Paquetización de Voz y Video en Redes IP

Introducción

PAQUETIZACIÓN DE VOZ Y VIDEO EN REDES IP

Paquetización de los flujos multimedia

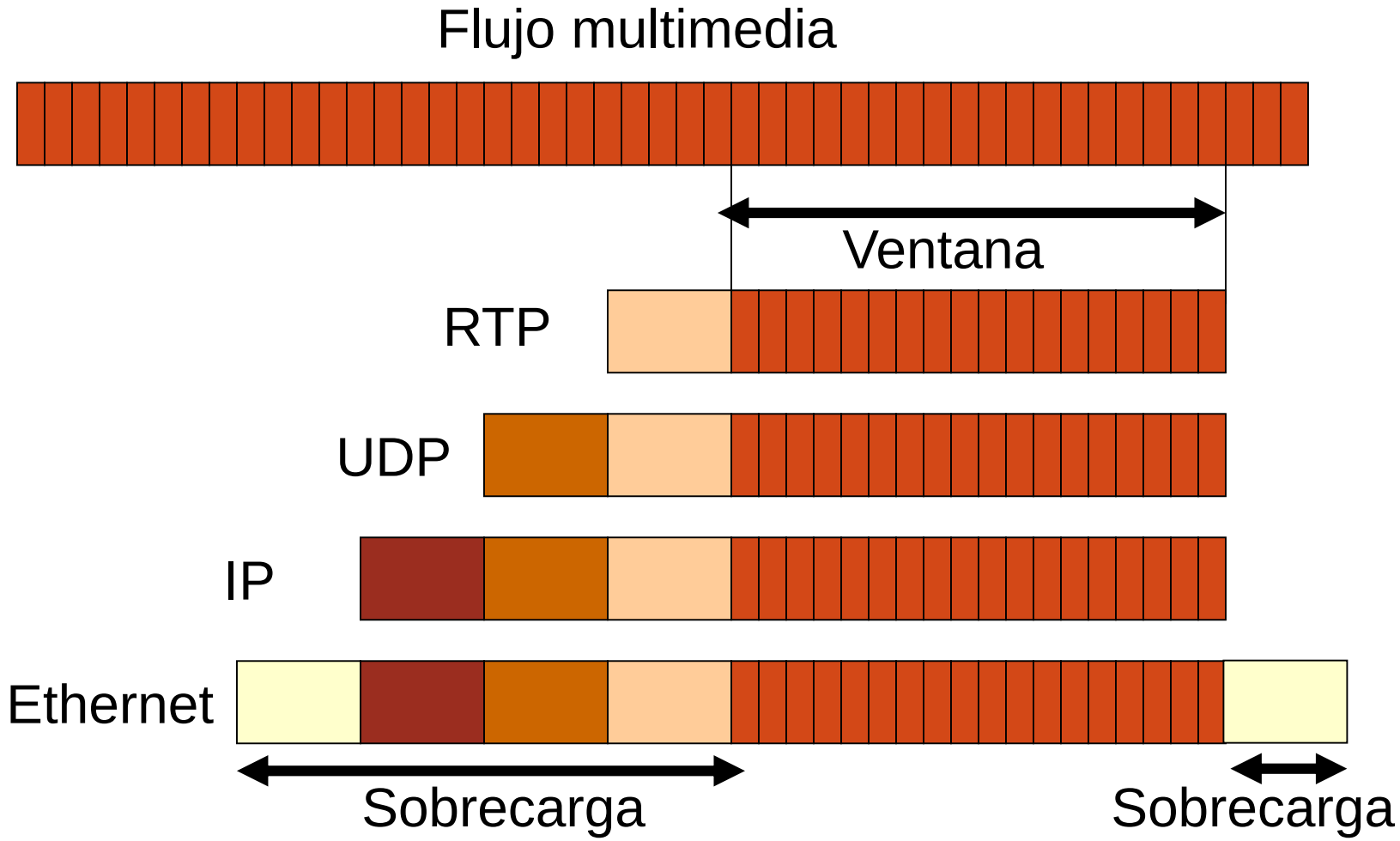
Para poder transmitir la información codificada de voz o video sobre redes de datos, es necesario armar “paquetes”.

Es necesario “juntar” un conjunto apropiado de información para armar un paquete.

Cada paquete tiene una cantidad mínima de información de control

- Cabezal del paquete
- Origen, destino
- Etc.

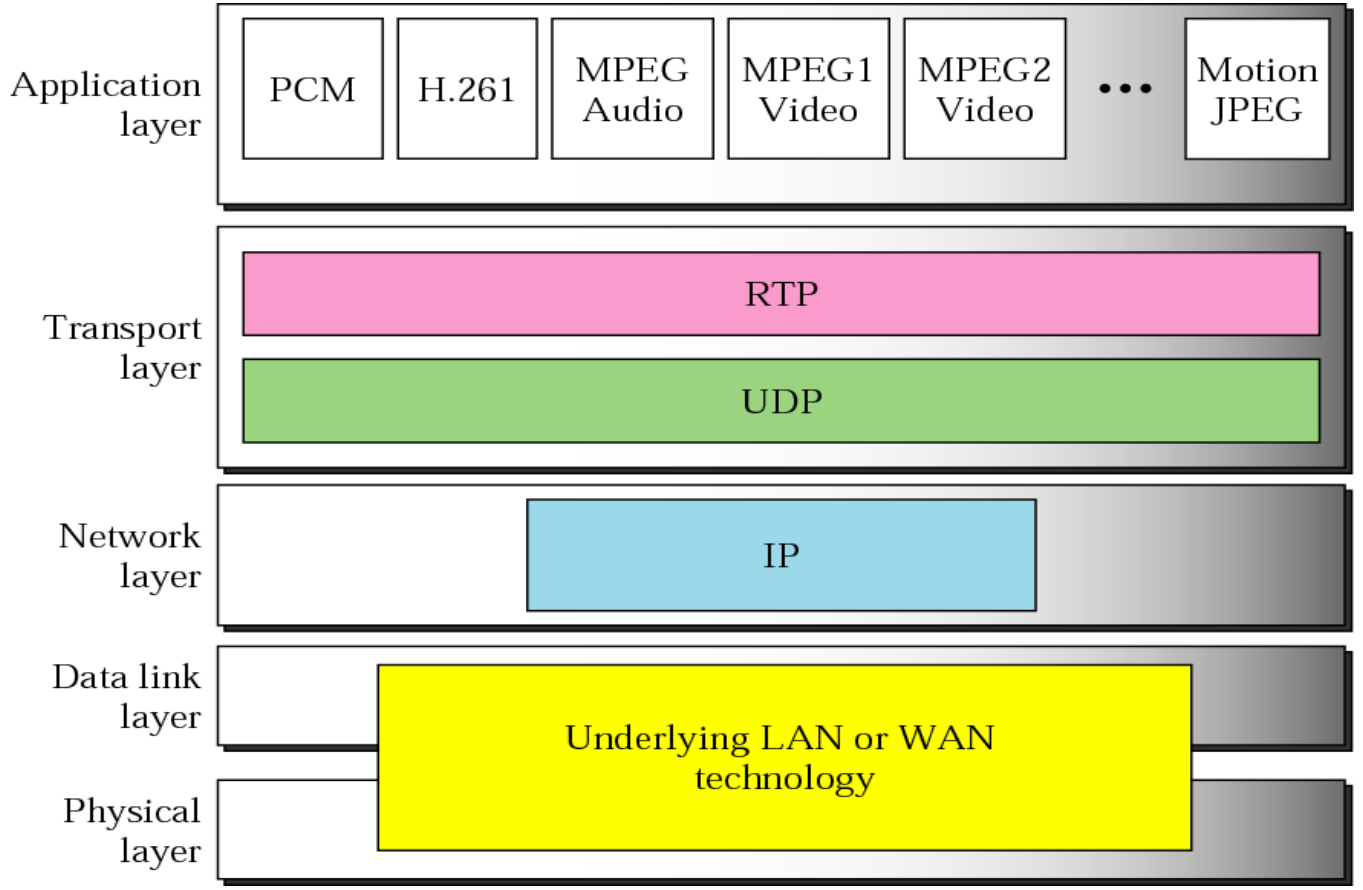
Transmisión de multimedia sobre redes de datos



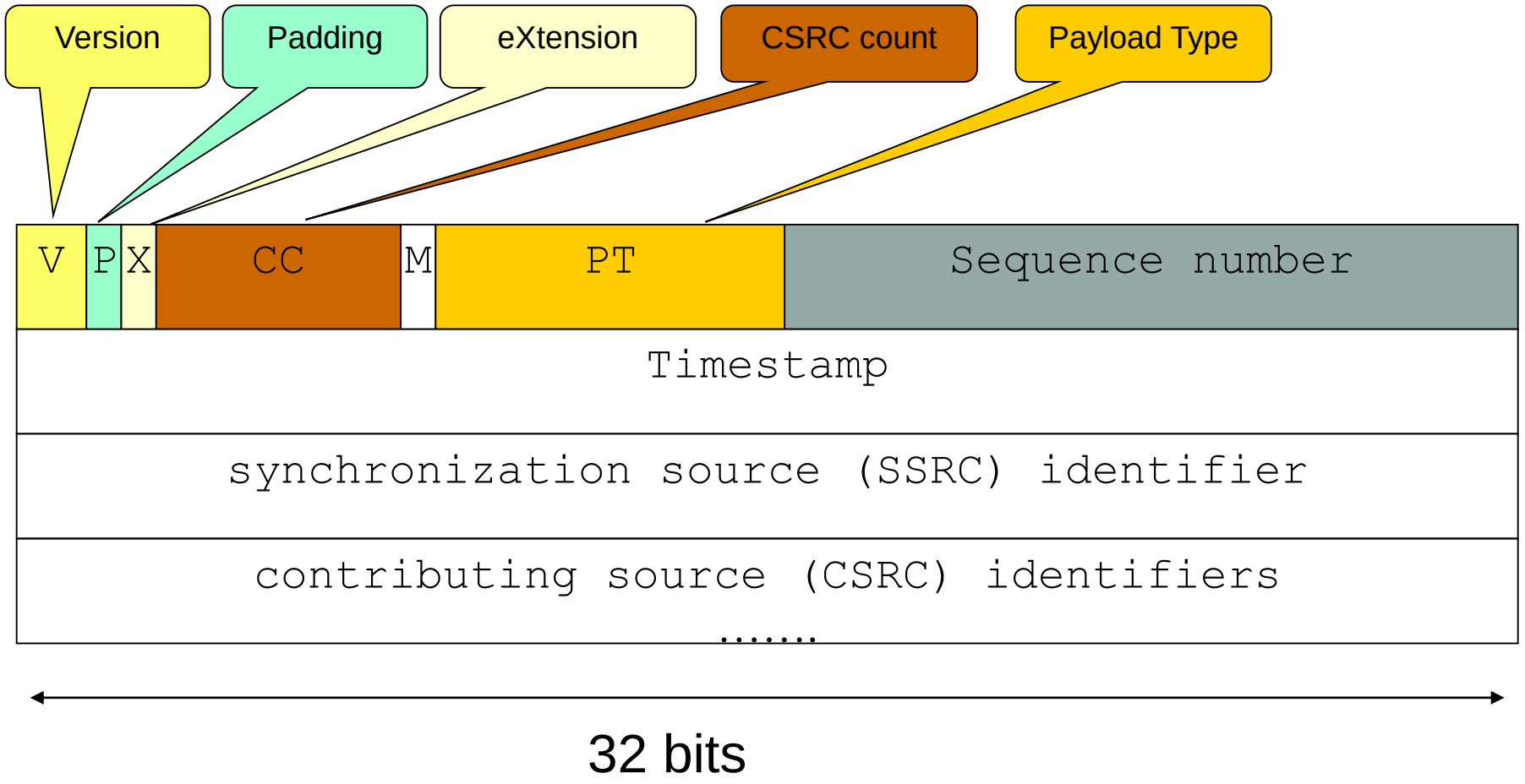
RTP – Real Time Protocol

Es un protocolo para transmisión de datos de tiempo real (audio y video) sobre IP

Está estandarizado en el RFC 3550



RTP - Cabezal


Version
Padding
eXtension
CSRC count
Payload Type
V
P
X
CC
M
PT
Sequence number
Timestamp
synchronization source (SSRC) identifier
contributing source (CSRC) identifiers
.....
32 bits

RTP - Cabezal

Payload Type

Payload Type	Formato	Medio	Clock Rate
0	PCM mu-law	Audio	8 kHz
3	GSM	Audio	8 kHz
4	G.723	Audio	8 kHz
8	PCM A-law	Audio	8 kHz
9	G.722	Audio	8 kHz
13	Confort Noise	Audio	
14	MPEG Audio	Audio	90 kHz
15	G.728	Audio	8 kHz
18	G.729	Audio	8 kHz
26	Motion JPEG	Video	90 kHz
31	H.261	Video	90 kHz
32	MPEG-1 o 2 Elementary Stream	Video	90 kHz
33	MPEG-1 o 2 Transport Stream	Video	90 kHz
34	H.263	Video	90 kHz
96 – 127	Dinámico		

RTP - Cabezal

Payload type

- Identifica el tipo de información que viaja en el paquete
- Indica el tipo de codificación de audio o video, o el contenido de información “especial”
  - CN (Comfort Noise)
  - Tipos dinámicos
    - RFC 2833 (Tonos DTMF, tonos de Fax, etc.)
    - …

Sequence number (16 bits)

- Número secuencial, generado en el origen. Es usado por el receptor para detectar paquetes perdidos

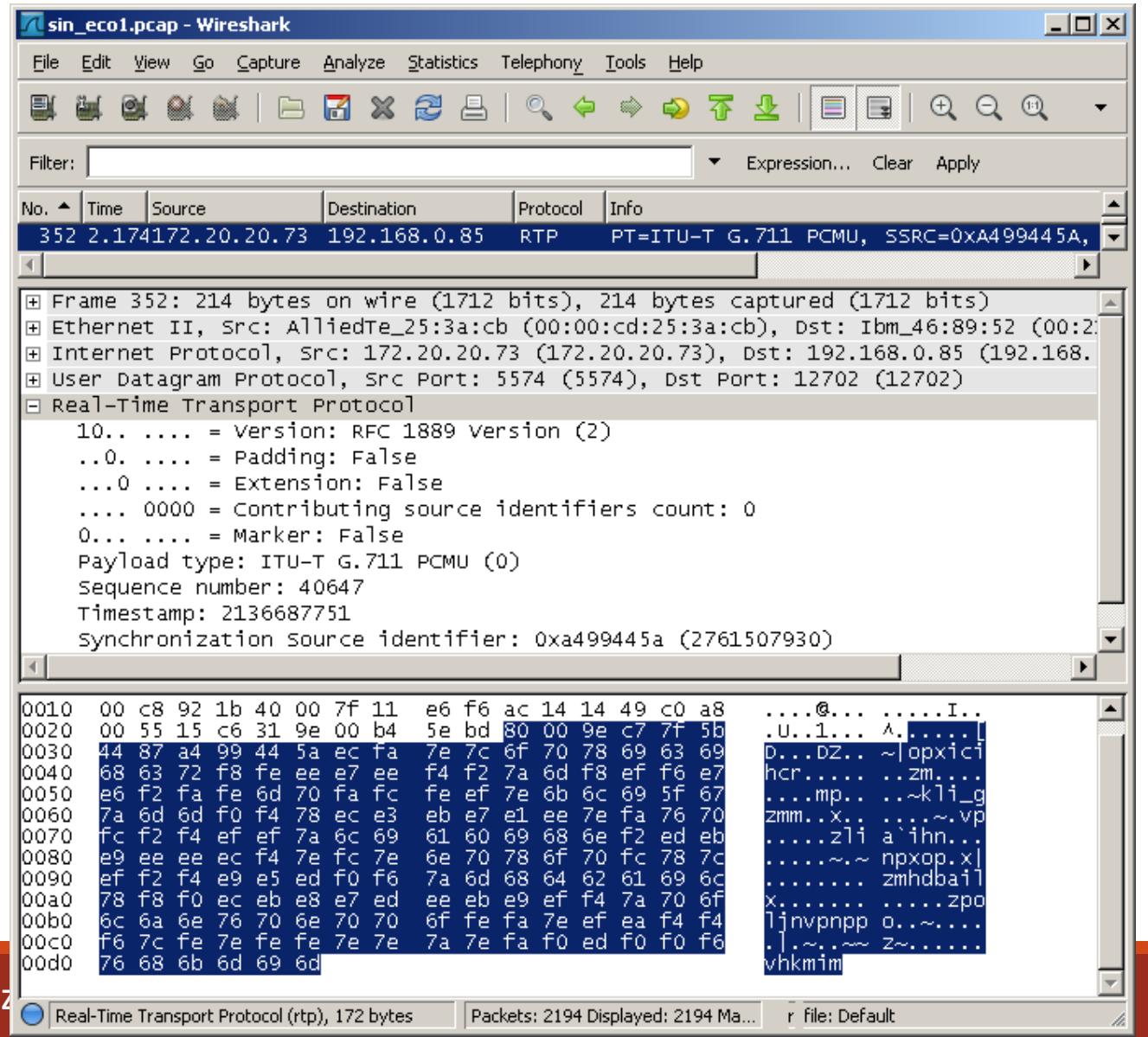
Time Stamp (32 bits)

- Marca horaria, del momento de la generación del primer byte de la muestra enviada en el paquete

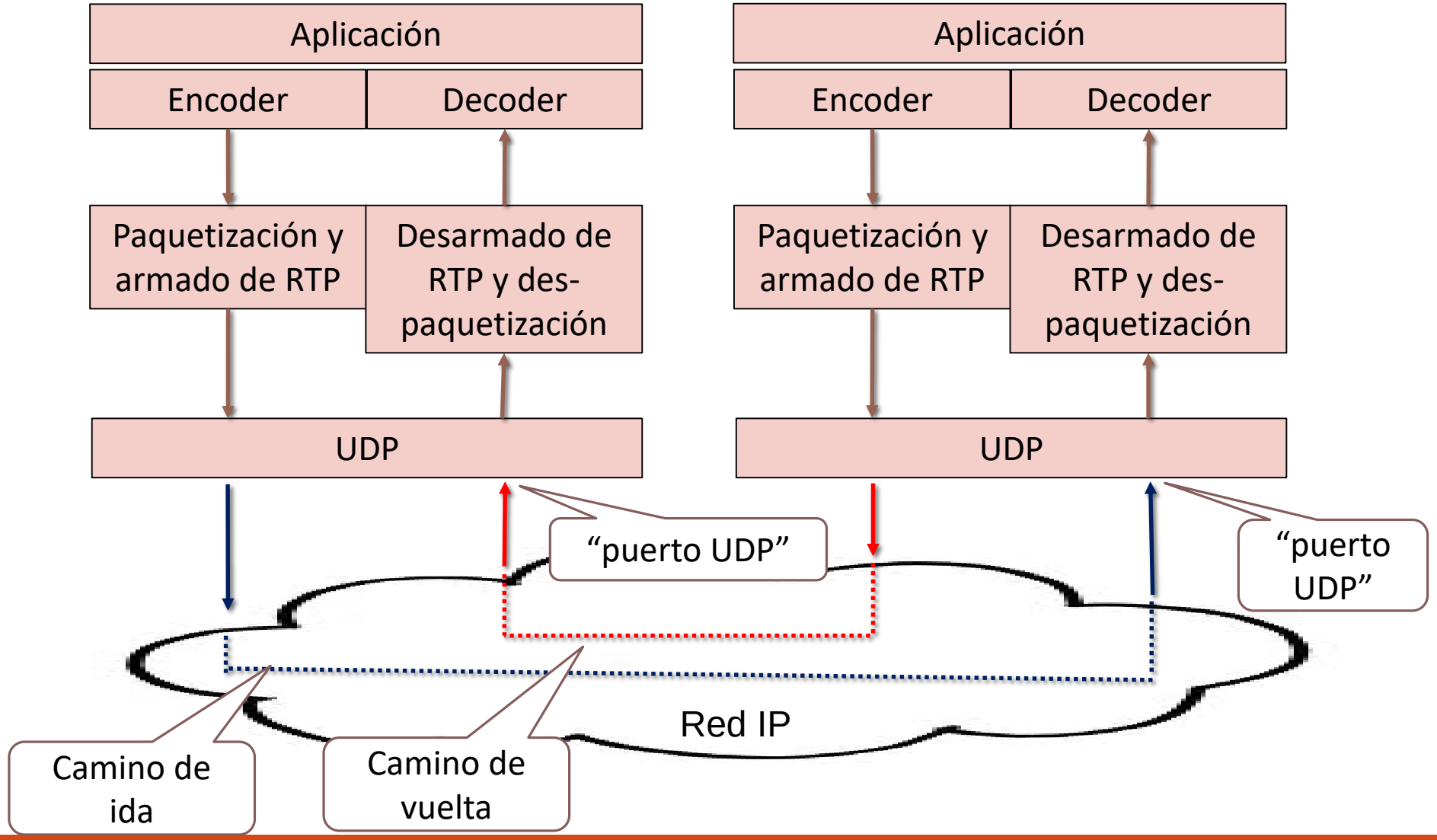
Synchronization Source Identifier (32 bits)

- Identifica el origen

Ejemplo RTP: Paquete de audio



Comunicación RTP de extremo a extremo

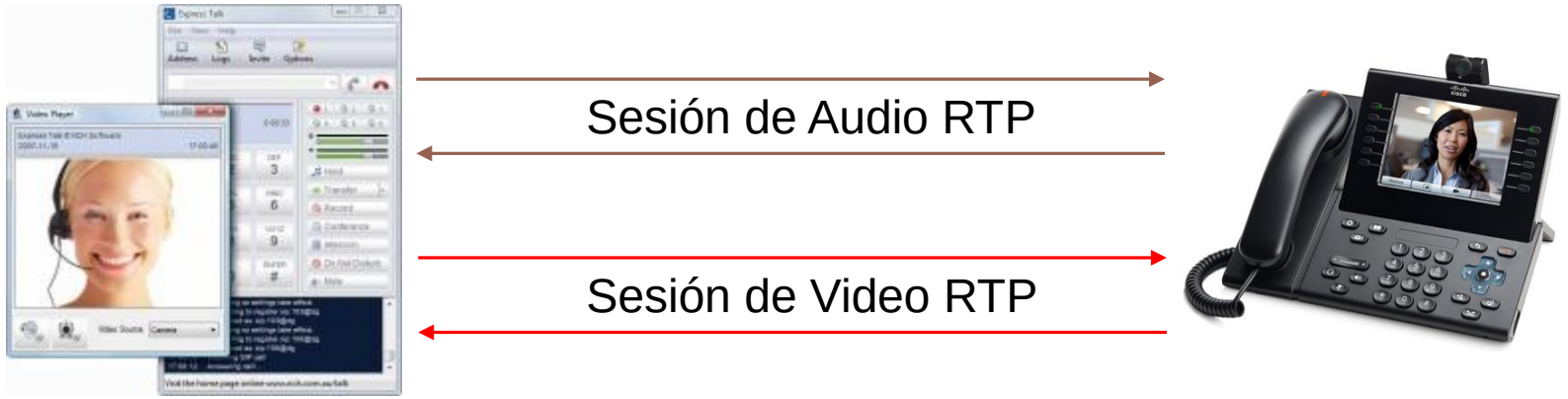


Sesiones RTP

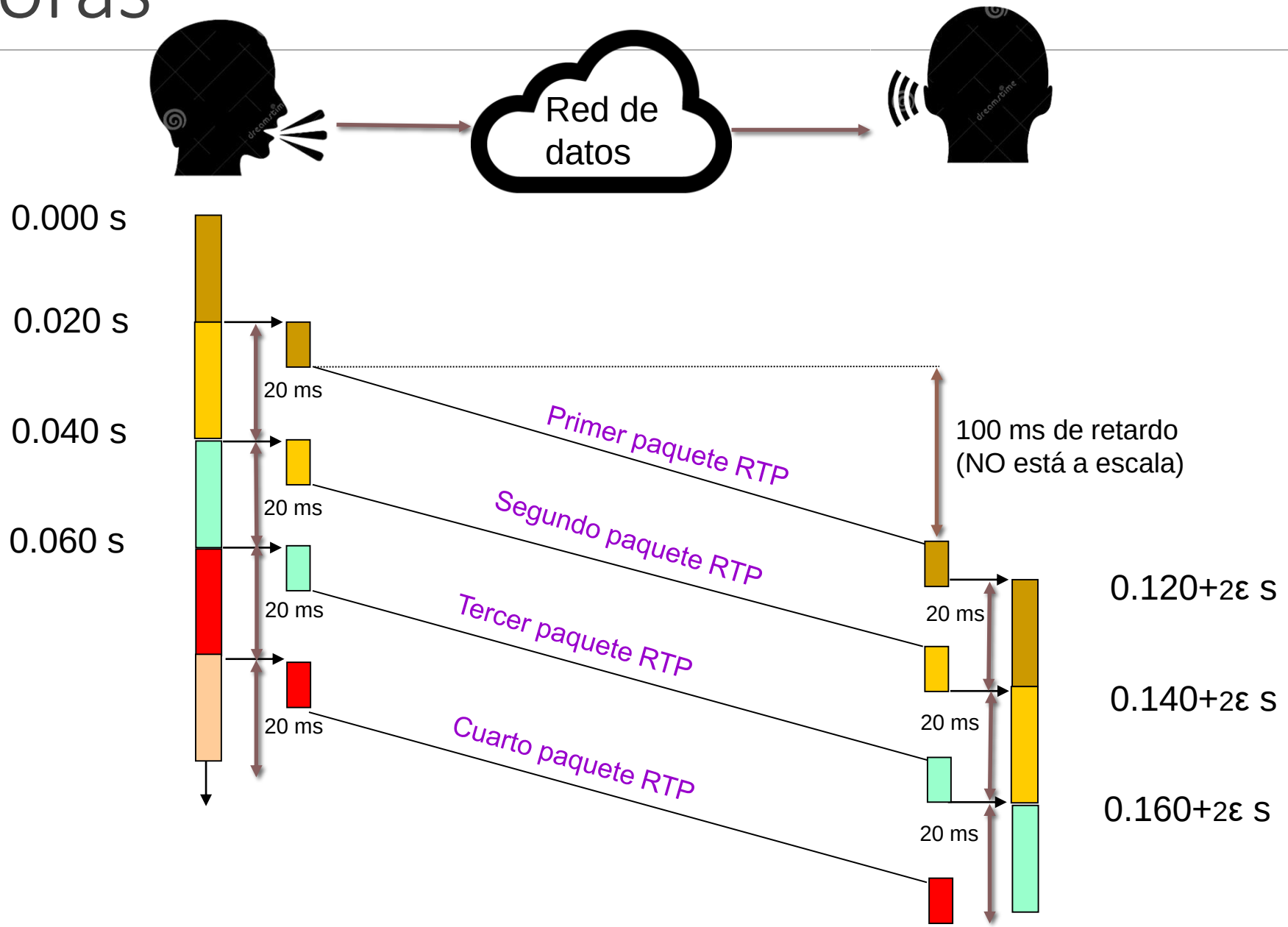
Los terminales establecen *sesiones* para cada tipo de medio

- Audio
- Video

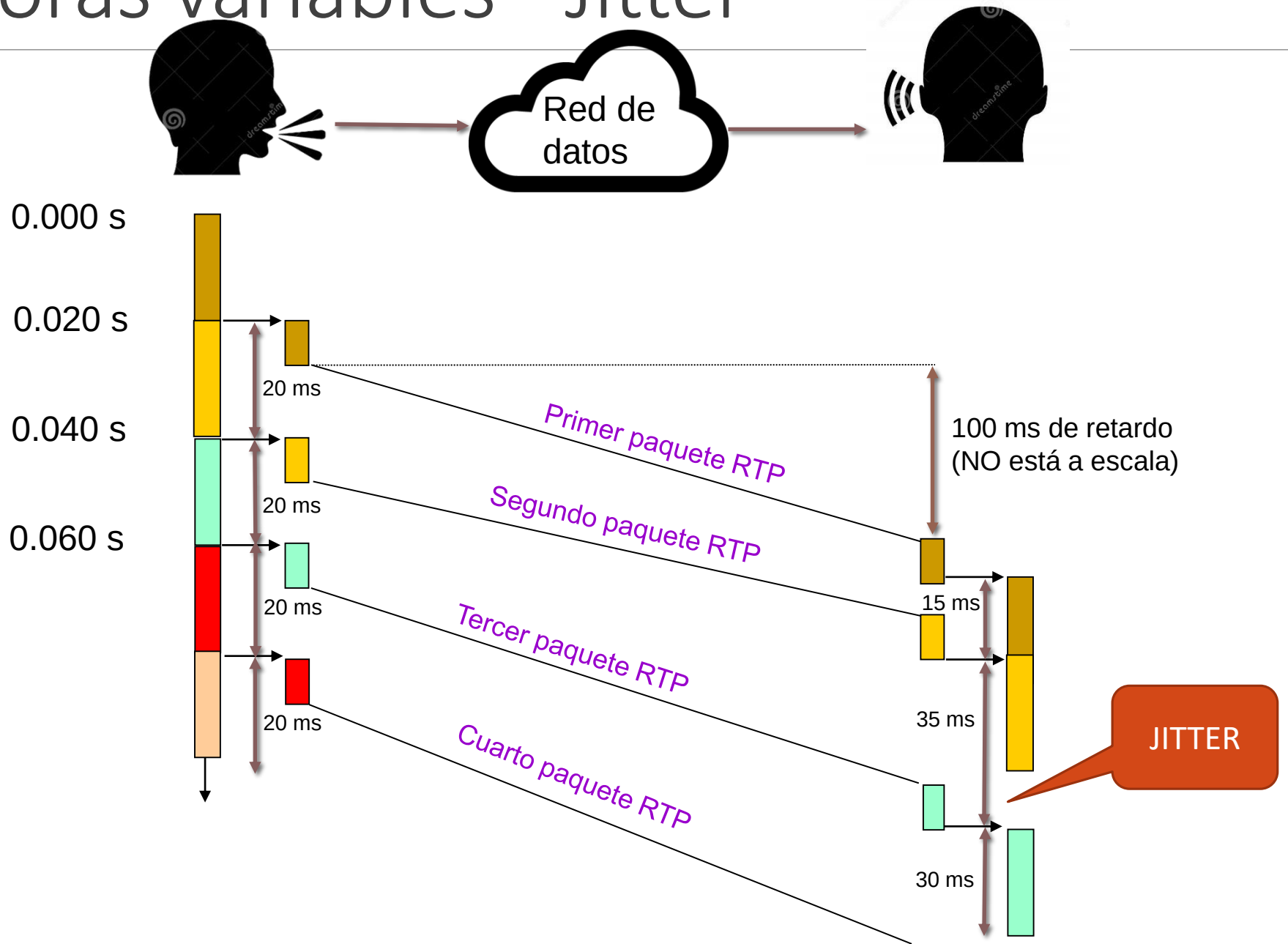
Típicamente cada sesión es “independiente”



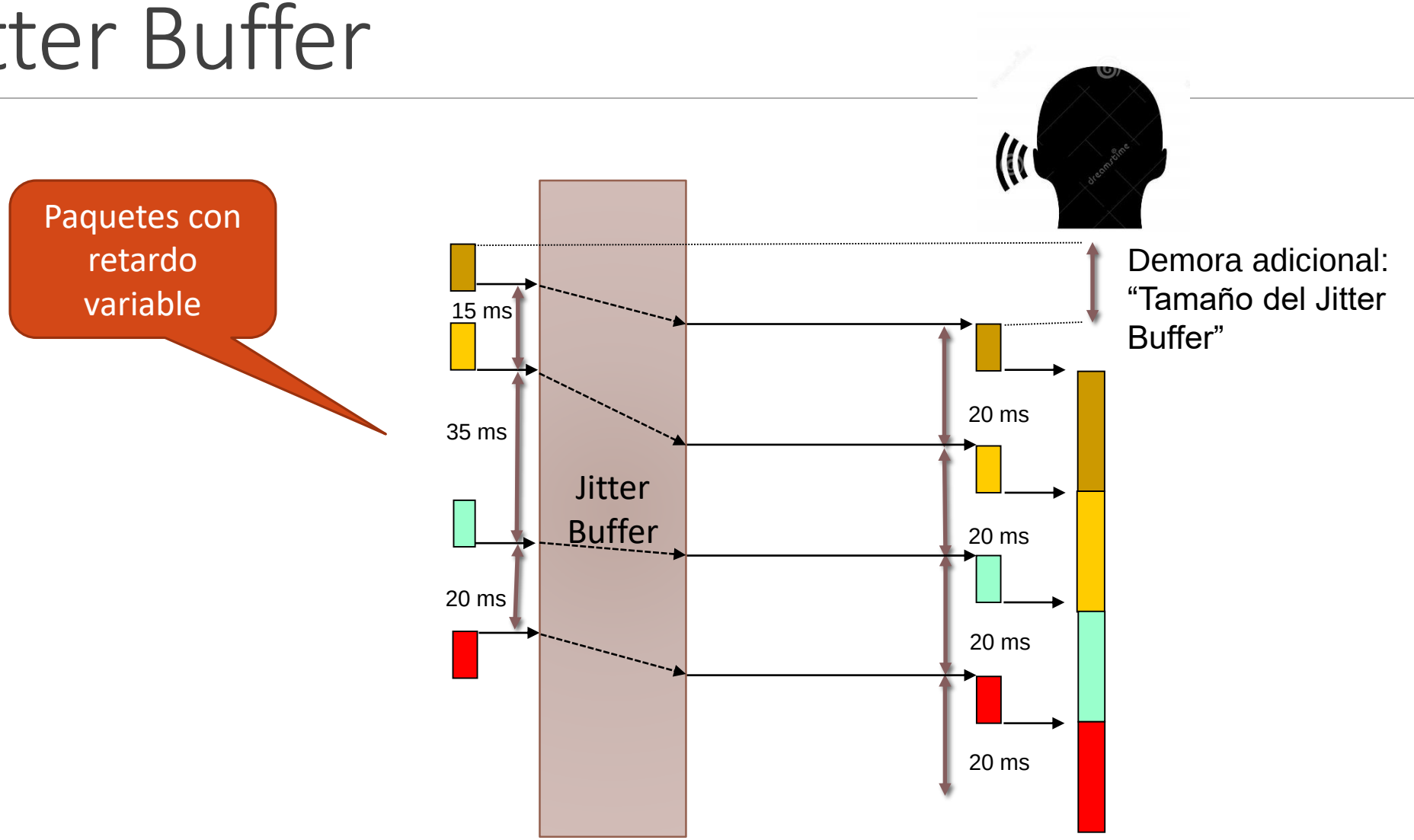
Demoras


Red de datos
0.000 s
0.020 s
0.040 s
0.060 s
20 ms
20 ms
20 ms
20 ms
Primer paquete RTP
Segundo paquete RTP
Tercer paquete RTP
Cuarto paquete RTP
100 ms de retardo
(NO está a escala)
20 ms
20 ms
20 ms
0.120+2ε s
0.140+2ε s
0.160+2ε s

Demoras variables - Jitter



Jitter Buffer



El tamaño del Jitter-Buffer depende del tiempo del Jitter.

En VoIP el tamaño típico es de 20 ms a 60 ms

RTCP –RTP Control Protocol

El RFC 3550 establece, además del protocolo RTP, un protocolo de control, RTCP

- Encargado de enviar periódicamente paquetes de control entre los participantes de una sesión
- Proveer realimentación acerca de la calidad de los datos distribuidos (por ejemplo, de la calidad percibida de VoIP).

RTCP – tipos de datos

SR (Sender Report): Envía estadísticas de los participantes “origen” (sender)

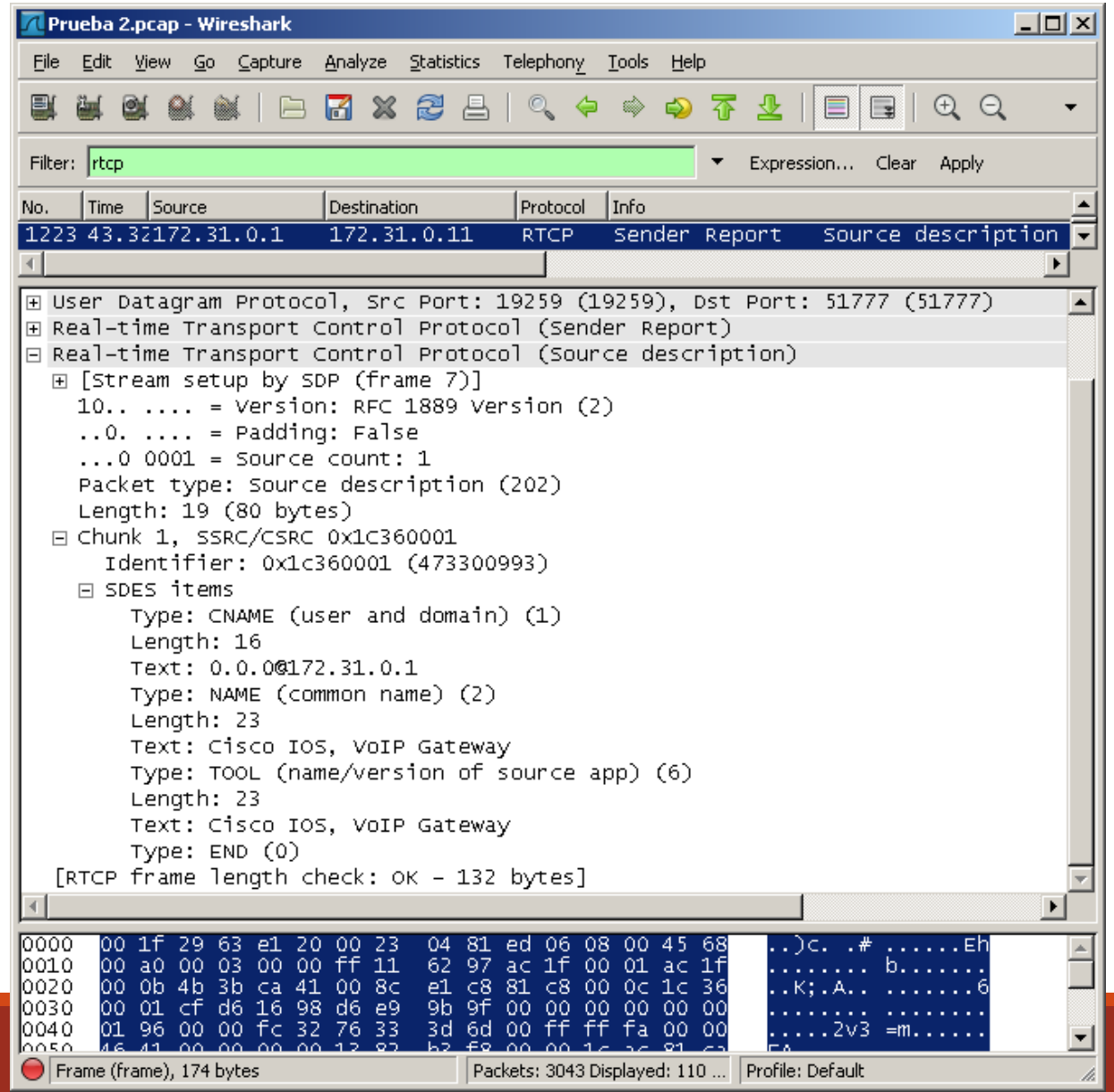
RR (Receiver Report): Envía estadísticas de los participantes “destino” (receivers)

SDES (Source Description): Envía ítems de descripción del origen

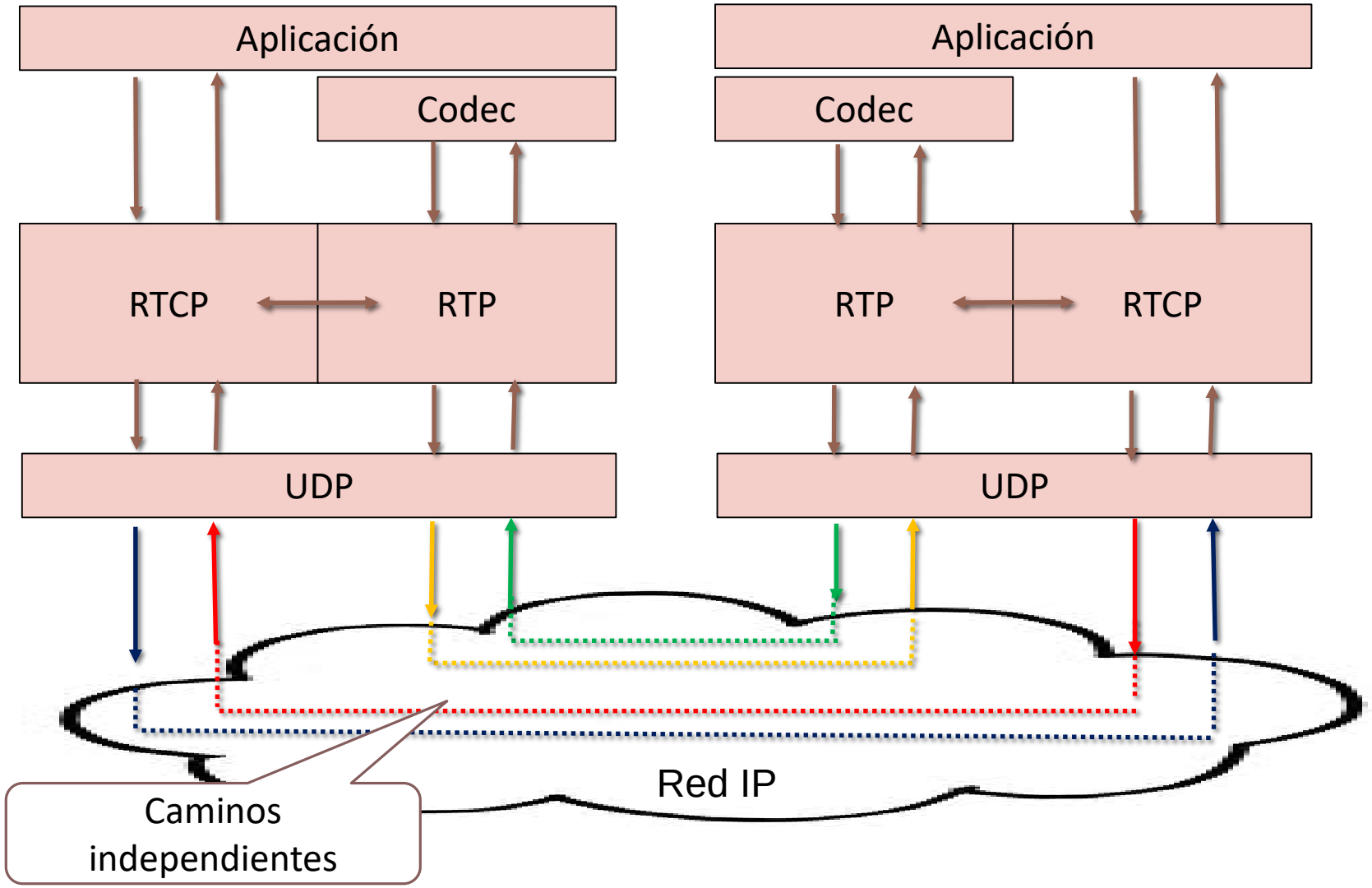
BYE: Indica el fin de la participación en el intercambio de mensajes RTCP

APP: Funciones específicas para las aplicaciones participantes

RTCP – Ejemplo de SR y SDES



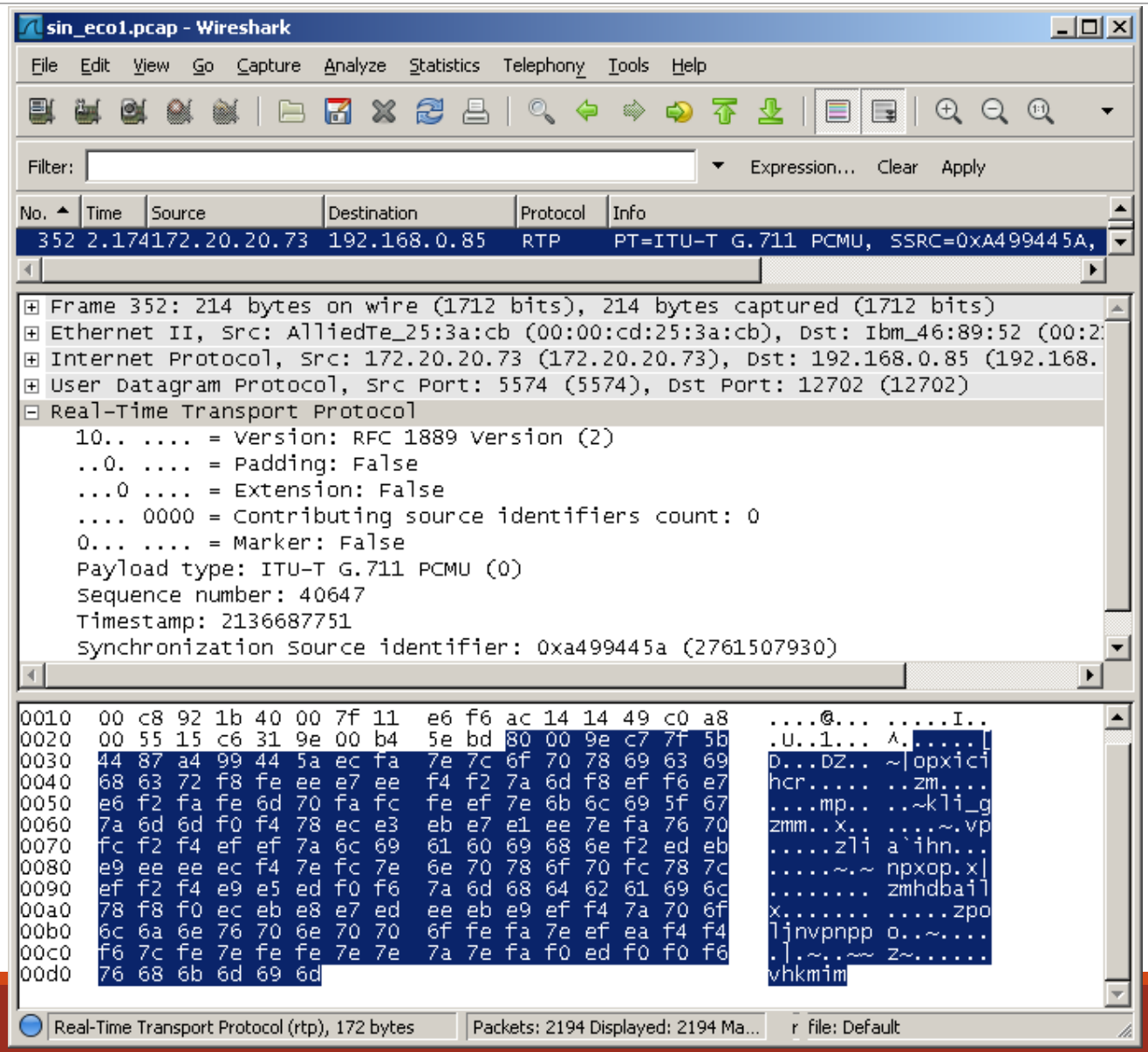
RTCP y RTP de extremo a extremo



Audio sobre Redes de Datos

PAQUETIZACIÓN DE VOZ Y VIDEO EN REDES IP

RTP – Paquete de audio



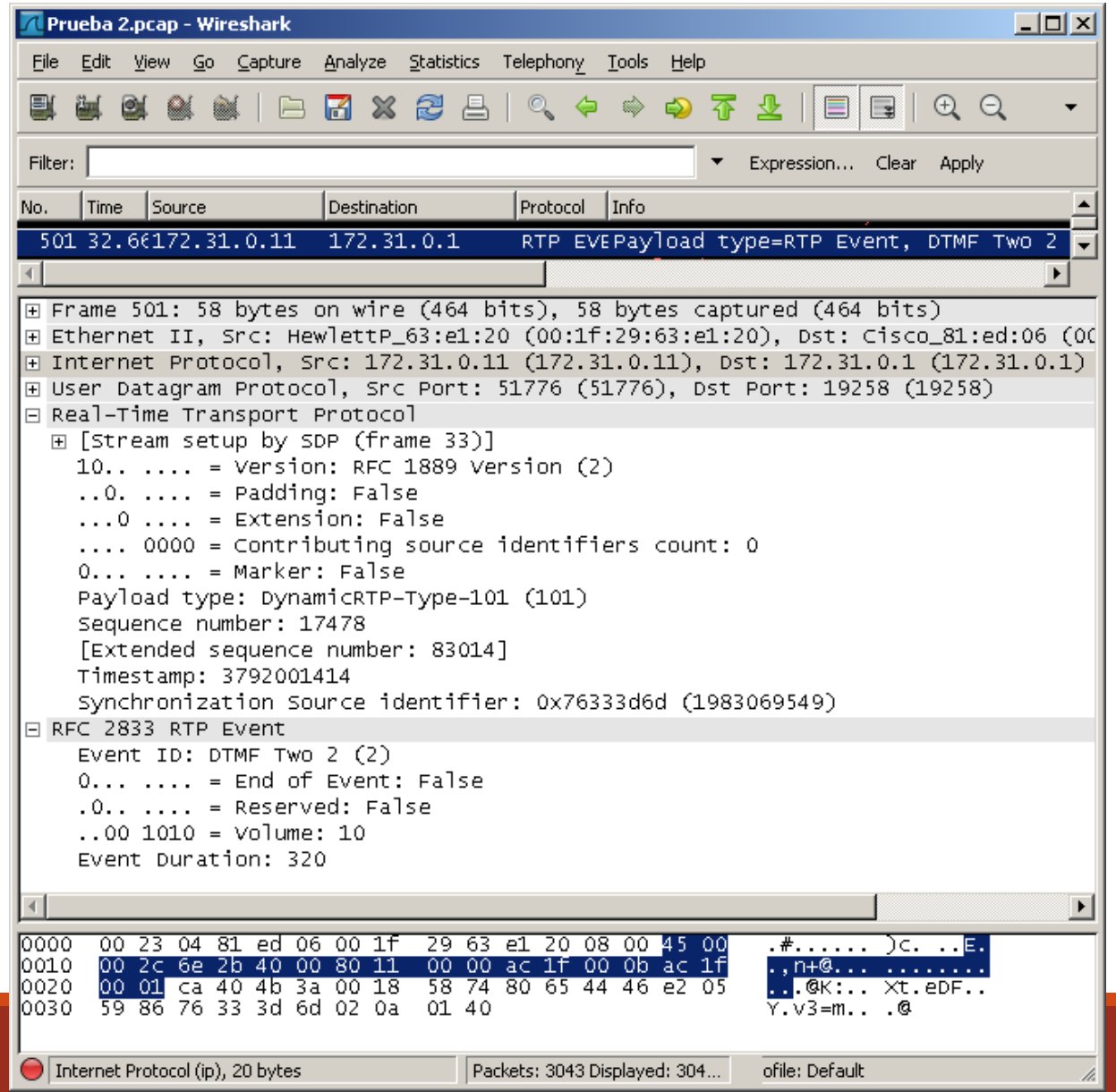
No alcanza con enviar audio

La telefonía analógica y luego la digital incluyeron métodos de señalización “en banda” (dentro de la banda de audio).
Ejemplos:

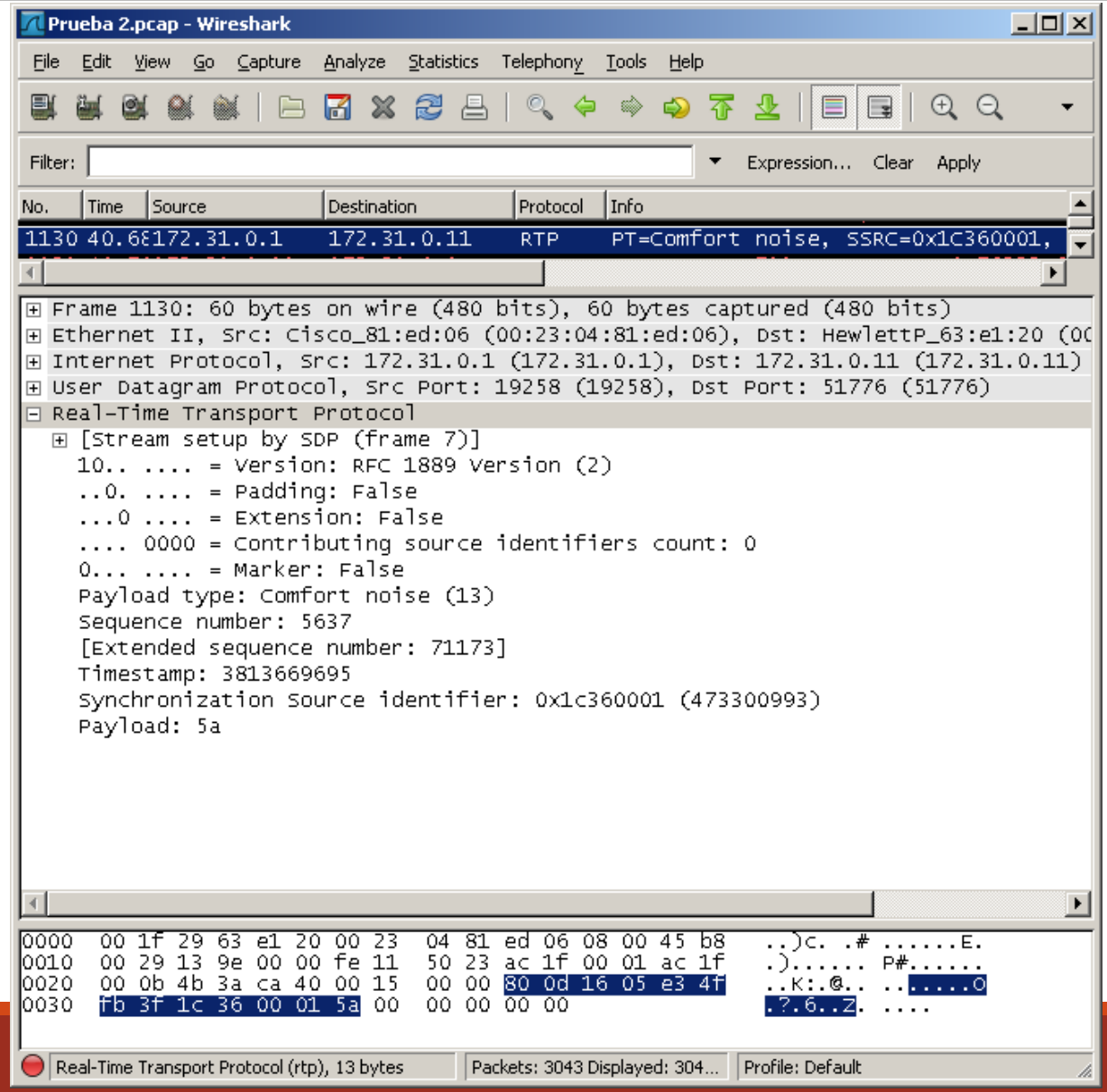
- DTMF (RFC 2833)
- FAX (T.38)

Los nuevos codecs incluyen mecanismos de transmisión discontinua (DTX), y pueden indicarlo “en banda”

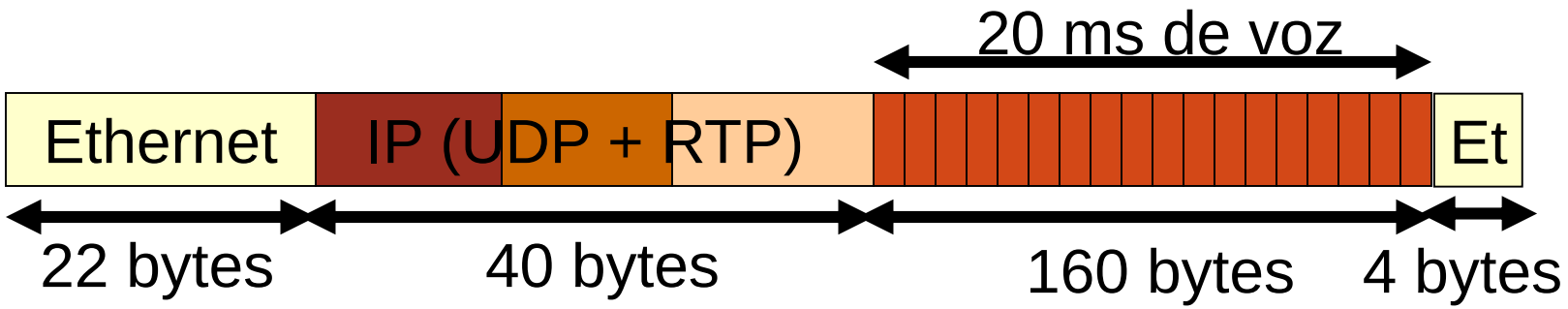
RTP – Ejemplo RFC 2833



RTP – Ejemplo Comfort Noise



Ancho de banda para G.711



Ventana = 20 ms

Bytes de voz/trama = 64 kb/s * 20 ms / 8 = 160 bytes

Bytes de paquete IP = 160 + 40 = 200 bytes

Bytes de Trama Ethernet = 200 + 26 = 226 bytes

Ancho de banda LAN = 226 * 8 / 20 ms = 90.4 kb/s

Este ancho de banda es para la voz en UN sentido. Se debe duplicar para tener en cuenta ambos sentidos

Ancho de banda

Bytes de voz/trama = Velocidad de muestreo * duración de trama /8

Bytes de paquete IP = Bytes de voz/trama + 40

Bytes de Trama Ethernet = Bytes de paquete IP + 26

Ancho de banda LAN = Bytes de Trama Ethernet * 8 / duración de trama

Ancho de banda de LAN en un sentido

Tipo de Codec	Duración de Trama (ms)	Bytes de voz/Trama	Bytes de paquete IP	Bytes de trama Ethernet	Ancho de Banda en LAN (kbps)
G.711	10	80	120	146	116,8
(64 kbps)	20	160	200	226	90,4
	30	240	280	306	81,6
G.729	10	10	50	76	60,8
(8 kbps)	20	20	60	86	34,4
	30	30	70	96	25,6
G.723.1					
(6.3 kbps)	30	24	64	90	23,9
G.723.1					
5.3 kbps	30	20	60	86	22,9

Sitios “on line” para calcular ancho de banda

http://www.erlang.com/calculator/lipb/

Video sobre Redes de Datos

PAQUETIZACIÓN DE VOZ Y VIDEO EN REDES IP

Transmisión de video sobre redes de datos

Las secuencias de video (Elementary Streams) son paquetizadas en unidades llamadas PES (Packetized Elementary Streams), consistentes en un cabezal y hasta 8 kbytes de datos de secuencia.

Estos PES a su vez, son paquetizados en pequeños paquetes, de 184 bytes, los que, junto a un cabezal de 4 bytes (totalizando 188 bytes) conforman el “MPEG Transport Stream” (MTS) y pueden ser transmitidos por diversos medios.

Transmisión de video sobre redes de datos

RFC 2250:

- Establece los procedimientos para transportar video MPEG-1 y MPEG-2 sobre RTP. Varios paquetes MTS de 188 bytes pueden ser transportados en un único paquete RTP, para mejorar la eficiencia

RFC 3016 y RFC 3640

- Establecen los procedimientos para transportar flujos de audio y video MPEG-4

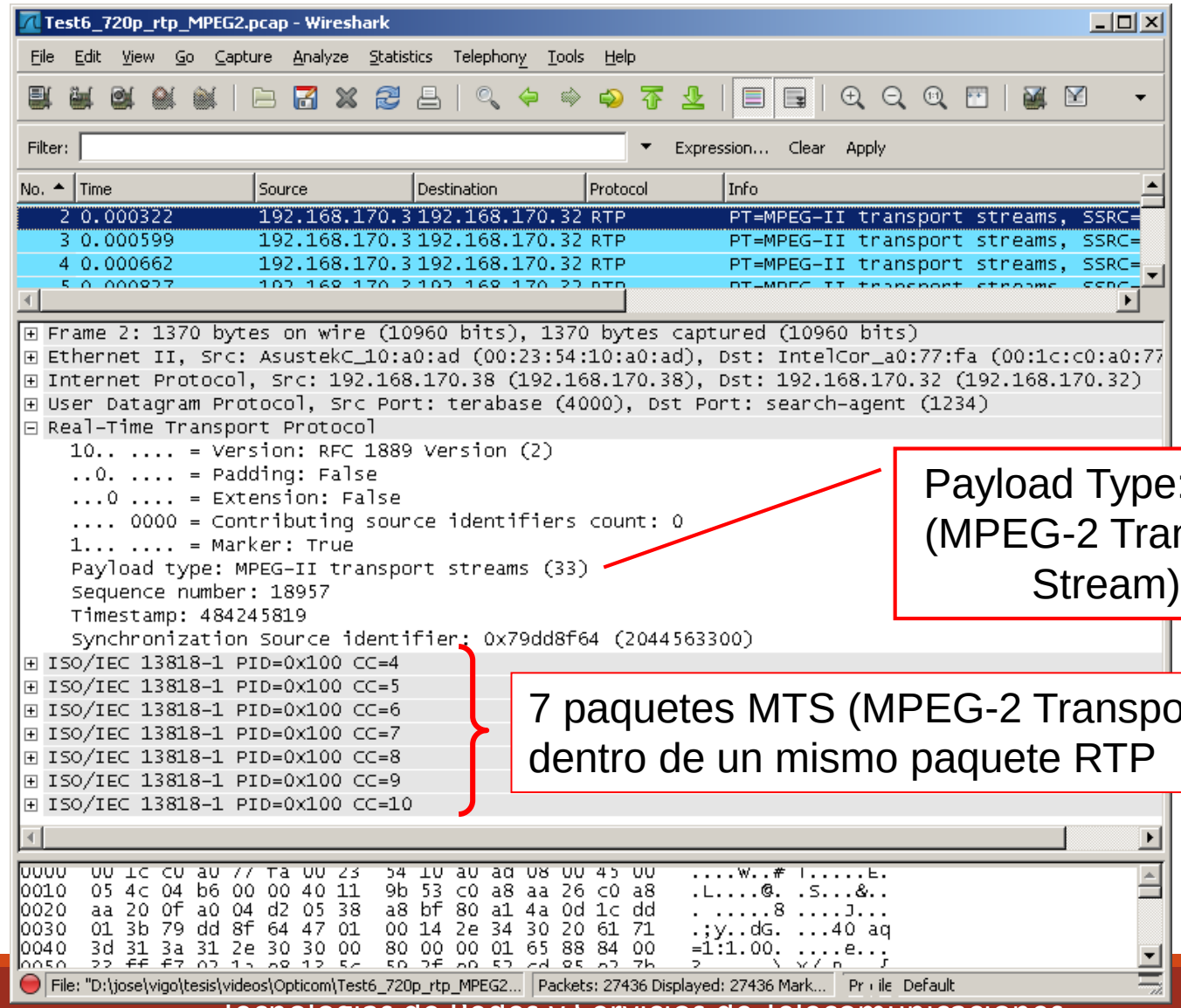
RFC 3984

- Establece los procedimientos para transportar flujos de video codificados en H.264

RFC 7798

- Describe la forma de transportar H.265 (HEVC) sobre RTP

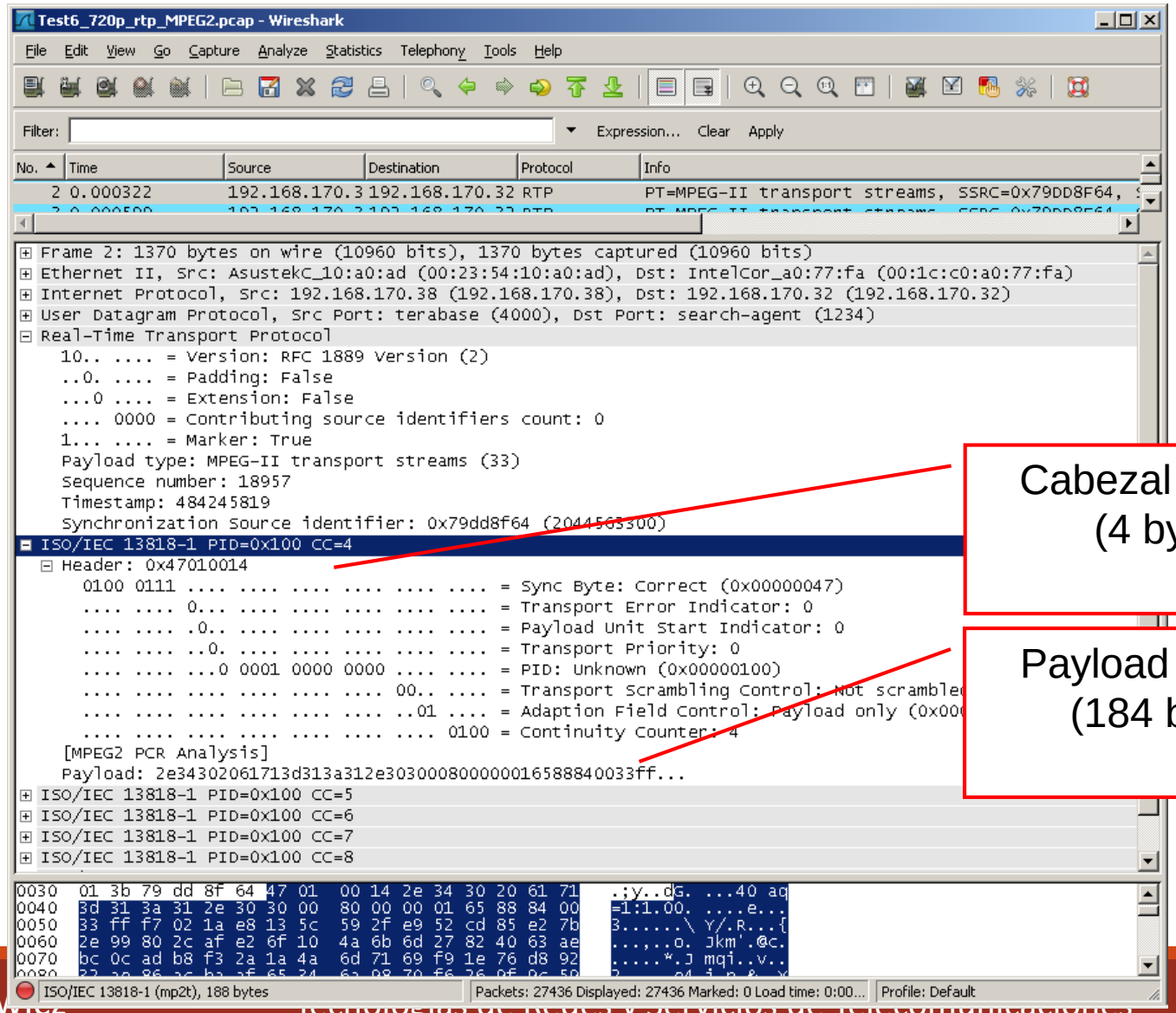
MPEG-2 sobre RTP



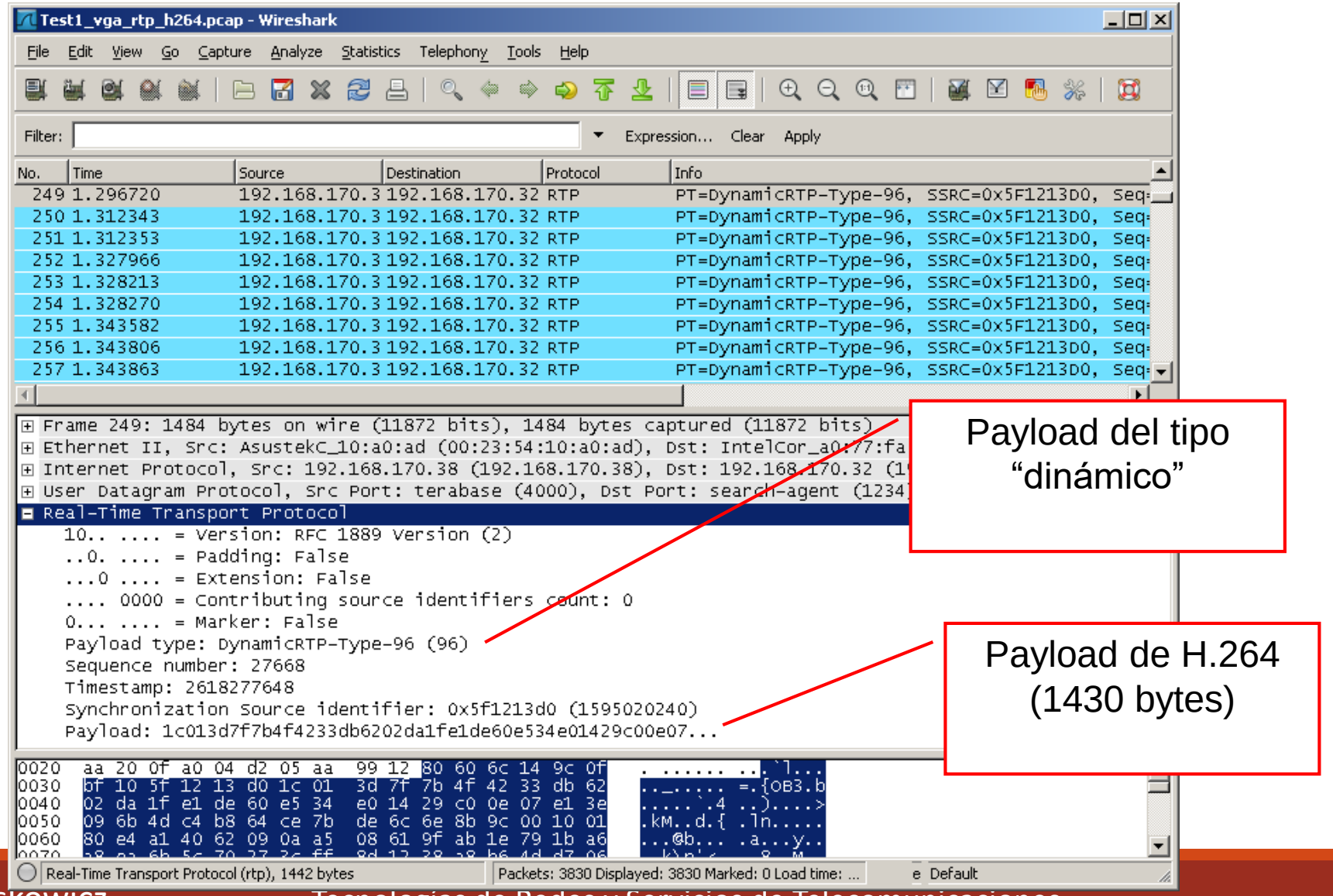
Payload Type: MTS (MPEG-2 Transport Stream)

7 paquetes MTS (MPEG-2 Transport Stream) dentro de un mismo paquete RTP

MPEG-2 sobre RTP



H.264 sobre RTP



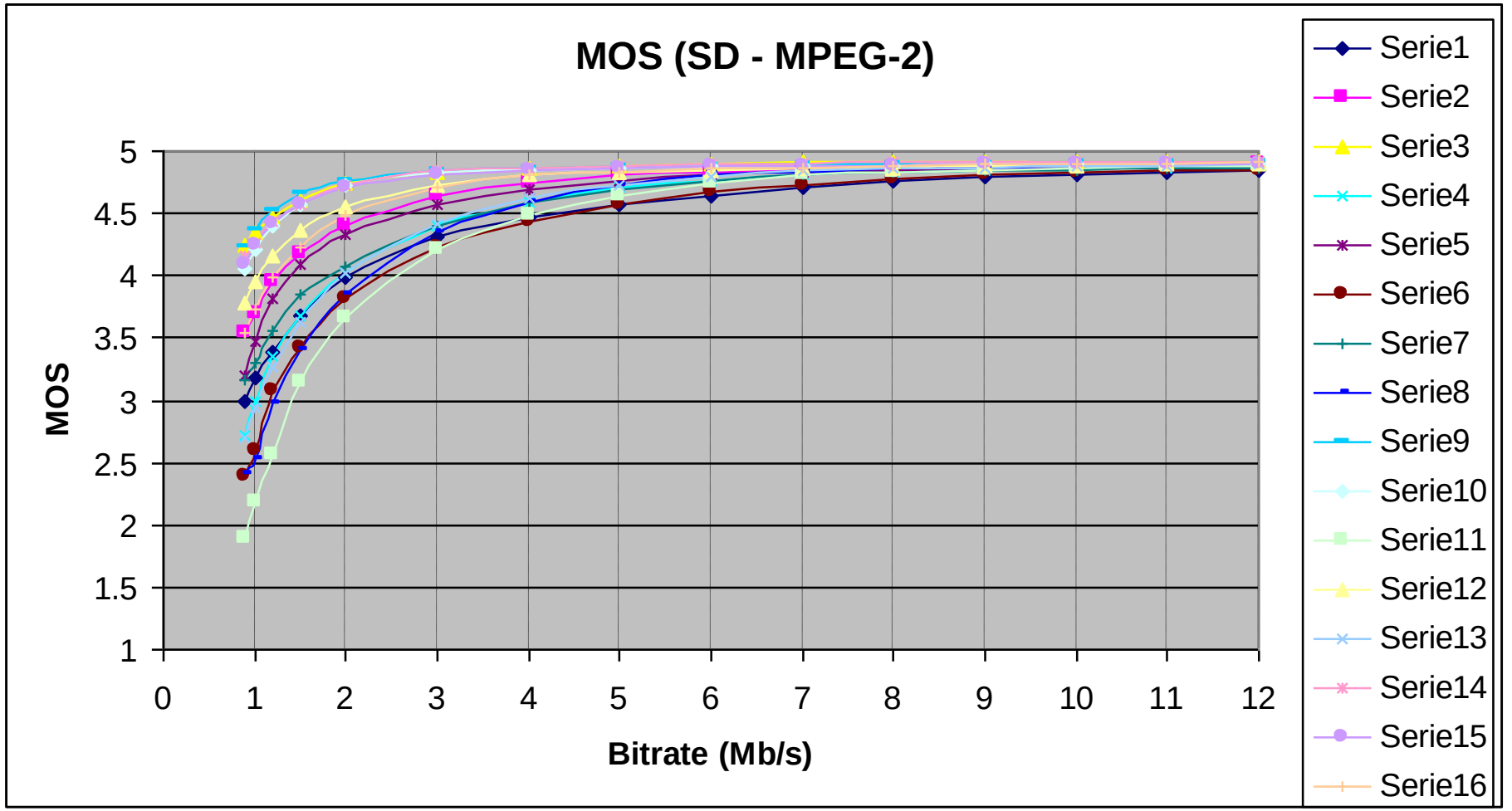
Ancho de Banda de Video

El ancho de banda requerido depende de

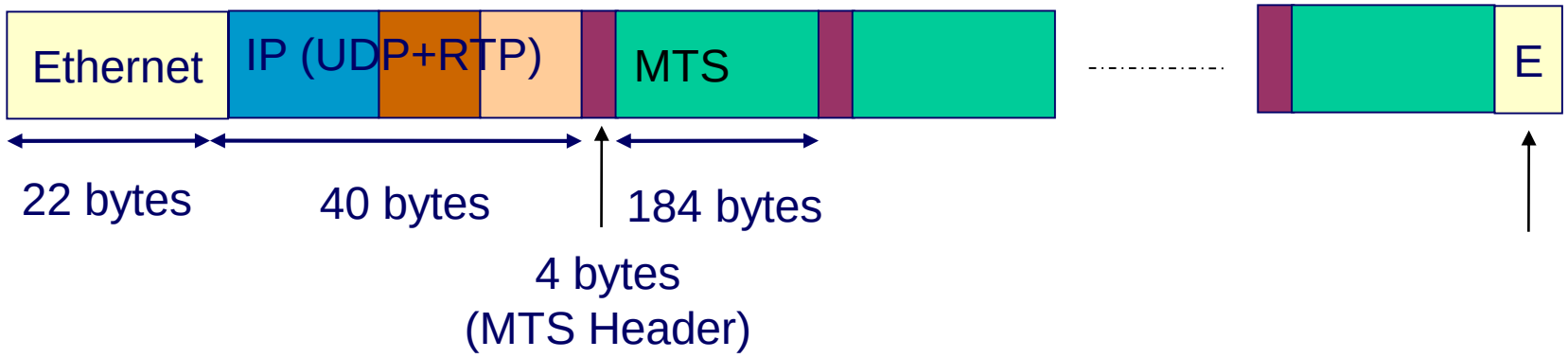
- Tipo de codificación utilizada (MPEG-1, 2, 4, H264, etc.)
- Resolución (tamaño de los cuadros SD, CIF, QCIF, etc.)
- Tipo de cuantización seleccionado
- Movimiento
- Textura

La codificación de video es estadística, y depende de la imagen transmitida

Calidad vs Ancho de Banda



Ancho de banda en LAN para MPEG-2 con MTS



7 x184 = 1288 bytes de contenido MPEG-2

40 + 4 x 7 = 68 bytes de cabezales a nivel de capa 3 (IP)

26 bytes de cabezales adicionales a nivel de capa 2

Ancho de banda en LAN para MPEG-2 con MTS

El ancho de banda de MPEG-2 transportado en RTP

- 5.3% (68/1288) mayor que el ancho de banda propio del video en capa 3 (IP)
- 7.3 % (94/1288) mayor que el ancho de banda propio del video en capa 2 (Ethernet)

Ancho de banda en LAN para H.264

H.264 encapsulado directamente sobre RTP (sin utilizar TS)

- Se pueden enviar hasta 1430 bytes de “payload” en un paquete IP/UDP/RTP
- El ancho de banda en capa 3 es 2.8% (40/1430) mayor que el del propio video codificado
- En capa 2 es 4.6% (66/1430) mayor que el del propio video codificado.

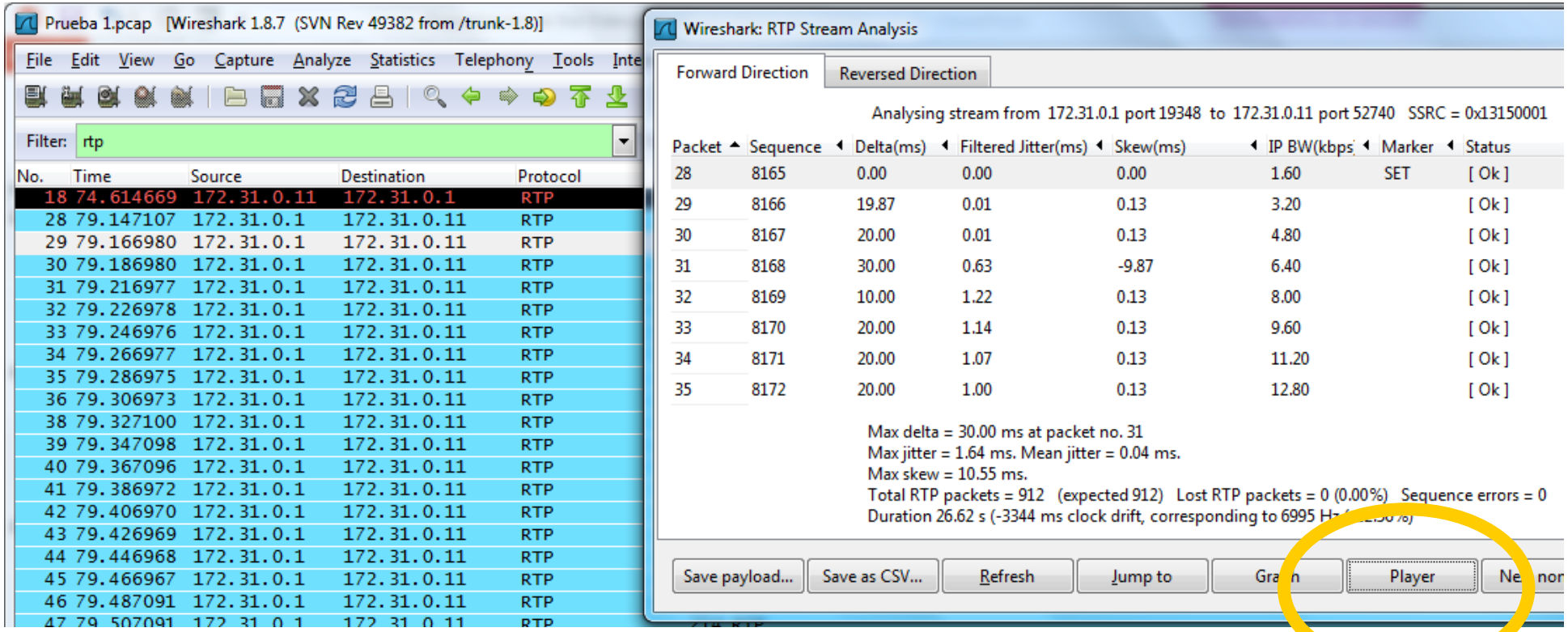
Seguridad en RTP

PAQUETIZACIÓN DE VOZ Y VIDEO EN REDES IP

RTP es inseguro

El protocolo RTP es “abierto”.

- Los paquetes capturados pueden ser fácilmente decodificados
- Herramientas habituales (como wireshark) permiten escuchar el audio codificado en flujos RTP



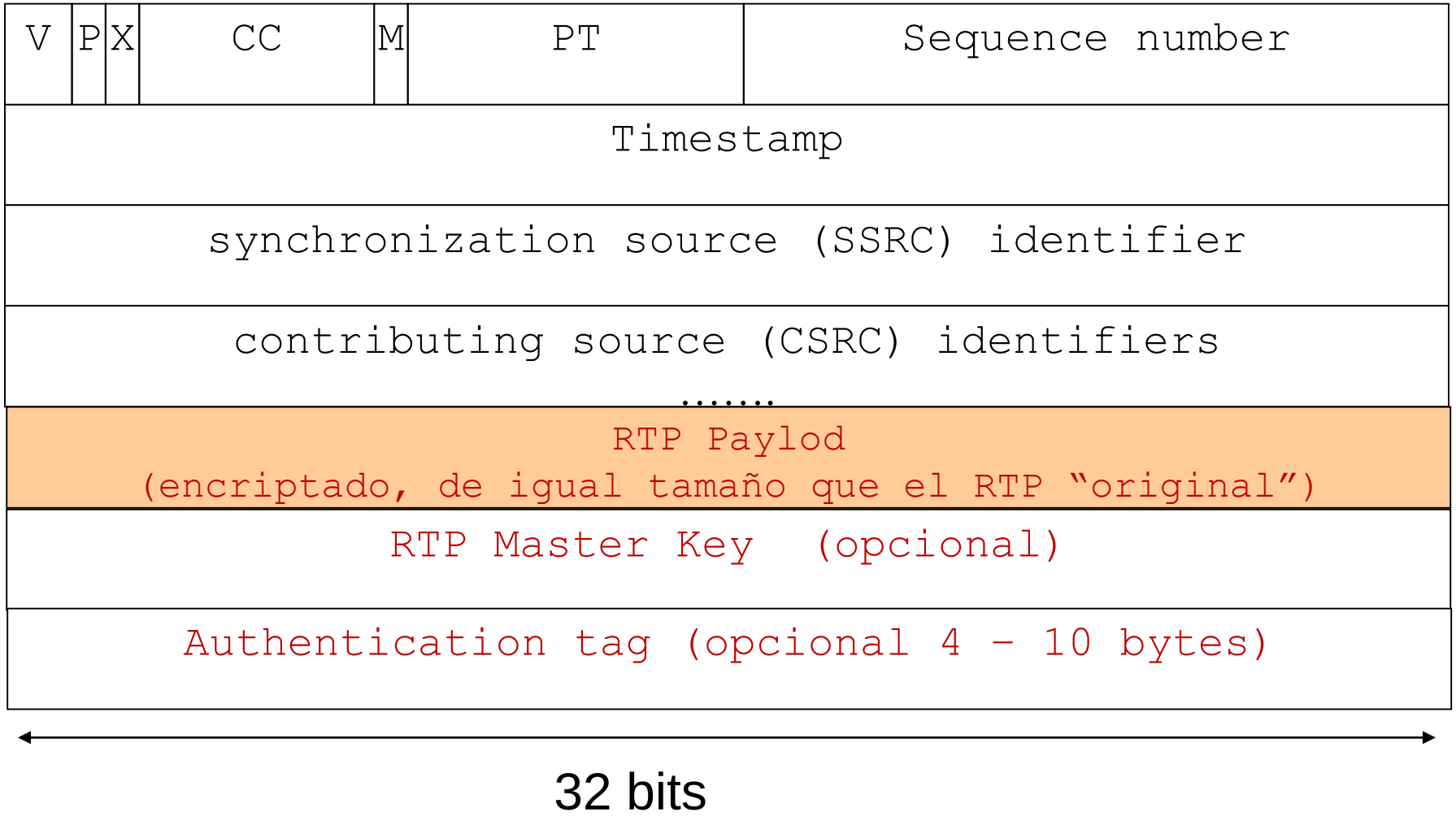
SRTP

Es posible cifrar el medio, a través del protocolo **SRTP** (Secure RTP) (y **SRTCP**), estandarizado en el RFC 3711

Se utilizan técnicas de cifrado AES (Advanced Encryption Standard) para el “payload”

También es posible autenticar el contenido completo del paquete

SRTP


V
P
X
CC
M
PT
Sequence number
Timestamp
synchronization source (SSRC) identifier
contributing source (CSRC) identifiers
.....
RTP Paylod
(encriptado, de igual tamaño que el RTP "original")
RTP Master Key (opcional)
Authentication tag (opcional 4 – 10 bytes)
32 bits

Encripción

Se utilizan técnicas de cifrado AES (Advanced Encryption Standard)

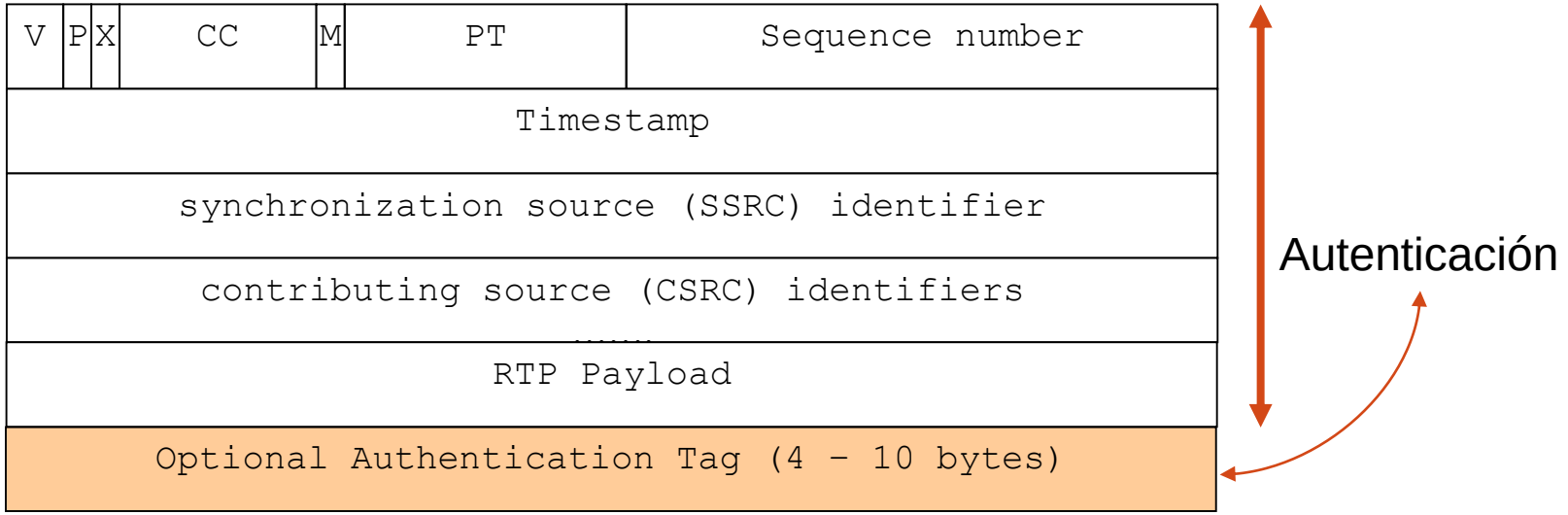
En cada paquete de RTP y RTCP se encripta el contenido con una “clave de sesión” simétrica

Esta clave simétrica debe ser conocida por ambos extremos

- RTP no establece el mecanismo de distribución de ésta clave
- Típicamente se realiza junto con la señalización en el proceso de establecimiento de llamada (x ej. en SIP)

Autenticación

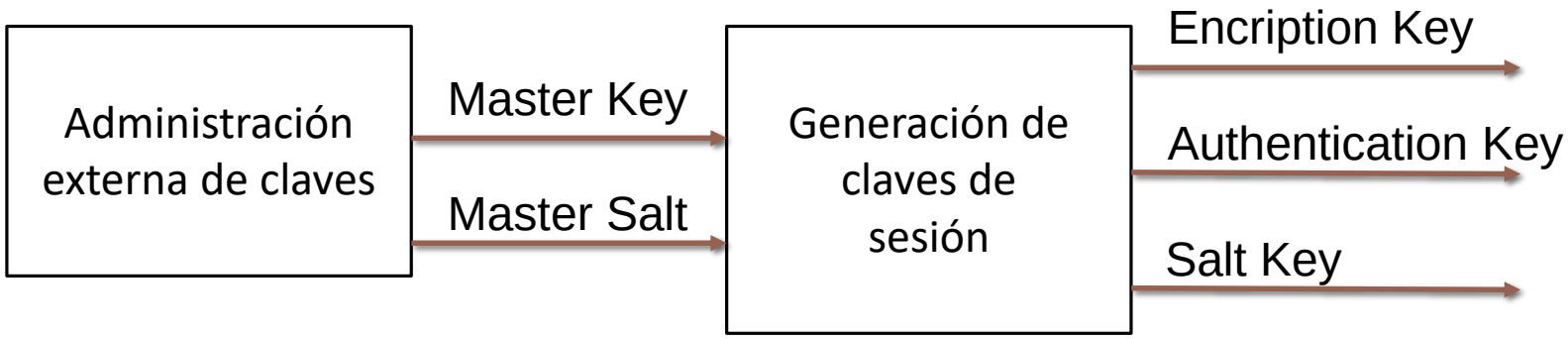
Se realiza utilizando los algoritmos HMAC (Hash-based Message Authentication Code) -SHA-1 (Secure Hash Algorithm 1)



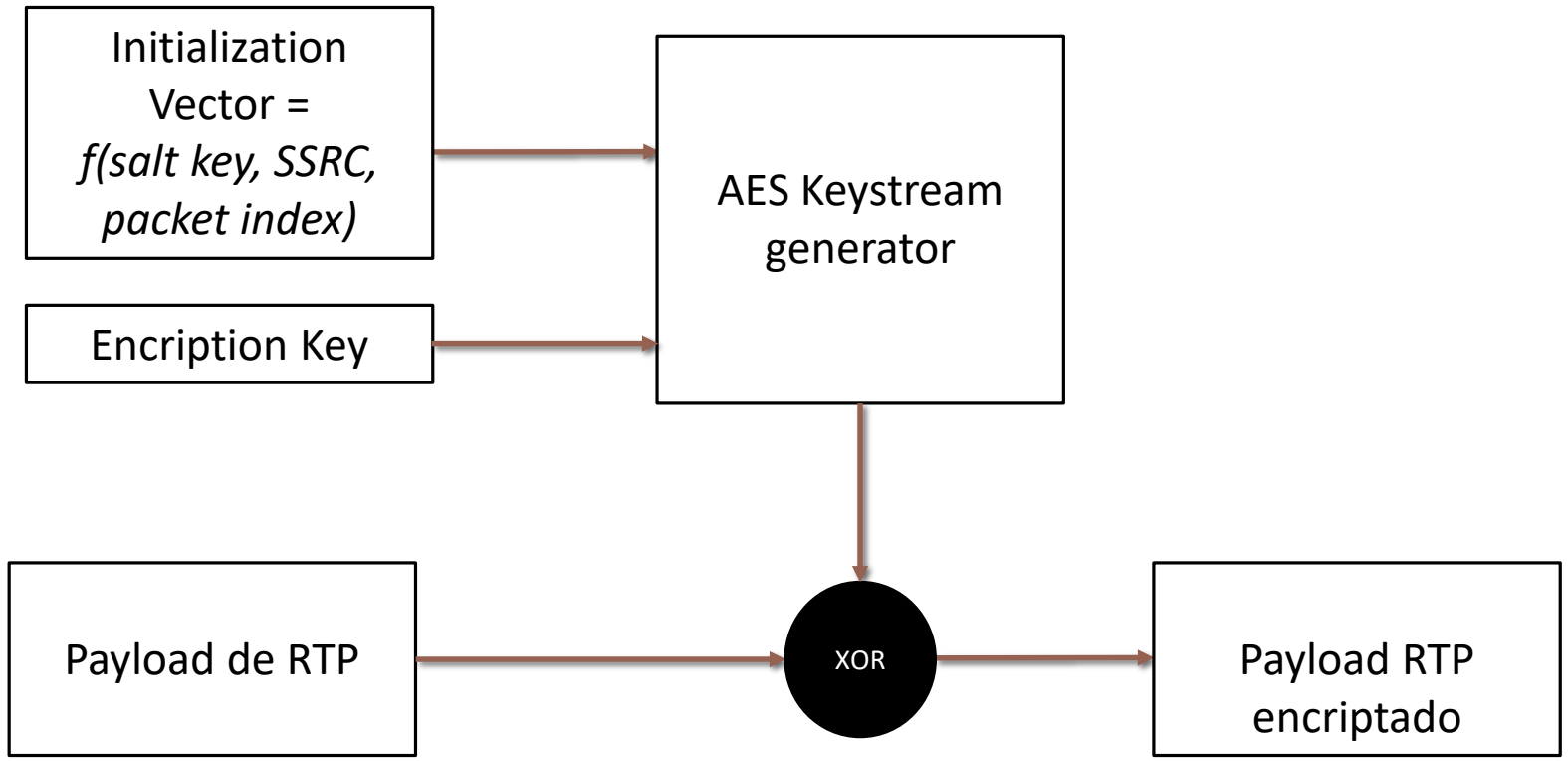
Claves de encripción y autenticación

Las claves de sesión son derivadas de una “clave maestra”

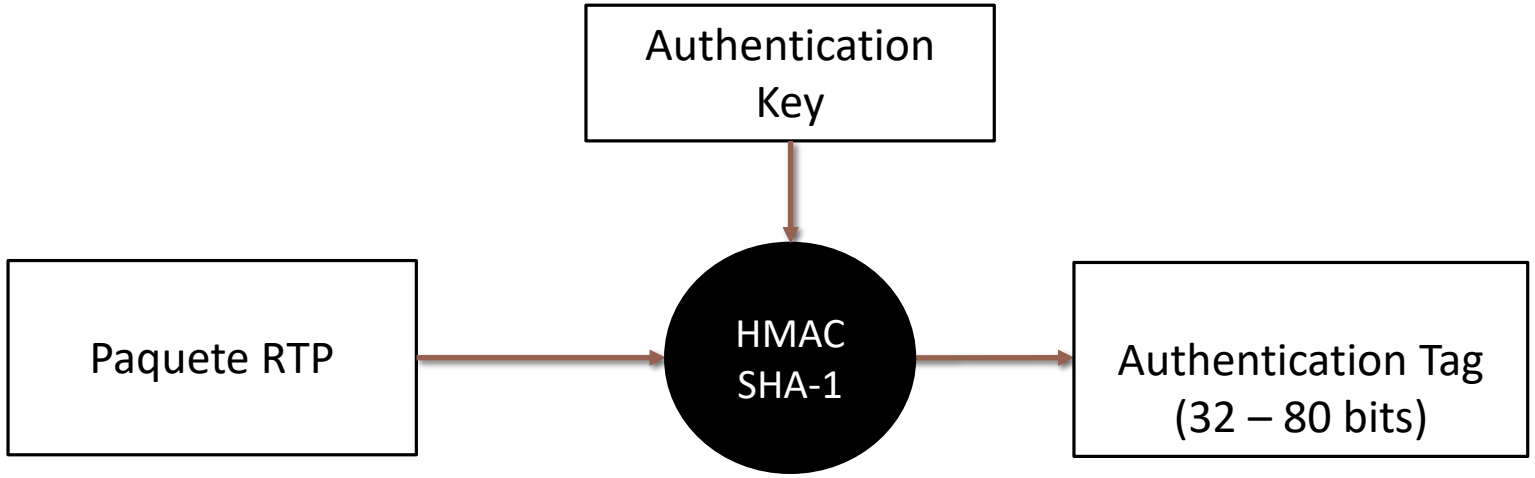
- Esta clave maestra debe ser compartida entre los usuarios, y puede ser obtenida de una entidad externa de administración de claves de cifrado



Encripción del payload



Autenticación del paquete



Muchas Gracias!

PAQUETIZACIÓN DE VOZ Y VIDEO EN REDES IP