

# Planificadores: de PQ a WRR

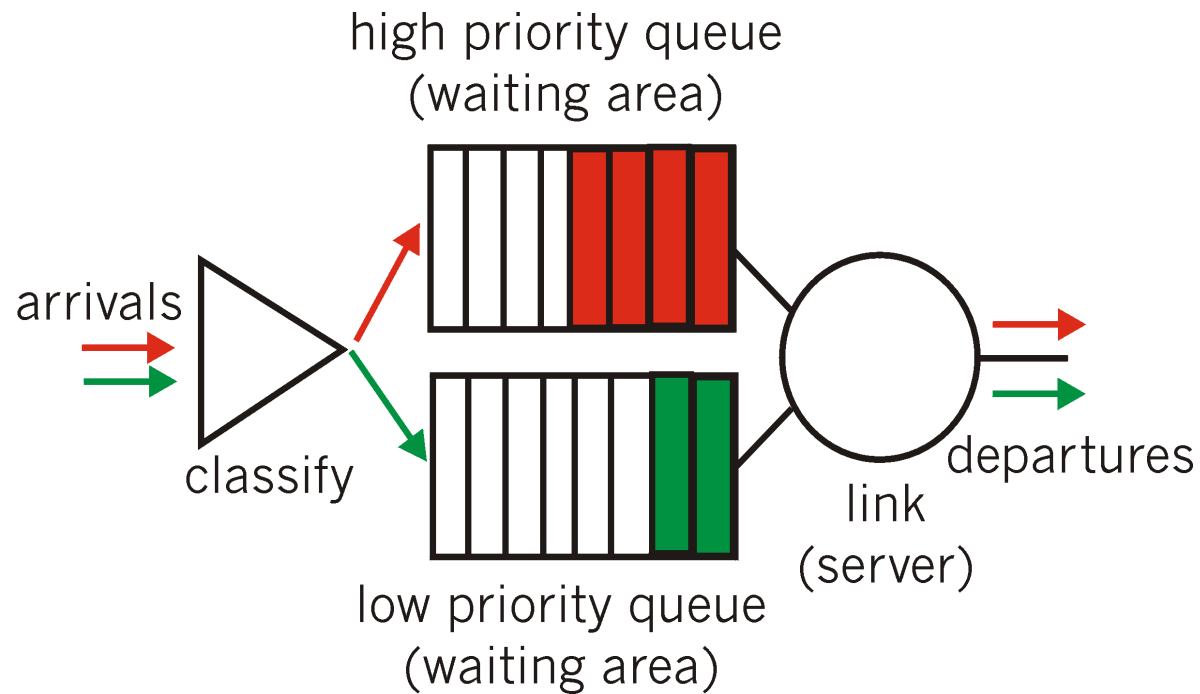
Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Grado en Ingeniería en Tecnologías de  
Telecomunicación, 3º

# Priority Queueing

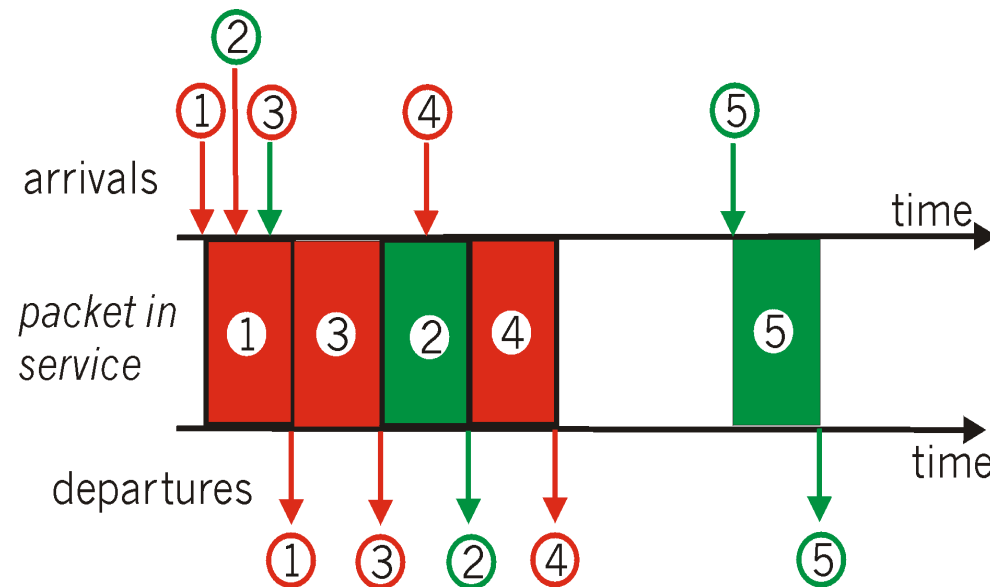
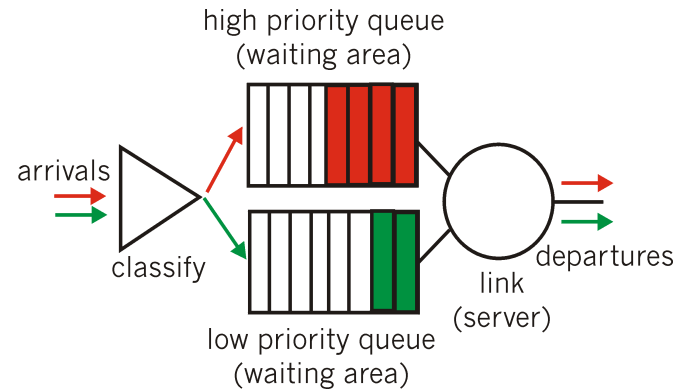
# Priority Queueing (PQ)

- Paquetes en cola de mayor prioridad se envían siempre antes que paquetes en colas de menor prioridad
- En cada cola FCFS



# Priority Queueing (PQ)

- Paquetes en cola de mayor prioridad se envían siempre antes que paquetes en colas de menor prioridad
- En cada cola FCFS



# Priority Queueing (PQ)

- Asegura que el tráfico importante reciba un servicio rápido
- Puede crear inanición (*starvation*), es decir, dejar fuera de servicio a tráfico menos prioritario
- Menor retardo en cola medio para un flujo a costa de mayor para otros.
- *Multilevel priority with exhaustive service*: Los paquetes en una cola de menor prioridad no se envían hasta que todas las colas de mayor prioridad están vacías



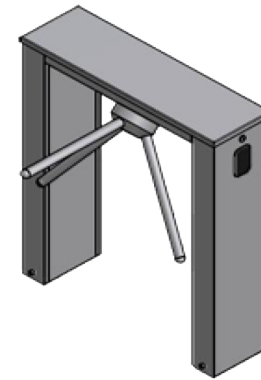
# Priority Queueing

- El número de niveles de prioridad depende del número de clases de retardo a crear
- Son típicas al menos 3:
  - Prioridad alta: mensajes urgentes, por ejemplo protocolos de control de red
  - Prioridad media: servicio garantizado
  - Prioridad baja: best-effort
- Otra posibilidad:
  - Prioridad alta: voz
  - Prioridad media: vídeo
  - Prioridad baja: resto de datos
- (...)



# Priority Queueing

- El número de niveles de prioridad depende del número de clases de retardo a crear
- Son típicas al menos 3:
  - Prioridad alta: mensajes urgentes, por ejemplo protocolos de control de red
  - Prioridad media: servicio garantizado
  - Prioridad baja: best-effort
- Otra posibilidad:
  - Prioridad alta: voz
  - Prioridad media: vídeo
  - Prioridad baja: resto de datos
- Es vital un correcto control de admisión y policing para todo lo que no sea la clase más baja
- El reparto del BW entre las clases no es max-min fair
- Sencillo de implementar



# Priority Queueing

## Ejemplo

- Se conoce el tamaño de la ráfaga más larga que puede llegar de un flujo ( $b_i$ )
- Para el flujo de prioridad mayor  $i = 1$  el  $b_1$  debe ser inferior al retardo de peor caso que se busque
- Para el flujo de prioridad  $i = 2$  el retardo máximo es  $b_1 + b_2$
- El flujo de prioridad  $i = k$  sufre un retardo de caso peor de  $\sum_{i=1}^k b_i$



# Processor Sharing

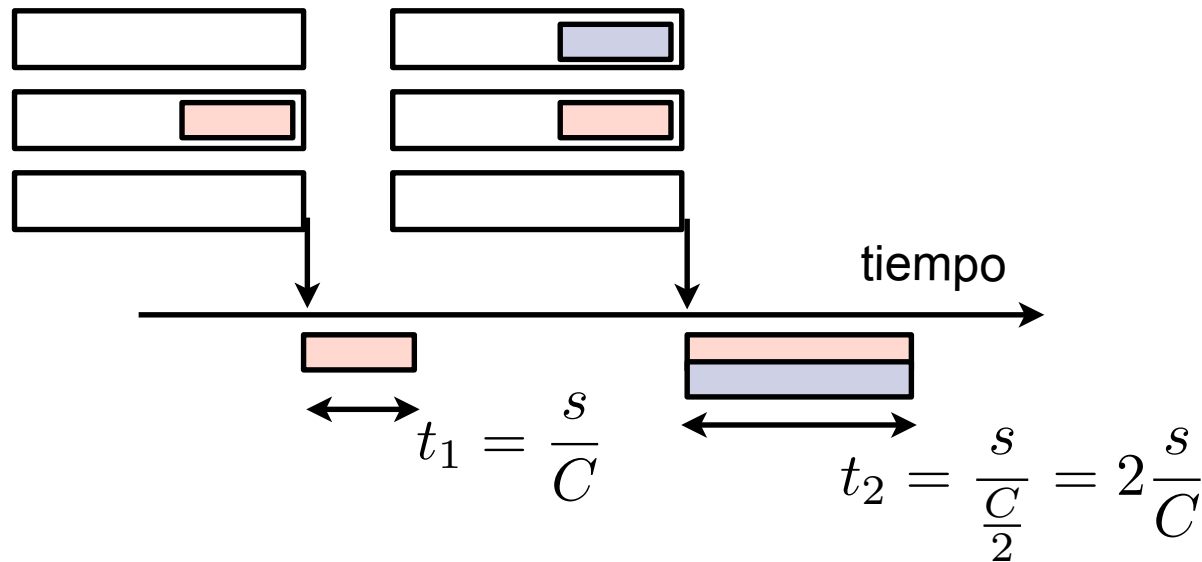
# PS

- Para best-effort queríamos un reparto *max-min fair*
- Esto se puede lograr con un scheduler llamado *Processor Sharing*
- Es un planificador *work-conserving*
- Sirve de forma simultanea todas las colas, repartiendo la capacidad
- O se puede decir que las sirve por turnos (round robin) pero sirviendo una cantidad infinitesimal de cada una
- (...)



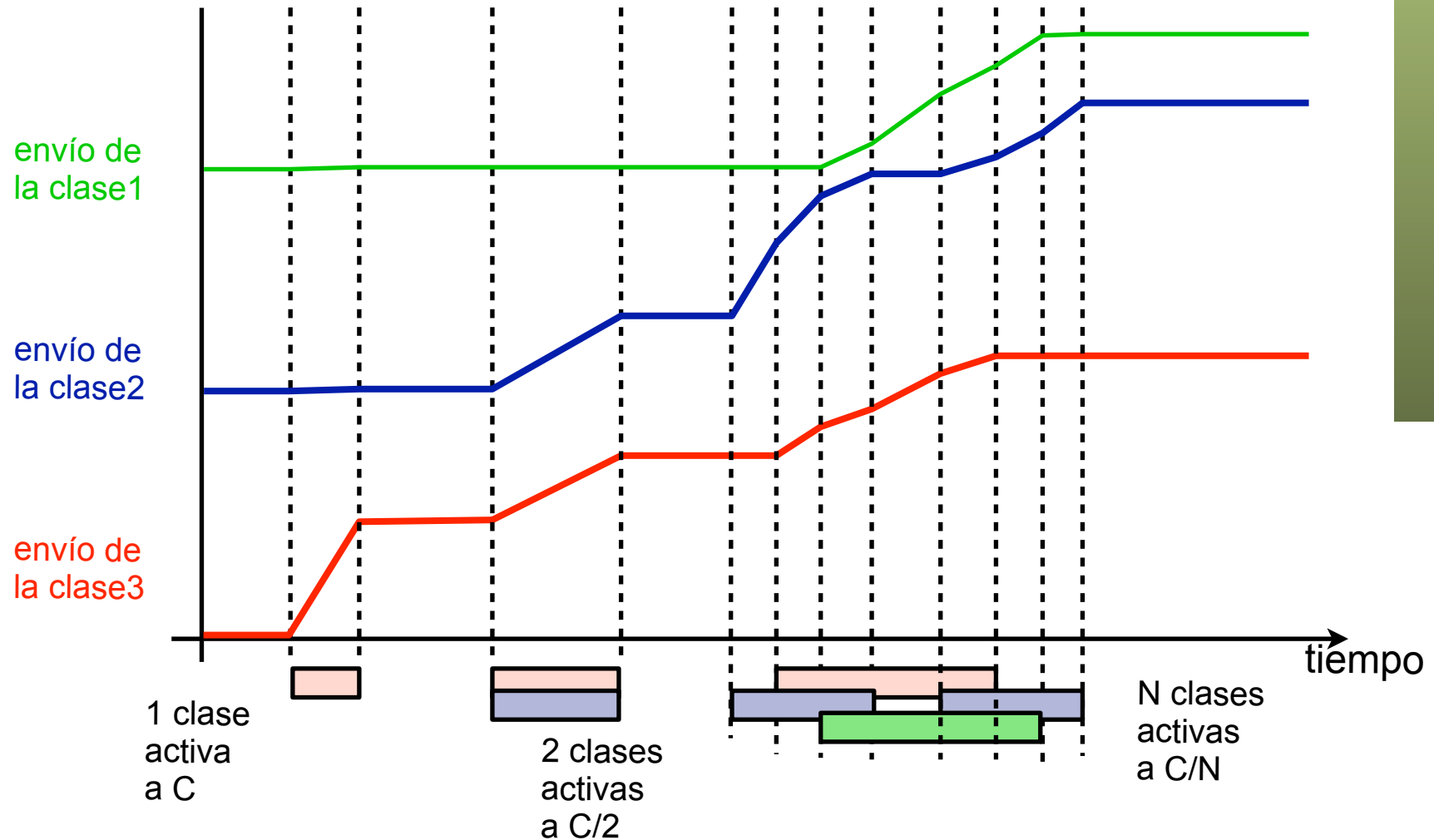
# PS

- Si una cola está vacía pasa a la siguiente, de forma que su tiempo se está repartiendo entre el resto (y de ahí el max-min)
- Aproximación de tráfico como un fluido
- Es un planificador ideal e imposible de implementar, aunque se puede aproximar



# Processor Sharing

## Ejemplo



# GPS

- Se puede asociar un peso  $\phi(i)$  a cada cola y entonces la cantidad de servicio es proporcional al mismo
- Ofrece *weighted max-min fairness* y lo llamamos *Generalized Processor Sharing (GPS)*
- En cualquier caso, en la realidad no podemos servir fluidos sino que servimos paquetes así que solo podremos aproximarlos
- Round Robin es una aproximación a PS

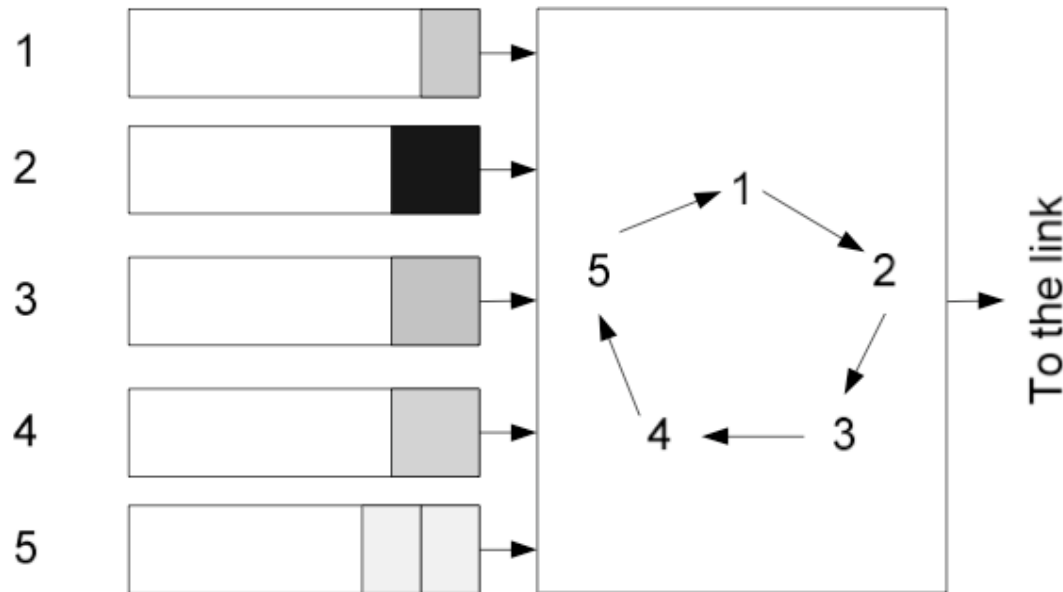


$$c_i = C \frac{\phi(i)}{\sum \phi(i)}$$

# Round Robin

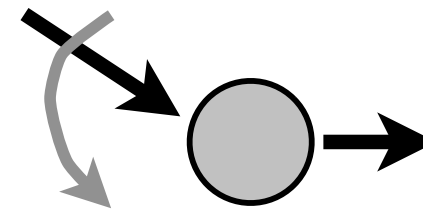
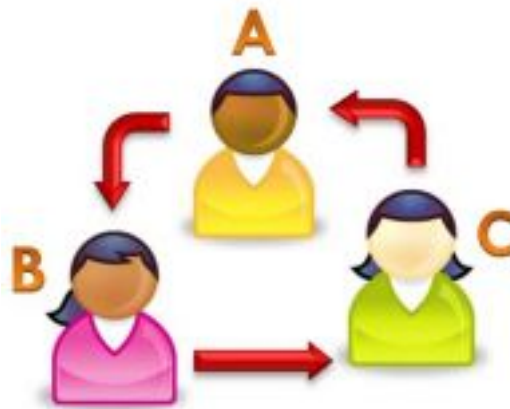
# Round Robin (RR)

- Opera en “turnos” (*rounds*), conservativo en trabajo
- En cada turno visita cada cola (en *round-robin*)
- En cada cola FCFS
- Se sirve un número de paquetes o paquetes durante un cierto tiempo fijo (la diferencia es cómo afectan sus tamaños)



# Weighted Round Robin (WRR)

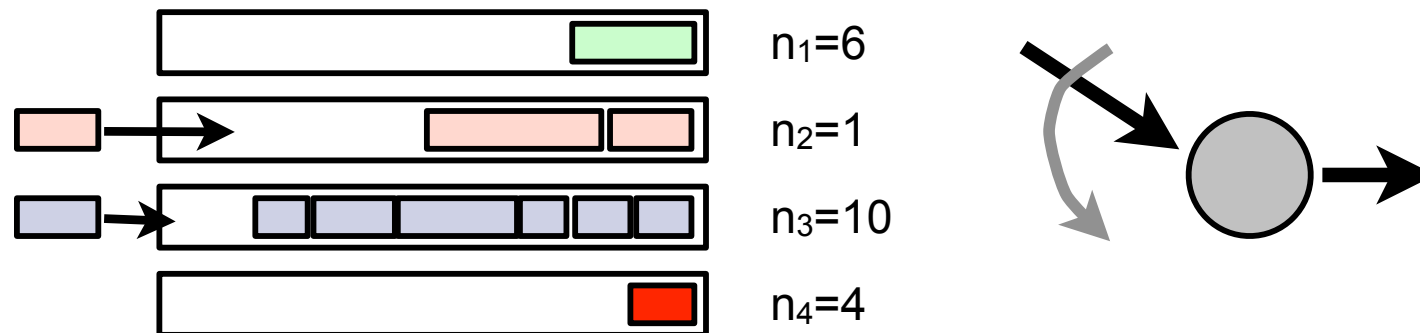
- Opera por “turnos”
- Se normaliza el peso por el tamaño medio de paquete en la clase  $\frac{\phi(i)}{s_i}$
- Normaliza el resultado para que sean enteros
- En cada turno visita cada cola (en RR) y sirve tantos paquetes como su peso normalizado
- Ejemplo:
  - (...)





# Weighted Round Robin (WRR)

- Opera por “turnos”
- Se normaliza el peso por el tamaño medio de paquete en la clase  $\frac{\phi(i)}{s_i}$
- Normaliza el resultado para que sean enteros
- En cada turno visita cada cola (en RR) y sirve tantos paquetes como su peso normalizado
- Ejemplo:
  - Pesos: 0.03, 0.05, 1 y 0.5
  - Tamaños medios: 50, 500, 1000 y 1200 bytes
  - Renormalizados según tamaños medios: 0.0006, 0.0001, 0.001 y 0.0004
  - Renormalizados a enteros: 6, 1, 10, 4



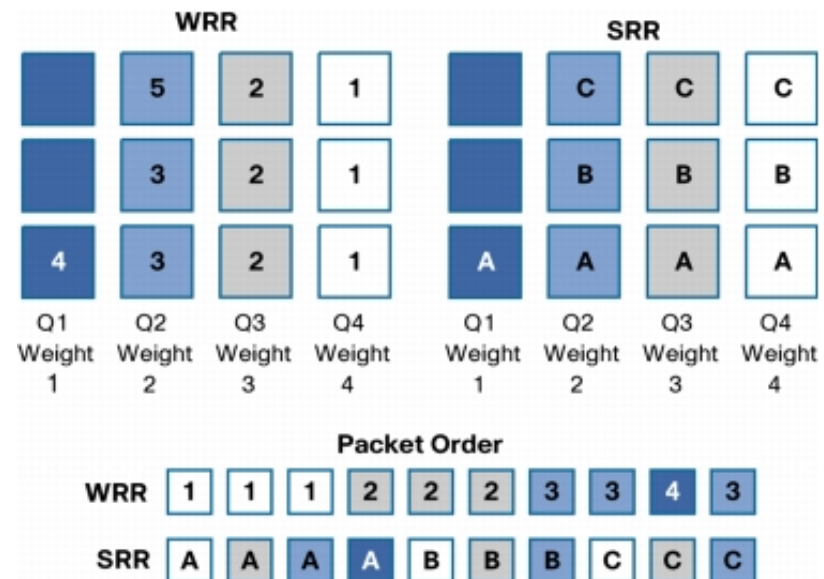
# Weighted Round Robin (WRR)

## Problemas

- Necesita saber el tamaño medio de paquete de cada clase
- Más sencillo si los paquetes son de tamaño constante
- Es justo solo por encima de la escala de la duración del turno
- Ejemplo:
  - Enlace T3 (45Mbps)
  - 500 PVCs ATM con peso 1 y 500 PVCs con peso 10
  - Supongamos que todos los PVCs tiene tráfico
  - Un turno requiere enviar:  $500 \times 1 + 500 \times 10 = 5500$  celdas → 51.82 ms
  - Por debajo de una escala de 50ms unos PVCs reciben más que otros
- El retardo que sufre una clase depende del número de clases que haya
- Hay implementaciones que lo combinan con una cola de prioridad

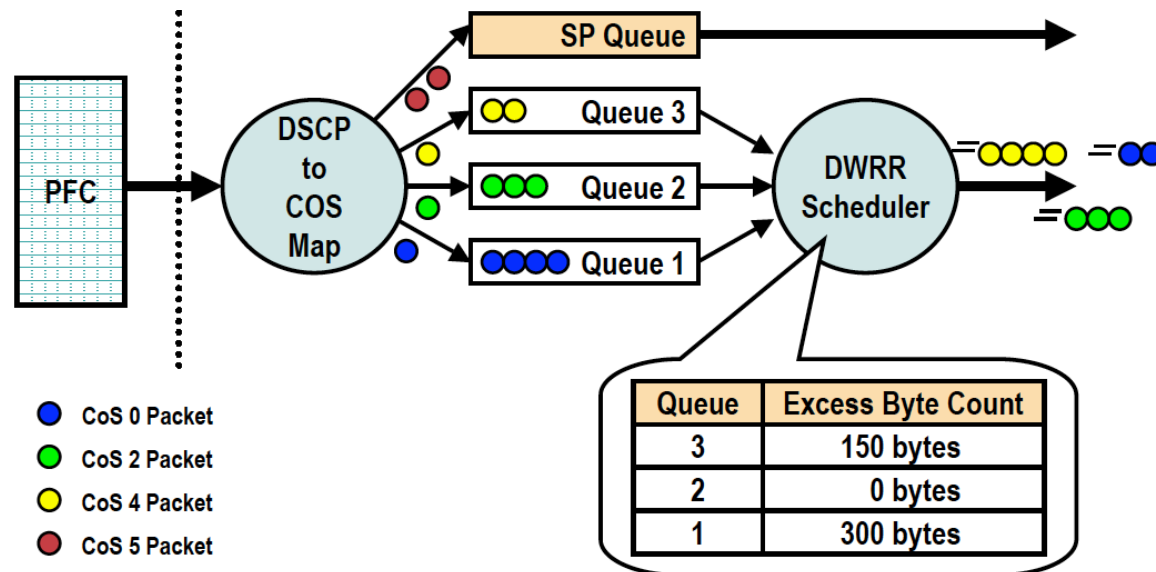
# Shaped Round Robin (SRR)

- Modo *Shaped*: limita BW consumido por cada clase
- Modo *Shared*: el tiempo no utilizado por una clase lo usan el resto
- A partir de una cierta escala sirven los mismos paquetes de cada cola WRR y SRR
- SRR los envía con un orden diferente, más entremezclados de las diferentes clases



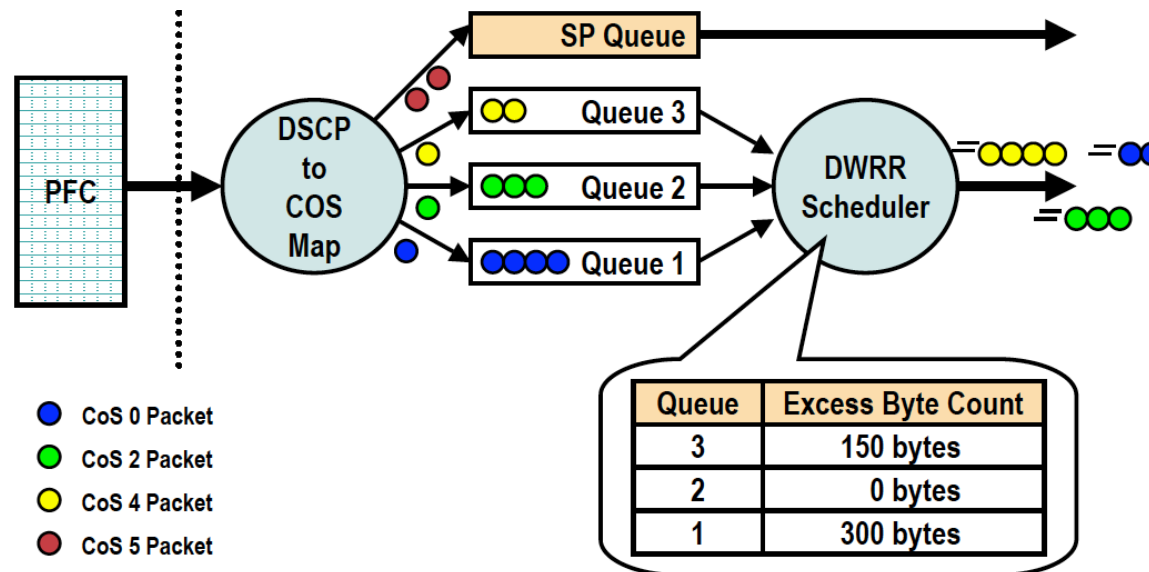
# Deficit Round Robin (DRR)

- Permite hacer un RR con pesos sin conocer tamaños medios de paquetes (veamos primero versión **sin pesos**)
- Cada clase mantiene un contador de *déficit* inicializado a 0
- En cada turno se añade **q** (el *quantum*) al contador de cada clase si tiene paquetes por servir, si no se resetea
- El planificador visita cada clase y sirve el primer paquete de la cola si su tamaño es menor que su contador de déficit
- y decrementa el contador en el tamaño del paquete
- (...)



# Deficit Round Robin (DRR)

- Ejemplo:
  - $q = 1000$  bytes
  - Tres clases A, B y C con paquetes de 1500, 800 y 1200 bytes
  - Turno 1: Clase A contador a 1000, clase B se sirve paquete y el contador se queda en 200, clase C contador a 1000
  - Turno 2: Clase A se sirve paquete y contador a 500, clase B se resetea pues no tiene paquetes (para que no acumule), clase C se sirve paquete y contador a 800



# Deficit Round Robin (DRR)

- En la versión con pesos el *quantum* es el peso de cada clase
- El *quantum* debería ser al menos del tamaño máximo de paquete para servir alguno en todos los turnos
- Es sencillo de implementar