

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

CAMPUS MONTERREY

PROGRAMA DE GRADUADOS EN ELECTRÓNICA,
COMPUTACIÓN, INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES



Análisis de las Telecomunicaciones por Cable Eléctrico, Así como
los Condicionantes Tecnológicos, Económicos y Regulatorios en
Países Emergentes como México

TESIS

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER
EL GRADO ACADÉMICO DE:

MAESTRO EN ADMINISTRACIÓN DE TELECOMUNICACIONES

POR:

Edmundo Castruita Flores

MONTERREY, N.L.

DICIEMBRE 2004

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE
MONTERREY

DIVISIÓN DE ELECTRÓNICA, COMPUTACIÓN,
INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

PROGRAMAS DE GRADUADOS EN ELECTRÓNICA,
COMPUTACIÓN, INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

Los miembros del comité de tesis recomendamos que la presente tesis del
Ing. Edmundo Castruita Flores sea aceptada como requisito parcial para
obtener el grado académico de Maestro en Administración de
Telecomunicaciones.

Comité de tesis:

Alejandro Ibarra Yúnez, PhD
Asesor

Ricardo Pineda Serna, PhD
Sinodal

Gerardo A. Castañón Ávila, PhD
Sinodal

David Garza Salazar, PhD.
Director del Programa de Graduados en Electrónica,
Computación, Información y Comunicaciones.
Diciembre 2004

Análisis de las Telecomunicaciones por Cable Eléctrico, Así como
los Condicionantes Tecnológicos, Económicos y Regulatorios en
Países Emergentes como México

POR:

Edmundo Castruita Flores

TESIS

Presentada al Programa de Graduados en Electrónica, Computación,
Información y Comunicaciones.

Este trabajo es requisito parcial para obtener el grado de Maestro
en Administración de Telecomunicaciones.

INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS
SUPERIORES DE MONTERREY

Diciembre 2004

Dedicatoria

A mis padres, Edmundo Castruita Morán y Leticia Flores Gómez por su cariño, comprensión y apoyo incondicional en el transcurso de mis estudios. Gracias por todo su amor, los quiero mucho.

A mis abuelos paternos, Julián Castruita Fernández (†) y Maria Eugenia Morán García (†) por guiarme desde el cielo en la realización de esta investigación.

A mis abuelos maternos, José Flores López y Esther Gómez Morales por su cariño y consejos mostrados a lo largo de mi vida.

Agradecimientos

Al Dr. Alejandro Ibarra Yúnez, por su gran interés, apoyo y consejos para la realización exitosa de este trabajo.

Al Dr. Ricardo Pineda Serna y al Dr. Gerardo Castañón Ávila, por sus valiosos comentarios y sugerencias del presente trabajo.

A mis hermanos Alejandro, Miguel y Leticia por estar siempre conmigo. Gracias por todo su apoyo.

A mis amigos Eliud, Mario, Carlos, Hugo, Dan, Ricardo, Amigos de la Maestría y familiares por el apoyo recibido durante la realización de esta maestría.

Resumen

La importancia de las telecomunicaciones en el mundo actual proviene no sólo de su gran dinamismo y contribución al crecimiento económico general, sino también del papel que la sociedad de la información ha de jugar en todas las actividades humanas. En esta nueva era tecnológica se ven transformadas las maneras de producir bienes y servicios, de hacer negocios, de trabajar, de acceder a la educación y la cultura, de recibir asistencia sanitaria, de relacionarse con las administraciones públicas, de comprar, de encontrar nuevas formas de entretenimiento, etc. Estos cambios son logrados a través de una evolución constante en el sector de las telecomunicaciones, en donde las políticas de estado han tenido un papel fundamental en el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones en México.

De igual forma, las telecomunicaciones actuales necesitan ser comunicaciones de banda ancha, que permitan satisfacer los requerimientos actuales de conectividad, obteniendo conexiones y transmisiones a altas velocidades. Es aquí, en donde existe una gran variedad de tecnologías que satisfacen los requerimientos de los consumidores. Entre estas tecnologías se encuentran las telecomunicaciones por cable eléctrico o PLC (Power Line Communications), la cual se analizará en esta investigación, como un conocimiento que pueda proveer a los mexicanos de comunicaciones de banda ancha.

La tecnología PLC se ha convertido en una pieza clave para dotar de servicios de ancho de banda a lugares donde la penetración de infraestructuras de telecomunicaciones no son rentables desde el punto de vista económico, por lo que la tecnología PLC puede ser un factor clave para superar los aislamientos de regiones y localidades cuya ubicación las deja fuera de los ejes del desarrollo y les permita reducir la existente brecha digital.

En este estudio se examinan los condicionantes tecnológicos, económicos y regulatorios que permiten acceder en México a una nueva tecnología como son las telecomunicaciones por cable eléctrico, e implementarse comercialmente como una tecnología de acceso de banda ancha, la cual ofrece todos los servicios y aplicaciones dentro de las diferentes áreas del mercado que se encuentran cubiertas por otras tecnologías como el ADSL y Cable. Estos condicionantes tecnológicos, económicos y regulatorios, se describirán a lo largo del presente trabajo, permitiendo determinar la viabilidad de esta tecnología en países emergentes como México.

Índice

CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN Y PLANTEAMIENTO	1
RETOS DE LAS TELECOMUNICACIONES.....	6
CONEXIÓN POR CABLE ELÉCTRICO.....	7
VENTAJAS.....	9
ASPECTOS REGULATORIOS.....	9
MARCO TEÓRICO.....	11
JUSTIFICACIÓN.....	14
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN.....	15
HIPÓTESIS.....	15
MÉTODO DE INVESTIGACIÓN.....	15
LIMITACIONES DEL ENFOQUE Y EL TRABAJO.....	17
CAPÍTULO 2. EL PAPEL DE LAS REDES ELÉCTRICAS DENTRO DEL PORTAFOLIO DE TECNOLOGÍAS DE INFORMACIÓN	18
TIPOS DE CONEXIÓN.....	18
CONEXIONES POR AIRE.....	19
CONEXIONES FÍSICAS.....	22
SITUACIÓN DE LA RED DE DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA.....	34
COMO TRABAJA EL PLC.....	39
PROBLEMAS POTENCIALES.....	41
CONTEXTO COMERCIAL PARA EVALUACIÓN DE TECNOLOGÍA.....	41
EL ALCANCE DE LA EVALUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA.....	42
VIABILIDAD DE LA SOLUCIÓN.....	43
CAPÍTULO 3. ÁMBITO DEL PLC EN LAS REDES ELÉCTRICAS	44
ESTRUCTURA DE LA RED PLC.....	45
ARQUITECTURA DE LA RED PLC.....	50
MADUREZ DEL PLC.....	52
CAPÍTULO 4. APLICACIONES DEL PLC EN DIFERENTES REGIONES	56
EUROPA.....	56
NORTEAMÉRICA.....	64
ASIA/PACIFICO Y JAPÓN.....	69
LATINOAMÉRICA.....	69
DETERMINANTES TECNOLÓGICOS.....	70
PROYECCIÓN DEL MERCADO.....	71
CAPÍTULO 5. SEGMENTOS DE MERCADO: ¿QUÉ SE PUEDE APRENDER DE LA EXPERIENCIA RECIENTE?	73
SERVICIOS DE ENERGÍA CERCANOS AL ABONADO.....	73
SERVICIOS DE TELECOMUNICACIONES.....	74
APLICACIONES IN-HOME.....	74
MODELOS DE NEGOCIO.....	75
EL PRECIO ES LA LLAVE PARA LA ACEPTACIÓN DEL CONSUMIDOR.....	78
IMPULSORES DEL MERCADO.....	81
INHIBIDORES DEL MERCADO.....	82
VENEDORES DEL EQUIPO Y LOS OPERADORES.....	85
CAPÍTULO 6. ÁMBITO REGULATORIO	92
EN LA INDUSTRIA.....	95
RETO REGULATORIO PARA EL PLC.....	96

CAPÍTULO 7. RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO	100
TECNOLOGÍA	101
REGULACIÓN	104
MERCADO Y APLICACIONES	107
CAPÍTULO 8. CONCLUSIONES FINALES	110
CONCLUSIONES GENERALES	112
BIBLIOGRAFÍA	115
VITA	119

Lista de figuras

FIGURA 1. LINEAS TELEFONICAS EN SERVICIO (FUENTE: COFETEL, 2004).....	2
FIGURA 2. COMPARATIVO INTERNACIONAL DE TELEFONIA FIJA (FUENTE: COFETEL, 2003).....	3
FIGURA 3. TELEFONIA MOVIL (FUENTE: COFETEL, 2004).....	3
FIGURA 4. ACCESO A BANDA ANCHA POR CADA 100 HABITANTES (FUENTE: OECD, 2003).	4
FIGURA 5. RED DE FIBRA ÓPTICA (FUENTE: COFETEL, 2004).	5
FIGURA 6. RELACIONES Y BENEFICIOS.	12
FIGURA 7. GENERACIÓN POR FUENTE (FUENTE: CFE, 2004).....	34
FIGURA 8. CIFRAS DE LA CFE EN MÉXICO (FUENTE: CFE, 2004).....	35
FIGURA 9. SERVICIOS A CLIENTES POR SECTOR (FUENTE: CFE, 2004).....	35
FIGURA 10. RED ELÉCTRICA (FUENTE: TECNOCOM, 2004).....	44
FIGURA 11. ELEMENTOS DE LA RED PLC.....	45
FIGURA 12. CABECERA O HEAD END.....	46
FIGURA 13. REPETIDOR O HOME GATEWAY.	47
FIGURA 14. CPE O MÓDEM PLC.	47
FIGURA 15. APARATOS QUE SE PUEDEN CONECTAR AL MÓDEM PLC.	48
FIGURA 16. RANGO DE FRECUENCIA EN QUE TRABAJA EL PLC.....	48
FIGURA 17. ACOPLADOR ELÉCTRICO (FUENTE: TECNOCOM, 2004).....	49
FIGURA 18. ARQUITECTURA DOMÉSTICA (FUENTE: TECNOCOM, 2004)	51
FIGURA 19. ARQUITECTURA GLOBAL.....	52
FIGURA 20. DISTRIBUCIÓN DE FRECUENCIAS. ETSI TS 101 867 (FUENTE: TECNOCOM).	54
FIGURA 21. LANZAMIENTOS PLC EN EL MUNDO (FUENTE: ARTHUR D. LITTLE, VISTO EN ALFONSÍN, 2003)....	70
FIGURA 22. PRONOSTICO MUNDIAL 2001-2006 PARA LA ÚLTIMA MILLA (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	72
FIGURA 23. CICLO DE VIDA DE TECNOLOGÍAS DE BANDA ANCHA (FUENTE: ASCOM, 2002).....	79
FIGURA 24. “COSTOS” DE LAS TECNOLOGÍAS DE ACCESO (FUENTE: ASCOM, 2002).	80
FIGURA 25. INVERSIÓN POR USUARIO (FUENTE: ARTHUR D. LITTLE, VISTO EN ALFONSÍN, 2003).	83

Lista de tablas

TABLA 1. TECNOLOGÍAS DE ACCESO A TRAVÉS DE LAS LÍNEAS TELEFÓNICAS DE COBRE.....	24
TABLA 2. TECNOLOGÍAS DE ACCESO.....	31
TABLA 3. POSICIÓN DE PLC Y SUS COMPETIDORES.....	32
TABLA 4. INDICADORES DE CALIDAD DE CFE (FUENTE: CFE, 2004).....	36
TABLA 5. LONGITUD DE LÍNEAS DE TRANSMISIÓN EN KM. (FUENTE: CFE, 2004).....	37
TABLA 6. CAPACIDAD EN SUBESTACIÓN EN MILLONES DE VOLTS-AMPERES (FUENTE: CFE, 2004).....	37
TABLA 7. LONGITUD DE LÍNEAS DE DISTRIBUCIÓN EN KM. (FUENTE: CFE, 2004).....	38
TABLA 8. PAÍSES EUROPEOS CON DESPLIEGUE COMERCIAL. (FUENTE: UNIFET, VISTO EN AUTEL, 2003).	59
TABLA 9. PAÍSES EUROPEOS CON PRUEBAS PILOTO. (FUENTE: AUTEL, 2003 Y PEÑA, 2001).	60
TABLA 10. SITUACIÓN DE LA TECNOLOGÍA PLC (FUENTE: UNIFET, VISTO EN AUTEL, 2003).	63
TABLA 11. EXTENSIÓN Y PROVISIÓN DE PLC (PEÑA, 2001).	84
TABLA 12. VENDEDORES DEL EQUIPO PLC (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	86
TABLA 13. (CONTINUACIÓN) VENDEDORES DEL EQUIPO PLC (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	87
TABLA 14. VENDEDORES DEL CHIP PARA LA ÚLTIMA MILLA (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	88
TABLA 15. IMPLEMENTACIONES DE LA ÚLTIMA MILLA (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	89
TABLA 16. (CONTINUACIÓN) IMPLEMENTACIONES DE LA ÚLTIMA MILLA (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	90
TABLA 17. (CONTINUACIÓN) IMPLEMENTACIONES DE LA ÚLTIMA MILLA (FUENTE: GARTNER DATAQUEST, 2002).	91
TABLA 18. MILLONES DE LÍNEAS EN SERVICIO EN LATINOAMÉRICA (FUENTE: STANDARD & POOR'S, 2002).....	94
TABLA 19. CALIDAD DE LA INFRAESTRUCTURA DE LA RED ELÉCTRICA EN MÉXICO.....	102

Capítulo 1

Introducción y Planteamiento

El inicio del siglo se caracteriza por grandes avances tecnológicos y donde los requerimientos de satisfactores de las personas son cada vez mayores. Una de estas necesidades del mundo moderno es estar comunicado en todo momento y en cualquier lugar. Es por eso que en la actualidad el desarrollo de las telecomunicaciones constituye un sector de gran trascendencia para cualquier país, ya que contribuye al mejoramiento de la calidad de vida, así como al desarrollo económico y social de la población (Serrano, 2000).

En la economía actual, la industria de las telecomunicaciones es una parte fundamental. En la década de los 80's y 90's, las inversiones en las telecomunicaciones han sido un importante impulsor de productividad y crecimiento económico de las naciones actuales, en donde los gobiernos y universidades se han beneficiado de los avances de las telecomunicaciones modernas, en donde resalta el crecimiento del Internet (Hall, 2001). Este crecimiento permite la creación de nuevos mercados para las telecomunicaciones de banda ancha (Faulhaber, 2000).

Los países que se encuentran en un nivel alto de desarrollo de las telecomunicaciones, ofrecen nuevas tecnologías y avances de estas mismas, ya que los consumidores demandan calidad de servicio, precios accesibles y una buena cobertura del servicio. Serrano (2000) propone que la adaptación de nuevos esquemas regulatorios, constituye un elemento muy importante para la oferta y la demanda de servicios, para establecer las tarifas que deben pagar los usuarios por el uso de las líneas telefónicas. En el caso especial de México, Argentina y Brasil, estas tarifas son superiores a las de otros países.

En la mayoría de los países desarrollados, se presenta un nivel alto de densidad telefónica en los hogares de las personas, pero incluso en los países desarrollados, los cuales tienen ingresos elevados, existen grupos de personas en pequeñas poblaciones. Estos desafortunados ciudadanos se encuentran desprovistos de comunicaciones modernas, ya que no cuentan con acceso a un teléfono. En los países en desarrollo la gran mayoría de los hogares no cuentan con un servicio telefónico. Esta situación se presenta en México y en el resto de los países de Latinoamérica. Por esta razón la Unión Internacional de Telecomunicaciones "ITU" (1998) planteó ampliar el acceso a las telecomunicaciones, donde exige un programa práctico, concreto y transparente, que permita su evolución rápida.

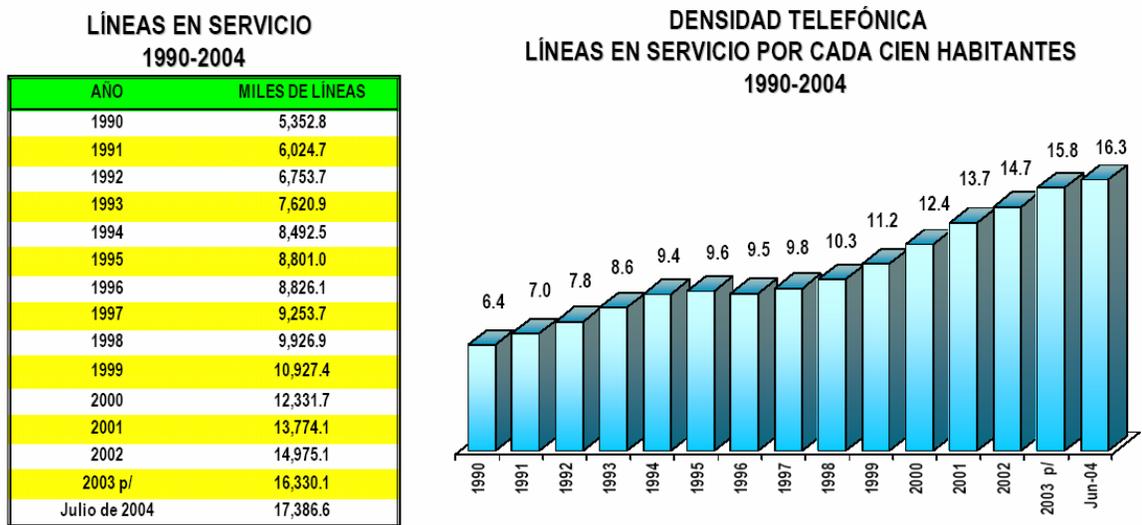
Actualmente ya se cuenta con tecnología que permite el acceso a telecomunicaciones desde cualquier parte del planeta; así mismo la introducción de fuentes de ofertas más eficientes y económicas, así como competidores nuevos, deben de ayudar a cambiar la situación de un déficit actual de oferta, a un estímulo de la demanda una vez desarrollado el

acceso; es por eso que la ITU (1998) plantea que “el acceso universal actualmente no es tanto un problema de estructuras o de ofertas, sino de reglamentación y de política”.

La ITU (1998) menciona que en el informe sobre el desarrollo mundial de las telecomunicaciones de 1998 se definen metas, las cuales se deberían intentar de alcanzar para el año 2010. Estas metas apuntan a que para los países en desarrollo se logren 10 líneas telefónicas por cada 100 habitantes, ya que el promedio de algunos países menos desarrollados es de un teléfono por cada 100 habitantes, mientras que la penetración de servicio telefónico de países desarrollados es superior al 50 por ciento. En el caso de México para junio del 2004 se tiene una penetración de 16.3 líneas en servicio por cada 100 habitantes. En la figura 1 se muestran las líneas telefónicas en servicio desde 1990 hasta julio de 2004.

Figura 1. Fuente: COFETEL, 2004.

LÍNEAS TELEFÓNICAS EN SERVICIO



Comparando a México con otros países que se encuentran en desarrollo, México tiene una penetración mayor, pero se encuentra todavía muy lejos de los países desarrollados, ya que la penetración de éstos es de más de 50 líneas por cada 100 habitantes (COFETEL, 2004). Esto se puede observar con más claridad en la figura 2, en donde se muestra un comparativo internacional de telefonía fija. En junio de 2004 la penetración de usuarios en telefonía móvil fue de 31.6 celulares por cada 100 habitantes, esto se puede observar en la figura 3, en donde también se muestra las líneas en servicio por año. Según la COFETEL (2004), en 1997 se presentó un pequeño crecimiento gracias a la introducción de descuentos en llamadas entrantes. Sin embargo, el crecimiento que se presentó en 1999 fue el que marco el aumento en la telefonía celular, debido a la introducción de la modalidad “el que llama paga” al igual que el surgimiento de tarjetas de prepago, la reducción de tarifas y la entrada de nuevos operadores.

Figura 2. Fuente: COFETEL, 2003.

Comparativo Internacional de Telefonía Fija. Líneas por cada 100 habitantes

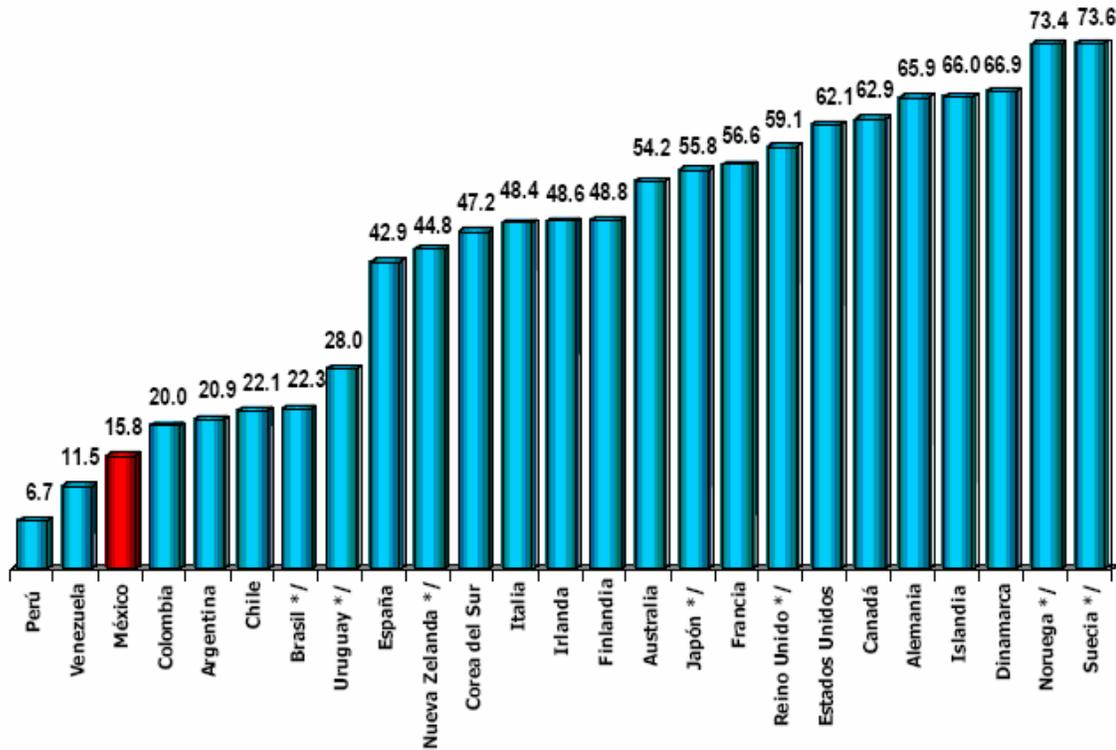


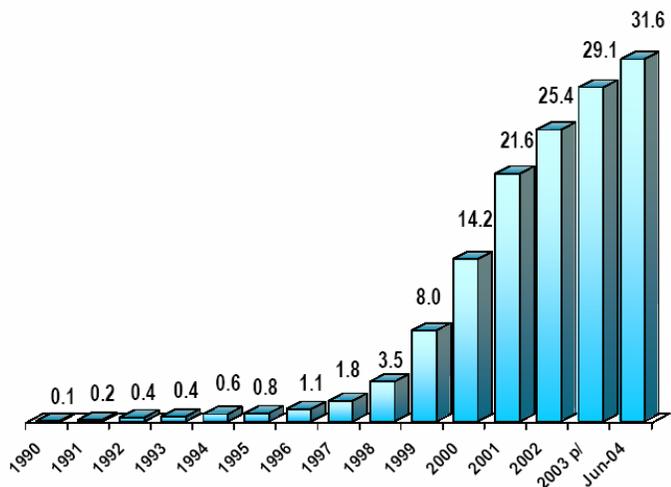
Figura 3. Fuente: COFETEL, 2004.

TELEFONÍA MÓVIL

**USUARIOS
1990-2004**

AÑO	MILES DE USUARIOS
1990	63.9
1991	160.9
1992	312.6
1993	386.1
1994	571.8
1995	688.5
1996	1,021.9
1997	1,740.8
1998	3,349.5
1999	7,731.6
2000	14,077.9
2001	21,757.6
2002	25,928.3
2003 p/	30,097.7
Julio de 2004	33,823.1

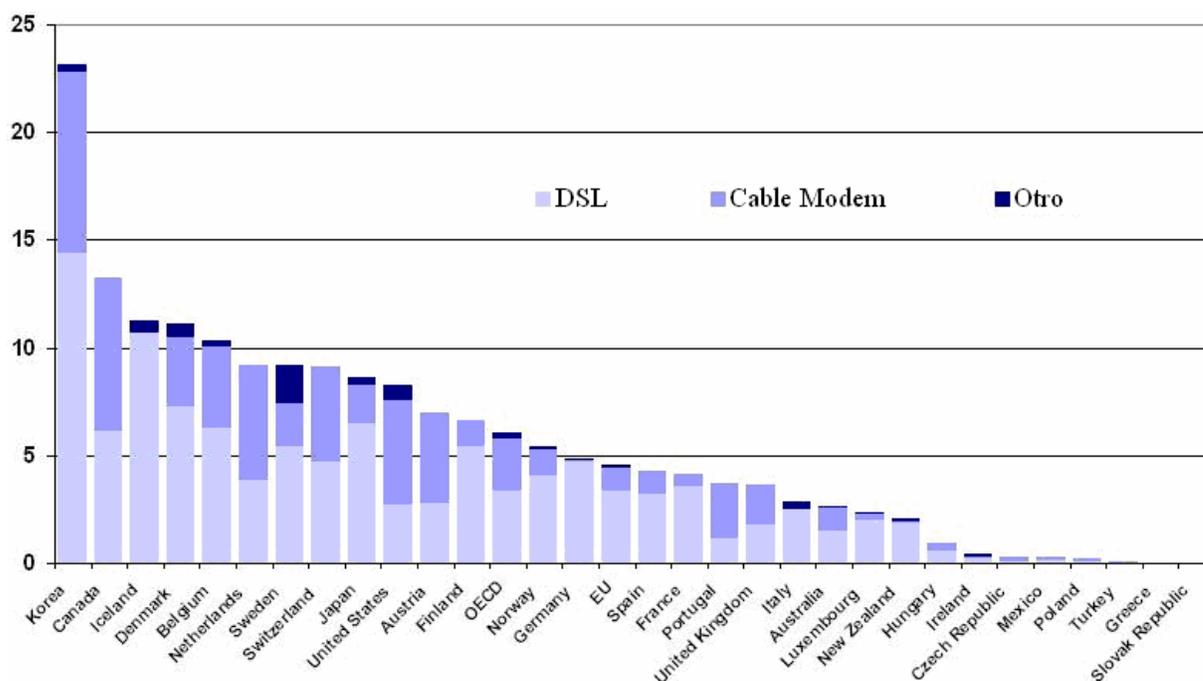
**PENETRACIÓN
USUARIOS POR CADA CIENTO HABITANTES
1990-2004**



Estudios realizados por la OECD (Organization for Economic Cooperation and Development, 2003) indican que el incremento de usuarios de servicios de banda ancha, es un buen indicador del crecimiento de las tecnologías de banda ancha, un ejemplo de esto es que en 1999 existían 3.1 millones de subscriptores de Internet de banda ancha, para finales del 2000 existían 14 millones de subscriptores que pertenecen a los países que integran la OECD, incluyendo México, el cual es miembro de esta organización.

Si observamos la penetración de banda ancha de los países integrantes de la OECD por cada 100 habitantes que se muestra en la figura 4, podemos ver la gran diferencia que existe entre los países con un alto grado de desarrollo y los que están en vías de desarrollo, como es el caso de México. Haciendo una pequeña comparación entre México y Corea, se observa una inmensa diferencia, por lo que refleja la falta de inversión de tecnología de banda ancha en nuestro país.

Figura 4. Acceso a Banda Ancha por cada 100 habitantes (Fuente: OECD, 2003).



Para analizar el impacto de la introducción de tecnología de banda ancha en México, es de mucha importancia ver los aspectos económicos, políticos y sociales. Para poder hacer esto, Nicolín (2000) menciona que es indispensable analizar el estado actual de desarrollo de la infraestructura, examinando las cuestiones regulatorias, el desarrollo tecnológico, la penetración de los servicios y la estructura del mercado.

La competencia entre las diferentes infraestructuras de acceso de banda ancha, es una de las mejores formas de lograr un desarrollo de los servicios ofrecidos por las tecnologías (OECD, 2003). Es por esto que los países buscan que exista una competencia sana entre los

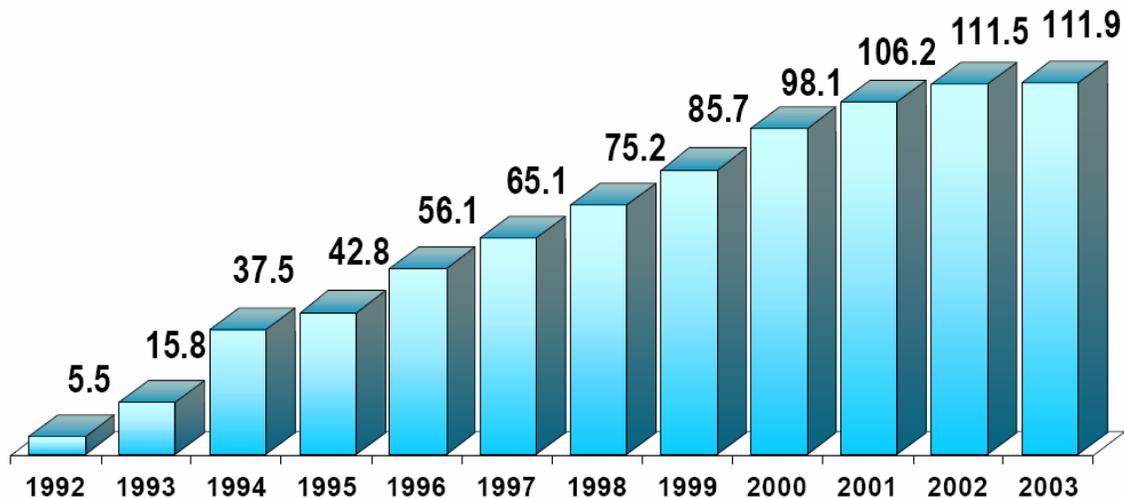
prestadores de tecnología y servicios de telecomunicación, obteniendo una infraestructura de banda ancha lo suficientemente grande que permita un desarrollo en la sociedad.

En México es prometedor el mercado de banda ancha, esto se debe en gran parte a la introducción de diferentes tecnologías de banda ancha, como es el caso de la fibra óptica. El crecimiento de la red de fibra óptica en México ha sido exponencial, esto lo podemos observar en la figura 5, en donde actualmente se cuenta con 111.9 mil kilómetros de fibra óptica. Sin embargo, podemos observar que el crecimiento en los últimos dos años ha sido relativamente poco, es por esto, que es necesario la introducción de diferentes tecnologías de banda ancha que permitan y ayuden al crecimiento de las telecomunicaciones en nuestro país.

Estas tecnologías se pueden complementar unas con otras, permitiendo un mayor despliegue en el mercado, tal es el caso de las redes híbridas. En la actualidad la demanda de conectividad se ha incrementado significativamente debido a la necesidad que existe en la mayoría de los países desarrollados y en aquellos en vías de un desarrollo de estar comunicados a cualquier hora, donde sea y cuando sea (Moreno, 2002).

Figura 5. Fuente: COFETEL, 2004.

RED DE FIBRA ÓPTICA Miles de kilómetros



Por otro lado, Internet de banda ancha no es un término muy común en nuestro país, según Moreno (2002), por que estas son tecnologías que tienen relativamente poco en México, como es el caso de ADSL y Cable, por lo que apenas comienzan a establecerse como tecnología de banda ancha entre los consumidores mexicanos.

Estudios realizados por Select (Servicios de Estrategia en Electrónica, visto en Moreno, 2002), muestran que el perfil de acceso de los usuarios de Internet de banda ancha en México se está diversificando y está cobrando importancia por el incremento de los usuarios, asimismo por su comportamiento tendencioso al comercio electrónico comparado con el usuario de Internet tradicional.

Retos de las telecomunicaciones

En la actualidad las compañías de telecomunicaciones tratan de ser competitivas para poder permanecer en el mercado del consumidor, así como necesitan crear estrategias de competencias dinámicas para el acceso a servicios de telecomunicaciones. Estas estrategias vistas desde una perspectiva de oferta son para Serrano (2000) de dos formas generales, la primera es que se tomen en cuenta las políticas tendientes de aumentar el número de concesionarios y su eficacia; la segunda es aprovechar los nuevos avances de la tecnología de las telecomunicaciones para facilitar y abaratar la prestación de servicio. Las estrategias tecnológicas están relacionadas con las políticas de reglamentación enfocadas a la liberación del mercado.

“Al hecho de lograr que todo ciudadano del mundo pueda servirse de las telecomunicaciones, se le denomina acceso universal. Y ese es uno de los retos de la poderosa, sofisticada y rentable industria de las telecomunicaciones, en el umbral del siglo 21” (Aguilar, 1999). Prácticamente el acceso universal es un concepto que se define como “un teléfono para cada hogar”. Este término se ha implementado en la mayoría de los países desarrollados y está dirigido a las pocas personas que no disponen de un teléfono.

Serrano (2000) ve el acceso universal de diferentes maneras. Uno de estos es establecer puntos de acceso a las telecomunicaciones para quienes viven en zonas distantes, como una forma de tener un teléfono en cada comunidad. El otro es el de comunidades de personas marginadas en el que se establezca un punto de telecomunicación en aquellos lugares donde las personas se reúnan, como centros comunitarios. En algunos países de Latinoamérica se establecen metas de expansión; estas metas se adaptan a sus circunstancias económicas, demográficas, sociales y geográficas.

“Los desarrolladores en comunicaciones inalámbricas y en tecnologías de acceso y aprovechamiento de Internet se convertirán en factores clave para lograr un acceso universal con mejores condiciones económicas y operativas en la región latinoamericana”, apunta Serrano (2000). Existe otro factor de gran importancia como el mercado y las tecnologías, las cuales son reguladas de forma diferente en cada país debido al entorno en el cual se desarrolla cada economía.

Si bien los beneficios que brindan los servicios de telecomunicaciones son muy importantes, es necesario reconocer que existen retos a enfrentar tales como la

disponibilidad, sobretodo si se considera las zonas rurales, zonas no económicas y de bajos recursos, por lo que constituye según Moreno (2002) el mayor inhibidor de crecimiento.

Una propuesta tecnológica, surgida originalmente en Finlandia y los EUA desde la década de los treinta, era utilizar los cables eléctricos como medio potencial de comunicaciones telegráficas en un inicio, y telefónicas posteriormente. Más recientemente, las telecomunicaciones con banda ancha han empleado el medio de cable eléctrico, aunque la realidad de su uso masivo está lejos todavía de llevarse a cabo. Por otra parte, la mayoría de las economías en desarrollo cuentan con redes eléctricas con gran cobertura, algunas de las cuales se han modernizado en décadas pasadas. Por lo tanto, dado el impacto en acceso, competencia y cobertura, el tema de estas comunicaciones es el tema del presente trabajo.

Conexión por cable eléctrico

PLC son las siglas de Power Line Communication (Comunicación por Cable Eléctrico), tecnología que permite la transmisión de voz y datos a través de la red eléctrica existente. Ha sido una tecnología usada desde hace tiempo para comunicaciones que utilizaban pequeños anchos de banda. La tecnología tiene raíces en los inicios de 1950 y se utilizó para los servicios públicos de electricidad, telemidiendo y controlando el equipo eléctrico de sus redes. A mediados de los 80's, varias compañías de electricidad y fabricantes del equipo investigaron las propiedades y características de la red eléctrica como un medio para la transferencia de datos. Los niveles de señal/ruido fueron temas importantes, así como también la atenuación de la señal por las características de la red. Muchas compañías de electricidad realizaron tales estudios, ambos en Europa y en los Estados Unidos.

El factor inicial de conducción para esos estudios fue la implementación de la tecnología de control de supervisión y adquisición de datos "SCADA". Posteriormente, la comunicación bidireccional fue desarrollada a finales de los 80's y principios de los 90's. Pero, no es hasta 1997 cuando se crean las bases de lo que se conoce como transmisión de datos por la red eléctrica, cuando Nortel y West Electricity Board crean Norweb. Esta joint-venture, desarrolló un producto llamado Digital Power Line, que es el antecesor del PLC.

Hoy en día la tecnología PLC o BPL (Broadband Power Line) permite transmitir datos a alta velocidad. La tecnología permite que los usuarios con un solo adaptador de PLC estén ya conectados a la red. De igual manera los usuarios pueden construir una red local o LAN (Local Area Network) casera haciendo uso de sus computadoras personales (PC), debido a que al conectar cualquier equipo de telecomunicación en una toma de corriente dentro de la casa u oficina se tiene acceso a la red y no se necesita ningún otro cable externo que no sea el cable de la toma de corriente (Clark, 2002).

El concepto de utilizar la red eléctrica para transportar datos no es nuevo; los proveedores de servicios de electricidad han estado interesados en el concepto por años. Intentos tempranos para desarrollar una tecnología viable para las comunicaciones por cable eléctrico (PLC) no tuvieron éxito. La radiación de las líneas eléctricas o cables eléctricos era inaceptablemente alta, cuando se transmitían datos a través de ellos.

Sin embargo desde 1999, diferentes compañías han tenido éxitos consistentes en desarrollo y pruebas de productos que logran conseguir anchos de banda y niveles de radiación aceptables, así como varias pruebas de campo efectuadas en diferentes ciudades, han mostrado consistentemente un desempeño aceptable. Por lo que actualmente PLC es una tecnología viable para la transmisión de datos. Como resultado, el asunto para el PLC ha cambiado de “se puede hacer?” a “se debe hacer?”.

En el enchufe eléctrico (toma de alimentación) se tiene voz y datos y no es necesario ningún tipo de instalación de cableado adicional; el equipo es un “Módem PLC”, el cual permite una transmisión simultánea de voz y datos, conexión permanente de datos (activo las 24 horas) y sin ningún problema, permite seguir prestando el suministro de energía eléctrica.

En la casa, todas las tomas de corriente existentes, pueden ahora enviar y recibir simétricamente señales de telecomunicación, esto permite una serie de aplicaciones y servicios, incluyendo Internet de banda ancha, voz sobre IP, servicios multimedia, automatización de la casa/edificio y una administración de la energía, que son ofrecidos a los usuarios finales. Como un resultado, PLC es ahora también una tecnología viable para la transmisión de datos a usuarios finales y un competidor emergente en la carrera de suministrar un acceso a banda ancha (Forsman et al, 2002).

Se declara PLC como un nuevo competidor para el DSL y Cable; El PLC según Michael Powell presidente de la FCC (Federal Communications Commission) se podrá convertir en la principal banda ancha en el hogar (citado en Fox, 2003). En la actualidad las características principales del PLC, es que es una tecnología de banda ancha, con velocidad de transmisión de hasta 45 Mbps y tiene un proceso de instalación bastante fácil y rápido para el cliente final.

En caso de su aplicación generalizada, el PLC creará una revolución en la industria porque: (a) el acceso universal se lograría en un salto; (b) crecerían las aplicaciones de telecomunicaciones y multimedia en el hogar y oficina; (c) cambiaría la estructura económica de la competencia de empresas de telecomunicaciones y sus proveedores; y (d) cambiaría la manera de operar de los reguladores.

Ventajas

La principal ventaja del PLC es que se emplea en una infraestructura ya existente (red de distribución eléctrica), y se permite un despliegue masivo de la tecnología, ya que la red ya está implementada, alcanzando a un gran número de personas en todo el mundo. En las casas de la mayoría de las personas se cuenta con varias tomas de corriente, por lo que se amplía la utilización de éste, ya que una persona se puede cambiar de lugar dentro de la casa y siempre habrá una toma de corriente cerca de ella. Esto se transforma en una oportunidad para integrar las aplicaciones de las computadoras en el grupo familiar como nunca antes.

Para las compañías de energía, la capacidad de tener una planta física existente para proporcionar un servicio de valor alto es ideal. Estas compañías poseen ya los postes y las líneas que tienen virtualmente acceso al cliente residencial y negocios en muchos países. Proveer a estos clientes de energía con un servicio de banda ancha, requiere simplemente de la adición de equipo a los postes (Schadelbauer, 2003).

Ciertos segmentos del cliente podían ser beneficiados por el PLC/BPL. Esos clientes que viven dentro de áreas de acceso remoto, pueden encontrar que el PLC les proporciona el acceso a los servicios avanzados que no tendrían manera de obtener. Desde el punto de vista del precio, probablemente éste parece que podría costar alrededor de \$30 dls por mes. En comparación, los servicios de Cable y servicios de banda ancha del DSL se encuentran entre \$40 a \$60 dls por mes (Schadelbauer, 2003).

Por otra parte, la implementación de PLC cambiaría la estructura de competencia de la industria y hasta la manera en que se integraran verticalmente tanto la industria eléctrica como la de telecomunicaciones.

Aspectos regulatorios

En la historia de las telecomunicaciones han existido diferentes tendencias en cuanto al número, tamaño y régimen regulatorio de los operadores de telecomunicaciones. Los principios básicos de la regulación de las telecomunicaciones son relativamente simples, sin embargo la aplicación de estas regulaciones resulta algo compleja. Esta complejidad para Moreno (1999) se produce por tres factores:

- Las telecomunicaciones requieren regulaciones específicas, como son el derecho de que todas las personas tengan acceso a las telecomunicaciones.
- También el proceso de liberación el cual se ha producido a escala mundial, obliga a una necesaria regulación específica para la transición.

- Finalmente y quizás la más importante, es que en las últimas décadas las telecomunicaciones se han convertido en el sector más atractivo para la inversión, por tal motivo las regulaciones tienen generalmente un enorme impacto económico, sobre todo en las reglas de conexión y acceso universal.

Estos factores regulatorios son fundamentales en el momento en que un país cree que es necesario el desarrollo desde un principio, digamos desde cero, de un servicio público, el cual es vital para el progreso y requiere grandes inversiones en infraestructura y que esto afecta de manera fundamental los parámetros de la economía, por lo que suele optar por conceder la explotación de este servicio a una o varias empresas públicas o privadas, a cambio de una serie de garantías por parte del estado sobre exclusividad en el mercado y derechos especiales para desarrollarse, con lo que las empresas se comprometen a desplegar una red y servicios de carácter universal.

Los factores regulatorios se convierten en un elemento determinante en la oferta y la demanda de servicios y en el establecer las tarifas que serán cobradas a los consumidores por el servicio que se les está vendiendo. De esta manera se presenta una competencia entre las empresas que ofrecen acceso a una red de servicios de telecomunicación, ya sea de voz, video o datos, y así ofrecer una variedad de servicios eficientes a los consumidores. Así, esta tesis también aborda puntos críticos para las regulaciones como inhibidoras del uso del PLC.

La parte 15 de las reglas de FCC's cubre dos tipos básicos de línea de energía y equipo. El sistema actual del portador transmite energía de la radiofrecuencia (RF) sobre una línea de energía a un receptor conectado con la misma línea de energía. Schadelbauer (2003) señala que cualquiera de los dos sistemas (portador-receptor) puede recibir la conexión directa a la línea de energía o por la radiación de las señales del RF de la línea eléctrica.

La ARRL (The American Radio Relay League) pidió que la FCC modificara las reglas de la parte 15 para prevenir interferencia a los usuarios de radios de banda HF en el pasado reciente (Lindquist, 2003).

La Comisión de las Comunidades Europeas (EC) por su parte está buscando agresivamente la viabilidad de uso de la línea de PLC y está desarrollando la legislación que la pondrá en pie al igual que con otras tecnologías de banda ancha, como indica Koolen, consejero de la política en la EC que sigue el desarrollo del PLC (Greenfield, 2003).

Por el lado de la industria de la electricidad, se anticipa que se desarrolle una siguiente etapa de la desregulación, la cual inicio en julio de 2004 en la UE (Uniones Europeas), permitiendo a proveedores de energía competir por electricidad que se entrega a los negocios en otras áreas de funcionamiento. La desregulación completa de la distribución de energía se fijó para julio de 2007. Con el inicio de la desregulación, los proveedores de energía podrán invertir en despliegues del PLC sin ser acusados de prácticas monopolísticas, según Koolen. Esto puede señalar una nueva era en telecomunicaciones (Greenfield, 2003), que los países más rezagados en servicios deben aprovechar.

Con una infraestructura competitiva, la EC espera estimular el despliegue de banda ancha, ya que actualmente es subóptimo, porque los precios de banda ancha de Europa están entre los más altos del mundo industrializado y ofrecen algunas de las tarifas de penetración más bajas. Los reguladores europeos buscan una infraestructura competitiva para obligar a los titulares que bajen precios del DSL. Sin embargo, a excepción de un puñado de países, el Cable y DSL no han sido desplegados lo suficiente (Greenfield, 2003).

Otra incertidumbre es si los reguladores del estado permitirán que las compañías de electricidad proporcionen servicio de PLC. Típicamente, los reguladores tienen una opinión en cómo las compañías de energía hacen el uso de sus activos físicos. Esto es nuevo y presenta incertidumbre para el territorio, lo cual resulta confuso (Schadelbauer, 2003).

Algunos despliegues del PLC han sido retardados por una carencia de estándares, pero la tecnología del PLC en Europa ya está en proceso. En agosto de 2002, la comunicación israelí de la compañía Main.net desplegó el PLC en residencias en Mannheim, Alemania, con velocidades hasta de 2.5Mbps. (Lee, 2002).

El hecho del despliegue en los Estados Unidos de la tecnología PLC, que utiliza módems para enviar señales análogas de alta frecuencia sobre líneas de energía en las subestaciones eléctricas, se podría considerar una realidad desde el tercer trimestre de 2002 (Lee, 2002). A partir de tal fecha, el servicio pasó a etapa de comercialización en algunas ciudades, como Atlanta, Nueva York y San Francisco.

Un punto crítico es solucionar estos problemas y asegurarse de que el PLC está regulado de tal manera que permita la competencia justa y no discriminatoria con la banda ancha existente. La disponibilidad extensa traerá tecnología prometedora la cual se acerca mucho más a la realidad (Schadelbauer, 2003).

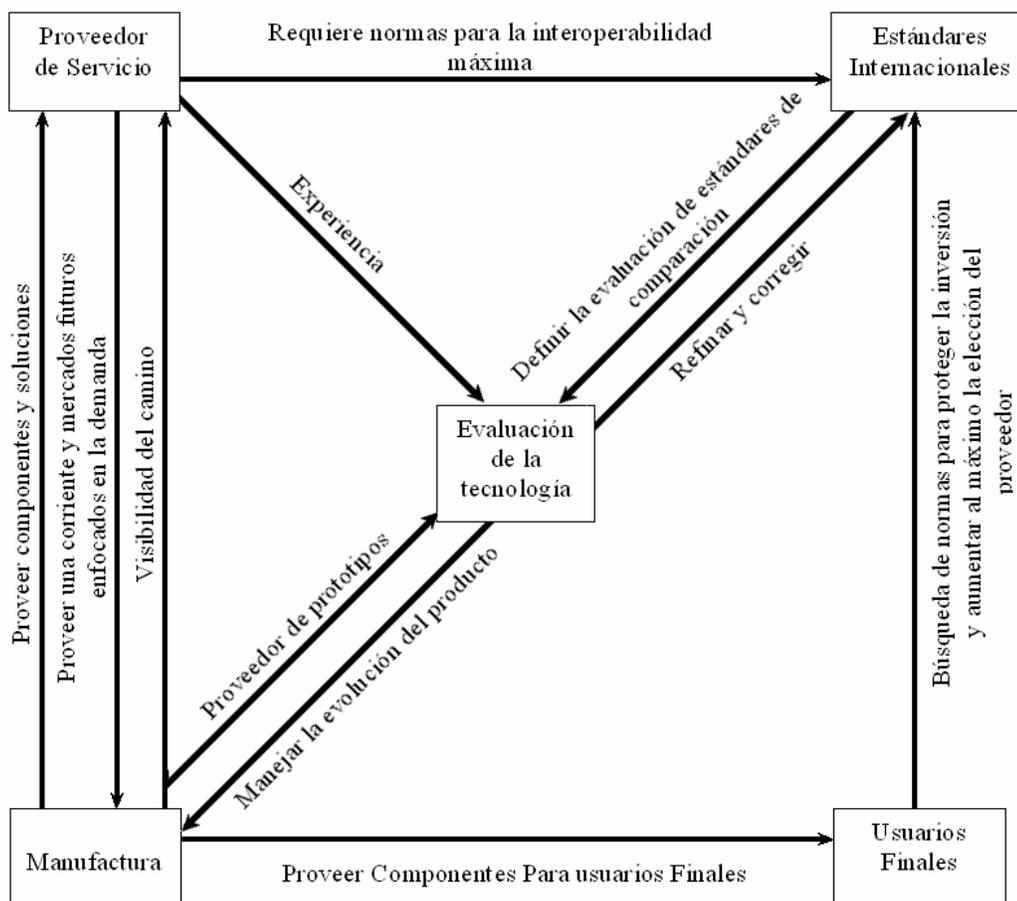
Marco teórico

Hoy en día se presentan rápidos cambios de tecnología en torno a los proveedores de servicio, equipos manufacturados y un sinnúmero de componentes que continuamente se desarrollan bajo políticas regulatorias. Cualquier comprador potencial de nueva tecnología, presenta un dilema en los términos de cuáles son los equipos que rápidamente se requieren para los nuevos progresos, o la falta de características definidas como requerimientos esenciales para su uso. Establecer la precisa capacidad de ofrecer servicios específicos en un tiempo esencial, es una consecuencia de los serios intereses de la industria del PLC (Heron et al, 2001).

Existe cada vez un número mayor de industrias interesadas en el PLC. Cada uno de esos grupos refleja un interés específico en qué tecnología ofrecer y cuál será la mayor oferta en el futuro. Explorar la capacidad particular de la oferta de productos y predecir

cuál es más posible entregar en el futuro, resulta difícil dentro del conjunto de la evaluación de la tecnología y de su estimación. Cuando se realizan beneficios sustanciales, la evaluación de la tecnología puede representar una inversión significativa. Por consiguiente, las necesidades para manejar a las industrias interesadas, dando un estudio de valoración para asegurar los beneficios potenciales son completamente acumulativas (Heron et al, 2001). El marco teórico a utilizar en el presente trabajo se presenta a continuación de manera esquemática.

Figura 6. Relaciones y Beneficios.



La primera misión del proveedor de servicio, incluyendo el operador de red, es el despliegue de soluciones económicas de la red, para el beneficio de los consumidores finales. En el caso del PLC, la red ya se encuentra desplegada. Esto muestra idealmente una inclinación a inversión de capital, recurriendo a un mínimo de costos. Este requiere de componentes de plataforma que sean lo suficientemente elásticos, escalables y flexibles, para facilitar la explotación de múltiples servicios donde sea posible, sobre la plataforma de tiempo de vida.

El proveedor de servicios necesita que el mercado del equipo esté disponible para encontrar sus necesidades actuales y tener un alto nivel de confianza. Ello para ser capaz de enfrentar las necesidades futuras, lo cual para el caso de México, el mercado se encuentra disponible debido a que ya existe la infraestructura de la red de distribución (Heron et al, 2001).

Los proveedores de servicio manejan cambios en la infraestructura de la red, incrementando niveles de interoperatividad que son requeridos entre las implementaciones individuales de componentes. La habilidad de asignar especificaciones de estándares de alta calidad, es un requerimiento clave para conseguir interoperatividad entre componentes. Desafortunadamente no importa qué tan bien trabajen los estándares de comunicación, porque siempre habrá áreas que dejan una extensión al propietario. Estos aspectos muestran la verdadera interoperatividad, permitiendo cambios y no imposibilitándolos.

En la seguridad, se ofrecen experiencias del mercado a través de provisiones de pruebas y sistemas de evaluación. Allí está el potencial de dirección, dos términos objetivos para el proveedor de servicio y el manufacturero. Primero, el manufacturero obtiene un mercado enfocado con dirección del proveedor de servicios, basado en sus corrientes de necesidades inminentes en respuesta a una oportunidad de un servicio en específico. Ellos también pueden anticiparse a futuras necesidades derivadas de las oportunidades de planes de mercado. Segundo, el servicio proveído gana visibilidad para los proveedores de servicio (mapa de camino) por consiguiente obteniendo un entendimiento de cuáles servicios son los disponibles para entregar las capacidades necesarias para realizar futuras oportunidades de mercado.

A través de esta colaboración y de confiable aprovechamiento, los planes de los dos interesados tal vez se refinan para el beneficio de ambos. Además, la industria en una visión más amplia puede finalmente considerar un beneficio de este aprovechamiento colaborativo entre los proveedores de servicio y los proveedores como una tendencia natural, tal que es reflejado en el refinamiento de especificaciones de estándares internacionales (Heron et al, 2001).

Las organizaciones de estándares internacionales, son un importante componente en la evaluación de tecnología que sea benéfica a industria y usuarios. La contribución es proveída por criterios fundamentales en contra de aquellos componentes que pueden ser evaluados objetivamente a través de especificaciones y perfiles de protocolos. Desde las perspectivas de proveer el servicio, las conformidades de estándares pueden dirigirse a lograr la seguridad de interoperatividad, y entonces los grandes vendedores podrán escoger nuevas soluciones de comunicaciones.

Como consecuencia, ciertos grados de protección son proporcionados por inversiones actuales de capital, donde una solución comprende componentes de dos o más proveedores, demandando conformidad para admitir estándares que puedan proveer un útil árbitro cuando existan dificultades de interoperatividad. Para el caso de México el presente trabajo planteará una guía para que el regulador utilice normas y estándares que sean convergentes con el resto del mundo, cuidando la interoperatividad.

Justificación

Los intentos iniciales para desarrollar tecnología viable para comunicaciones por líneas de cable eléctrico (PLC) no tuvieron éxito. Sin embargo, desde el 2002, PLC es una tecnología viable para el transporte de datos. Las pruebas del campo consistentemente han demostrado un desempeño suficientemente bueno. Como consecuencia, el asunto para el PLC se ha alterado. Para efectos del consumidor, la tecnología es lo de menos si el precio y el servicio son adecuados, como lo apunta Forsman et al, (2002).

La primera misión del proveedor de servicio, incluyendo el operador de red, es el despliegue de soluciones económicas de la red, para el beneficio de los consumidores finales. En el caso del PLC, la red ya se encuentra desplegada, ésto muestra idealmente una inclinación a inversión de capital, recurriendo a un mínimo de costo. Este requiere de componentes de plataforma que sean lo suficientemente elásticos, escalables y flexibles, para facilitar la explotación de múltiples servicios donde sea posible, sobre la plataforma de tiempo de vida.

El proveedor de servicios necesita que el mercado del equipo esté disponible para satisfacer sus necesidades actuales y tener un alto nivel de confianza, ésto para ser capaz de enfrentar las necesidades futuras, lo cual en el caso de México, el mercado se encuentra disponible, debido a que ya existe la infraestructura de la red de distribución. Queda en cuestionamiento la manera en que quedará distribuida la inversión de última milla, entre empresas de telecomunicaciones y compañías eléctricas públicas y privadas.

Los proveedores de servicio de un sistema de comunicación, necesitan tener soluciones económicamente viables para poder desplegar una red de acceso. El proveedor de servicios, necesita que el mercado del equipo se encuentre disponible para encontrar las necesidades actuales. En el caso de México, el mercado se encuentra disponible, gracias a que existen factores que favorecen a la implementación del PLC.

Estos factores pueden ser: una infraestructura de la red de distribución existente, con una penetración a 80 millones de mexicanos la cual representa el 95 % de la población con acceso al servicio de energía eléctrica. Falta sin embargo la existencia y crecimiento de toda la industria de componentes de transmisión y de aplicaciones. Con lo anterior, el presente trabajo de investigación se justifica.

Objetivos de la investigación

Como objetivo general de esta tesis, está el estudiar y analizar la viabilidad del PLC en economías emergentes como México. Ahora bien, los objetivos particulares pueden enlistarse de la siguiente manera:

- Evaluación de aplicaciones del PLC en países desarrollados y el ámbito de su utilización (inversión).
- Análisis de los determinantes tecnológicos del PLC, aplicaciones, conexiones y medios.
- Análisis del ámbito regulatorio, tanto multilateral (GATT, GATS, OECD, UIT) como doméstico.
- Crear un modelo de negocios para el PLC, siguiendo un enfoque económico, de complementos y sustitutos estratégicos, así como elementos de la cadena de valor del PLC.

Hipótesis

- La tecnología PLC es económicamente viable en algunas aplicaciones.
- La tendencia es hacia tecnologías híbridas, donde el PLC tiene oportunidades.
- El mercado potencial del PLC afectará las estructuras actuales de la competencia en el mercado de telecomunicaciones.
- La regulación convergente sobre electricidad y telecomunicaciones, es un factor crítico para la implantación de PLC en México.

Método de investigación

La investigación consistirá en realizar un estudio cualitativo no experimental, el cual utiliza una recolección de datos sin medición numérica para descubrir o afinar preguntas de investigación, teniendo un enfoque de dispersión o expansión de los datos o información.

En el proceso de investigación se utilizan entrevistas a sectores en los que depende la implementación del PLC, para determinar la viabilidad de la tecnología en el caso de México, como un análisis de proyecto. Para ello, se realizarán muestras de los siguientes segmentos del sector:

- Regulador de telecomunicaciones en México (COFETEL, SCT)
- Operadores potenciales y controlador de la red (incumbente potencial CFE)
- Proveedores de servicio y/o tecnologías de PLC

Las variables a considerar en el modelo particular propuesto son de dos tipos:

Variables Independientes para el desarrollo del PLC:

- Tecnología de adaptación: es la parte donde se desarrollan las tecnologías para el uso de los consumidores.
- Aspectos Regulatorios: es la parte en donde se regulan las tecnologías para que se puedan desarrollar en un ámbito de competencia entre las diferentes tecnologías disponibles.
- Aspectos económicos: estos aspectos permiten predecir si la aplicación de una tecnología regulada es económicamente viable.

Variables Dependientes en el desarrollo del PLC:

- El Mercado: es la parte en donde se va a desenvolver la tecnología, estableciendo las áreas a las cuales se les va a proporcionar la tecnología.
- Las Aplicaciones: Estas nos indican que tipo de necesidades son demandadas dentro del mercado al cual se le proporcionara la tecnología, y así poder determinar el tipo de servicio que será proporcionado a los consumidores.

La población de la investigación a realizar serán las empresas de la industria de Telecomunicaciones en la zona metropolitana de Monterrey, así como a diferentes empresas dentro de la república mexicana. Las empresas se dedicarán a la fabricación de equipo, así como empresas que venden el equipo y empresas dedicadas a proveer los servicios de telecomunicaciones. Para tener resultados y conclusiones congruentes, se realizarán encuestas y entrevistas, obtenidas de las empresas de telecomunicaciones y de los reguladores de telecomunicaciones en México. La recolección de datos se dividirá en tres pasos, los cuales se mencionan y se describen a continuación:

Investigación: consiste en una investigación bibliográfica de libros y artículos, para tener un marco teórico bien fundamentado, para poder diseñar un buen cuestionario y entrevistas adecuadas que permita agrupar la información obtenida de una forma correcta.

Entrevistas: Se realizarán entrevistas a sectores encargados de la regulación en México como es el caso de COFETEL, SCT. También se realizaran entrevistas a la CFE la cual es un posible operador y controlador de la red.

Encuestas: Se llevarán a cabo encuestas a las personas encargadas de empresas que se dedican a la fabricación y distribución de equipos de telecomunicaciones.

Limitaciones del enfoque y el trabajo

Como se trata de una investigación exploratoria del proyecto PLC, sólo la viabilidad de PLC en México es una tecnología que aun no tiene convergencia en su normatividad y estándares internacionales, así como que sus aplicaciones no son masivas, el presente trabajo esta limitado por un universo de observaciones no determinada. Otra limitación del estudio es que muchas empresas potencialmente participantes del sector, no tienen aun definido si se insertarán en este negocio. Por ello, la parte de condición empírica mediante entrevistas y encuestas es difícil y su validez estadística no es claro que sea generalizable. Sin embargo, el enfoque, diagnóstico y el planteamiento de usos y aplicaciones permiten que este trabajo de investigación sea útil y valioso para explorar el futuro de las comunicaciones por cable eléctrico.

Capítulo 2

El papel de las redes eléctricas dentro del portafolio de tecnologías de información

Tipos de conexión

Con el tiempo se ha hecho necesario disponer de sistemas de comunicación para la transmisión de datos y a raíz de ello las compañías han ofertado diferentes sistemas para satisfacer dichas necesidades.

Existen diferentes formas de tener acceso a una red de telecomunicaciones. La más conocida es la conexión por el par de cobre que se utiliza en el teléfono, el cual sirve para realizar llamadas telefónicas y para conectarse a una red de datos como Internet. Este tipo de conexión utiliza módems (Dial Up) para conectarse a la red de datos, sin embargo, los módems no permiten conexiones rápidas y sobre todo el envío de información masiva.

Sin embargo, en la actualidad existe una gran variedad de formas de tener acceso a una red de datos. Surgieron nuevas tecnologías de “Banda Ancha“, conexiones por cable, ADSL y Wireless, etc. Estas formas de acceder a una red de datos utilizan diferentes tecnologías las cuales están disponibles en algunos de los países en desarrollo y en todas las economías desarrolladas. Básicamente las tecnologías utilizadas para tener acceso a una red se pueden dividir en dos tipos: Las conexiones por aire y las conexiones físicas.

Recientemente ha surgido un nuevo sistema de comunicaciones denominado Power Line Communication (PLC) para atender la demanda de una “Banda Ancha Real“. Esta tecnología consiste en utilizar las líneas de distribución eléctricas para la transmisión de información. Este capítulo describirá las conexiones más importantes y ubica la importancia potencial de PLC/BPL.

Si bien el portafolio de tecnología de comunicación mantiene en proporción baja el uso actual de PLC/BPL, ello se argumenta que depende tanto de restricciones regulatorias como de presión de mercado, mas que las capacidades tecnológicas, como se vera en el presente capítulo.

Conexiones por aire

Acceso por satélite

El satélite ha sido el medio de comunicación más adecuado para proporcionar soluciones globales y dar acceso, con relativamente poca infraestructura, a todos los lugares de la tierra. El satélite ha tenido un gran éxito en su aplicación a la distribución de TV. En este momento, las soluciones DTH (Direct To Home), también conocidas como plataformas digitales, tienen una gran cuota de mercado y son la principal fuente de financiamiento de los nuevos sistemas.

Las soluciones DTH se encargan de efectuar la difusión en formato digital de contenido de entretenimiento (video, audio y datos) a los hogares. Para ello es necesario disponer de una antena en el hogar (o en la comunidad) y un receptor que interprete esos contenidos, el decodificador o Set-Top-Box. Hay dos tipos de iniciativas relacionadas con el satélite que, si bien hasta el momento no han tenido éxito, pueden ser dos líneas de evolución futuras: las comunicaciones móviles por satélite (con satélites de órbita baja) y los sistemas de banda ancha (Huidobro, 2001). Respecto a esta última iniciativa, merece la pena resaltar que la combinación de la tecnología de difusión del satélite (sentido red-usuario) junto con la tecnología de servicio general de radio por paquetes "GPRS" (General Packet Radio Service) para usarse en sentido usuario-red, que permite resolver la disponibilidad de acceso de banda ancha en zonas que debido a dificultades orográficas de cobertura, carecen actualmente de dicho acceso.

Los satélites de comunicaciones son repetidores de señales, se encuentran situados a gran distancia de la tierra y se les da el nombre con respecto a ella. Por ejemplo, los GEO (Geostationary Earth Orbit) que tienen una órbita geoestacionaria, se encuentran a 36,000 Km sobre el Ecuador y da una vuelta a la tierra cada 24 horas ya que viaja en la misma dirección y velocidad que la tierra. Se necesitan tan solo 3 satélites para cubrir la superficie terrestre, ya que cada satélite tiene una cobertura de 1/3 de la tierra, el retardo de la señal es de 1/4 segundos. Otro tipo de satélite es el MEO (Medium Earth Orbit) que es de órbita media, se encuentra ubicado entre 8000 y 20000 Km, su órbita es elíptica y principalmente tiene cobertura en los polos, el tiempo de cobertura en un punto es de varias horas y tiene un retardo de aproximadamente 1/8 segundos.

Existe también otro tipo de satélite es el LEO (Low Earth Orbit) que es de órbita baja, se encuentran ubicados a una distancia entre 500 y 2000 Km, viajan a velocidades muy rápidas y tienen poco retardo de la señal, da cobertura en un punto por 15 minutos aproximadamente y se necesitan muchos satélites para dar cobertura a todo el globo terráqueo. La transmisión es originada en un solo punto; desde una estación terrestre se envía hacia el satélite que actúa como repetidor, enviando la señal recibida desde múltiples estaciones (Huidobro, 2001).

Debido al largo camino que tiene que recorrer la señal, existe un retardo entre el momento en que se emite la señal y el momento en que se recibe. Este retardo no influye en las transmisiones en un solo sentido tales como radio y TV, pero sí afecta en aquellas transmisiones que son bidireccionales, como son las conversaciones telefónicas y la transmisión de datos.

Acceso por telefonía vía radio

El método tradicional de comunicación telefónica es mediante el empleo de la red telefónica conmutada y el uso de teléfonos fijos, pero cada vez más, existen otras alternativas que están cobrando fuerza y en algunos casos llegan a ser un sustituto que un complemento de la red telefónica conmutada. Los sistemas de radio profesional, la radiomensajería y los sistemas celulares e inalámbricos, hacen uso de la tecnología de radio.

Actualmente la telefonía móvil es un servicio que se ofrece sobre dos tecnologías diferentes: analógica y digital, sobre las que se soportan los servicios de comunicación de voz, datos y mensajes cortos. En la telefonía móvil analógica la voz se transporta como una señal continua sin codificar, mientras que en la telefonía móvil digital la voz se digitaliza y se separa en paquetes que pueden compartir el mismo canal de frecuencias con otros paquetes procedentes de otras conversaciones, lo que permite aumentar la capacidad del sistema, aprovechando al máximo un recurso limitado como es el espectro radioeléctrico. La telefonía móvil consiste en ofrecer el acceso vía radio a los abonados de telefonía, de manera que puedan realizar y recibir llamadas dentro del área de cobertura del sistema.

Las redes para comunicaciones móviles se iniciaron ya hace varias décadas, pero el uso de estas se limitó a ciertos servicios de carácter público, por ejemplo: el servicio de policía, bomberos, ambulancias, etc. En un sistema celular, se divide el territorio al que se pretende dar servicio en células, cada una de estas células es atendida por una estación de radio que limita su zona de cobertura. Cuanto más pequeñas sean las células, más veces se podrá repetir cada grupo de frecuencias, por lo que se obtendrá una mayor densidad de usuarios, esto representa una gran ventaja. Los sistemas digitales, con una señalización más potente que los analógicos, permiten un tamaño de célula más pequeño, por lo que resultan adecuados para dar cubrimiento a zonas con una alta densidad de usuarios y con un tráfico elevado (Huidobro, 2002).

Las técnicas de radio que se emplean en la telefonía móvil automática (TMA) entre las estaciones base, conectadas a una central pública o privada de conmutación y el terminal móvil, son tres las técnicas bases:

- FDMA (Frequency Division Multiple Access) o Acceso Múltiple por División en Frecuencia es una tecnología que divide el espectro de frecuencia disponible en múltiples canales (un par de frecuencias por canal, una en cada dirección), utilizando el usuario siempre el mismo durante toda la transmisión.

- TDMA (Time Division Multiple Access) o Acceso Múltiple por División en el Tiempo, es una tecnología que a diferencia de FDMA, divide el ancho de banda asignado en múltiples periodos o ranuras de tiempo (time slots) en los que se van insertando las transmisiones de los usuarios, debiendo estar el emisor y el receptor perfectamente sincronizados.
- CDMA (Code Division Multiple Access) o Acceso Múltiple por División de Código es una técnica de espectro expandido, es decir que utiliza todo el ancho de banda disponible el mismo tiempo, por lo que los usuarios en comunicación se están interfiriendo, pero al utilizar cada uno un código distinto se pueden reconstruir las señales originales.

Estas técnicas de telefonía móvil se han desarrollado en los últimos años, logrando tener una evolución de las tecnologías, por ejemplo: GSM (Global Systems for Mobile Communication) o Sistema Global para Comunicaciones Móviles evolucionó de TDMA, lo que permite que cada vez estemos más cerca a tener servicios de tercera o cuarta generación.

Cuando se habla de movilidad, se distinguen dos conceptos: la movilidad del terminal y la asociada al usuario. La movilidad de la terminal viene definida por la habilidad de un terminal en acceder a servicios de telecomunicación desde diferentes lugares, mientras esta en movimiento, así como la capacidad de la red para identificar y localizar al terminal en su área de suscripción. La movilidad del usuario se consigue identificando cada subscriber mediante un número personal, así como sus servicios asociados.

La movilidad personal implica que el usuario pueda registrar su identidad desde cualquier terminal (teléfono celular, PDA, etc) tanto para llamadas salientes como las entrantes, utilizando unas tarjetas que contiene grabada su identidad y son introducidas en el terminal que se desee utilizar (Caballero, 1998).

El WAP (Wireless Application Protocol) o Protocolo de Aplicaciones Inalámbricas, es un puente de software que interpreta Internet para los teléfonos celulares o cualquier otro dispositivo inalámbrico, como una computadora en miniatura. Es un sistema nuevo que surge de la combinación de dos tecnologías de amplio crecimiento y difusión durante los últimos años: Internet y las comunicaciones móviles.

WAP, es un protocolo estandarizado a emplear desde terminales móviles para el control y manejo de llamadas, transmisión de mensajes y acceso a Internet, este protocolo fue inicialmente promovido por Ericsson, Motorola, Nokia y Phone.com. La información llega al teléfono desde sitios especialmente concebidos, con tecnología WAP de texto, la cual incluye gráficos y otros adornos para hacerlo entretenido y ofrecer servicios como navegación e e-mail. Los teléfonos actuales incluyen video e imagen fija, por lo cual el WAP es multimedia en un teléfono móvil.

Conexiones físicas

Acceso por módem

El módem es un periférico que con el tiempo se ha convertido en imprescindible y pocos son los modelos de computadoras que no lo incorporen. Su gran utilización viene dada básicamente por dos motivos: Internet y el fax, aunque también se le pueden dar otros usos como son su utilización como contestador automático incluso con funciones de una central o para conectar la red local de una oficina o la central de una empresa (Módems, 2003). Se puede decir que el módem es el dispositivo de comunicación por excelencia, tan simple o complejo como se necesite, que nos puede poner en comunicación inmediata con cualquier lugar del mundo al que llegue la red telefónica ordinaria.

Lo primero que hay que dejar claro es que los módem se utilizan con líneas analógicas, ya que su propio nombre indica su principal función, que es la de modular-demodular la señal digital proveniente de una computadora y convertirla a una forma de onda que sea asimilable por dicho tipo de líneas.

El módem es un dispositivo que sirve para adaptar la señal digital, procedente de una terminal de datos, al medio de transmisión analógico que es la red telefónica, mediante un proceso de modulación-demodulación, por lo que las señales (ceros y unos) se transmiten dentro del ancho de banda que se encuentra entre 300 y 3400 Hz que ofrece un canal telefónico, realizándose la transformación contraria en el otro extremo de la transmisión, "recepción" (Huidobro, 2002).

Uno de los primeros parámetros que lo definen es su velocidad. El estándar más habitual y el más moderno está basado en la actual norma V.90 cuya velocidad máxima está en los 56 Kbps (Kilo bits por segundo). Esta norma se caracteriza por un funcionamiento asimétrico, puesto que la mayor velocidad sólo es alcanzable "en bajada", ya que en el envío de datos está limitada a 33,6 Kbps.

Otra consideración importante es que para poder llegar a esta velocidad máxima se deben dar una serie de circunstancias que no siempre están presentes y que dependen totalmente de la compañía telefónica o de servicios especializados que prestan sus servicios, pudiendo ser en algunos casos muy inferiores (Modems, 2003).

Evidentemente, el tipo de conexión del módem es una conexión física ya que se encuentra al otro lado de la línea telefónica, sea del proveedor de Internet o el de la oficina del usuario y este debe ser capaz de trabajar a la misma velocidad y con la misma norma donde la velocidad que se establecerá será la máxima que aquel soporte.

Acceso por DSL

La red telefónica de acceso esta construida por los pares de cobre. Se tienen limitaciones para soportar los servicios que requieren un gran ancho de banda, ya que por el tipo de red están diseñados para ofrecer un canal analógico de 4 KHz lo suficiente para poder mantener una conversación. No obstante estas limitaciones se están superando mediante el uso de la tecnología xDSL, con la que es posible ofrecer servicios de banda ancha en el domicilio de lo abonados, aprovechando el bucle de cobre existente siempre que éste reúna los requisitos en cuanto a calidad del circuito y distancia del mismo, por lo que resulta un competidor a las redes de cable (Huidobro, 2001).

La tecnología DSL (Digital Subscriber Line) consigue ofrecer altas velocidades de transmisión, en ambos sentidos, a la vez que se mantiene el servicio de voz tradicional, mediante el tratamiento digital de las señales que se envían por el par de cobre y el mejor aprovechamiento de toda la capacidad disponible en el medio de transmisión. De hecho es ésta una de las principales aportaciones al negocio de los operadores de telecomunicación de las tecnologías DSL, ya que permiten manejar la voz y los datos de forma separada. De este modo, la voz sigue su camino tradicional, es decir, es procesada por una red de conmutación de circuitos, diseñada y dimensionada para tal efecto, mientras que los datos son encaminados a una red específica de conmutación de paquetes que permite procesar la información de manera más eficiente (IEC, 2003 c).

Las ventajas para el operador de la red de utilizar esta tecnología son varias: por una parte se descongestionan las centrales y la red conmutada, ya que el flujo de datos se separa en origen del teléfono y se reencamina por una red de datos, por otra parte, se puede ofrecer el servicio de manera individual sin la necesidad de reacondicionar todas las centrales locales. Las velocidades de transmisión varían entre 128 Kbps y 52 Mbps dependiendo del tipo de servicio xDSL y la calidad de línea telefónica que se tenga. Existen varias versiones sobre tecnologías xDSL, con una gran variedad de anchos de banda y alcances. Algunos son de tipo asimétrico con diferentes bit rates en las direcciones de Downstream y Upstream (Bajada y Subida).

Generalmente, xDSL es un conjunto de tecnologías para la transmisión a través de las líneas de cobre que permite un flujo de información asimétrico y alta velocidad sobre el bucle del abonado. Las tecnologías más reconocidas en el medio industrial se encuentran en las siguientes:

- Red digital de servicios integrados (RDSI)
- High data rate DSL (HDSL)
- Single line DSL (SDSL)
- Asymmetric DSL (ADSL)
- Universal ADSL o ADSL Lite (UDSL)
- Very high data rate DSL (VDSL)

HDSL es simplemente una técnica mejorada para transmitir tramas T1 o E1 sobre las líneas de pares de cobre trenzados, mediante el empleo de técnicas avanzadas de modulación, sobre distancias de hasta 4 Km, sin la necesidad de emplear repetidores. SDSL es la versión de HDSL para la transmisión sobre un único par, que soporta además el servicio telefónico básico, por lo que resulta muy interesante para el mercado residencial.

ADSL es una nueva tecnología para módems, convirtiendo el par de cobre que va desde la central telefónica hasta el usuario en un medio para la transmisión de aplicaciones multimedia, transformando una red creada para transmitir voz en otra para transmitir cualquier tipo de información, sin la necesidad de tener que remplazar los cables existentes, su alcance es de un radio de 3 Km partiendo desde la central telefónica.

El VDSL permite velocidades mas altas (hasta 52 Mbits por segundo) que ningún otra técnica, pero solo sobre distancias de unos pocos cientos de metros. A continuación se presenta una tabla con las diferentes tecnologías de acceso a través de las líneas de cobre, en donde se puede observar las diferentes velocidades de transmisión de cada un de las técnicas y su principal aplicación (Caballero, 1998).

Tabla 1. Tecnologías de Acceso a través de las Líneas Telefónicas de Cobre.

Nombre	Significado	Velocidad	Modo de Transmisión	Aplicación
RDSI	Red Digital de Servicios Integrados	Hasta 128 Kbits/seg.	Dúplex	Comunicación de datos.
HDSL	High data rate Digital Subscriber Line	1.544 y 2.048 Mbits/seg.	Dúplex	Acceso LAN y WAN. Conexión de PBX.
SDSL	Single Line Digital Subscriber Line	1.544 y 2.048 Mbits/seg.	Dúplex	Igual que HDSL mas servicios simétricos.
ADSL	Asymmetric Digital Subscriber Line	1.5 a 9 Mbits/seg. 16 a 9 Kbits/seg.	Descendente Ascendente	Acceso a internet, video bajo demanda, multimedia interactiva.
UDSL o ADSL Lite	Universal ADSL	0.5 a 1.5 Mbits/seg. 384 Kbits/seg.	Descendente Ascendente	Acceso a internet, videoconferencia.
VDSL	Very High data rate Digital Subscriber Line	25 a 52 Mbits/seg. 1.5 a 2.3 Mbits/seg.	Descendente Ascendente	Igual que ADSL más TV de alta definición en distancias cortas.

De todas las tecnologías de acceso por líneas de cobre, las más comunes y utilizadas son: la tecnología ADSL y VDSL, debido a que con una línea ADSL se tiene una conexión de 1.5 a 9 Mbits/seg en transmisión descendente y de 16 a 9 Kbits/seg en transmisión ascendente. Las velocidades de transmisión del ADSL, le permiten ser una tecnología de banda ancha, ya que entre sus diversas aplicaciones están: acceso a internet, video bajo demanda y multimedia interactiva.

Con la tecnología VDSL se tienen conexiones de transmisión descendentes de 25 a 52 Mbits/seg y con una transmisión ascendente de 1.5 a 2.3 Mbits/seg, las velocidades que

maneja el VDSL son mas rápidas que las del ADSL, y las aplicaciones son mas que las del ADSL, por ejemplo, tiene la capacidad de transmitir señales de televisión de alta definición en distancias cortas.

Acceso por cable coaxial

Los sistemas de televisión por cable han cubierto necesidades específicas de los usuarios. Su origen y razón de ser es un medio para hacer llegar señales, donde no se recibían o se hacía con deficiencia. Se fueron agregando más canales a las redes de cable, hasta incorporar métodos de compresión digital de señales capaces de transportar varios canales digitales en el mismo ancho de banda de un canal analógico. En los últimos años se han incorporado servicios adicionales al de televisión, como lo son Internet de banda ancha y enlaces de última milla para telefonía, entre otros, gracias al gran ancho de banda de las redes de cable. De esta manera los sistemas de televisión por cable en México se han convertido en redes públicas de telecomunicaciones, las cuales son capaces de proporcionar cualquier servicio que sea tecnológicamente posible de ofrecer, dentro de las limitaciones del cable (González C, 2002).

Los cable-módems son aparatos que permiten acceso a altas velocidades a Internet, por medio de una red de televisión por cable. Son similares a los módems comunes, pero un cable-módem es mucho más poderoso ya que es capaz de transportar información 500 veces más rápido. Sus capacidades de bajada están entre 10 y 30 Mbps, pero generalmente estas velocidades oscilan entre 300 Kbps y los 600 Kbps. Básicamente estas velocidades dependen en gran parte de cuántas personas están en el sistema, ya que la tecnología del cable módem tiene un ancho de banda compartido, la cual se puede ver congestionada si muchos usuarios utilizan el medio con altas transferencias de datos. Esto sucede si el proveedor de cable permite que en la red cualquier persona pueda tener su propio servidor; ésto causa congestión en la red y disminuye la velocidad de conexión, tanto de bajada como de subida (IEC, 2003 a).

Acceso por FTTH

FTTH (Fiber to The Home) consiste en la instalación completa de una red de acceso en fibra óptica hacia el domicilio de todos los abonados. En función de la extensión de la fibra en la red de acceso, se pueden distinguir las siguientes topologías (Yamashita, 1996):

- FTTH (Fiber To The Home): se trata de llegar con fibra óptica hasta el hogar del abonado, directamente desde el nodo de servicio.
- FTTB (Fiber To The Building): en este caso, la fibra llega hasta el interior de un edificio residencial o de negocios, existiendo una terminación de red óptica para todo el edificio.

- FTTC (Fiber To The Curb): el tendido final de fibra son compartidos por varios abonados pertenecientes a una manzana de edificios o un área urbana de extensión reducida.

El mayor obstáculo para que se realice un despliegue con FTTH es el costo de la implementación de la red. Sin embargo, una de las razones para utilizar fibra óptica hasta el hogar es por la inmunidad al ruido por interferencia eléctrica, grandes tasas de transmisión de datos, grandes distancias entre repetidores, etc.

Una de las características principales de la fibra óptica es la velocidad de transmisión, la cual alcanza velocidades de transmisión de 10 Gbps. La inversión de capital necesaria para poder tener una red de fibra óptica es aun muy alta, sin embargo, si los costos de implementación bajan es probable que se presente una mayor penetración de esta tecnología, comenzando con servicios de FTTC, para después pasar a servicios de FTTB, hasta llegar por ultimo al esquema de FTTH, en donde cada hogar puede tener una disponibilidad de ancho de banda de hasta 10 Gbps (Shumate, 1996).

Los países desarrollados han experimentado un crecimiento continuo en las conexiones por banda ancha a los servicios de telecomunicaciones con las tecnologías de línea digital por suscripción (DSL) y módem por cable, sin embargo FTTH es una tecnología prometedora debido a las características físicas de transmisión, a pesar de estas características, en la actualidad FTTH no presenta un despliegue masivo debido a sus grandes costos de implementación.

Acceso por redes híbridas de fibra óptica y cable coaxial (HFC)

Para los proveedores de servicios de banda ancha que piensan que la solución FTTH es hoy aun muy cara para activar a gran escala, han buscado las soluciones híbridas tradicionales que se aplican hoy en día para ofrecer video, datos y servicios de voz.

Las redes HFC (Hybrid Fibre Coaxial) están concebidas básicamente para proporcionar servicios de distribución de televisión. La característica que define a estas redes es que la capacidad que ofrece a los usuarios es compartida entre todos los que clientes y que su transmisión es predominantemente unidireccional. La transmisión sobre cable de fibra óptica tiene dos principales ventajas sobre el cable coaxial.

- Un amplio rango de frecuencias puede ser enviado sobre la fibra, incrementando el ancho de banda disponible para la transmisión.
- Las señales pueden ser transmitidas a grandes distancias sin necesidad de amplificación.

En esencia, HFC reemplaza los largos cables coaxiales con cables de fibra óptica. Este reemplazo incrementa el ancho de banda que la red es capaz de soportar. Esto también reduce tanto el número de amplificadores totales necesarios, como el número de

amplificadores en cascada necesarios entre el "Head End" y cada suscriptor. Esto se traduce en mayor ancho de banda, mejor calidad de servicio, y un menor mantenimiento y gastos operativos para el proveedor de televisión por cable (IEC, 2003 b).

Acceso por cable eléctrico

La tecnología de transmisión de datos por red eléctrica PLC (Power Line Communications) permite enviar información por los cables (ya existentes) de la red eléctrica. Para ello es necesario digitalizar la información a transmitir y adaptarla al medio de transmisión, es decir, los cables eléctricos. Una característica de la tecnología PLC es que todos los domicilios conectados al concentrador comparten el mismo canal de comunicaciones, por lo que en PLC el ancho de banda es compartido entre los usuarios que comparten el transformador (Clark et al, 2002).

PLC provee a los suscriptores con una comunicación de banda ancha como una alternativa a las existentes redes de acceso de banda ancha como es el ADSL y Cable. La capacidad de descarga ya no es un cuello de botella para las comunicaciones en su estado actual con ADSL y Cable. Por eso PLC mejora el acceso a los servicios con una mejor calidad de conexión para el usuario final. Ascom (2002) considera que los suscriptores pueden beneficiarse de:

- Redes de banda ancha par a par entre usuarios finales.
- Compartir archivos por la red.
- Una distribución eficiente a los anexos grandes del correo.
- Servicios interactivos distribuidos en línea (juegos, cámaras Web,...).

Redes de acceso

Como una siguiente generación de tecnología de acceso, PLC provee capacidades realmente de red para los suscriptores residenciales, ya que no se basa en comunicaciones tradicionales punto a punto. Además de las dos formas de acceso a Internet de banda ancha "ADSL y Cable", PLC también provee un conjunto de nuevos servicios y una mejor conectividad para los suscriptores (Ascom, 2002). Por ejemplo:

- Redes internas para PC's e impresoras.
- Acceso compartido a Internet entre varias PC's dentro del hogar.
- Un VPN cerrado, distribuido en un grupo de usuarios.
- Telefonía básica (red encendida o pagada) y fax.
- Telefonía avanzada con hasta cuatro dispositivos por módem PLC.
- Telefonía avanzada con funciones locales PBX.

Acceso a banda ancha

PLC es capaz de proveer banda ancha para un gran número de clientes en todo el mundo, realiza accesos tradicionales de banda ancha como el ADSL y el Cable. Inicialmente el ancho de banda fue elevado a 4.5 Mbps con los primeros sistemas disponibles en el mercado, actualmente ya están disponibles prototipos que dan un ancho de banda de entre 20 y 45 Mbps y se espera un ancho de banda de 200 Mbps para la próxima generación de PLC (Ascom, 2002).

La posibilidad de montar una red local a través de los enchufes de la casa era algo impensable hace unos pocos años, sin embargo, será una interesante posibilidad con la tecnología PLC. En los años noventa, compañías tales como Nortel y Siemens reconocieron las iniciativas potenciales y lanzamientos de banda ancha para enviar información sobre líneas eléctricas. Pero la tecnología tuvo grandes limitantes en ese entonces. Por ejemplo, para transmitir datos a lo largo de líneas eléctricas ruidosas, las señales tuvieron que poner mecanismos de transmisión de vuelta, de tal manera que interfirió con las emisiones de otros dispositivos tales como radios y equipo militar (Mears, 2003).

Con la tecnología PLC, se puede tener varias computadoras en distintas habitaciones de la casa y todas conectadas en red. Y no solamente computadoras, sino otros diversos dispositivos, como televisores, equipos musicales y muchos otros que el mercado irá adaptando a la nueva tecnología. Por ejemplo, un DVD reproduciéndose en una habitación podrá enviar imágenes a un televisor o monitor ubicado en otra, y sin necesidad de tender cables (González, 2002).

PLC resuelve uno de los problemas mas costosos de la domótica (automatización del hogar): la instalación de las conexiones y cableados. Aparatos de aire acondicionado, sistemas de calefacción, iluminación, frigoríficos, centrales de alarma de robo o de incendio, etc... podrán ser controlados e interconectados a la red doméstica a través de PLC. Empresas como 3Com, Intel, Motorola, Ericsson, LG, Electrolux, Sunbeam o General Electric ya están desarrollando productos domésticos de nueva línea, que permitan aprovechar al máximo las características de una red PLC. Las posibilidades de la domótica, no sólo se facilitan sino que se amplían de esta forma enormemente.

González (2002) comenta que surgirán aplicaciones nuevas como el tele-diagnóstico de averías en los electrodomésticos, la gestión inteligente de energía, la televigilancia médica desde cualquier lugar y otras muchas. Las ventajas para las empresas son evidentes: los costos de implantación de redes y sistemas de comunicaciones para todo tipo de propósitos pueden reducirse de forma impresionante.

Existen diferentes servicios y aplicaciones que están en etapa de desarrollo, los cuales se podrían ofrecer al momento de su implementación, estos servicios y aplicaciones se pueden conjuntar en unos cuantos puntos. A continuación se presentan algunos de estos servicios y aplicaciones.

Servicios

- Acceso a Internet.
- Red de área local (LAN).
- Redes privadas virtuales (VPNs).
- Telefonía IP (VoIP).
- Videoconferencia.
- Oferta de acceso con opción de nivel de servicio y QoS.
- Sistemas de gestión de red.
 - Monitoreo de red
 - Administración de fallas
 - Administración de reubicamiento
 - Aprovisionamiento
- Sistemas de gestión de Negocio.
 - Facturación
 - Atención a clientes
 - Sistemas de reclamos
- Herramientas de diseño, planificación y optimización de redes PLC.

Aplicaciones

- Lectura automática de contadores. Electricidad, gas y agua.
- Domótica, control remoto de electrodomésticos.
- Telecontrol.
- Televigilancia.

Imaginemos los diferentes departamentos y oficinas de una fábrica, taller o cualquier otra empresa interconectados entre sí y conectados a su vez con redes externas sin necesidad de cableados especiales adicionales, sólo empleando las tomas de corriente. Computadoras, teléfonos, máquinas diversas, todos conectados de una forma simple y limpia. PLC permite el nacimiento de numerosas aplicaciones multimedia y, por tanto, de nuevos mercados, ya que un ancho de banda suficiente permitirá la transmisión simultánea de vídeo, audio y aplicaciones interactivas y de videoconferencia.

La clave técnica es, adaptar la nueva tecnología con la infraestructura eléctrica de baja tensión existente, es decir, el tramo que va desde el transformador de la subestación local a los abonados, el equivalente al bucle de abonado en las redes telefónicas, denominado "última milla". Esa "ultima milla" o acceso final al usuario queda en el dominio de las compañías eléctricas. Las áreas de desarrollo de PLC cubren por una parte la distribución hasta los edificios y viviendas y, por otra, la creación de redes domésticas (González, 2002).

A continuación se enumeraran brevemente características de algunas de las tecnologías de más rápido acceso local previstas anteriormente, para ayudar a evaluar las ventajas competitivas del PLC.

1. Las conexiones de banda ancha por satélites, son proyectos ambiciosos pero necesitan mucho capital y podrán pasar años antes de su posible entrada en el mercado. Por otro lado, los consorcios de satélites como Intelsat y Eutelsat ofrecen ya acceso a Internet por satélite a alta velocidad (enlace de hasta 2Mbps por usuario).
2. xDSL es una abreviatura genérica para varios tipos de tecnología de línea digital de abonado (Digital Subscriber Line), que suministra servicios de voz y de transmisión de datos a alta velocidad, de hasta 52 Mbits por segundo, a través de un simple par de cables telefónicos de cobre. La ventaja de esta tecnología de módem reside en utilizar la infraestructura de los cables telefónicos de cobre, permitiendo a los operadores de telecomunicaciones seguir a la cabeza en cuanto a productos de acceso competitivos que requieren enormes inversiones en infraestructura, con el fin de dar un acceso muy extenso. El rendimiento del xDSL variará enormemente dependiendo del estado de la red de cobre y de la distancia entre el abonado y las centrales locales/regionales. Al igual que PLC, el xDSL tiene una conexión permanente hasta el conmutador.
3. El acceso por cable coaxial ofrece un servicio dedicado a través de un medio compartido, con un ancho de banda de hasta 30 Mbps. El principal obstáculo tecnológico del cable coaxial es que el tráfico de entrada es a menudo lento, puesto que las infraestructuras de TV por cable se construyeron históricamente para la radiodifusión. Muchas de las redes de cables antiguas no son, por tanto, capaces de ofrecer un canal de retorno y será necesario mejorarlas antes de que puedan ofrecer servicios interactivos de banda ancha. Mientras que el número de hogares que pueden admitir transmisiones por módem por cable de dos vías está creciendo continuamente, los progresos son relativamente lentos, lo que deja un margen de acción a los operadores de telecomunicaciones para desplegar y potenciar al xDSL, pero también ofrece una oportunidad de mercado a las compañías eléctricas que tienen la intención de ofrecer PLC.
4. La aplicación de la fibra óptica a los hogares es, sin lugar a dudas, el modo más eficiente y perdurable de suministrar anchos de banda elevados pero, su difusión a escala nacional implica cambiar millones de cables de cobre y se revela como un costo prohibitivo.
5. Las distancias involucradas para una red de acceso PLC son mucho más pequeñas que las que tienen que estar conectadas con ADSL y Cable. El ancho de banda limitado y el tamaño de distancia impiden que el acceso tradicional de banda ancha aumente su capacidad al mismo nivel, como puede ser proporcionado por PLC. Por lo tanto PLC lograra una cobertura superior con un acceso alto de banda ancha (Ascom, 2002).

El comercio electrónico y el teletrabajo se beneficiarían y se impulsarían enormemente y potenciarían aún más el campo de aplicaciones de la tecnología PLC. Otras ventajas son evidentes para las compañías suministradoras, como la telemedida del consumo eléctrico y el control de la demanda y suministro de energía a través de la red eléctrica. A continuación se presenta una tabla comparativa entre diferentes tecnologías, respecto al tipo de línea que utilizan y la velocidad con la que trabajan.

Tabla 2. Tecnologías de Acceso.

	MÓDEM	RDSI	ADSL	CABLE/ HFC	PLC	MÓVIL GPRS	MÓVIL UMTS
Tipo de línea	RTB	RTB	RTB	Línea propia Óptica + Coaxial	RBT	GSM	UMTS
Velocidad Recepción-Emisión	56kbps - 33.6kbps	128kbps - 128kbps	256kbps - 128kbps 512kbps - 128kbps 2 a 9Mbps- 300kbps	10Mbps - 128kbps 34Mbps - 9Mbps 45Mbps - 10Mbps	2Mbps- 2Mbps 12Mbps- 12Mbps 45Mbps- 45Mbps	Velocidad máxima: 144 kbps	Velocidad: 380 kbps a 2Mbps

RTB = Red Telefónica Básica
RBT = Red de Baja Tensión
RDSI = Red Digital de Servicios Integrados
GPRS = General Packet Radio Services
UMTS = Universal Mobile Telecommunications System

Las ventajas de la tecnología PLC, es que, como la electricidad se suministra a través de una conexión permanente, los servicios de transmisión de datos ofrecidos por la infraestructura eléctrica también están conectados permanentemente (no es necesario marcar el número de conexión) convirtiéndose en el ideal para el número creciente de servicios en línea. Las compañías eléctricas podrían pues comercializar un servicio básico de conexión a Internet con una suscripción mensual, al igual que algunos operadores de cable.

Con un mismo enchufe eléctrico podremos simultáneamente alimentar nuestra computadora, navegar por Internet a mayor velocidad y hablar por teléfono, esto se transforma en comodidad para el usuario final, que puede conectarse a la red desde cualquier enchufe eléctrico, teniendo facilidad de implantación por la presencia de la red eléctrica en todos los hogares. Son estas las principales ventajas de la tecnología PLC, que permite la transmisión de datos sobre redes eléctricas.

Actualmente, hay muchas soluciones que permiten conectar los centros de transformación con las centrales de datos. La mayoría de las ciudades tienen ya anillos de fibra óptica que conectan muchas colonias entre sí. Para zonas más despobladas están las tecnologías de acceso fijo vía radio como: punto a punto, satélite, etc., que resultan una magnífica solución inalámbrica.

En cualquier caso, fabricantes y compañías eléctricas están trabajando intensamente para poder transmitir voz y datos a través de las redes de media tensión. Podemos ver que la tecnología PLC puede tener una coexistencia con otras tecnologías, esto permite tener un mayor impacto en cuestión de acceso y cobertura al momento de su implementación, esta coexistencia entre diferentes tecnologías pueden ser las siguientes (Albura, 2003):

- PLC como red de acceso.
- PLC-Wifi. Red de distribución con enlaces punto-punto, punto-multipunto, zonas rurales
- PLC-Fibra Óptica. Red de distribución por PLC.
- PLC-Satélite. Conexión con Internet en zonas de difícil acceso, zonas rurales

Como una tecnología de acceso, PLC está bien posicionado para competir con otras tecnologías de acceso en el mercado masivo (Alfonsín, 2003), esto lo podemos observar en la siguiente tabla, en donde se compara contra alguno de sus competidores más directos debido a las características de funcionalidad, velocidad, etc.

Tabla 3. Posición de PLC y sus Competidores.

	HFC	ADSL	PLC
Infraestructura	Fibra óptica + Cable coaxial y par de cobre ¹ . (Nueva implementación)	Par de cobre. (Existente en las líneas telefónicas)	Cable eléctrico. (Existente en la red de energía)
Medio compartido	Si (Típicamente 1000 usuarios ²)	No (Línea dedicada por usuario)	Si (Aproximadamente 200 a 250 usuarios)
Servicios	Representación triple: TV + Telefonía + Banda Ancha.	Banda Ancha. Pre-lanzamiento: TV, VoD. Prueba: Telefonía (VoDSL)	Banda Ancha. Telefonía (VoPLC) Prueba: VoD, servicios de energía, servicios PLC in-home.
Tasa de Transmisión de Datos	45 Mbps (Descendente) – 10 Mbps (Ascendente) Ofertas comerciales, usualmente arriba de 2Mbps.	2 a 9 Mbps (Descendente) – 300 Kbps (Ascendente) Típicamente Asimétrico.	45 Mbps (Descendente y Ascendente) Nueva generación: 200 Mbps. Simétrico.
Alcance Máximo	Fibra óptica = 100 Km entre amplificadores. Cable coaxial \cong 180 mts entre amplificador. (Varia dependiendo de la frecuencia de transmisión)	5 km entre la central y el cliente. (Mayor distancia = Menor velocidad)	300-500 mts entre repetidores. (Red de Baja Tensión) (Un anillo de Media Tensión \cong 3 Km)

1. Par de cobre necesario para el servicio de voz en redes HFC no integradas.

2. Alta dependencia sobre diseño de redes.

Al proporcionar a los clientes de las compañías electricidad acceso a Internet mediante la red que ya les suministra la electricidad, esta tecnología se pone virtualmente al alcance de cualquiera, con una escala potencial de mercado de masas sin necesidad de hacer las inversiones necesarias para enterrar el cableado hasta los hogares. Lo que hace diferente al PLC es la alta velocidad de transmisión de datos que se puede conseguir y el hecho de que esté diseñada para trabajar en el exterior del hogar o del edificio. Por tanto, podrían instalarse sistemas sofisticados de automatización doméstica que permitiesen el acceso y el control remotos de aparatos electrodomésticos, alarmas antirrobo, etc (Schadelbauer, 2003).

PLC podría también facilitar a las compañías de electricidad la oportunidad de ofrecer servicios de valor añadido orientados sectorialmente, tales como:

- La gestión de la energía: Enlazando contadores inteligentes, controladores programables y dispositivos inteligentes de control de la demanda/suministro, de modo que la empresa eléctrica suministradora del servicio pudiera introducir tarifas innovadoras que premiasen el uso sensato de la energía.
- La información remota: La conexión permanente ofrecida por PLC se podría optimizar para proporcionar información en tiempo real o indicadores de estado en apoyo de algunas aplicaciones de seguridad para sistemas de alarma/vigilancia.
- La automatización de la distribución: La lectura remota automática de los contadores mejoraría el control y ayudaría al proveedor en la gestión de los picos de demanda eléctrica.

La tecnología PLC está orientada a dos tipos de servicios: por un lado el acceso a la transmisión de datos propiamente dicha, es decir, Internet, televigilancia, telefonía, videoconferencia, etc y por otro, la creación de redes LAN domésticas y la domótica. La ventaja más obvia de esta tecnología es la ubicuidad de la red eléctrica.

Casi 80 millones de mexicanos disponen de energía eléctrica en su hogar, frente a los 15 millones 200 mil mexicanos que disponen de conexión telefónica; ya que prácticamente en cada habitación de cada vivienda existe un enchufe, una red más densamente poblada que la de telefonía.

Esto no significa que se vaya a llevar Internet a los lugares más recónditos, donde las tecnologías tardarán muchos años en implantarse, sino algo más sencillo: la posibilidad de conectar un teléfono en un simple enchufe eléctrico, y también radio y televisión (González, 2002). Y todo ello sin necesidad de realizar nuevos tendidos de cables, lo que puede facilitar el desarrollo de países menos avanzados gracias a una tecnología barata aplicada a las redes eléctricas ya existentes.

Situación de la red de distribución eléctrica

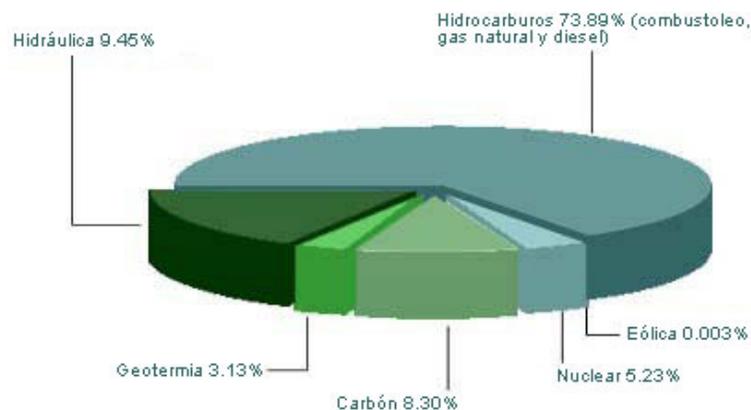
La importancia del análisis de la red de distribución eléctrica, se debe principalmente al hecho de que esta red representa el medio por el cual se transmite información en un sistema PLC.

En México, la Comisión Federal de Electricidad (CFE) y Luz y Fuerza del Centro (LyFC) son empresas que ofrecen un servicio público de energía eléctrica, la cual la generan, transmiten, distribuyen y venden para los millones de clientes que se encuentran en el país. Este servicio comprende la planeación del sistema eléctrico nacional, realiza las obras de instalación y los trabajos que se requieran para el cumplimiento de su objetivo (CFE, 2004 b). Junto con la CFE, la compañía Luz y fuerza del Centro cubre con sus servicios todo el valle de México y estados de México, Hidalgo, Puebla y parte de Veracruz.

Un compromiso de la CFE es ofrecer servicios de excelencia a los clientes, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo. La generación de energía eléctrica en la Comisión Federal de Electricidad se realiza por medio de las tecnologías disponibles en la actualidad, en las que se encuentran centrales hidroeléctricas, termoeléctricas, eólicas y nucleares.

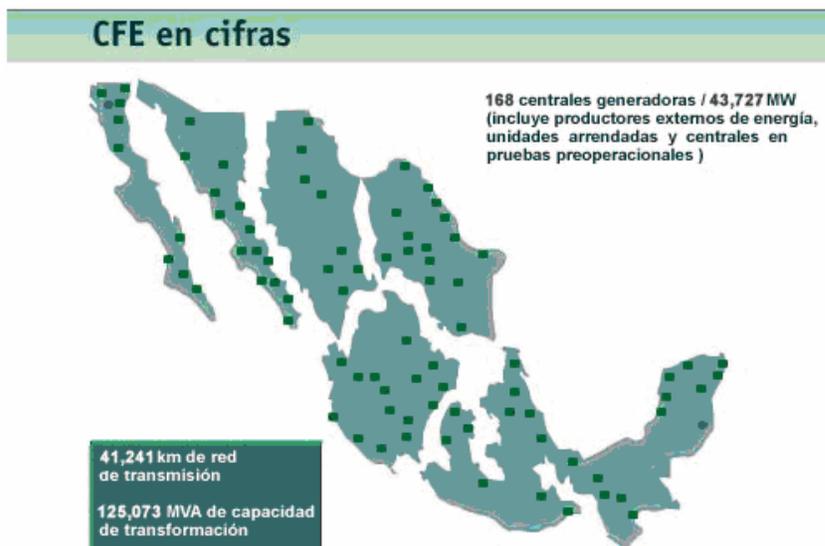
Al cierre del mes de junio del año 2004 la CFE, incluyendo productores externos de energía, cuenta con una capacidad efectiva instalada para generar energía eléctrica de 44,787.71 Megawatts (MW), de los cuales 9.45% son de hidroeléctricas, 73.89% son de termoeléctricas que consumen hidrocarburos; 8.30% a carboeléctricas; 3.13% a geotermoeléctricas; 5.23% a la nucleoelectrica y 0.003% a la eoloeléctrica.

Figura 7. Generación por Fuente (Fuente: CFE, 2004)



A lo largo de los años, la generación ha aumentado para cumplir el objetivo fundamental de la CFE, que es avanzar para atender todas las necesidades de energía eléctrica de la población, de la industria, la agricultura, el comercio y los servicios en México.

Figura 8. Cifras de la CFE en México (Fuente: CFE, 2004)



Datos proporcionados por la CFE en 2004, indican que genera, transmite, distribuye y comercializa energía eléctrica para 21 millones 338 mil clientes, lo que representa casi 80 millones de mexicanos. Un compromiso de la CFE es ofrecer servicios de excelencia, garantizando altos índices de calidad en todos sus procesos, al nivel de las mejores empresas eléctricas del mundo (CFE, 2004 a).

Figura 9. Servicios a Clientes por Sector (Fuente: CFE, 2004)



Durante los últimos seis años ha mostrado una tasa de crecimiento medio anual de casi 4.4%, en ventas y búsqueda de mejores indicadores de calidad del mismo. La CFE ofrece el servicio de energía eléctrica en la mayor parte del país, como se puede observar en la tabla siguiente, en donde se muestra la calidad de servicio, calidad de suministro de energía eléctrica, la operación y su productividad (CFE, 2004 a).

Tabla 4. Indicadores de Calidad de CFE (Fuente: CFE, 2004)

Indicador	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Calidad en el servicio							
Plazo de conexión a nuevos usuarios(días)	1.4	1.3	1.3	1.2	1.18	1.12	1.06
Cumplimiento de los compromisos de servicio (%)	93.4	96.9	96.2	96.8	95.39	95.93	96.11
Inconformidades por 1,000 usuarios-mes	5.3	5.2	4.9	4.53	4.23	4.09	3.75
Calidad del suministro de energía eléctrica							
Tiempo de interrupción por usuario (min.) sin afectación	160	134	129	128	124	121	40
Población con acceso al servicio de energía eléctrica (%)	92.5	94.5	94.7	94.7	95	95	95.4
Operación y productividad							
Generación bruta (GWh)	168,98	179,068	189,99	190,881	177,047	169,316	77,677
Generación bruta (GWh) de Productores Independientes de Energía. (No incluye cogeneradores ni autoabastecedores)	0	0	1,205	4,036	21,829	31,623	22,539
Usuarios por trabajador de operación	294	303	313	320	326	334.54	346.53
Oportunidad de la cobranza (%)	98.5	98.7	98.8	99.2	97.26	98.5	96.15
Certificación de 353 centros de trabajo en ISO 9000 (%)	14.7	28.9	52	73.09	84.42	110.2	110.2

Para conducir la electricidad desde las plantas de generación hasta los consumidores finales, la CFE cuenta con las redes de transmisión y de distribución, integradas por las líneas de conducción de alta, media y baja tensión.

Transmisión

La red de transmisión considera los niveles de tensión de 400, 230, 161 y 150 kilovolts (kV). Al finalizar junio del año 2004 esta red alcanzó una longitud de 42,537km total (CFE, 2004 c), esto se puede observar en la tabla 5.

Tabla 5. Longitud de Líneas de Transmisión en Km. (Fuente: CFE, 2004).

Nivel de tensión (kV)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
400	10,623	10,979	11,337	11,908	12,249	12,399	13,165	13,695	14,504	15,998	17,134
230	18,217	18,532	18,878	19,374	20,292	21,224	21,598	22,645	24,060	24,773	24,928
161	427	456	456	456	456	456	508	508	646	470	475
150	766	445	445	66	66	0	0	0	0	0	0
Total	30,033	30,412	31,116	31,804	33,063	34,079	35,271	36,848	39,210	41,241	42,537

Transformación

La transformación es el proceso que permite, utilizando subestaciones eléctricas, cambiar las características de la electricidad (voltaje y corriente) para facilitar su transmisión y distribución. Ésta ha crecido junto con el desarrollo de la red de transmisión y distribución, contando al 30 de junio del año 2004 con 165,132 MVA, de los cuales el 76.93% corresponde a subestaciones de transmisión y el restante 23.072% a subestaciones de distribución (CFE, 2004 c).

Tabla 6. Capacidad en Subestación en Millones de Volts-Amperes (Fuente: CFE, 2004).

Tipo de Subestación	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Transmisión	88,072	89,006	90,953	94,519	98,462	104,543	107,846	113,556	119,709	125,073	127,033
Distribución	25,165	25,695	26,220	27,117	28,241	29,866	31,673	33,078	36,232	37,702	38,099
Total	113,237	114,701	117,173	121,636	126,703	134,409	139,519	146,634	155,941	162,775	165,132

Distribución

La red de distribución están constituidas por las líneas de subtransmisión con niveles de tensión de 138, 115, 85 y 69 kilovolts (kV); así como, las de distribución en niveles de 34.5, 23, 13.8, 6.6, 4.16 y 2.4 kV y baja tensión. Al 30 de Junio del año 2004, la longitud de estas líneas fue de 43,879 km y 583,998 km (la última milla), respectivamente (CFE, 2004 c), esto se puede observar en la tabla 7, en donde se muestra el crecimiento durante los últimos años de la longitud de las líneas de distribución.

Tabla 7. Longitud de Líneas de Distribución en Km. (Fuente: CFE, 2004).

Nivel de tensión (kV)	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Subtransmisión											
138	1,156	1,215	1,171	1,171	1,176	1,018	1,029	1,051	1,086	1,340	1,358
115	30,910	31,336	30,344	30,920	32,308	34,151	34,972	36,199	38,048	38,773	39,020
85	234	215	220	185	185	185	186	186	140	140	140
69	3,567	3,496	3,566	3,487	3,459	3,490	3,441	3,360	3,381	3,364	3,361
Subtotal	35,867	36,262	35,301	35,763	37,128	38,844	39,627	40,795	42,655	43,617	43,879
Distribución											
34.5	52,508	55,600	54,897	55,638	57,135	58,996	60,300	61,756	62,725	63,654	64,066
23	19,510	19,928	20,505	22,056	22,765	23,323	23,756	24,663	25,826	26,366	27,176
13.8	198,609	200,988	211,533	219,253	226,922	233,232	239,748	246,304	251,771	257,462	263,451
6.6¹	771	716	683	688	600	587	582	572	575	575	555
Baja tensión	190,507	194,317	196,960	205,902	208,765	211,969	215,369	221,079	222,164	225,147	228,750
Subtotal	461,905	471,549	484,578	503,537	516,187	528,107	539,755	554,375	563,062	573,204	583,998
Total de líneas de Distribución	497,772	507,811	519,879	539,300	553,315	566,951	579,382	595,170	605,717	616,822	627,877
Total CFE²	527,805	538,223	550,995	571,104	586,378	601,030	614,653	632,018	644,927	658,063	670,414

1. Incluye tensiones de 4.16 y 2.4 kV.

2. El total Incluye Líneas de Transmisión.

Poniendo una perspectiva del tamaño relativo de las redes en México, la telefonía alámbrica presenta 17.38 millones de líneas en julio de 2004 y 33.82 millones en líneas móviles, los usuarios de energía eléctrica ascendieron en 2003 a 21.338 millones de clientes (entre CFE y LyFC), los cuales representan a 80 millones de mexicanos.

Comparando la longitud de las redes, en el sector de las telecomunicaciones, la red de fibra óptica es de 111.9 mil kilómetros, los cuales están concentrados en zonas urbanas con una alta densidad de población, la red eléctrica nacional de transmisión es de 43,879 kilómetros para la subtransmisión y 583,998 kilómetros para la distribución. Dentro de las líneas de distribución, 228,750 kilómetros corresponden a la distribución de baja tensión y el resto (355,248 kilómetros) corresponde a la distribución de media tensión (CFE, 2004 c).

Esto permite ver el potencial de cobertura por el sistema PLC, ya que el PLC puede trabajar en el área de distribución de media tensión (utilizando los dispositivos de última generación), así como la distribución de baja tensión.

Como trabaja el PLC

En un sistema interno de PLC, el usuario simplemente utiliza un módem PLC y lo conecta a la corriente y así, puede comunicarse sobre el cableado eléctrico casero y con otros módulos de PLC en el hogar. En efecto, esto permite que los usuarios establezcan una red de área local (LAN) dentro de su casa, usando la corriente alterna existente para conectar varios dispositivos en la red.

Estos dispositivos, pueden incluir las computadoras personales. Cuando están conectados vía un LAN, estos dispositivos permiten un número de funciones útiles, incluyendo compartir archivos entre las PC, el acceso compartido del Internet, la impresión compartida y el control de dispositivos (Schadelbauer, 2003).

Descripción de los sistemas PLC

El sistema de comunicaciones sobre red eléctrica (PLC) consiste en una red full dúplex punto a multipunto con los elementos siguientes:

- Equipo Cabecera (Head End, HE): Actúa como un router y se sitúa junto al transformador, por lo general de media a baja tensión.
- Equipamiento de Usuario (Customer Premise Equipment, CPE): El módem o dispositivo de usuario, generalmente llamado Modem PLC.
- Pasarela de Usuario (Home Gateway, HG): Que se emplea como repetidor en aquellos casos en los que la señal es reducida, o incluso como router.
- Otros dispositivos que pueden usar tecnología PLC, como set-top-boxes y pueden incorporar también otras tecnologías de acceso como enlaces vía satélite.

Cabecera (Head End)

El HE se sitúa por lo general junto a los transformadores de media a baja tensión, proporcionando servicios de distribución de acceso o servicios LAN. El HE permite la interconexión con el ISP, el cual provee el ingreso a la Red de datos o a la World Wide Web (WWW). Utilizando diferentes frecuencias y espacios, diversos HE pueden ser utilizados en la misma red. El HE es un módem digital de alta velocidad, generalmente propiedad de la compañía eléctrica. Consiste en un router que contiene una tarjeta módem con tecnología Power Line. El HE se sitúa junto al transformador y se comunica con diversos Home Gateways y/o CPEs. El HE es el dispositivo “maestro” de la red PLC y proporciona elevado ancho de banda a un máximo de 254 nodos (Palet, 2002-2003).

Equipo local del cliente (Customer Premise Equipment)

El CPE suele ser propiedad del usuario y se sitúa en la conexión eléctrica del mismo o directamente en un enchufe. Los datos enviados por el usuario son transmitidos desde el CPE al HE o al Home Gateway. El CPE está conectado a la computadora a través de un puerto Ethernet, un concentrador/conmutador u otros medios como interfaces USB, etc. También se puede utilizar un adaptador telefónico (Tel Gateway) que permite la conexión de un teléfono analógico a través de la red eléctrica. Este módem puede estar integrado en una caja decodificadora externa o bien como una tarjeta instalada en el PC del usuario, que se conecta directamente al enchufe eléctrico.

Los datos son transmitidos desde el CPE al HE. El CPE es el esclavo en la red, y su acceso ha debido ser autorizado previamente por el HE. El HE también asignará ranuras o “slots” específicos, de frecuencia y tiempo, en el canal de comunicación, a diversos CPEs, para permitirles transmitir simultáneamente (Palet, 2002-2003).

Pasarela de usuario (Home Gateway)

Un Home Gateway es una combinación de un CPE y un HE. Se puede usar como repetidor para amplificar la señal transmitida a grandes distancias o donde exista excesiva atenuación afectando a la señal, e incluso como un router para implementar una LAN doméstica (in-home). Si se requiere un Home Gateway, por lo general se sitúa junto al punto de entrada de electricidad del edificio o vivienda, como el cuarto de contadores o la caja de protecciones. Esto facilita que se convierta en un excelente sistema de distribución de acceso, por ejemplo en casos como con los operadores de cable, a los que proporciona una solución efectiva en costo, para distribuir su señal sin infraestructura adicional. Además, los Home Gateways pueden servir como puntos de acceso a la red para redes locales corporativas (LANs), incluyendo interfaces para otras tecnologías como Ethernet, WLAN, etc. Un Home Gateway puede ser utilizado para ampliar la cobertura o mejorar el ancho de banda, en ramificaciones complicadas de la red (Palet, 2002-2003).

Otros dispositivos

Dispositivos de uso doméstico, como Set-Top-Boxes, TV Interactiva, servidores domésticos, electrodomésticos diversos, etc., se prevé que serán candidatos ideales para el uso de la tecnología Power Line, a través del uso de pequeños modems CPE o puentes (bridges). Estos dispositivos pueden servir también, en algunas ocasiones, como pasarelas a otras tecnologías como Wireless-LAN, redes LANs con cableados tradicionales, o Bluetooth, entre otros. Una característica importante de estos dispositivos puede ser la incorporación de acceso remoto a redes domesticas, bien para el control remoto de dispositivos, monitorización, detección de alarmas, control de accesos o funciones de vigilancia (Palet, 2002-2003).

Problemas potenciales

Según lo observado, los sistemas de los PLC han funcionado típicamente en frecuencias menores a 2 megaciclos. Las capacidades de la comunicación sobre los alambres de la energía son ahora limitadas. Para los arrancadores, ciertos dispositivos en el circuito tal como aspiradoras, ventiladores y la utilización de motores, impiden la comunicación debido a que su interferencia es significativa e imprevisible.

Las nuevas tecnologías ofrecen la promesa de mejorar estos problemas, funcionando en los portadores múltiples que se extienden por una amplia gama (e.g., a partir 4.5 megaciclos a 21 megaciclos) con los algoritmos adaptantes para superar el ruido en la línea. Consecuentemente, se ha demandado que las velocidades de 14 Mbps sean alcanzados para las comunicaciones internas, y que el PLC/BPL del acceso logre las velocidades comparables a las del DSL o del servicio de banda ancha del cable.

Un defecto potencialmente fatal es la dificultad extrema de pasar las señales de datos a través del transformador, convertir la energía de medio voltaje de las líneas de transmisión, a la energía de baja tensión (220/110 voltios) que entra en última instancia en el hogar o la oficina.

Un número de compañías han propuesto varias soluciones a este problema, extendiéndose desde separar la señal de los datos de la corriente eléctrica y puentear el transformador o utilizar tecnología inalámbrica para transmitir la señal de los datos al cliente antes de que alcance el transformador. Es necesario encontrar una solución al problema, pero ésta debe de ser rentable, ya que si no se elevarían los costos de una implementación del BPL y eso es indeseable, ya que una de las ventajas que tiene el PLC es que se emplea en una infraestructura ya existente, donde la inversión del cableado es prácticamente cero (Schadelbauer, 2003) y el acceso a zonas ahora lejanas y no económicas sería posible, con ello solucionando el problema de la baja teledensidad y la brecha tecnológica entre zonas urbanas y rurales, así como entre población rica y pobre.

Contexto comercial para evaluación de tecnología

La evaluación de la tecnología es mucho más amplia que una simple prueba de productos y soluciones de una especificación. Ello puede ser importante pero no suficiente y el hacer contribuciones es parte del modelo comercial a seguir y destacar una solución de red. En la práctica, por consiguiente son esencialmente dos modelos comerciales relacionados con la evaluación de la tecnología, en el sentido de que “la tecnología empuja y el mercado jala” (Heron et al, 2001).

La tecnología empuja modelos de negocio. Es particularmente aplicable para cualquier nueva tecnología. Las tecnologías empujadas involucran la identificación, creación y explotación de oportunidades de negocios como una consecuencia directa de conocimiento técnico. En el caso del PLC las mejoras tecnológicas han permitido su uso efectivo dentro de la industria y en algunas aplicaciones y regiones.

Sin embargo, para ser exitoso en un caso específico, la tecnología empuja modelos necesarios que son basados en proposiciones de negocios y ciertamente el mercado debe de jalar el modelo por ser atractivo como producto o servicio (Heron et al, 2001). En contraste el mercado jala modelos en donde el ciclo comienza con identificar una oportunidad de mercado de un producto. Estos requerimientos del mercado luego se formalizan mediante los requerimientos técnicos para la capacidad de una red, ofreciendo funcionalidad del producto o servicio.

El alcance de la evaluación de la tecnología

La evaluación de las tecnologías tiene muchas facetas, pero éstas mayormente se adaptan dentro de dos amplias perspectivas: Evaluación de componentes y evaluación de soluciones.

Evaluación de componentes tienen que ver con la evaluación de la funcionalidad y desempeño de un solo componente. En contraste, la evaluación de soluciones corresponde a la evaluación de una completa solución frente a los requerimientos del dominio de aplicaciones. Para ambos enfoques, estas perspectivas de evaluación pueden ser clasificadas en dos grandes áreas para una valoración detallada (Heron et al, 2001). Específicamente estas consideran los aspectos funcionales y no funcionales de la tecnología para comenzar a evaluarla.

- Evaluación de las características funcionales. La evaluación funcional trata con la evaluación del comportamiento de la tecnología, idealmente con respecto a los requerimientos funcionales para una pieza en particular del equipo o sistema definidos.
- Evaluación de características no funcionales. La evaluación no funcional identifica qué tan bien una capacidad es proveída y establece si es apta.

Viabilidad de la solución

Cuando se considera una evaluación para una solución completa, la evaluación necesita ser conducida dentro de un escenario representativo de cómo la solución puede usarse. Aquí hay potencial y una larga variedad de posibles aplicaciones para la tecnología PLC. Sin embargo estos pueden ser considerados escasos en un pequeño número de escenarios (Heron et al, 2001).

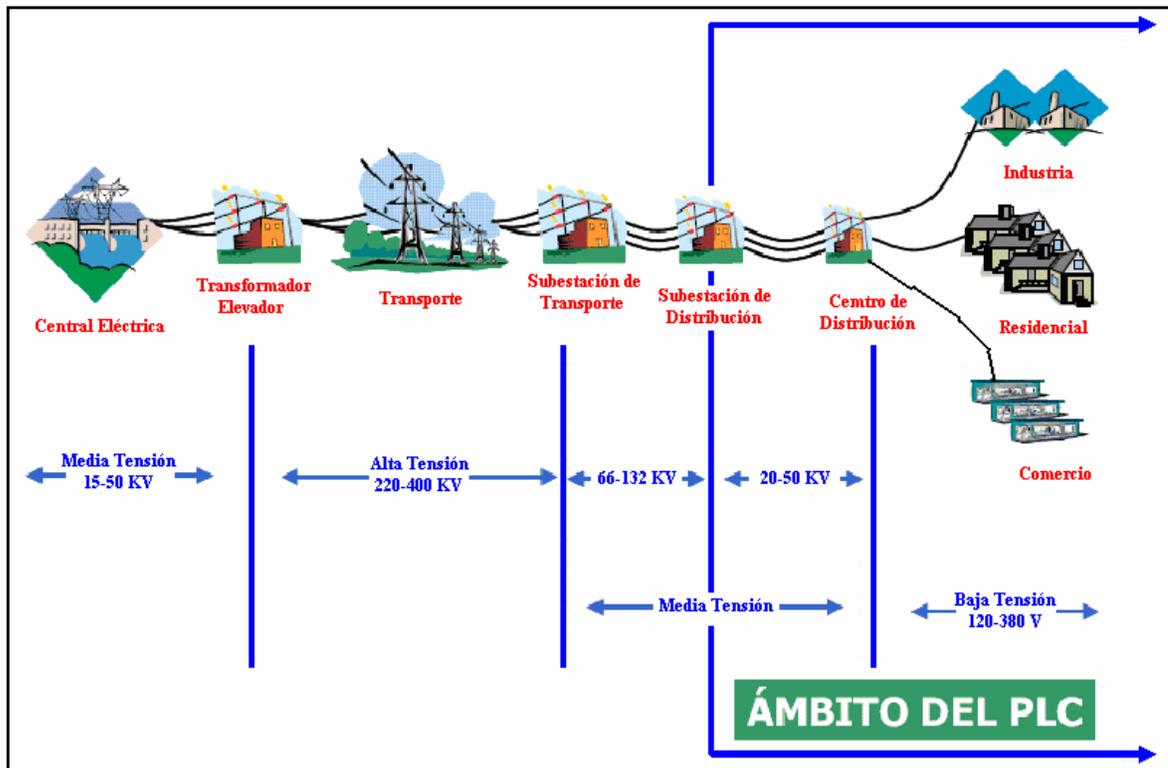
Existen evaluaciones tecnológicas y de mercado que han sido ejecutadas por varios proveedores de equipo PLC y por compañías de electricidad, estas presentan uno o varios escenarios del mercado, estos incluyen distintos modelos de negocios que permiten comercializar el servicio PLC. Estos modelos se verán en los capítulos siguientes, al igual que las características estructurales de la propia red eléctrica, utilizando la tecnología PLC.

Capítulo 3

Ámbito del PLC en las redes eléctricas

Como se ha mencionado, el PLC utiliza las redes de distribución de electricidad para la transmisión de datos. En los hogares o negocios la energía eléctrica llega en forma de corriente alterna de baja frecuencia ya sea de 50 ó 60 Hz, en el caso del PLC utiliza alta frecuencia que va de 1.6 a 35 MHz para transportar datos, voz y video. Una red de distribución eléctrica se divide en cuatro etapas principales: la primera etapa es de media tensión, la segunda etapa es la de alta tensión, después sigue una tercera etapa de media tensión, la cual se divide en dos etapas y por ultimo esta la cuarta etapa que es de baja tensión, esta etapa es la que se tiene en los hogares, comercios o industrias. Esto se puede observar en la siguiente figura (Tecnocom, 2004).

Figura 10. Red Eléctrica (Fuente: Tecnocom, 2004).



En la **primera etapa** se tiene la central eléctrica, aquí es donde se genera la energía eléctrica, este tramo es de media tensión (entre 15 y 50 Kilovoltios) y abarca desde la central generadora de energía hasta el primer transformador elevador. Después está la **segunda etapa** que transporta la energía eléctrica, ésta etapa también es llamada tramo de

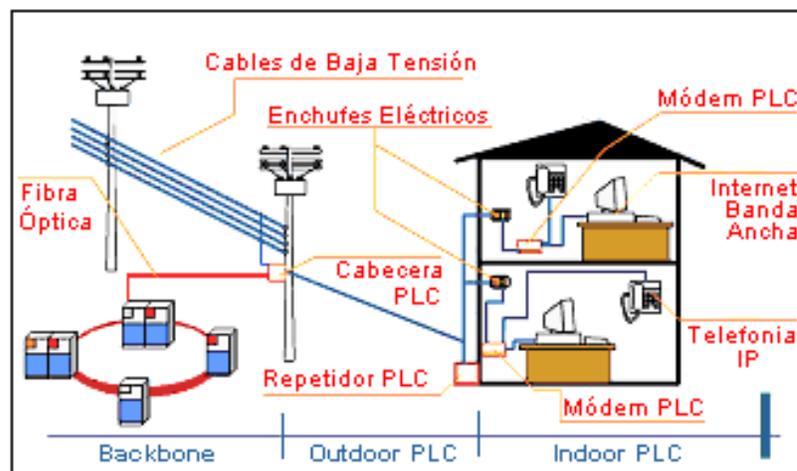
alta tensión (entre 220 y 400 Kilovoltios) y conduce la energía eléctrica hasta la subestación de transporte.

Siguiendo con la red eléctrica, la **tercera etapa** es de media tensión, la cual se divide en dos tramos de media tensión, el primer tramo abarca desde la subestación de transporte a la subestación de distribución con voltajes que se encuentran entre 66 y 132 Kilovoltios. El segundo tramo tiene voltajes de distribución que se encuentran entre 20 y 50 Kilovoltios, este tramo va desde la subestación de distribución hasta el centro de distribución, a partir de este punto es en donde se encuentra el ámbito de trabajo del PLC. Por ultimo se encuentra la **cuarta etapa** que es la etapa de baja tensión, se encuentra entre los 120 y 380 Voltios, en esta etapa se distribuye la energía dentro de los centros urbanos para uso doméstico, comercial e industrial.

Estructura de la red PLC

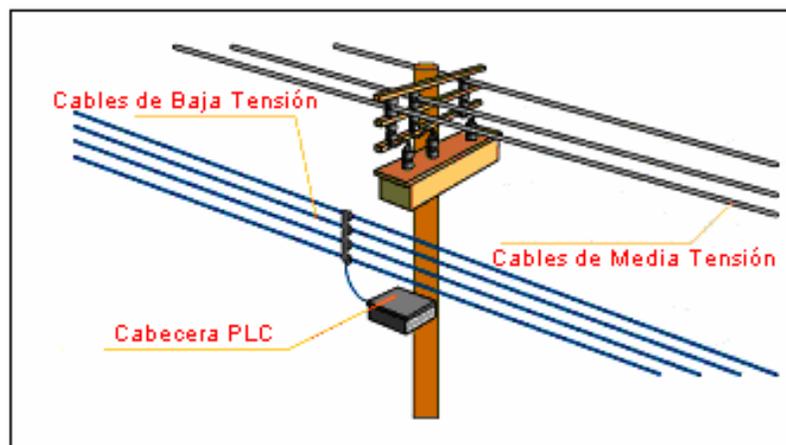
La tecnología Power Line Communications basa su estructura de funcionamiento, en la utilización de los cables eléctricos de baja tensión como medio de transporte desde una subestación o centro de distribución hasta la casa u oficina, permitiendo entregar servicios de transferencia de datos, por ejemplo, acceso a Internet de Banda Ancha. Esencialmente, esto transforma al cableado de baja tensión en una red de telecomunicaciones donde todos los enchufes de cada hogar u oficina se vuelven puntos de conexión. La arquitectura de esta red consta de dos sistemas formados por tres elementos, estos elementos son la Cabecera o Head End, el Repetidor o Home Gateway y el módem PLC. El primer sistema denominado "Outdoor o de Acceso", cubre el tramo de lo que en telecomunicaciones se conoce como "última milla", y que para el caso de la red PLC comprende la red eléctrica que va desde el lado de baja tensión del transformador de distribución hasta el medidor de la energía eléctrica (Azzam, 1999).

Figura 11. Elementos de la Red PLC.



Este primer sistema es controlado por el equipo Cabecera o Head End, el cual simboliza el primer elemento de la red PLC. Este dispositivo permite conectar la red eléctrica con la red de transporte de telecomunicaciones o backbone y se sitúa por lo general junto a los transformadores de media a baja tensión, de esta manera este equipo inyecta a la red eléctrica la señal de datos provenientes del backbone de datos en la red de baja tensión. El Head End es el dispositivo “maestro” de la red PLC y dependiendo del tipo de conexión, este se puede comunicar con diversos Home Gateways y/o CPEs (Tecnocom, 2004). Este sistema podría estar administrado y con derechos de propiedad plenos, por CFE/LyFC.

Figura 12. Cabecera o Head End.

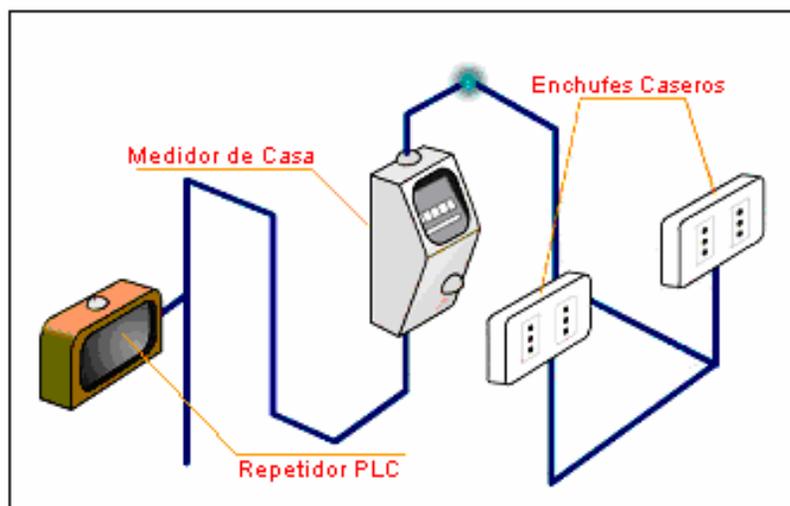


El segundo sistema se denomina "Indoor", y cubre el tramo que va desde el medidor del usuario hasta todos los toma corrientes o enchufes ubicados al interior de los hogares u oficinas. Para ello, este sistema utiliza como medio de transmisión el cableado eléctrico interno. Para comunicar estos dos sistemas se utiliza un equipo Repetidor o Home Gateway, el cual representa el segundo elemento de la red PLC.

Este equipo Repetidor o Home Gateway, normalmente se instala en el entorno del medidor de energía eléctrica y es una combinación de un CPE con un HE. Se puede usar como repetidor para amplificar la señal transmitida a grandes distancias o donde exista excesiva atenuación afectando a la señal, e incluso como un router para implementar una LAN doméstica (in-home).

El primer componente del Repetidor recoge la señal proveniente del equipo Cabecera del sistema outdoor y el segundo componente se comunica con la parte terminal del Repetidor e inyecta la señal en el tramo indoor (Azzam, 1999). En términos de quién llevaría a cabo el mantenimiento, quién apostaría las instalaciones y como sería el acceso, no existe una definición clara sobre ello, ya que se presentaría una situación similar a la del bucle local en redes de telecomunicaciones, donde puede haber desagregación del bucle o no, siendo este ultimo el caso de México; este representa uno de los aspectos de regulación más importantes.

Figura 13. Repetidor o Home Gateway.



El tercer y último elemento de la red PLC lo constituye el módem PLC, también llamado CPE, el cual es propiedad del cliente. Este recoge la señal directamente de la red eléctrica a través del enchufe, los datos enviados por el usuario son transmitidos desde el CPE al HE o al Home Gateway. De esta manera tanto la energía eléctrica como las señales de datos que permiten la transmisión de información, comparten el mismo medio de transmisión, es decir el conductor eléctrico. A este módem se pueden conectar un equipo de cómputo, un teléfono IP u otro equipo de comunicaciones que posea una interfaz ethernet o USB. Estos dispositivos pueden servir también, en algunas ocasiones, como pasarelas a otras tecnologías como Wireless-LAN, redes LANs, estos dispositivos pueden permitir la incorporación de acceso remoto a redes domesticas, para el control remoto de dispositivos, monitorización, detección de alarmas, control de accesos o funciones de vigilancia. Este módem puede estar integrado en una caja decodificadora externa o bien como una tarjeta instalada en el PC del usuario, que se conecta directamente al enchufe eléctrico.

Figura 14. CPE o Módem PLC.

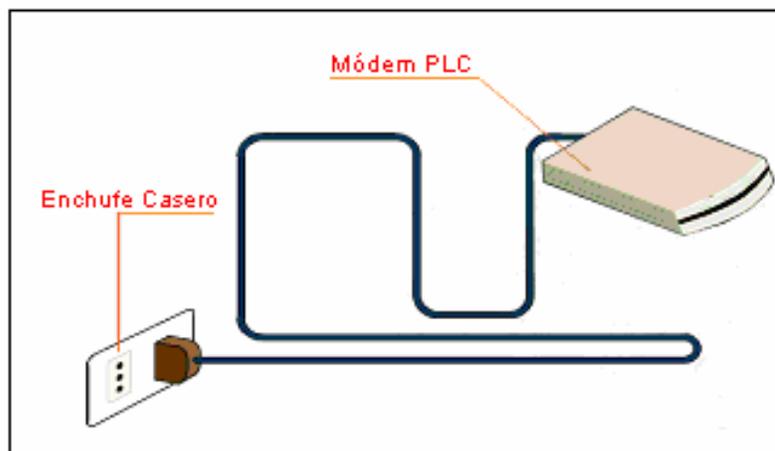
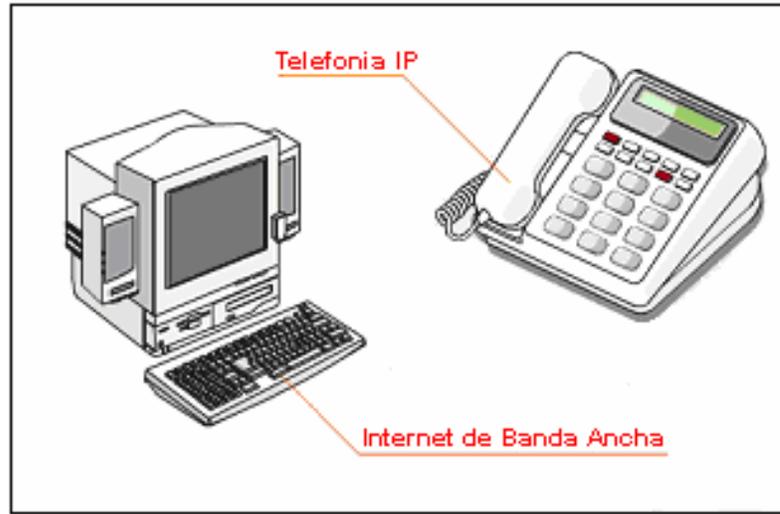


Figura 15. Aparatos que se pueden conectar al Módem PLC.



Descrito el sistema y los componentes de la red PLC, es necesario recurrir al espectro de frecuencia para explicar el hecho de que la energía eléctrica y la transmisión de datos puedan compartir un mismo medio sin producirse interferencias. Como se observa en la siguiente figura, la energía eléctrica funciona a una frecuencia de 50 a 60 Hz, aunque eventuales impurezas en su forma de onda puedan producir armónicas que incorporan ruidos hasta los 1000 Hz.

Figura 16. Rango de Frecuencia en que Trabaja el PLC.



Por su parte, el equipo cabecera o Head End de la tecnología PLC, emite señales de baja potencia (50mW) en un rango de frecuencias que van desde 1.6 MHz hasta los 35 MHz, es decir en una frecuencia varios miles de veces superior a los 50 Hz en donde opera la energía eléctrica. Al otro extremo del medio de transmisión (el cable eléctrico) existe un receptor (equipo terminal) que es capaz de identificar y separar la información que ha sido transmitida en el rango de frecuencia indicado.

El método de separación de datos es similar a la que se usa en ADSL, solo que para ADSL la señal de baja frecuencias es la banda utilizada para la voz, la cual esta entre 300 y 3600 Hz.

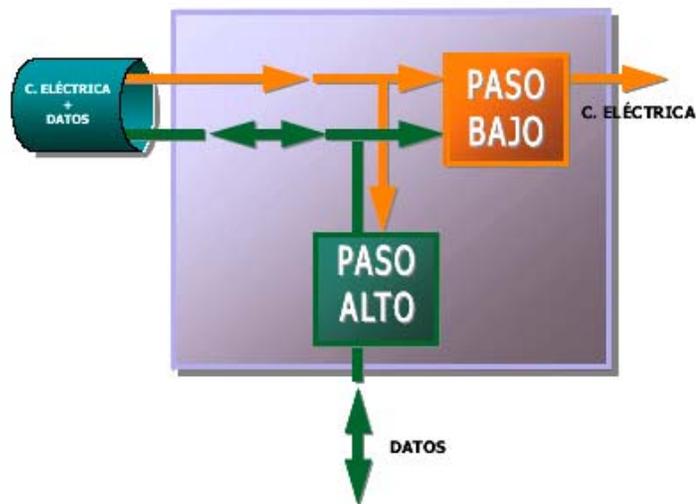
PLC Emplea una red conocida como High Frequency Conditioned Power Network o HFPCN por sus siglas en ingles, esta red permite la transmisión simultanea de energía y datos. También utiliza un método de codificación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) para transmitir los datos. Esta modulación es más inmune a las interferencias que se presentan en las redes eléctricas y aporta un mayor nivel de rendimiento y eficiencia espectral (Tecnocom, 2004).

El hecho de que ambos servicios, los de energía eléctrica y los de transmisión de datos, operen en frecuencias muy distintas y distantes, permite que éstos puedan compartir el medio de transmisión sin que uno interfiera sobre el otro. De esta manera, la tecnología PLC permite aprovechar una propiedad propia del conductor eléctrico que hasta la fecha se encontraba sin aprovechar: la banda de frecuencia no utilizada por la energía eléctrica.

Ya que las señales no pueden atravesar un transformador, se requieren de dispositivos que combinen la voz y las señales de datos con la corriente de bajo voltaje que es suministrada en los transformadores para satisfacer la última milla. En el interior de las casas, es necesario de dispositivos para separar con un filtro la voz y las señales de datos. Además, los sistemas PLC pueden ser usados por las compañías de electricidad para manejar las redes eléctricas de una manera más eficaz.

El equipo CPE o Módem PLC contiene internamente un acoplador eléctrico, el cual es implementado para separar la señal de datos de la señal eléctrica de baja frecuencia. Esto se puede observar en la siguiente figura, en donde se muestra internamente un acoplador eléctrico.

Figura 17. Acoplador Eléctrico (Fuente: Tecnocom, 2004).



El acoplador eléctrico es un dispositivo pasivo, contiene dos dispositivos esenciales, un filtro pasa-baja, el cual separa la corriente eléctrica y otro filtro pasa-alta, el cual extrae la alta frecuencia que es donde se encuentran contenidos los datos. Este equipo es el equivalente al “splitter” del ADSL. Este acoplador eléctrico es el encargado de separar la señal de datos de alta frecuencia de la corriente alterna, el acoplador también se encarga de inyectar la señal de alta frecuencia (datos) en la red eléctrica (Tecnocom, 2004).

Arquitectura de la red PLC

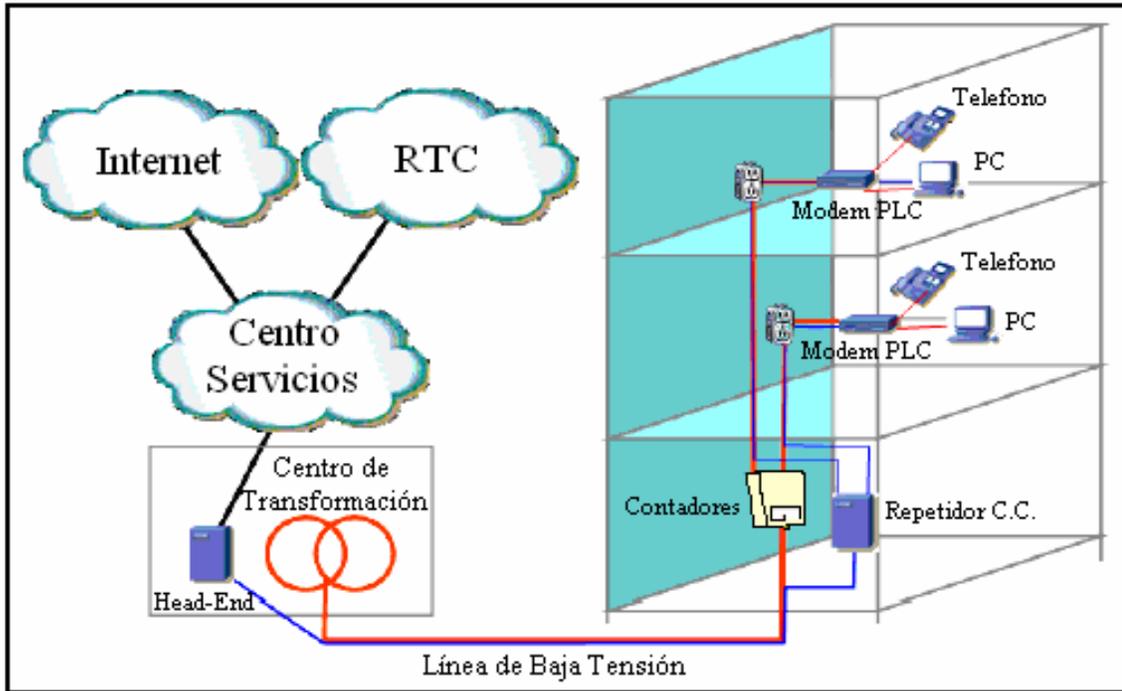
Existen dos tipos de arquitectura de red del PLC: la de nivel doméstico y la de nivel global. La arquitectura de nivel domestico es la red que se presenta en cualquier casa, edificio u oficina en donde los datos circulan por cables eléctricos mediante el PLC esto se puede observar en la figura 18. En cambio la arquitectura a nivel global, es aquella en donde se conectan entre sí subestaciones eléctricas con otros medios de telecomunicación, ya sea por fibra óptica o algún otro medio de conexión.

Arquitectura a nivel doméstico

Básicamente la arquitectura domestica o de oficina (in-home), comienza desde el centro de transformación en donde se encuentra el Head End, el cual tiene acceso a redes de datos como lo son el Internet, centros de servicios o redes de telefonía conmutada, la información pasa a través de un equipo repetidor o Home Gateway, el cual esta conectado al medidor o contador de energía de la casa u oficina. Todo el acceso se distribuye a través del cableado de la red eléctrica de la casa u oficina en donde las terminales de acceso son los contactos o enchufes de energía eléctrica que están distribuidos en la casa u oficina, en estos contactos se conecta el equipo terminal o módem PLC.

Utilizando el equipo terminal o módem PLC se tiene la capacidad de acceder a los diferentes servicios de banda ancha conectando diferentes aparatos que proporcionen las facilidades de acceso a los servicios proporcionados por la red de datos. Estos aparatos pueden ser: un equipo de cómputo, un teléfono IP (Internet Protocol), un set top box u otro aparato que permita la comunicación a través del módem PLC (Endesa, 2004), esta arquitectura se puede observar en la figura 18.

Figura 18. Arquitectura Doméstica (Fuente: TecnoCom, 2004)



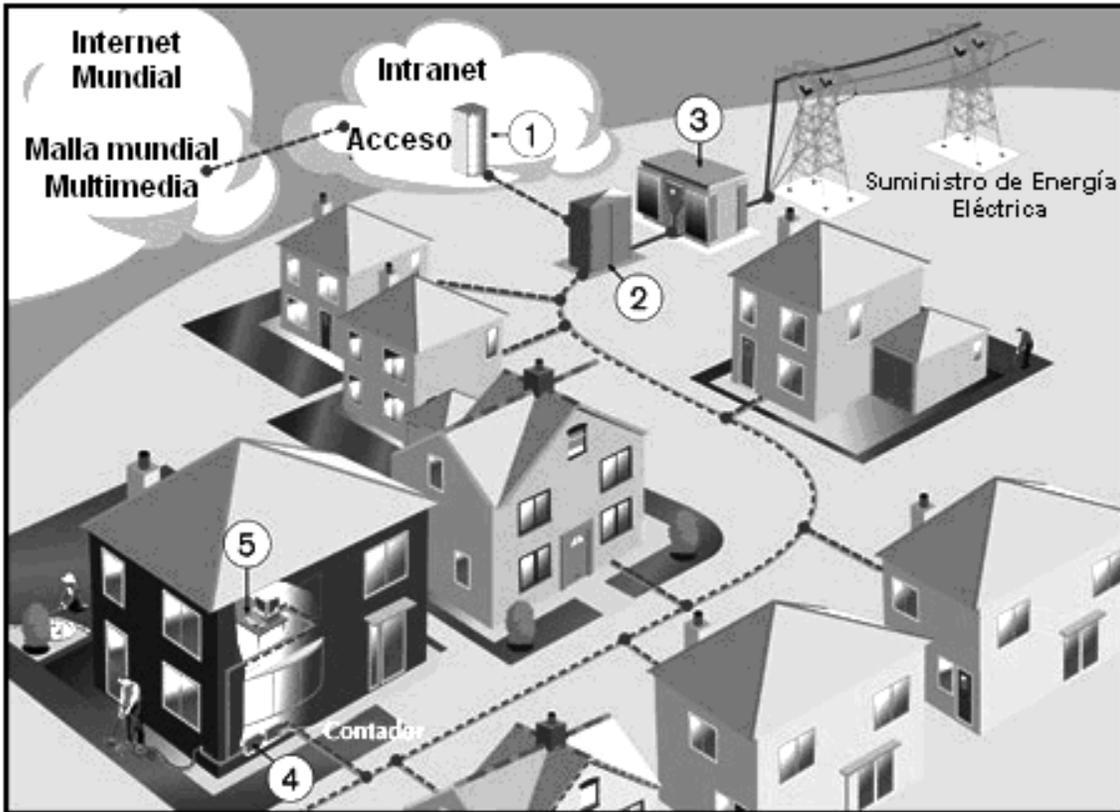
Arquitectura a nivel global

Como se ha mencionado se utiliza la red existente de distribución eléctrica de baja y media tensión como una infraestructura LAN (red de área local), por lo que explicaremos la arquitectura a nivel global siguiendo la figura 19. En esta figura se identifican con números los puntos más importantes de la arquitectura de conexión a nivel global, los cuales serán explicados a continuación.

Una o más estaciones principales (1) se utilizan para conectar las estaciones base o Head End (2) a una red central de transmisión de datos en la que líneas de radioenlace, cables de cobre y fibra óptica son opciones posibles para este "backhaul" (medio de transporte). La conexión a la red de suministro de servicios y a la Internet pública se consigue a través de la red central de transmisión de datos.

Las señales de datos desde una estación base o Head End, casi siempre se inyectan en la subestación final (3), donde las altas tensiones se transforman en energía a baja tensión para los clientes. El servicio BPL se separa del suministro de electricidad en un punto de conexión entre el fusible de la instalación del abonado y el contador (4) esta separación se realiza en el Repetidor o Home Gateway. La PC del cliente u otro equipo compatible se conecta entonces al servicio BPL utilizando el Módulo de Comunicación módem PLC (5) (Endesa, 2004).

Figura 19. Arquitectura Global.



Madurez del PLC

Durante finales de los años noventa, los avances tecnológicos han permitido alcanzar velocidades de transmisión en rangos de Megabits. Alguno de los factores que han permitido el despliegue definitivo de la tecnología PLC en los principales países de Europa y en algunos países de América como Estados Unidos y Chile, es debido a la utilización de técnicas de modulación “spread-spectrum” (difusión de espectro) o modulación en banda ancha, al igual que la utilización de OFDM como tecnología de modulación que proporciona una adaptación de la señal a las condiciones del medio y una mayor resistencia contra las fuentes externas de interferencia que pudieran influir sobre la señal utilizada (Tecnocom, 2004).

Debido al resultado de la expansión de Internet; la proliferación de nuevos servicios sobre IP, como la Voz sobre IP, la cual permite que se abran nuevas oportunidades para la generación de nuevos servicios, por lo que la estandarización de protocolos de de comunicación en torno al modelo OSI, con la pila TCP/IP y 802.3 (Ethernet) como estándares de fabricación e independientes del medio físico sobre el que se realice la

transmisión; únicamente está determinado por el medio físico, el protocolo de nivel 1, es decir el control de acceso al medio o capa MAC. Por encima de la capa MAC, ya no existen protocolos propietarios de fabricantes, esta estandarización, que ha sido llevada a cabo desde principios de los años noventa, ha estado conducida por el empuje imparable de la expansión de Internet.

El resultado de estos factores, ha determinado que la tecnología PLC haya adquirido una madurez creciente y pueda ser considerada como una posibilidad con mayor proyección en las técnicas de banda ancha. Estos factores, unidos a la mayor presencia de las redes eléctricas y al hecho de que ya se encuentran desplegadas, hacen del PLC una alternativa real al actual bucle de abonados y con los diferentes avances realizados en la tecnología PLC en media tensión, por lo que PLC es también una opción a las redes de distribución y transporte tradicionales, con unos costos muy competitivos.

La mayoría de las tempranas implementaciones de tecnología de acceso PLC han colocado el sitio de acceso Head End o portal de acceso en el del transformador de bajo voltaje. Esta posición provee estabilidad para cortas distancias dentro de las cuales puede funcionar correctamente. Como la tecnología PLC madura, las limitaciones de las arquitecturas de bajo voltaje se hacen menos notables. El costo del transporte-respaldo (backbone) y la capacidad limitada del suscriptor se convierten en una cuestión más significativa, las utilidades más cercanas se mueven hacia los servicios comerciales.

Además, la red de electricidad de Norteamérica es caracterizada por pequeños transformadores que dan servicio a pequeños números de clientes; Esto no se presta adecuadamente para la implementación PLC. A pesar de esto y la mayor penetración de tecnologías de banda ancha en Norteamérica como cable y DSL, el alto potencial de renta de la región lo hace un mercado clave para generar inversión de capital para el desarrollo de PLC (Forsman et al, 2002).

Una alternativa para las arquitecturas de bajo voltaje es mover los portales de acceso o Head End a una posición en la subestación en las líneas de medio voltaje. Sin embargo, este acercamiento confronta retos significativos: Requiere pasar de alguna forma por las unidades del transformador; También necesita chipsets de gran ancho de banda para proveer servicio a grandes grupos de clientes en el mismo portal de acceso. El desafío de pasar por los transformadores es usualmente afrontado, usando un dispositivo de acoplamiento; La necesidad para el ancho de banda será encontrada por la evolución de chipsets y prototipos.

Actualmente, DS2 en España hace el chipset de más alta capacidad; capacidad de ancho de banda de 45 Mbps con rendimiento específico de hasta 13 Mbps. El vendedor de sistemas PLC más prominente en Norteamérica usa chipset de DS2. La mayoría de los demás vendedores están trabajando en expandir la capacidad de ancho de banda de sus chipsets entre 10 Mbps y 20 Mbps (Forsman et al, 2002).

Prueba de la madurez de PLC, es el interés que en él ha demostrado la industria y la creación de grupos de trabajo y foros, como el PLCforum y el HomePlug Alliance, que apoyan y fomentan el desarrollo y la normalización de esta tecnología. Actualmente el PLCforum es una organización internacional, la cual representa los intereses de fabricantes, compañías eléctricas y desarrolladores implicados en la tecnología PLC.

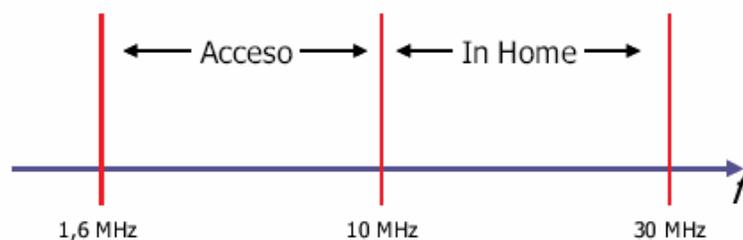
El ámbito de trabajo es principalmente Europeo, dado que fue creado en Interlaken Suiza a principios del año 2000, por la unión del Internacional Power Line Telecommunications Forum y por el German Power Line Telecommunications Forum, por lo que posicionan al PLC como una tecnología efectiva de acceso (Tecnocom, 2004).

El HomePlug Alliance es una asociación de industrias relacionadas con la tecnología PLC, cuyos miembros aportan la capacidad y financiación necesaria para el desarrollo de esta tecnología. En junio de 2001, liberó la especificación HomePlug V 1.0, la cual permite velocidades de conexión de 14 Mbps y esta orientada al Home Networking, permitiendo la conectividad de todo tipo de aparatos domésticos, incluyendo PC's.

Pese a la madurez tecnológica alcanzada por el PLC, hasta la fecha solo se ha regulado el uso del espectro de frecuencias y las especificaciones de calidad de servicio QoS para los CPE's. los estándares que regulan este uso son:

- EN50065-1 del CENELEC, el cual establece el uso del espectro para Banda Estrecha.
- TR 102 049 del ETSI que establece las calidades de servicio que deben implementar los equipos PLC instalados en el domicilio del abonado CPE's.
- TS 101 867 del ETSI que aplica para el uso de Banda Ancha. Este estándar es el que regula sobre la utilización de la red eléctrica para la transmisión digital de datos a altas velocidades.

Figura 20. Distribución de Frecuencias. ETSI TS 101 867 (Fuente: Tecnocom).



Sin embargo, organizaciones como la FCC apoyan desde el pasado 13 de febrero de 2004 el uso de PLC y la define como la opción de banda ancha más omnipresente en Estados Unidos. La curva de evolución en costos y prestaciones de PLC, como ha ocurrido con la del resto de los equipos de red, se estima que continúe atendiendo a la evolución presente en los últimos años: considerable disminución de costos y aumento de prestaciones.

Es lógico que PLC evolucione hacia las arquitecturas de medio voltaje sobre los siguientes años. El costo de proveer una red de transporte-respaldo para Head Ends es improbable en este tiempo y continuará teniendo presencia como un obstáculo para las implementaciones de gran escala de PLC donde la compañía de electricidad no posee una red de transporte-respaldo o backbone basada en otras tecnologías. Aunque la arquitectura de bajo voltaje provee un ambiente seguro para el temprano desarrollo de PLC, Gartner Dataquest (visto en Forsman et al, 2002) duda que esto pueda dar soporte a la evolución de PLC para los modelos de negocio de gran escala en todo el mundo.

Capítulo 4

Aplicaciones del PLC en diferentes regiones

Europa

La red eléctrica de Europa consta de grandes células en las cuales un solo transformador da abasto a 200 casas aproximadamente. Ésta es una mejor topología para el PLC, que por ejemplo en los Estados Unidos, donde una célula típica es de sólo 20 casas. En la práctica esto quiere decir que, en los Estados Unidos, una compañía de servicio tendría que desplegarse 10 veces más para "pasar" el mismo número de casas. También, en Europa los cables de la red eléctrica tienen en general, un mejor escudo. Esto ayuda a los problemas de la radiación y de ruido (Forsman et al, 2002).

La disponibilidad de banda ancha está limitada en muchos países europeos. Típicamente, un área dada tiene un proveedor de banda ancha único. Estos proveedores exclusivos y que operan como monopolio conservan precios altos y sólo abarcan una pequeña parte del mercado. Europa tiene uno de los servicios de DSL y cable de banda ancha más caro del mundo, consecuentemente, la penetración global de banda ancha es baja, con menos de 2 por ciento de penetración por familia en el oeste de Europa. Hay, sin embargo, algunas excepciones de países para esta regla de baja penetración.

Una investigación de Gartner Dataquest y Gartner G2 (visto en Forsman et al, 2002) revela una correlación fuerte entre la penetración del servicio de banda ancha y el precio. Más grupos familiares se suscribirían si los servicios fuesen más baratos. Esto ofrece potencial para PLC si los costos pueden ser reducidos y el servicio ofrecido por menos de \$25 euros al mes. De hecho, algunas ofertas del PLC ya comienzan muy por debajo de este precio.

En Alemania, por ejemplo, la salida de servicios de banda ancha PLC es de aproximadamente 15 euros al mes, más 120 a 150 euros para la instalación. Muchos operadores PLC valoran sus servicios por el uso. Por ejemplo, los primeros 100 Megabits por segundo cuestan una cierta cantidad y existen cargos adicionales si se solicitan más. Tales modelos de fijación de precios típicamente no han tenido mucho éxito para DSL, porque los consumidores prefieren saber por adelantado exactamente cuánto tendrán que pagar.

Otros sectores, principalmente los negocios pequeños, también requieren conectividad de banda ancha y pueden estar dispuestos a pagar más de \$25 euros al mes, por lo que son una oportunidad inmediata para el PLC. Europa occidental tiene aproximadamente 5 millones de negocios pequeños y se pronostica que tendrá aproximadamente 15 millones de negocios pequeños para el fin del 2005 (Forsman et al, 2002).

Alemania es un mercado importante para el PLC, ya que fue uno de los primeros países en implementar la tecnología PLC. Con varias pruebas en curso, las regulaciones han sido realmente indulgentes para promover el uso de PLC como servicio de valor agregado. La competencia es promovida porque Deutsche Telecom es un monopolio excepcionalmente fuerte en telecomunicaciones. Las compañías también trabajan en la última milla con tecnología PLC en Austria, Finlandia, Italia, los Países Bajos, Polonia, España, Suecia y Suiza.

En Alemania hay aproximadamente 110,000 hogares con PLC y la RWE (compañía eléctrica alemana) inició el despliegue comercial en julio de 2001 en Essen. Sin embargo, debido a fuertes presiones por parte de Deutsche Telecom y la imposición de niveles de radiación muy estrictos, en septiembre de 2002 el operador se vio obligado a dejar de dar servicio al hacerse inviable su plan de negocio.

En Francia la compañía eléctrica EDF se encuentra con dos grandes problemas para el desarrollo de PLC: la oposición de France Telecom y la propiedad de las infraestructuras eléctricas que se encuentran en mano de los distintos municipios.

España se está tornando rápidamente en un mercado crucial para el PLC. Las compañías principales de energía del país, Endesa e Iberdrola, han sido muy activas en desarrollar la tecnología. Endesa también ha empezado una prueba de medio voltaje de 2,500 usuarios en la ciudad de Zaragoza. Esto anuncia el comienzo de la evolución de la tecnología (Forsman et al, 2002).

Casos como España, las compañías eléctricas han llevado a cabo diversas pruebas y experiencias piloto entorno a la tecnología PLC. En proyectos piloto realizados por Endesa, se han obtenido varios puntos de interés (AUTEL, 2003). Los puntos más importantes se presentan a continuación:

- Se contó con unos 2,100 usuarios aproximadamente, sobre una población base de 20,000 hogares. Los Centros de Transformación cubrían unos 10,000 posibles clientes.
- Para la gestión del proyecto, se instaló junto al Centro de Distribución un Centro de Gestión desde el cual se controlaban las incidencias en la red de comunicaciones. Ésta estaba formada por una red troncal de 7 anillos de fibra óptica y las redes de media y baja tensión. Los anillos de red eléctrica de media tensión, claves para la viabilidad del negocio, son similares a los de la red HFC con las ventajas de que

requieren una menor inversión en su despliegue y tienen capacidad para 4000 a 8000 hogares (similar a los nodos secundarios de la red HFC).

- Pruebas se han llevado a cabo en lugares, en los que a varias empresas aun no les han interesado realizar un despliegue de red hasta el momento, Endesa ha tardado 5 meses en realizar el despliegue de la red PLC, frente a los 12 meses que hubiera supuesto el despliegue de red HFC para lograr la misma cobertura.
- La inversión por hogar en una red PLC, sin incluir el módem PLC o CPE, es tres veces inferior a la inversión necesaria para una red HFC.
- El análisis de tráfico de la red reflejó que un 10 % de los participantes (usuarios PLC) descargaba más de 1 Gb a diario, un 20 % de los participantes descargaban más de 100 Mb por día y un 48% de los mismos unos 5 Mb por día (Media nacional de descarga en España).
- Los usuarios se han mostrado muy satisfechos con la calidad del servicio de acceso a Internet PLC: 4.32 PLC vs. 3.65 ADSL, de un máximo de 5 puntos y satisfechos con la calidad de la telefonía PLC: 3.99 Telefónica vs. 3.65 PLC de un máximo de 5 puntos.

La experiencia de Endesa ha revelado una serie de posibles problemas entorno al despliegue de esta tecnología, destacando dos puntos importantes en base a problemas técnicos y telefonía basada en voz sobre IP, estos puntos se describen a continuación:

- En relación a los problemas técnicos de posibles radiaciones interferentes, el nivel de radiación que presenta el PLC, es similar o inferior al nivel de radiación del ADSL.
- Entre los servicios prestados en la experiencia piloto de Endesa está la telefonía sobre PLC basada en VoIP. La implementación de este servicio supone un gran esfuerzo ya que se trata de una experiencia en VoIP única en el mundo por el número de participantes.

No obstante, pese al funcionamiento satisfactorio del servicio VoIP en las pruebas piloto, este servicio todavía se encuentra en fase de pruebas en cuanto a su utilización en ambientes masivos (en ambientes corporativos es una solución válida), afrontando los posibles problemas de saturación (AUTEL, 2003).

Aún teniendo en cuenta las características de este servicio (VoIP), predispuestas para realizar una oferta de tarifa plana para servicios de voz, Endesa considera que ésta no supondría un gran impacto en el mercado salvo en el caso de las llamadas a teléfonos celulares.

En la modalidad de acceso, la tecnología PLC permite la transmisión de señales a través de las líneas eléctricas convencionales y tiene el potencial de proveer una infraestructura alternativa de acceso de banda ancha que pueda competir con dos tecnologías de enfoque residencial: el acceso local de telefonía fija y el acceso por cable.

En la modalidad in-home, PLC permite utilizar las instalaciones eléctricas de un edificio (casa u oficina) para crear redes de comunicaciones de área local. Existen múltiples experiencias en todo el mundo, en Europa existen diferentes despliegues comerciales, estos se pueden observar en la siguiente tabla:

Tabla 8. Países Europeos con Despliegue Comercial. (Fuente: UNIFET, visto en AUTEL, 2003).

País	Operador	Servicios	Cobertura	Tecnología
Despliegue Comercial				
Alemania	MW	PLC en acceso: servicios de Internet para segmento residencial.	2,200 clientes en Manheim.	Mainnet
	EnBW	PLC en Acceso e In-home: servicios minoristas de Internet (Hoteles y Escuelas).	700 clientes en Ellwagen.	Ascom
	RWE	PLC en acceso e In-home: servicios de Internet.	-	Ascom
Austria	Linz Strom AG	PLC en acceso e In-home: servicios minoristas de Internet y telefonía.	800 clientes en Linz.	Mainnet
	Tiwag	PLC en acceso: servicios minoristas de Internet (Residencial, Hoteles y Escuelas).	250 clientes en Tirol.	Ascom
España	Endesa	PLC en acceso: servicios mayoristas de Internet y telefonía (acuerdo con AUNA).	2,200 clientes en Zaragoza¹	DS2
	Iberdrola	PLC en acceso: servicios mayoristas de Internet.	200 clientes en Madrid²	Nams, Ascom y DS2
Suecia	Vattenfall	PLC en acceso: servicios de Internet para segmento residencial.	500 clientes en Gotland.	Mainnet
Suiza	EFF	PLC en acceso: servicios mayoristas de Internet (acuerdo con ISP Sunrise).	1,000 clientes en Ginebra.	Ascom

1. Los 2,200 clientes corresponden a los de la prueba piloto, a los cuales se está presentando la oferta ya comercial del servicio.

2. Los 200 clientes corresponden a los de la prueba piloto, a los cuales se está presentando la oferta ya comercial del servicio

También existe una gran cantidad de pruebas piloto importantes, estas en su mayoría se encuentran en Alemania, Austria, Dinamarca, España, entre otras, esto lo podemos observar en la tabla 9, también podemos ver quien es el operador de servicios de telecomunicaciones y los proveedores de tecnología.

Tabla 9. Países Europeos con Pruebas Piloto. (Fuente: AUTEL, 2003 y Peña, 2001).

País	Operador	Servicios	Cobertura	Tecnología
		Pruebas	Piloto	
Alemania	EnBW/Tesion		En agosto de 1998 con 150 clientes.	Siemens/ NOR.WEB
	MW	Fuchs Petrolub se convierte en el primer cliente industrial.	Alcatel es su socio tecnológico. Desde julio de 2000, 100 casas de la ciudad de Mannheim están conectadas por PLC.	ABB/Alcatel
	RWE	-	En Essen, 150 hogares fueron equipados con tecnología Ascom, y otros 50 con tecnología Keying.	Ascom/Keyin
	VEBA/Avacon Oneline	-	-	Oneline/Enikia
Austria	EVN	-	-	Ascom
	TIWAG	-	-	Ascom
Dinamarca	NESA	-	-	Ascom
	R-KOM	-	Muchas pruebas han sido realizadas, incluyendo a clientes como Danone.	Alcatel
España	Endesa Iberdrola	-	Pruebas en Villa Olímpica del Puerto de Barcelona, Sevilla y Madrid.	Ascom
	Unión Fenosa	PLC en acceso e In-home: servicios de Internet y telefonía	50 usuarios en Guadalajara y Madrid.	Mainnet y DS2
Francia	EdF	PLC en acceso: servicios minoristas de Internet	40 usuarios en Estrasburgo.	Ascom, DS2 y Mainnet
	France Telecom	-	Aún se encuentra probando los servicios potenciales y la aceptación de los clientes.	Ascom
Holanda	Nuon	PLC en acceso: servicios mayoristas de Internet.	250 usuarios en varias ciudades (acuerdo con Disgstrom).	Mainnet
Hungría	ELMU/Novaco	-	EnBW ha lanzado pruebas en Budapest con tecnología Siemens.	Siemens
Islandia	Linanet	-	-	Ascom
Italia	Enel	PLC en acceso: servicios minoristas de Internet y telefonía	2,000 usuarios en Grosseto.	Ascom, DS2 y Mainnet
Noruega	Viken Energinett	-	-	Ascom
Portugal	EDP	PLC en acceso: servicios minoristas de Internet y telefonía	300 usuarios en Lisboa.	DS2
República Checa	Enterprises Electriques Fribougeoises (EEF), diAx	-	La empresa realizó una prueba con 20 hogares, incluido el viejo fabricante de chocolates de Nestlé.	Ascom
Suecia	Evicom Sydkraft	-	Se ha desarrollado un portal de banda ancha para la explotación de nuevos servicios y contenidos.	Ascom

A continuación se presenta una breve descripción de lo que realizaron algunos de los proveedores de tecnología durante las primeras pruebas realizadas en toda Europa.

Online/Enikia. En el 2000 Online completó con éxito una prueba realizada en 8 hogares de Alemania, donde se probó el acceso de alta velocidad de voz y datos a través de las redes eléctricas. Como la disponibilidad de los dispositivos de acceso es una condición para el éxito de su funcionamiento, Online desarrollo el WebPad, un dispositivo móvil del tamaño de una cinta de VHS, que permitió el enlace entre una terminal informática y la clavija eléctrica. El concepto de Online es conectar todos los hogares entre ellos, creando una red en forma de anillo. Este propósito le permitió a Online, optimizar la velocidad de transmisión hasta los 8 Mbits por segundo.

La clave de toda esta tecnología reside en una pequeña caja situada cerca del medidor eléctrico, y permite a los hogares usar comunicación de voz y datos con la misma calidad que las tradicionales líneas de comunicación (Peña, 2001). Durante el CeBIT 2000 Online y Enikia (una empresa paralela a Enikia en España es DS2, ubicada en el Parque Tecnológico de Valencia), anunciaron una joint venture para desarrollar soluciones finales para la comunicación PLC.

RWE/ASCOM/Keyin. A principios de 2000, RWE completó su primera prueba piloto probando las tecnologías de acceso desde un transformador de bajo voltaje a 200 hogares. Durante las pruebas en Essen, 150 hogares fueron equipados con dispositivos Ascom, y otros 50 con dispositivos Keyin. Durante el CeBIT 2000, 200 clientes corporativos tenían la capacidad de controlar aplicaciones residenciales de su hogar desde el lugar de trabajo vía Internet. Además, RWE se alineo con MediaVesen, la joint venture entre el Grupo Bertelsmann y DaimlerChrysler, que tenia como objetivo el conectar sus sistemas a la red de fibra óptica de MediaVesen. El sistema tendría 9000 puntos de presencia en Alemania.

Por su parte Ascom, se implico en pruebas con 14 socios de 11 países europeos y Singapore, con el objetivo de establecer las pruebas necesarias para cada sistema topográfico de redes, basándose en las circunstancias regulatorias locales que difieren de un país a otro. Sus productos se lanzaron en el CeBIT 2001 (Peña, 2001).

Siemens/ENBW/Tesion. Desde agosto de 1998, EnBW ha estado implicada en pruebas piloto en 150 hogares de cinco localidades de Baden-Wuerttemberg. Comenzó con tecnología NOR.WEB, hasta que los experimentos cesaron rompiendo la joint venture. La tecnología que ahora utiliza es distribuida por Siemens, que lleva investigando en el tema desde 1998. En el CeBIT de 2000, Siemens presentó una tecnología de acceso de 1,2 Mbits/seg de capacidad de transmisión. Del mismo modo que RWE, su plan de conexión hogar-transformador se basa en la topología de estrella. Un Módem PLC en el transformador y en el hogar usa el esquema de modulación OFDM (Orthogonal Frequency División Multiplexing), que distribuye a 400 portadores a lo largo de una banda que va de los 0 a los 10 MHz, permitiendo transmitir señales de datos libres de interferencias junto con la energía eléctrica (Peña, 2001).

NORWEB. En el Reino Unido, uno de los actores más importantes en el mercado PLC es NOR.WEB (empresa de naturaleza Canadiense), que anunció su retirada del negocio PLC, afectando a la joint venture con EnBW, en septiembre de 1999. Esta retirada dejó una puerta abierta a la especulación, ya que sus pruebas se habían realizado en el Reino Unido, Suiza, Alemania y otros diez países más. La tecnología de NOR.WEB estaba basada sobre el concepto del uso de las redes de distribución eléctricas operando con comunicaciones punto-multipunto sobre la banda de 1 MHz.

Nortel continúa afirmando a pesar de disponer de tecnología probada, que no hay inversión que justifique un mercado con unos beneficios tan dudosos como los del mercado de PLC. Según Nortel, existían suficientes informes que constatan, que el mercado de PLC no era económicamente viable. Algunas de las razones de su retirada, provinieron de la topología de las redes eléctricas americanas, que hacen de esta tecnología fuera incompatible, así como de una pesimista evaluación de los beneficios del mercado (Peña, 2001).

BEWAG. La compañía distribuidora de energía de Berlín, Alemania, junto a la Universidad de Paderborn, implementaron las pruebas iniciales de los productos PLC diseñados con el objeto de ofrecer servicios sobre las redes de distribución de energía locales. La intención de las investigaciones fue utilizar cada clavija de conexión eléctrica como un puerto de comunicaciones. El sistema se diseñó entorno al protocolo CDMA usado en las redes de telefonía móvil (Code Division Múltiple Access). No obstante el proyecto se detuvo, debido a la carencia de un socio tecnológico que produzca el equipo necesario para usar el espectro patentado por BEWAG (Peña, 2001).

DS2. En la actualidad la tecnología que consigue las mayores prestaciones tanto ancho de banda como en fiabilidad, está basada en los diseños y chips de DS2. Esta compañía Española instalada en Valencia, se dedica al desarrollo y diseño de chipsets de PLC, actualmente es líder tecnológico en PLC. Sus desarrollos son los que permiten tener un mayor ancho de banda teniendo 45 Mbps en equipos comerciales y 200 Mbps para la siguiente generación.

En cuanto a la tecnología PLC utilizada, cabe destacar que actualmente el límite superior de la velocidad de descarga que puede alcanzar un usuario (sin limitaciones) es de unos 20 Mbps. Los adaptadores PLC usados cuentan con tomas a la red eléctrica, al teléfono y a la PC (USB, WiFi y Ethernet).

Esta tecnología permite un despliegue rápido y selectivo de infraestructuras, además la tecnología PLC permite adaptar dinámicamente la capacidad disponible al número de usuarios que estén solicitando los servicios en cada momento (AUTEL, 2003). La situación actual en Europa de la tecnología PLC queda definida en la siguiente tabla:

Tabla 10. Situación de la Tecnología PLC (Fuente: UNIFET, visto en AUTEL, 2003).

	ASCOM	MAINNET	DS2
Posicionamiento	Soluciones en acceso (no contempla MT)	Soluciones en acceso (contempla MT)	Soluciones en acceso (contempla MT)
	Soluciones In-home	Soluciones In-home	Soluciones In-home
Diseñadores	Sí	No	Sí
Fabricantes	Sí	PLC en acceso e In-home: servicios de Internet	No
Características técnicas	Ancho de Banda máximo: 4.5 Mbps	Ancho de Banda máximo: 4.5 Mbps	Ancho de Banda máximo: 45 Mbps
	Modulación: GSMK	Modulación: DSSS	Modulación: OFDM
Baja tensión (BT)	Chipset PROPIO	Chipset ITRAN	Chipset PROPIO
Media tensión (MT)	No	Disponible con chipset ITRAN	Disponible con chipset PROPIO
VoIP	Disponible	PLC en acceso: servicios mayoristas de Internet	Disponible
Roadmap de producto	MT disponible con chipset DS2 desde el 2003	MT disponible con DS2 en 2004	Nuevo chipset 200 Mbps en 2004 para MT y BT
	BT disponible con chipset DS2 en 2004		
Pruebas PLC en Europa con:	EDF	EDF	EDP
	EEF	LINZ STROM	ENDESA
	EnBW	MW	ENEL
	ENDESA	NUON	UNIÓN FENOSA
	ENEL	ENEL	IBERDROLA
	TIWAG	UNIÓN FENOSA	
	IBERDROLA	VATTENFALL	

Según AUTEL (2003), para poder establecer una estrategia de negocio existen tres alternativas:

1. Servicio total, es decir, proporcionar las infraestructuras a los operadores cobrando una tarifa plana. Este es un mercado regulado y habrá obligación de pagar las correspondientes tarifas asociadas a la licencia.
2. Operador global, es decir, proporcionar el servicio final al usuario sobre las propias infraestructuras. Esta opción requeriría de la obtención de una licencia, considerando la provisión del servicio de telefonía IP.
3. Carrier neutral, es decir, comercializar servicios para otros operadores para lo cual se requiere una licencia. Esto es, que la oferta consistirá en proveer servicios portadores sobre las redes de acceso y de distribución metropolitana.

Finalmente, el planteamiento de cara al futuro de las redes PLC y las principales tendencias se pueden deducir que la prestación del servicio de vídeo a través de PLC es posible teniendo en cuenta que actualmente la red PLC alcanza velocidades de hasta 20 Mbps, si bien el chipset de DS2 (empresa española que está actuando en América a través de Amperium) permite velocidades de hasta 45 Mbps (la siguiente generación alcanzará los 200 Mbps, frente a los 20 Mbps previstos por la tecnología OFDM), Además el PLC puede utilizarse como canal de retorno interactivo para las plataformas de TV digital y TV vía satélite y por ultimo la capacidad de priorización de los distintos tipos de paquetes (por el protocolo utilizado) abre la posibilidad de realizar de pruebas para telecontrol (AUTEL, 2003).

Norteamérica

Las dificultades abundan en el uso de PLC en Norteamérica:

- La banda ancha está mucho más disponible que en Europa y la penetración doméstica es superior en aproximadamente 15 por ciento. Además, en las áreas donde la banda ancha está disponible, usualmente existen varios proveedores entre los que se puede escoger.
- El precio promedio para usuarios finales de banda ancha, es más abajo que en Europa, y mucho menos que el precio de las ofertas actuales del PLC. El caso de negocios para el PLC en su preferencia por uso único de datos, da explicación sobre la mayoría del mercado masivo para la banda ancha que es más difícil que en Europa.
- La topología de la red eléctrica es más desafiante para el PLC en Norteamérica que en Europa. Norteamérica se aprovecharía especialmente en soluciones de medio voltaje viables, donde un número de suscriptores puede estar conectado en un transformador.
- Provoca interferencias RF ya que la cubierta del cable eléctrico es más delgada, un problema mayor que en Europa. Por ello, la FCC ha establecido reglas sobre interferencias máximas.
- El cable y los operadores DSL limitan su gasto de capital nuevo por las condiciones económicas difíciles.
- Como nunca, la creciente importancia política de penetración de banda ancha es discutiblemente superior. La FCC ha dicho que una de sus prioridades más altas es de tener un país con facilidades de banda ancha.

- Muchos lugares carecen de cobertura de banda ancha, particularmente comunidades más pequeñas y áreas rurales.
- Después de la desregulación de los mercados de electricidad en muchas condiciones, los distribuidores de electricidad confrontan desafíos significativos en manejar la demanda de electricidad. El problema es que, cuando la demanda excede la expectativa, el costo de electricidad adicional en los mercados puede ser muy alto.
- El PLC ofrece la posibilidad de monitorear la demanda mucho más estrechamente, y así también puede ser una herramienta útil para aumentar la eficiencia del suministro de electricidad. En concreto, el ofrecimiento del PLC podría mejorar la eficiencia del negocio eléctrico, aunque en principio el concentrara a ser un mecanismo de control para la red eléctrica desagregada y de muchos jugadores.

En EUA la tecnología PLC de acceso no se encuentra muy extendida, debido a la complicada topología de la red eléctrica existente (se elevan los costos), aunque existe una implementación de la tecnología “PLC in-home” (líneas eléctricas utilizadas para crear LAN’s domesticas).

La mayoría de los proveedores de equipo PLC están preparándose para el mercado norteamericano. Tienen intención de estar allí, siempre y cuando el mercado despegue. Forsman et al (2002) piensa que ésto se dará en al menos dos años más. Sin embargo, Norteamérica podrá ser un jugador pequeño del mercado global del PLC (Forsman et al, 2002) por la manera en que están configurados los precios de DSL y la industria eléctrica descentralizada. Sin embargo, existen casos de uso exitoso dentro de ciudades como Nueva York o Atlanta.

PLCA (Power Line Communications Association) y UPLC (United Power Line Council) son asociaciones representantes de la industria PLC, sus elementos incluyen servicio público eléctrico, equipo de manufactura de PLC, sistemas integradores, proveedores de servicio de Internet y otros con interés económico en la industria. En Febrero del 2002, PLCA y la UTC (United Telecom Council) (como predecesor de UPLC) reportaron los comentarios con la FCC, resumiendo como el reglamento de la FCC para Sistemas de Transporte de Corriente (Carrier Current Systems “CCS”) autoriza el despliegue de sistemas PLC, también se señaló que la modernización del reglamento en el futuro puede ser conveniente para facilitar la industria naciente. En Mayo del 2002, la FCC coincidió, confirmando las normas existentes de CCS aplicadas a la tecnología PLC; y difiriendo algún cambio en las normas del CCS hasta que la tecnología y los estándares internacionales avancen más en su desarrollo (FCC, 2003 b).

Con las normas actuales, existen muchos vendedores de tecnología que tienen desarrolladas tecnologías PLC que cumplen con las normas de CCS existentes y que están listas para desplegarse comercialmente. Varias compañías de electricidad están preparando equipos de despliegue para comenzar operaciones comerciales de redes de PLC. Al mismo

tiempo, campos de prueba y datos de resultados, sugieren que el tiempo puede no ser apropiado para que la FCC se comprometa para actualizar las normas.

Como se confirmó por los estatutos de los Comisionados siguiendo la decisión de la FCC del 20 de Febrero del 2003; la FCC opto por fomentar el despliegue de instalaciones redundantes como base para la competencia de banda ancha en Norteamérica. Por lo que, los recientes logros técnicos en PLC hacen posible el “third wire” (“tercer cable”, adicional al teléfono y sistema de cable) que ayuda a la FCC a fomentar el despliegue de banda ancha en Norteamérica (FCC, 2003 b).

El comisionado Powell ha delineado las metas de la FCC. Le ha dicho al Congreso: “Hoy en día, el despliegue de banda ancha es el objetivo central de la política de comunicaciones en América”. Powell desglosa ese objetivo en metas específicas: Primero, crear banda ancha en todos lados.... Segundo, adoptar minimamente un ambiente regulado. Tercero, promover múltiples plataformas para la entrega de Internet de banda ancha. El mayor obstáculo en muchas metas políticas en el contexto telefónico es el problema de última milla. Nuestra meta es fomentar múltiples vías en los hogares en el mundo futuro de banda ancha (FCC, 2003 b).

Otros comisionados expresaron fuerte aceptación, el comisionado Adelstein comento: “Mi foco central como comisionado es acelerar el desarrollo de banda ancha y otros servicios avanzados.... Nuestra economía será beneficiada si aceleramos este desarrollo en todo el país... Nuestra meta es recordar lograr el mayor número posible de banda ancha”. El comisionado Martín comenta: “creo que es critico crear un ambiente regulatorio que fomente el desarrollo de infraestructura de banda ancha”.

El comisionado Copps dice: “Hoy en día, teniendo acceso a comunicaciones avanzadas, la banda ancha se está convirtiendo en la clave de nuestros sistema de educación y comercio nacional, trabajos y entretenimiento, y mas allá, la clave del futuro de América”. Esto remarca el comentario del comisionado Abernathy en su doctrina, la cual sostiene que los reguladores deben restringir su ejercicio cuando se enfrentan con nuevas tecnologías y servicios. Esa restricción debe facilitar el desarrollo de nuevos productos y servicios sin la carga de regulaciones anacrónicas, y en cambio promueve la meta aumentando la competencia en instalaciones base (FCC, 2003 b).

PLCA y UPLC reconocen los pasos que ha tomado la FCC para promover el desarrollo de la industria de PLC. La Comisión ha otorgado varias licencias experimentales a prestadores de servicios y proveedores de tecnología, incluyendo Ambient, Ameren, Current Technologies, Progress Energy y Southern Telecom. Con las licencias otorgadas, pruebas en el campo ya se están haciendo en: Alabama, MaryLand, Missouri, New York, Ohio, Pennsylvania, y Virginia. Hogares participando en estas pruebas reciben servicio de Internet vía banda ancha usando primera generación, módems PLC que se conectan a un tomacorrientes en el hogar.

Los resultados iniciales han sido alentadores, los hogares participantes han reportado un alto grado de satisfacción con el servicio. La información acumulada de estas pruebas ha

enriquecido el estado del conocimiento del desempeño de la tecnología de PLC en el campo y ha proveído una base para generaciones futuras de la tecnología PLC. Ni una de estas pruebas en el campo ha ocasionado interferencia a equipo de entretenimiento de casa, servicio de licencia inalámbrico, o usuarios de ese genero (FCC, 2003 b).

La FCC ha observado con gran interés y anticipación desarrollos en el área de comunicaciones de alta velocidad sobre líneas de poder. Las capacidades de transmisión de alta velocidad pueden autorizar tecnología PLC para proveer una plataforma alternativa para el despliegue de banda ancha, que puede traer valubles servicios a consumidores, estimulando la actividad económica, mejorando la productividad nacional y adelantar oportunidades económicas para el público, consistentes con los objetivos de la FCC. La tecnología PLC puede jugar un papel importante en posibilitar Internet y acceso veloz de banda ancha en áreas rurales, porque las líneas eléctricas alcanzan virtualmente la mayoría de los hogares (FCC, 2003 a).

Estatutos del comisionado Chairman Michael K. Powell

El desarrollo de múltiples plataformas de banda ancha, siendo las líneas de energía (PLC), Wi-Fi, satélite, láser o inalámbricos, transformara el panorama de competencia de banda ancha y cosechara dramáticas bonanzas para la economía y los consumidores norteamericanos. Banda ancha sobre líneas de energía es la punta de lanza de esta dramática migración digital que continuará en las aplicaciones libres (voz, datos y videos) desde las regulaciones e incertidumbres tecnológicas que los tienen atados a plataformas específicas (voz a cobre y video a cable coaxial). Mientras esta migración va por buen camino, las políticas deben ser dinámicas y flexibles a futuro, más que frustrar la transición (FCC, 2003 a).

Facilitando el desarrollo de nuevas plataformas de instalaciones-base debe de estar entre las metas. Las compañías inalámbricas actuales ilustran un enorme poder de múltiple proveedores de instalaciones base a adoptar innovación, promover ubicación, incrementar competencia y manejar precios bajos. Inalámbricos logran el éxito porque se emplea una regulación relativamente baja y autoriza a proveedores múltiples en cada mercado quienes construyen sus propias instalaciones para entregar calidad a los consumidores. Las líneas de poder y otras nuevas plataformas pueden proporcionar la misma calidad en el mercado de banda ancha.

Las redes de líneas eléctricas están siendo examinadas en docenas de estados alrededor del país y son testigos de las increíbles innovaciones que están llevando a cabo la tecnología de las redes de banda ancha. La noticia actual explora los caminos para actualizar nuestras reglas para asegurar que las regulaciones inciertas no entorpezcan el desarrollo de estos nuevos servicios. Últimamente, será para los mercados el decidir como la banda ancha sobre líneas de poder encaja dentro del panorama competitivo de telecomunicaciones del futuro, pero son bienvenidas en la frontera de la migración digital (FCC, 2003 a).

Estatutos del comisionado Kathleen Q. Abernathy

Si la FCC puede ayudar a preparar el camino para el desarrollo de tecnología de banda ancha sobre líneas de energía, esto puede probar un gran valor en promover el núcleo objetivo reglamentario del desarrollo de banda ancha y la competencia de instalaciones base.

La FCC ha puesto en claro repetidamente, que uno de los objetivos políticos más importantes es facilitar el desarrollo de banda ancha. En el procedimiento, la FCC busca la promoción de esta meta restaurando incentivos para cableado a invertir en la nueva generación de redes de fibra. Y en procedimientos concernientes a la clasificación reglamentaria y tratamiento regulatorio de módem de cable y servicios DSL, la FCC busca crear un marco más coherente y predecible para la regulación de servicios de banda ancha. Pero estos procedimientos, como son importantes, nos llevarán lejos.

La clave es alcanzar el objetivo del congreso en un marco deliberado y competitivo se encuentra en movimiento mas allá hacia el mundo donde múltiples proveedores compiten en la arena de la banda ancha. Innovaciones tales como sistemas de banda ancha sobre líneas de poder sostienen una gran promesa de llevarnos hacia la satisfacción de ese objetivo.

Dando la ubicación de dispositivos eléctricos, la tecnología de líneas eléctricas debe de ayudar a extender los servicios de banda ancha a áreas rurales y áreas sin servicio. Juntos con los desarrollos en las áreas de los servicios de banda ancha inalámbricos y servicio de satélite de dos vías (que deben ser asistidos por la actual reforma satelital), la maduración de la tecnología de Banda ancha sobre líneas de energía es motivo de celebración (FCC, 2003 a).

Esta combinación, de rápido crecimiento en las telecomunicaciones de la mano de un clima regulatorio más abierto y mercados liberalizados, es poderosa y prometedora. Al mismo tiempo que recibimos un nuevo siglo, estamos en posición de tener un efecto significativo y positivo sobre una base nacional, regional e internacional.

Comenzando por casa, las regulaciones en telecomunicaciones pueden jugar un papel de eje al asegurar que las regiones utilizan al máximo sus recursos en la construcción de una infraestructura de telecomunicaciones e información, fuerte y conjunta. Sobre la base de este principio, las decisiones tomadas no solo beneficiarán a los consumidores e industrias del mercado interno sino también enriquecerán a la comunidad global de información.

Asia/Pacifico y Japón

La penetración PLC en Asia/Pacifico y Japón es muy pequeña. Sin embargo, tiene gran potencial porque las mayores áreas no están pasadas por líneas de cobre. Japón no tuvo mercado de PLC hasta hace poco, porque no estaba permitido la transmisión de datos sobre líneas de conducción eléctrica. Sin embargo, la situación en Japón se altera y el mercado japonés abre el corazón a los jugadores PLC. Recientemente Japón sólo permitió comunicación de datos sobre las líneas eléctricas, pero ya hay interés en el PLC (Forsman et al, 2002).

Latinoamérica

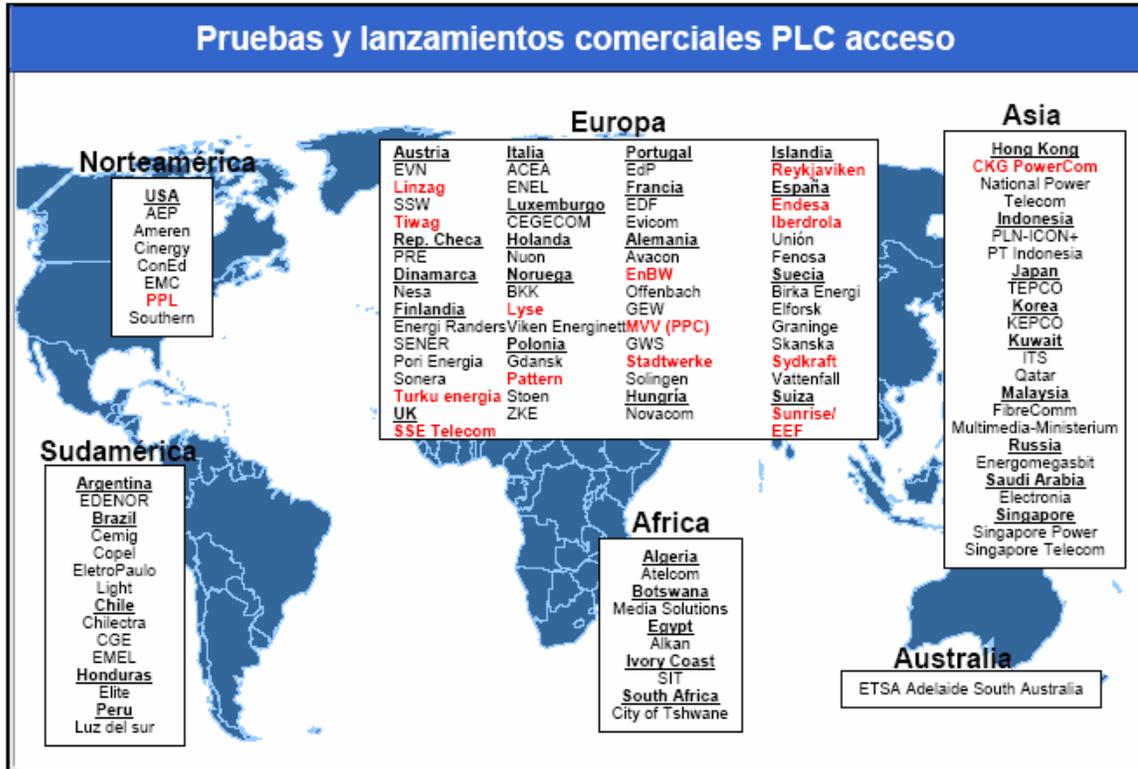
La pequeña penetración de telecomunicaciones y las arquitecturas eléctricas de distribución generalmente favorables, hacen a Latinoamérica un mercado con potencial significativo para el PLC. Además, aunque el cable, el bucle local inalámbrico y el DSL están aumentando su penetración en mercados, la lentitud de su implementación y una falta de líneas disponibles han limitado la elección de consumidores de banda ancha. Esto potencialmente abre la puerta a PLC (Forsman et al, 2002), tanto PLC/BPL en edificios inteligentes, como la oportunidad de lograr acceso universal mediante PLC a zonas rurales y alejadas de las comunicaciones.

Los servicios de electricidad en Latinoamérica han buscado oportunidades en las telecomunicaciones, pero enfocaron la atención en la capacidad de vender en vez de ver las opciones en la última milla. Con el PLC, pueden expandir sus actividades para incluir acceso también. Los canales establecidos para el consumidor los pueden hacer para observar, ambos como proveedores de infraestructura de acceso para compañías de telecomunicaciones y como competidores de telecomunicaciones. Las pruebas PLC han estado en proceso desde 2001 en Argentina, Brasil y Chile. Sin embargo, la conectividad para los Head End's cuesta mucho y está limitada en la mayoría de países latinoamericanos. Las áreas donde la conectividad es más penetrante, son esas que han destacado en alternativas de banda ancha como DSL y cable.

A pesar de su potencial como un mercado para el PLC, las condiciones en Latinoamérica para la implementación significativa del PLC en corto plazo son mixtas. Muchos países incluyendo Argentina, Colombia y Venezuela, están en dificultad económica y otros más podrían estar en condición similar. Sin embargo, en Brasil, los suministros han sido activos en el espacio de las telecomunicaciones por años y pueden verse oportunidades para expandir su papel en un mercado que está sujeto a la desregulación (Forsman et al, 2002).

Mundialmente, a finales del 2003 ya existían más de 80 iniciativas PLC en más de 40 países y los lanzamientos comerciales son ya una realidad, esto se puede observar en la figura 21.

Figura 21. Lanzamientos PLC en el Mundo (Fuente: Arthur D. Little, visto en Alfonsín, 2003).



El respaldo de los principales fabricantes de equipos garantiza un suministro adecuado de equipos para un posible lanzamiento masivo, el continuo desarrollo y la caída de precios, debido a los acuerdos entre los diseñadores y fabricantes de equipos están agilizando la producción de equipos comerciales a precios competitivos. Entre los proveedores de equipos destacan Mitsubishi, Sumitomo y Toyocom (Alfonsín, 2003).

Determinantes tecnológicos

Un sistema PLC comprende varios portales de acceso en el edificio u hogar del cliente o módems y un Head End o portal de acceso en el transformador. Estos son conectados en las líneas de conducción eléctrica de bajo voltaje. Las líneas de conducción eléctrica son habilitadas para datos y actúan como un bucle local alternativo sobre los últimos 50 a 300 metros del transformador. La meta del servicio eléctrico es que debe poder transportar y respaldar datos del transformador de bajo voltaje tan eficazmente como sea posible.

En muy pocos casos los transformadores ya tienen una conexión de fibra que será usada para transportar el respaldo, pero los transformadores están conectados sólo para cables de distribución de electricidad de medio voltaje.

Esto ha creado interés en soluciones para el PLC para mediano voltaje. Hasta ahora, esta tecnología ha sido difícil y cara de implementar y "realmente" las aplicaciones "mundiales" son pocas. A pesar de esto, el interés permanece (Forsman et al, 2002). Los proveedores de servicio eléctrico son atraídos por el prospecto de construir y hacer sus propias redes de transporte de datos (back-haul networks), porque esto puede incrementar su independencia y el valor de sus plataformas.

Varias configuraciones diferentes del producto PLC existen para la última milla. Los portales de acceso head end pueden soportar aproximadamente hasta 250 usuarios. Los sitios del usuario final que están aproximadamente a 150 metros o menos desde el transformador, no necesitan un portal de acceso que instale el técnico. En este caso, los usuarios pueden instalar los módems PLC ellos mismos. Donde los usuarios finales se encuentran de 150 a 300 metros del transformador, un repetidor o Home Gateway es probable que se necesite para mantener una señal de poder aceptable. Pero con tal opción, las poblaciones pobres así transformarán centrales eléctricas anticuadas o en zonas donde existe sobrecarga, por unos módems y legales de energía. Sin embargo, ello plantea grandes retos para el PLC.

Los vendedores de tecnología PLC tienen muchas esperanzas para el PLC de casa y oficina, para los efectos de mercado. Esperan que el proveedor de servicios PLC pueda convertirse en un solo sitio integrado y así hacer productos PLC más simples y más eficientes en base a costos (Forsman et al, 2002).

Proyección del mercado

Los embarques del equipo y las implementaciones hasta ahora han sido tan pequeños que una implementación principal podría cambiar el tamaño del mercado dramáticamente. Igualmente, la mayoría de las implementaciones no podrán crecer, pero los productores han invertido sumas pequeñas de dinero y todavía podría decirse que no destaca la tecnología PLC (Forsman et al, 2002). Pronosticar el mercado del PLC es difícil porque el mercado apenas emerge. El desarrollo de PLC en la tecnología de última milla depende en buena medida de la experiencia de servicios a partir de ahora.

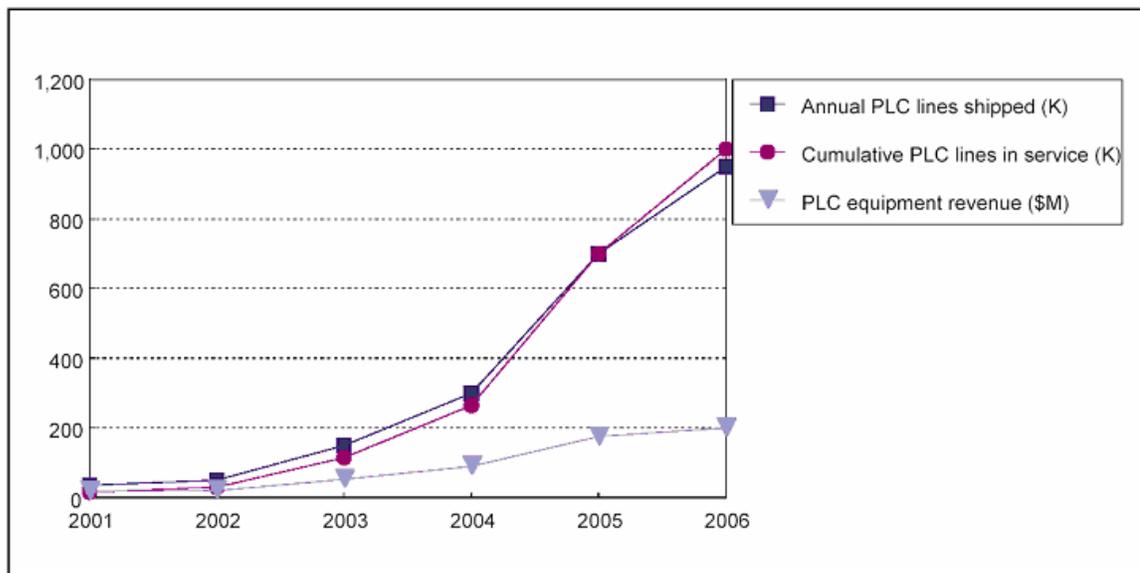
Norteamérica permanecerá como un mercado difícil para soluciones de bajo voltaje en los siguientes años, aunque podría ser que el surgimiento de sistemas de mediano voltaje ayudará al mercado. La banda ancha es un tema crucial en el orden tecnológico del país pero el medio voltaje del PLC puede ayudar a solucionar la disponibilidad de banda ancha, a la vez que crea y provee competencia.

Comercializar el PLC en Asia/Pacífico y Japón disfrutará sólo de un éxito moderado para empezar, ya sea porque otros tipos de vía de entrada de banda ancha son muy desarrollados o porque el ambiente regulatorio es desafiante (Forsman et al, 2002).

A finales del 2003, Latinoamérica ha tenido servicios viables del PLC. Ya que las pruebas en Brasil y potencialmente en México han sido exitosas, esto beneficia el futuro de medio plazo de la tecnología PLC. Estas pruebas ayudan al crecimiento del PLC, ya que la mayoría de las implementaciones comerciales actuales del PLC, se han realizado en Europa.

Los embarques de equipo PLC y los números de usuario inicialmente son pequeños. Se espera una nueva actividad de prueba en México, uno de los mercados cruciales en Latinoamérica. Gartner Dataquest (visto en Forsman et al, 2002) da por supuesto que las implementaciones se triplicarán a finales del 2004, esto se puede observar en la figura 22, por lo que las existentes implementaciones PLC deben animar más implementaciones.

Figura 22. Pronostico Mundial 2001-2006 para la Última Milla (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).



Las compañías de electricidad tendrán algún tipo de éxito con programas enfocados a comercializar, por lo que deben de dirigirse a hogares en los que otras soluciones de banda ancha aun no prestan servicio.

La construcción de alianzas de ISPs, compañías eléctricas y las proveedoras de transporte-respaldo probarán poder tener una relación de trabajo controlable y productivo, dependiente desde luego, de las regulaciones. Para el 2005, las soluciones DSL y cable no habrán alcanzado la penetración de mercado (esto es, mas que 30 por ciento) masivo en la mayoría de los mercados fuera de los Estados Unidos.

Capítulo 5

Segmentos de Mercado: ¿Qué se puede aprender de la experiencia reciente?

Servicios de energía cercanos al abonado

Estos servicios son definidos como servicios basados en la energía eléctrica, integrados dentro de los márgenes operativos del actual negocio de distribución energética, lo cual añade una nueva visión, forma y escala al modelo de negocio. Por ello, serían considerados “Near Energy Services”, la medición remota del contador, la facturación remota, la gestión individual por parte del abonado del uso de la energía, la automatización de la distribución y el control remoto del suministro (Peña, 2001).

Si los servicios están más cerca de los usuarios, permitirían mejorar su confianza y lealtad, así como reducir los costos totales. La descentralización de los servicios, requiere una infraestructura especialmente diseñada para funcionar y operar casi automáticamente bajo una gestión delegada en el usuario, ya que hasta la fecha, los servicios se encuentran centralizados por los grupos de distribución de energía eléctrica,

Se requieren dispositivos electrónicos inteligentes de fijación dinámica de precios, dispositivos inteligentes de control del gasto y uso de la energía, controlados remotamente. Un sistema de tarificación ecológico sería un ejemplo de uso inteligente de los sistemas, basado en el uso independiente de cada hogar, de los horarios y de los tiempos. Minimización de los efectos ecológicos perjudiciales en equilibrio con los modernos dispositivos para el hogar, como las lavadoras, los aires acondicionados o los sistemas de calefacción.

Ejemplo de esto es la prestación de servicios en Suiza. Vattenfal, está proveyendo estos servicios en Estocolmo, a través de una caja que se coloca entre la red del hogar y la red eléctrica. Aunque el ahorro de costos depende de las condiciones locales, se ha estimado un porcentaje del 10-20% de ahorro (Peña, 2001).

Servicios de telecomunicaciones

Desde 1999, el mercado de los operadores de telecomunicaciones ha experimentado un notable crecimiento. En 1999 el valor alcanzado en el mercado europeo era de 238 billones de euros (un 13% más que el año anterior). En el 2000 el crecimiento continuó la curva ascendente con cifras similares. El causante de esta explosión primaveral, fue el acelerado crecimiento del acceso a la red Internet, con una estimación basada en los minutos de tráfico generado en el mercado de las PyMES (pequeña y mediana empresa) y el hogar. El mayor crecimiento tuvo lugar en el tráfico de llamadas locales dirigidas al acceso a Internet, que al final del año 2000 representaron un porcentaje del 10% del tráfico de la mayor parte de los operadores.

Frente a este panorama, o los sistemas de acceso a través de la red eléctrica se desarrollan e implementan rápidamente o, de lo contrario, las tecnologías de la competencia coparán todo el mercado. Existe, en este punto, una enorme diferencia de opiniones, sin embargo todos ellos están de acuerdo de que debe de comercializar extensamente, la cual debe ponerse en marcha. Las previsiones más optimistas confían en que el mercado potencial de PLC girará entorno al 11-15%. Siemens, por ejemplo, predice que el mercado de PLC contará con un 10% de conexiones en Europa, mientras que Ascom lo sitúa entorno al 15% (Peña, 2001).

Aplicaciones In-Home

El mercado de acceso a Internet a través de la red eléctrica es un mercado que puede ser dominado por Europa, ya que la infraestructura de las redes eléctricas utiliza un solo transformador para dar servicio a un mayor número de hogares. Lo cierto es que los servicios In-Home van a estar dominados por los Estados Unidos, ya que las redes locales conforman un sistema habitual de conexión de computadoras y dispositivos dentro de los hogares de los Estados Unidos.

Las aplicaciones In-Home son aquellas que permitirán conectar todos y cada uno de los dispositivos existentes dentro del hogar, siempre y cuando estén preparadas para ello. Sistemas inteligentes que harán del hogar una auténtica casa inteligente. Detectores de humos o sistemas de seguridad de bajo coste, permitirán informar o alertar a los dueños de la casa de cualquier problema vía e-mail o vía navegador (a cualquier dispositivo conectado a Internet). Gracias a ello, con una simple PDA o un teléfono móvil, podremos encender dispositivos, desconectar el contestador automático, o activar la alarma o el riego automático del jardín (Peña, 2001).

Modelos de negocio

PLC está listo para proveer de comunicación a varios segmentos de usuarios finales. Las redes de banda ancha, pueden proveer servicios sobresalientes para los siguientes segmentos:

- Acceso a Internet de banda ancha.
- Soluciones SOHO (Small Office Home Office).
- Soluciones a pequeños negocios.

Para el éxito del mercado de cualquier proveedor de servicios (facultado o no facultado con PLC), es crucial no enfocarse en un solo segmento, para comercializar los servicios para todos los segmentos mostrados anteriormente. Para asegurar una base atractiva para un negocio exitoso, Ascom (2002) menciona que una estrategia de mercadotecnia debe contemplar dos objetivos principales:

- Alto porcentaje de penetración para volúmenes de negocio, por ejemplo acceso básico a Internet y telefonía básica.
- Un conjunto de ofertas para altos márgenes de negocios, por ejemplo un avanzado acceso a Internet y a la telefonía, paquetes internos LAN, compartir el acceso a Internet y los compromisos de nivel o calidad de servicio (QoS).

PLC puede prestar adecuadamente servicio a un mercado masivo, como el de un mercado selecto que cuenta con servicios muy competitivos y sobresalientes, ya que PLC facilita a los proveedores de servicios asegurarse de una posición del mercado competitivo para si mismo. PLC ha mostrado que facilita los servicios con un mejor desempeño comparado con el acceso tradicional de banda ancha (ADSL y Cable). En combinación con los costos inferiores de la línea de acceso PLC. Ascom (2002) considera que el resultado global será mejor para el PLC, facilitando al proveedor de servicios, que para sus competidores tradicionales.

Para acercarse exitosamente al mercado con los servicios descritos anteriormente, la creación de un mecanismo de socio comercial es indispensable. Ascom (2002) menciona que hay dos roles básicos que tienen que ser jugados:

- Proveyendo acceso: preparar, operar y mantener la red de acceso y proveer conectividad para los usuarios finales y los proveedores de servicio.
- Proveyendo servicio: preparar, operar y mantener el servicio y proporcionarlo para los usuarios finales.

A menudo los proveedores de acceso más atractivos no son idénticos para los proveedores de servicio más atractivos, porque los modelos comerciales de operación difieren. Estos modelos comerciales o de negocios varían en el mercado del PLC significativamente, principalmente en la cuestión de los servicios de electricidad o de otras “utilities”. Hay servicios que raramente se ofrecerían por los proveedores de acceso, mientras que el desempeño de los mejores proveedores de servicio son típicamente independientes de las redes físicas de acceso. Es por esto, que la clave para el éxito es la asociación y la cooperación.

Dependiendo de los intereses y las capacidades de los socios involucrados, los servicios públicos de electricidad y los proveedores de servicio, los diferentes modelos de asociación pueden generar una ofensiva exitosa (Ascom, 2002). Se pueden definir tres modelos de negocios, partiendo de la perspectiva de servicios eléctricos, los podemos llamar de manera ascendente en el orden de riesgo, estos son: “renta de la infraestructura de red”, “compartir la interfaz del cliente” y “convertirse en una compañía PLC” (Forsman et al, 2002).

Aunque hay utilidades en cada área de modelo de negocio, es difícil saber qué tanta información del modelo de mercado proporciona cada uno. Sin embargo, Gartner Dataquest (visto en Forsman et al, 2002) tiene pruebas de utilidades que fueron planeadas para ser completamente compañías de comunicaciones en 1999 y 2000 escalando ahora desde atrás y convirtiéndose en más renuentes al riesgo. Adicionalmente, algunas compañías de equipo clave para el PLC son vistas con mayor actividad en la categoría de segundo y mediano riesgo. A continuación se plantean los modelos de negocios potenciales:

Renta de la infraestructura de red

En este escenario las compañías de electricidad, son más renuentes al riesgo. Se mantiene aparte y esencialmente alquila su infraestructura a un proveedor de servicios. Estos instalan y ponen en marcha el equipo PLC, provee el servicio de comunicación e interactúa con los usuarios finales, ofreciendo las ventajas que proporciona la tecnología PLC como es el caso de banda ancha, control inteligente del hogar gracias a la creación de una red LAN doméstica. En pocas palabras la compañía de electricidad subcontrata su red eléctrica.

Las compañías de electricidad obtienen un bajo costo, pero una gran parte de la renta va para los proveedores de servicio. Sin embargo, puede que las compañías de electricidad se beneficien más, porque a los clientes les son ofrecidos un conjunto de servicios (de los cuales el suministro de electricidad es uno) y probablemente serán menos los servicios que obtengan con otro proveedor de electricidad.

Compartir la interfaz del cliente

Este es más riesgoso que la renta de la infraestructura de red, pero es un escenario potencialmente más lucrativo, la compañía de electricidad es en parte, menos responsable de la infraestructura del PLC. Puede adquirir e instalar el equipo PLC el solo, o en una empresa conjunta (joint venture), por ejemplo, con un proveedor de equipo PLC. Los servicios de voz y datos llegan de socios o integrantes adicionales. La compañía de electricidad probablemente aun interactúa con los clientes y típicamente recibe más ganancias del PLC que en el escenario de renta de la infraestructura de red.

Mediante la cooperación entre el proveedor de servicios y la compañía de electricidad, pueden hacer que el mercado crezca y gane más valor, de igual manera pueden proporcionar mejores precios y servicios, los cuales beneficiaran a los clientes y a los miembros de la joint venture.

Convertirse en una compañía PLC

Las compañías de electricidad más agresivas pueden convertirse en compañías PLC. Estas son cualquiera compañía de utilidad tradicional que ha decidido moverse dentro de las comunicaciones o diversificar utilidades que ya disponen de una división de negocios de comunicaciones basada en métodos de comunicación tradicional.

En este escenario las compañías de electricidad o sus inversiones subsidiarias en PLC, “poseen” la interfaz de los clientes y proveen los servicios de comunicación. Este es el escenario más caro y también el más riesgoso, pero también uno con el potencial más alto de remuneración para las empresas eléctricas.

En un principio, las compañías que proporcionan servicios de electricidad, pueden escoger un modelo de negocio que sólo otorgue licencias para el uso de la infraestructura para los proveedores de servicio (renta de la infraestructura de red). Esta es la solución más fácil para las compañías de electricidad, porque el socio que provee el servicio tiene cuidado de todos los servicios, aspectos operacionales y además tiene al usuario final.

En el otro extremo de la escala de posibles conceptos comerciales, “convertirse en una compañía PLC”, la compañía de electricidad se introduce en el mercado como un completo proveedor de servicios con una oferta directa de mercado. En este caso el proveedor de servicios sólo sería necesario para complementar la oferta de servicio de la compañía eléctrica con algunas ofertas al inicio. En un escenario real, entre uno de los anteriores modelos es más probable que se seleccione, para escoger la adaptación óptima de las capacidades operacionales (Ascom, 2002).

Desde luego, puntos críticos del modelo de negocio están (a) la distribución de fallas en el suministro por condiciones fortuitas; (b) la manera de desarrollar investigación y desarrollo; (c) la convergencia de objetivos de penetración de mercado guiados por principios de la oferta eléctrica o la oferta de telecomunicaciones; (d) los costos/precios acceso; y (c) la distribución de costos financieros y regulatorios.

Otro posible modelo de negocio, sería la concesión de frecuencias en las bandas que trabaja el PLC (1.6 MHz a 30 MHz). Este modelo involucraría la participación del gobierno, ya que éste podría otorgar las licencias de frecuencias en las bandas de PLC a proveedores de servicio, siempre y cuando éstos lleven o provean de telecomunicaciones a zonas rurales o zonas urbanas de bajo ingreso, por lo que traería un beneficio para estas poblaciones.

El precio es la llave para la aceptación del consumidor

Como una nueva generación de redes de banda ancha, PLC provee a usuarios de Internet de útiles y atractivos servicios de Internet (Ascom, 2002). Estos servicios pueden ser ofrecidos para el mercado de PLC, posibilitando a proveedores de servicio costos que son muy competitivos comparados con tecnologías de acceso tradicional:

- La red de acceso cubre el 90% de la población del mundo (red de suministro de electricidad) y ya esta instalada.
- La eficiencia de uso de una red real en lugar de un enlace tradicional punto a punto.
- Costo de instalación bajo.
- Una producción masiva de productos y tecnología.

Cualquier tecnología de banda ancha necesita la aceptación del consumidor si ésta se va a convertir en un mercado masivo. La aceptación del consumidor, en cambio, requiere de un valor percibido. Sin embargo, los servicios de valor agregado, están todavía en la etapa de planificación. Al menos hasta el 2004, algunos de los servicios que están ampliamente disponibles están basados sólo en datos. Como resultado, la investigación por Gartner Dataquest y Gartner G2 (visto en Forsman et al, 2002) ha mostrado que el precio es actualmente la llave para la aceptación del consumidor.

También, el soporte de infraestructura y el costo de adquisición del cliente para el PLC pueden, en este momento, ser extendidos a través de sólo una pequeña base. Finalmente, en muchos casos un recorrido de la infraestructura es todavía necesario para posibilitar la conexión PLC. En conjunto, Gartner Dataquest (visto en Forsman et al, 2002) cree que PLC todavía denota un servicio global superior de entrega y costo que DSL y cable, sus principales competidores.

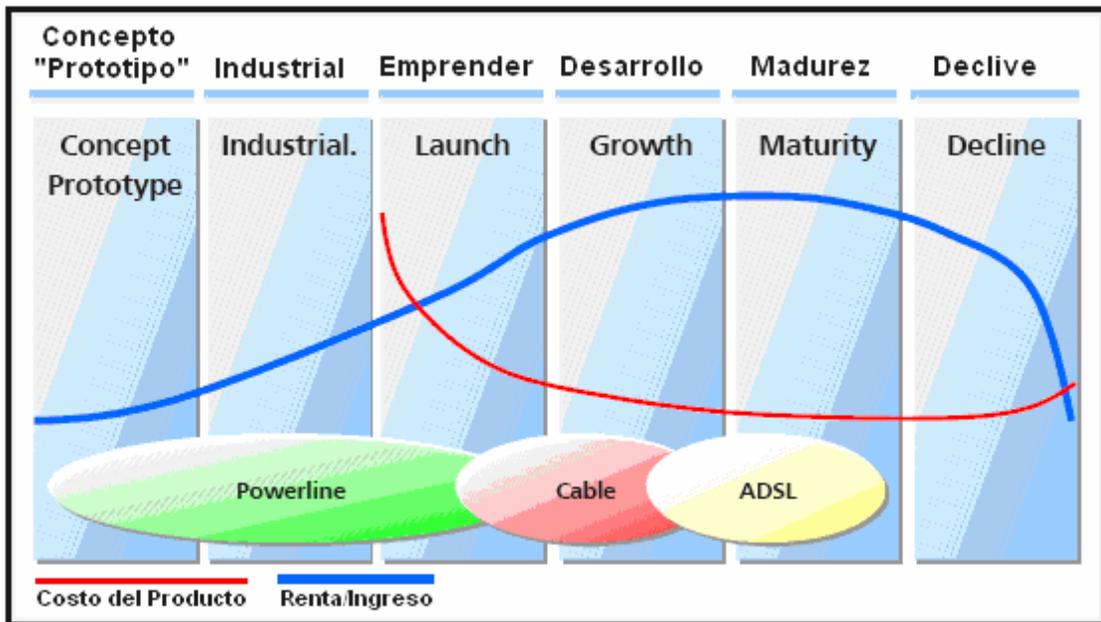
Potencial reducción de costos en términos masivos

Las compañías de PLC, afirman que el costo de equipo PLC es casi igual al costo para los equipos DSL. Esto puede ser cierto en algunos casos; por ejemplo, vendedores del chip como Itran afirman que el costo de materiales para el modem de un usuario final, oscila de \$25 a \$30 dólares en el 2002, para ordenes en decenas de miles.

Sin embargo, las compras de equipo PLC típicamente han contado sólo unos pocos cientos o en el mejor de los casos un par de mil unidades. Claramente, esto no representa economías de escala comparables a las del cable y DSL, donde el número de unidades son en decenas o hasta centenares de miles (Forsman et al, 2002).

Hoy los costos por línea para todas las tecnologías de acceso relevantes son comparables, aunque parece existir una pequeña ventaja para el acceso PLC. Pero desde que estas tecnologías ocupan diferentes posiciones en la escala del ciclo de vida del producto, éstas han cumplido diferentes etapas en la curva de aprendizaje y en las economías de escala, como se muestra en la siguiente figura.

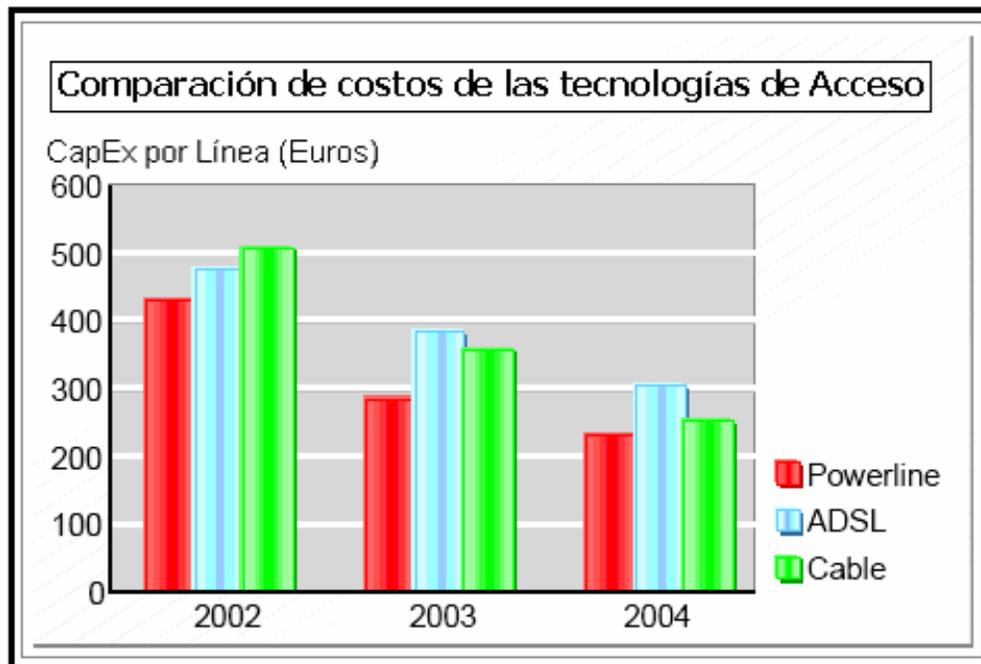
Figura 23. Ciclo de Vida de Tecnologías de Banda Ancha (Fuente: Ascom, 2002).



Tanto ADSL y cable ya han hecho pasos significativos en el ciclo de vida. Para ADSL todavía queda alguna reducción potencial de costos, esto está más limitado que para el cable o PLC. Como PLC representa la última generación de tecnologías de acceso, el gran potencial de reducción de costos se mantiene con el PLC. Por esta característica, PLC es una opción estratégica de medio término para los proveedores de servicio desde que les den permiso de operar y comercializar sus servicios con los márgenes más competitivos y los

costos en el mercado. La figura siguiente muestra la comparación de costo entre PLC, ADSL y cable (Ascom, 2002).

Figura 24. “Costos” de las Tecnologías de Acceso (Fuente: Ascom, 2002).



El capital necesario por línea para PLC se encuentra más abajo que para el ADSL y cable. El cable muestra los costos más altos de la línea en el 2002, a mitad de término se pudieron reducir los costos a una extensión semejante que atacara a los costos de la línea ADSL. PLC espera que se reduzcan los costos de la línea de cable. Los costos promedio por suscriptor de PLC son competitivos contra el estándar de comparación dado por ADSL y cable (€28 y €37) (Ascom, 2002).

Por otro lado, PLC tiene el potencial de estar disponible casi dondequiera. Si la única opción potencial de los usuarios finales de acceso a banda ancha es basada en PLC, entonces su costo puede ser de una importancia secundaria.

Hay que recordar que las ganancias de PLC son incrementales para la mayoría de las compañías de electricidad; ellos no tienen que preocuparse por la pelea de su existente base de renta y pueden ser capaces de aceptar márgenes inferiores de renta que sus competidores de telecomunicaciones o de cable (Forsman et al, 2002). En pocas palabras, “PLC puede ser propagado y puede dar a las compañías de electricidad un ingreso nuevo”.

Para finalizar el presente capítulo, se resumen los impulsores e inhibidores del mercado que fueron identificados en la investigación realizada por Gartner Dataquest (visto en Forsman et al, 2002). También se presentan los actuales vendedores del equipo PLC, así como algunas implementaciones realizadas en todo el mundo.

Impulsores del mercado

Los impulsores del mercado PLC son:

- Las ganancias de servicios de electricidad llegan a ser vulnerables porque sus mercados son abiertos para la competencia. El comprador se convierte en una amenaza. Añadiendo un manojito de servicio de PLC para sus ofertas usuales, éstas compañías se pueden diferenciar. Para ello se requiere la desregulación como ha sucedido en Argentina, Brasil o Chile.
- Los servicios públicos de electricidad necesitan ingresos incrementales para el valor creciente del accionista.
- Las líneas de conducción eléctrica, con la excepción de líneas telefónicas de cobre, son la única infraestructura que pasa por la mayoría de las casas y negocios que quieren incrementar sus comunicaciones.
- La considerable demanda insatisfecha para la banda ancha existe en muchas partes de mundo.
- La disponibilidad de la banda ancha ha sido lenta para el crecimiento. Los servicios allí están, los cuales se basan típicamente en cable o DSL, se piensa también que son demasiados caros y no lo suficientemente disponibles. Muchas instituciones continentales como la comisión Europea son constantes para generar más competencia y así reducir los precios de servicio y aumentar la disponibilidad. PLC puede proveer una fuerte competencia. Pero dada su viabilidad, permitirá acceso universal y solución a la baja teledensidad.
- Los países en desarrollo y las áreas rurales de algunas, a veces carecen aun una infraestructura del teléfono, pero a menudo hacen que tengan cables de electricidad. Sin embargo, los factores como la calidad del cable, niveles de ruido y la capacidad de pago de usuarios tienen que ser considerados al evaluar el mercado disponible realista.
- Muchos obstáculos tecnológicos se han subsanado. La tecnología PLC ahora puede funcionar dentro de los límites permitidos para emisión de la radiación y el ruido de radiofrecuencia (RF).
- El suministro del chip ya no es un problema. Hasta el 2001 el mercado del PLC padeció del suministro del chip porque la disposición del fabricante estaba limitada. Sin embargo, desde entonces, el clima económico de agravación ha liberado la capacidad de producción.
- Aunque la base instalada de sistemas PLC permanece pequeña, ahora hay un conjunto de implementaciones de anuncios publicitarios. Si éstos son un éxito financiero, entonces ayudarán a la industria significativamente. Con ejemplos positivos, las pruebas se mudarán más rápido para la implementación comercial y aumentará la inversión en la industria.

- En el futuro, será suficiente al PLC el ancho de banda simétrico para posibilitar la voz y las comunicaciones de vídeo. Ya varias pruebas usan voz, pero la penetración de mercado significativa es improbable por lo menos en dos o tres años. La situación se mejorara con los avances que se han hecho en voz sobre protocolos de Internet (VoIP), al igual que mejoran las tasas de datos para las soluciones de PLC.
- Un punto crucial será la interconexión de servicios de PLC y BPL con los servicios de telecomunicaciones tradicionales. Sin embargo, redes internas de PLC como arquitecturas LAN, harán avanzar a esta industria.

Inhibidores del mercado

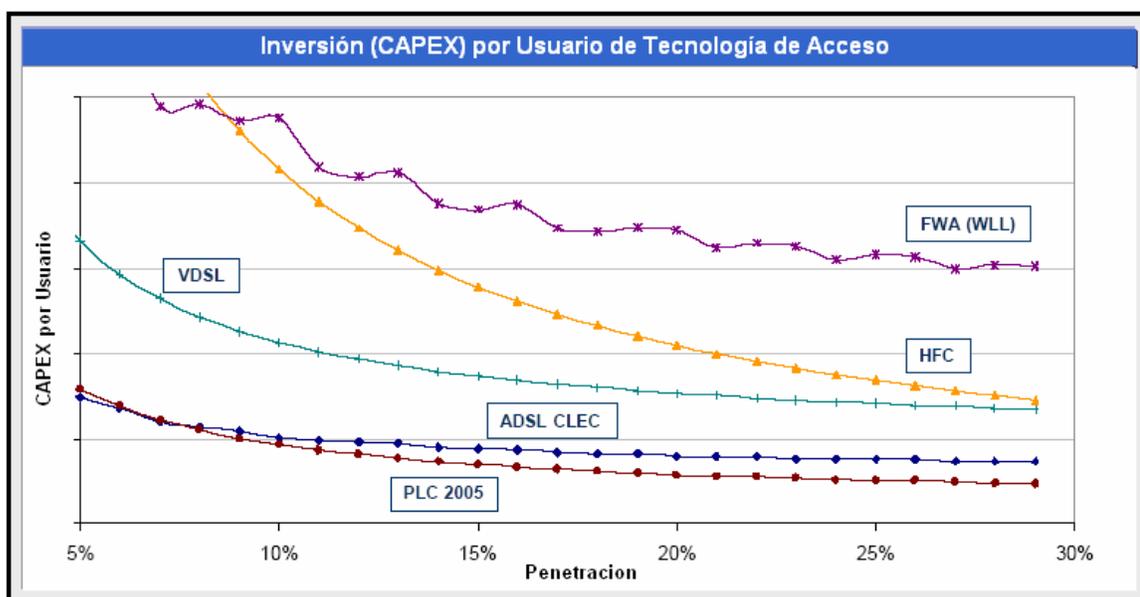
Los inhibidores del mercado PLC son:

- Las soluciones PLC de bajo voltaje no son aptas sobre largas distancias.
- El modelo comercial para PLC requiere muchos grupos participantes en la industria. Balancear sus diferentes intereses puede ser difícil. La mayoría de los operadores de servicio eléctrico saben poco de comunicaciones de datos, y mucho menos de la voz. Típicamente, ni ellos ni los vendedores del equipo PLC conocen acerca de ser un ISP. Además, la mayoría de vendedoras del equipo PLC son compañías pequeñas que confrontan un desafío para distribuir sus productos ampliamente.
- El modelo comercial para la banda ancha del consumidor es imperfecto. La investigación por Gartner Dataquest y Gartner G2 (visto en Forsman et al, 2002) sugieren que los precios necesitarán caer significativamente en los servicios de datos proporcionados por banda ancha, para que permitan una penetración masiva. Sin precios inferiores, la penetración permanecerá baja, aunque podrá presentarse como servicios escalables.
- El PLC, como el cable, es un medio compartido y las preocupaciones han estado enfocadas acerca de su seguridad. Los vendedores del equipo están trabajando en algoritmos de encriptación para aliviar esto. Un PLC correctamente instalado, no tiene que ser menos seguro compitiendo con tecnologías actuales.
- La red de electricidad es una entidad cambiante. La interferencia electromagnética ("el ruido") puede impedir un rendimiento específico PLC. Esto tiene implicaciones serias para el rendimiento específico y para determinar cuáles áreas puede prestar servicio PLC.
- La promesa de banda ancha depende mayormente de la entrega de tres servicios: La voz, el vídeo y los datos. El elemento de datos opera relativamente adecuadamente, pero la entrega de voz y servicios de vídeo permanece como un desafío sobre la banda ancha. Los operadores, destacando a DSL sobre su infraestructura pueden confiar en la voz tradicional POTS. Los operadores del cable y los servicios que proporciona, son típicamente dependientes de la infraestructura de voz.

- El ambiente regulatorio puede ser difícil. En los Estados Unidos, por ejemplo, la habilidad de las compañías eléctricas de participar en comunicaciones de datos puede estar limitada. Japón, no tenía mercado PLC hasta hace poco, porque la transferencia de datos sobre líneas de conducción eléctrica no estaba permitido. Sin embargo, la situación en Japón cambia y el mercado japonés se abre a los jugadores de PLC.
- Las conexiones de red en casa se han desarrollado lentamente. En Europa del este, por ejemplo, no se espera que se convierta en un mercado masivo antes del 2005. mejorar las redes de casa aumentaría la necesidad de ancho de banda en el bucle local y así impulsaría tecnologías de banda ancha.
- El PLC no es lo suficiente fidedigno, ni suficientemente probado para el mercado comercial. Las implementaciones del PLC hasta ahora han sido pequeñas. La expansión para miles de clientes no será fácil en términos de comercializar de provisión e inversión de capital.
- La banda ancha ha recibido mala publicidad en términos de casos de servicio lento y de negocios. PLC es especialmente vulnerable por que no pudo salir durante el buen clima económico de los finales de los 90's. Los pioneros del equipo Norweb y Siemens abandonaron el PLC, estimándolo como no comercialmente viable.
- En algunas áreas el PLC tiene un "marco de oportunidades" al igual que otras tecnologías. Mientras más larga sea la espera de las compañías eléctricas, más difícil será la situación y el PLC estará más limitado a áreas rurales.

Es probablemente que PLC sea la única tecnología de acceso que pueda competir con la tecnología ADSL en el segmento residencial, esto lo podemos observar en la figura 25, en donde además del PLC y el ADSL, se muestran otras tecnologías y la penetración que tienen con respecto a la inversión (CAPEX) por usuario necesaria en tecnologías de acceso.

Figura 25. Inversión por Usuario (Fuente: Arthur D. Little, visto en Alfonsín, 2003).



Las comunicaciones PLC son un medio de acceso que apalanca eficazmente una utilidad en la infraestructura existente, para reducir el capital y los costos operativos. Los tempranos ingresos de la tecnología muestran una serie de valores. Estos presentan una baja implementación, demandas operacionales y bajos costos, que se combinan con un buen rendimiento específico, seguridad y fiabilidad (Alfonsín, 2003).

En términos de extensión y provisión, PLC está muy bien posicionado para competir con otras tecnologías de acceso en el mercado masivo. Esto lo podemos observar en la tabla 11, donde se compara contra dos tecnologías que se encuentran bien posicionadas en el mercado, por lo que se convierten en sus competidoras más cercanas.

Tabla 11. Extensión y Provisión de PLC (Peña, 2001).

	HFC	ADSL	PLC
Extensión	<p>Una nueva red, requiere una larga construcción.</p> <p>Trabajos civiles requieren permisos públicos (excavación de calles, edificios)</p> <p>Una vez que el área es escogida para la implementación, la extensión no es selectiva.</p>	<p>Posibilidad de una implementación rápida, pero el CLEC's es altamente dependiente e incumbente.</p> <p>En práctica, la implementación es desafiante por un proceso ULL lento.</p> <p>Requiere disponibilidad de espacio de colocación en incumbente oficinas centrales y logística.</p>	<p>Rápida implementación sobre la existente infraestructura eléctrica (subestaciones de BV + MV, característica de la utilidad y fácil condición para el PLC).</p> <p>Selectividad en subestación y cuarto de medidor de nivel.</p> <p>Necesidad mínima de trabajo civil (conexiones de BV a través de subestaciones de MV PLC)</p>
Provisión	<p>Tiempo razonable de proceso de provisión.</p> <p>Requiere instalación desde el cordón de la calle a la casa del cliente de cable coaxial.</p> <p>Requiere instalación de CPE en la casa de los clientes.</p> <p>Es requerido el permiso de cableado de los vecinos, para cuadras de apartamentos.</p>	<p>De pequeño a mediano tiempo de proceso de provisión para ILEC, grandes retrasos para CLEC's (acortamiento).</p> <p>Varias disponibilidades de servicio de región a región (tan bajo como un 50% a 95%).</p> <p>Auto-instalación, DSL reduce el tiempo de provisión para servicios básicos.</p> <p>CLEC dependencia del beneficiado para pruebas y aprobación de líneas.</p>	<p>Tiempo pequeño de provisión (solamente un CPE en el domicilio de los usuarios).</p> <p>No requiere permisos.</p> <p>Ningún trabajo en permisos del cliente (alta aceptación).</p> <p>Ubicuidad: cualquier enchufe eléctrico convencional se convierte en parte de la red de telecomunicaciones.</p>

CLEC: Competitive Local Exchange Carrier

ULL: Unconditioned Local Loop

CPE: Customer Premise Equipment

ILEC: Incumbent Local Exchange Carrier

Vendedores del equipo y los operadores

A finales de los 1990, Norweb (bajo la dirección de Nortel) y Siemens trataron de crear un mercado para PLC. Ambas compañías más tarde dejaron el mercado por barreras tecnológicas y una falta de viabilidad económica para PLC. Desde entonces el caso comercial para PLC ha mejorado a causa de la implementación de bajos costos, la importancia de la demanda para la conectividad de banda ancha, y el avance tecnológico. Como se ve en la tabla 12, los vendedores del equipo PLC en la última milla forman diversos productos, servicios y pueden ser divididos en dos grupos:

- El primero cuenta aproximadamente con el 80 por ciento del mercado, está capturado por dos compañías: Ascom de Suiza (discutiblemente el participante más grande y el viejo de compañías PLC) y Main.net de Israel.
- El segundo comprende participantes más pequeños de mercado que típicamente tienen pruebas en el progreso pero faltan las implementaciones del mercado.

Tabla 12. Vendedores del Equipo PLC (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).

Compañía	Enfoque del Mercado	Base Instalada	Producto	Modelo de Ingresos	Escalabilidad
Primer Grupo					
Ascom	En todo el mundo, pero Europa es su principal mercado. Los Estados Unidos son un mercado difícil.	Estima tener instaladas cerca de 30,000 líneas de datos PLC. Ambos campos de pruebas y clientes comerciales.	Bajo voltaje, y trabajando en medio voltaje. 1.5 Mbps y 4.5 Mbps, compartido.	Una completa venta de equipo y sistemas.	Usos del propio chip. Capacidad de manufacturar 8,000 unidades por semana, pero escalable a través de contrato de manufactura con Flextronics.
	Fuera de Europa, el mayor potencial esta en áreas donde las conexiones de cobre están agotadas.	Cientes comerciales en Alemania, Austria y Suiza. Implementaciones comerciales esperadas en el sur de Europa en la segunda mitad del 2002. Ascom afirma tener 60 a 70 clientes en diferentes niveles de implementación	Arriba de 64 usuarios finales por nodo. Aproximadamente un alcance de 100 metros, 300 metros con repetidores.		
Main.net	En todo el mundo, pero Europa es su principal mercado. Varias pruebas en Estados Unidos.	Una base instalada de equipo que puede soportar alrededor de 25,000 suscriptores. Main.net afirma tener tres proyectos comerciales, con otros varios cerca de una implementación comercial.	Bajo voltaje, y trabajando en medio voltaje. 2.5 Mbps compartido.	Una completa venta de equipo y sistemas; también otro modelo de negocio. En Alemania, Main.net tiene una empresa conjunta con una utilidad para vender equipo y administrar la red.	Amplios usos contenidos en su propio chip. PHY viene de varios proveedores, incluyendo Itran.
	Pruebas en América Latina, India e Indonesia.	30 pilotos en 15 países; aproximadamente 15 pruebas en Alemania.	Teóricamente 253 usuarios finales por nodo, pero en realidad solo algunas docenas antes del backbone, convirtiéndose en congestionado.		Contrato de usos de manufactura.

Tabla 13. (Continuación) Vendedores del Equipo PLC (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).

Compañía	Enfoque del Mercado	Base Instalada	Producto	Modelo de Ingresos	Escalabilidad
Segundo Grupo					
Ambient	Estados Unidos, especialista en medio voltaje.	Tiene algunos modelos de demostración para vender su chip.	Desacopladores de medio voltaje.	Venta de tecnología y cooperación con vendedores de CPE para sistemas completos. Posible empresa conjunta con utilidades.	
Amperion	Estados Unidos, especialista en medio voltaje.				
DS2	Europa, Estados Unidos, Australia y Japón.	Unos pocos modelos de demostración para vender el chip. Prueba con Endesa en Zaragoza, España (2,500 usuarios), y Sevilla, España (50 usuarios). Una estimación de tener 100 PLC líneas de datos en servicio. Tres campos de pruebas.	Bajo voltaje y medio voltaje. Medio voltaje probado en España. DS2 afirma 45 Mbps, pero actualmente el rendimiento específico es de 12 Mbps a 18 Mbps. Bajo voltaje y trabajando en medio voltaje. Disponible un producto de 2 Mbps: recomendable usuarios finales por nodos, aproximadamente 20.	Licencias.	Usa su propio chip. Fab es una del top 10 en Asia.
NAMS	Enfocado en Europa y América Latina; Trabajando en Estados Unidos; Asia es secundario.				Usa varios proveedores de chip.
XeLine	Especialista en el mercado Asiático, miramiento a expandirse dentro de otras regiones.	Iberdrola en España, esta cerca para una implementación comercial. Aproximadamente 50 pruebas con clientes, cada uno en Korea, China y Australia desde finales del 2001.		Asociación con Samsung para PLC in-home. Usa cables NKT en Alemania como un distribuidor.	

La tabla 14 lista algunos de los vendedores del chip. Ascom hasta ahora ha usado sus propios chips, y son por consiguiente también uno de los vendedores más grandes del chip. Main.net también usa su propio contenido de chip, aunque la capa física (Physical layer, PHY) viene de otros varios vendedores de chip (incluyendo “Itran Communications”).

Tabla 14. Vendedores del Chip para la Última Milla (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).

Vendedor	Descripción
Ambient	Medio voltaje, especialista en Estados Unidos. Suministra dispositivos acopladores para unidades de medio voltaje.
Ascom	Un significativo vendedor de chip, porque usa su propio chip.
DS2	Avanzada tecnología; apuesta en productos de medio voltaje. Afirma banda ancha de 45 Mbps.
Itran	Suministra PHY a Main.net. Otros clientes incluyendo NAMS. Chips de baja velocidad para electrodomésticos (línea blanca) y chips de 2.5 Mbps para banda ancha. Introduce un chip de 12 Mbps en Diciembre 2002, y un chip de 24 Mbps en dos años.
Main.net	Produce su propia camada MAC para productos. PHY viene de otros, incluyendo Itran.

La mayoría de las implementaciones del PLC están todavía en diferentes etapas de prueba. Hay sólo un pequeño grupo de implementaciones de anuncios publicitarios, donde unos cuantos miles pagan por el servicio. La mayor parte de estos están en Europa. En muchos casos, sin embargo, estas implementaciones comerciales son, en realidad, simplemente más pruebas adelantadas en las cuales el proveedor evalúa la capacidad de mercado masivo de un caso comercial. La tabla 15 lista algunas de las pruebas e implementaciones.

Tabla 15. Implementaciones de la Última Milla (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).

País	Compañía de suministro	Comentarios	Vendedor de Equipo
Alemania	EnBW	250 PLC en la última milla, clientes a partir del primer cuarto de 2002. Planes para 600 a 750 clientes en la última milla en el tercer cuarto de 2002, en el cual evaluara sus prospectos estratégicos. Más de 200,000 clientes de electricidad. Ha puesto más esfuerzo en PLC in-house que en PLC de última milla.	Ascom
Alemania	Energieversorgung Offenbach	Proyecto piloto en Offenbach.	Main.net
Alemania	GWS Stadtwerke Hameln	Comercio extendido en Hameln. Meta de 1,000 usuarios finales para el final de 2002.	Main.net
Alemania	MVV Energie	Una de las grandes suministradoras publicas de energía en Alemania. Comercio extendido en Mannheim con 2,000 usuarios finales. Meta de hasta 10,000 usuarios finales por el final de 2002.	Main.net
Alemania	RWE	RWE Powerline fue fundada en 1 de julio de 2000. Prueba con más de 200 casas en Essen desde mayo de 2000.	Ascom
Austria	ESG Elektrizitat	Comercio extendido en Linz. Objetivo de 2,000 usuarios finales para finales de 2002.	Main.net
Austria	TIWAG	Ha ordenado equipo para 1,500 usuarios finales como introducción en julio 2002.	Ascom
Brasil	AES Electropaulo	Pruebas de VoIP Distribuye electricidad en nueve países. Proyecto piloto.	Main.net
Chile	Chilectra	Conducción del suministro de energía en Chile. Subsidiaria de Endesa.	Ascom

Tabla 16. (Continuación) Implementaciones de la Última Milla (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).

España	Endesa	Gran suministro de electricidad en España. Conducción de tres pruebas con 2,500 usuarios en Zaragoza, Barcelona y Sevilla. Contrato de entrega firmado el 29 de junio de 2001.	Ascom y DS2
España	Iberdrola	Prueba.	NAMS
España	Unión Fenosa	Tercera gran suministradora de energía en España. Proyecto piloto en Alcalá, Madrid y Guadalajara. Telefonía y datos.	Main.net
Estados Unidos	Ameren	1.1 millones de clientes de electricidad. Primer proyecto piloto completado en Saint Louis.	Main.net
Estados Unidos	Consolidated Edison	Pruebas de campo en New York.	Ambient
Estados Unidos	Southern Telecom	Compañía de suministro enfocada en telecomunicaciones.	Ambient
Finlandia	Sener	La Sociedad Eléctrica Finlandesa representa el suministro de la energía Finlandesa. Proyecto piloto en la red de energía Vantaa, ha sido completado.	Main.net
Francia	EDF	El área más grande de suministro de energía. Dos proyectos piloto. En evaluación tecnológica, etapa para gran escala.	Main.net
Holanda (Países bajos)	Nuon	6 millones de clientes de electricidad. 250 clientes PLC en Arnhem. Evaluar futuras extensiones.	Main.net
Indonesia	PLN/ICON+	Suministro nacional de energía y portador de telecomunicaciones de Indonesia. Proyecto piloto.	Main.net
Islandia	Líne.Net	Subsidiaria de Reykiavik Energy. Ha ordenado equipo para 2,000 usuarios finales.	Ascom

Tabla 17. (Continuación) Implementaciones de la Última Milla (Fuente: Gartner Dataquest, 2002).

Italia	Enel	28 millones de clientes de electricidad. En el tercer cuarto de 2001: proyecto piloto en Florencia. Enero de 2002: prueba de mercado de 6,000 clientes en Grosseto. Prueba de VoIP.	Main.net y Ascom
Noruega	Lyse Energi	Piloto	Main.net
Noruega	Viken	Piloto	Ascom
Perú	Luz del Sur	Conducción de suministro de energía. Piloto.	Main.net
Polonia	Pattern Communication	Pilotos en Krakow y Warsaw.	Main.net
Suecia	Elforsk -Asociación de investigación de suministro de energía sueca.	Representa aproximadamente el 40 del suministro de energía sueca. Examina la viabilidad de PLC.	Main.net
Suecia	Sydkraft	Ha ordenado equipo para 3,000 conexiones en línea de energía; en ambos, en la última milla y en PLC in-house.	Ascom
Suecia	Vattenfall/GEAB	Gran suministro de energía en Suecia; aproximadamente un millón de clientes de electricidad. Equipo adquirido para 500 clientes en Gotland. Evaluación estratégica en Septiembre. Si resulta que es buena, Gotland puede ser un mercado de 2,000 clientes para el final de 2002; el éxito puede también dirigir una expansión a otro sitio de Suecia.	Main.net
Suiza	Freiburgischen Electricitatzswerken (FEW)	Ofrece servicio de PLC con operador de red. Equipo ordenado para 900 clientes en octubre de 2001.	Ascom

Capítulo 6

Ámbito regulatorio

La evolución constante del sector de telecomunicaciones es reflejo de los avances tecnológicos. Sin embargo, las políticas de Estado han tenido un papel fundamental en el desarrollo de los servicios de telecomunicaciones en México. Los retos han sido permanentes y diversos. La revolución en las telecomunicaciones presenta, simultáneamente, grandes desafíos y oportunidades, particularmente para los países en vías de desarrollo. Los desafíos son muchos e innumerables.

Dichos desafíos van desde los temas básicos de estructuración de una agencia regulatoria hasta la complejidad del licenciamiento de los prestadores de servicios. Las oportunidades son inmediatas y profundas. A medida que la tecnología fue progresando y avanzando los gobiernos del mundo entero cambiaron. Muchos están aún en ese proceso.

Los años ochenta y noventa fueron tiempos de cambios significativos para la industria de las telecomunicaciones en América Latina. En vista de los bajos niveles de eficiencia, penetración e inversiones, la mayoría de los países comenzaron un proceso de privatización, inicialmente con monopolios altamente regulados y luego, a través de un proceso gradual de desregulación, en el que los mercados comenzaron a abrirse a la competencia.

El proceso de privatización comenzó en 1987 en Chile y en los años noventa en Argentina y México, y en 1998 en Brasil. Debido a que los procesos de desregulación son relativamente nuevos, los marcos regulatorios en la región han ido evolucionando en los últimos años mientras que el rápido crecimiento y competencia de la industria exigen que las regulaciones continúen ajustándose y modificándose.

Más recientemente, la desaceleración del crecimiento, tanto a nivel global como de la industria, así como el escaso acceso al crédito en Latinoamérica, hizo más necesaria la existencia de reglas y regulaciones claras para fomentar las inversiones y el crecimiento de la región. En México, la nueva Ley Federal de Telecomunicaciones, la autonomía de la Comisión Federal de Telecomunicaciones “COFETEL”, la desagregación del acceso local a los usuarios (local loop), y los cambios de las restricciones de participación extranjera en las empresas para atraer inversiones, son algunos de los tópicos que aún están pendientes.

En Brasil, el primer cambio político en el gobierno Federal desde que el sector fue privatizado es una revisión importante de la independencia y capacidad de ANATEL (el ente regulador) para manejar temas regulatorios significativos tales como la negociación de tarifas de interconexión y la consolidación del sector.

En Argentina, la renegociación de los contratos de licencias y el establecimiento de nuevas mecanismos de fijación tarifaria, luego de los severos cambios regulatorios desde comienzos del año 2002 (cuando se abolieron los mecanismos de ajustes de tarifas y éstas fueron especificadas y congeladas), se han tornado temas claves para el futuro y viabilidad de la industria. En Chile, la próxima revisión tarifaria en mayo de 2004 y temas como el acceso simétrico y simultáneo y los cargos del acceso de telefonía móvil se encuentran entre los tópicos más importantes para el corto plazo (Standard & Poor's, 2002).

Las privatizaciones trajeron consigo un crecimiento significativo en líneas fijas y móviles (tabla 15). No obstante, en el caso de Argentina, desde el último trimestre de 2001, la teledensidad de la telefonía fija y móvil comenzaron a contraerse, fundamentalmente debido al serio deterioro de las condiciones económicas y el consecuente debilitamiento de la demanda. En Chile, un menor crecimiento económico que en el pasado deprimió el tráfico y los precios, pero la implementación del sistema “el que llama paga” en febrero de 1999, dio lugar a un importante incremento de la base de abonados de telefonía móvil, la que alcanzó una penetración de 35.3 líneas/ 100 habitantes en el primer semestre de 2002, de 6.5 líneas/ 100 habitantes que había en 1998.

En Brasil, la teledensidad es aún baja si se la compara con el resto de la región, lo cual da lugar para un crecimiento futuro. En telefonía celular, la expansión de los servicios de pre-pagos ha resultado en una baja de los ingresos promedio por usuario y han puesto a prueba la capacidad de las compañías para reducir sus costos.

En México, tanto la teledensidad de las líneas fijas como de la telefonía celular han crecido a tasas menores. En el caso de la telefonía fija, el menor crecimiento es en parte resultado de una reducción del nivel de actividad económica tanto en México como en los Estados Unidos. En el caso de la telefonía celular, el sector experimentó una tasa de crecimiento compuesta del 68% desde 1990 a 1999.

Con la introducción del sistema “el que llama paga” en 1999, el número de abonados creció de 7.7 millones en 1999 a 14 millones en 2000. En 2000, el número de abonados a telefonía celular excedió el número de líneas fijas en el país. Aún así, las elevadas tasas de penetración y las condiciones económicas existentes en México ejercieron un impacto sobre el crecimiento en este sector en el año 2001 (Standard & Poor's, 2002).

Tabla 18. Millones de Líneas en Servicio en Latinoamérica (Fuente: Standard & Poo's, 2002)

Líneas Fijas		1994	1997	2000	2001	2002
Argentina	Millones de líneas en servicio	4.9	6.7	8	8.4	8.1
	Líneas por cada 100 habitantes	15.2	20.2	22	22.9	22
Brasil	Millones de líneas en servicio	12.2	17	30.9	37.4	40.0*
	Líneas por cada 100 habitantes	8	10.7	18.6	22.1	23.1*
Chile	Millones de líneas en servicio	1.6	2.7	3.4	3.6	3.6
	Líneas por cada 100 habitantes	11.6	18.3	22.1	23	23
México	Millones de líneas en servicio	8.5	9.3	12.3	13.8	14.9
	Líneas por cada 100 habitantes	9.4	9.8	12.4	13.7	14.7
Líneas móviles		1994	1996	2000	2001	2002
Argentina	Millones de líneas en servicio	0.2	0.6	6.4	6.7	6.4
	Líneas por cada 100 habitantes	0.7	1.8	18.1	19	18.1
Brasil	Millones de líneas en servicio	0.8	2.7	23.2	28.7	31.5
	Líneas por cada 100 habitantes	0.5	1.7	14	17	18
Chile	Millones de líneas en servicio	0.1	0.3	3.4	5.1	5.5
	Líneas por cada 100 habitantes	0.8	2.2	22.2	34	35.3
México	Millones de líneas en servicio	0.6	1	14.1	21.8	25.9
	Líneas por cada 100 habitantes	0.6	1.1	14.2	21.6	25.4

*Estimado.

Para el caso de México, la industria de telecomunicaciones mexicana ha atravesado cambios sustanciales, comenzando con la privatización de la ex empresa estatal verticalmente integrada Teléfonos de México S.A de C.V. en 1990, y luego con la creación de la Ley Federal de Telecomunicaciones o “Lefete” liberal y pro-competencia sancionada en 1995. Asimismo, en 1996 se creó el nuevo organismo regulatorio federal COFETEL como entidad oficial a cargo de la ley de telecomunicaciones.

La Lefete permitió, entre otras cosas, la venta de espectro a través de licitaciones, los cambios estructurales estratégicos para la apertura de la competencia en el mercado de comunicaciones de larga distancia, la regulación asimétrica de las empresas incumbentes y la introducción del concepto de redes públicas de telecomunicación, que permitieron la convergencia de servicios. Con anterioridad a esta ley, cada uno de los servicios y tecnologías de las telecomunicaciones se regulaba de manera independiente con frecuencias otorgadas o asignadas para cada uno de los servicios. Tecnológicamente, hoy es posible, brindar todo tipo de servicio a través de una red pública, que puede llevar tanto servicios locales, como de larga distancia y de valor agregado.

La evolución tecnológica y la baja densidad sugerían la necesidad de privatizar con el fin de atraer inversiones. Luego de la privatización, la teledensidad de telefonía fija pasó de 6.4 líneas cada cien habitantes en 1990 a 14 líneas cada cien habitantes en la actualidad. Un aspecto importante dentro del órgano regulador es la normalización. Está tiene un papel primordial en los diferentes aspectos del desarrollo económico, social y cultural de toda población usuaria de productos y servicios que resultan de la aplicación de la tecnologías.

En un mundo global como el que actualmente nos rige, la normalización es también un importante factor de orden, concierto y equidad entre las naciones productoras y las usuarias de diversos productos y servicios.

En términos de la COFETEL (2004, c) , se puede afirmar que, “publicar e implantar una norma, equivale a establecer y operar un pacto plasmado en un documento técnico, mediante el cual los fabricantes, los distribuidores, los usuarios o consumidores y la Administración Pública, acuerdan las características que deberán reunir los productos o servicios involucrados”. Por lo que el grado de facilidad para lograr normalizar, dependerá de qué tan rápido se puedan armonizar los intereses de los que producen con los de los que consumen, al igual que con los intereses de la sociedad en la que están inmersos.

En la Industria

Una recuperación de tanto la economía mexicana como estadounidense debería permitir que la industria de telecomunicaciones de México creciera en el futuro ya que la teledensidad aún es baja cuando se la compara con otros mercados. De acuerdo con Cofetel, existe un déficit de aproximadamente 8 millones de líneas en el país, con una teledensidad mucho menor en las zonas rurales.

Sin embargo, el deteriorado perfil financiero de las mayores compañías de telecomunicaciones en todo el mundo, la difícil situación financiera por la que están atravesando actualmente la industria, y la falta de apetito de inyectar más financiamiento a esta industria tanto en los mercados de deuda como de acciones, constituyen los desafíos que se encuentra enfrentando el sector y presentan argumentos para una consolidación. La inversión extranjera dependerá de las condiciones económicas y una liberalización de las barreras de ingreso (Standard & Poor's, 2002). Con ello, la oportunidad de nuevas empresas y nuevas tecnologías/mercados podrán abrir grandes posibilidades para el PLC.

Los países candidatos a jugar un papel relevante en el mercado de las comunicaciones por red eléctrica son: Escandinava, Alemania, Francia, Italia y España. Fuera de Europa, los países con baja penetración de la telefonía, como lejano Oriente y Latinoamérica, serán los actores de una masificación de acceso a la red Internet, gracias a las posibilidades de conexión por la red eléctrica que llega a sus casas (Peña, 2001).

Por ejemplo, en China solo existen 8 teléfonos por cada 100 habitantes, en la India, 3 teléfonos por cada 100 y 10 en las áreas urbanas. En Brasil, el interés es mayor aún, ya que sólo el 24% de los hogares posee una línea telefónica (principal motivo de los problemas de las compañías de telecomunicaciones en los países latinoamericanos), frente al 95% de hogares conectados a la red eléctrica. Por otro lado, cada vez se hace más necesario contar con este tipo de servicios de acceso, más aun cuando la industria parece encaminarse por un

futuro de dispositivos interconectados, juegos y ocio en red, vídeo sobre demanda, o informática presente dentro del hogar y con ambientes compartidos.

Reto regulatorio para el PLC

Los sistemas PLC son nuevos tipos de transporte de sistemas actuales que operan en una base no autorizada bajo el apartado 15 del reglamento de la FCC. La FCC busca sobre que cambios, si hubiera, se necesitan hacer en el apartado 15 para promover y alentar la nueva tecnología PLC y los procedimientos de medidas para todo tipo de transporte actual de sistemas.

A mediados de 1980, la FCC proporcionó nuevas reglas para la tecnología de espectro extendido (spread spectrum) que conducen el crecimiento de la industria y amplia disposición de productos. En años pasados, la FCC ha corregido el apartado 15 de proveer por dispositivos de servicio de comunicación personal sin licencia (UPCS), dispositivos de Infraestructura de información nacional (UNII) y tecnología de onda milimétrica.

Es necesario investigar qué cambios apropiados se necesitan, para facilitar el desarrollo y el despliegue del PLC y que estándares y requerimientos de operación son necesarios para prevenir interferencia a otros usuarios del spetrum. La FCC busca información para determinar la propuesta de algún cambio en el apartado 15 del reglamento para promover la tecnología PLC (FCC, 2003 a). Para el caso de México estas acciones deben de ser tomadas por el ente regulador, esto permite ver qué cambios son necesarios tanto tecnológicos como regulatorios para facilitar el desarrollo y el despliegue del PLC, conduciendo a un crecimiento industrial de alta disposición de servicios en el mercado.

Para el caso de PLC/BPL, el crecimiento, la desregulación y la liberación de las telecomunicaciones han cambiado el panorama de crecimiento y el establecimiento sustancial en la definición de los servicios de valor agregado que no están sujetos a concesiones. Esto ejemplifica la necesidad de una actualización constante de las regulaciones, por lo que es necesario contar con un regulador efectivo. Tanto para las telecomunicaciones como para el sector eléctrico existe el reto por parte del regulador de hasta que ámbito regular, ello ocurre en la COFETEL, ya que la CFE como LyFC permanecen como monopolios de estado.

Los servicios básicos y de valor agregado (correo electrónico, información en línea, recuperación de bases de datos, intercambio electrónico de datos, procesamiento de datos, etc) que ofrece el PLC se encuentran cubiertos parcialmente por la tecnología, por lo que no está sujeta a concesiones. Sin embargo queda por definir el estado de servicios in-home, los cuales dependen básicamente del ente regulador para crear controles a la entrada de competencia más que a la tecnología. La revisión del ámbito regulatorio es entonces

necesaria para determinar si una nueva tecnología o empresa corresponde a servicios básicos o de valor agregado.

Considerándose los servicios de PLC como nuevos servicios, estos dependen de las razones de conveniencia del ente regulador, más que por razones económicas, pero manteniendo como objetivo principal la reducción de la brecha digital, ofreciendo servicios de banda ancha a la mayor parte de la población Mexicana.

Por otra parte, la transparencia en la toma de decisiones por parte del regulador, permite a los inversores, prestadores de servicios y al público en general la oportunidad de tener conocimiento y de participar en la formulación de políticas y regulaciones. Este proceso engendra una considerable credibilidad pública en la integridad de las decisiones del ente regulador, disminuye los litigios y los costos de aplicación y también brinda a la agencia la valiosa opinión del público en temas que plantean, en todos los casos, un desafío.

En México, los operadores de telecomunicaciones, no son sujetos de permisos para prestar servicio de PLC, por lo que requiere de una definición de acceso por parte del regulador. En algunos países donde se ha realizado un despliegue de la tecnología PLC, los proveedores de tecnología mantienen contratos con las empresas de electricidad. Esto implica una restricción en el derecho de vía al número de compañías PLC que no sean las mismas paraestatales.

La falta de permisos es una cuestión regulatoria sobre el derecho de acceso si la tecnología es considerada servicios básicos, además de las normas técnicas. Por su lado, el supuesto de contratos no exclusivos se desprende de la teoría económica y la evidencia de proveedores de las empresas de servicios de telecomunicaciones. Según Linnemer (2003), a fin de reducir el riesgo de mercado y la captura de empresas clientes con poder de mercado, los proveedores de servicios de PLC así como de nuevas tecnologías optan por mantener contratos no exclusivos con las empresas minoristas.

De manera similar a los operadores de cable visión, los países con empresas de electricidad independientes han resuelto la manera de ofrecer el servicio PLC, ya que el mercado lo segmentan por zonas, donde un solo operador ofrece el servicio. En este escenario, las compañías de cable conviven con los proveedores de servicio telefónico que ofrecen acceso por ADSL, por lo que esto no es un impedimento para que la tecnología PLC interactue con múltiples plataformas en el mercado con otros proveedores de servicio de banda ancha.

El favorecer múltiples plataformas permite el despliegue de banda ancha, trae nuevos servicios que son valiosos a los consumidores, estimula la actividad económica, mejora la productividad nacional, y adelanta oportunidades económicas para el consumidor Mexicano. Por la promoción del desarrollo y despliegue de múltiples plataformas es necesario promover la competencia en el suministro de capacidades de banda ancha, asegurando que las demandas y necesidades del público pueden ser cumplidas. Múltiples plataformas también promueven competencia entre los proveedores (FCC 2003 b).

De acuerdo con la Comisión Europea (2004), así como la FCC de los EUA (FCC 2003 a), las actuales regulaciones no abordan ningún procedimiento de medición que se aplique a sistemas que utilizan las líneas eléctricas como medio de transmisión de otras señales diferentes a la corriente eléctrica. Sin embargo, la estrategia europea parece más propensa a permitir el uso masivo de infraestructura de banda ancha de cualquiera tecnología que en el caso de los EUA, donde las autoridades han sido más conservadoras en tecnologías nuevas que afecten la competencia local de telecomunicaciones.

Los reguladores específicos y de competencia conviven en la actualidad, ya que las telecomunicaciones no son un mercado totalmente competitivo y sin barreras económicas a la entrada. Los reguladores de telecomunicaciones por su parte, juegan un papel muy importante para garantizar normas y derechos de consumidores y, dada su experiencia guían a los reguladores de energía eléctrica en su papel de regulación de servicios electrónicos que mejoran las redes eléctricas. Por ello, los reguladores eléctricos están convergiendo hacia los reguladores de telecomunicaciones.

Un punto inicial para establecer un marco de referencia al mercado de PLC y el ámbito e interacción de las regulaciones tiene que ver con quién es propietario de la infraestructura. Por ejemplo, para PLC, si las compañías de electricidad están integradas verticalmente, como es el caso de Alemania, Italia o Luxemburgo en Europa, mantienen la propiedad de los servicios de DSL cuando incursionan en los mercados de Internet como valor agregado, los cuales están desregulados. Como extensión de este fenómeno de mercado, el regulador de energía convive con el de telecomunicaciones sobre todo en el establecimiento de reglas sobre frecuencias y calidad de servicio (Ibarra y Castruita, 2004).

Por otro lado, cuando la empresa eléctrica está verticalmente desintegrada (es decir, la propiedad de la red es diferente a la de los generadores, distribuidores o incluso transmisores), como es el caso del Reino Unido, Países Bajos, Portugal, Irlanda, y los EUA, las firmas entrantes de PLC y otros servicios en la red eléctrica, son propietarios de su propia infraestructura. Ante ello, la regulación más importante se relaciona con el libre acceso (regulaciones con neutralidad tecnológica, no discriminación, protección al consumidor y promoción de inversión), así como con las tarifas de pagos por el uso de la infraestructura de la red eléctrica, que es sujeto de regulación de telecomunicaciones sobre estos derechos de acceso, manteniendo el regulador eléctrico la potestad de la vigilancia de radio-frecuencias en interferencias.

En México, las empresas CFE y LyFC están verticalmente integradas totalmente, sin posibilidades en el futuro previsible de enfrentar modificaciones en el marco de las regulaciones al sector de energía eléctrica en cuanto a desintegración vertical. Sin embargo es posible la apertura de nuevos servicios como PLC, si se modificara todo el marco regulatorio y jurídico de CFE y LyFC para integrar a sus servicios, aquellos diferentes a la corriente eléctrica, similar a valor agregado aplicado a las empresas de energía (Ibarra y Castruita, 2004).

La normatividad debe alinear el trabajo técnico tanto de las comisiones reguladoras de energía como las de telecomunicaciones. También es importante concentrarse en que las redes mismas y no sólo los equipos, deben ser convergentes en estándares que minimicen interferencias y permitan la expansión de usuarios.

Si el PLC puede ser un servicio de valor agregado propietario de CFE o LyFC, los requerimientos regulatorios están centrados en la transparencia y contabilidad separada de los servicios. En caso de que los servicios de PLC fueran propiedad de empresas privadas, generalmente multinacionales, entonces dependerá de las autoridades el abrir el portafolio de servicios alternativos, dada la regulación de máximos de inversión extranjera de 49%, como lo establece la Ley Federal de Telecomunicaciones (LFT), para casos de Concesiones en General para comunicaciones alámbricas.

Existe una falta de penetración de telecomunicaciones en México en zonas rurales (comparado con las zonas urbanas de alto nivel de ingreso), por lo que la regulación de telecomunicaciones tiene capacidad de promover y regular la entrada de servicios de voz y datos de banda ancha en zonas rurales o en zonas urbanas de bajo ingreso. La actual red eléctrica cubre más territorio que las redes de telecomunicaciones por par de cobre y cable, por lo que las regulaciones del servicio de electricidad no tienen cláusulas para regular un servicio de comunicaciones de banda ancha, al igual que los recursos financieros para mejorar la infraestructura eléctrica son escasos (Ibarra y Castruita, 2004).

En México, esto produce la necesidad de tener un bajo costo para las empresas PLC, en el derecho de instalación de equipo PLC y de proveer servicios en zonas rurales, en donde frecuentemente se cuenta con una infraestructura vieja o de baja calidad. Es necesaria una modificación en las leyes para garantizar los derechos de propiedad, la estabilidad de los mismos, las reglas de contratación y los componentes de los derechos de acceso y tarifas de interconexión a la red eléctrica, al igual que la interconexión con la red pública de telecomunicaciones, para hacer atractivos los servicios PLC, en donde existen inversiones por parte de las empresas propietarias, en una red eléctrica de banda ancha.

Capítulo 7

Resultados de la investigación de campo

De acuerdo al modelo de investigación planteado en el capítulo uno, la investigación es un estudio cualitativo no experimental, ya que no se manipulan deliberadamente variables, es decir, no se variaron intencionalmente las variables independientes por que estas ya han ocurrido al igual que sus efectos, por lo que el investigador no tiene control directo sobre ellas. En un estudio no experimental no se construye ninguna situación, mas bien se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por el investigador (Hernández et al, 2003).

La obtención de información es mediante entrevistas y encuestas personalizadas. Las entrevistas son un instrumento básico para obtener información, ya que estas pueden ser contestadas personalmente, por teléfono o a través de correo electrónico (Salkind, 1998). La mayoría de las entrevistas se realizaron de forma personal, permitiendo obtener toda la información subjetiva, incluyendo el comportamiento y expresiones del entrevistado. En general las entrevistas son muy útiles si se desea obtener información que de otra manera sería difícil.

Los modelos de investigación no experimental se pueden clasificár en transversal y longitudinal. En el presente trabajo de investigación se utilizo el modelo de investigación no experimental transversal descriptivo, debido a que nuestro propósito es la descripción de las variables independientes y dependientes para el desarrollo del PLC, de igual manera analizar su incidencia e interrelación en un momento del sector. Con esto obtenemos un panorama del estado da las variables en uno o más grupos pertenecientes al sector en el que se desarrolla el PLC.

De acuerdo con estas características del modelo de investigación, en el presente capítulo se pretende describir y relacionar la información obtenida de de las entrevistas y encuestas realizadas a los sectores encargados de la regulación en México, como es el caso de la Cofetel, conjuntamente con la información capturada por el posible controlador y operador de la red, tal es el caso de la CFE. Otro aspecto relacionado con la investigación es la información obtenida de un proveedor de servicios de telecomunicaciones en México.

En este punto se contó con la empresa Axtel. Esta empresa de telecomunicaciones proporcionó información relevante a la investigación realizada, ya que es una empresa prácticamente nueva dentro del mercado mexicano. La situación actual de Axtel, es en cierto aspecto parecido a la situación que presentaría la introducción del sistema PLC en México, en el punto de que son empresas que introducirán o introdujeron (para el caso de Axtel) una nueva forma de comunicación a la existente en México. Por ejemplo, Axtel ofrece servicios de Internet utilizando la tecnología “Internet Fix Wireless Acces” (IFWA) con una velocidad de 96 kbps.

Otro punto en el que coincide Axtel con el sistema PLC es el mercado al que están enfocados a ofrecer los servicios, estos mercados son el residencial y de negocios. En su mercado, Axtel tiene el 60% en negocios y el 40% corresponde al residencial. En estos mercados, Axtel ofrece servicios de telecomunicaciones en general, troncales, servicios de voz y datos, teleconferencias, enlaces dedicados a través de fibra óptica o microondas. Y tienen alrededor de 31,000 usuarios de Internet y de servicio telefónico 380,000 usuarios en seis ciudades: Toluca, Ciudad de México, Puebla, Guadalajara, León y Monterrey.

En esta investigación es posible comprender la relación existente entre la tecnología de adaptación, los aspectos regulatorios, los de mercado y las aplicaciones. Esto permite ver qué factores afectan al desarrollo del PLC, es por esto que el presente capítulo se encuentra dividido en tres grupos en donde se muestran las relaciones y opiniones de las compañías a las cuales se entrevistó.

Tecnología

La adaptación de la tecnología PLC en México sería una opción más para proveer servicios de telecomunicaciones, una tecnología mas, considera la compañía Axtel. La comisión federal de electricidad menciona que en México existen casas habitación unifamiliar, caso contrario en España, donde las casas habitación son tipo condominio, para lo que esta tecnología es más conveniente, debido a la concentración de usuarios.

Sin embargo, uno de los beneficios que puede dar la implementación de la tecnología PLC al sector eléctrico de nuestro país, son los ingresos extras, estos derivados de la renta de la red eléctrica o en su caso de la tecnología PLC. Es por esto, que una de las ventajas que presenta la tecnología PLC sobre el resto de las tecnologías de telecomunicación existentes en nuestro país, es la versatilidad en su uso, así como la velocidad de transmisión (200 Mbps para la segunda generación de sistemas PLC) y sus aplicaciones de video sobre demanda.

Debido a las condiciones del mercado, la aplicación de la tecnología PLC en México se basa en dos segmentos, en el hogar y el la oficina. Las aplicaciones dentro de estos segmentos son muy similares, aunque existen diferencias debido a los diferentes requerimientos que presentan cada uno de ellos. A continuación se muestran los servicios que se pueden ofrecer en México a través de la tecnología PLC:

- En el hogar: Internet avanzado (20 Mbps), domótica (automatización del hogar), televisión, telefonía y teleseguridad.
- En la oficina: Internet avanzado (20 Mbps), aplicaciones compartidas, telefonía, teleseguridad, videoconferencia y telemedición.

PLC aporta una serie de ventajas sobre el resto de las tecnologías de telecomunicación competidoras, principalmente basadas en la utilización de una infraestructura ya desplegada (red eléctrica), con una instalación rápida, y ajustada a su demanda. Consecuentemente esta actividad proporciona importantes ventajas competitivas en el sector de las Telecomunicaciones, pero también ofrece, de acuerdo con la información aportada por el solicitante, interesantes beneficios al Sector Eléctrico, destacando entre otros los siguientes:

- Automatización de las redes de Distribución de tensiones inferiores a 25 kV.
- Tele lectura automática de contadores
- Control de la Calidad de Servicio
- Desarrollo de Aplicaciones de Gestión de la Demanda (mejora de la curva de carga, desplazamiento de consumos, sistemas de real-time pricing, etc.).

Por otro lado, la CFE en los últimos 10 años ha invertido en diferentes tecnologías, entre las que destacan equipos PLC, Fibra óptica, equipos SDH (fibra óptica), equipos de conectividad de redes de datos, equipos PLC para alta tensión, etc. Gracias a estas inversiones, la CFE ha podido realizar pruebas con tecnología PLC. Es por ésto que para la implementación de la tecnología PLC, la CFE considera la necesidad de ciertos requerimientos de infraestructura, como es el contar con una red de fibra óptica, que permita conformar una red WAN, para interconectar los servicios PLC a la misma. Del mismo modo, es necesario contar con una buena infraestructura de la red eléctrica.

De acuerdo a las principales ciudades de la republica mexicana, y a las zonas rurales del todo el país, la CFE clasifica de manera general la calidad de la infraestructura de la red eléctrica. Esto lo podemos observar en la siguiente tabla, en donde el valor máximo de calidad es representado por un cinco y el valor mínimo de calidad de la infraestructura eléctrica es representado por el numero uno.

Tabla 19. Calidad de la Infraestructura de la Red Eléctrica en México.

Infraestructura por Zona	Calidad de la Infraestructura
Principales Capitales	5
Ciudades Medianas	4
Zona Rural Nor-Este	3
Zona Rural Norte	3
Zona Rural Nor-Oeste	3
Zona Rural Centro de México	1
Zona Rural Valle de México	1
Zona Rural Golfo de México	2
Zona Rural Pacifico Sur	2
Zona Rural Yucatán.	2

Gracias a las pruebas realizadas por la CFE en las instalaciones de la comisión situadas en la ciudad de Monterrey N.L., han permitido demostrar que la tecnología PLC es viable para ser aplicada en la red eléctrica con las características específicas de las instalaciones de la CFE en Monterrey y en general de la topología de México, lo que incluye tendidos aéreos para la media tensión, enlaces de cortas distancias, tensión de alimentación de 110 Volts y la discontinuidad física de la red.

Gracias a estas pruebas realizadas, los resultados obtenidos muestran que la CFE cuenta con la infraestructura necesaria para implementar la tecnología PLC, la cual traerá grandes beneficios económicos. Actualmente existen varias compañías de electricidad en el mundo, que ofrecen servicios a través de la tecnología PLC, lo que ha demostrado su factibilidad técnica. De igual forma, podríamos decir que la CFE tiene la infraestructura técnica necesaria para la implementación de la tecnología PLC, pero no necesariamente la infraestructura para proveer el servicio (Administración y Gestión). Es por esto, que una posible línea de negocio para el PLC, permitiría a la CFE explotar a más de 21 millones de clientes que representan a 80 millones de mexicanos que cuentan con el servicio de energía eléctrica.

Otros resultados obtenidos gracias a las pruebas llevadas a cabo por la CFE en Monterrey, muestran que la tecnología PLC se sitúa como la tecnología más competitiva en su tipo, ya que impulsa el desarrollo tecnológico de la sociedad mexicana. Por otro lado, la utilización de equipos DS2 de última generación se adaptan a las instalaciones eléctricas existentes en México, permitiendo desplegar y operar una red PLC.

Estos equipos permiten que la última versión del software se tenga la funcionalidad de ajustes automáticos de ganancias, también las tarjetas disponen de nuevas frecuencias de operación de la señal PLC (Links). Otro aspecto importante es la interoperabilidad entre equipos de diferentes fabricantes, como es el caso de los equipos Mitsubishi y Sumitomo, los cuales fueron conectados con los equipos DS2, esta conexión no presentó problemas, con esto se demuestra la compatibilidad que existe entre los diferentes fabricantes de equipo PLC.

Por último, gracias a la implementación de PLC, la CFE constató que se puede proporcionar servicios de acceso a Internet de banda ancha y telefonía sobre IP. Adicionalmente se pueden ofrecer otros servicios sobre IP, como: televigilancia, telemedida, video streaming y videoconferencia. Gracias a la implementación de PLC por parte de la CFE, sólo queda mostrar los éxitos y aprendizajes obtenidos, estos son:

Éxitos:

- Despliegue y puesta en prueba de servicio, una red PLC con media tensión, baja tensión y fibra óptica.
- Puesta en funcionamiento, una sala de demostraciones de los servicios PLC.

- Se han instalado y utilizado sistemas básicos que permiten realizar las actividades de supervisión de la red, anchos de banda disponibles y control de los servicios de los que disfrutan los usuarios.
- Adicionalmente, este proyecto permite que la CFE: disponer de un banco de pruebas real y laboratorio de tecnología PLC con los equipos instalados. De igual manera el evaluar el funcionamiento y prestaciones de todas las combinaciones posibles en la topología de las redes PLC con soluciones mixtas (tramos de media tensión, fibra óptica, CPE's, etc.).

Aprendizajes:

- Conocimiento de las bases de funcionamiento de tecnología y los equipos de DS2: principios de funcionamiento de la tecnología PLC de DS2, parámetros básicos de configuración de equipos, nomenclatura de las tarjetas PLC dentro de los equipos de media tensión e identificación de las mismas., actualización de versiones de software de los equipos.
- Conocimiento de los procedimientos de instalación, operación y mantenimiento.
- La instalación de la inyección inductiva (fase-tierra) sobre las líneas aéreas de media tensión es factible, con el diseño específico de acoples realizados para cada proyecto.

Como conclusión de esta sección, puede verse que, por una parte los servicios PLC se han probado en CFE-Monterrey. Sin embargo, el mercado más importante y con más problemas de calidad se encuentra en el valle de México, con la compañía LyFC. En segundo lugar, esta sección no enfatiza la interconexión que se requeriría entre la red para el PLC y la red telefónica nacional (PSTN).

Regulación

Un aspecto importante de la regulación, es la promoción del interés público en los lugares que el mercado no lo manifieste, por lo que la Cofetel tiene un papel que desempeñar cuando las leyes del mercado, por sí solas, no cubren el interés público de la mejor manera. El regulador debe asegurar que los mecanismos de servicio universal son transparentes, eficientes y competitivamente neutrales. Además, es función del regulador asegurar que los servicios de telecomunicaciones se encuentren disponibles para las comunidades más pobres, y que las redes estén al servicio de la salud y la seguridad y que no dañan el medio ambiente. Aún alentando al sector privado a llevar la delantera, la Cofetel debe asegurar que las redes son confiables e interoperables.

Los entes de regulación, en este nuevo ámbito competitivo, liberalizado y privatizado, se deben apuntar a la consideración de ciertos puntos para que se ofrezca el servicio de telecomunicaciones por PLC. En un principio, la Cofetel considera que sería solventando los asuntos jurídicos relacionados con las redes de CFE y LyFC, ya que las cuestiones regulatorias más importantes son asuntos de interconexión y calidad de la red. En el caso de interconexión, si fuera el caso que las redes de distribución de electricidad fueran declaradas red pública tendrían la obligación de interconectarse por lo que sólo habría que definir las condiciones económicas (tarifas) y físicas (de ingeniería) para la interconexión de estas redes.

Para que la Cofetel pudiera determinar eso de manera eficiente necesitaría tener un modelo de costos para redes PLC. Con calidad habría que ver qué requerimientos de calidad tendría una red que casi desde el primer día de servicio tendría 100% de cobertura potencial.

Para la Cofetel es de importancia la perspectiva bajo ciertas condiciones de precios, y de implementación, la red de PLC podría pasar en pocos meses a convertirse en la red dominante al menos en cuanto a cobertura, lo que provocaría incentivos a generar barreras de entrada como el retardar la interconexión y otros insumos. En este caso la calidad sería un asunto muy importante, por lo que la Cofetel ve como principal problema para que el PLC se aplique de manera masiva en México, el hecho de que las dos redes de distribución de electricidad son públicas y subinvertidas.

En cuestión de servicios, la CFE menciona que actualmente no es probable ofrecer un servicio de telecomunicaciones utilizando la tecnología PLC, ya que es necesario que autoricen la reforma eléctrica. Además de esto la CFE considera que para ofrecer un servicio de telecomunicaciones con tecnología PLC en México, se requiere que la Cofetel autorice la normatividad para la utilización de la tecnología PLC. Estos aspectos regulatorios son importantes, ya que es necesaria la normativa referente a las interferencias electromagnéticas, hacia las personas y a otras tecnologías, por lo que deberá ser normado por la Cofetel. Por otro lado, Axtel menciona que el regulador debe desarrollar políticas de gestión del espectro que permita el acceso abierto y la competencia, conceder la máxima flexibilidad, alentar la eficiencia técnica y la innovación, y facilitar la expansión de las redes.

Sin embargo, la Cofetel considera que las problemáticas que se presentan para poder otorgar una licencia a la CFE y LyFC y a proveedores de Internet para ofrecer un servicio de telecomunicaciones, son aspectos legales, ya que tendrían que cumplir con los requisitos de Ley y demás requerimientos que marca tanto la Cofetel como la Secretaria de Comunicaciones y Transportes (SCT) para tenerla, para lo cual en estricto sentido no tendría problema. Por lo que habría que revisar la normatividad de la CFE para saber si le es permitido explotar otros servicios que no sean generación y distribución del fluido eléctrico.

En este punto la Cofetel ve más probable que operadores de telecomunicaciones con conocimiento y tecnología PLC buscarán hacer una alianza estratégica con la CFE o LyFC

dependiente del modelo de negocios que ya se planteo en el capítulo 5. Sin embargo, siendo estas empresas de gobierno, habría que poner atención en la normatividad de las mismas para ver si les es permitido. En el caso de los proveedores de Internet estos podrían como cualquier otro particular solicitar una concesión y para prestar servicios PLC tendrían que buscar acuerdos con las empresas de electricidad.

La Cofetel menciona que las principales consideraciones para la conexión entre las redes de servicio de Internet y la red eléctrica (esta conexión es conocida como peering) no generan costos de acceso, mientras esta conexión no toque la PSTN, por lo que sería perfectamente posible un peering entre un acceso a Internet y la red eléctrica. Sin embargo el asunto sería quién proveería el servicio?, la CFE? o un proveedor asociado a CFE?, esto por supuesto tendría costos a los usuarios y el proveedor de Internet pagaría sus correspondientes enlaces, etc., pero como sería una conexión de alta velocidad a través de PLC a Internet si nunca toca la PSTN, nunca se tendrían que pagar cargos de interconexión. En el caso que se busque ofrecer servicios de voz a través de tecnología IP (VoIP) vía PLC, es necesario (obligatorio) la interconexión con la PSTN, por lo que se necesitaría una concesión e interconexión con otros operadores. Para esto sería necesario revisar las cuestiones técnicas y de ingeniería correspondientes para la interconexión.

En el caso de otras condiciones como las tarifas, habría que desarrollar un modelo de costos para determinar dichos cargos. No obstante, la interconexión entre el servicio local por PLC y telefonía fija, pudiera ser a través del esquema de B&K (Bill and Keep) siempre y cuando las tarifas no fueran significativamente asimétricas.

En cuanto a la dificultad por la regulación de servicios de telecomunicación por PLC para ofrecer servicios telefónicos, utilizando VoIP, la Cofetel considera que no existe tal dificultad, por dos razones. Primero, todavía no hay una posición en México con respecto a VoIP*, lo que si es claro es que la regulación debe ser neutral a la tecnología, promoviendo la competencia en todos los sectores. La Cofetel asegura que los servicios innovadores y de costo eficiente serán provistos por una diversidad de entidades. En este sentido la tecnología PLC no debería regularse, aunque hay repercusiones regulatorias de la aplicación de ciertas tecnologías. La segunda razón es que existe un consenso para poder dar un servicio de voz, pero cualquiera que éste sea debe tenerse la concesión, si se trata de servicios básicos, por lo tanto los operadores de PLC si van a ofrecer servicios de voz necesariamente deberán contar con la concesión. La ventaja de utilizar VoIP sobre una red de PLC es que los costos se reducen drásticamente.

Por otro lado es necesario definir qué se entiende por VoIP, porque si se trata de comunicación directa entre dos computadoras (aunque exista voz de por medio) la regulación no tiene mucho que hacer, pues no se está tocando la PSTN ni utilizando el plan de numeración, por lo que no hay nada que regular, ya sea a través de PLC, dial-up, DSL, banda ancha o lo que sea mientras sea a través de una red IP.

*Entrevista Cofetel, verano 2004. Para octubre de 2004 la Cofetel emitió resolución, por medio de la cual se puede proveer el servicio VoIP, siempre y cuando el proveedor sea "Permisionario".

Considerando este punto, el servicio al que nos referimos por VoIP, es a la comunicación existente entre los servicios de comunicación telefónica a través de la PSTN con los servicios ofrecidos a través de la red PLC, por lo cual es necesario contar con concesiones para poder ofrecer el servicio de telefonía.

Mercado y Aplicaciones

La Cofetel observa que la competencia que se desarrollaría en México por la implementación de la tecnología PLC se presenta en la implementación de la noche a la mañana en una red PLC sobre las actuales redes eléctricas de un servicio ofrecido por un solo operador, podrían, al menos en potencia ser un nuevo operador dominante ya que tendrían la red más grande y extendida, con la posibilidad de ofrecer servicio con un mínimo de inversión en más del 95% de los hogares del país. Eso podría traer problemas de abuso de poder monopólico que debería ser evitado, como barreras de entrada, no acceso a recursos esenciales, no provisión de insumos. Por el otro lado, es importante ver si no existe la posibilidad de abuso de poder monopólico en las tarifas hacia los usuarios, entre otras cosas.

Tanto la CFE como la Cofetel consideran dos áreas del mercado mexicano para ofrecer los servicios proporcionados por la tecnología PLC. Estas dos áreas son el mercado que está dirigido al hogar y el que está dirigido a oficina. Sin embargo, dentro de estas dos áreas de mercado, se encuentran tres segmentos de mercado para la implementación de servicios a través de la tecnología PLC.

En primer lugar, en este segmento se tienen los servicios de comunicaciones por cable eléctrico que se encuentran en el mercado de casas y oficinas. En este caso, la tecnología PLC permite que a través de la toma de corriente eléctrica, se implante una red interna o LAN, prestando servicios como Internet de banda ancha, domótica, televisión, telefonía, teleseguridad, aplicaciones compartidas, videoconferencia y telemedición. Para esta parte del mercado la Cofetel menciona que no se requieren regulaciones o licencias para la explotación de este servicio, en este caso, la CFE considera que se tendría una mayor penetración al mercado de casa habitación. En esta parte las consideraciones de servicio, la CFE y LyFC prevén el servicio de telefonía utilizando VoIP a través de la tecnología PLC.

En segundo lugar se tiene el acceso a líneas de transmisión de bajo voltaje, fundamentalmente en zonas urbanas o rurales. En este segmento la tecnología PLC se encuentra presente en la transmisión de información desde el transformador hasta la casa u oficina. En esta parte, la CFE considera la posibilidad de ser el único prestador de servicios, independientemente si se realiza o no un convenio con algún prestador de servicios de Internet.

Sin embargo en el caso de contar con una empresa proveedora de los servicios de Internet, que utilice las redes eléctricas y que paga por la renta de éstas y por sus interconexiones, los contenidos no son sujetos de regulación y sólo deben de contar con la concesión para poder dar un servicio de telecomunicaciones locales, con lo que pueden competir contra las empresas telefónicas existentes en nuestro país. Por las características de acceso en las líneas de baja tensión, la CFE desglosa el costo de implementación de la tecnología PLC en México, en tres partes, estas son:

- Primeramente en el costo de los módems PLC de los usuarios.
- El costo de los equipos de cabecera.
- El costo de los acopladores de baja y media tensión a la red eléctrica.

A pesar de estos costos de implementación, los cuales serían absorbidos por la compañía de servicios de telecomunicaciones o por la misma compañía de electricidad, la CFE considera que en este momento no tiene la disponibilidad de trabajar conjuntamente con posibles proveedores de servicio de Internet en tanto no se autorice las condiciones de la reforma eléctrica, ya que en gran parte se depende de esta reforma para ver una posible implementación del sistema PLC.

En tercer lugar, el segmento de mercado de medio voltaje se encuentra completamente en manos de la CFE y LyFC. De igual manera que la transmisión de bajo voltaje, esta etapa se puede rentar a un proveedor de servicios de telecomunicación contemplando la intensidad del uso de la red o por renta fija, aunque lo más probable es que la CFE sea el único administrador de esta parte de la red, ya que es la parte en donde se tiene menos contacto con los clientes, pero es la parte en donde se tiene una mayor cobertura, gracias a la distribución de media tensión que existe dentro de las ciudades. Sin embargo esta parte es un mercado menos llamativo para los proveedores de servicio de telecomunicaciones por la falta de contacto con los clientes.

La CFE considera que para que esta área de la red eléctrica sea más llamativa, es necesario la implementación de dispositivos de segunda generación que trabajen en las áreas de media tensión. Tal es el caso de los dispositivos de segunda generación de DS2 para media tensión, por lo que las empresas de PLC dependen de la configuración técnica, normas, y regulaciones en las que operan las empresas de energía y sobre todo de telecomunicaciones.

Por otro lado, el regulador no puede volver a cometer el error de no imponer las obligaciones adecuadas sobre los operadores dominantes. En este caso, la Cofetel o la comisión reguladora de energía (CRE), o ambas en forma coordinada, podrían optar por permitir el acceso a la red de PLC a todos los operadores que lo soliciten y crear un operador de red que sólo se dedique a administrar y mantener la red de PLC (puede ser CFE o algún otro ente privado o público).

Consideran los operadores, que estos son puntos importantes que debe de tomar en cuenta la Cofetel, ya que el mercado de las telecomunicaciones en México es un mercado

que empieza a mejorar. En este punto, el impacto en las compañías telefónicas visualizan a la CFE como un competidor muy importante, por el tamaño e infraestructura de la red si este utiliza la tecnología PLC para dar servicio telefónico, utilizando VoIP.

Sintetizando los requerimientos necesarios para la aplicación del PLC en México, la CFE considera los siguientes tres requerimientos:

- Proponer al gobierno federal la desregulación que permita la comercialización de este tipo de servicios. Para ello, debe definirse el concepto de “valor agregado” en los servicios eléctricos que deben afectar todas las leyes y reglamentos a electricidad vigentes.
- Establecer alianzas con socios tecnológicos que permitan la implantación de la tecnología PLC. El modelo de negocio podrá ser propietario o no propietario.
- Implantación de un plan piloto con despliegue comercial que permita comprobar los beneficios y bondades de esta tecnología.

La Cofotel considera otra posibilidad, sobre todo para los servicios de convergencia que vienen en un futuro cercano, es que independientemente de cómo se privatice o se ofrezca el servicio de telecomunicación, se permita la desagregación de la red para permitir el acceso directo a los usuarios, para proporcionar una multitud de servicios a través de la tecnología PLC, que podrían ofrecer una cantidad infinita de concesionarios (Internet de banda ancha, video, telefonía, etc.).

Capítulo 8

Conclusiones finales

Actualmente los gobiernos de países en desarrollo, no están en condiciones de financiar la inversión necesaria para el crecimiento de una infraestructura de red, cualquiera que sea esta. Es por eso que alentar y permitir la inversión privada en México, tanto nacional como extranjera, es de fundamental importancia, ya que los procesos de los gobiernos no son siempre capaces de caminar al mismo paso que los cambios tecnológicos. Concentrándose en el levantamiento de barreras y restringiéndose a la imposición de regulaciones innecesarias, los gobiernos brindan a los inversores privados incentivos de inversión.

Debido a las necesidades de comunicación que se presentan en países emergentes como México, donde a pesar de las intenciones finales por parte del gobierno son de tener comunicaciones para todos y cada uno de los mexicanos, es necesario invertir en nuevas tecnologías, que permitan tener comunicaciones de calidad y que satisfagan las necesidades que demandan los consumidores, como calidad de servicio, precios accesibles y una buena cobertura del servicio. Estas necesidades las podemos observar en la poca densidad telefónica que presenta México comparado con la penetración que tienen países desarrollados. De igual forma, el poco acceso a telecomunicaciones de banda ancha indica la necesidad de comunicación para todos y cada uno de los mexicanos.

Debido al panorama que presenta México, la tecnología PLC es una forma factible de reducir la brecha digital, gracias a que México cuenta con una infraestructura de red eléctrica extendida por toda la república y que provee de energía a casi todos los mexicanos. Esto permite llegar con servicios de telecomunicaciones a zonas rurales y de poca actividad económica que no presentan ningún servicio de telecomunicación.

A continuación se presentan las conclusiones relacionadas con las hipótesis planteadas al inicio de la investigación. En estas conclusiones se pretende comprobar si las hipótesis planteadas corresponden a los resultados obtenidos durante la investigación de campo.

1.- La tecnología PLC es económicamente viable en algunas aplicaciones.

Durante la investigación de campo se concluye que el PLC tiene oportunidad para convertirse en un bucle local alternativo de banda ancha, especialmente en las zonas rurales y áreas de mercado como hogares y oficinas, en donde el cable y DSL no están aun disponibles. Dado el precio correcto y el conjunto de servicios, las aplicaciones en casa y oficina son viables, ya que a los usuarios finales les importan los servicios ofrecidos por la tecnología, no tanto qué tecnología es utilizada para ofrecerles los servicios. Esto aplica más para las zonas rurales en donde las personas requieren de comunicación, por lo que no

les importa cuál tecnología se utiliza, en tanto ellos se encuentren completamente comunicados.

Tanto los proveedores de tecnología como las compañías de electricidad, necesitan mejorar el caso comercial para el PLC y poder ser capaces de ofrecer el precio correcto en una forma provechosa. Esto requiere un costo más bajo del equipo y de la provisión de servicio. De igual forma, se necesita un mayor compromiso de la CFE, a fin de que las economías de escala puedan ser realizadas. Todo lo anterior depende de la seguridad jurídica, la modernidad legal y la apertura a nuevos modelos de negocios.

2.- La tendencia es hacia tecnologías híbridas, donde el PLC tiene oportunidades.

En este punto, una forma de prestar el servicio de comunicación por PLC es utilizando redes híbridas, ya sea PLC-Fibra Óptica, PLC-Satélite y PLC-Wifi. Estas conexiones híbridas permiten tener redes más económicas, ya que combinan tramos de la red con tecnologías que se adapten mejor a las características de la infraestructura de distribución. Esto permite obtener redes de menor costo, con características similares a redes con tecnología no híbrida.

A pesar de estos beneficios y que algunas de estas tecnologías híbridas permiten una solución económica para zonas rurales, la CFE contempla hasta el momento una distribución totalmente por la red eléctrica, utilizando todos los beneficios y características de la transmisión por medio de las líneas de bajo y medio voltaje. La única conexión que contempla la CFE con otra tecnología es en el tramo de red que conecta a la central de transmisión de datos para el suministro de servicios de Internet, utilizando fibra óptica.

3.- El mercado potencial del PLC afectará las estructuras actuales de la competencia en el mercado de telecomunicaciones.

Actualmente, la tecnología PLC tiene oportunidad de convertirse en una alternativa de proveer comunicaciones de banda ancha, especialmente en áreas donde tecnologías como el cable y DSL no están aun disponibles. En México existe un gran mercado potencial, debido a la baja penetración de comunicaciones de banda ancha, ya que en México, las dos principales tecnologías de banda ancha (ADSL y el Cable) no tienen presencia en todas las zonas y regiones de las ciudades y pueblos existentes.

Por esto, la introducción de servicios de telecomunicaciones por PLC, afectaran las estructuras de competencia de mercado en México. Lo anterior depende si PLC creará primordialmente en servicios propios a hogares y oficinas o bien su desarrollo se dirigirá a

transmisión de medio y bajo voltaje en la red propietaria. También depende de si CFE/LyFC subcontratan a proveedores de servicio y tecnología.

4.- La regulación convergente sobre electricidad y telecomunicaciones, es un factor crítico para la implantación de PLC en México.

Uno de los puntos más fuertes en relación con el PLC, son los problemas técnicos de interferencia. El problema se deriva por la interferencia del PLC por ruido con servicios básicos de radiofrecuencia. Sin embargo, estos problemas de interferencia varían. Las pruebas realizadas por la CFE han logrado transmisiones sin interferir a otros aparatos eléctricos en edificios y hogares, así como a servicios básicos de radiofrecuencia.

La convergencia regulatoria parece implicar cambios más grandes en la comisión reguladora de energía (CRE) que en la de telecomunicaciones, ya que el ámbito legal y administrativo de la CFE no está estructurado para brindar aún servicios adicionales a los de energía eléctrica, en el sistema de tarifa eléctrica es convergente con telecomunicaciones. Estos cambios, recaen en la CRE, debido a que las tendencias en la industria de energía eléctrica están cambiando de una estructura tradicional a una nueva estructura, en donde el monopolio sobre la generación, transmisión, distribución y/o suministro, se está separando y exista una introducción de competencia en generación y suministro.

En este punto la Cofetel considera que uno de los factores que llevan a reformar el sector eléctrico son los cambios tecnológicos. En esta parte es donde entra la tecnología PLC, la cual mejora y facilita los sistemas de control, y de igual forma permite coordinar eficientemente a un mayor número de participantes en el sector eléctrico. Adicionalmente, y con una importancia significativa, está la implicación de la manera en que los dos reguladores necesitan coordinarse y quién será la agencia que tomara el mando de la modernización legal y regulatoria con respecto al PLC.

Conclusiones generales

Como se ha visto durante la presente investigación, Power Line Communication es una tecnología de telecomunicaciones de acceso local, que permite la transmisión de datos en banda ancha, utilizando como medio físico la red de distribución eléctrica de media y baja tensión. Por las características que presenta, PLC aporta una serie de ventajas sobre el resto de las tecnologías de telecomunicación, por lo que la principal ventaja es basada en la utilización de una infraestructura de red ya desplegada, que permite una instalación rápida, la cual se ajusta a la demanda del mercado.

Ante esta situación, la actividad del PLC puede tener buen futuro en el desarrollo de la actividad de distribución eléctrica, a través de la mejora en el conocimiento por la CFE de su propia estructura de red de baja y media tensión, obteniendo el despliegue de la red de telecomunicaciones, aportando una automatización de la red eléctrica, lo cual permitirá que la CFE optimice su gestión de red y mejore la calidad de su servicio.

Consecuentemente esta tecnología proporciona importantes ventajas competitivas en el sector de las Telecomunicaciones. Estas importantes e interesantes ventajas que se muestran al utilizar PLC como sistema de telecomunicaciones se presentan en el sector eléctrico, destacando la automatización de las redes de distribución de media y baja tensión, la telelectura automática de contadores. Estas características permiten a la CFE tener un control de calidad de servicio.

Estas ventajas se transforman en beneficios para el sector eléctrico y que son percibidos por los clientes, al añadir capacidades inteligentes en la red eléctrica, obteniendo una mejora eficiente en actividades como la administración de energía, notificaciones de corte de electricidad y lectores o contadores automáticos. Estos beneficios pueden fortalecer los modelos de negocios de la Comisión Federal de Electricidad para los servicios de suministro de energía eléctrica.

Por otra parte, con base en la investigación bibliográfica, al igual que la investigación de campo, podemos mencionar cuáles serían los impulsores del mercado PLC en México, al igual que los inhibidores del mercado. Estos impulsores e inhibidores se presentan a continuación.

Impulsores del mercado PLC:

- Los servicios proporcionados por la CFE necesitan diferenciarse para generar nuevos ingresos, porque su situación actual es inestable (reforma eléctrica).
- En México, existe una demanda insatisfecha de banda ancha.
- PLC ofrece una competencia viable en el área de banda ancha.
- PLC puede presentar servicios públicos con ahorros operacionales.
- Las líneas de transmisión eléctricas, pasan por la mayoría de las casas y negocios que quieren comunicaciones de banda ancha.

Inhibidores del mercado PLC:

- Los periodos de pruebas pilotos para el PLC pueden ser largos.
- El modelo global de negocios para consumidores de banda ancha es hasta ahora imperfecto.
- Los costos de implementación inicial del PLC, son relativamente altos.
- El ambiente regulador para el PLC puede ser difícil.

Por otro lado, considero que la principal barrera para México es la manera en como la CFE o LyFC participarían en un entorno que tiene claros incentivos privados a los que ellos no están preparados y que herramientas jurídicas se necesiten para la aplicación a gran escala de PLC en México. Por lo que, una vez resuelta esta situación, se deberían fomentar los caminos regulatorios adecuados para que a través de la red eléctrica se puedan prestar una cantidad ilimitada de servicios de telecomunicaciones.

Los tiempos actuales son difíciles para la realización de inversiones en las telecomunicaciones, y el tiempo transcurre para el PLC, al igual que para otras tecnologías como el Cable y DSL, donde estos dos tienen experiencia ganada por los proveedores de servicios de datos y de las economías de escala. Prácticamente, las líneas de conducción eléctrica se encuentran en todo lugar, pero es más eficiente suministrar un servicio en base a áreas de costos que están dentro de un mercado fácil. Estos mercados serían los mismos del Cable y del DSL.

Por último, es necesario recordar los éxitos obtenidos por el PLC, los cuales están presentes en todo el mundo. Estos éxitos incluyen las pruebas realizadas por parte de la CFE en la ciudad de Monterrey. Esto podría marcar el comienzo para el PLC en México, pero, es necesario darle un buen seguimiento a todos los aspectos vistos en esta investigación que involucran y permiten el desarrollo del PLC en México. Estos aspectos tecnológicos económicos y regulatorios permiten llevar al PLC a un despliegue comercial dentro de un mercado que se encuentra esperando ansiosamente tecnologías que satisfagan sus necesidades de banda ancha, así como los servicios y aplicaciones que permitan facilitar la interacción con el mundo de las telecomunicaciones actuales.

Bibliografía

- Aguilar, Roberto. "El Reto del Acceso Universal". *Reforma*, Febrero 1999, pp. 14.
- Albura. "Tecnología PLC: III Jornadas de Telecomunicaciones Avanzadas y Tecnologías IP". *Albura ingeniería y telecomunicaciones*, Diciembre 2003.
- Alfonsín, Ramiro. "Broadband Powerline Communications". *Endesa Net Factory Proyecto PLC*. Diciembre, 2003.
- Ascom. "Empowering access networking business". *Ascom powerline*, 2002, pp. 1-12.
- Asociación Española de Usuarios de Telecomunicaciones (AUTEL). "Tecnología PLC: Informe de Situación". *AUTEL*, 2003. [En Línea]. Disponible en: <http://www.autel.es>
- Azzam, Albert., Ransom, Niel. "Broadband Acces Technologies". McGraw-Hill. EUA, 1999, 375 pags.
- Caballero, José M. "Redes de Banda Ancha". Alfaomega-Marcombo, España, 1998, 252 pags.
- Clark, Robert., Engebretson, Joan., Levine, Shira., Sanders, Suzanne., Tanner, John. "2007 or sooner". *America's Network*, Vol. 106, No. 18, Diciembre 2002, pp. 28-35.
- Comisión Federal de Electricidad (CFE, a). "Calidad de Suministro de Energía". *CFE*, 2004. [En Línea]. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/www2/QueEsCFE/informacion/QueEsCFE.htm>. (Accesada en Agosto 2004).
- Comisión Federal de Electricidad (CFE, b). "Generación". *CFE*, 2004. [En Línea]. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/www2/QueEsCFE/informacion/Generacion/>. (Accesada en Agosto 2004).
- Comisión Federal de Electricidad (CFE, c). "Transmisión y Distribución". *CFE*, 2004. [En Línea]. Disponible en: <http://www.cfe.gob.mx/www2/QueEsCFE/informacion/TransmisionyDistribucion/>. (Accesada en Agosto 2004).
- Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL, a). "Comparativo Internacional de Densidad Telefónica Fija". *COFETEL Estadísticas*, 2003. [En Línea]. Disponible en: <http://www.cft.gob.mx> (Accesada en Noviembre 2003).

Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL, b). “Líneas Telefónicas en Servicio y Densidad Telefónica 1990-2004”. *COFETEL Estadísticas*, 2004. [En Línea]. Disponible en: <http://www.cft.gob.mx> (Accesada en Octubre 2004).

Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL, c). “La Normalización de las Telecomunicaciones en México”. *COFETEL*, 2004. [En Línea]. Disponible en: http://www.cofetel.gob.mx/html/la_era/art/normatel1.shtml (Accesada en Octubre 2004).

Endesa. “Proyecto PLC”. *Endesa*, 2004. [En Línea]. Disponible en: <http://www.plcendesa.com>

European Commission. “European Commission DG Enterprise”. *Documentos de trabajo*, Bruselas, 2004.

Faulhaber, Gerald R. “The Market Structure of Broadband Telecommunications”. *The Journal of Industrial Economics*, Septiembre, 2000.

Federal Communications Commission (FCC) a). “In the Matter of Inquiry Regarding Carrier Current Systems, including Broadband over Power Line Systems”. *FCC*, Abril 2003, pp. 1-21.

Federal Communications Commission (FCC) b). “In the Matter of Joint Report of the Power Line Communications Association and the United Power Line Council regarding the State of the Power Line Communications Industry”. *FCC*, Marzo 2003, pp. 1-11.

Forsman, Jouni., Fernandez, Juan. “Power Line Communications: an Alternative Local Loop?”. *Gartner Dataquest*, Abril 2002, pp. 1-30.

Fox, Steve. “Fast net access from your power outlet”. *PC World*, Vol. 21, No. 7, Julio 2003, pp. 37.

González, Claudia. “Sistemas de Televisión por Cable: una visión integral”. *Artículos Aniret*, Octubre 2002. [En Línea]. Disponible en: <http://www.aniret.org.mx/>

González, José Alfredo. “Tecnología PLC: Heraldo de Aragón”. *Tercer Milenio*, Mayo 2002.

Greenfield, David. “Power to the people”. *Network Magazine*, Vol. 18, No. 8, Agosto 2003, pp. 16.

Hall, Robert E. “Rescuing Competition to Simulate Telecom Growth”. *Stanford University*, Septiembre, 2001.

Hernández et al. “Metodología de la Investigación”. McGraw Hill, 3ra Edición, México, 2003, 705 págs.

Heron, AJ., Warren, AH. "Evaluating VoIP Technology – Technology push/market pull". *BT Technology Journal*, Vol. 19, No. 2, Abril 2001, pp. 158-167.

Huidobro, José M. *Fundamento de Telecomunicaciones*. Paraninfo. España, 2001, 269 pags.

Huidobro, José M. *Todo sobre Comunicaciones*. Paraninfo, España, 2002, 295 pags.
International Engineering Consortium (IEC) a). "Cable Modems". *IEC*, 2003. [En Línea]. Disponible en: http://www.iec.org/online/tutorials/cable_mod/index.html. (Accesada en Noviembre 2003).

Ibarra, Alejandro., Castruita, Edmundo. "Tecnologías PLC/BPL en México y sus Retos para las Regulaciones: ¿Existen Oportunidades de Desarrollo?". *EGADE, ITESM-Monterrey, en revisión editorial Gestión y Política Pública*, México, 2004.

International Engineering Consortium (IEC) b). "Hybrid/Fiber Coax (HFC) and Dense Wavelength Division Multiplexing (DWDM) Networks". *IEC*, 2003. [En Línea]. Disponible en: http://www.iec.org/online/tutorials/hfc_dwdm/index.html. (Accesada en Noviembre 2003).

International Engineering Consortium (IEC) c). "Spectral Compatibility of Digital Subscriber Line (DSL) Systems". *IEC*, 2003. [En Línea]. Disponible en: http://www.iec.org/online/tutorials/spectral_compat/index.html. (Accesada en Noviembre 2003).

International Telecommunications Union (ITU). "ITU Releases Key Report On Universal Access to Telecommunications". *ITU*, Marzo 1998. pp. 1.

Lee, Stephen. "Power line access reviewed". *Info world*, Vol. 24, No. 1, Enero 2002, pp. 15.

Lindquist, Rick. "BPL is a Pandora's box of unprecedented proportions, ARRL tells FCC". *QST*, Vol. 87, No. 9, Septiembre 2003, pp. 63.

Linnemer, L. "Backward Integration by a Dominant Firm". *Journal of Economics and Strategic Management*, 2001.

Mears, Jennifer. "Broadband over power lines closer to reality". *Network World*, Vol. 20, No. 22, Junio 2003, pp. 36.

Modems. "Technical Reference Infobase". [En Línea]. Disponible en: <http://www.modem.com/technical.html> (Accesada en Noviembre 2003).

Moreno, Gabriel. "Se Incrementa la Importancia de los Servicios de Banda Ancha en México". *IDC-Select*, 2002.

Moreno, Santiago. “Introducción a las Telecomunicaciones”. Santillana. España, 1999. 119 págs.

Nicolín, Jorge. “Convergente and Broadband Services: Implications and Perspectives”. *Connect World Latin America*, Marzo 2000.

Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), “Broadband Acces in OECD countries per 100 inhabitants”. *OECD*, Junio 2003.

Palet, Jordi. “Como IP puede llegar.... A todo el Planeta: 6POWER”. *6POWER Boletín de RedIRIS*, No. 62-63, Diciembre 2002 - Enero 2003, pp. 70-74.

Peña de San Antonio, Oscar. “Power Line Communications: La acelerada escalada para el acceso a Internet por red eléctrica”. *e.comm*, Junio 2001, pp. 36-51.

Salkind, Neil. “Métodos de Investigación”. 1ra Edición, Prentice Hall, 1998.

Schadelbauer, Rick. “Broadband over power lines an idea grounded in reality?”. *Rural Telecommunications*, Vol. 22, No.4, Julio/Agosto 2003, pp. 14-18.

Serrano, Arturo. “Las Telecomunicaciones en Latinoamérica, retos y perspectivas”. Pearson Educación. Mexico, 2000. 160 págs.

Shumate, Paul W. “Broadband Access Networks – Whatever Happened to Fiber To The Home?”. *Bellcore, Morristown*, Agosto 1996.

Standard & Poor’s, “Comentario – America Latina”. *Standard & Poor’s Compañía de MacGraw-Hill*, Octubre 2002, pp. 1-7.

Tecnocom. “Power Line Communications”. *Tecnocom Unidad de Negocios de Tecnologías de banda Ancha*, 2004, pp. 1-13.

Yamashita, Ichirou. “The Latest FTTH Technologies for Full Service Access Networks”. *Proceedings of IEEE Asia Pacific Conference on Circuits and Systems '96*, Noviembre 1996.