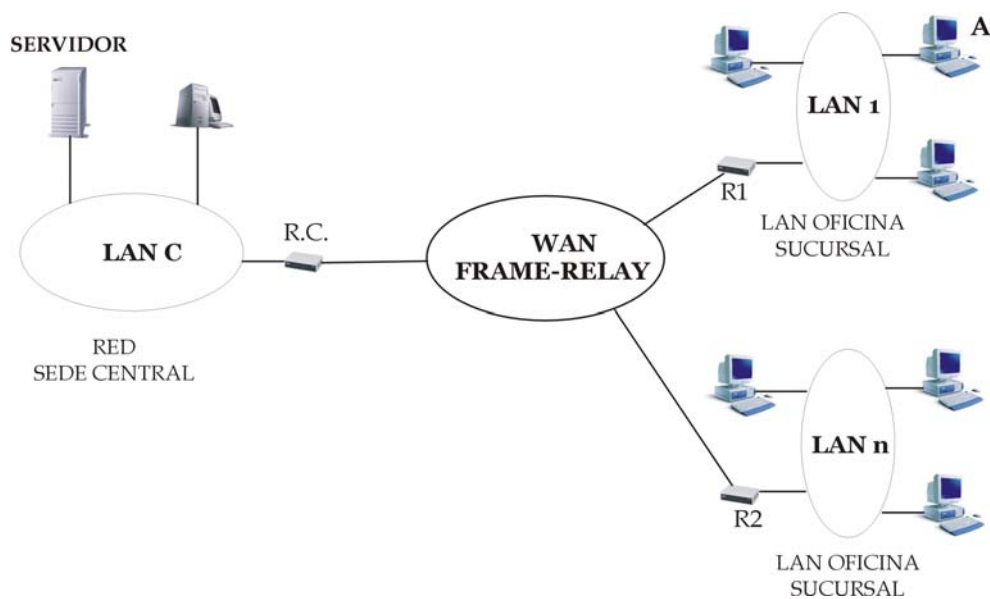


2005-06-27-01

La figura representa la red de comunicaciones de una empresa formada por varias oficinas sucursales y una sede central. Tanto las oficinas sucursales como la central, para comunicar sus aplicaciones de comunicaciones, tienen instaladas redes LAN Ethernet 100BASET formadas por un conmutador (Sw). La interconexión entre las oficinas y la central se realiza mediante routers (Rt) interconectados a través de una conexión Frame Relay.



Vamos a realizar el estudio de un intercambio de datos entre un equipo de una sucursal (por ejemplo A) y el servidor de la central. Las aplicaciones de comunicaciones ejecutándose en ambos terminales utilizan la arquitectura TCP/IP con TCP como protocolo de transporte.

Una vez establecida la conexión TCP, se va a proceder a estudiar la secuencia de acciones de un proceso cliente/servidor consistente en el envío de un mensaje de solicitud del cliente (equipo A) de 24 octetos seguido de un mensaje de respuesta por parte del servidor de 3000 octetos.

1. Dibujar las torres de protocolos de los dispositivos implicados en dicha transferencia.(0,5 p.)
2. Dibujar el cronograma a nivel de transporte de la fase de establecimiento de la conexión TCP especificando el tamaño de las PDU's. (0,5 p.)
3. Realice un esquema del número y tamaño de las PDU's de datos generadas para cada nivel, cada red y cada sentido de la comunicación en la fase de transferencia de información. (1 p.)
4. Dibujar el cronograma a nivel de enlace del intercambio de las PDU's anteriores. (1 p.)
5. Obtener el tiempo empleado en la transferencia anterior. (1 p.)
6. Analizando los tiempos resultantes del apartado anterior, se comprueba que del tiempo total utilizado en el intercambio de datos, el tiempo a emplear en el mensaje de respuesta desde el nodo F.R. a los routers es el más importante.

Por ello, para reducir el tiempo empleado en la transferencia anterior, se decide incrementar la  $V_t$  del enlace F.R. a 1Mbps. y elegir, de las opciones siguientes, que CVP contratar con la empresa proveedora.

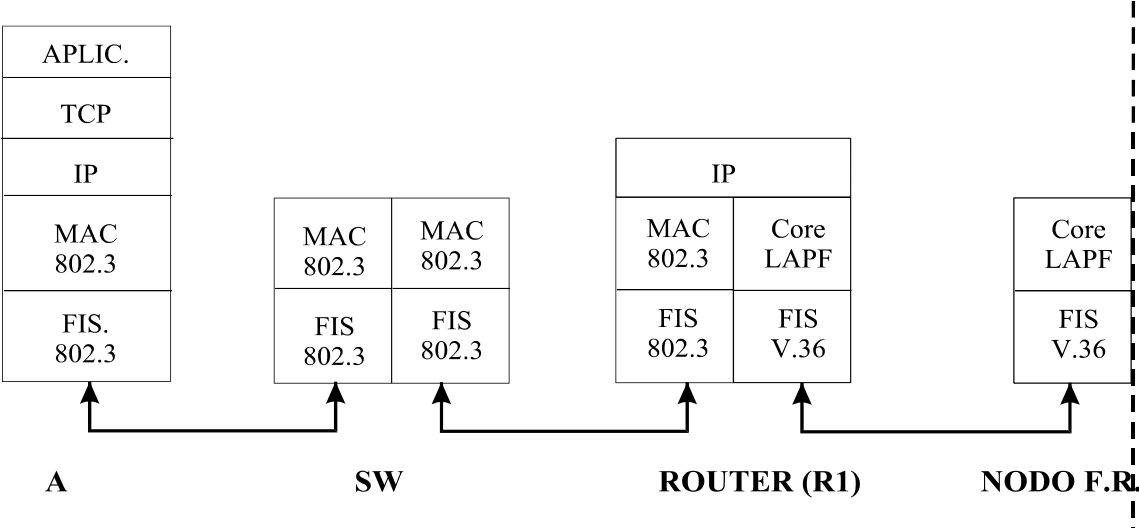
- a. CIR = 256 Kbps;  $T_c = 0.5$  sg;  $B_e = 0$ .
- b. CIR = 512 Kbps;  $T_c = 0.2$  sg;  $B_e = 0$ .
- c. CIR = 128 Kbps;  $T_c = 0.1$  sg;  $B_e = 0$ .

Para el caso elegido hallar el tiempo empleado resultante en el mensaje de respuesta entre el nodo F.R. y el router  $R_1$ . (1 p.)

En general, considere las siguientes premisas:

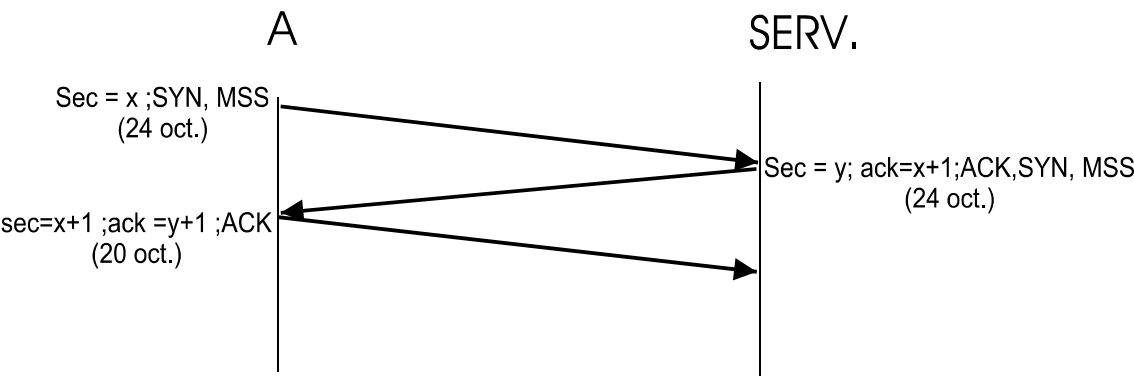
- ❑ Ausencia de errores.
- ❑ Los segmentos TCP de establecimiento ocupan 6 palabras de 32 bits si llevan campo de opciones y 5 si no lo llevan.
- ❑ El MSS negociado durante la fase de establecimiento es de 1460 octetos.
- ❑ La velocidad de acceso a la red FR es de 2 Mbps. para la central y 512 Kbps para las sucursales.
- ❑ Considerar un nodo de entrada y un nodo de salida en la red F.R. El tiempo de tránsito por la nube F.R. es de 2 ms.
- ❑ Las MTU de las distintas subredes son las siguientes:  $MTU_{(red\ WAN)}=8000$  octetos;  $MTU_{Ethernet}=1500$  octetos.
- ❑ La cabecera TCP ocupa 20 octetos, la del datagrama IP 20 octetos, la de la trama MAC Ethernet 26 octetos, la de una trama F.R. 6 octetos.
- ❑ Las tablas ARP necesarias están actualizadas.
- ❑ Se consideran despreciables los tiempos de propagación y de proceso en los nodos.

1. Dibujar las torres de protocolos de los dispositivos implicados en dicha transferencia.(0,5 p.)



NOTA: La torre de protocolos es simétrica. En el dibujo sólo aparece la parte desde A hasta el nodo F.R.

2. Dibujar el cronograma a nivel de transporte de la fase de establecimiento de la conexión TCP especificando el tamaño de las PDU's. (0,5 p.)

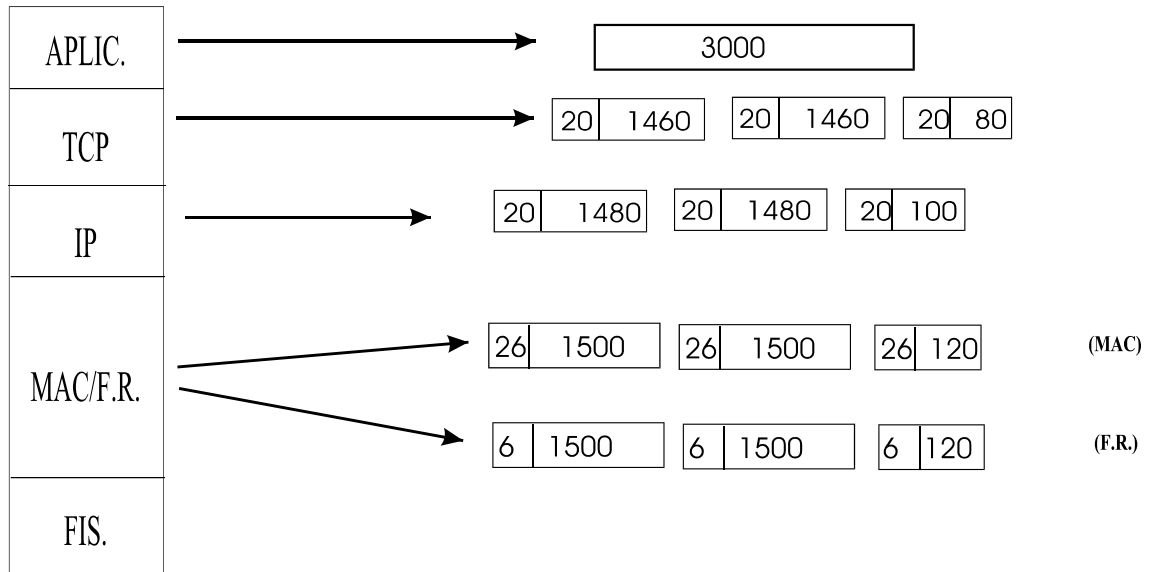


3. Realice un esquema del número y tamaño de las PDU's generadas para cada nivel, cada red y cada sentido de la comunicación en la fase de transferencia de información. (1 p.)

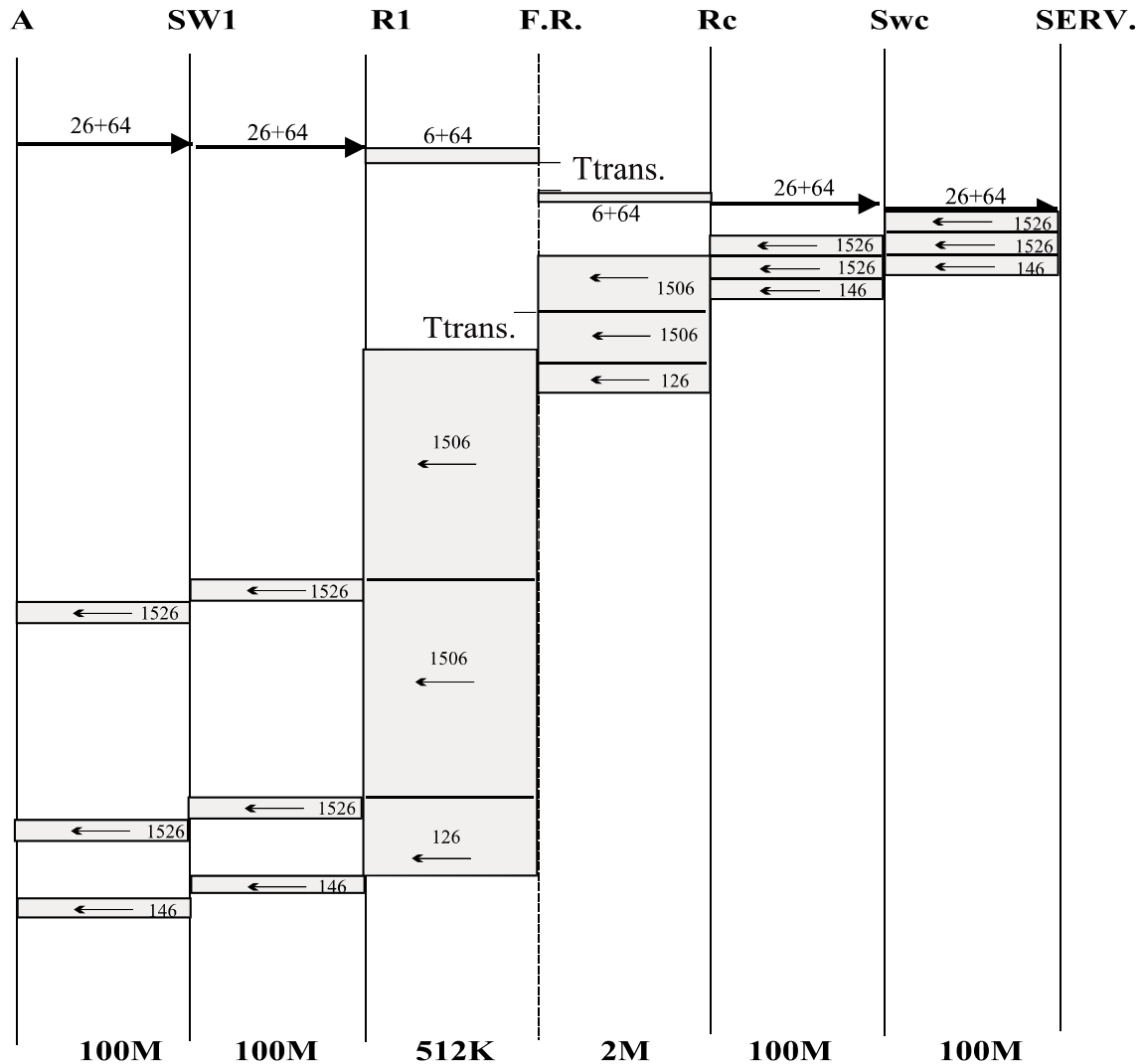
SOLICITUD:  $26(\text{MAC}) + 20(\text{IP}) + 20(\text{TCP}) + 24(\text{DATOS}) = 90 \text{ oct.}$  ó

$6(\text{FR}) + 20(\text{IP}) + 20(\text{TCP}) + 24(\text{DATOS}) = 70 \text{ oct.}$

RESPUESTA:



4. Dibujar el cronograma a nivel de enlace del intercambio de las PDU's anteriores. (1 p.)



5. Obtener el tiempo empleado en la transferencia anterior. (1 p.)

Despreciamos los tiempos de transmisión en la RAL de las tramas de solicitud ( $4 \times 7.2 \mu\text{sg.}$ )

$$t_{\text{sol.}} = (6+64) \times 8 / 512 \times 10^3 + 2 \times 10^{-3} + (6+64) \times 8 / 2 \times 10^6 = 3.38 \times 10^{-3}$$

$$t_{\text{res.}} = 2 \times (1526 \times 8 / 100 \times 10^6) + 1506 \times 8 / 2 \times 10^6 + 2 \times 10^{-3} + (1506 + 1506 + 126) \times 8 / 512 \times 10^3 + 2 \times (146 \times 8 / 100 \times 10^6) =$$

$$= 2.44 \times 10^{-4} + 6.024 \times 10^{-3} + 2 \times 10^{-3} + 0.049 + 2.336 \times 10^{-5} = \underline{57 \text{ ms.}}$$

$$T_{\text{tot.}} = t_{\text{sol.}} + t_{\text{res.}} = 60.6 \text{ ms.}$$

6. Analizando los tiempos resultantes del apartado anterior, se comprueba que del tiempo total utilizado en el intercambio de datos, el tiempo a emplear en el mensaje de respuesta desde el nodo F.R. a los routers es el más importante.

Por ello, para reducir el tiempo empleado en la transferencia anterior, se decide incrementar la  $V_t$  del enlace F.R. a 1Mbps. y elegir, de las opciones siguientes, que CVP contratar con la empresa proveedora.

- a. CIR = 256 Kbps;  $T_c = 0.5$  sg;  $B_e = 0$ .
- b. CIR = 512 Kbps;  $T_c = 0.2$  sg;  $B_e = 0$ .
- c. CIR = 128 Kbps;  $T_c = 0.1$  sg;  $B_e = 0$ .

Para el caso elegido hallar el tiempo empleado resultante en el mensaje de respuesta entre el nodo F.R. y el router  $R_1$ . (1 p.)

Se envían 3 tramas seguidas:  $1506 + 1506 + 126 = 3138$  oct. (25104 bits).

Para el caso a).  $B_c = 128$  Kbps.

Para el caso b).  $B_c = 102,4$  Kbps.

Para el caso c).  $B_c = 12,8$  Kbps.

Tanto para las condiciones de a) como de b) se pueden enviar las 3 tramas seguidas a 1 Mbps pues no se llega a  $B_c$ . Cualquiera de estas dos opciones es válida. Sin embargo, como  $B_c$  es mayor para a), en caso de que tuviera el mismo coste, elegiríamos esta opción.

El tiempo quedará:  $t = (1506 + 1506 + 126) * 8 / 1 * 10^6 = \underline{\underline{25,1 \text{ ms.}}}$