Tráfico Multimedia e Internet

GRADO EN INGENIERÍA DE TECNOLOGÍAS Y SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN

Dpto. de Comunicaciones
Universidad Politécnica de Valencia

OBJETIVOS

- Repasar la tecnología IP
- Conocer los aspectos particulares del tráfico de vídeo
- Caracterizar las arquitecturas para la distribución de contenidos multimedia
- Reconocer los problemas asociados a la transmisión de contenidos multimedia por Internet
- Relacionar el concepto de QoS con las arquitecturas de red y protocolos de comunicaciones

CONTENIDOS (4h)

1. Introducción
2. Tráfico en Internet
3. Aplicaciones multimedia
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. Concepto y parámetros de QoS
6. Actividades y prácticas
7. Referencias bibliográficas

Índice

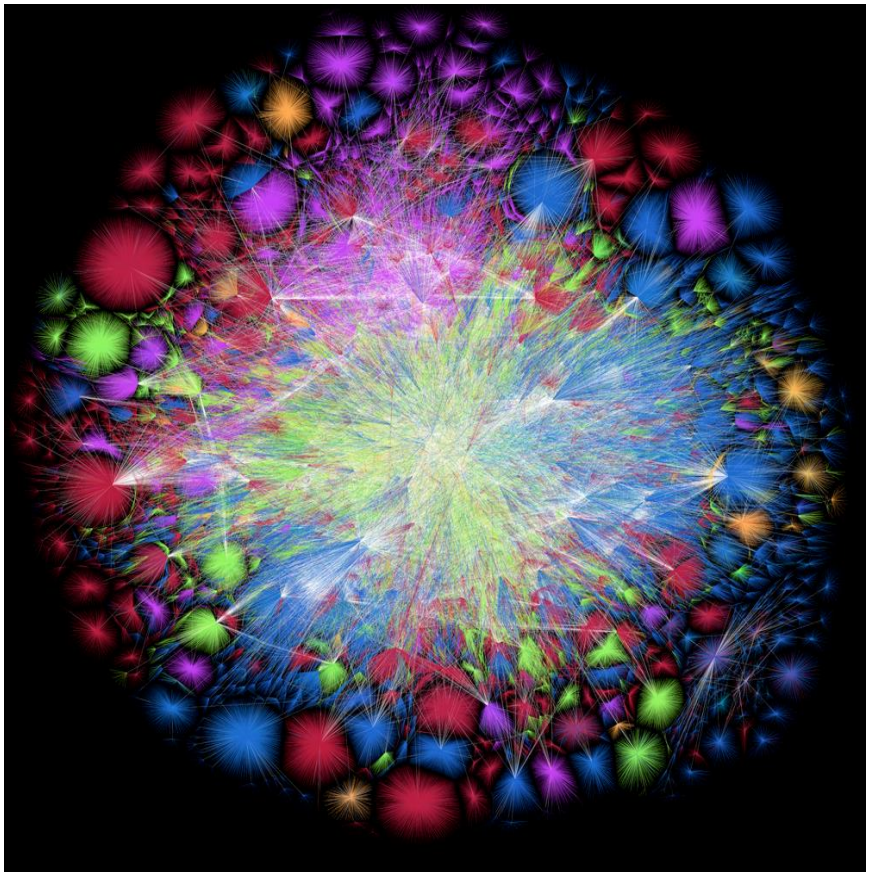
Objetivos

Contenido

1. **Introducción**
2. Tráfico en Internet
3. Aplicaciones multimedia
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. Concepto y parámetros de QoS
6. Actividades y prácticas
7. Referencias bibliográficas

1. Introducción

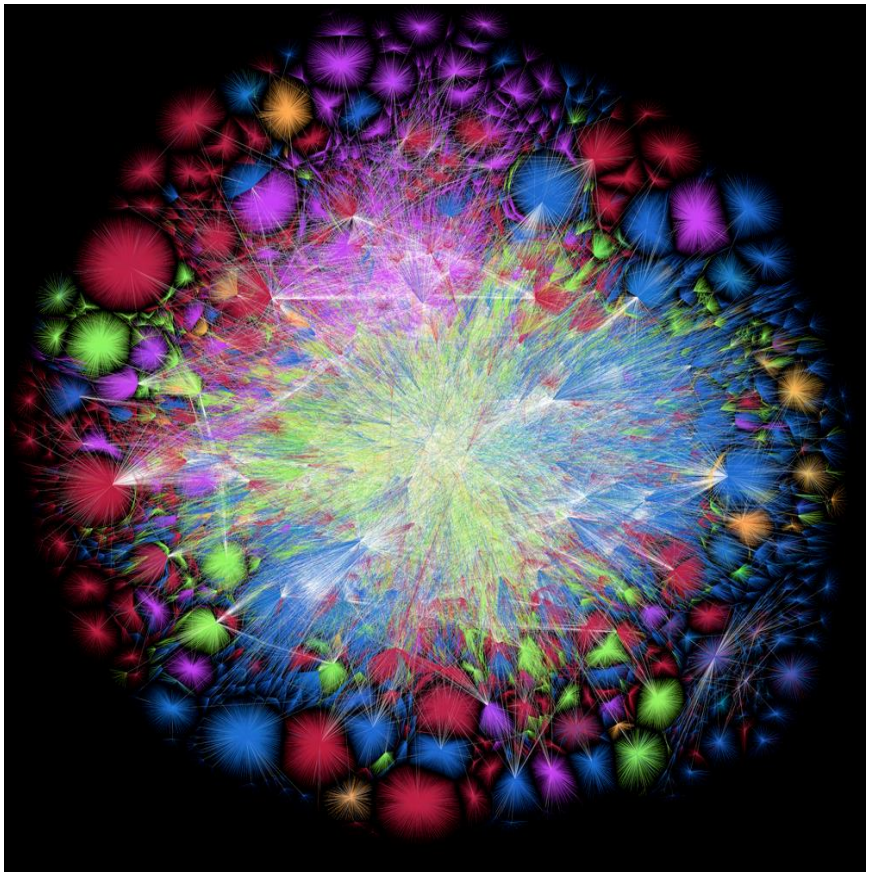
1. Introducción



1. Introducción

http://www.opte.org/

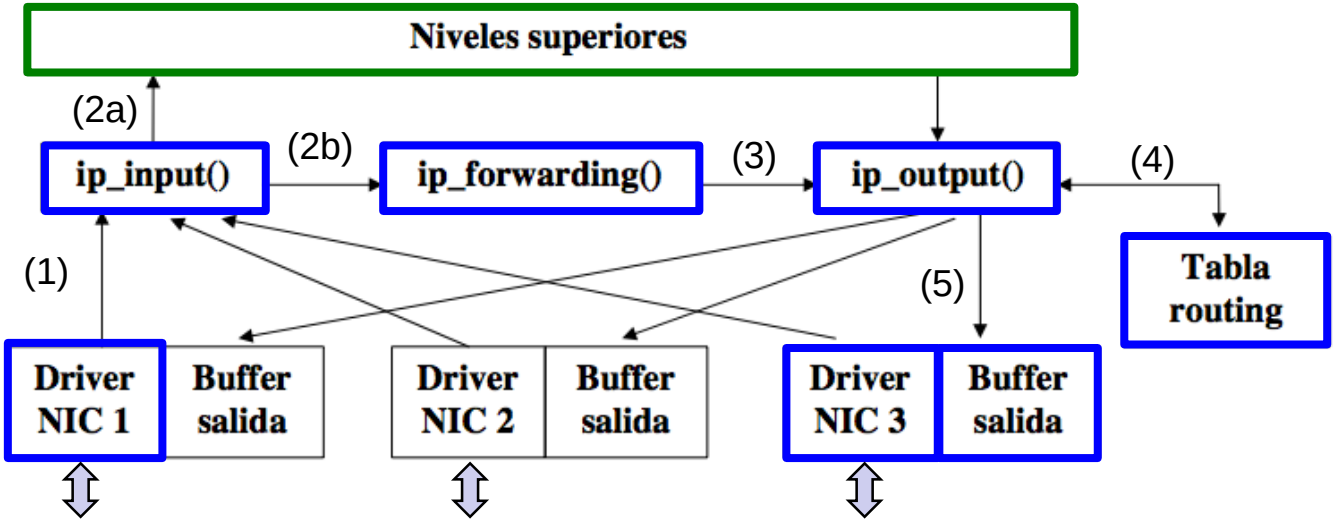
“This project was originally created to generate a picture (or map) of the Internet. Since the Internet is basically a vast constellation of networks that somehow interconnect to provide the relatively seamless communication of data, it seemed logical one could draw lines from one point to another. The visualization is a collection of programs that collectively output an image of every relationship of every network on the Internet.
The result was an award-winning representation of the Internet that now hangs in the Museum of Modern Art in NYC.!



1. Introducción

- Conmutación o forwarding
- Routing
- Información de Errores (ICMP)

- Métrica: Parámetro para la selección de la mejor ruta (# de saltos, ancho de banda, fiabilidad)
- Ruta más corta
- Reacción antes caídas de enlaces

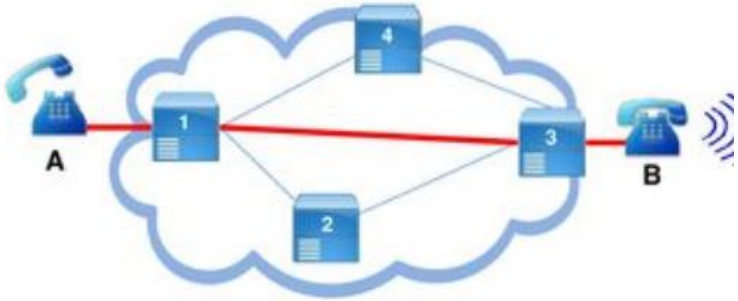


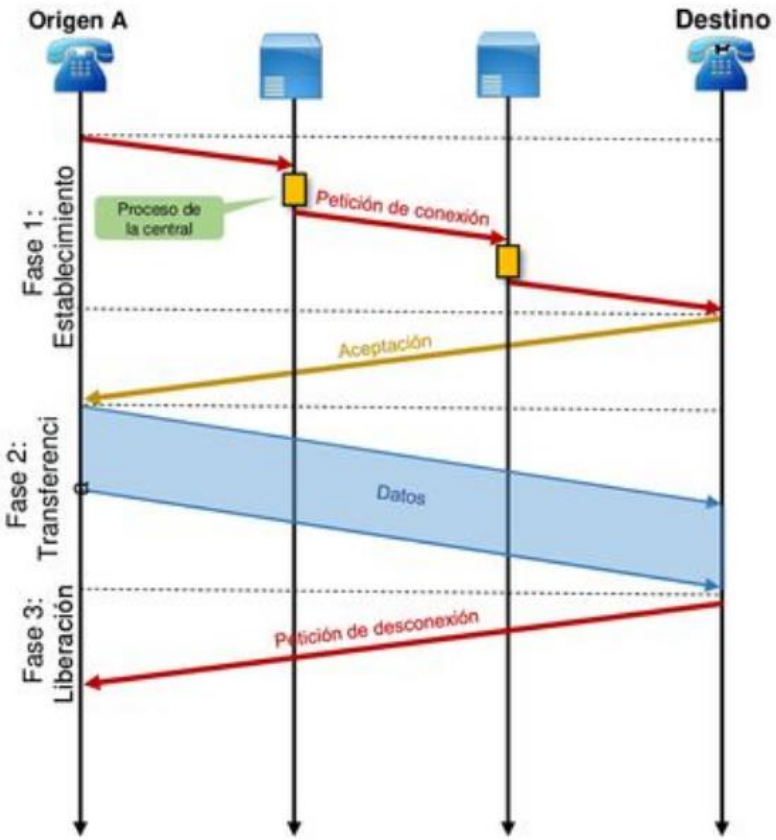
1. Introducción

¿El **modelo de Internet** es adecuado para ofrecer **Quality of Service** (QoS) y **Quality of Experience** (QoE) a las aplicaciones **multimedia**?

1. Introducción

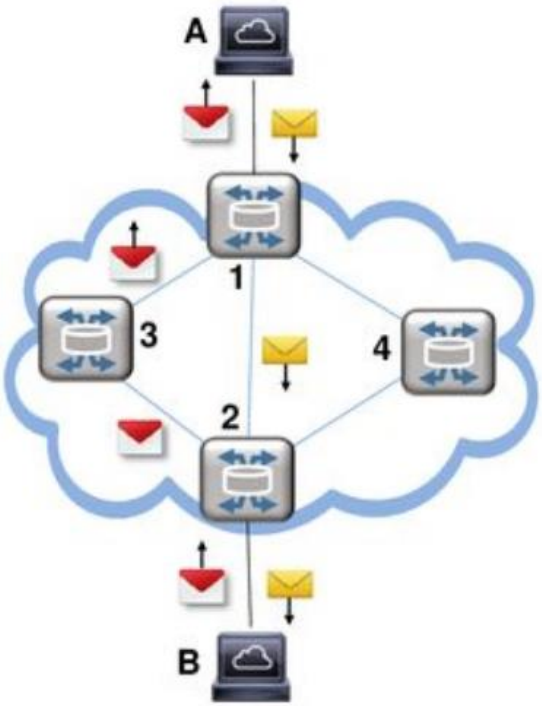
- **Conmutación de circuitos:**
  - Analógica (1890): “switching”
  - Digitalización: voz → bit stream (64 Kbps)
  - Utilización del canal: ***time-division multiplexing***
  - Reservas fijas durante toda la transmisión

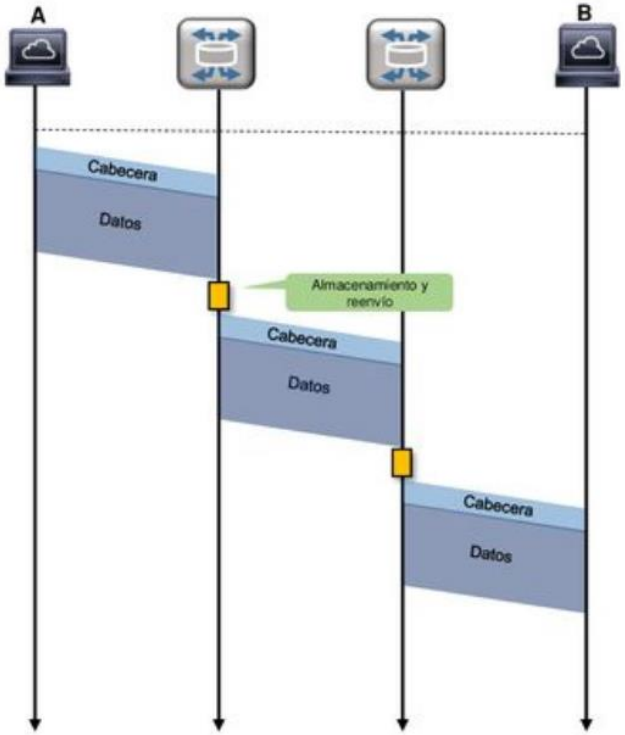




1. Introducción

- **Conmutación de paquetes**:
  - Paquetes comparten recursos (buffers, enlaces)
  - No hay reserva de recursos para una transmisión
  - Múltiples enlaces (conectividad, *reliability*)
  - Buffers (almacena, procesa, reenvía)
  - Información de control en los paquetes (*source*, *destination*, *seq#*)





1. Introducción

"Uso de **redes IP** como sistema para la distribución de datos"
"**Internet** como red global de interconexión"
"Difusión de vídeo a través de redes gestionadas: **satélite, terrestre, cable**"
"Objetivo: **Internet y vídeo** - Retos tecnológicos y oportunidades"

OTT (Over The Top)

Calidad de Experiencia

Cloud

Calidad de Servicio

Video Bajo Demanda

Codificadores de Vídeo

Protocolos Transporte

Streaming de Vídeo

TV POR INTERNET

YouTube NETFLIX WebRTC

Índice

Objetivos

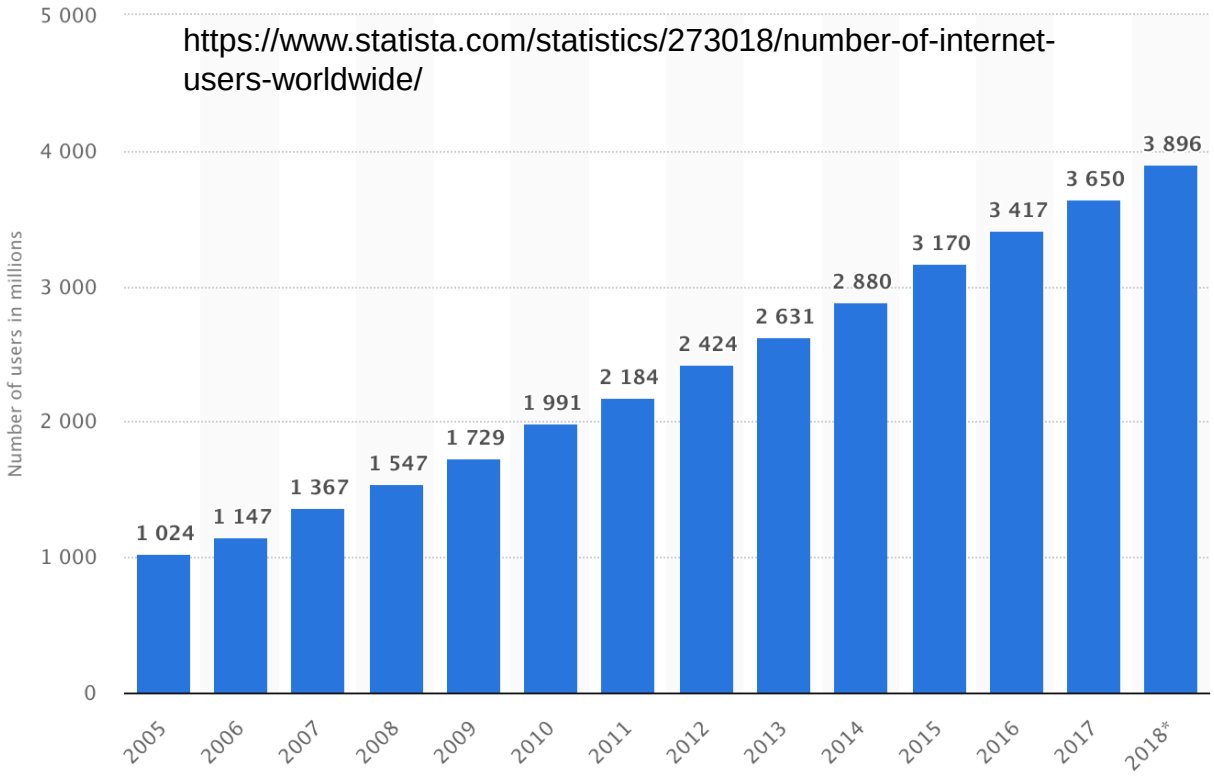
Contenido

1. Introducción
2. **Tráfico en Internet**
3. Aplicaciones multimedia
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. Concepto y parámetros de QoS
6. Actividades y prácticas
7. Referencias bibliográficas

2. Tráfico en Internet

1. Introducción

Sitios web que obtienen y actualizan información referente al uso de Internet a nivel mundial, regional y por paises.



© Statista 2019 **Additional Information:** Worldwide; ITU; 2005 to 2018 **Source:** ITU

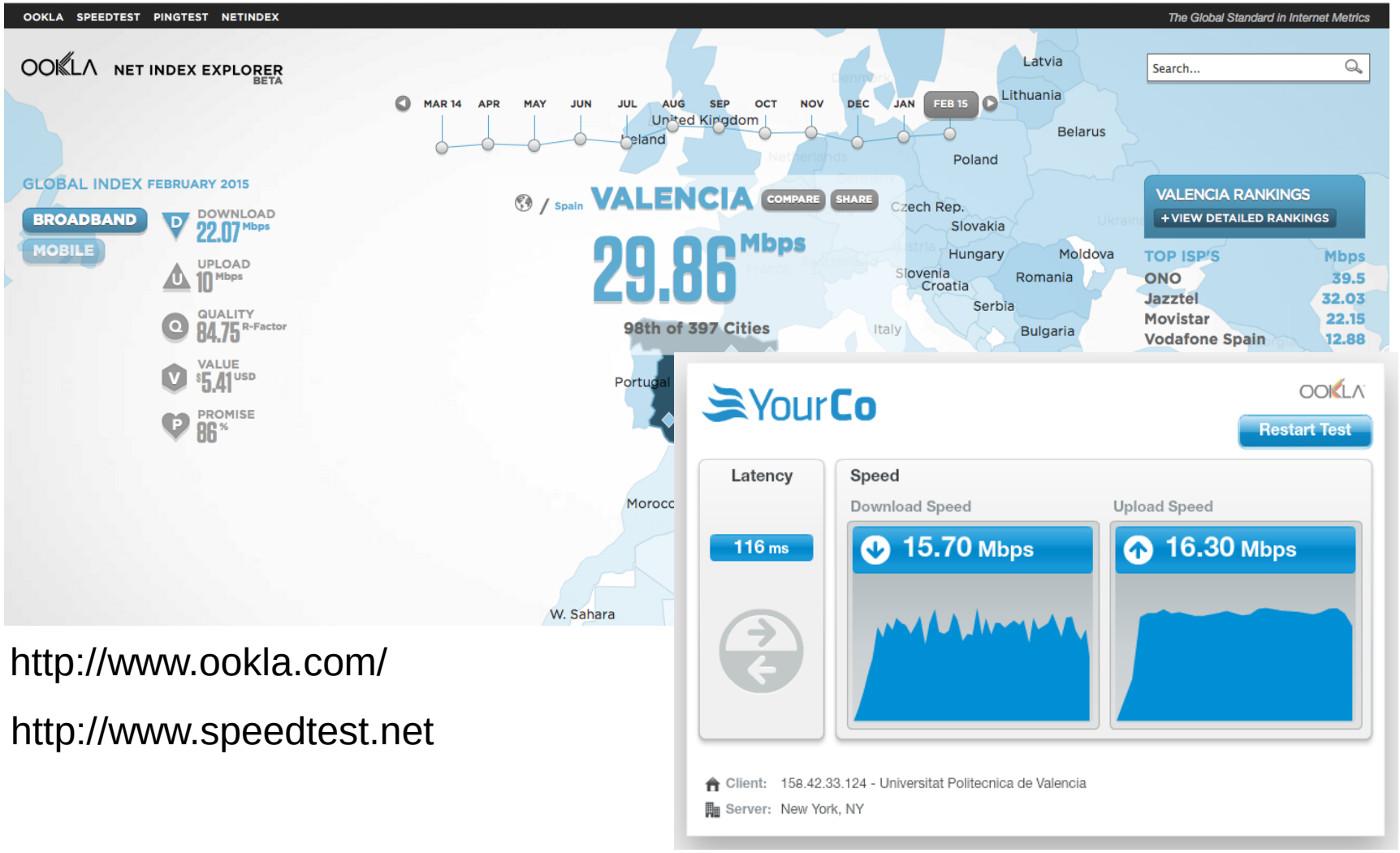
1. Introducción

WORLD INTERNET USAGE AND POPULATION STATISTICS JUNE 30, 2018 - Update						
World Regions	Population (2018 Est.)	Population % of World	Internet Users 30 June 2018	Penetration Rate (% Pop.)	Growth 2000-2018	Internet Users %
Africa	1,287,914,329	16.9 %	464,923,169	36.1 %	10,199 %	11.0 %
Asia	4,207,588,157	55.1 %	2,062,197,366	49.0 %	1,704 %	49.0 %
Europe	827,650,849	10.8 %	705,064,923	85.2 %	570 %	16.8 %
Latin America / Caribbean	652,047,996	8.5 %	438,248,446	67.2 %	2,325 %	10.4 %
Middle East	254,438,981	3.3 %	164,037,259	64.5 %	4,894 %	3.9 %
North America	363,844,662	4.8 %	345,660,847	95.0 %	219 %	8.2 %
Oceania / Australia	41,273,454	0.6 %	28,439,277	68.9 %	273 %	0.7 %
WORLD TOTAL	7,634,758,428	100.0 %	4,208,571,287	55.1 %	1,066 %	100.0 %

NOTES: (1) Internet Usage and World Population Statistics estimates in June 30, 2018. (2) CLICK on each world region name for detailed regional usage information. (3) Demographic (Population) numbers are based on data from the United Nations Population Division. (4) Internet usage information comes from data published by Nielsen Online, by the International Telecommunications Union, by GfK, by local ICT Regulators and other reliable sources. (5) For definitions, navigation help and disclaimers, please refer to the Website Surfing Guide. (6) The information from this website may be cited, giving the due credit and placing a link back to www.internetworldstats.com. Copyright © 2018, Miniwatts Marketing Group. All rights reserved worldwide.

http://www.internetworldstats.com

1. Introducción



http://www.ookla.com/

http://www.speedtest.net

1. Introducción

3,492,971,265
Google searches today

3,309,435
Blog posts written today

404,978,208
Tweets sent today

3,744,370,473
Videos viewed today on YouTube

43,284,768
Photos uploaded today on Instagram

71,759,484
Tumblr posts today

2,404,074,262
Facebook active users

670,207,290
Google+ active users

342,975,448
Twitter active users

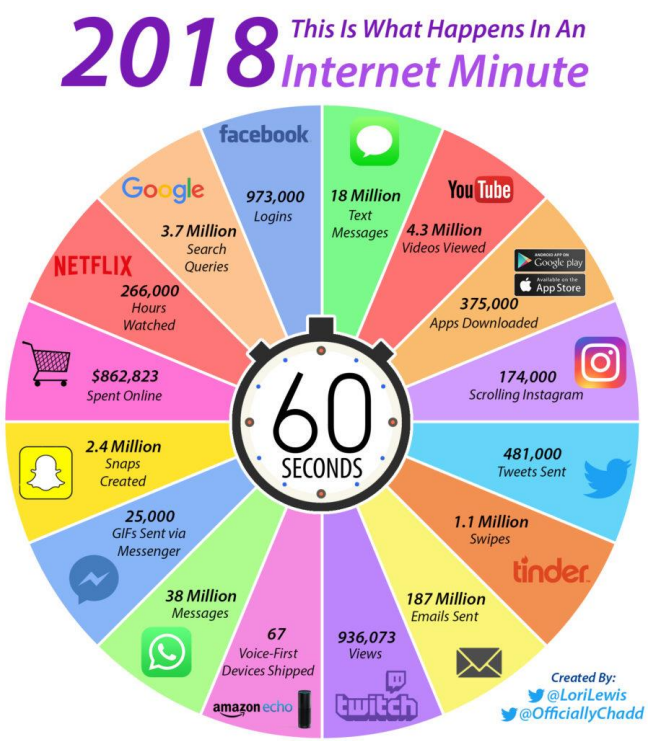
http://www.internetlivestats.com

1. Introducción

¿Algunos **datos** sobre el tráfico del **vídeo**?

2. Tráfico en Internet

Crecimiento de usuarios y **tráfico**…….el **vídeo** como “nuevo tipo de tráfico” con mayor crecimiento



Internet no fue diseñada específicamente para la transmisión de vídeo.

- Tráfico de vídeo será el **82% de todo el tráfico de Internet para 2022**, frente al 75% en 2017 (Cisco VNI: Forecast and Trends, 2017-2022).
- La mayor capacidad de transmisión introducida en las redes es **consumida** por los proveedores de **contenidos** (HD, 4K, 3D).
- A medida que **aumenta la calidad de la imagen**, también lo hace el **tiempo dedicado a consumir contenido**.
- A medida que se **incrementa la resolución** del vídeo (espacial y temporal) se **incrementa la congestión**, supone un **aumento de interrupciones** y una **disminución** en la QoE de los usuarios.
- Los consumidores prefieren un vídeo de mejor calidad de imagen, pero sólo si se puede ver con **fluidez**.
- Para ofrece una buena QoE los proveedores de servicios deben ser capaces de **adaptarse al ancho de banda disponible.**

2. Tráfico en Internet

Digital Media | Mobile | Search | Video | TV | Box Office | DVD & Blu-Ray | Movies

Top U.S. Online Video Content Properties Ranked by Unique Video Viewers October 2018

Total U.S. - Desktop Computer, Home and Work Locations. Content Videos Only (Ad Videos Not Included)

COPY CSV EXCEL

Search

#	Property	Total Unique Viewers (000)
1	Google Sites	151,649
2	Facebook	57,338
3	Oath	51,903
4	Uproxx	45,301
5	Microsoft Sites	43,555
6	The Walt Disney Company	42,189
7	BroadbandTV	40,357
8	VEVO	39,891
9	Comcast NBCUniversal	38,922
10	CBS Interactive	38,229

151 millones de usuarios!!!

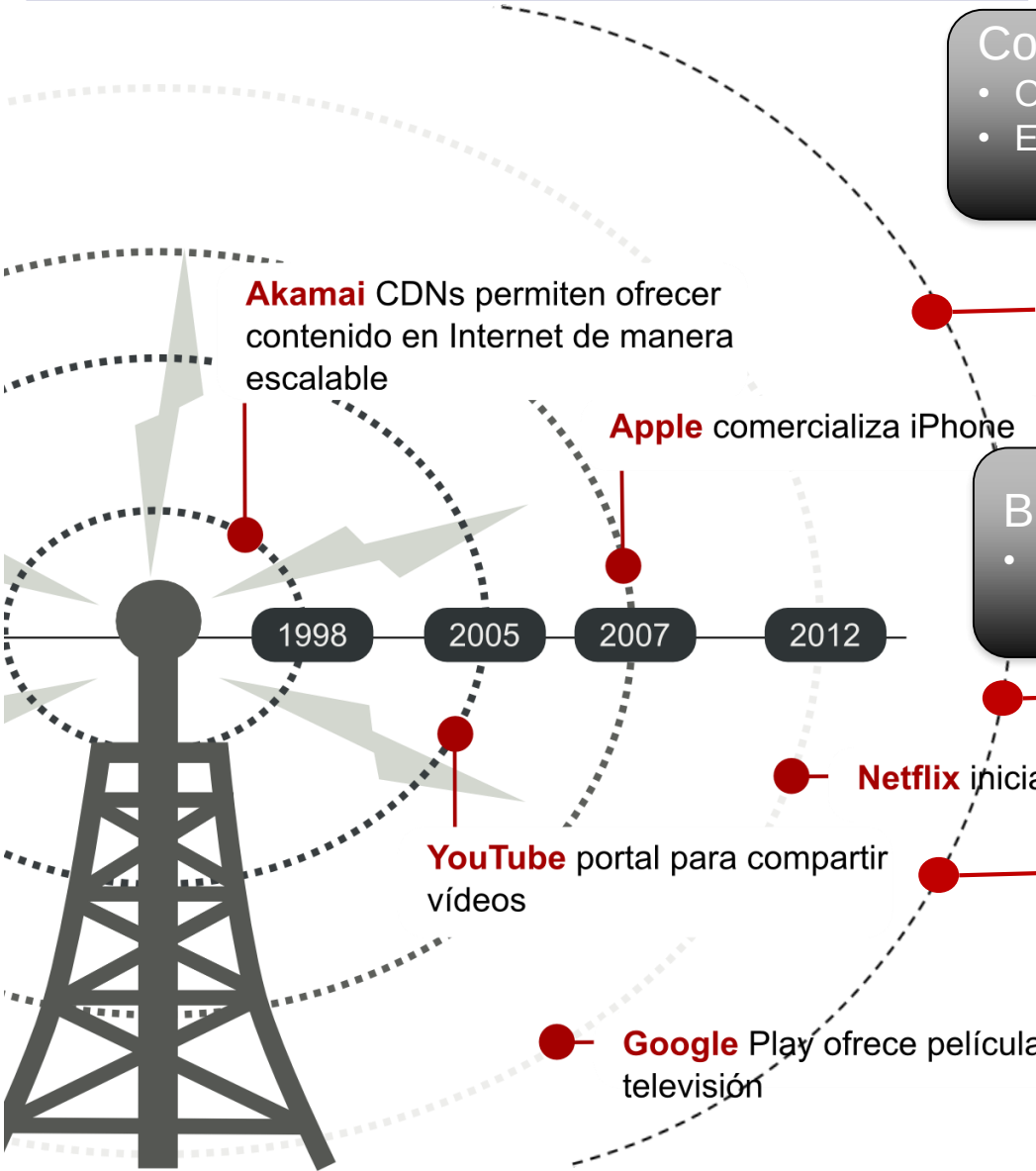
https://www.comscore.com/Insights/Rankings

2. Tráfico en Internet

Visual Networking Index (VNI)

http://www.youtube.com/watch?v=GfshI0T2Cos
http://www.youtube.com/watch?v=EfknSLNoTO4
https://www.youtube.com/watch?v=F60avGqyXXY
http://video.cisco.com/detail/videos/visual-networking-index/video/5134131931001/2016-vni-complete-forecast-overview?autoStart=true
http://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/visual-networking-index-vni/index.html

2. Tráfico en Internet



Akamai CDNs permiten ofrecer contenido en Internet de manera escalable

Apple comercializa iPhone

YouTube portal para compartir vídeos

Netflix inicia servicio online

Google Play ofrece películas y televisión

Comportamiento de los usuarios:

- Contenido en portátiles, tablets, móviles
- En cualquier lugar, en cualquier momento

Plataformas
Vídeo online (Netflix, HBO, Amazon,…)

Barreras tecnológicas:

- Internet permite ofrecer contenido con menos infraestructura

Acceso inalámbrico al vídeo (WiFi, 5G…)

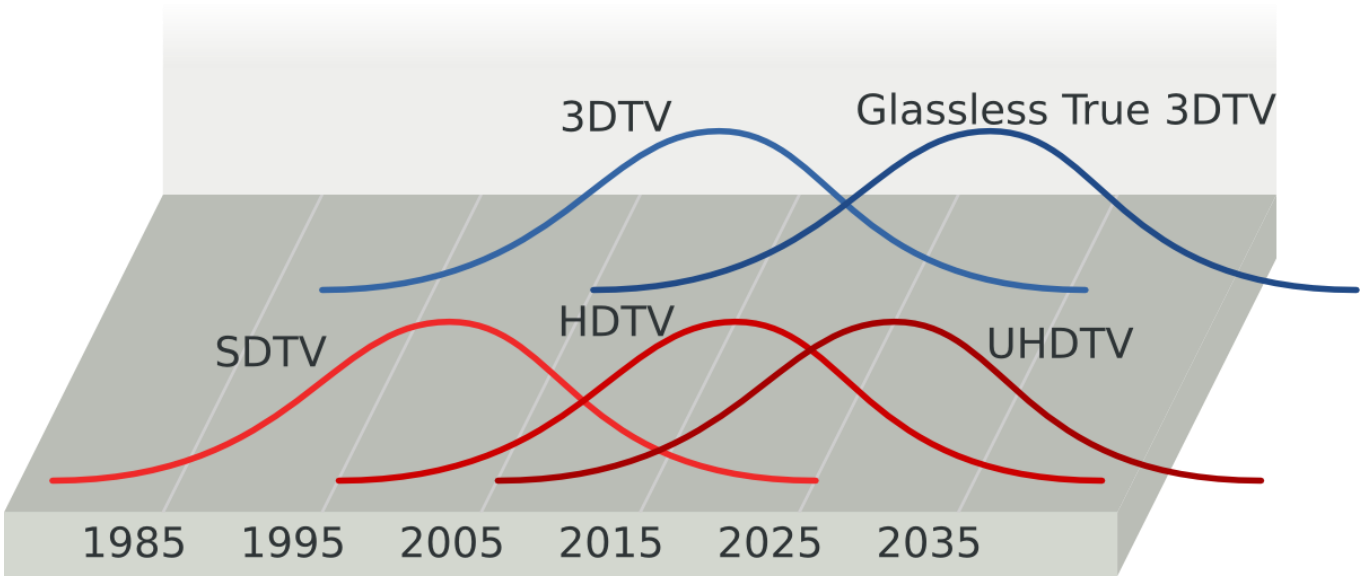
Formatos de vídeo (4K, 8K, HDR,…)

Modelos de negocio:

- De un modelo regional y horizontal a un modelo global y vertical

2. Tráfico en Internet

…y la evolución del formato del vídeo…. mayor consumo de ancho de banda!!!



2. Tráfico en Internet

¿Es posible sustituir las **redes de difusión** (TV) por **Internet**?

2. Tráfico en Internet

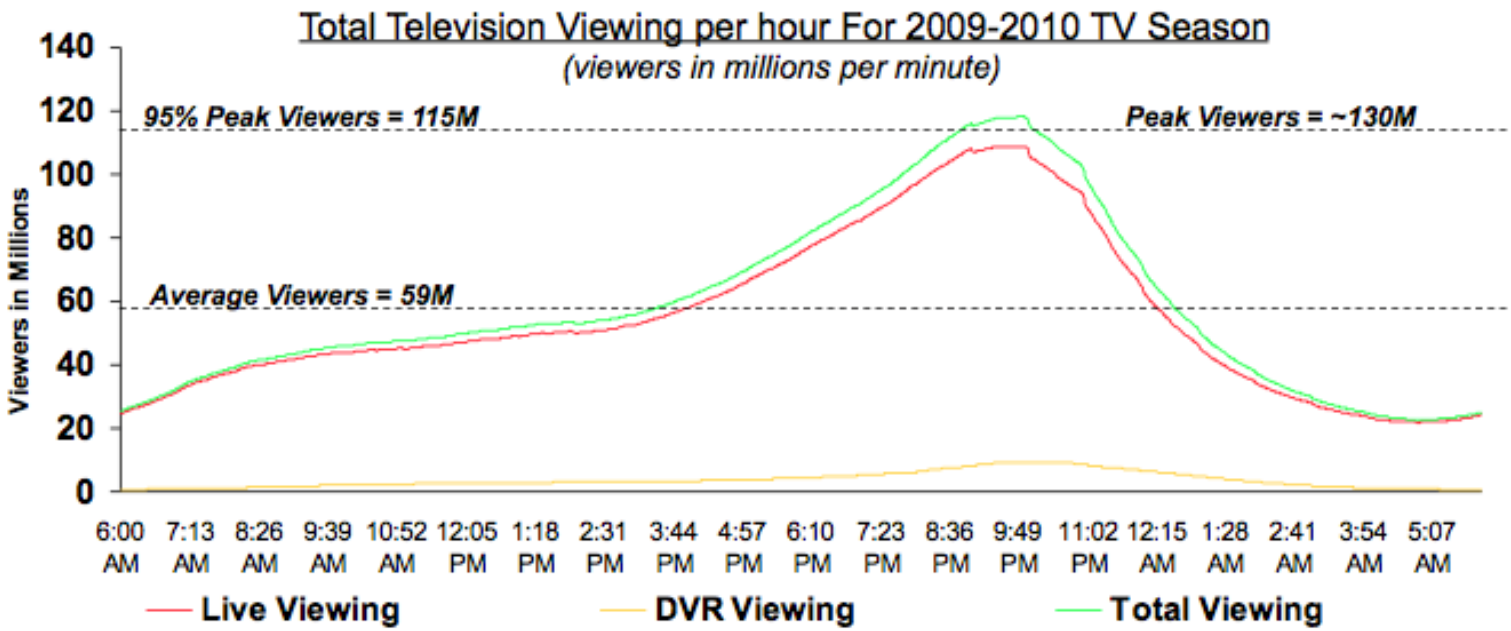
Meeting Future Demand for IP Video. Sam Gassel – TBS, Inc.
NANOG 52

Turner Broadcasting System, Inc.

- Linear Television Networks (US)
  - News: CNN, HLN
  - Entertainment: TBS, TNT, TCM, truTV, CartoonNetwork, etc.
- Websites
  - News: CNN.com, Money.com, etc.
  - Sports: SI.com, NBA.com, NCAA.com, Nascar.com, PGA.com, etc.
  - Entertainment: TBS.com, TNT.com, TCM.com, TeamCoco.com, Cartoonnetwork.com, etc.
- Apps for Mobile/Tablet/Connected Devices

2. Tráfico en Internet

Concurrent TV Viewing (US)



	Total Viewing	Live Viewing	DVR
95% Peak Viewers	115M	106M	9M
Average Viewers	59M	55M	4M

What If?

- n% of TV viewing time or peak viewers shifted to IP delivery?
- Could it be provisioned as unicast?
- Could it be delivered?

2. Tráfico en Internet

Some Rough Math

- Viewers * percentage * bitrate
  - 130MM * 5% * 2Mb = 13Tbits
  - 130MM * 5% * 4Mb = 26Tbits
- Cisco 2011 VNI: 33.6 EB/mo in 2015
  - 33.6EB/mo is 104Tb/s (avg)
  - US is 1/4th of World => 26Tb (avg)

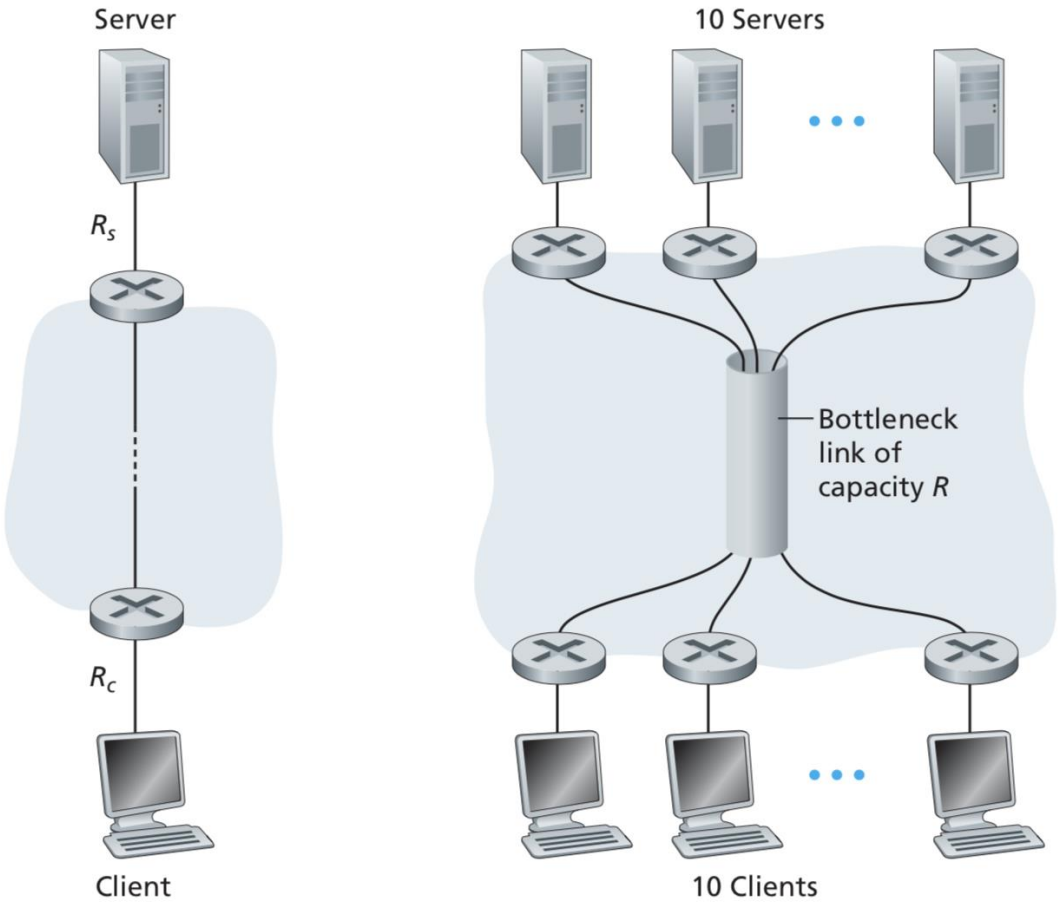
Cisco VNI predicts in North America alone, 515 Billion minutes of video traffic will be consumed over the Internet in 2016; Globally 3 Trillion Minutes

2. Tráfico en Internet

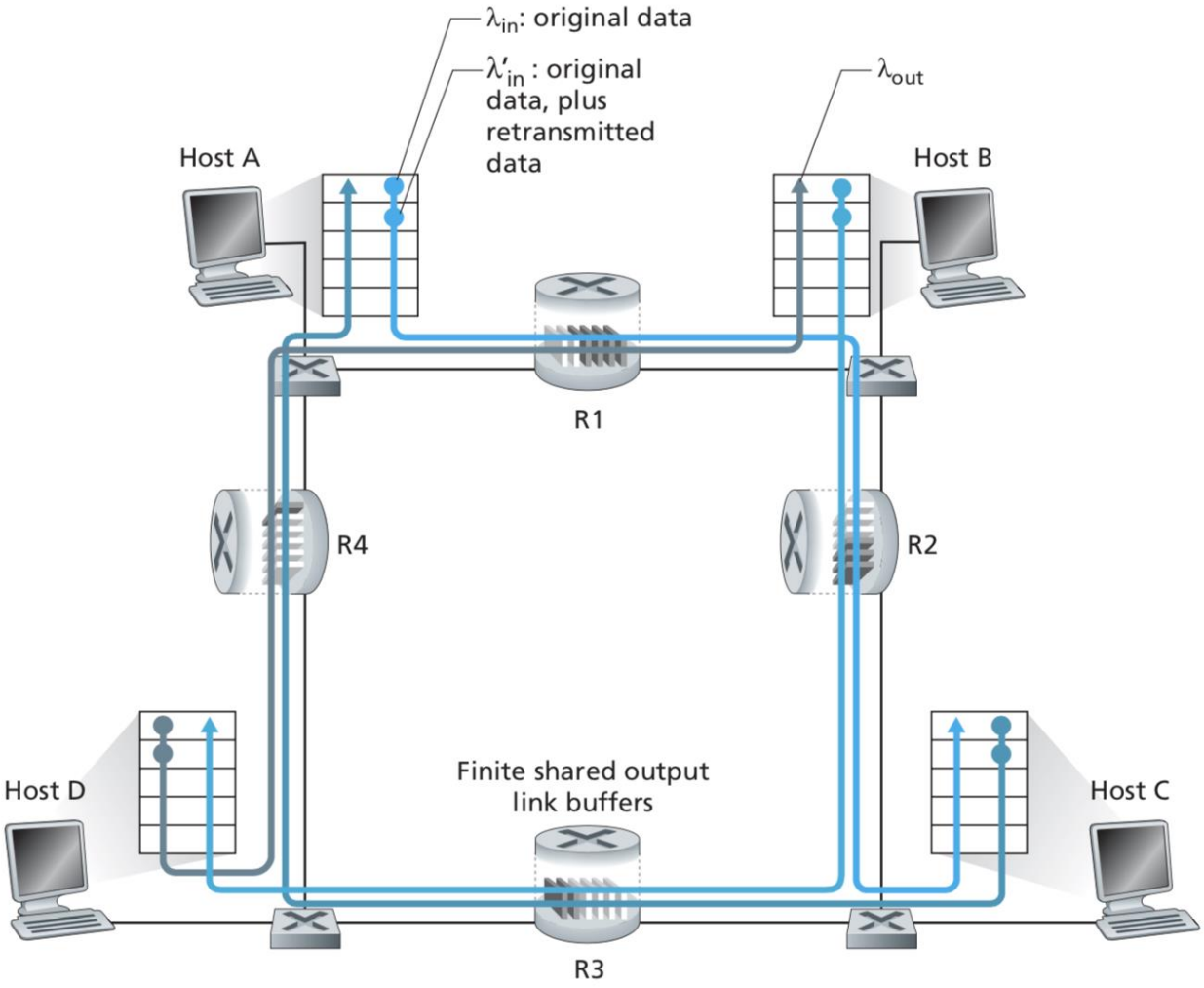
¿Cuál es el efecto de la **congestión** en las **redes IP**?

2. Tráfico en Internet

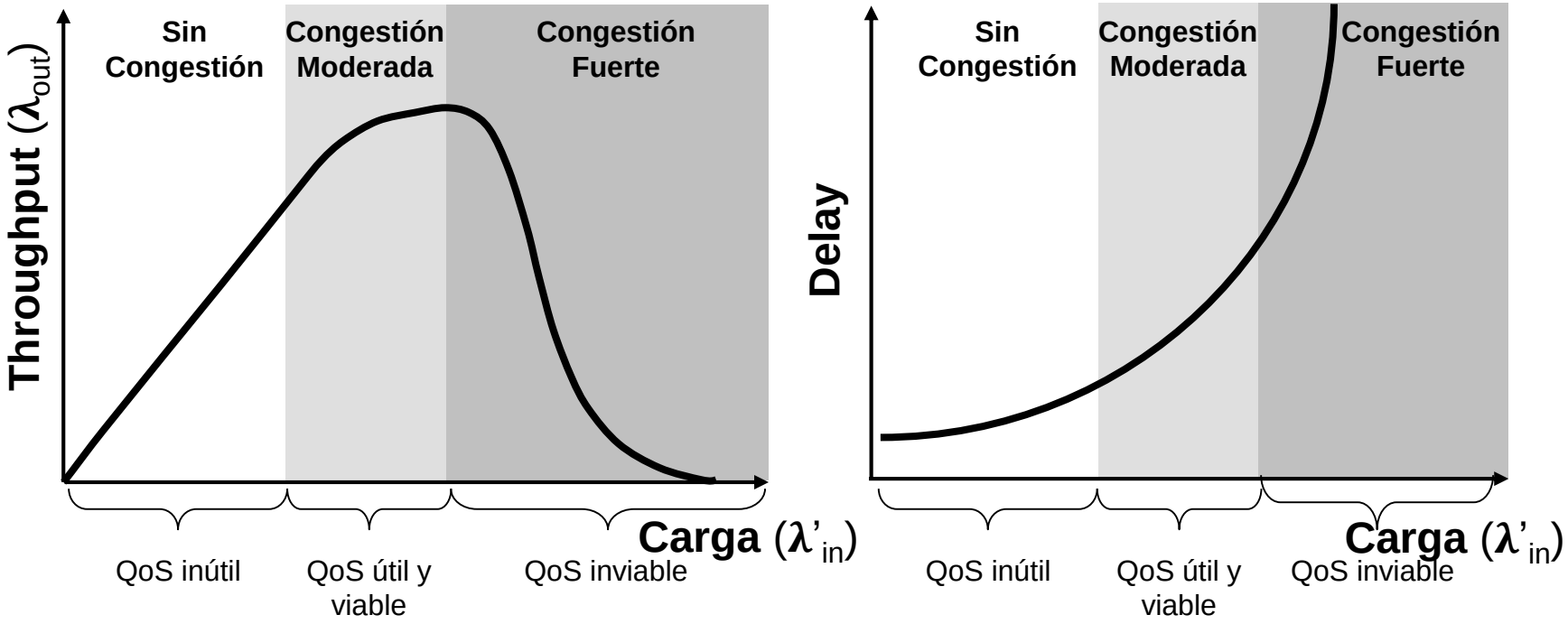
- Congestión en la red de acceso y en la red troncal
- Congestión = f (R_s, R_c, R, #flujos)



2. Tráfico en Internet



2. Tráfico en Internet



Costes de congestión:

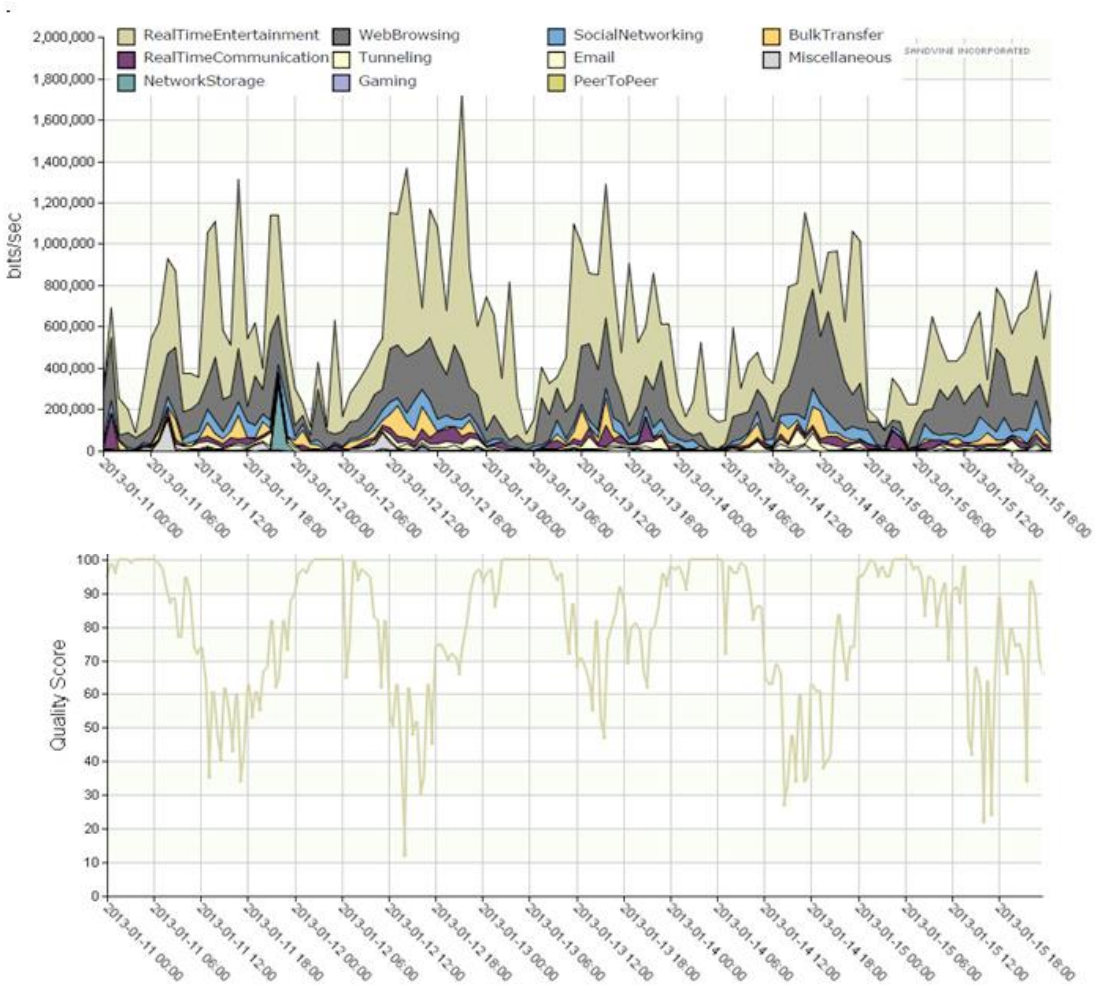
- Reducción del throughput (hasta incluso ser 0)
- Cuando el paquete se descarta, la “capacidad de transmisión” anterior utilizada en ese paquete se desperdicia

J.F Kurose y K.W. Ross.
Todos los derechos reservados.

2. Tráfico en Internet

¿Cuál es el efecto de la **congestión** en el **vídeo**?

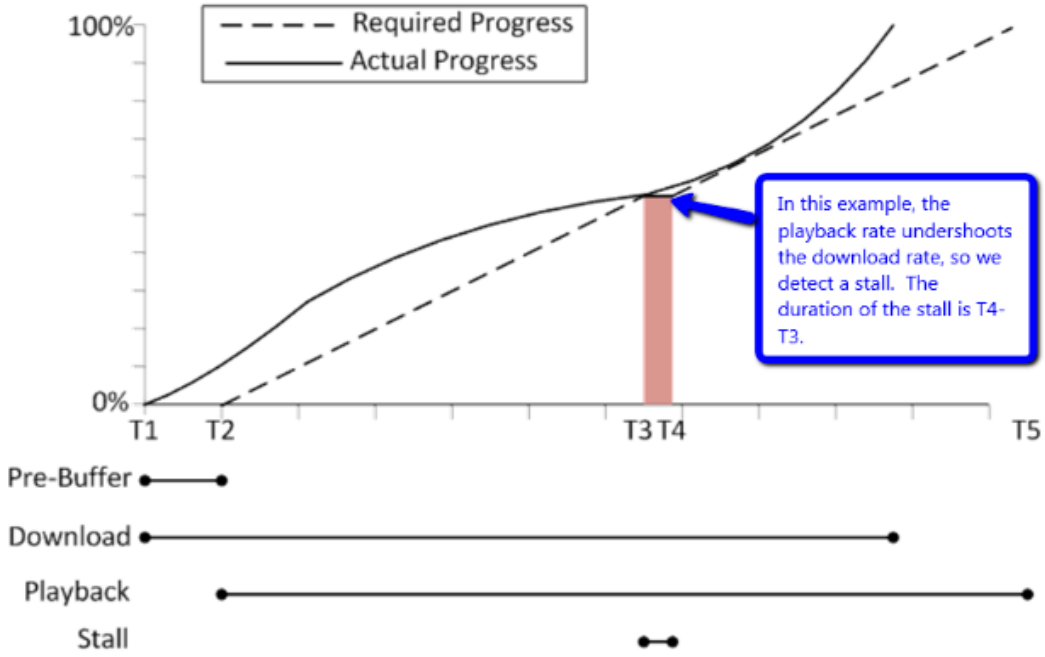
2. Tráfico en Internet



https://www.sandvine.com/technology/qualityguard.html

2. Tráfico en Internet

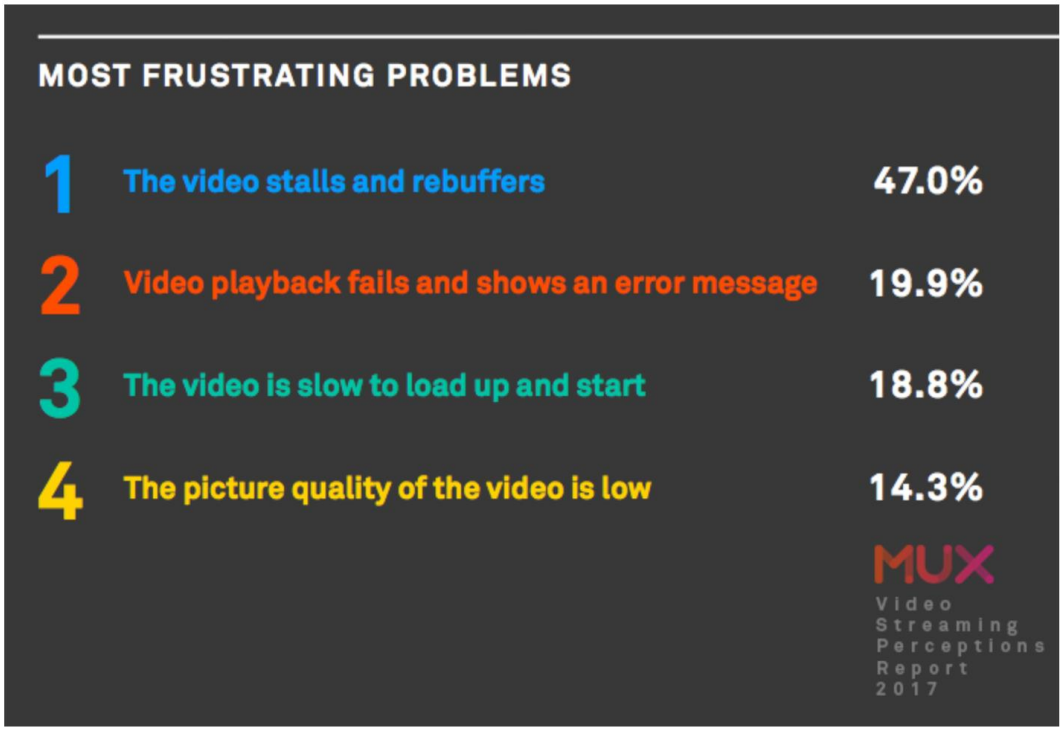
Interrupción = stall = pause/buffering



Google and Amazon have both independently released research results showing that latency on their websites has a direct impact on sales. Google, upon introducing an added 0.5 seconds on page loads to deliver 30 results instead of 10, found revenue dropped 20% as a result. Similarly, Amazon conducted an experiment that showed with every 100ms increase in latency, sales dropped by 1%. It's clear that subscribers are affected by latency, and that it doesn't have to be particularly high to have a heavy impact on subscriber QoE.

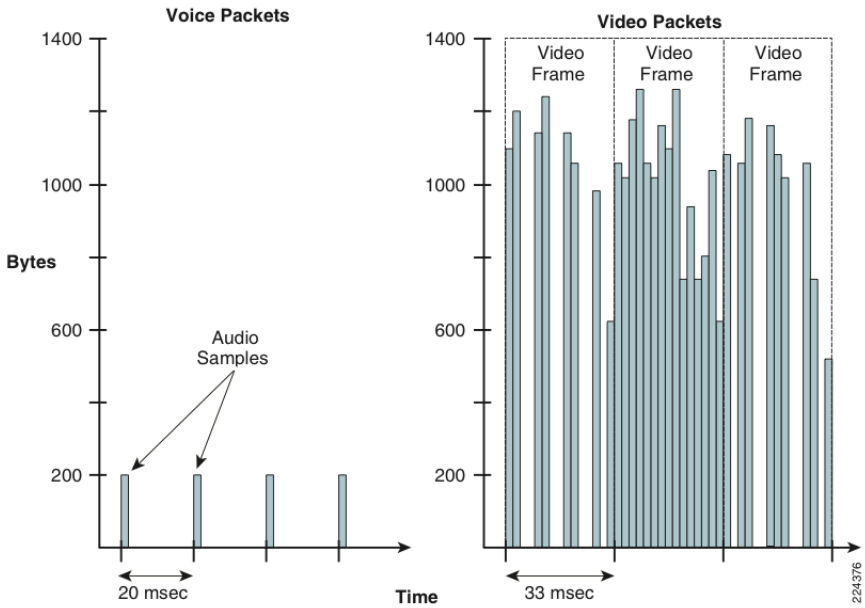
https://www.sandvine.com/technology/qualityguard.html

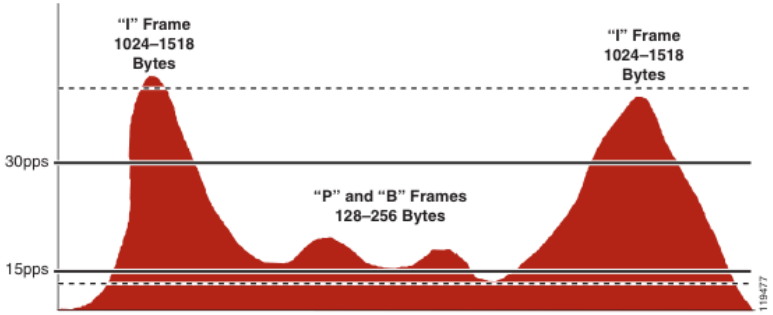
2. Tráfico en Internet



https://mux.com/blog/

2. Tráfico en Internet





- Tráfico de vídeo consume mucho ancho de banda
- Tráfico a ráfagas
- Sistemas de compresión: (ITU) H.264, H.265 VVC, (Google) VP9, AV1
- Efecto de las pérdidas en la calidad del vídeo
- Sincronización de flujos

2. Tráfico en Internet

Soluciones Cloud: Google, Amazon

http://www.google.com/about/datacenters/inside/streetview/

Amazon's AWS data center and content delivery edge locations

Google Data Center: https://www.youtube.com/watch?v=avP5d16wEp0

Netflix AWS: https://www.youtube.com/watch?v=lQGHsBOZJBw

Índice

Objetivos

Contenido

1. Introducción
2. Tráfico en Internet
3. **Aplicaciones multimedia**
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. Concepto y parámetros de QoS
6. Actividades y prácticas
7. Referencias bibliográficas

3. Aplicaciones multimedia

3. Aplicaciones multimedia

Escenario…..Transporte basado en IP

Utilizar Internet como red para el transporte multimedia

Tres tipos principales de aplicaciones:

- **Transferencia de Datos** (ftp, web, email, …)
- **Streaming Media** (VoD, Vídeo Online, …)
- **Interactivas** (VoIP, videoconferencia, juegos on-line, …)

3. Aplicaciones multimedia

¿Sirve el mismo modelo de Internet para todas las **aplicaciones**?

No, internet ha sido pensado para otro tipo de tráfico

3. Aplicaciones multimedia

No son altas las exigencias y no imprta la velocidad del servicio. No se toleran pérdidad de datos

Application	Data Loss	Throughput	Time-Sensitive
File transfer/download	No loss	Elastic	No
E-mail	No loss	Elastic	No
Web documents	No loss	Elastic (few kbps)	No
Internet telephony/ Video conferencing	Loss-tolerant	Audio: few kbps–1Mbps Video: 10 kbps–5 Mbps	Yes: 100s of msec
Streaming stored audio/video	Loss-tolerant	Same as above	Yes: few seconds
Interactive games	Loss-tolerant	Few kbps–10 kbps	Yes: 100s of msec
Instant messaging	No loss	Elastic	Yes and no

no loss vs loss-tolerant

elastic vs fixed

Como vemos son tolerantes a péridas de datos, pero es más importante la velocidad a la que queremos transmitir los datos y también el retardo de los datos

3. Aplicaciones multimedia

Application	Application-Layer Protocol	Underlying Transport Protocol
Electronic mail	SMTP [RFC 5321]	TCP
Remote terminal access	Telnet [RFC 854]	TCP
Web	HTTP [RFC 2616]	TCP
File transfer	FTP [RFC 959]	TCP
Streaming multimedia	HTTP (e.g., YouTube)	TCP
Internet telephony	SIP [RFC 3261], RTP [RFC 3550], or proprietary (e.g., Skype)	UDP or TCP

3. Aplicaciones multimedia

Streaming Video: Live

- Transmisión de eventos en directo
- TV por Internet
- Radio por Internet

Eventos en directo

Proceso de captura
(alta calidad, alto bitrate)

Alta tasa de transporte binario

paquetes

Transporte
(bajo retardo, unicast-multicast)

Se produce un jitter. Se utiliza un buffer para que la reproducción del video sea fluida

Buffer
(mínimo)

Reproducción
(no Fast Forward, sincronización A/V)

Proceso de compresión
(adaptación a Internet, bajo tiempo de compresión)

Simpre hay retardo, independientemente de si la transmisión es unicast o multicast

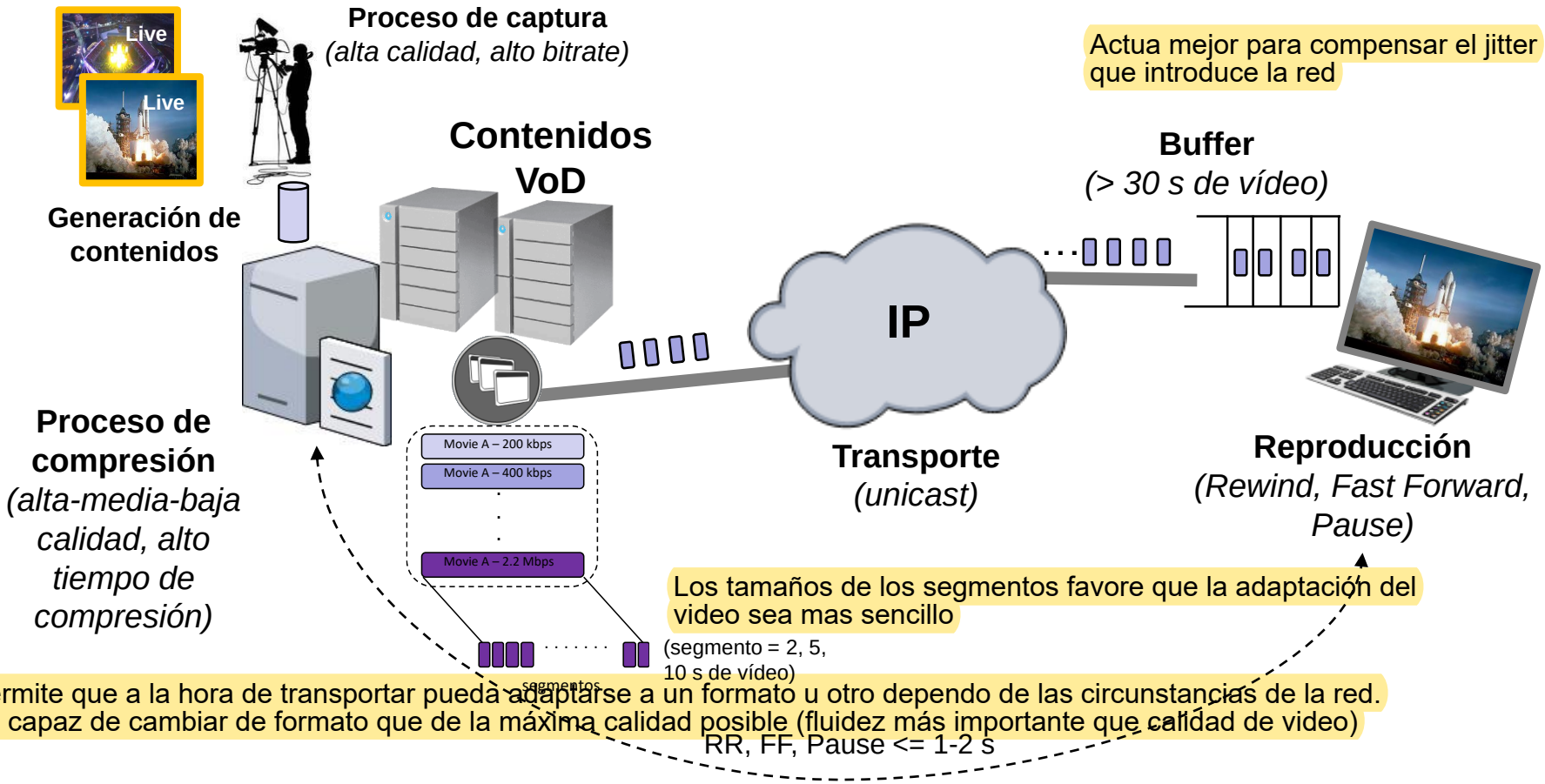
El procesado introduce un retardo, no es instantáneo. Debe adaptarse al tráfico de internte y modificar el througthput dependiendo de si hay mucho tráfico o poco.

Proceso de compresión en directo.
Hay una serie de limitaciones temporales
max. 30 s

3. Aplicaciones multimedia

Streaming Video: VoD

- Difusión de contenidos almacenados
- Ejemplos: Youtube, Netflix, HBO, Amazon Prime Video, Medici.TV, …

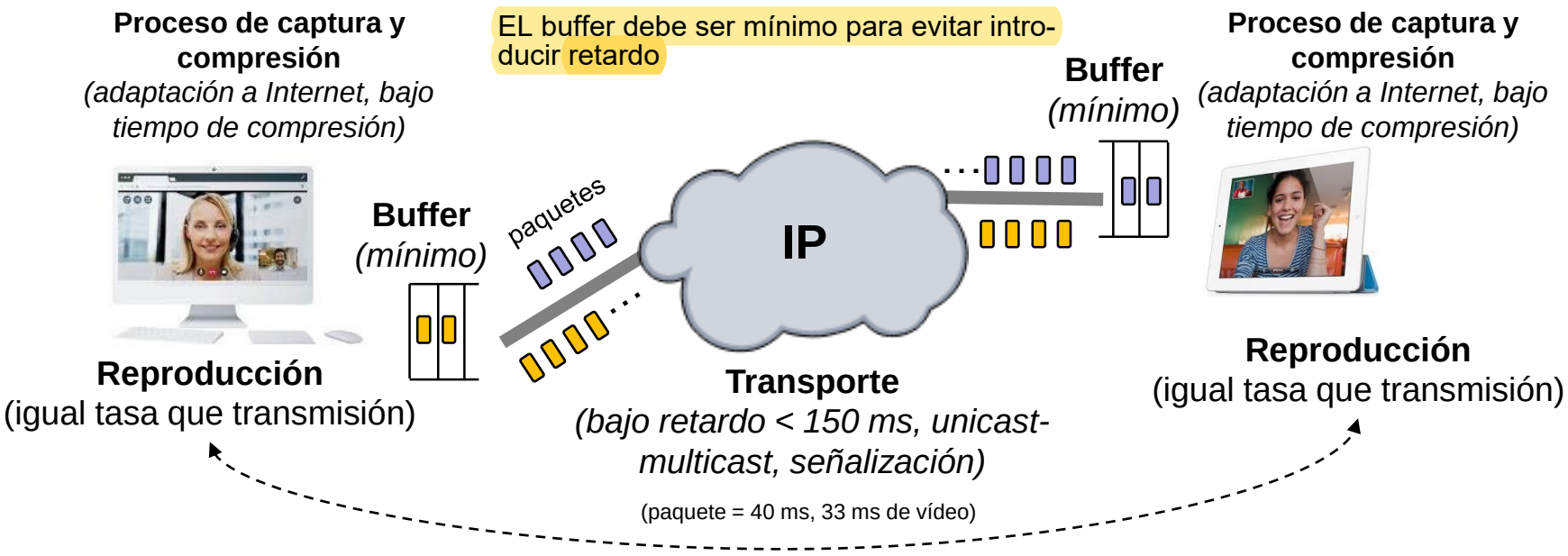


3. Aplicaciones multimedia

Aplicaciones Interactivas

- Comunicaciones peer-to-peer (Videoconferencia, VoIP)
- Ejemplos: Videoconf WebRTC, Skype, Call WhatsApp…

EL buffer debe ser mínimo para evitar introducir retardo

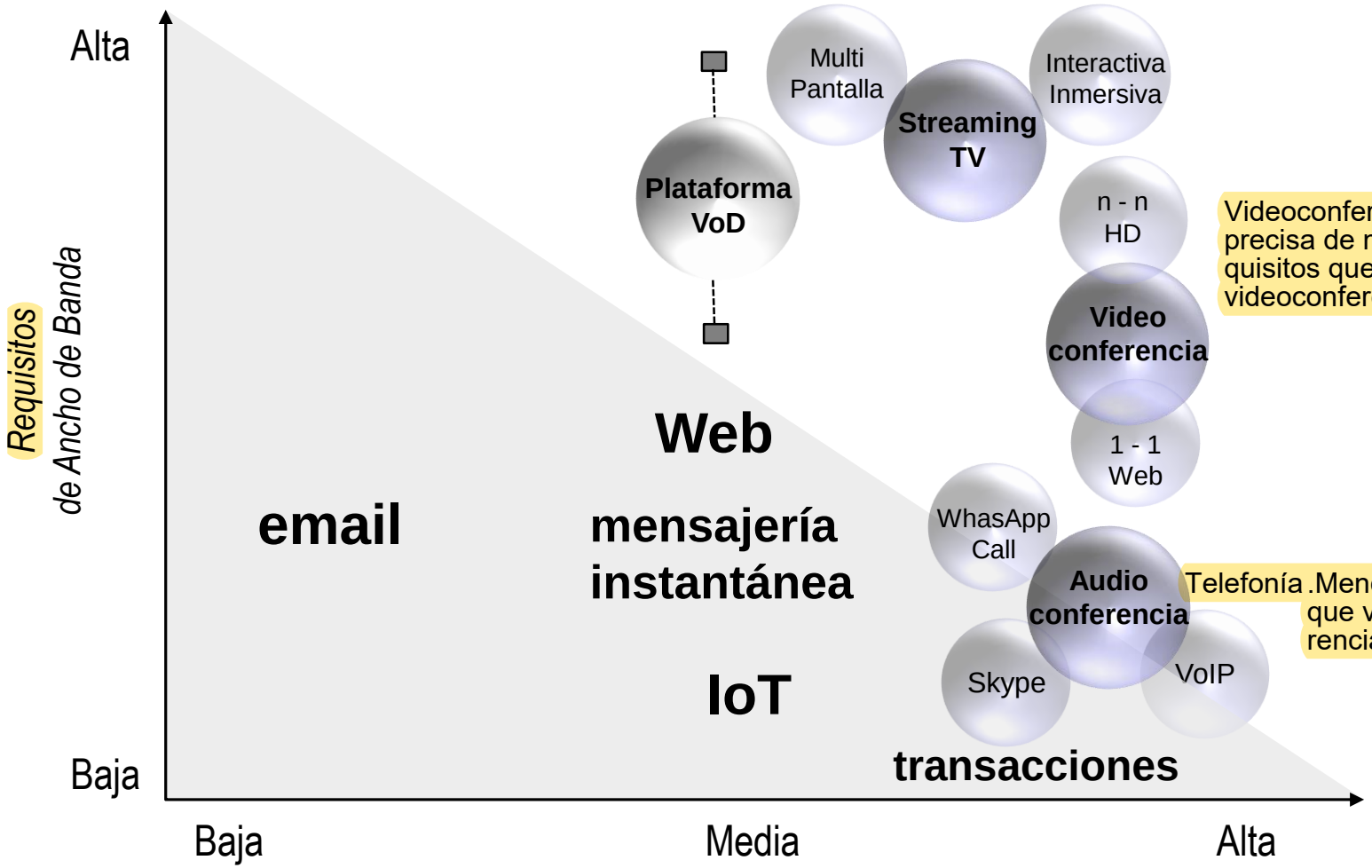


retardo extremo a extremo < 150 ms – Buena calidad
150 ms < *retardo extremo a extremo* < 400 ms – Baja calidad

Por encima de 400ms no se tolera

3. Aplicaciones multimedia

Requieran alta velocidad ya que el volumen de video supone una gran cantidad de video

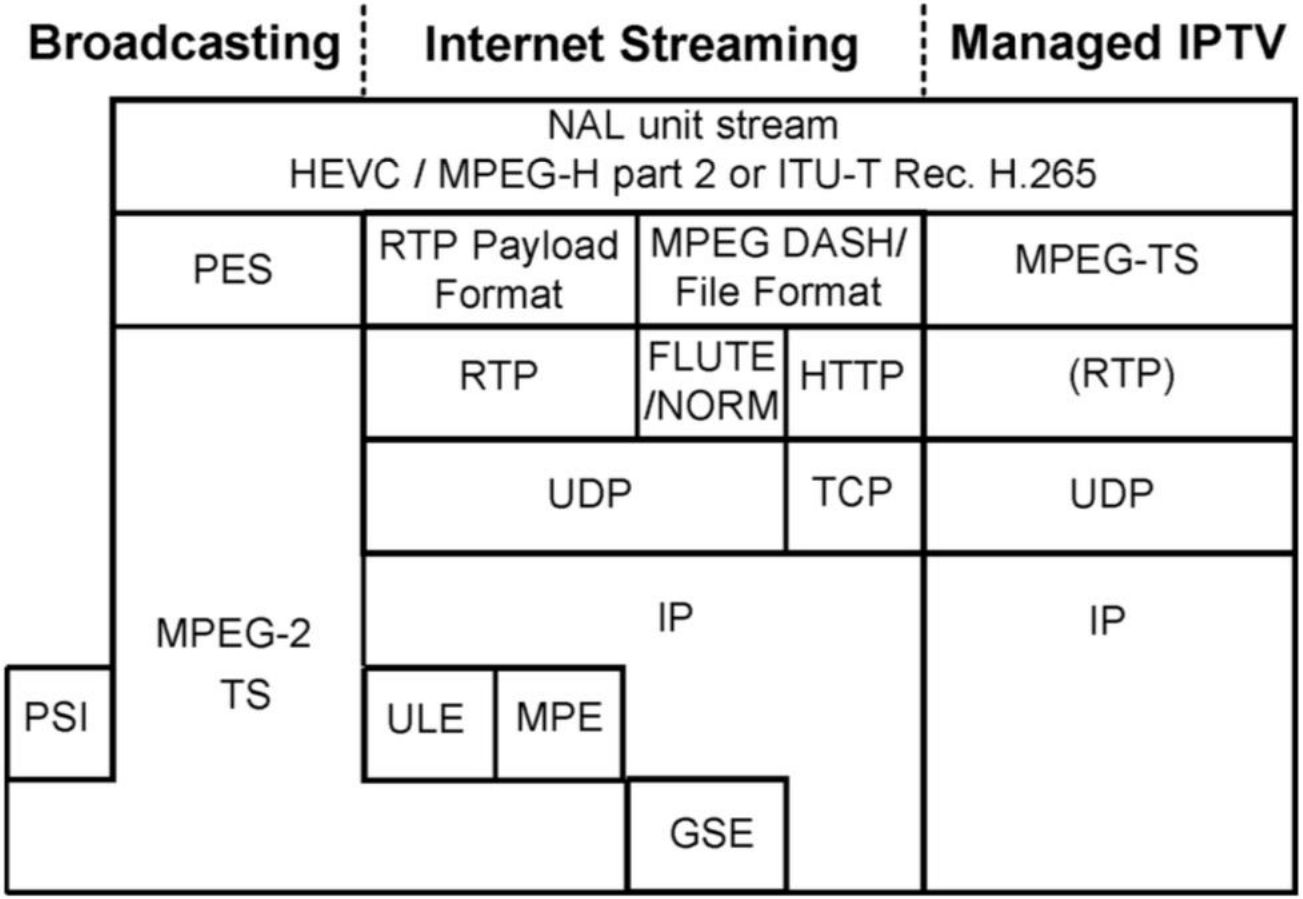


Videoconferencia HD precisa de más requisitos que la videoconferencia web

Telefonía .Menos requisitos que videoconferencia

3. Aplicaciones multimedia

Protocolos para distribución de contenidos Multimedia:



Índice

Objetivos

Contenido

1. Introducción
2. Tráfico en Internet
3. Aplicaciones multimedia
4. **Arquitecturas para la distribución de contenidos**
5. Concepto y parámetros de QoS
6. Actividades y prácticas
7. Referencias bibliográficas

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

Consecuencias del alto consumo e intercambio de información desde un servidor centralizado:

- Los servicios compiten por recursos de red limitados
- Los servicios deben mantener su calidad para ser competitivos
- Muchos usuarios acceden a los mismos contenidos (mismos servidores) de forma simultánea

- El acceso a los contenidos puede sufrir elevado retraso (múltiples *backbones* y largas distancias)
- El contenido puede sufrir las consecuencias de la congestión y las pérdidas en los nodos
- El modelo no es escalable (limitación del ancho de banda del servidor) Aumentar el número de usuarios no se soluciona aumentando la velocidad
- Degradación del servicio cuanto más éxito tiene

Cuanto más éxito más problemas técnicos surgen al servidor centralizado (retardos ->distancias geográficas)

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

Clasificación de las Arquitecturas para la distribución de contenidos:

Redes abiertas:

Aquellas que no son especificamante controladas para dar ese servicio (gestionables)

- Redes No Gestionadas
- Servicio básico (sin garantía de QoS)
- Usuarios geográficamente dispersos y desconocidos
- Ejemplo: Internet
- Servicios OTT (Over The Top):
  - Contenido Web
  - Contenidos generados por el usuario (*YouTube*)
  - Web TV…..

Redes basadas en transferencia de tipo web

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

Para mejorar la experiencia (*Quality of Experience*)... :

repecto a la arquitectura de servidor centralizado

CDN's (*Content Delivery Networks*) :

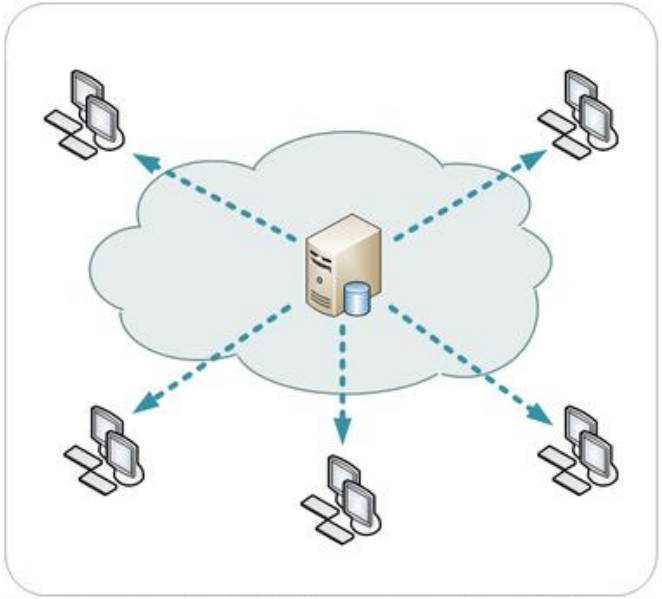
- Mover el contenidos al "extremo" de la red acercándolo a los usuarios
- Reduce la carga de los servidores
- Realiza un balanceo del tráfico
- Reduce el número de saltos
- Reduce la latencia
- Ejemplo: Akamai, Level 3, CDN Telefónica…
- Servicios:
  - ISP
  - Contenido estático
  - Streaming, Servicios interactivos
  - Data Centers…

Al balencear la carga , teniendo controlado el retardo mejora el servicio

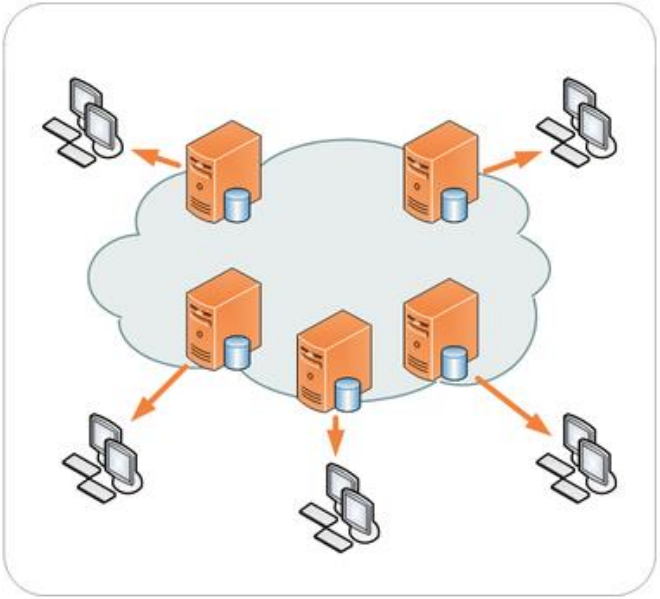
Otro elemento importante es que al estar distribuido existeda una fiabilidad del servicio y lo dota de más robustez en caso de que caiga algún servidor que forma la red

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

Servidor centralizado



Visión tradicional



CDN

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

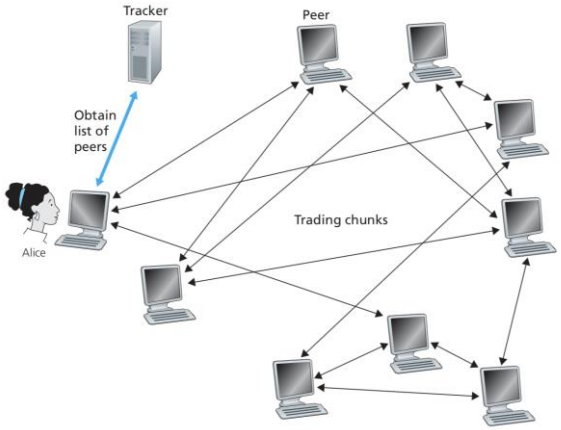
Los usuarios actúan tanto como clientes como servidores. Adquirimos datos y compartimos datos como miembros de red

….otra forma de mejorar la experiencia….:

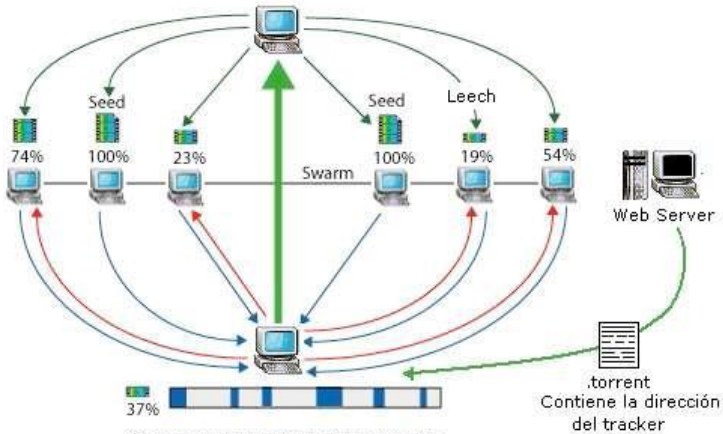
Redes P2P (*Peer-to-Peer*) :

- Redes entre iguales:
  - Descentralizadas
  - Usuario (cliente y servidor)
  - Aporta contenidos y ancho de banda Aumenta ancho de banda
- Componente social (compartir contenidos)
- Robustez y fiabilidad
- Ejemplo: BitTorrent…

Dificultad de localizar al par, pero no deteriora el servicio



Tracker identifica el enjambre y ayuda al cliente a compartir partes del fichero con otros ordenadores

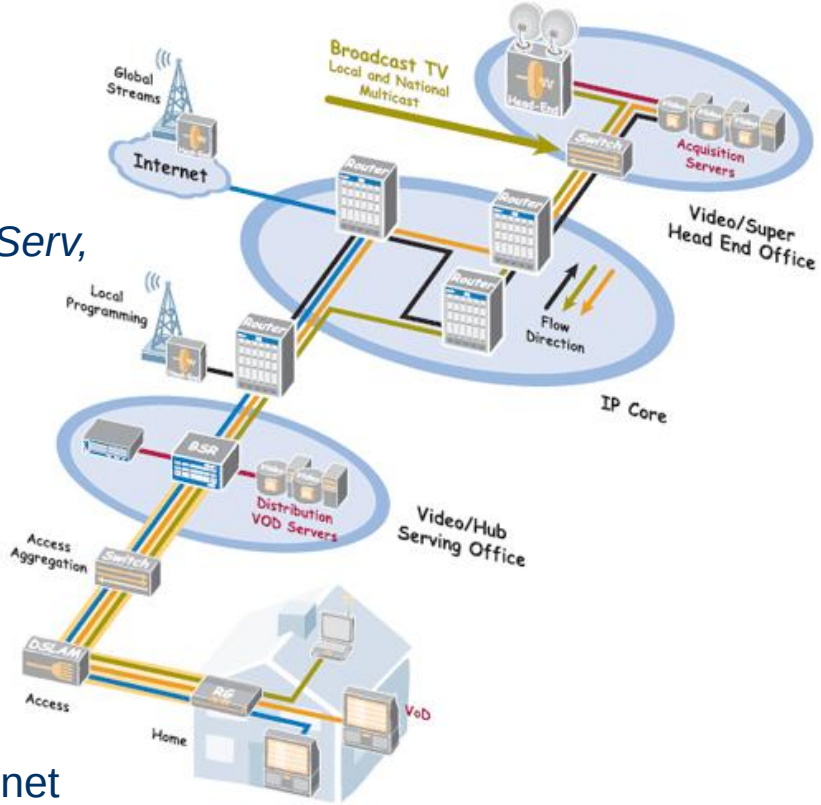


Ordenador con un cliente Bittorrent, recibe y envía múltiples partes de un fichero simultáneamente

4. Arquitecturas para la distribución de contenidos

Redes cerradas: El propio distribuidor de Internet es tambien proveedor de los contenidos

- Redes Gestionadas
- Uso dedicado de infraestructura y recursos
- Servicios con garantía de QoS (*DiffServ, IntServ, MPLS-QoS,…*)
- Usuarios registrados
- Basados en facturación
- Ejemplo: redes IPTV: Imagenio, OrangeTV,…
- Servicios:
  - TV: SD y HD
  - VoD
  - Servicios interactivos a través de Internet (*TV conectada*)



Índice

Objetivos

Contenido

1. Introducción
2. Tráfico en Internet
3. Aplicaciones multimedia
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. **Concepto y parámetros de QoS**
6. Actividades y prácticas
7. Referencias bibliográficas

5. Concepto y parámetros de QoS

En un campo de la cabecera de IPv4 se permite hacer una gestión del tráfico según el tipo de carga

5. Concepto y parámetros de QoS

Definición: **Calidad de Servicio (QoS, *Quality of Service*):**

Mecanismos que proporcionen una distinción entre los tipos de tráfico, mediante su clasificación y gestión diferenciada a través de la red

Modelo tradicional	Modelo actual
• Servicio de conectividad • Transmisión fiable de paquetes • Enlaces activos • Rutas estables • Rápida recuperación antes fallos o averías	• Servicio de conectividad y QoS • Marcado de paquetes (o flujos) • Priorización de paquetes (o flujos) • Gestión de recursos en la red

En genreral las rutas son estables, en caso de avería o fallo se deriva el tráfico rápidamente

5. Concepto y parámetros de QoS

Correo ordinario	Correo urgente	Servicio de entrega
• Servicio económico • No se suelen perder • Ninguna garantía temporal de entrega (1,2 o 5 días)	• Servicio menos económico • Mayor prioridad • Relativa garantía temporal de entrega (1 o 2 días)	• Servicio caro • Sistemas propios • Garantía temporal de entrega (1 día)
Best-effort	**Servicios diferenciados**	**Servicios garantizados**

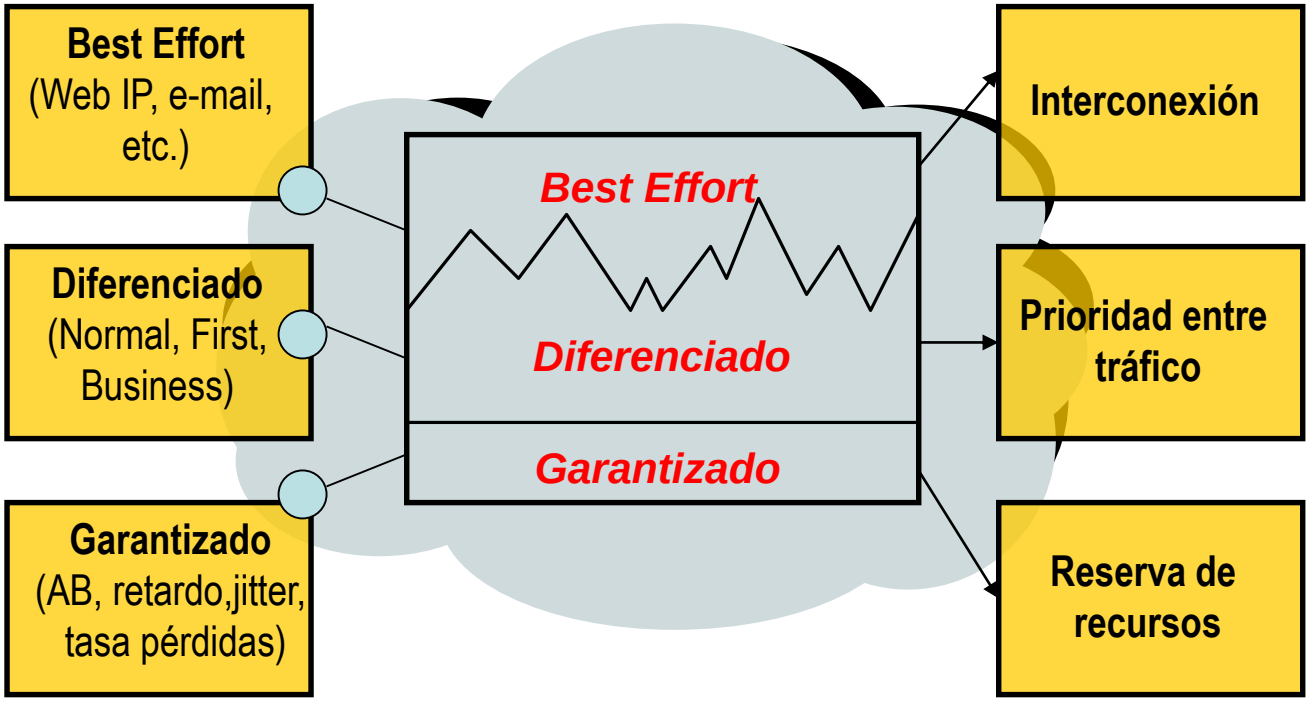
5. Concepto y parámetros de QoS

Approach	Granularity	Guarantee	Mechanisms	Complexity	Deployment to date
Making the best of best-effort service.	all traffic treated equally	none, or soft	application-layer support, CDNs, overlays, network-level resource provisioning	minimal	everywhere
Differentiated service	different classes of traffic treated differently	none, or soft	packet marking, policing, scheduling	medium	some
Per-connection Quality-of-Service (QoS) Guarantees	each source-destination flows treated differently	soft or hard, once flow is admitted	packet marking, policing, scheduling; call admission and signaling	light	little

No es compleja proporcionar la calidad de servicio

5. Concepto y parámetros de QoS

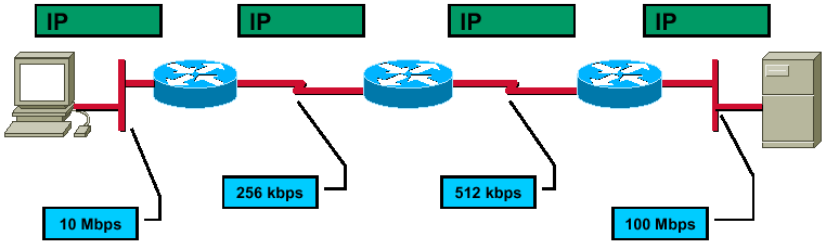
QoS: Clasificación del tráfico y servicio diferenciado

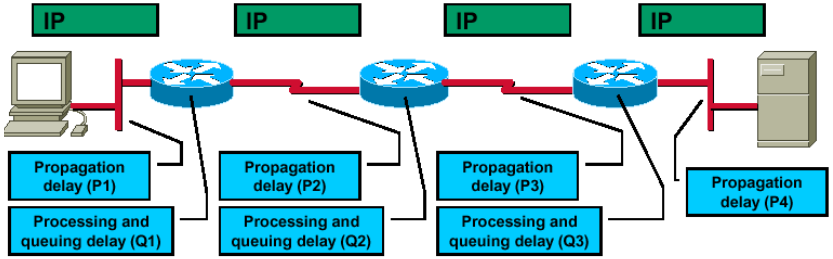


Si el tráfico es de datos se puede eliminar los más nuevos y usando técnicas de retransmisión volver a enviarlos (TCP)

5. Concepto y parámetros de QoS

Technology-centred approach: Quality of Service (QoS)





BW_{max} = min(10M, 256k, 512k, 100M)=256kbps
$BW_{avail} = BW_{max}$ /Flows

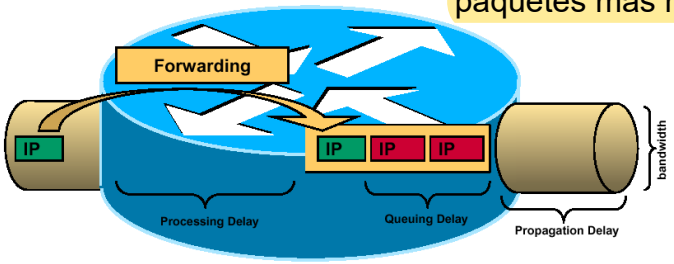
Delay = P1 + Q1 + P2 + Q2 + P3 + Q3 + P4 = X ms

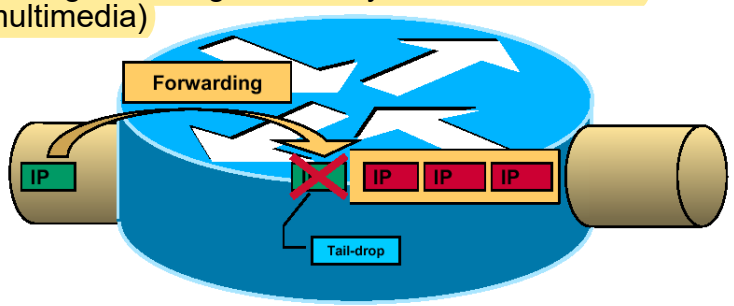
Velocidad de transmisión

Ancho de banda

Retardo

En caso de tolerar pérdidas y haver congestión mejor eliminar los paquetes más antiguos ya que van a llegar tarde igualmente y hacer hueco a los paquetes más nuevos. (multimedia)





Variación del retardo extremo a extremo

Jitter

Tasa de pérdidas

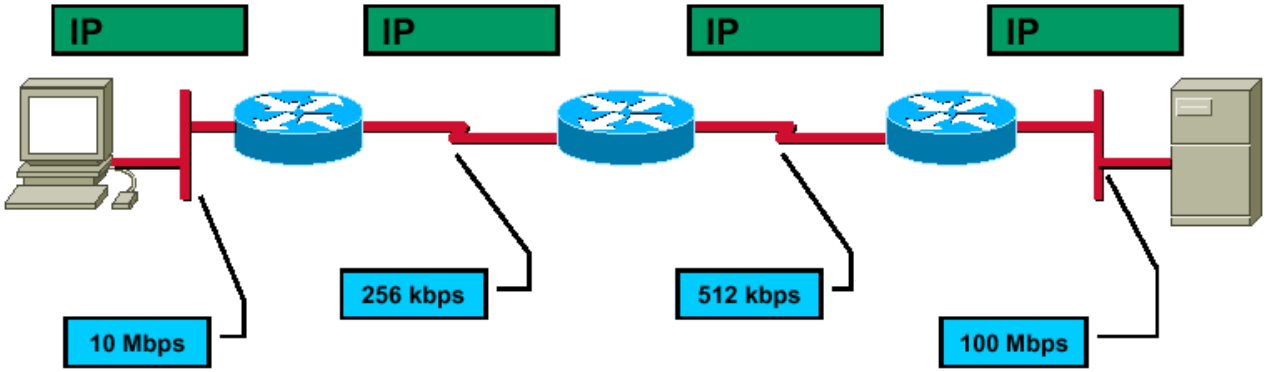
5. Concepto y parámetros de QoS

¿Qué importa más, el **ancho de banda**, el **retardo** o la **variación del retardo**?

5. Concepto y parámetros de QoS

Ancho de Banda

Capacidad de transmisión disponible en un enlace o ruta. Normalmente se expresa en bits/segundo (bps) y condiciona el throughput de una conexión.



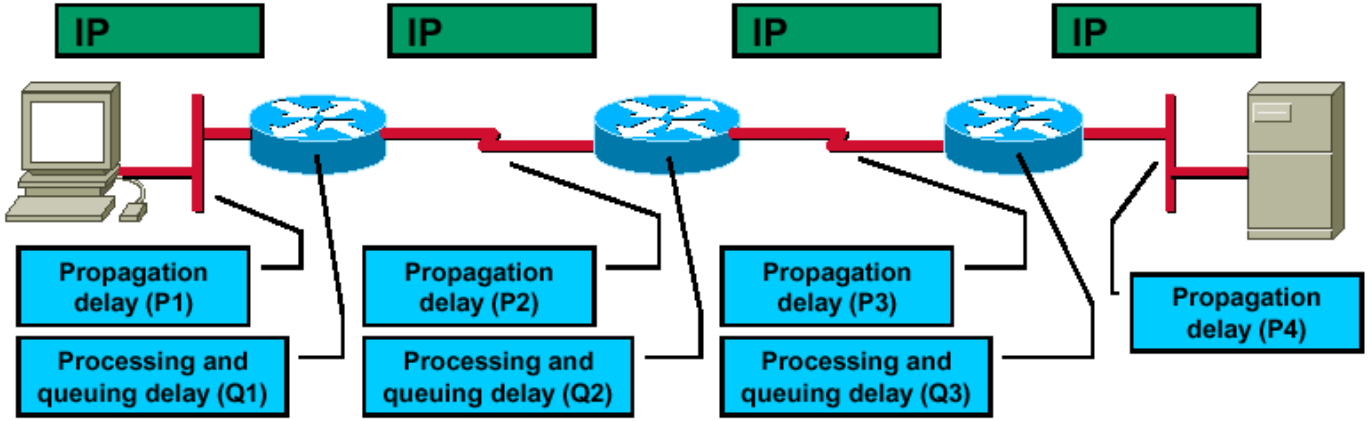
BW_{max} = min(10M, 256k, 512k, 100M)=256kbps
$BW_{avail} = BW_{max}$ /Flows

- En el servicio de Best Effort no se gestiona el ancho de banda disponible entre conexiones.
- Las redes con QoS utilizan sistemas de gestión de colas y diferenciación de tráfico.

5. Concepto y parámetros de QoS

Retardo

Cantidad de tiempo para transmitir un paquete desde un punto de la red a otro (suma de los retardos individuales de procesamiento, colas, serialización y propagación que se producen en cada nodo y enlace en la red).



Delay = P1 + Q1 + P2 + Q2 + P3 + Q3 + P4 = X ms

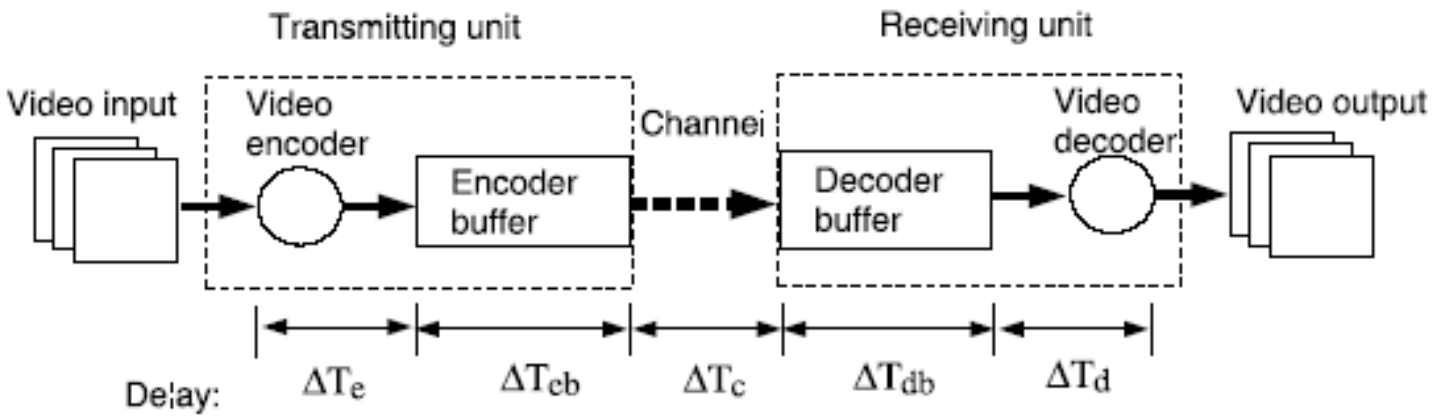
$P = d_{trans} + d_{prop}$

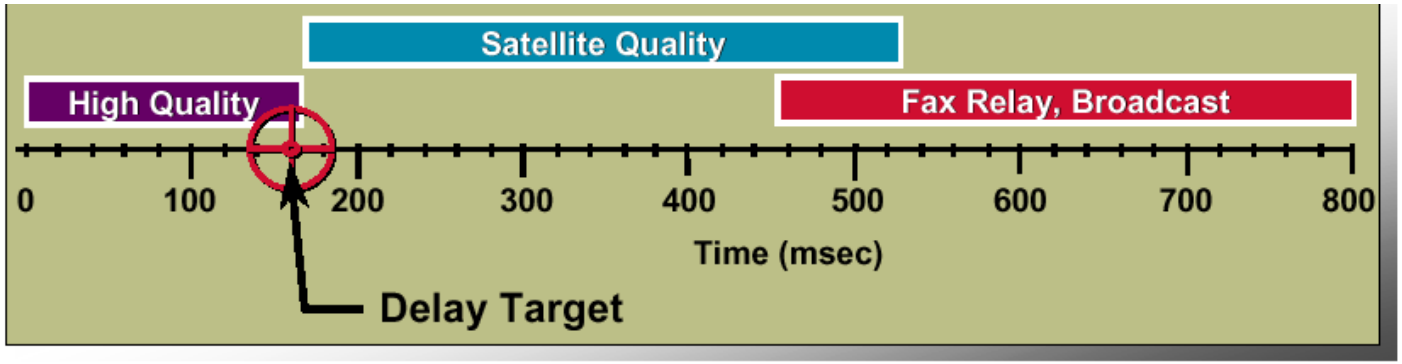
d_{trans} = f(tamaño paquete)
d_{prop} = f(satélite, DSL, fibra óptica, …)

$Q = d_{proc} + d_{queue}$

d_{proc} = f(prestaciones dispositivos)
d_{queue} = f(ocupación colas)

5. Concepto y parámetros de QoS

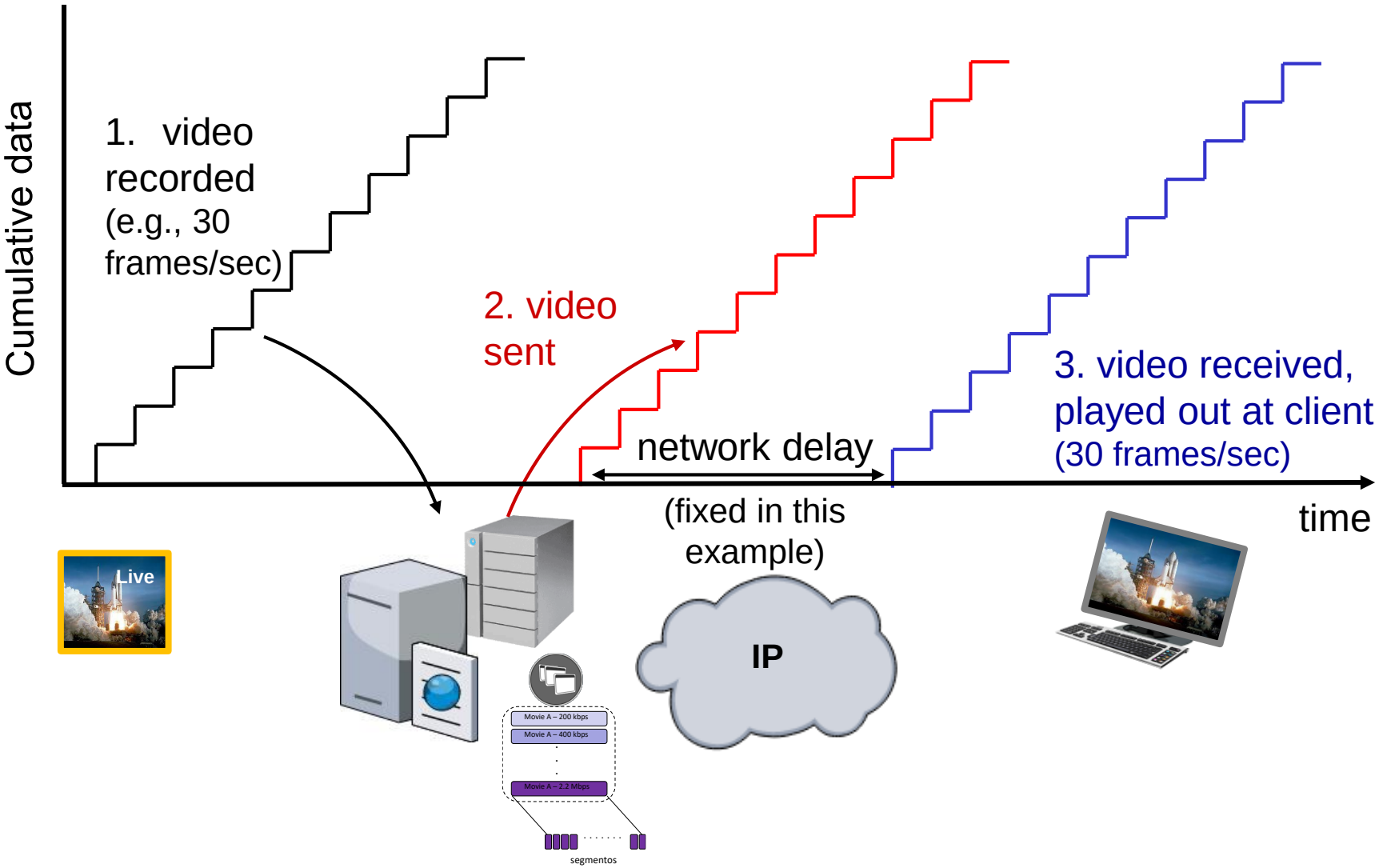




ITU's G.114 Recommendation: ≤ 150msec One-Way Delay

El procesado introduce un retardo, no es instantáneo. Debe adaptarse al tráfico de internte y modificar el througput dependiendo de si hay mucho tráfico o poco.

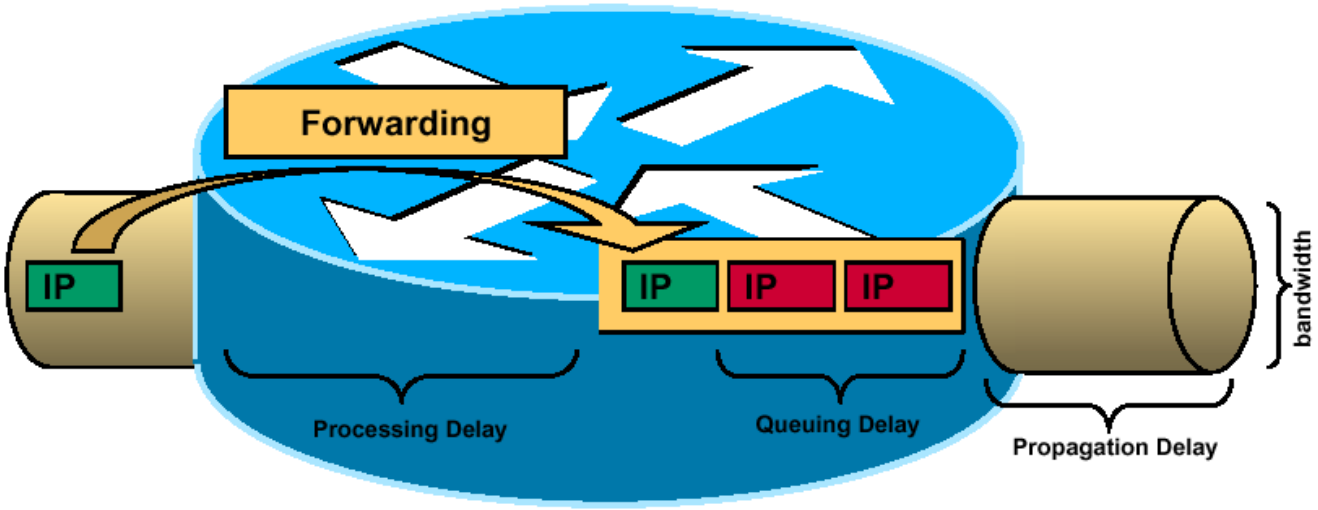
3. Aplicaciones multimedia



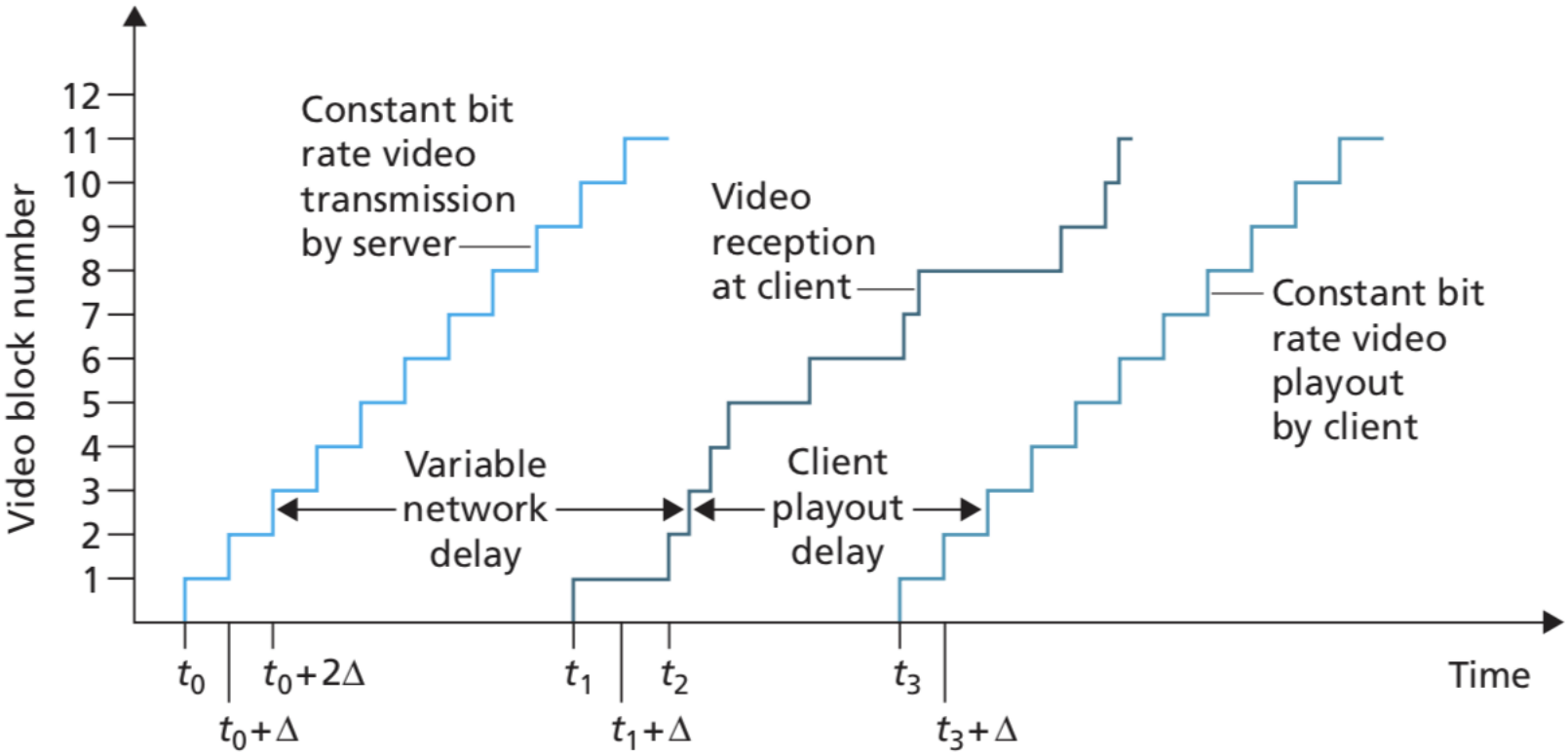
5. Concepto y parámetros de QoS

Jitter

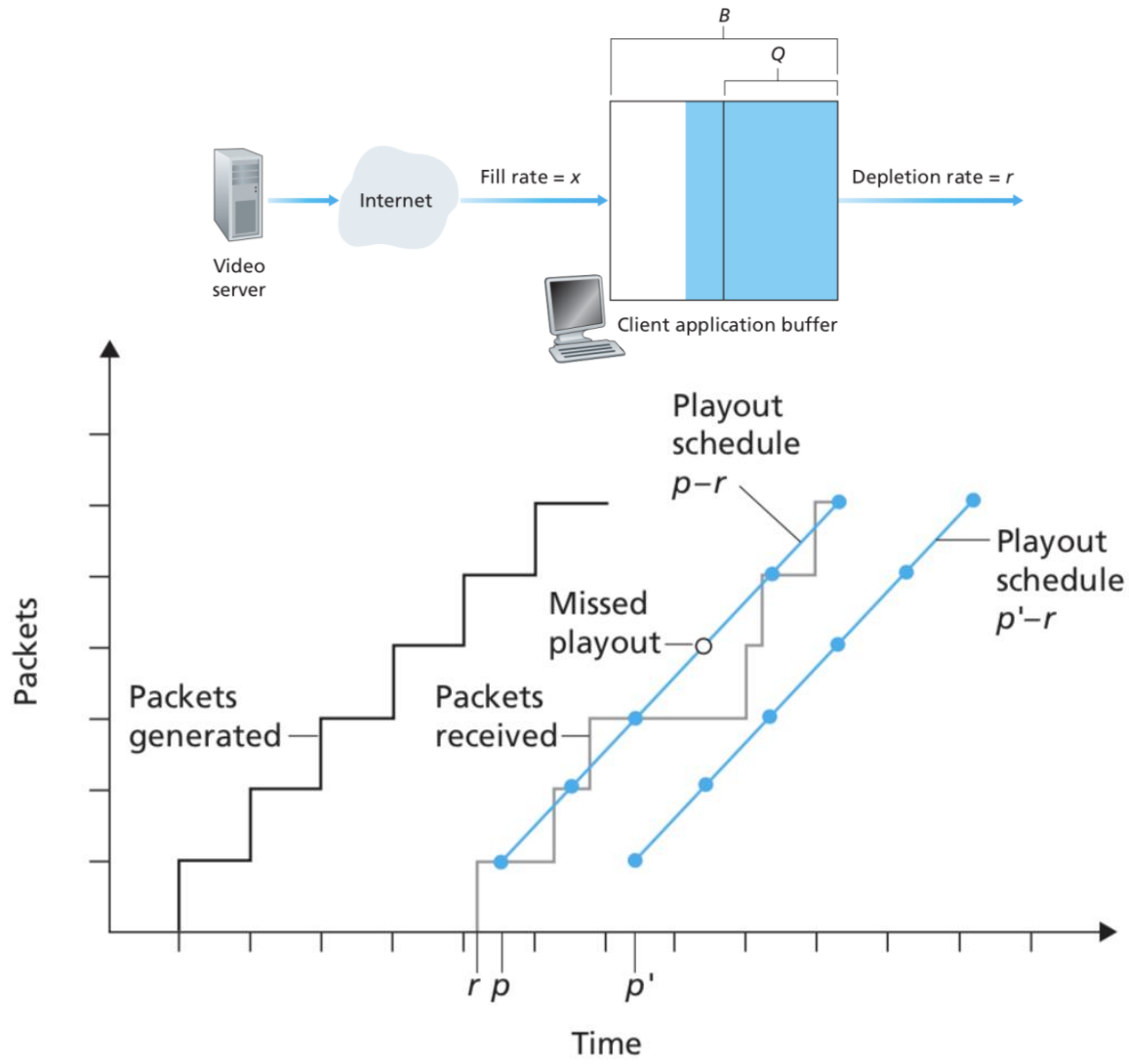
Estimación de las diferencias en los retardos medidos entre paquetes consecutivos



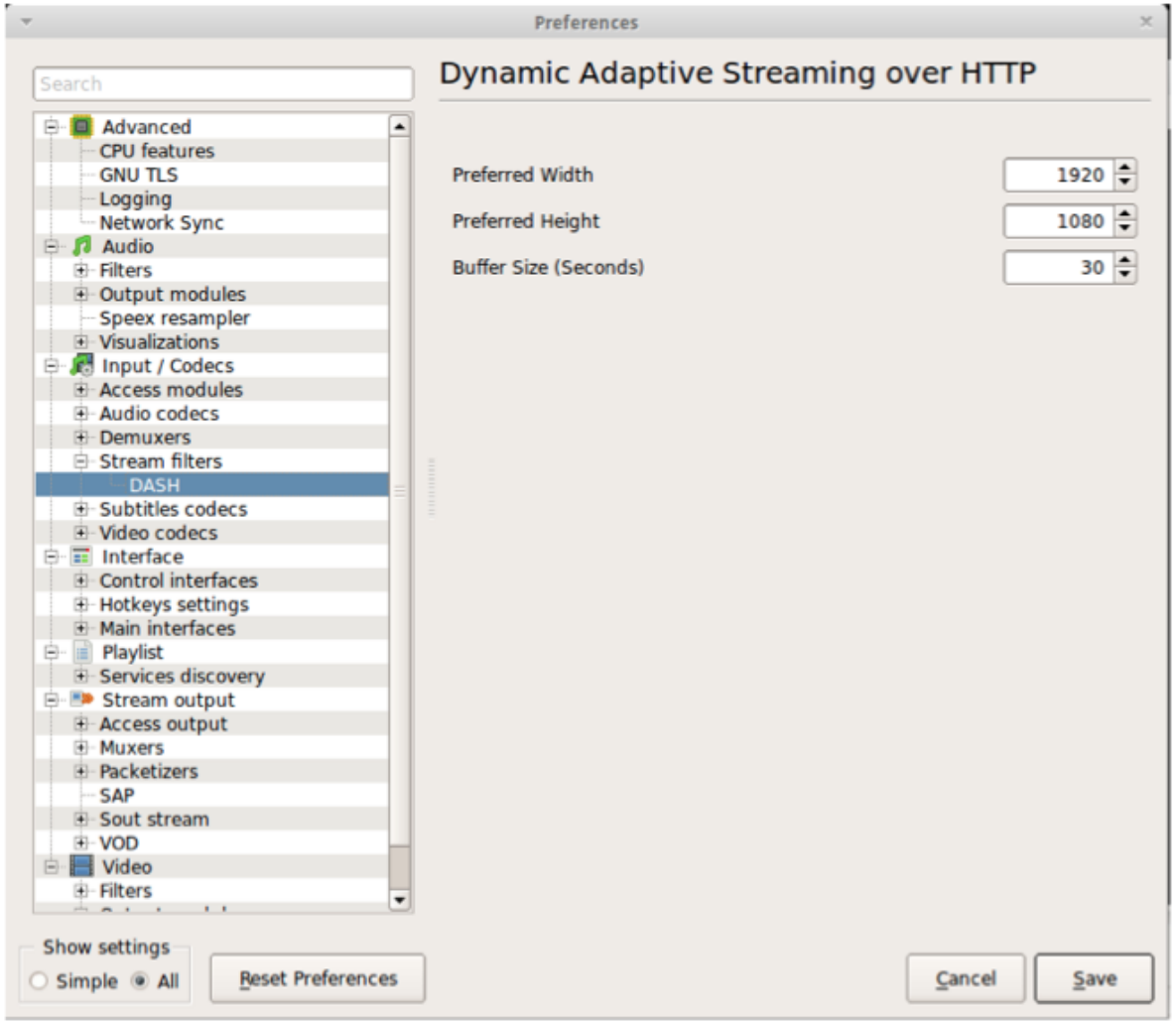
5. Concepto y parámetros de QoS



5. Concepto y parámetros de QoS



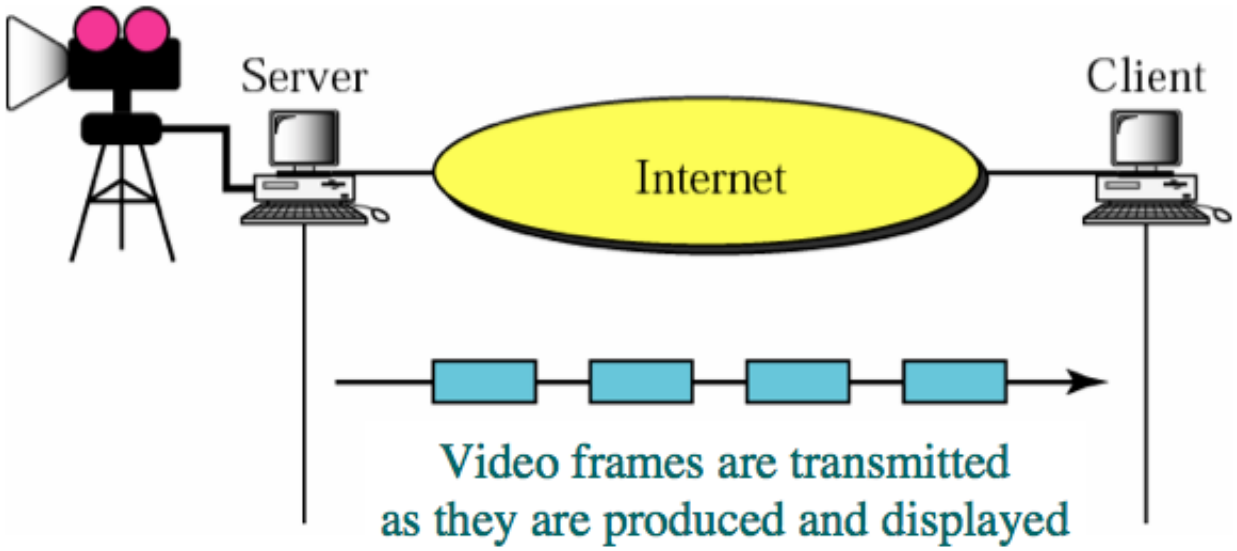
5. Concepto y parámetros de QoS



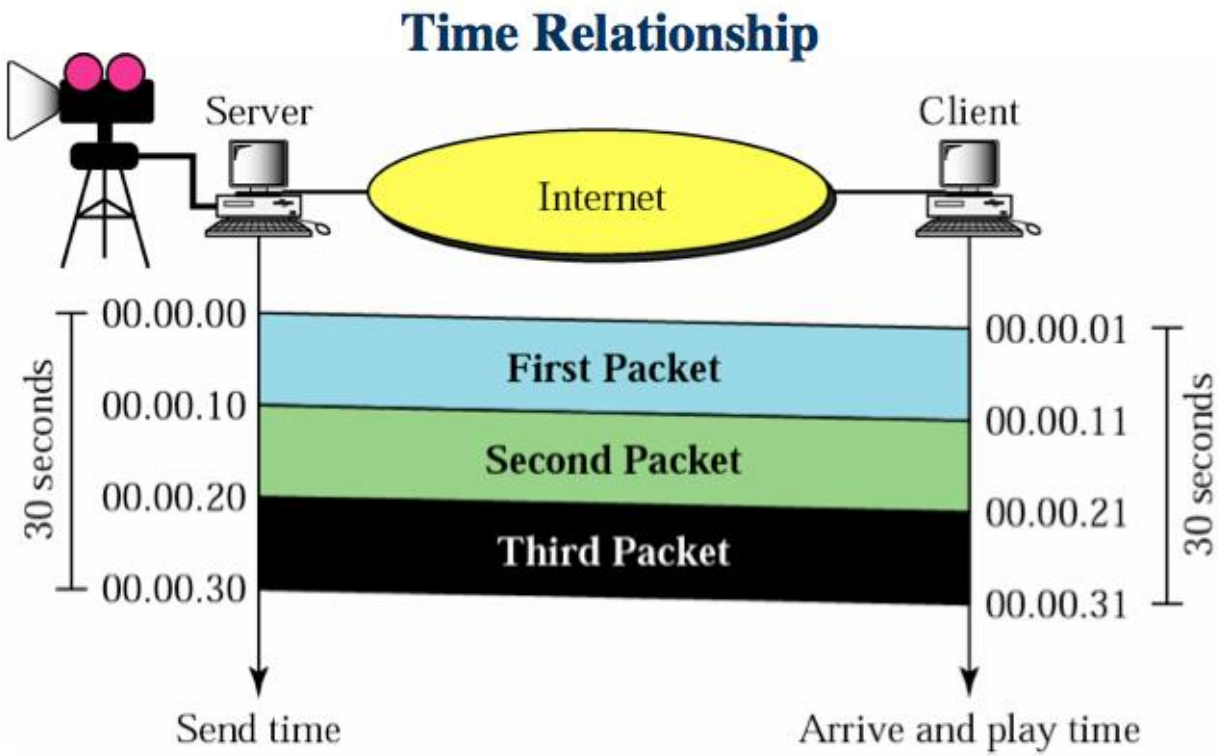
5. Concepto y parámetros de QoS

Real-Time Multimedia Traffic

Example: a video conference in which a camera is connected to a server that transmits video information as it is produced. Everything that happens at the server site can be displayed on the computer at the client site. This is both multimedia (video) and real-time traffic (production and use at the same time).

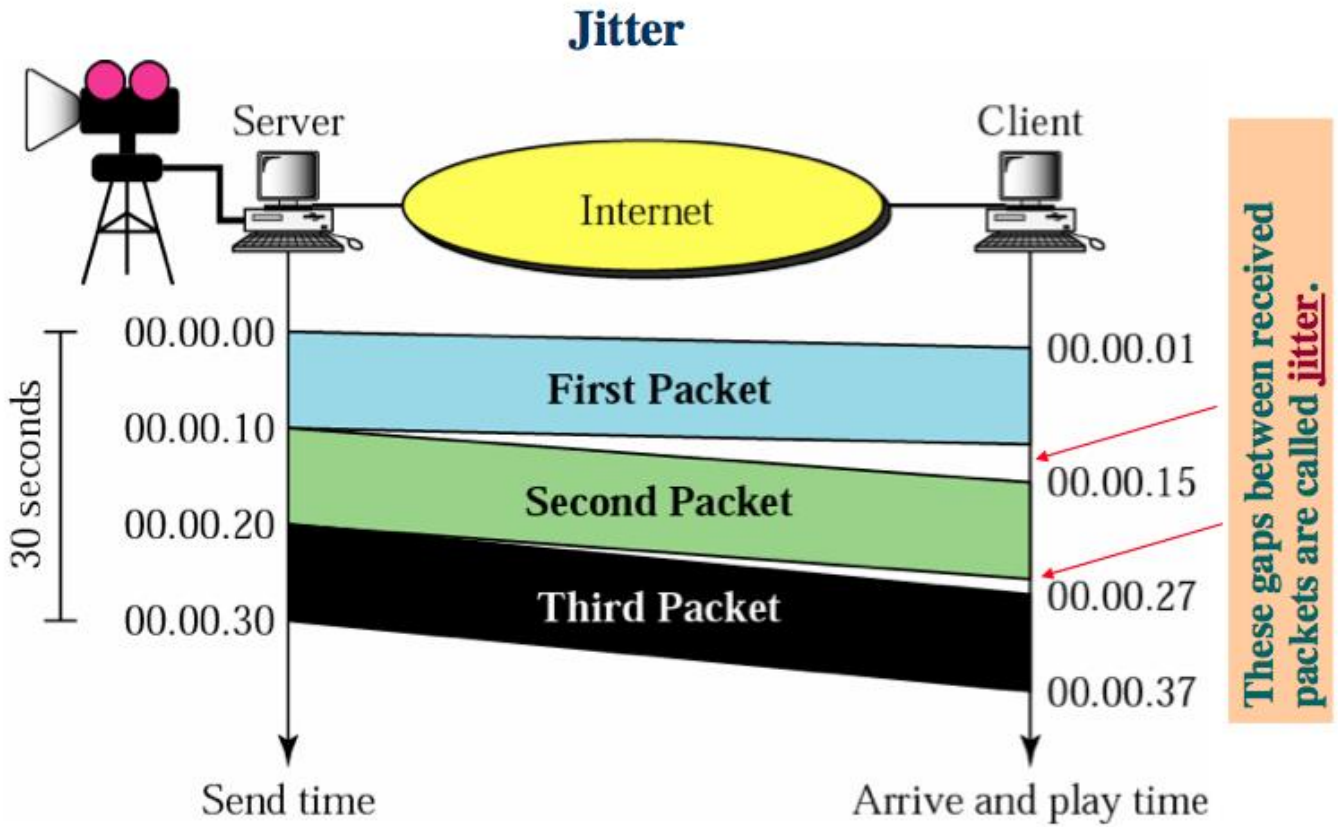


5. Concepto y parámetros de QoS



Each packet holds 10 seconds of video information
Assumption: transfer delay is constant and equal 1 second (exaggerated)
The receiver sees the video with the same speed as it is created, the constant transfer delay is immaterial.

5. Concepto y parámetros de QoS

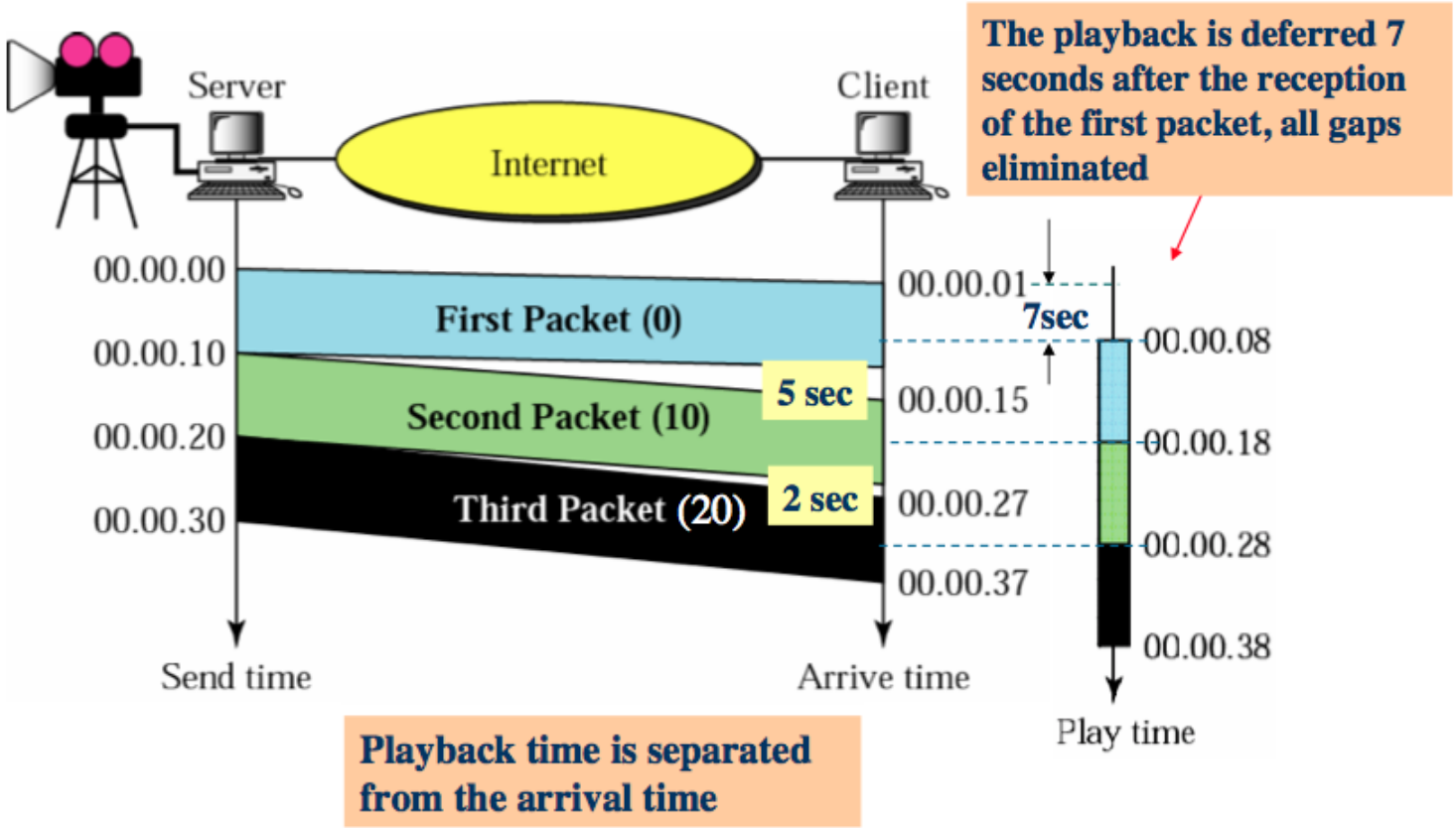


What happens if the transfer delay is not constant?

5. Concepto y parámetros de QoS

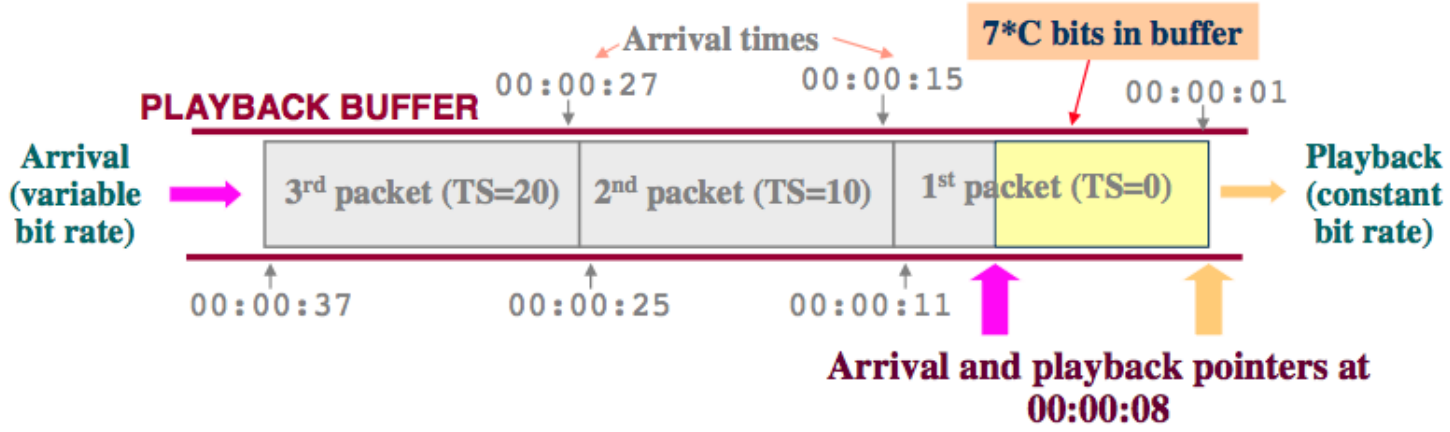
Timestamp

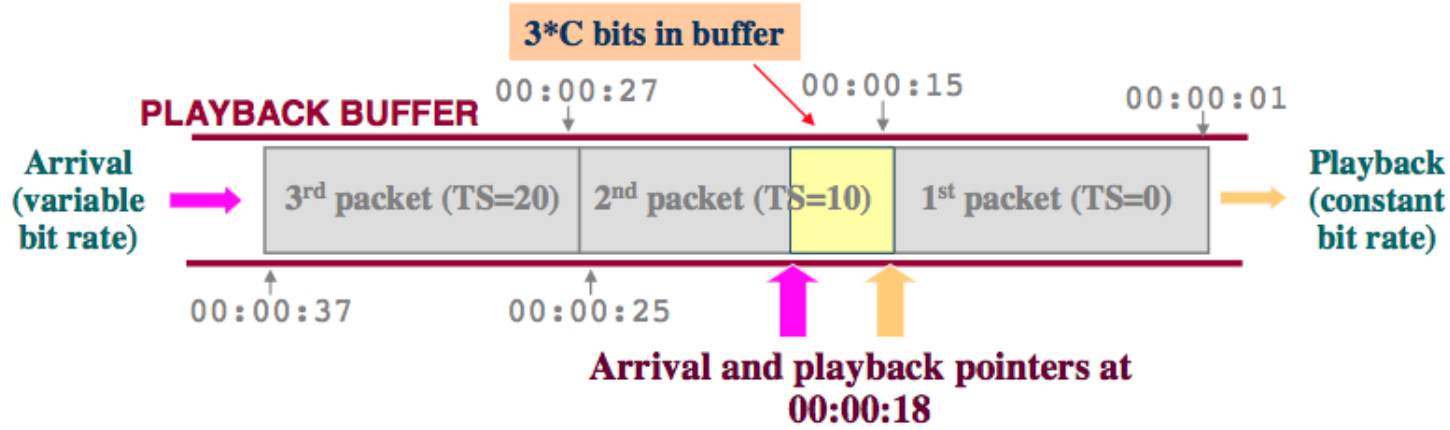
A solution to the jitter problem is use of timestamps - each packet has a time of the packet with respect to the first packet (time is measured at the sender's site.)



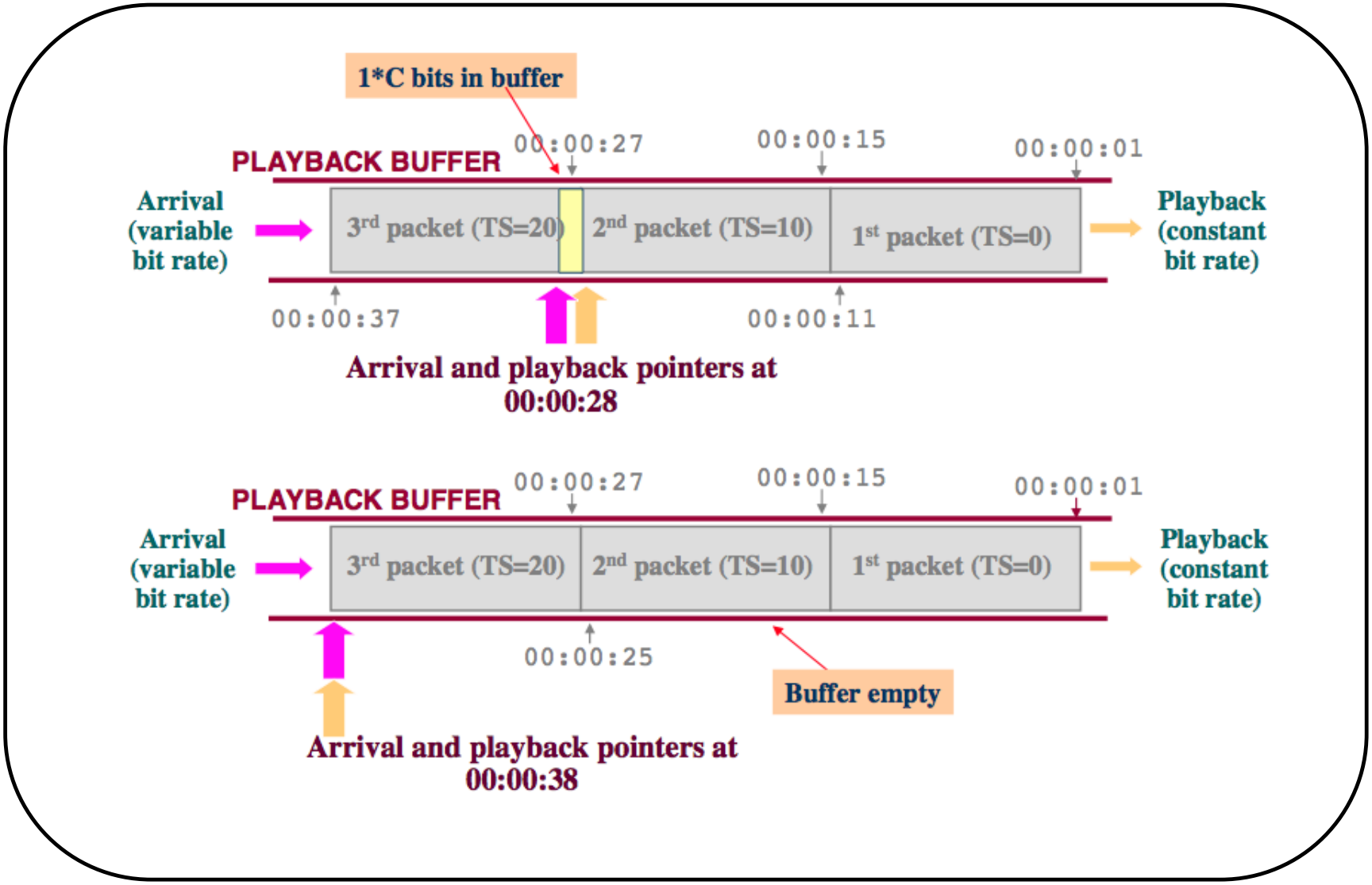
5. Concepto y parámetros de QoS

In order to separate playback time from the arrival time a playback buffer is needed.

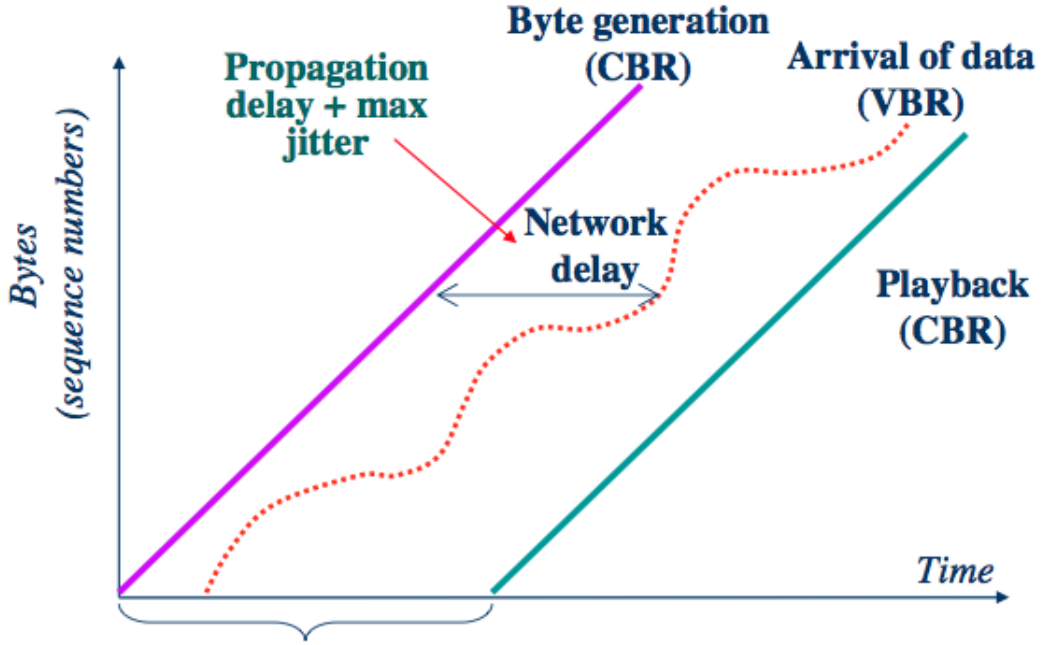




5. Concepto y parámetros de QoS



5. Concepto y parámetros de QoS



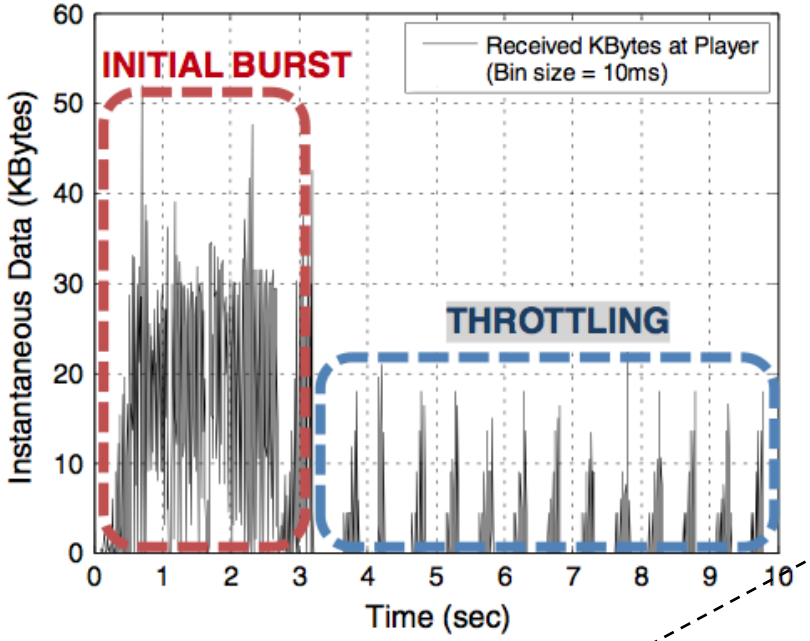
Playback point or **playout delay**
(constant offset between data generation and playback)

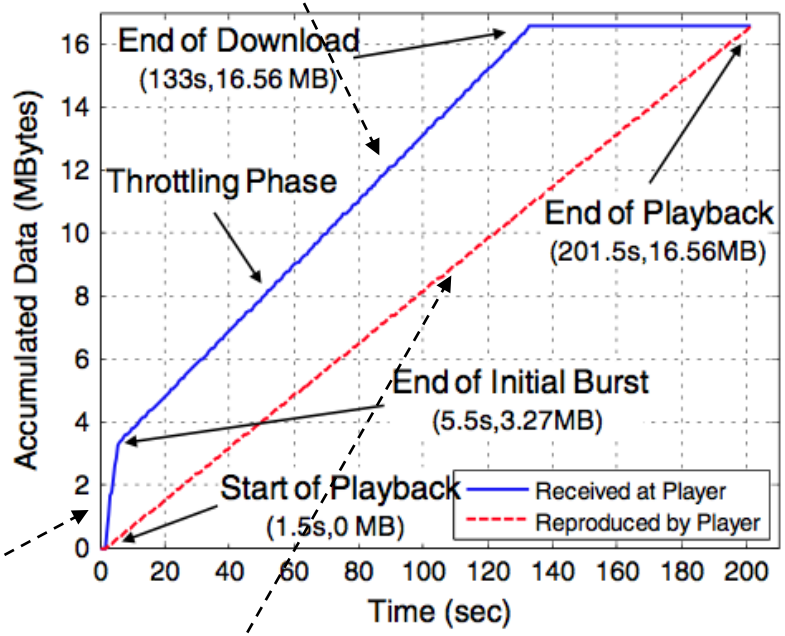
For most of the voice applications the playout delay should be less than 300ms (for some applications even less than 150 ms is required)

5. Concepto y parámetros de QoS

T_r=(16.56–3.27 MB)/(133– 5.5 s) ≈ 0,8 Mbps

Youtube





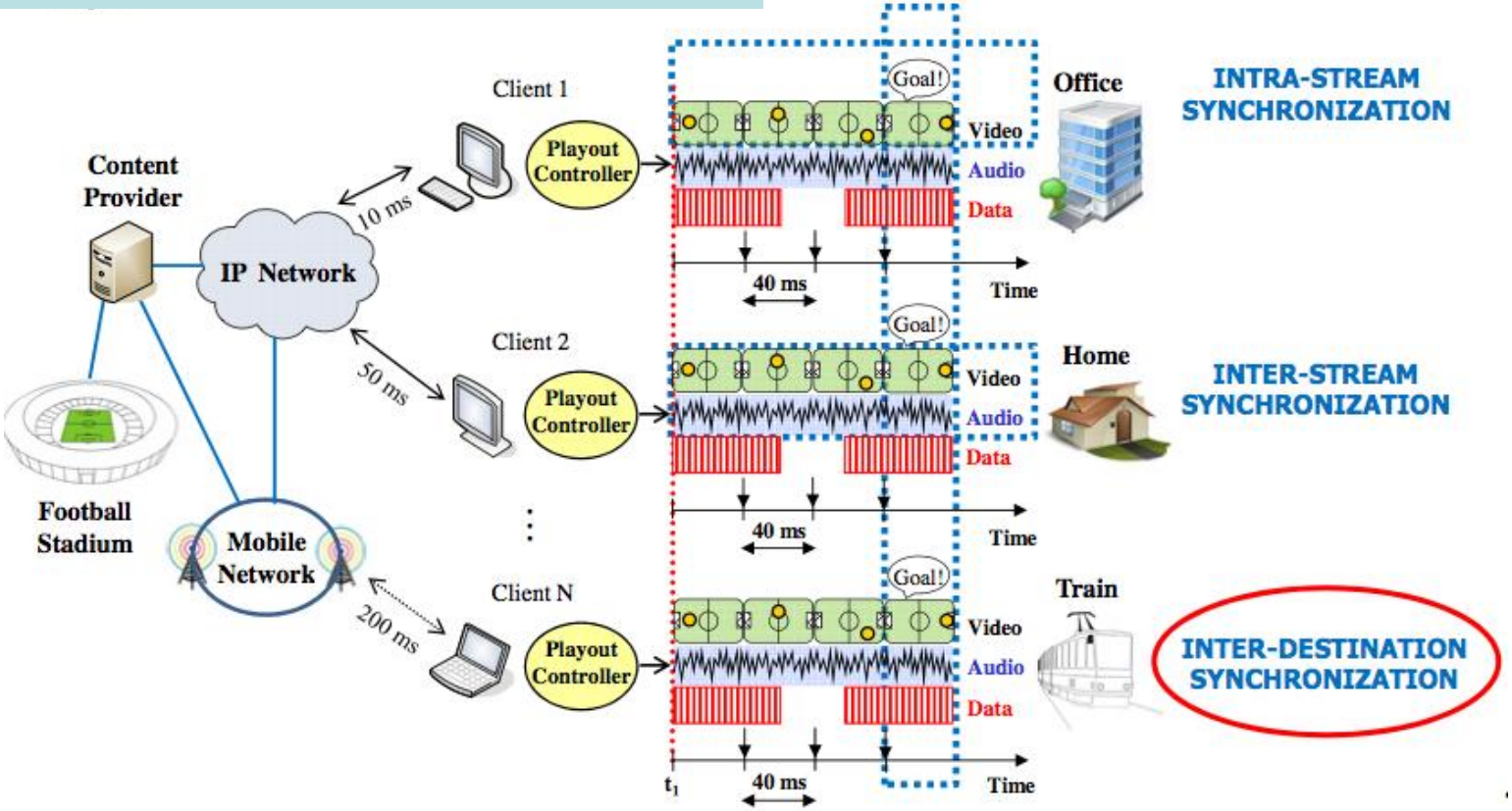
T_r=(3.27 MB)/(5.5 s) ≈ 4,75 Mbps

Vr = (16.56 MB)/(201.5– 1.5 s) ≈ 0,6 Mbps

Analysis and modelling of YouTube traffic, Pablo Ameigeiras et al, TRANSACTIONS ON EMERGING TELECOMMUNICATIONS 2012; 23:360–377

5. Concepto y parámetros de QoS

Sincronización multimedia



RTP/RTCP and Media Sync: A Review and Discussion of Future Work, Mario Montagud Climent, Fernando Boronat Segui, MediaSync.

5. Concepto y parámetros de QoS

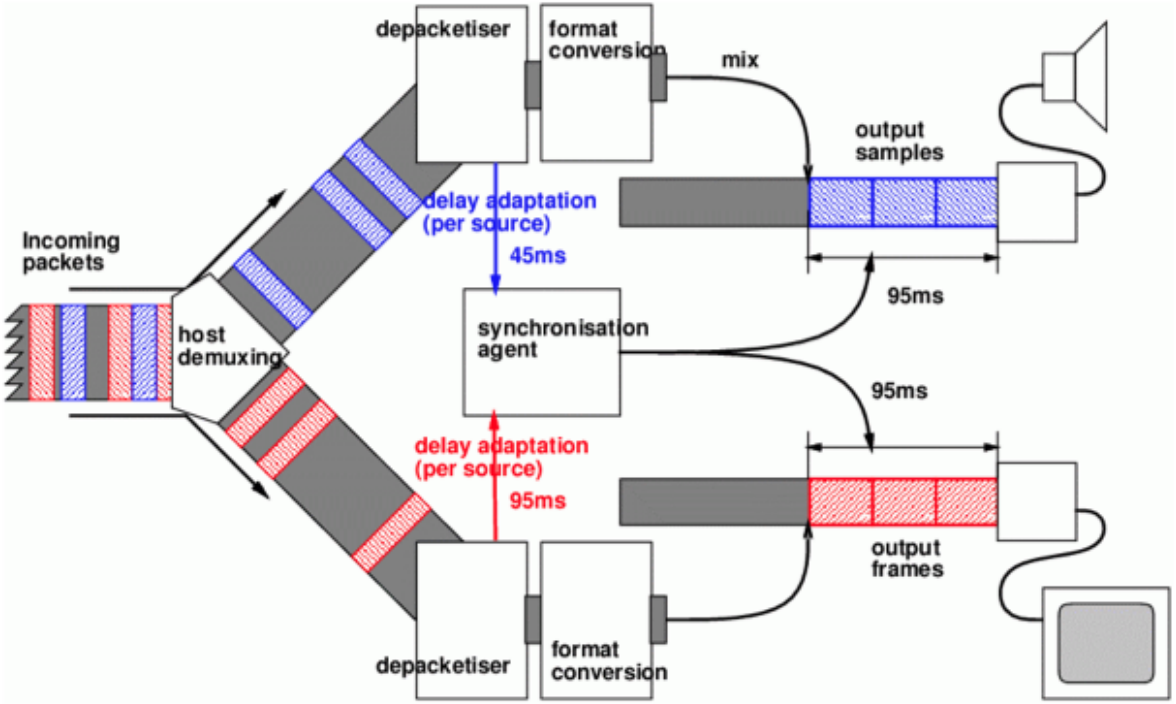
Synchronization Level	Technical Requirement	Relevant use cases
Very high	~ 10 µs – 10 ms	Networked stereo loudspeakers Phased array transducers Networked Video walls
High	~ 10 – 100 ms	Distributed tele-orchestra Networked quiz shows Networked real-time multiplayer games Multiparty multimedia conferencing Conferencing sound reinforcement system Game-show participation
Medium	~ 100 – 500 ms	Synchronous e-learning Synchronous Groupware Presence based games Consumer-originated content On-line election events Second screen sync
Low	~ 500 – 2000 ms	Seamless switching among media devices Shared service control Social TV

RTP/RTCP and Media Sync: A Review and Discussion of Future Work, Mario Montagud Climent, Fernando Boronat Segui, MediaSync.

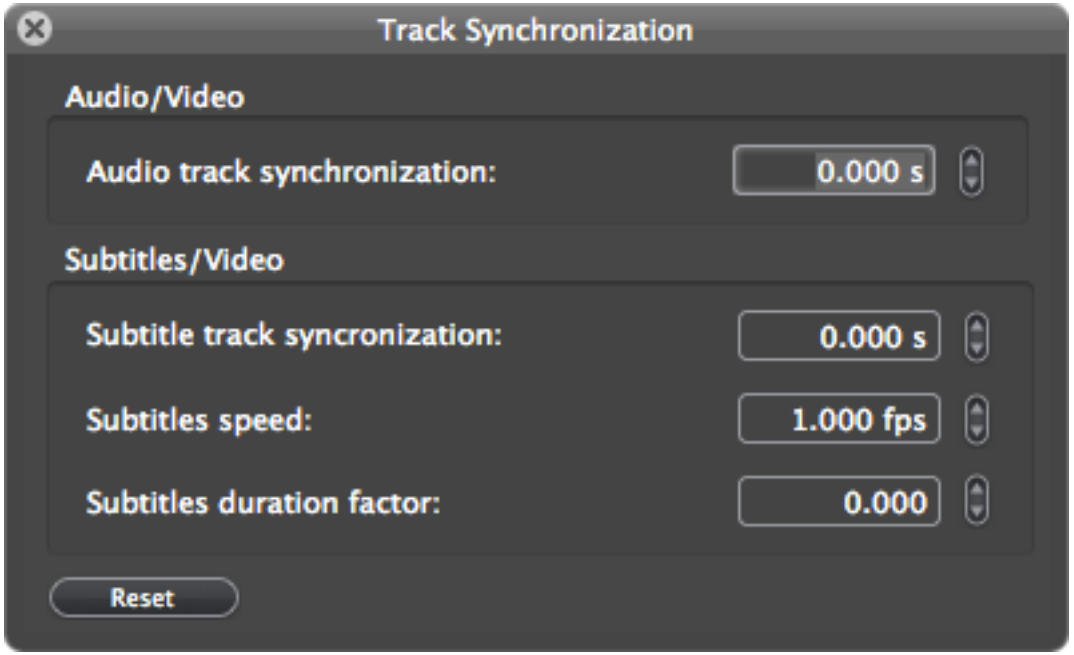
5. Concepto y parámetros de QoS

Inter-stream Synchronization

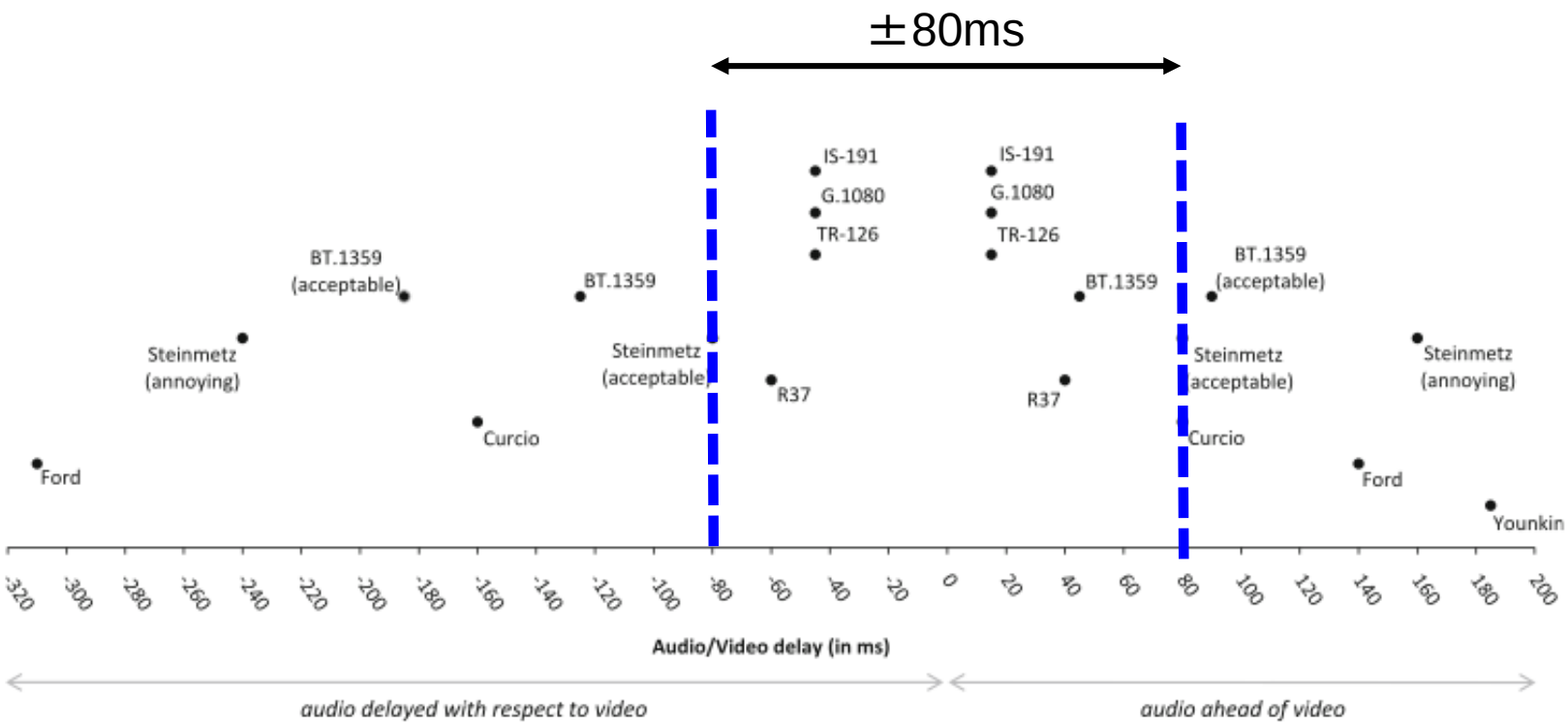
Once media timestamps are related to realtime, inter-stream synchronization can be performed by adjusting the playout delays.



5. Concepto y parámetros de QoS



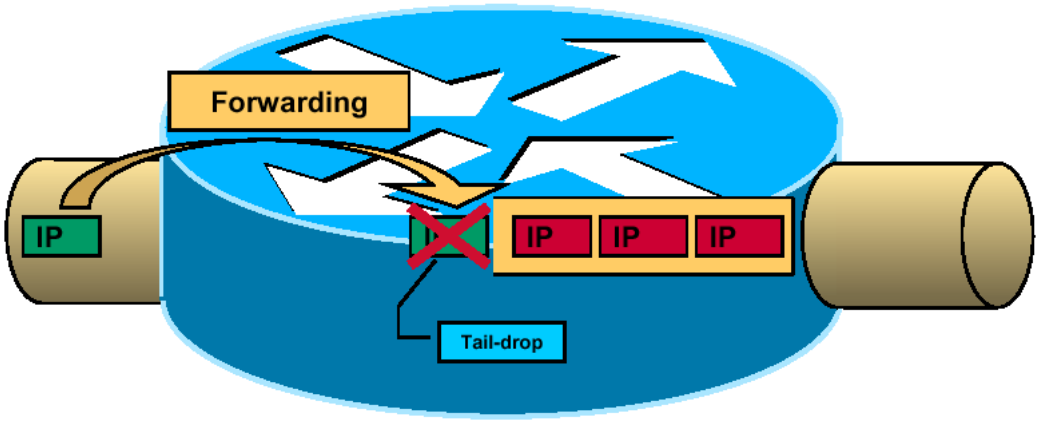
5. Concepto y parámetros de QoS



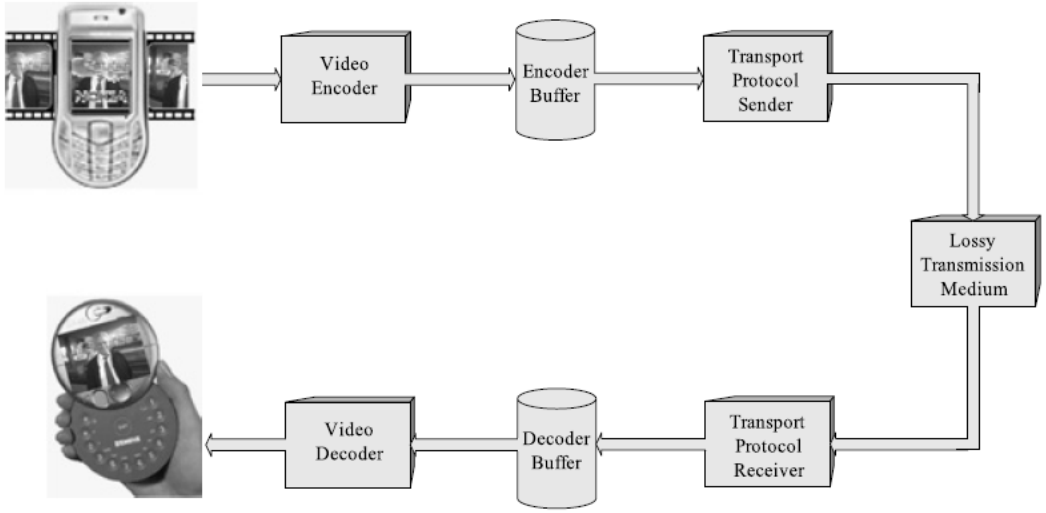
5. Concepto y parámetros de QoS

Pérdidas

Número de paquetes que no son recibidos comparado con el número total de paquetes transmitidos (habitualmente se expresa como un porcentaje).

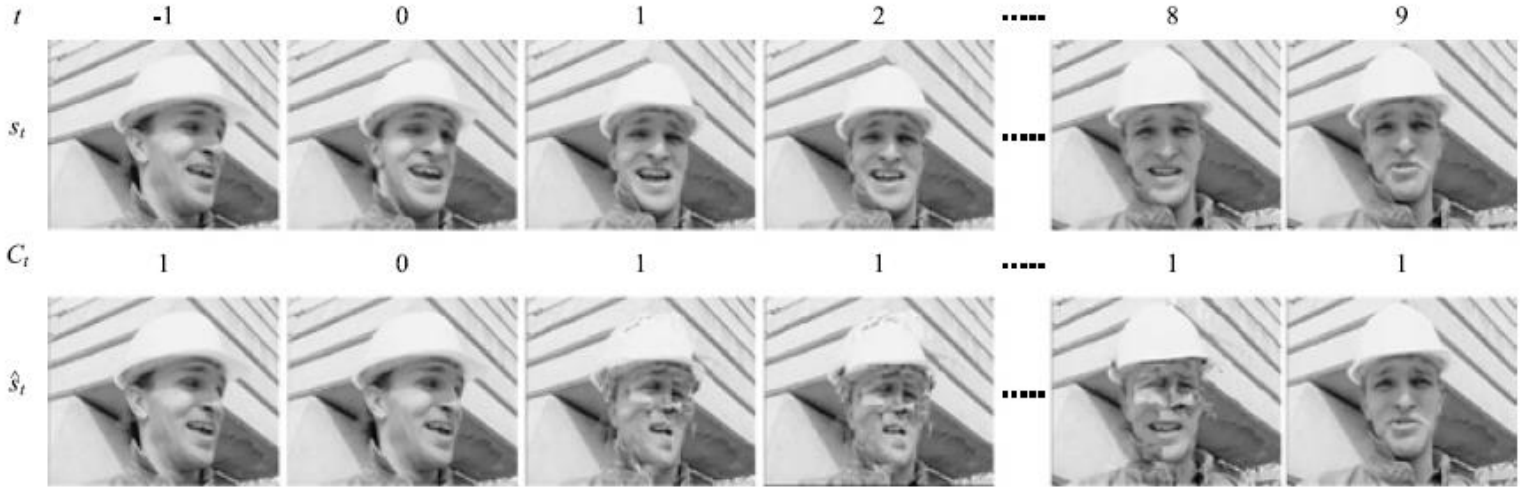


5. Concepto y parámetros de QoS



Intra

Intra



5. Concepto y parámetros de QoS

Need for Error Recovery from Packet Loss

Video Streams highly sensitive to loss

Video is compressed; Each Packet may carry Multiple MPEG Frames
Any loss likely causes visible artifact for a varying amount of time
Rule of thumb is no more than one artifact per 2 hour movie, it translates to:

For MPEG-2 Standard Definition content @ 3.75 Mbps this translates to a PLR of (7 x 188 x 8) / (3,750,000 x 3600 x 2) = < 0.390 x 10-6

MPEG-4 AVC or SMPTE VC-1 High Definition requires at least 6 Mbps or PLR of (7 x 188 x 8) / (6,000,000 x 3600 x 2) = < 0.244 x 10-6

5. Concepto y parámetros de QoS

Dos tipos de pérdidas:

- Network loss: los paquetes son descartados por la red
- Playback loss: los paquetes llegan al receptor "demasiado" tarde (se ha superado su "*playout deadline*")

Tolerancia a pérdidas:

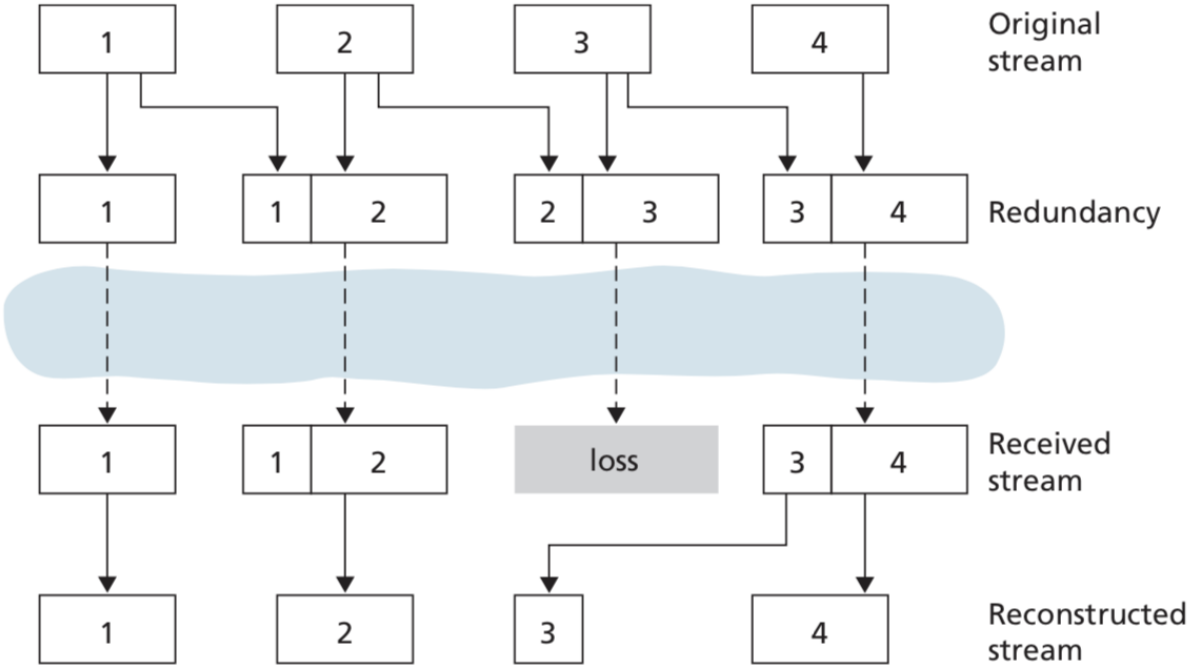
- Depende del tipo de aplicación y codificación utilizada
- En general se tolera un porcentaje de pérdidas

Soluciones:

- Debido a la "intolerancia a los retardos" las soluciones basadas en ARQ no suelen ser válidas (y retransmisiones desde la fuente nunca válidas en entornos multicast o broadcast)
- Los mecanismos de *Forward Error Correction* (FEC) pueden ser una solución para la detección y corrección de errores

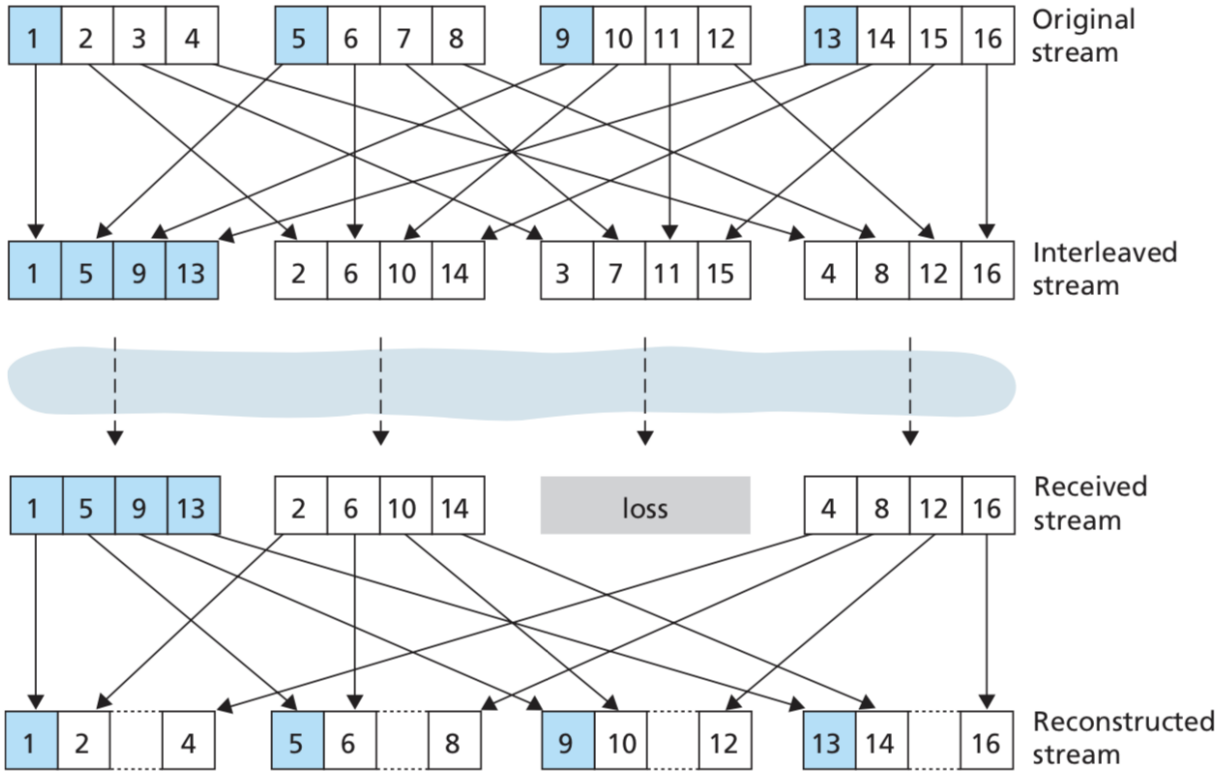
5. Concepto y parámetros de QoS

Piggybacking lower-quality redundant information



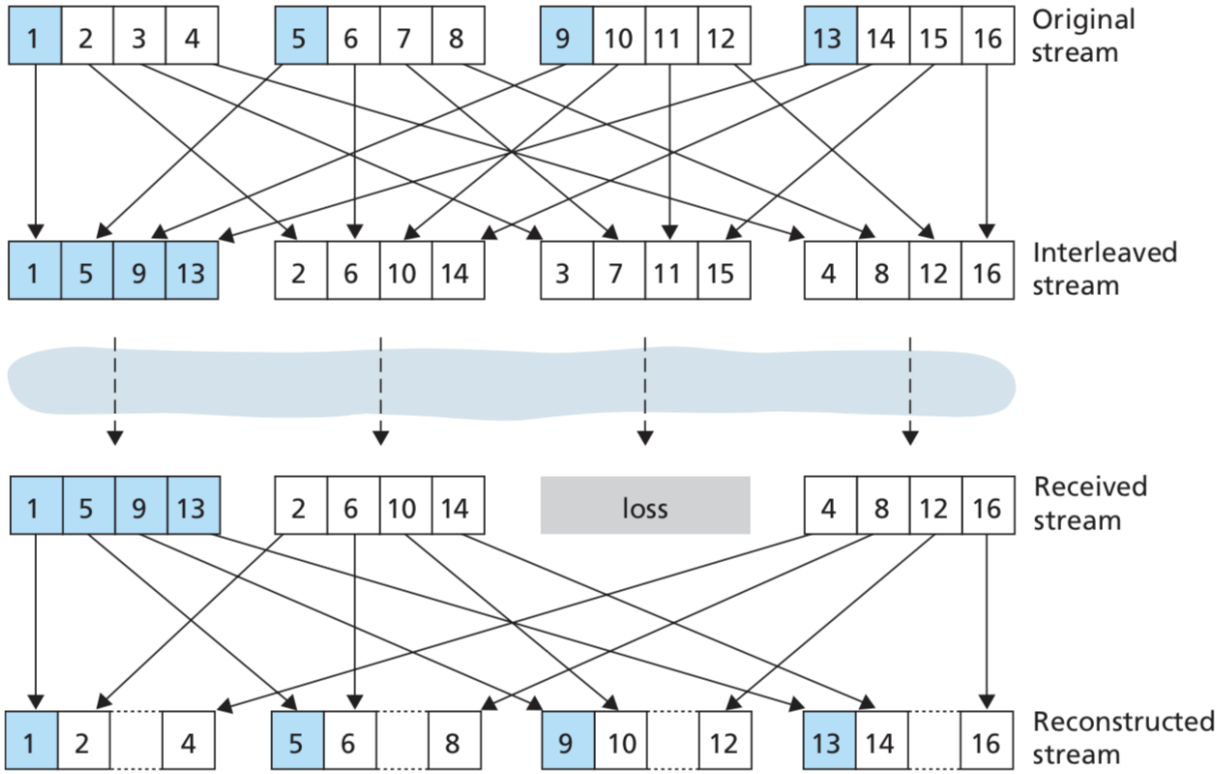
5. Concepto y parámetros de QoS

Sending interleaved packets



5. Concepto y parámetros de QoS

Sending interleaved packets



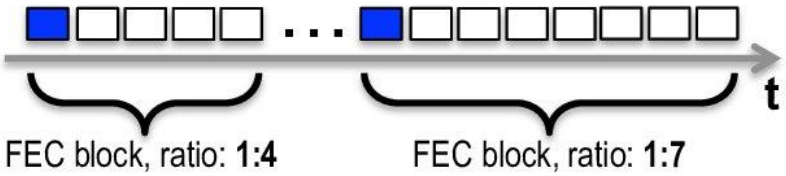
5. Concepto y parámetros de QoS

CORRECCIÓN DE ERRORES: FEC

- En los sistemas de comunicación resulta conveniente utilizar mecanismos de protección frente a errores
  - Corrección de errores a nivel de paquete -> FEC (*Forward Error Correction*)
- Los códigos FEC hacen las comunicaciones más robustas
- Los códigos FEC generan nuevos paquetes a partir de paquetes ya existentes. Proporcionan redundancia a la transmisión para que los receptores puedan reconstruir paquetes perdidos.

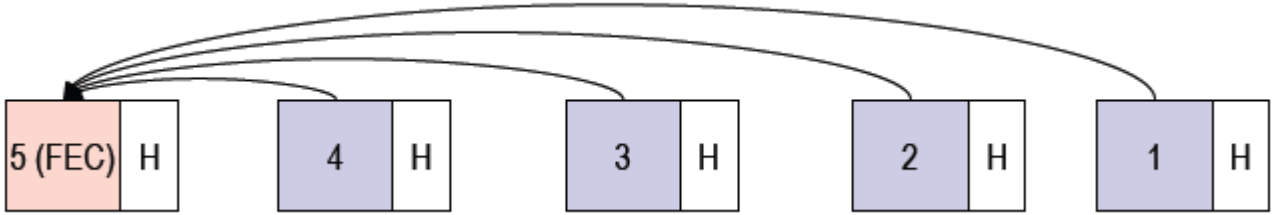
Compromiso:

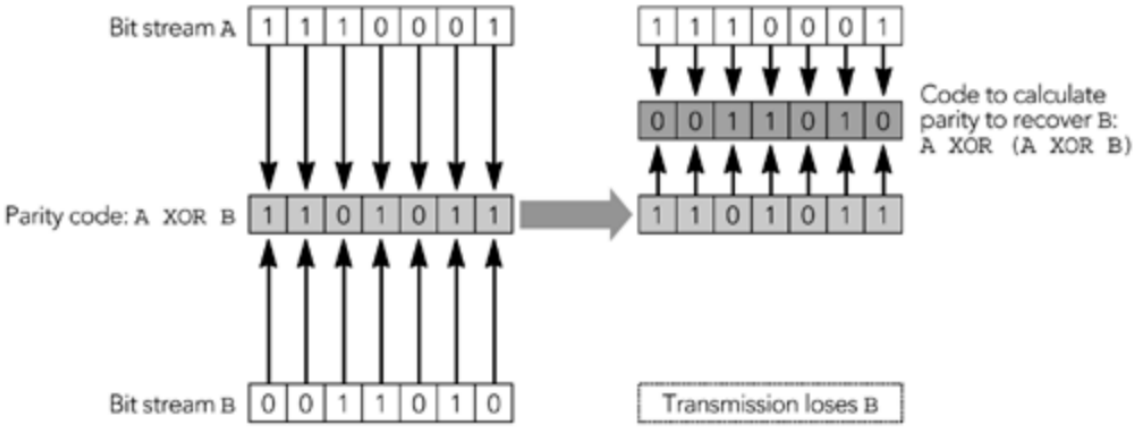
- Cuanta más información redundante se envíe más efectiva será la detección y corrección, pero menos eficiente en cuanto al ancho de banda utilizado



5. Concepto y parámetros de QoS

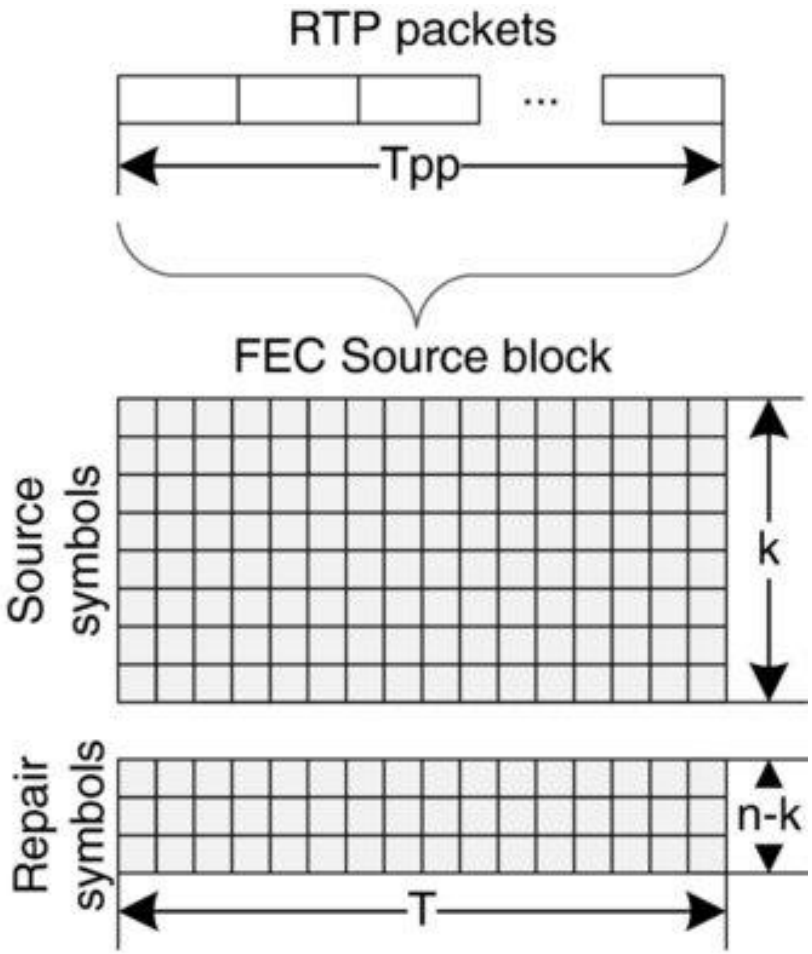
- **Ejemplo**: envío de un paquete de paridad formado por la suma XOR de los paquetes anteriores



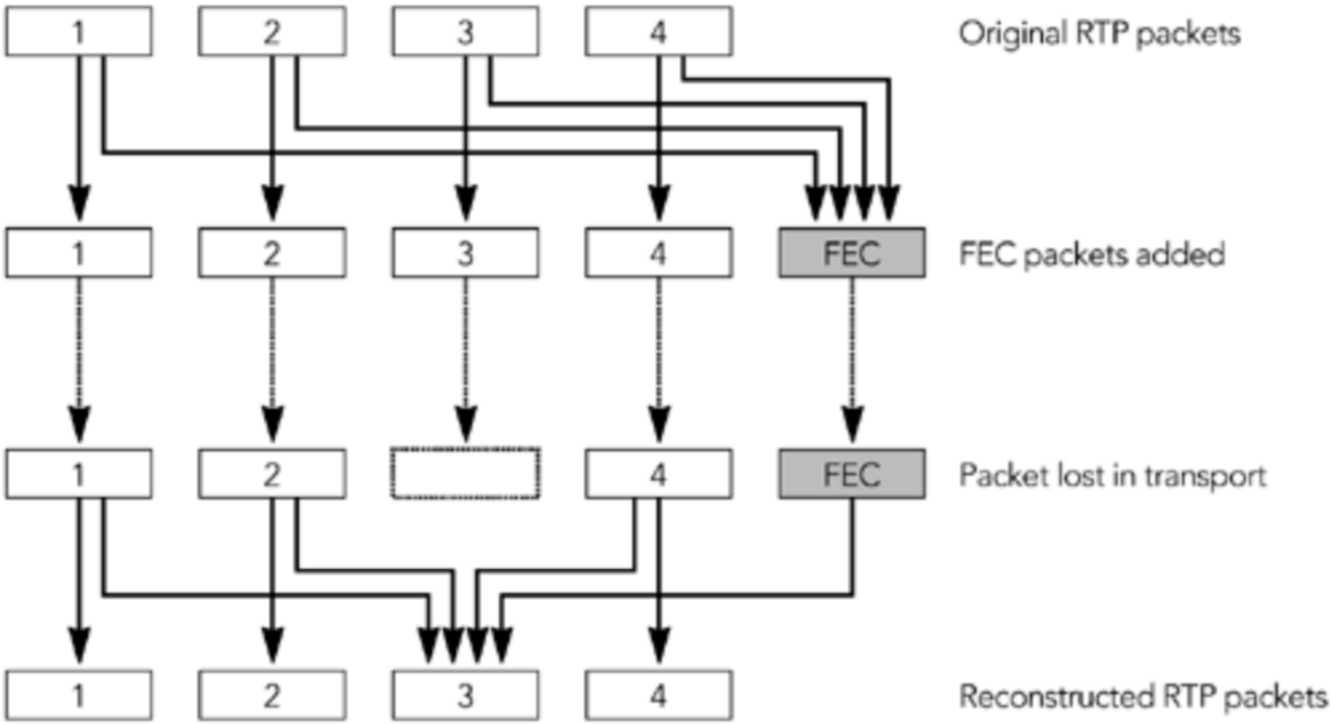


5. Concepto y parámetros de QoS

Los códigos FEC más eficientes permiten recuperar los *k* paquetes que forman un flujo a partir de *k* cualesquiera paquetes recibidos



5. Concepto y parámetros de QoS



5. Concepto y parámetros de QoS

AL-FEC defined by Pro-MPEG CoP3 (SMPTE 2022)

- **Original Stream** partitioned into sequential source blocks L x D. Defines protection period: the duration of time of the original stream that is used as the source block

- **Constant latency** introduced and is proportional to the block size. Adjusted to reduce overhead or increase protection

- **Redundant protection packets** are added to the source block (XOR based). FEC overhead: the amount of redundancy introduced by FEC protection

Implementation:

- Cisco implemented RFC 5109 and Pro-MPEG CoP #3 release 2 (SMPTE 2022), based on XOR, including 1-D and 2-D FEC (2007).

- IETF Inrternet-Draft 13/01/2019. RTP Payload Format for Flexible Forward Error Correction (FEC)

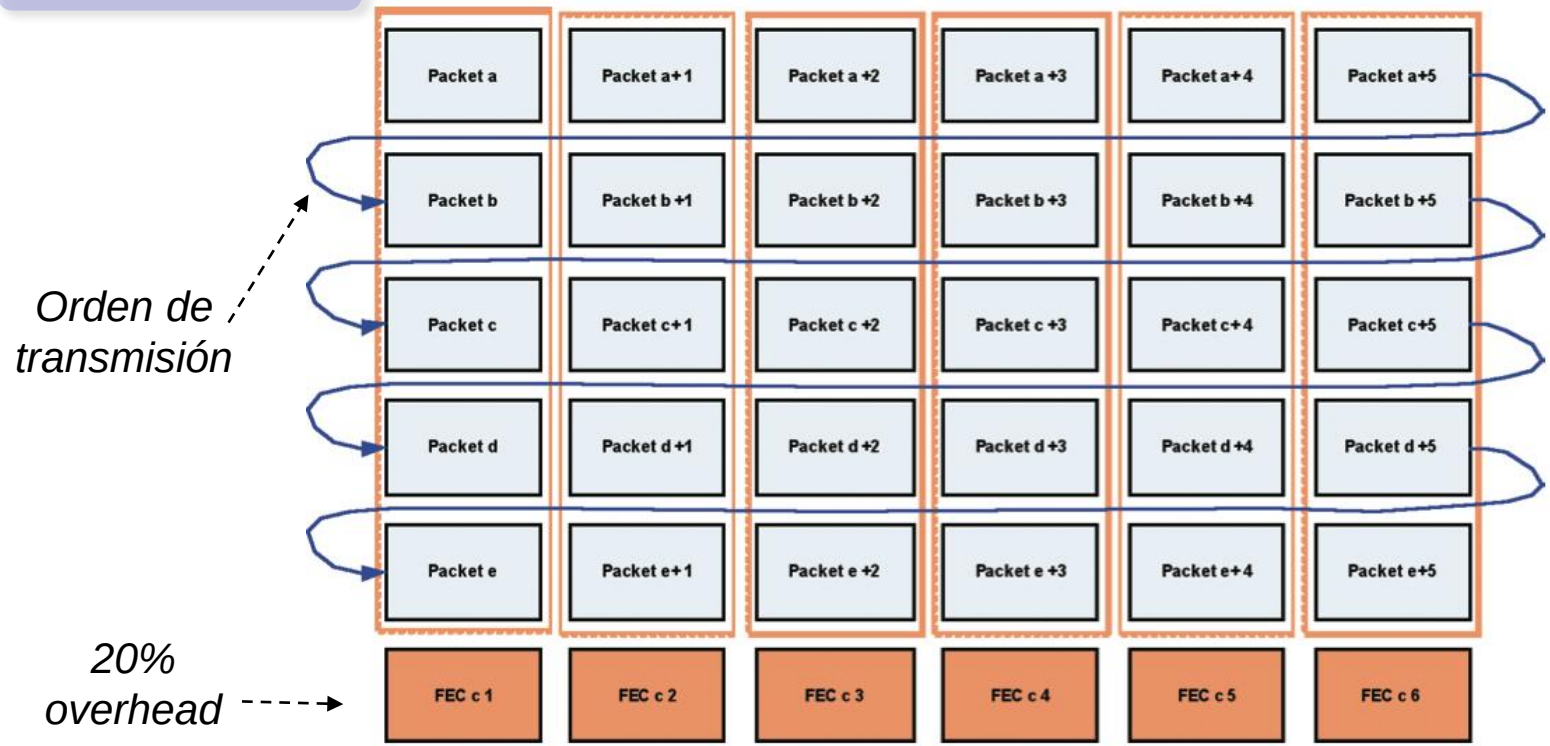
5. Concepto y parámetros de QoS

ROW FEC

- Paquetes consecutivos se agrupan en una fila para el cálculo del paquete FEC
- El tamaño de la fila determina la tasa de protección y el *overhead* introducido
- Agrupaciones pequeñas implican alto grado de protección pero también alto *overhead*
- Transmisión secuencial: Packet *a* → …→ Packet *a+5* → FEC*r*
- Sólo puede recuperar pérdidas de un paquete (*no burst correction*)
- En el caso de pérdidas el receptor debe esperar a recibir todos los paquetes de datos más el paquete de FEC

5. Concepto y parámetros de QoS

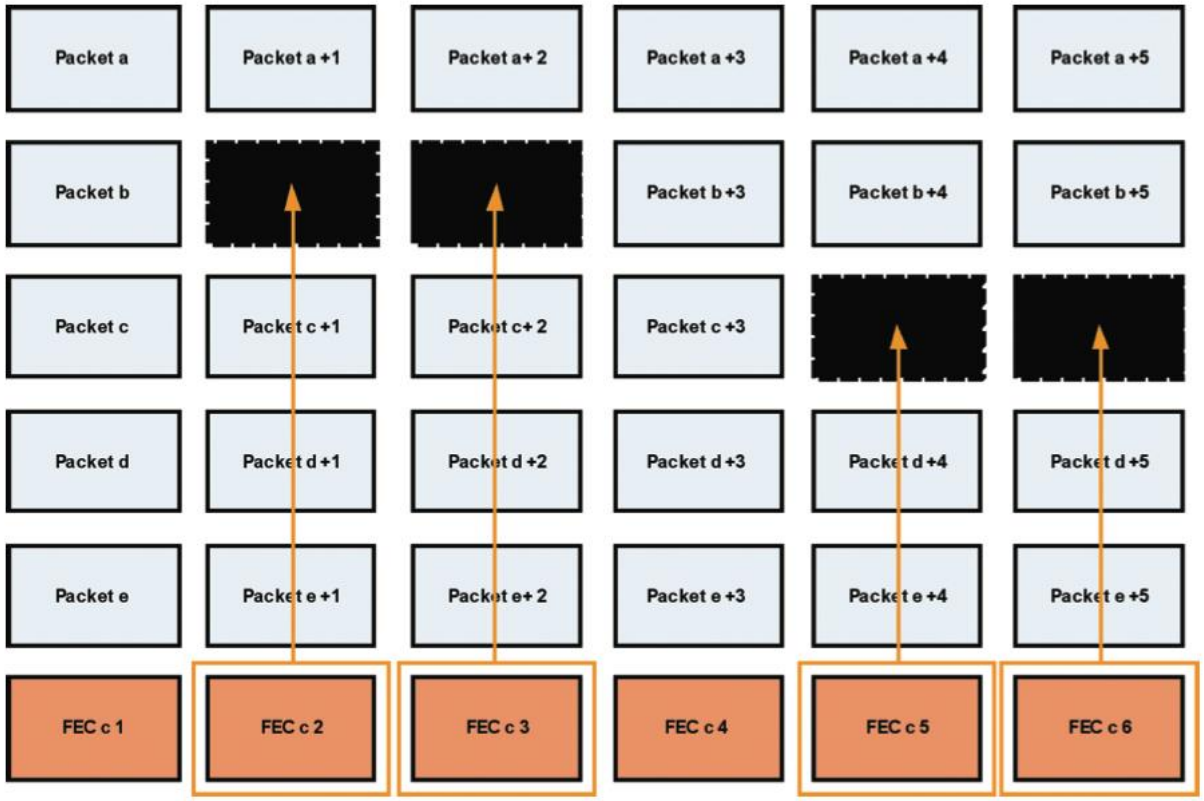
COLUMN FEC



- Mayor protección frente a "*burst errors*"
- Transmisión de los paquetes FEC con "interleaving" con la siguiente matriz → *Delay* en el receptor = recepción de 2 matrices (+ FEC)

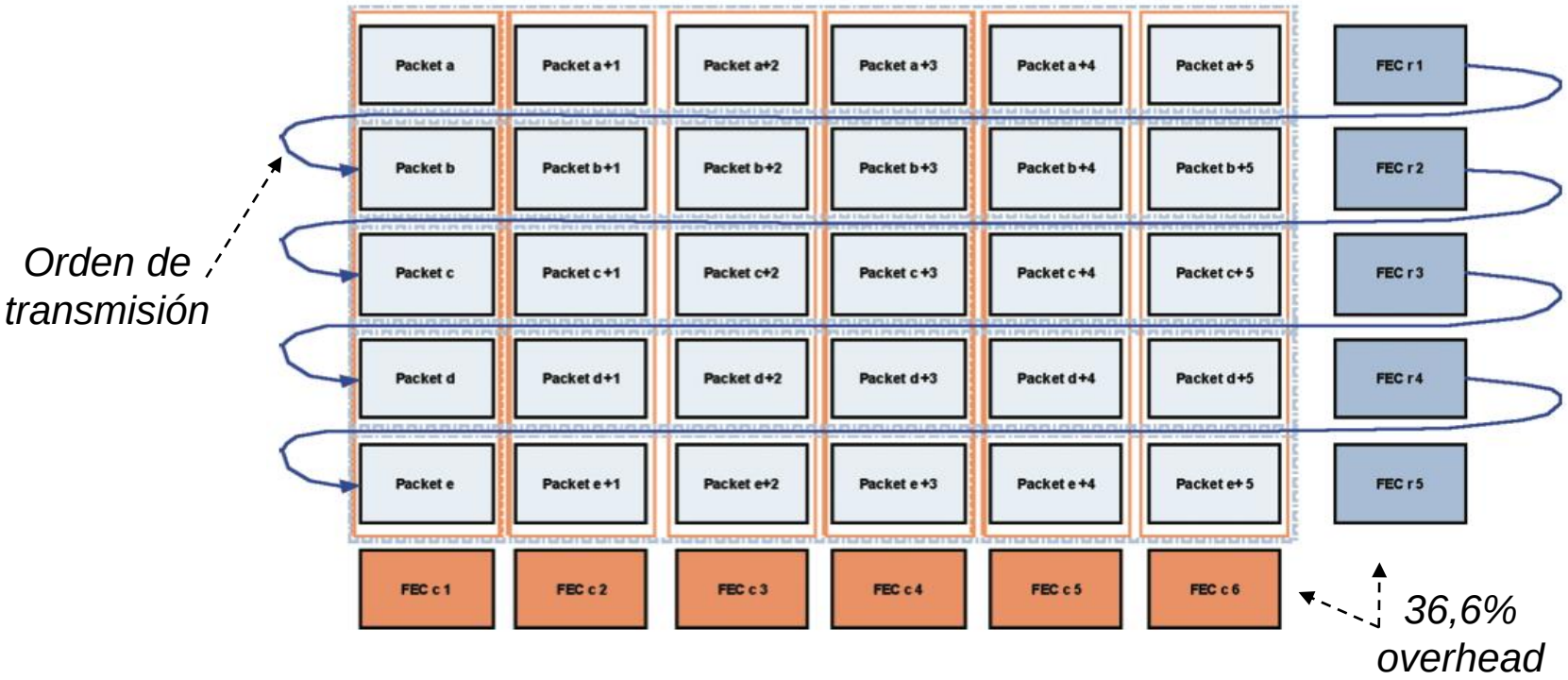
5. Concepto y parámetros de QoS

Ejemplo: *Low packet drop rate but prone to bursting*



5. Concepto y parámetros de QoS

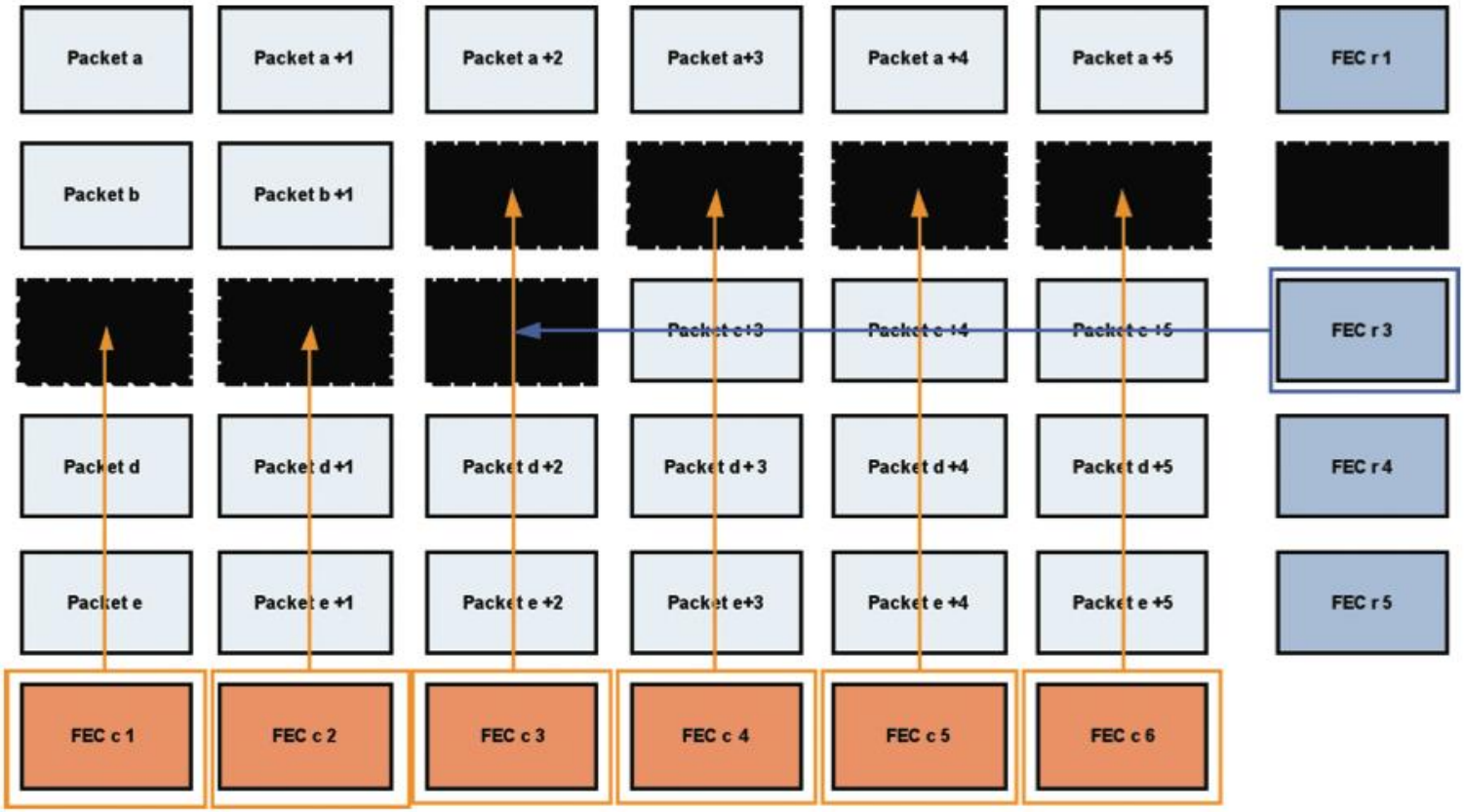
MATRIX FEC



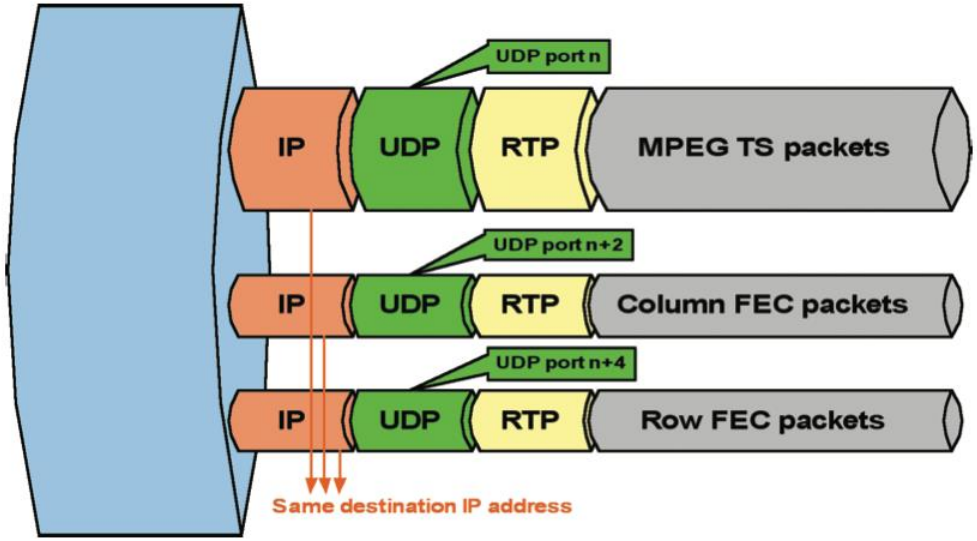
- Mayor protección frente a "*burst errors*" y "*one packet loss*"
- Transmisión de los paquetes FEC con "interleaving" con la siguiente matriz → *Delay* en el receptor = recepción de 2 matrices (+ FEC)

5. Concepto y parámetros de QoS

Ejemplo: *High packet drop rate*



5. Concepto y parámetros de QoS

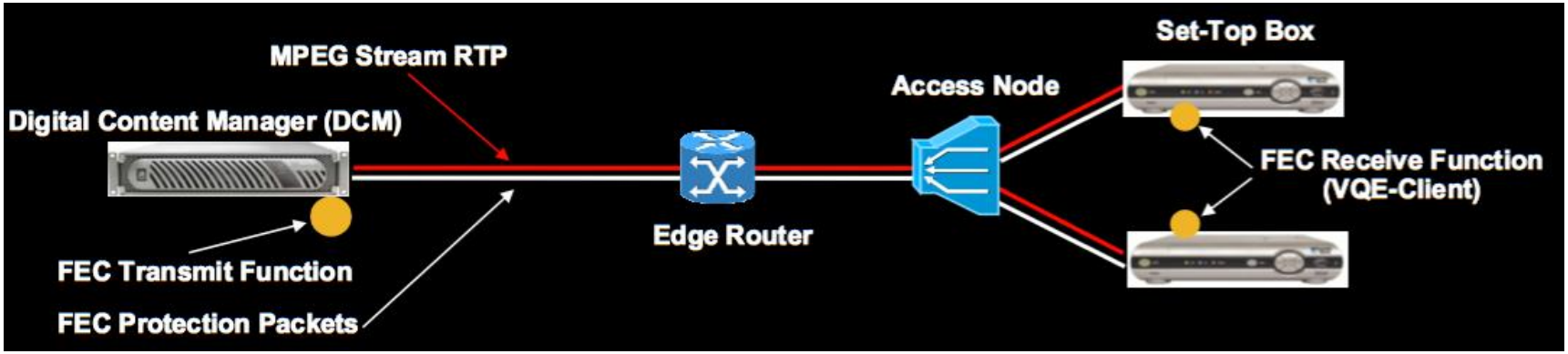


Transmisión de los flujos y FEC:

- Paquetes FEC transmitidos en canales diferentes (puertos diferentes) por compatibilidad con receptores sin capacidad de procesamiento de FEC

5. Concepto y parámetros de QoS

CISCO Application-Layer Forward Error Correction (AL-FEC)



Employs error correcting codes to cope with bit errors by adding redundancy (parity bits) to packets before they are transmitted. Parity bits used by receiver to detect and correct errors.

5. Concepto y parámetros de QoS

The Methodology

How we verify that an Internet Provider can consistently serve YouTube in HD.

The Ratings

$$\text{Goodput}_R = \text{Response Size}_R / \text{Response Time}_R$$

What do the ratings mean?

The ratings represent the video streaming quality you can expect (at least 90% of the time) when you watch YouTube on an Internet Service Provider

- **YouTube HD Verified:** Users on YouTube HD Verified networks should expect smooth playback most of the time when watching high-definition YouTube videos (720p and above).
- **Standard Definition:** Users on networks rated as

https://www.google.com/get/videoqualityreport/#methodology

Índice

Objetivos

Contenido

1. Introducción
2. Tráfico en Internet
3. Aplicaciones multimedia
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. Concepto y parámetros de QoS
6. **Actividades y prácticas**
7. Referencias bibliográficas

6. Actividades y prácticas

6. Actividades y prácticas

White paper
Cisco public

cisco

Cisco Visual Networking Index: Forecast and Trends, 2017–2022

This forecast is part of the Cisco® Visual Networking Index™ (Cisco VNI™), an ongoing initiative to track and forecast the impact of visual networking applications. This document presents the details of the Cisco VNI global IP traffic forecast, key trends and the underlying methodology. For more global, regional and select country-level projections, refer to the VNI Forecast Highlights tool.

Executive summary

Global traffic projections

Annual global IP traffic will reach 4.8 ZB per year by 2022, or 396 Exabytes (EB) per month. In 2017, the annual run rate for global IP traffic was 1.5 ZB per year, or 122 EB per month.

Global IP traffic will increase threefold over the next 5 years. Overall, IP traffic will grow at a Compound Annual Growth Rate (CAGR) of 26 percent from 2017 to 2022. Monthly IP traffic will reach 50 GB per capita by 2022, up from 16 GB per capita in 2017.

Busy hour Internet traffic is growing more rapidly than average Internet traffic. Busy hour (or the busiest 60minute period in a day) Internet traffic will increase by a factor of 4.8 between 2017 and 2022, and average Internet traffic will increase by a factor of 3.7.

Global internet users and devices/Connections

The number of devices connected to IP networks will be more than three times the global population by 2022. There will be 3.6 networked devices per capita by 2022, up from 2.4 networked devices per capita in 2017. There will be 28.5 billion networked devices by 2022, up from 18 billion in 2017.

M2M connections will be more than half of the global connected devices and connections by 2022. The share of M2M connections will grow from 34 percent in 2017 to 51 percent by 2022. There will be 14.6 billion M2M connections by 2022.

Smartphone traffic will exceed PC traffic. In 2018, PCs accounted for 41 percent of total IP traffic, but by 2022 PCs will account for only 19 percent of IP traffic. Smartphones will account for 44 percent of total IP traffic by 2022, up from 18 percent in 2017.

© 2018 Cisco and/or its affiliates. All rights reserved.

ASIGNATURA:
COMUNICACIONES MULTIMEDIA

ACTIVIDAD: CUESTIONARIO ARTÍCULOS

Cisco Visual Networking Index (2017-2022)
(documento PoliformaT)

A partir de la información del apartado “Forecast Overview”:

1. ¿Cuál es el tráfico global IP medido en 2017 y el tráfico pervisto en 2022? ¿A qué corresponde un ExaByte?

2. A partir de los datos históricos que se tienen del tráfico en Internet, compara el tráfico en 1992 y el tráfico previsto en 2022.

A partir de la información del apartado “Trend 1”:

3. Indica el número de conexiones generadas por aplicaciones M2M, por Smartphones y por TV Conectadas. Sobre las aplicaciones M2M, indica algunos tipos de este tipo de aplicaciones.

4. Indica el porcentaje de dispositivos TV 4K que se prevé en el 2022. Indica también los bitrates asociados a resoluciones de vídeo SD, HD y UHD (4K).

5. En cuanto al tráfico generado con resoluciones SD, HD y UHD (4K), indica la evolución de los mismos entre 2017 y 2022.

6. Actividades y prácticas

ASIGNATURA:
COMUNICACIONES MULTIMEDIA

ACTIVIDAD:
CUESTIONARIO VÍDEO: *Content is King*
(Bit Experience 2017)

1. Extraer de forma individual las 10 ideas más interesantes que consideres relacionadas con el vídeo.

2. Comentar con el grupo y redactar las 5 ideas que consideráis más interesantes consensuadas entre todos.

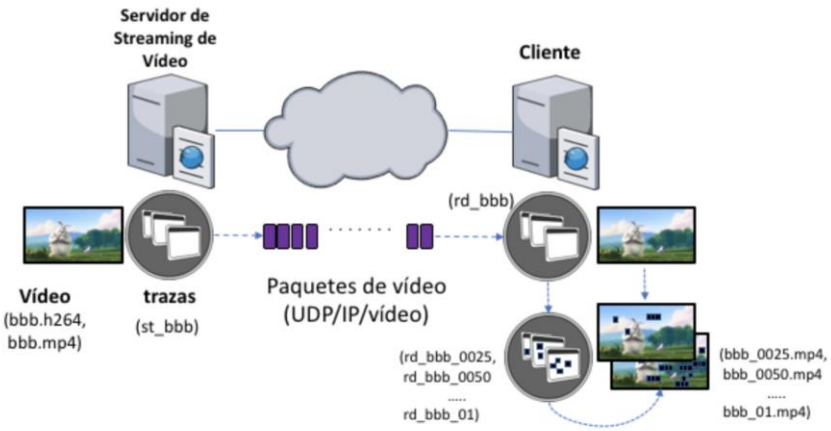
3. Explicar las ideas al resto de la clase.*

URL Vídeo:
https://www.youtube.com/watch?v=5l-ybDZj_bI

IDEAS INDIVIDUALES

IDEA	TEXTO INDIVIDUAL
1	
2	

6. Actividades y prácticas



Paso 1. Paquetización del vídeo .h264 en el formato .mp4
Paso 2. Transmisión y captura del vídeo .mp4 y generación de las trazas
Paso 3. Generación de errores en las trazas capturadas
Paso 4. Reconstrucción de los vídeos .mp4 con errores
Paso 5. Cálculo del PSNR y evaluación subjetiva de los vídeos reconstruidos

ASIGNATURA:
COMUNICACIONES MULTIMEDIA

PRÁCTICA:
EFECTO DE LAS PÉRDIDAS EN EL VÍDEO COMPRIMIDO

OBJETIVO:

Utilizar herramientas de transmisión y análisis de vídeo para generar pérdidas y poder estudiar sus efectos en la calidad de experiencia del usuario.

DOCUMENTACIÓN:
Contenidos de vídeo:
Ejemplos: www.blender.org (peach.blender.org)

Software y scripts para la transmisión, captura y generación de pérdidas:
Software para la codificación:
Ffmpeg (http://ffmpeg.org)

Software para la captura y generación de pérdidas:
nc, tcpdump, awk (losses.awk)

Software para la paquetización:
MP4BOX (http://www2.tkn.tu-berlin.de/research/evalvid/fw.html#bin)

Software para la generación de trazas:
Evalvid (http://www2.tkn.tu-berlin.de/research/evalvid/fw.html#bin)

METODOLOGÍA:

Índice

Objetivos

Contenido

1. Introducción
2. Tráfico en Internet
3. Aplicaciones multimedia
4. Arquitecturas para la distribución de contenidos
5. Concepto y parámetros de QoS
6. Actividades y prácticas
7. **Referencias bibliográficas**

7. Referencias bibliográficas

7. Referencias bibliográficas

- **“Computer Networking: A Top-Down Approach”, 7th Edition, James Kurose, Keith Ross, 7th Edition, 2017.**
- “Multimedia Quality of Experience (QoE): Current Status and Future Requirements”, 2016, Ed. John Wiley.
- “Fundamental of multimedia”, Li,Ze-Nian,Springer, 2014.
- “Digital Video Distribution in Broadband, Television, Mobile and Converged Networks: Trends, Challenges and Solutions”, S. Paul, Wiley 2010.
- “Video Over IP: IPTV, Internet Video, H.264, P2P, Web TV, and Streaming: A Complete Guide to Understanding the Technology”, Wes Simpson, 2008.
- “Multimedia over IP and Wireless Networks”, Van der Schaar- Philip A. Chou,2007.
- Presentaciones: Mark Handley, University College London
- Presentaciones: Sugih Jamin's Courses, University of Michigan