

PLC,

una

alternativa

a tener

en

cuenta

Por MsC. Ing. Alberto Limonta
Frómata, Jefe Centro de
Supervisión y Gestión Territorial,
Dirección Territorial
Guantánamo, ETECSA
alberto@gtm.etecsa.cu

Versión de la ponencia del mismo título presentada en el III Seminario Internacional de Telecomunicaciones que sesionó durante la XII Convención y Exposición Internacional, Informática, La Habana, 2007.

Introducción

La utilización del cable eléctrico para la transmisión de información no es una idea nueva. Pero estas redes no se habían tenido seriamente en cuenta como un medio de comunicación debido a su baja velocidad, poca funcionalidad y el elevado costo. Sin embargo, nuevas tecnologías y técnicas de modulación han permitido que este medio llegue a ser reconsiderado de forma realista y práctico.

Los operadores de PLC —*Power Line Communications* / Comunicaciones por Líneas Eléctricas— centraron su trabajo en el tramo de baja tensión de la red eléctrica —el equivalente a la última milla o bucle de abonado en las redes telefónicas— por un motivo claro: las redes de acceso son el componente más costoso de las redes de telecomunicaciones, estimándose que tanto las inversiones como los gastos operativos en estas redes de acceso suponen más del 80 % de los gastos totales asociados a la red.

Por consiguiente, la transformación de las redes eléctricas de baja tensión en redes de acceso para prestar servicios de telecomunicaciones abrió nuevas posibilidades y oportunidades de ofrecer dichos servicios. PLC permite actualmente la transmisión de datos a velocidades superiores a los 120 Mbps, lo que posibilita la transformación de la red eléctrica en una auténtica red de banda ancha.

La tecnología PLC, por lo tanto, está compuesta por un conjunto de elementos y sistemas de transmisión que, sobre la base de la infraestructura de distribución eléctrica clásica, ofrece a los clientes servicios de una operadora de comunicaciones; o de otro modo, es una tecnología basada en la transmisión de datos utilizando como infraestructura la red eléctrica. Esto implica la capacidad de brindar cualquier servicio basado en IP —*Internet Protocol*—, como podría ser además de Internet, telefonía IP, videoconferencia, datos a alta velocidad, Redes Privadas Virtuales (VPN), correo electrónico, chat, etc.

Arquitectura de la red PLC

Red de distribución de baja tensión

La arquitectura de una red PLC consta de dos sistemas o vertientes formados por tres elementos: el módem PLC de alta velocidad o equipo cabecera en el sitio o poste donde está ubicado el transformador de media a baja tensión (220/110 v), la pasarela residencial (repetidor) PLC en el edificio o manzana de los abonados, y el módem PLC en el piso del usuario.

El primer sistema, llamado en muchas bibliografías de *outdoor* o de acceso, comprende la red eléctrica que va desde el lado de baja tensión del transformador de distribución hasta los metros contadores de la energía eléctrica, utilizando las frecuencias desde los 3 a los 12 MHz. Este sistema es controlado por un equipo cabecera que acopla y desacopla la señal eléctrica con la de datos, conectando la red PLC con la de transporte de telecomunicaciones. Esto es así porque, obviamente, las señales de datos no transitan de un lado a otro de estos transformadores, debido a que no hay contacto físico en su interior entre los devanados primario y secundario, sólo un acoplamiento electromagnético. Este equipo cabecera inyecta a la red eléctrica de baja tensión la señal de datos que proviene de la red de transporte de telecomunicaciones y el proceso contrario.

El segundo sistema, llamado de *indoor*, cubre el tramo que va desde el metro contador del usuario hasta todos los tomacorrientes o enchufes ubicados en el interior de los hogares u oficinas utilizando el espectro desde los 13 a los 30 MHz. Para ello, este sistema utiliza como medio de transmisión el cableado eléctrico interno de las edificaciones.

Para unir estos dos sistemas deberá también, en algunos casos, instalarse en el cuarto de contadores de cada edificio, un repetidor encargado de amplificar la señal y retransmitirla hasta todos los enchufes de los hogares u oficinas. El repetidor distribuye la señal PLC desde la acometida general entre cada una de las acometidas individuales y controla dicho tráfico.

El tercer y último elemento de la red PLC lo constituye el módem PLC del usuario —en su equipo terminal—, que recoge e inyecta la señal de datos directamente a la red eléctrica a través del enchufe. Este equipo del usuario dispone generalmente de un puerto de datos (Ethernet/USB) donde

se conecta el equipo de datos del usuario —casi siempre la PC— y un puerto para la conexión de un teléfono —con el *Gateway* de VoIP integrado—.

De esta manera, tanto la energía eléctrica como las señales de datos que permiten la transmisión de información comparten el mismo medio de transmisión —conductores eléctricos— a frecuencias diferentes, la energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia —50 ó 60 Hz— y para PLC se utiliza alta frecuencia —1,6 – 30 MHz— para transportar datos, voz y video.

El centro o proveedor de servicios de telecomunicaciones debe ser conectado —mediante fibra óptica o radioenlace— con los transformadores de distribución eléctricos, lugar donde se sitúa el equipo cabecera PLC que realiza la conversión de la señal recibida desde el nodo de comunicaciones a la señal eléctrica utilizada en el PLC —y viceversa—, y, así, garantizar una conexión lo suficientemente potente como para que llegue a cada repetidor o módem PLC ubicado a lo largo de la red. Desde este punto hasta el hogar/empresa, el cable eléctrico transporta conjuntamente la energía y los datos, los cuales son transformados por un módem colocado en cualquiera de los enchufes que deseen los abonados. La figura 1 muestra ambos sistemas enlazados.

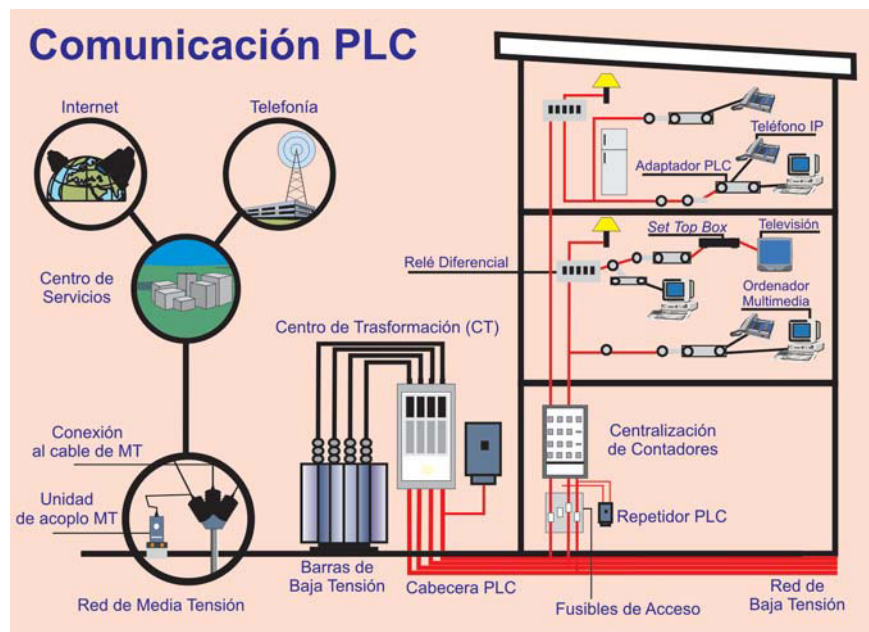


Figura 1 Arquitectura de una red PLC

Por lo tanto, utilizando la tecnología PLC, se convierte cada enchufe del hogar/empresa en un punto de acceso desde donde se puede navegar por Internet y hablar por teléfono al mismo tiempo, además de utilizar los servicios descritos anteriormente.

La principal ventaja de la tecnología PLC sobre las otras es que no requiere la instalación de nuevos cables, pues estos están en todas partes; cualquier oficina, edificio, apartamento o casa tiene la red ya instalada. Esto posibilita que al enchufar una PC o cualquier otro tipo de dispositivo a la AC, se reciba por el mismo cable la energía eléctrica y los datos sin que el usuario esté limitado a un determinado enchufe, como habitualmente sucede con el caso de los teléfonos o las redes de PC alámbricas.

El cliente sólo necesitará conectar un pequeño módem especial PLC para acceder a Internet, telefonía y datos al mismo tiempo y a alta velocidad —banda ancha—. Este módem separa las altas frecuencias utilizadas para las señales portadoras de información con las bajas frecuencias —corriente eléctrica—.

Red de distribución de media tensión

Los transformadores de distribución pueden enlazarse entre sí mediante la propia tecnología PLC u otra que se desee, uniendo uno de ellos al centro de servicios de telecomunicaciones desde el que también se podrán supervisar y controlar remotamente los equipos PLC instalados.

Para interconectar los equipos cabeceras mediante la tecnología PLC, se utiliza la red de distribución eléctrica. PLC posibilita el uso de la red de media tensión para la transmisión de datos lo cual es ventajoso en los lugares en que no sea rentable expandir fibra u otra tecnología de enlace para llegar a los transformadores de baja tensión.

Esta solución del PLC de media tensión no necesita obra civil para su expansión, es escalable, rápido de instalar y, por supuesto, abarata la inversión. La tecnología utilizada en los equipos de media tensión es fundamentalmente la misma que los de baja tensión, pero adaptada para mejorar su rendimiento, fiabilidad y latencia.

El nodo de media tensión puede desempeñar distintas funciones dependiendo de su situación en la red —equipo cabecera, repetidor o equipo final para la red de media tensión—, y tener o no derivaciones hacia la red de baja tensión actuando como equipo cabecera de la misma.

Velocidades en PLC

Teniendo en cuenta que la red eléctrica de baja tensión está compartida por varias residencias o empresas —entre 100 - 400 casas en Europa, y por menos de 10 en EE.UU.—, el equipo de

cabecera se encargará de soportar el tráfico procedente de todos esos usuarios, asignando la capacidad de los canales de datos disponibles a los usuarios de una manera dinámica en función de su demanda instantánea y del tipo de tráfico de datos a enviar —el tráfico de datos en tiempo real, como la voz o el video, es priorizado respecto a los otros tipos de tráfico ya que requiere de un mínimo retardo—.

En ese sentido, la comunicación entre los equipos cabeceras y los repetidores es asimétrica y se comparte entre todos los usuarios que atiende dicho repetidor —máximo 256 módems—. La velocidad en este tramo, en algunas empresas, ya alcanza los 200 Mbps, por ejemplo, el chip Wisconsin de DS2 —prestigiosa firma española fabricante de chip de módem PLC— logra velocidades de hasta 200 Mbps, muy superiores a lo ofrecido por las tecnologías xDSL.

Como promedio, las velocidades actuales están en alrededor de los 45 Mbps —las hay mayores en dependencia del proveedor—; pero, en todos los casos, manifiestan una tendencia a incrementar, aunque ya se disponen de conexiones tanto simétricas como asimétricas, las existentes mayoritariamente hasta ahora son asimétricas —como *Asymmetrical Digital Subscriber Line* (ADSL)—. Desde ese punto de vista, PLC supera ADSL.

Ventajas del PLC

Las ventajas competitivas del PLC son:

- ♦ Utiliza infraestructura ya expandida —los cables eléctricos—. En consecuencia, su instalación es económica debido a que no lleva obra civil en los puntos finales y cada transformador puede dar acceso hasta 256 módems.
- ♦ Instalación rápida y ajustada a la demanda, además de tener posibilidad de crecimiento modular.
- ♦ Permite la creación **gratuita** de una red local dentro del edificio o vivienda, es posible enchufar dos o más módems en enchufes diferentes y optar a dos o más conexiones independientes.
- ♦ Cualquier lugar de la casa con un enchufe es suficiente para estar conectado, se suministran múltiples servicios con la misma plataforma tecnológica IP. Así, un sólo módem permite acceso a Internet, telefonía, televisión interactiva, seguridad, etc.
- ♦ Costes competitivos en relación con tecnologías alternativas; se barajan escenarios de reducción de costes a medio plazo.
- ♦ Alta velocidad —anchos de banda muy superiores a ADSL al llegar a ofrecer velocidades superiores a los 100 Mbps—.
- ♦ Conexión permanente a la red, la conexión se mantiene activa las 24 horas del día, no interfiere de ninguna manera en el suministro eléctrico, pues la energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia —50 ó 60 Hz—, mientras que el PLC utiliza alta frecuencia —1,6 - 30 MHz— para transportar datos, voz y video.

Algunos factores decisivos en favor del éxito de PLC

- ♦ Lanzamiento rápido: tecnologías competidoras como VDSL, G.SHDSL, ADSL2, ADSL2+, etc., también están en el horizonte por lo que es importante aprovechar la situación actual.
- ♦ Buenas perspectivas de la tecnología, ya existen chips que permiten 200 Mbps.
- ♦ Permite llegar a lugares a los que no llega xDSL —*xDigital Subscriber Line*—.
- ♦ Precio competitivo frente a ADSL.

- ♦ Evolución de la actual tecnología y abaratamiento de los dispositivos PLC.

- ♦ La utilización de técnicas de modulación **de espectro ensanchado** o modulación en banda ancha proporciona una mejor adaptación de la señal a las condiciones del medio y una mayor robustez frente a las fuentes externas de interferencias que pudieran influir en las señales usadas.

- ♦ Estandarización de los protocolos de comunicación entorno al modelo OSI, con la pila TCP/IP y 802.3 (Ethernet) como estándares *de facto* e independiente del medio físico sobre el que se realice la transmisión.

Inconvenientes de PLC

Como toda tecnología, el PLC también presenta una serie de inconvenientes que son trabajados actualmente por las compañías que operan con él. Primero, la falta de apoyo de las operadoras de telefonía que presionan a los gobiernos para que restrinjan su implantación, por ejemplo, establece estrictos niveles de radiación que hacen inviables los planes de introducción de la Internet eléctrica —como también es conocido—. Eso se observa en que:

- ♦ La red eléctrica actúa como antena emisora y receptora de radiación, produciendo y recogiendo a su vez interferencias que pueden provocar microcortes y pérdidas de velocidad.

- ♦ Determinados sistemas de radiocomunicaciones cercanos pueden verse afectados a causa de las radiaciones parásitas que esta tecnología ocasiona, en forma de interferencias perjudiciales para la recepción de las señales de onda media y corta —entre 2 y 30 MHz—.

Realmente, existe un problema de radiación, bien por ruido hacia otras señales en la misma banda de frecuencias como de radiación de datos, por lo que es necesario aplicar algoritmos de cifrado. No obstante, se ha demostrado que la radiación que produce es mínima, la potencia de emisión actual es de 1mW, muy por debajo de los 2W de telefonía móvil.

En segundo lugar, presenta problemas de saturación en la red eléctrica, que no ha sido diseñada para transmitir datos sino energía, y en ocasiones, se han sufrido caídas. Además, algunos usuarios se han quejado de la baja calidad de las llamadas telefónicas realizadas a través del PLC, de las interferencias detectadas durante la navegación y de la falta de seguridad.

Eso se debe a que, desde el punto de vista tecnológico, los canales PLC presentan algunas dificultades, tales como:

- ♦ Baja impedancia, están diseñados para la transmisión de electricidad, lo que implica el uso de altas potencias de emisión.

- ♦ Muy alta atenuación a altas frecuencias, como no están pensados para transmitir datos, sólo pueden usarse en distancias cortas.

- ♦ Puede no existir tierra, por lo tanto, pudiera haber problemas con las referencias.

- ♦ Medio muy ruidoso, no está protegido.

- ♦ Los electrodomésticos están conectados al mismo medio de transmisión de datos y producen variaciones de impedancia asíncronas cada vez que se encienden o se enchufan. Tampoco los electrodomésticos están preparados para no generar ruido.

- ♦ La propia tecnología PLC crea interferencias.

En todos ellos se ha trabajado con resultados positivos y, en ocasiones, alentadores, por ejemplo, el chip Wisconsin de DS2 además de lograr velocidades de hasta 200 Mbps elimina las interferencias radioeléctricas, uno de los

problemas fundamentales al que se había enfrentado hasta ahora la tecnología PLC.

Y, por último, está la poca estandarización de la tecnología PLC porque en el mundo existen más de 40 empresas desarrollándola. Para solventar este problema, ya en Europa y los EE.UU. están saliendo las primeras especificaciones al respecto.

Experiencias prácticas

En España, DS2 y Tecnocom proporcionan, de manera eficiente, la tecnología y los servicios necesarios para que las compañías de electricidad puedan utilizar los cables de baja y media tensión como medio de transporte para el envío de señales de telecomunicaciones, al mismo tiempo que para suministrar electricidad. La implantación de este tipo de servicios cuenta con un enorme margen de crecimiento en España.

Con vistas a entrar en el lucrativo mercado de la telefonía fija en España, controlado en la actualidad por Telefónica en más de un 80 %, mercado por el que las grandes compañías de electricidad Endesa e Iberdrola han mostrado un extraordinario interés, las dos empresas están procediendo al lanzamiento del PLC. Ambas compañías se muestran convencidas de que su amplia y extensa red, que llega directamente a millones de hogares y empresas, les confiere una ventaja indudable frente a las compañías de cable, como Ono, Auna y otras competidoras, cuya red ha conseguido penetrar tan sólo en una fracción de los hogares españoles.

DS2, con sede en Valencia, hizo una auténtica revolución en el mercado del Internet eléctrico, gracias a la utilización del chip Wisconsin, que permite velocidades de hasta 200 megabits por segundo, muy superiores al ancho de banda ofrecido por otras tecnologías convencionales como el ADSL. El citado chip, además, elimina las interferencias radioeléctricas, el principal problema al que se había enfrentado hasta ahora

la tecnología PLC. DS2 ya contaba con un chip en el mercado, denominado Madbric, que ofrecía velocidades de hasta 45 megabits por segundo.

“El liderazgo de DS2 en el sector de los chips para el acceso a Internet eléctrico está garantizado al menos hasta el año 2007, en alta velocidad no tenemos competencia, ha afirmado Francisco de la Peña, consejero independiente de la Comisión Europea y miembro del comité de PLC en el seno del prestigioso *Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE)*”¹.

La compañía eléctrica española Iberdrola S.A., después de realizar una prueba piloto durante 2002, fue la primera en comercializar el servicio PLC en España. El servicio fue lanzado el 15 de octubre de 2003. Doce meses más tarde, Iberdrola ya había comercializado el servicio PLC en más de 20 barrios de Madrid y Valencia. En lo referente al mercado potencial, Iberdrola tiene presencia en 9 comunidades autónomas. La zona de Iberdrola Distribución Eléctrica abarca al 40 % del territorio español, y tiene una cobertura de 9 millones de clientes eléctricos.

La eléctrica que más adelantada está en PLC es Endesa. Esta compañía ha terminado dos pruebas, una en Barcelona y otra en Sevilla, donde comprobó la eficacia de dos tecnologías diferentes, la de Ascom y la de DS2, trabajando con clientes a 12 Mbps. “Hemos comprobado que se puede dar banda ancha por el cable eléctrico con una calidad muy apreciada por los clientes. El rendimiento ha sido satisfactorio, aunque se trata de un campo en constante evolución”², explica Marcos López Ruiz, de Endesa.

Endesa también está probando PLC en la media tensión. En esos cables de 20 kilovoltios que unen los centros de transformación. Tienen varios enlaces establecidos y la prueba está siendo un éxito. Para Marcos López “PLC es una solución estupenda porque es posible desplegarla en cualquier lugar.

La red eléctrica soluciona los problemas de distribución porque las redes ya están desarrolladas y no hay factores que limiten el despliegue. Además no hacen falta grandes concentraciones de usuarios para implantar la tecnología”³.

La compañía eléctrica portuguesa EDP, a través de la operadora de telecomunicaciones ONI, comenzó en diciembre de 2002 una prueba piloto en las zonas de Telheiras y EXPO. Después de que dicha prueba mostrase la viabilidad de los servicios de voz e Internet sobre la red PLC, decidieron realizar un segundo piloto comercial durante el 2005, con vistas a evaluar los modelos de negocios y comprobar la respuesta comercial. El piloto cubre las ciudades de Lisboa, Porto y dos ciudades más del interior y alcanzó de 5,000 a 10,000 clientes durante ese año.

Los alemanes ya pueden contratar Internet y telefonía a través de la red eléctrica; los austriacos en algunas zonas de El Tirol, también. Los habitantes de algunos cantones suizos pueden suscribirse a los servicios PLC con una simple llamada de teléfono.

En Cuba se han realizado varios experimentos prácticos con la tecnología PLC en los últimos 3 años. Los más recientes se implementaron en una escuela del MINED del sector educacional cubano y otra en un Aparthotel de la Cadena Hotelera Gaviota.

Consideraciones para la implementación de la tecnología PLC en Cuba

Una oportunidad actual a tener en cuenta es el plan de mejoramiento integral que está desarrollando la Unión Nacional Eléctrica en todo el país con el objetivo de convertir más eficiente y eficaz su red eléctrica, resultados positivos ya se han obtenido en la recuperación de normas técnicas en los tendidos eléctricos y los transformadores que han repercutido en una ma-

yor calidad en el suministro eléctrico hacia las residencias.

En los casos donde se vaya implementar PLC, para que funcione sin muchos contratiempos, debe caracterizarse en el terreno esta red y es necesario revisar si se han resuelto, entre otros, los siguientes aspectos:

- ♦ Las conexiones e instalaciones eléctricas dentro de las viviendas no siempre cumplen con las normas técnicas. En algunas ocasiones, las instalaciones domésticas están en muy mal estado, llenas de derivaciones y empalmes fuera de normas, lo que complica la llegada de la señal a todos los rincones de la casa.

- ♦ Las conexiones de abonados al transformador de baja tensión, en la mayoría de los casos, son empalmes hechos a mano, torciendo el cable de baja tensión sobre el de distribución, lo que ha provocado la sulfatación de dicho empate que sin dudas atenúa la señal.

- ♦ Lograr llegar a los puntos de inserción de la información a la red eléctrica; en algunos casos debe propiciarse una inversión para llegar a estos puntos.

- ♦ La no utilización, en el sector residencial, de las protecciones de tierra (tercera espiga); habría que observar la influencia que esto representa en dicha tecnología.

Valorando sólo la vertiente *indoor*, esta tecnología pudiera ser una buena alternativa para las empresas y organismos que, en el proceso de informatización, requieran la instalación del cableado estructurado en el interior de la edificación para satisfacer sus necesidades de conectividad.

Está claro que antes de instalarse definitivamente es necesario dictar las regulaciones específicas para su implementación en Cuba, recogiendo y adecuando a nuestras condiciones las experiencias que ya se tienen en países como Alemania, España, Austria, Italia, Islandia, Inglaterra, Israel, Japón, EE.UU., entre otros, principalmente en Europa.

Luego de un trabajo de campo y de mesa que caracterice la red donde se vaya a instalar esta tecnología —el diagrama eléctrico real identificando las fases en cada sitio— y se sitúe el mejor lugar para el equipo cabecera —con su respectiva seguridad y protección—, debe procederse a la instalación del equipamiento, la comprobación del grado de cobertura que se alcance y la calidad de la transmisión en cada punto, valorando si es necesario o no la inserción de equipos repetidores y la posible ubicación de estos.

Es importante censar, además, todos los equipamientos que pudieran ser generadores de interferencias como es el caso de los motores, interruptores defectuosos, equipamientos de refrigeración y clima, entre otros, de los que debe alejarse lo más que pueda el usuario, independientemente de que estos equipos PLC poseen filtros para evitar la interferencias de estos dispositivos.

Conclusiones


La tecnología PLC tiene un porvenir muy alentador, en eso influirá mucho, además de los avances tecnológicos que actualmente se desarrollan en la materia, el amplio apoyo que está recibiendo a nivel mundial por parte de los programas de tecnologías de la información y comunicación, y de los gobiernos, tanto de la Unión Europea, como de Asia y los EE.UU.

Ya en estos momentos, el peso de sus ventajas es muy superior a los inconvenientes que ella pudiera causar: el abaratamiento de los costos y gastos, la rapidez con que se puede expandir la inversión, el poder acceder hasta donde no llega la infraestructura de telecomunicaciones y las velocidades alcanzadas con dicha tecnología son razones para tenerla en cuenta por cualquier país.

Para el caso de los países en vías de desarrollo, es una alternativa que pudiera abrirse paso adecuándola a sus condiciones específicas con la utili-

zación de la infraestructura eléctrica que está mucho más extendida que la de telecomunicaciones y que, por demás, los costes son inferiores a cualquier otra tecnología que se quiera implementar para solucionar comunicaciones aisladas.

La oportunidad que tiene Cuba de poder extender esta tecnología al aprovechar el actual plan de mejoramiento integral que se lleva a cabo en las redes eléctricas, no debe pasarse por alto. Constituirá una alternativa, que con su utilización en combinación con otras, pudiera solucionar la baja o ninguna densidad telefónica que tienen muchas comunidades, y, de ese modo, contribuir al incremento de la conectividad social en locales de salud, educación u otro con interés social.

Para el caso de las ciudades, constituiría una alternativa en el sector PyME —Pequeñas y Medianas Empresas—, los organismos y el resto de las entidades, cuando exista la necesidad de invertir en el cableado estructurado para insertarse en el proceso de informatización de la sociedad. 

Citas bibliográficas

¹Noticia de la Agencia Reuters publicada el 2 de mayo de 2005. Escrito por Daniel Flynn y editado por Jane Baird. (En línea). Disponible en: <http://www.tecnocom.biz/docs/plcnoticia.pdf>. (Consulta: 02/mayo/2005).

² Ibídem.

³ Ibídem.

Bibliografía

Alexandres Fernández, Sadot. "Internet a la velocidad de la luz. *Revista anales de mecánica y electricidad* (marzo-abril/2004): 55-56.

Bau, Teresa. "PLC, una tecnología de futuro que inicia su implantación". *Iqua Magazine*, no. 14 (diciembre/2003): 8-9. Disponible en: <http://www.iqua.net> (Consulta: julio/2006).

Conde del Oso, Luis Enrique. "Aplicaciones prácticas en Cuba de las *Power Line Communications*." *Informática 2007*. Ponencia presentada en el Seminario sobre Telecomunicaciones dentro del evento internacional Informática 2007, La Habana, Palacio de las Convenciones, febrero de 2007.

Elisa García; Chimento, Miguel A. y Vianco, Emilio. "Experiencia del Grupo IBERDROLA en *Power Line Communications* (PLC)". (2005). Disponible en: <http://www.iberdrola.es>. (Consulta: abril/2006).

Guirola Muzaurrieta, Lourdes. "Para informatizar la sociedad cubana se necesita...". *En línea*, boletín informativo de ETECSA, no. 3 (2000): 12-13.

Huidobro Moya, José M. "PLC, ¿una alternativa para el acceso?". *Revista Bit 136* (noviembre-diciembre/2002): 80-83.

Limonta Frómata, Alberto. Propuesta de inserción de la tecnología PLC como solución a la conectividad social de comunidad rural. Ponencia presentada en el Seminario sobre Telecomunicaciones dentro del evento internacional Informática 2007, La Habana, Palacio de las Convenciones, febrero de 2007.

Millán Tejedor, Ramón Jesús. "Banda ancha en el enchufe". *Revista PC World* (octubre/2003): 134-155. Disponible en: <http://www.pcworld.es>. (Consulta: mayo/2006).

Palet, Jordi. "¿Cómo IP puede llegar... a todo el planeta: 6POWER". *Boletín de RedIris*, no. 62-63 (diciembre/2002 - enero/2003): 70-74. Disponible en: <http://www.rediris.es>. (Consulta: mayo/2006).

Panorama Ambiental de Cuba 2000 / CIGEA. La Habana: Editorial Academia, 2001.

Peña de San Antonio, Oscar. "Power Line Communications. La acelerada escalada para el acceso a Internet por la red eléctrica". *Revista e.com* (febrero/2002): 20-33.

Pérez Fajardo, Elena. "Acceso rápido a Internet a través de la red eléctrica". *L@tin.tel Revista del Foro latinoamericano de Reguladores de Telecomunicaciones* (julio/2005): 13. Disponible en: <http://www.regulatel.org>. (Consulta: abril/2006)

"Power Line Communication". (2005). Disponible en: <http://www.tecnocom.biz>. (Consulta: abril/2006).

"PLC. *Power Line Communications*. Voz y datos a través de la red eléctrica". Disponible en: <http://www.ds2.es>. (Consulta: junio/2006).

Puyol González, J.R. y García Vieira, F.J. "Power Line Communication Technology in the Information Society Promotion Programs by Red.es". *Boletín de RedIris*, no. 68-69 (septiembre/2004): 54-64. Disponible en: <http://www.rediris.es>. (Consulta: mayo/2006).

Ramos Perera, Fidel. *Las montañas en Cuba*. La Habana: Ministerio de la Agricultura, 2002.

Reenfoque estratégico Plan Turquino, Ciencia, Innovación Tecnológica y Medio Ambiente. CITMA Guantánamo, 2002. Informe realizado por el CITMA y archivado en la Asamblea Provincial del Poder Popular de la provincia de Guantánamo.

Simangas, Héctor. "Riesgos y ventajas del PLC". *Revista Radio-Noticias* (marzo/2005): 24-29.