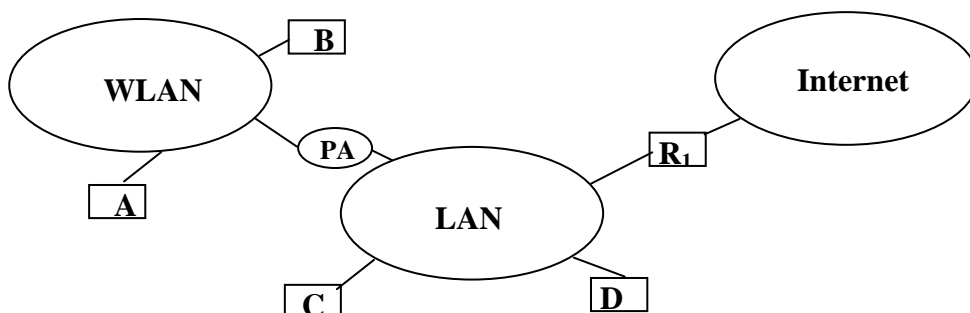
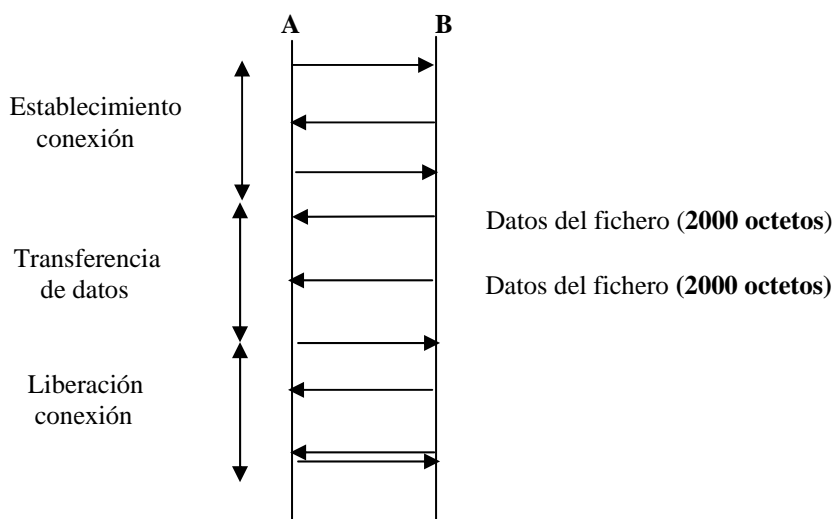


Se tienen interconectadas las redes LAN y WLAN de la figura mediante un punto de acceso (PA). Los equipos de estas redes utilizan TCP/IP para el intercambio de información. El acceso a Internet desde esta configuración se realiza a través de un router (R_1) que se encuentra unido a la red LAN. La siguiente figura muestra más detalladamente el esquema de interconexión descrito.



La red WLAN y LAN forman una red IP con dirección 201.120.50.0. Tenemos que la dirección IP 201.120.50.20 está asignada al ordenador A, la 201.120.50.30 al ordenador B, la 201.120.50.40 al ordenador C, y la dirección 201.120.50.50 al ordenador D. La dirección IP del router R_1 en la red IP 201.120.50.0 es la dirección 201.120.50.1.

El equipo A recibe mediante una aplicación de transferencia de ficheros llamada *miftp* un fichero de 4000 octetos del ordenador B. El siguiente cronograma describe el intercambio de segmentos TCP para realizar dicha transferencia. En el cronograma suponemos que no se produce ningún error en el envío de dichos segmentos.



Pregunta 1: Completar el cronograma indicando:

- En el segmento de solicitud de la conexión los flags y el nº secuencia.
- En el segmento de confirmación de la conexión los flags, nº secuencia y ack.

- En el el segmento de solicitud de la desconexión hay que indicar: flags, nº secuencia y ack.
- En los segmentos de datos que llevan las unidades de *miftp* hay que especificar los campos: flags, nº secuencia y ack.
- En el segmento de establecimiento de A a B, nº secuencia=3111; y en el segmento de establecimiento de B a A, nº secuencia=8444.

Pregunta 2 Se quiere ahora representar a nivel MAC la transferencia de los dos segmentos de datos del fichero de 4000 octetos entre A y B realizada por *miftp* y descrita anteriormente en el cronograma TCP.

Pregunta 2.1 Realice el cronograma e indique el tiempo mínimo empleado si no se utiliza el mecanismo CTS/RTS. Indique en el cronograma el tipo de trama MAC empleado.

Pregunta 2.2 Realice el cronograma e indique el tiempo mínimo empleado si ahora sí se utiliza el mecanismo CTS/RTS. Indique en el cronograma el tipo de trama MAC empleado.

Supóngase para realizar estos dos subapartados que:

- La red WLAN es una red 802.11b a 11Mbps.
- La cabecera de las unidades de los distintos niveles son: TCP 20 octetos, IP 20 octetos, LLC 8 octetos, MAC de una trama de datos 34 octetos, y PLCP 24 octetos.
- El tamaño máximo del campo de datos de una trama MAC es de 2312 octetos.
- El tamaño de la tramas MAC de control: RTS 20 octetos, CTS 14 octetos y ACK 14 octetos.
- A nivel ARP se sabe la dirección MAC asociada a cada dirección IP
- Las estaciones A y B son equipos con una tarjeta inalámbrica 802.11b con la posibilidad de comunicarse directamente entre ellas (es decir, forman una BSS) y también con la posibilidad de comunicarse directamente con el punto de acceso PA.
- No existe fragmentación a nivel MAC.
- El tiempo de propagación entre las estaciones es despreciable.
- Suponga que el resto de tiempos no indicados son despreciables.
- No se producen errores de ningún tipo.

Pregunta 3 Se pide realizar en este apartado el mismo cronograma a nivel MAC de la pregunta anterior con la única diferencia de que ahora consideraremos que el cronograma a nivel TCP que representa la transferencia del fichero de 4000 octetos mediante *miftp* en vez de tener lugar entre el ordenador A hacia B, se realiza desde C hacia D.

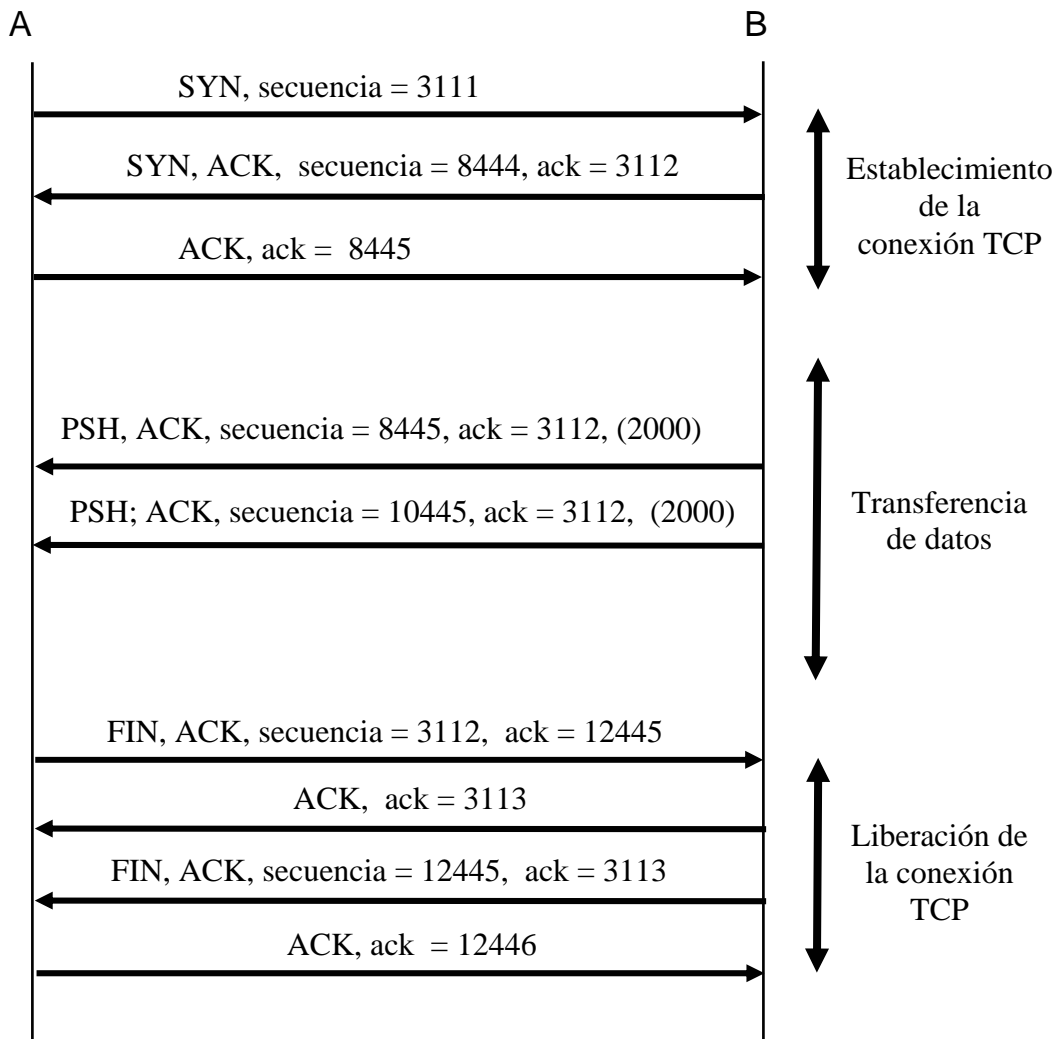
Supóngase para realizar este apartado:

- La red LAN es una red 802.3.
- La red LAN está formada por un conmutador-ethernet a 10 Mbps al que están directamente conectados C y D.
- La cabecera de las unidades de datos de los distintos niveles son: TCP 20 octetos, IP 20 octetos y MAC 26 octetos.
- El tamaño máximo del campo de datos de una trama MAC es de 1500 octetos.
- A nivel ARP se sabe la dirección MAC asociada a cada dirección IP
- El tiempo de propagación entre las estaciones es de 5 ms.
- Suponga que el resto de tiempos no indicados son despreciables.
- No se producen errores de ningún tipo.

Pregunta 4: Indicar la tabla de encaminamiento de los equipos A y D.

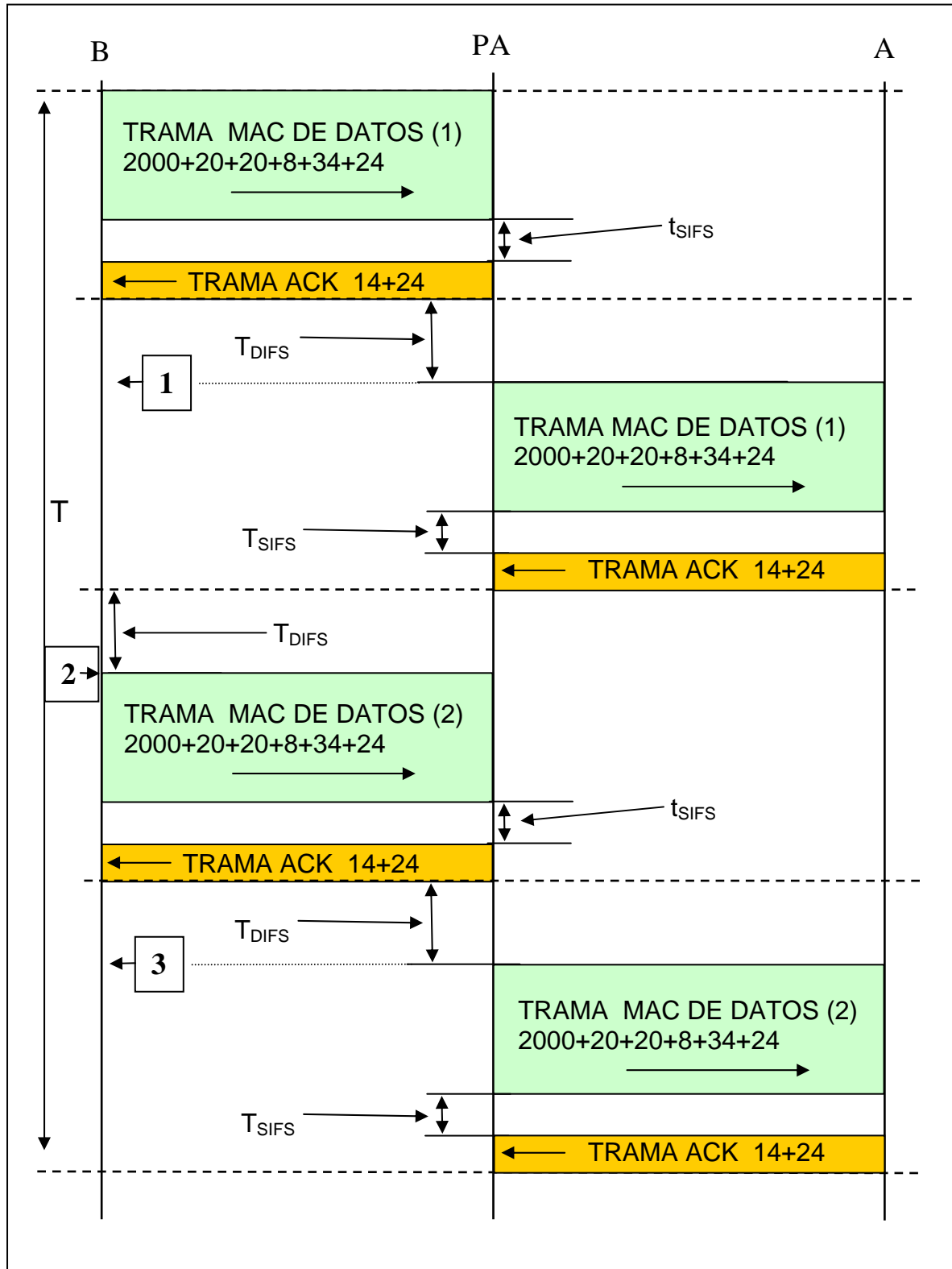
SOLUCIÓN

Pregunta 1) Cronograma. La MTU de la wireless LAN es 2312 octetos. Cada segmento de datos de 2000 octetos entrará en un datagrama que a su vez se transmitirá en una trama.



Pregunta 2.1) Cronograma de A a B de 4000 octetos sin RTS/CTS.

Se entiende que las estaciones A y B están asociadas al punto de acceso. Toda comunicación pasará por él. Se supone que la estación A transmite en $t = 0$ (ya ha pasado el tiempo T_{DIFS}).



Comentarios al cronograma:

-No se ha dibujado el tiempo T_{DIFS} que ha de permanecer el medio libre antes de transmitir la primera trama de datos la estación B.

-Se supone que en el instante [1], se apodera del medio el PA y transmite sin esperar ninguna ranura de tiempo. Podría haber transmitido la segunda trama la estación B y el cronograma hubiera sido distinto.

-En el instante [2] la única estación que tiene información para transmitir es B y no espera ninguna ranura de tiempo.

-En el instante [3] la única estación que tiene información a transmitir es el PA y transmite sin esperar ninguna ranura de tiempo.

-El preámbulo y la cabecera física PLCP es 24 octetos acorde con las redes modernas a 11 Mbps (DSSS). Así mismo se sabe que el preámbulo y la cabecera física PLCP se transmiten siempre a 1 Mbps. En este ejercicio y por facilidad de cálculos se supondrá que toda la trama se transmite a 11 Mbps.

-Se ha tomado: $T_{SIFS} = 10 \mu\text{s}$ y $T_{DIFS} = 50 \mu\text{s}$

El cálculo de tiempos es sencillo:

$T = 4 \text{ veces el tiempo de transmisión de una trama de datos} + 4 \text{ veces el tiempo de transmisión de una trama ACK} + 4 \text{ intervalos cortos de espera} + 3 \text{ intervalos DIFS de espera} =$

$$\begin{aligned} &= 4 \cdot (2000+20+20+8+34+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 4 \cdot (14+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + \\ &\quad + 4 \cdot 10 \mu\text{s} + 3 \cdot 50 \mu\text{s} = \\ &= 6126,54 \mu\text{s} + 110,54 \mu\text{s} + 40 \mu\text{s} + 150 \mu\text{s} = 6427,08 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Veamos cual sería la solución si en el instante [1] se hubiera hecho con el medio la estación B en lugar del PA.

El cronograma hubiera quedado como se ve en la página siguiente. Con los siguientes comentarios:

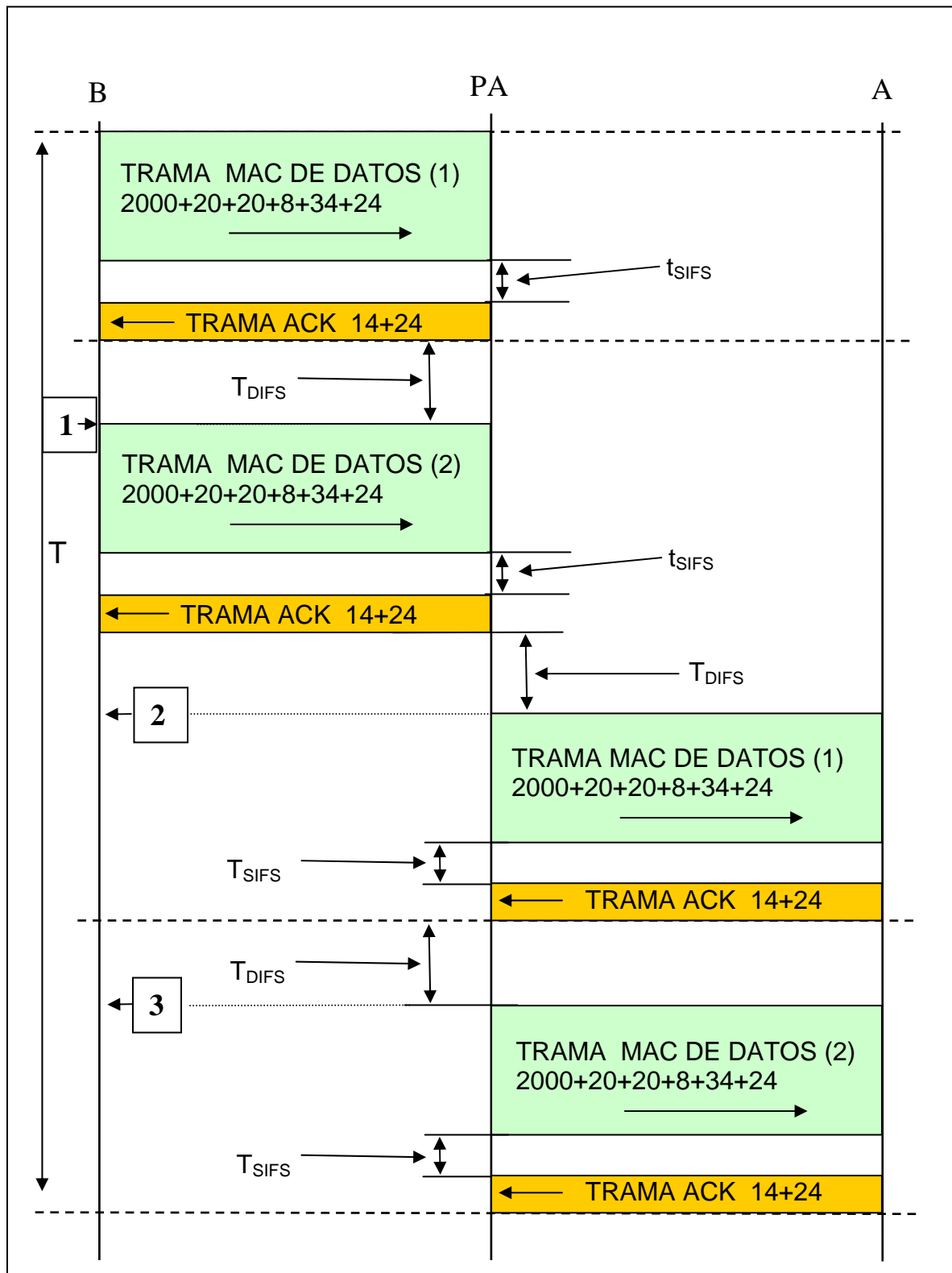
-No se ha dibujado el tiempo T_{DIFS} que ha de permanecer el medio libre antes de transmitir la primera trama de datos la estación B.

-Se supone que en el instante [1], se apodera del medio la estación B y transmite sin esperar ninguna ranura de tiempo.

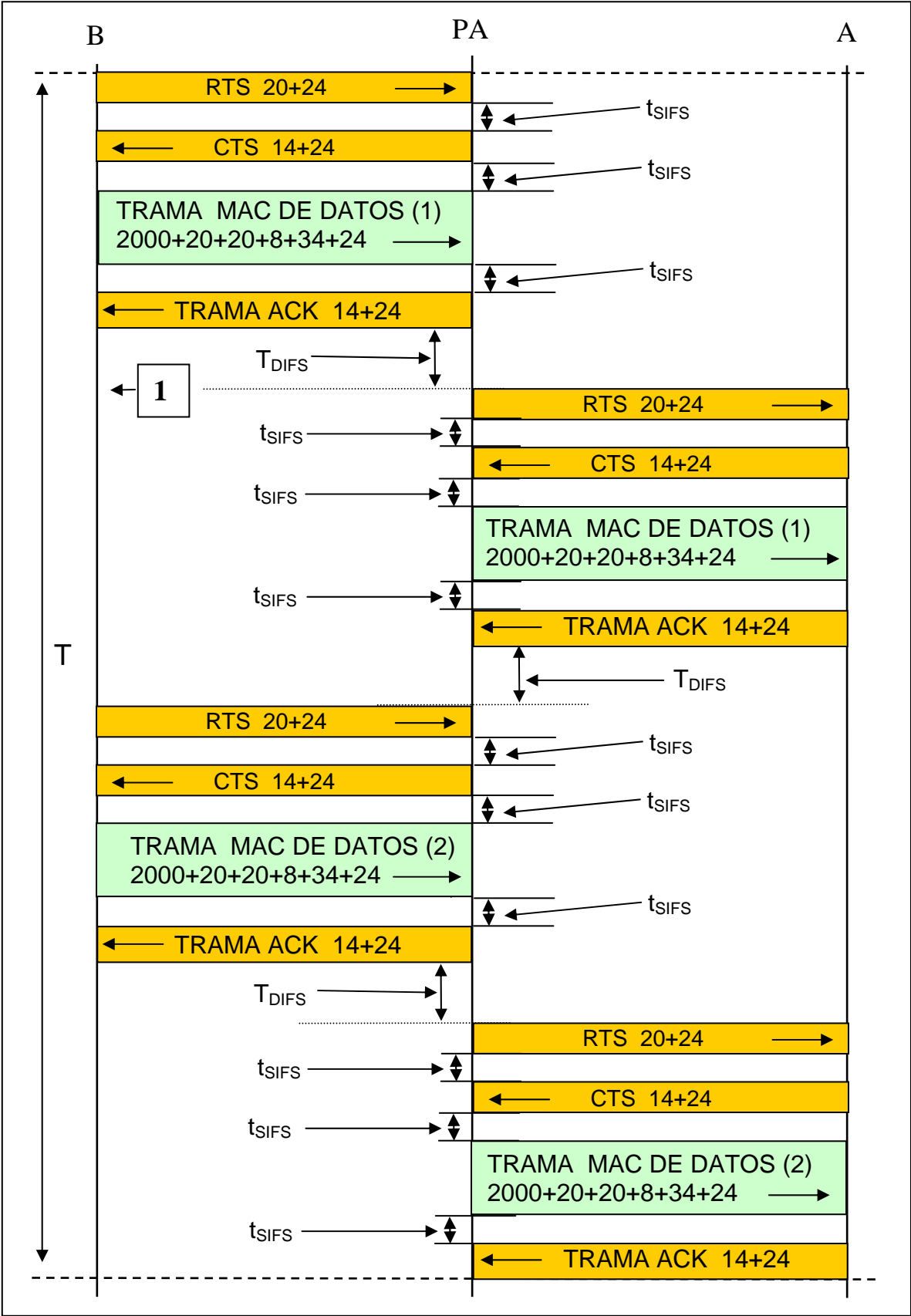
-En el instante [2] la única estación que tiene información para transmitir es el PA y no espera ninguna ranura de tiempo.

-En el instante [3] la única estación que tiene información a transmitir es el PA y transmite sin esperar ninguna ranura de tiempo.

-El cálculo de tiempo transcurrido en ambos casos es el mismo.



Pregunta 2.2) Cronograma con RTS/CTS.



Comentarios al cronograma anterior:

-No se ha dibujado el tiempo T_{DIFS} que ha de permanecer el medio libre antes de transmitir la primera trama de datos la estación B.

-Se supone que en el instante [1], se apodera del medio el PA y transmite sin esperar ninguna ranura de tiempo. Podría haber transmitido la segunda trama la estación B y el cronograma hubiera sido distinto.

-En el resto de las transmisiones de los RTS las estaciones no esperan ninguna ranura de tiempo antes de transmitir.

-El preámbulo y la cabecera física PLCP son 24 octetos acorde con las redes modernas a 11 Mbps (DSSS). Así mismo se sabe que el preámbulo y la cabecera física PLCP se transmiten siempre a 1 Mbps. En este ejercicio y por facilidad de cálculos se supondrá que toda la trama se transmite a 11 Mbps.

-Se ha tomado: $T_{SIFS} = 10 \mu\text{s}$ y $T_{DIFS} = 50 \mu\text{s}$

El cálculo del tiempo es sencillo:

$T = 4 \text{ veces el tiempo de transmisión de una trama de datos} + 4 \text{ veces el tiempo de transmisión de una trama ACK} + 4 \text{ veces el tiempo de transmisión de una trama RTS} + 4 \text{ veces el tiempo de transmisión de una trama CTS} + 12 \text{ intervalos cortos de espera} + 3 \text{ intervalos DIFS de espera} =$

$$\begin{aligned} &= 4 \cdot (2000+20+20+8+34+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 4 \cdot (14+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + \\ &+ 4 \cdot (20+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 4 \cdot (14+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 12 \cdot 10 \mu\text{s} + 3 \cdot 50 \mu\text{s} = \\ &= 6126,54 \mu\text{s} + 110,54 \mu\text{s} + 128 \mu\text{s} + 110,54 \mu\text{s} + 120 \mu\text{s} + 150 \mu\text{s} = \\ &= 6745,62 \mu\text{s} \end{aligned}$$

Pregunta 3) Transmisión de C a D de 4000 octetos a nivel de aplicación.

Como hay 4000 octetos a nivel de aplicación y la red física es una ethernet a 10 Mbps (MTU = 1500 octetos) la capa TCP segmentará de acuerdo a la siguiente forma:

Primer segmento tomará del fichero	1460
Capa TCP le suma 20 octetos de cabecera	1480
Capa IP le suma 20 octetos de cabecera	1500

MAC ethernet suma 26 octetos	1526
------------------------------	------

Segundo segmento también de 1460 de datos y 1526 a nivel físico.

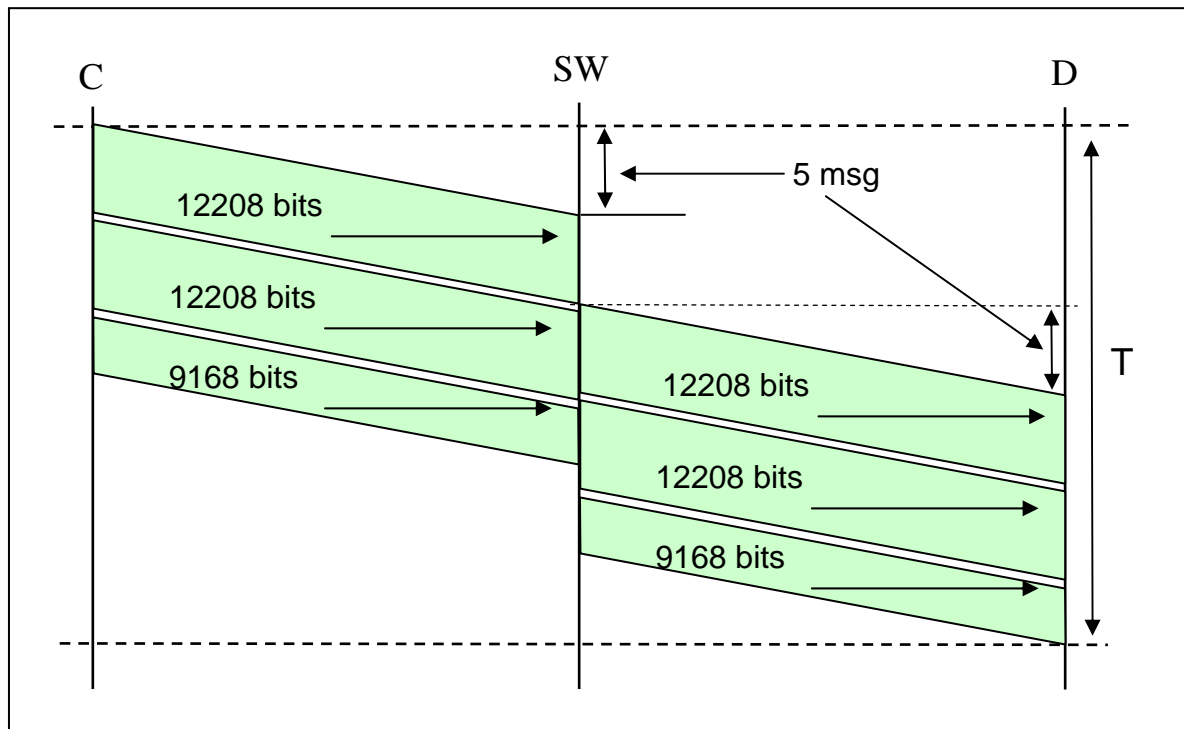
Tercer segmento tomará del fichero los	1080 octetos restantes
Capa TCP le suma 20 octetos de cabecera	1100
Capa IP le suma 20 octetos de cabecera	1120
Mac ethernet le suma 26 octetos	1146

A nivel físico:

Primer segmento de 1460, a nivel físico 1526 octetos que son	12208 bits
Segundo segmento de 1460, a nivel físico 1526 octetos que son	12208 bits
Tercer segmento de 1080, a nivel físico 1146 octetos que son	9168 bits.

Saldrán tres tramas desde C hacia D pasando por el conmutador intermedio donde se almacenarán y se reenviarán.

El cronograma quedará como se ve a continuación:



Cálculo del tiempo total (sin considerar los silencios intertrama):

$T = 2$ veces el tiempo de propagación entre estaciones + 3 veces el tiempo de transmisión de una trama de 12208 bits + el tiempo de transmisión de una trama de 9168 bits =

$$= 2 \cdot 5 \text{ msg} + 3 \cdot 12208 / 10 \cdot 10^6 + 9168 / 10 \cdot 10^6 =$$

$$= 10 \text{ msg} + 3662,4 \text{ } \mu\text{sg} + 916,8 \text{ } \mu\text{sg} = 14,579 \text{ msg}$$

Pregunta 4) Tabla de encaminamiento de A.

Destino	Máscara	Gateway	interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	Bucle local
201.120.50.0	255.255.255.0	*	Intfz. Wíreless
Defecto	*	201.120.50.1	Intfz. Wíreless

Tabla de encaminamiento de D.

Destino	Máscara	Gateway	interfaz
127.0.0.0	255.0.0.0	*	Bucle local
201.120.50.0	255.255.255.0	*	Intfz. Ethernet
Defecto	*	201.120.50.1	Intfz. Ethernet

ooooooooooooOOOOOOOOOOOOOOoooooooooooo