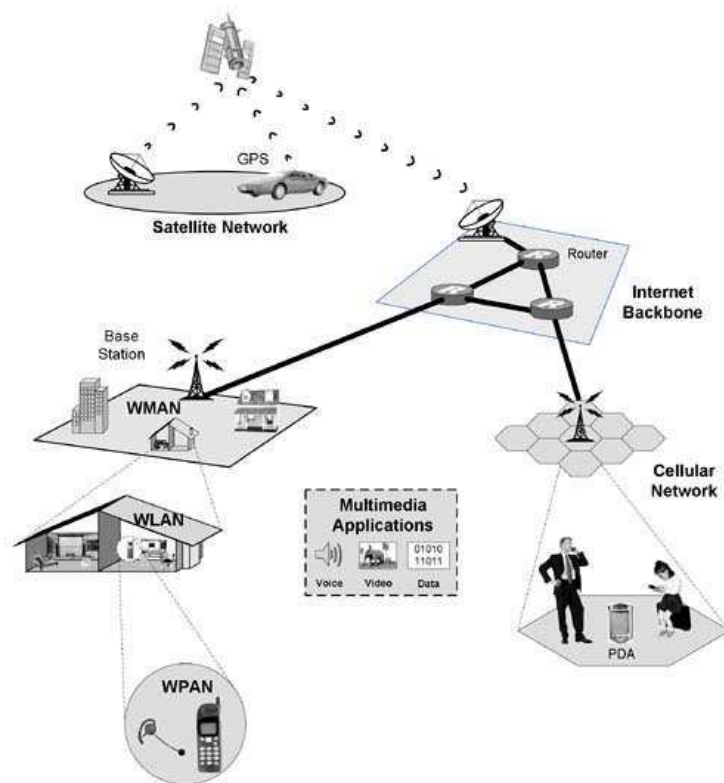


Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

Las redes que comunican diferentes ordenadores se han extendido de modo universal, y abarcan prácticamente a todos los dispositivos de computación, fijos o móviles, presentes en nuestro entorno. Los tipos más comunes de redes se muestran en la figura.



Tecnologías Multimedia en Web

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción (I)

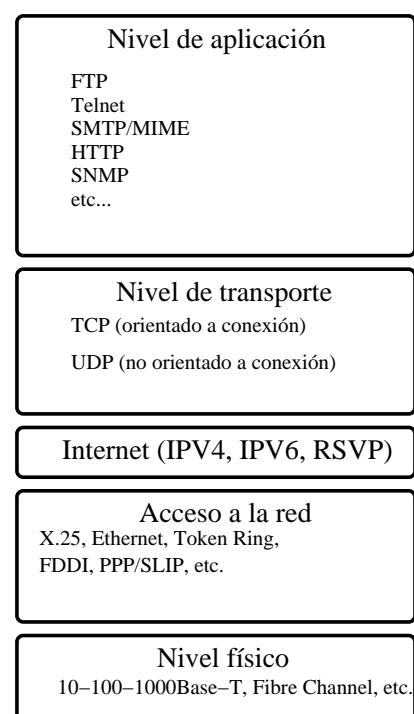
Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

LA PILA OSI

El diseño original de la red debía seguir el modelo OSI (Open Systems Interconnection) estandarizado como [ISO/IEC 7498-1](#), pero la implementación práctica, especialmente desde la aparición de Internet, la simplifica fundiendo varias capas en una:



LA PILA TCP



Tecnologías Multimedia en Web

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción (II)

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

Conceptos básicos:

- **Ancho de banda:** en el contexto de las comunicaciones digitales, cantidad de datos que se pueden transmitir en una unidad de tiempo. Como los datos se convierten a algún tipo de señal analógica mediante modulación, el ancho de banda depende del ancho de banda analógico, de la potencia de la señal, de la potencia de ruido y de la codificación de canal empleada.
- **Latencia:** retardo temporal entre el comienzo de la emisión de un dato digital en un dispositivo y el final de su recepción en otro dispositivo. Como los datos se envían en paquetes, se suele entender como latencia el retardo entre el comienzo de la emisión de un paquete el y momento en que sus datos pueden ser usados. Por ello depende, además de las causas físicas, del tamaño de los paquetes y del tamaño de las memorias de almacenamiento intermedio ("buffers").
- **Jitter (fluctuación):** variación mayor o menor del intervalo de tiempo entre la llegada de dos paquetes consecutivos. Se puede medir cuantitativamente como la desviación típica de dicho intervalo, medida durante suficiente tiempo.

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

El problema de la transmisión de contenido multimedia por la red es doble:

1) Se requiere un gran ancho de banda.

Aplicación	Ancho de banda requerido
Telefonía	16 kbps
Audioconferencia	32 kbps
Música en calidad CD	128-192 kbps
H.261	64 kbps-2Mbps
H.263	< 64 kbps
MPEG-1	1.2-1.5 Mbps
MPEG-2	4-60 Mbps
MPEG-4 (VoD)	250-750 kbps
Videoconferencia	384 kbps-2Mbps
H.264 (640 × 480)	300-800 kbps
H.264 (1920 × 1080)	1.5-4 Mbps

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

2) Se requiere una latencia muy pequeña (idealmente, acotada) y una fluctuación pequeña.

La tabla muestra la tolerancia media a la latencia (TML) y la tolerancia media a la fluctuación (TMJ), medidas en ms.

Aplicación	TML	TMJ
Voz comprimida (16 kbps)	30	130
Videoconferencia low-res (64 kbps)	300	130
MPEG NTSC video (1.5 Mbps)	5	7
MPEG audio (256 kbps)	7	9
HDTV (20 Mbps)	0.8	1

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

Para intentar garantizar el cumplimiento de estos requisitos se introduce el concepto de **calidad de servicio** (QoS), definida como

”El efecto colectivo de las eficiencias de cada componente necesario para proveer un servicio a través de red, que determina la satisfacción del usuario final de ese servicio”

En el campo de las comunicaciones digitales se suele dar una definición más restringida:

”La capacidad de asignar diferentes prioridades a diferentes aplicaciones, usuarios, o flujos de datos, o de garantizar un cierto nivel de rendimiento para un flujo de datos”

En la transmisión multimedia la regularidad (jitter y fluctuaciones en la calidad bajas) es más importante que la latencia (el jitter es más molesto que una espera breve) y la exactitud temporal es más importante que la calidad de imagen o sonido (orden del video y sincronización audio/video son cruciales).

Transmisión de multimedia a través de la red: introducción

Los niveles de calidad de servicio posibles son:

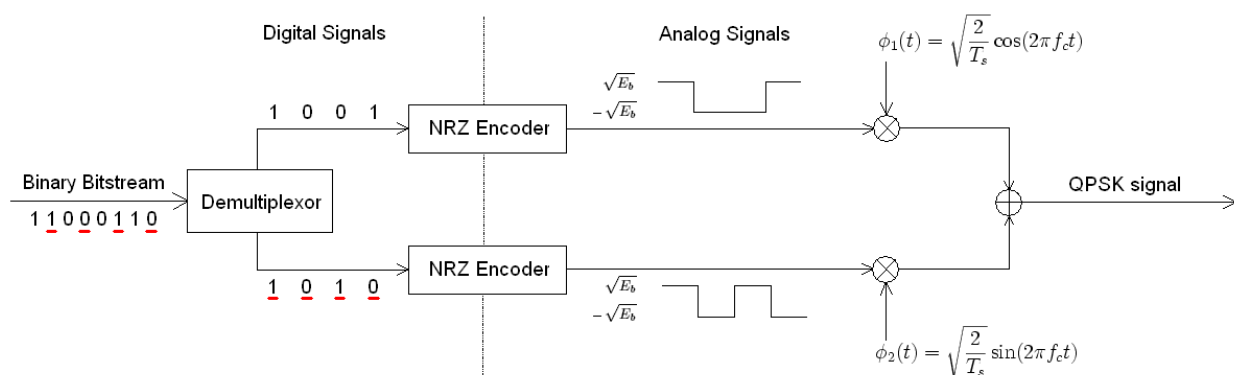
- De tiempo real (conversacional): tráfico bidireccional, con latencia y fluctuación suficientemente bajas, y en cualquier caso, acotadas.
- De datos priorizados: tráfico bidireccional, con pérdidas bajas y baja latencia, priorizando ciertos envíos. Es el caso del comercio electrónico.
- Silver: latencia y fluctuación moderadas, sincronismo temporal y ordenación estricta en la llegada de datos. Tráfico unidimensional para transmisión multimedia, o bidireccional para otras aplicaciones como navegación por Internet.
- Best effort: no hay requisitos de tiempo real, como p. ej. en la descarga o la transferencia de archivos grandes.
- Bronze: no hay garantías de ningún tipo en la transmisión; los propios datos deben autocorregirse mediante códigos correctores de errores.

Veremos ahora cómo se intenta conseguir alto ancho de banda y buena calidad de servicio en las diferentes capas de la red.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

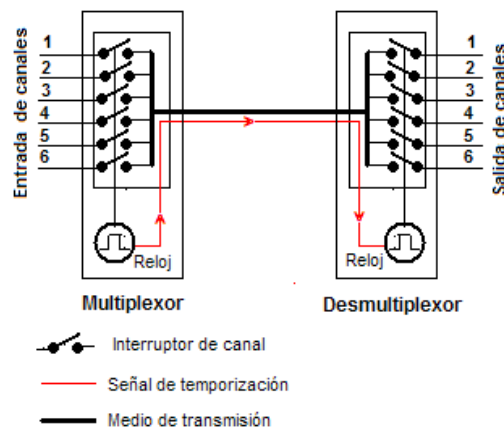
Para aumentar el ancho de banda en el nivel físico se usa **multiplexado**, que puede ser:

- Por división de la frecuencia: se asigna una frecuencia central a cada canal y la señal a transmitir la modula, sin variar excesivamente la frecuencia central, bien por modulación en amplitud (AM), en frecuencia (FM) o en fase (PM). Para la transmisión de datos digitales se usan otros tipos de modulación, en particular la QPSK (Quadrature Phase-Shift Keying)



Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

- Por división de longitud de onda (WDM): se combinan varias ondas de diferente longitud moduladas por sendas señales que se transmiten en distintos modos a través de una fibra óptica
- Por multiplexado temporal (TDM): se divide la transmisión en intervalos de tiempo y en cada uno se transmite cierto número de bits de cada señal. Pueden usarse varios intervalos para una misma señal, según las necesidades.



Tecnologías Multimedia en Web

transmision de multimedia a través de la red: las capas inferiores (II)

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

Entre los estándares que aplican multiplexado cabe mencionar:

- ISDN (Integrated Services Digital Network): usa multiplexado en el tiempo (TDM) transmitiendo por una línea telefónica hasta dos canales de datos de 64 Kbps y uno de control de 16 Kbps, o hasta 30 canales de datos y dos de control en el mejor modo. Se usó para acceder a Internet a través de módem hasta la llegada del ADSL.
- SONET (Synchronous Output Optical Network): es un estándar para interconexión de redes de fibra óptica usado por los proveedores de servicios.
- ADSL (Asymmetric Digital Subscriber Line): es la conexión terminal de la red (de "last mile", o hacia el usuario final). Usa las líneas telefónicas ya instaladas (cable de par trenzado) para transmitir señales digitales por modulación de amplitud en cuadratura (QAM, se alteran simultáneamente amplitud y fase) modulando tres canales de frecuencias en torno a 1MHz y haciendo con ellos división en frecuencia. La modulación y demodulación la hace el router doméstico. Los tres canales se usan para envío de datos, recepción de datos, y servicio telefónico, y se asigna un ancho de banda mucho mayor al de recepción que al de envío (de ahí el calificativo de asimétrico). Las velocidades del ADSL están entre 8 Mbps de bajada, 1 Mbs de subida hasta los 13 Mbps de bajada, 3.15 Mbps de subida para el ADSL2.

Tecnologías Multimedia en Web

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores (III)

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

Redes LAN (Local Area Network): Son redes para comunicar los ordenadores de una misma institución o instalación y por ello la mayoría soportan multicast (envío de uno a muchos).

Existen varios estándares IEEE, los 802.x, aplicables especialmente a las capas OSI 1 y 2, physical y data link. La capa 2 contiene MAC (medium access control) y LLC (logical link control). Los más importantes son:

- 802.1: sobre introducción a las redes LAN y su relación con el modelo OSI.
- 802.3: El estándar que especifica Ethernet:
 - Características del cableado: puede ser cable coaxial, de par trenzado o de fibra óptica con velocidades 10Base-T (10 Mbps), 100Base-T (100 Mbps) y 1000Base-T (Gigabit ethernet).
 - La señalización: usa CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection).
 - La dirección única por hardware (MAC)
 - Las tramas de datos

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

La velocidad también depende de los puntos finales (placas de red) y de los routers.

Desde el punto de vista de la transmisión multimedia el problema puede ocurrir sólo si varios puntos iniciales/finales transmiten a la vez, o si todos tratan de responder a todas las transmisiones (pero esto se resuelve en el nivel superior).

Debido a la velocidad, Ethernet está ganando popularidad para extenderse al nivel WAN (redes de cobertura amplia) en lugar de ATM.

El otro tipo de redes LAN son las inalámbricas, reguladas por el estándar 802.11 (en este momento, versión 'g'):

- Utiliza la banda de 2.4 GHz, con velocidad máxima de 54 Mbps (aunque si coexiste con 802.11b decrece a 22 Mbps).
- El alcance depende de los obstáculos, pero teóricamente hasta 90 m).

Está en preparación el estándar 802.11n con velocidad prevista de hasta 540 Mbps y alcance de 250 m.

Desde el punto de vista de la transmisión multimedia puede tener en todo caso el mismo problema que la LAN por cable.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

Redes WAN (Wide Area Network): Son redes para comunicar normalmente varias redes LAN y gestionar su conexión a la red global (Internet). Hoy existen como parte de las redes de proveedores, son transparentes desde el punto de vista del usuario final y suelen transportar paquetes TCP ó UDP encapsulados en sus propios protocolos. Entre los tipos existentes están:

- Conmutación de circuitos (circuit switching): se establece un circuito entre emisor y receptor (punto a punto) que dura mientras dura el intercambio de datos. Fue utilizado en líneas telefónicas. Sería excelente para transmisión multimedia, si fuera escalable.
- Conmutación de paquetes (packet switching): la red más popular de este tipo es X.25. Puede funcionar en modo de datagramas, como Internet, o en modo de circuitos virtuales, establecidos primero mediante paquetes de request y accept entre cada par de routers comunicados.
- Relevo de marcos (frame relay): es una versión reducida de X.25 para fibra óptica.
- Transmisión asíncrona de marcos (ATM, cell relay): usa paquetes pequeños (53 bytes) de longitud fija, lo que reduce la latencia, y eso también es bueno para la transmisión multimedia.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

10-GBit Ethernet (estándar 802.3ae): debe funcionar sólo por fibra óptica, y en modo full-duplex, de modo que no requiere carrier sense ni detección de colisiones (CSMA/CD). Servirá para la implantación tanto de redes LAN como WAN y MAN (metropolitan area network). La comparación entre los tres estándares disponibles es:

	Fast Ethernet 100Base-T	Gigabit Ethernet 1000Base-T	10-GBit Ethernet
Tasa datos	100 Mbps	1 Gbps	10 Gbps
Modo trans.	Full o half duplex	Full o half duplex	Sólo full duplex
Acceso	CSMA/CD	CSMA/CD	innecesario
Medio	cobre o fibra óptica	cobre o fibra óptica	sólo fibra óptica
Distancia	200 m (cobre) 2 Km (fibra)	25 m (cobre) 550 m (fibra MM) 5 Km (fibra SM)	300 m (fibra MM) 40 Km (fibra SM)
Tipo red	LAN	LAN/WAN	LAN/WAN/MAN
St. IEEE	802.3u	802.3z	802.3ae
Año	1995	1998	2002

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas inferiores

Redes de acceso final ("last mile"): llevan los datos desde el último repetidor hasta el dispositivo final. Lo más usual es el ADSL, ya mencionado, pero aparte existen:

- Red híbrida fibra/coaxial (HFC), fibra hasta la estación (FTTC) y fibra hasta el hogar (FTTH)
- Distribución terrestre (DVT, o digital broadcasting television, TDT): sólo va en un sentido (uno a muchos). Usa el espectro electromagnético en la banda de UHF (de aprox. 480 a 862 MHz). Cada canal ocupa 8 MHz con cada estación cubriendo un alcance de hasta unos 100 Km. Usa modulación COFDM (multiplexado por división de la frecuencia con codificación ortogonal); en este esquema la señal modulada tiene un intervalo de guarda, que es un período en el que la señal se mantiene constante, repitiendo un símbolo. Eso permite aprovechar la señal cuando llega por muchas diferentes vías (reflexiones) debilitada.
- Distribución por satélite (DVB-s, o digital satellite television): funciona de modo similar a la DVT, pero usando los satélites como repetidores en la banda C (4-8 GHz) ó en la banda K_u (12-18 GHz). La modulación es QPSK. Cada canal permite transportar hasta 13 streams MPEG-2 ó 27 en H.264 a baja resolución (720×576) o hasta 3 en MPEG-2 ó 6 en H.264 a alta (1920×1080).

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

Prácticamente todo el tráfico de red actualmente se hace usando el protocolo TCP/IP, generalmente sobre red ethernet, pero incluso si no, encapsulando los paquetes TCP/UDP en otros protocolos. Por ello es necesario encontrar formas de conseguir baja latencia y baja fluctuación al transmitir multimedia usando TCP y/o UDP.

TCP (transfer control protocol): es el protocolo universal de intercambio de datos en Internet (por ello llamado también IP, Internet Protocol, ó IPV4). Se basa en dividir los datos en bloques y añadir una cabecera a cada bloque, lo que constituye un paquete. Cada dispositivo tiene un número de identificación único (su dirección IP) de 32 bits (64 bits en la versión **IPV6**) y cada paquete contiene las dir. IP de origen y destino.

La ruta entre origen y destino puede ser distinta para cada paquete. Los paquetes no necesariamente llegan en el orden en que fueron emitidos, pero cada uno lleva en su cabecera el número de orden. Para el control de errores se usa un campo de CRC

El protocolo admite tráfico en los modos **TCP** y **UDP**. En TCP se establece inicialmente una conexión donde el receptor anuncia al emisor que está listo. El emisor envía paquetes, y aquellos que llegan corruptos, no llegan en su orden correcto o no llegan en absoluto son retransmitidos (el receptor los pide de nuevo al emisor). En UDP no se establece conexión y no se retransmiten los paquetes dañados o perdidos.

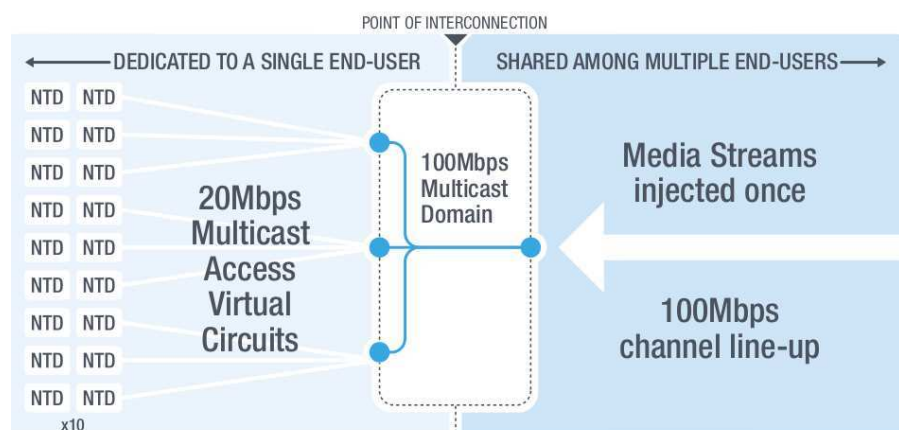
Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

Dado que para la transmisión de multimedia son más importantes la baja latencia y la baja fluctuación que la fiabilidad (se puede permitir una pérdida de paquetes), los protocolos de mayor nivel suelen usar UDP.

El primer método obvio de aprovechar al máximo el ancho de banda disponible es usar **multicast** (un sólo emisor/varios receptores) haciendo que los paquetes avancen por la red tanto como sea posible antes de duplicarse. Esto sólo sirve si todos los receptores reciben y desean ver lo mismo, y es necesario tener routers que entiendan el protocolo multicast. Una aplicación típica es la TV por Internet ofrecida por los proveedores de Internet.

A la hora de emitir audio o video por multicast el usuario final no controla cuándo comienza o acaba la emisión, y sólo puede pausarla, pero cuando reanude habrá perdido la porción correspondiente al tiempo de pausa.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores



La manera usual de implementar multicast es usar [MBone](#), un software que puede ser instalado en los routers (desde ese momento, MRouters) con herramientas para los clientes finales lo cuales, usando el protocolo IGMP (Internet Group Management Protocol) pueden crear un grupo y emitir en él, unirse a un grupo o abandonarlo. Existen canales especiales entre los MRouters que reservan un cierto ancho de banda para ellos.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

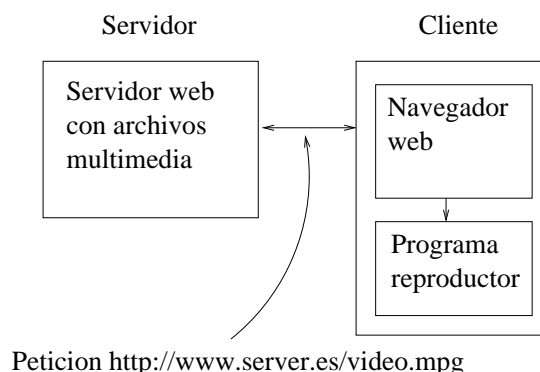
Otro medio de conseguir baja latencia y baja fluctuación es el uso de protocolos y métodos especiales sobre TCP/UDP. En concreto:

- Puede ser aceptable un pequeño retraso antes de comenzar la reproducción. Durante ese tiempo se puede ir recibiendo datos y llenar con ellos una memoria (o porción del disco) intermedia, un buffer.
- No es aceptable la fluctuación; lleva a detenciones y reanudaciones que se superpodrían a los datos del instante actual, y si se transmiten los datos en streams separadas de audio y video, provoca desincronización. Esto se evita usando el buffer: los datos llegan a él con tasa variable pero salen a tasa constante. Obviamente, es necesario que al salir se descompriman en tiempo real (antes de que sea necesario mostrar el siguiente cuadro).
- Las pérdidas se toleran, interpolando los cuadros faltantes. No se pide retransmisión de los paquetes perdidos, por lo que se usa casi exclusivamente UDP, no TCP.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

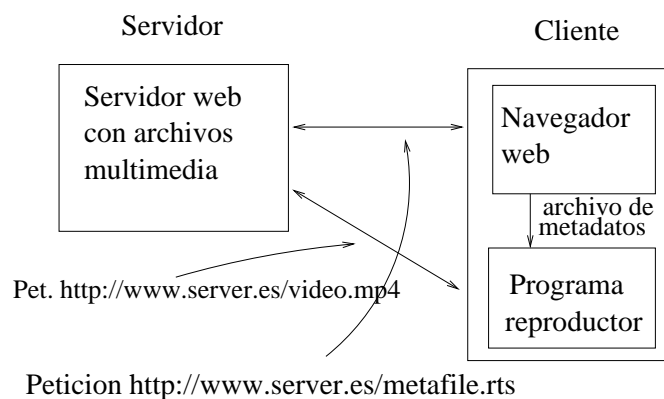
Entre las técnicas para conseguir esto están:

- Descarga desde un servidor web: los datos de audio y video están almacenados en el servidor. El cliente descarga los archivos y una vez transferidos lanza el reproductor adecuado de acuerdo al [tipo MIME](#) del archivo. Las ventajas son que no hay que preocuparse de la latencia ni de la fluctuación, y (desde el punto de vista del usuario) que el material queda en el disco para visualizarlo después. Los inconvenientes son el largo tiempo hasta el inicio de la reproducción y (desde el punto de vista de los proveedores de contenidos) que el material puede compartirse indefinidamente.



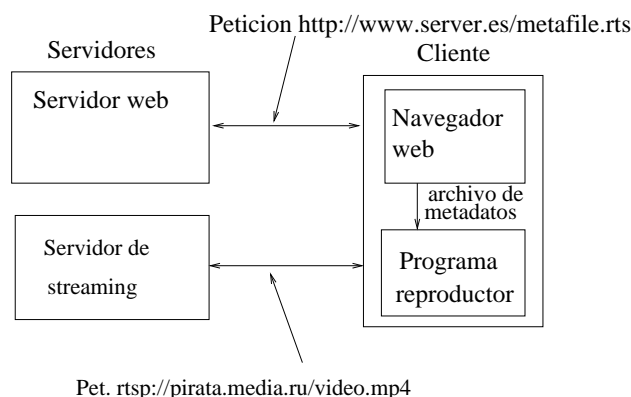
Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

- Pseudo-streaming con un servidor web: el cliente pide un archivo al servidor, y éste le pasa no el archivo, sino otro con metadatos indicando dónde se puede encontrar el material, qué longitud tiene, etc. El navegador del cliente pasa este archivo al reproductor multimedia que establece su propia conexión con el servidor usando HTTP y TCP. La única ventaja respecto al caso anterior es que el navegador no se bloquea mientras llega el archivo de video.



Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

- Servidores de streaming: el cliente pide un archivo al servidor, y éste le pasa no el archivo, sino otro con metadatos indicando dónde se puede encontrar el material, qué longitud tiene, etc. El navegador del cliente pasa este archivo al reproductor multimedia que establece su propia conexión con un servidor dedicado a streaming usando otro puerto y normalmente UDP por donde va llegando el material, que se reproduce a medida que llega (con un buffer para minimizar la fluctuación). La ventaja más importante es que acepta peticiones interactivas del cliente (pausa, reanudación, etc.).

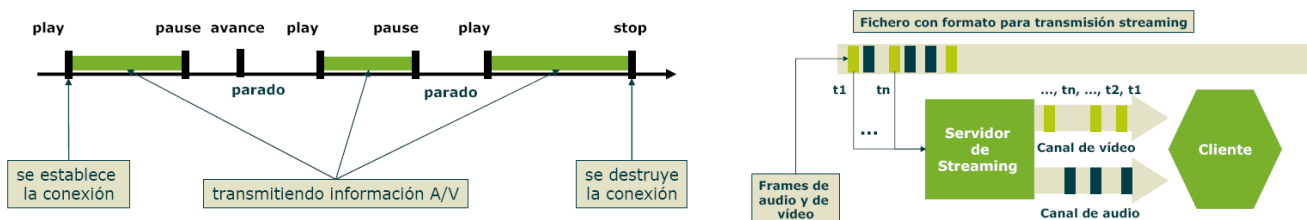


Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

En los servidores de streaming la conexión que se establece con el cliente debe tener dos canales:

- Un canal de control bidireccional para la interacción con el cliente (atender sus peticiones de pausa, reanudación, cambio de escena, cambio de canal de audio, cambio de resolución/calidad... y mandarle mensajes de confirmación o error) así como (en servicios de pago) la autenticación y control.
- El canal de datos, unidireccional, que transmite el material propiamente dicho.

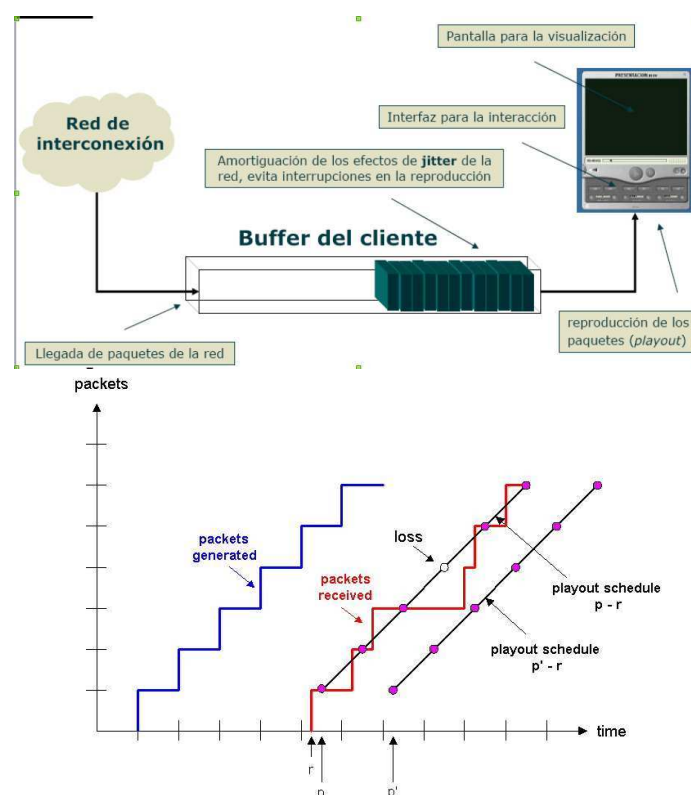
El servidor, además de recibir y contestar a las interacciones del cliente, fracciona la información y envía los trozos de manera temporizada.



Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

Respecto al cliente, reproduce la información de modo temporizado y proporciona un interface (normalmente, gráfico) para que el usuario interactúe. Debe tener un buffer para reducir la fluctuación, con lo que retrasa el inicio de la reproducción un cierto intervalo de tiempo (el tiempo de llenado del buffer hasta un cierto porcentaje alto).

La segunda figura muestra la influencia del retraso en la reproducción.

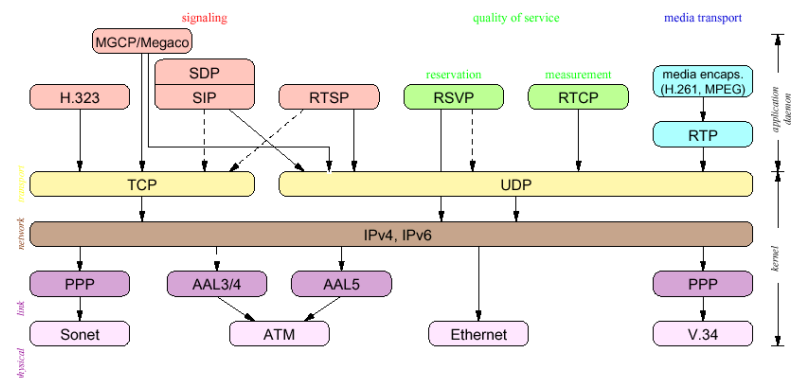


Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

Los protocolos superpuestos el TCP/UDP para la transmisión multimedia son:

- Protocolos de control de flujo y envío de datos:
 - RTSP: Real Time Streaming Protocol
 - RTP: Real-time Transport Protocol
- Protocolos para mejorar la calidad de servicio:
 - RTCP: Real Time Control Protocol
 - RSVP: Resource Reservation protocol

Aunque se llamen de "tiempo real", esto no significa lo mismo que en sistemas operativos (respuesta a una petición en tiempo acotado) sino que se hace el mayor esfuerzo posible ("best effort") para cumplir los requisitos.



Tecnologías Multimedia en Web

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores (X)

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

RSVP (Resource Reservation Protocol), extendido en el [RFC4495](#):

- Está diseñado para garantizar la QoS deseable, en principio para multicast aunque también vale para unicast.
- El modelo general de comunicación soportado por RSVP consiste en m emisores y n receptores compitiendo por un ancho de banda limitado.
- Los mensajes más importantes del protocolo son Path y Resv:
 - Path es enviado por el servidor a cada posible destino, y contiene información sobre el emisor y, a medida que circula, el camino para llegar hasta el destino en la forma de sucesión de routers.
 - Resv es enviado por cada receptor, y cuando pasa por cada router realiza una petición de reserva de ancho de banda, que se mezcla con otras que ya tenga el router, y todo junto termina llegando al servidor.
- El servidor ajusta el envío al ancho de banda disponible y emite según el estado actual. No obstante, periódicamente sigue emitiendo mensajes Path para ajustarse según se añadan o retiren clientes.

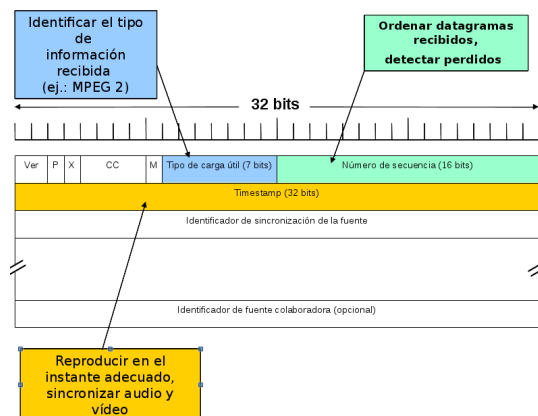
Tecnologías Multimedia en Web

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores (XI)

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

RTP (Real-time Transport Protocol, estandarizado en su última versión como [RFC 3550](#)): Va asociado a RTCP (ver después) y se sitúa en la pila OSI sobre el UDP. Esencialmente, añade un **paquete de cabecera** a cada bloque de datos transmitidos a continuación por UDP. En ella se contienen los identificadores de todas las fuentes de datos que están generando esta stream (p. ej.: varios hablantes en una videoconferencia), el tipo de datos que se va a transmitir (video, o audio, y en qué formato), un número de orden, un marca de tiempo que indica el instante de tiempo absoluto desde el inicio de la transmisión y que servirá para la sincronización en el cliente, y otros campos menos importantes.

RTP por sí mismo no se ocupa de la reserva de ancho de banda (eso lo hacía RSVP) y no garantiza tiempo real, para lo que veremos luego RTCP y RTSP.



Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

RTCP (Real Time Control Protocol):

Se usa siempre asociado a RTP (ver anterior), habitualmente para transmitir paquetes de control a los participantes de una sesión multimedia de streaming. Su función principal es informar de la calidad de servicio proporcionada por RTP.

Este protocolo recoge estadísticas de la conexión. Una aplicación puede usar esta información para incrementar la calidad de servicio (QoS), ya sea limitando el flujo, usando un compresor con tasa de compresión más alta o reduciendo la resolución del video. Los tipos principales de paquetes enviados por RTCP son:

- **SR** (Sender Report): Información enviada desde el emisor relativa al número de paquetes/bytes enviados, marcas de tiempo para la medición de los retardos, etc.
- **RR** (Receiver Report): Información enviada desde el receptor sobre los paquetes recibidos, los paquetes perdidos, los retardos y la fluctuación.
- **SDS** (Source Description): Información sobre la fuente, p. ej.: nombre, e-mail, teléfono, identificación de la aplicación que genera el flujo, etc.
- **BYE**: Final de la sesión. Lo envía cada uno de los participantes (emisor o receptor) cuando se despiden.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

Tanto RTP como RTCP (agrupados, para liar más, bajo el nombre de RTP, real time protocol) son protocolos de **sesión**, entendida como una conexión entre un cliente y un servidor que se conectan, normalmente se autentifican, y comienzan a intercambiar datos hasta que uno de ellos (normalmente el cliente) cierra la conexión.

Se usa una misma dirección IP, pero dos puertos distintos, uno para datos y otro para control. Además, para cada stream multimedia transmitida (imagen, voz, etc.) se abre una nueva sesión, lo que permite que alguno(s) de los participantes puedan p. ej. recibir sólo el sonido pero no la imagen (p. ej. porque no tienen suficiente ancho de banda).

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

RTSP (Real Time Streaming protocol):

Este protocolo, ligado normalmente a RTP y a RTCP (aunque se puede usar separadamente) gestiona:

- La localización de medios (`rtsp://...`)
- El control de la reproducción (p. ej. las órdenes de pausa, reanudación, avance y retroceso rápido, cambio de secuencia...). Esto es como si se tratase del "mando a distancia" del servidor.



No existe el concepto de conexión RTSP sino el de sesión RTSP; de hecho, los datos y órdenes transmitidas por RTSP pueden ir tanto encapsuladas en paquetes TCP como UDP (aunque lo segundo es lo usual).

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

RTSP intercambia mensajes texto que tienen una estructura similar a los mensajes HTTP. De hecho, el formato de las peticiones y respuestas tiene una sintaxis muy similar: línea de petición + cabeceras + cuerpo. Por convenio, el puerto estándar para servir rtsp es el 554; el formato de la URL es `rtsp://nombre_servidor/nombre_recurso`.

Las peticiones RTSP más comunes son

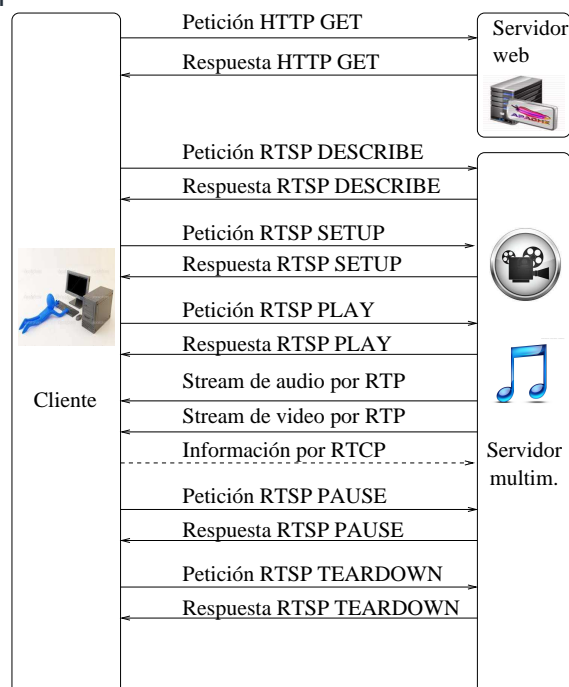
- DESCRIBE El cliente pide descripción de un recurso y el servidor le contesta diciendo por qué streams está formado, en formato **SDP** (Session Description Protocol).
- SETUP Fija valores necesarios antes de recibir, en concreto los puertos de cliente y servidor entre los que se moverán los datos requeridos por RTP y RTCP, y un número único de sesión, que el cliente debe recordar y volver a enviar con cualquiera de las peticiones siguientes.
- PLAY Comienza (o continúa) el envío del flujo de datos.
- PAUSE Detiene el envío del flujo de datos.
- TEARDOWN Cierra la sesión.

Como en HTTP, se devuelven códigos de estado y error en la primera línea de la respuesta pero difieren en que RTSP es un protocolo con estado, tanto servidores como clientes

RTSP pueden realizar peticiones y los datos son transportados en un protocolo diferente.

Transmisión de multimedia a través de la red: las capas superiores

Esquema de una sesión RTSP:



La petición GET al servidor web devuelve un archivo de descripción del contenido que tiene dentro la dirección RTSP. El navegador lo usa para llamar al reproductor de medios, que encuentra dentro de ese archivo la dirección `rtsp` a la que se tiene que conectar para acceder al material multimedia. En la práctica, muchos servidores intentan enmascarar tal dirección con código PHP o javascript complicado para impedir que el usuario final conozca la dirección RTSP, porque de hacerlo, podría descargar el contenido usando p. ej. el programa **wget**, pero un usuario avanzado siempre encuentra la manera de averiguarla.