Análisis de arquitecturas existentes para sistemas VoD y diseño de redes de acceso para proveer el servicio de video en demanda y de valor agregado para el Grupo TV Cable

Byron Añazco Tenicela
Luís Guzmán Zambrano
Cesar Yepez Flores

Egresados, Facultad de Ingeniería Eléctrica y Computación (FIEC), Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL)
Director de Tópico, Ingeniero en Electricidad especialización Electrónica, Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL), Master en Ciencias, Postgrado EE.UU, THE OHIO STATE UNIVERSITY 2005
Campus Gustavo Galindo, Km. 30.5 vía Perimetral. Apartado 09-01-5863. Guayaquil - Ecuador
banazco@fiec.espol.edu.ec, lguzman@fiec.espol.edu.ec, cyepez@tvcable.com

Resumen

En la actualidad existe una gran demanda de servicios de telecomunicaciones en nuestro país por lo que representa un reto cada vez mayor para las empresas que brindan estos servicios para la captación de nuevos clientes. El Grupo TvCable como empresa pionera es la única que en la actualidad se encuentra brindando servicios Triple Play gracias a la infraestructura de su red HCF a nivel nacional y cada día se preocupa por integrar nuevos servicios. Es por esta razón que la presente investigación se centra en plantear un análisis de la red de acceso a clientes existente y la posible incorporación de los equipos necesarios para poder prestar un nuevo servicio de valor agregado que ha tenido gran acogida en otros países y se espera permita ingresar a un nuevo mercado de clientes, el servicio se llama VoD o video en demanda.

Palabra claves: *Triple Play, Video en Demanda, red HFC*

Abstract

.Actually exist a big demand of telecommunication services in our country therefore represent a bigger challenge for companies that offers this services for getting new clients. The TvCable Group is a pioneering company that provided Triple Play services through its HCF network and every day is concerned about integrating new services. That is why this research is focused on raising an analysis of the access network and the possible incorporation of the equipment needed to be able to provide a new value-added service which has been very well received in other countries and is expected allow entry into a new market of customers, the service is called VoD or video on demand.

Key words: *Triple Play, Video on Demand, HFC network.*

1. Introducción

El presente trabajo tiene la finalidad de describir las diferentes arquitecturas actualmente utilizadas para la prestación del servicio de Video en demanda decidiendo cual arquitectura es la más conveniente para que permita una mayor escalabilidad, confiabilidad, aprovechando todos los recursos de la red HFC existente manejada por TVCABLE.

Teniendo en cuenta la red actual HFC hemos analizado que equipos serian necesarios para poder prestar el servicio de video en demanda teniendo como objetivo principal la compatibilidad de los mismos, así como el ancho de banda requerido y la incorporación de equipos en el headend para que este servicio se pueda prestar.

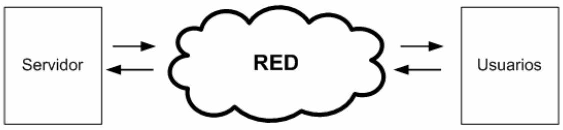
Algo importante ha recalcar son los permisos necesarios antes de la prestación del servicio, para ello hay que realizar un análisis de la concesión actual y los requerimientos establecidos por la CONARTE para poner en marcha el proyecto.

Para finalizar se hace una proyección de la penetración del servicio en el mercado actual para estimar el índice de crecimiento de los equipos y los requerimientos a futuro para mantener el servicio operativo y que cada vez permita a los usuarios tener mayores opciones el momento de elegir su contenido multimedia.

2. Arquitecturas disponibles para prestaciones de Servicios de Video en Demanda.

Para prestar un servicio de Video en demanda es necesario definir las tres partes más importantes para poder prestar este servicio. Estas partes se describen en la gráfica 1.

Gráfica 1: Principales para de un sistema VoD



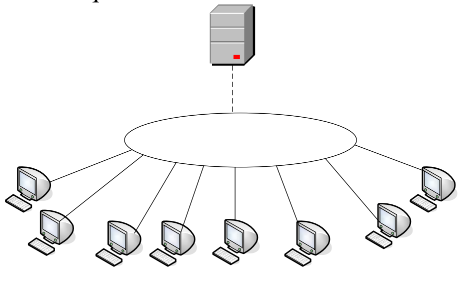
Existen muchas arquitecturas disponibles para prestar el servicio VoD, lo más importante es encontrar un diseño que permita aprovechar todos los recursos con los que se cuenta en la actualidad y que brinden una excelente calidad para el cliente final.

Las más importantes son las siguientes:

2.1 Arquitectura Centralizada

Las principales características que definen las configuraciones centralizadas son la gestión centralizada de todas las peticiones de los usuarios y la utilización de una red principal que es compartida por todos los flujos de información del sistema.

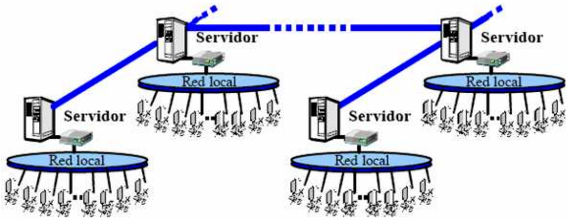
Grafica 2: Arquitectura centralizada



2.2 Arquitectura de Servidores Independientes

Una de las soluciones que se ha propuesto para incrementar la escalabilidad de los sistemas de VoD, es la conexión de los usuarios mediante servidores independientes. En estos sistemas, los usuarios están agrupados en segmentos de red cuyo tráfico es independiente entre si, denominados redes locales, de forma que el ancho de banda del sistema pueda llegar a ser el ancho de banda acumulado de cada una de las redes individuales.

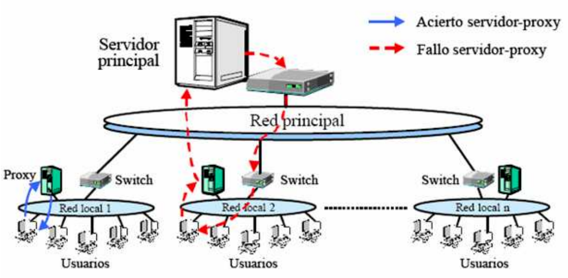
Grafica 3: Arquitectura Servidores Independientes



2.3 Arquitectura Basada en Servidores Proxy

La arquitectura de servidores independientes implica un elevado costo, y por lo tanto, algunas propuestas han optado por reducir el tamaño de los servidores locales, de forma que no almacenen una copia completa de las películas del sistema, sino únicamente los contenidos más populares. Estos servidores locales se denominan servidores-proxy, al igual que sus homólogos de Internet se comportan como una cache del catálogo de contenidos almacenado en un servidor principal, el cual contiene todos los videos disponibles en el sistema.

Grafica 4: Arquitectura Servidores Proxy



Ahora que se han descrito básicamente las arquitecturas que existen en la actualidad queda por describir las características que se necesitan básicamente para asegurar un buen funcionamiento de la red y brindar una excelente calidad de video para los clientes.

Escalabilidad

En términos generales, la escalabilidad hace referencia a la capacidad del sistema para mantener su rendimiento a medida que aumenta el número de clientes.

Ninguna instalación de VoD puede crecer desde 0 a un millón de usuarios de un día para otro. Por lo tanto, sobredimensionar el sistema de VoD teniendo en cuenta los posibles usuarios futuros, puede dar a lugar a que

cuando una capacidad adicional se requiera el sistema ya resulte obsoleto debido a los avances en la tecnología.
Los sistemas de V0D deben permitir ajustar su capacidad inicial a los requerimientos de los usuarios para así reducir la inversión inicial. Pero al mismo tiempo deben conservar intacta su capacidad de crecimiento futuro.

Tolerancia a fallos

Los sistemas de VoD tienen que continuar dando servicio a los usuarios, incluso si uno ó más componentes de la arquitectura fallan.
En sistemas de gran escala, normalmente enfocados a un público que paga por unos servicios, no es asumible una interrupción del servicio debido a un fallo de alguno de los componentes. Estas interrupciones de servicio, en caso de producirse, pueden producir un grave perjuicio económico y de imagen.
Los sistemas de gran escala son más susceptibles de sufrir algún fallo debido al gran número de componentes (servidores, redes, discos duros) que los forman. Por lo tanto, es importante tener en cuenta la tolerancia a fallos en el diseño de estos sistemas.
Una de las técnicas utilizadas para aumentar la tolerancia a fallos, es la replicación de los componentes más críticos del sistema. Aunque reduce la posibilidad de interrupción del servicio, esta técnica implica una gran inversión en componentes que no estarán en funcionamiento durante la mayor parte del tiempo de vida del componente, y que pueden llegar a quedarse obsoletos incluso antes de ser utilizados.

Costo

El VoD a gran escala en el ámbito empresarial está mayormente enfocado a ofrecer servicios de entretenimiento y multimedia a grandes ciudades o la unión de varias ciudades grandes como lo son Guayaquil, Quito y Cuenca.
Este tipo de instalaciones requieren de una gran inversión y, por lo tanto, es imprescindible un control muy estricto de los costos de la arquitectura de VoD.
Desde el punto de vista de la arquitectura de VoD (sin tener en cuenta el Set-Top-Box mediante el cual se conectan los usuarios), los componentes que requieren una mayor inversión son las redes de comunicación y los servidores de video.
El costo de las redes de transmisión depende básicamente del ancho de banda requerido y de la tecnología utilizada. El costo asociado con una red individual se puede incrementar exponencialmente si el ancho de banda requerido es muy grande. Para reducir el costo del sistema de comunicaciones es recomendable que la arquitectura de LVoD no requiera la utilización de redes con anchos de banda muy grandes.

Balanceo de la carga

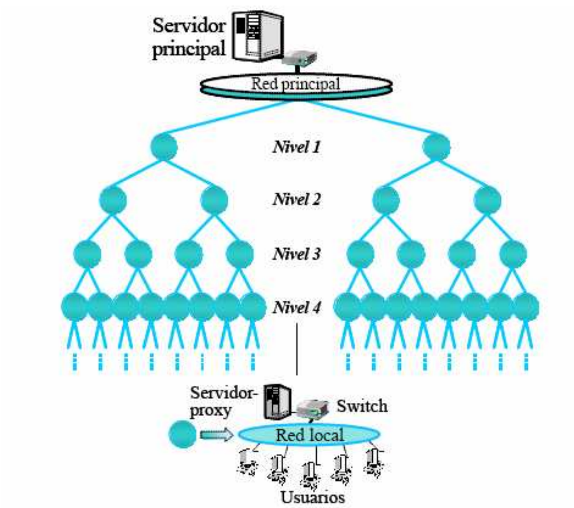
La distribución de la carga entre los distintos servidores del sistema, es importante debido a que las peticiones de los usuarios siguen una distribución no uniforme. Esta característica puede provocar un desbalanceo en el volumen de trabajo de los servidores y una pobre utilización de los recursos globales del sistema.
El sistema de VoD debería permitir que parte de la carga de los componentes (servidores ó redes) más saturados, se pueda desviar a otros componentes menos cargados. Una correcta re-distribución de la carga en el sistema, permite reducir la probabilidad de rechazo de servicio a los usuarios.

Teniendo en cuenta las características necesarias para la prestación del servicio de Video en Demanda y las posibles arquitecturas que se pueden tener se pensó en realizar un diseño que reúna las mejores características y que su configuración varíe dependiendo de las necesidades de la red. A continuación se ha explica la Arquitectura Proxy-Tree para que se entienda las ventajas que esta presta y el gran alcance que se puede lograr con la misma.

2.4 Proxy-Tree una Arquitectura Escalable

Esta topología aporta al sistema una capacidad de escalabilidad ilimitada, así como una gran flexibilidad a la hora de escoger el tamaño del sistema ó su forma de crecimiento. Esta flexibilidad nos va a permitir una mayor maniobrabilidad a la hora de desplegar el sistema y en su posterior crecimiento. Sin embargo, no todos son ventajas en la topología en árbol. Hay que tener especial cuidado con el nodo inicial del árbol, ya que puede convertirse en el cuello de botella del sistema.

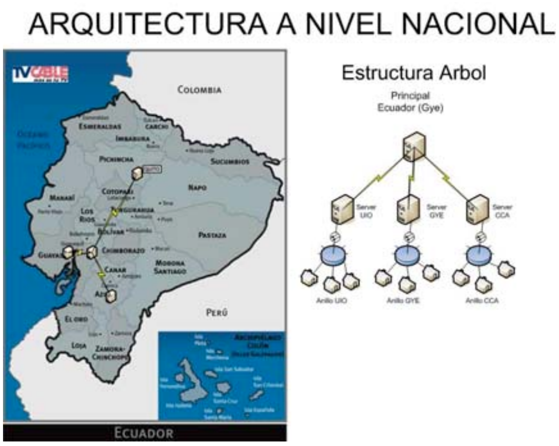
Grafica 5: Arquitectura P-Tree



La forma de árbol permite un gran crecimiento de nuestra red, pero el factor primordial que hace a esta arquitectura la más idónea es la combinación de las mejores características de la arquitectura Proxy y la

arquitectura de servidores independientes ya que si se trabaja individualmente cada topología representa grandes costos y la escalabilidad se limita mucho. Este concepto se conoce como Caching y Mirrorring.
Para nuestro diseño inicial es esencial la forma de árbol ya que se debe de unir las ciudades en las que se piensa brindar el servicio VoD el esquema jerárquico que se ha propuesto se puede observar en la gráfica 6.

Grafica 6: Arquitectura a nivel Nacional



Una vez que se he escogido la topología que se va a utilizar a nivel nacional es hora de realizar unos cálculos estimados para poder elegir los equipos según las características que estos deban tener.

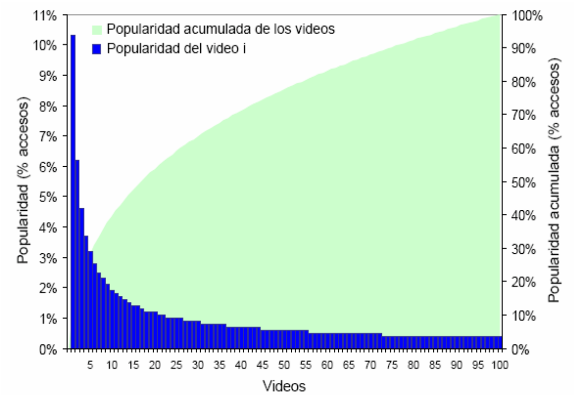
3. Cálculos de requerimientos de Ancho de Banda

Para poder calcular el BW necesario para prestar el servicio de video en demanda es necesario modelar la frecuencia de acceso de cada uno de los videos del catálogo del sistema. Según diferentes estudios se puede analizar la frecuencia de acceso a los videos mediante una distribución Zipf con un grado de popularidad (skew factor) de z. A partir de la distribución Zipf y del número de contenidos del catálogo (M) se puede calcular la probabilidad de acceso de cada uno de los contenidos (fi) mediante la siguiente expresión:

$$f_i = \frac{1}{i^z * \sum_{j=1}^{M} \frac{1}{j^z}} \qquad (1)$$

A partir de la expresión (1) la Grafica 7 muestra la distribución de las probabilidades de acceso para cada uno de los contenidos multimedia en un sistema con 100 videos y un grado de popularidad del 0.729. Se puede constatar que los contenidos están ordenados según su popularidad: los videos con un índice menor tienen una mayor frecuencia de acceso. También podemos observar que un reducido grupo de contenidos reciben la mayoría de los accesos. Por ejemplo, los 20 primeros videos reciben más del 53% de las peticiones de los usuarios.

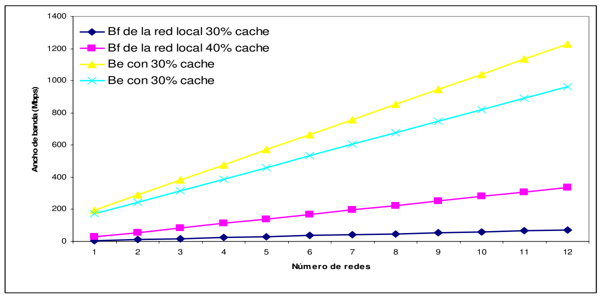
Grafica 7: Popularidad de Videos (Zipf)



Mediante el correcto análisis de la gráfica 6 se puede estimar la cantidad de videos que serán los más populares y se puede empezar a intuir la capacidad con la que debe de contar el servidor de video para almacenar el contenido multimedia. Si hablamos de tener una combinación entre la capacidad que se va a tener en el servidor de Proxy y de almacenamiento estático.

A continuación se muestra un gráfica en donde se ha calculado el Ancho de Banda necesario para una configuración donde existe el 30% y el 40% de videos Cache en la memoria del Servidor VoD.

Grafica 8: BW necesario para Proxy 30% y 40%



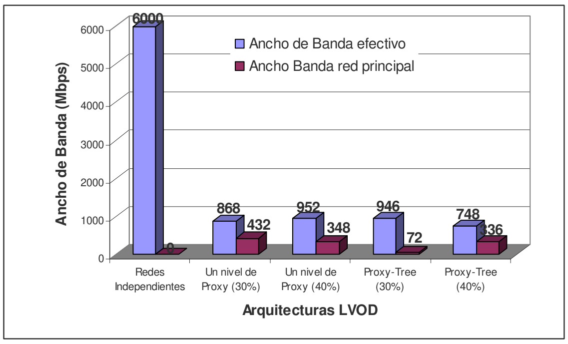
Si analizamos el comportamiento de la arquitectura se puede observar que a medida que se incrementan el número de redes locales conectadas, el incremento del ancho de banda de las redes locales no es tan pronunciado, lo que permite una mejor escalabilidad que en un sistema basado en servidores Proxy. Como ejemplo: con 12 redes tenemos 72 Mb/s con servidores-proxy con tamaño del 30% y en 336 Mb/s para servidores-proxy con un tamaño del 40%, mientras que con servidores Proxy se tienen 432 con un cache del 30 % y 348 con un cache del 40%

Cuadro 1: BW necesario para Proxy 30% y 40%

Tabla 2.6 Ancho de Banda de Fallo y Acierto		
N. Redes	Bfp30%	Bfp40%
1	6	28
2	12	56
3	18	84
4	24	112
5	30	140
6	36	168
7	42	196
8	48	224
9	54	252
10	60	280
11	66	308
12	72	336

Si hacemos una comparación con las arquitecturas que se explicaron al inicio podemos observar la diferencia del BW utilizado.

Grafica 9: BW para diferentes Arquitecturas



Para poder determinar los BW que se van a necesitar se debe de tener en cuenta la población actual de clientes que se tienen en las tres ciudades y estimar la acogida que va a tener el servicio VoD. Para tener una buena referencia de la acogida que tendrá el servicio en nuestro país se ha tomado índices que se han presentado en países en donde ya se ha empezado la implementación del servicio.

El grupo TvCable tiene aproximadamente 109000 usuarios a nivel nacional. En la ciudad de Guayaquil hay 53800 abonados, en Quito 48700 y Cuenca 6500 abonados. El objetivo inicial al introducir este nuevo servicio es del 8% a nivel de las 3 ciudades más grandes del Ecuador que se desglosa a continuación.

Grafico 10: Crecimiento de usuarios en Guayaquil

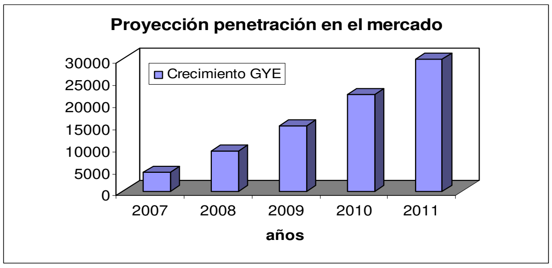


Gráfico 11: Crecimiento de usuarios en Quito

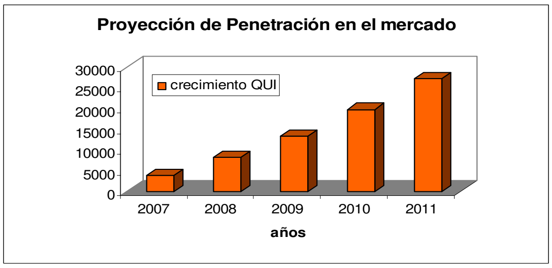


Gráfico 12: Crecimiento de usuarios en Cuenca

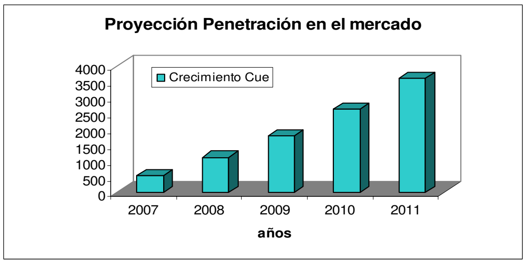
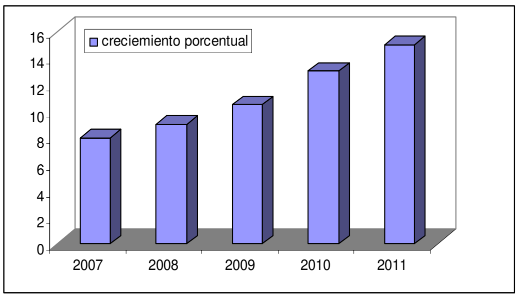


Gráfico 13: Crecimiento Porcentual



Tomando como referencia la población total de usuarios VOD descrita en la gráfica 13 y asumiendo que un 2.3% de dicha población estarán realizando una petición al mismo tiempo del 20% de los videos que no se encuentran incluidos en el servidor local ya sea por caching o mirroring tenemos los siguientes resultados:

QUITO.
En cinco años se tendrá una población de 27028 usuarios, el 2.3% de este universo es:

$x = 27028 * 0.023 \quad x = 621$

621 usuarios estarán pidiendo un requerimiento de un video, de los cuales un 8% de ellos no se encuentran en el servidor local, haciendo la petición al servidor principal, este número de requerimientos es:

$x = 621 * 0.08 \quad x = 49$

49 son los requerimientos que atenderá el servidor principal, como la tasa de transferencia para un video MPEG-2 es de 1.5Mbps para garantizar una calidad de video excelente, el total de ancho de banda requerido para el enlace Guayaquil- Quito sería:

$x = 49 * 1.5 \quad x = 77Mbps$

CUENCA.
En cinco años se tendrá una población de 3606 usuarios, el 2.3% de este universo es:

$x = 3606 * 0.023 \quad x = 85$

85 usuarios estarán pidiendo un requerimiento de un video, de los cuales un 8% de ellos no se encuentran en el servidor local, haciendo la petición al servidor principal, este número de requerimiento es:

$x = 85 * 0.08 \quad x = 6$

6 son los requerimientos que atenderá el servidor principal, como la tasa de transferencia para un video MPEG-2 es de 1.5Mbps para garantizar una calidad de video excelente, el total de ancho de banda requerido para el enlace Guayaquil- Cuenca sería:

$x = 6 * 1.5 \quad x = 10Mbps$

GUAYAQUIL.
En cinco años se tendrá una población de 29859 usuarios, el 2.3% de este universo es:

$x = 29859 * 0.023 \quad x = 686$

686 usuarios estarán pidiendo un requerimiento de un video, de los cuales un 8% de ellos no se encuentran en el servidor local, haciendo la petición al servidor principal, este número de requerimiento es:

$x = 686 * 0.08 \quad x = 54$

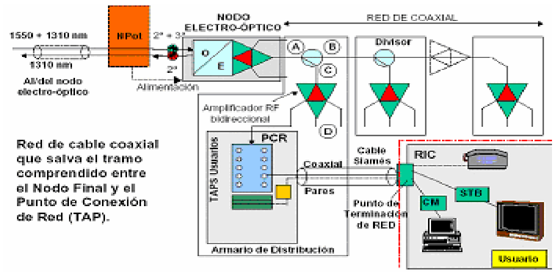
54 son los requerimientos que atenderá el servidor principal, como la tasa de transferencia para un video MPEG-2 es de 1.5Mbps para garantizar una calidad de video excelente, el total de ancho de banda requerido para este enlace sería:

$x = 54 * 1.5 \quad x = 82Mbps$

4. Descripción de la red HFC

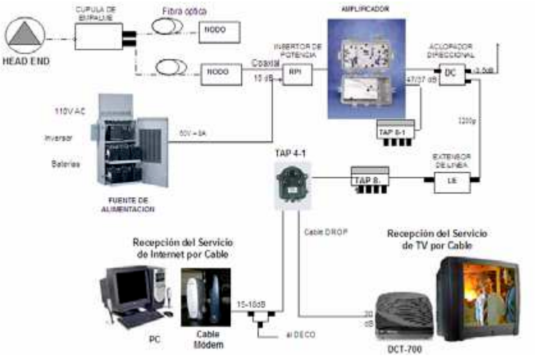
La red HFC del Grupo TvCable es básicamente una estructura de árbol ramificado. Se comunica por medio de Fibra óptica desde el headend hasta los nodos y desde allí por cable coaxial hasta el usuario. Actualmente existen 53 nodos instalados en la ciudad de guayaquil, 50 en Quito y 23 en Cuenca. A continuación se detalla en un gráfico esquemático de su topología en la gráfica 14

Gráfico 14: Estructura de la red HFC



Para la prestación de servicios tales como VoD, telefonía pública o Internet un factor muy importante son los niveles de señal que existe en la acometida de los clientes ya que si la señal que llega hasta el abonado no es suficientemente buena, la calidad del servicio que se presta no va a ser aceptable. En la gráfica 15 se muestra los niveles que se debe de tener en la red HFC para que los servicios tengan un buen nivel de calidad.

Gráfico 15: Niveles aceptables en red HFC

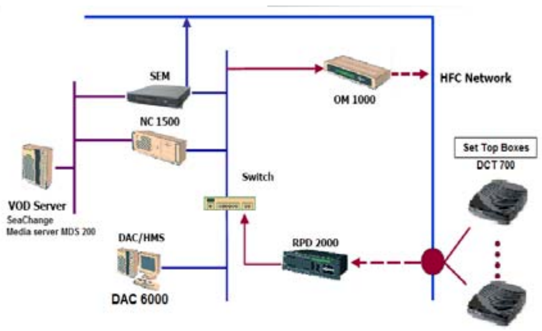


5. Equipos Necesarios para prestar el servicio VoD

Ya se han descrito la red de acceso al cliente y se ha realizado el cálculo de BW necesario en las redes principales a nivel nacional, queda por describir los equipos necesarios para la prestación de servicio. Estos equipos serán la interfaz del cliente al momento de realizar una petición y deberán de proveer seguridad y comunicación rápida entre el usuario y el servidor multimedia.

Los elementos Necesarios se los muestra en la gráfica 16.

Gráfico 16: Equipos Necesarios para VoD



A continuación se hará una descripción de los equipos ya que son los que se necesitan en la comunicación, transporte y presentación del contenido Cada elemento cumple una función específica en la red. A continuación una pequeña descripción de lo que cada equipo realiza

DAC/HMS.- Digital Address Controler /Head-end monitoring System
Sirve para dar autorización, provisionamiento y control el momento de generarse un requerimiento por parte de un cliente.

VOD/Application Server(SeaChange MDS200).-
Contiene el contenido multimedia que se va a ofrecer a los clientes.

Network Controler(NC 1500).-
Maneja el direccionamiento y comunicación de los sistemas de Video en Demanda entre los STB y los Servidores de Video.

SmartStrean Encryptor Modulator.-
Nos Provee de la múltiplexación y modulación QAM para mejorar la utilización del BW. También nos sirve como up-converter y poder tener nuestras salidas RF hacia los clientes.

Out-of-Band Modulator (OM 1000).- Modula los mensajes hacia los terminales cuando el servidor requiera enviarle alguna información

Retutn Path Decoder (RTD 2000) .- Procesa los mensajes que provienen de los STB en este caso DCT700.

Digital SET-TOP-BOX (DCT700).- Nos provee de una interfase entre la red del proveedor de Servicio y la TV que tienen los clientes.

Estos equipos se escogieron según las necesidades de la red actual y la capacidad de clientes a los que se les piensa brindar el servicio de Video en Demanda.

8. Conclusiones y Recomendaciones

- El proyecto expuesto en esta tesis de grado propone una solución innovadora para la prestación del servicio de Video en Demanda. En el pasado, los clientes para solicitar un video tenían que notificarlo telefónicamente a su call center para su aprobación, con la implementación de VOD el requerimiento se realiza directamente al equipo remoto.
- La integración de las empresas TVCable, Satnet y Suratel en el grupo Corporativo TV Cable permitirá un rápido desarrollo del servicio VOD (Video en demanda), ya que utilizará en la mayoría de casos la infraestructura de red ya instalada en las principales ciudades del país para proveer este servicio y además gracias a esta integración ya se pueden ofrecer servicios Triple Play con mayores beneficios.
- Se realizó el estudio de tráfico para dimensionar los enlaces entre los servidores cuando se realiza los requerimientos entre servidores interurbanos y las peticiones locales.
- Se iniciará la prestación del servicio de VOD (Video en Demanda) por medio de la red HFC. Debido a que la red está ampliamente difundida y tiene una sólida infraestructura esta permite una rápida instalación y puesta en marcha. Esto permitirá al grupo TVCable entrar de una manera altamente competitiva al mercado de las

telecomunicaciones en cuanto a cobertura y calidad de servicio.

- El servicio de VOD a través de la red HFC permitirá brindarle al usuario la provisión de todos los servicios de telecomunicaciones a través de una sola plataforma. Esto reduce significativamente el costo de instalación, consecuentemente un menor precio para el usuario.
- Los equipos descritos en esta tesis fueron escogidos basándose en aspectos tantos técnicos como financieros. El Server VOD y el equipo remoto DCT-700 son parte fundamental de la puesta en marcha, por lo que se realiza una descripción técnica de cada equipo propuesto y de la plataforma que estos pueden manejar.
- La coordinación en el momento de instalación de los equipos es básica para evitar perjudicar al usuario con prolongados cortes en el servicio de video o los otros servicios con los que cuenta el Grupo TvCable.
- La distribución de frecuencias que se ha destinado para la ubicación de los equipos que son necesarios para la prestación del servicio VOD garantizan el óptimo funcionamiento de los equipos, representando esto buenos niveles de calidad de video que se ofrecerá a los clientes.
- Los índices de expansión que se han presentado al momento de realizar el estudio para dimensionar la infraestructura necesaria se ha basado en países en donde el servicio de VOD ha tenido gran acogida por lo que se estima que podrán soportar los requerimientos que se presenten por los clientes del Grupo TvCable.
- La arquitectura Proxy-tree que se ha escogido garantiza un buen funcionamiento del servicio de video en demanda garantizando la escalabilidad y confiabilidad del mismo y una mejor administración previendo posibles problemas en la red.

Como recomendación se puede anotar lo siguiente:

- Es necesaria la organización adecuada del diseño para cumplir con las obligaciones con el CONARTEL en lo que respecta a plazos de entrega y contenido de los informes técnicos.
- Es conveniente escoger equipos de plataforma abierta para la operación y el mantenimiento. Esto permite tener un solo sistema de información (software) para la gestión de todos los equipos de la red, lo cual facilita la labor de los operadores y del personal de monitoreo. Es conveniente escoger equipos de plataforma abierta para la operación y el mantenimiento. Esto permite tener un solo sistema de información (software) para la gestión de todos los equipos de la red, lo cual facilita la labor de los operadores y del personal de monitoreo.
- Para la instalación de los equipos dentro de cada uno de los headends se recomienda cumplir con los requerimientos mínimos que estos necesitan como lo son la temperatura, el voltaje de entrada(tierra) y la humedad los mismo que garantizaran el buen funcionamiento de todos los equipos y la prolongación de vida de los mismos.
- El equipo que se ha propuesto como equipo terminal (DCT700) se ha elegido por su alta funcionalidad para la prestación de servicios, pero si en un futuro se estima el cambio del mismo por la variación de servicios no sería un problema para los equipos que se encuentran en cada headend ya que los otros equipos que se describieron como el servidor de video, podría trabajar sin problemas con el nuevo equipo terminal.
- Algo importante de recalcar es la importancia de la calidad de la señal que se necesita en el punto donde se conecta cada usuario para poder proveer una gran calidad de video, ya que si la calidad de la señal que viaja por la red HFC se degrada no se podrá cubrir los niveles mínimos necesarios y se tendrá problemas con el servicio de VOD, telefonía y demás servicios que son sensibles a variaciones y retardos.

9. Referencias

[1] Ernest Tunmann, “Hybrid Fiber Optic/Coaxial (HFC) Networks”, Flatiron Publishing , First Edition, 1995.

[2] Shih-Fu Chang, Dimitris Anastassiou, Alexandros Eleftheriadis, John V. Pavlik “Vídeo on Demand Systems: Technology, Interoperability and Trials”,Kluwer Academic Publishers Group, 1997.

[3] Michael E Lewis, “Design of an advanced development model optical disk-based redundant array of independent disks (RAID) high speed mass storage subsystem” Rome Laboratory, 1997.

[4] Haykin Simon, “Sistemas de Comunicación”,Limusa Wileyl, 2002.

[5] RSTP, “ Real Time Streaming Protocol (RTSP)”IETF, http://tools.ietf.org/html/rfc2326

[6] Motorola, “Broadband Communication”, http://broadband.motorola.com