

TRANSMISIÓN DE DATOS Y REDES DE COMPUTADORES II

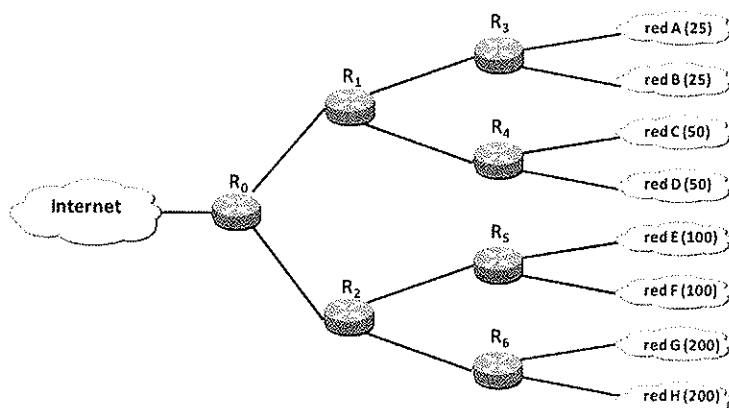
– 4º curso de Ingeniería Informática –

Examen de teoría¹ – Diciembre 2007

Apellidos y nombre: PROFESOR JORGE NAUERO ORTIZ ☺

1. (2 ptos.) Se dispone de una red con la siguiente topología. Cada una de las redes finales (redes A...H) está compuesta por el número de *hosts* indicado entre paréntesis. Además, se ha contratado el rango de direcciones públicas 168.168.168.0/22.

- a) Proponga un **esquema de asignación de direcciones** (de todos los equipos) que cumpla los siguientes requisitos:
- Todos los *hosts* han de tener asignadas direcciones públicas.
 - La asignación de direcciones ha de minimizar el tamaño de las tablas de encaminamiento.
- b) Muestre las **tablas de encaminamiento** de todos los *routers*, suponiendo que se utiliza el esquema de asignación de direcciones del apartado anterior.



2. (1.5 ptos.) Muestre con la ayuda de una tabla, todo **el tráfico** que aparecería en la red A entre el router R3 –al que se le ha instalado un servidor DHCP- y un host en dicha red para obtener su dirección IP.

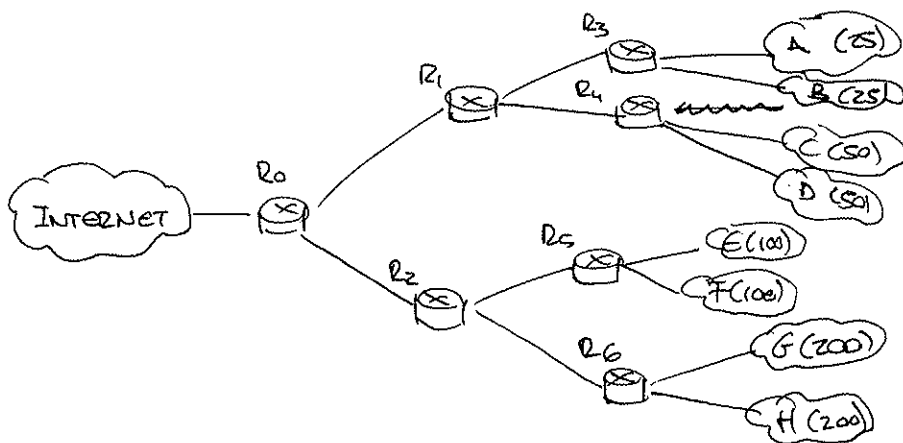
ETH ORI.	ETH DES.	IP ORI.	IP DEST.	PORT ORI.	PORT. DES.	FLAGS	MENSAJE	COMENTARIOS

3. (2 ptos.) Describa con la ayuda de **UN DIAGRAMA DE FLUJO** el algoritmo de control de flujo en TCP. Incluya los procedimientos necesarios para evitar el síndrome de la ventana tonta.

4. (1.5 ptos.) En la figura anterior suponga que R₀ corresponde con el servidor DNS raíz de un espacio de nombres de dominio ficticio, R₁ y R₂ son los servidores de los dominios .R1 y .R2 respectivamente, R₃ corresponde con el servidor del dominio .R3.R1, etc. Suponiendo resolución recursiva, describa paso a paso **los mensajes DNS intercambiados** para enviar un correo desde un MUA situado en la red A, a un destinatario cuya MTA estuviera instalada en MTA.R6.R2.

¹ → La calificación de esta parte de la asignatura supondrá 7 puntos sobre el total de 10.

Ej. 1 Rango contratado 168.168.168.0/22.



a) Asignación de direcciones

* Hosts con IP públicas

* Minimizar el tamaño de las tablas de enrutamiento.

b) Mostrar las tablas de enrutamiento.

→ Para minimizar las tablas de enrutamiento interesa que las subredes conectadas a los mismos routers se puedan agrupar mediante máscaras de (subred)/(superred)

→ Hay 8 subredes, algunas pequeñas y otras grandes. Si se hicieran todas las redes igual de grandes, no habría suficientes direcciones IP.

Máscara /22 → $2^{(32-22)} = 2^{10} = 1024$ direcciones (incluyendo las de subred y difusión) y routers

Red H = 200 ordenadores → máscara /24 ⇒ 256 direcciones

$256 \times 8 \text{ redes} = 2048$ → NO TENGO SUFICIENTES SI HAGO TODAS LAS REDES /24.

→ Asigno mejor las máscaras de subred en función del número de PCs de cada red. (~~Se puede elegir la más pequeña~~)

Cogiendo la red más pequeña, vemos que su máscara será /27.

Red A \rightarrow 25 ordenadores + 2 IPs (subred + difusión) + IP router R3 =
 = 28 direcciones IP \rightarrow necesita 5 bits \rightarrow máscara /27

Asignaremos redes /27 a cada red, de forma que se puedan agrupar las rutas.

H (200) \rightarrow necesito las ~~25~~ subredes $\begin{matrix} \text{---} 00000 /27 \\ \vdots \\ \text{---} 00110 /27 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 32 \times 7 = 224 \\ \text{direcciones} \end{matrix} \right.$

Para mejor uso $\begin{matrix} \text{---} 00000 /27 \\ \vdots \\ \text{---} 00111 /27 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 168.168.168.0 \rightarrow 168.168.168.255 \\ \text{para poder agruparlas} \\ \text{como la subred } 00/24. \end{matrix} \right.$

G (200) \rightarrow subredes $\begin{matrix} \text{---} 01000 /27 \\ \vdots \\ \text{---} 01111 /27 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 168.168.169.0 \rightarrow 168.168.169.255 \\ \text{subred } 01/24. \end{matrix} \right.$

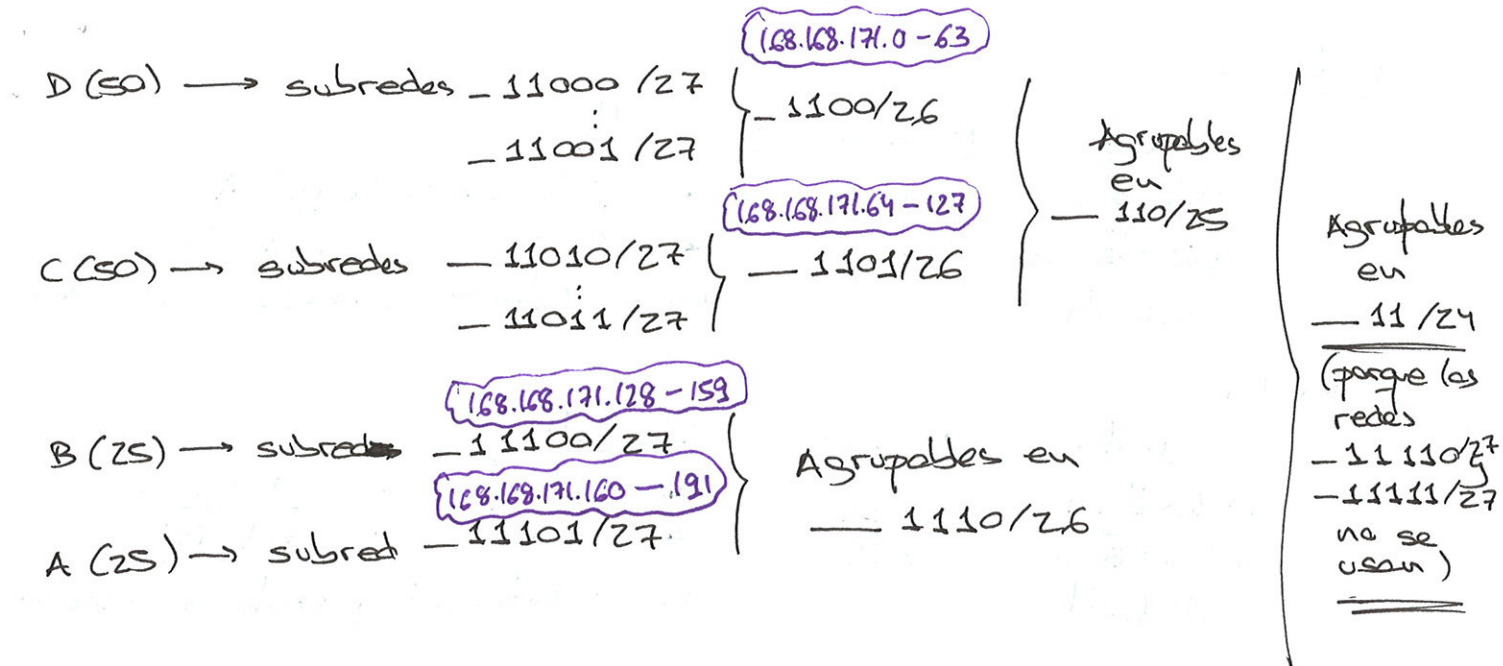
Así, tanto G como H se podrían agrupar en la subred ~~00/24~~ ^{0/23},
 que sería la única entrada en R2 hacia estas redes (a través
 del router R6).

Estas redes ya no podrían agruparse a las redes E y F
 desde el punto de vista del router R0, ya que el siguiente
 nivel (/22) define todas las direcciones disponibles (para
 todas las redes).

Seguimos asignando de forma que se puedan agrupar las
 redes conectadas a los mismos routers:

F (100) \rightarrow subredes $\begin{matrix} \text{---} 10000 /27 \\ \vdots \\ \text{---} 10011 /27 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 168.168.170.0 \rightarrow 168.168.170.127 \\ \text{---} 100/25 \\ \text{Agrupables} \\ \text{en} \\ \text{---} 10/24 \end{matrix} \right.$

E (100) \rightarrow subredes $\begin{matrix} \text{---} 10100 /27 \\ \vdots \\ \text{---} 10111 /27 \end{matrix} \left\{ \begin{matrix} 168.168.170.128 \rightarrow 255 \\ \text{---} 101/25 \end{matrix} \right.$



b) Tablas de enrutamiento

Router R0

Destino	Máscara	Sig. salto	(implica también el interfaz)
168.168. 168 ¹⁷⁰ .0	/23	R2	→ hacia redes G y H
168.168. 170 ¹⁷¹ .0	/24	R2	→ hacia redes E y F
168.168. 171 ¹⁷¹ .0	/24	R1	→ hacia redes A, B, C y D
red de R1	máscara red de R1	*	{ hacia routers, directo }
red de R2	máscara red de R2	*	
default	—	IP gateway del operador	

Router 2

Si hubiese hecho
168-A, B, C y D
170-E, F
171-G, H
podría agruparlas

↓
minimiza
tabla

Router R1

Destino	Máscara	Sig. salto
168.168.171.128	/25	R3 → hacia redes A y B
168.168.171.0	/25	R4 → hacia redes C y D
red de R3	*	{ hacia routers, directo }
red de R4	*	
default		R0 → salida hacia Internet y hacia otras subredes

Router R2

Destino	Máscara	Sig. salto
168.168.168.0	/23	R6 → hacia redes G y H
168.168.170.0	/24	R5 → hacia redes E y F
red de R5	*	{ routers, directo }
red de R6	*	
default		R2 → hacia Internet y otras subredes

Router R3

<u>Destino</u>	<u>Máscara</u>	<u>Sig. salto</u>
168.168. ¹⁷¹ 3 .160	/27	* (interfaz hacia <u>red A</u>)
168.168. ¹⁷¹ 3 .128	/27	* (" " <u>red B</u>)
default		R1 → Internet y resto de subredes

Router R4

<u>Destino</u>	<u>Máscara</u>	<u>Sig. salto</u>
168.168. ¹⁷¹ 3 .64	/26	* (interfaz hacia <u>red C</u>)
168.168. ¹⁷¹ 3 .0	/26	* (" " <u>red D</u>)
default		R1 → Internet y resto de subredes

Router R5

<u>Destino</u>	<u>Máscara</u>	<u>Sig. salto</u>
168.168. ¹⁷⁰ 3 .128	/25	* (interfaz hacia <u>red E</u>)
168.168. ¹⁷⁰ 3 .0	/25	* (interfaz hacia <u>red F</u>)
default		R2 → Internet y resto de subredes

Router R6

<u>Destino</u>	<u>Máscara</u>	<u>Sig. salto</u>
168.168. ¹⁶⁸ 3 .0	/24	* (interfaz hacia <u>red G</u>)
168.168. ¹⁶⁸ 3 .0	/24	* (interfaz hacia <u>red H</u>)
default		R2 → Internet y resto de subredes

Ej. 2 Mostrar el tráfico que aparecería en la red A entre el router R3, con DHCP, y un host de dicha red para obtener su dirección IP.
~~Se supone que las tablas ARP están actualizadas.~~ No hace falta, aún no hay IPs.
Funcionamiento de DHCP (sobre el puerto 67 de UDP)

Cliente

servidor

DHCPDISCOVER

origen 0.0.0.0, ~~puerto = P~~
destino 255.255.255.255, 67
Sudir IP: 0.0.0.0
ID: X

DHCP OFFER

← Origen: IP-servidor
Destino: 255.255.255.255, P
Sudir IP: IP a asignar
ID: X
Tiempo de vida: 3600 segs

DHCP REQUEST

→ Origen: 0.0.0.0, P
Destino: 255.255.255.255, 67
Sudir IP: ~~172.16~~, IP a asignar (u otra)
ID: X
Tiempo de vida: 3600 segs

DHCPACK

← Origen: IP-servidor, 67
Destino: 255.255.255.255, P
Sudir IP: IP a asignar (asignada)
ID: X
Tiempo de vida: 3600 segs.

Con estos mensajes ya descritos, resulta sencilla rellenar la tabla:

ETH ORI	ETH DEST	IP ORI	IP DEST	PORT ORI	PORT DEST	FLAGS	MEUSATE	COMENTARIOS
MAC _A	ff:ff:ff:ff:ff:ff	0.0.0.0	255.255.255.255	X	67	—	DHCPDISCOVER	(campos del dhcp)
MAC _{R3}	^{diff.} MAC _A	IP _{R3}	255.255.255.255	67	X	—	DHCP OFFER	"
MAC _A	ff:ff:ff:ff:ff:ff	0.0.0.0	255.255.255.255	X	67	—	DHCP REQUEST	"
MAC _{R3}	^{diff.} MAC _A	IP _{R3}	255.255.255.255	67	X	—	DHCPACK	"

no es TCP → nada

Ej. 3 Diagrama de flujo del control de flujo TCP, incluyendo mecanismos para evitar el síndrome de la ventana lenta.

Diagramas sin considerar el síndrome de la ventana lenta.

RECEPTOR

(INICIO)

Llegada de paquete
X bytes

* se comprobará
que hay sitio

$\text{DatosEnBuffer} += X$
 $\text{Vafertada} -= X$

Envía ACK
Vafertada
X bytes ack'd

Aplicación
pide Y
bytes

* se comprobará
que hay más
de Y bytes

$\text{Vafertada} += Y$
 $\text{DatosEnBuffer} -= Y$

Inicialización:

$\text{TamBuffer} = \text{valor}$
 $\text{Vafertada} = \text{TamBuffer}$
 $\text{DatosEnBuffer} = 0$

Llegada de
paquete TCP

Se podría incluir
esperar ~~segundos~~ si
no hay ACK retrasado

Aplicación saca
datos del buffer

Inicialización: del ACK en el estab. TCP

$\text{Vafertada} = X$
 $\text{BytesEnTránsito} = 0$
 $\text{Vútil} = \text{Vafertada} - \text{BytesEnTránsito}$

ENISOR

(INICIO)

Aplicación quiere
transmitir Y
bytes

$Y < \text{Vútil}$

no

~~Y = Vútil~~
 $Y = \text{Vútil}$

Envía mensaje
TCP con
Y bytes
(datos)

Llega ACK (X bytes)
(Vafertada)

$\text{BytesEnTránsito} -= X$
 $\text{Vútil} = \text{Vafertada} - \text{BytesEnTránsito}$

Llegada de ACK

Envío de datos

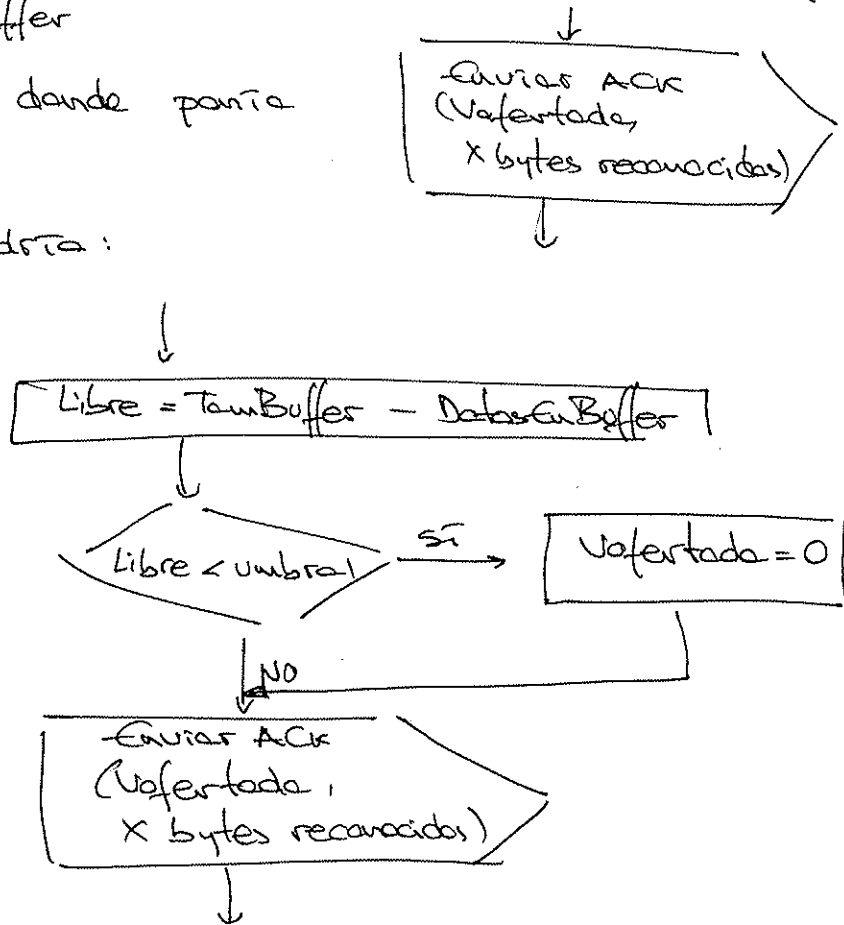
Posibles soluciones para el síndrome de la ventana tanta:

* RECEPTOR

bytes libres
Si ~~Vaferlada~~ ^{util} < umbral en buffer \rightarrow envia ACK con $Vaferlada = 0$

O sea, dando punto

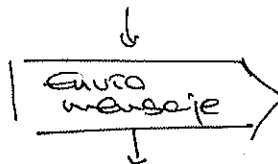
Se pondría:



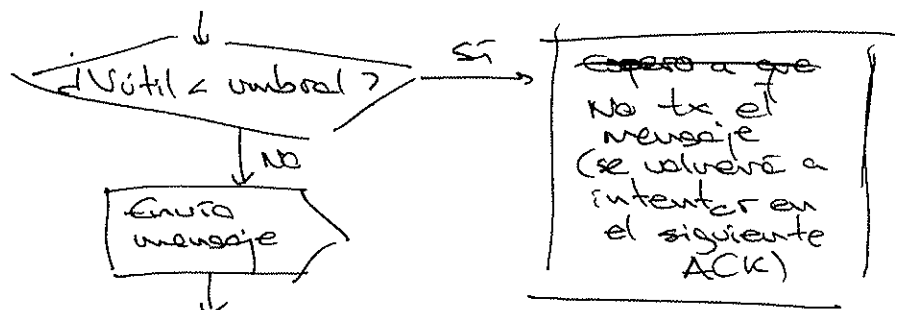
* ENISOR

Si ~~Vaferlada~~ ^{util} < umbral, no envia datos.

Donde punto



Pondría ahora:



Ej 4

Suponga que $R_0 \equiv$ DNS raíz

$R_1 \equiv$ DNS del dominio $\bullet R_1$.

$R_2 \equiv$ DNS del dominio $\bullet R_2$.

$R_3 \equiv$ DNS del dominio $\bullet R_3 \bullet R_1$

$R_4 \equiv$ " $\bullet R_4 \bullet R_1$

$R_5 \equiv$ " $\bullet R_5 \bullet R_2$

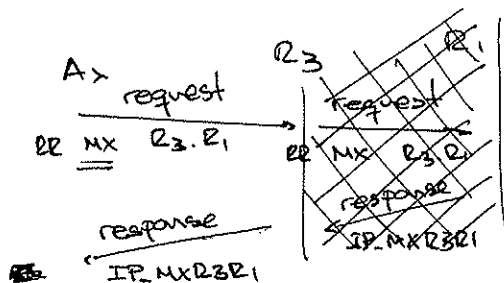
$R_6 \equiv$ " $\bullet R_6 \bullet R_2$

Suponiendo resolución recursiva, muestre los mensajes DNS intercambiados para enviar un correo desde un MUA en la red A hasta un MTA en MTA.R6.R2.

El MUA del ordenador en la red A enviará el correo a su MTA correspondiente. Como no está definida, se asume que estará en MTA.R3.R1. Así, para enviar el mensaje tendrá primero que preguntar por la IP de ese servidor (MTA.R3.R1).

Se supone también que el ordenador tiene definida como DNS al más cercano, es decir, al router R_3 .

Paso 1 El ordenador A pregunta a R_3 por la dirección de MTA.R3.R1.



Después, el ordenador le enviará el mensaje a su estafeta, que lo guardará en el spool de salida.

Ahora, esa estafeta intentará averiguar la dirección IP de la estafeta del destinatario (MTA.R6.R2).

Aquí se pueden hacer dos suposiciones:

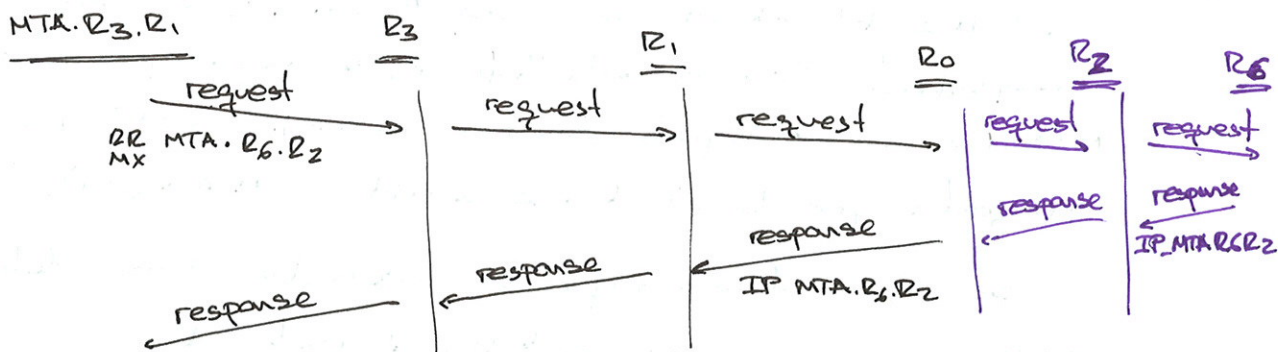
(A) \Rightarrow El servidor raíz conoce todas las ~~direcciones~~ direcciones de dominio de todas las máquinas.

(B) \Rightarrow El servidor raíz no los conoce, y necesita preguntar a los DNSs a los que delega dichos subdominios.

También supongamos que R_1 tiene definido a R_0 como su DNS. (DNS raíz).

La estafeta del cliente origen estaba en la máquina MTA. R_3 . R_1 y preguntaba por MTA. ~~R_6~~ . R_2 .

Paso 2: MTA. R_3 . R_1 (estafeta origen) pregunta por MTA. R_6 . R_2 (estafeta destino).



en violeta \equiv se piden los mensajes que se añadirían para la opción B.

El MTA del destinatario aceptaría el correo y lo guardaría en el spool de correo entrante, a la espera de que el usuario lo solicitara usando IMAP o POP3.

El envío terminaría aquí. La recepción implicaría que el MUA destinatario solicitara la dirección IP del MTA destinatario, con lo que se realizaría un intercambio de mensajes DNS similar a los del paso 1 (sólo que entre MTAdest y R_6).