

# Xarxes de Computadors

## Lab 6

### TCP (Transmission Control Protocol)

José Suárez-Varela

[jsuarezv@ac.upc.edu](mailto:jsuarezv@ac.upc.edu)

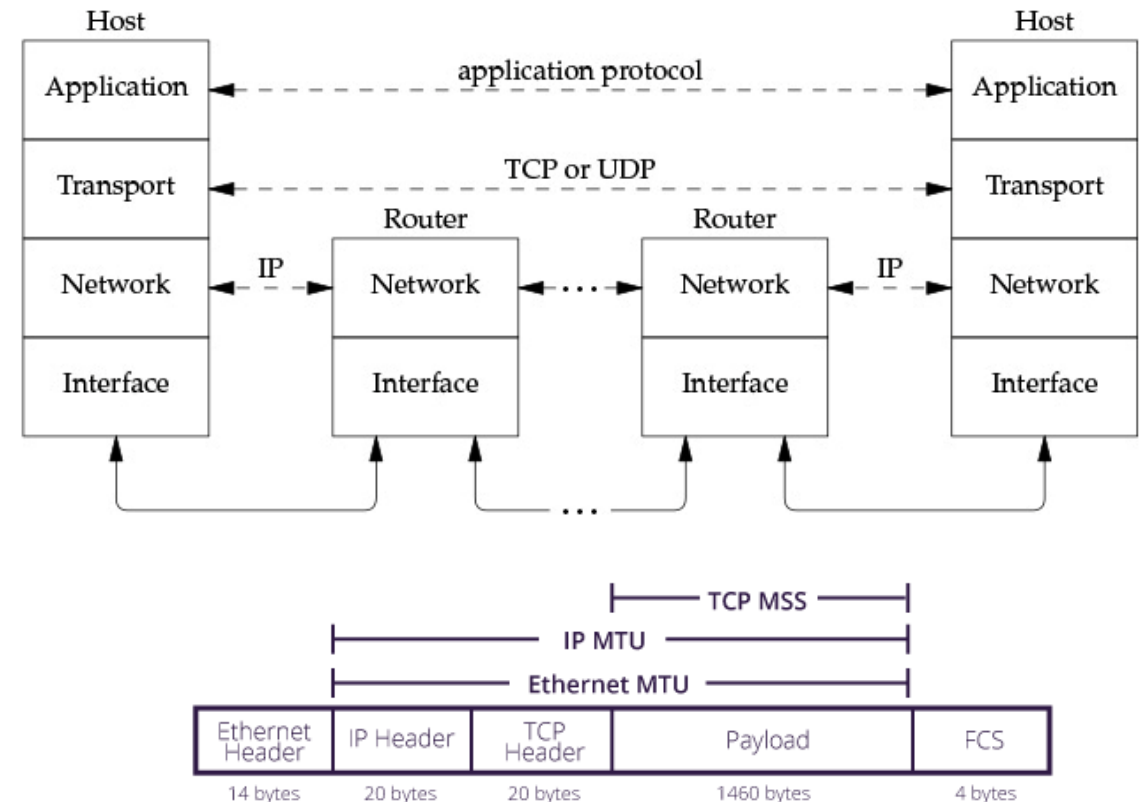
# Conceptos básicos

## TCP (Transmission Control Protocol):

- Protocolo capa 4 (Transporte)
- Comunicación entre los dos extremos de la conexión
- Orientado a conexión (Initial handshake)

### Mecanismos:

- Control de flujo (entre los dos extremos)
- Control de congestión (puntos intermedios de la red)
- Control de errores (ARQ - *Automatic Repeat reQuest*)
  - Acknowledgements (ACK)
  - Retransmisiones



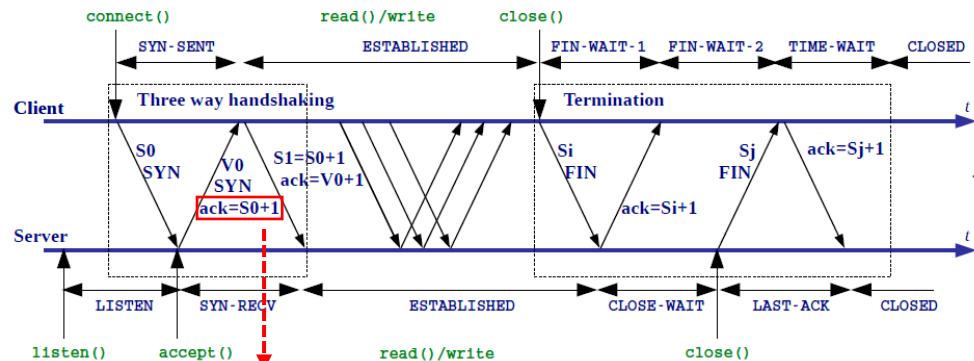
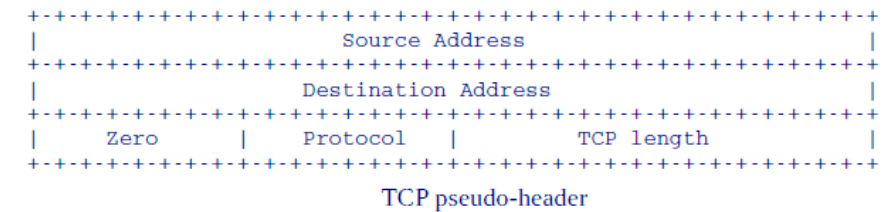
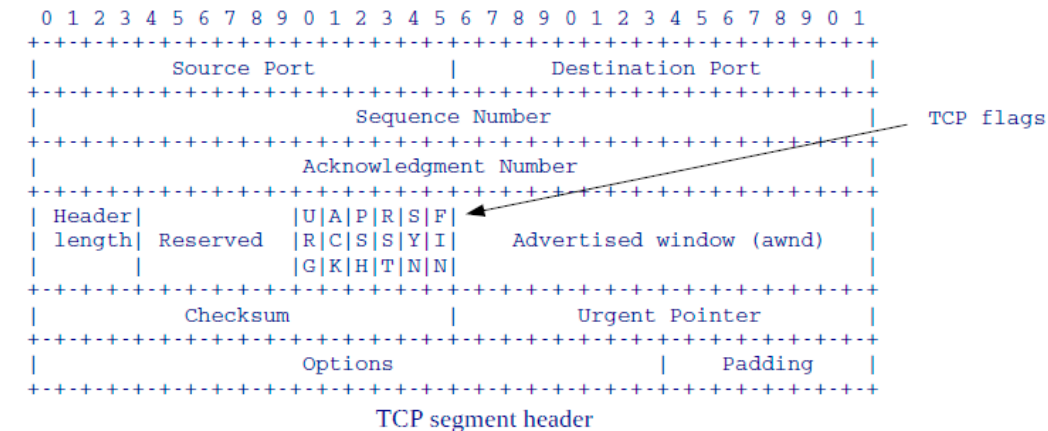
# Conceptos básicos

## Cabecera TCP:

- **Sequence number** → Permite ordenar e identificar los segmentos ( $N = 1^{\text{er}}$  byte del paquete)
- **ACK number** → Indica al emisor los paquetes recibidos ( $N+1 = \text{Sig. byte esperado}$ )
- **Advertised Window (AWND)** → Utilizada para el control de flujo
- **Flags (0/1):**
  - **SYN (S)** → Utilizado en el *handshake* inicial
  - **ACK (A)** → Se envía información en el campo ACK number
  - **FIN** → Utilizado para cerrar la conexión
- **Maximum Segment Size (MSS)** →  $\text{MTU} - 40 \text{ bytes}$  (cabeceras TCP+IP)

20 bytes

40 bytes



SYN/FIN: Al no tener payload se incrementa el seq\_number en 1 Byte

# Conceptos básicos

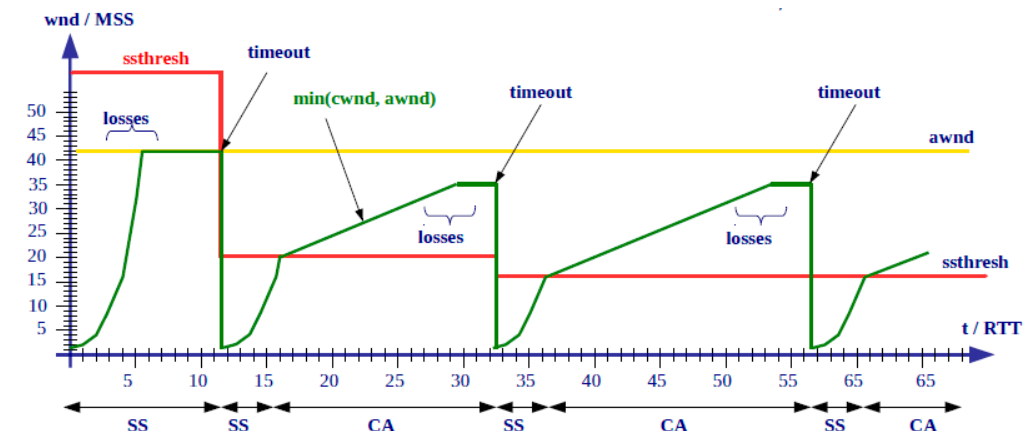
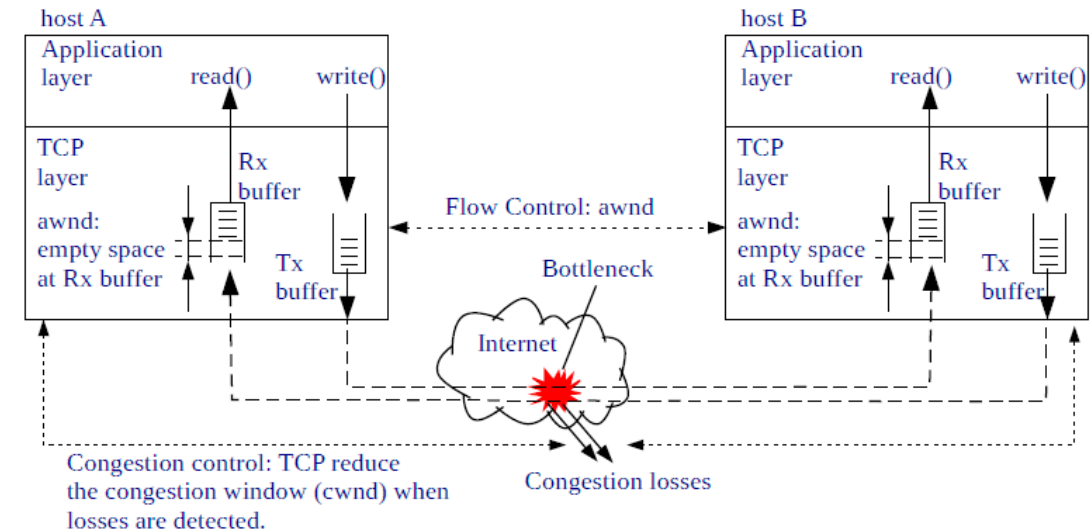
$$\text{Window size} = \min(\text{AWND}, \text{CWND})$$

## Control de flujo (velocidad escritura/lectura en extremos):

- **AWND (Advertised window)** → Bytes disponibles en el buffer Rx  
(Receptor → Emisor)

## Control de congestion (Depende del estado de la red):

- **Congestion window (CWND)** → Ventana calculada por el algoritmo de congestion
- **Mecanismo Slow Start (SS) / Congestion Avoidance (CA)**
  - **SS** → La ventana aumenta rápidamente hasta el “punto operacional” (detección de congestión o limitada por control de flujo - AWND)
  - **Detección congestión:** Si no se recibe ACK pasado un tiempo (**timeout**) se considera que se ha perdido el paquete y se asume congestión.
  - **CA** → Se aumenta lentamente CWND y se reduce drásticamente si hay pérdidas (*Sawtooth*).
  - Si no hay perdidas después de SS se mantiene típicamente un rate fijo limitado por el receptor (AWNBD)



# Comandos básicos

## Asignar IPs y gateway por defecto (UNIX):

# su

# root

# ifconfig <if\_name> <ip> netmask <mask>

# route add default gw <IP\_gw>

## Valores SACK y WSCALE

# sysctl -a | egrep window / # sysctl -a | egrep sack → Comprobar

# sysctl -w net.ipv4.tcp\_sack=0 / # sysctl -w net.ipv4.tcp\_window\_scaling=0 → Modificar valores

## Tcpdump:

# tcpdump -ni <if\_name> [-X] [filters] → E.g., # tcpdump -nli e0 -X tcp and src 192.168.1.2 (operadores posibles: and/or/not)

- Redirigir output a un fichero (tee) → E.g., # tcpdump -nli e0 -X tcp | tee output\_file.txt

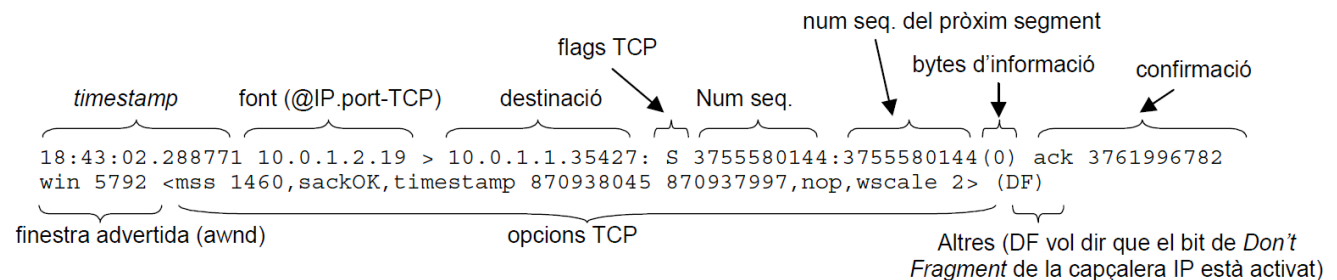
- Scrolling en la terminal → Ctrl + shift + up/down

- Congelar pantalla → Ctrl+s (para continuar: q)

- Detener captura → Ctrl+c

## Conexión FTP:

# ftp <ip\_server> → User:xc; Pass:xc



# Realización práctica

## Pasos a seguir

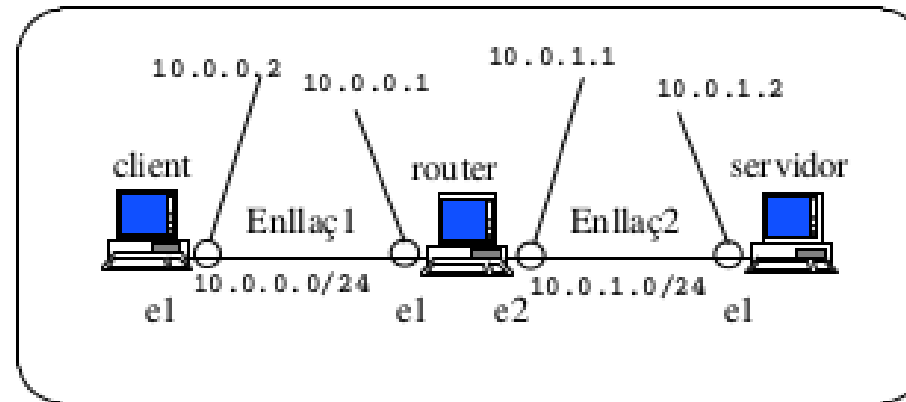
Práctica con **máquinas de VirtualBox**

Demo: <https://www.youtube.com/watch?v=vL8WrEYPitk>

- 1) Clonar 3 máquinas y conectarlas según la topología (Generar nuevas direcciones MAC; clonación enlazada; menu VM “configuración...→Red”)
- 2) Configurar IPs y Gateways por defecto (ver comandos UNIX) → Comprobar conexión, `wscale/sack`
- 3) Envío de tráfico TCP y análisis de las trazas con *tcpdump*

# Realización práctica

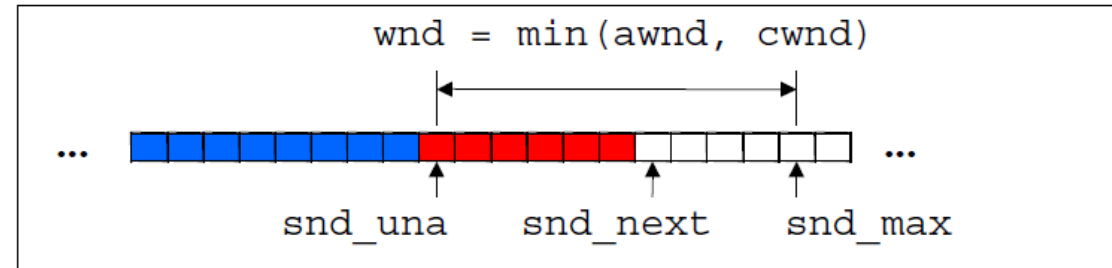
## Parte 1: Análisis de segmentos TCP



- *Conexió FTP*
- Tcpcdump normaliza el número de secuencia considerando que el inicial es cero (segmento SYN)
- *En el volcado de Tcpcdump se puede observar el envío de segmentos “num\_seq:SIGUIENTE\_SEQ”.*
- El valor de un **ACK** indica el “num\_seq” del siguiente segmento esperado (significa que se han **recibido num\_seq-1 bytes**)

# Realización práctica

## Parte 1: Análisis de segmentos TCP



- **Velocidad de transmisión eficaz (entre dos puntos!)**  $\rightarrow$  Bytes (Seq. No) /  $(T_t - T_0) \rightarrow$  Pasar de bytes a bits! Mbps (1Mb =  $10^6$  bits)  $\rightarrow$  ~4 Mbps con VirtualBox en mi PC (orientativo)
- **Bytes almacenados en la ventana de transmisión (en un instante concreto)**  $\rightarrow$  Diferencia entre el último ACK recibido y el segmento que se envía inmediatamente después. De ahí se extrae el número de bytes que tiene almacenados el emisor en su buffer Tx.



# Realización práctica

## Parte 2: Conexión con pérdidas

```
router# tc qdisc add dev e0 root tbf burst 5000 rate 100kbit limit 10000
```

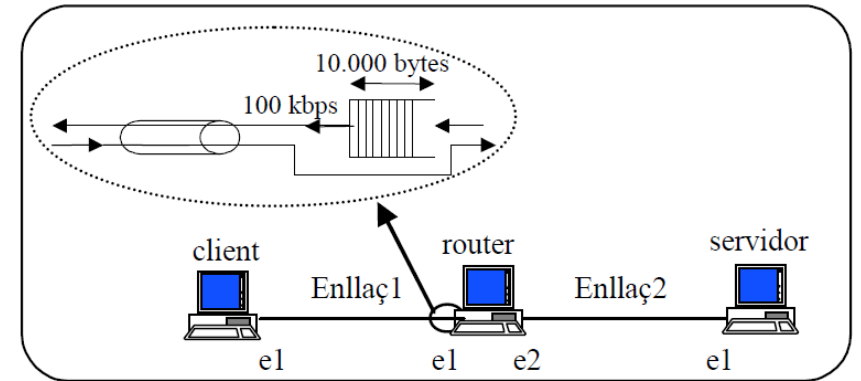
- Tamaño cola → 10.000 bytes
- Avg. rate → 100 kbps

(No confundir con interfaz “e1” en el cuaderno de prácticas)

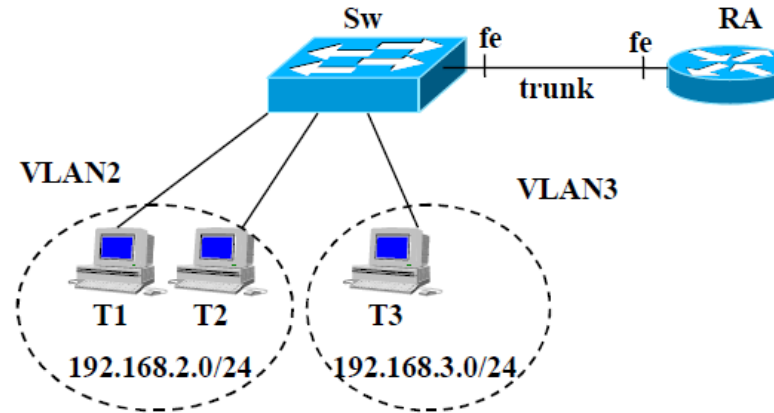
- Detección de pérdidas → ACK constante y retransmisión de segmento pasado un rato
- RTT → Tiempo desde envío de un segmento a recepción del ACK correspondiente
- Retardo dominante router → cliente; El resto de retardos son despreciables (e.g., link servidor - router)
- Retardo cola → Una cota máxima del tiempo de encolado consiste en considerar que está llena (RTT\_col)

$$RTT_{cola\_llena} = \frac{10.000 \text{ (bytes)} * 8 \text{ (bits/byte)}}{100.000 \text{ (bits/s)}} = 0,8 \text{ s} = 800 \text{ ms}$$

- Retardo total (cota máx.) → retardo\_transmisión\_link (1.448 bytes\* 8 bits/ 100kbps) + retardo\_col\_lla = 915,84 ms



# Repaso práctica 5



- **Automatic backward learning** (MAC origen / flooding)
- **VLANs** → Define dominio de broadcast (difusión a hosts de la VLAN y router)
- **Switch** → Cada puerto 1 VLAN (Enlaces *access* y *trunk* con el router)
- **Router** → 1 subinterfaz por cada VLAN (e.g., FastEthernet 0/0.1)

# Dudas / preguntas?

## Contacto:

José Suárez-Varela

[jsuarezv@ac.upc.edu](mailto:jsuarezv@ac.upc.edu)

# Minicontrol

- Herramienta WebTest:

**# su**

**# root**

**# udhcpc -i e0**

- **User y password (DNI sin letra)**
- 4 preguntas tipo test (multirrespuesta **o respuesta única**)
- No se puede volver atrás
- No se penalizan respuestas erróneas
- Se puede usar cuaderno de prácticas y **calculadora IPs**
- Quitar móviles de encima de la mesa