



Programa de doctorado Informática Industrial 2009-2010
Departamento de Tecnología Electrónica – Universidad de Sevilla

Calidad de Servicio (QoS) en redes

Dra. María del Carmen Romero Ternero (*mcromero@dte.us.es*)

<http://www.dte.us.es/personal/mcromero>



Definición QoS

- ITU E.800: "Efecto global de las prestaciones de un servicio que determinan el grado de satisfacción de un usuario al utilizar dicho servicio."
- IETF RFC 2386: "Conjunto de requisitos del servicio que debe cumplir la red en el transporte de un flujo."

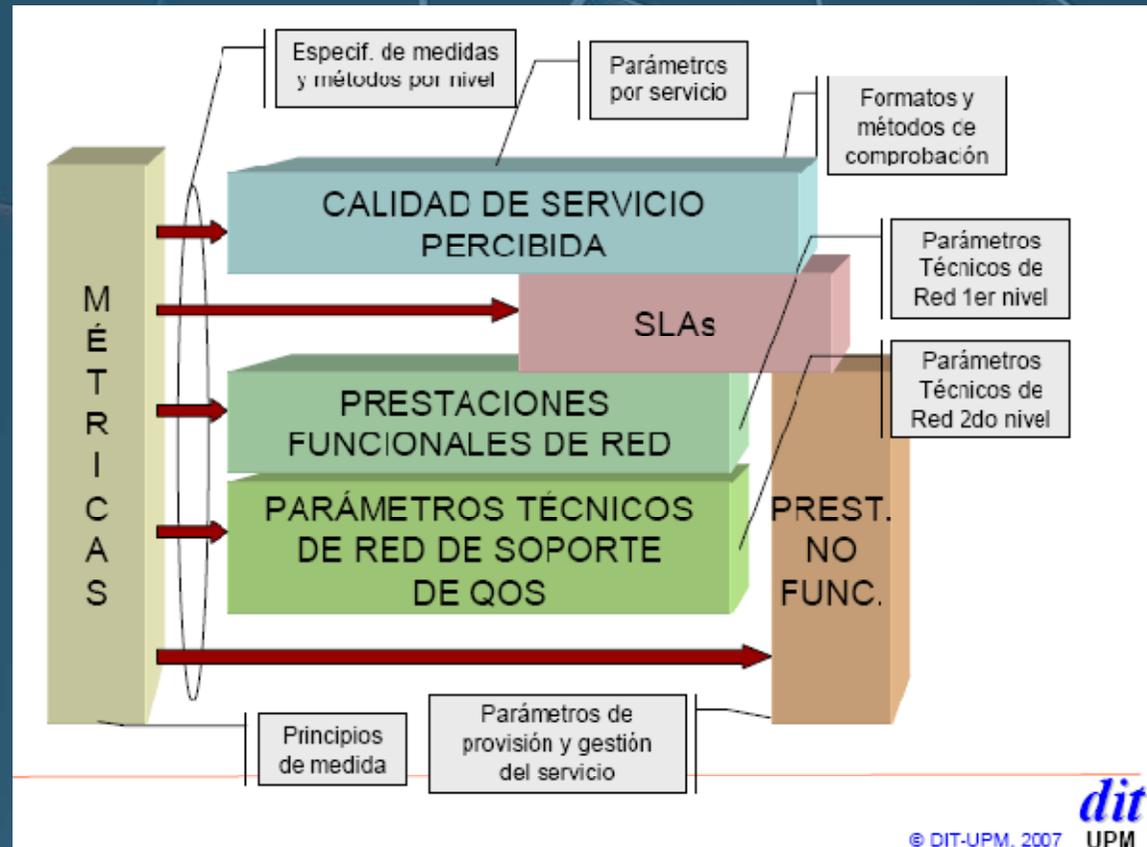


Usos

- Concepto de QoS tradicional
 - Planificación de redes, control de congestión, ingeniería de tráfico...
- QoS en servicios que evolucionan hacia nuevos modelos y arquitecturas de provisión
 - Redes de sensores
 - Móviles
 - Web
 - P2P
- Garantía de prestaciones al usuario



Modelo conceptual



Fuente: Encarna Pastor
Dpto. Ingeniería de Sistemas Telemáticos
ETS Ingenieros Telecomunicación
Univ. Politécnica de Madrid



Diseño de interredes IP

- Control de la congestión
- Bajo nivel de retardo
- Alto rendimiento
- QoS
- Proporcionar un servicio justo



Diseño de interredes IP

- Control de la congestión
- Bajo nivel de retardo
- Alto rendimiento
- QoS
- Proporcionar un servicio justo
- Tráfico elástico y no elástico



Tráfico elástico y no elástico

- **Elástico:**
 - Se ajusta a variaciones de retardo y rendimiento de la red
 - Tipo de tráfico propio de las redes IP
 - Ejs: FTP, SMTP, TELNET
- **No elástico:**
 - No se adapta a las variaciones de retardo y rendimiento de la red
 - Necesita optimizar: rendimiento, retardo, jitter (fluctuación del retardo), pérdida de paquetes
 - Ejs: aplicaciones en tiempo real



Medidas de QoS

Parámetro	Significado	Ejemplo
Disponibilidad	Tiempo mínimo que el operador asegura que la red estará en funcionamiento	99,9%
Ancho de Banda	Indica el ancho de banda mínimo que el operador garantiza al usuario dentro de su red	2 Mbps
Pérdida de paquetes	Máximo de paquetes perdidos (siempre y cuando el usuario no exceda el caudal garantizado)	0,1%
Round Trip Delay	El retardo de ida y vuelta medio de los paquetes	80 mseg
Jitter	La fluctuación que se puede producir en el retardo de ida y vuelta medio	± 20 mseg

Categoría de QoS	Parámetro de QoS
Tiempo	Latencia
	Retraso
	Tiempo de recuperación
	Garantía
	Intervalos de sincronización
	Disponibilidad
Volumen de tráfico	Tiempo de inicialización
	Throughput
Precisión	Picos de volumen
	Precisión de direccionamiento
	Tasa de error
Robustez	Integridad
	Confianza
	Mantenibilidad
	Resistencia
Contabilidad	Supervivencia
	Costo
Manejabilidad	Auditabilidad
	Monitorizabilidad
Seguridad	Control
	Autenticación
	Confidencialidad
	Seguridad del tráfico del flujo



Requisitos para una comunicación en tiempo real

- Bajo jitter
- Baja latencia
- Capacidad de integrar servicios en TR y servicios en TNR
- Capacidad de adaptación dinámica a condiciones de tráfico y red cambiantes
- Buen rendimiento para grandes redes y gran cantidad de conexiones
- Requisitos modestos para los buffers dentro de una red
- Utilización de la capacidad de manera altamente efectiva
- Baja redundancia de bits de cabecera por paquete
- Baja redundancia de procesamiento por paquete dentro de la red y en el sistema final



Arquitecturas de Servicios

- Servicios integrados o IntServ (Integrated Services) RFC 1633
 - Se implementa dentro de un dominio
 - El proveedor de SI:
 - Limita la demanda a la capacidad de la red
 - Reserva recursos dentro del dominio para ofrecer QoS a partes de la demanda
 - Complicada de implementar
- Servicios diferenciados o DiffServ (Differentiated Services) RFC 2475
 - Marca el tráfico y lo distingue, ofreciendo distinta QoS para cada tipo
 - Fácil de implementar



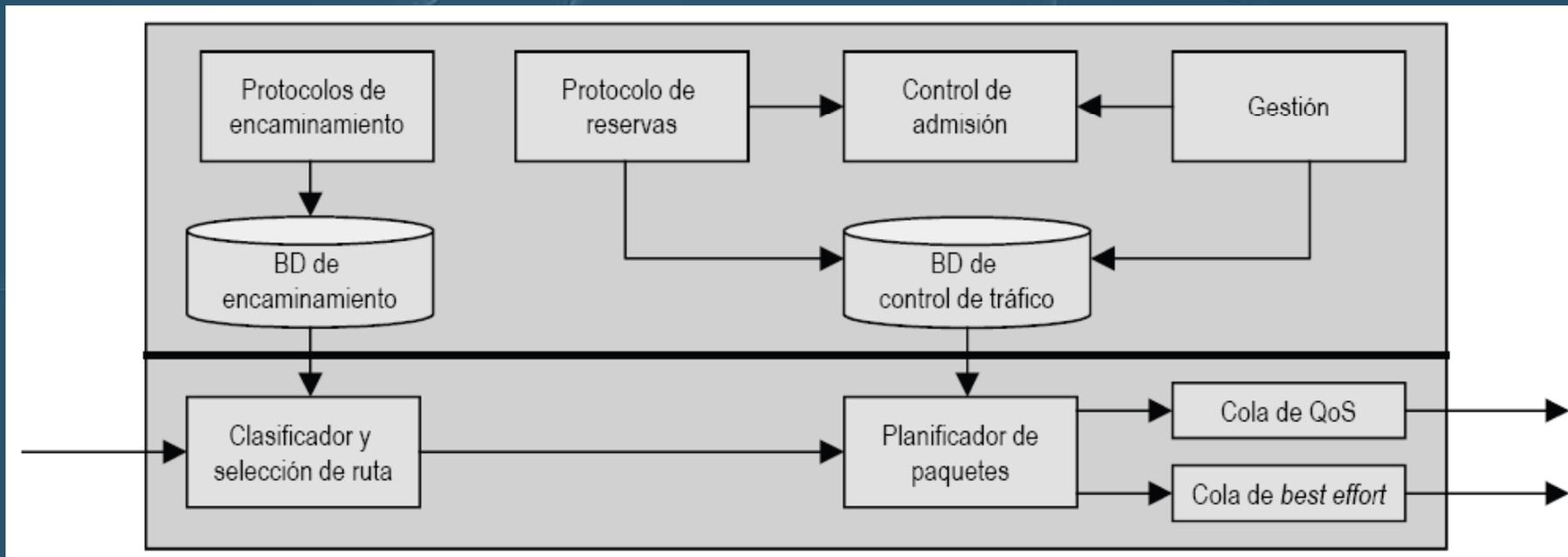
Arquitectura de Servicios Integrados (ISA)

- Compartir la capacidad disponible cuando congestión
- Herramientas tradicionales best effort:
 - Algoritmo de encaminamiento
 - Descarte de paquetes (drop)
- ISA define flujo: corriente discernible de paquetes IP relacionados que resulta de la actividad única de un usuario y requiere una misma QoS
 - Es unidireccional
 - Puede haber más de un receptor (multidifusión)
 - Identificado por direcciones IP origen y destino, puertos y tipo de protocolo



Arquitectura de Servicios Integrados (ISA) (II)

- Funciones para gestionar congestión y dar QoS:
 - Control de admisión (RSVP)
 - Algoritmo de encaminamiento (otros parámetros además del retardo)
 - Disciplina de colas (equitativo, compartición de procesador, equitativo de ciclos de bits, equitativo ponderado...)
 - Política de descarte (detección temprana aleatoria o RED)





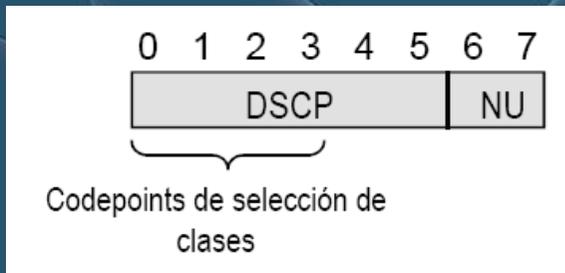
Arquitectura de Servicios Integrados (ISA) (III)

- Categorías de servicios globales:
 - Garantizado
 1. Garantiza una tasa de datos
 2. Límite superior para el retardo de colas
 3. No hay pérdidas en las colas
 - Carga controlada
 1. Similar a mayor esfuerzo pero en condiciones sin carga
 2. No hay límite superior para el retardo de colas, pero se asegura un % alto de paquetes no superen el retardo mínimo de tránsito ($t_{propag} + t_{procrouter}$)
 3. % alto de paquetes entregados con éxito
 - Mayor esfuerzo (best effort) (por defecto)
- Para un flujo particular (especificaciones de tráfico, T_{spec} ; cubo con créditos o token bucket)



Arquitectura de Servicios Diferenciados (SD)

- Se etiquetan los paquetes IP mediante campos de la cabecera (DS):
 - IPv4 → Tipo de servicio
 - IPv6 → Clase de tráfico



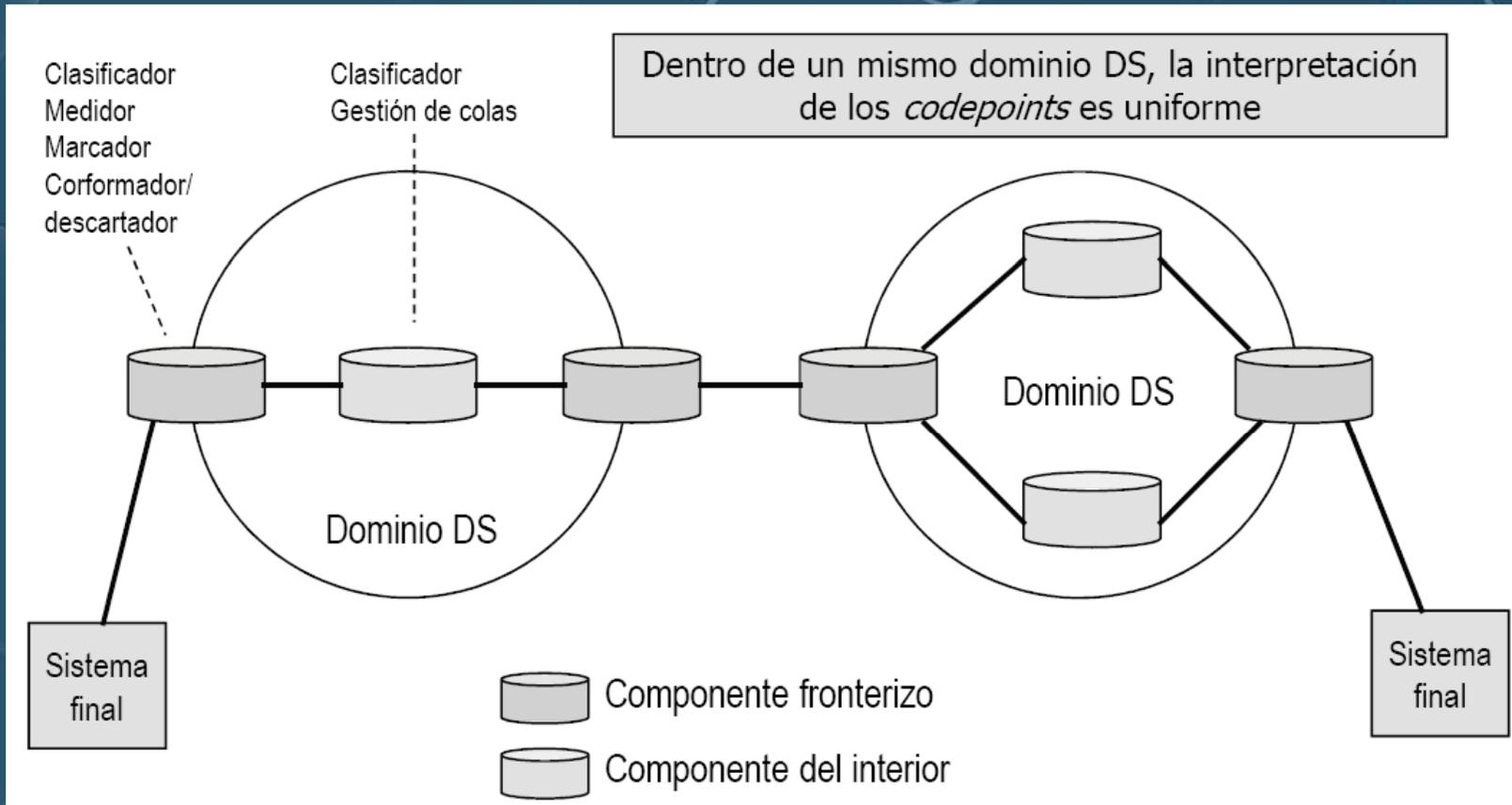
0	1	2	3	4	5	6	7
Precedencia			TOS			0	

Precedencia	TOS
111 Control de red	1000 Minimizar el retardo
110 Control de interred	0100 Maximizar rendimiento
101 Crítico	0010 Maximizar fiabilidad
100 Anulación de flash	0001 Minimizar coste económico
011 Flash	0000 Servicio normal
010 Inmediato	
001 Prioritario	
000 Rutina	

- Acuerdo de nivel de servicio (SLA) entre proveedor y cliente antes de usar DS → no cambio en aplicaciones
- Mecanismo de agregación incorporado
- Los routers tratan cada paquete independientemente → no tienen que guardar información sobre paquetes descartados

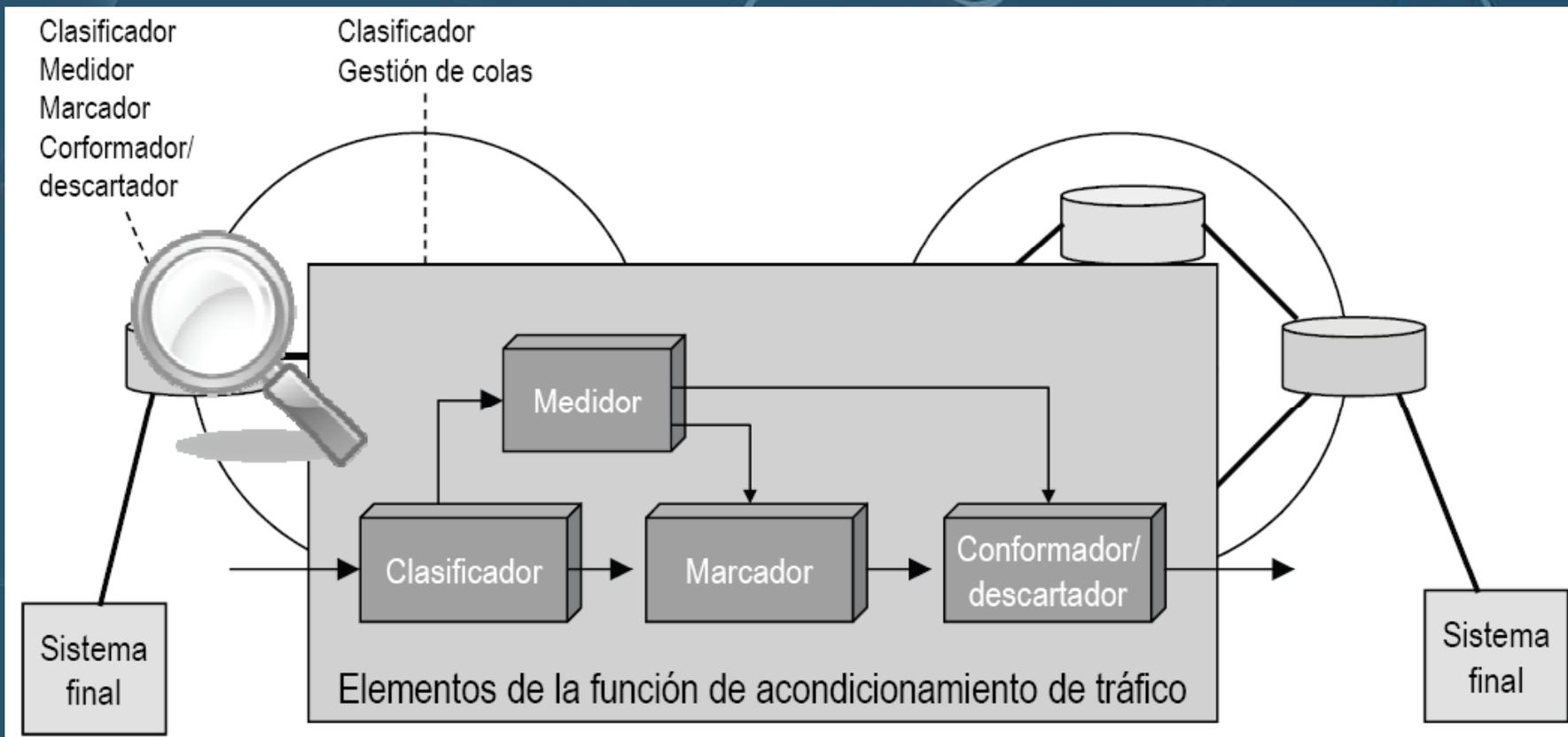


Arquitectura de Servicios Diferenciados (SD) (II)





Arquitectura de Servicios Diferenciados (SD) (II)





Arquitectura de Servicios Diferenciados (SD) (III)

- Comportamiento por salto (PHB): tratamiento de emisión dado por un router
- Tipos:
 - Expedited Forwarding (RFC 2598)
 - Servicio de primera calidad (P2P o línea alquilada): pocas pérdidas, poco retardo, poco jitter, AB asegurado y servicio extremo a extremo a través de los dominios DS.
- Assured Service (RFC 2597)
 - Superior al de máximo esfuerzo, pero sin reserva de recursos y sin discriminación detallada de flujos.
 - 4 perfiles de tráfico y 3 prioridades de descarte por paquete



QoS en los routers

- Disciplina de colas para dar preferencia a los paquetes según la QoS establecida.
- Selección de ruta según las características de QoS de cada posible ruta.
- Invocar tratamiento QoS en la subred del siguiente salto.



Protocolos

- RSVP (Resource ReSerVation Protocol) [RFC 2205]
 - Transporte
- MPLS (Multiprotocol Label Switching) [RFC 3031]
 - Enlace de datos y Red
 - Redes ATM, Frame Relay e IP
- RTP (Real-Time Transport Protocol) y RTCP (RTP Control Protocol) [RFC 3550]
 - Aplicación



RSVP

- Unidifusión y multidifusión
- Simplex o unidireccional
- Reservas iniciadas por el receptor
- Mantenimiento de estados no permanentes en routers
- Provisión de diferentes estilos de reserva
- Funcionamiento transparente a través de routers que no empleen RSVP
- Soporte para IPv4 (ToS) y para IPv6 (Etiqueta de flujo)



RSVP (II)

Sesión

IP destino
Id. usuario protocolo IP
Puerto destino

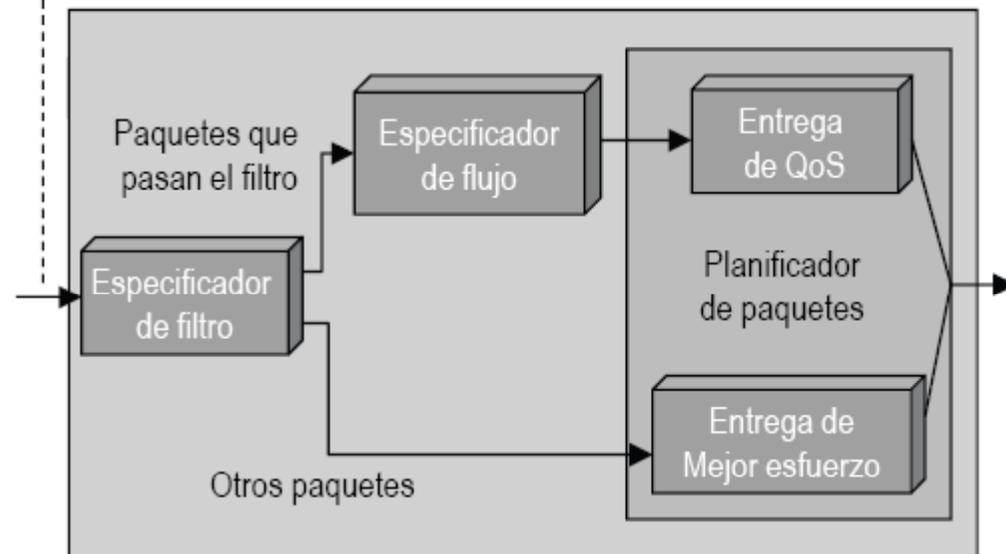
Especificador de flujo

Clase de servicio
Especificador de reserva
Especificador de tráfico

Especificador de filtro

IP fuente
Puerto origen UDP/TCP

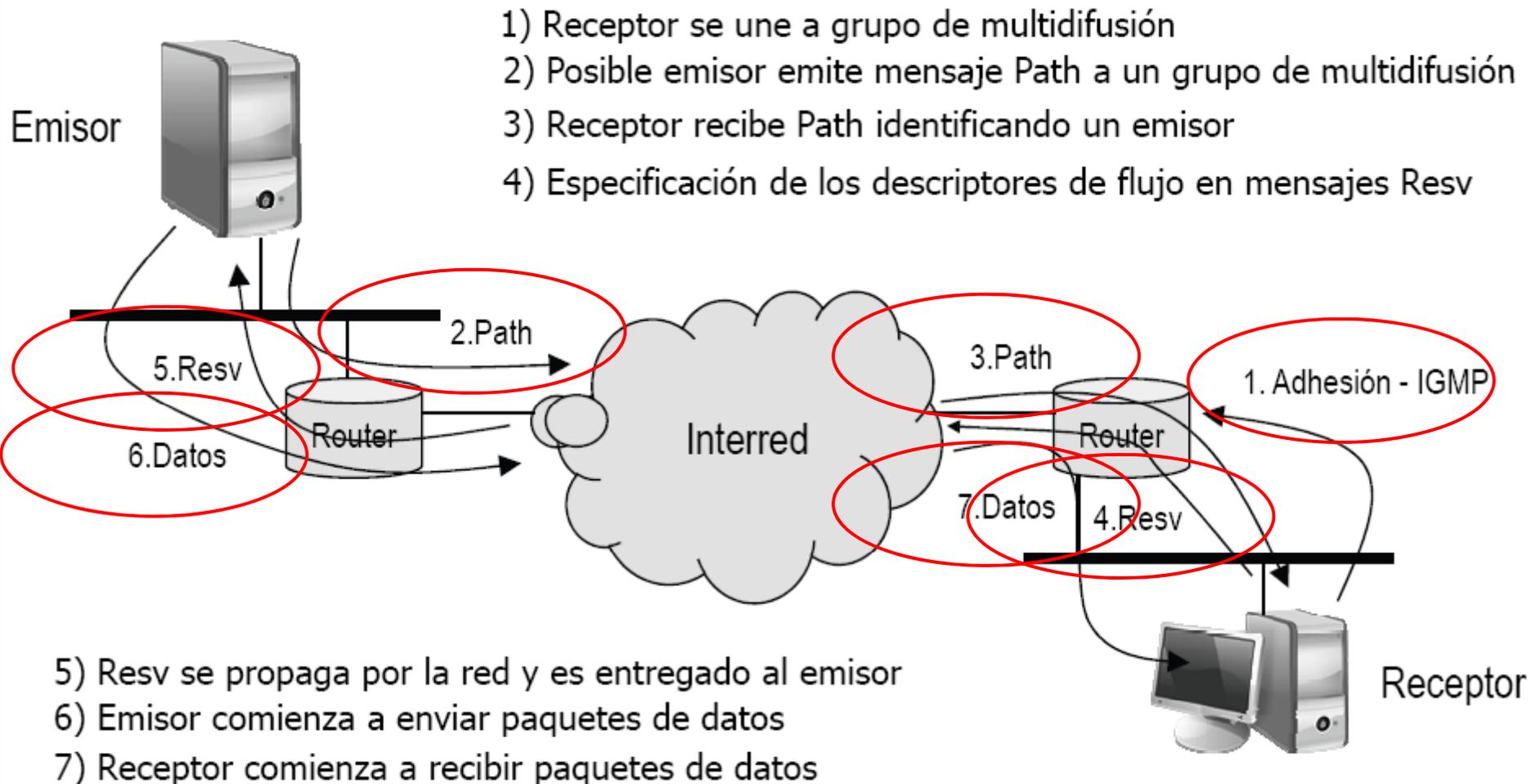
Paquetes de una sesión (con direccionamiento a un destino)



Tratamiento de los paquetes de una sesión en un router



RSVP (III)



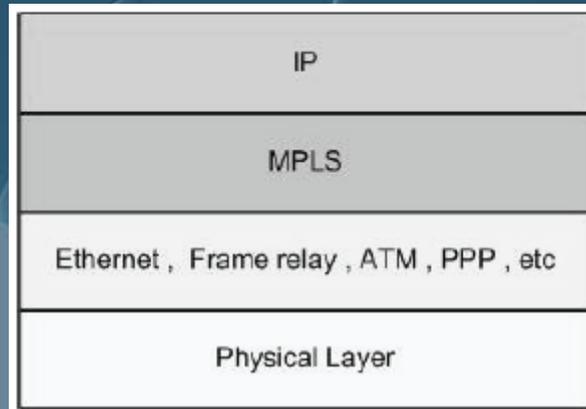


MPLS

- Soporte QoS orientado a la conexión
 - Contratos de tráfico con QoS sofisticada y fiable
- Ingeniería del tráfico
 - Definición de rutas dinámicas
 - Planificación de entregas de tráfico según la demanda conocida
 - Optimizar el uso de la red
- Redes privadas virtuales
 - Rendimiento
 - Seguridad
- Soporte multiprotocolo
 - IP, ATM, Frame Relay (completas o mezcladas)



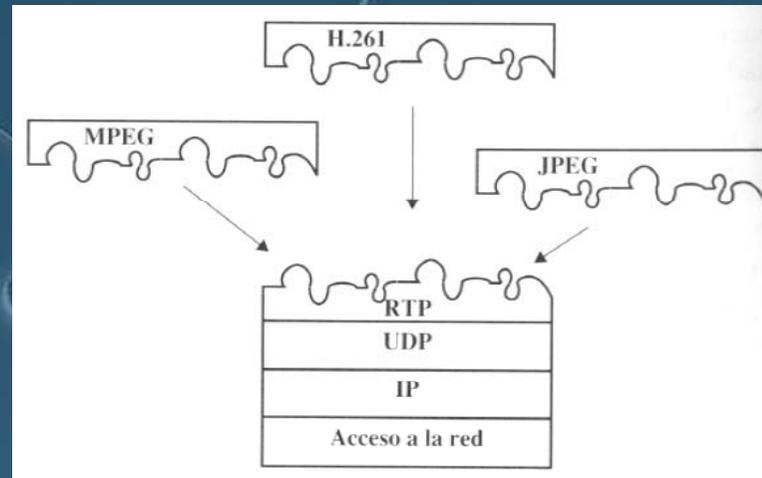
MPLS





RTP/RTCP

- Procesamiento integrado por capas



Fuente: Stallings

- Transferencia en tiempo real entre varios participantes de una sesión (puerto RTP, puerto RTCP e IPs participantes)
- Multimedia/Streaming



RTP/RTCP

Cabecera RTP

2	3	4	8	9	16bit	32bit
V	P	X	CSRC count	M	Payload type	Sequence number
Timestamp						
Synchronization source (SSRC)						
Contributing source (CSRC: variable 0 - 15 items, 2 octets each)						

Cabecera RTCP

2	3	8	16 bit
Version	P	RC	Packet type
Length			



Referencias

- Redes e Internet de Alta Velocidad. Rendimiento y Calidad de Servicio, W. Stallings, Pearson Prentice Hall, 2002
- QoS in packet networks, Kun I. Park, Springer, 2005
- IETF RFC 2386: Framework for QoS-based Routing in the Internet, 1998
- ITU E.800: Terms and definitions related to quality of service and network performance including dependability, 1994



Trabajos

- Estado del arte de MAS aplicados a la mejora del encaminamiento de datos
- Estado del arte de MAS aplicados a la mejora de la QoS en redes de datos
- Estado del arte de MAS aplicados a la mejora de servicios de redes
- Estado del arte sobre el aprendizaje de los agentes en un MAS
- Estado del arte en la implementación de las distintas arquitecturas que presenta un MAS
- Estado del arte sobre desarrollo y plataformas para MAS (David)
- Estado del arte de MAS aplicados a Robótica (Pablo)
- Estado del arte de MAS aplicados a Telemedicina (Manolo)