

Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Carlos A. Jara Bravo (cajb@dfists.ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2009 GITE – IEA



Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)

PRACTICAS DE LABORATORIO DE REDES.

Práctica 1: Introducción a Redes y a TCP/IP sobre tecnología Ethernet.

Práctica 2: Protocolo de mensajes de control de Internet (ICMP).

Práctica 3: Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP.

Práctica 4: Encaminamiento de paquetes con IP.



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Carlos A. Jara Bravo (cajb@dfists.ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2009 GITE – IEA



Redes (9359). Curso 2010-11

Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas (plan 2001)

PRÁCTICA Nº3

PROTOCOLOS DE NIVEL DE TRANSPORTE EN TCP/IP

1. Introducción a los protocolos de transporte TCP/UDP
2. Puertos y sockets
3. Protocolo UDP
4. Protocolo TCP
5. Herramientas para la práctica
6. Cálculo de la MTU de conexión

1ª sesión

2ª sesión



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

Departament de Física, Enginyeria de Sistemes i Teoria del Senyal
Departamento de Física, Ingeniería de Sistemas y Teoría de la Señal

Carlos A. Jara Bravo (cajb@dfists.ua.es)

Grupo de Innovación Educativa en Automática

© 2009 GITE – IEA



Práctica 3



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

1. Introducción protocolos TCP/UDP
2. Puertos y sockets
3. Protocolo UDP
4. Protocolo TCP
5. Herramientas para la práctica
6. Cálculo de la MTU de conexión

Redes – Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

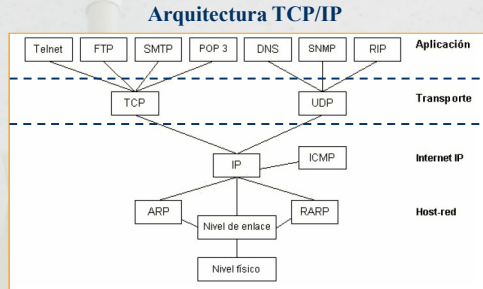
Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

4



Introducción a los protocolos TCP/UDP

- Nivel de transporte → Comunicación extremo a extremo (Sincronización → TCP)
Fiabilidad y seguridad en los datos
Existencia de errores en los datos y de su orden correcto



Protocolos Transporte

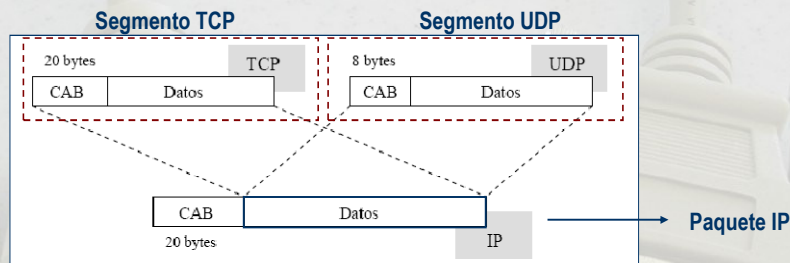
TCP (Transmission Control Protocol)
UDP (User Datagram Protocol)

- TCP:** orientado a conexión, servicio fiable pero transporta muchos datos (↑ tráfico)
- UDP:** NO orientado a conexión, servicio poco fiable pero es más rápido (↓ tráfico)

Introducción a los protocolos TCP/UDP

- La encapsulación paquetes TCP/UDP (segmentos) se realiza a nivel datos IP.
- Máximo tamaño a nivel de transporte para evitar la fragmentación de los segmentos → MSS (*Maximum Segment Size*)

$$\text{MSS} = \text{MTU} - \text{Cabecera IP (20 bytes)} - \text{Cabecera TCP/UDP (20/8 bytes)}$$

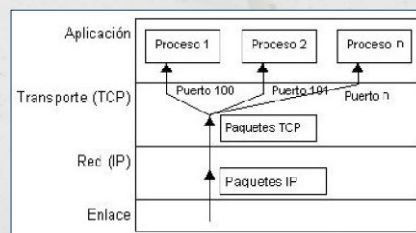
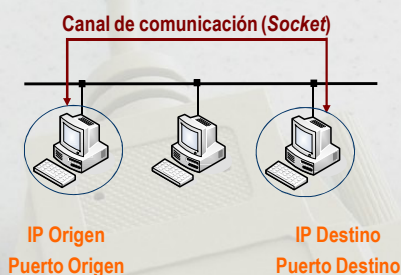


Práctica 3

1. Introducción protocolos TCP/UDP
- 2. Puertos y sockets**
3. Protocolo UDP
4. Protocolo TCP
5. Herramientas para la práctica
6. Cálculo de la MTU de conexión

Puertos y Sockets

- Los protocolos TCP/UDP pueden atender a distintos servicios simultáneamente.
- Puerto:** dirección virtual de un proceso a nivel de aplicación.
 - Identificador de 16 bits → procesos origen y destino de la comunicación.



Atención simultánea de procesos

- Los protocolos TCP/UDP son independientes → pueden funcionar ambos con el mismo puerto tanto fuente (*port src*) como destino (*port dst*).

Redes — Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Puertos y Sockets

Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

- **Socket** → canal de comunicación entre procesos a nivel de aplicación.
- Para establecer el canal de comunicación es necesario la dupla IP:Puerto tanto en el proceso origen y destino.
- Comunicación TCP/UDP → tipo **cliente-servidor**.

↓

195.23.12.12:80

Servicios determinados

Servicio	Puerto
Servidor Eco (devuelve lo que se le envía).	UDP 7
Servidor Fecha y hora (devuelve la hora y fecha del sistema).	UDP 13
Servidor FTP (protocolo de transferencia de ficheros).	TCP 21
Servidor Telnet (protocolo de terminal remoto).	TCP 23
Servidor SMTP (protocolo simple de transferencia de correo).	TCP 25
Servidor Web.	TCP 80

- Puerto Cliente → asignado por el SO para una conexión determinada.
- Puerto Servidor → debe ser conocido por el cliente para establecer la comunicación →

Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

9

Redes — Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas, 2010-11

Práctica 3

Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante


1. Introducción protocolos TCP/UDP
2. Puertos y sockets
- 3. Protocolo UDP**
4. Protocolo TCP
5. Herramientas para la práctica
6. Cálculo de la MTU de conexión

Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP


10

Redes — Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. 2010-11

Protocolo UDP


 Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

- Características protocolo UDP
 - No orientado a conexión.
 - Trabaja con paquetes enteros, no con bytes individuales.
 - No es fiable. No emplea control de errores ni ordena paquetes.
 - Más rápido que TCP → paquetes son pequeños (Cabecera ↓ TCP).
 - Puede ser fragmentado en paquetes IP.
 - Permite la multidifusión (Ip dst *Broadcast*) ya que no posee canal de conexión.

 Ejemplo (udp.exe)

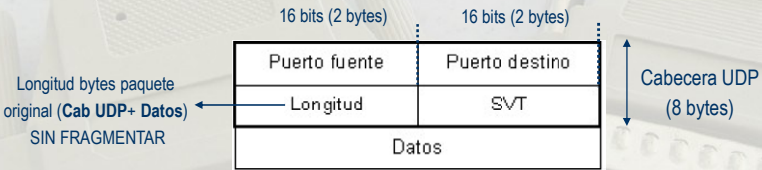


Diagram illustrating the structure of a UDP packet header:

16 bits (2 bytes)	16 bits (2 bytes)
Puerto fuente	Puerto destino
Longitud	SVT
Datos	

Annotations:

- Longitud bytes paquete original (Cab UDP+ Datos) SIN FRAGMENTAR (points to Longitud)
- Cabecera UDP (8 bytes) (points to the header fields)

- Ejemplos → Transmisión LANs fiables, sincronización juegos, Streams video y audio baja calidad, paquetes de gestión de encaminamiento, etc.

Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

11

Redes — Ingeniería Técnica en Informática de Sistemas. 2010-11

Práctica 3


 Universitat d'Alacant
 Universidad de Alicante

- Introducción protocolos TCP/UDP
- Puertos y sockets
- Protocolo UDP
- Protocolo TCP**
- Herramientas para la práctica
- Cálculo de la MTU de conexión

Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

12

Protocolo TCP

Características protocolo TCP

- Permite la transmisión de gran cantidad de datos de forma fiable.
- Trabaja con flujo de bytes → envío/recepción continua de bytes desde nivel aplicación. TCP agrupa paquetes según MSS para evitar fragmentación IP.
- Transmisión orientada a conexión → existe una conexión previa al envío/recepción de datos y una desconexión final (mensajes **SYN-FIN**).
- Fiable → emplea control de flujo mediante *ventana deslizante*.

Ventana deslizante →

- (E) Se define un tamaño de ventana → nº paq sin necesidad de respuesta
- (R) Tamaño ventana → tamaño buffer recepción antes de confirmación.
- Se asocia un contador/paquete enviado para su reenvío en su expiración
- Recepción de ACKs para confirmar entradas válidas.
- La ventana se desliza a medida que recibe ACKs
- Confirmación sobre bytes, no paquetes (nº secuencia, nº ACK)

- Flujo de bytes ordenados → receptor TCP ordena los paquetes que recibe en el buffer de recepción para entregar los bytes a nivel superior en orden.

Protocolo TCP

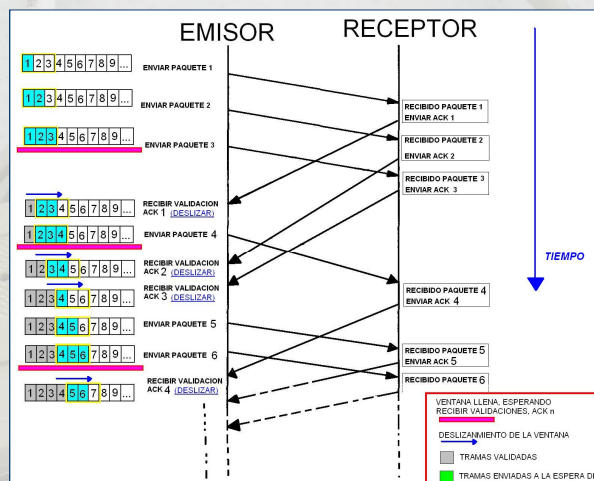
Ventana deslizante

Emisor w=3 p

EMISOR

RECEPTOR

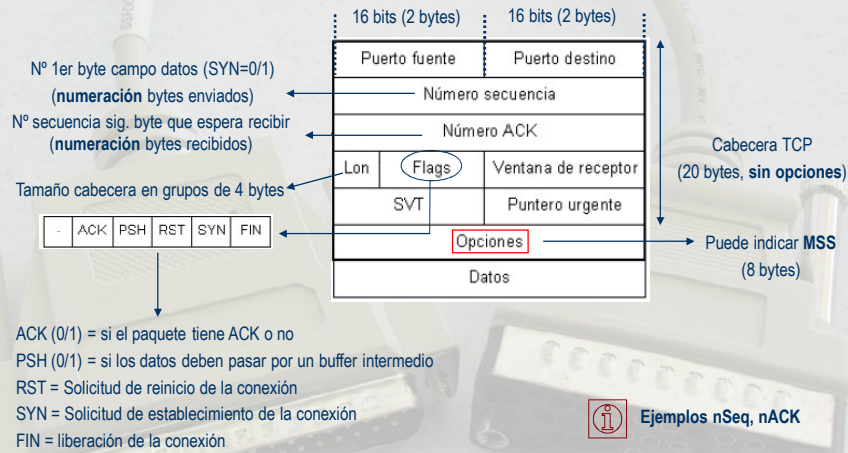
Receptor w=1 p



Imágenes cortesía de http://es.wikipedia.org/wiki/Ventana_deslizante (Noviembre 2010)

Protocolo TCP

Formato segmento TCP

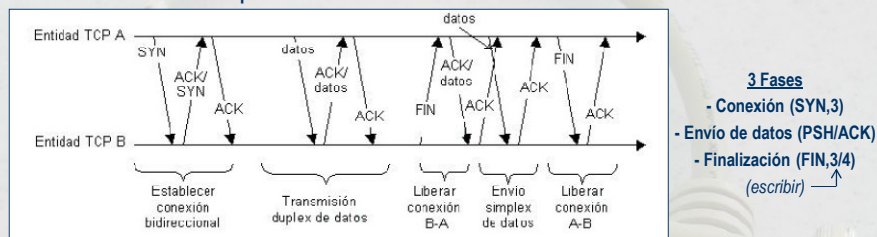


Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

15

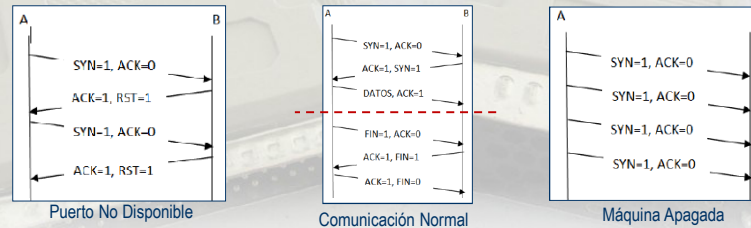
Protocolo TCP

Funcionamiento protocolo TCP



Intercambio de paquetes en TCP

- El estado de las máquinas determinan el tipo de mensajes enviados/recibidos



Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

16

Práctica 3

1. Introducción protocolos TCP/UDP
2. Puertos y sockets
3. Protocolo UDP
4. Protocolo TCP
- 5. Herramientas para la práctica**
6. Cálculo de la MTU de conexión

Herramientas para la práctica

• Ping.

- Mensajes Echo Request/Echo Reply sobre protocolo ICMP

```
ping [-n <x>] [-l <y>] [-i <z>] [-f] <ipaddr>
-n <x> Envía <x> paquetes ICMP
-l <y> Envía paquetes de longitud <y>
-i <z> Limita la vida del paquete (TTL) a <z>
-f Activa el bit Don't fragment <ipaddr> Dirección IP de destino
```

• Route.

- Gestión de la tabla de rutas → tabla de entradas IP dst y su puerta de enlace asociada.
- Existirá un valor de puerta de enlace por defecto.

```
route add <IP_DESTINO> MASK <MASCARA_DESTINO> <IP_GATEWAY>
route delete <IP_DESTINO>
```

• Netstat.

- Información sobre las conexiones TCP actuales (sockets) o la tabla de rutas

```
netstat -rn
```

Herramientas para la práctica

Traceroute/Tracert.

- Averiguar la ruta de un paquete para llegar a su IP destino.
- Empleo del campo TTL y de mensajes ICMP de error (*Time Exceeded*).

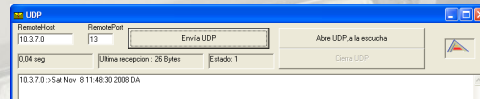
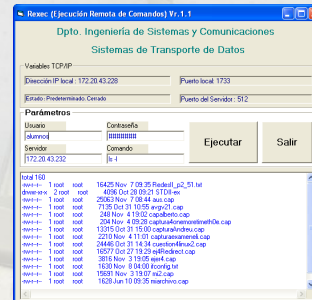
```
tracert d <IP_DESTINO>
```

Rexec (Remote Shell).

- Servicio remoto que atiende al puerto TCP 512 a la espera de ejecución de comandos desde el cliente (para los equipos Linux).

Udp.exe.

- Programa que nos permitirá enviar paquetes UDP, especificando su contenido, puerto e IP destino.



Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

19

Práctica 3

1. Introducción protocolos TCP/UDP
2. Puertos y sockets
3. Protocolo UDP
4. Protocolo TCP
5. Herramientas para la práctica
6. Cálculo de la MTU de conexión

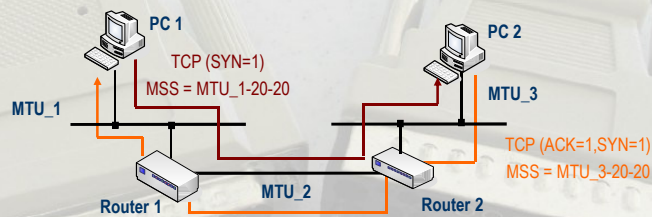
Práctica 3. Protocolos de nivel de transporte en TCP/IP

20

Cálculo de la MTU de conexión

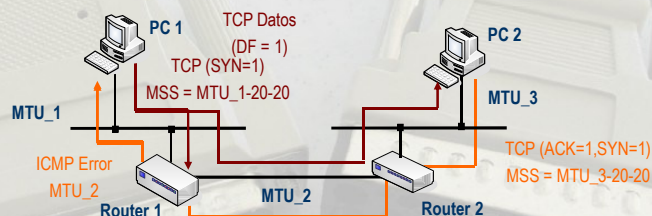
- La RFC 1191 define un mecanismo para calcular la MTU en una conexión TCP.
- Metodología (Paso 1):** *Negociación (Fase de conexión)*
 - Envío desde el emisor de un mensaje TCP con el bit *Don't fragment* de la cabecera IP activado (=1) y flag SYN = 1 al receptor indicando la MSS.
 - El receptor contesta con un mensaje TCP con flag ACK = 1, indicando el MSS de su subred.
 - El emisor fragmenta los paquetes TCP según el mínimo MSS de las subredes del emisor y del receptor $\rightarrow \min(MSS_1, MSS_3)$.

Cab = 28 b

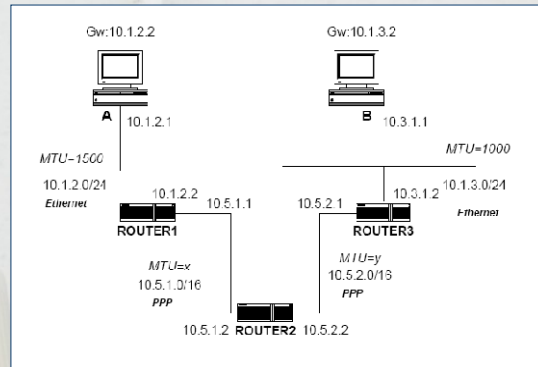


Cálculo de la MTU de conexión

- Metodología (Paso 2):** *Envío de paquetes (Fase de transferencia)*
 - Envío desde el emisor mensajes TCP de datos con la MSS calculada en el paso de negociación con el bit *Don't fragment* activado (=1).
 - En el caso de que alguna MTU del camino sea menor de la calculada, se producirá un mensaje ICMP de error *Destination Unreachable Fragmentation Needed* %.
 - El emisor recalcula el MSS a partir del valor *MTU next hop* del mensaje ICMP de error y vuelve a enviar los datos.



Ejemplo. Comunicación TCP A-B



Fases Cálculo MTU Camino

1. Negociación MTU A-B
2. Cálculo MTU de negociación.
 $\min(A_{MSS}, B_{MSS}) = MSSc$
3. Envío de paquetes.
4. Recálculo según MTU de los errores ICMP $\frac{3}{4}$ recibidos

Situaciones posibles

- | | | |
|---|---|----------------------|
| a) La MTU $x \geq \min(1500, 1000)$ e $y \geq \min(1500, 1000)$. | ⇒ | Len = (MSSc+20+20) |
| b) La MTU $x < \min(1500, 1000)$ e $y \geq x$. | ⇒ | Len = ((x-40)+20+20) |
| c) La MTU $x < \min(1500, 1000)$ e $y < x$. | ⇒ | Len = ((y-40)+20+20) |