

Introducción a la materia

Introducción a los Sistemas Distribuidos (75.43)

Universidad de Buenos Aires, Facultad de Ingeniería

Marzo, 2024



Docentes

Profesor Titular:

- José Ignacio Alvarez Hamelin

Docentes:

- Agustin Horn
- Javier Scodelaro
- José Luis Balbiano
- Juan Ignacio Lopez Pecora

Horarios

- **Clase Teórica:** Viernes 19hs
- **Clase Práctica:**
 - Martes 19hs - G1
 - Viernes 19hs - G2

Evaluaciones

- **Primer parcial:** Semana 10 (17/05/24)
- **1er Rec:** Semana 12 (31/05/24)
- **2do Rec:** (02/07/24)

Trabajos Prácticos

- Grupales → 5? integrantes
- Aprobación **obligatoria**
 - *Desaprobar un TP implica que el alumno deberá recursar la materia.*
- *No se aceptarán entregas fuera de término*

Nota de cursada

- **Parcial**
- **Trabajos Prácticos**
- **Concepto**

- Reglamento de la materia
- Material de clases
- Publicación y entrega de TPs
- Publicación de notas
- Comunicación: Campus + Slack + e-mail

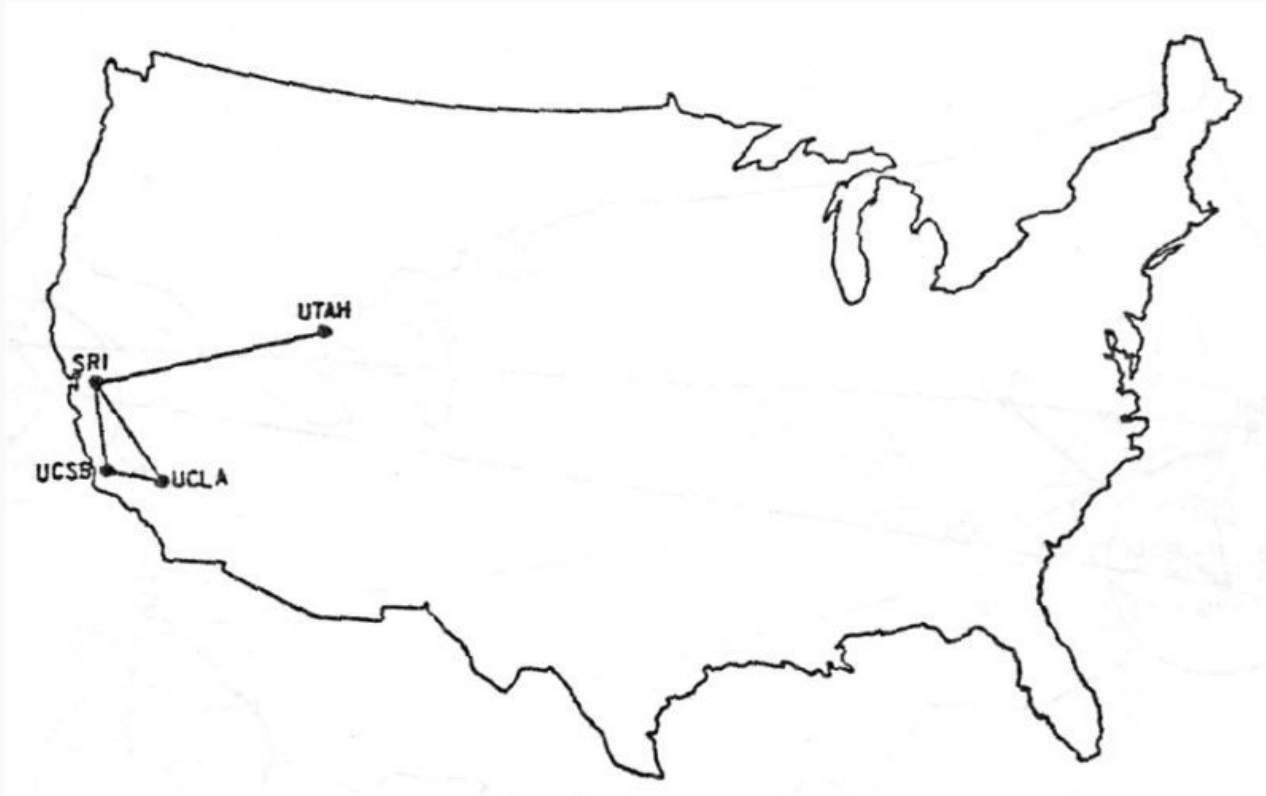
Orden del día

- Repaso
- Metricas de Performance
- Ejercicio
- Wireshark

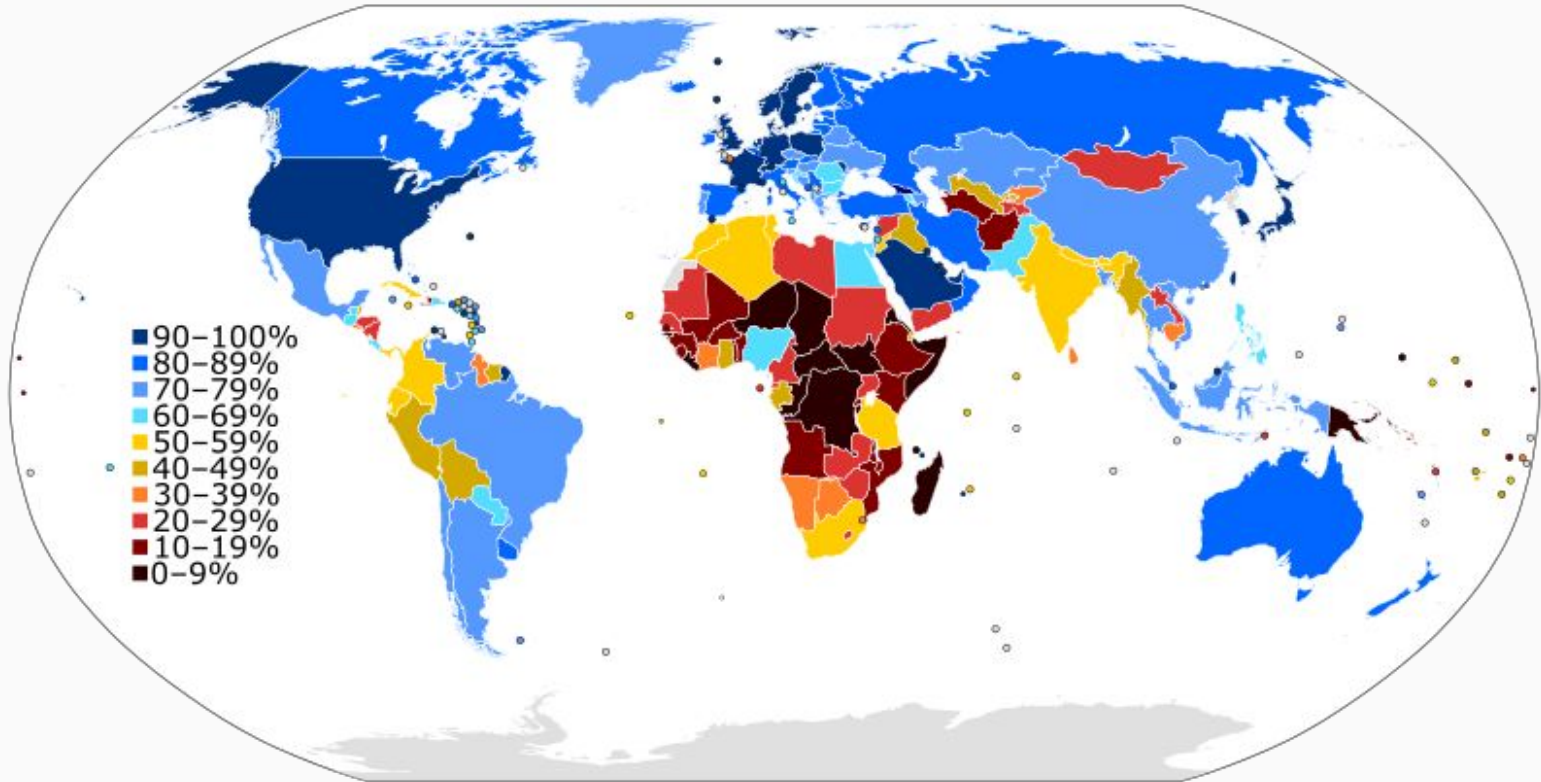
Repaso



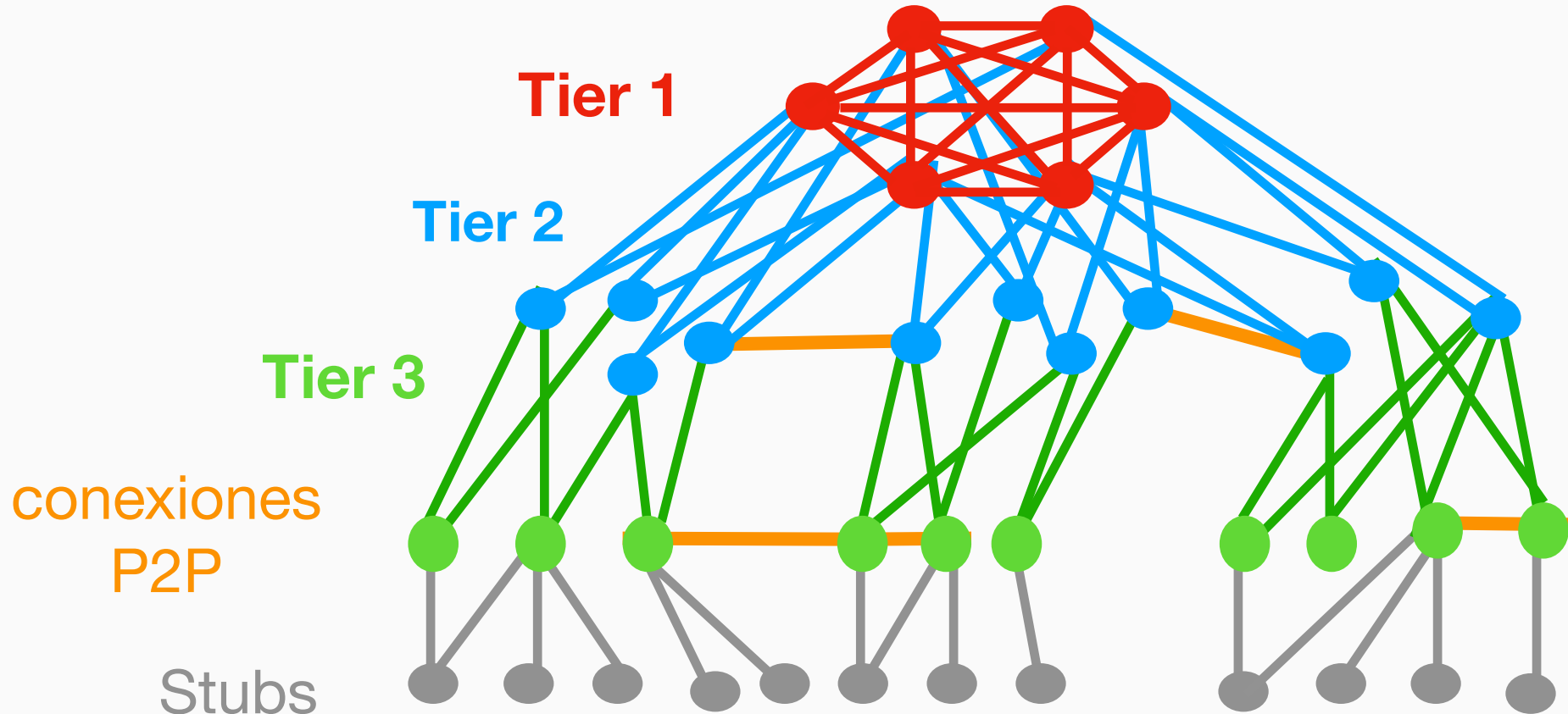
¿Qué es Internet? – Arpanet 1969



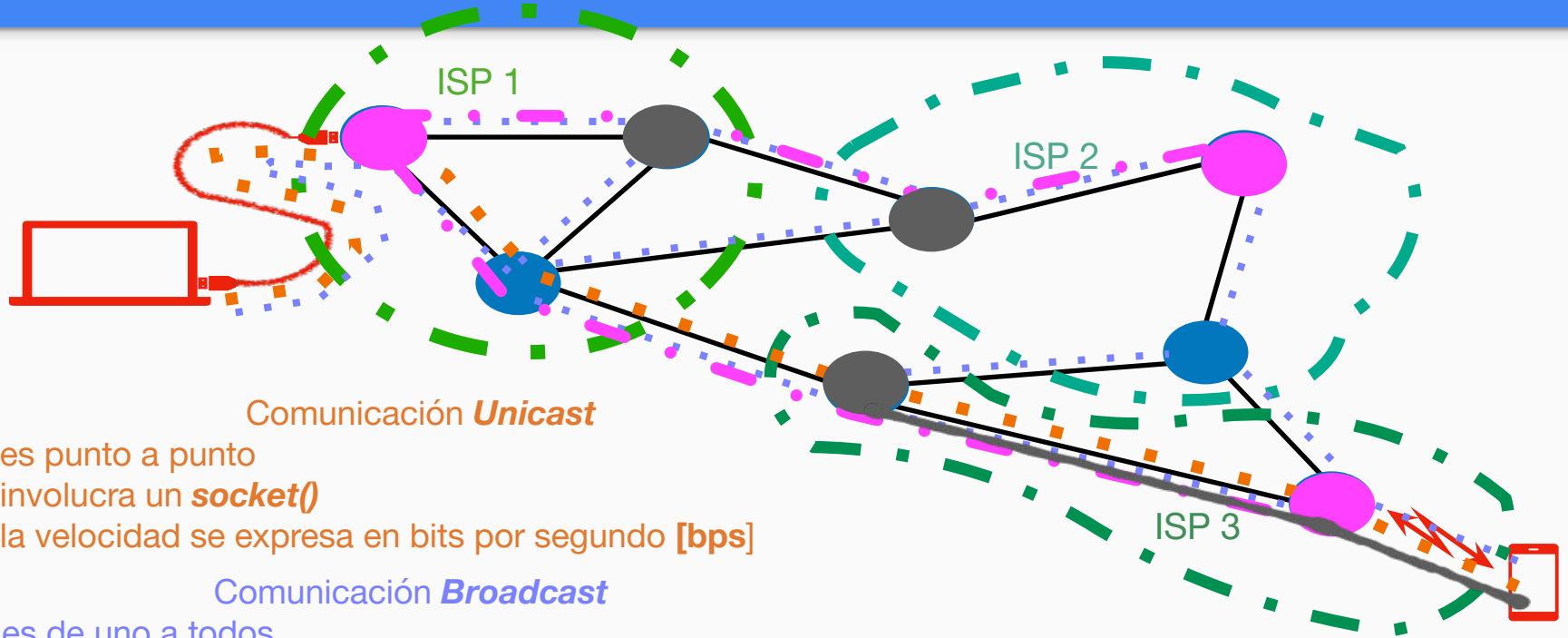
Internet - Actual



Internet - Actual



Conectividad



Comunicación *Unicast*

- es punto a punto
- involucra un **socket()**
- la velocidad se expresa en bits por segundo [bps]

Comunicación *Broadcast*

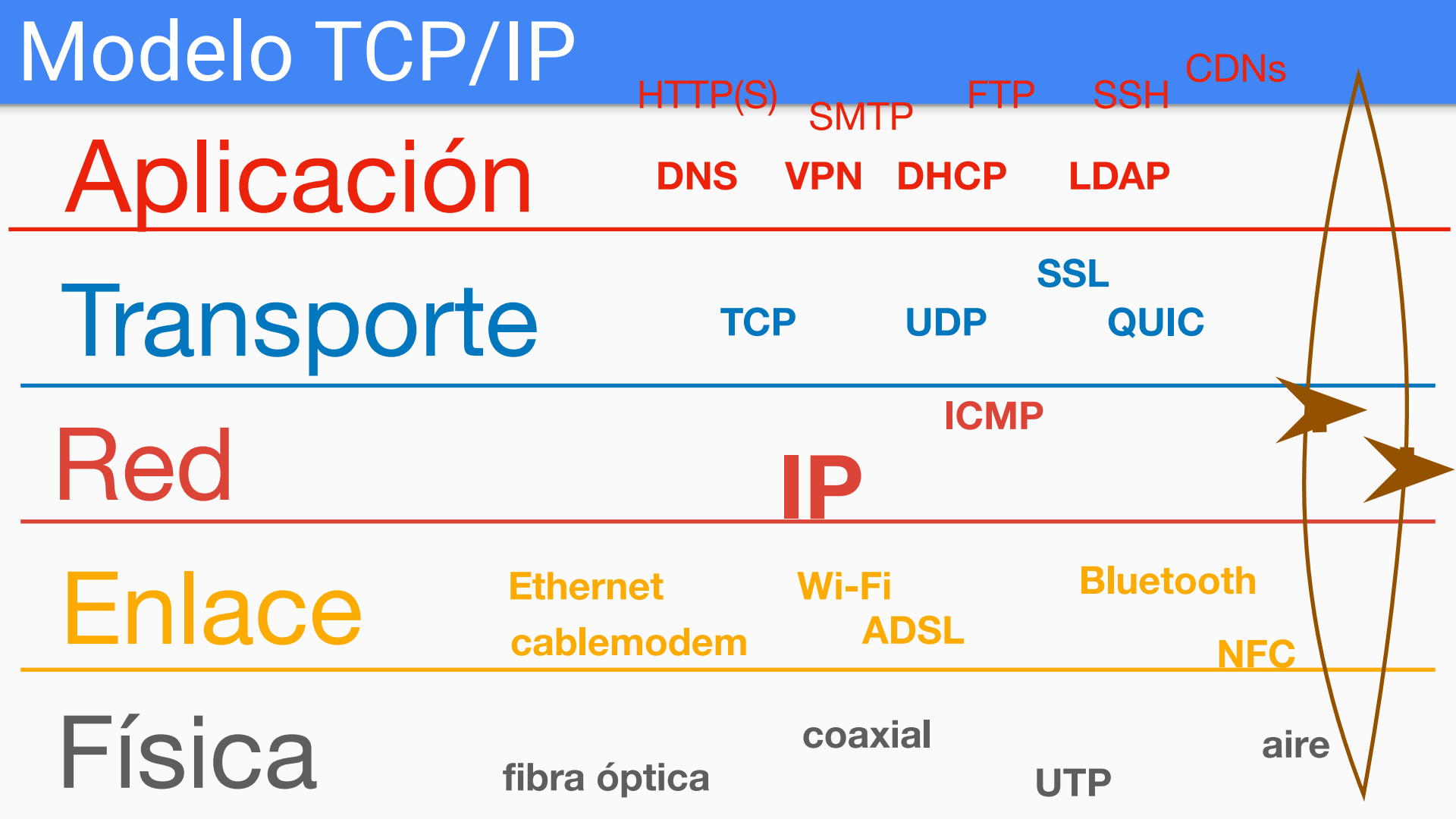
- es de uno a todos
- lleva información de funcionamiento

Comunicación *Multicast*

- es de uno a un grupo
- lleva información que sólo es necesaria para ese grupo

Comunicación *Anycast*

- es al más cercano
- lleva información que está replicada en la red



Modelo TCP/IP

Aplicación

HTTP(S) SMTP FTP SSH CDNs
DNS VPN DHCP LDAP

Transporte

TCP UDP SSL QUIC

Red

IP

ICMP

Enlace

Ethernet cablemodem Wi-Fi ADSL Bluetooth NFC

Física

fibra óptica coaxial UTP aire

Métricas



Métricas de performance

- Pérdida de paquetes (Packet Loss)
- Latencia

Pérdida de paquetes

- *Paquete que se origina en un host pero **nunca arriba a destino***



Latencia

- *Retardo entre un estímulo y la respuesta*



Latencia

● ¿Por qué es importante?

- Impacta en la UX
- Ciertas aplicaciones son sensibles a la latencia

● ¿Qué la origina?

1. Tiempo de inserción
2. Tiempo de propagación
3. Tiempo de procesamiento
4. Tiempo de encolado

Tiempo de inserción

- *Tiempo que demora el paquete en ser insertado en el enlace*

- ***¿De qué depende?***

- L = largo del paquete
- R = Velocidad de serialización

$$t_{ins} = \frac{L}{R}$$

Tiempo de propagación

- *Tiempo que demora el paquete en propagarse por el enlace de un router al próximo*
- **¿De qué depende?**
 - Velocidad del medio
 - Aire = velocidad de la luz (3^{e8} m/s)
 - Fibra, Cobre, coax = 2/3 velocidad de la luz
- Distancia entre los extremos del enlace

$$t_{prop} = \frac{d}{c}$$

Inserción vs Propagación

- ¿Cuál es realmente la diferencia?

- **Inserción**

- Tiempo para insertar el paquete en el canal
- Independiente de la distancia entre hosts

- **Propagación**

- Tiempo para atravesar el canal
- Independiente de la velocidad de serialización

Ejemplo: Ruta con peajes

- Analogía

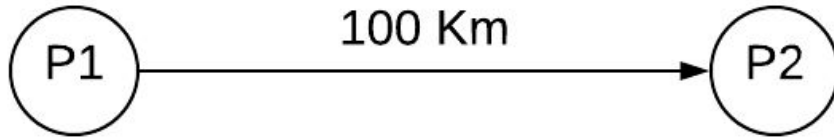
- Cabina de peaje

<— Router

- Tramo de ruta entre peajes

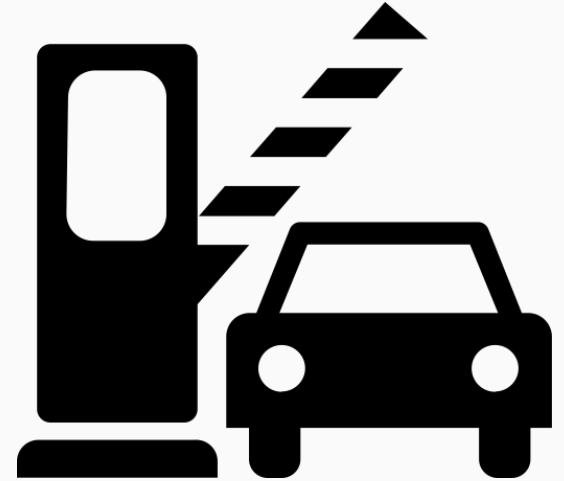
<— Enlace

$V = 100 \text{ Km / h}$



1 auto / 12 s

1 auto / 12 s



Ejemplo: Ruta con peajes

- Conclusiones

Distancias largas \rightarrow Tiempo de Recorrido \gg Tiempo peajes

Distancias cortas \rightarrow Tiempo peajes \gg Tiempo de Recorrido

Tiempo de procesamiento

- *Es el tiempo que requiere el procesamiento del paquete en los routers*
- **Causas**
 - Leer el header
 - Tomar la decisión de por cual enlace se debe enviar
- **Orden de magnitud = ns - μ s**

Tiempo de encolado

- *Tiempo que espera paquete en el router desde que arriba hasta que es finalmente transmitido*
- **¿De que depende?**
 - Tasa de ocupación del router
 - Es decir del tamaño de la cola
 - *A mayor tráfico, mayor tiempo de encolado*

Tiempo de encolado y pérdidas

- **¿El tiempo de encolado es constante?**

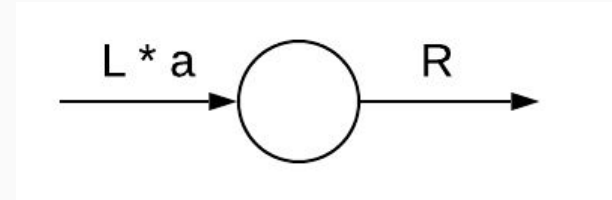
→ No, varía con el tráfico (aleatorio)

- **Pensemos**

→ L : Largo del paquete

→ a : tasa de arribo promedio de paquetes

→ R : velocidad de serialización



- **Si $L * a > R$**

→ Están arribando más datos de los que el router puede enviar

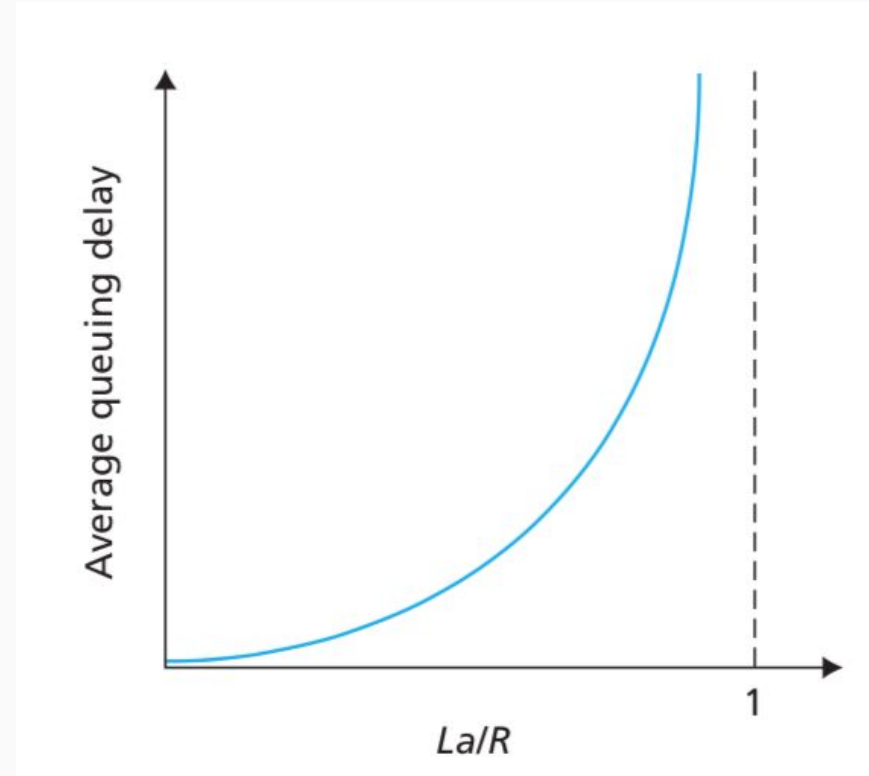
→ Esto quiere decir que la cola crece (y crece)

→ Se llenan los buffers

→ Se descartan paquetes

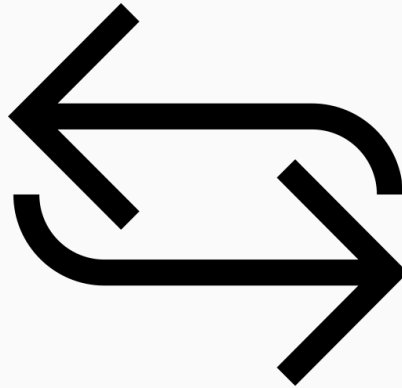
Tiempo de encolado y pérdidas

- Deseo del dueño del SW
 - Que esté Tx **TODO** el tiempo
- Problema
 - **$L*a = R$ \rightarrow la cola desborda**
- Solución
 - **$L*a < R$ (subutilización)**



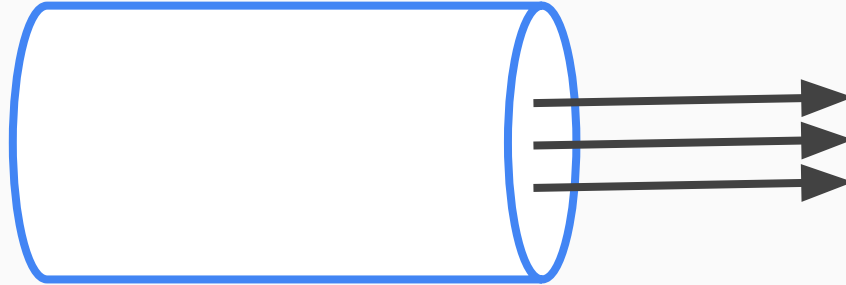
Round-Trip Time (RTT)

- *Tiempo que tarda un paquete de datos enviado desde un emisor en volver al mismo emisor habiendo pasado por el receptor de destino.*



Throughput

- *Cantidad de datos que se pueden transmitir a través de una red en un período de tiempo determinado.*
- *Tasa a la que se transfieren bits entre trasmisor/receptor [b/s]*



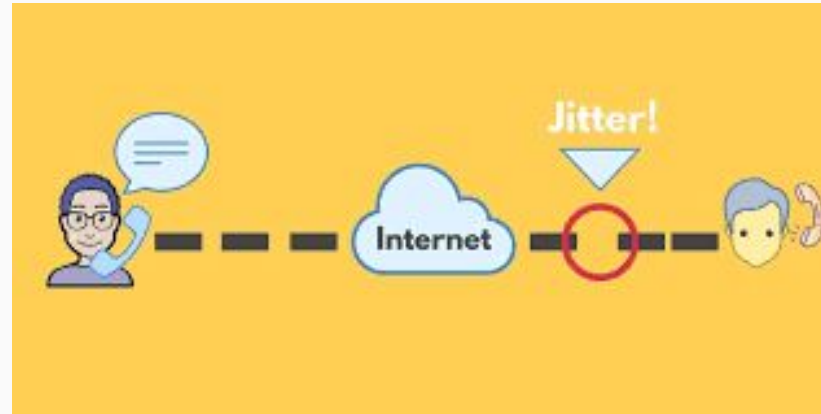
Throughput

- Cantidad de datos que se pueden transmitir a través de una red en un período de
- Tasa a la que

¿Qué diferencia hay
entre el **ancho de
banda** y el
throughput?

Jitter

- *Variación en el tiempo que tarda un paquete de datos en viajar desde su origen hasta su destino. Mide la **fluctuación del retardo**.*



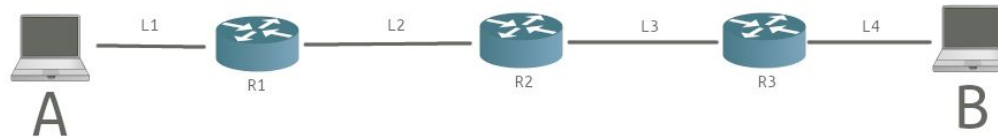
Ejercicio

Se quiere calcular el RTT para medir la latencia entre dos host bajo la siguiente configuración

	L1	L2	L3	L4
Distancia	100 m	10 km	4 km	100 m
Ancho de Banda	10 Mbps	200 Mbps	200 Mbps	10 Mbps
Velocidad de Propagación	1.7×10^5 km/s	2×10^5 km/s	2×10^5 km/s	1.7×10^5 km/s

1 Mbps = 10^6 bits / seg

El RTT se debe calcular utilizando un segmento de prueba de tamaño **1000 Bytes**, y será el mismo para la ida y la vuelta. Los tiempos de encolado y procesamiento son despreciables.



Ping

- *Herramienta de software de administración de redes que se utiliza para probar la accesibilidad de un host en una red IP.*



Captura de paquetes

File Edit View Go Capture Analyze Statistics Telephony Wireless Tools Help



Apply a display filter ... <Ctrl-/>

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
544	25.616052	20.189.173.15	192.168.0.37	TCP	60	443 → 54872 [ACK] Seq=5043 Ack=10967 Win=4194560 Len=0
545	25.616052	20.189.173.15	192.168.0.37	TCP	60	443 → 54872 [ACK] Seq=5043 Ack=6647 Win=4194560 Len=0
546	25.617433	20.189.173.15	192.168.0.37	TLS...	164	Application Data
547	25.622168	192.168.0.37	20.189.173.15	TCP	54	54872 → 443 [FIN, ACK] Seq=18474 Ack=5153 Win=131584 Len=0
548	25.834325	20.189.173.15	192.168.0.37	TLS...	96	Application Data
549	25.834419	192.168.0.37	20.189.173.15	TCP	54	54872 → 443 [RST, ACK] Seq=18475 Ack=5195 Win=0 Len=0
550	25.835279	20.189.173.15	192.168.0.37	TCP	60	443 → 54872 [FIN, ACK] Seq=5195 Ack=18475 Win=4194560 Len=0
551	25.865359	142.251.134.78	192.168.0.37	UDP	294	443 → 49362 Len=252
552	25.865359	142.251.134.78	192.168.0.37	UDP	78	443 → 49362 Len=36
553	25.865359	142.251.134.78	192.168.0.37	UDP	79	443 → 49362 Len=37
554	25.868551	192.168.0.37	142.251.134.78	UDP	75	49362 → 443 Len=33
555	25.873222	192.168.0.37	142.251.134.78	UDP	268	49362 → 443 Len=226
556	25.887517	142.251.134.78	192.168.0.37	UDP	74	443 → 49362 Len=32
557	25.890069	192.168.0.37	142.251.134.78	UDP	75	49362 → 443 Len=33
558	25.907847	192.168.0.99	239.255.255.250	SSDP	279	NOTIFY * HTTP/1.1

> Frame 549: 54 bytes on wire (432 bits), 54 bytes captured (432 bits) on interface \Device\NPF_{A28D0B57-F44D}

> Ethernet II, Src: CloudNet_96:f4:db (38:d5:7a:96:f4:db), Dst: Sagemcom_a8:51:b2 (ec:be:dd:a8:51:b2)

> Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.0.37, Dst: 20.189.173.15

0100 = Version: 4

.... 0101 = Header Length: 20 bytes (5)

> Differentiated Services Field: 0x00 (DSCP: CS0, ECN: Not-ECT)

Total Length: 40

Identification: 0x1325 (4901)

> 010. = Flags: 0x2, Don't fragment

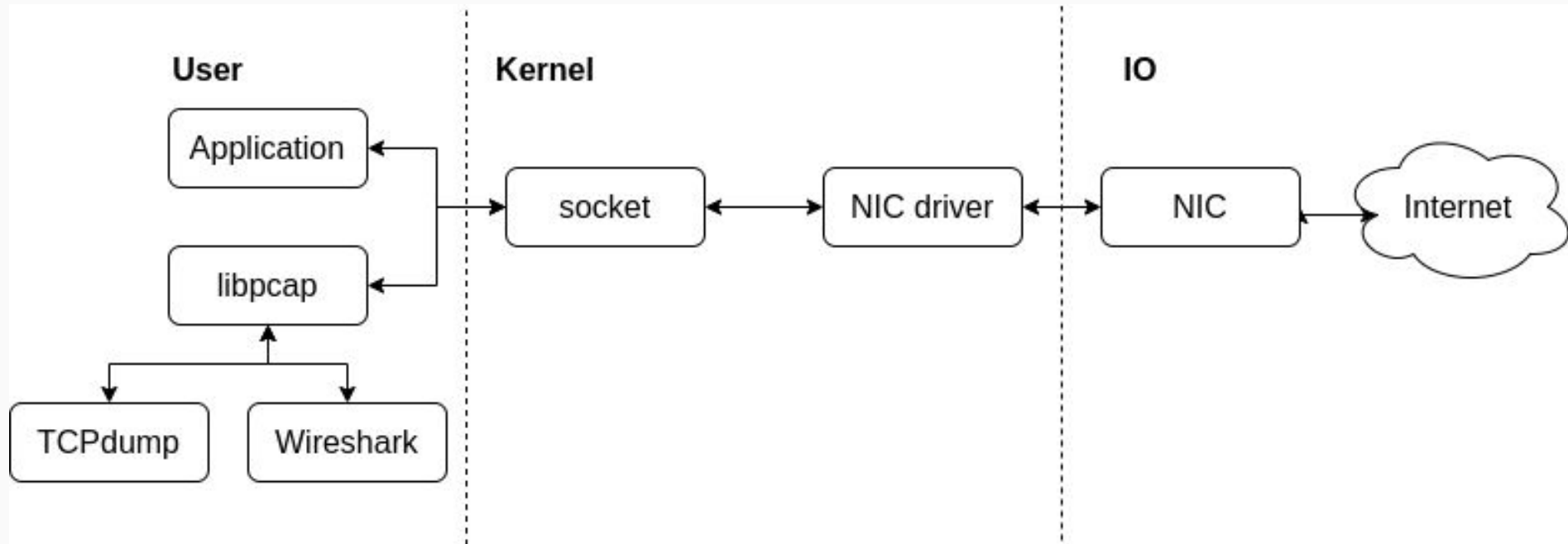
...0 0000 0000 0000 = Fragment Offset: 0

Time to Live: 128

Destination: TCP (6)

0000	ec be dd a8 51 b2
0010	00 28 13 25 40 00
0020	ad 0f d6 58 01 bb
0030	00 00 3b 9d 00 00

Libpcap



Tarea

Investigar:

- *Throughput*
- *Bandwitdth*
- *Throughput vs Bandwidth*



Referencias

- Kurose, Ross, Computer Networking A Top-Down Approach 7ed
 - 1.4 Delay, Loss, and Throughput in Packet-Switched Networks
- Libpcap and TCPdump
<https://www.tcpdump.org/>