دانشگاه بیرجند
دانشکده مهندسی

پایان نامه کارشناسی ارشد مخابرات

عنوان:

شبیه‌سازی و بررسی عملکرد یک سیستم طیف گسترده بر روی خطوط توزیع قدرت

استاد راهنما:

دکتر حمید فرخی

استاد مشاور:

دکتر ناصر ندا

نگارش:

محمد بدرزاده

اسفند ۸۸

تقدیر و تشکر

در اینجا لازم می‌دانم از زحمات بی دریغ استاد محترم جناب آقای

دکتر حمید فرخی و کلیهٔ عزیزانی که در جمع آوری و اتمام این

مجموعه مرا یاری رساندند تقدیر و تشکر نمایم.

چکیده

با افزایش تقاضا برای سرویسهای مخابراتی، استفاده از شبکه‌های خطوط توزیع قدرت به عنوان کانال مخابراتی با توجه به مزیتهای آن، اعم از گستردگی در کل جهان و مقرون به صرفه بودن، بسیار مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه شبکه‌های توزیع قدرت در همه جا گسترده می‌باشند ولی برای اهداف مخابراتی طراحی نگردیده‌اند. استفاده از کانال خطوط توزیع به عنوان کانال مخابراتی نیازمند به کار بردن تکنیکهای پیچیده و کارا می‌باشد. با توجه به تضعیف بیش از حد کانال، اثر چند مسیری و انواع مختلف نویز موجود، کانال توزیع قدرت یک کانال خشن محسوب می‌شود. لذا برای فائق آمدن بر این مشکلات و ارسال دیتا با نرخ بالا روی خطوط توزیع قدرت، نیازمند استفاده از تکنیکهای مناسب مخابراتی می‌باشیم. تکنیک مدولاسیون طیف گسترده گزینهٔ مناسبی برای سیستمهای مخابراتی خطوط توزیع قدرت می‌باشد. با استفاده از مدولاسیون طیف گسترده علاوه بر غلبه بر تداخلها و نویزهای باند باریک، کارایی سیستم در برابر اثر چند مسیری شبکه توزیع قدرت نسبت به مدولاسیونهای باند باریک افزایش پیدا می‌کند. در این پایان نامه به بررسی عملکرد یک سیستم طیف گستردهٔ CDMA روی خطوط توزیع قدرت، هم از طریق روابط ریاضی و هم از طریق شبیه سازی می‌پردازیم. مدولاسیون به کار رفته PSK و سیستم را یک سیستم همزمان در نظر می‌گیریم. و در آخر عملکرد خطای سیستم را در یک کانال چند مسیرهٔ قدرت در حضور نویز پالسی مورد ارزیابی قرار می‌دهیم.

فهرست

فصل اول: مقدمه ۱

مقدمه ۲

فصل دوم:پیاده سازی سیستمهای مخابراتی روی خطوط توزیع ۴

۲.۱ شبکهٔ توزیع خطوط قدرت ۵

۲.۲ استاندارد ۶

۲.۳ شبکه‌های PLC باند باریک ۷

۲.۴ PLC باند وسیع ۱۰

۲.۵ شبکهٔ دستیابی PLC ۱۱

۲.۵.۱ ساختار شبکهٔ دستیابی PLC ۱۱

۲.۵.۲ شبکهٔ PLC داخل خانه ۱۲

۲.۵.۳ ادوات شبکهٔ PLC ۱۳

۲.۵.۳.۱ ادوات اولیهٔ شبکه ۱۴

۲.۵.۳.۲ تکرار کننده ۱۵

۲.۵.۴ اتصال شبکهٔ PLC به شبکه اصلی ۱۷

۲.۵.۵ استفاده از تکنولوژیهای مخابرات در شبکهٔ PLC ۱۸

۲.۵.۶توپولوژی شبکهٔ توزیع مخابراتی PLC ۱۸

فصل سوم: مدل‌سازی کانال قدرت ۲۱

۳.۱ توپولوژی شبکهٔ ولتاژ پایین ۲۲
۳.۱.۱ اثر چند مسیری ۲۲
۳.۱.۲ تضعیف کانال ۲۴
۳.۲ تایید مدل ارائه شده با استفاده از اندازه‌گیری ۲۷
۳.۳ مدل چند مسیری اکو ۲۹
فصل چهارم: نویز خطوط توزیع قدرت ۳۱
مقدمه ۳۲
۴.۱ طبقه‌بندی نویز خطوط توزیع قدرت ۳۳
۴.۲ نویز زمینهٔ کلی ۳۵
۴.۳ نویز پالسی ۳۶
۴.۳.۱ نویز پالسی در حوزهٔ زمان ۳۸
۴.۳.۲ نویز پالسی در حوزهٔ فرکانس ۴۰
۴.۴ تجزیه تحلیل رفتار زمانی نویز پالسی ۴۳
۴.۴.۱ نرخ پالس ونسبت مزاحمت نویز پالسی ۴۳
۴.۴.۲ توزیع احتمال و نرخ رخداد نویز پالسی ۴۵
۴.۴.۳ عرض پالس نویز پالسی ۴۶
۴.۴.۴ دامنهٔ پالس نویز پالسی ۴۶
۴.۴.۵ فاصلهٔ بین پالسی ۴۸
فصل پنجم: مدولاسیون طیف گسترده ۴۹
مقدمه ۵۰

۵.۱ مدولاسیونهای طیف گسترده ۵۱
۵.۲ سیستم طیف گسترده دنباله مستقیم(DSSS) ۵۲
۵.۳ مدولاسیون پرش فرکانسی ۵۴
۵.۴ کدهای گسترده کننده ۵۵
۵.۴.۱ دنباله‌های شیفت رجیستری ۵۶
۵.۴.۲ کدهای گلد (Gold) ۵۷
۵.۵ گیرندهٔ RAKE ۵۹
۵.۶ دستیابی چندگانهٔ تقسیم کدی (CDMA) ۶۱
۵.۶.۱ DS-CDMA ۶۱
فصل ششم: شبیه‌سازی سیستم CDMA روی خطوط توزیع ۶۳
مقدمه ۶۴
۶.۱ مدل کانال ۶۵
۶.۱.۱ مدل کردن نویز کانال ۶۵
۶.۱.۲ مدل پاسخ ضربهٔ کانال ۶۶
۶.۲ فرستندهٔ سیستم ۶۷
۶.۳ گیرندهٔ سیستم ۶۸
۶.۴ بررسی عملکرد سیستم CDMA در کانال چند مسیری ۶۹
۶.۵ بررسی عملکرد سیستم CDMA با گیرندهٔ RAKE ۷۲
۶.۶ تایید نتایج بدست آمده از مدل ریاضی با استفاده از شبیه سازی ۷۴

۶.۷ بررسی عملکرد سیستم CDMA در حضور نویز پالسی ۷۷

۶.۸ آنالیز سیستم CDMA روی خطوط توزیع..... ۸۱

فصل هفتم: نتیجه گیری وکارهای آینده ۸۳

۷.۱ نتیجه گیری ۸۴

۷.۲ موضوعها و کارهای تحقیقاتی آینده..... ۸۴

مراجع ۸۶

فصل اول

مقدمه

مقدمه

در طول چند دهۀ اخیر استفاده از سیستم‌های مخابراتی به طور چشمگیری افزایش یافته است. از طرف دیگر ظهور سرویس‌های مخابراتی جدید و افزایش روزافزون تقاضا برای استفاده از این سرویس‌ها، ایجاد شبکه‌های جدید مخابراتی را امری ضروری کرده است. ایجاد شبکه‌های جدید و زیرساخت‌های مخابراتی، نیازمند سرمایه گذاری عظیمی در این صنعت می‌باشد. امروزه خطوط توزیع قدرت به عنوان یک زیرساخت آماده که تقریباً در همۀ مناطق جغرافیایی وجود دارد و ایجاد شبکه های جدید مخابراتی از این طریق بسیار مقرون به صرفه می‌باشد، بسیار مورد توجه محققان و شرکتهای ارائه دهنده خدمات مخابراتی قرار گرفته است. ایدۀ استفاده از خطوط جدید نمی‌باشد. استفاده از خطوط قدرت به عنوان کانال مخابراتی از قرن بیستم شروع شده است. در گذشته ارسال اطلاعات روی خطوط توزیع با نرخ بسیار پایین و صرفا به منظور نگهداری و مدیریت شبکه توزیع صورت می‌گرفته است. CFS[1] اولین سیستم مخابراتی خطوط توزیع قدرت می‌باشد که در شبکه‌های ولتاژ بالا مورد استفاده بوده وسیگنال با توان ۱۰ وات را تا مسافت ۵۰۰ کیلومتر ارسال می-نموده و برای عملیات کنترلی و اندازه‌گیری از راه دور در خود شبکه قدرت مورد استفاده بوده است و همچنین سیستم RCS[2] که در شبکه‌های ولتاژ متوسط و ولتاژ پایین به منظور مدیریت بار شبکه استفاده می‌شده است[۱]. امروزه از شبکه توزیع قدرت برای ارائۀ سرویسهای مخابراتی پهن باند نظیر اینترنت، تلوزیون دیجیتال، تلفون و دیگر سرویسهای پرسرعت دیگر استفاده می‌شود. علی‌رغم مزیتهایی که سیستمهای مخابراتی خطوط توزیع قدرت دارند، برای پیاده سازی سیستمهای مخابراتی روی خطوط قدرت با چالشهایی روبرو هستیم. همانطور که می‌دانیم شبکه‌های خطوط توزیع قدرت صرفا برای انتقال انرژی الکتریکی طراحی گردیده‌اند و دارای خصوصیاتی است که انتقال اطلاعات را مشکل می‌نماید. تضعیف در خطوط توزیع بسیار بالا و به فرکانس بستگی دارد و نیز عدم تطبیق امپدانس و اثر چند مسیرگی و نیز وجود

[1] Carrier Frequency Systems
[2] Ripple Carrier Signaling

انواع نویزها و تداخلهای مزاحم از جمله خصوصیاتی است که پیاده سازی سیستمهای مخابراتی در شبکه‌های توزیع قدرت را مشکل می‌سازد. از این رو شبکه خطوط توزیع قدرت برای ارسال اطلاعات کانالی خشن محسوب می‌شود[۲]. مدولاسیونی که برای سیستمهای مخابراتی خطوط توزیع قدرت به کار می‌رود علاوه بر این که باید توانایی غلبه بر رفتار خشن کانال قدرت را داشته باشد باید دارای کمترین پیچیدگی بوده و از نظر هزینه مقرون به صرفه باشد. لذا برای ارسال دیتا با نرخ بالا استفاده از تکنیک‌های مدولاسیون باند باریک[۱] تقریباً ناممکن می‌باشد. تکنیک مدولاسیونهای طیف گسترده گزینهٔ مناسبی برای سیستمهای مخابراتی خطوط توزیع می‌باشد. با استفاده از مدولاسیون طیف گسترده علاوه بر غلبه بر تداخلها و نویزهای باند باریک، کارایی سیستم در برابر اثر چند مسیرگی شبکه توزیع قدرت نسبت به مدولاسیونهای باند باریک افزایش پیدا می‌کند. از طرف دیگر با توجه به عرض باند محدود کانال خطوط توزیع قدرت، در سیستم‌های طیف گسترده با استفاده از تکنیک دستیابی چندگانه تقسیم کد (CDMA)[۲]، چند کاربر می‌توانند به طور همزمان از یک باند فرکانسی استفاده کنند.

[1] Single Carrier
[2] Code division multiple access

فصل دوم

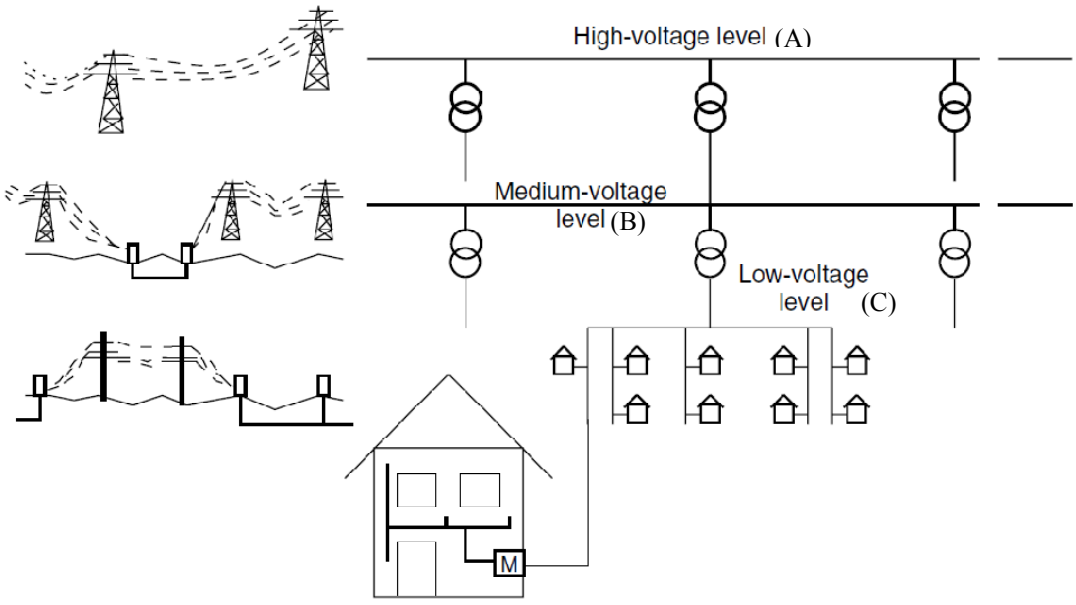
پیاده سازی سیستم‌های مخابراتی

روی خطوط توزیع قدرت

۲.۱ شبکه‌های توزیع قدرت

شبکه‌های توزیع قدرت از ۳ شبکه مجزا تشکیل شده است. شکل۱-۲ ساختار یک شبکه توزیع قدرت را نمایش می‌دهد. طبقه بندی این سه شبکه مجزا بدین صورت است:

- **شبکه‌های ولتاژ بالا(۱۱۰-۳۸۰ کیلو ولت):** شبکه‌ای که وظیفه‌اش انتقال انرژی الکتریکی تولید شده در نیروگاهها و تحویل آن به مصرف کننده‌های بزرگ با طی مسافتهای طولانی می‌باشد، وفقط دارای کابلهای هوایی می‌باشد (شکل ۱A-۲).
- **شبکه‌های ولتاژ متوسط(۱۰-۳۰ کیلو ولت):** شبکهٔ توزیع قدرت در مناطق بزگ مسکونی مانند مناطق شهری و مناطق صنعتی می‌باشد و دارای طولی به مراتب کمتر از طول شبکه‌های ولتاژ بالا است و وظیفه‌اش دریافت انرژی از شبکهٔ ولتاژ بالا و تحویل آن به شبکهٔ ولتاژ پایین می‌باشد. و به صورت کابل هوایی و هم به صورت زیرزمینی است شکل (۲-۲B).



شکل۱-۲ ساختار شبکه‌های توزیع قدرت

- **شبکه‌های ولتاژ پایین(۲۲۰-۴۰۰ ولت):** شبکهٔ توزیع قدرت که معمولا به کاربران خانگی ختم می‌شود و انرژی تحویل گرفته شده را به مصرف کننده نهایی تحویل می‌دهد. طول این شبکه از چند صد متر تجاوز نمی‌کند شکل (۲-۳C).

تجهیزات الکتریکی داخل خانه (Indoor Connection) گرچه توسط کاربر راه‌اندازی می‌شود ولی جزئی از شبکهٔ ولتاژ پایین محسوب می‌گردد. شبکه‌های ولتاژ پایین به طور گسترده در جهان به تعداد زیادی کاربر متصل می‌باشند که از این نقطه نظر استفاده از تکنولوژی PLC در شبکهٔ ولتاژ پایین بسیار مقرون به صرفه می‌باشد.

۲.۲ استاندارد

استفاده از خطوط توزیع قدرت به عنوان کانال مخابراتی نیازمند تعریف استانداردهایی می‌باشد. استاندارد CENELEC که در اروپا برای پیاده‌سازی سیستم PLC تعریف شده طیف فرکانسی ۹ تا ۱۴۰کیلوهرتز را بدین منظور اختصاص داده است (جدول۱-۲). استاندارد CENELEC با استانداردهای موجود در آمریکا و ژاپن که در آنها رنج فرکانسی تا ۵۰۰ کیلو هرتز را برای PLC اختصاص داده‌اند تفاوت می‌کند[۳].

جدول۱-۲ باند فرکانسی تخصیص یافته برای استانداردCENELEC [۳]

Band	Frequency rang (kHz)	Max.transmission amplitude	User dedication
A	9-95	10	Utilities
B	95-125	1.2	Home
C	125-140	1.2	Home

استاندارد CENELEC ارسال دیتا تا نرخ چندین هزار کیلو بیت بر ثانیه را ممکن می‌سازدکه برای عملیات محاسبه میزان مصرف و عملیات کنترلی(مدیریت بار شبکه،مونیتورینگ شبکه) ارسال دیتا با نرخ پایین،

اتوماسیون خانگی و کانال‌های صوتی مناسب می‌باشد. همانطوری که گفته شد استاندارد CENELEC محدود به مخابرات نرخ پایین می‌باشد. با توجه به اینکه نرخ ارسال دیتا با باند فرکانسی رابطهٔ مستقیم دارد، برای رسیدن به نرخ بیت‌های بالا نیازمند استفاده از رنج وسیع‌تری از طیف فرکانسی می‌باشیم(تا ۳۰ مگا هرتز). به هر حال هیچ استاندارد جامعی برای سیستم PLC که بالاتر از رنج فرکانسی استاندارد CENELEC وجود ندارد ولی تلاش‌هایی در جهت استانداردسازی می‌شود که به شرح زیر است:

PLCforum یک موسسه بین المللی برای یکسان سازی صنعت PLC و نیز گردآوردن علاقمندان به این صنعت از کل جهان می‌باشد، بیش از ۵۰ عضو اعم از شرکت های سازنده تجهیزات مخابراتی، شرکتهای تولید کننده انرژی الکتریکی و سازمانهای تحقیقاتی و غیره در آن عضو هستند. PLCforum در سه گروه کاری سازماندهی شده است: تکنولوژی، مقرراتی، بازاریابی[۴].

Home plug Power line Alliance یک گروه همکاری بدون اهداف اقتصادی می‌باشد که هدف آن مطالعات و تحقیقات و استاندارد سازی در زمینه محصولات پر سرعت مخابرات توزیع قدرت خانگی می‌باشد.

همچنین در موسسه مخابراتی اروپا (European Telecommunication Standard Institute ETSI) تلاشهای برای استاندارد سازی مخابرت خطوط توزیع باند وسیع صورت می‌گیرد[۵].

۲.۳ شبکه های PLC باند باریک[1]

PLC باند باریک که در آن نرخ ارسال دیتا بسیار پایین است عملکردی در باند فرکانسی بیان شده در نُرم CENELEC دارد. رنج فرکانسی این استاندارد به ۳ باند مجزا تقسیم می‌شود. باند A که مخصوص خود شبکه توزیع است و به منظور مونیتورینگ و مدیریت شبکه از آن استفاده می‌شود و باند B و C که برای اهداف خانگی تعریف شده است و در اتوماسیون در خانه‌ها و ساختمانها مورد استفاده است. نرخ ارسال بیت در PLC باند باریک از چندین هزار بیت بر ثانیه تجاوز نمی‌کند و ماکزیمم فاصله بین دو مودم در این سیستم نباید بیشتر از ا کیلومتر باشد و برای فواصل بیشتر نیازمند استفاده از تکرار کننده می‌باشیم.

[1] Narrowband PLC

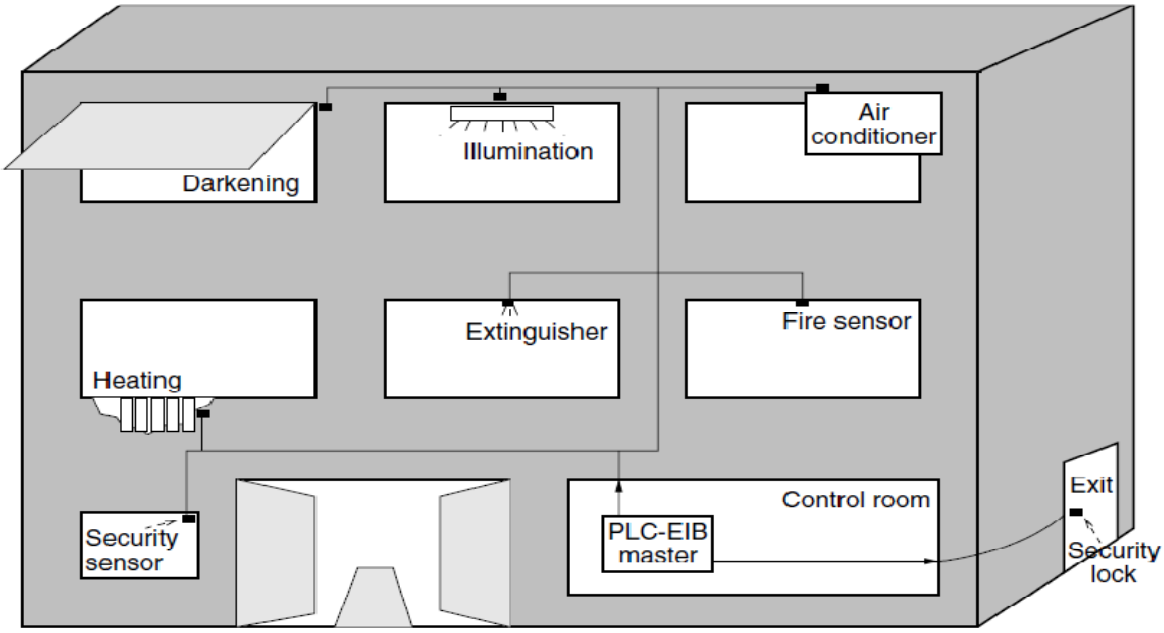
در PLC باند باریک از هردو مدولاسیون‌های باند باریک وباند وسیع استفاده می‌شود. در سیستم‌های PLC باند باریک اولیه از تکنیک مدولاسیون دامنه ASK استفاده می‌کردند. ولی مدولاسیون ASK در برابر خرابی-های موجود در شبکه PLC مقاوم نمی‌باشد. مدولاسیون BPSK از این جهت مدولاسیون مقاومی بوده و برای سیستم‌های PLC باند باریک مناسب می‌باشد ولی از آنجا که برای دمودلاسیون نیازمند آشکار سازی فاز هستیم، سیستم BPSK بسیار پیچیده می‌شود که مقرون به صرفه نیست. استفاده از سیستمهای PLC باند باریک با استفاده از مدولاسیون FSK امروزه بسیار مرسوم می‌باشد ولی در سیستم‌های PLC آینده استفاده بیشتر از سیستمهایی با مدولاسیون BPSK قابل پیش‌بینی است[۶].

امروزه از تکنیک های مدولاسیون پهن‌باند نیز در PLC باند باریک استفاده می‌کنند. از مزایای اینگونه از مدولاسیونها مانند مدولاسیون طیف گسترده مقاومت آن در برابر نویز باند باریک می‌باشد[۶].

یکی از مهمترین کاربردهای PLC باند باریک استفاده از آن در اتوماسیون خانگی بدون نصب تجهیزات شبکه اضافی می‌باشد. شکل۲-۲ نشان دهندهٔ کاربردهای PLC باند باریک در اتوماسیون خانگی می‌باشد که به شرح زیر است [۷]:

- کنترل وسیله‌های مختلف الکتریکی متصل به شبکه داخلی از قبیل روشنایی، وسایل گرمایشی وسرمایشی، آسانسور و غیره.
- ایجاد یک مرکز کنترل برای سیستم‌های ساختمانها.
- مونیتورینگ، عملیات ایمنی وکنترل سنسوری.

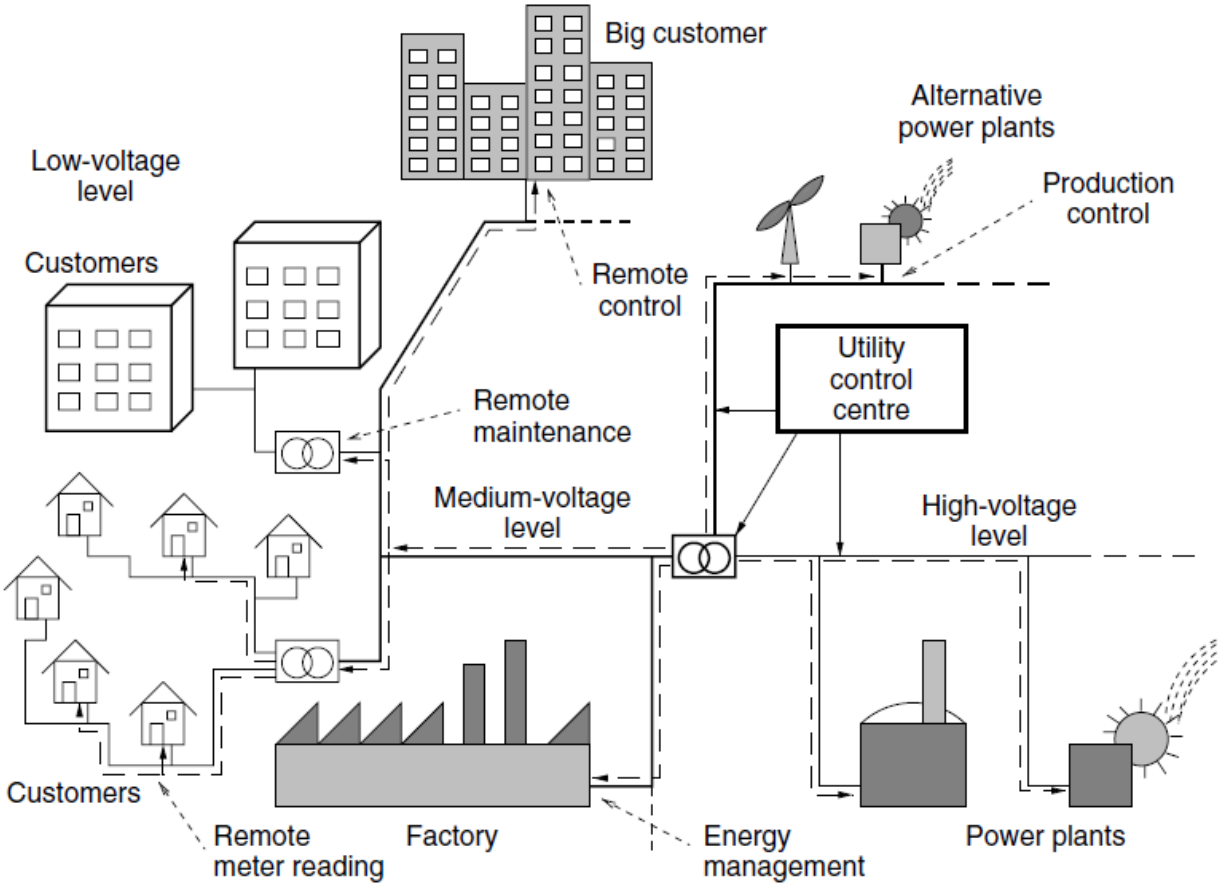
طبق استاندارد CENELEC برای مدیریت تولید و توزیع انرژی الکتریکی از باند فرکانسی A استفاده می‌شود. از این رو شرکت‌های تولید و توزیع انرژی با استفاده از خطوط توزیع می‌تواند عملیات کنترلی و مونیتورینگ داخل شبکه را بدون نصب تجهیزات و ایجاد شبکه‌های جدید انجام دهد. همچنین با استفاده از تکنولوژی PLC می‌توان عملیات مربوط به قرائت از راه دور میزان مصرف کاربران خانگی و صنعتی را انجام داد. از طرف



شکل۲-۲ ساختار سیستم‌های اتوماسیون خانگی

دیگر می‌توان مقدار تولید و مصرف انرژی الکتریکی را در ساعات مختلف روز مشاهده و کنترل کرد. در این مورد شرکتهای الکتریکی بسته به مقدار مصرف باید بعضی از نیروگاههای کوچک تولید انرژی(نیروگاهی کوچک آبی، بادی و خورشیدی) را از مدار حذف یا به مدار وارد کند. از طرفی این نیروگاههای کوچک قابل اطمینان نیستند و عملکرد آنها با تغییر آب و هوا تغییر می‌کند بنابر این مناطقی که توسط این نیروگاهای طبیعی کوچک تغذیه می‌شوند باید توسط منابع نیروگاهی دیگر در مواقع ضروری تغذیه شوند. بنابراین شرکت‌های الکتریکی باید ارتباط مخابراتی دائمی با این مناطق داشته باشند تا بتواند در کوتاه ترین زمان عملکرد سیستم را تغییر دهند. شکل۳-۲ نمونه‌ای از این عملیات کنترلی و مونیتورینگ برای مدیریت شبکه-های توزیع انژی را نمایش می‌دهد.

یکی دیگر از کاربردهای PLC باند باریک کنترل روشنایی معابر شهری و برون شهری می‌باشدکه این کنترل شامل مونیتورینگ و کلید زنی می‌باشد. طول شبکهٔ خطوط روشنایی بسیار طولانی می‌باشد که استفاده از یک شبکهٔ مجزا بسیار هزینه بر است[۸].



شکل۳-۲ ساختار کلی سیستمهای PLC باند باریک[۷]

۲.۴ PLC باند وسیع[1]

با استفاده از سیستمهای مخابراتی خطوط توزیع قدرت باند وسیع به نرخ بیتی بالاتر از نرخ بیت در PLC باند باریک، می‌توان نائل شد (بیشتر از ۲ مگا بیت بر ثانیه). بر خلاف PLC باند باریک که در آن ارسال دیتا با نرخ کم صورت می‌گیرد، در شبکه‌های باند وسیع سرویسهای مخابراتی جدید با نرخ ارسال بیت بسیار بالا را می‌توانیم پیاده کرد که از این رو سیستمهای شبکهٔ خطوط توزیع باند وسیع به عنوان ظرفیتی جدید در صنعت ارتباطات مورد توجه قرار گرفته است. پیاده‌سازی سرویس‌های مخابراتی باند وسیع روی خطوط توزیع

[1] Broadband PLC

قدرت یک گزینه مناسب برای ایجاد شبکه‌های مخابراتی ارزان قیمت بدون استفاده از کابلهای جدید می‌باشد. اما از آنجا که شبکه‌های توزیع قدرت صرفاً برای انتقال انرژی الکتریکی طراحی گردیده‌اند، برای پیاده سازی سیستمهای مخابراتی باند وسیع روی این خطوط با چالشهایی روبه‌رو هستیم. در حال حاضر سیستمهای باند وسیع مخابراتی روی خطوط توزیع پیاده سازی کرده‌اند که تا نرخ بیت ۲ مگا بیت بر ثانیه توانایی ارسال اطلاعات دارند[۷].

۲.۵ شبکهٔ دستیابی PLC

۲.۵.۱ ساختار شبکهٔ دستیابی PLC

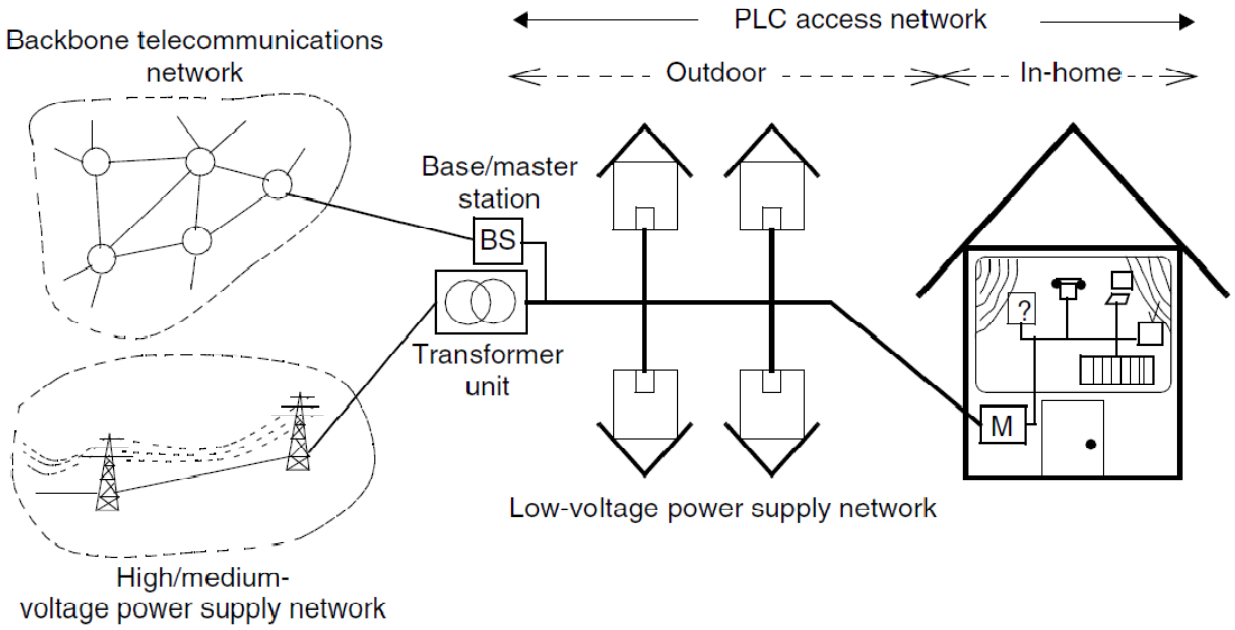
یک شبکهٔ ولتاژ پایین متشکل از یک واحد ترانسفورمر و تعدادی کابل انتقال انرژی است که به واحد مترینگ(کنتور) مصرف کننده نهایی ختم می‌شود. سیستم انتقال قدرت به کار رفته در شبکهٔ ولتاژ پایین به عنوان کانالی برای پیاده سازی شبکهٔ دستیابی PLC استفاده می‌شود. همانطور که در شکل ۴-۲مشاهده می-کنیم شبکه‌های ولتاژ پایین توسط واحدهای ترانسفورمر به شبکه‌های ولتاژ متوسط و بالا متصل می‌شوند. شبکه دستیابی PLC از طریق ایستگاه پایه[۱] که وظیفهٔ آن ارائهٔ سرویس مخابراتی به چندین مشترک نهایی می‌باشد، و در واحد ترانسفورمر قرار دارد به شبکهٔ اصلی (WAN) [۲] متصل میشود. سیگنال رسیده از شبکهٔ اصلی (WAN) قبل از اینکه روی خطوط توزیع ارسال شود باید به فرمی که قابل ارسال روی خطوط قدرت باشد تبدیل شود که این کار توسط مودمی که در ایستگاه پایه قراردارد انجام میشود.

کاربر PLC هم می‌تواند از طریق مودمی که در واحد مترینگ قرارگرفته است به شبکهٔ PLC وصل شود و هم از طریق سوکتهای موجود در سیمکشی خانگی به شبکه متصل شود. در مورد گزینهٔ اول کاربری که به مودم موجود در واحد مترینگ متصل است باید از تکنولوژی مخابراتی دیگری نیز استفاده کند(..WLAN[۳], DSL[۴]) .

[1] Base station(BS)
[2] Wide Area Network
[3] Wirless Local Area Network
[4] Digital Subscriber Line

ولی در گزینه دوم از سیم بندی داخل خانه به عنوان کانال مخابراتی استفاده می‌شود که از آن به عنوان راه حل PLC خانگی یاد می‌کنیم[۷].

مودم مورد استفاده در سمت کاربر سیگنالهای رسیده از شبکهٔ خطوط توزیع قدرت را به یک فرم استانداردی که توسط سیستم‌های مخابراتی مرسوم(ISDN[۱], Ethernet,.....) قابل پردازش باشد تبدیل می‌کند[۹].



شکل۴-۲ ساختار شبکهٔ دستیابی PLC[۷]

۲.۵.۲ شبکهٔ PLC داخل خانه

در سیستمهای PLC داخل خانه (Indoor) از تجهزات الکتریکی و سیم‌کشی داخلی به عنوان کانال مخابراتی استفاده می‌شود و می‌توان یک شبکه محلی PLC را داخل خانه پیاده‌سازی کرد بطوریکه دستگاههای مرسوم در خانه از قبیل تلفون، کامپیوتر، پرینتر، تلوزیون و دستگاههای ویدئویی را به هم متصل نماید. همچنین شبکه یک اداره کوچک را می‌توان به صورت یک PLCLAN[۲] پیاده‌سازی کرد. در هردو مورد

[1] Integrated Services Digital Network

[2] PLC Local Area Network

می‌توان از استفادهٔ کابل‌های مخابراتی جدید با قیمت بالا اجتناب کرد. امروزه علاوه بر این که استفاده از سیستمهای اتوماسیون در ساختمانهای بزرگ صنعتی و تجاری امری مرسوم است استفاده از آن در خانه‌های مسکونی نیز امری ضروری می‌باشد. سیستمهای اتوماسیونی از قبیل مونیتورینگ امنیتی، کنترل سیستمهای گرمایشی و سرمایشی، کنترل نور وغیره که نیازمند متصل بودن به تعداد زیادی سنسور، دوربین، موتورهای الکتریکی ولامپ‌های روشنایی می‌باشند. از این رو PLC خانگی راه حل مناسبی است برای ایجاد یک شبکه که ادوات مختلفی به آن وصل می‌باشند.

به طور اساسی ساختار شبکهٔ PLC خانگی با شبکهٔ دستیابی PLC به کار رفته در شبکهٔ ولتاژ پایین توزیع قدرت تفاوت چندانی ندارد. با توجه به شکل ۴-۲، ایستگاه پایه علاوه بر اینکه یک شبکه PLC خانگی را کنترل می‌کند، این شبکه را به محیط بیرون متصل می‌نماید. شکل ۵-۲ ساختار یک شبکهٔ خانگی PLC را نمایش می‌دهد. BS را می‌توان در واحد مترینگ (کنتور) ویا هر جای مناسب دیگر در شبکهٔ PLC خانگی قرار داد. همه وسایل شبکهٔ PLC خانگی را همانند کاربران شبکه دستیابی PLC به وسیله مودم متصل نمود. مودم در شبکهٔ PLC خانگی به صورت مستقیم به سوکتهای نصب شده بر روی دیوارها متصل می‌باشد، از این رو وسایل متعددی را میتوان از طریق سوکتهای دیواری به شبکه PLC خانگی متصل نمود. همچنین متصل نمودن شبکه PLC خانگی به شبکه‌های ارتباطی WAN امکان استفاده از سرویس‌های مختلف مخابراتی را از طریق پریز برق را به کاربر می‌دهد. شبکهٔ PLC خانگی را علاوه بر شبکه دستیابی PLC به شبکه‌های مخابراتی دیگر با تکنولوژی متفاوت نیز می‌توانیم متصل نماییم.

۲.۵.۳ ادوات شبکه PLC

همانطور که قسمت‌های قبل بیان شد شبکه‌های PLC از خطوط توزیع قدرت به عنوان کانالی برای ارسال انوع مختلف دیتا و سرویس‌های اتوماسیون استفاده می‌کند. برای ارسال سیگنال روی خطوط توزیع نیازمند تبدیل آن به فرمی دیگر می‌باشیم. از این رو شبکهٔ PLC شامل ادواتی است که تبدیل و ارسال سیگنال روی خطوط توزیع را تضمین می‌کند.