

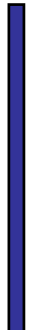
GITEL

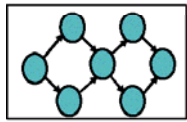
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Calidad del servicio en Internet

Jhon Jairo Padilla Aguilar
jpadilla@upbbga.edu.co





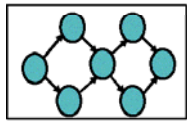
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Conceptos Básicos

Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



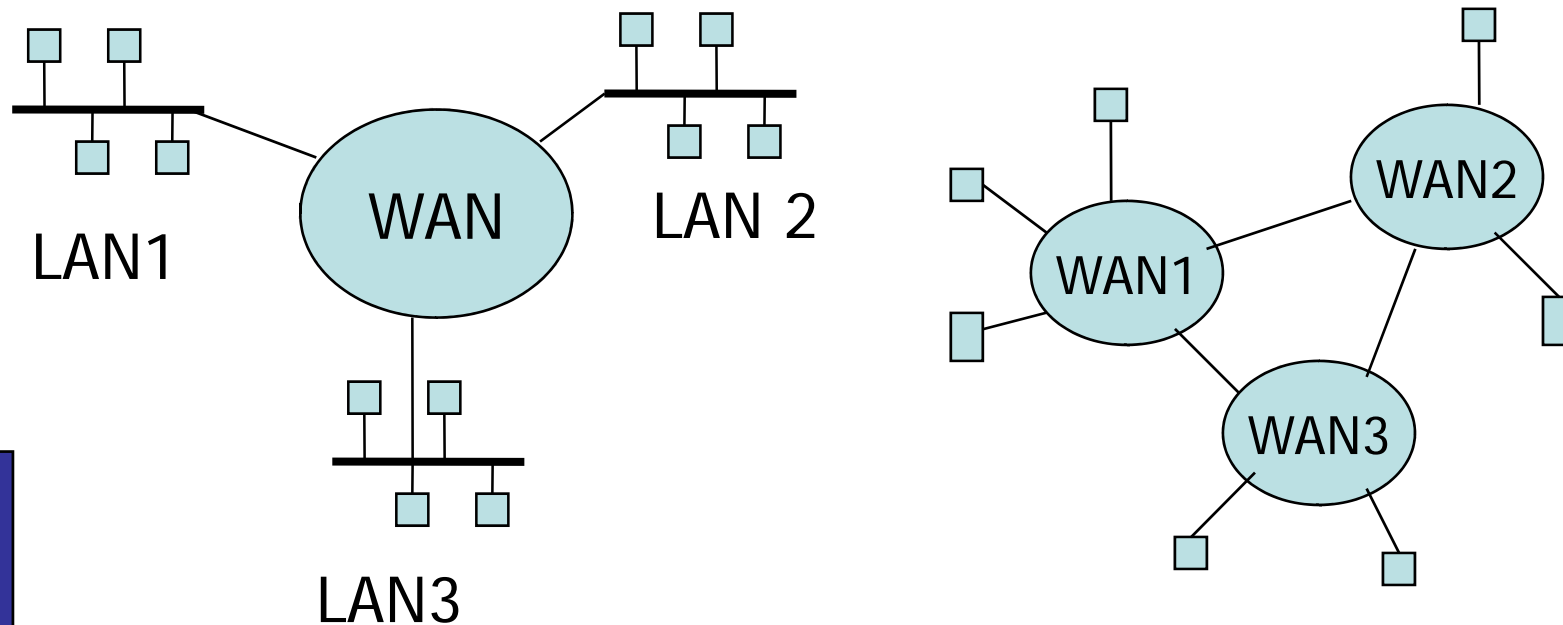
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Qué es una Internet?

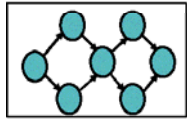


Es una red de
redes



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

Cómo se comunican las redes entre sí?

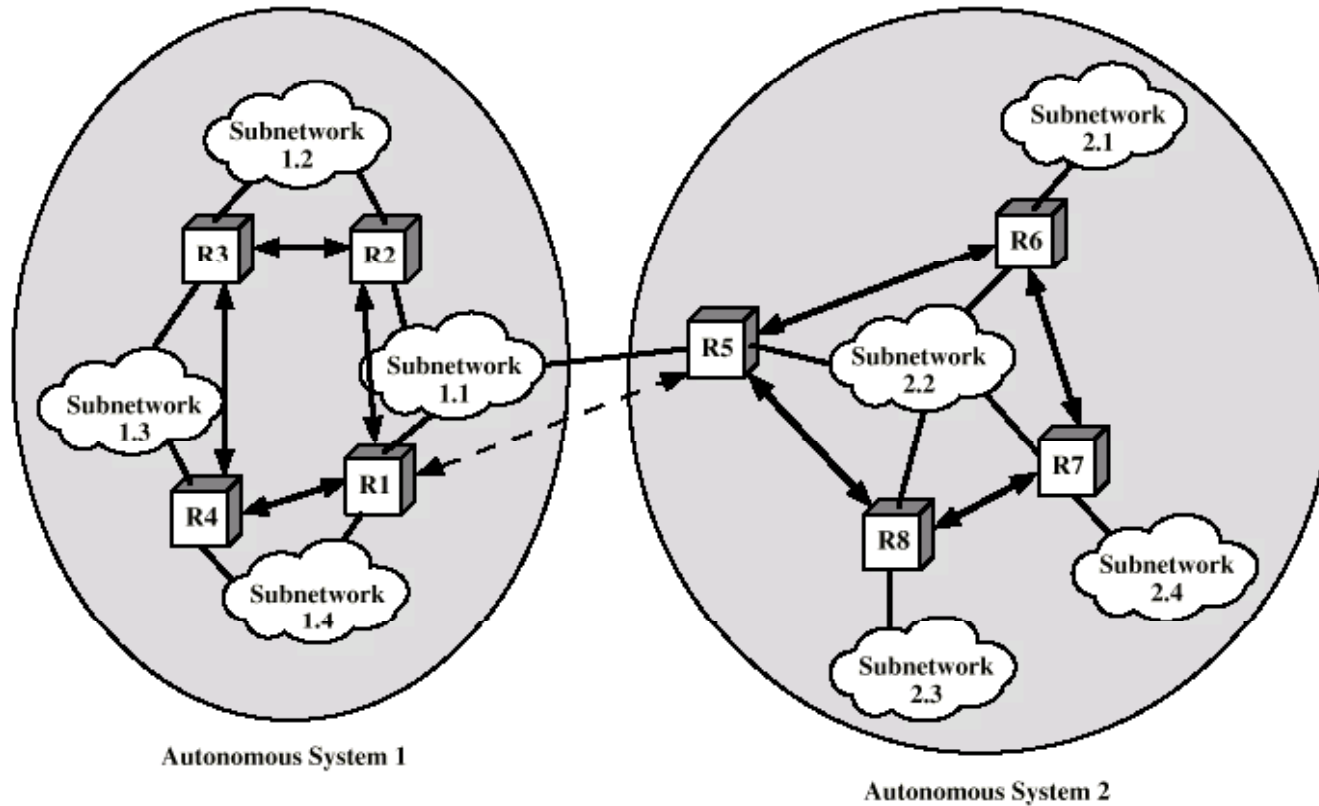


GITEL

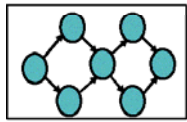
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



A través de un elemento denominado Router



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

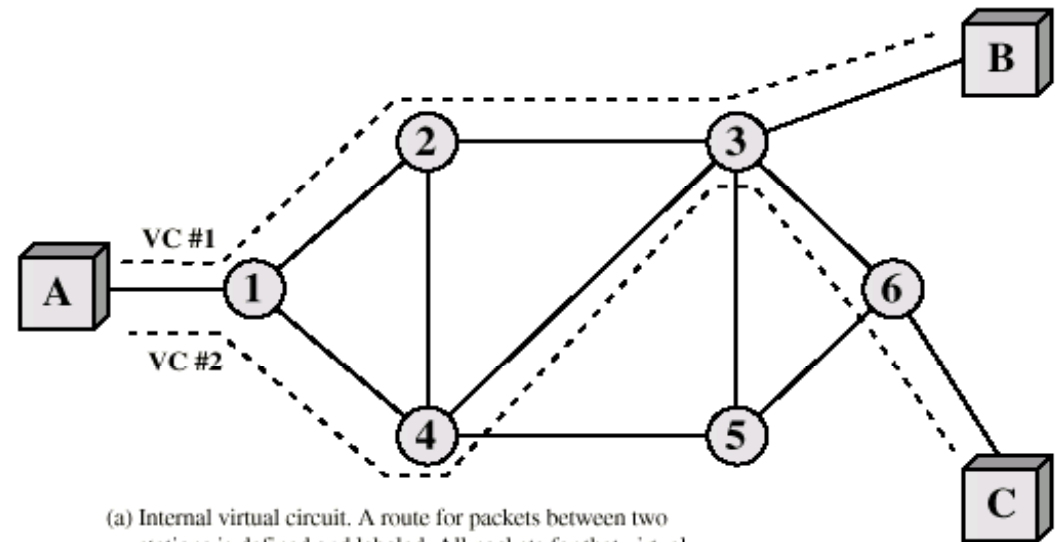


GITEL

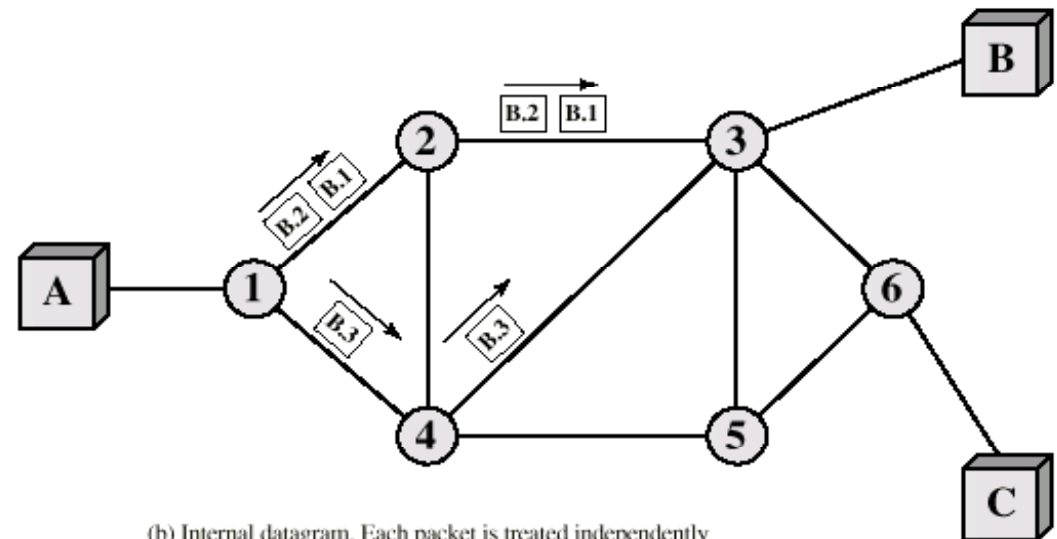
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Cómo funciona Internet?

Es una red de conmutación de paquetes

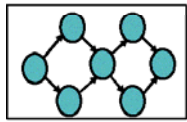


(a) Internal virtual circuit. A route for packets between two stations is defined and labeled. All packets for that virtual circuit follow the same route and arrive in the same sequence.



(b) Internal datagram. Each packet is treated independently by the network. Packets are labeled with a destination address and may arrive at the destination node out of sequence.

Cómo funciona un Router?

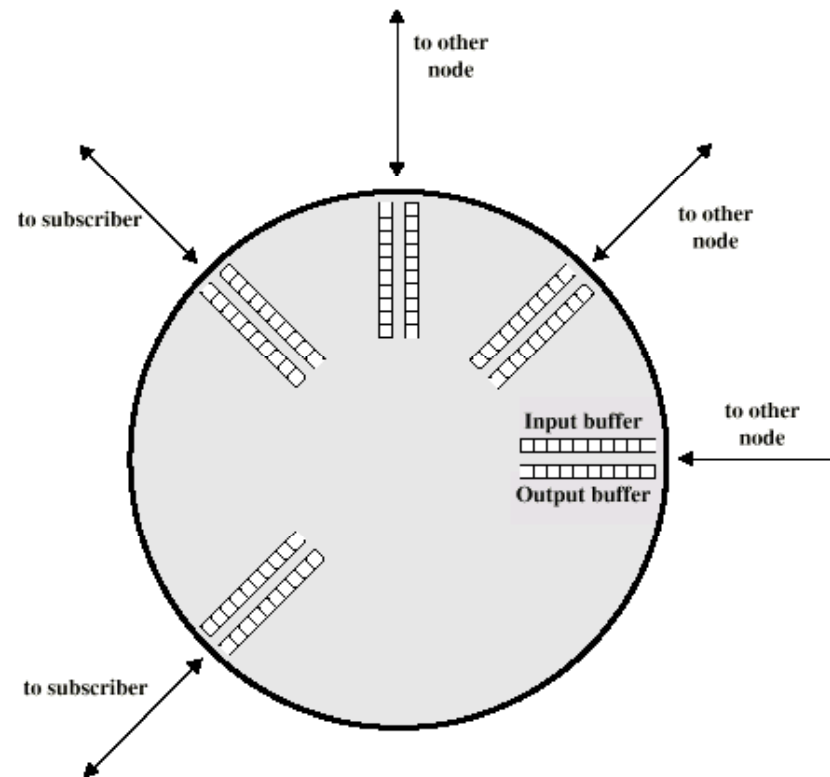


GITEL

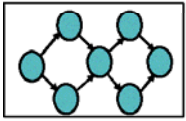
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Universidad
Pontificia
Bolivariana
REGIONAL BOGOTÁ



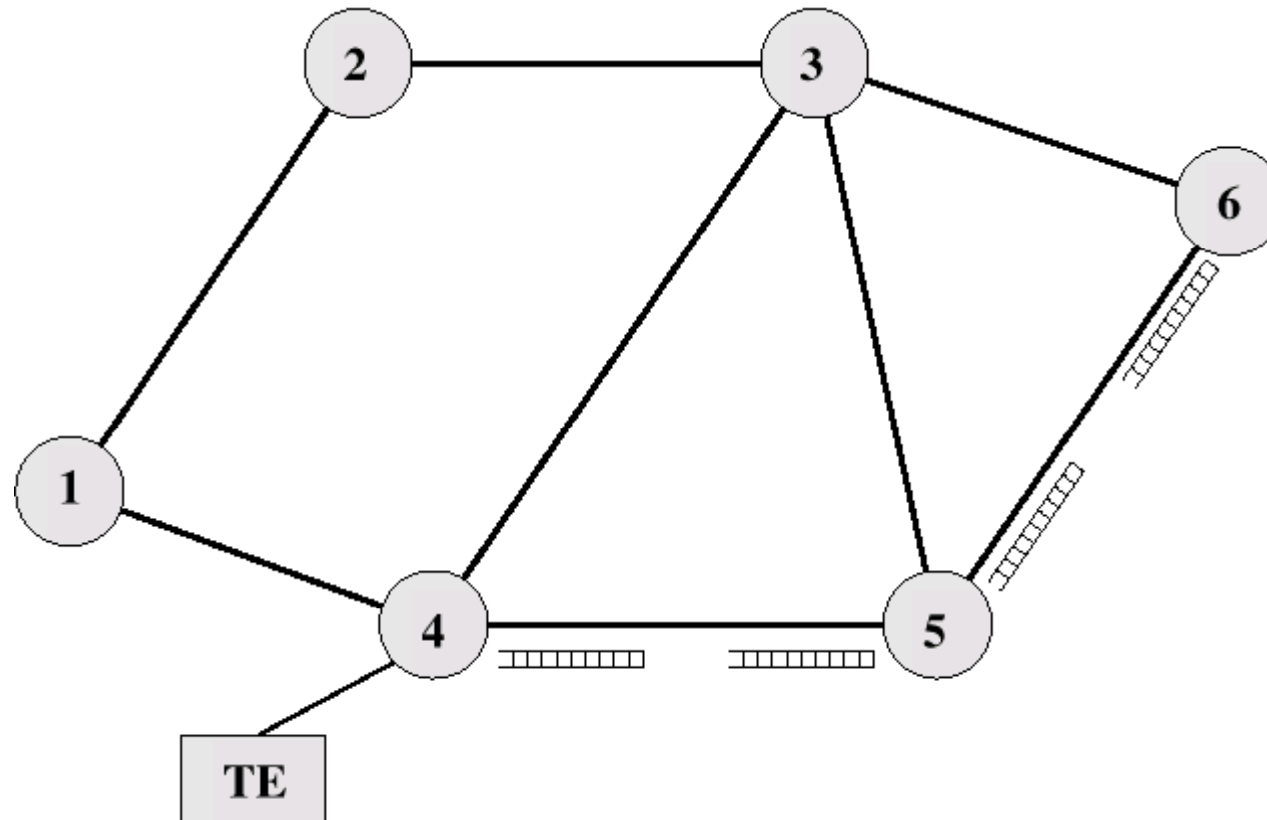
Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



GITEL

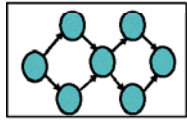
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Internet puede congestionarse



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

La arquitectura de protocolos TCP/IP

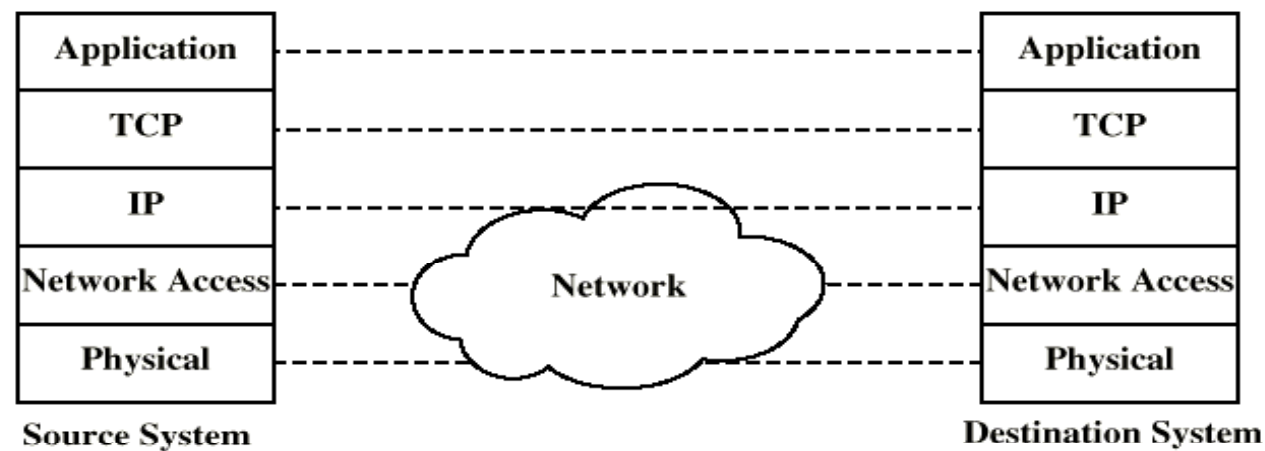
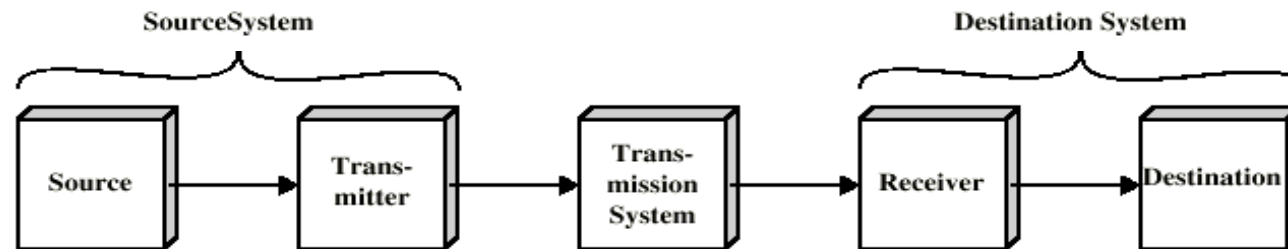


GITEL

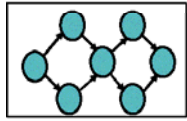
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Universidad
Pontificia
Bolivariana
BOGOTÁ, COLOMBIA



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

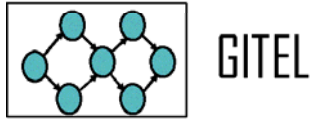


Problemas a solucionar

1. Aplicaciones de tiempo real
2. Control de Congestión con TCP

Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

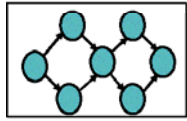
1. Aplicaciones de tiempo real



Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



- Tienen requerimientos de retardo muy exigentes
- Si el retardo supera cierto límite, los datos del paquete ya no serán útiles
- Ejemplo: Aplicación “Audio-streaming”



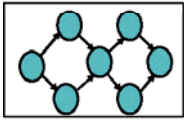
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Ejemplo: Audio-streaming



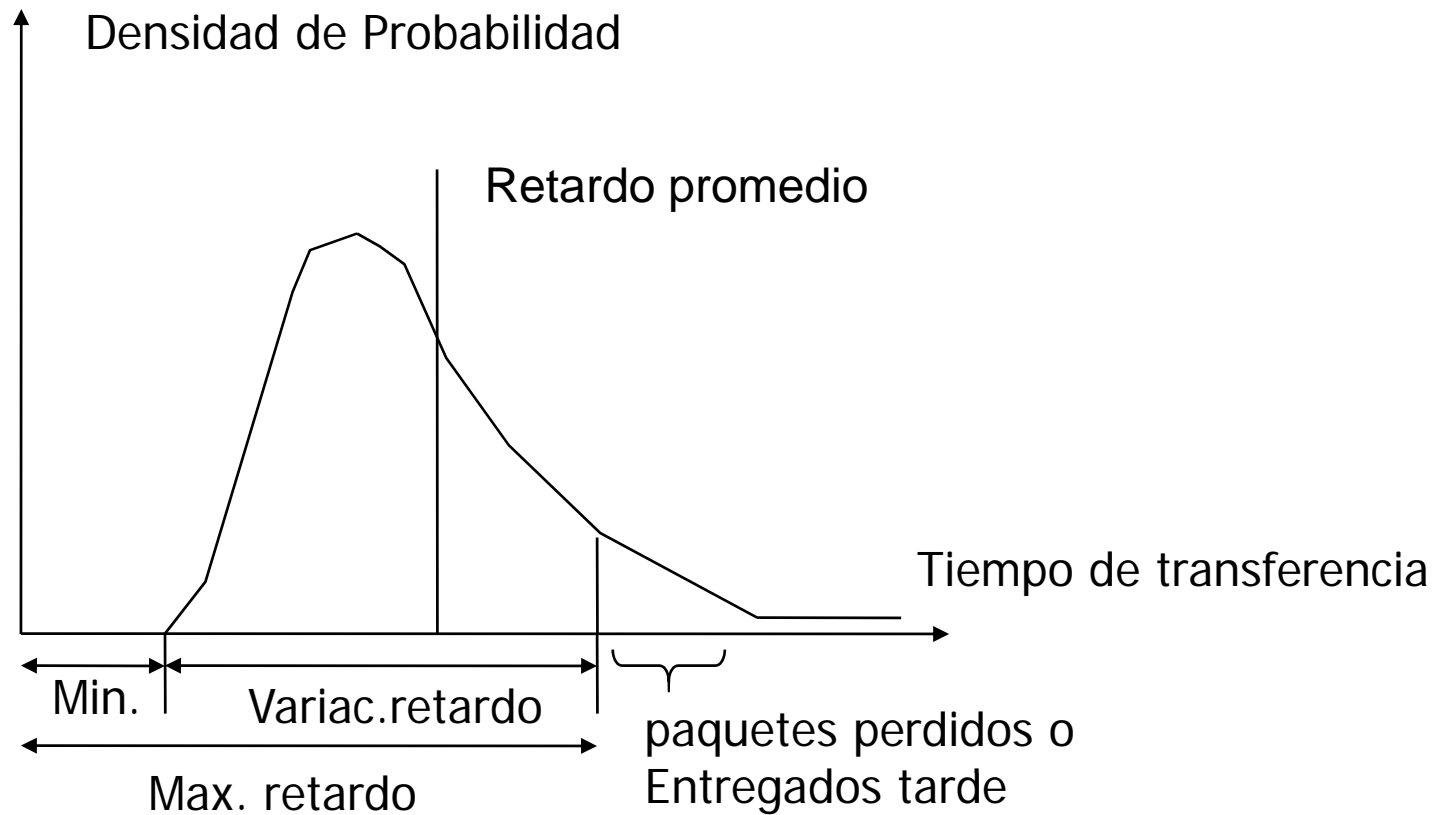
- La voz es enviada en paquetes por la fuente hacia la red
- Cada paquete experimenta un retardo diferente en la red (tiempo entre paquetes varía)
- Delay jitter: variación en el retardo de los paquetes (max. Retardo – min. Retardo)
- La variación del retardo produce distorsión en la VOZ
- Solución común: uso de un buffer suavizador (playback point (offset de tiempo), playback applications)



GITEL

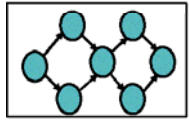
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Distribución del retardo y variación del retardo



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

Curvas de retardo para diferentes servicios

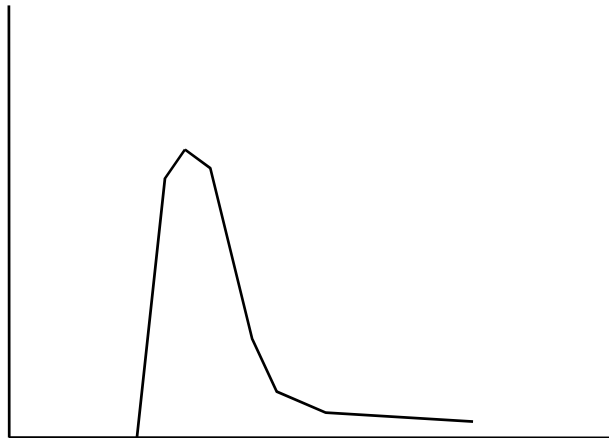


GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



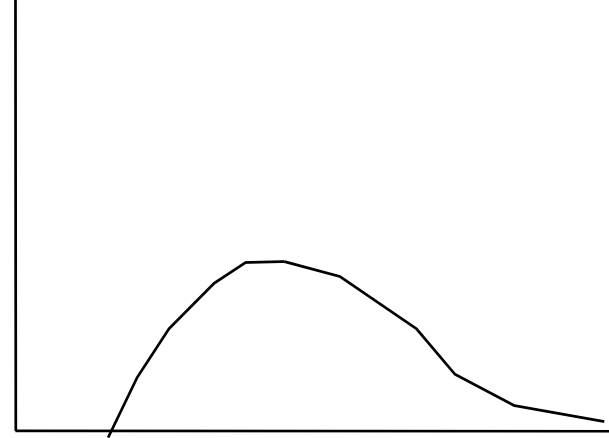
Densidad de Probabilidad



Tiempo de retardo

Servicios de t real

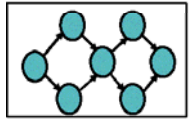
Densidad de Probabilidad



Tiempo de retardo

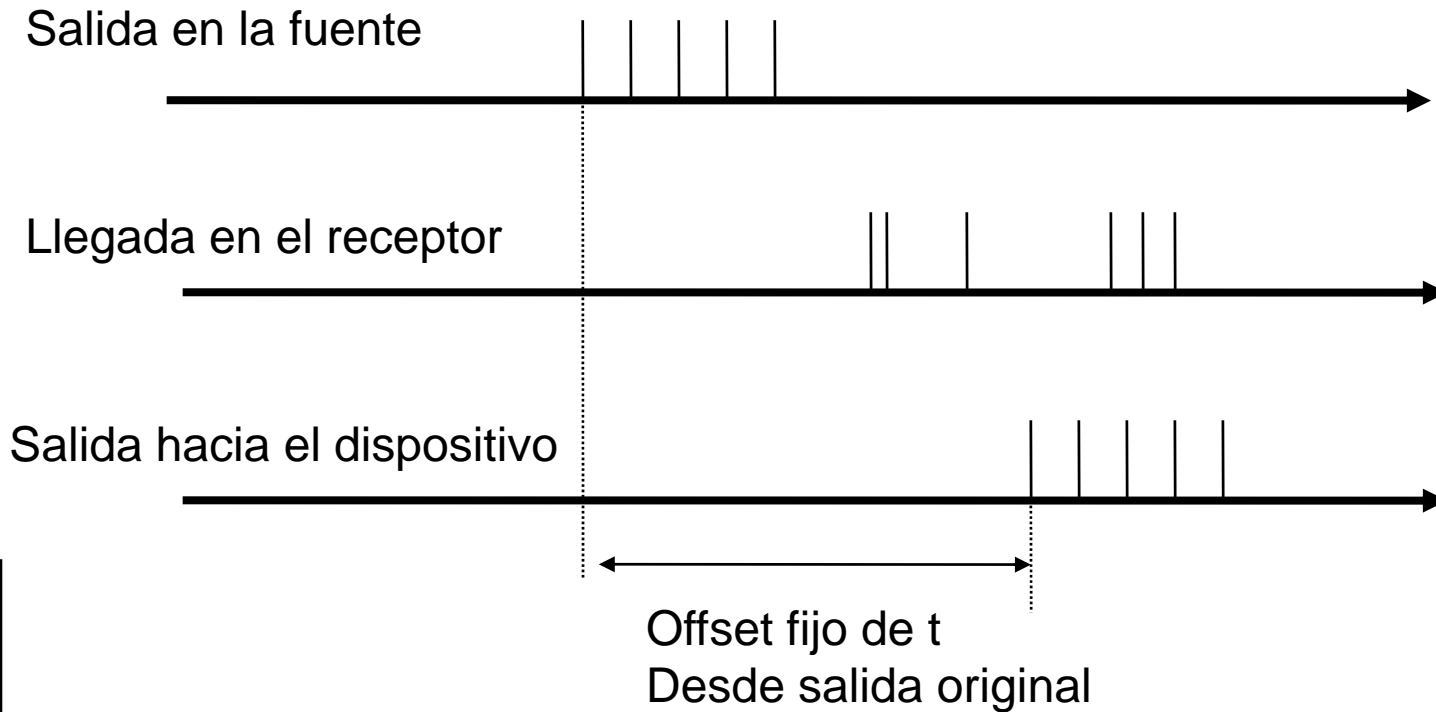
Servicios interactivos

Posible Solucion: Uso del buffer suavizador

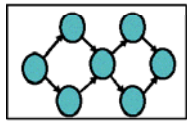


GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



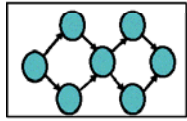
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Limitantes de la solución con buffer suavizador



- Los paquetes que demoran menos que el retardo máximo se almacenan y sacan en el momento adecuado (offset)
- Los paquetes que superan el tiempo de offset ya no pueden ser usados para reconstruir la señal
- Debe escogerse apropiadamente el tiempo de offset:
 - La red debe dar a conocer el máximo retardo de un paquete a la aplicación (acuerdo de servicio)
 - La aplicación debe estimarlo con base en estadísticas de paquetes anteriores



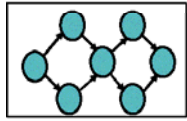
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

MBone



- MBone fue una red experimental multicast puesta a punto en 1993
- Se realizaron experimentos de transmisión de video (reuniones IETF, lanzamientos de naves espaciales, operaciones en pacientes)



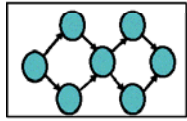
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Lecciones de MBone



- Las aplicaciones de tiempo real no trabajan bien sobre Internet (retardo variable y pérdidas por congestión)
- Muchas aplicaciones de tiempo real trabajan sobre UDP y no reaccionan ante la congestión como TCP
- Las pérdidas de paquetes grandes durante la congestión no permiten el uso de estas aplicaciones
- Ciertas aplicaciones de t real han incorporado lazos de realimentación cerrados y pueden adaptarse a condiciones cambiantes, pero trabajan en rangos limitados de cambios



GITEL

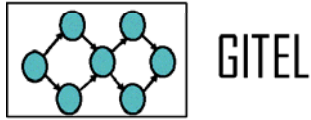
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Lecciones de MBone



- El mal uso del multicast puede causar grandes interrupciones a una gran porción de Internet
- Aplicaciones como video digital son capaces de generar una alta tasa de tráfico. En los 90's subió hasta saturar algunos backbones.
- La debilidad en el control explícito de tráfico dentro de la red puede causar que las aplicaciones basadas en UDP se apoderen del ancho de banda de las aplicaciones basadas en TCP cuando compiten por dicho recurso (TCP reduce su envío de paquetes durante congestión y UDP no tiene esta característica).

2. Control de Congestión en TCP



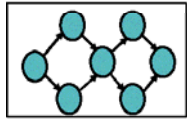
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



- Una comunicación puede volverse lenta por dos razones:
 - Por sobrecarga en la memoria del receptor
 - Por congestión en la red
- Un Receptor mantiene dos ventanas:
 - Ventana del receptor
 - Ventana del transmisor
- El transmisor envía el número de octetos menor entre los indicados por las dos ventanas:
 - Si el Rx indica “Enviar 8K”, pero la ventana de congestión dice que no se puede más de 4K, el tx enviará sólo 4K (Y viceversa).

Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

Algoritmo de control de congestión



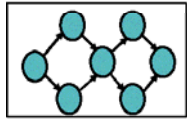
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



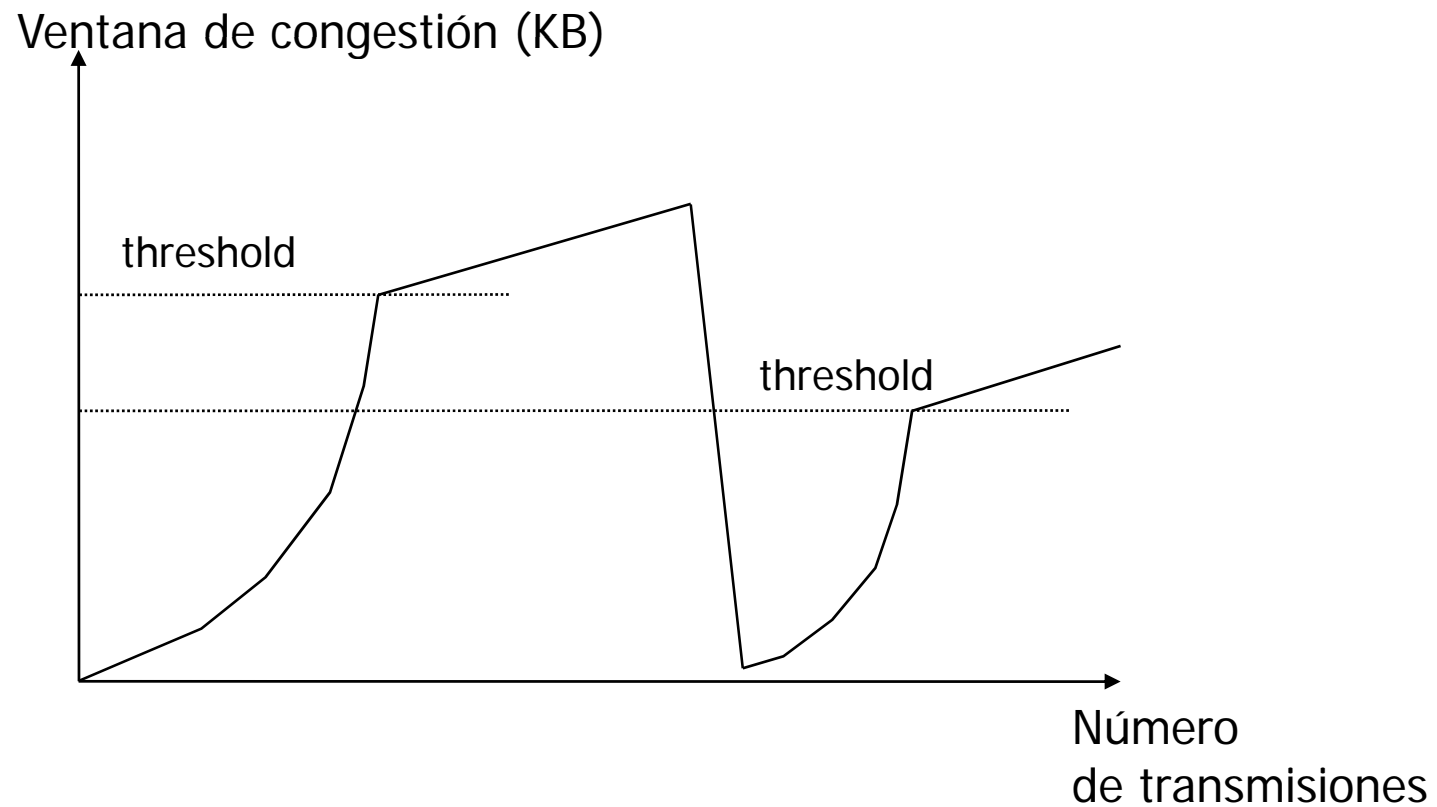
- Conocido como “Slow Start” (Jacobson 1988)
- Procedimiento:
 1. Al establecer una conexión, el Tx inicia la ventana de congestión al segmento máximo permitido.
 2. El Tx envía un segmento máximo
 3. Si no hay vencimiento de temporizador de confirmación, la próxima vez se duplica el valor de la ventana de congestión (crecimiento exponencial)
 4. Si hay vencimiento del temporizador o se alcanza el tamaño de la ventana del receptor o un valor “threshold”, la ventana se incrementará pero en pasos de 1 segmento (crecimiento lineal).
 5. Al ocurrir un vencimiento del temporizador, el valor de threshold se coloca el la mitad de la ventana de congestión y la ventana de congestión se reinicia en 1 segmento. Se vuelve al paso 3.

Ventana de Congestión

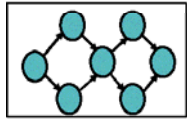


GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



GITEL

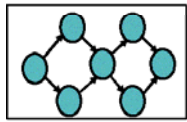
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Universidad
Pontificia
Bolivariana
REGIONAL EDESAURANA

Evolución de las redes y el concepto de Calidad del Servicio

Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



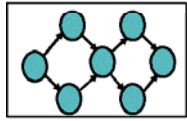
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Años 70's



- Una red con un solo servicio
- Recursos de red: fijos
- Red Invariante temporalmente (no cambia su estructura o topología)
- Tecnología de conmutación: circuitos (analógicas)
- Uso de redes digitales: Telegrafía
- Redes de difusión: Radio, TV



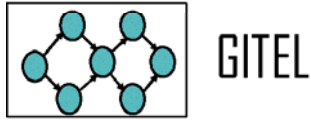
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Años 70's



- Tipos de comunicaciones: punto-punto, punto-multipunto
- Gestión descentralizada por Servicio/Red
- Problemáticas de dimensionado: Bloqueo de la red
- Solución: Teoría de Colas (modelo voz: Poisson)
- **Calidad del servicio:**
 - Fija
 - No hay tipos de usuarios
 - Tarificación por volumen de tráfico o por tiempo

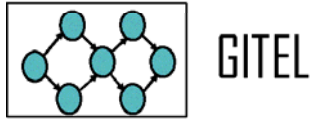


Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Años 80's



- Una red con múltiples servicios
- Recursos ofrecidos al usuario: invariantes en el tiempo
- Servicios basados en conmutación de circuitos (ISDN-banda estrecha)
- Servicios basados en conmutación de paquetes (IP)
- Algoritmos de encaminamiento de paquetes (Costo mínimo)
 - Pto-ptto: camino mínimo mediante teoría de grafos
 - Pto-multipunto: árbol que minimice el costo (árbol de expansión)
- Todas las soluciones usan teoría de grafos

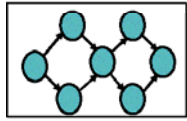


Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Años 80's



- **Calidad del servicio:**
 - Se consideran aspectos como:
 - Recursos (BW)
 - Tiempo (Retardos)
 - Integridad (Pérdidas)
 - *Conmutación de circuitos:* ISDN-Banda estrecha, QoS fija, redes con posibilidad de bloqueo
 - *Conmutación de paquetes:* Uso de IP, QoS proporcional al número de usuarios activos que utilizan el sistema, no hay bloqueo, hay congestión.



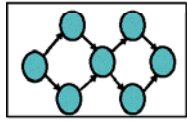
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Años 80's



- La congestión se controla con el control reactivo de TCP (algoritmo slow-start)
- Modelos de tráfico: Poisson
- Gestión de la red:
 - Cx de circuitos: igual
 - Cx de paquetes: No hay gestión



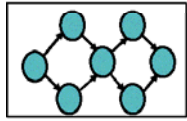
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Años 90's



- Una red con múltiples servicios con QoS
- Diferenciación de flujos y de usuarios
- Tecnología ATM tanto para conmutación de circuitos como de paquetes
- Arquitectura IP con QoS:
 - Plano de usuario (Info. De usuario)
 - Plano de señalización (Info. De Señalización)
 - Plano de gestión (Info. De operación y mantenimiento de la red)



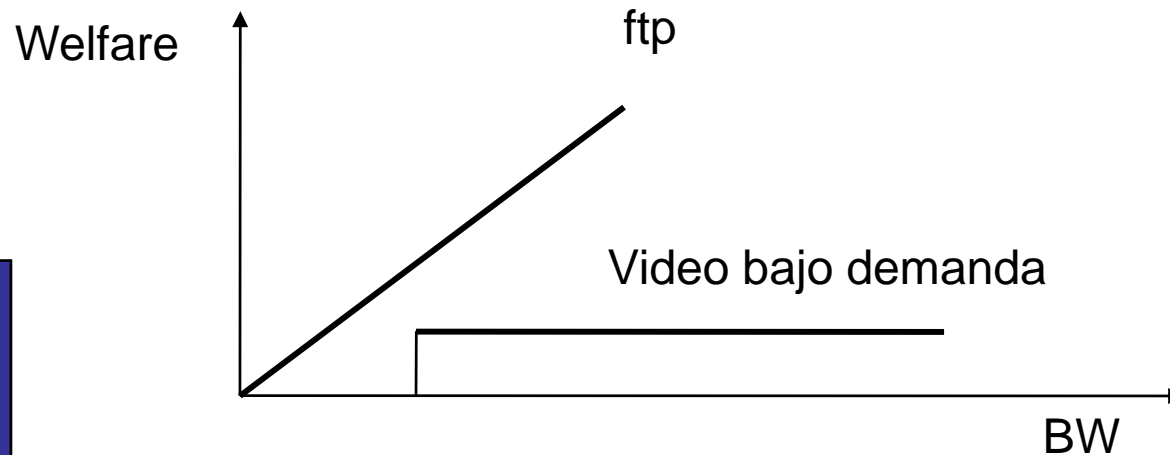
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

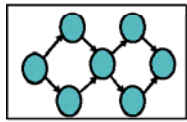
Años 90's



- Políticas de planificación: reglas para asignación de recursos a los usuarios según los parámetros de QoS (criterios de justicia- Fairness, criterios de satisfacción- Welfare)



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



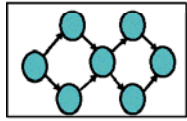
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Soluciones de QoS

Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



GITEL

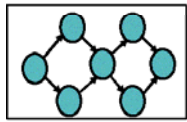
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

1. Arquitectura de servicios Integrados



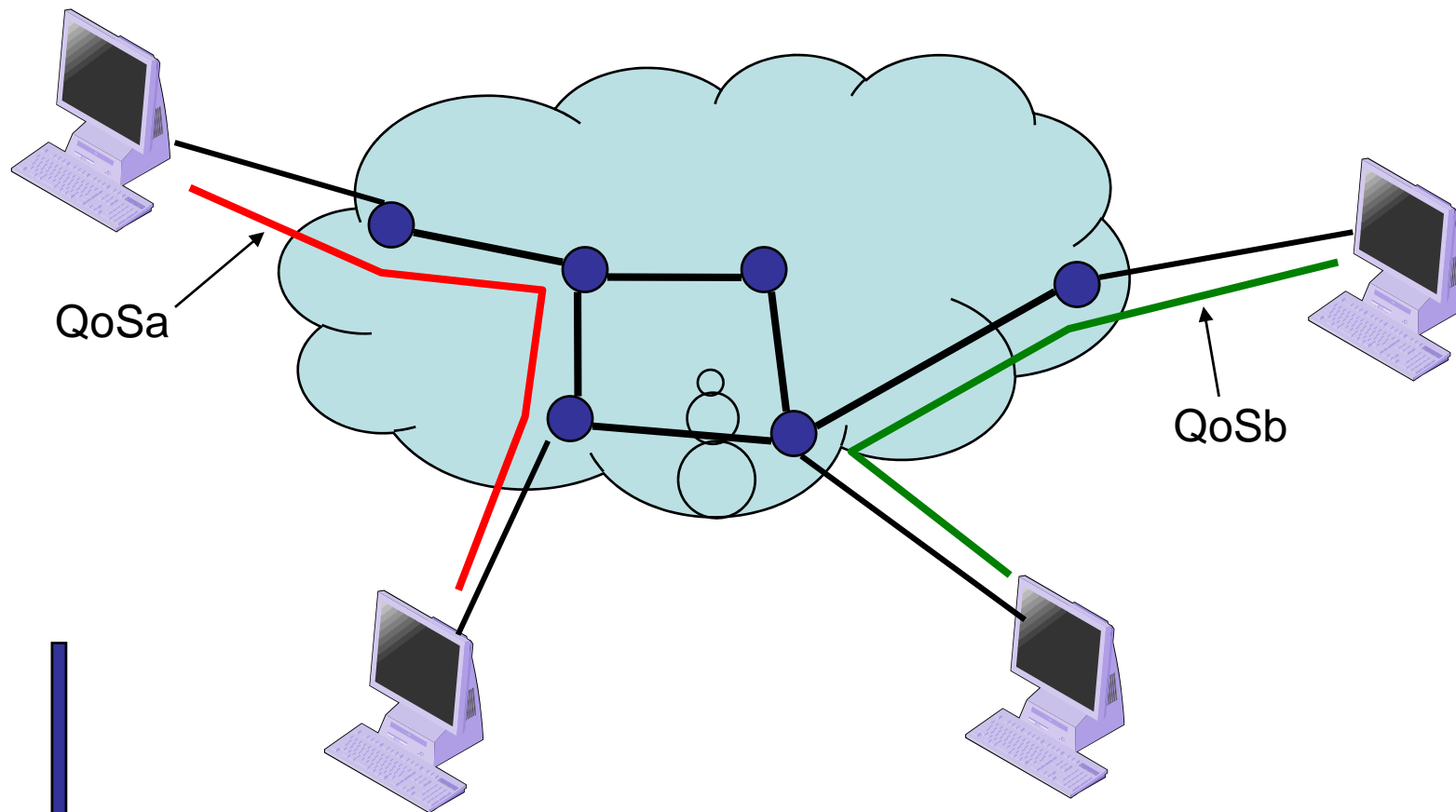
- Hay una sola clase por usuario
- Se crea un circuito virtual por usuario y por flujo
- Se usa RSVP como protocolo de señalización para establecer el circuito virtual
- Uso de control de admisión (CAC)
- Ventajas: Sencillez en implementación
- Desventajas: #Estados = # flujos (no es escalable)

1. Arquitectura de servicios Integrados



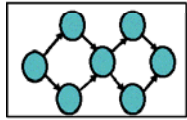
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



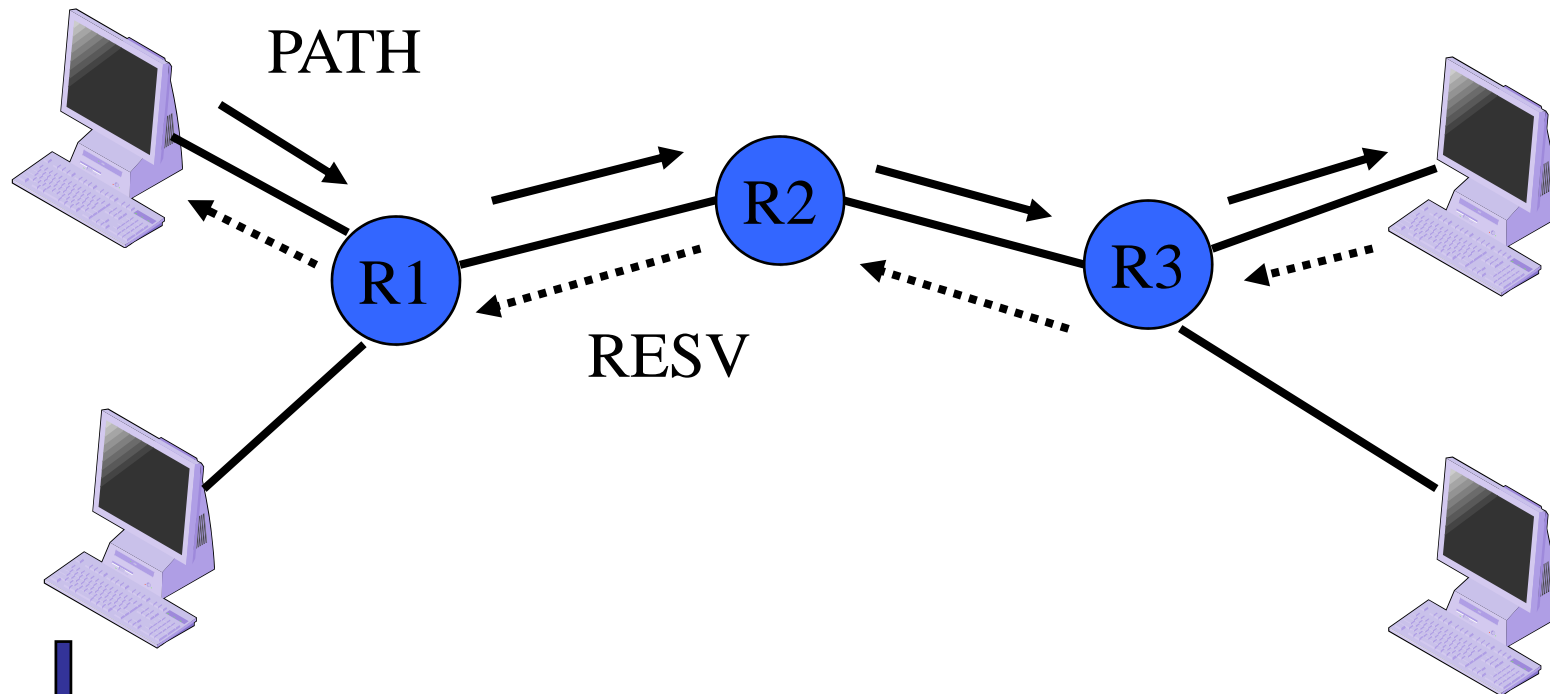
Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

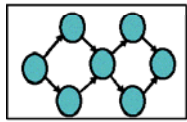
El protocolo RSVP: Reserva Punto a Punto



GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

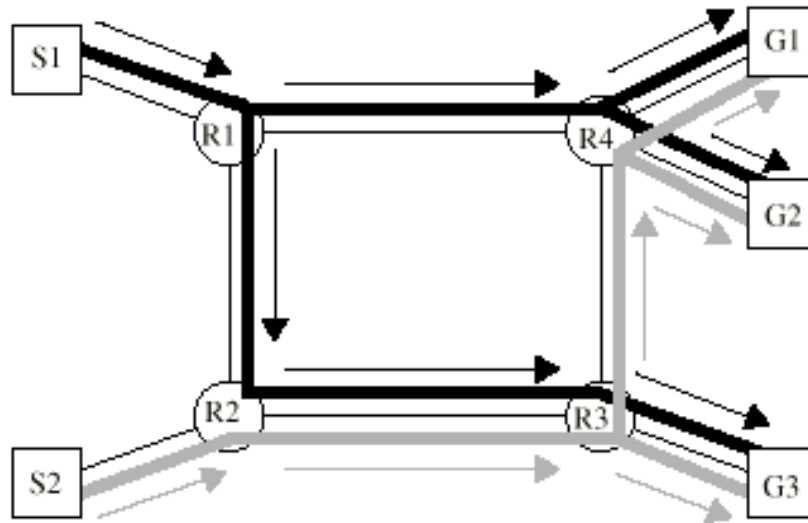




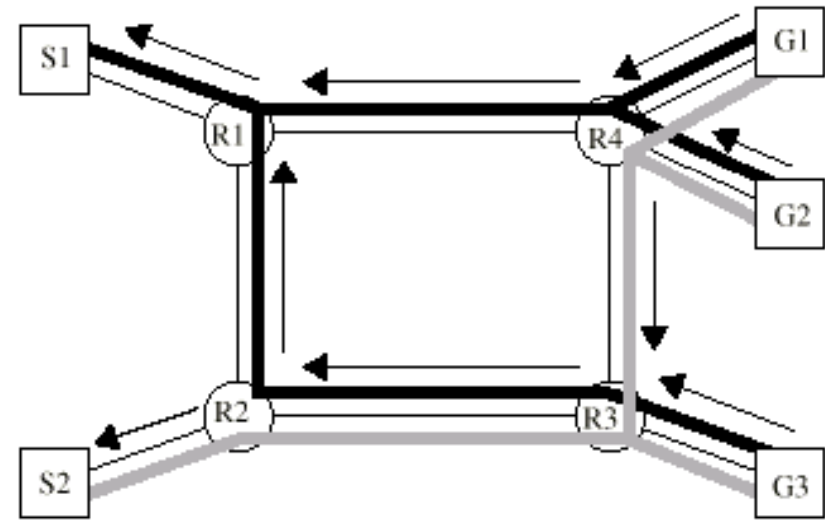
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

El protocolo RSVP: Reserva Punto-Multipunto

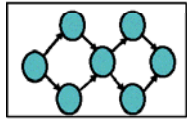


(a) Data distribution to a multicast group



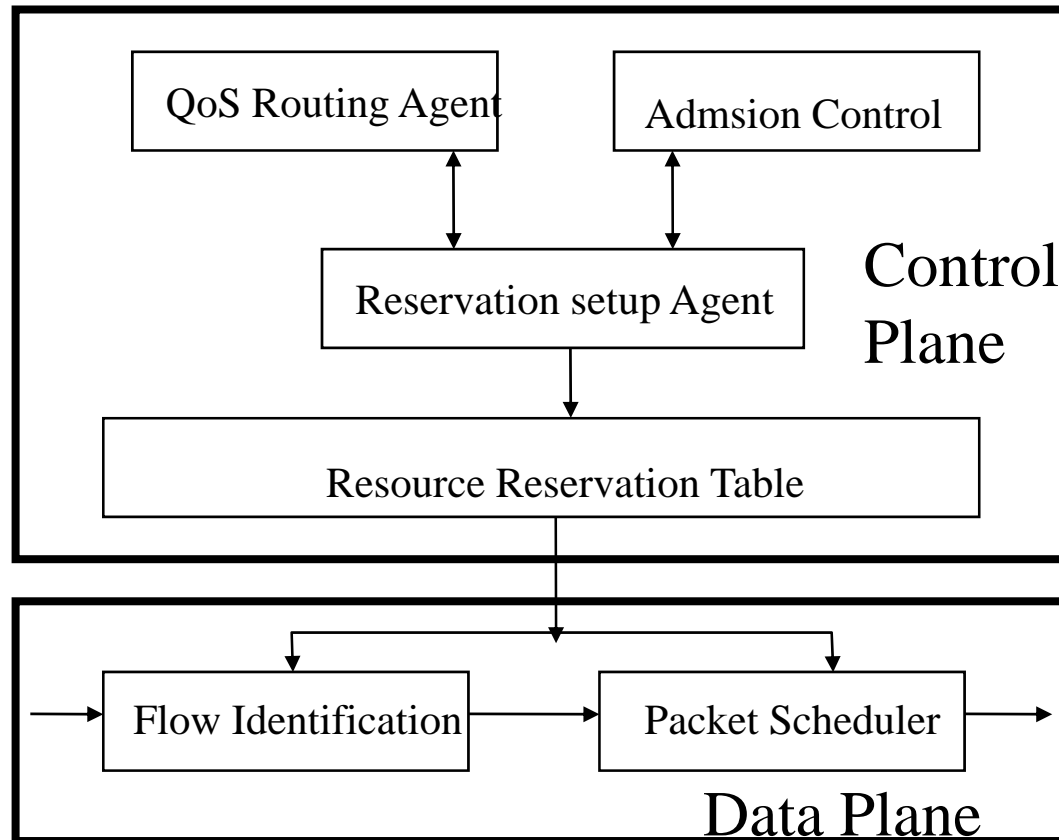
(b) Merged Resv Messages

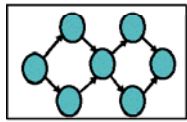
Componentes de un Router IntServ



GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

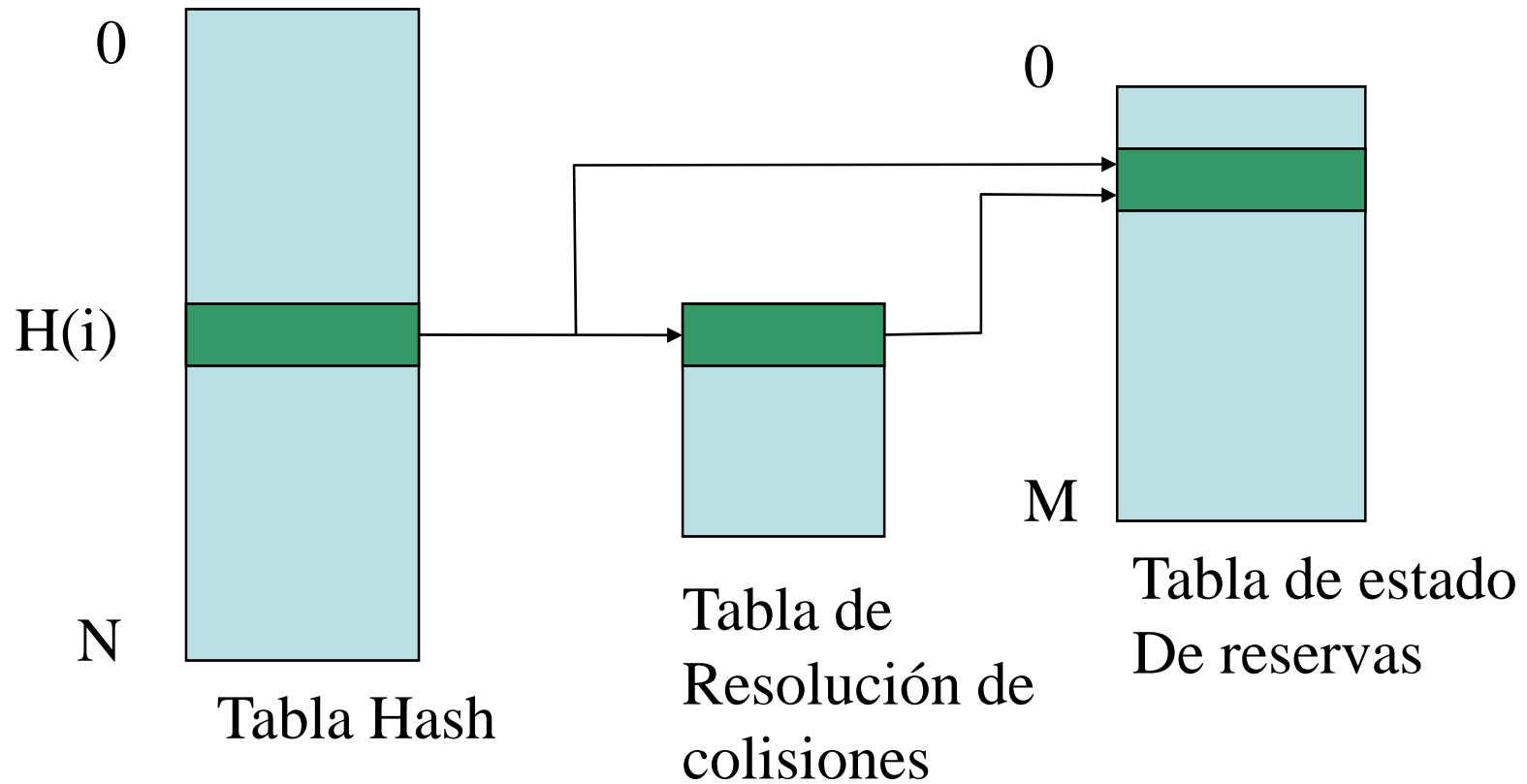




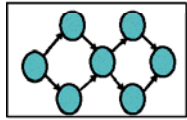
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Identificación de flujos



Planificación de paquetes

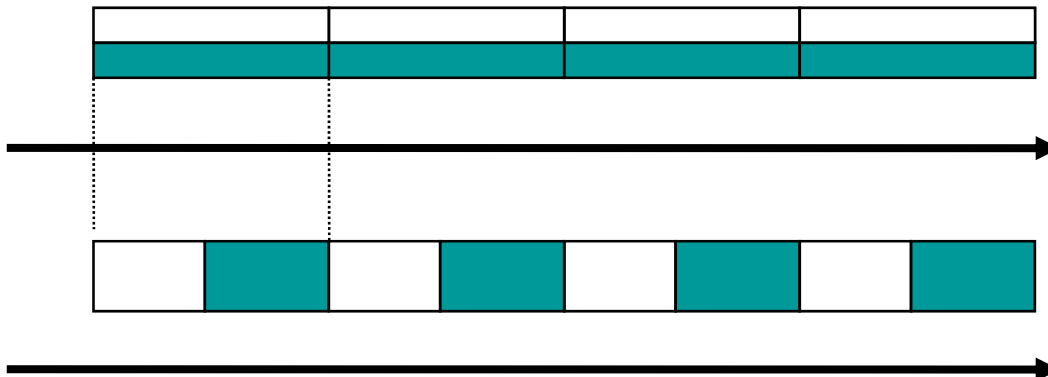


GITEL

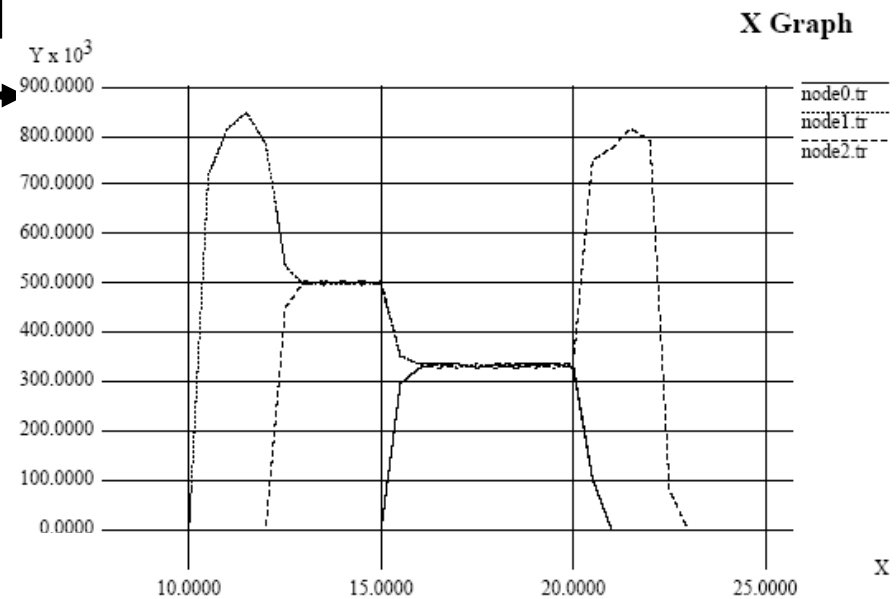
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



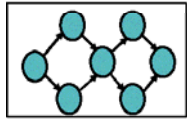
Modelo de fluidos



Modelo Paquetizado



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet



GITEL

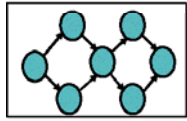
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

2. Arquitectura de servicios Diferenciados



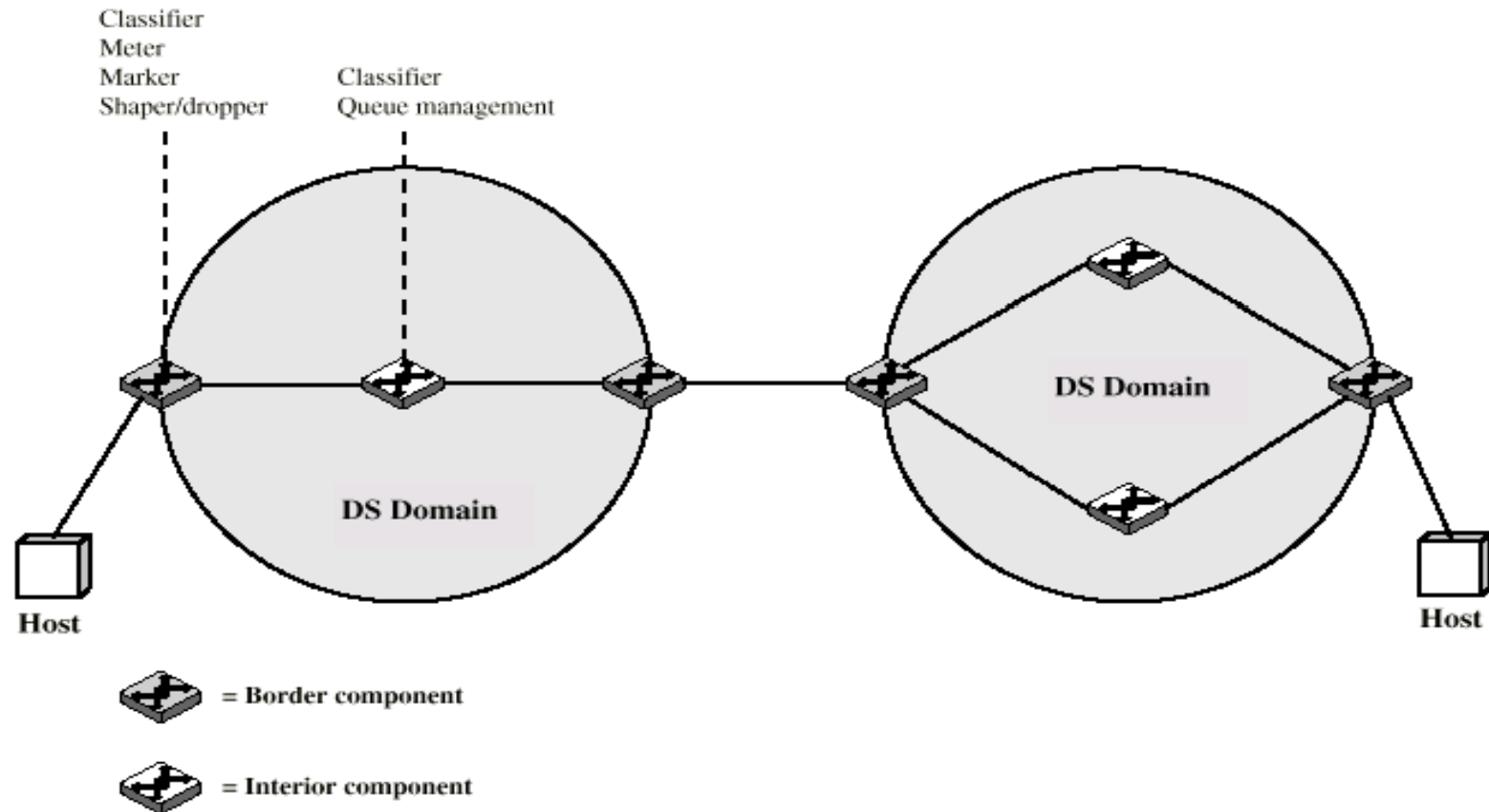
- Se crea un conjunto reducido de clases
- Hay grupos de usuarios
- Pocas clases (AF, EF, BF) manejadas por prioridades
- Ventaja: Escalable
- Requiere:
 - Control de admisión (CAC)
 - Control de Policía (UPC, uso de parámetros)
 - Manejo de troncales con QoS mediante MPLS

2. Arquitectura de servicios diferenciados



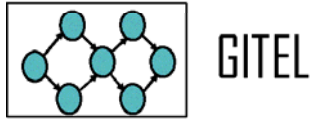
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

Nodos Frontera y Nodos Interiores

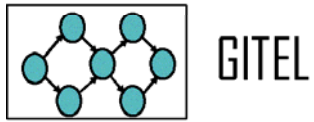


Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

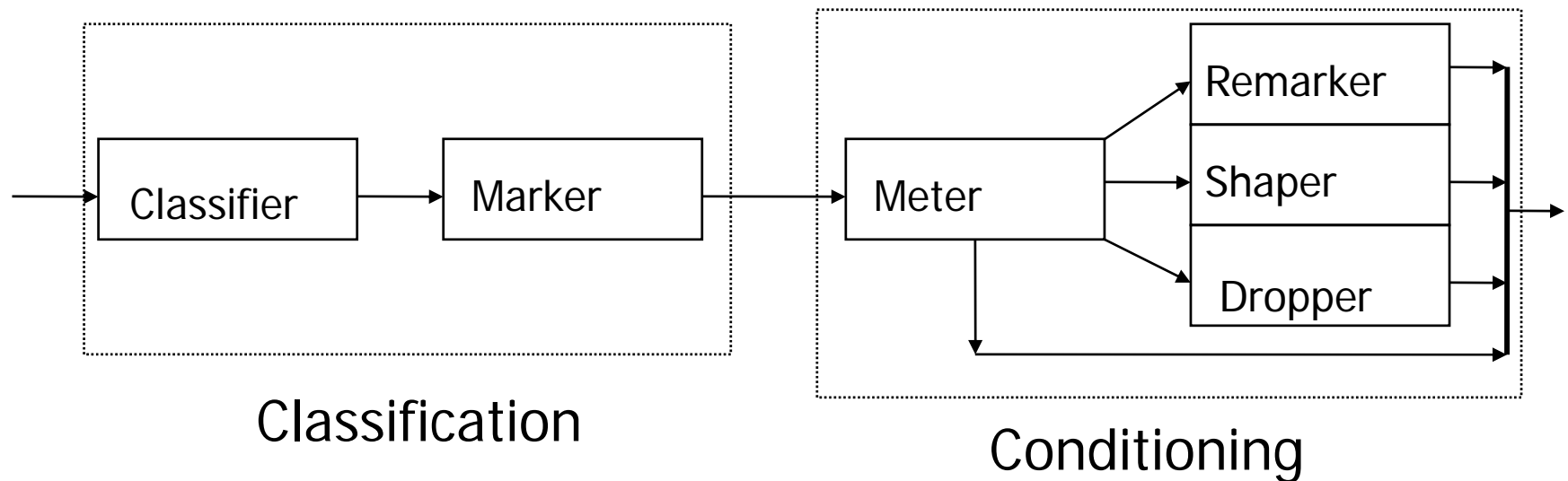


- Funciones nodos frontera:
 - Mapeo de los paquetes a una de las clases de retransmisión soportadas en la red.
 - Asegurar que el tráfico está conforme al SLA para ese cliente específico.
- Una vez los paquetes pasan los nodos frontera hacia el interior de la red, la asignación de recursos en los Nodos Interiores es hecha con base en las clases de retransmisión.

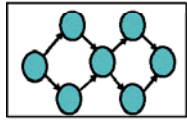
Componentes de un nodo frontera



Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Componentes de un Nodo Frontera

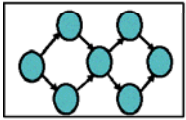


GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



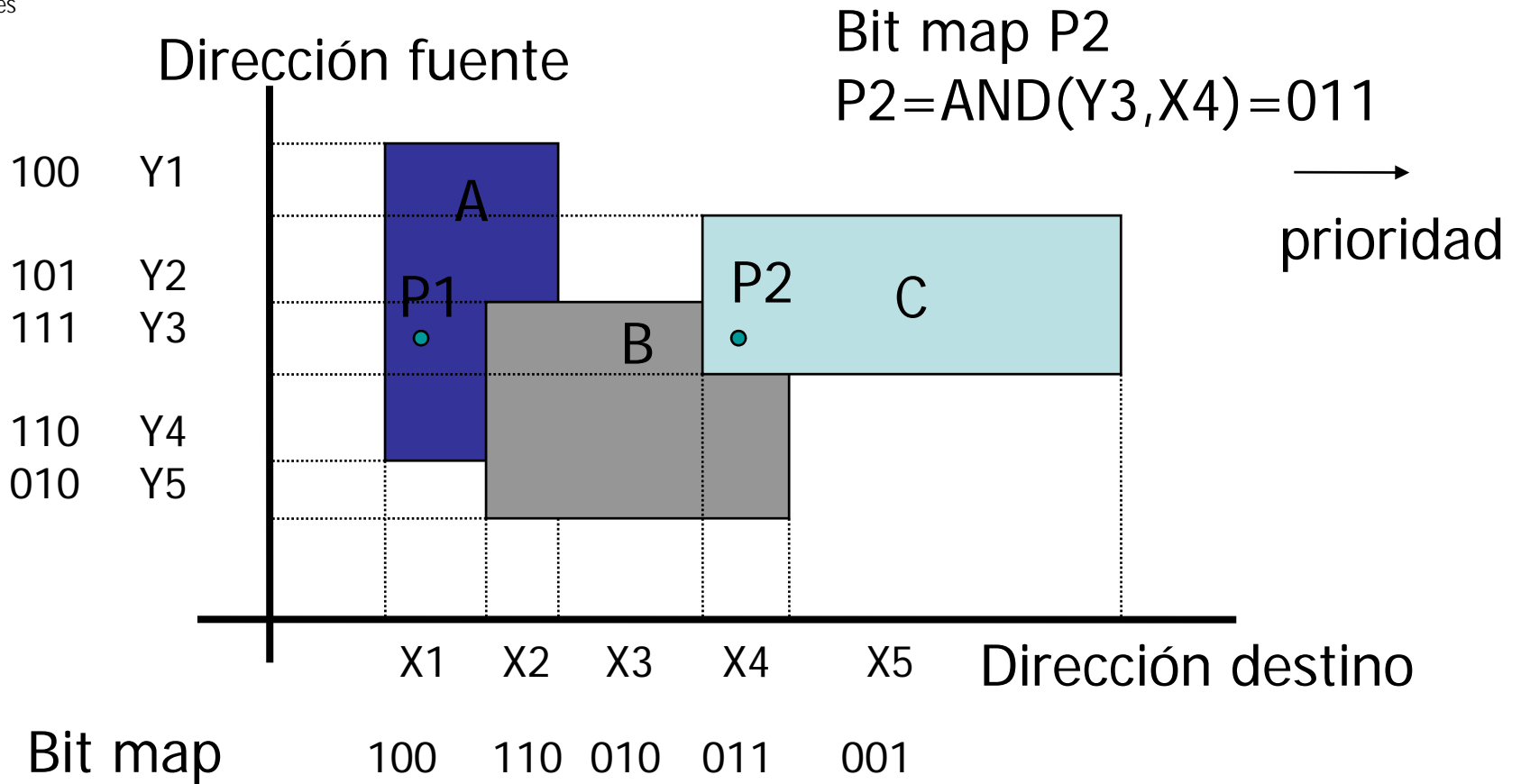
Elemento	Función
Clasificador	Divide el flujo de paquetes entrante en múltiples grupos basándose en reglas predefinidas
Medidor (Meter)	Compara el flujo de tráfico de un cliente con su perfil de tráfico. Los paquetes que cumplen el perfil se dejan ingresar directo a la red. Los paquetes que no cumplen deben pasar por el acondicionamiento (marking, shaping, dropping)
Marcador (Marker)	Fija el campo DSCP (codepoint) a un valor particular. Así se incluye el paquete en una clase de retransmisión. Los paquetes marcados como no conformes podrían ser desechados por la red ante congestión.
Recortador (Shaper)	Un recortador no permite que el paquete pase hacia la red hasta que cumpla con el perfil de tráfico (retarda los paquetes)
Desechador (Dropper)	Desecha los paquetes no cumplientes con el perfil de tráfico

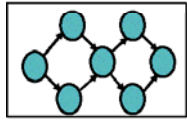


GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Clasificación





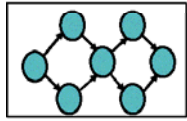
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Parámetros de QoS



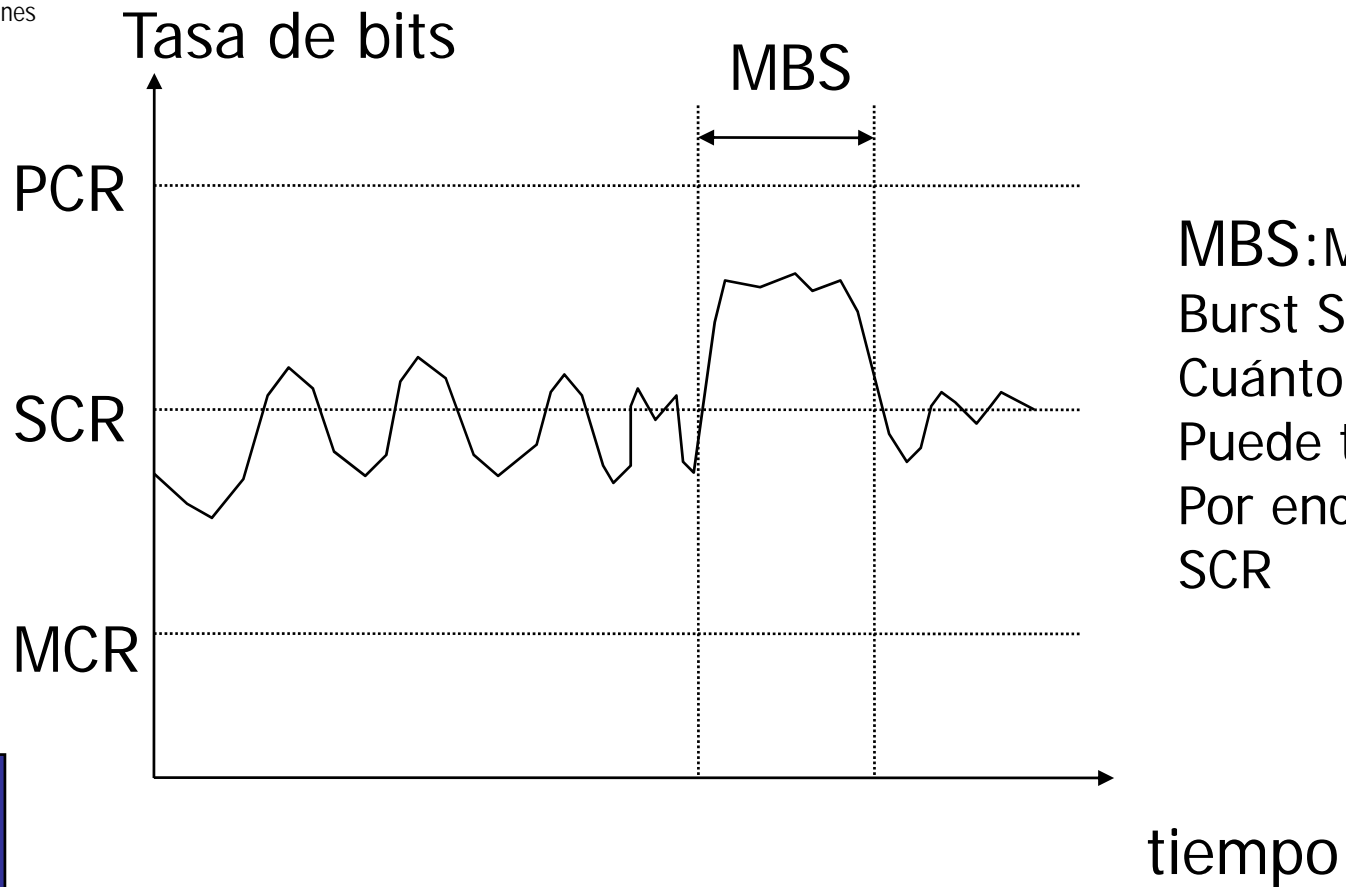
Parámetro	Siglas	Significado
Tasa celdas pico	PCR	Tasa máxima a la que se enviarán las celdas
Tasa celdas sostenida	SCR	Tasa de celdas promedio a largo plazo
Tasa celdas mín.	MCR	Tasa celdas mínima aceptable
Tolerancia de variac. De retardo celdas	CVDT	Fluctuación de retardo máxima aceptable en las celdas
Tasa perdida celdas	CLR	Fracción de celdas que se pierden o entregan muy tarde
Retardo transf.celda	CTD	Tiempo que lleva la entrega (medio, máximo)
Variac.retardo celda	CDV	Variación tiempo de entrega de celdas
Tasa errores celdas	CER	Fracción celdas entregadas sin error



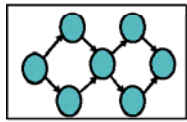
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Parámetros de QoS



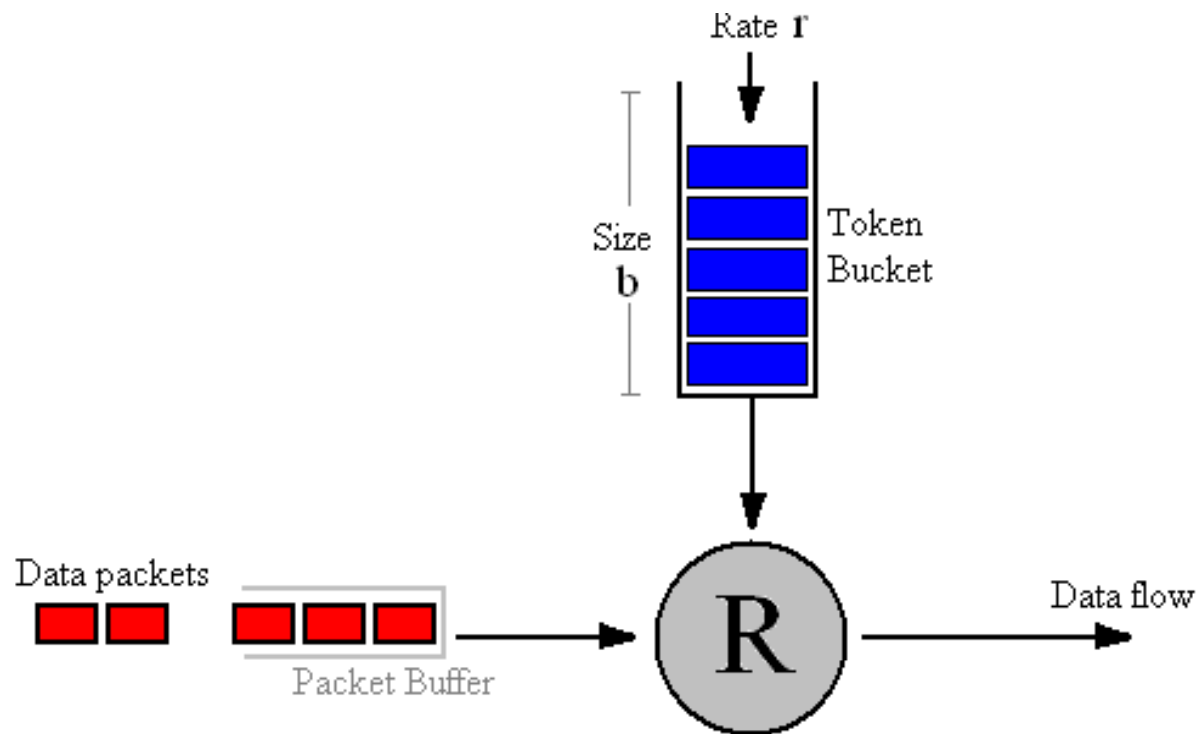
MBS: Maximum
Burst Size;
Cuánto tiempo se
Puede trabajar
Por encima del
SCR



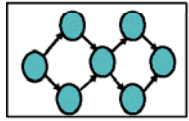
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Token Bucket



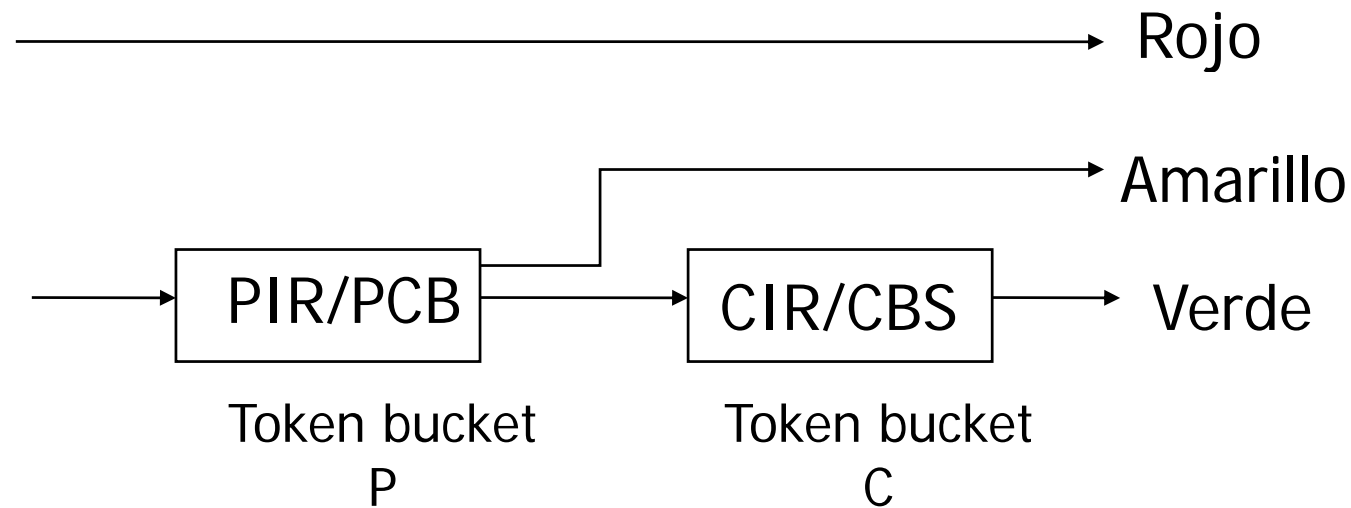
Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet

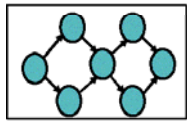


GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Dual token algorithm





GITEL

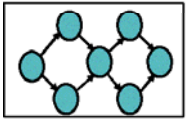
Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

Concluyendo



Característica	Servicios Integrados	Servicios Diferenciados
Adaptación a caract. Usuarios (granularidad)	Fina	Burda (sólo 3 tipos de servicios)
Escalabilidad	No es escalable (número moderado de usuarios)	Escalable (número de usuarios muy alto)
Tipos de Redes	Redes de Acceso (LAN, Celulares, Operadores fijos locales)	Backbone de Internet

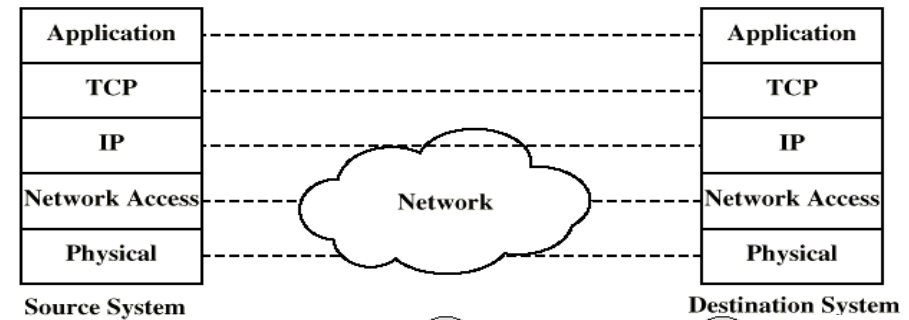
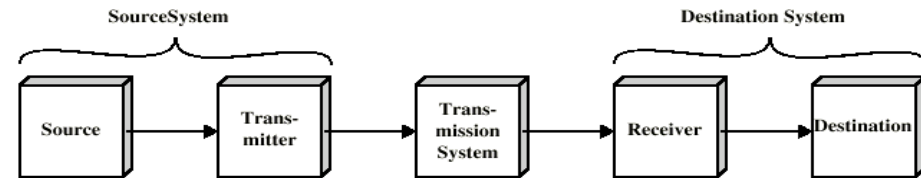
Tendencias complementarias



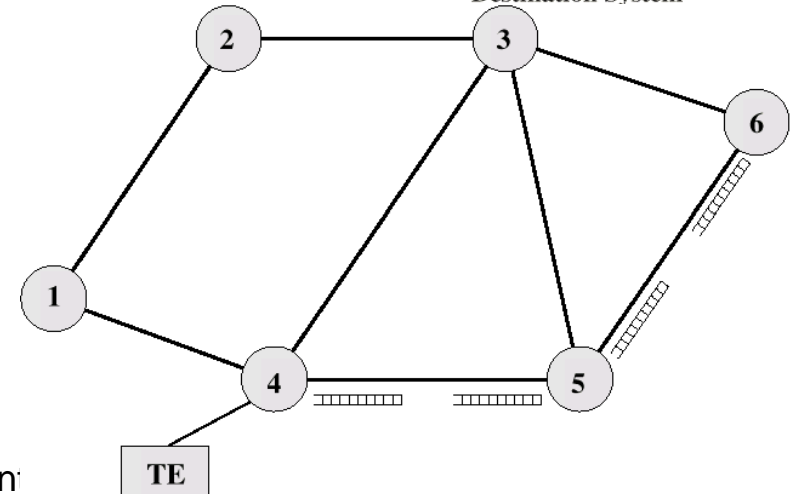
GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones

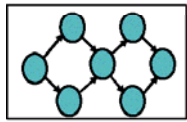
Cross Layer



- MPLS e ingeniería de tráfico



Jhon J. Padilla A.-QoS en In



GITEL

Grupo de investigación
En Telecomunicaciones



Gracias!

Jhon J. Padilla A.-QoS en Internet