

## 2011-07-14-01-S01

Se quiere establecer una conexión entre dos ordenadores, A y B, de acuerdo con la arquitectura de comunicaciones TCP/IP, protocolo de nivel de transporte TCP, para lo cual se barajan tres alternativas:

- a) Utilizar un enlace punto a punto E1(2,048 Mbps) entre ellos, con protocolo PPP a nivel de enlace.
- b) Establecer un Circuito Virtual Permanente (CVP) a través de una red ATM con accesos físicos E1. El CVP atraviesa cinco conmutadores ATM que a su vez están interconectados mediante cuatro enlaces punto a punto E1.
- c) Establecer el enlace a través de una red IP con accesos físicos E1. El enlace atraviesa cinco routers IP que a su vez están interconectados mediante cuatro enlaces punto a punto E1 y protocolo PPP a nivel de enlace.

Por la conexión se van a enviar datagramas IP, todos ellos de 1500 octetos de longitud total

La información viaja por 1.177 Kms de fibra óptica en todos los casos (las tres alternativas utilizan la misma infraestructura a nivel de cableado). El retardo debido al resto de elementos de la red se considera despreciable.

Se le pide que:

1. Para cada una de las alternativas, dibuje la torre de protocolos completa de los dispositivos que intervienen en la comunicación. (1 punto)
2. Para cada una de las alternativas, dibuje el cronograma a nivel físico correspondiente al envío de un datagrama IP. (2 puntos)
3. Para cada una de las alternativas, calcule el tiempo total desde que se envía un datagrama IP hasta que se recibe en el otro extremo. (2 puntos)

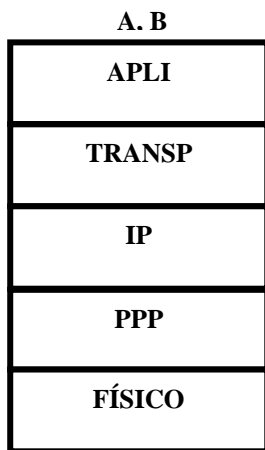
DATOS:

- La velocidad de propagación de la señal por la fibra es de 200.000 kms/s
- La MTU para el enlace punto a punto es de 1500 octetos
- El protocolo PPP añade 6 octetos de sobrecarga (cabeceras y colas)
- Las celdas ATM tienen un tamaño de 53 octetos, de los cuales 5 son de cabecera y el resto de datos.

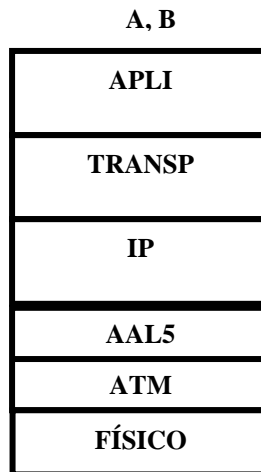
Considere que se utiliza como capa de adaptación de IP a ATM, AAL5.

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

Datos de usuario (N octetos)	Relleno (0-47 octetos)	Control (8 octetos)
------------------------------	---------------------------	---------------------



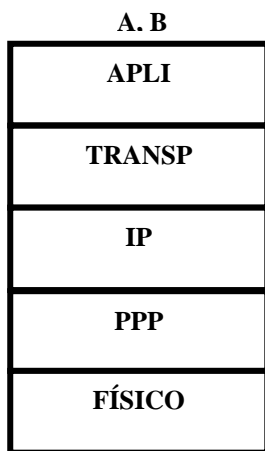
1.b)



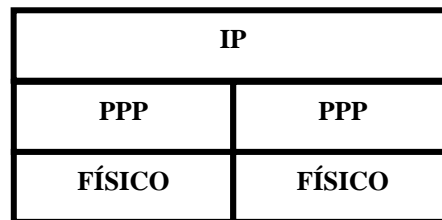
**Sw's ATM**



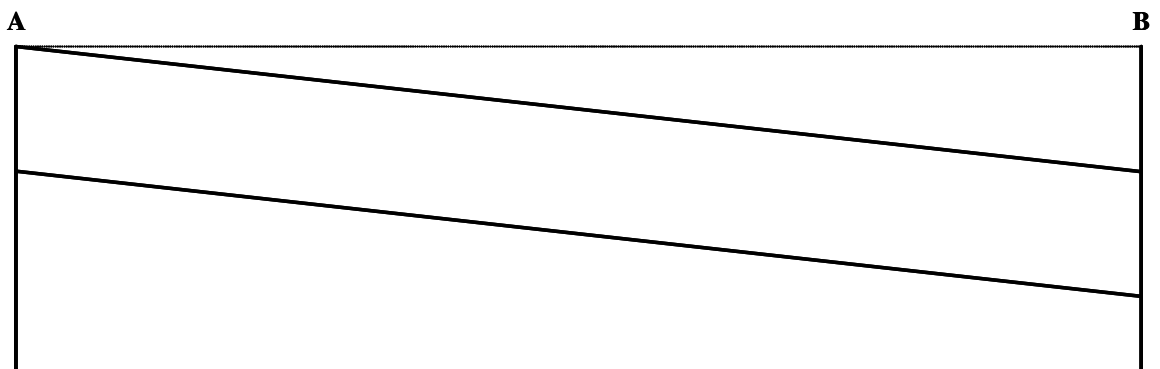
1.c)



**Routers IP**



2,3.a)



Las tramas serán de  $1506 * 8 = 12.048$  bits.

Una trama de 12.048 bits tarda en enviarse por una línea de 2,048 Mbits/s:

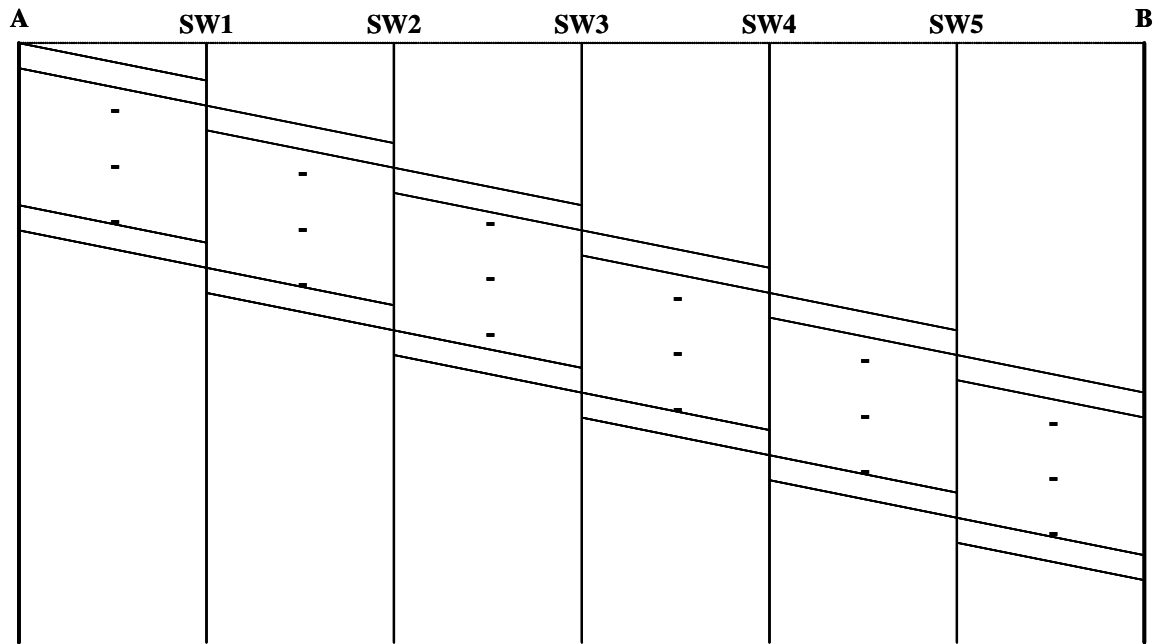
$$12048/2048000 = 0,00588 \text{ s} = 5,88 \text{ ms.}$$

Además está el retardo de propagación, esto es función de la distancia física a cubrir y es independiente de la longitud de la trama. La señal viaja por la fibra óptica a una velocidad de 200.000 Km/s, por lo que para recorrer 1.177 Kms tardará:

$$1177/200000 = 0,00588 \text{ s} = 5,88 \text{ ms.}$$

El retardo del enlace punto a punto será la suma de ambos factores, o sea  $5,88 + 5,88 = \underline{11,76 \text{ ms}}$

2,3.b)

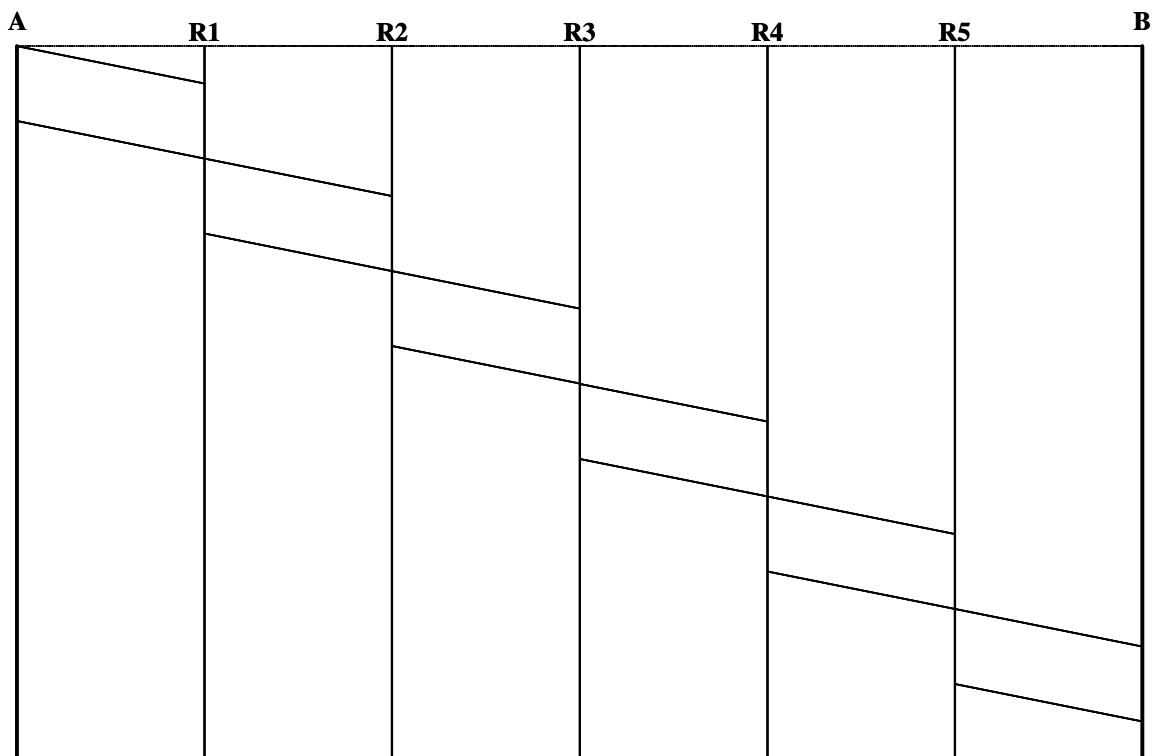


$$\text{UDP\_AAL5} = 1.500 + \text{PAD} + 8 \text{ octetos}$$

Con la condición de ser múltiplo de 48 octetos, el envío de un datagrama IP se corresponde con el envío de 32 celdas ATM, de tamaño 53 octetos, cada celda.

$$T = t_p + 32 t_t, \text{ celda} + 5(t_p + t_t, \text{ celda}) = 6 t_p + 37 t_t, \text{ celda} = 5,88 \text{ ms} + 37 * 53 * 8 / 2048000 = \underline{\underline{13,54 \text{ ms.}}}$$

2,3.c)



$$T = 6(t_p + t_t, \text{ trama}) = 5,88 \text{ ms} + 6 * 1506 * 8 / 2048000 = \underline{\underline{41,16 \text{ ms.}}}$$