

# Guia 2: Nivel de Transporte

Redes de Comunicaciones (TB067) - 2C2024 - FIUBA

Martin Klöckner - [mklockner@fi.uba.ar](mailto:mklockner@fi.uba.ar)

1. ¿Cómo se puede distinguir a qué aplicación debe entregar UDP el datagrama que acaba de llegar?

Se puede distinguir mediante el número de puerto especificado en la sección `puerto de destino` del encabezado UDP.

2. ¿Cómo se calcula el checksum de UDP?

El checksum sirve para detectar si los datos contenidos en el encabezados UDP han sido alterados mientras se trasladaban desde el origen al destino.

En el lado del emisor se calcula el complemento a 1 de la suma de todas las palabras de 16 bits del segmento, en el caso de haber desbordamiento en la suma se acarrea sobre el bit de menor peso.

En el receptor, se suman todas las palabras de 16 bits de la sección de datos del encabezado, incluyendo el checksum, en caso de no haber errores el resultado debe ser una palabra de 16 bits cuyos bits son todos 1; en caso de haber al menos un 0, entonces ocurrió un error durante la transmisión.

3. Suponga que la ventana de congestión de TCP está en 18 Kbytes. La ventana publicada por el otro extremo de la sesión es de 64 Kbytes. ¿A qué valor llegará dicha ventana si los siguientes 5 segmentos transmitidos resultan exitosos y no se recibió aún ningún ACK? Suponga un tamaño máximo de segmento de 2 Kbytes.

La ventana de congestión indica la cantidad de bytes que pueden estar en la línea ("on the wire") sin ser validados, suponiendo que el extremo que transmite es el que tiene la ventana de 18 Kbytes, y la línea que recibe tiene una ventana de 64 Kbytes, entonces si se envían los 5 segmentos y aun no han sido validados la ventana de congestión del transmisor deber ser de 8 Kbytes, ya que es el resultado de restar a la cantidad de bytes de la ventana de congestión del transmisor la cantidad de datos en la línea.

4. Determine el tamaño óptimo de ventana para una sesión TCP en la que el RTT es `100 ms`, el MSS es `600 bytes` y la velocidad de la interfaz de `128 Kbps`.

El tamaño optimo de ventana se puede calcular utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Tamaño Optimo de Ventana} = \text{Velocidad de Interfaz} \cdot \text{RTT}$$

Reemplazando con los valores de enunciado resulta:

$$\text{Tamaño Optimo de Ventana} = 100\text{Kbps} \cdot 100\text{ms} = 100000 \text{ bytes/s} \cdot 0.100\text{s} \Rightarrow \boxed{100 \text{ bytes}}$$

5. Dos Hosts A y B se comunican a través de una sesión TCP. El host B recibió de A todos los bytes hasta el 144. Suponga que el Host A luego envía dos segmentos a B, de 20 y 40 bytes respectivamente. En el primer segmento el número de secuencia es 145, port origen 303 y port destino 80. El Host B envía un ACK siempre que recibe un segmento de A. Responda para cada situación:

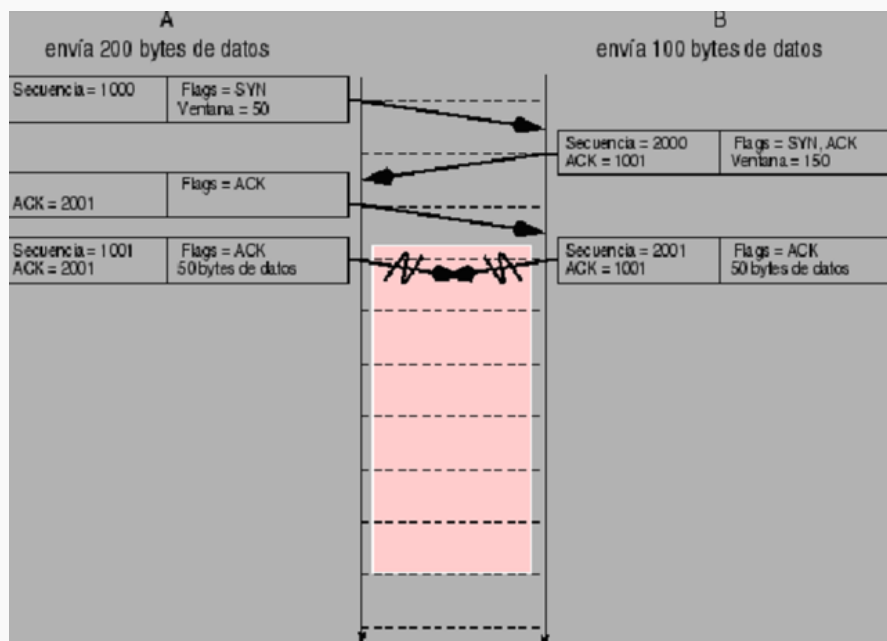
- a. ¿Cuál será el número de secuencia, el número de ACK, y ports origen y destino en el segmento enviado por B al recibir el segmento de 40 bytes?
- b. Si el segmento de 40 bytes llega antes que el de 20 bytes, indique campos relevantes del segmento que B enviará.
- c. Suponga que los dos segmentos enviados por A llegan a B en orden. El primer ACK se pierde y el segundo segmento llega después que el timeout del primer segmento expire. Indique los segmentos a intercambiar por parte de A y B a continuación.

- a. Suponiendo números de secuencia y reconocimiento relativos al comienzo de la sesión; y teniendo en cuenta que el numero de secuencia de A es 145, entonces luego de enviar los bytes a B, el numero de secuencia de A será 205, ya que envía un total de 60 bytes, cuando B recibe estos datos debe responder validando la recepción con un segmento ACK, como suponemos números de secuencia y reconocimiento relativos, el numero de reconocimiento con el que responde B debe coincidir con el numero de secuencia de los segmentos enviados por A, por lo que deben ser 165 y 205 para el primer y segundo paquete respectivamente (suponiendo que llegan en orden). Los puertos de origen y destino se invierten ya que los segmentos van en el sentido contrario del host B al A, por tanto resultan origen 80 y destino 303. Finalmente, el numero de secuencia de B debería ser 1, el mismo que luego de iniciada la sesión TCP ya que el host B no le envía datos a A, solo valida los segmentos que A le envía.
- b. Si el segmento de 40 bytes llega primero, el numero de reconocimiento del host B y el numero de secuencia del paquete recibido de 40 bytes no coinciden; el numero de reconocimiento de B sería 145 mientras que el numero de secuencia del paquete es 165, es decir, falta llegar un paquete de 20 bytes. Ante esta situación puede ocurrir que el host B descarte el paquete de 40 bytes o que lo guarde en un buffer hasta recibir el segmento faltante, esto depende de como esté configurado el stack TCP/IP en el host B.
- c. Luego de que el timeout expira en el host A, este retransmite el segmento, en el host B el segmento ya se había recibido dicho segmento por lo que se descarta pero se vuelve a enviar el segmento ACK al host A.

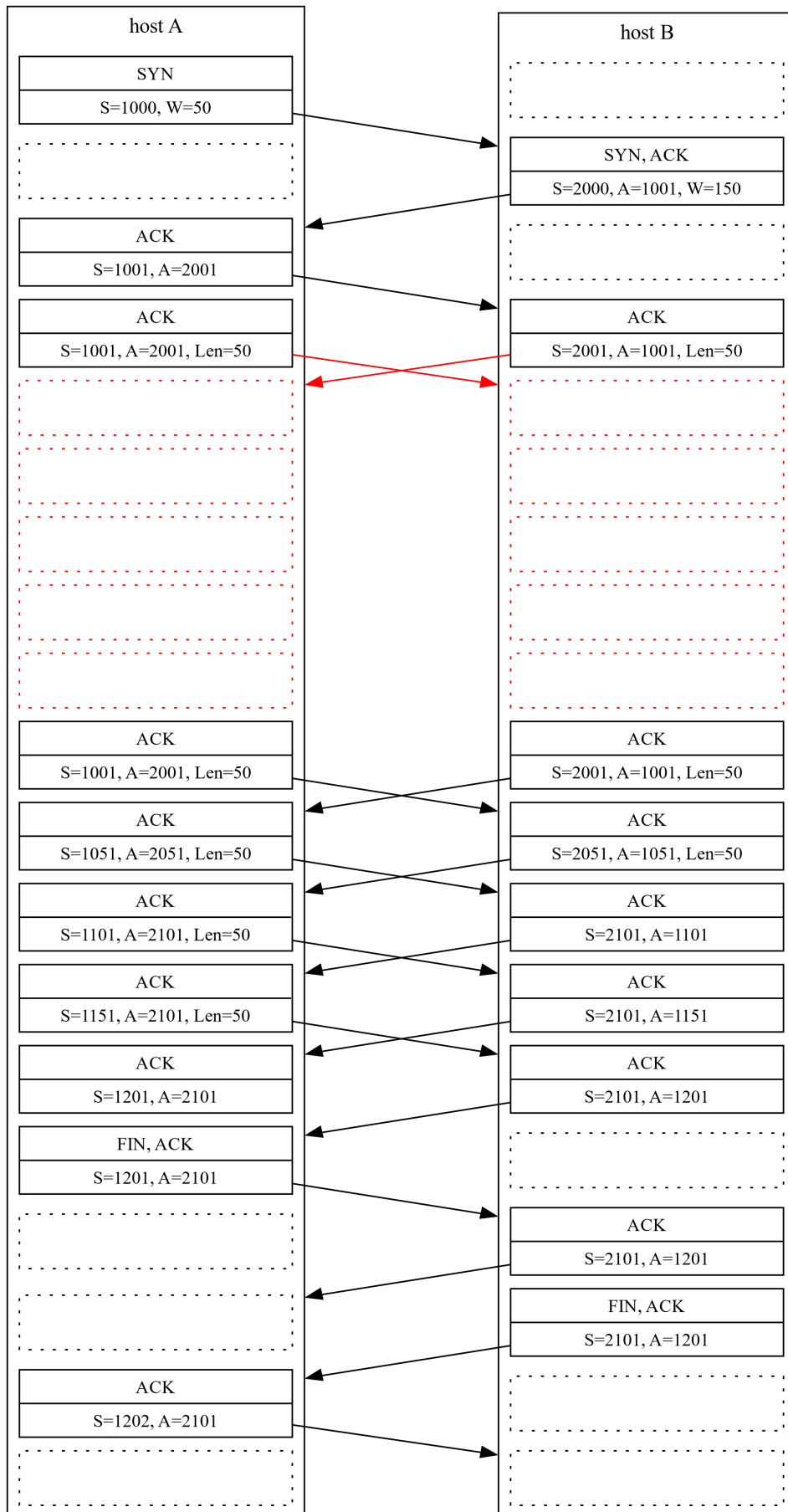
6. En la secuencia de envío de segmentos TCP reflejada en la figura, en la que las líneas horizontales representan tics de reloj, se sabe que:

- A desea enviar a B 200 bytes de datos.
- B desea enviar a A 100 bytes de datos.
- A y B usan un tamaño fijo de datos de 50 bytes.
- A y B ajustan la ventana acorde con “congestion avoidance”.
- Tanto A como B sólo transmiten segmentos coincidiendo con el tic de reloj.
- Todos los segmentos tardan en llegar al destino medio tic de reloj, sino se pierden.
- A y B tienen un plazo para retransmitir segmentos de 5 tics de reloj.
- A y B enviarán segmentos con datos siempre que puedan.
- A y B enviarán un asentimiento cada vez que reciban un segmento con datos.

Teniendo en cuenta que la zona sombreada indica un periodo de tiempo durante el cual todos los segmentos transmitidos se perderán y que fuera de dicho periodo no se perderá ningún segmento, complete la transmisión en la figura (incluyendo el cierre de conexión).

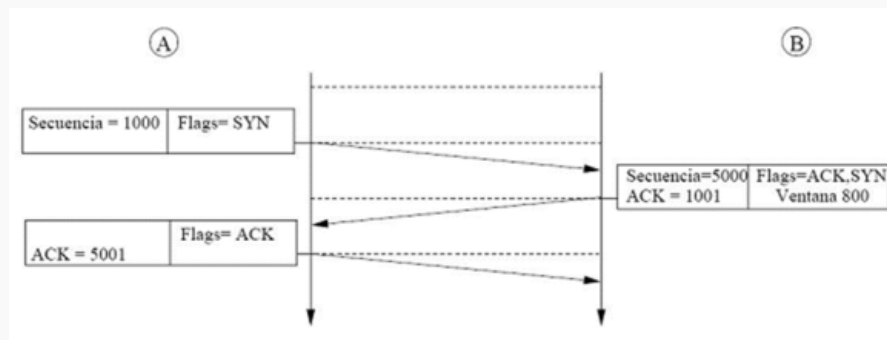


Luego de iniciar la conexión exitosamente, se comienza a transmitir los datos en ambas direcciones, del host A al host B y viceversa; por enunciado se pierde el primer paquete de la transmisión en ambos sentidos, esto provoca que luego de 5 ticks se retransmitan ambos segmentos, luego de 5 ticks ya no hay pérdida de paquetes y los datos llegan exitosamente.



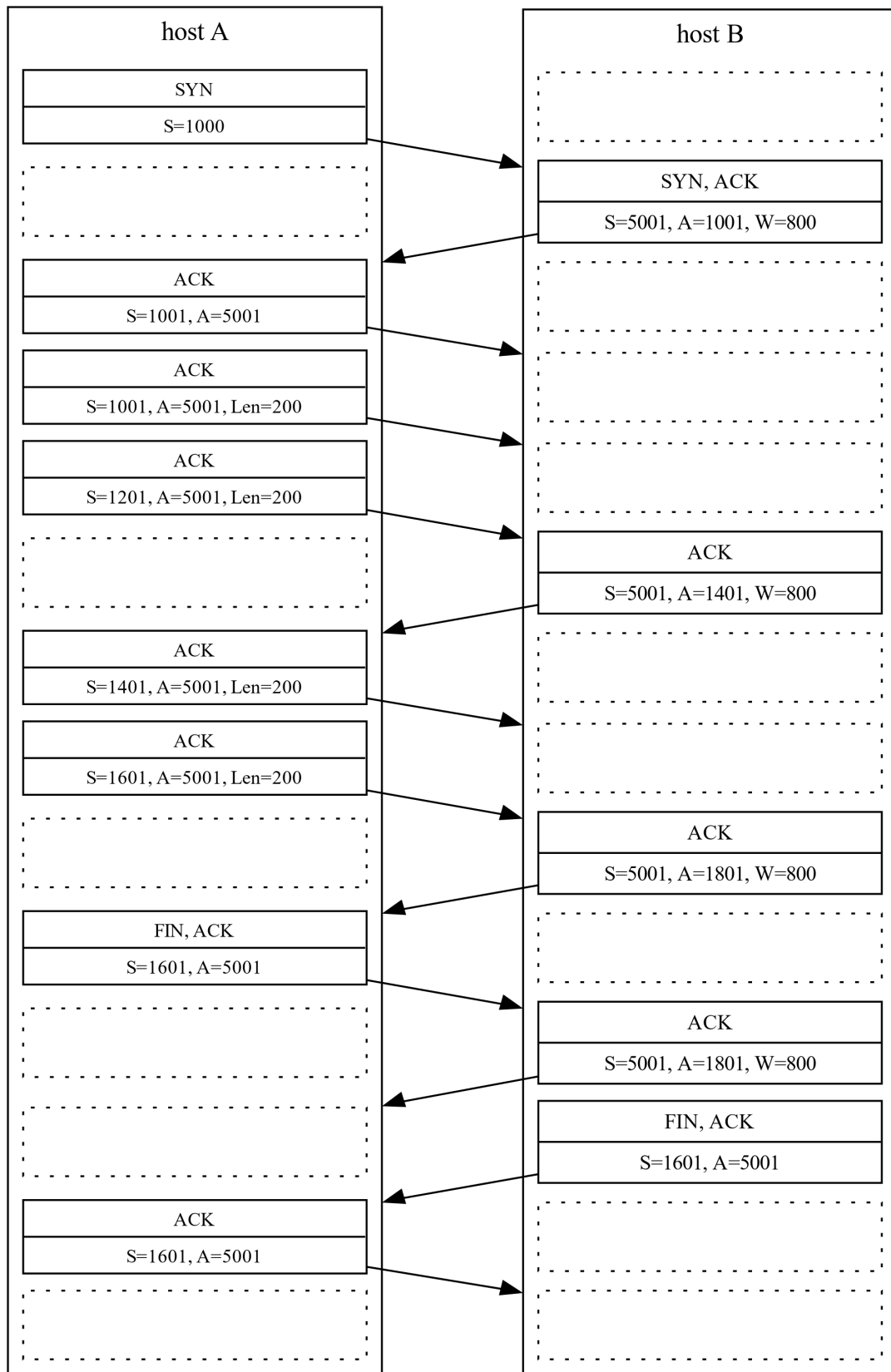
7. Complete la secuencia de envío de segmentos TCP reflejada en la figura, incluyendo el cierre de la conexión, en la que las líneas horizontales representan tics de reloj, sabiendo que:

- No se perderá ningún segmento en la transmisión excepto el cuarto con datos enviados por A.
- Los segmentos no dibujados (excepto el anteriormente citado) tardarán en llegar al destino medio tic de reloj, y no se perderán.
- A está utilizando arranque lento (Slow Start) para prevenir la congestión.
- A tiene que enviar a B 800 bytes de datos, una vez enviados procederá a cerrar la conexión.
- B no desea enviar datos a A.
- B enviará asentimientos a A cuando haya recibido dos segmentos de A desde el último segmento asentido o cuando hayan sucedido 2 tics de reloj desde el último segmento recibido.
- El plazo de retransmisión de segmentos en A (timeout) es de 3 tics de reloj.
- A usa un tamaño fijo de datos de 200 bytes
- B siempre enviará un valor de 800 en el campo de tamaño de la ventana de recepción.
- Tanto A como B sólo transmiten segmentos coincidiendo con el tic de reloj.
- A enviará segmentos con datos siempre que pueda.



En el caso de que no se pierda ningún paquete, la transmisión de datos del host A al host B es la que se muestra en la figura a continuación, se puede ver que luego de iniciada la sesión el host A comienza a enviar los datos duplicando la cantidad de datos enviados en cada segmento ACK que llega.

Como por enunciado se pierde el último segmento de datos enviado por el host A, la diferencia con la figura que se verá será que luego de pasados 3 tics de reloj de no recibir el segmento de validación de este último segmento enviado por parte del host B, el host A lo retransmitirá con el mismo número de secuencia: 1601.



8. Se realizó la captura de las siguientes tramas Ethernet: (tenga en cuenta que se extrajeron los bytes de preámbulo)

```
00 18 f8 4e 70 2f 00 50 2c a4 34 ec 08 00 45 00
00 3e 7f 5e 00 00 80 11 cf aa c0 a8 01 64 c8 2a
61 6f 04 06 00 35 00 2a 2c a8 e4 e8 01 00 00 01
00 00 00 00 00 00 03 77 77 77 08 6d 69 6e 69 6e
6f 76 61 03 6f 72 67 00 00 01 00 01 23 cd ac f2
```

Trama 1

```
00 50 2c a4 34 ec 00 18 f8 4e 70 2f 08 00 45 00
00 5c b7 fa 00 00 3c 11 da f0 c8 2a 61 6f c0 a8
01 64 00 35 04 06 00 48 36 15 e4 e8 81 80 00 01
00 02 00 00 00 00 03 77 77 77 08 6d 69 6e 69 6e
6f 76 61 03 6f 72 67 00 00 01 00 01 c0 0c 00 05
00 01 00 00 25 11 00 02 c0 10 c0 10 00 01 00 01
00 00 25 11 00 04 57 e9 93 8c a1 23 64 f3
```

Trama 2

```
00 18 f8 4e 70 2f 00 50 2c a4 34 ec 08 00 45 00
00 30 7f 61 40 00 80 06 cd e4 c0 a8 01 64 57 e9
93 8c 0c 54 00 50 f0 e8 a3 97 00 00 00 00 70 02
ff ff 34 79 00 00 02 04 05 b4 01 01 04 02 11 ac
fb 4b
```

Trama 3

```
00 50 2c a4 34 ec 00 18 f8 4e 70 2f 08 00 45 00
00 30 00 00 40 00 35 06 98 46 57 e9 93 8c c0 a8
01 64 00 50 0c 54 16 3b ae 0d f0 e8 a3 98 70 12
16 d0 59 4f 00 00 02 04 05 b4 01 01 04 02 ac 23
23 ca
```

Trama 4

```
00 18 f8 4e 70 2f 00 50 2c a4 34 ec 08 00 45 00
00 28 7f 62 40 00 80 06 cd eb c0 a8 01 64 57 e9
93 8c 0c 54 00 50 f0 e8 a3 98 16 3b ae 0e 50 10
ff ff 9c e3 00 00 a2 cb 23 45
```

Trama 5

```
00 18 f8 4e 70 2f 00 50 2c a4 34 ec 08 00 45 00
01 c0 7f 63 40 00 80 06 cc 52 c0 a8 01 64 57 e9
93 8c 0c 54 00 50 f0 e8 a3 98 16 3b ae 0e 50 18
ff ff ee 95 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50
2f 31 2e 31 0d 0a 48 6f 73 74 3a 20 77 77 77 2e
6d 69 6e 69 6e 6f 76 61 2e 6f 72 67 0d 0a 55 73
65 72 2d 41 67 65 6e 74 3a 20 4d 6f 7a 69 6c 6c
61 2f 35 2e 30 20 28 57 69 6e 64 6f 77 73 3b 20
55 3b 20 57 69 6e 64 6f 77 73 20 4e 54 20 35 2e
```

Trama 6

Se pide: Analizar los campos relevantes de la información de nivel de transporte que contienen.

Analizando el encabezado Ethernet de todas las tramas (bytes en verde) se puede ver que en todas se utiliza el protocolo de red IPv4, ya que en el ultimo par de bytes se encuentra 0x0800.

Del encabezado IPv4 (bytes en rojo) se puede ver que el protocolo utilizado en las tramas 1 y 2 es UDP, ya que en el décimo byte se encuentra 0x11 (en decimal 17), el cual es el numero correspondiente con ese protocolo.

Trama	Src Port	Dest Port	Length	Checksum
1	1030	53	42	11432
2	53	1030	72	13845

Para las tramas restantes: 3, 4, 5 y 6, el protocolo es TCP, ya que en lugar de encontrarse 0x11 se encuentra 0x6 ( 6 en decimal) el cual corresponde con este protocolo.

Trama	Src Port	Dest Port	Seq #	Ack #	Win Size	Flags
3	3156	80	4041778071	0	65535	SYN
4	80	3156	373009933	4041778072	5840	SYN, ACK
5	3156	80	4041778072	373009934	65535	ACK
6	3156	80	4041778072	373009934	65535	PSH, ACK

9. ¿Qué son Slow Start y Congestion Avoidance? ¿Cómo intervienen sobre el tráfico?

Arranque lento (Slow Start) y Evitación de Congestión (Congestion Avoidance) son dos mecanismos que utiliza TCP para evitar la congestión en la línea al transmitir datos. Para evitar la congestión en la línea, se limita la cantidad de bytes que el emisor puede enviar sin ser validados por el receptor. Esta magnitud que define la cantidad de bytes en la línea sin ser reconocidos, se almacena en el emisor como **ventana de congestión**.

Cuando se establece una sesión TCP, la ventana de congestión del emisor se establece en 1 MSS y se incrementa de acuerdo al mecanismo de Arranque lento, en el cual se duplica por cada segmento ACK recibido, esto provoca que la ventana de congestión crezca exponencialmente en cada periodo RTT hasta que se produzca congestión en la red, detectado por ejemplo por la pérdida de un paquete (el cual luego se retransmite), luego de que se detecte la congestión la ventana de congestión vuelve a un valor pequeño como 1 MSS y se define un umbral, el cual queda determinado por la mitad del valor de la ventana de congestión cuando se produce la congestión; el valor de la ventana de congestión vuelve a incrementar exponencialmente pero esta vez hasta el valor umbral desde donde luego se cambia el mecanismo a evitación de la congestión, en el cual la ventana de congestión se incrementa linealmente en 1 MSS por cada RTT. El mecanismo de arranque lento también puede terminar si se detecta 3 paquetes ACK duplicados, en cuyo caso TCP realiza una retransmisión rápida.

En el modo de evitación de la congestión, el valor de la ventana de recepción es aproximadamente la mitad del valor que tuvo en la transmisión anterior en la cual hubo congestión, en este modo la ventana de congestión se incrementa linealmente y se termina en los mismo caso que para arranque lento.