

CC5303 – Sistemas Distribuidos

## **2.- Comunicaciones**

*Parte 2*

Sebastián Blasco V.

# Resumen Clase Anterior

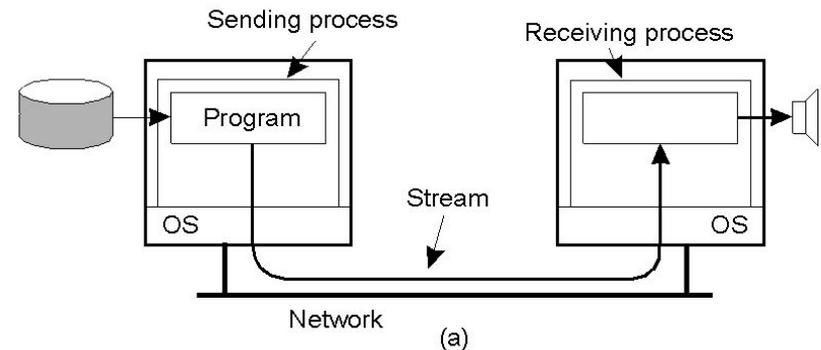
- La comunicación es fundamental para la coordinación de procesos en un SSDD
- Los mecanismos de comunicación se basan en modelos y en la práctica se concretan a través de protocolos.
- Esquemas de comunicación flexibles según lo deseado (síncrona/asíncrona, etc)
- Las RPC proveen un grado de abstracción mayor para la comunicación que las primitivas básicas.
- La comunicación basada en mensajes tiene múltiples esquemas según el efecto deseado (sockets, MPI, colas, agentes)

# Contenidos

- Comunicación por Flujos
  - Flujo
  - Modos de transmisión
  - QoE
  - Sincronización
- Multitransmisión (Broadcast)
  - Redes sobrepuestas
  - Métricas de árboles de multitransmisión
  - Métodos de diseminación

# Comunicación por Flujos

- Hasta ahora, el paso de información de un ente a otro ha sido muy libre.
  - Sólo nos hemos “preocupado” del orden de los mensajes
- Cómo cambia la situación si dos mensajes sucesivos tienen o no una relación temporal.
  - ¿Qué herramientas debe ofrecer un sistema distribuido para intercambiar información dependiente del tiempo tal como los flujos de audio y video?
- Comunicación por Flujos
  - Orientada a multimedia



# Comunicación por Flujos

- **Medios** Un soporte o recurso mediante el cual se transmite e intercambia información,
  - Libros, Películas, Diapositivas, CDs, etc.
- Existen distinciones
  - Continuos
    - Las relaciones temporales entre diferentes elementos de datos resultan fundamentales para interpretar correctamente lo que significan en realidad los datos.
  - Discretos
    - Las relaciones temporales entre elementos de datos no son fundamentales para interpretar correctamente los datos.

# Comunicación por Flujos

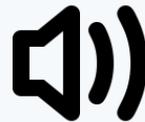
- Flujo de datos
  - Corresponde a una secuencia de unidades de datos (mensajes si se quiere ver)
  - Aplicables a medios discretos y continuos
- La sincronización resulta crucial para los flujos continuos de datos
  - ¿Por qué?
    - En flujos continuos de datos, se especifica un retraso máximo fin a fin para cada mensaje.

# Comunicación por Flujos

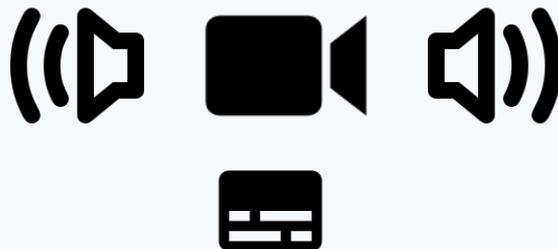
- Modos de transmisión para los flujos de datos:
  - Transmisión asíncrona
    - Los elementos de datos de un flujo se transmiten uno después de otro, pero **no hay más restricciones de sincronización** en cuanto a cuándo debe ocurrir la transmisión de elementos.
    - Ideal en flujos discretos, donde no es relevante el tiempo de transferencia de cada elemento.
  - Transmisión síncrona
    - Existe un retraso máximo fin a fin para cada unidad del flujo de datos.
    - Si una unidad de datos se transfiere **mucho más rápido que el retraso máximo tolerado** no es importante.
  - Transmisión isócrona
    - Es necesario que las unidades de datos se transfieran a tiempo. La transferencia de datos está **sujeta a un retraso máximo y mínimo** fin a fin.

# Comunicación por Flujos

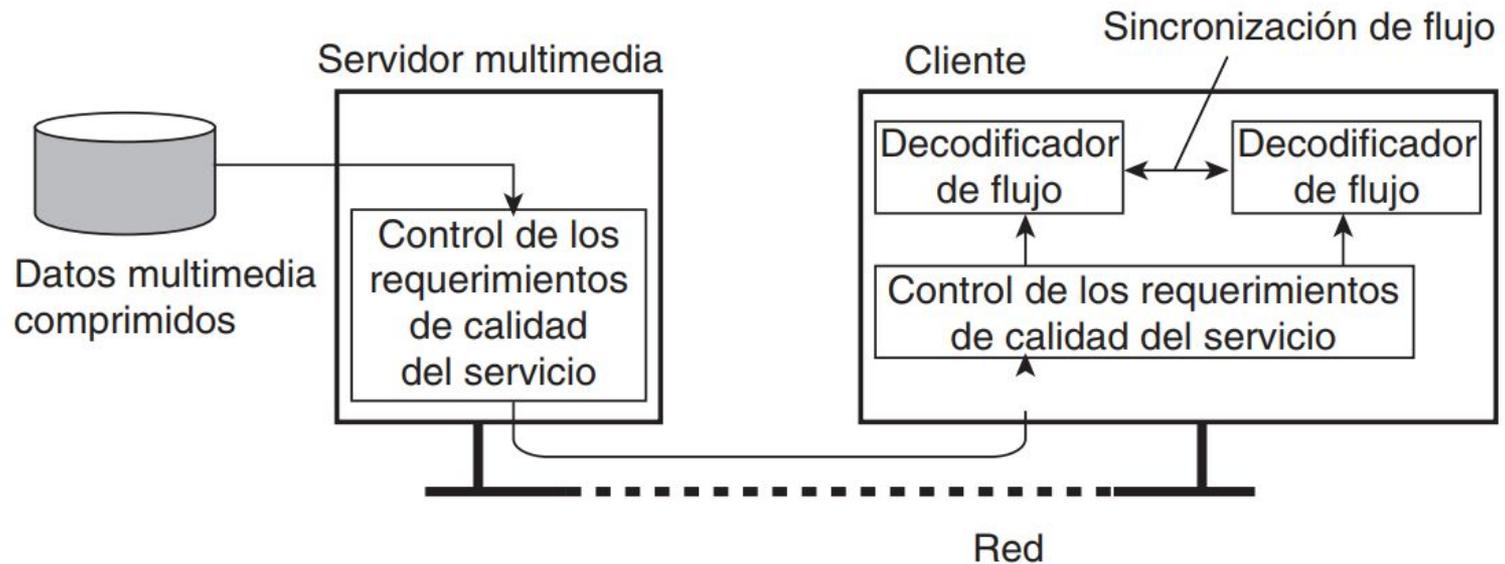
- Flujo Simple
  - Una única secuencia de datos



- Flujo Complejo
  - Varios flujos simples (subflujos) relacionados (temporalmente)
  - implica sincronización de subflujos!



# Comunicación por Flujos



Arquitectura general para pasar a través de una red un flujo de datos multimedia almacenados.

# Comunicación por Flujos

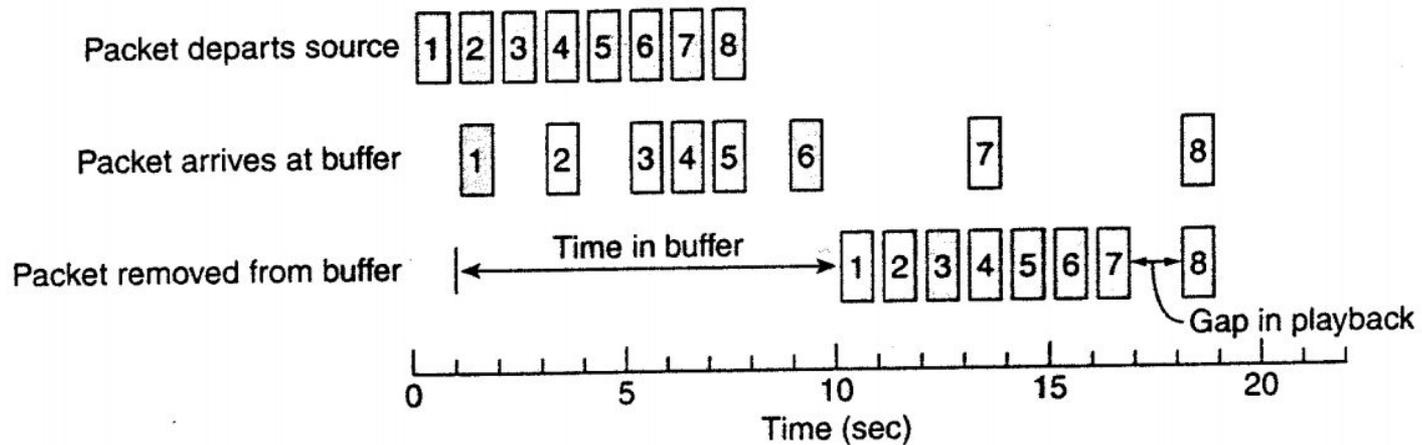
Las reglas de coordinación de flujos es estudiada por la *calidad de experiencia QoE*

1. La velocidad de bits requerida a la que deben transportarse los datos.
2. El retraso máximo hasta que se haya configurado una sesión (cuando una aplicación puede comenzar el envío de datos).
3. El retraso máximo fin a fin (tiempo que le llevará a una unidad de datos llegar hasta un destinatario).
4. La varianza del retardo máximo, o inestabilidad.
5. El retraso máximo de un ciclo.

# Comunicación por Flujos

## Técnicas para QoE

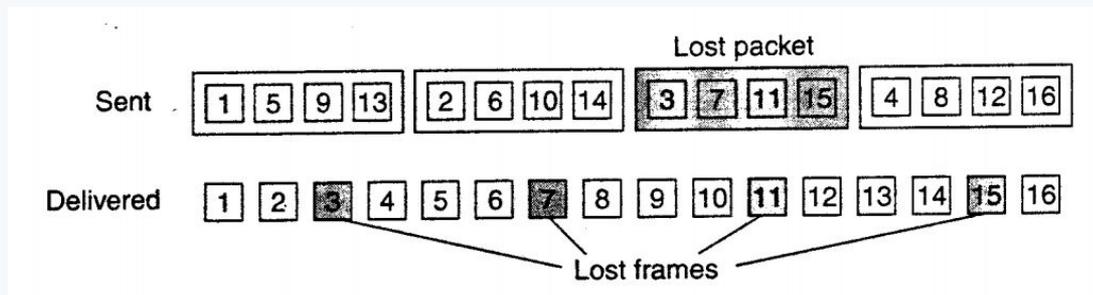
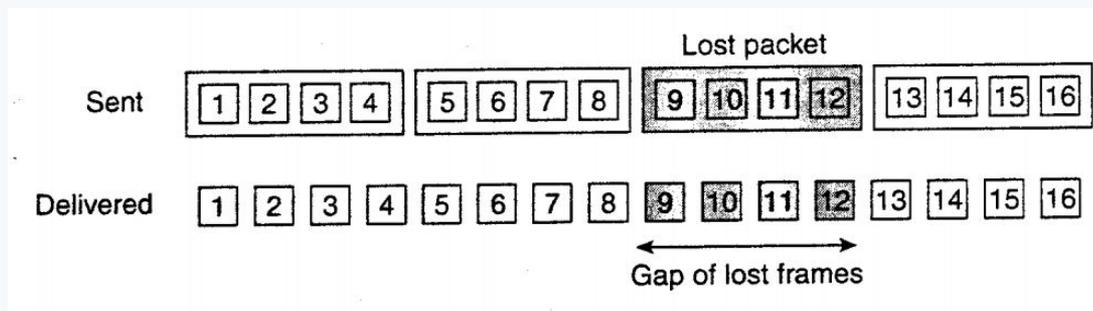
- Uso de Buffer Simple
  - Control del Jitter



# Comunicación por Flujos

## Técnicas para QoE

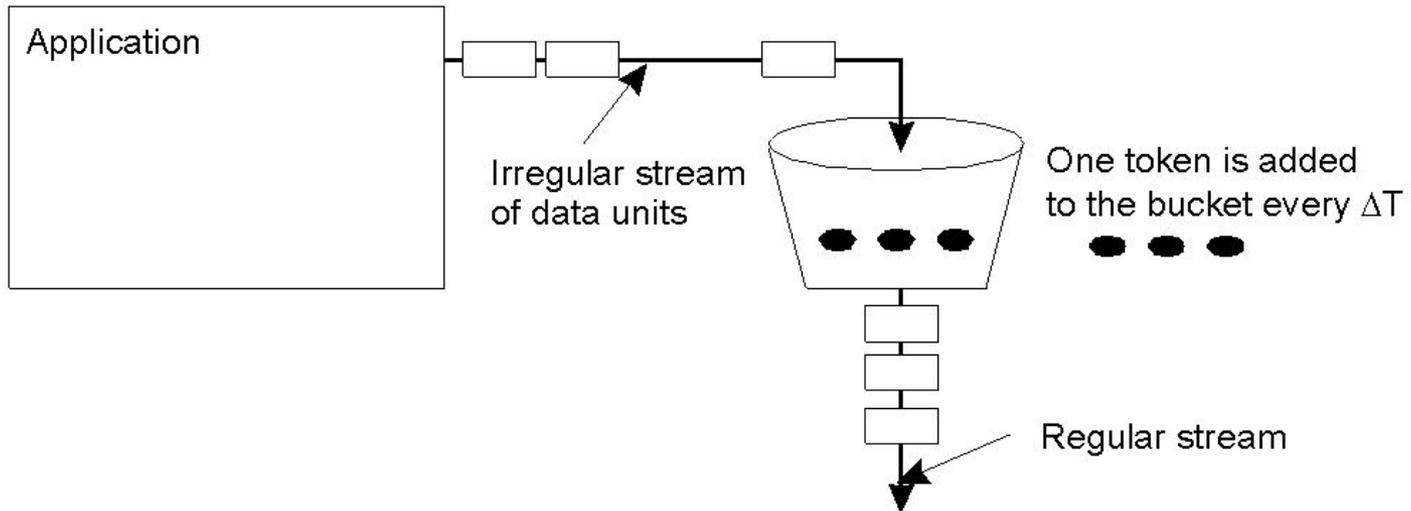
- Uso de Transmisión Interpolada



# Comunicación por Flujos

## Técnicas para QoS

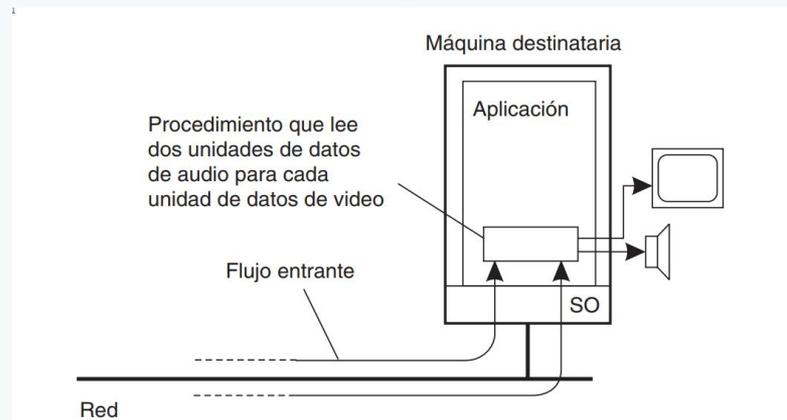
- Token Bucket Algorithm
  - Flujos Irregulares
    - El flujo es almacenado en burbujas (buckets) de tamaño fijo, las cuales son enviadas por la red a una tasa constante.



# Comunicación por Flujos

## Mecanismos de sincronización

- De bajo nivel
  - La sincronización se realiza explícitamente operando las unidades de datos de flujos simples.
  - Ejecuta operaciones de lectura y escritura en varios flujos simples.



**La aplicación se hace totalmente responsable de implementar la sincronización**

# Comunicación por Flujos

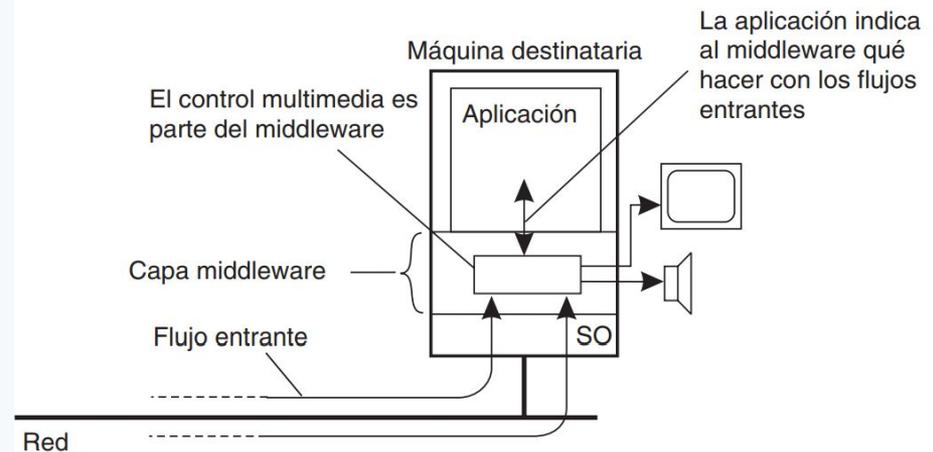
## Mecanismos de sincronización

- Interfaz

- Una interfaz permite controlar más fácilmente flujos y dispositivos.

- Una interfaz de control que le permite especificar la velocidad a la cual deben aparecer las imágenes.
- Una interfaz para registrar un controlador -definido por el usuario- que es llamado cada vez que llegan k nuevas imágenes.
- etc

El middleware multimedia ofrece una colección de interfaces para controlar flujos de audio y video que incluyen interfaces para controlar dispositivos (como monitores, cámaras, micrófonos, etc.) brindando mayor facilidad de lograr sincronización para la aplicación.



# Multitransmisión

Hasta ahora, los esquemas de comunicación han respondido a enviar mensajes siempre de un emisor a un receptor.

A veces existen circunstancias en las que la comunicación es entre varios procesos y no sólo dos.

- Ej: Un grupo de servidores que cooperan para ofrecer un único servicio de archivos tolerante a fallos
- Sería recomendable que un cliente envíe el mensaje a todos los servidores para garantizar la ejecución de la solicitud aunque alguno falle.

# Multitransmisión: Red sobrepuesta

En multitransmisión, La idea básica es **diseminar información de un remitente hacia diversos destinatarios.**

Es un problema que se ha relevado típicamente a la **capa de red y de transporte**, pero en SSDD se puede enfrentar en la **capa de Aplicación.**

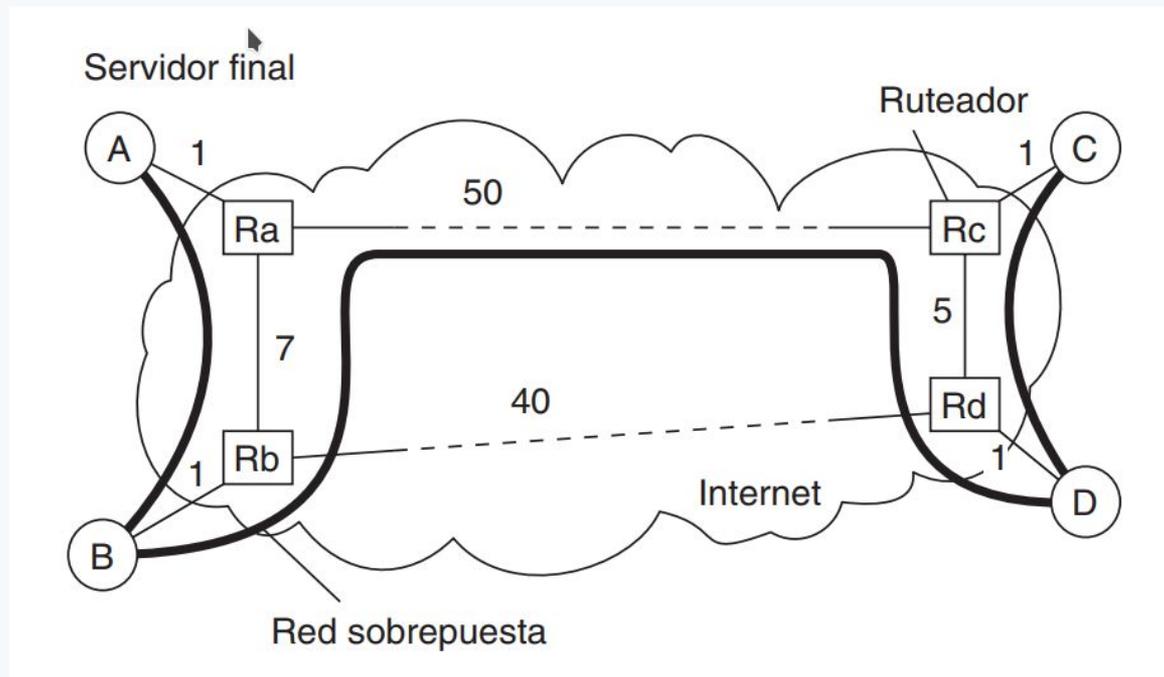
-Las partes se organizan en una red lógica superpuesta de la infraestructura real, la cual sirve para diseminar mensajes



-El envío de mensajes sobre una red sobrepuesta puede no ser óptimo c/r a un enrutamiento de red.

# Multitransmisión: Red sobrepuesta

Considere A como la raíz de la multitransmisión



A → Ra → Rb → B → Rb → Ra → Rc → Rd → D → Rd → Rc → C

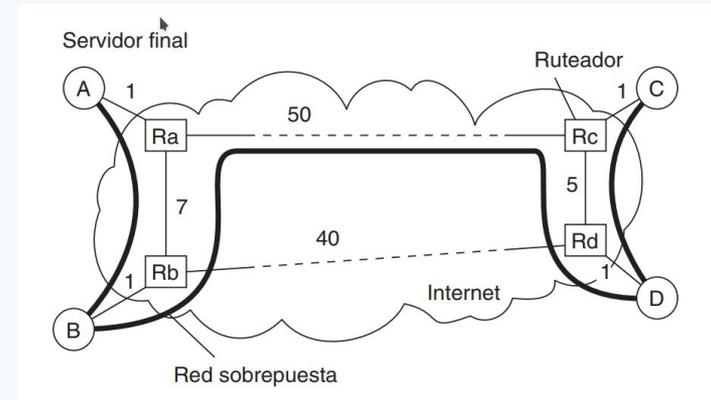
Doble paso por <B, Rb>, <Ra, Rb>, <Rc, Rd> y <D, Rd>

Una mejor opción, eliminar el vínculo B → D y activar el vínculo A → C

# Multitransmisión

Para determinar qué tan bueno es un árbol de multitransmisión hay 3 métricas:

- Tensión del Vínculo
  - Se define por vínculo
  - Mide la frecuencia con que un paquete cruza el mismo vínculo
  - Broadcast de A
    - $A \rightarrow Ra \rightarrow Rb \rightarrow B \rightarrow Rb \rightarrow Ra \rightarrow Rc \rightarrow Rd \rightarrow D \rightarrow Rd \rightarrow Rc \rightarrow C$
    - T.v. > 1
      - $\langle Ra, Rb \rangle$
      - $\langle Rb, B \rangle$
      - $\langle Rc, Rd \rangle$
      - $\langle D, Rd \rangle$

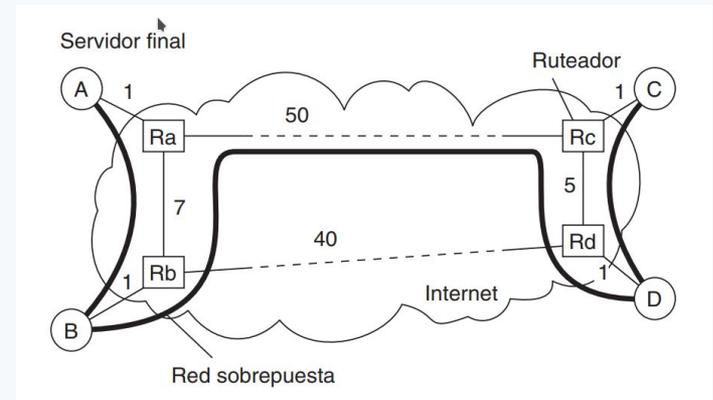


- Una mejor opción, eliminar el vínculo  $B \rightarrow D$  y activar el vínculo  $A \rightarrow C$

# Multitransmisión

Para determinar qué tan bueno es un árbol de multitransmisión hay 3 métricas:

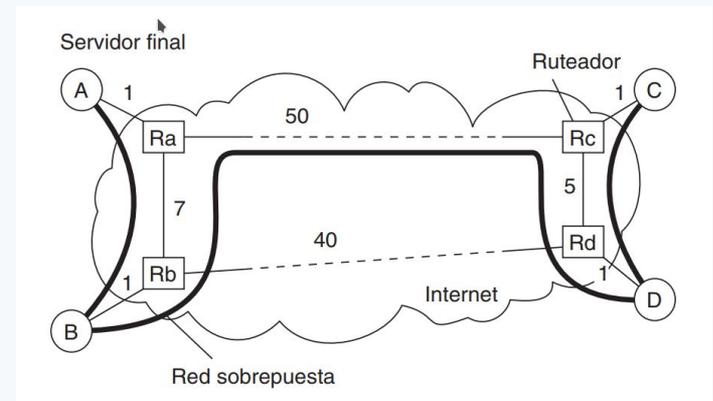
- Estiramiento
  - (retraso entre nodos sobrepuesta)/(retraso entre nodos subyacente)
  - El objetivo es minimizar el estiramiento agregado (promedio) medido sobre todos los pares de nodos.
  - $B \rightarrow C$ 
    - Sobrepuesta
      - $B \rightarrow Rb \rightarrow Ra \rightarrow Rc \rightarrow C = 59$
    - Subyacente
      - $B \rightarrow Rb \rightarrow Rd \rightarrow Rc \rightarrow C = 47$
    - Estiramiento =  $59/47 = 1.255$



# Multitransmisión

Para determinar qué tan bueno es un árbol de multitransmisión hay 3 métricas:

- Costo del Árbol
  - Encontrar el árbol de longitud mínima, considerando minimización de costos agregados a los vínculos.



# Multitransmisión

¿Cómo diseminar datos?

- Protocolos Epidémicos
- Gossiping (propagación de rumores)

# Multitransmisión

- Protocolos Epidémicos
  - Tipos de nodo:
    - Infectado: tiene info que propagar
    - Susceptible: aún no ha recibido la info
  - Antientropía:
    - Modelo de propagación donde un nodo P elige a otro Q al azar e intercambia actualizaciones con él
      - P sólo empuja sus propias actualizaciones hacia Q
      - P sólo jala nuevas actualizaciones desde Q
      - P y Q se envían actualizaciones entre sí (jala-empuja)

¿Qué modo es mejor si se desea una rápida propagación?

Es posible demostrar que el número de rondas necesarias para propagar una sola actualización hacia todos los nodos es  $O(\log(N))$

# Multitransmisión

- Gossiping (propagación de rumores)
  - Si el nodo P se acaba de actualizar con el elemento de datos  $x$ , contacta a cualquier otro nodo Q e intenta empujar la actualización en Q.
  - Si Q ya había sido infectado por los datos  $x$ , P podría perder el interés en propagar la actualización nuevamente, digamos, en una probabilidad de  $1/k$ .
  - En otras palabras, la actualización se elimina entonces.
- No hay garantía de que todos los nodos serán actualizados
  - Es posible demostrar que cuando hay una gran cantidad de nodos participantes de la epidemia, la fracción  $s$  de nodos que permanece ignorante de una actualización, satisface:

$$s = e^{-(k+1)(1-s)}$$

# Multitransmisión

- Gossiping (propagación de rumores)
  - Cómo podemos alcanzar todos los nodos?
    - Combinando técnicas! ;)