

TELEFONÍA IP

04 Clase 02 May 2017

Índice General en: 01 Clase 04 Abr 2017

Curso EL6019
Departamento de Ingeniería Eléctrica
U. de Chile
V.2017

4 CALIDAD DE SERVICIO (QoS) EN REDES TCP/IP

- En este capítulo revisaremos **algunos fenómenos** que ocurren durante el transporte de los paquetes por las redes TCP/IP. Como veremos, estos **provocan degradación** de la calidad en los **servicios en tiempo real**, como lo es el servicio de telefonía IP
- Estos fenómenos **no afectan** mayormente la calidad de los **servicios que no son en tiempo real**, como lo es la transmisión de e-mails y de archivos por la red de datos

4.1 Sensibilidad del oído humano a las distorsiones que introduce la transmisión de la voz

El oído humano es particularmente sensible a

- Retardos de la voz: provoca “eco” y efecto “walkie talkie”
- Irregularidades del ritmo verbal y
- Pérdida de sonidos

EFFECTOS DEL RETARDO SOBRE LA CALIDAD DE LA COMUNICACIÓN

- En una conversación telefónica retardos de la voz iguales o superiores a 150 mseg. (en un sentido) son notorios y poco aconsejables
- Retardos de la voz mayores a 300 mseg. son molestos

TIPOS DE CALIDAD EN UNA CONVERSACIÓN TELEFÓNICA SEGÚN EL RETARDO DE LA VOZ

- Se tipifica la **calidad de diferentes tipos de comunicaciones**, según los tiempos de retardo aceptados

Máximo retardo para la voz
(un solo sentido)

| | |
|--|-----------------|
| CALIDAD VOZ ó CALIDAD TELEFONÍA: | 0 - 150 mseg. |
| CALIDAD SATELITAL: | 160 - 500 mseg |
| CALIDAD BANDA CIUDADANA: | 400 - 700 mseg. |
| CALIDAD FAX Y TRANSMISIONES BROADCAST: | 450 - 800 mseg. |

- **Se tiene entonces que para tener “calidad voz” en telefonía IP, todos los procesos IP deben realizarse dentro de los 150 mseg. de retardo a que se han acostumbrado por años los usuarios telefónicos.**

4.2 Retardo y Latencia en redes TCP/IP

- Los procesos a que va siendo sometida la información durante su viaje por la red provocan retardos
- Los retardos son producidos por las demoras propias de la **transmisión** de los paquetes por la red, por los tiempos de **procesamiento** y por los tiempos de **espera en buffers**
- En redes informáticas de datos se denomina **latencia** a la **suma de los retardos** dentro de la red
- La latencia se mide como el tiempo de tránsito promedio de un servicio desde la puerta de ingreso a la puerta de egreso de la red

Los mayores responsables de la latencia son los procesos de:

- DIGITALIZACION
- PAQUETIZACION
- SERIALIZACION
- PROPAGACION EN LA RED (cantidad de “links” o “saltos” por los que pasan los paquetes)
- PROPAGACION INTERNA EN LOS COMPONENTES DE LA RED:
 - ✓ COLAS EN BUFFERS (mientras los paquetes esperan su turno para ser procesados)

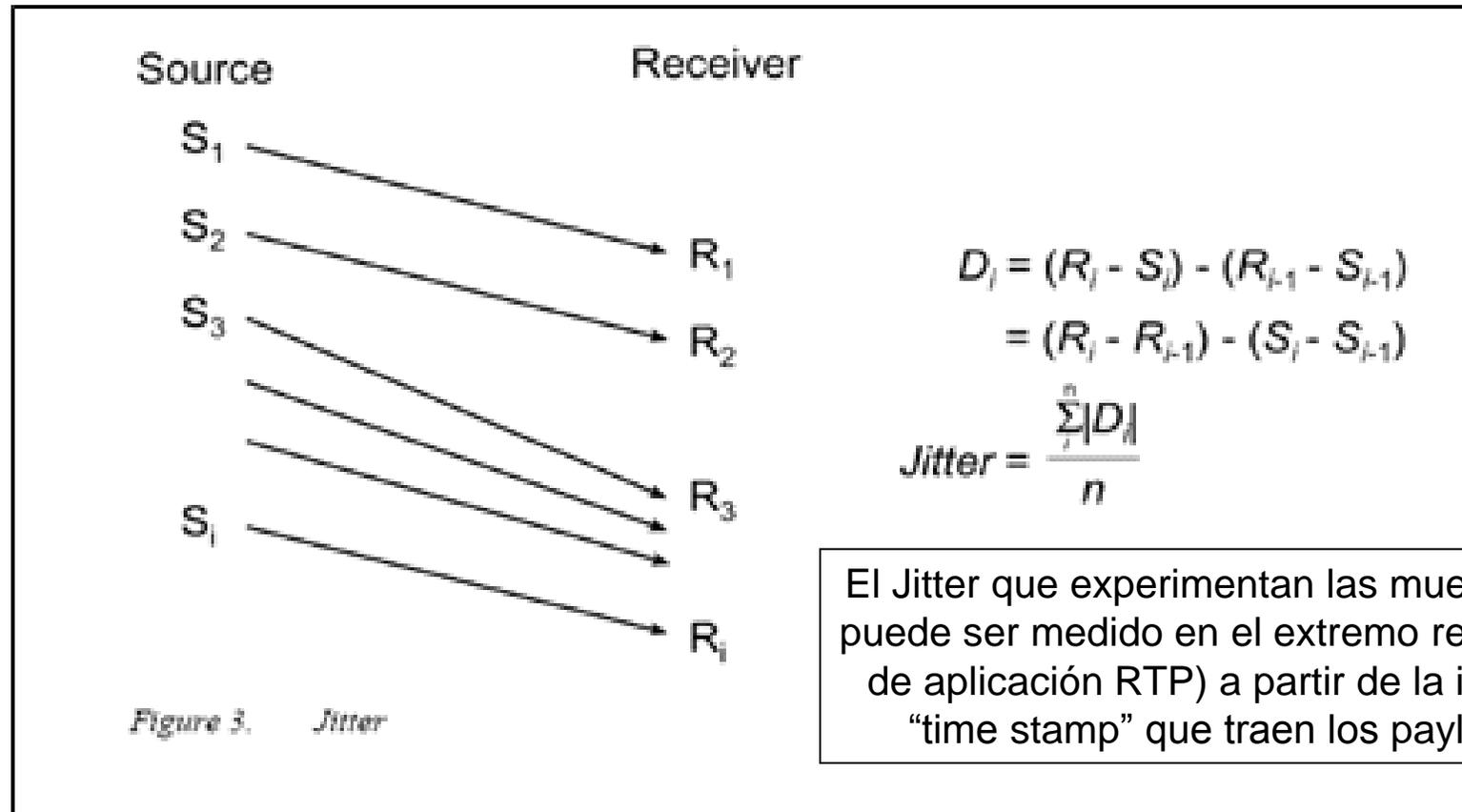
- La latencia afecta la calidad del servicio por sus efectos “walkie-talkie” y “eco”
- El retardo tiene una componente fija y una **variable**
 - ✓ Variable: el camino que siguen los paquetes
 - ✓ Variable: los tiempos que permanecen haciendo cola en los buffers
- Los retardos variables provocan el fenómeno llamado **VARIACION DE RETARDO**

- La ITU-T en la Recomendación G.114 propone que cuando no se disponga de mejor información, se considere que las redes terrestres introducen un retardo de **6 microsegundos por Km.**

4.3 Variación de retardo: Jitter y Wander

- Si bien el fenómeno de retardo ya degrada la calidad del servicio de telefonía IP, ésta se degrada más aún cuando el retardo es variable
- Las variaciones del retardo pueden ser rápidas o lentas. En el primer caso la variación de retardo se conoce como “**jitter**” y en el segundo caso como “**wander**”
- En una conversación telefónica cualquier irregularidad en la llegada de los paquetes (jitter, wander) es molesta para el que escucha
- Como veremos, la variación de retardo puede ser corregida, pero a costa de introducir más retardo

- Las variaciones rápidas del retardo (variaciones de alta frecuencia) se conocen como JITTER, son provocadas principalmente por las colas de espera en buffers y son las que más afectan a la calidad del servicio.
- A las variaciones lentas se llama WANDER



El Jitter que experimentan las muestras de voz puede ser medido en el extremo receptor (capa de aplicación RTP) a partir de la información "time stamp" que traen los payload RTP

- La forma utilizada para contrarrestar los efectos de la variación de retardo, es **almacenar las tramas** recibidas en un buffer suficientemente grande, que dé tiempo a que lleguen las tramas que han tenido mayor retardo y luego ordenar las tramas en la secuencia correcta antes de reenviarlas
- Es decir se logra corregir la variación de retardo, pero a costa de introducir retardo adicional

- Si la variación de retardo es grande se requiere mayor tiempo de buffering. Si la variación de retardo es menor, se requiere menor buffering. Por esta razón, con el fin de disminuir el retardo adicional introducido, se usa un “buffer jitter adaptivo”
- El buffer jitter adaptivo permite ajustar el tiempo de almacenamiento de las tramas en el buffer de destino, a la cantidad de jitter que está ocurriendo en la red, cantidad que entre otros factores depende del tráfico que instantáneamente presiona sobre la red
- Generalmente, para efectos de los cálculos, se considera que el retardo que introduce la corrección de jitter es igual a 2 veces el período R entre datagramas

4.4 Pérdida de paquetes

1/2

- La **pérdida de paquetes** en el trayecto extremo-extremo, provoca como efecto **pérdidas de sonidos**, que también son muy molestas al oído humano
- La calidad de la voz se hace **intolerable** por pérdida de sonidos, si la pérdida de paquetes extremo-extremo **supera 3%**
- Normalmente se acepta hasta un 1% de pérdida de paquetes, aunque es preferible que ésta no sobrepase 0,5%

4.4 Pérdida de paquetes

2/2

- No siempre es fácil lograr este objetivo, si se tiene en cuenta que **en las redes IP intencionalmente se eliminan paquetes** para evitar congestiones de red. Al respecto, vimos algunos casos cuando estudiamos los campos del encabezamiento IP: Fragmentación y Reensamblaje, TTL y Checksum

I_e = Impairment factor G.113 (Factor de deterioro)

| Codec | I_e (0% loss) | I_e (2% random frame loss) | I_e (5% random frame loss) |
|--------------------|-----------------|------------------------------|------------------------------|
| G.711 without PLC | 0 | 35 | 55 |
| G.711 with PLC | 0 | 7 | 15 |
| G.729A | 11 | 19 | 26* |
| G.723.1 (6.3 kbps) | 15 | 24 | 32† |

* The values were for 4% random frame loss. The values for 5% were not provided in the Appendix.
† The values were for 4% random frame loss. The values for 5% were not provided in the Appendix.

- 5 Very good
- 10 Good
- 20 Adequate
- 30 Limiting case
- 45 Exceptional limiting case
- 55 Customers likely to react strongly (complaints, change of network operator)

Packet Loss Concealment (PLC), es una técnica para enmascarar los efectos de la pérdida de paquetes en comunicaciones VoIP, que veremos más adelante

CODEC más comunes usados en VoIP

| Nombre del CODEC | Velocidad de salida nominal (V_{Codec}) |
|------------------|--|
| G.711u | 64,0 Kbps. |
| G.711a | 64,0 Kbps. |
| G.726-32 | 32,0 Kbps. |
| G.729 | 8,0 Kbps. |
| G.723.1 MPMLQ | 6,3 Kbps. |
| G.723.1 ACELP | 5,3 Kbps. |

5 PROTOCOLOS TELEFONIA IP

Dispositivos telefonía IP

- Teléfonos IP
- ATA
- Gateway o Media gateway
- Media gateway Controller
- Gateway de señalización (SG)
- Servidor de telefonía IP:
 - ✓ Call Manager (Cisco)
 - ✓ Gatekeeper (H.323)
 - ✓ Media Server (Avaya)
 - ✓ Servidor Asterisk
- PBX IP

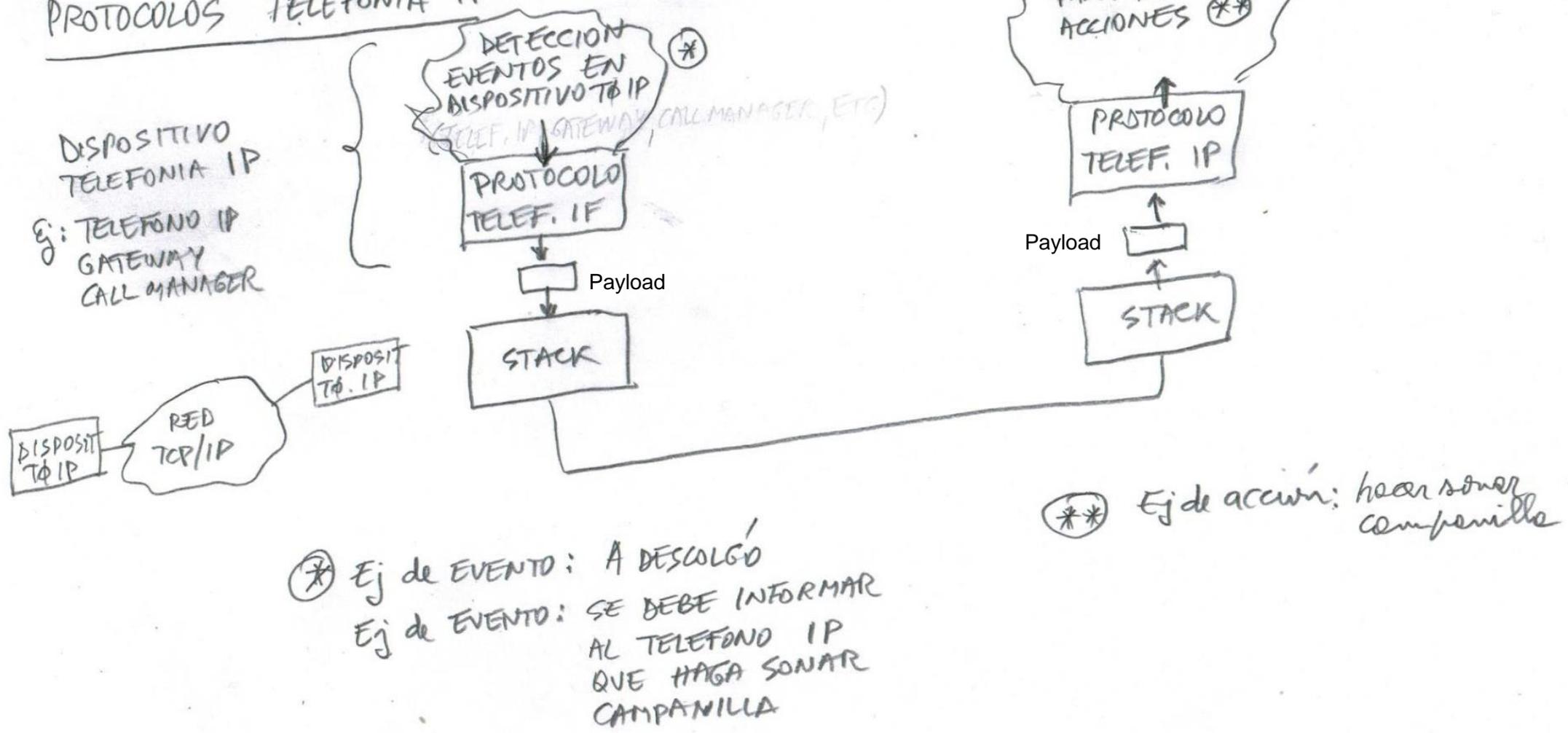
Los dispositivos de telefonía IP son capaces de:

- Detectar eventos ocurridos en el medio (ej. descuelgue, cuelgue, etc.)
- Realizar acciones en base a órdenes recibidas (ej. hacer sonar campanilla)

Los dispositivos de telefonía IP:

- Tienen implementadas una o más Aplicaciones de Telefonía IP
- Sus Aplicaciones de Telefonía IP transfieren información a la misma Aplicación residente en el lado remoto (peer tp peer)
- Para transferir la información se usa el PROTOCOLO DE ALTO NIVEL correspondiente a la Aplicación

PROTOSCOLOS TELEFONIA IP



⊛ Ej de EVENTO: A DESCOLGÓ
 Ej de EVENTO: SE DEBE INFORMAR AL TELEFONO IP QUE HAGA SONAR CAMPANILLA

⊛⊛ Ej de acción: hacer sonar campanilla

- La Aplicación de telefonía IP, en lado transmisión genera payloads en base a los eventos detectados y los entrega al stack de protocolos para su transmisión hacia el lado recepción (ej. de evento: descuelgue)
- En el lado recepción la Aplicación de telefonía IP procesa la información recibida y ordena acciones en base a los payloads recibidos (ej. de acción: hacer sonar la campanilla)

5.1 Introducción

- Nos dedicaremos ahora a estudiar protocolos correspondientes a las capas altas (sobre el stack), o sea “Aplicaciones” Telefonía IP
- Estas Aplicaciones son las responsables de generar los bloques de datos “payload”, y entregarlos al “stack” para su transmisión por la red de datos

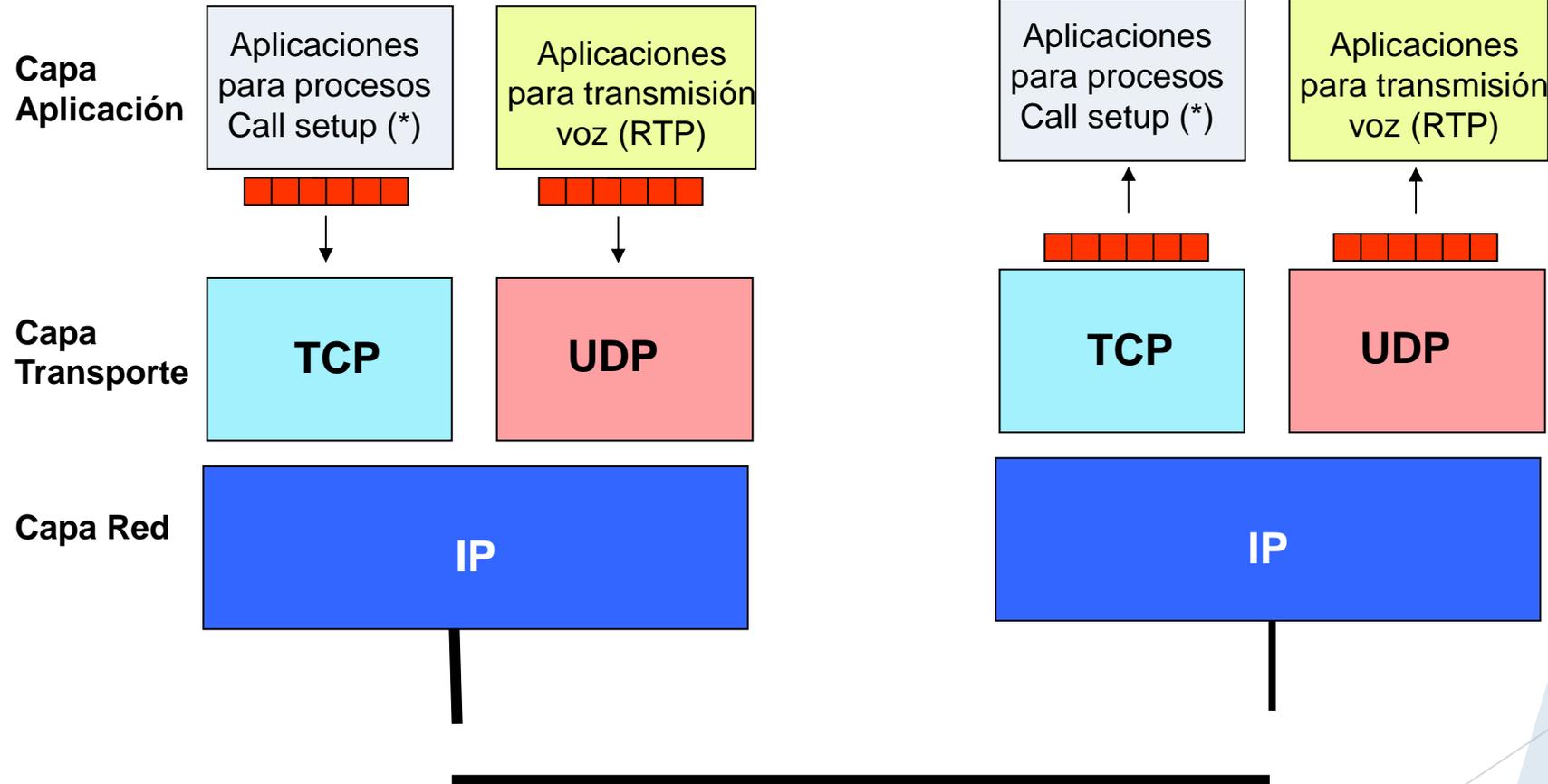
Como vimos anteriormente, la implementación de llamadas telefónicas VoIP por una red de datos involucra:

- **El establecimiento (y disolución) de las llamadas (fase Call Setup)**, es decir las funciones de señalización de la telefonía tradicional: obtener tono de invitación a marcar, digitar un número, obtener un tono de llamado o de ocupado, recibir señal “abonado B contestó”. Se incluye aquí también la disolución de las llamadas (Call Takedown).
- **La comunicación telefónica misma (fase Conversación)**

Durante ambas fases actúa una Aplicación de Telefonía IP

Si la aplicación privilegia **seguridad** y **confiabilidad** se utiliza **TCP**

Si la aplicación privilegia **rapidez** se utiliza **UDP**

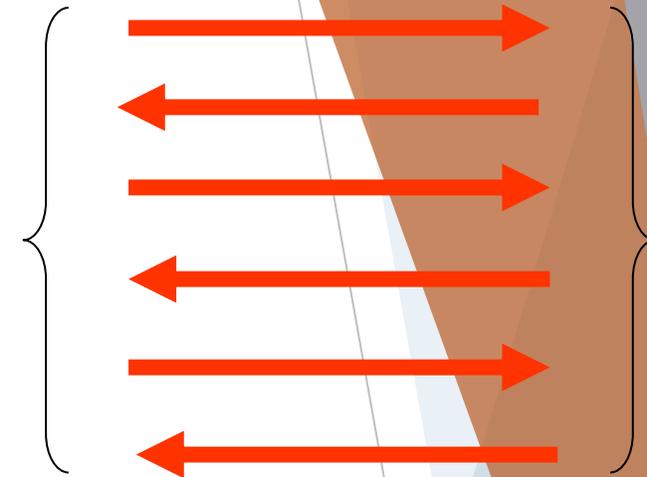


EL6019 Prof. Luis Castillo Barros (*) también llamados de “señalización”

Call Setup (señalización)

Intercambio de payloads anidados en PDUs TCP y UDP simulan todos los pasos de señalización que ocurren en la Red Telefónica Conmutada Pública durante establecimiento y disolución de la comunicación

PDU = Protocol Data Unit

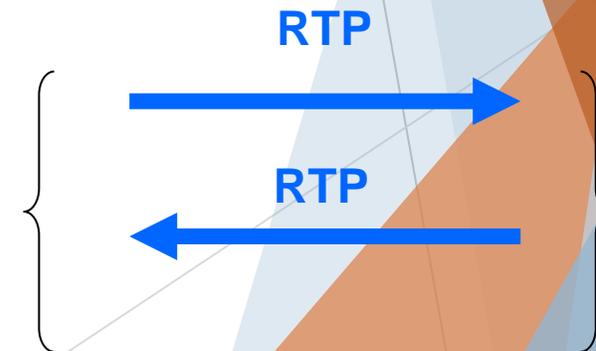


Conversación

Dos flujos de datos correspondientes a la voz digitalizada

Un flujo en cada dirección de

conversación



**Se distinguen dos familias de Aplicaciones de telefonía IP
(usan protocolos de alto nivel:**

- a) Para transferir información durante la fase Call Setup
(incluyendo Takedown)

- b) Para transferir la voz digitalizada

Entonces

Hay dos conjuntos de protocolos de alto nivel

Protocolos Call Setup o de señalización

Utilizados para intercambiar la información necesaria para establecer y disolver la comunicación. Estos protocolos “se sirven” de la capa de transporte (TCP o UDP). Permiten simular todos los pasos de la señalización de Red Telefónica Conmutada Pública necesarios para establecer y deshacer las comunicaciones

Protocolo para el transporte del flujo de voz

Llamado Real-time Transport Protocol (RTP). Este protocolo se utiliza para el transporte de cada uno de las dos flujos de voz (uno para cada dirección de conversación). “Se sirve” de la capa de transporte UDP.

Además de las Aplicaciones Call Setup y RTP, hay otros dos conjuntos de Aplicaciones con sus respectivos protocolos de Alto nivel:

- **Protocolos de gestión**
- **Protocolos de seguridad**

Protocolos de gestión

Son una ayuda para la gestión y mantenimiento de la red de datos, ya que **entregan información y estadísticas sobre el grado de utilización de la infraestructura existente**, información que es necesaria para ampliar y optimizar oportunamente la red.

Ejemplo de protocolo de gestión: RTCP XR

Mide

- Pérdidas de paquetes
- Retardos
- Jitter
- Nivel de audio
- Nivel de ruido
- Eco
- Entrega información integrada sobre la calidad de la voz de acuerdo a la escala Mean Opinion Score (MOS) y al modelo E de la UIT
- Permite discriminar si la pérdida de calidad se debe a mala configuración de los puntos finales o a problemas en la red

Protocolos de seguridad

- Orientados **a evitar que las comunicaciones VoIP sean maliciosamente interceptadas o intervenidas por hackers**
- Estos protocolos son necesarios ya que el uso de encriptación no siempre es recomendable por el alto consumo de ancho de banda que significa

En ambas fases, señalización y conversación, se requiere transferir información por la red IP

FASE SEÑALIZACIÓN (Call Setup + Call Takedown)

- Varios tipos de Protocolos Call Setup
- Anidan la información en unidades TCP ó UDP, según se requiera certeza o rapidez
- Algunos muy seguros pero pesados y otros menos seguros y más livianos
- **Los payloads intercambiados por los protocolos Call Setup corresponden a bloques de datos con información de señalización**

FASE DE CONVERSACIÓN

- Se emplea el **Protocolo Real time Transport Protocol (RTP)**
- RTP anida la información en PDU segmentos UDP
- Como la información del flujo de voz es en tiempo real y suficientemente redundante, es adecuado UDP, protocolo rápido y no orientado a la conexión
- **Los datagramas intercambiados corresponden a muestras de la voz digitalizada entregada por el CODEC**

Los segmentos TCP y UDP (ya sea que su payload provenga de una Aplicación Call Setup ó RTP):

- Son anidados en paquetes IP