



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO  
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA  
CAMPUS TLAHUELILPAN

---

---



**M O N O G R A F I A**  
“LINEA DE COMUNICACIÓN ELÉCTRICA (PLC)”

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PRESENTADA PARA CUMPLIR CON LOS  
REQUISITOS FINALES PARA LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE  
LICENCIATURA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES

PRESENTA:

CONCEPCIÓN LÓPEZ MARÍA DE LA LUZ

ASESOR: ING. JOEL ALEJANDRO DOMÍNGUEZ NARVÁ

AMOR, ORDEN Y PROGRESO

TLAHUELILPAN HGO.,

AGOSTO DE 2007



## RESUMEN

Línea de Comunicación Eléctrica (PLC), es un sistema que utiliza la red de suministro eléctrico para conectar a los usuarios y ofrecerles el servicio de telefonía pública y acceso a Internet de banda ancha.

Una de las razones por las cuales esta tecnología ha cobrado especial relevancia es el uso de la infraestructura más extensa que se ha creado en todos los países del mundo: la red de suministro eléctrico, esta se caracteriza por su cobertura, dado que llega a casi todos los rincones de los países, aun en regiones en donde no se cuenta con líneas telefónicas y mucho menos con acceso a Internet.

La red de suministro eléctrico se convirtió, desde hace ya algunos años, en una gran oportunidad de negocio para los diseñadores de tecnología y para que los gobiernos lleven las comunicaciones a zonas geográficamente inaccesibles, sin necesidad de invertir en infraestructura extra.

Originalmente, ni la línea telefónica ni la eléctrica fueron diseñadas como canales de transporte de datos. Sin embargo, con ayuda de la tecnología Bucle de Abonado Digital (xDSL) la línea telefónica se convirtió en un canal de transmisión de datos de alta velocidad para ofrecer el acceso residencial y empresarial a Internet.

PLC es una tecnología que permite ofrecer el servicio de telefonía de Protocolo de Internet (IP) y de datos de banda ancha a través de la red de suministro eléctrico. Con la tecnología PLC, cada contacto eléctrico se convierte en un auténtico puerto de datos para establecer conexiones exteriores o crear redes locales en ambientes cerrados. La tecnología opera en el cableado de bajo voltaje (120 V) en donde la energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia (50 a 60 Hz), mientras que la banda disponible de alta frecuencia (1.6 - 30 MHz) se utiliza para transportar datos, voz y video. Para implantar este servicio se requiere un modem especial PLC por cada conexión



particular. Este dispositivo realiza la misma función que un modem telefónico o de cable: modula la señal digital en una señal analógica para transmitir la información a través de la red eléctrica. En el sentido inverso hace la demodulación de la señal para convertirla en una señal digital que pueda ser manipulada por la computadora.

La administración de éste modem la realiza un repetidor que se coloca en el espacio donde se concentren los medidores de consumo eléctrico del edificio o zona habitacional. El repetidor a su vez, se conecta con otro modem próximo al transformador de la compañía de electricidad, que recibe las transmisiones provenientes de los usuarios y administra el servicio de entre 300 y 500 viviendas.

PLC emplea Modulación Ortogonal por División de Frecuencia Múltiple (OFDM) que le confiere mayor inmunidad a las interferencias, nivel de rendimiento y una mejor eficiencia. Debe evitar que las frecuencias choquen; para que se logre un mejor análisis y menor distorsión. PLC trabaja con algunos protocolos como es el Protocolo de la Capa de Transporte/ Protocolo de Internet (TCP/IP) y el modelo Interconexión de Sistemas Abiertos (OSI). Además de hacer un estudio técnico y mencionar que dentro del esquema del funcionamiento de PLC la red no debe de sufrir interferencia alguna para que la señal pueda viajar correctamente. Con la tecnología PLC se podrá disfrutar de innovadores servicios de comunicaciones. La implementación de la tecnología PLC, por su gran ancho de banda y bajo costo, hará realidad el desarrollo de nuevos servicios a distancia para el hogar y la oficina.



## ***DEDICATORIA***

Te lo dedico a ti, que has estado junto a mi en todos los momentos de mi vida, que me has apoyado en mis triunfos y derrotas, por todos esos momentos tristes en los cuales te abandone, por que te lo mereces, por que eres una persona excepcional, pero principalmente a ti por que aun crees en mi y me sigues dando las mismas oportunidades en la vida...

A quién ha sido la mejor compañía de mi vida...



## AGRADECIMIENTOS

Hoy quiero agradecer...

A **Dios** y a su hijo por darme la oportunidad de existir, por permitirme crecer y por que cada día me enseña cosas nuevas pero principalmente por que día a día me deja ver nacer un nuevo amanecer.

A mis **padres** por darme la vida, y decir gracias no es suficiente para demostrarles lo agradecida que estoy con ustedes, por el amor que me han dado, por el esfuerzo que día con día hicieron para hacer de mi una persona de bien, por ser lo mejor que me ha dado Dios, por apoyarme en todo momento.

A mis **profesores**, por creer siempre en mí y por apoyarme en todo momento pero sobre todo por regalarme un poco de su tiempo.

**POR ESTO Y POR MUCHAS OTRAS COSAS... MIL GRACIAS!!!  
CON ADMIRACIÓN Y RESPETO...**

**MARÍA DE LA LUZ**



## ÍNDICE

Resumen	5
Dedicatoria	7
Agradecimientos	9
Índice	11
Índice de Figuras y Tablas	14

### ***CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN***

1.1 Introducción	15
1.2 Planteamiento del problema	17
1.3 Justificación	18
1.4 Objetivos Generales y Específicos	
1.4.1 Objetivo General	19
1.4.2 Objetivo Especifico	19
1.5 Metodología	20
1.6 Antecedentes	21
1.7 Plan de obra	24

### ***CAPÍTULO II ¿QUÉ ES PLC?***

2.1 Introducción	25
2.2 Historia de PLC	26
2.3 ¿Qué es PLC?	26
2.4 Ventajas de PLC	28
2.5 Desventajas de PLC	29
2.6 Cómo funciona PLC	29
2.7 Dispositivos de interconexión	32



### **CAPÍTULO III FUNDAMENTOS DE PLC**

3.1	Introducción	33
3.2	La red eléctrica	34
3.3	Ancho de banda	35
3.4	Tecnologías de acceso	38
3.4.1	Acceso xDSL	40
3.4.2	Acceso ADSL	42
3.4.2.1	Características de un modem ADSL	46
3.4.3	Acceso Conmutado	47
3.5	Cable modem	48
3.5.1	Características de un cable modem	48
3.5.2	Configuración de un cable modem	49
3.6	Modulación BPL	50
3.7	Modulación OFMD (División de Frecuencia)	51
3.7.1	Características de la modulación OFDM	51
3.8	Modulación TDMA (Acceso Múltiple de División del Tiempo)	52

### **CAPÍTULO IV PROTOCOLOS Y APLICACIONES DE PLC**

4.1	Introducción	53
4.2	Modelo de referencia OSI	54
4.3	Home Plug	61
4.4	Voz sobre IP	61
4.5	Protocolos de PLC	64
4.5.1	Protocolo H.323	64
4.5.2	Protocolo IAX	65
4.5.3	Protocolo Skype	66
4.5.4	Protocolo IAX2	66
4.5.5	Protocolo TCP/IP	67



4.6 Telefonía sobre IP	68
4.6.1 Características de la telefonía IP	69
4.7 Beneficios y aplicaciones de PLC	70

## ***CAPÍTULO V      ESTRUCTURA DE PLC***

5.1 Introducción	77
5.2 Estudio Técnico	78
5.3 Esquema de funcionamiento de PLC	78
5.3.1 Backbone	79
5.3.2 Cabecera PLC	79
5.3.3 Repetidor PLC (HG)	80
5.3.4 Modem PLC	80
Conclusión Final	83
Glosario	87
Bibliografía	95



## **CAPÍTULO I**

### **INTRODUCCIÓN**

- 1.1 *Introducción*
- 1.2 *Planteamiento del problema*
- 1.3 *Justificación*
- 1.4 *Objetivos Generales y Específicos*
  - 1.4.1 *Objetivo General*
  - 1.4.2 *Objetivo Específico*
- 1.5 *Metodología*
- 1.6 *Antecedentes*
- 1.7 *Plan de obra*

#### **1.1 INTRODUCCIÓN**

Las redes son una parte importante de los sistemas de información actuales. Constituyen el pilar en el uso compartido de la información de las empresas así como en grupos gubernamentales y científicos. Este tipo de información puede adoptar distintas formas ya sea en documentos, datos a procesar por otra computadora o ficheros enviados a colegas.

La mayoría de las redes se instalaron a finales de los años 60 y 70's, cuando el diseño de redes se consideraba como la piedra filosofal de la investigación informática y la tecnología de punta dio lugar a numerosos modelos de las redes como tecnología de conmutación de paquetes, redes de área local con detección de



colisión, redes jerárquicas en muchas empresas y muchas otras de muy alta calidad.

Desde principios de los 70's, otro aspecto de la tecnología cobró gran importancia como el modelo OSI, que permite el intercambio de datos entre aplicaciones. Toda una gama de arquitecturas fueron propuestas e implementadas por diversos equipos de investigación y fabricantes de computadoras.

El hombre en su afán de comunicarse entre sí, ha buscado diversas maneras de comunicación desde las señales de humo utilizadas por nuestros antepasados, hasta lo que hoy en día conocemos como la maravilla de la red de redes Internet, la cual es de gran utilidad para todos.

Por otra parte, el crecimiento que se da día con día dentro del área de las comunicaciones, los servicios, la disminución de costos y disponibilidad de los mismos es gracias al avance que tenemos en los campos del conocimiento, lo cual es benéfico para todos, ya que mientras mejor preparadas estén las personas es mejor para poder salir adelante.

Debemos mencionar que, en la actualidad gran parte de la población requiere estar en permanente comunicación a través de Internet para desempeñar sus actividades, sin embargo en algunos casos no es posible por falta de cobertura y alto precio.

El propósito del trabajo es realizar un documento el cual contenga información suficiente para los usuarios que necesiten saber sobre los servicios basados en IP.



## **1.2    PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

PLC es una tecnología que posibilita la transmisión de voz y datos a través de cables eléctricos, sin embargo se puede observar que no se tiene información actualizada y ordenada por lo que el motivo de la presente monografía es elaborar un material que contenga información relacionada a PLC.



### **1.3 JUSTIFICACIÓN**

En la actualidad las comunicaciones resultan fundamentales para el desarrollo de la sociedad. El uso del Internet es un medio utilizado por millones de personas, se tienen diferentes formas de tener acceso a él como son: vía telefónica con sus diferentes modalidades (modem, ADSL), ATM (Modo de Transmisión Asíncrona), vía satélite, de manera inalámbrica, corriente eléctrica; esta última forma es la que ocupará el desarrollo del presente material.

La gran mayoría de la población cuenta con una línea eléctrica en su hogar, por lo que al hacer uso de estas líneas se tiene una extensa cobertura al utilizar la infraestructura ya existente, en el caso de la velocidad ofrecida es de banda ancha.



## **1.4 OBJETIVOS GENERALES Y ESPECÍFICOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Elaborar un documento que proporcione información sobre la tecnología PLC.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Describir la infraestructura utilizada en PLC
- Mencionar las ventajas y desventajas de PLC.
- Desarrollar los diferentes tipos de redes de comunicación.
- Explicar los protocolos de funcionamiento de PLC



## **1.5 METODOLOGÍA**

- Recopilación de información (fuentes primarias, secundarias y terciarias).
- Análisis y selección de información.
- Ordenar la información.
- Realizar correcciones.
- Presentación del avance Asesores.
- Realizar presentación (portada, índice, etc.).
- Revisión general de la monografía.
- Presentación de la monografía ante Consejo.



## **1.6 ANTECEDENTES**

En el año de 1752 se descubre la electricidad por Benjamin Franklin en los E.U. Al pasar de los años en 1844 surge el nacimiento de la Telegrafía. El Telégrafo, fue la primera forma de comunicación eléctrica, inventado por Samuel Morse. A finales de 1844 se puso en operación el primer enlace telegráfico, entre las ciudades de Washington, y Baltimore. En 1865 se crea la organización internacional encargada de la creación y aprobación de estándares en comunicaciones. En 1866 se instala el cableado telegráfico trasatlántico, entre Norteamérica e Inglaterra. 1874 el francés Emile Baudot desarrolla el primer multiplexor telegráfico; permitía 6 usuarios simultáneamente sobre un mismo cable, los caracteres individuales eran divididos mediante un determinado código (protocolo).

En marzo de 1876 surge el nacimiento de la Telefonía, la mayor contribución al mundo de las comunicaciones; se transmite el primer mensaje telefónico cuando G. Bell le llamó a su asistente, Thomas Watson, que se encontraba en el cuarto de al lado. Alexander G. Bell usó los circuitos existentes del telégrafo, pero usó corriente eléctrica para pasar de un estado de encendido a apagado y viceversa. La invención de Bell era sensitiva al sonido, de tal modo creaba vibraciones en un receptor con el cual él esperaba que fuera entendido por la gente sorda y proveer comunicación entre ellos.

En 1882 se construye la primera pizarra telefónica manual, llamada Beehive, desarrollada para una localidad centralizada que podría ser usada para interconectar varios usuarios por teléfono.

En el año 1887 surge la telegrafía Inalámbrica, Heinrich Rudolph Hertz mostró que las ondas electromagnéticas existían y que ellas podrían ser usadas para mover información a muy grandes distancias. Esto sería el predecesor de la propagación electromagnética o transmisión de radio.



En 1889 Almon B. Strowger, inventa el teléfono de marcado que se perfecciona en 1896. También desarrolla el primer switch telefónico automático, el cual consistía de cinco botones. El primer botón fue llamado "descolgado", con el cual empieza el switch, el siguiente botón eran las centenas, e identifican el primer dígito de los números de 3 dígitos marcados. Este botón era presionado un número de veces para indicar el número marcado; y así sucesivamente las decenas y unidades.

En 1892 se establece el primer enlace telefónico entre las ciudades de New York y Chicago y en 1896 Guglielmo Marconi obtuvo la patente sobre la tecnología de comunicaciones inalámbricas (la radio). Pero fue en 1897 cuando se instalan las líneas telefónicas por todo Estados Unidos. Pero en 1898 Marconi hace realidad la tecnología inalámbrica cuando el seguía la regata de Kingstown y manda un reporte a un periódico de Dublin, Irlanda.

En 1904 aparece la electrónica aplicada al RADIO y TELÉFONO Lee De Forest inventa el Audion (triode) basado en el diodo de Flemming; se desarrollan filtros básicos por Campbells y otros. En 1915 se hacen experimentos con radio difusión AM (Amplitud Modulada). Primer línea telefónica transcontinental con repetidores electrónicos.

En 1918 debido a que el uso del teléfono se incrementaba día a día, era necesario desarrollar una metodología para combinar 2 o más canales sobre un simple alambre. Esto se le conoce como "multicanalización". En 1923-1938 la tecnología de la TELEVISIÓN fue simultáneamente desarrollada por investigadores en los EE.UU., Unión soviética y la Gran Bretaña.

En 1940 aparece la primera computadora, llamada Z2 por Konrad Zuse (Alemán) y en 1960 Aparecen los teléfonos de marcación por tonos.



En 1962-1966 surge el nacimiento de las comunicaciones digitales de alta velocidad. El servicio de la transmisión de datos es ofrecido comercialmente; canales de banda ancha para señales digitales; PCM es usada para transmisión de televisión y voz y en 1981 nace la TELEFONÍA CELULAR. Es entonces cuando en 1993 en EU, comienza la telefonía celular con tecnología digital. Pero en octubre de 1996, USRobotics introduce la tecnología X2 para modems, con velocidades de 56 Kbps. Hoy en día hacemos mención de lo que es la red de redes que es el Internet. [1]

Internet es considerado un medio de comunicación de importancia internacional como herramienta de trabajo o simplemente para el entretenimiento. En términos económicos, accesible a cientos de millones de personas en el mundo entero. Físicamente, el Internet usa parte del total de recursos actualmente existentes en las redes de telecomunicaciones. Técnicamente, lo que distingue al Internet es el uso del protocolo de comunicación llamado TCP/IP.

La red de redes llega ya, en mayor o menor medida, a la gran mayoría de los países del mundo. El avance que ha experimentado en los últimos años Internet ha sido espectacular. Las tecnologías ADSL y las redes de cable lo han hecho realidad.

En otros países desarrollados (Reino Unido, Francia, etc.) PLC está siendo objeto de fuertes controversias por parte de entidades privadas y estatales, por la parte del radioeléctrico, que se sienten amenazadas por los posibles efectos negativos de la tecnología PLC. [2]

A esta tecnología se la conoce por sus siglas inglesas: PLC (Power Line Communications, Línea de Comunicación Eléctrica) y trabaja con frecuencias comprendidas entre 2 y 30 MHz.



## 1.7 PLAN DE OBRA

En el capítulo número dos señalamos la importancia de PLC, la historia de cómo PLC empezó a surgir, del significado de PLC; además de las ventajas y las desventajas de utilizar este tipo de tecnología y como es que PLC funciona.

Posteriormente se hace un análisis del funcionamiento de la red de suministro eléctrico, del ancho de banda, de las tecnologías de acceso con que trabaja PLC, además se habla del modem y de algunos tipos de modulación como es la modulación BPL, modulación OFMD y modulación TDMA.

Enseguida hago referencia al modelo OSI describiendo cada una de sus capas, de lo que es el modelo Home-Plug. Dentro de este capítulo también se mencionan los protocolos con los que trabaja PLC además de mencionar algunas de las aplicaciones que tiene dicha tecnología.

La necesidad de ampliar la cobertura de las redes es algo que debemos de tener en cuenta, pues la tecnología va evolucionando demasiado rápido y es indispensable desarrollar nuevas formas de comunicación. Dentro del capítulo final se hace un estudio técnico, y se muestra el esquema de funcionamiento de PLC como es el backbone, la cabecera de PLC, el repetidor y el modem PLC.



## **CAPÍTULO II**

### **¿QUÉ ES PLC?**

- 2.1 Introducción**
- 2.2 Historia de PLC**
- 2.3 ¿Qué es PLC?**
- 2.4 Ventajas de PLC**
- 2.5 Desventajas de PLC**
- 2.6 Cómo funciona PLC**
- 2.7 Dispositivos de interconexión**

#### **2.1 INTRODUCCIÓN**

En este capítulo se hace mención de lo que es la Línea de Comunicación Eléctrica (PLC), de la importancia que tienen las redes hoy en día, de las ventajas y de las desventajas que se tienen al utilizar este tipo de tecnología, de lo que ocurriría si esta red es instalada en zonas residenciales; además de tener el servicio de Internet o el acceso a otras redes de datos, ya que esto no significa que con el simple hecho de conectar la computadora a la toma de corriente se puede tener acceso a la red, sino que se debe instalar un dispositivo digital que funcione como interfaz entre la computadora y el medio eléctrico por medio del cual se conecta la red de datos.



## **2.2 HISTORIA DE PLC**

PLC: Línea de Comunicación Eléctrica. La idea de utilizar el cable eléctrico para transmisión de información no es nueva, es importante señalar que esta tecnología radica en el crecimiento de Internet y en la necesidad de contar con diferentes medios y puntos de acceso a la red de redes, sin que por ello sea necesario instalar más infraestructura.

El uso de PLC en sus orígenes se limitaba al control de líneas eléctricas y a la transmisión a baja velocidad de las lecturas de los contadores. Tiempo después, las empresas eléctricas comenzaron a utilizar sus propias redes eléctricas para la transmisión de datos de modo interno; se realizaron intentos fallidos en Inglaterra y Alemania.

A finales de los noventa los avances tecnológicos realizados permiten alcanzar velocidades de transmisión de Mega bits.

PLC es la entrega de las señales de banda ancha del Internet usando el cableado eléctrico para conducir señales numéricas de alta velocidad a los hogares y a los negocios. [3]

## **2.3 ¿QUÉ ES EL PLC?**

PLC (Línea de Comunicación Eléctrica), también denominada BPL (Línea de energía de banda ancha) es una tecnología basada en la transmisión de datos (voz, video y datos) utilizando el cableado eléctrico. PLC tiene la capacidad de ofrecer servicios como telefonía IP, Internet, videoconferencia, etc. Mientras que la energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia la cual



corresponde a los 50 o 60Hz, PLC utiliza una frecuencia de 1.6–30 MHz para transportar voz, video y datos.

Hay dos tipos principales de PLC:

- **PLOC** o comunicaciones extrahogareñas utilizando la red eléctrica, la cual se da entre la subestación eléctrica y la red doméstica.
- **PLIC** o comunicaciones intrahogareñas utilizando la red eléctrica; esto es, utilizando la red eléctrica interior de la casa para establecer comunicaciones internas.

Algunas de sus características son las siguientes:

- Tecnología de banda ancha (135 Mbps y puede ser hasta de 200 Mbps).
- Proceso de instalación sencillo y rápido para el cliente final.
- Sin necesidad de obras ni cableado adicional.
- Equipo de conexión modem PLC.
- Transmisión simultánea de voz y datos.
- Conexión de datos permanente (activa las 24 hrs. del día).
- Permite seguir prestando el suministro de energía eléctrica sin ningún problema.
- Fácil acceso a Internet: solo basta con enchufar la computadora a un modem PLC y éste a su vez conectarlo a un enchufe de corriente eléctrica; esto también es aplicable a las llamadas telefónicas, ya que sería posible hablar y navegar por la red al mismo tiempo.
- Permite otros servicios como: voz sobre IP (VoIP), videoconferencias, redes de área local (LAN), entre otros. [4]

Existen varios tipos de sistema PLC dependiendo del lugar de la red eléctrica en donde se despliegan.



**Red PLC de acceso:** Se despliegan entre el transformador de baja tensión y la casa del usuario. Son una alternativa a los sistemas de banda ancha xDSL. Es un sistema full duplex (envía y recibe información); emplea un equipo cabecera el cual realiza la función de un router+siendo el que asigna el uso del canal de comunicaciones entre los diversos usuarios conectados a él. También hace uso del modem PLC y del repetidor.

**Red PLC doméstica:** Se despliegan dentro de la casa del usuario. Complementan a los servicios de acceso y pueden competir con las redes LAN. Esta red tiene elementos como: Pasarela doméstica que realiza la función de interfaz entre la red exterior y la red interior; así como también el modem PLC que realiza la función de interfaz entre los equipos domésticos por ejemplo una computadora, televisión, teléfono, entre otros y la red eléctrica interior.

**Red PLC de media tensión:** Es un sistema para el transporte de datos y una alternativa a los sistemas de fibra óptica. Aquí la tecnología PLC se aplica a las líneas de media tensión como transporte de datos desde los transformadores de alta/media tensión. Tiene elementos como: Unidad de transmisión que realiza la función de interfaz entre los servicios de telecomunicaciones externos y la unidad acopladora, otro elemento es la Unidad acopladora que se encarga de conectar la unidad de transmisión al cable de potencia. [5]

## **2.4 VENTAJAS DE PLC**

- La principal ventaja es que emplea una infraestructura existente; es decir, no necesita de un cableado adicional, sino que utiliza el que ya existe.
- Cualquier lugar de la casa con un enchufe es suficiente para estar conectado.
- Los servicios que ofrece son competitivos en cuanto a calidad y precios.
- Es una alternativa válida a las conexiones ADSL.



- Con un solo repetidor se provee de conexión hasta 256 hogares.
- Con el tiempo los costos se abaratarán.
- Las velocidades ofrecidas pueden superar los 10 MB frente a los 2 MB de ADSL.
- Se podrá realizar la conexión desde cualquier punto del hogar e incluso se permite la posibilidad de conectar dos modems y tener dos conexiones independientes.
- Por medio de microfiltros se evitan las posibles interferencias generadas por los electrodomésticos.

### **2.5 DESVENTAJAS DE PLC**

- Los usuarios de radios de onda corta (radioaficionados) se oponen al uso de la tecnología de PLC debido a que consideran que podría causar interferencia en las vías de comunicación inalámbricas.[4]
- Cortes de energía eléctrica.
- Fallos en instalaciones eléctricas dentro de hogares con instalaciones viejas.

### **2.6 ¿CÓMO FUNCIONA?**

PLC funciona usando señales de alta frecuencia en la red de transmisión eléctrica, lo cual requiere de dispositivos que combinen las señales de los datos con la corriente de baja tensión, dichos dispositivos permiten separar las señales de datos de la corriente normal de electricidad.

Los aparatos instalados en las zonas residenciales se conectan con los equipos principales situados en los centros de transformación y allí se conectan entre ellos a través de señales PLC en media y baja tensión hasta una estación transformadora en donde se agrupan las señales de todos los clientes y a través de

las redes de fibra óptica y satelitales se hace llegar la señal a Internet y poder cubrir las peticiones de servicio que realicen los usuarios.

Por lo anterior, se considera que se podrá tener acceso a Internet desde cualquier punto geográfico en donde llegue la cobertura de la red eléctrica con lo que no será necesario el acceso a la red telefónica; por lo tanto, se tendrá la posibilidad de acceder a Internet en puntos en donde no hay cobertura de la línea telefónica y por lo mismo no pueden tener acceso al servicio de ADSL, pero sí a la red eléctrica esto es debido a que ésta logra cubrir hasta un 96% de toda la población que ocupan la energía eléctrica en nuestro país. (Ver figura 2.1)

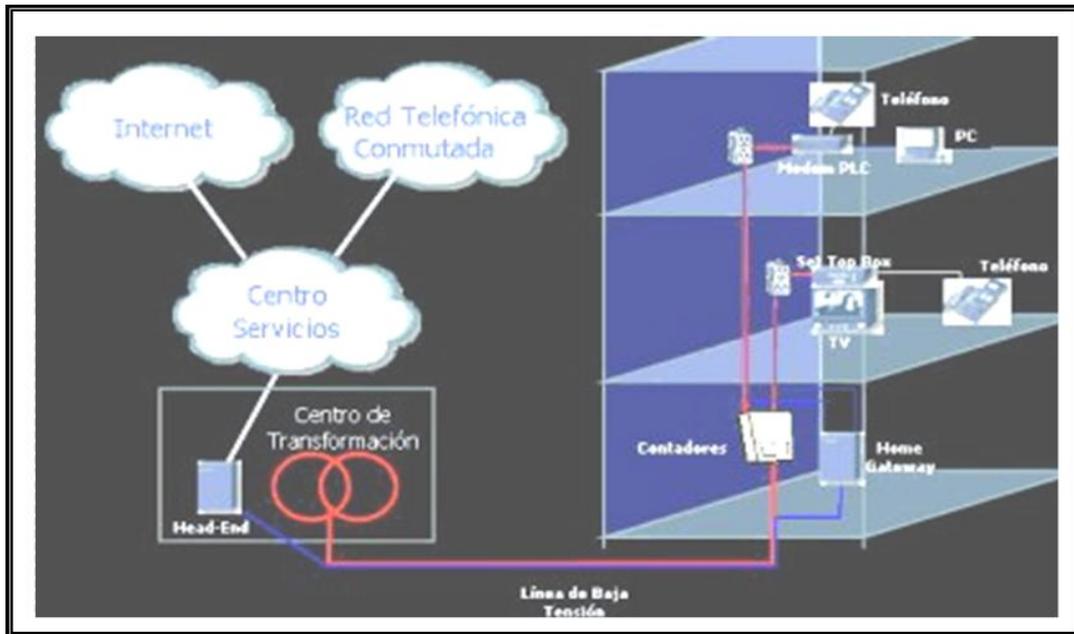


Figura 2.1 Cobertura de la red eléctrica desde cualquier punto geográfico





**Red de baja tensión:** Los datos son transmitidos a través de ella hasta los cuartos de control.

**Viviendas, zonas rurales, empresas:** Lo único que necesitan es modem PLC para que puedan tener acceso a Internet y por consiguiente enviar y recibir datos. [5][6]

## ***2.7 DISPOSITIVOS DE INTERCONEXIÓN***

Tener el servicio de Internet o el acceso a otras redes de datos, no implica que con el simple hecho de conectar la computadora a la toma de corriente ya se puede tener acceso a la red, sino que se debe instalar un dispositivo digital que funcione como interfaz entre la computadora y el medio eléctrico que contiene a la red de datos. Existen dos familias de interfaz PLC – computadora.

Dispositivos para bajo ancho de banda: Operan en las frecuencias de 3 a 500 KHz, por lo general tienen aplicación en los llamados edificios inteligentes, para la automatización de diversos controles y procesos como el aire acondicionado, la calefacción y la iluminación. Al igual que en las redes de datos existen protocolos para la transmisión de la información y la corrección de errores. Los más comunes en bajos anchos de banda son: X10 que permiten controlar luces, electrodomésticos de un hogar, CEBus que es un protocolo de comunicación y LonWorks que es una tecnología fiable que está especialmente indicada para la automatización industrial, ámbito del que procede.

Dispositivos para alto ancho de banda: Funcionan en frecuencias de 1 a 30 MHz. Debido a que la frecuencia de la corriente alterna que llega a los hogares es de 60 Hz, el uso de las frecuencias más altas para la transmisión de datos garantiza la estabilidad de la señal; aún así, era necesario que existiera un esquema de modulación más grande para la corrección de errores, debido a que los conductores eléctricos varían de instalación en instalación. [4]



## **CAPÍTULO III**

### **FUNDAMENTOS DE PLC**

#### **3.1 Introducción**

#### **3.2 La red eléctrica**

#### **3.3 Ancho de banda**

#### **3.4 Tecnologías de acceso**

##### **3.4.1 Acceso xDSL**

##### **3.4.2 Acceso ADSL**

###### **3.4.2.1 Características de un modem ADSL**

##### **3.4.3 Acceso Conmutado**

#### **3.5 Cable modem**

##### **3.5.1 Características de un cable modem**

##### **3.5.2 Configuración de un cable modem**

#### **3.6 Modulación BPL**

#### **3.7 Modulación OFDM (División de Frecuencia)**

##### **3.7.1 Características de la modulación OFDM**

#### **3.8 Modulación TDMA (Acceso Múltiple de División del Tiempo)**

### **3.1 INTRODUCCIÓN**

Este capítulo nos habla del suministro de la red eléctrica, de la máxima cantidad de datos que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento dado, ya que las tecnologías de acceso pueden ser alámbricas o inalámbricas, de cómo se dividen estas y además hablamos del cable modem y de sus características. Se habla de una breve explicación de los diferentes tipos de modulación y así mismo de sus características.

### 3.2 RED ELÉCTRICA

Por red eléctrica podemos definir que es el conjunto de medios utilizados para la generación, el transporte y distribución de energía eléctrica, el cual cuenta con mecanismos de control, seguridad y protección; la red eléctrica es regulada por un sistema de control centralizado, el cual se encarga de garantizar una explotación racional de los recursos de generación y una calidad de servicio de acuerdo a la demanda que exista por parte de los usuarios.

La figura 3.1 nos muestra un diagrama de las distintas partes que componen el sistema de suministro de la red eléctrica.

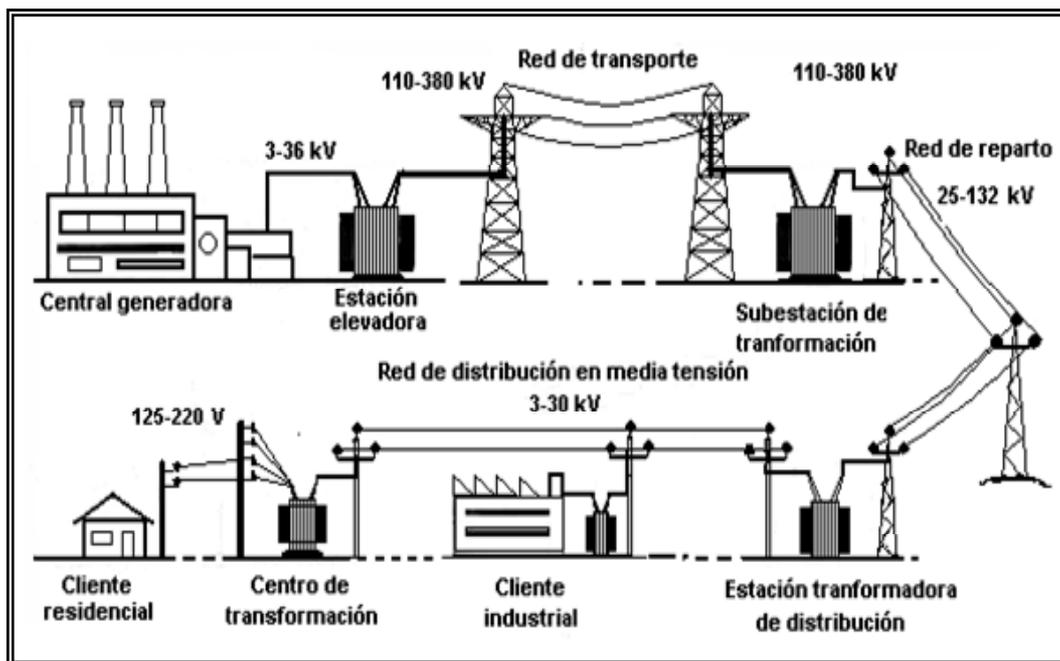


Figura 3.1 Sistema de suministro de la red eléctrica [9]

Para que la electricidad pueda ser transportada hasta los usuarios, debe ser generada en las “centrales eléctricas”, para posteriormente hacer uso de la “red de



transporte” para enlazar las centrales con los puntos donde utilizan la energía eléctrica; en este proceso, las líneas de transporte deben estar interconectadas entre sí, para que así pueden transportar la electricidad entre puntos muy lejanos, generando la menor cantidad de pérdidas posible.

Las subestaciones son plantas transformadoras que se encargan de reducir la tensión de la electricidad de la tensión de transporte a la tensión de distribución; estas se encuentran cerca de las centrales generadoras, así como del área de las zonas de consumo.

Una vez realizado todo lo anterior, la prestación del servicio de energía eléctrica queda a cargo de la compañía encargada de suministrar dicho servicio, la cual tendrá que construir y mantener las líneas necesarias para poder llegar hasta los clientes; por lo que esas líneas son las que conforman la red de distribución eléctrica y esta última a su vez, puede ser aérea o subterránea. Los “centros de transformación” son los encargados de transformar la energía que pasa por las tensiones de distribución a la tensión de utilización para que pueda ser utilizada por los usuarios. [9]

### **3.3 ANCHO DE BANDA**

Es la máxima cantidad de datos que pueden pasar por un camino de comunicación en un momento dado, generalmente medido en segundos; mientras más grande sea el ancho de banda más datos pueden circular por ella en un segundo. El ancho de banda se mide en Hz.

El hecho de tener una comunicación de datos de punto a punto conlleva dos cosas, y son las siguientes:



- Un conjunto de conductores eléctricos utilizados para que pueda ser posible la comunicación a bajo nivel.
- El uso de un protocolo que facilite la comunicación de datos de una manera confiable y eficiente.

Para poder satisfacer los puntos anteriores son necesarios los componentes que a continuación se mencionan:

*Buses:* Permiten la comunicación punto a punto, utilizando algún protocolo para asegurarse que toda la comunicación tiene un buen control. Estos cuentan con características eléctricas estandarizadas (niveles de voltaje, velocidades de señales, etc.) y características mecánicas estandarizadas (tamaño de la tarjeta, formato de disco, etc.), así como un protocolo estándar.

En algunos casos, los buses también permiten la interconexión del hardware hecho por diferentes fabricantes, todo esto gracias al protocolo estándar que utilizan. Algunos ejemplos de buses son los de almacenamiento masivo, buses de memoria, buses de red, buses de expansión, entre otros.

*Datapaths:* Permiten la comunicación de datos de forma punto a punto, pero se diferencian de los buses porque utilizan un protocolo más simple (en el caso en que llegasen a utilizarlo) y tienen poco o en algunos casos nula estandarización mecánica.

Los datapaths son internos a algunos componentes de sistemas y no se utilizan para la interconexión de dispositivos diferentes; sino que su uso delimita a alguna situación en particular en donde los usuarios prefieren velocidad a cambio de que la flexibilidad del mismo sea mucho más lenta y cara.



Algunos ejemplos son los datapaths de la Unidad Central de Proceso (CPU) a caché en chip y los datapaths de procesador gráfico a memoria de video. [9]

La red telefónica, diseñada específicamente para soportar el servicio telefónico, ha ido progresivamente ampliando su funcionalidad mediante la introducción de nuevas tecnologías con las que aprovechar la costosa infraestructura desplegada, para ofrecer también servicios destinados a la transferencia de datos (como el envío de faxes, el acceso a Internet, la videoconferencia, etc.). Así, para nosotros ya no es extraño ver cómo el par trenzado de cobre telefónico que constituye la parte de abonado de la red telefónica básica en nuestros hogares, es utilizado también por los modems RDSI y routers ADSL, para permitir el acceso a Internet a través de nuestras computadoras.

Del mismo modo, la red eléctrica, utilizada desde hace más de un siglo con su propósito inicial de distribuir la energía a nuestros hogares, nos permitirá pronto disfrutar también de servicios de telecomunicación, como el acceso a Internet de banda ancha; gracias a la tecnología PLC.

Dentro de la tecnología PLC se consideran tres ámbitos principales de aplicación. Uno de ellos es la transmisión punto a punto sobre líneas de distribución eléctrica de alta y media tensión orientada a servicios de transmisión de datos, voz y telecontrol. Esta línea es utilizada básicamente con fines de teleoperación y telecontrol por las operadoras de energía eléctrica. Otra aplicación es la de comunicar distintos aparatos domésticos, como sistemas de control de la iluminación o de las persianas, utilizando el tendido eléctrico interno de baja tensión de la vivienda. Y por último la tercera línea es la de los sistemas de comunicación para el acceso a las redes públicas desde viviendas u oficinas. En este caso, la tecnología es muy similar a la de los casos anteriores, aunque algo más compleja, pues la transferencia de datos se realiza a una velocidad mucho mayor y las posibles fuentes de interferencias son mayores. Esta aplicación, que ya está siendo



comercializada por varias operadoras eléctricas, es la que más interés ha suscitado en la industria.

Los componentes básicos de una red PLC son el modem PLC de alta velocidad o cabecera en el centro de transformación, la pasarela residencial PLC en el edificio de los abonados y el modem PLC en el piso del usuario.[4]

### **3.4 TECNOLOGÍAS DE ACCESO**

Las tecnologías de acceso pueden ser alámbricas o inalámbricas, las primeras se dividen en: xDSL (se compone por las tecnologías ADSL, HDSL, SDSL, VDSL, entre otras), HFC, Cable modem y las segundas son radio móvil y radio fija.

La necesidad de ancho de banda ha hecho nacer varias tecnologías de acceso de banda ancha:

- DSL (Línea de Abonado Digital) en todas sus formas simétricas y asimétricas, utiliza la infraestructura de cobre para dar servicios a velocidades de algunos megabits por segundo.
- LMDS, los servicios locales de distribución multipunto ofrecen velocidades de banda ancha a usuarios residenciales y a profesionales independientes vía tecnología inalámbrica.
- CMTS (Sistema de terminación de modem por cable): emplea el cable coaxial para entregar servicios digitales a muchos usuarios; UMTS, fue concebido para servicios de voz y de datos de tercera generación.

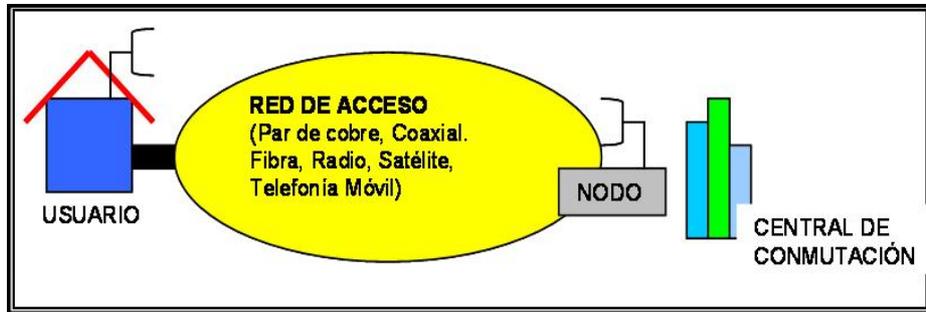


Figura 3.2 Red de Acceso

A pesar de las enormes diferencias entre estas tecnologías, todas ellas se caracterizan por el aumento de la velocidad de transferencia de datos al usuario final en un orden de magnitud muy superior en comparación con las soluciones de banda estrecha que les precedieron (ver figura 3.2). En consecuencia, todas abren la puerta a un conjunto amplio de nuevos servicios. Otra similitud está en que todas pueden compartir el mismo protocolo subyacente: ATM. Como consecuencia, aunque el servicio final esté generalmente relacionado con las aplicaciones IP, el tráfico se monta en ATM antes de entregarlo a la red de transmisión.

Es en la parte de acceso de la red donde ATM realmente brilla debido a las técnicas de compresión habilitadas por los operadores, permitiendo recoger los beneficios y eficiencias en costo, de una plataforma multi- servicio. En el núcleo de la red, la principal ventaja de ATM está en la escalabilidad y en la disponibilidad.

De forma general, en documentos especializados se acostumbra a clasificar las redes de acceso en cuatro grupos principales según el medio de soporte: par trenzado, coaxial, inalámbrico, y fibra óptica. La Figura 3.3 muestra algunas de las tecnologías e implementaciones que caen en las categorías anteriores. [10][11]

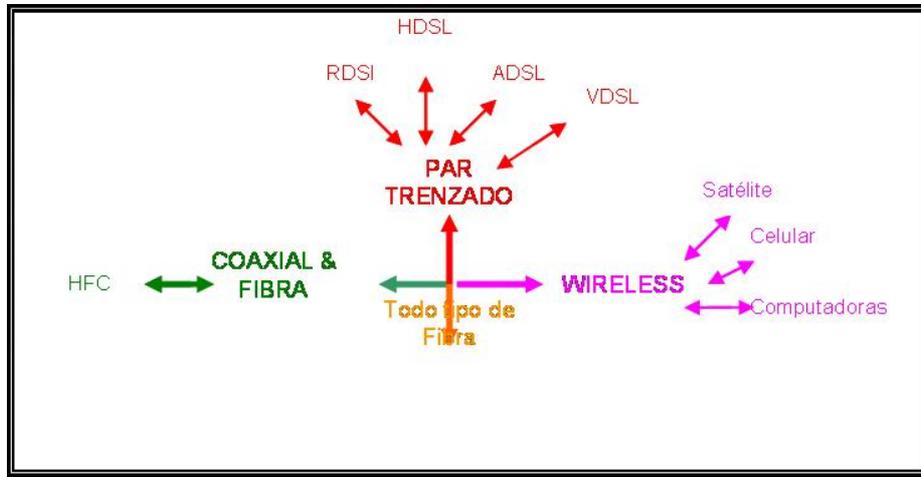


Figura 3.3 Alternativas de Acceso

### 3.4.1 Acceso xDSL

xDSL es el medio físico utilizado por esta tecnología de acceso, el par telefónico de cobre, teniendo como ventajas el permitir dar servicio telefónico y transmisión de datos de manera simultánea y el bajo costo. Pero, así como tiene ventajas, también cuenta con una desventaja y esa es la cobertura limitada debido a la calidad y longitud del par de cobre, ya que solo alcanza a cubrir una distancia de 5 a 6 Km.

Las tecnologías DSL permiten aprovechar las inversiones que se realizan en el par de cobre, ya que ofrecen servicios de banda ancha.

La tecnología xDSL, surge por la necesidad de aumentar la capacidad de transmisión del par de cobre. Hace referencia a toda la familia DSL las cuales utilizan técnicas de modulación modernas ayudadas por los avances en el procesamiento digital de señales para lograr transmitir a altas velocidades sobre el



lazo de abonado local. En la Tabla 3.1 se muestra un resumen comparativo entre algunas de las tecnologías xDSL.

Tipo de DSL	Simétrico/ Asimétrico	Distancia de la línea (m)	Velocidad Descendente (Mbps)	Velocidad Ascendente (Mbps)
IDSL	Simétrico	5400	0.128	0.128
SDSL	Simétrico	3000	1.544	1.544
HDSL (2 pares)	Simétrico	3600	1.544	1.544
SHDSL	Simétrico (1 par)	1800	2.312	2.312
	Simétrico (2 pares)	1800	4.624	4.624
ADSL G.lite	Asimétrico	5400	1.5	0.512
ADSL	Asimétrico	3600	8	0.928
	Asimétrico	300	52	6
	Simétrico	300	26	26
	Asimétrico	1000	26	3
	Simétrico	1000	13	13

Tabla 3.1 Comparativa entre algunos tipos de xDSL

La cantidad de abonados DSL ha venido aumentando a una gran velocidad, a finales del tercer cuatrimestre del pasado año ya había más de 30 millones de usuarios individuales y de negocios servidos por DSL, y se esperaba que el año concluyera con más de 36 millones si se mantenía la tasa de crecimiento mensual de 1.67 millones de accesos.

La técnica ADSL, por su carácter asimétrico, se adapta mejor al mercado residencial por lo que ha sido la más extendida a nivel. Ésta va a ser objeto de



análisis al igual que VDSL, que se puede emplear tanto en el sector residencial como en el corporativo.

### **3.4.2 Acceso ADSL**

La Línea de Abonado Digital Asimétrica es una de las variantes de xDSL, tecnología que a través del bucle de abonado, permite establecer conexiones de banda ancha a redes de datos. Esto permite conectarse a Internet a velocidades más altas que las de un modem estándar de 56 Kbps. Las características más importantes de esta tecnología son:

- La alta velocidad que soporta.
- La posibilidad de efectuar llamadas telefónicas mientras se está utilizando el servicio de Internet.

ADSL, es una tecnología que utiliza la infraestructura de telefonía que se encuentra operativa en una ciudad. Al incorporarla se puede proveer de servicios de banda ancha a los clientes. Esto posibilita reutilizar las redes de telefonías para brindar servicio de Internet de alta velocidad y siempre conectado.

En un inicio, las redes de telefonía se desarrollaron pensando sólo en la transmisión de voz, con el correr de los años, y el avance tecnológico, las redes telefónicas, comenzaron a ser utilizadas para la transmisión de voz, datos, imágenes y video. Esto trajo consigo, una saturación de los canales tradicionales de comunicación, y por ende, una lentitud en el sistema de comunicaciones. La tecnología ADSL, permite crear en las líneas convencionales de telefonía una segunda vía, de mayor capacidad de ancho de banda, para ser utilizada para los altos requerimientos de transmisión de datos. El cable telefónico normal, basado en el par de cobre, ofrece una velocidad máxima de 56 Kbps. Con ADSL, la velocidad puede subir hasta 8 Mbps de downstream y 1 Mbps de upstream. Este gran



aumento de velocidad se obtiene gracias a dos modem especiales ubicados a ambos lados de la línea telefónica. Estos aparatos se comunican entre sí, cambiando la frecuencia por donde la señal es enviada, logrando evitar las interferencias propias de las líneas telefónicas de cobre.

Un modem dotado con la tecnología ADSL transforma las líneas telefónicas convencionales en líneas de alta velocidad con conexión permanente. Por eso, la línea telefónica puede gestionar tal cantidad de datos. El envío y recepción de datos se realiza desde la computadora mediante el modem ADSL. Los datos son filtrados por un dispositivo llamado splitter, cuya función es permitir el uso del servicio telefónico básico y el servicio ADSL, en pocas palabras, hablar por teléfono y navegar por Internet, todo al mismo tiempo. Esto se consigue gracias a técnicas de codificación digital que aumentan el rendimiento del cableado telefónico. La velocidad de transmisión de datos viene dada por el establecimiento de tres canales independientes sobre la línea telefónica convencional; dos de los canales son de alta velocidad y permiten la recepción y envío de datos respectivamente, uno de ellos posee mayor ancho de banda que el otro. El tercero establece la comunicación normal de voz.

La asimetría que presentan los canales de envío y recepción de datos es debida a que cuando se navega por Internet, el volumen de datos que recibe la computadora es superior comparado con el que emite. Dicha característica es la que le da nombre al servicio ADSL.

La frecuencia representa el número de ocurrencias que un suceso se repite en un intervalo de tiempo y es la inversa del tiempo. Al conocer esta relación esto nos permite convertir una gráfica en función del tiempo en una gráfica en función de la frecuencia. Esta representación en frecuencia recibe el nombre de espectro de frecuencia. Si el intervalo de tiempo considerado es el segundo, la frecuencia se mide en herz (Hz.). En comunicaciones, la norma habitual es hablar de frecuencias



y número de tiempos. Por ejemplo, el teléfono de casa transmite entre 300 Hz y 3400 Hz. Esto es también el intervalo usado por un modem convencional. ¿Pero qué ocurre en el caso de ADSL? Como se ha limitado la distancia entre los modem ADSL colocados en la central telefónica y el hogar, en ADSL se utilizan frecuencias de 1 Mhz e incluso superiores. La velocidad de transmisión de datos se incrementa con el aumento de la frecuencia. En el caso de ADSL, el aumento de frecuencia es de alrededor de 300 veces más, es por ello que la mejora tiende a ser muy notable. La zona de baja frecuencia se reserva para telefonía básica y esto es lo que permite separar entre voz y datos, mientras que con un modem analógico convencional se utiliza la misma zona. Por lo tanto, lo que se ha hecho es reducir la distancia y esto ha permitido aumentar la frecuencia de trabajo. El intercambio en este caso es muy rentable por que los usuarios se encuentran cerca de la central. ADSL utiliza una técnica llamada DMT (Multi Tono Discreto) que divide el ancho de banda utilizado en sub-canales. En ADSL se suelen utilizar 256 sub-canales que son resultado de dividir el ancho de banda disponible, 1 Mhz, en sub-canales de 4 Khz. En el proceso de iniciación el modem DMT testea cada sub-canal para determinar la calidad de transmisión y posteriormente de acuerdo con los resultados enviará más o menos datos a través de él. En teoría cada canal puede transportar hasta 60 Kbps, por lo que multiplicando esta cifra por los 256 canales se obtendría 15 Mbps, pero en la práctica esto se reduce entre 1,5 y 8 Mbps, por la existencia de ruido e interferencia en las líneas.

Para permitir el uso simultáneo de la conexión de datos ADSL y el servicio telefónico básico de voz, es necesario colocar un pequeño dispositivo que permita discriminar las frecuencias de banda vocal y ADSL, este dispositivo actúa de filtro separador de los dos servicios para que no interfieran uno con el otro. Los filtros separadores, deben colocarse necesariamente en los dos extremos de la línea telefónica, uno en el lado de la central y el otro en el domicilio del usuario. El filtro en el lado de la central, es instalado por la compañía de telefonía cuando se curse el alta de la línea ADSL, por el contrario el filtro en la vivienda admite dos alternativas:



1. Colocar el filtro a la entrada de la instalación existente (instalación con splitter)
2. Colocar un filtro en cada uno de los teléfonos conectados.

El splitter no es más que un filtro que separa las frecuencias por dónde transitará la voz y los datos. Se reservan frecuencias hasta los 25 Khz. para el canal de voz, y no hasta los 3,4 Khz. como medida de protección frente a interferencias. Desde los 25 Khz. a 1 Mhz, se utilizan estas frecuencias como canales para el envío y recepción de datos. En una instalación con splitter, éste se coloca después del PTR (punto de terminación de red) de la compañía de telefonía, normalmente en la entrada de la vivienda. La instalación telefónica existente no se modifica, sin embargo debe realizarse una ampliación del cableado, desde el splitter hasta donde esté situada la computadora.

Los microfiltros realizan la función contraria al splitter, filtrando los datos en las conexiones telefónicas, siendo igual de efectivos. Estos pequeños dispositivos se colocan entre la roseta y el teléfono. El número máximo de microfiltros está limitado a 3 unidades, por lo que sólo se pueden tener tres aparatos telefónicos instalados en el domicilio simultáneamente, sin perjuicio de que existan más rosetas sin utilizar. La solución con microfiltros es más económica que la solución con splitter, por los motivos siguientes:

- No requiere instalación del splitter, que debe realizarlo un instalador.
- No se necesita ampliación de cableado.

Sin embargo, la instalación con splitter es más fiable y con menos posibilidad de ruidos que la instalación con microfiltros, principalmente porque un mal contacto en las rosetas de los teléfonos afecta a la conexión de la computadora, pero con un mínimo de cuidado no debe presentarse problema alguno. [10]



### **3.4.2.1 Características de un modem ADSL**

El funcionamiento de un modem ADSL, es muy diferente al funcionamiento de un modem analógico estándar, lo cual explica cómo es posible lograr altas velocidades de transmisión de datos. La electrónica propiamente tal de su funcionamiento a alta frecuencia, genera un nivel de temperatura muy perceptible a la palma de la mano, cosa que no ocurre con un modem analógico. Algunas características de un modem ADSL, son:

- Puede ser operativo en su mayor capacidad, siempre y cuando la distancia entre la central telefónica y el abonado no supere los 5 kilómetros de distancia, esto es por la interferencia que genera un tendido de cable de telefonía, aún más largo.
- Utiliza un ancho de banda de 1 Mhz o incluso más al operar únicamente en el bucle de abonado, que es una línea dedicada a la comunicación.
- Trabaja en las bandas de frecuencia que se encuentran por encima de las utilizadas por el sistema telefónico tradicional, por ello es capaz de transportar voz y datos simultáneamente sobre el mismo medio físico.
- Requiere que la central telefónica sea digital.
- Evita realizar una llamada telefónica para activar el servicio. El sistema siempre se encuentra activado y monitoreando los requerimientos de envío y recepción de datos.
- Permite los siguientes modos de transmisión:
  - Simplex: sólo en una dirección.
  - Half-duplex: es bidireccional pero sólo uno de los extremos puede enviar información en un instante dado.
  - Full-duplex: bidireccional, ambos extremos pueden transmitir a la vez.
- Reutiliza el cableado telefónico de la ciudad.



- Rompe el esquema de horarios de conexión. El servicio siempre está disponible las 24 horas del día. La conexión permanente disfruta de tarifa plana, independiente del número de horas que esté navegando el usuario.
- Uso exclusivo del ancho de banda entre el usuario y el ISP (Proveedor de Servicios de Internet). El ancho de banda que se ofrece no es compartido, es exclusivo para el uso de cada abonado. Cuando el ancho de banda es compartido, el desempeño y prestaciones del servicio decaen, a medida que el número de usuarios que acceden simultáneamente sobre ese medio compartido aumenta.
- Permite explotar servicios y aplicaciones que requieren una conexión permanentemente y a alta velocidad, algunos ejemplos de estas aplicaciones son:
  - a. Videoconferencia, televisión.
  - b. Juegos multiusuario en red.
  - c. Educación.
  - d. Servicios de tele vigilancia.

### **3.4.3 Acceso Conmutado**

Este tipo de tecnología es la más utilizada para acceder a Internet por parte de los usuarios finales, debido a la sencillez de configuración del servicio, el bajo costo de la conexión, y la amplia cobertura que ofrecen las redes de telefonía en ciertos sectores, lo que ofrece una buena disponibilidad de factibilidad técnica para el servicio.

El usuario que desea utilizar esta tecnología sólo debe cumplir una serie de requisitos técnicos con la computadora que desea utilizar. Entre estos requisitos se evalúa la velocidad del procesador, capacidad de disco duro, cantidad de memoria RAM, velocidad del modem analógico y disponibilidad de una línea telefónica



analogica de alguna compañía de telefonía que tenga convenio con el ISP deseado para cursar el servicio de Internet. [12]

### **3.5 CABLE MODEM**

Es un tipo especial de modem diseñado para transmitir la señal de datos sobre una infraestructura de televisión por cable; por lo general, es utilizado para distribuir el acceso a Internet de banda ancha, aprovechando el ancho de banda que es utilizado por la red de televisión por cable. Para que un usuario pueda conectarse por medio de esta tecnología de acceso lo hará a través de un cable coaxial y la velocidad de transmisión dependerá de la cantidad de usuarios que estén haciendo uso del servicio al mismo tiempo.

Frecuentemente, la idea de una línea compartida para la conexión a Internet por cable es considerada como una desventaja de esta forma de acceso ya que existe el riesgo de pérdida de privacidad principalmente si consideramos las técnicas que hoy en día se pueden encontrar para el espionaje del cable modem; es por ello, que para evitar en lo posible este problema, se hace uso de la encriptación, así como de otras características de privacidad especificadas en el estándar DOCSIS (Data Over Cable Service Interface Specification), la cual es muy utilizada por la mayoría de los cable modems.

#### **3.5.1 Características de un cable modem**

El funcionamiento de la tecnología cable modem, permite utilizar la red de televisión por cable para ofrecer servicios de acceso a Internet. Algunas características de la tecnología son:

- Flexibilidad, trabaja en computadoras de escritorio, portátiles, Macs.
- Soporte de servicios multiusuario, ideal para redes en el hogar.



- Instalación y configuración sencilla.
- Cobro del servicio tarifa plana.
- Medio de comunicación resistente a la interferencia.
- Requiere sólo el aparato cable modem, y ningún otro dispositivo adicional.
- Soporta aplicaciones de banda ancha, y asigna un número IP dinámico a la computadora.

### **3.5.2 Configuración de un cable modem**

La configuración típica es un canal de datos downstream en lugar de uno de los canales de 6 Mhz de los canales de televisión que ocupan el espectro por encima de los 50 Mhz (y cercano a los 550 Mhz) y un canal upstream ubicado en la banda que no se utiliza entre 5 y 50 Mhz. Utilizando una codificación, el canal de bajada puede transmitir hasta 30 Mbps. La tasa de transferencia del canal de upstream varía dependiendo del proveedor. El canal de bajada es continuo, la información se divide en celdas que llevan la dirección de destino, el canal de subida requiere un mecanismo de control de acceso al medio ya que hay más de un usuario utilizándolo, algunos sistemas dividen el canal en bandas frecuenciales individuales para cada usuario. La tecnología cable modem multiplexa hasta 100 usuarios por línea de cable coaxial, por lo tanto si una línea de cable coaxial queda inutilizada todos los usuarios que estén conectados a dicha línea quedarán sin servicio. En cuanto a la calidad de servicio, el primer usuario de una línea de cable modem tendrá un servicio excelente, pero por cada usuario adicional en la línea, el ancho de banda disminuye.

Más allá de la modulación y demodulación, un cable modem incorpora muchas características necesarias para ampliar las comunicaciones de banda ancha a las redes WAN (Wide Area Network). La capa de red se elige como el Protocolo de Internet para apoyar los servicios de Internet y del World Wide Web. La capa de transmisión de datos abarca tres subcapas: subcapa de



Control de Enlace Lógico, subcapa de Seguridad de Acoplamiento, que se conforma con los requisitos de la seguridad, y subcapa de Control de Acceso al Medio, conveniente para las operaciones de sistema del cable. El formato actual del marco de operación de una red de cable modem, es muy similar al funcionamiento de una red Ethernet, ya que en el se identifican canales para el envío de datos, y canales para la recepción de datos. Mientras que el número de suscriptores aumenta, un operador del cable puede agregar más canales de transmisión de datos y canales para la recepción de datos, para brindar un mejor desempeño a la exigencia que le demandan los clientes al ancho de banda. De esta perspectiva, el crecimiento de las nuevas redes de datos del cable se puede manejar, de igual forma que el crecimiento de una red Ethernet dentro de un ambiente corporativo. Los requisitos de la subcapa de Seguridad de Acoplamiento se definen más a fondo en tres sistemas de requisitos:

1. Interfaz de aislamiento de la línea de fondo (BPI);
2. Interfaz de sistema de seguridad (SSI), e
3. Interfaz desprendible del módulo de seguridad (RSMI).

El BPI provee a los usuarios de cable modem el aislamiento de datos a través de la red del cable cifrando el tráfico de los datos entre el usuario y la central. [13]

### **3.6 MODULACIÓN BPL**

Con el empleo de este tipo de modulación se puede tener acceso a Internet a velocidad comparables con la tecnología DSL, sin embargo, la interferencia entre esta modulación y otros aparatos de comunicaciones es considerado como un gran problema ya que, los operadores de estos aparatos de comunicaciones mencionan que el empleo de BPL para la transmisión de información reduce notablemente su rango de transmisiones e incrementa la estática en sus comunicaciones. [11]



### **3.7 MODULACIÓN OFDM (DIVISIÓN DE FRECUENCIA)**

La Modulación Ortogonal por División de Frecuencia (OFDM), utiliza un gran número de señales con anchos de banda muy estrechos. Normalmente se realiza la modulación OFDM tras pasar la señal por un codificador de canal con el objetivo de corregir los errores producidos en la transmisión, entonces esta modulación se denomina COFDM (sistema de modulación usado en el DAB y en los sistemas de televisión digital). A diferencia de otros sistemas que modulan en una sola frecuencia portadora con una tasa muy alta de símbolos, COFDM modula la información en muchas frecuencias portadoras, donde cada una lleva una tasa de símbolos muy baja.

Es un método de la transferencia de la señal usando las difusiones digitales, al utilizar este tipo de modulación las 24 frecuencias que existen en la transmisión, son divididas en 390 canales de banda estrecha en donde cada uno de los canales es independiente de los demás, así como el hecho de que hay poca interferencia entre ellos, por lo que, se permite un uso eficiente de la banda de frecuencia estrecha.

#### **3.7.1 Características de Modulación OFDM**

- La modulación OFDM es muy grande frente al multitrayecto, que es muy habitual en los canales de radiodifusión y frente a los desvanecimientos selectivos en frecuencia.
- Las distintas señales con distintos retardos y amplitudes que llegan al receptor contribuyen positivamente a la recepción, por lo que existe la posibilidad de crear redes de radiodifusión de frecuencia única sin que existan problemas de interferencia.



Sistemas que utilizan la modulación OFDM

- La televisión digital terrestre.
- La radio digital.
- La radio digital de baja frecuencia.
- El protocolo de enlace ADSL.
- El sistema de transmisión de datos por líneas eléctricas (Línea de Comunicación Eléctrica). [11][5]

### ***3.8 MODULACIÓN TDMA (ACCESO MÚLTIPLE DE DIVISIÓN DEL TIEMPO)***

Es un método sin hilos de la transmisión de información en teléfonos móviles, su funcionamiento es por medio de la asignación de lotes de tiempo múltiples a una sola frecuencia permitiendo que sea compartido por varios usuarios al mismo tiempo.

Además, utilizado con otros dispositivos para la tecnología PLC como los adaptadores de PLC colocados en los enchufes de energía, permiten el intercambio libre y eficiente de datos como por ejemplo, video, archivos electrónicos o datos de audio, etc. [14]



## **CAPÍTULO IV**

### **PROTOCOLOS Y APLICACIONES DE PLC**

#### ***4.1 Introducción***

#### ***4.2 Modelo de referencia OSI***

#### ***4.3 Home Plug***

#### ***4.4 Voz sobre IP***

#### ***4.5 Protocolos de PLC***

##### ***4.4.1 Protocolo H.323***

##### ***4.4.2 Protocolo IAX***

##### ***4.4.3 Protocolo Skype***

##### ***4.4.4 Protocolo IAX2***

##### ***4.4.5 Protocolo TCP/IP***

#### ***4.6 Telefonía sobre IP***

##### ***4.6.1 Características de la telefonía IP***

#### ***4.7 Beneficios y aplicaciones de PLC***

#### **4.1 INTRODUCCIÓN**

La relevancia del modelo OSI (Modelo de referencia de Interconexión de Sistemas Abiertos) es de suma importancia ya que con esto es con lo que se va a estar trabajando dentro del capítulo número IV pues cabe mencionar que este modelo es el principal para las comunicaciones, describiendo cada una de las capas. Sin olvidarnos del modelo Home Plug además de la Voz sobre IP que trata de una red única, que permita la convergencia entre las redes de voz y datos y una descripción de los protocolos más conocidos.



## **4.2 MODELO DE REFERENCIA OSI**

El modelo de referencia OSI es el modelo principal para las comunicaciones de red, uno de sus objetivos primordiales es acelerar el desarrollo de futuros productos de red, además de que permite ver las funciones de red que suceden en cada capa.

En el modelo OSI, existen siete capas las cuales están numeradas y cada una de ellas muestra una función en particular dentro de la red; el hecho de dividir la red en capas proporciona las siguientes ventajas:

- Divide la comunicación de red en partes más pequeñas, sencillas y fáciles de desarrollar.
- Facilita la normalización de los componentes de la red, al permitir el desarrollo y el soporte de múltiples fabricantes.
- Permite que diferentes tipos de hardware y software de red se comuniquen entre sí.
- Impide que los cambios en una capa afecten a otras.

Las siete capas del modelo de referencia OSI son:

- Capa 7: La capa de aplicación
- Capa 6: La capa de presentación
- Capa 5: La capa de sesión
- Capa 4: La capa de transporte
- Capa 3: La capa de red
- Capa 2: La capa de enlace de datos
- Capa 1: La capa física



Cada capa OSI tiene un conjunto de funciones que debe realizar un paquete de datos para viajar desde el origen hasta el destino de una red.

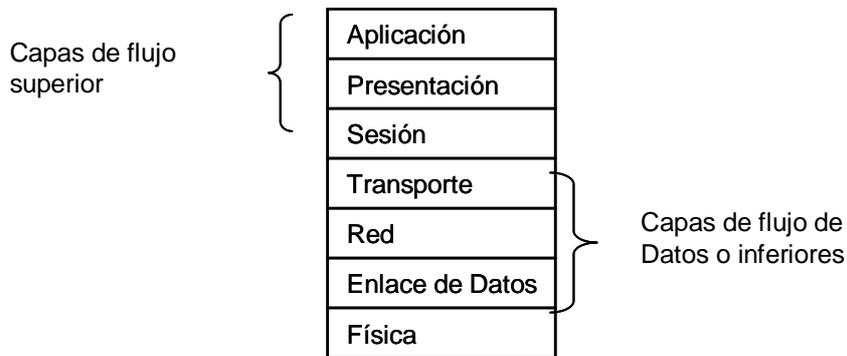


Figura 4.1 Secciones en que se divide el modelo OSI

La figura 4.1 anterior nos muestra cuáles son las dos secciones en que se dividen las capas del modelo OSI que son, las capas superiores cuya función es proporcionar información de la funcionalidad de estas capas; y las capas inferiores, las cuales definen cómo los datos se transfieren por el cableado físico a través de los dispositivos conectados hasta la estación de destino que se desea y por último hasta la aplicación. En otras palabras, las capas de aplicación, presentación y sesión se encargan de los temas de la aplicación. Las cuatro capas inferiores se preocupan por los temas del transporte de datos.

A continuación se dará una breve descripción de la función que debe realizar cada capa del modelo OSI:

### Capa 7: La capa de aplicación

Podemos decir que, esta capa se refiere al programa o conjunto de programas capaces de generar una información para que esta viaje a través de la red.

Es la capa más cercana al usuario. Proporciona servicios de red, como acceso e impresión de los archivos para las aplicaciones de los usuarios; esta capa



no proporciona servicio a ninguna otra capa del modelo de referencia OSI, sino que únicamente lo hace hacia las aplicaciones externas al modelo. Algunos ejemplos de estas aplicaciones son las hojas de cálculo, los procesadores de texto, etc.

Entre sus funciones se encuentran, la función de sincronizar y establecer un acuerdo con los procedimientos para recuperación de errores e integridad en el control de los datos; además de la función de transferencia de archivos cuando los sistemas de archivos de las computadoras por las que va a ser transmitida la información son diferentes, solucionando así esa incompatibilidad; también es la encargada del sistema de correo electrónico.

Es importante decir que, el nivel de la capa de aplicación mediante la definición de protocolos asegura una estandarización de las aplicaciones de red; el protocolo que define la codificación de mensajes es el protocolo SMTP (Servicio complejo de correo a través de servidores, usando un protocolo estándar para enviar y recibir correos)

### **Capa 6: La capa de presentación**

Asegura que la información que se envía a la capa de aplicación de un sistema se va a poder leer por la capa de aplicación de otro sistema; si considera necesaria la traducción de múltiples formatos de datos empleando un formato común lo hace. Otra de las tareas que realiza la capa de presentación es la de ser la responsable de la compresión y el cifrado.

Esta capa, se ocupa de los aspectos de sintaxis y semántica de la información que es transmitida por la red, por ejemplo, la codificación de datos; esto es debido a que los formatos en los que es representada la información para ser transmitida son diferentes en cada computadora; la compresión se realiza con la



finalidad de reducir el número de bits de la información a enviar. Emplea el estándar X.209 para definir la estructura de los datos en el canal de comunicaciones.

### **Capa 5: La capa de sesión**

La capa de sesión establece, administra y finaliza las sesiones entre dos computadoras; además proporciona su servicio a la capa de presentación, sincroniza el dialogo entre las capas de presentación de dos computadoras y administra el intercambio de datos.

También ofrece prevención para una eficiente transferencia de datos, clase de servicio e informa de problemas en las capas de sesión, presentación y aplicación, todo esto, es por lo general, mediante el uso de los servicios del nivel de red.

Uno de los principales servicios de esta capa es el seguimiento de turnos en el tráfico de la información, así como también la administración de tareas para los protocolos.

### **Capa 4: La capa de transporte**

Se encarga de segmentar los datos del sistema de la computadora que remite los datos y los reordena en un flujo de datos en el sistema de la computadora receptora. El objetivo de esta capa es lograr un transporte fiable entre dos computadoras.

La capa de transporte establece, mantiene y finaliza adecuadamente los circuitos orientados a la conexión; al suministrar un servicio fiable, se emplea la detección y recuperación de errores en el transporte y la información en el control del flujo.



La principal función de la capa de transporte es la de aceptar los datos enviados por la capa superior a esta y dividirlos en unidades más pequeñas, para que dicha capa a su vez, pueda enviarlos hacia la capa de red asegurando que todos ellos lleguen correctamente y sin ninguna alteración. Tanto el hardware como el software dentro de esta capa reciben el nombre de “entidad de transporte”. El nivel de la capa de transporte permite que los usuarios puedan mejorar el servicio del nivel de red.

### **Capa 3: La capa de red**

Proporciona conectividad y una selección de ruta entre dos sistemas host que pueden estar ubicados en redes geográficamente separadas, solucionando problemas de protocolos diferentes o direcciones diferentes.

Este nivel del modelo de referencia OSI, se encarga del encaminamiento de los paquetes del emisor al receptor final, usando para ello encaminadores o routers; además, debe tener conocimiento sobre la topología de la red, evitar la congestión de la misma y manejar los saltos necesarios en la transmisión de la información cuando el emisor y el receptor se encuentran en redes diferentes.

### **Capa 2: La capa de enlace de datos**

Proporciona el tránsito de datos a través de un enlace físico. La capa de enlace de datos se ocupa del direccionamiento físico, de la topología de la red, del acceso del medio a la red y de la detección de errores.

Esta capa también se encarga de solucionar los problemas de reenvío, así como también de los mensajes duplicados cuando llega a haber una destrucción de tramas; siendo uno de sus principales objetivos el control bidireccional de los datos,



utilizando para ello los algoritmos para la comunicación confiable y eficiente entre dos computadoras que se encuentran ubicadas de manera adyacente.

Cuando la capa de enlace de datos detecta y corrige un error, por lo general, inicia con un flujo de bits que se denomina “marcos”, para después realizar una comprobación de los datos (también conocido como cálculo de checksum) para cada uno de los flujos de bits en esa operación; para poder llevar a cabo el cálculo antes mencionado, los datos deberán contener el número de caracteres, así como los caracteres tanto de inicio como de fin de la trama de datos.

### **Capa 1: La capa física**

Define las especificaciones eléctricas, mecánicas procedimentales y funcionales (son los medios materiales para la comunicación como placas, cables conectores, etc.) para activar, mantener y desactivar el enlace físico entre sistemas finales. Características como niveles de voltaje, cronometraje de los cambios de voltaje, velocidad de los datos físicos, distancias máximas de transmisión, conectores físicos y otros atributos similares se definen mediante las especificaciones de la capa física. [15]

Entre los medios de transmisión podemos encontrar los siguientes:

**Par Trenzado:** Consiste en dos alambres de cobre enroscados, se utiliza para reducir las interferencias eléctricas.

**Cable Coaxial:** Es un alambre que se encuentra dentro de un conductor cilíndrico, tiene mayor blindaje y, por lo mismo, puede transmitir a mayores distancias a velocidades también mayores.

**Fibra Óptica:** Tiene un mayor ancho de banda, pero su uso es muy limitado debido al elevado costo que tiene.

Una vez concluidas las capas del modelo de referencia OSI, podemos decir que, a la configuración que existe entre las capas y los protocolos del mismo modelo es conocida como “Arquitectura de red”, lo cual se muestra en la figura 4.2 [16]

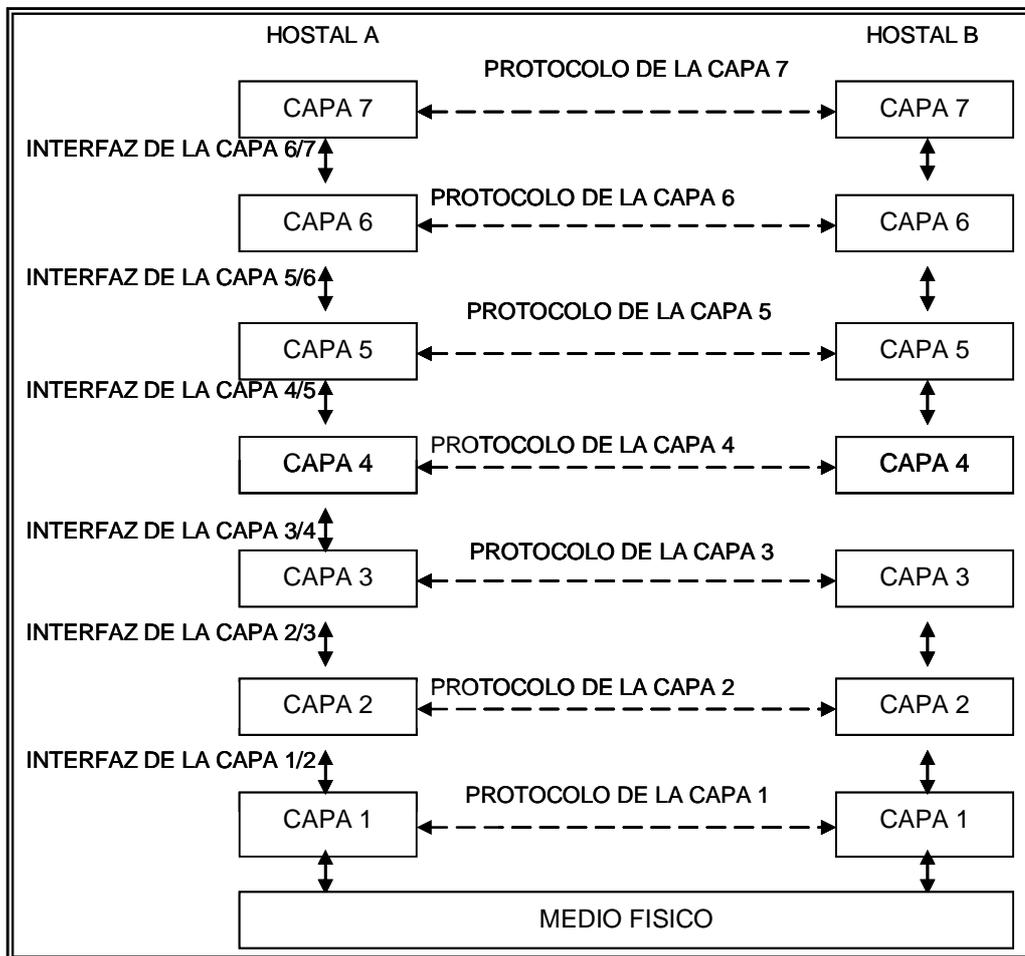


Figura 4.2 Arquitectura de la Red



### **4.3 HOME PLUG**

Es una alianza de las empresas que se encuentran trabajando en el desarrollo de la tecnología que permita la transmisión de información por medio de la red eléctrica (PLC), la cual durante sus inicios llegó a alcanzar velocidades de transmisión de hasta 14 Mbps (dependiendo de la topología y del ruido que exista durante la transmisión).

Uno de los objetivos de Home Plug es la utilización de la red eléctrica de baja tensión como un soporte físico de una red de área local, esta basado en la tecnología PowerPacket. Es importante decir que, aún habiendo gran cantidad de tecnologías capaces de poder prestar servicios a la transmisión de datos por la red eléctrica, la que hasta el momento se esta estableciendo como un estándar dentro de este ramo es la tecnología de Home Plug.

Aún, con la existencia de tecnología inalámbrica, Home Plug ofrece al usuario la posibilidad de conectar en red varios dispositivos sin la necesidad de tener que instalar nuevo cables tanto en el hogar como en la oficina. [14]

### **4.4 VOZ SOBRE IP**

La Voz sobre IP o Protocolo de Internet se trata de una red única, que permita la convergencia entre las redes de voz y datos. El estándar VoIP cuenta con algunas características como lo son:

- Permite el control del tráfico de la red, por lo que las posibilidades de que se lleguen a producir caídas en el rendimiento de las redes de datos disminuyen considerablemente.
- Proporciona el enlace a la red telefónica tradicional.



- Es importante mencionar que, como se trata de una tecnología que es soportada en IP proporciona ventajas adicionales:
  - Es independiente del tipo de red física que lo soporta, así como también del hardware que es utilizado.
  - Permite ser implementado tanto en software como en hardware.

El estándar de la VoIP define tres elementos fundamentales dentro de su estructura:

**Terminales:** Son los sustitutos de los actuales teléfonos. Se pueden implementar tanto en software como en hardware.

**Gatekeepers:** Son el punto central de control en una red H.323, proporcionando servicios de control de llamada, traducción de direcciones, así como el control de admisión a la red, también nos facilita el uso del ancho de banda y ayuda a la localización de los gateways.

**Gateways:** Es el enlace con toda la red telefónica tradicional, este elemento actúa de forma transparente para el usuario. Facilita la conversión de la llamada telefónica convencional al mundo IP; disponen de interfaz Ethernet, Frame Relay o ATM hacia la red IP.

A continuación se muestra en la figura 4.3 como se encuentran interconectados los elementos necesarios para poder hacer uso de la voz sobre IP (VoIP).

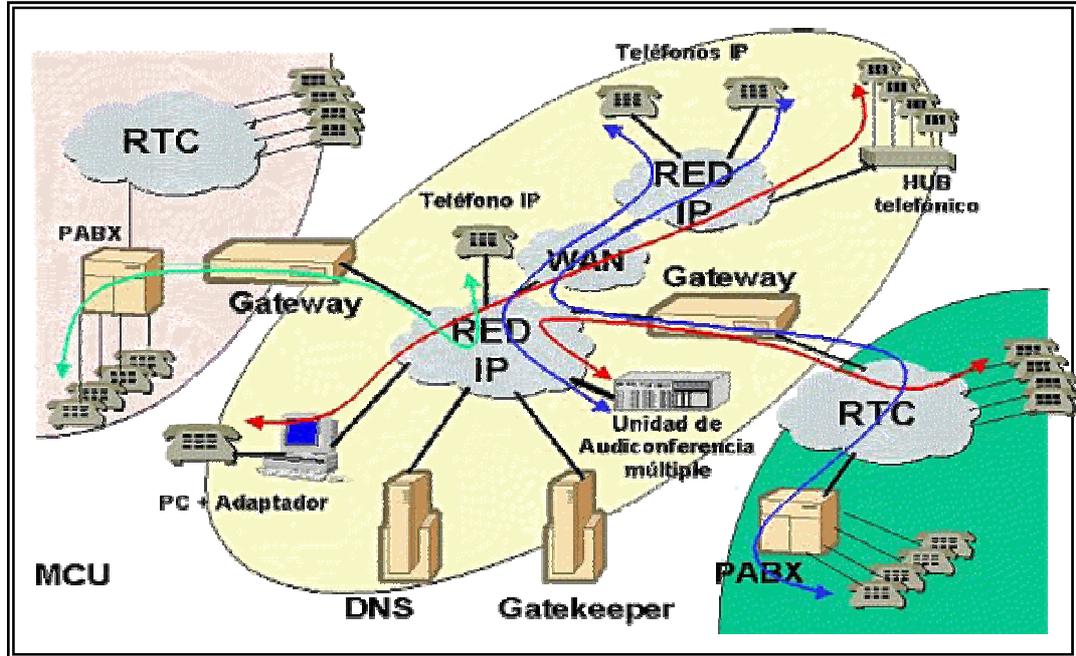


Figura 4.3 Estructura de la red

### Protocolo de Voz sobre IP

Actualmente, existen dos protocolos para transmitir VoIP, ambos definen la manera en que los dispositivos utilizados para ésta tecnología deben establecer comunicación entre sí, además de que incluye especificaciones para “codecs” de audio (codificador / decodificador) para convertir la señal de audio a una digital y viceversa.

Un protocolo es el lenguaje que utilizarán los distintos dispositivos VoIP para su conexión, esta parte se considera muy importante, ya que de ella dependerá la eficacia y complejidad de la comunicación. [14][17]



## **4.5 PROTOCOLOS DE PLC**

Los protocolos más conocidos son los siguientes:

- H.323
- IAX
- Skype
- IAX2
- TCP/IP

### **4.5.1 Protocolo H.323**

Es el estándar creado por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) que se compone por un protocolo demasiado complejo y extenso, dicho protocolo, además de incluir la voz sobre IP, ofrece algunas especificaciones para video – conferencias y aplicaciones en tiempo real, como lo muestra la figura 4.4

H.323 es utilizado comúnmente para Voz sobre IP (Telefonía de Internet y para videoconferencia basada en IP).

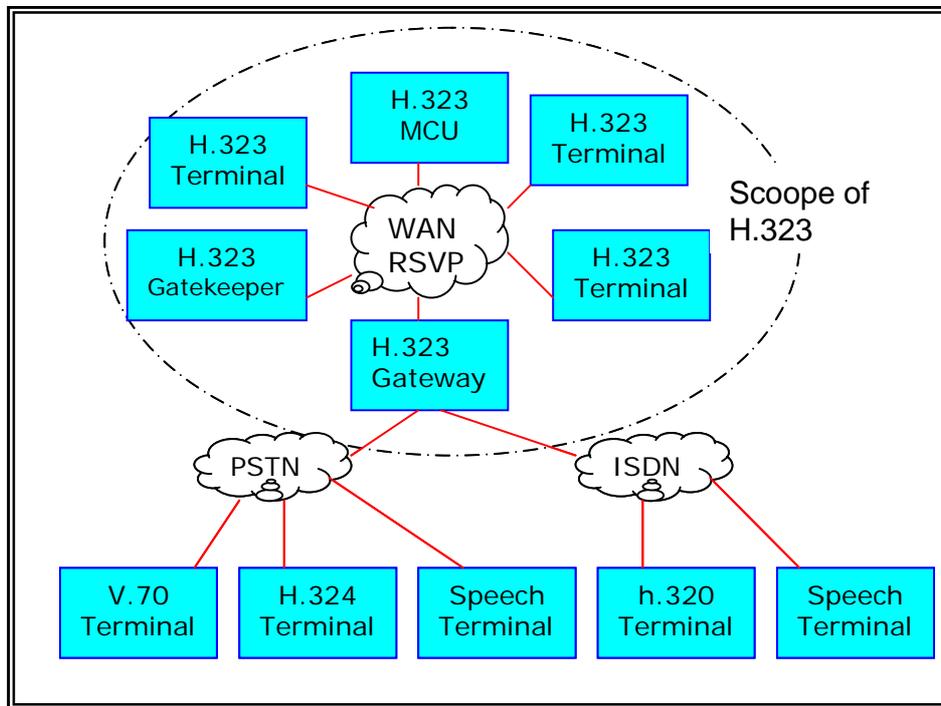


Figura 4.4 Alcance del protocolo H.323

#### 4.5.2 PROTOCOLO IAX

Es un protocolo utilizado para manejar las conexiones VoIP entre servidores; se encarga de crear sesiones internas y dichas sesiones se pueden utilizar para poder transmitir voz o video; también se encarga de proveer el control y la transmisión de los flujos de datos multimedia sobre redes IP; este protocolo es muy flexible y se puede usar con cualquier tipo de dato, incluyendo el video. Esta basado en varios estándares de transmisión de datos siendo uno de ellos el protocolo SIP (Es específico para la telefonía IP, el cual también toma ventaja de algunos otros protocolos existentes para manejar parte del proceso de conversión).

El principal objetivo de este protocolo es el de minimizar el ancho de banda utilizado en la transmisión de voz y video a través de la red IP; su estructura se basa



en la multiplexación de la señalización y del flujo de datos sobre un puerto UDP entre dos sistemas. [14]

#### **4.5.3 Protocolo Skype**

Es una red de telefonía por Internet. La Interfaz empleada por este protocolo es muy parecida a otro software de mensajería instantánea como por ejemplo los mensajeros en línea, ya que, con dicho protocolo es posible entablar una conversación de mensajes instantáneos con los usuarios del mismo software. Skype necesita conexiones TCP de salida para poder realizar dicha conexión y establecer una mejor comunicación.

#### **4.5.4 Protocolo IAX2**

Es utilizado para manejar conexiones de VoIP, permite manejar una gran cantidad de datos facilitando su transporte de manera virtual; utiliza un puerto UDP (Protocolo de Datos de Usuario) para comunicarse entre puntos finales (las cuales son las terminales de VoIP) para la señalización y los datos.

El tráfico de voz que se genera se transmite in-band, lo que hace a este protocolo muy eficaz para trabajar dentro de las redes internas. Lo que hace a IAX2 un protocolo casi transparente a los cortafuegos y realmente eficaz para trabajar dentro de redes internas. Soporta el Trunking (función para conectar dos switches, routers o servidores, del mismo modelo o no, mediante 2 cables en paralelo en modo Full-Duplex. Así se consigue un ancho de banda del doble para la comunicación entre los switches) en donde es posible que por medio de un solo enlace se permita enviar datos y señalización por múltiples canales debido a que, en este caso, los datos son manejados como un solo conjunto de paquetes.



#### **4.5.5 Protocolo TCP/IP**

El TCP / IP es la base del Internet que sirve para enlazar computadoras que utilizan diferentes sistemas operativos, incluyendo computadoras, minicomputadoras y computadoras centrales sobre redes de área local y área extensa.

Una **dirección IP** es un número que identifica de manera lógica y jerárquica a una interfaz de un dispositivo (habitualmente una computadora) dentro de una red que utilice el protocolo IP, que corresponde al nivel de red o nivel 3 del modelo de referencia OSI.

Es habitual que un usuario que se conecta desde su hogar a Internet utilice una dirección IP. Esta dirección puede cambiar al reconectar; y a esta forma de asignación de dirección IP se denomina una *dirección IP dinámica*.

Los sitios de Internet que por su naturaleza necesitan estar permanentemente conectados, generalmente tienen una *dirección IP fija* (se aplica la misma reducción por *IP fija* o *IP estática*), es decir, no cambia con el tiempo. Los servidores de correo, DNS (Sistema de Nombre de Dominio), FTP (Protocolo de Transferencia de Archivos) públicos, y servidores de páginas web necesariamente deben contar con una dirección IP fija o estática, ya que de esta forma se permite su localización en la red.

A través de Internet, las computadoras se conectan entre sí mediante sus respectivas direcciones IP. Sin embargo, a los seres humanos nos es más cómodo utilizar otra notación más fácil de recordar y utilizar, como los nombres de dominio; la traducción entre unos y otros se resuelve mediante los servidores de nombres de dominio.



Existe un protocolo para asignar direcciones IP dinámicas llamado DHCP (*Dynamic Host Configuration Protocol*). [16]

## 4.6 TELEFONÍA SOBRE IP

El uso de la telefonía sobre IP como un sustituto de la telefonía convencional se debe a que su costo es muy reducido; pero es importante mencionar que, en la actualidad los operadores de larga distancia y la tradicional podrían mejorar los precios de manera que sea posible llegar a un nivel de costo similar para ambas formas de comunicación y que cuenten con una misma calidad de voz; por lo que, se piensa que por lo menos deberán transcurrir cinco años para que existan mayores ventajas económicas a favor de la tecnología sobre IP, así como la posibilidad de poder incluir en ella la opción de multimedia, el control del enrutamiento por parte del equipo del usuario, entre otras.

Por otra parte, podemos mencionar que, este tipo de servicios es nuevo para la gran mayoría de los usuarios por lo que, no es muy fácil determinar la evolución que puede llegar a tener esta tecnología dentro del mercado, así como a la cantidad de nuevos servicios que pueden ir surgiendo al respecto a lo largo del tiempo. La figura 4.5 nos muestra el tráfico que existe de la Voz sobre IP por minuto.

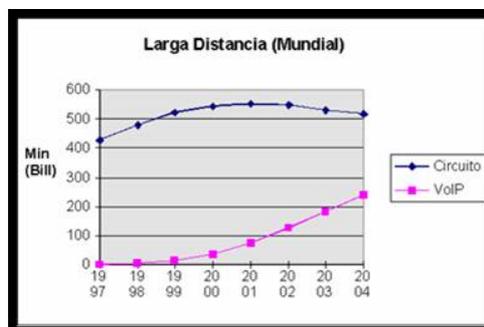


Figura 4.5 Tráfico que existe de la Voz sobre IP por minuto.

#### **4.6.1 Características de la Telefonía Sobre IP**

- Utiliza la red de datos y su red de cableado estructurado para mejorar y ampliar la cobertura que existe del servicio telefónico.
- Cuenta con servicios digitales como son tanto el buzón de voz, como las operadoras automáticas y nuevos servicios de mensajería unificada.
- Administración, control y mantenimiento local del servicio telefónico.
- Servicios de fax distribuidos dentro de la red de datos.
- Escalabilidad en el sistema de voz para la implementación de nuevos servicios de voz en cualquier momento, así como en cualquier parte de la red de datos.
- Aumento en el control del uso del servicio telefónico (referente a la larga distancia).
- Administra el sistema telefónico desde en la misma plataforma desde donde se administra la red de datos de manera centralizada.
- La telefonía sobre IP cuenta con nuevos tipos de teléfonos por software en las computadoras, las cuales reciben el nombre de Softphones. (ver figura 4.6)
- Con el sistema de telefonía sobre IP es posible soportar Redes Privadas Virtuales (VPN's) permitiendo el acceso a la red con todos los servicios a que el usuario tiene derecho. [16][17]



Figura 4.6 Backbone de telefonía IP con enlaces digitales E1



Figura 4.7 Telefonía IP

#### **4.7 BENEFICIOS Y APLICACIONES DE PLC**

El desarrollo e implementación de la tecnología PLC permitiría los siguientes beneficios y aplicaciones a desarrollar:

- Ampliación de mercado de banda ancha.
- Utilización de infraestructura eléctrica existente.
- Ampliación de productos y servicios a través de PLC.
- Innovación al momento de implementar tecnología de punta.
- Creación de conexiones cerradas y seguras entre el ISP y los usuarios.
- Creación de redes PLC con mayor cobertura que la red de telefonía.
- Implementación de redes PLC sin requerir desarrollo de obra civil para conseguir que cada toma de corriente sea un potencial nodo de conexión.
- Transmisión de voz, datos, imágenes y electricidad; todo al mismo tiempo y por un único conductor.
- Simplicidad y economía para el desarrollo del sistema.
- Ejecución de aplicaciones multimedia a través de Internet.
- Automatización y control a distancia de hogares a través de la tecnología Informática. Acciones como encender un electrodoméstico, luces, televisión, todo a distancia, será posible con la integración de Internet y artefactos



- inteligentes operados a través de software altamente especializado y muy amistoso.
- Integración de servicios. Los servicios técnicos de fabricantes de electrodomésticos, podrán conocer las averías y presupuestar las reparaciones, sin tener que desplazarse hasta el domicilio
- Economía en la instalación de redes de telefonía y redes de computadoras.
- Creación de redes virtuales para transmitir voz y datos al interior de la organización.
- Habilitación de trabajo en grupo.
- Implementación de vídeo conferencia, entre clientes y empresa.
- Utilización de protocolos IP. PLC es una red IP de banda ancha. Esto posibilita que cada abonado se identifiquen en el universo de usuarios que se encuentren utilizando el servicio al mismo tiempo posibilitando el uso de tecnologías y servicios basadas en el protocolo IP.
- Rapidez y economía en el despliegue de PLC.
- Integración y cobertura a nivel regional.
- Ampliación, cobertura e integración de hogares sin diferenciación de sector geográfico ni social.

Fabricantes y empresas de energía redoblaron sus esfuerzos en investigaciones que permitieran ofrecer transmisiones de banda ancha a través de la red eléctrica.

Las tres principales empresas de energía españolas (Endesa, Iberdrola y Unión Fenosa) han iniciado en los últimos años experiencias piloto con tecnologías PLC en distintas ciudades hispanicas. Endesa, la más avanzada en sus investigaciones en tecnologías PLC, realizó pruebas de campo en Barcelona y Sevilla, con un total de 50 usuarios involucrados.



En Barcelona la tecnología empleada fue la de Ascom, empresa suiza líder internacional en sistemas y equipos para la transmisión de voz y datos, además de pionera en los desarrollos PLC.

Los resultados fueron sumamente exitosos y sorprendentes. Endesa anunciaba que estos usuarios habían podido disfrutar de acceso a Internet a velocidades de vértigo, además de otros servicios adicionales. En Barcelona la velocidad de transmisión alcanzó los 3 Mbps y los usuarios pudieron también comunicarse telefónicamente a través de la red eléctrica mientras que en Sevilla, si bien se aseguró en general un acceso a Internet a 12 Mbps en algunos casos la velocidad alcanzó los 25 Mbps y, además, los usuarios pudieron acceder a servicios multimedia (música, televisión y radio digital), de teléfono y de videoconferencia.

Por su parte, Iberdrola anunció para mayo del año pasado que iba a iniciar una experiencia piloto con diez usuarios de la ciudad de Madrid, donde esta empresa provee el servicio eléctrico. La tecnología PLC empleada en esa oportunidad fue la de la empresa israelí NAMS (Nisko Advanced Metering Solutions). En la primera parte de la prueba, llamada Niscom 1, se alcanzaron velocidades de transmisión de datos de hasta 2 Mbs y en la segunda (Niscom 2), iniciada recientemente, se planea llegar a 10 Mbps a fin de poder ampliar su oferta de servicios a voz, videoconferencia y multimedia.

Por último, Unión Fenosa, quien emplea tecnología de la también israelí Main.net, luego de varias experiencias en planta, ha desarrollado su prueba de campo en la ciudad española de Guadalajara.

Pero la viabilidad técnica no indica necesariamente que el proyecto resulte rentable. Para contribuir a este estudio son aconsejables las llamadas pruebas de carga, experiencia piloto realizadas sobre una muestra de usuarios más extensa que permita visualizar las distintas condiciones del servicio en situaciones más



cercanas a las reales (velocidad de transmisión con numerosos usuarios conectados a Internet simultáneamente, etc.) y ajustar las variables económicas necesarias para desarrollar un plan de negocios con bases más firmes.

Endesa es la única empresa hispánica que está desarrollando estas pruebas de carga en la ciudad de Zaragoza. Desde principios de este año, 3.000 usuarios gozan de servicios PLC brindado por la compañía con resultados sumamente satisfactorios y utilizando ambos tipos de tecnologías para ello (Ascom y DS2).

El éxito del microchip de la valenciana DS2, quien ya está experimentando con modelos que permitirían velocidades de hasta 45 Mbs, está reflejado en el interés de diferentes empresas en invertir en ella o en comprar sus productos. Endesa ha comprado el 15 % de sus acciones en alrededor de 80 millones de dólares y Cisco Systems ya ha firmado con ella un convenio orientado a desarrollar conjuntamente soluciones PLC en distintos ámbitos.

Las diferentes empresas de distribución en todo el mundo controladas por las empresas españolas (fundamentalmente en Latinoamérica), ayudarían a rentabilizar aún más las inversiones en tecnologías PLC y a que sus usuarios puedan disfrutar de sus ventajas a la brevedad. Hay que tener en cuenta que Endesa suma 20 millones de usuarios, Iberdrola 8 y Unión Fenosa 4,5.

Es por ello que a fines de Febrero de este año, la empresa chilena Enersis (con más del 60 % de su paquete accionario controlado por Endesa) anunció su propia experiencia piloto en un barrio de Santiago con resultados óptimos. Esto le permitirá desarrollar su propio Plan de Negocios que tendrá por fin viabilizar el servicio comercial de la tecnología PLC a través de su red de energía.

En caso de resultar todo satisfactorio, para el próximo año, tanto Endesa como Iberdrola podrán vender sus servicios PLC a los usuarios españoles y Enersis



haría lo propio en su país de origen. Unión Fenosa planea continuar con pruebas de carga y ya ha firmado un convenio con Main.net destinado no sólo a contribuir a las mismas sino a desarrollar conjuntamente aplicaciones multimedia a ser ofrecidas cuando la explotación comercial del servicio sea posible.

En esas condiciones posibilitaría no sólo el acceso a Internet de calidad a velocidades similares o superiores a las facilitadas por la tecnología ADSL y en lugares comúnmente inaccesibles, sino que permitiría la oferta de nuevos servicios multimedia, aprovechando los beneficios de su inmensa anchura de banda: radio y televisión digitales, audio y video a pedido, videoconferencia, tele asistencia y mejoramiento de los sistemas de seguridad.

Es por demás decir que, de implantarse la tecnología PLC, revolucionaría el campo de la domótica (disciplina dedicada al control de los dispositivos eléctricos/electrónicos domésticos y a automatizar sus procesos) y de las redes locales. Es fácil visualizar por qué: al poder comunicarse las computadoras entre sí, independientemente del lugar de la casa en el que estén ubicadas, o ser posible el manejo de la calefacción, televisión, microondas, o cualquier otro artefacto similar desde cualquier punto de la misma, sin más agregado que un dispositivo adecuado al tomacorrientes empleado, se viabilizaría definitivamente la idea de la casa inteligente. Emplear esta tecnología permitiría disminuir enormemente los costos en materiales, equipos y mano de obra, al tiempo que no afectaría la estética del hogar, para el caso en que se desee implantar los servicios PLC en una casa ya construida.

Además de la conectividad interna de computadoras a través de las redes locales, la tecnología PLC permitiría, a través de su acceso a Internet, el control a distancia de todos los dispositivos domésticos. De esa manera sería puesta en práctica la tele asistencia o verificación y/o verificación a distancia de los aparatos



caseros: desde la oficina, su celular o donde desee, encender la calefacción, el horno microondas o comprobar qué hay en la heladera.

Con la tecnología PLC se podrá disfrutar de innovadores servicios de comunicaciones. La implementación de la tecnología PLC, por su gran ancho de banda y bajo costo, hará realidad el desarrollo de nuevos servicios a distancia para el hogar y la oficina. [4]



## **CAPÍTULO V**

### **ESTRUCTURA DE PLC**

#### **5.1 Introducción**

#### **5.2 Estudio Técnico**

#### **5.3 Esquema de funcionamiento de PLC**

##### **5.3.1 Backbone**

##### **5.3.2 Cabecera PLC**

##### **5.3.3 Repetidor PLC (HG)**

##### **5.3.4 Modem PLC**

#### **5.1 INTRODUCCIÓN**

Dentro de este capítulo más que nada solo se hace un estudio técnico y el esquema del funcionamiento de la tecnología PLC y de algunos de sus componentes.



## **5.2 ESTUDIO TÉCNICO**

Durante el desarrollo del estudio técnico se presenta el funcionamiento de la tecnología PLC, los requisitos técnicos y de infraestructura que esta demanda, como así las ventajas y limitaciones propias de la tecnología. [14]

## **5.3 ESQUEMA DE FUNCIONAMIENTO DE PLC**

La señal de Línea de comunicación eléctrica puede coexistir en el mismo medio del tendido eléctrico con la señal de energía, gracias a la diferencia de frecuencia por donde es enviada la señal de Internet y la energía eléctrica. Mientras que la energía eléctrica llega a los hogares en la frecuencia de entre los 50-60 Hz, la señal de Internet viaja en frecuencias muy superiores, esto posibilita, que ninguna de ellas se interfiera.

Para que el envío y recepción de las señales operen de forma óptima, se debe contar con una serie de dispositivos a lo largo del tendido eléctrico que mantengan la señal viva, no sufra grandes interferencias ni interrupciones, y pueda viajar en ambos sentidos por grandes distancias. Para ello se requieren que existan 4 componentes en la red PLC:

1. Backbone
2. Cabecera PLC (Head End)
3. Repetidor PLC (Home Gateway) y
4. Modem PLC



### **5.3.1 Backbone**

Se denomina Backbone, a la infraestructura de una red de alta velocidad basada en tecnología 100% ATM. El Backbone es una plataforma que permite brindar todo tipo de servicios, como transmisión de datos, voz, interconexión de redes de alta velocidad y aplicaciones multimedia que exijan calidad de servicio. De modo más simple de explicar, el Backbone será el proveedor de acceso a Internet, quien pondrá a disposición de la tecnología PLC, un enlace dedicado de fibra óptica de un mínimo de 10 Mbps, para que sea distribuido a través de la red de baja tensión a los usuarios que utilicen dicho servicio. [14]

### **5.3.2 Cabecera PLC**

La señal de Internet, tiene como inicio a un proveedor de servicio de Internet (ISP) quien recibe la señal y la envía a un punto de distribución en la red de baja tensión, donde se encuentra instalada una cabecera PLC. La señal es enviada a este punto de distribución. El punto de distribución, se encuentra físicamente instalado muy próximo a una unidad transformadora de energía eléctrica de media a baja tensión.

Junto a la cabecera PLC, se encuentra una unidad trancptora (llamada Transceiver), que es un adaptador desarrollado especialmente para permitir la conversión de la señal de redes basado en hilos de fibra óptica a cables de hilos de cobre, y viceversa. Mediante la tecnología de fibra óptica se puede conectar dispositivos a distancias mínimas de 50 kilómetros en modo Full-duplex.

Una vez que la señal es convertida (desde la red de fibra óptica a red Ethernet) entra a la cabecera PLC, llamada HE (Head End) a través de una puerta Ethernet. La señal es procesada en el interior del HE e inyectada a la red de baja tensión a través de un acoplador de señal. En este momento, la señal de Internet ha



sido introducida a la red de baja tensión en una frecuencia llamada outdoor, con un ancho de banda que va desde los 1.6 a 18 Mhz. El HE es un Gateway de alta velocidad, que opera entre la red Powerline y la red de fibra óptica.

### **5.3.3 Repetidor PLC (HG)**

El repetidor HG (Home Gateway), es un dispositivo que regenera la señal PLC en aquellos lugares donde ella se ha deteriorado por la distancia, para ello, cambia la frecuencia de la señal. La señal viene desde el HE en una frecuencia de 1.6 a 18 Mhz, el repetidor toma esta señal, y eleva la señal a la frecuencia de 18 a 36 Mhz. De esta forma, se establece una separación de frecuencias, para que los dispositivos conversen entre ellos. Es así como un HE se entiende con un HG en la frecuencia de outdoor, y un HG conversa con un modem PLC en la frecuencia indoor. En este caso, el sistema maestro esclavo se establece de la siguiente forma:

- HE es maestro, el HG es esclavo.
- HG es maestro, modem PLC es esclavo.

### **5.3.4 Modem PLC**

El modem PLC de cabecera ubicado en el centro de transformación de media tensión de la operadora eléctrica, acopla y desacopla la señal de datos de la señal eléctrica. El modem de cabecera se encarga de soportar el tráfico procedente de todos esos usuarios, asignando dinámicamente la capacidad de los canales de datos disponibles a los usuarios basándose en su demanda instantánea y en el tipo de tráfico de datos a enviar; pues el tráfico de datos en tiempo real (como la voz o el vídeo), que requieren un retardo mínimo, es priorizado respecto a otros tipos de tráfico. Los centros de transformación se unirán entre sí mediante PLC u otra tecnología, uniendo uno de ellos al centro de servicios conectado a Internet u otras redes de telecomunicaciones, y desde el que también se podrán supervisar y



controlar remotamente los equipos PLC instalados y gestionar datos de los clientes como la lectura de contadores. Por último, el operador deberá también, en algunos casos, instalar en el cuarto de contadores de cada edificio una pasarela residencial que es un repetidor encargado de amplificar la señal y retransmitirla hasta todos los enchufes de los hogares u oficinas.

El modem PLC, provee de conexiones Ethernet (RJ45), USB y una conexión analógica para teléfono (RJ11). La velocidad máxima de transferencia ofrecida por el sistema, es de 45 Mbps. Esto significa, que si dentro del hogar existen dos o más modem PLC, la red podría trabajar con un desempeño máximo de 45 Mbps utilizando la red de baja tensión. El desempeño de la conexión con el sistema outdoor, podría bajar, debido a la distancia de los puntos, la interferencia, y el tráfico. Cabe recordar, que cada HE, debe sincronizar a cuantos hogares, deseen utilizar el medio.

La función de doble conducción del cable eléctrico parte en el transformador. Es lo que se llama utilización de la última milla. Si se produjera un corte en el suministro de energía eléctrica, el sistema PLC podría seguir operando, ya que si se cuenta con la precaución de disponer de sistemas de respaldo de energía en el ISP (proveedor de servicios de Internet), en la cabecera, y en el hogar, no debería haber una interrupción del servicio.

Los equipos PLC, se comunican a través de interfaz Ethernet y USB, con los usuarios, entregando una fácil y simple conexión entre el usuario final y los equipos de la central (Backbone).

La tecnología PLC comparte el medio, muchos usuarios están accedendo la red al mismo tiempo, por ello existe la necesidad de proteger la privacidad del tráfico individual. Los sistemas desarrollados por DS2, están basados en los estándares de redes VLAN IEEE 802.1Q para este propósito. Esto permite separar las



especificaciones de usuarios de los simples datos, dando como resultado la protección de éstos. El sistema de línea de comunicación eléctrica, puede ser accesado desde cualquier toma de corriente, es por eso que los sistemas protegen los datos de los usuarios a través de mecanismos de encriptación. Todos los sistemas PLC, pueden ser manejados vía DHCP (Dynamic Host Configuration Protocol) y SNMP (Simply Network Management Protocol). Esto permite la integración estándar para la administración de sistemas de redes, otorgando un efectivo y seguro sistema de herramientas, para monitorear el tráfico, y localizar de forma rápida los errores que se produzcan. [14][18]



## **CONCLUSIÓN**

PLC es una tecnología muy estable con una gran capacidad compartida de hasta 4.5 Mbps. Este parámetro depende de la tecnología empleada. Asimismo, presenta una velocidad sostenida en momentos de mayor tráfico, superior a la que presenta la tecnología xDSL de las líneas telefónicas.

La tecnología PLC, utiliza las redes de baja tensión. Es por ello, que la cobertura de Internet a través de la tecnología PLC, estará directamente proporcional no a la extensión de la red eléctrica, sino a la cobertura y presencia de las empresas proveedores de Internet y telecomunicaciones en el sector a través de sus enlaces de alta velocidad.

Las redes de electricidad ya se encuentran desplegadas superando en cobertura a las redes de telefonía. La alta velocidad de transferencia de datos que puede ofrecer la tecnología PLC para un cliente, está limitada por el ancho de banda que una empresa de telecomunicaciones le pueda ofrecer a la cabecera a la cual pertenezca el cliente. En un caso supuesto, que exista una disponibilidad de ancho de banda asignado a cada cliente de 1 Mbps, la implementación de esta solución, permitiría la creación y ampliación de nuevos mercados y negocios, como la creación de sitios web, donde ofrezcan video en demanda con la posibilidad de ver una película o un programa de televisión en el horario que se desee, adelantarla o atrasarla cuantas veces se requiera, con una excelente calidad de video.



El uso de la red de energía eléctrica para la transmisión de voz, datos y video en México, a través de la tecnología PLC es factible y permitiría dar un salto importante en materia de conectividad social. Esta tecnología beneficiaría principalmente a las regiones y estratos sociales actualmente no atendidos, dado que la cobertura del servicio eléctrico es de 96%, lo cual implica la posibilidad de que un mayor número de personas tenga acceso a las tecnologías de la información.

En un estudio titulado "Potencial de la red eléctrica como instrumento de conectividad social", se destaca que mientras que la teledensidad en el país es de 17.1 líneas telefónicas por cada 100 habitantes, ninguna entidad federativa tiene una cobertura de servicio eléctrico menor a 90%. En internet, México se ubica en un nivel, en una escala donde cero es inexistente y cuatro es "uso común", según un estudio de investigadores de la Universidades de Arizona y California.

PLC puede igualar o superar a nuevas tecnologías alternativas con costos competitivos, permite la conexión permanente, ancho de banda, alta velocidad para transmitir información, su instalación es simple y rápida, además de que puede implementarse masivamente.

En México, la CFE ha realizado pruebas de esta tecnología, como por ejemplo el proyecto piloto de Monterrey, con la asesoría de la empresa española Endesa, así como también otro con el Grupo IUSA en Jocotitlán, estado de México. Se considera que entre los retos de PLC destacan los costos, los cuales se pueden reducir con la producción de equipos. Además, es necesario establecer estándares tecnológicos que permitan a PLC desarrollarse en la competencia comercial. En este



sentido, para la operación comercial se requiere mayor disponibilidad de puntos de conexión al enlace de banda ancha, debido a que para el despliegue de PLC se necesita que las comunidades cuenten con al menos un punto de acceso a la red.

Para que esta tecnología se vuelva comercial aún está pendiente el papel legal que tendrá la CFE, que es una empresa estatal en un mercado en que todas las empresas que participan son privadas.



## **GLOSARIO**

### **ADSL**

Sistema de transmisión de datos digitales sobre líneas telefónicas convencionales, pero que ofrece calidad de banda ancha, con velocidad de acceso desde 512 Kbps hasta 6 Mbps. ADSL siempre está encendido pero al mismo tiempo permite el uso de dichas líneas para la recepción de voz.

### **ANCHO DE BANDA**

Cantidad de datos que puede ser enviada o recibida durante un cierto tiempo a través de un determinado circuito de comunicación. Técnicamente, es la diferencia en Hz entre la frecuencia más alta y más baja de un canal de transmisión.

### **ARPA**

Agencia del Gobierno federal de Estados Unidos que creó la red ARPANET de la cual surgió posteriormente la Internet.

### **ATM**

Modo de Transmisión Asíncrona. Sistema de transmisión de datos usado en banda ancha para aprovechar al máximo la capacidad de una línea. Se trata de un sistema de conmutación de paquetes que soporta velocidades de hasta 1,2 Gbps.



### **BACKBONE**

Un backbone es el enlace de gran caudal o una serie de nodos de conexión que forman un eje de conexión principal. Es la columna vertebral de una red. Por ejemplo, NSFNET fue el backbone, la columna o el eje principal de Internet durante muchos años.

### **BANDA ANCHA**

En su acepción más conocida, la banda ancha hace referencia a una gran velocidad de transmisión, como la obtenida a través de un sistema ADSL. Además, el término se refiere a la característica de cualquier red que permite la conexión de varias redes en un único cable. Para evitar las interferencias en la información manejada en cada red, se utilizan diferentes frecuencias para cada una de ellas.

### **CABLE COAXIAL**

Es el tipo de cable usado por las compañías de televisión por cable para establecer la conexión entre la central emisora y el usuario. También se lo utiliza en las conexiones de redes de área local (LAN). El cable coaxial está conformado por un núcleo de cobre, aislado por plástico de un recubrimiento metálico y este a su vez envuelto en otra capa de plástico. Suelen emplearse dos tipos de cable coaxial para las redes locales: cable de 50 Ohms, para señales digitales, y cable de 75 Ohms, para señales analógicas y para señales de alta velocidad.



### **CABLE MODEM**

Tecnología, que permite acceso a Internet a través de las redes de televisión por cable. Las velocidades de conexión ofrecidas en el mercado oscilan entre los 64 y 960 Kbps.

### **CAN**

Controlador de red de un área. Interfaz con un bus en serie usado como dispositivo a nivel de red para la automatización en la industria. La interfaz CAN se ajusta a los requerimientos físicos y eléctricos para las redes en los vehículos.

### **CMTS**

Sistema de terminación de módem por cable.

### **DIRECCIÓN IP**

La dirección del protocolo de Internet (IP) es la dirección numérica de una computadora en Internet. Cada dirección electrónica se asigna a una computadora conectada a Internet y por lo tanto es única. La dirección IP esta compuesta de cuatro octetos de bits. Un octeto se refiere a ocho bits que conforman un byte.

### **DNS**

Sistema de nombre de dominio. Es un sistema que se establece en un servidor (que se encarga de un dominio) que traduce nombres de computadoras (www.servidor.dgsca.unam.mx) a domicilios numéricos de Internet (132.248.10.1).



### **DOWNSTREAM**

Datos que son enviados desde un servidor a una computadora remota.

### **ETHERNET**

Tipo de red de área local desarrollada en forma conjunta por Xerox, Intel y Digital Equipment. Se apoya en la topología de bus, anillo, estrella. La red ethernet ofrece un ancho de banda de 10 y 100 Mbps siendo éstas las velocidades más populares.

### **E/S**

Entradas y Salidas.

### **FULL DUPLEX**

Característica de una comunicación que permite transmitir información al mismo tiempo que la recibe, de manera similar a un teléfono convencional.

### **FTP**

Protocolo de transferencia de archivos. Conjunto de órdenes TCP/IP que se usa para conectarse a una red, listar directorios y copiar archivos.

### **HALF DUPLEX**

Transmisión de información bidireccional sobre un medio común, por donde la información sólo puede viajar en una sola dirección en un tiempo. Esto permite transmitir o recibir información.



### **INDOOR**

Es toda la estructura de la red eléctrica que se encuentra al interior de una vivienda, desde la puerta hacia adentro.

### **LAN**

Red de área local. Conjunto de computadoras interconectadas a través de un medio físico (a través de cable UTP o cable coaxial), los cuales se encuentran en una misma área geográfica. Una LAN permite compartir recursos, archivos, información, optimizando el uso de ellos.

### **LONWORKS**

Es una tecnología de control domótico propietaria de la compañía americana Echelon Corp. Puede utilizar una gran variedad de medios de transmisión: aire, par trenzado, coaxial, fibra, o red eléctrica. Requiere la instalación de “nodos” a lo largo de la red que gestionan los distintos sensores y actuadores. La instalación y configuración de estos nodos debe ser realizada por profesionales utilizando las herramientas informáticas apropiadas.

### **MODEM ANÁLOGICO**

Aparato que conecta dos o más computadoras a través de una línea telefónica. Actúa transformando las señales digitales de la computadora (bits) en tonos que son transmitidos por la línea telefónica. Igualmente, recibe los tonos que vienen por la línea telefónica y los convierte en señales digitales. Su nombre viene de la abreviación de las palabras modulador - demodulador.



### **MODEM PLC**

Su función es introducir la señal digital en el cable de electricidad para que ésta viaje a través de él. También debe separar las señales de información de la señal eléctrica para que éstas ingresen a la computadora.

### **OUTDOOR**

Es toda la instalación eléctrica que se encuentra desde la puerta de la vivienda hacia el exterior, esto incluye las líneas eléctricas desde el medidor hacia el poste de energía eléctrica, el transformador de energía, las redes de baja, media y alta tensión.

### **PLC**

Línea de Comunicación Eléctrica. Tecnología que posibilita la transmisión de datos a través de la red eléctrica. Convierte los enchufes en potenciales conexiones a los que es necesario añadir un módem para acceder a los servicios.

### **PROTOCOLO**

Un protocolo es una serie de reglas que utilizan dos computadoras para comunicar entre si.

### **RED**

Varios dispositivos conectados juntos a través de dispositivos eléctricos para adquirir y/o controlar datos.

### **TCP/IP**

TCP/IP son las siglas de Transmission Control Protocol/Internet Protocol, el lenguaje que rige todas las comunicaciones entre todas las computadoras en Internet.



TCP/IP es un conjunto de instrucciones que dictan cómo se han de enviar paquetes de información por distintas redes. También tiene una función de verificación de errores para asegurarse que los paquetes llegan a su destino final en el orden apropiado. IP, Internet Protocol, es la especificación que determina hacia dónde son encaminados los paquetes, en función de su dirección de destino. TCP, o Transmission Control Protocol, se asegura de que los paquetes lleguen correctamente a su destino. Si TCP determina que un paquete no ha sido recibido, intentará volver a enviarlo hasta que sea recibido correctamente.

#### **SPLITTER**

Filtro utilizado en servicios de ADSL que permite diferenciar las frecuencias de voz y las frecuencias de datos.

#### **UPSTREAM**

Datos que suben desde la computadora remota al servidor.

#### **VIDEO CONFERENCIA**

Sistema que permite la transmisión en tiempo real de video sonido y texto a través de una red, ya sea de área local (LAN) o Internet. El hardware necesario es una tarjeta de sonido y video, video cámara, micrófono y parlantes.

#### **VoIP**

Voz sobre IP. Se refiere a tecnologías usadas por las empresas de telecomunicaciones para prestar servicios de telefonía utilizando la red Internet.



### **XDSL**

xDSL se refiere a un grupo similar de tecnologías que proveen ancho de banda sobre circuitos locales de cable de cobre, sin amplificadores o repetidores de señal a lo largo de la ruta del cableado, entre la conexión del cliente y el primer nodo en la red.

### **X10**

Lenguaje de comunicación que utilizan los productos compatibles X10 para hablar entre ellos. Lo que permite controlar luces, electrodomésticos de un hogar, aprovechando para ello la instalación eléctrica existente del hogar u oficina.



## **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] La evolución del Internet  
Álvarez Cruz Alejandra  
Fecha de consulta: mayo de 2007  
Disponible en:  
<http://www.tuobra.unam.mx/publicadas/040715111347.html>
- [2] Tecnología GSM  
Fecha de Consulta: Noviembre de 2006  
Disponible en:  
[http://www.infonet.com.ve/informaciongeneral/tecnologiasgsm/default.a\\_spx](http://www.infonet.com.ve/informaciongeneral/tecnologiasgsm/default.a_spx).
- [3] Revista: PC World (Número: 236)  
Fecha de publicación: 11 / 2006 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2006 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1362248
- [4] Autor: Ramón Jesús Millán Tejedor (Ingeniero de Telecomunicaciones y Master en Tecnologías de la Información, trabaja en Integración y Soporte de Redes Ópticas de Ericsson España (mon.millan@ericsson.com).)  
Revista: PC World (Número: 202)  
Fecha de publicación: 1 / 10 / 2003 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2003 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1188281



- [5] Revista: PC World (Número: 236)  
Fecha de publicación: 11 / 2006 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2006 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1362248
- [6] Qué es y como funciona la tecnología de Internet por red eléctrica  
Publicado: martes 23 de septiembre de 2003  
Fecha de consulta: mayo de 2007  
Disponible en:  
<http://www2.noticiasdot.com/publicaciones/2003/0903/2309/noticias230903/noticias230903-7.htm>
- [7] Autor: Redacción PC World (pcworld@idg.es)  
Revista: PC World (Número: 230)  
Fecha de publicación: 04 / 2006 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2006 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1343722
- [8] Romo Zamudio José Fabián  
“PLC: no más cables”.  
Marzo (2005). [on line].  
Fecha de Consulta: Octubre de 2006  
Disponible en:  
<http://www.enterate.unam.mx/Articulos/2005/marzo/plc.htm>



- [9] Ancho de banda  
Fecha de consulta: mayo de 2007  
Disponible en:  
<http://www.learnthenet.com/spanish/glossary/bandwth.htm>
- [10] Autor: Daniel Comino Lucendo (dcomino@idg.es)  
Revista: PC World (Número: 211)  
Fecha de publicación: 07 / 2004 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2004 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1287935
- [11] Rosales Rodrigo  
Gestión Informática  
Santiago, Chile  
Fecha de Consulta: Septiembre de 2006  
Disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos14/acceso-atm/acceso-atm.shtm>
- [12] Autor: Redacción PC World (pcworld@idg.es)  
Revista: PC World (Número: 230)  
Fecha de publicación: 04 / 2006 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2006 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1343614



- [13] Autor: Roberto Zarco  
Revista: Personal Computing (México) (Número: 129)  
Fecha de publicación: 1 / 2 / 1999  
Fuente bibliográfica: Personal Computing (México)  
© 1999 Servicios Editoriales Sayrols S.A. de C.V./ (c) 2002 The Gale Group, Inc. Todos los derechos reservados  
Código documento: 473722
- [14] Nieto Torres Álvaro  
“Telecomunicaciones y Telemática de las señales de humo a Internet”.  
Colombia  
Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería  
1999, V.1.  
Pág. 256  
Fecha de Consulta: Mayo de 2006  
Disponible en:  
<http://canales-de-transmision-de-comunicacionelectronicos.html>
- [15] Fundamentos de redes  
Bruce A. Hallberg  
Mc Graw Hill  
Pág. 29-33
- [16] Alta velocidad y calidad de servicio en redes IP  
Jesús García Tomas  
José Luís Raya Cabrera  
Víctor Rodrigo Raya  
Editorial Alfa omega  
Capitulo 9: ADSL, Pág. 185, 369-373



- [17] Revista: PC World (Número: 234)  
Fecha de publicación: 09 / 2006 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2006 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 1359962
- [18] Autor: José Carlos Daganzo (jcdaganzo@idg.es)  
Revista: PC World (Número: 212)  
Fecha de publicación: 09 / 2004 (España)  
Fuente bibliográfica: PC World  
© 2004 IDG COMMUNICATIONS, S.A.  
Código documento: 129974.