

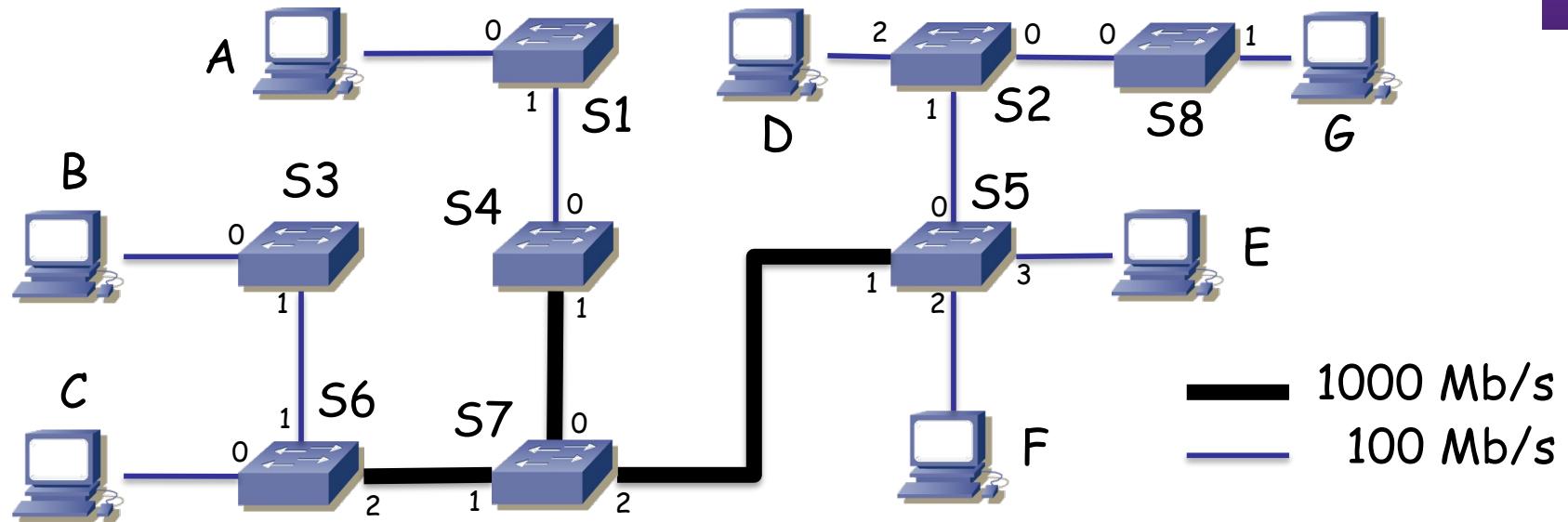
# Retardo en redes

Área de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios

# Commutación

- Hemos visto commutación de paquetes en dos tecnologías:
  - Ethernet (datagramas)
  - ATM (circuitos virtuales)
- Hemos visto que el retardo puede ser diferente para distintos paquetes
- ¿Esto es importante?



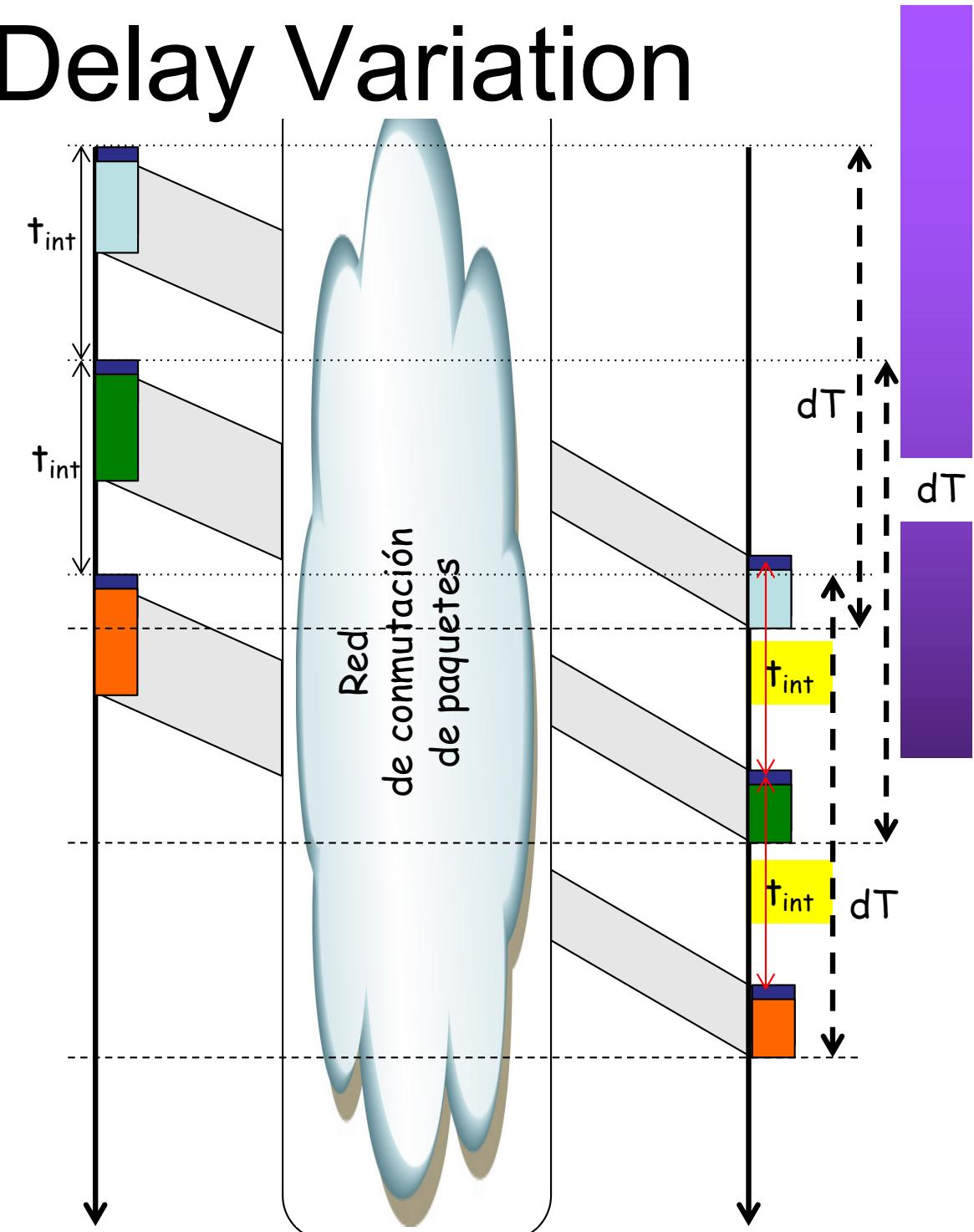
# Packet Delay Variation

# Packet Delay Variation

- Variación en el retardo (*jitter*)

## Ejemplo 1

- Paquetes equiespaciados
- Retardo medido entre el tiempo de inicio de envío de primer bit y tiempo de fin de recepción del último bit ( $dT$ )
- Todos sufren igual retardo hasta el punto de medida
- En ese otro extremo (o punto de medida) los paquetes están equiespaciados
- No hay variación en el retardo

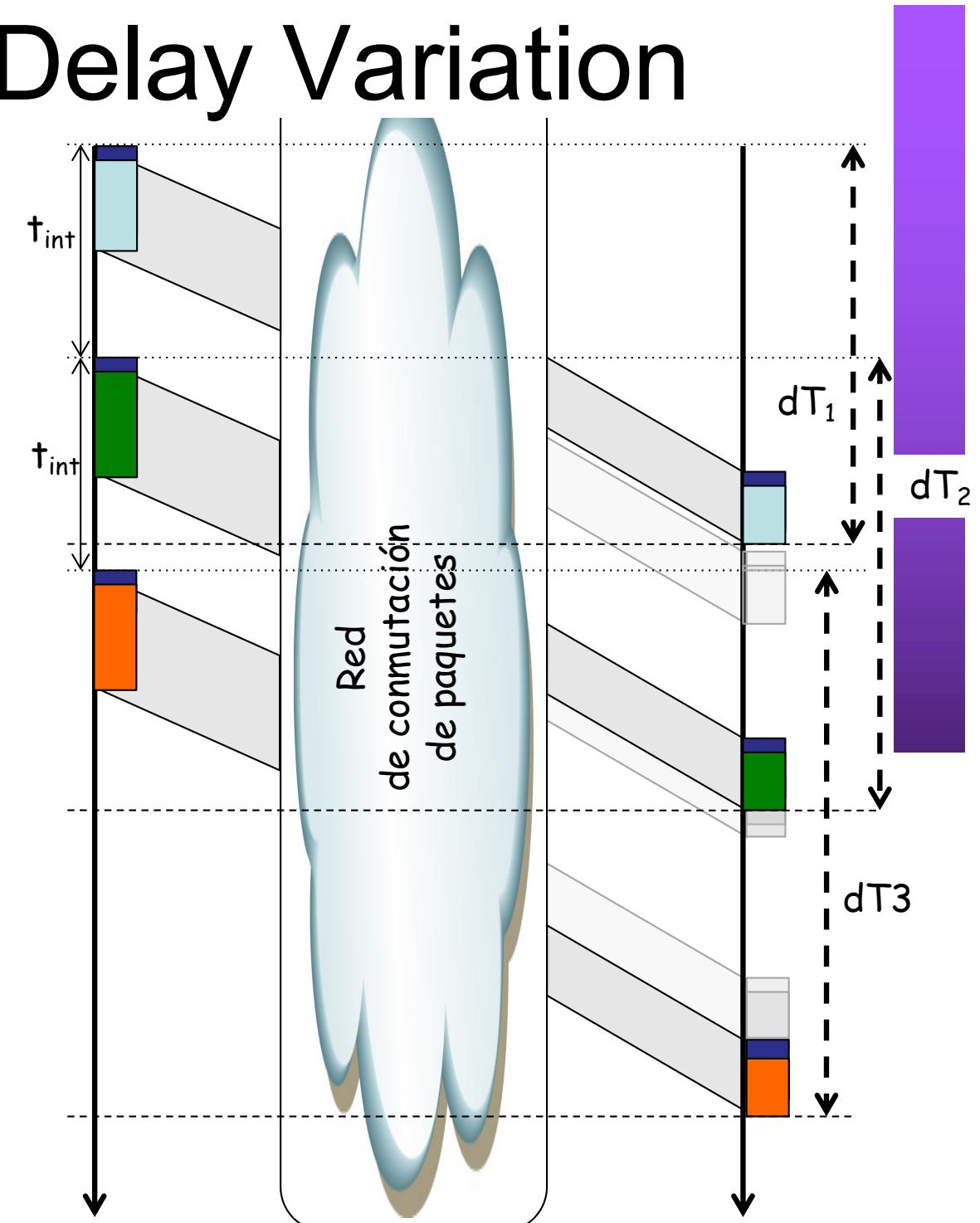


# Packet Delay Variation

- Variación en el retardo (*jitter*)

## Ejemplo 2

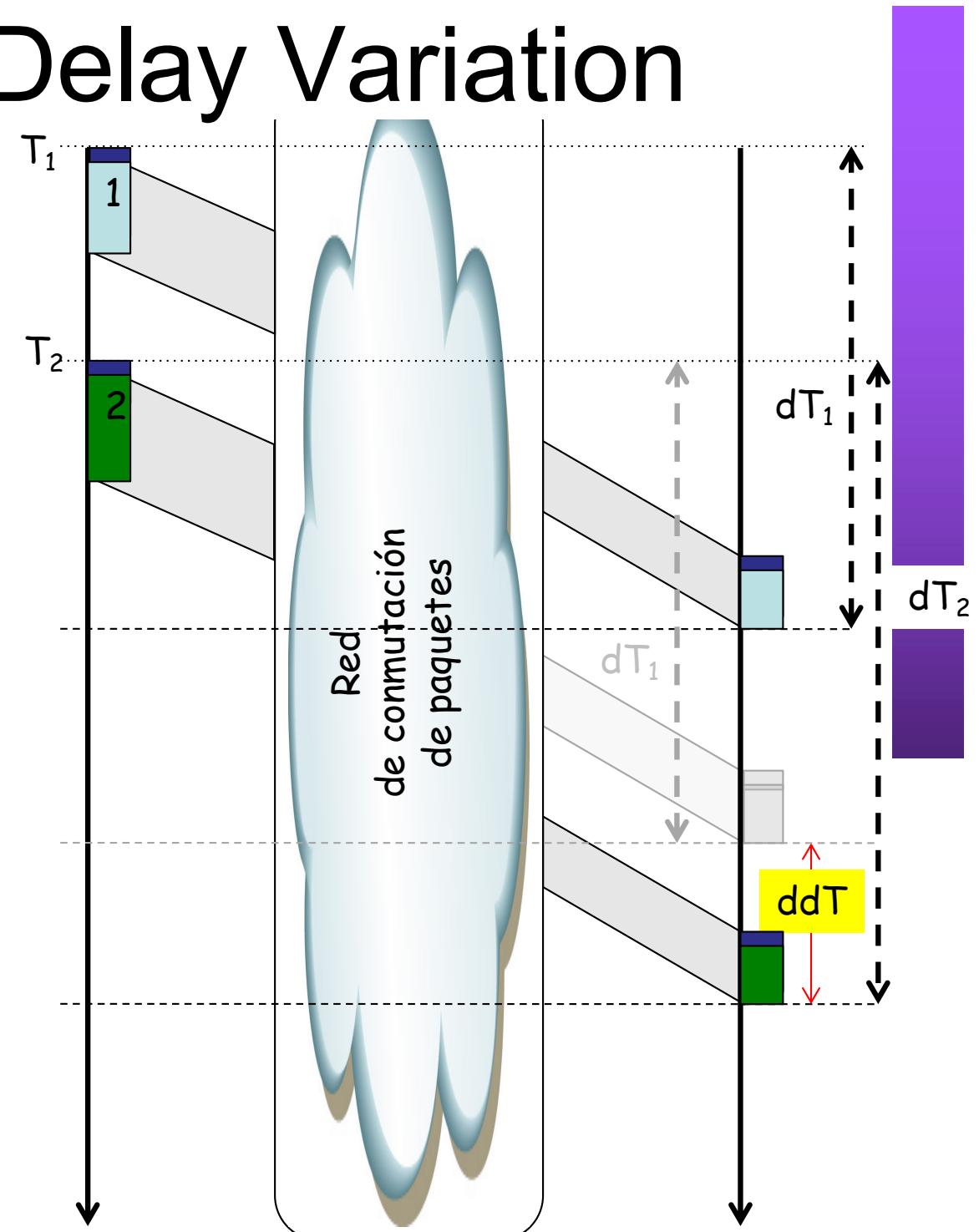
- Paquetes equiespaciados
- (En gris los instantes del ejemplo anterior)
- Sufren diferente retardo ( $dT_1$ ,  $dT_2$  y  $dT_3$ )
- PDV mide la variación en el retardo



# Packet Delay Variation

## Cálculo

- Dos paquetes (1) y (2)
- Retardos  $dT_1$  y  $dT_2$
- $ddT = dT_2 - dT_1$
- Mide la diferencia entre cuándo ha llegado el segundo paquete y cuándo “debería” haber llegado
- El “debería” sería en el caso de mismo retardo ambos (paquete en gris)
- Diferencia puede ser positiva o negativa (atrasarse o adelantarse)



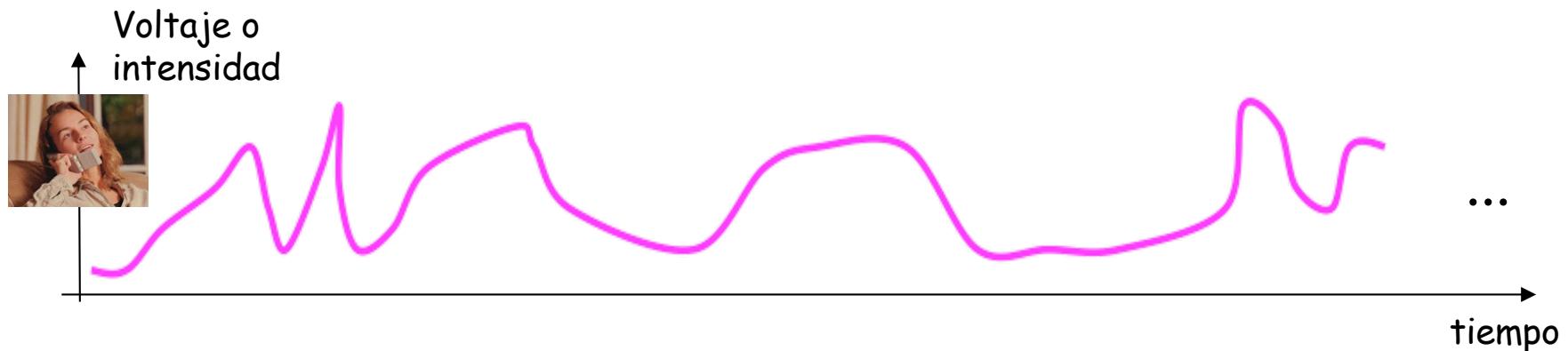
# Packet Delay Variation

- Variación entre el retardo extremo a extremo que sufre un paquete y el siguiente
- En ocasiones se le llama *jitter*
- Veámoslo con un ejemplo...

# PDV: Ejemplo

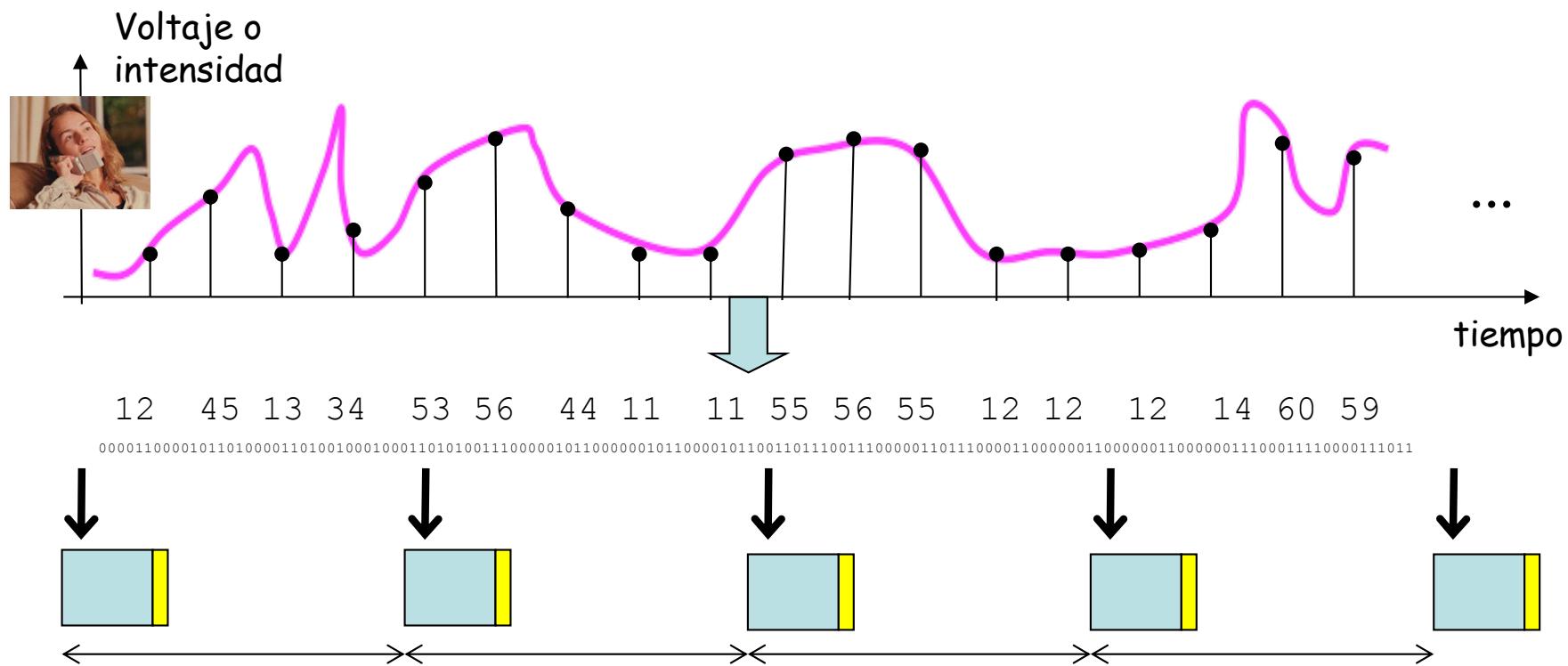
# Audio (telefonía)

- Micrófono convierte onda de presión en señal eléctrica (un voltaje)
- Eso es una señal “analógica” (continua) que toma valores reales ( $\mathbb{R}$ )
- Hoy en día transmitimos datos digitales
- Eso requiere una conversión analógico-digital
- Materia de otras asignaturas, pero de forma básica...



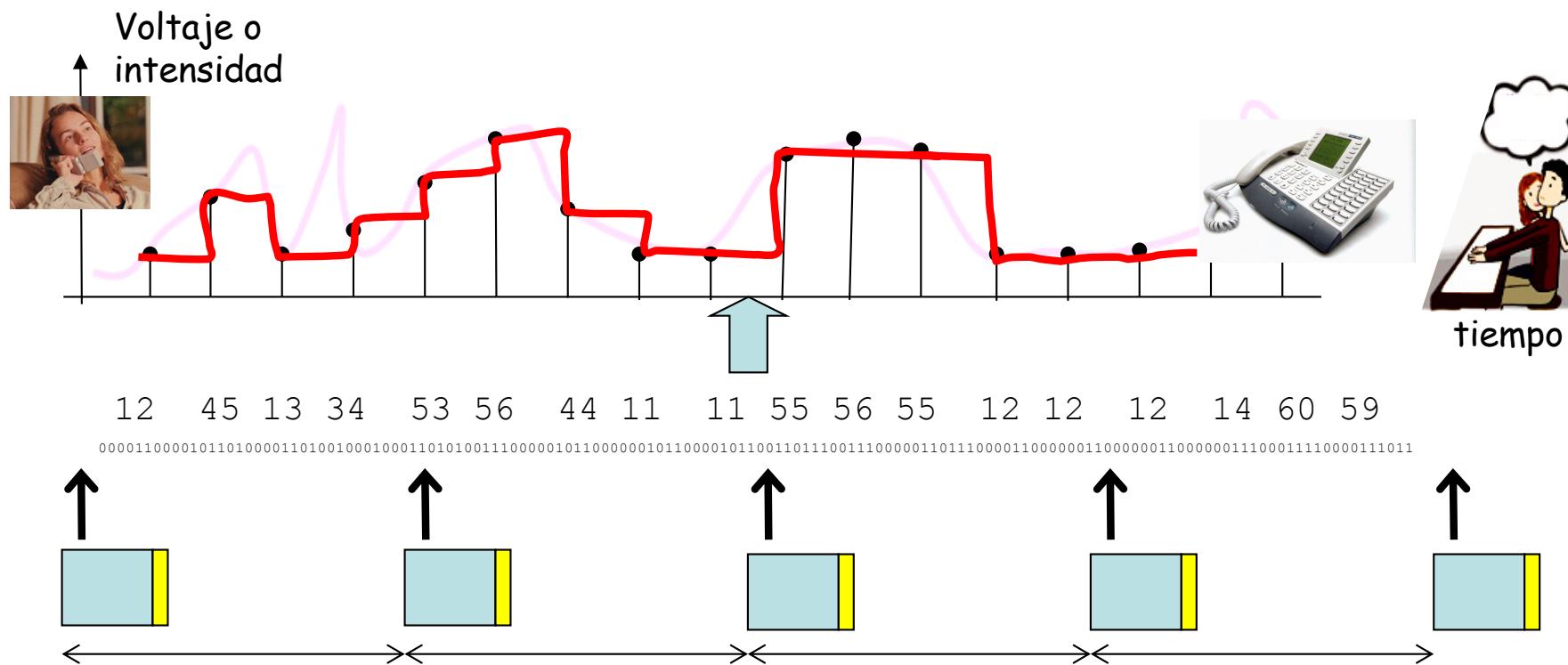
# Efectos del PDV

- Se mide ese voltaje cada cierto tiempo (centenar de  $\mu\text{s}$ ) (“muestras”)
- Ese valor real medido se aproxima por un entero
- Cada cierto tiempo se forma un mensaje con las muestras acumuladas desde el anterior
- Generalmente paquetes equiespaciados, así que tamaño y número de muestras por paquete constantes



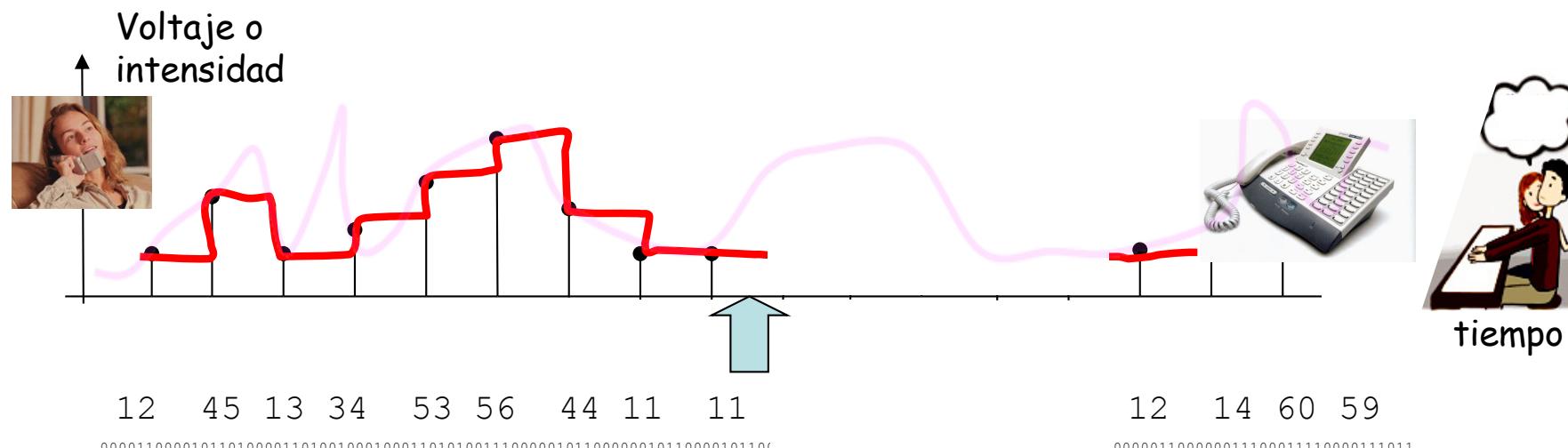
# Efectos del PDV

- Idealmente, los paquetes llegan al destino un tiempo después, con el mismo espaciado
- Eso quiere decir que todos hayan sufrido el mismo retardo
- Con ellos reconstruimos una aproximación de la señal original
- Que activa un altavoz
- Los datos se consumen a igual velocidad que se generan



# Efectos del PDV

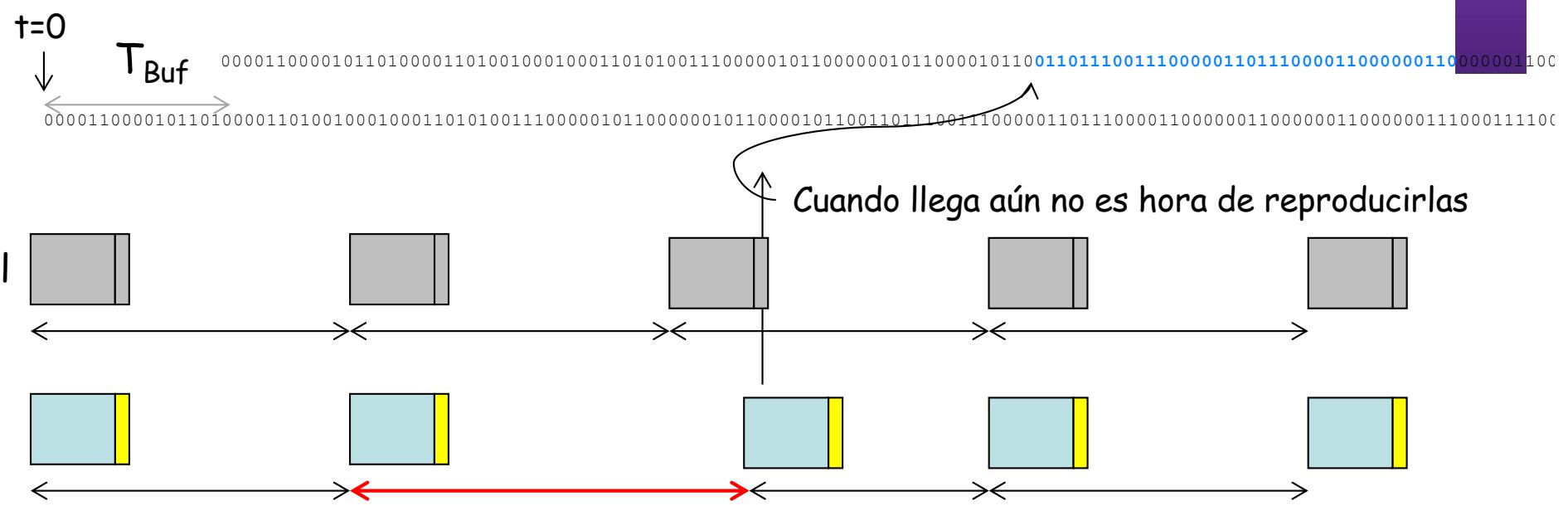
- Pero, ¿y si un paquete sufre un retardo mayor que el anterior?
- Llega un poco más tarde que cuando se le esperaba
- Se interrumpe la conversación a sonido por falta de datos
- Se produce un “corte”
- Puede que cuando ese paquete llegue “ya sea tarde”
- Ya no sirva pues ya se ha producido el corte en la reproducción



# Efectos del PDV

## Solución

- Retrasar comienzo de la reproducción mediante buffering en el receptor
- Supongamos que en  $t=0$  tiene el primer paquete y podría empezar a reproducir
- Se introduce en memoria durante  $T_{Buf}$  (mientras tanto pueden llegar más paquetes, según el tiempo que se desee y lo grande que sea  $T_{Buf}$ )
- El paquete muy retrasado entrará en el buffer y aún se estarán reproduciendo muestras de anteriores si su PDV es menor que  $T_{Buf}$



# Requisitos de aplicaciones

# Requisitos

- Podemos tener aplicaciones que necesiten un flujo mínimo de paquetes/s (bytes/s) que estén llegando al receptor
- Y/o aplicaciones que requieren que todos los paquetes lleguen al destino
- Y/o aplicaciones que requieran que el tiempo entre la producción del dato en la fuente y su consumo en el otro extremo de la red esté acotado
- E incluso que la variación de esos retardos esté acotada