

QoS: Queueing

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

Grado en Ingeniería en Tecnologías de
Telecomunicación, 3º

Temas de teoría

1. Introducción
2. QoS
3. Encaminamiento dinámico en redes IP
4. Tecnologías móviles
5. Otros temas

Objetivos

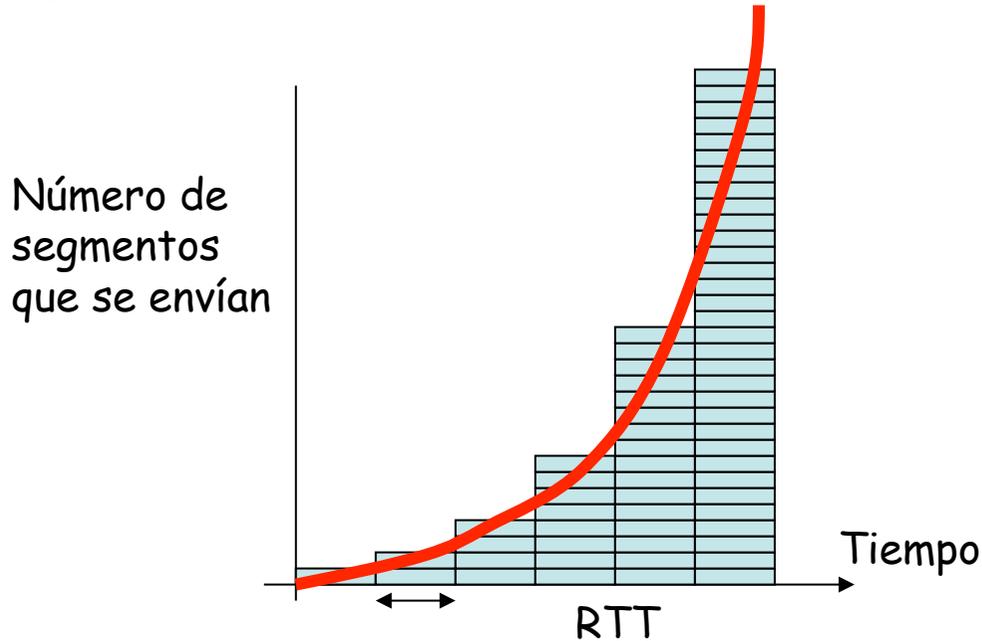
- Conocer los mecanismos de gestión activa de cola

Congestion Avoidance

- Vamos a ver lo que se llama *Active Queue Management*
- Su objetivo es evitar que interfaces o colas se congestionen
- Diseñado para TCP pues es un protocolo que reacciona ante congestión reduciendo la tasa de envío

Slow Start

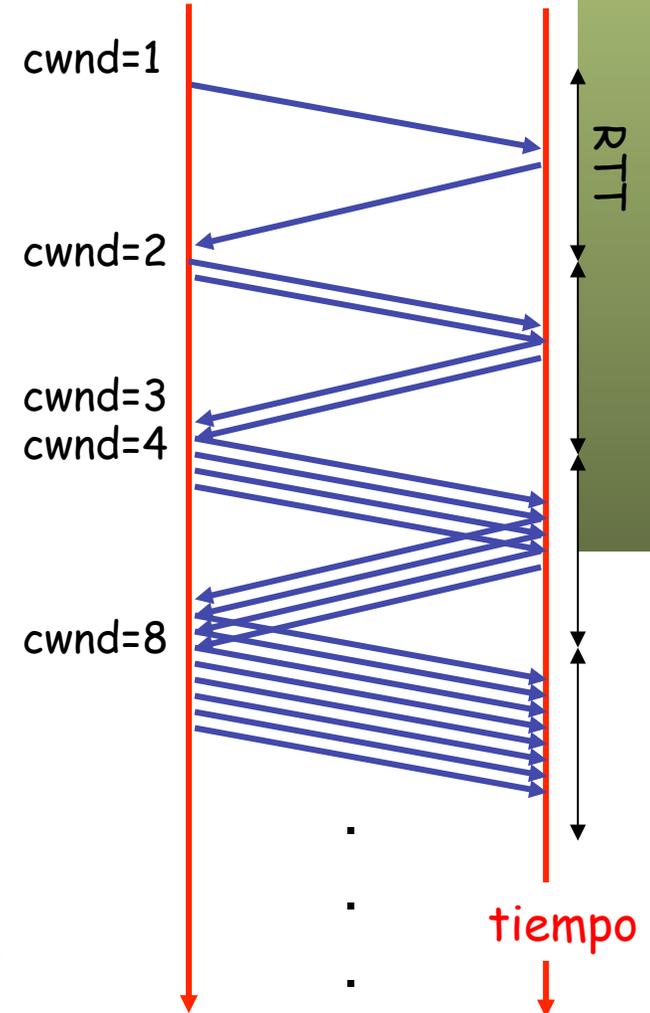
- Al comenzar $cwnd = 1$ segmento del MSS
 - La ventana es $\min\{win, cwnd\}$
 - Al principio solo se puede enviar un segmento
 - En realidad (RFC 2581) debe ser: $cwnd_{inicial} < 2 \times MSS$
- Por cada ACK (que confirme nuevos datos) que se reciba se incrementa $cwnd$ en 1 segmento del MSS (...)



Emisor



Receptor



Congestion avoidance

TCP Tahoe

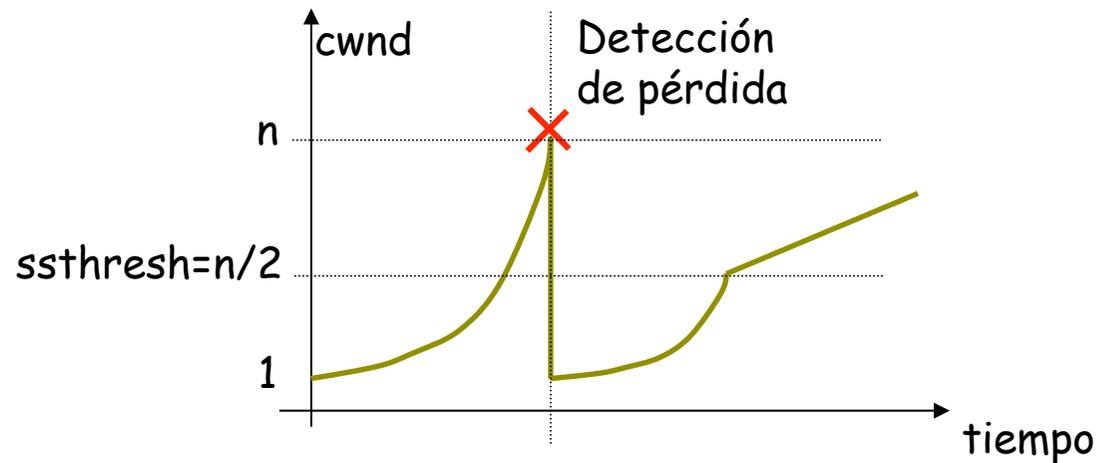
- Inicialización: $cwnd=1$, $ssthresh=65535$
- *Slow Start* (...)
- Si se detecta una pérdida (...):
 - $ssthresh = \min\{cwnd, win\}/2$
 [RFC2581] $ssthresh = \max\{FlightSize/2, 2\}$ (...)

Por **Timeout**:

- $cwnd=1$, comienza *Slow-start* de nuevo (...)

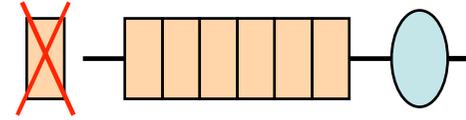
Nuevos datos son confirmados:

- Si $cwnd \leq ssthresh$: *Slow-start*, $cwnd+=1$ (crecimiento exp.) (...)
- Si $cwnd > ssthresh$: **Congest. avoidance**, $cwnd+=1/cwnd$ (crecimiento lineal) (...)

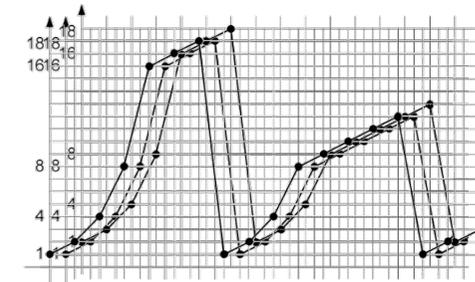


Passive Queue Management

Drop-Tail (la más habitual)



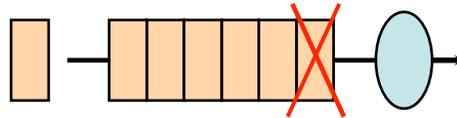
- Simple
- Descarta un paquete independientemente de su importancia
- Controla la congestión pero no la evita
- TCP puede enviar ráfagas (limitadas por el tamaño de la ventana)
- Si llega una ráfaga a una cola casi llena se perderán varios paquetes
- Ante pérdidas TCP reduce ventana de congestión y así velocidad de envío
- Varias conexiones pueden entrar simultáneamente en este proceso de control de la congestión y reducirse en gran medida el throughput global
- Introduce **sincronización global** con varias conexiones TCP en el enlace
- Unos pocos flujos pueden monopolizar el recurso
- La cola se mantiene llena por largos periodos
- Pero la cola es para absorber ráfagas, luego no se podrán absorber
- Colas llenas no lleva a mayor throughput sino a menor throughput
- **Colas poco ocupadas llevan a mayor throughput y menor retardo**



Passive Queue Management

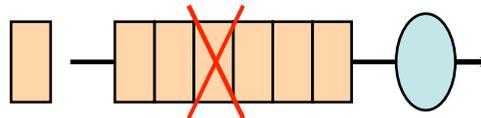
Head-drop

- Tira los paquetes que más tiempo llevan en el buffer
- Probablemente ya han sido retransmitidos (TCP)
- Probablemente ya llegan tarde (UDP/RTP)
- Controla la congestión pero no la evita, posible sincronización



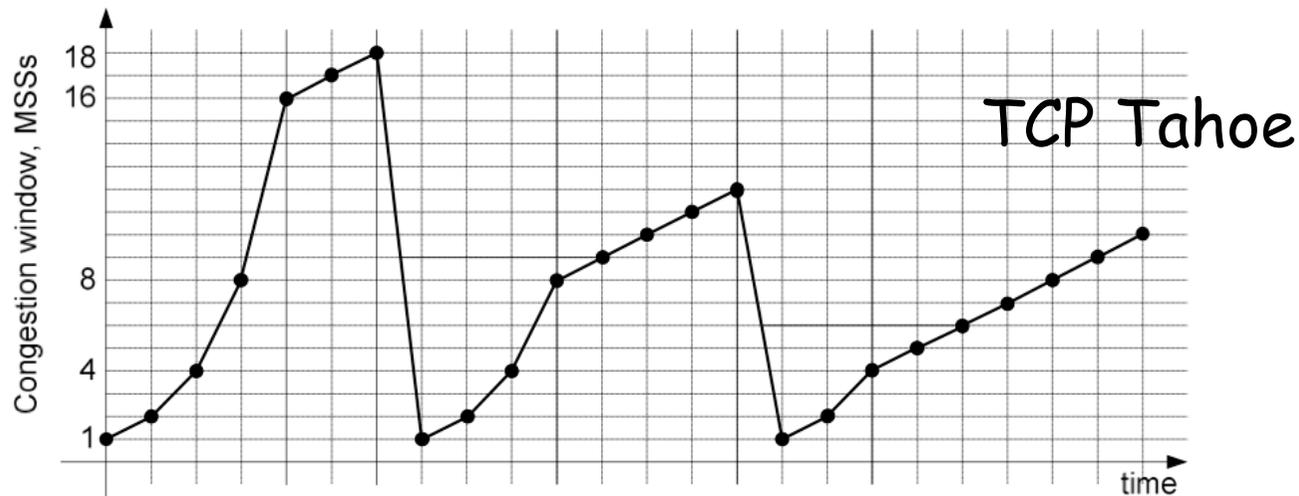
Random-Drop (ante cola llena)

- Se puede reducir la sincronización global pero no controlar UDP
- Controla la congestión pero no la evita



Active Queue Management

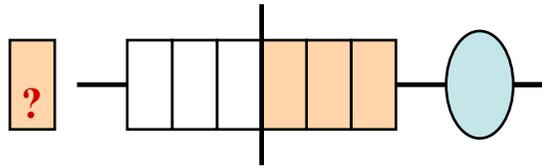
- Pensando en TCP, no controla UDP igual de bien
- Evita sincronizaciones, menores retardos y fluctuaciones
- TCP regula su tasa al detectar pérdidas (*Congestion avoidance*)



Active Queue Management

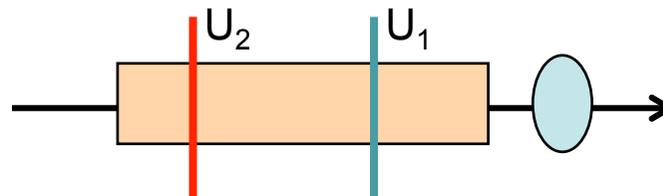
Early-Random-Drop (cola no llena)

- Si la cola excede un nivel se tira cada paquete que llega con una probabilidad fija



Weighted Tail Drop

- Se asignan umbrales en la cola a diferentes clases de tráfico
- Cuando se alcanza el umbral U_1 se descartan los paquetes que lleguen de la clase 1
- Cuando se alcanza el umbral U_2 se descartan también los paquetes que lleguen de la clase 2
- De la tercera clase se descartarán solo cuando se llene la cola

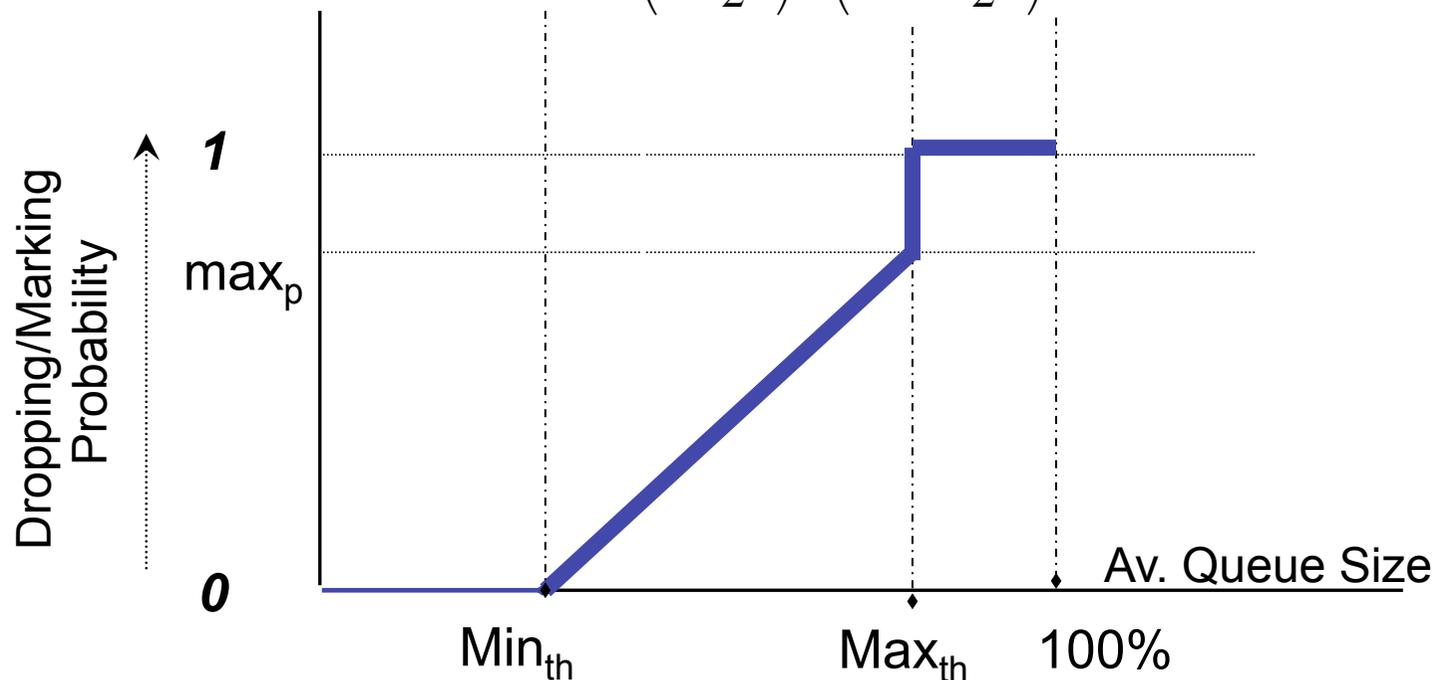


Active Queue Management

RED (Random Early Detection)

- RFC 2309 “Recommendations on Queue Management and Congestion Avoidance in the Internet”
- Descartar paquetes probabilísticamente antes de la congestión
- Evalúa la ocupación media del buffer
- Cálculo mediante *exponential moving average*
- Para parámetro w bajo la media sigue los cambios rápidos del valor instantáneo

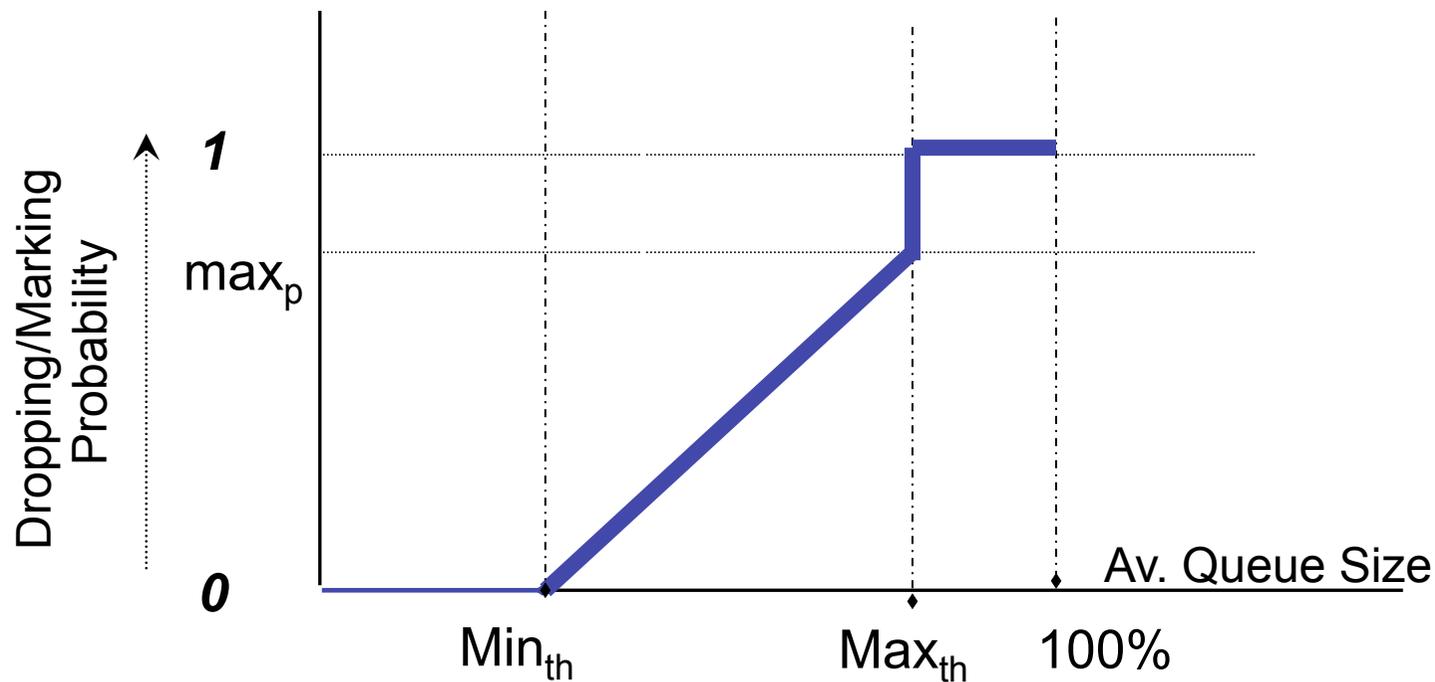
$$q_{avg} = q_{avg_old} \left(1 - \frac{1}{2^w}\right) + \left(q_{current} \frac{1}{2^w}\right)$$



Active Queue Management

RED (Random Early Detection)

- Difícil medir sus beneficios
- Con mala configuración podría comportarse peor que *drop-tail*
- Se han propuesto bastantes más algoritmos de AQM
- RED es el más extendido en implementaciones

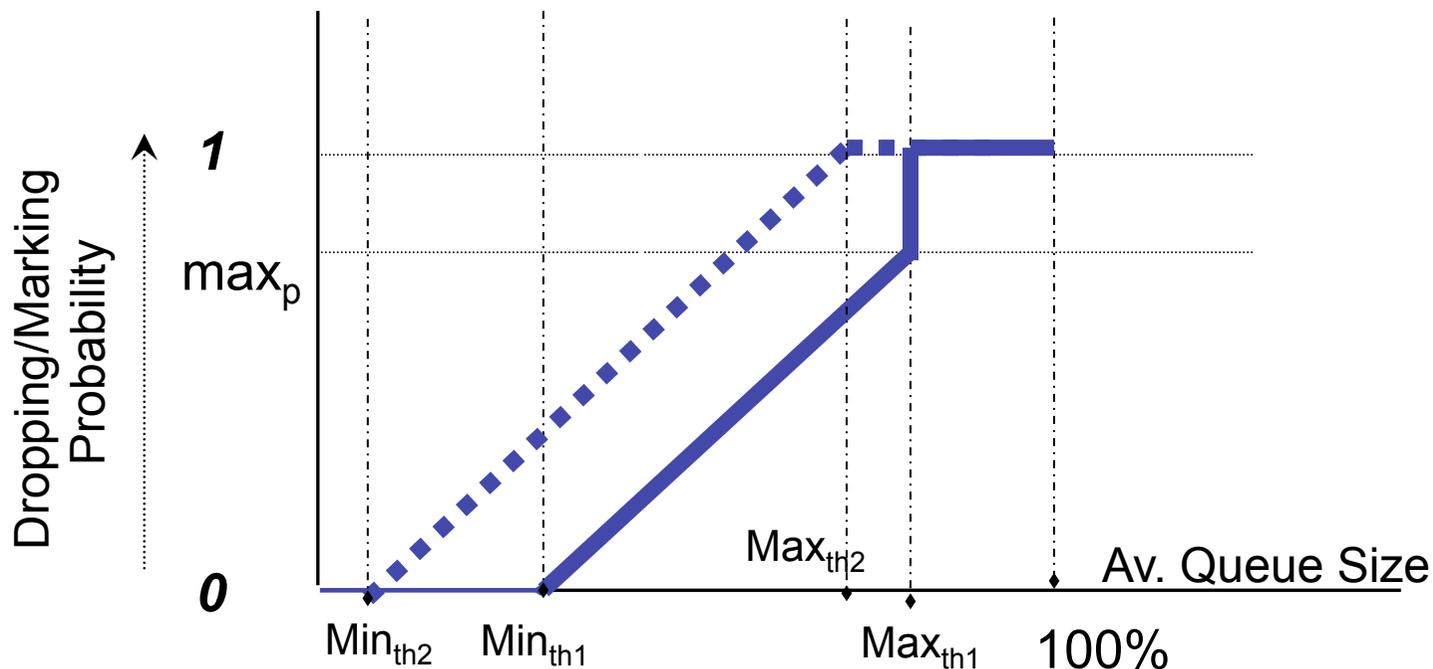


Active Queue Management

WRED (Weighted RED)

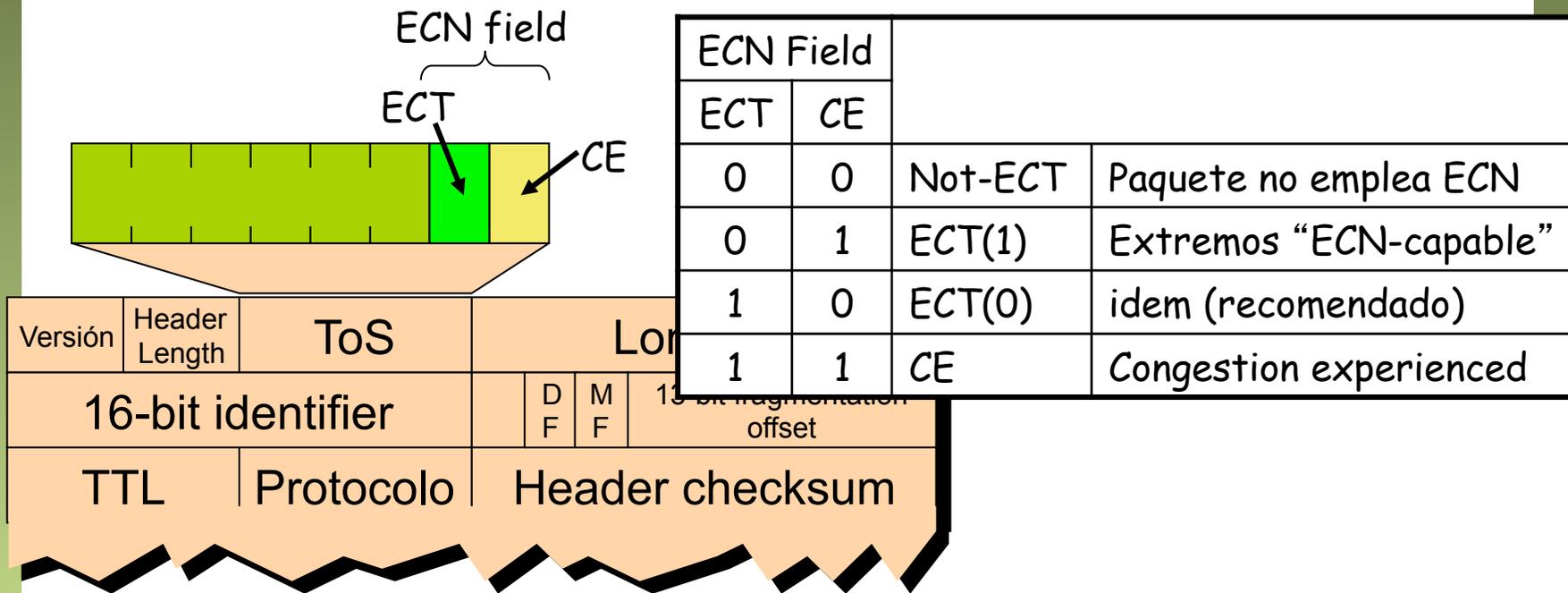
- Emplea un Min_{th} y Max_{th} diferente para diferentes clases de tráfico
- Mayor cuanto mayor es el valor de precedencia

Otras propuestas: Adaptive RED (ARED), RED In & Out (RIO), Flow weighted RED (FRED)...



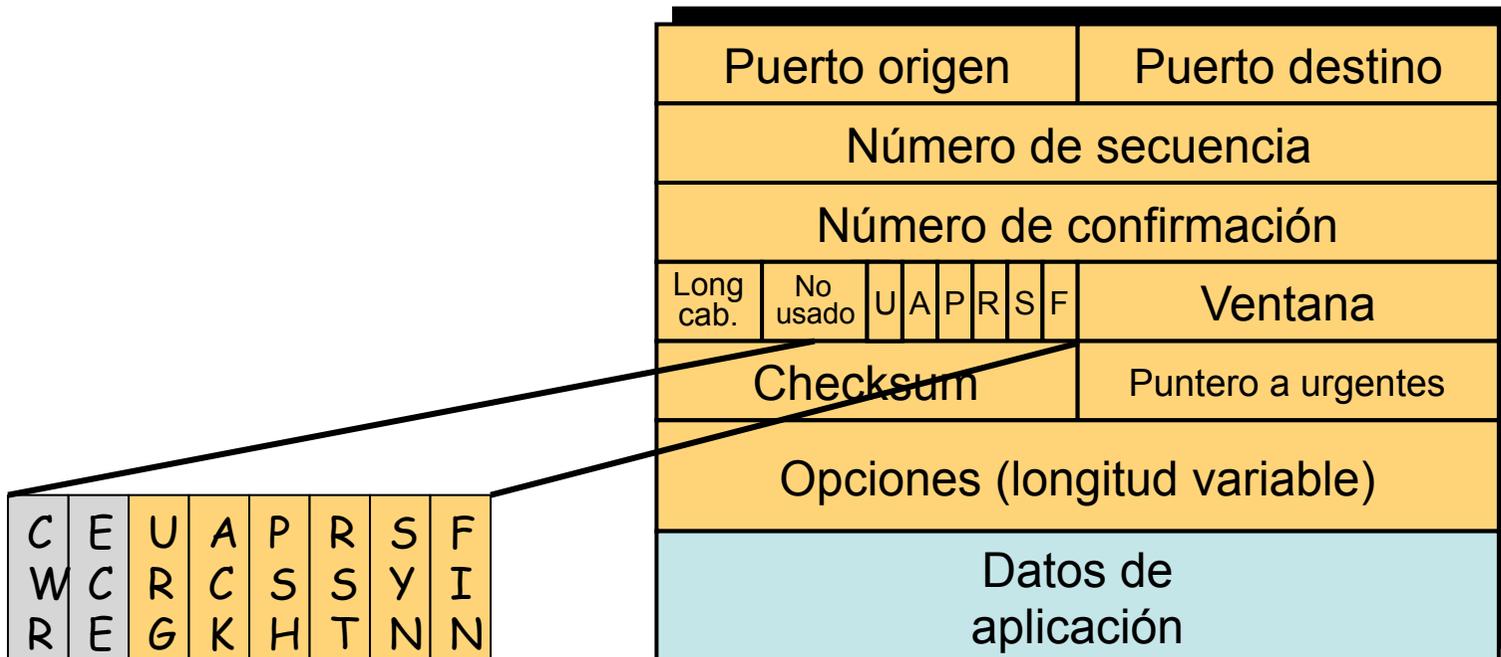
ECN

- *Explicit Congestion Notification*
- RFC 3168 “The Addition of Explicit Congestion Notification (ECN) to IP
- Extensión a RED: **marcar en vez de descartar** (salvo cuando se alcanza ocupación máxima que sí se descarta)
- Bit ECT = *ECN-Capable Transport*
- Bit CE = *Congestion Experienced*
- Requiere extender el control de congestión de TCP



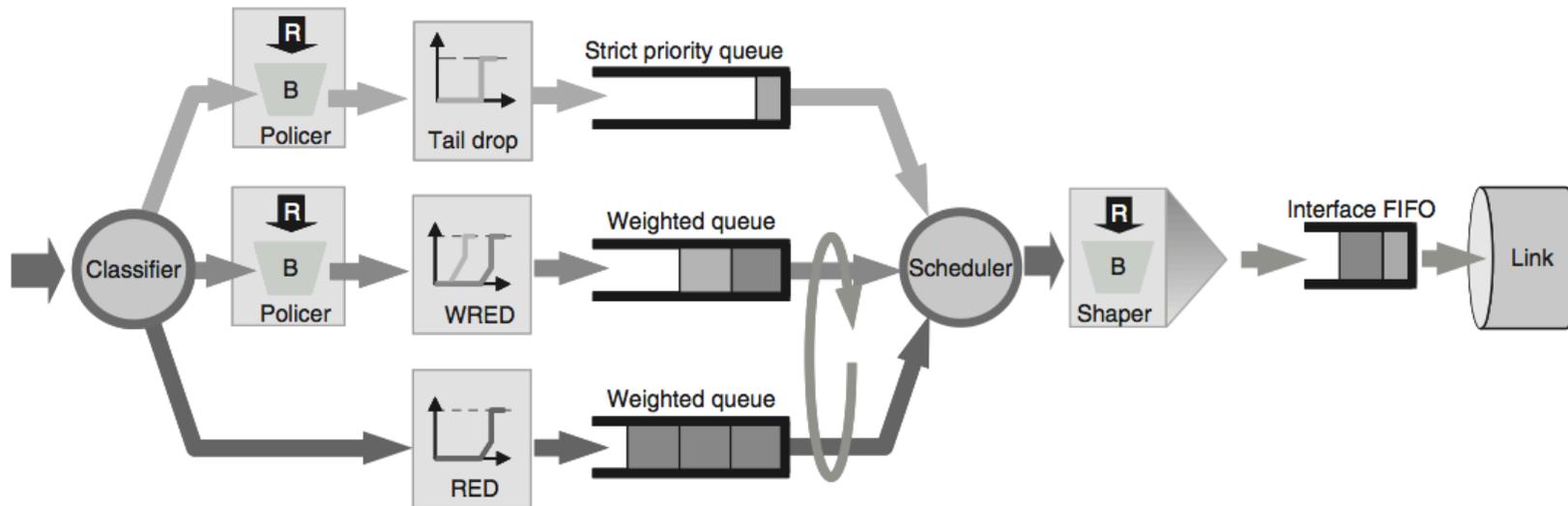
ECN y TCP

- Emplea dos flags nuevos en la cabecera TCP
- ECN-Echo (ECE): para que el receptor del paquete con CE activo devuelva esta indicación a emisor
- Emisor reacciona como si hubiera detectado una pérdida
- CWR flag: emisor notifica a receptor en el siguiente paquete de que ha recibido el ECE
- Poco extendida la implementación de ECN en routers y hosts

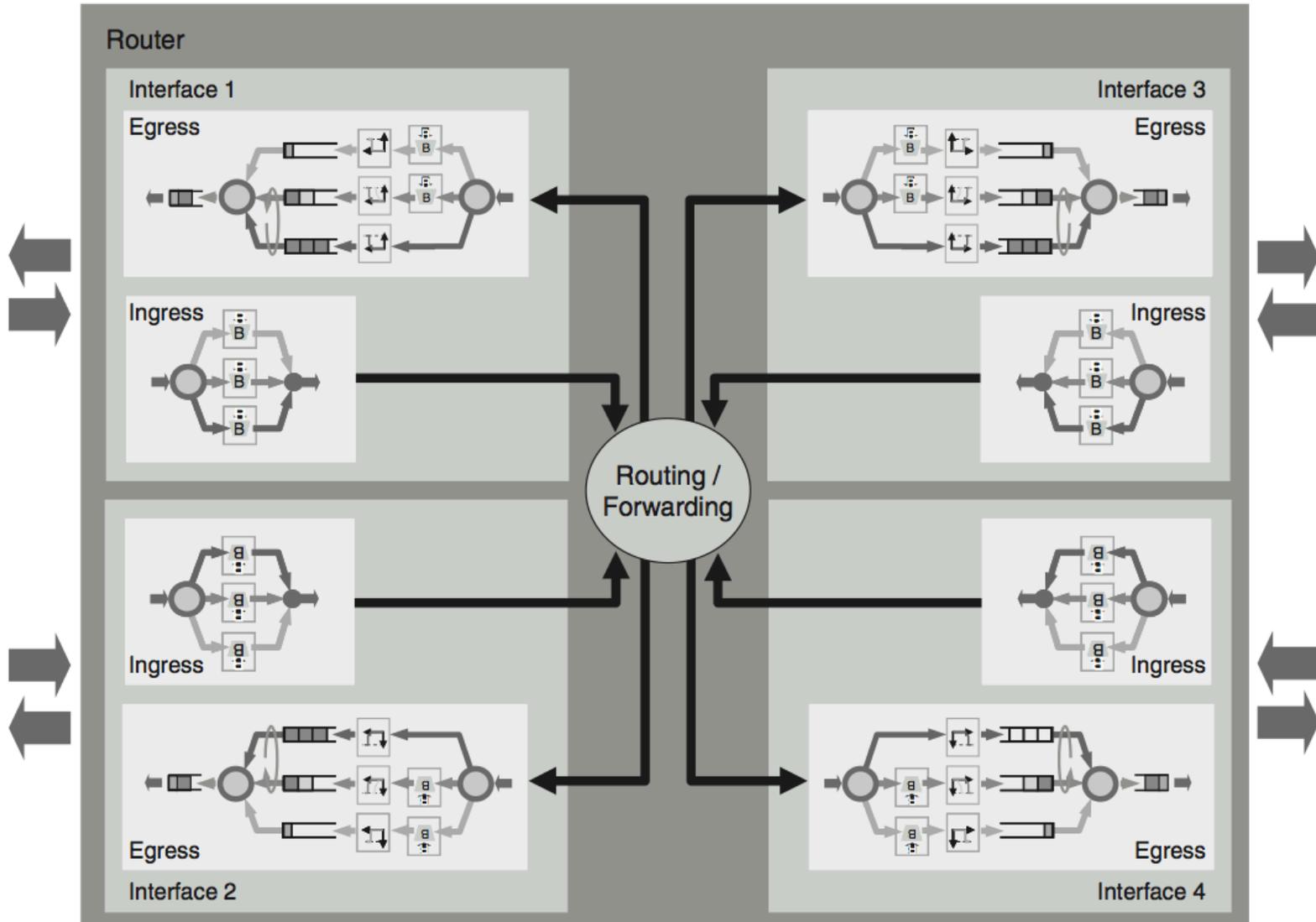


Implementación

Implementación



Implementación



Resumen

- TCP implementa control de congestión
- Interesa reducir la carga para que las colas no se saturen
- Introducirle pérdidas prematuras a TCP sirve para hacerle regular su tasa
- RED/WRED es la solución más común y flexible pero compleja de configurar