



Diseño de una Red de Cobre ConTecnologíaDSL en un Área Metropolitana para Servicios de Voz

Shirley Pita S. ⁽¹⁾; Wilfrido Rodríguez Q. ⁽²⁾
Facultad de Ingeniería en Electricidad y Computación (FIEC) ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Escuela Superior Politécnica del Litoral ⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾
Campus Gustavo Galindo Prosperina, Km. 30.5 vía Perimetral,
Apartado 09015863, Guayaquil, Ecuador
sspita@espol.edu.ec ⁽¹⁾; rodrigue@espol.edu.ec ⁽²⁾
Febrero 2013- Febrero 2014
Guayaquil-Ecuador

Director de Tesis Ing. Miguel Molina, mail mgmolina@espol.edu.ec

Resumen

El trabajo de graduación expuesto muestra las consideraciones técnicas a tomar en un diseño de red de El Proyecto se basó en diseñar una red ADSL+2 para el área metropolitana de la Troncal con servicios de Voz. Fue realizado siguiendo los estándares de construcción de una red ADSL2+ para que el funcionamiento y servicio que otorgara a los usuarios no decaiga en horas pico o abundante consumo. El presente diseño fue realizado para los sectores que requieren del servicio, para así poder iniciar una competencia de mercado, sin embargo de la administración de la red e implementación de sistemas de controles dependerá el desarrollo y resultado que obtengamos a futuro. Estudiaremos los conceptos básicos que se requieren para la implementación de este diseño, que son fundamentales para su implementación y crecimiento de lo que será la red principal para el servicio de voz y datos. Para este proyecto utilizaremos la tecnología ADSL2+ que ofrece tasa de transferencia máximas de bajada 24Mbps y subida de 5 Mbps a una distancia de 2,5 km con un tiempo de sincronización de 3 s ya que en un futuro se desea ofrecer también servicios de TV por la misma red de cobre y tecnología.

Palabras claves: Tecnología ADSL2+, servicios de voz y datos, ISP.

Abstract

Graduation work exposed shows considerations techniques to take into a network of the project design was based on designing an ADSL+2 network for the metropolitan area of the trunk line with voice services. It was made following construction of a network ADSL2 + standards so that the operation and service to users does not decay in hour's peak or profligate. The present design was carried out for the sectors that require the service, so to start a competition of market; however the management of the network and implementation of control systems will depend on the development and results that we get in the future. We will study the basic concepts that are required for the implementation of this design, which are essential for its implementation and growth of what will be the main network for voice and data service. For this project, we will use the ADSL2 + technology, which offers transfer rate maximum of 24Mbps down and rise of 5 Mbps at a distance of 2.5 km with a timing of 3 s time since future you may want to also offer TV services over the same network of copper and technology.

Key words: ADSL2 + technology, voice services and data, ISP.

1. Introducción

A nivel Nacional Ecuador entra al mundo de las telecomunicaciones en el año de 1920 cuando Quito y Guayaquil estaban conectados a través del telégrafo siendo este un paso muy importante en el avance de la conectividad ya que el tendido de cobre ya para el año 1934 era de aproximadamente 7000Km, de ahí la evolución fue creciendo de tal manera que en el año 1953 en Guayaquil y Quito la capacidad para los usuarios era de 3000 línea [1]. Pero esta cantidad de líneas no iba a abastecer la demanda de los usuarios por lo cual tuvieron que aumentar la cantidad de líneas y por consiguiente el tendido de cobre fue cubriendo Ecuador, logrando así que en 1990 se lograron tener alrededor de 537.895 líneas, es decir, 18 por cada 100 habitantes [1].

La tecnología xDSL permite aprovechar la red de cobre ya existente en nuestro país que fue creada con el objetivo de establecer comunicación telefónica entre las personas conectadas a la red mencionada. Con la tecnología xDSL aprovechamos la red de cobre existente y ofrecemos un nuevo servicio por ella como es la de conexión de datos.

2. Generalidades

2.1 Antecedentes

El presente proyecto se encuentra enfocado en el diseño de una red ADSL2+ para un área metropolitana que, para objeto de estudio, hemos utilizado a La Troncal, un cantón de la provincia del Cañar. Se eligió la tecnología ya mencionado puesto que gracias a sus bondades nos permite ofrecer múltiples servicios por el mismo medio sin decaer en el rendimiento obteniendo escalabilidad y visión a futuro para prestar nuevos servicios como pudiese ser IPTV.

Según el estudio realizado es viable la implementación de este proyecto ya que permite tener escalabilidad y ofrecer nuevos servicios según como las tecnologías se van desarrollando.

2.2 Objetivo General

Proponer un modelo de diseño acorde a la necesidad de la ciudad de la Troncal que será modelo, para tener una red eficiente que ofrezca los servicios de internet por medio de la tecnología xDSL y de voz que es el servicio tradicional que una red de cobre ha proporcionado.

2.3 Objetivo Específico

- ❖ Buscar la tecnología xDSL adecuada que se acople a la necesidad de la ciudad.
- ❖ Realizar el diseño de la Infraestructura.
- ❖ Plantear el diseño para la red de interconexión entre las portadoras que nos proporcionaran el servicio de voz y datos.

3. Aspectos Teóricos

3.1 Tecnología xDSL

Es una tecnología de acceso a internet digital de alta velocidad y siempre activa que funciona por la líneas telefónicas comunes. Tradicionalmente se ha empleado el par de cobre para transmitir la voz a una frecuencia comprendida entre 300 Hz y 3400Hz. Utiliza las redes de cobre para transmitir datos. Constituye el nivel de acceso físico básico de la RDSI que alcanza una tasa de transferencia de 192kbps sobre líneas de cobre a menos de 5.5 km.

La tecnología DSL utiliza tres canales:

- ✓ Un canal de voz tradicional para la comunicación telefónica
- ✓ Dos de alta velocidad de datos, uno para recibir y el otro para transmitir.

3.1.1 Tipos de Tecnologías xDSL

La tecnología xDSL puede dividirse en dos grupos según el tipo de modulación que posee:

- Línea de abonado Digital Simétrico (SDSL), igual valor de velocidad de descarga y subida.
- Línea de abonado Digital Asimétrico (ADSL), posee diferente valor de velocidad de descarga y subida, tiene mayor velocidad de descarga.

Tabla 1 Tecnologías xDSL [2]

TIPO	VELOCIDAD	ALCANCE
ADSL	640kbit/s de subida 8Mbit/s de bajada	2800 m
HDSL	1.544 Mbps o 2.048 Mbps	3000 m
SHDSL	128 kbit/s	6500 m – 1800 m
VDSL	A 52Mbit/s de bajada y 12Mbit/s S 26Mbit/s tanto bajada como subida	1500 m
ADSL2+	Transferencias máximas de bajada y subida 24/5 Mbps	2,5 km

3.1.1.1 ADSL: Línea De Abonado Digital Asimétrica

Proporciona servicios digitales de alta velocidad sobre redes de cobre existentes. Permite trabajar sin interferir con los tradicionales servicios de voz analógica (POTS). Utiliza técnicas eficientes de codificación de línea como QAM.

Soporta nuevos servicios sobre un par trenzado simple, como acceso a internet de alta velocidad, su ancho de banda asimétrico (64-640kbit/s Datos de Subida, 500hbit/s – 8 Mbit/s Datos de Bajada) la hace atractiva para la mayoría de las aplicaciones cliente/servidor como el acceso a Web, acceso a la LAN remotas, donde típicamente el cliente recibe mucha más información del servidor de la que genera.[5]

3.1.1.2 HDSL – Línea De Abonado Digital De Alta Velocidad Binaria

HDSL es simplemente una forma mejor de transmitir circuitos T1 o E1 (32 canales de 64 Kbps) sobre líneas de pares de cobre. Necesita un

mejor ancho de banda para transmitir estas líneas y no necesita utilizar repetidores. Utilizando unas avanzadas técnicas de modulación, HDSL transmite 1.544 Mbps o 2.048 Mbps

Utiliza rangos de frecuencia entre 80 kHz y 240kHz, bastante menos que los 1,5 MHz necesarios para las E1/T1 tradicionales. Para un cable con un calibre 24 AWG (0,5 mm) la distancia que se puede alcanzar es de aproximadamente 3,7 Km, aunque puede llegar a los 4,5 Km, siempre sobre dos pares de cobre. Se utiliza para conexiones entre PBX, conexiones entre estaciones de antenas celulares, circuitos digitales, servidores de internet y Redes de Datos Privadas.

3.1.1.3 VDSL O VHDSL – Línea De Abonado Digital De Muy Alta Velocidad

Otra tecnología de acceso de banda ancha, perteneciente a la familia de tecnologías xDSL, es VDSL. Se trata de una evolución del ADSL, que puede suministrar de manera asimétrica (52 Mbit/s de bajada y 12 Mbit/s de subida) o de manera simétrica (26 Mbit/s tanto en subida como en bajada).

Para conseguir las velocidades tan altas sobre líneas telefónicas, el ancho de banda de la comunicación tiene que extenderse más allá de los 1,1 MHz ocupados por ADSL, usando el mayor espectro de frecuencia disponible sobre el par de cobre.[9]

3.1.2 Técnicas de Modulación para ADSL

- CAP (Modulación de Fase y Amplitud sin Portadora), guarda en memoria parte de la señal a modularse y luego sustituye esta señal en una onda que ya está modulada permitiendo acortar la frecuencia máxima empleada.
- DMT (Modulación Multitono Discreta), utiliza el espectro total y lo divide en subcanales discretos, permitiendo la modulación de cada uno de ellos a 4.3125 KHz, teniendo la ventaja de aislar señales de interferencia sin dañar la señal original.

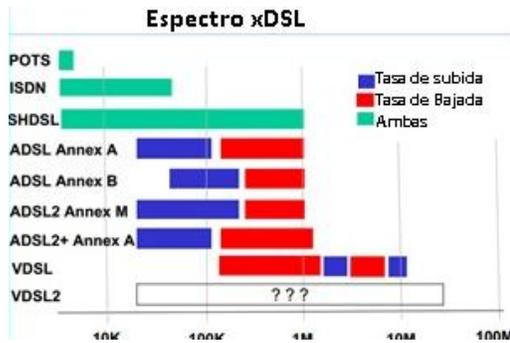


Figura 1 Tasas de transferencias de la tecnología xDSL[6]

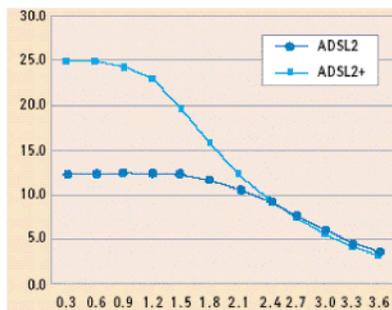
4. Tecnología ADSL 2+

ADSL2+, especificada por la ITU en su recomendación G.992.5 y aprobada en marzo de 2003, se ha desarrollado a partir de ADSL2 aumentando la banda de frecuencias utilizada hasta 2,2 MHz. El número de tonos utilizados es por tanto 512, el doble que para ADSL y tal incremento de ancho de banda permite aumentar la velocidad descendente, estando los límites eólicos en unos 25 Mbit/s (24,416 Mbit/s) para bucles muy cortos (menores de 1.5 km).[2]

Debemos tener en cuenta que a medida que la distancia hasta el bucle de abonado aumenta disminuyen las bondades de esta tecnología.

Para la banda hasta 1 MHz se producen también variaciones son similares a las ADSL2.

Figura 2 Diferencia Entre ADSL y ADSL2+.[6]



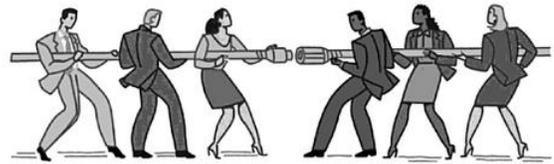
4.1 Componentes De Una Red ADSL 2+

4.1.1 Multiplexor De Línea De Abonado Digital Asimétrica DSLAM

Es un multiplexor localizado en la central telefónica que proporciona a los abonados acceso a los servicios DSL sobre cable de par trenzado de cobre. Este tipo de dispositivo

Separa la voz y los datos de las líneas de abonado.

Figura 3 Representación de DSLAM



4.1.2 Unidad Terminal Remota ADSL ATU-R Y Unidad Terminal De La Oficina Central ADSL ATU-C

- **ATU-R:** El ATU-R actúa como dispositivo de encaminamiento para la red residencial a las comunicaciones externas; por consiguiente, los paquetes IP con destino local se envían al ATU-R. Comúnmente conocido como Modem.
- **ATU-C:** En la oficina central cuando la señal es recibida desde el extremo del abonado, el POTS splitter envía el espectro de voz a un switch regulador de voz en la CO. Adicional a esto envía el espectro de datos al ATU-C en el DSLAM. El ATU-C a su vez de modula la señal. Dependiendo de la capa de Transporte del CPE y DSLAM a usar (ya sea ATM o Frame Relay), el DSLAM toma la decisión de adaptación necesarios para reenviar el tráfico de abonados a su destino final. Otro aspecto importante que cabe destacar en el modelo de referencia Upstream y downstream.
 - ✓ Upstream se refiere a la transferencia de datos desde el abonado hacia la Oficina Central.
 - ✓ Downstream se refiere a la transferencia de datos desde la Oficina Central hacia el abonado.

4.1.3 La Fuente

La fuente o la señal de información son analógicas o digitales. Los ejemplos comunicaciones de las señales analógicas de audio, video y datos digitales. La fuente se describe en términos de intervalo de frecuencia ocupa, las señales analógicas de voz con calidad telefónica contienen frecuencias que van desde 300 MHz a 3KHz.

Las fuentes digitales se derivan de señales de audio y video o consisten de datos. Las señales digitales pueden tener casi cualquier ancho de banda, lo cual depende de la cantidad de bits transmitidos por segundo y del método usado para convertir los unos y ceros binarios en señales eléctricas.

Figura 3 Estructura De La Comunicación De Datos[11]



5. Planta Interna y Planta Externa

5.1 Planta Interna

Para la prestación del Servicio la central deberá estar ubicada de manera estratégica en el medio en el que se va a realizar la implementación de la red ADSL2+. Los equipos principales que van a intervenir en el funcionamiento de la red van a estar ubicados en la oficina central, que contará con el Conmutador Principal, Multiplexor de Acceso de Líneas Digitales de Abonados (DSLAM), Distribuidor Principal (MDF) y el Sótano de Cables. [14]

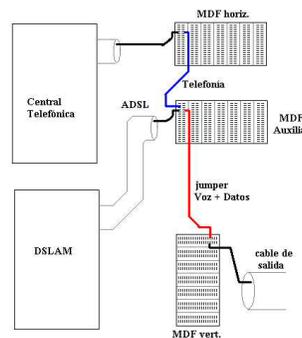
Conmutador Principal.- Es el equipo encargado de la conmutación electrónica entre los abonados telefónicos que requieren la comunicación. Establece la conexión hasta que la conversación termina.

Multiplexor de Acceso de Líneas Digitales de Abonados (DSLAM).- Es un chasis que se encarga de multiplexar un gran número de abonados para enviarlos a través de un solo medio de alta velocidad. Posee una cantidad determinada de tarjetas, según la cantidad de abonados, donde cada una de ella tiene incorporado el ATU-C.

Distribuidor Principal (MDF).- Este elemento realiza la interconexión entre los equipos de planta interna y la red del cableado de planta externa por medio de bloques de conexión horizontal y vertical. [15]

Sótano de Cables de la Central Telefónica.- Es el lugar donde integra los cables que llegan desde la red externa para realizar la conexión de los abonados hasta el DSLAM. Aquí es donde se realizan los empalmes terminales o interface entre cables internos y externos.

Figura 4 Elementos De Una Central Telefónica Con DSLAM[16]



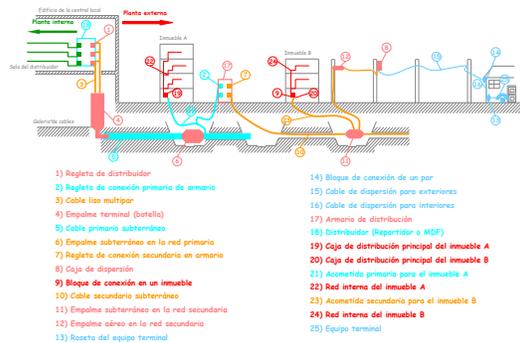
5.2 Planta Externa

5.2.1 Componentes de la Planta Externa

Los elementos que constituyen una Planta Externa son aquellos que sostienen, protegen y permiten tener una conexión entre la oficina central y el abonado. En resumen los principales componentes de una Planta Externa son:

- *Red Primaria
- *Red Secundaria
- * Red de Dispersión o Red de Abonados

Figura 5 Componentes De La Planta Externa[14]



- | | |
|---|---|
| 1) Registro de distribuidor | 14) Bloque de conexión de un par |
| 2) Registro de conexión primaria de armario | 15) Cable de dispersión para exteriores |
| 3) Cable liso multipar | 16) Cable de dispersión para interiores |
| 4) Empalme terminal (botella) | 17) Armario de distribución |
| 5) Cable primaria subterráneo | 18) Distribuidor (Repartidor o MDF) |
| 6) Empalme subterráneo en la red primaria | 19) Caja de distribución principal del inmueble A |
| 7) Registro de conexión secundaria en armario | 20) Caja de distribución principal del inmueble B |
| 8) Caja de dispersión | 21) Acometida primaria para el inmueble A |
| 9) Bloque de conexión en un inmueble | 22) Red interna del inmueble A |
| 10) Cable secundario subterráneo | 23) Acometida secundaria para el inmueble B |
| 11) Empalme subterráneo en la red secundaria | 24) Red interna del inmueble B |
| 12) Empalme aéreo en la red secundaria | 25) Equipo terminal |
| 13) Rasero del equipo terminal | |

5.2.1.1 Red Primaria

Es la red conformada desde la central telefónica hasta los armarios, que se encuentran conectados por medio de pares de cobre, estas conexiones a un grupo de armarios se les conoce con el nombre de distritos ya que concentran a los abonados de un cierto sector. [14]

Para poder identificar los distritos se ha optado por una nomenclatura que convine números con letras para una fácil localización: A101, E201.

5.2.1.2 Red Secundaria

Son divisiones de los distritos de la red primaria que se denominan Área de dispersión, donde cada una de estas áreas posee una caja de dispersión con 10 pares que estarán dispuestos a adoptar a 10 abonados telefónicos en donde se concentrará lo que podría ser el grupos de usuarios que pertenecen a una manzana o dos.

Esta red que se encarga de unir los armarios con las cajas de dispersión se las denomina RED SECUNDARIA.

Por lo general esta red secundaria es construida con cables de menor calidad por lo cual al momento de ofrecer mantenimiento es mejor cambiar el par dañado por otro que este libre y de esa manera solucionar el problema. [14]

5.2.1.3 Red De Dispersión O Red De Abonados

Es la conexión que existe desde la caja de dispersión a cada uno de los abonados o sus dispositivos finales, que puede ser un teléfono, un computador o ambos, según el servicio que el cliente solicite.

6. Diseño De La Infraestructura De Red ADSL2+ En La Troncal

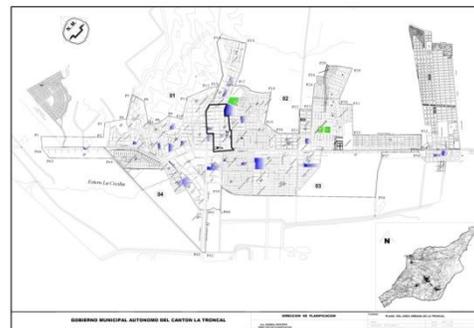
6.1 Estudio de la Zona

La Troncal siendo un cantón de la provincia del Cañar ubicada al sur del Ecuador, con aproximadamente 44.268 habitantes es uno de los cantones que mayor desarrollo ha logrado en menor número de años, ya que aquí reside uno de los principales ingenios azucareros de Ecuador, El Ingenio La Troncal.

Actualmente el único proveedor de Telefonía e Internet por medio guiado de cobre es CNT(Corporación Nacional de Telecomunicaciones), con más de 2000 clientes con acceso a Internet y más de 6000 abonados al servicio de voz.

6.2 Representación Gráfica de la Ciudad

Figura 6 Plano De La Ciudad De La Troncal



6.3 Oficina Central

Para la ubicación de la oficina central hemos realizado un estudio de campo para verificar los sectores que carecen del servicio de internet por medio guiado (DSL O fibra óptica), que son las ciudadelas que están lejanas a la oficina central de las compañías que ya se encuentran radicadas en la ciudad. Según el análisis estas ciudadelas son las siguientes:

Quince Hectáreas

Abdalá Bucaram

Jaime Roldós

Banco de la Vivienda

Km 72

Oswaldo Serrano

Santa Rosa

Estas ciudadelas también han sido elegidas estratégicamente ya que se encuentran cerca de donde va a ser la oficina central que ofrecerá el servicio de datos por medio de la tecnología ADSL2+.

Figura 7Ubicación De La Oficina Central



6.4 Cableado Principal

Para este diseño hemos optado por realizar el cableado aéreo ya que por información de las autoridades municipales la estructura para que el cableado pueda ser subterráneo se realizara en un futuro lejano no especificado. El cableado externo para iniciar la implementación será básica, es decir la parte céntrica abarcara hasta donde llegue cada ciudadela objeto de estudio y tendrá una

introducción en las calles secundarias de hasta 9 cuadras como máximo ya que cada una posee hasta 150 metros y con esto garantizaremos el Servicio.

Figura 7Diseño del Cableado Principal



7. CONCLUSIONES

El diseño tendrá acogida porque el área para la cual se plantea aún no ha sido explotada en su totalidad y los usuarios optaran por un servicio estable y seguro.

La financiación del Proyecto según el diseño será básica ya que se realizó para un sector inicial, pero se hizo el estudio con equipos que son escalables y soportaran un gran número de usuario.

Como se eligió el cableado aéreo los costos de infraestructura física externa son un tanto menores y el personal humano hoy en día está capacitado para realizar trabajos externos mas no subterráneos.

Este proyecto aspira en un futuro ofrecer los tres servicios voz, datos y TV inicialmente en la ciudad de la troncal.

La tecnología ADSL2+ escogida en este proyecto permitirá además de transmitir datos por la red de cobre también podremos ofrecer servicios de TV a alta definición y así satisfacer totalmente las necesidades de los clientes.

El mantenimiento de la red se facilita dado el esquema inicial que se ha planteado, es decir, los datos recopilados facilitan su mantenimiento.

La administración de los equipos elegidos se optimiza ya que poseen un entorno gráfico fácil de comprender.

8. RECOMENDACIONES



Es indispensable que los equipos de la oficina central sean de una marca que posea un respaldo y garantía para que el servicio al usuario final sea óptimo.

Para fijar los precios y paquetes que tendrá para el servicio se recomienda realizar un estudio de mercado amplio para obtener datos de las empresas que se encuentran cerca del lugar y que podrían ofrecer el servicio en el sector al que se ha apuntado en este diseño.

Se recomienda que los dispositivos finales para el usuario tengan la capacidad de ser inalámbricos para los equipos que soporten esta tecnología.

Es recomendable que el cableado eléctrico del usuario final no tenga contacto con el cableado de red ya que estos podrían causar interferencia al momento de transmitir la información.

Así mismo utilizar equipos que con el transcurso del tiempo puedan soportar nuevos servicios y no haya necesidad de cambiarlos ya que esto implicaría costos adicionales.

Instalar servidores de Cache para maximizar el rendimiento de la red.

Que la instalación de la red principal interna sea de categoría 6 o 6a, para mantener la estabilidad física de nuestra red.

Realizar el estudio de propuestas de Carriers para realizar la elección eficiente del portador del ancho de banda principal.

REFERENCIAS

- [1] Corporación Nacional de Telecomunicaciones 1. [Online]. www.conatel.gob.ec
- [2] Union Internacional de Telecomunicaciones. [Online]. www.itu.int
- [3] June Jamsrich Parsons, *Conceptos de Computación: Nuevas Perspectivas.*: Cengage Learning Editores, 2008.
- [4] Marcelo Miralles Aguiñiga [7] Jorge Lázaro Laporta, *Fundamentos de telemática*, Ed. Univ. Politéc. Valencia, Ed., 2005.
- [5] Maria C. España Boquera, *Servicios Avanzados de Telecomunicaciones.*: Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- [6] Francisco Javier Moliner López, *Informáticos Generalitat Valenciana Grupos a Y B. Temario Bloque Específico Volumen I.*: MAD-Eduforma.
- [7] Joan Domingo Peña, Juan Gámiz Caro, Antoni Grau i Saldes, and Herminio Martínez García, *Comunicaciones en el Mundo Industrial.*: Editorial UOC, 2003.
- [8] Miguel Garcia Pineda, Jaime Lloret Mauri [6] Fernando Borant Seguí, *ITPV, la televisión por internet*, Editorial Vértice, Ed., 2009.
- [9] José Manuel Caballero, *Redes de banda ancha.*: Marcombo, 1997.
- [10] Jessica Orrala Guerrero, Patricio Proaño Alarcon, César Yépez Alex Merlo Veintimilla. (2003) Configuración del DSLAM.
- [11] Pablo López Merino , *Redes Telefónicas PLANTA EXTERNA*, 1996.
- [12] Jose E. Briseño Márquez, *Transmisión de Datos*. Mérida, Venezuela, 2005.



- [13] Roy Blake, *Sistemas electrónicos de comunicaciones.*: Cengage Learning Editores, 2004.
- [14] José Damián Cabezas Pozo, *Sistemas de telefonía.*: Editorial Paraninfo, 2007.
- [15] José Ignacio Prieto Tinoco, M.a de los Ángeles Sampalo de la Torre, M.a Luisa Garzón Villar Esteban Leyva Cortés, *Sistemas y Aplicaciones Informáticas.* España: EDITORIAL MAD, S. L., 2006.
- [16] TELEFONICA,, 2002.
- [17] Huawei Technologies Co. (1998)
<http://www.huawei.com/>. [Online].
<http://www.huawei.com/>
- [18] <http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/>.
(2013, Septiembre) SENATEL-Secretaria Nacional de Telecomunicaciones. [Online].
<http://www.regulaciontelecomunicaciones.gob.ec/>