پیاده سازی ومزایای سیستم قرائت کنتور برق از راه دور مشترکین توسط خطوط انتقال فشار قوی

[۱] سعید شجاعی،[۱] مهرداد داوری فر، [۲،۱] محمد هادی ورهرام، [۳] ابوالفضل داوری

Said_shojaee@yahoo.com, Mdf_g@yahoo.com, Varahram@sharif.edu
،davari48@hotmail.com

[۱] دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات، [۲] دانشگاه صنعتی شریف،
[۳] سازمان صدا و سیما جمهوری اسلامی ایران

کلمات کلیدی: مزایا، نحوه عملکرد، پیاده سازی و بهینه سازی سیستم قرائت کنتور برق مشترکین

چکیده

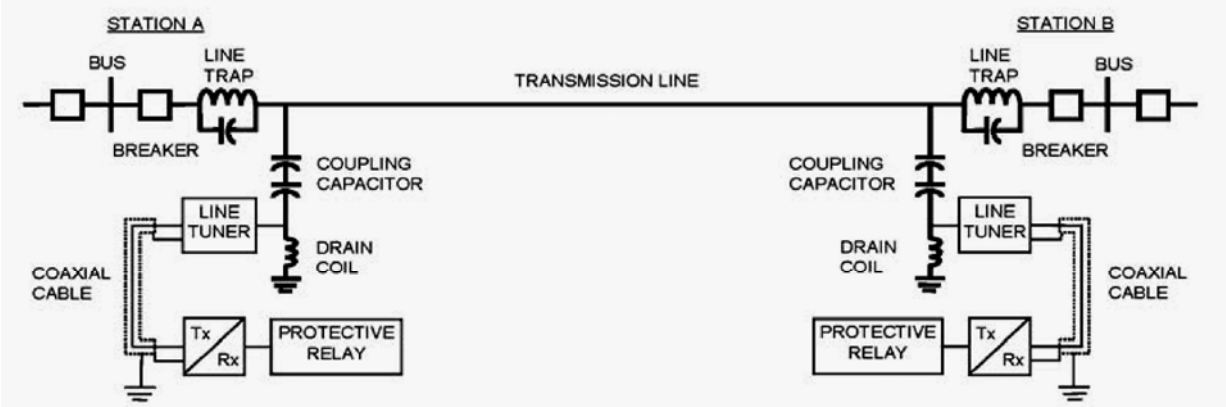
استفاده از PLC[1] از چندین دهه قبل جهت ارسال و دریافت انواع داده ها ی صوتی و اطلاعاتی با استفاده از خطوط قدرت به کار رفته است. در این مقاله در خصوص بهینه سازی سیستم قرائت کنتور برق مشترکین و مزایای آن با استفاده از PLC و نحوه عملکرد و پیاده سازی آن مورد بررسی قرار گرفته است.

مقدمه

کاربرد سیستم PLC را می توان به دو قسمت عمده تقسیم بندی نمود: ۱- استفاده در خطوط فشار قوی (100KV یا بالاتر) ۲- استفاده در خطوط فشار ضعیف .در این متن چون اساس بر استفاده از PLC در قرائت کنتور مشترکین می باشد لذا مورد دوم یعنی استفاده آن در خطوط فشار ضعیف و تجهیزات آن مورد بحث قرار گرفته است .سیستم PLC از سه قسمت عمده زیر تشکیل شده است : تجهیزات ترمینالی(فرستنده و گیرنده) ۲- تجهیزات کوپلینگ ۳- سیستم فشار قوی. شکل ۱ یک طرح ساده از یک سیستم PLC را نمایش می دهد. این سیستم در حالت کلی شامل سه قسمت کاملا مجزا می باشد. [1] ۱-تجهیزات کوپلینگ، خط انتقال ۲-انتقال دهندها، دریافت کنندها و رله های محافظ ۳-تنظیم کنند خط (Line Tuner)، خازن کوپلینگ و Line Trap .خطوط انتقال یک مسیر مناسب را برای انتقال حامل ها در رنج فرکانسی خاص، فراهم می کند. اتصال فیزیکی به خط انتقال یک امپدانس بالا دارد و دارای فرکانس سیستم قدرت است و حاملها با فرکانسهای متفاوت دارای امپدانس پایینی هستند. توسط خازنهای کوپلینگ حامل ها به خط انتقال کوپل می شوند. Drain Coil هم قسمتی از تجهیزات کوپلینگ است که یک امپدانس پایین نسبت به زمین برای فرکانسهای سیستم قدرت

[1] **Power Line Carreir**

و یک امپدانس بالا نسبت به زمین برای فرکانس های حامل ها ایجاد می کند. Line tuner یک امپدانس نظیر به نظیر ما بین ترمینال نصب شده و اجزا انتقال فراهم می کند. همچنین این قسمت جهت کم کردن اتلاف انرژی حامل ها و جلوگیری کردن از اثر خطاهای خارجی کاربرد دارد. فرکانس های در بازه 30-500KHz در PLC مورد نیاز است. رنج فرکانسی فوق به اندازه کافی بزرگ است تا آن رااز فرکانس قدرت و نویزهای ایجاد شده مجزا کند. فرکانس های کمی کمتر از 30KHz هم می تواند مورد استفاده قرار گیرد ولی کوپل کردن آن توسط خازن روی خط انتقال قدری مشکل است.



کاربردهای PLC [1]، [2]

کاربردهای رله ای

فاکتورهای بسیاری در خصوص اتصال رله ای PLC وجود دارد از جمله نوع طرح های حفاظتی، اندازه سرعت کانال (بسته به نیاز) و مسافت مابین تجهیزات PLC و رله ها. اگر مسافت ما بین تجهیزات PLC و رله ها بیش از اندازه باشد می تواند روی خروجی ها و وضعیت کلید زنی ورودی ها تاثیر بگذارد. در تولید PLC معمولا مجزا کننده های نوری را در ورودی ها و خروجی ها به کار می برند.

انواع عملکرد حامل ها

دو نوع از کانال های PLC که در محافظت رله ای معمولا به کار می روند عبارتند از[3]:

1-Single-function ON-OF [Amplitude Modulated(AM)]

2-single-function frequency shift keyed(FSK)

کاربرد اندازه گیری از راه دور

کاربرد اندازه گیری از راه دور شامل نشان دادن ولتاژ، جریان، توان اکتیو و راکتیو می باشد. چون در اندازه گیری از راه دور داده و اطلاعات دارای سیگنال آنالوگ کم سرعت است بنابراین نیاز به انتقال داده با سرعت بالا نمی باشد، در نتیجه پهنای باریک (narrow band) کانال PLC می تواند برای این موضوع به کار رود.

کاربرد صوتی

صوت را می توان توسط سیستم PLC ارسال و دریافت نمود. یک پهنای باند باریک (3KHz یا کمتر) حوالی یک فرکانس مرکزی برای تشخیص صوت مناسب خواهد بود. یک ایراد در خصوص ارتباط صوتی توسط PLC این است که نسبت سیگنال به صوت (SNR) بالایی را نسبت به سایر کاربردها نیاز دارد.

ملاحظات طراحی در PLC

در طراح PLC موارد زیر باید در نظر گرفته شود : [4]

۱- امپدانس های خطوط انتقال
۲- Channel Losses
۳- نویز
۴- مدارات کابل خطوط قدرت
۵- متدهای کوپلینگ
۶- تاثیرات خطا بر روی کانال های PLC

و ....

انتخاب فرکانس

طیف فرکانس مورد استفاده در سیستم های PLC از

30KHz تا 500KHz است. این طیف فرکانسی اغلب به ۱۲۰ باند با پهنای باند 4KHz تقسیم می شود ولی می تواند برای کاربردهای مختلف متفاوت باشد.

معایب خط ارتباطی PLC

- در صورت وقوع اتصال کوتاه یا قطعی در خطوط، ارتباط از بین خواهد رفت.
- جهت این ارتباط نیاز به تجهیزات اضافی می باشد.
- امنیت دادهها به علت پخش سیگنال در کل شبکه پایین است.
- چون کل شبکه به هم پیوسته است محدوده مشخصی ندارد.

استفاده از سیستم PLC در کنتور مشترکین برق

قرائت کنتور و ثبت مصرف برق مشتریان به روشهای متداول در ایران کاری است وقت گیر، خسته کننده و توام با خطا که از دغدغه های اصلی هر شرکت توزیع برق به حساب می آید. AMR[2] یا قرائت خودکار کنتور راه کاری است برای حل این معضل. دریک سیستم AMR ایده آل تمامی کنتورهای برق یک شهر از یک مرکز و از راه دور بطور خودکار قرائت می شود و صورتحساب مشتریان نیز بدون خطا و بطور خودکار تولید می گردد.

یکی از مهمترین مزیت های این سیستم آن است که می توان در تمامی ساعات شبانه روز، مصرف برق یکایک مشترکین را از راه دور و از یک مرکز از مسیری مطمئن، سریع، گسترده، از پیش نصب و راه اندازی شده و همواره در دسترس قرائت نمود. تکنولوزی اطلاعات IT[3] از طریق جریان برق این امکان را فراهم آورده است.

این سیستم با استفاده از شبکه برق شهری اطلاعات کنتور های برق مشترکین را بطور اتوماتیک و از راه دور در زمانهای دلخواه قرائت می کند، صورتحساب بدون خطا تولید می کند و برق مشترکین بد حساب را قطع و وصل می کند. از مزایای این سیستم می توان به موارد زیر اشاره کرد :

۱. استفاده از شبکه برق شهری جهت انتقال اطلاعات مصرف مشترکین
۲. کاهش هزینه در قرائت کنتور
۳. افزایش سرعت قرائت کنتور
۴. از بین بردن خطای قرائت
۵. قرائت در تمامی ساعات شبانه روز
۶. امکان اعمال چند تعرفه بر اساس میزان مصرف مشترک در ساعات مختلف
۷. امکان اعمال چند تعرفه بر اساس میزان مصرف مشترک در ساعات مختلف
۸. امکان قطع و وصل برق مشترکین ازراه دور
۹. امکان پیش فروش برق
۱۰. امکان کنترل و بهینه سازی منحنی مصرف
۱۱. امکان متعادل سازی بار فازها

- **استفاده از شبکه برق شهری جهت انتقال اطلاعات مصرف مشترکین**

به دلیل این که در این روش از شبکه قدرت برق شهری برای ارسال و دریافت دادها نیز استفاده می شود دیگر نیازی به استفاده از خطوط مخابراتی نخواهد بود. این امر باعث کاهش هزینه های زیادی از جمله هزینه اجاره خطوط مخابراتی خواهد بود.

- **کاهش هزینه در قرائت کنتور**

با توجه به در دسترس بودن شبکه سیم کشی برق شهری و استفاده از این روش دیگر نیازی به اعزام نیرو انسانی جهت قرائت و ثبت مقدار کنتور نخواهد بود و این امر موجب کاهش هزینه های زیادی خواهد بود.

- **سرعت قرائت کنتور**

با استفاده از این روش سرعت قرائت کنتور به دلیل استفاده از سیستم های الکترونیکی و ادوات مخابراتی بسیار زیاد

[2] Automatic Meter Reading
[3] Information Technology

خواهد بود. این امر را می توان با مدت زمان اعزام یک نفر جهت فرائت کنتور با قرائت آن از راه دور و در کسری از ثانیه مقایسه کرد.

- **از بین بردن خطای قرائت**

یکی از بزرگترین معظلات و مشکلات هر شرکت برق منطقه ای قرائت و ثبت اشتباه کنتور است که علاوه بر اشتباه در محاسبات مالی باعث نارضایتی مشترکین نیز می گردد. در این روش احتمال وجود خطا تقریبا به صفر کاهش می یابد.

- **قرائت در تمامی ساعات شبانه روز**

در بحث کنترل بهینه توان در بسیاری از موارد نیاز است تا جهت تعیین میزان بار مصرفی مشترکین برای مدیریت توان در ساعات مختلف مقدار مصرفی توان قرائت شود. در سیستم قرائت از راه دور این امر را می توان به راحتی انجام داد و در هر زمان با دقت ثانیه مقدار مصرف توان مشترکین را قرائت نمود.

- **امکان اعمال چند تعرفه بر اساس میزان مصرف مشترک در ساعات مختلف**

طبق اعمال سیاست های برق منطقه ای ساعاتی در شبانه روز به عنوان اوج مصرف تعیین شده است. با توجه به این قابلیت که این سیستم می تواند در طول ۲۴ ساعت در هر لحظه مقدار کنتور را قرائت نماید می توان برای ساعات مختلف تعرفه های متفاوتی را در نظر گرفت.

- **امکان قطع و وصل برق مشترکین ازراه دور**

در صورت وجود امکانات سخت افزاری در سیستم PLC در کنتور مشترکین می توان از راه دور برق مشترکین را قطع و وصل نمود. این قابلیت باعث خواهد شد که برای قطع برق مشترکین بد حساب دیگر نیازی نباشد که یکنفر جهت قطع برق به محل اشترک اعزام شود.

- **امکان پیش فروش برق**

تعدادی از مشترکین بنا به دلایل مختلف شاید خواهان استفاده از انشعاب برق در زمان های مشخصی از روز، ماه و یا سال باشند. با وجود امکان قطع و وصل برق از راه دور امکان پیش فروش برق برای چنین مشترکین فراهم خواهد شد.

- **امکان کنترل و بهینه سازی منحنی مصرف**

چون امکان قرائت مقدار کنتور در تمامی زمان ها در ۲۴ ساعت شبانه روز وجود دارد لذا می توان آمار و ارقام دقیقی از مقدار مصرف هر منطقه و یا حتی در سطوح کوچکتر مانند شهر و یا شهرک را به دست آورد و از این آمار و ارقام می توان جهت کنترل و بهینه سازی منحنی مصرف استفاده نمود.

- **امکان متعادل سازی بار فازها**

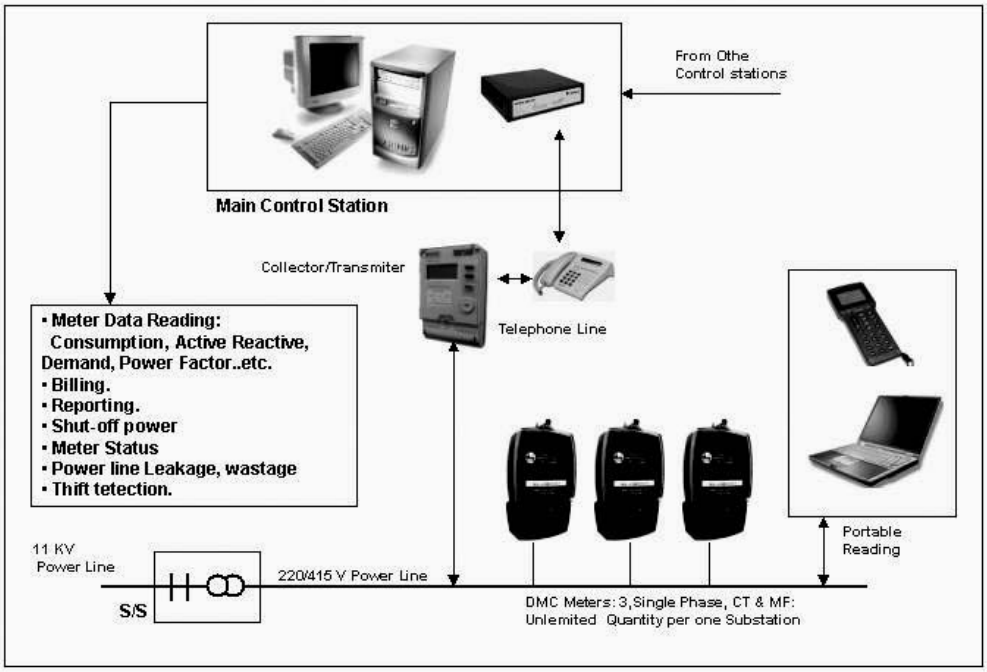
چون امکان قرائت کنتور در تمامی زمانها وجود دارد لذا می توان بار فازها را با هم مقایسه نموده و جهت متعادل سازی بار فازها اقدامات لازم را براساس اطلاعات به دست آمده انجام داد.

سیستم و تجهیزات مورد نیاز جهت برآورده سازی منظور و اهداف فوق در حالت کلی به قرار زیر خواهد بود .

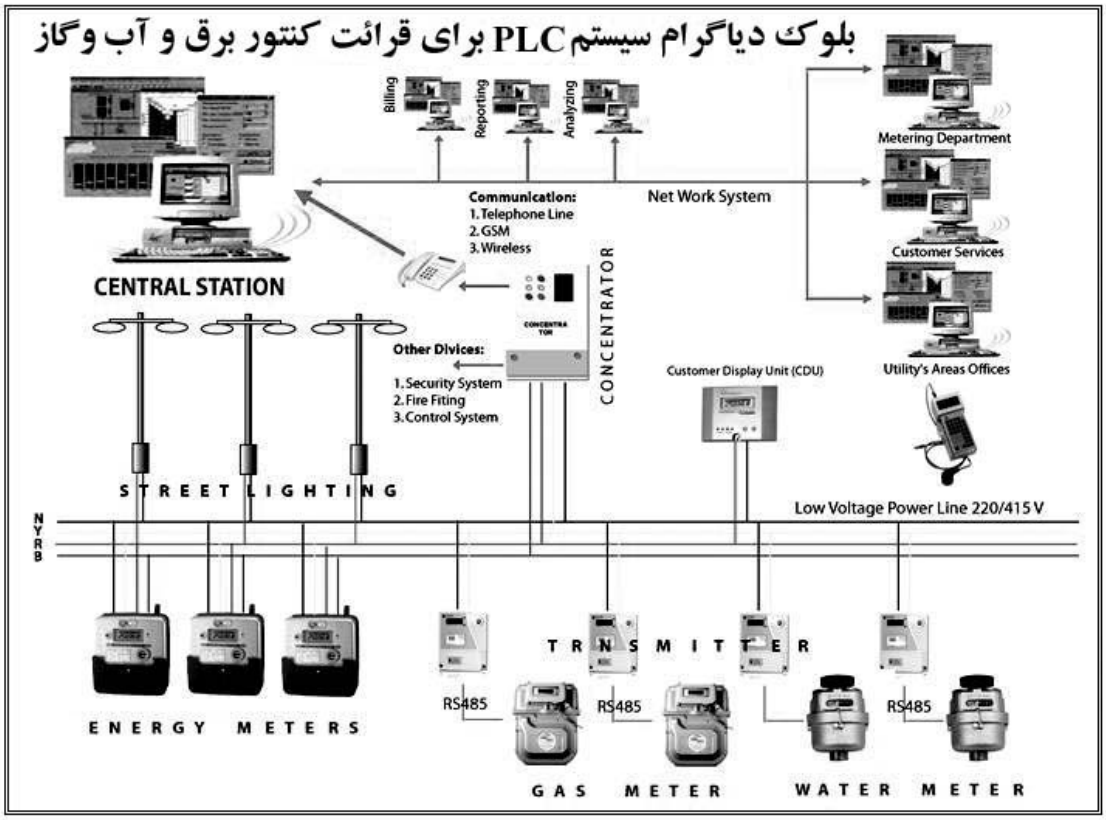
شایان ذکر است که تجهیزات فوق با در نظر گرفتن امکانات موجود در ایران از جمله

- نوع و قابلیتها کنتور مشترکین
- خطوط انتقال
- پست های توزیع و تعداد انشعاب برای هر پست در نظر گرفته شده است.

بلوک دیاگرام سیستم PLC برای قرائت کنتور برق



بلوک دیاگرام سیستم PLC برای قرائت کنتور برق و آب وگاز



تجهیزات لازم برای قرائت کنتور مشترکین با استفاده از سیستم PLC
[5]، [6]

PULSAR

این دستگاه برای نصب درون کنتورهای مکانیکی طراحی شده است و وظیفه آن تولید پالس های الکتریکی با مضربی صحیح از میزان مصرف اندازه گیری شده توسط شمارنده کنتور است. قطعه ای است شامل چند سنسور و مداری هوشمند، با دوام، با دقت و مقاوم در برابر تاثیرات محیطی. برای کنتور های الکترونیکی نیازی به این قطعه نیست زیرا سیگنالهای مربوطه معمولا به عنوان یکی از خروجی های کنتور قابل دسترس می باشد.

R/B

دستگاهی است که در کنار کنتور مشترک برق نصب می شود و با دریافت پالسهای مصرف از خروجی کنتورهای دیجیتالی یا از PULSAR در کنتورهای مکانیکی آنها را می شمارد و در حافظه غیر فرار خود حفظ می کند. نگهداری مقادیر قرائت شده به روش آینه کردن اطلاعات انجام می شود تا در شرایط مختلف وضعیت برق محفوظ بماند.

R/B بطور مداوم آماده دریافت دستورات اجرائی از مرکز است. قرائت یا قطع و وصل کنتور مشترکین از مهمترین این دستوراتند. R/B دستورات را از طریق خط برق که تغذیه آنرا نیز تامین می کند دریافت می نماید. هرR/B یک شناسه منحصر به فرد دارد و رایانه مرکز آن را به همین وسیله شناسائی می کند.

R/B BOX

دستگاهی است متشکل از یک R/B و یک کنتور الکترونیکی که داخل یک محفظه قرار گرفته اند. R/B BOX به عنوان یک کنتور فرمان پذیر در محل مشترک برق قابل نصب می باشد.

(Data Collecting Unit) DCU

این دستگاه برای استقرار در پست های برق و به منظور برقراری ارتباط بین کامپیوتر مرکز با R/B های منصوب زیر پست طراحی شده است. پس از اتصال کابل تغذیه DCU به تغذیه کننده های ترانسفورماتور، دستگاه با استفاده از تکنیک PLC از طریق خط برق یا R/B های تحت پوشش پست برق که در کنار کنتورهای مشترکین نصب شده اند ارتباط برقرار می کند.

(Data Concentrator System) DCS

این دستگاه مانندDCU در پست برق نصب می شود وعلاوه بر کارائی هایDCU شبیه به یک مالتی پلکسر نیز عمل می کند. این ویژگی کامپیوتر مرکز را قادر می سازد تا از طریق خط تلفن پست، ضمن ارتباط با DCS و استفاده از آن به عنوان یک DCU از طریق دریچه های اضافی این دستگاه از کانال سیم کشی مستقیم نصب شده بین پستهای مجاور، به هشت DCU دیگر دسترسی پیدا کند. استفاده از DCS موجب کاهش نیاز به خط تلفن خواهد شد. DCS همچنین می تواند کار مدیریت و حفظ اطلاعات از بالا به پائین یا برعکس را نیز انجام دهد. DCS قابلیت به روز شدن از طریق خط تلفن را دارد.

Bridge

هر جا که نیاز به ارتباط ما بین دو نقطه الکتریکی غیر متصل باشد، Bridge کاربرد دارد. به مانند یک پل ارتباطی عمل می کند و می تواند دو خط ولتاژ پایین یا یک خط ولتاژ پائین و یک خط غیر فعال را به یکسان به یکدیگر متصل نماید. Bridge رهائی از محدودیتهای توپولوژی شبکه توزیع برق را ممکن می سازد.

Host

درواقع کامپیوتری است مستقر در مرکز که با نرم افزار های ویژه قرائت خودکار (AMR) تجهیز گردیده است. ارتباط مرکز با DCU ها و DCS ها و نهایتا"R/B Box ها از طریق مودم انجام می پذیرد. Host به کمک نرم افزار ویژه خود، اطلاعات و فرامین مورد نظر برای اعمال در R/B های هدف را به طور مستقیم از اپراتور یا برنامه های دیگر می پذیرد و پس از تبدیل آن به صورت مناسب برای اجرا به واحدهای DCS و DCU ارسال می دارد.

طرح های ارسال و دریافت داده های کنتور های برق، آب و گاز

دو شکل بالا حالات مختلفی را در رابطه با استفاده از PLC جهت نقل و انتقال اطلاعات کنتور ها را نشان می دهد. لازم به ذکر است که علاوه بر ارسال و دریافت داده ها برای کنتور برق مشترکین این مورد می تواند جهت استفاده در کنتور آب و گاز نیز گسترش یابد. با این تفاوت که به یک مبدل به نام Transmitter نیاز خواهد بود. داده ها پس از خوانده شدن توسط سیستم الکترونیکی از کنتورهای آب و گاز توسط پروتکل RS485 به Transmitter منتقل شده و توسط این رابط از طریق خط برق شهری منتقل می شوند. [7]، [8]

شکلهای نشان داده شده در بالا در حالت کلی و بلوکی می باشد که در عمل قطعا باید تمهیداتی نیز در نظر گرفت.

در شکل اول نحوه قرائت مقادیر کنتورهای برق نشان داده شده است.

شکل دوم نشان دهنده یک حالت کلی است . همان طور که در شکل نیز مشخص است کنتور های آب و گاز با پروتکل RS485 به Transmitter و از طریق آن به خطوط انتقال قدرت فشار ضعیف کوپل شده اند. کنتورهای برق مستقیما به خطوط فشار ضعیف کوپل شده اند. در پست توزیع یک متمرکزکننده (concentrator) وجود دارد که اطلاعات را از خطوط قدرت دریافت و به کامپیوتر مرکزی و یا تعدادی دیگر از تجهیزات مانند سیستم های امنیتی از طریق خطوط مخابراتی ارسال می کند. در این شکل علاوه بر قرائت داده های کنتور برق داده ای کنتور آب نیز به شبکه PLC متصل شده است.

خطوط مخابراتی می تواند یکی از موارد زیر باشد :

۱- خطوط تلفن
۲- GSM
۳- ارتباطات بی سیم

کامپیوتر مرکزی تحت یک شبکه LAN داخلی به سایر کامپیوتر ها که هر کدام وظایف جداگانه ای به قرار زیر دارند متصل است :

۱- کامپیوتر صدور صورت حساب
۲- کامپیوتر ارائه گزارش ها
۳- کامپیوتر آنالیز کننده اطلاعات

همچنین شبکه LAN به قسمت های مختلف دیگر یک شعبه برق منطقه ای و یا موارد دیگر که می تواند شامل موارد زیر باشد متصل است :

۱- واحد اندازه گیری
۲- خدمات مشترکین
۳- ادارات مرکزی آب و گاز

نتیجه گیری:

این مقاله در خصوص بهینه سازی سیستم قرائت کنتور برق مشترکین و مزایای آن با استفاده از PLC و نحوه عملکرد و پیاده سازی آن می پردازد. قرائت و ثبت مقدار کنتور مشترکین برق در ایران مشکلات زیادی را ایجاد می کند که باعث نارضایتی مشترکین و همچنین ناکارامدی پروسه کاری این مورد و در نتیجه ضرر و زیانهای که قسمتی از آن متوجه اداره برق و قسمتی از آن متوجه مشترک خواهد بود می شود. استفاده از سیستم PLC جهت قرائت کنتور از راه دور با توجه به مزایای گفته شده در ایران باعث خواهد شد که علاوه بر ایجاد امکانات جدید و پیشرفته ، رضایت مشترکین جلب و همچنین بهره وری امور مربوط به اداره برق بالا رود. در این خصوص می باید که در شهرکها و شهرهای جدید التاسیس به جای استفاده از کنتورهای دیجیتالی و یا مکانیکی از کنتورهای مجهز به سیستم PLC استفاده شود و در الویت دوم برای سایر شهرها و مناطق جهت تغیرات مورد نظر برای استفاده از این سیستم اقدامات لازم صورت گیرد.

منابع:

1- IEEE Std 643™ - 2004 (Revision of 643TM - INTERNATIONAL Guide for Power Line Carrier Applications (IEEE Std 643-1980)

2- STANDARD IEC 61588 First

edition 2004-09, IEEE 1588™ IEEE

3- Stephen P. Carullo, Member, IEEE, and Chika O. Nwankpa, Member, IEEE "Experimental Validation of a Model for an Information-Embedded Power System" IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 20, No. 3, JULY 2005

4- Aleksey Bratukhin, Gerhard Pratl, Maksim Lobashov, Institute of Computer Technology Vienna University of Technology, Vienna, Austria , {bratukhi, pratl, lobashov}@ict.tuwien.ac.at, Peter Maas TeleControExpert GmbH Mühlacker, Germany , p.maas@tcecontrol.de, "Data Transparency in PLC-based SCADA and Metering Protocols"

5 –Murray Gunn, Department of Electrical Engineering ,University of New South Wales, Sydney, Australia, Communications Over Power Lines

6–http://www.osha.gov/SLTC/etools/electric_power/illustrated_glossary/substation_equipment/power_line_carrier

7_http://www.totalvoicecontrol.com/faq_HowdoesthePLCwork.html

8_http://en.wikipedia.org/wiki/Power_line_communication#column-one