

POWER LINE COMMUNICATIONS

Hernando efrain leon rodriguez

Ingeniero electromecánico

Especialista en mecatrónica

Especialista en redes y telecomunicaciones

**INTRODUCCION: LA
ELECTRICIDAD, DESDE EL
GENERADOR HASTA LA
DISTRIBUCIÓN**

Para poder disfrutar de la electricidad en nuestro hogar, oficina o empresa ésta realiza un complejo recorrido desde los lugares donde se produce pasando por diferentes etapas hasta llegar finalmente a nuestras manos, en forma de luz, sonido, agua caliente o fría, etc.

Todo este recorrido desde su generación hasta su entrega final, se realiza en lo que se denomina el sistema de potencia.

El sistema de potencia se encuentra dividido en 4 partes fundamentales como lo son:

1. Generación
2. Transmisión
3. Subtransmisión
4. Distribución

1. GENERACIÓN.

Es aquí donde se realiza la transferencia de energía potencial, térmica, química, eólica (del viento), nuclear, etc. En energía mecánica y esta en energía eléctrica. Para lo cual se utilizan gigantescos generadores. Los generadores funcionan de manera similar a los motores, pero en forma inversa, esto significa que: mientras a un motor le inyectamos energía eléctrica para transformarla en energía mecánica (movimiento); a los generadores debemos de alguna manera entregarle energía mecánica (mover su eje) para transformarla en energía eléctrica y así producir electricidad. Claro está que un simple motor no funcionará como generador, para que lo haga deberá tener ciertos accesorios adicionales que los motores normalmente no traen.

Un ejemplo típico de los generadores, es el que utilizan ciertas bicicletas

para producir la energía eléctrica suficiente para encender un faro que les permita ver en la oscuridad. El generador es un pequeño motor de corriente continua (DC), quien consigue girar y obtener la energía mecánica necesaria al hacerlo rozar contra uno de los cauchos de la bicicleta .

Existen diversos tipos de plantas generadoras de electricidad entre las que podemos mencionar:

- 1. Hidroeléctrica:** la mas económica de todas; a la larga, ya que requiere una inversión inicial muy elevada.

Es necesario que existan saltos de agua y ríos de gran capacidad para poder construir una central de generación de este tipo.

¿Como Funciona ? Se selecciona un lugar donde exista una cascada y entonces se almacena el agua en grandes lagos por medio de una inmensa pared de concreto o represa y progresivamente se va dejando pasar el agua hacia el otro extremo de la represa.

El agua que se va soltando se hace chocar contra las aspas (álabes) de una inmensa turbina, que forma parte del generador, para así moverla (entregarle energía mecánica) y éste a su vez producir electricidad.

- 2. Termoeléctrica:** produciendo electricidad a partir de la combustión de: Gas, Petróleo o Carbón.

En este caso se quema el combustible para calentar grandes calderas de agua y producir vapor de

agua, éste vapor a alta presión es disparado contra las aspas (álabes) de grandes generadores, moviéndolos y produciendo la energía mecánica necesaria para convertirla posteriormente en energía eléctrica.

- 3. Diesel:** En este caso se quema combustible (gas, gasoil, gasolina, etc.), para hacer funcionar un motor de combustión interna (similar al de cualquier vehículo). Este motor se conecta a un generador para moverlo y entregarle la energía



mecánica necesaria para que producir electricidad.

- 4. Nuclear:** En este caso se utiliza el poder calorífico de la fusión nuclear para producir electricidad
- 5. Eólica:** Es el viento en este caso quien mueve las aspas de una especie de molino y

estas mueven (entregan energía mecánica) un generador para producir electricidad.

- 6. Solar:** Esta es producida a partir de la energía del sol, a través de grandes paneles solares.

1. TRANSMISIÓN.

Toda la electricidad producida en los centros de generación se debe transportar hacia los grandes centros poblados, que por lo general se encuentran bastante alejados, uno del otro. Para realizar esta labor de forma eficiente se eleva el voltaje, por medio de transformadores, a valores entre 230 KV y 765 KV y se utilizan grandes torres metálicas para sujetar los cables que la transportan, cruzar montañas, ríos y lagos; esta es la etapa que denominamos Transmisión.

3. SUB-TRANSMISIÓN.

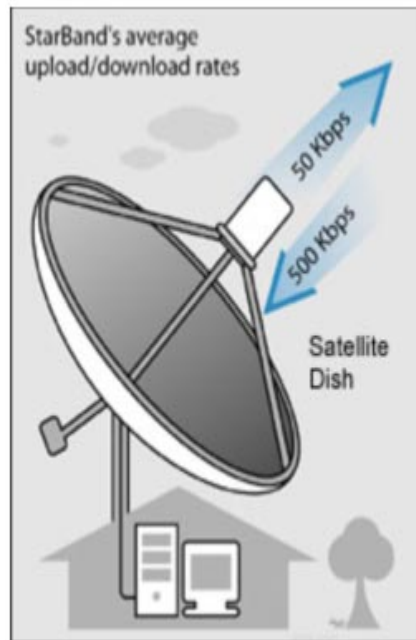
Una vez que nos aproximamos a los centros poblados, es necesario reducir el voltaje a valores menores (34.5 KV y 115 KV), por medio de transformadores reductores. Para facilitar así, la entrega de energía a su paso y hacer mas sencillo transportar la electricidad hacia los grandes centros industriales y residenciales de las grandes ciudades (al poder utilizar estructuras metálicas de menores dimensiones). Esta corresponde a la etapa de Sub-transmisión.

Existen otros autores que consideran

el nivel de voltaje de 115KV como de transmisión, por lo que podrá encontrarse en algunos textos esta diferencia sin que ello signifique un error, sino mas bien una diferencia de criterios.

4. DISTRIBUCIÓN.

Finalmente y para poder llegar a cada uno de los hogares, centros comerciales e industrias, se vuelve a reducir el voltaje a valores de 13.8 KV y menores, por medio de transformadores reductores. De esta



forma es mucho mas sencillo, económico y seguro, transportar la energía eléctrica a cada rincón del pueblo, urbanización o ciudad. Estamos entonces en la etapa de distribución.

En esta etapa se reduce el voltaje a

valores comerciales (120 Voltios, 240 Voltios, 440 Voltios), por medio de transformadores instalados directamente en los postes por donde se transporta la energía eléctrica.

Los postes y cables que normalmente vemos en las calles y los cilindros que se ven colgando en algunos postes (denominados transformadores), los cables que parten de los postes hacia cada casa, comercio o industria y los equipos contadores de energía (medidores) son los componentes de la fase de distribución y los últimos en la carrera de la electricidad desde el generador hasta nuestro hogar.

Los lugares donde se colocan los transformadores, bien sea para elevar o reducir el voltaje, se conoce como «Subestación Eléctrica».

INTERNET POR LA RED ELÉCTRICA

Tras más de un siglo de uso, parece que los famosos cables de la luz que parecían servir sólo para eso van a proporcionarnos nuevos servicios, nada menos que Internet, telefonía, videoconferencia y vídeo bajo demanda. Otras fuentes apuntan hacia los servicios de seguridad, el control de consumo a distancia, la domótica y la teleasistencia. La tecnología utilizada Power Line Communication (PLC) posibilita la transmisión de voz y datos a través de los cables eléctricos, convirtiendo cualquier enchufe de la casa en conexión potencial a todos los servicios de telecomunicación. Tras varios años de investigación, esta tecnología salta ahora al mercado real

de las telecomunicaciones, donde deberá competir con ADSL, fibra óptica y cable.

P.L.C. requiere un módem específico para esta tecnología. Los prototipos diseñados se utilizan de forma parecida a los módem que ya existen, augurando una fácil penetración en el mercado.

La ventaja de no requerir de una instalación complicada (no llenar la casa de agujeros) acerca P.L.C. al corazoncito del usuario, al igual que lo hace ADSL. Pero la relación calidad-precio es todavía una incógnita por despejar. Cable, ADSL y fibra óptica han demostrado ya tener una experiencia valiosísima en el ahorro de costes al usuario, convirtiéndose en una atractiva oferta para el hogar que es difícil de desbancar por nuevas tecnologías, a menos que éstas aporten un gran valor añadido.

Pese a las ventajas indudables de esta tecnología, la competencia es feroz. La apuesta fracasará o triunfará en base a los tres factores que determinan el mercado: calidad, prestaciones y precio. Colocándose adecuadamente en esos tres campos, el P.L.C. puede convivir con las otras tecnologías y tener cabida en el mercado de las telecomunicaciones.

La atracción que despierta la tecnología Power Line Carrier o Power Line Communication (PLC) no se demuestra exclusivamente con las alianzas estratégicas y los posicionamientos tácticos de las diferentes empresas. También se hace evidente por el hecho de que

comienzan a lanzarse al mercado productos y prototipos relacionados con esta nueva forma de conexión a Internet, ha sido necesaria, por otro lado, una reforma legal. Este sistema, que por ahora es sólo un prototipo, permite el acceso a Internet a una velocidad de hasta 2,4 Mbps, con una media de velocidad de transmisión de 1,5 Mbps. Resultados que, según los responsables de su desarrollo y lanzamiento, se mantienen incluso en líneas eléctricas con gran ocupación. La posibilidad de usar la red eléctrica para la transmisión de señales telefónicas ha sido conocida durante bastante tiempo, pero hasta ahora sólo se habían logrado velocidades muy reducidas de transmisión.

La tecnología ha sido probada en una docena de hogares ingleses durante los últimos doce meses, obteniéndose buenos resultados. Según se indica, para hacer posible el uso del tendido eléctrico para la navegación por Internet se requiere únicamente instalar en los hogares un dispositivo que diferencia la electricidad de las señales telefónicas.

Las ventajas de esta conexión a través de la red eléctrica se puede realizar desde cualquier enchufe convencional instalado en las viviendas. Por otro lado, la velocidad del acceso a la Red asciende hasta los 200 Mbps (millones de bites por segundo), un nivel bastante superior si se compara con un acceso telefónico habitual.

A pesar de la lentitud de implantación de esta tecnología, algunos expertos consideran que si este tipo de conexión a Internet resulta exitosa, dará el poder de la Red a las

compañías eléctricas, las cuales destronarán, a su vez, a las operadoras telefónicas.

DESARROLLO

El ingeniero británico Paul Brown de 51 años desarrolló un sistema para transmitir voz y datos a través de la red eléctrica. Brown trabaja para la empresa Norweb Communications, de la que consiguió 3.300 dólares para desarrollar su invento durante las noches, en el garaje de su casa.

Si bien otros ingenieros de dicha empresa intentaron hacer eso con anterioridad, los mismos no pudieron resolver el problema que producía el ruido eléctrico que se generaba con la conexión o desconexión de los distintos equipos instalados, como bombas, lavarropas, equipos de aire acondicionado, etcétera.

La solución encontrada por Brown consiste en utilizar varias frecuencias, enviando pequeños paquetes de información a través de cada una de ellas, para luego volver a integrar las partes, previa corrección de errores. Este sistema es similar al de los paquetes TCP/IP de Internet, y de hecho también puede servir para conectarse a la Web.

El potencial del invento es enorme, pues los cables de electricidad llegan a muchísimos más hogares que las líneas telefónicas. Esto permitirá que las compañías eléctricas funcionen como operadoras de telefonía y telecomunicaciones, y además que la conexión hogareña a Internet se efectúe por medio de cualquiera de los tomacorrientes eléctricos



normales ubicados en los distintos lugares de las casas. Asimismo, al utilizar componentes ya instalados se reducirán los costos emergentes.

Entre los integrantes de esta alianza están, entre otros, el fabricante de modems 3COM (USR), el de computadoras Compaq, el de equipos para redes Cisco y los de microprocesadores Intel y AMD.

Por otra parte, en el ámbito local se ha presentado un sistema de automatización de hogares que se conoce como sistema Smart. El mismo también usa el cableado de la red eléctrica ya que funciona por onda portadora y su funcionamiento es análogo a una red de computadoras. Para resolver el problema del ruido eléctrico trabaja por modulación digitalizada de frecuencia y también posee una división de la información en paquetes similar al protocolo TCP/IP de Internet. El protocolo de comunicaciones es el CEBus basado en la norma EIA 600 que cumple con las especificaciones de capas de la norma ISO con verificación del

mensaje recibido; contemplando prioridades y jerarquías de los distintos nodos de la red, de manera de solucionar el problema de la colisión de mensajes.

Este sistema está compuesto por unos pocos elementos configurables mediante un mismo programa en ambiente Windows; constando de una interfase puente tipo PLC que administra los recursos, registra estados, opera reles de salida y envía órdenes; una interfase de usuario con clave de acceso y diversos tipos de sensores, controladores, interruptores, atenuadores, alarmas, etc. Cabe señalar que cada componente posee una memoria donde almacena sus instrucciones programadas.

FUNCIONAMIENTO

La idea de transmitir datos por al red eléctrica no es nueva, es común que las empresas eléctricas se comuniquen telefónicamente sin usar proveedores de este servicio,

transmitiendo señales propias en sus cables eléctricos; ahora se lleva este concepto varios pasos más adelante y se incorpora la transmisión de datos, es decir Internet.

La coexistencia de ambas señales, la eléctrica y la de Internet, en un mismo cable es posible por la gran diferencia en los rangos de frecuencia



de ambas. Mientras la potencia de la electricidad alcanza en las redes de alta tensión 12 kilohertz, que se convierten en 50 y 60 Hz al llegar a los hogares, la señal de Internet tiene frecuencias muy superiores, lo que evita que se interfieran recíprocamente.

Para que el sistema funcione y los datos viajen junto a la electricidad y sean aprovechables desde los enchufes domésticos es necesario disponer de una serie de «adaptadores» en el camino de la señal conjunta.

La señal de Internet se origina en los proveedores del servicio quienes la transmiten por un cable de fibra óptica hasta la red eléctrica, allí es recibida por un modulador que le permite viajar por los cables electrificados. Para

descender a las casas pasa por un contador y su último tránsito antes de ingresar al computador es por el PLC Módem

EN LOS HOGARES

Para que la señal sea interpretada por el computador luego de viajar por la red eléctrica es necesario que cada usuario disponga de un PLC Módem, aparato encargado de diferenciar la señal de Internet de la eléctrica, filtrarla e incorporarla al equipo.

Las esperanzas depositadas en esta tecnología son grandes, pues se espera que los PLC Módem se miniaturicen al punto de permitir su inclusión en todos los artefactos eléctricos domésticos, lo que posibilitaría la comunicación entre ellos permitiendo a las personas programarlos para ejecutar tareas. De este modo la PLC también entra al escenario de la domótica, disputando la vanguardia que hasta ahora detecta la tecnología Blue Tooth.

RENTABILIDAD

La importancia de escenario para la prueba de la tecnología PLC tienen tres aspectos claramente definidos: comprobar el comportamiento de esta modalidad en una masa importante de usuarios, explorar la respuesta de estos y, sobre todo, servir de base a los cálculos para fijar las tarifas que tendría este nuevo servicio.

La internet por el tendido eléctrico soporta las mismas aplicaciones que la de banda ancha, pero en una primera etapa la modalidad de video sería ofrecida con el sistema de pago

por descarga, similar al «pay per view» de las empresas de cable.

La llegada de este sistema ocasiona expectación. Se especula que de tener éxito en la fase de prueba esta forma de difusión de internet podría impactar sobre las tarifas del servicio, pues ofrecería a los proveedores de conexión a internet una alternativa a las redes telefónicas, opción que además cuenta con el adicional de alcanzar mayor cobertura y no requerir de cableados adicionales.

Se piensa que la PLC tendrá un ancho de banda similar al que presentan actualmente las conexiones de este tipo presentes en el mercado, incluso «probablemente sea más rápida que la fibra óptica».

Las posibilidades parecen enormes para este experimento, solo resta esperar si en terreno la Power Line Communication está a la altura de las esperanzas que sus desarrolladores ponen en ella.

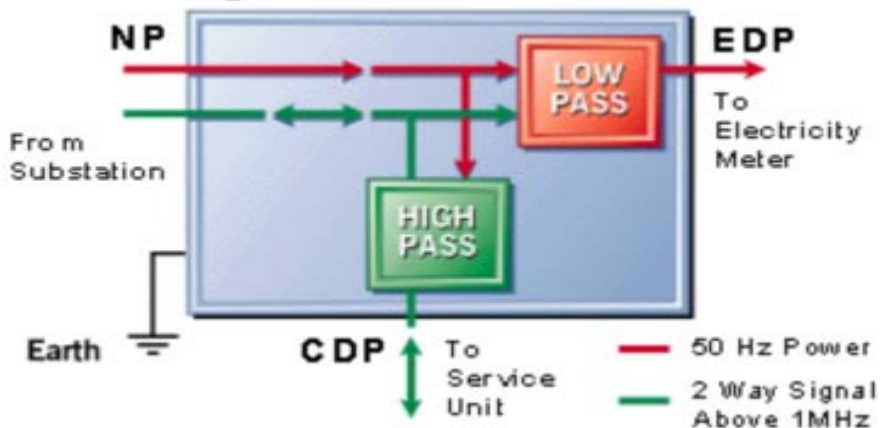
El usuario verá conectado a la red eléctrica tradicional un aparato de

unos 25 centímetros. Los cables convencionales bastarán para enlazarlo al ordenador y efectuar también llamadas de teléfono. Gracias a la línea eléctrica no hay cortes ni tampoco es preciso recuperarla para llamar de nuevo como ocurre con la convencional.

Navegar por Internet será tan fácil como enchufar el televisor. Con la línea eléctrica digital, su sistema puede transmitir señales a una velocidad superior a un megabit por segundo, es decir, 10 veces más rápido que el mejor enlace disponible actualmente para trabajar con Internet. En cuanto al servicio telefónico, a través de las llamadas locales a precios asequibles, podrá entablarse la comunicación con lugares lejanos y prescindiendo de los prefijos internacionales. La red de Internet servirá para hablar con el interlocutor deseado a través del monitor, voz incluida.

Todos conocemos aparatos de uso doméstico que utilizan los cables

Conditioning Unit



eléctricos para transmitir comunicaciones. El más conocido es el interfono que las madres usan para vigilar el sueño de sus hijos pequeños. Los mismos principios físicos se vienen usando desde hace años por las empresas eléctricas para disponer de servicios de comunicación en emplazamientos industriales tales como centrales eléctricas o subestaciones transformadoras que normalmente están situadas en lugares remotos donde no llegan adecuadamente las redes de telefonía. En estos casos las empresas utilizan las líneas de alta tensión y la capacidad de transmisión que se emplea es más bien escasa, pero desde la liberalización de las telecomunicaciones y con el problema del llamado acceso al bucle local (la conexión que llega al domicilio del usuario), la tecnología de transmisión de datos a través de la red eléctrica se ha desarrollado extraordinariamente y precisamente aplicándola a las redes de baja tensión.

Hay que tener en cuenta que la red eléctrica es cambiante en la medida que se conecta a ella un motor, un lavavajillas o una simple lámpara de iluminación, de ahí la complejidad en las condiciones de interferencia para el movimiento de señales. Respecto a los problemas que por el momento plantea la distribución de Internet por la red eléctrica, los estudios desarrollados por ingenieros alemanes han dado como únicos problemas la potencia de transmisión.

Existe un interés generalizado en el

mercado por los accesos a Internet de banda ancha, ya que este tipo de acceso es el que va a permitir que las diferentes compañías dejen de ser meros ISP para convertirse en auténticos proveedores de servicios multimedia.

Por desgracia, hasta el momento ninguno de los sistemas utilizados es el ideal. Casi todos los sistemas actuales, incluso los más rápidos, presentan algún tipo de problema, y la prometida solución inalámbrica se va a retrasar bastante si se hace caso a los expertos.

Pero Power Line Digital puede



cambiar radicalmente la situación, porque sirve para ofrecer al usuario servicios multimedia de banda ancha sobre una infraestructura que ya existe y que sólo es preciso adaptar. Casi todos los expertos consideran que PLC podrá alcanzar velocidades de entre 1 y 1,5 "megas" de ancho de banda en la casa de cada usuario particular.

Esto hace posible que se ofrezcan servicios de Internet bajo un modelo de tarifa plana, así como otro tipo de transmisión de datos y hasta telefonía IP.

La técnica es bastante sencilla y tiene algunos puntos de similitud con los sistemas xDSL. Basta acondicionar parte de las actuales infraestructuras eléctricas para que puedan transmitir señales regulares de baja frecuencia y otras por encima de la banda de 1 MHz, sin que se vea afectado el rendimiento eléctrico.

Las señales de baja frecuencia (50 ó 60 Hz, según la red) son las encargadas de la transmisión de la energía, mientras que las señales de más alta frecuencia pueden utilizarse para la transmisión de datos, circulando ambas simultáneamente a través del hilo de cobre.

Power Line emplea una red conocida como High Frequency Conditioned Power Network (HFPCN) para transmitir simultáneamente energía e información. Una serie de unidades acondicionadoras son las que se encargan del filtrado y separación de ambas señales.

Así pues estas unidades acondicionadoras separarían la electricidad, que alimenta a los electrodomésticos, de las señales de alta frecuencia, que van a un módulo o unidad de servicio, donde se reconvierten en canales de vídeo, datos, voz, etc.

En las subestaciones eléctricas locales hay servidores de estación base que se conectan a Internet generalmente a través de fibra óptica. Esto quiere decir que no se utiliza toda la red eléctrica para la transmisión de datos.

ESTRUCTURA

La red eléctrica consta de tres partes

bien diferenciadas: los tramos de baja tensión, los de media y los de alta tensión. Los de baja tensión equivalentes a la "última milla" o bucle de abonado en las redes telefónicas conecta los hogares con las subestaciones de distribución local. Es precisamente este tramo el único que se utiliza en PLC.

Las estaciones base de PLC tienen una estructura típica de rack. Una localización puede llegar a contener unas doce unidades emisoras del tipo estación base, cada una capaz de comunicar un canal. Los datos llegan a estas estaciones que las incorporan a la señal eléctrica. Una estación estándar sirve a unos cincuenta usuarios, ofreciéndoles un espectro cercano a los 20 MHz en el caso de clientes próximos, o entre 6 y 10 MHz para clientes lejanos. El servidor opera con un sistema basado en IP para crear redes LAN en cada área de servicio.

Las unidades acondicionadoras situadas en los hogares de los abonados, que también pueden recibir el nombre de módem eléctricos, tienen en su interior dos filtros. El primero de ellos, el de baja banda, libera la corriente eléctrica de 50 Hz para su distribución a todos los enchufes de la casa. Este filtro además sirve para limpiar los ruidos generados en la red por los electrodomésticos conectados en casa del usuario.

Si se dejaran pasar esos ruidos, al unirse a los procedentes de otros usuarios de la red, acabarían por introducir distorsiones muy significativas. En segundo lugar, el

filtro de alta banda es el que libera los datos y facilita el tráfico bidireccional entre las líneas.

ALGUNAS LIMITACIONES.

Sin embargo, no todo es perfecto en esta tecnología. La red eléctrica no ha sido diseñada para transmitir datos, sólo para transmitir energía, y esto hace que presente varias **l i m i t a c i o n e s**. En primer lugar, hay que elegir un tipo de modulación que sea el más adecuado para la red eléctrica. En PLC se emplea la modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing).

Otro de los problemas reside en el número máximo de hogares por transformador. Como las señales de datos de Power Line no pueden sobrevivir a su paso por un transformador, sólo se utilizan en la última milla. El modelo europeo de red eléctrica suele colocar un transformador cada 150 hogares aproximadamente.

Si se juntan estos dos factores, se comprueba que es necesario que todos los transformadores vengan dotados de servidores de estación base Power Line. Y cuanto menor es el número de usuarios por cada transformador, más se elevan las inversiones necesarias. Es por eso que en Europa será más rentable que en Estados Unidos, donde el número de usuarios por transformador suele ser de 10.

En tercer lugar, están las interferencias. Al poco tiempo de realizarse las primeras pruebas se

comprobó que algunas de las frecuencias no se podían usar porque generaban interferencias en otros servicios preexistentes. Por ejemplo, el uso de determinadas frecuencias en las cercanías de un aeropuerto podía interferir, y de hecho interfería, con las frecuencias de la torre de control y las de los radares de aproximación. También se puede llegar a interferir con las transmisiones convencionales de radio en FM o incluso en DAB, o con las de los servicios de emergencia, como bomberos o policía.

El caso británico resulta especialmente curioso. Tras diversas pruebas se comprobó que los enchufes utilizados en ese país tenían una forma que los convertían en perfectísimas antenas capaces de redifundir como señales de radio aéreas los datos de PLC, con lo cual cualquiera podría “escuchar” estas transmisiones violando la privacidad y la confidencialidad de las comunicaciones. Este último es precisamente uno de los aspectos menos investigados de PLC.

Desde luego, las compañías eléctricas están muy interesadas en PLC, porque pueden obtener una rentabilidad extra de infraestructuras preexistentes con pequeñas inversiones adicionales. Y es de esperar que durante los próximos meses se formen diversas alianzas, las compañías eléctricas necesitan de otras tecnologías para conectar sus redes de última milla, que es precisamente lo que otras empresas necesitan.

TECNOLOGÍA OMNIPRESENTE.

Una de las mayores ventajas que presenta PLC es que utiliza el soporte más extendido del mundo. Allí donde ni siquiera se conoce Internet o donde jamás en su vida han visto un teléfono, en muchos casos disponen de luz eléctrica.

Esta luz por regla general se alimenta mediante electricidad procedente de tendidos de largo recorrido, más que de generadores propios.

Mientras el número de usuarios de tecnologías telefónicas se puede cifrar en apenas 800 millones de personas, más de 3.000 millones de seres humanos tienen a su alcance la electricidad. La gran ventaja de PLC no reside pues en el afán occidental por tener una Internet más rápida para comercializar nuevos servicios y hacer tiendas más atractivas. Estamos hablando de una

tecnología capaz de transmitir datos, y punto.

LA CASA CONECTADA (DOMÓTICA).

PLC va a permitir conectarse a Internet, enviar y recibir datos, e incluso llamar por teléfono desde cualquiera de las habitaciones de una casa, lo que va a representar un avance significativo en el campo de la domótica. Hasta ahora el usuario podía desde un puesto remoto, esto es, fuera de casa, encender y apagar las luces, conectar la calefacción, o poner en marcha el riego del jardín. Para ello basta con hacer una llamada telefónica. Esto probablemente no va a cambiar.

Pero el problema de la domótica y del manejo remoto de los utensilios de una casa no está en las posibilidades, sino en la instalación. Las órdenes



llegan vía teléfono a un pequeño cerebro central, y de allí se distribuyen por toda la casa. Para ello hay que hacer costosas obras de instalación. Cuando se trata de proyectar una casa inteligente no hay problema. Basta con incluir en el proyecto el diseño y el coste de las canalizaciones. Pero ¿qué pasa cuando queremos convertir en inteligente viviendas ya construidas y con una cierta antigüedad. En este caso el coste de las obras y los perjuicios que ocasionan desaniman a muchos propietarios. Con PLC, donde hay un enchufe hay comunicación de datos. Hay envío de

órdenes, de audio y vídeo. Todo ello sin necesidad de hacer ninguna obra. La primera reacción que se produce cada vez que en un informativo de televisión se habla de una nevera, un microondas o un frigorífico capaces de conectarse a Internet es de risa. Risa que desaparece cuando se comprueba que la unión de Internet a través de la red eléctrica con los electrodomésticos de última generación permite realizar tareas tales como comprobar el contenido de la nevera desde la oficina o encender el horno desde un teléfono móvil en un atasco.