



UNIVERSIDAD DEL AZUAY

Facultad de Ciencias de la Administración
Escuela de Ingeniería de Sistemas

BPL (Broadband over Power Lines)
“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO PARA BANDA
ANCHA SOBRE LINEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA”

Trabajo previo a la obtención del
Título de Ingeniero de Sistemas.

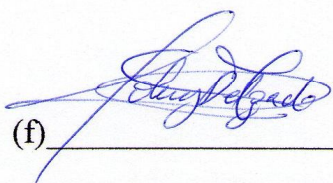
Autores: Johnny Leonardo Delgado Plaza
Adrián Patricio Zárate Ochoa

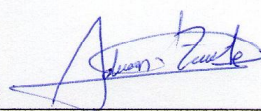
Director: Ing. Demetrio Toledo

Cuenca – Ecuador
2009

AUTORIA

Los Criterios, datos y demás información que contiene este trabajo, son de exclusiva responsabilidad de los autores.

(f) 
Johnny Delgado P.

(f) 
Adrian Zárate O.

AGRADECIMIENTO

Nuestro reconocimiento y gratitud:

A los profesores de la Escuela de Ingeniería de Sistemas de la Universidad del Azuay por habernos brindado los conocimientos necesarios durante todos estos años, los mismos que nos permitirán servir de una manera ética y profesional a la sociedad.

A la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A., y en su nombre al Ingeniero Omar Durazno por habernos facilitado el ingreso a las instalaciones necesarias para nuestro estudio y también el proporcionarnos la información indispensable para la realización de la presente monografía.

De manera especial al Ingeniero Demetrio Toledo por su acertada dirección y orientación, quien a más de guiarnos día a día como profesor y luego como director de esta monografía, siempre nos brindó su amistad y apoyo.

DEDICATORIA

Esta Monografía está dedicada con mucho amor y cariño a mis padres, tíos, hermanos y primos, especialmente a mis padres por el apoyo incondicional para lograr este anhelado sueño, de manera exclusiva a una persona que me motivo para cumplir esta meta, y a todos aquellos que a pesar de las adversidades nunca dejaron de creer en mí.

Johnny Delgado P.

DEDICATORIA

Dedico con todo amor y respeto a mis padres, hermanos, familiares, de manera especial a mi madre que estuvo junto a mí en los momentos más difíciles de mi vida y a quienes confiaron en mí, por ser todos ellos el punto de apoyo de mis acciones tanto personales como profesionales dándome la fuerza impulsadora que día a día me motivaron a luchar por conseguir que mis sueños se hagan realidad sin darme por vencido.

Adrian Zárate O.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Dedicatoria.....	III
Agradecimientos.....	IV
Índice de Contenidos.....	VI
Índice de Ilustraciones y Cuadros.....	IX
Índice de Anexos.....	XII
Resumen.....	XIII
Abstract.....	XIV

Introducción.....	1
-------------------	---

Capítulo 1: Estudio de los Sistemas PLC (Power Line Communications)

1.1 Introducción.....	2
1.2 Origen.....	4
1.2.1 Motivo por el cual aparece la Tecnología PLC.....	4
1.2.2 Reseña Histórica de la utilización de la Tecnología PLC.....	4
1.2.3 Principios de Implementación de la Tecnología PLC.....	4
1.3 Características.....	5
1.3.1 Componentes para la Conexión de PLC.....	6
1.3.1.1 Dispositivo Head End.....	6
1.3.1.2 Repetidor.....	7
1.3.1.3 Módem PLC.....	8
1.3.1.4 Acopladores.....	9
1.3.1.4.1 Acopladores Capacitivos o Intrusivos.....	9
1.3.1.4.2 Acopladores Inductivos.....	10
1.3.2 Funcionamiento de la Red BPL.....	11
1.3.3 Red de Distribución.....	13
1.3.3.1 Nivel de Alto Voltaje.....	17
1.3.3.2 Niveles de Medio y Bajo Voltaje.....	17
1.3.4 Interferencias.....	18
1.3.5 Características de la Red BPL comparada con otras Tecnologías de Alta Velocidad.....	19
1.3.6 Tecnología OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex).....	20
1.3.6.1 Esquema de Modulación y Demodulación para OFDM.....	20
1.3.7 Sitios de Aplicación de BPL.....	22
1.3.8 Capas del Modelo BPL.....	23
1.3.9 Características para el Funcionamiento de la Red BPL.....	25
1.4 Ventajas y Desventajas de la Tecnología BPL.....	26
1.4.1 Ventajas de BPL.....	26
1.4.2 Desventajas de BPL.....	28

2.1 Sistema de Outdoor PLC o de Acceso.....	30
2.2 Sistema de Indoor PLC.....	31
2.3 Backbone PLC.....	34

3.1 Esquema de la estructura.....	35
3.1.1 Objetivos.....	35
3.1.2 Alcance.....	36
3.1.3 Requerimientos de Diseño.....	36
3.1.3.1 Zona de Servicio.....	36
3.1.3.2 Mercado Consumidor.....	37
3.1.3.2.1 Determinación del Índice de Penetración del Servicio.....	38
3.1.3.2.2 Índice de Penetración del Servicio de Internet.....	41
3.1.3.2.3 Determinación el número general de usuarios del servicio de Internet.....	41
3.1.3.2.4 Número de usuarios para la introducción del servicio BPL.....	42
3.1.4 Pronósticos del Crecimiento de la Demanda.....	44
3.1.4.1 Definición del método de pronóstico.....	44
3.1.4.2 Recopilación de información.....	45
3.1.4.2.1 Índice de crecimiento del acceso a Internet a nivel nacional.....	45
3.1.4.2.2 Índice de crecimiento del acceso a Internet de banda ancha.....	47
3.1.4.2.3 Pronósticos internacionales sobre el crecimiento BPL.....	48
3.1.4.2.4 Definición del índice de crecimiento para el proyecto BPL.....	49
3.1.5 Requerimientos del Sistema de Comunicaciones.....	51
3.1.5.1 Aplicaciones.....	51
3.1.5.2 Velocidad de transmisión.....	52
3.1.5.3 Tipo de línea.....	52
3.2 Pruebas de Calidad y Cobertura.....	52
3.2.1 Estudio técnico.....	52
3.2.2 Equipos.....	55
3.2.2.1 Acopladores.....	55
3.2.2.2 Repetidor o Gateway.....	56
3.2.2.3 Módem o CPE.....	57
3.2.3 Subestación de la zona.....	58
3.2.4 Diseño e Implementación del Prototipo PLC.....	59
3.2.5 Instalación de Equipos.....	60
3.2.6 Estimación de Costos.....	65

Capítulo 4: Resultados y Conclusiones

4.1 Verificación de las Metas Trazadas.....	66
4.2 Recomendaciones.....	70
4.2.1 Conclusiones.....	71

Referencias

Glosario.....	73
Bibliografía.....	78
Anexos.....	80

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES Y CUADROS

Fotografías

Fotografía 1.1: Ejemplo de Equipo Head End.....	6
Fotografía 1.2: Equipo Home Gateway.....	7
Fotografía 1.3: Imagen real de Modem PLC.....	8
Fotografía 1.4: Imagen real Acoplador Capacitivo.....	9
Fotografía 1.5: Imagen real Acoplador Inductivo.....	10
Fotografía 2.1: Sistema Outdoor PLC o de Acceso.....	30
Fotografía 2.2: Equipo repetidor de la señal PLC.....	32
Fotografía 2.3: Estructura interna del Repetidor PLC.....	32
Fotografía 3.1: Instalación típica de un Repetidor.....	61
Fotografía 3.2: Instalación típica de acoplador inductivo en una fase.....	61
Fotografía 3.3: Conexión del módem a la toma de corriente eléctrica que ya cuenta con el servicio de PLC.....	63
Fotografía 3.4: Prueba de Internet en el Colegio Julio Matovelle.....	63

Tablas

Tabla 1.1: Cuadro Comparativo de BPL con otras Tecnologías.....	19
Tabla 1.2: Velocidad de Transmisión de la Red BPL.....	25
Tabla 1.1: Red BPL vs Otras Tecnologías.....	28
Tabla 3.1: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2006.....	38
Tabla 3.2: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2007.....	38
Tabla 3.3: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2008.....	39
Tabla 3.4: Proveedores de conexiones dedicadas.....	44
Tabla 3.5: Usuarios del servicio de Internet entre 2001 y 2008.....	46

Gráfico 2.3: Backbone de fibra óptica de la Empresa Eléctrica Centrosur.....	34
Gráfico 3.1: Zona de estudio para la implementación del prototipo de BPL.....	37
Gráfico 3.2: Principales Proveedores dial-up.....	43
Gráfico 3.3: Principales Proveedores de conexiones dedicadas.....	43
Gráfico 3.4: Crecimiento de los usuarios del servicio de Internet entre 2001 y 2008.....	46
Gráfico 3.5: Gráfico 3.5: Crecimiento de usuarios del servicio de Internet de banda ancha.....	48
Gráfico 3.6: Crecimiento de usuarios servicio BPL para un período de 5 años.....	51
Gráfico 3.7: Trafo 2520, ramales, acometidas y usuarios.....	59
Gráfico 3.8: Esquema de la arquitectura completa de la conexión BPL del Colegio Julio Matovelle.....	62
Gráfico 3.9: Entorno de la Arquitectura PLC del Colegio Julio Matovelle.....	64
Gráfico 4.1: Cuadro Estadístico del Trafico de Banda Ancha.....	66
Gráfico 4.2: Entrada y salida del tráfico de red.....	67
Gráfico 4.3: Proyeccion de Total Out de la red del Colegio.....	68
Gráfico 4.4: Proyeccion de los paquetes enviados y recibidos.....	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: TECNOLOGIA OFDM.....	81
Anexo 2: Repetidor Corinex.....	85
Anexo 3: Modem PLC de Usuario.....	87
Anexo 4: Filtros.....	89
Anexo 5: Acopladores.....	91
Anexo 6: Organización Internacional PLC Forum.....	93
Anexo 7: Estimación de usuarios de internet en el ecuador año 2006.....	96
Anexo 8: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2007.....	97
Anexo 9: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2008.....	98
Anexo 10: Índice de crecimiento anual medio.....	100
Anexo 11: Proveedores de Conexiones Dedicadas.....	102
Anexo 12: Cuentas usuarios SUPTEL 2001-2005.....	108
Anexo 13: Fabricantes de Equipos BPL.....	109
Anexo 14: Información de Tráfico de Internet: “Febrero – Marzo – Abril”.....	110

RESUMEN

El presente trabajo monográfico nos dará una explicación teórica sobre la tecnología denominada PLC (Comunicación por línea de Poder), indicando sus principales características, funcionalidad, arquitectura, ventajas y desventajas; esta tecnología ha sido analizada e implementada por parte de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur , que aprovechando su infraestructura planea proveer del servicio de Internet Banda Ancha a la Ciudad de Cuenca, es así que hemos tomado como objeto de estudio al Colegio Julio María Matovelle que ya cuenta con esta tecnología, todo lo pudimos realizar mediante pruebas de campo a través de visitas a las instalaciones de la Empresa Eléctrica y de la Institución Educativa ya mencionada, y con toda la colaboración de personal autorizado que nos dieron acceso a dichos lugares.

A handwritten signature in dark ink, consisting of a series of loops and a long horizontal stroke at the bottom.

ABSTRACT

This monograph will give a theoretical explanation of the technology named PLC (Power Line Communication) indicating its principal characteristics, functionality, architecture, and advantages and disadvantages. This technology has been analyzed and implemented by Empresa Eléctrica Regional Centro Sur, which, taking advantage of its infrastructure, plans to provide Broadband Internet to the city of Cuenca. Julio Maria Matovelle College has been selected as the object of study as it already has this technology. All the field tests that we could do through visits to the installations of Empresa Eléctrica and the aforementioned Educative Institution was thanks to the total collaboration of the authorized personnel who gave us access.



A handwritten signature in black ink, appearing to be "R. S. P.", located below the official stamp.

INTRODUCCION

El presente documento fue realizado para ayudar a las personas que tengan particular interés en temas de desarrollo tecnológico y que generalmente se dan fuera de nuestro alcance, no por falta de conocimiento sino por el poco apoyo e interés de las principales autoridades, siendo así nos llamo mucho la atención conocer cómo funciona la Tecnología PLC (Power Line Communications) y el gran desarrollo tecnológico que pudiera esta brindar.

La Tecnología PLC antes mencionada tiene como propósito el poder transmitir información a través de las líneas de corriente eléctrica, para lo cual estudiaremos como se hace esto posible, los componentes necesarios que interactúan, las características de la topología de red y de los mecanismos que realizan la separación de datos y corriente eléctrica.

Una gran ventaja que se tuvo para poder llevar a cabo el estudio sin quedarnos en solo conceptos e ilustraciones fue que actualmente la Empresa Eléctrica Regional Centrosur C.A. de Cuenca después de realizar varios estudios de factibilidad, pruebas de campo, uno que otro intento fallido, etc.; han logrado implementar la Tecnología PLC en nuestra ciudad, brindando a la ciudadanía el Servicio de Internet Banda Ancha utilizando la misma infraestructura que sirve para abastecer de fluido eléctrico a los abonados, el punto de partida fue el Colegio Julio María Matovelle ubicado en la zona central de la ciudad (Calle Larga entre Presidente Borrero y Luis Cordero), gracias a esto se podrá tener un punto de vista más crítico sobre la realidad del funcionamiento y de los grandes beneficios que nos puede entregar tan interesante tecnología, tomando en consideración si es que la cobertura que tendrá podrá ser implementada con éxito a toda la Ciudad.

CAPITULO 1

ESTUDIO DE LOS SISTEMAS PLC (POWER LINE COMMUNICATIONS)

1.1 INTRODUCCION

En el mundo tecnológico en el que vivimos, es cada vez más crítica la necesidad de contar con un acceso rápido y conveniente a la información. Las empresas esperan y exigen contar con capacidades de comunicación de datos y acceso a Internet de alta velocidad y es latente la necesidad de disponer de este servicio en los lugares más lejanos de nuestro territorio.

En vista de esta necesidad en la actualidad se ha desarrollado la Tecnología de comunicaciones por red eléctrica, la misma que transforma el sistema de cableado eléctrico en una plataforma de Banda Ancha para lo cual convierte cada uno de los toma corrientes de cada habitación en una conexión a una red de datos de alta velocidad.

El acceso por banda ancha a través de las líneas de energía se conoce como BPL (BroadBand over Powerline), que representa el uso de la tecnología PLC (Power Line Communication), la cual nos permite la transmisión de datos a través de líneas de transmisión; para lo cual solo es necesario tener un dispositivo BPL para acceder a los servicios que esta tecnología nos brinda, como son acceso a internet, transmisión de datos en tiempo real, domótica, servicios de telefonía IP, televisión IP, entre otros. No existe un estándar único al momento para la tecnología BPL, pero se está trabajando en ello a nivel internacional.

Para eliminar el ruido en la red eléctrica, actualmente los sistemas modernos de BPL utilizan modulación OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplexing) que minimiza la interferencia con los servicios de radio, mediante la remoción de frecuencias específicas usadas, la modulación OFDM se explicará con mayor detalle posteriormente en el documento. (Anexo1: Tecnología OFMD)

BPL se basa en la transmisión de dos señales, energía e información, utilizando el mismo medio al mismo tiempo, que es la red eléctrica de media y baja tensión. Mientras la

energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna, en frecuencias de 50 Hz. o 60 Hz., la señal de datos llega en el rango de alta frecuencia entre 1 MHz a 30 MHz Las velocidades de transmisión que se alcanzan en media tensión está entre los 135 Mbps a 200 Mbps., con una velocidad promedio, en baja tensión, de 45 Mbps.

Para utilizar los sistemas BPL se deben estudiar dos puntos de vista fundamentales, uno relacionado con la transmisión de datos y otro con las interferencias que puede ocasionar a los sistemas de radiocomunicación que operan en el rango de 3 MHz a 30 MHz.; los sistemas BPL son independientes y autónomos y la operación de la red de comunicación no afecta a la red de energía eléctrica y viceversa.

Los beneficios que obtendrán los usuarios finales, las empresas eléctricas y la sociedad, son prometedores ya que el sistema combina voz, datos y energía a sus clientes. Como usuarios finales se beneficiarán de servicios avanzados y competitivos, a las empresas eléctricas se les presenta una oportunidad de negocio único ya que BPL introduce por primera vez una real competencia en la última milla en relación a costos y servicios.

Por ello la importancia de aprovechar todos los recursos necesarios y que sean accesibles al usuario como es el ejemplo del proyecto que se encuentra desarrollando la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur en la ciudad de Cuenca, que consiste en aprovechar las redes de tendido eléctrico para transmitir información (voz y datos) a gran capacidad, dicho proyecto se ha implementado en el Colegio Julio Maria Matovelle el cual será nuestro principal objetivo para dar a conocer todas las características sobre el funcionamiento de la tecnología PLC (Power Line Communication).

1.2 ORIGEN

1.2.1 Motivo por el cual aparece la Tecnología PLC

Debido al extensivo uso de sistemas inalámbricos se está agotando el espectro radioeléctrico, entonces; se ve la necesidad de utilizar la tecnología BPL como una solución para la transmisión de datos y que además, utiliza los propios recursos de la empresa eléctrica para realizar la transmisión en tiempo real, cuya red de suministro eléctrico se caracteriza por su ubicuidad.

1.2.2 Reseña histórica de la utilización de la Tecnología PLC

Los sistemas de comunicaciones por onda portadora sobre cables de transmisión de energía eléctrica han sido utilizados por las empresas eléctricas desde hace 50 años. Originalmente fueron empleados por las mismas empresas para la transmisión de señales de comunicaciones relacionadas con sus propias necesidades, especialmente en la protección de líneas de transmisión de alta tensión, sistemas simples de telemetría, supervisión y control del sistema; y canales especiales de voz relacionados con la operación del mismo, también se consiguió el mantenimiento, control y gestión de las redes eléctricas, detección de fallas y transmisión de datos de los contadores eléctricos a través de una señal de baja frecuencia (100Hz) y a una velocidad de 9,6 Kbps. Los primeros intentos de implementación de la tecnología fueron fallidos, como son el caso de los países de Inglaterra y Alemania.

1.2.3 Principios de Implementación de la Tecnología PLC

En la actualidad existen, o se proyectan en muchos países sistemas BPL con diferentes niveles de complejidad que se utilizan para la gestión y operación de sistemas eléctricos, dentro de los parámetros exigidos, proporcionan aplicaciones de gran utilidad para las empresas eléctricas, a costos competitivos. Recientemente, con el desarrollo de modernas técnicas de modulación, codificación y corrección de errores extremadamente robustas se ha logrado superar sustancialmente las limitaciones del medio de transmisión lográndose velocidades de transmisión en el orden de 200 Mbps en condiciones normales, con expectativas aun mayores.

Los sistemas BPL constituyen actualmente uno de los medios de transmisión de comunicaciones de alta capacidad más promisorios, debido a la alta penetración de los servicios eléctricos con respecto a los servicios de comunicación en todo tipo de áreas y comunidades de interés. Estos sistemas se encuentran en operación experimental y aún comercial en varios países, con la condición de sujetarse a las normas de operación de dispositivos no sujetos a requisitos de licencia, por lo que no debe causar interferencias debido a la emisión no deseada de señales electromagnéticas perjudiciales para otros sistemas de comunicación pertenecientes a servicios de radio comunicaciones sujetos a licencia, estos sistemas BPL tienen la obligación de resolver las situaciones de interferencia que puedan presentar.

Los sistemas BPL deben tener total independencia y autonomía para la operación del sistema de potencia en relación con las necesidades del sistema de comunicación, el espectro apropiado para la operación del sistema se encuentra entre 1,7 MHz y 80 MHz; sin embargo los sistemas disponibles comercialmente por ahora tienen un límite superior alrededor de los 40 MHz.

1.3 CARACTERISTICAS DE LA TECNOLOGIA PLC

La capacidad de poder utilizar el sistema de fluido eléctrico para la transmisión de información es una aplicación que es necesario poderlo entender para poder explotar todas sus ventajas, a continuación detallamos las principales características de la tecnología PLC (Comunicaciones de banda ancha a través de las líneas de potencia):

- No es necesario ningún tipo de obra adicional para poder disfrutar esta tecnología de Banda Ancha, al utilizar la propia red eléctrica para la transmisión de datos y voz.
- No sufre de los inconvenientes de ADSL o cable que no llega en muchos casos al usuario final. Al estar ya implantada la red eléctrica permite llegar a cualquier punto geográfico.

- Se dispone de varios puntos de acceso dentro del hogar u oficina; que son los tomacorrientes al cual se podría conectar un módem con tecnología PLC.
- La conexión es permanente durante las 24 horas del día
- El ancho de banda es de 45 Mbps aunque actualmente ya se alcanzan velocidades de 135 Mbps y en breve se llegará a 200 Mbps, permitiendo la distribución de datos, voz y vídeo a unas velocidades mucho más que aceptable.
- Posibilidad de implementar servicios como Internet a altas velocidades, telefonía VoIP (Voz sobre IP), Videoconferencias, VPN's, Redes LAN, Games online, Teletrabajo y comercio electrónico.

1.3.1 Componentes para la conexión de PLC

Para poder disfrutar de ésta tecnología son necesarios los siguientes componentes:

1.3.1.1 Dispositivo Head End.- Este dispositivo situado en los centros de las compañías eléctricas se conecta con los repetidores. Estos equipos están preparados para conectarse con redes IP (Ethernet) y existen dos tipos de equipos Head End, de Media Tensión (MT) y Baja Tensión (BT) teniendo un alcance de 600 mtrs. MT y 300 mtrs. BT.



Fotografía 1.1: Ejemplo de Equipo Head

La Empresa Eléctrica de Cuenca para realizar la transmisión del servicio de internet desde el anillo de fibra óptica que poseen, utiliza el mismo equipo que es utilizado como repetidor, el cual se encarga de enviar los datos a través de la subestación 02 hacia los transformadores de energía que abastecen a los usuarios del centro urbano, puntualmente y ya implementado el servicio en el Colegio Julio María Matovelle.

1.3.1.2 Repetidor.- denominados también *Home Gateway*, cuya función es la de amplificar la cobertura y alcance de la red BPL. Es instalado generalmente en el cuarto de contadores de una empresa, comunidad o parcela y es el dispositivo que se conecta con el módem del usuario. Su función principal es la de regenerar la señal PLC y permite la conexión de hasta 256 modems. (Anexo 2: Repetidor Corinex)



Fotografía 1.2: Equipo Home Gateway

1.3.1.3 Módem PLC.- que es el equipo mediante el cual el usuario se conecta a la red BPL. Realiza la misma función que un módem telefónico o de cable, es decir modula la señal digital a una portadora analógica para que pueda ser transmitida por el tendido eléctrico; al mismo tiempo se encarga de poner la señal de alta frecuencia en la red eléctrica. (Anexo 3: Modem PLC de usuario)



Gráfico 1.1: Modem PLC



Fotografía 1.3: Imagen real de Modem PLC

Este acoplador es un dispositivo pasivo que consta de un *filtro pasa bajos*, que separa la corriente eléctrica y un filtro pasa altos, que extrae la señal de alta frecuencia perteneciente a los datos, (Pasa bajos: deja pasar los bajos afectando la parte alta del espectro; Pasa Altos . El contrario del anterior). (Anexo 4: Filtros)

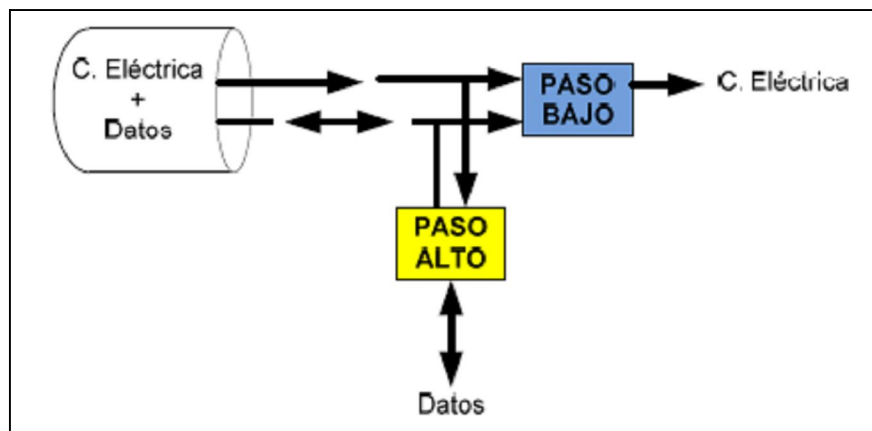


Gráfico 1.2: Filtro de Separación: Datos – Corriente Eléctrica

1.3.1.4 Acopladores

Son aquellos, a través de los cuales los equipos se "conectan" a la red de media o baja tensión para inyectar y tomar señales IP. Básicamente, el acoplador es un dispositivo que mediante un filtro pasa-alto y otro pasa-bajo, permite la separación de la información y el potencial eléctrico en cualquier cable de la red BPL. Estos acopladores pueden ser capacitivos o inductivos. (Anexo 5: Acopladores para red BPL)

1.3.1.4.1 Acopladores Capacitivos o Intrusivos

Los acopladores Capacitivos (o intrusivos) se acoplan por contacto directo con los cables, tienen menor pérdida que los inductivos, pero su manipulación exige eliminar la corriente por los cables durante su instalación.



Gráfico 1.3: Acoplador Capacitivo



Fotografía 1.4: Imagen Real Acoplador Capacitivo

La figura anterior, muestra un tipo de acoplador, el cual puede trabajar a la intemperie, con un aislamiento en silicona y unidades de alimentación para los equipos de comunicaciones.

Entre las principales características de este tipo de acopladores están:

- Dimensiones reducidas.
- Instalación rápida, sencilla y segura.
- Aseguran calidad, fiabilidad, y seguridad en el trabajo.
- Bajas pérdidas de inserción $< 2\text{dB}$ en todo el rango de frecuencias (2 a 40 MHz).
- Sometido a completa serie de ensayos eléctricos y mecánicos para garantizar la máxima seguridad.
- Dispone de 2 niveles de aislamiento: 17 KV y 25 KV.

1.3.1.4.2 Acopladores Inductivos

Los acopladores Inductivos efectúan el acoplamiento mediante la generación de un campo magnético alrededor del cable con el cual inyectan la señal. Si bien tienen un nivel mayor de pérdida que los capacitivos, este hecho suele ser despreciable frente a la ventaja de poder manipular su instalación sin necesidad de interrumpir la corriente.



Gráfico 1.4: Acoplador Inductivo



Fotografía 1.5: Imagen Real Acoplador Inductivo

El tramo de conexión entre el módem y el repetidor dispone de una velocidad de 45 Mbps distribuidos en 27 Mbps de bajada y 18 Mbps de subida y ésta comunicación es compartida por todos los usuarios que dependen del mismo repetidor. Esto indica que si en un repetidor concurren 100 conexiones la velocidad teórica de bajada es de 270 Kbps pero si las conexiones son 10 la velocidad será de 2,7 Mbps con lo cual siempre será más ventajoso que ADSL ya que como mucho se dispondrá de una velocidad de 256 Kbps.

1.3.2 Funcionamiento de la Red BPL

Como se indicó, BPL utiliza la red de energía eléctrica para la transmisión de datos. La energía eléctrica llega a los usuarios en forma de corriente alterna de baja frecuencia (50 Hz / 60 Hz), las portadoras de alta frecuencia que utiliza BPL está en la banda de 1 MHz hasta 34 MHz. La técnica que emplea BPL es similar a ADSL (*Asynchronous Digital Subscriber Line*), en lo tiene que ver con el tipo de modulación, ya que ambas usan OFDM para la transmisión de datos, siendo esta la modulación más inmune a interferencias que se presentan en las redes eléctricas aportando mayor rendimiento y eficiencia espectral.

La red eléctrica puede dividirse en varios tramos, desde la generación hasta los abonados:

- Un primer tramo de media tensión (4,16 KV), que va desde la central generadora de energía hasta el primer transformador elevador.
- Un segundo tramo alta tensión (138 KV a 220 KV), conduce la energía hasta la subestación de transporte.
- Tramo de media tensión (46 KV a 138 KV), entre la subestación de transporte y la subestación de distribución.
- Tramo último de media tensión (4,16 KV a 46 KV), desde la subestación de distribución hasta el centro de distribución.

- Tramo de baja tensión (110 V a 220 V), el cual distribuye la energía dentro de los centros urbanos, para uso doméstico, comercial e industrial.

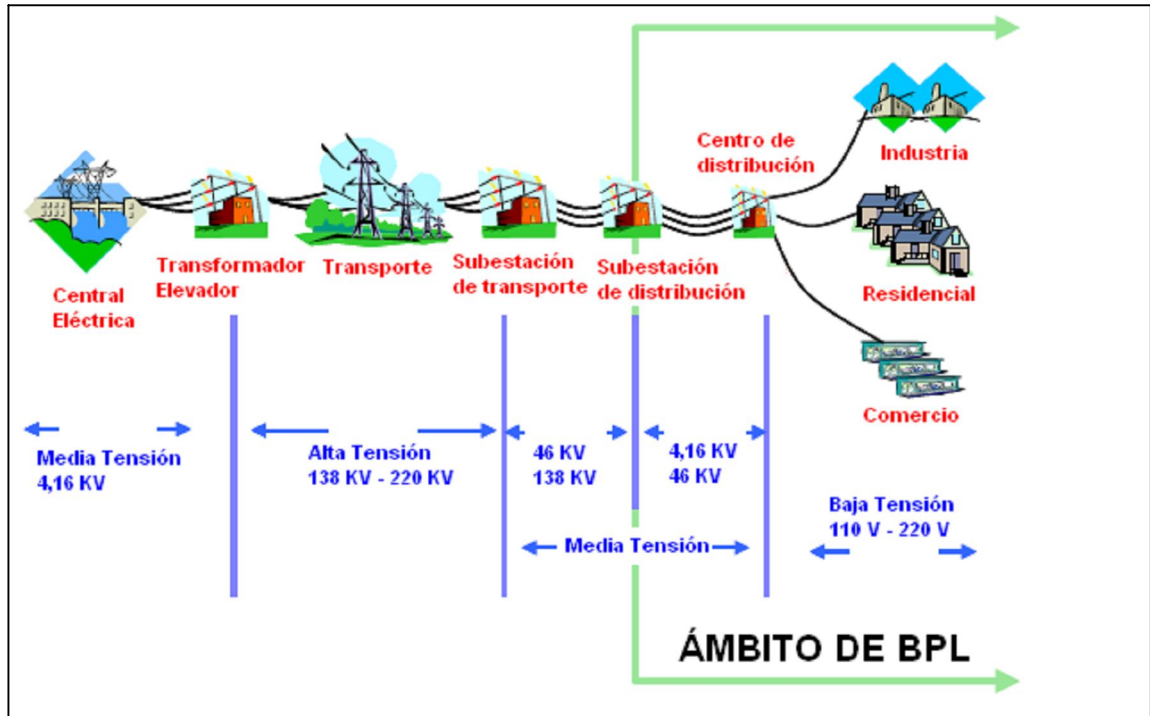


Gráfico 1.5: Red Eléctrica y BPLs

Para la transmisión de datos existen tres redes involucradas que son la Red IP o de transporte, la Red de Distribución o Media Tensión y la Red de Acceso o Baja Tensión que es el sustituto del bucle del abonado.

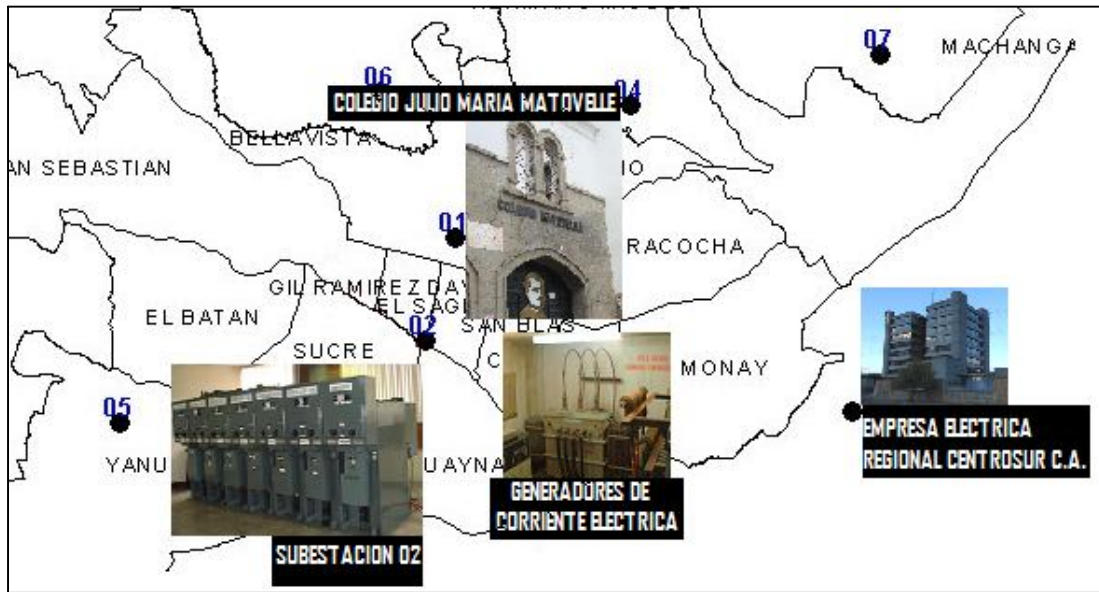


Gráfico 1.6: Mapeo de la Red BPL del Colegio Julio María Matovelle

Como se observa en el gráfico anterior estos son los principales puntos que tomaremos en cuenta para nuestro estudio, ya que para llegar a transmitir el servicio de Internet hasta el Colegio Julio María Matovelle desde la Empresa Eléctrica (En realidad la Empresa Eléctrica posee un anillo de fibra óptica rodeando la Ciudad y este es el que llega hasta la Subestación 02, dicho anillo se lo detalla más adelante), debe pasar primero por la Subestación 02, la cual lleva la señal corriente-datos hacia los transformadores de energía eléctrica para de aquí transmitirla a los sectores de la zona central de la Ciudad de Cuenca, en el caso de nuestro estudio particularmente al Colegio Julio María Matovelle.

1.3.3 Red de Distribución

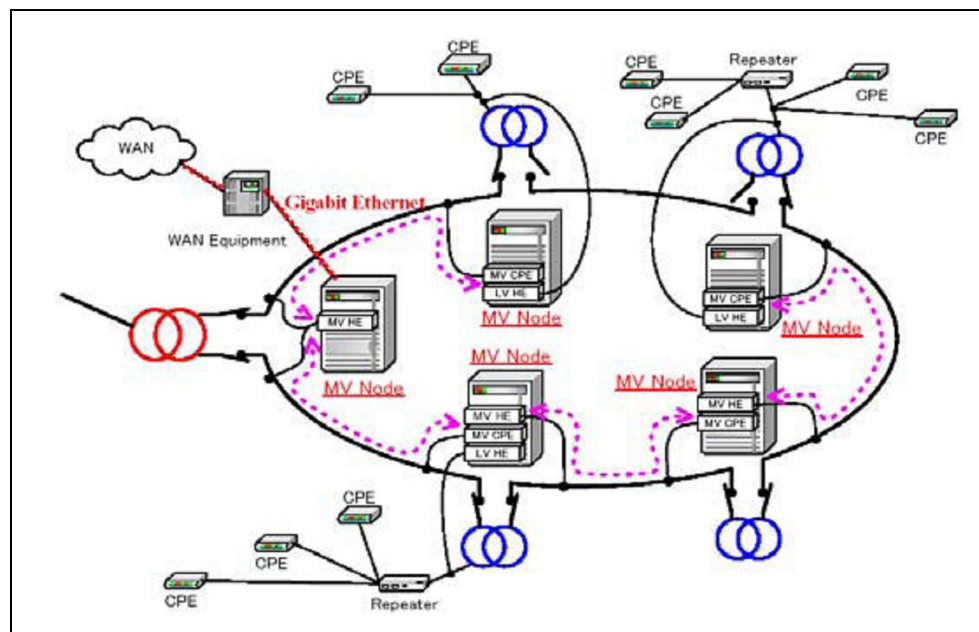
Esta red interconecta múltiples redes o usuarios dispersos con la red de backbone, en el caso de la redes BPL, la red de distribución interconectará el equipo cabecera que da servicio a la red de baja tensión.

La red de media tensión para la transmisión de datos es una alternativa que ofrece BPL a los actuales anillos metropolitanos, siendo beneficioso en lugares en donde no existan varios clientes o no sea rentable implementar fibra para llegar a los transformadores de baja tensión.

La solución BPL para media tensión, tiene como principales ventajas:

- No requiere obra civil para su implementación.
- Rápida implementación.
- Bajo costo de implementación.
- Alta escalabilidad.

La tecnología que emplean los equipos de media tensión es la misma que los equipos de baja tensión, solo que estos son adaptados para mejorar su rendimiento, fiabilidad y latencia.



MV: Medium Voltage, LV: Low Voltage, HE: Head End, CPE: Customer Premises Equipment

Gráfico 1.7: Red de distribución de media tensión.

De acuerdo a la situación de la red un nodo de media tensión puede desempeñar distintas funciones, tales como de cabecera, de repetidor o de equipo final para la red de media tensión y tener o no derivaciones actuando como equipo cabecera de la misma.

El diseño de la red de distribución normalmente será una combinación de la tecnología BPL de media tensión y tecnologías habitualmente usadas en anillos metropolitanos como SDH (Synchronous Digital Hierarchy- Jerarquía Digital Sincrónica) y DWDM (Dense Wavelength Division Multiplexing – Multiplexación por División de Longitud de Onda Densa).

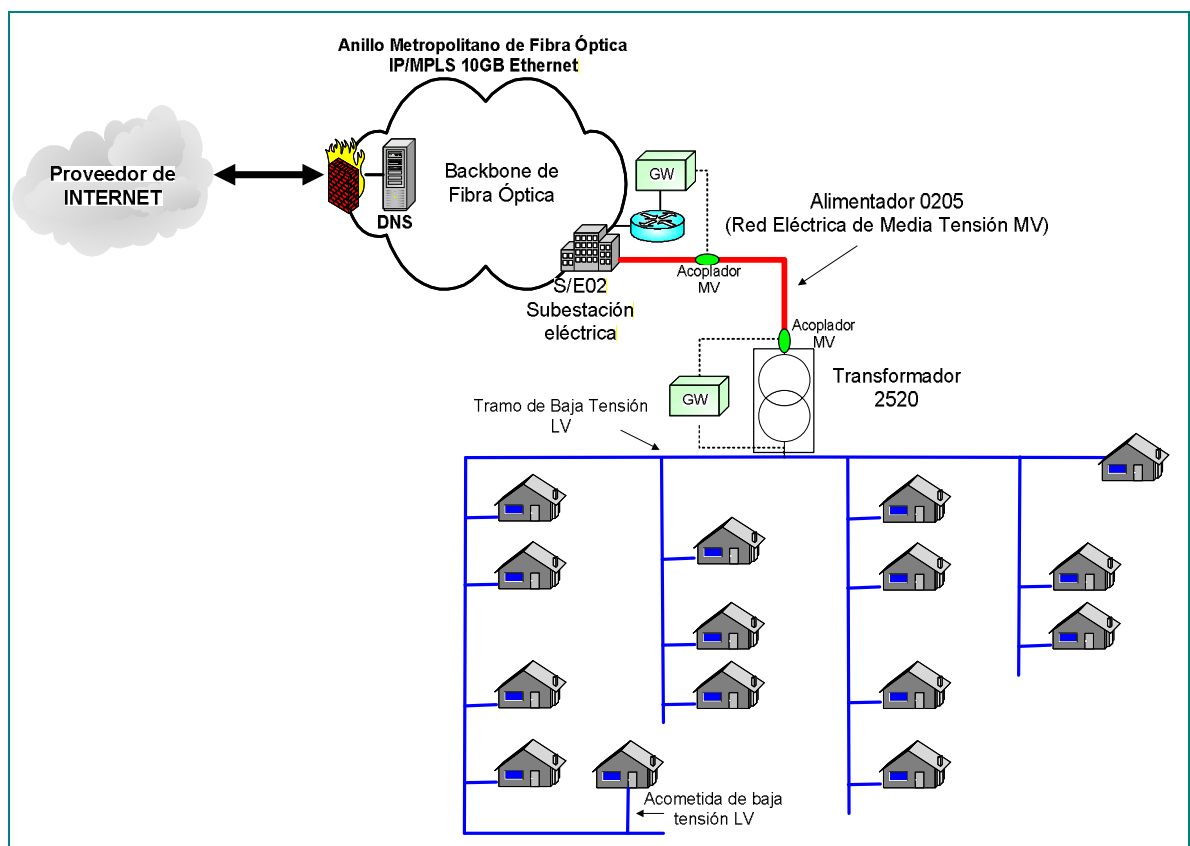


Gráfico 1.8: Red de distribución con BPL de media tensión y fibra óptica

En la red de bajo voltaje los datos son inyectados en la estación del transformador, la cual se distribuye a todos los usuarios conectados al mismo. Se encarga de procesar los datos, es la estación base destino. Su alcance de transmisión está entre 300 mts o 500 mts, por lo que hace necesario la utilización de repetidores para mayores distancias.

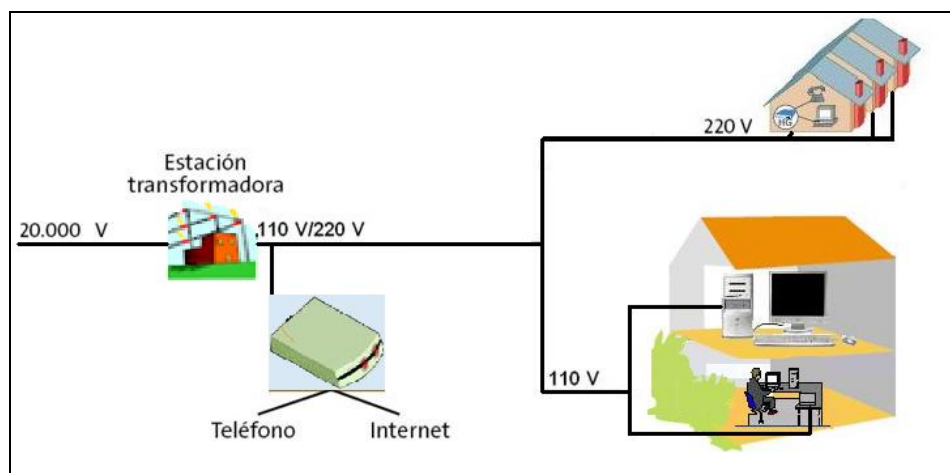


Gráfico 1.9: Red de distribución de baja tensión

En un sistema BPL se distinguen 3 niveles de energía:

- 1.- El nivel de alto voltaje, que está entre los niveles de 46 KV y 220 KV.
- 2.- El nivel de medio voltaje, que está entre los niveles de 4.16 KV y 46 KV.
- 3.- El nivel de bajo voltaje, que está a valores menores a 0.4 KV.

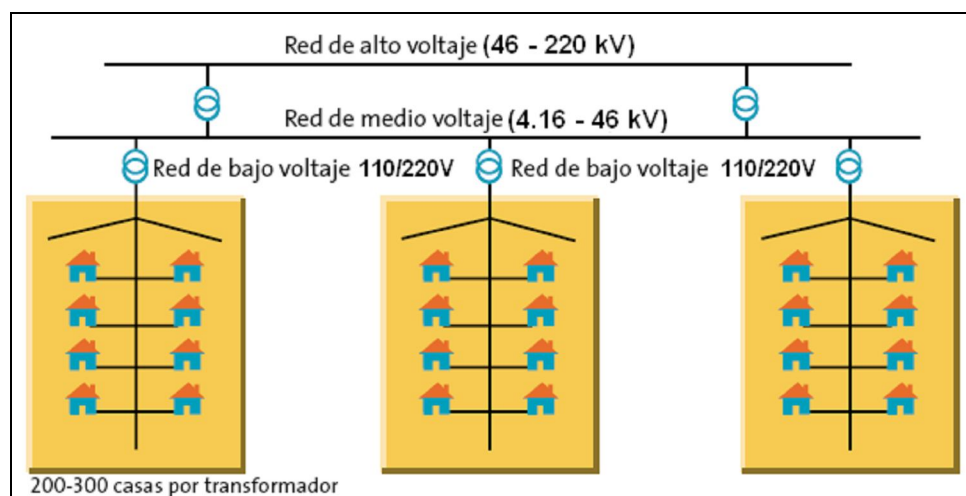


Gráfico 1.10: Niveles de voltaje

Estos niveles de voltaje están interconectados por transformadores, diseñados de tal manera que las pérdidas de energía sean tan bajas como sea posible a las frecuencias de 50 Hz o 60 Hz.

1.3.3.1 Nivel de Alto Voltaje

Este nivel sirve para transportar la energía a grandes distancias, algunas decenas hasta centenas de kilómetros, desde la estación de generación hasta el consumidor.

La red alto voltaje es implementada en 3 fases, lo cual tiene un favorable uso de conductores y un bajo costo de inversión; lo que apunta a la construcción de un sistema de 3 fases simétrico, es decir:

- Usan 3 voltajes a la misma amplitud desfasados 120° el uno del otro.
- Se puede construir las líneas simétricamente, usando el mismo material, con la misma forma geométrica y colocando los conductores en un triángulo equilátero a la misma distancia desde tierra.
- Se tratará de colocar la misma carga en los 3 conductores.

Si se logra tener un sistema simétrico, no hay mucha diferencia entre la transmisión de la energía de alto voltaje a 50 Hz y 60 Hz y la transmisión de datos a altas frecuencias, sin embargo hay una diferencia considerable en las propiedades de las líneas a diferentes frecuencias, como las pérdidas a lo largo de las líneas, se incrementa con las altas frecuencias.

1.3.3.2 Niveles de Medio y Bajo Voltaje

Las redes de medio y bajo voltaje son construidas con líneas aéreas y cables para líneas subterráneas.

El nivel de medio voltaje en líneas aéreas tiene voltajes nominales de 110 KV, los valores típicos son de 10 KV – 20 KV. Las redes de medio voltaje sobre líneas aéreas suplen de energía a áreas rurales, pequeños pueblos e industrias individuales o plantas. La longitud de estas líneas está entre 5 Km y 25 Km.

Las líneas de medio voltaje tienen una sección pequeña de máximo 95 mm² en aluminio y 15 mm² en acero.

Para los niveles de bajo voltaje, las líneas aéreas se aplican a pequeños pueblos y a áreas con construcciones antiguas y en muchos casos estas líneas son reemplazadas por cables aéreos, como por ejemplo, donde la instalación bajo tierra es imposible y de costos elevados.

1.3.4 Interferencias

Las interferencias son perturbaciones debidas a señales que provienen de otras transmisiones, las cuales debido a la proximidad de las frecuencias se mezclan con la señal original.

Al analizar la amplitud del espectro de interferencia encontramos tres casos: el ruido coloreado, ruido de banda angosta y el ruido impulsivo, los cuales tienen un impacto en el receptor.

- **Ruido Coloreado.-** Este tipo de interferencia es de naturaleza estocástica, el cual puede ser descrito por una densidad espectral de potencia (PSD). Los altos valores de la PSD son característicos en las redes de energía (50 Hz – 60 Hz) y en redes de 20 KHz. Para valores de PSD más bajos y constantes este ruido toma el nombre de ruido blanco.

- **Ruido de Banda Angosta.-** Se producen cuando existen cambios pronunciados en el espectro de frecuencias, lo cual ocurre en un rango de frecuencias muy angosto y con un PSD alto. Este tipo de interferencia puede ser ocasionado por equipos que trabajan a frecuencias cercanas a los 150 KHz, como convertidores de frecuencia, lámparas fluorescentes, televisiones y pantallas de computadores.

- **Ruido Impulsivo.-** Se caracteriza por picos de voltaje cortos, que tienen una duración de 10µs a 100µs y pudiendo alcanzar un voltaje de 2 KV., puede ser producido por el cierre de conmutadores. Impulsos periódicos son comúnmente causados por controles de fase y ocurre durante cada cruce por cero de la señal de voltaje. Dependiendo de la duración de esta interferencia, uno o varios bits en una transmisión de datos pueden ser erróneos, por lo que este ruido incide fundamentalmente en la transmisión de datos.

1.3.5 Características de la red BPL comparada con otras Tecnologías de alta Velocidad

CARACTERÍSTICAS	TECNOLOGÍAS CABLEADAS					TECNOLOGÍAS INALÁMBRICAS	
	BPL	Ethernet	Cablemodem	xDSL	PON	Wi-Max	Wi-Fi
ACCESO	Si	No	Si	Si	Si	Si	No
SIMETRÍA	Si	Si	No	No	Si	No	No
MOVILIDAD	Si	Si	No	No	No	Si	Si
CALIDAD DE SERVICIO CLASE DE SERVICIO	Si	Si**	Si	Si	Si	Si	No
SEGURIDAD INFORMATICA	Si	Si**	Si	Si	Si	Si	No

** Requieren equipamiento adicional.

Tabla 1.1: Cuadro comparativo de BPL con otras Tecnologías

Como podemos observar en el cuadro anterior BPL tiene características muy superiores sobre las demás tecnologías, como son, simetría, escalabilidad, flexibilidad y multiservicio, convirtiéndola en una tecnología confiable y de alto rendimiento.

- 200 Mbps de ancho de banda y simétricos a repartir (download = upload), el ancho de banda real entre los sistemas outdoor e indoor es definido por las características del enlace entre estos dos puntos.
- Seguridad informática, los datos se encriptan y los abonados tiene tráfico separado.
- Clase de servicio, prioriza cada tipo de servicio de acuerdo a sus características, como lo es voz sobre los datos.
- Responde a los estándares de los equipos de transmisión de datos y convive con los demás equipos de la red con los mismos protocolos de administración, seguridad y monitoreo.

- La subestación transformadora y utilizada como firewall por BPL, evitando que intrusos ingresen a la red, su seguridad es garantizada ya que usa mecanismos de autenticación basado en un mecanismo de cliente – servidor, el cual controlará el tráfico hacia y desde los clientes, por lo que mantendrán su privacidad mediante la implementación de redes virtuales (VLANs).

1.3.6 Tecnología OFDM (Orthogonal Frequency Division Multiplex)

La Multiplexación por División de Frecuencias Ortogonales, es una técnica de comunicación que divide un canal, de frecuencia, en un número determinado de bandas de frecuencias equiespaciadas, en cada banda se transmite un subportadora que transporta una porción de la información del usuario. Cada subportadora es ortogonal al resto, dándole el nombre a esta técnica de multiplexación por división de frecuencia.

OFDM es un sistema multiportador que es eficiente y flexible para trabajar en un medio como la red eléctrica, ya que el rango espectral queda dividido en ranuras (slots), cuyo ajuste permite que los equipos se adapten dinámicamente a las condiciones del medio, potenciando aquellas frecuencias donde el ruido es menor y anulando el uso de frecuencias donde el ruido es elevado, es decir, OFDM puede usar o dejar de usar cualquier subcanal con el fin de mantener una óptima tasa de error, lo cual permite que los equipos se adapten dinámicamente a las condiciones del medio.

1.3.6.1 Esquemas de Modulación y Demodulación para OFDM

La modulación OFDM divide el espectro del canal disponible en subportadoras independientes, como se indico anteriormente; para lograr esto, todas las portadoras deben ser ortogonales, para evitar la interferencia entre ellas.

La ortogonalidad se alcanza haciendo coincidir los picos del espectro de las subportadoras con los valores nulos del espectro de las otras subportadoras

pertenecientes al mismo canal, lográndose como resultado un perfecto alineamiento y espaciado de las señales subportadoras.



Gráfico 1.11: Ortogonalidad de Subportadoras

La modulación y la demodulación se realizan individualmente para las señales en subportadoras independientes. Si una o dos subportadoras con señales a diferentes frecuencias se propagan y viajan a velocidades diferentes, el impacto es mínimo. Al transmitir simultáneamente varias subportadoras se obtiene una alta tasa de transmisión de datos. Una vez que la señal OFDM se transmite en varias subportadoras paralelas, los bits para detección y corrección de errores (FEC) se insertan en las mismas subportadoras, dichos bits de corrección son utilizados en el receptor para recobrar bits perdidos debido a la interferencia o multitrayectoria.

Este mecanismo de corrección de errores permite a OFDM maximizar la fiabilidad de la transmisión de los datos, creando un sistema altamente tolerable al ruido, al mismo tiempo es muy eficiente en el uso de banda y por lo tanto permite una amplia cobertura de área punto a punto y multipunto.

Actualmente existen quipos con capacidad de transmitir desde 1,5 Mbps hasta 30 Mbps en 25 MHz de ancho de banda y pronto se estarán produciendo equipos que superan velocidades de 100 Mbps. Adicionalmente la velocidad, se cuenta con opciones de seguridad que hacen virtualmente imposible descifrar la señal que se transmite.

Los equipos con tecnología OFDM ayudan a las empresas a evitar los altos costos de instalación de cable, a eliminar rentas mensuales o cargos por licenciamiento. Son la

solución ideal en distancias moderadas para redes de información punto a punto, multipunto, acceso de alta velocidad a internet, extensiones de LAN/WAN, video conferencia, telefonía, telemetría, control, etc.

1.3.7 Sitios de Aplicación de BPL

Con la utilización de la tecnología BPL, esta ofrecerá innovadores servicios de comunicaciones. Gracias al gran ancho de banda y bajo costo su implementación, permitirá desarrollar nuevos servicios a distancia para el hogar y la oficina.

Para el hogar

- Internet avanzado.
- Mensajería unificada (Mensajes de telefonía fija, Móvil (SMS), Fax y Correo Electrónico).
- Televisión, música y radio “a la carta”.
- TV digital interactiva.
- Juegos en la red.
- Domótica.
- Seguridad a distancia.
- Telediagnóstico.
- Teleasistencia.
- Telefonía en un ambiente más avanzado.

Para la oficina

- Compartir, ver y modificar documentos de forma simultánea por el mismo equipo de trabajo.
- Redes privadas virtuales (VPN, transmisión privada de voz y datos).
- Facilita la automatización de los PYMES, ya que no es necesario costosas instalaciones de teléfono y líneas de datos para disponer de una red local.
- Videoconferencia.
- Teletrabajo, trabajar desde la casa a través de una conexión rápida, económica, segura y permanente.

1.3.8 Capas del Modelo BPL

Los niveles del modelo BPL que veremos a continuación, para posteriormente entrar en detalle de cada uno de ellos:

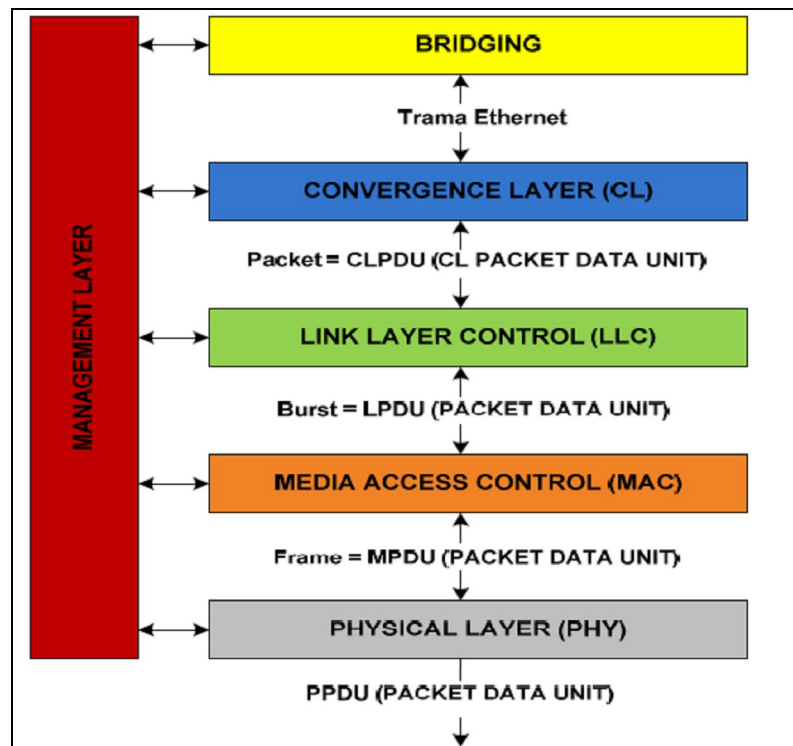


Gráfico 1.12: Capas del Modelo BPL

- **Capa Física.**- Define las características técnicas y procedimientos de la transmisión de datos:

- Velocidad de transmisión: 205 Mbps

- Modulación: OFDM.

- Eficiencia Espectral: 8 bps/Hz.

- Ancho de banda: 25,63 MHz.

- En repetidores se usa Multiplexación por división de tiempo y por división de frecuencia, para garantizar mayor cobertura.

- Los canales más complicados se hacen más confiables, debido a la existencia de un modo robusto.

- Permite la coexistencia entre la red de acceso y las aplicaciones Indoor.

- **Capa MAC.**- Conocida como Control de Acceso al Medio (MAC – Media Access Control), define la forma en la que los nodos tienen acceso al canal (red eléctrica).

- Arquitectura: *Maestro* (Head End) – *Esclavo* (CPE – Customer Premise Equipment).

- Acceso al medio: Paso de testigo, permitiendo diferentes topologías y tipos de tráfico.

- Transmisión: punto multipunto.

- Capacidad de re-uso espacial.

- **Capa LLC.**- Conocida como Capa de Control de Enlace (LLC – Link Layer Control), se encarga de que la transmisión entre nodos esté libre de errores.

- **Capa CL.**- Conocida como Capa de Convergencia (CL – Convergence Layer), define como los estándares son usados para que puedan soportar diferentes tipos de fabricantes y de acuerdo a éste realizar el encapsulamiento.

- **Bridging.**- No es una capa del modelo BPL, solo hace referencia al soporte de redes virtuales (VLAN – Virtual LAN).

- **Capa de Administración.**- Administra cada una de las capas y dependiendo del estado de la red eléctrica, el funcionamiento de cada una de las capas variará.

Con la ayuda de los protocolos SNMP (Simple Network Management Protocol- Protocolo Simple de Administración de Red) y MIB (Management Information Base- Base de información Gestionada), habrá facilidad en la administración de la red.

Las velocidades de transmisión en cada uno de los tramos de la red BPL, serán los que a continuación se muestran en la tabla 3.4.

VELOCIDAD DE TRANSMISIÓN	
MEDIA TENSIÓN	135 Mbps
BAJA TENSIÓN	45 Mbps
CAPACIDAD/USUARIO	2,25 Mbps

Tabla 1.2: Velocidad de Transmisión de la Red BPL

1.3.9 Características para el Funcionamiento de la Red BPL

Para el diseño de la red BPL, se debe cumplir con las siguientes especificaciones:

- Se requiere que el sistema de teledividida para la Empresa Eléctrica, opere con tecnología BPL, para la transmisión de datos en tiempo real de la zona residencial/comercial que pertenece a la Subestación 02 de la Parroquia Sucre (centro de la ciudad)

- Para el diseño del sistema de teledividida, la Empresa Eléctrica requiere una transmisión de datos a 135 Mbps (CIR – Committed Information Rate) para el Sistema Outdoor, con un rango dinámico de 87 dB, dicha velocidad es necesaria para alcanzar el máximo desempeño y capacidad de la tecnología BPL y de sus equipos, que permiten

una velocidad de hasta 200 Mbps para el tramo de media tensión, la cuál es compartida por 20 usuarios por transformador de media tensión a baja tensión, es decir cada usuario transmitirá a una velocidad aproximada de hasta 10 Mbps; de ésta manera se cumple con la velocidad de 45 Mbps para el Sistema Indoor en el tramo de baja tensión para cada usuario.

- Se debe cumplir con una Relación Señal/Ruido en el rango de los 15 dB a 43 dB, para asegurar que el ruido introducido por el cierre y apertura de conmutadores, lámparas fluorescentes, etc., no interfieran con la señal de datos deseada.

- La potencia máxima de salida de la Red BPL, será de acuerdo a los sistemas de media o baja tensión, es decir será de 100 mW para el Sistema Outdoor (12 MHz) y de 200 mW para el Sistema Indoor (30 MHz), con una sensibilidad de -50 dBm/Hz.

- La interoperabilidad entre los equipos es transparente cuando se trata de elementos del mismo fabricante, en la actualidad la mayoría de los productos no son compatibles entre sí y la presencia de diferentes equipos en la misma red BPL afecta el funcionamiento de los equipos instalados. Por esta razón en el diseño de la red BPL se utiliza equipos de un mismo fabricante.

1.4 VENTAJAS Y DESVENTAJAS DE LA TECNOLOGIA BPL

1.4.1 Ventajas de BPL

Esta tecnología ofrece múltiples beneficios, permitiendo a las empresas proveedoras de electricidad ingresar al campo de las telecomunicaciones y, lo que es mejor, sin incrementar sus costos de instalación pues la conexión es posible hacerla desde cualquier bucle de abonado disponible.

Para el desarrollo de comunicaciones en países del tercer mundo, BPL ofrece una ventaja muy importante, ya que la inversión es reducida debido a que las redes de transmisión ya existen en todos los países de nuestro continente, permitiendo interconectar a las personas y a los países mediante el tendido eléctrico. Con lo cual se

obtendrá accesibilidad a muchos servicios como por ejemplo Internet, transformándolo en un medio masivo para servicios de telecomunicaciones.

BPL utiliza los cables que ya están instalados en la red eléctrica de distribución y de los hogares, lo que hace posible ofrecer cualquier tipo de comunicaciones. Carece de las limitaciones del ADSL o del Cable y, al ser la red eléctrica la más extendida del planeta, puede llegar a pueblos o localidades donde otras tecnologías no pueden abastecer, ya que no les resultará económicamente rentable.

Las ventajas que ofrece BPL son las siguientes:

- No es necesario ningún tipo de obra civil al ya estar implementada la red.
- Despliegue sencillo y rápido.
- Alta velocidad.
- Instalación simple y rápida.
- Con un solo repetidor se provee de conexión hasta 256 hogares.
- Nuevos servicios, empleando la misma plataforma tecnológica IP (Servicios a distancia como Domótica, TV interactiva, Teleseguridad, etc.).
- Conexión permanente.
- Red local.
- Con el tiempo los costes se abaratarán.
- Las velocidades ofrecidas pueden superar los 10 MB frente a los 2 MB de ADSL.
- Se podrá realizar la conexión desde cualquier punto del hogar e incluso se permite la posibilidad de conectar dos modems y tener dos conexiones independientes.

- Por medio de microfiltros se evitan las posibles interferencias generadas por los electrodomésticos.
- Las tarifas de conexión, aunque todavía no están fijadas, no superarán las cuotas de ADSL.
- Alternativa a ADSL que ocupa el 90% de la cuota de mercado
- Equiparables a ADSL y muy inferiores a la telefonía móvil.

Las mayores ventajas de BPL, apuntan a su disponibilidad mundial, efectividad del costo y facilidad de instalación. A la vez, la conveniencia de conectar cualquier dispositivo a través de un enchufe de corriente para navegar, bajar videos, transmitir datos y hablar por teléfono. En la tabla 2.10 se puede apreciar las diferencias que existen entre BPL y distintas tecnologías. Se espera que el valor de la tecnología BPL sea bastante inferior al de los actuales ADSL y Cable en el mismo rango de velocidades.

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE CONEXIÓN			
	MODEM TELEFÓNICO	ADSL	CABLE MODEM	BPL
Tipo de Línea que la soporta	Red Telefónica Básica (RTB)	Red Telefónica Básica (RTB)	Línea propia (Fibra Óptica)	Línea Eléctrica
Velocidad de conexión	56 kbps (bajada) 33,6 kbps (subida)	1,5 - 2 Mbps 16 - 640 Kbps	10 - 38 Mbps 128 kbps 10 Mbps	Puede llegar hasta 45 Mbps
Calidad	Media	Alta (digital)	Alta (Óptico)	Alta
Distancia máxima de la central	Ninguna	5,5 Km	48,3 Km Ampliable	No hay límite
Implantación de la tecnología	Completa	Completa con fallos continuos	Completa con fallos aislados	En proceso

Tabla 1.3: BPL vs Otras Tecnologías

1.4.2 Desventajas de BPL

A continuación presentamos las falencias de la tecnología BPL las cuales no serán obstáculo para que en un futuro cercano se vea ampliamente implementada esta tecnología.

Las desventajas que se presentan en BPL son las siguientes:

- Mejorar el propio estado de las líneas eléctricas. Si las redes están deterioradas, los cables se encuentran en mal estado o tienen empalmes mal hechos no es posible utilizar esta tecnología
- La distancia también puede ser una limitación, la medida óptima de transmisión es de 100 metros por lo que, a mayores distancias, se hace necesario instalar repetidores
- El cable eléctrico es una línea metálica recubierta de un aislante. Esto genera a su alrededor unas ondas electromagnéticas que pueden interferir en las frecuencias de otras ondas de radio.
- EL 'ruido' en las líneas que impide mantener la calidad de la comunicación. Para evitarlo, es necesario localizar los equipos que los causan y aislarlos mediante un filtro.
- Otro problema es la estandarización de la tecnología PLC, ya que en el mundo existen alrededor de 40 empresas desarrollando dicha tecnología. Para solventar este problema, la organización internacional **PLCForum** intenta conseguir un sistema estándar para lo cual está negociando una especificación para la coexistencia de distintos sistemas PLC.

(Anexo 6: Organización Internacional PLCForum)

2.2 SISTEMAS DE INDOOR PLC

Corresponde al tramo que va desde el medidor de los abonados hasta todos los puntos de energía ubicados dentro del hogar, y su medio de transmisión es el cableado eléctrico interno.

El equipo que comunica estos dos sistemas es un repetidor, el cual es el segundo elemento de la red BPL. Normalmente este equipo se lo instala junto al medidor de energía eléctrica, el cual está compuesto por un Modem terminal y equipo cabecera. El modem terminal del repetidor recibe la señal del equipo cabecera del sistema outdoor y el equipo cabecera se comunica con la parte terminal del repetidor y transmite la señal en el tramo indoor.

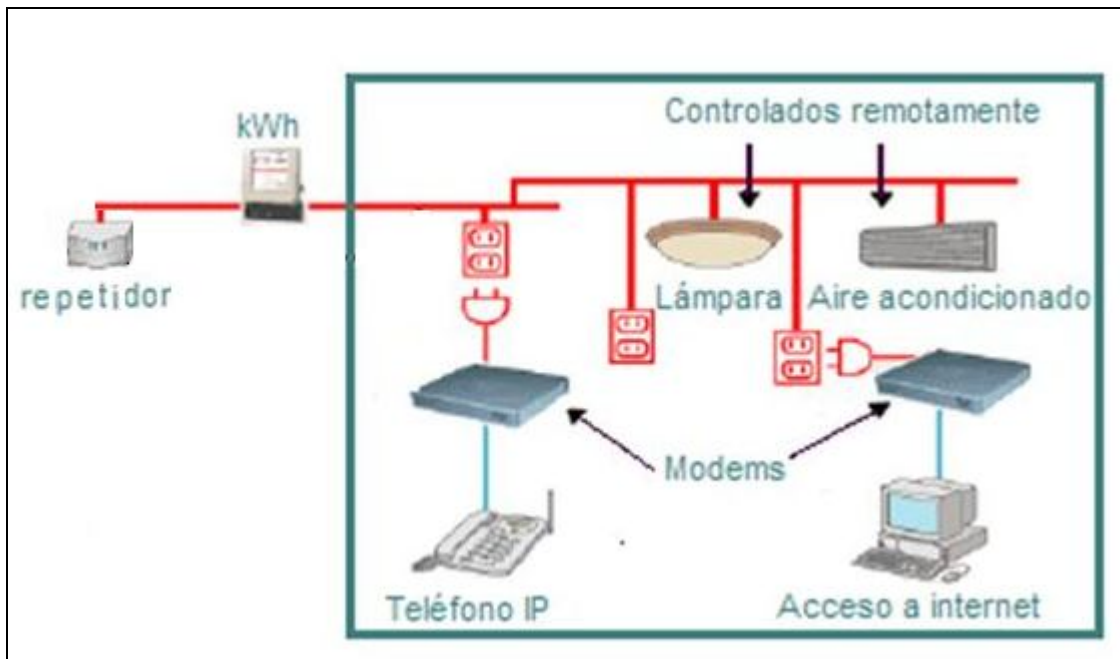


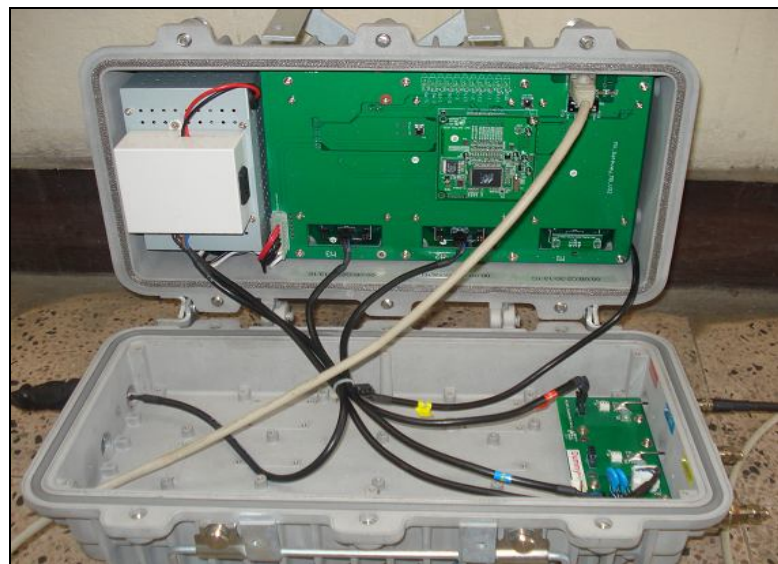
Gráfico 2.1: Sistema Indoor PLC

Como ya se había mencionado en el anterior capítulo la Empresa Eléctrica utiliza el mismo equipo; ya sea para iniciar la transmisión de datos o para repetir la señal, como lo mostraremos a continuación para que se pueda apreciar un poco más a detalle, no sabemos con certeza si cuando aumenten los clientes se considere utilizar equipos más de acuerdo a lo que sería el inicio de la transmisión de datos.



Fotografía 2.2: Equipo Repetidor de la Señal PLC

Los 3 módulos sirven para transmitir o recibir datos, estos son de tipo coaxial, el conector de red de igual manera sirve para recibir la señal de internet como ahora lo está utilizando la Empresa Eléctrica, o también se lo puede utilizar como modem cliente una vez este haya recibido la señal de un equipo principal anterior, el cable de baja tensión sirve para energizar al equipo.



Fotografía 2.3: Estructura interna del repetidor PLC

El tercer elemento de la red BPL es el Modem Terminal o Modem Cliente, el cual recibe la señal que proviene de la red eléctrica. De esta manera comparten el mismo medio de transmisión, tanto las señales de datos como la señal de energía eléctrica, así como lo explico con mayor detalle en el capítulo anterior.

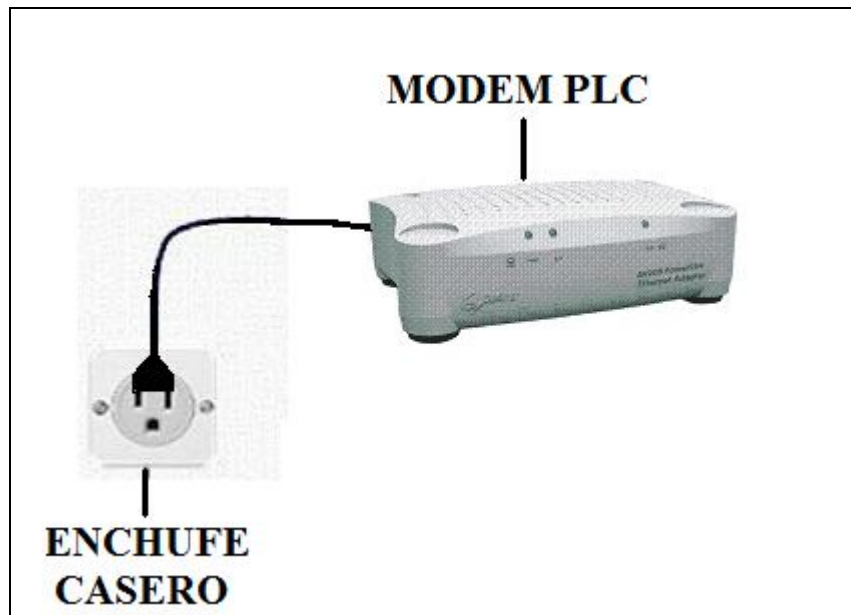


Gráfico 2.2: Modem del Cliente

2.3 BACKBONE PLC

Comenzaremos indicando desde donde se obtiene el Servicio de Internet para que este pueda ser distribuido a la mayor parte de la Ciudad de Cuenca, en backbone de fibra óptica que veremos a continuación, nos muestra como un anillo de fibra rodea a la ciudad y mediante esta abastece de Internet a las diferentes subestaciones para que cada una de ellas se encargue de repartir la señal, esto hablando de la Tecnología PLC, para nuestro estudio nos interesa la Subestación 02 ubicada en la Parroquia sucre que es la cual logra hacer llegar la señal al colegio Julio María Matovelle mediante la red de corriente eléctrica.

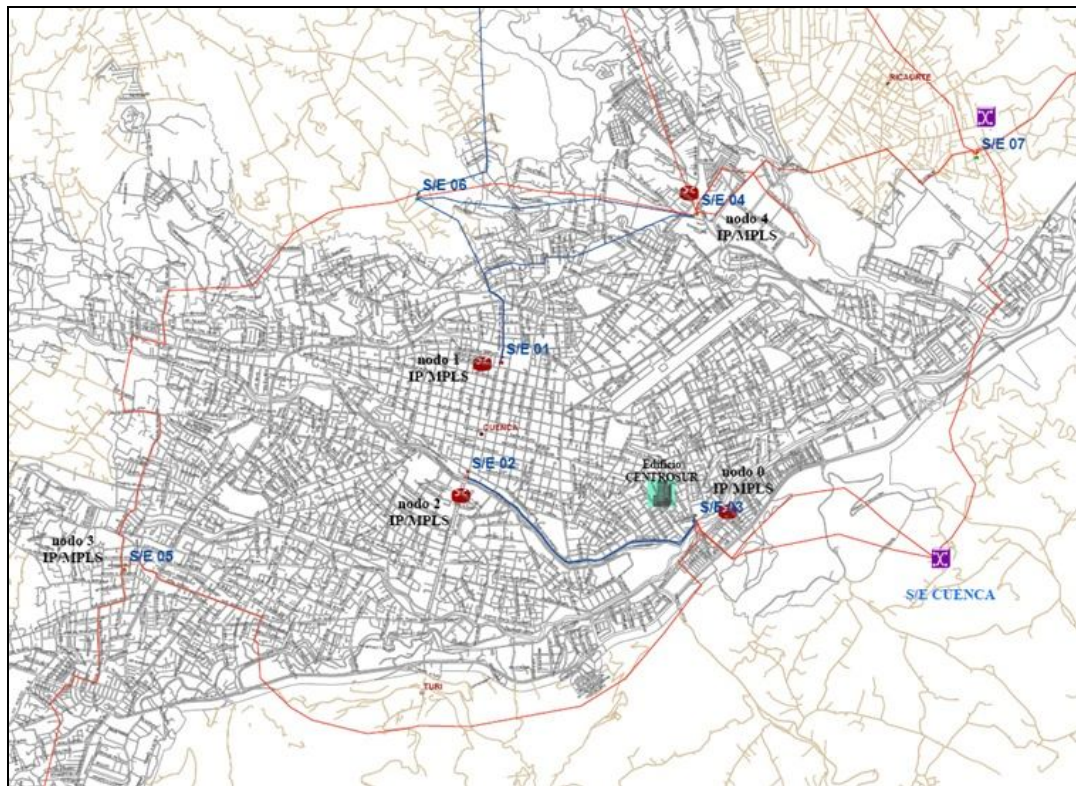


Gráfico 2.3: Backbone de fibra óptica de la Empresa Eléctrica Centrosur

CAPITULO 3

DISEÑO DE PROTOTIPO PLC

3.1 ESQUEMA DE LA ESTRUCTURA

Una vez concluido el capítulo 2 podemos proseguir a realizar unas estimaciones para obtener resultados que nos permitan conocer las tendencias de uso del servicio de internet en nuestro país así como en la ciudad de Cuenca, y a continuación realizaremos el diseño e implementación de un prototipo de comunicaciones BPL proporcionando acceso de banda ancha a Internet en la zona específica que es el Colegio Julio María Matovelle el cual hemos escogido como área de estudio e implementación de la tecnología PLC y así poder tener la posibilidad de establecer redes locales utilizando el tendido eléctrico ya implementado sin necesidad de cableado adicional.

3.1.1 Objetivos

Mediante datos estadísticos de utilización del servicio de internet obtenidos de la SUPTEL realizaremos cálculos que nos permitan proyectar la tendencia de uso del servicio al año 2008 con el fin de estimar posibles futuros usuarios de la tecnología PLC.

Realizar el diseño del prototipo para implementarlo y opere con tecnología BPL para cobertura en el sector de la parroquia Sucre ofreciendo una solución de conectividad que permita aplicaciones en el sector mencionado particularmente en la institución educativa Julio Matovelle permitiendo el acceso al servicio en sus laboratorios de cómputo, oficinas, y demás localidades.

Definir los parámetros técnicos de diseño y las condiciones básicas para evaluar la viabilidad de la implementación del sistema BPL.

Monitorización del funcionamiento y conectividad del servicio.

3.1.2 Alcance

El diseño del prototipo de comunicaciones contempla tres etapas:

1. Acceso a Internet de banda ancha en la zona de estudio donde está ubicado el colegio Julio María Matovelle que está dentro de la cobertura de la subestación N°2 (S/E02). Se asume que los beneficiarios del sistema BPL dispondrán de un servicio con velocidades de 2 Mbps, sin límite en el tiempo de conexión y de amplia cobertura permitiendo cubrir áreas aledañas a la Institución en proceso de implementación y que actualmente no están con servicio.
2. Utilización de la tecnología BPL a nivel de conectividad interna en empresas, hogares y oficinas formando una red LAN, con un proceso de instalación sencillo y rápido, transmisión simultánea de voz y datos y conexión permanente.
3. Servicios adicionales para la Empresa Eléctrica Centrosur a través del enlace de las subestaciones con el sistema de comunicaciones de la empresa.

3.1.3 Requerimientos de Diseño

Para la Implementación de la tecnología PLC es necesario cumplir con ciertos requerimientos, como establecer cuál será la zona a cubrir con el servicio de banda ancha y lo más importante saber si habrá demanda de consumo en el futuro.

3.1.3.1 Zona de Servicio

La zona de servicio de este proyecto corresponde al área de cobertura de la subestación N°2 (S/E02) la cual abastece a toda la parroquia Sucre. La Subestación N°2 (S/E02) está ubicada en las calles Benigno Malo y Calle Larga, el colegio Julio María Matovelle que es nuestra área específica para la implementación del servicio se encuentra ubicado en la calle Larga entre Pdte. Antonio Borrero y Luis Cordero sector La Merced en la parte central de Cuenca.



Gráfico 3.1: Zona de estudio para la implementación del prototipo de BPL

3.1.3.2 Mercado Consumidor

A partir de estadísticas de la SUPTEL a continuación, se estima el número de posibles usuarios del sistema de comunicaciones BPL, con el objeto de dimensionar el número de terminales, equipos y la capacidad de la red.

Debido a que el alcance del presente proyecto no involucra el desarrollo de un estudio de mercado de la tecnología BPL, la estimación de los usuarios iniciales y futuros del sistema se realiza a través de la aplicación de criterios generales y métodos cualitativos de proyección, los que nos permiten reflejar el comportamiento del mercado ante la factibilidad resultante del proyecto en el área de estudio que nos hemos propuesto implementar.

3.1.3.2.1 Determinación del índice de penetración del servicio.

ESTIMACIÓN DE USUARIOS DE INTERNET EN EL ECUADOR AÑO 2006						
PROVINCIA	CUENTAS CONMUTADAS	CUENTAS DEDICADAS	CUENTAS TOTALES	ESTIMADO DE USUARIOS CONMUTADOS	ESTIMADO DE USUARIOS DEDICADOS	ESTIMADO DE USUARIOS TOTALES
AZUAY	5.572	1.366	6.938	22.288	4.213	26.501
TOTAL	141.814	65.463	207.277	567.256	256.227	823.483

Tabla 3.1: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2006.
(Anexo 7: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2006)

ESTIMACIÓN DE USUARIOS DE INTERNET EN EL ECUADOR AÑO 2007						
PROVINCIA	CUENTAS CONMUTADAS	CUENTAS DEDICADAS	CUENTAS TOTALES	ESTIMADO DE USUARIOS CONMUTADOS	ESTIMADO DE USUARIOS DEDICADOS	ESTIMADO DE USUARIOS TOTALES
AZUAY	4.315	1.889	6.204	17.260	6.272	23.532
TOTAL	236.539	82.890	319.429	689.436	318.973	1.008.409

Tabla 3.2: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2007.
(Anexo 8: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2007)

DATOS DE CUENTAS Y USUARIOS DE INTERNET POR PROVINCIA EN PORCENTAJE															
MES:	DICIEMBRE														
AÑO:	2008														
N.º	PROVINCIA	Cuentas Conmutadas	Componente Cuentas conmutadas (%)	Cuentas Dedicadas	Componente Cuentas Dedicadas (%)	Cuentas Totales	Componente Cuentas totales (%)	Estimado de Usuarios Conmutados	Componente Estimado de Usuarios Conmutados (%)	Estimado de Usuarios Dedicados	Componente Estimado de Usuarios Dedicados (%)	Estimado de usuarios totales	Componente Estimado de Usuarios totales (%)	Número de habitantes dic 08	% de habitantes provincia que acceden a Internet
1	Azuay	14535	8,84%	4154	2,66%	18.689	5,83%	58140	8,84%	18345	1,89%	76.485	4,70%	666.229	11,48%
	Total general		100,00%		100,00%	320.572	100,00%		100,00%		100,00%	1.627.916	100,00%	14.030.001	11,60%
		51,29%		48,71%				40,40%		59,60%					

Tabla 3.3: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2008.

Descripción de los campos de cuentas

Cuentas: Las cuentas en general están asociadas al abonado, que es persona o empresa que contrata el servicio; estos son los datos que no están sujetos a estimaciones y por ende los más apropiados para ser utilizados en proyección, tendencia, etc.

Usuarios: Como su nombre lo indica se refiere a quien usa el servicio y es por eso que generalmente por cada cuenta de Internet existe 1 o más usuarios de Internet; hay que indicar que para el cálculo de estos datos se hacen estimaciones ya sea por la operadora como por esta Superintendencia.

Cuentas Conmutadas: Dentro de esta categoría se han incluido todas las cuentas de Internet que para hacer uso del servicio el usuario debe realizar la acción de marcar a un número determinado ya sea a través de las redes de telefonía fija o móvil.

Cuentas Dedicadas: Son todas aquellas cuentas que no requieren marcar a un número determinado para acceder al servicio como puede ser ADSL, Cable Modem, Radio, etc.

Usuarios Conmutados: Esta Superintendencia estima que por cada cuenta de este tipo existe 4 usuarios, sin embargo anualmente se revisará este factor con el propósito de disponer estimaciones lo más aproximadas a la realidad.

Usuarios Dedicados: Son el número total de usuarios que los Proveedores de Servicios de Internet estiman que disponen por sus cuentas dedicadas

Usuarios totales: es la suma de todos los usuarios.

Es importante realizar las consideraciones siguientes en relación a estos datos:

Las cuentas dedicadas se refieren a aquellas que utilizan otros medios que no sea “dial up” para acceder a Internet, como pueden ser ADSL, cable módem, radio, etc. El número total de usuarios que emplean este tipo de servicio es estimado por el propio proveedor.

La manera de determinar para la SUPTEL el número de usuarios dial up totales, es multiplicando el número de cuentas totales dial up por un factor igual a 4, el cual corresponde a un proceso de estimación empleado por la institución. Sin embargo, por parte de esta institución se está realizando un estudio para confirmar o modificar este factor.

actualmente, la SUPTEL está solicitando a todas las empresas de servicios de valor agregado que actualicen sus datos, por lo que en los próximos meses se van a encontrar cambios significativos debido a que la información de usuarios corresponderá a datos más reales y nuevas empresas empiezan a remitir usuarios.

Las estadísticas antes detalladas reflejan un cambio muy marcado con relación a los datos reportados en el 2004. Debido a que antes se consideraba sólo a los usuarios que empleaban líneas dial up como acceso a Internet y en la actualidad se han integrado datos acerca de empresas que emplean tecnologías alternativas.

En vista de que nuestra zona de estudio e implementación se encuentra en la provincia del Azuay procedemos a determinar el índice de penetración del servicio de Internet que se encuentra en el Anexo 9.

(Anexo 9: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2008)

3.1.3.2.2 Índice De Penetración Del Servicio De Internet

Provincia: Azuay

Número de habitantes: 666.229

Usuarios de Internet: 76.485

Índice de penetración del servicio de Internet: 11.48 %

Tenemos que el índice de penetración del servicio de Internet a nivel nacional es aproximadamente del 4%, un valor inferior al encontrado para el caso de la provincia de Azuay (11.48%). Ello radica en que la gran mayoría de los servicios ADSL y cable módem se concentran en los principales centros de actividad comercial del país, esto es Guayas, Pichincha y Azuay.

3.1.3.2.3 Determinación del número general de usuarios del servicio de Internet

Para calcular el número general de usuarios que accede al servicio de Internet en la zona de cobertura del proyecto, se aplica la siguiente relación empírica:

$$U_I = U_E \cdot I$$

Donde:

U_I: Número de usuarios del servicio de Internet

U_E: Número de usuarios del servicio eléctrico

I: Índice de penetración del servicio de Internet

Estimación 1: a continuación se muestran los resultados para la subestación eléctrica:

NÚMERO MÁXIMO DE USUARIOS BPL

$$U_I = U_E \cdot I$$

$$I = 11.48\%$$

Usuarios sistema eléctrico S/E Cuenca	68830
Usuarios BPL S/E Cuenca	7901

* El índice de penetración del servicio está en relación a la provincia de la Azuay.

3.1.3.2.4 Número de usuarios para la introducción del servicio BPL

El número total de usuarios de Internet se estimó en la sección anterior. Sin embargo, no todos estos usuarios optarían de manera única y definitiva por el sistema BPL ofertado, debiendo considerar que existen otras tecnologías de acceso en el mercado. La tabla siguiente muestra el porcentaje de distribución del mercado de los principales operadores de servicio de acceso a Internet en el país.

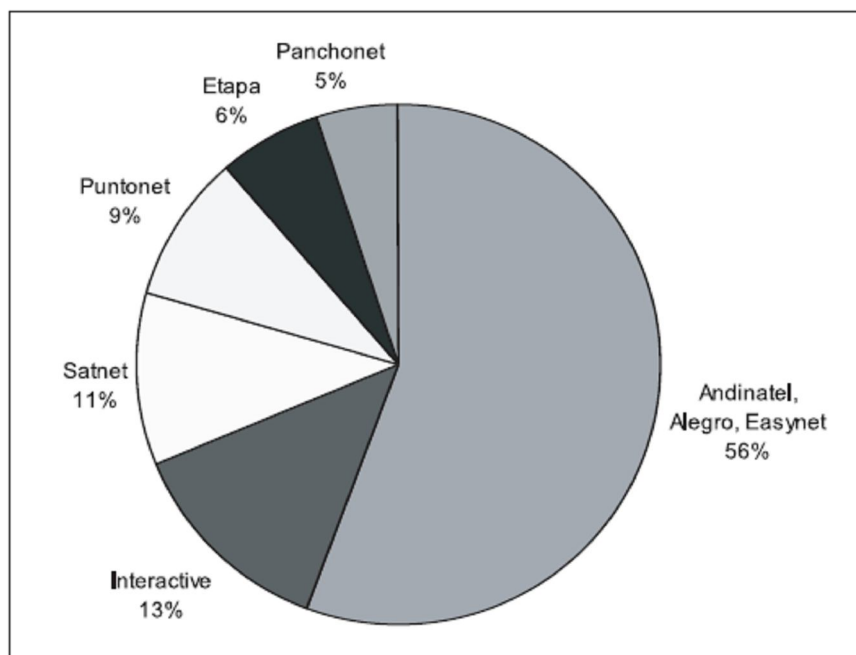


Gráfico 3.2: Principales Proveedores dial-up
 Anexo 11: Proveedores de Conexiones Dedicadas

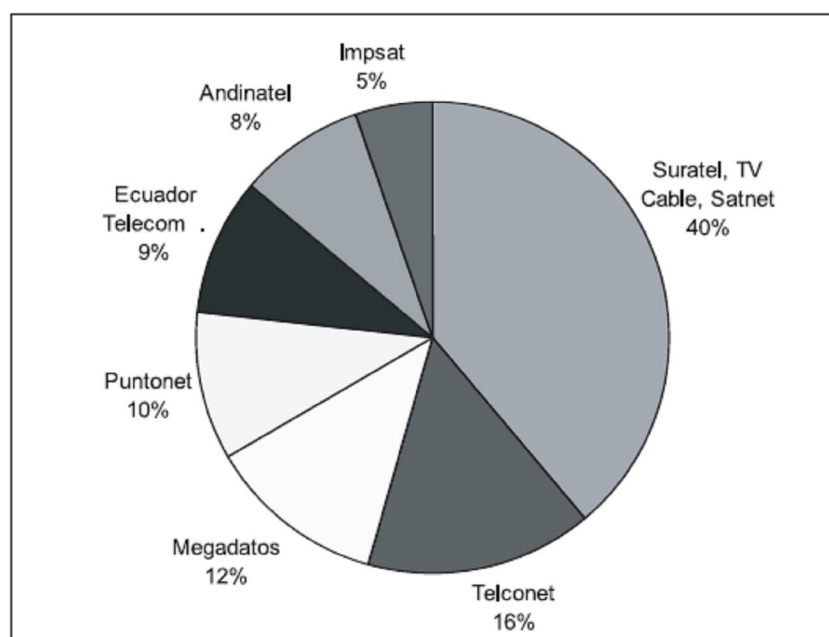


Gráfico 3.3: Principales Proveedores de conexiones dedicadas
 Anexo 11: Proveedores de Conexiones Dedicadas

OPERADORA	PORCENTAJE %
SURATEL, TV CABLE, SATNET	40
TELCONET	16
MEGADATOS	12
PUNTONET	10
ECUADOR TELECOM	9
ANDINATEL	8
IMPSAT	5
VALOR PROMEDIO	14,29

Tabla 3.4: Proveedores de conexiones dedicadas

Para la siguiente estimación por tratarse de un diseño que permitirá introducir la tecnología BPL en el mercado de manera inicial, se toma como referencia el promedio de los porcentajes descritos antes, es decir el 14.29 %, como un índice de aceptación adecuado para el proveedor de servicios BPL en su primera etapa. En base a este porcentaje, los usuarios definidos mediante el cálculo 1 se reducen a:

Estimación 2:

NÚMERO DE USUARIOS BPL EN ETAPA DE INTRODUCCIÓN

Usuarios BPL S/E Cuenca Totales 7901

Usuarios BPL S/E Cuenca Iniciales 1129

3.1.4 Pronósticos del Crecimiento de la Demanda

3.1.4.1 Definición del método de pronóstico

Para la implementación de este prototipo es imprescindible identificar y cuantificar el crecimiento de la demanda de los servicios inherentes a BPL. Sin embargo, éste es un parámetro difícil de definir con exactitud, ya que varía en función de otros factores como: densidad de usuarios de Internet, densidad de computadores, tarifas de acceso, calidad de servicio, oferta y competencia.

En Planificación de Sistemas de Telecomunicaciones, para la determinación de la demanda, es posible emplear un pronóstico, es decir una estimación anticipada sobre el valor de una variable.

Las situaciones en que se requiere un pronóstico tienen como elementos ineludibles: la incertidumbre y la dependencia de datos históricos. Existen métodos de pronóstico, cualitativos y cuantitativos. Para seleccionar el método más adecuado deben considerarse factores como: contexto y período de tiempo del pronóstico, relevancia y disponibilidad de datos históricos, grado de exactitud requerida y punto del ciclo de vida en que se encuentra el servicio.

Para este proyecto, debido a que se trata de la introducción de un servicio nuevo en el mercado, emplearemos un método cualitativo, es decir que usa criterios personales y relaciones para transformar la información cualitativa en estimados cuantitativos. La técnica específica se denomina analogía histórica, ya que se basa en el análisis comparativo de la introducción y crecimiento de productos similares, para ello se recopila la información histórica disponible y se buscan posibles tendencias o ciclos evolutivos.

3.1.4.2 Recopilación de información

3.1.4.2.1 Índice de crecimiento del acceso a Internet a nivel nacional

En Ecuador, el Internet ha tenido un crecimiento sostenido desde su introducción, así lo muestran las cifras publicadas por la SUPTEL, institución que a más de realizar un seguimiento del número de usuarios de este servicio, ha determinado índices aproximados de crecimiento. Es así, como durante el período comprendido entre 2001 y 2008, el porcentaje de crecimiento total del servicio ha variado 1801,1% lo que indica que ha existido una gran evolución. Adicionalmente, es posible estimar un porcentaje promedio anual de crecimiento del 7,08 % El proceso de cálculo de estos índices se muestra con detalle en el Anexo 10.

(Anexo 10: Índice de crecimiento anual medio)

La tabla y figura siguientes muestran el número de usuarios por año durante el período de operación del servicio de Internet y su curva de tendencia.

(Anexo 12: Cuentas usuarios SUPTEL 2001-2005)

(Anexo 10: Índice de crecimiento anual medio)

AÑO	USUARIOS	PORCENTAJE DE CRECIMIENTO ACTUAL
2001	85630	47.2%
2002	100663	17.6%
2003	158579	57.5%
2004	191903	21.0%
2005	468598	144.2%
2006	823483	75,73%
2007	1008409	22%
2008	1627916	61,43%

Tabla 3.5: Usuarios del servicio de Internet entre 2001 y 2008

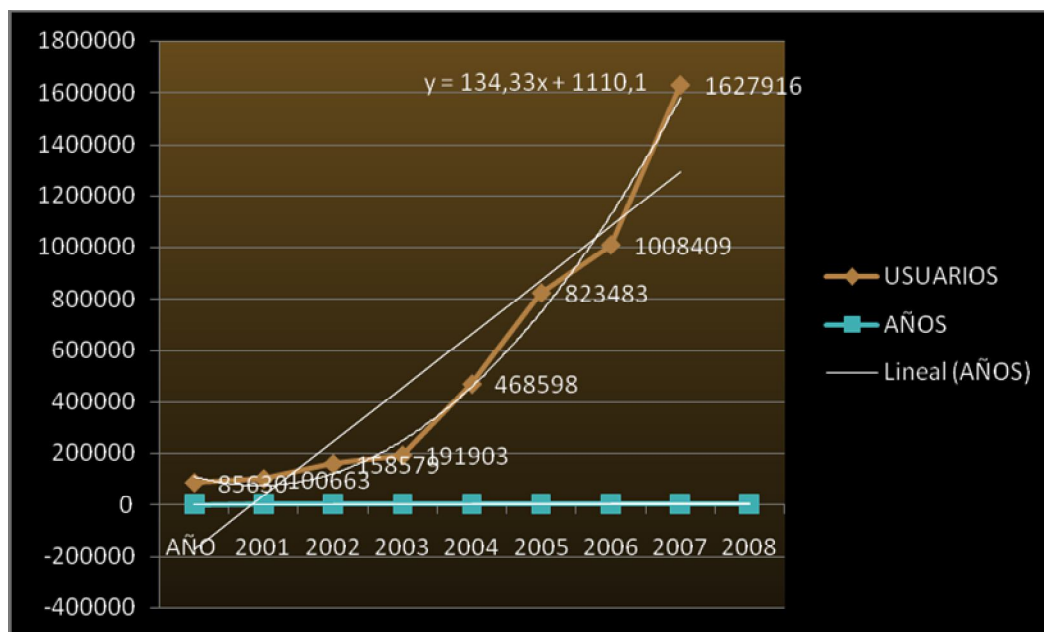


Gráfico 3.4: Crecimiento de los usuarios del servicio de Internet entre 2001 y 2008

3.1.4.2.2 Índice de crecimiento del acceso a Internet de banda ancha

Las tecnologías de banda ancha iniciaron su promoción en el mercado ecuatoriano, en el 2001. De acuerdo a la SUPTEL, la siguiente ha sido su evolución en cuanto al número de usuarios.

AÑO	USUARIOS	PORCENTAJE DE CRECIMIENTO ACTUAL
2001	374	
2002	920	145,99 %
2003	4563	395,98 %
2004	11599	154,20 %
2005	25906	123,35 %
2006	65463	152,69 %
2007	82890	26,62 %
2008	156139	88,37 %

Tabla 3.6: Crecimiento de usuarios del servicio de Internet de banda ancha

En la tabla observamos un incremento total en el uso del servicio de banda ancha hasta el periodo 2006 en el siguiente año durante el periodo 2007 no hubo mayor crecimiento aunque en el periodo 2008 se incremento casi el doble de usuarios. El incremento es de 41648,3% y un porcentaje promedio anual de 317,48%, lo que refleja una tendencia de alto incremento de usuarios, como muestra la figura siguiente.

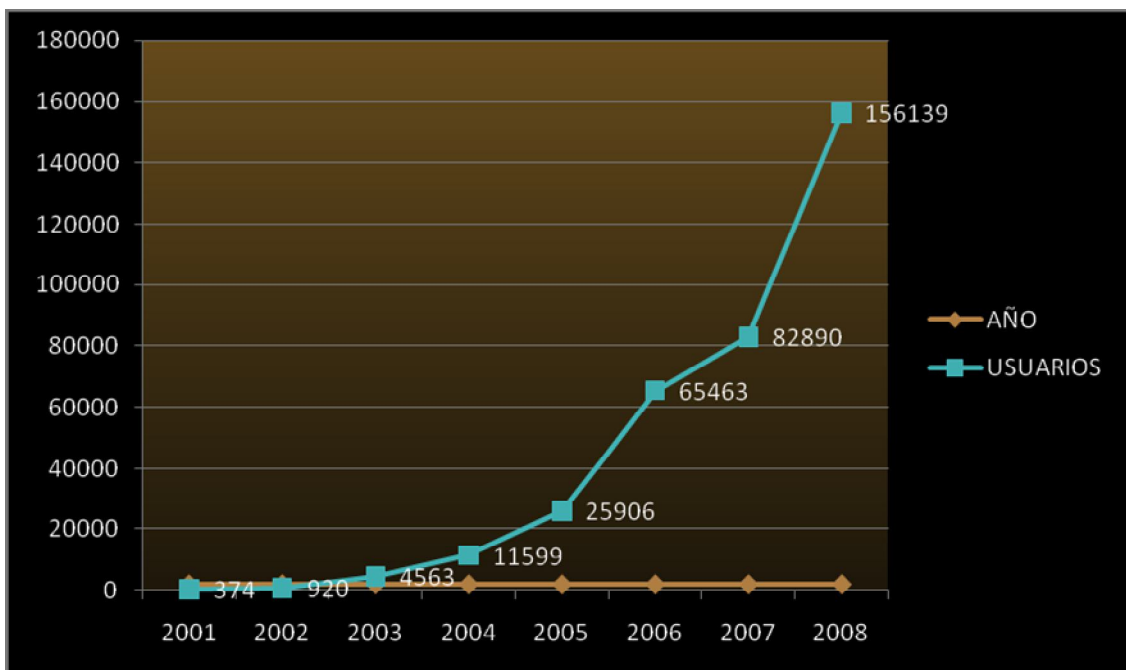


Gráfico 3.5: Crecimiento de usuarios del servicio de Internet de banda ancha.

3.1.4.2.3 Pronósticos internacionales sobre el crecimiento BPL

“Research and Markets” que es una de las consultoras internacionales más importantes en cuanto a información y proyección del mercado regional e internacional de las industrias tecnológicas más importantes, nuevos servicios y sus últimas tendencias.

La primera edición del reporte “El mercado para la banda ancha por las líneas de energía eléctrica” de esta empresa enfoca la situación pasada, presente y futura de BPL en los Estados Unidos. Adicionalmente, concluye que luego de un crecimiento moderado durante los últimos años para Research and Markets, los usuarios de BPL crecerán un 106% anual hasta 2012y según Telecom Trends International, el mercado PLC generará U\$S 4.400 millones en 2011.

3.1.4.2.4 Definición del índice de crecimiento para el proyecto BPL

En base a la información anterior, es posible definir el siguiente entorno de mercado para los servicios inherentes a BPL:

- El crecimiento de la demanda nacional por servicios de Internet se mantendrá por los siguientes años y fortalecerá con el apareamiento de tecnologías complementarias, lo que además motivará al crecimiento de las conexiones de banda ancha debido a la proliferación de nuevas aplicaciones que requieren mayor capacidad.
- De manera específica, desde su introducción en el mercado, el crecimiento de la banda ancha en Ecuador ha sido elevado.
- Según el criterio del área de comercialización de la empresa ANDINADATOS, un alto índice de crecimiento anual (100%) se mantendrá por lo menos 3 años más, período luego del cual este índice se estabilizará entre 30% – 50%, como ha sucedido en otros países.
- En la etapa de introducción del servicio BPL, la demanda será moderada, debido al desconocimiento de la tecnología por parte de los usuarios y a los altos costos iniciales de implementación.

Con lo que finalmente, se define un índice de crecimiento del 15% para los dos primeros años, posteriores a la etapa de introducción del servicio, en los que la tecnología BPL se dará a conocer en el mercado. Luego de este período se espera un crecimiento del 100% anual por los siguientes dos años, acorde a lo proyectado por consultoras internacionales. Para posteriormente estabilizar su demanda en un porcentaje de 30% anual por los años siguientes.

A continuación, se muestran los resultados de la estimación de la demanda del proyecto para un período de cinco años posteriores a su implementación.

SUBESTACION	PRIMARIO	USUARIOS BPL					
		INTRODUCCION	1	2	3	4	5
S/E02	0201	449	516	593	1186	2372	3083
	0202	1252	1439	1654	3308	6616	8600
	0203	1844	2120	2438	4876	9752	12677
	0204	468	538	618	1236	2472	3213
	0205	958	1101	1266	2532	5064	6583
TOTAL		4971	5714	6569	13138	26276	34156

Tabla 3.7: Crecimiento de usuarios del sistema BPL.

La figura siguiente muestra la curva de tendencia de la demanda aproximada del proyecto, donde el eje vertical mide el número de usuarios del servicio y el eje horizontal indica los años o períodos de crecimiento, para mayor referencia se indica el número de usuarios al inicio y al fin de cada año.

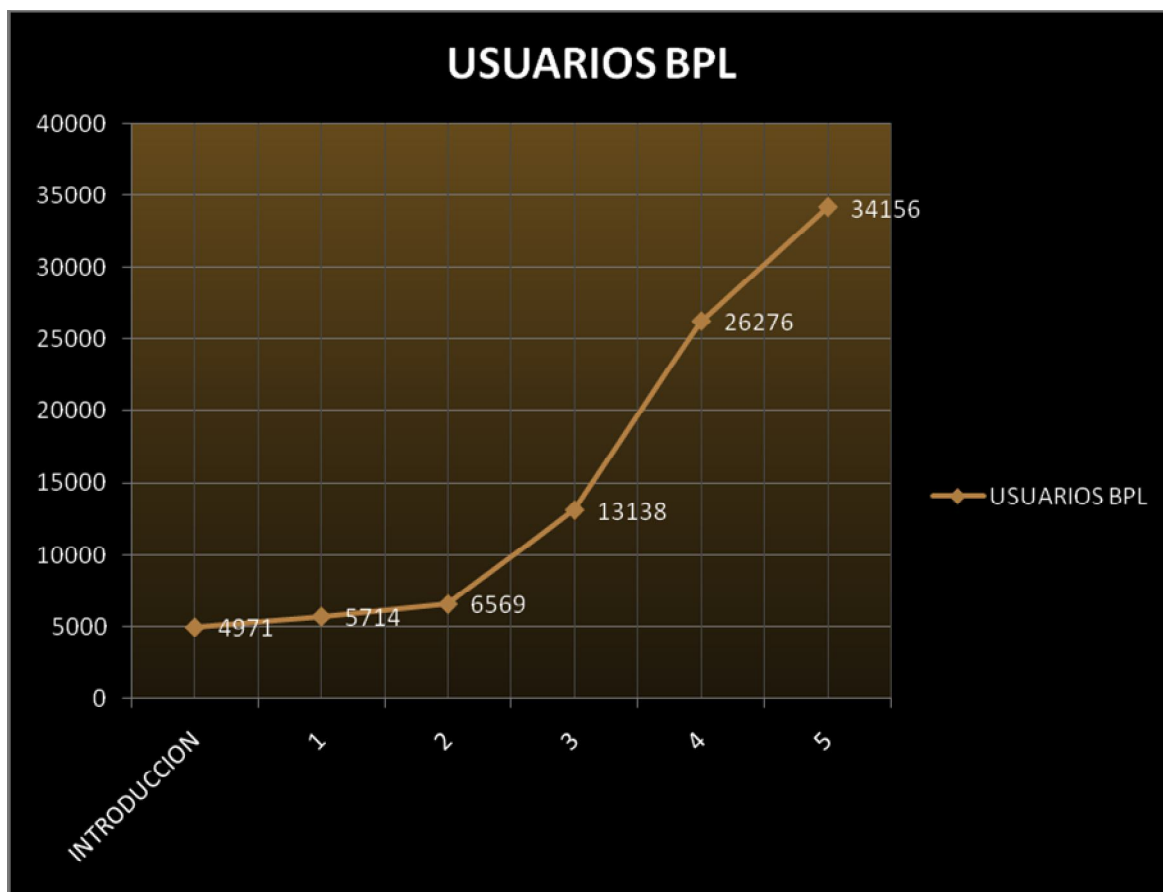


Gráfico 3.6 Crecimiento de usuarios servicio BPL para un período de 5 años

3.1.5 Requerimientos del Sistema de Comunicaciones

3.1.5.1 Aplicaciones

El sistema de comunicaciones BPL está orientado a ofrecer servicios de:

- Acceso a Internet a velocidades de banda ancha
- Telefonía IP
- Transmisión simultánea de voz y datos
- Conexión permanente
- Creación de redes internas LAN en el hogar

3.1.5.2 Velocidad de transmisión

Velocidad de usuario para acceso a Internet: 256 Kbps a 2 Mbps

Velocidad de usuario para entornos LAN: 2 Mbps

3.1.5.3 Tipo de línea

El tipo de línea determina la dirección de la transmisión de datos. El sistema BPL empleará líneas full dúplex punto a multipunto, que permiten transmitir datos en direcciones simultáneas (subida y bajada).

3.2 Pruebas de Calidad y Cobertura

Para cumplir con esta segunda etapa y demostrar la efectividad del funcionamiento de la tecnología BPL nos hemos permitido realizar el estudio del diseño de un prototipo BPL en la unidad educativa Julio María Matovelle que ya está actualmente implementado. Para llegar a cumplir este objetivo es necesario tener en cuenta que debe hacerse estudios previos de la infraestructura existente en la zona que se desea cubrir y los equipos a utilizar.

3.2.1 Estudio técnico

Para la implementación del prototipo de Red BPL se requiere realizar un estudio de campo que evalúe los componentes a utilizarse en el sistema de comunicación, rutas de transmisión, protocolos, medidas de seguridad y métodos de interconexión.

Para esto son varios los aspectos que influyen y deben ser considerados previos a la decisión de la alternativa de solución adecuada para la implementación del prototipo.

Los principales criterios se describen a continuación:

Topología.- La disposición de los equipos en la red de comunicaciones debe ser aquella que permita la mayor cobertura, para que exista estabilidad en la transmisión de datos de manera eficiente, práctica, rápida y rentable.

Servicios.- La inclusión del servicio de telefonía IP en la oferta de conectividad por medio de la tecnología BPL es un gran atractivo para su implantación. La voz sobre IP en un sistema BPL será transmitida sobre un protocolo de red, por lo cual es recomendable emplear protocolos que permitan asegurar una calidad mínima en este servicio. Adicionalmente es necesario considerar otros servicios como videoconferencia TV digital entre los más conocidos, que son soportados por la banda ancha.

Alcance.- El alcance en la adecuada transmisión de datos es un parámetro que no se encuentra normalizado, por lo cual se debe analizar cuál es la máxima distancia propuesta por los fabricantes de los equipos.

Seguridad.- En el prototipo BPL se debe prever todos los posibles accesos no autorizados que se puedan dar a los equipos y más componentes de red y realizar un análisis para impedir posibles intrusiones a la seguridad en la red, debido al alto riesgo que existe actualmente. La falta de seguridad puede afectar la confidencialidad de los datos e incrementar las tentativas de fraudes por acceso indebido a servicios no autorizados.

Spanning Tree (STP).-

Protocolo cuya función es la de gestionar la presencia de bucles en topologías de red debido a la existencia de enlaces redundantes (necesarios en muchos casos para garantizar la disponibilidad de las conexiones). El protocolo permite a los dispositivos de interconexión activar o desactivar automáticamente los enlaces de conexión, de forma que se garantice que la topología está libre de lazos.

Estándares.- Pese a que no existe una norma definida de manera universal, es importante que los equipos operen según las recomendaciones internacionales actualmente vigentes.

Interoperabilidad.- La interoperabilidad entre los equipos se obtiene de manera natural cuando se trata con elementos del mismo fabricante. Sin embargo, en la actualidad la mayoría de los productos ofrecidos por los fabricantes no son compatibles entre sí y la presencia de diferentes tecnologías en la misma red eléctrica afecta el funcionamiento y desempeño de los equipos instalados. La señal transmitida por un equipo de una tecnología es interpretada como ruido por equipos de otra distinta, degradando la relación señal/ruido del enlace.

Coexistencia.- La tecnología BPL provee soluciones aplicables a diferentes ámbitos de operación, tal es el caso de redes de acceso y redes locales. Por ello es necesario considerar la posibilidad de que se empleen equipos de diferentes fabricantes en cada uno de los segmentos, debiendo los mismos operar de manera independiente garantizando su coexistencia.

Escalabilidad.- Se refiere a la facilidad de un sistema para expandir o disminuir su capacidad de acuerdo a la demanda del servicio. Para el despliegue de una red BPL y en relación a este aspecto, el principal problema consiste en elegir la ubicación del equipo de cabecera donde se efectúa la conversión de la red de transporte de telecomunicaciones convencional a la tecnología BPL.

El costo del punto de conversión debe ser repartido entre el mayor número de usuarios posible. En Europa, el punto adecuado es el transformador de media a baja tensión, al que se conectan en promedio 200 usuarios del servicio eléctrico, de los cuales con una estimación de penetración optimista el 30% contratarían el servicio BPL. En Estados Unidos, la media de usuarios por transformador de media a baja es 15, luego si se sitúa la cabecera en este punto los costos por usuario serán mucho mayores que en Europa. Adicionalmente, si se colocan los puntos de interconexión en los transformadores de

media a baja, es necesario llegar a ellos con la infraestructura de telecomunicaciones que dirija el tráfico hacia Internet y esta capilaridad incrementa los costos por usuario. De acuerdo a la zona de servicio, es posible que el problema que se presente sea inverso, es decir que un segmento comprendido entre el transformador de media a baja y los usuarios tenga demasiado tráfico. En este caso será necesario segmentar a los usuarios, formando varios sistemas de transmisión, por ejemplo entre cada fase y neutro. Por ello es importante emplear una tecnología que pueda ser utilizada tanto en media como en baja tensión, y que se acople de manera óptima a las condiciones propias de cada zona y a la concentración de usuarios de la red BPL.

3.2.2 Equipos

3.2.2.1 Acopladores

Los acopladores son los accesorios necesarios para inyectar y recuperar la señal de PLC-BPL a lo largo de las líneas eléctricas, las cuales son el medio de transmisión de la tecnología PLC-BPL.

Funcionamiento

El principio de funcionamiento de los acopladores inductivos se basa en el de los transformadores, esto significa que no es necesario ningún tipo de conexión física entre el acoplador y el núcleo del cable de la línea. El núcleo magnético abraza el cable aislado de distribución y la señal PLC-BPL se acopla a la línea por medio de inducción magnética.

Especificaciones requeridas

1. Diámetro del cable de MT. El diámetro interior del acoplador UNIC es de 44 mm y debe de ser capaz de “abrazar” el cable de MT y el cable de tierra. UNIC con mayor diámetro interior está disponible bajo demanda.
2. Corriente: La máxima corriente que atravesará el cable subterráneo de MT.
3. Aislamiento Galvánico entre el conector BNC y tierra, si fuera necesario.

Características

La capacidad que presenta el núcleo magnético para soportar altas intensidades en el conductor sin provocar la saturación magnética en el propio núcleo.

3.2.2.2 Repetidor o Gateway

El Corinex MV Gateway puede actuar como un equipo cabecera de una red o un dispositivo de repetición, con distancias de hasta 2 kilómetros (1.25 millas) entre los servicios. Dentro de los usos de redes inteligentes, la tecnología de Corinex permite incluso que usted salte los transformadores, usando así menos dispositivos y mejorando el Retorno de la Inversión. La tecnología Corinex “Noise Resistant” en el MV Gateway – NR, el producto entrega el mejor funcionamiento (en término de ancho de banda y la distancia) bajo áreas ruidosas pesadas en áreas urbanas.

Especificaciones técnicas

Rango de Frecuencia 2 – 34 MHz

Velocidad de Backbone Hasta 200 Mbps (TDD) Hasta 85 Mbps (FDD)

Densidad espectral Transmitida -50 dBm/Hz

Características

Unidad de todo en uno para ambos MV repetidor y LV acoplado con Molex e interfaces de coaxiales.

Velocidad de Transferencia de datos de backbone de 200 Mbps con alcance hasta 2 km.

Seguridad superior con ponderosa encriptación DES/3DES

Capacidades de control, con soporte del protocolo SNMP

Soporte Bridging para 2048 direcciones MAC

802.1Q VLAN & Optimized VLANs

Tecnología OFMD y un poderoso sistema de corrección de errores, brindando un fuerte desempeño aún bajo severas condiciones en el Powerline de MV o LV.

3.2.2.3 Modem o CPE

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter es el primero en su género que permite utilizar cables eléctricos para la transmisión de datos, video y voz (Triple play) con un ancho de banda de 200 Mbps

Único en su género, el Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter posee un amplio ancho de banda que permite la transmisión de múltiples canales de video de alta calidad, como por ejemplo HDTV.

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter es independiente del sistema operativo y se puede utilizar con cualquier plataforma

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter permite la creación de redes locales de alta velocidad sin necesidad de cableado. Gracias a que es posible conectarlo prácticamente a cualquier enchufe eléctrico.

Características

Interface Ethernet 10/100BaseT Fast

Velocidad de transmisión hasta de 200 Mbps con alcance de 300 m.

Sistema de repetición incorporado para ampliar la cobertura

Protocolos CSMA/CARP

Bridge Forwarding Table para 64 direcciones MAC

802.1Q VLAN y VLAN optimizados

Encriptación DES/3DES

Tecnología OFDM con sistema de corrección de errores para un fuerte desempeño aun bajo duras condiciones de red eléctrica.

Especificaciones Técnicas

Estándar IEEE 802.3u.

Velocidad Hasta 200 Mbps en capa física

Rango de Frecuencia 2 – 34 MHz.

(Anexo 13: Fabricantes de Equipos BPL)

3.2.3 Subestación de la zona

La Subestación N° 2 (S/E02) es la encargada de abastecer a 4971 usuarios de fluido eléctrico en la parroquia Sucre como se muestra en la Tabla 6. Hemos tomado como muestra al alimentador 2520 para tener una noción de cómo se distribuye la energía eléctrica desde un Transformador que abastece a 3 ramales cada uno con sus acometidas las cuales reparten la corriente eléctrica a los usuarios finales.

La subestación N°2 S/E02 actualmente se encuentra ofreciendo servicio de internet a mas de 17 usuarios con velocidades de conexión según sea el contrato que van desde los 256Kbps hasta los 2 Mbps como es el caso del Colegio Técnico Salesiano.

Subestación	Alimentador	Número de Transformadores	Número de puntos de carga	Número de clientes
S/E02	201	9	247	449
	202	6	476	1252
	203	8	672	1844
	204	24	238	468
	205	32	580	958
TOTAL		79	2213	4971

Tabla 3.8: Transformadores, puntos de carga y clientes por alimentador S/E02

Acometidas y clientes del trafo 2520		
Circuito	Número Acometidas	Número Clientes
Ramal 1	7	11
Ramal 2	11	19
Ramal 3	24	39
Total	42	69

Tabla 3.9: Acometidas y clientes del trafo 2520

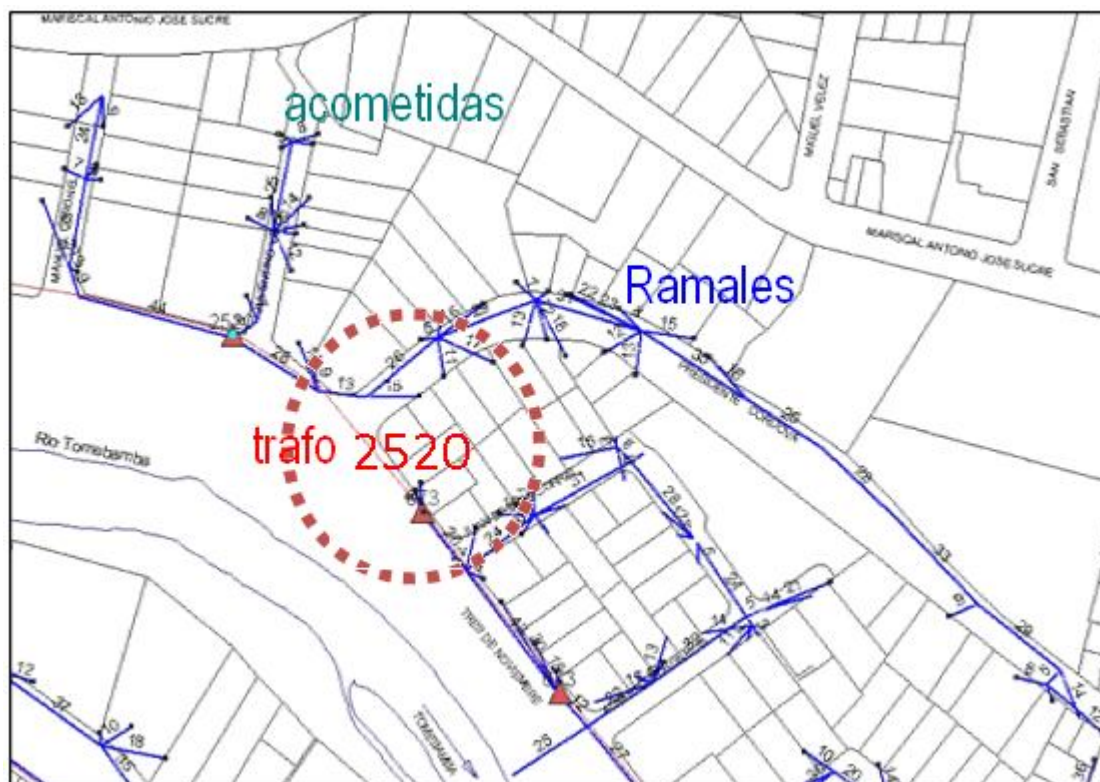


Gráfico 3.7: Trafo 2520, ramales, acometidas y usuarios.

3.2.4 Diseño e Implementación del Prototipo PLC

En el alcance de este prototipo se definió brindar una velocidad de acceso a Internet, 1 Mbps a la institución, con lo siguientes objetivos:

Explotar al máximo el desempeño y capacidad de la tecnología BPL y los equipos.

Evaluar la conexión de servicio de Internet de banda ancha en el ámbito técnico.

Comprobar la fiabilidad y estabilidad de la transmisión de datos según las especificaciones y características de los equipos.

3.2.5 Instalación de Equipos

Instalación en media Tensión

Para aprovechar al máximo la infraestructura eléctrica instalada, se diseña un enlace con la tecnología PLC entre las redes de baja tensión y las subestaciones de distribución mediante la red de media tensión, evitando la necesidad de construir una nueva red de distribución.

La red de media tensión puede convertirse entonces en una potente red de distribución de datos, gracias a la tecnología PLC, los principales problemas para aprovechar este potencial son:

- El alto potencial eléctrico de la red de media tensión, que exige protecciones adecuadas en los acopladores.
- Las grandes distancias que pueden alcanzar los circuitos de media tensión, con la respectiva atenuación y distorsión de la señal.
- Los esquemas de conexión de los circuitos primarios dentro de las subestaciones, que al ser dinámicos pueden alterar la configuración de la red PLC.

A continuación se muestra un gráfico de la manera como deben ser instalados los equipos. Se conecta los acopladores BPL en la red eléctrica de media tensión que oscila entre 4 y 16KV.

Repetidores.-

Injecta la señal proveniente de la red de distribución de datos en la red eléctrica de baja tensión.

El área de cobertura las distancias de los circuitos primarios alcanzan los 300 metros.

Alcanzan una Velocidad de transmisión de hasta 200 Mbps

(Anexo 13: Fabricantes de Equipos BPL)



Fotografía 3.1: Instalación típica de un Repetidor



Fotografía 3.2: Instalación típica de acoplador inductivo en una fase

El proceso de instalación de los terminales de usuario es fácil, simplemente se conecta el equipo a la toma eléctrica sin cable adicional.

El computador necesita un interfaz de red Ethernet o USB y la usual configuración para acceder a servicios de Internet. El teléfono IP no requiere instalación especial.

Para la implementación de la tecnología BPL en el colegio Julio María Matovelle hemos necesitado los siguientes equipos:

- 1 Repetidor Corinex CPX-MVA-GWY
- 1 Repetidor Corinex CPX-LVA-GWY
- 2 acopladores ARTECHE
- 1 Modem Corinex AV200
- El repetidor CPX_MVA_GWY lo utilizamos para lo que es media tensión y el Repetidor CPX-LVA-GWY para lo que es baja tensión. Si la distancia a la que se encuentra el colegio fuera mayor a 300 metros fuera necesario utilizar otro repetidor debido a que las especificaciones de los equipos indica que su mejor funcionamiento es a una distancia menor a los 300 metros. Y en este caso el colegio esta a una distancia menor a 100 metros del repetidor de baja tensión.

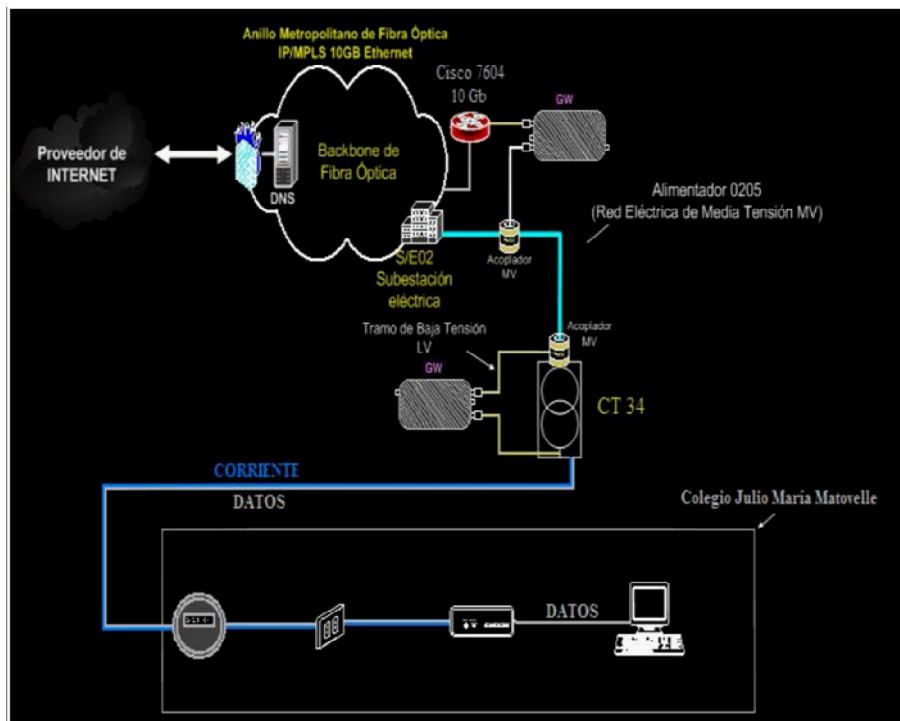
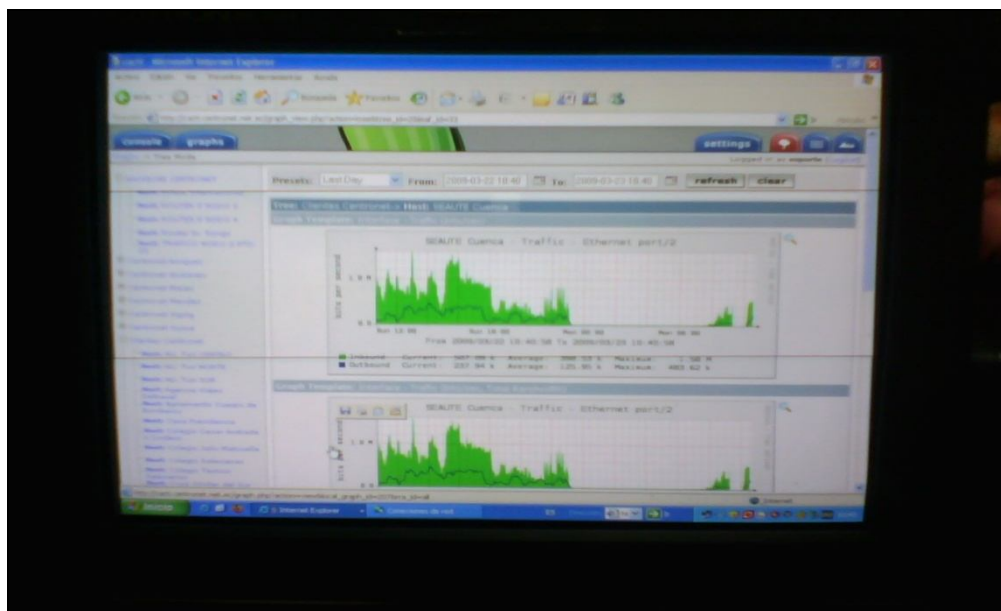


Gráfico 3.8: Esquema de la arquitectura completa de la conexión BPL del Colegio Julio Matovelle



Fotografía 3.3: Conexión del módem a la toma de corriente eléctrica que ya cuenta con el servicio de PLC.



Fotografía 3.4: Prueba de Internet en el Colegio Julio Matovelle

El modem divide la frecuencia de corriente y la de datos la cual genera ya el servicio de internet el cual nos permite navegar a 1 Mbps

Nota: Si se produjera un corte en el suministro de energía eléctrica, el sistema BPL podría seguir operando; ya que si se cuenta con sistemas de respaldo de energía en el ISP, en la cabecera de red y en el lugar de servicio no existirá interrupción del servicio BPL

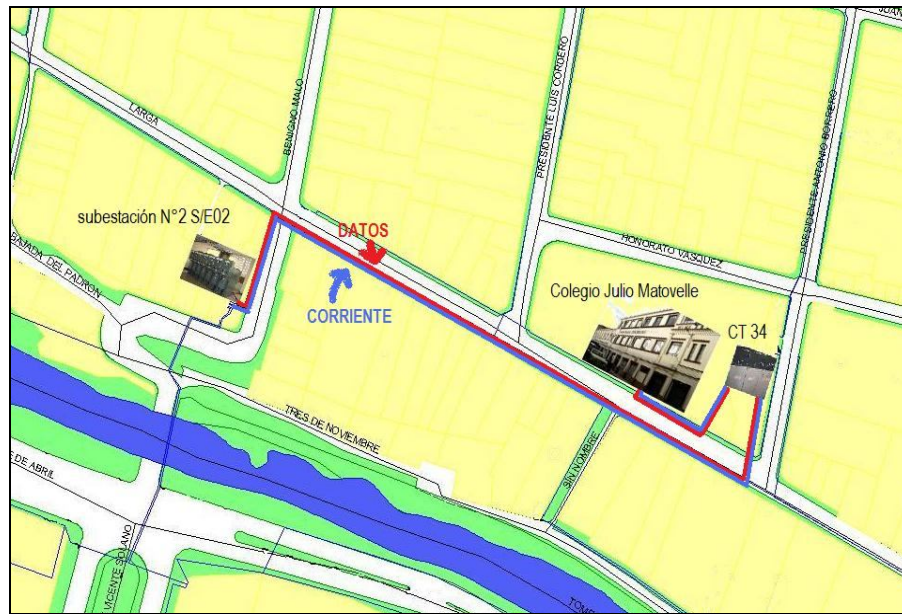


Gráfico 3.9: Entorno de la Arquitectura PLC del Colegio Julio Matovelle

3.2.6 Estimación de Costos

A continuación se detalla un cuadro con valores estimados para la implementación del prototipo BPL, incluyendo el costo mensual por el servicio de banda ancha que debe cancelar el Colegio Julio María Matovelle.

COSTOS DE INVERSION PARA IMPLEMENTACION EN EL COLEGIO JULIO MARIA MATOVELLE		
DESCRIPCION	CANTIDAD	PRECIO
Corinex Puerto/Regenerador de acceso a BT(baja tensión)(CPX-LVA-GWY)	1	\$ 1.350,00
Corinex Puerto/Regenerador de acceso a MT(media tensión)(CPX-MVA-GWY)	1	\$ 1.150,00
Acoplador Capacitivo ARTECHE	2	\$ 450,00
Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter	1	\$ 155,00
COSTO TOTAL DE EQUIPOS PARA LA IMPLEMENTACION DEL SERVICIO		\$ 3.105,00
COSTO MENSUAL SERVICIO BANDA ANCHA + IMPUESTOS / 1MB COMPRESION 1:1		\$ 535,61

Tabla 3.10: Estimación de costos para la implementación de PLC en el colegio Julio M Matovelle.

CAPITULO 4

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

4.1 Verificación de las Metas Trazadas

Después de haber realizado el estudio sobre el prototipo de la Red BPL, así como la manera en la que se encuentra la arquitectura de sus diferentes componentes para hacer que la transmisión del servicio de Internet funcione adecuadamente, se pudo constatar que en verdad en el Colegio Julio Matovelle el servicio ofrecido por la Empresa Eléctrica Regional Centrosur cumplió las expectativas. Para poder comprobar esta información presentaremos a continuación un cuadro estadístico sobre el tráfico del servicio de Internet que se generó en el colegio desde el 5 de abril hasta el 5 de mayo del presente año, en la información que observamos encontramos lo que se denomina Inbound marcado con color verde y representa la utilización de la red, y el Outbound representado con color azul en cambio son los datos subidos a la red.

(Anexo 14: Información de Tráfico de Internet: “Febrero – Marzo – Abril”)

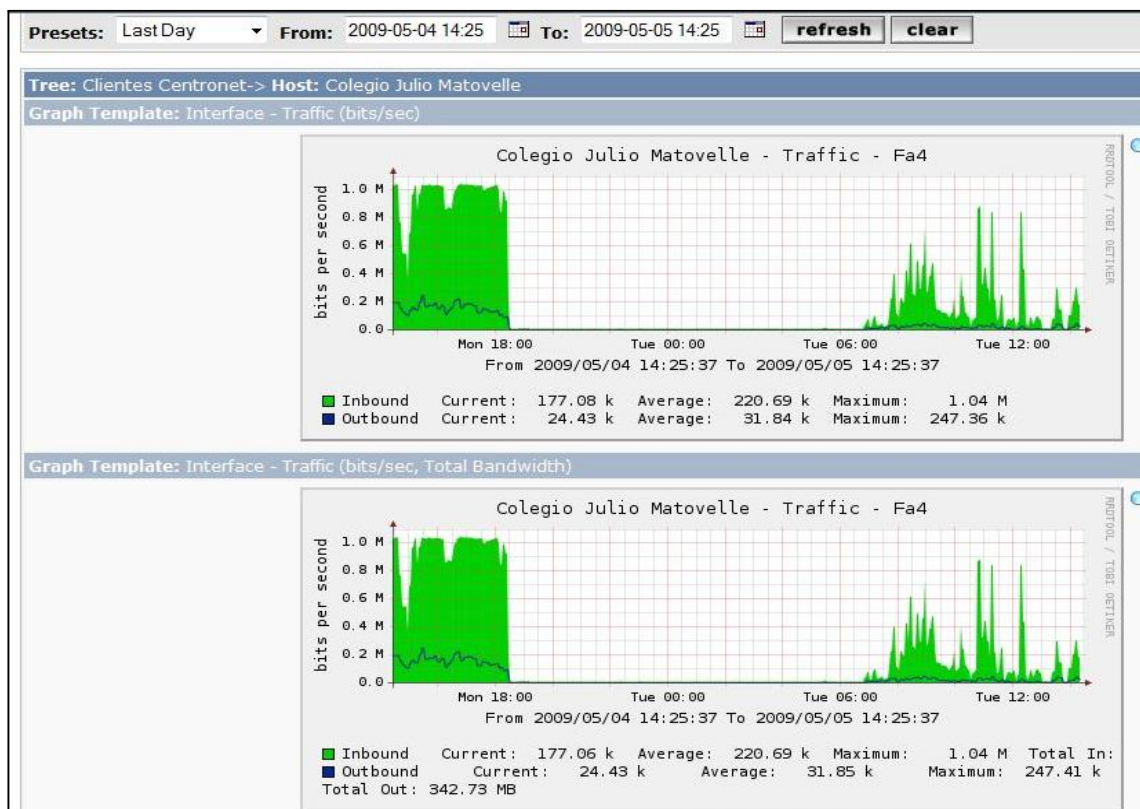


Gráfico 4.1: Cuadro Estadístico del Tráfico de Banda Ancha

Este monitoreo es posible realizarlo desde la pagina que maneja la Empresa Eléctrica, en la cual se encuentra toda la información correspondiente a los servicios que brinda a la

ciudadanía. En este seguimiento se puede revisar si todo se encuentra funcionando normalmente, para nuestro caso hemos seleccionado la monitorización del servicio de Internet del Colegio en estudio, el cual se lo puede realizar mediante búsqueda entre dos fechas, pudiendo seleccionar de esta forma datos del último día, la última semana o seleccionar alguna fecha en particular.

Los Datos presentados a continuación nos muestran información promedio mensual de tráfico del servicio de Internet en el Colegio, es decir picos tanto en subida y bajada al momento de navegar por la red.

MESES	MARZO	ABRIL
INBOUND	143,81	157,6
OUTBOUND	16,17	24,31

Tabla 4.1: Tráfico de la red Cálculo en base al promedio mensual (Bps)

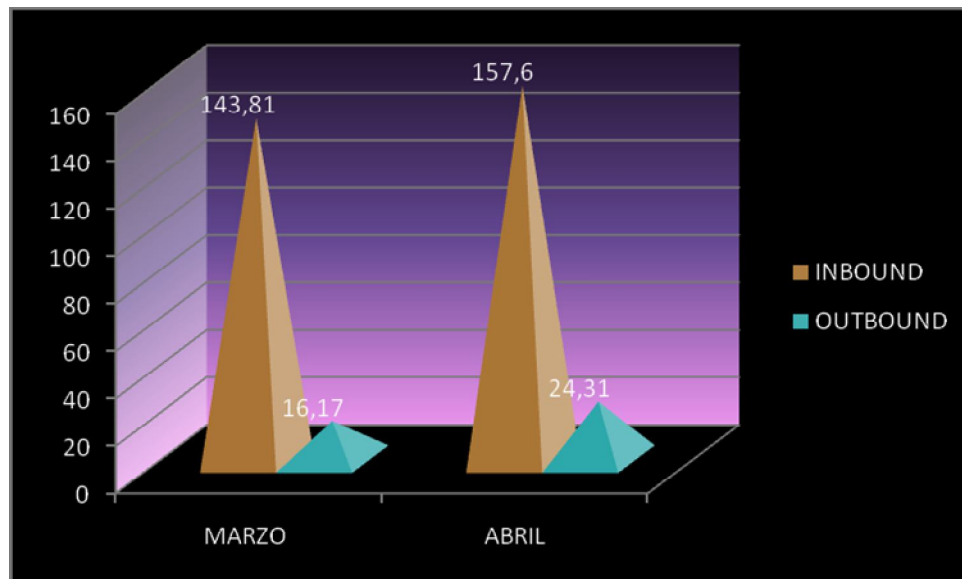


Gráfico 4.2: Entrada y salida del tráfico de red

En los datos siguientes graficamos la capacidad promedio por mes de descarga de información desde Internet, la capacidad de velocidad del servicio en su primer mes de prueba fue de 400Kbps correspondiente al mes de Febrero y posteriormente se les asigno 1 Mbps para los siguientes meses.

MESES	FEBRERO	MARZO	ABRIL
INBOUND	145	143,81	157,6
OUTBOUND	12,39	16,17	24,31
TOTAL OUT	4	5	7,85

Tabla 4.2: Total Out (GB)

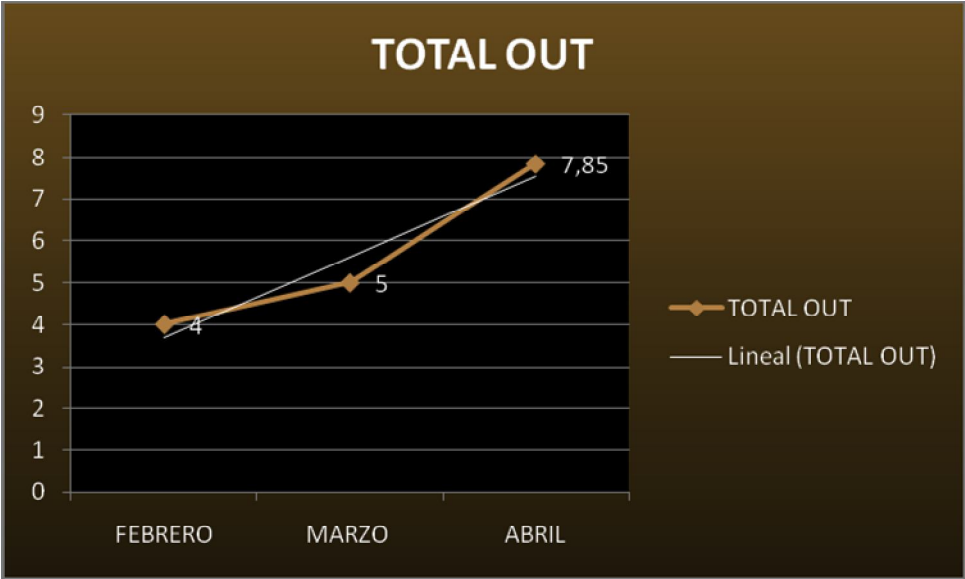


Grafico 4.3: Proyeccion de Total Out de la red del Colegio

Los siguientes datos fueron obtenidos al realizar el promedio de los últimos 3 meses, en donde observamos las estadísticas de cómo se encuentra la transferencia de paquetes por segundo, cuando es utilizada la red del Colegio

MESES	MARZO	ABRIL
UNICAST PACKETS IN	15,89	17,69
UNICAST PACKETS OUT	14,26	16,02

Tabla 4.3: Entrada y Salida de paquetes (paq/s)

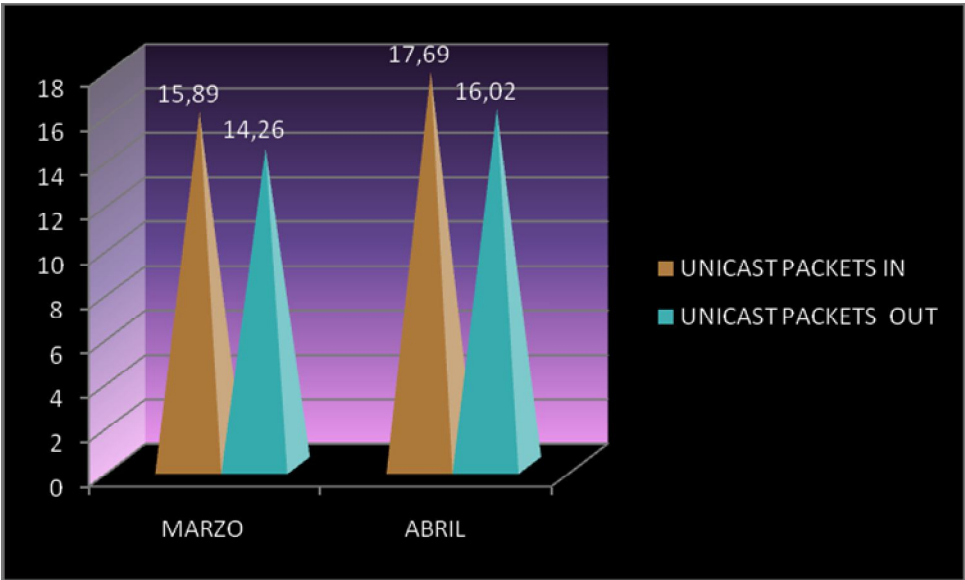


Gráfico 4.4: Proyeccion de los paquetes enviados y recibidos

4.2 RECOMENDACIONES

El Estado Ecuatoriano, así como los países en general de Latinoamérica deberían concentrarse en poder implementar esta tecnología que actualmente se encuentra en pleno desarrollo y es económicamente accesible, que llevara a sus países a un gran desarrollo tecnológico permitiéndole de esta manera el acceso a la información (Internet, Voz IP, televisión digital, etc.) a usuarios de todo tipo de nivel social.

El presente proyecto desarrollado en el Colegio Julio maría Matovelle, demuestra que es una Tecnología robusta y de gran aplicación que puede seguir desarrollándose para poder corregir algunas imperfecciones si las hubiera , esto es una muestra y hace hincapié a que empresas de energía eléctrica a nivel de Latinoamérica 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 particularmente.

Se menciona Latinoamérica en general porque recién se encuentra realizando los estudios de campo para conocer que tan factible es implementar la tecnología PLC en nuestro medio ya que en países más desarrollados se encuentran funcionando y explotando todas las ventajas de contar con esta tecnología.

Como se menciona en el documento es importante que instalación eléctrica de la red se encuentre en correcto estado así como también la del sitio al cual se desea llegar con el servicio; sea este domicilio o empresa, si no, se producirían diversas incompatibilidades, la más típica podría ser, que existirán sobrecargas de energía y por ende cortes de electricidad, en dicho caso se perdería todo acceso a información.

Fuera algo muy novedoso y una táctica de mercado llamativa que la Empresa Eléctrica Centrosur para dar a conocer los beneficios del Servicio de Internet banda ancha que pretende ofrecer a la ciudadanía, realizara la instalación de la tecnología en un sitio donde concurren varias personas y que observen el funcionamiento de la misma y precisamente poder estar en contacto con quienes serán los usuarios finales para que puedan comprobar que si valiera la pena adquirir este servicio

4.2.1 Conclusiones

Cuando se estudio el medio por el cual se iban a transmitir los datos se encontró el problema de que al no ser diseñado para esta tarea, aparecerían interferencias, ruido, perdida de datos; sin embargo, todos los inconvenientes se han podido superar gracias a los avances tecnológicos en el desarrollo de los equipos necesarios para conseguir la correcta utilización de los cables de energía eléctrica para la transmisión de datos; concluyendo que es seguro que los usuarios residenciales o de industria puedan adquirir con absoluta confianza el servicio que empieza a brindar la Empresa Eléctrica Regional Centrosur de Cuenca.

La tecnología PLC una vez implementada en el Colegio Julio María Matovelle, se pudo comprobar que cumple con las expectativas esperadas, puesto que al realizarse las pruebas competentes dio como resultado que su funcionamiento es el correcto y es adaptable a ser implementado el servicio cada vez en más lugares en el transcurso de poco tiempo.

Algo muy positivo que cabe destacar es que la Empresa Eléctrica Regional Centrosur asumiría los costos de los Módems PLC de los usuarios de Internet, a fin de analizar el escenario económico – financiero menos favorable. Ya que en la realidad, ninguna empresa proveedora de servicios de Internet asume dichos costos, sino que exige un pago por la renta del equipo, el cual se lo puede realizar el momento de instalación o en pagos mensuales.

Es importante que la Empresa Eléctrica pueda aprovechar su infraestructura para poder ingresar al negocio de prestación de servicios de telecomunicaciones, pero más importante es que realice proyecciones para poder crecer en el futuro e ir a par con el constante avance de la tecnología para así poder brindar un servicio excelente y oportuno y sea capaz de competir e incluso sobrepasar a empresas opositoras.

El seguimiento al funcionamiento de la tecnología PLC que realizamos en el Colegio Julio María Matovelle donde se encuentra funcionando ya desde hace algunos meses, nos demostraron que el servicio de Internet es muy eficiente, más de lo que se esperaba; ya que al ser uno de los primeros sitios con cuenta con este servicio se podrían presentar algunas fallas, como que se caiga la red o se pierdan altos porcentajes de información

pero la realidad fue otra, obtuvimos un excelente resultado y se concluyo que es muy prometedor el futuro que le depara a la Empresa Eléctrica al llegar a mas sitios a ofrecer el servicio, el único inconveniente que tendría es que la competencia abarate los costos y así despojarle de sus futuros usuarios.

Es importante mencionar que en el estudio e implementación realizados se ha considerado solamente el servicio de internet de banda ancha, pero no se debe olvidar que, una vez instalada la correctamente la plataforma BPL, podrá servir para ampliar la oferta de diferentes servicios muy útiles, como son : telefonía IP, televigilancia, video conferencia, tele-educación, etc.

También BPL nos ofrece seguridad ya que al transmitir los datos, estos son encriptados y protegidos contra amenazas externas, al ser una red segura podemos tener acceso a la transmisión de datos e internet, todo esto es posible gracias a su plataforma flexible, que soporta cualquier dispositivo o aplicación que utilice protocolo de internet estándar.

La cobertura de BPL alcanzara a grandes magnitudes ya que al ser una tecnología más barata, seguirá creciendo con gran aceptación llegando a lugares que no se pensaba podían contar con el servicio de Internet, esto sucede debido a que es más costoso el cableado de un hogar o una industria, que utilizar el mismo tendido eléctrico para la transmisión de datos. La instalación de una red BPL es más rápida, porque solamente toma desde unas horas hasta unos pocos días, debido a que no necesita la instalación de un nuevo cableado o construcciones especiales

REFERENCIAS

GLOSARIO

Backbone: Se refiere a las principales conexiones troncales de Internet. Está compuesta de un gran número de routers comerciales, gubernamentales, universitarios y otros de gran capacidad interconectados que llevan los datos a través de países, continentes y océanos del mundo.

Parte del extremo éxito de Internet se debe a un alto nivel de redundancia en el backbone y al hecho de que las decisiones de encaminamiento IP se hacen y se actualizan durante el uso en tiempo real.

Red de distribución de Energía Eléctrica: Es un subsistema del Sistema Eléctrico de Potencia cuya función es el suministro de energía desde la subestación de distribución hasta los usuarios finales (medidor del cliente).

Red de Acceso: El trayecto final de las redes de telecomunicación, el tramo que une el domicilio de cada usuario con el resto de la red, se denomina red de acceso (o en ocasiones, reminiscencia de los términos creados para la red telefónica conmutada, “bucle local”, o simplemente “bucle”).

Banda Ancha: Se conoce como banda ancha en telecomunicaciones a la transmisión de datos en el cual se envían simultáneamente varias piezas de información, con el objeto de incrementar la velocidad de transmisión efectiva. En ingeniería de redes este término se utiliza también para los métodos en donde dos o más señales comparten un medio de transmisión.

Domótica: Es la incorporación al equipamiento de nuestras viviendas y edificios de una sencilla tecnología que permita gestionar de forma energéticamente eficiente, segura y

confortable para el usuario, los distintos aparatos e instalaciones domésticas tradicionales que conforman una vivienda (la calefacción, la lavadora, la iluminación, etc.).

Telefonía IP: Conjuga dos mundos históricamente separados: la transmisión de voz y la de datos. Se trata de transportar la voz, previamente convertida a datos, entre dos puntos distantes. Esto posibilitara utilizar las redes de datos para efectuar las llamadas telefónicas, y yendo un poco más allá, desarrollar una única red que se encargue de cruzar todo tipo de comunicación, ya sea vocal o de datos.

Espectro Radioeléctrico: Es un recurso natural limitado compuesto por el conjunto de ondas electromagnéticas que se propagan por el espacio sin necesidad de guía artificial y utilizado para la prestación de servicios de telecomunicaciones, radiodifusión sonora y televisión, seguridad, defensa, emergencias, transporte e investigación científica, así como para un elevado número de aplicaciones industriales y domésticas. Es, por consiguiente, uno de los elementos sobre los que se basa el sector de la información y las comunicaciones para su desarrollo y, más allá de éste, para el acceso y la adopción de los ciudadanos de la misma sociedad de la información.

Telemetría: Es una técnica altamente automatizada de las comunicaciones con la ayuda de que las mediciones y la recolección de datos se realizan en lugares remotos y de transmisión para la vigilancia. Esta técnica utiliza comúnmente transmisión inalámbrica, aunque original de los sistemas de transmisión por cable.

Los usos más importantes de telemetría incluyen la recopilación de datos climáticos, seguimiento plantas de generación de energía y hacer el seguimiento de espaciales tripulados y no tripulados vuelos.

Tecnología ADSL: Es una tecnología de banda ancha que permite que el ordenador reciba datos a una velocidad elevada, todo ello a través de la línea de teléfono convencional mediante la modulación de la señal de datos utilizada por el ordenador.

Tecnología SDH: La tecnología SDH (Jerarquía Digital Síncrona) es un estándar internacional para redes de transmisión de datos a través de fibra óptica o radio. Esta tecnología presenta grandes ventajas tales como alta capacidad, confiabilidad, soporte a servicios vocales, no vocales o multimedia, facilidad de gestión combinados con la capacidad de re-configuración, administración, soporte de tributarios (SDH o PDH) a diferentes velocidades y capacidad de cross conexión.

Tecnología DWDM: La multiplexación por división de longitud de onda es una tecnología que se utiliza en la transmisión de varias longitudes de onda sobre una misma fibra sin interferencia mutua; cada longitud de onda representa un canal óptico dentro de la fibra. Un sistema DWDM posee métodos ópticos que permiten combinar dichos canales dentro la fibra y extraerlos en puntos apropiados a lo largo de la red. Al transmitir simultáneamente varios canales, se logra incrementar el ancho de banda del medio de transmisión, el cual es equivalente a la capacidad individual de cada longitud onda por el número de ellas.

Estocástica: Se define como un sistema que funciona, sobre todo, por el azar.

Densidad Espectral de Potencia (PSD): Es una función matemática que nos informa de cómo está distribuida la potencia o la energía (según el caso) de dicha señal sobre las distintas frecuencias de las que está formada, es decir, su espectro.

Tecnología xDSL: Es un grupo de tecnologías de comunicación que permiten transportar información multimedia a mayores velocidades, que las que se obtienen actualmente vía modem, simplemente utilizando las líneas telefónicas convencionales.

Tecnología PON: Las redes ópticas se encargan de descomprimir y destrabar los cuellos de botella producidos en las redes de acceso y que supone en la actualidad el bucle local, ofreciendo un ancho de banda flexible capaz de soportar los nuevos servicios de telecomunicaciones aumentando la calidad de los mismos.

Prometen a los usuarios un enorme incremento en el ancho de banda de la red de acceso hasta cientos de Gbps. Si hablamos de arquitecturas de futuro, las redes PON se postulan como una apuesta fiable: su coste contenido en equipamiento electroóptico y la eficiencia de las topologías árbol-rama aportan un incentivo adicional frente a los despliegues tradicionales basados en conectividad punto a punto.

Tecnología Wi-Max: Es una tecnología dentro de las conocidas como tecnologías de última milla, también conocidas como bucle local. El que permite la recepción de datos por microondas y retransmisión por ondas de radio. Se presenta como muy adecuada para dar servicios de banda ancha en zonas donde el despliegue de cobre, cable o fibra por la baja densidad de población presenta unos costes por usuario muy elevados (zonas rurales).

Tecnología Wi-Fi: Es un sistema de envío de datos sobre redes computacionales que utiliza ondas de radio en lugar de cables, además es una marca de la Wi-Fi Alliance (anteriormente la WECA: Wireless Ethernet Compatibility Alliance), la organización comercial que adopta, prueba y certifica que los equipos cumplen los estándares

Detección y corrección de errores FEC (Forward Error Correction): Es un tipo de mecanismo de corrección de errores que permite su corrección en el receptor sin retransmisión de la información original. Se utiliza en sistemas sin retorno o sistemas en tiempo real donde no se puede esperar a la retransmisión para mostrar los datos.

Protocolo SNMP: El Protocolo Simple de Administración de Red o SNMP es un protocolo de la capa de aplicación que facilita el intercambio de información de

administración entre dispositivos de red. Es parte de la familia de protocolos TCP/IP. SNMP permite a los administradores supervisar el desempeño de la red, buscar y resolver sus problemas, y planear su crecimiento.

La Base de Información Gestionada MIB (Management Information Base): Es un tipo de base de datos que contiene información jerárquica, estructurada en forma de árbol, de todos los dispositivos gestionados en una red de comunicaciones. Es parte de la gestión de red definida en el modelo OSI. Define las variables usadas por el protocolo SNMP para supervisar y controlar los componentes de una red. Está compuesta por una serie de objetos que representan los dispositivos (como enrutadores y conmutadores) en la red. Cada objeto manejado en un MIB tiene un identificador de objeto único e incluye el tipo de objeto (tal como contador, secuencia o gauge), el nivel de acceso (tal como lectura y escritura), restricciones de tamaño, y la información del rango del objeto.

BIBLIOGRAFIA

Trabajos de Tesis Utilizados:

Tesis: Diseño de una red telemática para la provisión del servicio de Internet de Banda Ancha usando la red eléctrica de distribución; **Autor:** Idrovo Álvarez, Heriberto; Cabrera Mejía, Michael.

Tesis: Estudio para la aplicación de Tecnología PLC (Power Line Communications) en un piloto para la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur C.A.; **Autor:** Fabián Felipe Aucapiña Arévalo, Marco Antonio Carchi Tenemasa. “Universidad de Cuenca”

Tesis: Estudio y diseño de un sistema de telemedida para medidores de energía de la Empresa Eléctrica "Quito" utilizando la tecnología "Broadband Over Power Line" BPL; **Autor:** Paredes Cusco, Alex Iván; Martínez Esparza, Wilson Alexander.

Sitios Web Concurridos:

<http://es.kioskea.net/contents/cpl/cpl-architecture.php3>

http://www.fcc.gov/cgb/broadband_spanish.html

<http://www.broadband-guide.net/banda-ancha-sobre-lineas-electricas.html>

http://www.citel.oas.org/newsletter/2005/septiembre/plc_e.asp

<http://es.kioskea.net/contents/cpl/cpl-intro.php3>

http://es.wikipedia.org/wiki/Multiplexaci3n_por_Divisi3n_de_Frecuencias_Ortogonales

<http://www.ojodigital.com/foro/la-escuela-tutoriales-manuales-acciones-etc/162887-como-funciona-exactamente-un-filtro-paso-alto.html>

<http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/paso-bajo.htm>

<http://www.duiops.net/hifi/enciclopedia/paso-alto.htm>

www.infodesarrollo.ec/recursos/documentos/doc_download/55-mercado-de-internet.html -

http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/estadisticas%20provincia%202007.htm

http://www.canaltics.com.ar/product_info.php?products_id=62
bieec.epn.edu.ec:8180/dspace/bitstream/123456789/798/39/T10145CAP3.pdf

http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/estadisticas%20provincia%202006.htm

http://www.supertel.gov.ec/telecomunicaciones/v_agregado/estadisticas/estadisticas%20provincia%202007.htm

http://www.canaltics.com.ar/product_info.php?products_id=62

ANEXOS

ANEXO 1: TECNOLOGIA OFDM

OFDM - ESQUEMA MULTIPORTADORA DE ALTA VELOCIDAD

Es una técnica utilizada en aplicaciones tales como transmisión de audio digital (DAB) y Línea de Abonados Digitales Asincrónicos (ADSL). Sin embargo, OFDM va a ser utilizado en Trasmisiones de Video Digital (DVB). OFDM es fuertemente relacionado con los saltos de frecuencia y técnicas de espectro expandido. Quizás OFDM muestra robustez frente a varios tipos de interferencias y habilitación de múltiples accesos. En OFDM, el espectro disponible es segmentado en varios subcanales de banda estrecha. Un flujo de datos es transmitido por Multiplexación por División de Frecuencia (FDM) usando N portadoras con las frecuencias en paralelo.

Las propiedades de banda estrecha de los subcanales justifica la suposición que la atenuación y grupos de retardo son constantes en cada canal.

Una excelente utilización del espectro resultaría ser un elemento clave para el éxito de velocidades altas en BPL, porque se tendría características de un filtro pasabajos y esto limitaría el uso del rango de frecuencias, por otro lado el uso de varios fragmentos pueden ser excluidos para regulación.

En un sistema clásico de saltos de frecuencia la información es contenida en la secuencia de frecuencias, como por ejemplo, las portadoras son transmitidas secuencialmente. En OFDM, las diferencias sustanciales son que cada portadora es ahora modulada y toman una parte del flujo de datos y que un gran número de portadoras son transmitidas en paralelo.

Como la señal transmitida es ahora la suma de muchas portadoras moduladas, su dominio de tiempo parece complicado, mientras que la magnitud del espectro es fija.

Características de OFDM

<i>ITEM</i>	<i>ESPECIFICACIÓN</i>
Frecuencia	Banda de 5 GHz
Salida	10 mW / MHz
Modulación (Velocidad de Transmisión)	BPSK – OFDM (6 Mbps, 9 Mbps)
	QPSK – OFDM (12 Mbps, 18 Mbps)
	16 QAM – OFDM (24 Mbps, 36 Mbps)
	64 QAM – OFDM (48 Mbps, 54 Mbps)
Sub Portadora	52
Longitud de símbolo OFDM	4 us
Intervalo de Guarda	0,8 us
Intervalo de Sub Portadora	312,5 KHz
Ancho de Banda Ocupado	16,6 MHz

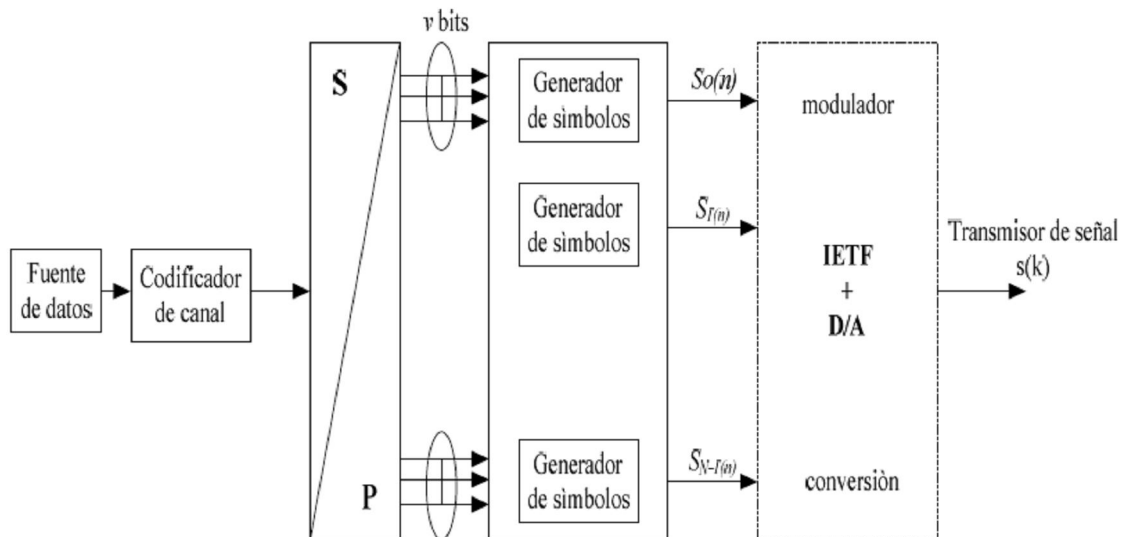
EL TRASMISOR OFDM

La fuente de flujo de datos es un canal codificado. Luego el flujo de bits codificados es convertido de serial a paralelo y divididos en N grupos de v bits. Cada grupo de éstos representan un símbolo, el cual es asignado a uno de los subcanales. Como ya se mencionó, esto es importante para el mapeo de bits de cada subcanal. Tal procedimiento toma sentido solo si la calidad del canal de información está disponible. Esta información puede ser obtenida en la fase de inicialización, durante la cual una secuencia de entrenamiento es transmitida. Como los parámetros del canal de las líneas de poder son altamente estacionarios (excepto el ruido impulsivo), una secuencia de entrenamiento única al inicio de una sesión sería suficiente. Los símbolos complejos



ORTOGONALIDAD DE SUBPORTADORAS

$S_i(n)$ en el gráfico anterior están ahora sometidos a un IFFT (*Inverse Fast Fourier Transform* – Transformada Rápida de Fourier Inversa), el cual entrega N muestras de la señal de transmisión $s(k)$ en el dominio del tiempo. Después la conversión digital – analógico y la señal filtrada en un filtro pasabajos alimento a un amplificador de potencia y acoplado en el principal

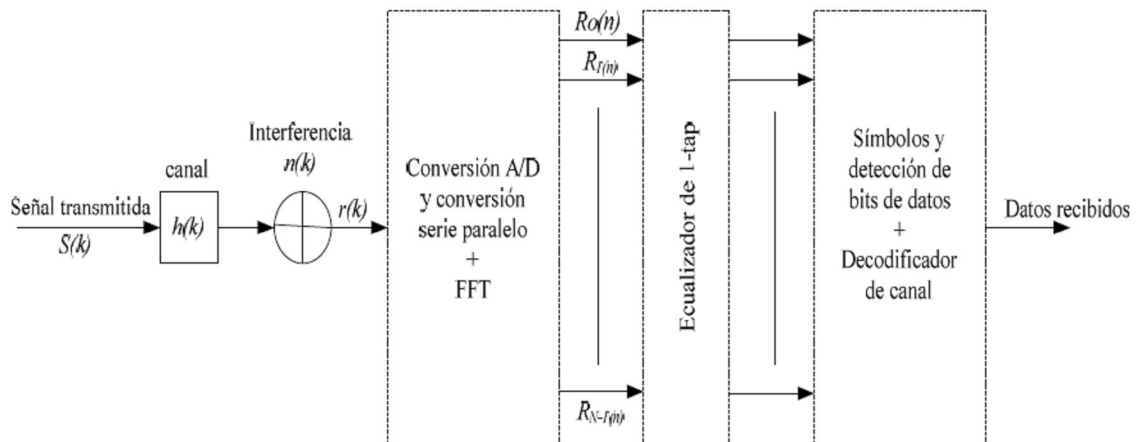


TRANSMISOR OFDM

EL RECEPTOR OFDM

La figura 2.15, muestra el canal con la respuesta del impulso $h(t)$, la adición de interferencia $n(t)$ y la estructura típica de un receptor OFDM. La señal recibida $r(t)$ es una versión distorsionada de $s(t)$ afectada por $n(t)$. N muestras de $r(t)$ son tomadas en el receptor de entrada y convertidos de analógico a digital. Con una tasa de $1/T_s$ se obtendrá el vector recibido y digitalizado $r(k)$.

En muchos casos, esto tomaría sentido para desempeñar algunos tipos de ecualización para eliminar la influencia de la función de transferencia de canal, antes que la detección de símbolos y bits tengan lugar. La ecualización es increíblemente simple para los subcanales de banda estrecha, como la atenuación y grupos de retardo son constantes. En verdad cada canal puede ser descrito por su función de transferencia. Durante una fase de inicialización, donde una secuencia de entrenamiento se transmitió (la cual es bien conocida por el receptor) H_i es estimada, invertida y enviada.



RECEPTOR OFDM

Una secuencia de entrenamiento sería necesaria solo en largos intervalos de tiempo, porque los canales de las líneas de poder son altamente estacionarios. En la práctica una secuencia de entrenamiento única en el inicio de una comunicación sería suficiente.

ANEXO 2: Repetidor Corinex



AnyWire Connectivity™

Corinex Medium Voltage Access Gateways

La familia de productos de Corinex Medium Voltage Access Gateway transforma una red eléctrica de un Servicio Público en un backbone (columna vertebral) de comunicaciones de banda ancha para los usos de redes inteligentes y/o el acceso de banda ancha. Cada MV Gateway contiene tres módulos de banda ancha de Powerline de 200Mbps (BPL) que permiten comunicaciones en líneas de MV (en el modo eficiente de FDD) y la inyección simultánea en las líneas del LV (desviando el transformador).



El Corinex MV Gateway puede actuar como un equipo cabecera de una red o un dispositivo de repetición, con distancias de hasta 2 kilómetros (1.25 millas) entre los servicios. Dentro de los usos de redes inteligentes, la tecnología de Corinex permite incluso que usted salte los transformadores, usando así menos dispositivos y mejorando el Retorno de la Inversión.

La tecnología Corinex "Noise Resistant" en el MV Gateway – NR, el producto entrega el mejor funcionamiento (en término de ancho de banda y la distancia) bajo áreas ruidosas pesadas en áreas urbanas.

Cada MV Gateway se fabrica estándar con un puerto de Ethernet integrado para permitir conexiones a otros dispositivos. Los filtros de frecuencia internos automatizados son opcionales en las unidades y permiten que las redes de MV Gateway configuren automáticamente sus bandas de frecuencia, asegurando completa evolución de la red. Una batería de reserva de 2 horas es opcional para asegurar que la red de los BPL es operacional durante interrupciones. Cada dispositivo es también completamente compatible con los puntos finales de Corinex incluyendo las series de AV200 de Corinex de equipo de CPE y metros contadores.

¡El Corinex MV Gateways, es líder en la industria por sus características, precio y funcionamiento!

Usos

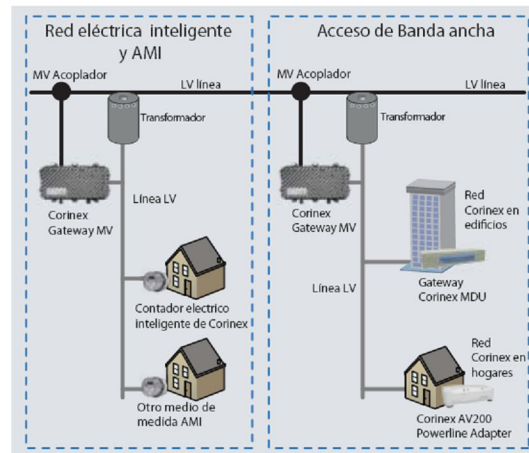
Servicios Del Consumidor

- Acceso de Internet de banda ancha, VoIP, Transmisión de video, Juego

Servicio a las empresas publicas

- Lectura automática del metro contador
- Automatización de la distribución
- Detector de la falta de Alta Impedancia / Conductor detector bajo
- Transformador de evaluación y monitoreo
- SCADA
- Monitor de calidad de la alimentación eléctrica
- Control remoto del balance de carga para maximizar la eficiencia
- Administración avanzada de la red con GIS y mapping
- Vigilancia

Características	MV Gateway	MV Gateway Noise Resistant
Línea de transmisión	1	2
#MV Acopladores requeridos	1	2
Señal de propagación	Buena	Mejor
Resistencia al ruido	Buena	Mejor
Filtro interno RF	Opcional	Si
Filtro de selección automática	Opcional	Si
Filtro de Frecuencia Standard	Si	Si
Filtros de frecuencias Aeronáutico optimizado / FCC	Opcional	Si
Selector Remoto LV de acopladores	No	Si
2 Horas de baterías w/ Indicador de salud	Opcional	Si



Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions

Especificaciones técnicas

Estándares	IEEE 802.3u, 802.1p, 802.1Q, 802.1Q OPERA, FCC Part 15G
EMC	EN 55022 Class B, EN 55024, EN 50412
Seguridad eléctrica	EN 60950-1:2001 IEC 60950-1:2001
Velocidad de Backbone	Hasta 200 Mbps (TDD) Hasta 85 Mbps (FDD)
MV/LV Powerline Tipo	Elevado Soterrado
Interfaz	MV: F-Conector tipo coaxial (TNC) LV: Interfase del cliente RJ45 10/100 BASE-T RS485 serial port
Rango de Frecuencia	2 – 34 MHz
Alimentación	85 hasta 265 V AC, 50/60 Hz
Peso	7 kg
Dimensiones	400mm L x 230mm W x 170mm H
Densidad espectral transmitida	-50 dBm/Hz
Consumo	35 W
Temperatura de Operación	-20° hasta 50°C (-4°F hasta 122°F)
Humedad de operación	5% hasta 95% no-condensado
Management	MIB SNMP
Modulación	OFDM con 1536 carriers uplink/ downlink, simétrica, hasta 10 bits por el símbolo adaptante por el portador.
Direcciones MAC Soportadas	2048
Ambiente	IP68

Características

- Unidad de todo en uno para ambos MV repetidor y LV acoplado con Moxy y interfaces de coaxiales
- Velocidad de Transferencia de datos de backbone de 200 Mbps con alcance hasta 2 km
- Seguridad superior con ponderosa encriptación DES/3DES
- Capacidades de control, con soporte del protocolo SNMP
- Soporte Bridging para 2048 direcciones MAC
- 802.1Q VLAN & Optimized VLANs
- Tecnología OFDM y un poderoso sistema de corrección de errores, brindando un fuerte desempeño aún bajo severas condiciones en el Powerline de MV o LV.
- Puente Ethernet 802.1D integrado con el protocolo optimizado (Optimized Spanning Tree)
- 8 niveles de colas de prioridad, con prioridad programable.
- Clasificación de Prioridades de acuerdo a la etiqueta 802.1P, la codificación IP (IPv4 o IPv6) o el puerto Origen/Destino TCP
- Filtración MAC - puede descartar estructuras de Ethernet que provengan de una dirección MAC no presente en la lista de direcciones MAC permitidas
- Frecuencia configurable, con muesqueo en las bandas de frecuencia, incluyendo un radio Amateur y bandas de frecuencia restringidas.

Accesorios (opcional)

- Acoplador capacitivo elevado
- Acoplador capacitivo soterrado

Código del producto

CXP-MVA-GWY	Versión estándar – Requisitos externos filtros (2 filtros externos incluidos)
CXP-MVA-GNR-A1	Gateway resistente a ruidos con filtros de selección automática - Requisito
CXP-MVA-GNR-A1-B	Gateway Resiste a ruidos con filtros de selección automática integrado y batería
CXP-MVA-GNR-A2	Gateway Resistente a ruidos con filtros de selección automática incorporado FCC
CXP-MVA-GNR-A2-B	Gateway Resiste a ruidos con filtros de selección automática integrado y batería

Los servicios, las características del producto y los diseños pueden variar por la versión y la región



Corinex es una marca registrada de Corinex Communication

El contenido de este documento es para un uso internacional. Estas están sujetas a cambio sin avisos y no representa un compromiso para la Corinex Communication Corp.

Corinex Communications Corp.
601 - 905 West Pender Street
Vancouver, BC
V6C 1L6, Canada
Tel.: +1 604 692 0520
Fax: +1 604 694 0061
<http://www.corinex.com>

Corinex Communications a.s
Ambrova 6
83101 Bratislava 37
Slovak Republic
Tel: +421 2 5921 2000
Fax: +421 2 5921 2222
<http://www.corinex.eu>

2007-10-31

Video, Voice and Broadband Connectivity Solutions

ANEXO 3: Modem PLC de Usuario

The Network Connectivity Company

Corinex



AV200 Powerline Ethernet Adapter



La red del entretenimiento!
Datos, vídeo y voz a 200 Mbps

Debido a su configuración basada en la Web, el Corinex AV Powerline Ethernet Adapter soporta cualquier navegador basado en JavaScript.

Introducción

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter es el primero en su género que permite utilizar cables eléctricos para la transmisión de datos, video y voz (Triple play) con un ancho de banda de 200 Mbps.

Único en su género, el Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter posee un amplio ancho de banda que permite la transmisión de múltiples canales de video de alta calidad, como por ejemplo HDTV, al mismo tiempo que ofrece conexiones de Internet de alta velocidad en una misma locación.

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter permite la creación de redes locales de alta velocidad sin necesidad de cableado. Gracias a que es posible conectarlo prácticamente a cualquier enchufe eléctrico en casas u oficinas, los costos de instalación son abarataados enormemente.

El Corinex AV200 Powerline Ethernet Adapter es independiente del sistema operativo y se puede utilizar con cualquier plataforma Microsoft Windows, Linux o Mac OS. Solo basta con instalar la tarjeta Ethernet apropiada al computador.

Características

- Interfase Ethernet 10/100BaseT Fast
- Velocidad de transmisión hasta de 200 Mbps con alcance de 300 m.
- Sistema de repetición incorporado para ampliar la cobertura
- Protocolos CSMA/CARP
- Bridge Forwarding Table para 64 direcciones MAC
- 802.1Q VLAN y VLAN optimizados
- Ecriptación DES/3DES
- Tecnología OFDM con sistema de corrección de errores para un fuerte desempeño aun bajo duras condiciones de red eléctrica
- 802.1D integrado
- 8-niveles de colas de espera, con prioridad programable
- Clasificación de prioridades según la etiqueta 802.1P, codificación IP (IPv4 or Ipv6) o puerto de origen/destino TCP
- Soporte optimizado para transmisión y tráfico de difusión múltiple
- Filtración MAC - pueden descartar estructuras de Ethernet que provengan de una dirección MAC no presente en la lista de direcciones MAC permitidas
- Configuración usando una interfase web

The Network Connectivity Company

Especificaciones Técnicas

Estándar	IEEE 802.3u
Velocidad	Hasta 200 Mbps en capa física
Tipo de enchufe AC	USA, Unión Europea, Reino Unido y Australia
Señal de luz LED	Encendido, Conectando PLC /Actividad Conectando Ethernet
Interfase	10/100BaseT Fast Ethernet, Powerline
Rango de frecuencia utilizada	2 – 34 MHz
Fuente de poder	85 to 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
Seguridad y EMI	FCC Part 15, EN 55022 EMC limits

Estándares

- 802.3u
- 802.1P
- 802.1Q
- Compatible con FCC Part 15, EN 55022 EMC limits

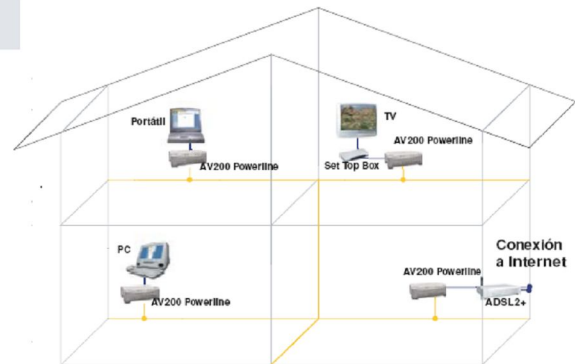
Contenido del paquete

- Corinex AV Powerline Ethernet Adapter
- Un cable ethernet CAT5
- Un cable de poder AC
- CD con documentación
- Guía rápida de instalación

Especificaciones del producto

Código del producto: CXP-AV-ETH

Por favor dirijase a la lista de precios para el código exacto y las especificaciones de su región.



El diseño y las características del producto pueden cambiar de acuerdo a la versión y la región.



Jaba Networks Communications Latino America

North America: 1(800)7424192, World Wide: 1-(305)4792436, 1-(305)4792463, México: 01(800)9995222 +52 (55)53515317, +52 (55) 53515318, Canada: 1(416)8481734, London UK: +44 (20)79934952, Hextel USA - Latino America 52*202886*2
E-mail: info@jabanetworks.us Web Site: www.jabanetworks.us (A World Where Anything Is Possible ...)

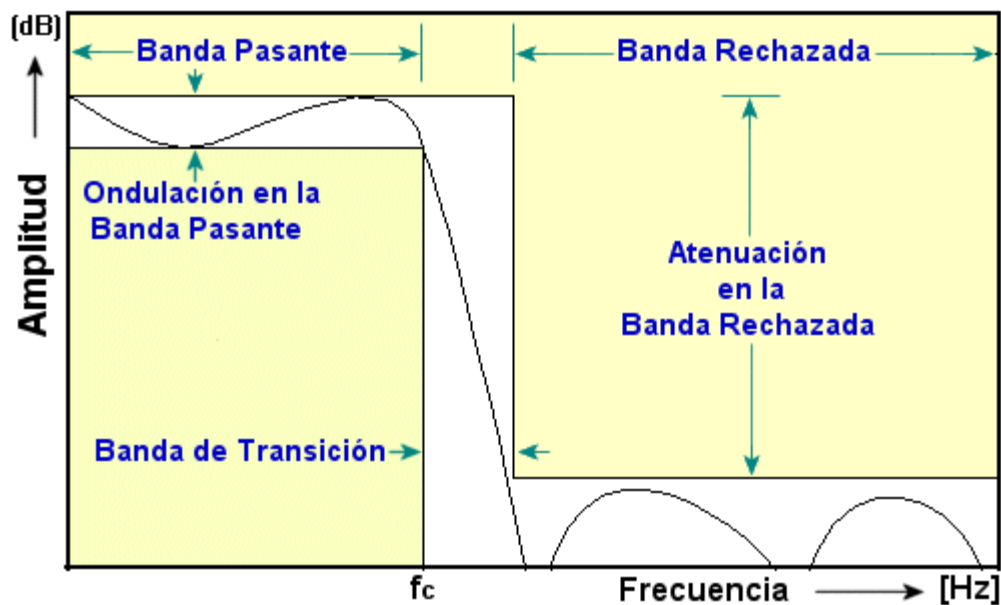


ANEXO 4: Filtros

Filtro pasa bajo

Un filtro paso bajo corresponde a un filtro caracterizado por permitir el paso de las frecuencias más bajas y atenuar las frecuencias más altas. El filtro requiere de dos terminales de entrada y dos de salida, de una caja negra, también denominada cuadripolo o bipuerto, así todas las frecuencias se pueden presentar a la entrada, pero a la salida solo estarán presentes las que permita pasar el filtro. De la teoría se obtiene que los filtros están caracterizados por sus funciones de transferencia, así cualquier configuración de elementos activos o pasivos que consigan cierta función de transferencia serán considerados un filtro de cierto tipo.

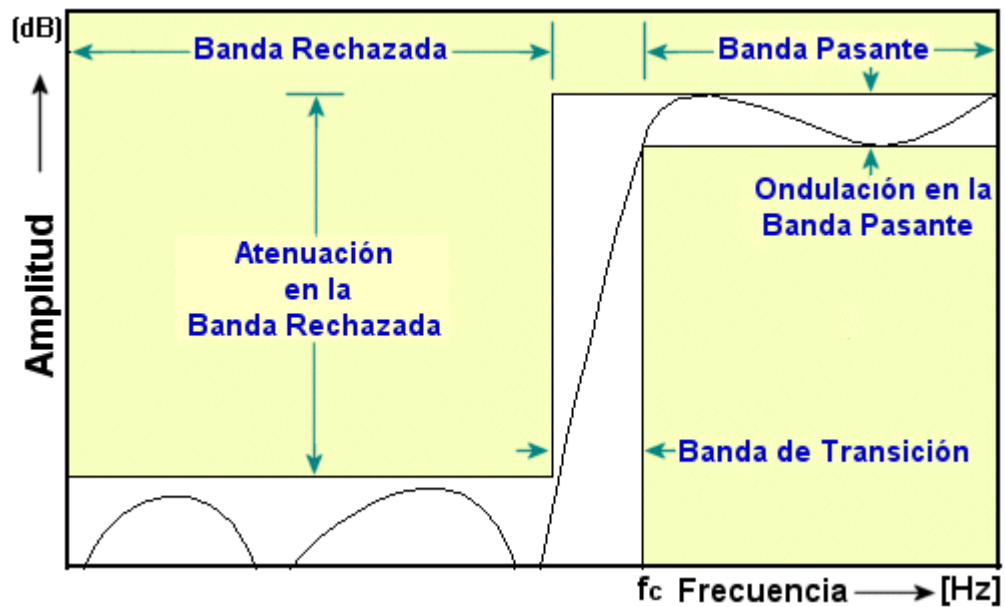
En otras palabras un filtro pasa bajo es un circuito eléctrico que impide el paso de señales por encima de una frecuencia concreta y deja pasar a las que están por debajo de ella.



Filtro pasa alto

Un **filtro paso alto** (HPF) es un tipo de filtro electrónico en cuya respuesta en frecuencia se atenúan las componentes de baja frecuencia pero no las de alta frecuencia, éstas incluso pueden amplificarse en los filtros activos. La alta o baja frecuencia es un término relativo que dependerá del diseño y de la aplicación.

A lo contrario del filtro pasa bajo; este es un circuito eléctrico que impide el paso de señales por debajo de una frecuencia concreta y deja las que están por encima de ella.



ANEXO 5: Acopladores

FAQ Preguntas Más Frecuentes

Soluciones de Acoplamiento

Acoplamiento inductivo

UNIC

Acoplamiento capacitivo

OVERCAP UNDERCAP

Conclusiones

Los acopladores son los accesorios necesarios para inyectar y recuperar la señal de PLC-BPL a lo largo de las líneas eléctricas, las cuales son el medio de transmisión de la tecnología PLC-BPL.

Los acopladores deben cumplir la normativa de seguridad eléctrica establecida por las compañías eléctricas para la instalación de equipos de media tensión, al mismo tiempo

que las pérdidas de la inserción de la señal de comunicación deberán de ser las mínimas posibles.

ARTECHE ofrece soluciones para acoplamientos PLC-BPL tanto para líneas subterráneas como para líneas aéreas de Media Tensión. Los siguientes capítulos muestran las diferentes soluciones disponibles con más detalle.

Acoplamiento inductivo

El principio de funcionamiento de los acopladores inductivos se basa en el de los transformadores, esto significa que no es necesario ningún tipo de conexión física entre el acoplador y el núcleo del cable de la línea. El núcleo magnético abraza el cable aislado de distribución y la señal PLC-BPL se acopla a la línea por medio de inducción magnética.

El acoplador inductivo de ARTECHE está diseñado para ser instalado en líneas subterráneas aisladas y apantalladas de media tensión.

Otra característica importante de este método de acoplamiento es la capacidad que presenta el núcleo magnético para soportar altas intensidades en el conductor sin provocar la saturación magnética en el propio núcleo.



¿Que tipo de información debe de facilitar el cliente a ARTECHE?

Especificaciones requeridas:

1. Diámetro del cable de MT. El diámetro interior del acoplador UNIC es de 44 mm y debe de ser capaz de "abrazar" el cable de MT y el cable de tierra. UNIC con mayor diámetro interior está disponible bajo demanda.
2. Corriente: La máxima corriente que atravesará el cable subterráneo de MT.
3. Aislamiento Galvánico entre el conector BNC y tierra, si fuera necesario.

UNIC

- El UNIC es una solución de acoplamiento inductivo para líneas aisladas subterráneas de MT, con diámetro inferior a 44 mm dimensión que corresponde a cables de tensión nominal hasta 36 kV.
- Se recomienda que el modo de acoplamiento sea fase-tierra.
- La intensidad nominal es de 360 A.
- El aislamiento galvánico entre el conector BNC y tierra es de 5kV y las pérdidas por inserción son <3dB en todo el rango de frecuencias (2-40 MHz).
- El aislamiento de la carcasa exterior permite instalar el acoplador sin tener en cuenta la orientación del mismo.
- Utilización: Servicio interior y exterior bajo demanda.

Acoplamiento capacitivo

El acoplamiento se consigue a través de la conexión de un condensador directamente en el cable de media tensión y de un circuito de sintonización. Básicamente, el sistema trabaja como un filtro, donde el principal objetivo es hacer coincidir la impedancia característica de la línea de distribución y la impedancia del terminal de comunicación.

Esta solución de acoplamiento requiere la conexión física con la línea eléctrica, de modo que el aislamiento y lo que ello conlleva son parámetros muy importantes.

El acoplador capacitivo está diseñado para ser instalado en líneas de media tensión aisladas por aire.

¿Que tipo de información debe de facilitar el cliente a ARTECHE?

Especificaciones requeridas:

1. Nivel de aislamiento: la máxima tensión nominal de la línea aérea o subterránea.
2. Rigidez dieléctrica: Tensión del ensayo a frecuencia industrial.
3. BIL: Tensión del ensayo Impulso tipo rayo.
4. En el caso de los acopladores capacitivos para líneas aéreas, cuál es la configuración requerida. Para más información sobre configuraciones disponibles ver hoja de características del OVERCAP y el manual de instalación.

Soluciones de
Acoplamiento



ARTECHE

www.artechecom

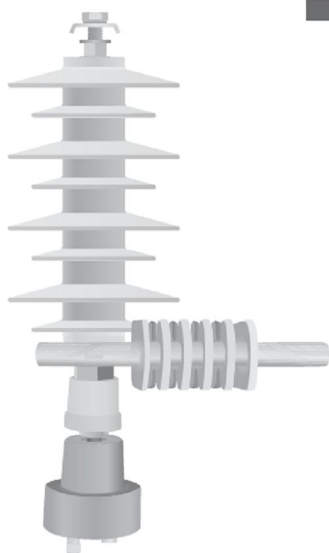


Fig. 2

OVERCAP

Solución de ARTECHE de acoplamiento capacitivo para Líneas Aéreas de MT

- OVERCAP es la solución de acoplamiento capacitivo para líneas aéreas.
- El modo de acoplamiento puede ser fase-fase ó fase tierra.
- La instalación de los acopladores puede ser fija sobre poste ó colgado directamente de la línea. Ver hoja de características y manual de instalación para más información.
- Incorpora un desconector de tierra para desconectar el equipo de tierra en caso de fallo interno en el mismo.
- El aislamiento galvánico entre el conector TNC y tierra es de 5 kV_{rms} y las pérdidas por inserción son <2dB en todo el rango de frecuencias (2-100 MHz).
- El equipo está diseñado para condiciones de intemperie.
- Los modelos disponibles son:

TENSIÓN NOMINAL	17 kV	25 kV	36 kV
RIGIDEZ ELÉCTRICA	50 kV	50 kV	70 kV
IMPULSO TIPO RAYO	150 kV		200 kV

Para otros niveles de aislamiento, consultar al departamento comercial de ARTECHE.

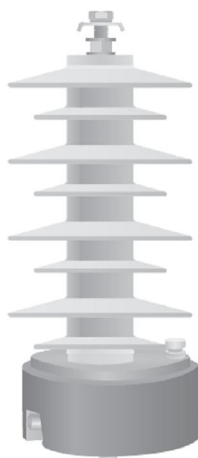


Fig. 3

UNDERCAP

Solución de ARTECHE de acoplamiento capacitivo para Líneas Subterráneas de MT

- UNDERCAP es la solución de acoplamiento capacitivo para líneas subterráneas de MT hasta 25 kV.
- El modo de acoplamiento es fase-tierra.
- El aislamiento galvánico entre el conector y tierra es de 5 kV_{rms}.
- Las pérdidas por inserción son inferiores a 2dB en todo el rango de frecuencias (2-100 MHz).
- Utilización: servicio interior.
- La posición del acoplador en la celda respetará la distancia de seguridad establecida por las compañías eléctricas.
- Modelo disponible:

TENSIÓN NOMINAL	17 kV	25 kV
RIGIDEZ ELÉCTRICA	50 kV	50 kV
IMPULSO TIPO RAYO	150 kV	

Conclusiones

Los acopladores de línea son los equipos utilizados para inyectar y recuperar la señal PLC-BPL a lo largo de las líneas eléctricas en un rango de frecuencia que va desde los 2 hasta los 100 MHz.

ARTECHE suministra soluciones de acopladores tanto para líneas aéreas como para líneas subterráneas de M.T. Los acopladores pueden ser inductivos ó capacitivos.

El modelo UNIC es la solución que presenta ARTECHE de acopladores inductivos para transmitir la señal PLC-BPL

vía fase-tierra en líneas subterráneas de MT con diámetro exterior inferior a 44mm. UNIC con mayor diámetro interior disponible bajo demanda.

La solución de acopladores capacitivos que ofrece ARTECHE son OVERCAP y UNDERCAP:

- OVERCAP. Solución de acoplamiento capacitivo para líneas aéreas de Media Tensión hasta 36 kV.
- UNDERCAP. Solución de acoplamiento capacitivo para líneas subterráneas de Media Tensión hasta 25 kV.

ANEXO 6: Organización Internacional PLC Forum

PLC Forum

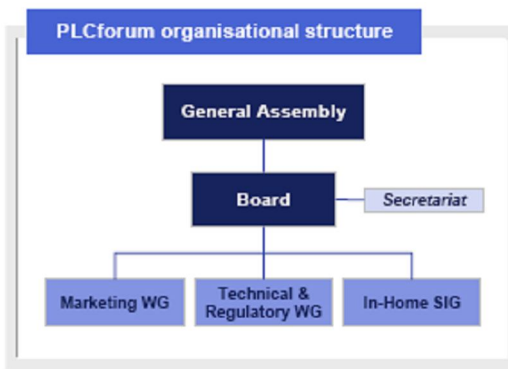


El *PLC Forum* es una asociación internacional, creada a inicios del año 2000, que representa los intereses de fabricantes, utilidades energéticas y otras organizaciones, tales como universidades, consultoras y otras asociaciones relacionadas con el desarrollo de la tecnología PLC.

Los principales objetivos de *PLC Forum* se describen a continuación.

<i>Asuntos regulatorios</i>	Realizar actividades de <i>lobby</i> y apoyar las actividades de <i>lobby</i> de los miembros de modo que pueda existir un marco regulatorio satisfactorio para PLC.
<i>Tecnologías</i>	Compartir visiones, problemas y soluciones dentro del foro, insistir en coexistencia e interoperabilidad y estandarización, de modo que la tecnología no sea un factor de limitación de mercado.
<i>Caso de negocio</i>	Apoyar a los miembros en la creación de modelos comerciales y financieros apropiados.
<i>Marketing</i>	Contribuir a una amplia conciencia del potencial de PLC a través de involucrarse en eventos importantes, disseminación de información, actividades de prensa, etc.

En el siguiente cuadro se ilustra la estructura organizacional del foro.



Las compañías y organizaciones listadas a continuación forman parte de *PLC Forum*.

Miembros	Utilidades	Otros miembros
Ambient Artech Ascom Powerline Communications Avisto Telecom DS2 Eichhoff Intellon Corporation Itochu LEA Main.net Mitsubishi Electric Corporation Mitsubishi Materials Corporation Philips Consumer Electronics Premo SA Telvent Energía y Medio Ambiente SA Schaffner EMV AG Spidcom Toyocom Yitran Communications Ltd	Electricité de France (EDF) Elforsk AB Ltd Endesa Net Factory ENEL Distribuzione SpA Iberdrola LINZ AG Manx Electricity Authority Monsenergo Senelec Tokio Electric Power Company	Alpikon SpA Aptel Brazil PLCForum Aristotle University of Thessaloniki Dresden University of Technology Electrical Technology Institute, ITE Enditel EPFL - Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne EPRI - China Electric Power Research Institute ETSI - The European Telecommunications Standards Institute EWE TEL GmbH iLight Instituto Balseiro - CNEA Oni Open University PLCA PLC-J Power PLUS Communications AG PUA (the PLC Utilities Alliance) Tecnom Università Degli Studi di Firenze Universität Karlsruhe University of Paderborn UPLC (United PowerLine Council)

Actualmente, el *PLC Forum* no ha publicado un estándar para la implementación de redes de comunicaciones sobre redes de electricidad ni productos certificados.

Los miembros "utilidades" del *PLC Forum*, es decir los proveedores de energía eléctrica, han llevado a cabo un estudio de la situación actual de la tecnología en Europa, dividiéndose en tres grupos de trabajo. A continuación se muestran los logros.

Achievements		
Standardization and Regulation Task Force (SRTF)	Awareness and Promotion Task Force (APTF)	Open Standards Task Force (OSTF)
■ Collection of technical status and measurements of the PLC systems and creation of common knowledge ■ EMC Measurement campaign in five European countries ■ Agreement on policies to be developed within standardisation bodies ■ Promotion and acceleration of the process of definitions of regulations and standards ■ Work in different standardization bodies – ETSI, CENELEC, CISPR, JWG	■ Communication with EU bodies, NAs, and other stakeholders ■ Development of two <i>White Papers on PLC and its impact on broadband in Europe</i> and distribution to main industry stakeholders ■ Coordination of information exchange between PUA members ■ Creation of momentum for EU funded PLC project "OPERA" (21million € budget) ■ Information to major regulatory and standardization bodies ■ International cooperation with other PLC associations	■ Promotion of the development of a PLC standard – Define the basic functional specifications for PLC systems – Technology Benchmark process ■ Sharing evaluations and testing experiences

ANEXO 7: Estimación de usuarios de internet en el ecuador año 2006.

ESTIMACIÓN DE USUARIOS DE INTERNET EN EL ECUADOR AÑO 2006						
PROVINCIA	CUENTAS CONMUTADAS	CUENTAS DEDICADAS	CUENTAS TOTALES	ESTIMADO DE USUARIOS CONMUTADOS	ESTIMADO DE USUARIOS DEDICADOS	ESTIMADO DE USUARIOS TOTALES
AZUAY	5.572	1.366	6.938	22.288	4.213	26.501
BOLÍVAR	427	42	469	1.708	175	1.883
CAÑAR	618	7	625	2.472	36	2.508
CARCHI	681	160	841	2.724	641	3.365
CHIMBORAZO	2.143	638	2.781	8.572	2.919	11.491
COTOPAXI	1.270	426	1.696	5.080	1.912	6.992
EL ORO	1.238	46	1.284	4.952	581	5.533
ESMERALDAS	3.047	409	3.456	12.188	1.768	13.956
GALÁPAGOS	206	25	231	824	334	1.158
GUAYAS	14.819	21.339	36.158	59.276	83.926	143.202
IMBABURA	2.726	591	3.317	10.904	2.734	13.638
LOJA	1.410	89	1.499	5.640	624	6.264
LOS RÍOS	178	32	210	712	359	1.071
MANABÍ	1.706	774	2.480	6.824	2.434	9.258
MORONA SANTIAGO	187	7	194	748	103	851
NAPO	321	154	475	1.284	666	1.950
ORELLANA	63	33	96	252	166	418
PASTAZA	274	162	436	1.096	664	1.760
PICHINCHA	62.551	35.356	97.907	250.204	143.492	393.696
SUCUMBÍOS	701	108	809	2.804	500	3.304
TUNGURAHUA	4.125	1.021	5.146	16.500	4.964	21.464
ZAMORA CHINCHIPE	60	7	67	240	58	298
NO ESPECIFICADO*	37.491	2.671	40.162	149.964	2.958	152.922
TOTAL	141.814	65.463	207.277	567.256	256.227	823.483
* Estos datos corresponden a la operadora Alegro (reportan cifras unificadas de todas las provincias).						
Notas:						
1. Cuentas conmutadas: Acceso a Internet a través de línea telefónica conmutada.						
2. Cuentas dedicadas: Acceso a Internet a través de una conexión permanente.						

Fuente: información entregada por los permisionarios

ANEXO 8: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2007.

ESTIMACIÓN DE USUARIOS DE INTERNET EN EL ECUADOR AÑO 2007						
PROVINCIA	CUENTAS CONMUTADAS	CUENTAS DEDICADAS	CUENTAS TOTALES	ESTIMADO DE USUARIOS CONMUTADOS	ESTIMADO DE USUARIOS DEDICADOS	ESTIMADO DE USUARIOS TOTALES
AZUAY	4.315	1.889	6.204	17.260	6.272	23.532
BOLÍVAR	149	86	235	596	345	941
CAÑAR	558	9	567	2.232	52	2.284
CARCHI	278	190	468	1.112	757	1.869
CHIMBORAZO	904	743	1.647	3.616	3.394	7.010
COTOPAXI	536	479	1.015	2.144	2.387	4.531
EL ORO	849	132	981	3.396	1.278	4.674
ESMERALDAS	1.305	530	1.835	5.220	2.167	7.387
GALÁPAGOS	219	38	257	876	613	1.489
GUAYAS	50.369	28.664	79.033	79.805	111.186	190.991
IMBABURA	1.123	896	2.019	4.490	3.845	8.335
LOJA	870	55	925	3.101	306	3.407
LOS RÍOS	139	28	167	556	258	814
MANABÍ	1.553	716	2.269	6.180	2.896	9.076
MORONA SANTIAGO	135	17	152	540	265	805
NAPO	86	166	252	344	705	1.049
ORELLANA	21	150	171	84	614	698
PASTAZA	78	203	281	312	828	1.140
PICHINCHA	130.098	43.348	173.446	385.756	171.126	556.882
SUCUMBÍOS	308	120	428	1.232	485	1.717
TUNGURAHUA	1.754	1.327	3.081	7.016	6.018	13.034
ZAMORA CHINCHIPE	59	10	69	236	82	318
NO ESPECIFICADO*	40.833	3.094	43.927	163.332	3.094	166.426
TOTAL	236.539	82.890	319.429	689.436	318.973	1.008.409
* Estos datos corresponden a la operadora Alegro (reportan cifras unificadas de todas las provincias.).						
Notas:						
1. Cuentas conmutadas: Acceso a Internet a través de línea telefónica conmutada.						
2. Cuentas dedicadas: Acceso a Internet a través de una conexión permanente.						

Cuadro estadístico de estimación de usuarios (SUPTel al año 2007)

ANEXO 9: Estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2008.

DATOS DE CUENTAS Y USUARIOS DE INTERNET POR PROVINCIA EN PORCENTAJE															
	MES:	DICIEMBRE													
	AÑO:	2008													
Nº.	PROVINCIA	Cuentas Conmutadas	Componente Cuentas conmutadas (%)	Cuentas Dedicadas	Componente Cuentas Dedicadas (%)	Cuentas Totales	Componente Cuentas totales (%)	Estimado de Usuarios Conmutados	Componente Estimado de Usuarios Conmutados (%)	Estimado de Usuarios Dedicados	Componente Estimado de Usuarios Dedicados (%)	Estimado de usuarios totales	Componente Estimado de Usuarios totales (%)	Número de habitantes dic 08	% de habitantes provincia que acceden a Internet
1	Azuay	14535	8,84%	4154	2,66%	18.689	5,83%	58140	8,84%	18345	1,89%	76.485	4,70%	666.229	11,48%
2	Bolívar	160	0,10%	106	0,07%	266	0,08%	640	0,10%	439	0,05%	1.079	0,07%	179.204	0,60%
3	Cañar	974	0,59%	299	0,19%	1.273	0,40%	3896	0,59%	2392	0,25%	6.288	0,39%	218.999	2,87%
4	Carchi	260	0,16%	272	0,17%	532	0,17%	1040	0,16%	1042	0,11%	2.082	0,13%	160.686	1,30%
5	Chimborazo	1025	0,62%	829	0,53%	1.854	0,58%	4100	0,62%	3339	0,34%	7.439	0,46%	433.107	1,72%
6	Cotopaxi	464	0,28%	723	0,46%	1.187	0,37%	1856	0,28%	3019	0,31%	4.875	0,30%	404.976	1,20%
7	El Oro	821	0,50%	892	0,57%	1.713	0,53%	3284	0,50%	5972	0,62%	9.256	0,57%	613.386	1,51%
8	Esmeraldas	1321	0,80%	592	0,38%	1.913	0,60%	5284	0,80%	2447	0,25%	7.731	0,47%	434.079	1,78%
9	Galápagos	353	0,21%	417	0,27%	770	0,24%	1412	0,21%	3087	0,32%	4.499	0,28%	27.976	16,08%
10	Guayas	7317	4,45%	58388	37,39%	65.705	20,50%	29268	4,45%	417904	43,07%	447.172	27,47%	3.643.832	12,27%
11	Imbabura	1089	0,66%	1158	0,74%	2.247	0,70%	4356	0,66%	4688	0,48%	9.044	0,56%	406.979	2,22%
12	Loja	912	0,55%	1493	0,96%	2.405	0,75%	3648	0,55%	13079	1,35%	16.727	1,03%	419.393	3,99%
13	Los Ríos	171	0,10%	1358	0,87%	1.529	0,48%	684	0,10%	12587	1,30%	13.271	0,82%	742.904	1,79%
14	Manabí	1233	0,75%	2796	1,79%	4.029	1,26%	4932	0,75%	17904	1,85%	22.836	1,40%	1.299.653	1,76%
15	Morona Santiago	119	0,07%	163	0,10%	282	0,09%	476	0,07%	1707	0,18%	2.183	0,13%	141.317	1,54%
16	Napo	83	0,05%	176	0,11%	259	0,08%	332	0,05%	761	0,08%	1.093	0,07%	97.571	1,12%
17	Orellana	23	0,01%	105	0,07%	128	0,04%	92	0,01%	447	0,05%	539	0,03%	94.780	0,57%
18	Pastaza	66	0,04%	214	0,14%	280	0,09%	264	0,04%	886	0,09%	1.150	0,07%	79.367	1,45%
19	Pichincha	89819	54,62%	74712	47,85%	164.531	51,32%	359276	54,62%	437644	45,11%	796.920	48,95%	2.533.662	31,45%
20	Santa Elena	152	0,09%	490	0,31%	642	0,20%	608	0,09%	3079	0,32%	3.687	0,23%	297.672	1,24%
21	Santo Domingo de los Tsáchilas	523	0,32%	1552	0,99%	2.075	0,65%	2092	0,32%	6462	0,67%	8.554	0,53%	371.258	2,30%
22	Sucumbios	289	0,18%	219	0,14%	508	0,16%	1156	0,18%	951	0,10%	2.107	0,13%	178.592	1,18%
23	Tungurahua	1782	1,08%	1847	1,18%	3.629	1,13%	7128	1,08%	8089	0,83%	15.217	0,93%	500.440	3,04%
24	Zamora Chinchipe	109	0,07%	90	0,06%	199	0,06%	436	0,07%	820	0,08%	1.256	0,08%	83.940	1,50%
	***No específica	40833	24,83%	3094	1,98%	43.927	13,70%	163332	24,83%	3.094	0,32%	166.426	10,22%		

	do														
	Total general	164.433	100,00 %	156.13 9	100,00 %	320. 572	100,00 %	657.732	100,00 %	970.18 4	100,00 %	1.627 .916	100,00 %	14.030 .001	11,60 %
		51,29%		48,71 %				40,40%		59,60 %					

*** Casi todas las cuentas no especificadas pertenecen a la operadora ALEGRO

Tabla 3.7 estimación de usuarios de internet en el Ecuador año 2008.

ANEXO 10: Índice de crecimiento anual medio

ÍNDICE DE CRECIMIENTO ANUAL MEDIO

La fórmula utilizada para el cálculo del Índice de crecimiento anual medio (**CAGR**) es:

$$CAGR = \left(\frac{\text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \right)^{1/\text{número de años}} - 1$$

$$CAGR\% = \left[\left(\frac{\text{Valor final}}{\text{Valor inicial}} \right)^{1/\text{número de años}} - 1 \right] \times 100\%$$

El índice de crecimiento anual medio es un número imaginario que describe el porcentaje en el cual una inversión debería tener desarrollo si hubo un crecimiento de porcentaje estable.

INDICE DE CRECIMIENTO ANUAL MEDIO DEL SERVICIO DE INTERNET

PERIODO: 2001-2008

Usuarios Internet 2001: 85.630

Usuarios Internet 2008: 468 598

Número de años: 7

$$CAGR_{Internet} = \left\{ \left[\frac{1.627.916}{85.630} \right]^{1/7} - 1 \right\} \times 100 \% = 7.08\%$$

Porcentaje de crecimiento total de usuarios del servicio:

$$C = \frac{1.627.916 - 85.630}{85.630} \times 100 \% = 1801.1\%$$

INDICE DE CRECIMIENTO ANUAL MEDIO DEL SERVICIO DE INTERNET DE BANDA ANCHA

PERIODO: 2001-2008

Usuarios Internet 2001: 374

Usuarios Internet 2008: 156.139

Número de años: 7

$$CAGR_{Bandaancha} = \left\{ \left[\frac{156.139}{374} \right]^{1/7} - 1 \right\} \times 100 \% = 317,48\%$$

Porcentaje de crecimiento total de usuarios del servicio:

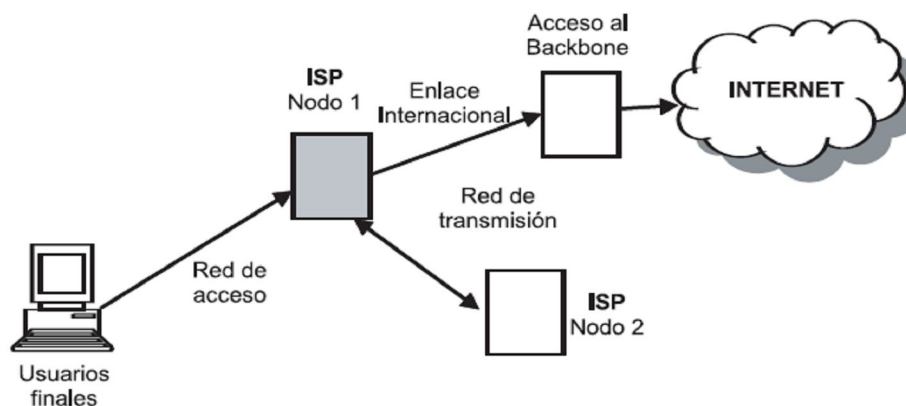
$$C = \frac{156.139 - 374}{374} \times 100 \% = 41648,3\%$$

3. Oferta de Internet en Ecuador

Proveedores de Servicios de Valor Agregado

En el Ecuador, de acuerdo al "Reglamento para la prestación de servicios de valor agregado" del 20 de febrero del 2002 (Resolución No 071-03-CONATEL-2002), las empresas autorizadas a ofrecer servicios de acceso a Internet, deben obtener un permiso, el mismo que les autoriza a prestar el servicio bajo la siguiente definición: " Son servicios de valor agregado aquellos que utilizan servicios finales de telecomunicaciones e incorporan aplicaciones que permiten transformar el contenido de la información transmitida. Esta transformación puede incluir un cambio neto entre los puntos extremos de la transmisión en el código, protocolo o formato de la información".

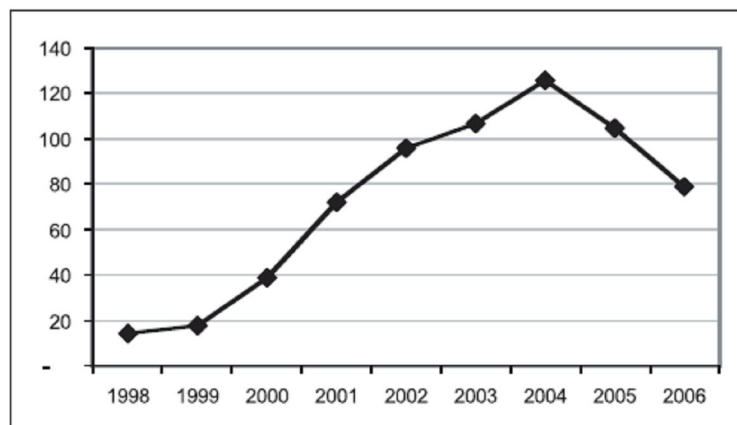
La siguiente figura identifica a los proveedores de Internet o ISPs, dentro de la estructura de conexión y acceso a servicios de Internet.



De acuerdo al Reglamento de Servicios de Valor Agregado, los ISPs pueden disponer de infraestructura propia o contratar servicios portadores, a fin de disponer de las redes de transmisión internacional e inter-nodos y de la red de acceso al usuario final. En caso de emplear infraestructura propia, deberá tramitar los títulos habilitantes necesarios que le autoricen su uso y explotación.

El mercado de ISPs es un mercado competido. De acuerdo a los datos encontrados en el sitio web del CONATEL, la siguiente es la evolución del número de ISPs hasta el 2005. En el sitio web de la Superintendencia de Telecomunicaciones, se muestran 79 ISPs activos, aunque se dispone de información actualizada solamente de 70.

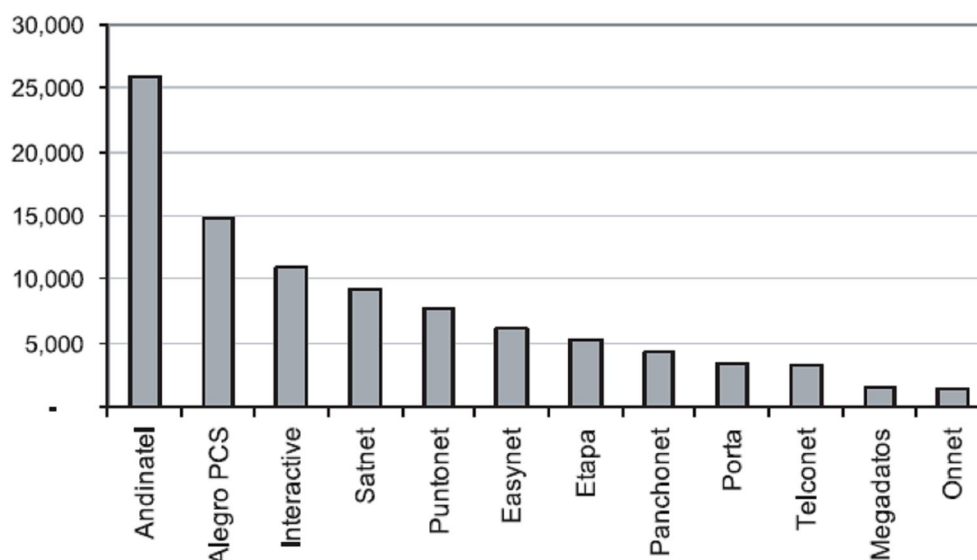
ISPs en el Ecuador	
AÑO	CANTIDAD
1998	14
1999	18
2000	39
2001	72
2002	96
2003	107
2004	126
2005	105
2006	79



Este comportamiento revela un mercado de libre competencia cuya oferta se está contrayendo debido a un proceso de salida de proveedores débiles. Es posible que el mercado de la oferta continúe con esta tendencia y se establezca en un número entre 60 y 70 ISPs que son los que mantienen contacto con el regulador.

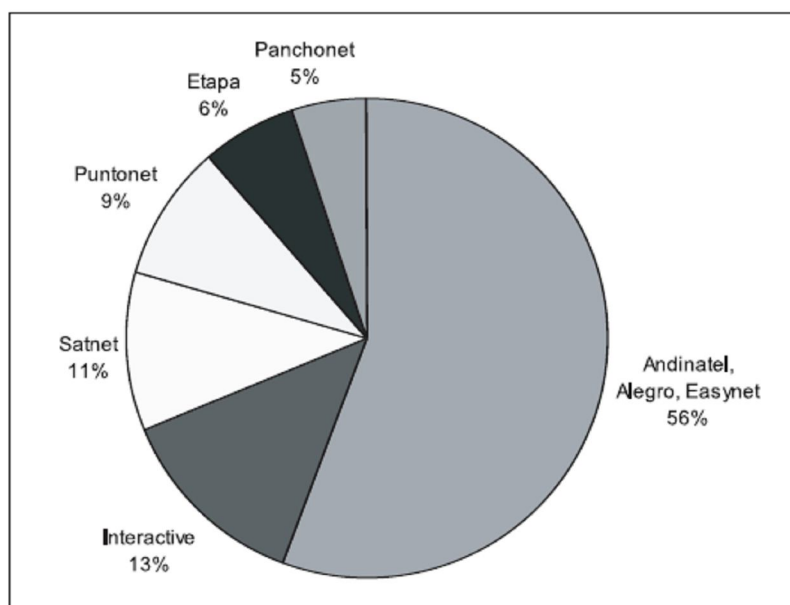
A pesar de esta aparente oferta variada, el 92% del mercado dial-up está en manos del 18% de proveedores (12 empresas)

Gráfico: Número de usuarios dial-up por proveedor ⁷



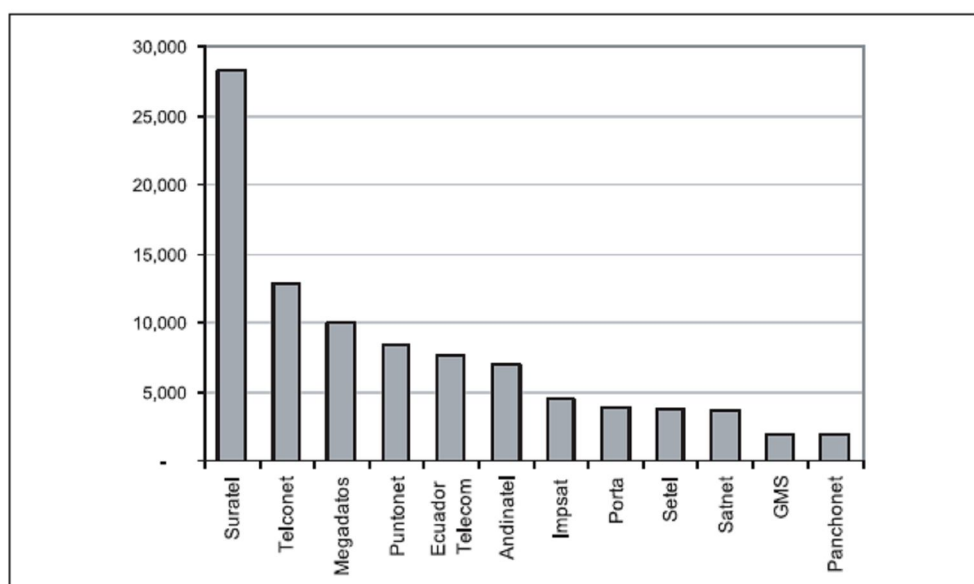
.....
⁷ Fuente Superintendencia de Telecomunicaciones, datos actualizados a diciembre de 2005.

Gráfico: Principales proveedores en el mercado dial-up



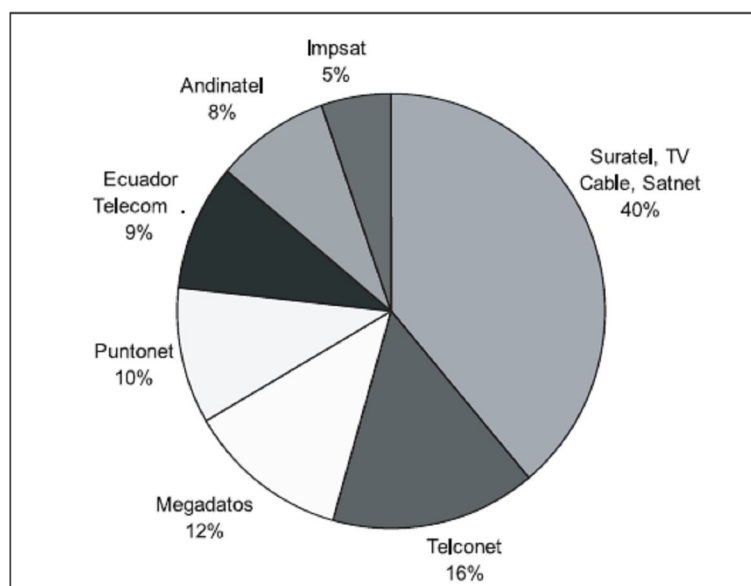
Al igual que en mercado dial-up, el mercado de conexiones dedicadas está en manos de pocos proveedores. El 88% del mercado está manejado por el 18% de los proveedores (12 empresas)

Gráfico: Número de usuarios dedicados por proveedor⁸



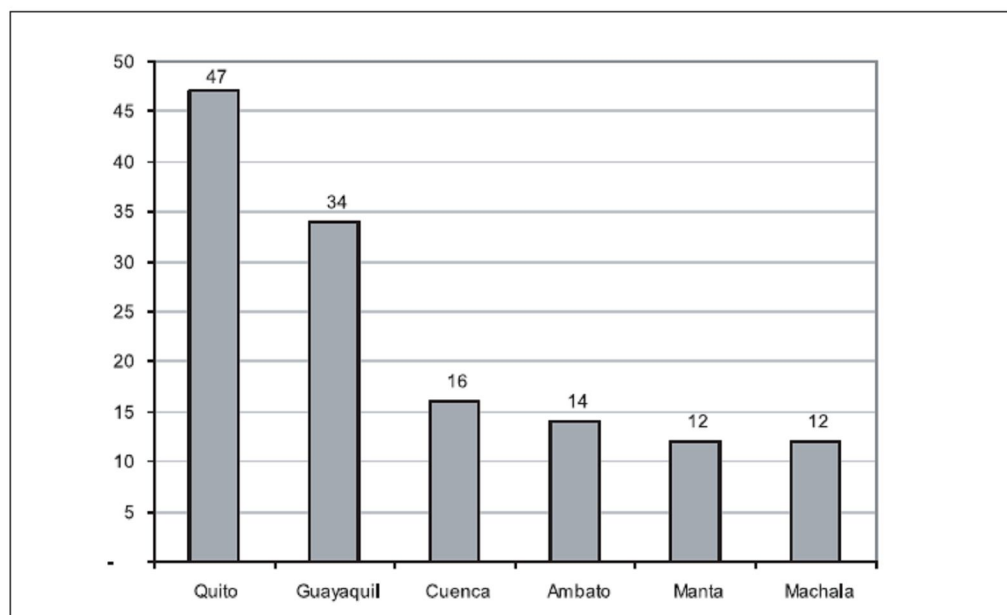
⁸ Fuente Superintendencia de Telecomunicaciones, datos actualizados a diciembre de 2005

Gráfico: Principales proveedores en el mercado de conexiones dedicadas



La presencia de empresas proveedoras de servicios de Internet está concentrada en las grandes ciudades, lo que revela una brecha digital nacional.

Gráfico: Número de proveedores de Internet por ciudades



Volumen del mercado - Top Ten

A fin de dimensionar el volumen del mercado de la oferta, se ha estimado el ingreso promedio por abonado dial-up en USD 15 y el del abonado dedicado en USD 40. Esta estimación tiene el único objetivo de dar valores monetarios a la participación del mercado de cada uno de los ISPs, representa el potencial de ingresos y en ningún caso corresponden a los montos de facturación de las empresas proveedoras.

Proveedor	Abonados Dial up	Abonados Enlaces	Usuarios /Enlaces	Ingresos mensuales	Ingresos Anuales
SURATEL	-	14,886.00	1.90	1,130,720.00	13,568,640
ANDINATEL S.A.	25,832.00	2,060.00	3.37	665,520.00	7,986,240
TELCONET	3,279.00	525.00	24.47	563,145.00	6,757,740
PUNTO NET S.A.	7,687.00	1,105.00	7.58	450,265.00	5,403,180
MEGADATOS	1,605.00	498.00	20.00	422,475.00	5,069,700
ECUADOR TELECOM S.A.	-	2,154.00	3.57	307,200.00	3,686,400
SATNET	9,286.00	377.00	9.63	284,490.00	3,413,880
TELECSA S.A. (Alegro PCS)	14,753.00	259.00	1.00	231,655.00	2,779,860
CONECCEL S.A.	3,355.00	129.00	30.00	205,125.00	2,461,500
LUTROL S.A (Interactive)	10,867.00	810.00	1.00	195,405.00	2,344,860
Otros 56 Proveedores	25,270.00	3,983.00	7.06	1,324,370	15,892,440
Total mercado	101,934.00	26,786.00	3.97	5,780,370.00	69,364,440

Considerando el valor 624.600 usuarios de Internet en Ecuador, significa que en promedio cada usuario invierte anualmente USD 111 en conectividad.

Ranking de Proveedores⁹

Esta clasificación se basó en la recopilación de ofertas hechas por los proveedores, a partir de la cual se elaboró un ranking de ISPs, considerando 10 factores, en donde el precio fue uno de ellos, que por ser uno de los aspectos más sensibles y determinantes al momento de decidir por uno u otro proveedor, tuvo un peso mayor en el análisis ponderado de las propuestas.

Resultado de la información recopilada se procedió a evaluar obteniendo los siguientes resultados:

9 Tomado del Reporte Trimestral de Conectividad del IICD e Infodesarrollo.ec, Julio 2006

Tabla: Ranking de proveedores

No. Ranking	Proveedor	Puntos
1	TransTelco	32
2	Espotel	30
2	Millenium	30
2	PortaNet	30
2	Telconet	30
3	ReadyNet	29
3	TV Cable	29
4	Andinanet	28
4	Electrocom	28
4	Proasatel	28
5	Consulcom	27
5	Ecutel	27
5	Interactive	27
5	Puntonet	27
6	Movistar	26
7	PowerFast	24
8	Satco	18

Este ranking, es el resultado de la evaluación de 10 factores que incluye el costo tomando en cuenta la oferta "clear channel" y la oferta económica. Un panel de experto calificó cada factor del 1 al 3, asignando 1 a un nivel bajo, 2 regular y 3 alto. Para el caso de los costos esta calificación se duplicó a fin de dar mayor peso a este aspecto dentro de la ponderación final. Los resultados de cada uno de los proveedores se recoge en la siguiente matriz:

Tabla: Evaluación de proveedores de Internet por criterios de valoración

Indicator	Andinanet	Consulcom	Ecutel	Electrocom	Espotel	Interactive	Millenium	Movistar	PowerFast	PortaNet	Proasatel	Puntonet	ReadyNet	Satco	Telconet	TransTelco	TV Cable
Precio mensual para "clear channel" 1:1	4	4	4	4	6	4	4	4	4	4	4	4	6	4	4	4	4
Precio mensual para "servicio económico" (compartido)	6	4	4	4	6	6	4	4	4	4	4	4	4	4	6	6	6
Costos de instalación	3	2	3	3	2	2	2	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2
Garantía de ancho de banda	1	3	1	2	2	2	3	3	2	3	2	3	2	1	2	2	2
Confiabilidad de Servicio	2	2	1	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	2
Solución tecnológica	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	2	2	1	3	3	2
Servicio al cliente	2	2	3	3	2	2	2	1	2	3	2	2	2	1	2	2	2
Calidad de cotización	3	3	2	2	2		3	2	2	2	3	2	2	1	3	3	3
Tiempo de respuesta de cotización	1	2	2	3	2	2	3	1	1	2	2	1	2	1	3	3	1
Reputación	1	2	2	2	2	2	2	1	2	2	2	2	2	1	1	2	2
Cobertura nacional	3	1	2	1	2	3	2	3	1	3	3	2	3	1	3	2	3

ANEXO 12: Cuentas usuarios SUPTEL 2001-2005

Por su parte la Superintendencia de Telecomunicaciones mantienen otras cifras que son:

Año	Cuentas Dial-up	Cuentas Corporativas	Usuarios estimados
2001	83.007	2.623	85.630
2002	94.164	6.499	100.663
2003	102.787	4.563	158.579
2004	108.169	11.599	191.903
2005	101.934	26.786	514.020

Si bien los datos primarios de número de cuentas son los mismos, el factor de "compartición" de cuentas dial-up que utiliza la Superintendencia es de 4 usuarios por cuenta, mientras que el número de usuarios de cuentas corporativas es el valor estimado entregado por los ISPs y que dan cuenta de un factor de de 3.97 usuarios por cuenta dedicada.

Con estos datos la SUPTEL sostiene por tanto que la penetración de Internet en el Ecuador a Diciembre de 2005 era del 4.0% (exactamente 3.96%).

Por otra parte Internerworldstats incluye en su reporte regional el número de 624.600 usuarios, lo que significa una penetración de 4.8%. Este valor difiere del 5,2% incluido en el capítulo 2, pues se utilizó el valor de población proyectada para el 2005 dada por el INEN que es de 12'982.352 de ecuatorianos.

A fin de encontrar una mejor opción a estos datos, se procedió a sustentar una metodología de cálculo más completa, pero que deberá ser mejorada utilizando datos primarios más sólidos.

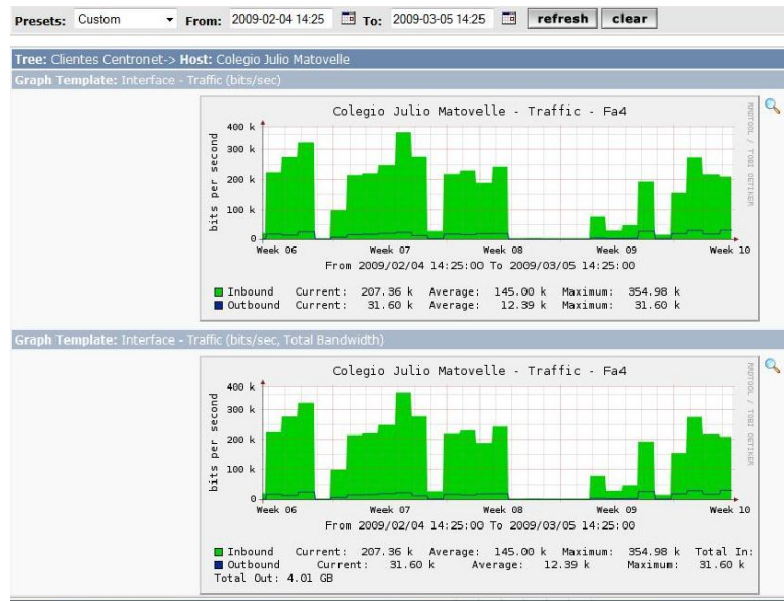
ANEXO 13: Fabricantes de Equipos BPL

FABRICANTES DE EQUIPOS BPL							
Proveedor							
Años en el mercado	4			9		4	
Países que la usan	Estados Unidos			Estados Unidos, Canada, Colombia, Argentina y Europa		Estados Unidos	
Elementos del sistema	Equipo de cabecera	Repetidor	Terminal de usuario	Equipo de cabecera	Repetidor	Terminal de usuario	Terminal de usuario
	Falcon 1000 MV-I Lynx 1000 MV-I	Falcon 1000 MV-RE Lynx 1000 MV-RE	Falcon 1000 MV-E Lynx 1000 MV-E	API-2000-MV/LV	API-2000-GW	APC-2000-DB/VB	PlugLink Ethernet Bridge / PlugLink USB Adapter
Velocidad de transmisión [Mbps]	24	N.E.	N.E.	205	205	2.5-4.5	14
Usuarios	N.E.			64	32	N.E.	16
Interfaces externos	802.11b			Ethernet, RJ45, RJ11	Ethernet, RJ45, RS232		RJ 45, USB
Protocolos	SNMPv2, CLI			SNMP V2, TCP/IP, DHCP, FTP, VLAN, HTTP, STP, 802.1p CoS		TCP/IP	
Estándares	N.E.			EN55022, EN55024, EN60950	EN55022, EN55024, EN60950	EN55022, EN55024, EN60950	HomePlug v1.01 Certified Windows 98SE, ME, 2000, XP Compatible, IEEE 802.3 UL, Aprobación FCC
Distancia estándar [m]	609.6			1500	300	100	1000
Frecuencia [MHz]	N.E.			2-34		4.3-20.9	
Seguridad	SSH, PPPoE, WEP			802.1Q VLAN, Encriptación DES		N.E.	
Técnica de modulación	OFDM			OFDM		OFDM	

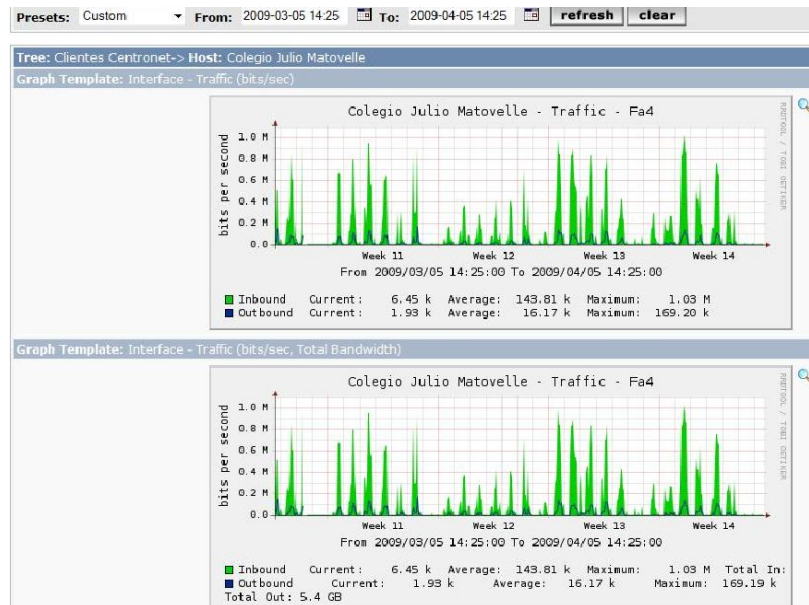
FABRICANTES DE EQUIPOS BPL								
Proveedor								
Años en el mercado	15		3			4		
Países que la usan	N.E.		Latinoamérica y Estados Unidos			América, Australia		
Elementos del sistema	Terminal de usuario	Ruteador	Equipo de cabecera	Repetidor	Terminal de usuario	Equipo de cabecera	Repetidor	Terminal de usuario
	Cable Adapter, Ethernet Adapter, USB Adapter, Wall Mount Adapter	Corinex Powerline Router	N.E.	N.E.	N.E.	NmPLUS	RpPLUS, CuPLUS, CiPLUS, AmrPLUS	NiPLUS, TelPLUS
Velocidad de transmisión [Mbps]	50		200			N.E.	N.E.	2.5
Usuarios	5		254	N.E.	N.E.	10		
Interfaces externas	RJ45, USB, ETHERNET, WIFI		RJ45, Ethernet, USB, RJ 11, RS232		Ethernet, RJ45, RJ11, USB	USB, RJ11, RS232		
Protocolos	SNMP v.1, SNMP v.2		SNMP, DHCP			100BaseT, xDSL, T1 and E1		
Estándares	HomePlug 1.0.1, IEEE 802.3		N.E.			N.E.		
Distancia entre repetidores [m]	200		300			N.E.		
Frecuencia [MHz]	4.3-20.9		1.6-18		18-36	N.E.		
Seguridad	N.E.		VLAN 802.1q			N.E.		
Técnica de modulación	OFDM		OFDM			N.E.		

ANEXO 14: Información de Tráfico de Internet: “Febrero – Marzo – Abril”

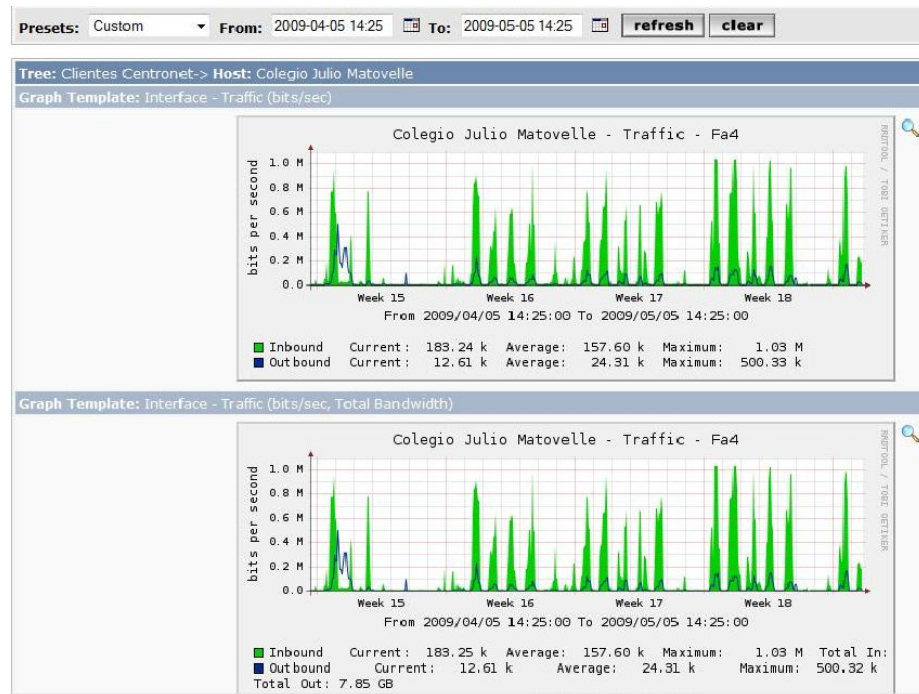
Febrero



Marzo



Abril



Cuenca, 28 de enero de 2008

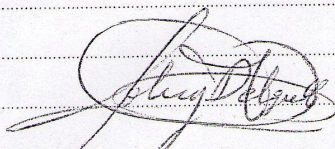
Señor Economista
Luis Mario Cabrera
Decano de la Facultad de Ciencias de la Administración
De la Universidad del Azuay
Ciudad

Su despacho. -

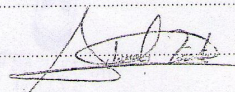
Nosotros Johnny Leonardo Delgado Plaza y Adrian Patricio Zárate Ochoa, egresados de la Facultad de Ciencias de la Administración, escuela de Ingeniería de Sistemas, nos dirigimos a Usted y por su intermedio al H. Consejo de la Facultad para solicitar de la manera más comedida la aprobación del diseño de monografía "BPL (Broadband over Power Lines), Diseño e Implementación de un Prototipo para Banda Ancha sobre Líneas de Energía Eléctrica", que se adjunta al presente documento, luego de haber sido debidamente supervisado por el Ing. Demetrio Toledo catedrático de la Escuela de Ingeniería de Sistemas.

Por la atención que dé a la presente, anticipamos nuestro agradecimiento.

Atentamente,



Johnny Leonardo Delgado Plaza
Código: 29633



Adrian Patricio Zárate Ochoa
Código: 28138

SR.DR.ROMEL MACHADO CLAVIJO SECRETARIO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS DE LA ADMINISTRACION.

CERTIFICO .Que, El H. Consejo de Facultad en sesión del 30 de Enero del 2009
conocio el informe del señor profesor de la Junta Academica de Ingenieria de
Sistemas de los señores Johnny Leonardo Delgado Plaza en base a esta ,aprobo la
denuncia de la Monografía con el.. tema bpl(Broadband over Power Lines)DISEÑO E
IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO PARA BANDA ANCHA SOBRE
LINEAS DE ENERGIA ELECTRICA se ratifica como Director al Ingeniero
Demetrio Toledo y como miembro del Tribunal al Ingeniero Bolivar Mendez el
denunciante tiene un plazo minimo de treinta dias y un máximo de noventa dias
contados a partir de la fecha de aprobación, es decir hasta el 30 de Abril del 2009.

Cuenca 3 de Febrero del 2009 .



Cuenca, 28 de enero de 2008

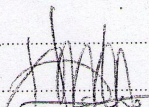
Señor Economista
Luis Mario Cabrera
Decano de la Facultad de Ciencias de la Administración
De la Universidad del Azuay
Ciudad

Señor Decano:

Por medio de la presente, me permito informar que he procedido a revisar el diseño de monografía de los estudiantes JOHNNY DELGADO PLAZA y ADRIAN ZARATE OCHOA, egresados de la escuela de Ingeniería de Sistemas cuyo tema es: "BPL (Broadband over Power Lines); DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO PARA BANDA ANCHA SOBRE LINEAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA", el mismo que cumple con los requisitos metodológicos y técnicos requeridos.

Por las consideraciones anotadas me permito, salvo mejor criterio, recomendar su aprobación

Atentamente,



Ing. Demetrio Toledo
PROFESOR



Universidad del Azuay
Facultad de Ciencias de la Administración
Escuela de Ingeniería de Sistemas

Diseño Monográfico

BPL (Broadband over Power Lines)
“DISEÑO E IMPLEMENTACION DE UN PROTOTIPO
PARA BANDA ANCHA SOBRE LINEAS DE
ENERGÍA ELÉCTRICA”

Johnny Delgado
Adrian Zarate

Cuenca – Ecuador
2009



UNIVERSIDAD DEL
AZUAY

1. Título

“Diseño e Implementación de un prototipo para banda ancha sobre líneas de energía eléctrica”.

2. Selección y Delimitación del Tema

Contenido: La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur con el afán de brindar internet con mejor calidad de servicio utilizando una tecnología diferente y alternativa como es PLC (Power Line Communications) se han hecho las gestiones necesarias como estudios técnicos, capacitaciones, adquisición de equipos e implementación de los diseños de prototipos, implementación que está en proceso de desarrollo y pruebas de funcionamiento para verificar si su factibilidad es de acuerdo a lo que se especuló al momento de desarrollar su estudio ya que en otros países de primer mundo como Inglaterra y España los primeros intentos de funcionalidad no fueron satisfactorios.

Tiempo: El proyecto se desarrollará en un plazo máximo de 3 meses.

3. Descripción del Objetivo de Estudio

Debido a que actualmente la demanda de contar con acceso rápido, económico y confiable a internet a aumentado, las Empresas que brindan este servicio se han visto en la obligación de utilizar nuevas tecnologías para abastecer las necesidades de los usuarios, por este motivo la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur se ha dispuesto a implementar la tecnología PLC (Power Line Communications), aprovechando que la manera de funcionamiento de esta tecnología es mediante el cableado eléctrico para así llegar a mas abonados con servicios eléctricos y en telecomunicaciones.

4. Resumen

El estudio que nos prestamos realizar dará a conocer la implementación de una tecnología que en los últimos años ha incursionado en el mundo de las telecomunicaciones, hablamos de “Broadband Power Line Communications” con sus siglas en ingles PLC (Comunicaciones de banda ancha a través de las líneas de potencia), la misma que basa su funcionamiento en la infraestructura desplegada por las empresas de distribución y comercialización de energía eléctrica, de esta manera la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur se encuentra aplicando dicha tecnología para ser implementada en nuestra ciudad y así abastecer los servicios de internet, telefonía IP y hasta video.

5. Introducción

En la actualidad, es cada vez más crítica la necesidad de contar con un acceso rápido y conveniente a la información. Las empresas esperan y exigen contar con capacidades de comunicación de datos y acceso a Internet de alta velocidad y es latente la necesidad de disponer de este servicio en los lugares más lejanos de nuestro territorio.

En vista de esta necesidad en la actualidad se ha desarrollado la Tecnología de comunicaciones por red eléctrica (PLC), la misma que transforma la red eléctrica en una plataforma de Banda Ancha para lo cual convierte cada uno de los toma corrientes de cada habitación a través de un modem, en una conexión a una red de datos de alta velocidad.

6. Situación Actual y Futura

SITUACION ACTUAL

La Empresa Eléctrica Regional Centro Sur se encuentra realizando pruebas sobre el funcionamiento de la tecnología PLC (Power Line Communications), como son: conocer todas las opciones de funcionalidad que prestan los equipos adquiridos para distribuir internet a su mejor capacidad y el alcance que tendrán para transmitir la señal a aceptable nivel, actualmente se encuentran realizando instalaciones en una zona central de Cuenca para determinar la efectividad de su funcionamiento.

SITUACION FUTURA

En base a la situación actual se espera tener éxito para poder cubrir más zonas dentro y fuera de la ciudad de Cuenca y brindar el servicio de internet.

7. Justificación e Impacto

JUSTIFICACION

El presente trabajo tiene por objeto brindar un conocimiento completo de la tecnología PLC y analizar si las redes de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur pueden acoplarse a la misma para que a través de éstas, dicha entidad pueda brindar a sus abonados servicios de banda ancha.

Necesidad de un medio y una tecnología de banda ancha sin límite en tiempo de conexión, de acceso masivo para los hogares, que sea amplia en cobertura permitiendo cubrir extensas áreas que actualmente no están con servicio, sin la necesidad de cableado adicional

IMPACTO TECNOLÓGICO

Si la implementación de la tecnología PLC (Power Line Communications) llegara a cumplir los objetivos trazados, esto daría lugar a la facilidad de acceso al servicio de internet desde cualquier punto de la ciudad.

3. Objetivos

Objetivo General.

Realizar el estudio de los sistemas PLC (Power Line Communications) para su implementación de un prototipo para Banda Ancha sobre líneas de energía eléctrica y su acoplamiento al sistema eléctrico de distribución de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur para brindar servicios de telecomunicaciones a la mayor cantidad de abonados, en especial en áreas de menor acceso a los servicios de internet.

Objetivos Secundarios.

- 1.- Analizar la tecnología PLC (Power Line Communications) para la implementación del servicio de Internet.
- 2.- Investigar funcionamiento, requerimientos técnicos, ventajas y desventajas de la tecnología PLC (Power Line Communications), la cual utiliza como canal de comunicación el tendido eléctrico.
- 3.- Diseñar un prototipo de red PLC (Power Line Communications).
- 4.- Analizar los resultados del funcionamiento en la transmisión de datos mediante la tecnología PLC (Power Line Communications).

Objetivos Personales.

Ya que el servicio de internet actualmente se ha convertido en una necesidad más que en un lujo, encontramos la oportunidad de investigar la utilización de la tecnología PLC (Power Line Communications), con el fin de brindar el servicio de internet a lugares de difícil acceso.

9. Marco Teórico

- Manuales de Información sobre los sistemas PLC (Power Line Communications).
- Manuales de arquitectura de equipos (módems, repetidores, etc.).
- Obtención de información de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur
- Resultado de la implementación del estudio realizado
- Conclusiones del tema

10. Contenidos

1.- Estudio de los sistemas PLC (Power Line Communications).

- 1.1 Introducción
- 1.2 Origen
- 1.3 Características
- 1.4 Ventajas y Desventajas



2.- Arquitectura de Equipos UNIVERSIDAD DEL AZUAY

- 2.1 Sistema de Outdoor PLC o de Acceso
- 2.2 Sistema de Indoor PLC
- 2.3 Backbone PLC

3.- Diseño de Prototipo PLC

- 3.1 Esquema de la estructura
- 3.2 Pruebas de Calidad y Cobertura

4.- Resultados y Conclusiones

- 4.1 Verificación de las metas trazadas
- 4.2 Recomendaciones

11.- Procedimientos Metodológicos

- Estudio teórico de la de Información sobre los sistemas PLC (Power Line Communications).
- Estudio teórico sobre la arquitectura de los equipos (módems, repetidores, etc.), que se utilizaran.
- Entrevistas a personal de la Empresa Eléctrica Regional Centro Sur Autorizado sobre el tema de los sistemas PLC
- Análisis de la implementación realizada
- Determinación de la factibilidad del proyecto

12.- Recursos

Recursos Humanos

Desarrolladores:

Johnny Delgado
Adrian Zárate

Director:

Ing. Demetrio Toledo

Asesor:

Ing. Demetrio Toledo
Ing. Omar Durazno O.

Recursos Materiales

Técnicos:

Visitas a Instalaciones de la Empresa Eléctrica

Hardware:

Cámara de Video y Fotos
Una PC

Bibliográficos:

Manuales de referencia
Internet

13.- Cronograma

La elaboración del tema propuesto tendrá una duración de 83 días, repartidas en las siguientes tareas:

14.- Bibliografía:

- **Tesis:** Diseño de una red telemática para la provisión del servicio de Internet de Banda Ancha usando la red eléctrica de distribución;
Autor: Idrovo Álvarez, Heriberto; Cabrera Mejía, Michael.
- **Internet:** Información necesaria sobre el tema de estudio
- **Material Adicional:** Manuales, tesis, trabajos de investigación realizados sobre el tema en estudio y que nos sea útil para añadirlo a nuestro trabajo monográfico.