

Nº3 | NUEVAS TECNOLOGÍAS | MARZO 2008

# TECNOLOGÍA EMERGENTE: BANDA ANCHA EN LÍNEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA

---

**Autores:** Ing. Edgar Darío Perrin  
Tec. Manuel César Basel

---

COORDINACIÓN DE LAS PUBLICACIONES:

Ing. Guillermo Clemente | Ing. Guillermo Montenegro

DISEÑO Y DIAGRAMACIÓN:

Aixa Sacco | Area de Comunicaciones e Imagen Corporativa

La información contenida en la presente publicación puede ser utilizada total o parcialmente mientras se cite la fuente.

**ISBN 978-987-24110-4-6**

Hecho el depósito que marca la Ley N° 11.723

Primera Edición: 2000 ejemplares

Buenos Aires, Marzo de 2008

# NÓMINA DE AUTORIDADES

## **PRESIDENTA DE LA NACIÓN**

DRA. CRISTINA FERNANDEZ

## **MINISTRO DE PLANIFICACIÓN FEDERAL, INVERSIÓN PÚBLICA Y SERVICIOS**

ARQ. JULIO MIGUEL DE VIDO

## **SECRETARIO DE COMUNICACIONES**

ARQ. CARLOS LISANDRO SALAS

## **COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES**

### **INTERVENTOR**

ING. CEFERINO ALBERTO NAMUNCURÁ

## **UNIDAD DE AUDITORÍA INTERNA**

CR. CARLOS ALBERTO BONOMI

## **GERENCIA DE CONTROL**

DR. SILVIO DE DIEGO

## **GERENCIA DE INGENIERÍA**

ING. GUILLERMO CLEMENTE | ING. CARLOS GAINZA

## **GERENCIA DE SERVICIOS POSTALES**

DR. ALFREDO JAVIER PÉREZ

## **GERENCIA DE RELACIONES INTERNACIONALES E INSTITUCIONALES**

LIC. SERGIO SCARABINO | LIC. NÉSTOR CHUMBITA

## **GERENCIA DE ADMINISTRACIÓN DE RECURSOS**

LIC. HORACIO JOSÉ TRUCCO

## **GERENCIA DE ASUNTOS JURÍDICOS Y NORMAS REGULATORIAS**

DRA. JUVINA INÉS INTELÁNGELO DE TEN

## **COORDINACIÓN DE CENTROS DE COMPROBACIÓN TÉCNICA DE EMISIONES**

ING. VICTOR DANIEL FRIZZERA



# ÍNDICE

|  |          |
|--|----------|
| <b>PRÓLOGO</b>   | <b>7</b> |
| Introducción a la tecnología PLC                           | 11       |
| Concepto de PLC  | 13       |
| Descripción de Equipamiento de un Sistema PLC              | 15       |
| Modulación empleada en Sistemas PLC                        | 21       |
| Potencial de los Sistemas PLC                              | 25       |
| Actualidad en Argentina                                    | 26       |
| Principales Limitaciones Actuales                          | 27       |
| Aspectos técnicos para la implementación de estos sistemas | 31       |
| Compatibilidad Electromagnética                            | 33       |
| Estándares de Equipamiento e Interconexión                 | 41       |
| Comparación con Otras Tecnologías de Banda Ancha           | 45       |
| Condiciones generales para el desarrollo comercial         | 49       |
| Ventajas - Desventajas de PLC                              | 51       |
| Consideraciones Finales                                    | 55       |
| Bibliografía   | 57       |



### PRÓLOGO

*En consonancia con los lineamientos trazados desde el Gobierno Nacional y el Ministerio de Planificación Federal, Inversión Pública y Servicios, tendientes a promover una política social estratégica que posibilite recuperar la participación del Estado en la formulación de políticas e instrumentos de crecimiento, inclusión y desarrollo social, desde que comenzó nuestra gestión, en la CNC hemos ido desarrollando una serie de prácticas y actividades tendientes a construir un nuevo paradigma en cuanto al rol del Organismo en su relación con la sociedad.*

*Durante estos años hemos implementado diversos proyectos con el objetivo de mejorar los sistemas de información y comunicación, habilitar mecanismos de participación ciudadana, hacer más eficientes los procedimientos administrativos y de resolución de reclamos y diseñar nuevas estrategias de control en materia de Telecomunicaciones, Espectro Radioeléctrico y Postales, demostrando que es posible lograr una gestión pública con altos niveles de calidad y eficiencia, generando una mayor capacidad de control, optimizando recursos, desarrollando investigaciones, innovando tecnológicamente y redefiniendo las relaciones con los distintos actores sociales involucrados.*

*Dentro de este marco de mejores prácticas encaradas durante la actual gestión, una de las acciones fundamentales que nos hemos propuesto fue la generación y transferencia de conocimientos, impulsando, entre otros proyectos: Convenios de Cooperación para el desarrollo de nuevas tecnologías y aplicaciones con la Comisión Nacional de Actividades Espaciales, CONAE;*

## PRÓLOGO

---

*un Proyecto de Indicadores del Mercado de Telecomunicaciones, a efectos de disponer de información actualizada, consistente y confiable que permita reflejar el estado del sector, así como configurar un instrumento de gran valor estratégico para la gestión, planificación y control del mercado; la implementación de un Programa Federal de Capacitación a Cooperativas que prestan servicios de telecomunicaciones, informando acerca de los requerimientos, condiciones y posibilidades regulatorias y técnicas existentes, contribuyendo a mejorar la calidad de los servicios que prestan y a promover la competencia; y el desarrollo de una serie de investigaciones con el objetivo de aportar información sobre la materia en función de ciertas preocupaciones detectadas en distintos sectores sociales, tal el tema de las radiaciones no ionizantes, el emplazamiento de antenas y el reciclado y tratamiento de residuos electrónicos.*

*Es dentro de este contexto donde se encuadra la presente colección sobre nuevas tecnologías en el ámbito de las telecomunicaciones, conformada por 10 investigaciones realizadas por un grupo de estudio interdisciplinario, con el objetivo de brindar información actualizada a distintos actores acerca de los diversos avances tecnológicos y sus posibilidades de implementación, dotándolos de nuevas herramientas y conocimientos a fin de poder mejorar y ampliar los variados servicios de telecomunicaciones.*



### PRÓLOGO

---

*El desarrollo de estas investigaciones es posible gracias al formidable capital humano con que contamos en nuestro Organismo, altamente capacitado, en constante formación y con amplia predisposición y voluntad para compartir y transmitir sus conocimientos y experiencias en la materia.*

*La conformación de grupos de estudio se prevé que sea extendida a otras áreas del Organismo, a fin de investigar y divulgar sobre diversas temáticas de interés tanto particular, para el mercado de telecomunicaciones, como general, para la sociedad en su conjunto, pues consideramos que el desarrollo de investigaciones propias constituye una obligación y una responsabilidad para el Estado en tanto instrumento para mejorar las condiciones sociales de nuestra población, y, en particular para nuestro Organismo, con el propósito de facilitar y promover el acceso a las telecomunicaciones, a la información y al conocimiento.*



Ing. Ceferino Namuncurá

**INTERVENTOR**

COMISIÓN NACIONAL DE COMUNICACIONES



# INTRODUCCIÓN A LA TECNOLOGÍA PLC

La idea de utilizar un cable eléctrico para la transmisión de información no es nueva, desde los años 30 se conocen antecedentes de un sistema que permitía a las empresas de energía controlar el consumo, el encendido del alumbrado público y el valor de las tarifas eléctricas por medio de una señal de baja frecuencia (100 Hz) que viajaba a través de los cables de la red en un solo sentido. A mediados de los 80 se iniciaron investigaciones sobre el empleo de los cables eléctricos como medio de transmisión de datos y a fines de esa década ya se conseguía transmitir información en ambas direcciones. A finales de los 90 se consiguió que esta transmisión se realizara a velocidades suficientemente elevadas. Esto permitió vislumbrar una aplicación en el campo de las telecomunicaciones: el acceso a Internet.

Recientemente ha surgido un nuevo sistema de comunicaciones denominado Power Line Communications (PLC) - en Europa - y Broadband Power Line (BPL) - en Norteamérica - para atender la demanda de una “Banda Ancha Real”. Esta tecnología consiste en utilizar las líneas de distribución eléctricas para la transmisión de información.



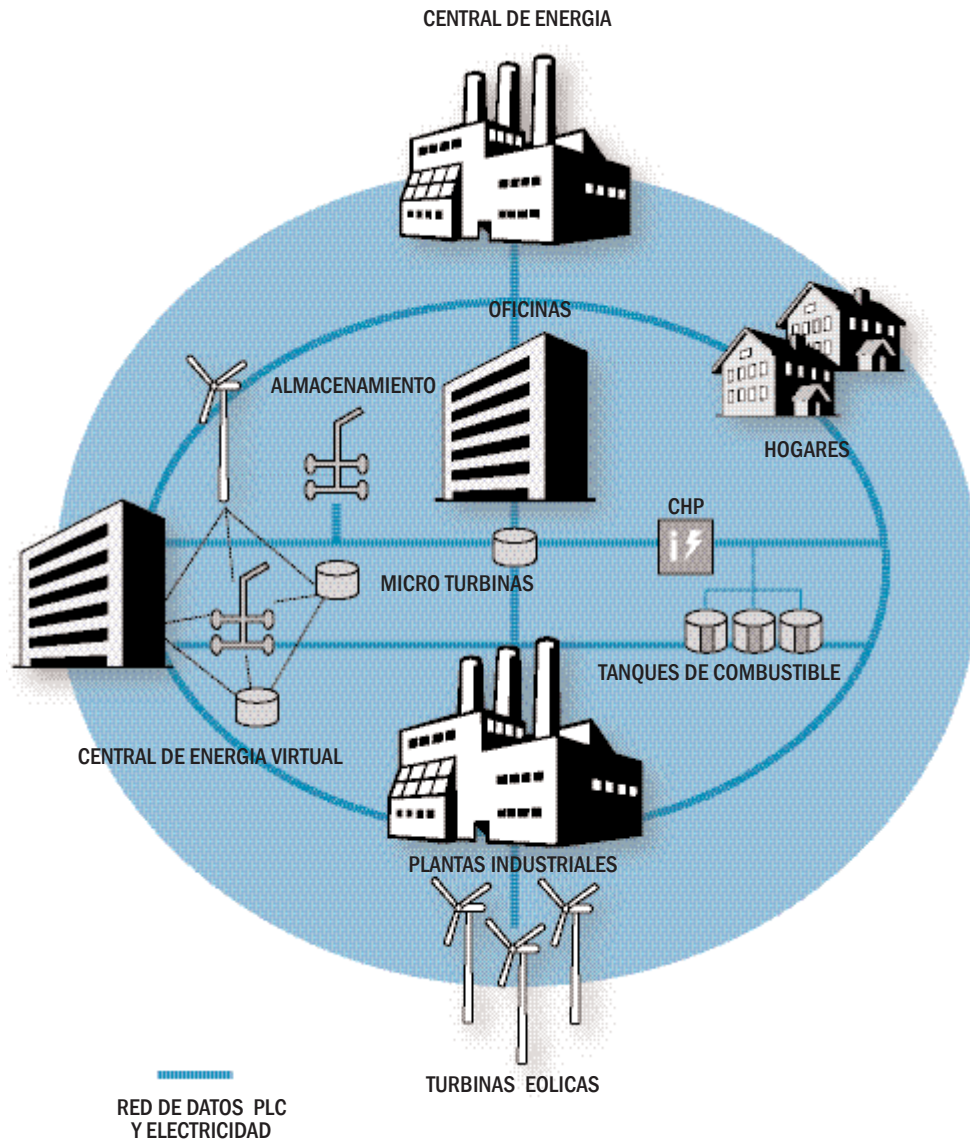
### CONCEPTO DE PLC

Consiste en la transmisión de voz y datos a través de la red eléctrica, específicamente utilizando las redes de distribución de media y baja tensión. El tramo de media tensión se encuentra entre la subestación de distribución hasta el centro de distribución, mientras que la parte de baja tensión (220V y 380V) es la que distribuye la energía dentro de los centros urbanos para uso doméstico, comercial e industrial.

Hace muchos años que empresas e ingenieros están tratando de hacer realidad esta idea en un intento de aprovechar la red existente (la mitad de la población mundial cuenta con energía eléctrica). De esta manera, las compañías eléctricas incrementarían su rentabilidad al aumentar el valor agregado de sus servicios con una mínima inversión, aprovechando su infraestructura para fines distintos de los que habían sido concebidos inicialmente, en el caso que éstas sean las explotadoras exclusivas de dicha tecnología; o bien ofrecer su infraestructura mediante concesión a alguna empresa prestadora de servicios de telecomunicaciones.

La transmisión de la energía eléctrica y la transmisión de datos sobre el mismo conductor eléctrico son posibles ya que ambas transmisiones operan en rangos de frecuencia muy separados entre sí. La tecnología PLC utiliza el rango de frecuencias de 1,6 MHz a 35 MHz, que es muy superior al rango máximo que utiliza la energía eléctrica (50 Hz).

## CONCEPTO DE PLC



Fuente: Proyecto Opera

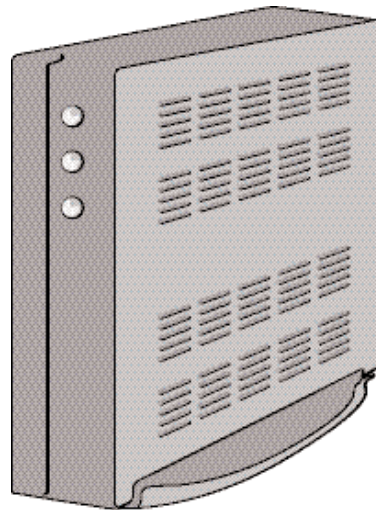
### DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA PLC

El sistema de comunicaciones sobre red eléctrica (PLC) consiste en una red full dúplex punto a multipunto (permite copiar la red/instalación eléctrica) con los siguientes elementos:

- **EQUIPAMIENTO DE USUARIO**  
(CUSTOMER PREMISE EQUIPMENT, CPE):

Es el módem o dispositivo de usuario y generalmente es de su propiedad. Proporciona acceso al servicio telefónico y a Internet, al cual se conectan un teléfono y una PC. El CPE está conectado al ordenador a través de un puerto Ethernet, un concentrador/commutador u otros medios como interfaces USB, etc. También se puede utilizar un adaptador telefónico (TEL Gateway) que permite la conexión de un teléfono analógico a través de la red eléctrica. El módem de usuario se conecta, a través de la línea de energía, con un equipo denominado Home Gateway o Repetidor. Los datos son transmitidos desde el

CPE al Head End (equipo maestro o cabecera, HE). El CPE es el esclavo en la red, y su acceso ha debido ser autorizado previamente por el HE.

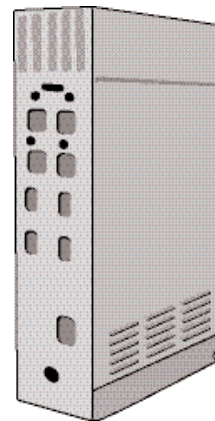


Fuente: Mitsubishi Electric

## DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA PLC

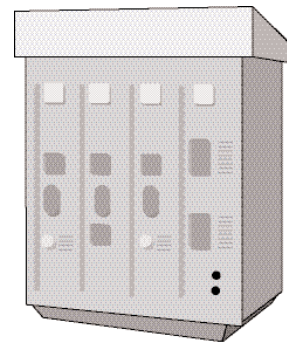
- PASARELA DE USUARIO (HOME GATEWAY, HG):

Se emplea como repetidor en aquellos casos en los que la señal es reducida, o incluso como router para implementar una LAN doméstica. Es una combinación de un CPE y un HE. Este equipo puede atender hasta 256 módems de usuario. Generalmente se lo ubica en la sala de medidores eléctricos de un edificio, a título de ejemplo. El Repetidor, a su vez, se conecta con el equipo Head End o Terminal.



- EQUIPO CABECERA (HEAD END, HE):

Éste actúa como un router y se sitúa junto al transformador, por lo general de media a baja tensión. El HE contiene un router con una tarjeta modem para la red eléctrica basada en tecnología PLC, generalmente propiedad de la compañía eléctrica. Este equipo se comunica con los Home Gateways o bien directamente con los módems de usuario. El HE es el dispositivo “maestro” de la red PLC y proporciona elevado ancho de banda a un máximo de 254 nodos.



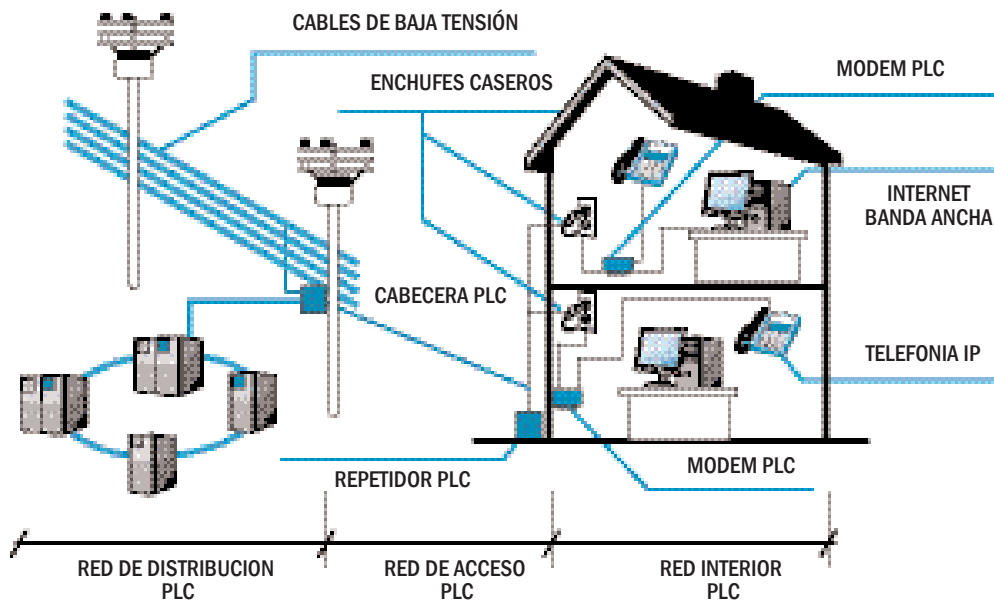
Fuente: Mitsubishi Electric



## DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA PLC

En el siguiente gráfico se observa la interacción de los equipos previamente descritos:

### ESQUEMA GENERAL DE LA TECNOLOGIA PLC

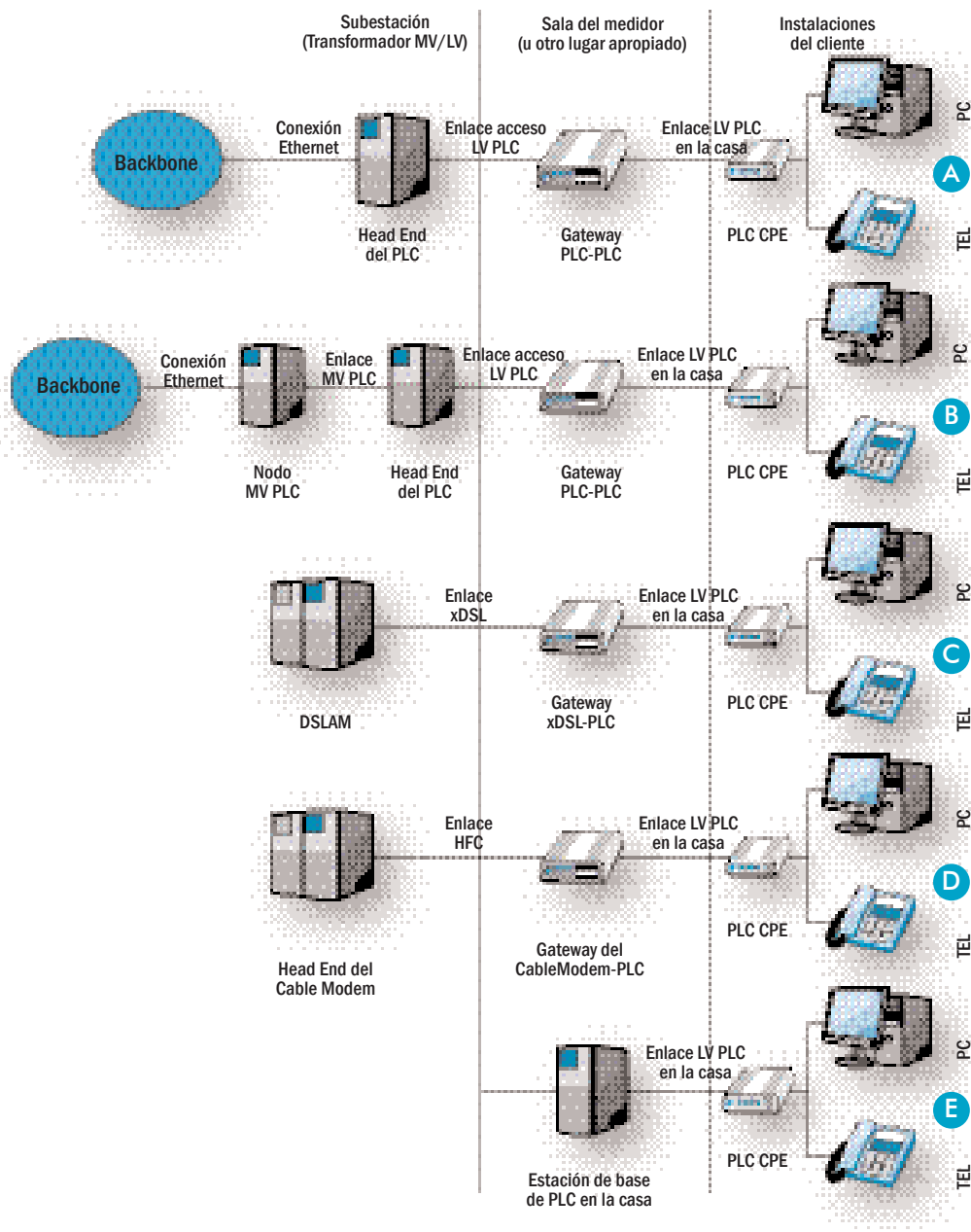


Fuente: PLC Forum

En PLC se utiliza una banda de frecuencias comprendida entre 1,6 y 30 MHz para la transmisión de la información en ambos sentidos.

## DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA PLC

El esquema siguiente muestra diversas alternativas de conexión entre los equipos PLC.



### DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA PLC

---

- A** Se muestra la conexión PLC típica, con un Head End en la subestación, un Gateway PLC en la sala de medidores o sótano del edificio y el modem en el domicilio del usuario. El Head End está conectado al backbone mediante un puerto Ethernet.
- B** La disposición es similar al ítem (A) pero el HE está conectado al backbone a través de un enlace de media tensión.
- C** El acceso PLC se ha reemplazado por un acceso de tecnología (xDSL).
- D** Se puede ver la utilización de un cable modem en lugar del xDSL de (C).
- E** Se muestra una red interna sin conexión con red externa. El gateway está reemplazado por un Head End que funciona como un Wireless LAN Base Station.

Otros dispositivos que pueden usar tecnología PLC, como *set-top-boxes*, pueden también incorporar otras tecnologías de acceso como enlaces vía satélite.

El usuario final simplemente enchufa su módem PLC a la red eléctrica.

El módem establece comunicación con el Repetidor de dicho edificio. La velocidad en este tramo es de 45 Mbps. En este ancho de banda se asigna 27 Mbps en sentido descendente (prestador usuario) y 18 en sentido ascendente (usuario prestador), es decir, la comunicación

## DESCRIPCIÓN DE EQUIPAMIENTO DE UN SISTEMA PLC

---

es asimétrica. Los anchos de banda ascendente y descendente se comparten entre todos los usuarios que se conectarán a dicho repetidor, con un máximo de 256 usuarios.

El siguiente tramo de la red transcurre entre el repetidor y su correspondiente Head End. Después viene un nivel en el que los equipos Head End se comunican entre sí. Este nivel corresponde a la red de Media Tensión. Aquí, las velocidades son de 135 Mbps.

# MODULACIÓN EMPLEADA EN SISTEMAS PLC

## ESENCIALMENTE SE UTILIZAN TRES TIPOS DE MODULACIÓN:

### 1. **DSSSM (DIRECT SEQUENCE SPREAD SPECTRUM MODULATION):**

Se caracteriza porque puede operar con baja densidad espectral de potencia, lo que resulta beneficioso respecto de la compatibilidad electromagnética, ya que tiene un nivel de radiación débil sobre todo el espectro utilizado. Además posee una gran inmunidad a interferencias, distorsiones y desvanecimientos del canal. Por otro lado, presenta el inconveniente de un escaso aprovechamiento de la capacidad del canal, lo cual hace que las tasas de transmisión de datos sean menores que las que se pueden lograr con otras técnicas de modulación. Además, el nivel de interferencia entre usuarios crece con el número de abonados presentes en el sistema, lo cual es propio del método de acceso utilizado (ej. Acceso Múltiple por División en Códigos -CDMA-).

### 2. **GMSK (GAUSSIAN MINIMUM SHIFT KEYING):**

Optimiza el uso del ancho de banda pues realiza un prefiltrado previo a la modulación que reduce los lóbulos secundarios que aparecen en el espectro de la señal MSK (Minimum Shift Keying, caso particular de FSK), limitando por tanto el ancho espectral ocupado en la transmisión.

### 3. **OFDM (ORTHOGONAL FREQUENCY DIVISION MULTIPLEX):**

Utiliza un gran número de portadoras con anchos de banda muy estrechos, lo que implica una elevada tasa de transmisión de datos. Utiliza asignación dinámica de la cantidad de bits y de la

## MODULACIÓN EMPLEADA EN SISTEMAS PLC

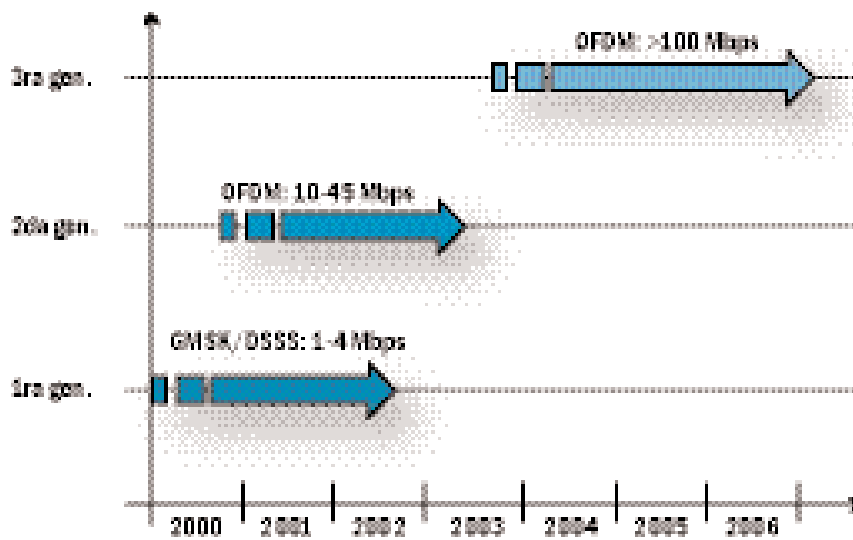
---

potencia transmitida, lo que permite un mejor aprovechamiento del canal. Además, aunque los niveles de radiación son más elevados que los de sistemas que utilizan espectro expandido, OFDM puede controlar el uso del espectro evitando, por ejemplo, emplear determinadas bandas de frecuencia asignadas a servicios especiales. Esto permite calibrar el equipamiento para ajustarse a las normativas vigentes de cada zona en particular. Por estos motivos, se concluye que OFDM es la técnica más adecuada para emplear en sistemas PLC.

Se puede mencionar que en una primera generación de esta tecnología, se utilizaban las modulaciones 1 y 2 que ofertaban velocidades de entre 1 y 4 Mbps. En una segunda generación se empezó a introducir la modulación OFDM (3) que ofrecía velocidades de hasta 45 Mbps. En la actualidad ya existe, y se está comenzando a implementar la técnica “OFDM densa” que permite velocidades de hasta 200 Mbps, lo que la convierte en la candidata favorita de la tercera generación de modulaciones sobre PLC.

## MODULACIÓN EMPLEADA EN SISTEMAS PLC

### ANCHOS DE BANDA EN PLC



Fuente: Jordi Palet

Por último, y a modo de comentario se agrega que la técnica OFDM es también utilizada en los estándares IEEE para redes de área metropolitana inalámbricas, ADSL e incluido dentro de las especificaciones para la radiodifusión de televisión digital terrestre.





### POTENCIAL DE LOS SISTEMAS PLC

La plataforma se ha probado con resultados satisfactorios en numerosos países. En particular, en varias ciudades de España como Barcelona, Madrid y Zaragoza, se está trabajando seriamente en el tema a través de las empresas Iberdrola y Endesa.

Actualmente se están desarrollando proyectos de gran envergadura, se puede mencionar el caso de la Meelec Telecoms - de Francia -, proyecto ambicioso que pretende, a mediano plazo, proveer servicio Fibra Óptica + PLC baja Tensión a 300.000 hogares en los suburbios de Paris.

En Sudamérica, la experiencia chilena es la más interesante porque, además de poner en el tapete el problema tecnológico, es un caso testigo de las implicancias que tiene el sistema en el marco de la competencia entre empresas de comunicaciones y el entorno jurídico que debe regularlas.

## POTENCIAL DE LOS SISTEMAS PLC

---

### ACTUALIDAD EN ARGENTINA

Hoy la red eléctrica tiene mayor cobertura que la red de telefonía y de videocable, alcanzando al 95% de los hogares. Es decir, con el sistema PLC la mayoría de la gente tendría la posibilidad de conectarse a Internet. Debido a que las prestaciones de redes de este tipo ya están disponibles en oficinas e industrias, se estima que los mercados que más se beneficiarán serán el residencial y el de las PyMEs.

Se debe tener presente que, la red telefónica instalada tiene menor cobertura y atiende a todos los sectores donde existe capacidad económica de pago. Por lo tanto, esta tecnología apuesta a una oferta de VoIP a bajos costos y de acceso popular.

Las expectativas que se han depositado alrededor de la tecnología PLC son altas y muy variadas. Algunas de ellas buscan explotar la tecnología desde un enfoque social (buscando la igualdad de acceso a las tecnologías de información para potenciar el desarrollo de las personas), y otras buscan una explotación exclusivamente comercial.

La promesa de cubrir sectores geográficos que son económicamente inviables, de alto grado de dispersión de usuarios o bien de difícil acceso, es la carta de presentación social de esta tecnología (este concepto debe entenderse para usuarios alimentados en BT - Baja Tensión - dado que la transmisión hasta el transformador de distribución en MT - Media Tensión - no es competitiva con DSL).

### PRINCIPALES LIMITACIONES ACTUALES

La tecnología PLC de banda ancha está recién en sus comienzos. Si bien los esquemas de codificación y modulación más difundidos en los actuales módems PLC son muy conocidos, no es posible garantizar los resultados obtenidos en otros países en la red de distribución local, ya que los mismos han sido probados en redes de distribución con características diferentes. Para poder conocer la capacidad real que tienen las redes existentes en Argentina se necesita realizar pruebas experimentales o pilotos.

Se puede mencionar algunas experiencias como la EPEC en Córdoba, EDENOR en la Provincia de Buenos Aires o el caso de Tandil donde se han realizado trabajos en redes de Baja Tensión con distribución indoor. Pero todas éstas constituyen solo la punta del ovillo necesario para conocer realmente el impacto de esta tecnología en este país.

Aunque la industria PLC se encuentra en pleno desarrollo, debe tenerse en cuenta que el canal PLC tiene restricciones de velocidad bien definidas (menor a 300 Mbps). Esta limitación surge principalmente por la naturaleza de la red (i.e., atenuación de la línea, medio compartido por varios usuarios, etc.) y por la necesidad de emplear esquemas de codificación para combatir los efectos del ruido.

**Esto indica que PLC constituiría fundamentalmente un método de acceso para la última milla.**

## PRINCIPALES LIMITACIONES ACTUALES

---

La utilización de PLC en redes de MT para conectar múltiples transformadores con las redes troncales tiene limitaciones importantes:

- Cantidad de equipos adicionales en la red de MT: Deben instalarse equipos repetidores cada 500 metros aproximadamente para mantener la señal a un nivel adecuado.
- La red de MT, si bien posee mejores características que la red de BT para la transmisión digital de información (menor ruido, interferencias, etc.), no difiere demasiado de ésta en sus características físicas. Por lo tanto, las velocidades potenciales pueden resultar insuficientes para cubrir los caudales de información requeridos por múltiples estaciones transformadoras alimentadas por la red de MT.
- Debido a que los valores de tensión sobre los cuales trabajan los acopladores son altos y para evitar dañar los equipos, se precisa que los mismos tengan características constructivas y procedimientos de instalación especiales, que incrementan la complejidad del sistema.

Tomando en consideración lo previamente expuesto, no se espera que la tecnología PLC para redes de MT sea una solución para los enlaces entre múltiples estaciones transformadoras y las líneas troncales. Sí puede adoptarse en algunas zonas donde la configuración de la red y la capacidad requerida lo permitan (un campus universitario, ciudades pequeñas, etc.).

### PRINCIPALES LIMITACIONES ACTUALES

---

Para alimentar a los módems ubicados en los transformadores lo más conveniente sería utilizar una red de fibra óptica. Si se analiza esta alternativa en particular, la distribuidora de energía podría disponer del recurso realizando el tendido de fibra óptica sobre su propia estación de Media Tensión.

Debido a la competencia del mercado, la tecnología PLC debe ofrecer una amplia gama de servicios, QoS (Calidad de Servicio) y precio razonable. Por este motivo, la administración de la red juega un rol vital ya que debe garantizar la mejor utilización del medio de transmisión compartido y a la vez proveer una calidad de servicio satisfactoria. Esta importante tarea, a cargo de la capa MAC, no se encuentra en la actualidad estandarizada. Esto significa que los protocolos existentes en la actualidad son del tipo custom, o sea, propios de cada fabricante e incompatibles entre sí.

El diseño y la estandarización de la MAC representa uno de los pasos más críticos para el éxito técnico-comercial de PLC.

En la actualidad, la aplicación de PLC para el desarrollo de redes internas puede resultar poco atractiva para las PyMEs. Un módem PLC tiene un costo aproximado de US\$ 100. En el mercado una tarjeta de red Ethernet 10/100 Base T no supera los US\$ 15, y el metro de cable UTP para interconectar la red no cuesta más de US\$ 2 por metro. Por este motivo, en algunas situaciones -hasta el momento- no es conveniente utilizar la tecnología PLC para desarrollar una red en el interior. Además, y quizás más importante, las velocidades logradas a través de redes estructuradas nivel 5 son de hasta 1 Gbps, muy superiores a

## PRINCIPALES LIMITACIONES ACTUALES

---

los 14 Mbps de velocidad máxima para una red PLC que se encuentre operativa en el interior de un inmueble.

Para poder realizar un diagnóstico preciso de la tecnología y su aplicabilidad en nuestro medio, al estudio de los puntos anteriores es necesario incluir:

- > Información de las instalaciones de prueba existentes.
- > Análisis del potencial real que tiene la adopción de la tecnología PLC.

# ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTOS SISTEMAS

Las cuestiones básicas a tener en cuenta para la implementación de estos sistemas se relacionan, en primer término, con la seguridad personal de los usuarios, la continuidad del servicio y las interferencias que eventualmente pudieran ocasionar.

- **ASPECTOS DE SEGURIDAD:** en virtud de que los modems de usuario se conectan, para la transmisión y recepción de la información con la línea de energía eléctrica, los equipos deberían cumplir estrictamente con las normas de seguridad eléctrica generales y las específicas para estos aparatos.

En la Comunidad Europea la norma para equipos de tratamiento de la información, en la cual se incluyen los equipos de esta tecnología es la denominada EN 60950, que tiene su paralelo con la norma UL 1950 de Estados Unidos.

- **CONTINUIDAD DEL SERVICIO:** dado que la transmisión en el sistema PLC está soportada por la red eléctrica, las averías que puedan ocurrir en la misma darían lugar a interrupciones del servicio, por ello sería muy recomendable que el prestador disponga de vías alternativas para dar continuidad al servicio, por lo menos en los casos de interrupciones de los tramos principales de la red de distribución.

Asimismo, teniendo en cuenta que estos sistemas tienen como fuente primaria la energía eléctrica de la red, también resultaría conveniente que el prestador disponga de los sistemas de respaldo necesarios a fin de continuar con el servicio ante eventuales fallas en el suministro de energía.

## ASPECTOS TÉCNICOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ESTOS SISTEMAS

---

- **EMISIONES ELECTROMAGNÉTICAS:** los sistemas PLC al utilizar redes de energía que no son apropiadas para la transmisión de la información a grandes velocidades, producen radiaciones secundarias no deseadas. La red se convierte en un radiador no intencional, por lo que se suele aplicar las disposiciones referidas a la Compatibilidad Electromagnética, es decir, se trata de establecer límites para evitar que se produzcan interferencias con otros sistemas de comunicaciones.

Las normas básicas de compatibilidad electromagnética están dadas por el IEC CISPR, Comité International Special des Perturbations Radioelectriques, organismo internacional, que luego se adoptan a nivel nacional.

En particular la norma CISPR 22 establece los límites para sistemas por cable que incluyen DSL, cable modem y PLC de banda ancha.



# COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

La EMC (Compatibilidad Electromagnética) es un requisito que todo equipamiento eléctrico/electrónico debe cumplir. El caso de PLC es particular debido a que la red de distribución eléctrica no está preparada para transportar datos, dando lugar a varios puntos de irradiación de señal.

La falta de regulaciones sobre EMC es un freno importante para la industria. En particular, operadores de servicios inalámbricos y radioaficionados han manifestado que sus servicios resultan afectados por la interferencia originada por las redes PLC, lo que detuvo en algunos países como Alemania la proliferación de sistemas de prueba y comerciales.

En la actualidad, la tecnología utilizada para PLC puede funcionar con menos potencia de señal, produciendo incluso menor EMI (Interferencia Electromagnética) que otras tecnologías ya utilizadas. Además, gracias a la utilización de OFDM como sistema de modulación de los datos, el equipamiento es más versátil en cuanto a la EMC ya que pueden eliminarse las bandas de frecuencia en las cuales se interfiere a otros sistemas de comunicaciones.

La compatibilidad electromagnética (EMC) es uno de los aspectos más importantes a la hora de desarrollar tecnología, ya que permite la convivencia sin interferencia entre diferentes equipos eléctricos/electrónicos.

## COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

Compatibilidad electromagnética es la habilidad que tiene un equipo o sistema de funcionar satisfactoriamente dentro de un ambiente con campos electromagnéticos, sin introducir interferencia a otros sistemas dentro del entorno, e incluso a él mismo. De esta definición surgen dos aspectos importantes a tratar: Susceptibilidad Electromagnética (EMS) y Emisión Electromagnética (EME).

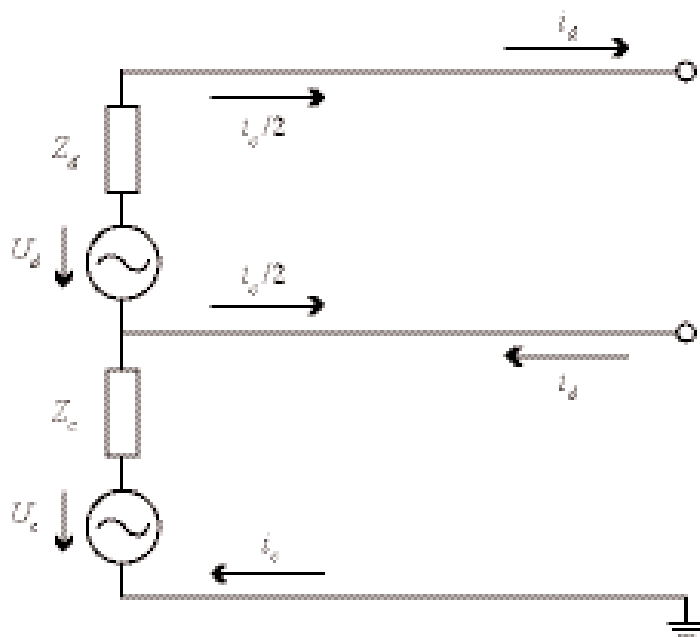
EMS hace referencia a los inconvenientes del sistema frente a fuentes de interferencia externa. Se busca que los sistemas no sean susceptibles a dichas interferencias dentro de ciertos límites. Las fuentes de interferencia pueden ser agrupadas dentro de dos categorías: las conducidas hacia el sistema y las radiadas hacia el sistema.

Por su parte, EME hace referencia a las emisiones del sistema que pueden interferir el correcto funcionamiento de otros sistemas e incluso el sistema mismo.

La EMS esta íntimamente relacionada con el modelado del ruido del canal PLC. En cuanto a la EME, es importante considerar que el nivel de energía radiada permita una compatibilidad con los distintos servicios de radiofrecuencia. Si estos niveles son muy bajos la capacidad máxima del sistema se ve claramente disminuida y puede limitar la expansión de los sistemas PLC. Para transportar señales con frecuencias en el rango de los 500 kHz a 30 MHz, parte de la energía se transforma en radiación electromagnética. De acuerdo con esto, los cables

### COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

de alimentación pueden considerarse como antenas con baja eficiencia. Dado que el rango de frecuencias utilizados por los actuales sistemas PLC se solapan con los empleados por servicios inalámbricos, puede ocurrir interferencia. El nivel de esta interferencia dependerá principalmente de la potencia transmitida, la distancia entre la fuente y el dispositivo interferido, y la estructura específica de los cables. Por ejemplo, si un receptor de un sistema de radio aficionado se encuentra al lado de un cable de un sistema PLC, es probable que se produzca interferencia; en cambio, si está alejado varios metros, el impacto puede ser insignificante. La fracción de energía inyectada a la red que es emitida en forma de radiación está determinada por la simetría de la red o de sus cables. La simetría es definida en términos de la impedancia entre los conductores y la tierra. Si para cada uno de los dos cables de una línea la impedancia respecto a tierra es la misma, se dice que la línea es simétrica.



## COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

---

Dos modos de propagación pueden asociarse con una línea de transmisión: el modo diferencial y el modo común. El primer modo es deseable puesto que en este caso las corrientes fluyen por cada uno de los cables en direcciones opuestas, y de esta forma se reduce la radiación de energía hacia el exterior. Para el caso de una línea desbalanceada (i.e., no simétrica), se presentan transmisiones en modo común. En este caso las corrientes fluyen en el mismo sentido y retornan por la tierra, lo cual produce que los niveles de energía radiada aumenten (ver Fig. superior). De acuerdo con lo anterior se observa que se debe tratar de lograr el máximo nivel de simetría en la red a fin de mantener los niveles de radiación tan bajos como sea posible. Por último, es importante mencionar que para evitar interferir servicios de radiofrecuencia críticos (ej., servicios de emergencia), es conveniente suprimir del espectro de la señal transmitida los rangos de frecuencia que puedan ser críticos. Existen algunos sistemas de transmisión que permiten su ajuste de forma flexible para suprimir ciertas bandas, como es el caso de los sistemas OFDM.

Uno de los principales obstáculos con que se enfrenta la tecnología PLC es el referente a la Interferencia Electromagnética (EMI). Los cables de la red eléctrica no están diseñados para transportar señales en la banda de 1,7 a 30 MHz; por lo tanto, asegurar la EMC no es una tarea fácil. La interferencia sobre sistemas de radiodifusión, navegación aérea y marítima, y radioaficionados, es uno de los principales frenos que enfrenta esta tecnología. *Sin embargo, el estado de arte actual de PLC brinda equipamiento apto para superar dichos inconvenientes. Lamentablemente, la industria avanza más rápido que los organismos reguladores, siendo la falta de estándares lo que detiene*

### COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

---

*la implementación de sistemas de datos sobre la red eléctrica.*

Con respecto a la normativa técnica, al presente no existe una norma única, no obstante, se están desarrollando normas consensuadas en las que intervienen organizaciones conocidas como la UIT a nivel Internacional dentro de las Naciones Unidas; el ETSI en Europa; la FCC - NTIA en los Estados Unidos; el CENELEC en los 28 países de Europa que forman este comité electrotécnico.

En la legislación Argentina (CNC), al igual que en la mayoría de los países no se contempla aún el caso de PLC. Se realizó una búsqueda en la base de datos de la CNC de las marcas de equipos PLC más conocidas. Solamente se obtuvo un resultado exitoso para la empresa Ascom Argentina S.A., pero la homologación de la empresa caducó el 20 de Marzo 2003. Esto se debe a que esta empresa decidió no comercializar más sus productos en América Latina. El resto de las empresas consultadas y sus productos no se encuentran homologados para su utilización en Argentina.

La asignación de frecuencias dentro del espectro radioeléctrico realizada por la CNC se corresponde con lo adoptado internacionalmente por la UIT para la Región 2 a nivel global, y lo adoptado por la Comisión Interamericana de Telecomunicaciones (CITEL) a nivel continental.

Los sistemas PLC utilizan los cables de la red eléctrica como medio de transmisión. Como la red eléctrica es un medio preparado para el transporte de energía eléctrica y no de datos, las discontinuidades existentes en la red y la falta de balanceo de la línea hacen que el sis-

## COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

---

tema se comporte como un sistema irradiante. Los principales puntos de discontinuidad son las borneras, los empalmes de cables y terminaciones como los enchufes. La irradiación hacia el exterior puede no ser perjudicial siempre y cuando se mantenga dentro de ciertos límites. La tecnología de PLC actual busca mantener la compatibilidad electromagnética con otros sistemas mediante diversos mecanismos. Sin embargo, debido a la falta de estandarización en la parte de medición y límites de irradiación electromagnética, el desarrollo de estándares de tecnología se encuentra bastante demorado. Actualmente, no existe ninguna legislación en Argentina con respecto a PLC. Por lo tanto, la implementación de sistemas de transmisión de datos sobre la red eléctrica requiere tomar las precauciones necesarias para asegurar la EMC. Esto implica evitar interferir a otros sistemas que se encuentren funcionando y prevenir la interferencia a posibles sistemas que entren en funcionamiento en el futuro. En esto se debe ser cuidadoso debido a que en la banda donde opera PLC, banda de HF, ya se encuentra completamente asignado el espectro radioeléctrico. En esta banda de frecuencias operan servicios críticos de comunicaciones como servicios de emergencia y navegación aérea y marítima. La Oficina de HF de la CNC es la encargada de esta parte del espectro radioeléctrico. Para obtener mayor información, la misma puede contactarse al teléfono **(011) 4347.9682**.

El paso fundamental para la implementación de un sistema PLC, definitivamente o a modo de prueba, es pedir la autorización correspondiente a la CNC mediante una nota, especificando las características del sistema, frecuencias a utilizar y tiempo de uso del sistema.

# COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

---

### RESUMIENDO:

La EMC es un requisito que todo equipamiento eléctrico/electrónico debe cumplir. El caso de PLC es particular debido a que la red de distribución eléctrica no está preparada para transportar datos, dando lugar a varios puntos de irradiación de señal.

Los procesos de estandarización requieren tiempos más largos que el avance de la industria. Si bien varios organismos están trabajando para hacer viable la tecnología PLC, la falta de regulaciones sobre EMC es un freno importante para la industria. Los primeros sistemas que aparecieron utilizaban tecnología que requería potencias de trabajo considerables. Esto llevó a que operadores de servicios inalámbricos y radioaficionados se vean afectados por la interferencia producida. Este inconveniente detuvo bastante la proliferación de sistemas de prueba.

Actualmente, la tecnología utilizada para PLC puede funcionar con menos potencia de señal, produciendo menor EMI. Además, gracias a la utilización de OFDM como sistema de modulación de los datos, el equipamiento es más versátil en cuanto a la EMC, ya que pueden eliminarse las bandas de frecuencia en las cuales se interfiere a otros sistemas de comunicaciones.

El panorama de la estandarización para la EMC ha cambiado desde los primeros sistemas PLC a los actuales. Las nuevas tecnologías son más fáciles de legislar dentro de un marco regulatorio, por lo tanto, se espera que en poco tiempo comiencen a publicarse especificaciones sobre este tema.





# ESTÁNDARES DE EQUIPAMIENTO E INTERCONEXIÓN

Todavía no se cuenta con estándares de equipamiento e interconexión, los cuales constituyen factores críticos que influyen en el desarrollo comercial de una tecnología. A la fecha existen varios proveedores de estos sistemas, cada uno con una tecnología propietaria. La IEEE formó en Julio de 2004 un grupo de trabajo encargado de desarrollar normativas de instalación de equipamiento. Se espera que a finales del 2008 se obtengan los resultados definitivos de estos trabajos.

A continuación se mencionan las principales organizaciones que impulsan el desarrollo de estándares de equipamiento e interconexión de PLC en el mundo:

- **HOMEPLUG POWERLINE ALLIANCE**

Fundada en marzo del 2000, es una asociación de empresas, comprometidas con PLC y cuenta actualmente con 65 miembros proveedores de esta tecnología. Entre los principales integrantes de esta asociación destacan: Comcast, Intel, Linksys, Motorola, Radio Shack, Samsung, Sharp y Sony. Esta alianza definió una serie de estándares entre los que destacan:

- **HOMEPLUG 1.0**

- Especificación para la conexión de dispositivos vía líneas eléctricas dentro del hogar.

- **HOMEPLUG AV**

- Diseñado para la transmisión de HDTV y VoIP dentro del hogar. Ofrece un enfoque integral para una estructura de red doméstica exhaustiva y realista.

---

## ESTÁNDARES DE EQUIPAMIENTO E INTERCONEXIÓN

---

### - HOMEPLUG BPL.

Define un grupo de trabajo para el desarrollo de especificaciones orientadas a la conexión dentro del hogar.

Cabe señalar que el espectro de trabajo de las especificaciones HomePlug está comprendido entre los 4,3 y los 20,9 MHz, con técnicas de modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), con capacidad de transmisión alrededor de los 14 Mbit/s. El enfoque Home Plug se centra básicamente en la tecnología de la red interior de PLC (Indoor) y no contempla la separación de bandas de frecuencia, lo que aleja a HomePlug de la tendencia normativa que actualmente se promueve en Europa.

### ● ETSI (EUROPEAN TELECOMMUNICATIONS STANDARDS INSTITUTE)

ETSI en 1999 aprobó la creación de un proyecto llamado EP PLT (European Project Powerline Telecommunications) con el objetivo de desarrollar estándares y especificaciones de alta calidad para proporcionar servicios de voz y datos a los usuarios finales a través de las redes eléctricas.

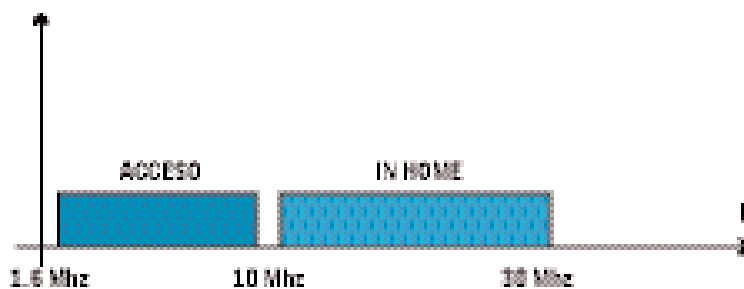
El EP PLT vela por una clara definición de cooperación y relación con otros organismos e iniciativas relacionadas, como ERM y CENELEC.

Es importante señalar que la normalización en Europa contempla las dos secciones o partes del acceso con tecnología PLC: red de acceso exterior (outdoor), e interior o LAN (indoor). Para que estas dos secciones puedan coexistir, el espectro utilizado en PLC se ha dividido en dos rangos de frecuencias: el primero dedicado al acceso outdoor que

# ESTÁNDARES DE EQUIPAMIENTO E INTERCONEXIÓN

comprende desde los 3 MHz hasta los 12 MHz, mientras el rango espectral comprendido entre 13 y 30 MHz se asigna a las aplicaciones indoor, esto se especifica en el estándar ETSI TS 101 867, cuyo esquema se presenta a continuación:

## DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS DEL ESPECTRO PLC ETSI TS 101 867



- **IEEE (INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS)**

La IEEE ha generado grupos de trabajo con miras a desarrollar estándares y especificaciones para esta tecnología y son los siguientes:

- **IEEE P1675.**

Estándar para el desarrollo de hardware PLC de banda ancha (Standard for Broadband over Power Line Hardware). Se trata de un grupo de trabajo especializado en instalaciones (hardware) y asuntos de seguridad para el uso de la tecnología PLC.

- **IEEE P1775.**

(Powerline Communication Equipment - Electromagnetic Compatibility Requirements - Testing and Measurement Methods).

---

## ESTÁNDARES DE EQUIPAMIENTO E INTERCONEXIÓN

---

Es un grupo de trabajo centrado en los requerimientos de compatibilidad electromagnética del equipamiento PLC y en las metodologías de pruebas y medición.

- **IEEE P1901** - (IEEE P1901 Draft Standard for Broadband over Power Line Networks: Medium Access Control and Physical Layer Specifications). El objetivo de este grupo de trabajo es la definición de los procedimientos de control de acceso al medio y las especificaciones de capa física para toda clase de dispositivos PLC. Muchas compañías y organizaciones de estandarización participan en el desarrollo de IEEE P1901, HomePlug Powerline Alliance, UPA y OPERA. Se espera su publicación para el 2008.

● **UPA (UNIVERSAL POWERLINE ASSOCIATION)**

Es una organización internacional sin fines de lucro que trabaja en la formulación de estándares globales y normativas regulatorias orientadas al mercado PLC. Está constituida por compañías líderes en tecnología PLC, cuyo objetivo es desarrollar productos certificados que sean compatibles con las especificaciones que se aprueben para situarlos en el mercado en el menor tiempo posible, garantizando de este modo altas prestaciones y maximizando el uso del espectro.

Pese al desarrollo alcanzado por PLC aún queda trabajo pendiente en el campo de la normalización.

Básicamente se ha regulado el uso del espectro de frecuencias y las especificaciones de calidad de servicio (QoS) para los equipos terminales de abonado (CPEs).

### COMPARACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA

Actualmente, en las principales ciudades argentinas se está brindando al público en general acceso a Internet mediante ADSL, Cable MODEM y sistemas inalámbricos. El mayor freno que sufren estas tecnologías para incrementar su mercado es el costo del abono mensual.

En el caso particular del Cable MODEM, la inversión necesaria para convertir la red de CATV (de naturaleza unidireccional) a una red apta para la transmisión bidireccional es muy alta. Este servicio sólo ofrece cobertura a una zona muy pequeña de la ciudad y su expansión hacia otros barrios puede requerir varios años. Sin embargo, esta tecnología tiene un gran potencial a futuro. La utilización de fibra óptica para la red troncal y cable coaxial para llegar al abonado presenta una importante capacidad teórica, la cual se podrá alcanzar en el futuro si los avances de la tecnología lo permiten.

El acceso mediante ADSL es el que tiene actualmente mayor penetración. Si bien el abono mensual es similar al del Cable MODEM, el costo de la tecnología utilizada es inferior, motivo por el cual su cobertura abarca gran parte de la ciudad. Las velocidades máximas de acceso que permite la tecnología se encuentra en los 8 Mbps para el enlace desde la central telefónica hacia el abonado. Las nuevas versiones ofrecen velocidades mayores: ADSL2 12 Mbps, ADSL2+ 24 Mbps y VDSL 52 Mbps. Nótese que las velocidades máximas de esta tecnología dependen directamente de la calidad de la línea utilizada y la distancia hasta el abonado. Por ejemplo, un abonado a 4 km de distancia de la central telefónica

## COMPARACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA

---

puede tener servicio de 256 kbps sin ningún inconveniente, pero para distancias y velocidades mayores puede sufrir desconexiones constantes. Cabe destacar que las velocidades de transmisión que ofrece esta tecnología son por abonado. El enlace hacia cada abonado es independiente del resto, no existiendo un medio compartido entre los usuarios como es el caso de Cable MODEM, sistemas inalámbricos y PLC.

Los sistemas inalámbricos que más se están utilizando en la ciudad de Córdoba están basados en el estándar WI.FI (IEEE 802.11). Esta tecnología alcanza una velocidad de transferencia de 10 Mbps en la mejor condición del canal. Sin embargo, en las zonas con varios usuarios el desempeño general de la red no es muy bueno por las características del mecanismo de acceso al medio compartido. Si bien ya existen tecnologías con mayor velocidad de transferencia de datos, como Wi.Max que ofrece hasta 54 Mbps, el costo de inversión todavía es muy alto.

El estado de arte de la tecnología PLC ya ofrece velocidades de red de hasta 45 Mbps, siendo el enlace desde el HE hasta el abonado - downlink - de 27 Mbps (i.e., una velocidad máxima desde el usuario al HE - uplink - de 18 Mbps).

## COMPARACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA

| Tecnología          | Ancho de Banda / Flujo             | Aplicación Típica                 | Ventajas                            | Desventajas                               |
|---------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|---|
| PLC                 | T200 Mbps / Simétrico - Asimétrico | Residencial / Comercial / In Home | Omnipresencia<br>Bajo Costo         | Tecnología en Desarrollo / Sin Estándares |
| Fibra Óptica        | 1000 Mbps / Simétrico              | Comercial                         | Capacidad / mas fiable              | Alto Costo / Difícil Instalación          |
| Cable               | 20 Mbps / Asimétrico               | Residencial                       | Bajo Costo / Múltiples Servicios    | Cobertura / Costo                         |
| Wireless Local Loop | 100 Mbps / Asimétrico              | Comercial                         | Omnipresencia                       | Costo / Línea de Vista Forzosa            |
| XDSL                | 2 Mbps / Asimétrica                | Residencial / Comercial           | Bajos Costos<br>Múltiples Servicios | Límite de Cobertura/Distancia             |
| Satellite VSAT      | 1 Mbps / Asimétrico                | Residencial / Comercial           | Omnipresencia                       | Bajo Ancho de Banda / Alto Costo CPE      |

Esta tecnología se encuentra próxima a la velocidad máxima teórica que ofrecen las redes de distribución eléctrica, lo cual limita su crecimiento siempre que se mantenga la banda de frecuencias entre 1,6 a 30 MHz. Sin embargo, un factor importante de esta tecnología se encuentra en la red que lo sustenta. La red de distribución eléctrica presenta una amplia cobertura abarcando zonas donde los otros sistemas no llegan.

Desafortunadamente, la falta de estándares es un freno importante de esta tecnología y está retrasando su utilización en diversas partes del mundo.





### CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO COMERCIAL

La viabilidad de la tecnología PLC dependerá en gran medida de los siguientes factores:

- > Que existan estándares de equipamiento e interconexión.
- > Que exista regulación sobre aspectos relacionados con la compatibilidad electromagnética.
- > Que se cuente con disponibilidad de conexión de fibra óptica en cada empalme que se desee instalar PLC.
- > Que exista un número mínimo de clientes por cada transformador interesados en utilizar la tecnología PLC para poder absorber la inversión.
- > Que dentro de la estrategia de arrendamiento (en el caso de efectuarlo, es decir, no incurrir en el área de las telecomunicaciones) de la infraestructura instalada exista una compañía de telecomunicaciones que alquile el medio de transmisión y tenga presencia en el sector donde se instalará el servicio PLC.
- > Que el servicio sea por lo menos igual en calidad a los servicios ofrecidos por la competencia para que tenga penetración en el mercado. Normalmente, un sistema de telecomunicaciones que proporciona telefonía acepta menor cantidad de interrupciones que el de energía eléctrica.
- > Que se ofrezca una gama de servicios adicionales no provista

## CONDICIONES NECESARIAS PARA EL DESARROLLO COMERCIAL

---

por la competencia. Servicios de banda angosta tales como: seguridad, control de consumo de energía, gas, etc.

- Que se realice una intensa campaña publicitaria difundiendo las cualidades y beneficios de las redes PLC.

## VENTAJAS - DESVENTAJAS DE PLC

### VENTAJAS

- > Utiliza la infraestructura ya existente, es decir el cableado eléctrico, por lo que no es necesario ningún tipo de obra adicional. Constituyen un sistema de cableado universal.
- > No sufre de los inconvenientes de ADSL o cable que no llega en muchos casos al usuario final. Al estar ya implantada la red eléctrica permite llegar a cualquier punto geográfico.
- > Cualquier enchufe en una casa, empresa o fábrica es suficiente para estar conectado.
- > Posibilidad de crear redes de datos domesticas utilizando el cableado existente.
- > Permite el acceso a Internet en nuevos territorios de los países en desarrollo.
- > Bajos costos y tiempos de implementación.
- > Proporciona una conexión permanente 24h al día.
- > Disponibilidad de múltiples servicios a través de una misma plataforma.
- > Es posible combinarla con otras tecnologías.

## VENTAJAS - DESVENTAJAS DE PLC

---

- > Por medio de microfiltros se evitan las posibles interferencias generadas por los electrodomésticos
- > El ancho de banda es de 45 Mbps aunque actualmente ya se alcanzan velocidades de 135 Mbps y en breve se llegará a 200 Mbps.
- > Con un solo repetidor se provee de conexión hasta 256 hogares.
- > Con el tiempo los costos se reducirán.
- > Las tarifas de conexión, aunque todavía no están fijadas, no superarán las cuotas de ADSL.
- > Velocidades para usuarios de la “última milla” (home) similares a las ofrecidas por otras tecnologías.
- > El usuario final es beneficiado con mejor “calidad de servicio” por el incremento de competitividad que producirá esta tecnología.
- > Las empresas de energía podrán incorporar a este servicio como de valor agregado.
- > Es una buena herramienta de control del servicio de suministro de energía (por ej. constataría el robo de energía, estado de líneas, etc.).

### VENTAJAS - DESVENTAJAS DE PLC

---

- > Equipos de nuevas tecnologías como 3G y WLAN que necesitan forzosamente el suministro eléctrico, podrán vincularse al mismo tiempo a través de PLC.

En la actualidad las empresas no están del todo convencidas sobre la tecnología y la viabilidad comercial de PLC. Existen problemas técnicos y regulatorios que todavía deben resolverse:

#### DESVENTAJAS

- > Los circuitos de distribución eléctrica no fueron concebidos con propósitos de comunicación. La red de distribución eléctrica constituye un canal de comunicación muy complejo, ruidoso y difícil de modelar.
- > Tiene escasa competencia tecnológica.
- > La producción de los equipos necesarios es todavía escasa. El canal PLC presenta desafíos particulares para los diseñadores de módems, tales como la selección de esquemas apropiados de modulación y codificación.
- > Ausencia de estándares tecnológicos para la interoperabilidad de equipos.

## VENTAJAS - DESVENTAJAS DE PLC

---

- > Falta de seguridad (confidencialidad).
- > La necesidad de una detallada regulación surge debido a la naturaleza de la línea de distribución, que emite y recibe interferencia electromagnética.
- > Las interferencias de diversas fuentes, variantes en el tiempo, conducen a un desempeño muy pobre del sistema. Como resultado de esto, la capacidad de transmisión se restringe provocando imposiciones de ancho de banda severas, límites de potencia, y altos niveles de ruido.
- > La variabilidad en los niveles de atenuación e impedancia originados por la conmutación de equipamientos eléctricos son frecuentes.

### CONSIDERACIONES FINALES

Del estudio realizado se desprende que PLC es esencialmente una alternativa de acceso de banda ancha para la última milla con gran potencial. Similares a las de otras tecnologías.

La concreción en los próximos años de estándares de equipamiento y de regulaciones de compatibilidad electromagnética permitirá el desarrollo comercial definitivo de PLC.

Por otro lado, se requiere definir el posible mercado teniendo en cuenta no sólo a aquellos usuarios no cubiertos con servicios de banda ancha o insatisfechos con los actuales proveedores, sino también considerando el potencial de la tecnología empleada por la competencia.

Por las características del canal, que depende de cada región, para conocer la capacidad real de PLC en la red de distribución Argentina será necesario recurrir a los resultados de las pruebas piloto realizadas.





### BIBLIOGRAFÍA

- *Comunicaciones de Banda Ancha por Redes de Distribución Eléctrica* - Laboratorio de Comunicaciones Digitales. Universidad Nacional de Córdoba.
- *Sistemas de Comunicaciones que emplean la Red de Energía Eléctrica como medio de Transmisión* - Ingeniero Pedro Sequeira. Comisión Nacional de Comunicaciones.
- How IP Can Reach... All the Planet: 6POWER - Jordi Palet.
- <http://www.ist-opera.org/>
- <http://grouper.ieee.org/groups/1901/>
- <http://www.ds2.es/>
- <http://www.mitsubishiplc.com.ar/>
- <http://www.plcventures.com/>
- M. K. Powell, K. Q. Abernathy, K. J. Martin, J. S. Adelstein, and M. J. Copps, FCC 04.245 . Report and Order, Federal Communications Commission (FCC), Washington, D.C., October 2004.
- SmartHouse Workshop 2002/2003, European Committee for Electrotechnical Standardization (CENELEC), July 2003. [Online]. Available: <http://www.cenelec.org/NR/rdonlyres/BC593263.E884.425C.899B.77FFAE9719E2/1240/FinalReportSmartHouse2nd.pdf>
- *PLC, Servicios de Banda Ancha por las Redes Eléctricas* - Raúl Espinoza. Osiptel.

- *ETSI TS 101 896 v1.1.1. Power Line Telecommunications (PLT); Coexistence of Access and In.House Powerline Systems*, European Telecommunications Standards Institute (ETSI), Sophia Antipolis Cedex, France, February 2001.
- *ITU.T Recommendation K.60. Emission Limits and Test Methods for telecommunication Networks*, International Telecommunications Union, Telecommunications sector (ITU.T), July 2003.
- *Potential Interference from Broadband over Power Line (BPL) Systems to Federal Government Radiocommunications at 1.7. 80 MHz. Phase 1 Study*, National telecommunications and Information Administration (NTIA, U.S. Department of Commerce, 2004, volumes I and II (NTIA Report 04.413).