

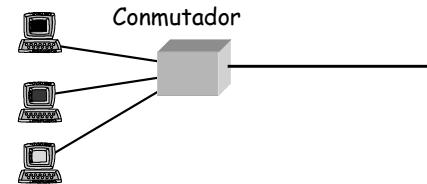
Multiplexación estadística

Jorge García Vidal

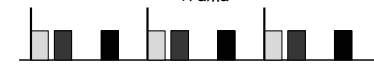
PIAM, Jorge García Vidal, 2004

QoS en redes

- Recordatorio...



TDM síncrono:



TDM estadístico:



PIAM, Jorge García Vidal, 2004

QoS en redes

- Retardos:
 - Tiempo de propagación (200.000 Km/s)
 - Tiempo de transmisión ($L \text{ bits} / R \text{ bps}$)
 - Retardos debido a multiplexación estadística, acceso múltiple, etc
 - Retardos debidos a retransmisiones (ARQ)
 - Retardos debidos al procesamiento en hosts y routers
 - Retardos debido a la paquetización
- Pérdidas:
 - Pérdidas por errores en la transmisión
 - Pérdidas por desbordamiento en buffers

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Conversión Analógico/Digital



F_m : Frecuencia de muestreo (muestras/seg)
 b_m : Bits por muestra

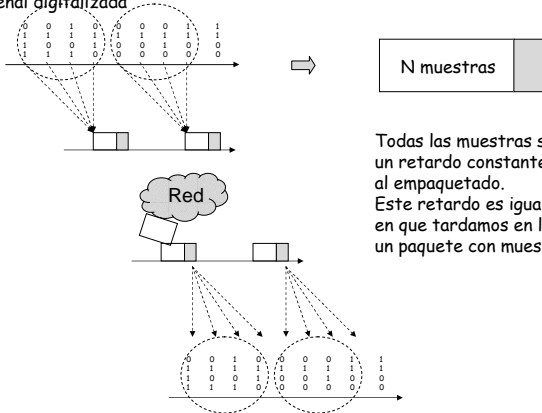
Para transmitir la señal digitalizada necesitamos $R = F_m \times b_m$ bits/seg

Ej: Voz con calidad telefónica. $F_m = 8 \text{ KHz}$, $b_m = 8 \Rightarrow R = 64 \text{ Kbps}$

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Retardo de empaquetado

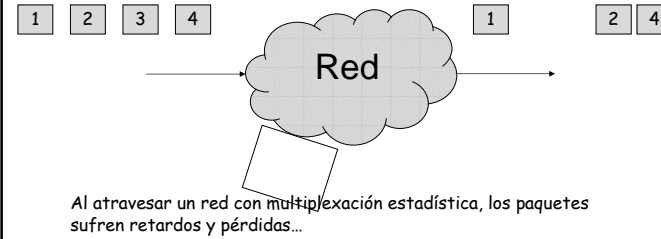
Señal digitalizada



Todas las muestras sufren un retardo constante debido al empaquetado. Este retardo es igual al tiempo en que tardamos en llenar un paquete con muestras

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

QoS en redes

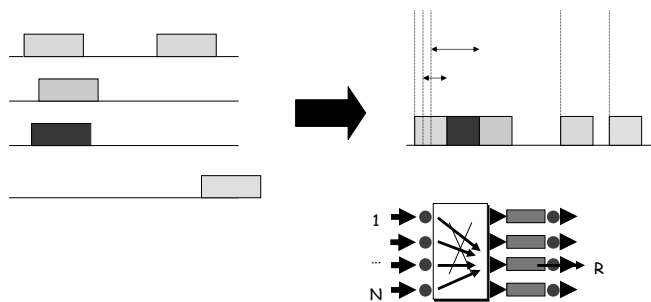


Al atravesar un red con multiplexación estadística, los paquetes sufren retardos y pérdidas...

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

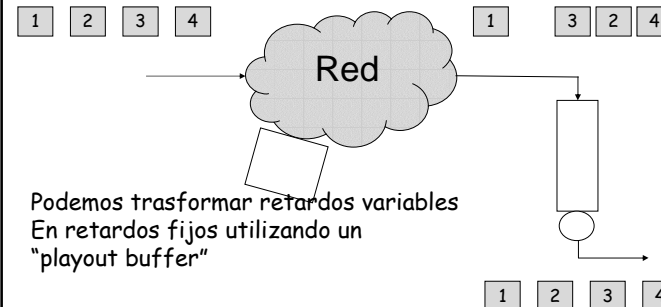
Multiplexación estadística

Debido a la multiplexación estadística aparecen retardos variables y, en general, impredecibles



PIAM, Jorge García Vidal, 2004

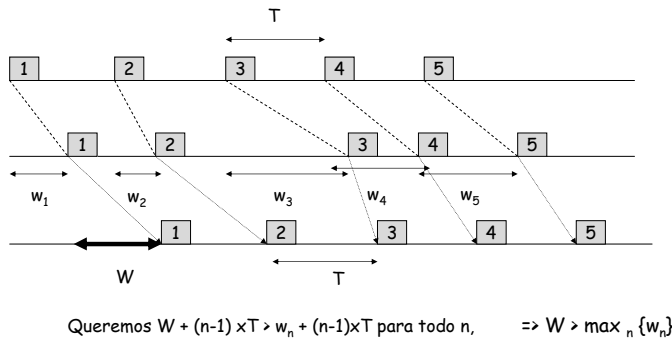
Playout buffer



Podemos transformar retardos variables en retardos fijos utilizando un "playout buffer"

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Playout Buffer



PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Tipos de tráfico

Types of traffic	Traffic Pattern	Bandwidth Requirement	Latency Requirement
Voice Telephony	Stream-oriented symmetric	6-64 Kb/s	100-150 ms. (interactive communications)
Video Video conferencing	Stream-oriented ≅ symmetric	1-2 Mb/s	100-150 ms.
Entertainment (Movie-on-demand)	asymmetric	20 Mb/s (HDTV)	minutes (near VoD)
VOD applications	asymmetric	4-6 Mb/s (MPEG2)	seconds
Data Web browsing	Random & bursty	10 mb/s (peak)	< 1 sec. (interactive, time sensitive)
E-commerce	asymmetric	1 Mb/s (average)	No real-time requirement
Other (email, file transfer)	unpredictable		

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

(De F. Tobagi)

Multiplexación estadística

- Supongamos que los paquetes tienen un tamaño fijo L bits, que la velocidad de transmisión en el link de salida es R bps, y que el proceso de llegada se puede modelar como un proceso de Poisson con intensidad media de λ llegadas/segundo.
- Además definimos $t = L/R$ (es decir, el tiempo de transmisión de un paquete) y $\rho = \lambda t$ (es decir, el número medio de paquetes que llegan durante t)
- El tiempo medio de espera viene dado por la fórmula (Fórmula Pollaczek-Khintchine P-K, retardo medio en una cola $M/D/1$):

$$W = t/2(1-\rho)$$

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multiplexación estadística

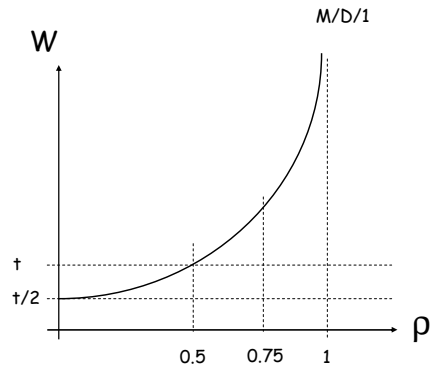
- Ejemplo: $L = 64 \times 8$ bits
 $R = 1$ Mbps
 $t = 512 \mu s$
 $\lambda = 1500$ paquetes/seg
 $\rho = 0.75$

$$W = 512 \mu s \times (0.5/0.25) = 1,024 \text{ ms}$$

Este es un valor medio, el retardo máximo puede ser bastante mayor....

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multiplexación estadística



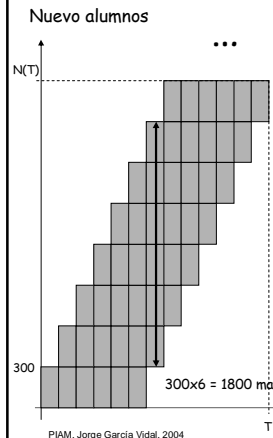
PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multiplexación estadística

- Si los buffers tienen un tamaño limitado y se desbordan, se dan pérdidas de paquetes
- Fórmula de Little:
- Pregunta: Supongamos que en la FIB, en una situación estable, se matriculan cada año 300 nuevos estudiantes. Supongamos que cada alumno permanece matriculado en media durante 6 años. ¿Cuántos alumnos hay matriculados en media?

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multiplexación estadística



Aunque en la representación usemos valores constantes, en realidad son valores medios...

$$Q = \lambda \times W \text{ (Fórmula de Little)}$$

(Nota: Para $T \rightarrow$ infinito...)

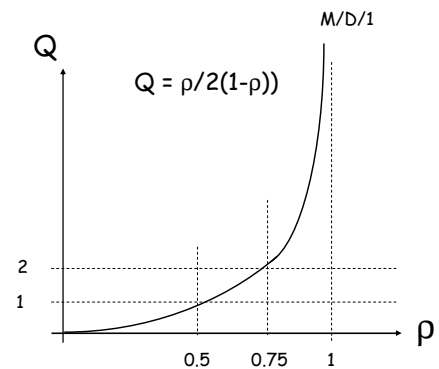
$$\frac{\sum_{n=1}^{N(T)} \text{\#años_matriculado}(n)}{N(T)} \rightarrow W$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{N(T)} \text{\#años_matriculado}(n)}{T} \rightarrow Q$$

Pero ... $N(T)/T \rightarrow \lambda$

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multiplexación estadística



PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multiplexación estadística

- Hasta ahora hemos tratado con valores medios, pero tal vez nos interesen los percentiles.
- Ejemplo: Podemos fijar un retardo tal que no sea superado más que por el 1% de los paquetes?
(es decir, podemos asegurar que el 99% de los paquetes sufren un retardo menor a dicho valor)

PIAM, Jorge García Vidal, 2004

Multimedia Applications

- Podemos distinguir tres situaciones:
 1. El fichero con la información mm se carga antes de la reproducción (e.g.: Gnutella)
 2. Podemos unos segundos de información antes de reproducirla, por lo que podemos absorber variaciones de retardo del orden de segundos (streaming) (e.g. RealPlayer)
 3. La información debe llegar en pocos milisegundos, porque es interactiva (e.g. VoIP)

PIAM, Jorge García Vidal, 2004