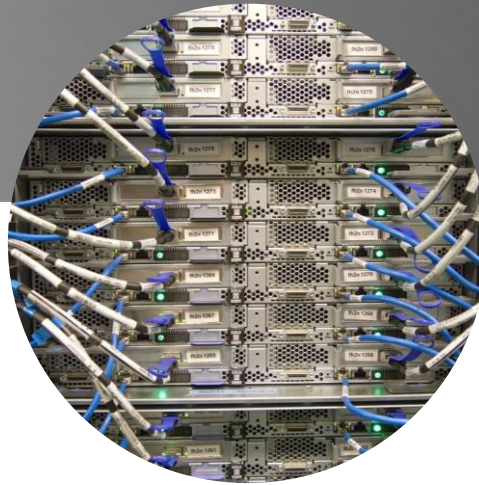


Redes de computadores 2022 -1 (11310052)

David Felipe Celeita Rodriguez

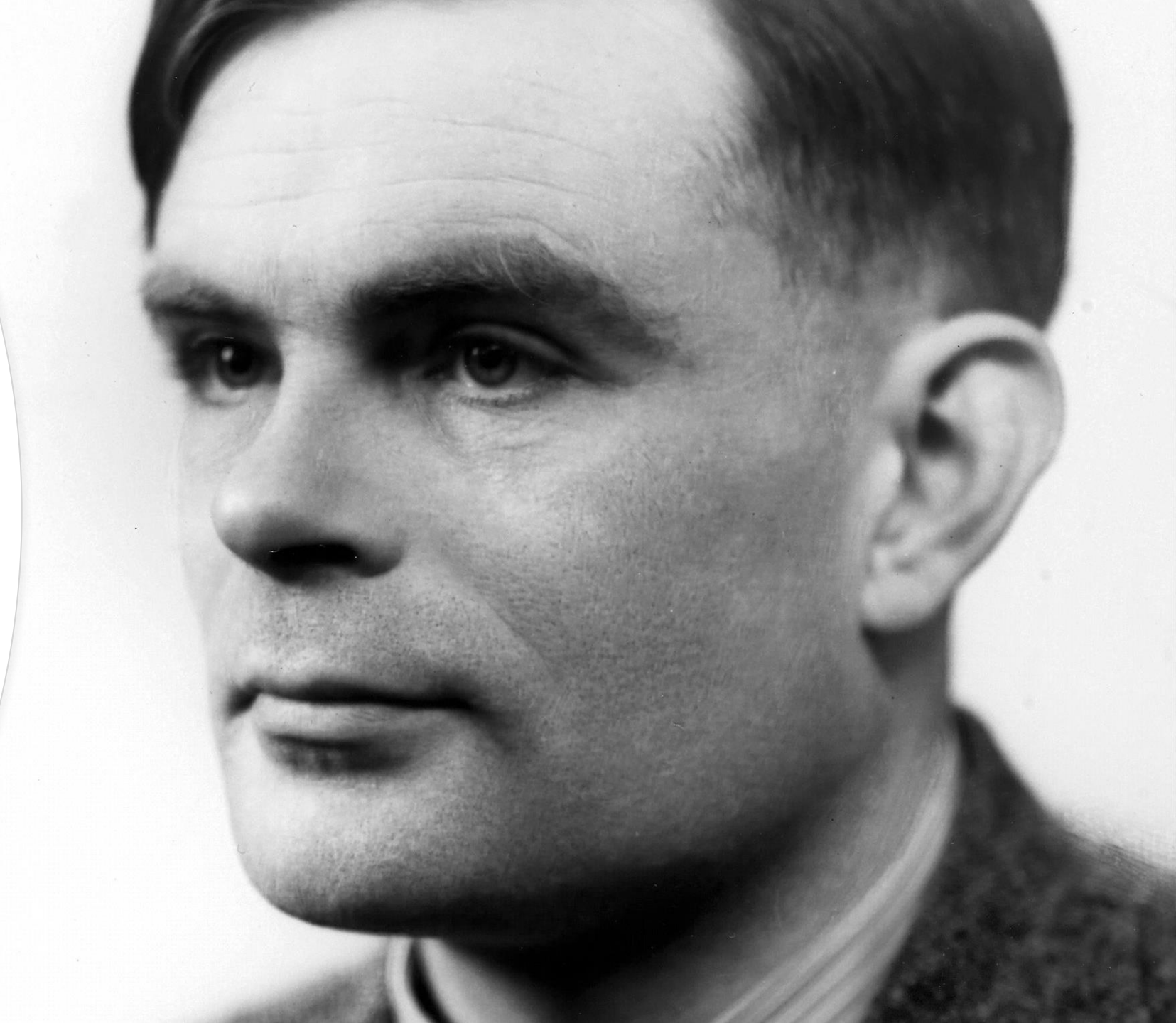


Universidad del
Rosario

Escuela de Ingeniería,
Ciencia y Tecnología

“We can only see a short distance ahead, but we can see plenty there that needs to be done.”

Alan Turing



Universidad del
Rosario

Escuela de Ingeniería,
Ciencia y Tecnología

Programa

Fecha (Sesión)	Tema
Sesión 1-2 24 Ene – 28 Ene	Introducción a redes de computadores Parte 1
Sesión 3-4 31 Ene – 4 Feb	Introducción a redes de computadores Parte 2
Sesión 5-6 7 Feb – 11 Feb	Capa de aplicación Parte 1
Sesión 7-8 14 Feb – 18 Feb	Capa de aplicación Parte 2
Sesión 9-10 21 Feb – 25 Feb	Capa de transporte Parte 1
Sesión 10 21 Feb – 25 Feb	PARCIAL 1





Capítulo 1: Introducción

Contexto:

¿Qué es Internet? ¿Qué es un protocolo?

Network edge (Frontera de la red): hosts, access network, physical media

Network core (Núcleo de la red): packet/circuit switching, internet structure

Desempeño de la red: loss, delay, throughput

Capas de protocolos, Modelos de servicio

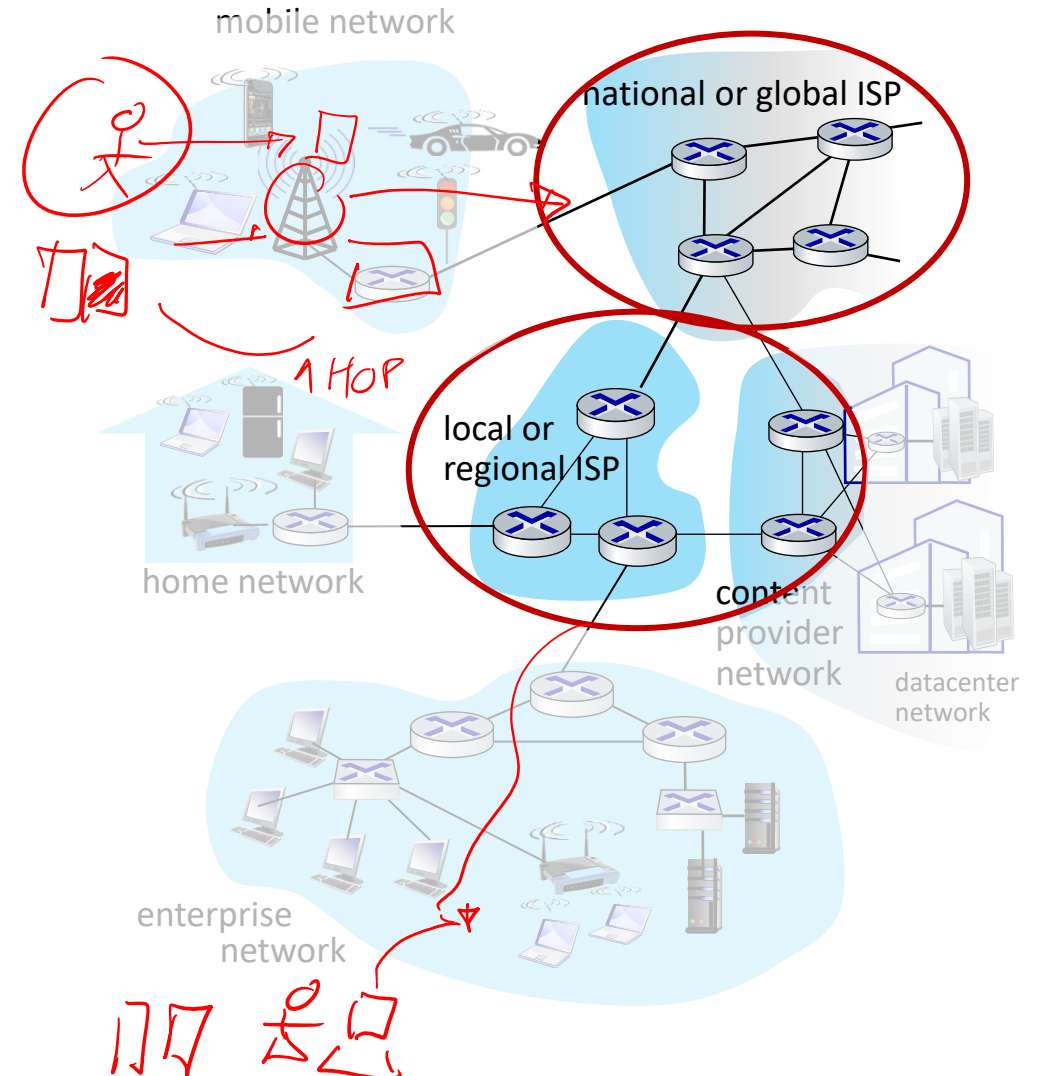
Seguridad

Historia

NUCLEO DE LA RED (RED CENTRAL)

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

- Routers interconectados en anillos
- **packet-switching:**
 - los hosts dividen los mensajes de la capa de aplicación en **paquetes**
 - la red **reenvía** paquetes de un enrutador al siguiente, a través de enlaces en la ruta desde **el origen al destino**

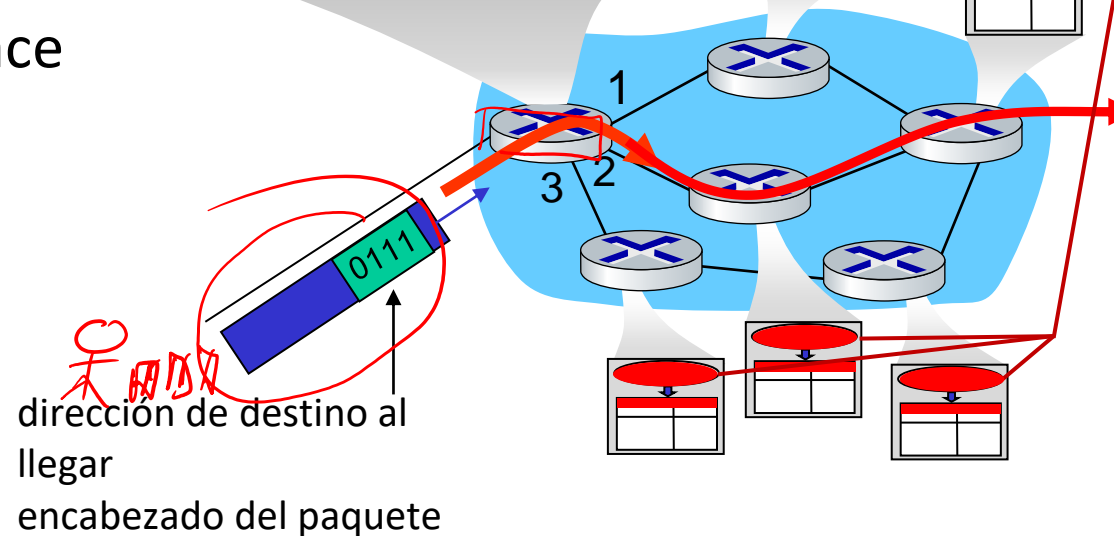
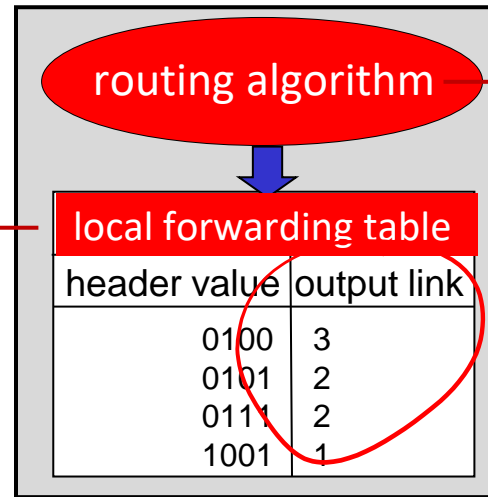


DOS FUNCIONES PRINCIPALES DE LA RED CENTRAL

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

Forwarding:

- aka “switching”
- *Acción local*: mover los paquetes que llegan del enlace de entrada del enrutador al enlace de salida del enrutador apropiado



Routing:

- *Acción global*: determinar las rutas de origen-destino que toman los paquetes
- algoritmos de enrutamiento

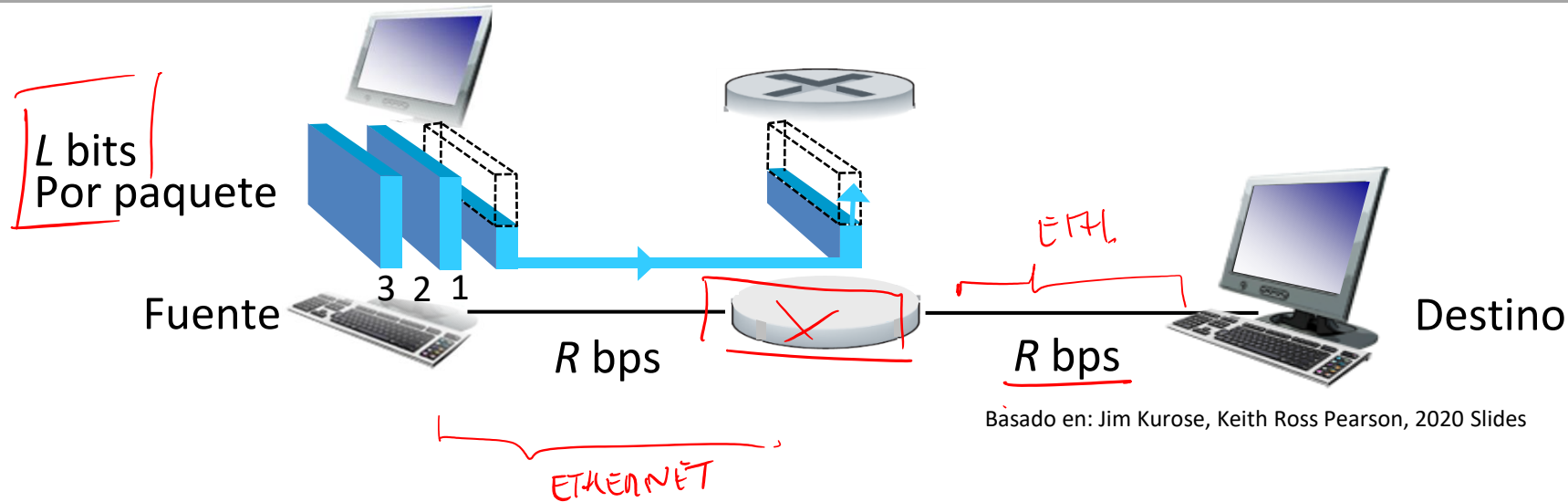


Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides



Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

Packet-switching: store-and-forward



Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

- **packet transmission delay:** tarda L / R segundos en transmitir (push-out) el paquete de L bits en el enlace a R bps
- **store and forward:** el paquete completo debe llegar al enrutador antes de que pueda transmitirse en el siguiente enlace

$$L = 10 \text{ Kbits}$$

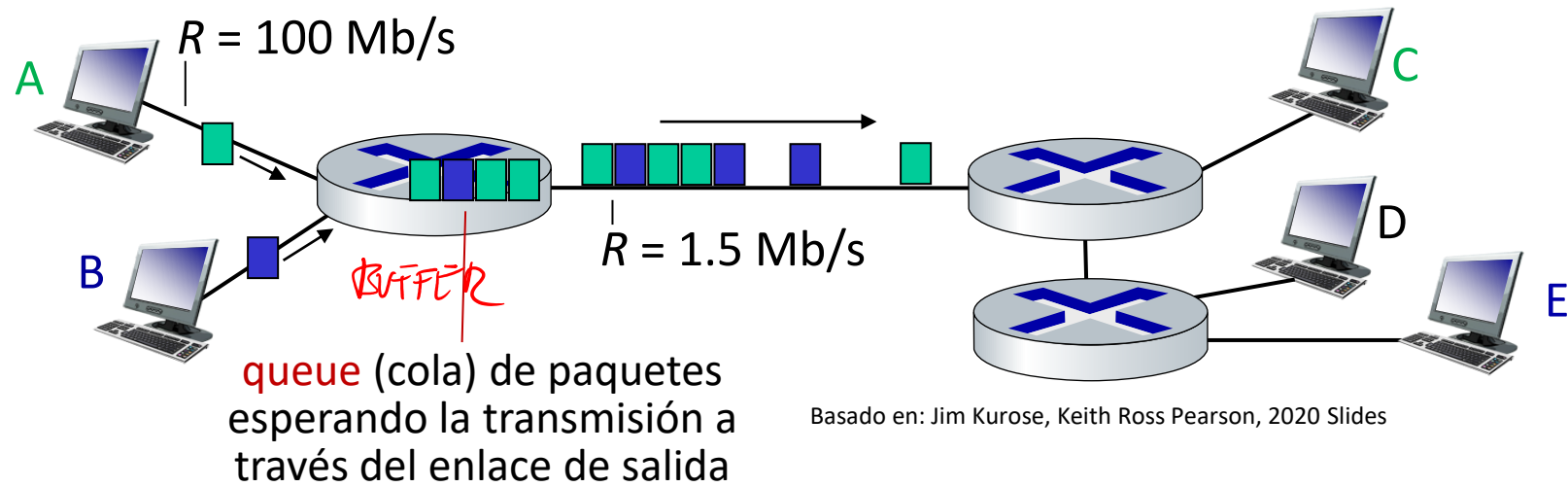
$$R = 100 \text{ Mbps}$$

$$1 \times 10^{-4} \text{ seg}$$

$$\frac{L}{R} = \frac{10 \times 10^3}{100 \times 10^6} = 0,1 \times 10^{-3} \text{ seg}$$

$$0,1 \text{ msec}$$

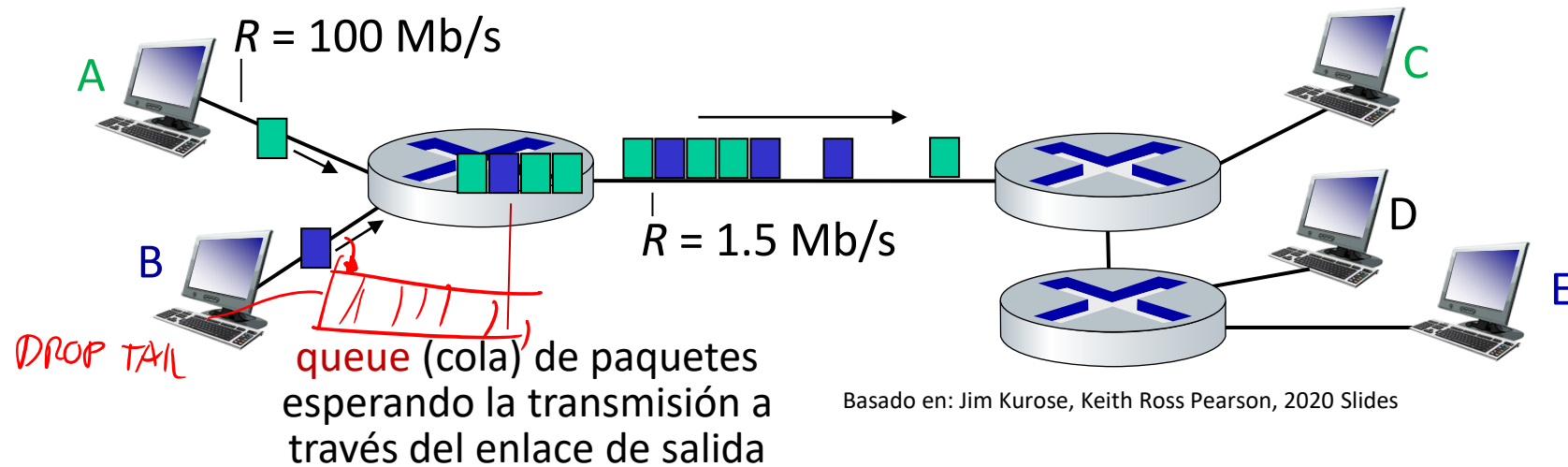
Packet-switching: queueing



Queueing (La cola) se produce cuando el trabajo llega más rápido de lo que se puede atender:



Packet-switching: queueing



Packet queuing and loss: si la velocidad de llegada (en bps) al enlace excede la velocidad de transmisión (bps) del enlace durante algún período de tiempo:

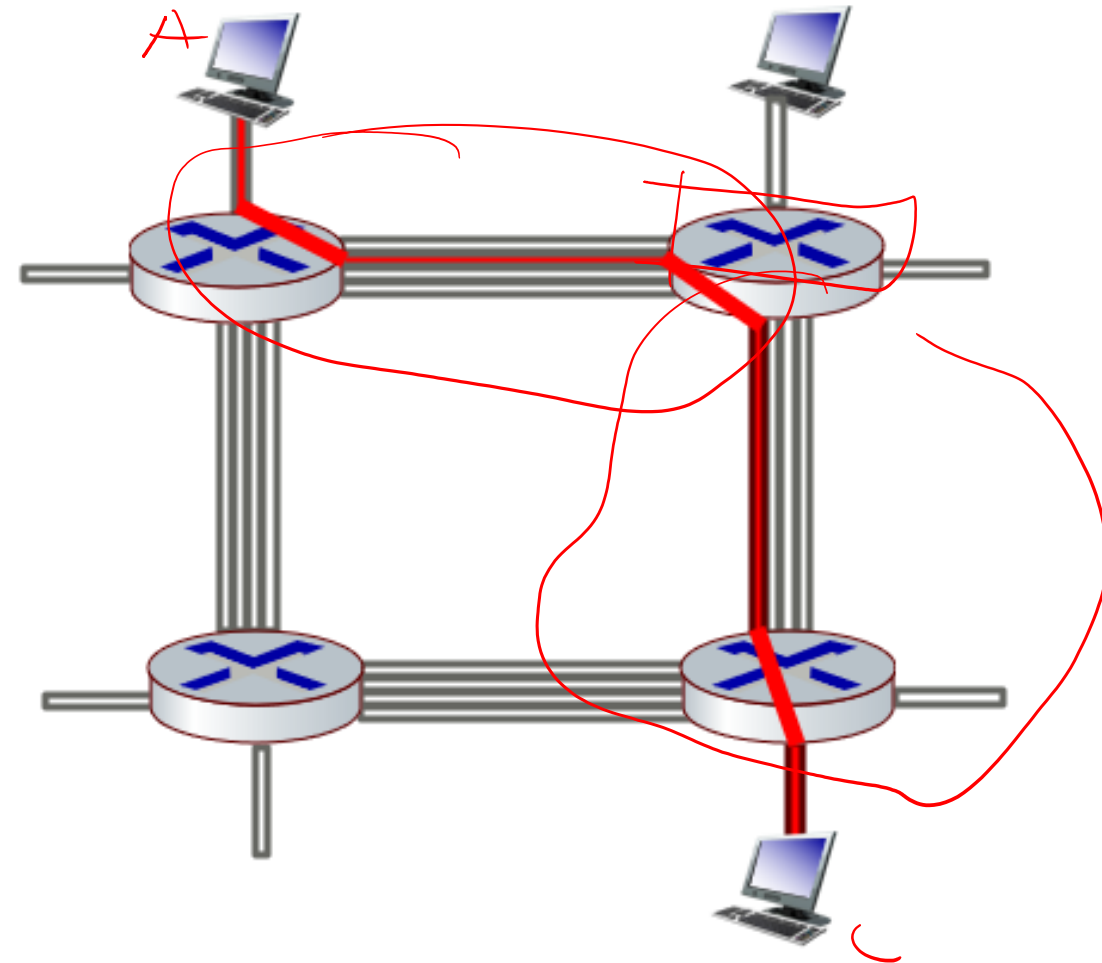
- los paquetes se pondrán en cola, esperando a ser transmitidos en el enlace de salida
- los paquetes se pueden descartar (perder) si la memoria (búfer) en el enrutador se llena

(Alternativa) packet switching || circuit switching

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

Recursos de extremo a extremo asignados y/o reservados para una "llamada" (call) entre el origen y el destino

- En el diagrama, cada enlace tiene 4 circuitos.
 - La "llamada" obtiene el segundo circuito en el enlace superior y el primer circuito en el enlace derecho.
- Recursos dedicados: no compartir
- circuit-like (guaranteed) performance
- El segmento de circuito inactivo si no lo utiliza la llamada (no sharing)



(Alternativa) packet switching || circuit switching

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

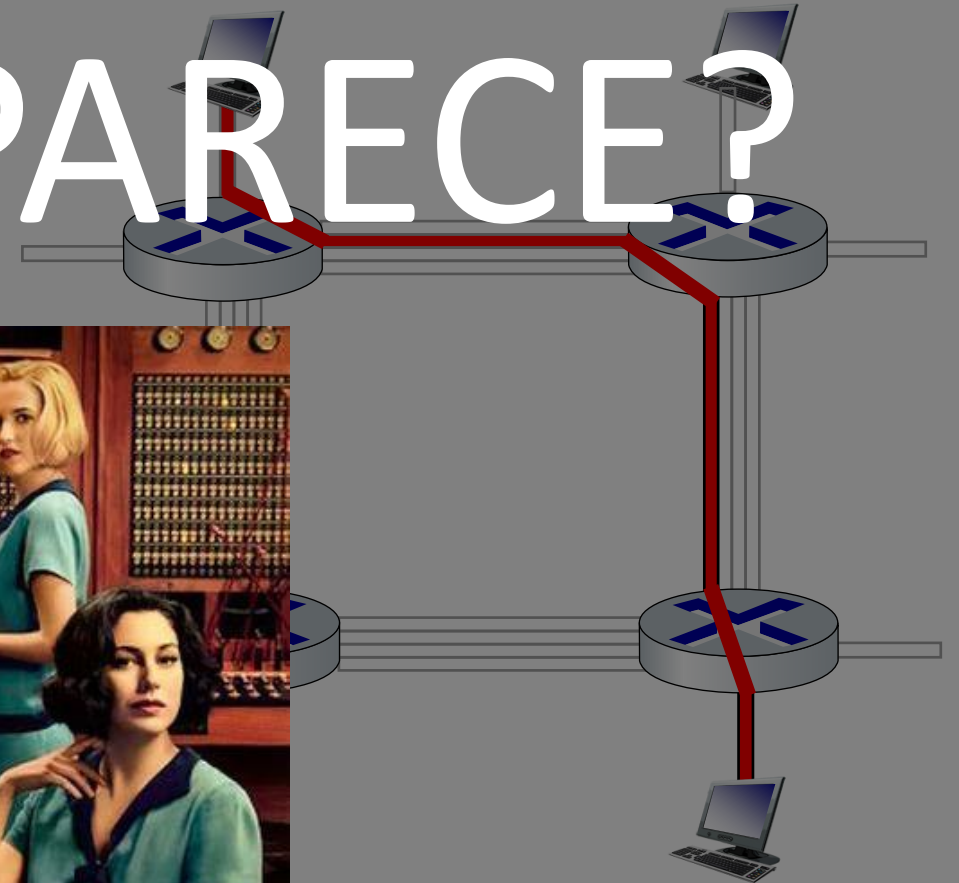
Recursos de extremo a extremo asignados y/o reservados para una "llamada" (call) entre el origen y el destino.

¿A QUÉ SE PARECE?

- In diagram, each link has four circuits.

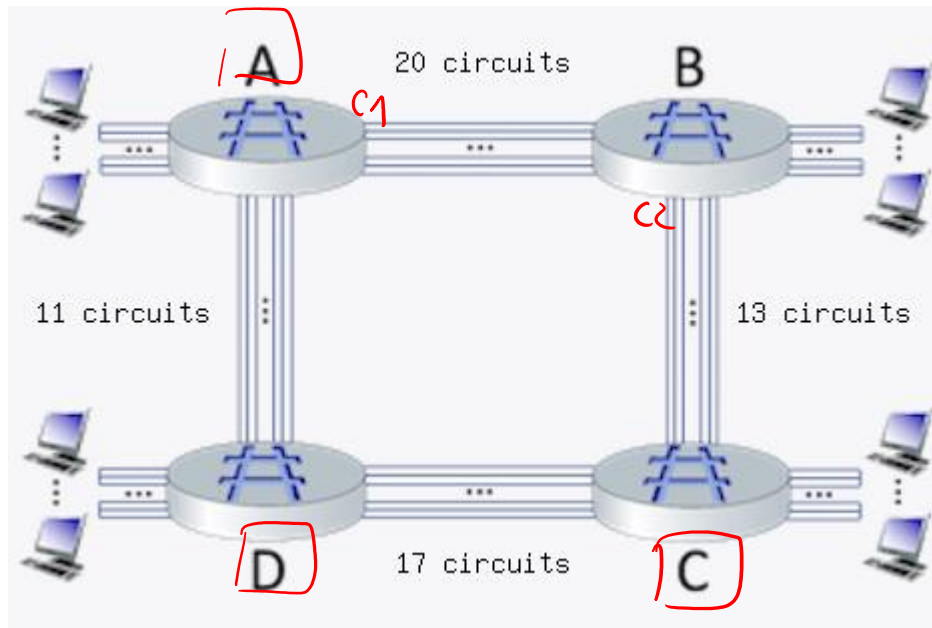
- La "llamada" obtiene el segundo circuito en el enlace primer circuito en el

- Recursos dedicados: no
- circuit-like (guaranteed)
- El segmento de circuito i utiliza la llamada (no sha



Ejemplo

Considere la red de circuitos conmutados que se muestra en la figura, con interruptores de circuito A, B, C y D. Suponga que hay 20 circuitos entre A y B, 13 circuitos entre B y C, 17 circuitos entre C y D, y 11 circuitos entre D y A.



1. ¿Cuál es el número máximo de conexiones que pueden estar en curso en la red en un momento dado?

RA. 11. 13
35 - 20

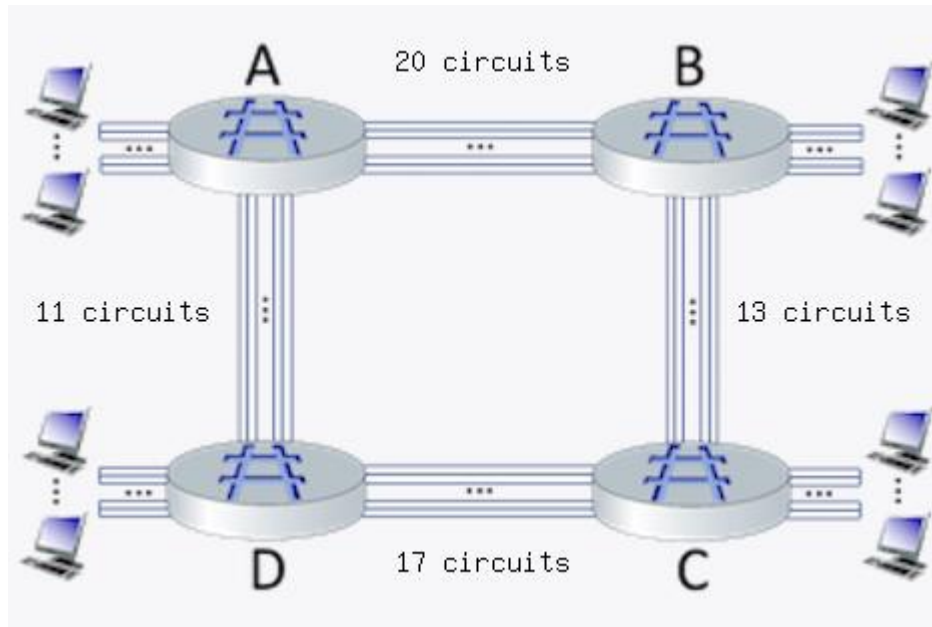
$$\sum_{i=0}^5 C_i = 61$$

2. Suponga que todos estos números máximos de conexiones están en curso. ¿Qué sucede cuando llega otra solicitud de conexión de llamada a la red? ¿Será aceptada? Si/No → ¿Por qué?

A-B C (c₁, c₂)
A-D D (B) [c₁, c₃, c₁₅]

Ejemplo (Solución)

Considere la red de circuitos conmutados que se muestra en la figura, con interruptores de circuito A, B, C y D. Suponga que hay 20 circuitos entre A y B, 13 circuitos entre B y C, 17 circuitos entre C y D, y 11 circuitos entre D y A.



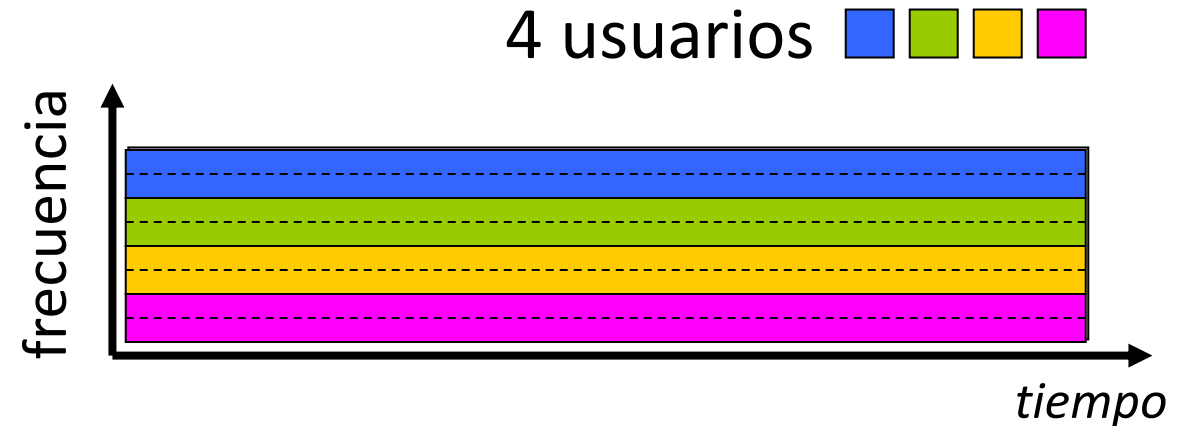
1. El número máximo de conexiones que pueden estar en curso en cualquier momento es la suma de todos los circuitos, lo que ocurre cuando 20 conexiones van de A a B, 13 conexiones van de B a C, 17 conexiones van de C a D y 11 conexiones van de D a A. **Esta suma es 61.**
2. **No**, estará bloqueado porque no hay circuitos libres.

Circuit switching: FDM || TDM

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

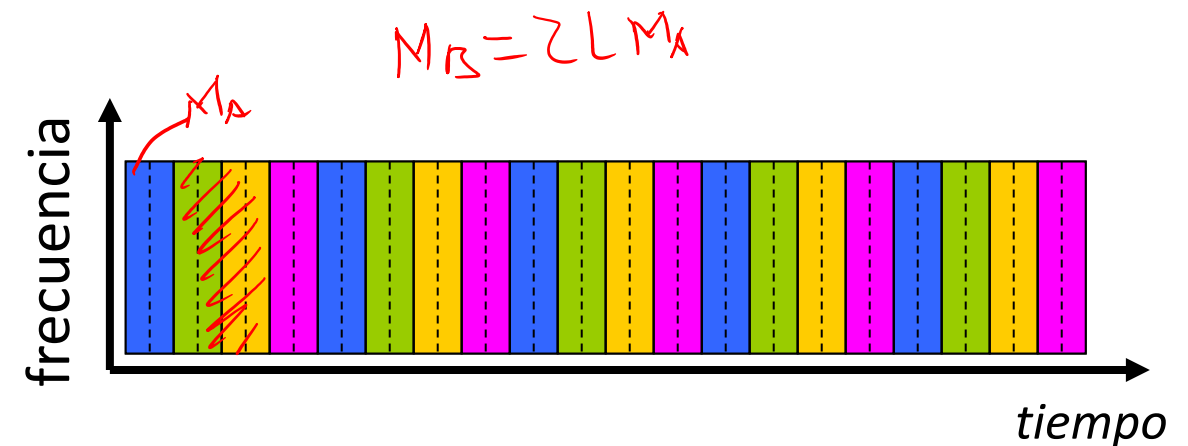
Frequency Division Multiplexing (FDM)

- Medios ópticos, electromagnéticos divididos en bandas de frecuencia estrechas (narrow)
- Cada llamada tiene asignada su propia banda, puede transmitir a la velocidad máxima de esa banda estrecha



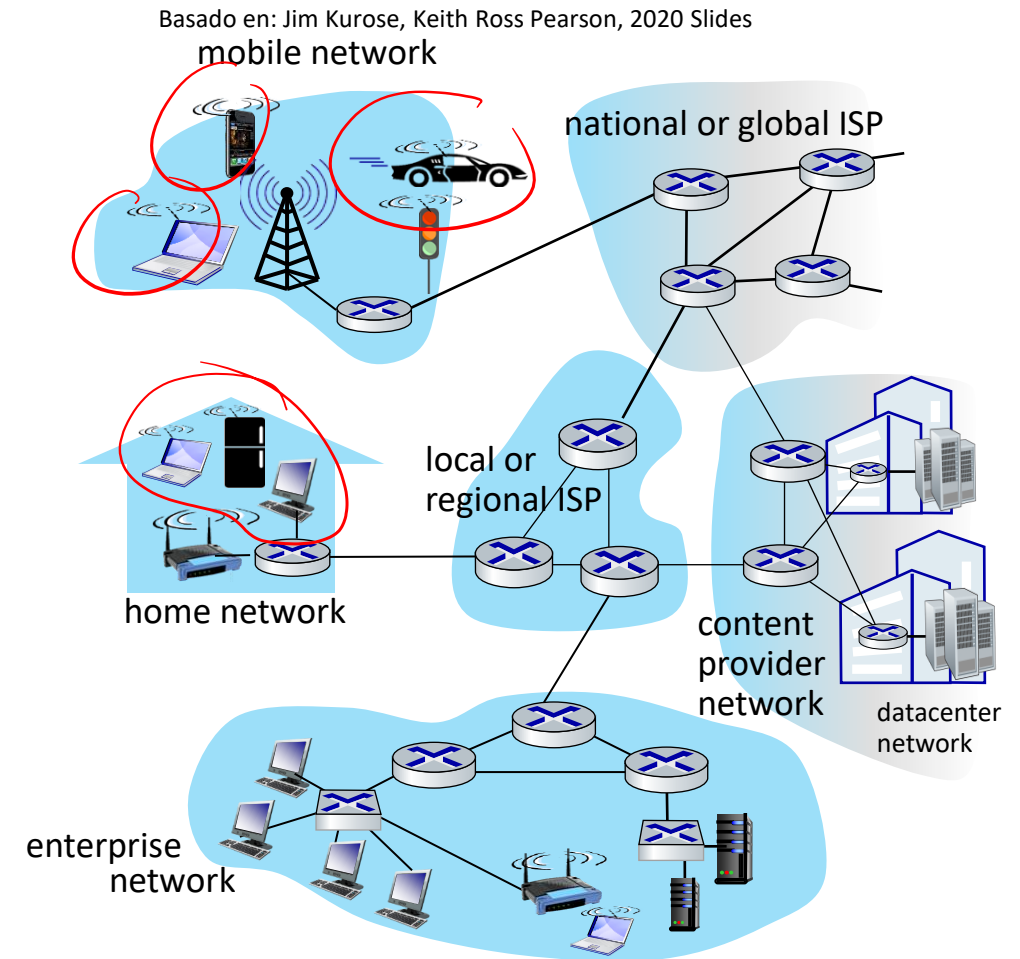
Time Division Multiplexing (TDM)

- Tiempo dividido en ranuras
- Cada llamada asignada a intervalo(s) periódico(s), puede transmitir a la velocidad máxima de la banda de frecuencia (más amplia) (solo) durante su(s) intervalo(s) de tiempo



Estructura de Internet: una red de redes

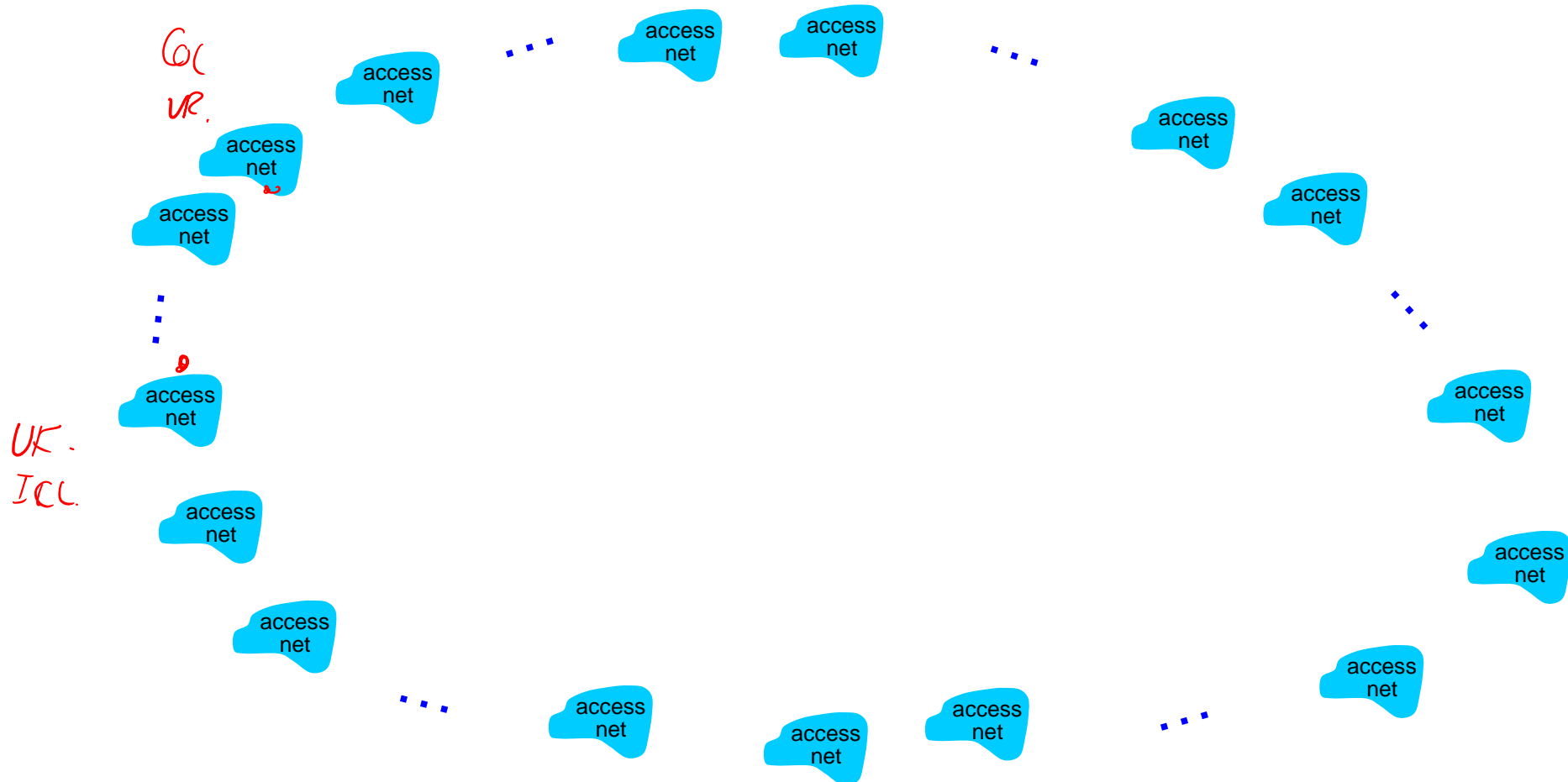
- Los hosts se conectan a Internet via **access Internet Service Providers** (ISPs de acceso)
- **access ISPs** a su vez, deben estar interconectados para que dos hosts (en cualquier lugar) puedan enviarse paquetes entre sí
- La red de redes resultante es muy compleja.
- La evolución de internet es impulsada **por la economía y las políticas nacionales**



Estructura de Internet: una red de redes

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

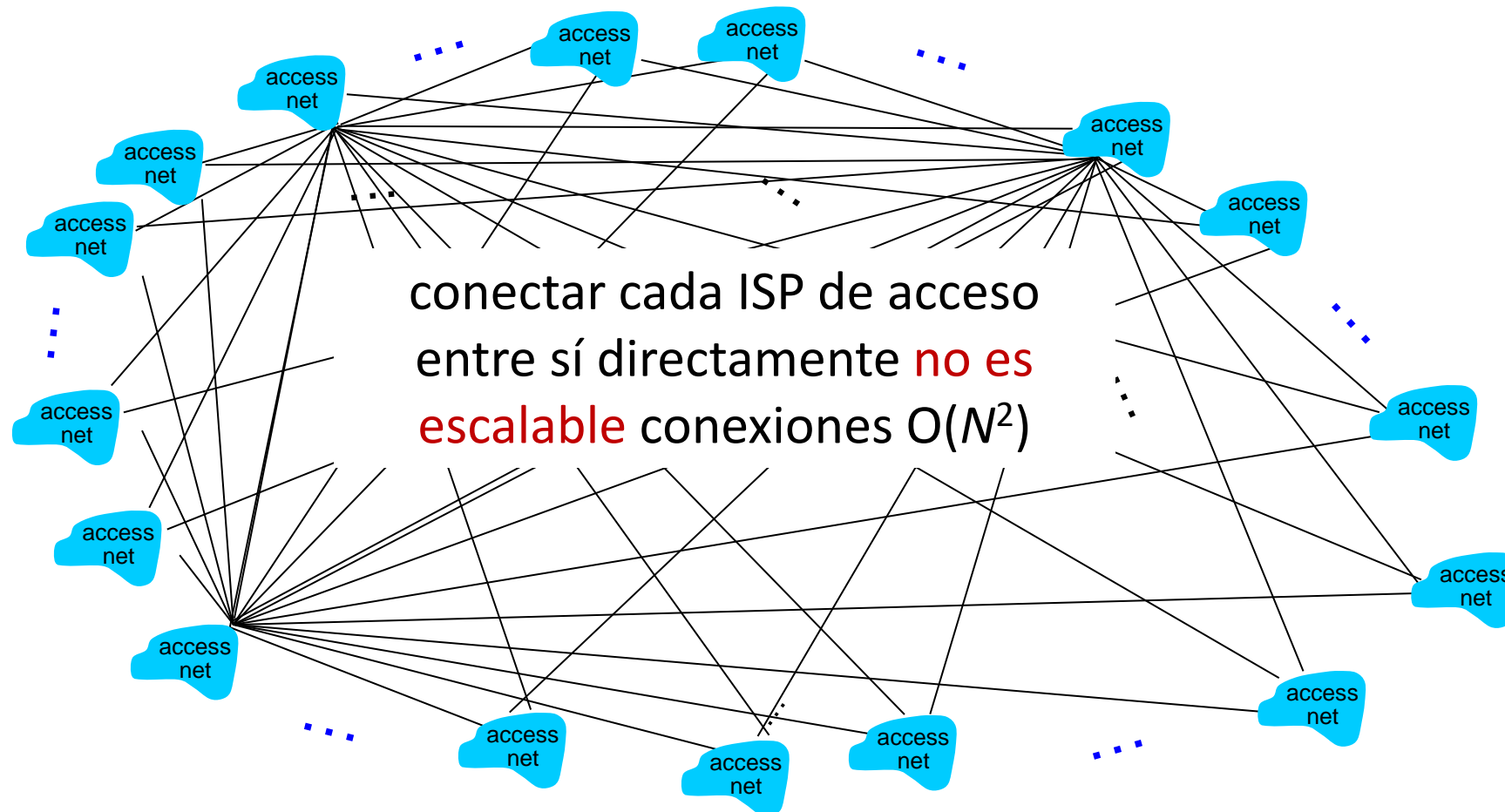
Pregunta: dados millones de ISP de acceso, ¿cómo conectarlos?



Estructura de Internet: una red de redes

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

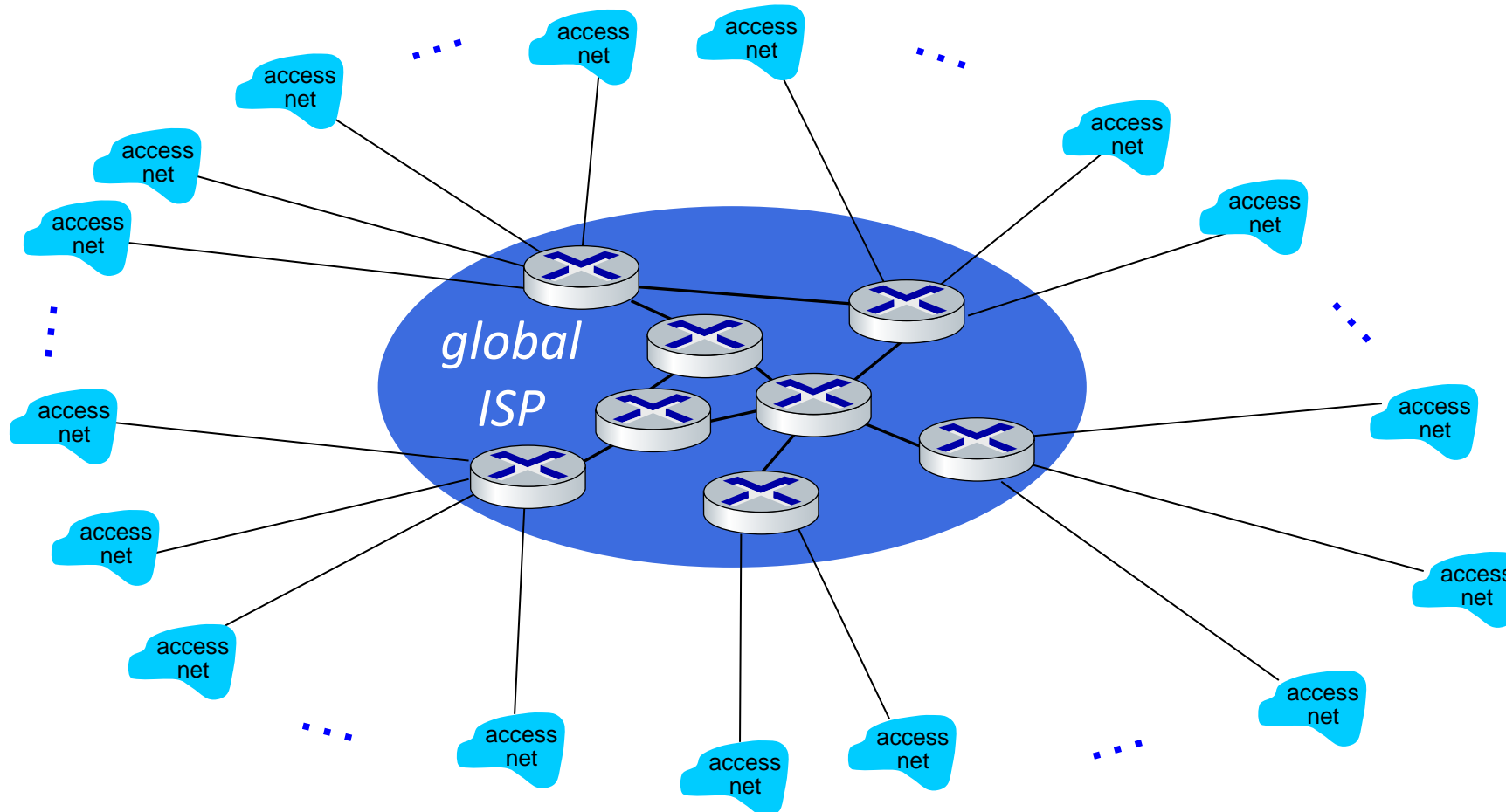
Pregunta: dados millones de ISP de acceso, ¿cómo conectarlos?



Estructura de Internet: una red de redes

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

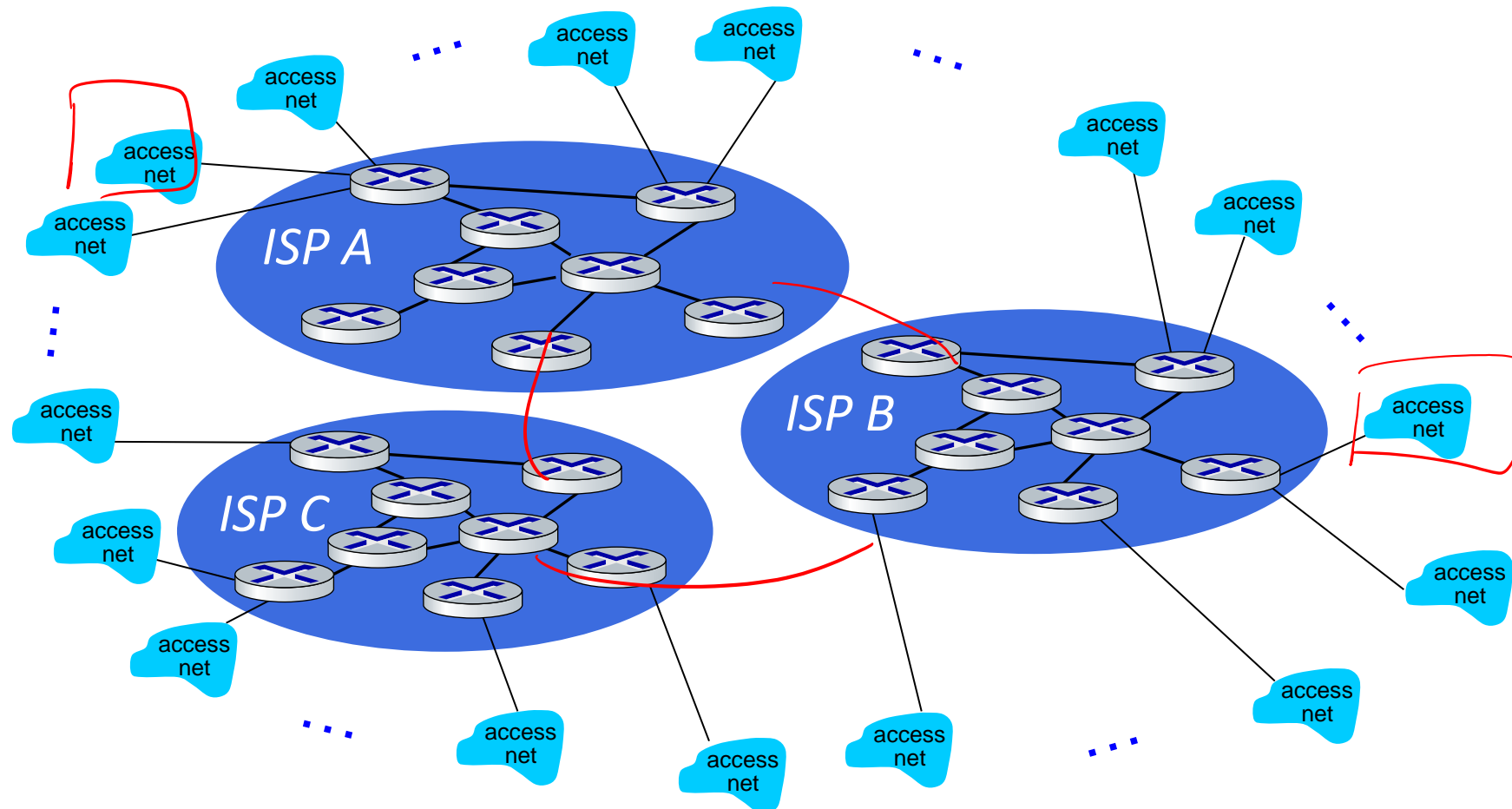
Opción: ¿conectar cada ISP de acceso a un ISP de tránsito global?
Los ISP del *cliente* y del *proveedor* tienen un acuerdo económico.



Estructura de Internet: una red de redes

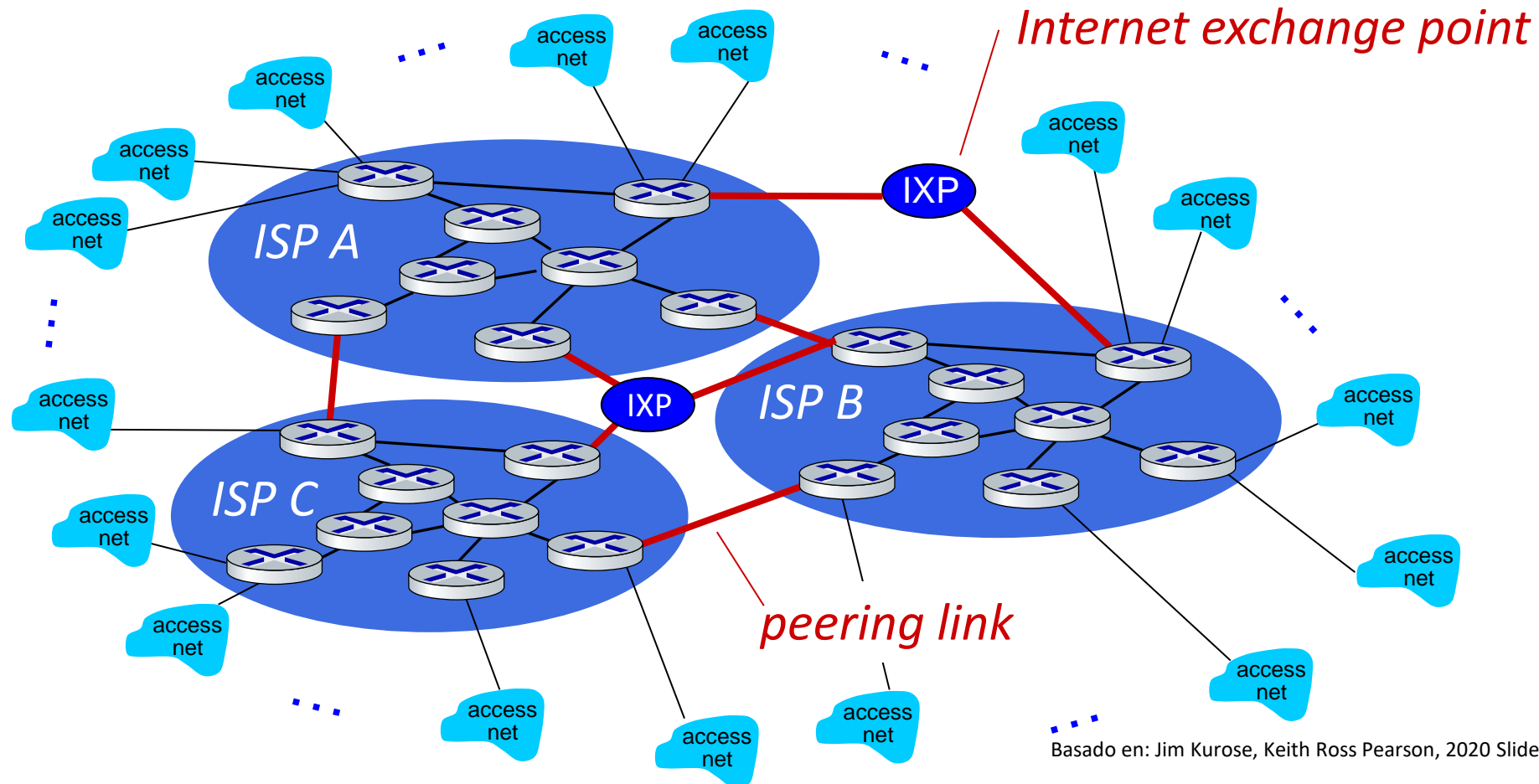
Pero si un ISP global es un negocio viable, habrá competidores....

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides



Estructura de Internet: una red de redes

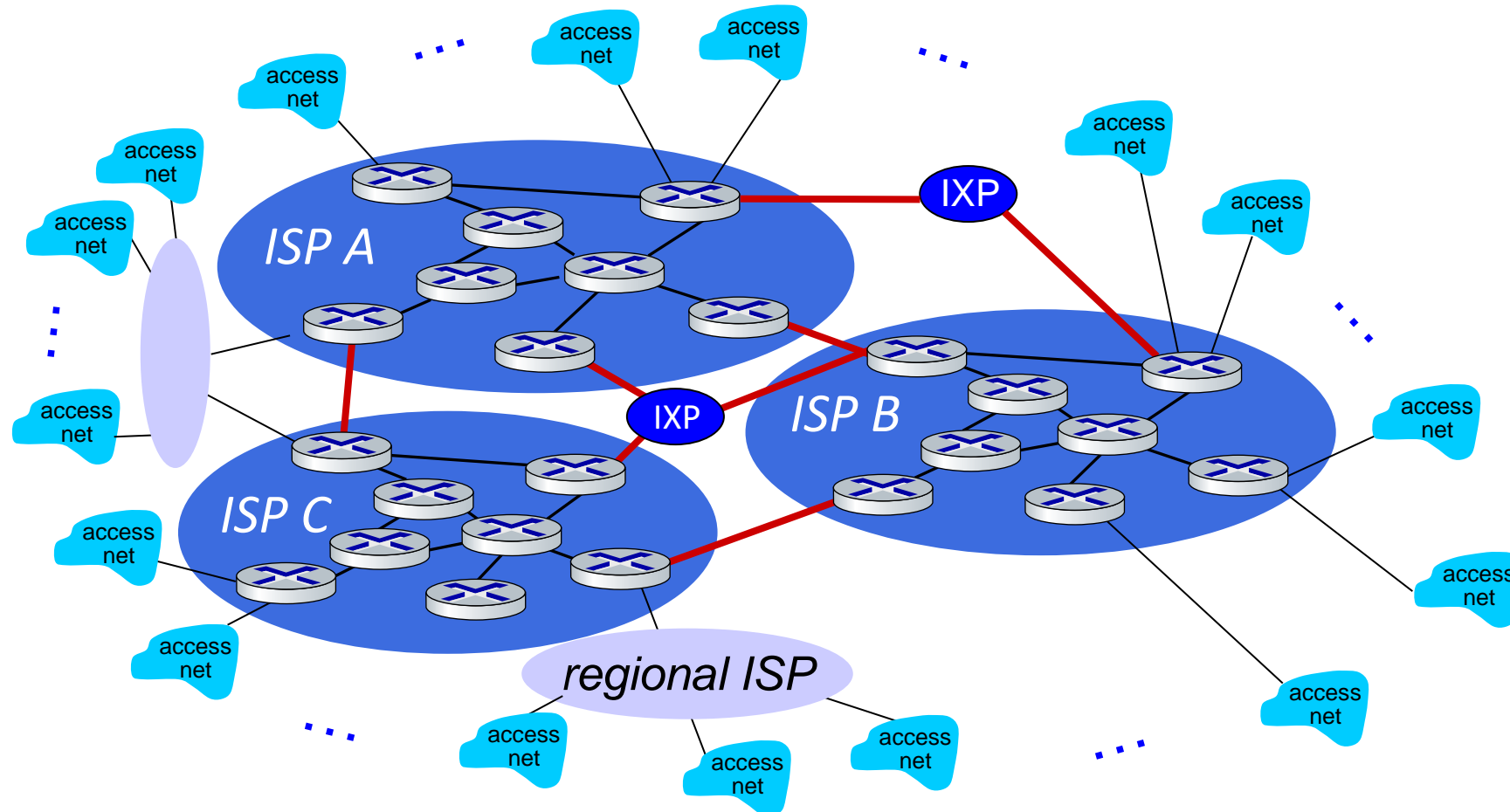
Pero si un ISP global es un negocio viable, habrá competidores... que también van a querer conectarse y ser parte del negocio



Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

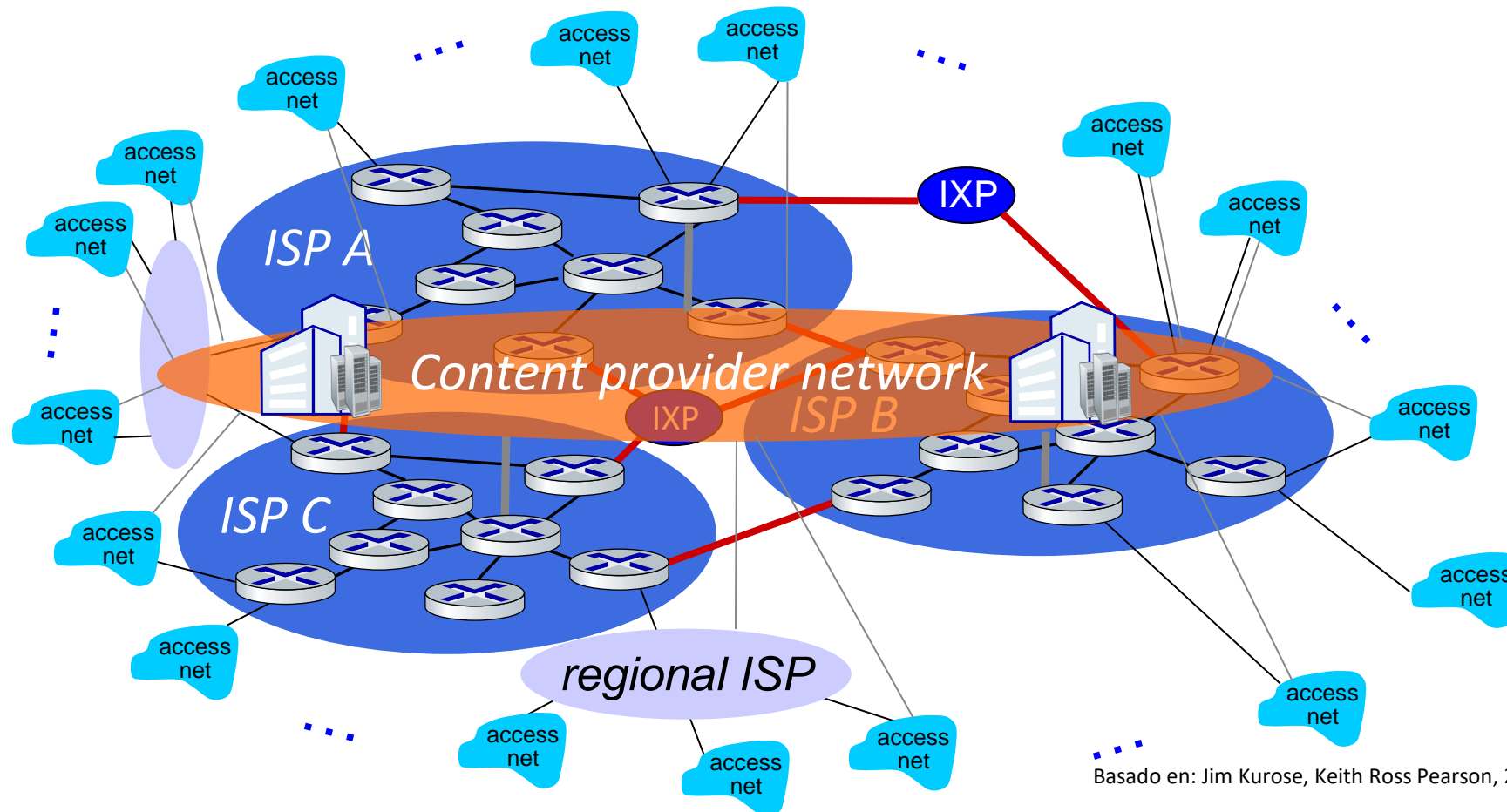
Estructura de Internet: una red de redes

... y pueden surgir redes regionales para conectar las redes de acceso a los ISP



Estructura de Internet: una red de redes

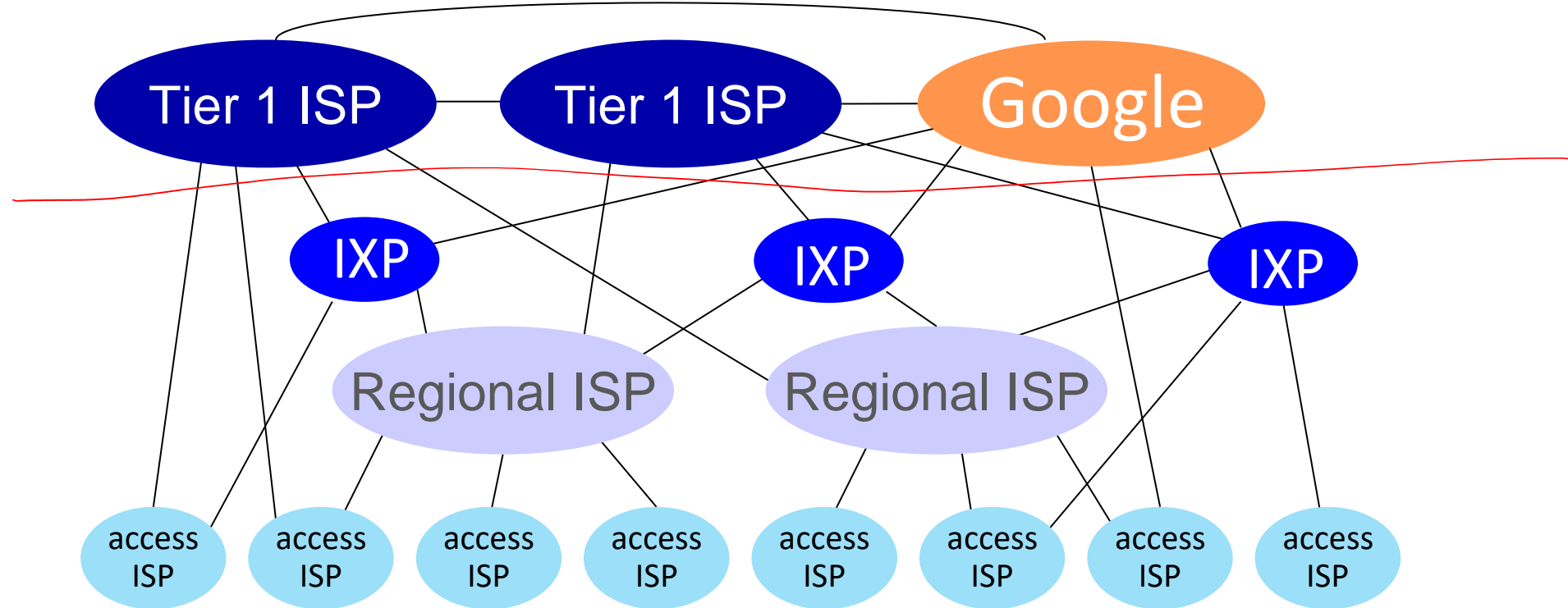
... y las redes de proveedores de contenido (p. Ej., Google, Microsoft, Akamai) pueden ejecutar su propia red para acercar los servicios y el contenido a los usuarios finales



Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides

Estructura de Internet: una red de redes

Basado en: Jim Kurose, Keith Ross Pearson, 2020 Slides



En el "centro": pequeña cantidad de grandes redes bien conectadas

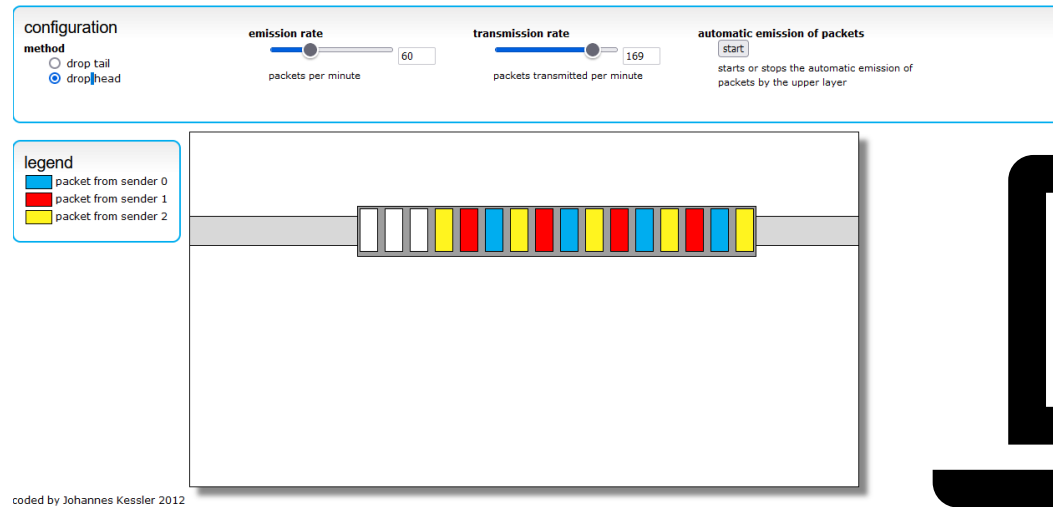
"tier-1" commercial ISPs (e.g., Movistar, Sprint, AT&T, Claro) de cobertura nacional o internacional

- **content provider networks** (e.g., Google, Facebook): red privada que conecta sus datacenters a Internet, a menudo sin pasar por los ISP regionales (bypassing tier-1, regional ISPs)

Queuing and Loss

This animation illustrates queuing delay and packet loss.

Three different senders - indicated by colors - send packets. The packets arrive and queue for service. If the emission rate is higher than the transmission rate (both are slotted for better visualisation) a queue overflow will happen and according to the chosen method different packets will be dropped.



EJEMPLO: pérdida de paquetes

- Ingresar a <https://www2.tkn.tu-berlin.de/teaching/rn/animations/queue/>
- Seleccionar un método, tasa de envío y tasa de transmisión



Capítulo 1: Introducción

Contexto:

¿Qué es Internet? ¿Qué es un protocolo?

Network edge (Frontera de la red): hosts, access network, physical media

Network core (Núcleo de la red): packet/circuit switching, internet structure

Desempeño de la red: loss, delay, throughput

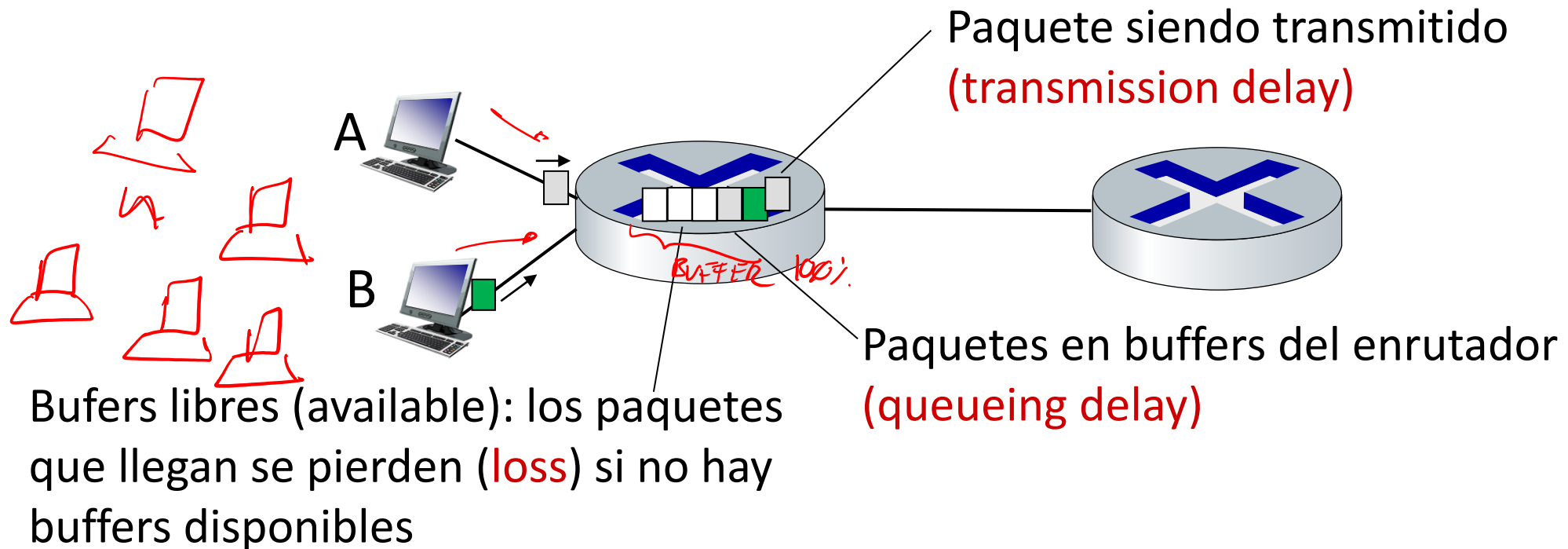
Capas de protocolos, Modelos de servicio

Seguridad

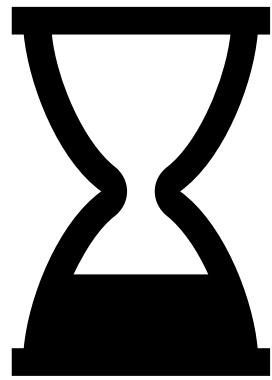
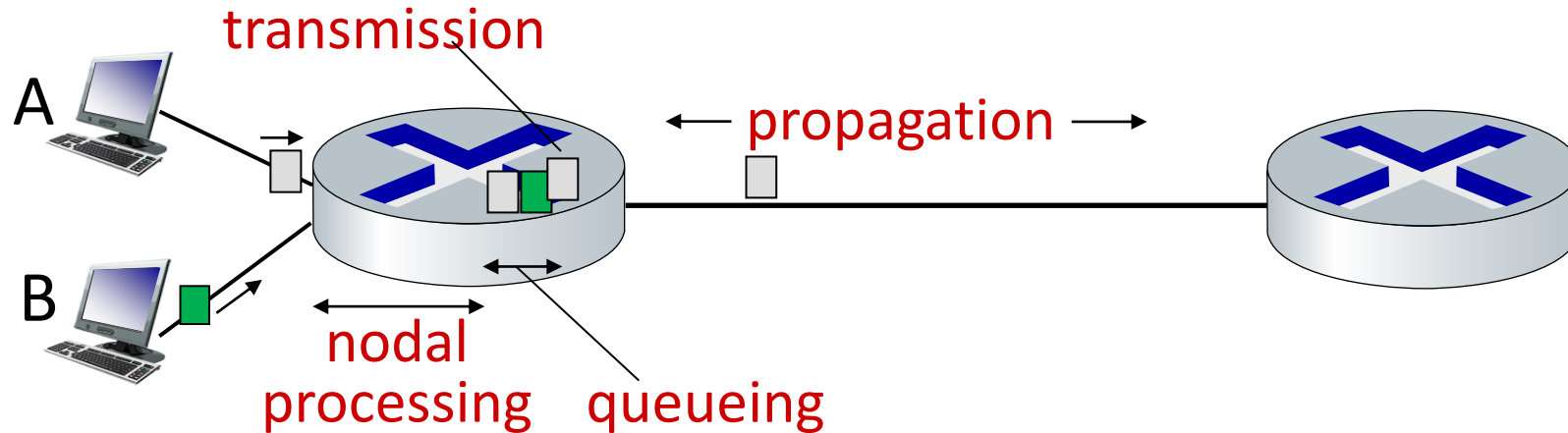
Historia

¿Cómo se produce la pérdida y el retraso de los paquetes?

- (packets *queue*) *La cola de paquetes* en los búferes del enrutador, esperando su turno para la transmisión
- la longitud de la cola aumenta cuando la tasa de llegada al enlace (temporalmente) excede la capacidad del enlace de salida
- (packet *loss*) La pérdida de paquetes ocurre cuando la memoria para contener los paquetes en cola se llena



Packet delay: 4 orígenes posibles



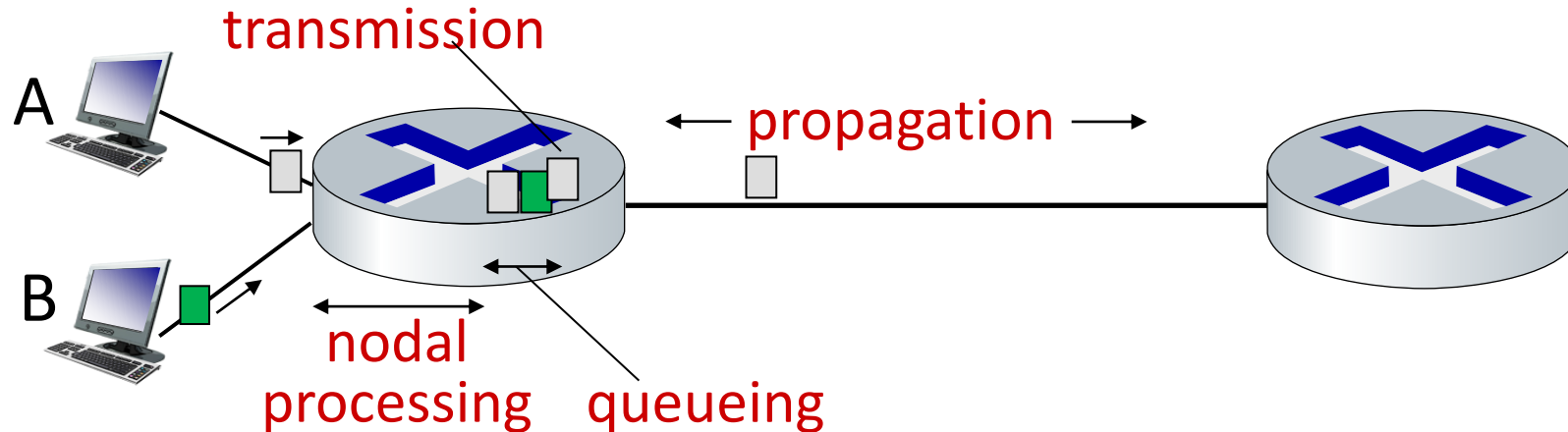
Procesamiento: asignación a enlace

Espera: hasta que el enlace esté disponible

Transmisión: del primer hasta el último bit

Propagación: desde el nodo fuente al nodo destino

Packet delay: 4 orígenes posibles



$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

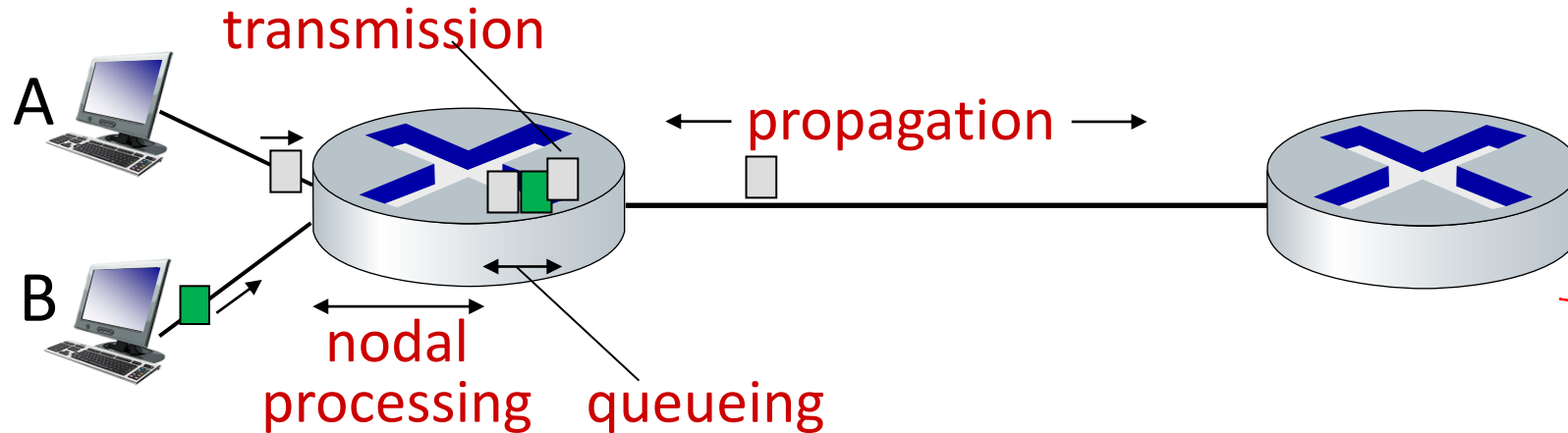
d_{proc} : nodal processing

- Verifica errores de bits
- Determina enlace de salida
- Típicamente < microsecs
- Determinístico

d_{queue} : queueing delay

- Tiempo de espera a un enlace de salida disponible
- Depende del nivel de congestión del router

Packet delay: four sources



SIM. RED.
GNS3
PACKET TRACER

WIRESHARK

PYTHON

$$d_{\text{nodal}} = d_{\text{proc}} + d_{\text{queue}} + d_{\text{trans}} + d_{\text{prop}}$$

d_{trans} : transmission delay:

- L : longitud del paquete (bits)
- R : tasa de trans. del enlace (bps)

$$d_{\text{trans}} = L/R$$

d_{trans} Vs d_{prop}

Muy diferentes!!!

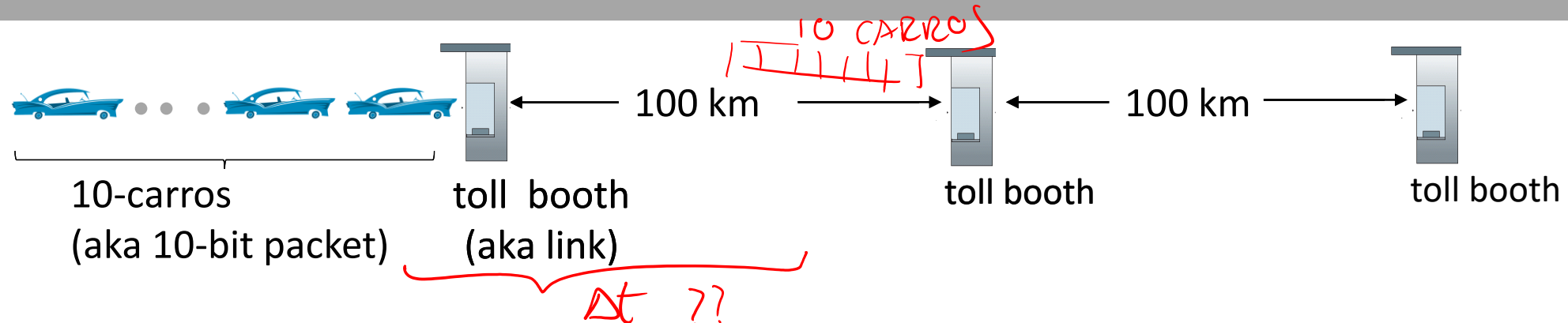
d_{prop} : propagation delay:

- d : longitud del enlace físico
- s : velocidad de propagación ($\sim 2 \times 10^8$ m/sec)

$$d_{\text{prop}} = d/s$$

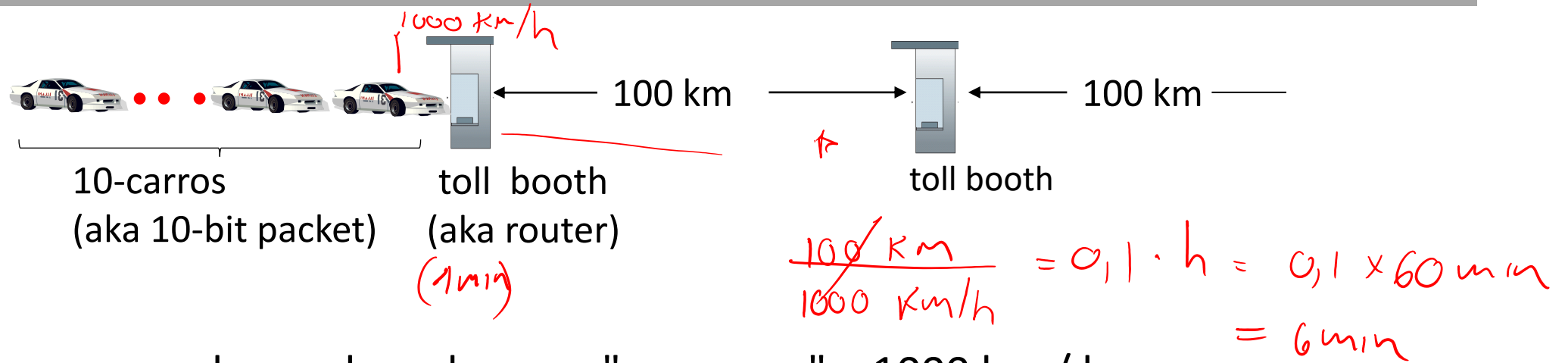
- Independiente de la cantidad de información

Caravana (Analogía)



- carro ~ bit; caravan ~ paquete; toll service (peaje) ~ enlace de transmisión
- El peaje tarda 12 sec por cada carro (**bit transmission time**)
- “se propagan” a 100 km/hr
- ¿Cuánto tiempo pasa hasta que la caravana esté alineada antes de la segunda cabina de peaje?
- tiempo de “pasar” toda la caravana a través de la cabina de peaje hacia la autopista = $12 \times 10 = 120$ sec
- tiempo para que el último carro pase del 1er al 2do peaje: $100 \text{ km} / (100 \text{ km} / \text{h}) = 1 \text{ h}$
- A: 62 minutos

Caravana (Analogía)



- supongamos que los coches ahora se "propagan" a 1000 km / h
- y supongamos que la cabina de peaje ahora tarda un minuto en atender un automóvil
- ¿Llegarán los autos al segundo peaje antes de que todos los autos sean atendidos en el primero?

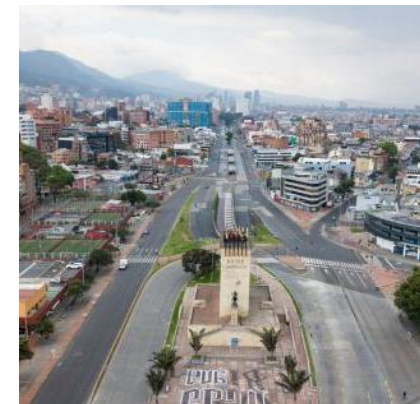
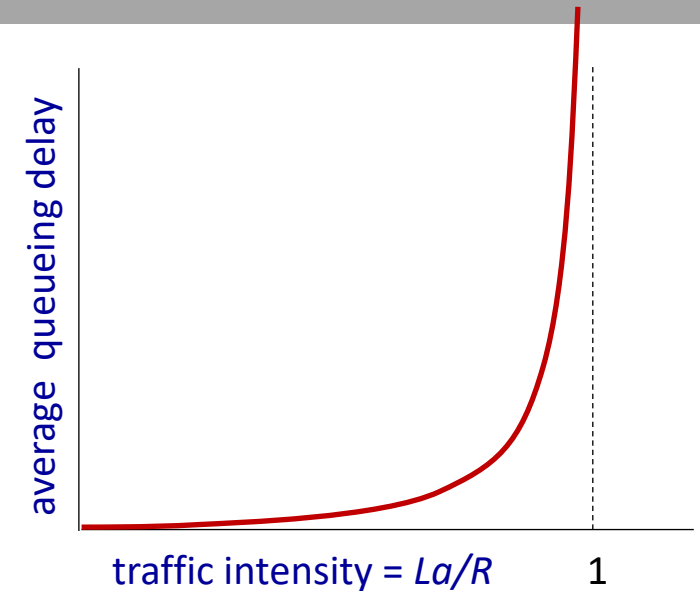
¡Sí! después de 7 minutos, el primer automóvil llega a la segunda cabina; tres autos todavía en la primera cabina

Packet queueing delay (revisemos 😊)

- α : promedio de tasa de llegada por paquete
- L : longitud de paquete (bits)
- R : ancho de banda de enlace (bit transmission rate)

$\frac{L \cdot \alpha}{R}$: $\frac{\text{Tasa de llegada de bits}}{\text{Tasa de servicio de bits}}$ “intensidad de tráfico”

- $La/R \sim 0$: retardo de espera prom. pequeño
- $La/R \rightarrow 1$: retardo de espera prom. grande
- $La/R > 1$: más “trabajo” llegando del que puede ser procesado - promedio de retardo infinito!

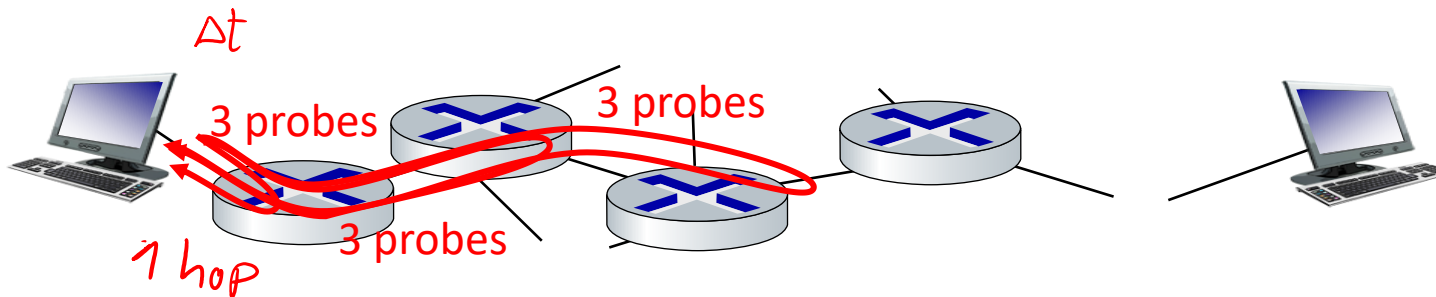


$La/R \rightarrow 1$



Retardos y rutas “reales” de Internet

- ¿Cómo evaluar las perdidas y los retardos reales en Internet?
- **traceroute**: proporciona medición de retardo desde la fuente hasta el enrutador a lo largo de la ruta de Internet hacia el destino.
- Para todo i :
 - envía ~~tres paquetes~~ que llegarán al enrutador i en la ruta hacia el destino (con un valor de campo de tiempo de vida de i)
 - enrutador devuelve los paquetes al remitente
 - el remitente mide el intervalo de tiempo entre la transmisión y la respuesta



Retardos y rutas “reales” de Internet

traceroute: gaia.cs.umass.edu to www.eurecom.fr

3 delay measurements from
gaia.cs.umass.edu to cs-gw.cs.umass.edu

3 delay measurements
to border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu

trans-oceanic link

looks like delays
decrease! Why?

* means no response (probe lost, router not replying)

1	cs-gw (128.119.240.254)	1 ms	1 ms	2 ms
2	border1-rt-fa5-1-0.gw.umass.edu (128.119.3.145)	1 ms	1 ms	2 ms
3	cht-vbns.gw.umass.edu (128.119.3.130)	6 ms	5 ms	5 ms
4	jn1-at1-0-0-19.wor.vbns.net (204.147.132.129)	16 ms	11 ms	13 ms
5	jn1-so7-0-0-0.wae.vbns.net (204.147.136.136)	21 ms	18 ms	18 ms
6	abilene-vbns.abilene.ucaid.edu (198.32.11.9)	22 ms	18 ms	22 ms
7	nycm-wash.abilene.ucaid.edu (198.32.8.46)	22 ms	22 ms	22 ms
8	62.40.103.253 (62.40.103.253)	104 ms	109 ms	106 ms
9	de2-1.de1.de.geant.net (62.40.96.129)	109 ms	102 ms	104 ms
10	de.fr1.fr.geant.net (62.40.96.50)	113 ms	121 ms	114 ms
11	renater-gw.fr1.fr.geant.net (62.40.103.54)	112 ms	114 ms	112 ms
12	nio-n2.cssi.renater.fr (193.51.206.13)	111 ms	114 ms	116 ms
13	nice.cssi.renater.fr (195.220.98.102)	123 ms	125 ms	124 ms
14	r3t2-nice.cssi.renater.fr (195.220.98.110)	126 ms	126 ms	124 ms
15	eurecom-valbonne.r3t2.ft.net (193.48.50.54)	135 ms	128 ms	133 ms
16	194.214.211.25 (194.214.211.25)	126 ms	128 ms	126 ms
17	***			
18	***			
19	fantasia.eurecom.fr (193.55.113.142)	132 ms	128 ms	136 ms

EJEMPLO: Traceroute



- Ingresar a **traceroute.org**
- Seleccionar un país
- Seleccionar una organización, institución o Universidad
- Ejecutar traceroute
- Identificar retardos, saltos, longitud de paquetes, intentos sin respuesta o pruebas con pérdidas.



EJEMPLO: PING

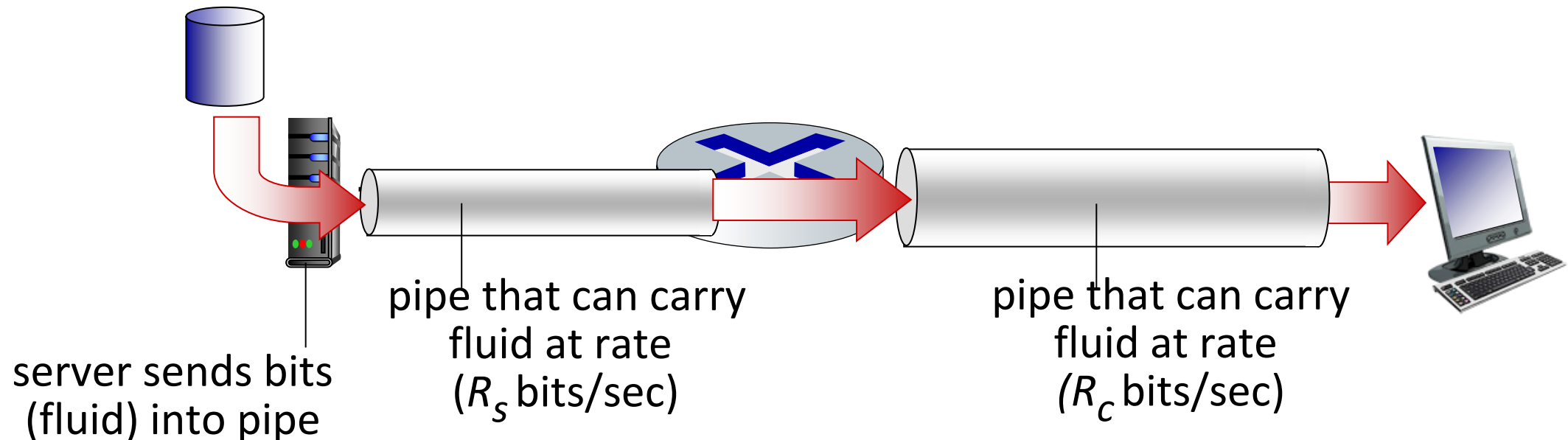
Función: consulta (otra computadora en una red) para determinar si hay una conexión activa entre ellas.

- Abrir terminal del sistema operativo
- Consultar IPv4 propia
- Escribir ping y ejecutar con su propia IP



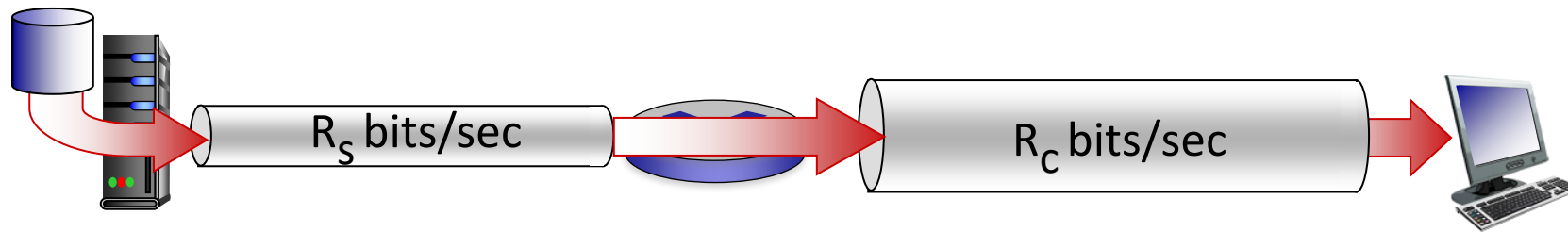
Throughput (Rendimiento o desempeño)

- *throughput*: tasa (bits / unidad de tiempo) a la que los bits se envían del remitente al receptor
 - *instantáneo*: tasa en un momento dado
 - *promedio*: tasa en un periodo de tiempo amplio

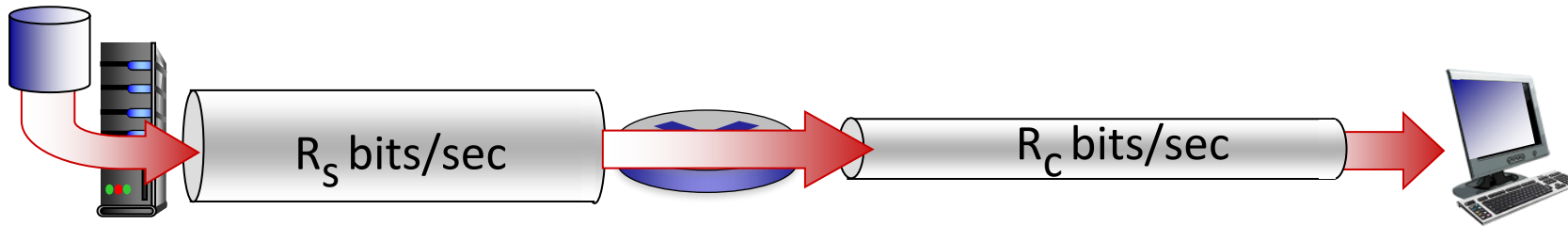


Throughput (Rendimiento o desempeño)

$R_s < R_c$ Cual es el “rendimiento” (throughput) promedio de extremo a extremo?



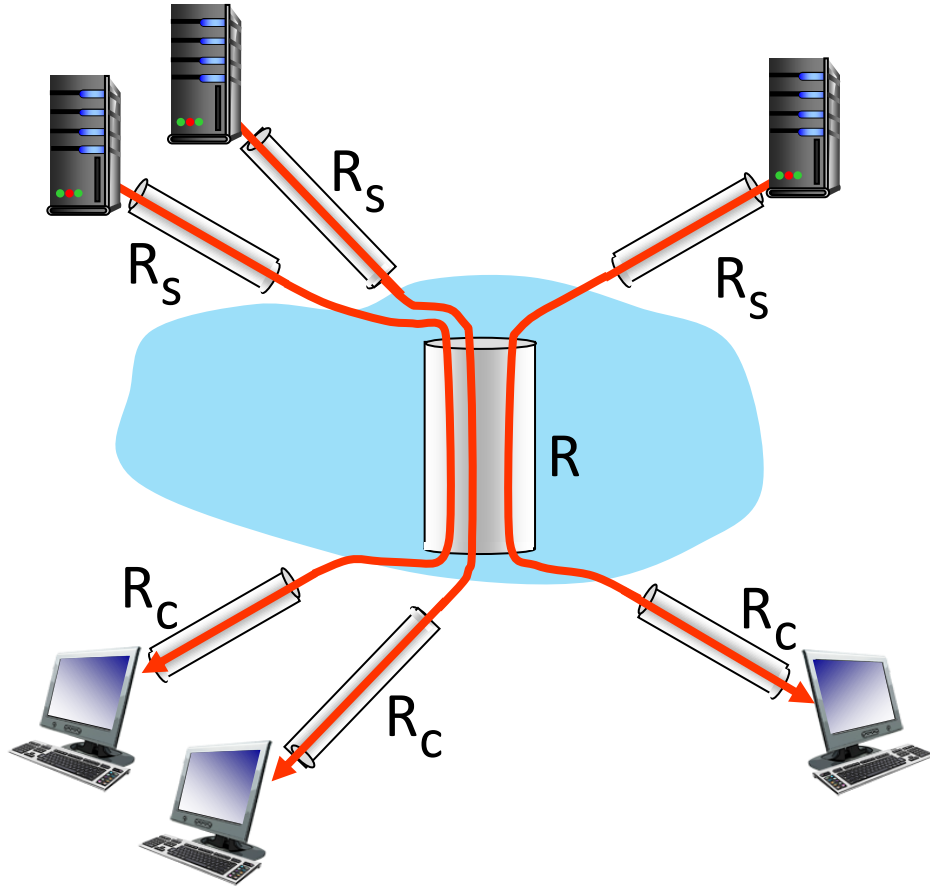
$R_s > R_c$ y ahora?



bottleneck link (enlace cuello de botella)

enlace en la ruta que limita el rendimiento de extremo a extremo

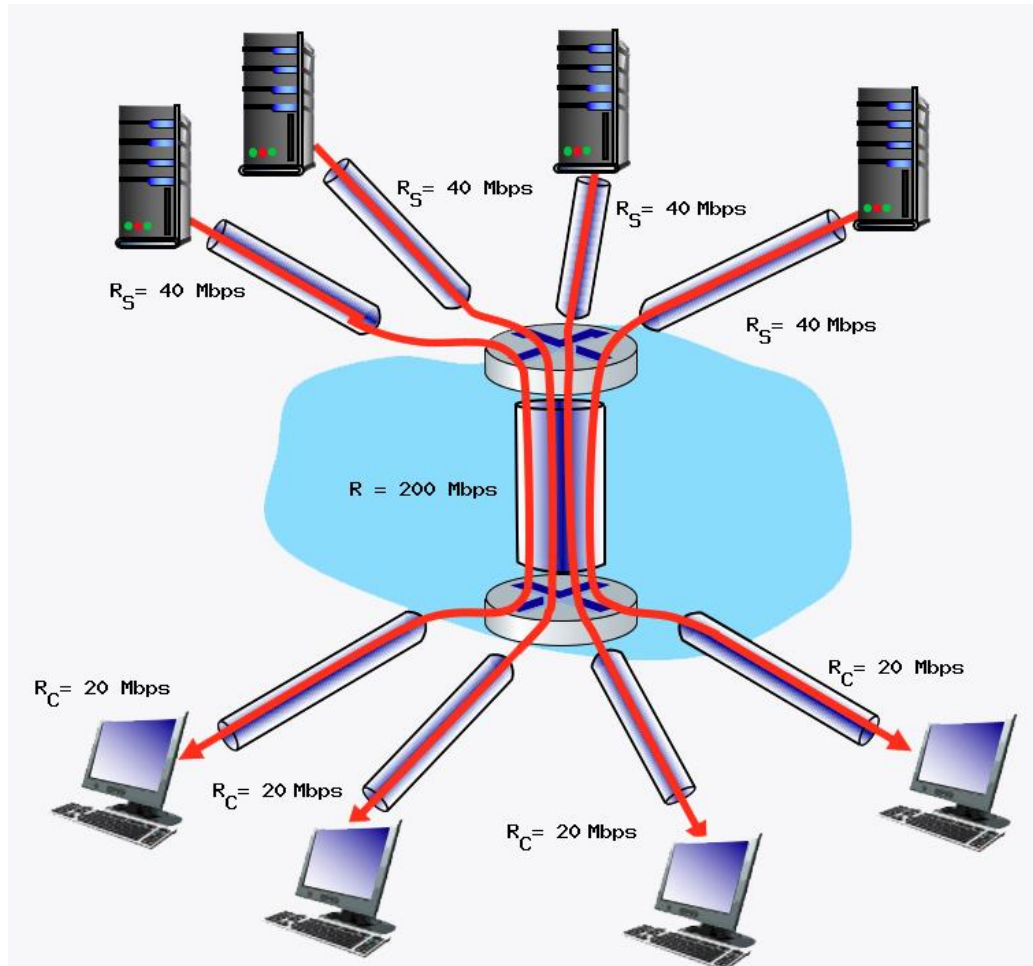
Throughput: un escenario de red



10 conexiones (suponga) comparten el enlace de cuello de botella de la red troncal R bits / seg.

- Throughput promedio de terminal a terminal: $\min(R_c, R_s, R/10)$
- En la práctica: R_c o R_s también pueden ser cuellos de botella

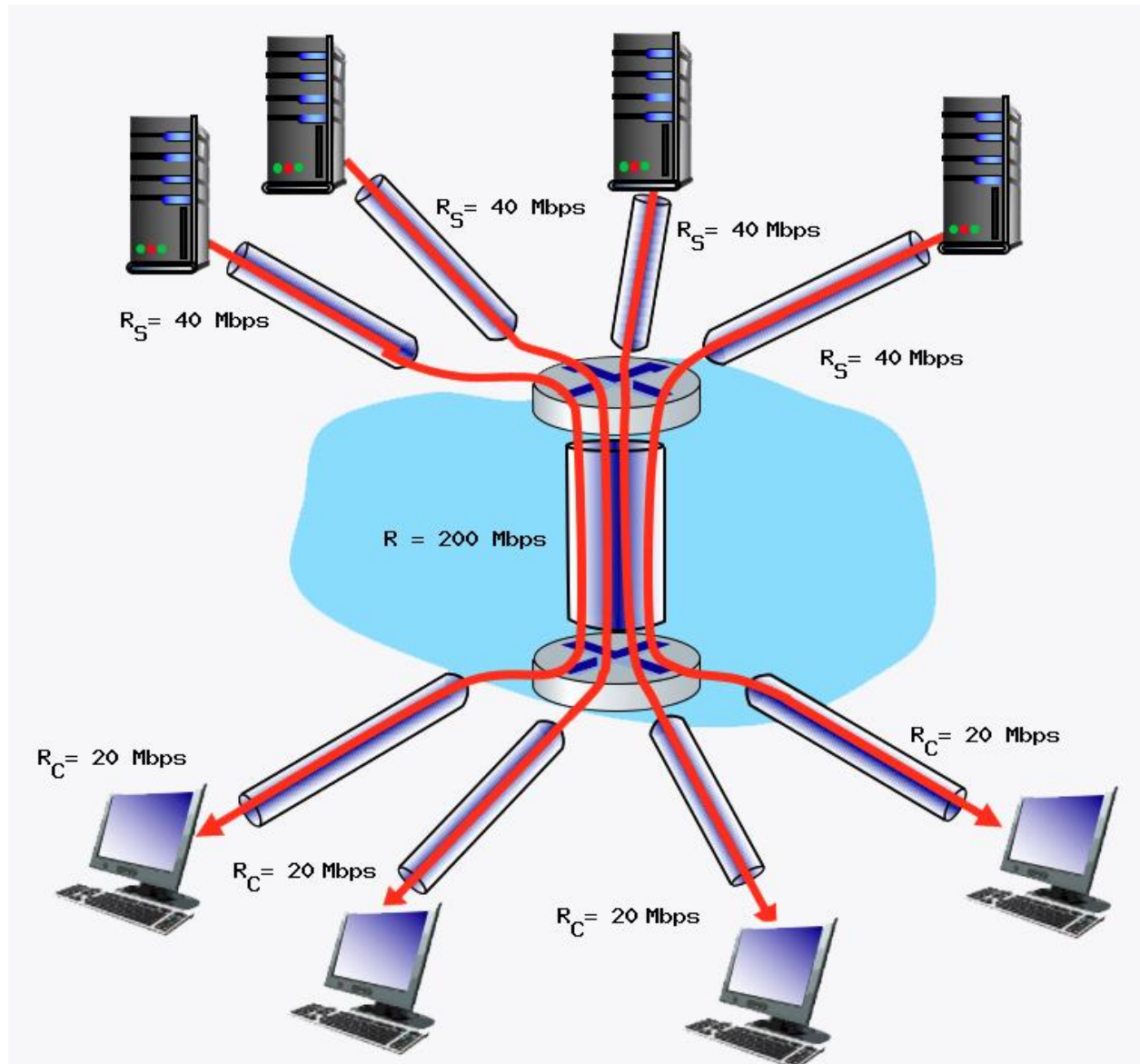
Considere el escenario que se muestra a continuación, con cuatro servidores diferentes conectados a cuatro clientes diferentes en cuatro rutas de tres saltos. Los cuatro pares comparten un salto medio común con una capacidad de transmisión de $R = 200$ Mbps. Los cuatro enlaces de los servidores al enlace compartido tienen una capacidad de transmisión de $R_S = 40$ Mbps. Cada uno de los cuatro enlaces del enlace intermedio compartido a un cliente tiene una capacidad de transmisión de $R_C = 20$ Mbps.



Ejemplo: Throughput (1)

- ¿Cuál es el rendimiento de extremo a extremo máximo alcanzable (en Mbps) para cada uno de los cuatro pares de cliente a servidor, suponiendo que el enlace intermedio se comparte de manera equitativa (divide su velocidad de transmisión en partes iguales)?

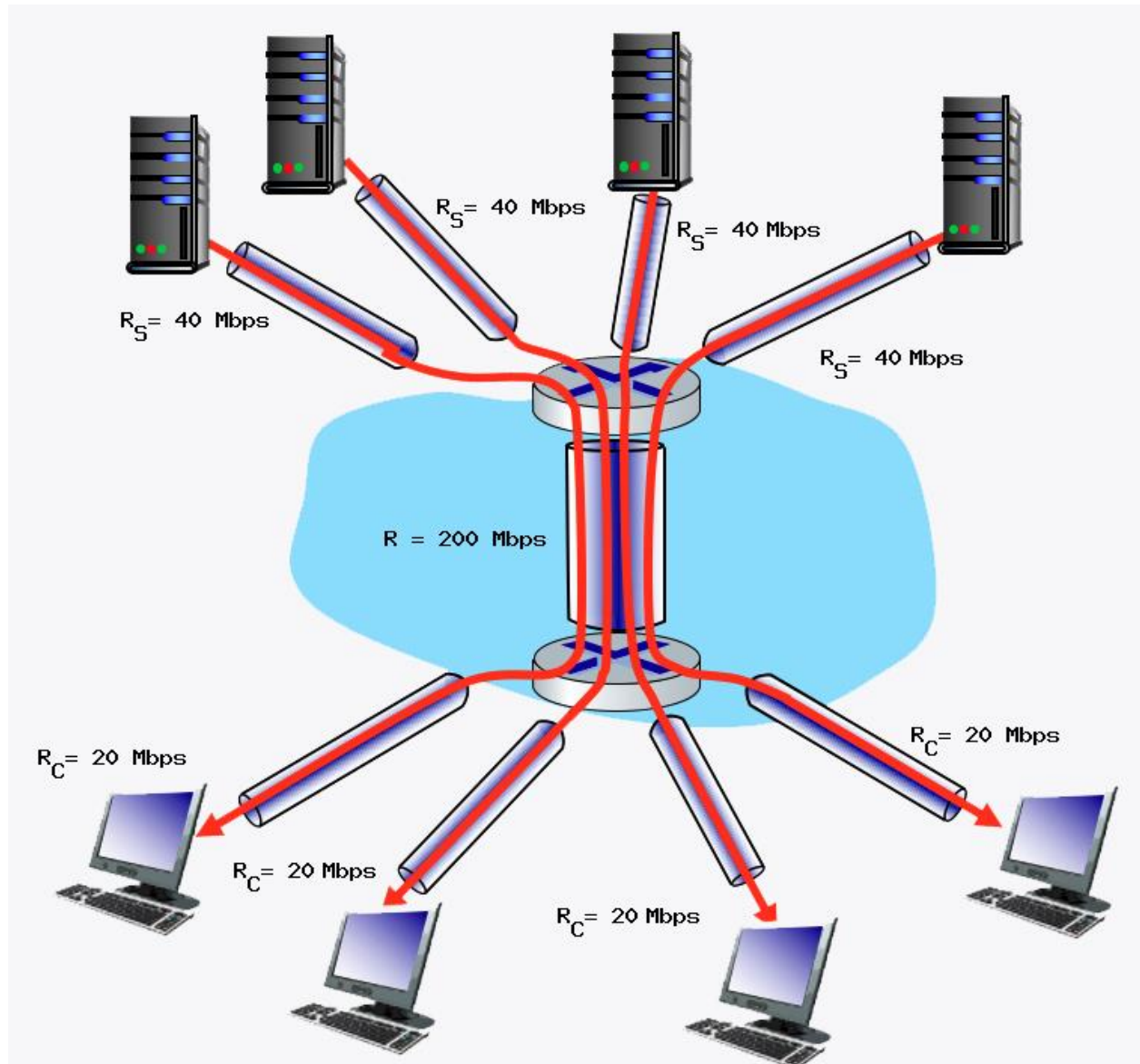
El rendimiento de extremo a extremo máximo alcanzable es la capacidad del enlace con la capacidad mínima, que es de 20 Mbps



Ejemplo: Throughput (2)

- ¿Qué vínculo es el enlace del cuello de botella? Formatear como R_C , R_S o R

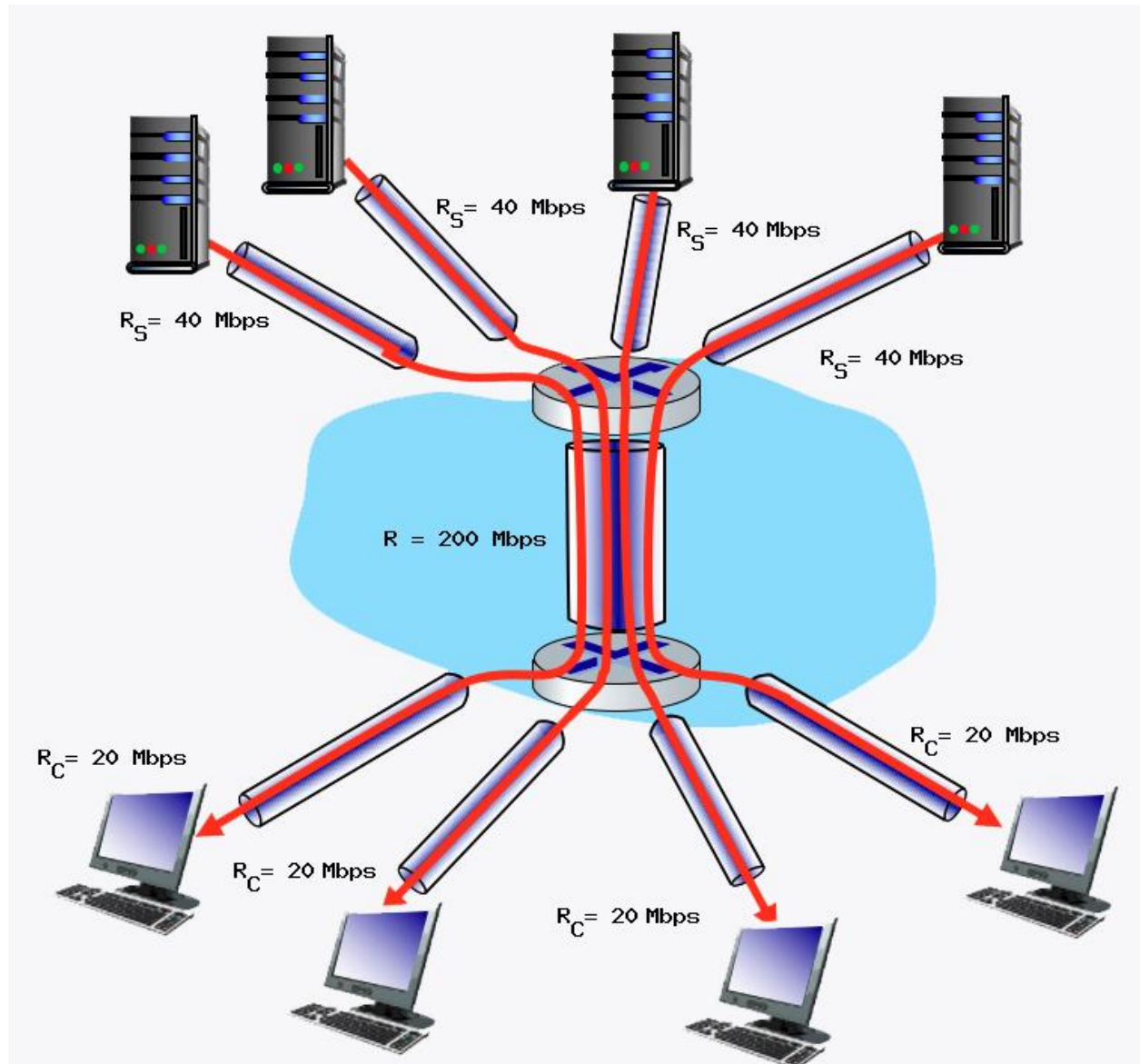
El enlace de cuello de botella es el enlace con la menor capacidad entre R_S , R_C y $R / 4$. El vínculo del cuello de botella es R_C .



Ejemplo: Throughput (3)

- Suponiendo que los servidores envían a la velocidad máxima posible, ¿cuáles son las utilizaciones de enlaces para los enlaces del servidor (R_S)? Responde como decimal

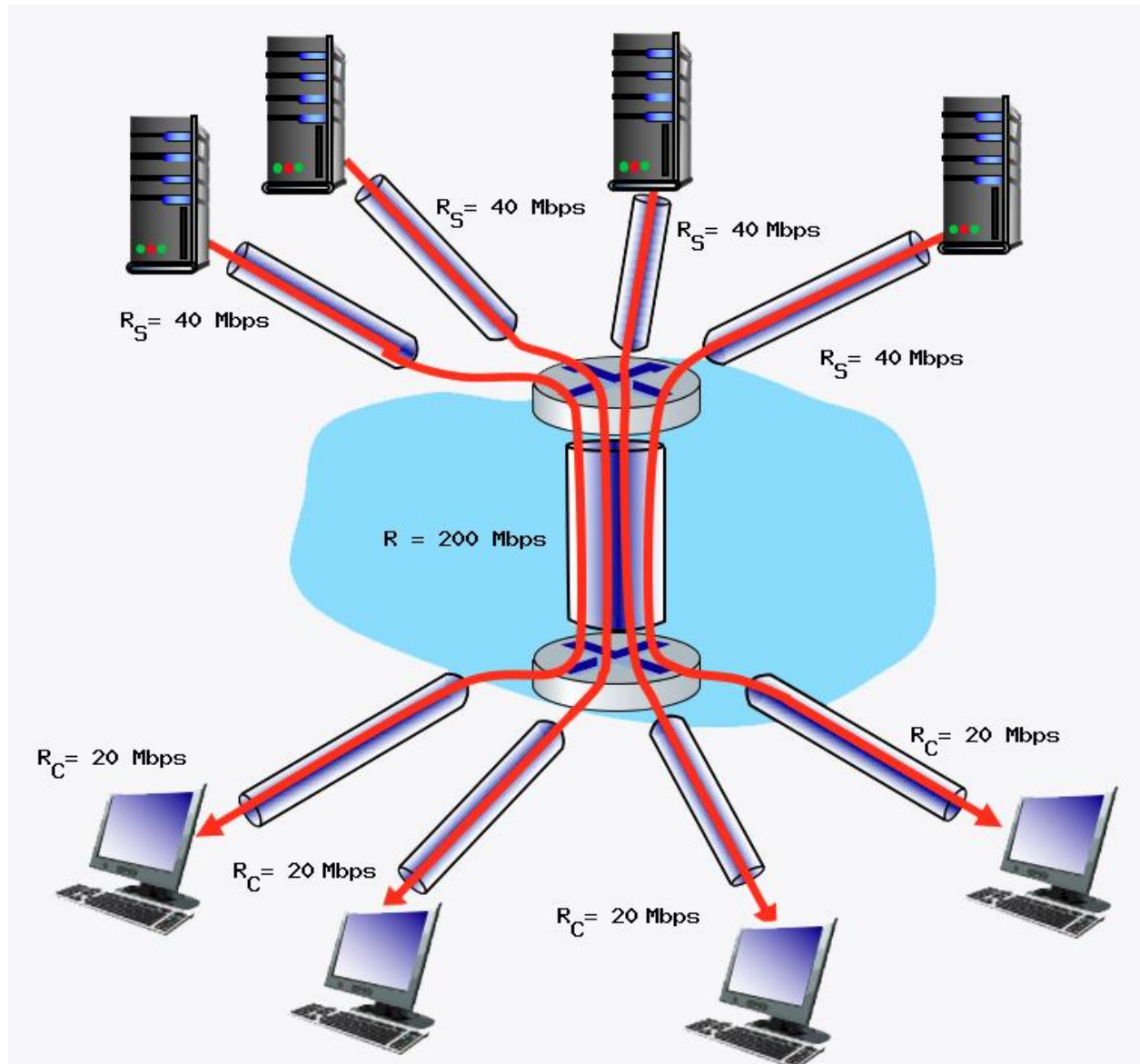
Utilización del servidor =
 $R_{\text{bottleneck}} / R_S = 20/40 = 0.5$



Ejemplo: Throughput (4)

- Suponiendo que los servidores envían a la velocidad máxima posible, ¿cuáles son las utilizaciones de enlaces para los enlaces de cliente (R_C)? Responde como decimal

Utilización del cliente =
 $R_{\text{bottleneck}} / R_C = 20/20 = 1$



Ejemplo: Throughput (5)

- Suponiendo que los servidores envían a la velocidad máxima posible, ¿cuál es la utilización del enlace para el enlace compartido (R)? Responde como decimal

$$\text{Utilización del enlace compartido} = R_{\text{bottleneck}} / (R / 4) = 20 / (200/4) = 0.4$$



Capítulo 1: Introducción

Contexto:

¿Qué es Internet? ¿Qué es un protocolo?

Network edge (Frontera de la red): hosts, access network, physical media

Network core (Núcleo de la red): packet/circuit switching, internet structure

Desempeño de la red: loss, delay, throughput

Capas de protocolos, Modelos de servicio

Seguridad

Historia

Seguridad de la red

- Internet fue originalmente diseñado sin muchos items de seguridad

- *Visión original:* “un grupo de usuarios que confían mutuamente y que están conectados a una red
- transparente” 😊
- Internet protocol designers playing “catch-up”
- (Consideraciones de seguridad en todas las capas!)



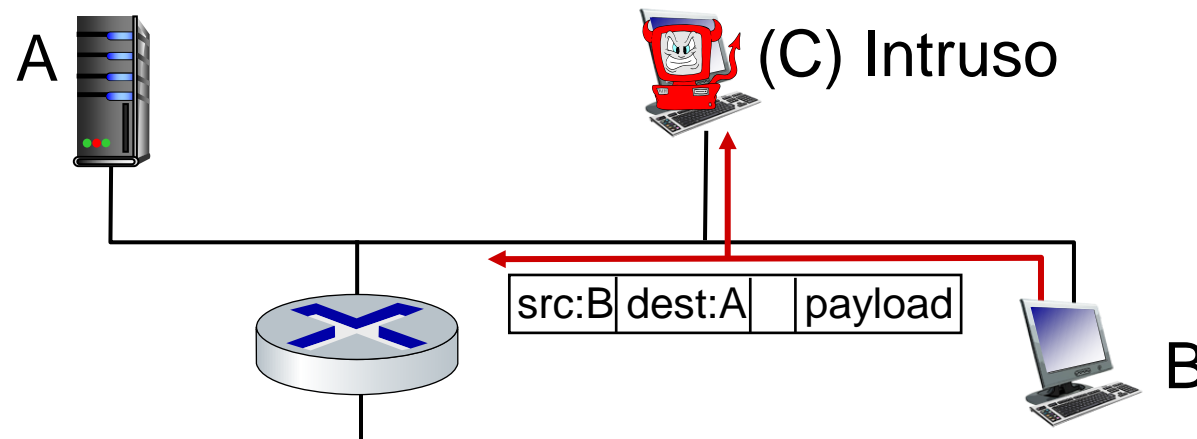
- Ahora es necesario pensar en:

- ¿cómo intrusos pueden atacar las redes informáticas?
- ¿cómo podemos defender las redes contra los ataques?
- ¿cómo diseñar arquitecturas que sean inmunes a los ataques?

Intrusos: interceptación de paquetes

packet “sniffing”:

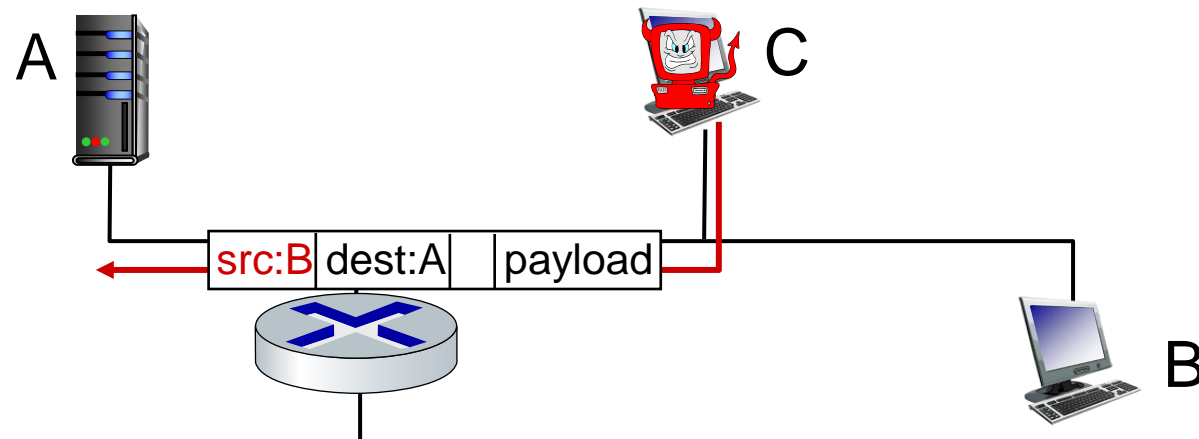
- medios de difusión (Ethernet compartido, inalámbrico)
- La interfaz de red intrusa lee/registra todos los paquetes (¡incluidas las contraseñas!) que pasan



El software Wireshark utilizado para nuestros laboratorios, es un rastreador de paquetes (gratuito)

Intrusos: identidades falsas

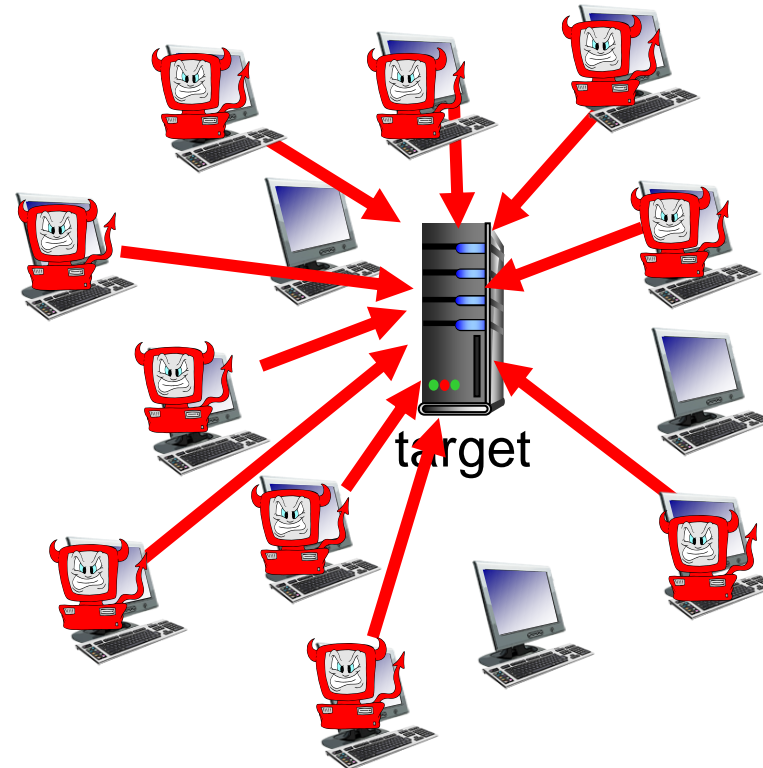
IP spoofing: inyección de paquetes con dirección de origen falsa



Intrusos: negación de servicio

Denial of Service (DoS): Los atacantes hacen que los recursos (servidor, ancho de banda) no estén disponibles para el tráfico legítimo al abrumar los recursos con tráfico falso.

1. Identificar objetivo
2. entrar en hosts de la red (normalmente bots)
3. enviar paquetes al destino desde hosts comprometidos



Líneas de defensa:

- **Autenticación:** demostrar que eres quien dices ser. Las redes celulares proporcionan identidad de hardware a través de la tarjeta SIM; ningún hardware de este tipo ayuda en Internet tradicional
- **Confidencialidad:** mediante cifrado
- **Controles de integridad:** las firmas digitales previenen / detectan la manipulación
- **Restricciones de acceso:** VPN protegidas con contraseña
- **Firewalls:** "middleboxes" especializados en redes de acceso y núcleo (desactivado por defecto) filtra los paquetes entrantes para restringir remitentes, receptores, aplicaciones
- **Detectar / reaccionar** a los ataques de DOS

... Continuará en el modulo 8 del curso dedicado a seguridad



Capítulo 1: Introducción

Contexto:

¿Qué es Internet? ¿Qué es un protocolo?

Network edge (Frontera de la red): hosts, access network, physical media

Network core (Núcleo de la red): packet/circuit switching, internet structure

Desempeño de la red: loss, delay, throughput

Capas de protocolos, Modelos de servicio

Seguridad

Historia

Arquitectura por capas (layers)

La red es compleja e integra multiples entidades

- hosts
- routers
- Enlaces de diversos medios
- aplicaciones
- protocolos
- hardware, software

Pregunta: ¿Hay alguna forma de organizar la estructura de la red?

Organización de un vuelo (analogía)



*Traslado de persona más equipaje de un
lugar a otro*



ticket (purchase)	<i>Servicio de tiquete</i>	ticket (complain)
baggage (check)	<i>Servicio de equipaje</i>	baggage (claim)
gates (load)	<i>Servicio de abordaje</i>	gates (unload)
runway takeoff	<i>Servicio de vuelo</i>	runway landing
airplane routing	<i>Servicio de ruta</i>	airplane routing

Layers (capas): cada capa implementa un servicio a través de sus propias acciones de capa interna confiando en los servicios proporcionados por la capa inferior

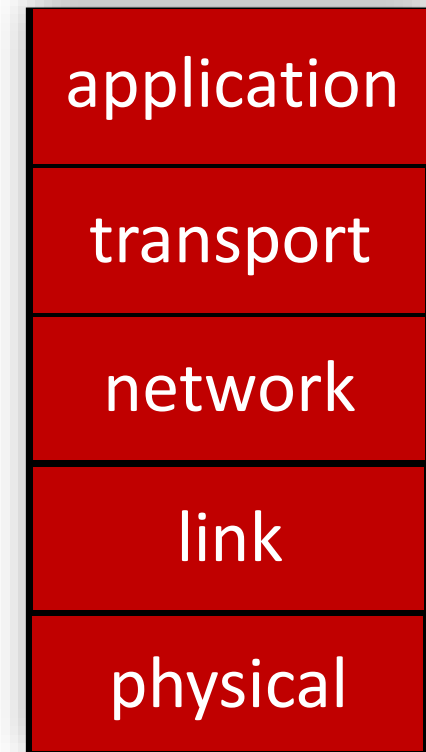
¿Por qué las capas?

- La estructura explícita permite la identificación, relación de las piezas del sistema.
- La modularización facilita el mantenimiento y la actualización del sistema.
- Cambio en la implementación del servicio de la capa: transparente para el resto del sistema

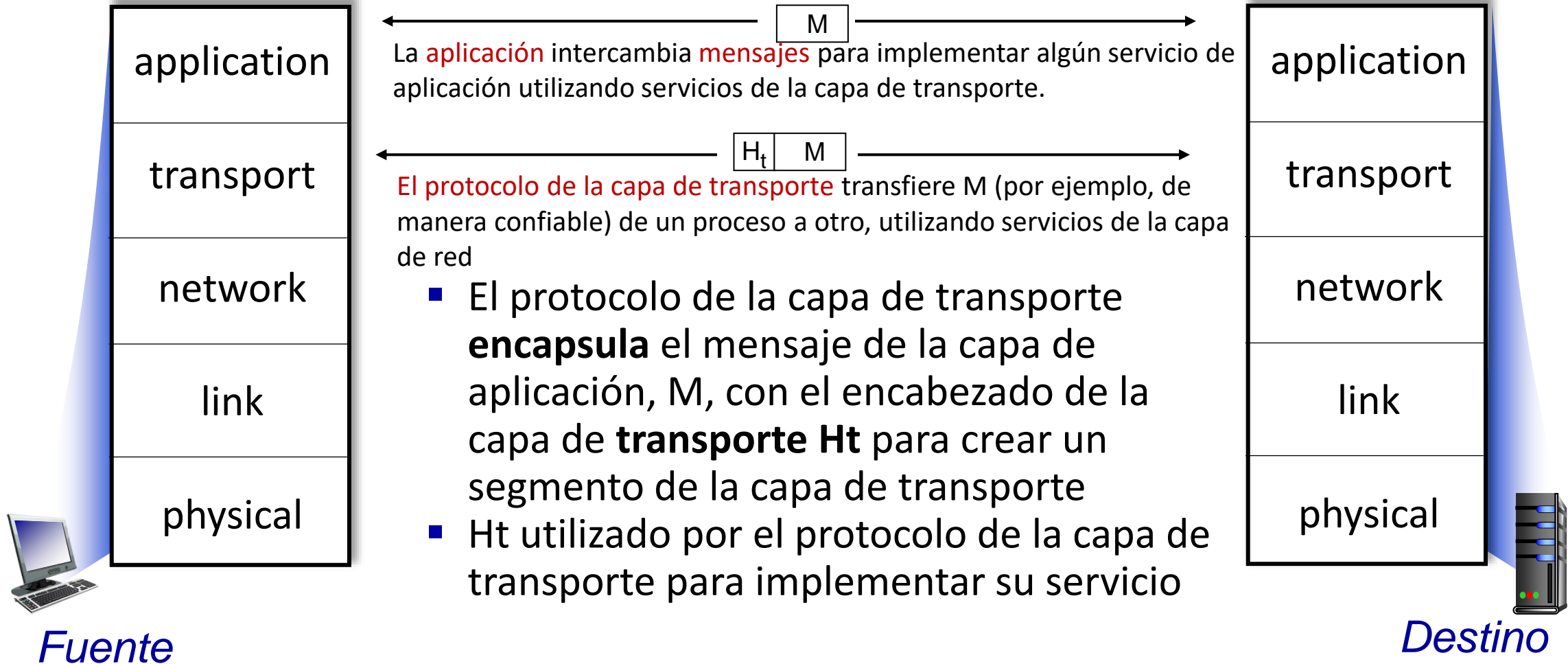


Pila de protocolos de Internet en capas

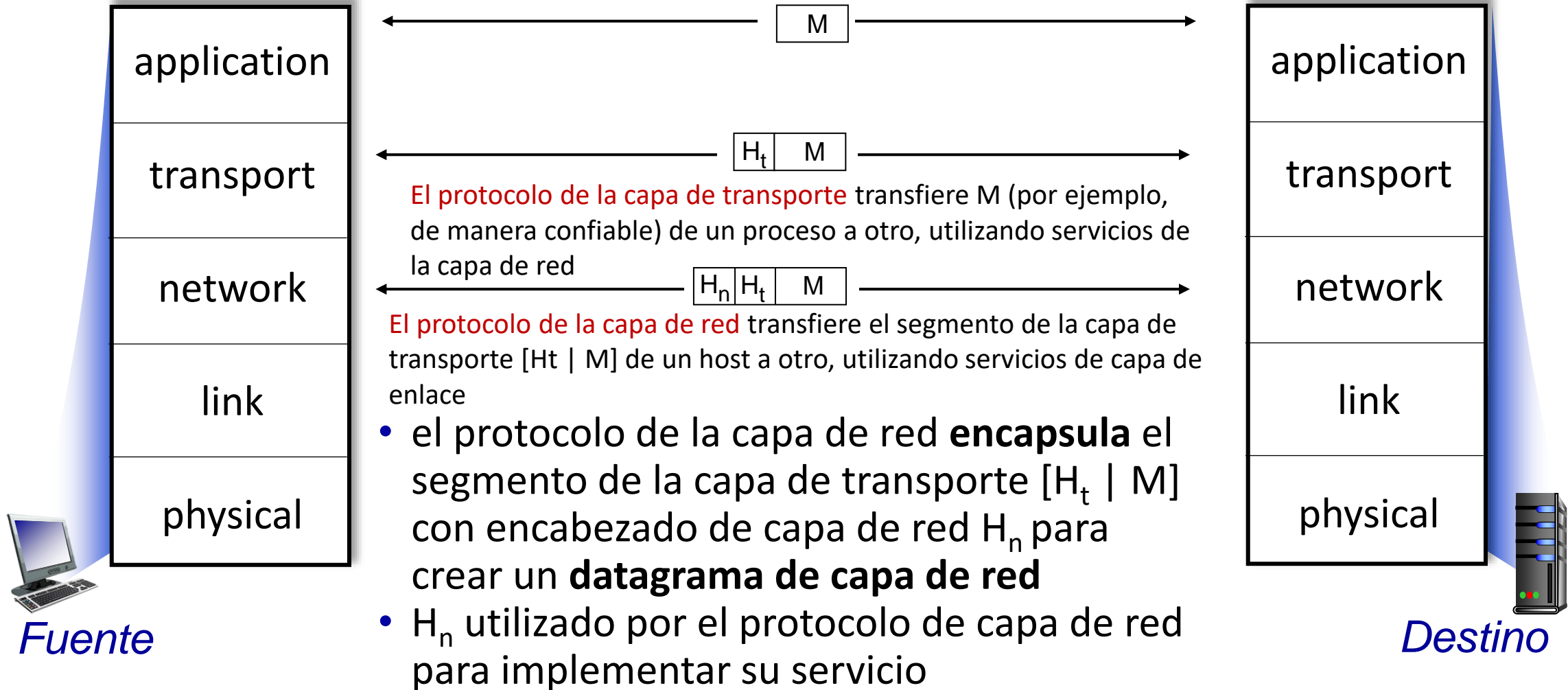
- *Aplicación:* soportando aplicaciones de red
 - HTTP, IMAP, SMTP, DNS
- *transporte:* transferencia de datos proceso-proceso
 - TCP, UDP
- *red:* enrutamiento de datagramas desde el origen al destino
 - IP, routing protocols
- *enlace:* transferencia de datos entre elementos de red vecinos
 - Ethernet, 802.11 (WiFi)
- *física:* bits “en los cables”



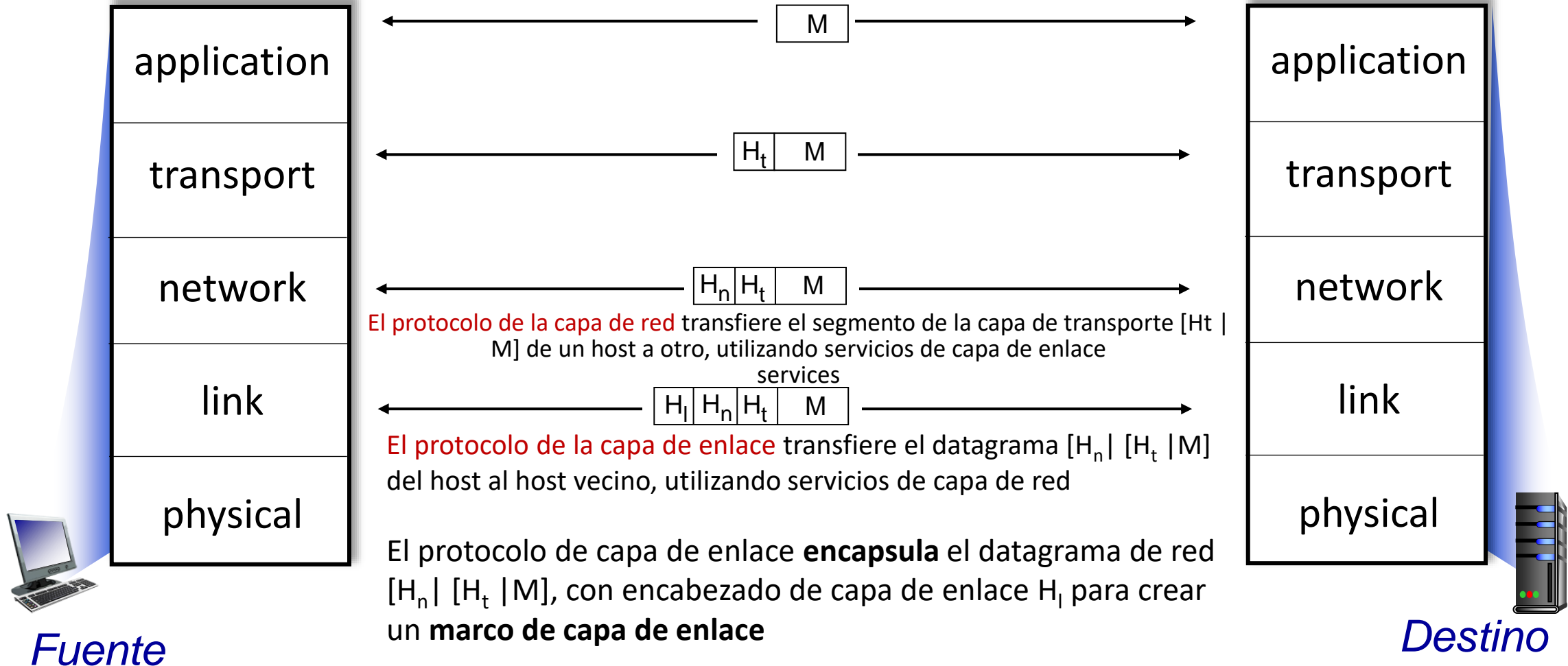
Servicios, capas y encapsulación



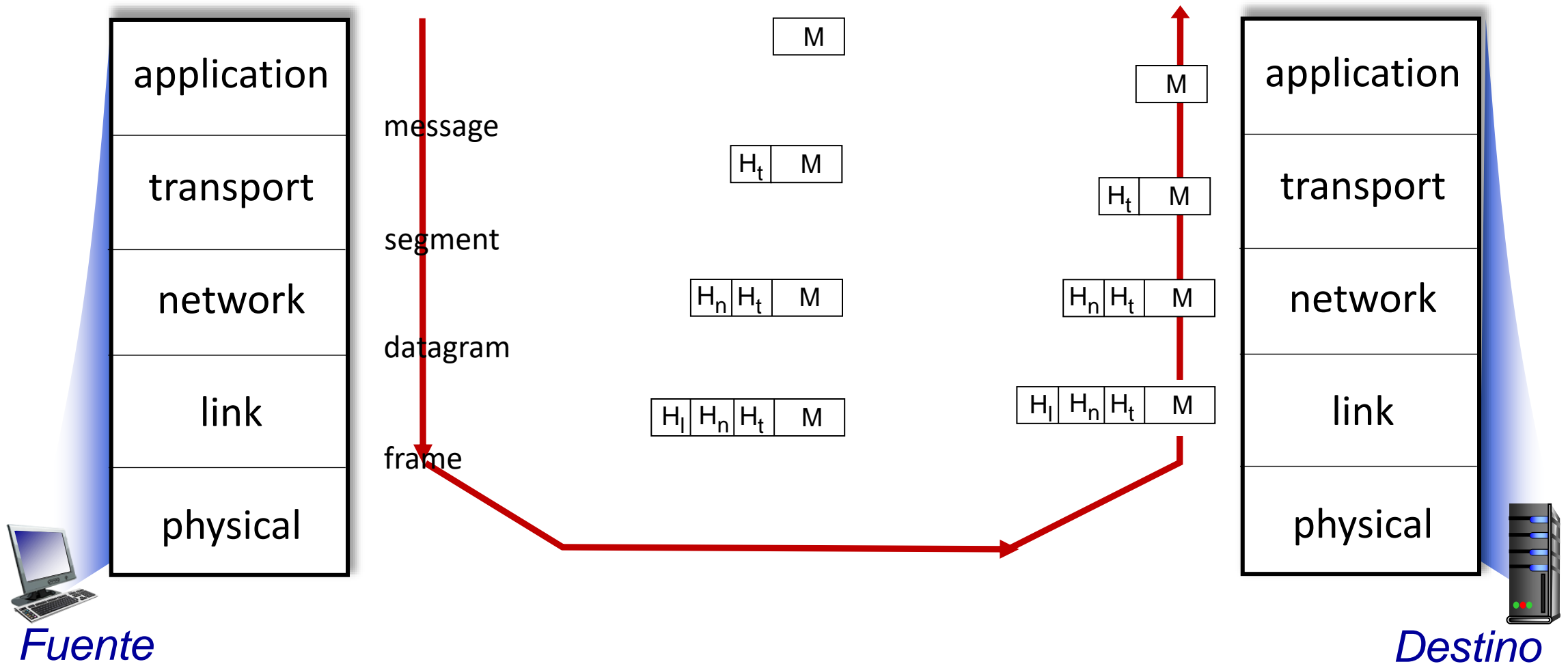
Servicios, capas y encapsulación



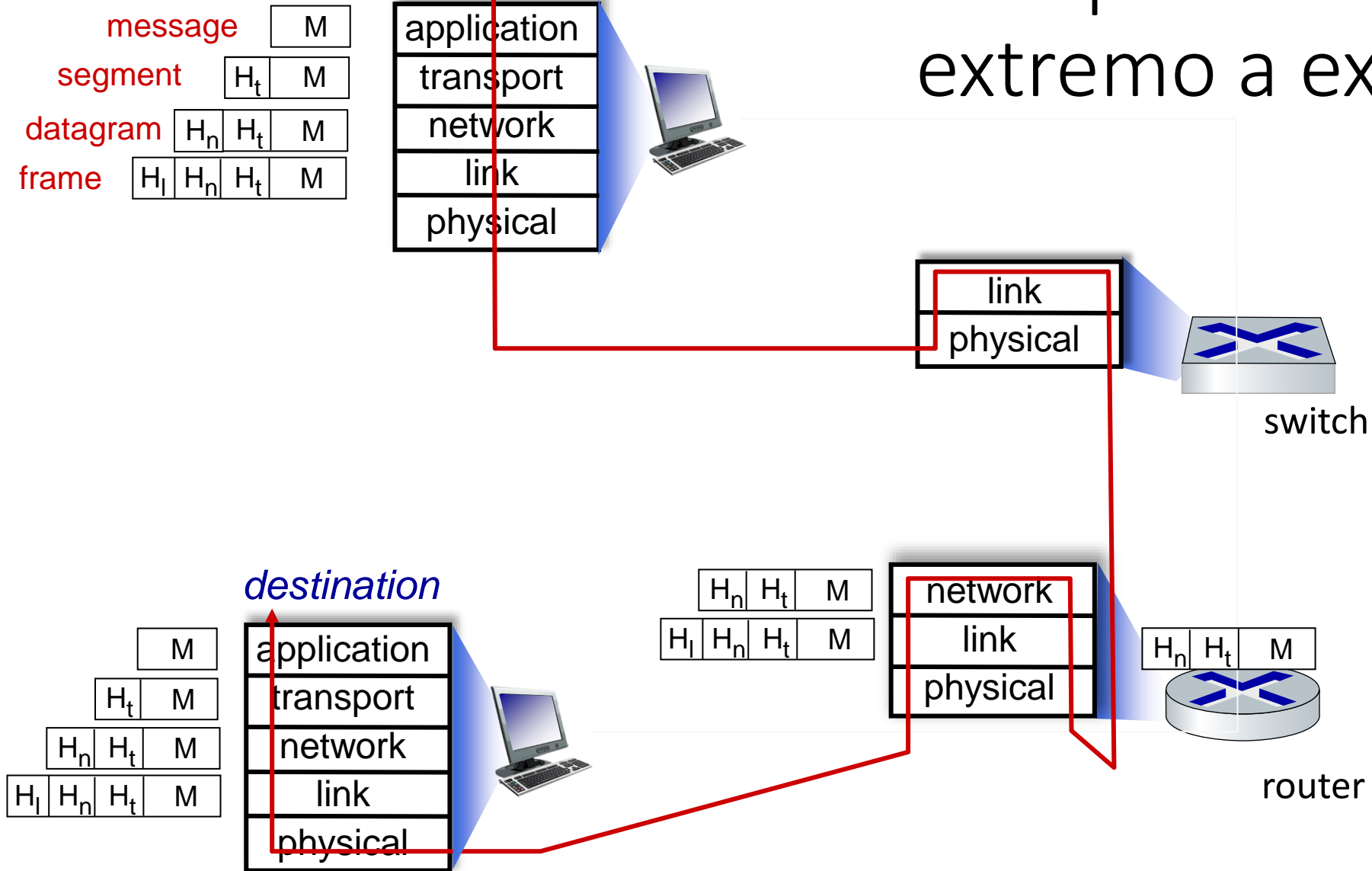
Servicios, capas y encapsulación



Servicios, capas y encapsulación



Encapsulación de extremo a extremo

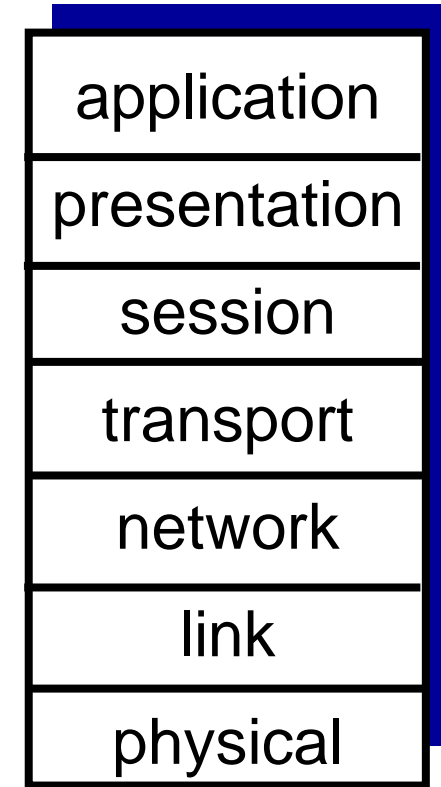


ISO/OSI reference model

¡No se encuentran dos capas en la pila de protocolos de Internet!

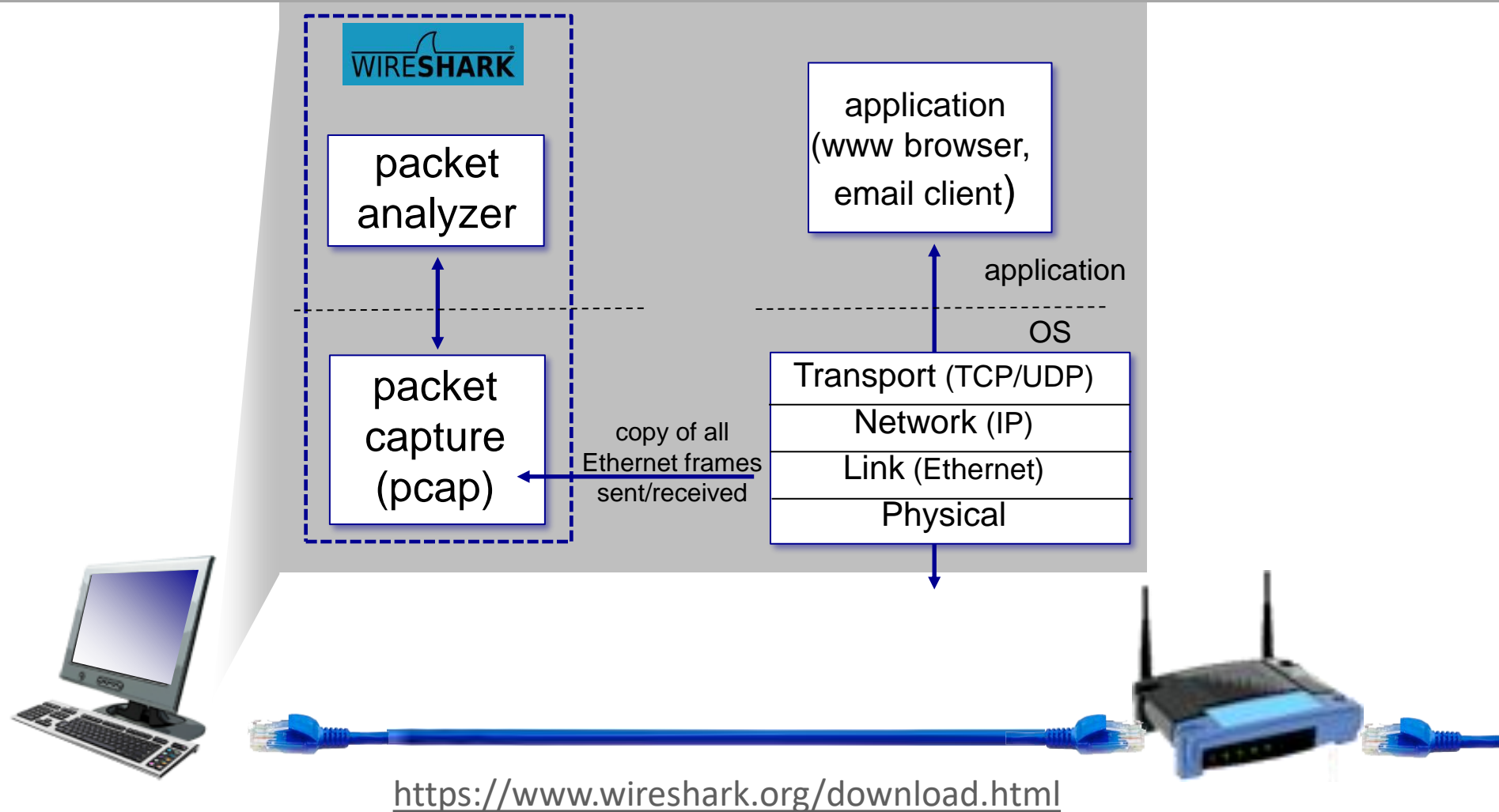
presentation: Permitir que las aplicaciones interpreten el significado de los datos, por ejemplo, cifrado, compresión, convenciones específicas de la máquina.

session: sincronización, puntos de control, recuperación de intercambio de datos



The seven layer OSI/ISO reference model

Wireshark (DESCARGAR)



Packet Tracer (DESCARGAR)



[Learn New Skills With Networking Courses | Networking Academy \(netacad.com\)](#)

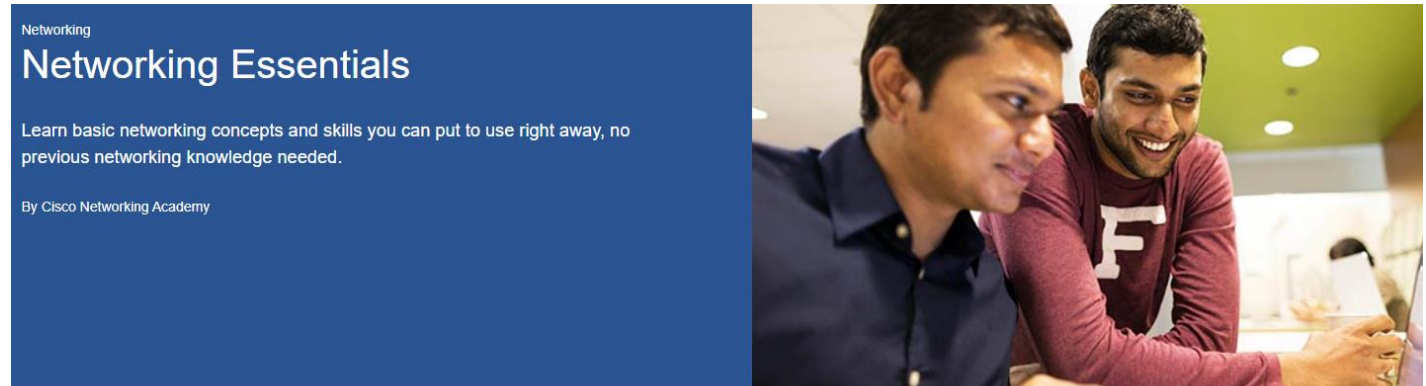
Crear cuenta

Vincular el curso gratuito Networking Essentials

Culminar las 70 horas y obtener Badge digital

Vínculo de descarga:

<https://skillsforall.com/resources/lab-downloads>



Enhance Your Skillset, Whatever Path You Take







Networking is at the heart of the digital transformation. The network is essential to many business functions today, including business critical data and operations, cybersecurity, and so much more. A wide variety of career paths rely on the network – so it's important to understand what the network can do, how it operates, and how to protect it.

This is a great course for developers, data scientists, cybersecurity specialists, and other professionals looking to broaden their networking domain knowledge. It's also an excellent launching point for students pursuing a wide range of career pathways – from cybersecurity to software development to business and more. A Networking Academy digital badge is available for the instructor-led version of this course. No prerequisites required.

You'll Learn These Core Skills:

- Plan and install a home or small business network using wireless technology, then connect it to the Internet.
- Develop critical thinking and problem-solving skills using Cisco Packet Tracer.
- Practice verifying and troubleshooting network and Internet connectivity.
- Recognize and mitigate security threats to a home network.

Sign up today!

-  **Length:** 70 hours
-  **Cost:** Free*
-  **Level:** Intermediate
-  **Learning Type:** Instructor-led, Online self-paced
-  **Achievements:** Badge
-  **Languages:** English, العربية, 中文(简体), Français, Deutsch, 日本語, Português - Brasileiro, Русский, Español



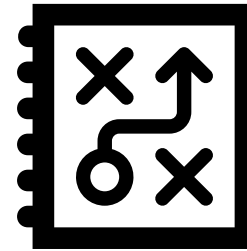
HANDS-ON



# ITEM	AÑO	TEMA	INTEGRANTES	CATEGORÍA
1	1961	Kleinrock: la teoría de las colas muestra la eficacia de packet-switching		Fundamentos tempranos de packet-switching
2	1964	Baran - packet-switching en redes militares		
3	1967			
4	1969	primer nodo operacional de ARPAnet		
5	1970	ALOHAnet satellite network en Hawaii		
6	1972	ARPAnet public demo NCP (Network Control Protocol) primer protocolo host-host primer programa e-mail ARPAnet integra 15 nodos		Internetworking: redes nuevas de diferentes propietarios
7	1974	Cerf and Kahn - arquitectura de interconexión de redes		
8	1976	Ethernet en Xerox PARC		
9	1979	DECnet, SNA, XNA (Arquitecturas privadas)		
10	1982	definición de protocolo e-mail SMTP		
11	1983	Desarrollo de TCP/IP DNS definido para ttraducir nombres / direcciones IP		Expansión de redes y nuevos protocolos
12	1985	Protocolo FTP definido		
13	1988	TCP congestion control		
14	1990	ARPAnet es dado de baja		Comercialización WEB y nuevas aplicaciones
15	1991	NSF levanta las restricciones sobre el uso comercial de NSFnet (fuera de servicio, 1995)		
16	1993	hypertext [Bush 1945, Nelson 1960's] HTML, HTTP: Berners-Lee		
17	1994	Mosaic despues conocido como Netscape		
18	1999	P2P file sharing network security (fundamentos) Aparecen 50 mill - 100 mill usuarios		
19	2005	- Hoy SDN / Escalamiento / Movilidad / Cloud	DAVID CELEITA	

Actividad Taller 1 – Historia de Internet

- Crear un grupo de trabajo (máximo 3 personas). Será el mismo grupo para talleres y proyecto de curso.
- Seleccionar máximo 2 periodos/temas de la historia de Internet.
- Preparar un solo slide (infografía pdf) en grupo para presentar el **próximo Martes 8 de Febrero en clase** (Actividad evaluativa)
- Al final se compartirá la compilación de todos los grupos en una sola presentación de la línea del tiempo por **E-Aulas**.



- Quiz evaluativo **Jueves 3 de Febrero**
- Tema: Módulo 1 – Introducción Parte 1 y Parte 2
- SOCRATIVE