

PARTE V

EVOLUCIÓN DE LA TECNOLOGIA DE ACCESO A INTERNET

Historia, Sociedad, Tecnología y Crecimiento de la Red

Dirección


Descripción comparativa de los sistemas actuales y futuros utilizados para acceder a la Red

SECCIÓN I CONECTIVIDAD CLÁSICA A INTERNET

1. RTC – RDSI - GSM

SECCIÓN II NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL ACCESO A INTERNET

2. ADSL
3. CATV (mediante TV por cable)
4. **PLC (Internet a través del cable de la luz)**
5. LMDS (Acceso Inalámbrico)
6. SAT (Acceso Satélite)
7. TDT (Televisión Digital Terrestre)
8. WLAN (Vía Radio Local)



Listo Mi PC

Descripción comparativa de los sistemas actuales y futuros utilizados para acceder a la Red

SECCIÓN I CONECTIVIDAD CLÁSICA A INTERNET

1. RTC – RDSI - GSM

SECCIÓN II NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL ACCESO A INTERNET

2. ADSL
3. CATV (mediante TV por cable)
- 4. PLC (Internet a través del cable de la luz)**
5. LMDS (Acceso Inalámbrico)
6. SAT (Acceso Satélite)
7. TDT (Televisión Digital Terrestre)
8. WLAN (Vía Radio Local)

PARTE V SECCIÓN II**NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA EL ACCESO A INTERNET****PLC**

INTERNET POR EL CABLE DE LA LUZ (TECNOLOGÍA PLC)	246
1. INTRODUCCIÓN.....	246
2 UN POCO DE HISTORIA	246
3 PRINCIPIOS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO.....	247
4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA.....	248
4.1 ELEMENTOS PARA LA PROVISIÓN DE INTERNET MEDIANTE PLC248	
4.1.1 TRANSFORMADORES.....	248
4.1.2 MODEM DE USUARIO.....	249
4.1.3 MODEM DE CABECERA.....	249
4.2 ARQUITECTURA DE UNA RED DE ACCESO PLC.....	250
4.3 INTERCONEXIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS.....	251
5 PLC: CAPACIDAD Y ANCHO DE BANDA POR USUARIO.....	251
6 IMPLANTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PLC EN ESPAÑA	252
6.1 LAS PRUEBAS PILOTO.....	252
6.2 LAS PRUEBAS EUROPEAS.....	253
7 MERCADO.....	254
7.1 ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA PLC	254
7.2 SERVICIOS SOBRE EL CABLE ELÉCTRICO.....	254
7.3 VENTAJAS DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE PLC.....	255
7.4 BARRERAS DE IMPLANTACIÓN Y ROBUSTEZ DE MODULACIÓN 255	
8 LA EXPERIENCIA DE USUARIO	256
9 COMPARATIVA PLC VS OTRAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO.....	256
10 BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS.....	257

INTERNET POR EL CABLE DE LA LUZ (Tecnología PLC)

1. INTRODUCCIÓN

Tal y como se ha podido comprobar durante los primeros años de liberalización de las telecomunicaciones en España, lo más complicado en el despliegue de nuevas redes que lleven a los clientes sus servicios, es precisamente el tramo final. O lo que es lo mismo, el despliegue de una nueva red suficientemente capilar para llegar a todos los domicilios y que permita integrar a la mayoría de los servicios.

Si pensamos un poco, (y dejando a parte las redes de agua y gas), en la mayoría de los hogares llegan 3 redes que pueden transportar información:

- a) La red telefónica
- b) La red Eléctrica
- c) Y la antena de la red de Televisión.

Veremos¹ que por la red de Televisión y a medida que se vaya digitalizando, será posible enviar señales de datos para conectarnos a internet. Pero en este capítulo trataremos de esclarecer como utilizar la red eléctrica para la transmisión de información.

Durante años se ha investigado para dar con la tecnología apropiada que permita transmitir información a través de la red eléctrica, con lo que nos permitiría también el poder hablar por teléfono por el mismo enchufe. No olvidemos que la red eléctrica tiene una capilaridad aún mayor que la red telefónica y sobretodo en zonas rurales está más extendida. Esta tecnología recibe el nombre de PLC² y aunque está en sus inicios, de tener éxito las experiencias piloto que se están realizando, podría ser una revolución en el mundo de las redes de acceso. Cambiando el mapa de los operadores alternativos y dando un gran protagonismo a las empresas eléctricas.

2 UN POCO DE HISTORIA

Aunque su utilización para el acceso a internet sí que es algo novedoso, el hecho de utilizar la infraestructura eléctrica para la transmisión de datos no es nada nuevo. Las compañías eléctricas llevan utilizando este tipo de tecnología desde hace muchas décadas, para poder comunicarse con las ubicaciones más remotas de sus redes de generación, como son las centrales

¹ Véase apartado de Televisión Digital Terrestre (TDT).

² Del inglés Power Line Communications. Comunicaciones a través de la línea eléctrica.

hidroeléctricas o los transformadores remotos ubicados en cualquier montaña de la geografía, en donde por supuesto no llega la red telefónica.

Se utilizaban pues, las líneas de alta tensión para transmitir datos, con unas velocidades muy pequeñas, pero suficientes para el telecontrol.

Lo realmente novedoso es que los equipos de investigación hayan logrado recientemente³ tasas de hasta 3 Mbps mediante un nuevo chip, con lo que se ha despertado otra vez la posibilidad de ofrecer información a alta velocidad a través de la red eléctrica.

3 PRINCIPIOS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO

La tecnología PLC es simplemente un conjunto de elementos y sistemas de transmisión que, basándose en una infraestructura de transporte y distribución eléctrica clásica, permite ofrecer a los clientes servicios clásicos de un operador de telecomunicaciones.

Se pueden alcanzar entre 1 y 1,5 Mbps por usuario particular. Con lo que se hace posible ofrecer servicios de Internet, transmisión de datos a alta velocidad y hasta telefonía IP.

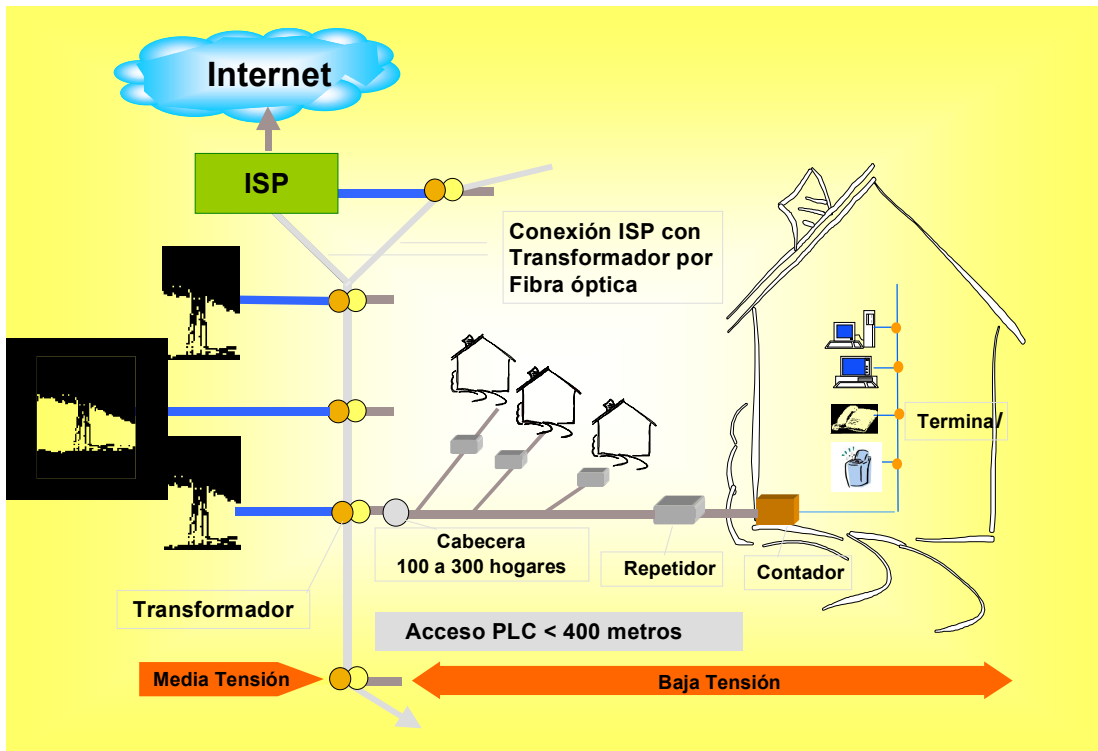
La idea es sencilla: basta acondicionar las actuales infraestructuras eléctricas para que puedan transmitir los dos tipos de señal simultáneamente: Las de baja frecuencia (a 50 o 60Hz) para la transmisión de energía y las de alta frecuencia (banda de 1MHz) para la transmisión de datos, circulando ambas a través del hilo de cobre.

La nueva red ya adaptada, se denomina *High Frequency Conditioned Power Network*⁴ HFCPN, permitiendo transmitir simultáneamente energía e información.

En las subestaciones eléctricas (o transformadores locales) se instalan servidores que se conectan a Internet generalmente a través de fibra óptica. El protocolo a nivel de red es IP sin realizar ninguna conversión. De las tres partes en que se compone la red eléctrica (tramos de baja tensión, de media y de alta tensión), se utiliza únicamente el tramo de baja tensión (o lo que en la red de telefonía se conoce como *última milla*). Tramo que conecta las viviendas con las subestaciones transformadoras (o lo que sería el equivalente telefónico a la central local).

³ Febrero de 2001 Presentado en el CeBit 2001.

⁴ HFCPN: High Frequency Conditioned Power Network. Red eléctrica acondicionada para las altas frecuencias.



Estructura elementos para la provisión de internet a través de la red eléctrica. Fuente: Esquema de Endesa Servicios.

4 ARQUITECTURA DEL SISTEMA

4.1 ELEMENTOS PARA LA PROVISIÓN DE INTERNET MEDIANTE PLC

Antes de nada, debemos conocer que las redes eléctricas convierten (mediante los transformadores situados en las subestaciones), los voltajes de media tensión (utilizados para el transporte de la energía) a líneas de baja tensión 220V, lo más cerca posible de los usuarios. En aras a evitar las pérdidas que se producen a baja potencia.

4.1.1 TRANSFORMADORES

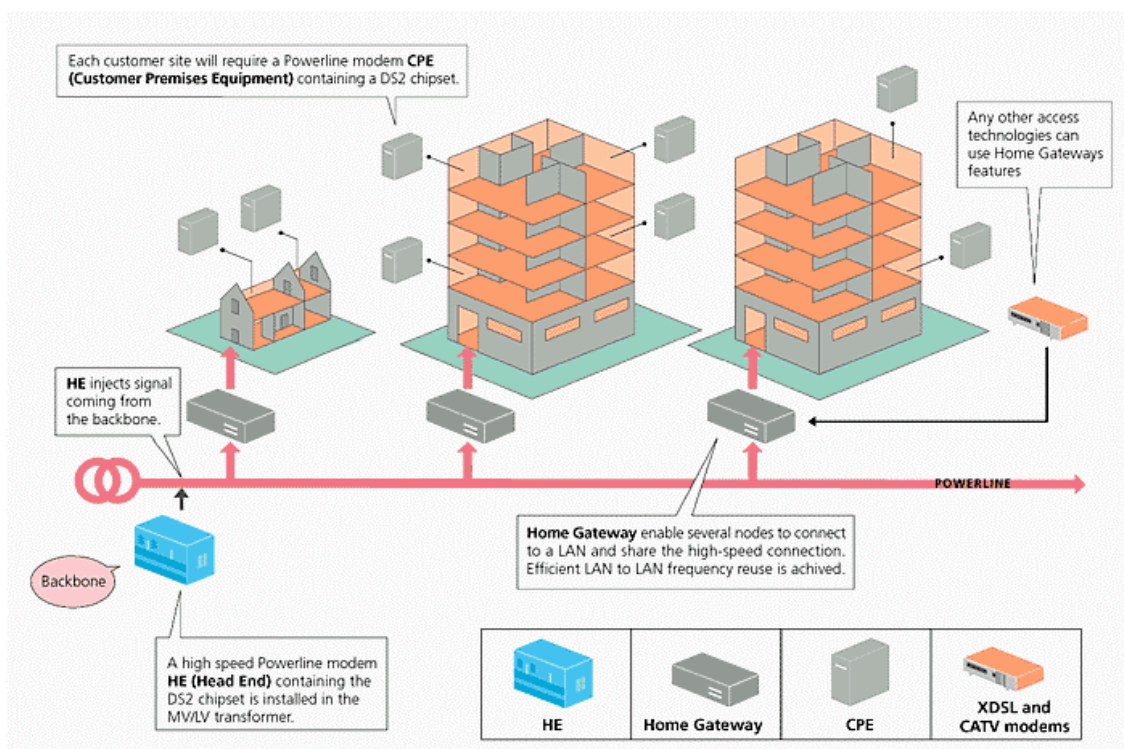
Cada transformador distribuye, típicamente entre 3 y 6 líneas de baja tensión, con una longitud media de unos 250 metros. Cada una de ellas proporciona suministro eléctrico a unos 50 clientes.

4.1.2 MODEM DE USUARIO

Cada usuario deberá instalar un módem para posibilitar el envío y la recepción de datos por la línea eléctrica. Existe la opción de que el usuario instale un *home gateway*, entre el módem (colocado cerca del contador de entrada) y una posible LAN interna, de tal manera que posibilita a los distintos usuarios conectados poder compartir la conexión a la vez de interconectarse entre ellos utilizando cualquier clavija o enchufe eléctrico del edificio. A su vez, cualquier fuente de datos externa (xDSL, coaxial, inalámbrica,...) puede conectarse al *home gateway* para que éste distribuya y gestione la conexión multiusuario. Representado en la figura con las siglas CPE.

4.1.3 MODEM DE CABECERA

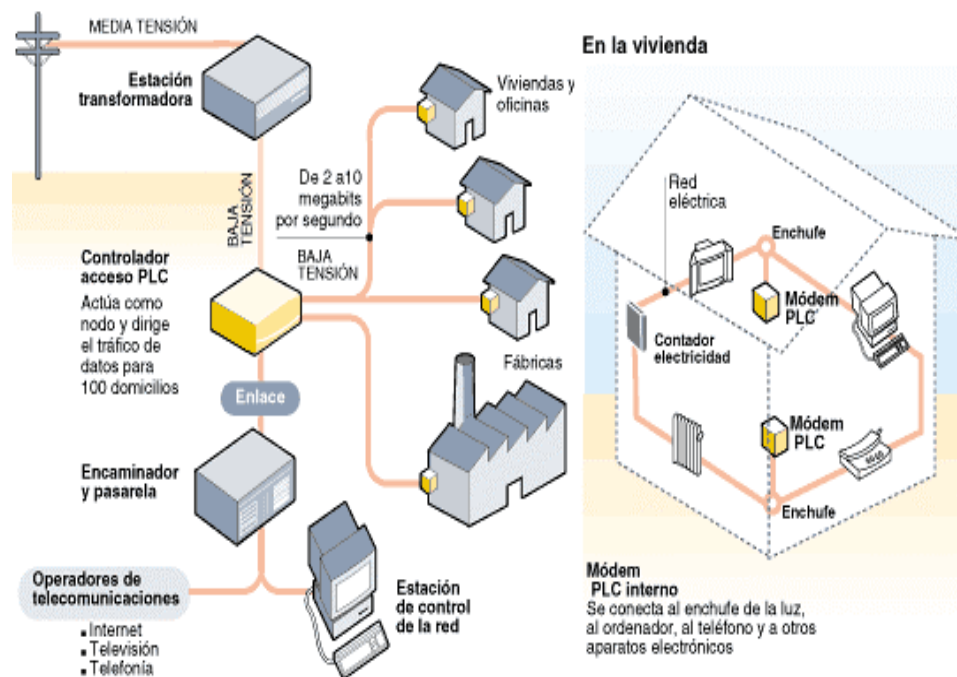
Por el lado de la compañía eléctrica, y en la subestación transformadora, deberá también colocarse el módem de recepción de datos. Con lo que se garantiza una conexión a alta velocidad lo suficientemente potente para dar servicio a todos los usuarios. Desde este punto, y mediante una fibra o bien un radio enlace, conectaremos con el proveedor de servicios (ISP). Representado en la figura bajo las siglas HE.



Los distintos elementos pueden verse representados en la figura proporcionada por uno de los principales fabricantes de esta tecnología: Ascom.

4.2 ARQUITECTURA DE UNA RED DE ACCESO PLC

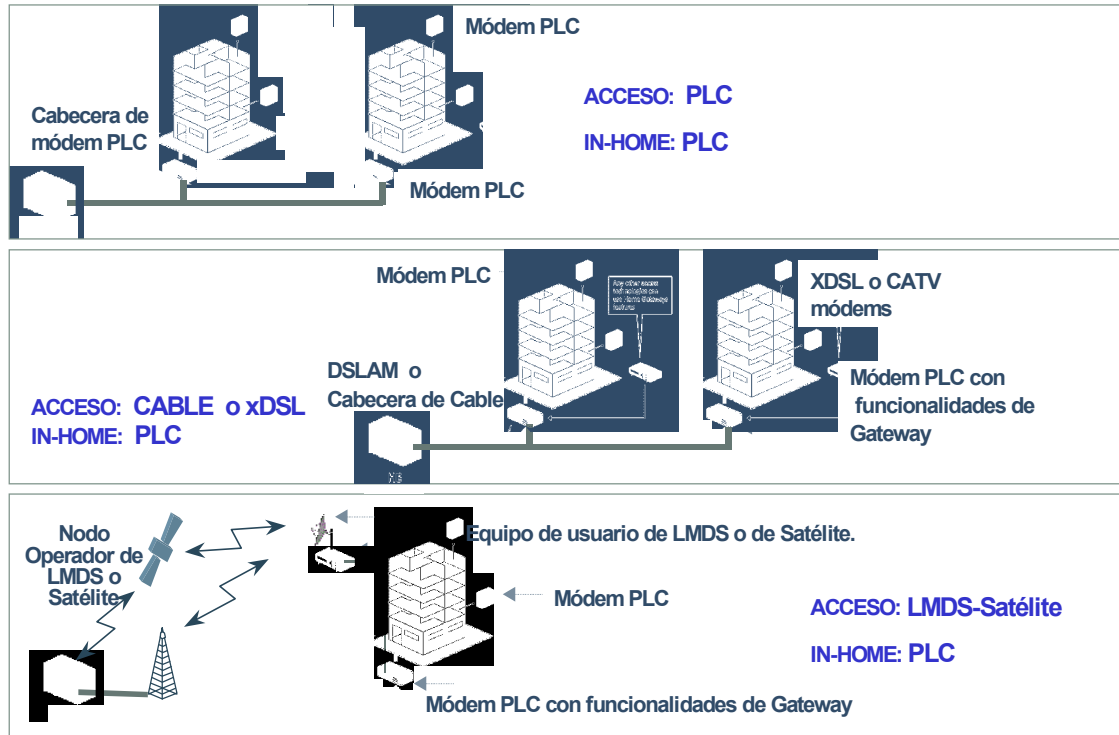
- La topología de la red es en bus, provocando que el ancho de banda proporcionado por cada transformador, deba ser compartido por todos los usuarios que cuelguen de éste. En Europa existe un promedio de 150 viviendas por transformador
- Cualquier clavija o enchufe eléctrico de la vivienda será un puerto de comunicaciones siempre y cuando disponga de un módem PLC. Éste incorpora dos filtros para separar las señales portadoras de información (pasa alto) y las de corriente eléctrica (pasa bajo).



- Existen unas limitaciones de distancia tanto para el tramo interior a la vivienda como para el tramo de acceso, siendo éstas de aproximadamente 400 m para el tramo de acceso y de 50 m para el tramo in-home (el interno al hogar).
- El controlador de acceso o módem de cabecera PLC, se encarga de interconectar las diferentes redes de servicio (Internet, televisión, telefonía) con la línea de baja tensión. (Rectángulo amarillo en la figura).

4.3 INTERCONEXIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS

Tal y como se ha mencionado anteriormente, la tecnología PLC no es sustitutiva sino que puede complementar a otras ya instaladas tanto en el tramo de acceso como en la vivienda (in-home). En la figura se muestra como podemos utilizar esta tecnología tanto para llegar al edificio (tramos de acceso) como para repartir un acceso a internet que nos llegue mediante cable hasta el edificio.



Fuente: Adaptación propia, ilustraciones de El País.

5 PLC: CAPACIDAD Y ANCHO DE BANDA POR USUARIO

Actualmente existen aún muy pocos datos de hasta dónde podrá llegar ésta tecnología en cuanto a ancho de banda se refiere. Puesto que uno de los principales inconvenientes son los transformadores por los que circula la señal eléctrica, nada adecuados para los datos.

Aunque si analizamos las tasas de transferencia que actualmente se comercializan ya en Alemania por el operador eléctrico RWE podremos apreciar que la tecnología está suficientemente madura para poder ofrecer un buen servicio de internet. Con modalidades de tarifa plana, puesto que al igual que el ADSL o el Cable, son conexiones permanentes.

Característica	Situación actual	Nuevos Chips
Número de domicilios conectados a un transformador	150	150
Penetración media de Internet en España ⁵	21%	21%
Número promedio de hogares por transformador	32	32
Velocidad en el transformador (Kbps)	2.048	8.192
Kbps / usuario Si Concurrencia es del 40%	163	650
Kbps / usuario Si Concurrencia es del 60%	108	433
Kbps / usuario Si Concurrencia es del 100%	65	260

6 IMPLANTACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PLC EN ESPAÑA

Aunque no podamos aún hablar de PLC como un servicio contratable, sí que se han realizado diversas experiencias, por parte de los principales operadores

6.1 LAS PRUEBAS PILOTO

Aunque de manera silenciosa, tanto Endesa como Iberdrola llevan varios años investigando y realizando pruebas en este campo.

Concretamente la **División Power Line de Endesa**, tiene en marcha dos pruebas piloto en Barcelona y Sevilla con tecnologías diferentes.

Se han llevado a cabo desde Julio de 2000 con 25 clientes de cada ciudad y con resultados muy satisfactorios, demostrando que la tecnología PLC es estable y que su despliegue sobre la red de baja tensión es sencillo, rápido y económico, quedando los clientes muy satisfechos en cuanto a la velocidad de acceso a Internet.

La prueba de Barcelona, evaluó tecnología de la compañía suiza Ascom. Y la de Sevilla emplea tecnología basada en un chipset de la compañía valenciana DS2⁶. En la experiencia sevillana se lograron velocidades de usuario de más de 12Mbps⁷.

⁵ Datos del Estudio General de Medios (EGM) Véase <http://www.aimc.es>

⁶ Compañía fundada en 1998 por Jorge Blasco, y que en apenas tres años, ha conseguido diseñar un chipset que puede elevar la capacidad de transmisión hasta los 45Mbps. Endesa, ha decidido invertir 2.250 millones de pesetas para hacerse con el 15% de la compañía.

⁷ Endesa ha anunciado que probará en una segunda fase la tecnología PLC en Zaragoza con más de 3.000 clientes y marca como punto de partida para su comercialización finales de 2002, principios de 2003.

Por su lado, **Iberdrola Redes** ha realizado una prueba piloto en Madrid (ciudad a la que abastece), permitiendo a los usuarios de diez hogares disponer de un ancho de banda garantizado de 2Mbps. Los servicios ofrecidos fueron acceso a Internet a alta velocidad, y correo electrónico. Ofreciendo gratuitamente los equipos a los usuarios, que permanecerán en prueba entre 3 y 6 meses. Se monitoriza continuamente los parámetros de calidad, como caudal máximo, BER⁸ o cualquier otro parámetro que permita caracterizar tanto la red de distribución como los módems PLC de usuario y de cabecera.

La prueba de Iberdrola se realizó con la tecnología de la empresa israelí *Nisko Advanced Solutions*.

Está en marcha una segunda prueba llamada Niscom2, en la que se espera alcanzar velocidades superiores a los 10Mbps ampliándola a 100 clientes.

6.2 LAS PRUEBAS EUROPEAS

Al igual que en España, en muchos países europeos se han realizado distintas pruebas, siendo Alemania (por el momento) el único país en donde se ha iniciado la comercialización de los servicios de acceso a internet mediante el cable de la luz.

Operadores	País	Proveedores Tecnología
RWE	Alemania	Ascom/Keyin
VEBA/AvaconOnline	Alemania	Online/Enikia
EnBW-Tesion	Alemania	Siemens/NOR.WEB
MVV	Alemania	ABB/Alcatel
EEF, diAx	Rep.Checa	Ascom
France Telecom	Francia	Ascom
Enel	Italia	Ascom
Endesa Iberdrola	España	Ascom DS2
EDF	Francia	Ascom
EVN	Austria	Ascom
TIWAG	Austria	Ascom
NESA	Dinamarca	Ascom
Linanet	Islandia	Ascom
VikenEnerginet	Noruega	Ascom
EvicomSydkraft	Suecia	Ascom
ELMU/Novaco	Hungría	Siemens
R-KOM	Dinamarca	Alcatel

Concretamente ASCOM tiene en marcha pruebas en más de 20 países, con unos resultados muy satisfactorios.

⁸ Bit Error Rate. O tasa de error de bit. Que se define como la cantidad de bits erróneos por bit transmitido.

7 MERCADO

Aunque aún no podamos hablar de un mercado emergente, puesto que no existen operadores que ofrezcan el servicio de forma regular, el mercado objetivo del acceso a internet mediante PLC, es claramente un mercado residencial, en zonas urbanas, pudiendo también ser adecuado para empresas que tengan sedes en zonas rurales, en las que no lleguen los servicios de telecomunicaciones. Aún así, las limitaciones que tiene, de distancia máxima respecto al transformador, harían que no se pudieran alcanzar muy altas velocidades.

7.1 ESTADO ACTUAL DE LA TECNOLOGÍA PLC

La presión liberalizadora de los mercados de las telecomunicaciones y de la energía, lleva a que las administraciones estatales, vean con muy buenos ojos este tipo de tecnología. Ya que permite, disponer de otra red de acceso, ya instalada estableciendo una nueva competencia a los ex-monopolios de telecomunicaciones.

El marco legal está aún por crear, puesto que no existe aún regulación específica. A excepción de Alemania en que recientemente el regulador (RegTP) aprobó la norma NB30 que facilita el despliegue de este tipo de redes.

Por otro lado la CELENEC⁹ y ETSI¹⁰ desarrollan ya estándares de compatibilidad para esta tecnología.

RWE cursó un pedido a ASCOM de 150.000 unidades para dos años y ha llegado a dar servicio a 20.000 clientes a finales del 2001.

7.2 SERVICIOS SOBRE EL CABLE ELÉCTRICO

Gracias a esta adaptación del tendido eléctrico, además del suministro normal de energía, podrán ofrecerse servicios de telecomunicaciones y aplicaciones domésticas tan prácticas como la creación de redes de área local, internas al edificio, sin necesidad de cablear, puesto que los dispositivos a conectar (ordenadores, impresoras, actuadores remotos, teléfonos digitales, sensores, y en general aplicaciones domóticas), se interconectarán mediante el mismo cableado eléctrico.

⁹ Instituto Europeo para la Estandarización de Equipos de Telecomunicaciones.

¹⁰ Comité Europeo para la estandarización Electrotécnica.

7.3 VENTAJAS DEL ACCESO A INTERNET MEDIANTE PLC

Este tipo de conexión ofrece sin lugar a dudas una serie de ventajas que no tienen otras tecnologías permanentes:

Utiliza la infraestructura ya desplegada (cables eléctricos), tanto en el acceso como dentro del hogar. Ubicuidad del acceso a internet: cualquier lugar de la casa con un enchufe es suficiente para estar conectado.

Su instalación es rápida (puesto que únicamente se trata de una adaptación) sin necesidad de un cableado extra, como el resto¹¹ de tecnologías.

La conexión es permanente y por tanto las cuotas de conexión es muy probable que se fijen en un modelo de Tarifa Plana.

Destacar su posible coexistencia con otras tecnologías de acceso a internet: xDSL, fibra óptica, entre otras.

Permite la convergencia de servicios con la misma plataforma tecnológica IP (un único módem permite el acceso a Internet, telefonía, domótica, televisión interactiva, seguridad, etc...).

7.4 BARRERAS DE IMPLANTACIÓN Y ROBUSTEZ DE MODULACIÓN

Debemos tener presente, que la red eléctrica es un medio bastante hostil para los datos. En ella encontramos muchísimas derivaciones, malas conexiones, impedancias variables, ruido provocado por los aparatos que se le conectan. Por lo que la modulación que se utilice deberá tener en cuenta todas estas limitaciones del canal de comunicación.

En concreto se utilizan principalmente dos tipos de modulación:

- OFDM¹² utilizada por los chips de la empresa DS2
- Y la GMSK¹³ utilizada por la empresa ASCOM.

La primera se basa en crear muchísimas portadoras (centenares), realizando modulaciones de 0, 2, 4, 6 y 8 bits por portadora según la degradación que tenga cada frecuencia.

Por su lado, GMSK es un tipo de modulación muy empleada en telefonía móvil que consiste en transmitir dos o tres portadoras a la vez.

Ambas modulaciones son mucho más robustas que las convencionales, para poder combatir el ruido que hay en el medio de transmisión.

¹¹ Exceptuando el Wireless-LAN, o red inalámbrica.

¹² OFDM: Orthogonal Frequency Division Multiplexing. Multiplexación Ortogonal por división en frecuencia.

¹³ GMSK: Gaussian Minimum Shift Keying.

Como se ha señalado anteriormente, las señales de datos no pueden sobrevivir el paso por un transformador, por la sencilla razón de que en su interior no hay un contacto físico entre los devanados¹⁴ primario y secundario, sino que únicamente hay un acoplamiento electromagnético.

La estructura de las redes de energía americanas (y concretamente la estadounidense) hace solo sea posible conectar entre cuatro y seis casas a un bucle local, frente a las 300 ó 400 conectables en Europa.

Por ello y por el auge que en su momento experimentaron en los EUA, tecnologías como el xDSL o el cable, hace pensar que si la tecnología despegó lo hará en Europa y no en los Estados Unidos.

Finalmente las pruebas piloto, han demostrado que al utilizar altas frecuencias, la transmisión de estos datos, generaba interferencias en otros servicios como las emisiones radiofónicas (en onda media AM), por lo que debía limitarse la potencia de la señal en determinadas frecuencias.

8 LA EXPERIENCIA DE USUARIO

Es difícil describir cual es la experiencia de alguien que con su PC pueda moverse por su casa, conectando su módem únicamente a la red de alimentación. De hecho, será consciente de que se le provee el acceso a internet, por que el primer día le instalarán un adaptador al lado del contador eléctrico que le permitirá (en el caso de ser un *home gateway*) conectar varios ordenadores a la vez, como si de una red se tratara.

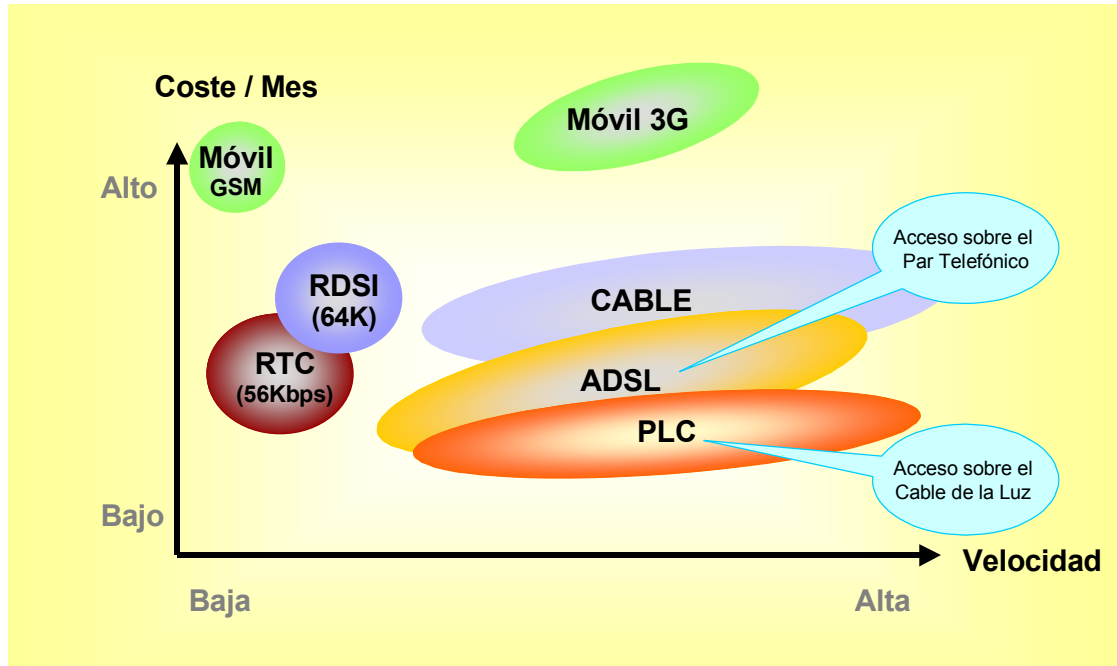
Un punto a favor pues, es la reducción de cables que supone el no tener que instalar una red y el cable de datos del módem, puesto que éstos viajan por el mismo cable que el de la corriente.



9 COMPARATIVA PLC vs OTRAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO

En la figura se puede apreciar, como este tipo de acceso aun ofreciendo un buen ancho de banda (comparable al Cable y al ADSL), podrá ofrecer unos costes para el usuario muy competitivos frente a sus dos directos adversarios: ADSL y el Cable, tanto para el mercado residencial como empresarial.

¹⁴ Bobinas inductivas, que forman el interior del transformador.



Comparativa de costes versus velocidad de acceso de las tecnologías de Banda Ancha frente a las tradicionales (RTC-RDSI y GSM). Fuente: Adaptación de un esquema realizado por la consultora Arthur D.Little. El coste se calcula para una transferencia de 250 Mbytes al mes.

10 BIBLIOGRAFÍA DE INTERÉS

Información general PLC <http://www.plcforum.org>

Endesa <http://endesanetfactory.com> y <http://www.plcendesa.com>

Iberdrola <http://www.iberdrola.com>

ASCOM <http://www.ascom.com>

DS2 <http://www.ds2.es>

Otras fuentes de interés:

<http://www.siemens.de/plc>

<http://eon-energie.com>

<http://www.etsi.org>

<http://www.homeplug.com>

Información proporcionada por el responsable de Producto de ASCOM Iberia.

Gráficos obtenidos de los artículos "PLC. Powerline Communications. Voz y datos a través de la red eléctrica". DS2. y "Powerline Communications. La acelerada escalada para el acceso a Internet por red eléctrica". Oscar Peña de San Antonio. Revista e.comm