

# INTRODUCCION:

→ MEDIO FISICO

→ CENTRO DE LA RED

→ MODELO DE LA RED

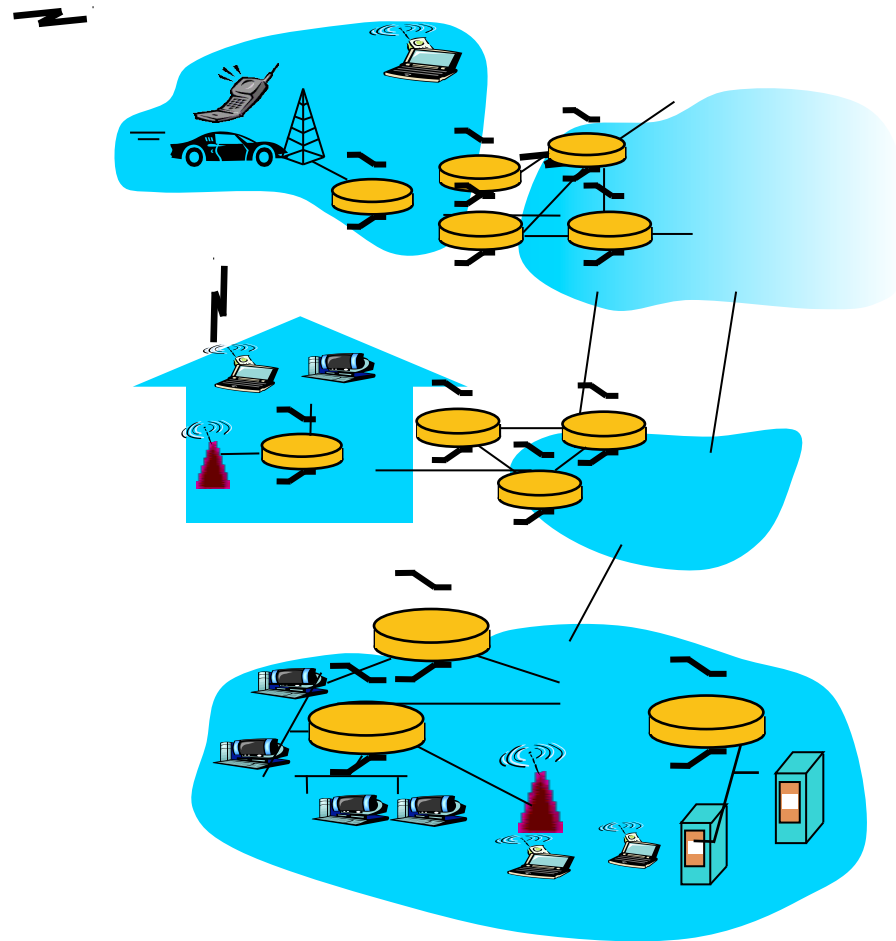
Andrés Arcia

(Algunas imágenes y laminas fueron tomadas del laminario Kurose-Ross)

# La estructura de Red de cerca: Repaso

2

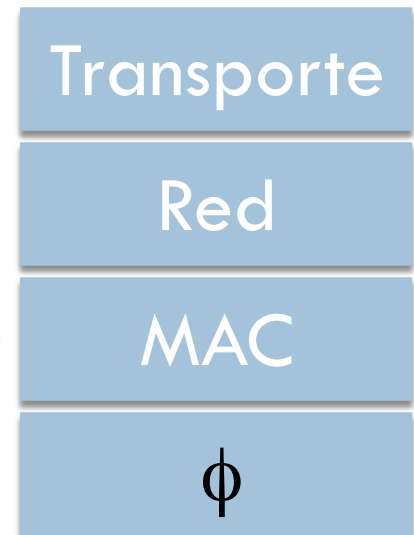
- ❑ **Bordes:** Hosts y aplicaciones
- ❑ **Redes de Acceso y medio físico:** Enlaces de comunicación alambrados e inalámbricos.
- ❑ **Centro de la Red:**
  - ❖ Routers interconectados
  - ❖ Red de redes.



# Medio Físico

3

- Dial-Up & DSL → par trenzado
- DSL → cable coaxial
- Redes Móviles → espectro de radio
  - ▣ Vamos a describir en cierta profundidad estas tecnologías.
    - Ej: detalles de la capa MAC.



# ¿Qué es el Medio Físico?

4

- Transmisión de ondas electromagnéticas ó pulsos ópticos a través del medio físico.
  - ▣ Par trenzado de cobre.
  - ▣ Cable coaxial.
  - ▣ Fibra óptica.
  - ▣ Radio Terrestre.
  - ▣ Espectro satelital de Radio.
- Guiado → a través de un cable
- Libre → señal que se propaga libremente

Medio guiado  
vs.  
Medio libre .

# Par trenzado (sin protección)

5

- Tecnología más barata.
- Usado por las líneas telefónicas (+99% conexiones del teléfono al switch central).
- Tasas de transferencia de 10 Mbps a 1 Gbps.
  - ▣ Depende de distancia y grosor del cable.
- Duradero en el tiempo (ej: UTP categoría 5).
  - ▣ ¡1 Gbps en 100 mts!

# Par trenzado

6

- ❑ **Bit:** Se propaga entre los pares emisor y receptor.
- ❑ **Enlace Físico:** Lo que comunica al emisor y receptor
- ❑ **Medio guiado:**
  - ❖ La señal se propaga en un medio sólido: Cobre, fibra o coaxial.
- ❑ **Medio no guiado:**
  - ❖ La señal se propaga libremente (ej: radio)

## Par trenzado

- ❑ Dos cables de cobre aislados.
  - ❖ Categoría 3: Cables de telefonos tradicionales, Ethernet a 10 Mbps.
  - ❖ Categoría 5: Ethernet 100Mbps



# Coaxial

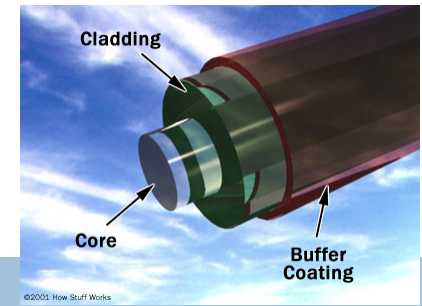
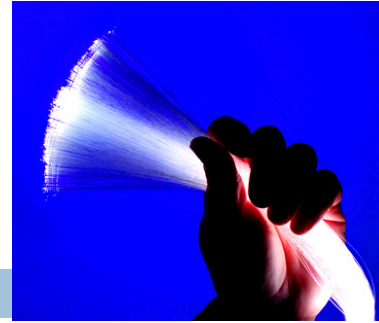


7

- 2 Conductores concéntricos de cobre.
- Bidireccional
- Dos modos de transmisión:
  - ▣ **Baseband**: Canal único en el cable, ej: antiguo ethernet (en forma de bus compartido)
  - ▣ **Broadband**: Múltiples canales en el cable, ej: HFC. Se usa como medio compartido para Point-to-Multipoint (PMP) en **banda de frecuencia** específica.
- Tasa de transmisión más grandes que par trenzado.

# Fibra Óptica

8



- Medio flexible que conduce pulsos de luz
  - ▣ 1 pulso = 1 bit
  - ▣ OC-n (portadora óptica), Capacidad =  $n * 51.8$  Mbps.
- Inmune a la interferencia electromagnética → tasas de error muy bajas.
- Poca atenuación: (hasta 100 Km)
  - ▣ Pero ... Alto costo de los equipos (preferible en LANs).
  - ▣ Difícil de hacer *sniffing*.
- Usado para el Backbone.
- Tasas brutas de transferencia de 51.8 Mbps a 39.8 **Gbps!**



# Radio Terrestre

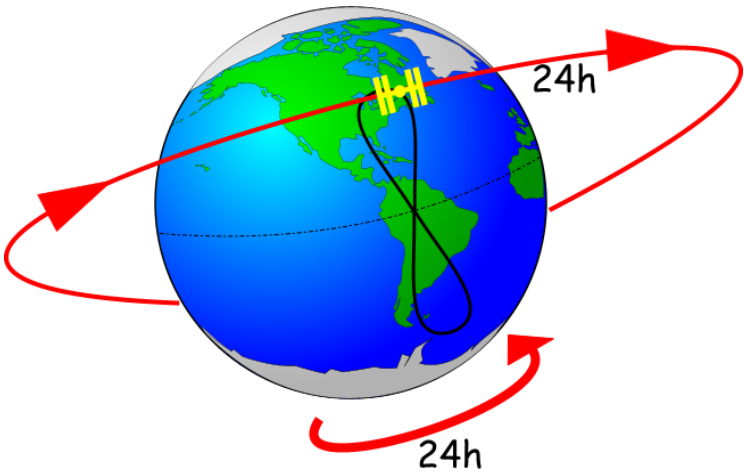
9

- No necesita cable.
- Penetra muros y paredes.
- Permite movilidad.
  - ▣ Depende de la propagación (obstáculos, condiciones meteorológicas) y la distancia.
    - Shadow Fading: baja la fuerza cuando aumenta la distancia
    - Multipath Fading: debido a la reflexión
    - Interferencia (otras ondas).
- Usada en LANs y WANs.

## Tipos de enlace Radio:

- **Microonda terrestre**
  - Canales de hasta 45 Mbps
- **LAN** (ej:WiFi)
  - 11 Mbps, 54 Mbps
- **Área Metropolitana** (celular)
  - 3G celular : ~ 1 Mbps
- **Satélite**
  - Kbps hasta 45 Mbps (varios canales pequeños)
  - 270 msec de retardo e2e
  - geosíncrono vs. Baja altitud

# GEO vs LEO



# Enlaces Satelitales

II

- Usado **donde no llega DSL & Cable.**
  - ▣ Une dos o más transmisores terrestres de microondas.
  - ▣ Obtiene una señal en una banda de frecuencia y transmite en otra.
- Dos tipos: LEO y GEO.
  - ▣ **GEO:** permanecen estáticas en un punto de la tierra (36Km, 280 ms delay)
  - ▣ **LEO:** más cerca de la tierra y se comunican entre ellos y la estación terrestre.
    - Hay que unirlos para poner en marcha el servicio.
    - Baja popularidad → Alto costo

# Visión Integral de International Mobile Telecommunications

12

- K. Buchanan, R. Fudge, D. McFarlane, T. Phillips, A. Sasaki, and H. Xia. IMT-2000: Service provider's perspective. *IEEE Personal Communications Magazine*, 4(4):8–13, Aug. 1997.

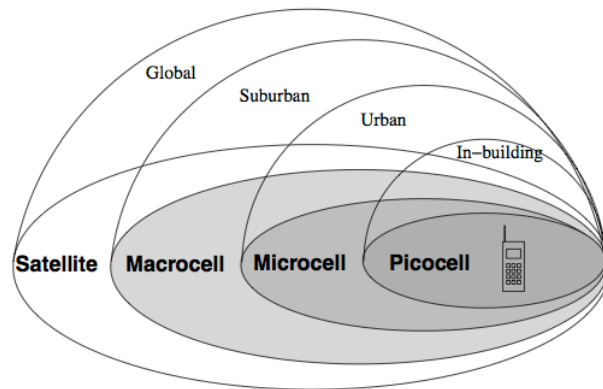


Figure 2.3: IMT-2000 vision of integrated wireless networks [31].

13

## Centro de la Red

Intercambio de paquetes

Intercambio de circuitos

Estructura de la red

# Core Network (Centro)

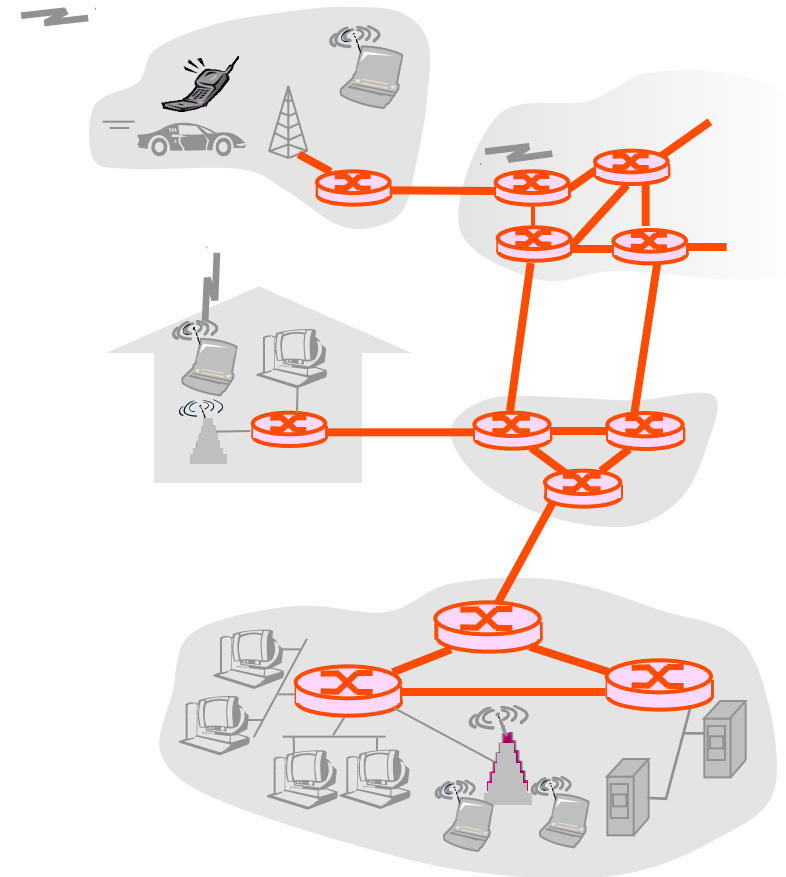
14

- ¿Cómo se envía la data?
- Circuit Switching vs. Packet Switching:
  - ▣ **CIRCUIT** → requiere reservación (ej: red telefónica), tasa constante garantizada.
  - ▣ **PACKET** → No hay reservas pero hay espera por los recursos. Se envía en trozos (chunks) de data.
    - No hay tasa constante pero el recurso se usa más eficientemente. (Ej?)
    - Mejor conocido como transmisión “Best Effort”.
  - ▣ Desarrollemos el ejemplo de las autopistas/ carreteras versus las vías ferreas.

# ¿Cómo esta formado el centro?

15

- Malla interconectada de enrutadores.



# Circuit Switching

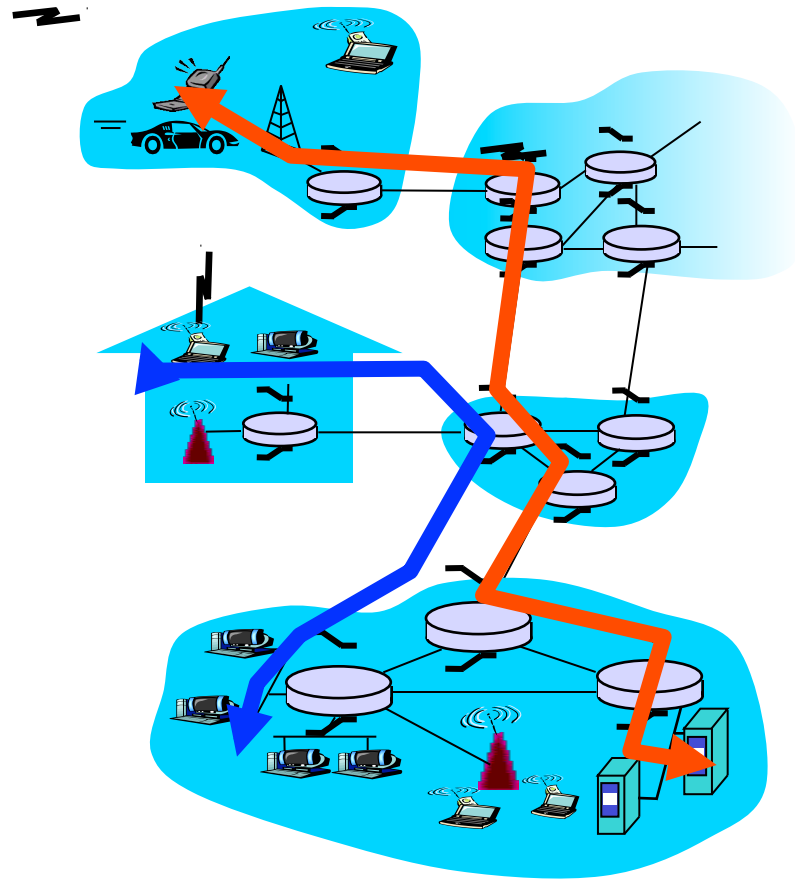
16

- Recursos de los extremos reservados para las “llamadas” (calls).
  - ▣ Ancho de banda del enlace, capacidad del switch.
  - ▣ Recursos dedicados: no se comparten.
  - ▣ Tiene la forma de circuito: se garantiza el performance.
  - ▣ Se requiere negociar la llamada.
  - ▣ Cada enlace en un switch es de  $n$  puertos tiene  $1/n$  del ancho de banda.



# Circuit Switching

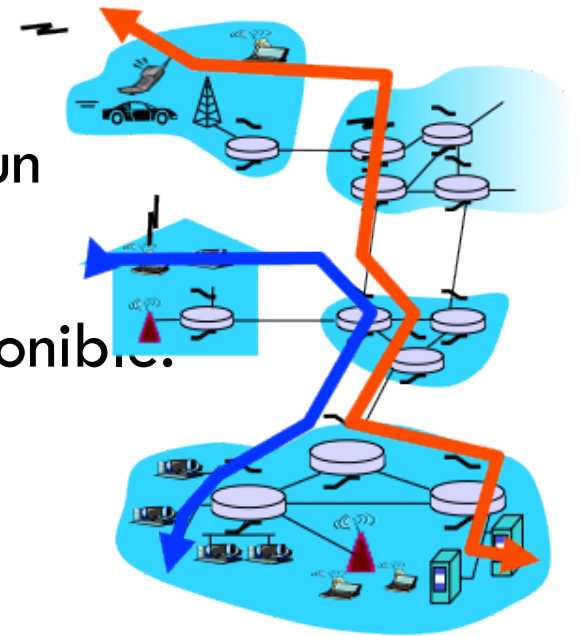
17



# Circuit Switching

18

- **NOTA** En este curso trataremos: Internet, Packet Switching & Redes de Computadores pero **NO** telefónicas.
- ¿Cómo operan?
  - ▣ Se establece el circuito y se reserva un ancho de banda.
  - ▣ Se usa  $1/n$  del ancho de banda disponible.
  - ▣ Cada enlace tiene  $n$  circuitos para garantizar  $n$  conexiones.
  - ▣ Recurso ocioso si no se usa (pero se reserva)



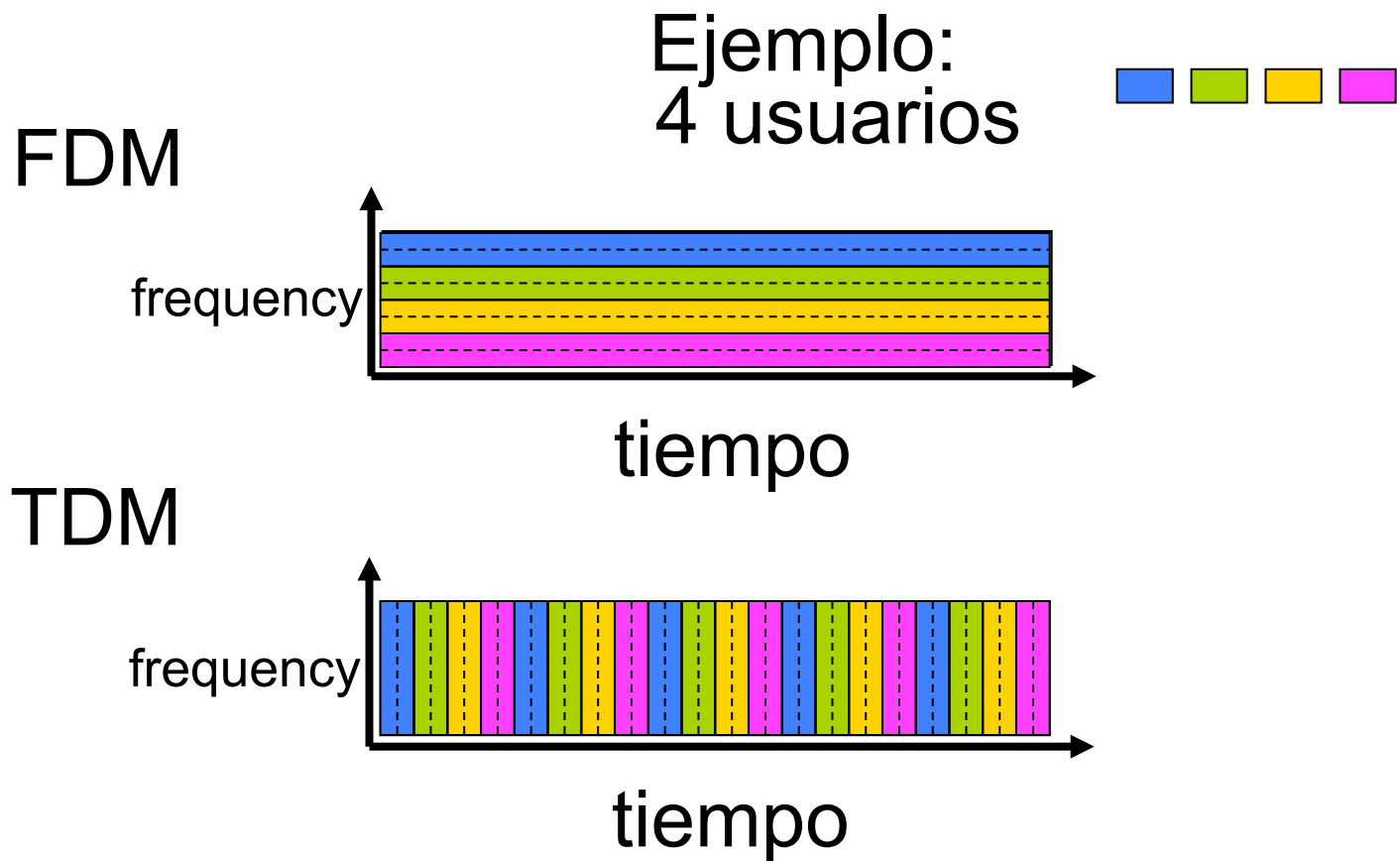
# Circuit Switching

19

- Ancho de banda: se divide en piezas que se asignan a cada llamada
- Dos maneras de reservar circuitos (de compartir ancho de banda).
  - ▣ FDM → Asignación de ancho de banda a través de cierta modulación.
  - ▣ TDM → El dominio de tiempo está dividido en tramas. Cada una transporta **n** bytes.
- Detractores de C.S. dicen que malgasta el **tiempo ocioso**.
  - ▣ (Ej: visualizar imágenes en una sesión de facebook).

# Circuit Switching: FDM y TDM

20



# Circuit Switching

21

- Ejemplo numérico:
  - ▣ Transferir un archivo de 640000 bits de A a B en TDM.
  - ▣ Un circuito particular de 1.536 Mbps, a 24 slots
    - $C = 1536 / 24 = 64$  Kbps por slot
  - ▣ 500 ms de negociación de la conexión.
  - ▣ Resultado:  $640000 \text{ bits} / 64000 \text{ bps} = 10 \text{ seg}$ 
    - Mínimo tiempo si los paquetes pasan por 1 o 1000 enlaces:  $10 \text{ seg} + 0.5 \text{ seg} = 10.5$

# Packet Switching: paradigma opuesto

22

El flujo está dividido en paquetes:

- Aplicaciones distribuidas intercambian **mensajes que se pican** en paquetes.
- Msg son divididos en paquetes que usan **todo** el ancho de banda.
- Paquetes viajan por enlaces y enrutadores.
- Los recursos se utilizan en la medida en que son necesarios.

# ¿Por qué se inducen las pérdidas?

23

- Cada switch tiene múltiples entradas.
- Hay un solo buffer de salida
  - ▣ Se produce la espera en la cola para ser servido
  - ▣ Induce las pérdidas

# Packet Switching: Paradigma opuesto.

## Contención de Recursos:

- La **demanda agregada** puede exceder la cantidad ofrecida.
- **Congestión:** Los paquetes se encolan a la espera del enlace.
- Principio “**Store & Forward**” para los enrutadores.
  - ▣ Si enlace cargado con  $Q$  elementos opera a  $R$  bps, un paquete  $L$  demora  $QL/R$  en ser transmitido.
  - ▣ Los paquetes sufren normalmente de tiempo de encolamiento.
  - ▣ Nodos reciben todo el paquete antes de reenviarlo.



# Comparación

25

- Packet Switch vs Circuit Switch:
  - ▣ **Multiplexaje Estadístico** vs. Uso Dedicado.
- Packet Switch no es conveniente para: telefonía y video conferencia (¿o sí?, Ej: Skype, VoIP)
- Defensores de Packet Switching:
  - ▣ Mejor distribución de recursos (ej, ancho de banda)
  - ▣ Paradigma más simple que CS.
  - ▣ Más barato.

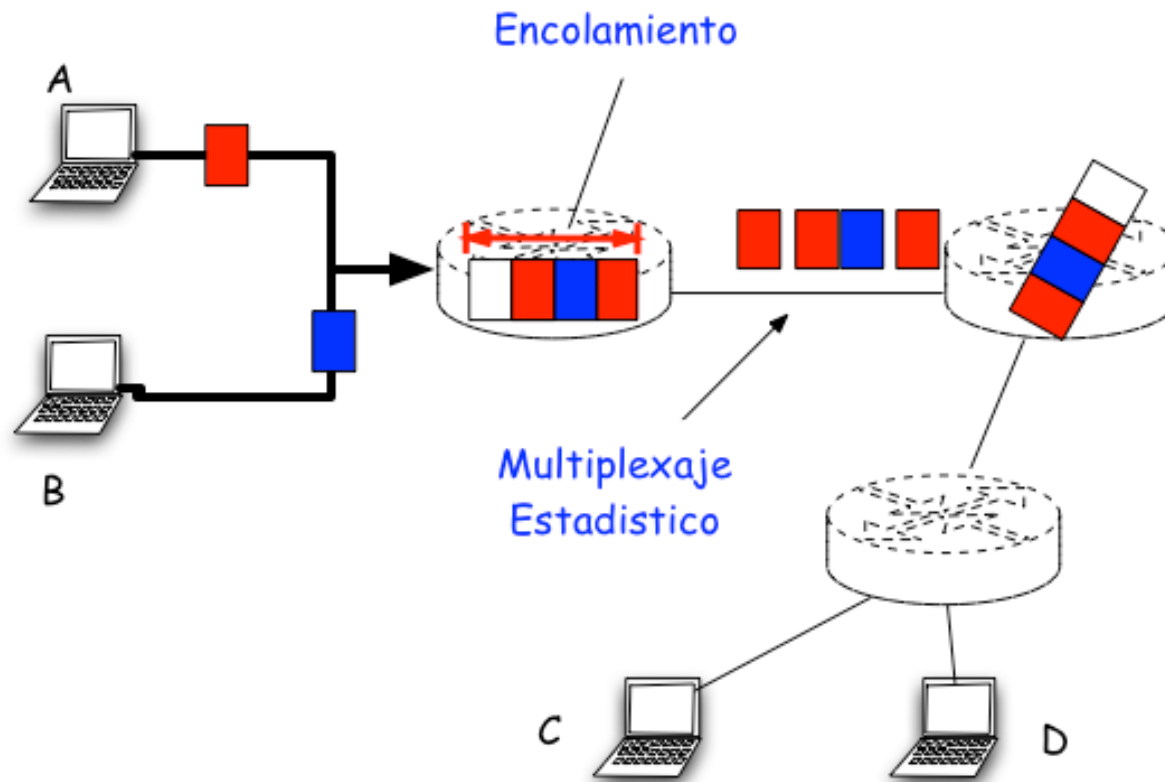
# Multiplexaje Estadístico

26

- Ej: Suponga que varios usuarios comparten un enlace de 1 Mbps
  - ▣ Si un usuario está ocioso el 90% del tiempo (cede el recurso)
  - ▣ el 10% restante comparte el recurso.
- Con CS un canal de 100Kbps “**debe**” ser reservado y soporta exclusivamente 10 usuarios
  - ▣ Mejor servicio imposible, conducta “capitalista”.  
 $P(\text{activo}) = 0.1$
- Con PS de un total de 35 usuarios:
  - ▣ Si  $P(\text{usr\_activos} \geq 11) = 0.0004 \rightarrow$  tener menos de 10 usuarios  $P = 0.9996$
  - ▣ En PS ésta estadística nos dice que la  $\text{entrada\_paquetes} \ll \text{salida\_paquetes} \rightarrow$  ¡mejor PS!

# Multiplexaje Estadístico

27

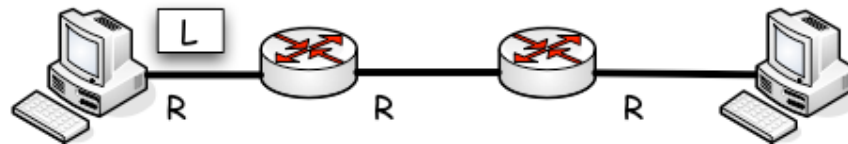


Las secuencias de datos A y B no tienen un patrón predefinido. El ancho de banda se comparte a la demanda de las aplicaciones → Multiplexaje estadístico.

TDM: Cada host obtiene el mismo slot en una trama TDM (contrasta con PS)

# Packet Switching: Store & Forward

28



- Se emplea  $L/R$  secs para sacar el paquete de  $L$  bits en un enlace a  $R$  bps.
- El paquete entero debe llegar al router antes de ser reenviado al próximo enlace.
- Retardo e2e:  $3L/R$  (si la propagación es cero).
- Ej:  $L = 10$  Mbits,  $R = 1$  Mbps,  $\delta = 1$  seg

# PS versus CS

Tarea: Buscar analogías de recursos reservados vs. recursos compartidos

29

- Entonces, ¿PS gana siempre?
  - ▣ Bueno para data en ráfagas.
    - Comparte recursos
    - Mas simple, no hay negociación
  - ▣ **Congestión excesiva:** retardo y pérdidas
  - ▣ Se necesita un protocolo para el control de congestión
- ¿Cómo proveer la conducta tipo circuito?
  - ▣ Se necesita garantizar ancho de banda para apps. audio/video.
  - ▣ El problema no está resuelto todavía.

# Pero, ¿Cómo viajan los paquetes?

30

- Enrutadores tienen tablas de reenvío o “forwarding”.
- ▣ Son tratadas por protocolos automáticos (Ej: camino más corto, menos congestionado, etc.)

Tarea: averigüe para que sirve **traceroute** y obtenga algunas trazas.

# Internet Backbone

31

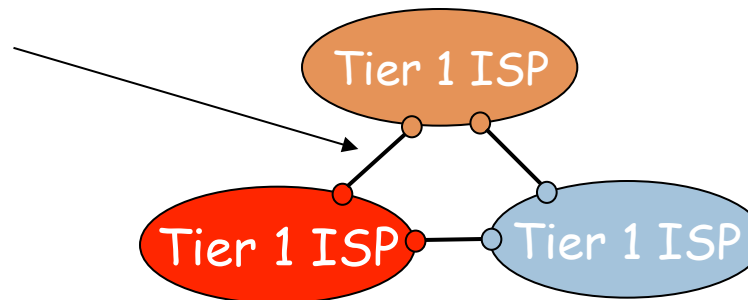
- Repaso:
- PC → Local ISP
  - ▣ Cableado: DSL, Cable
  - ▣ Inalámbrico: WiFi, WiMAX, 3G.
- Recuerde que Internet = Red de Redes.
  - ▣ En el core hay proveedores de servicio y proveedores de los proveedores.
  - ▣ Intercambio de gran volumen de datos.

# Estructura de la Internet: Red de Redes

32

- Mas o menos jerárquico
- En el centro están los de “tajo 1”: Verizon, Sprint, AT&T, Cable e Inalámbrico.
  - ▣ Son pares, se tratan como iguales.
- Velocidades de 622 Mbps, 2.5 → 10 Gbps

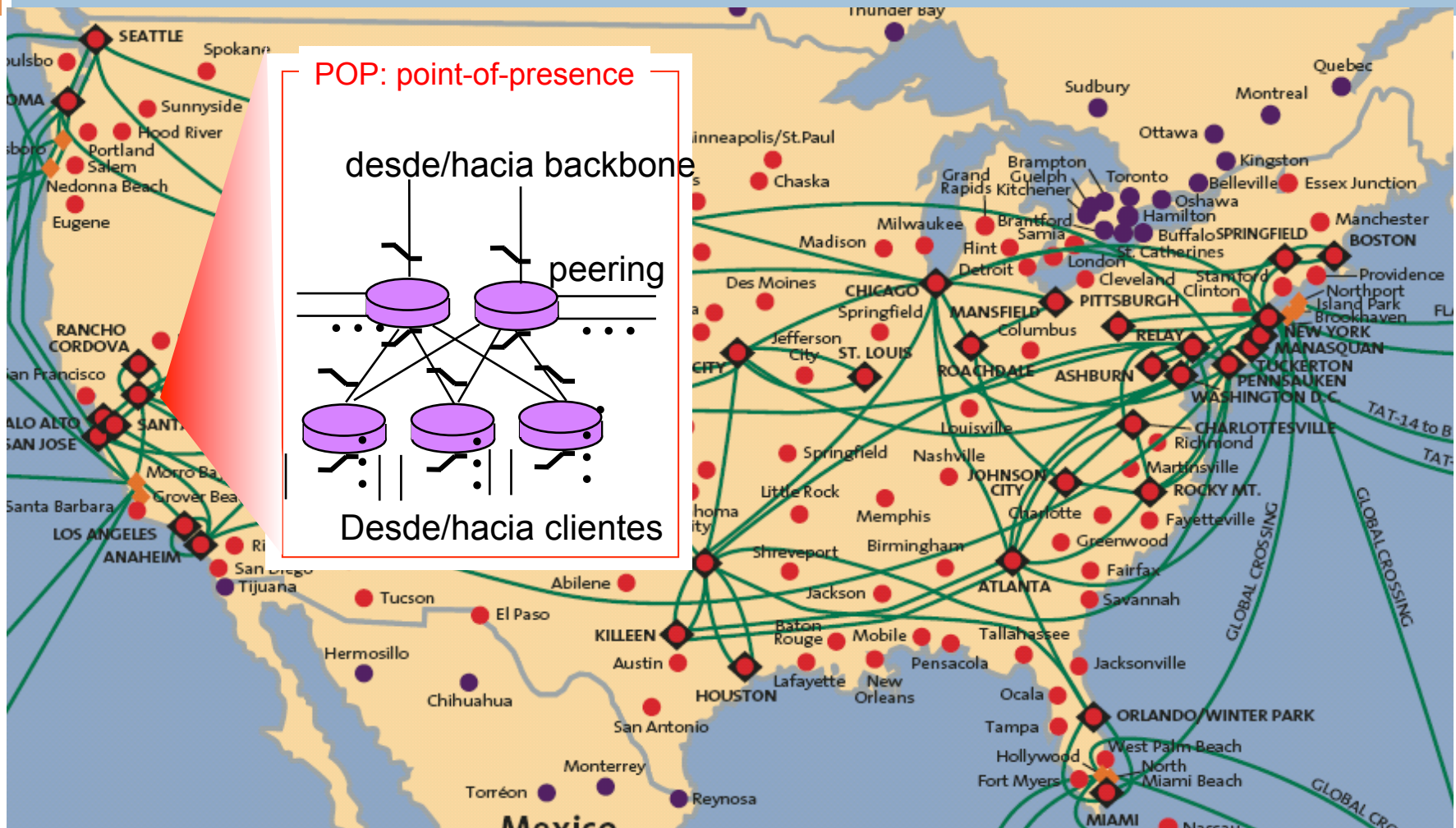
Tier-1  
Proveedores  
interconectan  
equipos  
(peers)  
privadamente





# Estructura de la Internet: Red de Redes

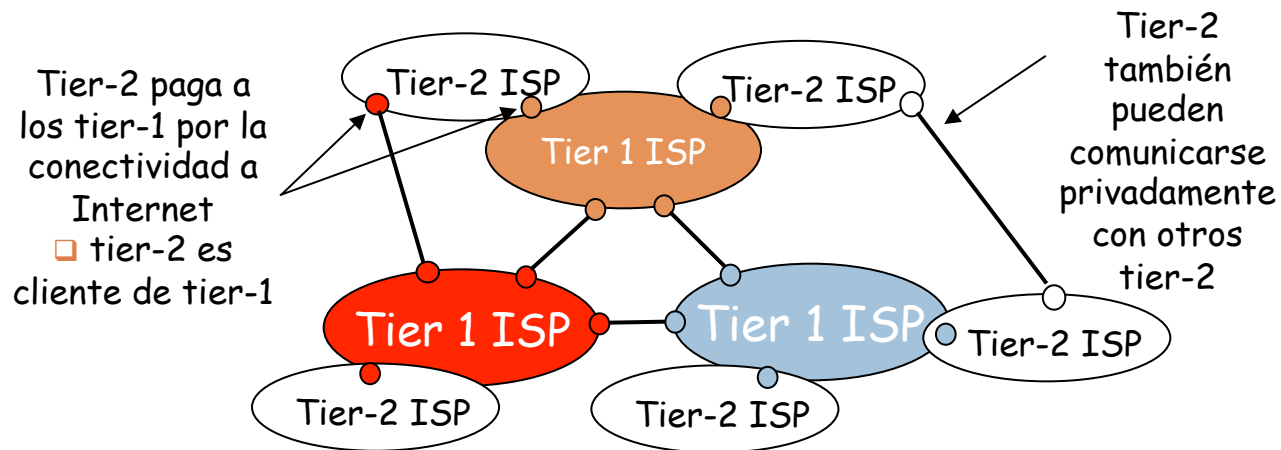
33



# Estructura de la Internet

34

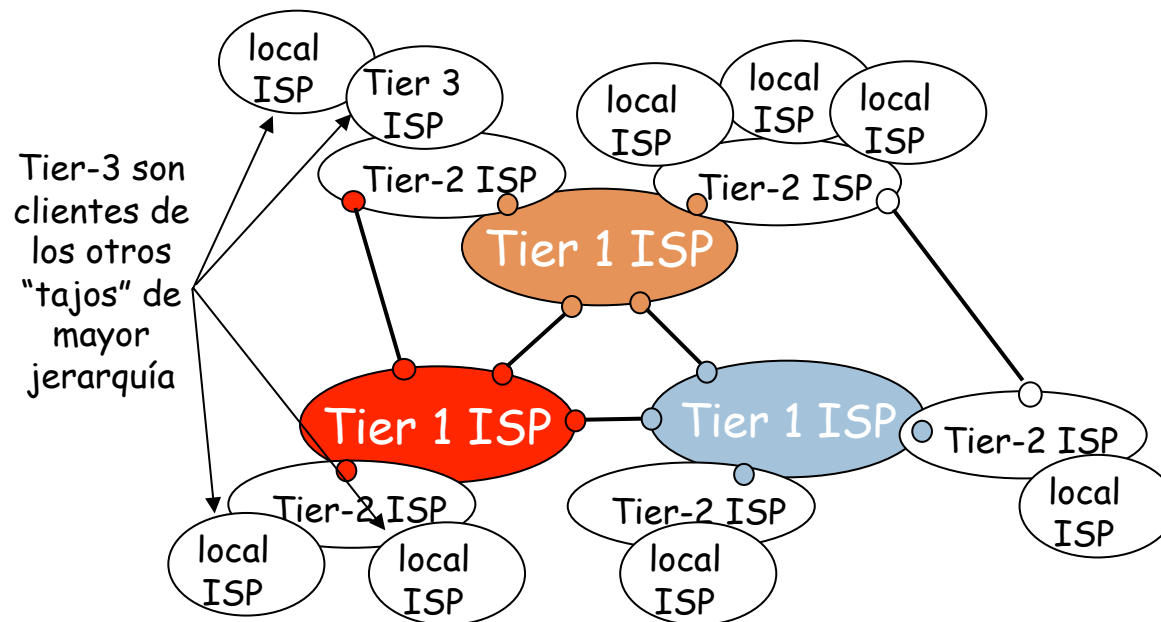
- Tier-2: Son por lo general proveedores Internet regionales.



# Estructura de la Internet

35

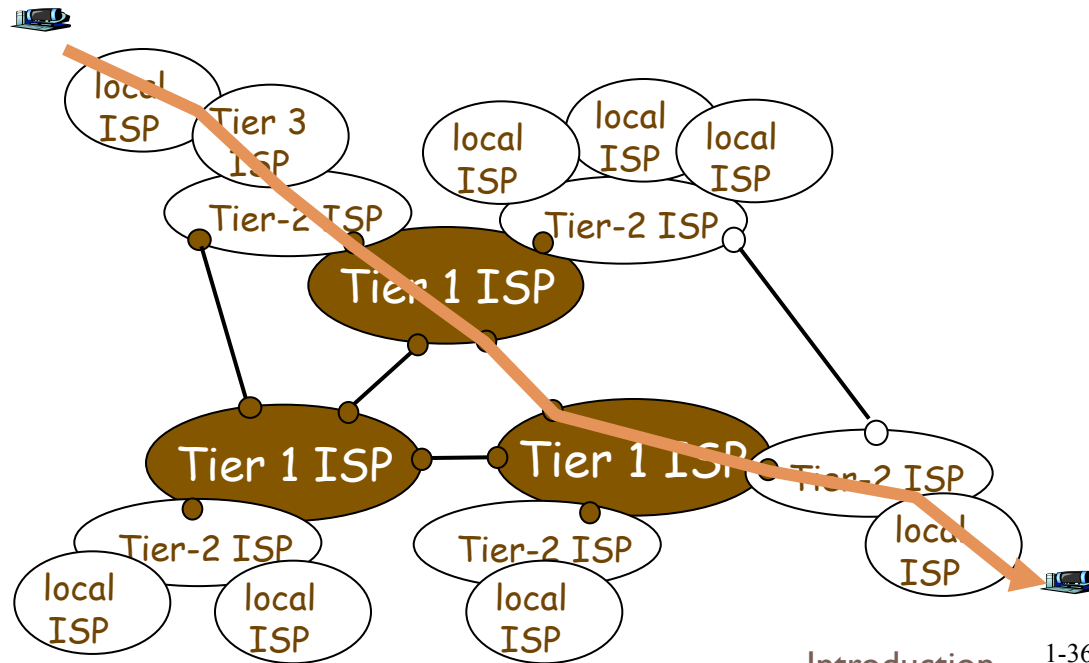
- Ultimo acceso a la Internet: la más cercana a los sistemas finales (end-systems)



# Estructura de Internet:

36

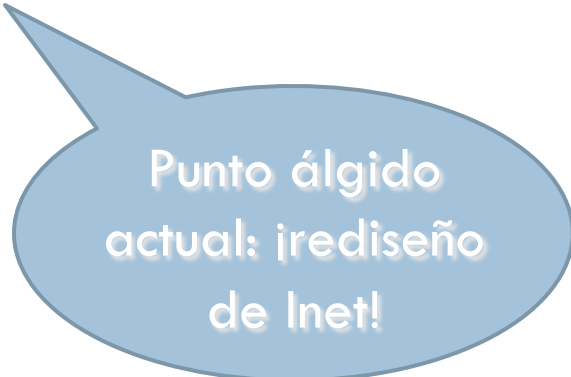
- Y así el paquete pasa por varias redes.



# Internet Backbone

37

- Tajo 1
  - ▣ Internet a muy alta velocidad (hasta 10 Gbps)
  - ▣ No hay definición precisa
  - ▣ Ej: Verizon
- Tajo 2
  - ▣ Cobertura nacional o regional
  - ▣ Se conecta a otros pocos “Tajo 2” (es cliente de otros T2 a su vez)
  - ▣ Grandes Compañías o Instituciones
  - ▣ Ej: CANTV, Movistar, Inter, Net1.
- Tajo 3
  - ▣ ISP común e Institucional
  - ▣ ULA, UCV.



Punto álgido actual: ¡rediseño de Inet!

# Características

38

- Los ISP en el mismo tajo se llaman “peers” o compañeros.
- Para conectarse a otros ISP → Point of Presence (PoP). Pueden haber  $\geq 1$  PoP entre 2 ISP.
- PoP Distribuidos geográficamente.
- Arquitectura Inet: docenas de T1 y T2, miles de T3.

39

# Retardo, Perdidas y Rendimiento

Un Modelo Redes orientadas a Paquetes: caso  
TCP/IP

# Delay, loss & Throughput

40

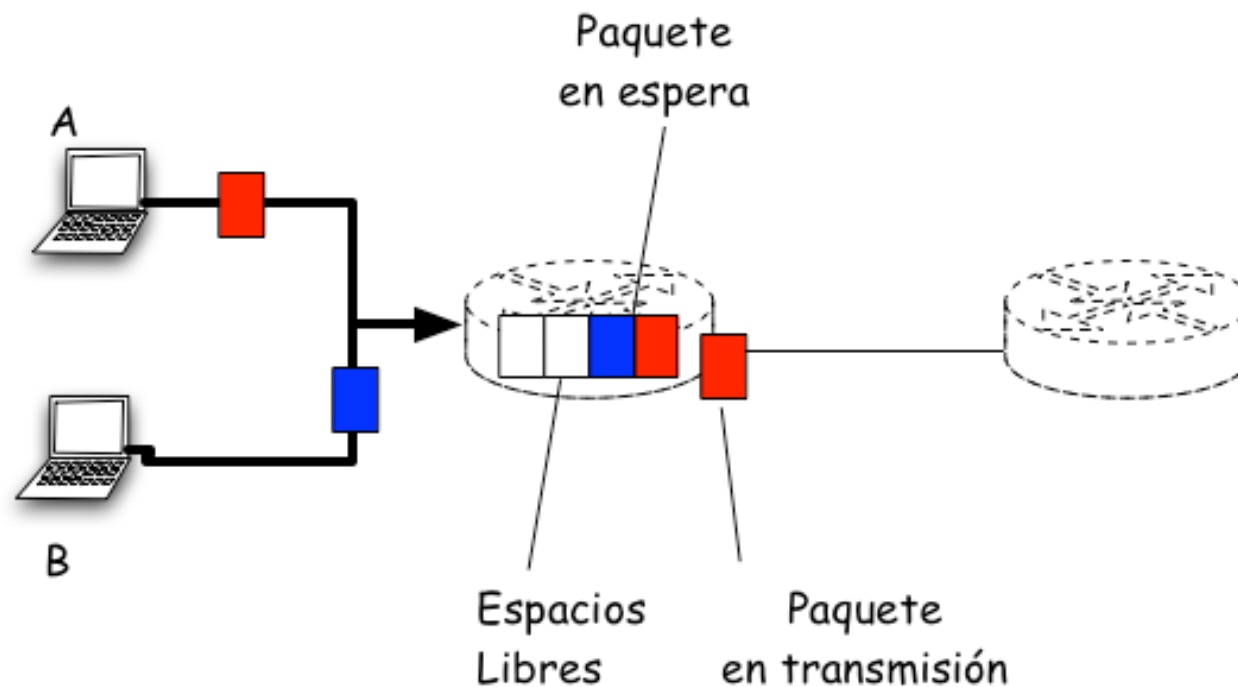
- ¿Qué queremos de la Inet?
  - ▣ Mover datos entre 2 puntos tan rápido como sea posible (es decir, sin pérdida de tiempo).
- Pero...
  - ▣ retardos en las colas [**delay**]
  - ▣ pérdida de datos por congestión o corrupción, medio de transmisión [**loss**]
  - ▣ restricción en el rendimiento [**throughput**]



# Delay, loss & Throughput

41

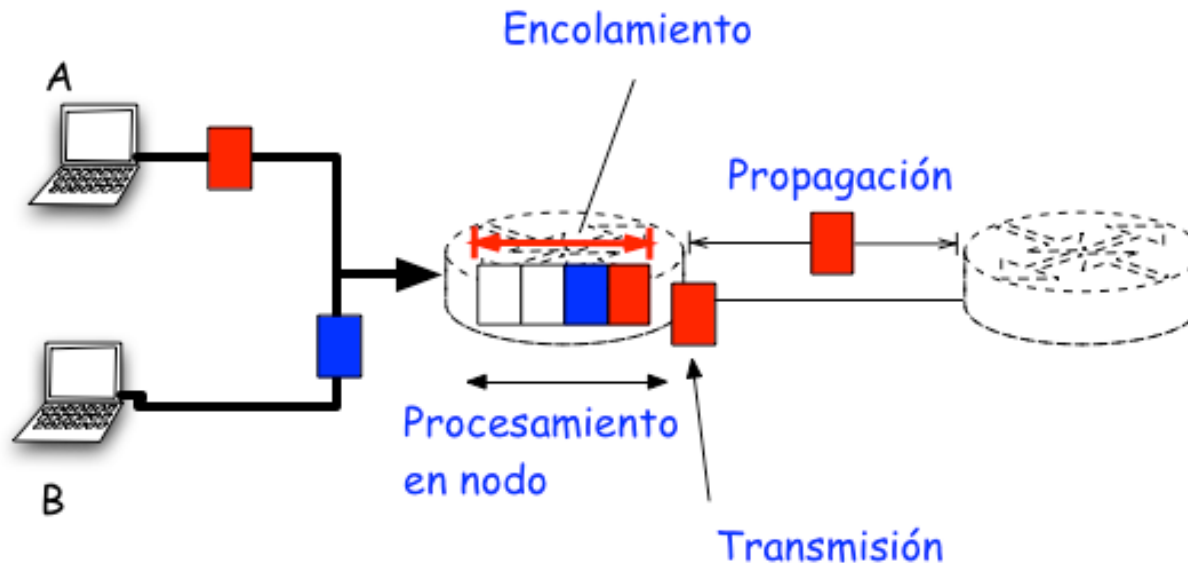
- Los paquetes se encolan en los routers.
- La tasa de llegada de los paquetes excede la de salida.
- Hay paquetes que tienen que esperar.



# Delay en PSN

42

- Tipos de Delay (Delay Total en el viaje entre 2 nodos):
  1. Delay de procesamiento en el Host
    1. Chequeo de errores, determinar la salida, high-speed rtrs ( $\mu$ s)
  2. Delay en las colas
    1. Tiempo de espera para ser atendido: congestion. No pkt  $\rightarrow$  Q=0.



# Delay en PSN

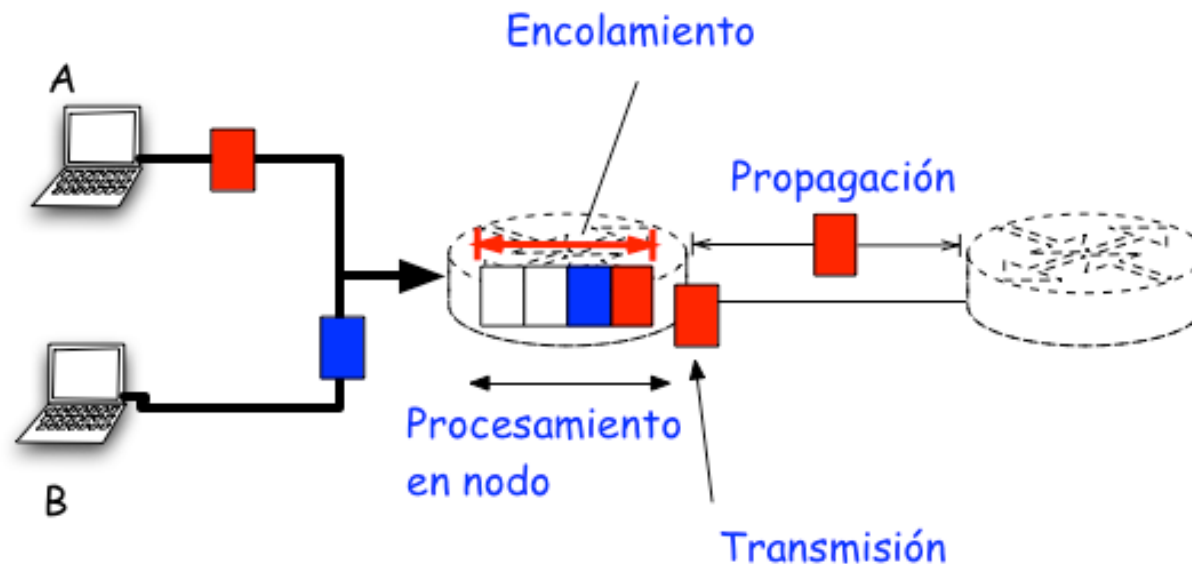
43

Tipos de Delay (Delay Total en el viaje entre 2 nodos):

## 3. Delay de transmisión

1.  $\text{Delay\_Transmisión} = \text{Long\_Paquete} / \text{Ancho\_de\_Banda}$
2. Política de selección de paquetes (FIFO, RR, etc).

## 4. Delay de propagación: $\text{distancia} / \text{velocidad\_luz}$ ( $2 \times 10^8$ m/s).



# Analogía con una caravana de autos.

44



- Analogía de la caravana de autos.
  - ▣ 10 autos que forman un solo paquete de datos
  - ▣ peaje de 12 seg/auto  $\rightarrow$  5 autos/min
- Autos se propagan a 100 Km/hr
- Carro  $\sim$  bit y Caravana  $\sim$  paquete.
- Cuanto tarda en viajar la caravana de punto a punto? en pasar un peaje?

# Analogía con una caravana de autos

45

- Tiempo para que toda la caravana entre en la autopista:  $12 \cdot 10 = 120$  seg.
- Tiempo del último carro para ir desde el primer hacia el segundo punto de control =  $100\text{Km} / (100\text{Km/h}) = 1$  hr.
- Total = 62 min.

# Analogía con una caravana de autos

46



- Ahora los autos se propagan a 1000 Km/hr
- Peaje toma 1 min/auto
- ¿Llegaran todos los autos al segundo peaje antes de que el primer peaje atienda a toda la cola?
  - Si, efectivamente el primer carro está en 7 min en el 2do peaje y todavía restan 3 autos.
  - Ver [applet para el delay](#)

# Delay Total de transmisión entre nodos

47

$$d_{nodo} = d_{proc} + d_{cola} + d_{trans} + d_{prop}$$

- $d_{proc}$  = retardo de procesamiento
  - ▣ Tipicamente algunos microsegundos o menos
- $d_{cola}$  = espera en la cola
  - ▣ Depende de la congestión de mili a segundos.
- $d_{trans}$  = retardo de transmisión
  - ▣ L/R, significativo para enlaces a baja velocidad
- $d_{prop}$  = retardo de propagación
  - ▣ Desde micro-segundos hasta cientos de milisegundos

# Delay de Cola

48

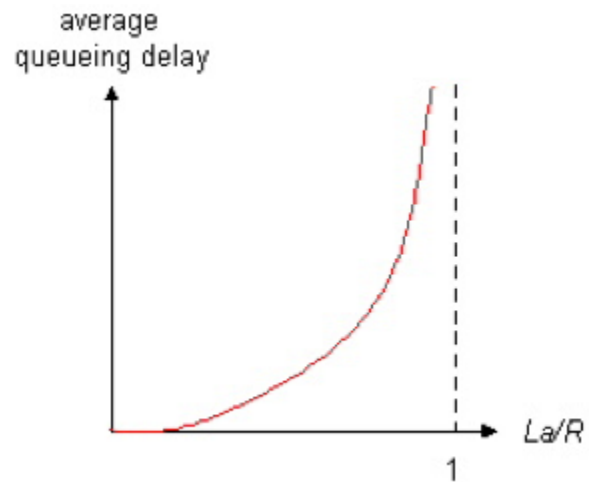
- Primer paquete pasa sin delay
- A partir del segundo paquete se hace cola.
  - ▣  $a \rightarrow$  pkts/seg.     $L \rightarrow$  bit/pkts.
- Intensidad tráfico =  $La/R \leq 1$  (regla de oro)
- Llegada de paquetes
  - ▣ Periodicamente  $(L/R) \Rightarrow$  no hay colas
  - ▣ En ráfagas  $(NL/R) \Rightarrow$  1 ro no hace cola,  $(N-1)$  en cola
  - ▣ ¿Cuál es la cola promedio?



# Encolamiento

49

- [Vea aquí applet que ilustra las pérdidas.](#)



# Rendimiento (Throughput)

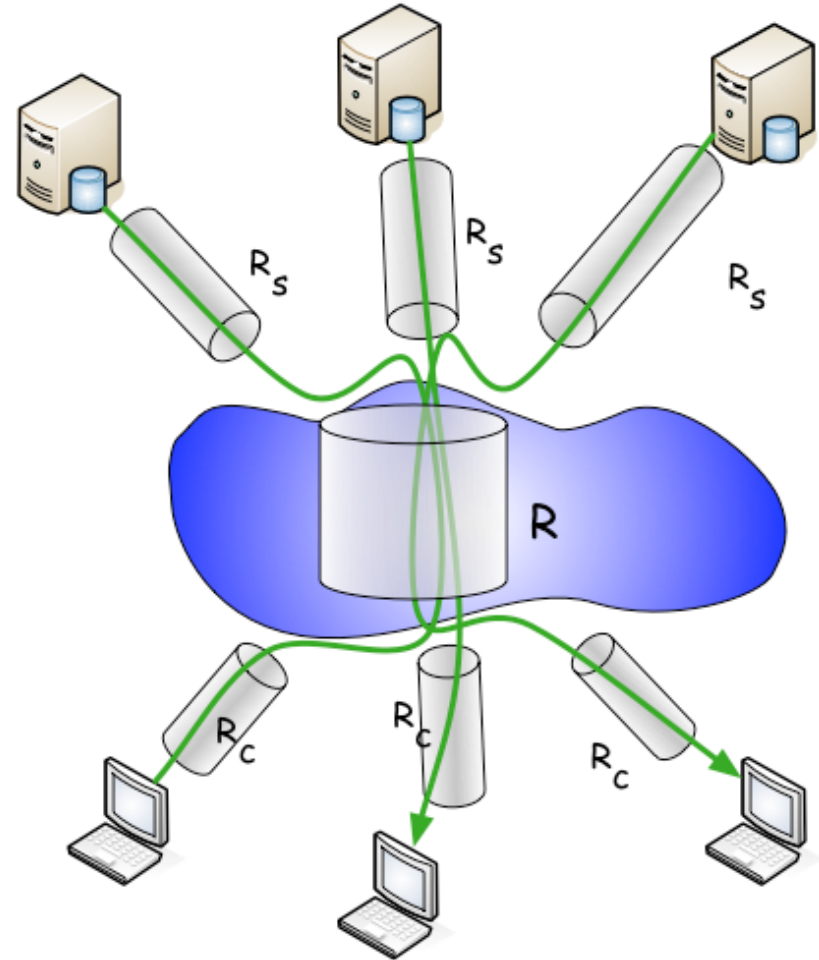
50

- Tasa en bits/tiempo en de una transf. cliente/ serv.
- Instantaneo: el que observamos en cualquier aplicación.
  - ▣ 24 Kbps en telefonía
  - ▣ 256 Kbps video en tiempo real
- Promedio
  - ▣ Luego de transferir un archivo completo
- El rendimiento siempre será equivalente al enlace de **menos** rendimiento en una ruta.
  - ▣  $T_h = \min (R_1, R_2, \dots, R_n)$

# Rendimiento

51

- Rendimiento de extremo a extremo:  $\min(R_s, R_c, R/10)$
- En la práctica  $R_s$  o  $R_c$  son los cuellos de botella.
- En la gráfica 10 conexiones comparten de forma “justa” en ancho de banda.



# Rutas reales en Internet

52

medidas de 3 retardos  
de inter.com a enst-bretagne.fr

```
tracert to labo4g.enstb.fr (192.108.119.8), 64 hops max, 52 byte packets
 1 192.168.1.1 (192.168.1.1) 4.670 ms 1.097 ms 1.214 ms
 2 200.8.76.1 (200.8.76.1) 9.530 ms 12.479 ms 11.026 ms
 3 200.82.134.67 (200.82.134.67) 12.624 ms 15.794 ms 14.494 ms
 4 10.1.232.1 (10.1.232.1) 31.331 ms 29.077 ms 27.579 ms
 5 200.8.128.221 (200.8.128.221) 55.747 ms 32.805 ms 31.821 ms
 6 tengigabitethernet4-1.ar1.ccs1.gblx.net (64.215.248.93) 33.831 ms 32.681 ms 31.040 ms
 7 kar1-serial3-0-0-2-13-13.newyork.savvis.net (166.63.146.37) 75.789 ms 79.084 ms 78.061 ms
 8 166.63.144.2 (166.63.144.2) 90.008 ms 87.570 ms 89.179 ms
 9 xe-1-3-0-xcr1.bkl.cw.net (195.2.25.25) 176.244 ms 201.768 ms 174.530 ms
10 xe-0-1-0-xcr1.prp.cw.net (195.2.9.198) 175.830 ms 180.008 ms 182.500 ms
11 xe-9-3-0-xcr1.par.cw.net (195.2.25.217) 172.668 ms
    xe-0-1-0-xcr1.par.cw.net (195.2.9.189) 175.684 ms
    xe-9-3-0-xcr1.par.cw.net (195.2.25.217) 292.045 ms
12 giprenater-gw.par.cw.net (195.10.54.66) 194.021 ms 174.086 ms 176.759 ms
13 te4-2-rouen-rtr-021.noc.renater.fr (193.51.189.50) 185.405 ms 183.337 ms 184.631 ms
14 te4-2-caen-rtr-021.noc.renater.fr (193.51.189.45) 183.295 ms 186.166 ms 183.510 ms
15 *** Sin respuesta
16 193.51.188.28 (193.51.188.28) 188.049 ms 216.926 ms 180.215 ms
17 pitthee.ipv6.rennes.enst-bretagne.fr (192.108.119.2) 197.163 ms 286.805 ms 270.974 ms
```

Enlace trans-oceanico

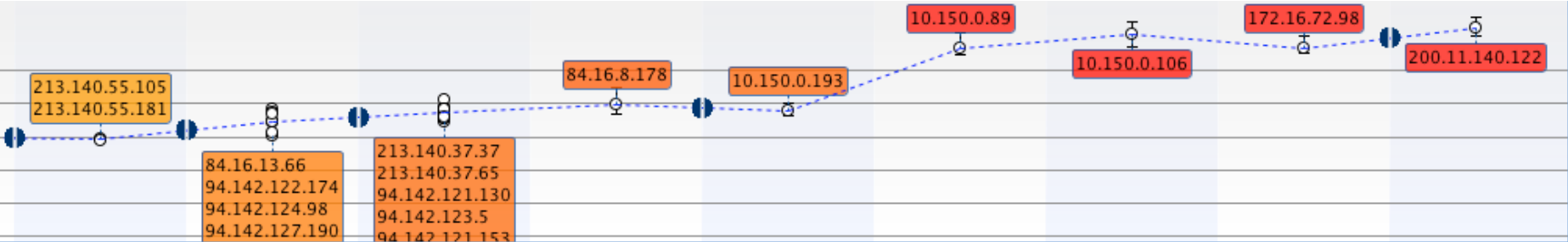
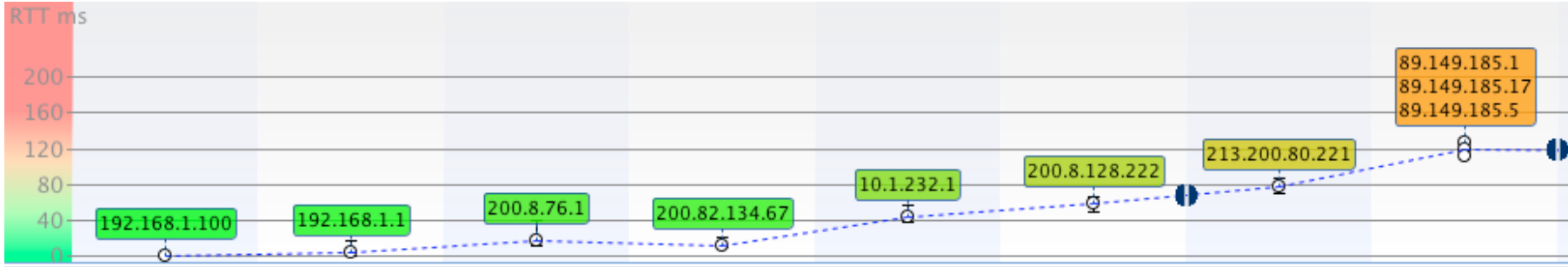
# Mas sobre el ruteo del tráfico...

53



- El tráfico Intrared venezolano viaja hasta los proveedores de “Tier-1” en USA.
- ¡Produce RTTs de hasta 200 ms!
- Más que los proveedores de servicios Americanos...

# Ejemplo de RTT de Inter hacia ULA



# Rendimiento (mas)

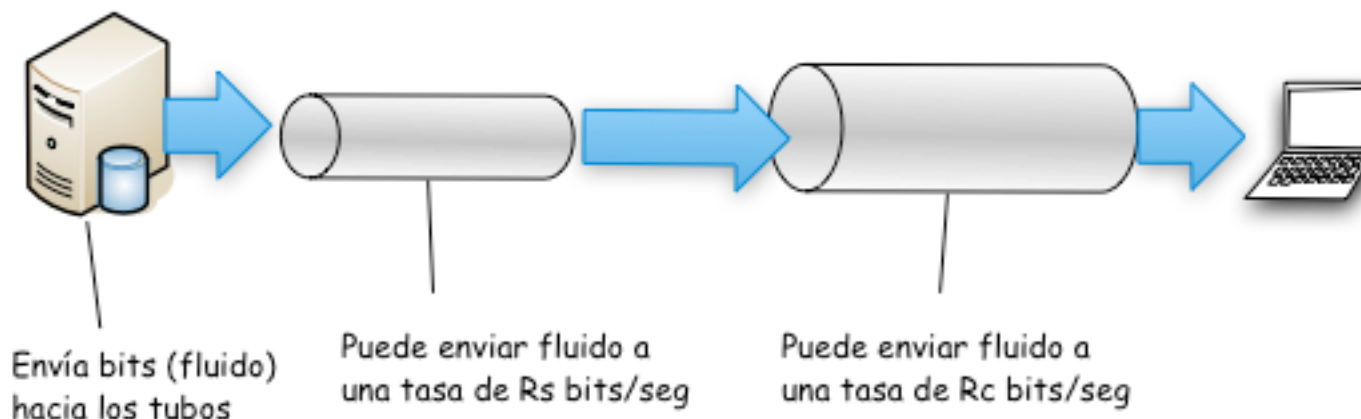
55

## □ Rendimiento instantaneo:

- Tasa de transferencia a la que se recibe data en un lapso de tiempo.  $\tau = f / \delta$

## □ Rendimiento promedio:

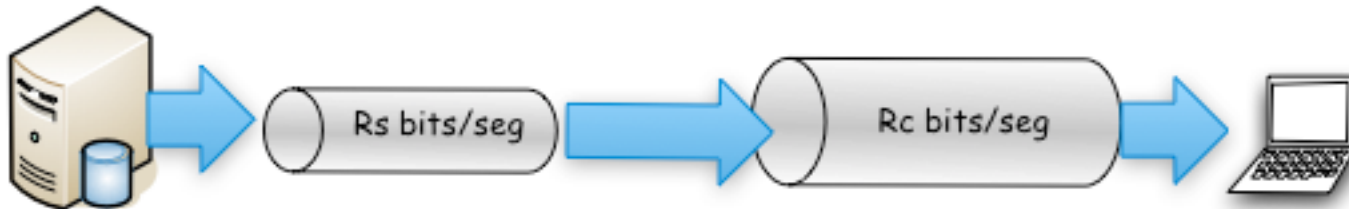
- Se mide al final de la transferencia  $\bar{\tau} = f / T$



# Rendimiento

56

- $R_s < R_c$  ¿Cuál es el promedio extremo a extremo?



- $R_s > R_c$  ¿Cuál es el promedio extremo a extremo?



Enlace más restringido es el que determina el rendimiento de e2e.



57

# Protocolos Capas y Modelos de Servicios

# Capas Protocolares & Modelo de Servicio

58

- Las redes son complicadas
  - hosts
  - enlaces
  - enrutadores
  - enlaces de varios medios
  - aplicaciones
  - protocolos
  - hardware, software



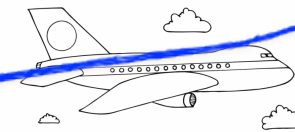
# Linea Aerea

59

ticket(compra)  
maletas (chequeo)  
puerta (embarque)  
despegue  
enrutamiento avion

tiquet (quejas)  
maletas (reclamo)  
puerta (desembarque)  
llegada  
enrutamiento avion

enrutamiento avión



- Cada capa implementa un servicio
  - ▣ Servicio entre capas
  - ▣ Descansa en los servicios prestados por la capa precedente

# ¿Por qué protocolos en Capas?

60

- Simplificar un sistema complejo: divide y vencerás
- Modelo de referencia para la discusión
- Fácil mantenimiento y actualización
  - ▣ Mantenimiento: el cambio de una pieza en una etapa no afecta al resto
- De todas maneras tiene sus detractores

# ¿Por qué usar capas?

61

Para manejar (resolver) sistemas complejos:

- La misma estructura permite organizar al sistema, permitiendo identificación de las piezas.
  - ▣ Hay un modelo de referencia para la discusión
- Facilita el mantenimiento y actualización del sistema.
  - ▣ El cambio en una de las implementaciones no afecta al resto del sistema. Ej: cambio del servicio, en el enrutamiento.
- ¿Puede considerarse peligroso el enfoque por capas?
  - ▣ Múltiples optimizaciones separadas (duplicación de funcionalidades) → termina en complejidad innecesaria...
  - ▣ Afecta las aplicaciones orientadas a data

# Pila protocolar de la Internet

62

- Aplicación: da soporte a aplicaciones de red: email, ftp, http.
- Transporte: transferencia de datos de proceso a proceso: TCP, UDP.
- Red: ruteo de datagramas desde la fuente hacia el destino: IP, protocolos ruteo.
- Enlace: transferencia entre vecinos: ppp, ethernet.
- Físico: bits en el cable.



# Modelo de Referencia ISO/OSI

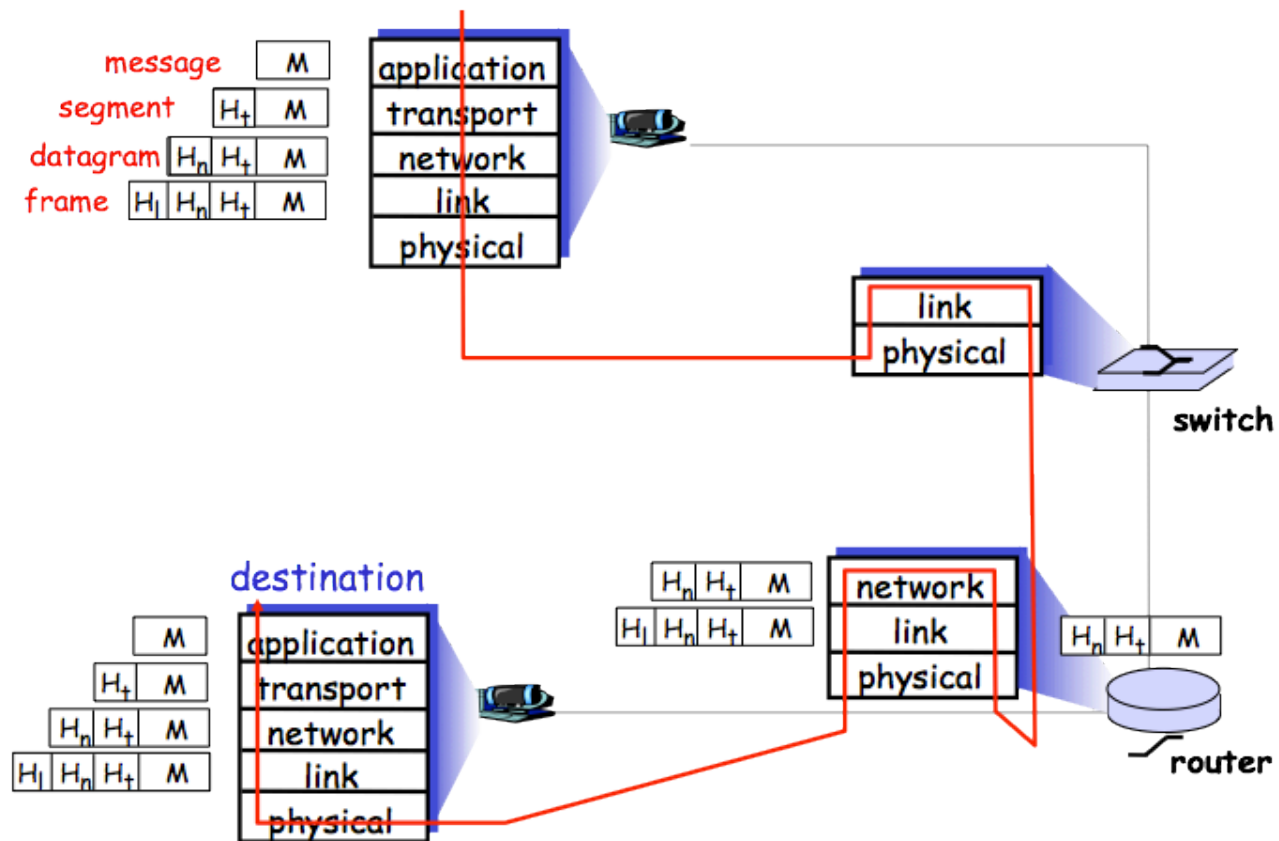
63

- Presentación: permite interpretar el significado de la data: encriptación, desencriptación, conversiones específicas.
- Sesión: sincronización, punto de chequeo, recuperación de intercambio de datos.
- Fíjese que la pila protocolar le faltan estas capas.
  - ▣ Deben ser implementadas en aplicación.
  - ▣ ¿Realmente necesarias?
- Applet sobre la segmentación.



# Nuestro Modelo

64





65

# Seguridad

Formas de ataque

# Seguridad en Redes

66

- ¿De que se trata el campo de seguridad?
  - ▣ De cómo la gente ociosa hace ataques a los sistemas de red.
  - ▣ De cómo nos podemos defender.
  - ▣ Cómo diseñar sistemas inmunes a los ataques.
- Internet no fue diseñada con seguridad en mente
  - ▣ La versión original consistía de usuarios que confiaban mutuamente entre ellos.
  - ▣ Los diseñadores de protocolos tienen que “ponerse al día” con la seguridad.
  - ▣ Hay consideraciones en TODAS las capas.

# Malware via Internet

- El malware entra en un host en forma de virus (con interacción), gusanos (sin interacción) y troyanos (escondidos).
- El spyware puede grabar “lo que tecleamos”, sitios web visitados y llevar la información a un sitio central.
- Los hosts infectados pueden ser parte de una botnet, para hacer spam y DDoS.
- Malware se autoreplica, de uno infectado a uno sano.

# Malware via Internet

68

## □ Troyano

- Parte escondida en un programa útil
- Normalmente en páginas Web: active-X, plugin

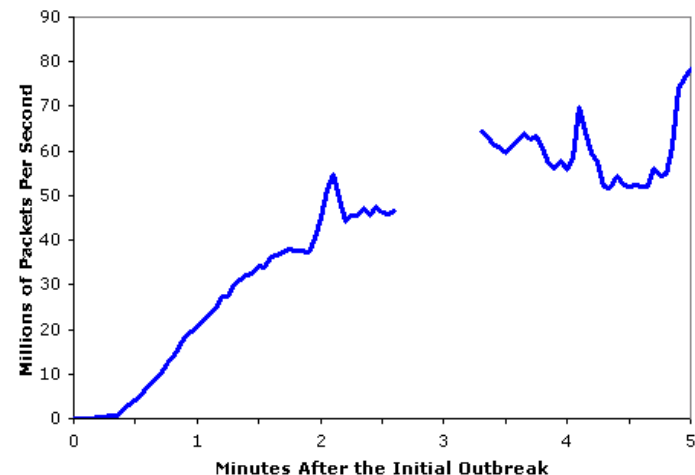
## □ Virus:

- Infección al recibir un objeto: e-mail (attachment)
- Auto replicable

## □ Gusano

- A través de un objeto pasivo que se auto-ejecuta. (backdoors)
- Auto-replicable

Aggregate Scans/Second in the first 5 minutes based on Incoming Connections To the WAIL Tarpit



# Pueden haber ataques a servidores e infraestructura de la red.

69

- Denial of Service Attack: hacer que los recursos (computo, ancho de banda) no estén disponibles a través de tráfico legítimo.
- Pasos:
  1. Seleccionar destino
  2. Repartir el ataque entre varios hosts (ej: botnet)
  3. Enviar paquetes desde todos los hosts hacia el destino.

# Escucha de Paquetes

70

- Se puede hacer spoofing: mandar paquetes con dirección fuente falsa.
- Grabar y reproducir: escuchar paquetes, grabar la secuencia y reproducir luego.
  - ▣ Si se retiene un password, no hay manera de distinguir el usuario real.

71

## Breve reseña histórica

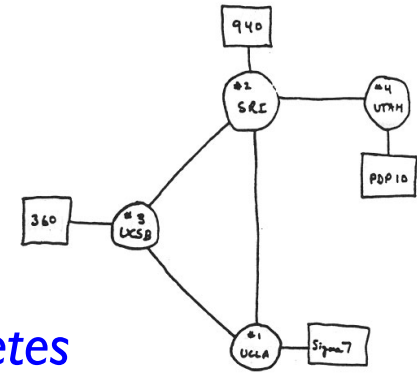
# Historia

72

*De 1961-1972: Principios de las redes orientadas a paquetes*

- **1961**: Kleinrock teoría de colas muestra efectividad en packet switching
- **1964**: Baran – packet switching en redes militares
- **1967**: concepción de ARPANET
- **1969**: primer nodo ARPANET operacional

- **1972**:
  - Demostración pública de ARPANET
  - NCP (network control protocol) host-host
  - Primer programa email
  - ARPANET tiene 15 nodos.



THE ARPA NETWORK

DEC 1969

4 NODES



# Historia de la Internet

73

## *De 1972-1980: Computo en redes, privadas y públicas*

- 1970: ALOHAnet red satelital
  - 1974: Arquitectura de Cerf y Khan
  - 197X: Louis Pouzin descubre el datagrama proyecto (Cyclades).
  - 1976: Ethernet en Xerox PARC
  - Fin 70's: switcheo de paquetes longitud fija.
  - 1979: ARPAnet tiene 200 nodos.
- Principios de trabajo en red:
    - ▣ Minimalismo y autonomía (no cambios internos para conectar REDES)
    - ▣ Mejor esfuerzo como modelo de servicio
    - ▣ Routers sin estado
    - ▣ Control descentralizado

# Historia de la Internet

74

*De 1990-2000: comercialización, Web, aplicaciones nuevas.*

- Principios de los 90: final de la ARPAnet
- Principios 1990s: Web
  - ▣ Hipertext [Bush 1945, Nelson 1960]
  - ▣ HTML, HTTP: Berners-Lee
  - ▣ 1994: Mosaic, Netscape
  - ▣ Fin 1990: comercialización de la Web.
- Inicios del 2000
  - ▣ IMS, P2P: killer apps.
  - ▣ Importancia de la seguridad en redes
  - ▣ 50 millones de hosts, 100+ millones usuarios
  - ▣ Backbone a Gbps.

# Historia de la Internet

75

- 2009
  - ~625 millones hosts
  - Voz y video sobre IP
  - Aplicaciones P2P:  
bittorrent, skype,  
Pplive (video)
  - Aplicaciones: youtube,  
juegos
  - Inalámbrico, movilidad

# Ejercicios

76

- Diseñe un protocolo para ponerse de acuerdo dos personas en una cita a comer. El acuerdo debe ser vía telefónica.
- Cuales son las tasa de transferencia de una red local ethernet? Puede un usuario transmitir a la velocidad nominal?
- Haga una comparación de los tipos de acceso inalámbrico a Internet hoy en día.
- En que consiste el multiplexaje estadístico.

# Ejercicios

77

- Suponga que tiene un par de host separados por un switch. Si la tasa de transmisión entre el host 1 y el switch es de  $R_1$  y entre el switch y el host 2 es de  $R_2$ . Cual es el retardo de extremo a extremo (ignore la propagación, colas y procesamiento).
- Suponga que los usuarios pueden compartir un enlace de 2Mbps. Suponga también que cada usuario puede transmitir a 1Mbps en continuo. Además cada usuario transmite solo el 20% del tiempo.
  - a) Cuantos usuario soporta el sistema en CS?
  - b) Por qué no habria cola si hay 2 o menos usuarios en modo PS?
  - c) Cual es la probabilidad de que un usuario transmita?
  - d) Cual es la probabilidad de que 3 usuarios transmitan simultaneamente? Que proporción del tiempo de transmisión se hace cola?

# Ejercicios

78

- Vaya al applet de delay de Transmisión vs. Delay de Propagación.
  - ▣ a) busque una combinación en la que, el sender termina de transmitir el paquete antes de que llegue al destino
  - ▣ b) busque una combinación en la que, el sender no ha terminado de transmitir y el primer bit ha llegado al destino
- Vaya al applet de cola y pérdidas, determine una configuración para que ocurran pérdidas. Cuanto tiempo pasa hasta que ocurre la primera pérdida? Varía el tiempo si se repite el experimento 2 veces? Por que?

# Ejercicio

79

- Diseñe y describa un protocolo entre un cajero automático y el banco. El protocolo debe verificar el usuario y la clave, debe poder consultar el balance de la cuenta, retiro de dinero. El protocolo debe cubrir el caso de fondos insuficientes en un retiro. Especifique los mensajes intercambiados y las acciones tomadas de cada lado de la conexión. Haga un diagrama cuando hay una operación exitosa de retiro. Explique bien las condiciones asumidas para el transporte de extremo a extremo.