



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

ESCUELA DE INGENIERÍA ELECTRÓNICA

**“DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED PLC PARA EL
TRANSPORTE DE VOZ, DATOS Y VIDEO PARA COMERCIAL
MACONSA”**

Trabajo de graduación previo a la obtención del Título de
INGENIERO ELECTRÓNICO

Autores

JUAN CARLOS LÓPEZ AVECILLAS
DIEGO FERNANDO ROMÁN AGUILAR

Director

ING. HUGO TORRES SALAMEA

Cuenca, Ecuador
2009

DEDICATORIA

Este sueño anhelado lo dedicamos a las personas que confiaron en nosotros, por el esfuerzo realizado durante estos años de vida Universitaria, especialmente a nuestras familias quienes han sido indispensables en la consecución de este Título y a nuestros coterráneos que día a día se esmeran y superan para demostrar que el estudio es la mejor forma de surgir.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a todas aquellas personas e instituciones que durante este arduo camino recorrido, muy enriquecedor por supuesto, nos han apoyado de uno u otro modo, siempre dispuestos a brindarnos lo necesario para nuestro crecimiento humano como profesional. Por todo esto es necesario mencionar y agradecer con sinceridad y afecto a los siguientes:

En primer lugar a nuestras familias, dado que gracias a su incesante apoyo y estímulo en los momentos duros, que fueron muchos, logramos culminar este proyecto y nuestra carrera del mejor modo.

A nuestro tutor, que nos proporcionó sus conocimientos para guiarnos en los momentos de incertidumbre que se presentaron, orientándonos y dándonos ideas; por todo esto, nuestro más sentido y profundo agradecimiento al Ingeniero Hugo Torres.

Finalmente, nos queda por agradecer a nuestros profesores, los cuales dieron lo mejor de sí para formarnos y ser los profesionales que hoy somos, al personal Docente de la Universidad del Azuay y de la Universidad de Buenos Aires (Argentina), a Comercial Maconsa por brindarnos la confianza para la realización de este Proyecto.

RESUMEN

Este trabajo presenta el diseño e implementación de una Red PLC para MACONSA. El objetivo es satisfacer sus necesidades, que debido al crecimiento de sus instalaciones, no fueron proveídas de un cableado especial para la transmisión de datos, complicando su desenvolvimiento actual. La monografía:

- Describe la tecnología PLC y sus generalidades.
- Desarrolla la modulación OFDM, presentando el modelo OSI y comparando con otras tecnologías de acceso.
- Presenta los formatos de transmisión de datos, voz, video.
- Diseña e implementa la red, describiendo al equipo, comparando costos de implementación y realizando pruebas de velocidad/ruido para comprobar su eficiencia.

ABSTRACT

This Project presents the design and implementation of a PLC network for MACONSA. The objective is to satisfy their necessities, which due to their growth in their installments; they weren't provided with a correct cable distribution for their data transmission, complicating their current evolvement. The monograph:

- Describes PLC technology and its generalities.
- Develops OFDM modulation, presenting the OSI model and comparing with other access technologies.
- Presents the formats of data transmission, voice and video.
- Designs and implements the network, describing the equipment, comparing costs and performing speed/noise tests to ascertain its efficiency.

INDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Resumen.....	iv
Abstract.....	v
Índice de contenidos	vi
Índice de gráficos	x
Índice de tablas	xii
INTRODUCCIÓN.....	1

CAPITULO I: TECNOLOGÍA POWERLINE COMMUNICATION

1.1 Historia de PLC.	3
1.1.1 Introducción.	3
1.1.2 Desarrollo.	5
1.2 Principios Generales de Funcionamiento.	6
1.3 Topología.	7
1.3.1 Red de Acceso.	7
1.3.2 Red de Distribución.	9
1.3.3 Equipo.	9
1.3.3.1 Modem PLC.	9
1.3.3.2 Repetidor.	10
1.3.3.3 Equipo de Cabecera.	10
1.3.3.4 Equipo de Acople.	11
1.4 Ventajas de las Redes PLC.	11
1.5 Desventajas de las Redes PLC.	12
1.6 Capacidad del Canal PLC.	13

CAPITULO II: MODULACIÓN Y MODELO OSI.

2.1 OFDM.	16
2.2 Beneficios de OFDM.	18
2.3 Eficiencia Espectral.	18
2.4 PLC y el Modelo OSI.	19
2.5 PLC y Otros Sistemas de Última Milla.	20
2.6 Rentabilidad.	24
2.7 Tecnología Omnipresente.	26
2.8 La Casa Conectada.	26

CAPITULO III: FORMATOS DE TRANSMISIÓN

3.1 Formato de Transmisión de Datos.	28
3.1.1 Tipos de Transmisión de Datos.	29
3.1.1.1 Transmisión Analógica.	29
3.1.1.2 Transmisión Digital.	29
3.1.2 Compresión de Datos.	30
3.1.3 Formatos.	31
3.1.3.1 Tipos de Formatos.	32
3.2 Formato de Transmisión de Voz.	35
3.2.1 Procesamiento Digital de Voz.	35
3.2.2 Señal de Audio.	36
3.2.3 Códec.	36
3.2.3.1 Códec de Audio.	36
3.2.4 Speex.	37
3.2.5 Formato de Archivo de Audio.	37
3.2.5.1 Waveform Audio Format.	38
3.2.5.2 Formatos de Audio con Pérdida.	38
3.2.5.3 Formatos de Audio sin Pérdida.	40
3.3 Formato de Transmisión de Video.	41
3.3.1 Formatos de Video Analógico.	41
3.3.2 Formatos de Video Digital.	42

3.3.3 Método de Compresión de Video.	42
3.3.4 El Video en la Informática.	43
3.3.5 Formatos de Transmisión Simultánea.	44

CAPITULO IV: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

4.1 Corinex: AV200 Powerline Ethernet Adapter.	47
4.1.1 Información General.	47
4.1.2 Manual de Usuario.	47
4.1.3 Contenido de la Caja.	48
4.1.4 Requerimientos del Sistema.	48
4.1.5 Descripción del Panel Frontal.	48
4.1.6 Descripción del Panel Posterior.	49
4.1.7 Especificaciones Técnicas.	49
4.2 Configuración del Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter.	50
4.2.1 Página de Autenticación.	50
4.2.2 Página Principal.	51
4.2.3 Página de Información Adicional.	52
4.2.4 Configuración Básica.	52
4.2.5 Configuración Avanzada.	53
4.2.5.1 Configuración MAC.	54
4.2.5.2 Configuración de Red.	56
4.2.5.3 Configuración PHY.	56
4.2.5.4 Configuración Multicast.	57
4.2.5.5 Configuración VLAN.	57
4.2.5.6 Configuración de Prioridades.	58
4.2.5.7 Configuración de Seguridad.	60
4.2.5.8 Actualización Flash.	61
4.2.5.9 Reinicio de Hardware.	61
4.2.6 Actualización del Firmware usando el servidor FTP.	62
4.3 Costos de Implementación y comparación con otras tecnologías.	63
4.4 Diseño e Implementación de la red PLC para Comercial Maconsa.	67
4.5 Pruebas de velocidad y ruido.	72

4.5.1 Pruebas de velocidad.	72
4.5.2 Pruebas de ruido.	76
CONCLUSIONES	81
RECOMENDACIONES	85
BIBLIOGRAFÍA	88
NOMENCLATURA	90

INDICE DE GRÁFICOS

Figura 1.1: Topología típica de una red PLC.	7
Figura 1.2: Puntos de inyección PLC.	8
Figura 1.3: Acoplador eléctrico.	9
Figura 1.4: Modem PLC.	10
Figura 1.5: Equipos de cabecera PLC.	11
Figura 1.6: Ejemplos de varios acoples.	11
Figura 2.1: FDM con 9 sub-portadoras.	17
Figura 2.2: OFDM con 9 sub-portadoras.	17
Figura 3.1: Foto de una flor, comprimida con el formato JPEG.	34
Figura 3.2: Imagen montada sobre un fondo a cuadros.	35
Figura 4.1: Descripción del panel frontal del PLC.	48
Figura 4.2: Descripción del panel posterior del PLC.	49
Figura 4.3: Página de Autenticación.	51
Figura 4.4: Página Principal.	51
Figura 4.5: Página de Información Adicional.	52
Figura 4.6: Configuración Básica.	53
Figura 4.7: Configuración MAC.	55
Figura 4.8: Redes AV200 con diferentes identificadores.	55
Figura 4.9: Configuración de Red.	56
Figura 4.10: Configuración PHY.	57
Figura 4.11: Configuración Multicast.	57
Figura 4.12: Configuración VLAN.	58
Figura 4.13: Configuración de Prioridades.	58
Figura 4.14: Configuración de Prioridades (Custom).	59
Figura 4.15: Clasificador de Tráfico.	60
Figura 4.16: Configuración de Seguridad.	61
Figura 4.17: Actualización Flash.	61

Figura 4.18: Reinicio de Hardware.	61
Figura 4.19: Reinicio a Valores de Fábrica.	62
Figura 4.20: Actualización del Firmware.	62
Figura 4.21: Actualización Flash con el protocolo FTP.	63
Figura 4.22: Diseño eléctrico de Comercial Maconsa.	68
Figura 4.23: Diseño de la implementación PLC para Comercial Maconsa.	69
Figura 4.24: PLC para inyección de Internet en la Red Eléctrica.	70
Figura 4.25: PLC en el departamento de Exhibición.	70
Figura 4.26: PLC en el departamento de Ventas.	71
Figura 4.27: PLC en el departamento de Bodegas.	71
Figura 4.28: PLCs a 0 metros.	72
Figura 4.29: PLCs a 5 metros.	73
Figura 4.30: PLCs a 10 metros.	73
Figura 4.31: PLCs a 20 metros.	73
Figura 4.32: PLCs a 40 metros.	74
Figura 4.33: PLCs a 80 metros.	74
Figura 4.34: PLCs a 160 metros.	74
Figura 4.35: PLCs a 240 metros.	75
Figura 4.36: Relación entre Distancia y Velocidad.	75
Figura 4.37: Relación entre Distancia y Tiempo.	76
Figura 4.38: Relación entre Velocidad y Tiempo.	76
Figura 4.39: Antena tipo LOOP.	79
Figura 4.40: Equipo a utilizar.	80

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1: Estimación de la capacidad del canal PLC en la última milla	15
Tabla 2.1: Modelo de referencia OSI	19
Tabla 2.2: Comparación de PLC con otros sistemas de acceso a Internet	23
Tabla 3.1: Comparativa de formatos de compresión de imágenes	33
Tabla 4.1: Especificaciones técnicas del Corinex AV200	49
Tabla 4.2: Métodos de Entrada de Identificación	53
Tabla 4.3: Resumen de pruebas de velocidad en el sistema PLC	75
Tabla 4.4: Bandas de Frecuencia Excluidas	77
Tabla 4.5: Limite de emisión de radiaciones	78

Juan Carlos López Avecillas
Diego Fernando Román Aguilar
Trabajo de Graduación
Director: Ing. Hugo Torres
Julio del 2009

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED PLC PARA EL TRANSPORTE DE VOZ, DATOS Y VIDEO PARA COMERCIAL MACONSA

INTRODUCCIÓN

Actualmente los sistemas para el control del hogar integran automatización, informática y nuevas tecnologías de información. Para sintetizar esta nueva filosofía aplicada al sector doméstico, se ha nombrado un nuevo vocablo, domótica: “tecnología aplicada al hogar, abarcando todas las funciones y servicios proporcionados por una vivienda inteligente.

Según Larrouse, la domótica es el conjunto de servicios proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como el mejor medio para satisfacer necesidades básicas de seguridad, comunicación, gestión energética y confort, del hombre y de su entorno más cercano. Así:

SEGURIDAD: de las personas y los bienes materiales frente a agresiones externas e intrusiones.

COMUNICACIONES: integración de sistemas de enlace entre el interior (red local) y el exterior (Internet).

GESTIÓN: incluye todos aquellos automatismos por ejemplo de: ventanas, puertas, luces, audio, video, etc...

ENERGÍA: control y distribución adecuada y eficiente de la energía.

Este trabajo presenta el diseño e implementación de una Red PLC para el transporte de voz, datos y video en el interior de un inmueble. El objetivo del mismo es satisfacer las necesidades de la empresa MACONSA que debido a un crecimiento desordenado de sus instalaciones, no disponen de una red dedicada para dicho fin, complicando el desenvolvimiento actual de sus departamentos.

CAPITULO I

TECNOLOGÍA POWER LINE COMMUNICATION (PLC)

En los últimos años las empresas que proveen Internet se han dado cuenta que los clientes están ávidos por un servicio más rápido que el que pueden ofrecer las líneas telefónicas y los actuales módems de 56 Kbps. Adicionalmente muchas empresas buscan ofrecer nuevos servicios además de Internet como: telefonía local, a larga distancia, televisión por cable, entre otros.

Una posible solución es una red con gran ancho de banda que tenga enlaces con cada cliente. Las compañías telefónicas han ofrecido líneas de banda ancha desde hace años, sin embargo el costo de estas líneas y el equipo necesario para el acceso ha limitado su utilidad. La última excepción ha sido ISDN o RDSI (Red Digital de Servicios Integrados) que ha ganado muchos clientes residenciales, ya que ofrece mayores velocidades (128 Kbps) a precios relativamente cómodos. Algunas empresas han comenzado a cambiar las líneas telefónicas que conectan residencias y negocios a la línea telefónica estándar por líneas con anchos de bandas mayores. Sin embargo este es un proceso lento y costoso.

Las compañías de televisión por cable también se han lanzado en el mercado del acceso a Internet. Las líneas que transmiten televisión por cable son mucho más rápidas que las líneas telefónicas estándar e incluso RDSI. El principal problema de estas líneas es su carácter unidireccional, ya que están diseñadas para enviarle información al cliente, no para obtener datos de este. Este problema ha elevado los costos del desarrollo del acceso a Internet por este medio.

Se han propuesto varias soluciones inalámbricas, pero ni el rendimiento ni la confiabilidad han llegado al nivel de las soluciones no inalámbricas mencionadas hasta ahora. Desde este punto de vista, ningún servicio de acceso Internet ofrece actualmente un balance adecuado entre costo, conveniencia y velocidad. La

tecnología PLC aparece entonces como una propuesta válida para resolver esta situación. Ofrece altas velocidades de acceso de Internet (desde 14 Mbps), los costos de instalación son reducidos, pues se utiliza la red eléctrica ya instalada. Además ofrece la conveniencia de que la red eléctrica está dispersa por toda la edificación, ya sea una casa, una oficina o un edificio.

El concepto técnico es sencillo, desde la estación de transformación hasta el usuario final se utiliza la red eléctrica, por lo que desde la estación hasta el usuario se conecta como la red de telecomunicaciones convencional. Esto supone que se podrá tener acceso a Internet en cualquier punto de la geografía donde llegue la red eléctrica, no siendo necesario el acceso a la red telefónica, lo que posibilita tener acceso a Internet en puntos donde la red telefónica no llega. La señal utilizada para transmitir datos a través de la red eléctrica suele ser de 1,6 a 30 MHz, la cual difiere mucho de la frecuencia de la red eléctrica convencional (50 - 60 Hz, según el país), esto supone que la posibilidad de interferencias entre ambas señales es prácticamente nula.

1.1 HISTORIA DE PLC.

1.1.1 INTRODUCCIÓN.

Tras más de un siglo de uso, los cables de transporte de energía que parecían servir únicamente para eso, nos están proporcionando nuevos servicios, como Internet, telefonía, videoconferencia y vídeo bajo demanda. Otras fuentes apuntan hacia los servicios de seguridad, el control de consumo a distancia, la domótica y la teleasistencia. La tecnología PLC posibilita la transmisión de voz y datos a través de los cables eléctricos, convirtiendo cualquier enchufe de la casa en una conexión potencial a todos los servicios de telecomunicaciones. Tras varios años de investigación, esta tecnología salta ahora al mercado de telecomunicaciones, donde deberá competir con ADSL, fibra óptica y cable modem. PLC requiere un módem específico para la tecnología. Los prototipos diseñados se utilizan de forma parecida a los módem que ya existen, augurando una fácil penetración en el mercado¹.

¹ *Revista Colombiana De Tecnologías De Avanzada.* <http://200.31.20.158/unipamplona/hermesoft/portaIG/home_18/recursos/01_general/documentos/16052008/rev_tec_avan_art4_vol1_num1.pdf> [Consulta: 2 de diciembre del 2007].

La ventaja de no requerir de una instalación complicada acerca el PLC al corazón del usuario, al igual que lo hace ADSL, pero la relación calidad-precio es todavía una incógnita por despejar. Cable Modem, ADSL y Fibra Óptica han demostrado ya tener una experiencia valiosísima en el ahorro de costes al usuario, convirtiéndose en una atractiva oferta para el hogar que es difícil de desplazar por nuevas tecnologías, a menos que éstas aporten un gran valor añadido.

Pese a las ventajas indudables de esta tecnología, la competencia es feroz. La apuesta fracasará o triunfará en base a los tres factores que determinan el mercado: calidad, prestaciones y precio. Colocándose adecuadamente en esos tres campos, el PLC puede convivir con otras tecnologías y tener cabida en el mercado de las telecomunicaciones. La atracción que despierta la tecnología Power Line Carrier o Power Line Communication (PLC) no se demuestra exclusivamente con las alianzas estratégicas y los posicionamientos tácticos de las diferentes empresas. También se hace evidente por el hecho de que comienzan a lanzarse al mercado productos y prototipos relacionados con esta nueva forma de conexión a Internet, ya que ha sido necesaria, por otro lado, una reforma legal.

La posibilidad de usar la red eléctrica para la transmisión de señales telefónicas ha sido conocida durante bastante tiempo, pero hasta ahora no se ha desarrollado ampliamente. Según se indica, para hacer posible el uso del tendido eléctrico para la navegación por Internet se requiere únicamente instalar en los hogares un dispositivo que diferencia la señal eléctrica de la de datos².

Las ventajas de esta conexión a través de la red eléctrica, es que se puede realizar desde cualquier enchufe convencional instalado en las viviendas. Por otro lado, la velocidad del acceso a la Red asciende hasta los 200 Mbps (millones de bites por segundo), un nivel bastante superior si se compara con un acceso telefónico habitual. A pesar de la lentitud de implantación de esta tecnología, algunos expertos consideran que si este tipo de conexión a Internet resulta exitosa, dará el poder de la Red a las compañías eléctricas, las cuales destronarán, a su vez, a las operadoras telefónicas.

² *Evolución de la Tecnología de Acceso a Internet.* <<http://www.tdx.cesca.es/TDX-1104104-101718/Tavb09de23.pdf>> [Consulta: 2 de diciembre del 2007].

1.1.2 DESARROLLO.

El ingeniero británico Paul Brown desarrolló un sistema para transmitir voz y datos a través de la red eléctrica. Brown trabajaba para la empresa Norweb Communications, de la que consiguió 3.300 dólares para desarrollar su invento durante las noches, en el garaje de su casa. Si bien otros ingenieros de dicha empresa intentaron hacer eso con anterioridad, los mismos no pudieron resolver el problema que producía el ruido eléctrico que se generaba con la conexión o desconexión de los distintos equipos instalados, como bombas, lavarropas, equipos de aire acondicionado, etc.

La solución encontrada por Brown consiste en utilizar varias frecuencias, enviando pequeños paquetes de información a través de cada una de ellas, para luego volver a integrar las partes, previa corrección de errores. Este sistema es similar al de los paquetes TCP/IP de Internet y de hecho también puede servir para conectarse a la Web. El potencial del invento es enorme, pues los cables de electricidad llegan a muchísimos más hogares que las líneas telefónicas. Esto permitirá que las compañías eléctricas funcionen como operadoras de electricidad y telecomunicaciones, y además que la conexión hogareña a Internet se efectúe por medio de cualquiera de los tomacorrientes eléctricos normales ubicados en los distintos lugares de las casas. Asimismo, al utilizar componentes ya instalados se reducirán los costos emergentes³.

Para resolver el problema del ruido eléctrico trabaja por modulación digitalizada de frecuencia y también posee una división de la información en paquetes similar al protocolo TCP/ IP de Internet. El protocolo de comunicaciones es el CEBus basado en la norma EIA 600 que cumple con las especificaciones de capas de la norma ISO con verificación del mensaje recibido; contemplando prioridades y jerarquías de los distintos nodos de la red, de manera de solucionar el problema de la colisión de mensajes. Este sistema está compuesto por unos pocos elementos configurables mediante un mismo programa en ambiente Windows; constando de una interfase puente tipo PLC que administra los recursos, registra estados, opera relés de salida y envía órdenes, una interfase de usuario con clave de acceso y diversos tipos de sensores, controladores, interruptores, atenuadores, alarmas, etc. Cabe señalar que

³ Universidad de Pamplona. <http://200.31.20.158/unipamplona/hermesoft/portaIG/home_18/recursos/01_general/documentos/16052008/rev_tec_avan_art4_vol1_num1.pdf> [Consulta: 5 de enero del 2008].

cada componente posee una memoria donde almacena sus instrucciones programadas.

1.2 PRINCIPIOS GENERALES DE FUNCIONAMIENTO.

La idea de transmitir datos por la red eléctrica no es nueva, es común que las empresas eléctricas se comuniquen telefónicamente sin usar proveedores de este servicio, transmitiendo señales propias en sus cables eléctricos; ahora se lleva este concepto varios pasos más adelante y se incorpora la transmisión de datos, es decir Internet. La coexistencia de ambas señales, la eléctrica y la de Internet en un mismo cable, es posible por la gran diferencia en los rangos de frecuencia de ambas. Mientras la potencia de la electricidad alcanza en las redes de alta tensión 12 KHz, que se convierten en 50 y 60 Hz al llegar a los hogares, la señal de Internet tiene frecuencias muy superiores, lo que evita que se interfieran recíprocamente.

Para que el sistema funcione y los datos viajen junto a la electricidad y sean aprovechables desde los enchufes domésticos, es necesario disponer de una serie de «adaptadores» en el camino de la señal conjunta. La señal de Internet se origina en los proveedores del servicio, quienes la transmiten por un cable de fibra óptica hasta la red eléctrica; allí es procesada por el equipo maestro y modulada para ser inyectada a la red eléctrica. La técnica de modulación más utilizada para esto es OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)⁴. Inyectada la señal a la red eléctrica, ésta se puede captar en cualquier enchufe eléctrico de una oficina, empresa u hogar mediante el módem PLC, el que realizará la conversión inversa, es decir, demodulará la señal y sólo dejará la señal de datos disponible para la PC. En los casos en los cuales las distancias sean superiores a 150 metros, se deberá colocar repetidores para poder amplificar la señal PLC y extender su distancia máxima.

⁴ Evolución de la Tecnología de acceso a Internet. <http://www.tdx.cbuc.es/TESIS_URL/AVAILABLE/TDX-1104104-101718/Tavb07de23.pdf> [Consulta: 16 de febrero del 2008].

1.2 TOPOLOGÍA.

En la figura 1.1 se muestra una topología general de una red PLC.

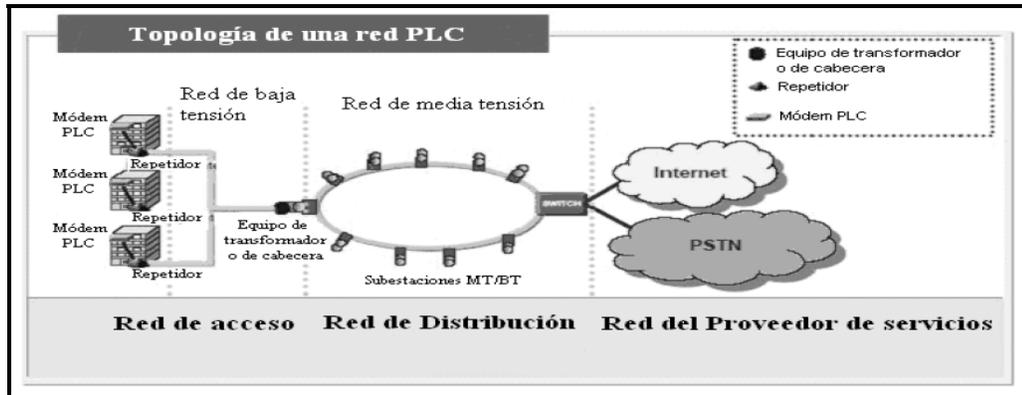


Figura 1.1 Topología típica de una red PLC

1.3.1 RED DE ACCESO.

Una red PLC o BLP (Broadband over Power Line) consta de dos sistemas: El primer sistema denominado "Outdoor", que cubre el tramo que comprende la red eléctrica que va desde el lado de baja tensión del transformador de distribución hasta el medidor de la energía eléctrica. Este primer sistema es administrado por un equipo de transformador (TE, "Transformer Equipment") o de cabecera (primer elemento de la red PLC) que conecta a esta red con la de transporte de telecomunicaciones o "backbone". De esta manera este equipo cabecera inyecta a la red eléctrica la señal de datos que proviene de la red de transporte. El segundo sistema se denomina "Indoor", y cubre el tramo que va desde el medidor del usuario hasta todos los toma corrientes. Para ello se utiliza como medio de transmisión el cableado eléctrico interno.

Un módem PLC o CPE (Customer Premise Equipment) puede estar conectado a una red de área local (LAN) existente, permitiendo que los usuarios de la red se puedan conectar y compartir la conexión de alta velocidad. Para unir estos dos sistemas, se utiliza un equipo repetidor, segundo elemento de la red PLC. Normalmente se instala en el entorno del medidor de energía eléctrica y está compuesto de un módem terminal y equipo cabecera. El primer componente de este repetidor recoge la señal proveniente del equipo cabecera del sistema "Outdoor" y el segundo componente se

comunica con la parte terminal del repetidor e inyecta la señal en el tramo “Indoor”. El tercer y último elemento de la red PLC lo constituye el módem terminal o módem cliente, que recoge la señal directamente de la red eléctrica a través del enchufe. De esta manera tanto la energía eléctrica como las señales de datos que permiten la transmisión de información, comparten el mismo medio de transmisión, es decir el conductor eléctrico. Este módem es el único dispositivo del que se tendrá que preocupar el usuario.

La figura 1.2 muestra un esquema de distribución típico. En la parte de alto voltaje (HV) es común que solo una de las líneas del sistema trifásico se utilice para la señal PLC. Sin embargo en la parte de bajo voltaje (LV) es necesario que la señal esté en las tres líneas para que llegue a todos los usuarios, ya que estos pueden estar conectados a cualquiera de las tres fases para balancear el sistema.

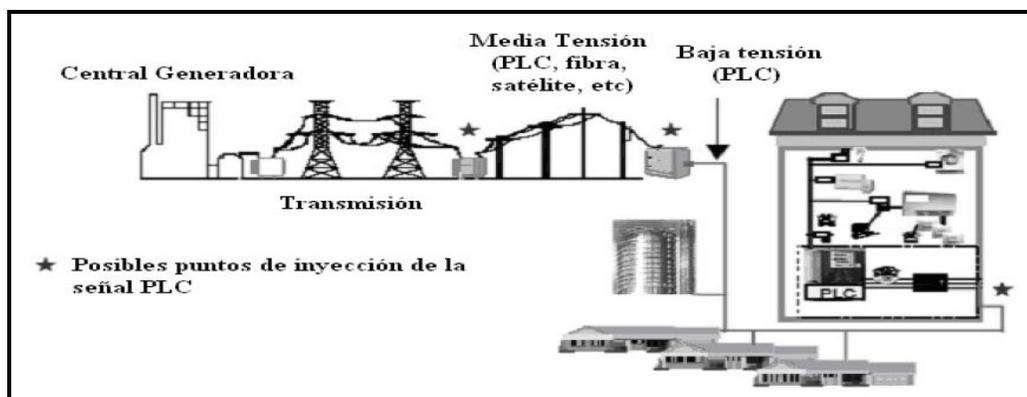


Figura 1.2 Puntos de inyección PLC

En el diagrama se marca posibles puntos de inyección al “backbone” de una red de comunicaciones. Estos “puntos de inyección” se dan normalmente al inicio de las redes HV o LV. Sin embargo las señales PLC se pueden inyectar en cualquier punto dependiendo de la disponibilidad de redes “backbone”, requerimientos de capacidad, entre otros. Los sistemas PLC operan generalmente en la red LV, en este contexto PLC se describe comúnmente como una solución de “última milla”, la cual se debe conectar entonces con otras redes de comunicación mediante fibra óptica, una conexión inalámbrica, un enlace satelital o algún otro sistema con el fin de establecer una red “end-to-end”.

1.3.2 RED DE DISTRIBUCIÓN.

La red de distribución interconecta los transformadores de PLC (equipos de cabecera) que se encuentran en las subestaciones. Esta interconexión se puede realizar de varias formas, las cuales pueden ser combinadas:

- La red de media tensión puede conectar diferentes subestaciones de media tensión a baja tensión (MV/LV) utilizando equipo PLC para media tensión. De este modo estaría funcionando como una red de distribución.
- También se puede utilizar fibra óptica para conectar las subestaciones MV/LV.
- Otras tecnologías como xDSL o LMDS se pueden utilizar para una solución combinada.

1.3.3 EQUIPO.

1.3.3.1 MÓDEM PLC.

También conocido como CPE (“Customer Premise Equipment”), se localiza en la casa del cliente. Internamente el módem PLC implementa un acoplador eléctrico capaz de separar la señal de datos de la señal de alimentación y la de telecomunicaciones e inyectar la señal de alta frecuencia en la red eléctrica. El acoplador es un dispositivo pasivo, que consta básicamente de un filtro paso bajo y otro paso alto.

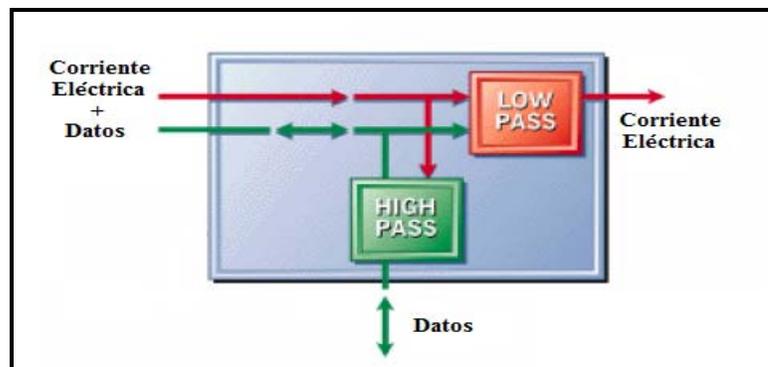


Figura 1.3 Acoplador eléctrico



Figura 1.4 Módem PLC

1.3.3.2 REPETIDOR.

Recobra y reinyecta la señal PLC proveniente de la red “Outdoor” en la red “Indoor”. Normalmente se instala en los cuartos de medidores de cada edificio o en algún lugar intermedio entre la subestación y la casa del cliente. En ocasiones se utiliza solamente como un nodo intermedio para expandir la cobertura o mejorar el ancho de banda en tramos difíciles. Dependiendo de la topología de la red, puede que no sea necesario un repetidor ya que el equipo de cabecera establece una conexión de buena calidad con el módem.

1.3.3.3 EQUIPO DE CABECERA O TE.

Es el equipo que se instala en la subestación de transformadores. Inyecta la señal proveniente de la red de distribución PLC (cables de media tensión, fibra óptica, etc.) en la red de acceso (cables de baja tensión). En la dirección de bajada, es decir hacia el cliente, se transmiten los datos de los TE a los repetidores o CPEs en una configuración “duplex” total de punto a multipunto. Los TEs modernos tienen una configuración modular con varias tarjetas, lo que permite flexibilidad:

- Tarjetas LV (baja tensión): Inyectan la señal PLC (proveniente de la red de distribución PLC) en los cables de la red de baja tensión.
- Tarjetas MV (media tensión): Permiten la interconexión de subestaciones a través de la red MV.
- Tarjetas “Fast Ethernet” o “Gigabit Ethernet”: Permiten la interconexión de subestaciones a través de interfaces RJ-45 y GbE convencionales. Esto permite el uso de otras tecnologías en la red de distribución PLC como fibra óptica.



Figura 1.5 Equipos de cabecera PLC

1.3.3.4 EQUIPO DE ACOPLE.

Son los accesorios necesarios para inyectar y adaptar la señal de telecomunicación del equipo PLC a las líneas eléctricas. Hay dos tipos de unidades de acople:

- **Acople Capacitivo:** un capacitor realiza el acople y la señal se modula en la forma de onda del voltaje de la red.
- **Acople Inductivo:** se utiliza un inductor para acoplar la señal. Este tipo de acople presenta ligeras pérdidas, sin embargo, no necesita conexión física con la red, lo que lo hace más seguro de instalar que el acople capacitivo⁵.

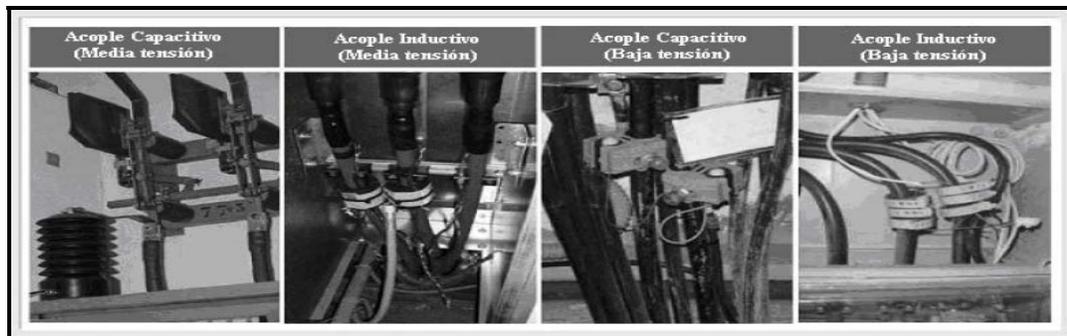


Figura 1.6 Ejemplos de varios tipos de acoples

1.4 VENTAJAS DE LAS REDES PLC.

Ubicación de salidas eléctricas: una de las mayores ventajas de utilizar como medio de transmisión las líneas eléctricas, es el número de salidas disponibles. Normalmente en cualquier edificio hay varias salidas de tomacorriente en cualquier habitación. Además el concepto de “no cableado nuevo” elimina la necesidad de realizar obras de un nuevo cableado.

⁵ Sociedad de la Información. <http://www.psoevalladolid.org/archivos/documentos/2005-09-02_20-27-00.pdf> [Consulta: 12 de febrero del 2008].

Capacidad de transmisión de datos: se toma ventaja de la capacidad no utilizada de los cables eléctricos instalados para transmitir datos.

Distribución de multimedia: es capaz de distribuir video, audio y otros servicios en tiempo real junto a los datos, por toda la casa.

Velocidad: se pueden distribuir datos dentro de una LAN hasta velocidades de 200 Mbps.

Flexibilidad: las empresas mantendrán la inversión ante un eventual traslado de oficinas, evitando la pérdida del dinero invertido en cableado estructurado para su red corporativa. También el sistema permite una conexión flexible a la empresa, pues de acuerdo a su crecimiento y contratación de personal, puede ir incorporando nuevos dispositivos adaptadores de PLC y conectar computadores a la red, de acuerdo a las necesidades corporativas o del hogar.

Economía de instalación: ya que no se requiere de obra civil, además cada instalación en un transformador da acceso entre 150 – 200 hogares.

Anchos de banda muy superiores a ADSL: el límite de velocidad promedio práctico para ADSL es 2 Mbps, mientras que con PLC se puede llegar a ofrecer hasta 200 Mbps.

Emisiones electromagnéticas: equiparables a ADSL y muy inferiores a la telefonía móvil.

1.5 DESVENTAJAS DE LAS REDES PLC.

Sin embargo, no todo es perfecto en esta tecnología. La red eléctrica no ha sido diseñada para transmitir datos, esto hace que presente varias limitaciones. En primer lugar, hay que elegir un tipo de modulación que sea el más adecuado para la red eléctrica. En PLC se emplea la modulación OFDM. Otro de los problemas reside en el número máximo de hogares por transformador. Como las señales de datos de Power Line no pueden sobrevivir a su paso por un transformador, sólo se utilizan en

la última milla. El modelo europeo de red eléctrica suele colocar un transformador cada 150 hogares aproximadamente. Si se juntan estos dos factores, se comprueba que es necesario que todos los transformadores vengan dotados de servidores de estación base Power Line. Y cuanto menor es el número de usuarios por cada transformador, más se elevan las inversiones necesarias. Es por eso que en Europa será más rentable que en Estados Unidos, donde el número de usuarios por transformador suele ser de 10. En tercer lugar, están las interferencias. Al poco tiempo de realizarse las primeras pruebas se comprobó que algunas de las frecuencias no se podían usar porque generaban interferencias en otros servicios preexistentes. Por ejemplo, el uso de determinadas frecuencias en las cercanías de un aeropuerto interferían con frecuencias de la torre de control y las de los radares de aproximación. También se puede llegar a interferir con las transmisiones convencionales de radio en FM o AM, o con las de los servicios de emergencia, como bomberos o policía.

Desde luego, las compañías eléctricas están muy interesadas en PLC, porque pueden obtener una rentabilidad extra de infraestructuras preexistentes con pequeñas inversiones adicionales. Y se están formando diversas alianzas, ya que las compañías eléctricas necesitan de otras tecnologías para conectar sus redes de última milla.

1.6 CAPACIDAD DEL CANAL PLC.

Estimaciones de la capacidad para muchos canales han sido estudiadas a través de las fórmulas de Shannon:

$$C = B \cdot \log_2 \left(1 + \frac{S}{N} \right)$$

En donde: C indica la tasa máxima de datos (en bits/s) para un canal libre de errores. B es el ancho de banda disponible y S/N la razón de señal a ruido en la entrada del receptor. Como la relación señal a ruido no es constante para todo el ancho de banda esta fórmula se debe modificar de la siguiente manera:

$$C = \int_{f_u}^{f_0} \log_2 \left(1 + \frac{S_{rr}(f)}{S_{nn}(f)} \right) df \quad \text{con } B = f_0 - f_u$$

Donde $S_{rr}(f)$ es la densidad de potencia de la señal y $S_{nn}(f)$ la densidad de potencia del ruido. A su vez la densidad de potencia de la señal depende de la densidad de potencia de transmisión $S_{tt}(f)$ y de la función de transferencia del canal $H(f)$:

$$S_{rr}(f) = S_{tt}(f) \cdot |H(f)|^2$$

$H(f)$ y $S_{nn}(f)$ son características fijas del canal, por lo tanto la única variable es la densidad de potencia de transmisión, el cual está determinado principalmente por el esquema de modulación aplicado. Es evidente que si no se limitara el valor de $S_{tt}(f)$, se podría lograr grandes tasas de transmisión de datos, sin embargo los requerimientos de compatibilidad electromagnética (EMC) entre PLC y los diferentes tipos de servicios inalámbricos requiere que se limite este valor en todo el rango de frecuencias.

Indicando que el ancho de banda disponible representa la fuente más importante para una tasa de transmisión de datos alta. El ancho de banda en la práctica se encuentra más o menos fragmentado, por lo que se necesita esquemas de modulación para aprovechar el espectro tanto como sea posible. Además de la reducción del ancho de banda por regulación, este también es restringido por la atenuación. Asimismo la capacidad del canal generalmente decrece con la distancia debido a la característica paso bajo de las líneas de potencia. Los esquemas de modulación difieren mucho en su habilidad de explotar la capacidad del canal. Para un canal excelente con capacidades teóricas en el rango de los 250 Mbps, se puede alcanzar tasas de datos reales de 100 Mbps. Aún para canales clasificados como muy malos, con distancias de hasta 300 metros, pueden alcanzar tasas reales de 5 Mbps. La tabla 1.1 muestra las capacidades estimadas para el tramo de última milla para un canal PLC. En ella se puede ver que si bien la diferencia entre la capacidad teórica y la realizable es de consideración, aún en el peor caso se logra conseguir una capacidad de canal bastante aceptable de 5Mbps.

	Tasa de datos	
	Mejor caso	Peor caso
Teórica	250 Mbps	14 Mbps
Realizable	100 Mbps	5 Mbps

Tabla 1.1 Estimación de la capacidad de canal PLC en la "última milla"

CAPÍTULO II

MODULACIÓN Y MODELO OSI

Debemos tener presente, que la red eléctrica es un medio bastante hostil para los datos. En ella encontramos muchísimas derivaciones, malas conexiones, impedancias variables, ruido provocado por los aparatos que se le conectan, en fin. Por lo que la modulación que se utilice deberá tener en cuenta todas estas limitaciones del canal de comunicación. Existen principalmente dos modulaciones para este propósito:

- OFDM
- GMSK

Ambas son muy robustas para combatir el ruido que hay en el medio de transmisión. En este trabajo desarrollaremos la modulación OFDM debido a que los equipos adquiridos para la implementación de este proyecto usan este tipo de modulación.

2.1 OFDM.

Las líneas de potencia son muy hostiles. Sus características tienden a variar con el tiempo, los cambios de la carga y otros factores. Por esta razón se requiere esquemas sofisticados de modulación al utilizar este medio con fines de comunicación. Se sugiere utilizar un sistema que combine los métodos de modulación con codificación, diversidad de frecuencias y la utilización de subcanales, de modo que sea flexible para futuras ampliaciones. Las técnicas de modulación basadas en OFDM han sido el enfoque principal para PLC. OFDM es el corazón de las especificaciones de HomePlug Powerline Alliance conocidas como “HomePlug 1.0” y “HomePlug 1.1”.

Uno de los problemas para lograr altas velocidades en una red de potencia es el hecho de que la atenuación aumenta con la frecuencia. Sobre los 20 MHz la señal es atenuada a niveles por debajo del ruido a distancias modestas, mientras que el ruido

es bastante menor a frecuencias altas, por lo que la banda más adecuada de acuerdo a estudios es la de 2-20 MHz. El esquema OFDM mejorado de Intellon es la base de la tecnología “PowerPacket”, que a su vez es la base del estándar “HomePlug”.

El OFDM está basado en las técnicas del tipo FDM (multiplexación por división de frecuencia). Esta tecnología permite transmitir las señales de información usando múltiples señales portadoras en un mismo medio de transmisión. Cada señal portadora tiene su propio y único rango de frecuencia donde se transporta una parte de los paquetes de datos. El concepto de ortogonalidad permite que el PLC utilice un número alto de portadoras separadas por bandas de guardia muy angostas. La ortogonalidad consiste en utilizar tonos portadores muy cercanos en el dominio de la frecuencia pero separados por 90° . Este desfase se logra mediante la utilización de algoritmos de procesamiento de datos de alta velocidad que permite la identificación de tonos de tipo seno o coseno con un mismo modulador-demodulador integrado.

Cuando se utilizan múltiples portadoras con esta técnica, se permite comprimir el espacio espectral que se requiere para una transmisión completa, es una tecnología de "spread spectrum" o espectro extendido, como se muestra en la siguiente figura:

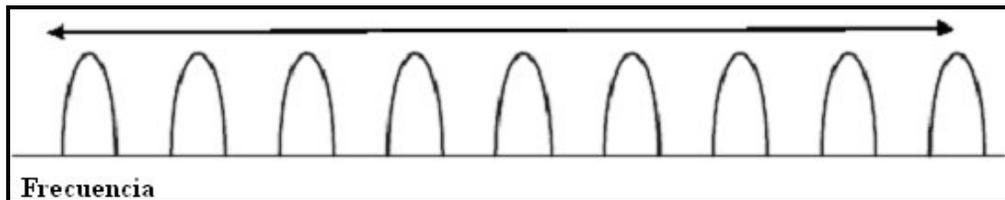
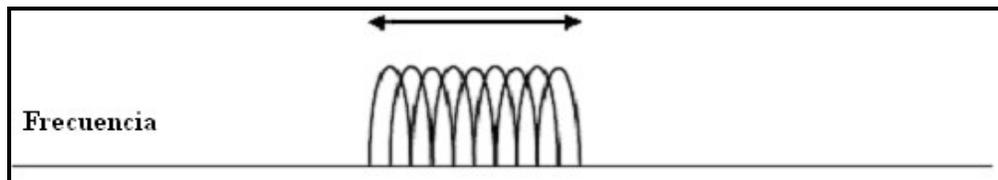


Figura 2.1 FDM con 9 sub-portadoras



**Figura 2.2 OFDM con 9 sub-portadoras
(Eficiencia espectral)**

OFDM en PLC recibe una señal de datos en formato digital que es segmentada en pequeños paquetes, y cada uno de los paquetes es enviado por una de las 1280

portadoras que se utilizan para la transmisión, de modo que aunque la transmisión sea lenta en una de las portadoras, las restantes permiten agilizar la transmisión del paquete segmentado que es luego re-ensamblado en el receptor⁶.

2.2 BENEFICIOS DE OFDM.

Los argumentos para elegir esta tecnología se fundamentan en la capacidad para soportar servicios de banda ancha, uso eficaz del espectro, capacidad para soportar gran número de usuarios y estabilidad frente a interferencias. El criterio puede ser referido bajo el nombre genérico de “Eficiencia Espectral” y OFDM es una técnica de modulación de alta eficiencia. Los principales beneficios del OFDM son la gran eficiencia espectral que se ha alcanzado, las disminuciones en las emisiones de radiofrecuencia y la menor distorsión entre las diferentes portadoras.

Además OFDM es adaptativo, es decir, la cantidad de bits que se transmiten en cada tono portador depende de los niveles de ruido que sean medidos antes de realizar el envío del paquete. Los paquetes de bits que se pueden enviar son de 8, 6, 4, 2 o 0 bits, según las condiciones de ruido en cada tono portador. Es decir, en condiciones donde el nivel de ruido es bajo, la señal transmite con mayor eficiencia y se envían paquetes con mayor cantidad de bits (máximo 8 bits por portadora por cada uno de los envíos). Conforme aumenta la distancia de transmisión se atenúan más las señales, entonces la calidad del canal baja y se empieza a reducir la cantidad de bits que se transmiten en cada uno de los tonos portadores.

2.3 EFICIENCIA ESPECTRAL.

En la primera generación de PLC se ha utilizado la técnica de modulación OFDM con una eficiencia espectral de 7.25 bps/Hz. Se transmite utilizando un espectro total de 6.3 MHz para comunicaciones ascendentes y descendentes. Si se define el ancho de banda **B** como 6.3 MHz y la eficiencia espectral como **E** con un valor de 7.25 bps/Hz, entonces, la capacidad total de transmisión del sistema PLC de primera generación (**C**) está dada por:

⁶ Análisis de Modelos y Técnicas utilizadas en BPL. <<http://web.fi.uba.ar/~glsanto/tp6648pres.pdf>> [Consulta: 16 de abril del 2008].

$$C = B \cdot E = (6.3\text{MHz}) \cdot \left(7.25 \frac{\text{bps}}{\text{Hz}}\right) = 45.675\text{Mbps}$$

En la segunda generación de PLC se han logrado mayores valores de eficiencia por lo que se alcanzan transmisiones de hasta 200Mbps. Toda esta capacidad del sistema es distribuida entre el número de usuarios que comparten un enlace WAN con PLC. Adicionalmente, la estructura de control de PLC permite firmar contratos de QoS o Calidad del Servicio, dado que se puede administrar el porcentaje de la capacidad total del sistema que será asignado a un cliente que tenga este tipo de contratos.

2.4 PLC Y EL MODELO OSI.

Para la descripción de la operación de los sistemas de telecomunicaciones modernas, generalmente se utiliza el modelo de referencia OSI (“Open Systems Interconnection”) promovido por la ISO para definir la forma en que se comunican los sistemas abiertos de telecomunicaciones, es decir, los sistemas que se comunican con otros sistemas. El modelo de referencia consiste en 7 capas. Estas capas se visualizan generalmente como bloques apilados, por lo que también se le conoce como el "OSI Protocol Stack".

Capa	Detalles
7. Aplicación	Soporta las aplicaciones que utiliza directamente el usuario.
6. Presentación	Toma los datos de red y los presenta a las aplicaciones para dar el formato adecuado para ser usados.
5. Sesión	Establece y maneja las conexiones lógicas o sesiones.
4. Transporte	Manejo de los mensajes de sesión entre los puntos de la red.
3. Red	Manejo de las conexiones lógicas, direccionamiento, enrutamiento y manejo del tráfico.
2. Enlace de datos	Manejo y entrega de datos entre 2 nodos de la red.
1. Física	Conexiones y medio físico de la red

Tabla 2.1 Modelo de referencia OSI

PLC trabaja principalmente en la capas 1 y 2, es decir en la capa física y en la capa de enlace de datos. La capa física del modelo de referencia OSI es la que se encarga de las conexiones físicas hacia la red de comunicaciones, es decir, el nivel básico que se compone generalmente por el cableado. En nuevas obras de telecomunicaciones, las obras de capa física son fundamentales para iniciar el desarrollo del sistema completo, y generalmente requieren de una cuidadosa planificación y ejecución de una obra civil de cableado.

La tecnología PLC cuenta con esta ventaja, ya que al utilizar los cables eléctricos como su capa física se ahorra las obras de instalación de cableado, sin embargo, se tiene la limitante de que este medio no fue concebido para soporte de telecomunicaciones, por lo que se hace necesario el uso de equipos con altas velocidades de trabajo y eficiencia espectral para lograr transmisiones confiables en este medio físico, tal es el caso de los avances en las técnicas de modulación OFDM y del desarrollo de estructuras de acoplamiento para inyectar las señales de datos sobre las señales de servicio eléctrico.

PLC se gobierna mayoritariamente por protocolos de capa 2. En esta capa, se realiza la organización de los datos en paquetes lógicos que serán convertidos a señales binarias que son inyectadas al medio físico y viceversa. En esta capa, se establecen comunicaciones identificando cada uno de los nodos de la red con una dirección MAC (Media Access Control) de manera que cada uno de los nodos de la red tendrá un identificador único en el mundo, definido por un código de fabricante y un número de secuencia de fabricación. Al ser 100% compatible con el estándar OSI, PLC puede compartir conexiones con usuarios de Ethernet y otros estándares compatibles.

2.5 PLC Y OTROS SISTEMAS DE ÚLTIMA MILLA.

Existen actualmente muchas opciones para tener acceso a Internet, las cuales difieren no sólo en el medio de transmisión sino en rendimiento, disponibilidad, seguridad, costo y muchas otras características que hacen que el consumidor deba hacer un análisis cuidadoso para elegir la tecnología que le traiga más beneficios según sus necesidades.

Hoy en día existen algunas tendencias en cuanto a los sistemas de acceso a Internet que se han destacado por tener alguna ventaja de mercado sobre otras que técnicamente pueden ser más eficientes. Este es el caso por ejemplo de ADSL, ya que otras variantes de la tecnología xDSL pueden alcanzar tasas de datos considerablemente mayores, sin embargo a un mayor costo económico y de implementación.

PLC se encuentra en una etapa de prueba en muchos países alrededor del mundo y ya se ha implementado comercialmente en algunos, por esta razón es importante hacer una comparación con las tecnologías que se presentan como una competencia, aunque en algunos casos se pueden utilizar más bien de manera complementaria. La tecnología de Internet por cable, conocida también como cable módem, utiliza como medio de transmisión cable coaxial en la última milla. Este consiste en un núcleo de cobre rígido cubierto por un material aislante. El aislante está forrado con una malla de conductor fuertemente entrelazada que a su vez está cubierta por una envoltura protectora de plástico. Esta construcción permite que el cable coaxial tenga un buen ancho de banda y una excelente inmunidad al ruido. El ancho de banda disponible depende de la calidad y longitud del cable, y de la relación señal a ruido de la señal. Los cables modernos tienen un ancho de banda de cerca de 1 GHz.

ADSL utiliza como medio para transmitir información el cable par trenzado, el cual consiste en dos alambres de cobre aislados y trenzados en forma helicoidal para reducir la radiación del cable por cancelación. El ancho de banda depende del grosor del cable y de la distancia que recorre. En distancias de pocos kilómetros se pueden obtener transmisiones de varios Mbps. Comúnmente se conoce como UTP (par trenzado sin blindaje) y hay varios tipos, sin embargo los más importantes son el par trenzado categoría 5, 5e, 6 y 6a.

WiMax utiliza como medio de transmisión el aire, enviando la señal en forma de microondas. Este medio es muy utilizado por otros sistemas de comunicación, por lo que el espectro de frecuencias se ha dividido para asignar frecuencias dedicadas a los diferentes sistemas. La banda ancha necesita mucho espectro por lo que WiMax opera en el rango de 10 a 66 GHz. Estas ondas milimétricas viajan en líneas rectas, por lo que una estación base puede tener varias antenas apuntando a diferentes

sectores. La fuerza de la señal desciende drásticamente con la distancia a partir de la estación base, por lo tanto la relación señal a ruido también desciende. Por esta razón el estándar 802.16, al que pertenece WiMax, emplea tres esquemas de modulación dependiendo de la distancia entre la estación suscriptor y la estación base. Para suscriptores cercanos se utiliza QAM-64, para distancias medias se utiliza QAM-16 y para suscriptores distantes se utiliza QPSK.

Las redes ópticas destraban el cuello de botella del acceso aumentando el ancho de banda y la calidad de servicio. Estas se pueden clasificar en dos tipos:

- Por el uso de elementos pasivos y/o activos conocidos como redes PON.
- Por la cercanía del tramo de fibra al domicilio del cliente.

Una red óptica pasiva (PON) es una única fibra óptica bidireccional y compartida que utiliza acopladores ópticos para ramificarse formando una económica red de acceso con topología punto – multipunto hasta el usuario final. Utiliza fibra monomodo y divisores ópticos pasivos para dar servicio a los clientes residenciales y pequeños abonados de negocios. La red, presenta una división óptica de la señal por medio de un splitter con una entrada y 16 salidas, por ejemplo. En el caso de usuarios residenciales se instala la fibra hasta su domicilio (FTTH, Fiber to the home, fibra hasta el hogar) y, mediante el empleo de una unidad denominada ONU (Optical Network Unit, unidad de red óptica) se le proporciona el servicio de video a través del STB (Set top Box, equipo para la recepción de televisión) conectado a la TV, y telefónico o de transmisión de datos, se utiliza la técnica con transmisión DWDM (Dense wavelenght división multiplexing, multiplexación de longitud de onda densa), algunas empresas y proveedores de servicios montan Gigabit Ethernet sobre fibra oscura arrendada. Al ser toda la infraestructura de fibra óptica, se proporciona una transmisión muy segura y libre de errores, con una alta capacidad de transferencia si se emplea, por ejemplo, un protocolo como ATM. Al anillo se puede conectar una LAN (Local Area Network, red de área local) a través de un cortafuego (firewall), para separar la Intranet de Internet.

PLC en cambio utiliza como medio para transmitir información la red eléctrica instalada. Esta red tiene la ventaja de contar con una infraestructura muy extendida en casi toda edificación. Las redes eléctricas fueron diseñadas para la transmisión de la señal de potencia a 50-60 Hz, por lo que la transmisión a altas frecuencias presenta

algunos retos técnicos como los antes mencionados (atenuación, interferencia, ruido, etc.) que dificultan en gran medida la comunicación. Por otro lado, las restricciones impuestas al uso de ciertas bandas de frecuencia en el espectro de las líneas de potencia, limitan las tasas de transmisión de datos alcanzables.

Teóricamente los sistemas mencionados presentan buena eficiencia y tasas de datos que van desde algunos Mbps (lo cual es bastante aceptable) hasta unos cientos de Mbps como el caso de PLC. Los aspectos que realmente determinarán el éxito de alguno de los sistemas de acceso a Internet dependerán de factores como el costo de la implementación, la factibilidad técnica, la tasa real de datos y el ancho de banda que ofrezca al usuario final, entre otros. El siguiente cuadro resume algunos de los aspectos importantes a considerar para determinar cual sistema es mejor para determinada aplicación⁷.

	XDSL.	Cable Módem.	WiMAX.	Fibra Óptica.	PLC.
Medio de Transmisión	Par trenzado.	Cable coaxial.	Aire (microondas)	Fibra óptica.	Líneas eléctricas.
Ancho de Banda/Flujo	2 Mbps/ Asimétrico.	Depende de cantidad de usuarios. 20 Mbps/ Asimétrico.	100 Mbps/ Asimétrico.	1000 Mbps/ Simétrico.	200 Mbps/ Simétrico-Asimétrico.
Aplicación Típica	Residencial / Comercial.	Residencial.	Comercial.	Comercial.	Residencial / Comercial.
Conexión	Dedicada.	Compartida.	Difusión por microondas en la última milla.	Compartida.	Compartida.
Fiabilidad	Tiene respaldo de energía en caso de apagón.	Si un amplificador se desconecta o apaga, la red en queda fuera de línea.	Depende de la fiabilidad de las estaciones base.	Más fiable que los otros sistemas.	Si hay un apagón se pierde la conexión a Internet.
Ventajas	Buen rendimiento, permanentemente en línea.	Rendimiento excelente, permanentemente en línea.	Rendimiento excelente, gran cobertura.	Inmune al ruido y a interferencias, alta velocidad, acceso ilimitado y continuo las 24 horas sin congestión.	Utiliza una red ya desplegada, poco equipo extra, excelente rendimiento.
Desventajas	La longitud del enlace afecta el rendimiento.	El rendimiento depende de la cantidad de usuarios.	Regulación de las frecuencias.	Costo de instalación elevado, no transmite alimentación, interfaz optoelectrónica, fragilidad de las fibras.	Depende del estado de la red eléctrica, ruido, atenuación, interferencia, no estandarizado.

Tabla 2.2 Comparación de PLC con otros sistemas de acceso a Internet

⁷ ESTUDIO DE ACCESO DE ULTIMA MILLA <<http://bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/546/5/T10469CAP4.pdf>> [Consulta: 5 de marzo del 2008].

2.6 RENTABILIDAD.

La importancia de escenario para la prueba de la tecnología PLC tienen tres aspectos claramente definidos: comprobar el comportamiento de esta modalidad en una masa importante de usuarios, explorar la respuesta de estos y, sobre todo, servir de base a los cálculos para fijar las tarifas que tendría este nuevo servicio. El internet por el tendido eléctrico soporta las mismas aplicaciones que la de banda ancha, pero en una primera etapa la modalidad de video sería ofrecida con el sistema de pago por descarga, similar al «pay per view» de las empresas de cable.

La llegada de este sistema ocasiona expectación. Se especula que de tener éxito en la fase de prueba esta forma de difusión de internet podría impactar sobre las tarifas del servicio, pues ofrecería a los proveedores de conexión a internet una alternativa a las redes telefónicas, opción que además cuenta con el adicional de alcanzar mayor cobertura y no requerir de cableados adicionales. Se piensa que el PLC tendrá un ancho de banda similar al que presentan actualmente las conexiones de este tipo presentes en el mercado, incluso «probablemente sea más rápida que la fibra óptica». Las posibilidades son enormes, solo resta esperar si en terreno la Power Line Communication está a la altura de las esperanzas que sus desarrolladores ponen en ella.

El usuario verá conectado a la red eléctrica tradicional un aparato de unos 25 centímetros. Los cables convencionales bastarán para enlazarlo al ordenador y efectuar también llamadas de teléfono. Gracias a la línea eléctrica no hay cortes ni tampoco es preciso recuperarla para llamar de nuevo como ocurre con la convencional. Navegar por Internet será tan fácil como enchufar el televisor. Con la línea eléctrica digital, su sistema puede transmitir señales a una velocidad superior a diez megabits por segundo, es decir, 10 veces más rápido que el mejor enlace disponible actualmente para trabajar con Internet. En cuanto al servicio telefónico, a través de las llamadas locales a precios asequibles, podrá entablarse la comunicación con lugares lejanos y prescindiendo de los prefijos internacionales. La red de Internet servirá para hablar con el interlocutor deseado a través del monitor, con voz incluida.

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

Hay que tener en cuenta que la red eléctrica es cambiante en la medida que se conecta a ella un motor, un lavavajillas o una simple lámpara de iluminación, de ahí la complejidad en las condiciones de interferencia para el movimiento de señales. Respecto a los problemas que por el momento plantea la distribución de Internet por la red eléctrica, los estudios desarrollados por ingenieros alemanes han dado como únicos problemas la potencia de transmisión. Existe un interés generalizado en el mercado por los accesos a Internet de banda ancha, ya que este tipo de acceso es el que va a permitir que las diferentes compañías dejen de ser meros ISP para convertirse en auténticos proveedores de servicios multimedia. PLC permite a los Operadores de Telecomunicaciones extender su oferta de servicios finales incluyendo transmisión de voz, datos y video, lo que se conoce como Triple Play sobre la misma infraestructura. Por desgracia, hasta el momento ninguno de los sistemas utilizados es el ideal.

Pero Power Line Digital puede cambiar radicalmente la situación, porque sirve para ofrecer al usuario servicios multimedia de banda ancha sobre una infraestructura que ya existe y que sólo es preciso adaptar. Casi todos los expertos consideran que PLC podrá alcanzar velocidades de entre 1 y 1,5 “megas” de ancho de banda en la casa de cada usuario particular. Esto hace posible que se ofrezcan servicios de Internet bajo un modelo de tarifa plana, así como otro tipo de transmisión de datos y hasta telefonía IP.

La técnica es bastante sencilla y tiene algunos puntos de similitud con los sistemas xDSL. Basta acondicionar parte de las actuales infraestructuras eléctricas para que puedan transmitir señales regulares de baja frecuencia y otras por encima de la banda de 1 MHz, sin que se vea afectado el rendimiento eléctrico. Las señales de baja frecuencia (50 ó 60 Hz, según la red) son las encargadas de la transmisión de la energía, mientras que las señales de más alta frecuencia pueden utilizarse para la transmisión de datos, circulando ambas simultáneamente a través del hilo de cobre. Power Line emplea una red conocida como High Frequency Conditioned Power Network (HFCPN) para transmitir simultáneamente energía e información. Una serie de unidades acondicionadoras son las que se encargan del filtrado y separación de ambas señales. Así pues estas unidades acondicionadoras separarían la electricidad, que alimenta a los electrodomésticos, de las señales de alta frecuencia, que van a un módulo o unidad de servicio, donde se reconvierten en canales de vídeo, datos, voz, etc. En las subestaciones eléctricas locales hay servidores de estación base que se conectan a Internet generalmente a través de fibra óptica. Esto quiere decir que no se utiliza toda la red eléctrica para la transmisión de datos.

2.7 TECNOLOGÍA OMNIPRESENTE.

Una de las mayores ventajas que presenta PLC es que utiliza el soporte más extendido del mundo. Allí donde ni siquiera se conoce Internet o donde jamás en su vida han visto un teléfono, en muchos casos disponen de energía eléctrica. Esta energía por regla general se alimenta mediante electricidad procedente de tendidos de largo recorrido, más que de generadores propios. Mientras el número de usuarios de tecnologías telefónicas se puede cifrar en apenas 800 millones de personas, más de 3.000 millones de seres humanos tienen a su alcance la electricidad.

2.8 LA CASA CONECTADA (DOMÓTICA).

PLC va a permitir conectarse a Internet, enviar y recibir datos, e incluso llamar por teléfono desde cualquiera de las habitaciones de una casa, lo que va a representar un avance significativo en el campo de la domótica. Hasta ahora el usuario podía desde un puesto remoto, esto es, fuera de casa, encender y apagar las luces, conectar la calefacción, o poner en marcha el riego del jardín. Para ello basta con hacer una

llamada telefónica. Esto probablemente no va a cambiar. Pero el problema de la domótica y del manejo remoto de los utensilios de una casa no está en las posibilidades, sino en la instalación. Las órdenes llegan vía teléfono a un pequeño cerebro central, y de allí se distribuyen por toda la casa. Para ello hay que hacer costosas obras de instalación.

Cuando se trata de proyectar una casa inteligente no hay problema. Basta con incluir en el proyecto el diseño y el coste de las canalizaciones. Pero ¿qué pasa cuando queremos convertir en inteligente viviendas ya construidas y con una cierta antigüedad? En este caso el coste de las obras y los perjuicios que ocasionan desaniman a muchos propietarios. Con PLC, donde hay un enchufe hay comunicación de datos. Hay envío de órdenes, de audio y vídeo. Todo ello sin necesidad de hacer ninguna obra.

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

CAPÍTULO III

FORMATOS DE TRANSMISIÓN

Como sabemos, existen diferentes formas de representar los datos: Los podemos representar como imágenes fijas, con sus diferentes extensiones bmp, jpg, jpeg, gif; y algunas secuencias de imágenes que conforman los gif animados. También se pueden representar como audio, en diferentes formatos de archivos: wav, mp3, mp2, mid, wma, aiff, au, entre otros, son muy útiles ya que escuchar la información es más sencillo que leerla. Existen también los videos que son la mejor forma de representar la información ya que se emplea el modo visual y el auditivo para poder aprender o adquirir conocimiento de una manera más concreta.

Con el avance del tiempo y la incorporación por parte de las compañías a la banda ancha en Internet, es posible realizar hasta videoconferencias en tiempo real. Pero para que esto se pueda dar sin complicaciones se necesita una buena infraestructura del medio de transmisión. Para una transmisión correcta de voz, datos y vídeo se requerirán anchos de banda de 50Mbps. Actualmente se puede contratar un servicio de 2 Mbps el cual tiene un costo alto. Además se necesitan ciertos detalles para una transferencia exitosa:

- 1.-** Es necesario poseer una estructura física correcta. Esta podría ser fibra óptica ya que se puede obtener hasta 1 Gbps.
- 2.-** Se debe escoger códecs que mejor adapten a la transmisión de video por internet. Por ejemplo: mpg4, Real Media o Windows Media, ya que son optimizados para viajar por la red.

3.1 FORMATO DE TRANSMISION DE DATOS.

La necesidad de transmisión de datos está creciendo de forma espectacular conforme se extiende el uso de los ordenadores personales y de los servicios basados en

Internet. El simple hecho de ser humanos nos hace desenvolvernos en medios donde tenemos que estar comunicados. Por eso la gran importancia de la transmisión y la recepción de información.

3.1.1 TIPOS DE TRANSMISIÓN DE DATOS.

3.1.1.1 TRANSMISIÓN ANALÓGICA.

En la transmisión analógica, la señal que transporta la información es continua. Para poder identificar la gran cantidad de información se codifica un número específico de bits, el cual se conoce como carácter. Esta codificación se usa para la información escrita. Por Ejemplo: Teletipo = Servicio para la transmisión de un telegrama.

La mayoría de las computadoras en servicio hoy en día utilizan u operan con el sistema binario, por lo cual viene más la transmisión binaria, ya sea de terminal a computadora o de computadora a computadora.

3.1.1.2 TRANSMISIÓN DIGITAL.

La forma más sencilla de transmisión es la digital o binaria, en la cual a cada elemento de información se le asigna uno de dos posibles estados. En esta existen dos notables ventajas lo cual hace que tenga gran aceptación cuando se compara con la analógica. Estas son:

- El ruido no se acumula en los repetidores.
- El formato digital se adapta por sí mismo de manera ideal a la tecnología de estado sólido, particularmente en los circuitos integrados.

La mayor parte de la información que se transmite en una red portadora es de naturaleza analógica. Por Ejemplo: La voz, el vídeo, etc. Al convertir estas señales al formato digital se pueden aprovechar las ventajas anteriormente citadas. Además existen otras:

- La principal es la inmunidad al ruido. Las señales analógicas son más susceptibles que los pulsos digitales a la amplitud no deseada, frecuencia y variaciones de fases.

- Se prefieren pulsos digitales por su mejor procesamiento y multicanalización que las señales analógicas. Los pulsos digitales pueden guardarse fácilmente, mientras que las señales analógicas no.
- Los sistemas digitales utilizan la regeneración de señales, en vez de la amplificación de estas, por lo tanto producen un sistema más resistente al ruido que su contraparte analógica.
- Las señales digitales son más sencillas de medir y evaluar.
- Los sistemas digitales están mejores equipados para evaluar un rendimiento de error (por ejemplo, detección y corrección de errores), que los sistemas analógicos.

3.1.2 COMPRESIÓN DE DATOS.

La compresión de datos consiste en la reducción del volumen de información tratable (procesar, transmitir o grabar). En principio, con la compresión se pretende transportar la misma información, pero empleando la menor cantidad de espacio.

El espacio que ocupa una información codificada (datos, señal digital, etc.) sin compresión es el cociente entre la frecuencia de muestreo y la resolución. Por tanto, cuantos más bits se empleen mayor será el tamaño del archivo. No obstante, la resolución viene impuesta por el sistema digital con que se trabaja y no se puede alterar el número de bits a voluntad; por ello, se utiliza la compresión, para transmitir la misma cantidad de información en un número inferior de bits.

La compresión de datos se basa fundamentalmente en buscar repeticiones en series de datos para después almacenar solo el dato junto al número de veces que se repite. Así, por ejemplo, si en un fichero aparece una secuencia como "AAAAAA", ocupando 6 bytes se podría almacenar simplemente "6A" que ocupa solo 2 bytes, en algoritmo RLE.

A la hora de hablar de compresión hay que tener presentes dos conceptos:

1. **Redundancia:** datos que son repetitivos o previsibles.
2. **Entropía:** la información nueva o esencial que se define como la diferencia entre la cantidad total de datos de un mensaje y su redundancia.

La información que transmiten los datos puede ser de tres tipos:

- a. **Redundante:** información repetitiva o predecible.
- b. **Irrelevante:** información que no podemos apreciar y cuya eliminación por tanto no afecta al contenido del mensaje. Por ejemplo, si las frecuencias que es capaz de captar el oído humano están entre 16/20 Hz y 16.000/20.000 Hz, serían irrelevantes aquellas que estuvieran por debajo o por encima de estos valores.
- c. **Básica:** la relevante. La que no es ni redundante ni irrelevante. La que debe ser transmitida para que se pueda reconstruir la señal.

Teniendo en cuenta estos tres tipos de información, se establecen tres tipologías de compresión de la información:

- i. **Sin pérdidas reales:** es decir, transmitiendo toda la entropía del mensaje (toda la información básica e irrelevante, pero eliminando la redundante).
- ii. **Subjetivamente sin pérdidas:** es decir, además de eliminar la información redundante se elimina también la irrelevante.
- iii. **Subjetivamente con pérdidas:** se elimina cierta cantidad de información básica, por lo que el mensaje se reconstruirá con errores perceptibles pero tolerables (por ejemplo: la videoconferencia).

3.1.3 FORMATOS.

Un formato de almacenamiento es la estructura usada para grabar datos en un fichero, como: XML, ZIP, MP3, Ogg, etc. Por Ejemplo PDF (Formato de Documento Portátil) es un formato de almacenamiento de documentos, ideado especialmente para documentos susceptibles de ser impresos, ya que especifica toda la información necesaria para la presentación final del documento. Cada programa almacena información en forma de archivos con un determinado formato. La extensión de un archivo identifica con que formato ha sido creado. El formato elegido para la creación de un documento es muy importante ya que establece con que programas podrá ser visualizado o modificado.

3.1.3.1 TIPOS DE FORMATOS.

Formato cerrado o propietario. Sus derechos pertenecen a una o varias empresas. Un documento creado con este formato, solo podrá ser manipulado con el programa específico de esa compañía. Sus derechos pertenecen a una o varias empresas, pero sus características son públicas. El problema es que los cambios futuros en el formato solo dependen de la empresa propietaria. Ejemplos: PDF, RTF de Microsoft.

Formato abierto. No hay ninguna empresa propietaria y se permite libremente su uso sin que le sea aplicable ningún tipo de patente. Ejemplos: lenguaje HTML.

- **Formatos Estándar.-** en una sociedad como la nuestra, el uso de estándares es un requisito extendido. Sin normas comunes de funcionamiento sería imposible la interoperación entre equipos. En Informática, la importancia del uso de formatos estándares para el intercambio de datos radica en garantizar la comunicación entre personas o equipos en diferentes lugares o tiempos. Estos poseen algunas características como:
 - Permitir el libre intercambio de información.
 - Crear documentos perdurables.
 - No propiciar la piratería de software.
 - Estar muy difundidos.
 - Ser independientes del sistema operativo utilizado.

Lo primero que se debe saber es que los formatos de imágenes pueden (o no) admitir algún tipo de compresión de datos. Los algoritmos de compresión de imágenes se clasifican en dos tipos básicos:

- Con pérdida de calidad y
- Sin pérdida de calidad.

Los formatos de archivo más utilizados en la web son JPEG, GIF y PNG. Cada uno de ellos posee ventajas y desventajas que lo hacen adecuado para ciertos casos y, a la vez, obsoleto para otros. La siguiente tabla ilustra las ventajas y desventajas básicas de cada uno.

Formato	Tipo de compresión	Ventajas	Desventajas
JPEG	Con pérdida (algoritmo JPEG)	<ul style="list-style-type: none"> • Ficheros muy reducidos • Muy bueno para fotografías 	<ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de calidad notoria a altos niveles de compresión
GIF (algoritmo LZW)	Sin pérdida, aunque limitado a 256 colores	<ul style="list-style-type: none"> • Permite animaciones (no adecuado para Wikipedia) 	<ul style="list-style-type: none"> • Paleta limitada (obsoleto para imágenes de muchos colores) • Potenciales problemas legales (en algunos países en otros ya venció la licencia)
PNG	Sin pérdida	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excelente para gráficos 2. Permite transparencias 	<ul style="list-style-type: none"> • Ficheros grandes para imágenes de muchos colores (fotografías, ilustraciones, etc.)

Tabla 3.1 Comparativa de formatos de compresión de imágenes

JPEG (*Joint Photographic Experts Group*) es un algoritmo diseñado para comprimir imágenes con 24 bits de profundidad o en escala de grises, también utiliza este algoritmo para almacenar las imágenes comprimidas. Este formato frecuentemente se abrevia .jpg debido a que algunos sistemas operativos sólo aceptan tres letras de extensión. JPEG es un algoritmo de compresión con pérdida. Esto significa que al descomprimir la imagen no obtenemos exactamente la misma que teníamos antes de la compresión.

Una de las características que hacen muy flexible el JPEG es el poder ajustar el grado de compresión. Si especificamos una compresión muy alta se perderá una cantidad significativa de calidad, pero obtendremos archivos de pequeño tamaño. Con una tasa de compresión baja obtenemos una calidad muy parecida a la del original, y un archivo mayor. Esta pérdida de calidad se acumula, es decir que si comprime una imagen y la descomprime obtendrá una calidad de imagen, pero si vuelve a comprimirla y descomprimirla otra vez obtendrá una pérdida mayor, perdiendo cada vez mayor calidad.



Figura 3.1 Foto de una flor, comprimida con el formato JPEG

JPEG/JFIF es el formato más utilizado para almacenar y transmitir archivos de fotos en la Web. Pero la compresión con pérdida del formato no conviene a diagramas que incluyen textos y líneas.

HD Photo (*High Definition Photo*, Foto de Alta Definición) o **JPEG-XR** es un nuevo formato gráfico creado y adoptado por Microsoft. Este nuevo formato de codificación de imágenes fijas ofrece mayor calidad en menor tamaño que el formato JPEG. La reducción puede alcanzar hasta el 50%, obteniendo una calidad semejante a la que ofrece JPEG. Este formato ofrece la posibilidad de guardar las imágenes sin pérdida o con pérdidas. En la primera opción se mantienen todas las características originales de la imagen, y consecuentemente el archivo tendrá un tamaño mayor, aún así la ventaja del nuevo formato está en que una vez guardada la imagen sin pérdidas el tamaño es menor en comparación con JPEG. Si elegimos pérdida, el tamaño del archivo será aún mucho menor aunque se pierdan algunos detalles.

PNG (*Portable Network Graphics*) es un formato gráfico basado en un algoritmo de compresión sin pérdida. Este formato fue desarrollado en buena parte para solventar las deficiencias del formato GIF y permite almacenar imágenes con una mayor profundidad de contraste y otros importantes datos. Las imágenes PNG usan la extensión (.png)

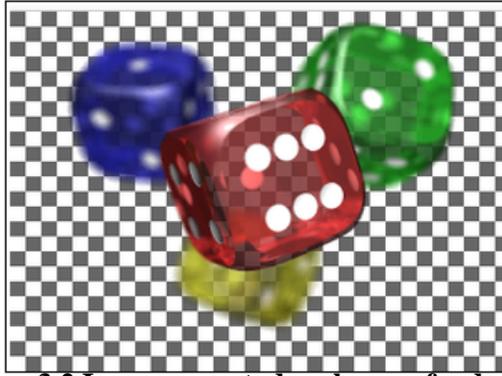


Figura 3.2 Imagen montada sobre un fondo a cuadros

Nótese la *semitransparencia* de los dados

3.2 FORMATO DE TRANSMISION DE VOZ.

La **voz** es el sonido producido por el aparato fonador humano. Hay dos mecanismos básicos de producción de voz:

- 1) La vibración de las cuerdas vocales, que da lugar a sonidos “sonoros” (vocales, semivocales, nasales, etc.).
- 2) Las interrupciones (totales o parciales) en el flujo de aire que sale de los pulmones, que dan lugar a los sonidos “sordos” (fricativas, plausivas, etc.).

En la música, la voz humana es usada como un instrumento musical. La voz tiene un importante rol en el arte de la música, porque es el único instrumento musical capaz de transmitir palabras. Las **voces** o registros vocales son: soprano, mezzosoprano y contralto (voces femeninas), y tenor, barítono y bajo (voces masculinas).

3.2.1 PROCESAMIENTO DIGITAL DE VOZ.

Las señales de voz son normalmente procesadas a partir de una representación digital; por eso el procesado de voz puede verse como la intersección del procesado digital de señal y el procesamiento de lenguaje natural. Este procesado se puede dividir en las siguientes categorías:

- Reconocimiento de voz, que trata el análisis del contenido lingüístico de una señal de voz.
- Reconocimiento del hablante, que tiene como objetivo identificar al hablante.
- Mejora de la señal de voz, por ejemplo reducción de ruido.
- Codificación de voz para compresión de datos y transmisión de la voz.

- Análisis de voz con propósitos médicos, para el análisis de disfunciones vocales.
- Síntesis de voz: la síntesis artificial del habla, lo que habitualmente significa habla generada por computador.

3.2.2 SEÑAL DE AUDIO.

Es una señal electrónica representada de forma eléctrica exactamente de una señal sonora; normalmente está acotada al rango de frecuencias audibles por los seres humanos que está entre los 20 y los 20 000 Hz. Dado que el sonido es una onda de presión se requiere un transductor de presión (un micrófono) que convierte las ondas de presión de aire (ondas sonoras) en señales eléctricas (señales analógicas). Una señal de audio se puede caracterizar, someramente, por su dinámica (valor de pico, rango dinámico, potencia, relación señal-ruido) o por su composición espectral (ancho de banda, frecuencia fundamental, armónicos, distorsión armónica, etc.). Así, por ejemplo, una señal que represente voz humana (señal vocal) no suele tener información relevante más allá de los 10 KHz, y de hecho en telefonía fija se toman sólo los primeros 4 KHz. Con 2 KHz basta para que la voz sea comprensible, pero no para reconocer al hablante.

3.2.3 CÓDEC.

Códec es una abreviatura de Codificador-Decodificador. Describe una especificación desarrollada en software, hardware o una combinación de ambos. Los códecs pueden codificar el flujo o la señal y recuperarla o descifrarla del mismo modo para la reproducción o la manipulación en un formato más apropiado para estas operaciones. Los códecs se usan en videoconferencias y emisiones de medios de comunicación.

3.2.3.1 CÓDEC DE AUDIO.

Es un tipo de códec específicamente diseñado para la compresión y descompresión de señales de sonido audible para el ser humano. Por ejemplo, música o conversaciones. Los códec de audio cumplen fundamentalmente la función de reducir la cantidad de datos digitales necesarios para reproducir una señal auditiva.

Lo que comúnmente se denomina "compresión de datos", pero aplicado a un fin muy concreto. Por ello, existen fundamentalmente dos aplicaciones de los códec de audio:

- **Almacenamiento:** útil para reproductores multimedia que pueden reproducir sonido almacenado, por ejemplo, en un disco duro, CD-ROM o memoria.
- **Transmisión:** útil para implementar redes de videoconferencia y Telefonía IP.

3.2.4 SPEEX.

El proyecto **Speex** tiene como objetivo crear un códec libre para voz, sin restricciones de ninguna patente de software, está diseñado para comprimir voz a bit rates desde 2 a 44 Kbps y posee características que no tiene otros códec de voz como codificación de intensidad estéreo, integración de múltiples frecuencias de muestreos en el mismo bitstream y modo VBR.

A diferencia de muchos otros códec de voz, Speex no está diseñado para teléfonos celulares, pero si para Voz sobre IP (VoIP) y compresión basada en archivos. Las metas en el diseño eran permitir buena calidad en la voz y bajo bit-rate. Buena calidad también significaba tener soporte para wideband (frecuencia de muestreo 16 KHz) además de narrowband (calidad de teléfono, frecuencia de muestreo 4 KHz). El diseño para VoIP en vez de teléfonos celulares significa que Speex debe ser robusto a pérdida de paquetes, pero no corromperlos, entonces los paquetes llegan sin alteración o no llegan para nada⁸.

3.2.5 FORMATO DE ARCHIVO AUDIO.

Es un contenedor multimedia que guarda una grabación de audio (música, discurso, etc.). Este es un tipo de archivo informático que almacena información de vídeo, audio, subtítulos, capítulos, meta-datos e información de sincronización siguiendo un formato preestablecido en su especificación. Existen diferentes tipos de formato según la compresión del audio. Por un lado hay formatos de audio sin compresión como es el caso de WAV, y por otro hay formatos de audio con pérdida y formatos de audio sin pérdida.

⁸ Formatos de audio y video. <www.speex.org> [Consulta: 15 de agosto del 2008]

3.2.5.1 WAVEFORM AUDIO FORMAT (WAV O WAVE).

Es un formato de audio digital normalmente sin compresión de datos que se utiliza para almacenar sonidos en el PC, admite archivos mono y estéreo a diversas resoluciones y velocidades de muestreo, su extensión es .wav. A pesar de que el formato WAV puede soportar casi cualquier códec de audio, se utiliza principalmente con un formato no comprimido y al no tener pérdida de calidad puede ser usado por profesionales. Una de sus grandes limitaciones es que solo se puede grabar un archivo de hasta 4 gigabytes, que equivale aproximadamente a 6,6 horas en calidad disco compacto. Es una limitación propia del formato, independientemente de que el sistema operativo donde se utilice sea MS Windows u otro distinto, y se debe a que en la cabecera del fichero se indica la longitud del mismo con un número entero de 32 bit, lo que limita el tamaño del fichero a 4 GB. No es popular en Internet, fundamentalmente porque los archivos sin compresión son muy grandes.

3.2.5.2 FORMATOS DE AUDIO CON PÉRDIDA.

- **MPEG-1 Audio Layer 3**, más conocido como **MP3**, se convirtió en el estándar utilizado para *streaming* de audio y compresión de audio de alta calidad (con pérdida en equipos de alta fidelidad) gracias a la posibilidad de ajustar la calidad de compresión proporcional al tamaño por segundo (bitrate), y por tanto el tamaño final del archivo, que podía llegar a ocupar 12 e incluso 15 veces menos que el archivo original sin comprimir. Fue el primer formato de compresión de audio popularizado gracias a Internet, ya que hizo posible el intercambio de ficheros musicales.
- **Advanced Audio Coding (AAC)**.- es un formato de audio digital diseñado con el fin de reemplazar al MP3. Para un mismo número de impulsos por segundo (bitrate) y un mismo tamaño de archivo MP3, el formato AAC es más estable y tiene más calidad, produciendo un sonido más cristalino. Es utilizado por multitud de aplicaciones como Ahead Nero, iTunes, Winamp, etc. Este códec está orientado a usos de banda ancha y se basa en la eliminación de redundancias de la señal acústica, así como en compresión mediante la transformada de coseno discreta modificada (MDCT), casi igual que en el caso de MP3. Sin embargo,

permite emplear frecuencias de muestreo desde los 8 Hz hasta los 96 KHz (MP3 sólo soporta desde los 16 Hz hasta los 48 KHz). Además soporta un máximo de 48 canales independientes, lo cual lo convierte en un códec apropiado para sonido envolvente (Surround) avanzado.

- **RealAudio (RM).**- es un formato de audio utilizado en transmisiones por internet en tiempo real. Esto quiere decir que una estación de radio puede transmitir su señal en vivo, directamente al usuario final, sin necesidad de generar primero el archivo de audio. O bien, el usuario puede escuchar, bajo petición (On demand), un archivo almacenado en un servidor externo. En ambos casos, el archivo de audio no se descarga en el ordenador del usuario final. La reproducción se realiza mediante "paquetes" que el servidor envía al usuario a través de un propio reproductor de la marca Real, llamado RealPlayer. Cada "paquete" de audio es reproducido mientras que se recibe otro que lo sustituye en una carpeta temporal. A este proceso se le llama Buffering. Esto tiene la ventaja para el distribuidor que los archivos no pueden ser copiados ni compartidos. La desventaja para el usuario es que sólo puede escuchar la transmisión online. A diferencia de la transmisión por mp3, que mantiene el mismo rango de muestreo, la tecnología RealAudio permite adaptarse automáticamente a la capacidad de recepción del usuario final, dependiendo de su velocidad de conexión, procesador y memoria. Esto quiere decir que si el usuario puede recibir paquetes de alta calidad de audio sin interrupciones, el servidor lo proveerá así. De lo contrario, el servidor reducirá el rango de muestreo (Y con ello, la calidad del audio) hasta que el usuario no sufra interrupciones en su señal.
- **Windows Media Audio o WMA.**- compite con MP3, antiguo y bastante inferior técnicamente; y Ogg-Vorbis, superior y libre, usando como estrategia comercial la inclusión de soporte en el reproductor Windows Media Player, incluido en su popular sistema operativo Windows. A diferencia del MP3, este formato posee una infraestructura para proteger el Copyright y así hacer más difícil el "tráfico ilegal" de música. Este formato está especialmente relacionado con Windows Media Video (WMV) y Advanced Streaming Format (ASF).

- **Vorbis.**- es un códec de audio perceptivo de fines generales previsto para permitir flexibilidad máxima del codificador, permitiéndole escalar competitivamente sobre una gama excepcionalmente amplia de bitrates. Vorbis también está pensado para frecuencias de muestreo bajas desde telefonía de 4kHz y hasta alta definición de 192kHz, y una gama de representaciones de canales (monoaural, polifónico, estéreo, cuadrafónico, 5.1, ambisónico o hasta 255 canales discretos). Vorbis es totalmente abierto, libre de patentes y de regalías; la biblioteca de referencia (libvorbis) se distribuye bajo una licencia tipo BSD por lo que cualquiera puede implementarlo ya sea tanto para aplicaciones propietarias como libres.

3.2.5.3 FORMATOS DE AUDIO SIN PÉRDIDA.

- **Audio Interchange File Format (AIFF ó Formato de Archivo de Intercambio de Audio).**- es un estándar de formato de audio usado para vender datos de sonido para computadoras personales. Los datos de audio en el estándar AIFF no están comprimidos, almacenándose los datos en big-endian y emplea una modulación por impulsos codificados (PCM). También hay una variante del estándar donde sí que existe compresión, conocida como **AIFF-C** o **AIFC**, con varios códecs definidos. El estándar AIFF es uno de los formatos líderes, junto a SDII y WAV, usados a nivel profesional para aplicaciones de audio ya que, a diferencia del conocido formato con pérdidas MP3, éste formato está comprimido sin ninguna pérdida, lo que ayuda a un rápido procesado de la señal pero con la desventaja del gran espacio en disco que supone: alrededor de 10MB para un minuto de audio estéreo con una frecuencia de muestreo de 44.1kHz y 16 bits. Además el estándar da soporte a bucles para notas musicales para uso de aplicaciones musicales o samplers. Las extensiones de archivo para el formato estándar AIFF son **.aiff** o **.aif**. Para las variantes comprimidas se supone que es **.aifc**, pero las anteriores también son aceptadas por las aplicaciones que soportan este tipo de formato.
- **Free Lossless Audio Codec (FLAC).**- es un formato del proyecto Ogg para codificar audio sin pérdida, es decir, el archivo inicial puede ser recompuesto totalmente con la desventaja de que el archivo ocupe mucho más espacio que si

estuviera comprimido. Otros formatos como MP3, Windows Media Audio (WMA), Advanced Audio Coding (AAC), (Ogg Vorbis), etc., al comprimir el archivo pierden, de forma irreversible, parte de la información original, a cambio de una gran pérdida de tamaño en el archivo. FLAC no pierde tanto tamaño de archivo, rara vez baja de dejar el archivo en un tercio del tamaño original, ya que no elimina nada de la información contenida en el original. Como norma se reduce entre la mitad hasta tres cuartos según el tipo de sonido procesado.

3.3 FORMATO DE TRANSMISIÓN DE VIDEO.

El video, es una captura, grabación, almacenamiento, y reconstrucción de una secuencia de imágenes que representan escenas en movimiento. La tecnología de video fue desarrollada por primera vez para los sistemas de televisión, pero se ha reforzado en muchos formatos para permitir la grabación de video de los consumidores y que además el video puede ser visto a través de Internet. El término video se refiere comúnmente a varios formatos: los formatos de video digital, incluyendo DVD, QuickTime, DVC y MPEG-4, y las cintas de vídeo analógico, incluyendo VHS y Betamax. El video se puede grabar y transmitir en diversos medios físicos: en cinta magnética cuando las cámaras de video registran como PAL o NTSC señales analógicas, o cuando las cámaras graban en medios digitales como MPEG-4 o DV.

3.3.1 FORMATOS DE VÍDEO ANALÓGICO.

El primer formato de vídeo analógico verdaderamente popular fue el **Betamax**, lanzado por Sony en 1976. Este convivió con otros formatos, como el **VHS** (JVC 1976), el **Vídeo 2000** (Grundig y Philips 1979), el sistema **CVC** (Funai 1981) o el **8mm** (1982). Aunque el más exitoso de todos los formatos fue el **VHS** (Vídeo Home Service), que desplazó a todos los demás. Se han conservado, sólo por motivos de prestigio, el sistema VCR o Betamax.

3.3.2 FORMATOS DE VIDEO DIGITAL.

Se puede hacer una división entre los que utilizan como soporte material magnético (generalmente cintas) y por otro lado los que utilizan soportes ópticos, como son el **Vídeo CD** o el **DVD vídeo**. El video digital puede ser almacenado en **DVD** (disco versátil digital). Aunque se parece al CD de audio, son capaces de registrar al menos 7.4 GB, que es más de diez veces la capacidad del CD estándar (versiones recientes tienen incluso mayor capacidad). Todos los formatos digitales comunes utilizan cierto nivel de compresión.

3.3.3 MÉTODO DE COMPRESIÓN DE VIDEO.

Se usa una amplia variedad de métodos para comprimir secuencias de video. Los datos de video contienen redundancia temporal y espacial, lo que hace que las secuencias de video sin comprimir sean extremadamente ineficientes. En términos generales, se reduce la redundancia espacial registrando diferencias entre las partes de una misma imagen (frame); esta tarea es conocida como compresión intraframe y está estrechamente relacionada con la compresión de imágenes. Así mismo, la redundancia temporal puede ser reducida registrando diferencias entre imágenes (frames); esta tarea es conocida como compresión interframe e incluye la compensación de movimiento y otras técnicas. Los estándares modernos más comunes son MPEG-2, usado para el DVD y la televisión por satélite, y MPEG-4 usado para los sistemas de video “caseros”.

Un **códec de video** es un programa que permite comprimir y descomprimir video digital. Normalmente los algoritmos de compresión empleados conllevan una pérdida de información. El problema que se pretende acometer con los códec es que la información de video es bastante ingente en relación a lo que un ordenador normal es capaz de manejar. Es así como un par de segundos de video en una resolución apenas aceptable puede ocupar un lugar respetable en un medio de almacenamiento típico (disco duro, cd, dvd) y su manejo (copia, edición, visualización) puede llevar fácilmente a sobrepasar las posibilidades de dicho ordenador o llevarlo a su límite. Es así como se ha preferido construir y ocupar estos algoritmos de compresión y descompresión en tiempo real: Los códec. Su finalidad es obtener un

almacenamiento substancialmente menor de la información de vídeo. Esta se comprime en el momento de guardar la información hacia un archivo y se descomprime, en tiempo real, en el momento de la visualización. Se pretende, por otro lado, que éste sea un proceso transparente para el usuario, es decir, que éste no intervenga o lo haga lo menos posible.

Existe un complicado equilibrio entre la calidad de video, la cantidad de datos necesarios para representarlo, la complejidad de los algoritmos de codificación y decodificación, la robustez frente a las pérdidas de datos y errores, la facilidad de edición, la posibilidad de acceder directamente a los *frames*, y otros factores.

3.3.4 EL VIDEO EN LA INFORMÁTICA.

El video digital dentro del mundo de la informática tiene un tipo de formato y un códec. Un **formato** es la *forma* en la que se guardan los datos en el fichero; esta forma puede cumplir diferentes requisitos según el uso para el que este diseñado. El **códec** es la compresión algorítmica a la que se ha visto sometido el contenido del formato de video digital.

El más conocido de los algoritmos de compresión de datos es el **MPEG**, que fue establecido por la Unión Internacional de Telecomunicaciones. Originalmente se diferenciaron cuatro tipos, MPEG-1, 2, 3 y 4. La evolución de los distintos formatos de compresión ha marcado la aparición de productos capaces de reproducir imágenes con algún estándar de compresión, así como su difusión en el mercado de consumo y el mercado profesional.

- **MPEG-1.**- es el nombre de un grupo de estándares de codificación de audio y vídeo normalizados por el grupo MPEG (Moving Pictures Experts Group), se diseñó para introducir video en un CD-ROM. Por aquel entonces eran lentos, por lo que la velocidad de transferencia quedaba limitada a 1.5Mb/s y la resolución a 352 x 240 píxeles. La calidad es similar al VHS y se usa para videoconferencias, etc.

- **MPEG-2.-** usado para codificar audio y vídeo para señales de transmisión, que incluyen televisión digital terrestre, por satélite o cable. Ofrece mayor calidad con un mayor ancho de banda (entre 3 y 10Mb/s). En esa banda, proporciona 720 x 486 píxeles de resolución, que equivale a la calidad de televisión. Además ofrece compatibilidad con MPEG-1. MPEG-2 con algunas modificaciones, es también el formato de codificación usado por los discos VCD's y DVD's comerciales de películas.
- **MPEG-3.-** fue una propuesta para la televisión de alta resolución, similar a MPEG-2 con mayor ancho de banda entre 20 a 40 Mb/s.
- **MPEG-4.-** se trata de un formato de muy bajo ancho de banda y una resolución de 176 x 144 píxeles. Es una serie de códecs y estándares internacionales de vídeo, audio y datos, creado especialmente para la web. Está formado por una serie algoritmos de compresión que codifica datos, audio, y vídeo optimizando su calidad de almacenamiento, codificación y distribución en redes. Está evolucionando a grandes pasos y hay fantásticos codificadores que dan una calidad semejante al MPEG-2 pero con menor ancho de banda. Puede ser el estándar del futuro debido a la excelente relación calidad-ancho de banda.

En la actualidad el estándar de compresión más utilizado es el MPEG-2, ya que ofrece una calidad similar a la de televisión. Aunque la demanda de ancho de banda era bastante alta hace un tiempo, ahora es una cantidad razonable (hasta 10 Mb/s).

3.3.5 FORMATOS DE TRANSMISION SIMULTÁNEA.

AVI (*Audio Video Interleave*, 'intercalado de audio y video').- Este formato permite almacenar *simultáneamente* un flujo de datos de video y varios flujos de audio. El formato concreto de estos flujos no es objeto del formato AVI y es interpretado por un programa externo denominado códec. Es decir, el audio y el video contenidos en el AVI pueden estar en cualquier formato (AC3/DivX u MP3/Xvid, entre otros). Por eso se le considera un formato contenedor. Para que todos los flujos puedan ser reproducidos simultáneamente es necesario que se almacenen de manera entrelazada. De esta manera, cada fragmento de archivo tiene suficiente información como para

reproducir unos pocos fotogramas junto con el sonido correspondiente. El formato AVI admite varios flujos de datos de audio, lo que significa que puede contener varias bandas sonoras en varios idiomas. Es el reproductor multimedia quien decide cuál de estos flujos debe ser reproducido, según las preferencias del usuario.

Ogg.- es un formato de archivo contenedor multimedia, libre de patentes y abierto al igual que toda la tecnología de Xiph.org, diseñado para dar un alto grado de eficiencia en el "streaming" y la compresión de archivos. Ogg encapsula datos comprimidos (e incluso sin comprimir) y permite la interpolación de los datos de audio y de vídeo dentro de un solo formato conveniente.

Windows Media Video (WMV).- es un nombre genérico que se da al conjunto de algoritmos de compresión ubicados en el set propietario de tecnologías de video desarrolladas por Microsoft. Este formato es reproducido por una amplia gama de reproductores, como MPlayer o Windows Media Player, el último sólo disponible en plataformas Windows y Macintosh. El vídeo WMV se empaqueta normalmente en algún contenedor multimedia, como pueden ser AVI o ASF. Los ficheros resultantes reciben la extensión *.avi* si el contenedor es de este tipo, *.wmv* si es un fichero de sólo video (*.wma* sería el equivalente para sonido) o *.asf* si se trata de un contenedor ASF, con contenido de audio y vídeo.

Este códec es también utilizado en la distribución de vídeo de alta definición sobre DVDs estándar en un formato que Microsoft ha denominado WMV HD, el cual puede ser reproducido tanto en ordenadores como en reproductores de sobremesa.

CAPÍTULO IV

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN

Cada día es más importante la diversidad de las redes de área local, considerando tanto redes de datos como redes domóticas, lo que resalta la necesidad de contar con redes de comunicación de fácil instalación y de alto rendimiento para los sistemas caseros y de oficina. Los protocolos que aprovechan la propagación de la red de distribución eléctrica AC son bastante experimentados. En la actualidad han surgido nuevos protocolos que no sólo sacan mejor provecho de la red sino que poseen un ancho de banda suficiente para hacer conexiones a Internet y nuevas opciones de televisión interactiva; aunque los equipos son costosos, la tecnología está tomando fuerza y es cada vez mayor el número de fabricantes de equipos para este tipo de redes, con lo cual los precios de los dispositivos serán más asequibles.

Para la ejecución de este proyecto se escogió el AV200 Powerline Ethernet Adapter de la marca canadiense Corinex, debido a experiencias de campo realizadas con dicho aparato durante el curso de graduación en Argentina. Se realizó la adquisición de cuatro de estos equipos, de los cuales tres servirán para formar una red LAN entre los ordenadores de la empresa y el cuarto para inyectar Internet a la red. El despliegue de la red es tan flexible que los equipos pudiesen trasladarse sin inconvenientes dentro de la empresa y seguir cumpliendo la labor que deben desempeñar. Ésta es acaso una de las principales razones para el estudio y ejecución de este proyecto, debido a que las tecnologías competidoras requieren de gastos adicionales como cableado, distribución correcta de la red respetando normas establecidas, cuidando el aspecto estético y otros detalles en el área de funcionamiento.

4.1 CORINEX: AV200 POWERLINE ETHERNET ADAPTER.

4.1.1 INFORMACION GENERAL.

El Corinex AV200 Powerline Adapter es una interfase de red capaz de usar cableado eléctrico existente, como medio de comunicación. Después de una instalación exitosa, el AV200 Powerline puede ser usado como una LAN tradicional con velocidad de transmisión de hasta 200 Mbps. La ventaja de este producto es su bajo costo de mantenimiento, sin necesidad de cableado extra u otros componentes electrónicos externos.

El Corinex AV200 Powerline Adapter, tiene las siguientes ventajas:

- Permite a usuarios conectar PC u otros dispositivos Ethernet, a redes locales a través de cableado eléctrico existente.
- Permite compartir:
 - Archivos y aplicaciones.
 - Periféricos a través de una red.
 - Accesos de conexión a banda ancha.
 - Banda ancha para transmisión de multimedia.
- Elimina la acumulación de cables en su casa u oficina.
- Es una rentable solución costo/beneficio para comunicaciones a alta velocidad en su casa u oficina.

4.1.2 MANUAL DE USUARIO.

Este manual de usuario incluye todo lo que necesita saber para el uso y la instalación de su Corinex AV200 Powerline Adapter; con la información suministrada podrá:

- Analizar la eficiencia de su red.
- Planear la configuración.
- Instalar y configurar.
- Verificar y optimizar su funcionamiento.

4.1.3 CONTENIDO DE LA CAJA.

Cuando abra la caja de su Corinex AV200 Powerline Adapter, revise que contenga:

- Cable alimentador
- Cable directo a Ethernet
- Guía rápida de instalación
- CD con documentación

Corinex está constantemente innovando sus productos. Para descargar las últimas versiones de hardware/software e información adicional por favor visite la Web www.corinex.com o el programa de socios autorizados Powerline Corinex (<http://cappp.corinex.com/>), donde encontrará valiosa información sobre aplicaciones e instalaciones complejas, así como socios que le pueden proveer servicios en el área que necesite.

4.1.4 REQUERIMIENTOS DEL SISTEMA.

- IBM compatible PC o a Macintosh.
- Un puerto Ethernet 10/100 Mbps disponible.
- Windows 98/ME/2000/NT/XP, Mac OS X o sistema operativo Linux.
- Javascript compatible con el navegador de Internet (Netscape, Internet Explorer, Opera...).

4.1.5 DESCRIPCION DEL PANEL FRONTAL.

Definiciones de la señal de luz LED

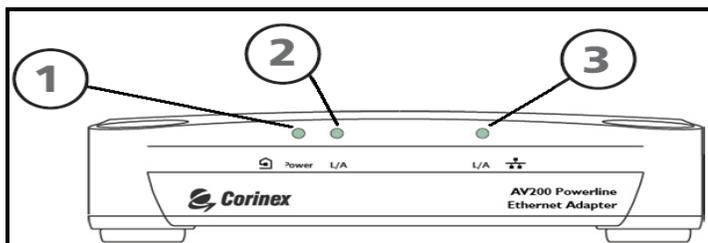


Figura 4.1 Descripción del panel frontal del PLC.

- 1. Encendido** Verde On: Encendido
Off: Apagado

- 2. **PLC** Verde On: Actividad Powerline
Off: No hay actividad Powerline
Intermitente: Recibiendo/Transmitiendo datos
- 3. **ETHERNET** Verde On: Enlace a LAN
Off: No hay enlace a LAN
Intermitente: Recibiendo/Transmitiendo datos

4.1.6 DESCRIPCION DEL PANEL POSTERIOR.

Definiciones de los conectores

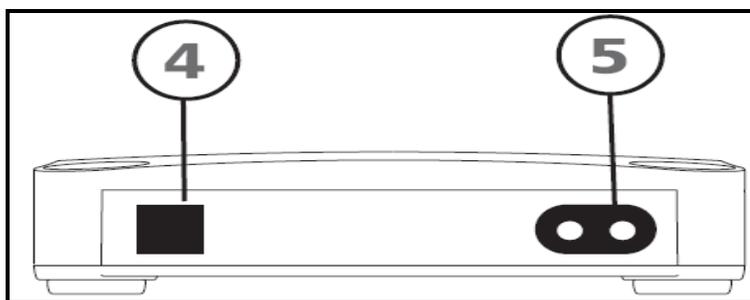


Figura 4.2 Descripción del panel posterior del PLC.

- 4. **LAN:** Puerto Ethernet 1x RJ-45 LAN10/100
- 5. **Cable eléctrico:** Alimentación de poder y conector Powerline

4.1.7 ESPECIFICACIONES TECNICAS.

Estándar	IEEE 802.3u
Velocidad	200 Mbps en nivel físico
AC Enchufe de corriente	USA, EU , UK y Australia
LED Señal de luz	Power, Enlace/Actividad PLC, Enlace Ethernet
Interfase	10/100BaseT Fast Ethernet, Powerline
Rango de alcance	2 – 34 MHz
Entrada de poder	85 a 265 V AC, 50/60 Hz
Dimensiones	148 mm L x 106 mm W x 47 mm H
Densidad espectral de la energía transmitida	-56 dBm/Hz
Consumo de energía	5W
Seguridad y EMI	UL/EN 60950, FCC Part 15, limites EN 55022 EMC

Tabla 4.1 Especificaciones técnicas del Corinex AV200.

4.2 CONFIGURACIÓN DEL CORINEX AV200 POWERLINE ETHERNET ADAPTER.

Para acceder a las páginas de configuración Web, es necesario conocer la dirección Web del adaptador y conectarse a ella (a través de un cable de Ethernet). Los adaptadores que no hayan sido configurados poseen la dirección IP **10.10.1.69**. Se abre un navegador de Internet (Microsoft Internet Explorer o Mozilla), y se escribe la dirección IP en la barra de direcciones, el URL debe ser **http://10.10.1.69/** a menos que lo haya cambiado anteriormente por uno diferente.

Se requiere cambiar la dirección IP que viene por defecto, **10.10.1.69**, para permitir acceso a un adaptador, cuando una o más unidades estén activas en la misma red. La dirección IP es la identificación única de un dispositivo en la red, así que los adaptadores no se podrán identificar si poseen la misma dirección. Siga los pasos descritos a continuación para configurar una dirección IP en cada computador.

1. En los ajustes de red de su computadora, digite una dirección con un rango de 10.10.X.X y un valor de máscara de red 255.255.0.0. Esto es necesario para la compatibilidad con los ajustes por defecto del adaptador.
2. Enchufe su Adaptador AV200 y conéctelo a su PC a través del cable de Ethernet.
3. Abra su navegador Web y digite el siguiente URL: **http://10.10.1.69**. Así llegará a la configuración de su AV200 Powerline Adapter.

4.2.1 PÁGINA DE AUTENTIFICACIÓN.

Si la contraseña de configuración está habilitada, usted necesitará registrarse antes de acceder a las páginas Web donde podrá ejecutar cambios a la red. Así mismo será dirigido a una página de autenticación, donde necesitará entrar la contraseña de configuración para acceder a páginas o una contraseña de reinicio total para ajustar la configuración al valor incluido por defecto de fábrica. El servidor tiene un receso de autenticación de 5 minutos; por ejemplo, si una página de Internet no se ha descargado en 5 minutos, la autenticación expirará y usted necesitará registrarse nuevamente.

La contraseña por defecto para acceder a la configuración es “**paterna**” y para reiniciar completamente el adaptador a ajustes de fábrica es “**betera**”.

Si la protección de la contraseña está deshabilitada, usted será dirigido directamente a la página principal sin necesidad de autenticación.

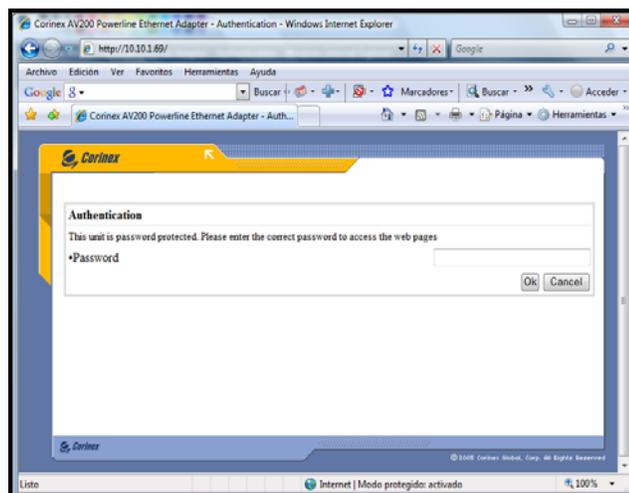


Figura 4.3 Página de Autenticación

4.2.2 PÁGINA PRINCIPAL.

Esta es la segunda página después de registrarse, o la primera si la página de la contraseña de configuración esta deshabilitada. Aquí encontrará los ajustes actuales y alguna información básica acerca del adaptador.

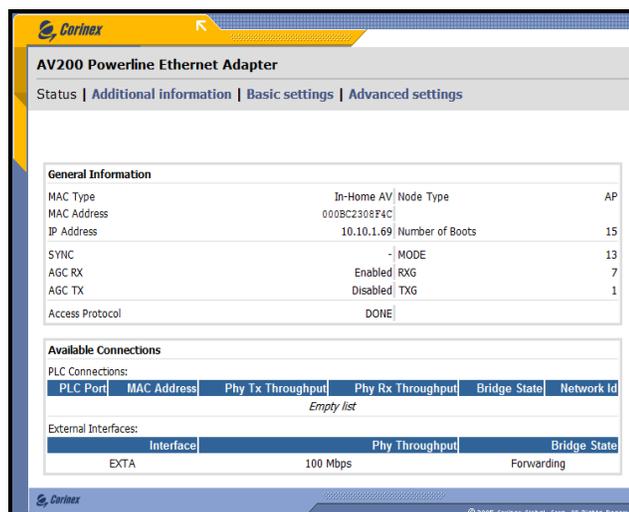


Figura 4.4 Página Principal

4.2.3 PÁGINA DE INFORMACIÓN ADICIONAL.

Esta página muestra información detallada de los ajustes del MODEM, tales como las versiones uptime, firmware o información detallada de cada ajuste del MODEM.

The screenshot displays the configuration page for an AV200 Powerline Ethernet Adapter. The page is titled 'AV200 Powerline Ethernet Adapter' and includes navigation links for 'Status', 'Additional information', 'Basic settings', and 'Advanced settings'. The main content area provides detailed information about the current settings, organized into several sections:

- System Information:**
 - Uptime: 1 days, 8h 7m 26s
 - Firmware Version: spirit_dh10p_9001_v2 s2_0_21_corinex_qos_led_cvs
- MAC Status:**
 - MAC Address: 000BC2308F4C
 - MAC Type: In-Home AV
 - Node Type: AP
 - Network Identifier: (empty)
 - Encryption Key: Disabled
- Network Status:**
 - IP Configuration: Fixed
 - IP Address: 10.10.1.69
 - Subnet Mask: 255.255.0.0
 - Default Gateway IP Address: 192.168.1.105
- PHY Status:**
 - PHY Status: (empty)
 - Notches: Disabled
 - Power Control: Enabled
- Multicast Status:**
 - IGMP Aware Multicast Syndication: Disabled
 - Multicast Bindings: (empty list)
- VLAN Status:**
 - VLAN Configuration: Disabled
 - VLAN Tag: 0
 - VLAN Priority: 0
- Priority Status:**
 - Default Priority: 2
 - Criterion 1: None
 - Criterion 2: None
- Security Status:**
 - Status: Password is currently installed

Figura 4.5 Página de Información Adicional

4.2.4 CONFIGURACIÓN BÁSICA.

La mayoría de veces, la única cosa que necesita ser cambiada es el identificador de la red y la encriptación, para evitar interferir con otras redes y proteger su información. La tecnología AV200 soporta redes múltiples en un solo circuito. Las redes son distinguidas por identificadores, que se pueden fijar en esta sección. El identificador

de red es una cadena de caracteres que actúa simplemente como el nombre de la red. Esta identificación debe ser idéntica para todos los adaptadores. Los adaptadores con diversas identificaciones de red no podrán comunicarse con otras.

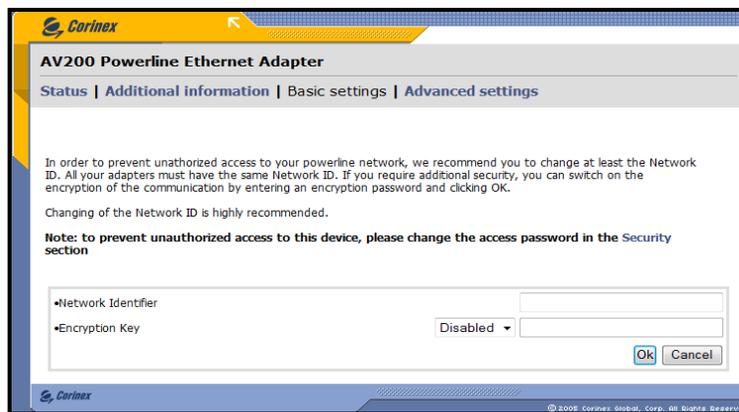


Figura 4.6 Configuración Básica

La secuencia del identificador de red puede tener hasta 20 caracteres ASCII (letras y números). Los caracteres de ASCII extendidos no se recomiendan. Si el adaptador es accedido por medio de un Router (en redes de oficinas grandes), el IP del gateway necesita ser configurado, caso contrario puede ser ignorado. Si usted desea permitir el cifrado 3DES en su red, seleccione por favor uno de los métodos de entrada e incorpore la contraseña.

Métodos de entrada:

ASCII	Si se selecciona el ASCII, la secuencia de encriptación puede tener hasta 24 caracteres no extendidos.
HEX	Por otra parte, si selecciona el modo HEXADECIMAL, la secuencia de encriptación puede tener hasta 42 dígitos hexadecimales (por ejemplo 34AE4F54B38D). Este método de HEXADECIMAL es más seguro que el ASCII.

Tabla 4.2 Métodos de Entrada de identificación

4.2.5 CONFIGURACIÓN AVANZADA.

Esta página le permite al usuario cambiar algunos parámetros del MODEM. Cualquier cambio de parámetros, será guardado en la memoria permanente, y se cargará y configurará automáticamente cada vez que inicie el sistema. La mayoría de

los cambios tienen efecto inmediato, excepto los ajustes de configuración de Red (éstos requieren que reinicie el sistema).

Además:

- Un IP diferente debe ajustarse para cada adaptador cuando varios operan en la misma red. El IP del adaptador no necesita estar en el mismo rango de las computadoras o los dispositivos con los que se está comunicando. Sólo cuando se accede a la página de configuración, la computadora debe tener el mismo rango de dirección que el adaptador (IP 10.10.X.X y Máscara 255.255.0.0 como predeterminado).
- La máscara de red del adaptador también puede ser cambiada si se necesita a una tipo C.
- Si se va a acceder al adaptador a través de un Router la entrada IP necesita ser configurada, de lo contrario puede ser ignorada.
- Los cambios de la dirección IP del adaptador serán efectivos sólo después de reiniciarlo. Se recomienda poner una etiqueta en cada adaptador con la dirección IP, así no la olvidará y no perderá la habilidad de acceder al equipo. Si cambia la dirección IP, y la olvida, no habrá manera de volverla a poner en su valor inicial, esto implicará enviar la unidad a Corinex para reprogramación.

4.2.5.1 CONFIGURACIÓN MAC.

Los siguientes ajustes dependen del tipo de red que desee ajustar. La versión actual del firmware (Spirit 1.2.1) soporta sólo redes tipo In-Home AV. Dos diferentes clases de nodos se pueden configurar, así cada nodo puede ser un EP/AP automático (Punto final o Punto de acceso, dependiendo de los otros nodos de la red) o un AP fijo (Punto de acceso fijo).

Si desea configurar su adaptador para funcionar como un EP/AP automático (Punto final o Punto de acceso) seleccione **EP** en la lista. Si desea que el adaptador se comporte como un Maestro, seleccione “**Fixed AP**” de la misma lista. En ambos casos presione **OK** para confirmar su decisión.

La opción de Fixed AP sólo está disponible cuando el adaptador está configurado con un Identificador de red que no esté vacío.



Figura 4.7 Configuración MAC.

La tecnología AV200 soporta redes múltiples en un solo circuito eléctrico, estas redes son diferenciadas a través de identificadores de red, los cuales podrá ajustar en la sección MAC (Campo Network Identifier). El identificador de red es una secuencia de caracteres que actúa como el nombre de la red, y debe tener el mismo valor en todos los adaptadores que la conforman, si el valor llegase a ser distinto, los adaptadores no se podrán comunicar.

En caso que deje el campo de Network Identifier sin llenar, se mantendrá configurada la secuencia proveniente de fábrica, y el adaptador se comunicará con otros en el mismo estado, de lo contrario se configurará una red privada. El siguiente esquema muestra un ejemplo de dos redes AV200 con diferentes identificadores de Red.

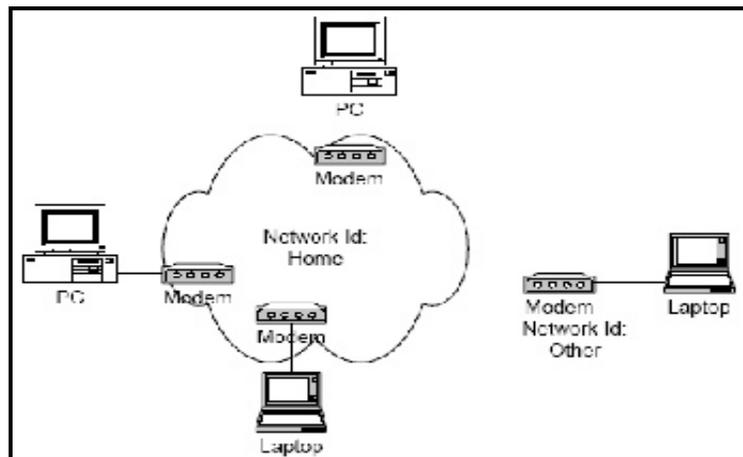


Figura 4.8 Redes AV200 con diferentes identificadores

La transmisión de datos entre los adaptadores (Modems en el gráfico) está encriptada con una Triple DES algorítmica. Esta llave de encriptación puede ser configurada con una secuencia de caracteres (Campo Encryption Key), la cual es actualmente una contraseña de frase. Las tres llaves para la encriptación Triple-DES se obtienen a través de esta contraseña de frase. Si dejan en blanco los campos, se desactivará la encriptación. Después de entrar la contraseña presione **OK**, para confirmar su clave. La encriptación será habilitada sólo si se ajusta un identificador de red.

4.2.5.2 CONFIGURACIÓN DE RED.

El MODEM en su Corinex AV200 Powerline Adapter puede ser configurado usando DHCP o un IP fijo (IP Configuration).

Los siguientes ajustes son usados para arreglar la configuración IP. Si desea usar el adaptador con otro equipo, en una In-Home AV red, será necesario definir una única y válida dirección IP en la red, también una máscara de subred y una dirección de entrada. Estas opciones serán guardadas en el adaptador y se activarán cada vez que lo reinicie.

The screenshot shows a 'Network Configuration*' dialog box. It has a 'Fixed' dropdown menu. The 'Fixed IP Configuration' section includes three input fields: 'IP Address' (10.10.1.69), 'Subnet Mask' (255.255.0.0), and 'Default Gateway IP Address' (192.168.1.105). A note at the bottom states '*All changes in Network Configuration will have effect after system boot'. There are 'Ok' and 'Cancel' buttons at the bottom right.

Figura 4.9 Configuración de Red

Después de ajustar los parámetros, presione **OK** para guardar los cambios.

4.2.5.3 CONFIGURACIÓN PHY.

De fábrica los nodos transmiten usando un modo de 2 a 32 MHz, pero si la red de acceso detecta a los nodos transmitiendo a un modo de 13.3 a 33.3 MHz, cambia de modo automáticamente y no puede ser configurado por el usuario, esto para que puedan coexistir las transmisiones. El modo funciona con o sin configurar las ranuras, éstas corresponden a la banda IARU (Unión Internacional de Radioaficionados) para cada región del mundo. Si el adaptador está funcionando en un ambiente donde puede causar interferencia a un radio receptor HAM, se le

recomienda al usuario habilitar las ranuras para poder bloquear la señal Powerline de las bandas de frecuencia del radio HAM.



Figura 4.10 Configuración PHY

4.2.5.4 CONFIGURACIÓN MULTICAST.

Para optimizar el tráfico Multicast (Corrientes de video, etc.) entre los dispositivos AV200 Powerline el usuario puede especificar cuáles dispositivos recibirán el tráfico. Todos los demás no podrán escuchar la comunicación Multicast, así mismo el ancho de banda originalmente usado por la transmisión será preservado. Aquí podemos ver la lista de Multicast bindings, donde las direcciones IP están atadas a una dirección unicast MAC. Esta lista puede ser guardada en la memoria del adaptador (**Save in NVRAM**). También puede remover los bindings revisando la opción *Remove* checkboxes (Remover) luego presione **OK**. Si desea ingresar un nuevo binding a la lista, escriba su dirección Multicast IP en formato decimal (*ddd.ddd.ddd.ddd*), y la dirección Multicast MAC, en formato hexadecimal (*XXXXXXXXXXXX*), para finalizar presione **OK**.

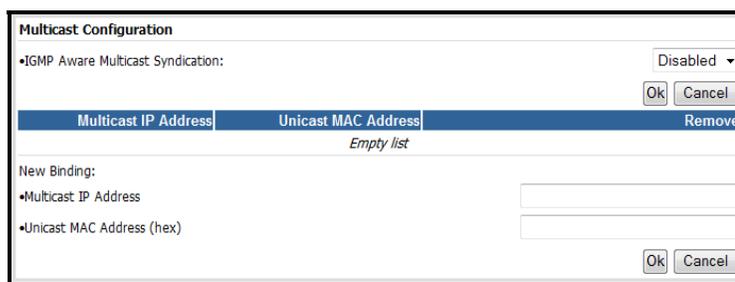


Figura 4.11 Configuración Multicast

4.2.5.5 CONFIGURACIÓN VLAN.

Cuando los adaptadores AV200 Powerline son usados por extensiones ADSL, es importante que el operador sea capaz de distinguir el tipo de tráfico que cada

adaptador está generando. Esto usualmente se realiza por medio de etiquetado VLAN. La tecnología AV200 ofrece la posibilidad de etiquetado de todo el tráfico que entra en la red Powerline a través de la interfase Ethernet de cada adaptador. Es sólo etiquetado, no hay filtro VLAN dentro de la red AV200 Powerline.

Los parámetros que se refieren a la configuración VLAN se pueden ajustar en la forma que verá a continuación. Primero el VLAN Spirit puede habilitarse o deshabilitarse, (seleccione la opción Spirit VLAN Configuration). Si habilita la etiqueta VLAN (opción Spirit VLAN Tag) ésta puede ser configurada, también puede habilitar la opción de prioridades (Spirit VLAN Priority).

The screenshot shows a dialog box titled "VLAN Configuration". It contains three rows of settings:

- VLAN Configuration:** A dropdown menu currently showing "Disabled".
- VLAN Tag (2, 3, ... 4094):** A text input field containing the number "0".
- VLAN Priority:** A dropdown menu currently showing "0".

At the bottom right of the dialog, there are two buttons: "Ok" and "Cancel".

Figura 4.12 Configuración VLAN

4.2.5.6 CONFIGURACIÓN DE PRIORIDADES.

Varias opciones están disponibles en esta sección. La primera y la más sencilla de ajustar es el valor predefinido de prioridad (Default Priority value). Ésta le ayudará a dar prioridad a la salida de sus datos. El resto de los parámetros permiten al usuario configurar ambas clases de servicios (Criterion 1 y Criterion 2). Si selecciona Ninguno (**None**), **8021p** o **TOS**, las opciones personalizadas serán ignoradas y el adaptador usará las opciones por defecto de fábrica.

The screenshot shows a dialog box titled "Priority Configuration". It contains three rows of settings, each with its own "Ok" and "Cancel" buttons:

- Default Priority:** A dropdown menu currently showing "2".
- Criterion 1:** A dropdown menu currently showing "None".
- Criterion 2:** A dropdown menu currently showing "None".

Figura 4.13 Configuración de Prioridades

En cambio si ha seleccionado personalizar las opciones (**Custom**), se mostrarán los parámetros y podrán ser configurados.

The screenshot shows a 'Priority Configuration' dialog box. At the top, 'Default Priority' is set to 2. Below, 'Criterion 1' is set to 'Custom'. The 'Custom Criterion 1 Configurations' section contains the following fields:

- Offset: 2028
- Pattern (hex): FFFFFFFF
- Bitmask (hex): FFFFFFFF
- Class Offset: 2028
- Class Bitmask (hex): FFFFFFFF
- Class Pattern 1 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 1: 2
- Class Pattern 2 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 2: 2
- Class Pattern 3 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 3: 2
- Class Pattern 4 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 4: 2
- Class Pattern 5 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 5: 2
- Class Pattern 6 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 6: 2
- Class Pattern 7 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 7: 2
- Class Pattern 8 (hex): 0000000000000000
- Class Priority 8: 2

Buttons for 'Ok' and 'Cancel' are located at the bottom right of the dialog.

Figura 4.14 Configuración de Prioridades Custom

Algunas veces cuando hay muchas corrientes de tráfico en la misma red, necesitará establecer niveles de prioridad para garantizar que aplicaciones sensibles de banda ancha como vídeo, teléfono, mantengan un buen funcionamiento cuando exista congestión en la red. El clasificador de tráfico es un inspector capaz de distinguir varios patrones dentro de una estructura Ethernet, y asignar diferentes niveles de prioridad a cada uno de ellos. Para asegurarse que la clasificación está hecha para el tipo correcto de paquete, hay un mecanismo Trigger que realiza la clasificación. El mecanismo está basado en patrones de reconocimiento de paquetes de Ethernet. El siguiente gráfico describe el mecanismo de clasificación de paquetes.

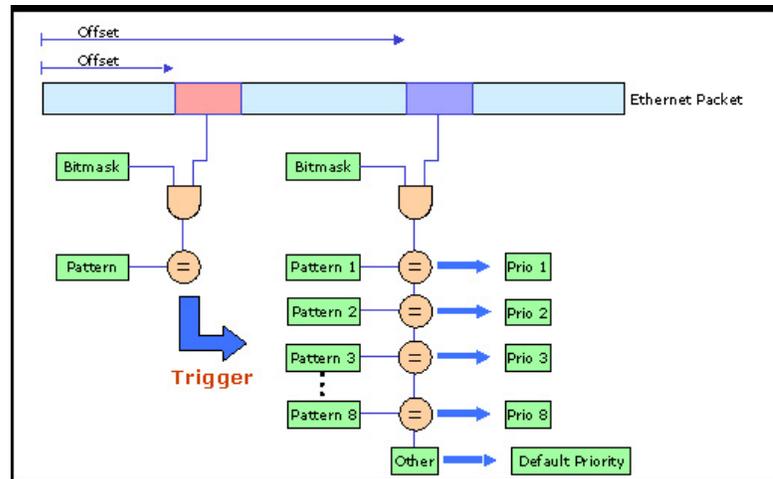


Figura 4.15 Clasificador de Tráfico

Hay un offset, un bitmask y un patrón en el condicionamiento Trigger. El Trigger puede ser usado para asegurarse que el Frame de Ethernet por ejemplo contiene un frame IP, para revisar esta condición el offset deberá ser ajustado en 16, y el bitmask a 0xFFFF. Si el valor del patrón es 0x0800 el frame de Ethernet contiene un paquete IP y la clasificación se realizará. Hay otras opciones de offset y bitmask para las reglas de clasificación. En este caso el valor resultante será comparado con varios patrones. Si el valor coincide con el del patrón dado, el paquete será clasificado con la prioridad especificada. Si el valor no coincide con ninguno de los patrones dados, mantendrá la prioridad ajustada por defecto. Existe un conjunto de criterios predefinidos para clasificar el tráfico basados en el campo **802.1p** del paquete de Ethernet o el campo **TOS** del paquete IP.

4.2.5.7 CONFIGURACIÓN DE SEGURIDAD.

La aplicación Web le permite cambiar la configuración de la contraseña sólo con escribir una nueva contraseña (escríbala dos veces para confirmarla). Si los dos campos están vacíos, la configuración de la contraseña estará deshabilitada y el siguiente mensaje aparecerá: 'No se ha instalado una contraseña'. Esto significa que la configuración Web de autenticación también ha sido deshabilitada (a su vez el nombre de usuario se inactivará). Si desea activar de nuevo la autenticación, sólo ingrese una contraseña de configuración (no debe estar vacío).

Figura 4.16 Configuración de Seguridad

4.2.5.8 ACTUALIZACIÓN FLASH.

El Firmware, el Loader, y los ajustes de fábrica son gravados en la memoria Flash. Seleccione la sección Flash, para actualizar el Firmware, el Loader, los ajustes de fábrica, y los protocolos FTP o TFTP, luego escriba la dirección IP del servidor **FTP** o **TFTP** (Campo **Server IP Address**). En caso de FTP escriba el nombre de usuario (**FTP User**) y contraseña (**FTP Password**). Finalmente escriba el nombre del archivo Firmware (**File Name**). Finalmente presione **OK**.

Figura 4.17 Actualización Flash

4.2.5.9 REINICIO DEL HARDWARE.

Presionando este botón reiniciará su adaptador, la configuración se mantendrá, y los ajustes hechos en la configuración de red se aplicarán. Por lo tanto, si ha cambiado la dirección IP, el adaptador se reiniciará con la nueva dirección.

Figura 4.18 Reinicio del Hardware

Si desea configurar el adaptador al punto de inicio de fábrica, escriba la contraseña “**betera**” en su respectivo campo y presione **OK**, el adaptador se reiniciará con la siguiente configuración.

- Dirección IP = 10.10.1.69.
- Contraseña de interfase de configuración = paterna.
- Contraseña de reinicio a punto de fábrica = betera.
- El dispositivo será un EP/AP automático.
- El identificador de red estará vacío.
- No habrá encriptación y ajustes VLAN.



Figura 4.19 Reinicio a valores de Fábrica

4.2.6 ACTUALIZACIÓN DEL FIRMWARE USANDO EL SERVIDOR TFTP.

Para actualizar el firmware del Modem usando un servidor TFTP, el servidor TFTP debe estar funcionando en su computadora. Le recomendamos una herramienta freeware llamada **TFTPD32**. Esta herramienta la puede descargar en la siguiente dirección: <http://tftpd32.jounin.net/>. El archivo firmware es proporcionado por Corinex.

A continuación siga los pasos para actualizar el firmware de su MODEM:

1. Ejecute **TFTPD32**. Esta aplicación tiene el GUI mostrado en la siguiente ventana.



Figura 4.20 Actualización del Firmware

2. Ponga el archivo firmware en el directorio actual o especifique la ruta donde se encuentra el archivo.
3. Abra el explorador Web y escriba el IP del modem que será actualizado.
4. Cuando la página aparezca, presione cambio de configuración.

5. En la ventana de actualización del **Firmware Update**, seleccione TFTP y entre el IP del servidor TFTP y el nombre del archivo firmware, como lo muestra el siguiente gráfico.

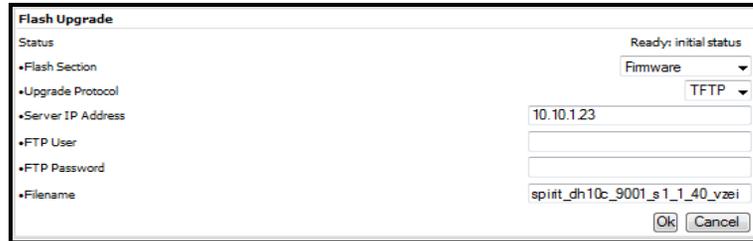


Figura 4.21 Actualización Flash con el protocolo FTP

6. Presione **OK** para iniciar el proceso. El progreso de actualización de la información es mostrado en la página Web cada 30 segundos.
7. El MODEM primero descargará el archivo y luego calculará el CRC.
8. Si el CRC es correcto, el botón de reinicio de hardware será resaltado. El MODEM debe ser reiniciado para que el nuevo firmware empiece a funcionar.

4.3 COSTOS DE IMPLEMENTACIÓN DE LA RED PLC Y COMPARACIÓN CON OTRAS TECNOLOGÍAS PARA COMERCIAL MACONSA.

Por las exigencias actuales de velocidad de transmisión, la necesidad de estar conectado permanentemente, los grandes flujos y tamaños de datos, hacen que las personas busquen las alternativas más idóneas para ellas y traten de solucionar proyecciones futuras como TV digital, Domótica, etc. Por lo anotado se hizo un estudio de las necesidades de la empresa y se llegó a determinar que el Corinex AV200 es el más recomendable por su relación costo/beneficio, en comparación con otras tecnologías.

En lo que tiene que ver con la consecución de los equipos, fueron adquiridos en la tienda electrónica “EBAY” de los Estados Unidos de Norte América al precio de 87,00 USD cada uno, dando un total de 348,00 USD, a más del flete de envío estimado en 52,00 USD, sumando 400,00 USD. A este valor habría que agregar los costos de instalación y configuración de los equipos, estimados en 80,00 USD. A continuación se presentan cuadros comparativos con otras tecnologías:



CLIENTE: Comercial Maconsa

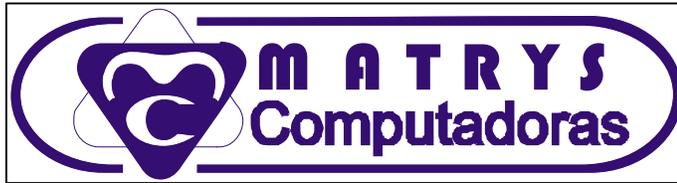
Teléfono: 2255038

Fecha: Sábado 2 de Mayo del 2009

ME PERMITO PRESENTAR ESTA COTIZACIÓN SOLICITADA POR UD.

CANTIDAD	PRODUCTO	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
4	Corinex AV200 Powerline Adapter	100	400
		SUBTOTAL 1	400
	INSTALACIÓN		
4	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE LOS EQUIPOS	20	80
		SUBTOTAL 2	80
		TOTAL	480,00

JUAN CARLOS LÓPEZ
084362678 / 2255037



computadoras
de otro nivel...

Gran Colombia 10-36 y Luis Codero Telf: 2 255 220 Cel: 084 679 937 -GUALACEO-

COTIZACIÓN

2 de Mayo del 2009

ORDEN

2208

EMPRESA

COMERCIAL MACONSA

DIRECCIÓN

Sr. Adolfo Maurat.
Manuel Guillén y Manuel
Moreno

TELÉFONO

2255 038

ITEM / ESTADO

INSTALACIÓN, MONTAJE DE RED 8 PC



TIPO		CABLEADO ESTRUCTURADO	
CANT	ITEM	DESCRIPCIÓN	VALOR
200	UTP	CATEGORÍA 6	120,00
120	MTS	CANALETA CONDUIT	90,00
1	BÓVEDA CONDUIT		80,00
1	SWITCH	SWITCH 8PTOS RACK D-LINK	100,00
8	PUNTO DE RED	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN	120,00
20	CONECTORES	RJ45 CAT 6	16,00
20	JACK	JACK EMPOTRABLE	100,00
8	CAJETÍN	CAJETÍN EMPOTRABLE	6,40
1	MONTAJE	MONTAJE	40,00
		SUBTOTAL	672,40
		IVA	80,69
		TOTAL	753,09



FORMA DE PAGO

CONTADO

ENTREGA

3 DIAS LABOREBLES

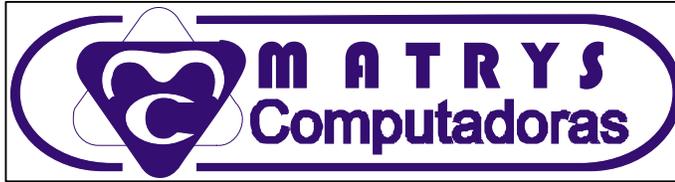
GARANTÍA

DE FABRICANTE DE MATERIALES

ATENTAMENTE.

Tec. Galo Vintimilla L.
MATRYS Computadoras.

CLIENTE



*computadoras
de otro nivel...*

Gran Colombia 10-36 y Luis Codero Telf: 2 255 220 Cel: 084 679 937 -GUALACEO-

COTIZACIÓN

2 de Mayo del 2009

ORDEN 2209

EMPRESA

COMERCIAL MACONSA

Sr. Adolfo Maurat.

DIRECCIÓN

Manuel Guillén y Manuel Moreno

TELÉFONO

2255 038

ITEM / ESTADO

INSTALACIÓN, MONTAJE DE RED 8 PC



LITEON!

TIPO		WIRELESS	
CANT	ITEM	DESCRIPCION	VALOR
4	WI-FI	TARJETA DE WI-FI INTERNA	200,00
2	ACCESS POINT	WIRELLES ROUTER	90,00
4	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DE PUNTO DE RED		80,00
2	INSTALACIÓN Y CONFIGURACIÓN DEL ROUTER		60,00
60	MTS UTP	CABLE UTP CAT 6	36,00
2	CONECTORES	RJ45 CAT 6	1,60
		SUBTOTAL	467,60
		IVA	56,11
		TOTAL	523,71

intel.
NOC SAMSUNG
#memorex

FORMA DE PAGO

CONTADO

ENTREGA

3 DIAS LABOREBLES
DE FABRICANTE DE

GARANTÍA

MATERIALES

ATENTAMENTE.

Tec. Galo Vintimilla L.
MATRYS Computadoras.

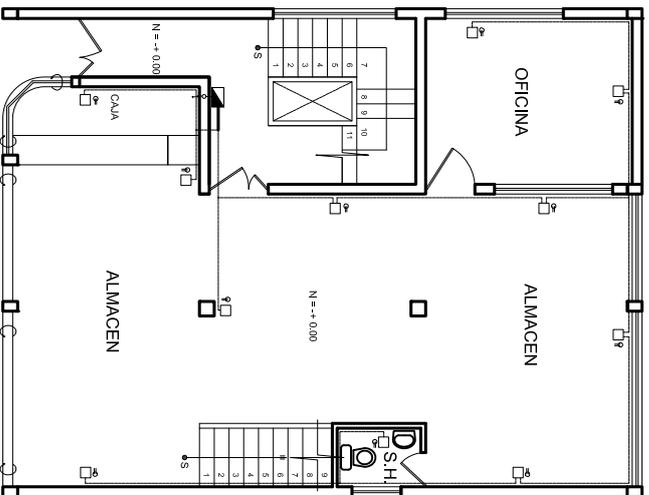
CLIENTE

cada día encontamos una nueva forma de servirle mejor....

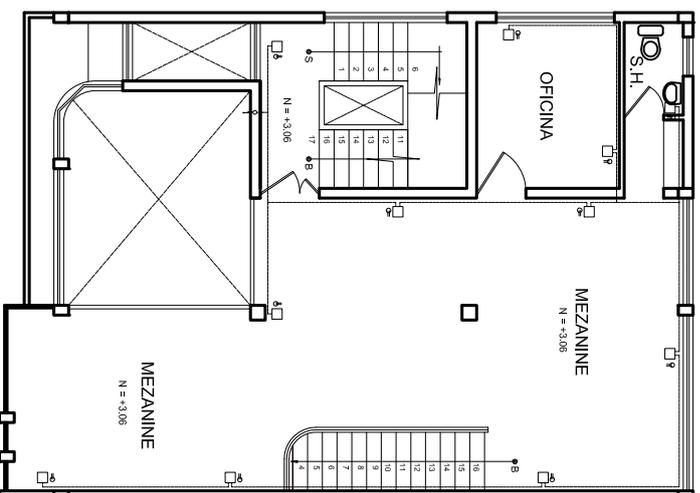
4.4 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA RED PLC PARA COMERCIAL MACONSA.

Comercial Maconsa, es una empresa de venta de materiales de construcción, ubicada en la ciudad de Gualaceo, en la calle Manuel Guillén, entre Manuel Moreno y Vázquez Correa. Esta casa comercial inició su actividad hace veinte y cinco años, en aquel tiempo no sintió la necesidad de contar con un sistema computarizado y menos aún con una red dedicada al transporte de datos. Posteriormente, cuando se implementaron las computadoras y los programas de contabilidad e inventarios, sintió la necesidad de formar una red a medida que la empresa crecía, encontrando inconveniente en la implementación de la misma ya que su infraestructura no estuvo preparada para este fin, por lo que se decidió hacer adecuaciones como colocar canaletas sobrepuestas, que de alguna manera protejan a los cables, ya que muchos están ubicados en el piso por conveniencia o apuro de la persona que efectuó dicha instalación. Resulta que, a medida que Maconsa ha crecido, cuenta actualmente con tres departamentos dentro de sus instalaciones (Exhibición, Ventas y Bodegas) y la red actual representa cada día una expectativa mayor, por lo que las exigencias de eficiencia y efectividad conllevaron paulatinamente a la búsqueda de la modernización para cumplir con sus metas y es por eso que esta empresa requiere una solución que no afecte la infraestructura existente, que además brinde la flexibilidad necesaria para que sus departamentos encuentren la funcionalidad y coordinación debidas para ofrecer a sus clientes un mejor servicio que satisfaga las expectativas y exigencias; por estas razones se decidió implementar este proyecto.

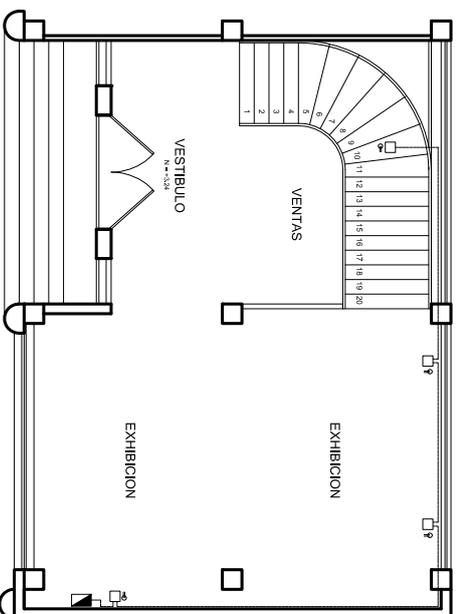
De acuerdo con el diseño e implementación de la red PLC en la empresa, se realizó un levantamiento planimétrico de sus instalaciones, tratando de ubicar de la forma más idónea cada uno de los equipos, respetando la distribución actual de cada uno de sus departamentos. Continuando con el diseño e implementación, se presentan los planos eléctricos de Maconsa y los posibles puntos de ubicación de los equipos PLC.



PLANTA BAJA
ESCALA 1:50



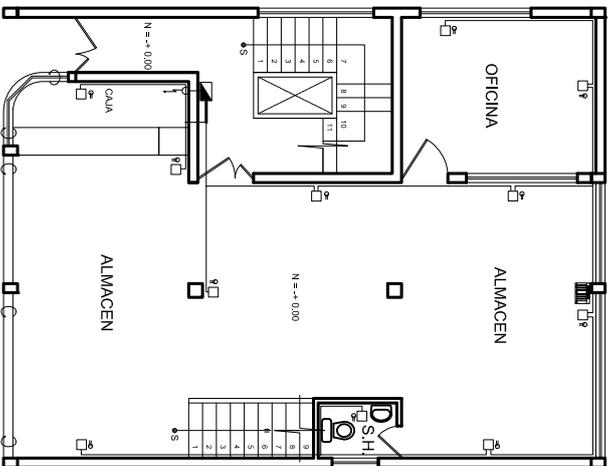
PLANTA DE MEZANINE
ESCALA 1:50



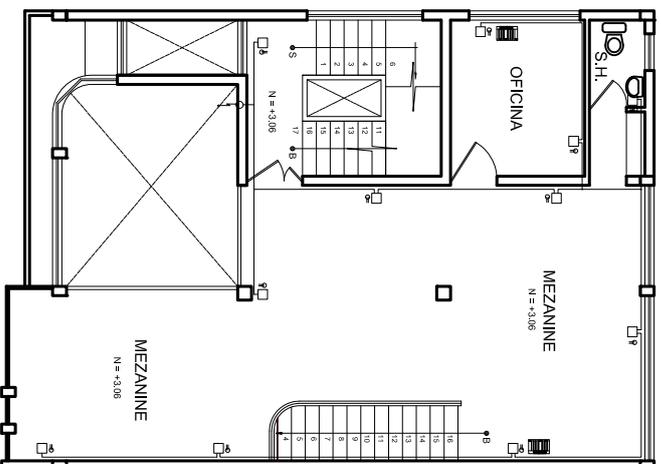
PLANTA BAJA
ESCALA 1:50

SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFASICO
	CAJA DE DERIVACION
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES
	SUBIDA DE TUBERIA
	EMPALME
	TABLERO DE DISTRIBUCION

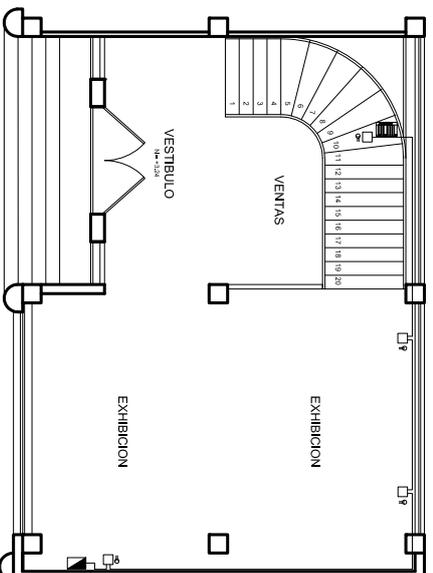
UNIVERSIDAD DEL AZUAY			
ESCALA: INDICADAS	PLANOS COMERCIAL MACONSA		
REVISIONES:	<table border="1"> <tr> <td>FAULTAD: CIENCIA Y TECNOLOGIA</td> </tr> <tr> <td>ESCUELA: INGENIERIA ELECTRONICA</td> </tr> </table>	FAULTAD: CIENCIA Y TECNOLOGIA	ESCUELA: INGENIERIA ELECTRONICA
FAULTAD: CIENCIA Y TECNOLOGIA			
ESCUELA: INGENIERIA ELECTRONICA			
DIEGO ROMAN, JUAN CARLOS LOPEZ.			
CONTIENE: PLANOS SIMBOLOGIA	FECHA: DICIEMBRE-2008		
Hoja: 1/2			



PLANTA BAJA
ESCALA 1:50



PLANTA DE MEZANINE
ESCALA 1:50



PLANTA BAJA
ESCALA 1:90

SIMBOLOGIA ELECTRICA	
	TOMACORRIENTE DOBLE MONOFASICO
	CAJA DE DERIVACION
	CIRCUITO DE TOMACORRIENTES
	SUBIDA DE TUBERIA
	EMPALME
	TABLERO DE DISTRIBUCION
	SWITCH PLC

UNIVERSIDAD DEL AZUAY	
ESCALA:	INDICADAS
REVISIONES:	PLANOS COMERCIAL MACONSA FACULTAD CIENCIA Y TECNOLOGIA ESCUELA INGENIERIA ELECTRONICA
CONTIENE:	PLANOS SIMBOLOGIA
HOJA:	2/2
COMITENTE:	DIEGO ROMAN, JUAN CARLOS LOPEZ.
FECHA:	DICIEMBRE - 2008

Como se propuso en la defensa del tema, se implementarían 4 módems PLC en las instalaciones de Comercial Maconsa:

1. Para inyectar internet en la Empresa.
2. En el departamento de Exhibición.
3. En el departamento de Ventas.
4. En el departamento de Bodegas.



Figura 4.22 PLC para inyección de Internet en la Red Eléctrica

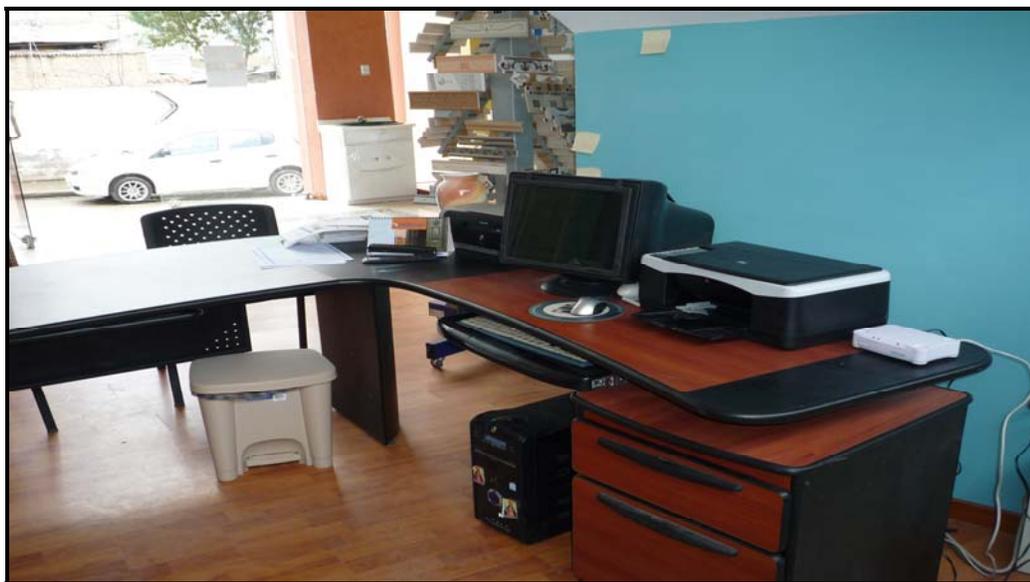


Figura 4.23 PLC en el departamento de Exhibición



Figura 4.24 PLC en el departamento de Ventas



Figura 4.25 PLC en el departamento de Bodegas

4.5 PRUEBAS DE VELOCIDAD Y RUIDO.

4.5.1 PRUEBAS DE VELOCIDAD.

Por ser uno de los objetivos de este proyecto, las pruebas debían ser realizadas en entidades gubernamentales propicias. Más, la falta de equipamiento de la Superintendencia de Telecomunicaciones, entidad encargada de controlar el espectro radioeléctrico, no permitió certificar los resultados anhelados. Por varios motivos, recomendaciones, limitaciones, etc., las pruebas de velocidad del sistema PLC, objeto de este acápite, se realizó mediante un Software de Protocolo de Transferencia de Archivos (FTP), con el cual se quiere confirmar el tamaño del archivo, el tiempo y la velocidad o tasa de la transferencia.

Para el servidor se escogió el Titan FTP Server Administrator y como cliente el FileZilla 3.2.1; se hizo esta mezcla debido a que ésta producía un resumen completo de la información, es decir: tamaño, tiempo y velocidad. Para que las pruebas sean más precisas se adquirieron conductores sólidos de calibre # 12, en los cuales se dispusieron tomacorrientes en las siguientes distancias: 5, 10, 20, 40, 80, 160, 240 metros para llegar a obtener resultados de velocidad y tiempo en cada una de las distancias citadas, además relaciones de Distancia vs. Velocidad o Distancia vs. Tiempo. Luego de realizar las pruebas se obtuvieron los siguientes resultados:

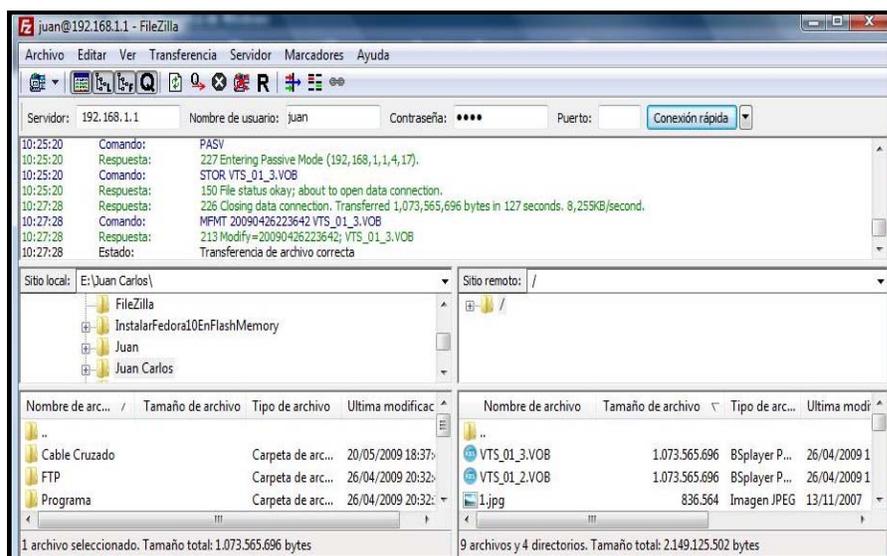


Figura 4.22 PLCs a 0 metros

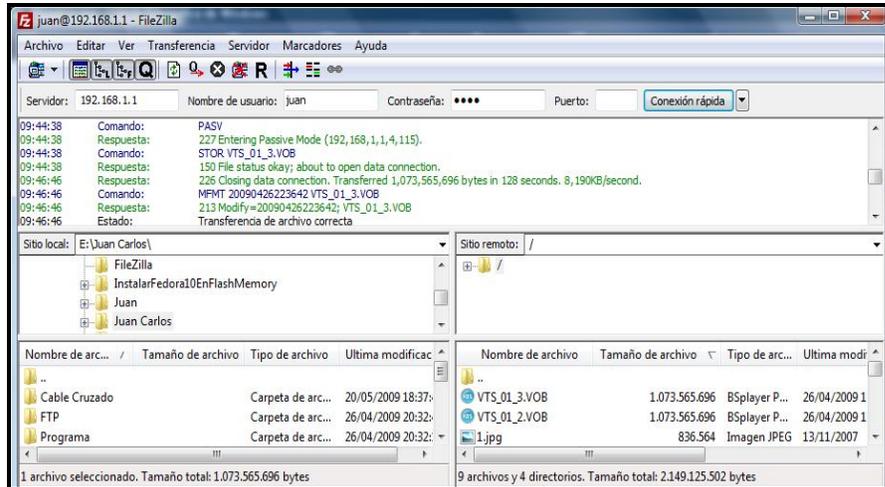


Figura 4.23 PLCs a 5 metros

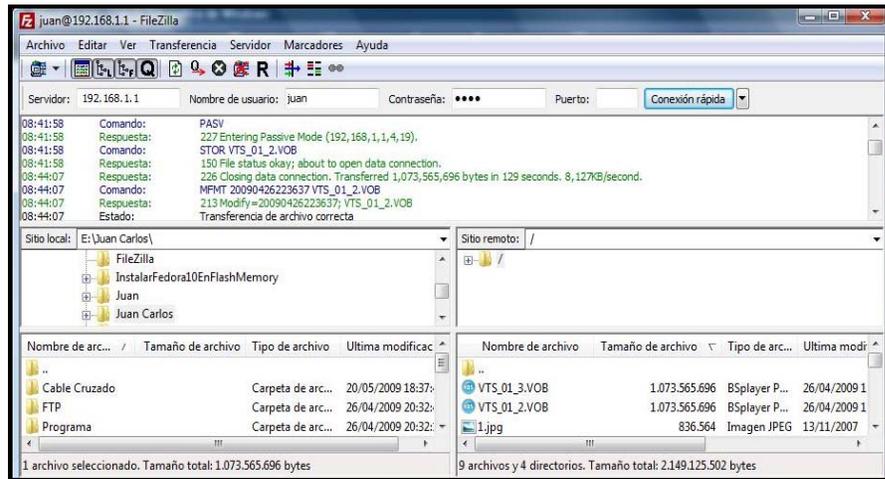


Figura 4.24 PLCs a 10 metros

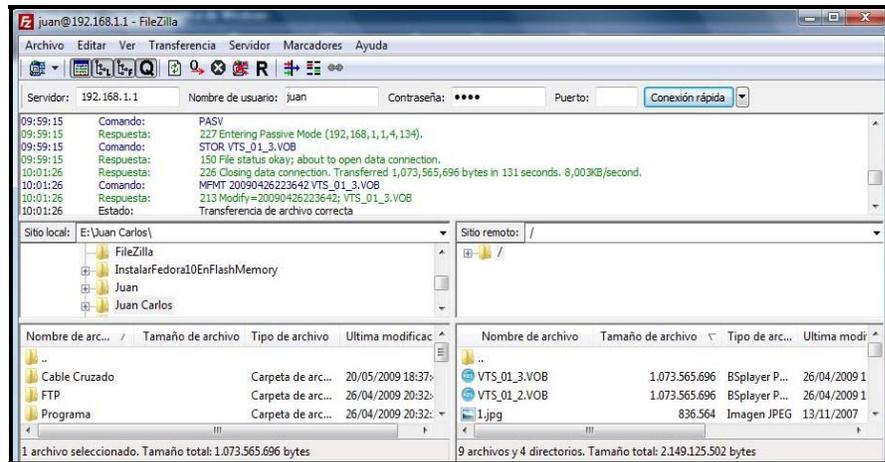


Figura 4.25 PLCs a 20 metros

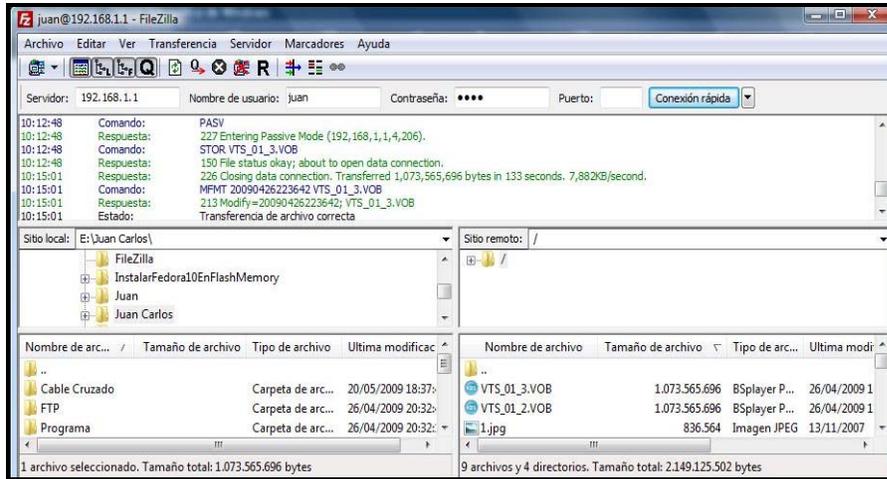


Figura 4.26 PLCs a 40 metros

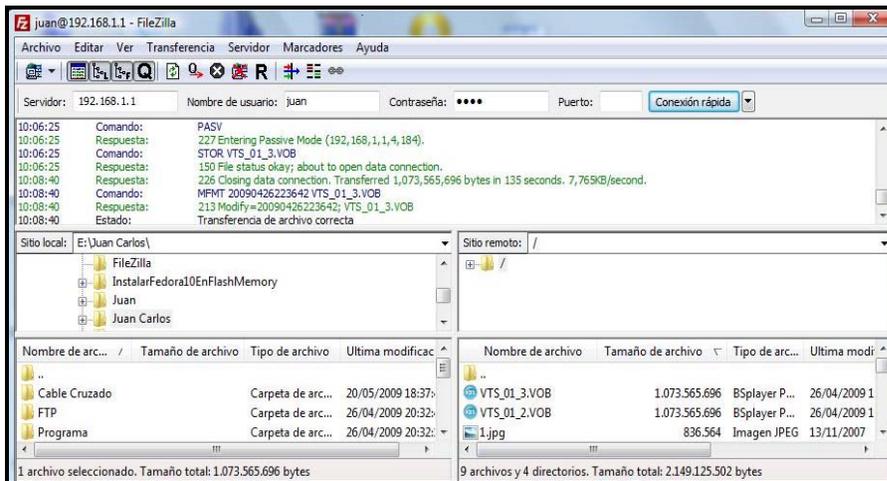


Figura 4.27 PLCs a 80 metros

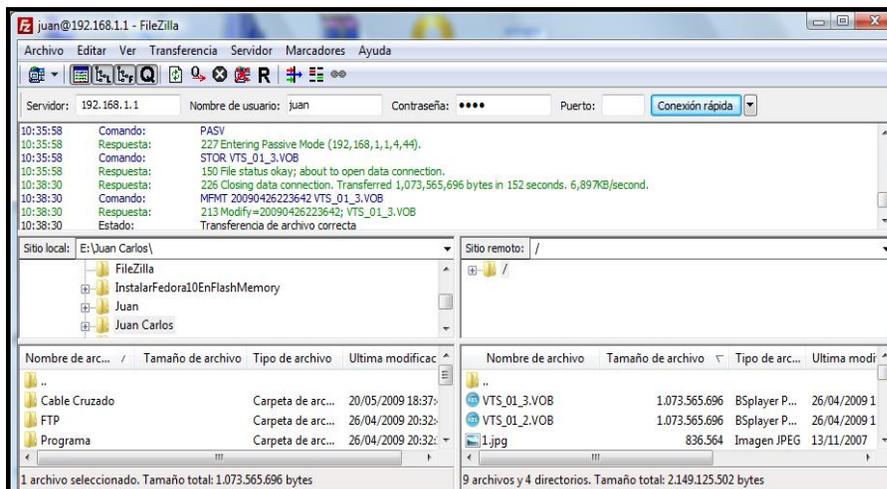


Figura 4.28 PLCs a 160 metros

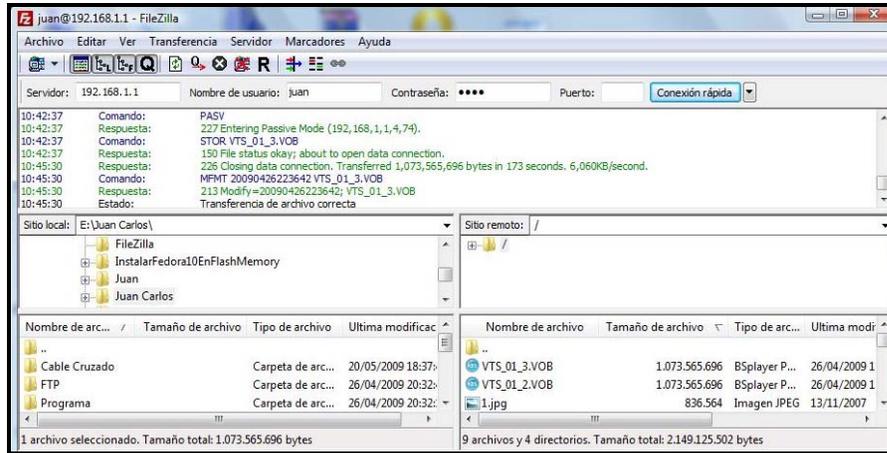


Figura 4.29 PLCs a 240 metros

Lo anterior se resume en la siguiente tabla:

Tamaño del Archivo (bytes)	Distancia de PLC a PLC (metros)	Velocidad de Transmisión (KBps)	Tiempo de Descarga (segundos)
1073565696	0	8255	127
	5	8190	128
	10	8127	129
	20	8003	131
	40	7882	133
	80	7765	135
	160	6897	152
	240	6060	173

Tabla 4.3 Resumen de pruebas de velocidad en el sistema PLC

En lo que respecta a relaciones compuestas, se obtienen las siguientes gráficas:

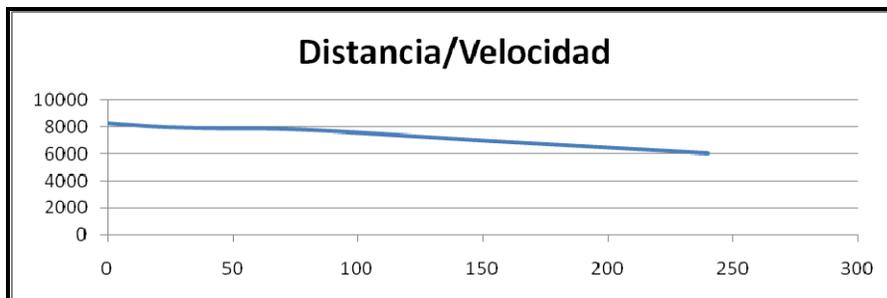


Figura 4.30 Relación entre Distancia y Velocidad

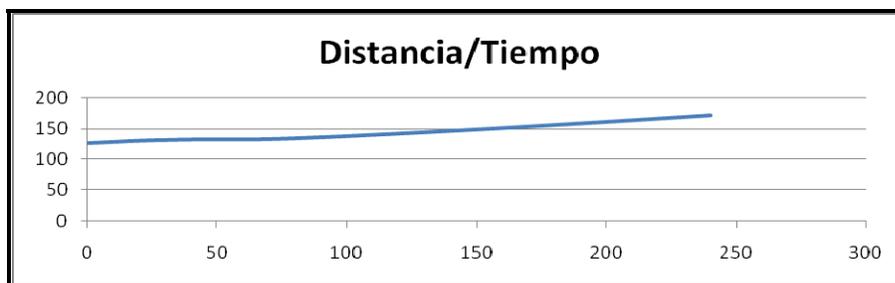


Figura 4.31 Relación entre Distancia y Tiempo

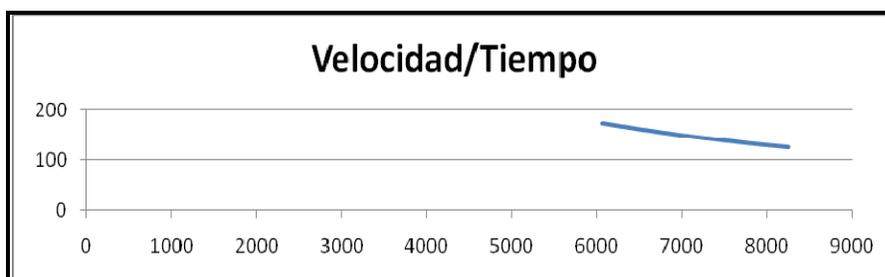


Figura 4.32 Relación entre Velocidad y Tiempo

Además de estas pruebas de velocidad se realizaron otras con cable UTP como medio de transmisión, usado específicamente para redes LAN, después de ellas se comprobó que si bien la velocidad de transmisión es un tanto mayor, este medio tiene el limitante que pasado los 100 metros el fabricante no recomienda su uso, comprobado mediante las pruebas realizadas.

4.5.2 PRUEBAS DE RUIDO.

Primeramente, se recordará la definición que la FCC da a sistemas de acceso, con el fin de diferenciar y ubicar nuestro tema dentro de las telecomunicaciones:

Acceso de Banda Ancha sobre la línea de energía (Acceso BPL). Un sistema de corriente portadora instalado y operado por una compañía de servicio eléctrico como radiador no intencional que envía energía de radiofrecuencia en frecuencias entre 1.705 y 80 MHz sobre líneas de media o baja tensión para proporcionar comunicaciones de banda ancha y está situada junto a los puntos de interconexión de la compañía de servicios con sus clientes^{1º}.

^{1º} BroadBand Over PowerLines requirements. <http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DA-04-425A1.pdf>. [Consulta: 17 de diciembre del 2008].

Banda Ancha sobre la línea de energía In-House (BPL interno). Un sistema de corriente portadora, operando como radiador no intencional, que envía energía de radiofrecuencia por conducción sobre líneas de la energía eléctrica que no son poseídas, operadas o controladas por un abastecedor de servicio eléctrico. Las líneas de energía eléctrica pueden ser aéreas, subterráneas, o dentro de paredes, pisos o techos del usuario local. Los dispositivos BPL internos pueden establecer redes cerradas de usuarios locales o proporcionar conexiones a las redes de acceso BPL, o ambas ¹¹.

De acuerdo con estas definiciones, para nuestro tema: “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UNA RED PLC PARA EL TRANSPORTE DE VOZ, DATOS Y VIDEO PARA COMERCIAL MACONSA” no es necesario una certificación, debido a que las pruebas de emisión e interferencia en sistemas INDOOR están por demás, ya que los niveles obtenidos por grandes entidades a nivel internacional no eran de cuidado frente a los sistemas de acceso; sin embargo, explicaremos teóricamente (debido a razones fuera de nuestro alcance como el daño del Analizador de Espectros de la Superintendencia de Telecomunicaciones) el desarrollo de las pruebas OUTDOOR, basándonos en la Comisión Federal de Comunicaciones (EEUU), así como en la SUPERTEL (Ecuador), para obtener normas y especificaciones usadas a nivel mundial.

Por otra parte existen bandas de frecuencias dentro de las cuales se prohíbe la operación de sistemas de acceso BPL, ya que pudieran interferir con sistemas de radio licenciados. Estas frecuencias se muestran a continuación:

FREQUENCY BAND
2,850 – 3,025 kHz
3,400 – 3,500 kHz
4,650 – 4,700 kHz
5,450 – 5,680 kHz
6,525 – 6,685 kHz
8,815 – 8,965 kHz
10,005 – 10,100 kHz
11,275 – 11,400 kHz
13,260 – 13,360 kHz
17,900 – 17,970 kHz
21,924 – 22,000 kHz
74.8 – 75.2 MHz

Tabla 4.4 Bandas de Frecuencias Excluidas

¹¹ BroadBand Over PowerLines requirements. <http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DA-04-425A1.pdf>. [Consulta: 17 de diciembre del 2008].

Se adoptó el protocolo de la FCC, debido a que está basado en estudios de entidades calificadas tales como la NTIA (National Telecommunications and Information Administration), CENELEC (European Committee for Electrotechnical Standardization), ETSI (European Telecommunications Standard Institute), en el que se analizó cada uno de sus posturas sobre la tecnología BPL y se rescató lo mejor de cada una.

Lo que se busca con este tipo de procedimiento de medición, es que en la puesta en operación de los equipos BPL, éstos no interfieran con el funcionamiento de equipos ya existentes.

Los niveles de protección considerados por la FCC son:

Usage	Frequency (MHz)	Field Strength ($\mu\text{V}/\text{meter}$)	Measurement Distance (meters)	Measurement Bandwidth (kHz)	Detector	Source
Carrier Current Systems	1.705-30.0	30	30	9	quasi-peak	15.209
Class A, in commercial, business, and industrial areas	30-88	90	10	120	quasi-peak	15.109
Class B, marketed for use in residential areas	30-88	100	3	120	quasi-peak	15.109

Tabla 4.5 Limite de emisión de radiaciones

Las zonas en las cuales se debe realizar las mediciones son:

- El aeropuerto
- Zonas de seguridad pública como la Fuerzas Armadas

La inspección que se realizará será IN-SITU con dos modalidades:

1. Sin instalar el sistema BPL.
2. Instalado el sistema BPL.

Las mediciones se realizarán mediante una antena *LOOP* ya sea activa o pasiva, para frecuencias por debajo de los 30MHz que son las del segmento de la red de media

tensión. Se colocará la antena a 1 metro de altura orientado verticalmente al tendido eléctrico en medición, el máximo de emisiones se conseguirá haciendo rotar la antena 180 grados. Para la distancia horizontal de medición, la FCC recomienda que sea de 10 metros de la cabecera, todo esto antes de la puesta en operación.

Una vez puesto en operación el sistema, la FCC recomienda que se realicen mediciones a diferentes distancias: 0, 5, 10, 15 y 20 metros bajo las líneas. Esto siempre y cuando las frecuencias del sistema estén comprendidas entre 3 y 27 MHz.

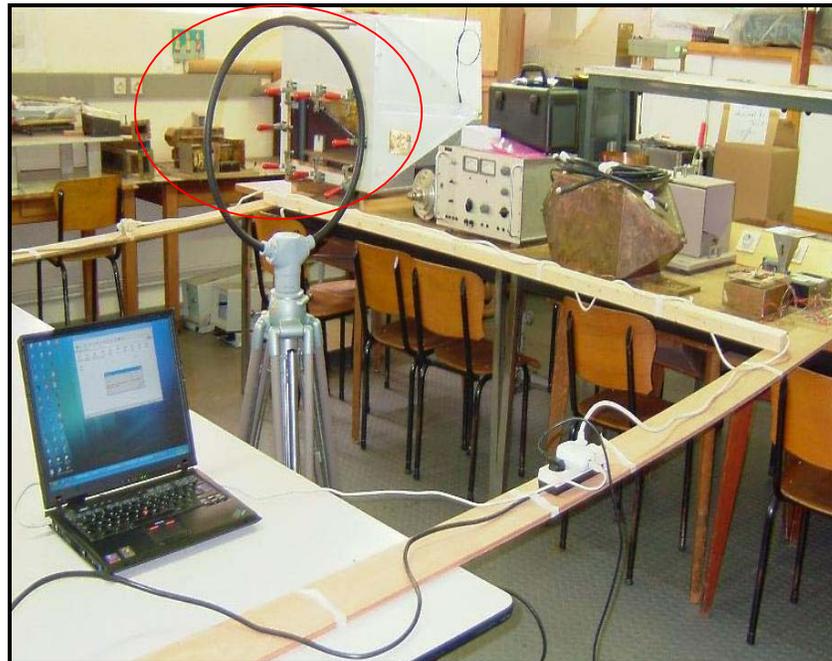


Figura 4.33 Antena tipo LOOP

Equipos

Para las mediciones necesitaremos de dos equipos, una antena tipo LOOP anteriormente mencionada y un analizador de Espectros, no se descarta la posibilidad de ocupar otros equipos.

Procedimiento del manejo de equipo:

Contar con una antena con calibración vigente.

Crear un perfil de antena con los valores conocidos de AF (Factor de antena) o G (dBi) (Ganancia), en el editor del equipo Anritsu SPECTRUM MASTER.

En el analizador de espectros:

1. Seleccionar medición de campo eléctrico con el perfil de antena creado.
2. Configurar la detección de valores en quasi-peak FCC-15.209
3. Seleccionar el rango de medición indicado para media tensión (1.7-30)Mhz

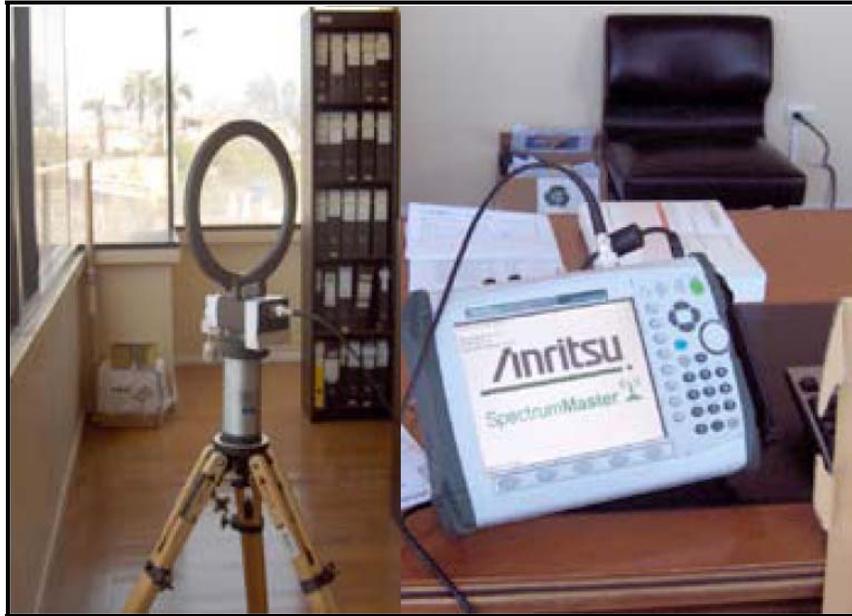


Figura 4.34 Equipo a utilizar

CONCLUSIONES

La tecnología PLC es una realidad, como así lo demuestran las numerosas pruebas y ofertas comerciales presentes en el mercado europeo, pues su despliegue sobre la red de baja tensión es sencillo, rápido y económico, en comparación a otras tecnologías de acceso, ya que aprovecha los cables existentes así como la alta capilaridad de la red de energía eléctrica (con cobertura de la población superior al 90%). A través de técnicas analógicas y digitales de modulación y codificación, es posible el envío de diversas señales que pueden ser utilizadas en aplicaciones en el área de telefonía, video, transmisión de datos e Internet de banda ancha, telemedicina, control, supervisión y monitoreo de diferentes dispositivos a nivel industrial y residencial. El envío de estas señales a través de la red eléctrica requiere la selección de diferentes bandas de frecuencias y niveles de tensión apropiados con el objeto de no generar interferencia con otros sistemas de comunicación y dispositivos electrónicos conectados a ésta.

El despliegue de los dispositivos para la transmisión de datos por la red eléctrica, sin necesidad de realizar cambios en el cableado convencional, convierte al PLC en una alternativa muy competitiva en costos y prestaciones; así mismo, dentro de los factores que propiciarían el desarrollo definitivo de la tecnología PLC se encuentra la mencionada expansión de Internet, la proliferación de nuevos servicios sobre IP (Voz sobre IP), Video bajo Demanda (VoD), difusión de señal de televisión sobre IP (TV Digital), el diseño y desarrollo de nuevos equipos Biomédicos adaptados a protocolos de Electrocardiografía, Electroencefalografía, Telediagnóstico, Formatos de Historia Clínica Electrónica y Digital, Telemedicación, entre otras. Por lo tanto, se considera que Powerline Communication brinda una valiosa e importante alternativa, entre otras, en el campo de la salud, específicamente en el área de telemedicina, permitiendo la transmisión en tiempo real y en diferido de imágenes diagnósticas, análisis de situaciones médicas, monitoreo y control de signos vitales a distancia. La tecnología PLC ha logrado un proceso de evolución en los últimos años que ha propiciado su madurez, y se encuentra lista para ser utilizada y proporcionar un servicio amplio de forma eficiente; con esta red se supondría una inversión significativa pero costo/efectiva frente a otras tecnologías, planteando una amplia

expectativa y formas de usos, principalmente en Telemedicina, basada en protocolos PLC en los países en vías de desarrollo por sus características tecnológicas y capacidad económica limitada.

Para cualquier aplicación de comunicaciones orientada a reutilizar la red de distribución eléctrica es de vital importancia conocer la calidad, antigüedad y estado de mantenimiento de dicha red, ya que estas características afectan directamente el rendimiento del sistema de transmisión, incrementando la atenuación, el ruido y la distorsión de la señal modulada digitalmente; las redes de distribución eléctricas no se diseñaron para prestar servicios de telecomunicaciones, en estas redes las señales se comportan muy diferente a las que se producen sobre otros medios dedicados como UTP, STP, fibra óptica, etc. Una red Ethernet, por ejemplo, es un medio limpio y de características consistentes; por otro lado las líneas eléctricas son un medio que presenta dificultades para la transmisión de datos debido al comportamiento impredecible de la carga, el ruido y la interferencia. Para que la tecnología PLC funcione bien, la red eléctrica debe estar en buenas condiciones, de lo contrario es muy susceptible a fallas; por consiguiente, se necesita de un sistema de protección que vele por la seguridad de los módulos y de los terminales. Las fallas más comunes en la red de baja tensión son los cortocircuitos que afectan los aislamientos por el incremento de la temperatura; así mismo, son nocivos los sobrevoltajes y el desacoplamiento de las tierras. Por último la presencia de ciertos elementos como los transformadores autoprotegidos y los medidores electrónicos, entorpecen el paso de la señal, perjudicando notablemente el rendimiento de los equipos.

La tecnología PLC ofrece grandes anchos de banda, como ya se muestran en su tercera generación; también se ven reducciones en el tamaño y precios de sus equipos. Los dispositivos PLC de venta en el mercado son compatibles con la norma *Homeplug* 1.0 y con *Homeplug* AV, ambas se diferencian en sus velocidades de 85 Mbps y 200 Mbps respectivamente, además del ámbito de sus aplicaciones; *Homeplug* 1.0 se orienta a aplicaciones de redes LAN mientras que *Homeplug* AV es para aplicaciones de audio y video AV. En la elección de productos para la realización del diseño se conocieron dispositivos PLC que brindan distintas opciones, no sólo la conexión a nivel LAN sino también conexión a nivel inalámbrico, el

manejo de aplicaciones como voz sobre IP, audio y video, todas éstas utilizando las instalaciones eléctricas.

Como se ha podido observar en este capítulo, requiere más tiempo realizar el diseño de una red LAN con el sistema de cableado estructurado que realizar una infraestructura LAN con tecnología PLC. A continuación mostramos pequeñas comparaciones entre los dos métodos citados:

- El diseño de una red LAN con sistemas de cableado estructurado, implica la utilización de muchos elementos, al contrario que el diseño de una red con tecnología PLC que utiliza la red eléctrica para la comunicación, esto es, un ahorro en el medio de transmisión porque ya se encuentra instalado.
- Considerando que la red pasiva es aquella que conecta el cuarto de telecomunicaciones hacia los distintos puntos de red, se puede decir que en el diseño de una red LAN con tecnología PLC no se tiene este inconveniente, ya que lo que tomaría el nombre de red “pasiva” es la red eléctrica, que cualquier tipo de construcción (vivienda) ya la tiene incluida. Los costos solamente implicarían los elementos pertenecientes a la red activa.
- Las redes realizadas bajo un sistema de cableado estructurado requieren de la normalización en su instalación y certificación de los puntos de red; en cuanto a una red diseñada con tecnología PLC, no requiere todavía de una certificación en los puntos de red debido a que aún no se tiene una normalización para PLC *Indoor* aprobada a nivel mundial.
- Actualmente la tecnología PLC es mayormente utilizada en aplicaciones de audio y video por las velocidades a las que permite llegar, 200 Mbps. Las aplicaciones en comunicación de datos todavía no se encuentran explotadas de la misma manera.
- Una ventaja muy grande del sistema de cableado estructurado es la disponibilidad en el mercado de sus elementos, mientras que para la realización de una red con tecnología PLC se necesitaría importar productos o aguardar por las ofertas que se espera lleguen a nuestro mercado.
- *Powerline Communications* es una tecnología relativamente nueva, que comenzó como un mecanismo para la realización de mediciones remotas, pero tan útil que con el tiempo se ha convertido en una excelente alternativa cuando se trata de

aplicaciones de audio y video por la velocidad que ofrece para estas aplicaciones; y con este proyecto de titulación se pretende proyectar a esta tecnología en el campo de las redes de datos, donde todavía no ha sido muy explotada.

RECOMENDACIONES

Al ser PLC una tecnología en pleno desarrollo y económicamente barata, el Estado, debería preocuparse por darle la importancia necesaria a esta tecnología y desarrollarla, ya que de esta manera, clientes de cualquier status social estarían más cerca de la información (internet, redes LAN, televisión digital, voz, video, etc.). PLC aún no ha alcanzado su completo desarrollo en países latinoamericanos, el presente proyecto está encaminado a dar la pauta inicial, para que empresas de energía eléctrica comiencen a explotar el tendido eléctrico como una red de datos alterna para las telecomunicaciones, acabando de esta manera con los monopolios existentes en nuestro país.

Aún se considera el impacto de PLC sobre los usuarios de radio y sobre la estandarización EMC (Compatibilidad Electromagnética), es necesario conocer técnicas de mitigación en el caso de ocurrir interferencias, ruido de fondo (que reduce la sensibilidad de los receptores) y filtrado. Al existir la probabilidad de radiar los cables tal cantidad de energía de RF, es un sistema menos seguro para la privacidad de las comunicaciones, para lo cual se debería instalar filtros en aquellos módems que pudieran interferir alguna señal.

Se analizó los antecedentes del sistema, la situación actual, las ventajas para las empresas proveedoras de electricidad y los inconvenientes para los usuarios y servicios de radiocomunicaciones, sólo queda decir que se deberá realizar pruebas en diferentes empresas distribuidoras de energía eléctrica para lograr entender y convencer de que la red eléctrica tiene un real y correcto comportamiento para la implementación de banda ancha, recolección de datos de usuarios, que es lo que se trató en el tema de este proyecto de titulación.

También se deberá determinar por medio de análisis técnicos y económicos el establecimiento de etapas, inmersas en un proyecto de esta magnitud como: Ingeniería de red, Ingeniería completa del proyecto, entrenamiento, soporte técnico, mantenimiento y garantías, para que las inversiones a realizarse sean mínimas por el reaprovechamiento de la red de media y baja tensión. Todo esto permitiría una

correcta y efectiva implementación logrando objetivos comunes entre el proveedor de la tecnología y las empresas prestadoras del servicio, que es la de brindar la mejor opción a sus clientes en tiempo y forma por muchos años.

La liberalización de las telecomunicaciones fomenta la entrada en el mercado de nuevos operadores que empleen tecnologías innovadoras. PLC es una tecnología emergente que progresa consistentemente. Por tanto, puede ser un medio para constituir bucles de abonado alternativos a los de la red telefónica pública conmutada (RTPC), con velocidades considerables a través de los cables de energía y mejorar así la oferta de servicios al usuario. En nuestro medio existe un notable déficit de alternativas al bucle local, lo que dificulta el acceso a Internet, razón por la cual PLC puede convertirse en una red alternativa de acceso rápido; su despliegue sobre la red eléctrica es sencillo, veloz y económico, comparado con otras tecnologías, al aprovechar los cables existentes y la alta capilaridad de la red de energía eléctrica.

En la actualidad, surgen aplicaciones que requieran un mayor ancho de banda: video (televigilancia y teleasistencia con cámaras) y audio (distribución de audio sobre las líneas de energía en redes locales, usando la codificación MP3 y sistemas de audio multizona); esto implica *streaming*, *multicast*, etc., para las cuales está preparada la red PLC. Más adelante, PLC puede verse más como una tecnología complementaria de otras, tales como satélite o *wireless*, especialmente en determinadas aplicaciones donde resulta más competitivo. PLC tiene la ventaja de poder llegar a cualquier vivienda, prácticamente sin necesidades de instalación.

En el acceso a Internet la transmisión suele estar compuesta por ráfagas de datos esporádicas, es decir, el ancho de banda requerido varía continuamente y sólo es alto en determinados momentos, por lo que PLC es una tecnología apta para soportar este tipo de servicios. Sin embargo, otros servicios como la TV interactiva o el video bajo demanda son más problemáticos, ya que consumen un ancho de banda elevado y constante, y requieren una latencia (retardo temporal) muy baja. La latencia es actualmente más problemática en PLC que en otras tecnologías de acceso, como DSL, debido sobre todo al ruido de la red eléctrica y a la gestión del ancho de banda, por tanto enunciaremos unas recomendaciones más:

- La utilización de la tecnología PLC para el diseño LAN se recomienda en construcciones con redes eléctricas en buen estado, caso contrario o si en la red existen demasiados empalmes, se pueden tener pérdidas y los cables podrían actuar como antenas causando errores e interferencias.
- Es recomendable que si se realiza este diseño para un edificio de oficinas, éste tenga una red estabilizada y sea ésta la que se utilice para la comunicación. Por red estabilizada, se entiende a aquella que se encuentra protegida por conexiones a tierra, respaldo de energía con UPS's, generadores y bancos de baterías.
- En la práctica se recomienda que los conductores pertenecientes a la red eléctrica con la cual se va a realizar el diseño, se aíslen debidamente, con la finalidad de impedir cualquier tipo de interferencia.
- Al seleccionar los dispositivos con los cuales se va a trabajar, dos características son muy importantes: el costo y la garantía. En los productos PLC se pudo observar que el mínimo es de 1 año de garantía y la máxima de 3 años.
- Cuando se escoge una tecnología para la comunicación de datos en una LAN, se debe conocer las condiciones sobre las que se realizará y los requerimientos de los usuarios; también es importante tener conocimiento de una nueva alternativa, en este caso PLC, para tomarla en cuenta al momento de decidir la tecnología a utilizar.
- Para la realización de pruebas de forma práctica, al menos se debe contar con dos dispositivos PLC.
- Como proyecto de titulación se recomienda la implementación de redes utilizando dispositivos PLC; sería también importante que se estudie las pérdidas de señal que se pueden tener en secciones en las cuales las instalaciones se encuentren buenas y en las cuales se encuentren en mal estado.

BIBLIOGRAFÍA

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANTONY, Tony. GUMASTE, Ashwin. First mile access networks and enabling technologies. Indianapolis: Cisco Press, 2004, 292 p, 1a ed.

COHEN, Ellen. Access to Broadband Networks. New York: Nova Science Publishers, 2007, 150 p, 1a ed.

ESPAÑA, María Carmen. Servicios avanzados de telecomunicación. Mexico: Ediciones Díaz de Santos, 2003, 816p, 1a ed.

GRANT, August. HARMAN, Jennifer. Communication technology update. Amsterdam: Focal, 2006, 374p, 10a ed.

HELD, Gilbert. Understanding broadband over power line. EEUU: CRC Press, 2006, 182 p, 1a ed.

HERRERA, Enrique. Tecnologías y Redes de Transmisión de Datos. Mexico: Limusa, 2003, 309 p, 1a ed.

HORAK, Ray, Telecommunications and Data Communications Handbook. Hoboken, N.J. : Wiley-Interscience, 2007, 791 p, 3a ed.

HRASNICA, Halid. HAIDINE, Abdelfatteh. LEHNERT, Ralf. Broadband powerline communications networks: network design. Chichester, England: John Wiley and Sons, 2004, 275 p, 3a ed.

HUIDOBRO, José Manuel. Manual de Telecomunicaciones. Madrid: RA- MA, 2003, 360p, 1a ed.

VAZQUEZ, Daniel. Domótica y Hogar Digital. Madrid: Thomson Paraninfo S.A., 2004, 244 p, 1ª ed.

ZAHARIADIS, Theodore. Home Networking: Technologies and Standards. Norwood: Artech House, 2003, 186p, 1a ed.

REFERENCIAS ELECTRÓNICAS

Corinex. CX AV200 Powerline Ethernet Adapter Manual Spa. <<http://www.corinex.com/product/1575.html>> [Consulta: 09 de diciembre de 2007].

DS2. Aplicaciones: Redes Caseras. <<http://www.ds2.es/subsecciones-web/subsecciones-web.aspx?ID=28>>, [Consulta: 09 de marzo del 2008].

Federal Communications Commission. Resoluciones. <http://fjallfoss.fcc.gov/edocs_public/attachmatch/DA-04-425A1.pdf>, [Consulta: 17 de diciembre del 2008].

Intel Corporation. Orthogonal Frequency Division Multiplexing, <www.intel.com/netcomms/technologies/wimax/index.htm>, [Consulta: 22 de marzo del 2008].

Novática. La Red del Siglo XXI: Convergencia de las redes eléctrica. y de telecomunicaciones. <<http://novatica.ati.es/2006/182/182-68.pdf>> [Consulta: 22 de marzo del 2008].

PLCVentures. Nuevas Tecnologías para el Acceso a la Última Milla. Foro [en línea]: de políticas. <<http://www.mtc.gob.pe/portal/comunicacion/politicas/eventos/milla/exposiciones/PLC2.pdf>> [Consulta: 14 de marzo del 2008].

Revista Colombiana de Tecnologías de Avanzada. Power Line Communications. <http://200.31.20.158/unipamplona/hermesoft/portallIG/home_18/recursos/01_general/documentos/16052008/rev_tec_avan_art4_voll_num1.pdf> [Consulta: 2 de diciembre del 2007].

SUPERTEL. Revista Institucional: Broadband over Power Lines. <http://www.supertel.gov.ec/pdf/revista_supertel1.pdf> [Consulta: 30 de mayo del 2009]

NOMENCLATURA

<i>PLC</i>	Comunicación por Líneas de Potencia
<i>ISDN</i>	Red Digital de Servicios Integrados
<i>ADSL</i>	Línea Digital Asimétrica de Suscriptor
<i>TCP</i>	Protocolo de Trasmisión de Control
<i>IP</i>	Protocolo de Internet
<i>OFDM</i>	Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales
<i>BPL</i>	Banda ancha sobre línea de energía
<i>TE</i>	Equipo Transformador o Equipo de Cabecera
<i>Backbone</i>	Red de transporte de telecomunicaciones
<i>CPE</i>	Equipo Local del Cliente
<i>LAN</i>	Red de Área Local
<i>HV</i>	Alta Tensión
<i>MV</i>	Media Tensión
<i>LV</i>	Baja Tensión
<i>xDSL</i>	Línea de Abonado Digital
<i>LMDS</i>	Sistema de Distribución Local Multipunto
<i>EMC</i>	Compatibilidad Electromagnética
<i>FDM</i>	Multiplexación por División de Frecuencias
<i>WAN</i>	Red de Área Amplia
<i>QoS</i>	Calidad de Servicio
<i>OSI</i>	Interconexión de Servicios Abiertos
<i>ISO</i>	Organización Internacional para la Estandarización
<i>MAC</i>	Control de Acceso al Medio.
<i>UTP</i>	Par Trenzado No Apantallado
<i>WiMax</i>	Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas
<i>QAM</i>	Modulación de Amplitud en Cuadratura
<i>QPSK</i>	Modulación por Desplazamiento de Fase
<i>PON</i>	Red Óptica Pasiva
<i>FTTH</i>	Fibra Hasta el Hogar
<i>ONU</i>	Unidad de Red Óptica

<i>STB</i>	Equipo para la Recepción de Televisión
<i>DWDM</i>	Multiplexación de Longitudes de Onda Densa
<i>ATM</i>	Modo de Transferencia Asíncrona
<i>VBR</i>	Variable BitRate
<i>MDCT</i>	Transformada Discreta del Coseno Modificada
<i>PAL</i>	Línea Alternada en Fase
<i>NTSC</i>	Comisión Nacional de Sistemas de Televisión
<i>VHS</i>	Sistema de Video Casero
<i>CVC</i>	Compacto de Video Comprimido
<i>CVR</i>	Videogradora
<i>DVD</i>	Disco Versátil Digital
<i>MPEG</i>	Grupo de Expertos de Imágenes en Movimiento
<i>AVI</i>	Intercalado de Audio y Video
<i>WMV</i>	Windows Media Video
<i>HD</i>	Alta Definición
<i>ASF</i>	Formato de Archivo Informático
<i>Mbps</i>	Megabits por segundo
<i>URL</i>	Localizador Uniforme de Recursos
<i>ASCII</i>	Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información
<i>3DES</i>	Triple Estándar de Cifrado de Datos
<i>IARU</i>	Unión Internacional de Radioaficionados
<i>HAM</i>	Operador de Radio Aficionado
<i>VLAN</i>	Red de Área Local Virtual
<i>TOS</i>	Tipo de Servicio
<i>FTP</i>	Protocolo de Transferencia de Archivos
<i>TFTP</i>	Protocolo de Transferencia de Archivos Trivial
<i>CRC</i>	Comprobación de Redundancia Cíclica
<i>STP</i>	Par Trenzado Apantallado
<i>UPS</i>	Suministro de Energía Ininterrumpible