

## Internet por red eléctrica (PLC)

### Introducción

Este tema trata sobre una de las tecnologías que levantan más expectación hoy en día: **Internet sobre red eléctrica** (PLC). Esto no es de extrañar ya que muchas personas tienen sus esperanzas puestas en esta tecnología de cara a la llegada de altas velocidades de acceso a Internet, además de alcanzar los rincones donde no llegan ni el cable ni el ADSL, pero sí la electricidad.

Intentaremos despejar muchas dudas a cerca del PLC y para ello hemos recogido información de muchas partes y seleccionamos una entrevista con los ingenieros de TecnoCom. Se han dicho muchas cosas en la web sobre PLC algunas de las cuales no son ciertas y en general existe un gran desconocimiento sobre el tema.

Esto es debido en parte, porque la tecnología es de reciente desarrollo, relativamente, y también porque el usuario final no ha tenido muchas oportunidades de estar en contacto con ella, por lo menos en nuestra opinión.

### La historia del PLC

- La idea de utilizar el cable eléctrico para transmisión de información no es nueva.
- El uso de PLC en sus orígenes se limitaba al control de líneas eléctricas y a la transmisión a baja velocidad de las lecturas de los contadores.
- Más adelante, las propias empresas eléctricas empezaron a utilizar sus propias redes eléctricas para la transmisión de datos de modo interno.
- Intentos de implantación fallidos (Inglaterra, Alemania).
- Durante finales de los noventa los avances tecnológicos realizados permiten alcanzar velocidades de transmisión de Megabits.

### Características destacadas de PLC

- Tecnología de banda ancha
- Velocidades de transmisión de hasta 45 Mbps.
- Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final.
- Enchufe eléctrico (Toma única de alimentación, voz y datos.)
- Sin necesidad de obras ni cableado adicional.
- Equipo de conexión (Modem PLC)
- Transmisión simultánea de voz y datos.
- Conexión de datos permanente (activa las 24 horas del día)
- Permite seguir prestando el suministro eléctrico sin ningún problema

### Características de la Línea de Transmisión

La evaluación de cualquier tecnología de comunicación sólo es pertinente en el contexto del ambiente operando. Este punto, aparentemente obvio, frecuentemente desviado en el análisis del libro de texto, no puede pasarse por alto en el campo de comunicaciones de línea de potencia. Nosotros empezamos examinando tres asunciones comunes que deben modificarse para ser aplicable impulsar el análisis de la línea.

La mayoría de los textos de ingeniería de diseño se basa en el principio de superposición. Desgraciadamente, las condiciones requeridas para que la superposición sea aplicable (es decir, sistema lineal e invariante en el tiempo) no se reúne para la mayoría de redes de línea de potencia. Una causa de no linealidad es debido a que el voltaje señalado de un paquete se suma al voltaje de línea de CA y causa que los diodos de la fuente de potencia se enciendan y apaguen a la frecuencia de portadora del paquete. Un ejemplo común de variación de tiempo es que cuando la impedancia en un punto de la red de la línea de potencia varía con tiempo como las variaciones que producen los aparatos en la red están solicitando y no solicitando potencia y entonces se produce en la red una frecuencia igual al doble de la frecuencia de línea de CA.

Otra área de confusión que se levanta a la vista común es que la capacitancia de las líneas de transmisión domina los efectos de la propagación señalados. Esta forma simplificada de ver nos confirma que nuestras aproximaciones del comportamiento de las líneas de transmisión no son exactas, por lo que no reflejan los ambientes de instalación eléctrica de potencia con precisión. Mientras es verdad que el capacitancia del alambre es dominante para los casos donde la terminación o la impedancia de carga es mayor que la impedancia característica del alambre, las líneas de poder están significativamente cargadas con impedancias por debajo de la impedancia característica del alambre. Los ejemplos comunes que presentan una impedancia de carga baja a las frecuencias de comunicación incluyen condensadores usados dentro de las computadoras y la televisión para regular las emisiones electromagnéticas

La impedancia de estos dispositivos es generalmente de un orden de magnitud, o más, por debajo de las características de impedancia de las líneas de potencia.

Wire Type	Z <sub>0</sub> ohms	c/ft (pF)	L/ft (mH)	r/ft ohm @130kHz	v ft/ns
12-2 BX metal clad	74.2	22.7	0.13	.0132	.594
12-2G Romex NM-B	143	10.4	.214	.0136	.670
18-2 Lamp cord	124	13.2	.203	.0235	.610
18-3 IEC power cord	79.6	30.8	.195	.0315	.408

**Table 1: Power wire characteristics**

Low Impedance load	Impedance at 100kHz
0.1uF EMC capacitor	16 Ohms
2kW 240VAC space heater	30 Ohms

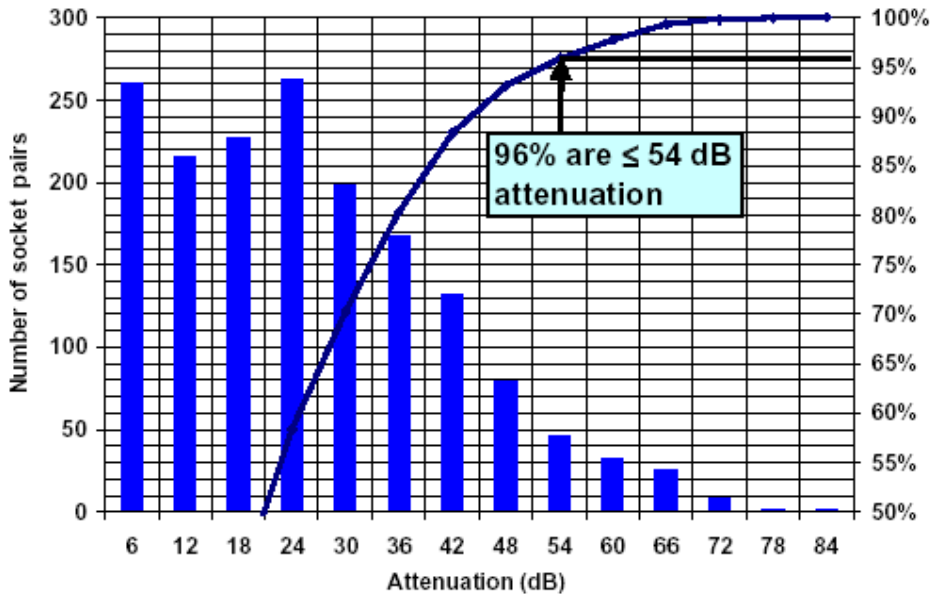
**Table 2: Low impedance power line loads**

Para caracterizar la atenuación en una línea de transmisión full-duplex, se necesitan los modelos de alta frecuencia de sus cargas. Se puede hacer una aproximación llamada aproximación de primer orden. En los casos en que la longitud de la línea de transmisión es menor a un octavo de la longitud de onda de la señal (aproximadamente 250 metros a las

100kHz), y se utiliza una sola fase, la presencia de una impedancia de carga baja, hace que la línea de transmisión sea inductiva.

En muchos casos un modelo simplificado que incluye sólo inductancia del alambre y la impedancia baja de carga aproxima considerablemente la atenuación señalada real.

Frecuentemente el único otro efecto que debe considerarse que es la pérdida encontrada cuando el signo de comunicación debe cruzar las fases de poder. Esta pérdida, típicamente en el rango de 5 a 25dB, se influencia por varias variables como la distribución del transformador de acople, acoplamiento-cruce de alambre de distribución, impedancia de carga de multi-fase y circuitos que se instalan específicamente para reducir esta pérdida. Combinando los efectos anteriores nosotros encontramos que 96% del tiempo la atenuación dentro de un solas caídas de la residencia en el rango de 6-54dB cerca de 100kHz. Una distribución de atenuaciones de línea de potencia medida al azar a 130kHz aparece en la figura 1.



**Figure 1 Attenuation in homes at 130 kHz**

Si la atenuación fuera el único deterioro, entonces, simplemente la ganancia del receptor podría compensar esta pérdida señalada. También deben considerarse el ruido y " características de distorsión de la línea de potencia antes de que nosotros tengamos un cuadro del ambiente operando que es adecuado para el uso en la comparación de tecnología.

Muchos dispositivos eléctricos que se conectan a las líneas de transmisión de potencia inyectan un ruido significativo en la red. Las características del ruido de estos dispositivos varían ampliamente. El examen del ruido de una gama amplia de dispositivos, demostro que el ruido puede ser clasificado sólo unas categorías:

- El ruido de impulso (a dos veces la frecuencia de línea de CA)
- El ruido tonal
- El ruido de impulso de frecuencia alto

Las fuentes de ruido de impulso más comunes se controlan a través de triac. Estos dispositivos introducen ruido en cada medio ciclo cuando por ejemplo conectan una lámpara a las líneas de transmisión de CA. La Figura 2 muestra un ejemplo de este tipo de ruido después de un filtro del paso alto ha quitado la distribución de potencia de la frecuencia de la línea CA.

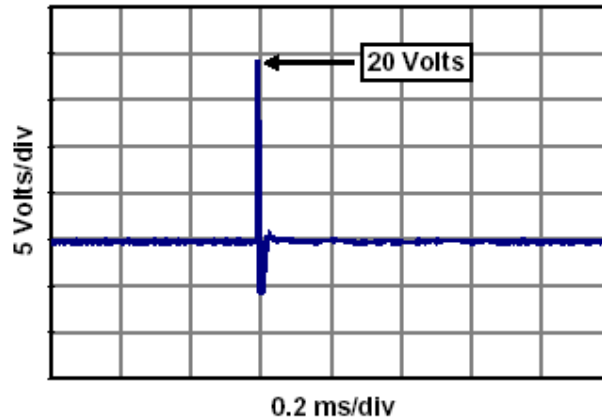


Figure 2 Lamp dimmer impulse noise

Es a menudo útil dividir el ruido tonal en las dos sub-categorías de interferencia imprevista e intencional. Las fuentes más comunes de ruido tonal imprevisto están cambiando los suministros de potencia.

Estos suministros están presentes en los numerosos dispositivos electrónicos como las computadoras personales y los balastos fluorescentes electrónicos. La frecuencia fundamental de estos suministros puede estar en cualquier parte en el rango de 20kHz a >1MHz. El ruido que estos dispositivos inyectan en las líneas de potencia es típicamente rico en armónicas de la frecuencia cambiante. El ruido introducido en la línea de transmisión por un cepillo de dientes electrónico se muestra en la figura 3. Se puede ver la similitud entre el ruido del suministro cambiante y la forma de onda de ruido introducido por un cepillo de dientes electrónico ideal.

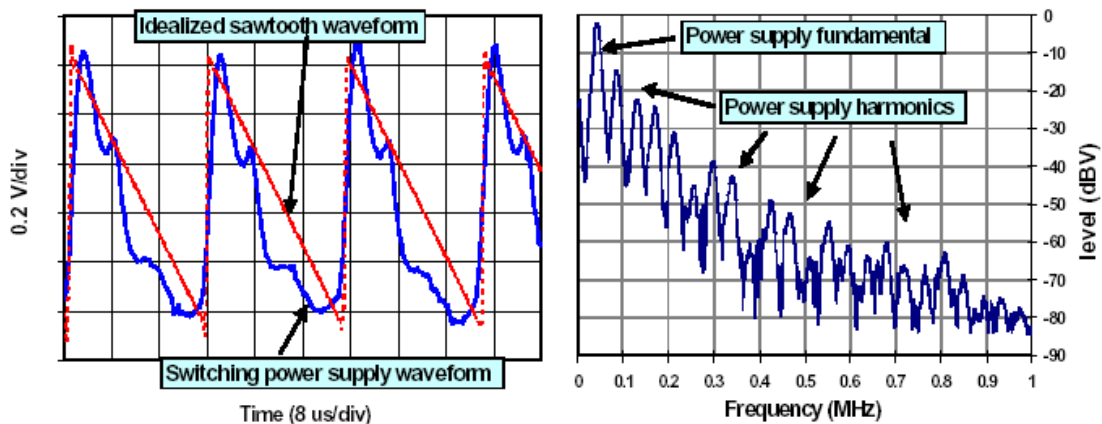


Figure 3 Noise from electric toothbrush charging stand

El ruido tonal intencional puede ser el resultado de los dispositivos como los intercomunicadores de línea de potencia . En los Estados Unidos y Japón estos dispositivos operan generalmente a las frecuencias entre 150kHz a 400kHz inyectando señales de varios voltios pico a pico en las líneas de potencia. La figure 4 muestras el espectro de ruido introducido por un intercomunicador típico en la línea de potencia.

Una segunda fuente de ruido tonal intencional es el resultado de las transmisiones de radio comerciales. Las instalaciones eléctricas actúan como una antena para recoger las señales de miles vatios transmitidos. La interferencia en el orden de voltios pico a pico, a las frecuencias por debajo de la banda de comunicación es común.

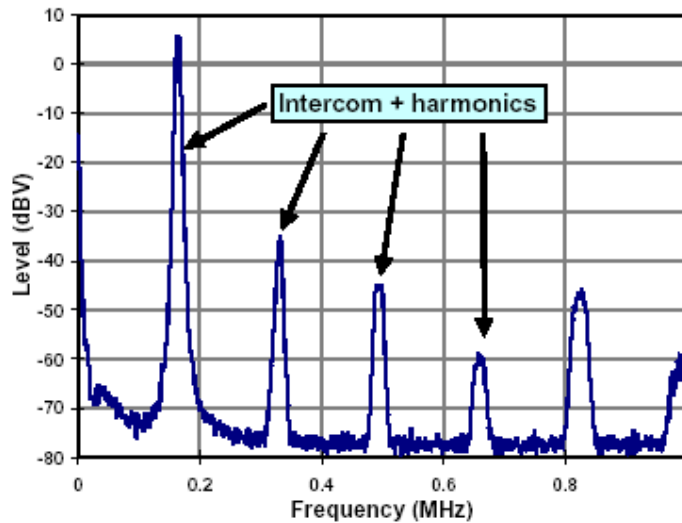


Figure 4 Power line intercom spectrum

El ruido de impulso de alta frecuencia se produce debido a la presencia de motores de CA del tipo series-wound. Este tipo de motor se encuentra en los dispositivos como aspiradora, las máquinas de afeitar y muchos aparatos de cocina comunes. Los arcos de conmutación producidos por estos motores producen impulsos que se repiten con una frecuencia del orden de varios kilohertz. Figure 5 muestra el ruido que se produce debido a una aspiradora de casa (grafico izquierdo). Y una distribución de amplitud tres tipos comunes de perdidas (derecha). También se grafica una distribución gaussiana ideal.

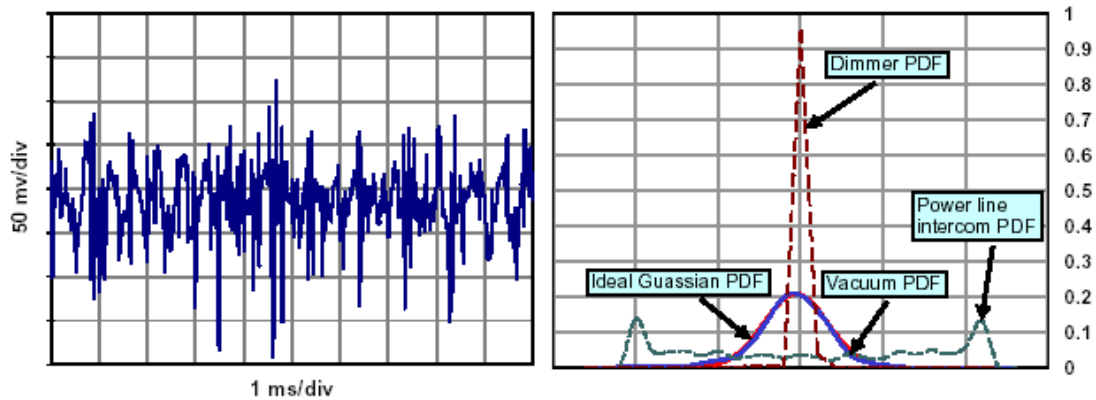


Figure 5 Vacuum cleaner noise and amplitude distributions for common impairments

La figura 6 es una vista en el dominio de frecuencia del ruido producido por una aspiradora de casa (izquierda) y la parte del espectro que utiliza para las comunicaciones a través de línea de potencia (derecho). Note que, de entre las varias categorías de ruido de línea de potencia, este ruido del motor es el único tipo que incluso lleva normalmente un parecido remoto al ruido gaussiano o blanco que se utiliza para analizar muchos sistemas de comunicación.

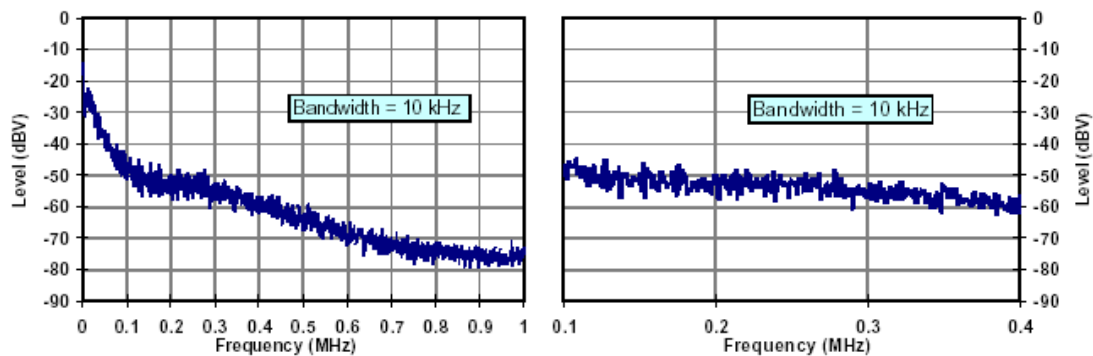


Figure 6 Vacuum cleaner noise spectrum

Como ya fue mencionado anteriormente, antes un análisis completo de las características de una línea de potencia, se debe incluir un análisis de las características de distorsión del canal. Muchas cargas reactivas y características del alambre se combinan para crear un canal con gran distorsión (y variables con el tiempo) en la respuesta a la frecuencia. La figura 7 ilustra este punto mostrando la magnitud y las características de fase entre dos puntos de una línea de potencia.

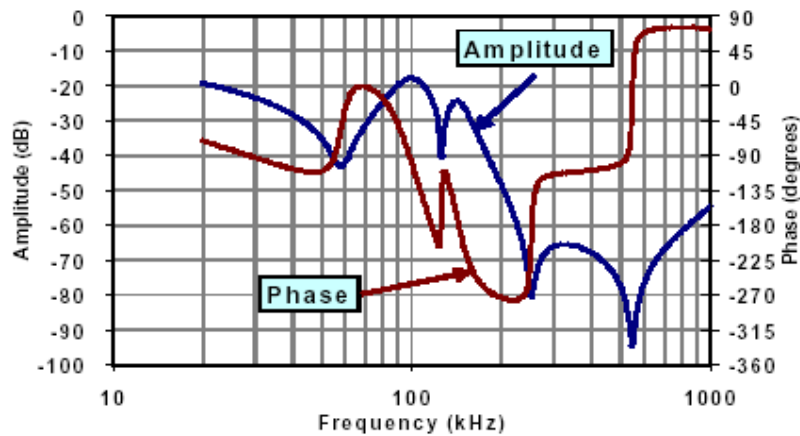


Figure 7 Example of power line frequency distortion

### Ventajas de PLC

- La principal: **SE EMPLEA LA INFRAESTRUCTURA EXISTENTE.**
- Los servicios ofertados son competitivos en calidad y en precio.
- Alternativa válida a las conexiones ADSL.
- Gran ubicuidad: permite un despliegue masivo de la tecnología, ya que la red ya está implantada.

### Estado actual de PLC

- PLC permite actualmente la transmisión de datos a velocidades de hasta 135 Mbps, lo que posibilita la transformación de la red eléctrica en una autentica red de banda ancha.

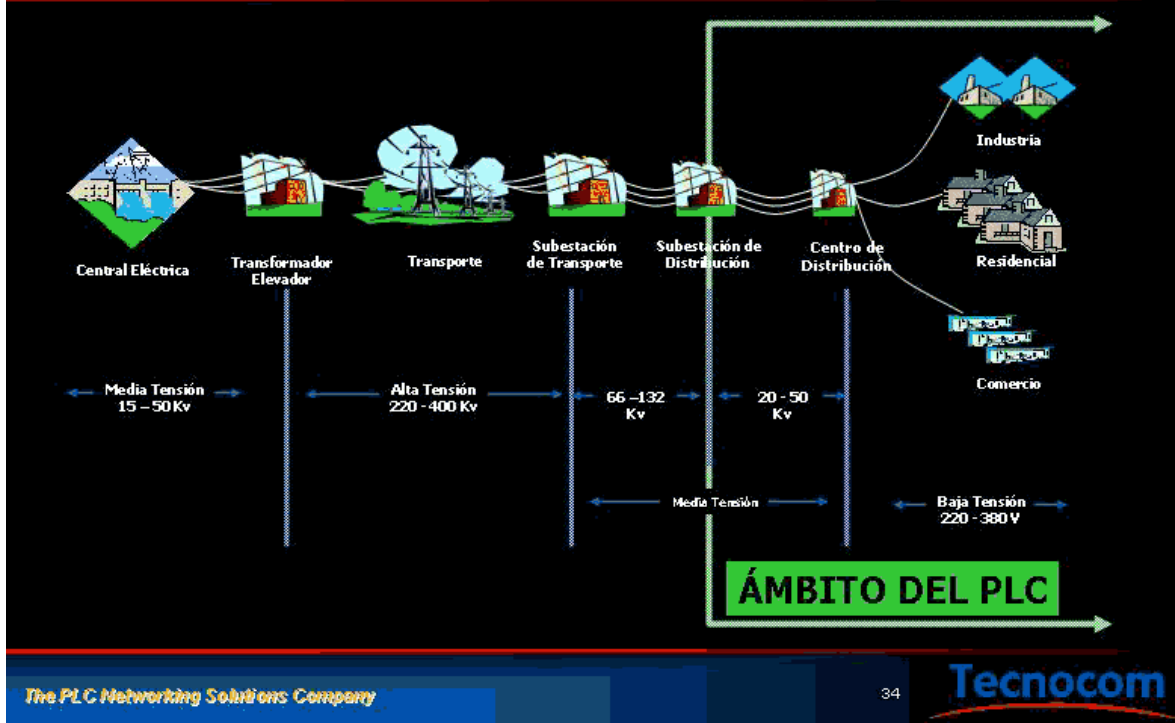
### PLC: Redes involucradas

#### ¿Cómo funciona PLC?

- PLC utiliza las redes de distribución de electricidad para la transmisión de datos.
- La energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia (50 ó 60 Hz).
- Para PLC se utiliza alta frecuencia (1,6 – 30 MHz) para transportar datos, voz y video

#### ¿Cuál es el ámbito de PLC?

## Redes Eléctricas – Tramos (Gráfico)



- Tramo de Media Tensión (entre 15 y 50 Kilovoltios) que abarca desde la central generadora de energía hasta el primer transformador elevador.
- Tramo de Transporte o de Alta Tensión (entre 220 y 400 Kilovoltios) que conduce la energía hasta la subestación de transporte.
- Tramo de Media Tensión (de 66 a 132 Kilovoltios) entre la subestación de transporte y la subestación de distribución.
- Tramo de Media Tensión (entre 10 y 50 Kilovoltios) desde la subestación de distribución hasta el centro de distribución.
- Red de Baja Tensión (entre 220 y 380 Voltios) que distribuye la energía dentro de los centros urbanos para uso doméstico, comercial e industrial

**¿Qué redes están involucradas en dar acceso a Internet y telefonía?**



- Red de Transporte → Red IP
- Red de Distribución → Media Tensión (transporte de datos)
- Red de Acceso → Baja Tensión (sustituto del bucle de abonado)



## PLC: Equipos

Comenzaremos con el módem PLC que necesita una empresa o un usuario doméstico en su casa. Este equipo no sólo proporciona acceso a Internet sino también servicio telefónico de voz.

### MODEM ( CPE )

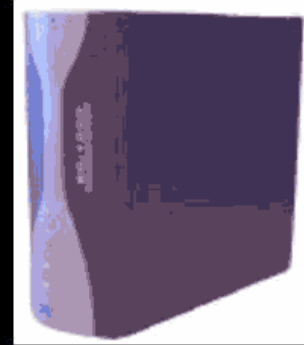
- Es el equipo que se proporciona al cliente
- Equipado con conexiones para PC y teléfono
- Tamaño equiparable al modem ADSL
- Bridge de Datos



El módem de usuario se conecta con un equipo denominado “Repetidor”. Este equipo puede atender hasta 256 módems y se sitúa en el cuarto de contadores del edificio o manzana.

## REPETIDOR

- Su función principal es regenerar la señal PLC
- Equipos ubicados en los cuartos de contadores
- Pueden controlar hasta 256 modems de cliente ( CPE )



A su vez, el “Repetidor” se conecta con equipo “Head End”. Estos equipos se encuentran en los centros de transformación de la compañía energética.

## HEAD END

Equipos que se instalan en los Centros de Transformación

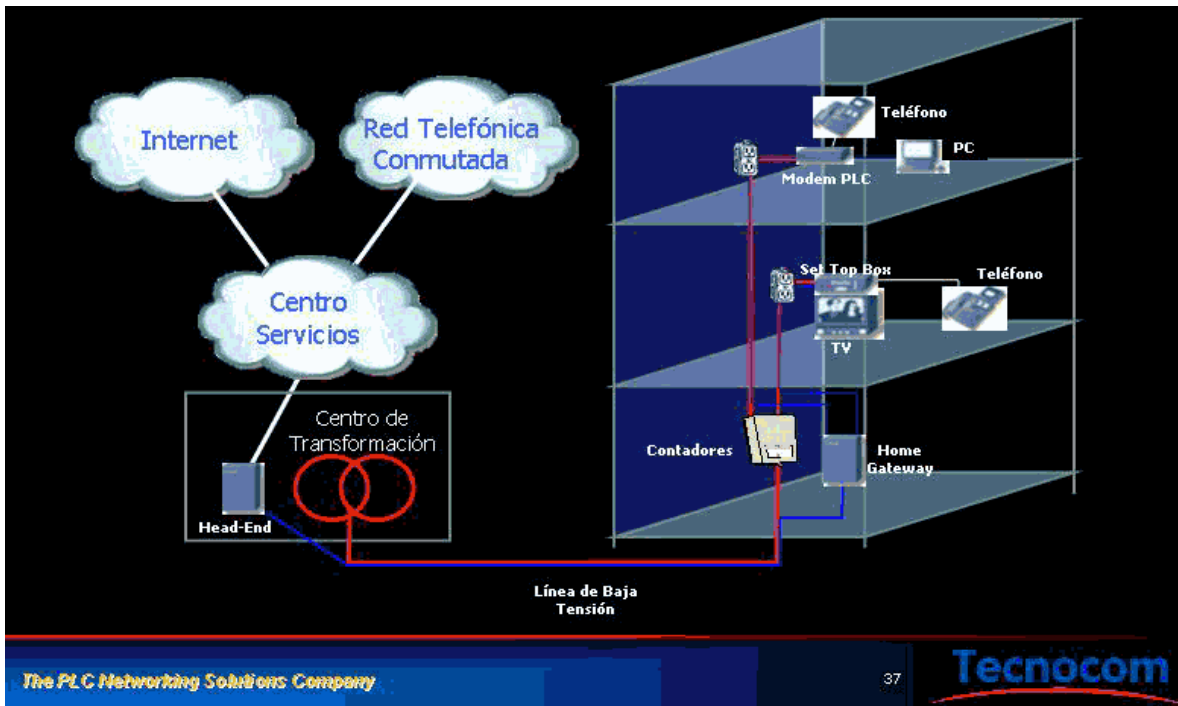
- Dos versiones: de Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT)
- Distancias máximas
  - 600m en MT
  - 300m en BT
- Preparados para conectarse con la red IP (interfaces Ethernet)



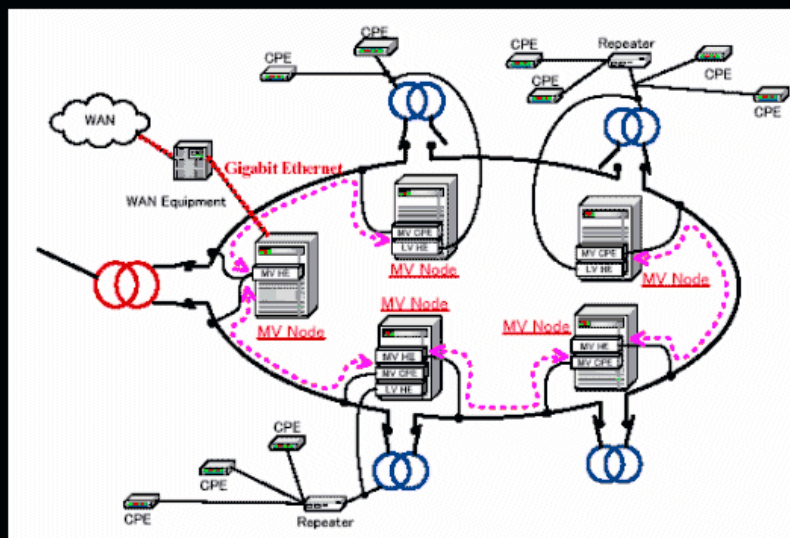
El esquema resumen de la conexión resultante es el siguiente:

**PLC: Arquitectura de red**

La arquitectura de una red PLC tiene el esquema mostrado en la figura inferior.



## Red de Distribución



El usuario final simplemente enchufa su módem PLC a la red eléctrica. El módem establece comunicación con el "Repetidor" de dicho edificio o manzana situado en el cuarto de

contadores. Esta comunicación es protegida por algoritmos propietarios de DS2 implementados en hardware y transcurre en el tramo de baja tensión.

La velocidad en este tramo es de 45 Mbps actualmente, pero con claro camino de evolución. Estos 45 Mbps son realmente 27 Mbps en sentido descendente (bajada) y 18 en sentido ascendente (subida), con la que la comunicación es asimétrica y se comparten entre todos los usuarios que colgarán de dicho Repetidor, con un máximo de 256 usuarios.

Muchas personas se asustan un poco cuando comprenden que los 45 Mbps se quedan en 27 Mbps de subida y 18 Mbps de bajada a compartir entre todos los usuarios. Lo mismo ocurre en el caso de ADSL.

### **¿Porque esto mismo ocurre en ADSL?**

La gente argumenta que en el caso de ADSL, el usuario tiene una conexión individual hasta la central ya que el par de cobre no lo comparte con nadie. Aunque esto sea cierto, tal y como he explicado en el apartado 2, todas las conexiones ADSL son juntadas por un multiplexor ATM y salen por el mismo enlace hasta el siguiente tramo de red. En este punto concreto, Telefónica decide cuantos ADSLs meter por Mbit/s de salida de que dispone. Se rumorea que en 1 Mbit/s de salida.

En el caso de PLC esta concentración ocurre antes, en el equipo repetidor concretamente, pero en mi opinión qué importa de cara al usuario dónde ocurra la concentración. Tomarse lo anterior en los términos planteados, sí que hay diferencias pero de otra índole.

Al final, el usuario dispone de un ancho de banda de salida a Internet mínimo determinado por la concentración (número de conexiones que se juntan por Mbit/s de salida) y la velocidad máxima está determinada por la cantidad de usuarios que en este momento estén usando su conexión ADSL, teniendo en cuenta la máxima teórica sea de 256 Kbps o 2 Mbps.

En PLC ocurre lo mismo, si 100 usuarios de un mismo equipo "Repetidor" están conectados, la velocidad máxima teórica de bajada es de 270 Kbps, pero si lo están tan sólo 10 usuarios la velocidad máxima teórica de bajada es de 2,7 Mbps mientras que en ADSL nunca vamos a pasar de los 256 Kbps o 2 Mbps ya que este es nuestro máximo teórico, haya o no muchos usuarios conectados. Desde ese punto de vista, PLC escala de una manera no igualada por ADSL.

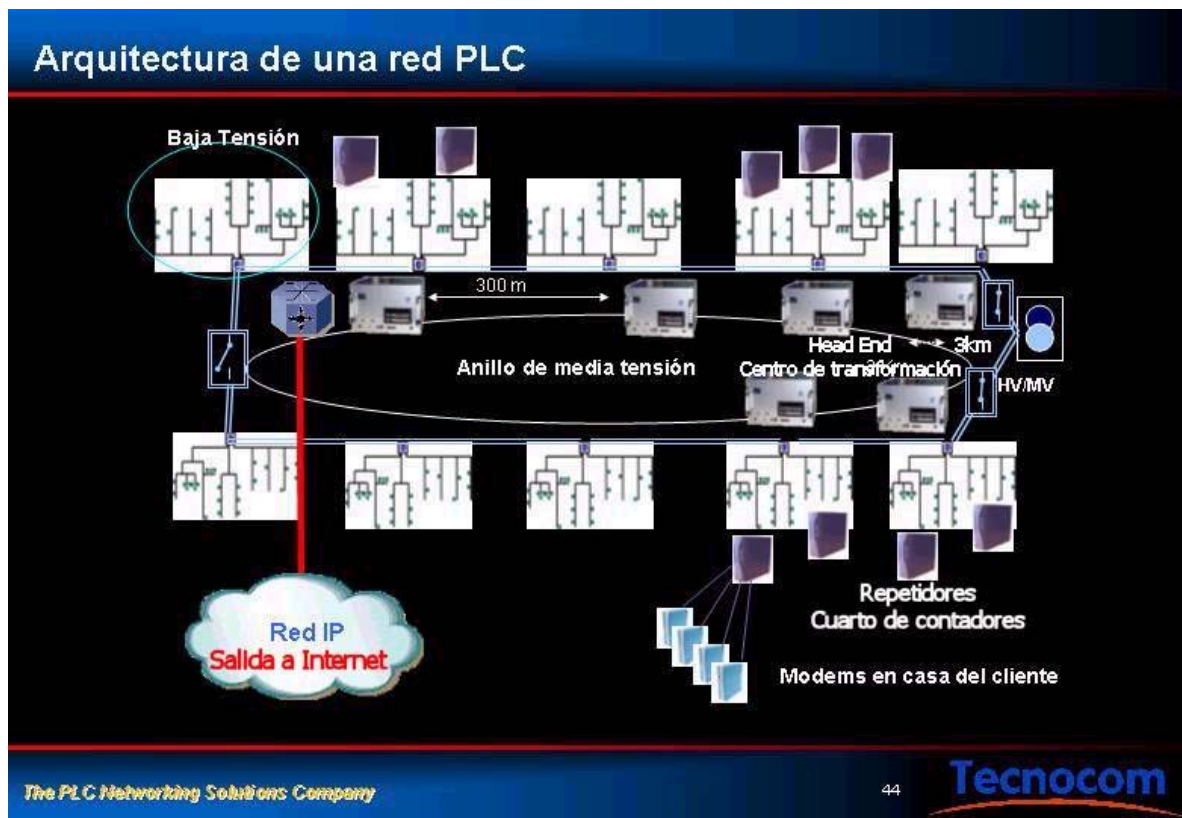
Continuando con la explicación de la arquitectura de la red, el siguiente tramo de la red transcurre entre el "Repetidor" y su "Head End" correspondiente. Después, tal y como se puede ver en la figura, pasamos a un nivel en el que los equipos "Head End" se comunican entre sí. Este nivel corresponde a la red de Media Tensión. Aquí, las velocidades actuales son de 135 Mbps.

Para dar salida a Internet uno o varios de los "Head End" se conecta a una red de transporte clásica como las que describíamos en el apartado segundo de este artículo. Esta red de transporte suele ser SDH/Sonet o Gigabit Ethernet, que últimamente esté teniendo una enorme adopción.

Esta red de transporte proporciona la salida a Internet.

Existen claros caminos de mejora de velocidad en todos los tramos.

## PLC: Servicios



## PLC: Pros y Contras

### Economía de instalación

- Sin obra civil
- Cada instalación en un transformador da acceso entre 150-200 hogares

### Modelo económico

- Con los costes de la tecnología actual: despliegue viable
- Se barajan escenarios de reducción de costes a medio plazo

### Anchos de banda muy superiores a ADSL

- El límite de velocidad para ADSL es 2Mb
- PLC puede llegar a ofrecer velocidades superiores a los 10Mb

### Emisiones electromagnéticas

- Equiparables a ADSL y muy inferiores a la telefonía móvil

## Monopolio en el bucle local

- Cualquier enchufe en casa se convertirá en un acceso a los servicios

Algunos factores nos parecen decisivos de cara al éxito de la tecnología son:

- Lanzamiento rápido: tecnologías competidoras como VDSL, G.SHDSL, ADSL2, ADSL2+, etc. también están en el horizonte con lo que aprovechar la actual situación es importante.
- Precio competitivo frente a ADSL
- Demostrar que la tecnología es segura
- Buena calidad VoIP (voz sobre IP)
- Velocidades y demás parámetros de conexión aceptables según lo ofertado
- Estabilidad frente a interferencias
- Marco legal y administrativo propicio
- Evolución de la actual tecnología y abaratamiento de los dispositivos PLC

<b>Fortalezas</b>	<b>Oportunidades</b>
Medio físico ya desplegado. Ubicuidad de la red eléctrica. Posibilidad de crecimiento modular. Sin instalaciones en casa del usuario. Utilización óptima del ancho de banda.	Gran demanda de accesos en banda ancha. Escasa competencia en las infraestructuras de acceso. Aplicaciones domésticas. Combinación con las otras tecnologías.
Gestión de QoS en servicios que requieran un ancho de banda alto y constante. Escasa competencia tecnológica. Producción de equipos todavía limitada.	Limitaciones en las emisiones EMC según se desarrolle la regulación. Ausencia de estándares tecnológicos para interoperabilidad de equipos.
<b>Debilidades</b>	<b>Amenazas</b>

The PLC Networking Solutions Company 64 **Tecnocom**

## **Entrevista con una empresa Española de Telecomunicaciones (Tecnocom)**

Concretamente a Eva López y Daniel Merino.

### **INTRODUCCIÓN**

**Para empezar, por favor, presenten a Tecnocom y las funciones que ustedes desempeñan dentro la empresa.**

Tecnocom es un integrador de soluciones de redes de información. Es una empresa que cuenta con más de 700 empleados con más de 17 años en el sector, y presencia en 9 países. Es una de las fundadoras del Índice Nuevo Mercado de Madrid con capital 100% español.

La compañía ofrece soluciones para satisfacer necesidades de emisión, recepción, almacenamiento y seguridad de información. Tecnocom ofrece soluciones tecnológicas en los siguientes campos:

- Networking
- PLC
- Redes Móviles
- Aplicaciones de Datos Móviles

Daniel Merino y Eva López son ingenieros de sistemas dedicados a las divisiones de Networking y PLC, elaborando tareas de preventa.

**La tecnología PLC es la esperanza de muchas personas para que la banda ancha llegue de verdad hasta el usuario final. ¿Cuál es el grado de éxito de las numerosas pruebas piloto que ha llevado a cabo Tecnocom? ¿Se han superado las expectativas iniciales?**

Las pruebas piloto han tenido un éxito rotundo. Ninguno de los usuarios durante las pruebas ha solicitado la baja del servicio, y el resultado de las encuestas es altamente satisfactorio, superando las expectativas originales.

### **DESPLIEGUE Y DISPONIBILIDAD**

**¿Existen planes concretos y fechas aproximadas de comienzo del despliegue de la tecnología PLC en España?**

Existen planes y proyectos de despliegue para el presente año

**¿Qué compañías eléctricas tienen interés en el tema? ¿Creen que realmente apostarán por PLC?, ya que algunas de estas compañías ya han invertido en empresas de cable como Auna**

Todas las compañías eléctricas están interesadas en desplegar esta tecnología (tanto empresas a nivel nacional como pequeñas corporaciones o cooperativas locales). Independientemente de inversiones previas, todas ellas ven en PLC una tecnología de acceso que les puede abrir otros mercados y ofrecer nuevos servicios.

**PLC representa una esperanza para mucha gente que desea acceder a la banda ancha, pero no puede ya que vive en pequeños municipios donde el ADSL y el Cable no llegan. ¿Es una esperanza real? ¿Aproximadamente, qué masa crítica debe tener un municipio para que la tecnología PLC sea viable?**

Ciertamente lo es, ya que de hecho se están realizando pruebas para dotar de acceso a Internet a municipios donde la implantación de otro tipo de tecnologías resulta caro y complicado. En cuanto a la masa crítica necesaria para el despliegue de PLC, este dato depende de varias variables, tales como el índice de penetración deseado, la topología de la red eléctrica en la zona, precio de los equipos, otro tipo de intereses distintos a los económicos, etc.

**En un principio el PLC se plantea como una tecnología de acceso residencial. ¿Es esto correcto o también la oferta estará dirigida a empresas?**

No, el PLC no se plantea únicamente en el entorno residencial. Es una solución totalmente factible en un entorno empresarial.

## **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS**

**¿Qué dispositivos son necesarios para conectarse mediante PLC?**

Para conectarse a Internet utilizando esta tecnología es necesario el uso de un MODEM PLC en las dependencias del usuario y dispositivos de red, tales como repetidores y equipos terminales a lo largo de la red de transporte eléctrico hasta el punto de interconexión de la red eléctrica con la red de datos.

**¿Es posible enchufar dos módems en dos enchufes diferentes y optar a dos conexiones independientes?**

Si. Este tipo de configuración no supone ningún problema.

**¿Una conexión PLC se ve afectada por las posibles interferencias de los diferentes electrodomésticos? ¿Ocurre algo si un vecino enchufa un taladro a la red?**

Los equipos utilizados disponen de una serie de microfiltro incorporado que evitan este tipo de problemas. Las interferencias producidas por los electrodomésticos no han supuesto ningún impedimento a las conexiones PLC.

**Sabemos que la relación de frecuencias utilizadas en la transmisión es de 3/5 en sentido descendente y 2/5 para el sentido ascendente. ¿Implica lo anterior que las conexiones que se ofertarán al usuario doméstico serán asimétricas?**

Efectivamente esto es así (de la misma manera que ocurre con ADSL). En futuras versiones tecnológicas podría disponerse de conexiones tanto simétricas como asimétricas.



## **OFERTA DE CONEXIONES**

**¿Podrían indicar, aunque sea de una manera muy aproximada, qué características básicas como precio mensual, alta de instalación, precio del módem tendrá una conexión PLC domestica estándar?**

Hoy en día es muy difícil hacer una valoración económica del servicio, ya que el precio al que se le ofrecerá al usuario final depende de muchos factores (compañía que lo explota, número de usuarios, características del servicio que se quiere ofertar, etc). Lo que está claro es que el precio de partida de este tipo de tecnología no debe superar el valor de referencia dictado en el acceso ADSL

**Prácticamente todos los usuarios domésticos de banda ancha en España tienen conexiones como mucho de 256 Kbits/s, una velocidad varias veces inferior frente a nuestros vecinos de Gran Bretaña o Alemania. De la charla impartida en la Universidad Pública en Navarra sabemos que una conexión PLC puede ofrecer 5, 10 ó 15 Mbits/s de bajada a un usuario final pero ¿se planea competir con los proveedores de ADSL y Cable en ese aspecto?**

Totalmente. PLC se posiciona claramente como tecnología alternativa al ADSL y al cable, con unas posibilidades de éxito muy altas debido a las características de esta tecnología.

**¿Sabemos que es muy pronto pero creen que el PLC será competitivo con la las conexiones de cable o ADSL en parámetros como ping o latencia de la conexión? (Este es un asunto alrededor del que hay mucha preocupación porque los usuarios que juegan online se quejan de que las conexiones de ADSL en nuestro país no están a la altura.)**

Al depender este dato de la red de transporte IP existente detrás de la red de acceso PLC, fijar estos valores a nivel general es difícil. Dependerá del diseño y topología de red, pero las expectativas es que estos valores sean mejores que los actuales.

## **SEGURIDAD**

**La red eléctrica es un medio compartido. ¿Cómo se controla la privacidad de los datos que el usuario envía tanto en el tramo módem de usuario – Repetidor como en el tramo Repetidor – Headend?**

Existen tecnologías propietarias del diseñador del chip (DS2) que proporcionan esta funcionalidad con un éxito completo.

**Sabemos que ya se está trabajando en ofrecer soporte de tecnologías como VLANs. ¿En qué estado de desarrollo se encuentra este soporte?**

Los equipos actuales son capaces de soportar entornos donde se implementas VLANs basadas en el estándar 802.1q.

**¿Es posible hacer VPNs en las que alguna o los dos extremos tengan conexión PLC? ¿Es posible activar tecnologías de encriptación como IPSEC?**

Sí. No existe ningún problema para este tipo de conexiones seguras.

## **FUTURO DE PLC**

**¿Cómo se imaginan el futuro del PLC desde un punto de evolución de la propia tecnología?**

Se tienen grandes expectativas de futuro. Desde TecnoCom estamos totalmente convencidos de que PLC será el claro competidor de ADSL para ofrecer servicios de banda ancha masivos (tanto en el ámbito residencial como en el empresarial). Dadas las características de la tecnología, probablemente acabe posicionándose como la tecnología líder en este segmento.

**¿Existe suficiente margen de crecimiento de las prestaciones ofrecidas hoy en día?**

Desde luego. Al ser una tecnología en fase de desarrollo, se esperan grandes avances tanto en velocidad de transmisión como en funcionalidades.

## **PARA TERMINAR**

**A modo de resumen, ¿cuáles son los puntos fuertes y débiles de PLC?**

PLC tiene muchas ventajas:

- Medio físico ya desplegado.
- Ubicuidad de la red eléctrica.
- Posibilidad de crecimiento modular.
- Sin instalaciones en casa del usuario.
- Utilización óptima del ancho de banda.
- Gran demanda de accesos en banda ancha por parte del usuario final.
- Escasa competencia en las infraestructuras de acceso.

¿Qué hace que su futuro tenga tantas expectativas?. Hay algunos temas importantes a tener en cuenta, tales como que la producción de equipos es todavía limitada, que hay escasa competencia tecnológica o que no existen estándares tecnológicos para interoperabilidad de equipos. Pero estos factores se solucionarán fácilmente en un futuro a corto plazo.

**¿Quieren añadir o comentar algo que no se ha tratado en la entrevista?**

No. En las preguntas anteriores se han tocado los temas más relevantes referentes a esta tecnología.

**Muchas gracias a ambos por vuestro tiempo.**

## Entrevista: Comentarios

En este apartado quiero comentar algunas de las cosas que se han dicho en la entrevista. Para empezar, parece que la prueba piloto realizada en nuestro país, en Zaragoza concretamente, ha sido exitosa. Destacan los planes de despliegue de la tecnología PLC durante el presente año y el interés de la mayoría de compañías eléctricas en PLC.

Quizá a algunos nos gustaría tener datos concretos sobre precios, despliegue, etc. pero hay que entender que este tipo de información es confidencial y que la competencia está al acecho. Personalmente entiendo esto y no creo que haya que darle más vueltas. Si la competencia conoce rápidamente tus intenciones tiene más tiempo para reaccionar y esto no se puede permitir desde el punto de vista de una empresa. Además en gran medida estos temas parecen ser determinados por la compañía eléctrica que contrata a TecnoCom.

Respecto a los usuarios que esperan que esta tecnología llegue a los lugares donde no llega el ADSL ni el cable, parece que tecnológicamente es perfectamente posible. Personalmente, me gustaría pensar lo contrario pero estoy prácticamente convencido que la tecnología se empezará a desplegar primero en las grandes ciudades, simplemente es económicamente más atractivo para una empresa. (Espero que estemos equivocados y tengamos que rectificar). Entonces queda la duda de cuando llegará el PLC a los lugares citados. Mi opinión es que si la tecnología lo permite y a un coste seguramente inferior a las soluciones actuales, la administración se tiene que interesar y subvencionar el despliegue en dicho lugares.

En un principio la tecnología PLC está dirigida tanto a particulares como a empresas. El cliente necesita un simple módem PLC para la conexión, de tamaño similar al de un módem ADSL. La tecnología es en este momento asimétrica y no se ve demasiado afectada por las interferencias siempre según TecnoCom.

Otro aspecto muy importante es que se planea competir definitivamente con ADSL tanto en precio como en velocidad, algo que puede ser muy beneficioso para el usuario final.

La seguridad es un tema que preocupa a los usuarios de manera muy notable cuando se habla de PLC ya que la red eléctrica es un medio compartido. Quizá tranquilice saber que el control de seguridad de las conexiones se realiza en hardware por los chips de DS2. Hay que señalar que para romper esto hay que conocer el diseño interno y el funcionamiento de los chips de DS2, información que no es pública.

Además, y esto es de una importancia tremenda, se puede utilizar tecnología de encriptación IPSec sobre VPNs o redes privadas virtuales. Las VPNs están teniendo un enorme éxito en la actualidad. Ya que permiten conectar dos redes de manera segura a través de Internet. Imaginad que la empresa 'A' tiene una sede en Madrid y otra en Barcelona y las quiere conectar de manera segura. Esto se puede hacer mediante una red privada virtual o VPN. Una VPN es básicamente un túnel seguro a través de Internet, gracias a tecnologías como IPSec.

La tecnología PLC además parece tener un camino de evolución futuro emocionante. La verdad es que las promesas son grandes.

## **Conclusiones**

No obstante queremos dejar claro que los factores que influirán de manera definitiva en el futuro de PLC no son exclusivamente tecnológicos sino también económicos, administrativos, legales, etc.

PLC parece ser una tecnología sólida, con mucho futuro pero esto también se ha dicho de muchas otras tecnologías que finalmente no llegaron a una aceptación masiva. También queremos destacar que las tecnologías xDSL y de acceso por Cable están sufriendo una evolución vertiginosa, hablando de cifras de decenas de Mbps en distancias crecientes. Claros ejemplos de dicha evolución son los estándares VDSL y G.SHDSL.