

به نام خدا

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات

اداره کل ارتباطات و فناوری اطلاعات استان اصفهان

**دسترسی به اینترنت از طریق PLC**

مرداد ۹۲

مقدمه:

فناوری Power Line Carrier یا اصطلاحاً PLC به بستری ارتباطی اتلاق می شود که از طریق خطوط انتقال نیروی برق قادر به ارسال و دریافت سیگنال های دیجیتالی است.

بدین صورت قادر خواهیم بود شبکه ای منسجم جهت نقل و انتقال داده ها بر روی شبکه برق خانگی داشته باشیم ؛ تنها کافی است هر دستگاه را به یک پریز برق وصل نموده و آنها را از طریق Ethernet Port به کامپیوتر متصل کنیم ، سپس اینترنتی پر سرعت بر روی کابل های برق را خواهیم داشت.

از مهمترین ویژگی های این تکنولوژی میتوان به نمونه های زیر اشاره کرد:

امکان ایجاد پهنای باند ۲ Mbps به صورت Full Duplex بر روی کابل های برق

پشتیبانی از Multicasting & IGMP Snooping

پشتیبانی از نقل و انتقال داده ، صوت و تصویر

Q VLAN & Optimized VLANs ۸۰۲۰۱

(QoS, 8 Level of queuing) (802.1p)

سیستم کدگذاری ۱۶۸ – DES ۳bit

قابلیت ایجاد پوشش و دسترسی در سرار منزل و یا دفتر کار

دارای قابلیت مدیریت از راه دور

### Plug & Play

اینترنت از طریق برق:

می توان گفت که مهم ترین کاربرد PLC انتقال داده های مخابراتی توسط خطوط فشار قوی بوده است، این انتقال اطلاعات به صورت آنالوگ انجام می شود و برای مدولاسیون سیگنال های ارسالی از روش های متفاوتی استفاده می شود. محدوده فرکانسی این سیگنال ها به طور معمول در حد کیلو هرتز است و البته در ایران با فرکانس های پائینی که بین ۴۰ تا ۵۰۰ کیلو هرتز است، کار می کنند. به همین خاطر هم می توان گفت که عمده ترین عاملی که باعث می شود ظرفیت انتقال کمی وجود داشته باشد همین فرکانس پایین است. البته با توجه به این که حجم اطلاعات کنترلی و حفاظتی شبکه برق زیاد نیست، این ظرفیت کم برای انتقال این داده ها زیاد به چشم نخواهد آمد و همین عامل هم باعث شده است که PLC جایگاه خود را به خوبی در شبکه های قدرت برق حفظ کند.

### PLC چگونه کار می کند؟

شبکه بندی خطوط برق که در اصطلاح power line نامیده می شود در این سیستم یکی از چندین راهی است که باعث اتصال یا شبکه شدن رایانه ها در منازل می شود. شما در حال حاضر هم برای ایجاد شبکه در منزل خود از سیم های الکتریکی استفاده می کنید. درست همانند کاری که برای شبکه بندی تلفن یا همان HomePNA<sup>۱</sup> انجام می شود، برای شبکه بندی خطوط برق هم نیازی به سیم کشی های جدید نخواهد بود. در این روش این اطمینان به تمامی کاربران داده خواهد شد که شبکه بندی برق هیچ هزینه اضافی را به صورت حساب برق شما اضافه نخواهد کرد و شبکه بندی خطوط برق ارزان ترین روش برای شبکه شدن سیستم های رایانه ای است که در یک مکان قرار گرفته اند. دو تکنولوژی متفاوت برای شبکه بندی خط برق وجود دارد که توسط دو شرکت متفاوت ارائه شده است. روش اول تکنولوژی اصلی گذرنامه یا همان Passport نام دارد که توسط شرکتی با نام intelogis مطرح شده است و روش دوم هم که به نسبت روش قبلی بسیار جدیدتر است، توان بسته یا PowerPacket نام دارد که توسط شرکتی با نام intellon توسعه پیدا کرده است.

### ارتباطات خطوط نیرو:

فناوری ارتباطات از طریق خطوط نیرو به طور حتم اگر زیر ساختی مطمئن داشته باشد می تواند به آسانی برای محیط شبکه های رایانه ای خانگی یا سازمانی هم مورد استفاده قرار گیرد. در حال حاضر برای این تغییر استاندارد خاصی تعیین نشده است و استانداردهایی که شرکت های مختلف ارائه کرده اند در قالب اتفاق خط نیروی دو شاخه خانگی و انجمن خط نیروی جهانی قرار گرفته است. شاید برای شما هم جالب باشد که با اصطلاحاتی که در این سیستم وجود دارد کمی بیشتر آشنا شوید. به طور مثال پهنای باند خطوط نیرو در اینترنت، خط قدرت با باند نیرو نامیده می شود. در این حالت ما می توانیم با استفاده از خطوط نیروی معمولی از طریق باند نیرو به اینترنت هم دسترسی داشته باشیم. در این شرایط برای استفاده از اینترنت کافی است که شما یک مودم BPL<sup>۲</sup> را درون ساختمانی قرار دهید که قرار است از اینترنت در آن استفاده کنید و پس از آن اینترنت خواهید داشت. شاید بتوان ادعا کرد که یکی از فواید این روش این خواهد بود که در مناطق روستایی هم بدون این که نیاز باشد تجهیزات خاصی در

۱. PNA(Phoneline Networking Alliance)

۲. BPL( Broadband Power Line)

نظر گرفته شود ارتباطات اینترنتی شکل بگیرد. سرعت اینترنت در این صورت در این مناطق بسیار زیاد نخواهد بود ولی مزیت آن این است که به آسانی می توان با صرف هزینه‌ای بسیار اندک، اینترنتی در حد اینترنت Dial Up برای روستاییان فراهم کرد.

### شبکه PLC:

برای این که بتوانیم ساختار یک شبکه PLC را بررسی کنیم باید به این موضوع آگاهی پیدا کنیم که PLCها هم از نظر سرعتی که می‌توانند برای انتقال داده‌ها داشته باشند و هم از نظر کاربرد متفاوت از هم هستند. PLCهایی که سرعت بسیار کمی دارند بیشتر در خطوط توزیع فشار ضعیف مورد استفاده قرار می‌گیرند و کاربرد آن‌ها بیشتر برای اندازه گیری مصرف انرژی به صورت ریموت یا اتوماسیون سیستم تجهیزات خانگی می‌باشد. در دسته بعدی PLCهایی را می‌توان قرار داد که از نظر سرعت در جایگاه متوسطی قرار دارند، این دسته هم در خطوط فشار متوسط یا قوی مورد استفاده قرار می‌گیرند و از کاربردهای ابتدایی آن‌ها می‌توان به کاربردهای حفاظتی، کنترل از راه دور نیروگاه‌ها و همچنین ارتباط میان پست‌ها و نیروگاه‌ها اشاره نمود. در دسته سوم که PLCهایی با سرعت بالا قرار می‌گیرند می‌توان موارد متفاوت‌تری را مشاهده کرد، از این دسته بیشتر در خطوط توزیع فشار ضعیف و متوسط استفاده می‌شود و از کاربردهای عمده آن می‌توان به انتقال اطلاعات و داده‌های صوتی یا تصویری اشاره کرد. همچنین با استفاده از این PLCها می‌توان ارتباطی میان شرکت‌های مختلف برقرار کرد و به عبارت دیگر می‌توان از آن به عنوان بستری قدرتمند برای اتصال به اینترنت استفاده کرد. از فناوری PLC که می‌تواند با استفاده از خطوط قدرت دسترسی به اینترنت را فراهم سازد، در بسیاری از سازمان‌ها استفاده می‌شود. در این بستر اطلاعات و داده‌های دیجیتال از طریق اضافه شدن به امواجی با فرکانس بالا روی خطوط الکتریکی، به مقصد مورد نظر انتقال پیدا خواهند کرد. به عبارت دیگر در این بستر موجی که حامل است، اطلاعات را به سیگنال‌هایی که بین ۵۰ تا ۶۰ هرتز قدرت دارند، منتقل می‌کند و این ارتباط می‌تواند از طریق پهنای باند وسیع روی خطوط برق با نرخ اطلاعات یک مگابیت در ثانیه یا با پهنای باند بسیار کمتر و سرعت بسیار پایین‌تر برقرار شود. برای برقراری این ارتباط و اتصال به اینترنتی که از طریق این بستر در اختیار کاربران قرار می‌گیرد، کافی است که مودم‌ها درگاه خروجی الکتریکی منازل یا سازمان‌های اداری را به رایانه‌ها متصل کنند. در این صورت کاربران می‌توانند به آسان‌ترین شکلی که برایشان ممکن است به اینترنت دسترسی داشته باشند.

### مشکلات فنی موجود در به کارگیری فناوری PLC:

چون PLC از شبکه الکتریکی برای ارتباط استفاده می‌کند، مشخصه‌های این شبکه در عملکرد PLC موثر است. مهمترین مسائل فنی که سیستم PLC با آن روبرو است عبارتند از:

- ظرفیت سیستم های PLC
- فاصله دسترسی به شبکه اینترنت
- ساختار شبکه

### مشکلات دیگر موجود در به کارگیری فناوری PLC:

علاوه بر مشکلات فنی معرفی شده مشکلات دیگری نیز در به کارگیری این فناوری وجود دارد. این مشکلات شامل مشکلات اجرایی و اقتصادی می‌باشد.

مشکلات اجرایی در هر کشور نیز با توجه به فضای حاکم بر آن متفاوت است به طور مثال چند نمونه از آن عبارت است از:

- قوانین موجود در هر کشور

بعضی از قوانین حقوقی و مالی در کشور ممکن است بسیار محدود کننده باشند و شرکت‌های تامین کننده خدمات PLC نتوانند کار خود را به صورت بهینه و فنی پیش ببرند.

- عملکرد شرکت‌های طرف قرارداد (مثلاً شرکت‌های توزیع و شرکت‌های خصوصی واسطه)

نحوه عملکرد شرکت‌هایی که مسئولیت اجرایی پیاده‌سازی PLC را بر عهده دارند در بررسی مشکلات اجرایی قابل توجه است. به طور مثال، اینکه آیا شرکت‌های توزیع مستقیماً تحت نظارت دولت هستند یا به طور مستقل عمل می‌کنند و موارد دیگر، عواملی هستند که در اجرای تکنولوژی PLC در ایران موثر هستند.

- کمبود سرمایه‌گذار اولیه،

با توجه به اینکه فناوری PLC در سطح توزیع اولیه می‌باشد، برای راه‌اندازی آن در سطح وسیع، نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه بالایی مخصوصاً برای اتصال شبکه مخابراتی به شبکه برق می‌باشد.

از مشکلات به کارگیری تکنولوژی PLC در ایران، هزینه و قیمت تجهیزات PLC برای مصرف‌کنندگان نهایی است. به طور مثال اگر یک مصرف کننده خانگی ایرانی بخواهد سیستم PLC را در سطح ساختمان خود پیاده سازی کند، و بدون سیم‌کشی اضافه در ساختمان از سیم‌های برق برای انتقال اطلاعات استفاده کند باید مودم‌های مخصوص که نسبتاً قیمت بالایی دارد (به طور متوسط ۲۰۰۰۰۰۰ ریال) را تهیه کند. ممکن است برای بسیاری از خانواده‌ها و ادارات ایرانی تهیه این تجهیزات مقرون به صرفه نبوده و از راه‌های دیگری برای انتقال اطلاعات استفاده شود.

### بررسی تخصصی:

ارتباطات خط نیرو می‌توانند برای نیروی زیر ساخت سیمی موجود برای حمل اطلاعات به خوبی استفاده شود. بیشترین تکنولوژی‌های PLC آنها را به یک شبکه سیمی مخصوص محدود می‌کند، اگرچه بعضی سیستم‌ها توانایی شبکه‌های سیمی چندین ظرفیته (هر دوی شبکه توزیع و قضیه سیم کشی) را دارند. هر تکنولوژی کاربردهایی دارند که می‌توانند در داخل صنعت بکار رود.

تکنولوژی‌هایی که از فرکانس‌های بالا استفاده می‌کنند توانایی حمل مقدار زیاد اطلاعات در سرعت بالا در مسافت‌های کوتاه را دارد. این تکنولوژی معمولاً هنگام برخورد سیگنال یک ترانسفورماتور مسدود می‌شود. این تکنولوژی معمولاً می‌تواند در BPL ۱۰۸۵ بکار انداخته شود.

تکنولوژی‌هایی که فرکانس‌های متوسط استفاده می‌کنند معمولاً می‌توانند بطور نسبی در مسافت‌های دور حرکت کنند و معمولاً هنگام برخورد سیگنال یک ترانسفورماتور مسدود شده هستند. این تکنولوژی معمولاً روی رنج BPL ۱۰۸۳ اداره می‌شوند. استفاده مهم این چنین تکنولوژی برای حمل سیگنال‌های کنترلی در سرتاسر خط انتقال از یک شعبه است.

تکنولوژی‌هایی که از فرکانس‌های پایین استفاده می‌کنند به توانایی برای گفتگوی مسافت‌های خیلی زیاد گرایش دارد مثل طول کامل سوخت‌رسان از میان ترانسفورماتورها و بانک‌های خازن و بدون اجزای گذرگاه یا تکرار کننده، گرچه آنها اطلاعات کمتری را حمل می‌کنند.

عظمت اجرای رنج‌های سیستم‌های مختلف بین ۱۰ تا ۰/۰۰۱ BPL است. نسبت به یک سیستم سرعت بالای موجود این تکنولوژی‌ها جهت بکار گرفتن معماری‌های متوازی عظیم که اهداف مشابه در یک مسیر مختلف صورت می‌گیرد گرایش دارد.

یک انتخاب ممکن استفاده از BPL برای ارتباطات بی‌سیم است مثل آویختن نقطه دسترسی WiFi یا ایستگاه پایانه تلفن سلولی روی پل‌های سودمند. مثلاً اجازه به استفاده کننده‌های پایانی درون یک رنج مطمئن، به وصل شدن همراه با تجهیزات که قبلاً داشته‌اند.

در آینده نزدیک BPL ممکن است برای شبکه‌های WiMAX استفاده شود.

موضوع بزرگ دوم دوام سیگنال و فرکانس عامل می‌باشد. سیستم برای استفاده فرکانس‌ها در رنج ۱۰ تا ۳۰ MHz است که در دهه‌ها برای اپراتورهای رادیویی غیرحرفه‌ای، به خوبی گوینده‌های رادیویی جهانی استفاده شده‌اند و تنوع سیستم‌های مخابراتی (نظامی، هوانوردی و...) خط‌های نیرو هستند. مانند (موج گیر رادیو) برای سیگنال‌هایی که حمل می‌کنند و دارای پتانسیل برای زدودن کامل بلااستفاده رنج ۱۰ تا ۳۰ MHz برای اهداف ارتباطات رادیویی هستند عمل خواهند کرد.

سیستم‌های BPL مدرن از مدل‌سازی OFDM استفاده می‌کند که به ایجاد مداخله در خدمات رادیویی بوسیله حذف بسامدهای خاص استفاده شده اجازه می‌دهد. یک مطالعه مشارکتی ۲۰۰۱ توسط ARRL و مجوز خط برق Home plug نشان داد که مودم‌هایی که از این تکنیک استفاده می‌کند در کل این است که با جداسازی میانجی آنتن از ساختار مشمول در سیگنال Home plug است که آن مداخله مفهومی و قابل استنباط بود و مداخله فقط زمانی اتفاق افتاد که آنتن به طور فیزیکی نزدیک خطوط برق بوده انتشارات سرعت بالاتر با استفاده از بسامدهای امواج میکرو از طریق یک موج سطحی جدیداً کشف شده مکانیم به نام E-Live منتشر شده و با استفاده از فقط یک رسانای خط برق منفرد نمایان شده‌اند این سیستم‌ها پتانسیلی را برای ارتباط دوتایی کامل در دستیابی ۱ Gbit/s در هر جهت نشان داده‌اند. کانال‌های WiFi چندگانه با همزمانی آنالوگ تلویزیون در باندهای نامجاز ۳/۵، ۴/۲ عملکردی از طریق یک خط ولتاژ متوسط منفرد نشان داده شده‌اند. در ضمن، به دلیل اینکه قادر به عملکرد در هر جا در ۱۰۰ هرتز می‌باشد این تکنولوژی به طور کامل قادر به ممانعت مداخله موضوعات مربوط به نور تقسیم شده مصرف است در حالیکه انعطاف‌پذیری مدل‌سازی بیشتری را ارائه می‌کند و پروتکل‌ها برای هر نوع دیگر از سیستم ریز موج یافت می‌شوند.

لازم به ذکر است از ویژگی‌های این بستر به پیاده‌سازی کیفیت خدمات<sup>۳</sup> (Qos) و طبقه سرویس (Cos) اجازه می‌دهد. تکنولوژی‌ها تحویل دهنده‌ی سرعت‌های بیش از ۲۰۰ Mbit/s در لایه فیزیکی و ۱۳۰ Mbit/s در لایه کاربردی هستند که گرچه نرخ‌های قطعی گذر توسط رقیق سازی و سطح صدا تنزل می‌یابند.

۳. Qos(Quality of Service)

اخیراً، شرکت‌های ارتباطات تلفنی و برق بررسی‌های فن‌آوری BPL را آغاز کردند و گروه‌های رادیویی را مورد اعتراض قرار دارند. پس از ادعاهای مداخله توسط این گروه‌ها، بسیاری از پیشروان خیلی زود پایان گرفته، اگرچه ARRL و دیگر گروه‌ها نیز ادعا کردند. بعضی از ارائه‌کننده‌ها هادی این پیشروان بودن حال شروع به ایفای نقش در مجاورت‌های محدود شده در سایت‌های انتخابی با سطوحی از پذیرش کاربر شده‌اند. شرایط مدرک شده‌ای از مداخله است که به FCC<sup>۴</sup> توسط کاربران رادیویی آماتور گزارش شدند. به دلیل این مشکلات ادامه دار اپراتورهای رادیو آماتور و دیگر زمینه‌های یک عریضه برای توجه مجدد به FCC در فوریه ۲۰۰۵ بود. استرالیا، نیوزلند و دیگر مکان‌ها نیز آلودگی طیفی BPL را تجربه کرده‌اند و توجهاتی در اعضای دولتی‌شان ایجاد شد. در انگلستان، BBC نتایج تعدادی از بررسی‌ها را برای تشخیص مداخله از نصب‌های BPL را منتشر کرده است.

سازمان فن‌آوری و تحقیق ناتو گزارشی را تحت عنوان مداخله MF، ابزار و رویکردها (TST-TR-RTO-۰۵۰) ارسال کرد که نتیجه‌گیری کرد که گسترش وسیع BPL اثری مضر بر روی ارتباطات رادیویی MF نظامی و سیستم‌های COMINT دارد. قوانین جدید FCC نیازمند سیستم‌های BPL برای قادر بودن به بسامدهای ایجاد شکاف بر روی مداخلات پدید آمده است و بستن آن در صورت لزوم برای حل مداخله است. سیستم‌های BPL در ۱۵ بخش FCC کار می‌کند و محدودیت‌ها هنوز در ارتباطات رادیویی بی سیم ملاحظه می‌کنند و نیازمند حل مشکلات تداخل امواج هستند.

## منابع و مراجع:

Alfredo Vaccaro, Domenico Villacci, "Performance analysis of low earth orbit satellites for power system communication", Power System Research Group, University of Sannio, Department of Engineering, April 2004.

Dabbagh Information Technology, "Powerline communications - Electrifying the broadband", PC Magazine M&NE, 2004

<sup>۴</sup> Federal Communications Commission