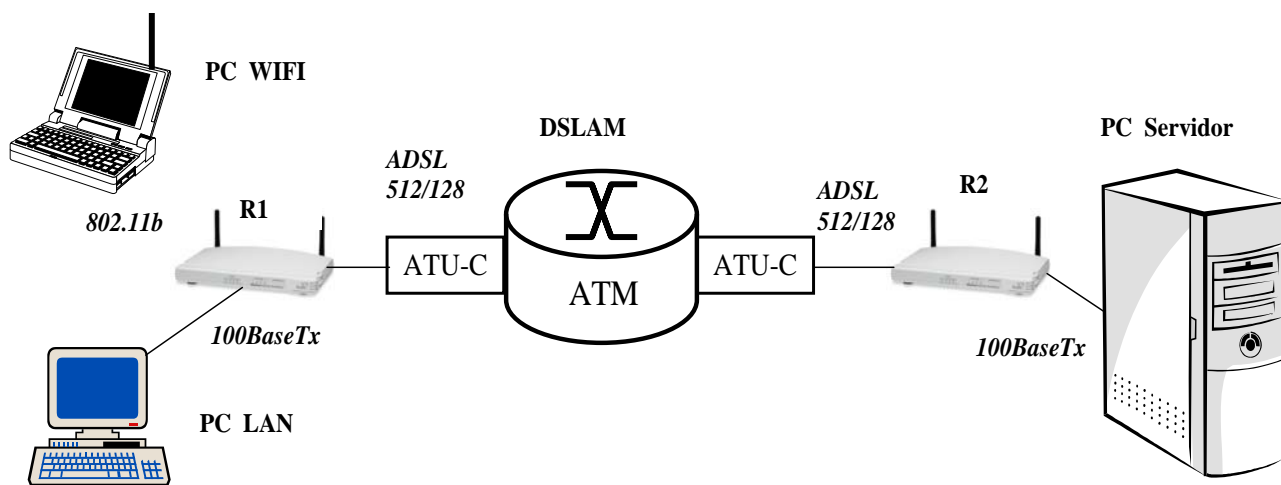


Dos usuarios, A y B, están conectados al servicio ADSL de un proveedor de acceso a Internet.

El usuario A tiene un ordenador portátil (PC_WIFI) y un ordenador de sobremesa (PC_LAN) conectados mediante un encaminador/router (R1) que tiene 4 puertos 100BaseTx, un acceso inalámbrico 802.11b y un acceso ADSL.

El usuario B tiene un ordenador de sobremesa (PC_Servidor) conectado mediante un encaminador/router (R2) con 4 puertos 100BaseTx, un acceso inalámbrico 802.11b y un acceso ADSL.

Los equipos están interconectados mediante una arquitectura de protocolos TCP/IP según el dibujo siguiente:



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

Las aplicaciones que se ejecutan en todos los ordenadores utilizan como protocolo de transporte a UDP.

- 1) **(1 punto)** Dibuje las torres de protocolos de los equipos PC_LAN, PC_WIFI, PC_Servidor, y de los encaminadores R1 y R2.
- 2) **(2 puntos)** Calcule el tiempo que tarda en llegar a PC_WIFI un mensaje de tamaño 2000 octetos generado en el nivel de aplicación de PC_LAN (*Dibuje el cronograma de nivel físico*).
 - PC_WIFI y PC_LAN están en la misma red IP, y en este caso el router R1 se comporta exclusivamente como punto de acceso
 - Suponga que las tablas ARP están llenas
 - MTUs: Ethernet 802.3= 1500 octetos y 802.11b= 2312 octetos
- 3) **(1 punto)** Calcule el tiempo que tarda en llegar al Servidor una petición desde el nivel de aplicación de 10 octetos desde el PC_LAN (*Dibuje el cronograma de nivel físico*).
 - Suponga que las tablas ARP están vacías
 - Indique el tamaño del relleno necesario en la/s PDU de AAL-5, y el número de celda/s en la/s que aparecería este relleno

4) **(1 punto)** Calcule el tiempo que tarda en llegar al PC_LAN una página web de tamaño 1000 octetos generada en el Servidor (*Dibuje el cronograma de nivel físico*).

- Suponga que las tablas ARP se han actualizado en base a la información que se recibió en el apartado anterior
- Indique el tamaño del relleno necesario en la/s PDU de AAL-5 y el número de celda/s en la/s que aparecería este relleno.

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 (0-47 octetos)	Control (8 octetos)
------------------------------	---------------------------	---------------------

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

Velocidades ADSL: 512Kbps desde el DSLAM al usuario y 128Kbps 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/802.3 introduce 26 octetos.

Considere que en las redes inalámbricas:

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:

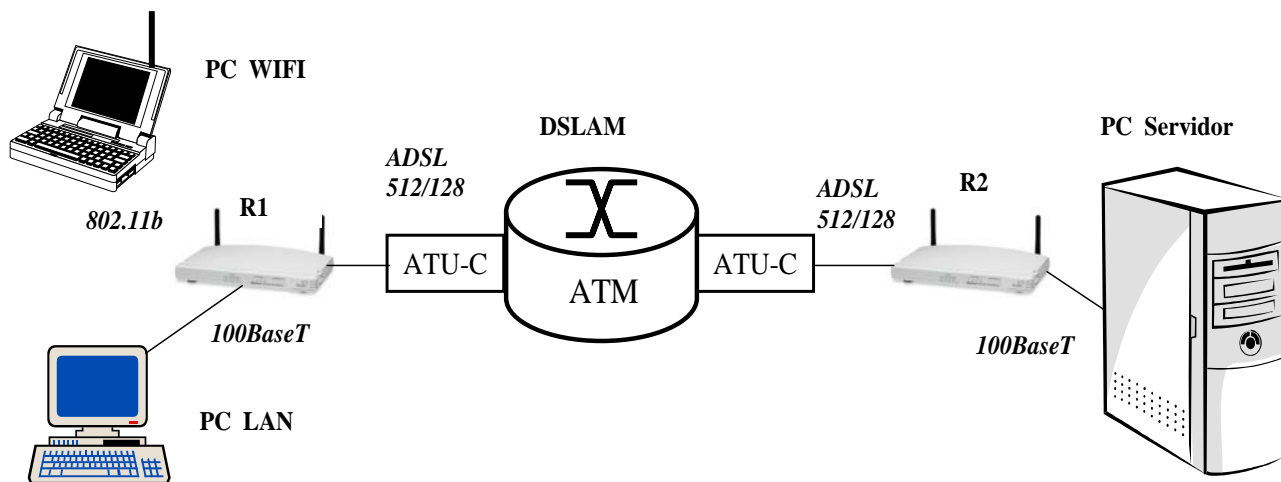
RTS = 20 octetos, CTS= 14 octetos y ACK= 14 octetos

Considerar que los tiempos de proceso y propagación son despreciables y que:

- tSIFS=10 μ sg (tiempo de espera de intervalo corto entre tramas)
- tDIFS=50 μ sg (tiempo de espera de intervalo distribuido entre tramas).

2005-02-08-01-S02

Suponga una interconexión de equipos con arquitectura de protocolos TCP/IP según el dibujo siguiente:



Las aplicaciones que se ejecutan en todos los ordenadores utilizan como protocolo de transporte a UDP

- 5) (1 punto) Dibuje las torres de protocolos de los equipos PC_LAN, PC_WIFI, PC_Serveridor, y de los encaminadores R1 y R2

PC_WIFI

Aplicación
UDP
IP
LLC+ SNAP
MAC 802.11b
PHY 802.11b

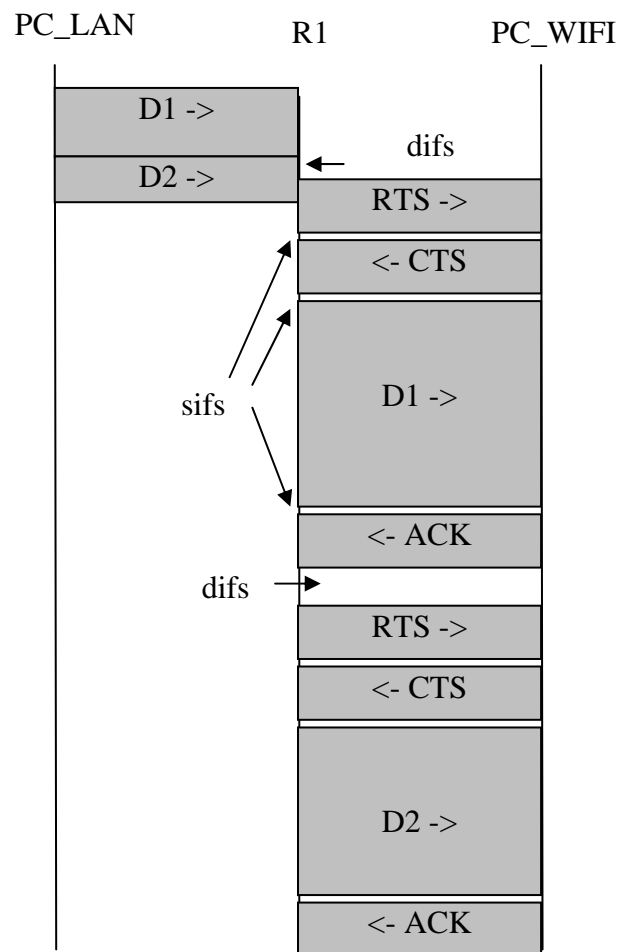
PC_LAN,
PC_Serveridor

Aplicación
UDP
IP
MAC 802.3
PHY 802.3

R1,R2

IP		
MAC 802.3	LLC+ SNAP	AAL5
	MAC 802.11b	ATM
PHY 802.3	PHY 802.11b	ADSL

- 6) (2 puntos) Calcule el tiempo que tarda en llegar a PC_WIFI un mensaje de tamaño 2000 octetos generado en el nivel de aplicación de PC_LAN (Dibuje el cronograma de nivel físico).
- Suponga que las tablas ARP están llenas
 - MTUs: Ethernet= 1500 octetos y 802.11b= 2312 octetos



$$\text{Tot} = t_{1e} + t_w = 0,122 + 1,821 = 1,943 \text{ msg}$$

$$T_{1e} = (1472 + 8 + 20 + 26) * 8 / 100.000.000 = 0,122 \text{ msg}$$

$$L_{1w} = (1472 + 8 + 20 + 8 + 34 + 24) * 8 = 12528 \text{ bits (1,139 msg)}$$

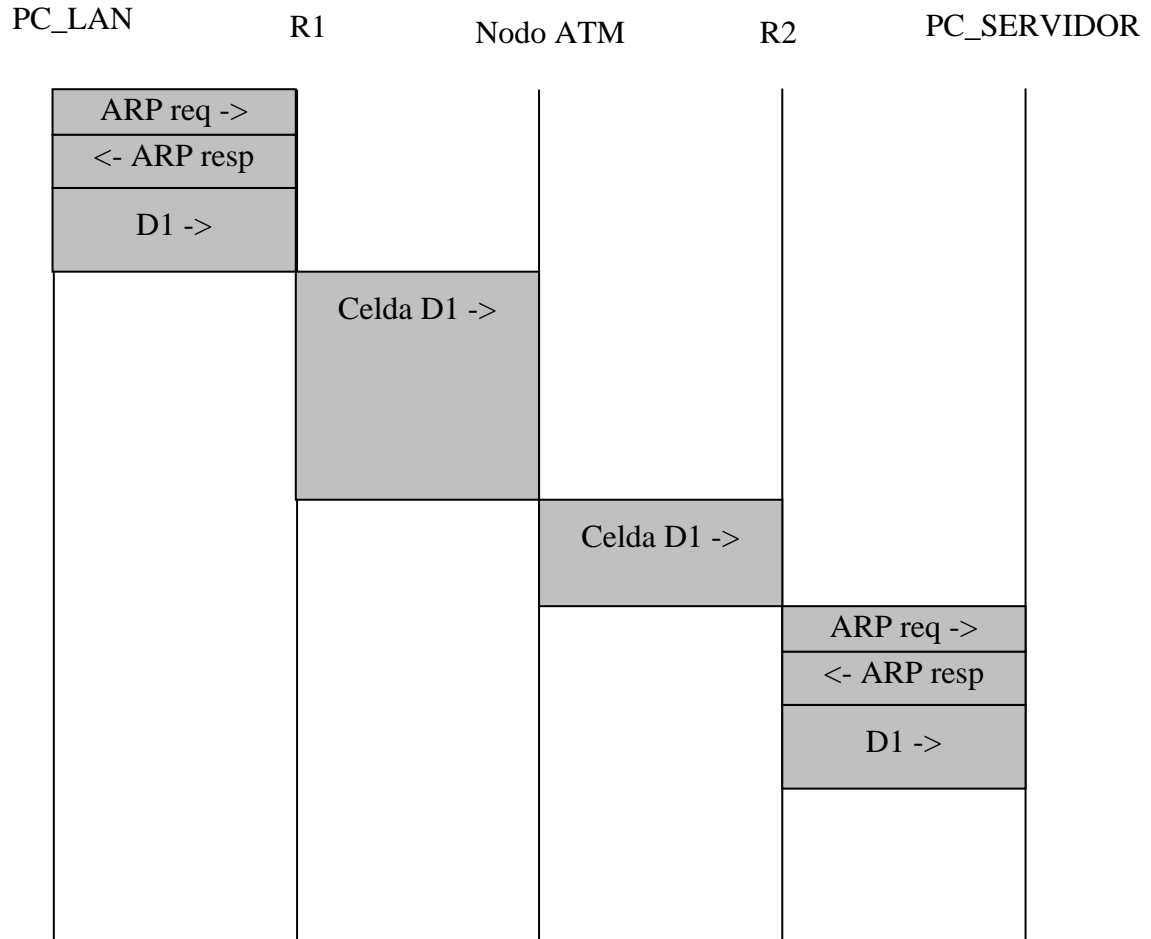
$$L_{2w} = (528 + 20 + 8 + 34 + 24) * 8 = 4912 \text{ bits, (0,446 msg)}$$

$$T_w = t_{\text{difs}} + t_{1w} + t_{\text{difs}} + t_{2w} = 1,871 \text{ msg}$$

$$T_{1w} = t_{\text{rts}} + t_{\text{sifs}} + t_{\text{cts}} + t_{\text{sifs}} + L_{1w} / 11.000.000 + t_{\text{sifs}} + t_{\text{ack}} = 0,079 + 1,139 + 0,010 + 0,027 = 1,246$$

$$T_{2w} = t_{\text{rts}} + t_{\text{sifs}} + t_{\text{cts}} + t_{\text{sifs}} + L_{2w} / 11.000.000 = 0,079 + 0,446 = 0,525$$

- 7) **(1 punto)** Calcule el tiempo que tarda en llegar al Servidor una petición desde el nivel de aplicación de 10 octetos desde el PC_LAN (*Dibuje el cronograma de nivel físico*).
- Suponga que las tablas ARP están vacías
 - Indique el tamaño del relleno necesario en la/s PDU de AAL-5, y el número de celda en la que aparecería este relleno



Tot= t_lanR1 + t_r1ATM+ t_ATMr2+ t_R2lan= 4,17 msg

T_lanR1= t_arp + t_rarp + (10+8+20+26)*8/100.000.000= 0,005 * 3= 0,015 msg

T_arp=t_rarp= (26+46)*8/100.000.000=0, 005 msg

T_r1ATM= 53*8/128.000= 3,312 msg

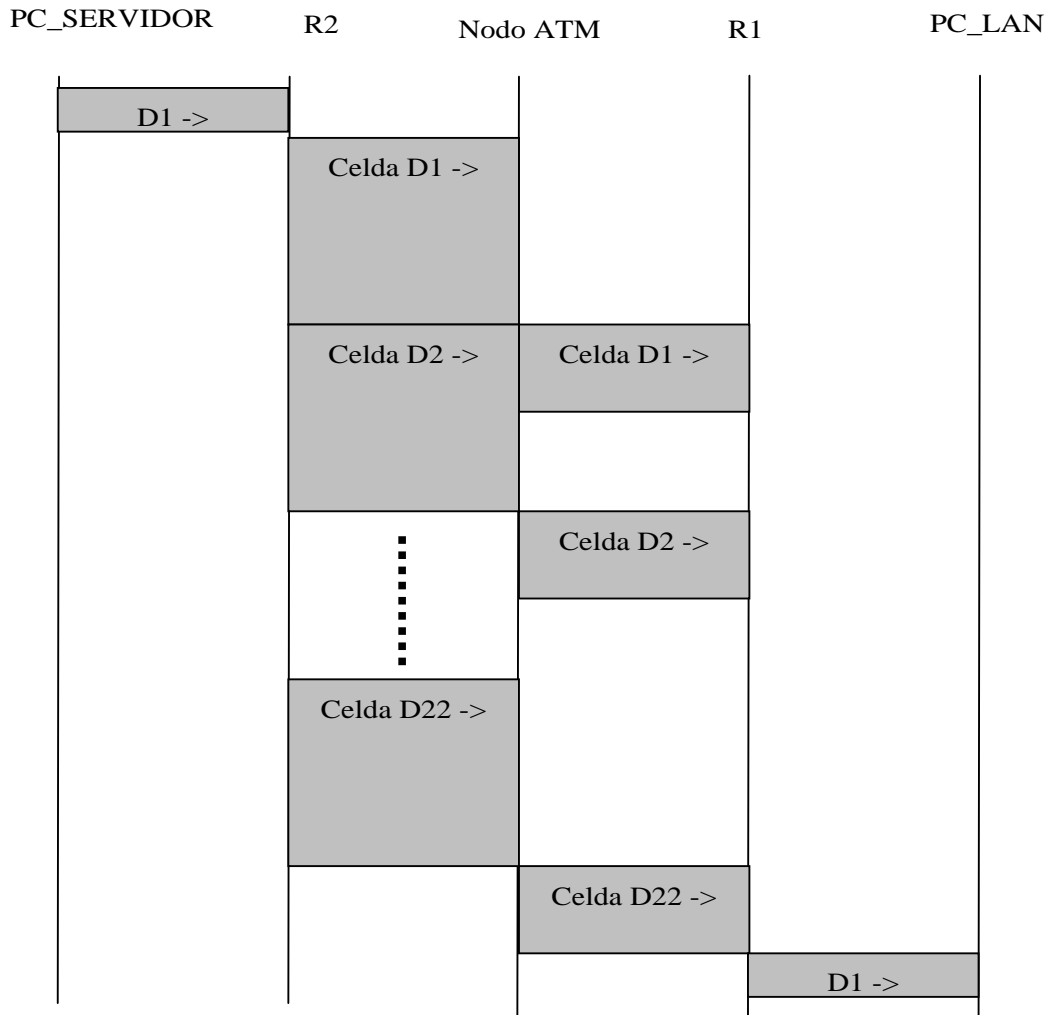
T_ATMr2= 53*8/512.000= 0,828 msg

T_R2lan= t_lanR1

AAL5= (10+8+20)+ R + 8= 46+R -> R=2 octetos en la primera y única celda

8) **(1 punto)** Calcule el tiempo que tarda en llegar al PC_LAN una página web de tamaño 1000 octetos generada en el Servidor (*Dibuje el cronograma de nivel físico*).

- Suponga que las tablas ARP se han actualizado en base a la información que se recibió en el apartado anterior
- Indique el tamaño del relleno necesario en la/s PDU de AAL-5 y el número de celda en la que aparecería este relleno.



$$\text{Tot} = t_{\text{lanR2}} + t_{\text{r2_r1}} + t_{\text{R1lan}} = 75,383 \text{ msg}$$

$$t_{\text{lanR2}} = t_{\text{R1lan}} = (1000+8+20+26)*8/100.000.000 = 0,084 \text{ msg}$$

$(1000+8+20+R+8) = 22$ celdas, 20 octetos relleno en la última

$$t_{\text{r2_r1}} = 22*(53*8)/128.000 + 53*8/512.000 = 72,875 \text{ msg} + 0,828 \text{ msg} = 73,703 \text{ msg}$$