



## Ejercicio de resolución personal nº 4.

Un host conectado a una red de conmutación de paquetes metropolitana, implantada mediante “switches” y enlaces “ptp” tipo “ethernet”, desea transmitir un mensaje a otro host conectado a la misma red.

Los paquetes generados por el host origen atraviesan la red pasando por dos de sus “switches” que están conectados directamente entre sí con un enlace de 100 Mbps y de 5 km de longitud.

Los bucles de abonado de esta red son ADSL a 1 Mbps/128kbps y de 3 km de longitud típicamente; sus extremos son DSLAMs y ATU-Rs, ambos con funcionalidad de router IP.

Los ATU-R proporcionan localmente redes 100 Mbps con alcance de 100 m donde se conectan los hosts mencionados. Los DSLAM están situados en los mismos edificios donde están los “switches” que manejan el tráfico indicado.

Los DSLAMs están conectados por red local conmutada de 1Gbps a los “switches”; la distancia entre ambos es inferior a 100 m.

Esta red tiene un sistema adicional de respaldo basado en la red telefónica conmutada convencional (PSTN). Para implantar este respaldo cada “host” tiene conectado un módem telefónico de 33,6 kbps que accede directamente a la red PSTN a través del acceso telefónico que incluye el bucle de abonado en ADSL.

En el caso de usar el sistema de respaldo, la información entre los dos hosts mencionados cruza por dos centrales telefónicas que están conectadas directamente mediante un enlace troncal en el que hay un múltiplex TDM E3. Las longitudes de los enlaces no cambian respecto a la solución de red con “switches”.

El software de comunicaciones se estructura según el modelo de referencia de internet (TCP/IP). Los hosts utilizan el protocolo PPP (Point to Point Protocol) para pasar paquetes IP tanto por el sistema principal, ADSL-DSLAM, como por el de respaldo, PSTN.

El mensaje a transmitir desde el host origen es una PDU de aplicación de 100 octetos con cabeceras de aplicación de tamaño despreciable, usa el transporte UDP. La transmisión ha de ser fiable por lo que el protocolo de aplicación incluye una protección contra errores del tipo “parada y espera”.

Se pide, incluyendo la parte de respaldo:

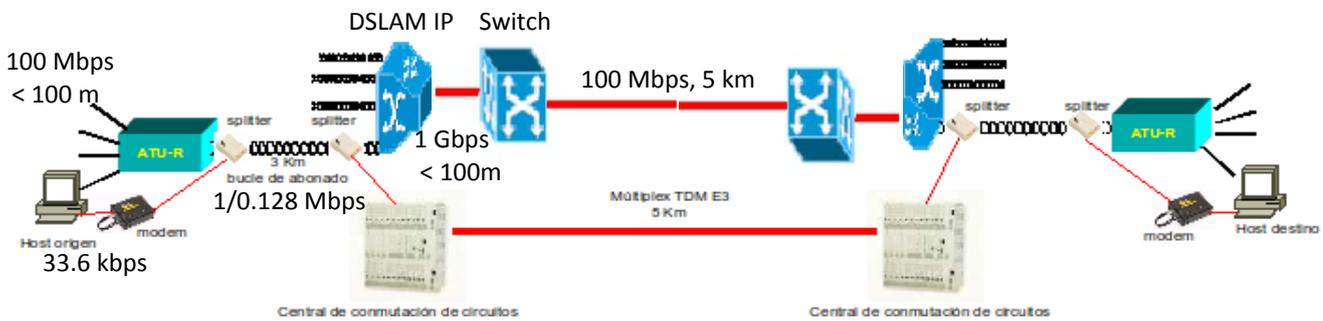
1. Dibujar la arquitectura de esta red.
2. Definir la torre de protocolos (“protocol stack”) de cada tipo de equipo en esta red.
3. Definir el nivel físico óptimo a emplear en cada uno de los enlaces “Ethernet” involucrados en la transmisión del mensaje. Indicando si es cable de pares o fibra; categoría en el caso de los cables y nombre del estándar en el caso de las fibras.
4. El cronograma, incluyendo datos cuantitativos, de paso del mensaje entre los dos hosts cuando se usa el sistema de respaldo

Se puede suponer que:

- Para los equipos con torres de protocolos siguiendo el modelo TCP/IP basta con indicar la red y/o tecnología que implanta el nivel de “link” de dicho modelo
- La tasa de error de bit que ofrecen los niveles físicos es despreciable.
- Las redes están muy poco cargadas.
- La velocidad de propagación de los medios físicos es de 200000 km/s.
- El tiempo de procesamiento de los paquetes en los equipos es despreciable.
- Las cabeceras de los protocolos PPP e inferiores son despreciable y ambos protocolos tienen sus conexiones establecidas anteriormente.
- El mensaje enviado no se fragmenta en ningún equipo de la red.

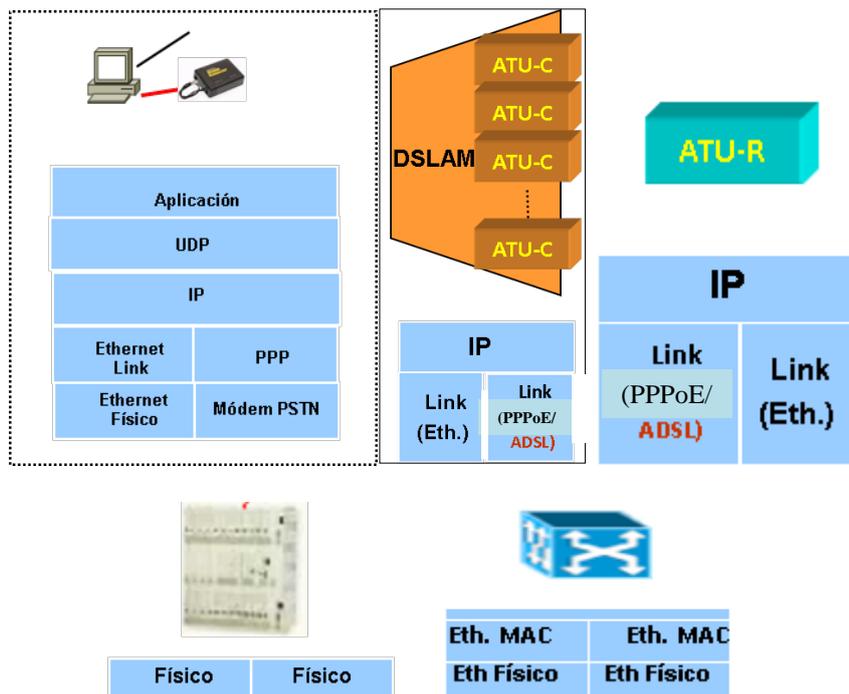
## Solución al Ejercicio de resolución personal nº 4.

### 1.- Arquitectura



### 2.- Torres de protocolos de cada tipo de equipos:

Cada medio físico conectado a un equipo ha de tener su nivel físico y su nivel de enlace correspondientes por lo que las torres de protocolos en el ATU-R y en el DSLAM tienen que tener replicas de estos protocolos.



### 3.- Nivel físico a emplear en enlaces “Ethernet”.

Siguiendo las características de los medios físicos Ethernet expuestos en la sección 2.6, se puede construir la siguiente tabla.

	Alcance máx.	Velocidad máx.	Cobre/fibra	Categoría/Estándar
Entorno Local en el Host	100 m	100Mbps	Cobre	Cat. 5e/Clase D
Entorno Local del DSLAM	100 m	1 Gbps	Cobre	Cat. 6/Clase E
Enlace entre Switches	5 Km	100 Mbps	Fibra	1000BASELX -monomodo

### 4.- Calcular el retardo del mensaje entre los dos hosts suponiendo que la llamada entre los dos módems y el protocolo PPP ya se hayan establecido.

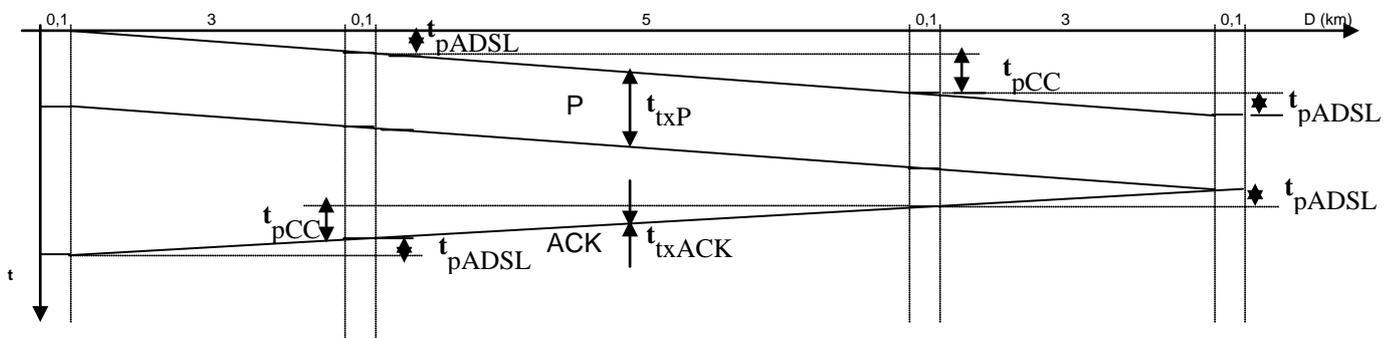
La red telefónica es una red de conmutación de circuitos. El circuito establecido es un “bit stream” extremo a extremo de velocidad constante que ocupará un “slot” dentro del múltiplex E3.

Las PDUs en este caso son:

- PDU de aplicación: 100 octetos, incluye HDRapp ~0 octetos
- PDU de UDP: 108 octetos, incluye HDRudp = 8 octetos.
- PDU de IP: 128 octetos, incluye HDRip = 20 octetos.
- PDU de PPP e inferiores: 128 octetos, incluye varias cabeceras de tamaño despreciable

El ACK será una PDU de aplicación que al llegar al nivel físico tendrá 0 + 8 + 20 + 0 octetos

Asumiendo que el circuito está previamente establecido y lo mismo para el protocolo PPP, el retardo vendrá por tanto determinado únicamente por el tiempo de transmisión de los paquetes a la velocidad del “bit stream” y por los tiempos de propagación. Según se muestra en la figura.



$$t_{txP} = 128 \times 8 \text{ bits} / 33,6 \text{ kbps} = 45,3 \text{ ms}$$

$$t_{txACK} = 28 \times 8 \text{ bits} / 33,6 \text{ kbps} = 6,6 \text{ ms}$$

$$t_{pCC} = 5 \text{ km} / 200 \text{ km/ms} = 0,025 \text{ ms} \approx 0 \text{ ms}$$

$$t_{pADSL} = 3 \text{ km} / 200 \text{ km/ms} = 0,015 \text{ ms} \approx 0 \text{ ms}$$