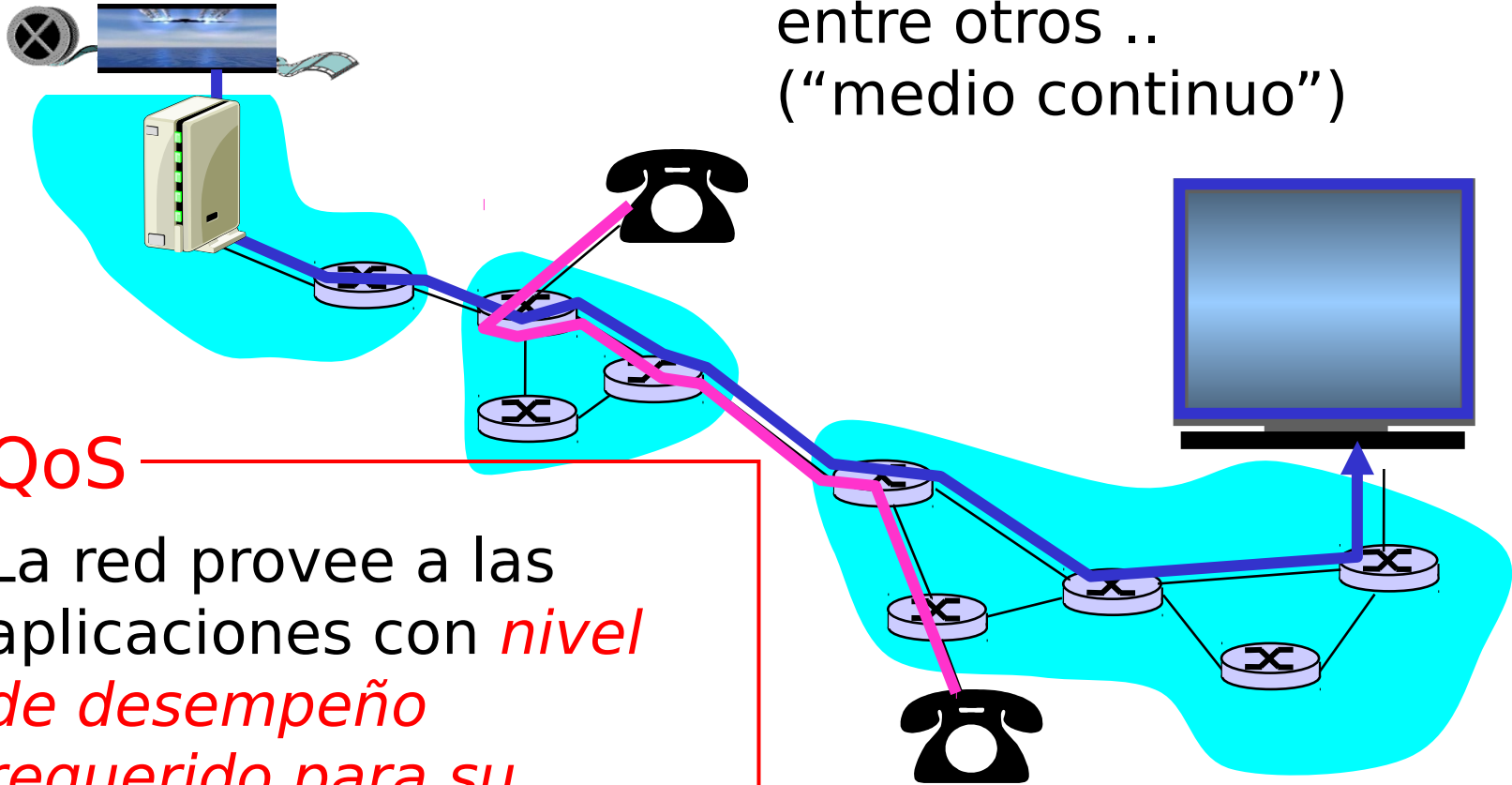


# Capítulo 7 Multimedia en Redes de Computadores

Material basado en el Texto:  
Computer Networking: A Top Down Approach  
Featuring the Internet,  
Jim Kurose, Keith Ross.

# Multimedia, Quality of Service: Qué es esto?

Aplicaciones Multimedia:  
audio y vídeo en la red  
entre otros ..  
("medio continuo")



## QoS

La red provee a las aplicaciones con *nivel de desempeño requerido para su funcionamiento.*

# Capítulo 7: Objetivos

## Principios

- ❑ Clasificar aplicaciones multimedia
- ❑ Identificar los servicios de la red requeridos por las aplicaciones
- ❑ Obtener lo mejor del servicio de “mejor esfuerzo”
- ❑ Mecanismos para proveer QoS

## Protocolos y arquitecturas

- ❑ Protocolos específicos para best-effort
- ❑ Mecanismos para proveer QoS
- ❑ Arquitecturas para QoS

# Capítulo 7: Contenidos

- ❑ 7.1 Aplicaciones Multimedia en Red
- ❑ 7.2 Streaming de Audio y video almacenado
- ❑ 7.3 Real-time Multimedia: Estudio de telefonía en Internet
- ❑ 7.4 protocolos para aplicaciones Interactivas de Tiempo Real
  - RTP, RTCP, SIP
- ❑ 7.5 Distribución de Multimedia: Redes de distribución de Contenidos
- ❑ 7.6 Más allá de Best Effort
- ❑ 7.7 Mecanismos de itineración y políticas
- ❑ 7.8 Servicios Integrados y Servicios Diferenciados
- ❑ 7.9 RSVP

# Aplicaciones Multimedia (MM) en red

## Clases de aplicaciones MM:

- 1) Streaming de audio y vídeo **almacenado** Ej. VoD
- 2) Streaming de audio y video **en vivo** Ej. Radio USM
- 3) Audio y vídeo en **tiempo real e interactivo** Ej. Skype

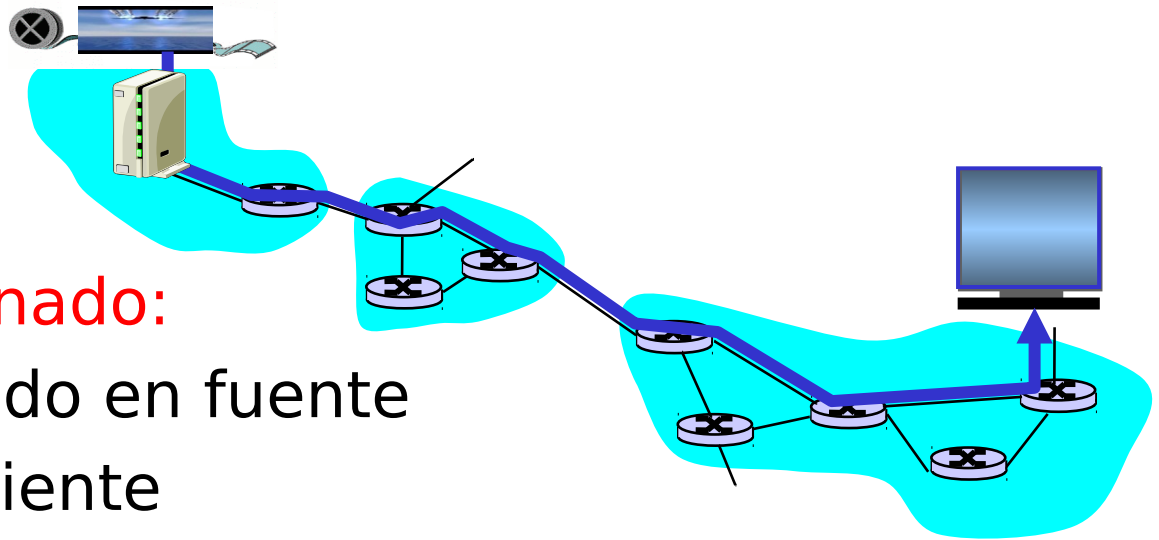
**Jitter** es la variabilidad del retardo de paquetes dentro del mismo flujo de paquetes

## Características

### Fundamentales:

- ❑ Típicamente **sensibilidad a retardo**
  - Retardo extremo-a-extremo
  - Variaciones de retardo (delay jitter)
- ❑ Pero **tolerante a pérdidas**: pérdidas no frecuentes causan distorsiones menores
- ❑ Antítesis de datos, los cuales son intolerante a pérdida pero tolerante a retardo.

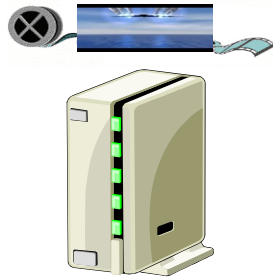
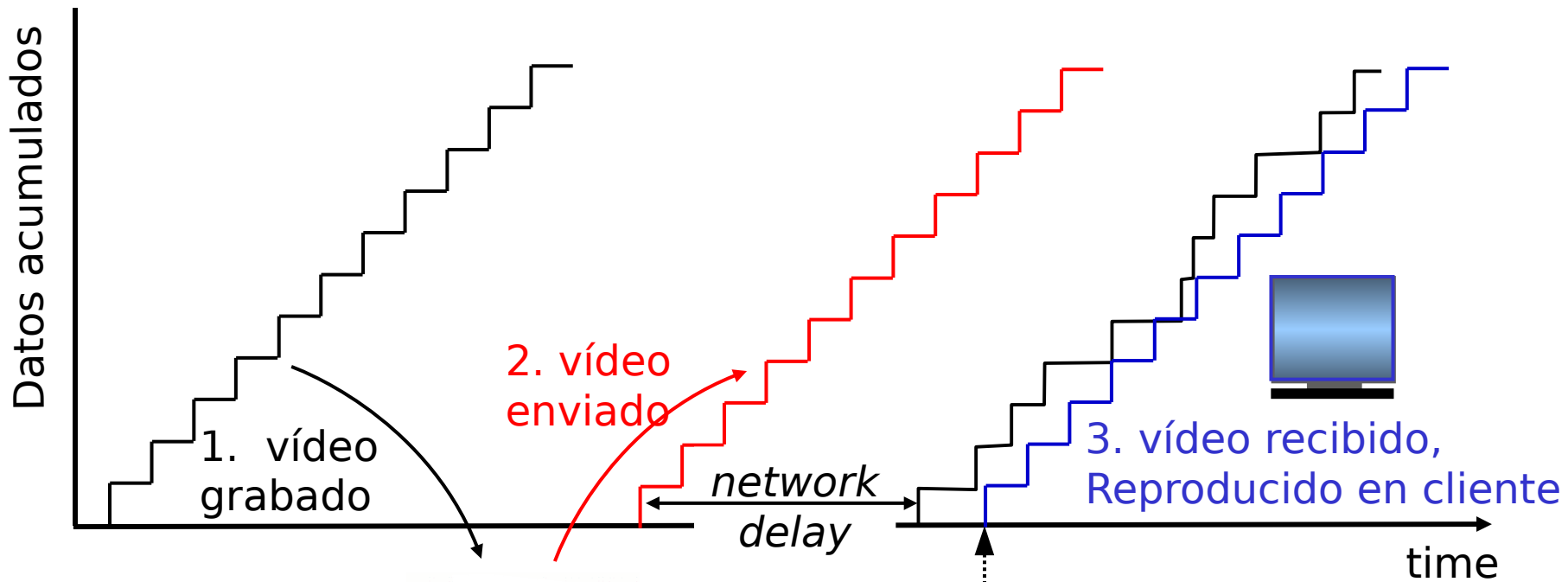
# Streaming de Multimedia almacenada



## Streaming almacenado:

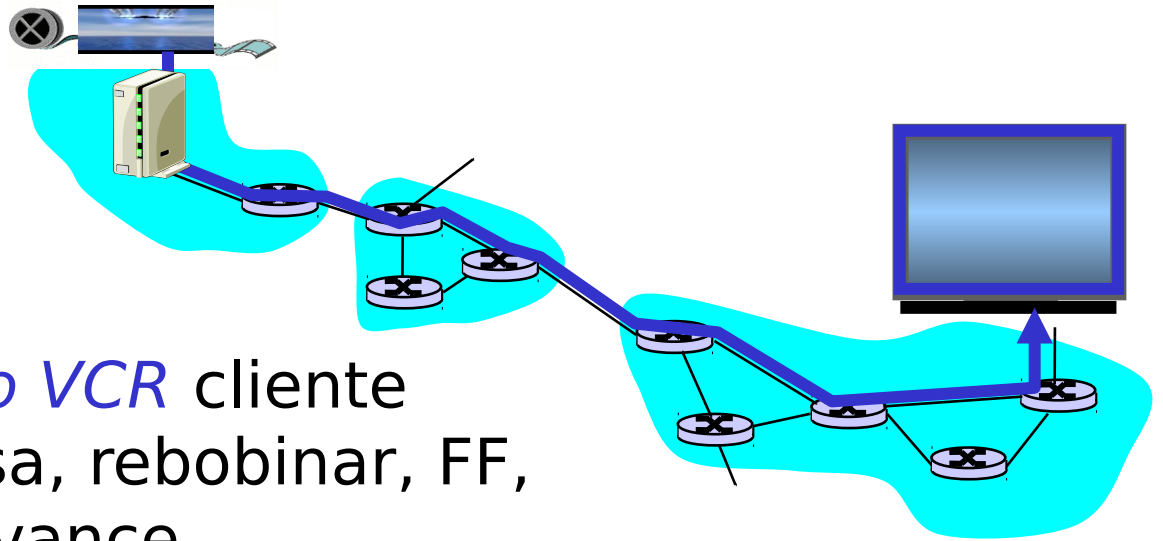
- ❑ Medio almacenado en fuente
- ❑ Transmitido al cliente
- ❑ **streaming**: reproducción en cliente comienza *antes que* todos los datos han llegado
- ❑ Restricción de tiempo para datos por ser transmitidos: llegar a tiempo para reproducción

# Streaming de Multimedia almacenada: ¿Qué es esto?



streaming: en este tiempo se reproduce la parte inicial del vídeo mientras el servidor aún envía lo siguiente

# Streaming de Multimedia almacenada: Interactividad



- *Funcionalidad tipo VCR* cliente puede hacer pausa, rebobinar, FF, mover barra de avance
  - 10 sec retardo inicial es OK
  - 1-2 sec hasta comando actúa, OK
  
- Restricciones de tiempo para datos por ser transmitidos: a tiempo para reproducción



# Streaming de Multimedia en vivo

## Ejemplos:

- ❑ Programa de conversación en radio en Internet
- ❑ Evento deportivo en vivo

## Streaming

- ❑ Buffer de reproducción
- ❑ Reproducción puede retrasarse decenas de sec después de transmisión
- ❑ Aún tenemos restricciones de tiempo

## Interactividad

- ❑ fast forward es imposible
- ❑ Rewind y pause son posibles!
- ❑ “Time-shifting”



# Multimedia en la Internet de hoy

**TCP/UDP/IP:** “servicio best-effort”

- *no* hay garantías de retardo ni pérdidas



Pero decimos que aplicaciones multimedia requieren QoS y niveles de desempeño para ser útiles!



Aplicaciones multimedia actuales usan técnicas en capa aplicación para mitigar (lo mejor posible) efectos de retardo y pérdidas

# ¿Cómo debería evolucionar Internet para mejorar soporte multimedia?

## Filosofía de servicios integrados:

- ❑ Cambios fundamentales en Internet, así aplicaciones pueden reservar ancho de banda extremo a extremo
- ❑ Requiere nuevo y complejo software en routers y hosts

## “Dejar-hacer, dejar-pasar”

- ❑ no mayores cambios
- ❑ Más BW cuando se necesite
- ❑ Redes de Distribución de contenidos (CDN), multicast a nivel aplicación

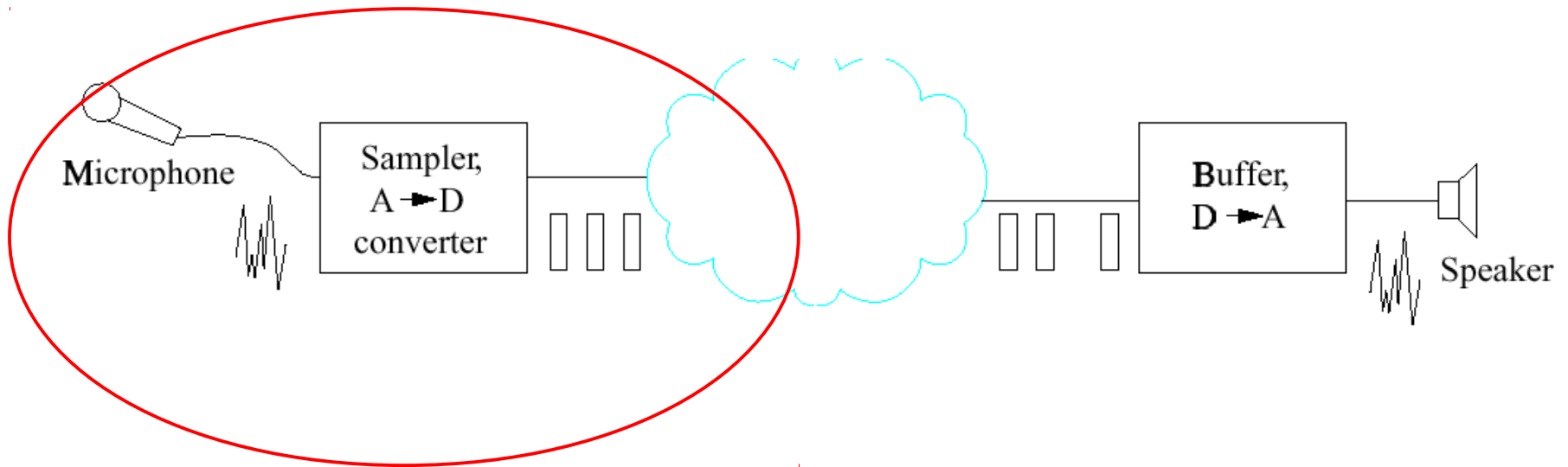
## Filosofía de Servicios diferenciados:

- ❑ Menores cambios a Internet, pero proveer servicio de 1ª y 2ª clase. Cobro de BW según clase.



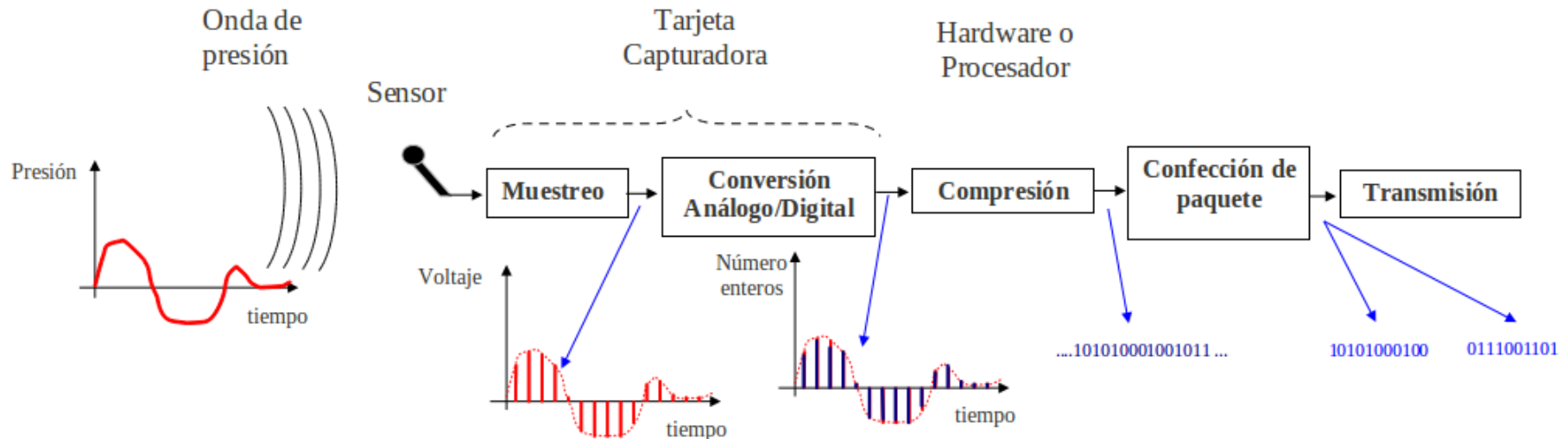
¿Cuál es tu opinión?

# Algunas palabras sobre audio en Redes de paquetes



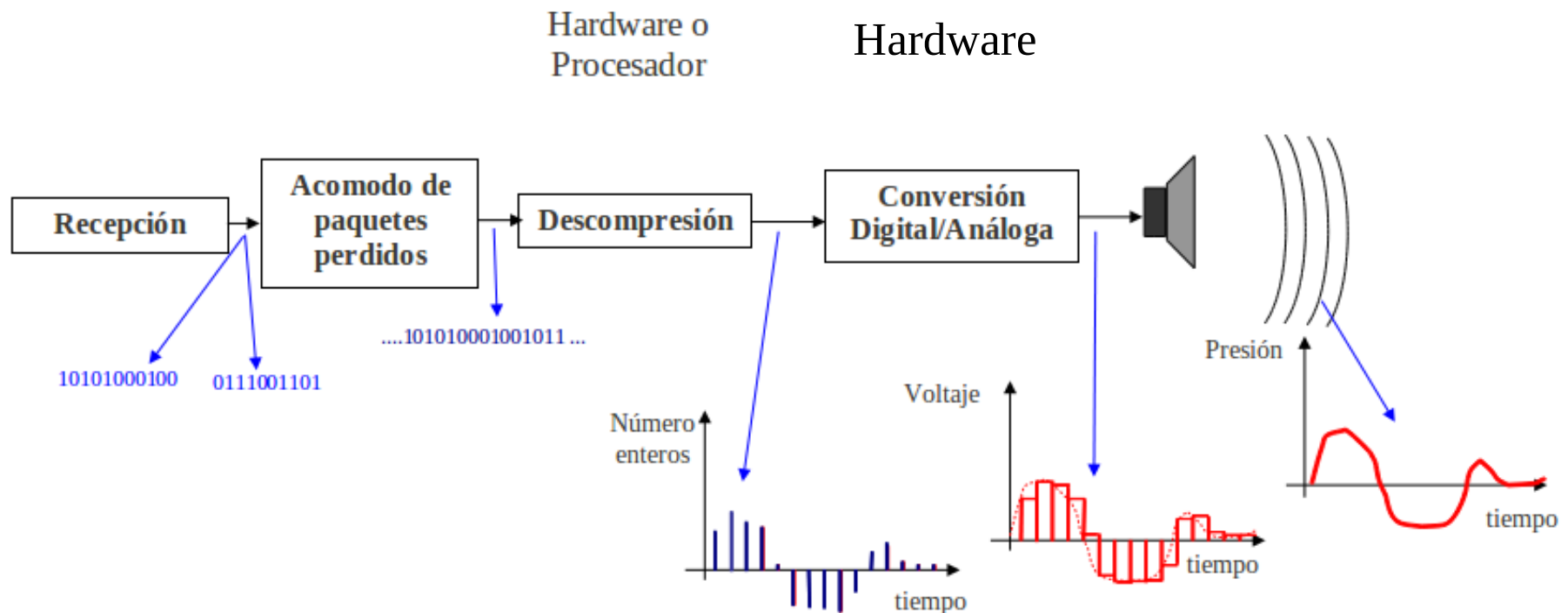
# Algunas palabras sobre audio en Redes de paquetes (Transmisión)

- ❑ Desde ondas de presión a unidades de transmisión (paquetes)
- ❑ Onda de presión → variación de voltaje → muestras discretas en tiempo → conversión análoga a digital (se discretiza en amplitud) → acumulación de muestras → compresión → creación de tramas → transmisión.



# Algunas palabras sobre audio en Redes de paquetes (Recepción)

- ❑ Desde unidades de transmisión a ondas de presión
- ❑ Recepción → acción ante pérdidas → descompresión → conversión digital a análoga → onda de presión



# Algunas palabras sobre compresión de audio

- ❑ Señal análoga muestreada a tasa fija
  - Teléfono: 8.000 muestras/sec
  - CD música: 44.100 muestras/sec
- ❑ Cada muestra es cuantizada, i.e., redondeada
  - e.g. audio  $2^8=256$  valores posibles
- ❑ Cada valor cuantizado es representado en bits
  - 8 bits => 256 valores
- ❑ Ejemplo: 8.000 muestras por segundo, 256 niveles --> 64.000 bps
- ❑ Receptor convierte a señal análoga:
  - Hay reducción de calidad

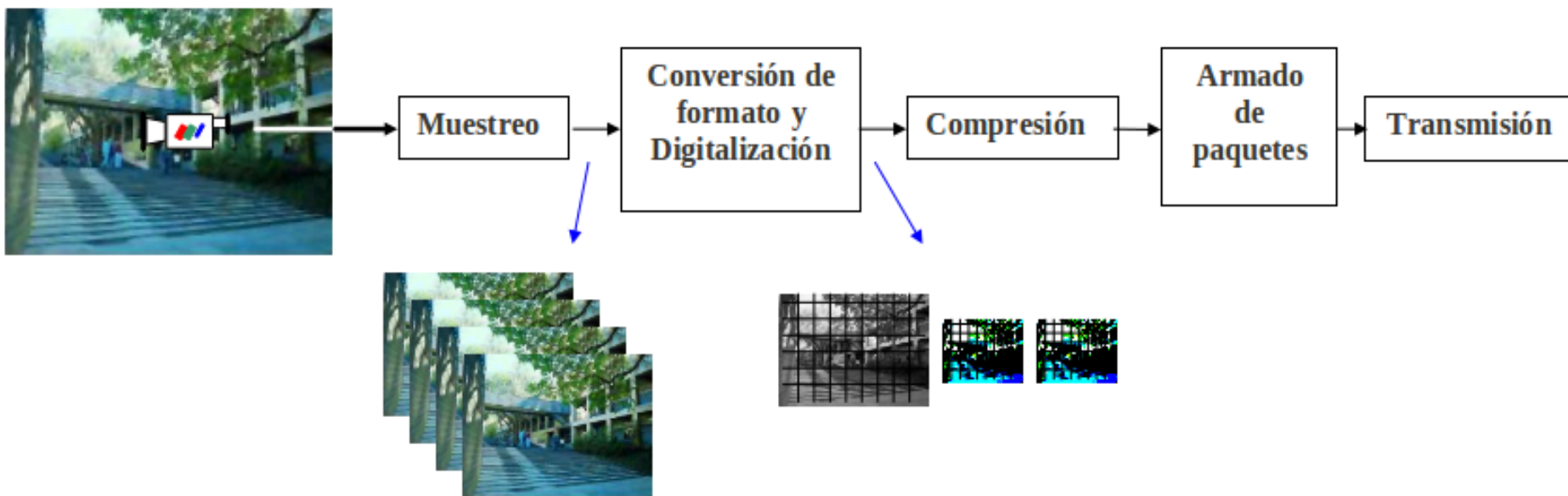
## Ejemplo tasas

- ❑ CD: 1.411 Mbps
- ❑ MP3: 96, 128, 160 kbps
- ❑ Telefonía en Internet: 5.3 - 13 kbps



# Algunas palabras sobre video en redes (Captura y transmisión)

- Luz → Secuencia de Imágenes (discretiza en espacio y tiempo) → Cambio de dominio de colores → Compresión → armado de paquetes → transmisión



- En la recepción se efectúa el proceso inverso
- Recepción -> reconocimiento de paquetes perdidos -> descompresión -> cambio de formato de colores -> despliegue

# Algunas palabras sobre compresión de vídeo

- Video es una secuencia de imágenes desplegadas a tasa constante
  - e.g. 24 imágenes/sec
- Imagen digital es un arreglo de pixeles
- Cada pixel es representado por bits
- Hay redundancia
  - Espacial (dentro de imagen)
  - Temporal (entre imágenes)

## Ejemplo:

- MPEG 1 (CD-ROM) 1.5 Mbps
- MPEG2 (DVD) 3-6 Mbps
- MPEG4 (común en Internet, < 1 Mbps)
- En Chile la ley de televisión digital pide 8 Mbps para codificación de tasa fija y 5 Mbps en tasa variable en señal de alta definición.

# Capítulo 7: Contenidos

- 7.1 Aplicaciones Multimedia en Red
- 7.2 Streaming de Audio y video almacenado
- 7.3 Real-time Multimedia: Estudio de telefonía en Internet
- 7.4 protocolos para aplicaciones Interactivas de Tiempo Real
  - RTP, RTCP, SIP
- 7.5 Distribución de Multimedia: Redes de distribución de Contenidos
- 7.6 Más allá de Best Effort
- 7.7 Mecanismos de itineración y políticas
- 7.8 Servicios Integrados y Servicios Diferenciados
- 7.9 RSVP

# Streaming de Multimedia Almacenada

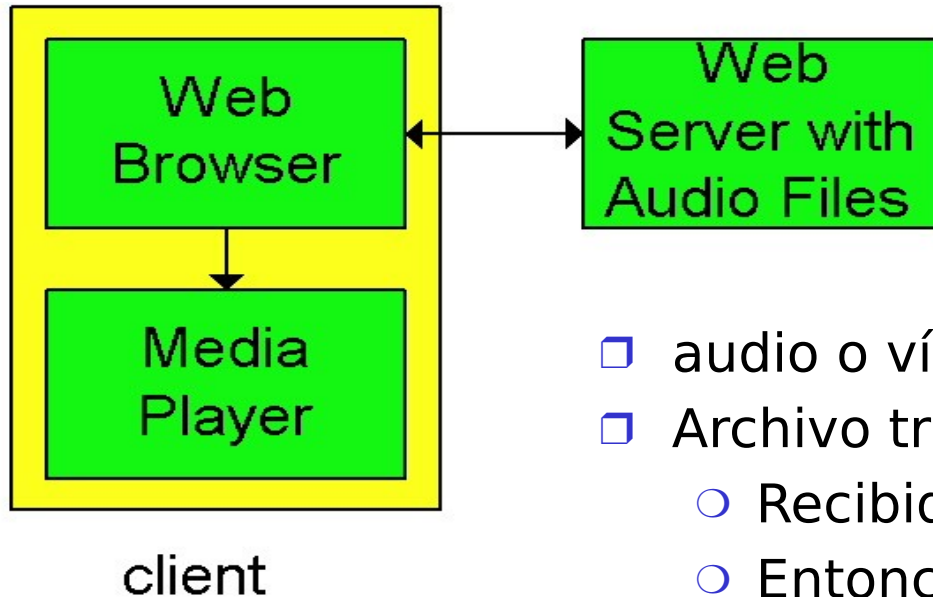
Streaming a nivel de aplicación para obtener lo mejor del servicio “best effort” :

- Buffering en lado cliente
- uso de UDP versus TCP
- **codificación múltiple de multimedia**

## Reproductor

- Remover jitter
- Descompresión
- Acomodo por errores
- Interfaces gráficas con control de interactividad

## Multimedia en Internet: caso más simple: Transferencia como objeto HTTP

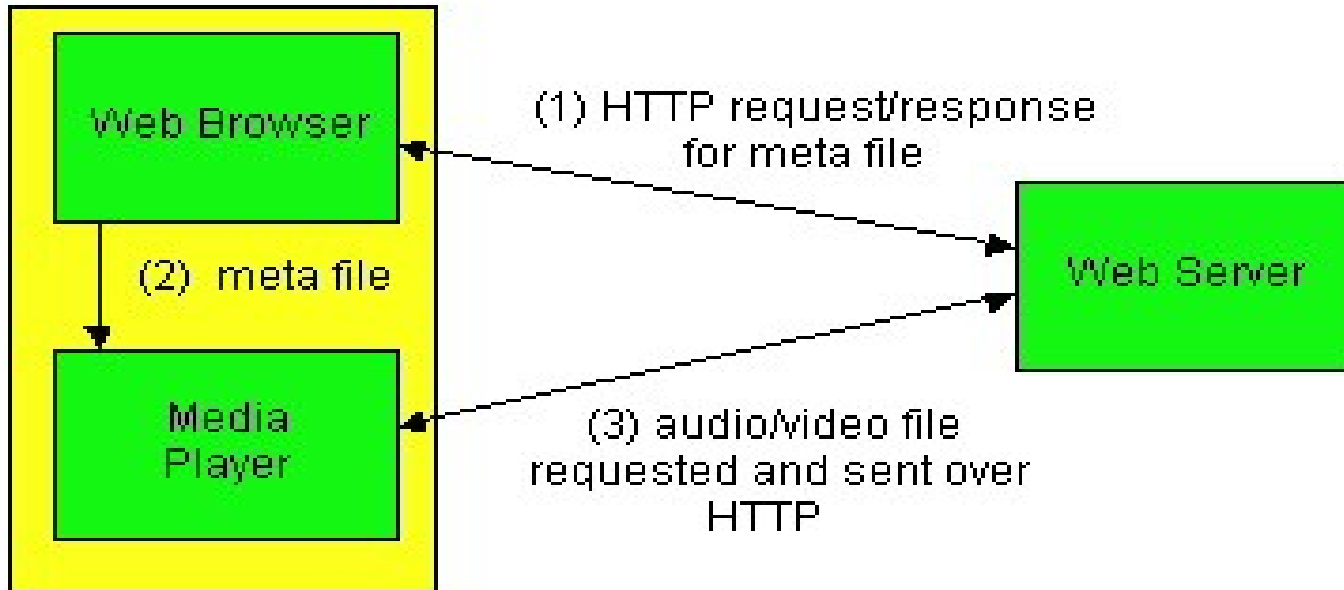


- ❑ audio o vídeo almacenado en archivo
- ❑ Archivo transferido como objeto HTTP
  - Recibido enteramente en cliente
  - Entonces es pasado al reproductor

**audio, vídeo no es flujo continuo. No hay streaming.**

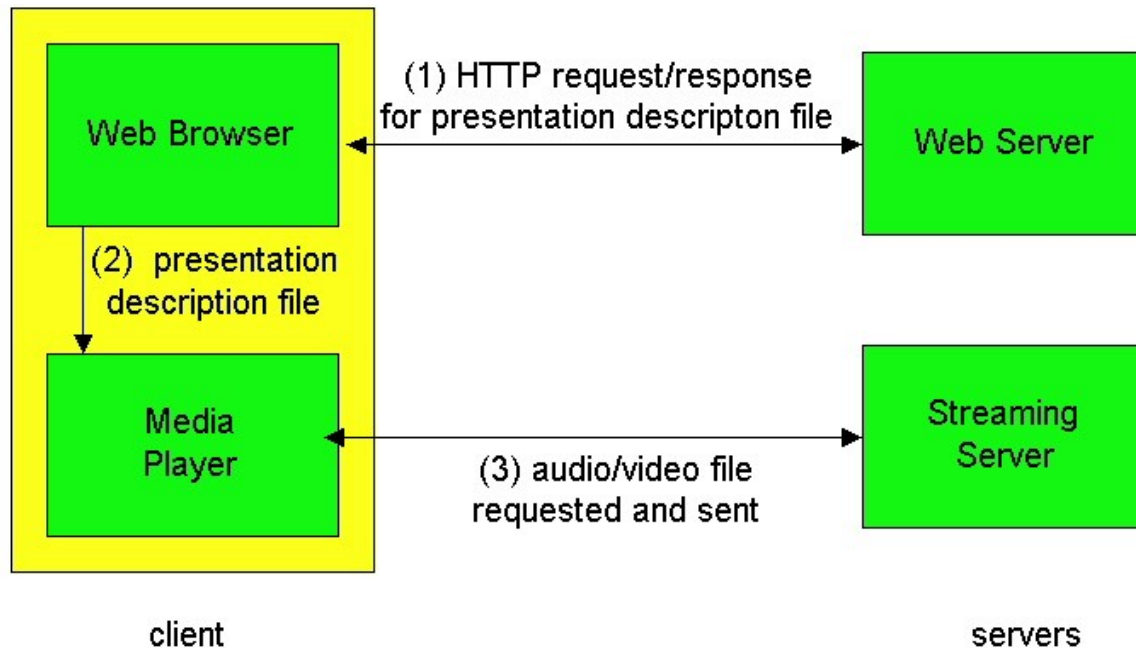
- ❑ no, “pipelining,” gran retardo hasta reproducción!

# Multimedia en Internet: Vía streaming



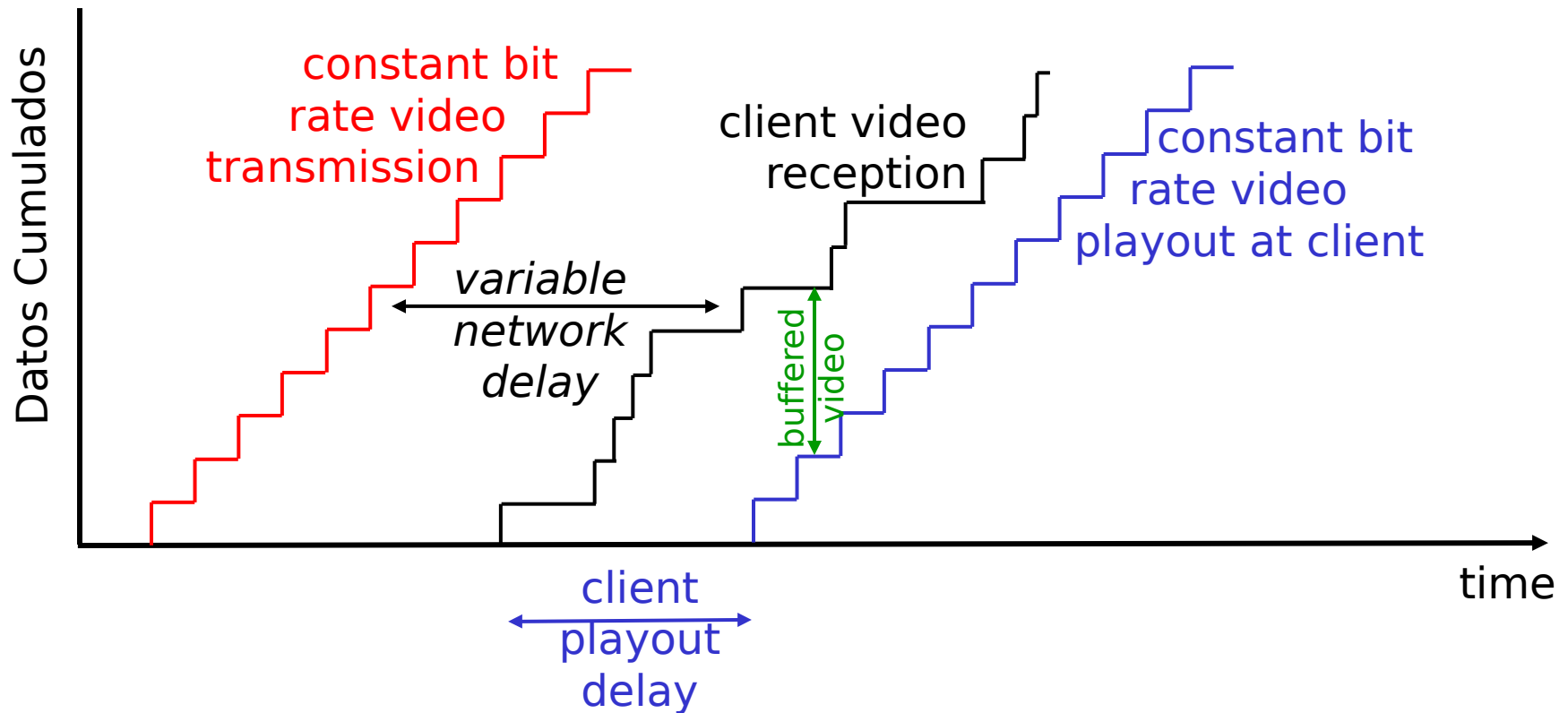
- ❑ Navegador Obtiene **metafile**
- ❑ Navegador lanza el reproductor pasando el metafile
- ❑ Reproductor contacta al servidor
- ❑ Servidor envía flujo (**stream**) de audio/vídeo a reproductor

# Streaming desde servidor de streaming



- ❑ Esta arquitectura permite protocolo distintos a HTTP entre servidor y reproductor
- ❑ Puede usar UDP en lugar de TCP en paso (3).

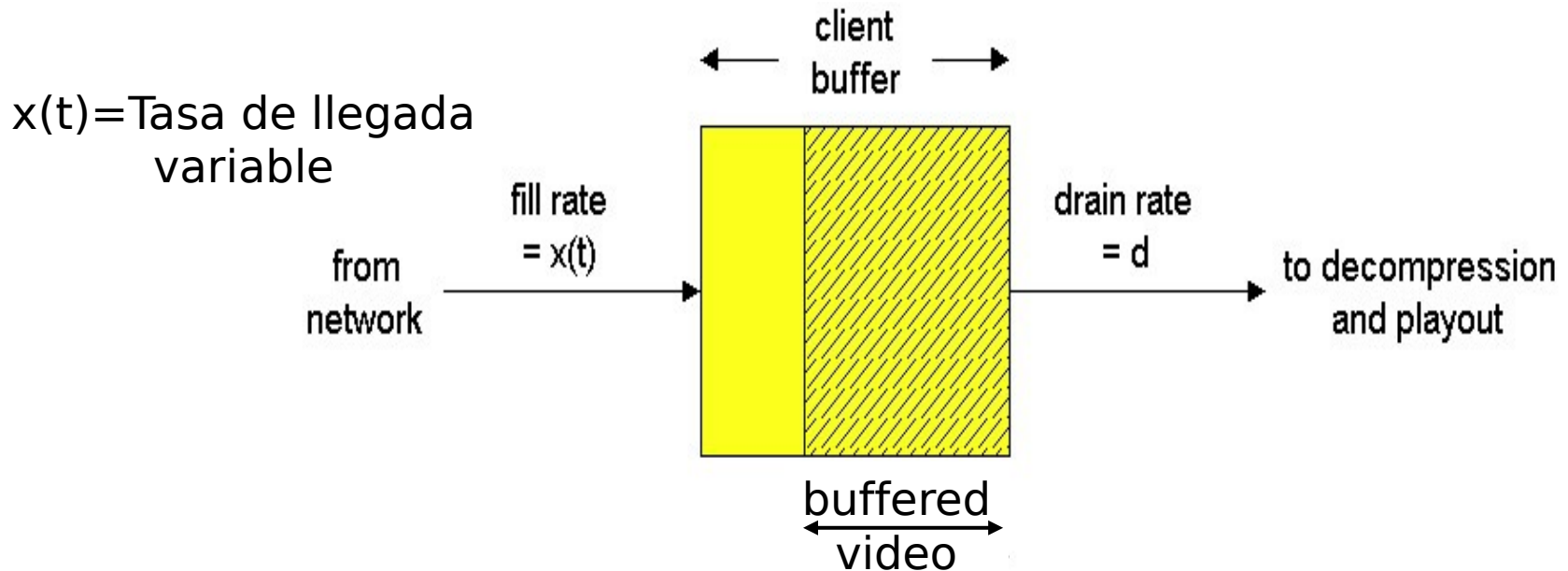
# Streaming de Multimedia: Buffering en Cliente



- Buffering en lado cliente, retardo en reproducción compensa variaciones de retardo de la red



# Streaming de Multimedia: Buffering en cliente



- Buffering en lado cliente, retardo en reproducción compensa variaciones de retardo

# Streaming de Multimedia: UDP o TCP?

## UDP

- ❑ Servidor envía a tasa apropiada para cliente (ignora congestión de red !)
  - Tasa envío = tasa de codificación
  - entonces, tasa llegada = tasa de codif. - tasa pérdida
- ❑ Retardo de reproducción pequeño (2-5 segundos) para compensar variaciones de retardo en red
- ❑ Recuperación de errores: lo que el retardo permita

## TCP

- ❑ Enviar a tasa máxima posible bajo TCP
- ❑ Llegada de paquetes fluctúa debido a control de congestión de TCP
- ❑ Retardo de reproducción mayor: suaviza tasa de arribo variable de TCP
- ❑ HTTP/TCP pasa más fácilmente a través de firewalls

# Streaming de Multimedia: Nuevos protocolos: DCCP y SCTP

## DCCP: Datagram CongestionControl Protocol

- ❑ Hecho estándar en Marzo de 2006. Su primera implementación versión 2.6.14 de Linux (Octubre 2005)
- ❑ Como UDP, es orientado a mensajes (o bloques).
- ❑ Implementa establecimiento y término de conexión confiable.
- ❑ Implementa Notificaciones explícitas de congestión y control de congestión.

## SCTP: Stream Control Transmission Protocol

- ❑ Hecho estándar en Septiembre de 2007. También existen implementaciones de él en Linux.
- ❑ Es orientado a mensajes como UDP, asegura confiabilidad, orden en el mensaje y control de congestión como TCP.

# Streaming de Multimedia: tasa(s) en cliente



**Q:** Cómo manejar capacidades diferentes de recepción en clientes?

- 384 Kbps comunicación 3G inalámbrica
- 100Mbps Ethernet

**A:** servidor almacena, transmite múltiples copias de vídeo, codificadas a distinta tasa

# Control de usuario del Streaming del Medio: Real-time Streaming Protocol (RTSP)

## HTTP

- ❑ No apunta a contenido multimedia
- ❑ No hay comandos para fast forward, etc.

## RTSP: RFC 2326

- ❑ Protocolo capa aplicación entre Cliente y servidor.
- ❑ Para que usuario controle despliegue: rewind, fast forward, pause, resume, saltos, etc...

## Qué no hace:

- ❑ No define cómo audio/vídeo es encapsulado para su envío paulatino (streaming) en la red
- ❑ No indica cómo el flujo es transportado en la red; puede ser sobre UDP o TCP
- ❑ No especifica cómo el reproductor “bufferea” audio/vídeo

# RTSP (Real-time streaming protocol): control fuera de banda

## Recordar FTP: usa un canal de control “out-of-band”:

- ❑ Un archivo es transportado sobre una conexión TCP.
- ❑ Información de control (cambios de directorio, borrar/renombrar archivos, etc.) es enviada sobre conexión TCP separada.
- ❑ Los canales “out-of-band” e “in-band” usan número de puertos diferentes.

## Mensajes RTSP también son enviados out-of-band:

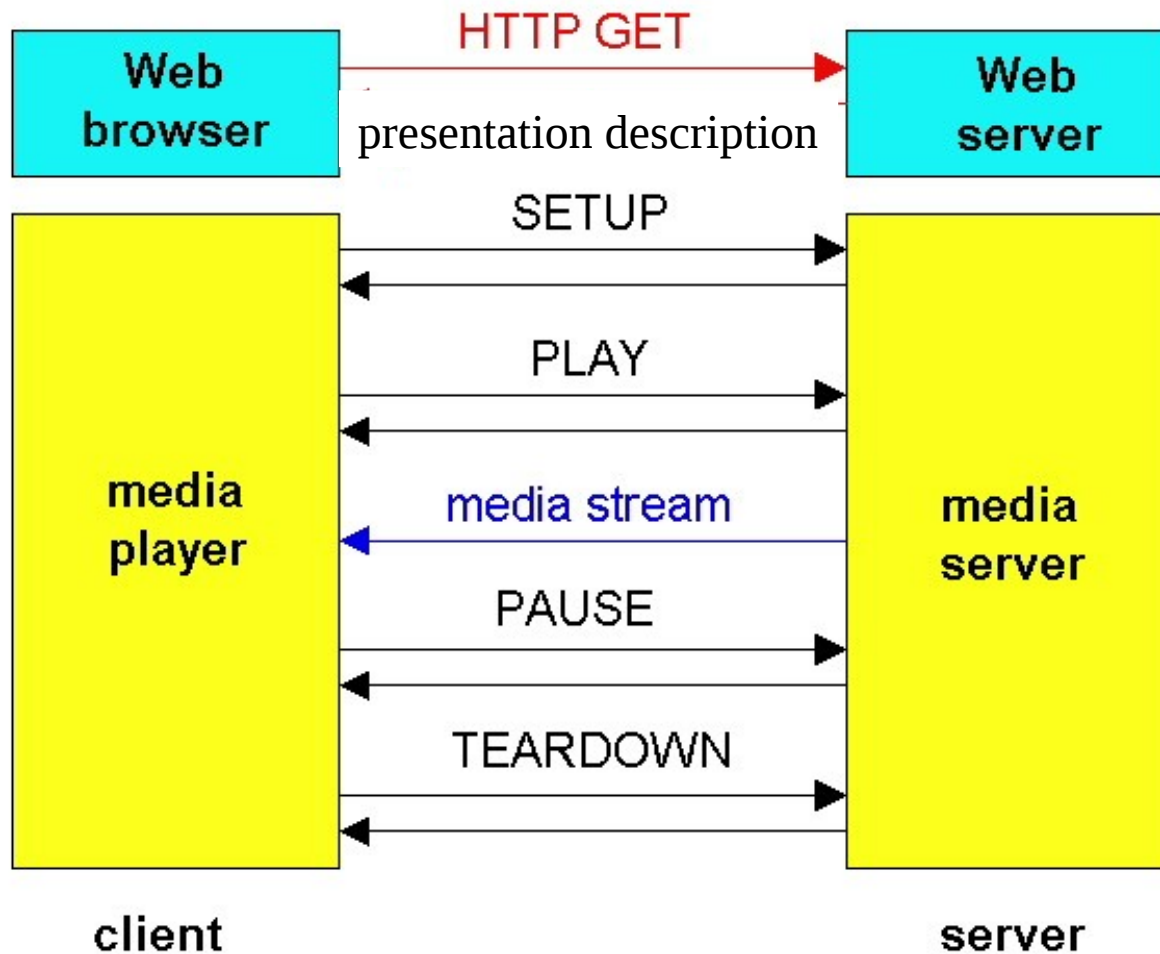
- ❑ Mensajes de control de RTSP usan número de puerto distinto a flujo de media: out-of-band.
  - Port 554
- ❑ El flujo del medio (audio, video u otro) es considerado “in-band”.

# Ejemplo RTSP

## Escenario:

- ❑ metafile es comunicado al navegador web
- ❑ Navegador lanza reproductor
- ❑ Reproductor configura una conexión de control RTSP y conexión de datos al servidor de streaming

# Operación de RTSP





# Ejemplo de Metafile

```
<title>Twister</title>
```

```
<session>
```

```
  <group language=en lipsync>
```

```
    <switch>
```

```
      <track type=audio
```

```
        e="PCMU/8000/1"
```

```
        src = "rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi">
```

```
      <track type=audio
```

```
        e="DVI4/16000/2" pt="90 DVI4/8000/1"
```

```
        src="rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/hifi">
```

```
    </switch>
```

```
  <track type="video/jpeg"
```

```
    src="rtsp://video.example.com/twister/video">
```

```
</group>
```

```
</session>
```

# Ejemplo de intercambio RTSP

```
C: SETUP rtsp://audio.example.com/twister/audio RTSP/1.0
  Transport: rtp/udp; compression; port=3056; mode=PLAY
S: RTSP/1.0 200 1 OK
  Session 4231
C: PLAY rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
  Session: 4231
  Range: npt=0-
C: PAUSE rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
  Session: 4231
  Range: npt=37
C: TEARDOWN rtsp://audio.example.com/twister/audio.en/lofi RTSP/1.0
  Session: 4231
S: 200 3 OK
```

npt: Normal Play Time

# Streaming multimedia: DASH

- *DASH: D*ynamic, *A*daptive *S*treaming over *H*TTP
- *servidor:*
  - Divide archivo de video en secciones múltiples
  - Cada sección está codificada varias veces a diferentes tasas.
  - *manifest file:* provee URLs de las diferentes secciones.
- *cliente:*
  - Periódicamente mide tasa server-to-client.
  - Consulta manifiesto y requiere la una sección a la vez.
    - Elige tasa de codificación máxima sostenible dada la disponibilidad actual.
    - Puede elegir tasas de codificación diferentes dependiendo de la tasa disponible extremo a extremo.

# Streaming multimedia: DASH

- *DASH: Dynamic, Adaptive Streaming over HTTP*
- *“inteligencia” en cliente*: el cliente determina:
  - *cuándo* requerir una sección (para evitar inanición o rebalse del buffer.)
  - *Qué tasa de codificación* requerir (alta calidad cuando hay más disponibilidad de tasa.)
  - *Dónde* requerir secciones (puede requerirla desde servidor “cercano” al cliente o tiene alta tasa disponible.

# Capítulo 7: Contenidos

- ❑ 7.1 Aplicaciones Multimedia en Red
- ❑ 7.2 Streaming de Audio y video almacenado
- ❑ 7.3 Real-time Multimedia: Estudio de telefonía en Internet
- ❑ 7.4 protocolos para aplicaciones Interactivas de Tiempo Real
  - RTP, RTCP, SIP
- ❑ 7.5 Distribución de Multimedia: Redes de distribución de Contenidos
- ❑ 7.6 Más allá de Best Effort
- ❑ 7.7 Mecanismos de itineración y políticas
- ❑ 7.8 Servicios Integrados y Servicios Diferenciados
- ❑ 7.9 RSVP