

Propuesta de un proveedor de servicios de internet de banda ancha utilizando la red eléctrica

Proposal for a broadband internet service provider using the electrical network

Freddy Patricio Baño¹, Santiago Rodríguez Lascano², Fausto Alberto Viscaino³, Walter Vinicio Culque⁴.

RESUMEN

La comunicación a través de la red eléctrica existe desde hace mucho tiempo, aunque sólo se ha utilizado para aplicaciones de control remoto de repetidores de banda estrecha, alumbrado público y automatización de hogares. En la presente investigación se plantea su uso para proveer acceso a Internet a los sectores rurales del cantón Ambato. Para lograrlo se planteó como objetivo general, proponer la implementación de servicios de Proveedor de Servicios de Internet de banda ancha a través de la red eléctrica pública para los sectores rurales del cantón Ambato, esto se logra a través de la revisión del estado del arte de las tecnologías Power Line Communications para transmisiones de banda ancha, así como una investigación de campo sobre los servicios de internet en el área rural del cantón Ambato, para finalmente diseñar una red de banda ancha mediante dispositivos Power Line Communications. La presente investigación está enfocada en un modelo cuali-cuantitativa por la colaboración de las personas dentro del problema; y que se regirá a las metodologías existentes para el estudio del problema, los tipos de investigación que se aplicaran son: bibliográfica, ya que se ha tomado información de libros electrónicos, digitales, tesis, blogs, citas entre otros; Experimental porque se ha considerado la relación de la variable independiente y la relación en la variable dependiente para considerar sus causas y efectos, también de campo ya que los investigadores acudieron a recoger información directamente de los involucrados a través de encuestas y entrevista. Finalmente se realizó el desarrollo de la propuesta, en donde se realiza los estudios técnicos de factibilidad, los diseños y configuración de equipos prototipo.

Palabras claves: Proveedor, Servicios, Internet, Red Eléctrica, Banda Ancha.

Recibido 12 de febrero del 2018; revisión aceptada 5 de marzo 2019

¹ Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, Ambato, Ecuador, ua.freddybn@uniandes.edu.ec

² Fairis, Ambato, Ecuador, santy_bsc19@hotmail.com

³ Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, Ambato, Ecuador, fausto_vh1@hotmail.com

⁴ Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES, Ambato, Ecuador, ua.walterculque@uniandes.edu.ec

ABSTRACT

Communication over the power grid has existed for a long time, although it has only been used for narrowband repeater remote control, public lighting and home automation applications. In the present investigation it is proposed its use to obtain Internet access to the rural sectors of the canton of Ambato. To achieve this, it was proposed as a general objective, to propose the implementation of broadband ISP services through the electric power grid for the rural sectors of the canton Ambato, this is achieved through a review of the state of the art PLC technologies for Broadband broadcasts, as well as field research on Internet services in the rural area of the Canton Ambato, to finally design a broadband network using PLC. The present research is focused on a qualitative-quantitative model for the collaboration of the people within the problem; And that will be governed to the existing methodologies for the study of the problem, the types of research that are applied are: bibliographical, since it has taken information of electronic books, digital, thesis, blogs, appointments among others; Experimental because we considered the relation of the independent variable and the relationship in the dependent variable to consider its causes and effects, also De Campo since the researchers were collecting information directly from those involved through surveys and interviews. Finally, the development of the proposal was carried out, where technical feasibility studies, designs and configuration of prototype equipment are carried out.

Keywords: Internet, Service, Provider , Electric Grid, Broadband.

INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico acelerado en el ámbito de las Telecomunicaciones van ganando mayor importancia en el mundo, permitiendo hacer más sencillas las comunicaciones para la sociedad, y al mismo tiempo favoreciendo al número de usuarios para acceder a los servicios de Telecomunicaciones, siendo su crecimiento un incremento de manera exponencial.

El área Rural de la región Tungurahua de manera particular en el cantón Ambato no posee el servicio de acceso a Internet, y los costos de implementación son demasiado altos. El sector rural de la provincia de Tungurahua es uno de los más separados en cuanto a población, ya que las parroquias y caseríos se encuentran muy distanciados. Adicionalmente la geografía de la provincia es muy irregular y dificulta la implementación de Internet inalámbrica. Las redes eléctricas se encuentran desarrolladas en el sector rural, pero estas no son aprovechadas para brindar otros servicios.

Como antecedente podemos definir una red como una estructura que dispone de un patrón que la caracteriza. La noción de informática, por su parte, hace referencia a los saberes de la ciencia que posibilitan el tratamiento de datos de manera automatizada a través de computadoras (ordenadores). [1].

Para su correcto funcionamiento, se definieron los protocolos de comunicación, un protocolo puede ser definido como las reglas que dominan la sintaxis, semántica y sincronización de la comunicación. Los protocolos pueden ser implementados por hardware, software, o una combinación de ambos.

Estos protocolos son reglas de comunicación que permiten el flujo de información entre equipos que manejan lenguajes distintos, por ejemplo, dos computadores conectados en la misma red pero con protocolos diferentes no podrían comunicarse jamás, para ello, es necesario que ambas "hablen" el mismo idioma. [2]. El conjunto de protocolos más importantes para el funcionamiento de Internet es TCP/IP. Este es definido como el conjunto de protocolos básicos para la comunicación de redes y es por medio de él que se logra la transmisión de información entre computadoras pertenecientes a una red.

Para establecer la calidad de una transmisión de flujo de información es necesario definir el término banda ancha, el cual comúnmente se refiere al acceso de alta velocidad a Internet. Este término puede definirse simplemente como la conexión rápida a Internet que siempre está activa. Permite a un usuario enviar correos electrónicos, navegar en la web, bajar imágenes y música, ver videos, unirse a una conferencia vía web y mucho más.

El funcionamiento de la banda ancha se basa en la utilización de tecnologías DSL y de cable módems. Sin embargo, en la actualidad, la tecnología Wi/Fi, que no necesita cableado, está creciendo más y más, especialmente para suplir a aquellos usuarios que viven en áreas sin las tecnologías o capacidades necesarias para establecer complejos sistemas de cable módem. La fibra óptica, el material utilizado para la transmisión de datos en banda ancha, ha demostrado ser mucho más eficiente que el cobre y mucho más eficaz en relación a la velocidad posible adquirida. [3], pero esta también requiere de una implementación física altamente costosa.

Internet es una gran red internacional de ordenadores. Permite, como todas las redes, compartir recursos. Es decir: mediante un computador, permite establecer una comunicación inmediata con cualquier parte del mundo para obtener información sobre un tema que nos interesa, ver los fondos de la Biblioteca del Congreso de los Estados Unidos, o conseguir un programa o un juego determinado para nuestro ordenador. En definitiva: Internet permite establecer vínculos comunicativos con millones de personas de todo el mundo, bien sea para fines académicos, de investigación, o personales. [4].

Existe una gran variedad de tecnologías en el mercado para conectarse a Internet, entre las más conocidas podemos mencionar la conexión por línea telefónica,

también llamada dial-up, es el método de conexión más antiguo y era el único utilizado cuando internet daba sus primeros pasos. El acceso es realizado por el usuario mediante un módem y una línea telefónica convencional.

Otra alternativa es la conexión xDSL es suministrada por medio de la red telefónica convencional, pero es difiere al acceso dial-up. Un módem convierte la información en una señal eléctrica que la transforma en una frecuencia diferente a la utilizada para la voz, de esta manera una señal no interfiere en el uso del teléfono.

En la actualidad la conexión por cable es cada vez más popular y utiliza la misma infraestructura que la del servicio de cable contratado, lo que facilita la instalación. Muchos servicios de televisión por cable ofrecen en el paquete el acceso a internet con distintas velocidades.

Otra alternativa, es la conexión por satélite, para la cual se necesitan equipos específicos que suelen tener un costo muy elevado. Es preciso adquirir una antena capaz de captar la señal del satélite y lo transmite a la computadora que cuente con un módem receptor interno o externo.

También, el acceso a internet por radio es una manera de extender una conexión de banda ancha a algún lugar donde no se dispone del servicio.

Por último, la conexión a internet a través de los teléfonos celulares es cada vez mejor. La llegada de la tecnología 4G proporcionó banda ancha a los teléfonos celulares, y otorgó una velocidad de navegación con una considerable aceleración.

Para poder usar los diferentes servicios es necesario un proveedor de servicios de Internet (o ISP, por la sigla en inglés de Internet Service Provider) la cual es una empresa que brinda conexión a Internet a sus clientes. Un ISP conecta a sus usuarios a Internet a través de diferentes tecnologías DSL, Cablemódem, GSM, Dial-up, Wifi, entre otras. Muchos ISP también ofrecen servicios relacionados con Internet, como el correo electrónico, alojamiento web, registro de dominios, servidores de noticias, etc. [5]

La historia de los proveedores de servicios de Internet va de la mano con la formación de la Internet moderna, así como el impacto económico que ha tenido en el mundo. El uso comercial de Internet comenzó a principios de la década de los noventa, con compañías como HE.Net y MindSpring sirviendo a pequeños clientes en el año 1994. Muchos hicieron pequeñas compañías de software, e instalaron servidores en sus garajes. Los usuarios pagaban entre 20 y 40 dólares por una conexión telefónica. La velocidad de conexión variaba desde los 9.6 kbit/s a 14.4 kbit/s, y las conexiones no eran fiables. Al mismo tiempo, grandes compañías como CompuServe y America Online tuvieron sus propias redes y usaron software propietario para conectarse (de ahí que CompuServe y AOL fueran redes separadas de Internet, y dejaron de existir). [6]

Por otro lado en la actualidad la tecnología PLC (Power Line Communications) es uno de los sistemas alternativos de conexión más utilizados por usuarios en todo el mundo, ya que entre muchos de los beneficios que ofrece, se encuentra la posibilidad de usar el cableado eléctrico de cualquier casa para intercambiar datos entre los nodos de una red local, con la conveniencia de no tener que invertir en el cableado necesario para montarla, algo que agradecen muchos hogares y pequeñas empresas. [1]

Como antecedente podemos plantear que previamente la red eléctrica ha sido empleada con el propósito de transmitir información desde hace mucho tiempo, para lo cual incluso existen normas reguladoras. Sin embargo, recientemente, se ha despertado un gran interés por dos aplicaciones centradas en las comunicaciones digitales de alta velocidad: usar la red de distribución de media y baja tensión como medio de acceso a las grandes redes de telecomunicación, y el aprovechamiento de las instalaciones eléctricas interiores de hogares u oficinas para establecer redes de datos de área local. [7]

Ya desde antes de la segunda guerra mundial en Europa se desarrollaron las primeras implementaciones basadas en la utilización del cableado eléctrico como un medio de transmisión de datos. Dichas implementaciones se basaban en la transmisión de señales de alta potencia a bajas frecuencias (100 Hz) que viajaban en un solo sentido como una señal de control eléctrico y alumbrado público, conocido como sistema “Ripple”. [8]

Dentro de los dispositivos PLC el estándar actual usa la tecnología BPL, la cual basa su funcionamiento en acondicionar las infraestructuras eléctricas de media y baja tensión, para que estas puedan realizar la transmisión simultánea de la señal eléctrica de baja frecuencia y las señales de alta frecuencia de transmisión de datos de BPL. La nueva red eléctrica ya adaptada, se denomina High Frequency Conditioned Power Network (HFCPN), permitiendo transmitir simultáneamente energía e información.

La red BPL comienza en una estación base (BS), la cual usualmente se encuentra ubicada dentro de la unidad transformadora, ya sea en la subestación de transporte o en la subestación de distribución o directamente en el contador eléctrico. En ella se encuentra un equipo cabecera o Head End (HE). El HE actúa a continuación de los transformadores de media/baja tensión. Esta disposición del equipo HE se debe a que si la señal RF utilizada por BPL pasase directamente a través del transformador, ésta se atenuaría de tal manera que haría inviable la transmisión de datos. En otras palabras, se realiza un bypass al transformador, evitando de este modo pasar la señal BPL a través de él. Utilizando para ello acopladores, los cuales pueden ser inductivos o capacitivos, dependiendo de la topología del sistema de distribución y otros factores. [9]

Debido a las características de la red eléctrica y considerando que la señal se atenúa con la distancia, se utilizan equipos regeneradores o repetidores. Estos equipos, también llamados Home Gateway (HG) son ubicados cada 200 o 300 mts., garantizando de esta manera que el envío y recepción de las señales operen de forma óptima. Además, estos equipos tienen la función de recibir/emitir las señales desde/hacia los hogares.

La inyección de la señal al interior de los hogares se realiza mediante acopladores, los cuales realizan el acople de la señal a continuación del medidor eléctrico. Esto, debido a que el medidor actúa de barrera para la señal, y aun cuando pudiese transmitirse datos pasando a través de él, la degradación de estos es tal, que se opta por evitar pasar por el medidor eléctrico. [10]

Un dispositivo PLC está compuesto por los bloques de modulación digital y el interfaz analógico.

Los datos de los bloques de modulación digital se envían/reciben a/desde el interfaz analógico. El camino de transmisión convierte los datos a analógicos, así como también realiza el filtrado y amplificación de la señal antes de enviarla a la línea eléctrica.

Un acoplador protege el equipo PLC del alto voltaje de la red eléctrica y permite que pasen las señales de datos de alta frecuencia. Mientras que en el camino de recepción se amplifica y filtra la señal antes de la conversión analógica-digital y los bloques de demodulación digital. [11].

Otro aspecto relevante de la tecnología PLC basa su desarrollo en la utilización de chips, los cuales son los verdaderos cerebros detrás de todo el equipamiento existente. A la vanguardia de desarrollo de chips se encuentran empresas como DS2, compañía de origen español, además de Intellon, las cuales basan el funcionamiento de sus chips en la utilización de versiones mejoradas de OFDM.

La principal diferencia entre estos chips, radica en el hecho de que DS2 comprende los equipos BPL, mientras que Intellon está diseñado para operar exclusivamente en redes de área local o LAN, como un complemento a conexiones de internet ya existentes en un lugar.

Entre las características de la tecnología PLC se pueden citar:

Niveles de velocidad que van desde los 14 Mbps a los 85 Mbps para las primeras versiones del estándar para redes locales HomePlug. Hasta llegar a velocidades que superan los 200 Mbps de ancho de banda.

Menores costos de instalación, ya que no requiere de despliegue de sistemas de cableado adicional al utilizar el cableado eléctrico existente en el hogar del usuario.

En lo referente a la seguridad, PLC cumple con todos los estándares definidos por la IEEE en lo que a redes de datos se refiere. Es así que por medio de mecanismos de autenticación basados en protocolos cliente/servidor se garantiza la seguridad dentro de la red.

La seguridad también es proporcionada por las técnicas de encriptación aplicados a los datos (método de cifrado DES y TripleDES), de manera de evitar la intrusión de usuarios no autorizados a la red PLC.

Utilización de técnicas de modulación apropiadas, como OFDM que permite que los datos sean transferidos de una portadora a otra a medida que cambian las condiciones de ruido y las características de la línea eléctrica en tiempo real.

Aplicación de técnicas robustas de corrección de errores, así como priorización del tipo de servicio de acuerdo a sus características, utilizando para ello QoS.

Responde a estándares de los equipos de transmisión de datos y convive con los demás equipos de la red con los mismos protocolos de management, monitoreo y seguridad que ellos. [12]

Se debe destacar también la red eléctrica, la cual es una red interconectada que tiene el propósito de suministrar electricidad desde los proveedores hasta los consumidores. Consiste de tres componentes principales, las plantas generadoras que producen electricidad de combustibles fósiles (carbón, gas natural, biomasa) o combustibles no fósiles (eólica, solar, nuclear, hidráulica); Las líneas de transmisión que llevan la electricidad de las plantas generadoras a los centros de demanda y los transformadores que reducen el voltaje para que las líneas de distribución puedan entregarle energía al consumidor final. [13]. La misma se encuentra ampliamente implementada en nuestra provincia, y el motivo de la presente investigación que consiste en utilizarla como medio de transmisión para los servicios de Internet, en especial en el sector Rural.

MÉTODOLÓGIA

La presente investigación tiene un enfoque cuali-cuantitativo por la colaboración de las personas dentro del problema; normativo y nomotética ya que se aplico las metodologías existentes para el estudio del problema, explicativa porque permitio describir cada una de las soluciones existentes.

La recopilación de antecedentes se realizará a través de documentos gráficos formales e informales, cualquiera que éstos sean, donde se fundamentará la presente investigación. Los materiales de consulta serán las fuentes bibliográficas y algunos medios magnéticos.

Se realizó un estudio de campo directamente en el medio donde se presenta el fenómeno de estudio, mediante la utilización de herramientas como:

- ✓ La observación se utilizó para realizar un examen crítico de los diferentes aspectos del fenómeno relacionado con la topología existente en el sector rural del cantón Ambato, razón por la cual el acceso al servicio de Internet no se lo puede realizar por medios convencionales como Wimax, cable de cobre, cable de fibra óptica, entre otros, y poder optar por la implementación de una solución que permita a la población acceder de una manera eficiente al servicio de Internet. Aspectos que se observaron utilizando la guía de observación.
- ✓ La entrevista mediante la cual se realizó la recopilación verbal de información, se utilizó una guía de entrevista.
- ✓ La encuesta se utilizó para realizar la recopilación de información relacionada con el conocimiento de los clientes acerca de Internet, así como también la estadística de clientes que en la actualidad poseen el servicio y el grado de aceptación ante la propuesta de implementación del servicio de Internet.

El estudio de campo se lo realizó en la Empresa Eeléctrica Ambato S.A. con los usuarios ubicados en el cantón Ambato para el caso de estudio de implementación, solo se consideró al sector rural, debido a que en el sector urbano existen múltiples alternativas de ISP.

La Población con la que se llevó a cabo la investigación esta compuesta por 8.293 unidades de análisis distribuidas como se puede observar en la Tabla 1.

Tabla 1.- Población

ESTRATO	UNIDADES DE ANÁLISIS	NUMERO
Presidente Ejecutivo	Presidencia Ejecutiva	1
Jefe de Sistemas	Departamento de Sistemas	1
Personal Administrativo	Departamento Administrativo	8
Clientes	Zona Rural	8.283

Elaborada por: Investigadores

Debido a que el estrato de población de estudio referente a clientes es de 8283 y que los costos de la aplicación del estudio de campo fue elevado, se procedió a realizar el cálculo de la muestra aplicando la fórmula de población finita [14], misma que se muestra a continuación:

$$n = \frac{Z^2 * P * Q * N}{e^2 * (N - 1) + Z^2 * P * Q} \quad (1)$$

Una vez aplicada la fórmula para el cálculo de la muestra el número de clientes a encuestar se estableció en 145. Una de las preguntas más relevantes de la encuesta es la siguiente:

¿Estaría interesado en adquirir servicios de internet por medio de la línea eléctrica?

Tabla 2.- Tabulación Pregunta

Ítem	Frecuencia	Porcentaje
1 Si	75	51.72%
2 No	25	17.24%
3 Necesito más información	45	31.04%
Total	145	100%

Fuente: Encuesta a Clientes

Elaborada por: Los Investigadores

Más de la mitad de la población contestó que si le gustaría adquirir el servicio de internet banda ancha, una parte considerable indica que necesita más información acerca del servicio, el resto de la población dice que no estaría dispuesto a adquirir el servicio.

La investigación realizada en el cantón Ambato ha mostrado que las tecnologías de mayor incidencia son: ADSL e inalámbricas, cuya eficiencia es menor con calificaciones regulares por parte de los encuestados hacia los servicios prestados por ISP's. Cabe agregar que estas empresas casi no tienen cobertura de las zonas rurales del cantón Ambato, debido al costo excesivo para expandir la infraestructura de telecomunicaciones. Otro factor son los servicios de soporte técnico que en algunos casos son de fuera del cantón, incumpliendo los reglamentos de la SUPERTEL de atender a los reclamos de los clientes en menos de 48 horas.

El servicio brindado es en ocasiones ineficiente debido a periodos de pérdida de conectividad, causa malestar entre los clientes y un pésimo desarrollo de empresas, siendo posible solucionarlo con tecnologías alternativas que sean más flexibles, baratas y de mayor confiabilidad para los usuarios, mejorando así la calidad de los medios de acceso a internet y su respectiva disponibilidad de información.

Un punto resaltable después de haber analizado los datos de la investigación, es la tendencia de los usuarios hacia los planes de internet. Por consiguiente, las actividades destinadas para los servicios de internet son: estudio y trabajo, agregando que las características que solicitan en el servicio son: alta velocidad, gran rendimiento y 99,99% de confiabilidad.

RESULTADOS

Como resultado de la Investigación se propone la implementación de un ISP de banda ancha a través de la red eléctrica utilizando tecnología PLC, para ello se propone las siguientes acciones:

- ✓ Determinar la factibilidad técnica, operativa, industrial y económica del proyecto a implementar.
- ✓ Establecer las ubicaciones geográficas de los nodos de red y sus respectivas funciones técnicas.
- ✓ Comparar las características técnicas de los equipos PLC del mercado y elegir los que se adapten a los requerimientos de última milla para un ISP.

- ✓ Proponer un diseño de red PLC para convertir la red de media y baja tensión en última milla para proveer servicios de internet.
- ✓ Simular con un prototipo las características más relevantes de un ISP y los servicios que proveerá.
- ✓ Diagramar la estructura de red necesaria para la implementación de ISP de banda ancha.

Factibilidad Industrial

El departamento de informática de la EEASA mostró interés en el uso de la tecnología PLC y a su implementación en la infraestructura, agregando que desearían automatizar la lectura de medidores con la misma.

Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica del proyecto se basa en el análisis de las tecnologías existentes en la ciudad de Ambato y sus posibles alternativas, con el fin de mejorar los servicios ofrecidos por los ISP y la disponibilidad de información.

Por lo tanto, la propuesta de un ISP con tecnología PLC es factible debido a la evolución mostrada de la tecnología en los últimos años, que permitió la construcción de equipos con velocidades de 500 Mbps a bajo costo, con diferentes alternativas para escoger el que se adapte a nuestra infraestructura.

Además la ciudad de Ambato al tener una baja densidad poblacional facilita la instalación de estos equipos, ya que las redes de media y baja tensión no están sobrecargadas en la zona urbana ni en la rural.

Factibilidad Operativa

El proyecto es factible operativamente debido a que posee los recursos humanos, tecnológicos y económicos para la implementación del proyecto, posterior mantenimiento y crecimiento. Agregando que tanto el personal como los directos involucrados en conversaciones, presentan un interés hacia al proyecto ya que desean actualizar sus sistemas y políticas con las que trabajan, siendo el proyecto de suma importancia.

Factibilidad Económica

El presidente ejecutivo y departamento financiero de la empresa eléctrica Ambato regional centro norte S.A. han mostrado interés en la propuesta de ISP con tecnología PLC, con la finalidad de complementar los servicios prestados por CNT y no un competidor, agregando que desean plantearlo como plan piloto para el presupuesto del próximo año.

Diseño físico y jerárquico de la red para el ISP

El diseño del ISP se realizó manteniendo los criterios de un modelo físico y jerárquico, para lo cual se escogió como nodo central de la red al edificio principal de la EEASA, por lo tanto los puntos de presencia de la misma red serán las subestaciones de alimentación repartidas por la ciudad. El diseño propuesto establece un plan piloto que comprenda la zona urbana con mayor densidad poblacional, que son parte de la subestación Huachi Loreto.

A continuación en la figura encontraremos la simbología utilizada para construir la red.

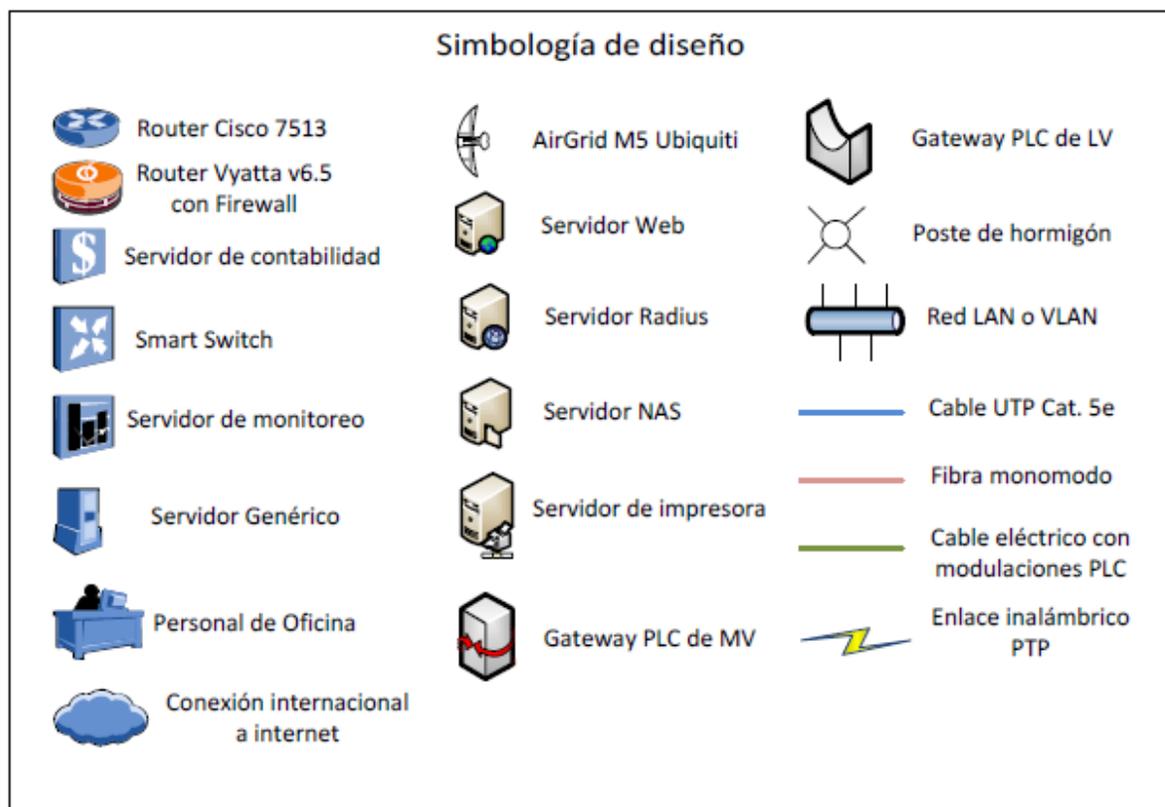


Figura 2.- Simbología utilizada en el diseño del ISP

Elaborado por: Los Investigadores

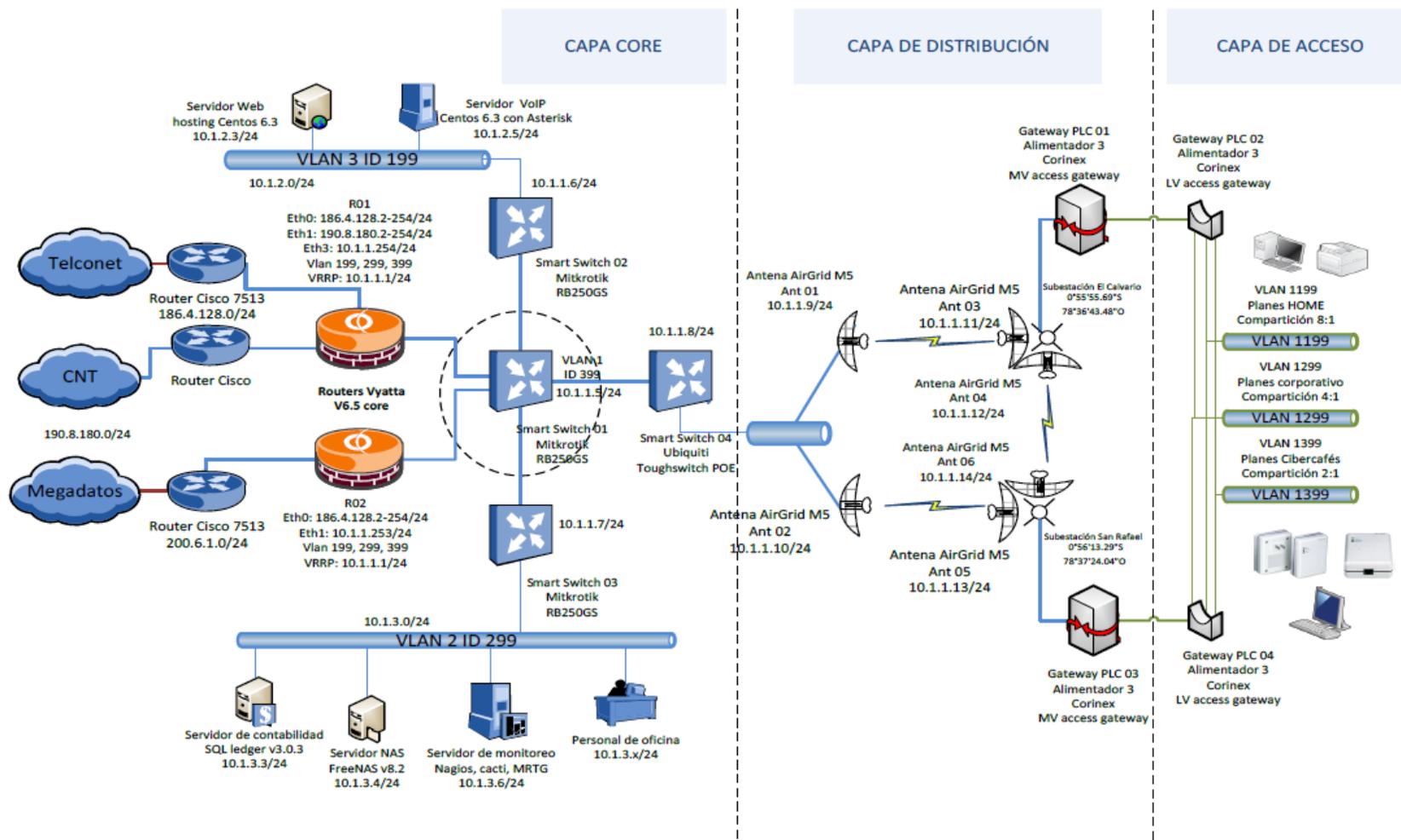


Figura 3.- Diseño físico y jerárquico del ISP con tecnología PLC

Elaborado por: Los investigadores

Continuando con el diseño se procede a detallar el diagrama jerárquico de la red del ISP, donde podemos distinguir tres categorías principales como son Core, Distribución y Acceso; por lo tanto, este modelo permite diseñar la propuesta con flexibilidad y escalabilidad, basándonos en criterios físicos y lógicos para una posible implementación. La figura muestra el diseño jerárquico del ISP con tecnología PLC, donde las 3 capas que lo integran serán desglosadas.

Para la implementación del proveedor de central y de respaldo de ISP se seleccionó a tres proveedores internacionales como son Telconet, Megadatos y CNT.

DISCUSION

Instalar software libre de la distribución Linux Debian, en estaciones de trabajo y servidores de la empresa con el fin de abaratar precios y permitir que la red sea compatible y actualizable a nuevos protocolos como ipv6 y servicios de comunicaciones unificados de VoIP, video llamadas y redes sociales.

Solicitar y usar la banda de frecuencias licenciada de 3,5GHz en la capa de distribución, con el fin de separar los canales de comunicación y evitar ruido en los enlaces, provocado por otras antenas o equipos que trabajen en la misma frecuencia.

Implementar mecanismos de QoS diferenciados en los routers vyatta de la capa Core, con el fin de asegurar la calidad de los servicios de VoIP y video llamadas que realicen los usuarios.

Añadir a la zona DMZ un sistema de detección de intrusos con la aplicación Snort para evitar la intromisión de hackers que desestabilicen el sistema, además de deshabilitar el trafico ICMP para evitar posibles ataques DOS.

Servicios de internet como Web Hosting y VPS deben ser encerrados en una red con características de DMZ para garantizar la confiabilidad, integridad y disponibilidad de la información, utilizando listas de acceso dentro de un firewall

CONCLUSIONES

Se determinó la viabilidad del Proyecto y se considera una gran alternativa no solamente para zonas rurales, sino también para áreas urbanas.

El sistema operativo de redes vyatta posee gran flexibilidad para ajustarse a la capa Core de empresas en crecimiento, debido a que no está sujeto a limitantes de hardware o IOS, permitiendo agregar interfaces I/O y herramientas de gestión de redes como: Snort para servicios de IDS, nagios o MRTG para monitoreo de Throughput, con la capacidad de proporcionar servicios web, inclusive en entornos de virtualización con las mismas características, simplificando las tareas de un administrador y reutilizando equipos como servidores para reducir costos de implementación y ahorrar espacios en un NOC.

El uso de bandas no licenciadas en comunicaciones inalámbricas con protocolo 802.11b/g/n a 5,8GHz, permiten la construcción de redes de distribución con alto rendimiento y bajo costo al momento de su implementación, debido al uso de multiplexación TDM que reutiliza la misma frecuencia para el downlink y uplink.

La modulación OFDM de los equipos de banda ancha PLC mejoran el rendimiento de las comunicaciones en redes eléctricas con ruido con una reducción máxima del 50% de la tasa de

transferencia en periodos de 5mseg, además permite la implementación de mecanismos de QoS para asegurar servicios como VoIP en picos de voltaje.

BIBLIOGRAFIA

- [1] S. Barcia C. Fernandez, *Redes de Computadoras y Arquitecturas de Comunicaciones*, Madrid: Prentice-Hall, 2005.
- [2] G. O. A. Mantilla, «Diseño de una Red PLC para dar Servicio de Transporte de Voz , Datos y Video.,» Tesis Grado, Quito Escuela Politecnica Nacional, 2009.
- [3] G. Jimenez Rochabrum, «Redes y Cableado Estructurado,» Primera Edicion, Peru, 2005.
- [4] J. S. Beasley, *Networking*, MICHIGAN: Pearson Education, 2008.
- [5] D. Karyabwite, «Manual sobre redes basadas en el protocolo Interney (IP) y sus anexos,» Place des nations, Ginebra, 2005.
- [6] R. F. G. C. Miguel Angel Toscano, «Estudio y Diseño de un ISP para la EPN y de la Conectividad entre la EPN y un nodo Principal del Backbone de Internet,» Tesis, Quito, 2004.
- [7] B. A. L. S. Aldaz Alexandra, «PLC Power Line Communications,» Periodico Academico, Ambato, 2015.
- [8] A. Zaballos, «Survey and Performance Comparison of AMR Over PLC Standards,» IEEE Transactions, EEUU, 2009.
- [9] J. A. C. Christian David Bravo, «Diseño de un ISP, basado en la Tecnología PLC, para la Empresa Electrica Quito S.A.,» Quito, 2006.
- [10] J. García, «Comportamiento de las Tecnologías PLC en la red Eléctrica,» 2007.
- [11] H. Gutierrez P, *Analisis y diseño de Experimentos*, EEUU: MacGraw-Hill, 2008.
- [12] J. VILA, *Power Line Communications*, Chile: Scheider, 2011.
- [13] L. S. Bijit, «Redes Electricas,» Prentice Hall, EEUU, 2006.
- [14] f. C. C. B. L. P. Hernández Sampieri Roberto, *Metodología de la Investigación*, México DF: Mc Graw Hill, 2014.