

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA ELÉCTRICA Y ELECTRÓNICA**



***USO DE LOS CIRCUITOS ELECTRICOS DE BAJA  
TENSION PARA LA TRANSMISION DE DATOS:  
ESTANDARES, PROBLEMÁTICA E IMPLANTACION***

**INFORME DE SUFICIENCIA  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO ELECTRICISTA**

**PRESENTADO POR:**

**ALFREDO CELSO ALVA BRAVO**

**PROMOCIÓN  
1972 - I**

**LIMA – PERU  
2006**

***Uso de los Circuitos Eléctricos de Baja Tensión para la  
Transmisión de Datos: Estándares, Problemática e  
Implantación***

## SUMARIO

El provisto de este Informe de suficiencia es reunir en un solo documento, la información que actualmente se encuentra dispersa, sobre las posibilidades de transmisión de datos y multimedia usando las líneas de electricidad de baja tensión (PLC). La información que se presenta se relaciona con estándares, tecnologías, métodos de acceso, ventajas y desventajas de esta tecnología cuando son usados en aplicaciones para el hogar o para empresas pequeñas.

Las tecnologías que son usadas para la transmisión de datos, son descritas a través de varios estándares, regulaciones y métodos de uso. También se revisan las funcionalidades, velocidad de transmisión, limitaciones, ventajas, desventajas, calidad de servicio y otros importantes factores.

Con velocidades actuales de 14 BMPS y creciendo cada vez mas, los sistemas de comunicaciones que usan las líneas eléctricas como medio de transmisión pueden ser la tecnología preferidas en comparación a las redes inalámbricas u otras tecnologías que se usan en las casas debido a su facilidad de instalación, disponibilidad de tomacorrientes, alta velocidad, bajo costo, confiabilidad y seguridad. Las compañías de distribución eléctrica pueden hacer uso de esta tecnología para entregar directamente servicios de Internet y multimedia a alta velocidad y otros servicios que se puedan derivar de la nueva era digital.

# INDICE

<b>INTRODUCCION</b>	1
<b>CAPITULO I: COMUNICACIONES USANDO REDES DE ENERGIA ELECTRICA (PLC)</b>	3
1.1 FLUJO DE LAS COMUNICACIONES USANDO LAS LÍNEAS DE ENERGÍA	3
1.2 MÉTODOS DE ACCESO	5
1.2.1 Método de "Sistema de Acceso"	6
1.2.2 Método de "Dentro de la Casa"	7
1.3 RED CASERA	8
<b>CAPITULO II: ESTANDARES</b>	10
2.1 ALIANZA HOMEPLUG POWERLINE	10
2.1.1 HomePlug 1.0	10
2.1.2 HomePlug AV	11
2.1.3 HomePlug BPL	11
2.1.4 HomePlug Home Automation	11
2.2 IEEE	11
2.2.1 IEEE P1901	11
2.2.2 IEEE BPL	12
2.2.3 IEEE P1675	12
2.2.4 IEEE 1775	12
2.3 OPERA	12
2.4 UNIVERSAL POWERLINE ASSOCIATION (UPA)	13
<b>CAPITULO III: TECNICAS DE CODIFICACION DE DATOS</b>	14
3.1 SEÑALES DIGITALES DE BANDA BASE	14
3.2 MODULACIÓN DE LA SEÑAL	15
3.2.1 Transmisión Analógica de información	16
3.2.2 Transmisión Digital de información	16
3.3 SISTEMAS DE ESPECTRO DISPERSO (SS)	16
3.4 REDUCCIÓN DE ERRORES	17
3.5 MEDIOS DEL MÉTODO DE ACCESO	17

<b>CAPITULO IV: REDES CASERAS Y AUTOMATIZACION</b>	18
4.1 GENERAL	18
4.2 APLICACIONES TÍPICAS DE LAS REDES CASERAS	19
4.3 TECNOLOGÍAS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS REDES CASERAS	21
4.3.1 Cableado Estructurado	22
4.3.2 Redes Existentes	23
4.3.3 Redes Inalámbricas	24
4.4 COMPONENTES DE UNA RED CASERA	25
4.5 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL USO DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS PARA LA RED CASERA	26
4.5.1 Ventajas	26
4.5.2 Desventajas	26
<b>CAPITULO V: CONSIDERACIONES PARA SU IMPLANTACION EN UNA RED CASERA</b>	28
5.1 CIRCUITO ELÉCTRICO RESIDENCIAL DE COMUNICACIONES	29
5.2 CONSIDERACIONES DE LOS RUIDOS EN LA RED CASERA	30
5.3 CONSIDERACIONES DE LA IMPEDANCIA EN LA RED CASERA	31
5.4 ATENUACIÓN DE LA SEÑAL EN LA RED CASERA	31
5.5 RELACIÓN SEÑAL / RUIDO	32
5.6 ACOPLAMIENTO DE LA SEÑAL EN EL CANAL	32
5.7 MEDIOS DE ACCESO PARA LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS	32
5.8 PROTOCOLOS DE ENSAMBLE (LINK) DE BAJO NIVEL PARA LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS	33
5.9 TÉCNICAS DE MODULACIÓN PARA EL CANAL DE COMUNICACIÓN DE LAS LÍNEAS ELÉCTRICAS	34
<b>CAPITULO VI: TECNOLOGIAS PARA LAS COMUNICACIONES EN LAS LINEAS ELECTRICAS</b>	35
6.1 REDES DE OPERACIÓN LOCAL (LONWORKS)	35
6.1.1 Tecnología LonWorks	37
6.1.2 Componentes de los sistemas LonWorks	39
6.2 X-10	41
6.2.1 Teoría de la Transmisión X-10	41
6.3 CONSUMER ELECTRONICS BUS (CEBUS)	42
6.3.1 Tecnología CEBus	43
6.3.2 Protocolo CEBus	44
<b>CONCLUSIONES</b>	45
<b>BIBLIOGRAFIA</b>	47

## INTRODUCCION

En la actualidad las personas que viven en una casa necesitan hacer uso continuo de la información que les es provista por los diversos medios con que cuenta la Tecnología de transmisión de la Información moderna. Para este fin son usados dispositivos como teléfonos, redes inalámbricas, LAN (redes de área local), fibra óptica, tecnologías satelitales, etc. Sin embargo cada una de ellas tiene sus limitaciones de costo y disponibilidad para alcanzar a la máxima cantidad de usuarios.

Recientemente se ha estado investigando la posibilidad de usar las líneas eléctricas como un medio alternativo de comunicaciones para la transmisión de datos, a esta tecnología se le denomina PLC (Power Line Communications). La ventaja de usar las líneas eléctricas es que cada edificio o casa ya se encuentra cableada con conductores eléctricos y conectados a una fuente central. El proveedor de servicios eléctricos podrá prestar servicios de comunicaciones (PLC) usando el cableado eléctrico y tomacorrientes existentes en el edificio como el medio de red que provea conexión de alta velocidad.

En la mayoría de los casos, usar los circuitos en el edificio o casa es más fácil que instalar cables nuevos. Para pequeñas aplicaciones de oficinas y en el hogar, este método es más seguro, confiable y relativamente menos costoso que los circuitos inalámbricos, además que es una solución para contrarrestar los problemas que tiene el instalar una red de datos. Cabe mencionar que las redes eléctricas ya han sido usadas por muchos años para transmitir información analógica y digital usando la banda baja de frecuencias.

Comúnmente, las líneas eléctricas han sido consideradas solo para transmisión de electricidad, sin embargo la aparición de modernas redes tecnológicas, incluyendo la banda ancha, esta forzando a las compañías de electricidad y proveedores de servicio a ofrecer soluciones que puedan entregar nuevos servicios a los consumidores a un mínimo costo y con una máxima eficiencia. Las líneas eléctricas, son entonces un medio poderoso para poder entregar no solamente servicios eléctricos o señales de control sino

también transmisión de datos a alta velocidad y con contenido de multimedia, en ambos sentidos (full duplex).

El alcance de este trabajo se circunscribe al uso de las redes de distribución eléctricas de baja tensión (BT) para el transporte de datos. Básicamente comprende todo lo que está conectado entre el lado secundario del transformador de distribución de la red de media tensión (MT) y el transformador de baja tensión (BT) y todas las cargas conectadas a la red de baja tensión dentro de las premisas del consumidor.

# CAPITULO I

## COMUNICACIONES USANDO REDES DE ENERGIA ELECTRICA (PLC)

En la era actual de la tecnología de la información, los requerimientos por enviar digitalmente voz, video, datos y acceso a Internet a alta velocidad hacia los hogares y de los hogares hacia el mundo exterior, oficinas y otros edificios se incrementan continuamente. La instalación de nuevas conexiones para poder satisfacer estos requerimientos es costosa, crea molestias y toma tiempo. Estos requerimientos pueden ser cumplidos con el uso de la tecnología PLC (Power Line Communications) que permite el uso de las líneas eléctricas existentes como un medio de comunicación y transporte rápido, veloz y seguro.

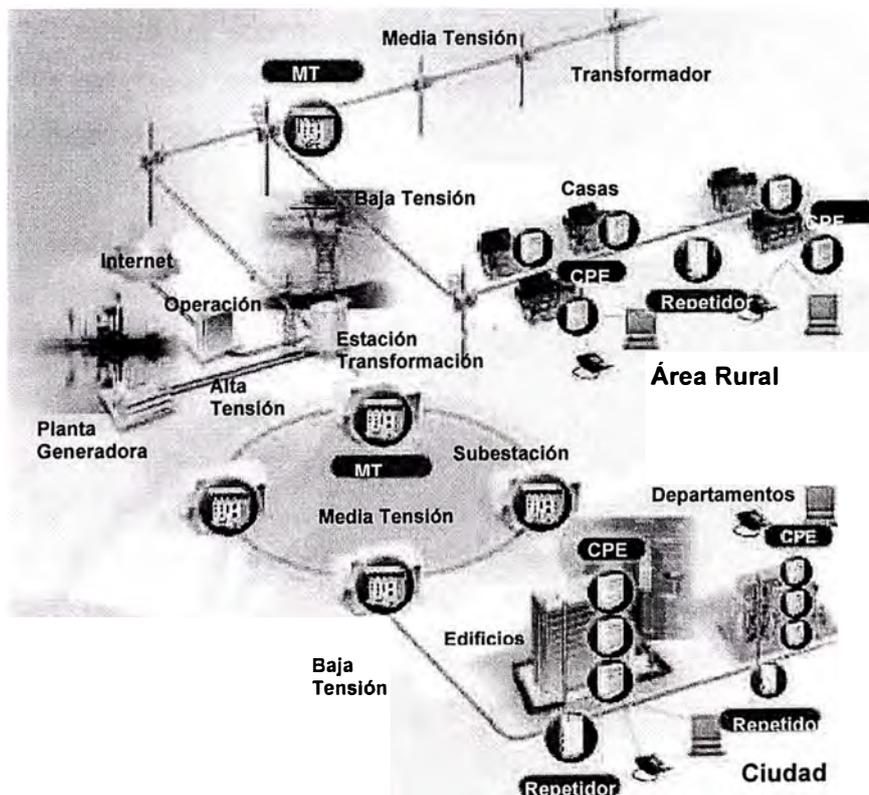


Figura 1.1 Redes de Distribución

La distribución local es un área altamente competitiva que presenta numerosos desafíos y oportunidades a las empresas de distribución, de energía incluyendo la alternativa de proporcionar nuevos servicios. Las empresas de distribución pueden tomar ventaja de las conexiones eléctricas existentes a fin de poder brindar algunos servicios adicionales. Por ejemplo las empresas de telecomunicaciones están interesadas en encontrar una forma confiable para transmitir su información y servicios a los diferentes dispositivos que existen en el hogar. El uso de la tecnología PLC es una de las formas de conseguir este objetivo.

En adición a los servicios de Internet otros servicios que se pueden usar serian los de la lectura de los medidores eléctricos, la supervisión de la interrupción de corriente, el control de la corriente de la salida y mucho más.

En la Figura 1.1 se pueden ver tres dispositivos claves para la configuración de una red PLC:

1. *El nodo de Media Tensión (MT)*: que tiene como objetivo proveer la conectividad entre la red central de comunicaciones (fibra óptica, inalámbrico) y la red del PLC. El nodo MT puede ser configurado para recibir y comunicar información con otros nodos MTs así como también comunicarse con otras unidades de bajo voltaje a través de la red de baja tensión (BT).
2. *Los Repetidores*: cuyo objetivo es regenerar la señal del PLC a fin de facilitar la mejor transmisión en la red de baja tensión y dejar que la red de media tensión se encargue de la comunicación entre los nodos de MTs, un nodo final de baja tensión (BT), otro repetidor y los CPEs
3. *Los Equipos Residenciales (CPE)*: que son los MODEM del usuario final, que están diseñados para una rápida y fácil instalación por los usuarios en las casas. Para cumplir este objetivo, estos dispositivos ya vienen pre-configurados para una amigable instalación, son compactos y tienen una fuente de poder de bajo ruido. Estas particularidades aseguran un rápido uso por parte del usuario no-técnico.

### **1.1 Flujo de las Comunicaciones usando las Líneas de Energía**

El operador de la red de energía eléctrica envía datos a través de un nodo de la red

eléctrica de media tensión (MT), estos datos fluyen a través de la red desde la Sub-Estación hasta los tomacorrientes en el circuito residencial de los usuarios finales.

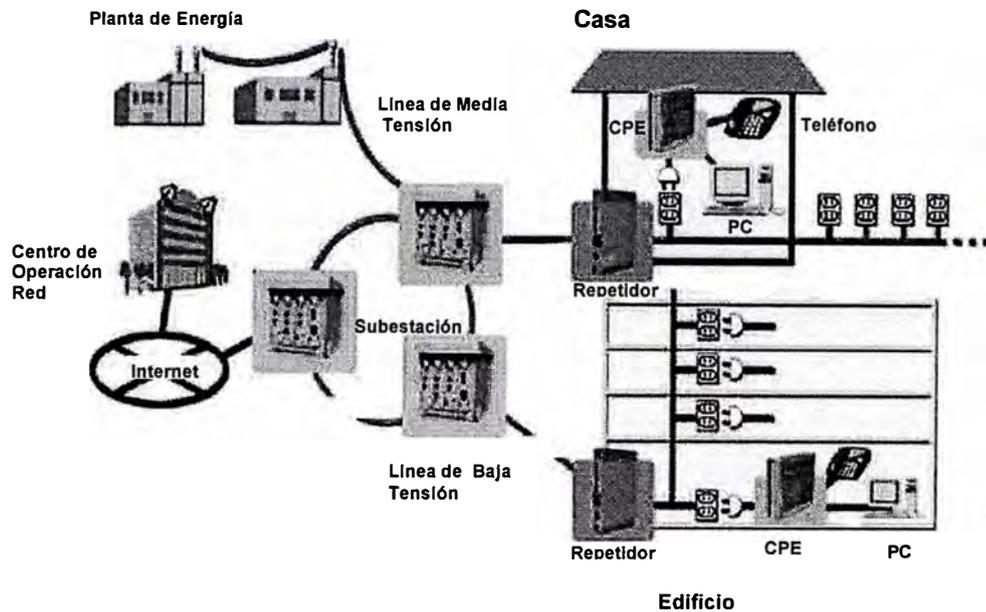


Figura 1.2 Flujo de Comunicaciones

Los datos se envían usando diversas bandas de frecuencia a través de las redes eléctricas de baja tensión (BT). Repetidores instalados a lo largo del camino permiten regenerar la señal del PLC en las redes de baja tensión de las casas o edificios que cubren el servicio, incluyendo un nodo del MT, un extremo principal del BT, otro repetidor, y los equipos del cliente (CPE). Finalmente, el usuario final conecta el CPE, diseñado para una instalación rápida y fácil, al tomacorriente eléctrico estándar a fin de recibir las señales de comunicaciones y los datos

Esta transmisión se realiza usando señales de datos con el rango de frecuencia mayor a 60Hz para las comunicaciones basados en el principio que la corriente alterna que viene a la casa es una onda electromagnética de 60Hz. Básicamente los datos se transmiten cuando las líneas eléctricas no están siendo usadas por algunos de los métodos de transmisión.

### 1.2 Métodos de Acceso

La forma como se usan las líneas de energía para la transmisión de comunicaciones puede ser clasificada en dos categorías distintas:

- *Los “Sistemas de Acceso”* : Son las tecnologías y métodos de accesos que permiten recibir la información del proveedor de comunicaciones en el circuito de media tensión y transportarla para su uso en los hogares
- *Los de “Dentro de la casa”* :\_Son las tecnologías y métodos de accesos que permiten transmitir información y datos a través del los diferentes tomacorrientes de la casa u oficina.

Los objetivos de estos dos métodos que usan las líneas de energía como medio de transmisión son diferentes. El objetivo del método de *Sistema de Acceso* es la entrega de una solución a larga distancia para poder competir con las tecnologías XDSL y la tecnología del cable. El objetivo de la tecnología *Dentro de la Casa*, es entregar soluciones de alta velocidad (mayor a 10 MBPS) para poder competir con otras tecnologías que existen dentro de la casa como los servicios inalámbricos y el uso de líneas telefónicas.

Ambos métodos son independientes, aunque pueden coexistir y ser ajustados a las diversas características de transmisión de datos que se requieren para cada caso. Además, esta coexistencia permite niveles más altos del rendimiento de procesamiento, pues los flujos de datos del acceso no interfieren con los datos procesados dentro del hogar.

Los estándares ETSI, especifican los procedimientos a fin de asegurar la coexistencia de nuevas tecnologías de acceso en el rango de frecuencias de 1.6 a 30 MHz. Las especificaciones ETSI presentan un mecanismo técnico para la coexistencia de estos dos métodos. Con referencia al modelo de la arquitectura de redes, el representa la coexistencia de las interfaces

### **1.2.1 Método de “Sistema de Acceso”**

La red del sistema del Acceso distribuye la señal del Internet del Proveedor de Servicios de Internet (ISP) al usuario final a través de las líneas de baja tensión (BT) y media tensión (MT). En este caso, la tecnología que usan las líneas de energía son las responsables de enviar datos sobre las redes eléctricas de baja tensión que conectan la casa del consumidor final con la toma del proveedor que generalmente será una Sub-Estación. Las tecnologías de acceso de las líneas de energía permiten a las casas conectadas a la Sub-Estación poder usar por ejemplo, los servicios de Internet de ancha base y también permite al Proveedor de servicios de comunicaciones, el ofrecer servicios



PLC es acoplado hacia arriba (upstream) con la red de telecomunicaciones ya sea usando métodos tradicionales o usando los métodos provistos por el proveedor de energía. Hacia abajo (downstream), el controlador PLC maneja la transmisión de datos (Internet y voz) usando las redes existentes de baja tensión y la red eléctrica existente dentro de la casa. Conectar el PLC u otro dispositivo del hogar a la red puede ser hecho simplemente conectando un CPE que es un MODEM especial al tomacorriente en la pared. Usando las facilidades de las conexiones eléctricas de baja tensión de la casa o en la oficina permite compartir el uso de PCs e impresoras. Además si se conecta un teléfono a esta red se puede proveer servicios de transmisión de voz convirtiendo de esta manera a la red de baja tensión dentro de la casa en una red telefónica local usando simplemente el número del MODEM conectado al tomacorriente de la casa.

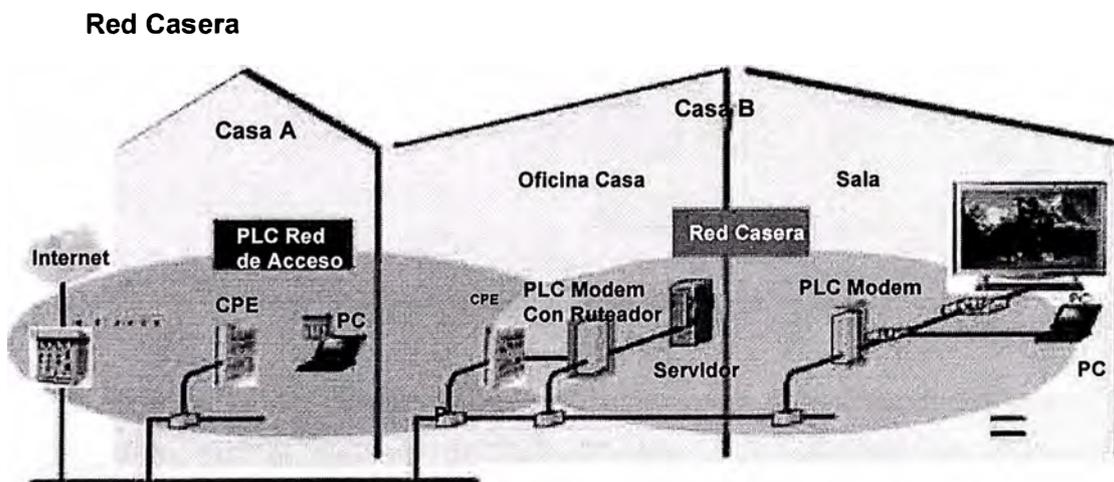


Figura 1.4 Método Dentro de la Casa

### 1.3 Red Casera

Por lo general hoy en día, en muchos hogares y pequeñas oficinas el consumidor tiene además de su PC, impresoras, faxes y artefactos eléctricos que necesita que estén interconectados. La interconexión de estos diferentes dispositivos las llamaremos "Red Casera".

No solamente hay la necesidad de que todos esos dispositivos se comuniquen entre si, sino también tener acceso al Internet y además que el consumidor pueda controlar en forma automática el uso de algunos artefactos eléctricos y electrónicos del hogar (home appliances).

Las redes caseras utilizando la tecnología de alta velocidad de las redes eléctricas pueden controlar cualquier artefacto que pueda ser conectado a un tomacorriente de la casa. Esto incluye el manejo de las luces, televisión, termostatos, alarmas entre otros.

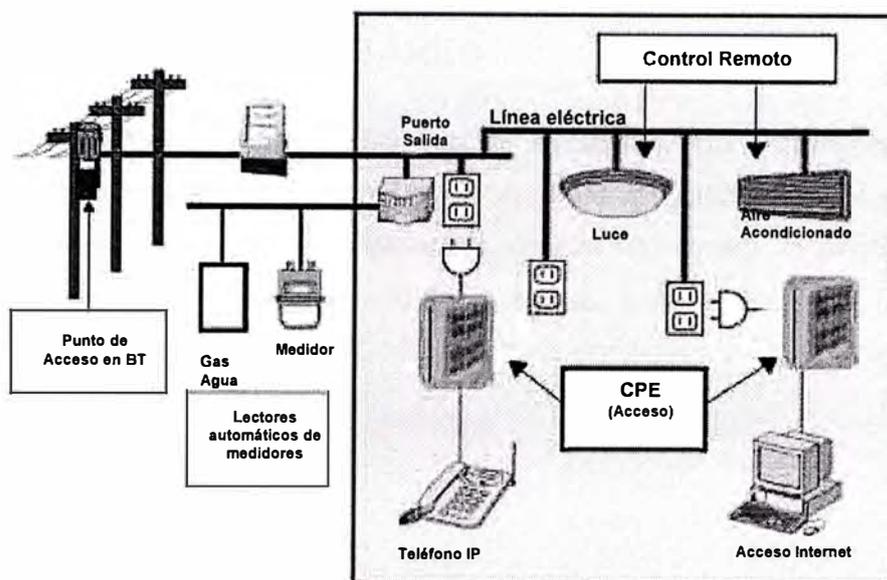


Figura 1.5 Red Casera

Por otra parte, en la red casera, las comunicaciones de datos permitirán usar el flujo de datos provisto por el sistema de acceso para dar servicios de datos en cada tomacorriente de la casa del usuario final. Estos requerimientos, entre otros, son los factores que están empujando a encontrar una solución para la fácil implementación de las redes caseras.

En el contexto de un ambiente de red casera, el término "no a nuevas conexiones" es el aplicado a un conjunto de tecnologías que utilizan las conexiones existentes a fin de distribuir datos a alta velocidad y video por toda la casa u oficina pequeña. Para cumplir este objetivo se pueden utilizar las redes telefónicas, las redes inalámbricas y las redes de energía eléctrica. Las ventajas y desventajas de cada una de estas redes serán revisadas mas adelante.

## CAPITULO II

### ESTANDARES

Los estándares en el campo de las PLCs, están evolucionando incluyendo las propiciadas por la alianza *HomePlug Powerline* (la cual ha definido los estándares *HomePlug 1.0* y *HomePlug AV*, Tecnología de redes de alta velocidad), la asociación *Universal Powerline*, y el *IEEE*. No esta difundido aun, cual será el Estándar final a usarse, aunque en la actualidad el estándar X-10 propiciado por Sears y Radio Shack es el más usado.

#### **2.1 Alianza HomePlug Powerline**

##### **2.1.1 HomePlug 1.0**

Es un conjunto de especificaciones para una tecnología que permite conectar dispositivos electrónicos usando las líneas eléctricas de una casa. Los productos certificados para HomePlug conectan PCs y otros dispositivos que usan tecnologías Ethernet, USB y 802.11 "Wi-Fi" a las líneas eléctricas vía un "conector" o "adaptador" HomePlug. Incluso algunos productos tienen construidos internamente la tecnología HomePlug. La alianza HomePlug ha evaluado de una manera abierta, varias tecnologías de transmisión para redes eléctricas a través de una amplia variedad de industrias. En esta evaluación se incorporan, el análisis teórico, análisis de laboratorio y pruebas de campo. Los criterios incluyen alta velocidad de transmisión (10 MBPS), cubrir completamente la red eléctrica de una casa, robustez y facilidad de implementación.



Figura 2.1 Símbolo HomePlug

##### **2.1.2 HomePlug AV**

Las aplicaciones candidatos para ser distribuidos dentro de la casa son las que se refieren a audio, Este estándar fue diseñado para soportar las necesidades de alto ancho

de banda y baja latencia para la transmisión simultánea de señales HDTV y voz sobre IP que permitan que estas facilidades estén disponibles en por lo menos el 90% de los tomacorrientes de una casa, video y red de datos las cuales requieren un uso intensivo de ancho de banda. Por esta razón, el uso del rango de frecuencias dados al estándar HomePlug AV ha sido presionado para su completa utilización, lo cual permite el uso de la capa física para transmisiones hasta de 200 MBPS y para la capa MAC hasta 100 MBPS.

### **2.1.3 HomePlug BPL**

Es un grupo en formación para proveer estándares de transmisión de Internet sobre las líneas eléctricas. Recientemente, la alianza HomePlug anuncio la formación del HomePlug Access BPL Working Group, cuyo objetivo es definir los requerimientos para las especificaciones de este estándar. Este grupo ha invitado a las compañías de distribución eléctrica, proveedores de servicios de Internet, operadores telefónicos y empresas interesadas de todo el mundo para participar en el desarrollo de este estándar.

### **2.1.4 HomePlug Home Automation**

Aplicaciones para control y comandos.

## **2.2 IEEE**

### **2.2.1 IEEE P1901**

Estándar para la transmisión de datos de alta velocidad usando las líneas eléctricas tanto en los medios de acceso como la capa física. Este proyecto, cuyas especificaciones están en borrador, desarrollara un estándar para comunicaciones a alta velocidad (>100 MBPS en la capa física) a fin de que se puedan conectar los dispositivos usando la actual corriente alterna. Este estándar usara frecuencia de transmisión por debajo de los 100 MHz y podrá ser usado por cualquier dispositivos ya sea conectados a la ultima milla (<1500m de distancia a las casas) o por dispositivos conectados dentro de la casa (<100m). La alianza HomePlug Powerline Alliance y la Asociación Universal Powerline están participando activamente en la elaboración de este estándar.

### **2.2.2 IEEE BPL**

Estandarización del uso del ancho de banda usando las tecnologías de las redes eléctricas

### **2.2.3 IEEE P1675**

Estándar para el uso del ancho de banda en los equipos que hacen uso de la energía eléctrica

### **2.2.4 IEEE 1775**

Es otro proyecto aprobado por la NesCom (IEEE Communications Society) el 12 May 2005 el cual se concentra en equipos PLC, requerimientos de compatibilidad electromagnética y métodos de medición y pruebas..

## **2.3 OPERA**

OPERA (Open PLC European Research Alliance) es un proyecto de investigación y desarrollo con un presupuesto de cerca de 20 millones de Euros, incluyendo un fondo adicional de 9 millones de Euros de la Comisión Europea (DG Information Society, IST Programme). Los objetivos científicos y tecnológicos de este proyecto son: mejorar los sistemas de comunicaciones que usan la energía eléctrica (PLC) los cuales cubren la redes de baja y media tensión, el buen manejo del ancho de banda, facilidad de operación, compatibilidad electromagnética, administración de la red, modelamiento del canal, acondicionamiento de las barras eléctricas (uso de acopladores y filtros) y mejoras de los equipo PLC.

Se busca también buscar una solución óptima para la conexión de los dispositivos PLC a la red central o columna vertebral de la información (LMDS, satellite, MV PLC, etc.). El principal objetivo es llegar a todos los usuarios finales independientemente de donde ellos estén. Desarrollar servicios PLC "Listos para la venta" usando la tecnología y diseñar o mejorar el bajo costo de los terminales de usuario. Objetivos adicionales de este proyecto son:

- Estandarización de los sistemas PLC
- Definición de un plan de negocios y procedimientos para el mantenimiento de la red y la provisión de servicios de la mano con la investigación de Mercado a fin de determinar los requerimientos del usuario
- Difundir los resultados del proyecto, respetando los derechos de la propiedad intelectual.

## **2.4 Universal Powerline Association (UPA)**

La asociación "Universal Powerline Association (UPA)" alinea a los líderes de la industria de transmisión de comunicaciones usando la línea eléctrica (PLC) y cubre los mercados tanto de acceso como dentro de la casa a fin de asegurar un nivel de integración, ejecución inter-operabilidad y coexistencia de los productos PLC en beneficio de los consumidores a nivel mundial.

En mayo del 2004, se estableció el grupo de interés (UPA) por los miembros fundadores firmando un memorando de entendimiento en setiembre del 2004 y anunciándose oficialmente el UPA en diciembre del 2004. Los miembros del UPA comparten una visión abierta y federativa del mundo PLC a fin de armonizar y compartir estándares y regulaciones globalmente

Miembros del UPA son: Ambient Corporation, Ascom Powerline Communications, Corinex Communications, DS2, EDF (Electricite de France), Itevo - Schneider Electric Powerline Communications AB (SEPC), Itochu, Sumitomo Electric Industries, Ltd. (SEI), y TOYOCOM.

## CAPITULO III

### TECNICAS DE CODIFICACION DE DATOS

La información se mueve a través de cualquier medio mediante formatos digitales o analógicos. La capa física es la responsable por el transporte de un conjunto de bits de un nodo a otro pudiendo este transporte ser realizado por diversos métodos (medios magnéticos, pares de cables, cable coaxial, líneas eléctricas, fibra óptica, etc.). Para este trabajo nos limitaremos a señalar las técnicas de transmisión usando las líneas eléctricas de baja tensión

#### ***3,1 Señales Digitales de Banda base***

La forma de la onda para señales de banda base tiene un valor que es diferente a cero en la cercanía al origen de la onda de frecuencia (F) y un mínimo valor en otros puntos.

Las técnicas comúnmente aceptadas son las siguientes:

1. *Codificación de Línea*: es un método que permite la regeneración de la señal mas fácilmente. Los números binarios 1 y 0 son representados en una serie de formatos conocidos como *línea de código*. El valor binario 1 puede ser representado por un determinado voltaje, mientras que el valor cero generalmente será representado por el voltaje 0 aunque existen otras variación de estos métodos.
2. *Codificación de Línea Multinivel*: es usar la misma técnica anterior pero con diferentes valores para los valores binarios 1 y 0 permitiendo de esta manera reducir la necesidad de ancho de banda. Al momento de recepción, la señal se regenerara mediante filtros adecuados.
3. *Sincronización de redes (Clocking)*: Consiste en sincronizar la señal de envió tanto en frecuencia como en fase con la señal en la recepción a fin de evitar distorsiones. El receptor debe saber que esta recibiendo una señal consistente en series de bits 1s y 0s y que se esta demorando un determinando tiempo, esto le permitirá sincronizar su reloj para adecuarlo a la velocidad del que transmite a fin de no producir perdidas de señal.

### 3.2 Modulación de la Señal

La modulación es una técnica que permite que la información a ser transmitida sea tratada como un cambio de la información en la señal portadora y es usada para el envío de información digital y analógica. En el caso de información analógica, esta modulación es realizada continuamente mientras que en el caso de información digital esta es modulada paso a paso mediante cambios de estado

El *MODEM* es un dispositivo electrónico que realiza la modulación y la correspondiente desmodulación. Uno de los objetivos principales de la modulación es comprimir la mayor cantidad de bits posibles por cada ciclo de frecuencia.

Los métodos básicos de modulación para el manejo de información son:

1. *Modulación de Amplitud*: Es la mas simple, permite variar la amplitud de la onda de la señal portadora de acuerdo a las características de la señal que es modulada. Es generalmente usada para transmitir voz en la gama de radio frecuencias.
2. *Modulación de Frecuencias*:: Es usada para la transmisión de radio en la banda de FM, para el sonido de la banda de televisión y algunos dispositivos de comunicaciones móviles. La frecuencia en un instante varía de acuerdo a un factor aplicado a la onda portadora.
3. *Modulación de Fase*: Igual al caso anterior pero la modulación de la fase es directamente proporcional a la modulación de la señal

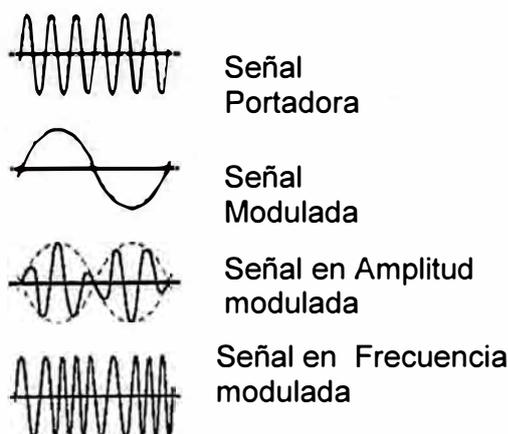


Figura 3.1 Modulación de la Señal

### **3.2.1 Transmisión Analógica de información**

En la transmisión analógica de información, se utiliza la modulación tanto para la frecuencia como para la amplitud de la señal.

El MODEM realiza continuamente la sincronización de la señal entre el envío y la recepción a través de la red, mediante un mecanismo de reloj. Las señales de reloj tienen una frecuencia precisa y una relación de amplitud que incluye el retardo que sea necesario para mantener en fase al dispositivo receptor con respecto al transmisor.

### **3.2.2 Transmisión Digital de información**

La modulación permite la transmisión digital de información binaria (1s y 0s) usando portadores analógicos tales como ondas de radio, por lo tanto, la transmisión digital es en efecto una transmisión analógica de la información digital. En el proceso de modulación, un bit o grupo de bits son convertidos en cambios rápidos de estado tanto en la amplitud como en la frecuencia.

### **3.3 Sistemas de Espectro Disperso (SS)**

Los sistemas de Espectro Disperso (SS) usan la banda ancha en la cual las señales son parecidas a ruidos y hacen difícil su detección, interceptación o modulación. Son posibles de tener interferencia con señales de baja frecuencia. Estas características han hecho que sean usadas principalmente en la industria militar. En este método, el ancho de banda se hace grande en comparación a la información transmitida pues intencionalmente se ingresa ruido. Existen varios tipos de SS, pero ellos deben cumplir con dos requisitos básicos:

1. El ancho de banda transmitido debe ser mucho mayor que la data transmitida
2. El ancho de banda relativo debe ser causado por una forma de onda independiente llamada la señal de dispersión y esta señal debe ser conocida por el sistema que recibe a fin de poder descartarla del mensaje

Los tipos más comunes de SS son el de Secuencia Directa y el de La Frecuencia Esperada.

### **3.4 Reducción de Errores**

La reducción de errores de transmisión en los sistemas de comunicaciones digitales puede ser realizada utilizando dos técnicas principales:

1. Requerimiento de retransmisión del paquete en problemas
2. Detección y corrección de errores, en este caso se porta la información para poder detectar el error y corregirlo

### **3.5 Medios del Método de Acceso**

Como todos los dispositivos de una red de comunicaciones que comparten el mismo medio físico para su transmisión, es necesario que existan técnicas que prevengan que estos dispositivos transmitan al mismo tiempo. Tres métodos son los principales:

1. *Polling*: En este método, un dispositivo actúa como maestro y los demás como esclavos. El maestro pregunta a un dispositivo esclavo si tiene algo que transmitir, si este le responde que si, autoriza su transmisión, si el dispositivo le contesta que no, la pregunta pasa al siguiente dispositivo esclavo y así sucesivamente.
2. *Contención*: En este caso cualquier estación puede comenzar a transmitir, para lo cual primero la estación determina si la línea esta ocupada o alguien esta transmitiendo, si la respuesta es no, comienza su transmisión, si la respuesta es si, espera un tiempo aleatorio para volver a preguntar. Puede existir casos en que dos dispositivos inicien su transmisión al mismo tiempo y por lo tanto se produce un choque en la línea, en este evento existirán técnicas para corregir y reenviar el mensaje. Este método se le conoce generalmente con el nombre de CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection)
3. *Token Passing* : En este caso un pieza de dato (token) conocido viaja por la línea, la estación que quiera transmitir toma el token y comienza a transmitir, cuando termina, suelta el token; la siguiente estación que desea transmitir cojera el token y así sucesivamente

## **CAPITULO IV**

### **REDES CASERAS Y AUTOMATIZACION**

#### ***4.1 General***

Las redes comerciales son especialmente diseñadas para transferir datos entre computadoras. Estas redes típicamente usan fibra óptica, cables coaxiales o cables UTP para minimizar ruidos e interferencias al momento de la transmisión de la información. La mayoría de las edificaciones hoy en día no tienen instaladas este tipo de conexiones que permitan transmitir datos a alta velocidad y es muy costoso para sus propietarios instalarlas por su cuenta.

Por lo tanto la implementación de una red casera es un gran desafío para las compañías distribuidoras de energía eléctrica y para que esta tenga éxito las soluciones deberán usar las conexiones eléctricas existentes. Los siguientes criterios pueden ser aplicados en la implementación de una Red Casera:

- El tipo de sistema a usarse, de una fase, trifásico
- Debe utilizarse la infraestructura de cableado existente
- Debe ser fácil de instalar, mantener y usar
- Debe respetar las medidas de calidad de servicio sobre todo para uso de voz en la cual el concepto de latencia es importante
- Debe poder transferir información a velocidades mayores a 10 MBPS a fin de permitir que los proveedores puedan distribuir multimedia en tiempo real
- Debe ser extensible
- Debe permitir versatilidad en los tipos de datos a transferir
- Debe poseer mecanismos de seguridad a fin de protegerse de la intromisión y sabotaje de datos
- La tecnología debe ser relativamente barata comparada con otras soluciones

Han existido intentos no exitosos para el uso de la tecnología PLC para redes caseras. Muchos proveedores de energía han prometido muchas veces su uso pero pocos han sido los que han podido implementarla o esta ha sido muy compleja o de poco resultado. Lo que el usuario no desea es conectar solamente dos computadoras sino poder conectar también sus impresoras, su escáner, fax etc. Además que su uso no requiera de parte de el, manejar redes complejas que necesiten un gran conocimiento tecnológico para su uso. Otro factor limitante es el no poder contar con estándares maduros como existen en otros campos por ejemplo en la electrónica.

Muchos de los requerimientos técnicos que tiene una red comercial en una empresa, como por ejemplo la necesidad de optimizar el uso de recursos, distribuir la disponibilidad de datos, cooperación, backup y administración centralizada son también los requerimientos que tienen las redes caseras, por lo tanto una razón de buscar una optimización es que todos los componentes electrónicos y eléctricos en el hogar estén conectadas de tal manera que su administración sea sencilla y fácil de manejar.

#### **4.2 Aplicaciones Típicas de las Redes Caseras**

Las aplicaciones para la red casera pueden ser clasificadas en cinco categorías:

- *Compartir recursos:* Las redes caseras permiten a todos los usuarios dentro de la casa, a tener acceso al Internet y a las aplicaciones al mismo tiempo. Adicionalmente, permiten compartir archivos, no simplemente datos y dependiendo de la velocidad de la red, audio y video. Se pueden mezclar también periféricos tales como impresoras y escáner. Con las redes caseras, la necesidad de tener más de un punto de acceso a Internet, impresora, escáner o paquetes de software son eliminados, Las tecnologías para las redes caseras pueden fácilmente ser usados para distribuir datos basados en protocolo IP a través de toda la casa a velocidades considerables.
- *Comunicaciones:* Las redes caseras permiten una fácil y eficiente comunicación entre usuarios dentro de la casa y una mejor administración de las comunicaciones con otras fuentes externas de comunicación. Servicios de teléfono, fax y mensajes E-Mail pueden ser enviados inteligentemente en una red casera. Acceso al Internet puede ser iniciado en múltiples lugares dentro de la casa con el uso de terminales y Webpads.

- *Control de la Casa y Sistemas de Automatización:* Las redes caseras pueden permitir controlar dentro de la casa la temperatura, luces que pueden ser manejadas a través de la red o aun a través del Internet. La red puede también ser usado para monitorear la seguridad de la casa usando cámaras en la red. El mercado para dispositivos de control dentro de la casa esta migrando desde una solución cerrada, propietaria a algo mas abierto y usando tecnologías de IP.
- *Horarios en el Hogar:* Una red casera permitiría a las familias a mantener un calendario maestro que podría ser actualizado desde diferentes puntos dentro de la casa y remotamente a través del Internet.
- *Entretenimiento y Proveer Información:* Las redes caseras permiten una lista de opciones para compartir entretenimiento e información en la casa. Juegos para multiusuarios a través de la red, pueden ser jugados como si fueron los reales de la PCs o televisión. video digital permitirá a los habitantes de la casa a direccionar video o DVD a las diferentes casillas o usuarios que tengan PC o TV dentro de la casa. Radios a través del Internet pueden ser enviado no solamente a las Pcs sino también a los equipos de sonido de la casa

En la Tabla 4.1 se lista algunas aplicaciones para redes caseras, lo que ellos pueden hacer por el cliente, como ellos son entregados y su nivel de disponibilidad. Algunos de ellos están basados en escenarios futuros y algunos han sido diferidos debido al bajo respaldo del sector al cual están dirigidos preferentemente al sector de tecnologías. Con la participación del cliente en las pruebas y uso de esas aplicaciones va existir un gran movimiento y los que tengan mayor aparición van a sobrevivir y definirán más precisamente de acuerdo a las necesidades y demandas

Tabla 4.1 Estado de madurez de las Aplicaciones

Aplicación	Actividad	Productos	Tiempo de disponibilidad
<b>Entretención (video, Audio, Música)</b>	-Distribuir contenido multimedia a través de la casa -Video y Música a demanda	-Receptores de TV, DVDs, Cable, MP3, grabadores personales de video -Varios PCs, laptops, PDAs	Disponible
<b>Información Noticias, Negocios, deportes, Calendarios</b>	-Personalización de noticias, deportes y negocios -Listas de eventos de acuerdo a la agenda personal	PC, dispositivos manuales (PDAs)	Disponible
<b>Educación</b>	Educación en el hogar, entrenamiento, trabajo en casa, seminarios en-línea	PCs, Teléfonos, software	-Todavía es limitado su uso -Se espera un crecimiento durante la presente década
<b>Teleconmuting</b>	Trabajo en la casa, trabajador independiente	PCs, Teléfonos, dispositivos de visión, software	Disponible
<b>Comunicaciones</b>	-Voz y video comunicaciones -Conversaciones en vivo y servicios de almacenamiento de mensajes -Acceso a Internet	Teléfonos (fijos, celulares, inalámbricos) -Cámaras de video Pantallas Modems, servicios inalámbricos	Disponibles Algunos dispositivos están por venir
<b>Servicios Financieros</b>	Inversiones y negocios bancarios	PCs y dispositivos de bolsillo	-Limitado -En Crecimiento su aceptación durante la presente década
<b>Productividad (Coordinar eventos familiares)</b>	-Pcs, compartir periféricos y software -Compartir Internet acceso -Software para manejo de calendarios	Pcs, impresoras, Modems Escaners Software	Todavía en pequeña escala Se espera crecimiento para el final de esta década
<b>Administración de la casa (Control de la Electricidad)</b>	administración remota de la Conservación de energía	-Grandes y pequeños artefactos -Calefacción y aire acondicionado central	Limitado Se espera gran crecimiento al final de esta década
<b>Seguridad</b>	Monitoreo de la actividad de la vecindad y de la casa individualmente	Cámaras de vigilancia, monitores y conexiones de telecomunicaciones	Disponible Se espera amplio uso al final de la presente década

### 4.3 Tecnologías para la implementación de las Redes Caseras

Existen varias tecnologías disponibles para redes caseras y cada una de ellas esta orientada a satisfacer cierto tipo de necesidades de aplicaciones del usuario pero ninguna ha podido satisfacer todas estas necesidades a plenitud, por lo tanto nuevas tecnologías están siendo revisadas constantemente a fin de solucionar los problemas encontrados.

Las tecnologías para transmisión de datos en banda ancha a usarse en los hogares pueden operar sobre varios medios físicos. Estos medios físicos pueden clasificarse en tres categorías básicas:

1. *Cableado Estructurado*: requiere la instalación de nuevos cables (generalmente cables UTP) en las paredes. Estos cables y su instalación están normados.
2. *Cableado existente*: hace uso de de las actuales conexiones eléctricas, telefónicas y coaxiales instaladas actualmente en el inmueble.
3. *Redes Inalámbricas*: usan la frecuencia de radio para transmitir por lo tanto evitan el uso de cableado.

La Tabla 4.2 muestra la relación de estos medios:

**Tabla 4.2 Características de las tecnologías en las redes caseras**

<b>Diferenciador</b>	<b>Cableado Estructurado</b>	<b>Cableado Existente</b>	<b>Redes Inalámbricas</b>
<b>Mejor uso</b>	En nuevas construcciones y remodelaciones	En interconexión con dispositivos estacionarios	Para dispositivos móviles tales como Laptops, Palm PDAS, etc.
<b>Costos</b>	Alto de Instalación	Bajo	Bajo
<b>Vida Útil</b>	Larga	Baja	Baja
<b>Numero y Ubicación de las conexiones</b>	Donde se necesiten	Varios conexiones eléctricas por habitación, muchas habitaciones con conexiones telefónicas. Algunas con conexiones coaxiales	En las diferentes habitaciones de las casa
<b>Velocidad actual MBPS</b>	100	10-14	Cerca de 14
<b>Velocidad futura MBPS</b>	1000	30-250	25-100
<b>Seguridad</b>	Altamente segura	Menos segura	Menos segura
<b>Estandarización</b>	Estándares bien definidos	Estándares emergentes	Estándares emergentes

### **4.3.1 Cableado Estructurado**

El Cableado estructurado provee alta capacidad de ancho de banda y excelente seguridad. A fin de manejar un alto rango de aplicaciones, requiere diferente tipos de

cables tales como UTP para voz y data y coaxial para video. Fast Ethernet sobre UTP es ampliamente usado para aplicaciones de datos. Mientras que es posible usar el UTP para video, este tipo de cable no proporciona la calidad de servicios que se necesita para este tipo de datos, Con la introducción de video de alta definición (HD) en los hogares se cree que se necesitara re-cablear la red en el hogar para hacerlo mas compatible.

### 4.3.2 Redes Existentes

Como el cableado estructurado es relativamente caro, varias compañías están desarrollando ahora tecnologías basadas en los cableados existentes tales como cables telefónicos o los cableados de la red eléctrica.

- *Uso de red Telefónica:* Usa el cable telefónico existente. El "Home Telephone Alliance" ha definido recientemente las especificaciones conocidas como 3.0 que permitirán una velocidad de transmisión de datos sobre los 180 MBPS con extensiones que van a 240 MBPS y con la característica de calidad de servicios. Esta velocidad y calidad de servicios permite complementar la tecnología inalámbrica actuando como la columna vertebral de las redes caseras a fin de distribuir aplicaciones de video y multimedia a través del hogar

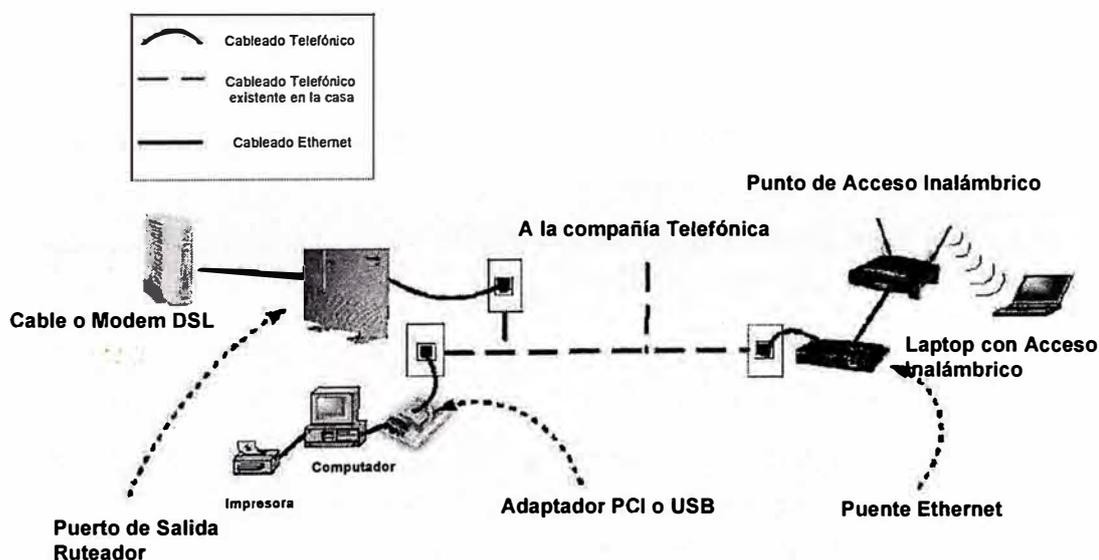


Figura 4.1 Redes Existentes en el Hogar

- *Uso de la Red Eléctrica:* Usa el cableado eléctrico existente en la casa. El "Power Homeplug alliance group" ha reunido a varios proveedores para definir los estándares de esta tecnología.

**Tabla 4.3 Líneas Telefónicas versus Líneas Eléctricas**

	<b>Línea Telefónica</b>	<b>Líneas de Energía</b>
<b>Velocidad Actual</b>	1-10 BMPS	1-14 BMPS
<b>Velocidad Futura</b>	30-100 BMPS	30-250 BMPS
<b>Calidad de Servicio</b>	si	si
<b>Estandarización</b>	Estable	Estable- En preparación

### **4.3.3 Redes Inalámbricas**

Las redes Inalámbricas (WLAN) no pertenecen a la evolución de las redes móviles, pues comenzaron como una extensión de las redes empresariales LAN. Confinado a un segundo plano por un largo tiempo, ha cambiado de su aplicación original al ámbito casero debido a su aceptación pública por su costo y eficiencia. Algunos ven al WLAN como un reemplazo a las redes móviles en lugar de vérselos como un fuerte complemento a las redes inalámbricas de telefonía de tercera generación ofreciendo la entrega de servicios de calidad de acuerdo a los estándares de acceso.

Las redes inalámbricas evitan el costo de la instalación de nuevos cables y el desafío de usar los cables existentes. Hay varias tecnologías que se usan en esta área:

- *IEEE802.11*: Es una familia de estándares y tecnología en evolución, originalmente diseñado para redes empresariales se están moviendo ahora hacia el hogar. El formato 802.11b a 2.4 GHz es la versión actual; y 802.11a a 5GHz es la versión futura, aunque la propuesta de 802.11g a 2,4GHz es la tecnología puente.
- *Home RF*: Es una familia de tecnología inalámbrica especialmente diseñada para el hogar con la incompatibilidad del grupo 802.11b este grupo tiende a favorecer al grupo 802.11a en la siguiente generación.
- *BlueTooth*: Tecnología de frecuencia de radio de corto alcance desarrollado por Erickson y otros, hace posible transmitir señales sobre cortas distancias entre teléfonos, computadores y otros dispositivos. Bluetooth fue diseñado para rango de uso personal y esta siendo extendida ahora para redes de largo alcance.
- *Hiperlan*: Es una familia de estándares para redes inalámbricas. Los estándares son similares a la familia IEEE 802.11 pero también incluyen calidad de servicio y soporte de transmisión asincrónica tanto como Ethernet

- *Ultra WideBand*: Esta basado en técnicas del manejo del espectro de ancha base para bajo voltaje

A continuación se muestra un resumen de las características de estas tecnologías:

Tabla 4.4 Comparación de Redes Inalámbricas

	IEEE 802.11	Home RF	BlueTooth	HiperLAN	Ultra Wideband
<b>Espectro de Frecuencias</b>	2.4 GHz ahora y 5 GHz en el futuro	2.4 Ghz	2.4 Ghz	2.4 Ghz ahora y 5 Ghz en el futuro	3-6 Ghz
<b>Velocidad actual</b>	Cerca de 10	Cerca de 10	1	Cerca de 10	No disponible
<b>Velocidad futura</b>	54	No disponible	No disponible	54	100
<b>Soporte a Calidad de Servicio</b>	No, Planeado para el futuro	si	si	si	Planeado

#### 4.4 Componentes de una Red Casera

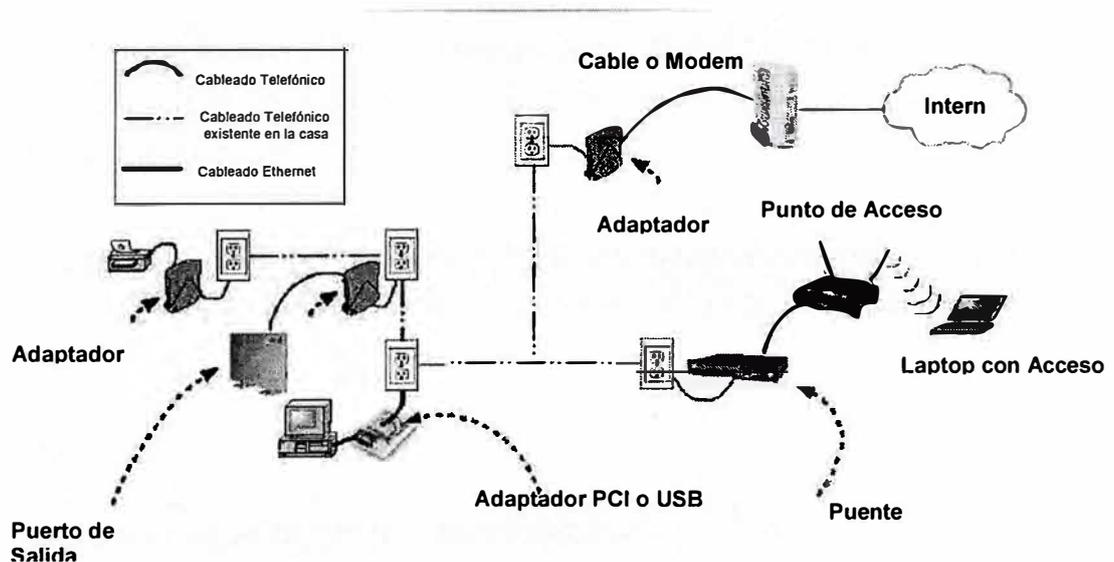


Figura 4.2 Componentes de una red casera

Una Red Casera típica conste en;

- Cableado dentro de la casa
- Los cables de los dispositivos a conectarse
- Los dispositivos a conectarse
- Los medidores eléctricos
- Los dispositivos a conectarse a las redes eléctricas (MODEM, ruteadores, puentes, etc)

## **4.5 Ventajas y Desventajas del uso de las líneas Eléctricas para la Red Casera**

### **4.5.1 Ventajas**

Las ventajas de usar las líneas de energía eléctrica como un medio de transmisión para poder tener una red casera se resumen en:

- *Ubicación de los Tomacorrientes eléctricos:* La principal ventaja de usar las líneas de energía para tener una red casera es la disponibilidad de múltiples tomacorrientes en cada habitación. Así no hay necesidad de nuevas conexiones o cableado adicional.
- *Capacidad de transmisión de datos:* Las redes de energía toman ventaja de la capacidad no usada del cable eléctrico para transmitir datos sobre las redes existentes en una casa
- *Distribución de Multimedia:* Las redes que usan las líneas de energía son capaces de distribuir audio, video y otros servicios en tiempo real y lógicamente datos a través de toda la casa
- *Velocidad:* Con el avance de la tecnología, las redes de energía son capaces de distribuir datos a 14 MBPS y en el futuro se estima alcanzar la velocidad de 100 MBPS.

### **4.5.2 Desventajas**

Las principales desventajas se pueden resumir como:

- *Ruidos:* la mayor cantidad de ruido eléctrico en las líneas limita en la práctica la velocidad de transmisión y lo reduce a valores más bajos
- *Fuentes de ruidos:* Aspiradoras, luces, termostatos, lámparas eléctricas, utensilios de cocina, taladros, etc son ejemplos de fuentes de ruidos que afectan la eficiencia de una red basada en líneas de energía
- *Niveles mínimos de seguridad:* Los productos certificados como HomePlug tienen incluidos una llave de 56 bits (DES) de encriptación sin embargo esta no es

habilitada automáticamente lo que hace que estas líneas no provean necesariamente métodos seguros

- *Atenuación de datos*: La presencia de muchos dispositivos en la red eléctrica hace que la transmisión de datos tenga un atenuación considerable
- *Alto costo de los dispositivos residenciales*: En comparación con los equipos para líneas telefónicas los equipos para líneas de energía son considerablemente mas costosos y este es uno de los factores limitantes para su implementación.
- *Falta de estandarización internacional*: Problemas de regulación en algunos mercados internacionales limitan la implementación de un estándar globalizado para poder distribuir datos sobre las redes caseras.

## **CAPITULO V**

### **PLC: CONSIDERACIONES PARA SU IMPLANTACION EN UNA RED CASERA**

Las redes de energía eléctrica presentan varios obstáculos técnicos cuando son usadas para la transmisión de datos a altas velocidades pues desde su concepción, nunca fueron diseñados para la transmisión de datos a diferencia de las típicas redes de datos y comunicaciones (redes LAN) que usan cables dedicados (cables UTP categoría 5 o fibra óptica) para interconectar sus dispositivos.

Las redes de energía fueron optimizadas a fin de distribuir eficientemente la electricidad hacia los tomacorrientes instalados a través de los inmuebles usando típicamente frecuencias de 60 HZ por lo que uno de los problemas es usar estas líneas para transmitir datos en otras frecuencias.

La combinación de factores tales como: la topología física de la red de energía, las propiedades físicas del cable eléctrico, los dispositivos conectados y el comportamiento característico de la corriente en si misma, crean obstáculos técnicos en el uso de la red de líneas de energía.

Las líneas eléctricas tienen dificultades para transmitir información por ejemplo en corriente alterna, el ruido que se puede introducir en la transmisión es impredecible así como las interferencias causadas por otras fuentes como lámparas halógenas, aspiradoras, licuadoras, lavadoras, secadores de cabello, microondas, etc.

Las líneas eléctricas no son controladas o permanecen constantes en el tiempo. Comparado con un cable Ethernet, el cual es limpio de ruido y tiene características consistentes, a las líneas eléctricas se les conectan diferentes equipos y electrodomésticos que en cualquier momento se prenden y se apagan y por cualquier cantidad de tiempo.

La constante conexión y desconexión de artefactos, las prendidas y apagadas hacen que las líneas eléctricas varíen constantemente en sus características. Enviar datos sobre este medio inconsistente es lo que ha determinado que esta tecnología no progrese mucho hasta ahora.

### 5.1 Circuito Eléctrico Residencial de Comunicaciones

Los circuitos eléctricos residenciales situados en la parte de baja tensión de la red eléctrica, consiste fundamentalmente de tres partes principales:

- *El nodo Multi-funcional (MFN):* es una unidad instalada en cada casa ya sea integrada o separada del medidor eléctrico
- *El Nodo Concentrador de Comunicaciones (CCN):* Maneja todos los MFNs de un área por ejemplo de un conjunto de casas y es responsable por obtener los valores de medición. Típicamente los CCN son instalados en una Sub-Estación y por lo general es una PC común
- *Sistema de Operación y Administración (OMS):* Es un conjunto de CCN, lo valores recibidos de los CCNs son almacenados en el OMS desde donde pueden ser leídos y analizados

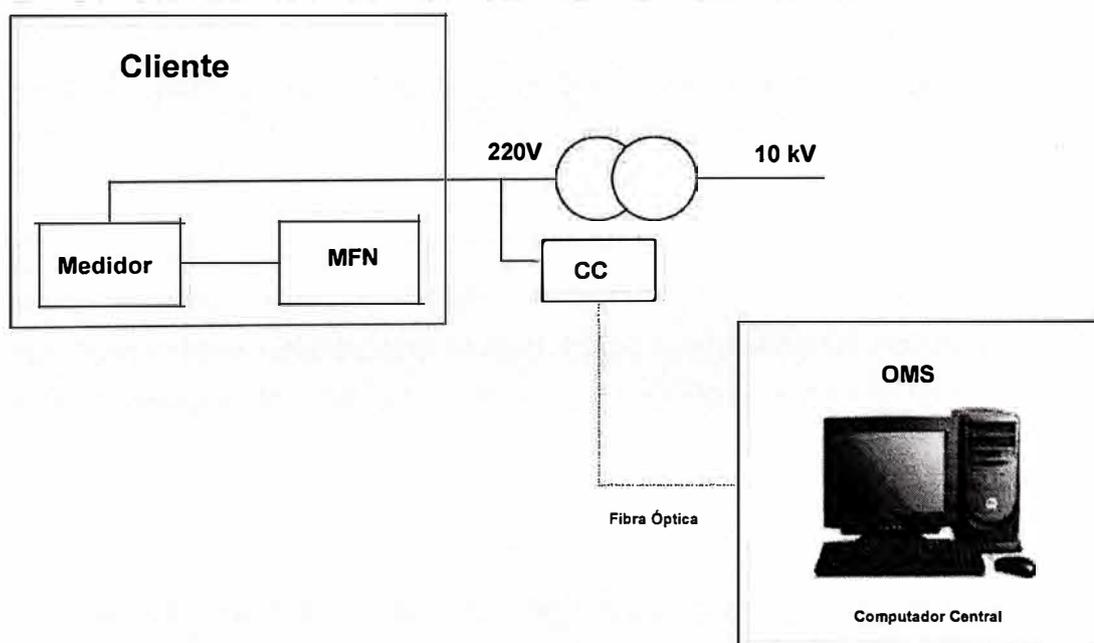


Figura 5.1 Componentes de un Circuito residencial

## 5.2 Consideraciones de los ruidos en la Red Casera

Los ruidos que se producen en estos circuitos debido a las variaciones del voltaje podrían ser resumidos como:

- *Disturbios de la Onda de voltaje:* Debido a sobre voltajes (persistentes o por cortocircuito) o bajo voltaje (persistentes o por cortocircuito), pérdida de energía, variación de la frecuencia, distorsión de las armónicas
- *Sobre-imposición de los Disturbios:* Debido a oscilaciones persistentes (coherentes, aleatorias), y transientes (impulsos, avalancha de oscilaciones)

Los ruidos producidos por una variedad de artefactos eléctricos pueden ser resumidos en las siguientes categorías:

- *Ruidos debidos a la sincronización con la frecuencia de transmisión:* Ciertos tipo de interruptores instalados en algunos equipos cambian de estado basados en la frecuencia de oscilación del sistema generando armónicas en alto rango de frecuencias. Ejemplo de estos equipos son los interruptores que reducen la cantidad de luz y las fotocopiadoras.
- *Ruidos con un suave espectro:* Son producidos por artefactos que no trabajan sincronizados con la frecuencia de la línea, por ejemplo motores pequeños (taladros) El ruido es generado por las escobillas dentro del motor causado cuando la corriente cambia en intervalos de acuerdo a la velocidad del motor.
- *Impulso, evento simple:* Son los fenómenos producidos por algunos dispositivos de switching. Por ejemplo algunos estabilizadores de potencia tienen condensadores para efectuar esta función. Estos condensadores rápidamente se conectan o desconectan del circuito RPC lo cual origina una larga transiente de voltajes en el RPC de acuerdo al tamaño del condensador
- *Ruidos Periódicos no sincronizados con la frecuencia de la línea:* Producido por aquellos dispositivos que trabajan con su propia frecuencia distintas a la señal eléctrica por ejemplo los aparatos de televisión, los monitores de las computadoras, los fluorescentes.

Los ruidos producidos fuera de la casa, en la calle o entre los muros de una vecindad también generan disturbios en la transmisión pero no han podido ser cuantificados con claridad.

### **5.3 Consideraciones de la Impedancia en la Red Casera**

No existe forma segura de medir las impedancias que aparecen en cada tomacorriente dentro de una casa, esto debido a su gran variabilidad en el tiempo y de carga. La impedancia por cierto se incrementa cuando se incrementa la frecuencia de transmisión. Se puede decir que la impedancia en el la red de bajo voltaje es el resultado de:

- *Impedancia del transformador de distribución:* El cual se incrementa con la frecuencia
- *Características de la Impedancia del cable usado:* Una amplia variedad de cables son usados los cuales pueden ser modelados como una serie de conexiones de resistencias.
- *Impedancias del los dispositivos conectados a la red:* Los cuales varían típicamente entre 10 a 1000 ohmios.

### **5.4 Atenuación de la Señal en la Red Casera**

La atenuación de la señal para la red de bajo voltaje es de 100 dB/km y para las redes de medio voltaje es 10 dB/km. La gran atenuación en el circuito de bajo voltaje necesita el frecuente uso de repetidores a distancias menores a 1km. Los factores que determinan la atenuación pueden ser:

- *Dependencia del tiempo:* Hay una fuerte sensibilidad al día y la noche
- *Dependencia de la frecuencia:* la atenuación de la señal depende de la frecuencia de transmisión
- *Dependencia de la Distancia:* Para consideraciones practicas una atenuación de la señal de 100dB/km es considerada

- *Atenuación de la señal entre las fases de las red:* la atenuación de la señal entre fases puede llegar a ser hasta 40 db.

### **5.5 Relación señal / ruido**

La relación señal ruido (SNR) es un parámetro clave cuando estimamos la eficiencia de un sistema de comunicaciones. La SNR es dado como:

$$SNR = \text{Potencia recibida} / \text{Potencia del ruido}$$

Cuando más alto sea el SNR mejor será la comunicación. El uso de filtros puede mejorar esta relación. Poner filtros en cada casa para bloquear el ruido generado para que no entre a la red de la casa puede reducir estos problemas sin embargo el costo de su implementación puede ser muy alto

### **5.6 Acoplamiento de la señal en el canal**

Hay dos formas de conectar el PLC a la red

- *Acoplamiento Capacitivo:* Un condensador es responsable por el acoplamiento actual y la señal es modulada en la señal de voltaje de la red
- *Acoplamiento Inductivo:* Un inductor es usado para acoplar la señal a la forma de la onda de la red. Con el acoplamiento inductivo no hay necesidad de realizar una conexión física a la red lo cual es mas seguro de instalar que un acoplamiento Capacitivo

### **5.7 Medios de Acceso para las Líneas Eléctricas**

Los métodos de acceso a los canales para transmisor tales como CSMA/CD, Token Passing, Polling etc, usados comúnmente en los circuitos dedicados (UTP, fibra, etc), no necesariamente son aplicables a las líneas eléctricas por las siguientes razones:

- En las líneas eléctricas no hay suficiente confiabilidad para distinguir un ruido de una señal, lo cual hace difícil la aplicación de métodos del chequear por el

portador de la señal. Algunos nodos o puntos de control se cancelaran cuando no hay uso de la conexión

- Desde que las características de las líneas eléctricas pueden ser considerablemente diferentes de un nodo a otro, existe la posibilidad de que un nodo no necesariamente determine las características de toda la transmisión de la línea eléctrica. En la técnica de detectar la señal en la portadora, un nodo puede incorrectamente creer que el canal está quieto o desocupado y comenzar a transmitir en medio de otra transmisión.

Los dos argumentos anteriores hacen que el método de CSMA/CD sea difícil de implementar para el ambiente de líneas eléctricas. Los otros dos de acceso al canal (Polling y Token Passing) son mucho más confiables y fáciles de implementar en estos tipos de líneas. Esas dos técnicas no requieren técnicas de detección de colisión y solamente el nodo maestro o el nodo que administra el token pueden transmitir datos sobre el medio

### ***5.8 Protocolos de ensamble (link) de Bajo Nivel para las Líneas Eléctricas***

Solo cierta cantidad de información puede ser enviada en forma continua a través de las líneas de electricidad pues a mayor cantidad continua de datos, mayor es la probabilidad de que se produzcan errores por lo que en la transmisión de datos sobre líneas eléctricas sea empleen segmentos de datos de corta duración.

Algunas aplicaciones que se transmiten usando las líneas eléctricas pueden que sean críticas (sistemas de seguridad por ejemplo) por lo tanto requieren, que se garantice la integridad de los segmentos de datos que es transmitida, esto se consigue usando códigos de detección y códigos de corrección de errores. *Técnicas de Corrección del Error hacia adelante* deben ser usadas para minimizar el número de retransmisiones y la *Detección de Error* debería ser usada para determinar si ha habido necesidad de retransmisión. También cada segmento debería ser confirmado como recibido por el receptor antes de proceder con la transmisión del siguiente segmento, esto lamentablemente puede causar mucho requerimiento de ancho de banda en la transmisión.

### **5.9 Técnicas de Modulación para el canal de comunicación de las líneas eléctricas**

Las características del canal para transmisión en las líneas eléctricas son muy complicadas, pues varían con el tiempo, la ubicación y la carga, lo que hace que para utilizar líneas eléctricas para la transmisión de información, se necesiten sofisticados esquemas de modulación pues las técnicas convencionales de modulación no se aplican en este ambiente. Una posible solución a este problema de transmisión eléctrica es usar un método de modulación robusta.

Si el método de modulación puede manejar desconocidas atenuaciones y desconocidas movimientos o desplazamientos de fase, entonces el receptor puede ser simplificado. El problema es combinar estos requerimientos con la necesidad de tener altas velocidades de transmisión de bits requeridos por las necesidades de computación de hoy y las limitaciones de ancho de banda con las líneas eléctricas. Esto hace que el uso de técnicas de modulación en las líneas eléctricas sean una combinación de métodos que usan codificación, diversidad de frecuencia y el uso de sub-canales lo cual presentan una estructura flexible que puede ser mejorada para necesidades futuras.

Uno de los problemas para alcanzar altas velocidades con las líneas eléctricas es el hecho de que la atenuación se incrementa con la frecuencia. Por encima de 20 MHz, la señal es atenuada debajo del nivel de ruido a distancias modestas mientras que los niveles de ruidos son mucho menores de tal forma que la banda para comunicaciones en las líneas eléctricas mas recomendable es entre 2 a 20 MHz.

## CAPITULO VI

### TECNOLOGIAS PARA LAS COMUNICACIONES EN LAS LINEAS ELECTRICAS

Los principales estándares usados para las comunicaciones a través de las líneas eléctricas son: LonWorks, X-10, OFDM passport, CEBUS y el Home Plug. A continuación se describe las principales características de estos protocolos tomando en consideración sus ventajas y beneficios cuando el medio de transmisión de datos en la red casera son las líneas eléctricas. También se consideran la calidad de servicio, velocidades de transmisión, limitaciones, restricciones y otros factores relevantes..

#### 6.1 Redes de Operación Local (LonWorks)

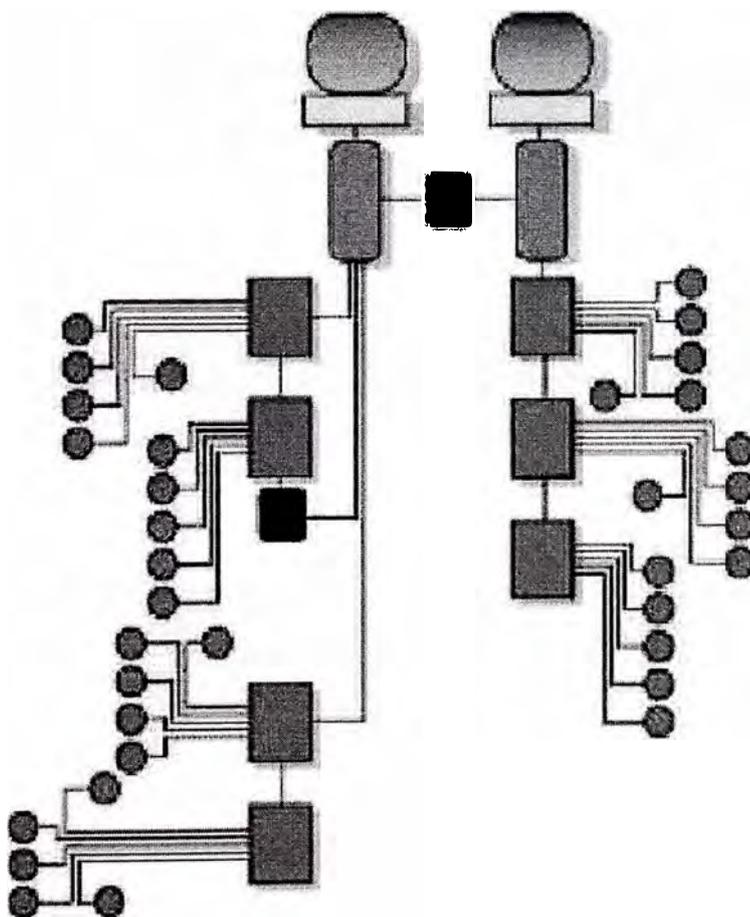


Figura 6.1 Redes de Operación Local Lonworks

El rápido avance de la tecnología demanda cambios en todos los tipos de arquitecturas de sistemas incluyendo los sistemas de control que esta moviéndose de una arquitectura cerrada, propietaria y centralista a una arquitectura abierta, descentralizada y abierta. La tecnología LonWorks hace posible que los sistemas sean basados en la información en lugar del viejo estilo de comandos como eran los sistemas anteriores. Esta tecnología desarrollada por Echelon y disponible como un estándar abierto para todos los proveedores, desplaza a los sistemas centralizados, propietarios que comúnmente se usaban. Es un sistema altamente distribuido, inter operable y hace uso extensivo de controladores.

Los sistemas de control (industrial o de aplicación) tienen los siguientes componentes básicos: sensores, puntos de entrada y salida (E/S), programas de aplicación, redes de comunicación, interfaces hombre-maquina y herramienta de administración de redes

La figura anterior muestra como eran las arquitecturas centralizadas que eran típicas a todos las aplicaciones comerciales o industriales. Se muestra miles de sensores y puertos de E/S que son cableados a un sub-panel el cual a su vez es conectado al panel de control vía un bus en la modalidad master / esclavo. El panel de control contiene un microprocesador de alta eficiencia que ejecuta los programas de aplicación del cliente que a su vez contienen la lógica de control de todos los puertos de E/S conectados a el. El sistema puede tener un HMI propietario o puede tener una interfase que permite herramientas estándar HMI conectarse al sistema. El sistema típicamente se asemeja a los antiguos Mainframes y sistemas de Minicomputadoras de las décadas pasadas.

La arquitectura distribuida propuesta por la tecnología LonWorks se muestra en la siguiente figura. No hay controladores centralizados, ni cableados a los paneles de control del sistema. Los dispositivos de LonWorks, también llamados Nodos, se comunican con cualquier otro nodo en el sistema que use un protocolo estándar de comunicación por cualquier medio de comunicación (pares de cables, Líneas de corriente alterna, radio frecuencia, fibra óptica, cable infrarrojo). Cada nodo tiene almacenado su propia copia del programa de aplicación por lo que la lógica del sistema de control es distribuida a través de todo las conexiones. La aplicación en el nodo es ajustada configurando parámetros en vez de una programación por el cliente. Cada sensor en el puerto de E/S puede ser un nodo. HMI. Las herramientas de administración de redes que están disponibles por varios proveedores, pueden tener acceso a todos los puntos del sistema a través de un protocolo común de comunicaciones.

La tecnología LonWorks provee el concepto de *Variables de Nodos* lo cual facilita a los integradores de sistemas asociarse con los fabricantes para diseñar dispositivos que sean fácilmente integrables a la red. Los beneficios al cliente (usuario final o integrador de sistemas) es la compatibilidad de esta arquitectura, tiene un HMI fácil de usar, posee herramientas de administración de redes, requiere reducido cableado, el ciclo de desarrollo de sistema es corto, confiabilidad, multi-proveedor, opciones de mantenimiento y la facilidad de implementar nuevas funcionalidades por el integrador.

### 6.1.1 Tecnología LonWorks

Los elementos claves de la tecnología LonWorks son los siguientes:

- Procesador de Control y Transductor (Neuron Chp)
- Protocolo de comunicaciones (LonTalk)
- Servicio de Redes (LonWorks Network Services LNS)

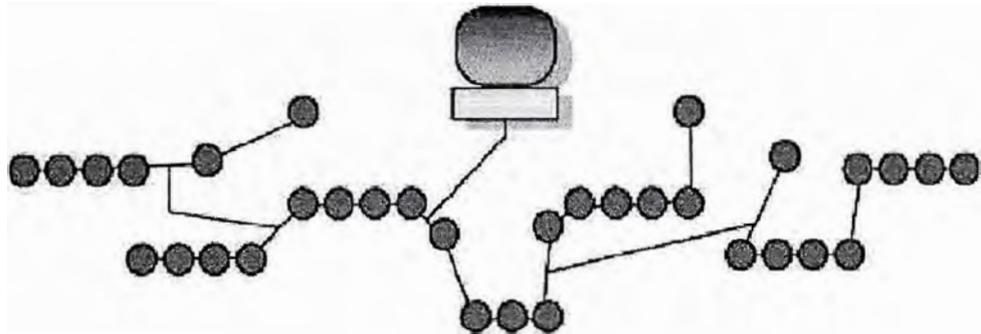


Figura 6.2 Elementos de la red Lonworks

El procesador de control Neuron chip, es la parte física principal de cada dispositivo LonWorks. Este es un sistema en un chip con múltiples microprocesadores, memoria RAM, y ROM, dispositivos de comunicaciones y puertos de E/S. El ROM contiene un sistema operativo, el LonTalk que es un protocolo de comunicaciones, una librería de funciones de E/S. El Chip tiene un RAM no volátil para configurar los datos y para almacenar los programas, los cuales son bajados a través de la red de comunicaciones. Cada Neuron chip contiene un código identificador de 48 bits llamado *el Neuron ID* que es único en el mundo. Este chip es diseñado por Echelon y sus socios en

semiconductores son Motorola y Toshiba y esta disponible en una larga familia de dispositivos con diferentes velocidades, tipo de memoria y capacidad e interfaces.

Un Transceiver es un modulo electrónico que provee la interfase física entre el puerto de comunicaciones del Neuron Chip y el medio físico llamado canal, el cual transporta los paquetes de comunicación digital a otros dispositivos. Todos los dispositivos que están conectados a un canal específico deben tener un Transceiver compatible corriendo a la misma velocidad de bits. Los Transceivers están disponibles por Echelon y otros fabricantes para una variedad de medios incluyendo pares de cables, radio frecuencias, fibra óptica y cable coaxial. Las velocidades de bits dependen del medio y diseño del Transceiver. Velocidades de hasta 1.25 MBPS pueden ser obtenidos con un simple par de cables. El procesador de control Neuron chip y los Transceivers son los componente principales de los dispositivos LonWorks y son diseñados específicamente para ofrecer la mejor opción de costo beneficio disponibles para redes y en los dispositivos para las casas.

El *Protocolo de comunicaciones Lontalk*, esta orientado a los requerimientos específicos de los sistemas de control y no a lo que se necesita para los sistemas de procesamiento de datos. Esta basado en capas y paquetes que se transmiten punto a punto de acuerdo a una secuencia determinada. Los paquetes tiene una longitud variable de bytes y contienen la información requerida por la aplicación junto con la dirección del dispositivo y otra información de la red.

Cada dispositivo en el canal determina si el paquete que se esta transmitiendo contiene una dirección. Si este es el caso, el dispositivo procesa el paquete y se fija si contiene datos para el programa que esta instalado en el nodo o si es un paquete de administración de la red. Los datos de la aplicación en el paquete son procesados por la aplicación y si es apropiado se envía un mensaje de recibido al dispositivo que envió el paquete. Los paquetes de administración de redes se procesan sin necesidad de la participación del protocolo de aplicaciones.

El protocolo LanTalk es independiente del medio de transmisión, permitiendo a los sistemas LonWorks comunicarse usando cualquier medio físico de transporte. El programa de implementación del LonTalk llamado *firmware* esta contenido en cada Neuron chip el cual provee una serie de parámetros que pueden ser modificados a fin de poder ajustar valores de eficiencia, seguridad y confiabilidad de una aplicación en

particular. Un área en el RAM del Neuron chip es reservado para estos parámetros El protocolo LonTalk esta permanente instalado en cada dispositivo LonWorks. LonTalk ha sido aprobado como un estándar de la industria por la American National Standard Institute (ANSI)

### **6.1.2 Componentes de los sistemas LonWorks**

Típicamente un sistema LonWorks consiste de tres tipos de componentes:

- *Dispositivos LonWorks:* Cada dispositivo Lonworks o nodo conectado a la red contiene por lo menos un Neuron Chip y un Transciver y los dispositivos electromecánicos requeridos. Dependiendo de la funcionalidad del dispositivo también puede contener sensores e interfases de E/S hacia los sensores ligados y hacia los procesadores hosts como PCs. Para procesar complejas aplicaciones, algunas versiones de Neuron Chip tienen una interfase paralela de alta velocidad que permite que microprocesadores por ejemplo Motorola de la serie 68000 ejecuten los programas de aplicación, en este caso el Neuron chip es usado con una interfase especial del microprocesador de aplicación, y como super-procesador de redes de comunicación. Alternativamente el protocolo abierto de LonTalk puede correr directamente en cualquier procesador por lo que el Neuron Chip no es requerido en todos los dispositivos. En este caso, estos dispositivos (los nuevos procesadores) tendrán asignados un *Neuron ID*
- *Canales:* Un canal es un medio físico específico de comunicación mediante el cual un grupo de dispositivos LonWorks son conectados por Transcivers específicos para ese canal. Cada tipo de canal tiene diferentes características en términos del máximo número de dispositivos que se pueden conectar, la velocidad de transmisión de los bits y los límites de distancia física de transmisión
- *Herramientas de red:* Las herramientas de red son programas de aplicación para la instalación, configuración, monitoreo, control, supervisión y mantenimiento. Ellos pueden residir en el Neuron chip o en cualquier otra plataforma tales como una Palm, o una PC

Los componentes de un sistema LonWorks son mostrados a continuación. La figura 6.3 ilustra la arquitectura de los diferentes componentes de los dispositivos LonWorks como

ejemplos específicos de productos. En la figura, Neuron chips y Transceivers están rotulados con N y T respectivamente.

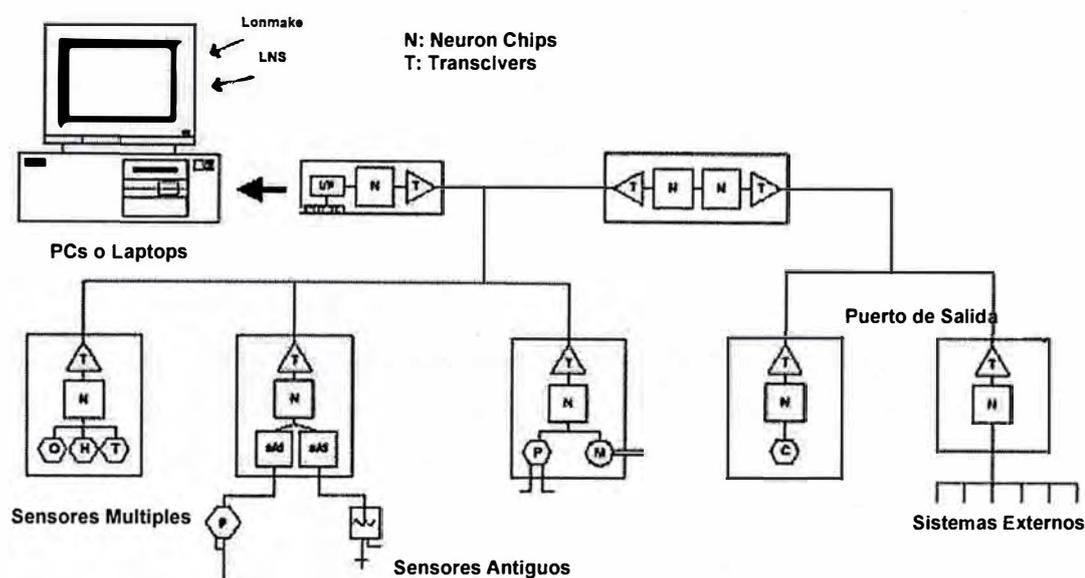


Figura 6.3 Conexión de una Red Lonworks

El rol de los *dispositivos de control Lonworks* es detectar el estado de los componentes del sistema físico siendo controlado. Los dispositivos de control pueden tener cualquier combinación de sensores e interfaces de E/S hacia sensores externos y puertos legados. El programa de aplicación en el dispositivo puede no solamente enviar y recibir valores usando la red, sino realizar procesos de datos (escalamiento, interpolación, etc.) de las variables chequeadas y la lógica de control tales como PID control, registro de datos, y horarios.

LonWorks es una tecnología abierta y es accesible a todos. Un típico nodo en una red de control Lonwork realiza un tarea simple. Dispositivos como sensores de proximidad, switches, detectores de movimientos y sistemas de dispersión pueden ser todos nodos en una casa. El controlador LonWorks puede fácilmente ser integrado a Internet. Esta facilidad ya incluida en el protocolo permite una fácil configuración con dispositivos basados en direccionamiento IP y dispositivos de control. Los sistemas eléctricos basados en LonWorks también soportan monitoreo remoto de artefactos eléctricos conectados en la casa a través de estándares Web Browse.

## 6.2 X-10

Es un protocolo de computación que permite a los productos compatibles instalados en una red casera hablar uno con otro vía el existente cableado eléctrico. El código del formato X-10 fue introducido primero en 1978 por X-10 Inc, para Sears Home Control System y para Radio Shack Plug "N" Power system. La tecnología X-10 fue inicialmente desarrollada para integrarse con los sistemas de bajo costo de luz y dispositivos eléctricos

### 6.2.1 Teoría de la Transmisión X-10

Las transmisiones son sincronizadas con el punto cero de cruce de la corriente alterna. El objetivo del diseño debe ser transmitir lo mas cercano posible al cruce del punto cero hasta un máximo de desfase de 200 microsegundos de este punto.

Una transmisión completa esta compuesta de once ciclos de la frecuencia de la corriente. Los primeros dos ciclos representa un componente de comienzo, los siguientes cuatro ciclos representan el código de la casa y los últimos cinco ciclos representan ya sea un código de numero (del 1 al 16) o un código de función prender, apagar, etc. El bloque completo (comienzo, código casa, llave código) deberá ser siempre transmitida en grupo de 2 con tres ciclos de frecuencias entre cada grupo de dos códigos. Comandos para reducción de luz son la excepción a esta regla y deberán ser transmitidas continuamente sin espacio entre códigos

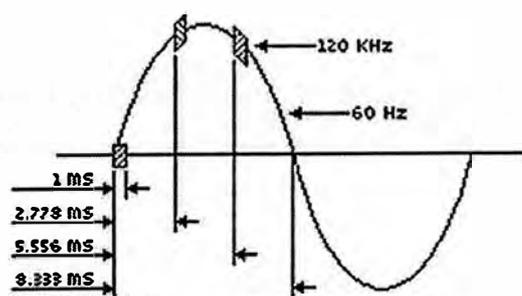


Figura 6.3 Secuencia de Transmisión de Comandos

La gran desventaja del protocolo X-10 es su velocidad y su limitada capacidad de inteligencia. X-10 es una tecnología relegada a controlar artefactos por su baja velocidad y rudimentaria funcionalidad. Sin embargo el objetivo final de la tecnología X-10 es

innovarse en un protocolo de alta velocidad para que facilite la comunicación entre las PCs de una casa y los artefactos conectados a la red.

### **6.3 Consumer Electronics Bus (CEBus)**

Este es un estándar generado por la Electronic Industry Association (EIA) que describe un método abierto de comunicación entre productos electrónicos de uso en el hogar usando como medios de transmisión: Líneas eléctricas, Cable trenzado, Coaxial, Radio, e Infrarrojo. El CEBus es básicamente una red de área local para automatización de una casa que usa el protocolo de comunicación CSMA/CD. CEBus es un paquete completo, sin necesidad de conexión punto a punto que utiliza sensores de portadores múltiples. CEBus es un estándar de comunicaciones e Inter-operabilidad de productos diseñados principalmente para productos de consumo, la primera versión de CEBus fue emitida en 1992 para la revisión de la industria.

Los productos basados en CEBus tienen dos componentes fundamentales: Un Transceiver y un Micro-controlador. Los paquetes de datos son transmitidos por el Transceiver a la velocidad de 10 Kbps. El protocolo CEBus usa el modelo de comunicaciones punto a punto de tal forma que cualquier punto de la red tiene acceso al medio en cualquier momento. El estándar CEBus incluye comandos tales como subir volumen, avance rápido hacia adelante, hacia atrás, pausa, salto, y manejo de temperaturas. Esos comandos están basados en el lenguaje de aplicación del CEBus (CEBus Command Application language CAL)

Esta facilidad de protocolo abierto permite a los productos que usan estos estándares poderse comunicar unos con otros y trabajar como un sistema integrado. Esos productos pueden preguntarse entre ellos, responder preguntas, y proveer reportes de estados basados en lo que ellos ven y saben acerca del ambiente de la casa. Esos mensajes son pasados de regreso y hacia adelante a través de los medios de comunicación disponibles en la casa como Líneas eléctricas, cableado telefónico, televisión cable, señales infrarrojo o señales de radio.

CEBus permite a los productos compartir información tales como tiempo, temperatura, grado de ocupación, estado del equipo y así sucesivamente. Los datos permiten que funciones redundantes sean centralizados, la eliminación de complicado manejo de productos y la fácil entrega de servicios de información externos directamente a los

productos. Con CEBus los equipos pueden simplemente poner sus informaciones en la red la cual es recogida por otros dispositivos que pueden usar la misma información para su ventaja. La información puede originarse en la casa o por un proveedor de servicio fuera de ella.

En una red, dos ingredientes son básicos para una exitosa comunicación: movimiento transparente de datos entre los nodos y los sistemas y asegurar que los datos que lleguen al nodo destino y/o sistema estén en un formato legible que pueda ser inmediatamente reconocido y procesado. El estándar CEBus define solamente esas funciones requeridas para facilitar las comunicaciones, no describe la implementación ni específica, diseño o tecnología a ser usada. Estos son dejados a la innovación de los desarrolladores de sistemas. Sin embargo dado que es un protocolo en la cual existen muchos proveedores, problemas de inter-operabilidad son definitivamente enfocados por el estándar, incluyendo conectores y formatos de la señalización.

### **6.3.1 Tecnología CEBus**

CEBus usa la tecnología de amplio espectro (spread spectrum) a fin de evitar los impedimentos de comunicación hallados dentro de las líneas eléctricas de la casa. La señal de amplio espectro envía una señal sobre un rango de frecuencias y no solamente a una frecuencia. El portador CEBus envía su señal sobre un rango de frecuencias de 100 Hz a 400 Hz. A fin de evitar colisiones de datos, CEBus usa el protocolo CSMA/CD. Este protocolo requiere una información del artefacto y debe esperar hasta que la líneas este desocupada, lo cual significa que ningún otro paquete pueda ser transmitido antes que el pueda enviar el paquete.

Cada CEBus tiene dos canales: Un *canal de control* para tiempo real, paquetes cortos y funciones orientadas a control y un *canal de datos* para transferencia intensiva de datos. A fin de asegurar confiabilidad en las comunicaciones privadas, el estándar CEBus incluye funciones críticas de protocolos de red tales como detección de errores, recuperación automática, confirmación de recepción, rechazo de duplicados de paquetes, autenticación y encriptación. El Canal de Control del CEBus es estandarizado a través de todos los medios de comunicación con un consistente formato de paquetes, velocidad de señalización y es usado exclusivamente para controlar los dispositivos y recursos de la red, incluyendo asignaciones del Canal de Datos.

Los Canales de Datos típicamente proveen anchos de banda seleccionales que pueden soportar altas velocidades de transmisión y son usados para enviar señales de radio, televisión o archivos de computadoras sobre la red. Las características de un Canal de Datos pueden variar grandemente dependiendo del medio al cual esta conectado y los requerimientos propios del dispositivo. La asignación de los Canales de Datos y sus funciones es manejada por el controlador de mensajes del CEBus vía el Canal de control.

### **6.3.2 Protocolo CEBus**

El CEBUs usa el protocolo de comunicación punto a punto CSMA/CDCR. El protocolo OSI consiste de una capa física, una capa de datos, una capa de red y una capa de aplicación.

Muchos de las funciones de transporte de las capas (segmentos, servicios, reconocimiento de recepción) son incorporados en la aplicación y en la capa de redes. En adición a las funciones de protocolo definidos por el modelo tradicional OSI, el estándar CEBus define las características físicas de cada medio permitidos y un lenguaje interprete de aplicación. El Common Application Lenguaje (CAL) provee modelos de estructuras de datos para usar correctamente cada función de un producto. También provee administración de los recursos de redes, funciones de estados de los nodos y configuración de direcciones.

## CONCLUSIONES

1. El objetivo de este trabajo de suficiencia ha sido reunir información dispersa sobre la transmisión de datos usando líneas eléctricas. Se ha intentado documentar el estado actual de los estándares comúnmente usados, métodos de acceso y las técnicas utilizadas.
2. El uso de las redes de baja tensión para transmisión de comunicaciones es una alternativa viable. Inicialmente las líneas eléctricas fueron usadas para controlar artefactos eléctricos, sin embargo con los recientes avances de la tecnología, las líneas eléctricas pueden ahora competir satisfactoriamente con otras tecnologías caseras como las líneas telefónicas o las redes inalámbricas. La transmisión de información multimedia requiere del uso intensivo de ancho de banda, por lo que el uso de las líneas eléctricas para este propósito ya no es un concepto teórico. Con las velocidades disponibles actualmente mayores a 14 MBPs, las líneas eléctricas son una alternativa importante para la implementación de redes caseras y la automatización industrial.
3. Las tecnologías para la transmisión de datos usando las líneas eléctricas para pequeñas redes son viable por:
  - a. El gran numero de computadores y otros dispositivos electrónicos que existen actualmente en los hogares y que exigen más que nunca el compartir un sistema centralizado de información y administración de recursos.
  - b. En países desarrollados, las líneas eléctricas han sido probados para leer medidores, como medio de control y aun para transmisión de datos. Al ser exitosas estas pruebas, los proveedores están produciendo dispositivos cada vez mas baratos, que otras tecnologías de la competencia. Las compañías de distribución eléctrica pueden tomar ventaja de esta tecnología emergente y entregar servicios adicionales a sus consumidores

como el acceso a Internet. También usando las líneas eléctricas se podría automatizar las lecturas de medidores señalización y otros controles de la casa.

- c. La otra ventaja de las líneas eléctricas para transmisión de datos sobre las líneas telefónicas u otros medios de transmisión, es que las líneas eléctricas alcanzan lugares remotos donde están los consumidores y que no son posibles de alcanzar por otras tecnologías debido al costo del cableado, clima u obstáculos naturales. Al estar las líneas eléctricas ya instaladas, todo lo que las compañías de servicio necesitan para ofrecer sus servicios a sus consumidores es adaptarse al ambiente de energía eléctrica. Esto es particularmente beneficios para países en desarrollo donde el potencial de comunicación es tremendo.
4. Para el futuro hay necesidad de realizar pruebas locales de esta tecnología para determinar su aplicabilidad a nuestro medio geográfico. Es de esperarse que los estándares y regulaciones con relación a este tema, maduren en el futuro a la vez que se debe fomentar el concepto de trabajar en sistemas abiertos tanto en software como en hardware para favorecer el crecimiento de esta tecnología. Esto permitirá el desarrollo de aplicaciones de control y su administración.
  5. Las líneas eléctricas son el medio más atractivo y económico para la implementación de las redes caseras debido a la existencia de tomacorrientes y a la simplicidad de su conexión, en comparación con las líneas telefónicas, de los cuales existen pocos puntos de conexión o con las redes inalámbricas que tienen problemas de transmisión a velocidades superiores a 2.4 Ghz, y por las interferencias que se generan. El potencial de las líneas eléctricas de actuar como la columna vertebral de una red casera es grande pero para lograrlo, debe ofrecer características de confiabilidad, seguridad y robustez requeridas por las aplicaciones modernas.

## BIBLIOGRAFIA

1. *Powerline Communications*, Wikimedia Enciclopedia  
[http://en.wikipedia.org/wiki/power\\_line\\_communication](http://en.wikipedia.org/wiki/power_line_communication) Marzo 2006  
Wikimedia Foundation, Inc
2. *Data Communications Basics*  
[http://www.camiresearch.com/data\\_com\\_basics/data\\_com\\_tutorial.html](http://www.camiresearch.com/data_com_basics/data_com_tutorial.html)
3. *Types of PLC Technology, Computer Desktop technology*  
<http://www.answers.com/topic/power-line-communication>  
© 1981-2005 [Computer Language Company Inc.](http://www.answers.com)
4. *Data Transmission through Power Lines*  
C.A.Duque (m-IEEE), P.G.Barbosa (M-IEEE) y D.P.Baptista (IEEE)
5. *Data Communications Over Power Lines*  
Cogency, White Paper
6. *What is PLC?*  
[http://global.mitsubishielectric.com/bu/plc/about/index\\_b.html](http://global.mitsubishielectric.com/bu/plc/about/index_b.html)
7. *Powerline Carrier (PLC) Communication Systems*  
Khurram Hussain Zuberi  
Department of Microelectronics and Information technology  
Royal Institute of Technology, KTH, Estocolmo Suecia
8. *The Constrains involved in deploying Powerline Communications (PLC) equipment over domestic el3ctrical supply networks White Paper*  
P.Collet  
LEA Institute