

دوره آموزش

آشنایی با انتقال اطلاعات از طریق خطوط برق PLC

(Power Line Carrier)

مجتمع عالی آموزشی پژوهشی آذربایجان

آذر 1399

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 مثلب در مهندسی برق - آمار و احتمالات مهندسی - کنترل

پروژه - پستها و خطوط برق و .. - مهندسی صنایع و تحقیق در عملیات)

کارشناس رسمی دادگستری در رشته فن آوری اطلاعات و ارتباطات

www.aminsedighi.ir

sedighias220@yahoo.com

telegram : 09397602588 (بدون سیم کارت)

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) سیم پیچ (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 افزایشده ولتاژ جنب

نیروگاه و کاهنده 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 اندازه گیری 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 دمایی α در دمایی 20°C بر حسب 1/°C	مقاومت ویژه ρ در دمایی 20°C بر حسب μΩ·cm	
0.0039	2.83	آلومینیوم
0.0020	6.4-8.4	برنج
0.00382	1.77	مس آتیل 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

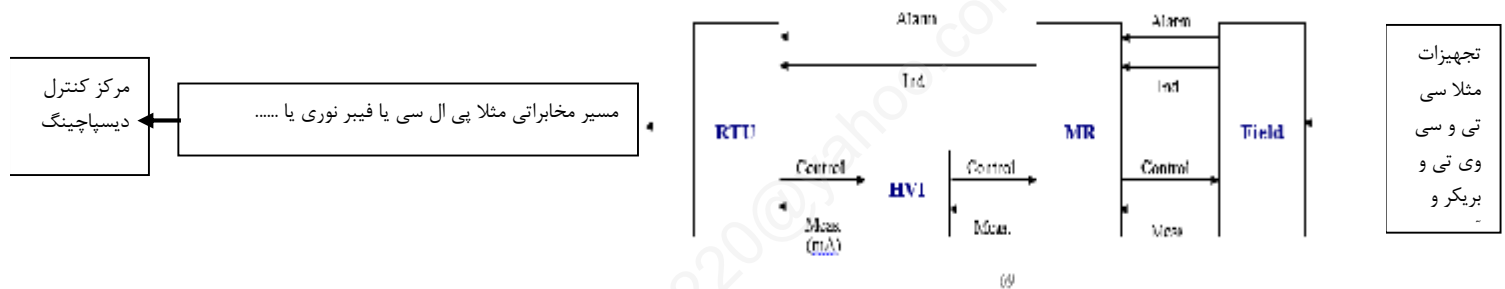
در این جزوه به بررسی اهمیت مسیر مخابراتی PLC در ایستگاههای برق میپردازیم.

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.

استفاده مخابرات در شبکه برق:

- 1) برای ارسال پیام صوتی (تلفنی) جهت مانور قطع و وصل خط و پست و تجهیزات و تبادل صوتی آخرین اطلاعات از آمار و ارقام و آلامرها و وضعیت کلیدها و اندازه گیری ها با مرکز کنترل دیسپاچینگ و مرکز بهره برداری
- 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) (فیبر 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) سیم کارت موبایل
- 9)

- 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

مقدمه ای بر سیستمهای PLC:

پس از اینکه اطلاعات توسط RTU جمع آوری شد باید به وسیله یک بستر مخابراتی به مرکز ارسال شود که یکی از این بسترهای مخابراتی، PLC می باشد. در زیر به توضیح مختصری در رابطه با این سیستم می پردازیم.

موارد زیر ضرورت ایجاد یک شبکه مخابراتی را به وضوح روشن میکند:

الف) شبکه های موجود مخابراتی در اکثر شرکتهای برق منطقه ای جوابگوی نیازهای ارتباطی جهت بهره برداری مؤثر از شبکه فشار قوی نمیباشد.

ب) تبادل اطلاعات بین مراکز دیسپاچینگ و سایر پستها توسط یک شبکه مخابراتی مطمئن و اختصاصی از ضروریات اینگونه مراکز می باشند.

پ) با استفاده از یک شبکه مخابراتی پستها میتوانند به تجهیزات حفاظتی مجهز گردند که باعث قابلیت اعتماد بیشتر و بهره برداری مؤثرتر از شبکه می گردد.

ت) عدم وجود یک شبکه مخابراتی اختصاصی - ضعف ارتباط از طریق شبکه مخابراتی شرکت مخابرات - عدم دسترسی اکثر پستهای واقع در خارج شهر به خطوط ارتباطی PTT مشکلاتی هستند که در صورت وجود یک شبکه مخابراتی مطمئن بر طرف گشته است. میتوان با استفاده از سیستمهای PLC چنین شبکه های مخابراتی را برای استفاده در شبکه های برق رسانی طراحی نمود.

کاربردهای PLC:

سیستمهای PLC اساساً جهت ارسال دو نوع اطلاعات بر روی خطوط فشار قوی به کار میرود:

- اطلاعات آنالوگ به شکل صحبت (Speech)
- اطلاعات آنالوگ یا دیجیتال به منظور، تله متری (کنترل از راه دور)، داده data و غیره که اصطلاحاً SIGNAL گفته میشود.

در سیگنالهای PLC اطلاعات ارسالی (شامل صحبت به علاوه سیگنال) به صورت SSB (signal side band) مدوله شده و در پهنای باند 4 کیلو هرتز به کانالهای فرعی تقسیم شده و در هر کانال اطلاعات مربوط به یک نوع سیگنال گنجانده میشود.

کاربردهای PLC عبارتند از:

- ارتباط تلفنی و صحبت:

از PLC برای ارتباط تلفنی مستقیم بین دو نقطه میتوان استفاده کرد. این نوع ارتباط بیشتر ما بین مرکز کنترل و دیسپاچینگ شبکه و پستهای مهم و نیروگاهها که عمدتاً در حلقه RING قرار میگیرند مورد استفاده قرار میگیرد. همچنین

از کانالهای PLC برای ارتباط تلفنی میان مشترکین با مراکز تلفن که عمدتاً پستهای فاقد مرکز تلفن هستند و دارای ارتباط الکتریکی با یکی از پستهای دارای مرکز تلفن میباشند استفاده میگردد. کانالهای speech only عموماً اطلاعات صحبت را در محدوده 300 الی 3400 هرتز فرار میدهند، در صورتیکه به همراه صحبت اطلاعات دیگری نیز ارسال میگردد. طیف سیگنال صحبت بسته به تعداد سیگنالهای ارسالی و سرعت انتقال آنها از 400 الی 2400 یا 2000 هرتز خواهد بود.

- تلگراف و پست تصویری :

در سالهای قبل از کانالهای PLC میتوانند امکانات تلگراف خصوصی و پست تصویری رانیز فراهم میآورند. که سرعت ارسال اطلاعات پست تصویری ممکن است بالاتر باشد.

- تله متری = کنترل و نشاندگی از راه دور :

در شبکه های فشار قوی پیچیده کنترل و دیسپاچینگ شبکه حلقه بسته ای را تشکیل میدهند که در آن وضعیت دستگاههای بسیاری از نقاط مختلف و دور از هم شبکه در یک مرکز مشخص میشوند.

- تله پروتکشن = حفاظت از راه دور :

به منظور حفظ جان پرسنل و پیشگیری از خسارت دستگاهها و همچنین تضمین پیوستگی و تداوم نیرو رسانی در شبکه های فشار قوی اینگونه سیستمها را بایستی در مقابل خطاهایی از قبیل اتصال کوتاه حفظ نمود. حفاظت در برابر اتصال کوتاه به وسیله رفع آن با بی برق کردن خط معیوب توسط دستگاههای تشخیص اتصال کوتاه (رله های حفاظتی) امکان پذیر میباشد. برای پیشگیری از قطع شدن سایر کلیدها و رله های حفاظتی مربوط در شبکه برای برقراری مسیر ارتباط علائم حفاظتی ما بین رله های حفاظتی ضروری میباشد. جهت ارسال این علائم از یک کانال PLC اختصاصی استفاده نمود که به پهنای باندی حدود 2/5 کیلو هرتز احتیاج است. علائم حفاظتی را میتوان بر روی کانال PLC حامل صحبت و دیتا برای لحظه کوتاهی قطع شده و از کل باند 4 کیلو هرتز و حداکثر توان فرستنده برای ارسال علائم حفاظتی استفاده نمود.

مزیت این روش استفاده مفیدتر از باند فرکانس قابل استفاده میباشد. اما عیب این روش آن است که ارسال اطلاعات صحبت و دیتا هر چند برای لحظه کوتاهی دچار وقفه شود ممکن است همین وقفه کوتاه خصوصاً در ارسال دیتا کنترل شبکه را دچار اشکال نماید.

Power Line Carrier system

آشنایی کلی با سیستم PLC

- 1- معرفی سیستم
- 2- انواع کوپلاژ
- 3- مزایا و محدودیتها
- 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



تله موج یا تله خط یا موج گیر: Line Trap, vawe Trap

از خطوط انتقال نیرو به منظور سیگنالهای مختلف نظیر سیگنال اندازه گیری و کنترل از راه دور، مکالمات تلفنی، تله تایپ، حفاظت جهت ارسال و دریافت فرمان از پست های دیگر نیز استفاده می شود. جهت جلوگیری از تداخل این سیگنالها که دارای فرکانس بالا می باشند و جدا کردن آنها از فرکانس سیستم قدرت و هم چنین به منظور جلوگیری از انتقال سیگنال به قسمتهای دیگر و عملکرد صحیح از موج گیر استفاده می شود. موج گیر باید طوری باشد که بتواند حداکثر جریان نامی و جریانهای اتصال کوتاه را تحمل نماید، موج گیر بطور سری در انتهای خطوط انتقال نیرو و در ایستگاهها نصب می شود و بعد از ترانسفورماتورهای ولتاژ قرار می گیرد (در انتها و ابتدای خطوط قرار می گیرد). سیگنالهای p.l.c دارای فرکانس بالا بوده و در شبکه ایران از 30 khz تا 500 khz تغییر می کند. موج گیرها معمولاً از یک سلف که دارای هسته می باشد و یک مجموعه خازن و مقاومت که مجموعاً بطور موازی با هم قرار گرفته اند تشکیل می شود. از سلف (سیم پیچ) جریان خط بطور مستقیم عبور نموده و مجموعه خازن و مقاومت معمولاً در داخل سیم پیچ نصب می گردند.

در یک موج گیر برای تغییر فرکانس و پهنای باند مسدود کننده فقط با تعویض خازن و تغییر ظرفیت آن این عمل صورت می گیرد. به منظور حفاظت لاین تراپ در مقابل اضافه ولتاژهای ناگهانی که ممکن است در دو سر لاین تراپ پدید آید از برقگیر استفاده می شود.

موج گیرها (لاین تراپ ها) در پستهای فشار قوی به سه طریق نصب می شوند:

- 1- بصورت آویزی
 - 2- نصب موج گیر بر روی مقره اتکایی
 - 3- نصب موج گیر بر روی ترانسفورماتور ولتاژ. (مزیت این طرح صرفه جویی در زمین پست است)
- تذکر: موج گیرها فقط در دو انتهای خطوطی که سیستم P.L.C بین دو پست برقرار باشد نصب می گردد و معمولا بر روی دو فاز نصب می شوند. (گاهی بر روی یک فاز و یا هر سه فاز نیز نصب میگردند).

تلفات

- 1- عوامل مؤثر در تلفات
- 2- محاسبه تلفات مسیر
- 3- نویز
- 4- محاسبه توان ترمینال PLC

حفاظت

- 1- حفاظت خط و ترانس و ..
- 2- شرایط ارسال و دریافت فرامین حفاظتی

ترمینال PLC

- 1- مدار داخلی و قسمتهای تشکیل دهنده PLC
- 2- روش تست PLC و تله پروتکشن

سیستم مخابراتی شبکه فشار قوی

محیط انتقال : خطوط فشار قوی
فرکانس کار : 400KHZ - 40KHZ
محدودیت ها : قیمت ، محدودیت ، تضعیف خطوط
مدولاسیون : SSB
نحوه ارتباط : DUPLEX
پهنای باند هر کانال 4KHZ جهت صحبت - داده - سیگنالینگ - سیگنال حفاظت

اجزاء سیستم پی ال سی

ترمینال PLC

واحد تطبیق امپدانس LMU (Line Matching Unit)

خازن کوپلینگ Coupling Capacitor

تله موج Line Trap

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 (PLC(Power Line Carrier):

در مجموع دو نوع PLC: دیجیتال و آنالوگ داریم.

اجزاء یک سیستم PLC عبارتند از:

- ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی با سیم (آنالوگ یا دیجیتال)
- کابل کوکسیال
- واحد تطبیق امپدانس LMU
- خازن کوپلاژ موازی با PT یا نصب یک CVT
- تله موج Line Trap

خازن کوپلاژ:

از اجزای تشکیل دهنده سیستم مخابراتی PLC میباشد که وظیفه انتقال سیگنال مخابراتی با ولتاژ کم را به خط فشار قوی و همچنین جلوگیری از عبور ولتاژ بالای خط فشار قوی به سیستم PLC را به عهده دارد. ضمناً خازن کوپلاژ به همراه LMU تشکیل یک فیلتر بالا گذر را میدهد. خازن کوپلاژ با ایزولاسیون مناسب با ولتاژ خط طراحی و ساخته میشود.



نصب CVT (یا PT+CC)

1- سد کننده فرکانس 50 برای LMU که جهت سیستم مخابراتی (صوت و داده) است

2- اندازه گیری ولتاژ برای نمایش

3- اندازه گیری ولتاژ برای محافظت ایستگاه از ولتاژ غیر مجاز

فرق PT با CVT اینکه

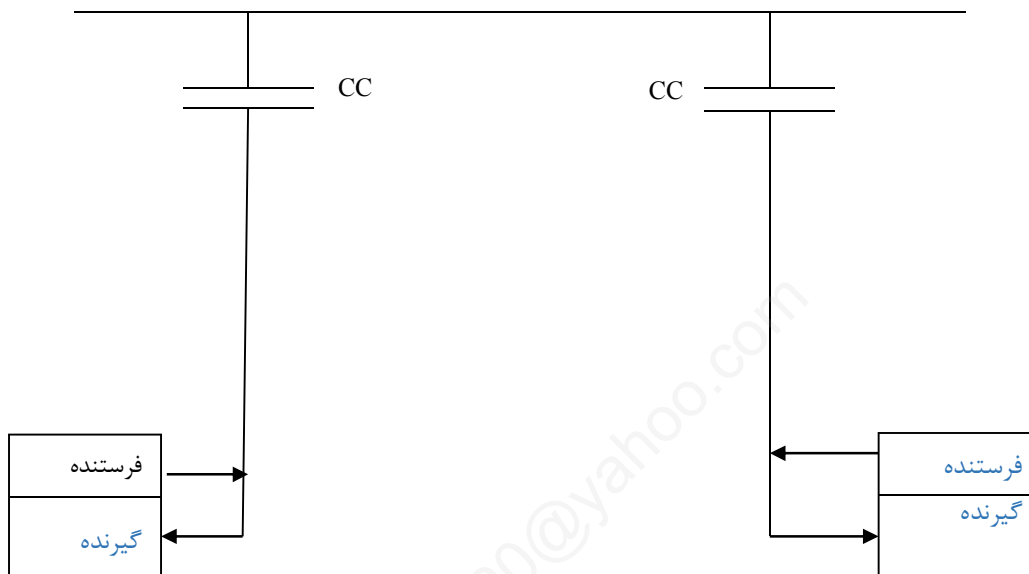
ولی CVT مورد اندازه گیری ولتاژ و محافظت ایستگاه از ولتاژ غیر مجاز و مسیر سیستم مخابراتی و فیلتر گذر 50 هرتز میباشد

PT فقط مورد اندازه گیری ولتاژ و محافظت را انجام میدهد و برای امور مخابراتی باید یک $CC = \text{Coupling Capacitor}$ با PT موازی کرد خازنهای کوپلاژ بین 2000 pf تا 10000 pf انتخاب می شوند.

sedighias220@yahoo.com

سی وی تی CVT یا Coupling Capacitor به همراه پی تی (PT+CC)

دستگاههای فرستنده PLC را نمی توان مستقیماً به خط فشار قوی وصل کرد برای انجام این کار یک خازن بین خط انتقال و دستگاه PLC قرار میدهند تا هم سیگنال فرکانس بالای PLC را به خط کوپله نموده و هم مانع از اتصال مستقیم ولتاژ بالا به دستگاههای حساس PLC شود.



خازنهای Coupling Capacitor در مسیر سیگنال فرکانس بالای PLC به خط انتقال فشار قوی در مقابل موج با ولتاژ بالا و فرکانس 50 هرتز امپدانس زیادی از خود نشان میدهند و مانع عبور آن به سمت دستگاه های PLC میشوند. در حالی که برای امواج اطلاعات فرکانس بالا به صورت اتصال کوتاه عمل می کنند. این نکته از این حقیقت ناشی می شود که امپدانس خازن به صورت $X = 1/2 * 3.14f$ بیان میگردد و مقدار آن با فرکانس رابطه عکس دارد، لذا هر چه قدر فرکانس کم باشد امپدانس خازن بزرگتر خواهد بود بالعکس برای فرکانس بالای سیگنال PLC که گستره بین 40 الی 400 کیلوهرتز قرار دارد خازن کوپلاژ همانند اتصال کوتاه عمل میکند و سیگنال PLC به سمت خط فشار قوی هدایت می کند. که هر چه قدر فرکانس سیگنال PLC پایین تر باشد جهت کوپلاژ مناسب بایستی C را بزرگتر انتخاب نمود. بدین جهت محدوده پائینی فرکانسهای قابل استفاده برای دستگاههای PLC توسط حداکثر خازن کوپلاژ قابل ساخت تعیین می گردد. این مقدار در کشورهای مختلف بین 30 الی 40 کیلو هرتز می باشد. اینگونه خازنها باید به گونه ای طراحی گردند که قابلیت تحمل ولتاژ بالا را داشته باشند زیرا یک سمت آنها مستقیماً به خط فشار قوی متصل می گردد. در پستهای فشار قوی برای اندازه گیری ولتاژ جریان خط از تقسیم کننده های ولتاژ خازنی بنام CVT (Capacitive Voltage Transformers) استفاده میشود، لذا از آنها می توان جهت خازن جدا کننده که خازنهای کوپلاژ نامیده می شود نیز استفاده نمود.

لاین تراب :

یکی از اجزای تشکیل دهنده سیستم مخابراتی PLC میباشد که به عنوان تجهیزات بیرونی محسوب گردیده و به صورت سری با خط در مدار قرار میگیرد. وظیفه اصلی آن عدم عبور سیگنال مخابراتی در جهت ناخواسته (عدم عبور سیگنال مخابراتی بسمت ایستگاه خودمان) و استفاده بهینه از انرژی سیگنال PLC در باند فرکانسی تعیین شده میباشد یک LINE TRAP که فیلتر گذر 50 هرتز بسمت ترانسفورماتور قدرت که سری با خط در مسیر ورود به ایستگاه نصب شده است - سد کننده فرکانسهای بالای 50 هرتز میباشد توجه (فرکانس PLC بین 40 کیلوهرتز تا 400 کیلو هرتز میباشد)

لاین تراب از سه قسمت اصلی زیر تشکیل شده :

- 1- کویل اصلی که جریان خط از آن عبور میکند .
- 2- Tuning Device که به همراه کویل اصلی فرکانس لاین تراب را تعیین میکند.
- 3- برق گیر





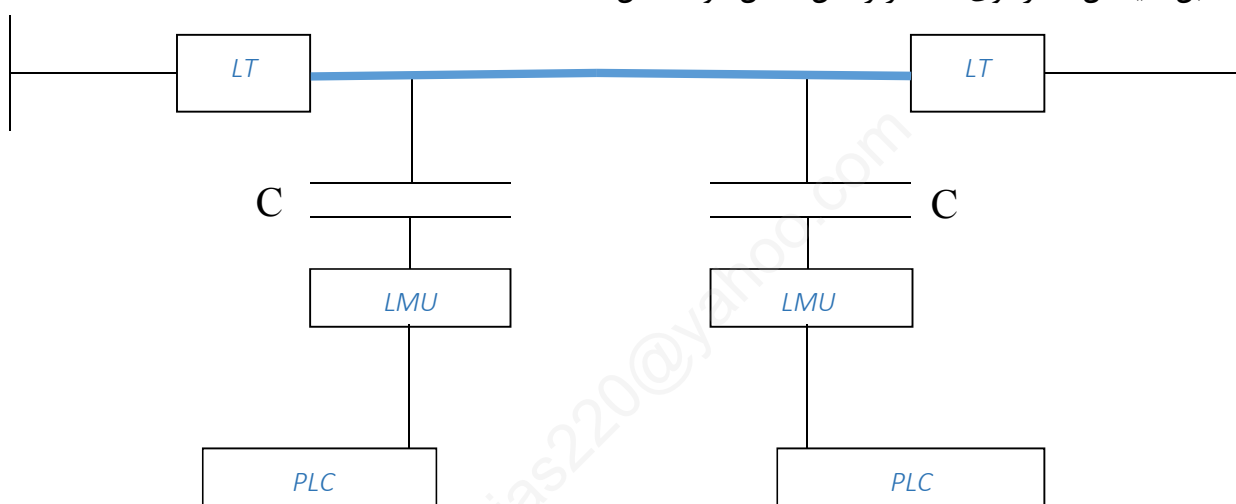
آرایش فیزیکی لاین تراب ها در ورودی ایستگاه
=====

لاین تراب LT

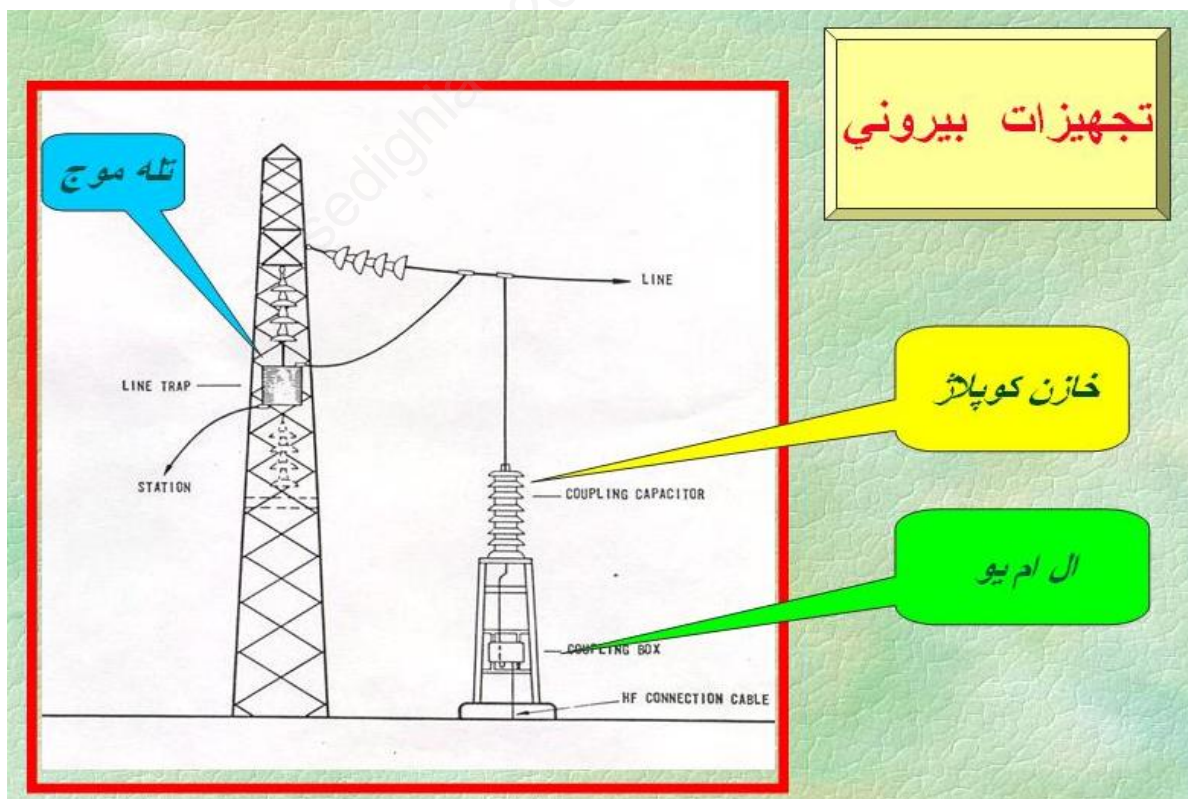
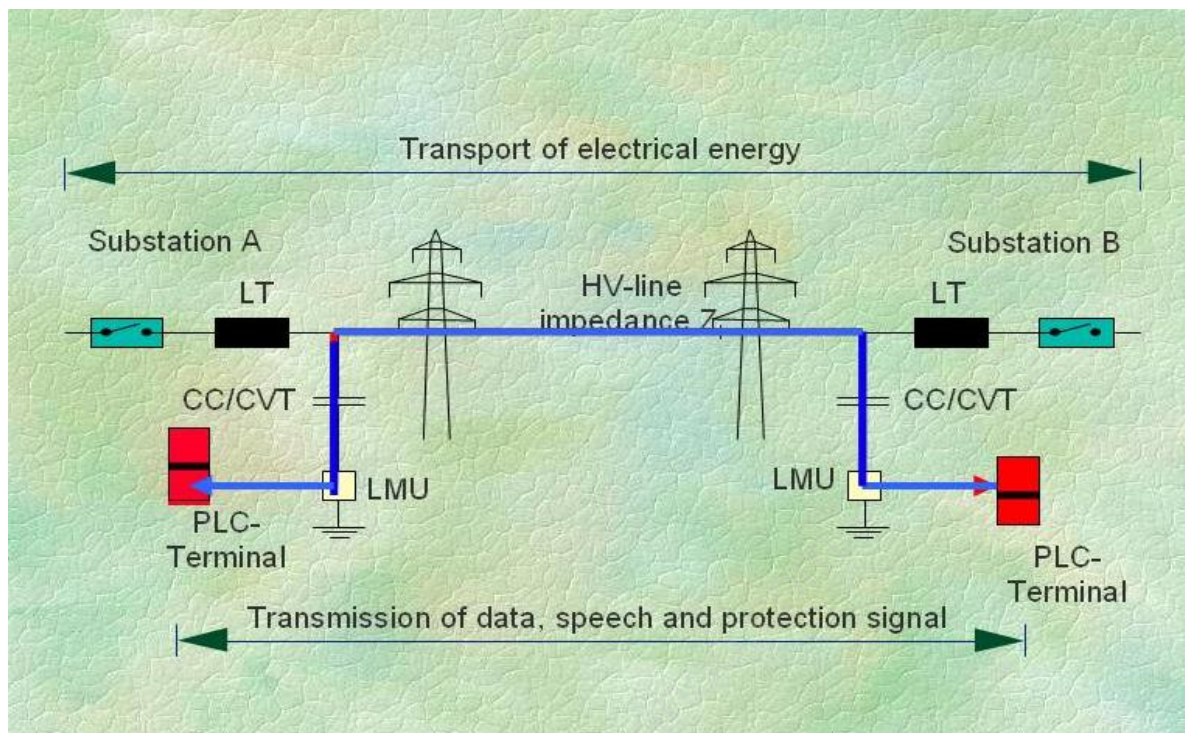
با توجه به شکل ملاحظه میشود سیگنال PLC در پست A پس از عبور از خازن کوپلاژ و هنگامی که به خط انتقال کوپله می شود دو مسیر مختلف پیش رو دارد، یک مسیر به سمت پست B و دیگری به سمت مخالف آن (یعنی به سمت خود پست A) انحراف سیگنال PLC به سمت خود پست نه تنها باعث تضعیف سیگنال ارسالی به پست مقابل شده بلکه باعث می شود که سیگنال ناخواسته ای به مسیرهای دیگر نفوذ کرده و باعث تداخل در مکالمات تلفنی می گردد. لذا با قرار دادن مداری بر سر راه سیگنال نشستی مانع راهیابی آن به مسیر ناخواسته شده ایم LT این مدار باید دارای خصوصیات زیر باشد :

الف) در مقابل سیگنال بالای PLC مقاومت زیادی از خود نشان دهد(مثل مدار باز عمل کند)

ب) در مقابل سیگنال فشار قوی 50 هرتز مثل اتصال کوتاه عمل کند.



با توجه به دو خصوصیتی که برای چنین مدارهایی ذکر گردید به نظر میرسد استفاده از دو عدد سلف سری با خط انتقال در پستهای A, B مسئله را حل می کند. چنین سلفی برای فرکانسهای بالای PLC دارای امپدانس زیاد بوده و همانند اتصال باز عمل می کند، در حالیکه برای فرکانس 50 هرتز دارای امپدانس پائینی بوده و به مثابه اتصال کوتاه می باشد، به چنین سلفهایی که بصورت سری با خط انتقال انرژی قرار می گیرند تله موج یا Line-Trap می گویند. از سلف به تنهایی نمیتوان استفاده کرد. چون این سلف با خازنهای معادل ترانسفورماتور موجود در پست به صورت سری قرار گرفته و چنانچه اندوکتانس خازنهای معادل در پست دیگری مثل C بگونه ای باشد که فرکانس رزونانس یا تشدید مجموع سری این دو یعنی $F_0 = 1/2 * 3.14 * (LC)$ معادل فرکانس کار دستگاه PLC شود، مدار معادل سلف و خازن سری در حال رزونانس اتصال کوتاه بوده و در نتیجه نقطه کوپلاژ سیگنال PLC به خط انتقال از دید سیگنال PLC زمین شده و تمامی سیگنال از بین می رود.



واحد تطبیق امپدانس (LMU) (Line Matching Units) :

از اجزای تشکیل دهنده سیستم PLC می باشد و وظیفه اصلی آن تطبیق امپدانس بین ترمینال PLC و خط به منظور انتقال توان ماکزیمم میباشد . همراه با خازن کوپلاژ تشکیل یک فیلتر بالا گذر می دهند که در مدل های مختلف کوپلاژ از قبیل فاز به زمین- فاز به فاز تک مداره- فاز به فاز بین مداری استفاده می شود .



LMU



نمای داخلی LMU



تطبیق امپدانس LMU

چون خط انتقال فشارقوی تلفات نسبتاً زیادی برای سیگنالهای فرکانس بالای PLC ایجاد می کند پس لازم است که هنگام کوپله نمودن فرستنده PLC به خط فشار قوی حداکثر توان فرستنده به خط کوپله شده و توان برگشتی به حداقل خود برسد برای این کار بایستی بین خروجی فرستنده PLC و خط انتقال انرژی تطبیق امپدانس صورت گیرد. امپدانس مشخصه خطوط فشار قوی بین 400 الی 600 اهم می باشد در حالیکه امپدانس خروجی فرستنده و امپدانس ورودی گیرنده ها غالباً 50 اهم می باشد. پس باید مدار واسطه ای بین دستگاه PLC از یک طرف و یک سر خازن کوپلاژ از طرف دیگر قرار گرفته تا تطبیق امپدانس جهت انتقال حداکثر توان فرستنده به خط و از خط به گیرنده صورت گیرد. عمل تطبیق توسط واحد LMU صورت می گیرد.

تطبیق امپدانس در LMU توسط یک ترانسفورماتور صورت می گیرد که همراه با خازن کوپلاژ نقش یک فیلتر بالا گذر را دارد. فرکانس قطع این فیلتر توسط مقدار خازن و نسبت تبدیل ترانسفورماتور مشخص میشود.

روشهای کوپلینگ :

خطوط انتقال انرژی میان دو پست فشار قوی از سه فاز تشکیل شده اند در صورتیکه خط انتقال از نوع تک مداره باشد دارای سه هادی خواهد بود و در صورتیکه خط انتقال از نوع دو مداره باشد تعداد هادی ها به شش می رسد .

روشهای کوپلینگ عبارتست از: فاز به زمین- فاز به فاز- بین دو مدار .

بدین ترتیب این سؤال مطرح میشود که برای کوپلینگ سیگنال PLC به خط فشار قوی از کدامیک از هادیها میتوان استفاده نمود . در صورتیکه خط تک مداره بوده و از 3 فاز تشکیل میشود , میتوان به هر یک از فازها به تنهایی سیگنال PLC را کوپله نمود . با بررسی و مطالعه چگونگی انتشار فرکانس بالا بر روی خطوط فشار قوی مشخص شده است که در صورتیکه کوپلینگ تنها توسط یک فاز انجام گیرد بهترین حالت استفاده از فاز وسط میباشد . این روش کوپلینگ را کوپلینگ فاز به زمین می نامند . این نوع کوپلینگ تلفات زیادی برای سیگنال PLC بوجود آورده و بعلاوه در صورت وقوع خطا بر روی خط انتقال بخصوص وقتی که فاز وسط اتصال کوتاه میشود امکان برقراری ارتباط PLC از بین رفته و یا با تضعیف بسیار زیادی مواجه خواهد بود . لذا برای بالا بردن قابلیت اطمینان ارتباط PLC و کاهش تضعیف حاصل از خط انتقال در مواردی که طول خط بلند باشد سیگنال PLC را میتوان به دو فاز کوپله نمود . در این صورت نه تنها با تضعیف کمتری نسبت به کوپلاژ فاز به زمین روبرو خواهیم بود بلکه حتی با اتصال کوتاه یکی از فازهای تحت کوپلینگ ارتباط PLC از طریق فاز دیگر برقرار خواهد بود و در نتیجه قابلیت اطمینان سیستم بالاتر میرود. این روش کوپلینگ فاز به فاز نامیده میشود .

در کوپلینگ فاز به فاز به دو مجموعه تجهیزات کوپلینگ شامل تله موج، خازن کوپلاژ و LMU نیاز می باشد که در نتیجه هزینه در مقایسه با کوپلینگ فاز به زمین دو برابر خواهد شد . کوپلینگ همزمان سیگنال PLC به سه فاز در خطوط تک مداره نیز امکان پذیر است .

این نوع کوپلینگ اگر چه از قابلیت اطمینان بسیار بالایی برخوردار بوده و تضعیف کمتری نسبت به کوپلینگ فاز به فاز ایجاد میکند اما به جهت استفاده از سه مجموعه تجهیزات کوپلینگ از نظر اقتصادی گران بوده و بندرت از آن استفاده می شود .

در خطوط فشار قوی که دو مداره میباشد میتوان از کوپلینگ بین دو مدار (Inter circuit) استفاده نمود. بدین ترتیب که سیگنال PLC به طور همزمان به فاز های وسط هر یک از دو مدار کوپله می شود. در کوپلینگ بین دو مدار به تجهیزات کوپلینگ معادلی فاز به فاز میباشد . اما حسن بزرگ این نوع کوپلینگ در قابلیت اطمینان بالاتر آن است . زیرا حتی با قطع کامل یکی از مدارها ارتباط PLC از طریق مدار دیگر امکان پذیر میباشد .

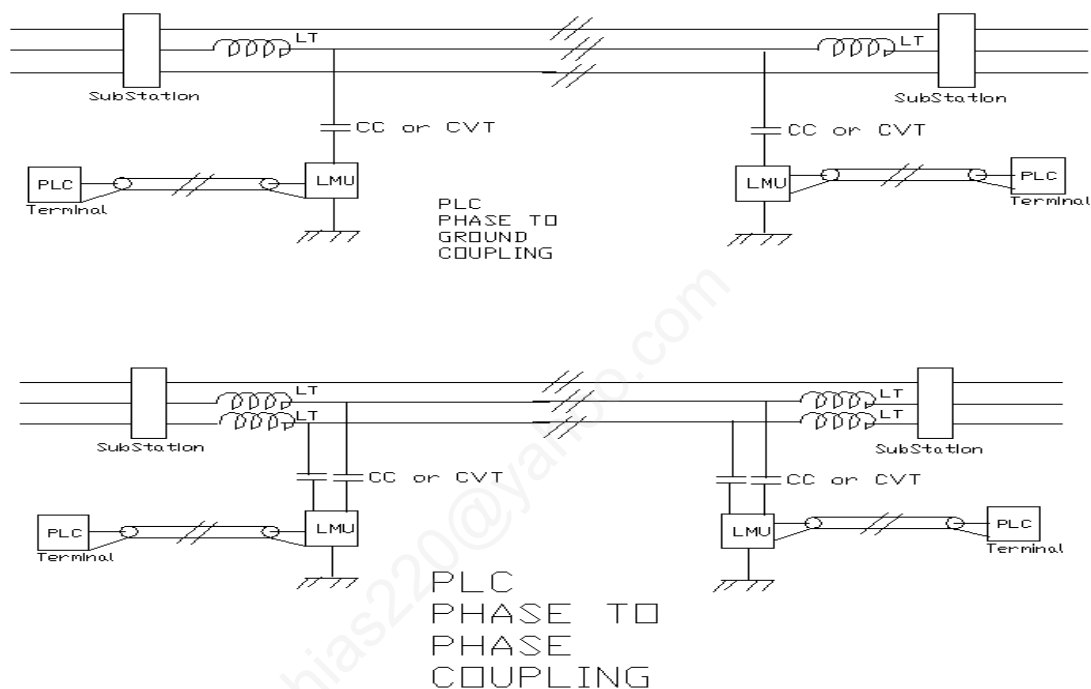
=====

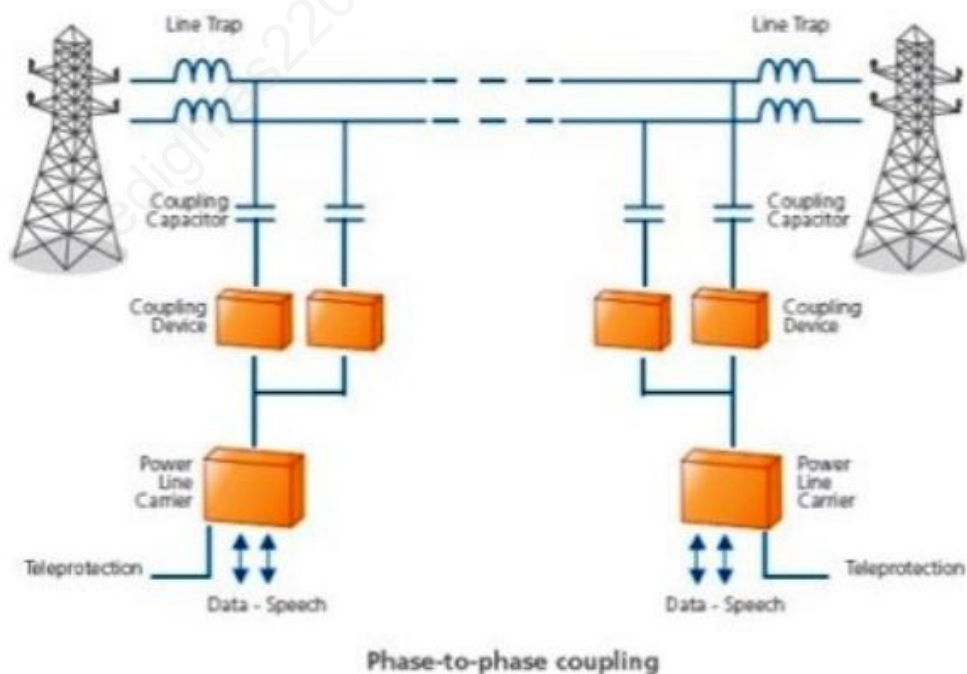
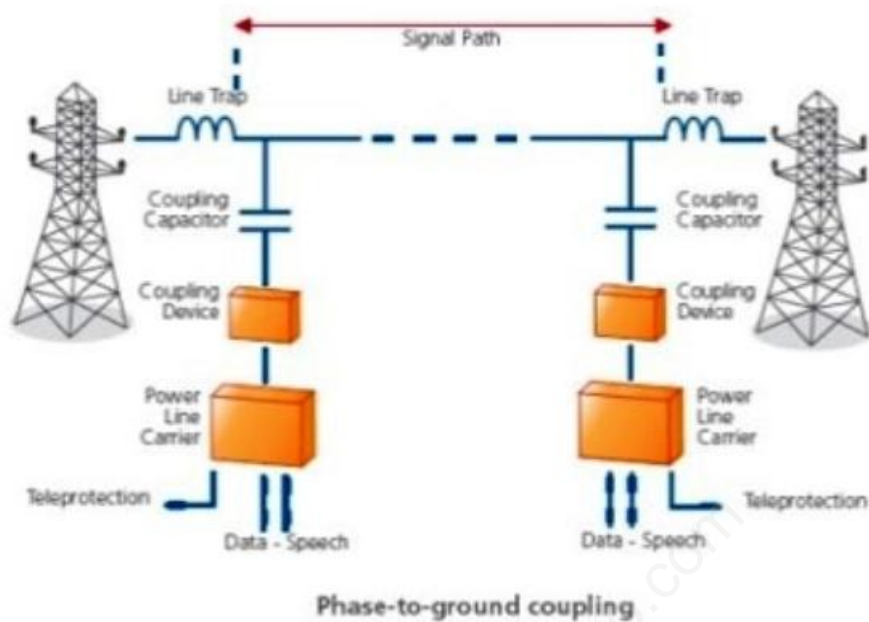
انواع کوپلاژ:

فاز به زمین

فاز به فاز

بین دو مدار

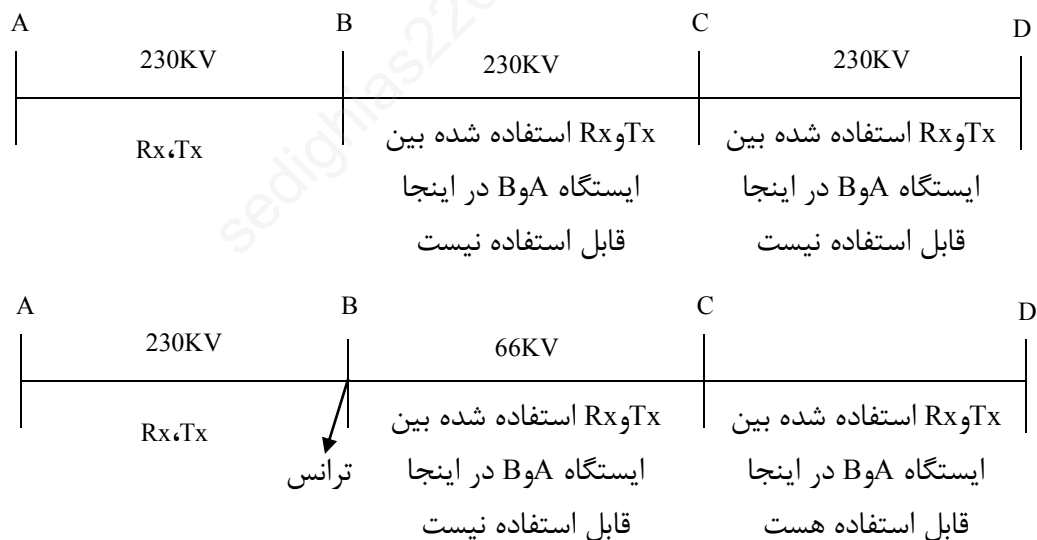




تخصیص فرکانسی در سیستم های PLC :

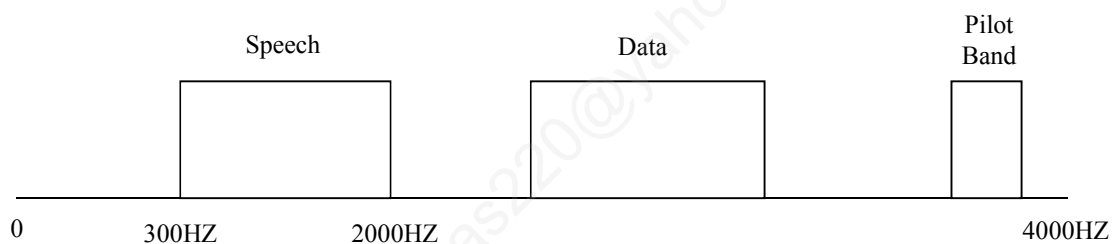
همانطور که قبلاً گفته شد فرکانس PLC بین 40KH تا 400KH می باشد، که این فرکانس طبق استاندارد تخصیص فرکانس به ایستگاهها تخصیص داده میشود.

اولین گام برای راه اندازی PLC تعریف فرکانس برای Tx و Rx است. استاندارد تخصیص فرکانس به این صورت است که هنگامیکه بین ایستگاه A و B فرکانس خاصی به Rx و Tx اختصاص داده میشود این فرکانس تا دو ایستگاه بعد نمی تواند استفاده شود مگر اینکه به عنوان مثال بین ایستگاه A و B و C در ایستگاه B یک ترانس قرار داشته باشد که ولتاژ ایستگاه بعدی را تغییر دهد مثلاً اگر ولتاژ بین ایستگاه A و B، 230KV باشد و در ایستگاه B یک ترانس قرار داشته باشد و ولتاژ بین ایستگاه B و C، 66KV باشد، این ترانس خود به عنوان یک ایستگاه تلقی میشود و میتوان همان فرکانسی که به Rx و Tx ایستگاه A و B اختصاص داده شده به Rx و Tx یک ایستگاه بعد یعنی ایستگاه C و D اختصاص داد.



PLC ها به دو صورت یک کاناله و دو کاناله مورد استفاده قرار می گیرند. در نوع یک کاناله برای Tx و Rx هر کدام 4KHZ و در نوع دو کاناله برای Tx و Rx هر کدام 8KHZ اختصاص داده می شود. برای تنظیم فیلترها احتیاج به کارتهای تنظیم فیلتر فرستنده و گیرنده داریم.

در تقسیم فرکانس (در PLC های ساخت شرکت ABB) از 0 تا 4 کیلو هرتز، بین دیتا، صحبت و حفاظت به این صورت است که، از فرکانس 300HZ تا 2000HZ به صحبت اختصاص داده می شود و از 2000HZ تا 4000HZ یک بخش به دیتا و یک بخش هم به Pilot Band (راهنمایی است برای اینکه PLC ها وضعیت یکدیگر را بدانند) اختصاص داده می شود و هنگامیکه یک سیگنال حفاظتی روی کانال می آید به دلیل ارجحیت Protection، تمام باند فرکانسی به Protection اختصاص داده می شود.



ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی بیسیم PLC

پی ال سی PLC وسیله ای برای انتقال فرکانس بالا با استفاده از مسیر خطوط سیستم برق فشار قوی می باشد. در این سیستم برای ارتباط دو طرفه میان دو پست A, B یک زوج فرستنده و گیرنده در هر کدام از پستها قرار می گیرد. فرستنده A سیگنال فرکانس بالای خود را با فرکانس $F(A-B)$ بر روی خط فشار قوی واصل میان دو پست ارسال نموده و گیرنده موجود در پست B که بر روی فرکانس $F(A-B)$ تنظیم شده موج ارسالی از A را از خط فشار قوی گرفته و مورد استفاده قرار میدهد. بالعکس فرستنده B سیگنال خود را با فرکانس $F(B-A)$ ارسال نموده و گیرنده A نیز بر روی فرکانس $F(B-A)$ تنظیم شده به این ترتیب یک ارتباط دو طرفه میان دو نقطه A, B برقرار می شود.

sedighias220@yahoo.com

نمونه های ترمینال رادیویی PLC

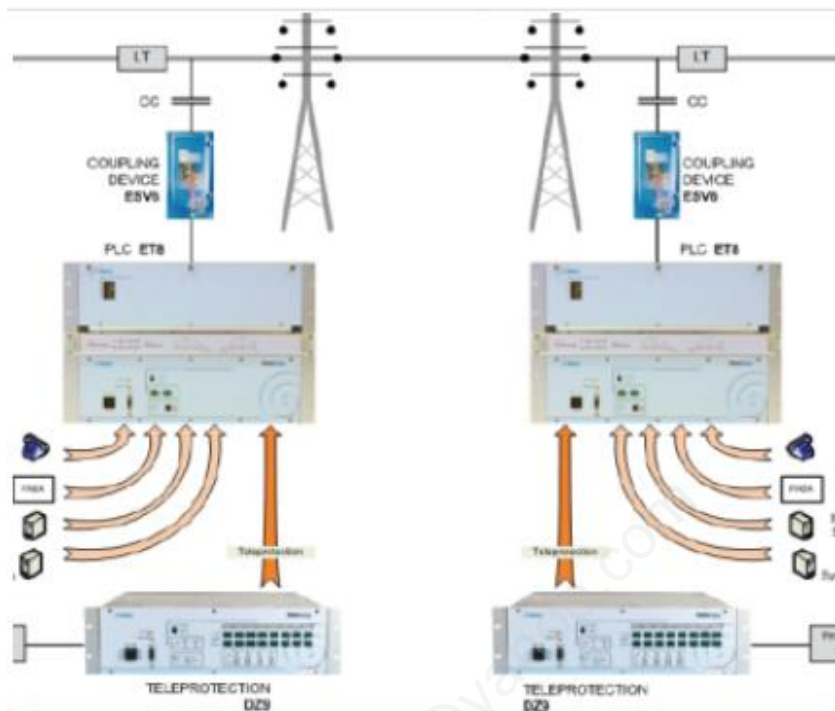


نمونه ای از PLC آنالوگ



نمونه ای از PLC دیجیتال

کارخانجات سازنده رادیو پی ال سی : زیمنس – ABB – Selta – دیما ت – آلکاتل و



نمونه پی ال سی ایسکرا

مشخصات پی ال سی ایسکرا

انعطاف پذیری ساختاری و ماژولار بودن

انتقال تا 6 کانال PLC

محدوده فرکانس حامل از 20 kHz تا 1000 kHz (قابل برنامه ریزی بدون تغییر سخت افزاری)

توان خروجی (PEP) حداکثر تا 120 وات

منبع تغذیه با ولتاژ ورودی AC و DC

نمایش وضعیت در پانل جلو برای خطایابی و نمایشگر LED برای میزان SNR و تضعیف خطکانال PLC

قابلیت سنکرون با سیگنال GPS خارجی (PPS, IRIG-B, SNTP)

قابلیت SNMP با آلارم های ET9 و اطلاعات تجهیزات برای برقراری ارتباط NMS

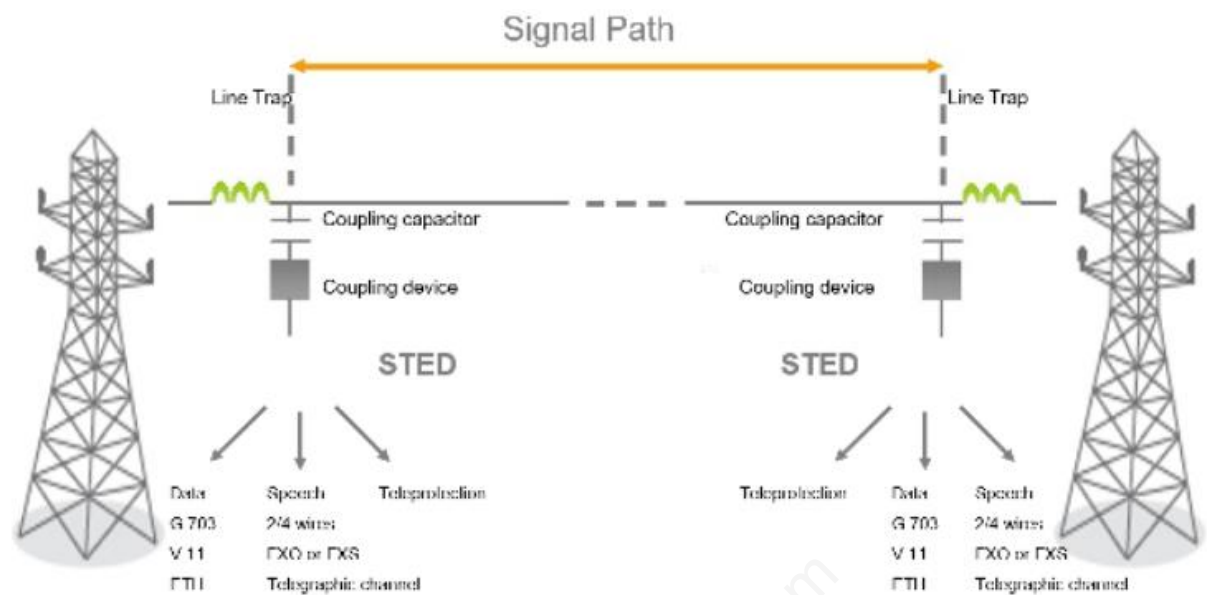
پورت LAN و RS232 برای اتصال محلی یا از راه دور به سیستم مرکزی

پی ال سی زیمنس



ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی سلتا (ایتالیا)





ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی سلتا



ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی سلتا

ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی دیمات (اسپانیا)



ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی دیمات اسپانیا



- | | | |
|---------|------------------------------|---|
| POSU | Main power-supply | → |
| POSU | Alt. power-supply (optional) | → |
| HFAM | High frequency amplifier | → |
| HALF | HF hybrid and line filter | → |
| RXFI | Reception filter | → |
| MAPU | Management & process unit | → |
| IOIN | Input/output interface | → |
| OPTIONS | | → |

معرفی مختصر از سخت افزار ترمینال رادیویی پی ال سی دیما

بطور مختصر اشاره به کارتهای و نمایشگرهای LED دیما:

کارت POSU (Power- Supply)

کارت تغذیه میباشد که ولتاژ 48- ولت را برای کارتها فراهم میکند . (ولتاژ داخلی کارتها)
Power Supply LED (سبز) در زمان روشن بودن و نرمال بودن ولتاژ روشن میشود.

کارت HFAM (High Frequency Amplifier)

توان خروجی پی ال سی را این کارت فراهم میکند که برای مسافتهای زیر 200KM از توان 40W و برای مسافتهای بالای 200KM از توان 80W استفاده میشود

Amplifier overload LED (قرمز) خروجی آمپلی فایر Overload

کارت HALF (HF Hybrid and line filter) کارت فیلتر Tx میباشد .

کارت MAPU (Management & Proccess Unit) کارت پردازنده اصلی (CPU) میباشد.

کانکتور BNC روی این کارت برای وصل شدن به GPS میباشد (در صورت وجود GPS در ایستگاه و جهت همزمانی)
پورت شبکه برای وصل شدن به PC (کابل Cross)

روی این کارت چند سری LED قرار دارد

- LED مربوط به حالت LOOP و LED REM: (قرمز) نشان دهنده برقراری LOOP در ترمینال سمت مقابل
LOC: (قرمز) نشان دهنده برقراری LOOP در همین سمت

- STATUS LED

شاسی موجود روی این کارت دارای دو حالت Channel sys و Monitoring میباشد. اگر در حالت Channel sys گذاشته شود تمام کانال (4 KHZ) جهت صحبت در نظر گرفته میشود و در صورت وجود Data بر روی کانال دیتا قطع خواهد شد. در حالت نرمال باید در حالت Monitoring باشد.

کارت Speech میباشد جهت برقراری ارتباط صحبت

Speech از کانال اول برای

Speech از کانال دوم برای

سوکت برای گوشی تلفن در زمان تست

و

معرفی مختصر از نرم افزار ترمینال رادیویی پی ال سی دیما

برای اتصال به ترمینال PLC دیما باید Internet explorer و Java روی PC نصب باشد.
ابتدا IP Address زیر را روی PC مورد نظر تنظیم کنید:

IP Address : 172 . 16 . 20 . 000

Subnet Mask: 255 . 255 . 0 . 0

برای اتصال کابل شبکه Cross را به پورت کارت MAPU متصل کرده و در صفحه Internet explorer آدرس IP
دستگاه را وارد کرده و OK کنید.

172 . 16 . 20 . 000

با وارد کردن IP مربوطه پنجره زیر نمایش داده میشود .



User name و Password زیر را وارد کرده و OK کنید.

User name :

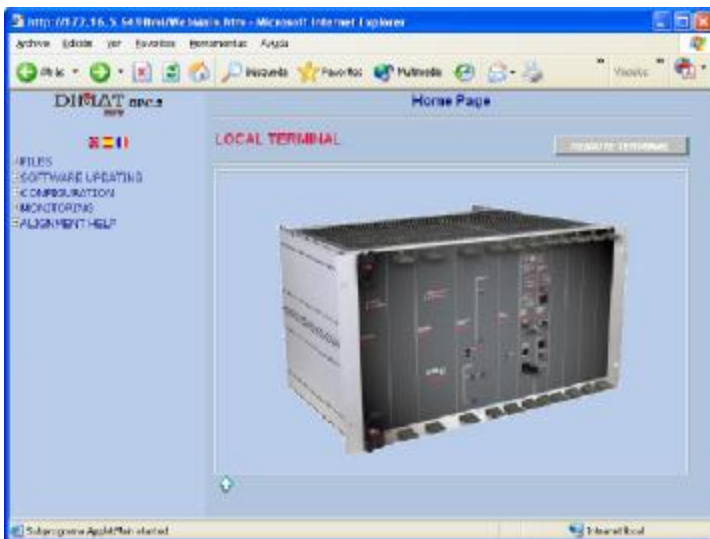
Password :

برای وارد شدن به محیط نرم افزار پنجره دیگری نمایش داده میشود که در آن پنجره نیز
User name و Password بالا را وارد کرده و OK کنید.

پنجره زیر نمایش داده میشود.

انتقال اطلاعات از طریق خطوط برق PLC

=====



در سمت چپ منوها نمایش داده میشود:

FILES –

این منو شامل زیر منوهای زیر میباشد:

- Save Disk جهت Save کردن اطلاعات روی دیسک
- Open جهت خواندن اطلاعات از روی دیسک
- Retrive Terminal جهت ریختن اطلاعات از پی ال سی (به صورت کلی)
- Program جهت برنامه ریزی کردن ترمینال پی ال سی
- Certificate –

.....

گزینه Retrive Terminal را انتخاب کنید تا

نکته : پس از هر بار وصل شدن به ترمینال باید در قسمت File

تمام اطلاعات از پی ال سی خوانده شود.

SOFTWARE UPDATING –

.....

برای update کردن نرم افزار (برای ورژن جدید)

.....

=====

Bands and Frequencies

در این قسمت فرکانس TX و RX با توجه به Test Sheet وارد میشود و نمودار مدولاسیون SSB نمایش داده میشود .

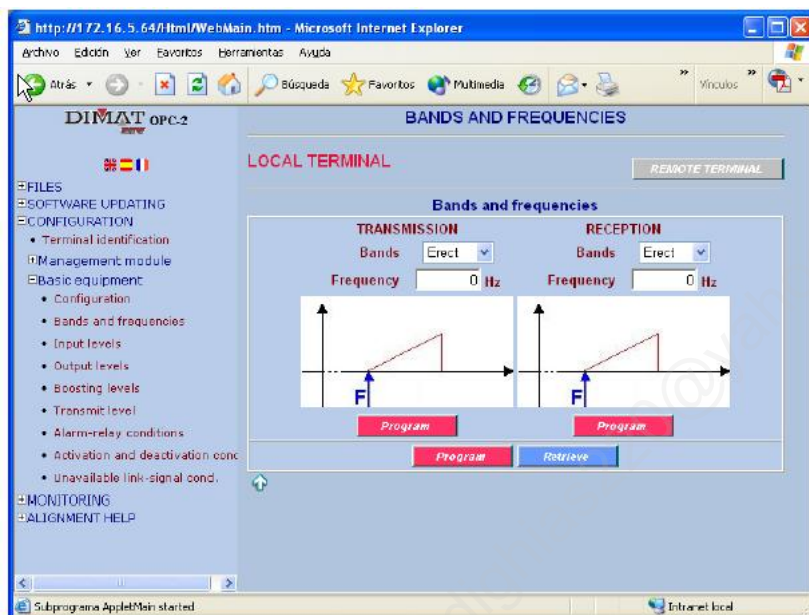
=====

در صورت دو کاناله بودن پی ال سی فرکانس TX, RX کانال اول را وارد کرده و دستگاه به صورت اتوماتیک کانال دوم را +4KHZ در نظر میگیرد.

برای مثال در لامرد TX=212 KHZ کانال اول

TX=212 + 4=216 KHZ کانال دوم

در مواقعی که تداخل فرکانس وجود دارد و یا پی ال سی مشکل دارد میتوان با استفاده از گزینه Bands شکل موج را عوض کرد.

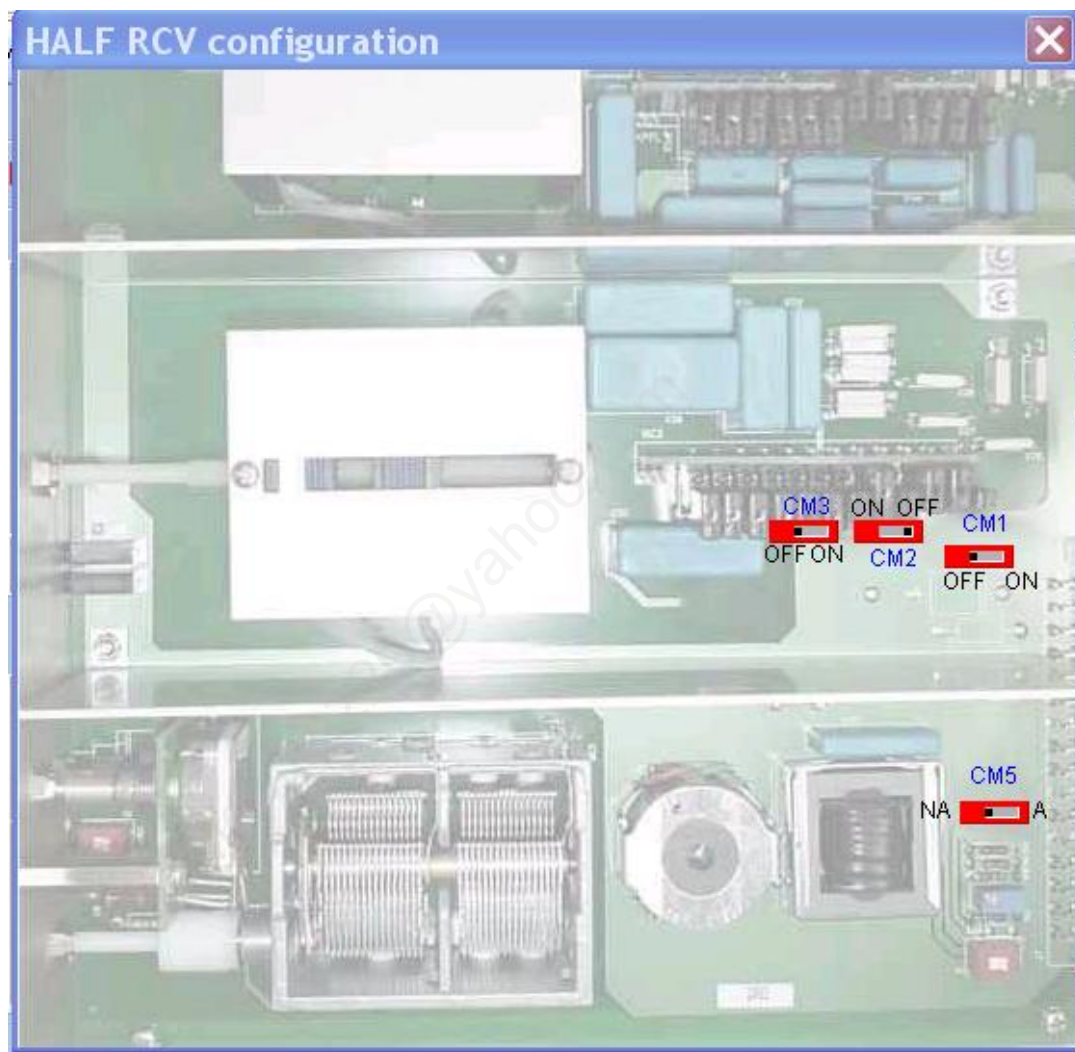


در زیر شکل موجها در حالتهاى مختلف برای تک کانال و دو کانال نمایش داده شده است.

	Erect bands	Inverted bands
Single-channel equipment		
Twin-channel equipment		

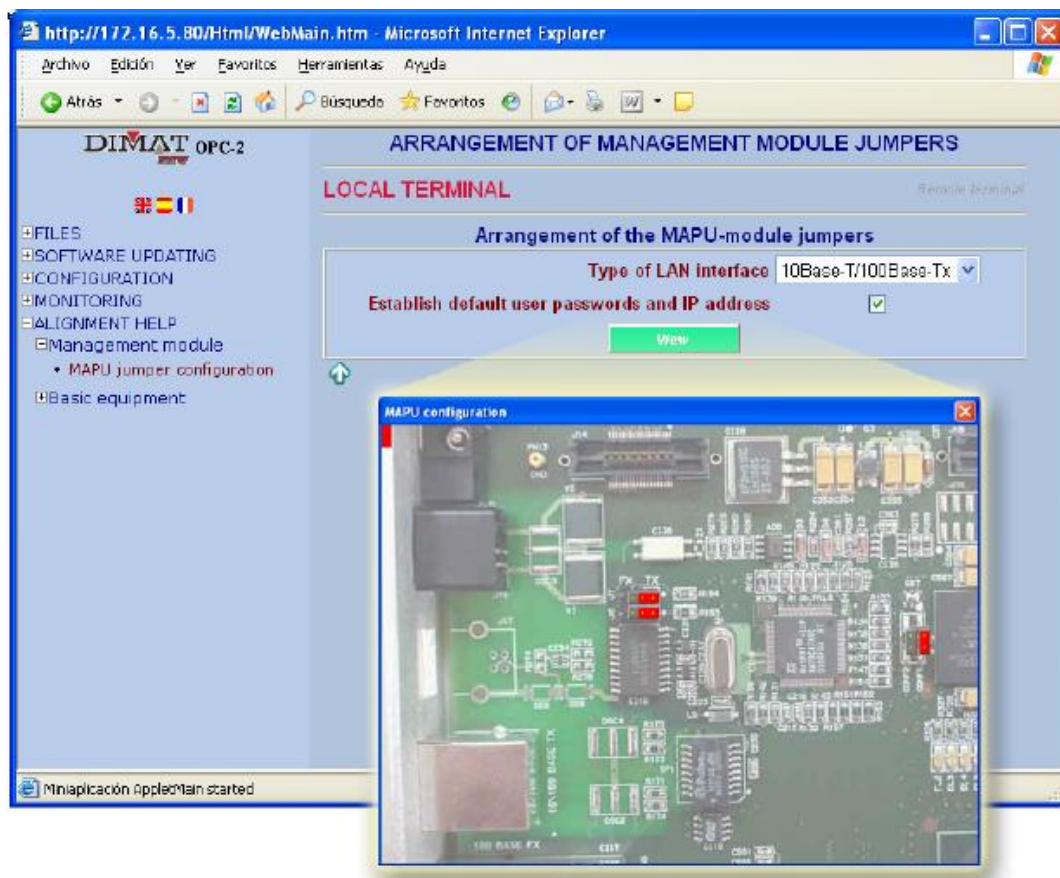
=====

نکته : با انتخاب گزینه Remote Terminal میتوان پی ال سی سمت مقابل را Configure کرد.



Management Module 1 -

با کلیک روی گزینه View کارت MAPU جهت تنظیم جامپر ها ، برای فعال کردن اینترفیس LAN و IP Address نمایش داده میشود.



..... 9

.....

نمونه از PLC های ساخت شرکت ABB

ETL540 PLC

PLC دارای امپدانس خروجی 75 اهم و توان خروجی 40 وات که قابل برنامه ریزی و تغییر است، می باشد.

این PLC دارای کارت تغذیه، کارت فرستنده، کارت گیرنده، کارت هایبرید، کارت حفاظت، کارت LF و کارت پروسسور مرکزی می باشد.

کارت تغذیه که مربوط به تغذیه PLC می باشد.

کارت فرستنده (Tx-filter) و کارت گیرنده (Rx-filter) همان کارتهایی هستند که فرکانسهای فرستنده و گیرنده ایستگاه روی آنها تنظیم شده است.

کارت هایبرید هم وظیفه جلوگیری از تداخل فرکانسهای Tx و Rx را بر عهده دارد.

کارت LF (O4LE) وظیفه انتقال صحبت و دیتا را بر عهده دارد که در PLC های دو کاناله، دو کارت LF استفاده میشود.

کارت حفاظت (G4AI) وظیفه انتقال سیگنال حفاظتی را بر عهده دارد.

کارت پروسسور مرکزی (P4LQ) وظیفه خواندن اطلاعات و دادن اطلاعات به ترمینال PLC و حفظ تمام اطلاعات مربوط به کانال را بر عهده دارد.



از راست به چپ: کارت هایبرید، کارت Tx، کارت تغذیه



از راست به چپ: کارت Rx، کارت LF، کارت پروسسور مرکزی، کارت



نمای کلی کابینت PLC

کارتها و LED های زیادی روی این ترمینال موجود است که تخصصی میباشد



دسترسی به اینترنت با PLC

کاربرد تکنولوژی PLC، اینترنت پر سرعت از طریق خطوط برق BPL میباشد که دسترسی به اینترنت با پهنای باند وسیع روی خطوط معمولی برق را مهیا می-کند. کاربر لازم است تنها یک کامپیوتر و یا هر وسیله دیگری که یک مودم BPL دارد را در پریز برق وارد کند تا اینترنت پر سرعت بدست آورد.

BPL مزایای زیادی نسبت به ارتباط از طریق کابل معمولی یا DSL دارد. زیرساخت گسترش یافته موجود اجازه دسترسی به اینترنت به مردم در جاهای بیشتری می-دهد با این وجود گوناگونی در مشخصه فیزیکی شبکه الکتریکی و نبود استاندارد IEEE نمایانگر این است که از مهیا شدن تکنولوژی تا استاندارد و فراگیر شدن آن فاصله زیادی وجود دارد و مقدار پهنای باندی که یک سیستم BPL در مقایسه با ارتباط از طریق کابل و ارتباط بی سیم می-تواند مهیا کند مورد سؤال است. انتقال سریع اطلاعات نیازمند سیگنالهایی با فرکانس بالا و پهنای باند وسیع است. مودم-های PLC اطلاعات را در محدوده فرکانس های متوسط و بالا ($1/6$ تا 30 مگاهرتز) انتقال می دهند، به طور کلی سرعت این مودم ها از 256 کیلوبایت بر ثانیه تا $2/7$ مگابایت بر ثانیه متغیر است. توسط تکرار کننده واقع در اتاق اندازه گیری این سرعت تا بالای 45 مگابایت بر ثانیه می رسد و می تواند به 256 مودم PLC متصل شود. در ایستگاه-های ولتاژ متوسط سرعت اینترنت تا 135 مگابایت بر ثانیه افزایش می یابد (اخیراً سرعت 200 مگابایت بر ثانیه نیز ایجاد شده است). برای اتصال به اینترنت می توان از ارتباطات بی سیم و یا مسیر (شبکه) های فیبر نوری استفاده کرد.

البته این سیستم مشکلاتی نیز دارد. مشکل اصلی این است که خطوط برق ذاتاً محیطی بسیار نویزدار است. هر زمان که وسیله‌ای روشن یا خاموش شود، سیگنال ضربه‌ای در خطوط برق القا می‌شود. این وسایل نویزهای هارمونیک‌داری را در خطوط برق القا می‌کنند و در نتیجه سیستم باید طوری طراحی شود که با این مشکل واقعی کنار بیاید و بتواند در این محیط کار کند. پهنای باند وسیع روی خطوط برق در اروپا نسبت به آمریکا با سرعت بیشتری گسترش یافته است و پیاده سازی این تکنولوژی در اروپا با موفقیت به انجام رسیده است چون ولتاژ اصلی ترانسفورماتور-ها برای مناطق مسکونی در آنجا بین 220 تا 300 ولت می باشد. از آنجا که ترانسفورماتور-های 110 ولت در آمریکای شمالی به کار گرفته شده اند، در نتیجه استفاده از تکنولوژی پهنای باند روی خطوط قدرت به شکل کندتر و تنها برای تعداد معدودی از مصرف کنندگان در حال شکل گیری است.

تقریباً همه شبکه‌های بزرگ قدرت، برق را در ولتاژ بالا منتقل می‌کنند تا اتلاف توان انتقالی کم شود سپس نزدیک مصرف‌کننده از ترانسفورماتورهای کاهنده استفاده می‌کنند. از آنجایی که سیگنال‌های BPL نمی‌تواند به آسانی از ترانسفورماتور رد شود (به دلیل ماهیت سلفی و ایجاد فیلتر پائین گذر در برابر سیگنال)، مؤلفه‌های فرکانس بالای آن حذف می‌شود و جبران‌کننده یا تکرار کننده در ترانسفورماتورها مورد نیاز است. تفاوت سیستم های برق‌رسانی، در آمریکای شمالی و اروپا در به کارگیری موثر BPL است. در آمریکای شمالی تعداد کمی از مشترکین به یک ترانسفورماتور توزیع متصل شده اند در حالی که در اروپا ممکن است ده ها تا صد-ها خانه به یک ایستگاه جزء متصل شده باشند. از آنجا که سیگنال های BPL از طریق ترانسفورماتور-های توزیع قابل انتشار نیستند به تکرار کننده های بیشتری در آمریکای شمالی نیاز است. از طرفی چون تعداد خانه‌های کمتری از یک خط استفاده می‌کنند و پهنای باند ثابت است سرعت وصل شدن خانه‌ها به اینترنت در آمریکا نسبت به اروپا بیشتر است.

استانداردها :

در زمینه متعلقات سیستم PLC استانداردهای زیر قابل مراجعه هستند .

- 1) IEC 353 تله خطها برای سیستمهای قدرت AC.
- 2) IEC 358: خازنهای کوپلاژ و وسیله های خازنی.
- 3) IEC 481: وسیله های کوپلاژ برای سیستم PLC.
- 4) IEC 186: ترانسفورماتورهای ولتاژ.
- 5) IEC 78: خصوصیات امپدانسی و ابعاد کابل‌های هم محور فرکانس رادیویی.
- 6) IEC 663: طراحی سیستمهای PLC.
- 7) IEC 62488 طراحی و نگهداری سیستمهای PLC.
- 8) IEC 60495, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 60255-27 استانداردهای عمومی

در تهیه این جزوه از اطلاعات شخصی خودم و تجربیات کارشناسان طرح دیسپاچینگ مخابرات و بهره برداری برق منطقه فارس و صفحات اینترنت استفاده شده است

پایان

.....

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 پرسید : " برای یادگیری و خودآموزی چه کرده ام ؟ "
سپس همچنان که پیشتر میروید پرسید : " من برای کشورم چه کرده ام ؟ "
و این پرسش را آنقدر ادامه دهید تا به این احساس شادیبخش 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