ANÁLISIS TÉCNICO – ECONÓMICO – REGULATORIO, DE UNA OPERACIÓN DE CABLE MODEM EN EL ECUADOR

Pastor Averos Núñez[1], César Yépez Flores[2]

[1] Ingeniero en Electrónica y Telecomunicaciones, 2005

[2] Director de Tesis, Ingeniero Eléctrico, Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1979, Postgrado EEUU, Ohio State University, MSEE, 1981, Profesor de ESPOL desde 1981.

RESUMEN

Este trabajo está formado por tres capítulos, en cada uno de los cuales se tratan aspectos técnicos, económicos y regulatorios de una operación de Cable Modem en el Ecuador. El primer capítulo que hace referencia a los Aspectos Técnicos, se describe la forma de operar de Cable Modem, modificaciones que deben ser realizadas para su implementación, así como también las características y parámetros de transmisión para obtener un óptimo rendimiento de la red, los cuales son contrastados con los implementados.

En los Aspectos Económicos, se presentan los costos de inversión en la red -incluyendo el lado del usuario-. Se calcula el costo operacional por Kbps y por usuario, con lo cual se estima un ROI. Además, se describe los beneficios del usuario y el operador al integrar servicios en una misma red.

En el capítulo que hace referencia a los aspectos legales, se detallan ciertos artículos de los reglamentos que corresponden a la regulación vigente en nuestro país, los cuales hacen posible que se pueda ofrecer Cable Modem. Se presentan comentarios y observaciones con respecto a la prestación de múltiples servicios bajo una misma red –Internet, televisión, telefonía, redes privadas-.

ABSTRACT

This work is formed by three chapters, in each one which are technical aspects, economic and regulatory of a Cable Modem operation in Ecuador. The first chapter that

makes reference to the Technical Aspects, describes the form to operate of Cable Modem, modifications that must be made for their implementation, as well as the characteristics and parameters of transmission to obtain an optimal yield of the network, which are resisted with the implemented ones.

In the Economic Aspects, the costs of investment in the network appear - including the side of the user -. Calculates the operational cost by Kbps and user, with which a ROI is considered. In addition, are describes to the benefits of the user and the operator when integrating services in a same network.

In the chapter that makes reference to the legal aspects, are detailed certain articles of the regulations that correspond to the effective regulation in our country, which make possible that Cable Modem can be offered. Commentaries and observations with respect to the benefit of multiple services under a same network appear - Internet, private networks, television, telephony -.

INTRODUCCIÓN

Las redes de televisión por cable fueron construidas para proveer servicios de televisión y ahora con la innovación tecnológica se busca que en esta red puedan converger los distintos servicios ofrecidos por diferentes redes. Y de esta manera el servicio de telefonía, televisión, Internet y otros puedan ser ofrecidos por la red de cable. Es decir los operadores de cable que ofrecían un sólo servicio se conviertan en operadores de servicios múltiples.

Cable Modem es una tecnología que permite transportar datos sobre la red de cable y dado que los operadores de televisión por cable rápidamente han entendido el inmenso rédito potencial de esta tecnología, debido a que ya tienen una gran cantidad de usuarios de televisión que pasan a ser potenciales usuarios de este servicio, además de la gran cantidad de suscriptores que podrían entrar a la red por medio de las ya existentes conexiones de cable, los operadores han realizado las adiciones respectivas a sus redes para de esta forma comenzar a ofrecer el servicio y obtener nuevas fuentes de ingresos.

En este trabajo se pretende evaluar la operación de la tecnología de Cable Modem implementada en el país, bajo los aspectos de calidad de servicio, eficiencia operativa, y rentabilidad económica. Analizando además el fundamento legal de la operación.

Para alcanzar los objetivos antes mencionados, se hará una revisión de los estándares técnicos bajo los cuales opera la tecnología Cable Modem y se contrastará con su implementación. Esto nos permitirá determinar la calidad de servicio y la eficiencia operativa. Para establecer una rentabilidad económica, se presentarán los costos de inversión en la red, en el equipamiento –incluyendo el lado del usuario-. Se tratará de determinar el costo por Kbps y por usuario, con lo cual se puede estimar un ROI. En la parte legal se enfatizarán los aspectos relacionados con la prestación de múltiples servicios bajo una misma red.

CONTENIDO

En la administración del sistema de Cable Modem se tienen que tener en cuenta diversos parámetros, entre los que podemos resaltar: Carga de cada canal, niveles de CNR, soporte de operaciones, parámetros de configuración del canal upstream: tasa de símbolo, formato de modulación.

Carga de cada canal: Si asumimos que el número de suscriptores activos simultáneamente es el 10 % del total de los mismos, y que la tasa de datos por usuario es 64 Kbps; y dado que para un canal downstream se tiene una capacidad de 27 Mbps, podemos decir que un canal downstream podría mantener 4.220 usuarios aproximadamente. En cambio para un canal upstream que posee una capacidad estimada de 4,1 Mbps podría mantener 640 usuarios. Por lo que, con respecto al número de suscriptores que posee el operador en cada puerto downstream podemos decir que no existen problemas de saturación ya que el mayor número de usuarios es 1.511, en cambio, existe un canal upstream con 527 usuarios el cual podría comenzar a sobrecargarse, por lo que se tienen que tomar medidas para evitarlo. No es factible para el operador cambiar el formato de modulación de QPSK a 16QAM por los niveles de ruido variables en el sector, tampoco puede aumentar la tasa de símbolo ya que está haciendo uso de la tasa más alta, por lo que la única opción que posee es distribuir el número de usuarios combinando dos puertos upstream:

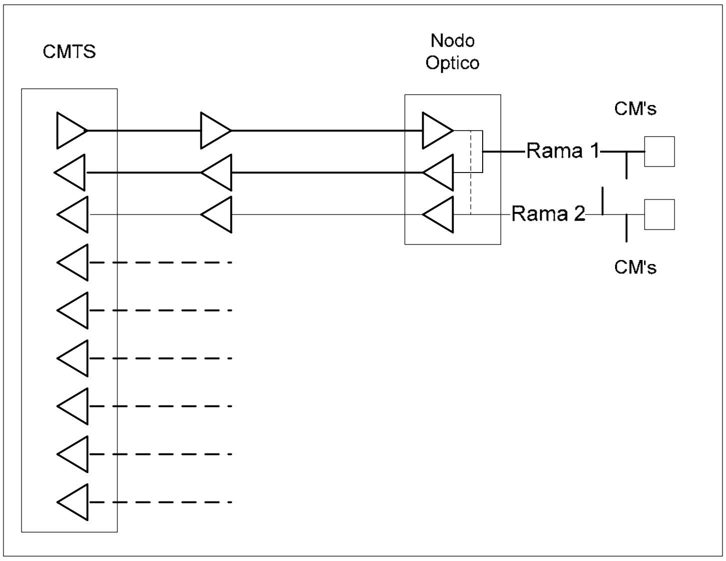

Figura 1. Un nodo con dos puertos upstream

Esta combinación es la más recomendable, pero a la vez es costosa ya que implica el uso de un hilo de fibra óptica adicional y su equipamiento respectivo (convertidores, amplificadores, etc.). Al conectar otro hilo de fibra, el nodo es separado en dos, por lo que se deben reagrupar las ramas de la red de distribución. El downstream se lo divide con un splitter, obteniendo dos upstream con el mismo downstream, con esto, el ruido de la rama 1 no afecta a la rama 2, ni viceversa.

Llevar a cabo esta opción es factible para el operador, porque tiene hilos de fibra disponible en los diferentes nodos, a la vez que va disminuyendo la cantidad de usuarios pertenecientes a un canal de retorno, lo cual es muy útil para la implementación de VoIP próxima a ofrecer. Esto podría aplicarse no sólo al canal upstream que empieza a sobrecargarse, sino también a los que poseen una capacidad mayor a la media, reduciendo de esta forma el número de usuarios por cada puerto upstream, con lo cual se disminuiría el nivel de ruido y colisiones, y se aumentarían los niveles de CNR en aquellos puertos upstream donde sean disminuidos el número de usuarios, aumentando la confiabilidad del sistema.

Niveles de poder y CNR: El operador cuenta con un nivel de poder a la salida del modulador downstream de 51 dB, mientras que para la entrada del receptor upstream de 5 dB para una tasa de símbolo de 1.280 Ksym/seg y de 11 dB para 2.560 Ksym/seg. Estos valores se encuentran en el rango establecido por DOCSIS para los niveles de señal requeridos en el head-end.

Los niveles de CNR para transmisiones upstream en los diferentes nodos son variables dependiendo de los usuarios que ellos posean. DOCSIS recomienda que el mínimo nivel de CNR para el upstream sea de 25 dB, pero el operador tiene como referencia niveles de CNR de 20 dB debido a que es muy difícil mantener niveles superiores a los recomendados por DOCSIS. Cuando el nivel de CNR disminuye de 20 dB el operador inicia los trabajos de mantenimiento en el sector, ya que el problema de lentitud en la transmisión de datos debido al ruido comienza a ser palpable para los usuarios.

Puesto que para transmisiones downstream no se cuenta con los problemas asociados al canal upstream, mantener el nivel de CNR superior a los 35 dB recomendado por DOCSIS, es factible para el operador, por lo que pocas veces se tienen problemas de ruido en el canal downstream.

Parámetros de configuración: Los parámetros que pueden ser modificados son la tasa de símbolo y formato de modulación tanto en el canal upstream como downstream. El cambio en dichos parámetros afectaría la capacidad permitida en cada canal, así como también la protección contra el ruido.

Todos los canales upstream usan QPSK como formato de modulación, pero la tasa de símbolo varía entre 1.280 y 2.560 Ksym/seg. Debido a los niveles variantes de CNR, lo cual depende del número de usuarios así como de las características de la red, no es posible cambiar el formato de modulación a 16QAM ya que es más propenso al ruido. En los canales que emplean una tasa de 1.280 Ksym/seg. puede ser aumentada dicha tasa para de esta forma incrementar el número de usuarios permitidos y combinarlo con usuarios de algún canal que comience a sobrecargarse.

Debido al número de usuarios que se posee en cada canal downstream no es necesario incrementar su capacidad, pero en caso de necesitarlo se puede optar por el formato de modulación 256QAM lo cual aumentaría los usuarios permitidos sin tener problemas de ruido por los altos niveles de CNR obtenidos en el canal downstream.

La frecuencia central del canal upstream escogida es 29,7 MHz, la cual es apropiada ya que lo recomendado es que sea superior a 20 MHz para evitar el ingreso de ruido e interferencia con otros usos como emisoras de banda ciudadana y radioaficionados.

Con respecto al servicio de telefonía, el operador al usar el CODEC G.711 PCM usará aproximadamente flujos de 115.200 y 97.600 bits/seg para upstream y downstream respectivamente, lo que podría disminuir si usara el CODEC G.729E o G.728, ya que por ejemplo con el CODEC G.728 que emplea una tasa de bits de 16 Kbps y con un período de paquetización de 10 mseg. se obtendría una tasa de flujo aproximado de 66.400 bits/seg para transmisiones upstream y 48.800 bits/seg para transmisiones downstream. Por lo que podemos decir, que se puede usar CODEC diferentes al G.711 PCM que emplearían menores tasas de flujo, con el costo de disminuir en algo la calidad de la voz.

Canales de backup: El operador tiene en operación 6 tarjetas DOCSIS 1.1 y 1 tarjeta DOCSIS 2.0, también posee una tarjeta DOCSIS 2.0 como respaldo, es decir, se tienen 8 puertos upstream y 2 puertos downstream que servirían como backup en caso de exista alguna anomalía de algún puerto o tarjeta que esté en funcionamiento.

Distancia CMTS-CM: La distancia entre el head-end y el nodo óptico más lejano es aproximadamente 5 Km., y la distancia estimada entre el nodo óptico y el CM más lejano es de 2 Km.; es decir la distancia estimada entre el CMTS y el más distante CM es de 7 Km. Lo cual no resulta en una limitación ya que lo recomendado por DOCSIS es una distancia menor a 160 Km.

Consolidación del soporte de operaciones: Al integrar servicios en una misma red, los costos de monitoreo y de mantenimiento se ven simplificados, a la vez que se logra explotar al máximo los recursos de una red que estaba en funcionamiento. Lo mejor es centrar la gestión de operaciones en un solo punto, lo cual es realizado por el operador, ya que centra la provisión del servicio en SATNET Quito.

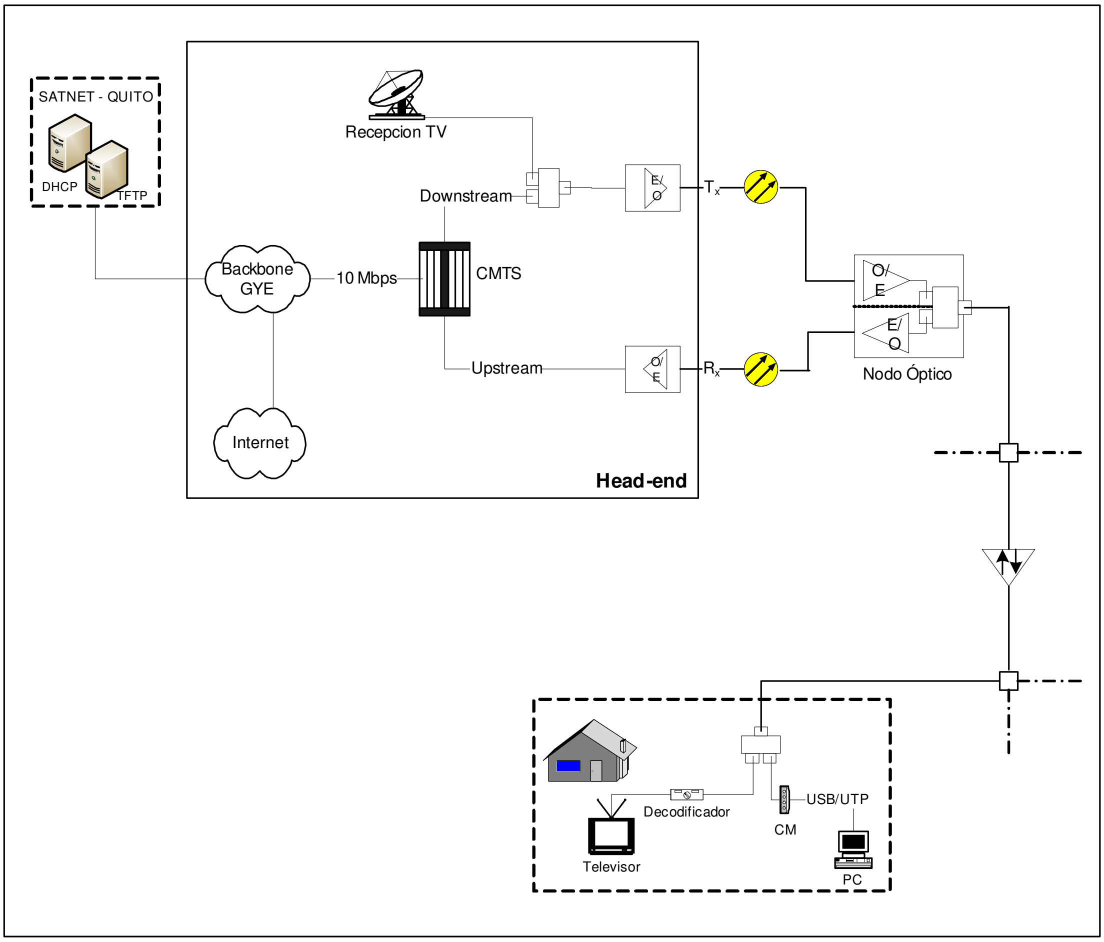

Figura 2. Esquema de red implementado

En lo referente a los Aspectos Económicos, podemos mostrar el flujo de caja equivalente en los primeros cinco años:

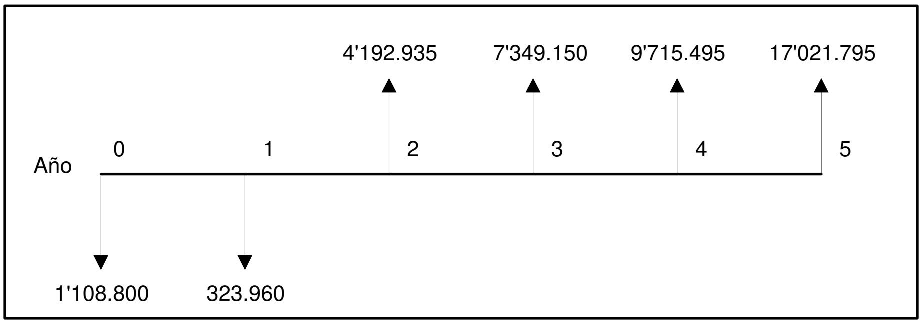

Figura 3. Flujo de caja equivalente

Con estos datos podemos obtener una TIR del 172%.

CONCLUSIONES

- El poseer una red HFC que tiene la suficiente capacidad para soportar servicios como transmisión de datos y telefonía, le ha permitido al operador invertir en esta red para que sea apta para el desarrollo de nuevos servicios, ya que ha ganado tiempo y dinero, al ofrecer servicios como Internet y próximamente telefonía sobre una infraestructura ya construida, puesto que sólo tiene que realizar ciertas modificaciones a la red.

- Un factor clave en el rendimiento del sistema es la distribución del número de usuarios pertenecientes a un nodo. El formato de modulación usado en los puertos upstream no puede ser cambiado de QPSK a 16QAM, debido a los niveles variantes de CNR que presentan los sectores cubiertos por los distintos nodos, así como también no se puede aumentar la tasa de símbolo ya que en la mayoría de puertos upstream se está empleando la tasa más alta, por lo que la única opción para solucionar problemas de congestión por exceso de usuarios en un nodo, es distribuir los suscriptores del mismo en dos puertos upstream, lo que implica el uso de un hilo de fibra óptica adicional y su equipamiento respectivo, es decir, el nodo es separado en dos, por lo que se deben reagrupar las ramas de la red de distribución. Con esto, se disminuye el nivel de ruido y colisiones, y se incrementan los niveles de CNR en aquellos puertos upstream donde sean disminuidos los usuarios, lo cual es muy útil para la implementación de VoIP próxima a ofrecer, además que se vería reflejado en un mejor rendimiento del sistema y satisfacción del cliente.

- Para mantener consistente el servicio de telefonía, una buena estimación es poseer no más de 2000 usuarios por puerto downstream, y en cada puerto upstream no más de 300 usuarios de datos y 150 de voz.

- El operador al implementar el servicio de telefonía usando el CODEC G.711 PCM con un período de paquetización de 10 mseg. empleará flujos aproximadamente de 115.200 y 97.600 bits/seg, para upstream y downstream respectivamente, los cuales podrían verse reducidos al usar el CODEC G.728 con el mismo período de paquetización, ya que se necesitaría una tasa de flujo aproximado de 66.400 bits/seg para transmisiones upstream y 48.800 bits/seg para transmisiones downstream.

- Se estimó el costo marginal en las distintas partes de la red que asume el operador para proveer el servicio de Internet por cada usuario, el mismo que tiene dos componentes: un costo único por cada usuario que ingresa a la red de $ 65,84 y un costo mensual de $ 11,8. Los costos en lo que se refiere al personal encargado de realizar las mejoras en la red HFC, así como el mantenimiento de la misma, no son tan significantes para el operador, ya que es el mismo personal que se encargaba cuando sólo se ofrecía el servicio de televisión por cable.

- El operador obtiene una rentabilidad anual estimada del 172 %. Cabe mencionar que no se ha tomado en cuenta los costos por comercialización del servicio.

- En Ecuador no se regulan las tecnologías de acceso, sino los servicios, lo cual facilita que las empresas de telecomunicaciones inviertan en la construcción de nuevas redes o modifiquen las existentes para ofrecer el servicio de Internet.

- De acuerdo a la regulación ecuatoriana el operador no puede ofrecer algún descuento basado en la venta de más de un servicio a un mismo suscriptor, ya que tiene que prestar tales servicios como negocios independientes llevando contabilidades separadas de los mismos.

- El desarrollo de servicios de banda ancha a cargo de los operadores de cable en el Ecuador, es limitado, ya que sólo el Grupo TVCable presta tales servicios, el cual tiene un futuro encaminado a mantener la posición de liderazgo en los servicios de banda ancha para clientes residenciales y para pequeñas y medianas empresas.

REFERENCIAS

a) Libro con edición

1. Digital and Analog Communication Systems, fourth edition, Leon W. Couch, ISBN 0-02-325281-2

b) Libro con edición

2. Data and Computer Communications, William Stallings, Quinta edición, ISBN=0-02-415425-3, Prentice Hall, 1997

c) Libro con edición

3. Fundamentos de Voz sobre IP, Jonathan Davidson y James Peters, ISBN=1-57870-168-6, Cisco Press

d) Libro con edición

4. Ingeniería Económica, Leland Blank y Anthony Tarquin, Quinta edición, McGraw-Hill

e) Tesis de Maestría

5. David Gingold, “Integrated Digital Services for Cable Networks” (Tesis de Maestría, Massachusetts Institute of Technology, 1996)

f) Tesis de Maestría

6. Sharon Eisner Gillett, “Connecting Homes to the Internet: An Engineering Cost Model of Cable vs. ISDN” (Tesis de Maestría, Massachusetts Institute of Technology, 1995)

g) Especificación Publicada

7. Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Radio Frequency Interface Specification, SP-RFIv1.1-I10, Julio 30/2003

h) Especificación Publicada

8. Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Baseline Privacy Plus Interface Specification, SP-BPI+-I10, Julio 30/2003

i) Especificación Publicada

9. Data-Over-Cable Service Interface Specifications, Operations Support System Interface Specification, SP-OSSIv1.1-I07, Julio 30/2003

j) Especificación Publicada

10. PacketCable, Dynamic Quality-of-Service Specification, PKT-SP-DQOS-I10-040721

k) Referencias de Internet

11. John T. Chapman, 1999, Multimedia Traffic Engineering For HFC Networks, http://www.cisco.com/warp/public/cc/so/cuso/sp/hfcn_wp.pdf

César Yépez

Director de Tesis