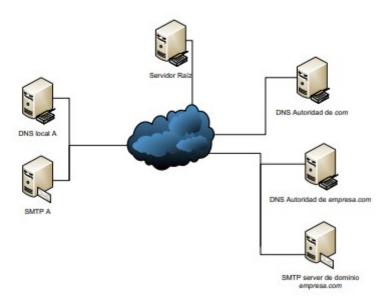
El servidor de correo electrónico STMP A recibe un correo para un usuario ususario@empresa.com y antes de iniciar la sesión SMTP debe realizar algunas consultas al DNS.

Se supone que el servidor SMTP A tiene configurado como servidor local recursivo al DNS local A y que el resto de los servidores de DNS involucrados no responden consultas recursivas.

Tomando como referencia el esquema de la figura. Describa la totalidad de consultas DNS que desencadena el envío del correo. Indique el orden en el que se realizan, los registros involucrados y las respuestas correspondientes.

Nota: considere que al inicio no existe información relevante en la caché de ninguno de los servidores DNS involucrados.



	Origen	Destino	Mensaje
1	SMTP A	DNS local A	Consulta: Elemento: empresa.com Tipo: MX Clase: IN
2	DNS local A	Servidor raiz	Consulta: Elemento: empresa.com Tipo: MX Clase: IN
3	Servidor raíz	DNS local A	Respuesta: dominio: .com clase: IN tipo: NS (se adjunta un nombre: nombre1)
4	DNS local A	DNS autoridad .com	Consulta: Elemento:

			empresa.com clase: IN tipo: MX
5	DNS autoridad .com	DNS local A	Respuesta: dominio: empresa.com clase: IN tipo: NS (se adjunta un nombre: nombre2)
6	DNS local A	DNS autoridad de empresa.com	Consulta: elemento: empresa.com clase: IN tipo: MX
7	DNS autoridad de empresa.com	DNS local A	Respuesta: dominio: empresa.com clase: IN tipo: MX (se adjunta un nombre: nombre4)
8	DNS local A	SMPT A	Respuesta: dominio: empresa.com clase IN tipo MX (se adjunta un nombre: nombre4)

- 2. Construir el Registro de Recursos para el servidor DNS del departamento de informática cuyo nuevo dominio absoluto es: informatica.uco.es. Incluya en él todas las entradas necesarias para cumplir con las siguientes especificaciones, así como toda la información relativa a las mismas.
 - Correo electrónico del administrador: administrador@uco.es.
 - Comentario textual: Departamento de Informática y Análisis Numérico.
 - Equipos del Departamento:
 - o Ordenador "samba", sistema operativo = Sun Solaris, IP = 150.214.117.71
 - Ordenador "opera", sistema operativo = Linux, IP = 150.214.117.93
 - Servidor de Nombres de Dominio: máquina samba.

1

- Servidor de correo primario: máquina opera.
- El servidor de nombres debe aparecer asociado al dominio informática.uco.es
- Samba y opera son máquinas donde informática.uco.es es autoridad y la información del servidor que representa debe reflejarse en el dominio del que es autoridad.
- 1- Correo electrónico del servidor: administrador@uco.es

informatica.uco.es 86400 IN SOA administrador.uco.es

2- Comentario textual: Departamento de Informática y Análisis Numérico

informatica.uco.es 86400 IN TXT "Departamento de Informática y Análisis Numérico"

3- Ordenador samba, sistema operativo= Sun Solaris, IP = 150.214.117.78

samba 86400 IN HINFO Sun Solaris samba 86400 IN A 150.214.117.78

4- Ordenador opera, sistema operativo = Linux, IP = 150.214.117.93

opera 86400 IN HINFO Linux opera 86400 IN A 150.214.117.93

5- Servidor de nombre de dominio asociado al dominio informatica.uco.es: samba

informatica.uco.es 86400 IN NS samba

6- Servidor de correo primario: opera

informatica.uco.es 86400 IN MX opera

- 3. Indique cómo evolucionaría el tamaño de la ventana de congestión de un emisor TCP (especificando tanto el umbral como el tamaño que alcanza dicha ventana), bajo las siguientes suposiciones:
 - El valor inicial del umbral es de 64KB (valor máximo de TCP).
 - La pérdida de paquetes se produce siempre justo cuando la ventana de congestión supera los 20KB.
 - El tamaño máximo de segmento es de 1 KB.
 - La ventana de recepción es siempre mayor que la de congestión.

Umbral inicial = 64 KB

Pérdida de paquetes: Ventana superior a 20 KB

MSS = 1 KB

Ventana de recepción mayor a la ventana de congestión

Umbral	Ventana
64	1,2,4,8,16,32
16	1,2,4,8,16,17,18,19,20,21
10	1,2,4,8,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20, 21
10	1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12,13,14,15,16,17, 18,19,20,21

En función de los siguientes supuestos

- La entidad TCP cliente A desea transmitir la cadena de texto EXAMEN a la entidad TCP B.
- La entidad servidora B desea, a su vez, transmitir la cadena de caracteres VALE a la entidad A.
- La ventana de recepción de A es de 4 octetos.
- La ventana de recepción de B es de 6 octetos.
- La entidad TCP cliente A genera un 4001 como número de secuencia inicial para identificar sus octetos de datos.
- La entidad TCP cliente B genera un 7025 como número de secuencia inicial.
- Los octetos de datos se van almacenado hasta que se complete el tamaño máximo de ventana.
- El tamaño máximo de segmento establecido para ambas entidades de 2 octetos y este se completará en cada envío siempre que existan datos suficientes. Cada carácter se codifica con un octeto.

Represente en un diagrama el establecimiento de la conexión, el envío y el cierre, considerando que es el cliente A el que inicia la conexión, el envío de datos comienza con A y cada vez que B recibe un mensaje de A, lo confirma y aprovecha la confirmación del mensaje para mandar también su mensaje. Es el cliente A el que inicia la desconexión cuando recibe el último mensaje del servidor B, y B está dispuesto a cerrar también la conexión. La ampliación de la ventana se envía cuando los datos se manden a aplicación que ocurre cada vez que se completan las respectivas ventanas. Suponga que no hay pérdida de información.

Muestre la información más relevante, en cada caso, considerando, número de secuencia, confirmaciones, tamaño de ventana, datos enviados, así como los bits de control que considere necesarios.

Proceso	Secuencia	Flags	Reconoci miento	Datos	Ventana	Otros
A	4001	SYN	-	-	4	MSS = 2
В	7025	SYN, ACK	4002	-	6	MSS = 2
A	4002	ACK	7026	-	4	Queda establecida la conexión
A	4002	ACK	7026	EX	4	A envía los datos EX sin errores

В	7026	ACK	4004	VA	4	B confirma recepción y envía los datos VA
A	4004	ACK	7028	AM	2	A confirma recepción y envía los datos AM
В	7028	ACK	4006	LE	2	B confirma recepción y envía los datos LE
A	4006	ACK	7030	EN	4	A confirma recepción, se amplía su ventana y envía los datos EN
В	7030	ACK	4008	_	6	B confirma recepción, se amplía su ventana.
A	4008	ACK	7030	EX	4	A envía los datos EX
В	7030	ACK	4008	VA	6	B no ha recibido los datos. Envía los datos VA
A	4010	ACK	7032	AM	2	A envía los datos AM
В	7032	ACK	4008	LE	4	B confirma recepción y envía los datos LE
A	4008	ACK	7030	EX	2	Finaliza el temporizador . A vuelve a enviar los mismos

						datos
В	7032	ACK	4010	LE	2	Finaliza el temporizador . B vuelve a enviar los datos
A	4010	ACK	7034	EN	4	A confirma recepción y envía los datos EN. Se amplía la ventana de A
В	7034	ACK	4012	-	6	B confirma recepción y se amplía su ventana
A	4012	FIN,ACK	7034	-	2	A solicita el cierre de la conexión
В	7034	FIN,ACK	4013	-	6	B acepta y solicita el cierre de la conexión
A	4013	ACK	7035	-	2	Se cierra la conexión

5. TCP de la máquina A envía un segmento SYN con número inicial de segmento igual a 1000 y MSS con valor 1000 también a la máquina B. Esta última responde con un segmento SYN con número inicial de segmento 5000 y MSS 500. Supongamos que la cantidad de datos a enviar de A a B es de 10.000 bytes. La máquina B tiene un buffer siempre de 3000 bytes. Supongamos que la carga de las cabeceras se puede despreciar para simplificar.

Dibuja la secuencia de intercambio de segmentos, incluyendo los valores de las cabeceras y el estado suponiendo que B no tiene datos que enviar y que responde con ACK a cada trama

2

recibida.

SYN (A) = 1000 B MSS (A) = 1000 B

SYN (B) = 5000 B MSS (B) = 500 B WIN (B) = 3000 B

Numero de datos a enviar = 10KB

Proceso	Secuencia	Flags	Reconoci miento	Datos	Ventana	Otros
A	1000	SYN	-	-	-	MSS = 1000
В	5000	SYN,ACK	1001	-	3000	MSS = 500
A	1001	ACK	5001	-	-	Queda establecida la conexión
A	1001	ACK	5001	500	-	MSS (B) = 500, luego A envía 500 datos. Quedan 9500 datos por enviar
В	5001	ACK	1501	-	2500	B confirma

						la recepción
A	1501	ACK	5001	500	-	A envía un segmento de 500 datos. Quedan 9000 datos por enviar.
В	5001	ACK	2001	-	2000	B confirma la recepción de los datos.
A	2001	ACK	5001	500	-	A envía un segmento de 500 datos. Quedan 8500 datos por enviar.
В	5001	ACK	2501	-	1500	B confirma la recepción de los datos.
A	2501	ACK	5001	500	-	A envía un segmento de 500 datos. Quedan 8000 datos por enviar.
В	5001	ACK	3001	-	1000	B confirma la recepción de los datos.
A	3001	ACK	5001	500	_	A envía un

						segmento de 500 datos. Quedan 7500 datos por enviar.
В	5001	ACK	3501	-	1000	B confirma la recepción de los datos.
A	3501	ACK	5001	500	-	A envía un segmento de 500 datos. Quedan 7000 datos por enviar.
В	5001	ACK	4001	-	500	B confirma la recepción de los datos.
A	4001	ACK	5001	500	-	A envía un segmento de 500 datos. Quedan 6500 datos por enviar.
В	5001	ACK	4501	-	3000	B confirma la recepción de los datos. Se amplía la ventana de B
A	4501	ACK	5001	500	-	A envía un

						segmento de 500 datos. Quedan 6000 datos por enviar.
В	5001	ACK	5001	-	2500	B confirma la recepción de los datos.
A	5001	ACK	5001	500	-	A envía un segmento de 500 datos. Quedan 5500 datos por enviar.
В	5001	ACK	5501	-	2000	B confirma la recepción de los datos.
						No quedan datos por enviar

^{6.} Supón que utilizas slow-start en una línea con un tiempo de ida y vuelta (RTT) de 10 ms. La ventana receptora es de 24Kbytes y el tamaño máximo de segmento es de 2KB. ¿Cuánto tiempo pasará antes de poder enviar la primera ventana completa? Supón que no se produce congestión.

RTT = 10 ms WIN = 24 KB MSS = 2KB

Tiempo	Ventana	Segmentos
0	2 KB	1
10	4 KB	2
20	8 KB	4
30	16 KB	8
40	32 KB	16

Antes de enviar la primera ventana completa, deben pasar 40 ms.

7. El proceso p_A en el computador A y el proceso p_B en el computador B se disponen a establecer una conexión TCP. A lo largo de toda la conexión, los tamaños de la ventana que p_A y p_B declararán en sus segmentos permanecerán constantes con los valores siguientes: WIN(p_A)=WIN(p_B)=300 bytes. Suponiendo que no se pierden datagramas ni se producen retransmisiones, describe el intercambio de segmentos entre p_A y p_B en las situaciones siguientes:

El formato de los segmentos a representar sólo tendrá en cuenta el número de secuencia, los flags de la cabecera TCP, el reconocimiento (si procede), y el campo de datos.

- a) Establecimiento de conexión entre p_A y p_B (p_A solicita la conexión y p_B la acepta). Supón que durante este proceso se intercambian los siguientes números de secuencia iniciales: ISN(p_A)= 1000 e ISN(p_B)=5000. La conexión debe quedar establecida correctamente.
- b) A continuación, p_A envía 700 bytes a p_B. Suponer que durante la fase de establecimiento de la conexión, ambos procesos han acordado intercambiar segmentos de tamaño máximo 100 bytes (MSS = 100 bytes). Siempre que sea posible p_A envía segmentos del tamaño MSS. Todos los datos que p_A envíe a p_B recibirán en instantes posteriores (transcurridos RTT segundos) el correspondiente reconocimiento por parte de p_B. Cuando p_A envía varios segmentos seguidos, p_B envía un reconocimiento global de los datos recibidos cada dos segmentos. La transferencia de información debe seguir el protocolo de inicio lento (slow-start).
- c) Después, el proceso p_A indica a p_B el cierre de conexión. Suponer que p_B también está dispuesto a cerrar cuando le llegue el aviso de cierre de p_A.

Proceso	Secuencia	Flags	Reconoci miento	Datos	Ventana	Otros
Pa	1000	SYN	_	-	300	MSS=100
Pb	5000	SYN,ACK	1001	-	300	MSS=100
Pa	1001	ACK	5001	-	300	Queda establecida la conexión
Pa	1001	ACK	5001	100	300	Protocolo de inicio lento. Pa envía 100 bytes, quedando 600 bytes por enviar
Pb	5001	ACK	1101	-	300	Pb confirma la recepción de los datos
Pa	1101	ACK	5001	100	300	Pa envía 2 segmentos. Quedan 400 bytes por enviar

Pa	1201	ACK	5001	100	300	
Pb	5001	ACK	1301	-	300	Pb confirma recepción de los datos
Pa	1301	ACK	5001	100	300	Como Pb envía confirmació n de recepción cada 2 segmentos recibidos, Pa envía 2 segmentos. Quedan 200 bytes por enviar
Pa	1401	ACK	5001	100	300	
Pb	5001	ACK	1501	-	300	Pb confirma recepción de los datos
Pa	1501	ACK	5001	100	300	Pa envía 2 segmentos de 100 bytes. No quedan más segmentos por enviar
Pa	1601	ACK	5001	100	300	
Pb	5001	ACK	1701	-	300	Pb confirma la recepción de los datos
Pa	1701	FIN,ACK	5001	-	300	Pa solicita el cierre de la conexión
Pb	5001	FIN,ACK	1702	-	300	Pb acepta el cierre de la conexión y solicita el cierre
Pa	1702	ACK	5002	-	300	Se cierra la conexión

- Un emisor ha enviado los segmentos 1 al 50. Cada uno de ellos con 512 bytes de datos. El emisor recibe un ACK con valor 15361 (30x512=15360), y después 3 ACKs duplicados con valor 15873.
 - Basándose en esta información, ¿qué segmento(s) puede asumir el emisor que se han perdido?
 - ¿Y cuáles puede asumir que se han recibido correctamente?

Se envían de [1,50] segmentos de 512 bytes cada uno.

El emisor recibe un ACK de 30 segmentos perfectos, enviando en total 15360 bytes.

Se envían 3 ACK duplicados con valor 15873, por tanto el siguiente segmento a enviar es el segmento 31 de [15360,15872].

Como no podemos confirmar el segmento 32, hemos perdido el segmento 32.

Como no podemos conocer los segmentos desordenados recibidos, no podemos asumir cuales segmentos se han recibido correctamente.

Si empleamos el flack SACK, tenemos lo siguiente:

Envíos	Flags
Envío 1	ACK
Envío 3	Ack, SACK=3
Envío 4	ACK, SACK=3,4
Envío 6	ACK,SACK=6/3,4

Ejercicio 9

ISN(A) = 50 WIN(A)=1024 octetos

 $A \rightarrow Procesos cliente$

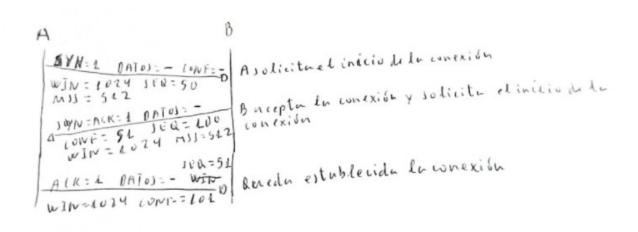
ISN(B)=100 WIN(B)=1024 octetos

B → Procesos servidor

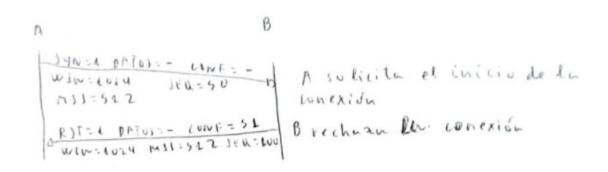
MSS(A)=MSS(B)=512 octetos

B solo pasa octetos al llenarse su búfer de recepción.

 a) Indique gráficamente, a través de un diagrama de envío de segmentos y con la máxima información significativa, la fase de establecimiento entre A y B.



 b) Indique gráficamente el rechazo por parte de B de una solicitud de establecimiento de la conexión.



c) Suponiendo que, una vez establecida la conexión, el proceso TCP cliente de la máquina A transmite inicialmente la máxima transferencia de datos sin congestiones (agotando la correspondiente ventana de recepción) que admite el proceso servidor TCP de la máquina B, ¿cuál sería el último octeto de datos transmitido?

Proceso	Flags	Secuencia	Reconocimie nto	Datos	Ventana	Otros
A	ACK	51	101	512	1024	Quedan 512 octetos
A	ACK	563	101	512	1024	Se envía el último octeto de 512 datos

- d) Indique gráficamente la fase de transferencia de datos con el máximo envío de datos sin congestiones (agotando la correspondiente ventana de recepción) en el orden especificado a continuación:
 - a. Primer envío: del proceso TCP cliente A al proceso TCP servidor B.
 - Segundo envío: del proceso TCP servidor B al proceso TCP cliente A.

DATUS=512 ACK=1 WIN=1024D

160=563 CONF=101

DATUS=512 ACK=1 WIN=1024D

160=101 ACK=1 WIN=1024D

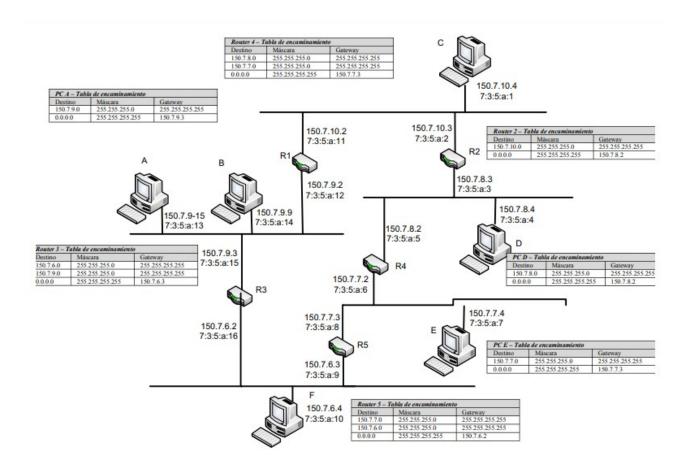
160=101 ACK=1 WIN=1024D

WIN=1024 CONF=563

WIN=1024 CONF=563

WIN=1024 CONF=563

- 10. De acuerdo a la organización mostrada en la figura donde se supone que todas las redes son Ethernet, la máscara de subred es 255.255.255.0 y donde al lado de cada interfaz aparece la dirección IP asignada y debajo de ésta la dirección Ethernet. Se muestran también las tablas de enrutamiento de cada dispositivo, para la ruta establecida donde la interfaz de salida es la que permite en cada caso alcanzar de manera adecuada el Gateway especificado.
 - a) Detalle las direcciones físicas (direcciones ethernet), las direcciones IP origen y destino y los puertos origen y destino para cada paso del camino que debe seguir un paquete enviado desde la máquina E solicitando un servicio localizado en el puerto 1060 de la máquina A, muestre también el camino que seguiría el paquete de respuesta de dicha petición. Suponga que tanto el envío como la respuesta del servicio solamente requieren la generación de un paquete, que todas las tablas ARP son conocidas, es decir para cualquier dirección IP y cualquier host/router se conoce su dirección física, y que no es necesario consultar al DNS. (0.75 puntos)
 - b) Se manda un mensaje de la máquina D a la dirección 150.7.6.23. Sin embargo, no existe ninguna máquina que tenga asignada esa dirección IP. ¿Qué dispositivo detecta ese hecho? Explica cómo lo detecta y qué hace a partir de entonces.
 - c) Se desea mandar un mensaje de la máquina E a la máquina C, especificar por los enrutadores que pasaría e indicar si se produciría algún error en el envío, de acuerdo a la especificación dada. Modifica las tablas de encaminamiento necesarias para que la máquina E pueda enviar datagramas IP a la máquina C, por la ruta más corta (menor número de enrutadores) sin alterar el resto de la comunicaciones que están establecidas.



Apartado a

MAC origen	MAC destino	IP origen	IP destino	Puerto origen	Puerto destino	Otros
7:3:5:a:7	7:3:5:a:8	150.7.7.4	150.7.7.3	1050	1060	PCE → R5
7:3:5:a:9	7:3:5:a:16	150.7.6.3	150.7.6.2	1050	1060	$R5 \rightarrow R3$
7:3:5:a:15	7:3:5:a:13	150.7.9.3	150.7.9.15	1050	1060	R3 → PCA
7:3:5:a:13	7:3:5:a:15	150.7.9.15	150.7.9.3	1060	1050	PCA → R3
7:3:5:a:16	7:3:5:a:9	150.7.6.2	150.7.6.3	1060	1050	R3 → R5
7:3:5:a:8	7:3:5:a:7	150.7.7.3	150.7.7.4	1060	1050	R5 → PCE

Apartado b

Para enviar un mensaje a la dirección IP 150.7.6.23, la máquina D debe enviar el mensaje al router con la dirección de red 150.7.6.0.

Como dicha máquina no puede acceder a la dirección de red 150.7.6.2, envía un mensaje al router R2. A continuación, el router R2 manda un mensaje al router R4.

El router R4 busca la dirección IP 150.7.6.23 y, al no encontrar un dispositivo con dicha dirección IP manda un mensaje al router R5.

El router R5 busca la dirección IP 150.7.6.23 y, al no encontrar dicha dirección IP, manda un mensaje al router R3.

El router R3 busca la dirección IP 150.7.6.23 y, al no encontrar dicha dirección IP, detecta que la dirección IP buscada no existe.

Apartado c

Camino $1 \rightarrow E \rightarrow R5 \rightarrow R3 \rightarrow R1 \rightarrow C$

 $E \rightarrow R5$: 150.7.7.4 \rightarrow 150.7.7.3 (No se producen errores en el envío)

 $R5 \rightarrow R3: 150.7.6.3 \rightarrow 150.7.6.2$ (Sin errores de envío)

 $R3 \rightarrow R1: 150.7.9.3 \rightarrow 150.7.9.2$ (Sin errores de envío)

 $R1 \rightarrow C: 150.7.10.2 \rightarrow 150.7.10.4$ (Sin errores de envío)

Camino $2 \rightarrow E \rightarrow R4 \rightarrow R2 \rightarrow C$

 $E \rightarrow R4: 150.7.7.4 \rightarrow 150.7.7.2$ $R4 \rightarrow R2: 150.7.8.2 \rightarrow 150.7.8.3$ $R2 \rightarrow C: 150.7.10.3 \rightarrow 150.7.10.4$

El camino más corto para enviar un mensaje de la máquina E a la máquina C sería: $E \rightarrow R4 \rightarrow R2 \rightarrow C$

Ejercicios extra

Desafío 6. (20-11-2020) En la figura se detalla la secuencia completa de envío de segmentos en una conexión TCP entre A y B (incluyendo apertura y cierre de la misma). Rellena los campos que faltan en la figura para que la misma tenga sentido, suponiendo que:

- Se produce los eventos que se indican en dicha figura para cada evento, el identificador del evento, es el instante en el que se produce.
- Las líneas discontinuas horizontales indican tics del reloj.
- Se utiliza repetición selectiva para recuperación de un error en un segmento.
- Considera que el receptor no amplía la ventana de recepción hasta que se completa, momento en el que enviará todos los datos a aplicación.

Proceso	Secuencia	Flags	Reconocimie nto	Datos	Ventana	Otros
A	2001	SYN	-	-	-	A pide establecer la conexión
В	3001	SYN,ACK	2002	-	1200	B acepta y solicita la conexión
A	2002	ACK	3002	-	-	Se establece la conexión
A	2002	ACK	3002	200	-	A envía 4 segmentos. Envío correcto del segmento
A	2202	ACK	3002	200	-	Envío

						correcto del segmento
A	2402	ACK	3002	200	-	Error al enviar el segmento
A	2602	ACK	3002	200	-	Envío correcto del segmento
В	3002	ACK	2402	-	600	B confirma la recepción de los segmentos 1-2-4
A	2402	ACK	3002	200	-	A reenvía el segmento 3
В	3002	ACK	2802	-	400	B confirma la recepción del segmento
A	2802	FIN,ACK	3002	-	-	A solicita el cierre de la conexión
В	3002	FIN,ACK	2803	-	-	B acepta el cierre de conexión y solicita el cierre
A	2803	ACK	3003	-	-	Se cierra la conexión

Desafío 7. (23-11-2020) Construir el Registro de Recursos para el servidor DNS del departamento de informática cuyo nuevo dominio absoluto es: informatica.uco.es. Incluya en él todas las entradas necesarias para cumplir con las siguientes especificaciones, así como toda la información relativa a las mismas.

- Correo electrónico del administrador: administrador@uco.es.
- Comentario textual: Departamento de Informática y Análisis Numérico.
- Equipos del Departamento:
 - Ordenador "samba", sistema operativo = Sun Solaris, IP = 150.214.117.71
 - Ordenador "opera", sistema operativo = Linux, IP = 150.214.117.93
- · Servidor de Nombres de Dominio: máquina samba.
- Servidor de correo primario: en la máquina opera.
- El servidor de nombres debe aparecer asociado al dominio informática.uco.es
- Samba y opera son máquinas donde informática.uco.es es autoridad y la información del servidor que representa debe reflejarse en el dominio del que es autoridad.

informatica.uco.es 86400 IN SOA administrador.uco.es

informatica.uco.es 86400 IN TXT "Departamento de Informática y Análisis Numérico"

samba 86400 IN HINFO Sun Solaris

samba 86400 IN A 150.214.117.71

opera 86400 IN HINFO Linux

opera 86400 IN A 150.214.117.93

informatica.uco.es 86400 IN NS samba

informatica.uco.es 86400 IN MX opera