

2007- 06 - 17- 01 – S01

Apartado 1

La red de comunicaciones de una empresa está basada en una **RAL Ethernet 100BaseT conmutada**, con tres niveles de conmutadores/switches como puede verse en la figura 1:

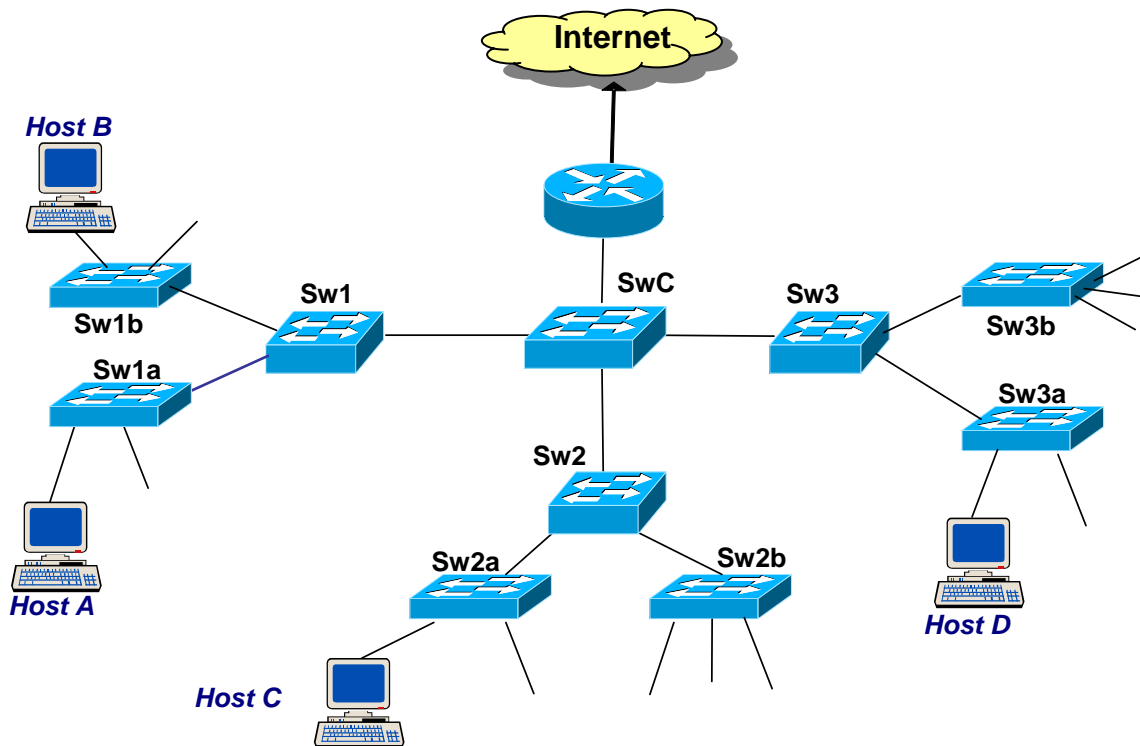


Figura 1

Sabiendo que inicialmente todas las tablas de aprendizaje de los distintos conmutadores están vacías y que se producen de manera consecutiva las siguientes operaciones:

1. El Host **A** envía una trama MAC al Host **B**.
 2. El Host **C** envía una trama MAC al Host **A**.
 3. El Host **D** envía una trama MAC al Host **B**.
-
1. Indicar razonadamente los equipos (hosts y dispositivos de interconexión) a los que llega cada una de las tramas enviadas
 2. Calcular el **tiempo mínimo** que tardaría en llegar cada trama a su destino suponiendo que
 - La longitud total de la trama **MAC 802.3** es de **1500** octetos.
 - El tiempo de proceso en los conmutadores es de **200 µsg**

Apartado 2

Suponga ahora que los conmutadores de segundo nivel se sustituyen por routers o encaminadores: $Sw1 \rightarrow Rt1$, $Sw2 \rightarrow Rt2$ y $Sw3 \rightarrow Rt3$

Además el conmutador $Sw1a$ se sustituye por un Punto de acceso **PA1a** para formar una red de infraestructura con los equipos inalámbricos **Wx**.

La red resultante es la indicada en la figura 2.

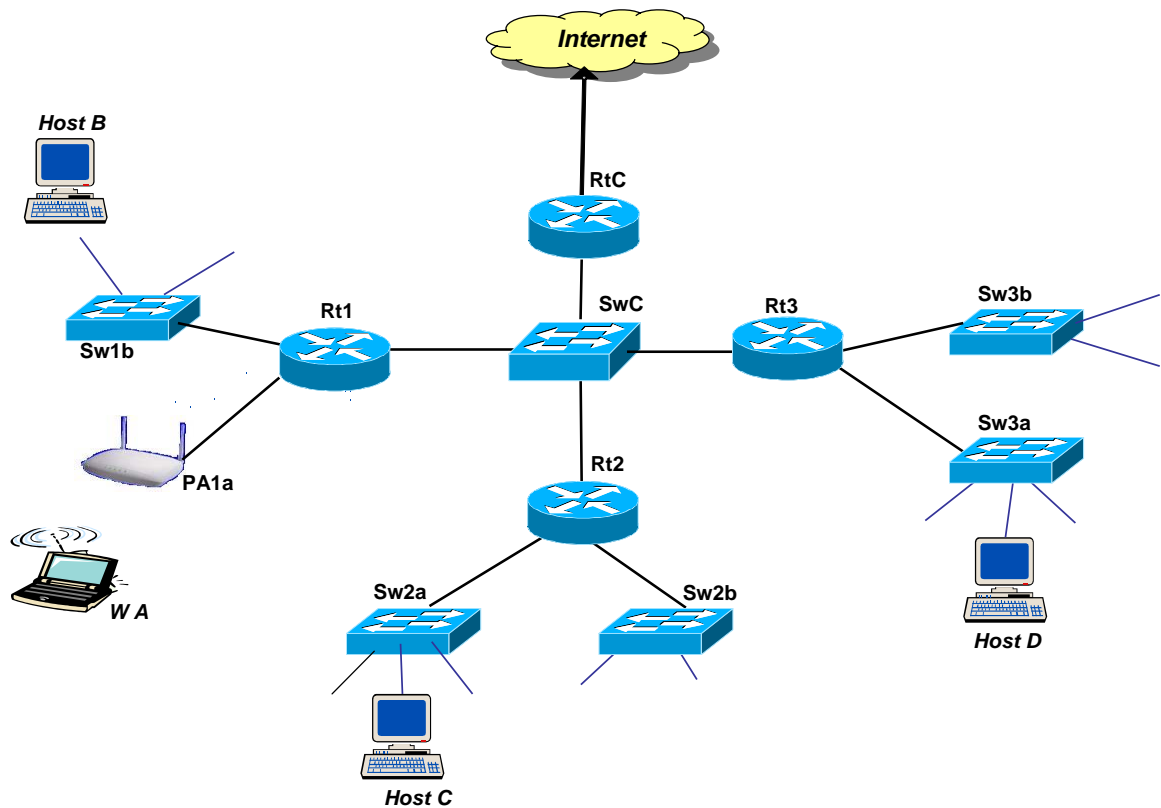


Figura 2

Las características de la red cableada son las mismas que en el apartado anterior y las de la red inalámbrica se detallan al final.

3. Comente **brevemente** las operaciones que debe realizar los conmutadores (**Sw**) y los routers (**Rt**) cuando reciben información en una de sus entradas para decidir su **reenvío**.

Si las tablas de aprendizaje de los conmutadores y del Punto de acceso están vacías y se producen de manera consecutivas las siguientes operaciones:

1. El equipo **W A** envía una trama MAC al **Host B**
2. El **Host C** envía una trama MAC al equipo **W A**
3. El **Host D** envía una trama MAC al **Host B**

4. Indicar a qué equipos (hosts y dispositivos de interconexión) llega cada una de las tramas enviadas.
5. Para cada uno de los **dos** primeros envíos anteriores, **dibujar** el cronograma a nivel físico indicando el tamaño en octetos de las distintas unidades de datos.
Para la red cableada considere que se mantienen los mismos valores numéricos que en el apartado 1, que los routers tienen un tiempo de proceso de **400 µsg** y que las tablas **ARP** están llenas.

Datos para la red inalámbrica

- La red es una 802.11b
- No hay fragmentación a nivel MAC 802.11b y se emplea RTS/CTS.
- Las cabeceras añadidas por las distintas capas/subcapas son:
 - LLC+SNAP = **8** octetos.
 - MAC = **34** octetos.
 - PLCP = **24** octetos.
- El tamaño a nivel MAC de las distintas tramas de control es:
RTS = **20** octetos, CTS = **14** octetos y ACK = **14** octetos.
- $t_{SIFS} = 10 \mu\text{sg}$ (T. espera de intervalo corto entre tramas) y $t_{DIFS} = 50 \mu\text{sg}$ (T. espera de intervalo distribuido entre tramas)

SOLUCIÓN PROBLEMA 1

Apartado 1

1. Indicar los equipos (hosts y dispositivos de interconexión) a los que llega la trama enviada.

- El Host A envía una trama MAC al Host B.

Llega a todos los equipos ya que las tablas de aprendizaje de los conmutadores están inicialmente vacías.

Todos los conmutadores asocian el interfaz por donde llegó esta trama a la dirección MAC del host A

- El Host C envía una trama MAC al Host A.

Dado que los conmutadores ya tienen incorporada en sus tablas de aprendizaje la dirección MAC del Host A, esta segunda trama llegará a: Sw2a, Sw2, SwC, Sw1, Sw1a y el Host A

- El Host D envía una trama MAC al Host B.

Volverá a llegar a todos los equipos ya que los conmutadores siguen sin “conocer” donde está el host B

2. Calcular el tiempo mínimo que tardaría en llegar cada trama a su destino.

- El Host A envía una trama MAC de 1500 octetos al Host B.

El camino seguido para alcanzar el Host B es: $A \rightarrow Sw1a \rightarrow Sw1 \rightarrow Sw1b \rightarrow B$

$$T = 4 T_t + 3 T_{sw} = 4(1500 \times 8) / 10^8 + 3 \times 200 \times 10^{-6} = 1.080 \mu s$$

- El Host C envía una trama MAC de 1500 octetos al Host A.

El camino seguido para alcanzar el Host A es: $C \rightarrow Sw2a \rightarrow Sw2 \rightarrow SwC \rightarrow Sw1 \rightarrow Sw1a \rightarrow A$

$$T = 6 T_t + 5 T_{sw} = 6(1500 \times 8) / 10^8 + 5 \times 200 \times 10^{-6} = 1.720 \mu s$$

- El Host D envía una trama MAC de 1500 octetos al Host B.

El camino seguido para alcanzar el Host B es: $D \rightarrow Sw3a \rightarrow Sw3 \rightarrow SwC \rightarrow Sw1 \rightarrow Sw1b \rightarrow B$

Igual que en el caso anterior, $T = 6 T_t + 5 T_{sw} = 1.720 \mu s$

Apartado 2

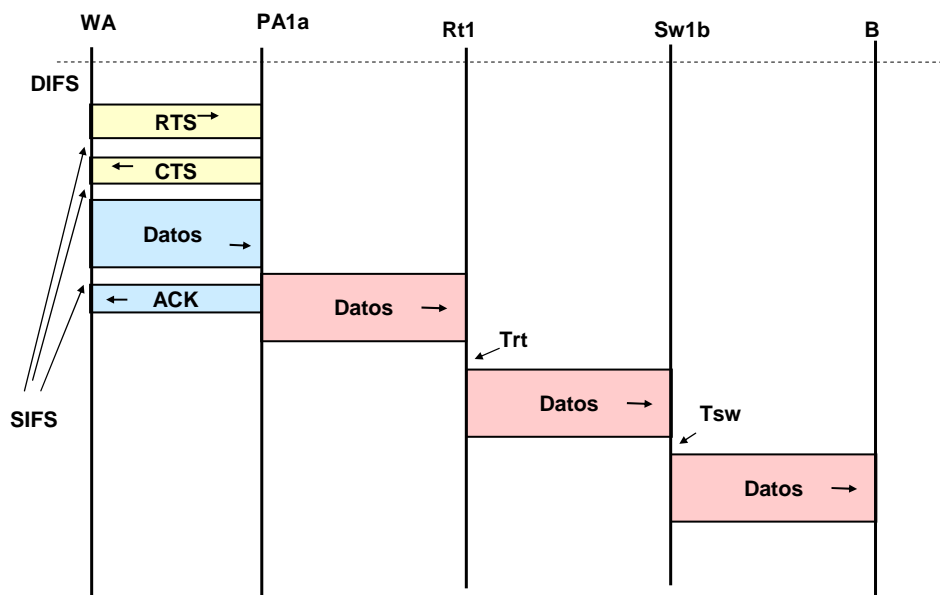
3. *Comente brevemente las operaciones que debe realizar los conmutadores (Sw) y los routers (Rt) cuando reciben información en una de sus entradas para decidir su reenvío.*
 - *Los conmutadores (Sw) operan en la capa 2 de OSI realizando la conmutación de tramas en función de la dirección MAC. Si tienen almacenada en sus tablas de aprendizaje un interfaz de salida asociado a la dirección MAC destino, solo la reenviarán por ese y en caso contrario difundirán la trama por todos los interfaces.*
 - *Los routers (Rt) operan en la capa de interred de la arquitectura TCP/IP realizando encaminamiento entre redes IP en función de la dirección IP y apoyándose en las tablas de rutas que tengan configuradas.*
4. *Indicar los equipos (hosts y dispositivos de interconexión) a los que llega la información enviada.*
 - *Del equipo WA envía al Host B.*
El equipo WA envía un datagrama IP al RT1, por lo que en primer lugar la trama correspondiente llega a todos los equipos de la red inalámbrica que estén dentro de su zona de cobertura. Del PA1a llega al Rt1 que, de acuerdo con su tabla de rutas, se la envía al Host B a través del Sw1b y éste la difunde a todos los equipos conectados a él.
 - *Del Host C al equipo WA.*
Inicialmente el host C enviará un datagrama IP al RT2 a través del Sw2a y la trama conteniendo este datagrama llegará a todos los equipos conectados a Sw2a.
El Rt2 debe enviar el datagrama IP a al Rt1 a través de SwC, la trama correspondiente se difundirá a todos los Rt conectados a SwC.
El Rt1 envía el datagrama IP al equipo WA a través del PA1a que la difunde a toda la red inalámbrica.
 - *Del host D al Host B.*
El host D envía un datagrama IP al Rt3, a través del Sw3a, la trama con este datagrama llega a todos los equipos conectados a Sw3a.

El Rt3 reenvía el datagrama IP al Rt1a través de SwC, la trama correspondiente se difundirá a todos los routers conectados a SwC ya que sigue sin “conocer” cual es el interfaz de salida correspondiente a la dirección MAC del Rt1.

Por último el Rt1 envía el datagrama IP al host B a través del Sw1b y éste la difunde a todos los equipos conectados a él, ya todavía no sabe donde se encuentra el Host B.

5. Para cada uno de los dos primeros envíos anteriores, **dibujar el cronograma a nivel físico** indicando el tamaño en octetos de las distintas unidades de datos.

– Del equipo WA al Host B.



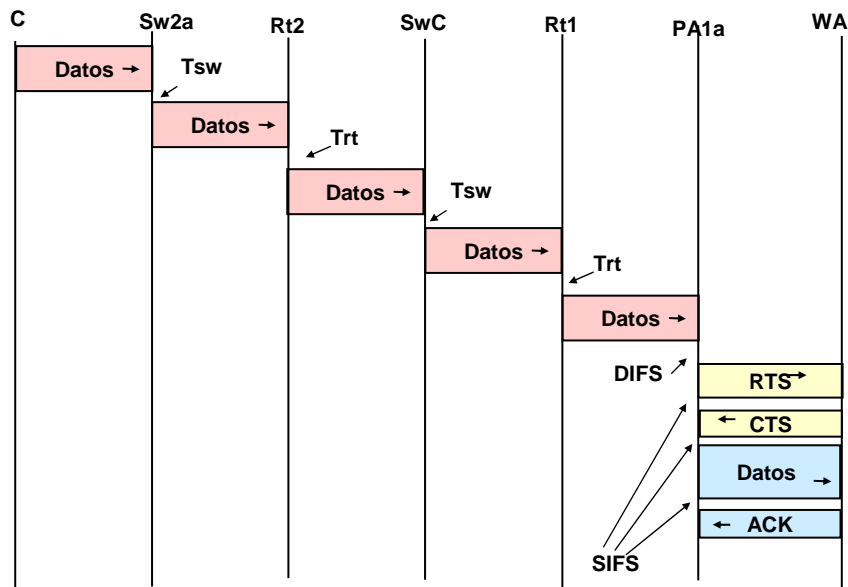
Según el enunciado el tamaño de la trama MAC 902.3 es de 1500 octetos, su campo de datos (correspondiente al datagrama IP encapsulado) es de $1500 - 26 = 1474$ octetos.

Los tamaños de las distintas UDPs a nivel físico son:

- RTS: $20 + 24 = 44$ octetos
- CTS: $14 + 24 = 38$ octetos
- Datos (WLAN): $1474 + 8 + 34 + 24 = 1540$ octetos

- *ACK: $14 + 24 = 38$ octetos*
- *Datos (RAL): 1500 Octetos*

- *Del host C al equipo WA*



Los tamaños de las distintas UDPs son los mismos que en el apartado anterior.

- *Datos (RAL): 1500 Octetos*
- *RTS: $20 + 24 = 44$ octetos*
- *CTS: $14 + 24 = 38$ octetos*
- *Datos (WLAN): $1474 + 8 + 34 + 24 = 1540$ octetos*
- *ACK: $14 + 24 = 38$ octetos*