

دوره آموزش

آشنایی با انتقال اطلاعات از طریق خطوط برق PLC

(Power Line Carrier)

مجتمع عالی آموزشی پژوهشی آذربایجان (شماره دوره 3632)

رشد 1400

معرفی مدرس دوره آموزشی : استاد امین صدیقی

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

مدرس دانشگاه در شیراز - دروس : (آمار و احتمالات مهندسی - کنترل پروژه - کنترل سیستمهای
بلادرنگ - مهندسی صنایع - بهره برداری برق - نرم افزار مثلث در مهندسی برق - آمار توصیفی - پستها
و خطوط برق - تحقیق در عملیات و ...)

مدرس دوره های کوتاه مدت صنعت برق برای

استانهای فارس - آذربایجان - کرمانشاه - بوشهر - عسلویه - ذوب آهن پاسارگاد
(بهره برداری - Data in Power SubStation - PLC - اتوماسیون - Scada - DCS - RTU - استانداردها در برق IEC -

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

کارشناس رسمی دادگستری در رشته فن آوری اطلاعات و ارتباطات

آدرس دریافت جزوه درسی www.aminsedighi.ir

آدرسهای ارسال پیامهای اشکالات درسی sedighias220@yahoo.com

(بدون سیم کارت 09397602588) :

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) 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 افزاینده 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 دمای α در دمای 20°C بر حسب 1-°C	مقاومت ویژه ρ در دمای 20°C بر حسب μΩ·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 مسیر مخابراتی PLC در ایستگاههای برق میپردازیم.

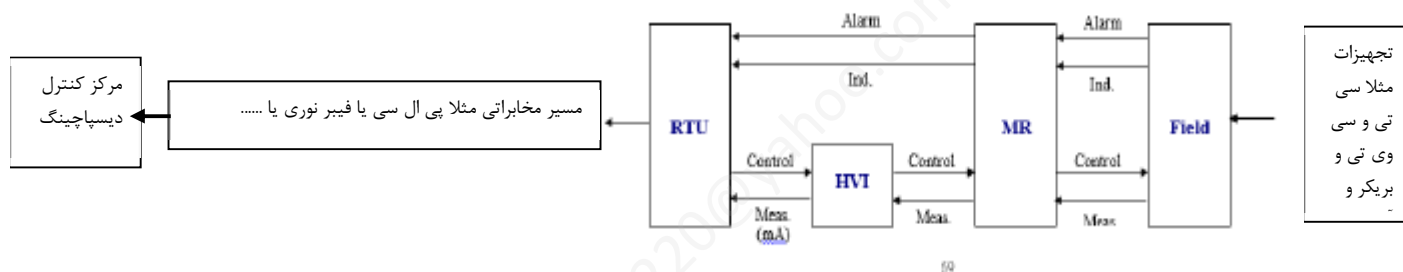
سیستم مخابراتی شبکه فشار قوی

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 آلارمها 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 شرکت های 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 میباشد 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 حد اکثر 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 قسمت های 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 تراب در مقابل اضافه ولتاژهای ناگهانی که ممکن است در دو سر لاین تراب 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 معمولاً 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:

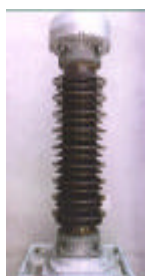
- 1- تلفات تجهیزات کوپلاژ و کابل کواکسیال یا زوج سیم
- 2- تلفات ناشی لاین تراپ Trapping Loss و از فازهای بدون لاین تراپ
- 3- تلفات ناشی از کوپلاژ چند ترمینال به یک خط

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 می باشد 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

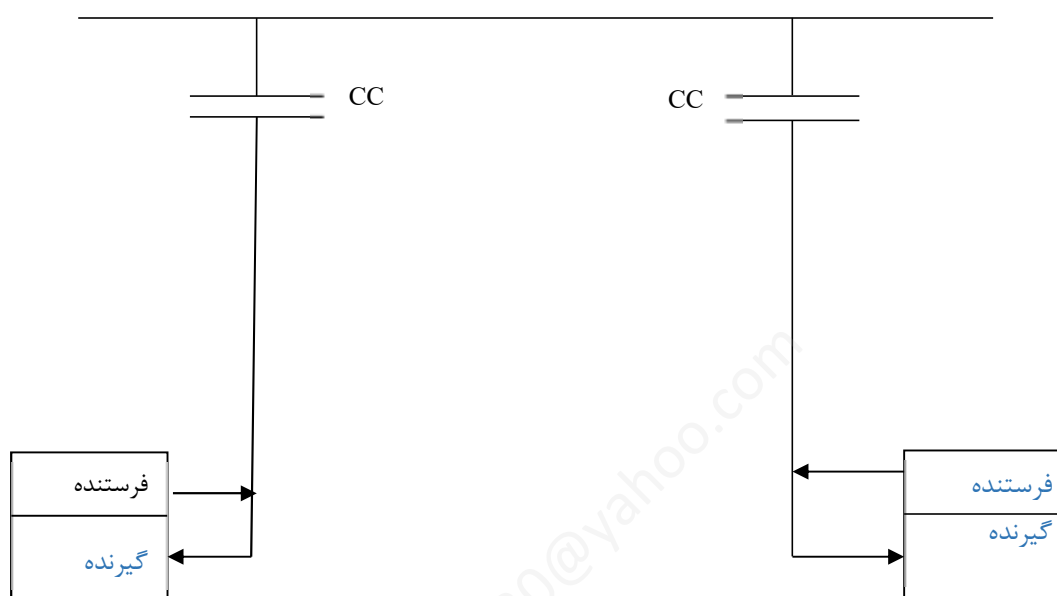
ولی CVT مورد اندازه گیری ولتاژ و محافظت ایستگاه از ولتاژ غیر مجاز و مسیر سیستم مخابراتی و فیلتر نگذر 50 هرتز میباشد

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 4000 pf تا 1000 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 $X = 1/2\pi \cdot f \cdot C$ 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 می شود، 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 می باشد 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 می باشد 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 می باشد توجه (فرکانس PLC بین 40 کیلوهرتز تا 400 کیلو هرتز می باشد)

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





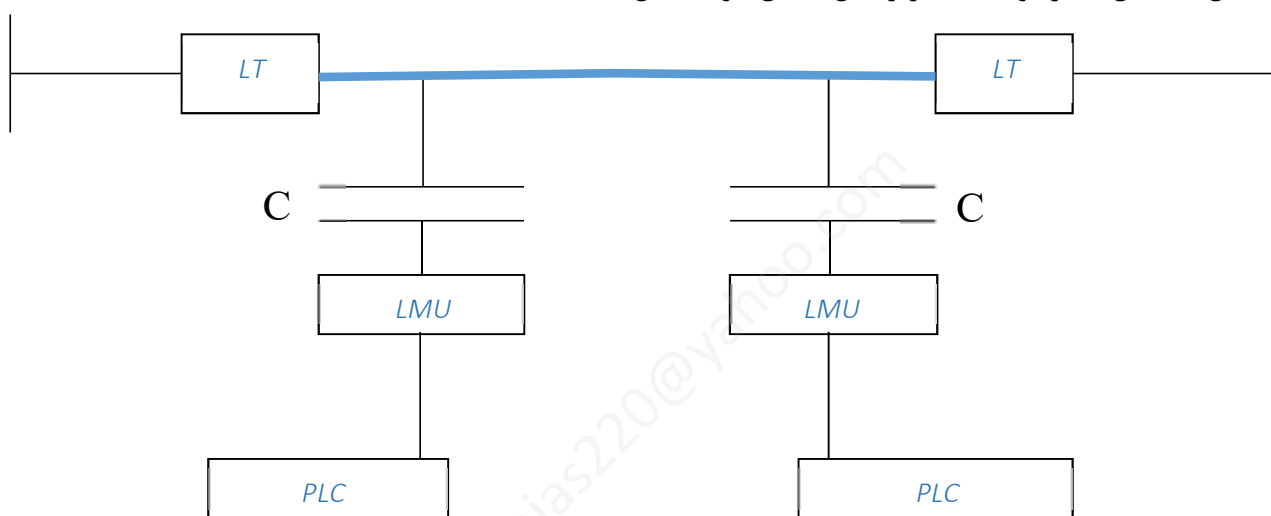
آرایش فیزیکی لاین تراب ها در ورودی ایستگاه

لاین تراب LT

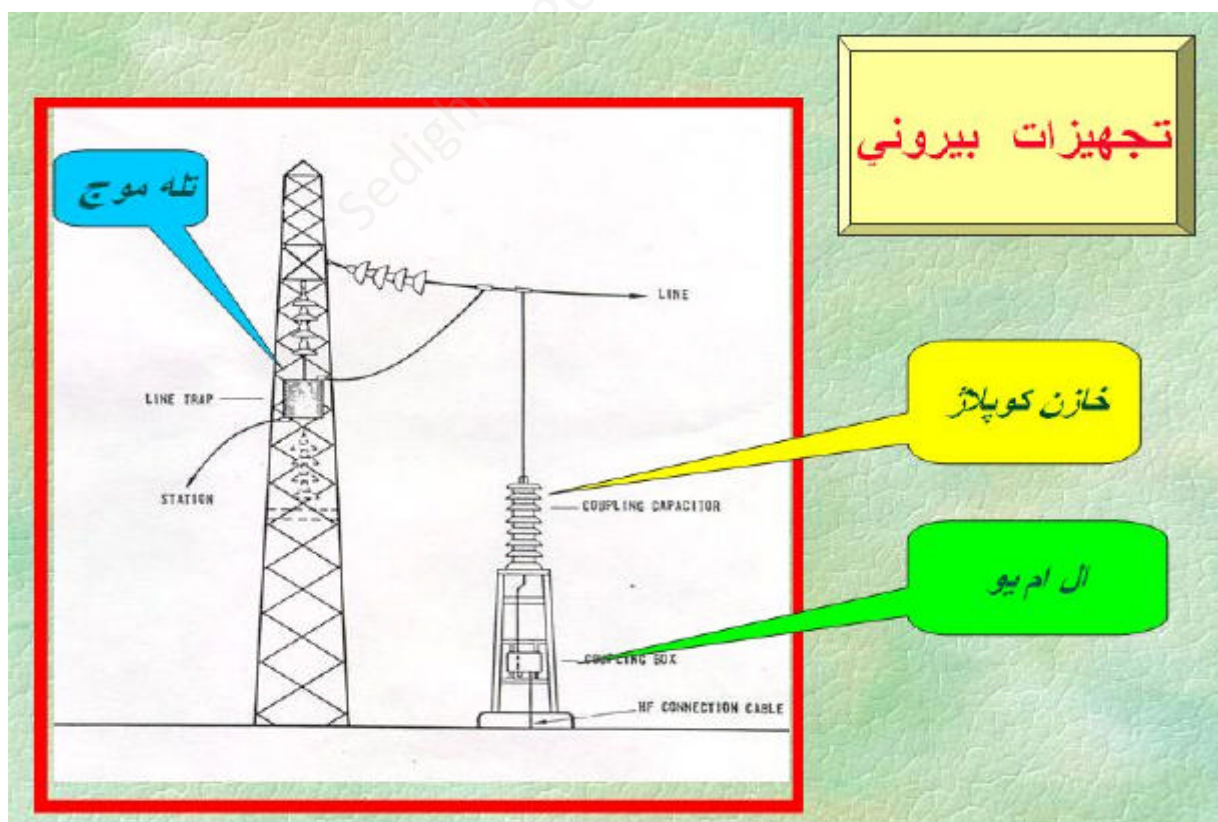
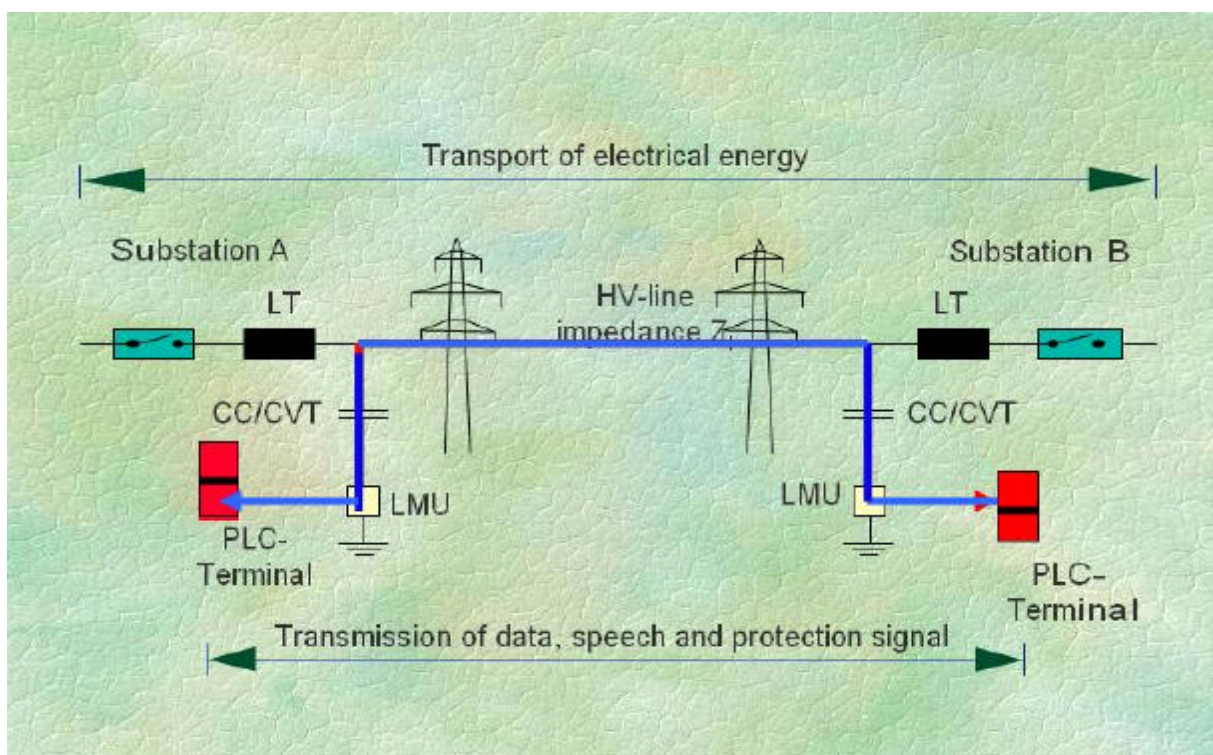
با توجه به شکل ملاحظه میشود سیگنال PLC در پست A پس از عبور از خازن کوپلاژ و هنگامی که به خط انتقال کوپله می شود دو مسیر مختلف پیش رو دارد، یک مسیر به سمت پست B و دیگری به سمت مخالف آن (یعنی به سمت خود پست A) انحراف سیگنال PLC به سمت خود پست نه تنها باعث تضعیف سیگنال ارسالی به پست مقابل شده بلکه باعث 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 نشتی 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 خصوصیاتی 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.

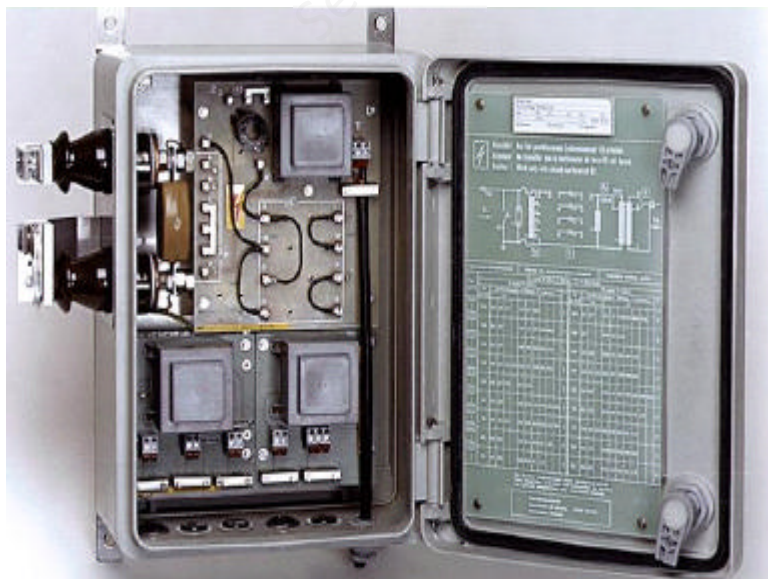


واحد تطبیق امپدانس (LMU) (Line Matching Units) :

از اجزای تشکیل دهنده سیستم PLC می باشد و وظیفه اصلی آن تطبیق امپدانس بین ترمینال PLC و خط به منظور انتقال توان ماکزیمم می باشد . 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 .

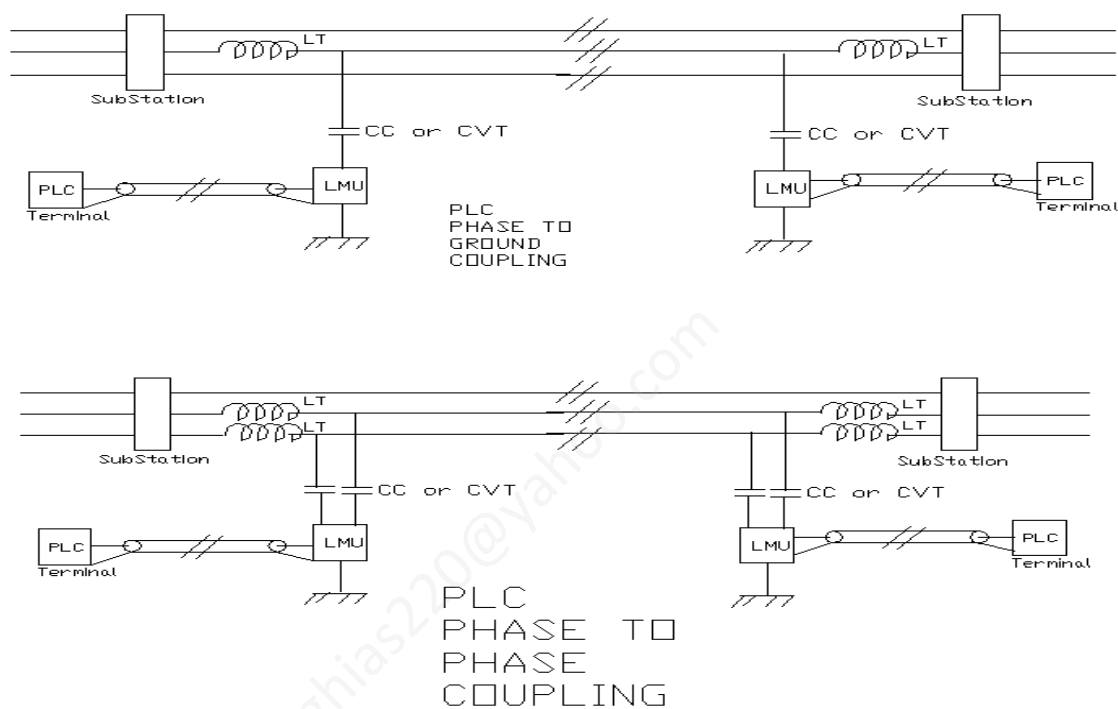
در خطوط فشار قوی که دو مداره میباشند میتوان از کوپلینگ بین دو مدار (Inter circuit) استفاده نمود. بدین ترتیب که سیگنال PLC به طور همزمان به فاز های وسط هر یک از دو مدار کوپله می شود. در کوپلینگ بین دو مدار به تجهیزات کوپلینگ معادلی فاز به فاز میباشد . اما حسن بزرگ این نوع کوپلینگ در قابلیت اطمینان بالاتر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

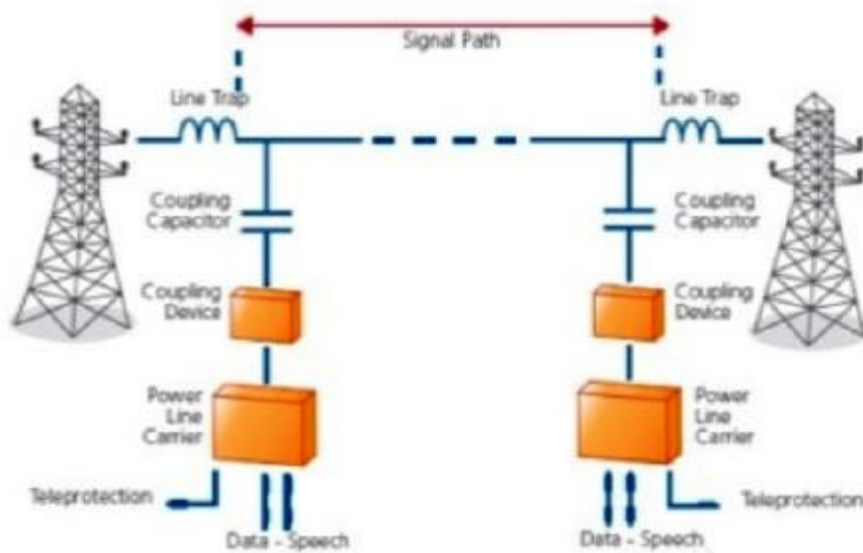
انواع کوپلاژ:

فاز به زمین

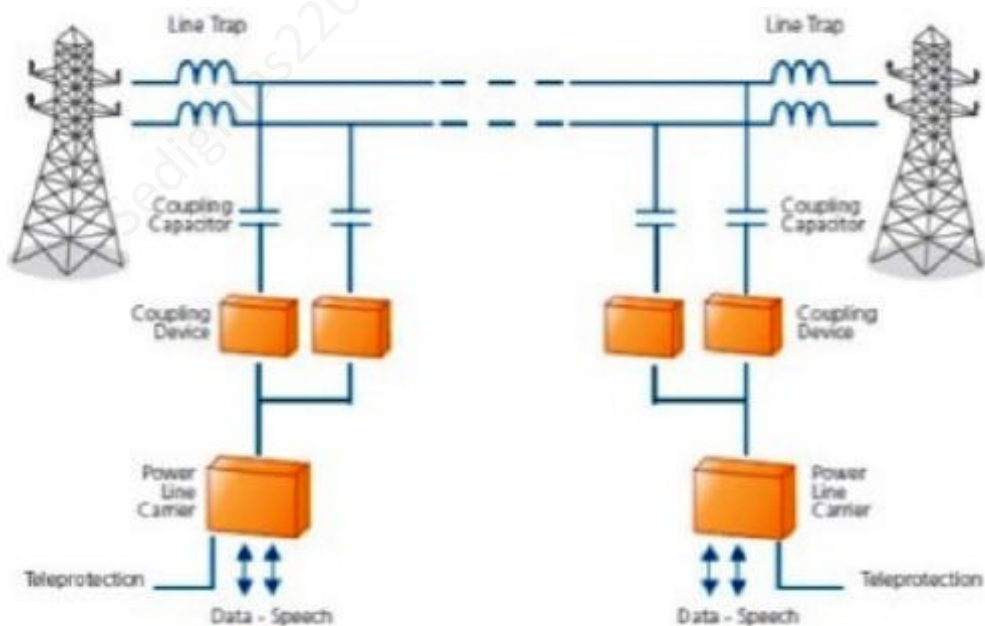
فاز به فاز

بین دو مدار





Phase-to-ground coupling

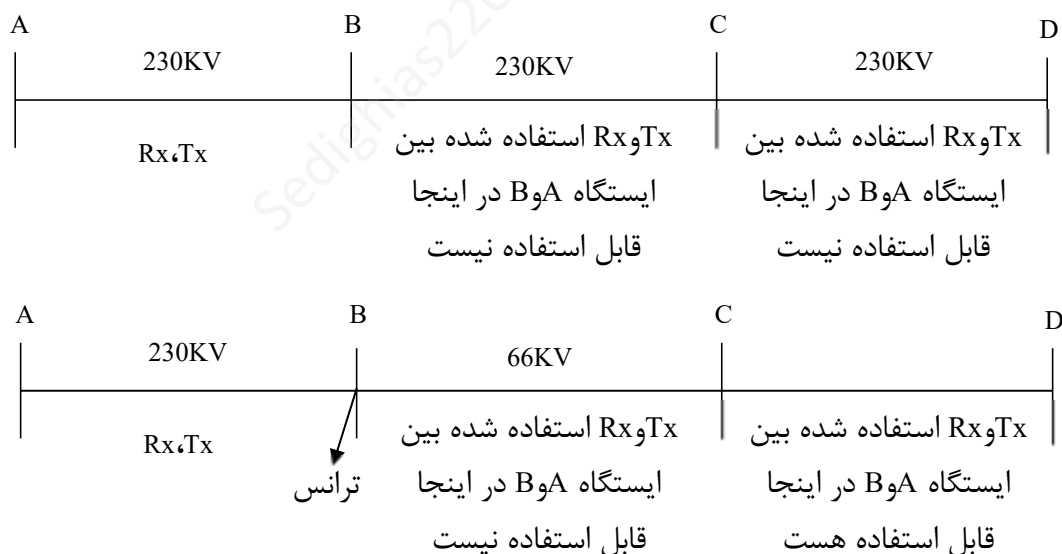


Phase-to-phase coupling

تخصیص فرکانسی در سیستم های PLC:

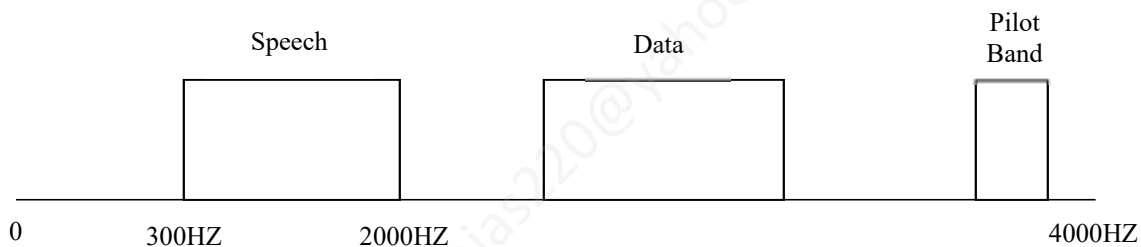
همانطور که قبلاً گفته شد فرکانس PLC بین 40KH تا 400KH می باشد، که این فرکانس طبق استاندارد تخصیص فرکانس به ایستگاهها تخصیص داده میشود.

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 دوکاناله 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 یسیم PLC

پی ال سی PLC و سیله 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 ارسال 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 $F(B-A)$ (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

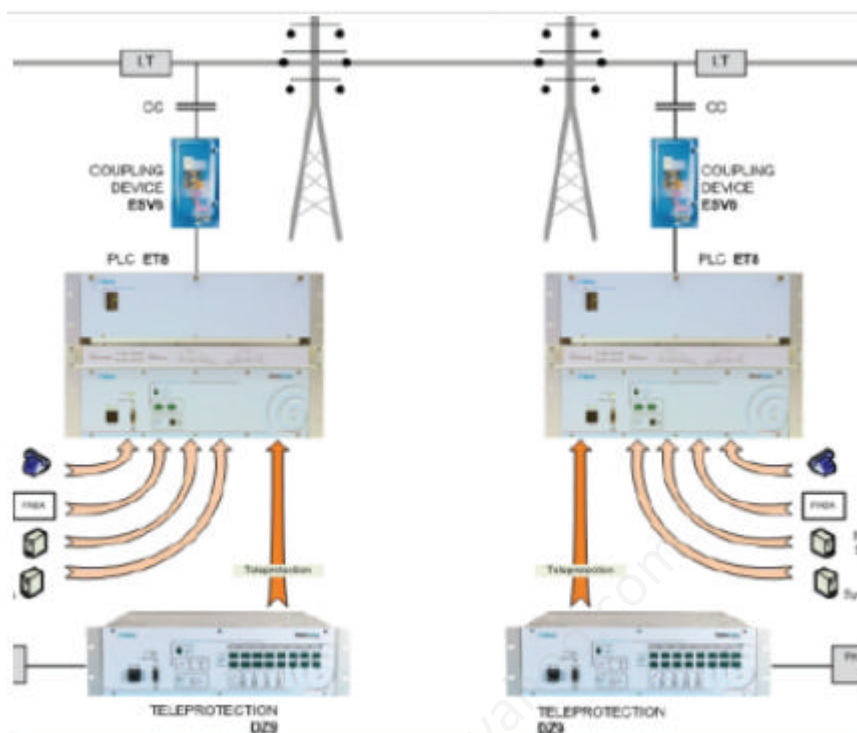


نمونه ای از PLC آنالوگ



نمونه ای از PLC دیجیتال

کارخانجات سازنده رادیو پی ال سی : زیمنس – ABB – Selta – دیما – 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 تغییرسخت 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

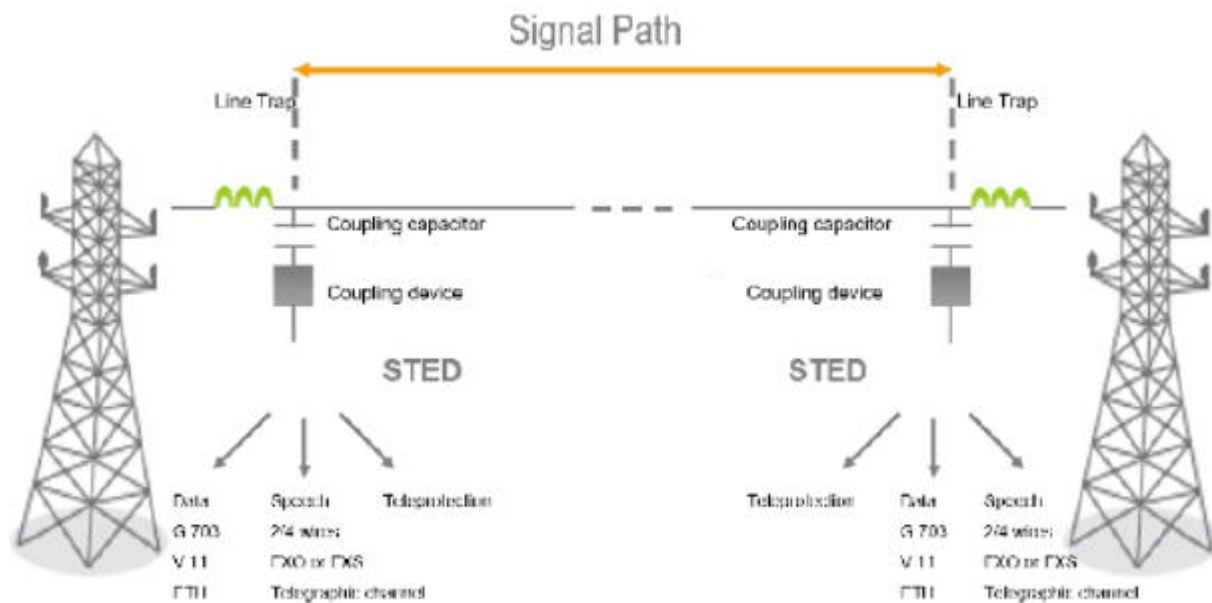
پی ال سی زیمنس



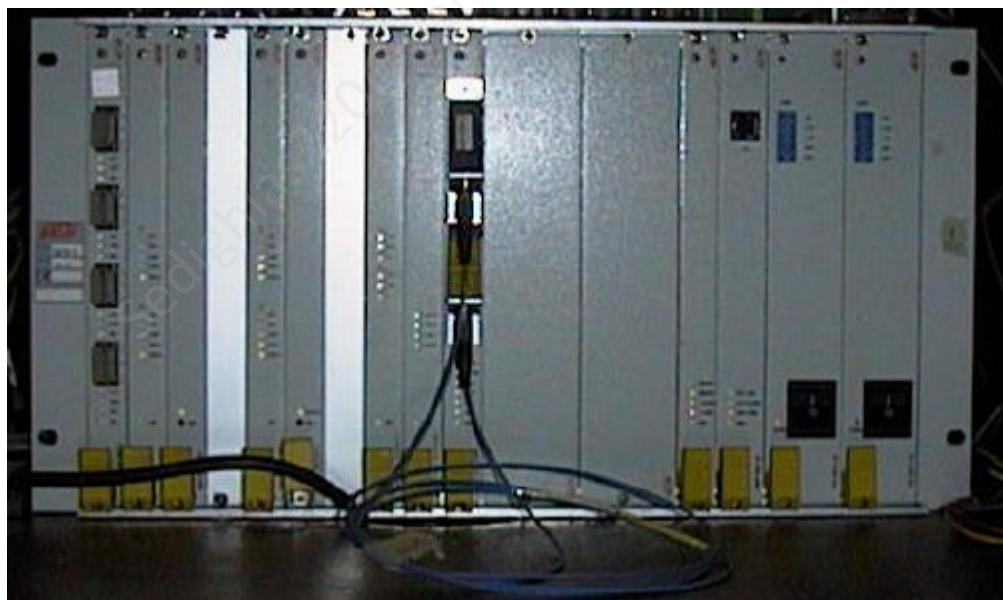
ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی سلتا (ایتالیا)



Sedighias220@yahoo.com



ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی سلتا

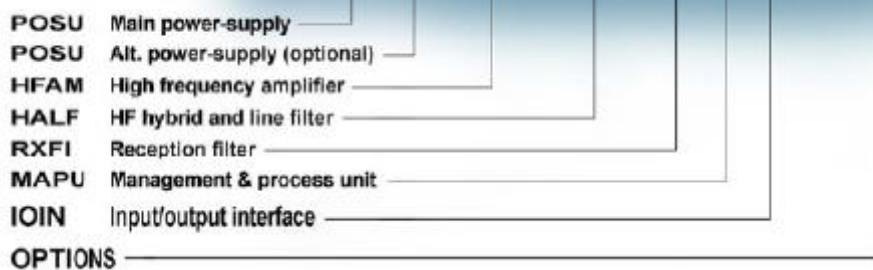


ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی سلتا

ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی دیمات (اسپانیا)



ترمینال فرستنده گیرنده رادیویی پی ال سی دیمات اسپانیا



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

.....

LED Amplifier overload (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

0-2KHZ از کانال اول برای Speech

2KHZ از کانال دوم برای Speech

سوکت برای گوشی تلفن در زمان تست

و

=====

معرفی مختصر از نرم افزار 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 .



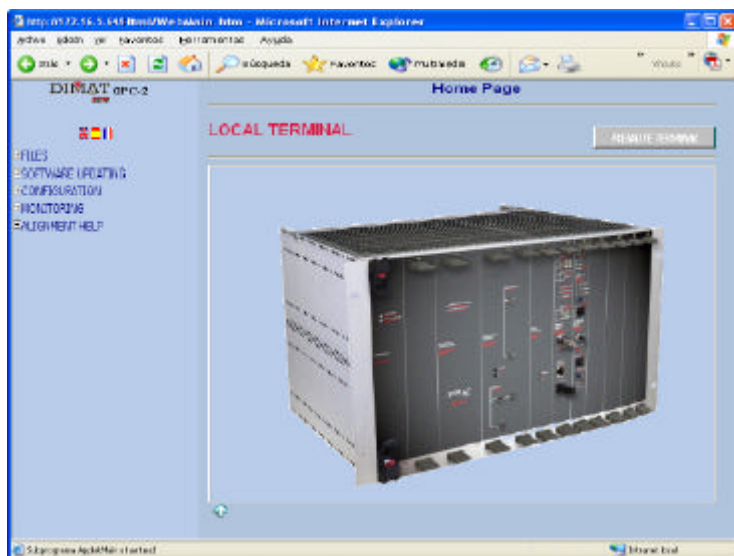
User name و Password زیر را وارد کرده و OK کنید.

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.



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 -

.....

نکته : پس از هر بار وصل شدن به ترمینال باید در قسمت File ← Terminal گزینه Retrive را انتخاب کنید تا

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 .

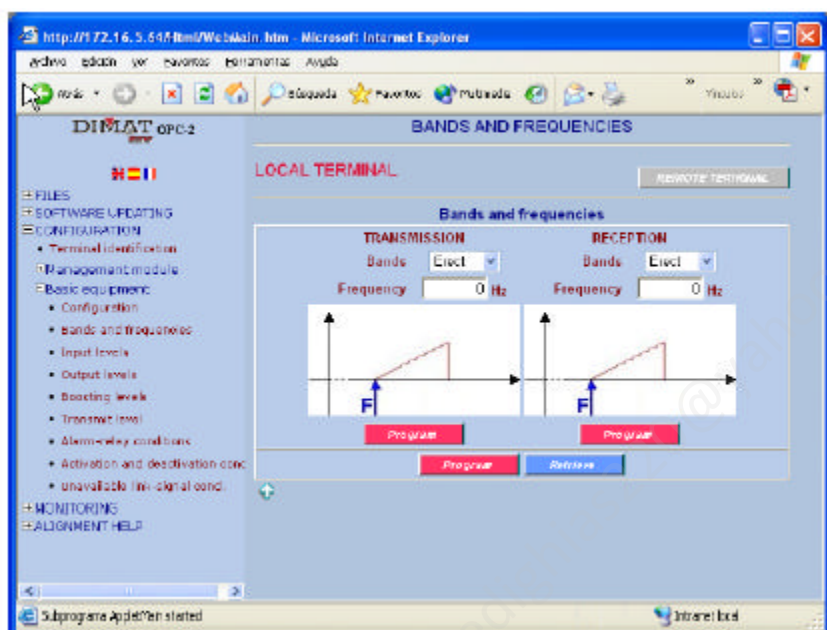
در صورت دو کاناله بودن پی ال سی فرکانس TX, RX کانال اول را وارد کرده و دستگاه به صورت اتوماتیک کانال دوم را +4KHZ در نظر میگیرد.

TX=212 KHZ کانال اول

برای مثال در لامرد

TX=212 + 4=216 KHZ کانال دوم

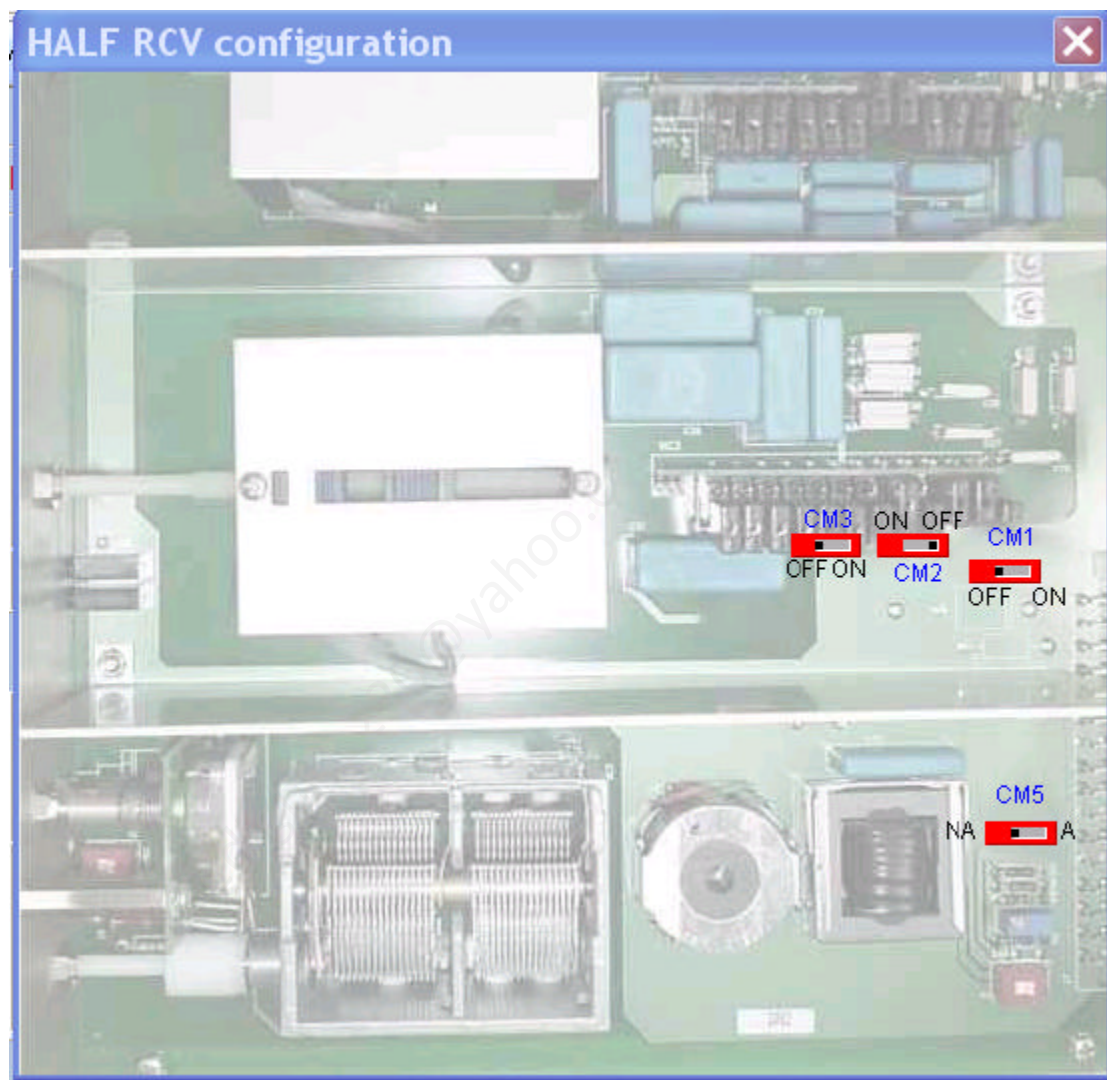
در مواقعی که تداخل فرکانس وجود دارد و یا پی ال سی مشکل دارد میتوان با استفاده از گزینه Bands شکل موج را عوض کرد.



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

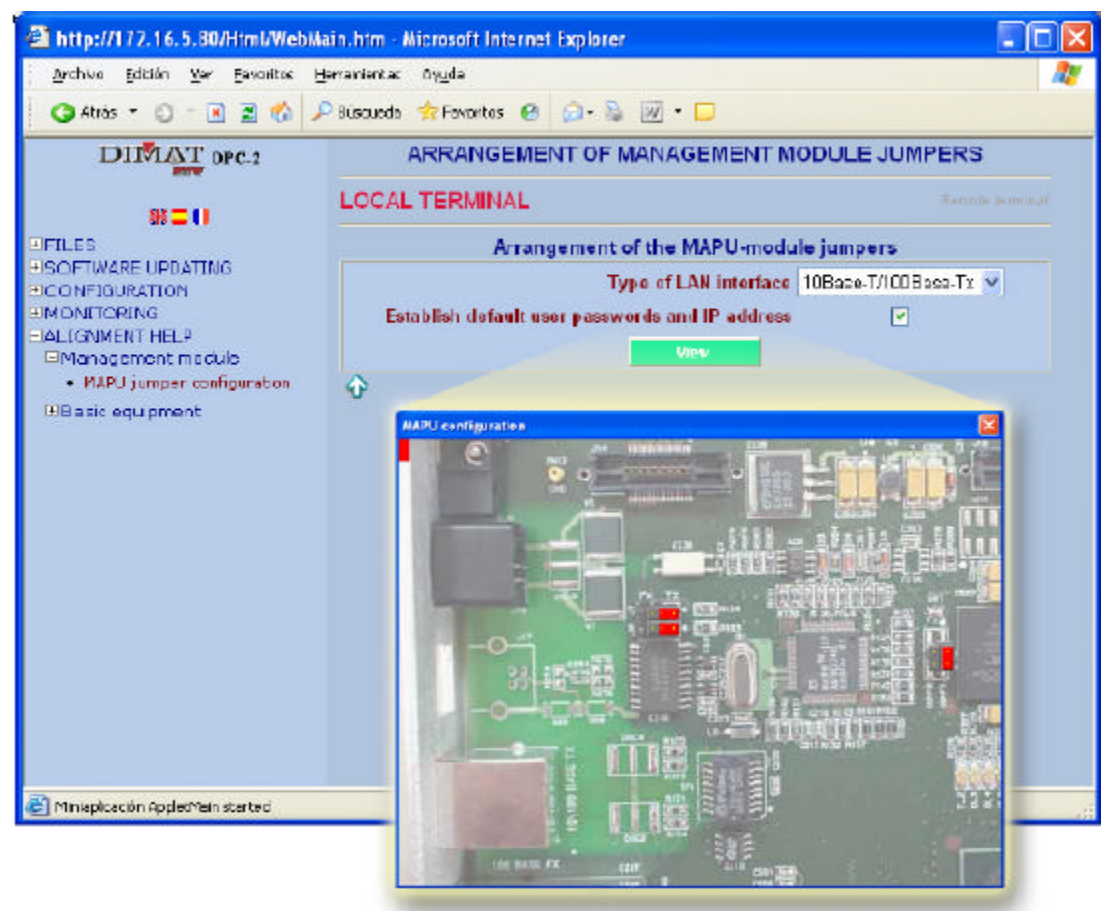
	Erect bands	Inverted bands
Single-channel equipment		
Twin-channel equipment		

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 پیاده‌سازی 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 می‌باشد. از آنجا که ترانسفورماتور-های 110 ولت در آمریکای شمالی به کار گرفته شده‌اند، در نتیجه استفاده از تکنولوژی پهنای باند روی خطوط قدرت به شکل کندتر و تنها برای تعداد معدودی از مصرف‌کنندگان در حال شکل‌گیری 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 پائین‌گذر در برابر سیگنال)، مؤلفه‌های فرکانس بالای آن حذف می‌شود و جبران‌کننده یا تکرار کننده در ترانسفورماتورها مورد نیاز است. تفاوت سیستم‌های برق‌رسانی، در آمریکای شمالی و اروپا در به کارگیری موثر BPL است. در آمریکای شمالی تعداد کمی از مشترکین به یک ترانسفورماتور توزیع متصل شده‌اند در حالی که در اروپا ممکن است ده‌ها تا صد-ها خانه به یک ایستگاه جزء متصل شده باشند. از آنجا که سیگنال‌های BPL از طریق ترانسفورماتور-های توزیع قابل انتشار نیستند به تکرار کننده‌های 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.

خلاصه‌ای از مشخصات تجهیزات PLC

معرفی اجزای اصلی سیستم: PLC

الف - تله خط (LINE TRAP) یا تله موج (WAVE TRAP)

ب - خازن کوپلاژ (COUPLING CAPACITOR) که می تواند خازن یک ترانسفورماتور ولتاژ خازنی CVT باشد.

ج - وسیله کوپلاژ (COUPLING DIVICE) یا جعبه تطبیق امپدانس (LINE MATCHING UNIT)

د - کابل هم محور (COAXIAL CABLE)

ه - فرستنده / گیرنده PLC

سیستم PLC در انتهای خطوط انتقال انرژی و در نقطه ورود فیدرها به پست قرار می گیرد.

دستگاه فرستنده - گیرنده PLC (رادیو PLC)

این وسیله وظیفه ارسال و دریافت سیگنالهای مخابراتی را بعهده دارد. محدوده فرکانس مورد استفاده در سیستمهای PLC بین 30 تا 500 کیلوهرتز قرار دارد. حد بالاتر از 500 کیلوهرتز به علت وجود نویز زیاد در این محدوده فرکانسی در شبکه‌های قدرت و حد پائین تر از 30 کیلوهرتز به دلایل اقتصادی انتخاب نمی‌شوند. سیگنالهای مختلف صحبت، اطلاعات و ... در یک باند فرکانس به پهنای 2/5 یا 4 کیلوهرتز چیده شده و سپس به فرکانس مطلوب در محدوده 30 الی 500 کیلوهرتز مدوله می‌شوند. در مرحله بعد این اطلاعات از طریق کابل ارتباطی، وسیله کوپلاژ، خازن کوپلاژ و خط انتقال قدرت به سمت دیگر خط ارسال می‌گردند. در مقصد عمل عکس انجام شده و پس از دمدولاسیون، هر بخش اطلاعاتی به واحد مربوطه هدایت می‌شود. برای ارسال و دریافت همزمان به دو باند فرکانس 2/5 یا 4 کیلوهرتری نیازمندیم. این باندها ممکن است از نظر فرکانس در مجاورت هم قرار گرفته و یا با یک فاصله نسبت به هم مدوله شوند. بنابراین برای هر کانال ارتباطی مرکب از یک باند فرکانس برای ارسال اطلاعات و یک باند دیگر برای دریافت آنها حداقل به پهنای باندی در حدود 8 کیلوهرتز نیاز داریم (با این فرض که باندهای ارسال و دریافت 4 کیلوهرتری بوده و در مجاورت هم باشند). برای استفاده بهتر از خط انتقال انرژی می‌توان از تعداد کانالهای بیشتری استفاده نمود. تعداد این کانالها بستگی به نیاز پست فشار قوی داشته و با توجه به اهمیت، بزرگی و موقعیت آن انتخاب می‌شود. تمام این کانالها می‌باید در محدوده فرکانس 30 الی 500 کیلوهرتز قرار داشته باشند.

ترانس ولتاژ خازنی (CVT) Capacitor Voltage Transformer –

خازن کوپلاژ (CC) Coupling Capacitor -

خازن کوپلاژ یا خازن مبدل ولتاژ (CVT) Capacitor Voltage Transformer از تعدادی خازن سری تشکیل شده است که دستگاه PLC را از ولتاژ فشار قوی ایزوله می نماید. این قسمت رابط بین خط فشار قوی و Coupling Devices می باشد، و اصلی ترین قسمت وسایل کوپلاژ میباشد. ظرفیت این خازن بین 1000 pF تا 10000 pf می باشد که به همراه تله موج به عنوان یک فیلتر بالا گذر عمل می نماید.

توجه شود اکثر وزن CVT در هسته آن است برای مناطق زلزله خیز بهتر است CVT از نوع هسته پایین باشد تا CVT هنگام زلزله آسیب نبیند هر چند قیمت این نوع CVT بیشتر میشود.

دستگاه کوپلاژ - (CD) Coupling Device (LMU)

CD یا Line Matching Unit (LMU) بین نقطه ولتاژ پایین خازن کوپلاژ و دستگاه قرارداد واز قسمتهای زیر تشکیل شده است:

_ Drain coil کوئل نشتی

_ Surge arrester برق گیر اولیه

_ سوئیچ اتصال به زمین

_ Matching transformer ترانسفور ماتور تطبیق امپدانس

_ Tuning devices وسیله تنظیم

_ Surge arrester برق گیر ثانویه

- Matching transformer ترانسفور ماتور تطبیق

این ترانسفور ماتور ضمن جداسازی اولیه و ثانویه دستگاه کوپلاژ، برای تطبیق امپدانس خط فشار قوی با دستگاه PLC بکار می رود.

- کابل هم محور : (COAXIAL CABLE)

به منظور اتصال وسیله کوپلاژ (CD) (که معمولاً در فضای آزاد پست نصب می شود) به سیستم PLC (که داخل اتاق مخابرات نصب میشود) از یک کابل هم محور استفاده می شود . امپدانس موجی این کابل توسط استاندارد IEC برای حالت نامتعادل 75 اهم تعیین شده است . برای پستهای 230 و 400 کیلو ولت از کابل 75 اهمی استفاده می شود . این کابل باید از نظر تضعیف سیگنال مخابراتی ، توان قابل انتقال ، ... مشخصات حداقلی را بر آورده کند.

لاین تراب (LINE TRAP)

لاین تراب یا تله موج : امروزه یکی از اجزای اصلی در هر پست فشار قوی سیستم ارتباطی PLC است. از این وسیله برای ارتباط صوتی (بیشتر) استفاده میشود و در کاری حساس تر جهت انتقال داده های هر پست و سیستم های حفاظتی نیز استفاده مینمایند.

خطوط فشار قوی بعنوان سیم های ارتباطی بین دو نقطه در ارتباط ها نقش دارند ، برای در خدمت گرفتن از این کابل های ولتاژ بالا و فرکانس 50 هرتز برق (در ایران) احتیاج به لوازمی است که بتواند اطلاعات و صوت و تصویر را با فرکانسی مشخص (عموماً بین 300 تا 2000 هرتز) بروی سیستم انتقال انرژی منتقل نماید . این وسیله بطور عموم به تله موج شناخته میشود که شامل اجزایی است و تنظیمات خاص خود در ولتاژ های مختلف را دارد که در این مقوله با این تجهیز بیشتر آشنا میشویم.

تله موج از اجزایی تشکیل شده است که به مهمترین آنها می پردازیم:

الف (کوئل اصلی):

عموماً به شکل استوانه ای است و شامل اندوکتانس اصلی مدار (حد اکثر تا 2 میلی هانری) لاین تراب (تله موج) می باشد. جنس آن عموماً از آلومینیوم سبک است و بطور سری با سیستم انتقال انرژی از یک طرف و با ترانس ولتاژ خازنی (بعنوان خازن کوپلاژ) از طرف دیگر ارتباط دارد. این کوئل تحمل بالایی دارد بطوریکه در برابر جریانات اتصال کوتاه و رعد و برق تحمل پذیری بالایی دارد و هادی های آن مستقیم توسط جریانات هوا خنک میشوند (بدین جهت بین هر دور از کوئل یک فاصله هوایی کوچک در نظر گرفته میشود). کوئل را در برابر نفوذ پرنده ها توسط سیم های توری در دو سر کوئل محافظت می نمایند. بسته به طراحی ، کوئل بصورت آویزان و یا بروی ترانس ولتاژ نصب میشود (چه بصورت ایستاده و یا خوابیده).

برقگیر:

کار برقگیر مشخص است ، جهت زمین کردن اضافه ولتاژ ها در داخل کوئل این برقگیر نصب میشود . البته در دوسر کوئل هم جهت جلوگیری از کرونا میتوان حلقه های محدود کننده تعبیه شود.

واحد تنظیم کننده: (Tuning Unit)

واحد تنظیم کننده در محفظه ای عایق و بصورت موازی با کوئل اصلی به شکلی قابل انعطاف در داخل استوانه (کوئل) قرار دارد . کار این دستگاه تطبیق امپدانس است که در کارخانه سازنده با توجه به سفارش مشتری تنظیم میشود و در هنگام نصب تغییری در آن نمیتوان ایجاد نمود (واحد تنظیم کننده را میتوان برای چند باند فرکانسی تنظیم نمود). هنگام کار بروی واحد تنظیم کننده باید آنرا حتماً اتصال کوتاه نمود چون بعلم میدانهای الکتریکی ممکن است تا ولتاژ های بسیار بالایی شارژ شود و برای مدت زمانی میتواند باقی بماند.

امروزه یکی از اجزای اصلی در هر پست فشار قوی سیستم ارتباطی PLC است که جهت جلوگیری از تداخل سیگنال ها که معمولاً دارای فرکانس بالا می باشند و همچنین به منظور جلوگیری از انتقال سیگنال ها به قسمت های دیگر خطوط انتقال و امکان ایجاد عملکرد صحیح از لاین تراب استفاده می شود.

لاین تراب بطور سری در انتهای خطوط انتقال نیرو قرار می گیرند و طراحی آن باید طوری باشد که بتواند حداکثر جریان نامی و همچنین جریان های اتصال کوتاه را تحمل نماید.

انتقال سیگنال ها با استفاده از ترانسفورماتورهای ولتاژ که بر روی ثانویه آن وسایل کوپلاژ تعبیه شده صورت می گیرد لذا لاین تراب بعد از ترانسفورماتورهای ولتاژ و در ابتدای خط نصب می گردند. سیگنال ها معمولاً دارای فرکانس بالا بوده و در شبکه از مقدار 50 تا 500 کیلو هرتر تغییر مینماید و لاین تراب جلوی عبور این سیگنال ها گرفته و از وارد شدن آن به تجهیزات داخل پست جلوگیری می نماید.

نمونه مشخصات لاین تراب :

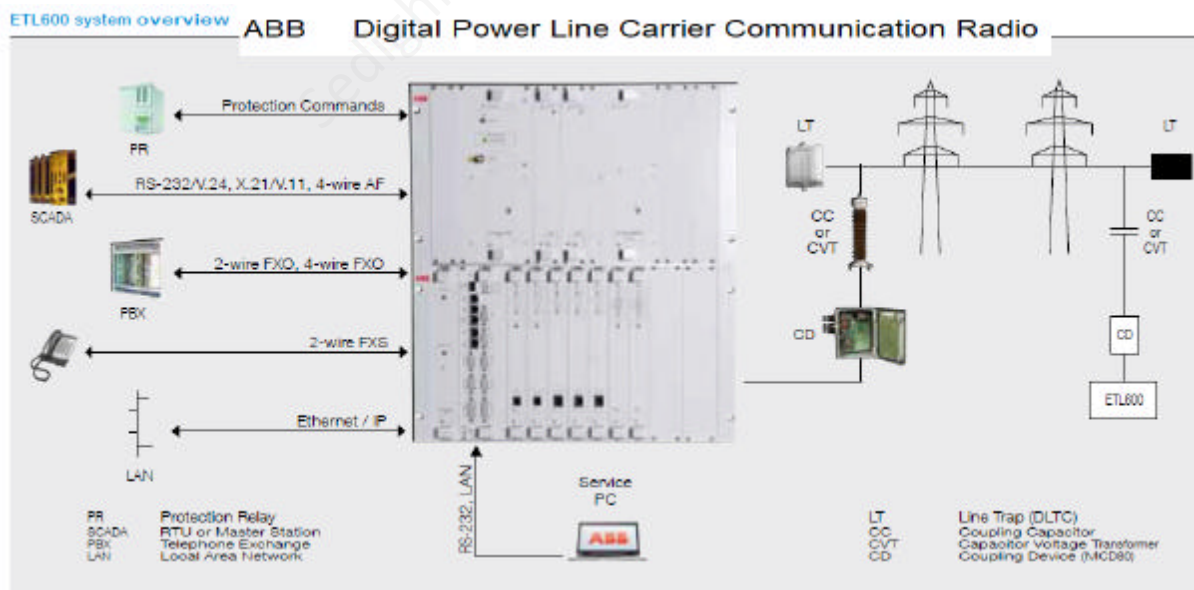
اندوکتانس: (mH) $0.2\text{mH} - 0.315\text{mH} - 0.5\text{mH} - 1\text{mH}$

جریان (A): $400\text{A} - 500\text{A} - 630\text{A} - 800\text{A} - 1250\text{A} - 1600\text{A} - 2000\text{A} - 3000\text{A} - 3150\text{A}$

جریان اتصال کوتاه (KA) $20\text{KA} - 31.5\text{KA} - 40\text{KA} - 50\text{KA}$

نحوه نصب لاین تراب آویزی (Suspension) پایه دار (Pedestal)

رادیو پی ال سی دیجیتال



Frequency 30 khz – 1000 khz
BW 4 khz or 8 khz

- Bit Rate up to 256 kb/s
Speech Ch one_three Analog_2khz_8khz_12khz one_six_Digital Speech Ch 2khz_32khz
Output Power upto 50 Watts and 100 Watts up to 1 MHz
- Up to 2 internal teleprotection units with 4 independent commands
 - Integrated adaptive multiplexer for 10 data channels and 16 compressed voice channels (6kb/s)
 - Enhanced network (LAN) functionality: upto 4 integrated LAN ports (switching and IP routing, VLAN support)
 - Improved Cyber Security, supporting latest standards Digital transit of compressed voice channels
 - Reduced delay and unchanged speech quality in tandem operations
 - Interconnection of up to 5 ETL600 terminals in a substation
 - Transparent transmission of voice-frequency signals, such as band limited speech with superimposed teleoperation
 - Digital transmission of compressed voice
 - Fully transparent and/or UART-compliant transmission of asynchronous data up to 9600 bps with minimum delay in point-multipoint applications that are typical for polling SCADA
 - Adaptive multiplexing of data services with traffic flow control
 - Synchronous data transmission from 9.6 kbps to 256 kbps
 - Port and channel sharing for most efficient use of scarce bandwidth resources
 - Ethernet/IP-forwarding for LAN interconnections and IEC 60870-5-104 TCP/IP-based SCADA
 - Teleprotection for up to 2 x 4 independent and simultaneous commands
 - Easy connection of external switches, multiplexers and routers for network integration, service aggregation and traffic management via standardized interfaces

انواع کوپلاژ

کوپلاژ فاز به زمین کوپلاژ فاز به فاز کوپلاژ روی دو خط

کوپلاژ فاز به زمین

در این روش PLC بین یک فاز و زمین قرار می گیرد، در نتیجه یک خازن کوپلاژ (CC) یک تله موج و یک دستگاه کوپلاژ مورد نیاز است در بیشتر موارد از این سیستم استفاده میشود ، بنابراین دارای هزینه کم ولی معایب زیر است:

_ضریب اطمینان آن به لحاظ اینکه روی یک فاز قرار گرفته کم است.

_میزان تضعیف نویز آن در مقابل سایر روشها زیاد است.

از آنجا که معمولاً در پستهای فشار قوی از ترانسفورماتور ولتاژ خازنی جهت اندازه گیری ولتاژ استفاده می شود، می توان از خازن همین ترانسها نیز جهت کوپلینگ استفاده کرد. در هنگام استفاده از ترانسفورماتور ولتاژ خازنی به جای خازن کوپلینگ لازم است به دو نکته زیر توجه شود ترانسفورماتورهای ولتاژ خازنی دارای دو ترمینال خروجی ولتاژ متوسط و ولتاژ پائین هستند. جهت اتصال به واحد تطبیق امپدانس بایستی از ترمینال ولتاژ پائین استفاده شود.

ظرفیت خازنی دیده شده توسط واحد تطبیق امپدانس، اتصال سری دو خازن C1 و C2 است که مقدار آن خواهد بود (C1). ظرفیت خازنی بین ترمینال ولتاژ متوسط و فشار قوی و C2 ظرفیت خازنی بین ترمینال ولتاژ متوسط و ولتاژ پائین است)

استانداردهای PLC

سیستمها و تجهیزات PLC بایستی دارای گواهینامه‌های زیر باشند

آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای تجهیز مخابراتی (Power Line Carrier) PLC مطابق استاندارد IEC 60495

آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای تجهیز (Tele protection System) TPS مطابق استاندارد IEC 60834-1

آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای تجهیز Line Trap طبق استاندارد IEC 60353

آزمون‌های نوعی و نمونه‌ای تجهیز Line Matching Unit (LMU) طبق استاندارد IEC 60481

خازنهای کوپلاژ CC IEC 60358

ترانسفورماتورهای ولتاژ CVT IEC 60186

خصوصیات امپدانسی و ابعاد کابل‌های هم محور فرکانس رادیویی IEC 60785

طراحی سیستمهای PLC. IEC 60663

IEC 62488 طراحی و نگهداری سیستمهای PLC.

IEC 60495, IEC 61000-6-2, IEC 61000-6-4, IEC 60255-27 استانداردهای عمومی

IEC 62351 (برای استاندارد دیسپاچینگ IEC 60870 و برای اتوماسیون پست IEC 61850) استاندارد امنیت در تجهیزات برق قدرت

IEC 62443 استاندارد امنیت در اتوماسیون صنعتی و اسکادا

IEC 27000 استاندارد مدیریت امنیت اطلاعات

What is Power Line Carrier Communication : Working & Its Applications

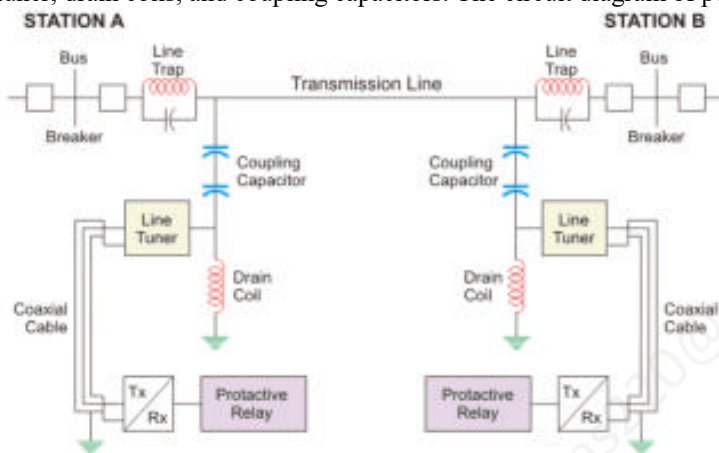
The Power Line Carrier Communication (PLCC) or Power Line Communication (PLC) can build a system economically and quickly by using an electrical supply network as a communication network. The PLCC networking technologies use existing electrical power lines as its communication medium eliminates the need for installation of wires in order to enable connectivity among the products plugged into the AC mains. The power line carrier communication is a network technology that uses minimum resources while giving maximum benefits. It is widely used for industrial communication purposes. The brief explanation of PLCC is discussed below.

What is Power Line Carrier Communication?

The power line carrier communication or power line communication is one of the technologies which is used to transmit and receive signals i.e communication signals. The short form of the power line carrier communication is PLCC and it is also known as main communication, power line digital subscriber line, and power line networking. The frequency shift keying (FSK), amplitude shift keying (ASK), OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), and the phase-shift keying (PSK) are some of the modulation techniques which is used for communication purpose.

Power Line Carrier Communication Circuit Diagram

The circuit diagram of power line communication consists of coaxial cables, protective relays, transmission line, line trap, line tuner, drain coils, and coupling capacitors. The circuit diagram of power line communication is shown in the below figure.



Coaxial Cables:

The coaxial cable is one type of electrical cable that carries high-frequency signals with low losses.

Protective Device: This device is used to protect the wave trap or line trap from damages.

Line Trap: The line trap is used to prevent the carrier signal power's unwanted losses and also prevents transmission of the carrier signal. The line trap also is known as the wave trap and it is available for wide-band frequency and narrow-band frequency blocking applications.

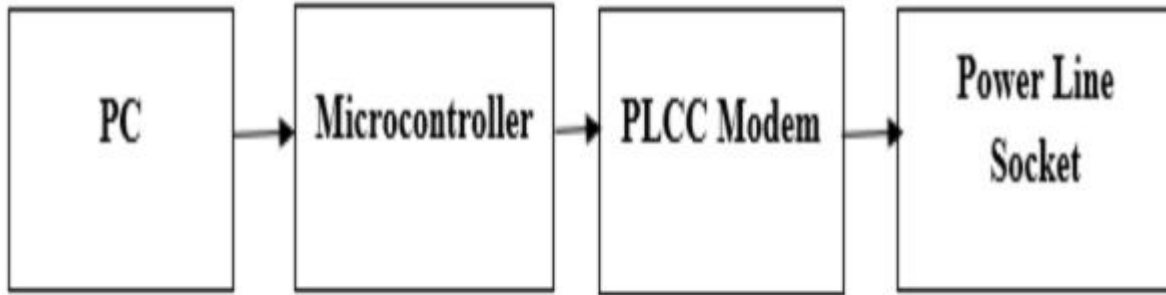
Line Tuner: The line tuner is connected with the coupling capacitor in a series.

Drain Coils: The purpose of the drain coil in the above figure is to provide high and low impedances to the carrier frequency and power frequency.

Coupling Capacitors: The function of the coupling capacitor is to provide high and low impedances to the power frequency and carrier signal.

Power Line Carrier Communication Transmitter and Receiver Block Diagrams

The block diagram of the PLCC transmitter consists of PC, microcontroller, PLCC modems, and power line sockets. The block diagram of the PLCC transmitter is shown in the below figure.



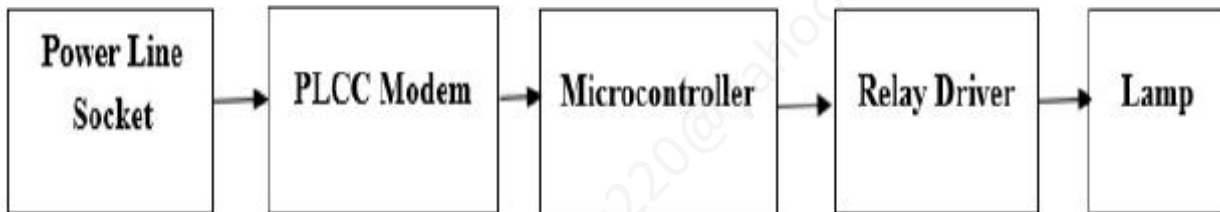
©Elprocus.com

PC: The PC is in the PLCC transmitter block acts as a host for transmitter and receiver.

Microcontroller: The microcontroller is used to control the home appliances

PLCC Modems: The PLCC modem is a power line carrier communication module that acts as a transceiver.

In order to control the home appliances, the command is sent by the computer to the microcontroller. The microcontroller receives the command and converts the information into serial digital signals. After that, the serial digital data is sent to the PLCC modem. The serial digital data signals are converted into ASK signals (Amplitude shift Keying) by the PLCC modems and that ASK signals data is merged into the power line socket.



©Elprocus.com

The above figure is the receiver block diagram of the PLCC. In the receiver section, the power line socket gives ASK signals to the PLCC modem. The PLCC modem converts the received ASK signals into serial digital signals and transmits the digital signal data to the microcontroller to give a command to the relay driver in order to control the specific equipment.

Power Line Channel Characteristics

The PLCC channel characteristics are

Characteristic Impedance: The transmission line characteristic impedance is given by

$$Z_0 = \sqrt{L/C}$$

Where 'L' is the inductance and 'C' is the capacitance. The unit of the inductance is Henry(H) and the unit of the capacitance is Farad (F). For power line communication it varies from 300 to 800 ohms range.

Attenuation: The attenuation is measured in decibels (dB) and the losses of the attenuation occur in the line trap, tuner, and in power lines due to the mismatching impedance, coupling, the restrictive losses, and any other losses.

Noise: At the receiving end, the signal to noise ratio (S/N) is high.

Bandwidth: The bandwidth range is from 1000 Hz to 1500 Hz for relaying purpose and the bandwidth range from 500 Hz to 600 Hz for FSK (Frequency Shift Keying).

Power Line Network Adapters

Some of the best power line network adapters are

Actiontec 500: It is extremely compact in construction and it lacks Gigabit Ethernet support

Linksys PLEK 500: It offers relatively low latency and often covers both sockets. It doesn't have a pass-through outlet

Netgear PLP 1200-100PAS: It preserves long-range speeds and its power-saving mode causes drops

Comtrend Bridge: It is perfect for security camera systems

=====

Comtrend GCA 6000: It uses the less popular ghn protocol and it won't work with cable TV or internet

Zyxel-AV2000: It is relatively easy to configure and provides good real-world performance

TP-Link AV1000: It won't block other outlets and features built-in dual-band Wi-Fi

TP-Link AV1300: It is suitable for streaming 4K video

Applications

The applications of the power line carrier communication are

- Transmission and distribution network

- Home control and automation

- Entertainment

- Telecommunication

- Security systems

- Automatic meter reading

- Telemetry

- Telephony

- Protective relaying

Limitations

The limitations of the power line carrier communication are

- It requires a high signal to noise ratio

- The power line communication is not secure

Advantages

The advantages of the power line carrier communication are

- Complex

- Reliability

- Cost-effective

- Lower attenuation

FAQs

1). What is the purpose of PLCC?

In between the electrical substations, the PLCC is used for telecommunication, monitoring and for protection at high voltages.

2). What is carrier communication?

The carrier communication carries high-frequency signal information as an electromagnetic wave through space.

3). What is a carrier system?

The carrier system is a type of telecommunication system which transmits voice and video signal information.

4). What is an example of a carrier?

The postal works who delivers mail is an example of a carrier.

5). What is a PLCC socket?

The PLCC sockets used for connection between PCBs and IC's.

In this article what is power line carrier communication (PLCC), applications, advantages, limitations, transmitter, and receiver block diagrams of PLCC, best power line network adapters is discussed. Here is a question for you what is the main disadvantage of PLCC?

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 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