Nivel de transporte

- Clase práctica -

Teoría de las Comunicaciones

Departamento de Computación
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales
Universidad de Buenos Aires

04.10.2017

Agenda

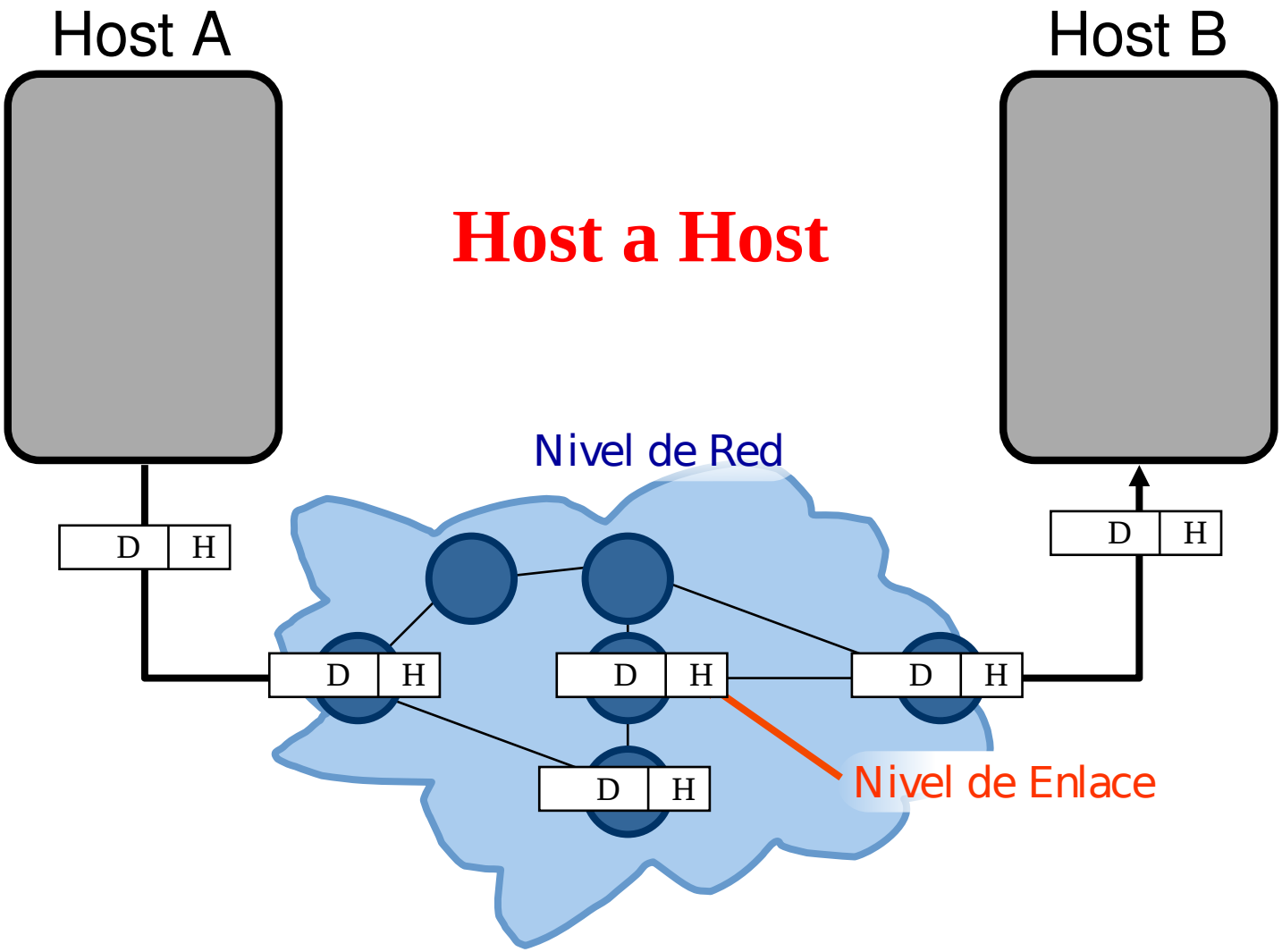
1. Introducción
   - Qué sabemos hasta ahora
   - Nivel de transporte: conceptos esenciales
2. Nivel de transporte en el modelo TCP/IP
   - El protocolo UDP
   - TCP: repaso
   - Ejercicios
3. Aplicaciones prácticas
   - NAT con puertos
   - Port scanning
   - Herramientas

Agenda

Los niveles conocidos del modelo OSI

- **Nivel físico**: lidia con el problema de cómo transmitir bits en un medio dado.
- **Nivel de enlace**: conecta dispositivos en una misma red local y transfiere tramas (frames) entre ellos.
- **Nivel de red**: define cómo interconectar redes y dirigir el tráfico de paquetes entre sus destinos.

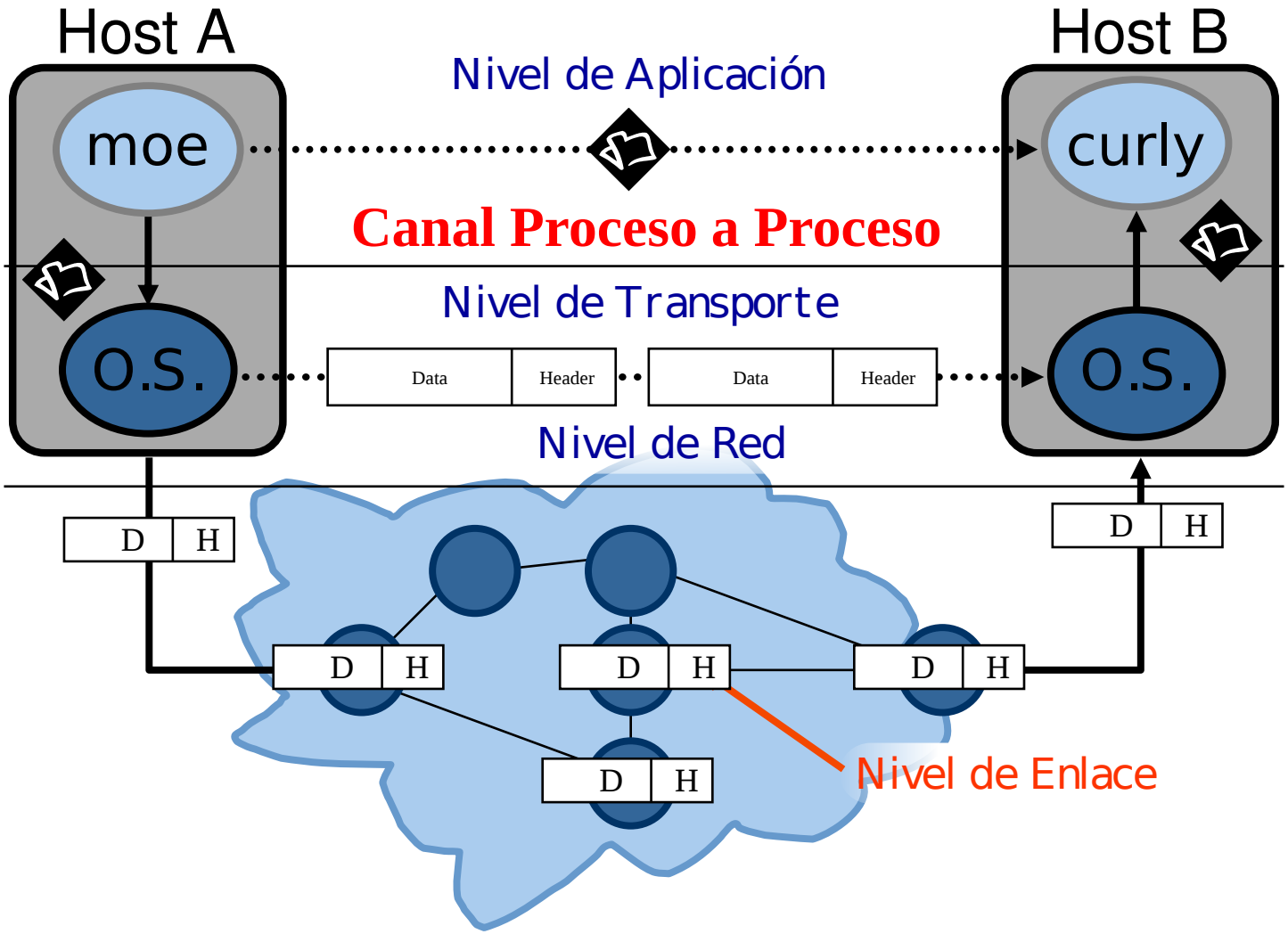
El nivel de red y sus amigos ilustrados



¿Para qué está el nivel de transporte?

- En resumen, hasta ahora tenemos un mecanismo para comunicar hosts con hosts.
- Ahora, el objetivo está en implementar un canal de comunicación entre **procesos**.
- Este canal será en definitiva utilizado por las aplicaciones.
- Problema: capas inferiores suelen tener limitaciones y las aplicaciones pueden requerir servicios confiables.

El nivel de transporte ilustrado



Características esenciales

- El nivel de red ofrece un servicio de *mejor esfuerzo*:
  - Puede descartar mensajes,
  - Reordenar mensajes,
  - Entregar copias duplicadas de un mensaje,
  - Limitar los tamaños de mensaje a un valor fijo, o
  - Entregar mensajes con una demora arbitraria.
- Sin embargo, el nivel de transporte, para satisfacer a las aplicaciones, debe ofrecer:
  - Entrega de mensajes garantizada y respetando el orden,
  - No entregar mensajes duplicados,
  - Soportar tamaños de mensaje arbitrarios,
  - Control de flujo por parte del emistor hacia el receptor,
  - Soportar múltiples procesos en cada host, entre otras.
- $\Rightarrow$ **Objetivo**: desarrollar algoritmos para alcanzar estos requerimientos.

Esto me suena de otro lado...

- De lo anterior puede pensarse que el nivel de transporte guarda similitudes con el nivel de enlace:
  - Ambos deben lidiar con control de errores, secuenciamiento, control de flujo, etc.
- **Pero** el nivel de enlace se apoya en un canal físico y el nivel de transporte tiene debajo una red:
  - Se requiere **direccionamiento** explícito,
  - Establecer conexiones es indefectiblemente más complicado,
  - La red posee *capacidad de almacenamiento*: un paquete puede quedar almacenado en la red y llegar a destino más tarde,
  - Etc.

Cómo identificamos los procesos

- Al iniciar la comunicación, los procesos deben especificar con qué proceso destino desean hablar.
- No sirve PIDs: scope local, y son variables.
- La arquitectura TCP/IP utiliza **puertos**: valor numérico (de 16 bits) que identifica procesos.
- Se utiliza junto con la dirección IP para dar una caracterización unívoca del destino.
- Usualmente implementados mediante **sockets**.

Puertos: cómo funcionan

- Cuando un proceso se asocia a un puerto, está listo para recibir mensajes.
- Problema: los procesos externos deben tomar conocimiento de este puerto elegido.
- Soluciones:
  - Utilizar puertos **conocidos**: sucede en la práctica. Ejemplo: web server en puerto 80, mail server en puerto 25, etc.
  - Utilizar un **port mapper**: proceso que sabe cuál puerto utiliza cada servicio. Corre en un puerto fijo. Ejemplo: RPC.
- Los servidores saben cómo responder a los clientes: el puerto respectivo viene en los mensajes que ellos envían.

Puertos y servicios en Linux

- En Linux, el archivo `/etc/services` lista los puertos conocidos de los distintos servicios:

```
ftp-data        20/tcp
ftp             21/tcp
fsp             21/udp          fspd
ssh             22/tcp
ssh             22/udp
telnet          23/tcp
smtp            25/tcp          mail
time            37/tcp          timserver
time            37/udp          timserver
```

- Se usa para obtener, desde el código, el puerto de un servicio a través de su nombre.

Clasificación de protocolos de transporte

- Podemos clasificar los protocolos de nivel de transporte a través de las siguientes características:
  - Orientación a conexión
  - Confiabilidad
- En TCP/IP se distinguen fundamentalmente estos protocolos:
  - **TCP**: con conexión y confiable.
  - **UDP**: sin conexión y no confiable.
- Hay otros. Ejemplo: RUDP (UDP extendido para hacerlo confiable y al mismo tiempo evitar el overhead de TCP).

Agenda

1. Introducción
   - Qué sabemos hasta ahora
   - Nivel de transporte: conceptos esenciales
2. Nivel de transporte en el modelo TCP/IP
   - El protocolo UDP
   - TCP: repaso
   - Ejercicios
3. Aplicaciones prácticas
   - NAT con puertos
   - Port scanning
   - Herramientas

- UDP -

El protocolo UDP

- UDP (*User Datagram Protocol*), como hemos dicho, es no confiable ni orientado a conexión.
- Especificado en el RFC 768.
- Extiende el servicio de la capa de red subyacente transformándolo en un canal de comunicación entre procesos.
- $\Rightarrow$ Agrega **demultiplexación** a IP.

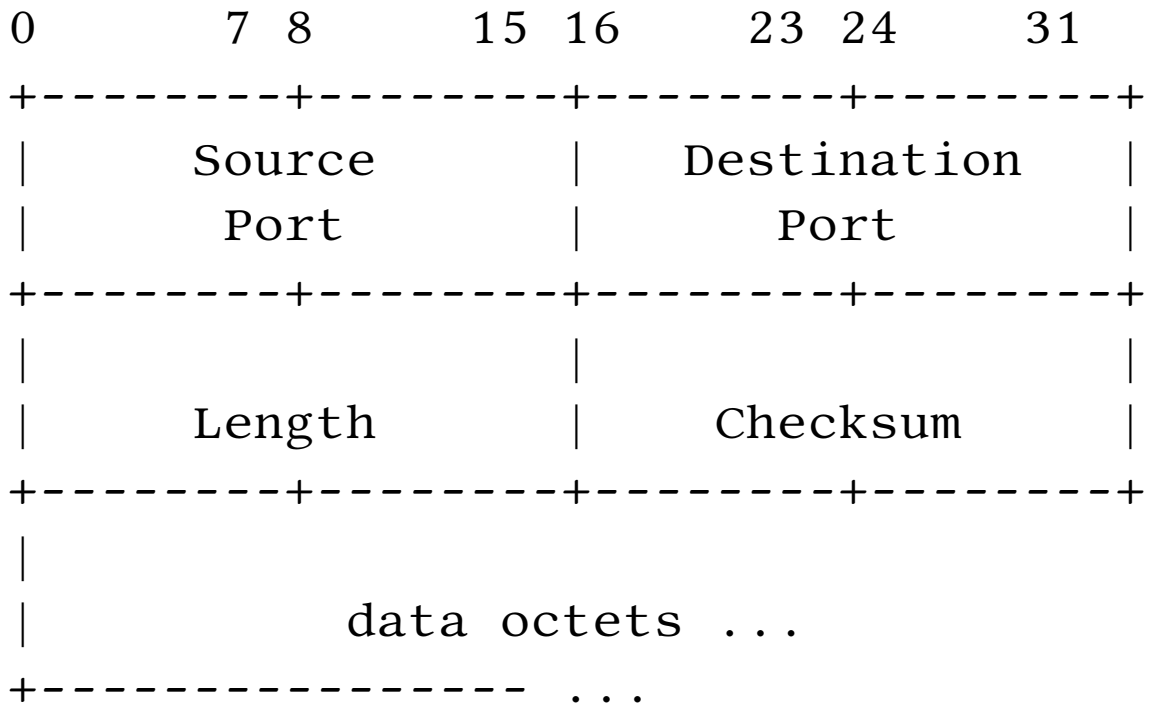
Características de UDP

- Establece una comunicación poco costosa entre procesos.
- Evita la sobrecarga y las demoras propias de la entrega ordenada y confiable de mensajes.
- Soporta múltiples procesos de nivel de aplicación en cada máquina.
- Tráfico *egoísta*: puede congestionar las colas de entrada y salida de los routers.
- Sin control de flujo: el destinatario puede verse saturado y perder información en consecuencia.
- Esencialmente, **IP** + **puerto**.

¿Por qué UDP?

- Control preciso sobre qué información se envía y cuándo se envía.
- Sin demoras para establecimiento de conexiones.
  - UDP no contempla ningún procedimiento preliminar formal.
- Sin *estado de conexión*: no se reservan parámetros, números de secuencia, etc.
  - Esto facilita la manipulación de muchos clientes activos en simultáneo.
- Poco overhead por encabezado: sólo 8 bytes.

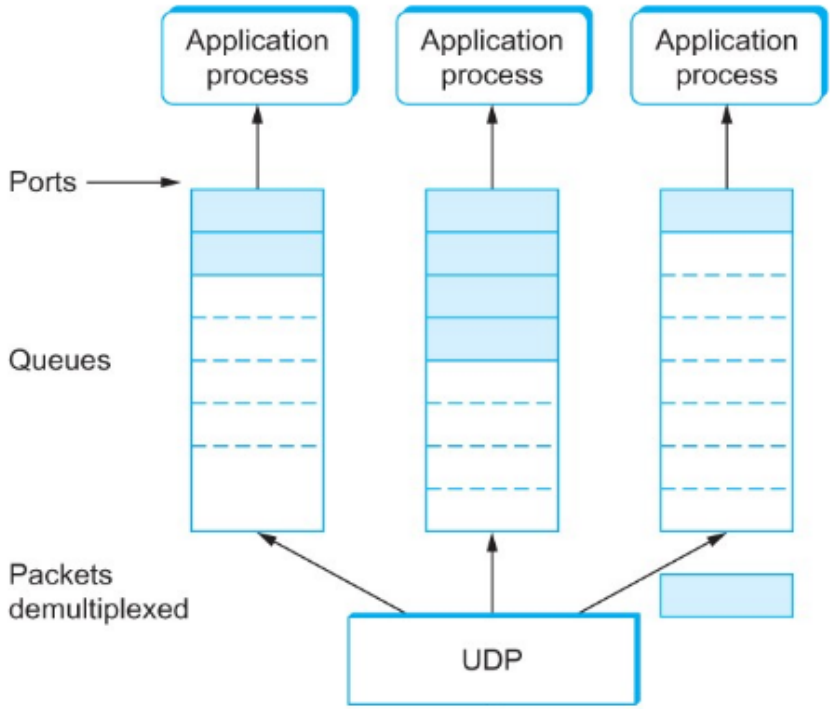
Formato del datagrama (cortesía RFC)



- `Length`: longitud (en bytes) del datagrama completo. Tamaño mínimo: 8 bytes (¿por qué?).
- `Checksum`
  - Se computa sobre el header, los datos y el *pseudoheader*: campos `Protocol`, `Source Address` y `Destination Address` del header IP.
  - Opcional en IP; obligatorio en IPv6.

Puertos como colas de mensajes (cortesía Peterson)

- Cuando un paquete arriba a destino, éste se dirige al puerto correspondiente y aguardará allí encolado.
- De no haber espacio suficiente, se descartará sin más.
- La aplicación removerá el primer paquete encolado al momento de recibir mensajes.
- Si la cola está vacía, se bloqueará.



- TCP -

El protocolo TCP

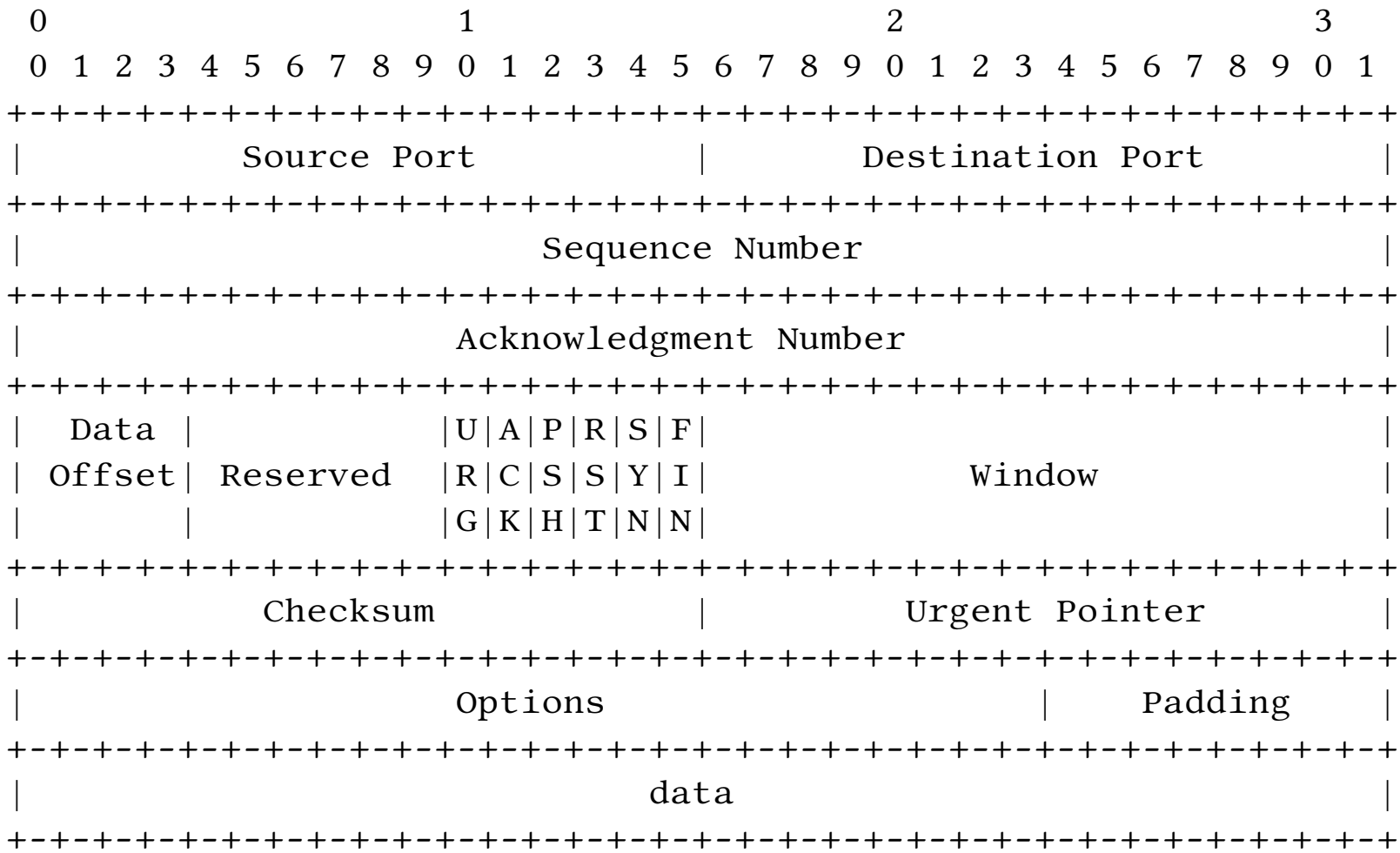
- Protocolo de nivel de transporte central en el modelo TCP/IP.
- Ofrece un servicio **confiable** y **orientado a conexión** a los protocolos de aplicación que corren sobre él.
  - Abstrae la red subyacente exponiendo un stream de bytes ordenado y libre de errores.
- Estandarizado originalmente en el RFC 793 (circa 1981).
  - No obstante, continuó evolucionado constantemente y fue rectificado por RFCs posteriores (e.g., RFC 1122).
  - Actualmente, existe un draft (RFC 793 bis) que volvería obsoleto a este RFC, delineando las características fundamentales de TCP en el contexto de la Internet moderna:

    `http://www.ietf.org/id/draft-eddy-rfc793bis-05.txt`

Diferencias básicas con UDP

- Transferencia de datos en orden
  - Esto es efectuado por el receptor a través de los números de secuencia de los segmentos.
- Garantía de transmisión de datos libre de errores
- Control de flujo
  - Determina un límite al volumen de datos que el emisor puede enviar.
  - El receptor informa cuántos bytes está dispuesto a aceptar a través de un campo en el header (similar a la RWS que ya estudiamos en protocolos de sliding window).
- Retransmisión de segmentos
  - Todo byte no reconocido es eventualmente retransmitido.
- Control de congestión
  - Sobre esto volveremos la semana que viene!

Formato del segmento (cortesía RFC)



Esquema de reconocimiento

- El número de secuencia sirve para identificar a **cada byte** enviado.
- Este valor se incrementa por cada byte que se envía.
- A su vez, cada byte debe reconocerse a través de paquetes ACK.
- El esquema de reconocimiento utilizado consta de ACKs **acumulativos**.
  - En particular, si #ACK = n, esto significa que el próximo byte que el emisor del ACK espera recibir es el n.
  - O, en otras palabras, que recibió correctamente los bytes secuenciados $0, \ldots, n-1$.
- TCP también provee reconocimiento selectivo a través de opciones.
- Si un ACK no es recibido dentro de un tiempo estimado, se procederá a retransmitir los bytes en cuestión.
  - El funcionamiento de este mecanismo recae en la estimación del RTO (*retransmission timeout*), que a su vez depende de la estimación del RTT de la conexión.

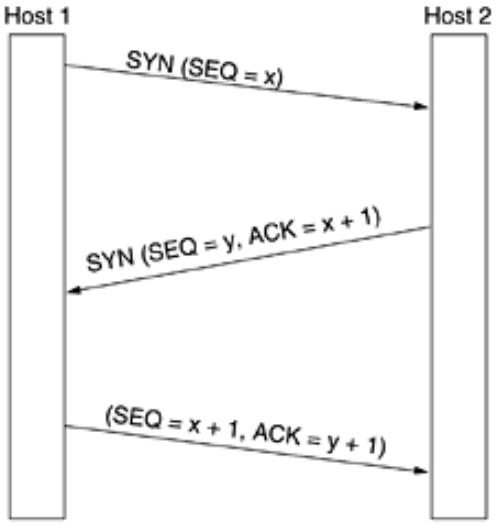
Modo de operación

- El protocolo distingue tres fases de operación:
  - *Establecimiento de conexión*, en donde ambos extremos sincronizan números de secuencia y reservan estado,
  - *Transferencia de datos*, que corresponde a la etapa en la que ambas partes pueden enviar y recibir información, y
  - *Cierre de conexión*, donde se produce un cierre (potencialmente asimétrico) del canal y se liberan los recursos usados.
- A lo largo de estas fases, la conexión transitará diversos **estados**. Éstos se formalizan a través de una máquina de estados en la que distintos eventos causarán transiciones entre ellos (volvemos sobre esto en instantes).

Establecimiento de conexión

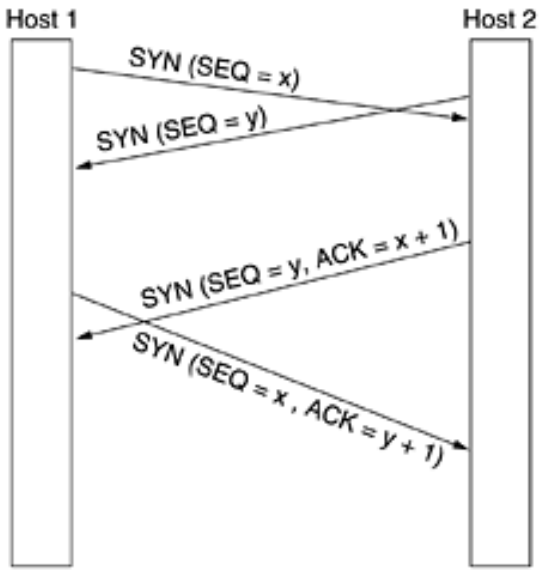
- El algoritmo para establecer una conexión TCP se conoce como *three-way handshake*.
- El objetivo es que ambas partes puedan sincronizar los números de secuencia iniciales (ISN).
- Si bien se trata de una conexión full-duplex, usualmente es posible identificar un actor *pasivo* ("servidor") y otro *activo* ("cliente").
  - El servidor debe hacer antes un *passive open*, que consiste en ligarse a un puerto local y ponerse a escuchar conexiones allí.
  - La acción del cliente, *active open*, consiste en enviar un paquete TCP con el flag de SYN prendido a dicho puerto.
- **Importante:** el flag de SYN es secuenciable! Esto significa que un paquete SYN consume un número de secuencia.

Three-way handshake tradicional (cortesía Tanenbaum)



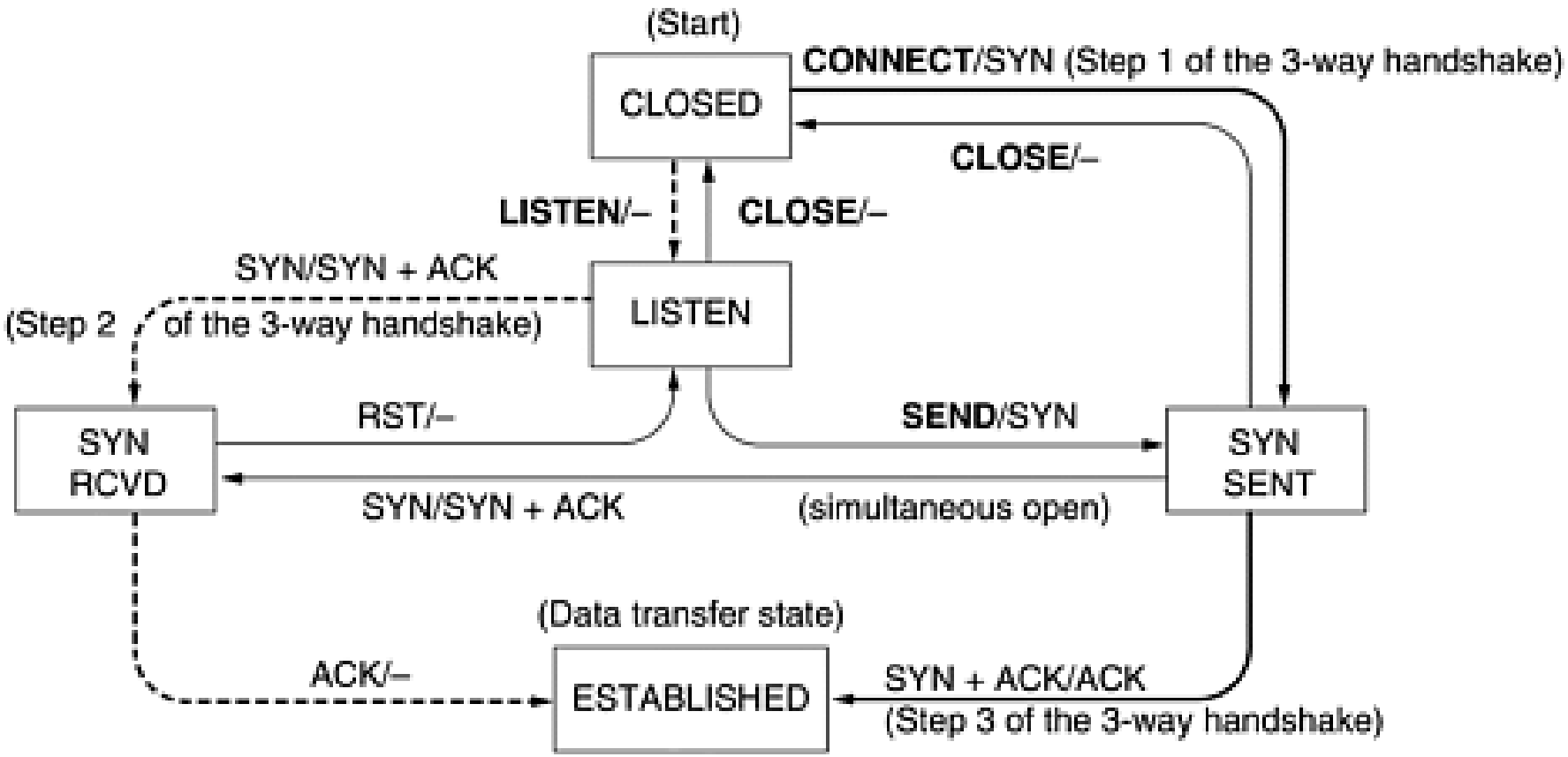
- El "servidor" (host 2) efectúa un LISTEN y el "cliente" un CONNECT, acción que dispara un paquete SYN con número de secuencia inicial x.
- El servidor responde con SYN+ACK, indicando su número de secuencia y y reconociendo el valor de x escogido por el cliente.
- Finalmente el cliente reconoce el valor de y, quedando así establecida la conexión.
- **Importante:** si en el host 2 no hubiera un proceso escuchando en el puerto solicitado por el cliente, el sistema operativo responderá con un paquete con el flag RST prendido.

Otro escenario posible (cortesía Tanenbaum)



- Aunque es muy poco frecuente, el protocolo también especifica la situación de una **apertura simultánea**.
- En este caso, sendos hosts responderán al SYN de la contraparte con un SYN+ACK reconociendo el número de secuencia enviado.
- Al recibir los ACKs, cada host considerará que la conexión está establecida.

Diagrama de estados: apertura (cortesía Tanenbaum)



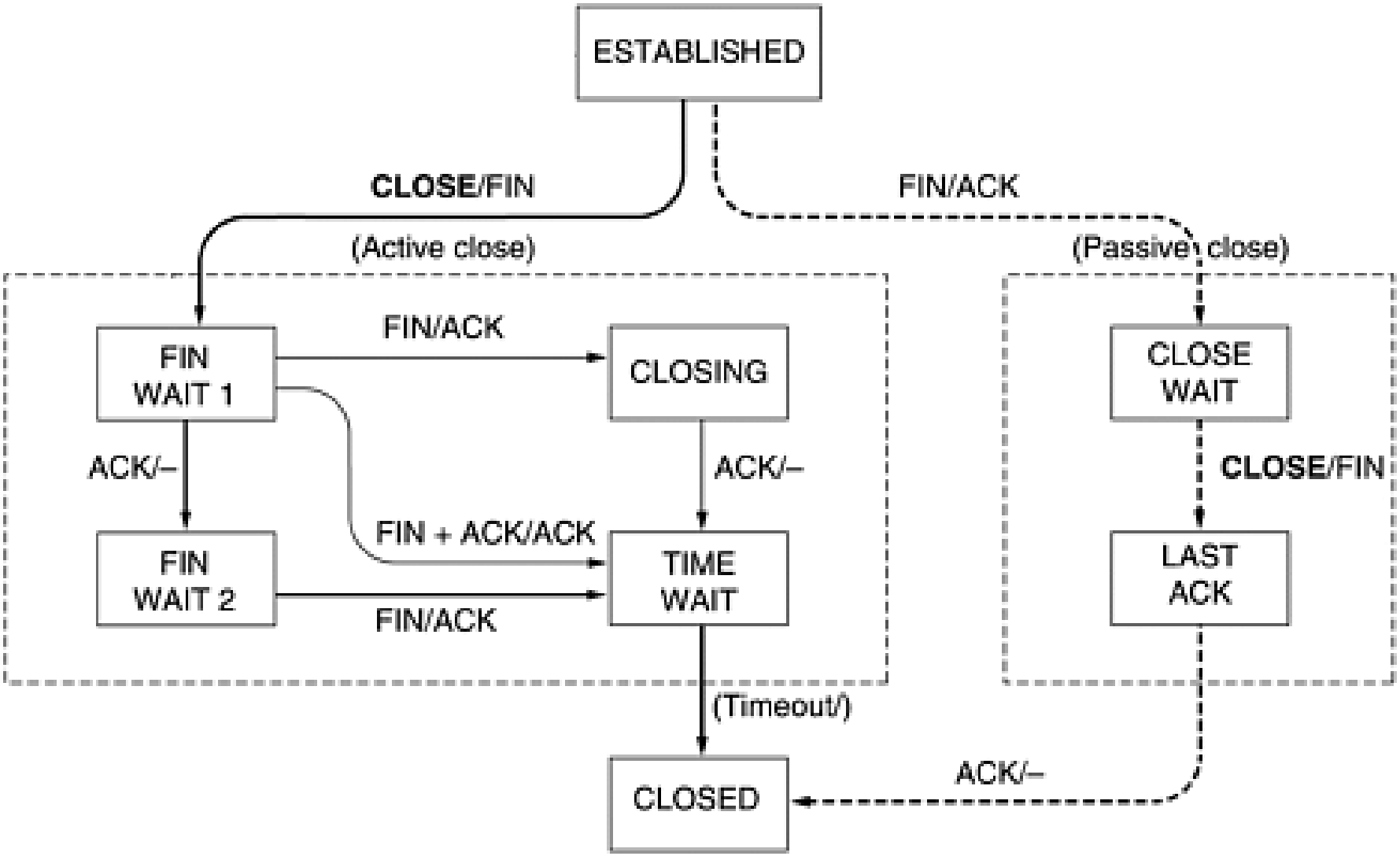
Cierre de conexión

- Al cerrar la conexión, TCP admite asimetría: un extremo puede decidir cerrar su stream de escritura pero al mismo tiempo continuar recibiendo datos.
- Esto se logra a través del *four-way handshake*.
  - Un paquete FIN indica que el emisor no enviará más datos.
  - El receptor debe reconocer este FIN con un paquete ACK.
  - Eventualmente, el receptor enviará su FIN y éste será a su vez reconocido.
- No obstante, el escenario de cierre más común es simétrico:
  - Al FIN inicial se responde con FIN+ACK.
  - Luego, el emisor del primer FIN responde con un ACK.
- **Importante:** el flag FIN también es secuenciable!

Cierre simultáneo

- Al igual que durante el inicio de conexión, el protocolo también especifica una situación de **cierre simultáneo**.
- En ésta, cada interlocutor envía en forma independiente su `FIN` antes de que el `FIN` del otro sea correctamente recibido.
- La secuencia de estados atravesada en este caso será distinta a la del flujo asimétrico anterior.

Diagrama de estados: cierre (cortesía Tanenbaum)



Ejercicio 5 - práctica 6

Dada la siguiente secuencia de segmentos TCP, responder las preguntas que siguen:

#	ORIG	DEST	FLAGS	#SEQ	#ACK	LENGTH
1	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	S	0	—	0
2	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	S	42	—	0
3	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	SA	10000	1	0
4	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	0
5	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	SA	54321	43	0
6	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	50
7	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	A	43	54322	0
8	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	0
9	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	200
10	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	SAU	43	64334	0
11	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	F	10201	—	0
12	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	FA	51	10202	0
13	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	RA	54321	43	0
14	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10202	52	0

Ejercicio 5 - práctica 6 (cont.)

a. Asociar cada segmento con cada una de las conexiones indicando el criterio usado para determinar a qué conexión pertenece un segmento. ¿Cuántas son?
b. Detectar el cierre anómalo de una de las conexiones e indique una posible causa.
c. Para la otra conexión, detallar los cambios de estado en cada extremo a lo largo de toda la comunicación.

Ejercicio 5 - práctica 6 (item a.)

Conexión #1

#	ORIG	DEST	FLAGS	#SEQ	#ACK	LENGTH
1	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	S	0	—	0
3	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	SA	10000	1	0
4	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	0
6	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	50
8	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	0
9	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	200
11	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	F	10201	—	0
12	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	FA	51	10202	0
14	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10202	52	0

Ejercicio 5 - práctica 6 (item a.)

Conexión #2

#	ORIG	DEST	FLAGS	#SEQ	#ACK	LENGTH
2	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	S	42	—	0
5	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	SA	54321	43	0
7	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	A	43	54322	0
10	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	SAU	43	64334	0
13	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	RA	54321	43	0

Ejercicio 5 - práctica 6 (item b.)

Detectar el cierre anómalo de una de las conexiones e indique una posible causa.

Ejercicio 5 - práctica 6 (item b.)

Detectar el cierre anómalo de una de las conexiones e indique una posible causa.
Conexión #2, paquete #10

#	ORIG	DEST	FLAGS	#SEQ	#ACK	LENGTH
2	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	S	42	—	0
5	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	SA	54321	43	0
7	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	A	43	54322	0
10	1.1.1.1:2222	3.3.3.3:4444	SAU	43	64334	0
13	3.3.3.3:4444	1.1.1.1:2222	RA	54321	43	0

Ejercicio 5 - práctica 6 (item c.)

Para la otra conexión, detallar los cambios de estado en cada extremo a lo largo de toda la comunicación.

#	ORIG	DEST	FLAGS	#SEQ	#ACK	LENGTH
1	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	S	0	—	0
3	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	SA	10000	1	0
4	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	0
6	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	A	1	10001	50
8	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	0
9	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10001	51	200
11	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	F	10201	—	0
12	1.2.3.4:5678	20.232.1.1:80	FA	51	10202	0
14	20.232.1.1:80	1.2.3.4:5678	A	10202	52	0

Ejercicio de recuperatorio - 1er cuatrimestre de 2014

La siguiente captura de paquetes TCP corresponde a un programa corriendo en un host A comunicándose con el servicio corriendo en el puerto 5900 del host B:

```
No.   Source   Dest   Info
1     A        B      26574 > 5900 [SYN] Seq=0 Ack=0 Len=0
2     B        A      5900 > 25674 [SYN,ACK] Seq=0 Ack=1 Len=0
3     A        B      26574 > 5900 [ACK] Seq=1 Ack=1 Len=0
4     A        B      26574 > 5900 [PSH,ACK] Seq=1 Ack=1 Len=1024
5     B        A      5900 > 25674 [ACK] Seq=1 Ack=1025 Len=200
6     A        B      26574 > 5900 [ACK] Seq=1025 Ack=201 Len=0
```

a. Extender la captura proponiendo una serie de paquetes que hagan que el socket del host A atraviese los siguientes estados:

   ESTABLISHED - FIN-WAIT-1 - FIN-WAIT-2 - TIME-WAIT - CLOSED

b. Proponer otros dos escenarios de cierre que podrían darse en esta conexión mencionando los estados transitados por cada socket.

Agenda

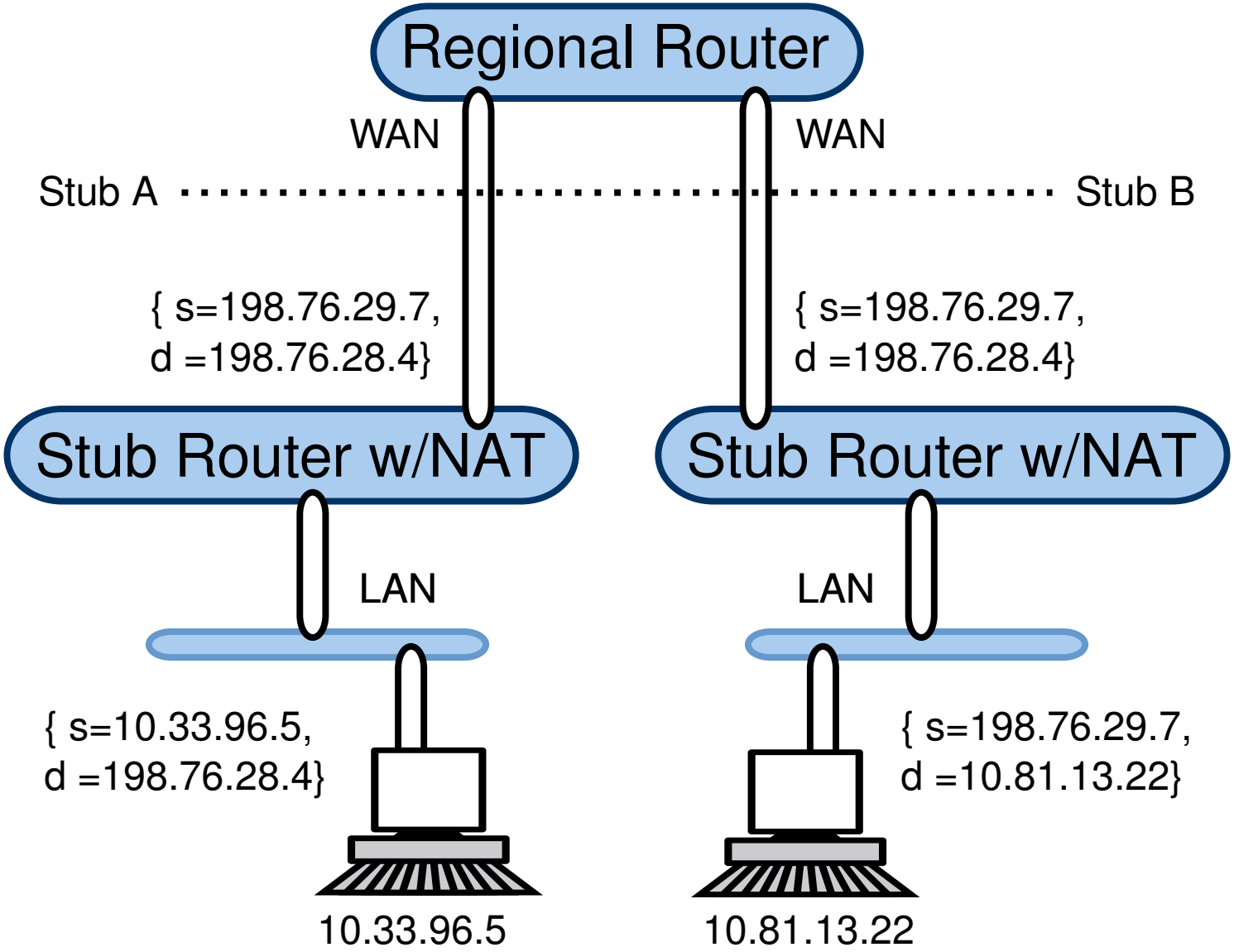
1. Introducción
   - Qué sabemos hasta ahora
   - Nivel de transporte: conceptos esenciales
2. Nivel de transporte en el modelo TCP/IP
   - El protocolo UDP
   - TCP: repaso
   - Ejercicios
3. Aplicaciones prácticas
   - NAT con puertos
   - Port scanning
   - Herramientas

- NAT con puertos -

¿Qué es NAT?

- NAT (*Network Address Translation*) es un método para mapear direcciones IP de un dominio (usualmente privado) a otro (usualmente público).
- Su forma más básica está especificada en el RFC 1631.
- Función implementada en los gateways: transparente para los hosts.
- Se ideó para atacar el problema de la escasez de direcciones IP.
- Pools de direcciones privadas pueden reutilizarse arbitrariamente.

NAT ilustrado (cortesía RFC)



Detalles...

- NAT no sólo modifica la dirección IP de los paquetes.
- **Debe** modificar el checksum.
- ...y también el checksum de nivel de transporte por el pseudoheader!
- En general, debe tocar cualquier parte donde aparezca la IP.
- Ejemplo: ICMP (payload).
- Potenciales problemas:
  - Aplicaciones podrían romperse.
  - Seguridad.

NAT con puertos (o NAPT)

- Una extensión: NAPT (*Network Address and Port Translation*).
- Mapeo de muchos-a-uno a diferencia del mapeo biyectivo anterior.
- La dirección pública es la misma para todos los hosts de la red privada.
- Los puertos (públicos) son los que identifican el tráfico y definen el mapeo.
- Terminología en el RFC 2663.

Cómo trabaja NAPT

- Cuando un host quiere contactar un servicio externo, el paquete saliente de su red privada contendrá también ahora un puerto origen **distinto**.
- El gateway realiza esto y guarda la entrada en su tabla de mapeos.
- Al revés no: un host externo no puede iniciar la comunicación.
- Solución: **port forwarding**.
  - Reglas definidas en el gateway para asociar un puerto externo a un servicio interno.
  - Ejemplo: (190.172.12.16, 8080) → (192.168.0.100, 80)

- Port Scanning -

A por los puertos!

- La identificación de los puertos disponibles se conoce como *port scanning*.
- Procedimiento que barre una secuencia de puertos en un host dado enviando paquetes y analizando las posibles respuestas.
- Se puede materializar de formas variadas, según la heurística que se desee utilizar.
- Hoy mencionaremos sólo los dos más importantes: SYN scan y connect scan.
- Se apoyan fuertemente en la compatibilidad con la especificación de TCP (RFC 793).

Clasificación de puertos

- Usulamente, un scan clasificará a un puerto de la siguiente manera:
- **open** (abierto) si pudo inferir de su heurística que hay un servicio escuchando en dicho puerto.
- **closed** (cerrado) si determinó que no hay un proceso escuchando allí.
- **filtered** (filtrado) si hay chances de que alguna entidad intermedia (e.g., firewall) descarte el tráfico correspondiente.
- Puede ocurrir que la heurística del scanner no pueda discernir completamente entre estas categorías.

SYN scan (o half-open scan)

- El scan más popular!
- Envía un paquete TCP con flag SYN y espera la respuesta:
  - SYN/ACK: indica que el puerto está abierto.
  - RST: indica que el puerto está cerrado.
  - Si no hay respuesta, se asume filtrado. Ídem si la respuesta es ICMP de tipo *destination unreachable*.
- No se completa la conexión.

SYN scan: ventajas y desventajas

- Suele ser rápido.
- Poco invasivo y discreto, al no completar las conexiones.
- Por otro lado, requiere enviar y recibir paquetes ad-hoc, lo cual requiere permisos elevados en el sistema.

Connect scan (o TCP scan)

- Usa la API del sistema operativo para establecer una conexión: primitiva `connect` de sockets.
- Así se inicia una conexión usualmente en clientes web, clientes de mail, clientes FTP, etc.
- Observar que se instancia por completo el algoritmo de three-way handshake!

Connect scan: ventajas y desventajas

- No requiere permisos elevados para correr.
- Pero tiene varias contras...
  - Más lento y con más volumen de tráfico, al completar conexiones.
  - Menos discreto: los hosts posiblemente registren en logs estas conexiones.

- Herramientas -

telnet

- En realidad es un protocolo de nivel de aplicación (sobre TCP)...
- Está especificado en el RFC 854.
- Provee acceso a una interfaz de línea de comandos en la máquina destino.
- Muy usado, no obstante, para testear conectividad.
- Hoy por hoy su uso para acceso remoto quedó obsoleto por ser poco seguro (a diferencia de SSH).

telnet : un ejemplo

- Veamos cómo usar telnet para conectarnos a un servidor de mails:

```
lucio@knuth:~$ telnet proxymail1.sion.com 25
Trying 200.81.186.15...
Connected to proxymail1.sion.com.
Escape character is '^]'.
220 mx2.sion.com ESMTP (SION)
QUIT
221 2.0.0 Bye
Connection closed by foreign host.
```

netstat

- Sirve para ver y analizar las conexiones TCP (...y UDP).
- Puede indicar los procesos ligados a cada socket.
- Muestra el estado de las conexiones TCP (según el famoso diagrama de estados que ya conocemos).

`netstat` : fragmento de una corrida

```
lucio@knuth:~$ netstat -an | more
(...)
Proto   Local Address         Foreign Address          State
tcp     127.0.0.1:631         0.0.0.0:*                LISTEN
tcp     127.0.0.1:5432        0.0.0.0:*                LISTEN
tcp     0.0.0.0:902           0.0.0.0:*                LISTEN
tcp     0.0.0.0:80            0.0.0.0:*                LISTEN
tcp     192.168.1.101:46670   65.55.71.176:1863        ESTABLISHED
tcp     192.168.1.101:37853   74.125.130.125:5222      ESTABLISHED
tcp     192.168.1.101:57385   192.168.1.100:22         ESTABLISHED
(...)
```

netcat

- La navaja suiza para TCP/IP.
- Múltiples y variadas funcionalidades:
  - Hablar con servidores (como hicimos con `telnet`)
  - Escaneo de puertos
  - Transferencia de archivos
  - Escuchar en un puerto dado

netcat : ejemplo de port scanning

```
lucio@knuth:~$ nc -vz 192.168.1.100 77-83
nc: connect to 192.168.1.100 port 77 (tcp) failed
nc: connect to 192.168.1.100 port 78 (tcp) failed
nc: connect to 192.168.1.100 port 79 (tcp) failed
Connection to 192.168.1.100 80 port [tcp/www] succeeded!
nc: connect to 192.168.1.100 port 81 (tcp) failed
nc: connect to 192.168.1.100 port 82 (tcp) failed
nc: connect to 192.168.1.100 port 83 (tcp) failed
```

`netcat` : ejemplo de transferencia de archivos

```
lucio@knuth:~$ nc -l localhost 12345 > file &
[1] 5557
lucio@knuth:~$ echo "eh amigo" > eh_amigo
lucio@knuth:~$ nc localhost 12345 < eh_amigo
[1]+  Done                    nc -l localhost 12345 > file
lucio@knuth:~$ cat file
eh amigo
```

ss

- *socket statistics*: herramienta para investigar el estado interno de los sockets.
- Similar a `netstat` , aunque permite obtener información de las variables internas de TCP:
  - Estimación actual del RTT y su varianza (RTTVAR)
  - Estimación actual del RTO
  - Información sobre las variables de control de congestión
  - Cantidad de retransmisiones y de segmentos no ACKeados
  - Etc.
- Además de la `man` page, más info (aunque no mucha) en: `http://www.cyberciti.biz/files/ss.html`

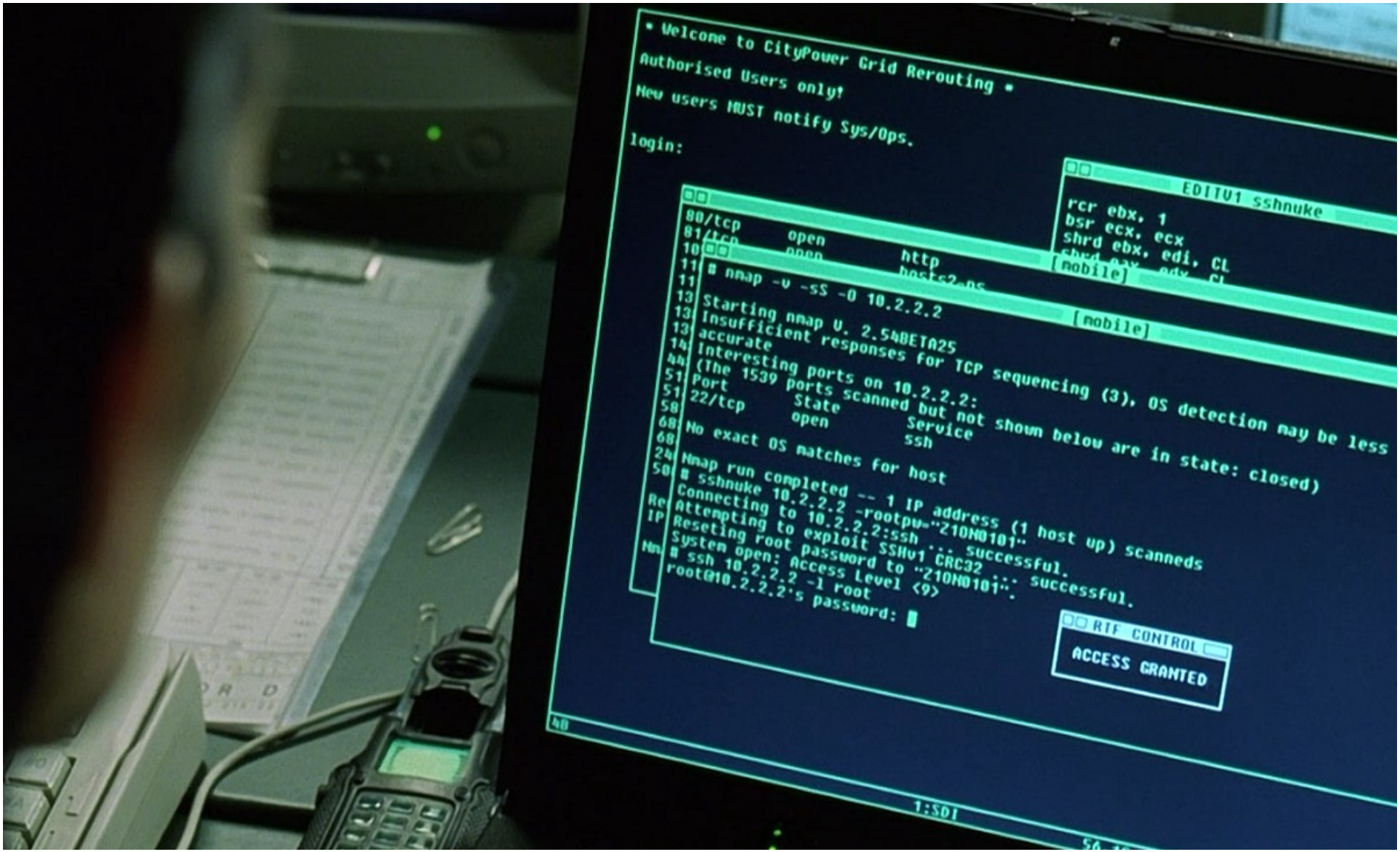
ss : ejemplo de la demo

```
Recv-Q Send-Q     Local Address:Port       Peer Address:Port
0      0              127.0.0.1:33088         127.0.0.1:5555
         cubic wscale:7,7 rto:220 rtt:21.5/10 mss:65483
         cwnd:27 ssthresh:26 send 657.9Mbps rcv_space:43690
```

nmap

- Es una herramienta de discovery muy famosa y muy completa:
  - Discovery de hosts,
  - Escaneo de puertos (implementa todas las técnicas mencionadas hace un rato y algunas otras más esotéricas),
  - Detección de servicios,
  - Detección de sistemas operativos.
- Además tiene soporte para scripts custom.
- Apareció por 1997 y tiene soporte para múltiples plataformas.
- El nombre viene de *network mapper*.

...y lo usa Trinity en Matrix!



nmap : fragmento de una corrida

```
lucio@knuth:~$ sudo nmap -sS -sV 192.168.1.100

Starting Nmap 5.21 ( http://nmap.org ) at 2012-10-30 01:56 ART
Nmap scan report for 192.168.1.100
Host is up (0.013s latency).
Not shown: 998 closed ports
PORT   STATE SERVICE VERSION
22/tcp open  ssh     OpenSSH 5.3p1 Debian 3ubuntu6 (protocol 2.0)
80/tcp open  http?
1 service unrecognized despite returning data.
MAC Address: 00:24:8C:96:57:8B (Asustek Computer)
Service Info: OS: Linux

Service detection performed. Please report any incorrect results
at http://nmap.org/submit/ .
Nmap done: 1 IP address (1 host up) scanned in 134.77 seconds
```

Referencias

- RFCs 768, 793, 1631 y 2663.
- *Nmap Port Scanning Techniques*
  `http://nmap.org/book/man-port-scanning-techniques.html`
- S. McClure, J. Scambray, G. Kurtz (2012)
  Hacking Exposed 7: Network Security Secrets & Solutions - Cap. 2: Scanning
  New York: McGraw-Hill.
- man pages de `telnet` , `netstat` , `netcat` y `nmap` .