

**2006-09-07-01-S01**

## **PROBLEMA 1**

Una empresa dispone de una Red de Área Local (LAN) 100 BASE T, realizada a través de un Conmutador Ethernet apilable, al cual están conectados 60 empleados con sus respectivos ordenadores personales (PC's). La arquitectura de comunicaciones está basada en el conjunto de protocolos TCP/IP.

En la LAN se dispone, además, de un Router para la conexión a Internet.

1. Considere que el acceso a Internet es por RTC (Red Telefónica Conmutada). Para ello, el Router incluye una tarjeta de MODEM a 56 kbps, y utiliza PPP como protocolo de nivel de enlace.

- a) Dibuje las torres de protocolos de un equipo de empleado cualquiera, del Conmutador Ethernet y del Router.
- b) Calcular, en bits/s, la **máxima** transferencia de datos de nivel de aplicación que se produce en descargas de Web a un equipo de empleado, suponiendo que el protocolo Http no añade ninguna cabecera, que los protocolos TCP e IP añaden 20 octetos cada uno de ellos, que el protocolo PPP añade 6 octetos, que cada segmento TCP se transporta en un único datagrama IP, y que el Router no fragmenta.

Considere, para este caso, despreciables los tiempos de proceso, de propagación, así como el tiempo de transmisión en la LAN. La conexión TCP se supone establecida y no se consideran los ACK's.

- c) Repita el apartado anterior, pero teniendo en cuenta el tiempo de transmisión en la LAN. Dibuje el cronograma, a nivel físico, de la comunicación en la LAN.

**NOTA:** En ambos casos, la situación más favorable es cuando la máxima longitud del datagrama IP cabe en una trama Ethernet.

2. Considere, ahora, que el acceso a Internet es por ADSL. En este caso, el Router incluye el MODEM ADSL y la funcionalidad ATM.

2.1 Si se pretende que el 40%, como mínimo, de los empleados pueda acceder simultáneamente a Internet, qué servicio ADSL habría que contratar, sabiendo que el tráfico medio que genera cada usuario conectado a Internet es de 2.000 octetos en sentido descendente (desde Internet) y una centésima parte de ese tráfico en sentido ascendente (hacia Internet).

ADSL Básico:	1 Mbps (descendente)	320 kbps (ascendente)
ADSL Class:	2 Mbps ( “ )	320 kbps ( “ )
ADSL Avanzada:	4 Mbps ( “ )	512 kbps ( “ )
ADSL Premium:	8 Mbps ( “ )	640 kbps ( “ )

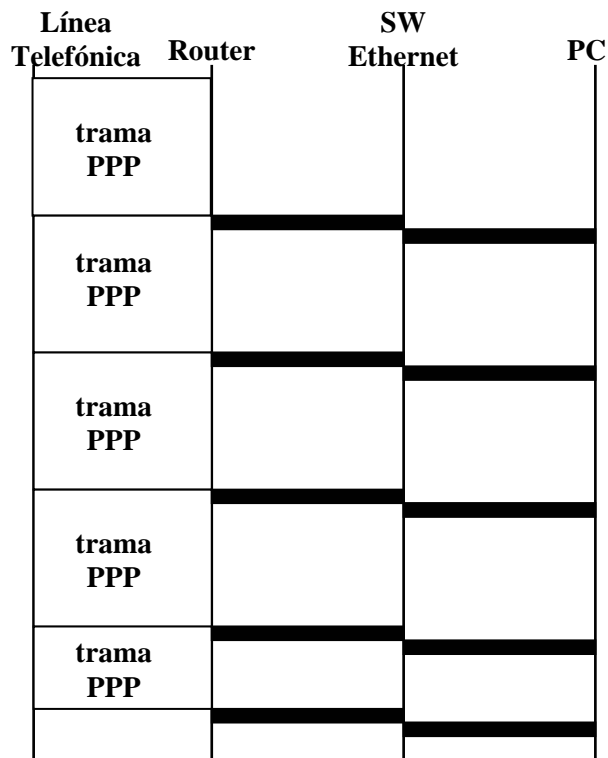
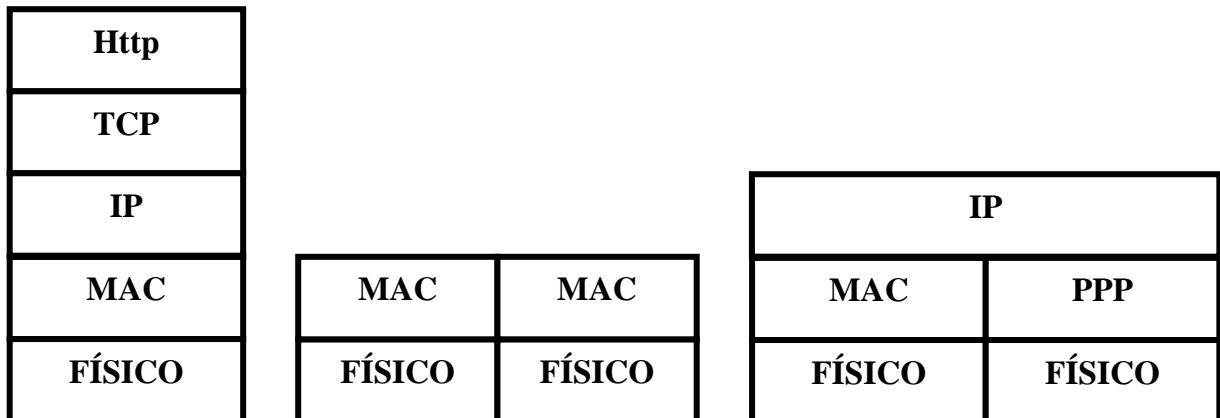
**NOTA:** Tenga en cuenta que los operadores sólo garantizan el 10 % de dichas velocidades.

2.2 Suponga que se ha contratado el servicio ADSL Class, funcionando al 100% de su capacidad.

- a) Dibuje las torres de protocolos de un equipo de empleado cualquiera, del Conmutador Ethernet y del Router.
- b) Calcular la **máxima** transferencia de datos de nivel de aplicación que se produce en descargas de Web, con las mismas suposiciones hechas en el apartado 1.b) respecto a Http, TCP, IP y tiempos de proceso, propagación y de transmisión en la LAN. Con respecto a ATM, se utiliza AAL5 como protocolo de nivel de adaptación ATM, el cual añade una cola de 8 octetos. La celda ATM añade, por su parte, una cabecera de 5 octetos.
- c) Repita el apartado anterior, con todas las suposiciones hechas en él, pero considerando ahora que existen errores de transmisión, uniformemente distribuidos, y que afectan al 1 por mil de las celdas transmitidas.

## SOLUCIÓN

1.a)



1.b) . N° de tramas PPP que llegan al Router:

$$56.000 / 1.506 \times 8 = 4,65 \text{ tramas PPP/s}$$

$$\begin{aligned} \text{. bits INFO/trama} &= (1.500 - 20 - 20) \times 8 = \\ &= 11.680 \text{ bits} \end{aligned}$$

. Despreciando el tiempo de transmisión en la LAN:

$$\mathbf{V_{\text{máx.}} = 54,312 \text{ kbps}}$$

1.c) Si se considera este tiempo (ver cronograma):

$$\begin{aligned} t_T &= 4,65 \times 1.506 \times 8 / 56.000 + \\ &2 \times (975 + 26) \times 8 / 10^8 = \\ &= 1,00016 \text{ seg.} \end{aligned}$$

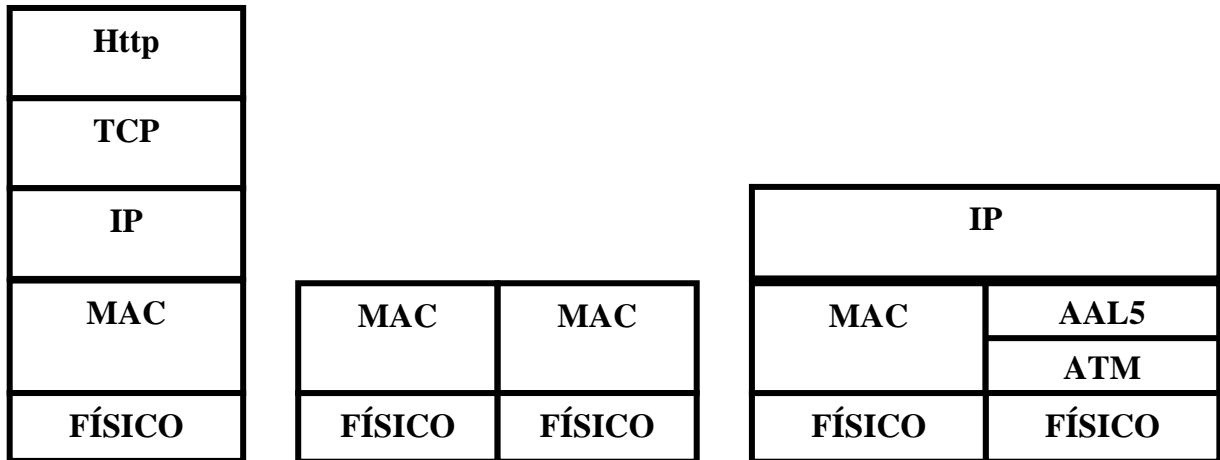
$$\mathbf{V_{\text{máx.}} = 54,303 \text{ kbps}}$$

2.1 Tráfico descendente:  $60 \times 0,4 \times 2.000 \times 8 = 384 \text{ kbps}$

Tráfico ascendente: 3,84 kbps

Considerando que los operadores sólo garantizan el 10% de las velocidades del servicio contratado, en sentido estricto habría que contratar el servicio ADSL Avanzada. Lo lógico, sin embargo, sería contratar el servicio ADSL Class e incluso el ADSL Básico.

2.2.a)



2.2.b)

Nº de celdas ATM que llegan al Router:

$$2 \times 10^6 / 53 \times 8 = 4.716,98 \text{ celdas / seg.}$$

$$\text{UDP\_AAL5: } 1.500 + \text{PAD} + 8 \Rightarrow (1.500 + \text{PAD} + 8) / 48 = 32 \text{ celdas ATM}$$

Nº de datagramas IP:

$$4.716,98 / 32 = 147,4 \text{ datagramas / seg.}$$

$$\mathbf{V_{\text{máx.}} = 147,4 \times (1.500 - 20 - 20) \times 8 = 1,72 \text{ Mbps}}$$

2.2.c)

Tasa de celdas ATM erróneas = 0,1 %

Probabilidad de error de cada datagrama IP y, por lo tanto, de cada segmento TCP =  
 $32 \times 0,1 = 3,2 \%$  con los errores uniformemente distribuidos.

$$96,8\% \text{ (datagramas IP sin errores)} \times 147,4 = 142,68 \text{ datagramas IP / seg.}$$

$$\mathbf{V_{\text{máx.}} = 142,68 \times (1.500 - 20 - 20) \times 8 = 1,67 \text{ Mbps}}$$