

Tema 1-2: Modelos de red

Índice

- ♦ Modelo de red entre bordes
- ♦ Arquitectura de QoS *IntServ*
- ♦ Protocolo de señalización RSVP
 - Funcionamiento
 - Realización de reservas
 - Estilos de reservas

Modelos de red entre bordes

- ♦ Parte de las técnicas anteriores deben ser utilizadas en conjunción en una arquitectura para dar QoS
- ♦ Hay varias arquitecturas que soportan QoS, IntServ, DiffServ y MPLS que tiene en común:
 - Una red caracterizada por dos tipos de routers; frontera y núcleo
 - Los routers frontera
 - Procesa sólo el tráfico de los usuarios
 - Caracterizan y penalizan tráfico de los usuarios
 - Pueden rechazar peticiones de QoS de los usuarios
 - Los routers núcleo
 - Procesan tráfico de otros routers núcleo o frontera
 - Diferencian el tráfico lo necesario para hacer frente a la congestión transitoria
 - La multiplexión estadística (para reservar más recursos de los que se pueden dar de forma permanente) se usa para obtener el máximo rendimiento de los recursos de red

Índice

- ♦ Modelo de red entre bordes
- ♦ Arquitectura de QoS *IntServ*
- ♦ Protocolo de señalización RSVP
 - Funcionamiento
 - Realización de reservas
 - Estilos de reservas

Servicios integrados (I)

- ◆ En 1994 la comunidad de Internet empezó a definir la (Integrated Services Architecture, *IntServ*)
- ◆ Idea: ampliar la arquitectura IP existente para soportar tráfico en tiempo real, manteniendo el servicio *best-effort*
- ◆ Soporta dos amplios tipos de servicios:
 - *Servicio Garantizado*, (*Guaranteed Service*, GS) para aplicaciones en tiempo real con exigencias de estricto ancho de banda y retardo (emulan los circuitos dedicados)
 - *Carga Controlada*, (*Controlled Load*, CL) para aplicaciones tradicionales con un servicio equivalente a Internet descargada. Suministran mejor servicio que el *best-effort*, pero no hay garantías

Servicios integrados (II)

- ◆ Pensado para aplicaciones individuales
- ◆ Se define un flujo (unidireccional) como los paquetes que van desde una fuente a uno o varios destinos, que recibirán la misma QoS
- ◆ NO escalable
- ◆ La red debe hacer un seguimiento del estado de cada flujo en cada nodo
- ◆ La señalización está soportada mediante el protocolo **RSVP**

Índice

- ♦ Modelo de red entre bordes
- ♦ Arquitectura de QoS *IntServ*
- ♦ Protocolo de señalización RSVP
 - Funcionamiento
 - Realización de reservas
 - Estilos de reservas

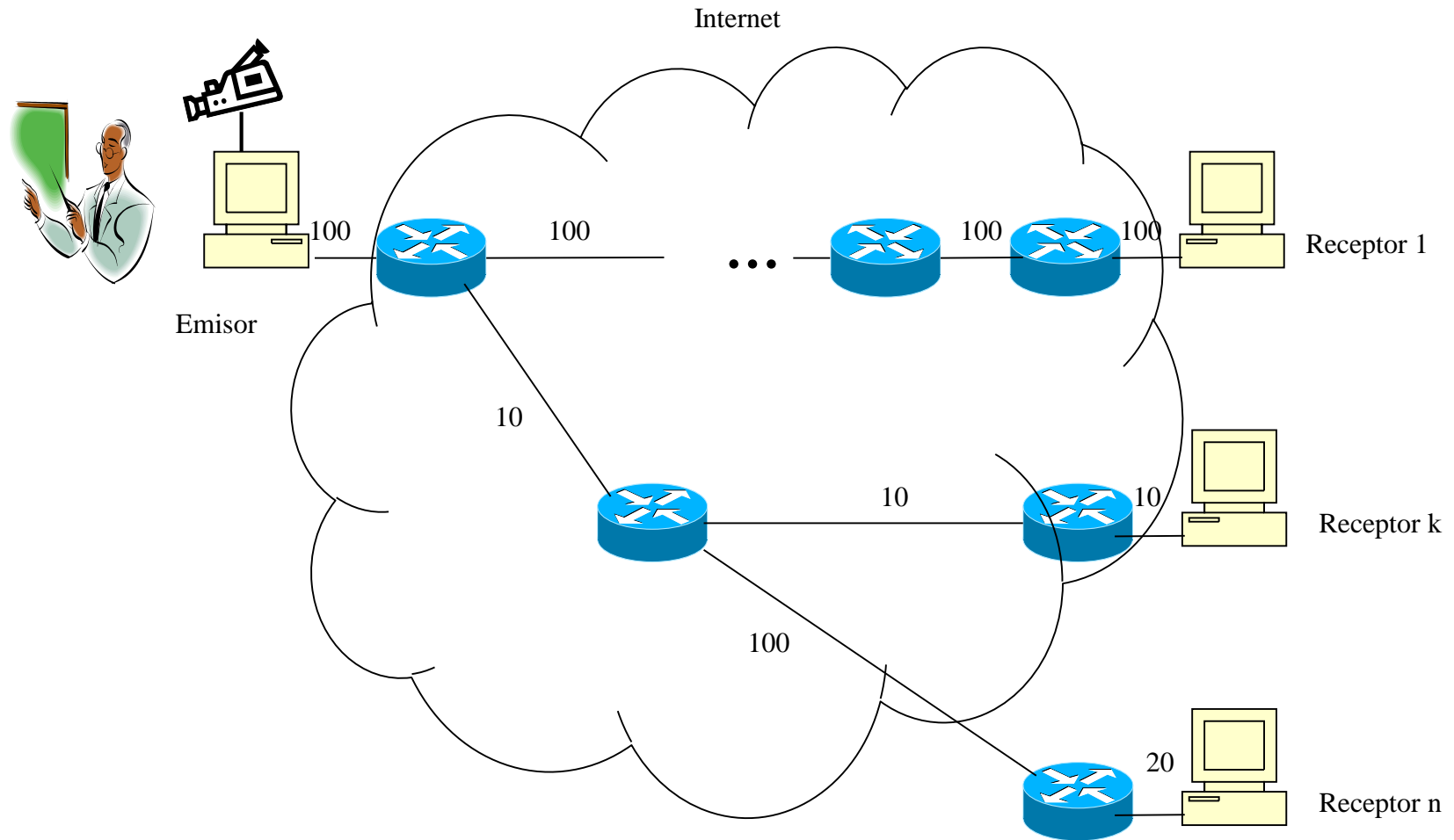
Introducción a RSVP

- ◆ En aplicaciones de videoconferencia de uno a varios surgió la necesidad de dotar de QoS a los flujos
- ◆ Uno de los elementos necesarios es un protocolo de señalización de la QoS requerida
- ◆ En estas condiciones se gesta RSVP
- ◆ RSVP es simplemente un protocolo de señalización
- ◆ Es independiente de una arquitectura de red, puede ser utilizado en IntServ, MPLS etc.
- ◆ También es independiente de la versión de protocolo IP

Objetivos de diseño

- ◆ Soportar flujos unicast, multicast (envío a un grupo) y de comunicaciones multipunto-multipunto
- ◆ Soportar flujos multicast con diferentes requisitos de QoS
- ◆ Ser implementado de forma parcial y progresiva en Internet, sin tener que reemplazarla
- ◆ Reservas iniciadas por los receptores
 - En comunicación multipunto: Muchos receptores dinámicos con diferentes características
- ◆ Reservas dinámicas
- ◆ Funciona en paralelo con los protocolos de encaminamiento IP
 - RSVP solo informa del requerimiento QoS de un flujo
 - Los mensajes de señalización siguen el mismo camino que los datos

Receptores con diferentes capacidades



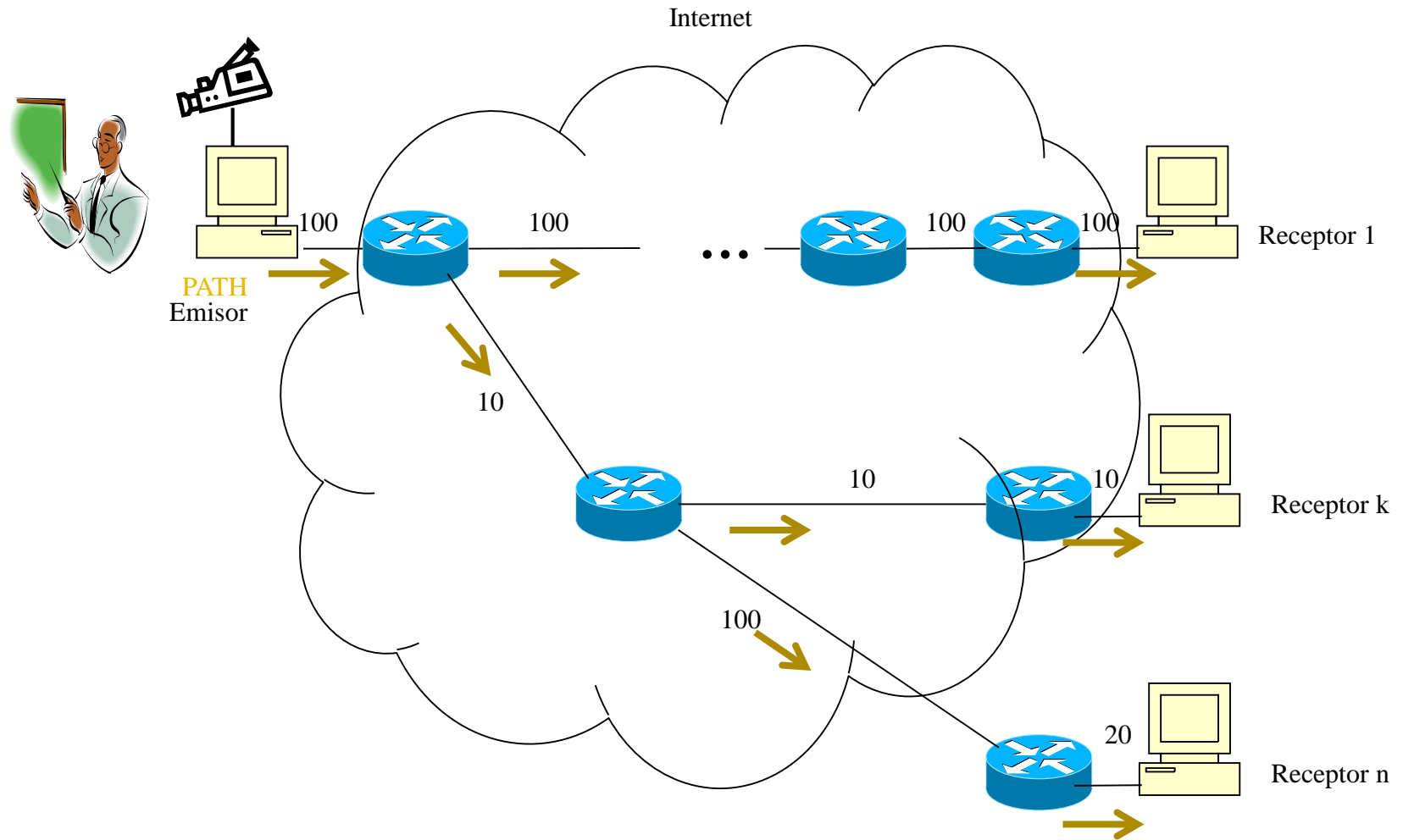
Características

- ♦ Control de la reserva por el receptor
- ♦ Subordinado al encaminamiento
- ♦ Señalización *soft-state*
 - Información de la reserva se guarda de forma temporal
 - Las reservas deben ser refrescadas periódicamente
 - En caso contrario, se liberan
- ♦ Los mensajes RSVP son extensibles, pudiendo llevar objetos con información para los router para otros propósitos, por ejemplo información de control de tráfico o etiquetas MPLS
- ♦ Funcionamiento transparente con routers que no tengan el protocolo RSVP
 - Ven los mensajes RSVP como datagramas IP y los reenvían
- ♦ Las reservas son unidireccionales
- ♦ La entidad RSVP está encima de IP (problemas de fiabilidad)

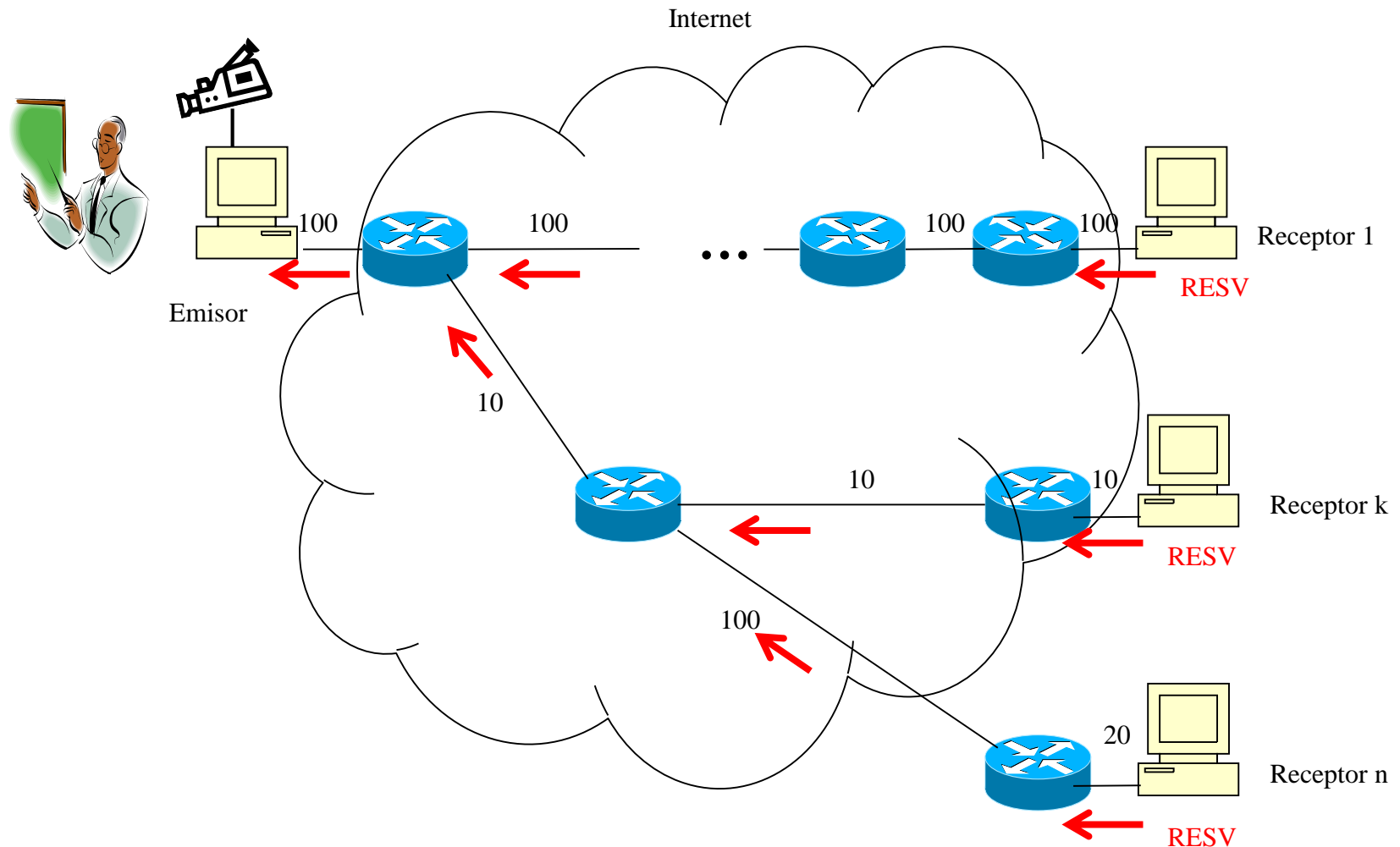
Funcionamiento

- ♦ La fuente emite periódicamente mensajes PATH al receptor, que contienen:
 - Objeto SENDER_TSPEC (**T**rafic **SPEC**ification de la fuente, (σ, ρ))
 - Objeto ADSPEC (**A**dvertising **SPEC**ification) puede ser modificado por cada nodo para reflejar las características de la red en el camino entre emisor y receptor, contiene entre otras informaciones:
 - Ancho de banda disponible en el camino
 - MTU (Maximum Transfer Unit, trama máxima) del camino
 - Retardo mínimo del trayecto, sin retardo de encolado. Sirve para estimar el jitter
- ♦ El receptor responde con mensajes RESV al emisor, que lleva entre otros, el objeto
 - FLOWSPEC (describe la QoS que desea el receptor para este flujo)

Emisor manda PATH



Receptores contestan con RESV



Funcionamiento: Intercambio de mensajes

- ◆ Los mensajes van en datagramas IP y siguen la misma ruta que los datos
- ◆ Los nodos relacionan los mensajes PATH con los RESV para decidir qué recursos asignan a una sesión
 - Es necesario que la ruta de ida coincida con la de vuelta
 - Esto no se garantiza en el encaminamiento IP actual, que dice cómo ir a un destino, la vuelta puede ir por otra ruta
 - La solución es que cada nodo guarda la dirección por donde vino el mensaje PATH, y esa misma dirección será usada con los mensajes RESV, así la ruta de vuelta puede no coincidir con el encaminamiento IP
 - Puede no funcionar si hay varios routers IP no RSVP
- ◆ Los mensajes PATH establecen el camino (de los datos) por cada nodo que atraviesan
- ◆ Si los mensajes RESV llegan al emisor la reserva quedan establecida en todo el camino, por defecto no se avisa al receptor

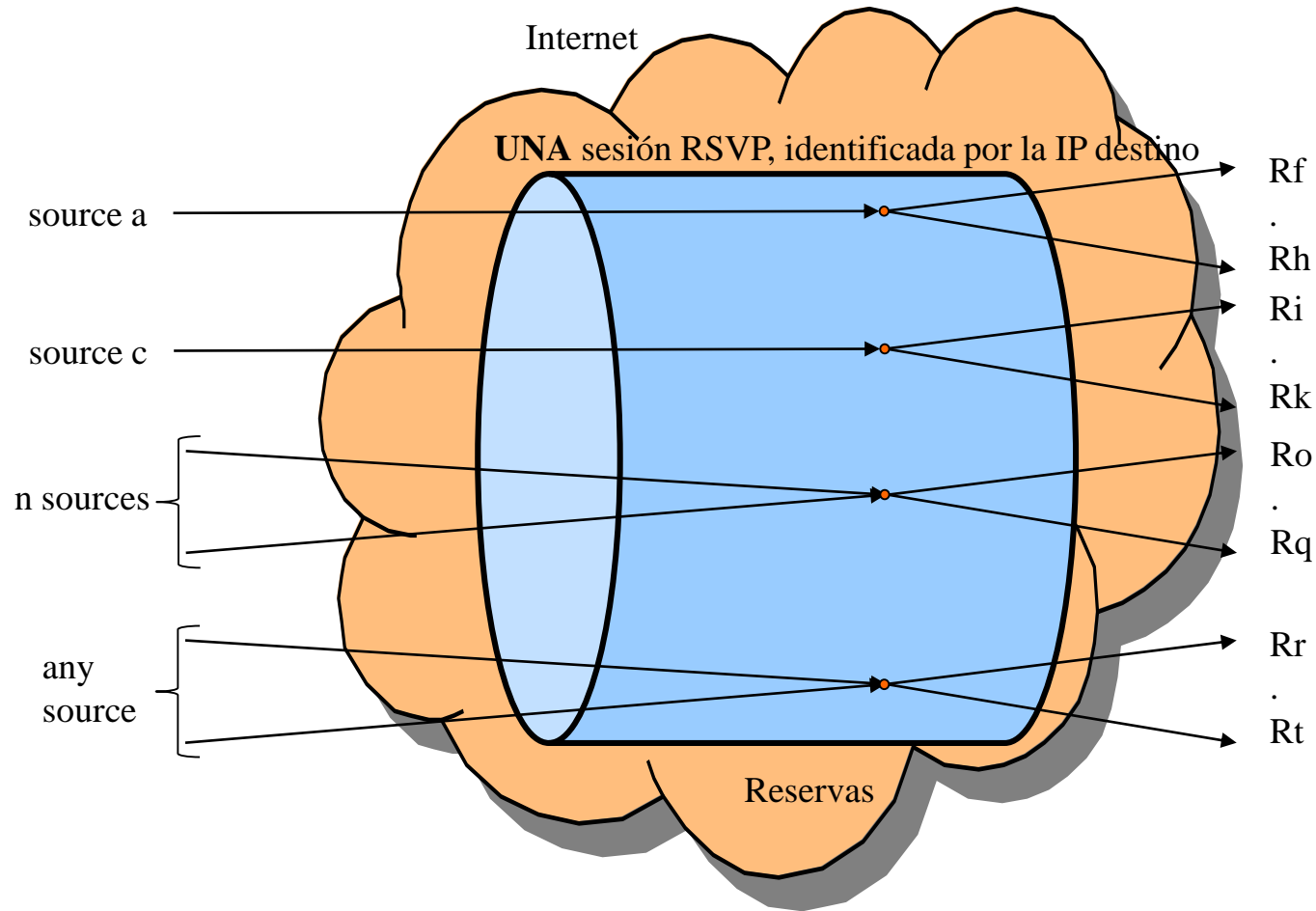
Índice

- ♦ Modelo de red entre bordes
- ♦ Arquitectura de QoS *IntServ*
- ♦ Protocolo de señalización RSVP
 - Funcionamiento
 - Realización de reservas
 - Estilos de reservas

Realización de reservas

- ♦ Las reservas se realizan con el mensaje RESV
- ♦ Una sesión RSVP se define por 3 coordenadas
 - <dirección IP destino, protocolo, [**puerto destino**]>
 - La **dirección IP** destino puede ser unicast o multicast
 - Protocolo UDP o TCP
 - El puerto es opcional, no suele usarse ya que cada aplicación tiene una dirección IP multicast asociada
- ♦ No hay descripción de la fuente, que puede ser un emisor o varios para **UNA** sesión RSVP (ver ejemplos a continuación)
- ♦ Pueden darse todos los tipos de comunicaciones
 - Unicast
 - Multipunto a punto (televigilancia en un centro de control)
 - Punto a punto (videoconferencia entre dos)
 - Multicast
 - Punto a multipunto (difusión de un concierto)
 - Multipunto a multipunto (difusión de varios partidos de la liga)

Realización de reservas (Cont.)



El mensaje RESV

- ◆ Contiene dos partes el *flowspec* y el *filterspec* que forman el descriptor de flujo (flow descriptor)
- ◆ El ***flowspec*** indica la QoS requerida por el receptor, con el se configura el **planificador** en cada nodo
- ◆ El ***filterspec*** contiene la **dirección IP origen** (y el puerto origen), que configura el **clasificador** para identificar a la sesión RSVP
- ◆ El *filterspec* y la descripción de la sesión son usadas para configurar el clasificador del nodo
 - Definen el conjunto de paquetes que reciben la QoS descrita en el *flowspec*
 - Una sesión puede tener varios *filterspec* cada uno con su propio *flowspec*. Así diferentes niveles de QoS puede asignarse a una sesión originada de varias fuentes. Por ejemplo se pueden estar viendo varios partidos de futbol con diferente resolución

El mensaje RESV (Cont.)

- ♦ Los paquetes de una sesión que no coincidan con un *filterspec* no reciben QoS
- ♦ En un nodo, los *flowspec* y *filterspec* que se reciben de los nodos descendentes por un interfaz, se pueden combinar
- ♦ Los *flowspec* y *filterspec* que un nodo propaga a los nodos ascendentes son una combinación de los valores que toman en los diferentes interfaces del nodo

Índice

- ♦ Modelo de red entre bordes
- ♦ Arquitectura de QoS *IntServ*
- ♦ Protocolo de señalización RSVP
 - Funcionamiento
 - Realización de reservas
 - Estilos de reservas

Estilos de reservas

- ♦ Hay tres estilos de reservas que representan diferentes formas de asociar las fuentes de una sesión RSVP (*filterspec*) y sus reservas (*flowspec*)
 - Cada fuente con su reserva (llamada **filtro fijo**), pares <fuente, reserva>
 - Ej. Ver varios partidos de liga, cada partido una reserva (calidad o resolución diferentes)
 - Un conjunto de fuentes (**compartición explícita**), <conjunto de fuentes, reserva>
 - Ej. Conferencia con varios ponentes y muchos escuchantes
 - Todas las fuentes (**filtro libre**) <cualquier fuente, reserva>
 - Ej. Un party, cualquiera puede intervenir (no se identifica la fuente)

Estilos de reservas (FF)

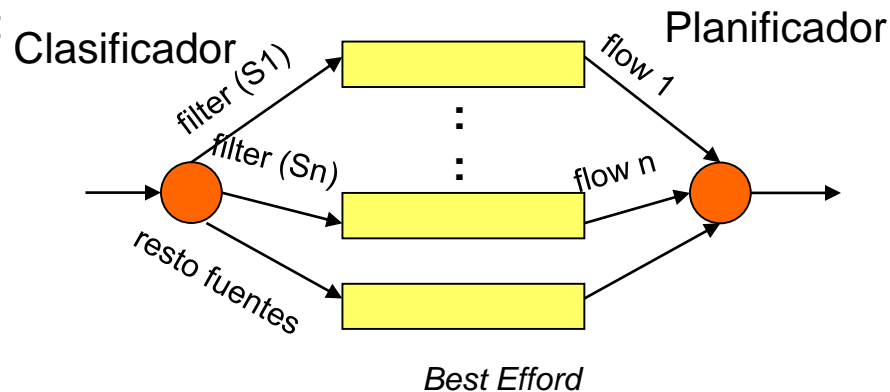
- ♦ Filtro fijo (Fixed-Filter, FF)
 - Cada fuente de una sesión tiene asociada una reserva
 - Asocia una fuente con un *flowspec* y una sesión
 - Los nodos del camino no comparte los recursos con paquetes de otras fuentes
 - Cada fuente tiene su cola
 - La reserva en un nodo será **el máximo** *flowspec* de las fuentes
 - El *filterspec* contiene información de una fuente determinada
 - Se usa para transmitir video de una fuente

Planificador de tráfico con FF

1 sesión RSVP (PD UDP+ DD IP)

Fuentes sesión RSVP:

- S1 a Sn con QoS
- Resto sin QoS



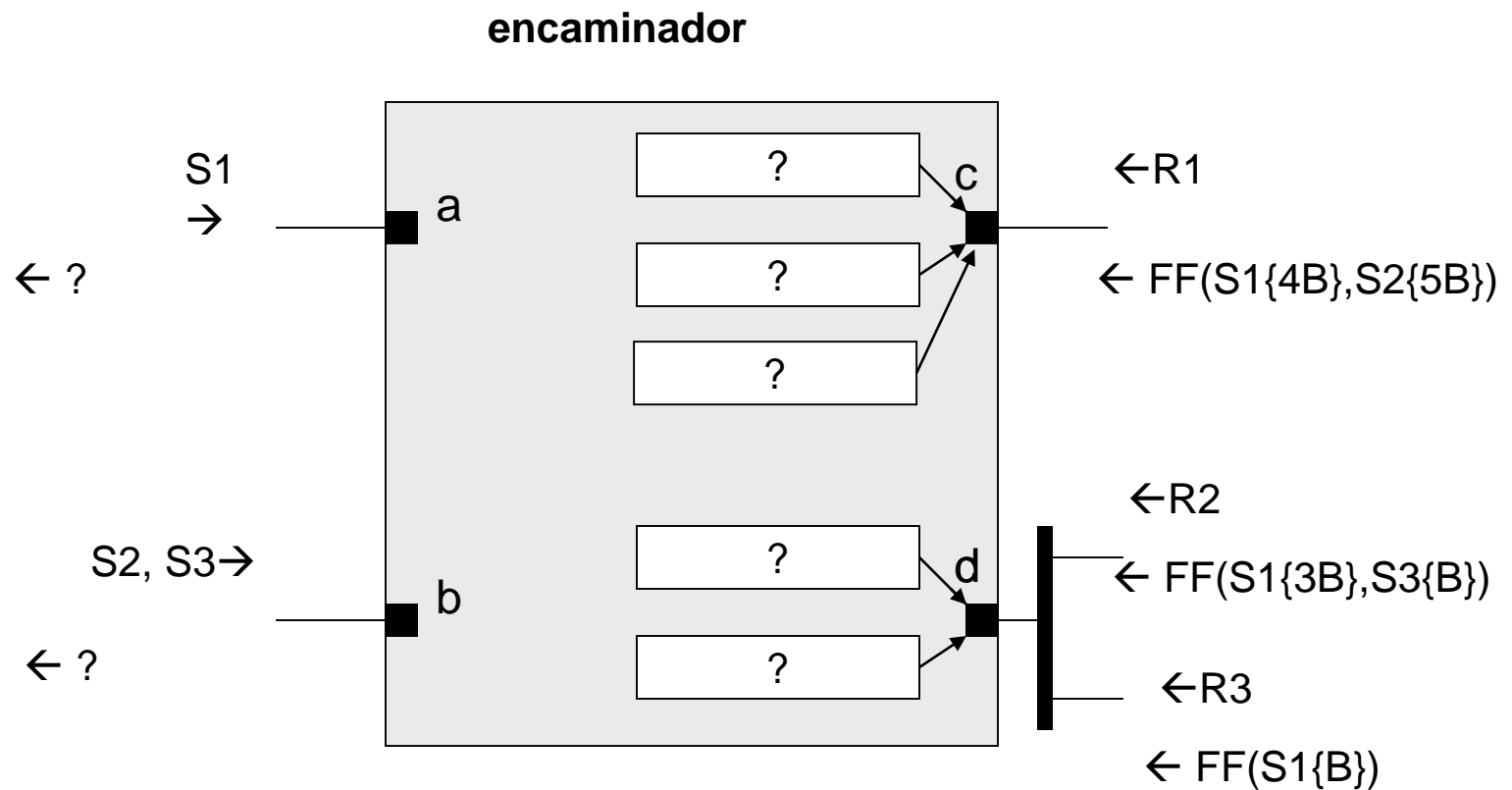
Ejemplos

- ♦ Todos tomados de la RFC 2205 (se recomienda echar un vistazo, es corta)
- ♦ Se estudia como hacer reservas en un encaminador intermedio (ver la siguiente figura de las transparencias)
- ♦ Hay tres fuentes S1, S2, S3
 - La fuente S1 está accesible a través del puerto a (puede estar directamente conectada o a través de varios routers). Lo mismo para las fuentes S2 y S3 en el puerto b
- ♦ Hay tres receptores indicados como $\leftarrow R1...R3$, cuya ubicación exacta también se desconoce
- ♦ El encaminador recibe tres mensajes RESV de los receptores R1, R2, R3, indicados como $\leftarrow FF(..)$
- ♦ El conjunto de parámetros del *flowspec*, se especifican de forma genérica como un valor simbólico *B* (para una mejor comprensión, B puede ser un valor de BW a recibir)
 - Eg R1, $FF(S1\{4B\}, S2\{5B\})$, indica que R1 quiere recibir el partido de S1 con una Qos 4B y también otro partido de S2 con QoS 5B

Ejemplos

- ◆ Se indican los valores más significativos del *flowspec* $\{xB\}$ y del *filterspec* Si , a la entrada y a la salida del encaminador
- ◆ Hay un segmento Ethernet que replica la información para los nodos a los receptores R2 y R3
 - Si un receptor quiere la mitad de B que otro de cada dos datagramas recibidos descartará uno
- ◆ Todas las reservas son para la misma sesión RSVP (dirección IP y puerto destino)
- ◆ La comunicación multipunto a multipunto, eg varios partidos de la liga a la vez
- ◆ El problema consiste en averiguar cómo quedará el planificador y el clasificador tras recibir los mensajes RESV en los diferentes puertos del router y cómo se combinan los RESV hacia las fuentes

Ejemplo Fixed-Filter (FF)



Ejemplo FF, solución

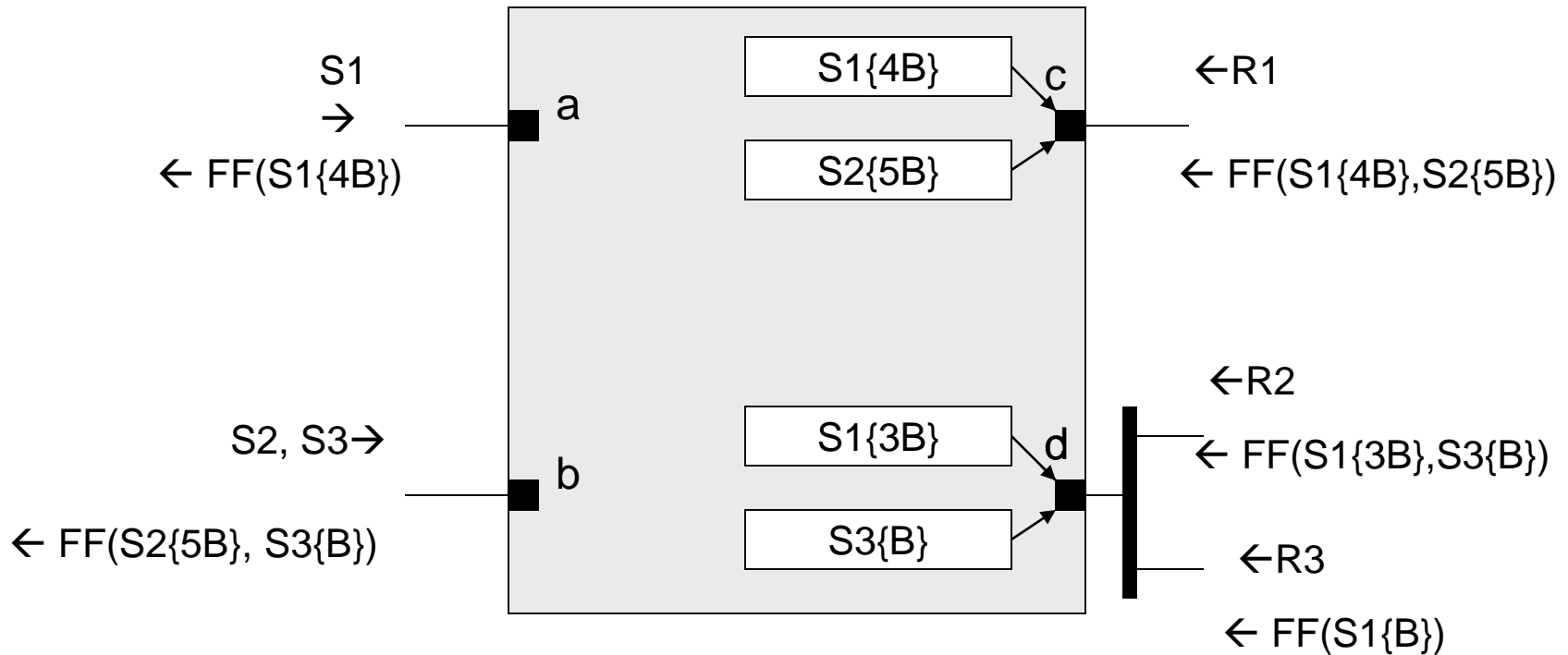
- ♦ Para cada fuente del R1 se debe crear una cola en el port c, con el peso correspondiente a su QoS, 4B y 5B, (ver la siguiente figura de las transparencias)
 - También se indica el valor de la dirección IP fuente que debe consultar el clasificador a la entrada del planificador, S1 y S2.
 - No se indica pero el clasificador también consultará al menos la dirección IP destino, como identificador de la sesión RSVP, el puerto destino y protocolo no se suelen considerar
- ♦ En el port d
 - Para la fuente S1 se reciben dos reservas de R2 3B y de R3 1B, como se dijo
 - “La reserva en un nodo será **el máximo** *flowspec* de las fuentes” ig, $\max(3B, 1B) = 3B$
 - Para la fuente S2 no hay receptores
 - Para la fuente S3, sólo está hay una reserva de R2, no hay que hacer el máximo

Ejemplo FF, solución

- ♦ En el port a el encaminador tiene que combinar las diferentes reservas en una para la fuente S1
 - Hace el máximo de las reservas para esa fuente, 4B en el port c y 3 B en el port d, así se manda el mensaje RESV con $FF(S1\{4B\})$
- ♦ En el port b el encaminador tiene que combinar las diferentes reservas en una para la fuente S2 y la S3, en este caso no hace falta hacer el máximo
 - Como las dos fuentes son accesibles a través del mismo port b, se combinan en un mensaje RESV $FF(S2\{5B\}, S3\{B\})$
- ♦ Este proceso continuaría en los router hacia las fuentes y terminaría en dichas fuentes

Ejemplo Fixed-Filter (FF) SOLUCIÓN

encaminador



Estilos de reservas (Shared-Explicit, SE)

- ◆ Compartición explícita (Shared-Explicit, SE)
 - Pensado para cuando hay varias fuentes (eg conferenciantes) que emiten por turnos (nunca a la vez)
 - Lo eficaz es hacer una única reserva que sea compartida
 - Múltiples fuentes son asociadas a **un** *flowspec* y una sesión RSVP
 - Los nodos del camino pueden compartir los recursos con paquetes que vengan de las fuentes de la sesión
 - El conjunto de fuentes comparten la misma cola
 - El *flowspec* resultante es el más grande de las fuentes
 - El *filterspec* resultante es la unión de varias fuentes
- ◆ Sólo se puede hacer una reserva SE por sesión RSVP
 - Si queremos que dos conjuntos de flujos que tengan QoS diferentes, habría que hacerlo con FF

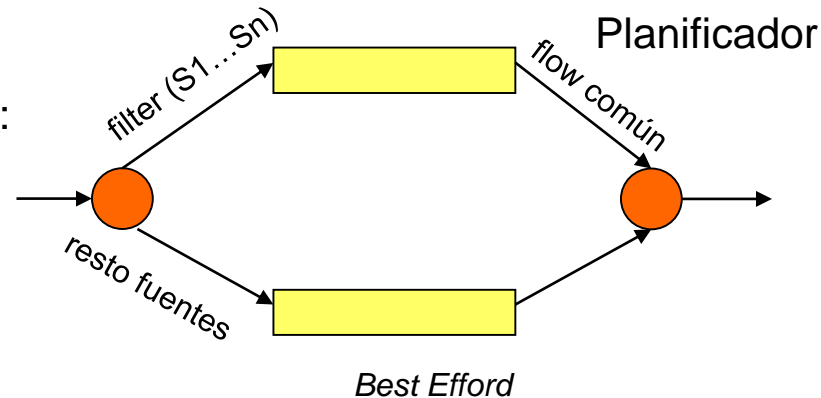
Planificador de tráfico con SE

1 sesión RSVP (PD UDP + DD IP)

Clasificador

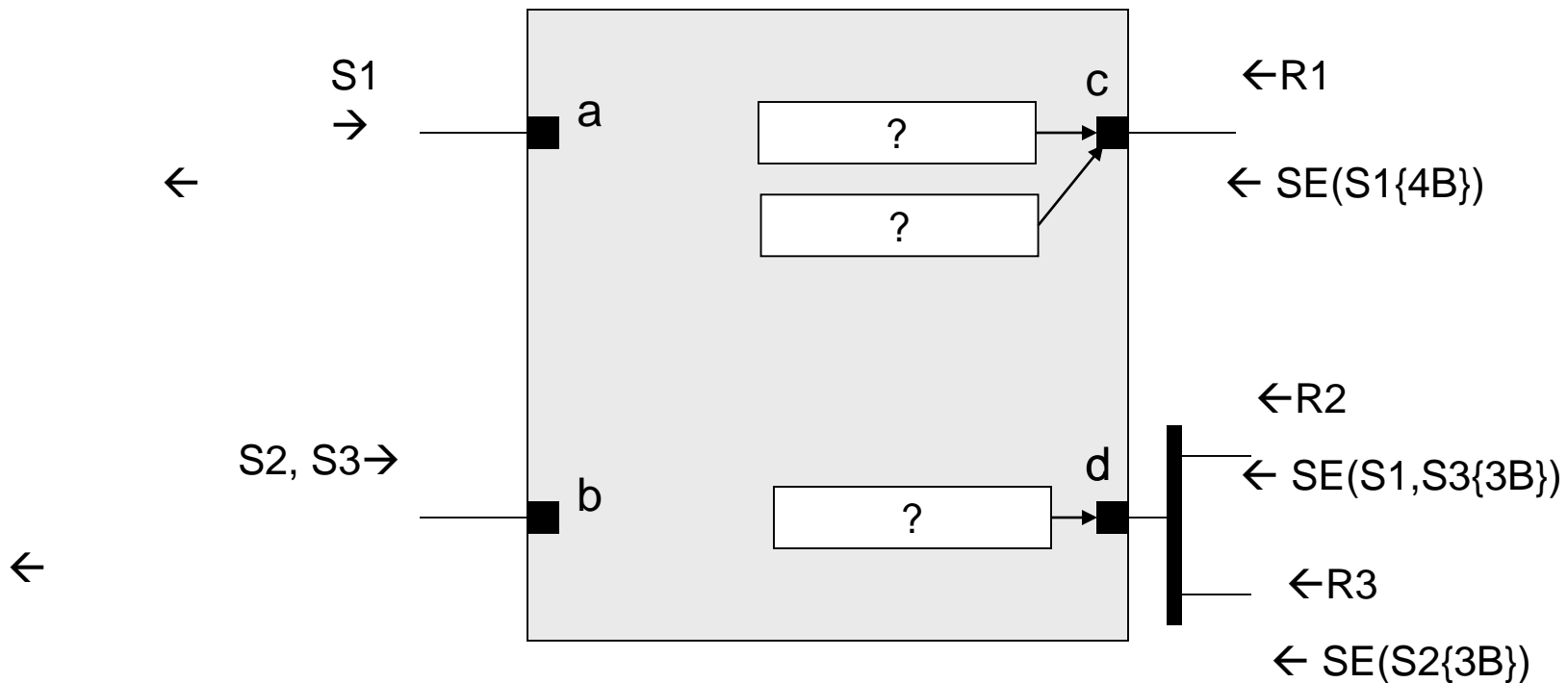
Fuentes sesión RSVP:

- S1 a Sn con QoS
- Resto sin QoS



Ejemplo SE, RFC 2205

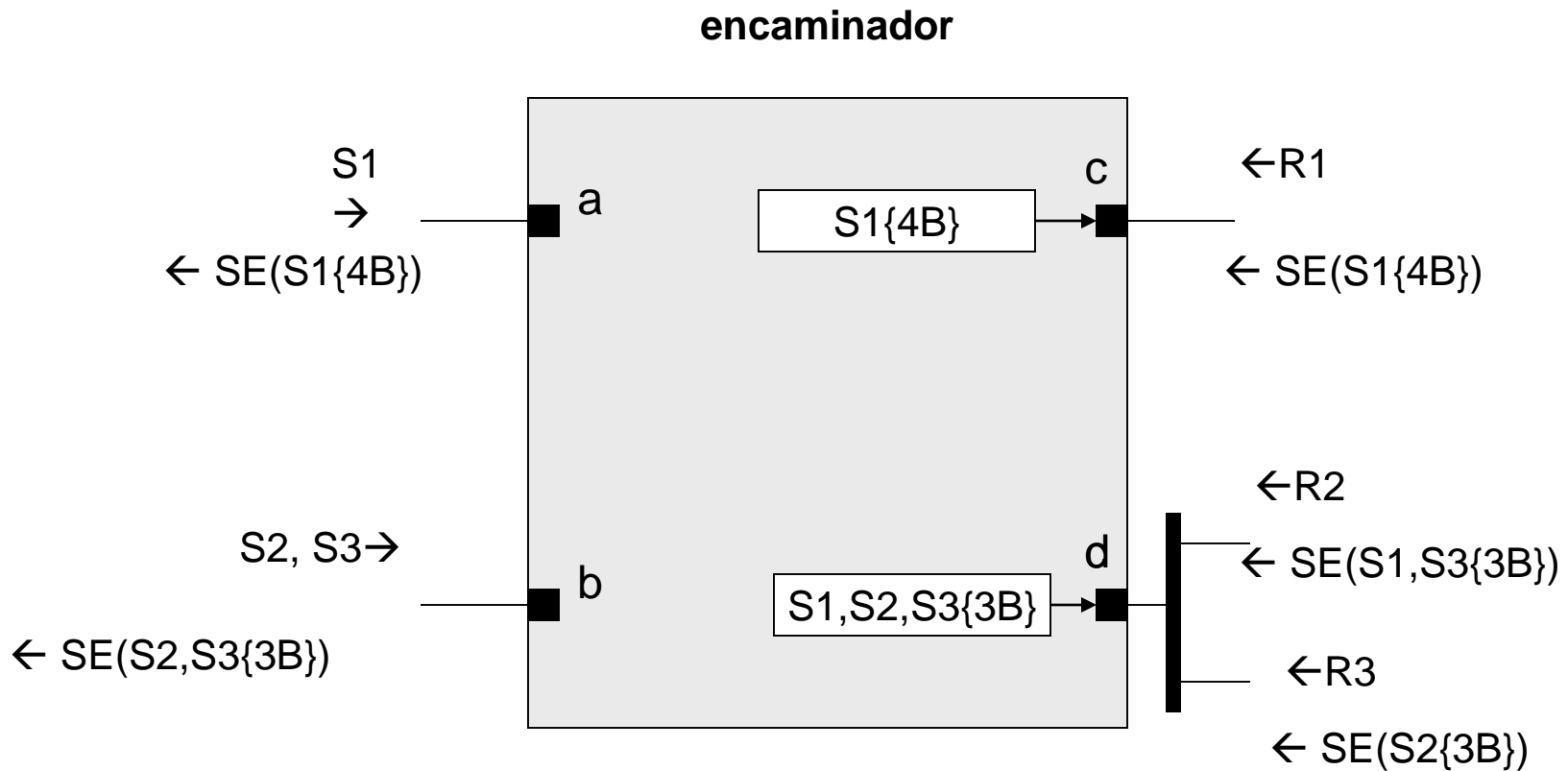
- En la figura se indican lo que desean los receptores
encaminador



Ejemplo SE, solución

- ♦ En el port d
 - Llegan reservas para tres fuentes S1, S2 y S3 cuyas direcciones IP fuentes serán filtradas por el clasificador
 - El clasificador añade una cola con peso el máximo de todas las reservas, 3B
- ♦ En el port a el encaminador tiene que combinar las diferentes reservas en una para la fuente S1
 - Hace el máximo de las reservas para esa fuente, 4B en el port c, así se manda el mensaje RESV con $SE(S1\{4B\})$
- ♦ En el port b el encaminador tiene que combinar las diferentes reservas en una para la fuente S2 y la S3, en este caso no hace falta hacer el máximo
 - Como las dos fuentes son accesibles a través del mismo port b, se combinan en un mensaje RESV $SE(S2, S3\{3B\})$
- ♦ Este proceso continuaría en los router hacia las fuentes y terminaría en dichas fuentes

Ejemplo SE, solución

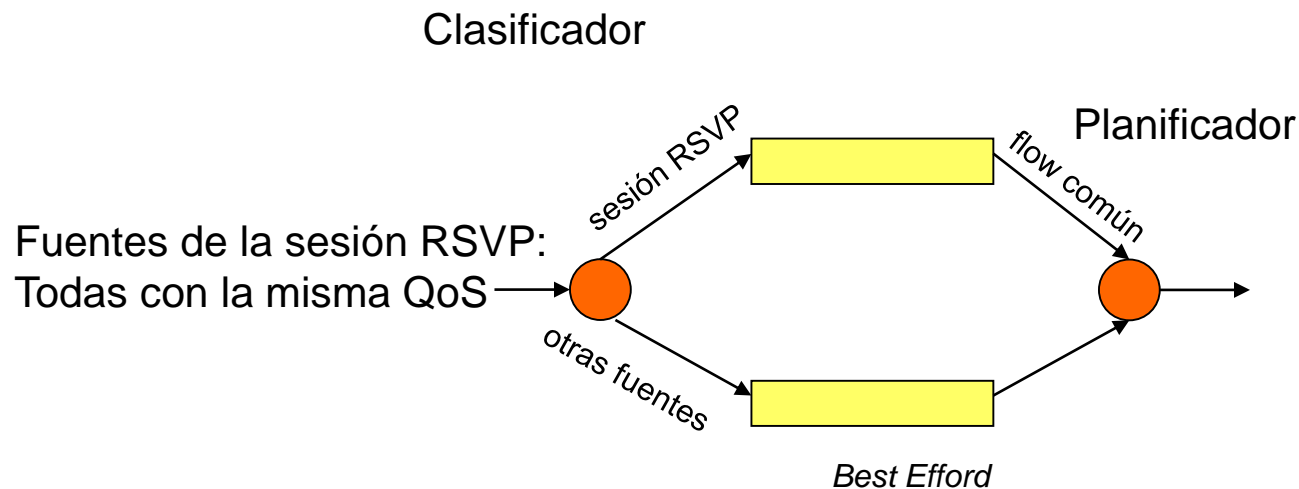


Estilos de reservas (Cont.)

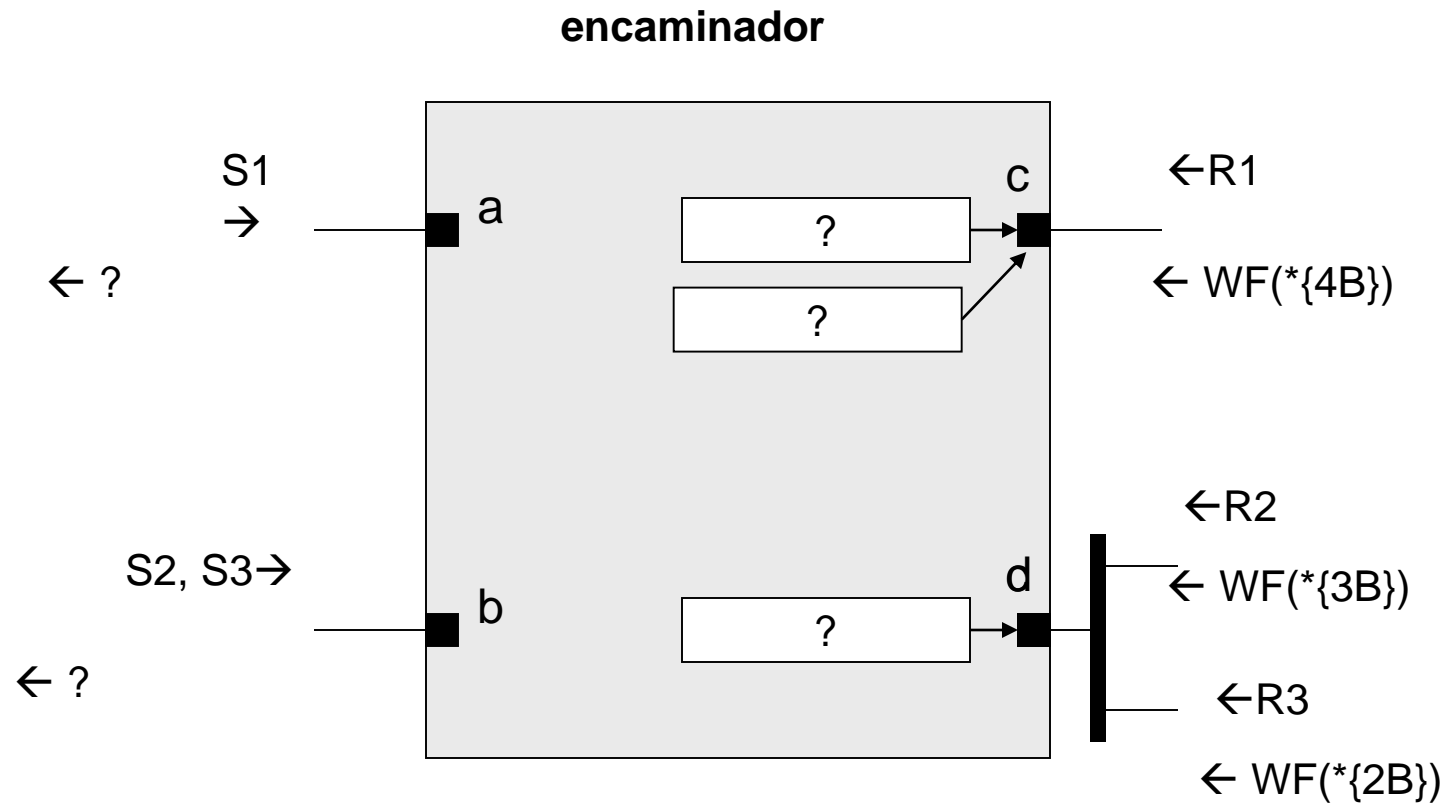
- ♦ Filtro libre (Wildcard-Filter, WF)
 - Pensado en situaciones en las que hay una gran diversidad de fuentes y el clasificador puede desbordarse al guardar las direcciones IP fuente
 - Se comparten los recursos de un *flowspec* de una sesión, por los paquetes que vengan de cualquier fuente
 - El clasificador solo selecciona los paquetes perteneciente a una determinada sesión RSVP (dirección IP destino)
 - Todas las fuentes comparten la misma cola
 - La reservas (*flowspec*) deben combinarse, tomando el máximo
 - No se necesita *filterspec*

Planificador de tráfico con WF

1 sesión RSVP (PD UDP + DD IP)



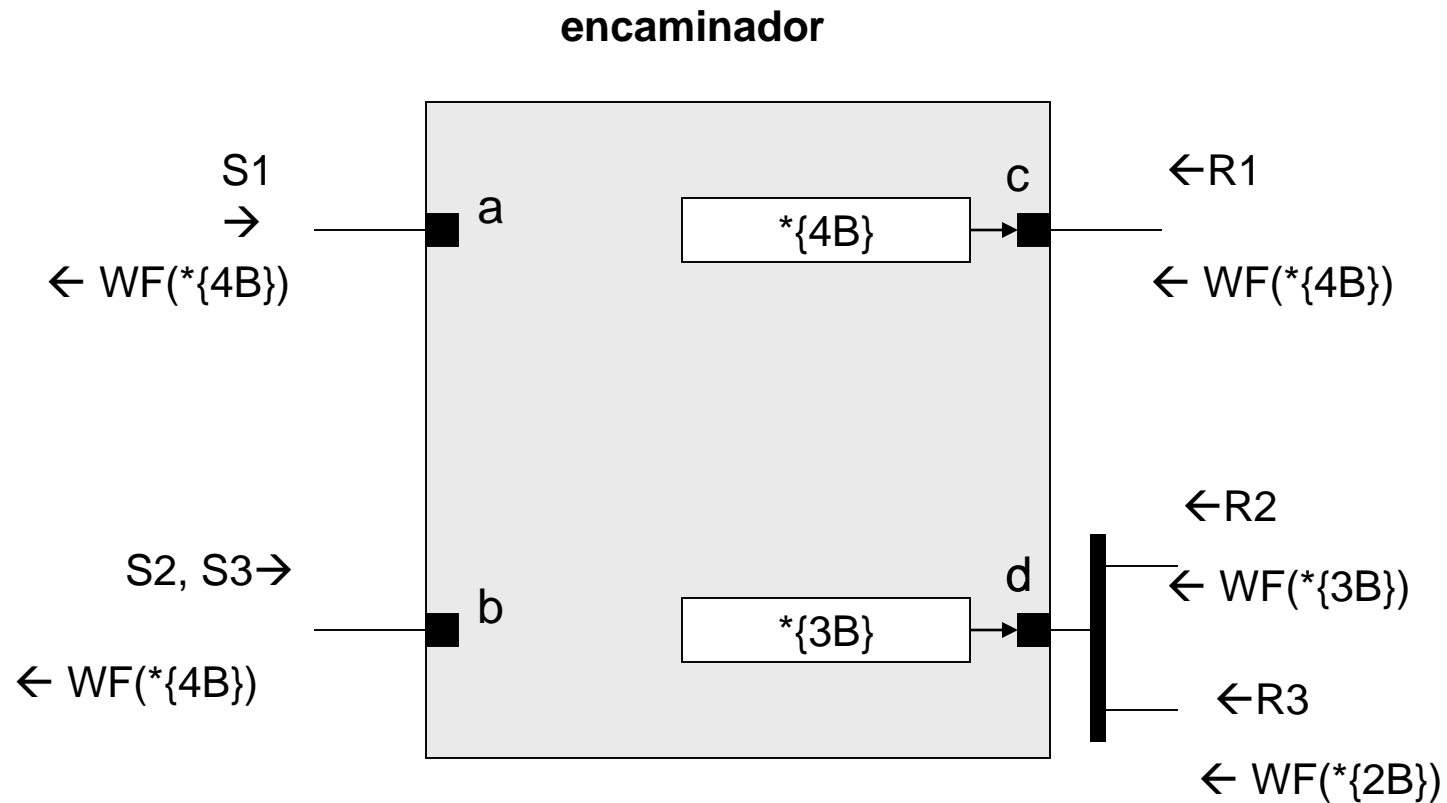
Ejemplo Wildcard-Filter (WF), RFC 2205



Ejemplo WF, solución

- ♦ En el port d
 - El clasificador añade una cola con peso el máximo de todas las reservas, 3B y sólo verifica que el tráfico sea para la sesión RSVP, con la dirección IP destino
- ♦ En el port a el encaminador tiene que combinar las diferentes reservas en una para cualquier fuente accesible por esta vía
 - Hace el máximo de las reservas para esta sesión RSVP, 4B en el port c, así se manda el mensaje RESV con $WF(*\{4B\})$
- ♦ En el port b el encaminador tiene que combinar las diferentes reservas en una para para las fuentes que haya,
 - Hace el máximo de las reservas (4B en el port c, 3B port d), 4B, así se manda para esta sesión RSVP el mensaje RESV con $WF(*\{4B\})$
- ♦ Este proceso continuaría en los router hacia las fuentes y terminaría en dichas fuentes que quieran mandar tráfico a la sesión RSVP

Ejemplo WF, solución



Estilos de reservas (Cont.)

- ♦ Los tres estilos son mutuamente excluyentes
 - Para una sesión RSVP no se pueden mezclar estilos
- ♦ El filtro fijo puede usarse en comunicaciones unicast y multicast, el resto de estilos en comunicaciones multicast
- ♦ Cuando el número de fuentes es alto es preferible utilizar el filtro libre a la compartición explícita, para ahorrar entradas en la configuración del clasificador

Referencias

- ♦ R. Braden...“Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification”, RFC 2205, septiembre 1997
- ♦ A. Mankin ...“Resource ReSerVation Protocol (RSVP) Version 1 Applicability Statement Some Guidelines on Deployment” RFC 2208, septiembre 1997
- ♦ J. Wroclawski “The Use of RSVP with IETF Integrated Services” RFC 2210, septiembre 1997
- ♦ G. Armitage "Quality of service in IP network". Editorial Macmillan Technical Publishing. 2000