

## Introducción

La apertura del mercado de las telecomunicaciones en México provocó una total transformación en la forma y las posibilidades en que se venía prestando el servicio. Si bien en 1994 se dio una gran crisis económica por el retiro de capitales de inversión extranjera, también se caracteriza por la aparición de empresas como AVANTEL, ALESTRA, AXTEL, MARCATEL, MAXCOM entre otras, que le estaban apostando al negocio en este segmento buscando competir con la telefónica local TELMEX. Con esto los servicios de voz en el triángulo de cristal MEX-GDL-MTY (Ciudades de México, Guadalajara y Monterrey) se vieron envueltos en una guerra de precios, que de alguna manera hizo bajar el costo de los servicios, aunque no de la misma manera benefició a las comunidades marginales, ya que la mayor parte de la inversión no fue dirigida a telefonía rural o mejorar la tele densidad en nuestro país; sino para hacer rentable el negocio de los nuevos proveedores de servicio, salvo los proyectos de inversión y modernización de infraestructura que mantuvo la telefónica local apostando a la calidad de servicio y cobertura.

Hoy día, la banda ancha está siendo uno de los principales protagonistas de los servicios de telecomunicaciones en México. Basta echar un vistazo a las ofertas de triple play de las compañías de cable incursionando en servicios de voz e Internet además de televisión que ya era su mercado. Por otro lado, los servicios de ADSL (Asimetric Data Subscriber Line) en cobre se han posicionado en el mercado residencial con una buena relación de costo, calidad de servicio y cobertura geográfica, (limitada solo por la distancia a la central natural y la calidad de las líneas), aunado a la estrategia de incluir valor agregado como correo electrónico, hospedaje gratis (espacio en Internet para publicar pagina personal), y en algunos casos movilidad en sitios públicos con tecnología WIFI ( Wireless Fidelity).

El protagonista más reciente con título de concesión es la CFE (Comisión Federal de Electricidad), que obtuvo en noviembre de 2006 el título de concesión de red pública de telecomunicaciones. Esto implica que puede arrendar la capacidad disponible de fibra óptica para transportar señales (voz, datos y/o video) de otros concesionarios de telecomunicaciones o de usuarios de redes privadas. A través de esta concesión, la CFE se convierte en un factor de competencia al ser una alternativa adicional para los competidores de Teléfonos de México que en muchos tramos era la única posibilidad para la conducción de señales. Considerando que la CFE para su propia operación requiere de la mayor eficiencia de red, está en posibilidad de garantizar la mejor calidad para sus nuevos clientes.

En lo que respecta a BPL (Broadband Power Line), desde el 2004 CFE ha realizado pruebas para proveer banda ancha a través de la última milla eléctrica en ciudades como Jocotitlán Edo. de México, Morelia Michoacán y Nuevo León. Ha firmado un acuerdo de colaboración con ENDESA (Compañía Eléctrica Española) que ha puesto servicios de este tipo a funcionar en Zaragoza y Madrid.

En términos generales se considera que la red de distribución de energía eléctrica cubre el 96.5% del territorio nacional y cuenta con una red de fibra óptica robusta para proveer los servicios de telecomunicaciones, por lo tanto es posible considerar una solución de banda ancha sobre la red de energía eléctrica, que pueda complementar la zona geográfica en la que no llega el actual bucle local telefónico del país, tomando en cuenta las soluciones existentes de telecomunicaciones, incluso pensando en soluciones híbridas que permitan obtener una buena relación costo beneficio.

La red eléctrica y la red telefónica alcanzan a más de mil millones de personas en todo el mundo y son soportadas por una compleja infraestructura de centrales, medios de transmisión y gestión que permiten el transporte de señales eléctricas convencionalmente en la primera y en la segunda voz o datos. Es tal la cantidad de cables que se han utilizado en la construcción de las dos redes que cuentan con más cobre instalado que el de cualquier mina en el mundo. Así, aun cuando no es nada nuevo, sólo ahora las comunicaciones de datos por la red eléctrica empiezan a ser una opción viable.

La enorme capilaridad de la red eléctrica, tanto en cobertura geográfica como dentro de los hogares y empresas, convierten a las tecnologías PLC (Power Line Communications) en alternativas de acceso a Internet de alta tasa de transmisión de datos, en competencia con el bucle local telefónico, los bucles locales inalámbricos o las redes de cable. Los últimos avances de los fabricantes de circuitos integrados, han conseguido que el ruido apenas afecte a la tasa de transmisión de datos neta que disfruta el usuario, con lo que los consumidores y fabricantes de equipos podrán usar tecnologías de transmisión de datos por las redes de baja tensión a buenas tasas, con precios muy competitivos y una interoperabilidad total entre fabricantes. Hasta hace poco, esta tecnología sólo se usaba en redes de control domótica de baja tasa de transmisión de datos para encender y apagar luces o electrodomésticos, controlar termostatos o centrales de alarma, pero como no precisan de nuevos cables, los usuarios empiezan a demandar soluciones similares para sus necesidades de intercambio de información entre computadoras o periféricos, tal y como lo están haciendo en sus lugares de trabajo. PLC tiene claras ventajas frente a otras tecnologías al basarse en una red de mayor capilaridad, su mercado presenta ventajas e inconvenientes y encontrará sus nichos de aplicación donde sea capaz de competir con otras modalidades de transmisión; entre ellas, la transmisión punto a punto en tendidos de alta y media tensión, los entornos domésticos individuales y el acceso a redes públicas a baja tasa de transmisión de datos en zonas de población no muy densas en cuanto al número de puntos.

## **Definición del problema**

Dada la estructura actual de los Sistemas Eléctricos, resulta sumamente atractivo utilizar los conductores de las líneas de transmisión de alta tensión, para transportar adicionalmente a la energía eléctrica, que es su propósito principal, información de comunicaciones. Las líneas de transmisión (LTs) prácticamente cubren el 96.5% del territorio nacional, sin embargo, es necesario analizar las ventajas y desventajas de esta acción. La banda ancha sobre líneas de energía se ha desarrollado más rápido en Europa que en América, debido a una diferencia histórica en las filosofías de diseño de sistemas de potencia. La distribución de energía utiliza transformadores para reducir el voltaje (tensión) para ser usado por los clientes, pero las señales no pueden pasar fácilmente a través de transformadores, ya que su alta inductancia los hace actuar como filtros paso bajo, bloqueando las señales de alta frecuencia. En América es común que un pequeño transformador preste servicios a un pequeño número de casas y para entregar "Broadband Power Line" sobre la red eléctrica en una típica ciudad, exige una mayor cantidad de repetidores que en una ciudad europea comparable. La segunda cuestión importante es la magnitud de la señal y la explotación de frecuencias. Las frecuencias de 10 a 30 MHz, se han utilizado por los radio aficionados, onda corta y una variedad de sistemas de comunicaciones

(militar, aeronáutico, etc.), por lo que sin blindaje las líneas de energía eléctrica actuarán como antenas y tendrán un alto potencial de interferir.

## **Objetivo**

El objetivo de este trabajo es analizar la tecnología de transmisión que es posible emplear para el transporte de comunicaciones en banda ancha sobre líneas de transmisión de energía eléctrica, posible aplicación en alta, media y baja tensión, las bandas de frecuencia de utilización, limitaciones de frecuencia, características de los conductores y dispositivos de interconexión, de tal manera que sea posible establecer el tipo de servicios de comunicaciones que se pueden proveer por este medio, con base en la arquitectura de la red eléctrica del país.

## **Método**

Se analizaron las diferentes tecnologías existentes en el mundo obteniendo resultados y conclusiones. Para tal efecto, fue necesario realizar búsqueda de información sobre este tópico. Se realizaron visitas técnicas a CFE, empresas de Telecomunicaciones proveedoras de servicios de Banda Ancha como TELMEX, fabricantes de conductores como CONDUMEX y se revisaron a los proveedores de equipo de banda ancha así como asociaciones Norteamericanas y Europeas.