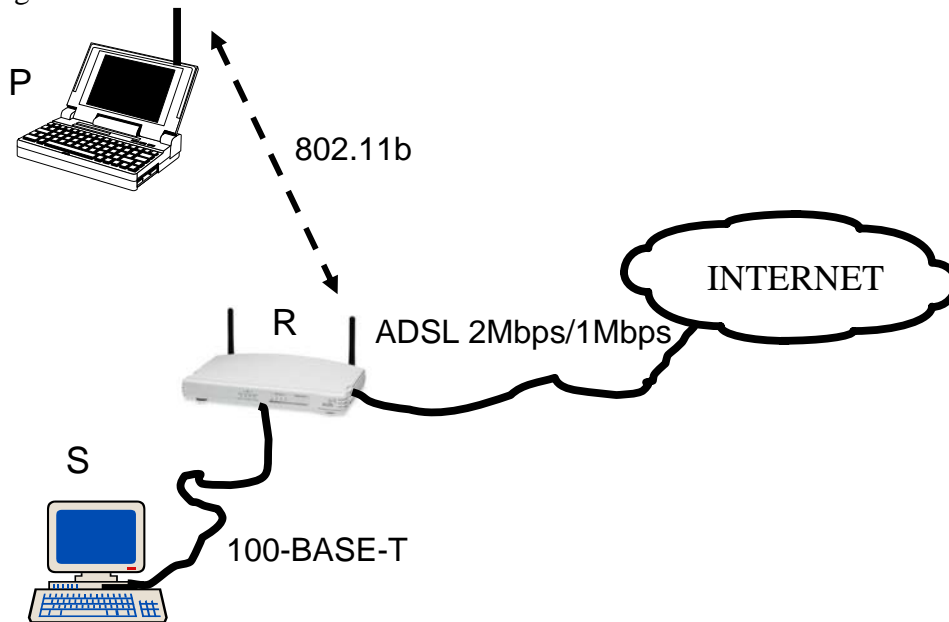


2004-06-24-01-S03

Un abonado al servicio ADSL ha decidido instalar en su empresa la opción de router inalámbrico para acceso a Internet. La solución en España pasa por ser ATM sobre ADSL. Simplificando, nos podemos centrar en que ha instalado una topología como la de la figura siguiente:

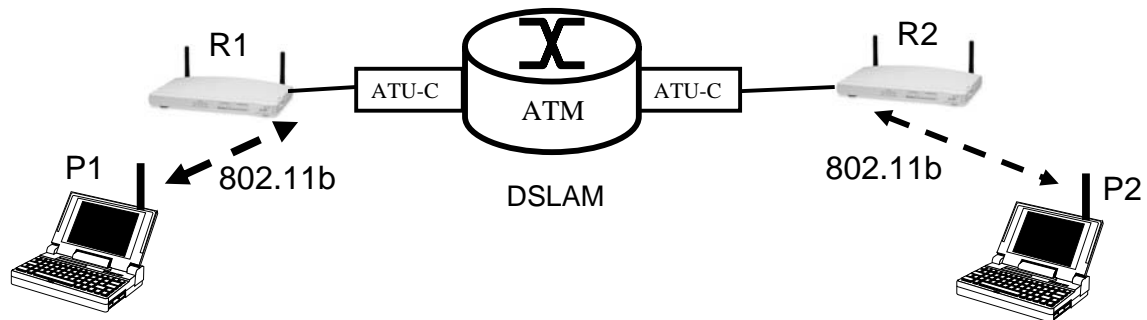


El abonado dispone de un Bridge-Router ADSL inalámbrico (R) que tiene además cuatro bocas ethernet 10/100. Se monta una red cableada para los PC's (S) de sobremesa y les proporciona acceso a la red a los portátiles (P) con la red inalámbrica. De esta manera tiene conectividad completa a nivel interno mientras que todos los equipos tienen salida a Internet.

a) Para realizar un estudio de la transmisión en la red interna supongamos que el portátil (P) envía 228 octetos de aplicación (cabecera incluida) al sobremesa (S). Considere que el protocolo de aplicación se apoya en UDP como protocolo de transporte, para la arquitectura de comunicaciones instalada que es TCP/IP. Todos los ordenadores de la red interna pertenecen a la misma red IP, la comunicación entre los ordenadores internos se realiza utilizando el dispositivo (R) como puente (si es entre dos ordenadores de sobremesa) o como punto de acceso (si es entre un ordenador de sobremesa y un portátil).

- 1) (0,5 p) Dibuje la torre de protocolos de los dispositivos implicados en la comunicación anterior.
- 2) (0,1 p) Dibuje el cronograma a nivel de aplicación de la transferencia enunciada anteriormente.
- 3) (0,1 p) Dibuje el cronograma a nivel de transporte.
- 4) (0,1 p) Dibuje el cronograma a nivel IP.
- 5) (0,7 p) Dibuje el cronograma a nivel físico de la transferencia.
- 6) (1,0 p) Calcule el tiempo total empleado en realizarla.

b) En una conexión a una red externa del abonado, supongamos por simplicidad, que la conexión se realiza con otra sucursal de la empresa que también recibe servicio ADSL del mismo DSLAM (Digital Subscriber Line Access Multiplexer) del proveedor de acceso, según la topología de la figura siguiente:



Donde los dispositivos ATU-C son dispositivos moduladores demoduladores de la capa física ADSL. ATM es el conmutador de celdas del DSLAM del proveedor de acceso.

En estas condiciones desde el portátil P1 se transmiten 228 octetos al portátil P2 con un protocolo de aplicación que se apoya en UDP como protocolo de transporte.

- 1) (0,5 p) Dibuje la torre de protocolos de los dispositivos implicados en la comunicación anterior.
- 2) (1,0 p) Dibuje el cronograma a nivel físico de la transferencia.
- 3) (1,0 p) Calcule el tiempo total empleado en realizarla.

Datos y consideraciones:

Están establecidos los circuitos virtuales ATM.

Considere que se utiliza como capa de adaptación de IP a ATM, AAL5.

Las tablas ARP están llenas en todos los casos.

La velocidad en la ethernet cableada se establece a 100 Mbps.

Suponga que existe una ruta IP directa entre los routers R1 y R2.

Velocidades ADSL: 2 Mbps desde el DSLAM al usuario y 1 Mbps desde el usuario hacia el DSLAM.

El tiempo de proceso y conmutación es despreciable en host, routers y conmutadores.

Suponga que no existen opciones en las cabeceras IP.

La capa de transporte UDP introduce 8 octetos de cabecera, la capa IP 20 octetos.

La capa MAC+ física de ethernet introduce 26 octetos.

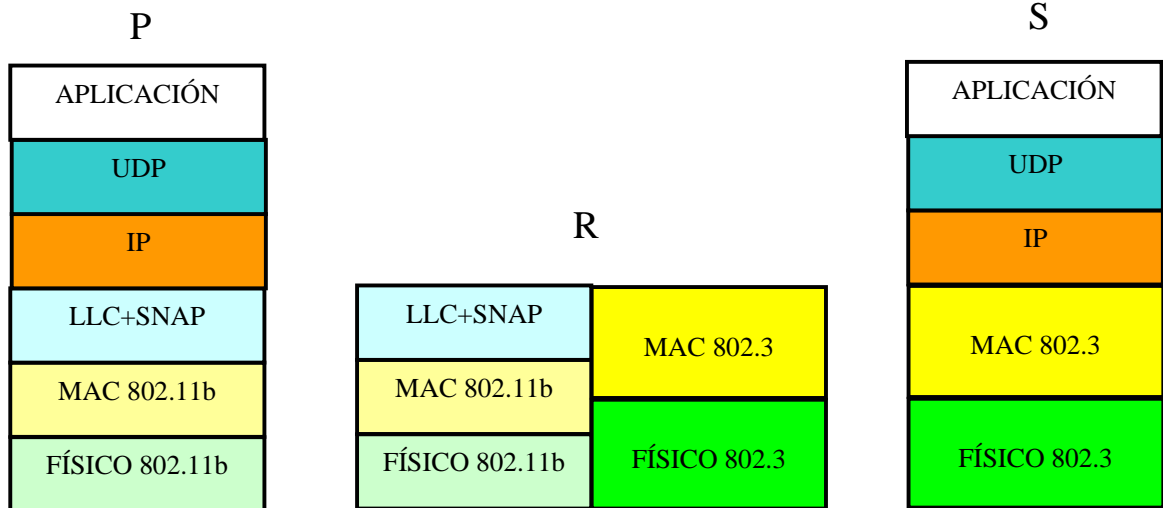
Considere que en la red inalámbrica:

- La red es una 802.11b. Suponga, por facilidad de cálculo, que todos los bits a nivel físico se transmiten a 11Mbps (aunque debe saber que el preámbulo PLCP y la cabecera PLCP se transmiten siempre en 192 μ segundos; es decir: siempre a 1 Mbps).
- Se utiliza RTS/CTS.
- Los portátiles están siempre asociados a sus respectivos puntos de acceso.
- No hay fragmentación a nivel MAC 802.11b.
- Las cabeceras añadidas por las distintas capas/subcapas son:
LLC+SNAP= 8 octetos, MAC= 34 octetos y PLCP (Physical Layer Convergence Protocol) = 24 octetos.
- El tamaño a nivel MAC de las distintas tramas de control es:
RTS = 20 octetos, CTS= 14 octetos y ACK= 14 octetos
- Considerar que los tiempos de proceso y propagación son despreciables y que:
- $t_{SIFS}=10 \mu\text{sg}$ (tiempo de espera de intervalo corto entre tramas) y $t_{DIFS}=50 \mu\text{sg}$ (tiempo de espera de intervalo distribuido entre tramas).

SOLUCIÓN

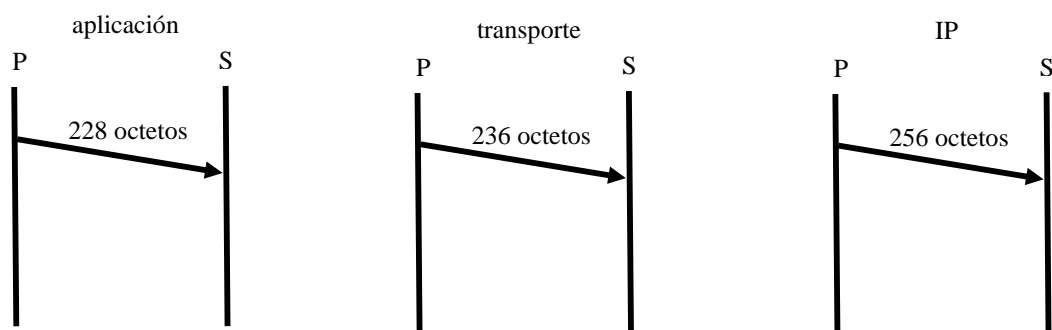
a)

1) Torres de protocolos de los dispositivos implicados en la comunicación:



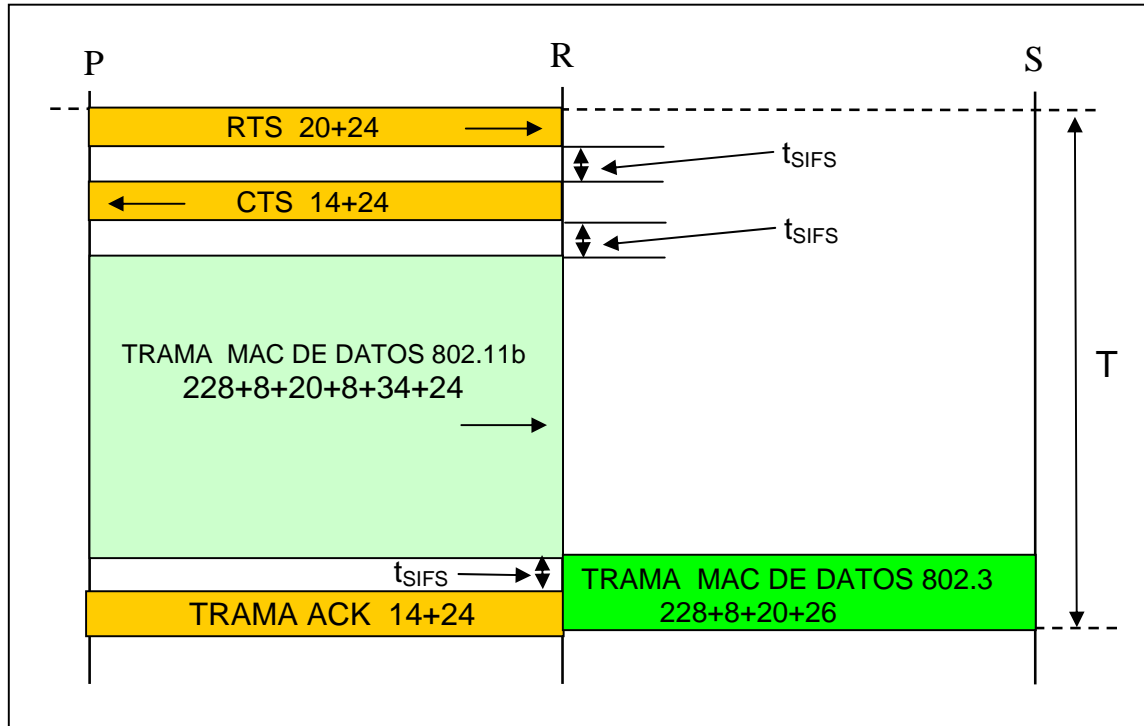
P es una estación inalámbrica, por tanto incorpora por debajo de la capa IP LLC+SNAP, lo mismo le ocurre al lado inalámbrico del router.

2, 3 y 4) Cronogramas a nivel de aplicación, transporte e IP.



Aplicación 228 octetos. Transporte = $228 + 8 = 236$ octetos. Red (IP) = $236 + 20 = 256$ octetos

5) Cronograma a nivel físico:



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 P.

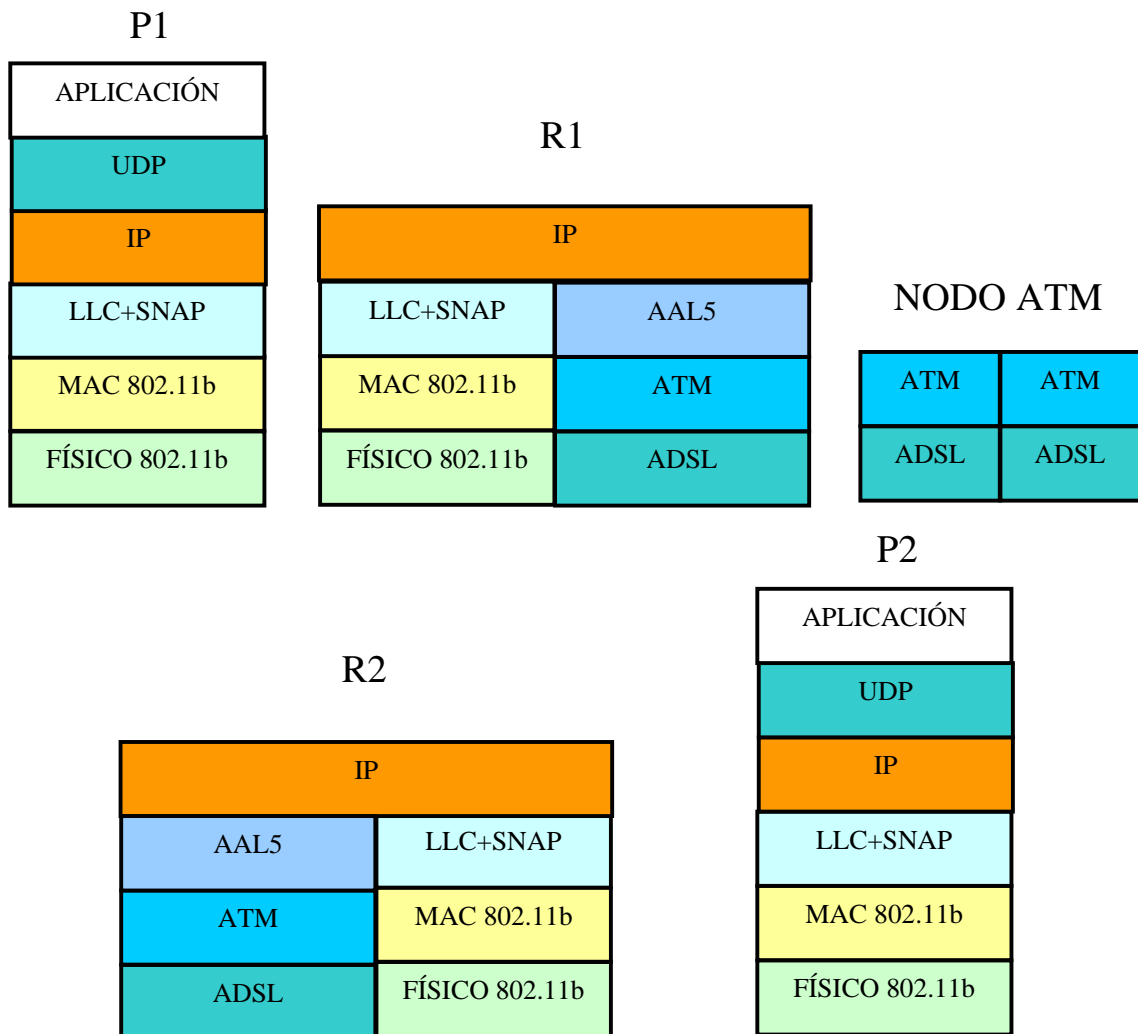
El cálculo del tiempo es sencillo:

T = el tiempo de transmisión de una trama RTS + el tiempo de transmisión de una trama CTS + el tiempo de transmisión de una trama de datos en la 802.11b + el tiempo de transmisión de una trama de datos en la 802.3 a 100 Mbps + 2 veces el tiempo de dos intervalos cortos de espera =

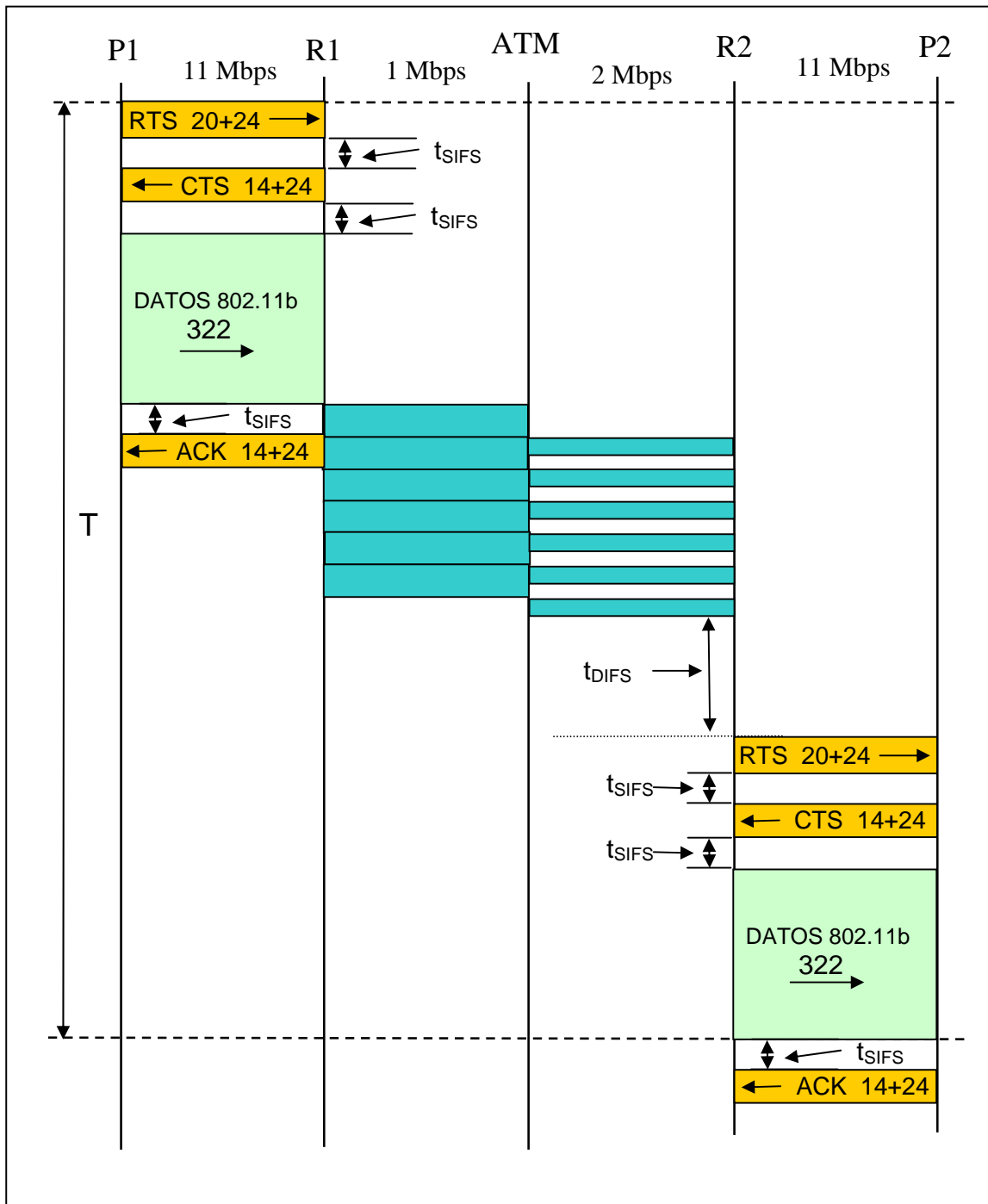
$$\begin{aligned}
 &= (20+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + (14+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + \\
 &+ (228+8+20+8+34+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 2 \cdot 10 \mu\text{sg} + \\
 &+ (228+8+20+26) \cdot 8 / 100 \cdot 10^6 = \\
 &= 32 \mu\text{sg} + 27,6 \mu\text{sg} + 234,2 \mu\text{sg} + 20 \mu\text{sg} + 22,5 \mu\text{sg} = \\
 &= 336,3 \mu\text{sg}
 \end{aligned}$$

b)

1) Torres de protocolos de los dispositivos implicados en la comunicación:



2) Dibujo del cronograma de la transferencia:



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 P1.

-A nivel de aplicación se envían 228 octetos, que sumados a los 8 de UDP más los 20 de IP tendremos 256 octetos a nivel IP. Estos 256 octetos han de ser convertidos en celdas en el router R1. La capa AAL5 de R1 añade 8 octetos más un relleno para generar un número entero de celdas: $(256+8+\text{relleno})/48 = 6$ celdas justas.

-Cuando las seis celdas llegan a R2 la capa AAL5 de R2 reensambla para conseguir otra vez el datagrama de 256 octetos.

-El interfaz inalámbrico de R2 ha de esperar t_{DIFS} , con el medio en silencio, antes de transmitir la trama RTS.

El cálculo del tiempo es sencillo:

$T =$ tiempo de transmisión de una trama de RTS + el tiempo de un intervalo corto de espera t_{SIFS} + tiempo de transmisión de una trama CTS + un tiempo corto t_{SIFS} + el tiempo de transmisión de la trama de datos + el tiempo de transmisión de seis celdas a 1 Mbps + el tiempo de transmisión de una celda a 2 Mbps + el tiempo de espera t_{DIFS} + tiempo de trama RTS + tiempo t_{SIFS} + tiempo de trama CTS + t_{SIFS} + tiempo de trama de datos =

$$\begin{aligned}
 &= (20+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 10 \mu\text{sg} + (14+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 10 \mu\text{sg} + \\
 &+ (228+8+20+8+34+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 6 \cdot 53 \cdot 8 / 1 \cdot 10^6 + 53 \cdot 8 / 2 \cdot 10^6 + \\
 &+ 50 \mu\text{sg} + (20+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 10 \mu\text{sg} + (14+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 + 10 \mu\text{sg} + \\
 &\quad + (228+8+20+8+34+24) \cdot 8 / 11 \cdot 10^6 = \\
 &= 32 \mu\text{sg} + 10 \mu\text{sg} + 27,6 \mu\text{sg} + 10 \mu\text{sg} + 234,2 \mu\text{sg} + 2544 \mu\text{sg} + 212 \mu\text{sg} + \\
 &\quad + 50 \mu\text{sg} + 32 \mu\text{sg} + 10 \mu\text{sg} + 27,6 \mu\text{sg} + 10 \mu\text{sg} + 234,2 \mu\text{sg} = \\
 &= 3433,6 \mu\text{sg}
 \end{aligned}$$

ooooooooooooOOOOOOOOOOOOOOoooooooooooo