

Curso 2016-2017

Problemas de redes de computadores

Temas 3: Redes WAN



POLITÉCNICA

Tema 3. REDES DE ÁREA EXTENSA (WAN)



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

PROBLEMAS RESUELTOS

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 1. Tiempos de envío de los paquetes

Considere que entre los siguientes equipos (A, B, C, D), la transferencia de información se realiza siguiendo un modelo de conmutación de paquetes.



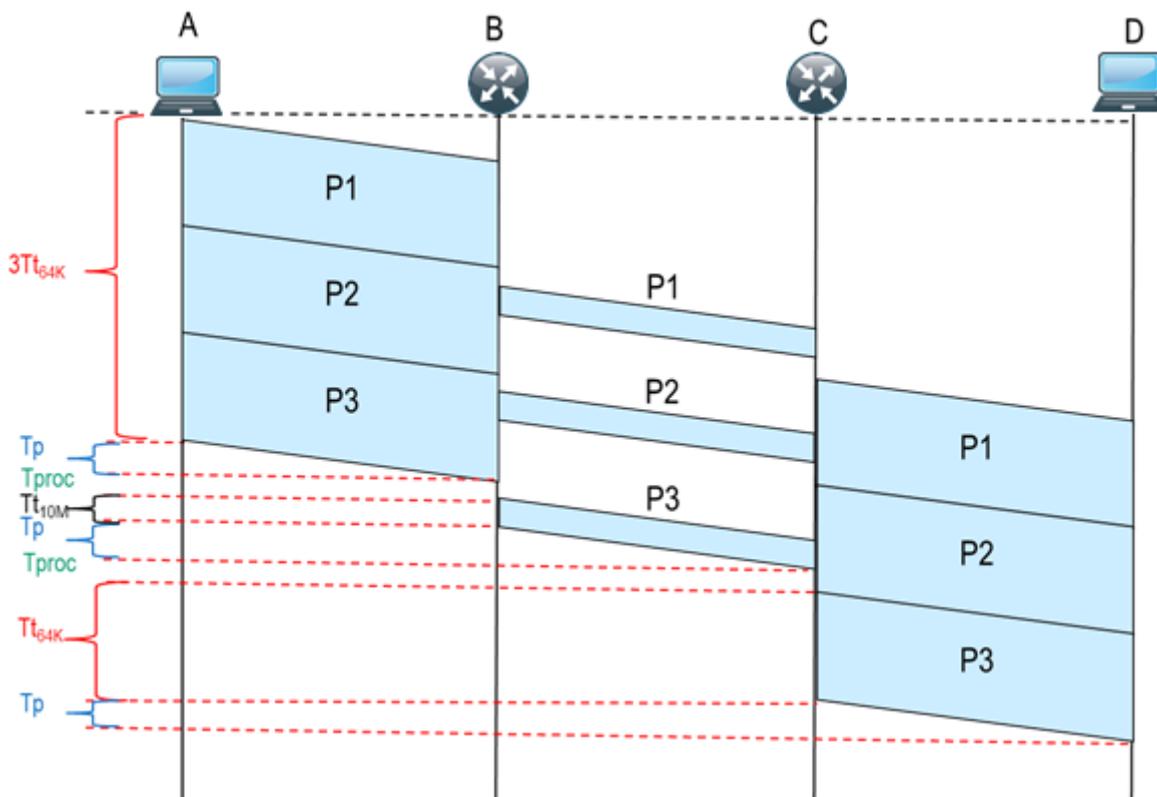
Dibujar el cronograma y calcular el tiempo que se tardaría en enviar de A a D los 3 paquetes que forman un mensaje dado en las siguientes condiciones:

- 1) Enlaces A-B y C-D: $V_t = 64 \text{ Kbps}$ Enlace B-C: $V_t = 10 \text{ Mbps}$
- 2) Enlaces A-B y C-D: $V_t = 10 \text{ Mbps}$ Enlace B-C: $V_t = 64 \text{ Kbps}$

En ambos casos considere las siguientes características:

- Tamaño total del paquete (incluidas todas las posibles cabeceras) = 160 octetos
- Retardo de propagación = 2 mseg.
- Tiempos de proceso en nodos = 1 mseg

SOLUCIÓN 1

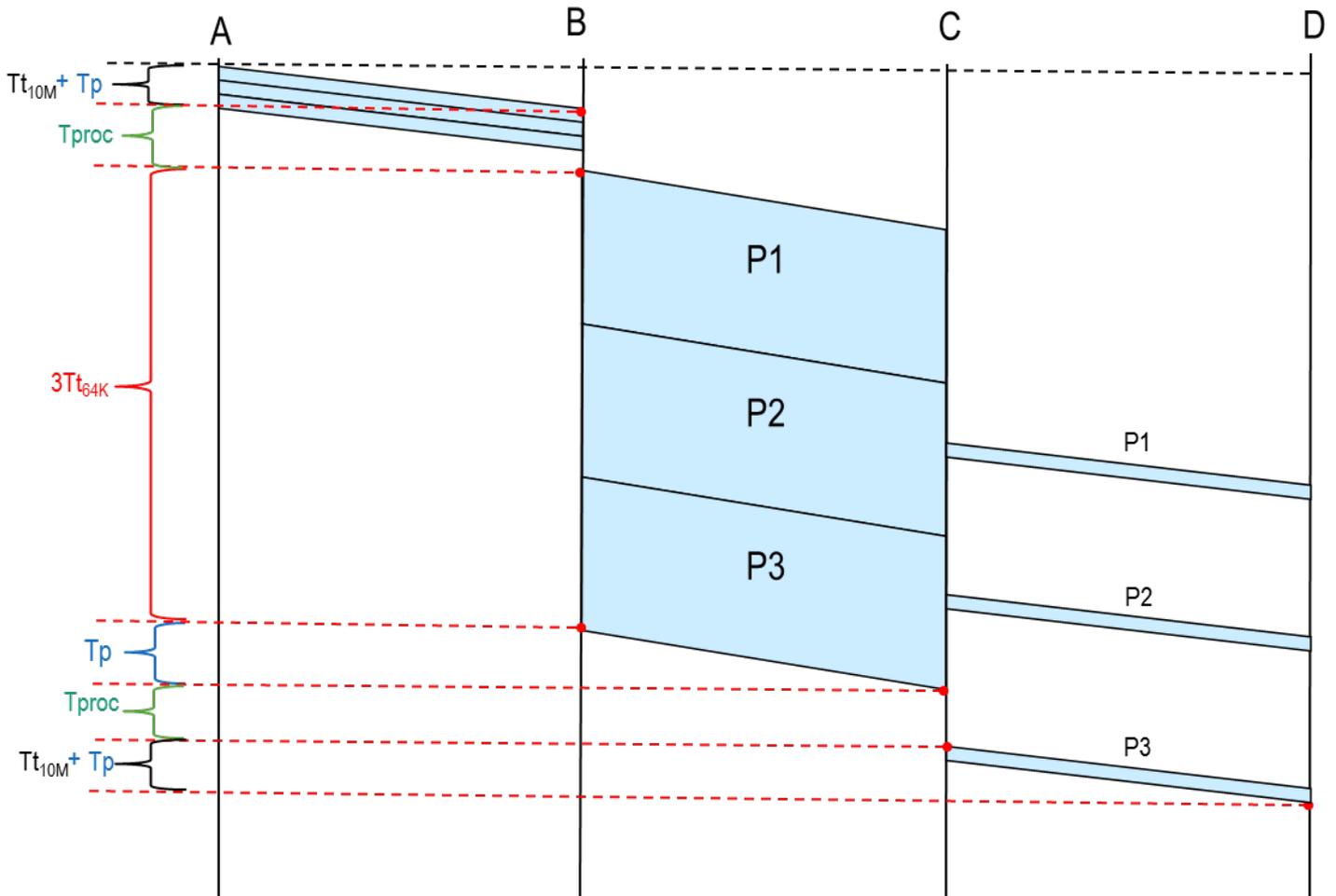


$$T_{total} = 4T_{t64k} + T_{t10M} + 3T_{prop} + 2T_{proc} =$$

$$4 \times \frac{(160 \times 8)b}{64 \frac{b}{ms}} + \frac{(160 \times 8)b}{10000 \frac{b}{ms}} + 3 \times 2ms + 2ms = 88.128ms$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

SOLUCIÓN 2



$$T_{total} = 3T_{t_{64k}} + 2T_{t_{10M}} + 3T_{prop} + 2T_{proc} =$$

$$3 \times \frac{(160 \times 8)b}{64 \frac{b}{ms}} + 2 \times \frac{(160 \times 8)b}{10000 \frac{b}{ms}} + 3 \times 2ms + 2ms$$

$$= 68.256ms$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 2. Servicio de teleeducación mediante ADSL

Una Escuela de Negocios quiere implantar una aplicación de teleeducación para que los alumnos puedan acceder vía web a los contenidos de los cursos que se están impartiendo de forma presencial.

El sistema funciona mediante un navegador web, de tal forma que el alumno accede mediante el navegador a un servidor que le envía los contenidos en forma de páginas web.

Se realiza un estudio preliminar que determina que por término medio se van a conectar simultáneamente el 50% de los alumnos del curso. Inicialmente en una fase piloto se van a lanzar exclusivamente 2 cursos con 40 alumnos cada curso.

Este estudio indica que el proceso de un alumno que está conectado es el siguiente:

1. El alumno accede a una página web.
2. El alumno consulta durante 10 segundos la página.
3. Pasados esos 10 segundos, vuelve a pedir una nueva página, la consulta durante otros 10 segundos y así sucesivamente hasta que deja de estar conectado.

Por término medio, las páginas que se visitan tienen una extensión de 4380 octetos.

Una vez desarrollada la aplicación surge el problema de contratar su alojamiento en un proveedor de Internet. El parámetro que hay que definir para su contratación es el ancho de banda necesario para que la aplicación funcione correctamente.

Pregunta 1. Calcule la capacidad media de la línea de comunicación que hay que conectar al servidor para que se pueda cursar el tráfico con los clientes.

SOLUCIÓN

Si Ethernet impone un tamaño máximo de 1500 octetos tendremos que en 3 paquetes deben llevarse $4380/3=1460$ octetos de datos de usuario, por tanto:

$$\text{Longitud_Paquete IP} = 1460 + 20(\text{ip}) + 20(\text{tcp}) = 1500 \text{ Oct}$$

$$\text{Longitud_TramaEth} = 1500 + 26 = 1526 \text{ Oct}$$

$$\text{CAPACIDAD LÍNEA (bps)} = \frac{2 \text{ Cursos} \times 40 \frac{\text{alumnos}}{\text{curso}} \times 0,5 \times \frac{3 \times \text{TramasEth}}{\text{alumno}} \times \frac{1526 \times 8 \text{bits}}{\text{TramaEth}}}{10 \text{sg}} = \frac{2 \times 40 \times 0,5 \times 3 \times 1526 \times 8}{10} = 146496 \text{bps}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 2. Si el proveedor nos ofrece líneas múltiplo de 64kbps, y el coste económico es de 6 Euros/kbps al mes, calcule el coste mensual del alojamiento de la aplicación en el proveedor.

Nota: Suponga en este apartado que:

- ✓ Las peticiones de páginas tienen un tamaño despreciable.
- ✓ Las peticiones de los n clientes se reparten de forma homogénea a lo largo del tiempo

SOLUCIÓN

El múltiplo de 64K superior a 146496 es $64.000 \times 3 = 192.000$ bps, ósea **3 circuitos de 64kbps**, luego:

$$\begin{aligned} \text{COSTE MENSUAL} &= 6 \times \frac{\text{€}}{\text{kbps}} \times 3 \times 64\text{kbps} \\ &= 1152 \text{ €} \end{aligned}$$

Pregunta 3. Suponga que todas las peticiones y respuestas de los clientes se cursan a través del conmutador ATM. Si los n clientes hacen la petición al mismo tiempo y quieren recibir la página como muy tarde dentro de 1 segundo, calcule el número de celdas por segundo que debe cursar para responder en plazo a los clientes.

Nota: Considere despreciables (en número y tamaño) las peticiones de los clientes.

SOLUCIÓN

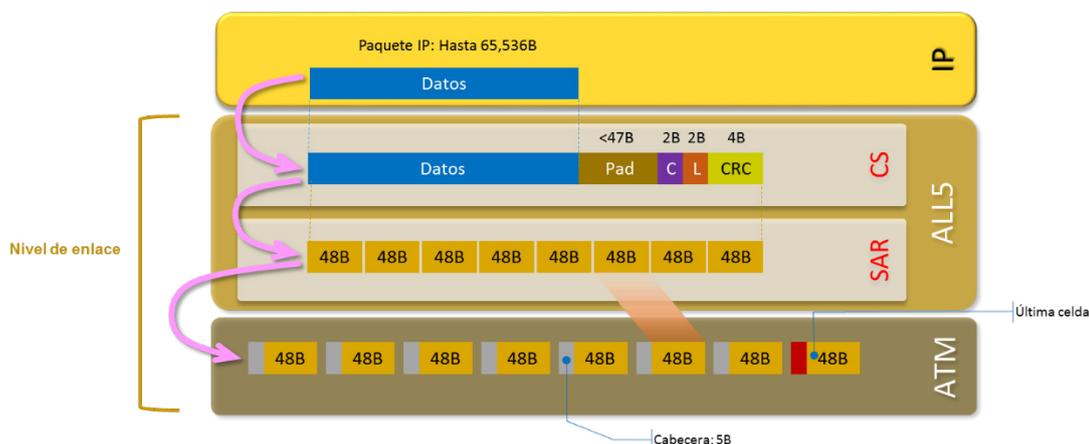
Según se ha visto en apartado anterior cada petición de un usuario genera **3 paquetes IP de 1500 octetos** (una página) de respuesta del servidor que se desea recibir en 1sg.

Nivel AAL5

Como se puede apreciar en la figura, AAL-5 forma una estructura que después trocea en unidades de 48 oct:

$$1500 + 8(\text{CRC} + \text{L} + \text{C}) + \text{Pad}$$

Como $1508/48 = 31,4$, el número de celdas tendrá que ser al menos 32.



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 4. Calcule la velocidad de acceso necesaria del enlace entre ATM-1 y R2 para cursar el tráfico generado.

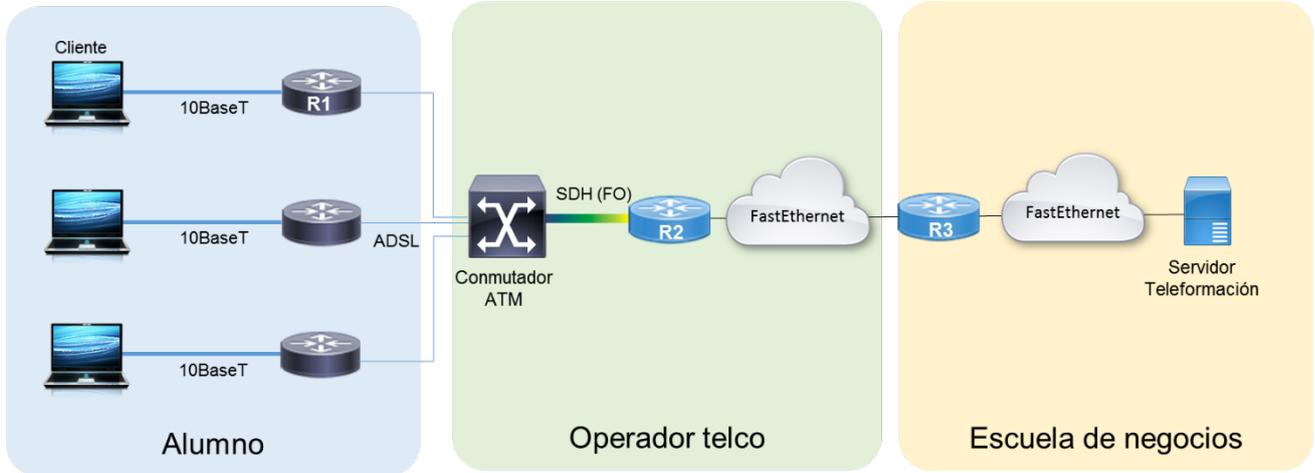
SOLUCIÓN

$$\begin{aligned} N^{\circ} \text{ de celdas por sg} &= \frac{40 \text{ Alumnos} \times 1 \frac{\text{Página}}{\text{Alumno}} \times 3 \frac{\text{paquetes}}{\text{página}} \times 32 \frac{\text{Celdas}}{\text{paquete}}}{1 \text{sg}} \\ &= 3840 \frac{\text{celdas}}{\text{sg}} \end{aligned}$$

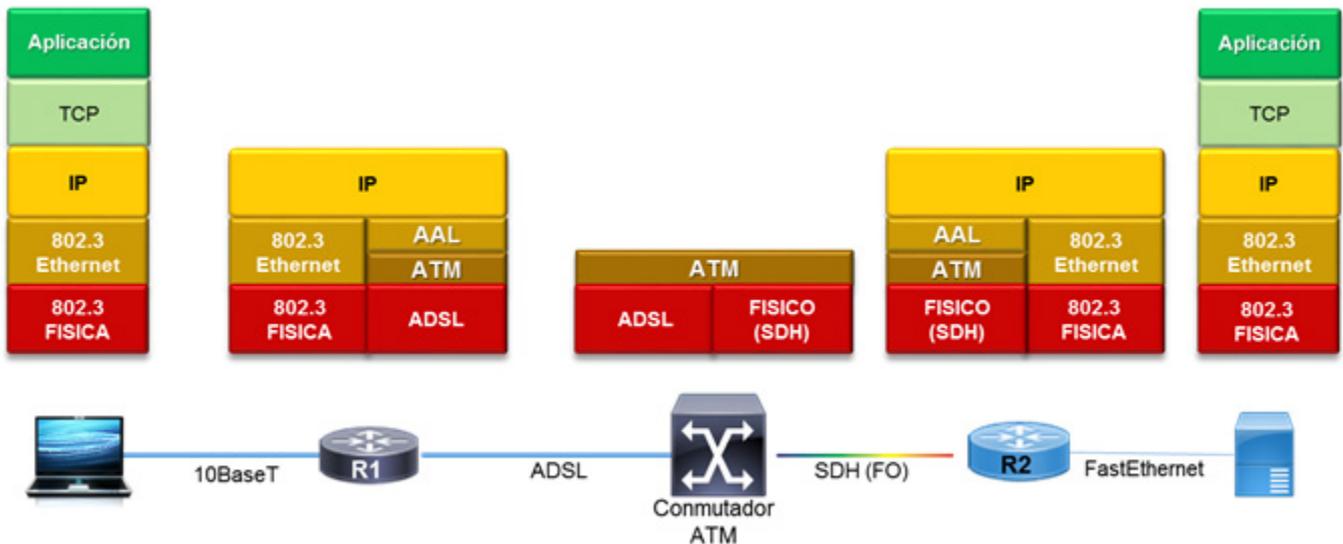
$$\text{Velocidad (bps)} = 3840 \frac{\text{celdas}}{\text{sg}} * 53 \frac{\text{Octetos}}{\text{celda}} * 8 \frac{\text{Bits}}{\text{Octeto}} = 1,628 \text{ Mbps}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 5. Los clientes se van a conectar mayoritariamente utilizando ADSL desde sus casas. Si la red que une al cliente PC con el servidor es la que se representa en la siguiente figura, dibuje las torres de protocolos del PC-cliente, R1, ATM-1, R2 y del servidor de teleformación.



SOLUCIÓN



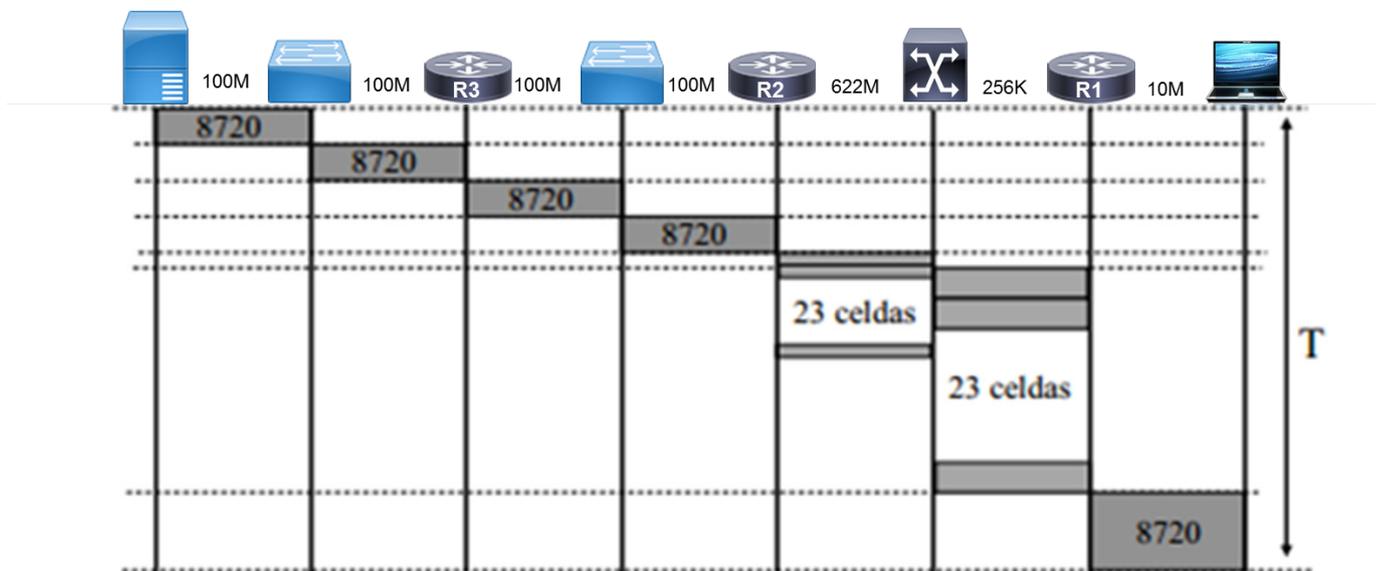
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 6. Calcule el tiempo que tarda en llegar una página web de 1024 octetos desde que el servidor la envía hasta que llega al cliente. Dibujar el cronograma correspondiente.

Suponga:

- Establecidas todas las conexiones necesarias: conexiones TCP y canales virtuales de ATM.
- Tablas ARP llenas.
- Enlace ADSL: 128 kbps de subida y 256Kbps de bajada.
- Velocidad acceso ATM sobre nivel físico SDH (JDS): 622 Mbps.
- Los conmutadores ATM funcionan con almacenamiento y reenvío.
- En la red ATM se utiliza AAL tipo 5 para enviar los datagramas IP.
- Tiempo de proceso y conmutación en routers y conmutadores despreciable.
- Cabeceras de IP y TCP de 20 octetos
- Dentro de cada red *Fast-Ethernet*, el cableado se realiza en estrella hacia un único conmutador.

SOLUCIÓN



Tamaño de la trama Ethernet= $1024 + 20(\text{ip}) + 20(\text{tcp}) + 26(\text{Eth}) = 1090$ octetos.

Como $1072/48=22,33 \Rightarrow$ se transmitirán por los enlaces ATM 23 celdas ATM de $[5(\text{cabecera ATM})+48 \text{ oct}]=53\text{oct}$ cada una

Luego el tiempo de envío de una página web será:

$$T = 4.T_{100M} + T_{622M} + 23.T_{256K} + T_{10M} \quad 1=$$

$$4 \times \frac{1090 \times 8}{100} + \frac{53 \times 8}{622} + 23 \times \frac{53 \times 8}{0.256} + \frac{1090 \times 8}{10}$$

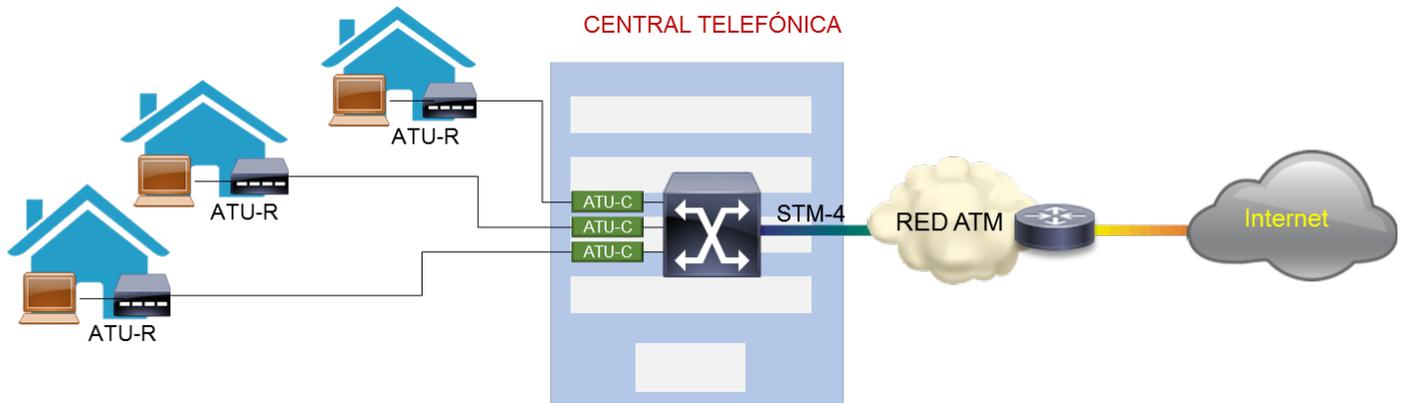
$$= 39315.2316720 \mu\text{s}$$

¹ Si expresamos las velocidades en Mbps el resultado será en microsegundos

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 3. Acceso a Internet mediante ADSL

Un operador de comunicaciones, provee de acceso a Internet, a sus abonados, a través de líneas ADSL con una infraestructura de red como la que se indica en la figura siguiente:



Cada abonado tiene un PC, conectado por una Ethernet 10-BaseT a un dispositivo ATU-R (Router IP y modulador-demodulador ADSL).

En el lado de la compañía de comunicaciones existe un armario (DSLAM) con una batería de ATU-C (modulador-demodulador ADSL) que da servicio a cada línea individual de abonado y les proporciona acceso multiplexado a un conmutador ATM, el cual a través de un interfaz WAN STM-4 a 622,08 Mbps proporciona acceso a la red ATM del operador y da salida a Internet.

Dos abonados conectados al mismo DSLAM, como se observa en la figura siguiente, comparten ficheros con una aplicación P2P (*peer to peer* -de igual a igual-), sobre una arquitectura de comunicaciones TCP/IP. Considere que, para simplificar, la conexión entre A y B se realiza con un único conmutador de celdas ATM como se esquematiza en la figura. Así mismo considere que para el nivel IP existe una ruta entre los ATU-R de A y de B, prescindiendo de otras consideraciones de encaminamiento.



Datos y consideraciones:

Están establecidos los circuitos virtuales ATM.

Considere que se utiliza como capa de adaptación de IP a ATM, AAL5. Las tablas ARP están llenas.

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Suponga que existe una ruta IP directa entre los ATU-R de A y B.

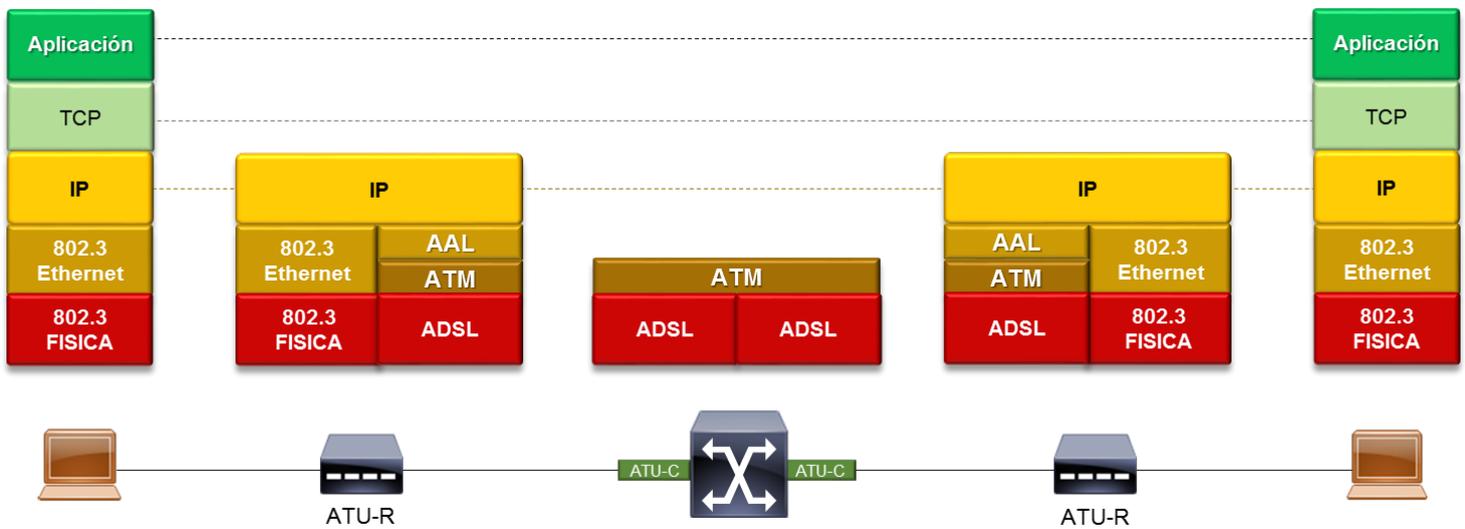
Velocidades ADSL: 256 Kbps desde el DSLAM al usuario y 128 Kbps desde el usuario hacia el DSLAM.

El tiempo de proceso y conmutación es despreciable en host, routers y conmutadores. Suponga que no existen opciones en las cabeceras

En estas condiciones se pide:

Pregunta 1. Dibuje la arquitectura de comunicaciones de todos los dispositivos implicados en la comunicación entre A y B.

SOLUCIÓN

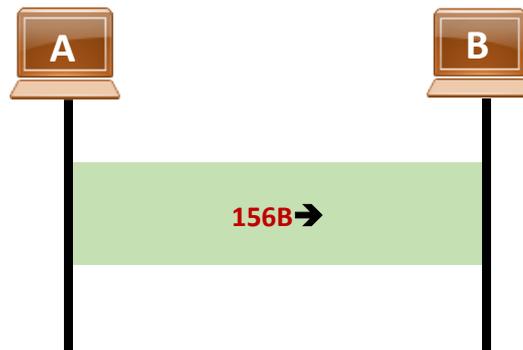


Problemas de RC.2016-17. Tema 3

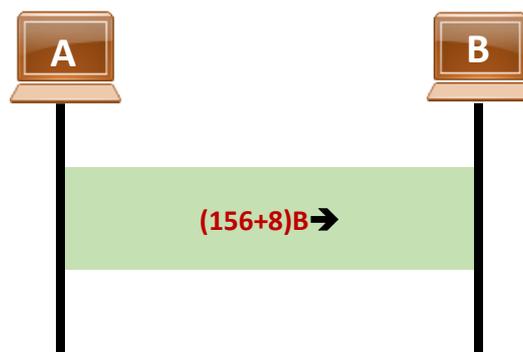
Pregunta 2. La aplicación de A envía un bloque de 156 octetos sobre transporte UDP a la aplicación de B. Dibuje un cronograma a nivel de aplicación y otro a nivel de transporte indicando, en ambos casos la longitud de las unidades de datos de protocolo en la transferencia de datos.

SOLUCIÓN

A nivel de aplicación



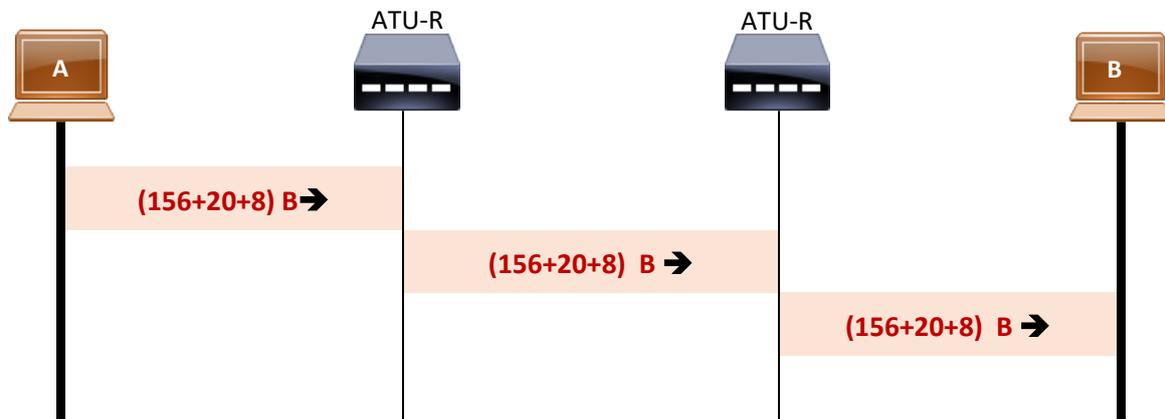
A nivel de transporte (UDP)



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 3. Dibuje un cronograma a nivel IP indicando la longitud de las unidades de datos de protocolo (PDU) en la transferencia.

SOLUCIÓN



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 4. Dibuje un único cronograma donde se especifiquen las tramas MAC y las celdas ATM, indicando la longitud de las unidades de datos de protocolo (PDU) en la transferencia.

Nota: cabecera MAC (incluido preámbulo)=26 octetos

SOLUCIÓN

El cronograma pedido es a nivel de enlace, por ello se visualizan todos los nodos entre el abonado A y el B. Los protocolos de enlace son Ethernet y ATM. A continuación se calculan los tamaños de sus PDUs.

Nivel IP

$$156 + 20(ip) + 8(tcp) = 184 \text{ octetos}$$

Nivel MAC Ethernet

$$184 + 26 \text{ (Eth)} = 210 \text{ octetos} = 1680 \text{ bits}$$

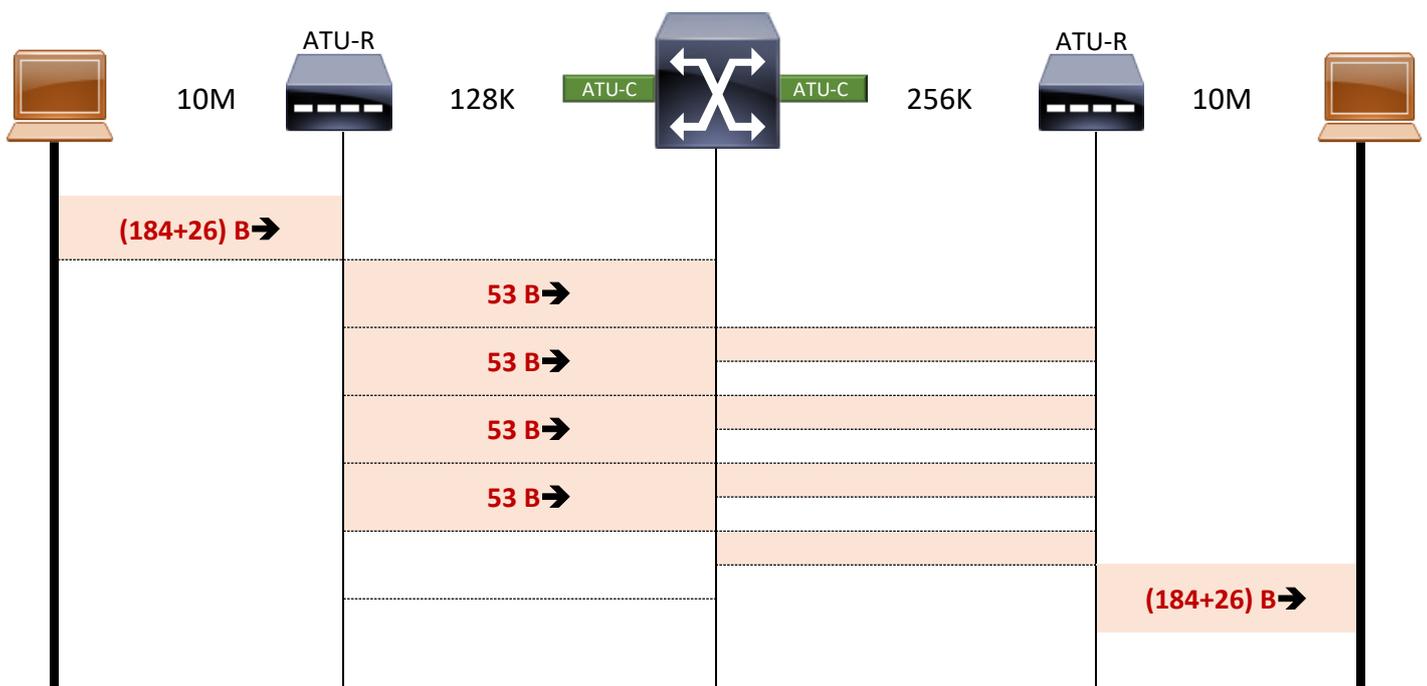
Nivel AAL5

El AAL-5 forma una trama que debe ser múltiplo de 48 (de aquí el relleno) tal como se indica en la figura y después la trocea en pedazos de 48 B:



En este caso como $\frac{184B+8B}{48\frac{B}{C}}=4$ no es necesario el relleno

Cada celda tendrá $5+48=53 \text{ octetos} = 424 \text{ bits}$



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 5. Calcule el tiempo invertido desde que la capa de aplicación de A envía los 156 octetos de datos hasta que la capa de aplicación de B los recibe.

SOLUCIÓN

T =

$$2 \times \frac{(184 + 26) \times 8b}{10^7 \frac{b}{s}} + 4 \times \frac{53 \times 8b}{128000 \frac{b}{s}} + \frac{53 \times 8b}{256000 \frac{b}{s}}$$

$$= 0.01524225s$$

$$= 15,242 \text{ msg}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 4. Sistema de recolección de datos con ADSL+ATM

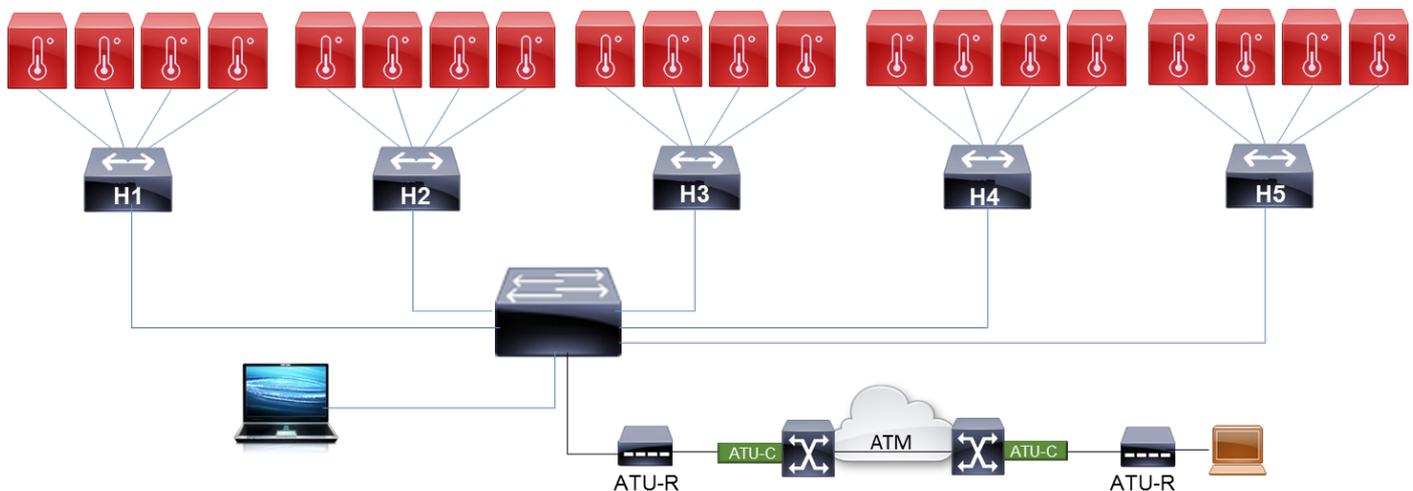
En una instalación industrial se instala un sistema de recolección de datos con una red de 20 sensores de temperatura. Cada sensor de temperatura está construido con un microprocesador que implementa TCP/IP con salida Ethernet. Los sensores se conectan a 5 Hubs, y estos a un Switch como puede verse en la figura.

Los sensores generan un mensaje a nivel de aplicación de 60 octetos cada segundo que entregan al protocolo UDP. Los datos generados por cada terminal incluyen: Identificación del terminal, contador de segundos, y temperatura del sensor.

Se pretende monitorizar los datos en un ordenador local y en una estación de control remota para lo que se usa una conexión ADSL existente.

El programa que monitoriza los datos, el mismo en ambas ubicaciones, atiende en el puerto 12.100

Por encima de ADSL tenemos una red ATM. La conexión ADSL contratada tiene una velocidad de 2Mbit/s de bajada y 1Mbit/s de subida.



Datos adicionales

- Se utiliza como protocolo de nivel de adaptación ATM, AAL5 que añade 8 octetos de cola
- El tamaño de la celda ATM es de 53 octetos (5 cabecera + 48 datos)
- La cabecera del protocolo UDP es de 8 octetos
- La cabecera del protocolo IP es de 20 octetos
- La cabecera de las tramas Ethernet es de 26 octetos

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 1. Dibuje las torres de protocolos desde la aplicación, que llamaremos “ComTemp”, y que corre en cada sensor remoto hasta la aplicación que corre en el ordenador local que llamaremos “MonTemp” a través de los elementos involucrados en la comunicación:

SOLUCIÓN



“S” representa la función de conmutación

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 2. ¿Qué tráfico (número de tramas por segundo y longitud de las mismas en bits) generan los 20 sensores, sin considerar colisiones?

SOLUCIÓN

Cada mensaje por segundo generado por un sensor se convertirá en una trama con la siguiente estructura:

$$60 (Ap) + 8 (UDP) + 20 (IP) + 26 (MAC) = 114 \text{ octetos}$$

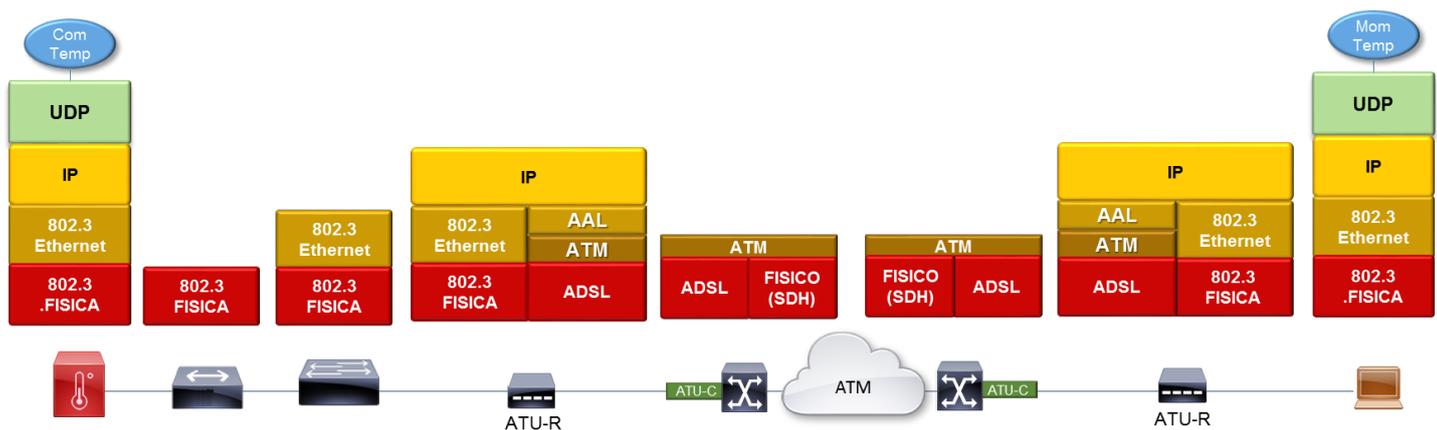
Por tanto, los 20 sensores, generan cada segundo:

$$20 \text{ sensores} \times 114 \frac{B}{\text{sensor}} \times 8 \frac{b}{B} = 18.240 \text{ bits}$$

Pregunta 3. Dibuje las torres de protocolos desde la aplicación “ComTemp”, que corre en los sensores, hasta la aplicación “MonTemp” que corre en la estación de control remota a través de los elementos involucrados en la comunicación:

Sensor -> Hub -> Switch -> Modem router -> Nodos ATM -> Host remoto

SOLUCIÓN



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 4. Indique el número de celdas generadas por el sistema de sensores en la red ATM en un segundo.

SOLUCIÓN

Cada mensaje por segundo generado por un sensor se convertirá en un paquete IP con la siguiente disposición:

Nivel IP

$$60 \text{ (Ap)} + 8 \text{ (UDP)} + 20 \text{ (IP)} = 88 \text{ octetos}$$

Nivel AAL5

Por cada paquete de 88 oct, el subnivel *Convergence Sublayer* de AAL-5 forma una estructura que después trocea en unidades de 48 oct:

$$88 + 8_{\text{(CRC+Long+Resev)}} + \text{Relleno} = 96 \text{ octetos}$$

Como $96/48=2$, el número de celdas tendrá que de ser 2 sin relleno.

Luego, como hay 20 sensores, estos generarán un tráfico de **40 celdas/sg** en la red ATM

Pregunta 5. ¿Qué porcentaje de ancho de banda consume la información generada por los 20 sensores, del disponible por el ADSL, en las condiciones anteriores?

SOLUCIÓN

Los 20 sensores dan lugar en la red ATM el siguiente tráfico:

$$40 \frac{c}{s} \times \frac{53B}{c} \times 8 \frac{b}{B} = \frac{16960 b}{s}$$

Sabiendo que la velocidad es 1Mbit/s de subida, porcentualmente representa:

$$\frac{16960}{10^6} \times 100 = 1.696\%$$

Pregunta 6. Comente brevemente qué podría hacer la aplicación “MonTem” cuando se dé cuenta que le falta una medida

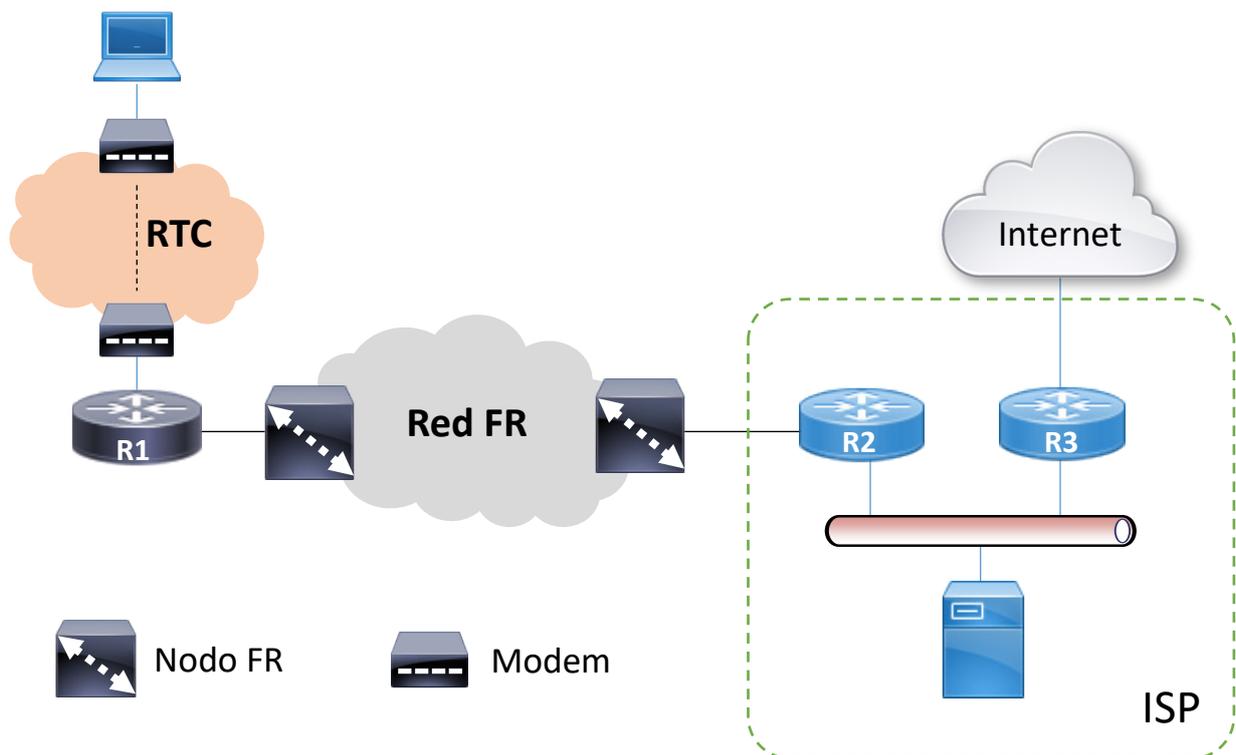
SOLUCIÓN

Como la aplicación va sobre protocolo UDP, no se hace control de secuenciamiento ni de errores. Luego, ante un error, la aplicación debe dar por perdido el dato. Por ello, lo razonable, será que la aplicación lo extrapole.

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 5. ISP con *Frame Relay*

La infraestructura privada de un ISP (*Internet service provider*) consta de una red local dotada de router de concentración (R2), un servidor con los servicios DNS, Radius, Firewall, e-mail, etc., un router (R3) con conexión WAN (Internet), y para dar acceso a sus abonados se han contratado a un operador público de telecomunicaciones servicios *Frame relay* y RTC.

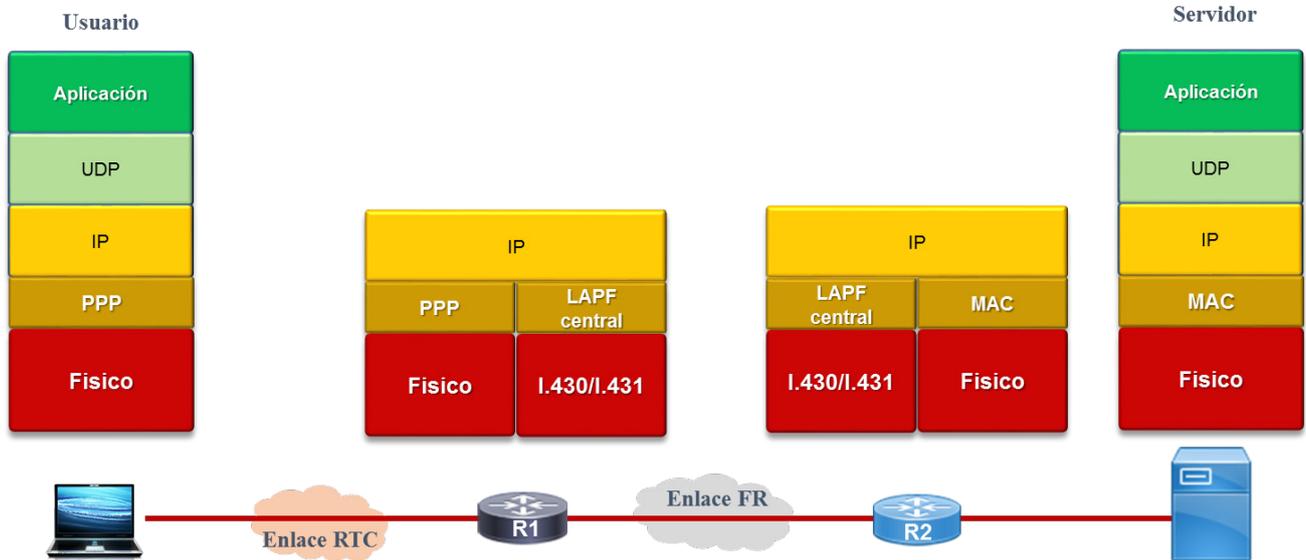


Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 1. Dibujar las torres de protocolos de los dispositivos indicados en la conexión entre un usuario y el servidor.

Nota: El protocolo de transporte es UDP

SOLUCIÓN



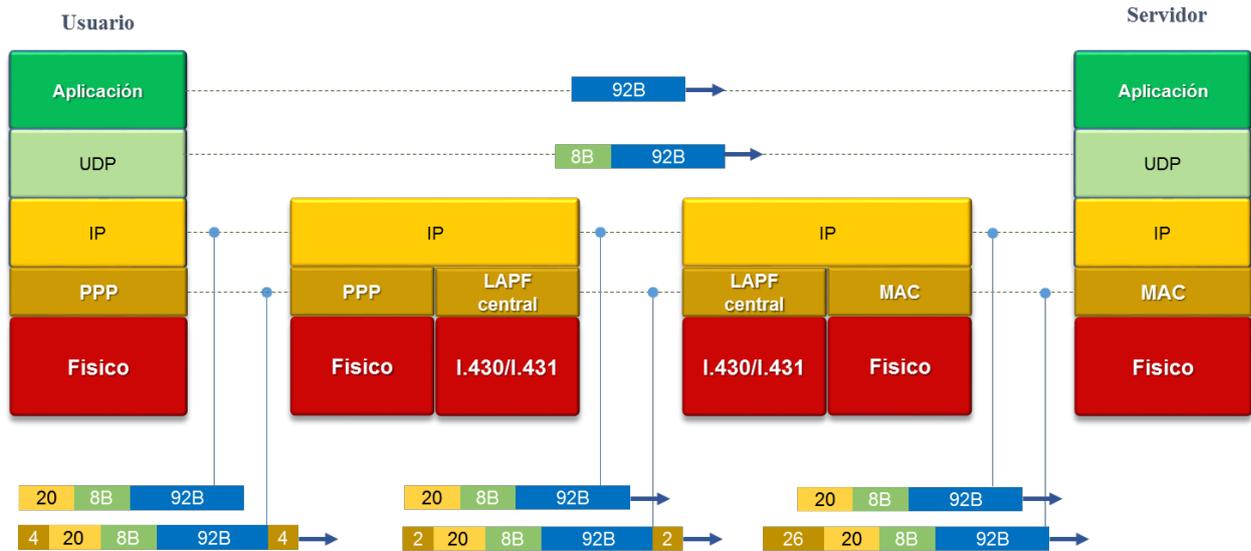
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 2. Obtener los formatos de los mensajes, datagramas, paquetes y tramas de FR, MAC y PPP producidos por una petición de la aplicación del usuario de 92 octetos y por la respuesta del servidor de 2000 octetos.

Nota: Cabecera de datagrama UDP =8B; Cabecera Paquete IP=20; Cabecera y cola de la trama PPP=4+4B; Cabecera y cola de la trama LAPF central=2+2B; Cabecera Ethernet=26B. MTU de Ethernet=1500B y la de FR supera los 4k.

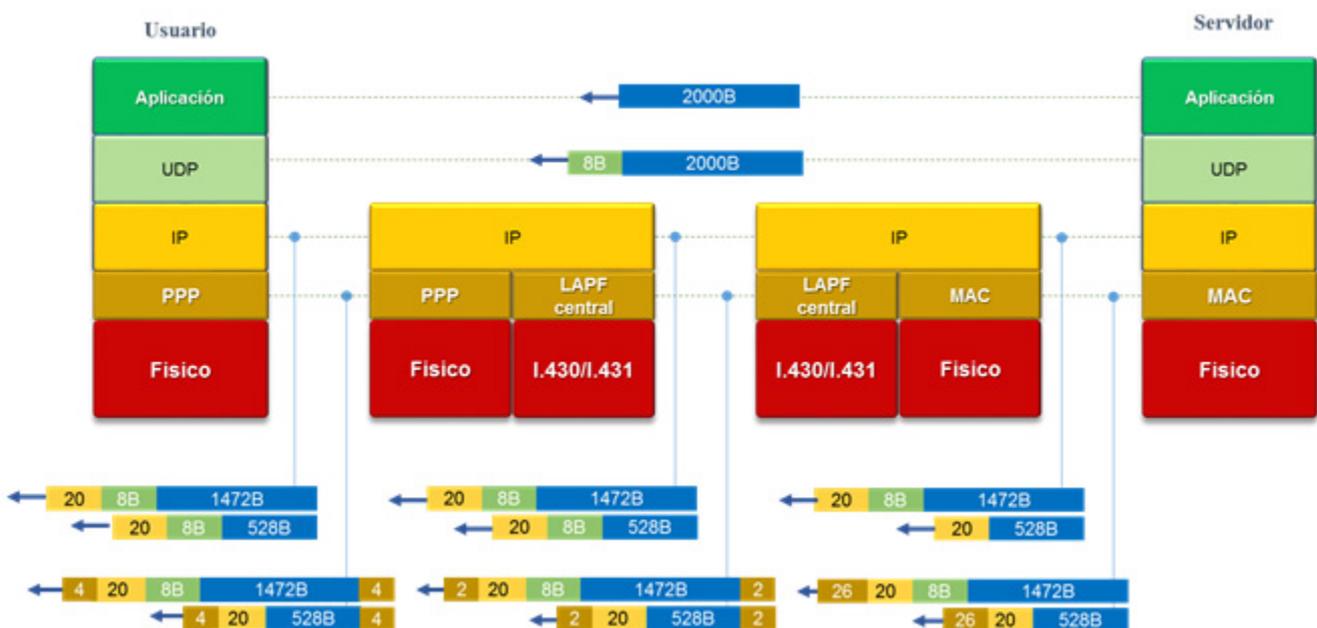
SOLUCIÓN²

Petición:



Respuesta:

El datagrama debe ser fragmentado por la capa IP del Servidor para adaptarse a la MTU de la red Ethernet (1500 bytes) y una vez fragmentado no se reensambla hasta el host destino del usuario



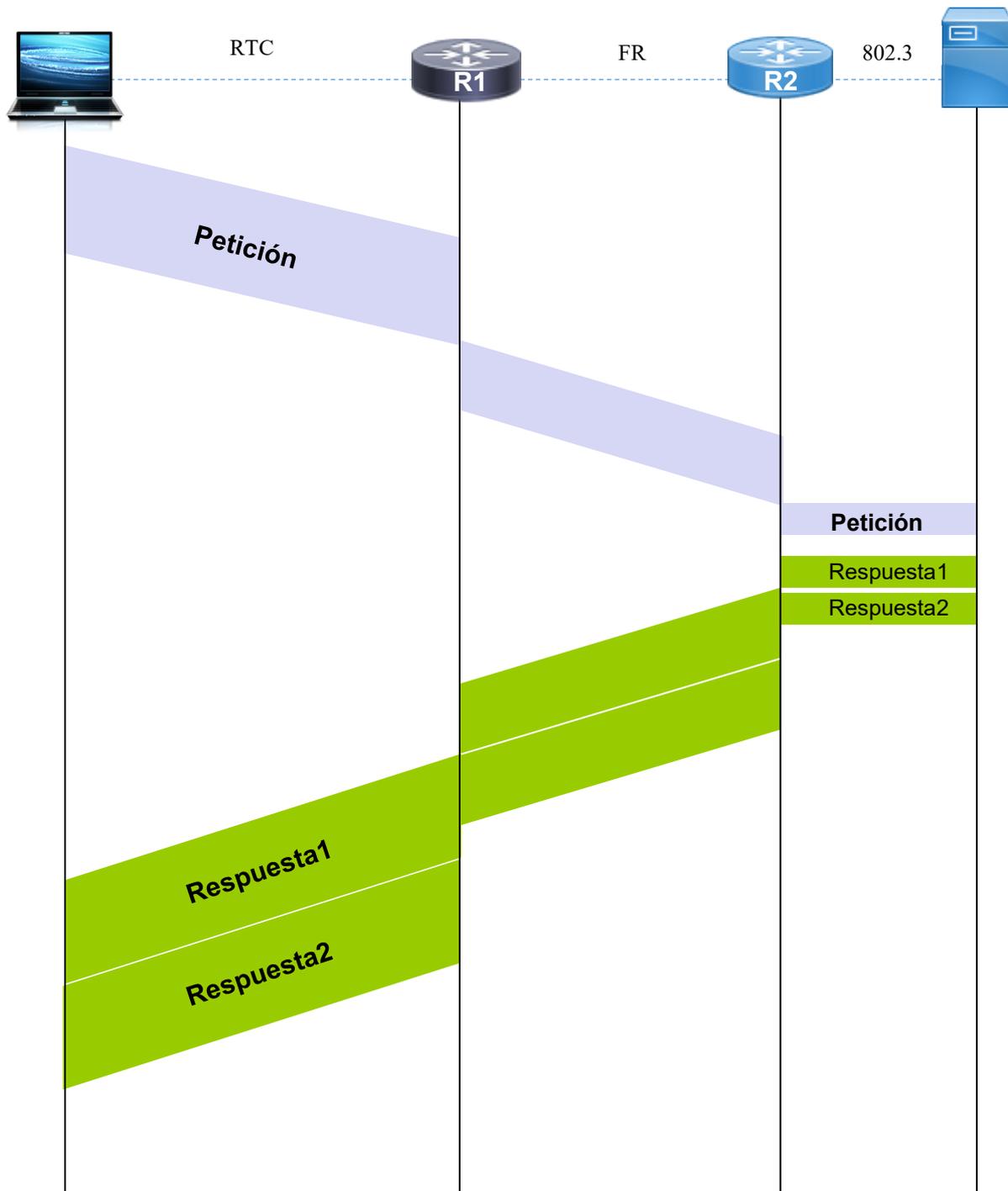
² Los flags de las tramas FR y PPP no están incluidos

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 3. Dibujar el cronograma, a nivel IP, de la transacción descrita en la pregunta anterior.

SOLUCIÓN

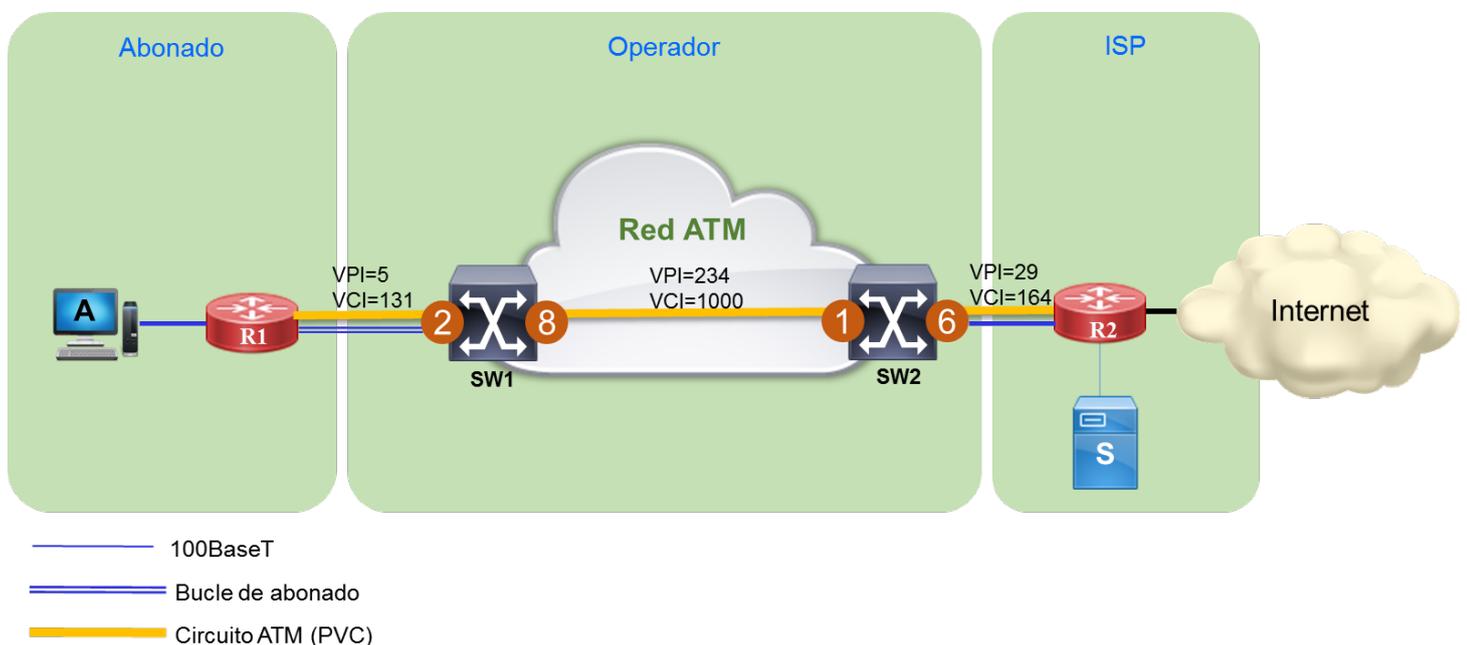
Es preciso representar la notable demora de la RTC y de la red FR respecto a Ethernet



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 6. Conmutación ATM

La figura ilustra cómo se establecen los circuitos ATM en una arquitectura de acceso a Internet mediante ADSL. En primer lugar los usuarios, desde su domicilio, conectarían sus ordenadores al router ADSL, normalmente mediante una conexión Ethernet 10/100BASE-T. El router ADSL, usando el par telefónico como medio de transmisión con la central telefónica, constituye un circuito virtual permanente (PVC) entre el router de usuario y el router de salida a Internet perteneciente a un ISP, a través de la red troncal ATM del operador.



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 1. Si, para simplificar, el tránsito por la red ATM se hace a través de 2 nodos ATM conectados directamente mediante un enlace a 622,08 Mbps, escribir las entradas de las **tablas de rutas** de los conmutadores ATM (SW1 y SW2), que permitan el PVC descrito en la figura.

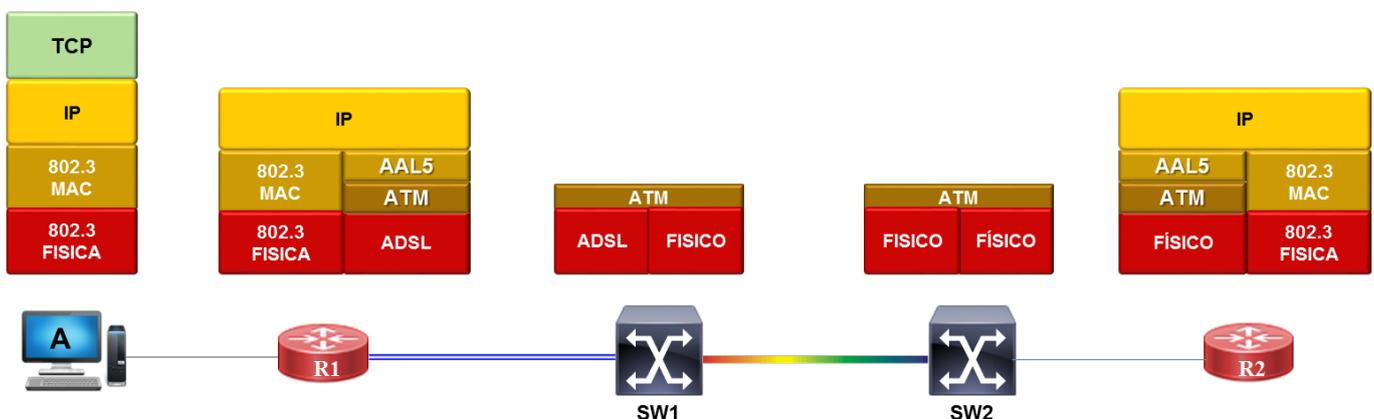
SOLUCIÓN

Tabla de rutas de SW1					
Entradas			Salidas		
Port	VPI	VCI	Port	VPI	VCI
2	5	131	8	234	1000

Tabla de rutas de SW2					
Entradas			Salidas		
Port	VPI	VCI	Port	VPI	VCI
1	234	1000	6	29	164

Pregunta 2. Dibuje un esquema de la arquitectura de protocolos que utilizan cada uno de los dispositivos implicados en la comunicación anterior.

SOLUCIÓN



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 3. Un cliente Web residente en el ordenador **A** accede al servidor Web alojado en **S** y solicita, mediante un mensaje de protocolo HTTP de tamaño total de **60 octetos**, una página web que ocupa **2.000 octetos** en total. Indique el número y tamaños de las PDUs de las diferentes capas de enlace que viajarán a través de cada una de las subredes involucradas.

Datos adicionales:

- ✓ Los tamaños de las cabeceras de las distintas capas son: MAC Ethernet: 26 octetos; TCP e IP: 20 octetos; UDP: 8 octetos.
- ✓ MTU Ethernet 1500 octetos.
- ✓ En la red ATM se consideran establecidos los circuitos virtuales, las celdas son de 48+5 octetos, y como capa de adaptación a IP se utiliza AAL5 que añade un campo de control de 8 octetos más un campo de relleno entre 0 y 47 octetos

SOLUCIÓN: Para la petición

En Ethernet solo habrá una PDU

TAMAÑO DE LA PDU ETHERNET				
Mensaje	Cab. MAC	Cab. IP	Cab. TCP	Total (Oct)
60	26	20	20	126

El tamaño de las celdas ATM (PDUs) fijo de 53 octetos

Nº DE CELDAS ATM				
Mensaje	Cab. AAL5	Cab. IP	Cab. TCP	Total celdas
60	8	20	20	2,25

Luego tendremos 3 celdas ATM.

SOLUCIÓN: Para la respuesta

Ethernet tiene una MTU de 1500 octetos. Luego:

TAMAÑO DE LAS PDU ETHERNET				
Mensajes	Cab. MAC	Cab. IP	Cab. TCP	Total (Oct)
1460	26	20	20	1526
540	26	20	20	606

Nº DE CELDAS ATM				
Mensajes	Cab. AAL5	Cab. IP	Cab. TCP	Total celdas
1460	8	20	20	31,42
540	8	20	20	12,25

En ATM tendremos 32 + 13 celdas para el mensaje de respuesta.



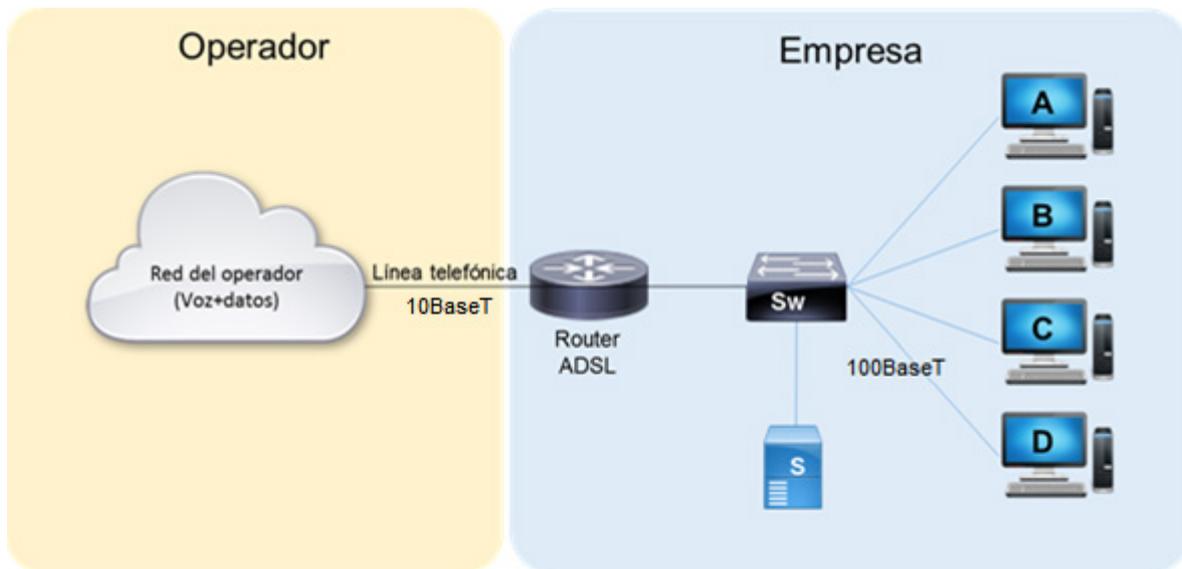
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

PROBLEMAS PARA RESOLVER

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 7. Acceso ADSL de una pequeña empresa

La figura representa el escenario de comunicaciones de datos de una pequeña empresa, con una LAN cableada tradicional y acceso exterior basado en una solución ADSL, donde todas las comunicaciones se soportan bajo la arquitectura TCP/IP.

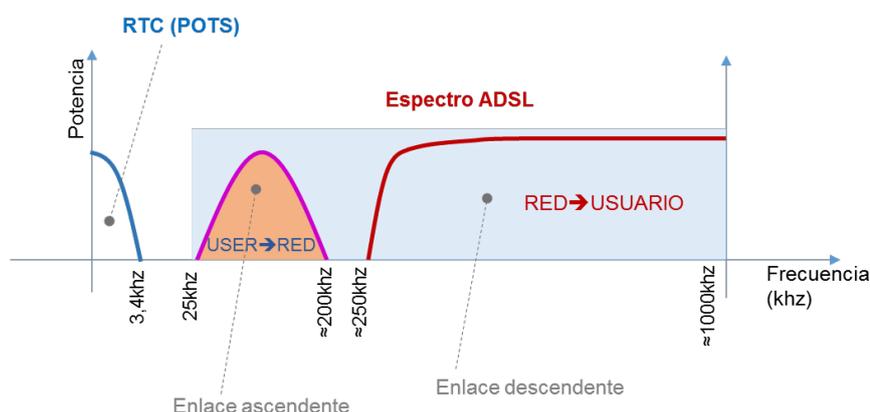


Las conexiones de la LAN están concentradas en un conmutador (SW) Ethernet, al que se conecta el modem-router ADSL de acceso de banda ancha.

Pregunta 1. Indique si es posible o no el envío simultáneo de señales de voz y datos por la Línea Telefónica. Justifique su respuesta (4 líneas).

SOLUCIÓN

El envío simultáneo de señales de voz y datos por la línea telefónica si es posible, debido a que el canal vocal ocupa desde 300 Hz a 3400 Hz y por encima de la banda de voz va la banda ADSL con bandas a su vez separadas para datos de subida y de bajada.



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Incluso es posible usar el teléfono convencional y, simultáneamente, por el canal de datos mantener videoconferencias ya que el ADSL básico (256/128 Kbps) admite hasta dos videoconferencias simultáneas, con una mediana calidad

Pregunta 2. Indique si es posible o no la existencia de conexiones a distinta velocidad entre el conmutador y el resto de dispositivos. Justifique su respuesta (4 líneas).

SOLUCIÓN

Los conmutadores Ethernet con bocas a 10/100 Mbps pueden posicionarse a una u otra velocidad, en función de la velocidad del otro dispositivo que se les conecte. Si la tarjeta que se aplica es a 10 Mbps, el conmutador adoptará 10 Mbps en esa boca de conexión, pudiendo establecer en otras bocas velocidades también a 10 ó a 100 en función de la velocidad del otro dispositivo.

Pregunta 3. ¿Cuál es el número máximo de comunicaciones simultáneas que pueden darse en este escenario? Justifique su respuesta para los siguientes casos:

a. No existen conexiones con el exterior

SOLUCIÓN

Si se aplica el término “comunicaciones” en el sentido más amplio, aplicado con arquitectura TCP/IP se pueden establecer muchísimas comunicaciones pues, por ejemplo es posible conectar muchos clientes en A con muchos servidores en B. El número de conexiones solo estaría limitado por los recursos de las máquinas y el número de puertos disponibles. Se pueden hacer 100 telnets simultáneos de A a B, etc.

b. Pueden existir conexiones con el exterior

SOLUCIÓN

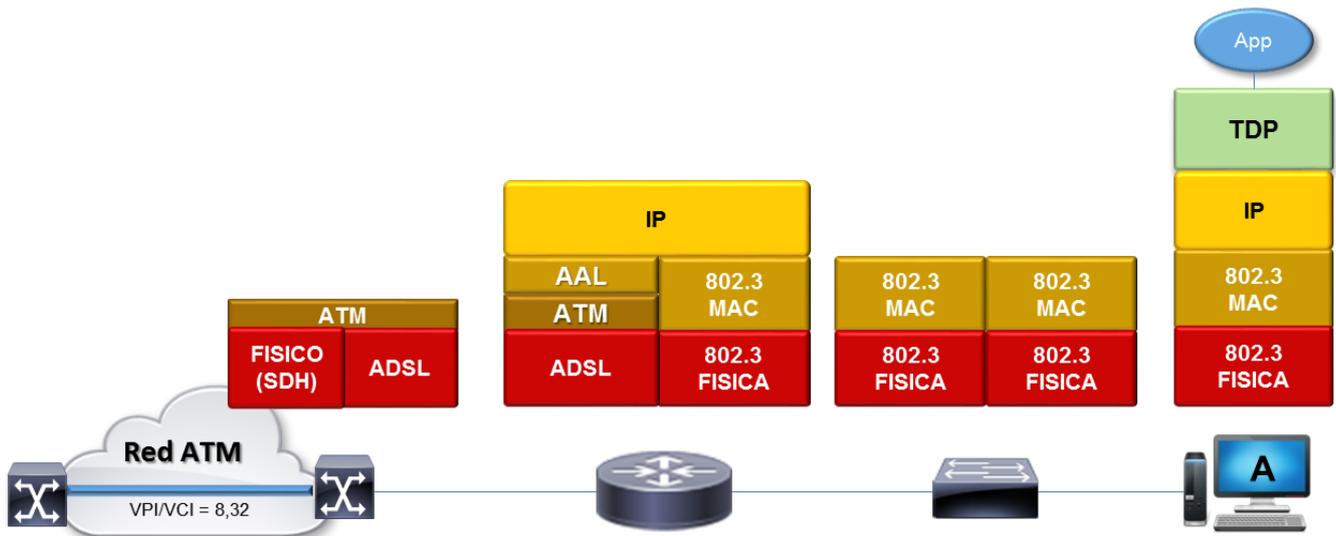
Con el exterior ídem al caso anterior. Si el Modem/Router hace NAT, desde dentro (las máquinas A, B, C, D) se pueden establecer cientos de conexiones simultáneas con máquinas de Internet, o del exterior. Ejemplo: 100 telnets simultáneos desde A otros 100 desde B... etc. con una máquina de fuera.

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 4. Para el servicio de datos, el operador ha asignado a esta entidad un Conexión Virtual Permanente ATM, identificada por (VPI/VCI = 8,32).

Dibuje la torre de protocolos asociada con el modem-router, conmutador Ethernet y el equipo A.

SOLUCIÓN



Los paquetes IP, en ADSL, se transportan por la red ATM

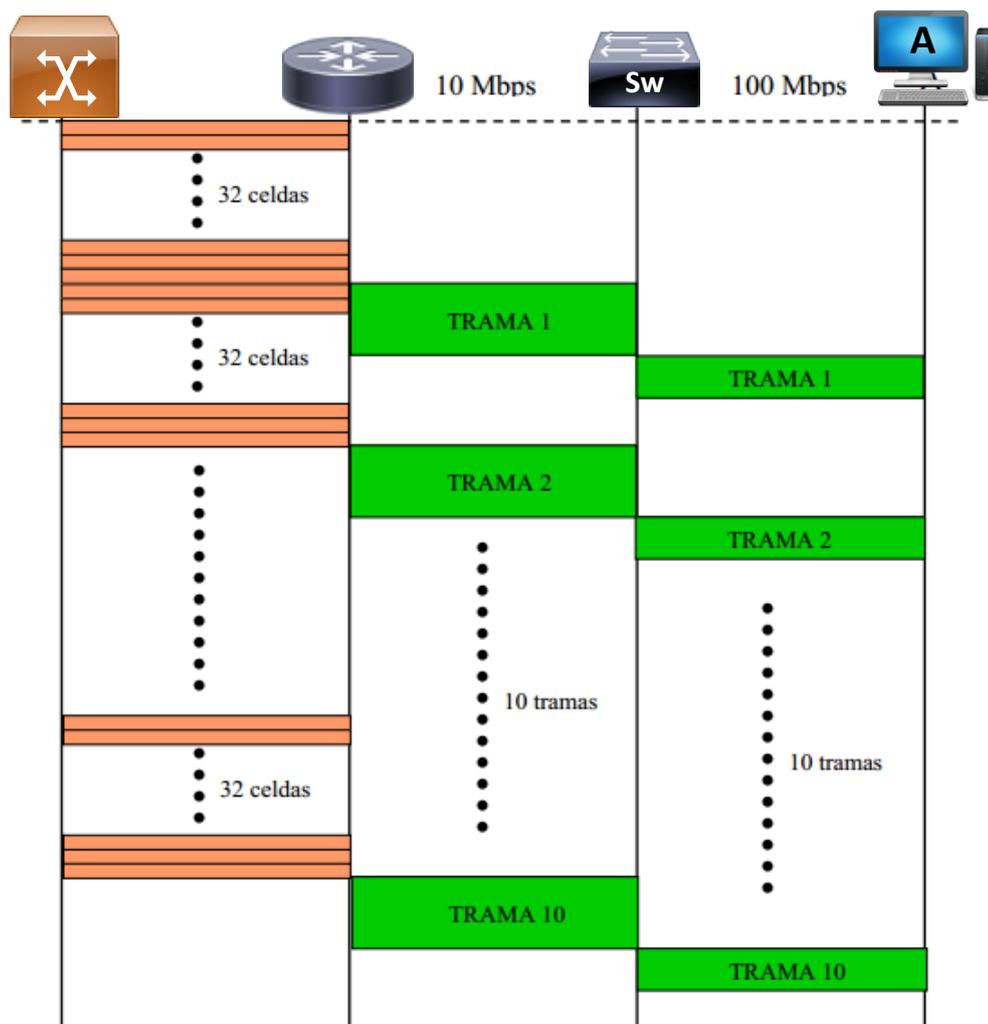
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 5. Si durante la transferencia de información, el ordenador A, que tiene con el conmutador Ethernet una interfaz 100 BASE-T, recibe un caudal de tráfico de 10 tramas de datos de tamaño máximo de nivel MAC al cabo de 0,3 segundos, calcular cuál es la velocidad efectiva mínima de transmisión en el canal descendente ADSL en esos momentos. Dibuje, previamente, el cronograma que representa dicha transferencia.

Suponer que:

- no se producen fragmentaciones a nivel IP
- todos los tiempos no especificados, despreciables
- el nivel AAL5 añade 8 octetos de cola
- el tamaño de la celda ATM es de 53 octetos (5 cabecera + 48 datos)
- la cabecera de nivel MAC es de 26 octetos
- el tamaño máximo del campo de datos de una trama MAC es de 1500 octetos

SOLUCIÓN



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Cálculo de la velocidad efectiva mínima

Como A recibe diez tramas llenas en 0,3 seg, calcularemos el régimen binario que esto produce en el canal ADSL.

1 trama Ethernet puede llevar dentro un datagrama IP de 1500 octetos que da lugar en la capa ATM a 32 celdas según:

$$(1500 + \text{relleno} + 8) / 48 = 31,4 \Rightarrow \underline{32 \text{ celdas ATM}}$$

Como se reciben 10 tramas Ethernet en 0,3 segundos podremos escribir la siguiente ecuación:

$$10 \times T_{32 \text{ celdas}} + T_{1T.10M} + T_{1T.100M} = 0.3 \text{ sg}$$

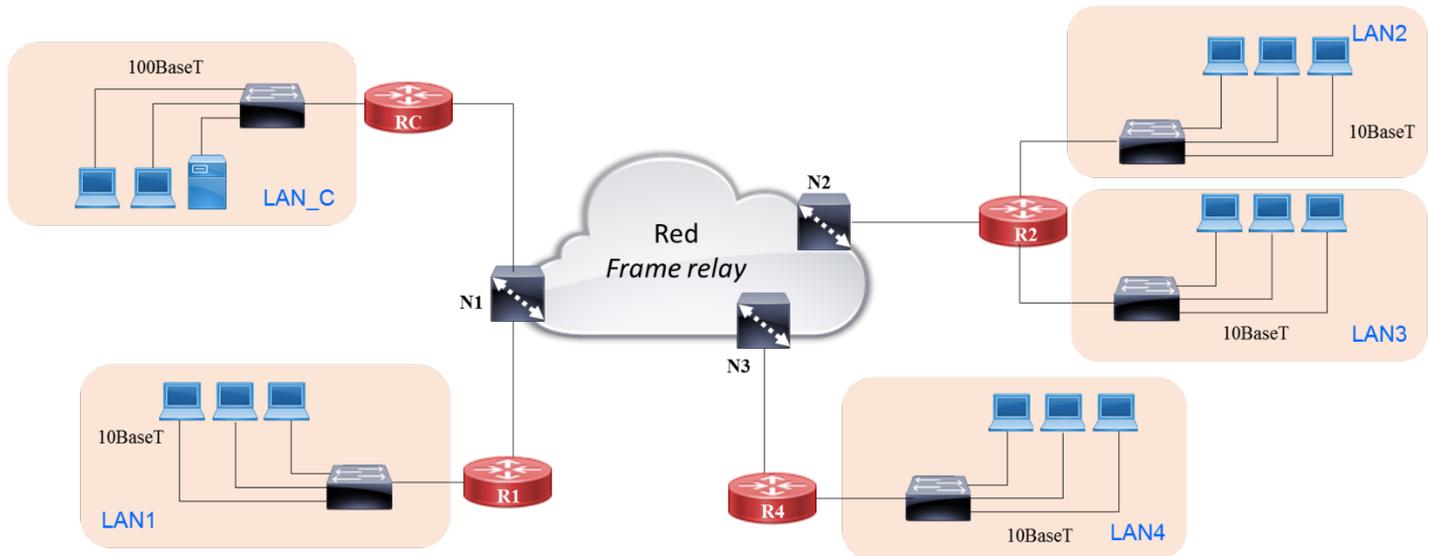
$$\frac{10 \times 32 \times 53 \frac{B}{c} \times \frac{8b}{B}}{V} + \frac{1526B \times \frac{8b}{B}}{10^7 \times \frac{b}{s}} + \frac{1526B \times \frac{8b}{B}}{10^8 \times \frac{b}{s}} = 0.3s$$

Despejando: V (Velocidad de bajada) = 454.3 Kbps

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 8. WAN frame relay

Una empresa tiene basados sus servicios de comunicaciones en la arquitectura TCP/IP, y para asegurar más la calidad y seguridad, ha optado por utilizar una red *Frame Relay* (FR) para interconectar las LAN tanto de la oficina central como de las sucursales.



La LAN de la oficina principal (LAN_C) opera a 100 Mbps mientras que las sucursales por el momento siguen a 10 Mbps.

DATOS

La velocidad contratada para los accesos a la red FR es 2 Mbps para la LAN_C, 256 Kbps para la LAN 1, 512 Kbps para las LAN 2 y 3, y 128 Kbps para la LAN 4.

Asimismo, para comunicar la oficina central con las sucursales se han contratado 4 CVP (Circuito Virtual Permanente) con las siguientes características:

CVP 1: LAN C / LAN 1: CIR=256 Kbps y Tc=0,5 sg

CVP 2: LAN C / LAN 2: CIR=64 Kbps y Tc=0,5 sg

CVP 3: LAN C / LAN 3: CIR=160 Kbps y Tc=0,2 sg

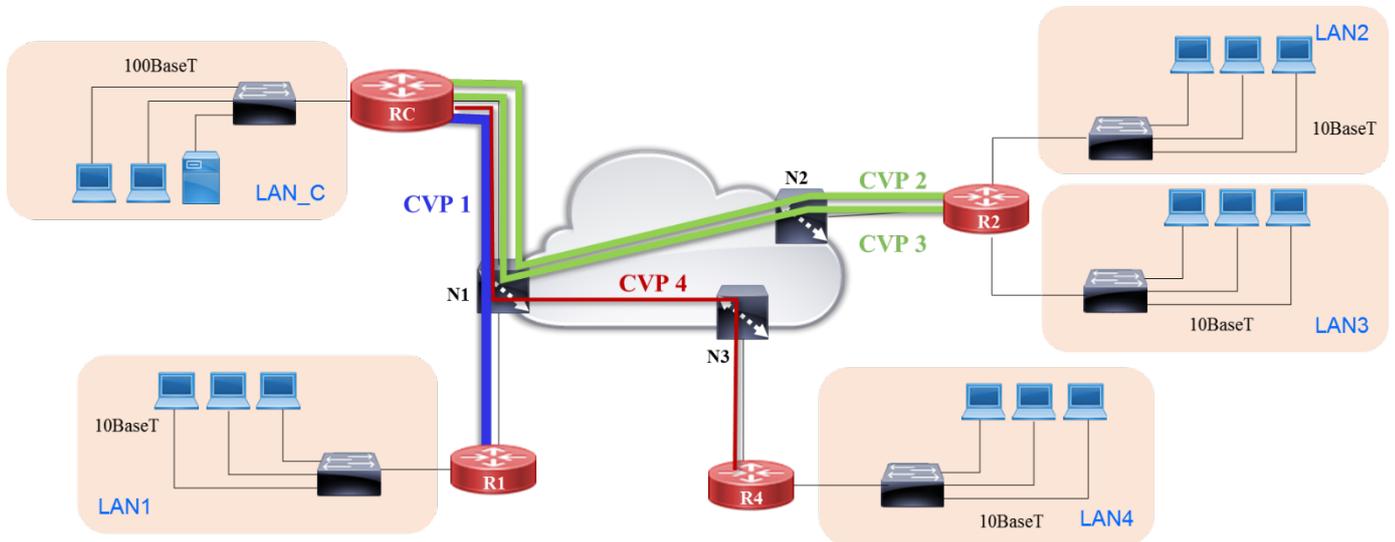
CVP 4: LAN C / LAN 4: CIR=128 Kbps y Tc=50 msg

En todos los casos $Be=0$, es decir no se ha contratado caudal en exceso.

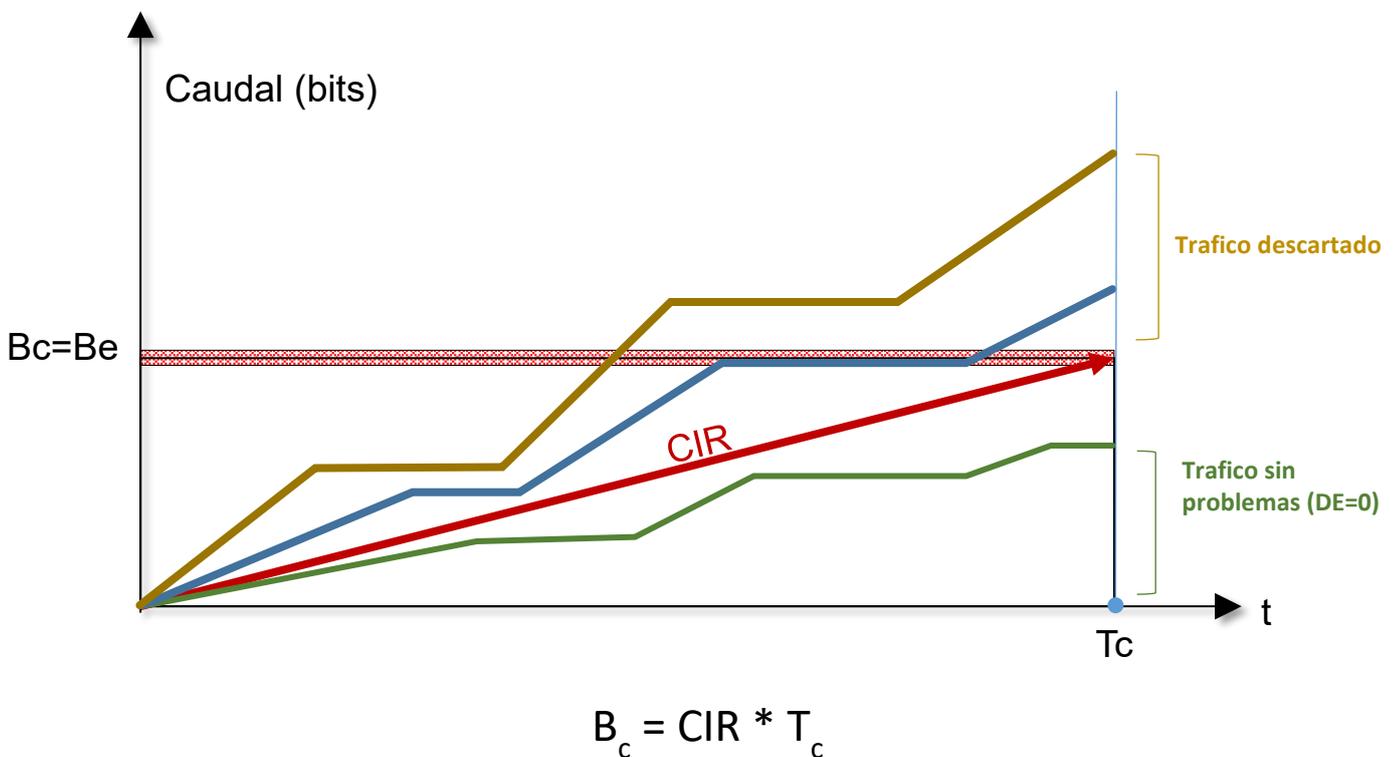
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 1. Calcular el tiempo mínimo que se tardaría en transmitir desde el router (RC) a su nodo FR (N1) un mensaje formado por 6 tramas, de 1000 octetos cada una. Realizar el cálculo para cada uno de los 4 CVP.

SOLUCIÓN



Cada CVP tiene un tamaño de ráfaga (B_c) contratado que establece la cantidad máxima de bits que la red se compromete a enviar, en condiciones normales, durante un intervalo de tiempo T_c , que se calcula de la forma siguiente: $B_c = CIR * T_c$.



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

CVP 1: LAN_C/LAN1

Cuando se transmite desde el router C se hace a la velocidad del enlace, en este caso 2Mbps.

$$B_c = 256 \cdot 10^3 \times 0,5 = 128 \text{ Kbits}$$

Como $128 \text{ kb} / 8000 = 16 \Rightarrow$ en el intervalo de referencia T_c se pueden transmitir hasta 16 tramas. Luego el tiempo que se tardaría en transmitir 6 tramas sería:

$$\frac{6 T \times 1000 \frac{B}{T} \times 8 \frac{b}{B}}{2 \times 10^6 \frac{b}{s}} = 0.024s$$

CVP 2: LAN_C/LAN2

$$B_c = 64 \times 10^3 \times 0,5 = 32 \text{ Kbits}$$

Como $32 \times 10^3 / 8000 = 4$ tramas. Las 4 primeras tramas se transmiten en el primer T_c y las restantes durante el segundo T_c (0,5s)

$$T_2 = T_c + 2(8000/2 \times 10^6) = 508 \text{ msg}$$

CVP 3: LAN_C/LAN3

$$B_c = 160 \cdot 10^3 \times 0,2 = 32 \text{ Kbits}$$

Como $32 \times 10^3 / 8000 = 4$ tramas. Las 4 primeras tramas se transmiten en el primer T_c y las restantes durante el segundo T_c (0,2ms)

$$T_3 = T_c + 2(8000/2 \times 10^6) = 208 \text{ msg}$$

CVP 4: LAN_C/LAN4

$$B_c = 128 \times 10^3 \times 0,05 = 6,4 \text{ Kbits}$$

Como $B_c <$ tamaño de trama, no puede transmitirse ninguna trama

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Pregunta 2. Razone que tamaño máximo de trama considera más oportuno con las condiciones dadas.

SOLUCIÓN

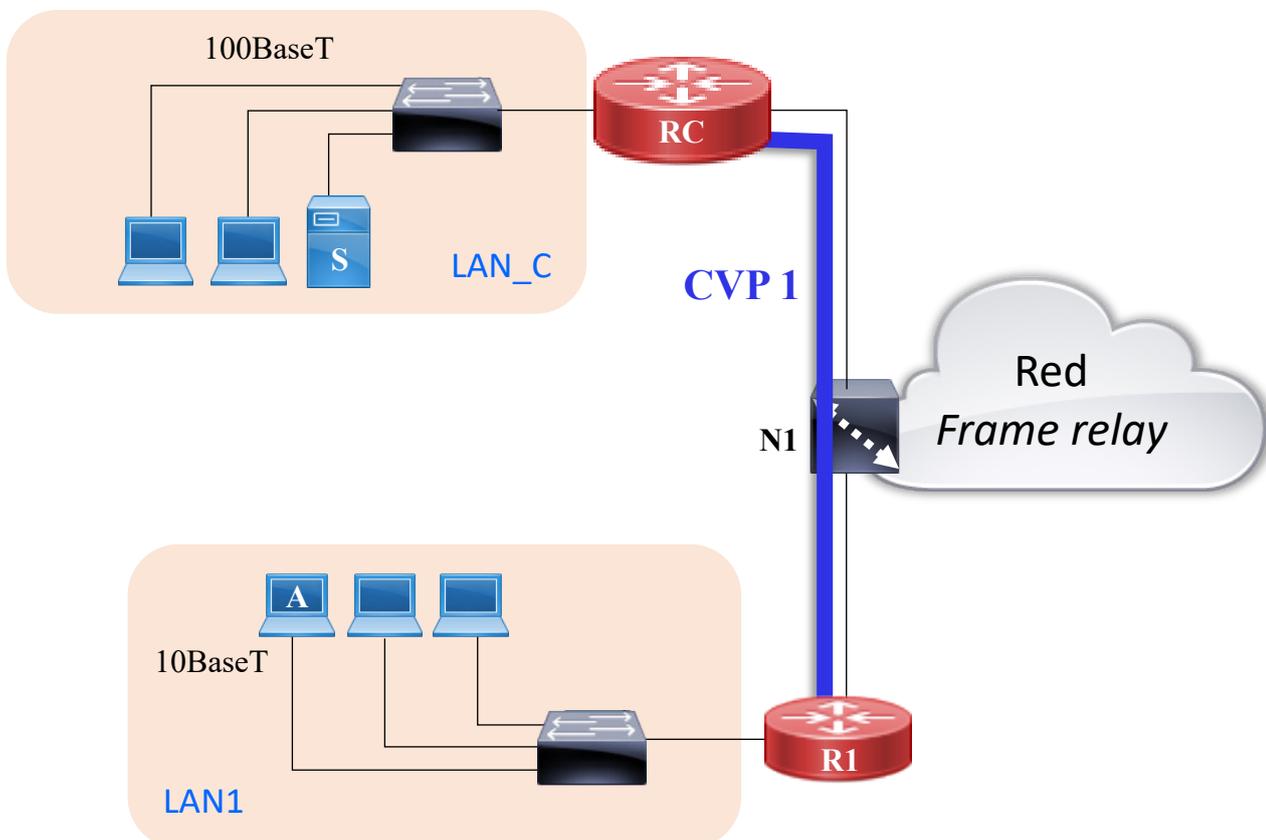
La limitación en el tamaño máximo de trama viene impuesta por el Bc más pequeño que como hemos visto es $6400 \text{ bits} = 800 \text{ octetos}$.

Pregunta 3. Consideremos que un cliente (A) situado en la LAN1 accede al servidor web (S) situado en la oficina central. A nivel de aplicación la solicitud es de 6 octetos y la respuesta de 2920 octetos.

Dibujar los cronogramas a nivel de transporte, IP y enlace, indicando el tamaño de las distintas unidades de datos, a nivel de transporte y nivel IP correspondiente a la fase de transferencia de datos.

Nota: Tenga en cuenta las siguientes indicaciones:

- ✓ Ausencia de errores
- ✓ En TCP cada segmento de datos tiene una cabecera de 20 octetos y se confirma inmediatamente, pero para simplificar los cronogramas no considere las confirmaciones.
- ✓ Las LAN tienen una MTU de 1500 octetos
- ✓ EL MSS negociado durante la fase de establecimiento es de 1460 octetos
- ✓ El campo de datos máximo de las tramas FR es de 764 octetos

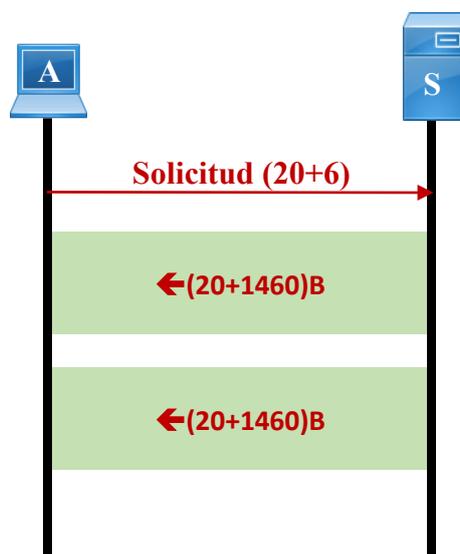


Problemas de RC.2016-17. Tema 3

CRONOGRAMA A NIVEL DE TRANSPORTE

El Tamaño Máximo de Segmento (*Maximum Segment Size* - MSS) es el tamaño más grande de datos, especificado en bytes, que un dispositivo de comunicaciones puede recibir, sin fragmentar. Para una comunicación óptima la suma del número de bytes del segmento de datos y la cabecera debe ser menor que el número de bytes de la unidad máxima de transferencia (MTU) de la red.

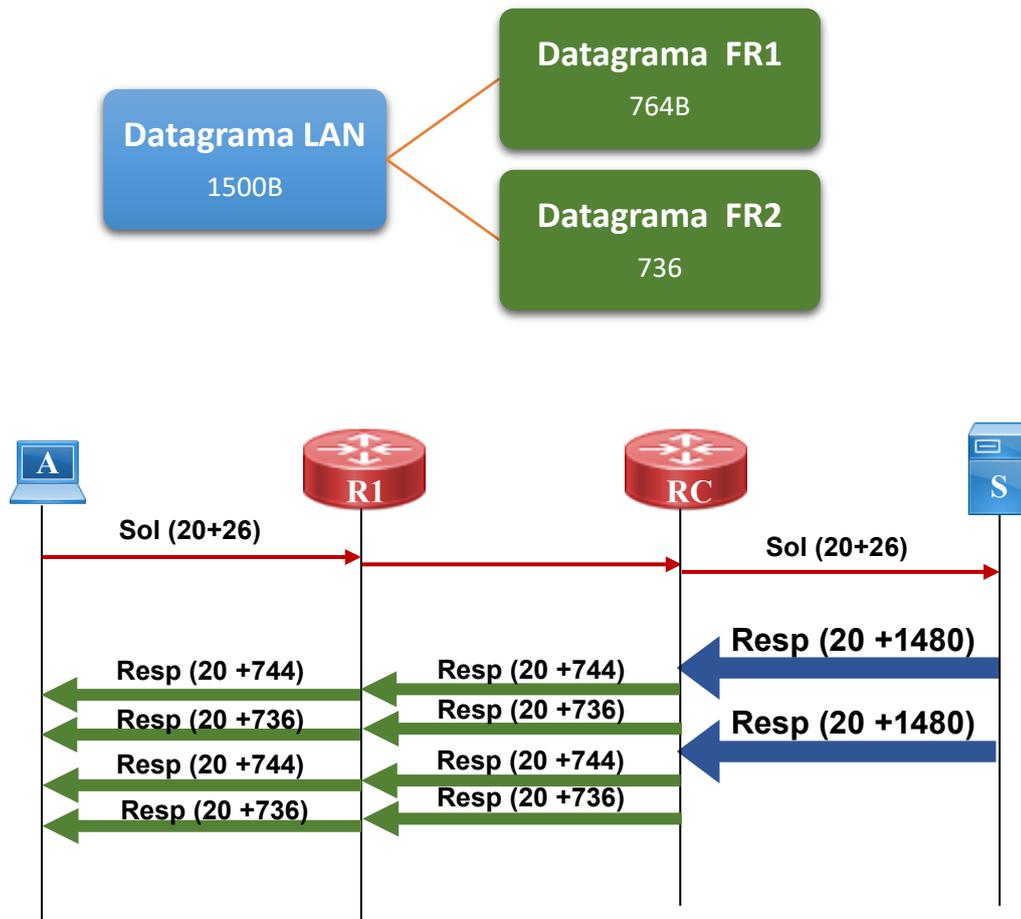
Cuando se usa el protocolo TCP para efectuar una conexión, los ordenadores que se conectan deben acordar y establecer el tamaño de la MTU que ambos puedan aceptar que en este caso es 1460 octetos.



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

CRONOGRAMA A NIVEL DE RED

En la LAN las tramas tienen un campo de datos máximo de 1500 octetos, luego no hay que fragmentar los segmentos. Pero en la red FR las tramas tienen un campo de datos máximo de 764 octetos, es necesario que IP fragmente dando lugar a dos datagramas IP.



Pregunta 4. Explicar cómo se realizaría la recuperación de errores para cada uno de los siguientes casos: Error en las RAL y Error en la red FR.

SOLUCIÓN

Los errores detectados tanto en una LAN como en una red FR provocan el descarte de la trama. La recuperación se realizará en la capa TCP del receptor. Al detectar la pérdida de segmento actuarán los procesos para solicitar la retransmisión.

Si el error se detecta en la capa TCP del receptor no será aceptado el segmento y se producirá la retransmisión.



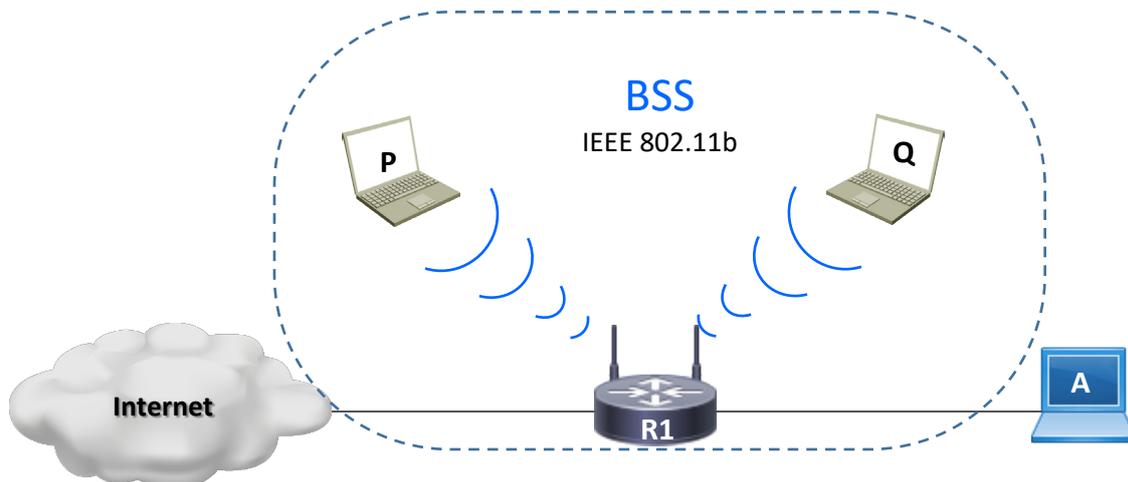
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

TAREA PARA SUBIR AL MOODLE

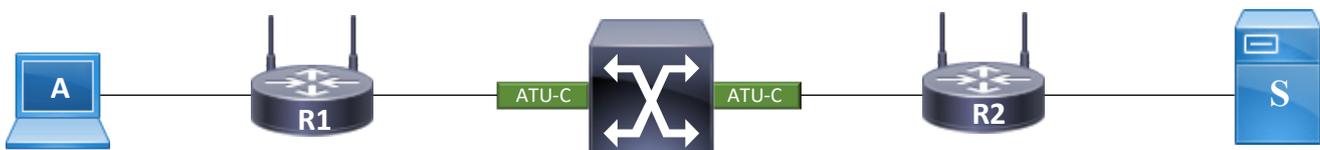
Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Problema 9. Tarea T2

Un abonado particular tiene instalado el acceso a Internet desde su domicilio a través del servicio ADSL. En concreto, el abonado dispone de un Modem-Bridge-Router ADSL inalámbrico (R1) que tiene además cuatro bocas Ethernet 10/100 Mbps.



En una conexión particular del abonado a una red externa, supongamos por simplicidad, que la conexión se realiza desde el ordenador de sobremesa (A) con un servidor de una empresa que también recibe servicio ADSL del mismo DSLAM (*Digital Subscriber Line Access Multiplexer*) del proveedor de acceso. El DSLAM está compuesto por dispositivos ATU-C moduladores/demoduladores de la capa física ADSL y un conmutador de celdas ATM.



En las redes locales, tanto el ordenador A del usuario, como el servidor S están conectados con los respectivos Routers a través de la interfaz cableada 100BASE-T. En estas condiciones desde el ordenador de sobremesa A se transmiten 228 octetos al servidor con un protocolo de aplicación que se apoya en UDP como protocolo de transporte. Calcule el tiempo total empleado en realizarla.

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

Datos y consideraciones:

- ✓ Están establecidos los circuitos virtuales ATM.
- ✓ Considere que se utiliza como capa de adaptación de IP a ATM, AAL5.
- ✓ Velocidades ADSL: 2 Mbps desde el DSLAM al usuario y 1 Mbps desde el usuario hacia el DSLAM.
- ✓ El tiempo de proceso y conmutación es despreciable en host, routers y conmutadores.
- ✓ La capa de transporte UDP introduce 8 octetos de cabecera, la capa IP 20 octetos.
- ✓ La capa MAC+ física de Ethernet introduce 26 octetos de cabecera.

Problemas de RC.2016-17. Tema 3

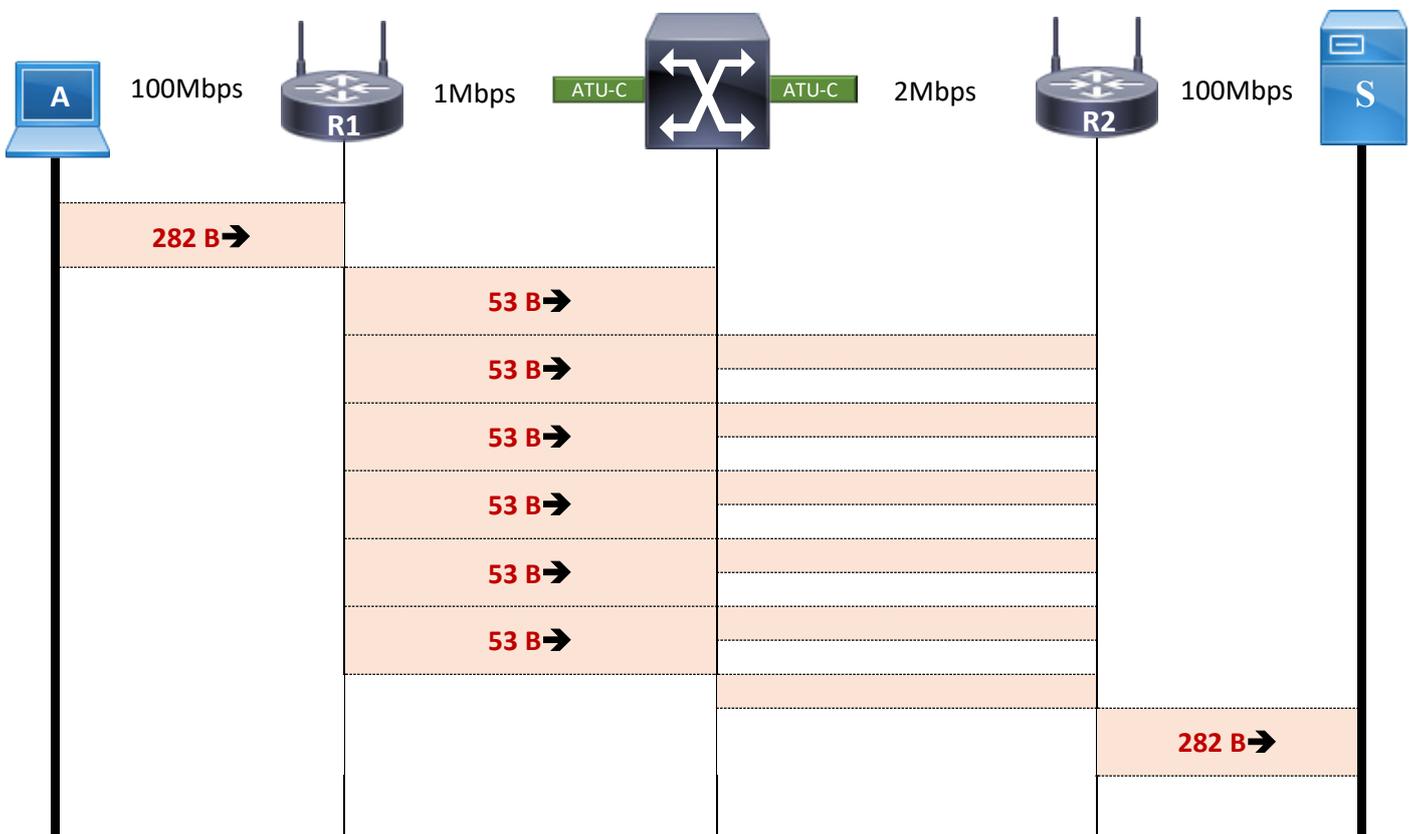
SOLUCION

Se quieren transmitir 228 octetos desde la capa de aplicación. Después, en la capa UPD se añaden 8 octetos más, la capa IP se añaden 20 octetos más y la capa MAC junto con la capa física, se añaden 26 octetos. Por lo tanto, al transmitir por cable desde A, tendremos un total de 282 octetos.

Podemos observar mediante un cuadro lo descrito anteriormente:

Aplicación	228 octetos
UPD	228 + 8=236
IP	236 + 20 = 256
MAC	256 + 26 = 282
Física	

Para las celdas ATM tenemos que su tamaño es de: $228+8+20 = 256$, como cada celda ATM tiene como máximo 48 octetos, tenemos $256/48 = 6$ celdas ATM. Para calcular el tiempo de transmisión total vamos a apoyarnos en un cronograma:



Problemas de RC.2016-17. Tema 3

CALCULO DEL TIEMPO DE TRANSMISIÓN:

Ítem	Calculo	μs
$T_{\text{transmisión de A a R1}}$	$\frac{282 \times 8}{100 \times 10^6}$	22,56
$T_{\text{transmisión de R1 a DSLAM}}$	$6 \times \frac{53 \times 8}{10^6}$	2544
$T_{\text{transmisión de DSLAM a R2}}$	$\frac{53 \times 8}{2 \times 10^6}$	212
$T_{\text{transmisión de R2 a S}}$	$\frac{282 \times 8}{100 \times 10^6}$	22,56
Total		2801,12