

SIP: Session Initiation Protocol [RFC 3261]

SIP, visión de largo plazo:

- ❑ todas las llamadas telefónicas y videoconferencias se realizarán sobre Internet
- ❑ la gente está identificada por sus nombres o direcciones de e-mail, no por números de teléfono
- ❑ se debe poder localizar a quien se quiere llamar, independientemente del dispositivo IP que esté usando en el momento

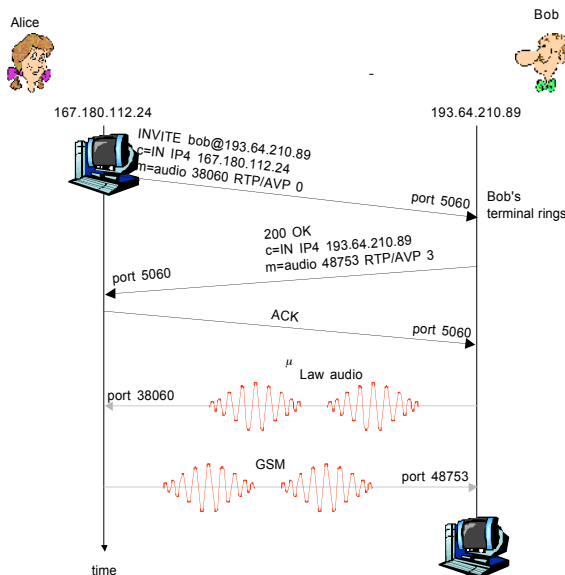
7: Multimedia Networking 7-60

SIP: servicios

- ❑ mecanismos para establecer una llamada, SIP permite...
 - al llamado saber que el llamante quiere establecer una comunicación
 - de forma que se pongan de acuerdo en tipo de "media", codificación
 - y finalizar la llamada
- ❑ determinar la dir. IP actual del llamado:
 - mapear identificador mnemónico a la dir. IP corriente
- ❑ gestión de la llamada:
 - agregar nuevos streams durante la llamada
 - Cambiar codificación durante la llamada
 - invitar a terceros
 - transferencia, "hold" de la llamada

7: Multimedia Networking 7-61

Establecer llamada a una dir. IP conocida



- SIP(Alice) manda mensaje *INVITE* que indica su puerto, dir. IP, codificación preferida (PCM μ law)

- el mensaje *200 OK* del SIP(Bob) indica su puerto, dir. IP, codificación preferida (GSM)

- los mensajes SIP se pueden enviar sobre TCP o UDP; en este caso RTP/UDP

- Puerto SIP por defecto es 5060

7: Multimedia Networking 7-62

Establecimiento de llamada (más..)

- negociación del codec:
 - Supongamos que Bob no tiene el codificador PCM μ law
 - Bob responderá con mensaje *606 NOT ACCEPTABLE*, listando sus codecs
 - Alice puede enviar nuevo mensaje *INVITE*, requiriendo un codec diferente
- Rechazo de llamada
 - Bob puede rechazar con respuesta "ocupado", "no estoy", "hay que pagar", "prohibido"
- los datos se pueden enviar sobre RTP u otro protocolo

7: Multimedia Networking 7-63

SIP: ejemplo de mensaje

```
INVITE sip:bob@domain.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 167.180.112.24
From: sip:alice@hereway.com
To: sip:bob@domain.com
Call-ID: a2e3a@pigeon.hereway.com
Content-Type: application/sdp
Content-Length: 885

c=IN IP4 167.180.112.24
m=audio 38060 RTP/AVP 0
```

Notas:

- ❑ Sintaxis del mensaje: HTTP
- ❑ sdp = session description protocol
- ❑ Call-ID es único para cada llamada

❑ en este caso no se conoce la dir. IP de Bob. Se necesitan servidores SIP intermediarios

❑ Alice manda y recibe mensajes SIP usando el puerto SIP por defecto 5060

❑ Alice especifica en el cabezal *Via*: que su cliente SIP usa transporte UDP

7: Multimedia Networking 7-64

Traslación de nombres y localización de usuario

❑ el llamante solo conoce el nombre o dir. e-mail del llamado

❑ necesita la dir. IP del host actual del llamado:

- los usuarios se mueven..
- DHCP...
- los usuarios tienen diferentes dispositivos (PC, PDA, etc)

❑ el resultado puede estar basado en:

- hora (trabajo, hogar)
- llamante (queremos que el jefe nos llame a casa?)
- status del llamado (ej. mandar al correo de voz si está hablando)

Servidores SIP:

- ❑ SIP registrar server
- ❑ SIP proxy server

7: Multimedia Networking 7-65

SIP Registrar

- cuando Bob lanza su cliente SIP, este envía el mensaje *SIP REGISTER* al *registrar server* (en forma similar a mensajería instantánea)

Register Message:

```
REGISTER sip:domain.com SIP/2.0
Via: SIP/2.0/UDP 193.64.210.89
From: sip:bob@domain.com
To: sip:bob@domain.com
Expires: 3600
```

7: Multimedia Networking 7-66

SIP Proxy

- Alice envía el mensaje *INVITE* a su proxy server
 - contiene la dirección sip:bob@domain.com
- el proxy es responsable del enrutamiento de los mensajes SIP al llamado
 - posiblemente a través de múltiples proxies
- el llamado envía la respuesta a través del mismo conjunto de proxies
- el proxy retorna un mensaje de respuesta SIP a Alice
 - contiene la dir IP de Bob
- proxy análogo a servidor DNS local

7: Multimedia Networking 7-67

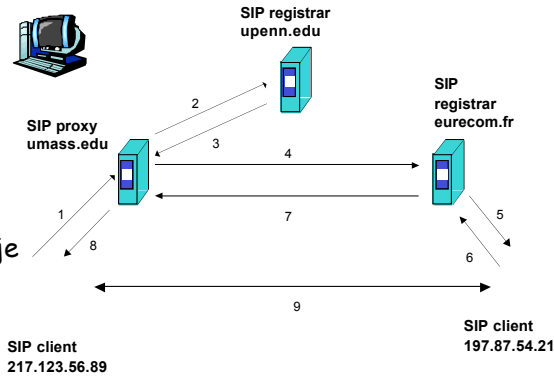
Ejemplo

Llamante jim@umass.edu
hace una llamada
a keith@upenn.edu

- (1) Jim envía mensaje INVITE al SIP proxy umass
- (2) Proxy reenvía el mensaje al registrar server upenn
- (3) El servidor upenn retorna una respuesta redirect, indicando que debe intentar con keith@eurecom.fr

- (4) el proxy umass envía INVITE al registrar eurecom. (5) este reenvía INVITE a 197.87.54.21, donde está levantado el cliente SIP de keith.
- (6-8) la respuesta SIP es enviada (9) datos enviados directamente entre los clientes.

Nota: falta mostrar un mensaje ACK de SIP



7: Multimedia Networking 7-68

Comparación con H.323

- H.323 es otro protocolo de señalización para sesiones interactivas en tiempo real
- H.323 es una "suite" integrada y vertical de protocolos para conferencia multimedia: señalización, registro, control de admisión, transporte, codecs
- SIP es un único componente. Funciona con RTP, pero no es obligatorio. Se puede combinar con otros protocolos y servicios
- H.323 viene de la ITU (telefonía).
- SIP viene de la IETF: usa conceptos de HTTP
 - SIP tiene "sabor web", mientras que H.323 tiene "sabor telefonía"
- (principio usado por SIP: KISS = Keep it simple stupid)

7: Multimedia Networking 7-69

Capítulo 7: agenda

7.1 aplicaciones multimedia en red

7.2 streaming de audio y video almacenado

7.3 haciendo lo mejor posible con el servicio "best effort"

7.4 protocolos para aplicaciones interactivas en tiempo real
RTP,RTCP,SIP

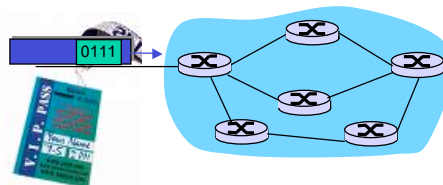
7.5 provisión de múltiples clases de servicio

7.6 garantías de QoS

7: Multimedia Networking 7-70

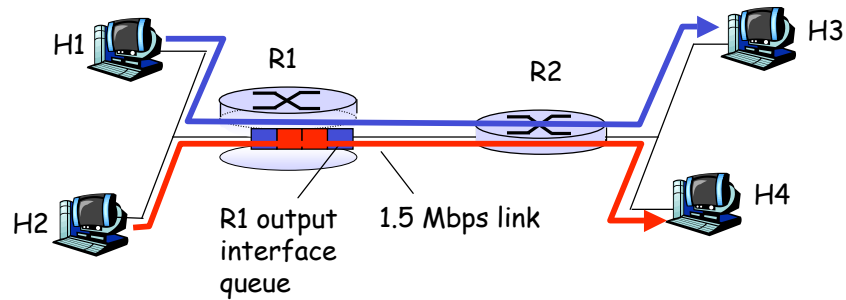
Provisión de Múltiples Clases de Servicio

- ❑ hasta ahora hemos visto como hacer lo mejor posible con el modelo best effort
 - modelo de servicio "uno para todo"
- ❑ alternativa: múltiples clases of servicio
 - partición del tráfico en clases
 - tratamiento diferenciado
- ❑ granularidad: servicio diferenciado entre múltiples clases, NO entre conexiones individuales
- ❑ historia: ToS bits



7: Multimedia Networking 7-71

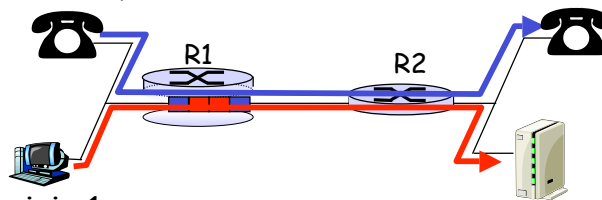
Múltiples Clases de Servicio: escenario



7: Multimedia Networking 7-72

Principios de Garantías de QoS

- Escenario: IP phone de 1Mbps comparte un enlace de 1.5 Mbps con FTP
 - ráfagas de FTP pueden congestionar el router, y causar pérdidas de audio
 - interesa dar prioridad al audio sobre FTP



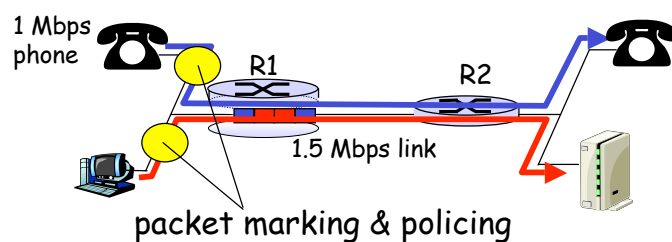
Principio 1

se necesita marcar los paquetes para que el router distinga entre clases de tráfico, y políticas para tratar los paquetes en forma diferenciada

7: Multimedia Networking 7-73

Principios de Garantías de QoS

- qué pasa si las aplicaciones "se portan mal" (p.ej. el audio envía más tráfico que el declarado)
 - **policing**: forzar a la fuente a ajustarse al ancho de banda reservado
- marcar y hacer policing en el borde de la red:
 - similar a la UNI de ATM (User Network Interface)

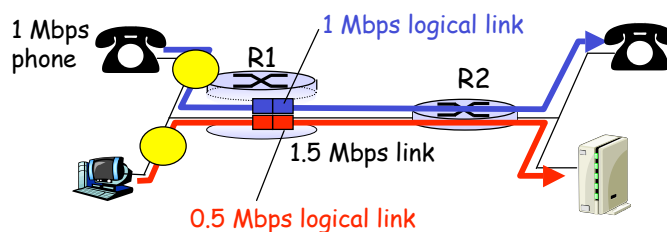


Principio 2 —
proveer protección (*aislamiento*) entre clases de tráfico

7: Multimedia Networking 7-74

Principios de Garantías de QoS

- asignar ancho de banda *fijo* (no compartible) a un flujo: uso *ineficiente* del recurso si no se usa el ancho de banda asignado

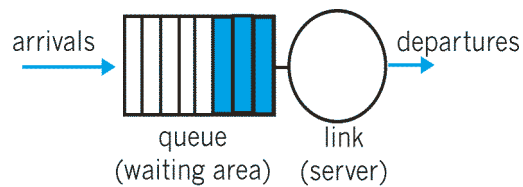


Principio 3 —
hay que proveer aislamiento, manteniendo (si es posible) un uso eficiente de los recursos

7: Multimedia Networking 7-75

Mecanismos de Scheduling & Policing

- **scheduling**: elección del próximo paquete a enviar por el enlace
- **FIFO (first in first out) scheduling**: enviar en el orden que llegan a la cola
 - **política de descarte**: que paquete descartar ante un arribo si la cola está llena?
 - Tail drop: descarta paquete recién llegado
 - prioridad: descartar en base a prioridades
 - random: descartar aleatoriamente

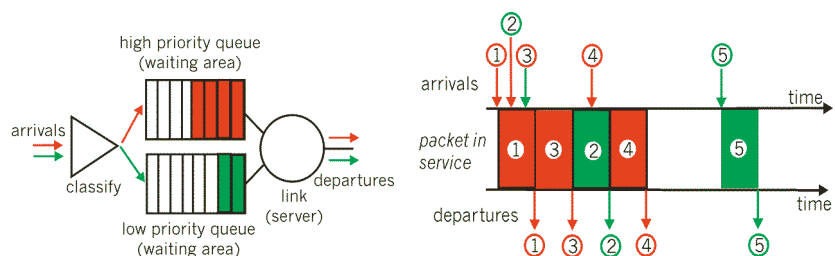


7: Multimedia Networking 7-76

Scheduling

Priority scheduling: transmitir el paquete con mayor prioridad en la cola

- **múltiples clases**, con prioridades diferentes
 - la clase se puede caracterizar por la marca del paquete u otra información del encabezado, por ej. IP fuente/dest, puerto, etc.

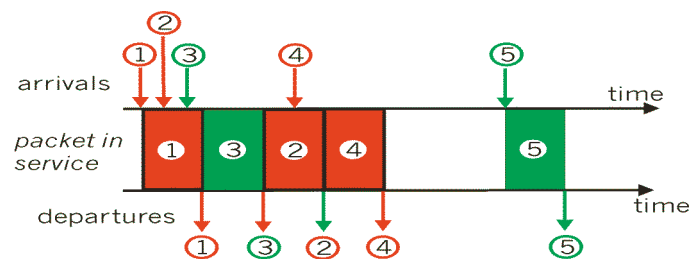


7: Multimedia Networking 7-77

Scheduling

round robin scheduling:

- múltiples clases
- búsqueda cíclica en las colas de cada clase, entregando una de c/u (si existe)

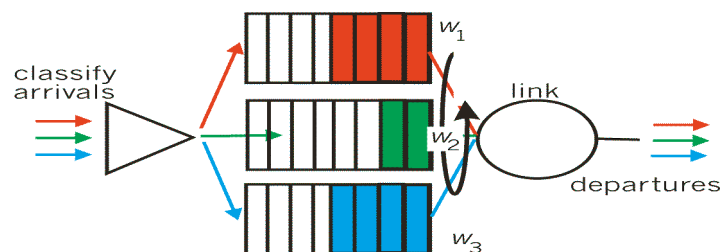


7: Multimedia Networking 7-78

Scheduling

Weighted Fair Queuing:

- Round Robin generalizado
- cada clase logra un tiempo de servicio ponderado en cada ciclo



7: Multimedia Networking 7-79

Policing

Objetivo: limitar el tráfico para que no exceda los parámetros acordados

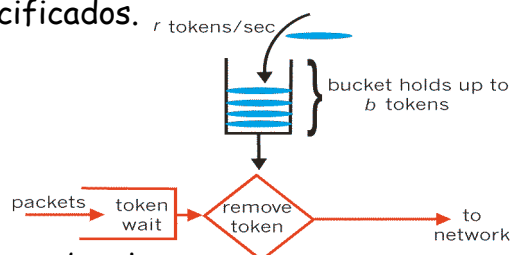
Tres criterios de uso común:

- **(Long term) Average Rate:** cuántos paquetes se pueden enviar por unidad de tiempo (en el largo plazo)
 - pregunta crucial: cuál es la longitud del intervalo? 100 paquetes por seg o 6000 paquetes por min tienen el mismo promedio!
- **Peak Rate:** ej., 6000 pqts por min. (ppm) promedio.; 1500 pps de pico
- **(Max.) Burst Size:** máx. cantidad de paquetes enviados consecutivamente (sin tiempo "idle" entre pqts)

7: Multimedia Networking 7-80

Policing

Token Bucket: limitar la entrada a Burst Size y Average Rate especificados.

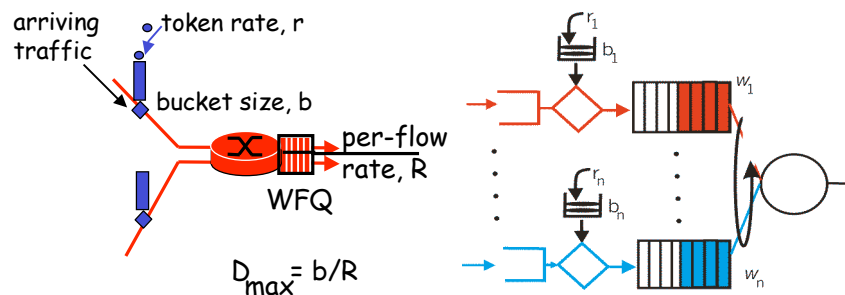


- bucket puede contener b tokens
- los tokens se generan a una tasa r token/seg salvo que se llene el bucket
- *sobre un intervalo de long. t : cantidad de paquetes admitidos menor o igual a $(r t + b)$*

7: Multimedia Networking 7-81

Policing

- token bucket & WFQ se pueden combinar para garantizar una cota superior en el retardo, es decir, *garantizar QoS!*



7: Multimedia Networking 7-82

IETF Differentiated Services

- clases de servicio "cualitativas"
 - tipos de servicio relativos: Platinum, Gold, Silver
- *escalabilidad*: funciones simples en el "core" de la red, y funciones relativamente complejas en el "borde" de la red (routers o hosts)
 - señalar y mantener estado por flujo es complicado con un gran número de flujos
- no define clases de servicio, solo provee componentes funcionales para construirlas

7: Multimedia Networking 7-83

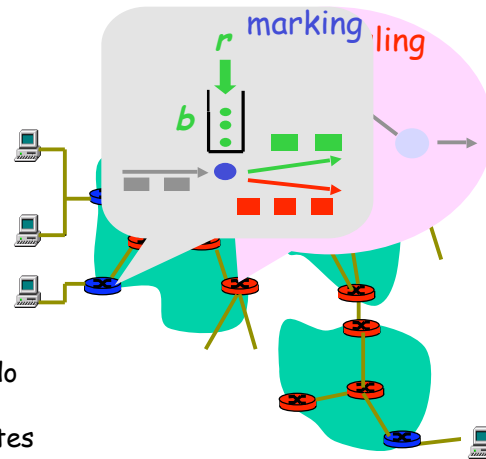
Arquitectura Diffserv

Edge router:

- gestión de tráfico **por flujo**
- marca paquetes **in-profile** & **out-profile**

Core router:

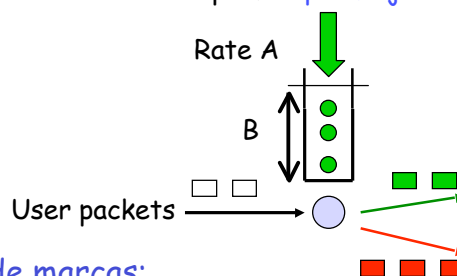
- gestión de tráfico **por clase**
- buffering & scheduling basado en **marcas** en el "edge"
- se da preferencia a los paquetes **in-profile**



7: Multimedia Networking 7-84

Marcar paquetes en el router de borde

- **profile**: tasa A pre negociada, tamaño de bucket B
- Marcas de paquetes basadas en profile **por flujo**



Posibles usos de marcas:

- class-based marking: paquetes de clases diferentes con marcas diferenciadas
- intra-class marking: porción del flujo "conforme" marcado diferente que "no conforme"

7: Multimedia Networking 7-85

Clasificación & Acondicionamiento

- ❑ los paquetes se marcan con el Type of Service (TOS) en IPv4, y Traffic Class en IPv6
- ❑ 6 bits usados para el Differentiated Service Code Point (DSCP), que determina PHB que recibirá el paquete
- ❑ 2 bits sin uso

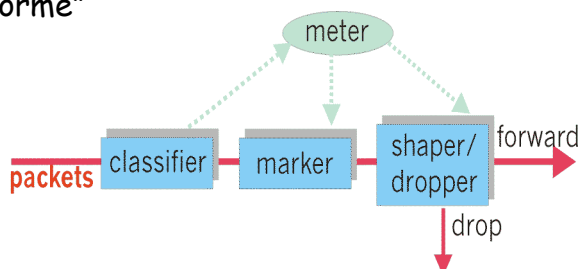


7: Multimedia Networking 7-86

Clasificación & Acondicionamiento

puede ser deseable limitar la tasa de tráfico de alguna clase:

- ❑ el usuario declara su "traffic profile" (ej., tasa, burst size)
- ❑ tráfico medido, y acondicionado (shaped) si es "no conforme"



7: Multimedia Networking 7-87

Forwarding (PHB)

- PHB resulta en características observables (medibles) de la performance de forwarding
- PHB no especifica que mecanismos se deben usar para asegurar estas características observables
- Ejemplos:
 - Clase A lleva x% del ancho de banda del enlace de salida en intervalos de longitud especificada
 - los paquetes de Clase A se envían antes que los paquetes de Clase B

7: Multimedia Networking 7-88

Forwarding (PHB)

PHBs definidos:

- **Expedited Forwarding:** tasa de salida de paquetes de una clase mayor o igual a una tasa especificada
 - enlace lógico con una tasa mínima garantizada
- **Assured Forwarding:** 4 clases de tráfico
 - c/u con un ancho de banda mínimo garantizado
 - c/u con tres particiones de preferencia de descarte (drop)

7: Multimedia Networking 7-89

Capítulo 7: agenda

7.1 aplicaciones multimedia en red

7.2 streaming de audio y video almacenado

7.3 haciendo lo mejor posible con el servicio "best effort"

7.4 protocolos para aplicaciones interactivas en tiempo real
RTP, RTCP, SIP

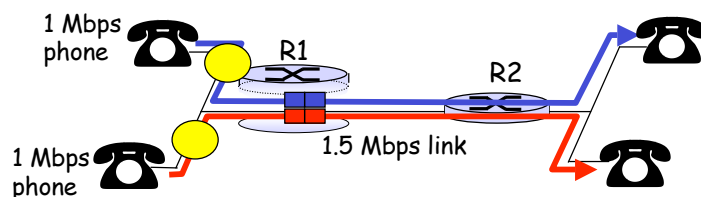
7.5 provisión de múltiples clases de servicio

7.6 garantías de QoS

7: Multimedia Networking 7-90

Principios de Garantías de QoS

- *de la vida real*: no es posible soportar demandas de tráfico superiores a la capacidad del enlace

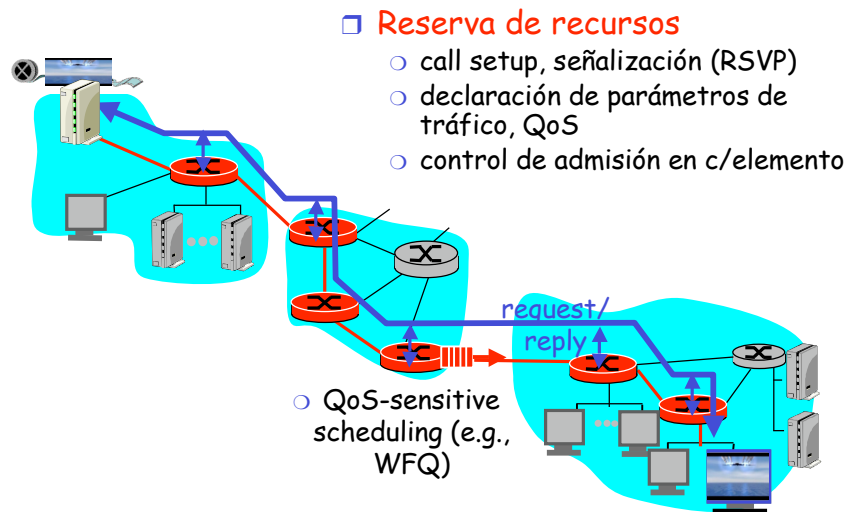


Principio 4

Control de Admisión: la red puede bloquear la llamada (ej., "ocupado") si no hay recursos suficientes

7: Multimedia Networking 7-91

Escenario de QoS garantizada



7: Multimedia Networking 7-92

IETF Integrated Services

- arquitectura para proveer QoS garantizada en redes IP para cada aplicación
- reserva de recursos: routers mantienen información de estado ("a la VC") de los recursos asignados
- admisión/rechazo de nuevas llamadas...

Pregunta: se pueden admitir flujos nuevos con garantías de performance sin violar la QoS garantizada a los flujos ya admitidos?

7: Multimedia Networking 7-93

Control de Admisión

Nueva sesión debe:

- ❑ declarar sus requerimientos de QoS
 - **R-spec**: define la QoS requerida
- ❑ caracterizar el tráfico que inyectará en la red
 - **T-spec**: define las características del tráfico
- ❑ protocolo de señalización: necesario para comunicar R-spec y T-spec a los routers (donde la reserva es requerida)
 - **RSVP**

7: Multimedia Networking 7-94

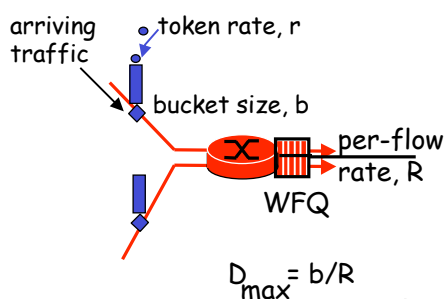
Intserv QoS: Service models [rfc2211, rfc 2212]

Servicio garantizado:

- ❑ peor caso de arribo de tráfico: fuente con política leaky-bucket
- ❑ asegura una *cota* simple (matemáticamente probable) del retardo [Parekh 1992, Cruz 1988]

Servicio de carga controlada:

- ❑ " QoS aproximada a la que se recibiría si los elementos de red estuvieran sin carga"



7: Multimedia Networking 7-95

Señalización en Internet

connectionless
(stateless)
forwarding by IP
routers + best effort
service = no network
signaling protocols
in initial IP
design

- **Nuevo requerimiento:** reserva de recursos a lo largo de end-to-end path (involucra end system & routers) para la QoS de aplicaciones multimedia
- **RSVP:** Resource Reservation Protocol [RFC 2205]
 - "... permitir a los usuarios comunicar sus requerimientos a la red en forma robusta y eficiente" -> señalización!
- antecedente: ST-II [RFC 1819]

7: Multimedia Networking 7-96

Objetivos de diseño de RSVP

1. permitir **receptores heterogéneos** (anchos de banda diferentes a lo largo de caminos de red)
2. permitir aplicaciones con **diferentes requerimientos de recursos**
3. **debe funcionar en unicast y también en multicast**, con adaptación a la membresía de grupos multicast
4. **mejorar el enrutamiento multicast/unicast**, con adaptación "suave" a los cambios:
 - reestablecimiento de conexiones
5. **overhead del protocolo de control lineal** con la cantidad de receptores (como máximo)
6. **soft state en routers:** requiere refresco de estados
7. **diseño modular** para tecnologías heterogéneas

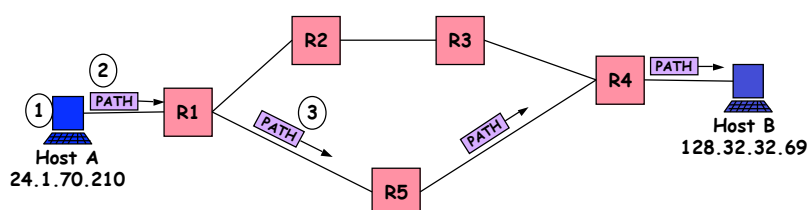
7: Multimedia Networking 7-97

RSVP no...

- ❑ especifica como se deben reservar los recursos
 - ❑ es solo un mecanismo para comunicar lo que se necesita
- ❑ determina la ruta de los paquetes
 - ❑ esta es la función de los protocolos de routing
 - ❑ señalización desacoplada del routing
- ❑ interactúa con el forwarding de paquetes
 - ❑ separación de los planos de control (señalización) y de datos (forwarding)

7: Multimedia Networking 7-98

Reserva RSVP

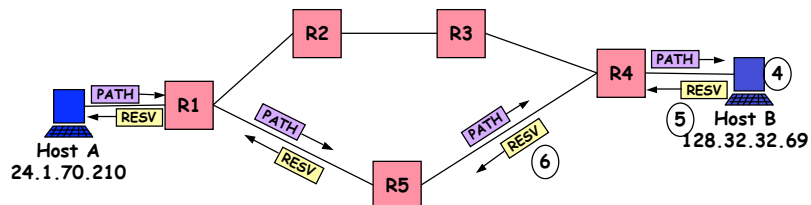


1. An application on **Host A** creates a session, 128.32.32.69/4078, by communicating with the RSVP daemon on **Host A**.
2. The **Host A** RSVP daemon generates a **PATH** message that is sent to the next hop RSVP router, **R1**, in the direction of the session address, 128.32.32.69.

3. The **PATH** message follows the next hop path through **R5** and **R4** until it gets to **Host B**. Each router on the path creates soft session state with the reservation parameters.

7: Multimedia Networking 7-99

Reserva RSVP

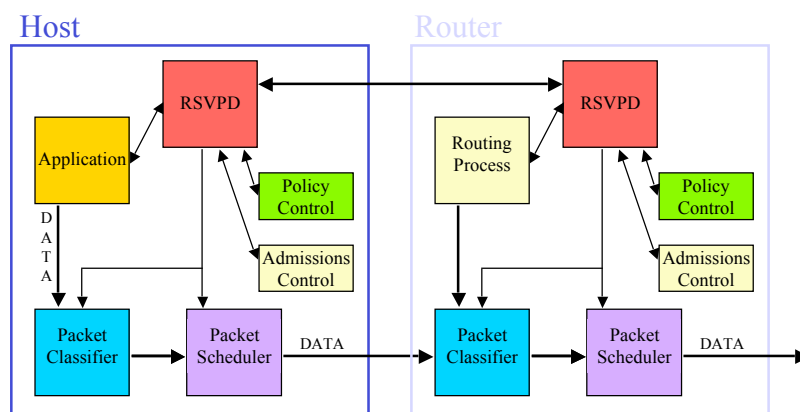


4. An application on **Host B** communicates with the local RSVP daemon and asks for a reservation in session 128.32.32.69/4078. The daemon checks for and finds existing session state.
5. The **Host B** RSVP daemon generates a **RESV** message that is sent to the next hop RSVP router, **R4**, in the direction of the source address, 24.1.70.210.

6. The **RESV** message continues to follow the next hop path through **R5** and **R1** until it gets to **Host A**. Each router on the path makes a resource reservation.

7: Multimedia Networking 7-100

RSVP: diagrama funcional



7: Multimedia Networking 7-101

Reserva RSVP multicast

- ❑ **emisores y receptores hacen "join" a grupo multicast group**
 - por fuera de RSVP
- ❑ **señalización del emisor a la red**
 - *mensaje path* : anuncia presencia del emisor a los routers
 - path teardown: borra el "path state" de los routers
- ❑ **señalización del receptor a la red**
 - *mensaje reservation*: reserva recursos del emisor al receptor
 - reservation teardown: borra las reservas
- ❑ **señalización de la red a los end-systems**
 - path error
 - reservation error

7: Multimedia Networking 7-102

...y todo esto, va a funcionar?

- ❑ el modelo de **servicios integrados** tiene evidentes problemas de escala
 - pero RSVP se usa como mecanismo de señalización en múltiples áreas
- ❑ el modelo de **servicios diferenciados** puede escalar mejor...
 - pero hay que configurar coherentemente todos los routers de la red (mecanismos de scheduling y policing, PHBs)
- ❑ mecanismos para garantizar QoS en redes de backbone: MultiProtocol Label Switching, **MPLS**
 - "ideas de ATM pero en IP", y con soporte de tecnologías heterogéneas

7: Multimedia Networking 7-103

Capítulo 7: resumen

Principios

- ❑ clasificación de aplicaciones multimedia
- ❑ identificación de servicios de red necesarios por las aplicaciones
- ❑ haciendo lo mejor posible con el servicio "best effort"

Protocolos y Arquitecturas

- ❑ protocolos específicos para best-effort
- ❑ mecanismos para proveer QoS
- ❑ arquitecturas para QoS
 - clases de servicio
 - QoS garantizada, control de admisión

7: Multimedia Networking 7-104