد و در یک مجموعه متمرکز و مرتبط قابل استفاده می‌باشد (سیستم ERP - Enterprise Resource Planning).

برنامه ریزی، سازماندهی، کنترل و نظارت بر عملکرد فعالیتهای درون سازمانی یکی از مهمترین معیارها و پیش نیازها در توسعه و کاربرد فناوری اطلاعات در سازمانهای امروزی محسوب میشود.

سازمانهای سنتی حتی موسسات موفق و مطرح جامعه، عملاً تنها از 30 درصد منابع انسانی خود استفاده میکنند و از 70 درصد دیگر غیر از اتلاف وقت و سربار هزینه چیزی عایدشان نمی‌شود.

در اتوماسیون اداری و مالی از سخت افزار و نرم افزارها الکترونیکی و دیجیتالی متنوعی، برای ایجاد، جمع آوری، ذخیره و تغییر داده های اداری به اطلاعات اداری مورد نیاز برای انجام کارهای اصلی سازمان، استفاده میشود.

اتوماسیون اداری و مالی نه تنها به خودکار سازی و بهینه سازی رویه‌های جاری سازمانها با دقت و سرعت بسیار زیاد کمک می‌کند، بلکه میتواند با توجه به آرشیو و سوابق اطلاعات بشکل هوشمند تصمیم سازی برای آینده را ارائه دهد.

اتوماسیون صنعتی

اتوماسیون صنعتی به بهره گیری از نرم افزار و سخت افزار ها، بجای متصدیان انسانی برای کنترل دستگاه ها و فرایندهای صنعتی گفته میشود.

بعضی از مزایای اتوماسیون صنعتی:

- (1) تکرارپذیری فعالیتهای و فرایندها
- (2) افزایش کیفیت محصولات تولیدی
- (3) افزایش سرعت تولید (افزایش کمیت تولید)
- (4) کنترل کیفیت دقیقتر و سریعتر
- (5) کاهش پسماندهای تولید (ضایعات)
- (6) واکنش های متقابل بهتر با سیستمهای بازرگانی و اداری و مالی و منابع انسانی
- (7) افزایش بهره وری واحدهای صنعتی
- (8) بالا بردن ضریب ایمنی برای نیروی انسانی و کاستن از فشارهای روحی و جسمی

لازمه افزایش کیفیت و کمیت یک محصول ، استفاده از ماشین آلات پیشرفته و اتوماتیک می باشد . ماشین آلاتی که بیشتر مراحل کاری آنها به طور خودکار صورت گرفته و اتکای آن به عوامل انسانی کمتر باشد.

چنین ماشین آلاتی جهت کارکرد صحیح خود نیاز به یک بخش فرمان خودکار دارند که معمولاً از یک سیستم کنترل قابل برنامه ریزی (به عنوان مثال PLC=Programable Logic Control) یامدار منطقی قابل برنامه ریزی) استفاده میکنند.

جمع آوری اطلاعات در فرایندهای صنعتی با استفاده از سنسورها یا حسگرها صورت می گیرد . این حسگرها به منزله چشم و گوش یک سیستم کنترلی عمل می کنند . امروزه در بسیاری از ماشین آلات صنعتی استفاده از سنسورها امری متداول می باشد تا جاییکه عملکرد خودکار یک ماشین را می توان با تعداد سنسورهای موجود در آن درجه بندی کرد . وجود سنسورهای مختلف در فرایند اتوماسیون به اندازه ای مهم می باشد که بدون سنسور هیچ فرایند خودکاری شکل نمی گیرد بنابراین سنسورها یکی از اجزای لاینفک سیستمهای اتوماسیون صنعتی می باشند .

در گذشته نه چندان دور بسیاری از تابلوهای فرمان ماشین آلات صنعتی ، برای کنترل پروسه های تولید از رله های الکترومکانیکی یا سیستمهای پنوماتیکی استفاده می کردند و اغلب با ترکیب رله های متعدد و اتصال آنها به یکدیگر منطق کنترل ایجاد می گردید . در بیشتر ماشین آلات صنعتی ، سیستمهای تاخیری و شمارنده ها نیز استفاده میگردید و با اضافه شدن تعدادی Timer و شمارنده به تابلوهای کنترل حجم و زمان مونتاژ آن افزایش می یافت .

اشکال فوق با در نظر گرفتن استهلاک و هزینه بالای خود و همچنین عدم امکان تغییر در عملکرد سیستم ، باعث گردید تا از دهه 80 میلادی به بعد اکثر تابلوهای فرمان با سیستمهای کنترلی قابل برنامه ریزی جدید یعنی PLC جایگزین گردند . در حال حاضر PLC یکی از اجزای اصلی و مهم در پروژه های اتوماسیون می باشد که توسط کمپانیهای متعدد و در تنوع زیاد تولید و عرضه میگردد . در صنعت برق از PLC های پر قدرت و Redundant استفاده میشود که به آن RTU گفته

میشود. به طور خلاصه سیستمهای نوین اتوماسیون و ابزار دقیق مبتنی بر PLC و RTU در مقایسه با کنترل کننده های رله ای و کنتاکتوری قدیمی دارای امتیازات زیر است :

- 1) هزینه نصب و راه اندازی آنها پایین می باشد.
- 2) برای نصب و راه اندازی آنها زمان کمتری لازم است .
- 3) اندازه فیزیکی کمی دارند.
- 4) تعمیر و نگه داری آنها بسیار ساده می باشد.
- 5) به سادگی قابلیت گسترش دارند .
- 6) قابلیت انجام عملیات پیچیده را دارند.
- 7) ضریب اطمینان بالایی در اجرای فرایندهای کنترلی دارند .
- 8) ساختار مدولار دارند که تعویض بخشهای مختلف آن را ساده میکند.
- 9) اتصالات ورودی - خروجی و سطوح سیگنال استاندارد دارند.
- 10) زبان برنامه نویسی آنها ساده و سطح بالاست.
- 11) در مقابل نویز و اختلالات محیطی حفاظت شده اند.
- 12) تغییر برنامه در هنگام کار آسان است.
- 13) امکان ایجاد شبکه بین چندین PLC به سادگی میسر است .
- 14) امکان کنترل از راه دور (به عنوان مثال از طریق خط تلفن یا سایر شبکه های ارتباطی) قابل حصول است .
- 15) امکان اتصال بسیاری از تجهیزات جانبی استاندارد از قبیل چاپگر ، بارکد خوان و ... به PLC ها وجود دارد .

مونیتورینگ در اتوماسیون

یکی دیگر از مباحث مهم و مرتبط با اتوماسیون صنعتی ، مانیتورینگ می باشد . امروزه مانیتورینگ یکی از نیازهای اساسی بسیاری از صنایع به خصوص صنایع بزرگ می باشد. بسیاری از صنایع بزرگ مانند صنایع برق، آب، پتروشیمی ، صنایع تولید انرژی ، صنایع شیمیایی و ... بدون استفاده از سیستم مونیتورینگ مناسب قادر به ادامه کار خود نیستند . مونیتورینگ عبارت است از جمع آوری اطلاعات مورد نظر از بخشهای مختلف یک واحد صنعتی و نمایش آنها با فرمت مورد نظر برای رسیدن به اهداف ذیل :

- 1) نمایش وضعیت لحظه ای هر یک از ماشین آلات و دستگاهها
- 2) نمایش و ثبت پارامترهای مهم و حیاتی یک سیستم
- 3) نمایش و ثبت آلارمهای مختلف در زمانهای بروز خطا در سیستم
- 4) نمایش محل خرابی و زمان وقوع ایراد در هر یک از اجزای سیستم
- 5) نمایش پروسه های تولید با استفاده از ابزارهای گرافیکی مناسب
- 6) تغییر و اصلاح Set Point ها حین اجرای پروسه تولید
- 7) امکان تغییر برخی از فرایندهای کنترلی از طریق برنامه مونیتورینگ
- 8) ثبت اطلاعات و پارامترهای مورد نظر مدیران از قبیل زمانهای کارکرد، میزان تولید ، میزان مواد اولیه مصرفی ، میزان انرژی مصرفی و ..



چند مفاهیم در کنترل صنعتی

ترانسمیتر:

ترانسمیتر از ترکیب دو کلمه ای انتقال (Transfer) و اندازه گیری (Metering) تشکیل شده است و به معنی تجهیز می باشد که بتواند کمیت فیزیکی را اندازه گیری کرده و سپس سیگنال اندازه گیری شده را برای کنترل کننده ارسال نماید.

ترانسدیوسر - یک نمونه از ترانسمیتر میباشد

ترانسمیترها الکترونیکی و یا نیوماتیکی می باشند که در هر دو حالت، سیگنالی استاندارد را ارسال می نمایند که برای تجهیزاتی که در LOOP کنترل قرار دارند، قابل فهم می باشد. در ترانسمیتر های نوع الکترونیکی جریان ۴ تا ۲۰ میلی آمپر و در نوع نیوماتیکی فشار هوای ۳ تا ۱۵ PSI از سوی ترانسمیتر به کنترلرهای الکترونیکی و یا نیوماتیکی ارسال می شود.

ترانسمیتر های جریان (ترانسدیوسر جریانی)

با نصب ترانس های CT در داخل تابلو های قدرت، نمونه جریان اندازه گیری میشود که میتوان مقدار آنرا روی یک نمایشگر مشاهده نمود ترانسمیتر های جریان CT نمونه ای از یک ترانس CT می باشد که ورودی آن جریانی مثلا صفر تا یک آمپر یا صفر تا ۵ آمپر بوده و خروجی آن سیگنال ۴ تا ۲۰ میلی آمپر میباشد .

از ترانسمیتر برای اندازه گیری و ذخیره و مونیتورینگ. جریان ورودی و خروجی یک سیستم (تابلو یا موتورها) استفاده میشود که خروجی آن براحتی به کنترلر های مختلف نظیر PLC و نمایشگر ها وصل میشود

پوزیشنر

پوزیشنر یک دستگاه کنترل حرکت است که به صورت مداوم موقعیت یک تجهیز (مثلا یک دریچه) را با سیگنال ارسالی مقایسه میکند و تا زمانی موقعیت تجهیز با موقعیت درخواستی (که توسط سیگنال الکتریکی ارسال شده) برابر نشده باشد فشار ارسالی برای دیافراگم و یا پیستون اکچویتور را تنظیم میکند تا موقعیت دریچه با موقعیت ارسالی یکی شود.

عملگر Actuator

همان عنصری هست که در آخر هر سیستم کنترلی قرار گرفته و عملیات و فعالیت مورد نظر را انجام می دهد

در انتقال برق TapChanger عمل کنترل حرکت را انجام میدهد



مانیتورینگ صنعتی

امروزه در کارخانجات و واحد های بزرگ صنعتی راهبری سیستمها و ماشین آلات به صورت محلی و توسط اپراتور خاص برای هر قسمت، به علت گستردگی سایت فاصله بین یونیت ها، حجم بالای تجهیزات و عدم امکان ایجاد هماهنگی های مورد نیاز بین واحد های مختلف، امکان پذیر نیست.

از مجموعه ای به نام سیستم کنترل و مانیتورینگ استفاده میشود. این مجموعه شامل دو بخش زیر میباشد :

سیستم کنترل:

متشکل از PLC/RTU/DCS و سخت افزارهای مربوطه که مستقیم با I/O های داخل فیلد در ارتباط هستند.

سیستم Operating و Monitoring :

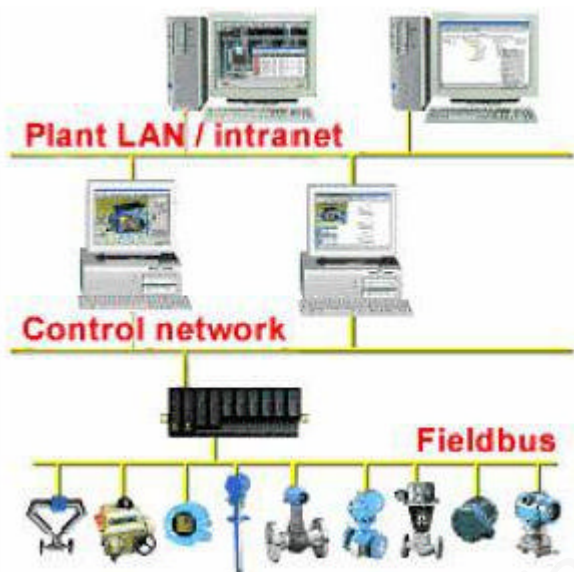
این مجموعه در اتاقی به نام اتاق مرکزی یا CCR که مخفف Central control Room میباشد، نصب میگردد و اپراتورها از طریق این واسط ها کنترل واحد ها را انجام میدهند. از آنجاییکه این سیستم ها رابط بین کاربر و ماشین آلات موجود در سایت میباشد. به آنها اجمالا HMI یا رابط بین ماشین و انسان گفته میشود.

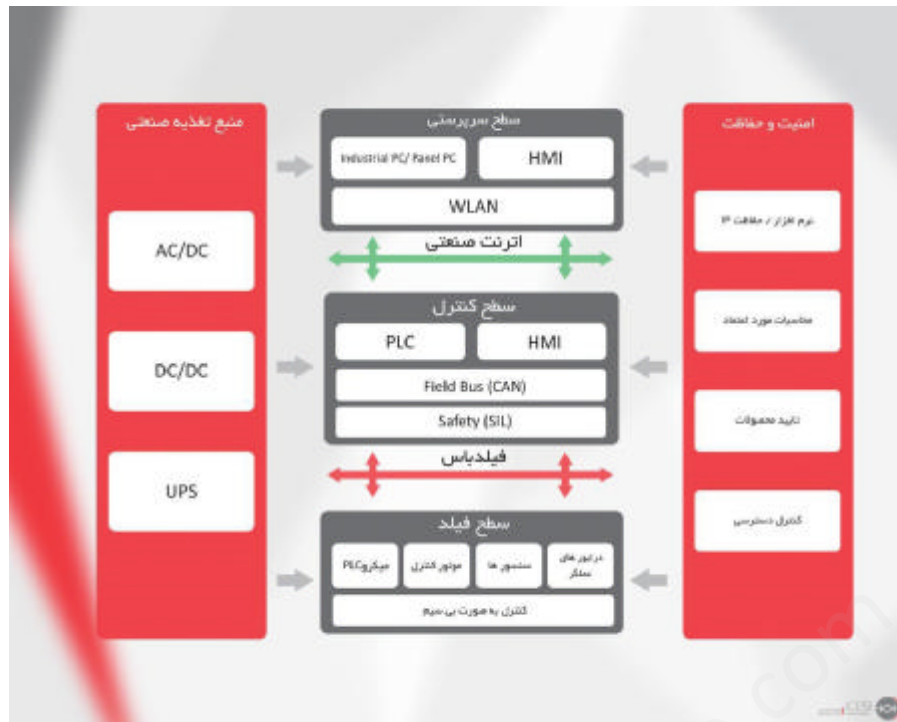
HMI : رابط بین ماشین و انسان است، سیستمی است که کاربر (اپراتور) میتواند یک صنعت را مشاهده و یا با فرمان کنترل نماید

نکته:

دو نام مشابه ولی با مفهوم متفاوت

PLC = Programmable Logic Control مدارات قابل برنامه ریزی دیجیتالی
 PLC = Power Line Carrier ارسال سیگنال (صوت و داده) روی سیم شبکه برق





دلایل انتقال داده در برق

اتوماسیون برق بهره گیری از تجهیزات واسط و مبدلها و رله ها و با استانداردها و پروتکل ها و مسیر ارتباطی و مخابراتی مطمئن و نرم افزار و سخت افزار ها، برای مشاهده و کنترل رله ها و تجهیزات و وضعیت کلیدها و مقادیر سی تی و پی تی و تپ چنجر . و فرمان به تجهیزات، برای تامین برق مطمئن و پایدار در شبکه برق میباشد.

اتوماسیون در برق میتواند مجموعه کاملی از اتوماسیون پست و اتوماسیون نیروگاه و نرم افزار و سخت افزار مرکز کنترل دیسپاچینگ به یک شبکه برق سراسری هوشمند تبدیل شود تا به تامین برق با کیفیت و اقتصادی دست یابد

موضوعات: اتوماسیون پست و نیروگاه- دیسپاچینگ برق - بدون اپراتور کردن پست *UnMan* - اتوماسیون در نیروگاهها و پستهای با *DCS* - اتوماسیون پستها با *RTU* با وجود تشابهات یکسان نیستند

دستاوردهای ذیل حاصل از اتوماسیون برق میباشد

- 1) نمایش وضعیت لحظه ای هر یک کلیدها و بریکرها و تپ چنجر و ..
- 2) نمایش و ثبت مقادیر جریان و ولتاژها و بار اکتیو و راکتیو و در ورودی و خروجیها و دیگر محل ها و ..
- 3) نمایش و ثبت آلامهای مختلف در زمانهای بروز خطا و ..
- 4) الحاق برجسب زمانی **Time Tag** به وضعیت ها و آلامها و اندازه گیریها و فرامین
- 5) استفاده از برجسب زمانی برای مشخص نمودن اولین عملکرد و عملکردهای بعدی، در زمانی که یک حادثه منجر به گسترش حادثه شده است
- 6) استفاده از رنگها و پیام صوتی و نوشتاری برای اعلام هشدار
- 7) ثبت اطلاعات و گزارشگیری متنوع جهت تصمیم گیری مدیریتی
- 8) سیستم مدیریت انرژی (**EMS = Energy Management System**)
- 9) امکان پیش بینی اثرات تغییرات آینده قبل از اجرای واقعی آن (**PAS=Power Advanced Software**)
- 10) امکان بررسی وضعیت حوادث رخ داده در گذشته، با برگرداندن سیستم فعلی بصورت مجازی به شرایط قبل از حادثه (پست مورتم)
- 11) شبیه ساز آموزشی
- DTS=Dispatching Training Simulator
- OTS=Operator Training Simulator
- 12) مطالعه بار (جریان) Load Flow Study

برای دستیابی به اتوماسیون بایستی

مسیر مخابراتی مطمئنی داشت (مخابرات باسیم (زوج سیم) - بیسیم - میکروویو - فیبر نوری - PLC - ماهواره - وایرلس - شبکه GSM - و ..) در خصوص مخابرات بایستی عدم وابستگی به دیگر سازمانها داشت در حقیقت تجهیزات در تملک و تعلق کامل برق باشد

تبدیل سیگنالهای آنالوگ ولتاژ و جریان سمت فشار قوی به سیگنالهای کوچکتر و همگون نمودن آنها با استفاده از مبدلهایی مثل ترانسدیوسر ولتاژی و جریانی (کارتهای I و O)

استفاده از تجهیزاتی جهت تبدیل وضعیتها و آلامها و تپ ترانس به سیگنالهای دیجیتالی
همچنین امکان ارسال فرامین به بریکر و تپ چنجر

در خصوص نیروگاهها کلیه جریان آب و روغن و درجه حرارات و فشار آنها و وضعیت دریچه ها و گاورنرها بایستی مونیتور و کنترل شود

امنیت اطلاعات از جهت نویز و پارازیت و تخریب نشدن اطلاعات و ریداندانسی اطلاعات و جلوگیری از نفوذ هکرها ویروسها و هر عاملی که بصورت سخت افزاری و نرم افزاری بخواهد سیستم را تحت تاثیر قرار دهد بنابراین در بکارگیری سخت افزار و نرم افزار و تجهیزات الکترونیکی دیجیتالی و کامپیوتری آرشیو اطلاعات و اپراتورها بایستی دقت کافی بعمل آید تا اطلاعات صحیح و کامل به مقصد برسد. جهت از دست رفتن اطلاعات بایستی از منابع تغذیه پشتیبان یو پی اس و باتریهای مطمئن که بصورت آنلاین در دسترس باشد استفاده شود

مسیر مخابراتی در شبکه داده

رسانه مغناطیسی

یکی از راحت‌ترین روش‌ها برای انتقال داده‌ها از یک رایانه به رایانه دیگر حتی پیش از تولد مفهوم شبکه‌بندی این بوده است که اطلاعات را روی نوعی رسانه ذخیره‌سازی قرار می‌دادند و آن را به صورت فیزیکی از یک ایستگاه به ایستگاه دیگر می‌بردند. با این که این روش ممکن است در دنیای امروز با اینترنت پرسرعت، قدیمی به نظر برسد؛ اما زمانی که اندازه داده‌ها بسیار زیاد باشد، رایانه مغناطیسی همچنان یک گزینه کاربردی است.

برای نمونه فرض کنید یک بانک می‌خواهد حجم بالایی از داده‌های مشتریان را به دلایل امنیتی و همچنین مقابله با حوادث غیرمترقبه طبیعی به صورت یک پشتیبان به مکان جغرافیایی دوری انتقال دهد. اگر این بانک بخواهد حجم بالایی از داده‌های پشتیبان را انتقال دهد، در این صورت انتقال از طریق اینترنت پاسخگو نیست. لینک‌های WAN ممکن است از سرعت بالا پشتیبانی نکنند و حتی اگر چنین قابلیت‌هایی نیز داشته باشند، هزینه بسیار بالایی خواهند داشت. در چنین حالتی پشتیبان داده‌ها روی نوارهای مغناطیسی یا دیسک‌های مغناطیسی ذخیره می‌شود و سپس به صورت فیزیکی به مکان‌های دور دست انتقال می‌یابد.

یکی از نیازهای اساسی انتقال اطلاعات، مسیر مخابراتی است

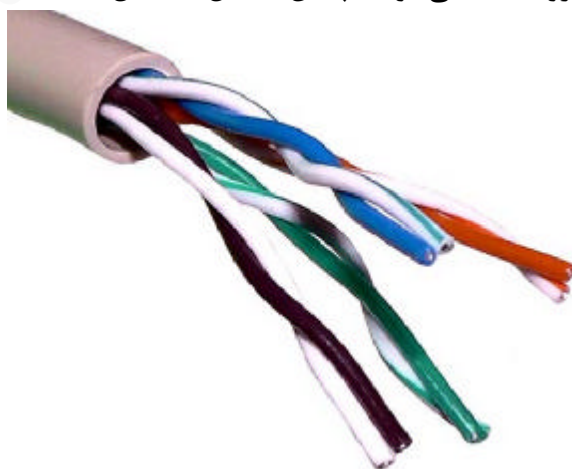
مسیر مخابراتی بیسیم (رادیو بیسیم - میکروویو - وایرلس - ماهواره - GSM و ..)

مسیر مخابراتی باسیم

مسیر مخابراتی فیبر نوری

کابل زوج به هم تابیده

یک کابل زوج به هم تابیده از دو سیم مسی با عایق پلاستیکی تشکیل یافته است که با همدیگر رسانه انتقال را تشکیل می‌دهند. از میان این دو سیم تنها یکی سیگنال واقعی را انتقال می‌دهد و سیم دیگر برای اتصال زمین است. این پیچش سیم‌ها برای کاهش نویز (تداخل الکترومغناطیسی) و همچنین تداخل سیگنال مفید است.



دو نوع کابل زوج به هم تابیده وجود دارد:

کابل زوج به هم تابیده شیلددار (STP)
کابل زوج به هم تابیده بدون شیلد (UTP)

کابل‌های STP به صورت یک جفت سیم به هم پیچیده شده در فویل فلزی ارائه می‌شوند. در شبکه‌های کامپیوتری، غالباً کابل‌های Cat-5 ، Cat-5e و Cat-6 استفاده می‌شوند. کابل‌های UTP به وسیله کانکتورهای RJ45 متصل می‌شوند.

کابل کواکسیال

کابل کواکسیال دو سیم از جنس مس دارد. سیم مرکزی در مرکز کابل قرار می‌گیرد و از جنس رسانای صلب ساخته شده است. سیم مرکزی به وسیله یک غلاف عایق پوشش یافته است. سیم دوم پیرامون این غلاف پیچیده شده است و به نوبه خود به وسیله غلاف عایق پوشش یافته است. همه این سیم‌ها درون یک پوشش پلاستیکی هستند.



کابل کواکسیال به دلیل ساختار خود توانایی حمل سیگنال‌های با فرکانس بالاتری نسبت به کابل زوج به هم تابیده دارد. ساختار به هم پیچیده آن محافظ خوبی در برابر نویز و تداخل سیگنال است. کابل‌های کواکسیال نرخ پهنای باند بالاتری تا 450 مگاهرتز بر ثانیه دارند.

سه دسته کابل‌های کواکسیال به نام‌های RG-59 کابل تلویزیون (، RG-58 اترنت نازک)، و RG-11 اترنت ضخیم وجود دارند. RG مخففی برای عبارت «حاکمیت رادیویی (Radio Government)» است. کابل‌ها با استفاده از کانکتور BNC و BNC-T به هم اتصال می‌یابند. پایانه BNC برای دو انتهای کابل استفاده می‌شود. خطوط برق

ارتباط از طریق خطوط برق (PLC)

ارتباط از طریق خطوط برق (PLC) یک فناوری لایه اول (لایه فیزیکی) است که در آن از کابل‌های برق برای انتقال سیگنال‌های داده استفاده می‌شود. در PLC داده‌های مدولاسیون شده روی کابل‌ها ارسال می‌شوند. گیرنده در انتهای دیگر کابل برق داده‌ها را از حالت مدوله خارج ساخته و آن‌ها را تفسیر می‌کند.

فیبر نوری

فیبر نوری بر اساس خصوصیات نور کار می‌کند. زمانی که اشعه نور به یک لبه تند برخورد می‌کند، در زاویه 90 درجه بازتاب می‌یابد. این خصوصیت موجب می‌شود که فیبر نوری بتواند به درستی کار کند. هسته فیبر نوری از شیشه یا پلاستیک با کیفیت بالا ساخته شده است. از یک انتها نور ارسال می‌شود و با گذر از فیبر نوری در انتهای دیگر دکتور، جریان نوری را تشخیص داده و آن را به داده‌های الکتریکی تبدیل می‌کند.

فیبر نوری بالاترین سرعت انتقال داده را دارد. فیبر نوری دو نوع دارد که یکی فیبر تک حالتی و دیگری فیبر چندحالتی است. فیبر تک حالتی می‌تواند یک اشعه نور را انتقال دهد؛ در حالی که فیبر چندحالتی ظرفیت انتقال چند اشعه نوری را دارد.



فیبر نوری با قابلیت‌های غیر جهت‌دار و دوطرفه ارائه می‌شود. برای اتصال و استفاده از فیبر نوری به دکتورهای نوع خاصی نیاز داریم. این دکتورها از نوع (SC,Subscriber Channel (ST, Straight Tip یا MT-RJ هستند.

شبکه دیتا رایانه ای

شبکه رایانه‌ای باعث تسهیل ارتباط میان کاربران شده و اجازه می‌دهد تا کاربران منابع خود را به اشتراک بگذارند. انواع شبکه‌های رایانه‌ای از نظر وسعت:

WAN: شبکه محیط گسترده (Wide Area Network)

MAN: شبکه محیط کلان‌شهری (Metropolitan Area Network)

LAN: شبکه محیط محلی (Local Area Network)

WLAN: شبکه محیط محلی بی‌سیم (Wireless Local Area Network)

و ...

انواع شبکه‌های رایانه‌ای از نظر توپولوژی:

Star - Bus - Ring - Mesh - Extended Star

انواع شبکه‌های رایانه‌ای از نظر نقش کاربر:

نظیر به نظیر: هم کاربر سرویس می‌دهد و هم سرویس می‌گیرد.

کلاینت سرور: سرور (سرویس دهنده) عمل سرویس دهی را انجام می‌دهد و کلاینت (مشتري) فقط سرویس می‌گیرد.

هدف شبکه رایانه‌ای

شبکه‌های رایانه‌ای را می‌توان برای اهداف مختلف استفاده کرد:

کنترل فرایند: تسهیل ارتباطات: اشتراک‌گذاری سخت‌افزارها: اشتراک‌گذاری پرونده‌ها، اشتراک‌گذاری نرم‌افزارها:

سیستم مخابراتی شبکه فشار قوی

موارد استفاده مخابرات در شبکه برق:

- 1) برای ارسال پیام صوتی (تلفنی) جهت مانور قطع و وصل خط و پست و تجهیزات همچنین تبادل صوتی آخرین اطلاعات از آمار و ارقام و آلامها و وضعیت کلیدها و اندازه گیری ها
- 2) دریافت و ارسال داده های دیجیتالی و آنالوگ جهت اتوماسیون و جهت دیسپاچینگ و شبکه هوشمند
- 3) جهت حفاظت از راه دور با استفاده از داده های رله دیستانس

سیستمهای مخابراتی مورد استفاده در شبکه برق

- 1) حامل خط فشار قوی (PLC)
- 2) فیبرنوری (Access- PDH- SDH) (تجهیز پسیو و تجهیزات اکتیو (مبدل نور به الکتریک)
- 3) رادیو میکروویو
- 4) رادیو بیسیم - وایرلس
- 5) تلفن مستقیم DTS - تلفن معمولی (ثابت) - تلفن همراه (GSM)
- 6) ماهواره
- 7) زوج سیم (Leased Line)
- 8)

سیستم مخابرات در هادیهای برق فشارقوی Power Line Carrier

آشنایی با سیستم PLC

- 1- معرفی سیستم
- 2- انواع کوپلاژ
- 3- مزایا و محدودیتهای
- 4- کاربردها
- 5- اطلاعات مورد نیاز برای طراحی سیستم

اجزاء، سیستم

- 1- ترمینال PLC
- 2- خازن کوپلاژ
- 3- موجگیر Line Trap
- 4- واحد تطبیق امپدانس LMU

تلفات

- 1- عوامل مؤثر در تلفات

- 2- محاسبه تلفات مسير
- 3- نويز
- 4- محاسبه توان ترمينال PLC

حفاظت

- 1- حفاظت خط و ترانس و ..
- 2- شرايط ارسال و دريافت فرامين حفاظتي

ترمينال PLC

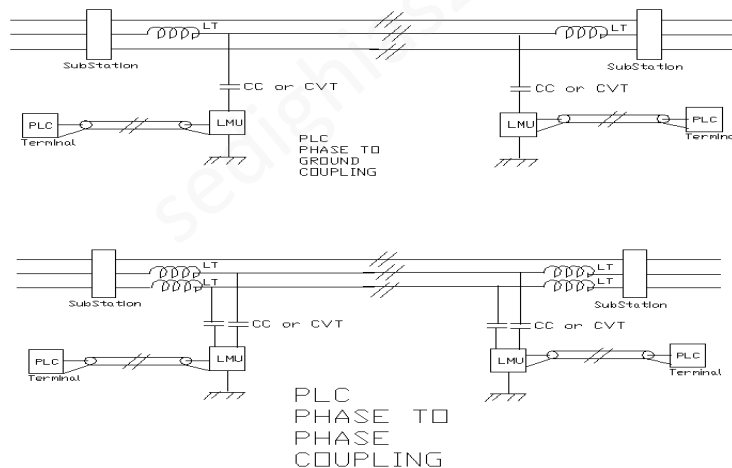
- 1- مدار داخلي و قسمتهای تشكيل دهنده PLC
- 2- روش تست PLC و تله پروتکشن

سيستم مخابراتی شبکه فشار قوی PLC

- 1) محيط انتقال : خطوط فشار قوی
- 2) فرکانس کار : 40KHZ - 400KHZ
- 3) محدوديت ها : قيمت ، محدوديت ، تضعيف خطوط
- 4) مدولاسيون : SSB
- 5) نحوه ارتباط : DUPLEX
- 6) پهنای باند هر کانال 4KHZ جهت صحبت - داده - سيگنالینگ - سيگنال حفاظت

انواع کویلاژ :

- 1) فاز به زمين
- 2) فاز به فاز
- 3) بين دو مدار



اجزاء PLC

- 1) ترمینال PLC (فرستنده رادیویی با مدولاسیون دامنه SSB و با فرکانس 40 کیلوهرتز تا 400 کیلوهرتز با توان حدود 10 وات تا 40 وات)
- 2) واحد تطبیق امپدانس LMU (Line Matching Unit) (تطبیق امپدانس کابل کوکسال به امپدانس سیم برق)
- 3) خازن کوپلینگ Coupling Capacitor (فیلتر عبور فرکانس 40 KHZ-400 KHZ و عدم عبور 50 HZ)
- 4) تله موج Line Trap (فیلتر عدم عبور فرکانس 40 KHZ-400 KHZ و عبور 50 HZ بسمت ترانس قدرت ایستگاه)
- 5) کابل کوکسیال

مزایا :

- 1- استفاده از محیط انتقال موجود
- 2- تلفات کم و امکان انتقال سیگنال مخابراتی در فواصل زیاد بدون نیاز به تکرار کننده
- 3- قابلیت مخابره سیگنالهای مختلف صحبت - داده - حفاظت با قابلیت اطمینان بالا
- 4- دسترسی و کنترل انحصاری سیستم مخابراتی PLC توسط دست اندرکاران و بهره‌برداران شبکه فشار قوی

محدودیت :

محدود بودن طیف فرکانسی

کاربردها:

- 1- انتقال صحبت ، برقراری ارتباط شبکه تلفنی اختصاصی وزارت نیرو
- 2- انتقال اطلاعات و فرمانهای دیسپاچینگ فوق توزیع
- 3- برقراری ارتباط DTS دیسپاچینگ ملی منطقه‌ای
- 4- ارسال سیگنالهای حفاظت در خطوط شبکه انتقال

تلفات کوپلاژ:

- 1- تلفات تجهیزات کوپلاژ و کابل کوکسیال یا زوج سیم
- 2- تلفات ناشی لاین تراپ Trapping Loss و از فازهای بدون لاین تراپ
- 3- تلفات ناشی از کوپلاژ چند ترمینال به یک خط

سیستم مخابرات فیبر نوری

محیط مخابراتی فیبرنوری خطوط انتقال برق که فیبر داخل سیم فاز یا عمدتاً فیبر داخل سیم گارد می باشد

نحوه ارسال و دریافت

برای ارسال و دریافت سیگنالهای الکتریکی از طریق فیبر نوری بایستی سیگنال الکتریکی با مبدلهایی به نور تبدیل شود (و بالعکس) که این سیگنالهای متفاوت از رله ها و اندازه گیریهایی ناشی CT ها و PT(CVT) ها و تماسهای صوتی و داده های متفاوت و ... بایستی بنوعی باهم ترکیب و به نور تبدیل شود این مهم در تجهیزهایی بنام ACCESS و SDH صورت میگیرد.

سپس با استانداردهایی از طریق فیبر نوری OPGW بسمت مقابل ارسال و دریافت گردد. برد تجهیزات فیبرنوری حداکثر حدود 100 کیلومتر می باشد سپس باید با نصب تکرار کننده برای فواصل بیشتر اقدام نمود

تاریخچه فیبر نوری

به دلیل کمبود ظرفیت کانال ها در فرکانس های میکروویو نسبت به احتیاج روزانه، می توان فکر استفاده از حامل با فرکانس های بالاتر را ایجاد نمود.

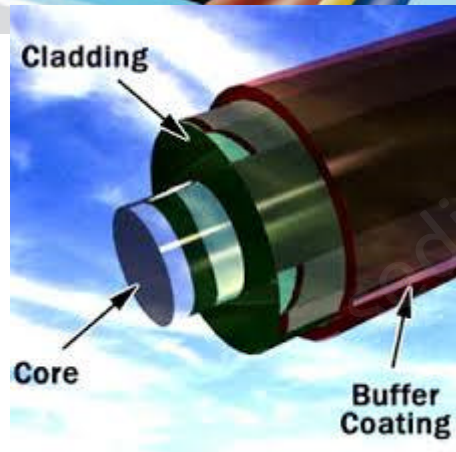
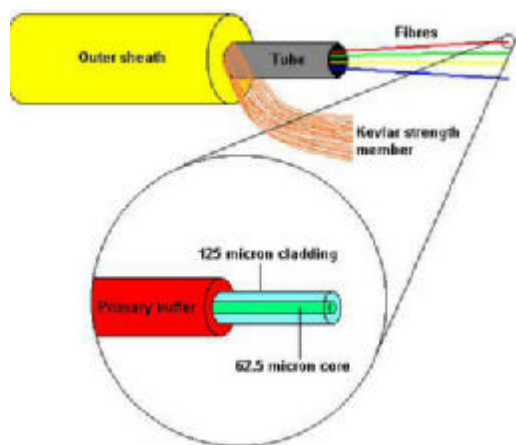
اولین بار در سال 1960 پیشنهاد استفاده از محیط انتشار مناسب برای انتقال نور و هدایت آن از طرف دانشمند ژاپنی بنام "کائو" مطرح شد و شیشه را برای این محیط معرفی نمود و اعلام کرد که ماکزیمم میزان تضعیف باید 20db/km باشد تا بتوان حداقل یک درصد انرژی منتقل گردد و چهار سال بعد، یعنی در سال 1964، شیشه ای با ضریب تضعیف 16db/km ساخته شد و از آن به بعد مخابرات نوری شروع به پیشرفت کرد.

به عبارتی، فیبر نوری یک موجبر نوری می باشد که وظیفه اصلی آن انتقال اطلاعات و داده ها به وسیله سیگنال های نوری است.

در سال 1970 با ساخته شدن لیزرهای نیمه هادی که در دمای اتاق کار می کردند استفاده از فیبر نوری به طور گسترده امکان پذیر شد و بدین ترتیب فیبر در مخابرات، شبکه های داخلی کامپیوتر و صنعت برق جهت ارسال و دریافت اطلاعات با سرعت بالا و برای مسافت های طولانی تر مورد استفاده قرار گرفت.

مزایای فیبر نوری در قیاس با دیگر محیط های انتقال

- 1- ایمنی بالا در مقابل تداخل امواج الکترومغناطیسی
- 2- فواصل انتقال طولانی تر
- 3- ظرفیت بالا (پهنای باند وسیع)
- 4- امنیت بالا و خطای ناچیز
- 5- ضریب اطمینان و کیفیت انتقال بالا
- 6- ابعاد کوچکتر و وزن کمتر
- 7- قیمت مناسب
- 8- غیر اشتعال زا (با توجه به عدم وجود الکتریسیته، امکان بروز آتش سوزی وجود نخواهد داشت).



9- انعطاف پذیرتر

10- استفاده از فن آوریهای جدیدتر

11- عدم جاذبیت برای سارقان جهت سرقت فیبر

اجزای تشکیل دهنده فیبر نوری

یک فیبر نوری از سه بخش اصلی تشکیل شده است:

1- هسته (Core): شیشه‌ای بسیار نازک (با ضخامتی معادل تار موی انسان) از جنس سیلیس در مرکز فیبر که سیگنال‌های نوری در آن حرکت می‌نمایند. در داخل هسته از دیودها و یا لیزرهای انعکاسی استفاده می‌شود تا مانع از خروج پرتوهای نور از کابل شود.

2- روکش (Cladding): بخش خارجی فیبر بوده که دورتا دور هسته را احاطه کرده و باعث برگشت نور منعکس شده به هسته می‌گردد. پوشش هسته به منحرف نشدن پرتوها کمک می‌کند. ضریب انعکاس روکش از هسته کمتر بوده و موجب شکست کامل نور تابیده شده به دیواره هسته می‌شود.

3- بافر رویه (Buffer Coating): روکش پلاستیکی که باعث حفاظت فیبر در مقابل رطوبت و سایر موارد آسیب‌پذیر است. بیشتر لایه‌ها در فیبر نوری به منظور محافظت از هسته در نظر گرفته می‌شوند.

انواع فیبرهای نوری

فیبرهای نوری از لحاظ ساختار تولید به دو دسته تقسیم می‌شوند:

1- فیبرهای تک‌مدی

2- فیبرهای چندمدی

تعریف Mode در فیبرهای نوری

مد در واقع تعداد مسیری است که نور می‌تواند جهت انتشار در فیبرهای نوری برگزیند. بنابراین نور در فیبرهای تک‌مدی تنها می‌تواند از یک مسیر انتشار یابد و در فیبرهای چندمدی نور می‌تواند چندین مسیر را برای انتشار برگزیند. بطور خلاصه در مخابرات نوری از طول موج‌های نزدیک اشعه مادون قرمز و دامنه بین 800 الی 1600 نانومتر استفاده می‌گردد که البته به علت ملاحظات فنی فقط در سه طول موج 850، 1300 و 1550 نانومتر اقدام به انتقال اطلاعات می‌گردد.

از فیبرهای مولتی مد در برق در داخل یک ایستگاه در ارتباط رله‌ها که دارای پورت نوری هستند و این رله‌ها فاصله کوتاهی باهم دارند استفاده می‌شود نور در این فیبرها مرئی و قابل رویت است البته نگاه به سطح مقطع سیم حاوی نور لیزر برای سلامتی چشم مناسب نیست از فیبرهای سینگل مد در ارتباطات ایستگاه برق با یکدیگر و با مرکز دیسپاچینگ که دارای فواصل بیشتری است استفاده می‌شود

انواع کابل فیبر نوری

کابل‌های نوری را می‌توان نسبت به شرایط محیطی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، به دو گروه عمده بیرونی و داخلی تقسیم بندی نمود.

کابل‌های بیرونی نیز به سه دسته تقسیم می‌شوند :

کابل‌های زمینی

کابل‌های هوایی OPGW

کابل‌های زیردریایی

ساختار شبکه برق با وجود دکل‌ها، تیرهای توزیع و پایه‌های روشنایی برای کابل‌های هوایی مناسب به شمار می‌آید. کاربردی ترین و پر مصرف ترین ساختار هوایی در صنعت برق کابل OPGW می‌باشند. با توجه به اینکه دکل‌های برق برای مقاومت در برابر زلزله بیشتر از 8 ریشتر طراحی می‌شود، آسیب پذیری فیبر در زمان زلزله نیز بسیار کم است.

کابل OPGW(Optical Ground Wire)

جایگزینی سیستم زمین موجود با این کابل تاریخ طولانی دارد که از سال 1978 شروع شده است.

امروزه، کابل OPGW مهمترین و بهترین فن‌آوری مورد قبول برای تجهیز خطوط فشار قوی با قابلیت انتقال محسوب می‌شود. کابل OPGW باید دو نیاز را تامین کند. اول باید بعنوان هادی زمین جریان‌های اتصال کوتاه ناشی از اتصال فاز به زمین و یا جریان‌های القائی ناشی از صاعقه را به زمین هدایت کند و دوم آنکه از فیبرهای نوری در مقابل نیروهای خارجی و شرایط سخت محیطی مانند تغییرات شدید درجه حرارت، بارگذاری یخ و باد حفاظت نماید. با تامین این دو نیاز تا حد

زیادی از بارگذاری روی دکل‌ها کاسته می‌شود. به دلیل کاربرد زیاد کابل OPGW در صنعت برق به شرح ساختار این نوع از کابل‌های نوری هوایی می‌پردازیم:

ساختار کابل نوری OPGW

فیبرهای نوری درون تیوب‌های فلزی یا پلاستیکی با روکش فلزی قرار می‌گیرند. قطر تیوب‌های فلزی حداکثر 6 میلیمتر و تیوب‌های پلاستیکی از 3/5 تا 8 میلیمتر است. تیوب‌های فلزی از جنس فولاد یا آلومینیوم هستند و برای جلوگیری از نفوذ آب و هیدروژن و عدم برخورد فیبرها به دیواره تیوب، از ژل یا مواد ترکیبی و ضد آب ویژه‌ای پر می‌شوند. تیوب‌های فولادی بدلیل استحکام بیشتر از قطر و ضخامت کمتری برخوردارند.

کلیات سیستم SDH

با توجه به اینکه هدف سیستم‌های مخابراتی، انتقال هرچه بیشتر اطلاعات بر روی یک کانال بوده است، این مساله مستلزم جمع آوری تعدادی از کانالهای تلفنی مختلف با هم، انتقال آنها با هم، و سپس جدا کردن آنها از یکدیگر و انتقال هر کدام از آنها به گیرنده‌های مربوطه می‌باشد. یکی از روشهای مورد استفاده **FDM** و یا مالتی پلکس به روش تقسیم فرکانسی می‌باشد که در این روش مجموعه‌ای از کانالهای تلفنی با فرکانسهای کاربر مختلف به منظور انتقال سیگنالها به باند فرکانسی مختلف، با یکدیگر مدوله می‌شوند.

امروزه جهت انتقال سیگنالهای دیجیتال از روش سلسله مراتبی استفاده می‌شود که بر اساس سه استاندارد اروپایی، آمریکایی و ژاپنی تدوین شده اند. خروجی این سیستمها اصطلاحاً سیگنال **PDH** یا سیگنال سلسله مراتبی غیر همزمان نامیده میشود. اما این روشها قادر به انتقال همه سیگنالها نیستند با توجه به این موضوع و نیز ویژگیهایی دیگر این سیستم، سیستمهای **SDH** و یا سلسله مراتبی همزمان مورد استفاده قرار گرفت.

نرخ بیت سیگنال SDH

شبکه **SDH** یک شبکه همزمان میباشد که کلیه اجزا آن از یک کلاک واحد برای همزمانی استفاده می‌کنند. نرخ بیت پایه در این شبکه **155.52Mb/s** میباشد که به آن **STM-1** گفته می‌شود. برای دسترسی به نرخ بیت بیشتر از حالت مالتی پلکس سیگنال پایه **STM-1** استفاده می‌شود.

مقادیر استاندارد شده برای مقادیر برای نرخ بیتهای بالاتر عبارتند از :

Mb/s = 620	STM-4	Mb/s = 155	STM-1
Gb/s = 10	STM-64	Gb/s = 2.5	STM-16
		Gb/s = 40	STM-256

نکته مهم: در صنعت برق در داخل سیم‌های گارد با فیبرنوری **OPGW**، هر چند یک زوج فیبر برای ارسال و دریافت نه تنها سیگنالهای برق کافی است بلکه میتوان سیگنالهای چندین کانال صوت و تصویر تلویزیونی روی یک زوج تار نیز ارسال نمود اما بدلیل صرفه اقتصادی و واگذاری به دیگر سازمانها، در سیم گارد حدود 24 تار نوری برای کاربردهای متنوع و استفاده کننده‌های متفاوت طراحی و تولید نمود. ضمن اینکه از جهت الکترونیکی روی هر زوج فیبر نوری با عمل مدولاسیون نور **DWDM = Dense wavelength division multiplexing** میتوان سیگنالهای بیشتری ارسال نمود

سیستم کنترل راه دور و تله متری

امروزه سیستمهای کنترل راه دور و تله متری نقش بسیار مهمی در صنعت ایفا میکنند و با پیشرفت تکنولوژی مدارهای مجتمع IC و پیشرفتهای قابل ملاحظه سیستمهای کامپیوتری سخت افزار و نرم افزار صورت گرفته ، نقش این سیستم کنترل و تله متری برجسته تر میگردد.

تکنولوژی کنترل و سنجش از راه دور در بسیاری از رشته های صنعتی و علوم کاربردی مانند هوافضا ، برق ، صنایع پتروشیمی ، مخابرات ، هواشناسی ، مورد استفاده قرار میگیرد
برخی از کاربردهای تله متری در صنعت به قرار ذیل است.

1) در دسترس نبودن مکان یا سخت بودن دسترسی (بعنوان ایستگاههای هواشناسی که در کوهها و نقاط برفگیر وجود دارند

2) اقتصادی نبودن حضور نفرات در محل (مثلا ایستگاههای فوق توزیع برق)

3) دستیابی به اطلاعات صحیحی و کامل در کوتاهترین زمان ممکن

4) افزایش سرعت انجام مانور روی سیستم تحت کنترل

5) خطرناک بودن یا غیر ممکن بودن حضور افراد در محل (کارخانه های شیمیایی، جبهه های جنگ ، کارخانه های اتمی و ..)

با توجه به موارد فوق طبیعتاً بحث مکانیزاسیون در صنعت برق نیز مطرح میشود و در همین راستا شاهد استفاده روزافزون از PLC در صنعت تولید انرژی و نیروگاهها میباشیم و در بحث انتقال انرژی نیز با توجه به بهم پیوسته بودن شبکه و اینکه مرکز کنترل دیسپاچینگ ، اصلی ترین وظیفه را جهت انتقال صحیح و مطمئن انرژی الکتریکی بعهدہ دارد ، ضرورت وجود سیستم کنترل و جمع آوری اطلاعات SCADA بر همگان آشکار میشود

سیستم کنترل از راه دور مکانیزه SCADA

Supervisory Control And Data Acquisition

سیستم اسکادا وظیفه جهت کنترل و جمع آوری اطلاعات سیستمهای انرژی الکتریکی بعهدہ دارد شامل عناصر ذیل است

1) مرکز کنترل

شبکه ای از کامپیوترهای قوی و مطمئن جهت دریافت اطلاعات از ایستگاههای تحت پوشش و انجام پردازشهای مورد نظر و بنمایش درآوردن اطلاعات جهت دیسپاچرها و کارشناسان فنی و اجرای برنامه های مانند PAS و Training و ...

2) محیط مخابراتی مطمئن

شامل PLC و رادیو مودم ها و خطوط مستقیم Leased Line و خطوط تلفن و فیبر نوری Optical Fiber و شبکه های بیسیم و مخابرات ماهواره ای و .. که انتخاب هر کدام با توجه به قیمت و هزینه های تکنولوژی آن و امکانات محل قابل بررسی است

ترمینال راه دور RTU (Remote Terminal Unit)

پایانه راه دور در محل ایستگاه فشار قوی نصب میگردد و کلیه عملیات جمع آوری اطلاعات ایستگاهها و اعمال فرامین مرکز را مدیریت مینماید.

RTU های جدید تا حدودی هوشمند میباشند و قابلیت پردازش اولیه اطلاعات ، بعنوان مثال MWH و MVARH را نیز دارا میباشند

داده ها در سیستم اسکادا

در سیستم اسکادا ایستگاهها با چهار نوع متفاوت داده Data سر و کار داریم که عبارتند از:

1) Indication : وضعیت بریکرها (باز و بسته بودن و خارج از سلول بودن بریکر) و وضعیت سکسیونر و وضعیت تپ ترانس ها

2) Alarm : آلامهای گوناگونی که در اثر وقایع مختلف در تجهیزات ایستگاه ظاهر میگردند مثل آلام درجه حرارت ترانس و آلام قطع AC و ..

3) Control : دستوراتی که از مرکز به RTU ارسال میشوند جهت باز و بسته نمودن کلیدها یا تغییر تپ ترانس ها و ..

4) Measurand : مقادیر ولتاژ خطوط و باس ها و MW و MVAR خطوط و ترانسها که میتوان این مورد را مهمترین نوع داده در سیستم اسکادای ایستگاه بحساب آورد

اسکادا (SCADA) :

سامانه سرپرستی و گردآوری داده یا اسکادا (SCADA) به سامانه‌های کنترل و اندازه‌گیری در مقیاس بزرگ اطلاق می‌شود. معمولاً منظور از اسکادا یک سامانه مرکزی است که نظارت و واپایی یک سایت یا سیستم گسترده در فواصل زیاد (در حد چندین کیلومتر) را بر عهده دارد.

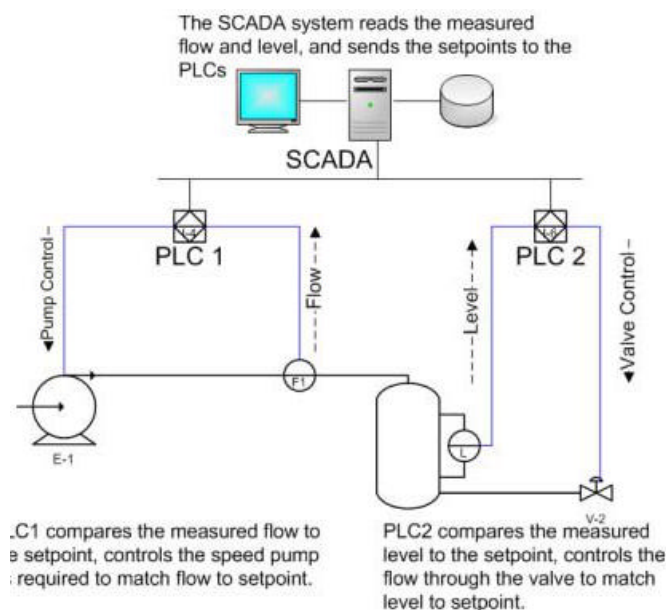
در یک سیستم اسکادا اتاق کنترل می‌تواند بر پایه داده‌های بدست‌آمده دستورهای لازم را صادر کند. همچنین این داده‌ها در یک سیستم ثبت اطلاعات یا سیستم مدیریت پایگاه داده ذخیره می‌شوند که معمولاً قابلیت ترسیم نمودار و تحلیل اطلاعات را هم دارد.

سیستم‌های اسکادا برای مونیتور کردن یا کنترل فرایندهای شیمیایی، حمل و نقل، سیستم‌های آبرسانی شهری، کنترل تولید و توزیع انرژی الکتریکی و در خطوط نفت و گاز و سایر فرایندهای گسترده و توزیع یافته استفاده می‌شود.

اسکادا یا **Supervisory Control And Data Acquisition** به سامانه گردآوری داده از نقاط گوناگون و مانیتورینگ، کنترل آن می‌باشد. اسکادا از بنیاد کلی دستگاه‌های کنترل پراکنده (**Distributed Control Systems**) پیروی می‌کند. گرچه هر دو سامانه بر پایه یک هدف بنا شده‌اند، تفاوت‌های برجسته‌ای نیز باهم دارند. از این تفاوت‌ها می‌توان نوع کاربرد و کارایی این سامانه‌ها را نام برد. سامانه **SCADA** همانگونه که از نام آن پیداست یک دستگاه کنترل کامل نیست بلکه برای انجام سرپرستی بررسی بر کنترل و گردآوری اطلاعات پی ریزی شده و خواسته‌های اولیه و طراحی و پدیدآوری آن پایش (**Monitoring**)، سرپرستی در تصمیم‌گیری در کنترل و هشدار و آژیر (**Alarm Handling**) در زمان‌های مورد نیاز از راه یک کیان یکتا و جامع می‌باشد.

هسته بنیادی این سامانه بسته‌های نرم‌افزاری پیشرفته‌ای هستند که بر روی سخت افزارهای استوان و مشخصی همچون **PLC** ها و یا **RTU** نهاده شده‌اند.

ساختار سخت افزاری اسکادا



در (dispatching center)، یک رایانه با نام **Master 1** و یک رایانه با نام **Standby** و یا **Master 2** به کار گرفته می شود. اگر به هر دلیلی رایانه **Master 1** از کار بیفتد بی درنگ رایانه **Master 2** جایگزین آن می شود و از اینرو، هیچگونه ایست (Intrupt) در کار نرم افزار پدید نمی آید هر دو رایانه **Master** از راه شبکه به یکدیگر پیوسته هستند. رایانه های نام برده شده برای **Master** از نوع رایانه سازپردازی **Industrial Computer** می باشند. دو رایانه دیگر نیز بعنوان **workstation** انگاشته شده اند که میانرخ نمایشی (GUI) روی آنها کار گذاشته می شود.

از راه هر دو **Workstation** می توان به گزیدار بنیادی (main menu) نرم افزار میانرخ دسترسی پیدا کرد و دگرگونی و تغییر

لازم را پدید آورد. آفریدن و یا دگرگونی نگاره های نمایشی تنها از راه **Workstation** ها انجام پذیر است. رایانه های **Workstation** نیز از راه شبکه به رایانه های **Master** همبند هستند. چاپگرها نیز به رایانه های **Master** همبند می باشند چاپگر متصل به رایانه روشن **Master 1** , **Master 2** فهرست رخدادها را چاپ می کند، چند چاپگر رنگی به تعداد مورد نیاز نیز به **Workstation** ها پیوسته است و توانایی چاپ رنگی از نگاره های نمایشی فراهم می باشد.

دو لایه بنیادی در دستگاه **SCADA** به اینگونه ند: 1- **Client Layer** که یک راه گفت و شنود بین کاربر و رایانه فراهم می کند 2- **Data Server Layer** که بیشتر داده های فرایند های کنترل را اداره می کند.

این **Data Server** با کالاهای میدان (Field) پیوند برقرار می کنند و کنترلرهای فرایند و **PLC** یگراست و یا از راه شبکه ها یا فیلد باسها ی سفارشی (siemens H1) و یا غیر اختصاصی (Profibus) به آن می رسند. و **Data Server** ها یا به یکدیگر یا از راه شبکه اترنت (Ethernet LAN) به ایستگاههای **Client** پیوند دارند.

ساختار نرم‌افزاری اسکادا

نرم‌افزارهای دستگاه SCADA بر پایه تکنولوژیهای **Multitasking** و **Real Time** استوار شده است و بنشت پایگاه داده‌های آن نیز **RTDB(Real-Time DataBase)** نام دارد که بر روی یک یا چند **Server** همزمان پیاده‌سازی و انجام داده می‌شود. دستگاه **Server** وظیفه پاسخگویی به کارهای ویژه‌ای مانند: **logging, calculation, alarm checking, polling controllers** (and archiving) را بر دوش دارد. از سوی دیگر امکان واگذاری یک رسیدار (**Server**) به کارهای خاصی مانند **Alarm historian, datalogger, checking** هست.

مشخصات فنی که در انتخاب نرم‌افزار مرکز کنترل بایستی مد نظر داشت

ردیف	امتیاز
1	سخت افزار مرکز کنترل شامل:
1-1	SCADA Server
2-1	FEP
3-1	LAN Equipments
4-1	Routers
5-1	MMIs (The maximum number of monitor)
6-1	Remote(Engineering) Workstation
7-1	Printers
8-1	Back-up storage devices
9-1	Modems
10-1	Time and frequency system
11-1	Cabinets
12-1	Other equipment
2	نرم افزار مرکز کنترل شامل:
1-2	Base SCADA software
2-2	Communication protocol to connect to other dispatching centers
3-2	Communication protocol to connect to RTU
4-2	Operating system (OS) for SCADA
5-2	Operating system(OS) for MMI
6-2	IEC 61970 standard
7-2	Ability to connect to PSI , SINAUT Spectrum, Hitachi dispatching centers
8-2	Redundancy of system (servers ,FEP,LAN, . .)
9-2	Redundancy of communication channel between RTU's and control centers
10-2	Redundancy of communication channel between RTU's and control centers
11-2	Ability of extend the system
12-2	The maximum number of points that the system support
13-2	Synchronization of system

14-2	Specification of LAN	
	The maximum number of MMIs can add in system	
15-2	SCADA database	
16-2	Specification of archive's database	
17-2	Capacity of archive's database	
	Load balancing	
18-2	Distributed FEP	
19-2	The performance of each FEP in island status	
20-2	The maximum number of FEP can add in system	
21-2	The performance of system in Peak Load (Max. CPU Loading , Response Time)	
22-2	The performance of system in Over Load (Max. CPU Loading , Response Time)	
23-2	Mode of the system(test mode , study mode , . . .)	
24-2	Post Mortem analysis	
25-2	Inter-centre communications software	
	Inter-centre communications protocol	
26-2	Report Manager	
27-2	Ability to report on Microsoft office excel and word	
28-2	Ability to online filtering	
29-2	EMS	
30-2	Other software	
31-2	User friendly operating environment(ability to copy/paste and Drag/Drop)	
32-2	User friendly engineering environment (ability to copy/paste and Drag/Drop)	
3	سابقه نصب نرم افزار	
1-3	سابقه نصب نرم افزار در برق	
2-3	سابقه نصب سیستم در دیگر کشورها	

مشخصات فنی نرم افزار مرکز کنترل دیسپاچینگ

- 1- داشتن ماژولهای EMS
- 2- قابلیت Report گیری از سیستم راحت و قابل تنظیم و تعریف باشد
- 3- چگونگی عملکرد سیستم در مد Post Mortem
- 4- دارا بودن قابلیت فیلترینگ به صورت online و امکان and و or در log
- 5- امکان نمایش رویت پذیری سیستم با توجه به تعداد نقاط تعریف شده در سیستم
- 6- مدت زمان نگهداری دیتاها قبل از ارسال به آرشیو
- 7- تعداد نقاطی که تاکنون بر روی سیستم تعریف شده و به صورت واقعی زیر بار می باشد
- 8- سابقه نصب سیستم در برق
- 9- سابقه نصب ماژولهای EMS
- 10- کاربر پسند بودن محیط اپراتوری برای دیسپاچر
- 11- انجام تمامی عملیات اپراتوری در یک صفحه جهت بالا رفتن سرعت بهره برداری از سیستم
- 12- ساختار منوها و home page کاربر پسند نمی باشد
- 13- کیفیت گرافیکی نقشه ها و رنگ استفاده شده در سیستم
- 14- کاربر پسند بودن سیستم برای مهندس سیستم
- 15- توزیعی بودن FEP ها
- 16- نحوه عملکرد سیستم در زمان Island شدن
- 17- قابلیت Copy و Paste برای کشیدن نقشه ها
- 18- قابلیت Drag /Drop در محیط اپراتوری و مهندسی سیستم
- 19- قابلیت Import و Export در Excel
- 20- داشتن مدهای مختلف
- 21- امکان انجام تغییرات بر روی سیستم (مثلا کشیدن نقشه) و قابلیت اعمال آن روی دیتا بیس در هر زمان
- 22- امکان نمایش logهای سیستم (مربوط به سخت افزار، شبکه و ...) به صورت جداگانه
- 23- محدود نبودن تعداد نقاط قابل تعریف در سیستم
- 24- داشتن قابلیت AutoCAD Import
- 25- داشتن امکان انتخاب job در هنگام اعمال تغییرات بر روی data base به صورت online
- 26- داشتن امکان select/undo روی data base و data model
- 27- داشتن ماژول SMS جهت ارسال اتوماتیک پیام

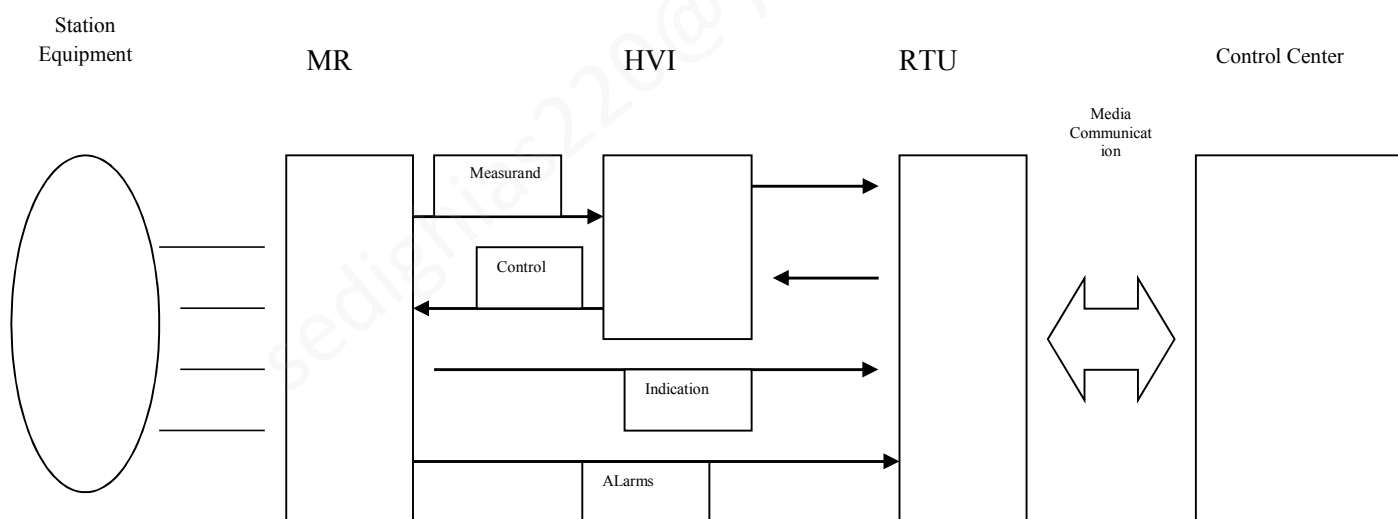
دستگاه پایانه راه دور RTU=Remote Terminal Unit

امروزه نظارت و کنترل پستهای برق در بسیاری از نقاط جهان توسط سیستم‌های کامپیوتری انجام می‌گیرد. کامپیوتر علاوه بر افزایش سرعت عمل و قابلیت اطمینان می‌تواند با اجرای برنامه‌های تحلیل شبکه، سریعاً اپراتور را در اتخاذ تصمیم یاری نماید. بدین ترتیب نظارت بر شبکه آسان‌تر و مطمئن‌تر خواهد بود. برای این کار لازم است تا کلیه اطلاعات شبکه برق در پستهای مختلف جمع‌آوری گردند. این اطلاعات شامل مقادیر آنالوک (نظیر ولتاژ، جریان) و مقادیر دیجیتال (نظیر وضعیت کلیدها و سکسیونرها) می‌باشد. بهمین منظور پروژه طراحی و ساخت **REMOTE TERMINAL UNIT (RTU)** بعنوان بخشی از یک شبکه کامپیوتری کنترل و نظارت بر شبکه برق تعریف و اجرا گردیده‌است. سیستم **RTU** حاصل از این پروژه یک دستگاه میکروپروسسوری با سخت‌افزار کاملاً مدولار مبتنی بر باس‌ها و پروتکل‌های استاندارد است که به نرم‌افزاری مدولار و انعطاف پذیر نیز مجهز گردیده‌است. این سیستم می‌تواند اطلاعات آنالوک و دیجیتال را از پست انتقال نیرو اخذ نموده و توسط مدم (**MODEM**) از طریق مدارهای مخابراتی به یک ایستگاه مرکزی (**MASTER STATION**) ارسال نماید. بدین ترتیب مجموعه‌ای شامل بیش از شانزده **RTU** قادر هستند کلیه اطلاعات جمع‌آوری شده از پستهای مربوطه را به یک مرکز کنترل بفرستند، این ایستگاه مرکزی (به اختصار **MS**) می‌تواند بکمک اطلاعات دریافت شده از پستهای مختلف تصمیمات مقتضی را اتخاذ نموده و فرامین لازم را صادر کند. این فرامین که ماهیت دیجیتال و آنالوک دارند از طریق کانال ارتباطی به سیستمهای **RTU** موردنظر رسیده **RTU** می‌تواند بکمک سخت‌افزار و نرم‌افزار خود آن را بطور دقیق و اطمینان بخش در پست اجرا نماید. مدولار بودن سیستم **RTU** سبب گشته تا به نسبت وسعت پست مورد نظارت و کنترل، سخت‌افزار لازم را بتوان با هزینه‌ای مناسب و بسادگی هرچه تمامتر تهیه و نصب کرد و بدین ترتیب **RTU** را در پستهای مختلف شبکه مورد استفاده قرار داد. در سیستم **RTU** نرم‌افزار نظارت داخلی و خود عیب یابی نیز جهت بالا بردن قابلیت اطمینان سیستم پیش بینی شده است. **RTU** می‌تواند اطلاعات جمع‌آوری شده از پست را به یک میکروکامپیوتر محلی نیز ارسال دارد. در نتیجه اطلاعات و وضعیت چند دقیقه قبل پست در حافظه‌های این کامپیوتر محلی واقع در پست ذخیره می‌گردد تا در صورت نیاز در اختیار اپراتور محلی قرار گیرد.

مشخصات RTU

کلیه RTU ها دارای اصول کار یکسان بوده و دارای یک نرم افزار و همه در داشتن کارتهای زیر مشترک میباشند

- (1) منبع تغذیه **Power Supply**
- (2) کارت اصلی **CPU - Main**
- (3) کارت ارتباط داخلی (کارتهای مشترک) **UIOC - ICOM** و ...
- (4) مودم **Modem** وظیفه برقراری ارتباط با مرکز کنترل یا **RTU** های دیگر
- (5) کارتهای **Analogue Input - AI** جمع آوری مقادیر اندازه گیری وات وار ولتاژ و ... و تبدیل به فرم دیجیتال
- (6) کارتهای **Digital Input - DI** جمع آوری وضعیت کلید و سکسیونر و تپ ترانس
- (7) کارتهای **Digital Output - DO** ارسال فرمان به کلید و به تپ ترانس
- (8) تابلو **MR** تعدادی ترمینال ورودی و خروجی سیستم اسکادا - اطلاعات وضعیتها (**indication**) و آلامها مستقیما به کارتهای **DI** وارد میشوند و تعدادی کارت دیگر



شرایط حداقلی پایانه راه دور

- 1) قابلیت اتصال به مراکز کنترل دیسپاچینگ موجود
- 2) دارا بودن **LED** بروی کارتهای دیجیتال
- 3) قابلیت قرائت مقادیر اندازه گیری و محاسبه به صورت 16 و 32 بیت از **IED** و ارسال آن با تایپ **IT** به مرکز
- 4) پیکر بندی پایانه با پورت شبکه صورت پذیرد.
- 5) هر کارت **I/O** بدون تنظیم آدرس از طریق سخت افزار بایستی قابل تعویض با سایر کارتها باشد.
- 6) قابلیت **DAYLIGHT SAVING** بایستی از طریق نرم افزار پیکربندی قابل فعال / غیرفعال سازی باشد.
- 7) پایانه بایستی از آدرس دهی **Structured 3 Octet** پشتیبانی نماید.
- 8) قابلیت ارسال فرمان از طریق نرم افزار پیکر بندی پایانه بدون نیاز به نرم افزار جانبی
- 9) پایانه بایستی دارای لیسانس پروتکل های **101 Master/slave** و **104** و **Modbus** باشد.
- 10) دارا بودن گواهینامه تایپ تست از مراجع معتبر (**KEMA** و **TUV** و **CESI** و ...)
- 11) تعداد نقاط ورودی خروجی به شرح ذیل

Ref.	Points Type	Min Number of points
1	DI	256
2	DO	64
3	AI	32mA's

- 12) - کابینت **RTU** از نوع **Swing Door** با مشخصات ذیل:

شبکه انتقال داده در برق

مشخصات کابینت RTU

Cabinet Specifications	QTY	Notes
RTU Cabinet	1	Swing Door Platform
Thermostat	1	
Heater	1	
220 AC Outlet	1	
Dummy Breaker Relays	2	
Telephone Socket	1	
Micro Switch	1	
Florescent Lamp	1	
48Volt DC Lamp	1	
Alarm Signal Lamp	1	
R/L Switch	1	
Loop Test Switch	1	
1 Pole DC Fuse for DI and DO Group	2	
2 Pole DC Fuses for Connection of RTU to 48 Volt DC	1	
AC Fuse	1	
AC & DC Terminals	4P/AC,5P/DC	
I/O Common Terminals	Per Cards + 20%	
ModBus Terminal	One Pair	
PLC Terminal	2 Pairs	

اتوماسیون ایستگاههای انتقال برق

تعریف :

اتوماسیون ایستگاهها یعنی یک سیستم برای مدیریت، کنترل و حفاظت سیستمهای قدرت می باشد این با در دست داشتن اطلاعات در زمان واقعی **real-time** از سیستم حاصل میشود و حاصل آن داشتن امکان کنترل محلی و راه دور و حفاظت پیشرفته تجهیزات میباشد.

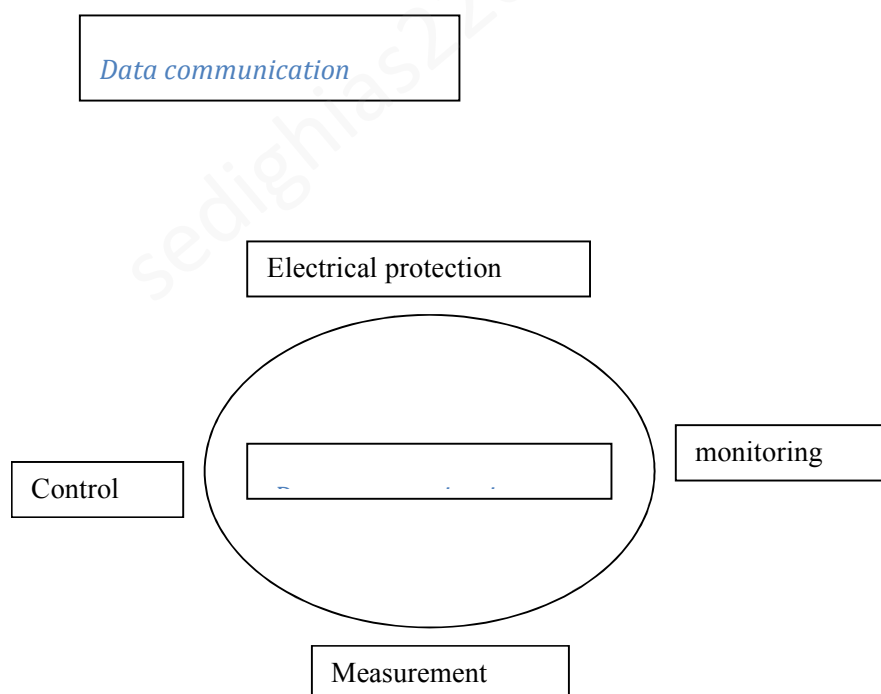
این اتوماسیون ایستگاههای برق به ولتاژهای زیاد و کم میتواند کاربرد داشته باشد در مفهوم عمومی اتوماسیون یعنی پروسس اطلاعات میباشد

مفهوم اتوماسیون ایستگاههای انتقال از این حقیقت ناشی میشود که تجهیزاتی که هسته این سیستم را تشکیل میدهند در یک ایستگاه یا اتاق کنترل قرار دارند و این تجهیزات مدرن هوشمند مطمئن میسازد که حضور و مداخله نیروی انسانی در ایستگاه کاهش مییابد

هدف سیستم اتوماسیون ایستگاه عبارت از حفاظت، مانیتور و کنترل یک ایستگاه میباشد

اتوماسیون ایستگاهها چیست

اتوماسیون ایستگاهها از اجزاء زیر متشکل است



حفاظت الکتریکی Electrical Protection :

حفاظت الکتریکی یکی از مهمترین تجهیزات یک سیستم الکتریکی میباشد و در ازای یک خطای الکتریکی برای موارد ذیل میباشد :

حفاظت تجهیزات ، حفاظت نیروی انسانی ، محدود نمودن عیب
حفاظت الکتریکی یک عمل محلی است و بایستی بتواند مستقل از اتوماسیون ایستگاه کار کند هر چند این قسمت مهمی از اتوماسیون میباشد. ضمناً بایستی توسط سیستم اتوماسیون هیج محدودیتی برای آن ایجاد شود

کنترل Control

کنترل شامل کنترل محلی و از راه دور میباشد کنترل محلی شامل عملهای واحد کنترلی که بوسیله خودشان کنترل میشوند مثلاً اینترلاکها ، ترتیب انجام عملیات ، چک سنکرونایزینگ.
که اینگونه کارها از بروز خطای انسانی چه بصورت عمدی چه بصورت غیر عمدی جلوگیری مینماید.
کنترل محلی بایستی حتی بدون نیاز سیستم اتوماسیون براحتی کار کند
فرامین میتواند به واحدهای قابل کنترل اعمال شود مثلاً قطع و وصل بریکر . تنظیم رله ها از طریق این سیستم میتواند تنظیم شود و از سیستم اسکادا تقاضای اطلاعات مطمئن نماید
که این کار باعث عدم نیاز به حضور اپراتور برای رفتن بایستگاه مینماید و سرعت در عملیات بیشتر خواهد بود
که در زمانهای اضطراری بسیار مهم خواهد بود
کارگران با ایمنی بیشتر کار میکنند
و از بسیاری موارد اسراف آمیز جلوگیری میکند
حضور اپراتور و مهندس در ترمینال سیستم اسکادا یک نمای از کل سیستم مشاهده میکند و در نتیجه کیفیت تصمیم گیری را بهبود میدهد.

اندازه گیری Measurement

حجم زیادی اطلاعات در زمان واقعی خود از یک ایستگاه حاصل میشود که در مونیتور نمایش و در بانک اطلاعاتی ذخیره میشود . اندازه گیری شامل موارد ذیل خواهد بود
◀ اندازه گیری الکتریکی (شامل میترینگ) - ولتاژ ، جریان ، قدرت ، ضریب قدرت ، هارمونیک ها
◀ اندازه گیری آنالوگ - درجه حرارت ترانسفورماتور و موتورها ..
◀ ثبت خطا از ثبات خطا
که در نتیجه از ورود اپراتور به ایستگاه برای جمع آوری اطلاعات بی نیاز میسازد در نتیجه یک محیط کار ایمن تر بوجود میآورد
حجم زیاد اطلاعات در زمان واقعی میتواند مطالعات شبکه و جریان بار را کمک زیادی نماید
برنامه ریزی پیش گیرانه و ممانعت از آسیب های بزرگ در شبکه قدرت باعث بالا رفتن بهره وری از سیستم میگردد

مونیتورینگ Monitoring

مشاهده ترتیب ثبت وقایع

وضعیت و موقعیت مشاهده مواردی چون اطلاعات تعمیرات ، تنظیم رله ها و ..
این اطلاعات کمک به تحلیل حوادث میکند و تعیین اینکه چه اتفاق افتاده و چه موقع و کجا و با چه ترتیبی
این باعث افزایش راندمان و کارایی سیستم قدرت و سیستم حفاظت میگردد
با توجه به مشاهده اطلاعات حاصله ، رویه تعمیرات پیش گیرانه حاصل خواهد شد

مخابره داده Communication Data

مخابره داده هسته سیستم اتوماسیون ایستگاه را تشکیل میدهد و در حقیقت نقطه پیوند دهنده سیستم بهم
میباشد . بدون مخابره داده کارها بصورت محلی میتواند انجام شود. تجهیزات محلی ممکن است مقداری داده در
خود نگه دارد اما کاری جهت اتوماسیون نمیتوان انجام داد.
فرم مخابره داده بستگی به معماری سیستم و بستگی به سیستم مخابراتی در دسترس دارد.



سیستمهای کنترل گسترده DCS = Distributed Control Systems

در مسیر رشد تکنولوژی دیجیتال، تجهیزات میکروپروسسوری جایگزین تجهیزات الکترومکانیکی می شوند. این تجهیزات هوشمند از توانائی و امکانات بسیار زیادی نسبت به تجهیزات الکترومکانیکی برخوردارند. در مقوله پست های برق سهولت تبادل دیتا بین تجهیزات و پست ها، مقدمات یک سیستم اتوماسیون کاملاً توزیع شده را فراهم نموده است. با عنایت به روند رو به رشد و سریع تکنولوژی اتوماسیون، در این مقاله به طور مختصر به پدیده اتوماسیون، ظهور آن در صنعت برق، مزایا، معایب و چالش های پیش روی پست های انتقال در این زمینه خواهیم پرداخت .

مقدمه:

در جهان امروز اتوماسیون عرصه های مختلفی را تحت پوشش قرار می دهد. سهولت کار، انجام عملیات پیچیده، انعطاف پذیری، ایمنی، صرفه جویی در مصرف انرژی، حفظ محیط زیست و آسایش از دستاوردهای مفید اتوماسیون است.

در دهه اخیر رشد فن آوری تجهیزات الکترونیکی باعث شده است که سازندگان تجهیزات پست، محصولات خود را به صورت هوشمند تر ارائه نمایند تا بتوانند با مخابره اطلاعات، امکانات و بستر مناسبی را برای ایجاد یک سیستم اطلاعاتی و تصمیم گیری در پست فراهم کنند.

با ظهور نسل هوشمند تجهیزات کنترل و حفاظت پست، شرکت های برق منطقه ای که مشتریان همیشگی این تجهیزات هستند و سالانه هزینه های سرسام آوری را برای توسعه شبکه های انتقال صرف خرید این تجهیزات می نمایند، با مسائل مختلفی مواجه شدند. شرکت های پیشگام در زمینه ساخت این تجهیزات، از یک سو همگام با رشد تکنولوژی، برخی از محصولات نسل قدیمی خود را از چرخه تولید خارج شده، شرکت های برق منطقه ای سالانه به دفعات با لیست تجهیزاتی مواجه می شوند که از لیست تولید یا خدمات پشتیبانی خارج می شوند و از سوی دیگر شرکت های مزبور با رویکرد سریع خود اقدام به تولید تجهیزات نسل نوین نمودند که دارای قابلیت های کاملاً متفاوتی با نسل قدیم هستند. بدین ترتیب شرکت های برق منطقه ای خواسته یا ناخواسته پذیرای تکنولوژی نوین پست ها هستند. این تجهیزات علی رغم ویژگی های بسیار خود، چالش هایی را به همراه داشته است که در ادامه به آن خواهیم پرداخت.

DCS چیست ؟

در پست های انتقال، DCS مخفف کلمه Distributed Control System (سیستم کنترل گسترده) میباشد و منظور از آن این است که کلیه مراحل کنترل، مانیتورینگ، و فرمان توسط یک یا دو سرور اصلی که به صورت مستقل عمل می نمایند انجام میشود. این سرورها level station را می سازند و در این محیط کلیه تجهیزاتی که به سیستم DCS متصل میشوند تعریف میگردند.

اتوماسیون در صنعت

به دلیل اینکه در بخش صنعت با محصولات بسیار متنوع و با فرایندهای بسیاری روبرو هستیم، لذا در این بخش اهداف اتوماسیون دارای جنبه های متفاوتی است.

اتوماسیون در سطح مدیریتی، به ویژه به کمک دستگاه های کامپیوتری این امکان را فراهم نموده است تا به سرعت اطلاعات لازم جمع آوری و هماهنگ سازی و نمایش داده شوند و با تجزیه و تحلیل اطلاعات راهکارهای جدید به وجود آید.

در اوایل دهه 1960 ادوات و کنترلرهای الکترونیکی که از سرعت و دقت زیاد و حجم کمی برخوردار بودند پا به عرصه صنعت نهادند. طولی نکشید که کامپیوترهای دیجیتال که توانایی پردازش متغیرهای ورودی را داشتند، جایگزین کنترلرهای الکترونیکی شدند. با ظهور کامپیوتر،

DDC - سیستم کنترلی (Direct Digital Control) به وجود آمد. این سیستم شامل یک کامپیوتر مرکزی بود که تمام متغیرهای کنترلی از طریق ورودی ها و دستورات صادره اپراتور از طریق صفحه کلید به آن وارد و مطابق برنامه کنترلی تعریف شده، این اطلاعات پردازش و دستورات لازم صادر می شد. اشکال این سیستم محدودیت ورودیها، کاهش سرعت و کارایی کامپیوتر با توجه به حجم عظیم اطلاعات و از کار افتادن کل سیستم کنترلی در صورت خرابی کامپیوتر مرکزی بود.

DCS - سیستم کنترلی (Distributed Control System) در واقع تکمیل شده سیستم کنترل مرکزی یا همان DDC است. بدین معنی که سطوح کنترلی در آن بیشتر و به صورت توزیع یافته در بخش های مختلف سیستم است. در سیستم DCS از کار افتادن هر یک از قسمت های کنترل تاثیر آنچنانی بر پروسه کنترل نداشته و حتی با از کار افتادن سطوح بالا، سطوح پایین می توانند کار کنترل را ادامه دهند.

FCS - سیستم کنترلی (Fieldbus Control System) جدیدترین تکنولوژی سیستم کنترل در دنیا است که بعد از DCS به بازار آمده است. سیستم FCS دارای قابلیت های کنترلی زیادی است ضمن اینکه تجهیزات بکار رفته در آن نسبت به سیستم DCS از پیچیدگی بیشتری برخوردار است و در کارخانجات وسیع و عظیم که از دستگاه های بی شماری برخوردارند بکار برده می شود.

اتوماسیون در صنعت برق:

وسایل الکترومکانیکی، که زمانی وظیفه حفاظت و کنترل را در سیستم های انتقال ایفا کردند، دارای ضعف هایی بودند که موارد عمده آن عبارت بودند از: عدم امکان ذخیره داده ها، عدم امکان ثبت وقایع و حوادث، عدم امکان چک کردن خود و عدم امکان ارتباطات مخابراتی وسیع.

در دهه 70 میلادی با پیدایش میکرو پروسور، وسایل الکترومکانیکی جای خود را به وسایل الکترونیکی دادند. رله های الکترونیکی در مسیر پیشرفت و تکامل خود تبدیل به رله های الکترونیکی هوشمند یا IED (Intelligent Electronic Device) شدند.

سالها پس از بکارگیری سیستم های کنترلی توزیع شده در صنایع بزرگ و پر اهمیتی نظیر صنایع نفت و گاز و یا نیروگاه های تولید انرژی، بنظر می رسد که اکنون سازندگان و بهره برداران صنعت برق جهت گیری خود را بسوی بکارگیری این تکنولوژی در پست های انتقال و توزیع آغاز نموده اند. DCS مخفف کلمات Distributed Control System است و در برخی از کتابهای فنی به جای کلمه Distributed کلمه Digital نیز بکار می رود و همانگونه که پیشتر گفته شد به معنای سیستم های کنترلی توزیع شده یا گسسته است. به عبارتی در سیستم DCS بخش نظارتی (و حفاظتی) که مجموعه ای از IED ها است، به صورت توزیع شده در بخش های مختلف سیستم بکار گرفته می شود. صرفنظر از اینکه شرکت های برق چه نوع دیدگاهی در خصوص تکنولوژی DCS دارند، بنا به دلایل عمده ذیل می توان به صراحت گفت که مجبور به پذیرش این تکنولوژی هستند. اولاً تجهیزات کنترلی قبلی توسط سازندگان آن تولید نمیشود و به ناچار باید با بازار تولید و تکنولوژی جدید هماهنگ شد. ثانیاً تکنولوژی و اطلاعات مهندسی روز را باید انتقال داد و نیروی متخصص تربیت نمود. ثالثاً قابلیت ها و امکانات فراوانی که در تجهیزات نوین وجود دارد و هزینه زیادی که برای خریداری آنها پرداخت می شود، موجب می شود تا نهایت استفاده از این قابلیت ها به عمل آید. رابعاً برای رقابت مهندسی برق با سطح بین المللی و بازارهای جهانی لازم است به تکنولوژی نوین مجهز شد.

ساختار کلی پست های انتقال:

مهمترین مشخصه پست های Conventional یا اصطلاحاً سنتی این است که اولاً کلیه ارتباط های میان تجهیزات بیرونی یا همان تجهیزات موجود در محوطه ایستگاه از طریق کابل مسی انجام میشود، ثانیاً تجهیزاتی که وظیفه نظارت و کنترل را برعهده دارند و بر روی تابلوی کنترل و حفاظت نصب می شوند به صورت الکترومکانیکی پیاده سازی می شوند، ثالثاً تمامی منطق های کنترلی و عملکردهای کنترلی به صورت سخت افزاری اجرا می شود و از همدیگر مستقل هستند.

ساختار سیستم:

- (1) اتوماسیون (کنترل در سطح بی و ایستگاه)
 - (2) کنترل و مدیریت (سرورها)
 - (3) واسطه بین انسان و ماشین HMI
 - (4) سیستم تشخیص دهنده خطا، آلام و اطلاعات هشدار دهنده (رله ها)
 - (5) شبکه اتصال دهنده (کابلها، فیبر نوری، و سوئیچ ها)
- مهمترین عملکردهای یک سیستم Conventional را می توان به 9 دسته تقسیم نمود، که شامل:
- (1) حفاظت تجهیزات فشار قوی
 - (2) کنترل عملکرد تجهیزات فشار قوی
 - (3) پیاده سازی منطق مناسب برای عملکرد صحیح تجهیزات (InterLock)

- 4) ثبت وقایع و حوادث
- 5) نظارت بر وضعیت عملکرد سیستم فشار قوی و ارائه هشدارهای لازم
- 6) عملیات سنکرونایزینگ کلید قدرت
- 7) ثبت مقادیر واقعی
- 8) جمع آوری اطلاعات آماری برای تهیه جداول بهره برداری و تجهیزات و ارتباط با پست های مرتبط و دیسپاچینگ
- 9) ارتباط با مراکز بالا دست و نظیر دیسپاچینگ و یا نیروگاهی

ساختار کلی پست های DCS

سیستم کنترل توزیع یافته (DCS) شامل مجموعه ای از IED هاست که با استفاده از میکرو پروسور و پورت های مخابراتی با همدیگر ارتباط دارند. IED ها قادرند داده ها و فرمان های کنترلی اصلی شامل مونیتورینگ، کنترل و اتوماسیون، ذخیره سازی و آنالیز داده ها را تبادل نمایند و به تجهیزات بالا دست خود ارسال کنند. یکی از تفاوت های عمده پست های DCS و پست های Conventional در سطوح ولتاژ 400 و 230 کیلوولت این است که تابلوهای کنترل و حفاظت از حالت متمرکز خارج و تابلوهای مربوط به هر بی (Bay) در اتاق های موسوم به BCR = Bay Control Room توزیع می شوند. زیاد بودن تعداد پست های فوق توزیع، اهمیت بالای فاکتور اقتصادی، ابعاد کمتر این پست ها که موجب اشراق اپراتور به تمام تجهیزات بیرونی می شود، کم بودن تعداد کابل ها و کوتاه بودن مسیرهای کابل کشی با عث شده تا از لحاظ بهره برداری و اقتصادی پست های فوق توزیع فاقد BCR شوند.

سیستم کنترل پست های DCS بطور کلی دارای چهار سطح یا لایه کنترلی است.

Process Level

اولین لایه مربوط به سطح عملکرد (Process Level) است. مجموعه تجهیزات فشار قوی مستقر در سوئیچگیر سطح کنترلی عملکرد را تشکیل می دهند. این عملیات کنترلی توسط واحدهای پردازشگر هوشمند یا IED انجام می شود. لازم به توضیح است که در حال حاضر در این سطح تجهیزات IED بر روی تجهیزات فشار قوی مثل بریکر، سکسیونر (دیسکانکت)، ترانس جریان، ترانس ولتاژ و ترانس قدرت مورد استفاده قرار نمی گیرد و کماکان به صورت Conventional عمل می شود.

Bay Level

دومین سطح کنترلی مربوط به سطح بی (Bay Level) است. در این سطح به ازای هر فیدر و یا چند فیدر یک واحد کنترل بی BCU = Bay Control Unit در نظر گرفته می شود. BCU ها در BCR ها قرار دارند و وظیفه دریافت، پردازش و ارسال اطلاعات بی را برعهده دارند. همچنین ثبت وقایع و حوادث دریافت، محاسبه و ارسال پارامترهای الکتریکی، فراهم کردن امکان کنترل تجهیزات فیدر از BCR عملیات سنکرونایزینگ، دریافت پالس همزمانی، عمل نمودن به صورت واسطه هوشمند بین سطح عملکرد و سطح ایستگاه (Station Level) و ارتباط با BCU های مجاور نیز در سطح کنترلی انجام می شود.

Station Level

شبکه انتقال داده در برق

سطح ایستگاه (Station Level) سومین سطح کنترلی است. این سطح کنترلی در اتاق کنترل مرکزی ایستگاه صورت می پذیرد. هسته مرکزی نرم افزار اتوماسیون در این سطح قرار دارد. وظیفه اصلی این سطح ارتباط با اپراتور مرکز بالا دست، دریافت و توزیع سیگنال های همزمانی، مدیریت شبکه کنترلی کنترل بار ذخیره سازی اطلاعات و پردازش کلی اطلاعات مربوط به بی ها است. تجهیزات مرکزی کنترلی شامل

Protocol & Modem , GateWay & Printer, FrontEnd, Star Coupler, Router
, LAN, HUB ,HMI, SERVER Converter, GPS

در این سطح قرار می گیرند. آرایش تجهیزات کنترلی در سطح ایستگاه ممکن است به صورت توپولوژی خطی، ستاره ای یا حلقوی باشند و همین امر جزو عوامل تفاوت سیستم DCS پست ها است.

Network Level

چهارمین سطح کنترلی مربوط به سطح شبکه (NET WORK LEVEL) است. این سطح مربوط به ارتباط پست با پست های مجاور، بالا دست و مراکز دیسپاچینگ است. لازمه برقراری این ارتباط این است که بتوان ارسال و یا دریافت اطلاعات را با توجه به تنوع پروتکل های ارتباطی و آرایش های مختلف سیستم DCS بطور کامل و منطبق برقرار نمود.

ساختار سیستمهای اسکادا SCADA

SCADA مخفف Supervisory Control and Data Acquisition، به معنی سیستمهای کنترل و سرپرستی داده، امروزه به طور گسترده در صنایع مختلف از جمله صنایع نفت و گاز، پتروشیمی، و برق آبی، برای سرپرستی داده های صنعتی مورد استفاده قرار می گیرد. سیستم اسکادا، امکان مونیتور کردن و کنترل پروسسهایی که در سایت های دوردست قرار گرفته اند را به اپراتور می دهد. یک طراحی خوب سیستم اسکادا، با حذف نیاز بازرسی مکرر پرسنل از سایتها، باعث صرفه جویی زیادی در وقت و هزینه می گردد. در سالهای اخیر، این سیستمها از نظر کاربری، قابلیت گسترش، و کارایی پیشرفتهای چشمگیری نموده و حتی برای پیچیده ترین سیستمهای کنترلی، مانند آزمایشهای فیزیکی، نیز گزینه ای بسیار مناسب به شمار می روند.

در سالهای اخیر با گسترش مفهوم شبکه، و استفاده گسترده از آن در ساختار مخابراتی سیستمهای اسکادا، امنیت این سیستمها به مسئله مهمی تبدیل شده است. در بخشهای آتی ضمن بررسی این مسئله، راهکارهای عملی کلی برای مقابله با خطرات و آسیب پذیری ها، و همچنین پیشنهادات جزئی و دقیقتر برای ارتقاء امنیت سیستمهای اسکادا آورده شده است. در پایان نیز پس از خلاصه و نتیجه گیری پیشنهاداتی چند برای بهبود سیستمهای اسکادای فعلی، و آینده آمده است.

مجتمع کردن اتوماسیون پستها

در دهه 70 میلادی، با پیدایش میکرو پروسور، سازندگان تجهیزات (پستها) سعی کردند وسایل الکترومکانیکی را با وسایل نیمه هادی مجهز به میکروپروسور جایگزین کنند. این وسایل در صنعت به نام وسایل الکترونیکی هوشمند (IED) شناخته شدند. IED قابلیتها و تواناییهای اضافی به وسایل افزودند نظیر تشخیص خطا و چک کردن خودشان، داشتن رابطهای مخابراتی و قابلیت ذخیره داده ها و وقایع سیستم. همچنین IEDها باعث شدند تا وسایل تکراری، حذف شوند چون قابلیت چندکار را داشتند.

مجتمع کردن سیستم کنترل ایستگاهی (به هم پیوستن) تمام IEDها به یک سیستم کنترل مجتمع پست (ISCS) باعث کم شدن هزینه سیم کشی، ارتباط، نگهداری و بهره برداری می شود و کیفیت برق و قابلیت اطمینان آن را افزایش می دهد. با تمام این مزایا ISCS در آمریکای شمالی پیشرفت چشمگیری نداشته و یکی از دلایل عمده آن این است که رابطهای سخت افزاری و پروتکلها برای IED ها استاندارد نشده اند. البته زمان زیادی برای وضع استانداردها برای IED ها صرف شده است اما علیرغم فوری بودن این مساله هنوز توسط صنایع، استاندارد مشخصی پذیرفته نشده است.

برخی استانداردها در این زمینه عبارتند از (UCA2.0)، Profibus (از IEC) و (DNP3.0). به جای استفاده از یک سخت افزار جانبی و یک پروتکل برای هر IED، می توان از Gateway استفاده کرد. Gateway به عنوان یک مبدل پروتکل عمل می کند. با استفاده از gateway می توان IEDهای شرکت های مختلف را به هم مربوط کرد.

مثلاً رله های حفاظتی از یک شرکت، سیستم مونیتورینگ از شرکت دیگری سیستمهای PLC از شرکت دیگری باشد. موضوع مهمی که در مجتمع کردن IED در یک سیستم کنترل دستگاهی باید مورد توجه قرار گیرد این

است که بسیاری از IED ها تنها دارای یک پورت ارتباطی هستند و موقع ارسال فرمان توسط کاربر یا عامل به IED، داده‌های دیگر برای IED قابل دسترس نیستند. این وضعیت برای حالتی که این داده‌ها برای عملیات زمان حاضر لازم باشند، یک وضعیت بحرانی است. سیستم باید بتواند این شرایط را تشخیص داده و به دیگر عاملان سیستم اعلام کند.

در حال حاضر بسیاری از سازندگان IED محصولات خود را با دو پورت (ورودی - خروجی) تولید می‌کنند تا از این مشکل جلوگیری شود.

کنترل از راه دور ایستگاهها و تجهیزات آن:

کنترل از راه دور ایستگاهها از دهه 1960 شروع شد و در حدود دهه 70، جایگزینی وسایل الکترومکانیکی با ابزارهای نیمه‌هادی در مرحله ابتدایی و مقدماتی بود.

یک طرح اتوماسیون پست، قبل از دهه 90 به طور معمول شامل سه ناحیه عملیاتی اصلی بود: کنترل نظارتی و جمع‌آوری داده‌ها (Scada) کنترل پست شامل اندازه‌گیری و نمایش، حفاظت، ..

با ظهور ریزپردازنده‌ها در دهه 70، شرایط عوض شد. سازندگان تجهیزات پست‌ها جایگزینی وسایل الکترومکانیکی ساخت خود را با وسایل نیمه‌هادی شروع کردند. این وسایل مبتنی بر ریزپردازنده که بعداً در صنعت به وسایل الکترونیکی هوشمند (IED) معروف شدند، مزایای چندی نسبت به وسایل قدیمی داشتند. آنها قابلیت‌های اضافی نظیر تشخیص خطا، خود چک کردن توانایی ذخیره داده‌ها و ثبت وقایع، رابط‌های مخابراتی و واحد ورودی خروجی مجتمع با قابلیت کنترل از راه دور داشتند. همچنین به خاطر اینکه چندین قابلیت را می‌توان در یک IED فشرده ساخت، می‌توان وسایل جانبی را حذف کرد. برای مثال، وقتی IED به یک ترانسفورماتور ولتاژ و جریان در مدار وصل است. این وسیله می‌تواند همزمان وظیفه حفاظت، اندازه‌گیری و کنترل از راه دور را به عهده بگیرد.

از امتیازات جالب توجه IED قابلیت اطمینان، راحتی نگهداری و سرعت مشکل‌دهی و پیکربندی سیستم است. دهه 70 و اوایل دهه 80 که این وسایل عرضه شدند به خاطر شک و تردید در مورد قابلیت اطمینان آنها و همچنین هزینه زیاد، از آنها استقبال نشد. اما با کمتر شدن قیمت و پیشرفت در قابلیت اطمینان و اضافه شدن قابلیت‌ها، آنها پذیرش بیشتری پیدا کردند.

در همین حال، شرکت‌های برق جایگزین کردن (RTU) PLC را به جای رله‌های الکترومکانیکی (که در منطقه رله‌ای و منطق کنترل حفاظت در تابلوهای تجاری و معمول کنترل پستها به کار می‌رفتند) شروع کردند.

نکته‌ها:

IED اولین سطح فشرده‌سازی اتوماسیون است. اما حتی با استفاده گسترده از آن نیز تنها جزیره‌هایی از اتوماسیون در بین پست‌های مختلف پراکنده می‌شوند. صرفه‌جویی بیشتر موقعی حاصل می‌شود که تمام IED ها در یک سیستم کنترل ایستگاه‌های متمرکز (ISCS) قرار گیرند. تحقق سیستم‌های کنترل کاملاً مجتمع، هزینه‌های سیم‌کشی، تعمیر و نگهداری، مخابراتی و عملیاتی را کاهش و کیفیت برق و قابلیت اطمینان سیستم را افزایش می‌دهد.

اگر چه این مزایا ارزشمند است اما مجتمع کردن سیستم اتوماسیون ایستگاهها (مثلاً در آمریکای شمالی) پیشرفت کمی داشته است و دلیل عمده آن این است رابطهای سختافزاری و پروتکلها برای IED استاندارد نیستند. تعداد پروتکلها برابر تعداد سازندگان وسایل و یا بلکه بیشتر، به خاطر اینکه تولیدات یک کارخانه نیز اغلب پروتکلهای مختلفی دارند.

یک راه حل برای این مشکل نصب و برقراری یک gateway است که به عنوان یک سخت افزار و رابط پروتکل بین IED و یک شبکه عمل می کند. gateway به شرکت برق اجازه می دهد تا با اجزای یک شبکه و پروتکل ارتباطی مشترک، وسایل مختلف را با هم روی یک ایستگاه مجتمع کند. gateway به یک رابط فیزیکی بین IED و استانداردهای الکتریکی شبکه و همچنین به یک مبدل پروتکل بین آنها است.

Gateway باعث می شود تمام IEDها از دیدگاه شبکه مورد استفاده در پست، از نظر ارتباطی یکسان به نظر برسند. از آنجا که برای هر IED یک نرم افزار نوشته شده این وضعیت نرم افزار نیز کار را پیچیده تر و مشکل تر کرده است. برای مثال ممکن است یک شرکت بخواهد تعدادی رله حفاظت از نوع DEL، رله های حفاظت فیدر از نوع ABB، مونیتورهای با کیفیت بالای GE Multilim اندازه گیرهای PML و یک PLC نوع Modicon را در سیستم کنترلی ایستگاهی خود مجتمع کند. رله های SEL برای ارتباط از یک فرمت ASCLL که توسط SEL پشتیبانی می شود استفاده می کند. رله های ABB و GE پروتکل DNP3.0 را مورد استفاده قرار می دهند و اندازه گیری های PML نیز از همین پروتکل استفاده می کنند. در حالی که PLC برای ارتباط از پروتکل Modbus که Modicon تهیه کرده است، استفاده می کند. برای داشتن تمام این IED ها و پروتکل های نامتجانس آنها روی یک سکوی کامپیوتری، استفاده از درگاه بهترین راه حل است. درگاه نه تنها به عنوان یک رابطه بین لایه فیزیکی شبکه محلی و درگاههای RS232/RS485 که روی IED ها هستند عمل می کند بلکه به عنوان یک مبدل پروتکل، پروتکل های خاص هر IED را (مانند SEL DNP3.0 یا Modbus) به پروتکل استاندارد مورد استفاده شبکه محلی نصب شده ترجمه می کنند.

درگاهها GateWay

دو روش در استفاده از درگاه برای ارتباط دادن وسایل با شبکه ایستگاهی مورد توجه است. در یک روش برای وسیله هوشمند یک درگاه ارزان قیمت تک ارتباطی استفاده می شود و در روش دوم از یک درگاه که دارای چندین گذرگاه است برای ارتباط با چندین IED استفاده می شود (شکل 1). اینکه کدام روش اقتصادی تر است به محل استقرار IED ها بستگی دارد. اگر آنها در یک محل مرکزی جمع شده باشند روش استفاده از چند درگاه مطمئناً مناسبتر است.

یک مشکل دیگر که هنگام مجتمع کردن IEDها باید مورد توجه قرار گیرد پیکربندی تجهیزات است. تعداد زیادی از IEDها تنها یک درگاه ارتباطی دارند که دو منظور را پشتیبانی می کند. یکی دریافت داده های گذشته و داده های زمان حاضر سیستم و دیگری خواندن و چندین کانال به صورت ترتیبی کار کند. اگر IDEها در تمام ایستگاه پخش شده باشند، هزینه کابل کشی ممکن است خیلی سنگین شود.

شبکه انتقال داده در برق

همبند شدن قسمتهای منطقی و هماهنگ عمل کردن، به یک کابل کشی مخرب نیاز دارد. چرا که معمولاً ورودیها به صورت سخت افزاری به محلهای مناسب وسیله متصل می شوند. این ارتباط می تواند به صورت یک شبکه محلی (LAN) به عنوان یک نوع مسیر ارتباطی خوب برقرار شود.

سرعت مسیر ارتباطی برای انتقال اطلاعات حفاظت پست باید بالا باشد (با زمان انتقال 2-4 میلی ثانیه و این مقدار اجباری است) یعنی بدترین محدودیت قابل پیش بینی زمان انتقال منظور شود برای جایگزینی و تعویض کابل کشی شبکه باید قابلیت های اضافه تری در مواجهه با تغییرات محیطی (فیزیکی و الکتریکی) و تاخیر در پردازش و فراخوانی داده و قابلیت سنکرون شدن داشته باشد. سنکرون شدن در شبکه های کنترل ایستگاهی، برای تحلیل وقایع گذشته و تعیین ترتیب وقایع در یک سیستم حادثه دیده حیاتی است. اما دقت در حد میلی ثانیه که مناسب این نوع کارها باشد، به ندرت در پروتکل های شبکه های سطح بالا پیش بینی شده است. اگر چه به نظر می رسد به خاطر این مشکلات استفاده از LAN روش خوبی نیست، اما به کمک ماهواره می توان به وسایل مورد نیاز، سیگنال سنکرون کننده (زمان یکسان) ارسال کرد و مشکل سنکرون نبودن سیستم را برطرف کرد.

در سیستم های آینده مبتنی بر استانداردهای باز LAN دسترسی به قسمت سوم تجهیزات و مجموعه های مهارتی آسانتر است. استفاده گسترده تر و معمولتر از استاندارد باعث می شود تا قسمت سوم تجهیزات به سازگار بودن محصولاتشان با محصولات یکدیگر مطمئن شوند و به عنوان آخرین مزیت، این برای سرمایه گذاران اشتغال خوبی است که به سادگی تجهیزات خود را با یکی از تجهیزات بزرگ موجود و پایه سازگار کنند.

جدا از بحث مربوط به نیازهای یک شبکه، در حال حاضر دو شبکه استاندارد وجود دارد. حداقل آنها در بین شرکت ها و سازندگان آمریکا و اروپا بیشتر از همه مورد توجه هستند. این دو عبارتند از: اترنت و پروفیبوس. هیچکدام از آنها تمام نیازهای پیش گفته را برآورده نمی کنند، اما هر دو راه حل های تجاری خوبی هستند.

مزیت بزرگ، اترنت این است که سخت افزار و امکانات آن را سازندگان زیادی عرضه می کنند، از کاربردهای چند لایه پشتیبانی می کند، کیفیت مناسب دارد پشتیبانی پروتکل شبکه مطابق با استانداردهای صنعتی و کمیت ناچیز وسایل آزمایش است. اما مهمترین نقص آن برای استفاده در پست، طبیعت احتمالی و غیرقطعی است که در نسخه استاندارد استفاده شده است (البته روشهایی برای رفع این مشکل ابداع شده است)

از شبکه پروفیبوس برای فرآیندهای صنعتی در اروپا خیلی وسیع استفاده می شود و قطعی و غیر احتمالی گزارش شده است. اما پروتکل های شبکه و لایه های کاربردی تنها به استانداردهای تعریف شده پروفیبوس محدود می شود و تجهیزات و سخت افزار اضافی آزمایش خیلی بیشتر از آنهایی است که برای اترنت در دسترس است.

به فرض اینکه تمام مشکلات و مباحث مربوط به سخت افزار IED، تکنولوژیهای LAN و پروتکل IED و LAN حل شده باشد، سوال بعدی این است که تمام این اطلاعات مجتمع را به چه روش اقتصادی و مناسبی برای اپراتور پست نمایش دهیم.

تکنولوژی انتخاب شده در اینجا PC است. PC یک مرکز کامپیوتری قوی برای کاربردها فراهم می کند. نرم افزارهای گرافیکی برای ارتباط با کاربر PC را قادر می کند که به صورت یک وسیله پیشرفته نظارت و کنترل برای اپراتورهای پست باقی بماند. کارت های شبکه زیادی برای ارتباط PC با شبکه LAN در دسترس است. همچنین محدوده انتخاب کامپیوترهای قوی گسترده است.

در یک دستگاه کامپیوتری، نرم افزارهای کنترل نظارتی و ثبت اطلاعات، داده های سیستم را از طریق اطلاعات، داده های سیستم را از طریق IEDهای واصل به شبکه جمع آوری و در یک پایگاه داده مرکزی ذخیره می کند. سپس داده ها به راحتی توسط نرم افزارهای کاربردی و رابطهای گرافیکی در دسترس کاربر هستند. عملیات SCADA می تواند هر دستور کنترلی اجرا شده به وسیله اپراتور را به IED مورد نظر بفرستد. در حال حاضر بسیاری از نرم افزارهای گرافیکی به اپراتورها کمک می کنند تا کار نظارت و کنترل پستها را با راندمان بالایی انجام دهند. وضوح تصویر خوب و قابلیت کامل گرافیکی بسیاری از نرم افزارها به اپراتورها امکان می دهد تا اطلاعات را به صورت های مختلف ببیند (به صورت جدولی، شماتیکی و یا هر نوع روش مناسب دیگر). حتی برخی بسته های نرم افزاری قوی توانایی این را دارند که بسیاری از فرآیندهای داخل یک پست را با متحرک سازی نمایش دهند.

پیشرفت در اقتصادی شدن طرح:

طرح ICS که از IEDها، LANها، پروتکلها، رابطهای گرافیکی کاربران (PMI) و کامپیوترهای ایستگاهی تشکیل شده، پایه و اساس پستها و ایستگاهها خودکار است. اما بلوکهای ساختمانی کاربردی (که متشکل از نرم افزارهای عملیاتی و نگهداری است). باعث سوددهی و تولید نتایج مطلوب شده و سرمایه گذاری در یک ICS را توجیه می کند.

کاربردهای در دسترس یا در حال تولید امروزی که باعث افزایش ظرفیت و سود سیستم می شوند تحت عناوین زیرند:

- برای بازده عملیات: کاهش ولتاژ، کاهش VAR، متعادل کردن بار ترانسفورمرها و متعادل کردن بار فیدرها
- برای قابلیت اطمینان عملیاتی: تشخیص خطا، مجزا کردن خطا و اصلاح سیستم، مدیریت بار، بارزدایی، کلیدزنی راکتور و خازن و انتقال بار.
- برای کاهش نگهداری: نظارت مدار شکنها، نظارت ترانسفورمرها، ضبط دیجیتالی خطاها و ضبط ترتیب وقایع
- نگهداری بر اساس پیش بینی به کمک قوانین

این موارد آخری اگر چه هنوز یک تکنولوژی نوظهور است، اما قادر است آنقدر قابلیت اطمینان سیستم را بالا برد که به تنهایی سرمایه گذاری در یک ICS را از نظر اقتصادی توجیه کند.

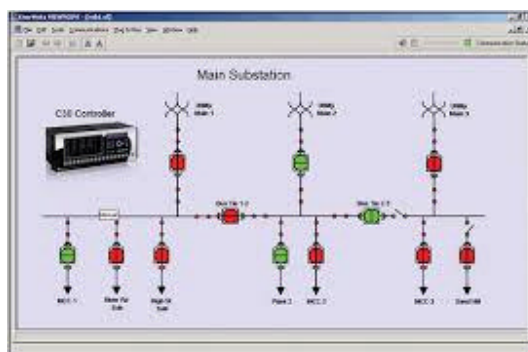
لزوم وجود پشتیبان برای سیستم:

هر چه تعداد عملیات بیشتری بر روی یک سیستم تنها متمرکز شود، اهمیت قابلیت اطمینان سیستم افزایش پیدا می کند. برای مثال مشکلات کامپیوتر با قطع برق، ممکن است اجزایی از سیستم را به طور موقت از کار خارج کند. در یک طراحی خوب برای سیستمهای کنترل مجتمع ایستگاهی باید امکان خرابی تجهیزات سیستم را در نظر داشت و سیستمهای کنترلی و نظارتی پشتیبان کافی قرار داد. بنابراین باید همه تجهیزات و عملیاتی مهم از پشتیبان برخوردار باشند. یک سیستم کنترل و حفاظت پشتیبان که به عملیات سیستم کامپیوتری وابسته نباشد، باید برای انجام عملیات مناسب وجود و سیستم برای قطع ناگهانی برق آمادگی داشته باشد.

مزایای پست های DCS:

مهمترین مزایای پست های DCS عبارتند از:

- (1) کمک به روند خصوصی سازی صنعت برق: به دلیل سهولت دسترسی و تبادل کلیه اطلاعات پست و فراهم شدن امکان مدیریت بهینه تر شبکه برق و کوتاه شدن زمان و دفعات خاموشی ها
- (2) کاهش در تجهیزات پست: با وجود تجهیزات نیومریک نوین نیازی به تابلوهای اسکادا، ثبات حادثه و خطا، تابلوهای اینترفیس، اندازه گیری و کنترل سنتی نیست
- (3) کاهش در هزینه های بهره برداری: به دلیل توانمندی تجهیزات نیومریک نوین، امکان شناسایی سریع خطا و محل آن (Self Cheking) جریان ردیابی نرم افزاری لاجیک پست و امکان انجام مانورهای پیچیده فراهم شده است
- (4) کاهش هزینه های نگهداری: به دلیل اینکه عیب یابی و رفع آن سریعتر انجام می شود و تعمیر و نگهداری تجهیزات نیومریک در کل راحت تر است
- (5) کاهش هزینه های نصب: استفاده از فیبر نوری بجای سیم مسی برای ارتباط تجهیزات کنترل و حفاظت موجود در BCR تا اتاق کنترل مرکزی، موجب کاهش زمان نصب و هزینه های مربوطه می شود. حذف برخی از تجهیزات (مطابق آیتم شماره 2) نیز موجب کاهش زمان و هزینه های نصب می شود. همچنین به دلیل اینکه حجم عظیمی از بخش توسعه را با تغییرات نرم افزاری سیستم DCS انجام می شود، هزینه توسعه پست نیز کاهش می یابد
- (6) قابلیت ارسال سیگنال های الارم و ایونت در حجم زیاد
- (7) قابلیت ذخیره و آرشیو سیگنال ها به مدت طولانی
- (8) قابلیت تغییر SETTING رله ها از اتاق کنترل مرکزی توسط رابط انسان و ماشین یا HMI= Human Machin Interface: منظور مونیتور و صفحه کلید و تجهیزات در مفهوم عام است
- (9) امکان عملیات مهندسی بر روی سیستم حتی موقع کار سیستم
- (10) امکان ایجاد یک مرکز کنترل و کنترل چند پست از یک محل
- (11) امکان ایجاد چند سطح دسترسی که باعث بالا رفتن قابلیت اطمینان و پایداری سیستم DCS می شود



معایب و مشکلات پست های DCS

علیرغم قابلیت ها و ویژگی های بارز سیستم DCS، هنگام استفاده از آن با مشکلاتی روبرو خواهیم بود. مهمترین آنها عبارتند از:

کم بودن متخصص (طراح، مشاور، بهره بردار): با توجه به نوپا بودن سیستم DCS در صنعت برق و همچنین پیچیدگی ویژگی های این سیستم، نیروی متخصص نسبتاً کمی در این زمینه وجود دارد. بیگانه بودن اپراتورها نسبت به سیستم DCS و عادت داشتن به سیستم قدیمی: به دلیل اینکه پست های مرسوم (CONVENTIONAL) سال های زیادی است که در حال بهره برداری هستند، می توان گفت بهره بردار با این سیستم ها عادت کرده و با چگونگی عملکرد آن آشنایی کافی دارد. از طرفی تجهیزات سیستم DCS از ماهیت میکروپروسسوری برخوردارند و دارای دو جنبه سخت افزار و نرم افزاری هستند که از لحاظ قابلیت و نحوه عملکرد و نوع ارتباط با سایر تجهیزات پست از مبحثی کاملاً جدید برخوردارند. از اینرو با تجهیزات پست های مرسوم کاملاً متفاوت هستند. لذا با قاطعیت می توان گفت که برای بهره برداری از پست های DCS گذراندن دوره های آموزشی و کسب دانش سیستم DCS امری کاملاً واضح است. ناهماهنگی در به روز شدن سیستم برق از جمله دیسپاچینگ: با توجه به اینکه تجهیزات پست ها ارتباطات وسیعی با مراکز دیسپاچینگ دارند، در صورت استفاده از سیستم DCS که از لحاظ ارتباط با پست های بالادست و مراکز دیسپاچینگ از تکنولوژی نوین برخوردار است، لازمه برقراری این ارتباط این است که در سیستم دیسپاچینگ پست ها نیز تجهیزات هماهنگ با سیستم DCS بوجود آید. عدم هماهنگی بین سازندگان تجهیزات نیومریک مختلف:.

شرکت های پیشگام در زمینه اتوماسیون پست عبارتند از: GE, AREVA, SIEMENS, ABB, ARTECHE و VATECH. برخی از شرکت های فوق در زمینه اتوماسیون ساختارهای مختلفی را ارائه می نمایند. بطور مثال شرکت SIEMENS سیستم های SICAMPAS, SINAUT-LSA و ... را ارائه نموده است. این امر مشکلاتی را از لحاظ بهره برداری، تعمیر و نگهداری و ارتباط بین پست ها را بوجود آورده است.

نیاز به طراح متخصص برای هرگونه تغییر یا توسعه در سیستم: به دلیل قدمت اندک این تکنولوژی در کشورمان، بدون شک یکی از مهمترین مشکلات سیستم های DCS این است که دانش تخصصی آن را فقط در محدود شرکت هایی می توان یافت. چنانچه مجبور به تغییر یا توسعه ای در شبکه انتقال باشیم، به علت اینکه ارتباطات بالادست، تنظیمات کنترلی و حفاظتی دستخوش تغییر خواهند شد و از این لحاظ می باید در ارتباطات نرم افزاری و سخت افزاری سیستم DCS تغییراتی بوجود آید، لذا به دلیل پیچیدگی کار چنین امری بدون حضور متخصصین امر تقریباً محال است و حتی در مواردی حضور کارشناسان و متخصصان خارجی این سیستم ها احساس می شود. شرکت های برق منطقه ای در این زمینه دارای نقطه ضعف هستند و به همین دلیل برخی اوقات رفع مشکل پیش آمده در سیستم DCS روزها و هفته ها به طول می انجامد و از لحاظ پایداری شبکه و فروش برق شرکت های برق متحمل خسارت هایی می شوند.

شبکه انتقال داده در برق

عدم ماندگاری افراد متخصص در شرکت های برق: با ورود تکنولوژی DCS، شرکت های برق مجبورند افرادی را به منظور بهره برداری و نگهداری سیستم به نحو مطلوب و با صرف هزینه های زیادی آموزش دهند. افرادی که این مهارتها را کسب می کنند، به دلیل آنچه که پیشتر در خصوص کمبود نیروی متخصص گفته شد این امکان به وجود می آید که با حقوق و مزایای بیشتر جذب شرکت های خصوصی شوند و این موضوع در دراز مدت ممکن است به یک مشکل بزرگ تبدیل شود. (نمونه بارز این موضوع برخی از پرسنلی هستند که در پست DCS نیروگاه گازی آبادان آموزش دیده اند.)

فیبر نوری و علت استفاده از آن در سیستم های DCS:

علت استفاده از فیبر نوری در این سیستم آن است که میدان مغناطیسی روی آنها اثر نمی گذارد و دارای سرعت بالا برای انتقال داده ها می باشد و تضعیف سیگنال در آنها کم است. این کابل توانایی انتقال داده در یک جهت را دارد و برای دریافت و ارسال اطلاعات باید از دو رشته مجزا استفاده کرد. صفحات کاربری که بر روی مانیتور وجود دارد عبارتند از: (substation overview) این صفحه دارای ویژگی های زیر است:

پروتکل:

یک پروتکل شبکه، زبانی است که سیستم های متفاوت از آن استفاده می کنند تا با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. پروتکلها، زبان ارتباطی بین لایه های هفتگانه شبکه میباشد که در هر مورد میتواند متفاوت باشد. پروتکلهایی نظیر

Fieldbus, Industrial Ethernet, Profibus, Hostlink, DNP3, Modbus, Asibus, Lon, CAN, NetDevice, PLC Bus, X10, RS232- RS485, ...

در صنعت برق بعنوان مثال اگر یک شرکت یک رله دیستانس تولید میکند امکان ارتباط این رله با تجهیزات ساخت کارخانجات دیگر را با پشتیبانی از پروتکل ها را ذکر مینماید.

استاندارد ها

یک استاندارد، توافقی بر اساس یک پروتکل است. در روزهای آغازین شبکه های کامپیوتری، هر سازنده کامپیوتر پروتکل های شبکه بندی مختص خود را ایجاد میکرد. در نتیجه، امکان ترکیب قطعات از سازندگان مختلف در یک شبکه وجود نداشت. بنابراین استاندارد ها بوجود آمدند. استاندارد ها پروتکل های تعریف شده در مقیاس صنعتی هستند که به یک سازنده خاص محدود نمیشوند. با پروتکل های استاندارد، میتوانید قطعات ساخت سازندگان مختلف را با همخوانی کامل استفاده کنید. تا زمانی که قطعه ای از استاندارد های خاص پیروی کند، میتواند درون شبکه قرار گرفته و کار کند. سازمانهای بسیاری در رابطه تهیه استاندارد های شبکه بندی فعالیت میکنند که پنج سازمان از مهمترین سازمانهای استاندارد سازی را معرفی میکنیم:

- 1) انستیتوی استانداردهای ملی امریکا: *ANSI*: سازمان رسمی استانداردها در ایالات متحده.
- 2) سازمان بین المللی استاندارد سازی: *ISO*: تشکیلاتی متشکل از بیش از 100 سازمان استانداردسازی از سطح جهان.
- 3) انستیتوی مهندسی الکتریک و الکترونیک: *IEEE*: سازمانی بین المللی که چندین استاندارد کلیدی شبکه را منتشر کرده است. استاندارد رسمی برای سیستم شبکه بندی اترنت که بطور رسمی *IEEE 802.3* نام گرفته است، از این جمله میباشد.
- 4) *IEC, ISA* و

یکی از استانداردهای دیسپاچینگ و تله متری، پروتکل تبادل اطلاعات و فرامین بین مرکز و ایستگاهها جهت ارسال و دریافت میباشد که منجر به تدوین پروتکل استاندارد IEC 60870-5-101 اختصاراً IEC101 و سپس بروی شبکه LAN و WAN که منجر به پروتکل IEC 60870-5-104 شد

استاندارد IEC-61850 استاندارد اتوماسیون در ایستگاه برق

استاندارد IEC-60870 استاندارد دیسپاچینگ و تله متری برق

این دو استاندارد مکمل هم برای اتوماسیون در شبکه صنعت برق میباشد



امروزه در سامانه توزیع برق عموماً قابلیت کنترل مرکزی وجود دارد. در این سامانه ها کامپیوترها و برنامه های کاربردی خاصی وجود دارد که مدیریت را بهبود بخشیده و تأثیر عوامل انسانی را کاهش می دهد.

در گذشته یکپارچه سازی سیستم های اتوماسیون برق بسیار پیچیده و بعضاً غیر ممکن می نمود، به طوریکه هر شرکت فعال در این حوزه بروی تجهیزاتی از پروتکل مخصوص خود استفاده می کرد و استانداردهای عمومی مشخصی برای یکپارچه سازی یا همگام سازی بین تجهیزات از برندهای مختلف وجود نداشت اما امروزه سیستم ها هوشمندتر شده اند بنابراین نیاز به تجهیزاتی یا استانداردهایی جامع و عمومی تر وجود دارد که جانشین پروتکل های محدود گذشته گردد

تا تمامی تجهیزات از برندهای مختلف که در ایستگاههای مختلف استفاده می شود به وسیله انطباق با این استانداردهای عمومی با یکدیگر یکپارچه گردند

در صنعت برق یکی از جدیدترین استانداردهایی که برای ارتباط با این ویژگی تدوین شده IEC-61850 است. در این پروتکل مانیتور کردن همزمان دستگاه ها و مدیریت از یک مرکز کنترل ممکن می گردد. همچنین این استاندارد، توانایی انطباق با تغییرات سریع، حفاظت، ارتباط و کنترل ایستگاه های برق را دارد. IEC-61850 از پروتکل های MMS، GOOSE و SMV و به زودی از Web Services استفاده میکند. این پروتکل ها ارتباط را روی شبکه TCP/IP با سرعت زیاد برقرار می نماید.

شبکه انتقال داده در برق

در هر حرفه ای که هستید نه اجازه دهید که به بدبینیهایی بیحاصل آلوده شوید و نه بگذارید که بعضی لحظات تاسف بار که برای هر ملتی پیش می آید شما را به یاس و ناامیدی بکشاند. در آرامش حاکم بر آزمایشگاهها و کتابخانه هایتان زندگی کنید .

نخست از خود بپرسید : " برای یادگیری و خودآموزی چه کرده ام ؟ "

سپس همچنان که پیشتر میروید بپرسید : " من برای کشورم چه کرده ام ؟ "

و این پرسش را آنقدر ادامه دهید تا به این احساس شادبخش و هیجان انگیز برسید که شاید سهم کوچکی در پیشرفت و اعتلای بشریت داشته اید.

اما هر پاداشی که زندگی به تلاشهایمان بدهد یا ندهد هنگامی که به پایان تلاشهایمان نزدیک میشویم هر کدامان باید حق آن را داشته باشیم که با صدای بلند بگوییم

" من آنچه در توان داشته ام انجام داده ام "

لوئی پاستور 1822-1895

در تهیه این جزوه از تجربیات و اطلاعات شخصی خودم و نوشته ها و نظرات دیگران در اینترنت استفاده نمودم

بدیهی است این جزوه دارای اشکالاتی است که با تذکرات شما و ارسال به آدرس زیر نقایص برطرف و تکمیل میشود

Sedighias220@yahoo.com