
Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

2018/19 Q1
*Silvia Llorente **

DAC – UPC

* Parte del material tiene su origen en otras fuentes. Ver bibliografía

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Antecedentes
- Introducción
- *Streaming*
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
- Redes de distribución de contenidos (CDN)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Antecedentes
- Introducción
- *Streaming*
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
- Redes de distribución de contenidos (CDN)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- HTML5 y el elemento vídeo
 - https://www.w3schools.com/html/html5_video.asp
- HTML5 y el elemento audio
 - https://www.w3schools.com/html/html5_audio.asp
- Soporte HTML5 en navegadores
 - <https://html5test.com/index.html>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte vídeo
IE 11 sobre
Windows 7
(2017)

Video		31/33
<u>video element</u>		Yes ✓
Subtitles		Yes ✓
Audio track selection		Yes ✓
Video track selection		No ✗
Poster images		Yes ✓
Codec detection		Yes ✓
Video codecs		
MPEG-4 ASP support		No ✗
H.264 support		Yes ✓
H.265 support		No ✗
Ogg Theora support		No ✗
WebM with VP8 support		No ✗
WebM with VP9 support		No ✗

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte audio
IE 11 sobre
Windows 7
(2017)

Audio		20/30
audio element	Yes	✓
Loop audio	Yes	✓
Preload in the background	Yes	✓
Advanced		
Web Audio API	No	✗
Speech Recognition	No	✗
Speech Synthesis	No	✗
Audio codecs		
PCM audio support	No	✗
MP3 support	Yes	✓
AAC support	Yes	✓
Dolby Digital support	No	✗
Dolby Digital Plus support	No	✗
Ogg Vorbis support	No	✗
Ogg Opus support	No	✗
WebM with Vorbis support	No	✗
WebM with Opus support	No	✗

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

Streaming

0/5

- Soporte *streaming* IE 11 sobre Windows 7 (2017)

Media Source extensions	No
DRM support	No
Adaptive bit rate	
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	No
<u>HTTP Live Streaming / HLS</u>	No
Codecs	
▼ Video codecs	No
MP4 with H.264 support	No
MP4 with H.265 support	No
TS with H.264 support	No
TS with H.265 support	No
WebM with VP8 support	No
WebM with VP9 support	No
▼ Audio codecs	No
MP4 with AAC support	No
MP4 with Dolby Digital support	No
MP4 with Dolby Digital Plus support	No
TS with AAC support	No
TS with Dolby Digital support	No
TS with Dolby Digital Plus support	No
WebM with Vorbis support	No
WebM with Opus support	No

Soporte vídeo Edge sobre Windows 10

2017

Video		33
video element	Yes ✓	
Subtitles	Yes ✓	
Audio track selection	Yes ✓	
Video track selection	Yes ✓	
Poster images	Yes ✓	
Codec detection	Yes ✓	
Video codecs		
MPEG-4 ASP support	Yes ✓	
H.264 support	Yes ✓	
H.265 support	Yes ✓	
Ogg Theora support	No ✗	
WebM with VP8 support	No ✗	
WebM with VP9 support	No ✗	

2018

Video		33
video element	Yes ✓	
Subtitles	Yes ✓	
Audio track selection	Yes ✓	
Video track selection	Yes ✓	
Poster images	Yes ✓	
Codec detection	Yes ✓	
Video codecs		
MPEG-4 ASP support	Yes ✓	
H.264 support	Yes ✓	
H.265 support	Yes ✓	
Ogg Theora support	Yes ✓	
WebM with VP8 support	Yes ✓	
WebM with VP9 support	Yes ✓	

Soporte audio Edge sobre Windows 10

2017

Audio		27/30
audio element	Yes ✓	
Loop audio	Yes ✓	
Preload in the background	Yes ✓	
Advanced		
Web Audio API	Yes ✓	
Speech Recognition	No ✗	
Speech Synthesis	Yes ✓	
Audio codecs		
PCM audio support	Yes ✓	
MP3 support	Yes ✓	
AAC support	Yes ✓	
Dolby Digital support	Yes ✓	
Dolby Digital Plus support	Yes ✓	
Ogg Vorbis support	No ✗	
Ogg Opus support	No ✗	
WebM with Vorbis support	No ✗	
WebM with Opus support	No ✗	
Audio		27/30
audio element	Yes ✓	
Loop audio	Yes ✓	
Preload in the background	Yes ✓	
Advanced		
Web Audio API	Yes ✓	
Speech Recognition	No ✗	
Speech Synthesis	Yes ✓	
Audio codecs		
PCM audio support	Yes ✓	
MP3 support	Yes ✓	
AAC support	Yes ✓	
Dolby Digital support	Yes ✓	
Dolby Digital Plus support	Yes ✓	
Ogg Vorbis support	Yes ✓	
Ogg Opus support	Yes ✓	
WebM with Vorbis support	Yes ✓	
WebM with Opus support	Yes ✓	

Soporte streaming Edge sobre Windows 10

2017

Streaming		5
Media Source extensions	Yes ✓	
DRM support	Yes ✓	
Adaptive bit rate		
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	Yes ✓	
HTTP Live Streaming / HLS	Yes ✓	
Codecs		
▼ Video codecs	Partial ○	
MP4 with H.264 support	Yes ✓	
MP4 with H.265 support	Yes ✓	
TS with H.264 support	Yes ✓	
TS with H.265 support	No ✗	
WebM with VP8 support	No ✗	
WebM with VP9 support	No ✗	
▼ Audio codecs	Partial ○	
MP4 with AAC support	Yes ✓	
MP4 with Dolby Digital support	Yes ✓	
MP4 with Dolby Digital Plus support	Yes ✓	
TS with AAC support	Yes ✓	
TS with Dolby Digital support	Yes ✓	
TS with Dolby Digital Plus support	Yes ✓	
WebM with Vorbis support	No ✗	
WebM with Opus support	Yes ✓	

2018

Streaming		5
Media Source extensions	Yes ✓	
DRM support	Yes ✓	
Adaptive bit rate		
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	Yes ✓	
HTTP Live Streaming / HLS	Yes ✓	
Codecs		
▼ Video codecs	Partial ○	
MP4 with H.264 support	Yes ✓	
MP4 with H.265 support	Yes ✓	
TS with H.264 support	Yes ✓	
TS with H.265 support	No ✗	
WebM with VP8 support	Yes ✓	
WebM with VP9 support	No ✗	
▼ Audio codecs	Yes ✓	
MP4 with AAC support	Yes ✓	
MP4 with Dolby Digital support	Yes ✓	
MP4 with Dolby Digital Plus support	Yes ✓	
TS with AAC support	Yes ✓	
TS with Dolby Digital support	Yes ✓	
TS with Dolby Digital Plus support	Yes ✓	
WebM with Vorbis support	Yes ✓	
WebM with Opus support	Yes ✓	

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte vídeo
Chrome Dev 62
sobre Windows
7

Video		29/33
video element	Yes ✓	
Subtitles	Yes ✓	
Audio track selection	No ✗	
Video track selection	No ✗	
Poster images	Yes ✓	
Codec detection	Yes ✓	
Video codecs		
MPEG-4 ASP support	No ✗	
H.264 support	Yes ✓	
H.265 support	No ✗	
Ogg Theora support	Yes ✓	
WebM with VP8 support	Yes ✓	
WebM with VP9 support	Yes ✓	

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte audio
Chrome Dev 62
sobre Windows 7

Audio		29/30
audio element		Yes ✓
Loop audio		Yes ✓
Preload in the background		Yes ✓
Advanced		
Web Audio API		Yes ✓
Speech Recognition		Prefixed ✓
Speech Synthesis		Yes ✓
Audio codecs		
PCM audio support		Yes ✓
MP3 support		Yes ✓
AAC support		Yes ✓
Dolby Digital support		No ✗
Dolby Digital Plus support		No ✗
Ogg Vorbis support		Yes ✓
Ogg Opus support		Yes ✓
WebM with Vorbis support		Yes ✓
WebM with Opus support		Yes ✓

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte *streaming* Chrome Dev 62 sobre Windows 7
- chrome://net-internals/
- chrome://flags/

Streaming		5
Media Source extensions	Yes ✓	
DRM support	Yes ✓	
Adaptive bit rate		
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	No ✗	
HTTP Live Streaming / HLS	No ✗	
Codecs		
▼ Video codecs	Partial ○	
MP4 with H.264 support	Yes ✓	
MP4 with H.265 support	No ✗	
TS with H.264 support	No ✗	
TS with H.265 support	No ✗	
WebM with VP8 support	Yes ✓	
WebM with VP9 support	Yes ✓	
▼ Audio codecs	Partial ○	
MP4 with AAC support	Yes ✓	
<u>MP4 with Dolby Digital support</u>	No ✗	
MP4 with Dolby Digital Plus support	No ✗	
TS with AAC support	No ✗	
TS with Dolby Digital support	No ✗	
TS with Dolby Digital Plus support	No ✗	
WebM with Vorbis support	Yes ✓	
WebM with Opus support	Yes ✓	

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte vídeo
Chrome Dev 69
sobre Windows
10 (2018)

Video		29/33
video element		Yes ✓
Subtitles		Yes ✓
Audio track selection		No ✗
Video track selection		No ✗
Poster images		Yes ✓
Codec detection		Yes ✓
Video codecs		
MPEG-4 ASP support		No ✗
H.264 support		Yes ✓
H.265 support		No ✗
Ogg Theora support		Yes ✓
WebM with VP8 support		Yes ✓
WebM with VP9 support		Yes ✓

Tema 4. Sistemas de contenidos multimedia

- Soporte audio
Chrome Dev 69
sobre Windows
10 (2018)

Audio		29/30
audio element	Yes	✓
Loop audio	Yes	✓
Preload in the background	Yes	✓
Advanced		
Web Audio API	Yes	✓
Speech Recognition	Prefixed	✓
Speech Synthesis	Yes	✓
Audio codecs		
PCM audio support	Yes	✓
MP3 support	Yes	✓
AAC support	Yes	✓
Dolby Digital support	No	✗
Dolby Digital Plus support	No	✗
Ogg Vorbis support	Yes	✓
Ogg Opus support	Yes	✓
WebM with Vorbis support	Yes	✓
WebM with Opus support	Yes	✓

Tema 4. Sistemas de transmisión de contenidos multimedia

- Soporte *streaming* Chrome Dev 69 sobre Windows 10 (2018) chrome://net-internals/
- chrome://flags/

Streaming		5
Media Source extensions	Yes	✓
DRM support	Yes	✓
Adaptive bit rate		
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	No	✗
HTTP Live Streaming / HLS	No	✗
Codecs		
▼ Video codecs	Partial	○
MP4 with H.264 support	Yes	✓
MP4 with H.265 support	No	✗
TS with H.264 support	No	✗
TS with H.265 support	No	✗
WebM with VP8 support	Yes	✓
WebM with VP9 support	Yes	✓
▼ Audio codecs	Partial	○
MP4 with AAC support	Yes	✓
MP4 with Dolby Digital support	No	✗
MP4 with Dolby Digital Plus support	No	✗
TS with AAC support	No	✗
TS with Dolby Digital support	No	✗
TS with Dolby Digital Plus support	No	✗
WebM with Vorbis support	Yes	✓
WebM with Opus support	Yes	✓

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte vídeo Firefox 56 sobre Windows 7

Video		29/33
video element	Yes	✓
Subtitles	Yes	✓
Audio track selection	No	✗
Video track selection	No	✗
Poster images	Yes	✓
Codec detection	Yes	✓
Video codecs		
MPEG-4 ASP support	No	✗
H.264 support	Yes	✓
H.265 support	No	✗
Ogg Theora support	Yes	✓
WebM with VP8 support	Yes	✓
WebM with VP9 support	Yes	✓

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte audio
Firefox 56 sobre
Windows 7

Audio		27/30
audio element	Yes ✓	
Loop audio	Yes ✓	
Preload in the background	Yes ✓	
Advanced		
Web Audio API	Yes ✓	
Speech Recognition	No ✗	
Speech Synthesis	Yes ✓	
Audio codecs		
PCM audio support	Yes ✓	
MP3 support	Yes ✓	
AAC support	Yes ✓	
Dolby Digital support	No ✗	
Dolby Digital Plus support	No ✗	
Ogg Vorbis support	Yes ✓	
Ogg Opus support	Yes ✓	
WebM with Vorbis support	Yes ✓	
WebM with Opus support	Yes ✓	

Tema 4. Sistemas de transmisión de contenidos multimedia

- Soporte *Streaming* Firefox 56 sobre Windows 7

Media Source extensions	Yes ✓
DRM support	Yes ✓
Adaptive bit rate	
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	No ✗
HTTP Live Streaming / HLS	No ✗
Codecs	
▼ Video codecs	Partial ○
MP4 with H.264 support	Yes ✓
MP4 with H.265 support	No ✗
TS with H.264 support	No ✗
TS with H.265 support	No ✗
WebM with VP8 support	Yes ✓
WebM with VP9 support	Yes ✓
▼ Audio codecs	Partial ○
MP4 with AAC support	Yes ✓
MP4 with Dolby Digital support	No ✗
MP4 with Dolby Digital Plus support	No ✗
TS with AAC support	No ✗
TS with Dolby Digital support	No ✗
TS with Dolby Digital Plus support	No ✗
WebM with Vorbis support	Yes ✓
WebM with Opus support	Yes ✓

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Soporte vídeo Firefox 62 sobre Windows 10 (2018)

Video		29/33
video element	Yes	✓
Subtitles	Yes	✓
Audio track selection	No	✗
Video track selection	No	✗
Poster images	Yes	✓
Codec detection	Yes	✓
Video codecs		
MPEG-4 ASP support	No	✗
H.264 support	Yes	✓
H.265 support	No	✗
Ogg Theora support	Yes	✓
WebM with VP8 support	Yes	✓
WebM with VP9 support	Yes	✓

Tema 4. Sistemas de contenidos multimedia

- Soporte audio en Firefox 62 sobre Windows 10 (2018)

Audio

27/30

audio element	Yes ✓
Loop audio	Yes ✓
Preload in the background	Yes ✓
Advanced	
Web Audio API	Yes ✓
Speech Recognition	No ✗
Speech Synthesis	Yes ✓
Audio codecs	
PCM audio support	Yes ✓
MP3 support	Yes ✓
AAC support	Yes ✓
Dolby Digital support	No ✗
Dolby Digital Plus support	No ✗
Ogg Vorbis support	Yes ✓
Ogg Opus support	Yes ✓
WebM with Vorbis support	Yes ✓
WebM with Opus support	Yes ✓

Tema 4. Sistemas de transmisión de contenidos multimedia

- Soporte *Streaming* Firefox 62 sobre Windows 10 (2018)

Streaming		5
Media Source extensions	Yes ✓	
DRM support	Yes ✓	
Adaptive bit rate		
Dynamic Adaptive Streaming / MPEG-DASH	No ✗	
HTTP Live Streaming / HLS	No ✗	
Codecs		
▼ Video codecs	Partial ○	
MP4 with H.264 support	Yes ✓	
MP4 with H.265 support	No ✗	
TS with H.264 support	No ✗	
TS with H.265 support	No ✗	
WebM with VP8 support	Yes ✓	
WebM with VP9 support	No ✗	
▼ Audio codecs	Partial ○	
MP4 with AAC support	Yes ✓	
MP4 with Dolby Digital support	No ✗	
MP4 with Dolby Digital Plus support	No ✗	
TS with AAC support	No ✗	
TS with Dolby Digital support	No ✗	
TS with Dolby Digital Plus support	No ✗	
WebM with Vorbis support	Yes ✓	
WebM with Opus support	Yes ✓	

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Antecedentes
- Introducción
 - Ejemplos de aplicaciones multimedia
 - Ejemplos de contenidos
- *Streaming*
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
- Redes de distribución de contenidos (CDN)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Técnicas y protocolos para trabajar con contenidos multimedia en la red Internet
- Aumento exponencial de *Streaming* de Audio y Vídeo en Internet en los últimos años
- Algunos números:

http://www.cisco.com/en/US/solutions/collateral/ns341/ns525/ns537/ns705/ns827/white_paper_c11-481360_ns827_Networking_Solutions_White_Paper.html

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- ¿Quién transmite audio y vídeo por Internet?
 - Televisión y radio
 - Prensa on-line
 - Spotify
 - Youtube
 - Facebook
 - Anuncios
 - Skype
 - Hangouts
 - Etc...
-

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Aplicaciones multimedia
 - Transmisión de datos multimedia (fundamentalmente audio y vídeo)
 - Distintos requerimientos que las aplicaciones tradicionales de envío / recepción de contenidos tradicionales (FTP, HTTP, email)
- EJERCICIO: ¿Qué requerimientos?

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Requerimientos aplicaciones MM
 - Sensibles al retardo extremo a extremo
 - Sensibles a la variabilidad del retardo
 - Toleran pérdidas ocasionales
 - Aplicaciones “clásicas” de transferencia de ficheros
 - Requerimientos contrarios, no toleran pérdidas, pero el retardo no es relevante si llegan todos los datos
- EJERCICIO: ¿Justificación?

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Justificación
 - Retardo: Si un paquete llega demasiado tarde (sonido o imagen que debería haberse reproducido)
 - Se descarta, ya no tiene sentido escucharlo o visualizarlo
 - Variabilidad del retardo: Si los paquetes llegan con mucha diferencia, tal vez no puedan reproducirse correctamente
 - Se debe minimizar el retardo → Buffering
 - Pérdidas: Alta tolerancia, si pierdo una imagen, sonido, el usuario puede seguir la reproducción del resto del contenido

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Tipos de contenidos MM (Clásicos)
 - Quicktime Movie: Contenedor de cualquier tipo de medio. Propietario de Apple. Permite *streaming* dedicado y HTTP.
 - Real Media: Formato utilizado para *streaming* propiedad de Real Networks. También *streaming* HTTP.
 - Windows Media: Formato de vídeo de Microsoft. Permite *streaming* y transmisiones en vivo.

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Tipos de contenidos MM
 - Quicktime Movie: Contenedor de cualquier tipo de contenido multimedia.

Originalmente *Streaming Dedicado*, ahora todos convergen hacia **MPEG-DASH**.

También streaming HTTP.

- Windows Media: Formato de vídeo de Microsoft. Permite streaming y transmisiones en vivo.

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Tipos de contenidos mm
 - MPEG: Formato estándar definido por el Moving Picture Experts Group (MPEG). Soporta tres tipos de información: audio, vídeo y *streaming* (audio y vídeo sincronizados).
 - Adobe Flash Video: Formato de vídeo creado por Flash (.flv), que permite hacer *streaming*.

Teoría sobre la muerte de tecnologías de Stack Overflow

<https://stackoverflow.blog/2017/08/01/flash-dead-technologies-might-next/>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Antecedentes
- Introducción
- *Streaming*
 - ¿Qué es?
 - Tipos de *streaming*
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
- Redes de distribución de contenidos (CDN)

Streaming: ¿Qué es?

- “Video or audio content sent in compressed form over the Internet and played immediately” – techtarget.com
- “Multimedia that is constantly received by and presented to an end-user while being delivered” – wikipedia.org

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- *Streaming*: El contenido que quiero visualizar / escuchar no está en mi máquina, sino que se reproduce a medida que se recibe
- Tipos de *streaming*
 - Contenido multimedia (MM) almacenado
 - En vivo
 - En tiempo real interactivo

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Aplicaciones multimedia de transmisión y distribución de datos
- Tipos de contenidos multimedia que se transmiten
- Técnicas de *streaming*
 - Utilizando servidores de web
 - Protocolo RTSP
 - MPEG-DASH

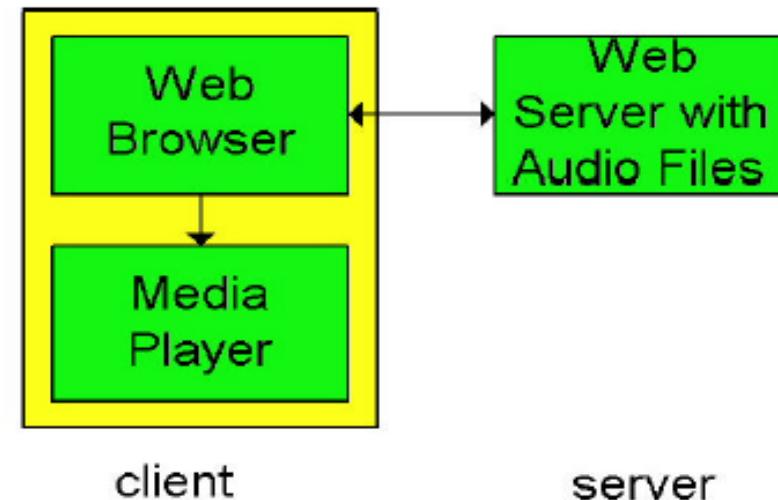
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Contenido almacenado
 - El cliente pide ficheros de audio y vídeo del servidor, los recibe y los muestra
 - Interactivo
 - El usuario puede controlar la reproducción del vídeo (pause, resume, fast forward, rewind, etc.)
 - Tiempo espera
 - Desde que el cliente lo pide hasta que se muestra pueden pasar entre 1 y 10 segundos
 - Ejemplo: Youtube

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

Streaming Servidor de Web: Progressive Download

- Audio and video files stored in Web servers
- naive approach
 - browser requests file with HTTP request message
 - Web server sends file in HTTP response message
 - content-type header line indicates an audio/video encoding
 - browser launches media player, and passes file to media player
 - media player renders file



client

server

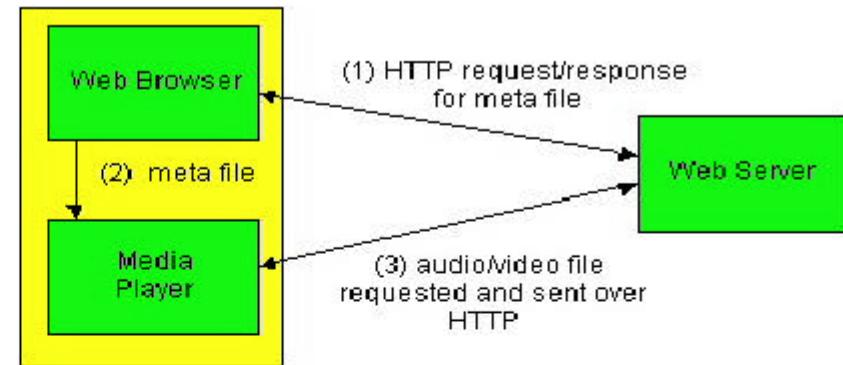
- Major drawback: media player interacts with server through intermediary of a Web browser

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

Streaming Servidor de Web: Progressive Download

Alternative: set up connection between server and player

- Web browser requests and receives a **meta file** (a file describing the object) instead of receiving the file itself;
- Content-type header indicates specific audio/video application
- Browser launches media player and passes it the meta file
- Player sets up a TCP connection with server and sends HTTP request.



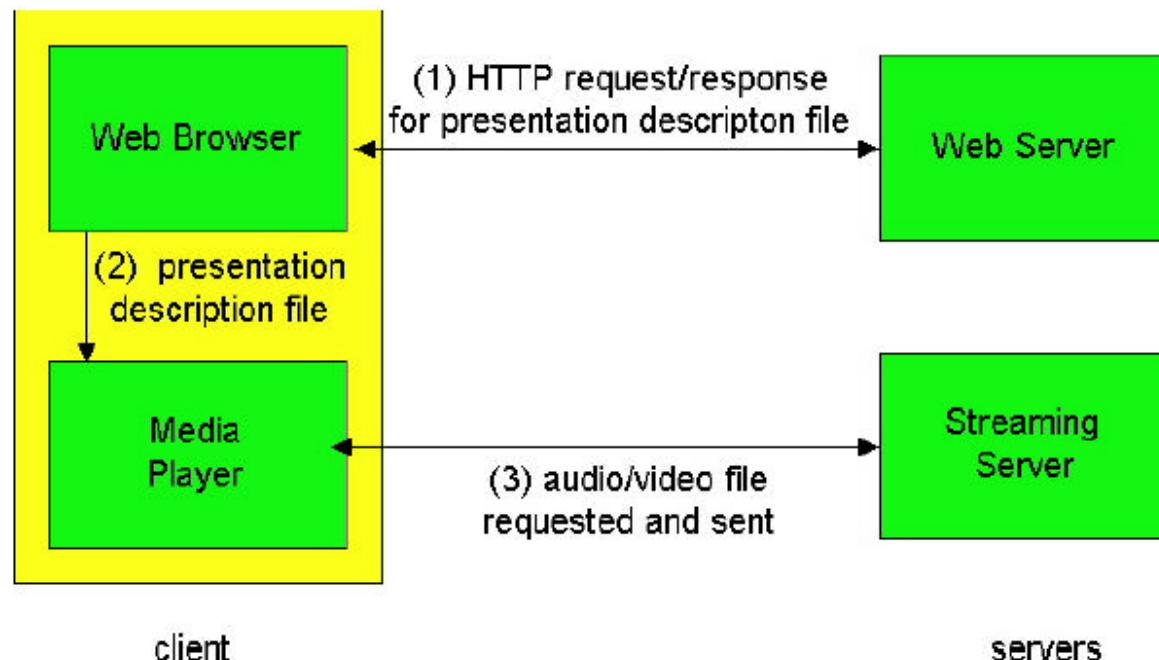
Some concerns:

- Media player communicates over HTTP, which is not designed with pause, ff, rwnd commands
- May want to stream over UDP

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

Streaming Servidor Streaming

- This architecture allows for non-HTTP protocol between server and media player
- Can also use UDP instead of TCP.



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- En vivo
 - Parecido al *broadcasting* de televisión y radio, pero se hace a través de Internet
 - Es unidireccional y no es interactivo, sólo se puede reproducir o parar la reproducción, no rebobinar, etc.
 - Ejemplo: Radio, tv on-line

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- En tiempo real
 - Audio / Vídeo conferencia
 - Más restricciones en el retardo que el *streaming*
 - Es unidireccional por ser en tiempo real
 - Video: < 150 msec aceptable
 - Audio: < 150 msec bueno, <400 msec aceptable

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Protocolos
 - Real Time Streaming Protocol (RTSP) - 1998
 - MPEG-DASH – 2014, revisiones posteriores
- Productos comerciales
 - Skype
 - Google talk - Hangouts
 - Microsoft messenger (Antes de que Microsoft comprara Skype)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - Protocolo que establece y controla uno o varios *streams* multimedia sincronizados (p.e. audio y vídeo)
 - No envía los datos multimedia
 - Sólo información de control de la transmisión de dichos datos.
 - Mando a distancia para servidores de datos multimedia.

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - No hay conexiones sino sesiones mantenidas por el servidor.
 - Cada sesión tiene su identificador y no está ligada con una conexión TCP.
 - Se pueden abrir y cerrar conexiones TCP en la misma sesión.
 - También se puede utilizar UDP.
 - Se puede combinar con RTP para enviar *streams* con dicho protocolo.

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - Muy parecido a HTTP 1.1 → Podrían compartir mecanismos de extensión
 - **Diferencias con HTTP**
 - Distinto identificador de protocolo **rtsp://**
 - Un servidor RTSP debe **mantener** el estado de la sesión.
 - HTTP sin estado
 - Tanto el cliente como el servidor RTSP pueden hacer peticiones

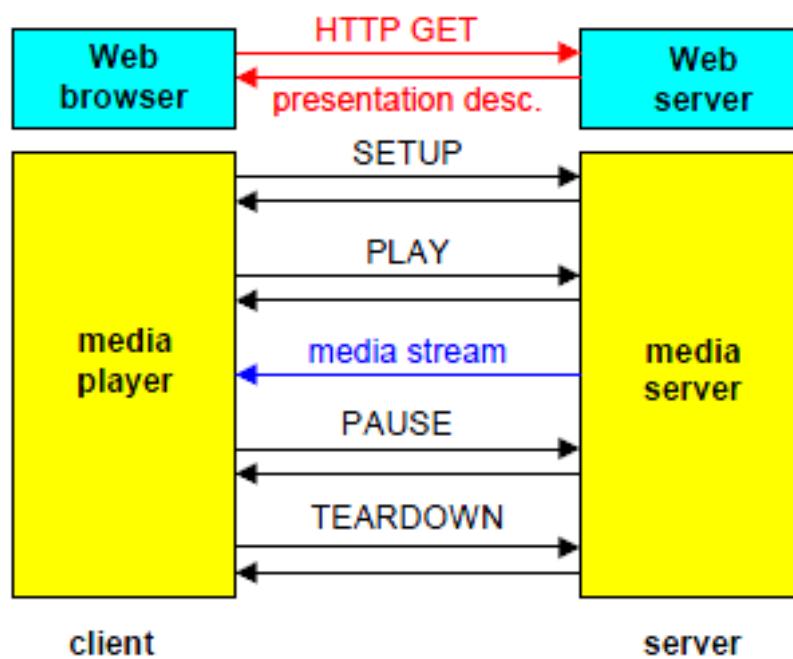
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - Diferencias (cont.)
 - Los datos los transporta un protocolo distinto a RTSP
 - La URI de petición de RTSP siempre contiene la URI absoluta (incluido el servidor).
 - En HTTP sólo va el nombre del fichero y el servidor va en una cabecera aparte

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - Operaciones
 - Recuperar datos de un servidor de contenidos multimedia
 - Invitación de un servidor de datos a una conferencia
 - Añadir contenido a una presentación existente

Ejemplo funcionamiento RTSP



- Client obtains a description of the multimedia presentation, which can consist of several media streams.
- The browser invokes media player (helper application) based on the content type of the presentation description.
- Presentation description includes references to media streams, using the URL method `rtsp://`
- Player sends RTSP SETUP request; server sends RTSP SETUP response.
- Player sends RTSP PLAY request; server sends RTSP PLAY response.
- Media server pumps media stream.
- Player sends RTSP PAUSE request; server sends RTSP PAUSE response.
- Player sends RTSP TEARDOWN request; server sends RTSP TEARDOWN response.

Diagrama de estados del cliente

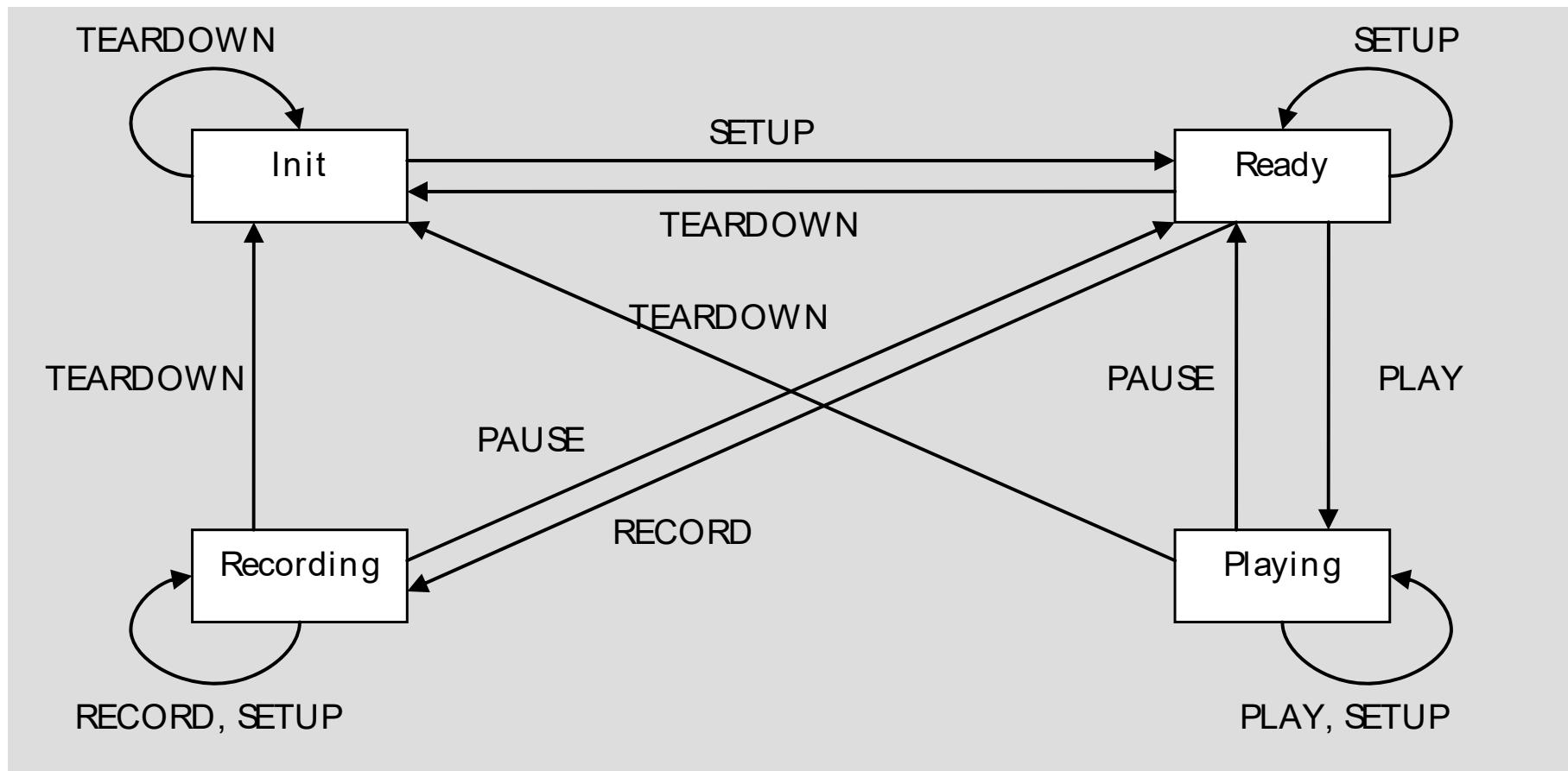
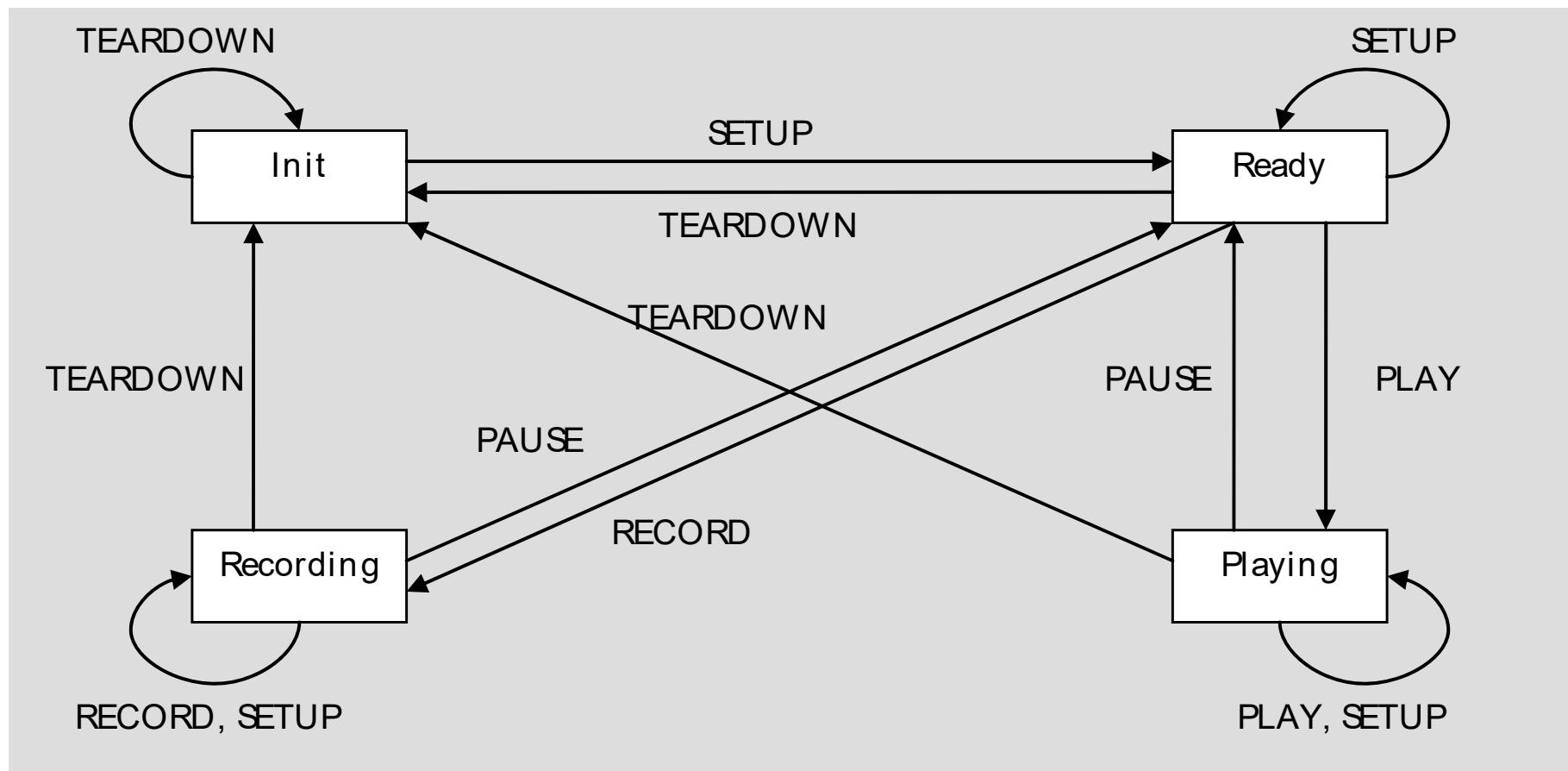


Diagrama de estados del servidor



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - **Métodos**
 - **OPTIONS**: Devuelve los tipos de peticiones que acepta un servidor.
 - **SETUP**: El servidor reserva recursos para un *stream* e inicia una sesión RTSP
 - **PLAY** y **RECORD**: Se inicia la transmisión de datos de un *stream* inicializado con SETUP

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Streaming Protocol (RTSP)
 - Métodos
 - **PAUSE**: Para temporalmente la transmisión de datos sin liberar los recursos del servidor
 - **TEARDOWN**: Libera los recursos asociados al *stream*. La sesión RTSP se borra del servidor

Introducción a RTSP

<http://csrgxtu.github.io/2015/04/08/An-Introduction-To-RTSP/>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Petición del cliente

OPTIONS

rtsp://servidor.multimedia.com:554

RTSP/1.0

Cseq: 1

- Respuesta del servidor

RTSP/1.0 200 OK

Cseq: 1

Public: DESCRIBE, SETUP, TEARDOWN, PLAY,
PAUSE

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Petición del cliente

DESCRIBE

rtsp://servidor.multimedia.com:554/videos
/video.html RTSP/1.0

Cseq: 2

- Respuesta del servidor

RTSP/1.0 200 OK

Cseq: 2

Content-type: application/sdp

Content-length: 210

<SDP Data...>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Petición del cliente

`SETUP rtsp://
servidor.multimedia.com:554/videos/video.`

`html RTSP/1.0`

`Cseq: 3`

`Transport:`

`rtp/udp;unicast;client_port=5067-5068`

- Respuesta del servidor

`RTSP/1.0 200 OK`

`Cseq: 3`

`Session: 12345678`

`Transport: rtp/udp;client_port=5067-
5068;server_port=6023-6024`

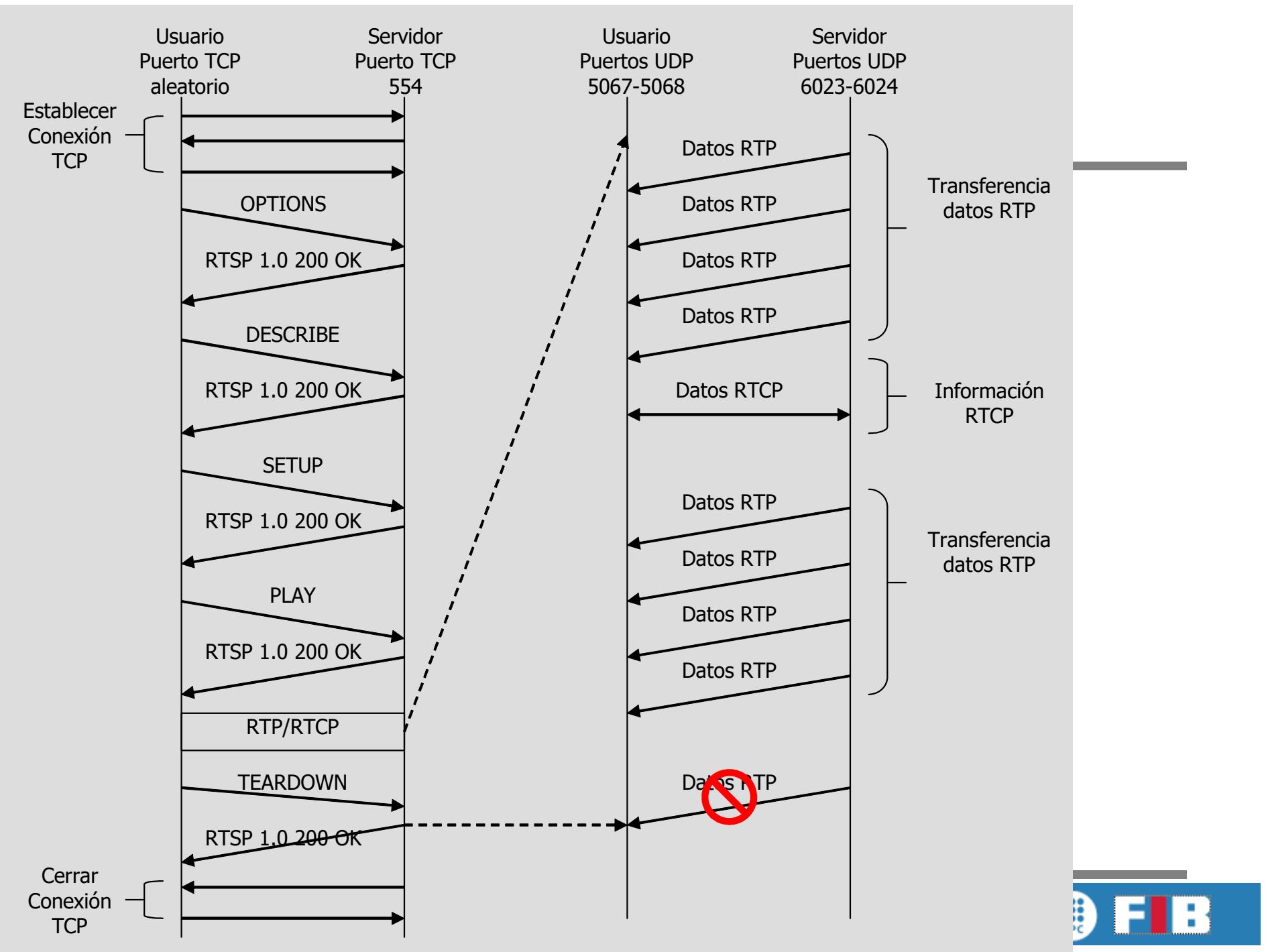
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Petición del cliente

```
PLAY rtsp://  
servidor.multimedia.com:554/videos/video.  
mpg RTSP/1.0  
Cseq: 4  
Session: 12345678
```

- Respuesta del servidor

```
RTSP/1.0 200 OK  
Cseq: 4
```



Ejemplo de fichero de descripción

```
<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>
```

Sesión RTSP

- Each RTSP has a session identifier, which is chosen by the server.
- The client initiates the session with the SETUP request, and the server responds to the request with an identifier.
- The client repeats the session identifier for each request, until the client closes the session with the TEARDOWN request.
- RTSP port number is 554.
- RTSP can be sent over UDP or TCP. Each RTSP message can be sent over a separate TCP connection.

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



rtsp://184.72.239.149/vod/mp4:BigBuckBunny_175k.mov

Wireshark · Follow TCP Stream (tcp.stream eq 0) · wireshark_4A4DAD07-9153-4BB3-986B-5A8F52F4F28E_2017110816261...

```
PLAY rtsp://wowzaec2demo.streamlock.net/vod/mp4:BigBuckBunny_115k.mov/ RTSP/1.0
CSeq: 11
User-Agent: LibVLC/2.2.4 (LIVE555 Streaming Media v2016.02.22)
Session: 845283311

RTSP/1.0 200 OK
RTP-Info: url=rtsp://wowzaec2demo.streamlock.net/vod/mp4:BigBuckBunny_115k.mov/
trackID=1;seq=127;rtptime=151500,url=rtsp://wowzaec2demo.streamlock.net/vod/
mp4:BigBuckBunny_115k.mov/trackID=2;seq=329;rtptime=1136250
CSeq: 11
Server: Wowza Streaming Engine 4.5.0.02 build19150
Cache-Control: no-cache
Range: npt=12.625-596.48
Session: 845283311;timeout=60

GET_PARAMETER rtsp://wowzaec2demo.streamlock.net/vod/mp4:BigBuckBunny_115k.mov/ RTSP/1.0
CSeq: 12
User-Agent: LibVLC/2.2.4 (LIVE555 Streaming Media v2016.02.22)
Session: 845283311

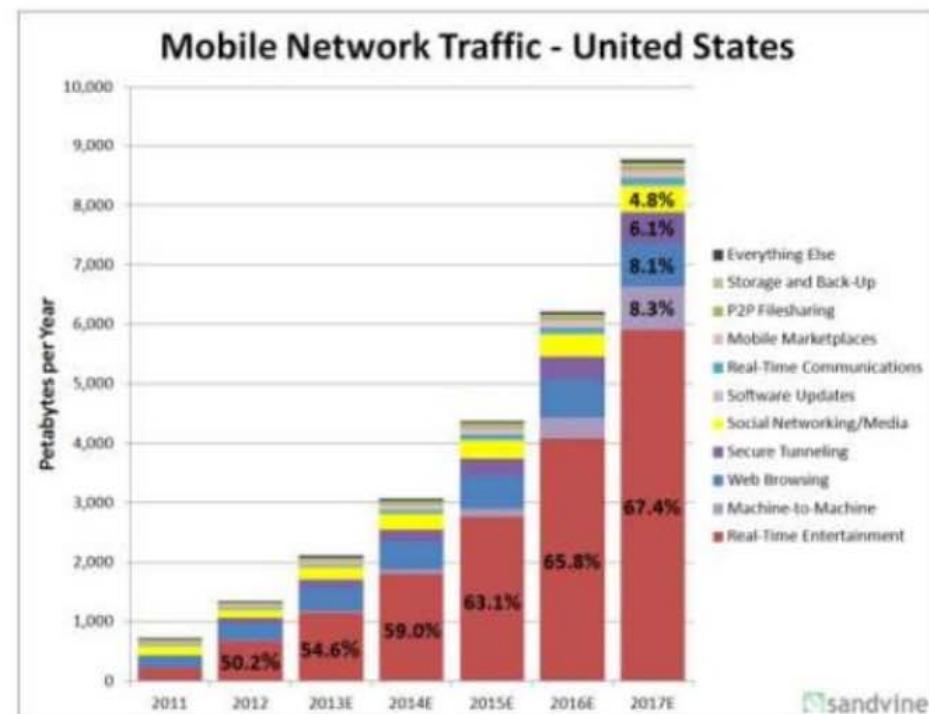
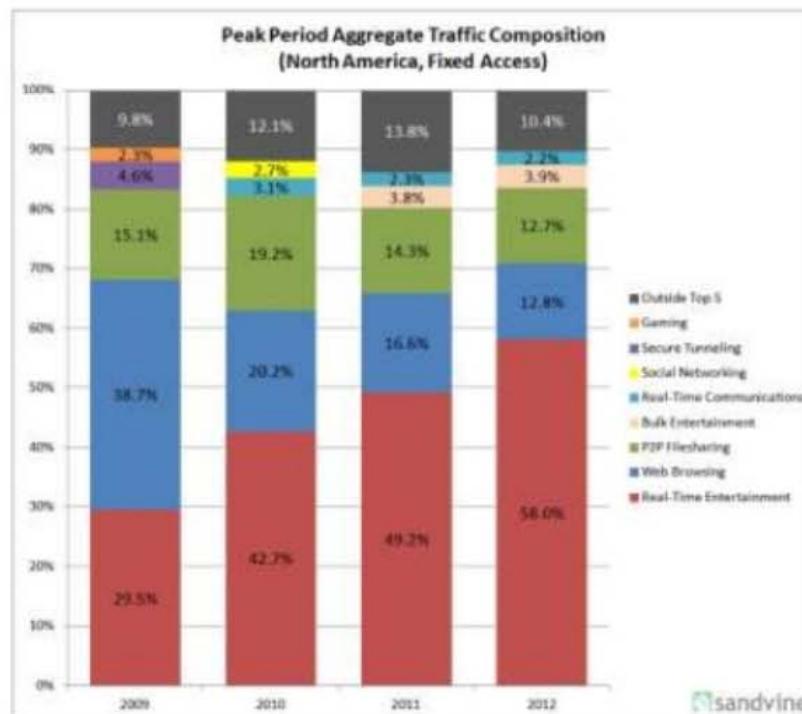
RTSP/1.0 200 OK
CSeq: 12
Server: Wowza Streaming Engine 4.5.0.02 build19150
Cache-Control: no-cache
Public: DESCRIBE, SETUP, TEARDOWN, PLAY, PAUSE, OPTIONS, ANNOUNCE, RECORD, GET_PARAMETER
Supported: play.basic, con.persistent
Session: 845283311;timeout=60
```

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- MPEG-DASH
 - MPEG Dynamic Adaptive Streaming over HTTP
 - ¿Por qué surge?

VIDEO PREDOMINANT ON THE INTERNET

- Real-time video **is more than 50%** of the traffic at peak periods
- Mobile traffic is growing exponentially, all delivered over the top (OTT)



Source: http://www.sandvine.com/downloads/documents/Phenomena_1H_2012/Sandvine_Global_Internet_Phenomena_Report_1H_2012.pdf

... AND HETEROGENEOUS DEVICES

Desktop/Laptop



Mobile

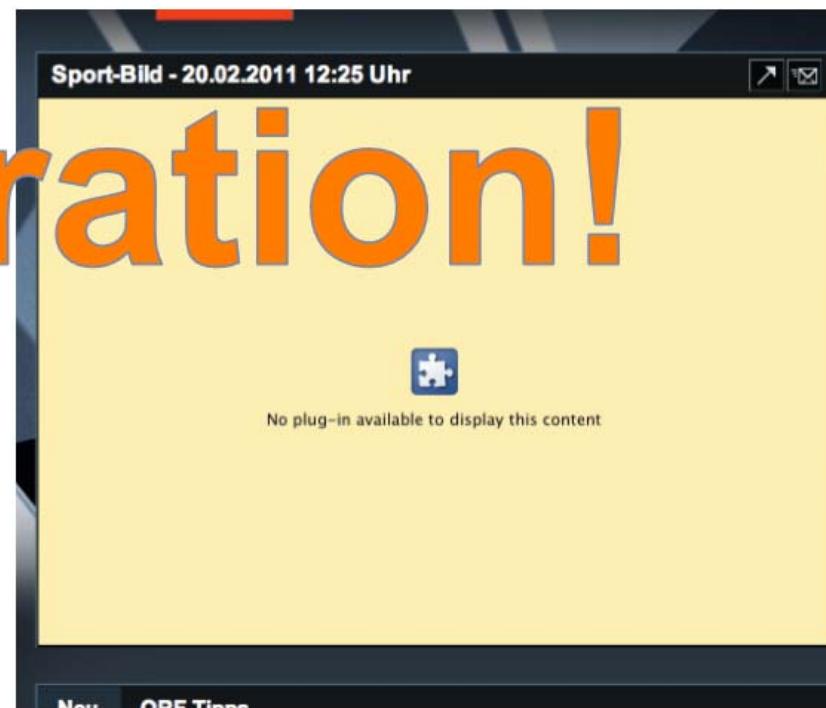
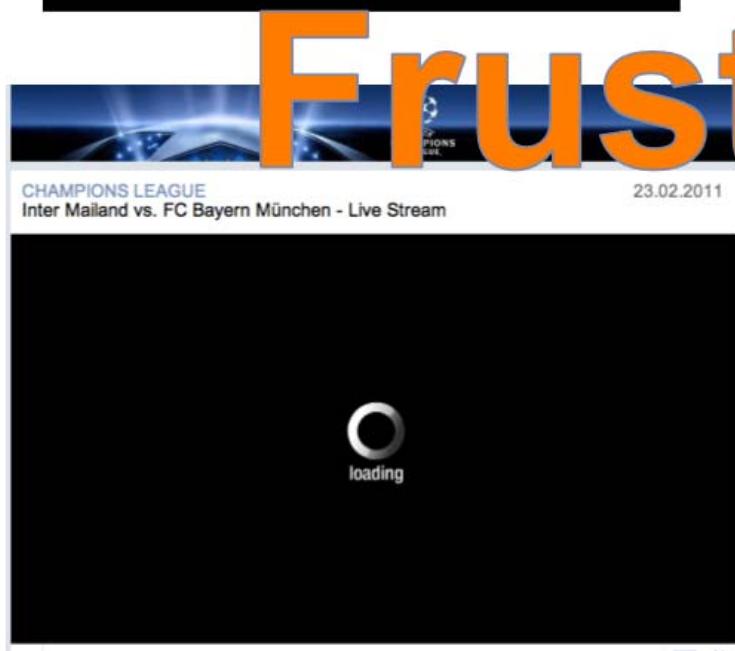
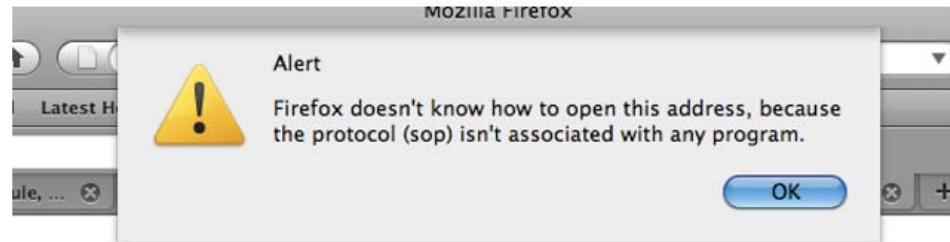
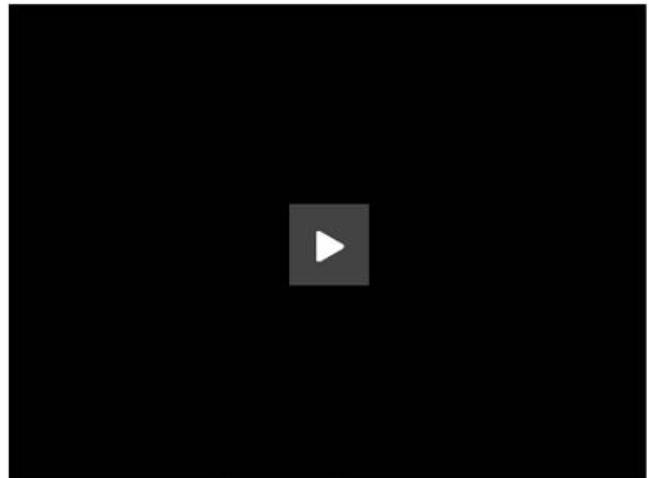


Living Room



Before DASH...

Internazionale vs Bayern Munchen



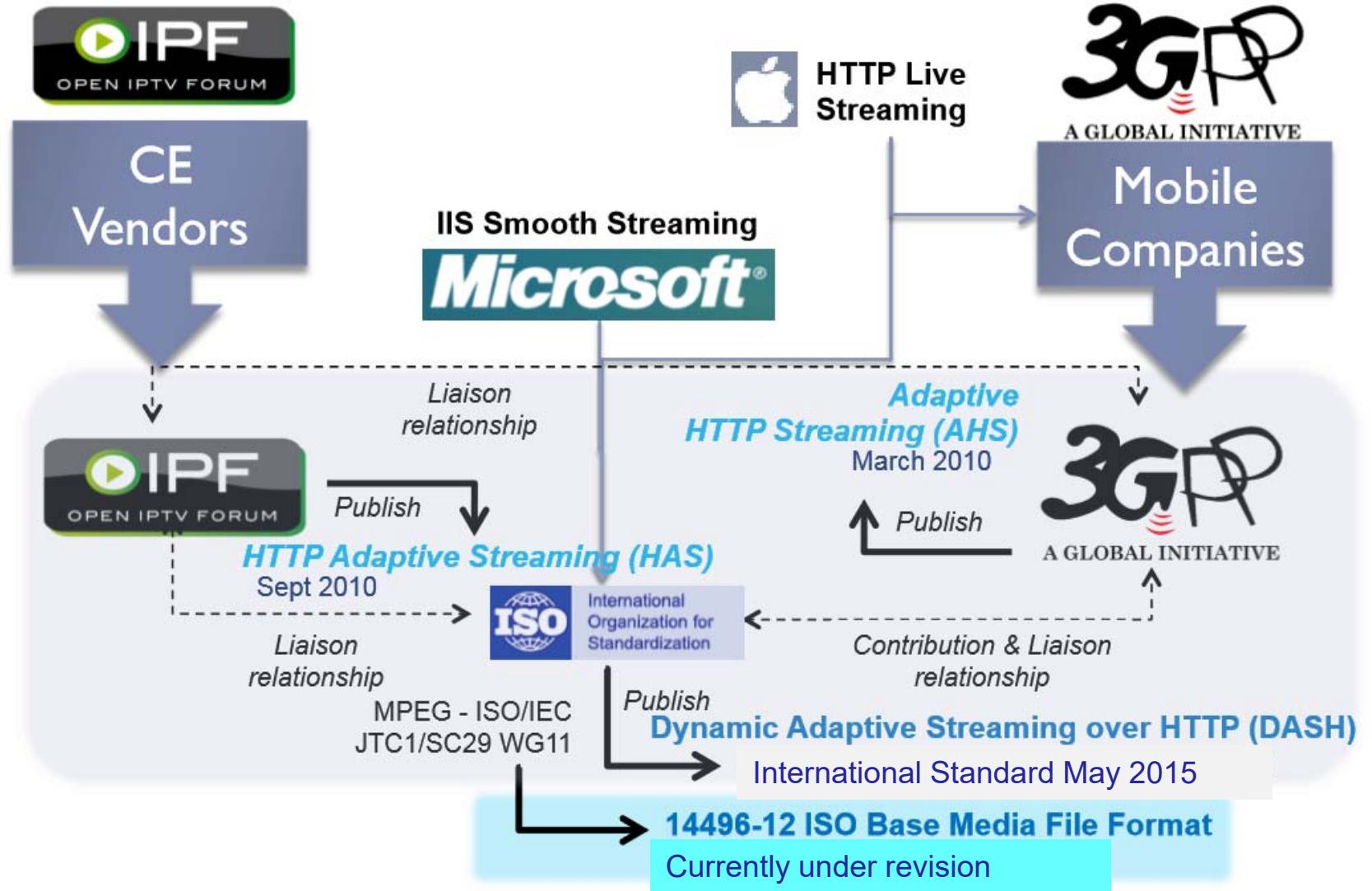
User Frustration in Internet Video

- ▶ Video not accessible
 - ▶ Behind a firewall
 - ▶ Plugin not available
 - ▶ Bandwidth not sufficient
 - ▶ Wrong/non-trusted device
 - ▶ Wrong format
- ▶ Fragmentation
 - ▶ Devices
 - ▶ Content Formats
 - ▶ DRMs
- ▶ Low quality of experience
 - ▶ Long start-up delay
 - ▶ Frequent Rebuffering
 - ▶ Low playback quality
 - ▶ No lip-sync
 - ▶ No DVD quality (language, subtitle)
- ▶ Expensive
 - ▶ Sucks my bandwidth
 - ▶ Need a dedicated device
 - ▶ Other costs ...



DASH:

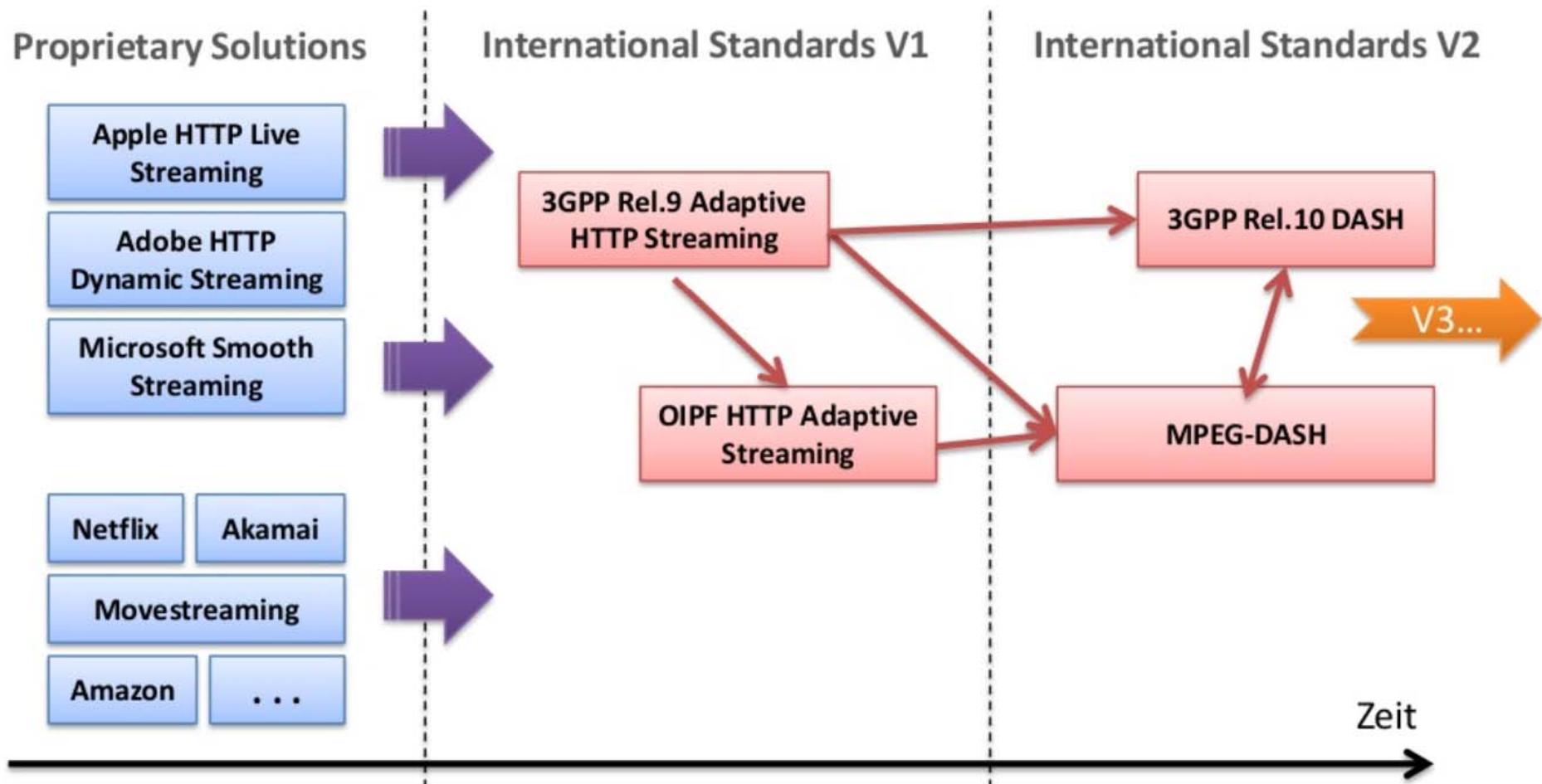
Standardization History and Status



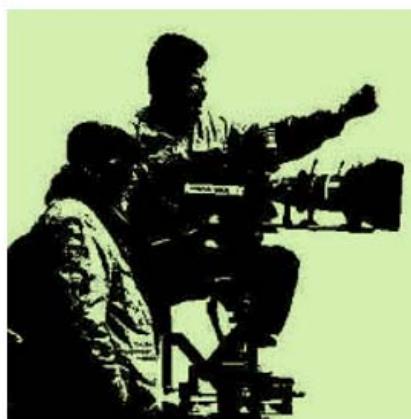
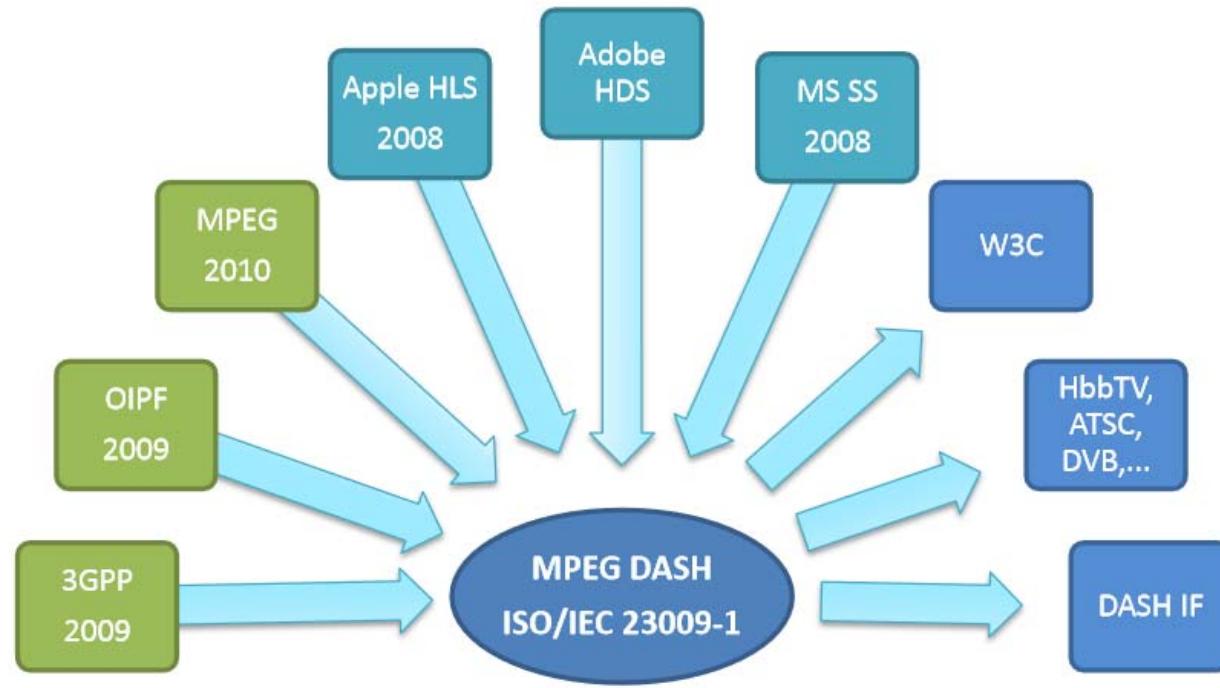
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- MPEG-DASH (ISO/IEC 23009-1:2014)
 - Permite hacer *streaming* sobre HTTP
 - <https://www.iso.org/standard/65274.html>
- Interoperabilidad entre productos comerciales (Apple, Microsoft, Adobe → Estándar)
- Solucionar problemas de otros protocolos de transmisión de datos MM, como RTP
 - Firewalls
 - CDN's
 - Escalabilidad (una sesión de *streaming* por cliente)

DYNAMIC ADAPTIVE STREAMING OVER HTTP (DASH)



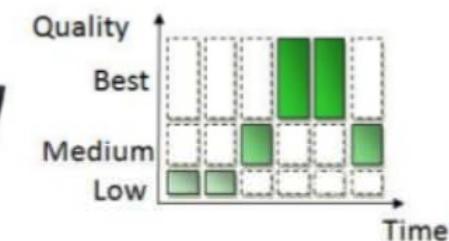
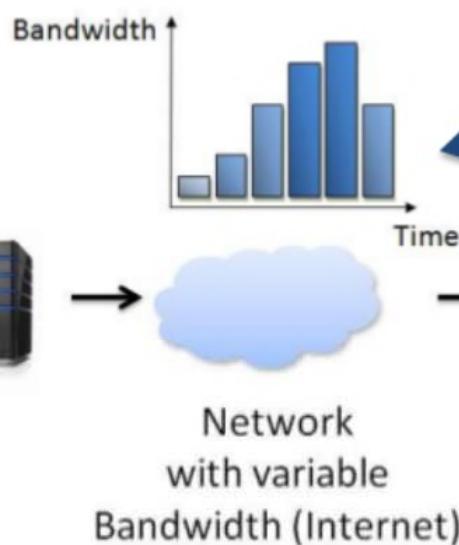
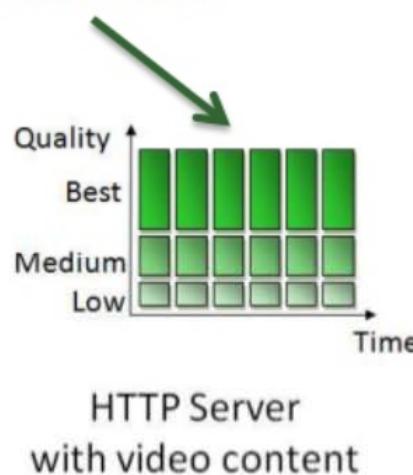
<http://multimediacommunication.blogspot.com/2010/05/http-streaming-of-mpeg-media.html>



http://s3.amazonaws.com/sdieee/1837-MPEG_DASH_04_02_2015_Wang_An_introduction_to_DASH.pdf
70

DYNAMIC ADAPTIVE STREAMING OVER HTTP

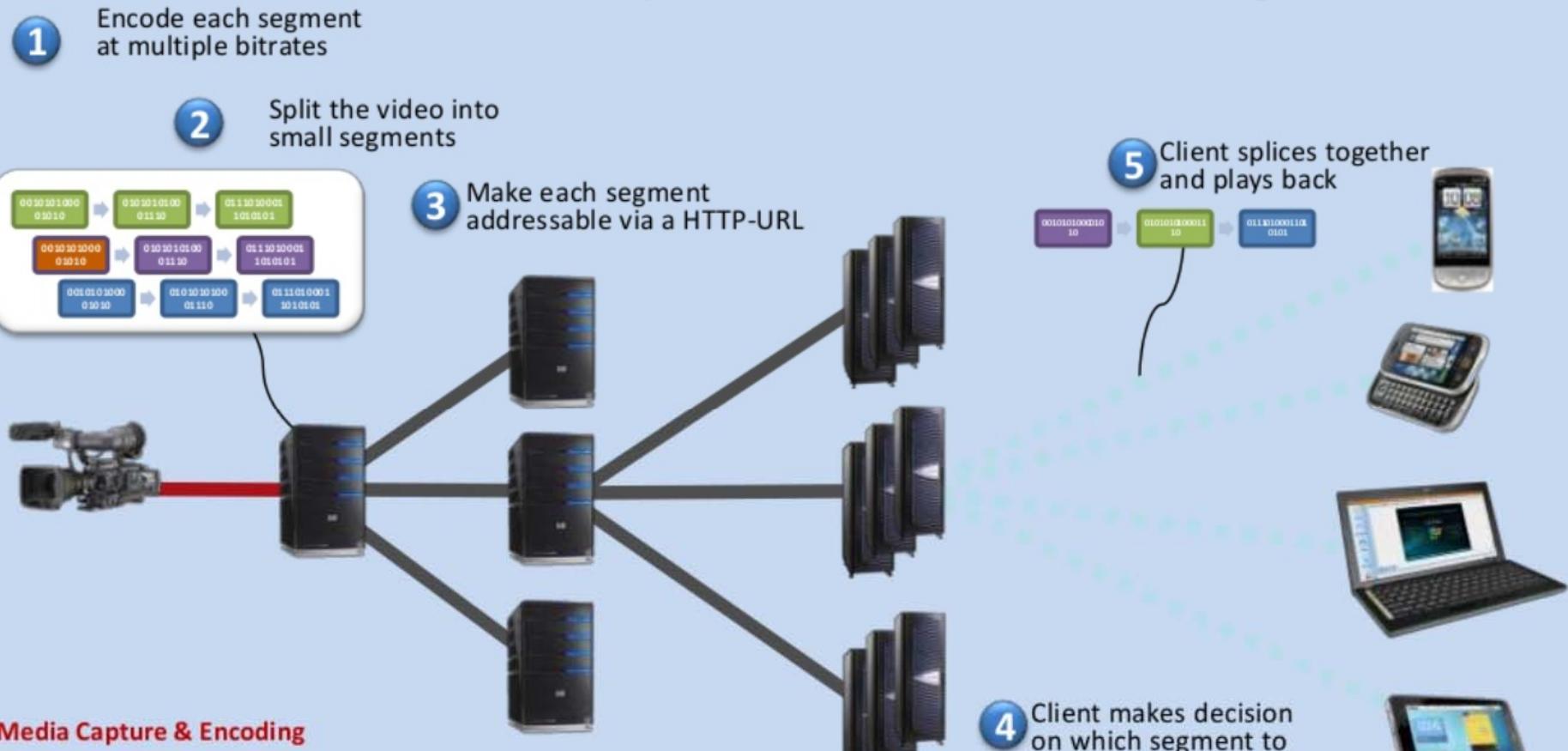
Different Quality Representations



- **Dynamic adaption** to the network conditions
- Usage of existing and cheap **Internet (HTTP) Infrastructure**
- Streaming-Logic is located at the **Client**
- **Flexible and scalable**

Choose the appropriate Segment

HTTP Adaptive Streaming



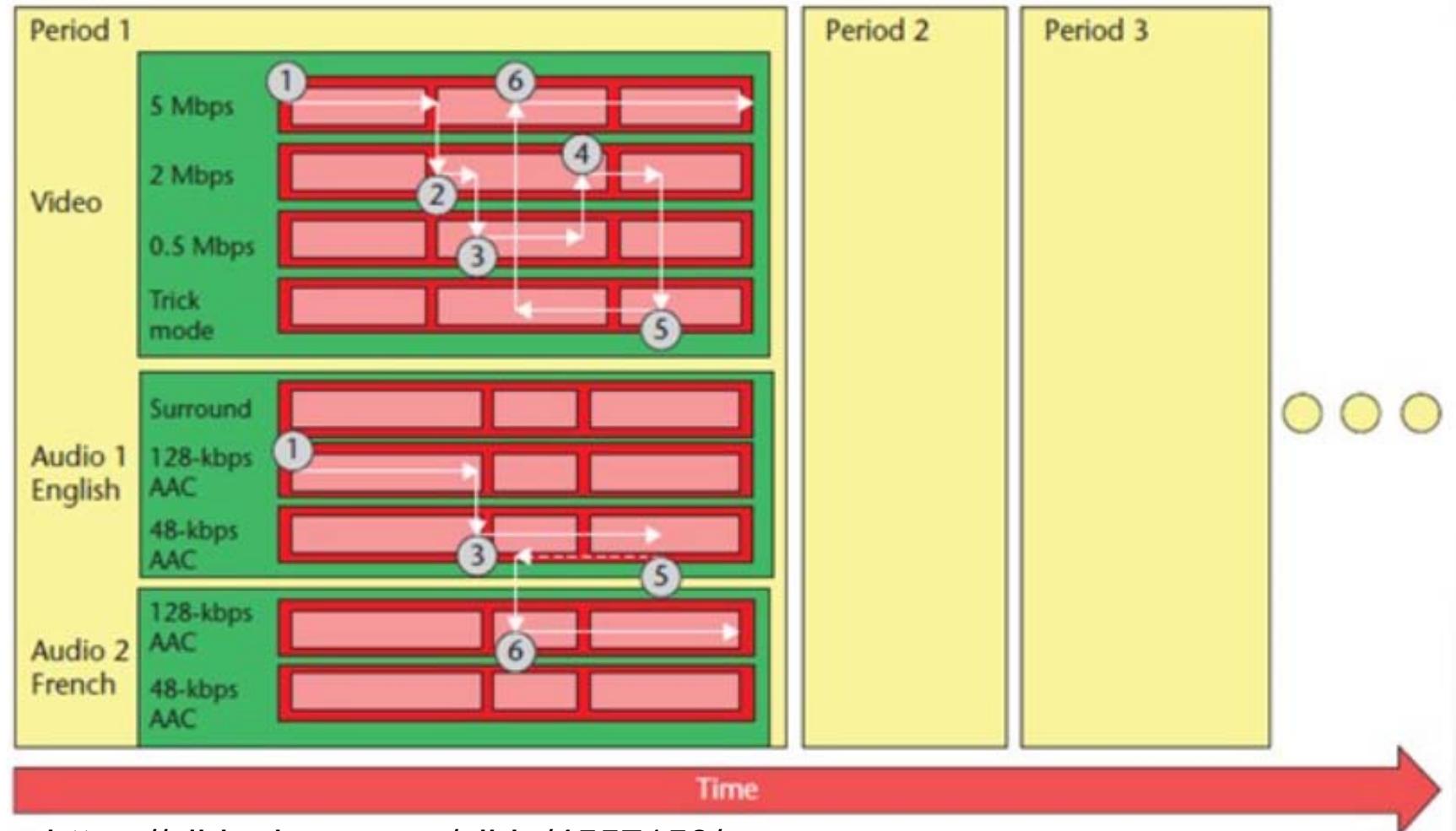
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- **MPEG-DASH - Ventajas**
 - Internet ha evolucionado hacia HTTP y proporciona un soporte muy avanzado para transmisión de datos con este protocolo
 - En las CDN's se puede hacer cache de los contenidos en servidores “locales” para reducir el tráfico de larga distancia
 - HTTP permite atravesar firewalls y *proxies*
 - No es necesaria una sesión en el servidor, se encarga de gestionarlo el cliente
 - Tener muchos clientes no es un coste adicional

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Tipos de *Streams* soportados
 - ISO Base media file format (perfiles full, on-demand, live)
 - MPEG-2 TS (perfiles main, simple)
- Multimedia Presentation Description (MPD)
 - Descripción del contenido multimedia del que se hace *streaming*
 - Fichero en formato XML

Ejemplo de Streaming adaptativo – DVD

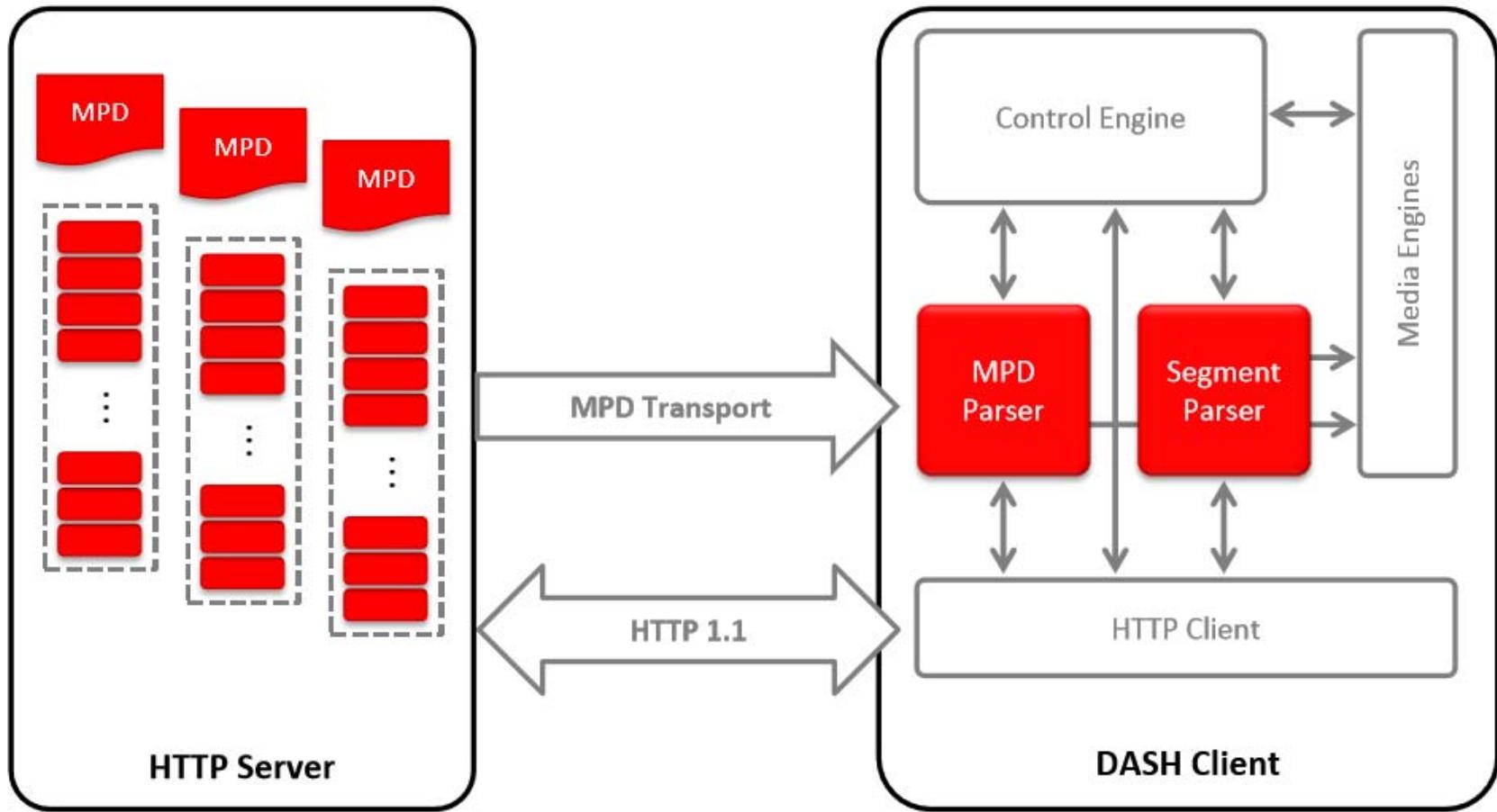


<https://slideplayer.com/slide/4557158/>

Ejemplo de Streaming adaptativo

1. Stream del primer segmento de audio y video a 5M, el ancho de banda no es suficiente, se reduce a 2
 2. Stream del segundo segmento de audio y video a 2M, el ancho de banda no es suficiente, se reduce a 0,5M y 48K
 3. Stream del tercer segmento a 0,5M, se puede subir a 2M
 4. El usuario decide parar y rebobinar
 5. El usuario utiliza el trickmode, lo reproduce hacia atrás sin sonido
 6. El usuario reproduce de nuevo el vídeo, ahora con el audio en francés
-

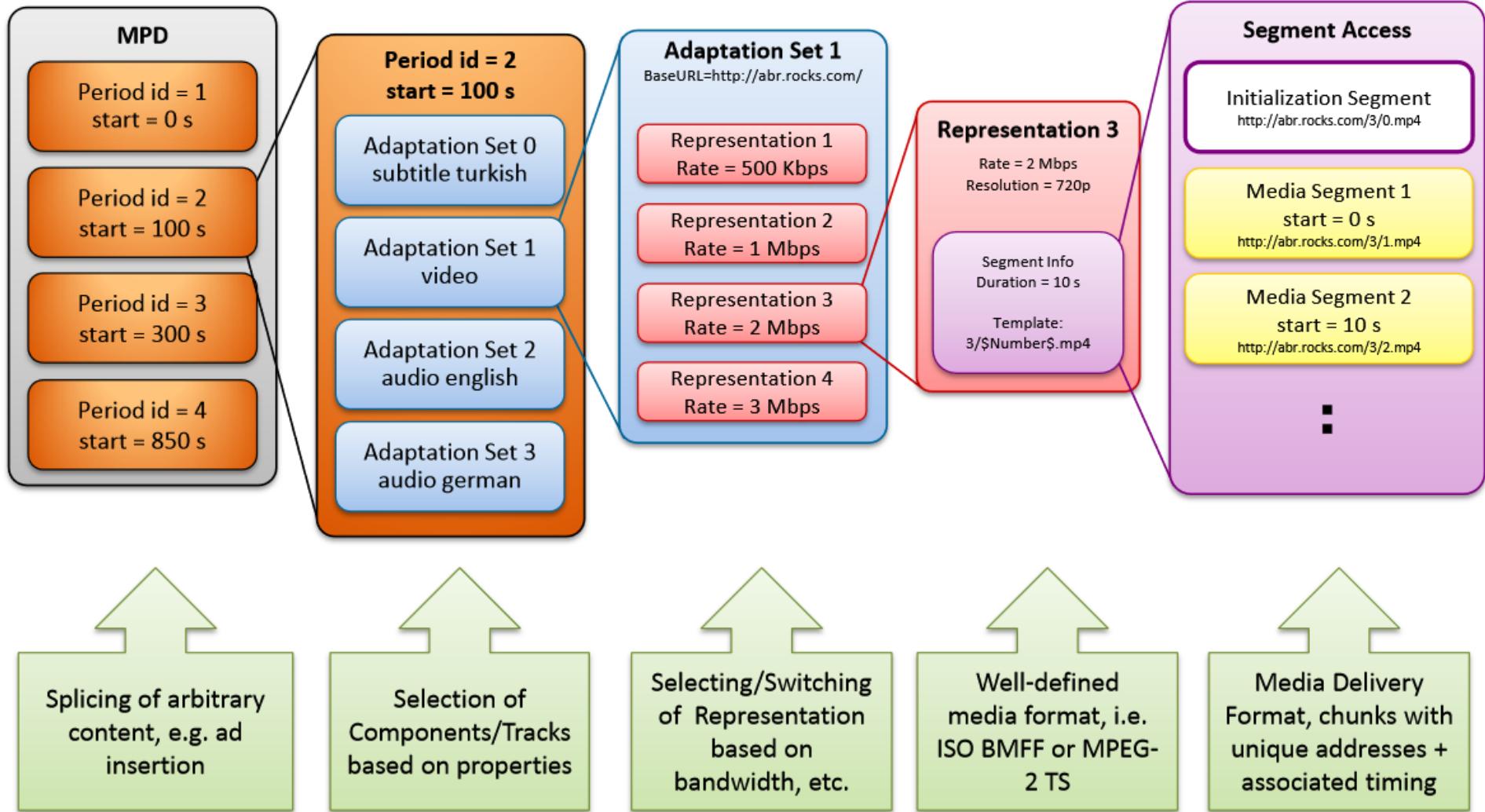
Streaming con DASH



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- **MPEG-DASH - Arquitectura**
 - El servidor es un servidor de web “clásico”
 - El cliente descarga 2 tipos de ficheros
 - MPD: Multimedia Presentation Description
 - Ficheros con el contenido mm descrito en el MPD
 - El contenido puede estar en distintas calidades
 - El mismo contenido puede estar en varios idiomas
 - Es el cliente el que realiza la gestión completa de la descarga del contenido, calculando el ancho de banda que hay en cada momento

Estructura MPD



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Modelo jerárquico
 - 1r nivel: Period, parte de un programa
 - 2º nivel: Adaptation Set, proporciona las distintas versiones de un mismo contenido, con diversas alternativas de codificación
 - 3r nivel: Representation, distintas representaciones del mismo componente
 - 4º nivel: Segment, media chunk streams que siguen una secuencia temporal

DASH MPD Schema (1/5)

```
<?xml version="1.0" encoding="UTF-8"?>
<xs:schema targetNamespace="urn:mpeg:DASH:schema:MPD:2011"
    attributeFormDefault="unqualified"
    elementFormDefault="qualified"
    xmlns:xs="http://www.w3.org/2001/XMLSchema"
    xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
    xmlns="urn:mpeg:DASH:schema:MPD:2011">

    <xs:import namespace="http://www.w3.org/1999/xlink" schemaLocation="xlink.xsd"/>

    <xs:annotation>
        <xs:appinfo>Media Presentation Description</xs:appinfo>
        <xs:documentation xml:lang="en">
            This Schema defines the Media Presentation Description for MPEG-DASH.
        </xs:documentation>
    </xs:annotation>

    <!-- MPD: main element -->
    <xs:element name="MPD" type="MPDtype" />

    <!-- MPD Type -->
```

DASH MPD Schema (2/5)

```
<!-- MPD Type -->
<xs:complexType name="MPDtype">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="ProgramInformation" type="ProgramInformationType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded" />
    <xs:element name="BaseURL" type="BaseURLType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    <xs:element name="Location" type="xs:anyURI" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    <xs:element name="Period" type="PeriodType" maxOccurs="unbounded" />
    <xs:element name="Metrics" type="MetricsType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
    <xs:any namespace="##other" processContents="lax" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded" />
  </xs:sequence>
  <xs:attribute name="id" type="xs:string"/>
  <xs:attribute name="profiles" type="xs:string" use="required"/>
  <xs:attribute name="type" type="PresentationType" default="static"/>
  <xs:attribute name="availabilityStartTime" type="xs:dateTime"/>
  <xs:attribute name="availabilityEndTime" type="xs:dateTime"/>
  <xs:attribute name="mediaPresentationDuration" type="xs:duration"/>
  <xs:attribute name="minimumUpdatePeriod" type="xs:duration"/>
  <xs:attribute name="minBufferTime" type="xs:duration" use="required"/>
  <xs:attribute name="timeShiftBufferDepth" type="xs:duration"/>
  <xs:attribute name="suggestedPresentationDelay" type="xs:duration"/>
  <xs:attribute name="maxSegmentDuration" type="xs:duration"/>
  <xs:attribute name="maxSubsegmentDuration" type="xs:duration"/>
  <xs:anyAttribute namespace="##other" processContents="lax" />
</xs:complexType>
```

...

```
<!-- Period -->
```

DASH MPD Schema (3/5)

```
<!-- Period -->
<xs:complexType name="PeriodType">
  <xs:sequence>
    <xs:element name="BaseURL" type="BaseURLType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded" />
    <xs:element name="SegmentBase" type="SegmentBaseType" minOccurs="0" />
    <xs:element name="SegmentList" type="SegmentListType" minOccurs="0" />
    <xs:element name="SegmentTemplate" type="SegmentTemplateType" minOccurs="0" />
    <xs:element name="AdaptationSet" type="AdaptationSetType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded" />
      <xs:element name="Subset" type="SubsetType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
      <xs:any namespace="#other" processContents="lax" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded" />
    </xs:sequence>
    <xs:attribute ref="xlink:href"/>
    <xs:attribute ref="xlink:actuate" default="onRequest" />
    <xs:attribute name="id" type="xs:string" />
    <xs:attribute name="start" type="xs:duration" />
    <xs:attribute name="duration" type="xs:duration" />
    <xs:attribute name="bitstreamSwitching" type="xs:boolean" default="false" />
    <xs:anyAttribute namespace="#other" processContents="lax" />
  </xs:complexType>

<!-- Adaptation Set -->
```

DASH MPD Schema (4/5)

```
<!-- Adaptation Set -->
<xs:complexType name="AdaptationSetType">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="Representation BaseType">
      <xs:sequence>
        <xs:element name="Accessibility" type="DescriptorType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        <xs:element name="Role" type="DescriptorType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        <xs:element name="Rating" type="DescriptorType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        <xs:element name="Viewpoint" type="DescriptorType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        <xs:element name="ContentComponent" type="ContentComponentType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        <xs:element name="BaseURL" type="BaseURLType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
        <xs:element name="SegmentBase" type="SegmentBaseType" minOccurs="0" />
        <xs:element name="SegmentList" type="SegmentListType" minOccurs="0" />
        <xs:element name="SegmentTemplate" type="SegmentTemplateType" minOccurs="0" />
        <xs:element name="Representation" type="RepresentationType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded" />
      </xs:sequence>
      <xs:attribute ref="xlink:href" />
      <xs:attribute ref="xlink:actuate" default="onRequest" />
      <xs:attribute name="id" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="group" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="lang" type="xs:language" />
      <xs:attribute name="contentType" type="xs:string" />
      <xs:attribute name="par" type="RatioType" />
      <xs:attribute name="minBandwidth" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="maxBandwidth" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="minWidth" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="maxWidth" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="minHeight" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="maxHeight" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="minFrameRate" type="FrameRateType" />
      <xs:attribute name="maxFrameRate" type="FrameRateType" />
      <xs:attribute name="segmentAlignment" type="ConditionalUIntType" default="false" />
      <xs:attribute name="subsegmentAlignment" type="ConditionalUIntType" default="false" />
      <xs:attribute name="subsegmentStartsWithSAP" type="SAPType" default="0" />
      <xs:attribute name="bitstreamSwitching" type="xs:boolean" />
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>
...
<!-- Representation -->
```

DASH MPD Schema (5/5)

```
<!-- Representation -->
<xs:complexType name="RepresentationType">
  <xs:complexContent>
    <xs:extension base="RepresentationBaseType">
      <xs:sequence>
        <xs:element name="BaseURL" type="BaseURLType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element name="SubRepresentation" type="SubRepresentationType" minOccurs="0"
maxOccurs="unbounded"/>
        <xs:element name="SegmentBase" type="SegmentBaseType" minOccurs="0" />
        <xs:element name="SegmentList" type="SegmentListType" minOccurs="0" />
        <xs:element name="SegmentTemplate" type="SegmentTemplateType" minOccurs="0" />
      </xs:sequence>
      <xs:attribute name="id" type="StringNoWhiteSpaceType" use="required" />
      <xs:attribute name="bandwidth" type="xs:unsignedInt" use="required" />
      <xs:attribute name="qualityRanking" type="xs:unsignedInt" />
      <xs:attribute name="dependencyId" type="StringVectorType" />
      <xs:attribute name="mediaStreamStructureId" type="StringVectorType" />
    </xs:extension>
  </xs:complexContent>
</xs:complexType>

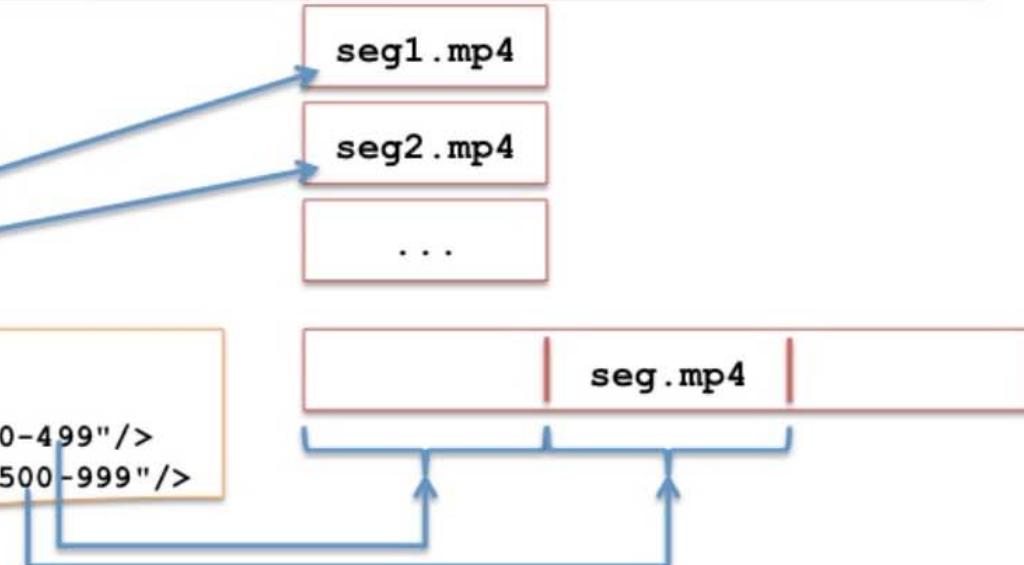
...
</xs:schema>
```

Segment Indexing

Segment Index in MPD only

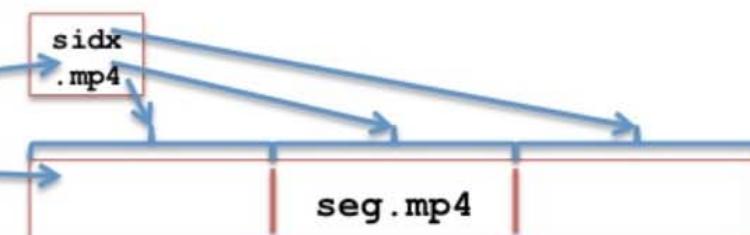
```
<MPD>
...
<URL sourceURL="seg1.mp4"/>
<URL sourceURL="seg2.mp4"/>
</MPD>
```

```
<MPD>
...
<URL sourceURL="seg.mp4" range="0-499"/>
<URL sourceURL="seg.mp4" range="500-999"/>
</MPD>
```



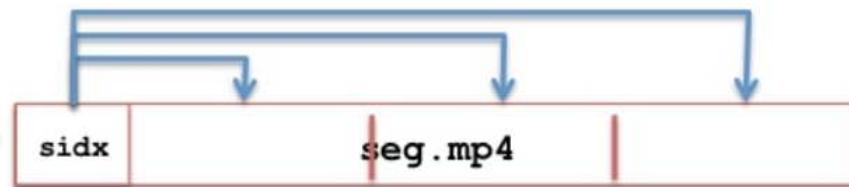
Segment Index in MPD + Segment

```
<MPD>
...
<Index sourceURL="sidx.mp4"/>
<URL sourceURL="seg.mp4"/>
</MPD>
```



Segment Index in Segment only

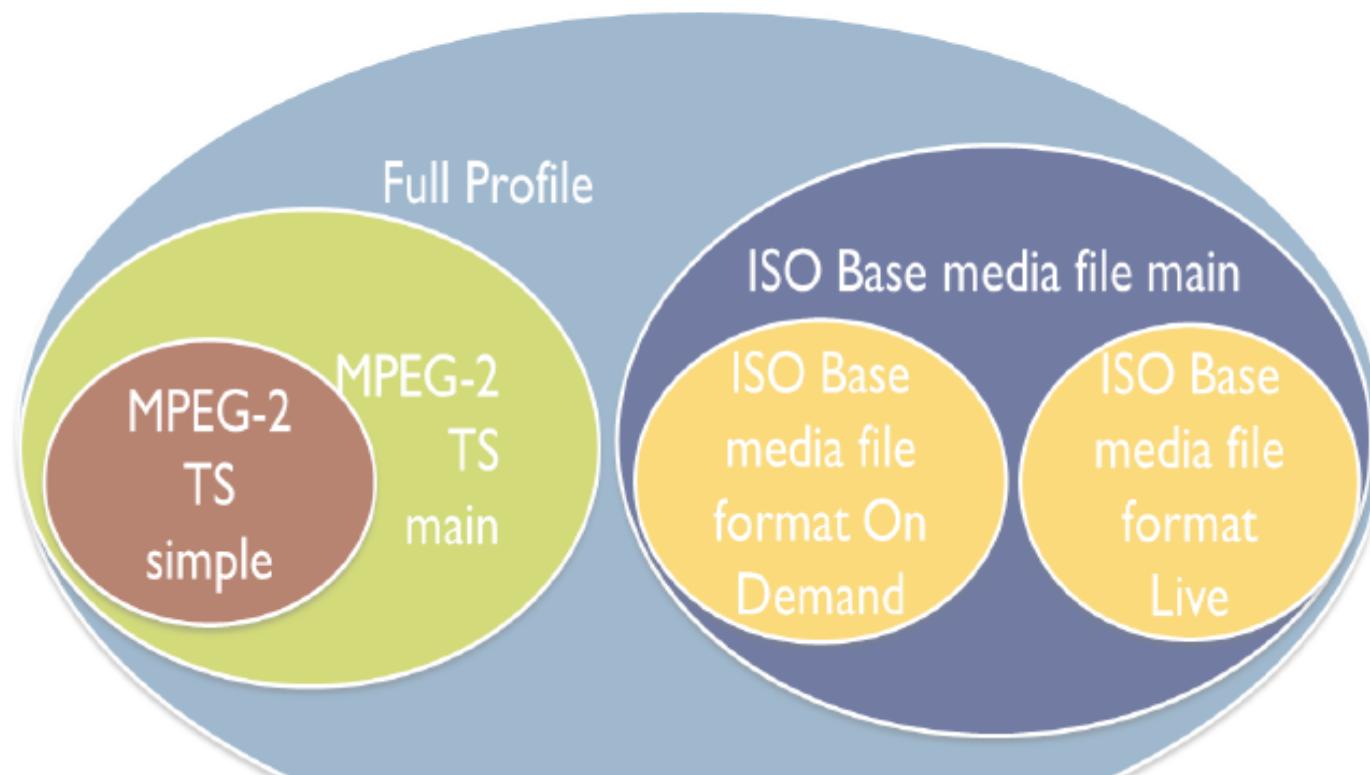
```
<MPD>
...
<BaseURL>seg.mp4</BaseURL>
</MPD>
```



DASH

Profiles

- ▶ Set of restrictions on the Media Presentation (**MPD & Segments**)
- ▶ Permission for DASH clients that only implement the required features
- ▶ 6 Profiles defined in ISO/IEC 23009:



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Introducción
- Streaming
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
- Redes de distribución de contenidos (CDN)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

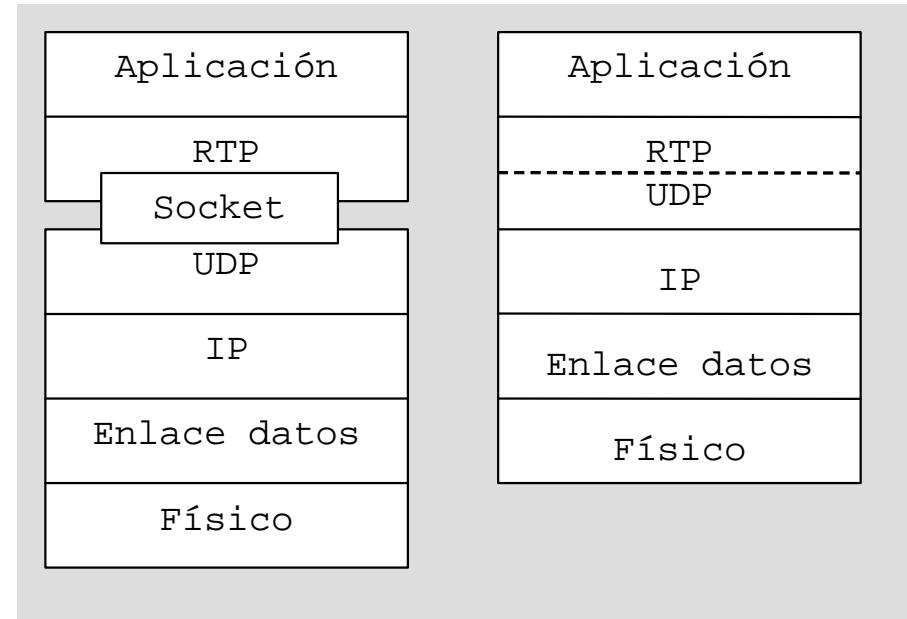
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
 - RTP
 - RTCP
 - SIP
 - H.323

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Transport Protocol (RTP)
 - Permite enviar cualquier tipo de formato para audio (PCM, GSM, MP3) o vídeo (MPEG, H.263)
 - Es complementario a otros protocolos de tiempo real, como son SIP y H.323
 - RTP encapsula *chunks* de datos dentro de paquetes RTP, que viajan dentro de datagramas UDP
 - RTP no asegura que los datos lleguen a destino, ni que lleguen en orden, ya que el protocolo sólo se reconoce extremo a extremo (no en los routers intermedios)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Real Time Transport Protocol (RTP)
 - RTP puede asociar streams separados al audio y al vídeo, aunque en realidad ambos streams se combinan y los datos se envían de forma entrelazada
 - RTP forma parte del nivel de aplicación, aunque también puede verse como un subnivel del nivel de transporte



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- RTP Control Protocol (RTCP)
 - Encargado de enviar paquetes de control periódicamente a los participantes en la sesión, utilizando el mecanismo de envío de RTP
 - Funciones básicas
 - Informa sobre la calidad de los datos distribuidos
 - Mantiene un identificador persistente de una fuente RTP. Permite recuperar los participantes de una sesión
 - Controlar la tasa de envío de los participantes RTP
 - Comunicar información de control de sesión (p.e. para mostrar identificación de usuario)
-

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

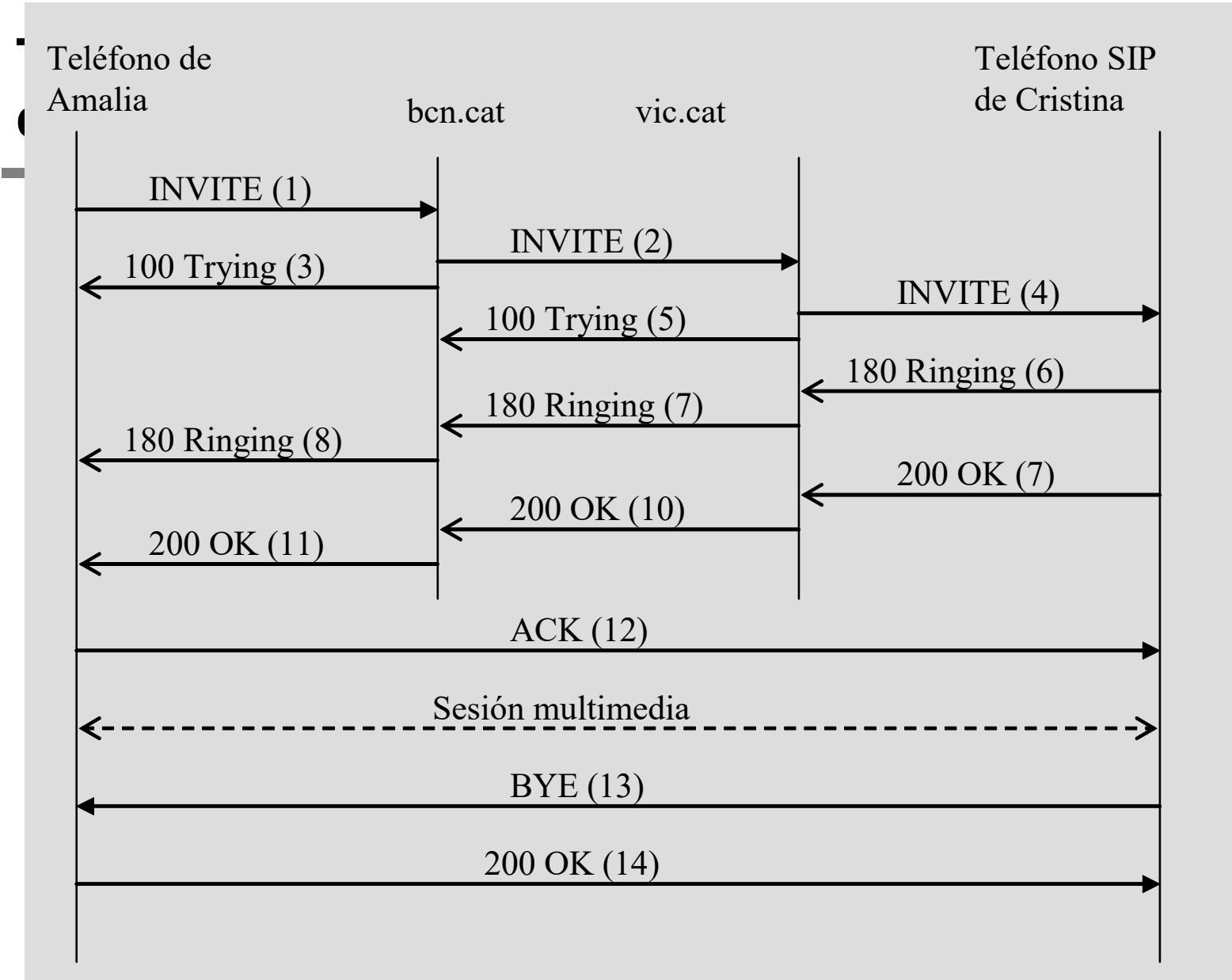
- RTP Control Protocol (RTCP)
 - Tipos de paquetes de control
 - SR: Informe del emisor, envío y recepción de estadísticas de los emisores activos
 - RR: Informe del receptor, envío y recepción de estadísticas de los emisores no activos
 - SDES: Elementos que describen la fuente
 - BYE: Indica que se deja la sesión
 - APP: Funcionalidades específicas de la aplicación que hace uso del protocolo

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Session Initiation Protocol (SIP)
 - Protocolo de nivel de aplicación que permite establecer, modificar y finalizar sesiones multimedia
 - Ejemplos de uso
 - Llamadas telefónicas a través de internet (Ekiga)
 - Invitar participantes a sesiones existentes
 - Añadir y eliminar contenidos de una sesión MM
 - El usuario tiene un identificador único, independientemente de su localización (teléfono móvil, dirección correo electrónico)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Session Initiation Protocol (SIP)
 - Inicio / Finalización de conexión
 - Localización del usuario
 - Disponibilidad del usuario
 - Capacidad de los usuarios (medio y parámetros)
 - Inicio de la sesión: Llamada y establecimiento
 - Gestión de la sesión
 - No es un sistema completo de comunicación
 - Componente que se puede combinar con otros protocolos
 - RTP, RTCP transporte, RTSP streaming



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- SIP utiliza un mecanismo de petición respuesta similar a HTTP
- Para realizar una llamada:
 - Amalia llama a Cristina utilizando la URI SIP
 - Similar a una dirección de correo electrónico
 - Se utiliza un *proxy server* para que Amalia pueda localizar a Cristina
 - Envía un mensaje INVITE
 - Utiliza SDP (*Session Description Protocol*) para enviar los datos de la sesión
- Las direcciones sip pueden ser seguras (sips)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Ejemplo INVITE

```
INVITE sip:amalia@bcn.cat SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP pc01.bcn.cat;branch=z9hG4bK776asdhd
Max-Forwards: 70
To: Cristina <sip:cris@vic.cat>
From: Amalia <sip:amalia@bcn.cat>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc01.bcn.cat
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:amalia@pc01.bcn.cat>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 142

...
... Resto de datos SDP ...
...
```

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Contenido del mensaje:
- Método, URI SIP origen y versión SIP
- Resto de líneas: Cabeceras
 - From: Origen comunicación
 - To: Destino comunicación
 - Via: Dirección donde se quieren recibir las respuestas
 - Cseq: Número de secuencia que se incrementa con cada petición
 - Contact: URI SIP que representa la ruta directa al emisor, nombre de usuario + nombre dominio
 - Max-Forwards: Número máximo de saltos que puede hacer la petición
 - Content-type, content-length: Información sobre el mensaje

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución

```
SIP/2.0 200 OK
Via: SIP/2.0/UDP server10.vic.cat
;branch=z9hG4bKnashds8;received=192.0.2.3
Via: SIP/2.0/UDP bigbox3.site3.vic.cat
;branch=z9hG4bK77ef4c2312983.1;received=192.0.2.2
Via: SIP/2.0/UDP pc33.vic.cat
;branch=z9hG4bK776asdhs ;received=192.0.2.1
To: Cristina <sip:cris@vic.cat>;tag=a6c85cf
From: Amalia <sip:amalia@bcn.cat>;tag=1928301774
Call-ID: a84b4c76e66710@pc33.vic.cat
CSeq: 314159 INVITE
Contact: <sip:cris@192.0.2.4>
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 131

...
... Resto de datos SDP ...
...
```

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Contenido del mensaje:
- Respuesta a la petición SIP, código de respuesta
- Resto de líneas: Cabeceras
 - From: Origen comunicación
 - To: Destino comunicación
 - Via: Dirección donde se quieren recibir las respuestas
 - Cseq: Número de secuencia que se incrementa con cada petición
 - Contact: URI SIP que representa la ruta directa al receptor, nombre de usuario + nombre dominio
 - Content-type, content-length: Información sobre el mensaje

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Formato direcciones SIP
- `sip:user:password@host:port;uri-parameters?headers`
- Ejemplo: `sip:amalia@bcn.cat`
- Para sips (sip seguro), hay que cambiar sip por sips
- Resto de campos
 - user: Identificador de un recurso en la máquina (host) a la que se está dirigiendo. En este contexto, un host es un dominio
 - Password: Password del usuario en claro (riesgo de seguridad!)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

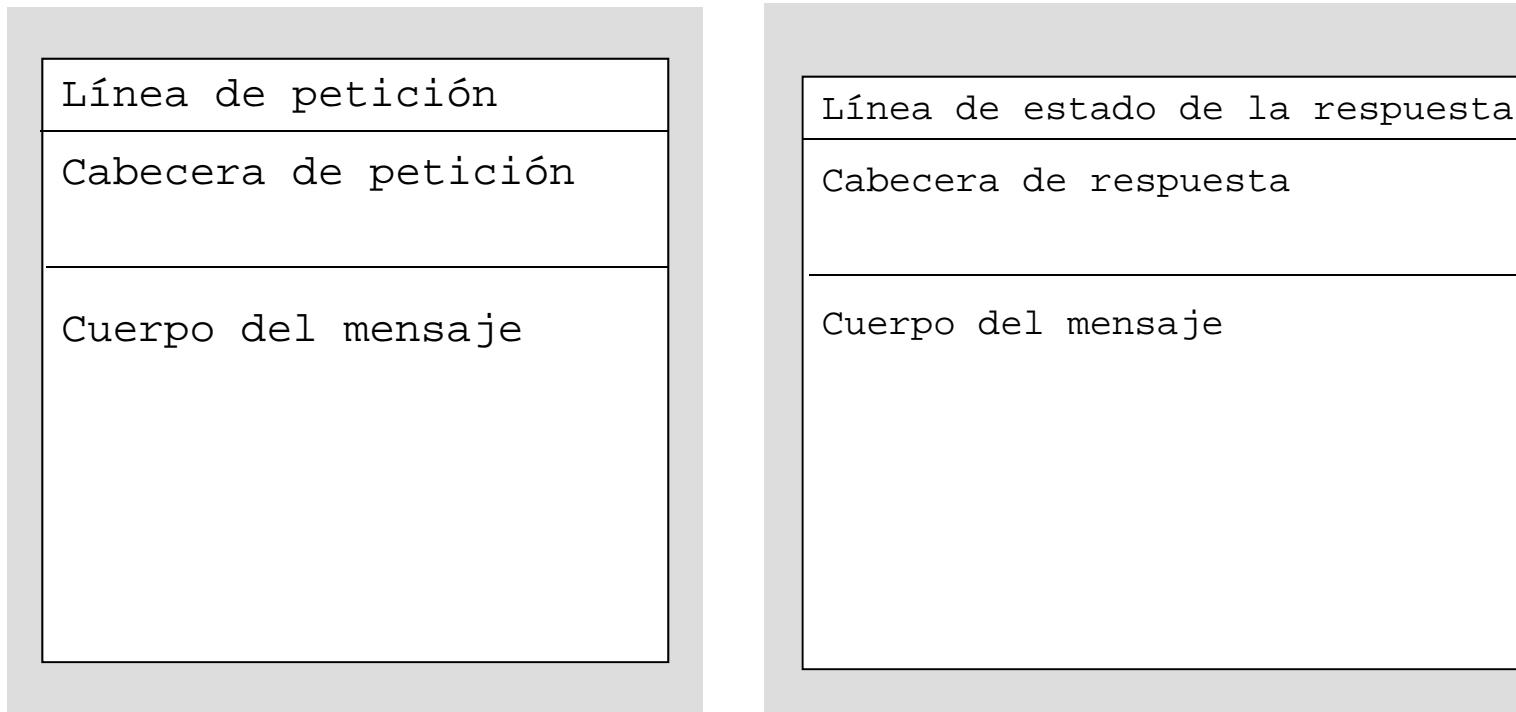
- Resto de campos
 - host: Host que ofrece el recurso sip, puede ser un nombre de dominio o una IP
 - port: Número de puerto donde se envía la petición.
 - uri parameters: Parámetros que afectan a la petición que lleva la URI. Se representan como los parámetros de HTTP
 - headers: Campos de cabecera que se pueden incluir en la petición representada por la URI

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Mensaje petición SIP
 - Muy parecido a HTTP --> línea petición, cabeceras, cuerpo mensaje
- Funcionalidad de los métodos SIP
 - **REGISTER:** Permite registrar un recurso, para después poder hacer comunicaciones SIP
 - **INVITE:** Permite iniciar una sesión
 - **ACK:** Indica que se ha aceptado la petición enviada con INVITE y que la sesión se ha establecido
 - **CANCEL:** Permite cancelar una petición. Se genera un mensaje de Error.
 - **BYE:** Permite finalizar la sesión
 - **OPTIONS:** Permite preguntar las características de un cliente o proxy server

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Mensaje respuesta SIP
 - Muy parecido a HTTP --> línea estado, cabeceras, cuerpo mensaje



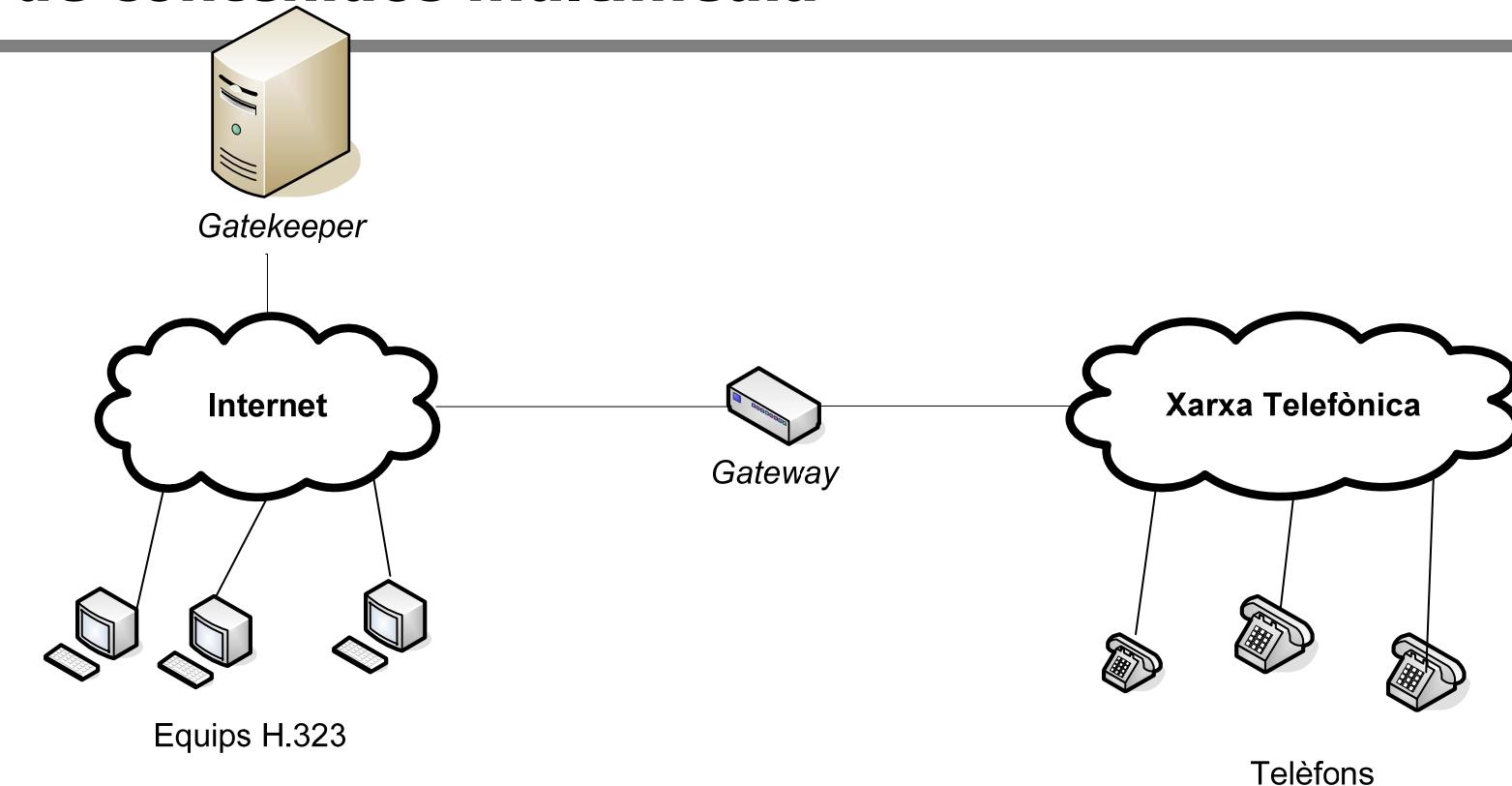
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- H.323
 - Definido por ITU
 - Alternativa a SIP
 - Permite transmitir audio y vídeo en tiempo real
 - Se utiliza para comunicaciones VoIP y permite realizar llamadas a equipos de la red telefónica tradicional
 - Incluye distintas especificaciones
 - Negociación de codificaciones de audio y vídeo extremo a extremo
 - Cómo se envía el audio y el vídeo, se acostumbra a utilizar RTP
 - Comunicación entre los equipos y sus gatekeepers
 - Comunicación entre equipos de la red telefónica y equipos conectados a internet
-

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- H.323
 - Los equipos deben soportar audio como mínimo y las características de vídeo son opcionales
 - A continuación, un ejemplo de arquitectura

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia



- **Gateway:** Elemento opcional, sirve para interconectar equipos en distintos tipos de redes
 - **Gatekeeper:** Es un conmutador virtual, ya que es el punto central de las llamadas en una zona y ofrece distintos servicios a los usuarios
-

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

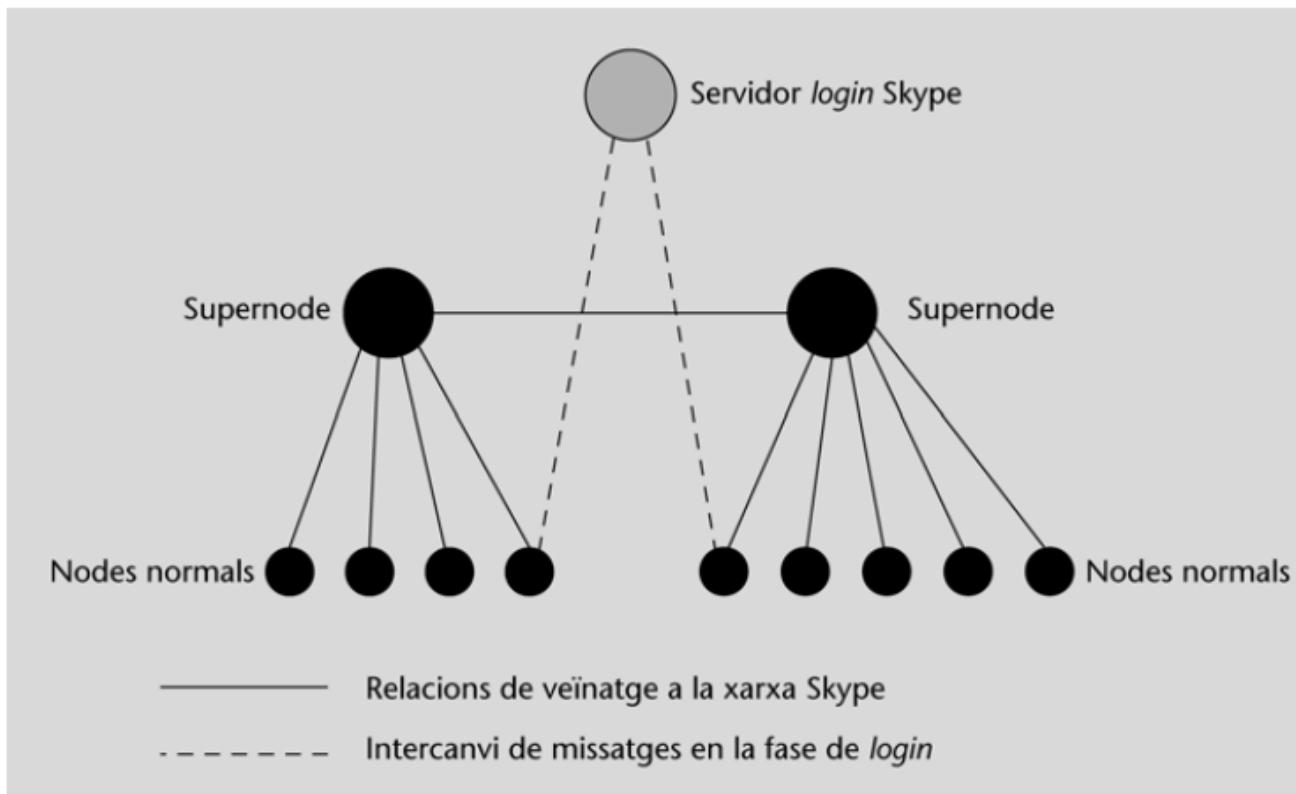
H.323	SIP
Conjunto integrado de protocolos para: señalización, registro, control de admisión, transporte y códecs	Inicio y gestión de la sesión, no transporte ni formatos audio/vídeo soportados
ITU (Telefonía)	IETF (Internet)
Complejo, muchas partes interconectadas	Simple y fácil de implementar
Mensajes en binario	ASCII, lo que hace que sean más grandes y no funcionen bien en redes WAN
Para enviar los datos, ambos utilizan RTSP y RTP/RTCP	
Necesitan al menos 3 puertos, uno para el protocolo de sesión y otros 2 más para RTP y RTCP	

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Skype
 - Telefonía P2P, principal diferencia con otras tecnologías similares que son de tipo cliente-servidor
 - Preparado para trabajar con *firewalls* y NAT (*Network Address Translator*)
 - Directorio descentralizado y distribuido entre los nodos de la red → Muy escalable
 - Código cerrado y protocolo propietario
 - Ahora propiedad de Microsoft
-

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Skype
 - Arquitectura pre-Microsoft



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Introducción
- *Streaming*
- Protocolos de aplicaciones interactivas en tiempo real
- Redes de distribución de contenidos (CDN)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Content Delivery Networks (CDN)
 - Permiten distribuir el mismo contenido a muchos usuarios
 - Replican el contenido en distintas localizaciones de Internet para que esté próximo a los usuarios y su distribución sea más rápida
 - Alojan los servidores en data centers para conseguir mayor velocidad

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- CDN y MM almacenado
 - Cuando se transmite vídeo, el usuario no quiere esperar a haber descargado el contenido para poder verlo

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- CDN y MM almacenado
 - ¿Cómo se ha solucionado este problema?
 - Servidores de *streaming* que controlaban la descarga del contenido por parte del usuario
 - La CDN transmitía los datos al usuario, aunque no lo viera completo y cobraba al proveedor de contenidos por la información completa enviada

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- CDN y MM almacenado
 - ¿Cómo se ha solucionado este problema?
 - Después apareció *progressive download*, que no depende de un servidor de *streaming* para proporcionar el contenido
 - La CDN transmitía los datos al usuario, aunque no lo viera completo y cobraba al proveedor de contenidos por la información completa enviada

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

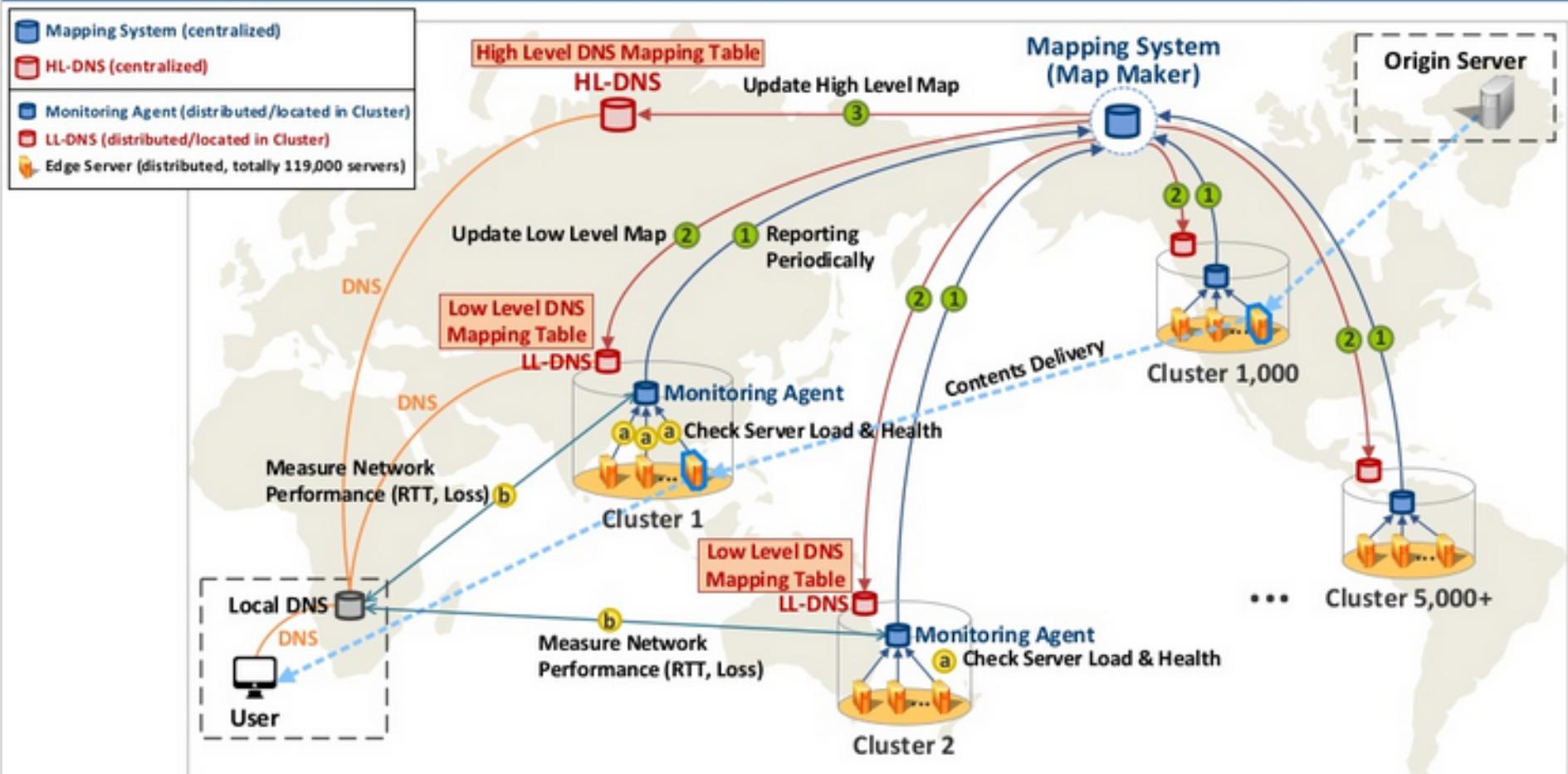
- CDN y MM almacenado
 - ¿Cómo se ha solucionado este problema?
 - HTTP Streaming con Adaptive Bit Rate (ABR)
 - La base para el estándar MPEG-DASH
 - Diversos productos comerciales que proporcionan *streams* de distintas calidades y que se adaptan a la velocidad de la red del usuario
 - Cuando el usuario deja de verlo, se deja de transmitir
 - Este modelo se puede implementar fácilmente en una CDN, ya que podemos replicar el contenido y servirlo con un servidor de web “clásico”
 - Ejemplo: Amazon
 - <http://abhishek-tiwari.com/post/CloudFront-design-patterns-and-best-practices>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- CDN y MM en vivo
 - Difícil de ofrecer con la infraestructura actual de las CDN
 - Motivos
 - La mayoría de contenido que proporciona una CDN es contenido almacenado
 - No se puede hacer caché de un contenido en vivo. Sería necesario cambiar la infraestructura de la CDN para poder hacerlo, replicando el contenido en una localización cercana al usuario en tiempo real
 - Aplicar esta solución a millones de usuarios es muy costoso

Akamai Platform Architecture

Jan. 2013



- ① Reporting Periodically
(Monitoring Agent to Mapping System)

1. Health & Load of Clusters and Edge Servers (a)
2. RTT & Packet Loss between Clusters and Local DNS Servers (b)
3. RTT & Packet Loss between Akamai Clusters

- ② Low Level Map Update: Every 2~10s
(Mapping System to Low-Level DNS)

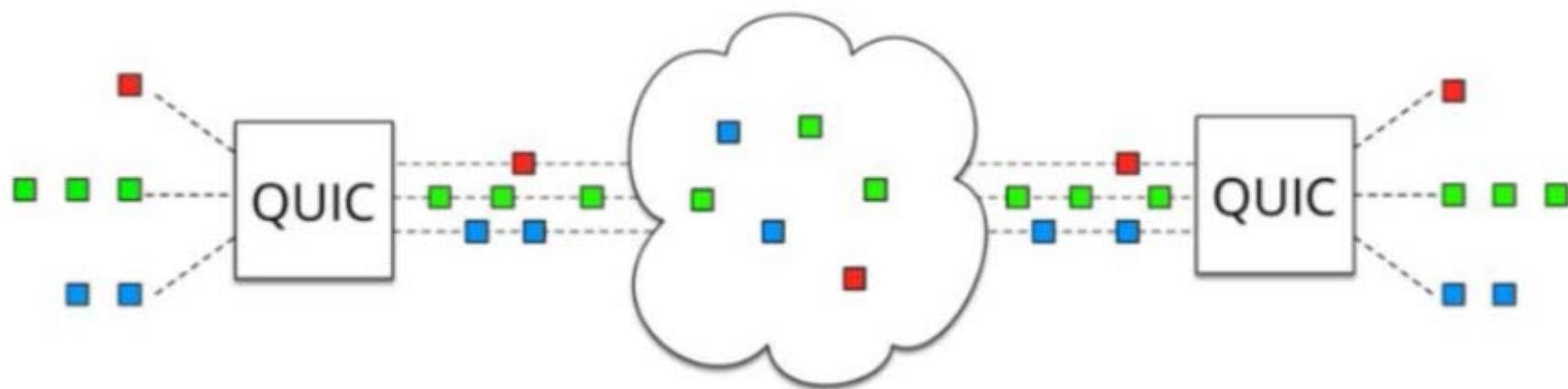
1. Edge Server Status in a Cluster: Health & Load of Edge Servers
2. RTT & Packet Loss between Clusters and Local DNS Servers

- ③ High Level Map Update: Every 15~20m
(Mapping System to High-Level DNS)

1. Mapping between LL-DNS Servers and Local DNS Servers
2. Cluster Status: Health & Load of Cluster
3. RTT & Packet Loss between Clusters and Local DNS Servers

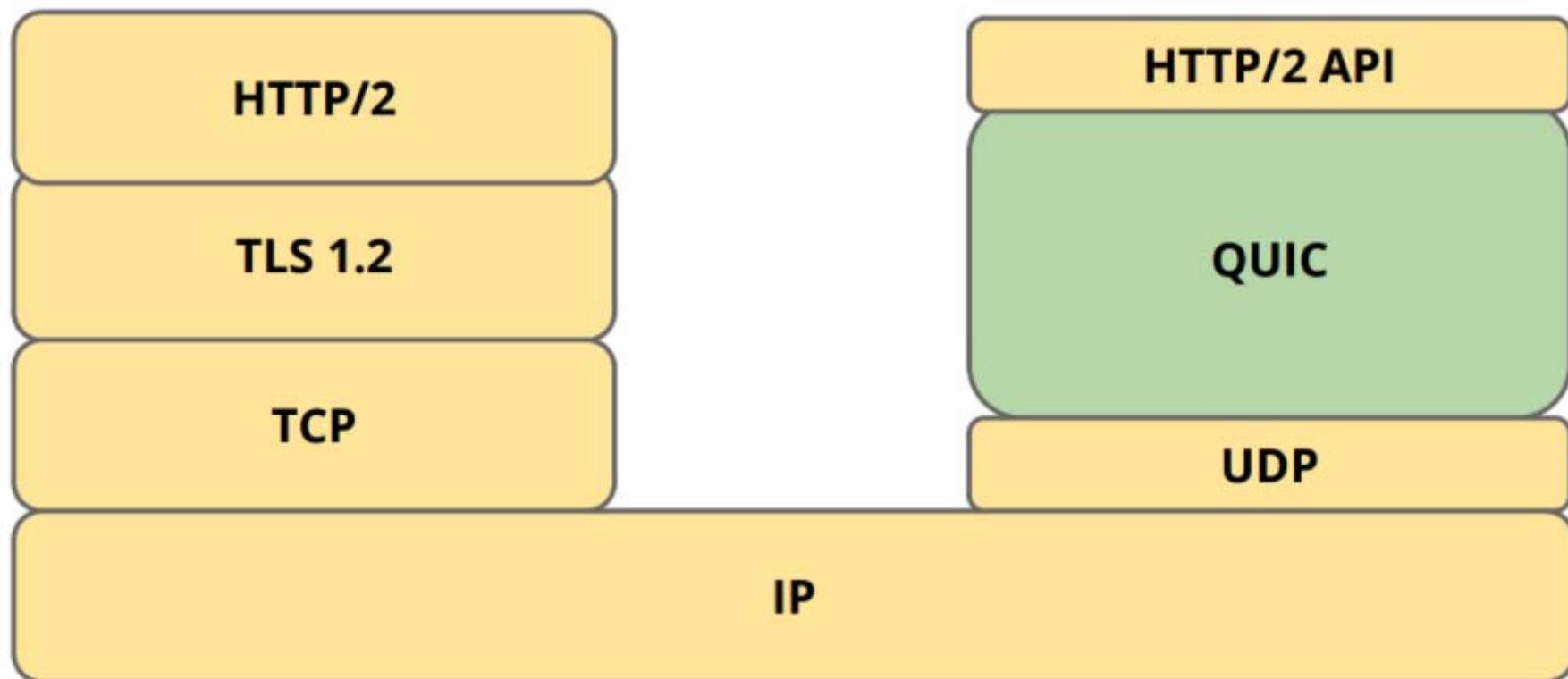
Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Protocolo para web desarrollado sobre UDP
- Conexión segura
- Establecimiento más rápido, no hay necesidad de three-way handshake
- En TCP nos quedamos bloqueados si nos falta un paquete, con UDP esto no pasa



Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Arquitectura Quic



capturing events (123167)

Capture
Import
Proxy
Events
Timeline
DNS
Sockets
Alt-Svc
HTTP/2
QUIC
SDCH
Cache
Modules
Domain Security Policy
Bandwidth
Prerender

QUIC Option	Value
Supported Versions	QUIC_VERSION_39
Connection options	
Max Packet Length	1350
Idle Connection Timeout In Seconds	30
Reduced Ping Timeout In Seconds	15
Packet Reader Yield After Duration in Milliseconds	
Mark QUIC Broken When Network Blackholes	false
Do Not Mark QUIC Broken on Network Changes	false
Retry without Alt-Svc on QUIC Errors	false
Do Not Fragment	false
Allow Server Migrations	false
Migrate Sessions Early	false
Migrate Sessions on Network Change	false
Close Sessions on IP Change	false
Disable Bidirectional Streams	false
Race Cert Verification	false
Estimate Initial RTT	false
Force Head of Line Blocking	false
Max Server Configs Stored in Properties	
Origins To Force QUIC On	
Server Push Cancellation	false

QUIC sessions

[View live QUIC sessions](#)

Host	Version	Peer address	Connection ID	A
r2---sn-h5q7rn7s.googlevideo.com:443	QUIC_VERSION_39	173.194.139.135:443	4891009299058528141	0

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Bibliografía
- RTSP y MM
- [http://www.cs.unibo.it/~ghini/didattica/sistmultimed/
smm_index.html](http://www.cs.unibo.it/~ghini/didattica/sistmultimed/smm_index.html)
- Stream rtsp para VLC
- rtsp://184.72.239.149/vod/mp4:BigBuckBunny_175k.
mov
- RTP
- <http://www.cs.columbia.edu/~hgs/rtp/>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Comparativa SIP vs H.323
- http://www.packetizer.com/ipmc/h323_vs_sip/
- H.323
- [http://users.iit.demokritos.gr/~ntsap/courses/bes04/
Various/H_323%20TUTORIAL.htm](http://users.iit.demokritos.gr/~ntsap/courses/bes04/Various/H_323%20TUTORIAL.htm)
- CDN
- [http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-is-a-Content-Delivery-Network-\(CDN\)-74458.aspx](http://www.streamingmedia.com/Articles/Editorial/What-Is-.../What-is-a-Content-Delivery-Network-(CDN)-74458.aspx)

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- MPEG-DASH
- <https://pdfs.semanticscholar.org/presentation/03c4/2879f25ca66a9ae906672a6e3649bb07ca03.pdf>
- http://s3.amazonaws.com/sdieee/1837-MPEG_DASH_04_02_2015_Wang_An_introduction_to_DASH.pdf
- Youtube y DASH
- <https://developers.google.com/youtube/v3/live/guides/encoding-with-dash>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- QUIC protocol
- <https://www.ietf.org/proceedings/96/slides/slides-96-quic-3.pdf>
- <https://ma.ttias.be/googles-quic-protocol-moving-web-tcp-udp/>

Tema 4. Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

- Canales Movistar+ para ver en VLC
- <https://www.adslzone.net/post350532.html>
- <http://computerhoy.com/paso-a-paso/software/como-ver-tv-online-vlc-media-player-26421>

Sistemas de transmisión y distribución de contenidos multimedia

2018/19 Q1

*Silvia Llorente **

DAC – UPC

* Parte del material tiene su origen en otras fuentes. Ver bibliografía
