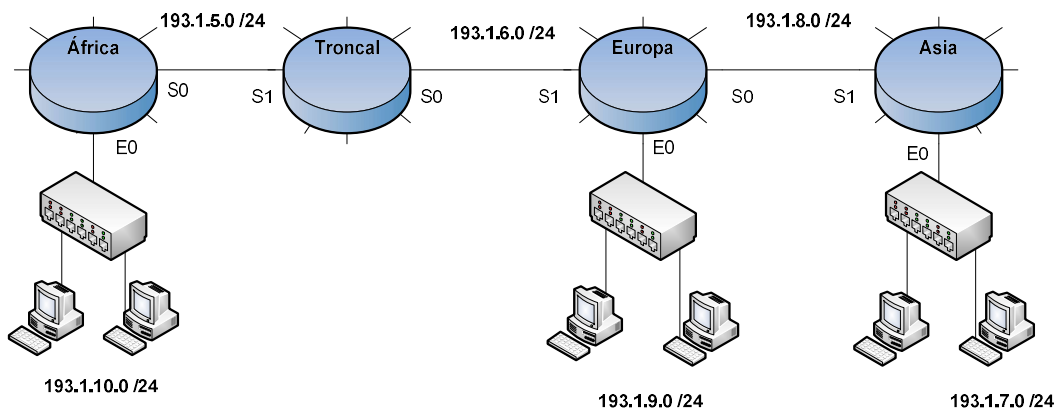


ARQUITECTURA DE REDES

2º curso de Ingeniería Informática –
Tecnologías Informáticas
Curso 23/24

Boletín de problemas 3 Aspectos avanzados de la arquitectura TCP/IP

Problema 1. Se dispone de la configuración de red local como la de la figura. Usted se encuentra en un PC que tiene la dirección 193.1.10.102.



Las direcciones de los interfaces de los routers (S0 y S1 son interfaces serie y E0 un interfaz Ethernet) son las que se adjuntan en la siguiente tabla

Router	S0	S1	E0
África	193.1.5.1	-	193.1.10.1
Troncal	193.1.6.1	193.1.5.2	-
Europa	193.1.8.1	193.1.6.2	193.1.9.1
Asia	-	193.1.8.2	193.1.7.1

1. Se ejecuta el comando `tracert 193.1.7.15`. Suponiendo que dicho host esté conectado, ¿cuántos mensajes ICMP se envían desde su PC o se reciben en su PC? Complete la tabla que se adjunta a continuación (no hay por qué completar todas las filas).

Mensaje ICMP (descripción)	Valor del campo Tipo	Número total de mensajes ICMP de este tipo
Total de mensajes ICMP		

2. Complete la siguiente tabla acerca del segundo mensaje ICMP (cronológicamente hablando) de los mensajes ICMP generados con el comando anterior.

Dirección IP fuente	Dirección IP destino	Valor del campo Tipo

3. Suponga que se está utilizando el protocolo de enrutamiento RIP, estando implementada la técnica del horizonte dividido. ¿Sobre qué redes publica

información el router Europa por cada interfaz, y con qué métrica? (no hay por qué completar todas las filas)

E0		S0		S1	
Red	Métrica	Red	Métrica	Red	Métrica

Problema 2. La tabla 1 muestra la caché DNS del servidor de nombre local con el que nos comunicamos para resolver nombres desde nuestro equipo de casa. Supongamos que el equipo `repo.ar.es`. (150.225.150.100) incorpora un servidor TFTP. Desde nuestra red IP privada, 192.168.1.0/24, queremos descargar el archivo de texto `apuntesAR.doc` en el servidor cuyo tamaño es de *15340 B*.

1. Nuestro equipo está configurado para obtener de manera dinámica una dirección IP y el router de nuestra red implementa DHCP.
 - a. ¿Cuántos mensajes y de qué tipos se intercambian para obtener la dirección IP?
 - b. ¿Puede nuestro equipo solicitarle al servidor DHCP la dirección IP 192.168.1.33? Explique la respuesta.
2. Si ejecutamos el comando `tftp tftp.ar.es get apuntesAR.doc`:
 - a. Sabiendo que `tftp.ar.es`. es un alias de `repo.ar.es`. realice un esquema de la resolución de nombre que conlleva dicha operación. Indique que nuevos RR se incorporan a la caché del servidor de nombre local indicando los tipos.
 - b. ¿Cuántos mensajes TFTP y de qué tipos se intercambian si todo funciona correctamente? ¿Cuándo se da por concluida la transferencia de datos?
3. Al ejecutar el comando `ftp tftp.ar.es`, ¿qué ocurre?

Tabla 1 - Registros RR.

Nombre	Valor	Tipo	TTL
www.ar.es.	150.214.150.1	A	1000
ar.es.	serv1.ar.es.	NS	1000
ar.es.	serv2.ar.es.	NS	1000
ar.es.	repo.ar.es.	MX	1000
repo.ar.es.	150.214.150.100	A	1000
serv1.ar.es.	150.214.150.101	A	1000
serv2.ar.es.	150.214.150.102	A	1000
www.eii.us.es.	serv.eii.us.es.	CNAME	2000
eii.us.es.	ns.eii.us.es	NS	2000
serv.eii.us.es.	150.140.215.21	A	2000
ns.eii.us.es.	150.140.215.20	A	2000

Problema 3. La recién creada empresa Grupo AR dispone de la red 150.101.18.0 / 24. El administrador de la red ha decidido crear cuatro subredes, especificadas en la tabla 1, y una configuración de la red como la definida en la figura 1.

Subred	Nombre de red	Máscara de red
Red directivos	192.168.0.0	255.255.255.0 (/24)
Red empleados	150.101.18.64	255.255.255.192 (/26)
Red servidores	150.101.18.128	255.255.255.224 (/27)
Red 1	150.101.18.160	255.255.255.240 (/28)
Red 2	150.101.18.176	255.255.255.240 (/28)

Tabla 1. Subredes definidas.

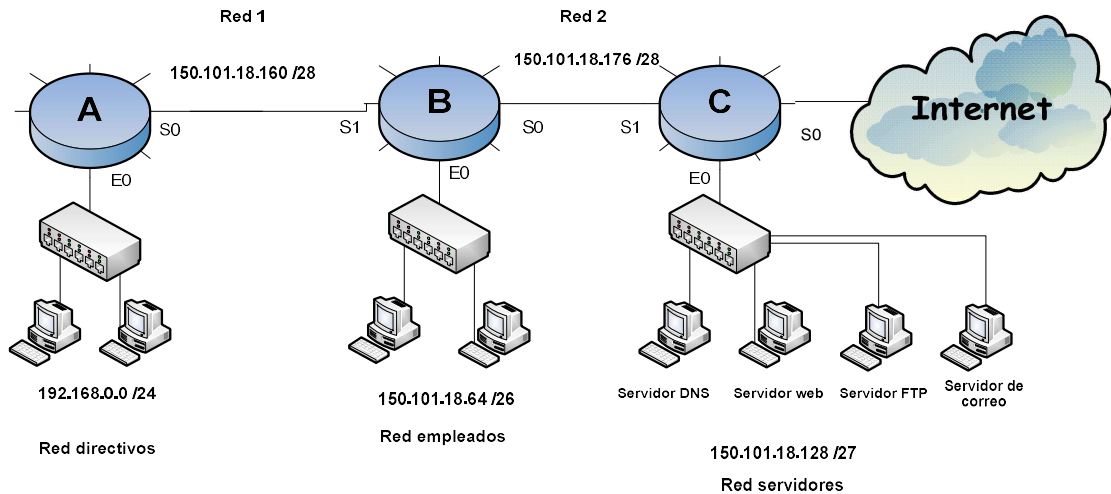


Figura 1. Configuración de red.

Las interfaces de los routers tienen las direcciones IP indicadas en la tabla 2.

Router	S0	S1	E0
A	150.101.18.161	-	192.168.0.1
B	150.101.18.177	150.101.18.162	150.101.18.65
C	160.54.16.181	150.101.18.178	150.101.18.129

Tabla 2. Direcciones IP de las interfaces de los routers.

Teniendo en cuenta las subredes definidas y su configuración, conteste a las siguientes preguntas:

1. En la denominada Red Servidores, la empresa quiere montar un servidor DNS, un servidor FTP, un servidor de correo y un servidor web (la dirección URL de la página será www.grupoar.es).
 - a. ¿A qué registradores DNS tendrá que dirigirse la empresa AR?
 - b. ¿Qué Registros de Recursos (RR) tendrá que proporcionar a dicho registrador DNS? (Especifique el formato de cada RR).
 - c. Proporcione la rama del árbol de la jerarquía DNS correspondiente a la empresa.
2. Uno de los directivos de la empresa (con dirección IP 192.168.0.3) quiere descargarse un fichero del servidor FTP.

- a. ¿A qué puerto del servidor debe conectarse el cliente (suponiendo el puerto por defecto)?
 - b. ¿Qué ocurre si se pierde algún segmento? ¿Habría alguna diferencia si el servidor fuera TFTP?
 - c. ¿A qué dirección debe contestar el servidor? Razone su respuesta
 - d. ¿Cuántos directivos podrían (como máximo) tener acceso a las redes externas a la suya al mismo tiempo si el router pudiera utilizar todas las direcciones IP disponibles en esa subred? ¿Por qué?
 - e. Imagine que el servidor FTP se encuentra en un PC. El encargado del mantenimiento se ha olvidado de encender el PC. ¿Qué ocurre cuando el directivo intenta conectarse al servidor? ¿Qué diferencia habría si el PC estuviera encendido, pero el encargado hubiera olvidado abrir el programa que proporciona el servicio FTP?
3. Uno de los empleados, con dirección de correo electrónico juanperez@grupoar.es, escribe un correo a pedrogarcia@hotmail.com. Describa el proceso que sigue el correo enviado.
4. El administrador de la red de la empresa decide que se utilice RIP como protocolo de enrutamiento
- a. Suponiendo que se usa la técnica del horizonte dividido, ¿Sobre qué redes informa el router B al router A, y con qué métrica?
 - b. ¿Qué versión de RIP cree que se debe utilizar? ¿Por qué?
5. A pesar de que la empresa dispone de una red para los servidores, uno de los directivos se empeña en montar un servidor de streaming en su red. Para ello, el directivo asigna al servidor la dirección 192.168.0.254 de forma manual y quiere que esté disponible en la dirección `rtsp://media.grupoar.es`. Así que, finalmente, contacta con el administrador de sistemas y le insta para que haga las gestiones pertinentes para que cualquiera pueda conectarse al servidor.
- a. ¿Qué debe hacer el administrador de la red? Explique su respuesta.
 - b. Un empleado intenta conectarse desde su red (Red Empleados) al servidor de streaming para ver una interesante conferencia del directivo en vivo. ¿Cuál es la dirección fuente de los paquetes IP enviados por el empleado? ¿Y la dirección IP destino? (Especifique el posible rango de direcciones).

c. Un empleado de la empresa IP6Company, con sede en Austria, también quiere seguir la conferencia del directivo de la empresa Grupo AR, pero en su PC sólo dispone de una dirección IPv6. ¿Hay alguna forma de que pueda seguir la conferencia desde su PC? Razone su respuesta.

Problema 4. La empresa AR dispone de la red 120.1.8.16/28. Debido a su reciente ampliación, el administrador de red de la empresa ha decidido aplicar la configuración de la figura, con la creación de una red privada. Además, se establece un servidor web en la dirección pública 120.1.8.19.

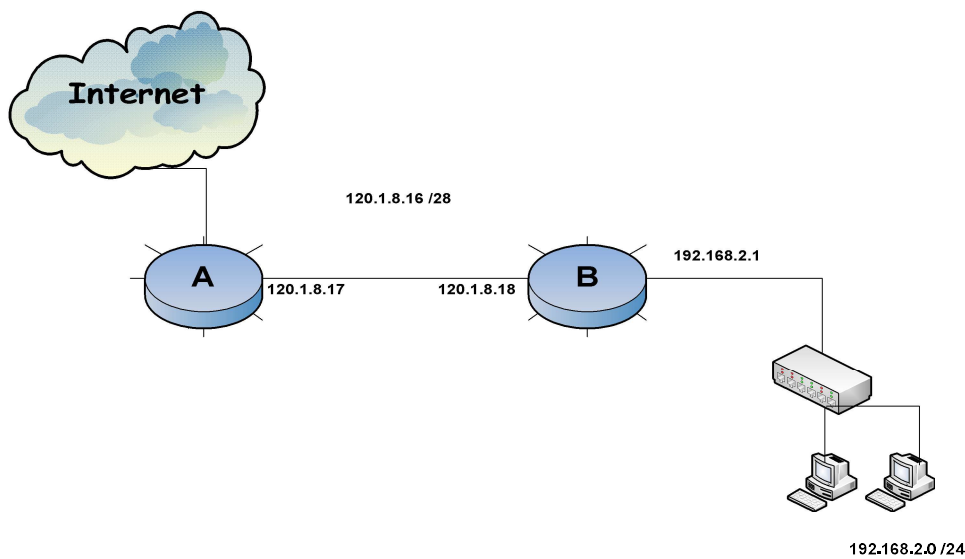


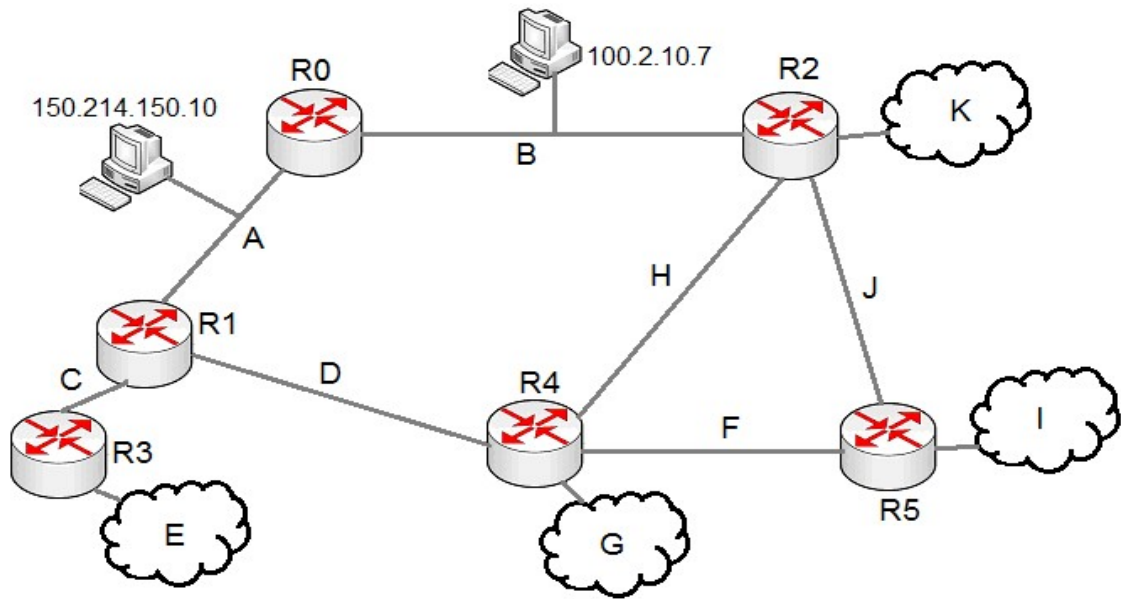
Figura 1. Configuración de la red

Responda a las siguientes preguntas, RAZONANDO las respuestas dadas:

1. Suponiendo que no se quieren utilizar las direcciones IP de los routers ni de los servidores de la red, ¿cuántas direcciones IP quedan disponibles para NAT?
2. Al final, el administrador del sistema optó por usar NAT. ¿Cuántos empleados se pueden conectar a la vez a internet?
3. El departamento comercial de la empresa quiere montar una página web (www.comercial.ar.es) en la dirección IP 192.168.2.10, mientras que el departamento de marketing quiere hacer lo propio en 192.168.2.38

- (www.marketing.ar.es). Ambos servidores web tienen abierto el puerto por defecto para HTTP.
- a. ¿Qué entradas deben introducirse en la tabla NAT? ¿Qué tipo de entradas son?
 - b. ¿Qué registros de recursos (RR) debe introducir el administrador del sistema en el servidor DNS autoritativo de la empresa para que todo funcione correctamente?
4. Un ordenador con dirección IP 192.168.2.103 realiza un tracert al servidor web de la empresa (en la red pública).
- a. ¿Cuántos mensajes ICMP se generan en total?
 - b. ¿De qué tipo son cada uno de los mensajes?
 - c. ¿Cuáles son las direcciones IP fuente y destino con las que sale el último mensaje ICMP de los generados por el tracert?
5. Tras el tracert, el mismo PC ejecuta el comando ipconfig/renew. ¿Cuántos mensajes DHCP se generan y de qué tipo?

Problema 5. Se dispone de la configuración de red local como la de la figura. A cada una de las subredes se le han asignado una etiqueta que sirve para identificarlas (A, B, C, D, E, F, G, H, I, J, K). De la misma forma cada router posee una identificación única en la red (R0, R1, R2, R3, R4, R5). Se emplea el protocolo RIP considerando horizonte dividido, de tal forma que los routers están configurados para enviar sus actualizaciones en orden, es decir, primero enviará R0; cuando todos los mensajes enviados por él lleguen a sus destinos, entonces enviará R1, y así sucesivamente.



Se pide:

1. Partiendo de una situación estacionaria, en la que todos los routers están encendidos excepto R4.
 - a. Indique que información irá apareciendo en las distintas etapas en la tabla de enrutamiento de R4 cuando se encienda hasta alcanzar de nuevo la situación estacionaria. Utilice como plantilla la tabla siguiente:

Subred	Métrica	Próximo Salto

Donde *Próximo Salto* debe contener la identificación del router por el cuál se consigue la ruta óptima hacia la subred determinada. En el caso de estar directamente conectada se colocará la identificación del propio router.

2. Indique la/s entrada/s de la tabla de enrutamiento de cada router asociada/s a la subred B una vez alcanzada la situación estacionaria. Emplee la plantilla anterior.

3. Supongamos que alcanzada esta situación estacionaria y antes de recibir las actualizaciones periódicas, el enlace entre el PC (subred B) con IP 100.2.10.7 y el router R0 se ha roto, quedando la red inaccesible por ese lado. Explique cronológicamente los cambios que se producen en la/s tabla/s de enrutamiento con respecto a la subred B hasta alcanzar de nuevo el estado estacionario, teniendo en cuenta la existencia de mensajes RIP de red inalcanzable (con métrica 16)

4. En la situación actual, con el enlace roto, explique detalladamente como se realiza el envío de un paquete IP desde 150.214.150.10 a 100.2.10.7. Indique la ruta seguida, el TTL actual (considerando que inicialmente se ha establecido al valor mínimo), las direcciones IP fuente y destino del paquete en cada salto, y las direcciones MAC origen y destino en cada salto. Para esto último emplee MAC_direcciónIP si se trata de una estación o MAC_identificadorRouter si se trata de un router.

Problema 6. La red local de uno de los laboratorios de redes del Departamento de Tecnología Electrónica está configurada en esta ocasión de la manera que se muestra en la Figura 1. A cada una de las subredes se le han asignado una etiqueta que sirve para identificarlas (Red1, Red2, Red3, Red4, Red5, Red6, y Red7). De la misma forma, cada router posee una identificación única en la red (A, B, C, D, E, y F). Se emplea el protocolo RIP considerando horizonte dividido.

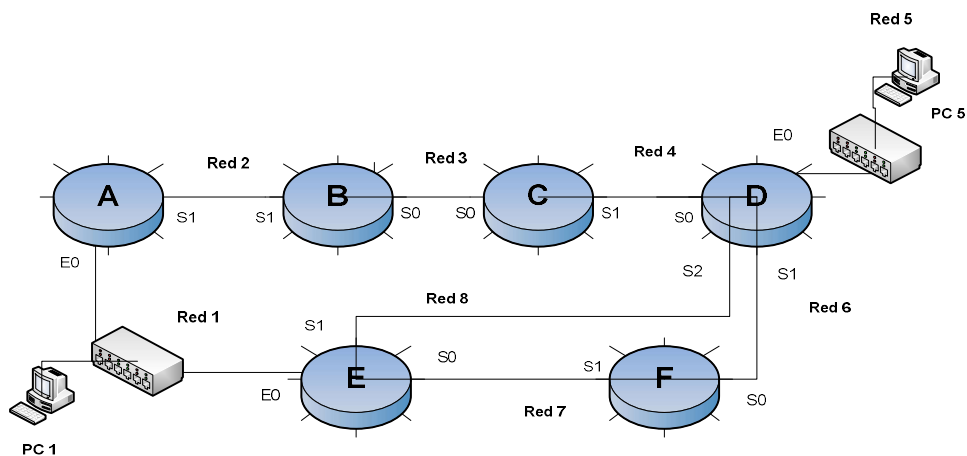


Figura 1. Configuración de la red del laboratorio.

1. Se parte de una situación estacionaria en la que todos los routers están encendidos, excepto el router E. En $t=0$, E se enciende. Los routers están configurados para enviar sus actualizaciones en orden en intervalos de un segundo. Es decir, en $t=1$ segundo enviará A; en $t=2$ segundos enviará B, y así sucesivamente. Indique que información irá apareciendo en cada segundo en la tabla de enrutamiento de E, desde que se enciende hasta $t=6$ segundos. En el caso de que haya dos rutas con la misma métrica, la tabla de enrutamiento refleja la ruta más recientemente obtenida. Utilice como plantilla la Tabla 1.

Subred	Próximo Salto	Métrica

Tabla 1. Tabla de enrutamiento de E

2. PC 1 y PC 5 tienen las configuraciones IPv4 indicadas en la Tabla 2, mientras que las interfaces de los routers están indicadas en la tabla 3. En una situación estacionaria, en la que todos los routers llevan un buen rato encendidos, el usuario del PC 1 ejecuta el comando `ping -n 1 -i 3 192.168.5.11`, correspondiendo la opción `-n` al número de peticiones de eco realizadas, mientras que `-i` es el TTL del paquete. Indique el número de mensajes ICMP que se producen como consecuencia del comando ejecutado, así como el tipo de cada uno de ellos y las direcciones IP origen y destino de todos. Nota: En caso de no conocer la dirección IP, asigne a los host de la Red X una dirección IP válida dentro de la red $192.168.X.0/24$.

PC 1	PC 5
Dirección IPv4: 192.168.1.10	Dirección IPv4: 192.168.5.11
Máscara de red: 255.255.255.0	Máscara de red: 255.255.255.0
Puerta de enlace por defecto: 192.168.1.1 (Router A)	Puerta de enlace por defecto: 192.168.5.1 (Router D)

Tabla 2. Configuraciones IPv4.

Problema 7. En la empresa NA Group, se dispone de una red como la representada en la figura 1.

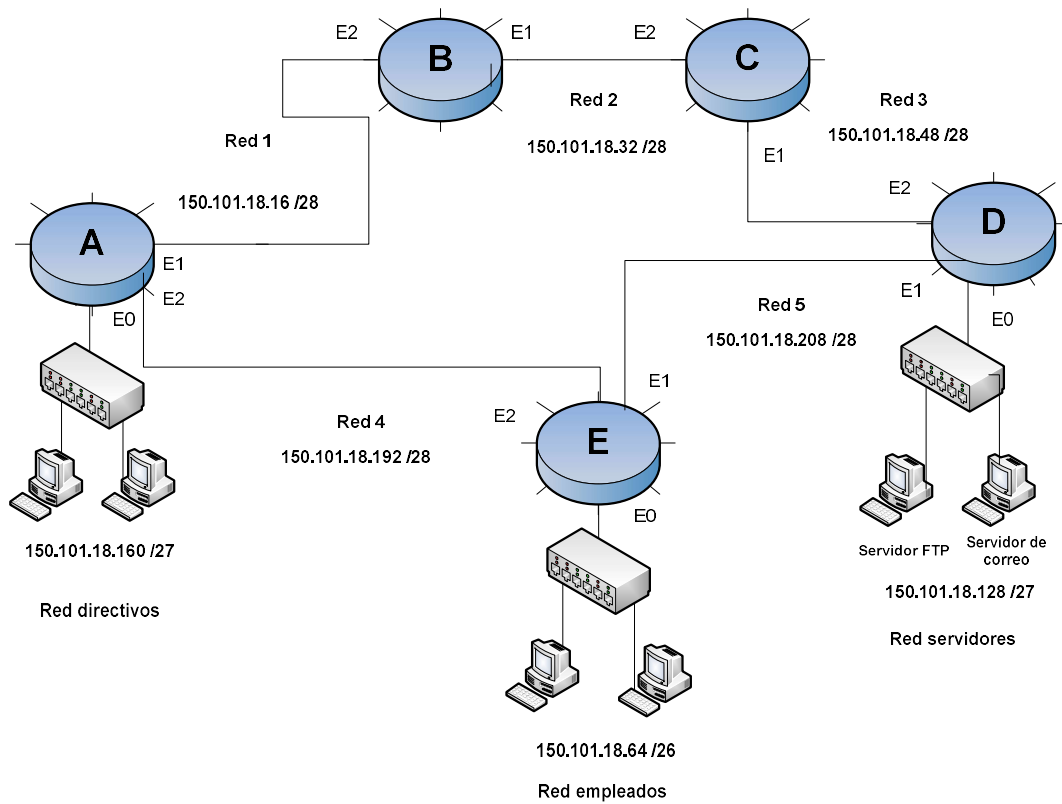


Figura 1. Configuración de red.

Las interfaces de los routers tienen las direcciones IP indicadas en la tabla 1.

Router	E0	E1	E2
A	150.101.18.161	150.101.18.17	150.101.18.193
B	-	150.101.18.33	150.101.18.18
C	-	150.101.18.49	150.101.18.34
D	150.101.18.129	150.101.18.209	150.101.18.50
E	150.101.18.65	150.101.18.210	150.101.18.194

Tabla 1. Direcciones IP de las interfaces de los routers.

Por otro lado, se sabe que todos los enlaces son 10BaseT (es decir, funcionan a 10 Mbps) a excepción de Red 1 y Red 2, cuyos enlaces son 100BaseT (es decir, funcionan a 100 Mbps). Además, el protocolo de enrutamiento utilizado es OSPF (Open Shortest

Path First), siendo la métrica utilizada para el enrutamiento definida por la siguiente fórmula:

$$\text{Métrica} = \frac{10^8}{\text{BW (bps)}}$$

Siendo BW el ancho de banda en bits por segundo.

Con todos esos datos, se pide contestar a las siguientes preguntas:

1. ¿A qué familia de protocolos de enrutamiento pertenece OSPF?
2. ¿Qué protocolo de transporte usan los mensajes OSPF?
3. Rellene los campos de la tabla de enrutamiento del router D, razonando y explicando los criterios que ha seguido para hacerlo.

Red	Próximo salto	Métrica
150.101.18.16/28		
150.101.18.32/28		
150.101.18.48/28		
150.101.18.64/26		
150.101.18.128/27		
150.101.18.160/27		
150.101.18.192/28		
150.101.18.208/28		

Tabla 2. Tabla de enrutamiento del router D.

4. Supongamos que se está enviando tráfico TCP de la red directivos a la red servidores y se produce un corte en el enlace que une los routers A y B.
 - d.1. ¿Se generaría algún mensaje ICMP? En caso afirmativo, ¿de qué tipo?
 - d.2. ¿Cuáles serían las direcciones IP origen y destino de estos mensajes?
 - d.3. ¿Qué ocurriría si el corte fuera en el enlace entre los routers A y E?

5. ¿Habría algún cambio en la tabla de enrutamiento si se utilizara el protocolo de enrutamiento RIP?

Problema 8. Se quiere establecer una conexión TCP con un servidor web. Se sabe que:

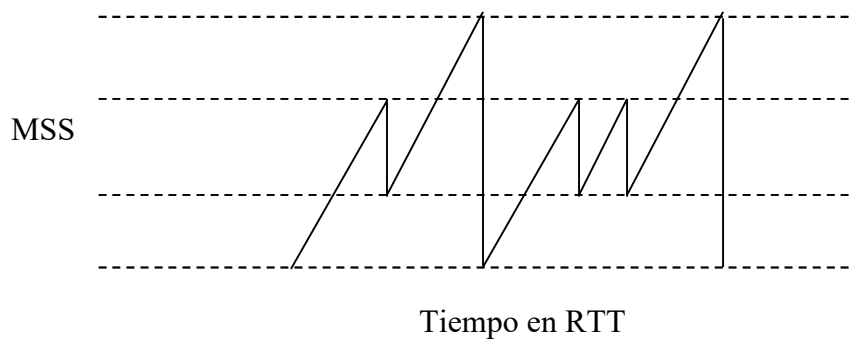
1. RTT (Round Trip Time) = 8 ms.
2. MSS (Maximum Segment Size) = 1460 bytes.
3. Umbral de congestión inicial = 64 kbytes = 64000 bytes
4. Entre tiempo= 72 ms y tiempo = 80 ms, hay un evento de pérdida (3 ACK duplicados)

Se pide:

- a) Rellene la tabla siguiente. Se considera Tiempo = 0 ms como el instante inicial. Note que la Ventana de congestión se expresa en bytes, mientras que la tasa de transmisión se expresa en Mbps (MegaBITS/segundo).
- b) ¿Cuándo se alcanza el umbral inicial?
- c) ¿Cuál es el nuevo umbral tras el evento de pérdida?

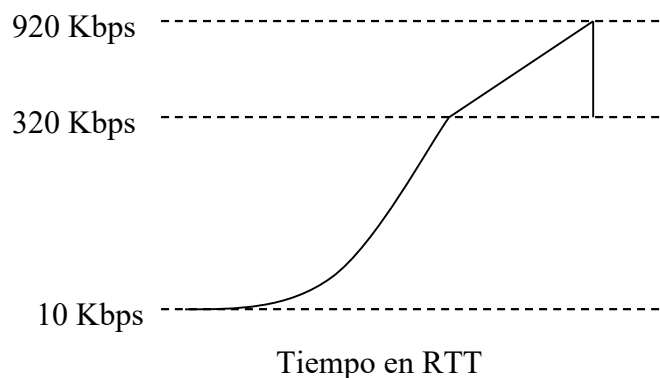
Tiempo (milisegundos)	Ventana de Congestión (bytes)	Tasa de transmisión (Mbps)
0		
8		
16		
24		
32		
40		
48		
56		
64		
72		
80		

Problema 9. Un host de la red emplea el mecanismo AIMD en TCP para el control de la congestión. La figura 1 representa el tamaño de la ventana de transmisión frente al tiempo obtenido durante la comunicación de dicho host realizada a través de la red.



- ¿Cuántos problemas de congestión se han producido? ¿Por qué?
- Indique como el host ha detectado cada uno de los problemas de congestión producidos.

La figura 2 representa la velocidad de transmisión frente al instante medido en RTT durante otra comunicación del host. Sabiendo que $RTT = 10$ ms, y considerando que el incremento exponencial que se realiza es $1 - 2 - 4 - 8 - 16 - \dots$. Esto es comienza enviando 1 MSS, en la siguiente etapa el tamaño de la ventana aumenta a 2 MSS, luego a 4 MSS, y así sucesivamente. Se pide:



- ¿Cuál es el tamaño inicial de MSS? ¿Por qué?
- ¿En cuantos RTTs se alcanza el umbral? ¿Qué valor tiempo habrá transcurrido?

- e. ¿En cuántos RTTs se alcanza la velocidad máxima para esta transmisión?
¿Cuánto ha transcurrido desde el umbral?

Problema 10. En una conexión a un servidor FTP se ha realizado la descarga de un archivo de gran tamaño, lo cual ha requerido controlar la congestión TCP. Suponiendo que el protocolo empleado es TCP Reno y que en la figura 1 se muestra el comportamiento de dicho protocolo mientras ha durado la descarga del archivo, responda de manera razonada a las siguientes preguntas:

- a. ¿En qué intervalos de tiempo TCP está operando en el modo de arranque lento?
¿y en modo evasión de la congestión?
- b. Después del RTT 8, ¿se detecta una pérdida por 3 ACK duplicados o por *timeout* expirado? ¿y después del RTT 15?
- c. ¿Cuál es el valor del umbral de congestión al comenzar la transmisión? ¿y en los instantes 11 y 17 RTT?
- d. ¿Cuántos segmentos se han enviado en el intervalo de 9 a 15 RTT?
- e. Suponga que se utiliza TCP Tahoe en lugar de TCP Reno (es decir, no existe la fase de Recuperación Rápida). En el intervalo 8-9 RTT se han recibido 3 ACK duplicados. ¿Cuál sería el tamaño de la ventana de congestión en el instante 9 RTT?
¿Y en el instante 14 RTT?
- f. Si $MSS = 500$ bytes, y $RTT = 4$ ms, ¿cuál ha sido la velocidad máxima (en Mbps) alcanzada durante la transmisión?

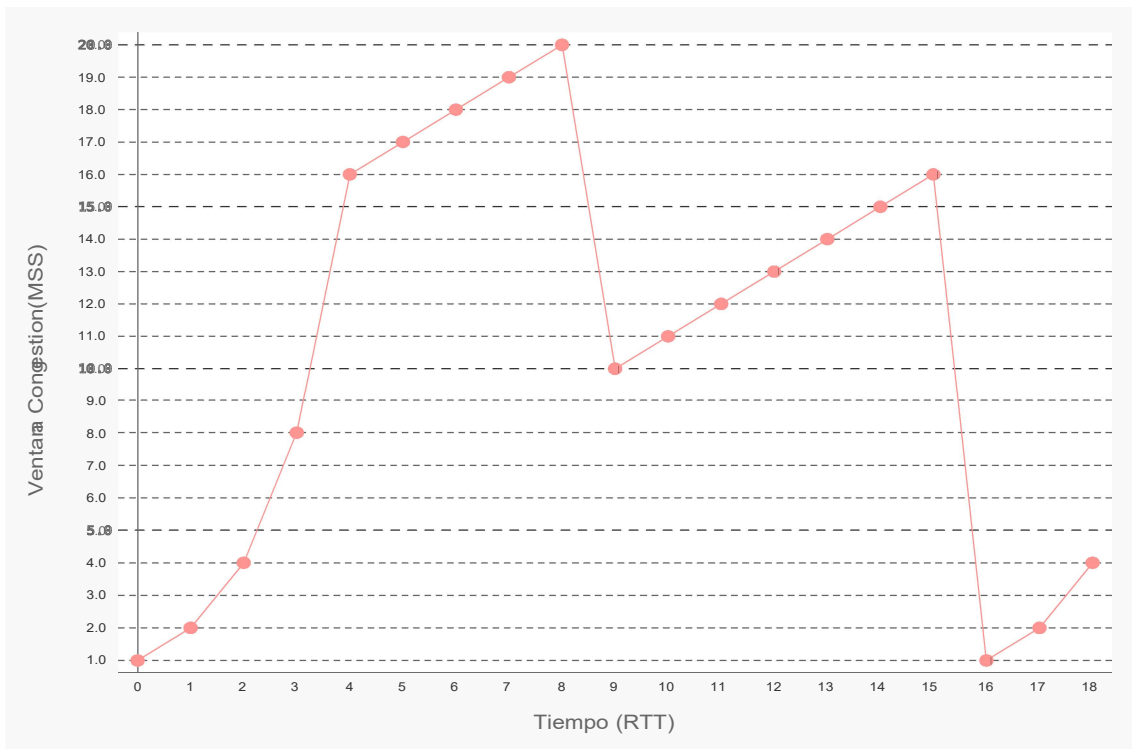


Figura 1. Comportamiento del mecanismo del control de la congestión

Problema 11. La empresa ORcompany ha contratado el dominio ORcompany.com para implantar sus servicios. El administrador de la empresa ha decidido colocar un dominio bajo el anterior para gestionar los servicios de cada una de sus filiales (fsev, fcor, y fjaen). Bajo cada uno de estos dominios se colocan una serie de subdominios para dar servicios a los departamentos de cada filial. En fsev existe un departamento de ventas y un servicio técnico (DptoVentas y DptoTecnico). En fcor uno de ventas y otro de compras (DptoVentas y DptoCompras), mientras que en fjaen existen un departamento de recursos humanos y otro de gestión (DptoRRHH y DptoGestion). Además, los departamentos de venta y de gestión poseen un servidor web, el departamento de servicio técnico posee un servidor ftp, y los departamentos de compras y de recursos humanos poseen un servidor de correo electrónico.

Se pide:

1. Dibujar el árbol de dominios de la empresa comenzando por el nodo raíz.
2. ¿Qué cambios son necesarios para añadir un nuevo departamento de promoción (DptoPromo) que cuenta con un servidor web y otro de correo electrónico en la

filial fsev? En caso de ser necesarios, indique donde se han de añadir registros RR y cual será su formato.

3. Uno de los empleados de la empresa albfer@ORcompany.com ha enviado un correo electrónico a fulanito@gmail.com. Describa detalladamente el proceso desde que albfer envía el correo hasta que es recibido por fulanito.
4. Dos estaciones de la red de la empresa se han conectado utilizando TCP. Sabiendo que el MSS inicial es de 120 bits, el RTT es de 20 ms, y que emplea el mecanismo AIMD considerando que el incremento exponencial que se realiza es $1 - 3 - 9 - 27 - 81 - 243 - \dots$. Esto es comienza enviando 1 MSS, en la siguiente etapa el tamaño de la ventana aumenta a 3 MSS, luego a 9 MSS, y así sucesivamente. Se pide:
 - a. ¿Cuántos RTT han pasado hasta alcanzar la velocidad límite del crecimiento exponencial 486 Kbps?
 - b. ¿Cuánto tiempo ha transcurrido desde que se alcanza el límite hasta que la velocidad es de 528 Kbps?
 - c. Cuando la velocidad de transmisión es de 528 Kbps, el receptor ha recibido tres ACKs consecutivos. ¿Qué indica esto? ¿Cuál será la velocidad en el instante siguiente? ¿Qué velocidad se alcanza pasados 3 RTTs desde dicho evento?