

IPTV. Televisión por IP

Alexandre Ribelles Garcia

PID_00194216



Los textos e imágenes publicados en esta obra están sujetos –excepto que se indique lo contrario– a una licencia de Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada (BY-NC-ND) v.3.0 España de Creative Commons. Podéis copiarlos, distribuirlos y transmitirlos públicamente siempre que citéis el autor y la fuente (FUOC. Fundació para la Universitat Oberta de Catalunya), no hagáis de ellos un uso comercial y ni obra derivada. La licencia completa se puede consultar en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es/legalcode.es>

Índice

Introducción	5
Objetivos	6
1. Qué es IPTV	7
1.1. Definición de IPTV	7
1.2. IPTV y el <i>triple play</i>	8
1.3. Confusiones habituales al hablar de IPTV	8
1.4. Ventajas de la IPTV	10
1.5. Desventajas de la IPTV	11
2. Arquitectura de la red IPTV	12
2.1. A nivel de agentes	12
2.2. A nivel de datos	13
2.3. A nivel de red	17
3. Problemas en las redes IPTV	23
3.1. Medidas de calidad: QoS (calidad de servicio)	23
3.2. Medidas de calidad: QoE (calidad de experiencia)	25
3.3. Asociados al multicast: la inundación de datos o <i>flooding</i>	26
3.4. Asociados al uso del mecanismo IGMP Snooping	27
3.5. Asociados a la compresión del vídeo	28
3.6. Asociados al nivel físico de red y a la pila de protocolos	29
4. IPTV en la actualidad	31
4.1. IPTV en España	31
4.2. IPTV en el mundo	31
4.3. Normativa en IPTV	32
4.4. IPTV Híbrida	33
Resumen	36
Glosario	37
Bibliografía	39
Anexo	40

Introducción

Este módulo describe el servicio IPTV (IP Televisión) diferenciándolo de la variedad de servicios en línea audiovisuales existentes.

Se realiza hincapié en las ventajas y desventajas que supone una apuesta de infraestructura cerrada de gran abasto, describiéndose a grandes rasgos la arquitectura de red necesaria, la infraestructura física requerida, los métodos de acceso al usuario final y los protocolos de red en los que se basa su funcionamiento.

Finalmente, se describen algunas problemáticas habituales y los mecanismos que se utilizan para subsanarlas, así como la situación actual del sector y unas pinceladas de lo que podría ser su futuro a medio plazo con la entrada de nuevas tecnologías actualmente en desarrollo.

Objetivos

Los objetivos básicos del módulo son:

- 1.** Definir IPTV y diferenciarlo de otros servicios de red.
- 2.** Describir su funcionamiento a nivel de red.
- 3.** Enumerar los componentes de la arquitectura de red que lo soporta.
- 4.** Definir y diferenciar calidad de servicio (QoS) y calidad de experiencia (QoE).
- 5.** Conocer la situación actual de IPTV y su futuro inmediato.

1. Qué es IPTV

1.1. Definición de IPTV

IPTV (*Internet Protocol Television*) es la distribución de programas de vídeo y audio vía el protocolo IP sobre una red de banda ancha.

En pocas palabras, IPTV es la resultante de la fusión del **mundo de la TV broadcast** y del **mundo de las telecomunicaciones**, aunque si deseamos una definición menos dramática y más académica, podemos consultar la ITU¹, que la define como

“conjunto de servicios multimedia tales como TV/audio/texto/gráficos/datos que sean transmitidos sobre una red IP gestionada para entregar los niveles requeridos de calidad y experiencia de servicio, así como también seguridad, interactividad y confiabilidad”.

Con el tiempo, el término se ha extendido hasta englobar otros servicios asociados y el modelo mismo de negocio.

El usuario, mediante la conexión a una red de datos, selecciona libremente los contenidos a visualizar y el momento para hacerlo. El proveedor del servicio provee de la infraestructura de la red y además añade el rol de proveedor de contenidos. IPTV se basa siempre en esta red cerrada de datos (preferentemente de fibra, coaxial o incluso de cobre tradicional). Por ello IPTV también es definible (y la CMT en España así lo hace desde el 2006) como:

“servicio de TV distribuida a través de líneas xDSL²”.

Ejemplo

Tengamos en mente referentes conocidos por el público en España como Movistar (servicio Imagenio), Ono (servicio Ono TV) o Jazztel (servicio Jazztel TV).

En IPTV se ofrecen **servicios clásicos de difusión** (es decir, puede seleccionarse una cadena de TV de las existentes en la plataforma TDT), **servicios de vídeo bajo demanda** (VOD, *video on demand*) y otros **servicios interactivos** (como por ejemplo, TV interactiva, Internet de alta velocidad, telefonía de voz sobre IP (VoIP), videovigilancia remota, etc.), y a nivel de producto final puede ofrecer desde vídeo en calidad estándar hasta alta definición, multicámara o 3D.

⁽¹⁾ITU: Unión Internacional de Telecomunicaciones.

⁽²⁾Al menos hasta el momento de redactar este módulo, pues ya se realizan pruebas de IPTV sobre Wi-Max en pequeñas poblaciones...



Ilustración 1. Interfaz de acceso a contenidos de una plataforma IPTV

1.2. IPTV y el *triple play*

El juego triple o *triple play* es un término utilizado para describir la entrega de voz, vídeo y dato hasta el hogar. Hay un gran número de ofertas comerciales conjuntas para estos tres servicios utilizando diferentes tecnologías, pero el verdadero *triple play* es proporcionarlos a través de una única conexión al hogar (usualmente fibra pero puede ser cobre).

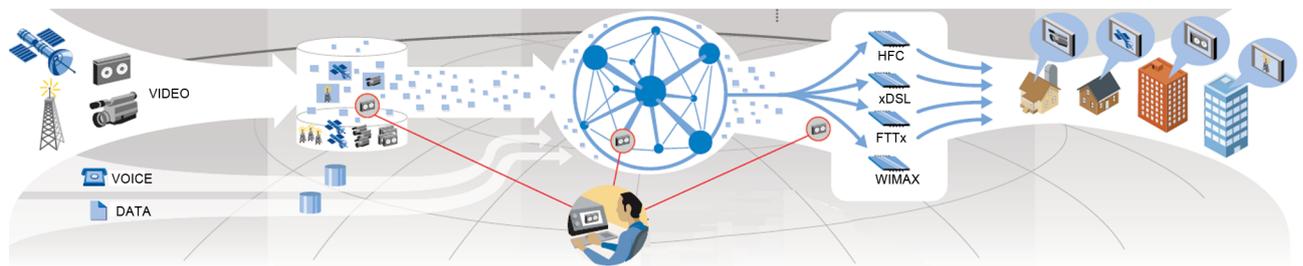
Observación

La tecnología IP no es necesaria para entregar todos estos servicios.

La convergencia de los servicios audiovisuales, informáticos y de telecomunicaciones que se anunciaba³ desde finales de los años setenta ya es una realidad.

⁽³⁾Nora y Minc, 1978; Sola Pool, 1983.

Ilustración 2. Vídeo/audio, voz y datos, la oferta Triple Play de toda IPTV que se precie



1.3. Confusiones habituales al hablar de IPTV

Es habitual confundir IPTV con otras redes que ofrecen servicios similares en aspecto y forma, pero que se gestionan de manera completamente diferente y son otro tipo de negocio, como las redes de cable. Incluso se confunde IPTV con un servicio en particular, el de vídeo por Internet (Internet TV).

1) IPTV no es Internet TV

Cuando accedemos a un canal de TV en vivo vía web o visualizamos bajo demanda el capítulo de una serie desde un servidor no usamos IPTV, sino **TV por Internet** (Internet TV⁴). Con IPTV los proveedores de servicio comercializan a sus suscriptores una serie de canales de TV y de contenidos multimedia con un aspecto general parecido al de la TV de pago tradicional.

⁽⁴⁾Algunas fuentes denominan Web TV a Internet TV.

TV por Internet es el acceso vía Internet a contenidos audiovisuales, sin ninguna ligazón contractual salvo la del propio servicio de Internet.

Sin duda ambas se basan en la misma tecnología IP, pero divergen de varias maneras:

- **Diferentes plataformas:** Internet TV utiliza Internet (evidentemente) como medio de transmisión de los contenidos audiovisuales. IPTV utiliza

una red privada cerrada para transmitirlos, la cual es operada y mantenida exclusivamente por el proveedor del servicio IPTV.

- **Ámbito:** Internet no tiene limitaciones geográficas y sus servicios pueden ser accedidos desde cualquier punto del Globo. IPTV solo es accesible desde lugares geográficos determinados, usualmente circunscritos a una nación. Un usuario de Internet no puede acceder a los contenidos de una red IPTV.
- **Calidad de servicio:** el estado de Internet es cambiante en todo momento, no siendo posible asegurar que la recepción del vídeo bajo demanda o de la emisión en directo llegue con calidad y sin interrupciones. En cambio, en IPTV el proveedor asegura en todo momento el servicio con la calidad contratada.
- **Acceso:** en IPTV es imprescindible contar con un receptor descodificador (*set-top box*), mientras que en Internet TV un ordenador puede acceder a los servicios de Internet a través de una aplicación (usualmente un navegador). Esta diferencia se va difuminando a nivel formal cuando el *set-top box* posee alguna extensión estilo WiFi y posibilita acceder vía Tablet o móvil multimedia en el hogar del abonado. Algunos son altamente sofisticados e incluyen servicios de gestión de contenidos (PVR, *personal video recorder*). La protección de derechos de acceso a contenidos DRM (*digital rights management*) puede existir en ambos casos, aunque a diferentes niveles.
- **Coste al usuario final:** IPTV se basa en un modelo de suscripción usualmente mensual parecido al de la TV de pago clásica en TDT o satélite (como Digital+ o Gol TV), mientras que en Internet TV la mayoría de contenidos son gratuitos y no suponen un cargo para el usuario final, aunque este modelo está siendo puesto en duda de manera creciente. Por ejemplo ya han aparecido algunos servicios de Internet TV de pago (de vídeo bajo demanda (VOD) con suscripción tenemos iTunes, Netflix, Hulu, Amazon Instant Video, etc.; de audio bajo demanda tenemos Spotify, iTunes, etc.).

2) IPTV no es TV por cable

Al igual que en IPTV, la TV por cable es una **red cerrada** desde el proveedor hasta el cliente, pero se diferencia por varias razones:

- Todos los canales de TV son transmitidos constantemente utilizando todo el ancho de banda, tanto si el usuario visualiza o no algún canal.
- La información circula unidireccionalmente del proveedor al usuario, no al revés, por lo que no hay libertad de elección de contenido, solo la selección del canal de TV a visualizar.

- La transmisión de vídeo y audio es fundamentalmente analógica, multiplexados en frecuencia con otros canales, mientras que en IPTV es totalmente digital y solo se transmite el contenido seleccionado por el usuario.

En TV por cable hablamos de *canales* y en IPTV de *contenidos*, pues el usuario elige lo que quiere ver.

1.4. Ventajas de la IPTV

A grandes rasgos, la IPTV aporta varias ventajas respecto a la distribución audiovisual tradicional:

- Simplifica y puede reducir el coste total de la infraestructura debido a la convergencia de la voz, datos, audio y vídeo así como otras aplicaciones y servicios de red.
- Al ser una infraestructura de red cerrada, el proveedor puede asegurar constantemente la calidad de servicio, el ancho de banda, etc.
- La infraestructura puede soportar todo tipo de formatos de audio y vídeo.
- La red IP puede soportar un número ilimitado de canales.
- Una infraestructura común se beneficiará de un soporte técnico más eficiente.
- La monitorización de la red puede centralizarse y remontarse reduciendo costes.
- El usuario utiliza exclusivamente el ancho de banda necesario para cada servicio en el momento de disfrutarlo, no recibe constantemente todos los canales y/o servicios.
- El protocolo IP facilita la integración de equipos, servicios y aplicaciones dispares.
- El usuario puede acceder a los servicios mediante diferentes dispositivos (TV con adaptador set top box, PC, Tablet, móvil multimedia, etc.).
- Se beneficia de la economía de escala de los dispositivos Ethernet.
- La comunicación es totalmente bidireccional, por lo que la TV interactiva es factible, eligiendo los contenidos y el momento de visualizarlos a voluntad (*trick mode*: el usuario puede hacer play y/o pausa cuando lo desee).

Los proveedores de cable alargan su vida útil

Sin duda, los proveedores de cable han alargado su vida útil añadiendo el servicio de datos de Internet a su oferta y migrando a una red IP para posibilitar IPTV, especialmente en Estados Unidos, en donde la oferta de TV por cable se remonta a los años cincuenta.

- Tanto vídeo bajo demanda (VOD, *video on demand*) como la grabación de vídeo digital descargado de la red (NDVR, *network digital video recording*) son posibles.

1.5. Desventajas de la IPTV

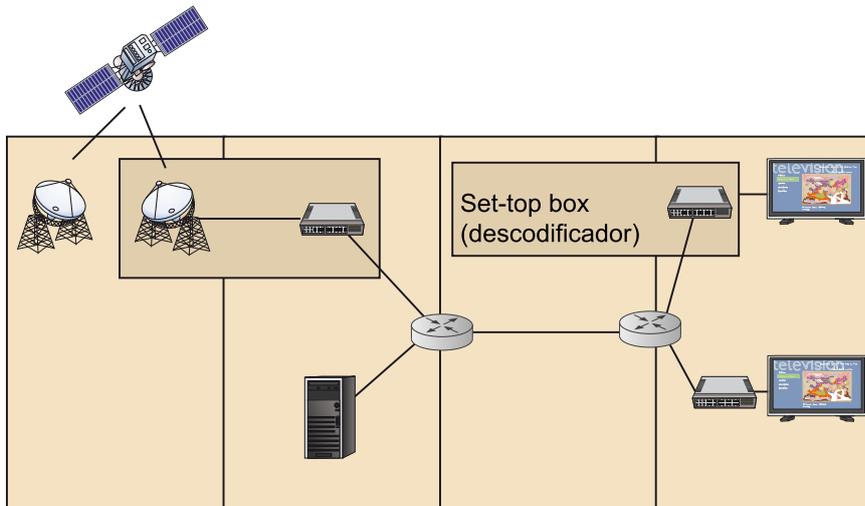
Por el contrario, pueden enumerarse algunas desventajas:

- Necesidad de alta redundancia en la red para asegurar el servicio y su nivel de calidad en todo momento.
- Al ser una red cerrada, cada proveedor ha de realizar fuertes inversiones en infraestructura para ampliar su cobertura y mantener la existente antes de comenzar a tener beneficios.
- IPTV no está completamente maduro frente a otros métodos más tradicionales de distribución de vídeo (como las redes de cable o la transmisión satélite).
- Esta falta de madurez dificulta la interoperabilidad.
- Requiere complejos sistemas de red IP y de medida constante de la calidad de servicio al usuario final para detectar posibles problemas.
- Puede requerir costosas codificaciones en varios formatos (MPEG-2, H.264, 3GGP, etc.).

2. Arquitectura de la red IPTV

2.1. A nivel de agentes

Como agentes implicados en la gestión y funcionamiento de una red IPTV, podemos enumerar los siguientes:



1) El **proveedor de contenidos**, que da las señales de audio y vídeo en directo o el material audiovisual ya digitalizado.

2) El **proveedor de servicio**, que posee granjas de servidores de vídeo bajo demanda (VOD) en donde se almacena el material audiovisual digitalizado y, temporalmente, las señales en directo debidamente digitalizadas, así como el *Head end*.

Igualmente, el proveedor de servicio cataloga el material almacenado, clasifica las señales en vivo y genera la *Guía electrónica de programación* (EPG) para que el cliente pueda tener cuenta de todo el material estático y dinámico al que puede acceder.

3) El **proveedor de red**, que conecta el proveedor de servicios con el cliente a través de su red IP propia. Usualmente el núcleo *core* del proveedor es fibra, alcanzando el hogar del cliente la mayoría de veces por coaxial de cobre (*cable modem*) o incluso par trenzado (*red telefónica clásica* gracias a la tecnología ADSL, ADSL2, ADSL2+, etc.).

Head end

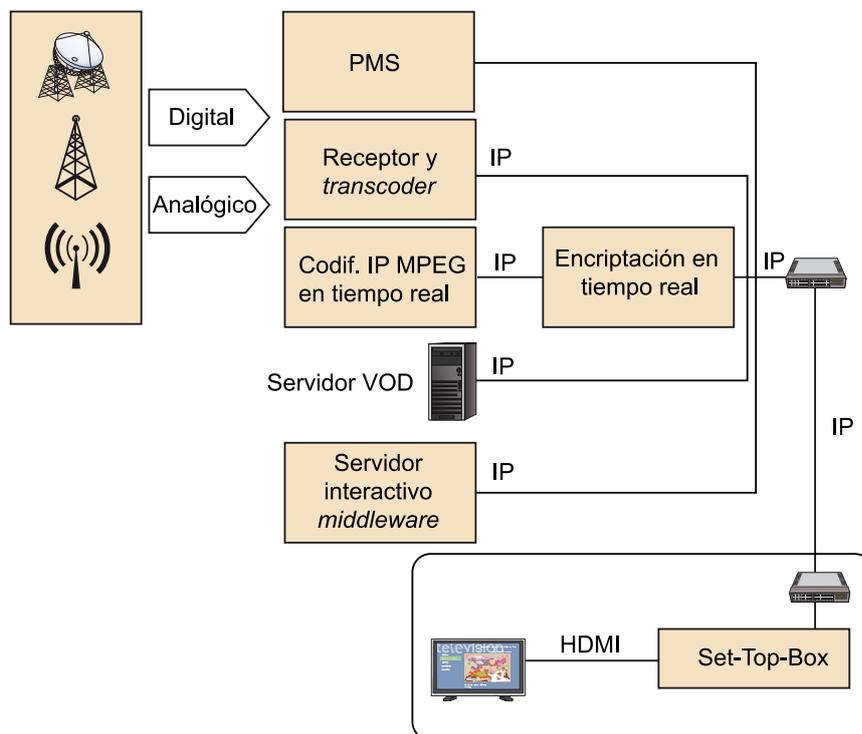
El *head end* (también denominado IPTV *data center*) es quien recibe los contenidos (productoras, satélite, canales de TV TDT gratuitos, canales de pago, etc.), lo digitaliza y prepara, enviándolo a los servidores VOD. Igualmente, centraliza la gestión de los derechos de los suscriptores y la tarificación de estos.

4) El **cliente**, con su receptor IP conectado a la red del proveedor. Usualmente conectado a su vez al TV y también a la red local doméstica si tiene contratado servicio Internet (recordemos el triple play).

En buena parte de las IPTV actuales, el proveedor de servicio y el de red pueden ser el mismo.

2.2. A nivel de datos

Podemos distinguir seis fases en una típica transmisión de audio y vídeo por IPTV hasta el hogar del suscriptor:



1) Fase 1. Codificación

Las señales de TV y radio en vivo son codificadas digitalmente en formatos comprimidos compatibles con la posterior transmisión vía IP, como por ejemplo MPEG-2 o H.264/MPEG-4 AVC. El material audiovisual ya existente, en cambio, se almacena en granjas de servidores VOD también en estos formatos, esperando su petición de transmisión.

Los sistemas de TV digital aparecieron en los años 90 y actualmente son utilizados en todos los medios (TDT, satélite, cable, etc.). En general utilizan MPEG-2 para vídeo en calidad estándar ocupando aproximadamente entre 2 y 6 Mbps (variando según el medio: 6 Mbps en TDT y 2-3 Mbps en IPTV). En cambio,

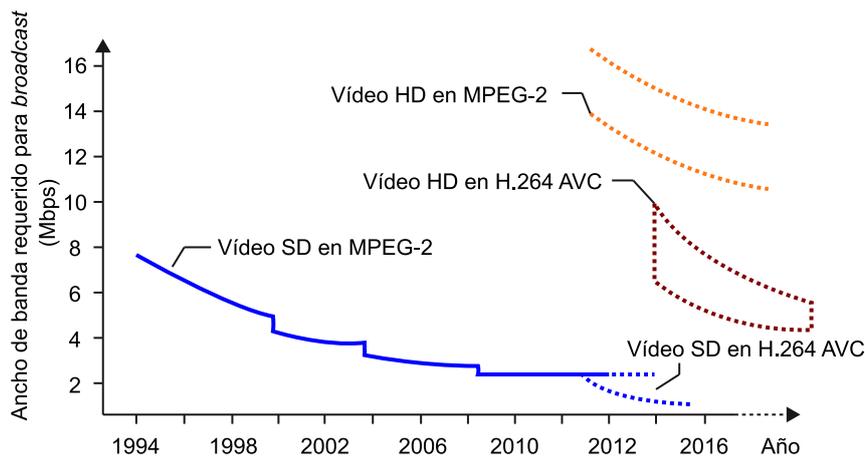
vídeo en alta definición requiere de una codificación de mayor compresión como H.264/MPEG-4 AVC para poderse empaquetar en un flujo o stream de 8 a 14 Mbps.

Si mediante una red IPTV se desean recibir dos canales simultáneos de TV (uno para verlo, otro para grabarlo y verlo posteriormente), al menos se requieren 6 Mbps de ancho de banda. Pero si la conexión a la red IPTV es por ADSL de, digamos, 10 Mbps, y además se desea navegar por Internet, tenemos un problema.

Por ello H.264/AVC se está imponiendo definitivamente en la codificación de material audiovisual en redes IPTV, ya que reduce casi en un 50% las necesidades de ancho de banda comparado con MPEG-2.

El gráfico siguiente intenta presentar las tendencias de compresión en los próximos años.

Ilustración 3. Tendencias de uso de estándares de compresión para IPTV



Entre los formatos de codificación más habituales tenemos:

- H.261 y H.263 para videoconferencia (menos de 1 Mbps)
- MPEG-2 para vídeo de calidad estándar (habitualmente 2-4 Mbps en IPTV)
- H.264/MPEG-4 AVC para vídeo de alta definición (habitualmente 8-12 Mbps en IPTV)

Los servidores VOD almacenan estos materiales y puedes suministrar varios flujos de datos/vídeo simultáneamente a diferentes clientes. Las características fundamentales de estos equipos son su capacidad de almacenamiento y, más aún, su tasa de transferencia de datos a la red. Usualmente su conexión es de tipo Gigabit Ethernet.

2) Fase 2. Encapsulamiento IP

En el momento que el material codificado (almacenado en un servidor VOD o en tiempo real proveniente de una transmisión en directo) es demandado por el cliente, se reformatea y encapsula para ser transmitido con protocolo IP.

3) Fase 3. Adición de gestión de derechos digitales (DRM)

Si el material a transmitir va a ser almacenado temporalmente en el receptor del usuario (equipo poseedor de un almacenamiento masivo como disco duro interno) o es una emisión en directo con suscripción, se añaden derechos digitales para no poder ser exportado y caducar pasado cierto tiempo tras la descarga local, o visualizado por clientes no autorizados, respectivamente.

DRM en material HD

La mayoría de material HD, por ejemplo, necesita de un mecanismo de seguridad desde el origen hasta la pantalla de presentación. Entre las tecnologías de encriptación más populares, tenemos: Prodiom, Verimatrix Video Content Authority System (VCAS), Widevine Cypher, etc.

4) Fase 4. Transmisión sobre la red IP

El flujo o stream de datos es enrutado hacia el receptor del cliente. En esta fase se monitoriza la calidad de servicio de la red (QoS) para asegurar su entrega en las condiciones idóneas, controlando la prioridad del flujo respecto a otros según su naturaleza y objetivo (un flujo de audio no tiene los mismos requisitos que uno de vídeo, pero ambos tendrán prioridad sobre los datos de Internet que haya pedido el usuario en ese mismo instante).

Ved también

En el apartado 2.3 vemos los problemas habituales generados en esta fase.

5) Fase 5. Recepción a la red de acceso

La red de acceso es el punto en donde finaliza la red del proveedor y comienza el equipo del usuario. Aquí se sitúa el dispositivo receptor que descodifica. En el caso de una emisión en directo, cuando el usuario selecciona el canal, el receptor lee la dirección IP multicast asociada y descodifica el flujo recibido.

Además, el receptor posee un software encargado de proporcionar al usuario información de los diferentes servicios a través de menú en pantalla, permitiendo la interacción entre el cliente y el sistema.

a) Red de acceso xDSL

La tecnología xDSL posibilita alargar la vida del clásico par trenzado de cobre de la red telefónica clásica. Cuanto mayor es la distancia de la central telefónica digital al abonado, menor es la capacidad de subida y bajada de datos:

Tabla 1. Diferentes tecnologías de red de acceso y límites

Tecnología de red de acceso	Bajada	Subida	Distancia
ADSL	8 Mbps	~ 684 Kbps	~ 3 km
ADSL2	<14 Mbps	<800 Kbps	~ 5 km
ADSL2+	<24 Mbps	800 Kbps	<1.5 km

Tecnología de red de acceso	Bajada	Subida	Distancia
VDSL	>50 Mbps >13 Mbps	>2Mbps <1 Mbps	300 m 1.5 km

El caso asimétrico (ADSL) es el más extendido en sus diferentes mejoras (ADSL2, ADSL2+) y condiciona actualmente la calidad de acceso a las redes IPTV hasta que la implantación de redes de fibra óptica no llegue a todos los hogares.

b) Red de acceso HFC

La tecnología HFC (*hybrid fiber coax*) combina el uso de un núcleo de red (*backbone*) en fibra óptica hasta la central más cercana, y el uso de coaxial de cobre para cubrir la última milla hasta el usuario. Las redes de cable han utilizado este sistema desde principios de los años noventa, más eficiente que xDSL al proveer de mayor ancho de banda sobre mayor distancia.

c) Red de acceso FTTx

El cable de fibra óptica posee un inmenso ancho de banda comparado con las dos tecnologías anteriores sobre grandes distancias. Así, la FTTH (*fiber to the home*, fibra hasta el hogar), posibilita 100 Mbps o más como red de acceso doméstico. El coste de instalación es más alto que los anteriores pero tiene la ventaja que dispone una “tubería” única para proveer de todos los servicios de vídeo, audio y datos.

d) WIMAX

La tecnología WIMAX sin hilos puede ser el soporte para la última milla al hogar como alternativa de bajo coste a cualquiera de las otras vistas. Se usa mayoritariamente en entornos rurales, como medio para proveedores no tradicionales (como compañías eléctricas) que no poseen red de acceso y proveedores satélite que no poseen canal de retorno con sus clientes. Puede proveer de hasta 40 Mbps en un radio de 3 a 10 Km.

6) Fase 6. Visualización y control

El receptor es un descodificador basado en IP (un *set-top box*, una tarjeta PCMCIA, integrado en una TV IP, etc.), por lo que debe aceptar flujos de datos desde 1.5 hasta 20 Mbps según el material.

El entorno gráfico (interfaz) de la IPTV facilita la reproducción y control del material visualizado (en diferente medida si el material es en directo o pregrabado), acciones posibles gracias a la bidireccionalidad de la red.

La conexión del receptor al TV es usualmente HDCP o DTCP sobre cable HDMI, pues ha de poseer encriptación contra copiado. Usualmente acepta 720p, 1080i y algunos hasta 1080p además de la resolución estándar.

2.3. A nivel de red

En este apartado veremos primero los requisitos globales que ha de cumplir una red IPTV, y posteriormente nos centraremos en las técnicas de difusión de datos entre la fuente de audio/vídeo y el destinatario o destinatarios. Finalmente, veremos qué protocolo se ajusta a cada técnica de difusión anterior.

1) Requisitos generales de la red IPTV

En breve, ha de cumplir los siguientes requisitos:

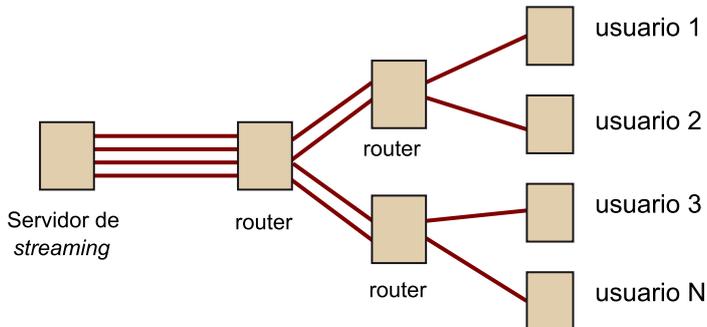
- Ha de asegurar una flujo de recepción de datos de entre 1.5 a 20 Mbps, esto es, desde una sencilla conexión de Internet hasta la suma de varios servicios simultáneos (conexión a Internet + descarga de material HD + datos).
- La infraestructura de red ha de ser escalable y robusta para dar servicio constante a un número creciente de clientes con cada vez mayores necesidades.
- Los requisitos de ancho de banda mínimo y máximo entre los receptores de los clientes y el *switch* principal han de estimarse correctamente y cumplirse en todas las situaciones en función de la petición específica de datos que haga el usuario.
- Los elementos de la red IPTV deben ser sensibles a la calidad de servicio (QoS) para asegurar que los datos de alta prioridad se entregan antes que los de baja (por ejemplo voz antes que vídeo, vídeo antes que datos, etc.).
- Ha de ser una infraestructura de mínima pérdida de paquetes, es decir, que se pierdan debido a que cae el nodo que los transporta, o que sean desechados por el mismo receptor porque han llegado desordenados (el camino ha cambiado en medio de la transmisión) y ya es tarde para presentarlos.
- Ha de reducir el retraso de la transmisión de los datos al mínimo posible, y una vez reducirlo, mantenerlo en un valor más o menos estable.

2) Técnicas de difusión

En las redes IP existen tres técnicas para la difusión de la información:

a) **Unicast:** El envío de un punto a otro en una red se le denomina unicast o unidifusión. El mecanismo habitualmente utilizado por todas las aplicaciones tiene un número N máximo de usuarios limitado, ya que la conexión del servidor de streaming a su router ha de soportar la suma de los diferentes streams de datos simultáneos.

Ilustración 4. N usuarios visualizando simultáneamente una película diferente cada uno

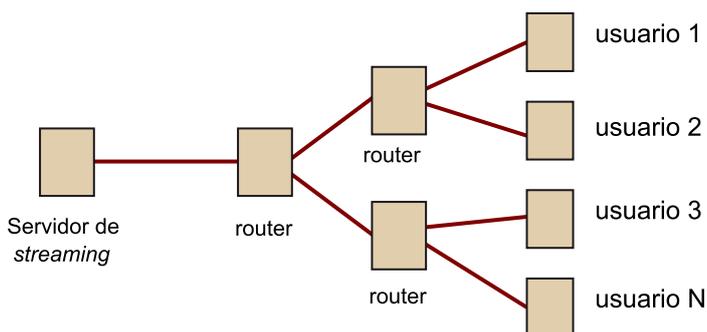


En unicast el servidor ha de enviar el *stream* específico para cada usuario.

En las redes IPTV, en el caso de la petición de un **material pregrabado** (por ejemplo una película), la transmisión se realiza exclusivamente desde el servidor de VoD hasta el cliente, por lo que la opción elegida es siempre **unicast**.

b) **Multicast:** El envío de la información a múltiples destinos simultáneamente con la ayuda de *routers* preparados que, si están enviando el *stream* a un usuario, al recibir otra petición duplican los datos del *stream*. El servidor queda mucho más descargado, pero obliga a *routers* capacitados para este protocolo.

Ilustración 5



En multicast, el servidor envía inicialmente un *stream* al primer usuario. Los demás reciben el suyo a través de reenvíos de los *routers*, que se percatan de poseer más de un usuario con la misma petición.

En las redes IPTV, en el caso de una **emisión en directo**, en cambio, el mecanismo de transmisión es siempre **multicast**.

c) **Broadcast**: El envío a todos los nodos en una red se denomina difusión amplia. Lógicamente aplicable solo en contextos reducidos, por ejemplo, para el descubrimiento de recursos en una red local (LAN), nunca para redes IPTV.

La técnica de multicast es de fácil descripción y de complicada implementación. El multicast debe usar la estrategia más eficiente para el envío de los mensajes sobre cada usuario de la red (con el fin de disminuir el consumo de ancho de banda), utilizando cada enlace a lo sumo una vez para que cada paquete sea difundido y creando copias en los *routers* cuando los enlaces en los destinos se dividen. Habitualmente esto se logra mediante la utilización de **árboles de cubrimiento**, surgiendo un protocolo para mantener dicho árbol a través de los *routers*.

Desde el punto de vista del emisor y los receptores, el proceso es sencillo: el emisor envía la información una sola vez a una dirección IP especial (de forma idéntica a una difusión unicast); los receptores se suscriben al grupo de multicast asociado a esa IP especial y reciben una copia de todo lo enviado por el emisor. Por tanto, antes del envío de la información en multidifusión deben establecerse una serie de parámetros.

Para poder recibirla, es necesario establecer lo que se denomina "grupo multicast". En IPv4 las IP especiales pertenecen al rango 224.0.0.0 a 239.255.255.255 y el protocolo utilizado para manejar y asociar a los grupos de multicast se llama Internet Group Management Protocol (IGMP).

Dependiendo de la información se elige el mecanismo ideal para su difusión. En IPTV, la transmisión de **canales en directo** habitualmente se realiza mediante multicast, puesto que se espera que sean observados por una numerosa audiencia (su envío individual a cada espectador (unicast) redundaría en un dimensionamiento inadmisibles de la red).

En cambio el **vídeo bajo demanda (VoD)** en redes IPTV, por naturaleza es punto a punto y por tanto se suele utilizar unicast. Pero esto no es una regla, inclusive en el contexto de IPTV, por ejemplo:

- Existen técnicas para reducir el tiempo de zapping entre los canales en vivo (enviados por multicast) que implican el envío unicast de una ráfaga inicial de gran ancho de banda para llenar rápidamente el *buffer* del receptor y reproducir rápidamente tras el cambio de canal.
- Por otro lado, en el caso de VoD, cuando un contenido es muy solicitado bajo demanda este puede ser reproducido en forma de nVoD (**near VoD**) que implica el envío por multicast y una espera inicial de algunos minutos por el cliente en espera de la próxima transmisión multicast. Una técnica un poco más sofisticada implica el envío de una buena porción del VoD por unicast y el almacenamiento en *buffer* de la transmisión multicast antigua más cercana en el tiempo. Esto evita la espera inicial del sistema

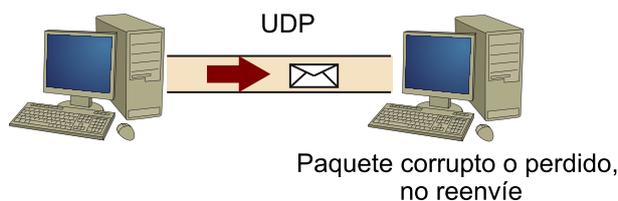
nVoD pero exige a los receptores poseer un espacio de memoria mucho mayor para almacenar. Este tipo de mecanismo mixto aún ha de investigarse más.

3) Protocolos de *streaming*: UDP, RTP y RTSP

Para una emisión multicast de un evento en directo, el protocolo de red utilizado ha de ser ágil y sencillo, quizás poco seguro sin posibilidad de recuperar los paquetes perdidos.

a) Un primer ejemplo es el sencillo **UDP**, protocolo ligero que no da garantía sobre la pérdida de paquetes ni la recepción por duplicado de paquetes. Solo cuenta con mecanismos de chequeo de datos, si hay que gestionar los errores en la transmisión se deberán hacer en el lado del destinatario (en la aplicación que los reciba). Es el primer protocolo de transporte que hubo para *streaming* de vídeo y audio.

Ilustración 6



En UDP una pérdida, error o duplicación de paquete no genera ninguna petición de reenvío por parte del destinatario.

La razón por la que se utiliza este protocolo es que consume pocos bits del total de bits de datos y es rápido en inicializarse (pues no hace mucha gestión).

Ciertamente es menos seguro que otros, pero en *streaming* se considera inútil una retransmisión de la información pedida, puesto que esta llegaría a des-tiempo (el *streaming* presenta restricciones de tiempo real).

Sin embargo, la sencillez de este protocolo lo incapacita para poderlo utilizar en unicast, en donde el usuario ha de tener control sobre el *stream* para controlarlo. Los protocolos de red diseñados específicamente para ello, conocidos como **protocolos de tiempo real**, intentan asegurar el envío de flujos de datos con una cadencia asegurada, tal como necesita el material audiovisual, y han sustituido a UDP en estos menesteres. De los diversos que existen nos centraremos en tres: RTP, RTCP y RTSP.

b) RTP (Real-Time Transport Protocol)

Es un protocolo de transporte desarrollado para *streaming*, usualmente montado sobre UDP. El transporte de RTP sobre TCP también se encuentra definido, sin embargo, es menos utilizado por presentar una **latencia** (retardo) y

sobrecarga (la proporción entre bits de control y bits de información es grande y reduce el caudal efectivo de la transmisión) mayor que UDP (lo que es una desventaja para aplicaciones de tiempo real). Lamentablemente, RTP no cuenta con información de sincronización, ni con mecanismos para la recuperación de fallos nativos.

Cuando se realiza una transmisión **multicast** de eventos en directo en una red IPTV, es habitual realizarla en un protocolo de transporte ligero como RTP y en menor medida con UDP.

c) RTCP (Real Time Transport Control Protocol)

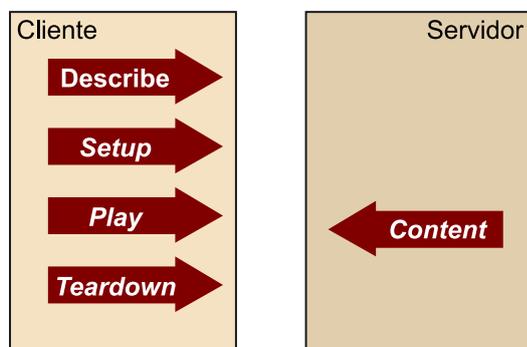
Es usado en conjunción con RTP para la recepción de informes estadísticos. Permite por ejemplo, la detección de fallos en el árbol de distribución de clientes multicast, del número de paquetes perdidos y estadísticas de fluctuaciones (jitter). No es habitual utilizarlo en IPTV.

d) RTSP (Real-Time Streaming Protocol)

Realiza control sobre datos multimedia de tiempo real, brindando la posibilidad de interactividad con el reproductor, de forma similar a un vídeo reproductor doméstico. El RTSP permite reproducir, pausar, adelantar y más, como si fuese un equipo DVD. También puede reaccionar a congestiones en la red y reducir el ancho de banda. Es el compañero perfecto para unicast en las redes IPTV.

Cuando se realiza una transmisión **unicast** de material pregrabado en una red IPTV desde el servidor de VOD hasta el cliente, esta se apoya en el protocolo **RTSP**.

Ilustración 7. Los comandos básicos de RTSP entre cliente y servidor VOD



Los comandos estandarizados en RTSP son:

- **Describe:** con este comando se recibe una descripción del recurso, una lista de los *streams* necesarios.
- **Setup:** se indican los parámetros de configuración del *stream*.
- **Play:** realiza la reproducción del *stream* especificado.
- **Pause:** detiene la reproducción del *stream* indicado, reiniciable con un Play.
- **Teardown:** detiene y libera los recursos utilizados, finalizando el *stream*.
- **Content:** el servidor indica su contenido y estado.

El RTSP fue inspirado en el protocolo web (HTTP 1.1) pero con la mejora de que se puede mantener el estado de la conexión (HTTP no mantiene estado) y que ambos (cliente y servidor) pueden realizar pedidos. RTSP soporta RTP como protocolo de transporte.

Una de sus utilidades es brindar una forma inicial de escoger el canal de distribución óptimo hacia el cliente. Por ejemplo, algunos clientes pueden tener filtrados en su cortafuegos los paquetes UDP, por lo que el servidor de *streaming* debería proveer la posibilidad de escoger entre diferentes protocolos de transporte como UDP o TCP o UDP multicast.

3. Problemas en las redes IPTV

Primero veamos los problemas habituales de las redes IPTV heredados de su naturaleza IP, definiendo dos medidas de calidad que definen la importancia de tales problemas: la QoS y la QoE, para, a continuación, describir algunos problemas más específicos de las redes IPTV.

3.1. Medidas de calidad: QoS (calidad de servicio)

Los servicios de vídeo, voz y datos que circulan por una red IPTV son básicamente servicios de datos, ya que todos ellos son digitales, pero no por ello tienen la misma prioridad de trato en el momento que la red está congestionada. Por ejemplo, el servicio de voz es muy sensible a las variaciones de retardo, haciéndose ininteligible si este va variando, por lo que la red debería prever este hecho y, si aún así ocurre, minimizarlo lo más pronto posible.

La solución inmediata sería sobredimensionar la red para que siempre hubiese un exceso de ancho de banda, un retardo mínimo y una calidad tal que la probabilidad de error por bit fuese mínima, pero esta solución es inviable económicamente.

Siempre hay un compromiso entre la sobredimensión de la red y su saturación. Una red siempre saturada obliga a nuevas inversiones para sobredimensionarla, y estas inversiones obligan a aumentar los ingresos para compensarlos, facilitando el aumento de clientes y, por ende, del tráfico.

En la realidad se define un conjunto de mecanismos que reservan recursos de la red para que cualquiera de estos servicios llegue al destinatario manteniendo un **nivel de calidad contratado**, denominándose a este conjunto calidad de servicio (QoS, *quality of service*). Por ejemplo, la posibilidad de asignar prioridades a un servicio respecto a otro en situaciones de congestión, de conmutar a rutas con menores pérdidas de paquetes, etc. Estos mecanismos de QoS son necesarios en toda red, pero son imprescindibles si se prestan servicios en tiempo real como audio y vídeo.

Hay toda una rama de la ingeniería dedicada al estudio del tráfico, buscando modelos matemáticos que lo representen para así encontrar mecanismos de gestión óptima de la red. Algunos de los conceptos que abarca la **calidad de servicio** son:

Contrato SLA

La calidad del servicio se paga en función de los requisitos que imponga el cliente. A mayor calidad, mayor coste. Este contrato se denomina SLA (*service level agreement*).

a) **Pérdida de paquetes:** si cae un nodo o *router* de la red cuando su memoria *buffer* está llena de paquetes que han llegado y aún no ha reenviado a su destino. En esta situación es posible la pérdida definitiva de algunos o todos paquetes, por lo que será la aplicación del cliente la que deberá manejar la situación (es decir, ser capaz de detectar cuáles se han perdido y volverlo a pedir, o bien descartarlos definitivamente y continuar la recepción de los siguientes).

Actividad

Actividad 1. Si en una conversación de voz se pierden algunos segundos, ¿debería realizar alguna operación la aplicación receptora? Pense en Skype.

Actividad 2. Si es una transmisión de fútbol, ¿debería realizar alguna operación? Pense en el caso Internet TV y en el caso de alquiler de una película VoD.

Actividad 3. ¿Y si es la descarga de un documento Word?

b) **Retardo:** el camino de origen a destino supone siempre un tiempo de viaje que a ojos del destinatario es un retardo. Despreciando el tiempo de transporte por la fibra o el cable, cada *router* detecta y almacena los datos, lee la cabecera de los paquetes para conocer su destino y los reenvía, y eso supone un tiempo.

Actividad

Actividad 4. ¿Cómo afecta el retardo a una VoD?

Actividad 5. ¿Y en una conversación telefónica?

Actividad 6. ¿Y en la recepción del documento Word?

c) **Jitter:** al igual que las redes IP, en IPTV el camino entre *routers* puede cambiar sin aviso en medio de una transmisión debido a saturación en algún segmento, haciendo variar constantemente el retardo de los datos.

Actividad

Actividad 7. Los efectos del jitter pueden ser minimizados en algunos casos añadiendo memoria *buffer* en los equipos o aplicaciones receptoras. ¿Sería necesario en una VoD?

Actividad 8. ¿Y en una conversación telefónica?

Actividad 9. ¿Y en la recepción del documento Word?

d) **Ancho de banda garantizado:** si no se asegura un ancho de banda específico según el servicio demandado por el cliente, los datos no llegarán de forma más o menos uniforme al receptor, sino en ráfagas intensas, lo que generará problemas de saturación de recepción y de capacidad de almacenamiento en el equipo receptor.

Actividad

Actividad 10. ¿En cuál o cuáles de los tres servicios puede ser más grave este problema?

e) **Desorden de paquetes en recepción:** ya que los caminos que siguen los paquetes pueden ser cambiantes, en algunos casos llegan desordenados al receptor. Dependiendo del tipo de servicio, el receptor debe ordenarlos antes de entregarlos al cliente o bien descartar aquellos que han llegado tarde.

Actividad

Actividad 11. Reflexionad sobre el efecto del desorden en los tres casos comentados. Si descarta, ¿qué efecto tendría en el producto entregado en cada caso?

f) **Errores:** ciertamente siempre hay una probabilidad de error sobre cada bit que circula por la red. Los paquetes ya se crean de manera que puedan recuperarse completamente del error en uno o algunos bits (checksum, Reed Solomon, FEC) sin necesidad de volver a pedirlo al remitente, pero incluso así el paquete puede llegar corrupto, generando problemas en la calidad de la recepción.

3.2. Medidas de calidad: QoE (calidad de experiencia)

Algunas situaciones con una baja QoS, curiosamente, no generan a ojos del usuario receptor un problema muy visible, es decir, no todos los errores tienen la misma importancia para el destinatario, y al revés: problemas de poco peso impactan desagradablemente.

Por ello existe un segundo parámetro, la **QoE** (calidad de experiencia del usuario) que no es empírico sino subjetivo y que evalúa el grado de satisfacción del usuario. Y este es usualmente igual que importante que el QoS.

Para la valoración del QoE, se toman en cuenta diferentes consideraciones:

- El suscriptor está consumiendo más o menos ancho de banda que el asignado.
- Los servicios que recibe cumplen lo prometido o no (por ejemplo, la *Guía electrónica de programas* anuncia los contenidos de la manera adecuada).
- La realidad y expectativas del suscriptor (el cinéfilo y la calidad de imagen, el melómano y la calidad de audio, etc.).

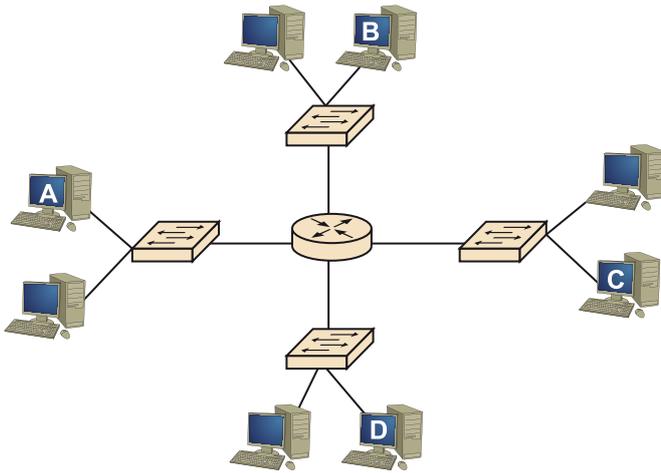
Es tal su importancia que existen métodos sistemáticos a cada cual más sofisticado.

Así, el método MOS es presentar una serie de productos (p. ej. vídeos) y pedir que un grupo seleccionado de usuarios los valoren; el método MDI posibilita medir calidad de experiencia en los servicios VoD y VoIP directamente sobre la red, y otros métodos propietarios poseen sus propias métricas para QoE.

3.3. Asociados al multicast: la inundación de datos o *flooding*

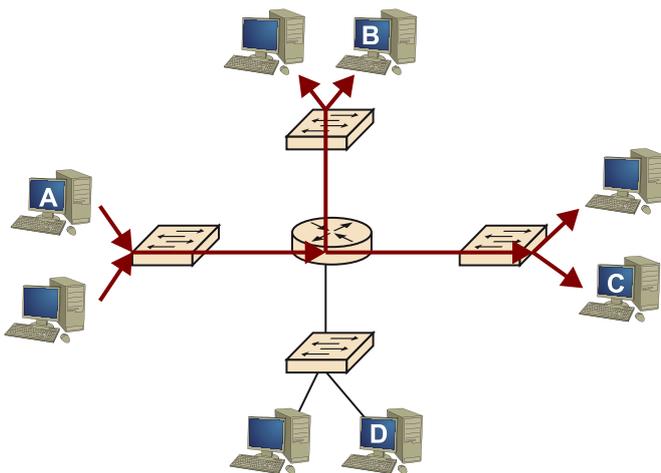
El problema es el siguiente: usualmente, cuando un dispositivo genera tráfico multicast, sus tramas a nivel de enlace (es decir, nivel 2) se reenvían a todas las interfaces del grupo, creando un tráfico excesivo innecesario (inundación o *flooding*) en dispositivos que son ajenos a este multicast. Ilustrémoslo con un ejemplo. Sea una red con cuatro *switches* y un *router* que los conecta entre sí:

Ilustración 8. Una red con un *router* y cuatro *switches*



El host A envía un tráfico multicast a los hosts B y C que están en su mismo grupo. El *router* central hace correctamente su función y reenvía el tráfico multicast solo a los segmentos en donde se sitúan los destinatarios, pero los *switches* reenvían innecesariamente el tráfico a todos los miembros de su segmento:

Ilustración 9. Multicast satura buena parte de la red



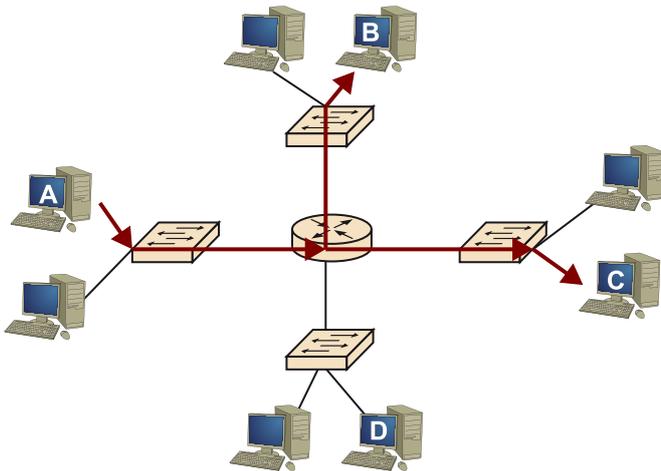
Cuanto más grande es la red, el efecto de la inundación es mayor.

Ya que los *routers* son capaces de gestionar el tráfico broadcast y multicast con eficiencia, pues pueden segmentar las redes y reenviar el tráfico de paquetes solo a los *hosts* destino interesados en este, ¿por qué no habilitar los *switch*

para que realicen una operación similar a nivel de enlace con las tramas? Para ello, el *switch* ha de ser capaz de abrir la trama y leer la cabecera del paquete de nivel de red, es decir, ha de tener habilitado el **IGMP snooping**.

En ese caso, los *switches* solo reenviarán el tráfico a los destinatarios específicos de cada segmento, sin inundar a sus *hosts* compañeros de segmento:

Ilustración 10. Multicast del *host* A llega exclusivamente a quienes lo han pedido, los *hosts* B y C



Los *routers* y los *switches* de la red deben soportar IP multicast *snooping* para reducir el impacto de los *streams* multicast en la red, por lo que es imperativo utilizar IGMP en una red IPTV y que todos los equipos que la formen sean compatibles con este modo.

En resumen, la gestión del caso multicast para emisiones en directo se debe realizar añadiendo un protocolo a nivel de enlace (nivel 2) denominado IGMP (Internet Group Management Protocol).

Es un sencillo mecanismo mediante el cual se puede reducir considerablemente el tráfico de *streaming* y de otras aplicaciones multicast que consuman gran cantidad de ancho de banda y que generan un efecto de saturación de datos conocido como *flooding* (inundación).

Observación

Por cierto, usualmente los *switches* con esta capacidad vienen de fábrica con la opción desactivada (IGMP Disabled).

3.4. Asociados al uso del mecanismo IGMP Snooping

Todo pro tiene su contra. Un cambio de canal en el receptor del cliente no es una tarea evidente: ha de comunicar su baja de la lista de recepción multicast del canal anterior y el alta al actual mediante IGMP al *switch* de la red IPTV, cosa que supone una espera de tiempo (finita, pero no nula). Además, hay que añadir el retardo propio de la red. En total, conmutar el canal puede llegar a ser de uno a tres segundos de imagen congelada.

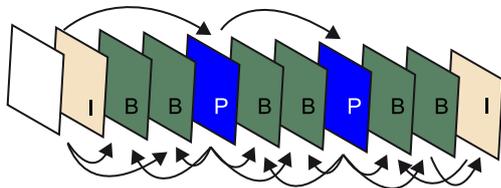
3.5. Asociados a la compresión del vídeo

Tal como se ha comentado en el apartado de codificación, se tiende a utilizar cada vez más el estándar H.264 frente al clásico MPEG-2. Sin embargo, H.264 es más sensible a los errores de la red.

Tanto uno como el otro analizan el vídeo cuadro a cuadro calculando las diferencias existentes entre un cuadro, su antecesor y su posterior. Habitualmente las diferencias son mínimas, de manera que lo que se transmite es un cuadro (debidamente comprimido) y las diferencias. Así, el receptor recibe el cuadro, lo descomprime y mediante una sencilla adición recupera el cuadro anterior y posterior. En realidad el proceso es más complejo, indicándose una serie de cuadros referencia (denominados cuadros I), que se comprimen con pocas pérdidas, otros cuadros (denominados P), que dependen de los anteriores y finalmente, un gran volumen de cuadros B que se calculan como diferencias entre los I y P.

Todo el paquete de cuadros que forman un conjunto y que al llegar al receptor pueden reconstruirse sin más ayuda se denomina **GOP** (grupo de imágenes).

Ilustración 11. Un GOP de 10 imágenes



En MPEG-2 es habitual fragmentar una secuencia de vídeo en GOPS de 12 a 18 cuadros, con lo que una pérdida de paquetes supone la corrupción de parte de ese grupo. Sin embargo, en H.264 el GOP puede llegar a ser de hasta 300 cuadros.

Pequeños errores de transmisión que afecten a cuadros de tipo P o B se visualizan como bloques o incluso bandas completas de pérdida de imagen en algún fotograma.

Ilustración 12. Fotograma de vídeo en H.264 que forma parte de un GOP parcialmente erróneo



Sin embargo, si el error de transmisión afecta a un fotograma de tipo I, se propaga por todo el GOP y el vídeo queda congelado presentando imágenes con bloques durante unos segundos hasta que llegue el siguiente GOP al receptor.

Ilustración 13. Si el error afecta a un fotograma de tipo I

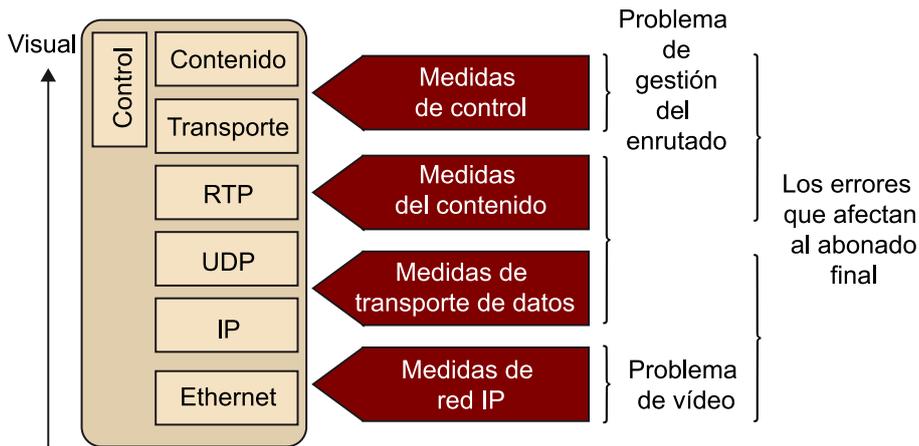


En este caso, suponiendo una reproducción de 25 imágenes/segundo, un error de este tipo en MPEG-2 supone algo más de medio segundo de vídeo perdido o alterado, mientras que en H.264 puede llegar a ser de 12 segundos, inaceptable para un servicio de pago como es IPTV de calidad asegurada.

3.6. Asociados al nivel físico de red y a la pila de protocolos

El siguiente gráfico presenta a su izquierda el modelo básico de una red IPTV siguiendo el ejemplo clásico por capas, y a su derecha los tipos de medidas que pueden realizarse aproximadamente en cada nivel para detectar problemas, los cuales se indican a la derecha junto con los afectados en cada caso.

Ilustración 14. Tipos y niveles de problemas en IPTV



Así, los errores físicos en la capa más baja son los propios de la red que afectan al operador, ya que indican problemas en la infraestructura, y son poco visibles por el usuario final al existir mecanismos que compensan o resuelven en lo posible estos problemas. La QoS es la que queda afectada en estos casos.

Cuanto más hacia arriba progresamos, los errores provienen de problemas en los protocolos y su origen es más difuso, ya sea de la parte física de la red o de, por ejemplo, la codificación del vídeo. Tanto el operador como el abonado son afectados y el error es cada vez más visible al abonado.

En las capas superiores los problemas son claramente visibles y el abonado es el principal damnificado, afectando directamente al QoE. El origen de tales errores principalmente es el contenido o la gestión del control del contenido.

4. IPTV en la actualidad

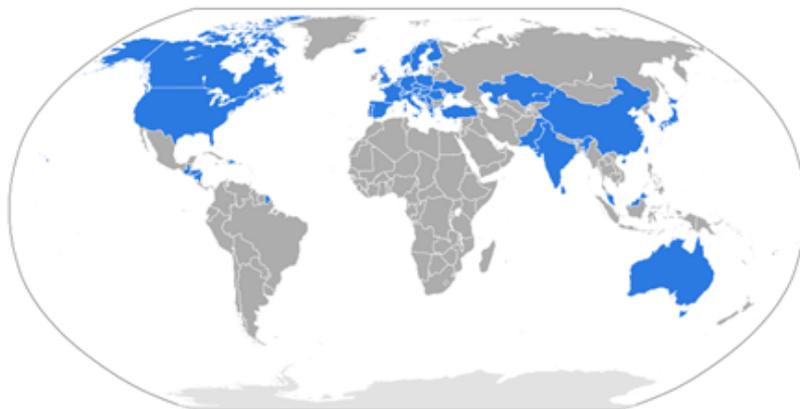
4.1. IPTV en España

Como líder de IPTV en España actualmente está **Imagenio** de Movistar, servicio que se inició en el año 2000 en Alicante, Madrid y Barcelona y ahora extendido en toda la geografía nacional. Inicialmente reservado para su red de fibra y cable, Telefónica cambió su táctica de apoyo sin fisuras a la fibra cuando ADSL creció exponencialmente a partir del 2000, ofreciendo Imagenio también sobre este tipo de conexión de banda ancha.

Jazztel fue la primera en responder con su propia oferta de IPTV en diciembre del 2005 denominada **Jazztelia TV**, inicialmente en Zaragoza extendiéndose progresivamente. **Wanadoo TV** (ahora Orange TV), **Ono TV**, etc. siguieron la senda. Sin embargo, Ya.com inició sus andaduras en IPTV cuando aún pertenecía T-Online, filial de Deutsche Telekom, basándola en la plataforma Microsoft TV y ofreciendo un descodificador con disco duro interno, pero abandonó al ser adquirida por France Telecom.

Todas ellas tienen **oferta triple play**, incluso algunas añaden ofertas comerciales indirectas a los servicios de telefonía móvil.

Ilustración 15. IPTV en el mundo (Wikipedia, 2010)



4.2. IPTV en el mundo

La empresa pionera en IPTV fue **Kingston Interactive TV** (Gran Bretaña) a finales de 1999, aunque abandonó en el 2006. En Francia, France Telecom lanzó su primer servicio IPTV en el 2003. Deutsche Telekom hizo lo propio

en Alemania en el 2004, y Fastweb en Italia. Verizon y Bellsouth en Estados Unidos son los líderes actualmente, y existen redes IPTV en Canadá y Australia, China e India, algunos países sudamericanos, etc.

4.3. Normativa en IPTV

Desde 2007 el **OpenTV Forum** (<http://www.oipf.tv>⁵) desarrolla las especificaciones que normaticen la interoperabilidad de equipos y plataformas IPTV de cualquier operador. Es un foro constituido por empresas líderes de tecnología (Sony, Toshiba, Panasonic, Motorola, Sharp, Samsung, Huawei, Ericsson, Dolby, DTS, Intel, Nagra, Alcatel Lucent, etc.), broadcasters (BBC, Astra, etc.) y proveedores de comunicaciones (Movistar, Deutsche Telekom, France Telecom, TeliaSonera, etc.). Actualmente ya ha publicado la versión 2.0 de su especificación abierta para plataformas IPTV.

⁽⁵⁾<http://www.oipf.tv>

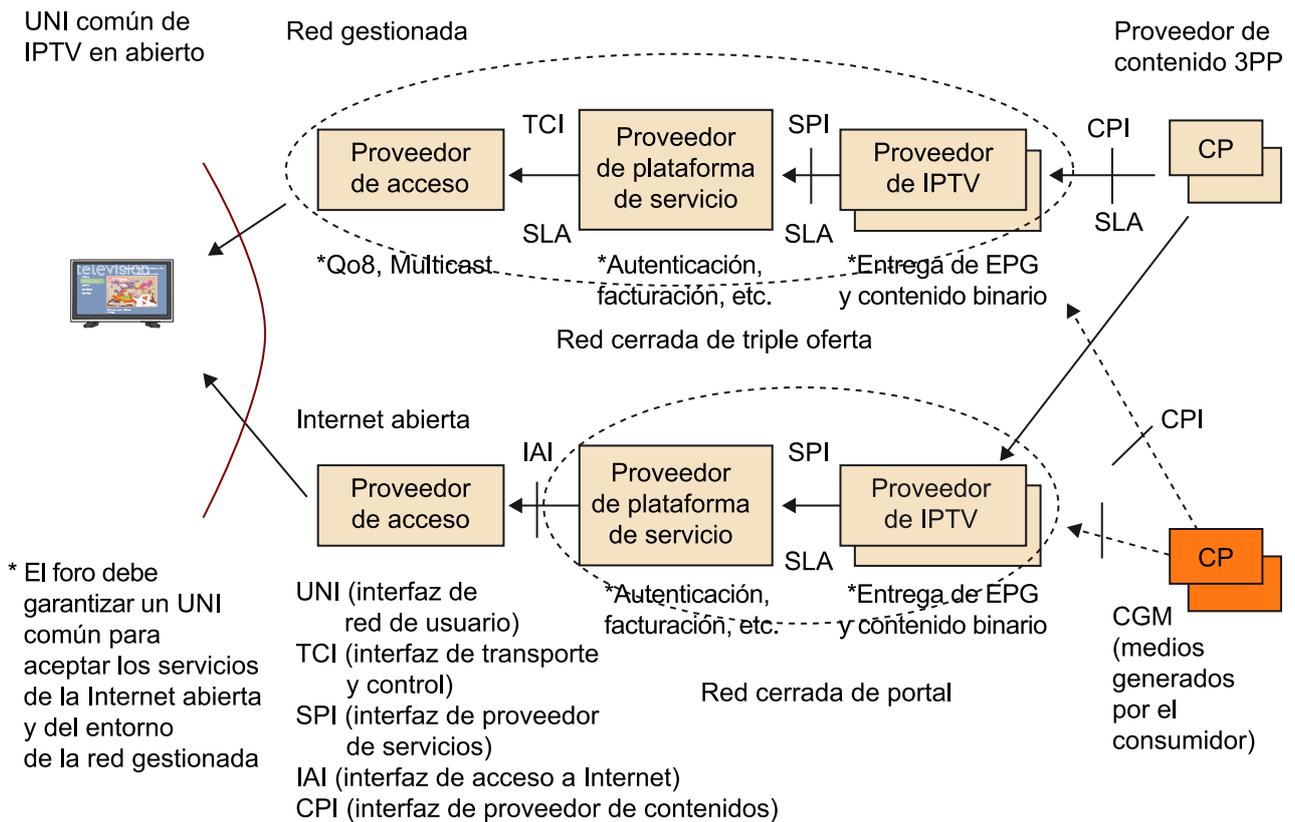


Ilustración 16. Logo de OpenTV

Ilustración 17. Esquema de la especificación OpenTV para una plataforma IPTV desde el proveedor de servicio hasta el cliente final

Alcance del foro de IPTV en abierto

* Esta figura también asume múltiples redes gestionadas y múltiples proveedores de plataformas de servicios.



También la Unión Internacional de Telecomunicaciones (ITU) apoya desde el 2007 la Global Standards Initiative (IPTV-GSI), que busca estandarizar la arquitectura, el QoS, la seguridad, los receptores y las aplicaciones multimedia



en un modelo denominado NGN (*next generation network*) que reduciría los costes y promocionaría la innovación asegurando un nivel y calidad de servicio constante así como la interoperabilidad de las plataformas IPTV.

Otros grupos son ATIS IFF (IPTV Interoperability Forum, <http://www.atis.org/iif/>) y ETSI TISPAN (Telecommunications and Internet Converged Services and Protocolos for Advanced Networking, <http://www.etsi.org/tispan/>)

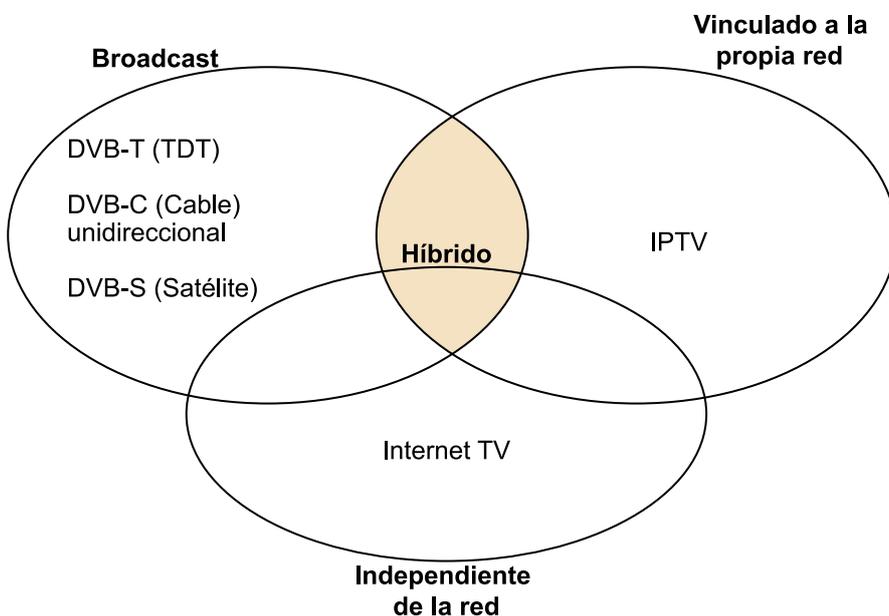


4.4. IPTV Híbrida

Un tipo especial de IPTV es la IPTV Híbrida, que básicamente es combinar el servicio tradicional de televisión digital (ya sea terrestre, por cable o por satélite) con una red IPTV, de manera que a la recepción tradicional unidireccional se le añaden una serie de servicios interactivos y contenidos ofrecidos por la red IPTV. El receptor del usuario, evidentemente, ha de ser compatible con ambos sistemas, es decir, es un receptor IPTV compatible con, por ejemplo, la TDT.



Ilustración 18. Ubicación de la IPTV Híbrida



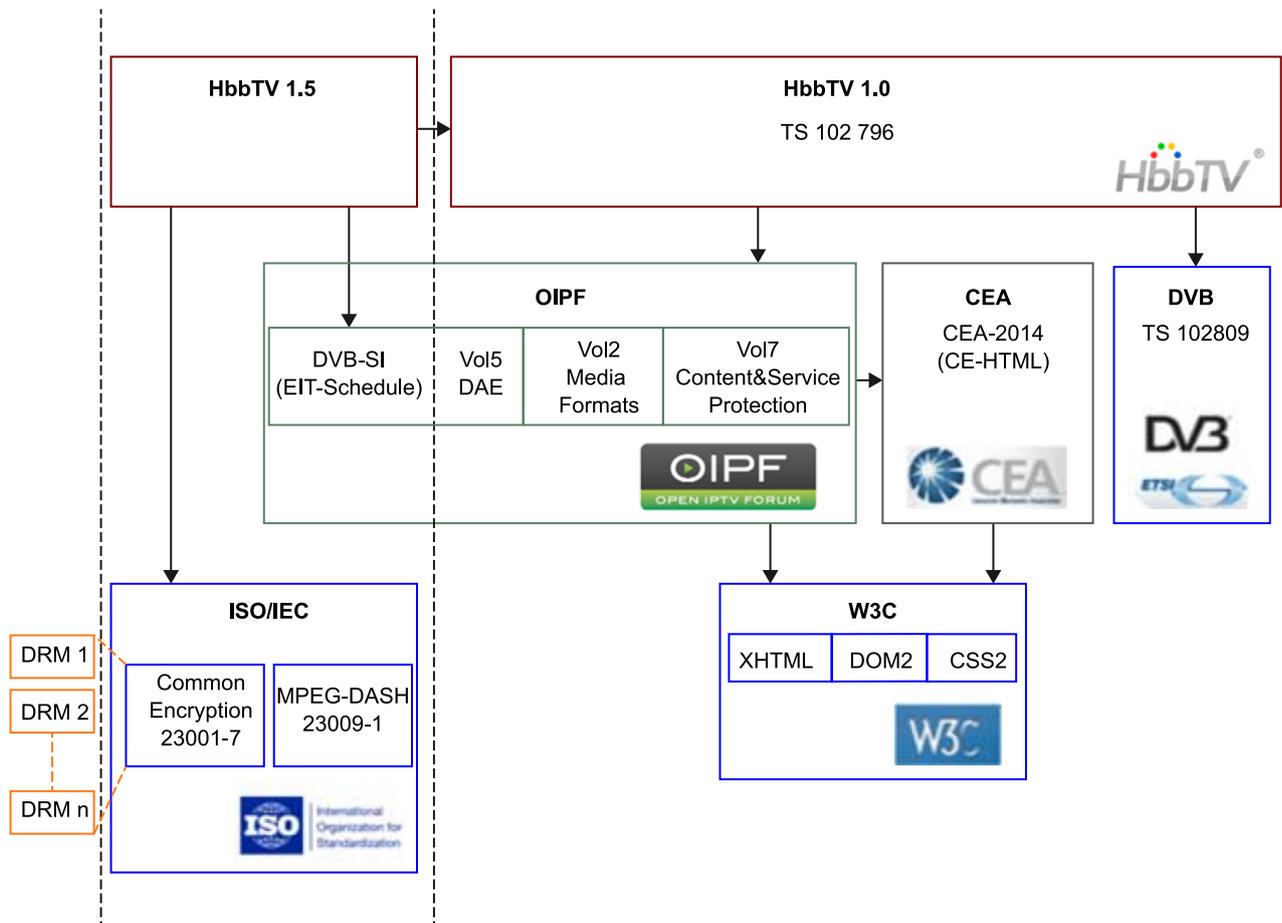
La primera plataforma híbrida en el mundo fue de Telefónica (2005) e integrada en su servicio IPTV clásico Imagenio. Sin embargo, hasta hace poco no ha existido un estándar de IPTV híbrido que facilite y abarate la comercialización y desarrollo de los servicios y receptores de este sistema para acelerar su implantación.

El estándar **HbbTV** (TV híbrida de difusión y banda ancha) es una iniciativa europea, abierta y neutral del 2010, que combina los servicios de la TDT con los habituales de Internet (www.hbbtv.org/). Con los actuales receptores HbbTV en comercialización el consumidor puede acceder a los proveedores de contenidos y servicios que usualmente son las mismas empresas de broadcast u otras de reciente creación: vídeo bajo demanda (VoD), publicidad interactiva, personalización, voto electrónico, juegos en línea asociados al programa en emisión, guía electrónica rápida de programación, etc.



Que pueda clasificarse HbbTV como un tipo de IPTV es discutible, pues no hay ninguna vinculación hasta ahora entre los contenidos para ser visualizados con el operador y el dueño de la red IP de banda ancha con la que se conecta el equipo, al menos en el horizonte a corto plazo. La relación entre HbbTV e IPTV por ahora es sobre todo de estándares y de tecnología, ya que se ha basado en buena medida en previos ya existentes y probado como el Open IPTV Forum, tal como se ve en el siguiente gráfico de bloques, se presenta en grandes rasgos el estándar:

Ilustración 19. Visión global de la especificación 1.0 de HbbTV con la extensión 1.5 (2012)



Así, utiliza el estándar MPEG DASH para realizar *streaming* (un *streaming* más avanzado que el visto en este módulo, denominado *streaming* adaptativo); los lenguajes XHTML, CSS2, el modelo de objeto documento DOM2 para interactuar con objetos HTML, XHTML y XML, XML para la gestión de la interfaz gráfica y la comunicación entre la emisora de TV y receptor, y entre el receptor y los servidores de contenidos; protege los contenidos mediante un estándar de encriptación universal, etc.

Si bien en general las redes IPTV híbridas amplían las capacidades de la TV digital, actualizando así este servicio que pronto contará con 100 años de vida, los detractores apuntan a que Internet ofrece actualmente mucha mayor flexibilidad y oferta que la que pueda dar ahora o en el futuro este sistema. Otro obstáculo es que por ahora es un servicio OTT (*over the top*), es decir, que no cuenta con el proveedor de la red que posibilita la transmisión de servicios y datos entre el usuario y los servidores indicados por la cadena de TV sintonizada en ese momento, por lo que no se beneficiará de este, cosa sin duda resuelta completamente en un modelo cerrado como el de IPTV.

Actividad

Actividad 12. Sea una plataforma digital de TV que emite vía satélite. ¿Se convierte en una red IPTV híbrida cuando sus abonados pueden utilizar un receptor satélite que además posee conexión a Internet y sobre la cual pueden realizar VoD, EPG, etc.?

Resumen

Las redes IPTV nacen en el momento en que la madurez de los sistemas de codificación de audio y vídeo posibilita ofrecer estos servicios con bajos anchos de banda, y en el que la infraestructura que lo posibilita es económicamente viable y con capacidad de crecimiento ordenado según demanda. La integración digital de servicios es el núcleo de su negocio, basado en el *triple play* y en la capacidad de mantener niveles de calidad de servicio elevados tanto empíricamente como desde el punto de vista de la experiencia del consumidor.

Su estructura y gestión es cerrada, entendiéndose como una respuesta de los grandes operadores de telefonía a la anómala posición de arrinconamiento que han vivido en el negocio de la compraventa de servicios y productos por Internet, a pesar de ser quienes ofrecen el acceso a la Red y se comprometen a costosas inversiones para su mejora continua.

Sus mecanismos internos de transmisión se basan en el *streaming* unicast y multicast según la fuente de información, apoyándose en protocolos de tiempo real como RTP y RTSP y en mecanismos de gestión de flujos como IGMP.

Si bien su futuro es prometedor, falta apostar por una normativa que facilite la interoperabilidad de redes, equipos y servicios IPTV para desarrollar la oferta de contenidos y aplicaciones en un marco estable y unificado. Mientras tanto, aparecen nuevas generaciones de redes híbridas que amplían y apoyan servicios ya existentes.

Glosario

Asymmetric Digital Subscriber Line (ADSL, ADSL2, ADSL+, ADSL2+) *f* ADSL es la implementación más frecuente de la tecnología DSL en el mundo. Las demás son versiones mejoradas del anterior. ADSL+ es lo mismo que ADSL2+.

Digital Rights Management (DRM) *m* Control del uso que realiza el usuario del material una vez descargado. Por ejemplo, verlo solo una vez, en un margen limitado de tiempo, etc.

Digital Video Broadcasting (DVB) *m* Consorcio de empresas de broadcast, fabricantes, instituciones reguladoras y otros que crearon estándares de distribución digital de televisión y datos. Incluye hasta la fecha cuatro familias: DVB-T (terrestre, es decir, TDT), DVB-S (satélite), DVB-C (cable) y DVB-H (dispositivos móviles).

European Telecommunications Standards Institute (ETSI) *m* Organización europea independiente sin ánimo de lucro destinada a la definición de estándares en el mundo de las telecomunicaciones.

Fiber to the (FTTx) *m* Conjunto de arquitecturas de red de fibra óptica que incluye: FTTP (Fibra hasta las instalaciones, para PYMES y doméstico), FTTC (fibra hasta la central), FTTH (fibra hasta el hogar), FTTS (fibra hasta el suscriptor), FTTN (fibra hasta el nodo o vecindario), FTTB (fibra hasta el edificio, etc).

Group of Pictures (GOP) *m* Segmento de imágenes de una secuencia de vídeo, que se codifica como un conjunto independiente del resto de imágenes.

Hybrid Fiber Coax (HFC) *m* Sistema que combina el uso de un espinazo o núcleo en alta velocidad por fibra hasta los límites de la red, usando coaxial de cobre para cubrir “la última milla” hasta llegar al suscriptor.

Internet Group Management Protocol (IGMP) *m* Protocolo para la gestión de los miembros de un grupo multicast.

Multi Protocol Label Switching (MPLS) *m* Servicio de transmisión de datos para usuarios basados en circuitos conmutados o en conmutación de paquetes, pudiendo llevar diferentes tipos de tráfico, inclusive IP.

Multicast *m* Envío simultáneo de información a un grupo de destinatarios.

Quality of Experience (QoE) *f* Medida subjetiva de la experiencia del usuario.

Quality of Service (QoS) *f*) Capacidad de priorizar tráfico y decidir la mejor gestión para tráfico sensible al retardo como voz y vídeo

Real-time Transport Protocol (RTP) *m* Formato estándar de paquete para distribuir audio y vídeo por IP, utilizado en aplicaciones unicast y multicast.

Real-time Streaming Protocol (RTSP) *m* Posibilita al usuario acceder al servidor de streaming y controlar remotamente el flujo que le envía, similar a los comandos de un DVD (play, pausa, etc.).

Set Top Box (STB) *m* Equipo del cliente que ofrece al usuario final los servicios y productos de la red IPTV y por el que interacciona con la red.

Transmission Control Protocol (TCP) *m* Uno de los protocolos fundamentales de las redes IP, gestiona la transmisión fiable de los datos a través de esta.

User Datagram Protocol (UDP) *m* Uno de los protocolos fundamentales de las redes IP, gestiona la transmisión rápida de los datos a través de esta pero sin asegurar su entrega.

Unicast *m* Envío de información desde una única fuente a un único destinatario.

Very High Speed Digital Subscriber Line (VDSL, VHDSL) *f*) Tecnología avanzada de la familia xDSL que provee de grandes velocidades de acceso a través de un par trenzado de cobre.

Video on Demand (VoD) *m* Sistema por el que el material audiovisual digital es transmitido a un único usuario cuando este lo requiere.

xDSL *m* Nombre que se da a la familia de tecnologías DSL que posibilitan la transmisión de datos digitales sobre cobre (par trenzado o coaxial).

Bibliografía

Bajon, J. "IPTV markets. New broadband service promising to upset the balance of TV market". *Communications & Strategies* (vol. 62, págs. 175-181). Montpellier.

Fischer, W. (2010). *Digital video and audio broadcasting technology: a practical engineering guide*. Rohde & Schwarz.

Perkins, C. (2008). *RTP: audio and video for the Internet*. Addison Wesley.

Plevyak, Th.; Sahin, V. (2010). *Next generation telecommunications networks, services and management*. John Wiley & Sons

Simpson, W. (2008). *Video over IP*. Focal Press.

Tektronix (2007). *Principles of IPTV*.

Anexo

Ejemplo práctico de activación de IGMP Snooping en un *switch*

Veamos un ejemplo práctico de cómo trabajar con IGMS *snooping* en un *switch* de 48 puertos Fast Ethernet (fe) y 1 puerto GigaEthernet (ge) situado en la tercera expansión de su chasis.

Ilustración 20. Enterasys 1H582-51



En la parte inferior pueden verse las 48 bocas fe de cobre y en la superior, los tres *slots* de expansión (vacíos en esta ilustración)

Por este *switch* circulan *varios streams* multicasts IGMP, cada uno de ellos dirigido a un cierto número específico de bocas (mediante IGMP, *snooping*) que forman un *grupo*. El conjunto de instrucciones que se pueden utilizar es el siguiente:

```
sh igmp ?           Ayuda de los comandos IGMP
sh config igmp      Visualiza la configuración IGMP del switch
sh igmp groups      Presenta la lista de grupos de bocas cliente que reciben el mismo
                    stream IGMP multicast
sh igmp query-interval Presenta con qué frecuencia las tramas QUERY son transmitidas
Sh igmp response-time Presenta el tiempo máximo de respuesta a un QUERY
```

Mediante Telnet o SSH entramos en el *switch* como administrador:

```
Username:admin
Password:*****
waiting for authorization.....

*****
*
*           Matrix 1H582-51           *
*
*           Enterasys Networks, Inc.   *
*           50 Minuteman Road         *
*           Andover, MA 01810 USA     *
*
```

```
*****
```

Visualizamos el estado actual del *switch*, presentando que tiene el IGMP activado:

```
E1-1CEI1A> sh igmp
IGMP Snooping is enabled.

E1-1CEI1A>sh config igmp
Creating CLI device configuration Set commands!

!Enterasys Networks, Inc. 1H582-51 Rev 03.07.32 0001 06/17/2009--17:59 ofc
!
! igmp
set igmp enable
!
```

Visualizamos qué puertos del *switch* reciben qué tráfico multicast:

```
E1-1CEI1A>sh igmp groups
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 224.0.0.18      Type = IGMP

IGMP Port List = ge.3.1
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 224.0.0.22      Type = IGMP

IGMP Port List = ge.3.1
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 239.192.1.84    Type = IGMP

IGMP Port List = fe.0.34
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 224.0.0.13      Type = IGMP

IGMP Port List = ge.3.1
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 224.0.1.22      Type = IGMP

IGMP Port List = fe.0.1-2, fe.0.4, fe.0.7, fe.0.9, fe.0.11, fe.0.13, fe.0.15, fe.0.21,
fe.0.34, fe.0.38, fe.1.1, fe.1.3
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 225.10.10.10    Type = IGMP

IGMP Port List = fe.1.14
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 224.0.0.251     Type = IGMP
```

```
IGMP Port List = fe.0.1, fe.0.11, fe.0.15, fe.0.27, fe.0.46-47
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 224.0.1.60      Type = IGMP

IGMP Port List = fe.0.5, fe.0.22, fe.0.24, fe.0.27, fe.0.43, fe.0.46-47
-----
Vlan ID = 200      MultiCast IP = 239.255.255.250      Type = IGMP

IGMP Port List = fe.0.1-2, fe.0.4, fe.0.7, fe.0.9, fe.0.11, fe.0.13, fe.0.15, fe.0.19,
fe.0.21, fe.0.28, fe.0.34, fe.0.38, fe.0.47, fe.1.1, fe.1.3
-----
Multicast group list processed.
```

Visualizamos los tiempos de respuesta y de petición:

```
E1-1CEI1A>sh igmp response-time
IGMP max response time is 100 .1 seconds.

E1-1CEI1A>sh igmp query-interval
IGMP query interval is 125 seconds
```

Así, si un *host* cliente no responde al QUERY en 2 veces el tiempo de respuesta (es decir, a los $100 \times 2 + 0.1 = 200.1$ segundos) lo da de baja del grupo en que esté.