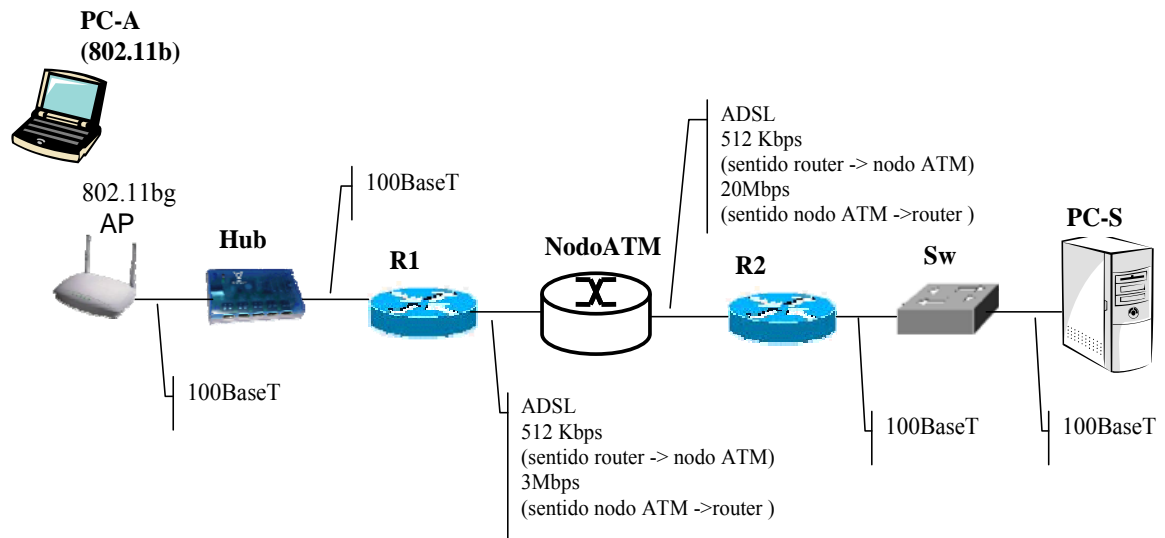


## PROBLEMA 2

Dos ordenadores PC-A y PC-S están conectados mediante la arquitectura TCP/IP según la siguiente figura:



- PC-A tiene una conexión 802.1b a 11Mbps
- Hub es un concentrador/repetidor 802.3 con 8 bocas 100BaseT
- R1, R2 son encaminadores (routers) IP
- Nodo ATM es un nodo de conmutación de celdas ATM
- SW es un conmutador (switch) con 8 bocas 100BaseT
- AP es un punto de acceso 802.11bg

Las velocidades de los enlaces están expresadas en la figura.

1)

Dibuje la torre de protocolos de todos los equipos implicados en la comunicación

AP (Access Point)

|                           |           |
|---------------------------|-----------|
| LLC 802.2<br>MAC 802.11b  | MAC 802.3 |
| PHY 802.11b<br>PLCP + PMD | PHY 802.3 |

NodoATM

|      |      |
|------|------|
| ATM  | ATM  |
| ADSL | ADSL |

PC-S

|            |
|------------|
| Aplicación |
| UDP        |
| IP         |
| MAC 802.3  |
| PHY 802.3  |

Hub

|           |           |
|-----------|-----------|
| PHY 802.3 | PHY 802.3 |
|-----------|-----------|

Sw

|           |           |
|-----------|-----------|
| MAC 802.3 | MAC 802.3 |
| PHY 802.3 | PHY 802.3 |

PC-A

|                           |
|---------------------------|
| Aplicación                |
| UDP                       |
| IP                        |
| LLC 802.2<br>MAC 802.11b  |
| PHY 802.11b<br>PLCP + PMD |

R1

|           |      |
|-----------|------|
| IP        |      |
| MAC 802.3 | AAL5 |
|           | ATM  |
| PHY 802.3 | ADSL |

R2

|      |              |
|------|--------------|
| IP   |              |
| AAL5 | MAC 802.3    |
| ATM  |              |
| ADSL | FISICO 802.3 |

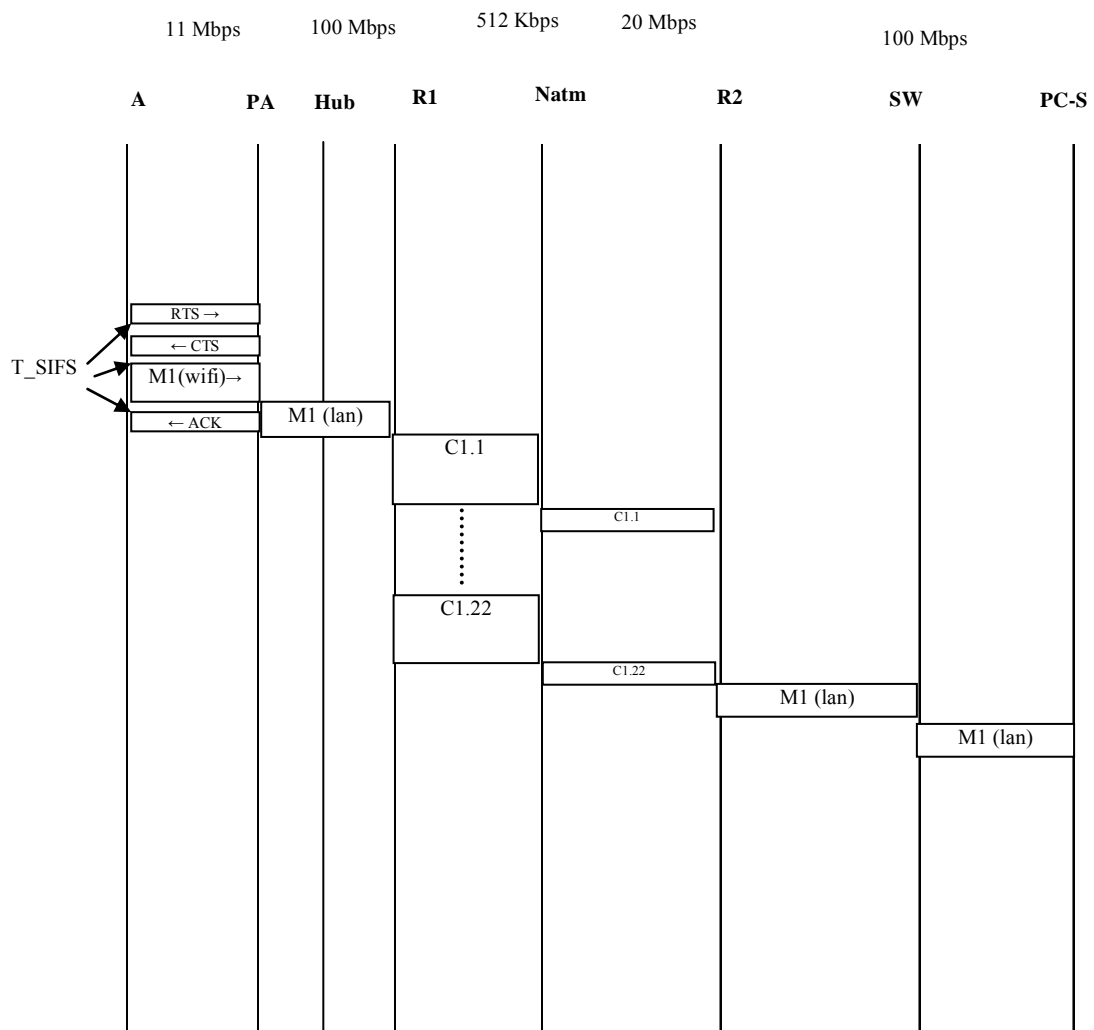
2)

En el PC-A una aplicación que trabaja sobre UDP pretende enviar 1000 octetos a otra aplicación que está ejecutándose en el PC-S. Suponga que las tablas ARP están llenas con los valores necesarios para no generar peticiones en todos los equipos salvo en PC-S

Dibuje el cronograma de nivel físico que se genera desde el envío hasta la recepción de los 1000 octetos, detallando y justificando: Número de unidades de datos y tamaño de cada una de ellas.

Al indicar el tamaño de cada una de las unidades de datos, detalle de forma individualizada para cada una de ellas, el tamaño y a que protocolo pertenece todas y cada una de las cabeceras de los protocolos encapsulados en esa unidad de datos. Por ejemplo: MAC (26 oct) + IP (15 oct) + TCP (435 oct) + Aplicación (110 oct)

Al dibujar la anchura de las unidades de datos, tenga en cuenta su tamaño y la velocidad de los enlaces por donde se transmiten.



**M1 (wifi) = PLCP (24) + MAC(34) + LLC+SNAP (8) + IP (20) + UDP (8)+ DATOS (1000)**

**RTS= PLCP (24) + MAC(20)**

**CTS= PLCP (24) + MAC(14)**

**ACK= PLCP (24) + MAC(14)**

$$M1 \text{ (LAN)} = \text{PHYS} + \text{MAC}(26) + \text{IP} (20) + \text{UDP} (8) + \text{DATOS} (1000)$$

$$C1.1 = \text{ATM} (5) + \text{AAL5\_IP\_UDP\_DATOS} (48)$$

$$C1.2 = \text{ATM} (5) + \text{AAL5\_IP\_UDP\_DATOS} (48)$$

$$C1.22 = \text{ATM} (5) + \text{AAL5\_IP\_UDP\_DATOS} (48)$$

$$\text{Datos} (1000) + \text{udp} (8) + \text{ip} (20) + \text{aal5} (8 + \text{relleno}) = 1036 + \text{relleno}$$

$$1036 + \text{relleno} / 48 = 21,58 \Rightarrow 22 \text{ celdas ATM}$$

3)

Calcule el tiempo desde que la aplicación de PC-A decide mandar los 1000 octetos hasta que es recibido el último octeto de esos datos por la aplicación de PC-S.

$$t_{\text{tot}} =$$

$$t_{\text{wifi}} + t_{\text{m1\_lan}} + 22 * t_{\text{c11\_up}} + t_{\text{c11\_down}} + 2 * t_{\text{m1\_lan}} = 19,368 \text{ milisegundos}$$

$$t_{\text{wifi}} = t_{\text{rts}} + t_{\text{cts}} + t_{\text{m1\_wifi}} + 2 * t_{\text{sifs}} = 32 + 27,63 + 795,63 + 20 = 875,26 \text{ microsegundos.}$$

$$t_{\text{rts}} = (24 + 20) * 8 / (11 * 10^6) = 32 \text{ microsegundos}$$

$$t_{\text{cts}} = (24 + 14) * 8 / (11 * 10^6) = 27,63 \text{ microsegundos}$$

$$t_{\text{m1\_wifi}} = (24 + 34 + 8 + 20 + 8 + 1000) * 8 / (11 * 10^6) = 795,63 \text{ microsegundos}$$

$$t_{\text{m1\_lan}} = (26 + 20 + 8 + 1000) * 8 / (100 * 10^6) = 84,32 \text{ microsegundos}$$

$$t_{\text{c11\_up}} = 53 * 8 / (512 * 10^3) = 828,12 \text{ microsegundos}$$

$$t_{\text{c11\_down}} = 53 * 8 / (20 * 10^6) = 21,2 \text{ microsegundos}$$

## Datos y consideraciones generales para todos los apartados:

Están establecidos los circuitos virtuales ATM. Las celdas ATM tienen un tamaño de 53 octetos de los cuales 5 son de cabecera y el resto de datos. Considere que se utiliza como capa de adaptación de IP a ATM, AAL5.

### *Formato de la unidad de datos de AAL-5*

|                              |                           |                     |
|------------------------------|---------------------------|---------------------|
| Datos de usuario (N octetos) | Relleno<br>(0-47 octetos) | Control (8 octetos) |
|------------------------------|---------------------------|---------------------|

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

La capa de transporte UDP introduce 8 octetos de cabecera, la capa TCP 20 octetos y la capa IP 20 octetos. Suponga que no existen opciones en las cabeceras IP.

La capa MAC+ física de Ethernet/802.3 añade 26 octetos y tiene un tamaño mínimo de 46 octetos en la zona de datos.

Las tramas ARP tienen un tamaño de 28 octetos.

Los valores de las MTU son los que siguen: MTU 802.3: 1500 octetos, MTU AAL-5: 65535 octetos, MTU 802.11b: 1500 octetos.

Las rutas a nivel IP están bien establecidas.

El tiempo de proceso y conmutación es despreciable en donde proceda.

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  $\mu$ segundos; es decir: siempre a 1 Mbps).

- El parámetro RTS Threshold de todos los equipos inalámbricos es de 1001 octetos. El valor de RTS Threshold hace referencia al tamaño total de la trama a nivel MAC.

- El portátil A está asociado al punto de acceso AP.

- 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

- $t_{SIFS}$ =10  $\mu$ sg (tiempo de espera de intervalo corto entre tramas).

- $t_{DIFS}$ =50  $\mu$ sg (tiempo de espera de intervalo distribuido entre tramas).