

2. VIDEO POR DEMANDA

2.1 INTRODUCCIÓN

En el capítulo 1 se hizo una breve reseña de los avances en el campo de los servicios de contenido multimedia, algunos esquemas de transmisión sobre el último kilómetro del lazo de abonado y las redes más difundidas en el ámbito mundial, y se pudo observar las múltiples posibilidades que estos colocan en mano de los usuarios. Siendo el grupo de aplicaciones que conforman los servicios de contenido multimedia tan variado, el servicio de video por demanda es la aplicación que más recursos consume desde el punto de vista de ancho de banda, capacidad de transporte de la red y almacenamiento de contenidos, además de ser un servicio en el cual el usuario exige altos niveles de calidad.

Debido a que en varias empresas alrededor del mundo se ha mostrado que es técnicamente factible la implementación del servicio de video por demanda y tras la intención de Capitel de ampliar su portafolio de servicios, se ha escogido el servicio VoD como objetivo de este estudio para que sirva como base en el desarrollo de servicios de contenido multimedia sobre las redes de cobre de la Empresa de Telecomunicaciones Capitel Telecom.

Este capítulo está dedicado básicamente al estudio del servicio de Video por Demanda, su definición, características, arquitectura y demás aspectos técnicos relevantes en el desarrollo de una propuesta de implementación.

2.2 DEFINICIONES

El video por demanda (Video on Demand, VoD) es un servicio de contenido multimedia capaz de distribuir a un monitor de TV individual o computador, en el momento que es solicitado por el usuario, una película o cualquier programa de video localizado en una gran base de datos alojada en un servidor central, permitiendo su control interactivo.

Este servicio se puede analizar desde dos puntos de vista diferentes desde el punto de vista del proveedor de servicios de telecomunicaciones, donde el término "servicio interactivo por demanda" incluye la habilidad de distribuir mediante redes conmutadas por demanda, punto a punto, películas u otros programas de video a un monitor de TV individual, al momento en que son solicitados por los abonados, pero no incluye los servicios que proveen programación de video preestablecida por el proveedor de programación. Mientras que desde el punto de vista del usuario, VoD es el servicio de televisión mediante el cual, este recibe señales que contienen, programas o información convertible a imágenes o video, y que le permiten por algún canal de retorno, enviar información al proveedor del servicio con el fin de controlar los programas a ser recibidos o realizar transacciones de cualquier tipo mediante el acceso a bancos o servidores de datos.

En algunas ocasiones el servicio de video por demanda se compara con una tienda electrónica de alquiler de video donde el usuario selecciona algún video de una gran lista de videos disponibles y lo toma para verlo en su casa; la diferencia, con el video por demanda, es que la selección es hecha en el hogar utilizando el control remoto de la televisión o en algunos casos el ratón de un PC, y el video comienza a reproducirse casi en tiempo real, sin la necesidad de trasladarse a la tienda. El video por demanda tiene unos cuantos usos potenciales, tales como aprendizaje interactivo a distancia y entretenimiento, pueden incluirse específicamente servicios tales como tele-compras, tele-educación, tele-información, tele-transacciones o cualquier otro servicio de naturaleza similar que se desarrolle en el futuro.

De acuerdo a la implementación del servicio, este sistema puede ofrecer al cliente un menú en la pantalla de su televisor o computador, donde puede escoger opciones como películas, videos educativos, hacer compras en diversas tiendas y hasta hacer pedidos de comida a domicilio, sin moverse de su hogar; por esta razón los videos bajo demanda son ofrecidos por las empresas proveedoras del servicio, de acuerdo al tipo de usuario y considerando diferentes perfiles: edad, actividad, entretenimiento, deportes, docencia, idiomas, etc.

Este servicio puede ser operado a través de una red configurada de punto a multipunto, ya sea en forma dedicada o conmutada; la red puede ser inalámbrica o alamburada que incluya sistemas de cables coaxiales, fibras ópticas, la red pública telefónica o cualquier combinación de estas redes y/o sistemas, tal como se observó en el capítulo 1 para la prestación de servicios de contenido multimedia en general.

El video por demanda es un ejemplo de una aplicación de tiempo real, aunque sus restricciones de tiempo no son tan estrictas como las de la videoconferencia; por ejemplo, si toma 10 segundos desde que el usuario comienza el video hasta que el primer cuadro es desplegado, entonces el servicio se estima satisfactorio, situación que no debe ocurrir en un servicio en tiempo real; otra componente adicional es que en los sistemas de videoconferencia se necesita que los cuadros estén fluyendo en ambas direcciones, mientras que en una aplicación de video por demanda, las tramas de información para el usuario son enviadas en una sola dirección (comunicación half-duplex).

2.3 TIPOS DE SERVICIOS DE VoD

Los servicios de video por demanda se clasifican de acuerdo a su nivel de interactividad con el usuario, esto involucra también en cómo es el despliegue de la información en el monitor del

usuario y que tanto depende de los tiempos de programación pre-establecidos por el proveedor del servicio. Las categorías son las siguientes:

2.3.1 Pago por Visión

El servicio Pay-per-View (PPV), permite al usuario reservar y pagar por programas específicos; el esquema usado es similar al de los servicios existentes PPV de televisión por cable.

La mayoría de operadores de cable ofrecen dos o más canales de PPV para sus usuarios, la señal en cada canal PPV es codificada de tal forma que el usuario sólo pueda observar en los canales PPV la guía de programación. Cuando un suscriptor desea acceder al servicio, contacta al operador de cable vía telefónica o interactivamente desde el control remoto del televisor (en caso de que la facilidad exista), y selecciona una o un paquete de películas que paga por anticipado usando su tarjeta de crédito o con cargos a una factura mensual; cuando los detalles del pago han sido validados, el operador de la red habilita al dispositivo final del usuario llamado set-top box para que decodifique la señal y permita la visualización del programa escogido durante el tiempo de duración del mismo.

2.3.2 Casi Video por Demanda

En el caso de Quasi Video-on-Demand (Q-VoD), las películas son enviadas por el operador a los usuarios a través de la red, sólo si un número definido de suscriptores las ha solicitado con anticipación; por tal razón se considera que los usuarios se agrupan por categorías de interés, aunque no tienen el control interactivo sobre el canal específico en el cual están recibiendo el video. Un usuario puede pertenecer a varios grupos de interés y en caso de haber solicitado el video a una misma hora puede cambiarse entre grupos.

2.3.3 Video por Demanda Aproximado

En el tipo Near Video-on-Demand (N-VoD) el proveedor comienza a transmitir un video cada cierto intervalo de tiempo, aproximadamente cada 10 minutos, entonces las funciones como adelantar o retrasar son simuladas por transiciones en intervalos de tiempo discreto; si un usuario desea ver un video, puede esperar hasta 10 minutos para que comience de nuevo y aunque no sea posible utilizar la función de pausar/continuar, este espectador podría retroceder el video cambiándose a otro canal que esté mostrando la misma película pero 10 minutos atrás.

2.3.4 Video por Demanda Verdadero

El servicio True Video-on-Demand (T-VoD) es en el cual el usuario tiene el control total sobre la sesión activa y puede solicitar un contenido multimedia en cualquier momento sin estar sujeto a programaciones preestablecidas del operador; el usuario escoge el contenido entre una lista almacenada en un servidor central y mientras establece la conexión efectiva en tiempo real y visualiza el video seleccionado, cuenta con las capacidades completas de un control remoto virtual (Virtual Control Remote - VCR). Estas funcionalidades incluyen las siguientes:

1. Play/Resume: inicia la reproducción de un video desde el comienzo o re-inicia luego de haberlo detenido con stop o congelado con pause.
2. Stop: detiene la presentación del video, sin mostrar imagen o sonido.
3. Pause: congela la presentación del video mostrando la imagen en la que se detuvo.
4. Jump Forward: posiciona el video a un momento determinado en la dirección hacia adelante, sin mostrar imagen o sonido.
5. Jump backward: posiciona el video a un momento determinado en la dirección hacia atrás, sin mostrar imagen o sonido.

6. Fast Forward (FF): adelanta rápidamente la presentación del video con imagen y sin sonido.
7. Slow Down: adelanta a una rata lenta la presentación del video con imagen y sonido.
8. Reverse: inicia la reproducción del video en dirección hacia atrás, con imagen y sonido.
9. Fast Reverse (REW): atrasa rápidamente la presentación del video con imagen y sin sonido.
10. Slow Reverse : atrasa a una rata lenta la presentación del video con imagen y sonido.

Como en el servicio T-VoD los usuarios pueden seleccionar entre diferentes videos, el sistema debe estar disponible para enviar la misma película a miles de ellos en diferentes momentos mientras proporciona los controles VCR mencionados (adelantar, atrasar, pausar etc.); esto ocasiona que cantidades de apuntadores de archivo deban actualizarse cada segundo en los servidores de video y que se cuente con un solo canal de gran ancho de banda por usuario.

En niveles de complejidad, los servicios PPV son los más fáciles de implementar y los servicios T-VoD los más difíciles, puesto que en este último caso se requiere una señal bidireccional desde el usuario al proveedor del servicio, una para recibir las tramas de video y otra para el envío de los comandos de señalización de usuario al servidor de la red.

2.4 ARQUITECTURA BÁSICA DE UN SISTEMA VOD

Un sistema de Video por Demanda está compuesto de muchos elementos que son esenciales para ofrecer un servicio completo. Desde el lado del usuario, la localización de cada uno de los elementos involucrados es la siguiente:

- Unidades de almacenamiento temporal (set-top box)

- Redes
 - Red de distribución local
 - Red Regional
 - Red principal o backbone
- Oficina de Conmutación
- Servidores locales de spooling
- Servidores de video y/o audio

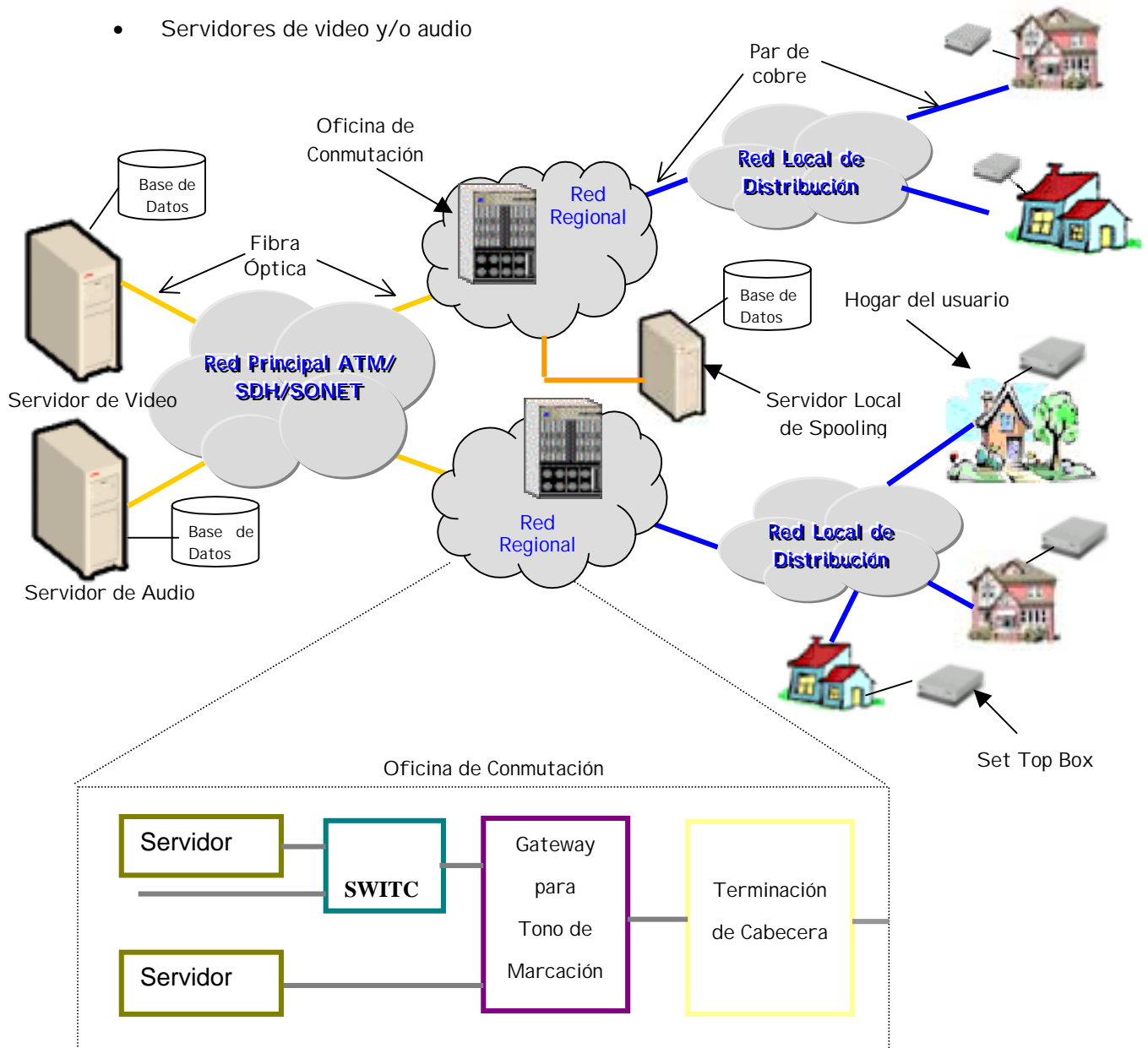


Figura 2.1 Arquitectura General de un Sistema VoD

En la figura 2.1 puede observarse la interconexión de todos los dispositivos implicados dentro de un sistema de VoD de gran ancho de banda, que parte de las casas de los usuarios, los cuales a través de las diferentes redes hacen el requerimiento de un video en tiempo real a los servidores centrales del sistema.

2.4.1 Unidad Set-Top Box

La palabra set-top box surge de la idea del Dynabook, un libro dinámico interactivo inventado en 1969. "Set" proviene de tv set, el monitor de televisión, "top" significa en la cima y "box" es caja. Al unir estas palabras en una sola idea se obtiene que un set-top box es la caja que se coloca encima del televisor.

Constituye una interfaz entre las unidades que los usuarios tienen en sus hogares (televisor), con la red del proveedor del servicio VoD. Permite que el usuario se conecte con el servidor de video y escoja a través de un menú de selección una película o un contenido de acuerdo a su gusto.

Básicamente los set-top box son computadores que sirven de interfaz usuario - red local de distribución y tienen funciones especiales; en su orden de ejecución son:

- Recibir la señal de entrada MPEG para decodificar el video comprimido.
- Sincronizar las tramas de audio y video resultantes.
- Crear una señal compuesta NTSC, PAL, o SECAM apropiada para el televisor.
- Operar la interfaz de usuario.
- Recibir las señales del control remoto, procesarlas y enviarlas al servidor de video.

Funciones adicionales: proveer interfaz con otros dispositivos tales como equipos de sonido, teléfonos o teleputer (telephone/television/computer) etc.

2.4.1.1 Tipos de Set-Top Box

Existen varios tipos de set-top box actualmente instalados en los clientes de las diferentes empresas prestadoras de servicios de contenido multimedia, y pueden clasificarse en las siguientes categorías de acuerdo al servicio que soportan debido a sus características técnicas:

- Análogos
- De marcación
- De nivel de entrada digital
- De rango medio digital
- Digitales avanzados
- Digitales avanzados con funcionalidad de PVR

Los set-top box análogos ejecutan las funciones de recibir, sintonizar y descifrar las señales de televisión entrantes. Sus aplicaciones han cambiado muy poco en los últimos 20 años.

Los set-top box de marcación permiten a los usuarios acceder a los servicios de Internet desde el televisor. Un excelente ejemplo de esta categoría son los productos Netbox de NetGem.

Los set-top box de nivel de entrada digital son capaces de recibir difusión de televisión digital que es complementada con el sistema PPV y unas muy básicas herramientas de navegación. Las características de estos equipos son básicamente el bajo costo ya que tienen capacidades limitadas de memoria, procesamiento y puertos de interfaz.

Los set-top box de rango medio incluyen canal de retorno lo cual proporciona comunicación con un servidor localizado en la cabecera de la red. Este tipo de equipos tienen el doble de capacidad de almacenamiento y procesamiento que los de nivel de entrada digital. Por ejemplo, mientras un set-top box básico necesita aproximadamente de 1-2 MB de memoria flash

(suficiente para el código almacenado) de acuerdo a la operación, los set-top box de rango medio incluyen normalmente entre 4 MB y 8 MB de memoria flash para el código y almacenamiento de datos.

Un set-top box digital es un dispositivo de más avanzada categoría y tiene la apariencia de un computador de escritorio. Puede contener más de 10 ciclos de procesamiento que un set-top box de difusión de televisión de bajo nivel, además de capacidades de almacenamiento mejoradas por su memoria flash que va desde 16 MB a 32 MB (para el código y almacenamiento de datos) en conjunción con un canal de retorno de alta velocidad que puede ser usado para correr una gran cantidad de servicios avanzados tales como video conferencia, telefonía IP, gestión de redes desde el hogar, video por demanda y servicios de televisión por Internet de alta velocidad.

Adicionalmente los suscriptores tienen la opción de habilitar los equipos para usar sus capacidades gráficas mejoradas y recibir señales de TV de alta definición.

Al instalar un manejador de disco duro (HDD) en un set-top box avanzado digital, se logra proporcionar las funcionalidades PVR; tales receptores pueden seleccionar una serie de puertos para gestión de redes desde el hogar y permite que sean usados como un gateway residencial.

2.4.1.2 Set-Top Box para VoD

Debido a las características de los diferentes set-top box, los usados para aplicaciones de VoD son los digitales de rango medio y avanzados.

Estos equipos incorporan el hardware necesario para recibir señales de televisión digital, servicios de Internet de alta velocidad, televisión interactiva y video por demanda.

2.4.1.2.1 Hardware

Los set-top box avanzados digitales están compuestos de tres subsistemas separados: el de televisión, acceso condicional (CA) y componentes de computador.

El subsistema de televisión incluye un número de decodificadores de video MPEG responsables del procesamiento de las tramas de información digital que llegan del servidor de video. El subsistema CA es importante porque además de proporcionar el control sobre lo que los suscriptores ven y en que momento, con un chip que realiza funciones de seguridad para descifrar películas recibidas, y encriptar mensajes de salida (p.e., número de tarjeta de crédito). Por último el subsistema de PC que como su nombre lo indica contiene varios dispositivos similares a un computador, consta de una CPU para procesamiento digital, memoria ROM para almacenamiento de operaciones especiales del sistema, memoria RAM para almacenar las tramas MPEG de entrada, dispositivos de E/S (convertidores de audio, RGB, interfaces infrarrojo) para conexiones al televisor y al control remoto.

En la figura 2.2 puede verse un esquema simplificado de los subsistemas hardware de un set-top box digital avanzado, que en resumen son los siguientes:

- Microprocesador, generalmente RISC o CISC de alta velocidad.
- Memoria RAM y memoria flash (para los cambios en el sistema operativo).
- Chips decodificador MPEG-2.
- Procesadores gráficos y de audio estéreo.
- Interfaz de datos, Ethernet, IEEE 1394.
- Chips MAC (Acceso al Medio), demodulador (QAM64/256) y modulador (QPSK/QAM16).
- Carcasa y fuente de alimentación.
- Dispositivos físicos de acceso, teclado infrarrojo y mando a distancia.
- Puerto de expansión (PCMCIA, joystick DVD).

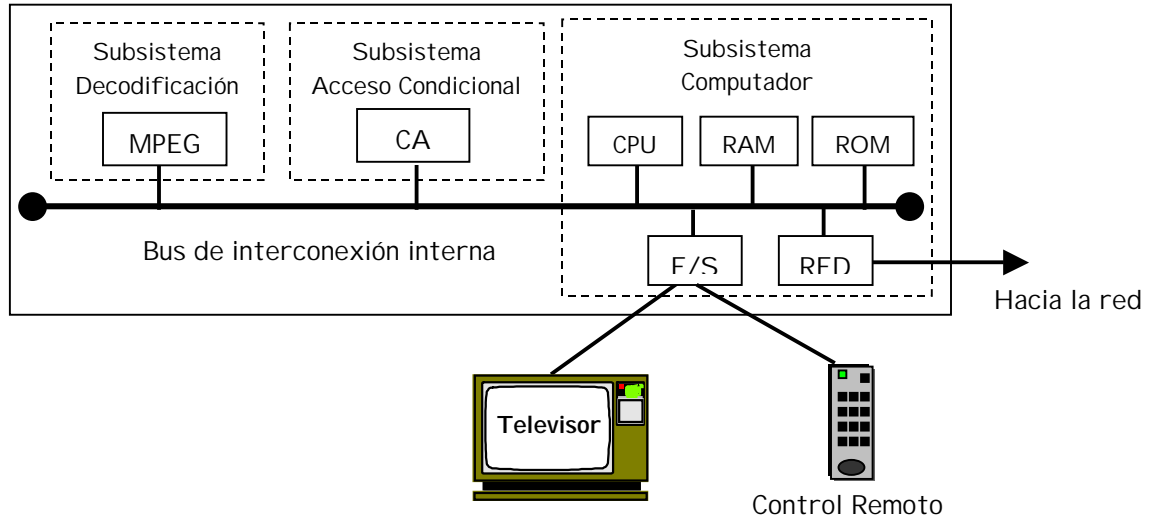


Figura 2.2 Arquitectura hardware de un set-top box

2.4.1.2.2 Software

Hay tres capas de software requeridas en la operación de un set-top box digital, la capa de sistema operativo y manejadores de dispositivos, la capa middleware y la de aplicaciones de usuario.

Las dos primeras mantienen a todas las partes del set-top box operando juntas; los proveedores de estas son Microsoft, Wind River, Linux (tales como Lineo y JNT), Microware Systems y PowerTV. La capa middleware son los programas que operan debajo de las aplicaciones de TV interactiva y encima del sistema operativo proporcionando a los programadores de set-top box una interfaz API con la cual puedan escribir aplicaciones; los competidores claves en este mercado son Open TV, Liberate Technologies, Canal Plus Technologies, Power TV y Microsoft. La capa de software de aplicación es usada por los suscriptores para ver los videos y aprovechar las características de interactividad que ofrece el servicio.

En la figura 2.3 puede observarse la arquitectura software de un set-top box.

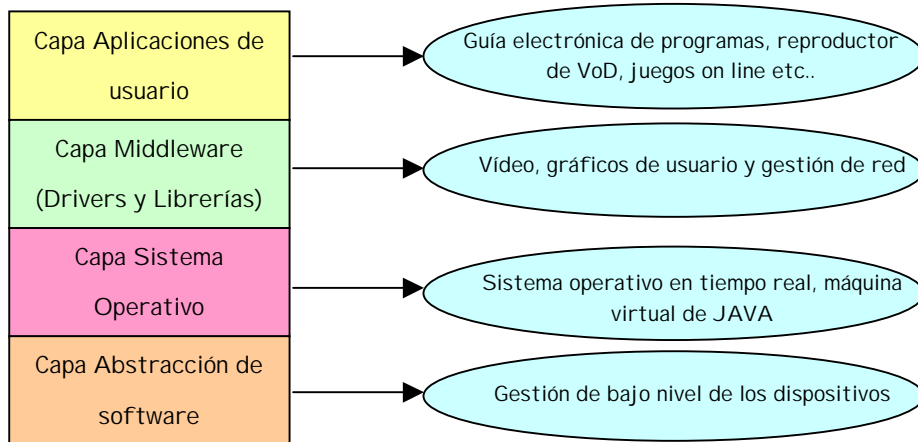


Figura 2.3 Arquitectura software de un set-top box

Todo lo anterior hace que un set-top box sea más complejo que un computador y obviamente costoso, actualmente puede estar entre 400 y 500 dólares, y esto es una barrera que deben superar las empresas prestadoras del servicio VoD ya que en la mayoría de ellas los set-top box son proporcionados libre de costo para los usuarios o su alquiler va incluido en el cargo básico mensual del servicio.

2.4.1.3 Decodificación de la Señal

Los principales protocolos usados en Internet para la compresión digital de video son MPEG y Apple Quicktime, ambos proporcionan una rápida transmisión de los flujos de video con un compromiso grande en la calidad del mismo. Estos dos protocolos pueden ser usados por los proveedores de servicio VoD, pero MPEG ha sido más popular y es el estándar más comúnmente usado.

Hay dos formas posibles para decodificar los flujos MPEG enviados desde las redes de distribución local del servicio VoD:

2.4.1.3.1 Computador Personal (PC)

Utilizar un computador personal para decodificar y observar las películas requiere comprar una tarjeta especial con un conector apropiado que sirva de interfaz hacia la red de distribución local. Las ventajas de esta opción de montaje son:

- Opción más económica.
- Ver las películas en el monitor del PC, posiblemente en una ventana.
- Usar un monitor de alta resolución.
- Interfaz sofisticada con manejo de ratón.
- Fácil integración con Internet y otras fuentes de información entretenimiento orientadas a computadoras personales.

Las desventajas son:

- Los PC's tienen pantallas pequeñas.
- La localización de los monitores es en estudios en vez de salas.
- El uso del equipo es personal mas no colectivo.
- Se cuenta con menor emisión de luz que los televisores.

2.4.1.3.2 Televisor (TV)

El proveedor del servicio de VoD alquila o vende al usuario un set-top box para conectar el televisor a la red de distribución local. La principal ventaja de esta opción es:

- Proliferación de los aparatos de TV en la actualidad.

Las desventajas de esta opción son:

- Monitor con baja resolución (inapropiado para material orientado a texto, como el [www](#)).
- Interfaz deficiente (control remoto para seleccionar opciones de un menú).
- Precios altos para el componente [set-top box](#).

En la actualidad la mayoría de los proveedores de servicio de video por demanda han optado por ofrecer el [set-top box](#) en alquiler (dentro del cargo del servicio) para la decodificación de las tramas MPEG y presentación de las películas en los televisores de los usuarios, aunque en el mercado también existen varias aplicaciones para video por demanda, basadas en el Web, y que son ejecutadas por el usuario en su computador personal.

2.4.2 Oficina de Conmutación

Es el lugar desde donde se distribuyen los servicios de VoD hacia los suscriptores. Ahí se encuentran los terminadores de cabecera ([head-end](#)) de las compañías telefónicas y de cable. Contiene cuatro partes principales:

- [Head-end](#)
- [Gateway](#) VDT
- [Switch](#)
- Servidor local o de [spooling](#)

2.4.2.1 Head-end

Dispositivo en el cual las tramas de video son formateadas y organizadas para llevarlas a la red de distribución local. Si se usa tecnología ADSL las tramas de video son conmutadas en el lazo del suscriptor tal como lo hacen con llamadas telefónicas. Si se usa cable coaxial, el procedimiento es básicamente similar al de los proveedores de CATV, donde las señales de

audio y video recibidas vía satélite son moduladas en el canal correspondiente, amplificadas y enviadas a la red de cable coaxial.

2.4.2.2 Gateway VDT (Video Dial Tone)

El Gateway de Tono de Marcación de Video, es un dispositivo que provee el servicio conmutado de video asimétrico por el cual el cliente escoge un material de video de varios disponibles y recibe respuesta en tiempo real. El VDTG puede crear y manejar la conexión entre el proveedor de información y el set-top box del usuario.

2.4.2.3 Switch

Es el dispositivo encargado de realizar todas las labores de conmutación de tramas MPEG hacia los set-top box de usuario que previamente han establecido una sesión con el VDTG.

2.4.2.4 Servidor Local de Spooling

Dispositivo encargado de pre-posicionar los videos más recientes y populares cerca de los usuarios, con el fin de ahorrar ancho de banda durante las horas de mayor tráfico en la red.

2.4.3 Redes

En la figura 2.1 se pueden observar varias redes involucradas en la prestación del servicio VoD, una red de área amplia (WAN), que puede ser nacional o internacional y tiene capacidades de gran ancho de banda, es el backbone del sistema. Conectados a ella están miles de redes de distribución regional, tal como TV por cable o sistemas de distribución de compañías

telefónicas, y por último las redes distribución local que llegan hasta las casas de los usuarios, en donde terminan en un set-top box.

2.4.3.1 Red de Distribución Local

Es una red no conmutada que conecta a las oficinas de conmutación con la unidad set-top box del cliente. Su principal característica es que el tráfico es asimétrico, esto significa que se necesita gran ancho de banda desde el servidor de video hacia el usuario para transportar las tramas de películas y videos, y poco ancho de banda desde el usuario al servidor de video para la señalización de usuario.

La red de distribución local ha sido quizás uno de los principales elementos en contravía de la proliferación del servicio VoD; no obstante hay muchas investigaciones en camino y varios métodos que las compañías de teléfonos han desarrollado para proporcionar a los usuarios un servicio VoD de calidad entre los que sobresalen los siguientes: CATV, HFC , FTTC, FTTH y ASDL, las cuales ya se expusieron brevemente en el capítulo 1.

En el capítulo 3 se amplían los detalles sobre la tecnología ADSL ya que es la más usada para la prestación de servicios de VoD en empresas de TPBC, puesto que emplea en su mayoría la infraestructura física existente y algunas otras tecnologías híbridas de último kilómetro con acceso inalámbrico que serían viables de usar en una empresa como Capitel.

2.4.3.2 Red Regional

La red principal está conectada a muchas redes regionales. Su trabajo es transportar los datos tan rápido como sea posible a la apropiada red de distribución local.

Hay dos tipos diferentes de redes regionales, una la centralizada y otra la distribuida. La red regional centralizada tiene un servidor de video que maneja todas las llamadas; esto aumenta los costos en las comunicaciones ya que un requerimiento del usuario tiene que atravesar toda la red para ser atendido por el equipo central. Por otro lado, la red regional distribuida tiene servidores de video locales conectados a los nodos de la red independientes del servidor de video principal; la idea es que ciertas películas populares puedan ser fácilmente almacenadas en un tiempo determinado para los usuarios más cerca de ellos en la red de distribución local; esto disminuye los costos de comunicación pero aumenta los costos de almacenamiento porque deben haber múltiples copias de una misma película en varios nodos de la red.

Muchas compañías han preferido la infraestructura centralizada, pero Southwestern Bell y Microsoft desde sus primeros intentos hacia el año 1997 en Richardson-Texas, utilizaron la arquitectura distribuida llamada Tiger para la prestación de servicios de videojuegos y aplicaciones MS por demanda; Tiger es una arquitectura que utilizan los servidores RS/6000 de IBM, en los cuales corre un sistema de archivos en paralelo sobre el sistema operativo AIX y fue diseñado específicamente para servicios distribuidos y de gran escala como los de video interactivo por demanda.

2.4.3.3 Red Principal

Es una red conmutada que usa cables de fibra óptica para conectar las oficinas de conmutación con los servidores de video central. Como el servicio de video por demanda requiere la transferencia de grandes volúmenes de datos a gran velocidad, y muchos protocolos de comunicaciones, esta red que es el backbone de todo el sistema, ha sido diseñada sobre plataformas robustas de red que interconectan varios dispositivos de alta velocidad tales como Synchronous Digital Hierarchy (SDH), Asynchronous Transfer Mode (ATM) o ATM sobre SDH.

Las redes ATM transportan datos en ratas de 1.55 a 622 Mbps sobre cables de cobre y fibra óptica, siendo la tecnología de mayor importancia en el caso de VoD sobre redes de conmutación de paquetes IP, y las redes SDH son un esquema de transporte usado en varias empresas de TPBC y que tiene la capacidad de multiplexar flujos de información de rata variable en contenedores hasta de 2,5 Gbps llamados STM-16, incluyendo capacidades de multiplexar flujos ATM.

Además de los grandes requerimientos en ancho de banda es importante que la red garantice una transmisión con bajo jitter, un fenómeno que ocasiona la variación del tiempo de tránsito de los paquetes sobre la red y puede generar muchos problemas en aplicaciones de tiempo real como VoD, desde la degradación de la imagen y de la calidad de audio, hasta la pérdida completa de la información.

2.4.4 Servidores

El servidor de video es en realidad un dispositivo de E/S masivo en tiempo real, por lo cual necesita una arquitectura de software y hardware mucho más robusta que un simple PC o una estación de trabajo UNIX. Para dar soporte a una gran cantidad de usuarios y con una alta variedad de información y programas, de acuerdo a la arquitectura del sistema de video por demanda, este debe tener de uno a varios servidores de video capaces de garantizar el almacenamiento información en medios de acceso rápido y suministrar grandes volúmenes de información, que pueda ser requerida por los clientes simultáneamente y en cualquier momento. Por lo tanto los servidores de video son el núcleo del sistema VoD y el componente que más requiere horas de ingeniería y consideraciones para su diseño. Las principales funciones de un servidor de video son:

- Manejar las peticiones de usuario.
- Controlar autenticación de usuarios.
- Recuperar datos.

- Encriptar y garantizar la transmisión de las tramas de video.
- Soportar las funciones VCR (Virtual Control Remote).

2.4.4.1 Arquitectura Hardware

El servidor posee varios subsistemas hardware conectados a un bus de alta velocidad de al menos 1 Gbps; sus componentes más importantes son la Unidad Central de Procesamiento (CPU) y los medios de almacenamiento.

2.4.4.1.1 Estructura de Almacenamiento

Existen varios medios físicos donde los servidores pueden almacenar los videos. Sí se analiza un ejemplo práctico, una película de 90 minutos sin comprimir puede requerir cerca de 115 Gbyte de almacenamiento en línea para una calidad de reproducción National Television Systems Committe (NTSC). Usando compresión MPEG-2, una película normal ocupa aproximadamente 1.8 GB y esto lleva a la necesidad de medios de almacenamiento baratos, rápidos y confiables. Dentro de los diferentes medios de almacenamiento tenemos:

- Cinta Magnética: es la forma más barata de almacenar grandes volúmenes de información. Actualmente se encuentran disponibles en el mercado servidores de cinta mecánicos que contienen miles de unidades y tienen un brazo robótico para buscar una cinta e insertarla en una unidad de reproducción. El problema con estos sistemas es que el tiempo de acceso es muy largo (especialmente para la segunda película en una cinta), la tasa de transferencia, y el número limitado de unidades de cinta (para servir N películas a la vez, se necesitarían N unidades de cinta magnética).
- Medios Ópticos: los CD-ROM actuales tienen una capacidad de 650 MB, pero la próxima generación podrán almacenar hasta 4GB, lo que los hace apropiados para la

distribución de películas en MPEG-2. A pesar de que los tiempos de búsqueda (seek time) son lentos comparados con discos magnéticos (100 ms vs. 10 ms), su bajo costo y alta confiabilidad hace posible el almacenamiento de videos en especie de rocolas ópticas (optical juke boxes), que pueden contener miles de CD-ROM, una buena alternativa para las películas más solicitadas.

- Discos Magnéticos: estos tienen un tiempo de acceso bajo aproximadamente 10 ms, altas tasas de transferencia (10 Mbps) y una muy buena capacidad de almacenamiento (desde 10 GB hasta arreglos RAID¹ de varios GB), lo que los hace apropiados para contener las películas que estén siendo transmitidas (contrario a sólo almacenarlas en caso que alguien las requiera). Su principal desventaja es el alto costo generado en el caso de guardar películas que son solicitadas raras veces por los usuarios.
- Memoria RAM: este es el medio de almacenamiento más rápido, pero también el más costoso. Es apropiado para películas que están siendo enviadas a distintos destinos al mismo tiempo (p.e., T-VoD para 100 usuarios que comenzaron en momentos diferentes a ver una película determinada).

La siguiente figura nos muestra como es la jerarquía de almacenamiento para estos medios.

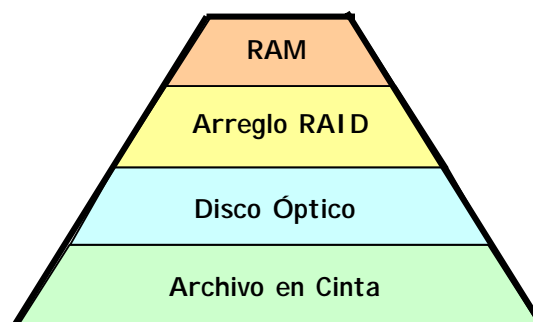


Figura 2.4 Jerarquía de almacenamiento de un servidor de video

¹ RAID, Redundant Array of Inexpensive Disks. Arreglo Redundante de Discos Económicos (Ver Glosario).

El hecho de que algunas películas tengan mayor demanda que otras sugiere una posible solución en la forma de utilizar la jerarquía de almacenamiento que se muestra en la figura anterior; claramente se observa que el desempeño de los medios es mejor conforme se sube en la jerarquía, por lo que las películas con mayor demanda deberán ser almacenadas en los niveles superiores.

Las características técnicas que deben tenerse en cuenta para escoger una estructura de almacenamiento en el servidor de video son:

- Esquema de almacenamiento jerárquico: el servidor de video debe usar una estructura híbrida que combine diferentes medios de almacenamiento tales como RAM, arreglos de disco duro y dispositivos ópticos o magnéticos de lectura/escritura, y contar con un algoritmo eficiente de localización del medio para migrar los programas de un medio físico a otro considerando la demanda de los mismos. Aunque existen controladores individuales para cada grupo de dispositivos físicos lo ideal es contar con un nodo de conmutación controlado por software.
- Arquitectura escalable: implica que el servidor pueda expandirse tanto en número de títulos (películas almacenadas) como en número de usuarios atendidos. Para esto puede incorporar una serie de servidores de datos en paralelo formando un backbone distribuido y un servidor de nombre que sea el encargado de almacenar la información de localización y el control de acceso a las películas. Cualquier requerimiento de usuario accesa primero al servidor de nombres de dominio el cual localiza al servidor de datos apropiado.
- Subsistema de almacenamiento: consta de una unidad de control, discos/cintas de almacenamiento y mecanismo de acceso. Actualmente hay varias técnicas para incrementar el rendimiento y la redundancia de los datos digitales en múltiples discos.

Puede usarse la técnica de striping², que graba porciones intercaladas de bloques de archivo en múltiples discos; esto disminuye la latencia para el acceso a los bloques por lectura paralela del bloque completo. También puede usarse declustering, que distribuye los bloques de los archivos en múltiples discos, por lo que con la lectura en paralelo incrementa la rata de los flujos de video. Pero el mayor desempeño se logra utilizando la técnica de replicación, aquí los datos son copiados en varios servidores de acuerdo a la demanda de los usuarios, por ejemplo, la hora del día, el promedio de usuarios conectados simultáneamente etc.

Con todas las anteriores premisas, un servidor de video debe implementarse con arquitectura típica de hardware que contiene los elementos mostrados en la figura 2.5:

- Una o más CPU RISC de alto desempeño, cada una con su memoria local.
- Una memoria principal compartida.
- Una memoria RAM que sirve de caché para películas populares.
- Variedad de dispositivos para almacenar las películas.
- Hardware de red, normalmente una interfaz óptica hacia una red ATM, o SDH, que serviría para interconectar el servidor principal con servidores de almacenamiento temporal.

2.4.4.2 Arquitectura de Software

Las CPU del servidor, son utilizadas para manejar peticiones de usuario, localizar películas, mover datos entre dispositivos, facturar, y muchas otras funciones. Todas las CPU de los servidores tendrán que correr un sistema operativo en tiempo real. Estos sistemas normalmente dividen el trabajo en pequeñas tareas, cada una con un tiempo límite de finalización. Ver figura 2.6.

² Ver glosario.

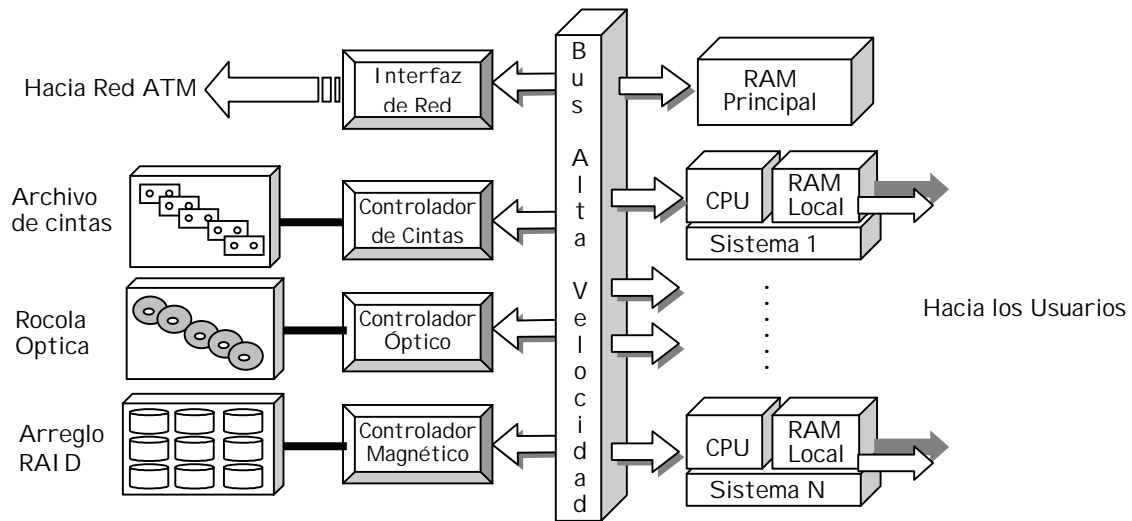


Figura 2.5 Arquitectura hardware de un servidor de video

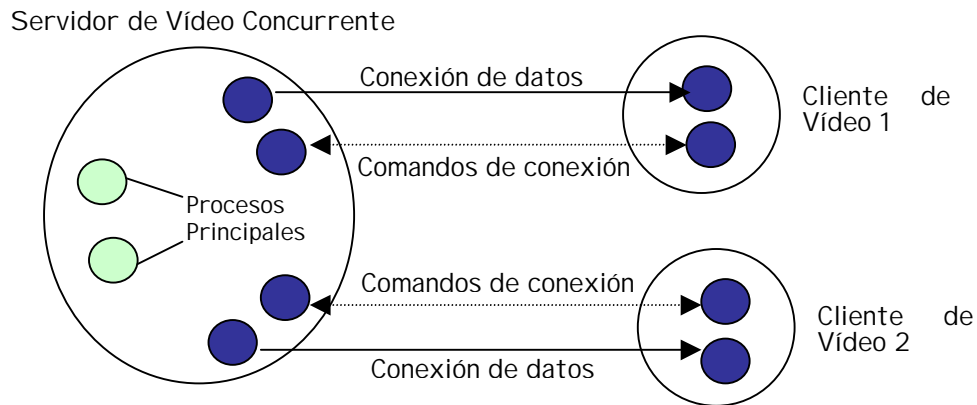


Figura 2.6 Arquitectura de Software de un Servidor de Video

El software de la CPU también define la naturaleza de la interfaz usuario-máquina, es decir como son presentados los datos a los usuarios a través de los servidores de pooling y set-top box. Entre los diseños más difundidos se encuentran:

- Un sistema de archivos tradicional, en el cual los usuarios pueden efectuar operaciones como abrir, leer, escribir y cerrar. En este caso la ejecución de un comando sólo afecta la porción de archivo visible al usuario, de tal forma que si se requiere modificar otra porción de archivo debe enviarse un nuevo comando.

- Una interfaz similar al reproductor de videos tradicional. Los comandos enviados al servidor son abrir, reproducir, pausar, adelantar y retroceder el video. La diferencia con el modelo anterior es que una vez se envía el comando reproducir, el servidor se mantiene suministrando información a una rata constante (cuadros del video), sin requerir un nuevo comando.

Como se había mencionado anteriormente en un servidor de video, es básica la administración de los discos del sistema, esta tarea es efectuada desde la arquitectura del software y básicamente se resume en dos labores principales:

1. Extraer las películas de medios de almacenamiento secundario o terciario (cintas o CD-ROM) y localizarlas en el medio de almacenamiento primario (disco magnético). Pueden usarse dos esquemas para realizar el almacenamiento de los videos en los discos:

- Granja de discos (disk farm): cada disco tiene grabado algunas videos completos y a su vez estos deben estar grabados a lo sumo en dos unidades adicionales por redundancia.
- Arreglo de discos (disk array): en este esquema comúnmente llamado RAID, cada video se graba en múltiples unidades pero dividido en bloques así: el bloque 0 en la unidad 0, bloque 1 en la unidad 1, ..., el bloque n en la unidad n y luego se vuelve a comenzar a grabar en la unidad 0 hasta que se concluya el tamaño del video. De este esquema de almacenamiento ya se había mencionado y su nombre es striping.

El esquema RAID tiene ciertas ventajas sobre una granja de discos ya que las n unidades pueden estar corriendo en paralelo y esto incrementa el desempeño en un factor n y tampoco existen problemas de balanceo de carga en los discos ya que los videos están distribuidos en cada uno de ellos por bloques, pero es un esquema más complicado, costoso y altamente sensible a múltiples fallas, además que no es efectivo para interfaces set-top box que incluyen funciones de VCR.

2. Gestionar el flujo de salida del video en tiempo real y a una tasa de transmisión constante puesto que esta varía de acuerdo a la compresión de los cuadros del video. Para esto se requiere tener un buffer de almacenamiento en el servidor y otro del lado del usuario.

En la siguiente figura se puede observar la utilización de un buffer de almacenamiento en el servidor de video. En el disco hay una cantidad fija de datos grabados, la lectura de estos datos se realiza a través del tiempo (en pulsos discretos cada vez que se lee un bloque de datos del disco), pero como la rata de transmisión de video debe ser constante, entonces es necesario que el servidor primero lea los datos y luego los transmita, de ahí nace el requerimiento de almacenarlos en un buffer temporal. El área sombreada en la figura muestra los datos en este buffer, y representa los datos que han sido leídos del disco pero todavía no han sido transmitidos.

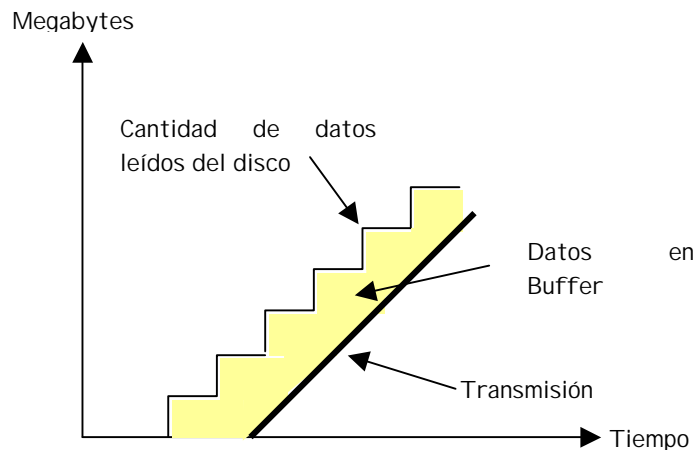


Figura 2.7 Utilización de buffer de disco en el servidor

Otras funciones que debe cumplir la arquitectura software de un servidor de video son:

- Gestión del control de acceso: esto implica la aceptación de nuevos requerimientos de flujos de datos de usuario sin deteriorar el desempeño de los flujos actuales.
- Cifrado y manejo de contraseñas: esto garantiza que sólo los usuarios que han pagado por el acceso a determinados videos puedan acceder a ellos. Puede pre-encryptarse

todo el video o hacerlo en el momento de la transmisión usando un algoritmo sencillo; esta última opción es la más común y la menos costosa.

Respecto al flujo de datos en un servidor de video, estos se pueden representar con un diagrama de transición de estados como se observa en la siguiente figura. Cada círculo representa un estado del servidor y los enlaces definen las operaciones posibles que realizaría un usuario del servicio VoD y que debe proveer el software del servidor de video.

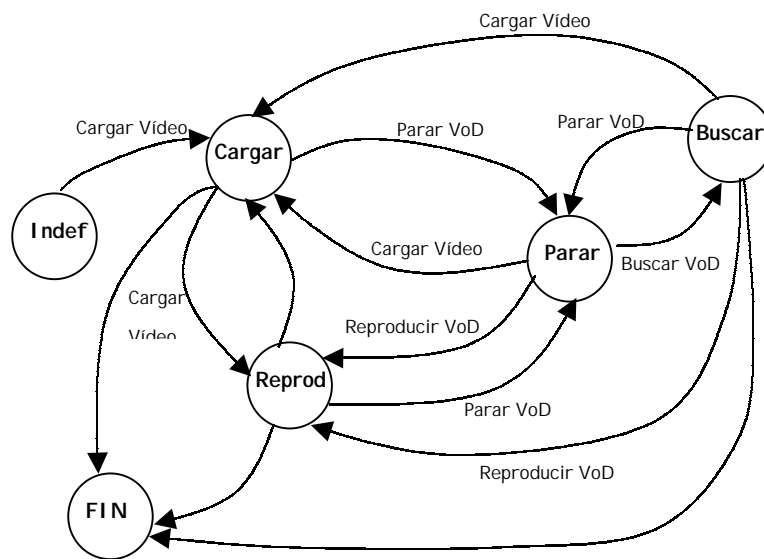


Figura 2.8 Diagrama de Estados de un Servidor de Video

2.5 ESTÁNDARES DE AUDIO Y VIDEO

Para soportar los servicios de VoD puede hablarse de dos grupos grandes de estándares y protocolos que logran la compresión y codificación de video/audio y posibilitan su transmisión sobre las redes de comunicación actuales. El servicio de VoD puede prestarse a través de

redes de conmutación de circuitos o redes de conmutación por paquetes; en cada caso se tratarán los estándares más importantes.

2.5.1 Para Redes de Conmutación por Circuitos

Las compañías telefónicas que prestan los servicios de VoD utilizan los siguientes estándares:

- H.120 (reemplazado por H.261).
- H.261 (De la UIT).
- MPEG (De ISO).
- MHEG (De ISO).
- DSM-CC (De ISO).
- DAVIC (De DAVIC).

Aunque varios de estos empezando por MPEG son usados también en redes de conmutación de paquetes como Intranet/Internet, cabe recalcar que en éstas los protocolos de streaming media³ son necesarios y el estándar más importante es H.323.

2.5.1.1 H.261

La recomendación H.261, llamada comúnmente px64, describe los métodos para codificación y decodificación de video para los componentes audio/visual de un compendio de cuadros en movimiento a una tasa $p \times 64$ Kbps, donde p está en el rango 1 a 30 y representa al codificador de la fuente de video.

³ Ver definición sección 2.5.2

Este estándar fue inicialmente desarrollado para el transporte de video sobre RDSI y prestar servicios de videoconferencia y video-telefonía. Esta última demanda baja calidad de video y por lo tanto poco ancho de banda y en este caso el parámetro p puede tomar valores de uno o dos; en cambio para videoconferencia como la calidad de la imagen debe ser alta se requiere por lo menos que el parámetro p sea igual a seis.

H.261 define dos formatos de archivo: Common Intermediate Format (CIF), el cual tiene 288 líneas por 360 pixels/línea de información de luminancia y 144 x 180 de información de crominancia; y Quarter Common Intermediate Format (QCIF) el cual tiene 144 líneas por 180 pixels/línea de información de luminancia y 72 x 90 de información de crominancia. La escogencia de CIF o QCIF depende de la capacidad del canal y su disponibilidad, por ejemplo QCIF es usado normalmente para redes con p menor a tres.

El algoritmo actual de codificación es similar a MPEG pero incompatible con él. Otra diferencia es que H.261 necesita mucho menos potencia de CPU para codificación en tiempo real comparado con MPEG. El algoritmo incluye un mecanismo que optimiza el ancho de banda usado.

2.5.1.2 MPEG

Hacia los años 80 surgió la necesidad de compresión de imágenes digitales fijas de alta resolución con el fin de optimizar los recursos computacionales tanto de disco duro y en las transmisiones de imágenes a través de módem de baja velocidad; en esa época se adoptó la norma del Grupo de Expertos Fotográficos Asociados (Joint Photographic Experts Group, JPEG). Como el video es una secuencia de imágenes digitales fijas, al poco tiempo, en 1988 se constituyó el Grupo de Expertos de la Imagen en Movimiento MPEG formalmente denominado como ISO/IEC JTC1/SC29/WG11, que hasta la actualidad ha estado encargado de establecer las normas internacionales para codificar información de audio-video en un formato de compresión digital.

Inicialmente el estándar MPEG-1, (terminado hacia 1991 y conocido como el estándar ISO 11172), estaba pensado para entornos libres de errores como el almacenamiento digital, o aplicaciones multimedia y es optimizado para trabajar con resoluciones de 352x240 pixels a 30 cuadros por segundo (NTSC) o 352x288 píxeles a 25 cuadros por segundo (PAL), y ratas de datos de 1.5 Mbps iguales que las de lectura de un CD-ROM. Posteriormente en el año 1994 apareció el estándar MPEG-2, o ISO/IEC IS 13818, con mejor resolución que MPEG-1 porque se basó en un conjunto de circuitos integrados, cuyo primer fabricante fue la compañía C-Cube Microsystems y aunque mantiene una distribución muy parecida a MPEG-1, la industria lo ha adoptado con una velocidad sorprendente ya que mejora su estructura de trama y progresa tanto en capacidad como en funcionalidad incluyendo adicionalmente:

- Dos tipos de trama de sistema: trama de programa (para entornos libres de errores) y trama de transporte (para entornos en los que existen errores).
- Soporte para la transmisión de canales criptografiados.
- Definición de un sistema de información que identifica los contenidos de la trama.
- Definición del sistema Digital Storage Media Command Control (DSMCC), que permite gobernar la reproducción de tramas de sistema guardadas en medios de almacenamiento digital.

El procedimiento de codificación MPEG-2 abarcó más formatos de codificación y ha podido utilizarse para la distribución de señales digitales de TV y HDTV, desde datos comprimidos para computadores con velocidades de menos de 4 Mbps, pasando por la televisión convencional a velocidades entre 10 y 15 Mbps, hasta la televisión de alta definición operando a 80 Mbps. El esquema MPEG-3 fue un estándar poco factible por lo que se retiró del mercado dando paso al estándar MPEG-4 que fue terminado de diseñar en octubre de 1998 e introducido comercialmente en los primeros meses de 1999. Este estándar produce un factor de compresión de 15 y puede entregar un video comprimido de 384x288 a 25fps con 22.050 Hz de sonido monocanal ocupando el increíble tamaño de 3 Mb por minuto; en palabras más claras, esto significa que la calidad que tiene un video comprimido y codificado con MPEG-4 es como un 90% de la calidad de un VHS. La ventaja más grande de MPEG-4 sobre sus antecesores fue

que no se orientó solo a la compresión sino que comenzó a tratar los datos como objetos audiovisuales haciendo la compresión más eficaz, tanto que dos horas de video y sonido en estéreo a 44.100 Hz se pudieron comprimir en un sólo CD de 74 minutos, lo que equivale a un tamaño de 650 Mb aproximadamente.

Luego de MPEG-4, ISO/IEC desarrolló el estándar MPEG-7 y lo denominó "interfase para la descripción de contenidos multimedia" el cual es un conjunto de herramientas de desarrollo.

Los estándares MPEG han sido acogidos por varios organismos de estandarización como ISO, ITU-T, SC, EBU entre otros.

2.5.1.3 MHEG

Es un estándar del grupo Multimedia and Hypermedia Information Coding Experts Group (MHEG). Este grupo desarrolló un estándar para la representación de códigos e información multimedia usado en aplicaciones interactivas en línea, como por ejemplo consultas a textos o enciclopedias, y muchas de ellas están disponibles en CD-ROM.

MHEG no es un formato de procesamiento de documentos multimedia sino que proporciona las reglas para estructurar los objetos multimedia y permite que estos se representen de forma conveniente (p.e., los objetos de video pueden ser codificados con MPEG).

Hay cuatro tipos de objetos MHEG, los cuales pueden ser información de texto, gráficas, video, audio, etc:

- Objeto de entrada (p.e., un control de usuario como un botón o menú).
- Objeto de salida (p.e., gráficos, audio, despliegues, texto).
- Objeto interactivo (un objeto que contiene objetos de entrada y salida).

- Hyper-objeto (un objeto que contiene objetos de entrada y salida con enlaces entre ellos).

Desde el comienzo el equipo MHEG ha trabajado unido con programas experimentales basados en el intercambio y validación de objetos de prueba e implementaciones piloto. Open MHEG Applications (OMHEGA) fue un prototipo lanzado en 1994 por la Comisión de Comunidades Europeas y también en el mismo año los proyectos Multimedia Audiovisual Retrieval Service (RACE/MARS) y Advanced Man-Machine Interface for Selection of TV Programs (RACE/AMMIS); estos usaron objetos MHEG en aplicaciones de video por demanda y guías de televisión multimedia para difusión de televisión digital.

2.5.1.4 DSM-CC

El protocolo Digital Storage Media Command and Control (DSM-CC) es un protocolo de aplicación que intenta proporcionar las funciones y operaciones de control específicas para manejar los flujos de bits de las normas ISO/IEC 11172 (MPEG-1) e ISO/IEC 13818 (MPEG-2). Los sistemas MPEG se han desarrollado en varias redes heterogéneas y ambientes diversos para muchas aplicaciones de VoD y televisión interactiva.

El protocolo DSM-CC proporciona acceso para aplicaciones generales MHEG y el lenguaje de primitivas así: para establecer o borrar una sesión de red usando la primitiva User Network (U-N) y para las comunicaciones entre un cliente y un servidor de datos a través de la red usando la primitiva User-User (U-U).

DSM-CC puede transportar una trama dentro de otra trama del sistema MPEG-1, trama de transporte MPEG-2 o trama de programa MPEG-2; alternativamente DSM-CC puede ser transportado por otros protocolos de transporte tales como TCP o UDP.

Hay varios modos de operación para el protocolo, estos son:

- Multi-servidor: los clientes DSM-CC pueden requerir servicio de múltiples servidores. El ambiente también contempla las comunicaciones de servidores con otros servidores.
- Multi-sesión: un DSM-CC cliente tiene la habilidad de múltiples llamadas simultáneas en progreso.
- Multi-cliente: un segmento sencillo de material puede ser accedido concurrente y secuencialmente por múltiples clientes.
- Conectividad: broadcast, punto-punto, multicast, multipunto-multipunto.
- Multiprotocolo: un cliente DSM-CC puede requerir servicio de múltiples servidores donde cada camino de comunicación atraviesa múltiples protocolos de red.

2.5.1.5 DAVIC

El propósito de Digital Audio Visual Council (DAVIC) es facilitar el desarrollo de las especificaciones de la industria, tanto de protocolos como interfaces, software y hardware.

Uno de los servicios principales de DAVIC es el VoD. Se han identificado las siguientes características y funcionalidades que soporta DAVIC:

- Los proveedores del servicio del valor agregado (VASP) empaquetan el contenido de información específica y lo envían a los usuarios, por ejemplo, asistencia de directorios, tarificación, navegación etc.
- Una unidad set top box puede conectarse a un VASP (servidor de navegación).
- Un estándar abierto y bien definido mejora la interacción entre las unidades set-top box y el VASP.
- Hay posibilidad de crear un canal de difusión unidireccional entre el VASP y la unidad set-top box.

- La información DAVIC puede ser video, datos de menú, información de tarificación, perfil de usuario etc.

2.5.2 Para Redes de Conmutación de Paquetes

Los principales protocolos multimedia de compresión de datos digitales usados en Internet son el MPEG (descrito en las redes de conmutación por circuitos) y el Apple Quicktime; este último estándar es más usado actualmente en aplicaciones de videoconferencia y proporciona velocidad de reproducción constante pero tasas de transmisión lentas; la calidad del video no es muy buena porque las imágenes son borrosas y se producen saltos entre cuadros. Lo anterior implica que MPEG sea el estándar por defecto para servicios de video por demanda, aunque varias películas de la Metro Golden Meyer (MGM) han sido comprimidas con el estándar de Apple y los fabricantes estén desarrollando set-top box basados en procesadores Power PC con compatibilidad Quicktime.

Respecto a los protocolos de transporte, TCP es el protocolo más ampliamente usado hoy en Internet y difundido e implantado en la Intranet, pero precisamente y aunque suene contradictorio no es el protocolo de transporte ideal para la transmisión de datos de video en tiempo real. Protocolo de Control de Transporte/Protocolo de Internet (TCP/IP) como protocolo de conmutación de paquetes fue diseñado para entregar paquetes libres de error desde un remitente a un receptor sin importar cuando lleguen al destinatario y convivir con la pobre confiabilidad de la transmisión del Internet; otro dato relevante es que no fue diseñado para entrega sincrónica de paquetes. Para aplicaciones en tiempo real tales como el flujo de video desde un servidor (streaming video) la información de sonido y de video necesita ser entregada de forma síncrona, lo que significa, con retardo reducido, la tasa a la que es entregada la información debe ser cuidadosamente controlada y además se necesitan que se proporcionen garantías en la entrega correcta de todos los paquetes; por esto ha sido necesario inventar otros protocolos que puedan emular una conexión síncrona sobre una red de conmutación de paquetes, en la cual no se puede predecir el rendimiento que esta brindará.

Streaming es el proceso por el cual un servidor o computador transmite video sobre la red IP Internet/Intranet para ser recibido por otras estaciones, de manera que éstas últimas puedan visualizar el video en el mismo instante que los bits de datos van llegando. Es una tecnología que procesa información con un flujo constante y continuo, las cuales son características primordiales en servicios de video sobre redes IP Internet/Intranet. En palabras más técnicas, segmenta los datos en muchos paquetes de tamaño apropiado para el ancho de banda disponible entre el cliente y el servidor de video; cuando el cliente ha recibido paquetes suficientes, el software de usuario, es decir, la capa de aplicación (capa 7 de OSI) puede a su vez reproducir un paquete, descomprimir otro y recibir un tercero, sin necesidad de descargar la información completamente, lo que se traduce en que un usuario puede empezar a ver y escuchar su película inmediatamente sin tener que bajar el archivo multimedia completo.

Existen numerosas tecnologías para el streaming disponibles en Internet. Por ejemplo, para la transmisión de audio un estándar mundial es Real Audio de la compañía Real Networks.

2.5.2.1 Estándar H.323

Es muy importante mencionar al estándar H.323 ya que este define el método para efectuar comunicaciones de audio y video sobre redes de conmutación de paquetes que no garantizan calidad de servicio, tales como Internet e Intranet; está compuesto por una serie de estándares y protocolos que incluyen compresión de datos de audio y video, participación en conferencias múltiples y operación con puntos finales que no son H.323.

La recomendación inicial sobre H.323 fue denominada "Sistemas y Equipos para telefonía visual en redes de área local (LAN) que no proveen garantías en calidad del servicio (QoS)", y fue finalizada y aprobado por la UIT en octubre de 1996.

Como la calidad del video sobre la red de conmutación de paquetes todavía no era buena, los proveedores comenzaron a explorar otras opciones usando una parte de transmisión sobre redes de conmutación de paquetes y otra sobre redes de conmutación de circuitos, y la necesidad de los clientes de enviar y recibir imágenes en tiempo real sin experimentar retardos con calidad de televisión digital hizo evolucionar el estándar H.323 a una segunda versión a principios de 1998; la nueva recomendación tomó el nombre de “Sistemas de comunicación multimedia sobre redes de conmutación de paquetes”. Desde su nacimiento, el protocolo H.323 ha revolucionado la telefonía y el video sobre redes IP y de allí que sea fundamental conocer algo de su esquema.

H.323 asegura que los equipos de distintos fabricantes se entiendan; así, los usuarios no se tienen que preocupar de cómo actúe el equipo receptor, siempre y cuando cumpla este estándar. También está contemplado en el estándar gestionar el ancho de banda disponible para evitar que la LAN se colapse con la comunicación de audio y video, por ejemplo, limitando el número de conexiones simultáneas.

2.5.2.1.1 Arquitectura de H.323.

En la arquitectura del estándar H.323 aparecen los protocolos Streaming Media RTP, RTCP, RTSP y RSVP, usados para transmitir datos multimedia a través de la red.

En la parte intermedia de la pila de protocolos del estándar H.323 se encuentran los protocolos para Transporte en Tiempo Real (RTP - Real-Time Transport Protocol) que como su nombre lo indica proporcionan un mecanismo para el transporte de datos en tiempo real (tales como audio y video) a través de una LAN; intenta superar el jitter de paquetes, paquetes perdidos y secuencia de errores. No garantiza calidad del servicio para comunicaciones en tiempo real y el transporte de datos lo realiza bajo la supervisión de su complemento (RTCP Real-Time Transport Control Protocol) para Control del Transporte en Tiempo Real. Es utilizado también para dar reportes estadísticos entre el envío y recepción en el protocolo

RTP, indicar el estado de congestión de la red y reducir el incremento de paquetes perdidos (ajuste automático de ancho de banda). Además permite sincronizar más de un flujo de información RTP que H.323 no puede hacer porque está basado en la transmisión periódica de paquetes de control para todos los participantes de una sesión.

Para la transmisión de video sobre IP, el estándar H.323 se apoya en un par de estándares el H.261 o H.263 que reemplazó al H.120 del antiguo CCITT para permitir que la información de video sea formateada o codificada sobre la de audio (videoconferencia), formando parte de la carga útil del paquete RTP; como en estos estándares se envían sólo los cambios entre cuadros resulta muy sensible a la pérdida de paquetes, lo que da origen a la distorsión de la imagen recibida.

Por otro lado, la norma H.323 hace uso de los procedimientos de señalización de los canales lógicos contenidos en la norma H.245. Estos procedimientos se proporcionan para fijar las prestaciones del emisor y receptor, el establecimiento de la llamada, intercambio de información, terminación de la llamada y cómo se codifica y decodifica. Por ejemplo, cuando se origina una llamada telefónica sobre Internet, los dos terminales deben negociar cual ejerce el control, de manera tal que sólo uno de ellos origine los mensajes especiales de control.

Para la conferencia de datos H.323 se apoya en la norma T.120 de la Unión Internacional de las Telecomunicaciones-Sector de Estándares de Telecomunicaciones (ITU-T), con lo que en conjunto con los demás protocolos y estándares soporta las aplicaciones multimedia.

Otros protocolos que son necesarios mencionar aunque no aparecen en las figuras y también proporcionan soporte para aplicaciones en tiempo real son:

2.5.2.2 RTSP - Real Time Streaming Protocol

Más que un protocolo es considerado un framework usado típicamente para controlar múltiples sesiones de datos para aplicaciones streaming. RTSP proporciona los siguientes mecanismos y beneficios concretos para los proveedores y usuarios de Internet.

- Bidireccionalidad habilitando un control de flujo total.
- Alta realizabilidad sobre las actuales infraestructuras de red.
- Bajos encabezados de datos.
- Listo para explotación de las tecnologías y protocolos emergentes (IP Multicast, RTP etc.).
- Seguridad y escalabilidad.
- Protección de derechos de propiedad intelectual.

Es implementable en múltiples plataformas de sistema operativo tanto en clientes como servidores (MAC, Windows 95/NT, Windows 3.1, UNIX), donde RTSP habilita el desarrollo de aplicaciones multimedia.

2.5.2.3 RSVP - Resource Reservation Protocol

Protocolo que se encuentra situado encima de la capa de Internet, dentro de la estructura del protocolo TCP/IP, ocupando el lugar de los protocolos de transporte; pero RSVP no transporta datos ni realiza enrutamiento de los datagramas, sólo proporciona un mecanismo para configurar y gestionar la reserva de ancho de banda en sesiones streaming permitiendo la adaptación de una transmisión a las fluctuaciones de tráfico de las redes.

Este protocolo es usado para implementar la calidad de audio y video sobre IP y proveer garantía de QoS a las aplicaciones. Es importante entender que RSVP es un protocolo de señalización (no transporta datos, solamente informa a los dispositivos acerca de ellos) y es orientado a recepción.

A diferencia de la bidireccionalidad de RSTP, el protocolo RSVP reserva en una sólo dirección, es decir es un protocolo simplex.

Luego de entender todo el esquema de la pila de estándares y protocolos de H.323, se observa que la importancia de este estándar puede ser contestada en una sola palabra, "interoperabilidad".

El estándar H.323 habilita comunicaciones multimedia en tiempo real y conferencia sobre redes de conmutación de paquetes cubriendo funciones como:

- Selección de codificadores de audio y video.
- Posibilidad de compartir aplicaciones.
- Control de llamada.
- Control de los sistemas.

Todo lo anterior permite a los proveedores de servicio VoD desarrollar productos que puedan interoperar en las comunicaciones de video y audio para las redes LAN.

2.6 APLICACIONES VoD

Al utilizar VoD en una red esta puede funcionar de varias maneras, tales como un centro de compras, una guía multimedia de una librería o museo, o simplemente como fuente de información en productos y servicios.

Los planes comerciales, líneas aéreas, ferrocarriles y trenes se han venido adaptando a la tecnología del VoD, abriéndose campo en el mercado de los productos en cuanto a transporte se refiere. Ahora los pasajeros pueden escoger sus planes o programas en terminales individuales; además tendrán juegos, información turística, noticias y otros servicios

relacionados con el transporte. Un fuerte crecimiento ha venido experimentando este tipo de productos y servicios debido al desarrollo de la tecnología, la cual ha tenido precios razonables en la medida en que ha venido haciéndose más popular.

Los juegos por demanda son una excelente aplicación del innovador y emergente mercado en el servicio por demanda, ya que no requiere la creación de nuevos juegos sino que está usando los miles de juegos multimedia existentes. Los juegos corren remotamente desde un servidor en la unidad personal de VoD sin poderlos bajar del mismo. Tecnológicamente la aplicación puede correr transparentemente usando infraestructura ATM o ADSL.

La tecnología de VoD abre un nuevo canal para la transferencia de información entre instituciones educativas. Los usuarios tienen el beneficio de poder conectarse a bases de datos de textos y videos, y otros módulos de videos de un autor. Esta tecnología aumenta la disponibilidad de información multimedia a la educación y genera un incremento sustancial en los procesos educativos. El VoD permite mejores cursos a distancia, es mucho más práctico e interesante, y por supuesto de gran complemento en las actividades en clase. Y así se abre otra área para VoD, además de la economía y los negocios.

En la siguiente tabla pueden observarse algunas de las aplicaciones más frecuentes del servicio VoD, aunque pueden implementarse muchas más:

Tabla 2.1 Aplicaciones más frecuentes en VoD

APLICACIÓN	DESCRIPCIÓN
Películas en Demanda	Los clientes pueden seleccionar y ver películas con todas las aplicaciones que presta un servicio de control remoto.
Video Juegos Interactivos	Los clientes pueden tener juegos sin necesidad de comprar una copia física del mismo.
Noticias Interactivas	El cliente puede tener mayor información y en detalle de las historias seleccionadas.
Búsqueda de Catálogos	Los clientes examinan y adquieren productos comerciales.
Aprendizaje a Distancia	Los clientes se inscriben en cursos que son dictados desde

	sitios remotos. Estos cursos responden a las preferencias individuales y al tiempo disponible.
Publicidad Interactiva	Los clientes examinan los productos a través de servicios y ejemplos.

2.7 PROVEEDORES VOD

A continuación se presentan varias tablas con el resumen de los principales proveedores de servicios de contenido multimedia a nivel mundial y la tecnología empleada.

Tabla 2.2 Proveedores Servicios Interactivos en EE.UU.

Compañía	Ubicación	Tecnología	Set-top box	Servidor	Servicios	Inicio	# Usuarios
Bell Atlantic	Dover Toms River NJ	Switch DigVid	Philips, FutureVision, TeleTV	nCUBE, FTTC	NVOD, PPV, transacción	1996	38000
Bell Atlantic	Fairfax Vir	ADSL	Stellar One	nCUBE,	VOD, Internet.	1995	1000
Bell South	Atlanta GA	Fibra/Coaxial	Sci/Atlanta	H/P	VOD, NVOD transacción	1996	12000
Pacific Bell	California	Fibra/Coaxial	Sci/Atlanta	N/D	NVOD, VOD	1996	10000
Sprint	Wake Forest, NC	N/D	N/D	N/D	VOD, Sega, Info	1995	1000
Copper Mountain Networks e InfoValue Computing	Washington, D.C	ADSL	N/D	N/D	VOD, Internet	2001	N/D

Tabla 2.3 Proveedores Servicios interactivos fuera de Estados Unidos

Compañía	Ubicación	Tecnología	Set-top box	Inicio	# Usuarios
British Telecom.	UK	ADSL	Apple	1995	2,500
Cambridge Cable	UK	Fibra/Coaxial	Online Media	1994	250
Bell/Nynex/TeleWest	UK	N/D	N/D	1996	1,000
Deutsche Telekom	Alemania	ADSL/ATM/HFC Satélite	Alcatel Nokia IBM HP	1996	1,500,000
French Telecom	Francia	ADSL, FTTH	Phillips, SEMA	1996	1-2,000
Canel+	Francia	Satélite	Sony Pioneer Sagem Phillips Thompson	1996	N/D
Swiss Telecom	Suiza	Coaxial	Phillips	1995	800
Svenska Kabel TV	Suecia	Fibra/Coaxial	Digital, Vela Research	1995	500
Telecom Italia	Italia	ADSL	B.Atlantic, OS-9/David	1995	1,000
Telecom Australia	Australia	ADSL	CLI, OS-9/David	1996	2,500
Hong Kong Telecom	Hong Kong	FTTB, ATM	NEC, OS-9/David	1996	65,000
Israel Telecom	Israel	ADSL	Celerity Server, David Settop	1996	N/D
Korean Telecom	Korea	ADSL	Celerity Server Samsung/David Settop	1995	100
Nakano City TV	Japon	HFC/ATM	Fujitsu, OS-9/David	1995	300
NTT	Japon	ADSL/ATM	N/A	1995	400
Singapore Telecom	Singapur	ADSL, ATM	N/A	1995	300

2.8 PROSPECTIVA



Figura 2.9 Video por Demanda

Cuando se habla de VoD en la mayoría de los casos se contempla solamente la distribución de películas al hogar interactivamente, así como se observa en la figura anterior.

Pero el VoD sólo es el principio de una serie de servicios que podrán recibirse en casa a través de la línea telefónica, y esto se debe a que en el futuro la televisión digital será interactiva. Entre estos múltiples servicios se tienen:

- **Telecompra:** permitirá al usuario disponer de una teleguía de productos y seleccionará de entre ellos los que le interesen, pudiendo cargar el pago en su tarjeta de crédito o cuenta bancaria por medio de la línea telefónica y recibiendo el producto por mensajería o correo.

- Consultas de cuentas bancarias, que permitirán al usuario, mediante un módem telefónico ver en su pantalla los movimientos de su cuenta bancaria, pudiendo incluso realizar algún tipo de operación.
- Múltiple selección de los puntos de vista en los deportes o programas en vivo.
- Otras aplicaciones: la posibilidad de acceder a la información de innumerables bases de datos y poder además modificarlas, al hacer por ejemplo reservas de hoteles, de vuelos, etc.; comprar programas (por ejemplo, video juegos) que, una vez recibidos en el TV, podrán a su vez ser transferidos al PC. Incluso, podría ser posible intercambiar datos entre dos receptores de TV cualquiera. También se podrá disponer de canales temáticos (musicales, películas, documentales, deportes, infantiles, etc.).

La tecnología digital se utilizará no sólo para emitir canales sino también para crear su contenido. Esta tecnología podría permitir la creación de estudios y decorados virtuales, abaratando las producciones.

Los operadores están diseñando productos alternativos como la Web TV, que permitiría proveer servicios de Internet a través del aparato de televisión. Microsoft, Sony, Mitsubishi y Philips están desarrollando un decodificador que ofrecerá servicios de Internet, videoconferencia y correo electrónico a través de televisión.

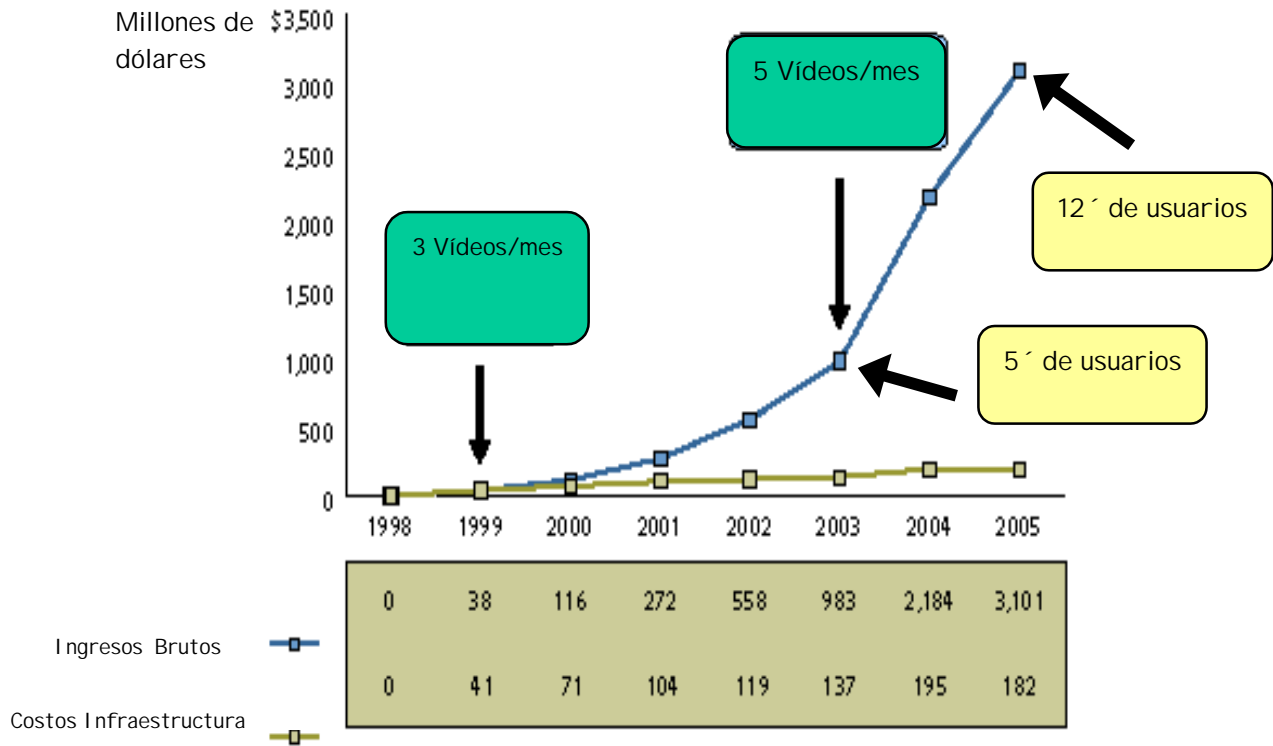
El receptor doméstico del futuro se adivina como una interface general que integraría:

- Servicios de radiofrecuencia: señales recibidas por satélite, cable, terrestre y además por microondas.
- Servicios interactivos.
- Servicios telefónicos.

Pero para poder imaginarse este futuro es necesario conocer algo sobre el desarrollo de los receptores tanto telefónicos como de televisión; el anexo 1 hace una breve descripción del desarrollo histórico de estos dos servicios, cuya integración genera el servicio de VoD.



Con el preámbulo de estos nuevos servicios que pueden prestarse sobre sistemas de VoD y basados en un reporte del grupo Cahner's In-Stat, el número estimado de usuarios en Estados Unidos que reciben videos a través de un set-top box y circuitos con tecnologías xDSL en el 2003 es de 4 a 5 millones y para finales de ese mismo año se estima que en Japón se tendrán alrededor de el 30% de los hogares con TV recibiendo servicios de contenido multimedia a través de set-top box (aproximadamente 45.000.000 de unidades), de todas estas unidades el 30% serán conectadas a redes de acceso DSL.



Source: Forrester Research, Inc.

Figura 2.10 Proyección de los ingresos por VoD

En la figura anterior se observa un gráfico estadístico donde se muestra la evolución del servicio VoD en millones de dólares para aquellos países donde se ha empezado a prestar, y donde se espera tenga un crecimiento exponencial hasta el año 2005.

CONTENIDO

2.1	INTRODUCCIÓN	35
2.2	DEFINICIONES.....	36
2.3	TIPOS DE SERVICIOS DE VoD.....	37
2.3.1	Pago por Visión	38
2.3.2	Casi Video por Demanda	38
2.3.3	Video por Demanda Aproximado	39
2.3.4	Video por Demanda Verdadero.....	39
2.4	ARQUITECTURA BÁSICA DE UN SISTEMA VOD	40
2.4.1	Unidad Set-Top Box	42
2.4.1.1	Tipos de Set-Top Box.....	43
2.4.1.2	Set-Top Box para VoD.....	44
2.4.1.2.1	Hardware	45
2.4.1.2.2	Software.....	46
2.4.1.3	Decodificación de la Señal.....	47
2.4.1.3.1	Computador Personal (PC)	48
2.4.1.3.2	Televisor (TV).....	48
2.4.2	Oficina de Conmutación.....	49
2.4.2.1	Head-end	49
2.4.2.2	Gateway VDT (Video Dial Tone)	50
2.4.2.3	Switch	50
2.4.2.4	Servidor Local de Spooling.....	50
2.4.3	Redes.....	50
2.4.3.1	Red de Distribución Local	51
2.4.3.2	Red Regional.....	51
2.4.3.3	Red Principal	52
2.4.4	Servidores.....	53
2.4.4.1	Arquitectura Hardware.....	54

2.4.4.1.1	Estructura de Almacenamiento	54
2.4.4.2	Arquitectura de Software.....	57
2.5	ESTÁNDARES DE AUDIO Y VIDEO.....	61
2.5.1	Para Redes de Conmutación por Circuitos.....	62
2.5.1.1	H.261	62
2.5.1.2	MPEG	63
2.5.1.3	MHEG	65
2.5.1.4	DSM-CC	66
2.5.1.5	DAVIC	67
2.5.2	Para Redes de Conmutación de Paquetes.....	68
2.5.2.1	Estándar H.323.....	69
2.5.2.1.1	Arquitectura de H.323.....	70
2.5.2.2	RTSP - Real Time Streaming Protocol	71
2.5.2.3	RSVP - Resource Reservation Protocol.....	72
2.6	APLICACIONES VoD.....	73
2.7	PROVEEDORES VoD.....	75
2.8	PROSPECTIVA	77

FIGURAS

Figura 2.1 Arquitectura General de un Sistema VoD	41
Figura 2.2 Arquitectura hardware de un set-top box	46
Figura 2.3 Arquitectura software de un set-top box	47
Figura 2.4 Jerarquía de almacenamiento de un servidor de video	55
Figura 2.5 Arquitectura hardware de un servidor de video	58
Figura 2.6 Arquitectura de Software de un Servidor de Video	58
Figura 2.7 Utilización de buffer de disco en el servidor	60
Figura 2.8 Diagrama de Estados de un Servidor de Video	61
Figura 2.9 Video por Demanda	77
Figura 2.10 Proyección de los ingresos por VoD	79

TABLAS

Tabla 2.1 Aplicaciones más frecuentes en VoD	74
Tabla 2.2 Proveedores Servicios Interactivos en EE.UU.....	75
Tabla 2.3 Proveedores Servicios interactivos fuera de Estados Unidos	76