

Curso 2016-2017

Problemas de redes de computadores

Temas 1: Introducción



Esta página está en blanco



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Tema 1. INTRODUCCIÓN A LAS REDES DE COMPUTADORES



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

PROBLEMAS RESUELTOS

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

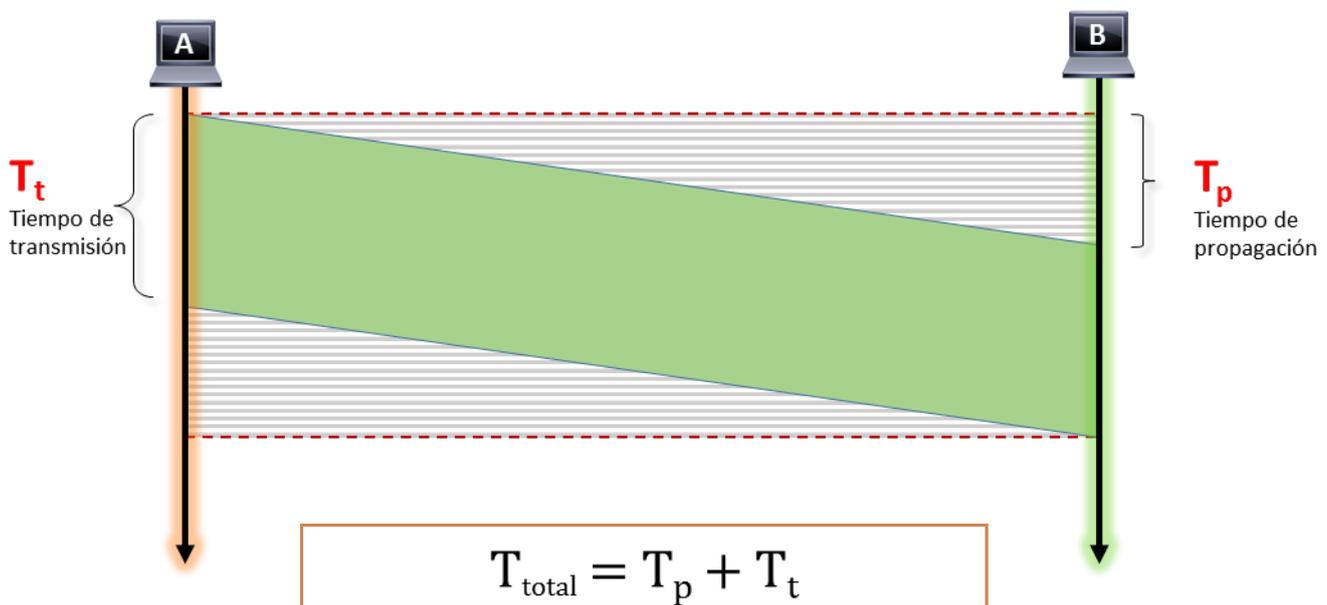
Problema 1. Tiempos de transmisión y propagación

A.- Las estaciones extremas de un segmento de RAL que opera con una $V_t = 10^7$ bps, están separadas 500 m.

Los mensajes intercambiados son de 1000 bits y la velocidad de propagación de la señal en el medio es $V_p = 208.000$ km/s.

Calcular el tiempo de transmisión, el tiempo de propagación y el tiempo total que se tarda en enviar un mensaje de una estación a otra.

SOLUCIÓN



T_p (s)=	$\frac{0.5km}{208000 \frac{km}{s}}$	$2.4 \cdot 10^{-6}$
T_t (s)=	$\frac{1000b}{10^7 \frac{b}{s}}$	10^{-4}
$T_p + T_t$ =		≈ 0.1 ms

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

B.- Suponga ahora que las estaciones anteriores están unidas mediante una línea punto a punto con una $V_t = 64 \text{ Kbps}$.

Calcule los mismos tiempos que en el apartado anterior.

SOLUCIÓN

$T_p (s)=$	$\frac{0.5km}{208000 \frac{km}{s}}$	$\frac{1}{416000}$	0.0000024
$T_t(s)=$	$\frac{1000b}{64000 \frac{b}{s}}$	$\frac{1}{64}$	0.015625
$T_p + T_t=$		$\frac{1}{416000} + \frac{1}{64}$	0.0156274038462

C.- Para cada una de las velocidades de transmisión anteriores, calcular cuántos bits están en tránsito durante un tiempo equivalente al retardo de propagación.

SOLUCIÓN

NÚMERO DE BITS EN EL CANAL DE 64 KBPS :

$T_p = 2.4 \mu g$, es inherente al medio.

Bits en el canal = $64000 \text{ b/s} \times 2.4 \mu g =$

$$64000 \times 2.4 \times 10^{-6}$$

$$\frac{96}{625}$$

0.16 bits

NÚMERO DE BITS EN EL CANAL DE 10MBPS=

$$10^7 \times 2.4 \times 10^{-6}$$

24 bits

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 2. Retardo extremo-a-extremo

Considere dos estaciones A y B conectadas a través de un medio físico con una velocidad de transmisión V_t bps. Las dos estaciones están separadas entre sí D m. y la velocidad de propagación a través del enlace es de V_p m/s. Suponiendo que A envía a B un mensaje de L bits:

Pregunta 1. Obtener la expresión del tiempo de retardo extremo a extremo (**Re-e**) ignorando los posibles retardos de proceso y colas.

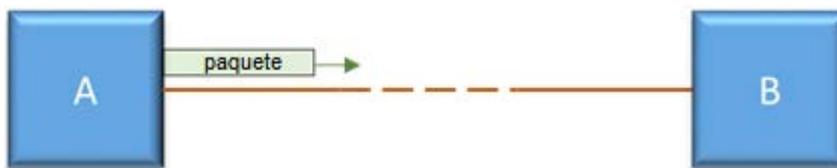
SOLUCIÓN

$$T_P = \frac{D}{V_P}; T_t = \frac{L}{V_t}; \Rightarrow R_{e-e} = T_P + T_t$$

Pregunta 2. Si A empieza a transmitir un paquete en el instante $t=0$ ¿Dónde se encontrará el último bit del mensaje en $t=T_t$ (Retardo de transmisión)?

SOLUCIÓN

El tiempo de transmisión (T_t) es el tiempo que tarda la estación A en poner en la línea el paquete. Luego en el instante T_t el último bit pasa de A a la línea.

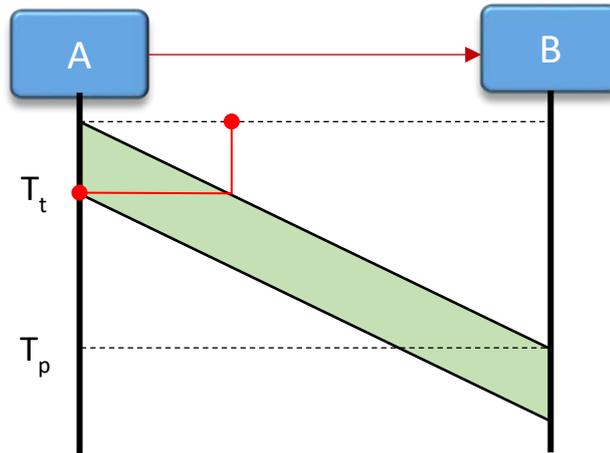


Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 3. ¿Dónde estará el primer bit del mensaje en $t=T_t$ para cada una de las siguientes suposiciones? $T_p \gg T_t$, y $T_t \gg T_p$, siendo T_p el retardo de propagación

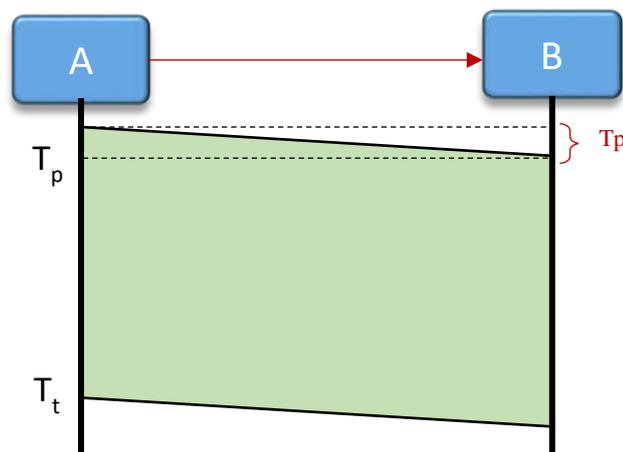
SOLUCIÓN PARA $T_p \gg T_t$

Debido a que el T_p es muy grande el primer bit no ha tenido tiempo de llegar a B, y habrá recorrido $V_p \cdot T_t$ metros.



SOLUCIÓN PARA $T_t \gg T_p$

El primer bit tiene un retardo de transmisión despreciable, luego el tiempo que tarda en llegar a su destino B será aproximadamente T_p (sg). Luego para $T=T_t$ el primer bit estará en B.



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 3. Teorema de Shannon1

Un cable de par trenzado de "CAT-5" tiene un ancho de banda de 100 MHz. ¿Sería posible transmitir información a una velocidad de bits de 500 Mbps si la relación de señal a ruido (SNR) es de 1000?

SOLUCIÓN

Según el teorema de Shannon:

$$C = B \log_2 (1 + SNR)$$

$$\begin{aligned} 100 \times \log_2(1 + 1000) \\ = 996.72 \text{Mbps} \end{aligned}$$

Observe el uso de "Mbps / MHz" para subrayar el hecho de que estamos convirtiendo explícitamente de "Hz" a "bps".

Así, el teorema de Shannon nos dice que el límite teórico para la transferencia de datos a través de este medio en este SNR es de aproximadamente 1.000 Mbps (o 1 Gbps). De este modo podemos transmitir fielmente 500Mbps través de esta conexión.

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 4. Teorema de Shannon2

Calcular la velocidad teórica (en bps) más alta de una línea telefónica normal que tiene un ancho de banda de 3000 Hz (300 Hz a 3300 Hz), considerando que, por lo general, la relación señal-ruido (SNR) es de 35 dB.

SOLUCIÓN

El decibelio (dB) es una unidad logarítmica que se utiliza para expresar la relación de dos valores de una magnitud física, como la potencia.

Se puede expresar así:

EL NÚMERO DE DECIBELIOS ES DIEZ VECES EL LOGARITMO EN BASE 10 DE LA RELACIÓN DE DOS CANTIDADES DE POTENCIA EXPRESADAS EN LA MISMA UNIDAD (W, mW).

$$dB = 10 \times \log_{10} \frac{P1}{P2}$$

Como $SNR_{dB}=35$

$$35dB = 10 \text{ Log}_{10} \left(\frac{S}{N} \right)$$

$$SNR = \frac{S}{N} = 10^{\frac{35}{10}} = 3162,2$$

Luego, según el teorema de Shannon, la más alta tasa de bits teórica de una línea telefónica será:

$$C = B \text{ Log}_2 (1 + SNR)$$

$$3000 \times \log_2(1 + 3162.2)$$

$$=34881.507182525536 \text{ Bps}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 5. Trasmisión síncrona vs asíncrona

Calcular el nº de bits adicionales para transmitir un mensaje formado por **100 caracteres** de 8 bits si se emplean los siguientes sistemas de transmisión:

- Comunicación asíncrona con 1 bit de stop y un bit de paridad por cada carácter.
- Comunicación síncrona (en tramas de 100 caracteres) con 2 caracteres adicionales de sincronismo, más un carácter de inicio y otro de final por trama.

SOLUCIÓN DE A)



Bits adicionales: $100B \times 2b = 200\text{bits}$

Porcentaje adicional de bits transmitidos (%) =

$$\frac{200}{800 + 200} \times 100 = 20$$

SOLUCIÓN DE B)



Bits adicionales = $8 \times [2+1+1] = 32b$

Caracteres transmitidos = $2+1+1+100 = 104B$, luego *Bits transmitidos* = $832b$

Porcentaje adicional de bits transmitidos (%):

$$\frac{32}{104 \times 8} \times 100 = 3.8$$

Conclusión:

La transmisión síncrona es más eficiente

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 6. Tiempos de transmisión y propagación

Dos estaciones de datos A y B están unidas mediante una línea de transmisión de **1.000 Km de longitud**, siendo la velocidad de propagación en la misma de **250.000 Km/s**. Se transmite una trama de **262 octetos** de longitud total, desde la estación A a la estación B a una velocidad de **9.600 bps**. Responda, exponiendo los cálculos a las siguientes cuestiones:

- ¿Qué valor tiene el retardo de propagación?
- ¿Cuál es el tiempo de transmisión de la trama?
- Auxiliándose de un cronograma, calcule el tiempo que transcurre desde que A empieza a emitir la trama hasta que B la ha recibido completamente.

SOLUCIÓN DE A)

Valor del retardo de propagación (T_p)=

$$\frac{1000km}{250000 \frac{km}{s}} \\ = 4 \text{ ms}$$

SOLUCIÓN DE B)

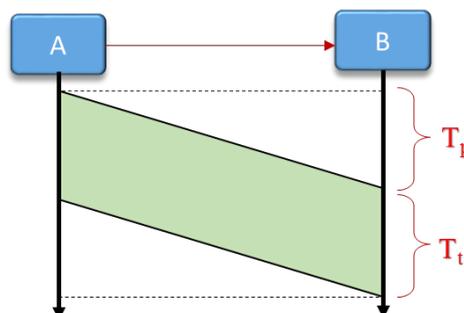
Valor del tiempo de transmisión (T_t) de la trama (en sg)=

$$\frac{262B \times 8 \frac{b}{B}}{9600 \frac{b}{s}} \\ = 218 \text{ ms}$$

SOLUCIÓN DE C)

Auxiliándose de un cronograma, calcule el tiempo que transcurre desde que A empieza a emitir la trama hasta que B la ha recibido completamente.

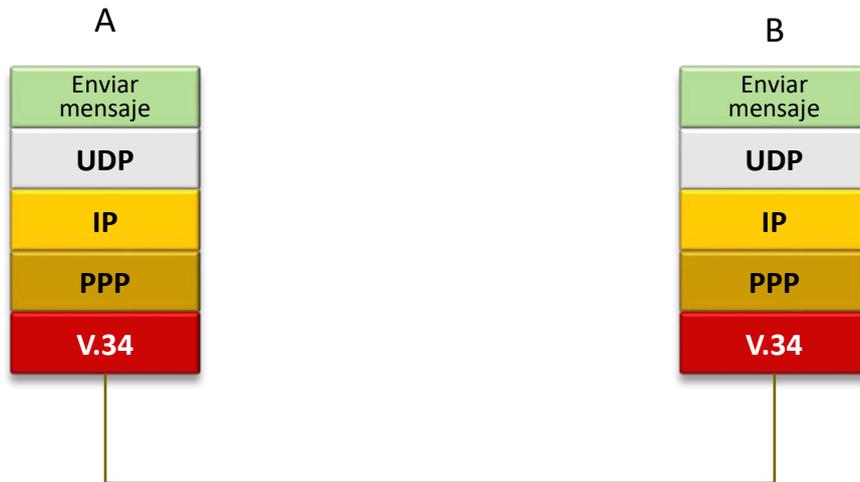
$$T_{\text{total}} = 4\text{ms} + 218\text{ms} = 222 \text{ ms}$$



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 7. Tiempo de envío en Internet (con PPP) vs Kermit

Apartado A: Suponga conectados físicamente, mediante una línea punto a punto, dos ordenadores que tienen sus sistemas de comunicaciones estructurados según el siguiente modelo:



Calcule el tiempo que se tardará desde que se envía un mensaje de **100 octetos** desde el programa *EnviarMensaje* de la máquina A hasta que lo recibe el programa *EnviarMensaje* de la máquina B.

Notas:

Considere para calcular el tiempo anterior que:

La norma V.34 permite una velocidad de transmisión de 28.800 bps.

Los niveles de 2 al 4 añaden las siguientes cabeceras de control a la información que reciben de su nivel superior antes de pasarla a su nivel inferior:

Nivel 2 (PPP) 8 octetos

Nivel 3 (IP) 20 octetos

Nivel 4 (UDP) 8 octetos

Además tardan **3 ms** en recibir la información de su nivel superior, procesarla, añadirle la información de control y pasarla a su nivel inferior.

Los niveles del 2 al 4 cuando reciben información del nivel inferior tardan **2 ms** en procesarla, quitarle los octetos de control y pasar la información al nivel superior.

La información de un nivel superior nunca se fragmenta en varias unidades de datos del nivel inferior.

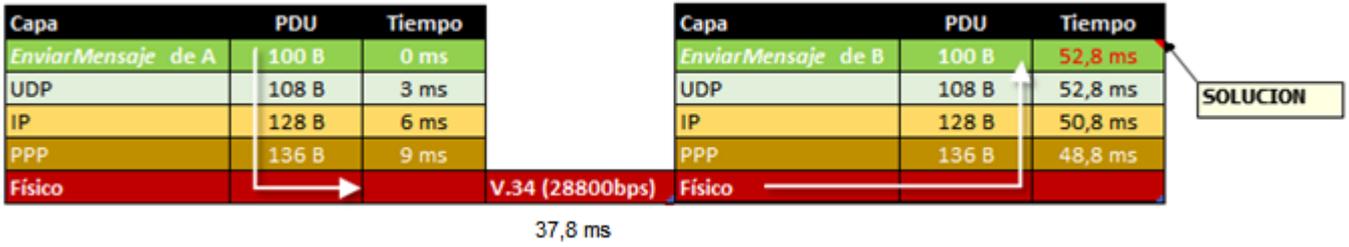
No hay que considerar posibles tiempos de establecimiento y desconexión de los distintos protocolos.

No se producen errores en la línea y que por lo tanto no hace falta confirmar en ningún nivel.

Despreciar el tiempo de propagación

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCIÓN A



Valor de $T_A =$

$$= (9 + 6) \times 10^{-3} s + \frac{136B \times 8 \frac{b}{B}}{28800 \frac{b}{s}}$$

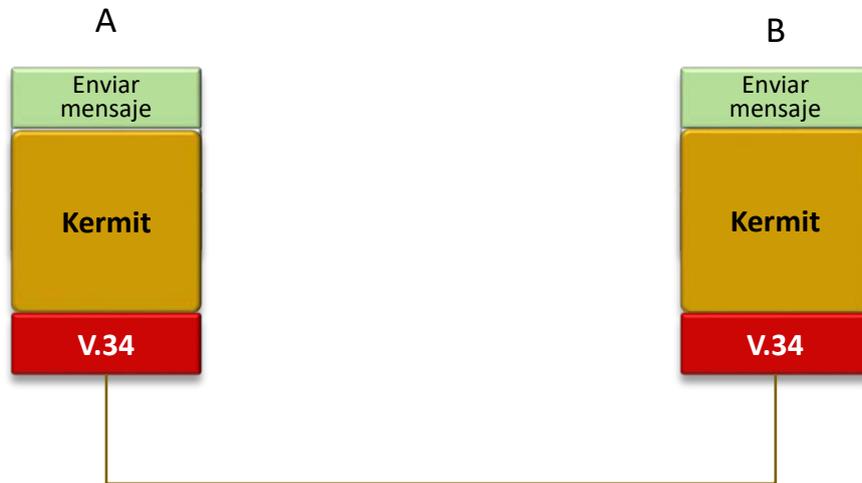
$$Tt = \frac{136B \times 8 \frac{b}{B}}{28800 \frac{b}{s}} = 0.0378s = 37.8ms$$

$$T_A = 0.052777777777778 s$$

$$= 52.8 ms$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Apartado B: Suponga ahora que cambiamos los protocolos de comunicaciones de las máquinas A y B:



Kermit es un programa de comunicaciones que aglutina todos los niveles de la arquitectura de comunicaciones (excepto el físico) dentro de un solo programa ejecutable.

Calcule igual que en apartado anterior, el tiempo que se tardará desde que se envía un mensaje de 100 octetos desde la máquina A con el programa Kermit hasta que lo recibe el Kermit de la máquina B.

Notas: Considere para calcular este tiempo que:

Kermit añade a la información a transmitir 15 octetos de control.

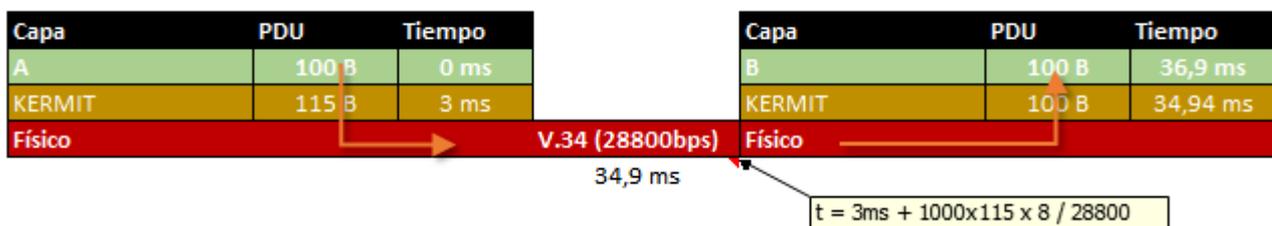
Kermit tarda 3 ms en formar la trama con el mensaje de información y los 15 octetos de control.

Kermit tarda 2 ms en procesar y quitar los octetos de la trama recibida.

No hay que considerar el tiempo de establecimiento y desconexión de Kermit.

No se producen errores en la línea y que por lo tanto no hace falta confirmar.

SOLUCIÓN B



Valor de $T_B =$

$$(3 + 2) \times 10^{-3} s + \frac{115B \times 8 \frac{b}{B}}{28800 \frac{b}{s}}$$

$$= 36.9ms$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 8. Encapsulado

En una arquitectura de comunicaciones formada por **6 capas** o niveles, se tiene en la capa superior (6ª) una PDU (Unidad de Datos de Protocolo) de **100 octetos**. Desde la capas 5 a la 2 se añade una **cabecera de cuatro octetos en cada una**.

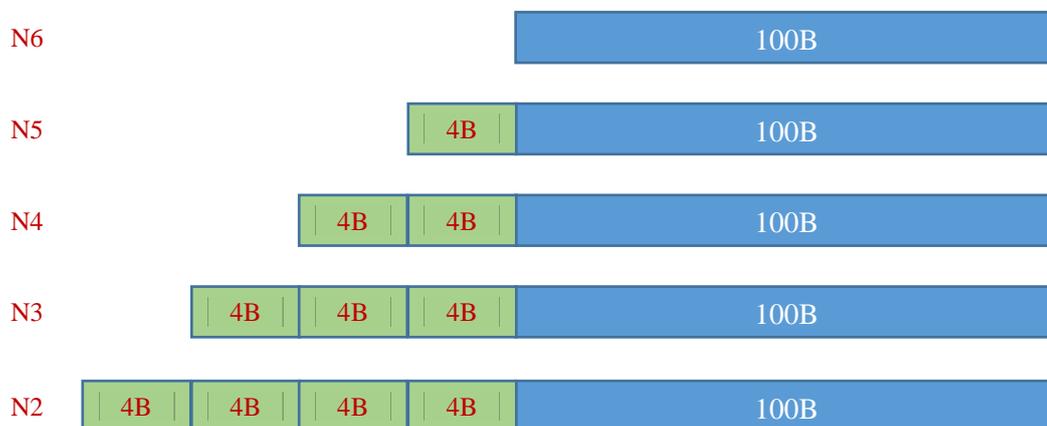
Calcular cuántos bits salen a la línea en los siguientes casos:

A) El nivel físico utiliza **transmisión síncrona**

B) El nivel físico utiliza **transmisión asíncrona con formato 1 bit de arranque, 8 bits de datos, 1bit de stop**

Nota: El nivel de dos, en el caso síncrono, considera que el *flag* y el *checksum* son despreciables.

SOLUCIÓN DE A)



Número de Bits transmitidos por la línea (bits):

$$(4 + 4 + 4 + 4 + 100) \times 8 \\ = 928$$

SOLUCIÓN DE B)

Número de Bits transmitidos por la línea (bits):

$$(4 + 4 + 4 + 4 + 100) \times (1 + 8 + 1) \\ = 1160$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

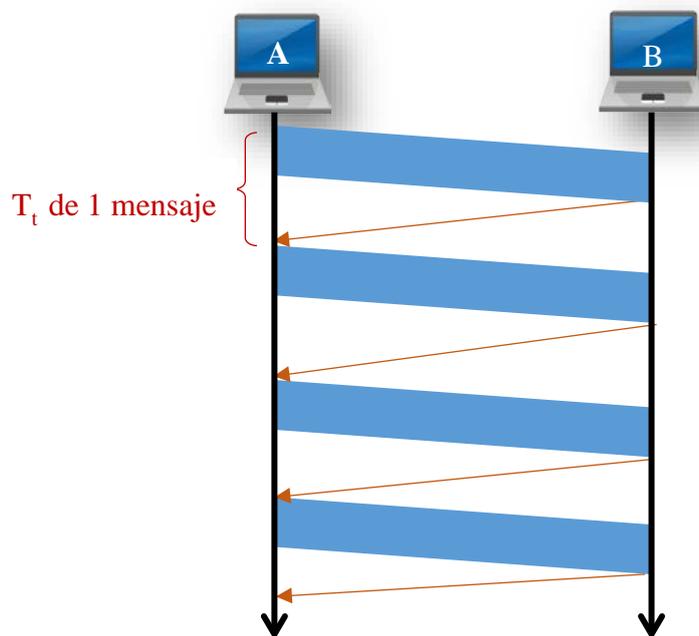
Problema 9. Dúplex/semidúplex

Dos equipos A y B están unidos por una línea punto a punto con $V_t = 9600$ bps, siendo el retardo de propagación de 5 mg. Para cada mensaje de A a B de 2048 bits, B debe enviar inmediatamente una respuesta de 48 bits. Dibujar el cronograma y calcular el tiempo que se tardará en mandar cuatro mensajes de A a B y recibir su correspondiente respuesta, en los siguientes supuestos:

A) Enlace semidúplex (paro y espera)

B) Enlace dúplex (ventana=8)

SOLUCIÓN DE A)



Tiempo total:

$$T_{AtoB} = 4 \times [T_M + T_p + T_{ACK} + T_p]$$

Tiempo de transmisión de 1 mensaje y su respuesta:

$$\begin{aligned}
 T_M + T_p + T_{ACK} + T_p &= \\
 \frac{2048b}{9600 \frac{b}{s}} + 0.005s + \frac{48b}{9600 \frac{b}{s}} + 0.005s &= \\
 &= 0.2283 \text{ s}
 \end{aligned}$$

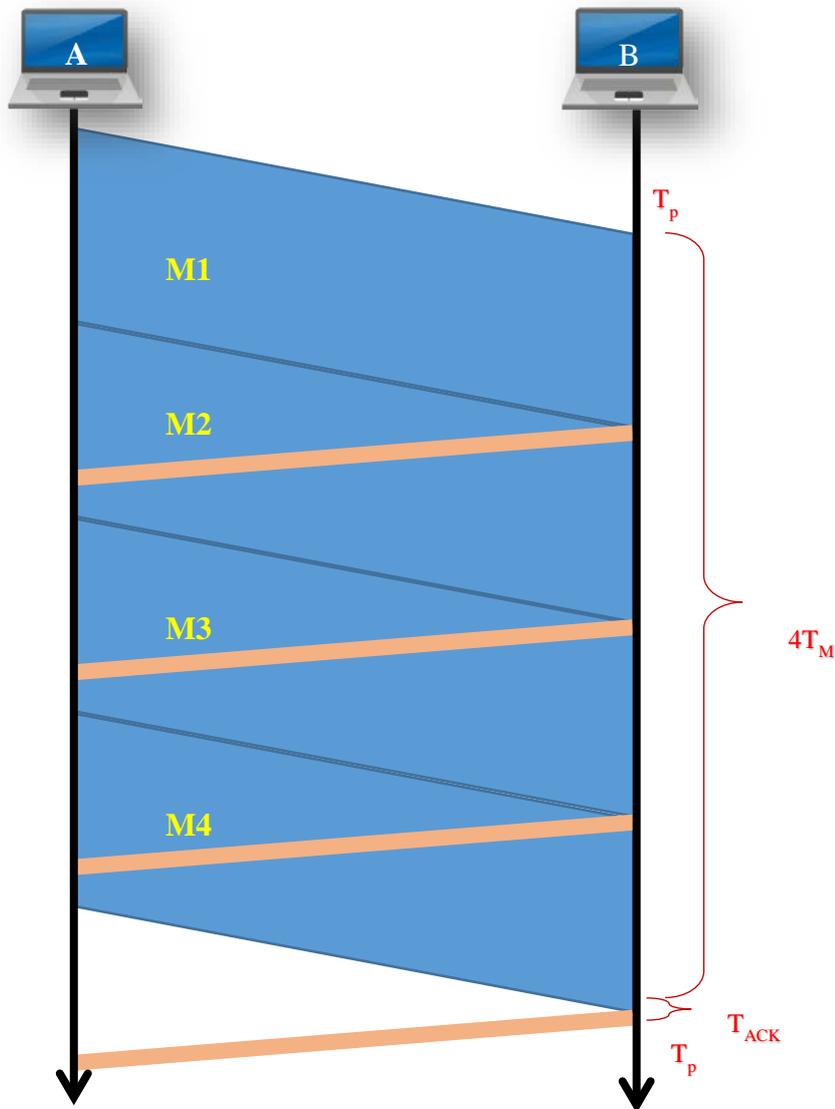
Tiempo de transmisión de 4 mensajes y sus respuestas:

$$\text{Total} = 0,2283 \times 4 \text{ s} = 0,9132 \text{ s}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCIÓN DE B)

Tiempo total:



$$T_{AtoB} = T_p + 4T_m + T_{ACK} + T_p = 4T_m + 2T_p + T_{ACK} =$$

$$4 \times \frac{2048b}{9600 \frac{b}{s}} + 2 \times 0.005s + \frac{48b}{9600 \frac{b}{s}}$$

$$= 868 \text{ ms}$$



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

PROBLEMAS PARA RESOLVER

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 10. Nivel de ENLACE (I)

Un protocolo de nivel de enlace, que realiza el control de flujo mediante el mecanismo de ventana, se utiliza sobre un enlace punto a punto dúplex de las siguientes características:

Distancia = **4.000 Km.**

Velocidad de propagación = 200.000 Km/s.

Velocidad de transmisión = **2 Mbps.**

Longitud total de la trama de información = **100 octetos.**

Ventana de recepción=1¹.

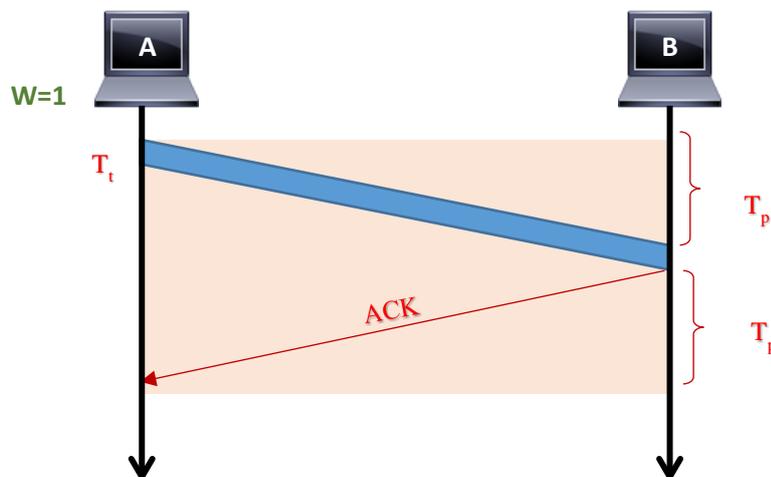
Conteste razonadamente, ayudándose de un cronograma y exponiendo los cálculos, a las siguientes preguntas:

Pregunta 1. ¿Qué valor tomaría para la ventana de emisión pensando en una comunicación sin interrupciones?

SOLUCIÓN 1

Al tener ventana, habrá una confirmación cuyo tiempo de transmisión puede despreciarse (véase la figura). Despreciando también $t_t(A)$, podríamos decir que durante $2t_p=40\text{ms}$ (aproximadamente) la línea permanece en silencio si la ventana de emisión es =1.

$T_p =$	$T_t =$
$\frac{4000\text{km}}{200000 \frac{\text{km}}{\text{s}}}$	$\frac{8 \times 100\text{b}}{2 \times 10^6 \frac{\text{b}}{\text{s}}}$
0.02s	0.0004s



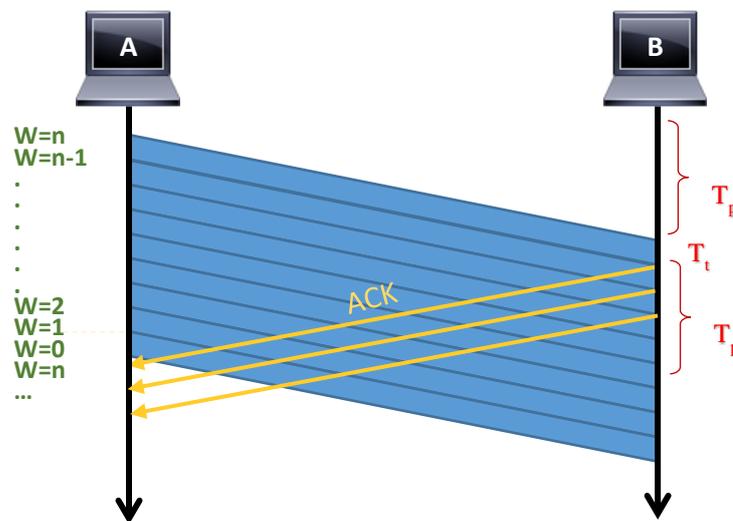
¹ La ventana de recepción tiene un significado ligeramente diferente que la ventana de emisión pues significa que el receptor tiene un solo buffer. Este queda libre para recibir cuando se confirma la trama almacenada. Hay que suponer que nada más llegar la trama se confirma (ya que no se indican demoras de ningún tipo en el receptor).

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Suponiendo solamente despreciable el T_t de ACK, la ventana W deberá ser:

$$W \geq \frac{2T_p + T_t}{T_t}$$
$$= \frac{2 \times 0.02s + 0.0004s}{0.0004s}$$

$$W \geq 101$$



Pregunta 2. ¿Qué valor mínimo fijaría para el “timer” (temporizador) de retransmisión?

SOLUCIÓN 2

El *timer* de retransmisión (despreciando el t. de transmisión de ACK) deberá ser mayor o igual a $2T_p + T_t =$

$$2 \times 0.02 + 0.0004$$

$$\text{Timer} \geq \mathbf{0.0404s}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 11. Nivel de ENLACE (II)

Una comunicación establecida a través de un satélite, se realiza con una velocidad de transmisión de **1 Mbps**, en modo dúplex, pudiendo considerarse que el retardo de propagación es de **250 msg**.

Pregunta 1. Suponiendo que las tramas intercambiadas son de **10.000 bits**, y que no hay errores de transmisión, calcular cual sería la eficiencia de utilización del enlace, en los siguientes casos:

- Paro y Espera
- Transmisión continua con W (tamaño de ventana) =7

SOLUCIÓN PARA PARO Y ESPERA

Suponiendo el ACK de un tamaño despreciable

$2 \times T_p$ (s)=	T_t (s)=	Total (s)= $2T_p + T_t$
$2 \times 250 \text{ms}$	$\frac{10000b}{10^6 \frac{b}{s}}$	
0,5s	0,01s	0,51s

Eficiencia en %(Paro y espera)=

$$\begin{aligned} & \frac{T_t}{2T_p + T_t} \times 100 \\ &= \frac{0.01s}{0.5s + 0.01s} \times 100 \\ &= \frac{100}{51} \end{aligned}$$

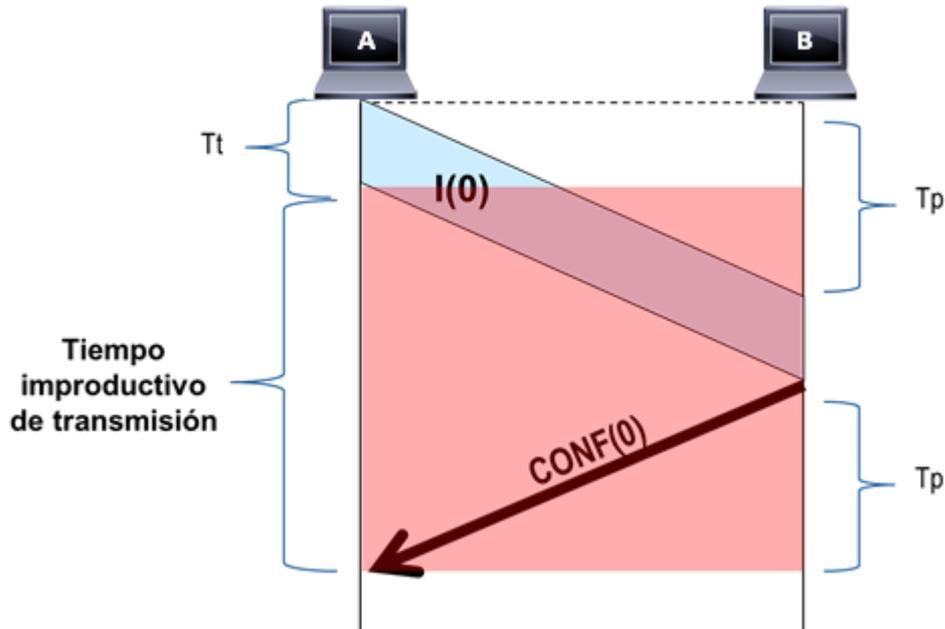
1.9607843137255 %

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 2. Obtener qué tamaño de ventana garantiza una transmisión continua de tramas, sin detenciones en la comunicación.

SOLUCIÓN

El tiempo improductivo de transmisión de una trama es el tiempo en el que no se transmite debido a la espera. Por ello la ventana mínima tiene que conseguir que este tiempo sea nulo



Como $Total (s)=2T_p+T_t=0.51s$, la W tendrá que ser:

$$W \geq \frac{2T_p + T_t}{T_t}$$
$$\frac{0.51s}{0.01s}$$

$$W \geq 51$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 3. Para cada uno de los casos anteriores ¿Cuánto tiempo se tardaría en transmitir un mensaje de 10 tramas desde el inicio del envío de la primera trama hasta la recepción de las confirmaciones precisas?

SOLUCIÓN PARA EL CASO DE TRANSMISIÓN “PARO Y ESPERA”

El tiempo transcurrido para un mensaje será:

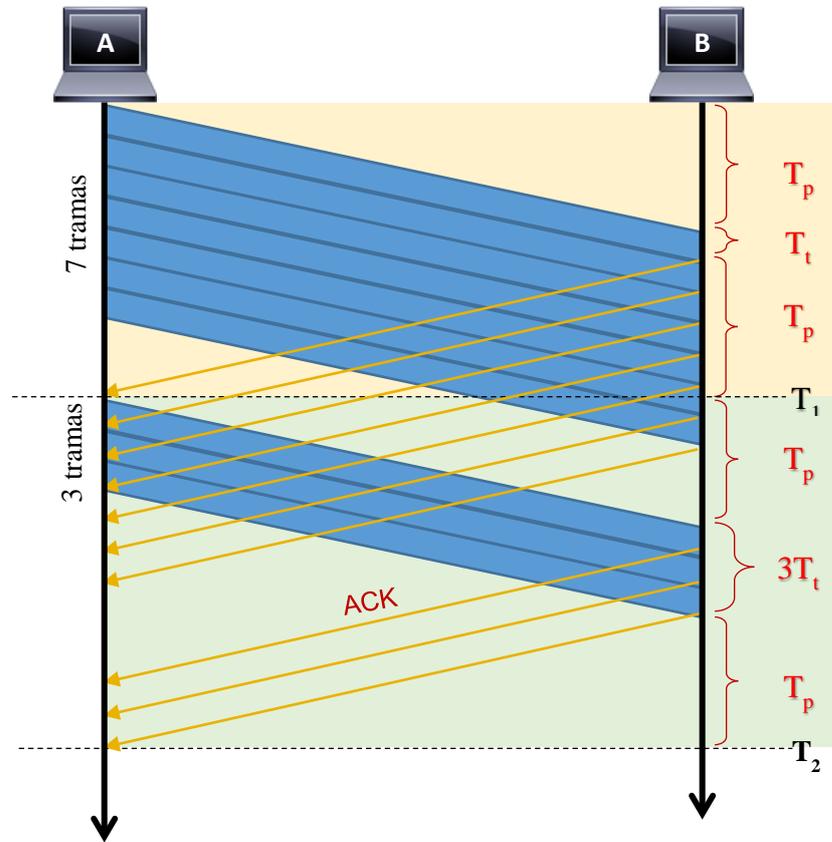
$2xT_p$ (s)=	T_t (s)=	Total (s)= $2T_p+T_t$
$2x250\text{ms}$	$\frac{10000b}{10^6 \frac{b}{s}}$	
	$\frac{s}{100}$	
0,5s	0,01s	0,51s

Entonces para 10 mensajes será:

$$10 \times (2T_p + T_t)$$
$$5.1\text{s}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCIÓN C. PARA EL CASO DE TRANSMISIÓN CONTINUA CON $W=7$



$$\begin{aligned} \text{Total (s)} &= T_1 + T_2 = (2T_p + T_t) + (T_p + 3T_t + T_p) = \\ &= 0.51 + (0.25 + 3 \times 0.01 + 0.25) = \\ &= 1.04s \end{aligned}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 12. Nivel de ENLACE (III)

Se tienen dos máquinas A y B muy alejadas entre sí, en cada una de ellas se está ejecutando un proceso de usuario que denominaremos proceso A y proceso B, respectivamente.

La transmisión de datos entre ambos procesos se realiza según la arquitectura OSI de ISO con todos los niveles. El proceso A tiene que enviar **1500 mensajes**, de **176 octetos** cada uno, al proceso B.

La transmisión tiene lugar de la siguiente forma:

- El proceso A entrega un mensaje de **176 octetos** al Nivel de Aplicación, éste añade **4 octetos** de cabecera para formar la Unidad de Datos del Protocolo (PDU) de Nivel Aplicación, que a su vez es pasada al nivel inferior, de tal modo que cada nivel (excluido el físico) añade 4 octetos de cabecera a los “datos” que le entrega el nivel superior.
- Los mensajes son entregados al Nivel de Aplicación unos tras otros, dando lugar cada mensaje a una UDP (PDU) de Nivel de Aplicación (los niveles superiores tienen suficiente capacidad de memoria para poder almacenar temporalmente UDP's).
- Ningún nivel realiza operaciones de segmentación o agregación de UDP's.

La conexión entre las dos máquinas se realiza mediante un radioenlace vía satélite artificial, tal que el tiempo de propagación entre A y B es **$T_p=200$ ms**. El régimen binario utilizado es **64000 bps**.

El protocolo de Nivel de Enlace utilizado tiene las siguientes características: dúplex, transmisión continua, aceptando la entidad receptora del Nivel de Enlace sólo tramas en orden de secuencia (retransmisión a partir de N). Cada trama de información transporta un sólo mensaje de proceso de usuario, siendo los campos N(s) y N(r) de cuatro bits de longitud cada uno. Las **tramas de confirmación tienen una longitud de 4 octetos**.

Se supone ausencia de errores en la transmisión.

Contestar, exponiendo los cálculos, a las siguientes cuestiones:

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 1. ¿Cuál es la longitud del trayecto radioeléctrico A-satélite-B, si la velocidad de propagación es $V_p=300000$ km/s?

SOLUCIÓN



$$\begin{aligned} D &= V_p \times T_p = \\ &= 300000 \frac{\text{km}}{\text{s}} \times 200 \times 10^{-3} \text{s} \\ &= 60000 \text{ km} \end{aligned}$$

Órbita geostacionaria: Para un observador en el suelo, el satélite parecería un punto fijo en el cielo. Existe una altura para la cual el periodo orbital del satélite coincide exactamente con el de rotación de la Tierra. Esta altura es de 35.786,04 kilómetros.

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 2. ¿Cuál es el tamaño de ventana que se puede escoger para la ventana de emisión? Justifique brevemente la respuesta.

SOLUCIÓN

$$W \geq \frac{T_p + T_t + T_p + T_{ack}}{T_t}$$

De los 7 niveles, 6 aportan 4 octetos. Luego:

$$T_t(s) = \frac{\left(176B + 6n \times 4 \frac{B}{n}\right) \times 8 \frac{b}{B}}{64000 \frac{b}{s}}$$

$$\mathbf{0.025s}$$

El tiempo de transmisión de la respuesta T_{ACK} será:

$$T_{ACK}(s) = \frac{4B \times 8 \frac{b}{B}}{64000 \frac{b}{s}}$$

$$\mathbf{0.0005s}$$

Finalmente el tamaño de W deberá ser mayor o igual que:

$$\frac{0.2s + 0.025s + 0.2s + 0.0005s}{0.025s} \\ = 17.02$$

$$\mathbf{W > 17}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 3. C) Dibuje la torre de niveles del modelo OSI, enuncie el nombre de cada nivel.

SOLUCIÓN



Pregunta 4. ¿Cuál es la longitud total de las tramas de información I? Justifique su respuesta.

SOLUCIÓN

Las tramas de información son las PDU (UDP) del nivel de enlace, luego:

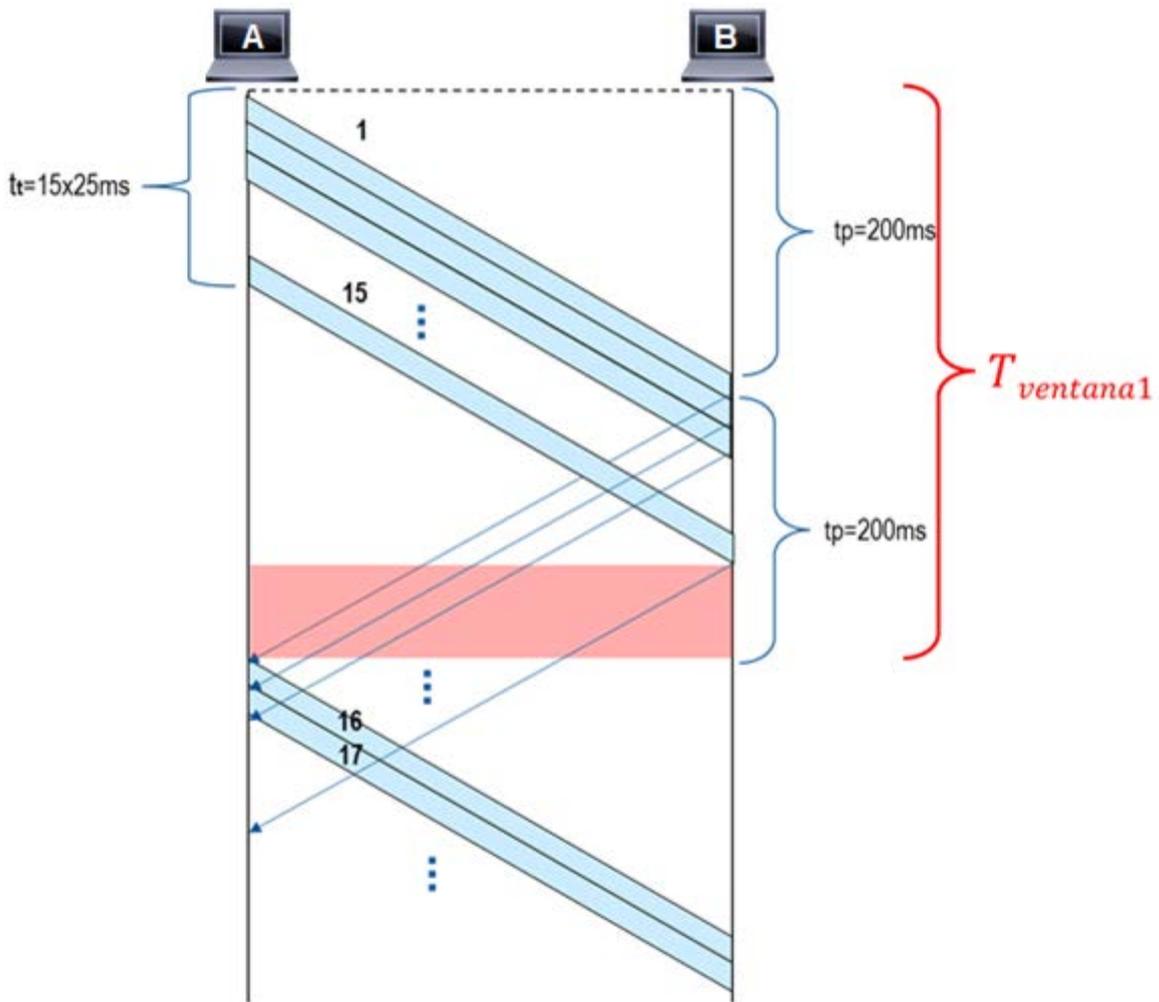


$$176B + 4 \times 6B = 200B$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 5. Para una **ventana de emisión de 15** y una longitud de trama l de **200 octetos** (incluyendo las cabeceras de las diferentes capas), **dibuje el cronograma** de tramas intercambiadas entre los niveles de enlace de ambas máquinas, solamente para la **primera ventana emitida**. Suponga los tiempos de proceso de las tramas a Nivel de Enlace despreciables.

SOLUCIÓN



El tiempo total de ventana en sg sería:

$$T_{\text{ventana15}} = t_t + t_p + t_{\text{ACK}} + t_p$$

$$0.025\text{s} + 0.2\text{s} + 0.0005\text{s} + 0.2\text{s}$$

$$0.4255\text{s}$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

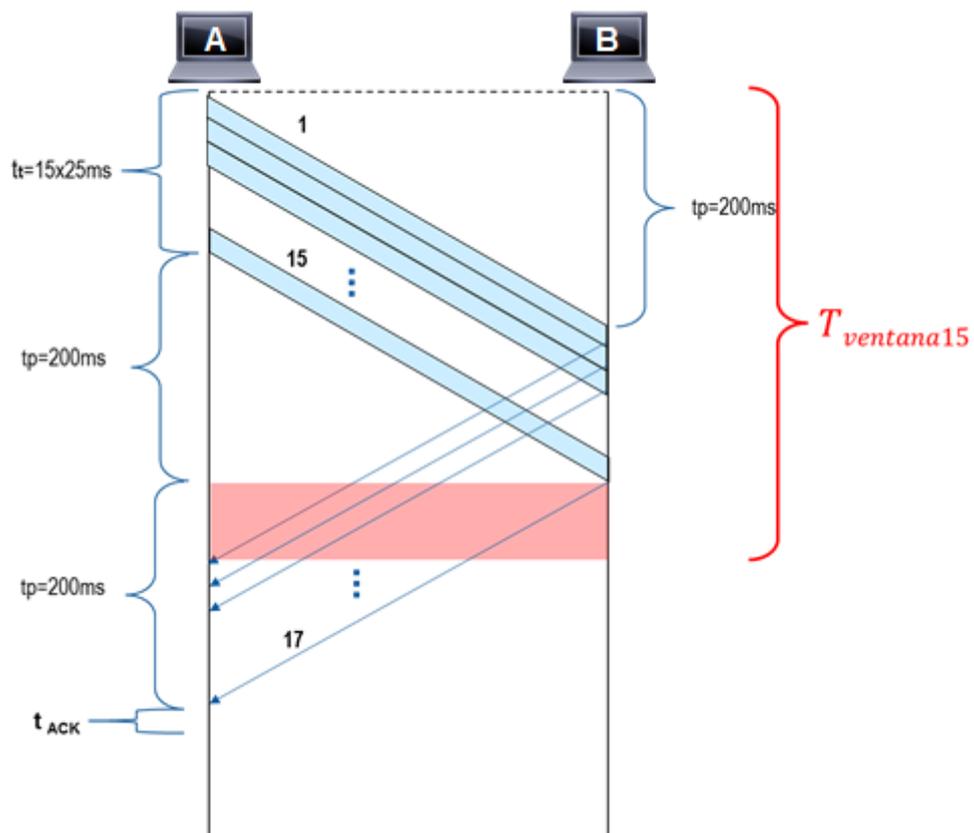
Pregunta 6. Tiempo transcurrido desde que se empieza a emitir la primera trama hasta que se recibe el asentimiento a la trama que transporta el último mensaje (de los 1500). Longitud de la trama l es de 200 octetos y tamaño de la ventana de emisión es de 15.

SOLUCIÓN

Para transmitir 1500 mensajes de 200B, con una ventana de 15, necesitaríamos 100 tiempos de ventana, luego:

$$100 \times 0.4255s = 42.55s$$

Un cálculo más preciso tendría en cuenta la última ventana, como sigue:



$$99 \times T_{\text{ventana15}} + (15 \times t_t + t_p + t_p + t_{\text{ACK}}) =$$

$$99 \times 0.4255 + (15 \times 0.025 + 0.2 + 0.0005 + 0.2) = 42.9s$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 13. Tipos de redes de conmutación

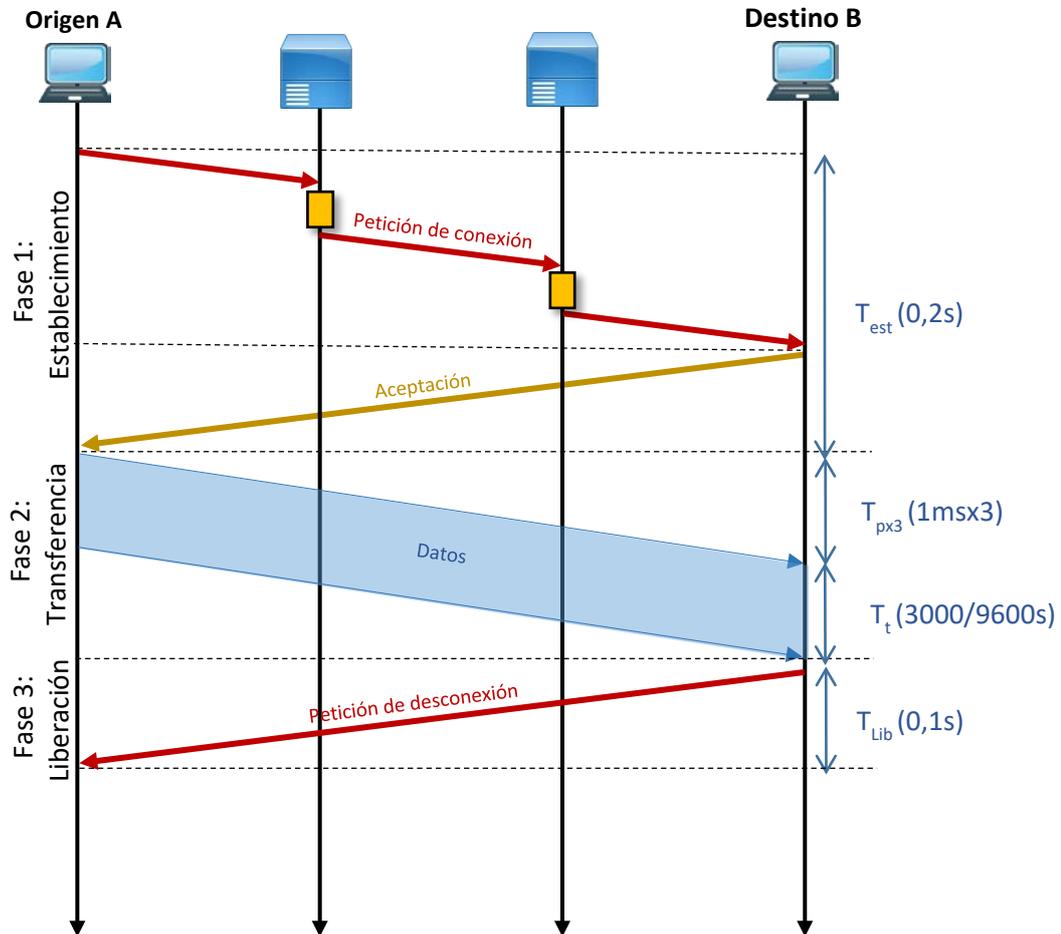
La comunicación entre dos estaciones A y B se piensa establecer a través de una red conmutada, con las siguientes características:

- Número de nodos = 2
- Capacidad para todos los enlaces = 9600 bps.
- Tiempo de propagación entre nodos = 0,001sg.
- Tiempo de establecimiento (en los casos que proceda) = 0,2 sg.
- Tiempo de liberación (en los casos que proceda) = 0,1 sg.
- En el caso de conmutación de paquetes: tamaño total del paquete = **1024 bits**. Cabecera del paquete = **24 bits**
- Se desprecian los tiempos de proceso y espera en los nodos, en los casos en que proceda.

Suponiendo que la longitud de los mensajes a enviar es de **3000 bits**, justificar que opción elegiría entre:

1. Conmutación de circuitos
2. Conmutación de mensajes
3. Conmutación de paquetes, con servicio de Circuitos Virtuales Conmutados (CVC)
4. Conmutación de paquetes, con servicio de Circuitos Virtuales Permanentes (CVP)

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCION 1: CONMUTACIÓN DE CIRCUITOS

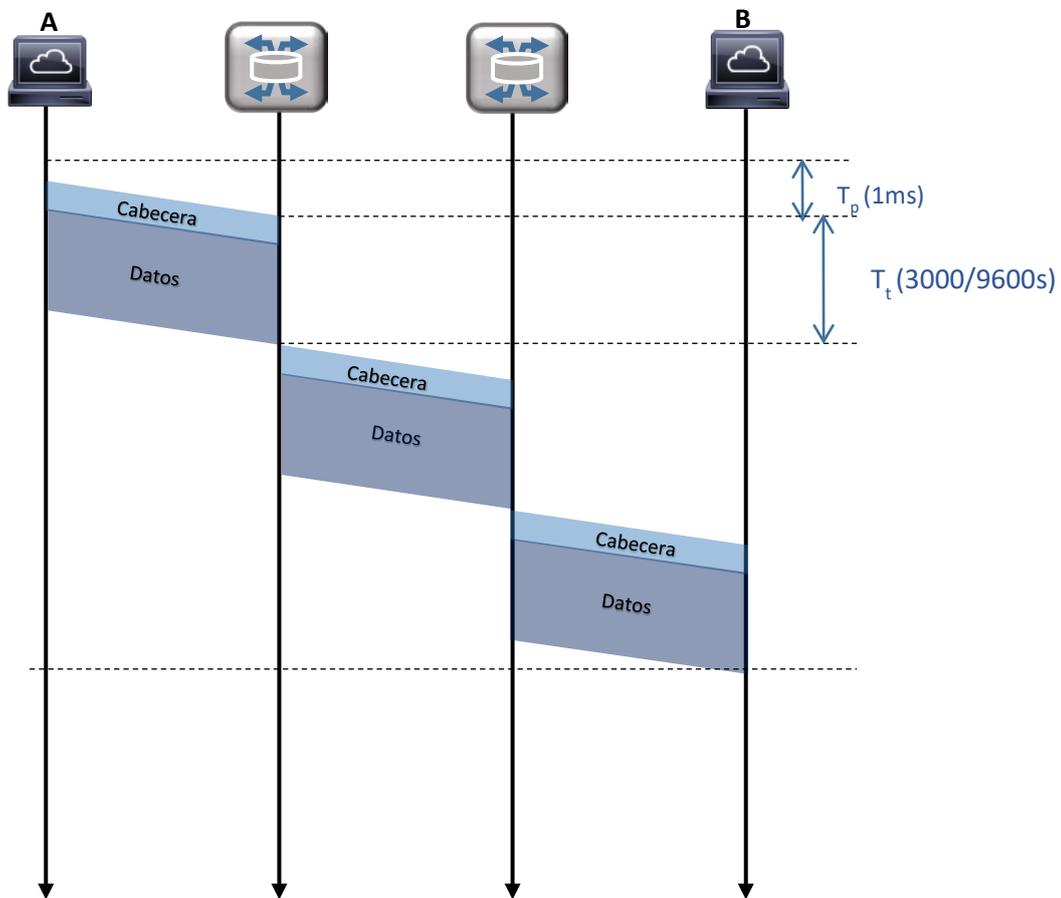
Tiempo total=

$$0.2 + 3 \times 0.001 + \frac{3000b}{9600 \frac{b}{s}} + 0.1$$

$$0.6155s$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCION 2: CONMUTACIÓN DE MENSAJES



Si despreciamos el tiempo de transmisión de la cabecera, tendremos:

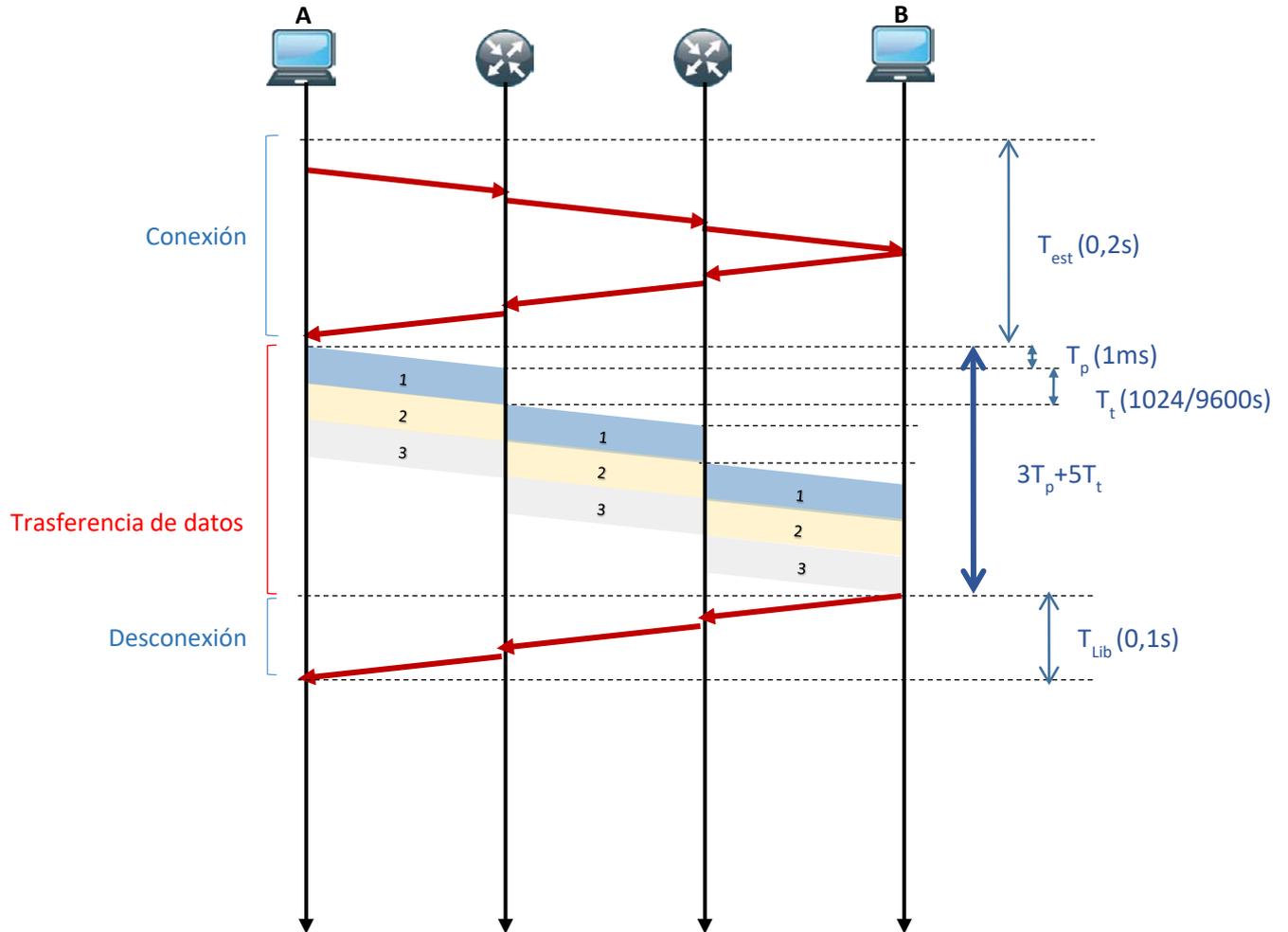
Tiempo total=

$$3 \times \left(0.001 + \frac{3000b}{9600 \frac{b}{s}} \right)$$

$$0.9405s$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCION 3: CONMUTACIÓN DE PAQUETES CON SERVICIO CVC



Si consideramos la cabecera de 24 bits, tendremos:

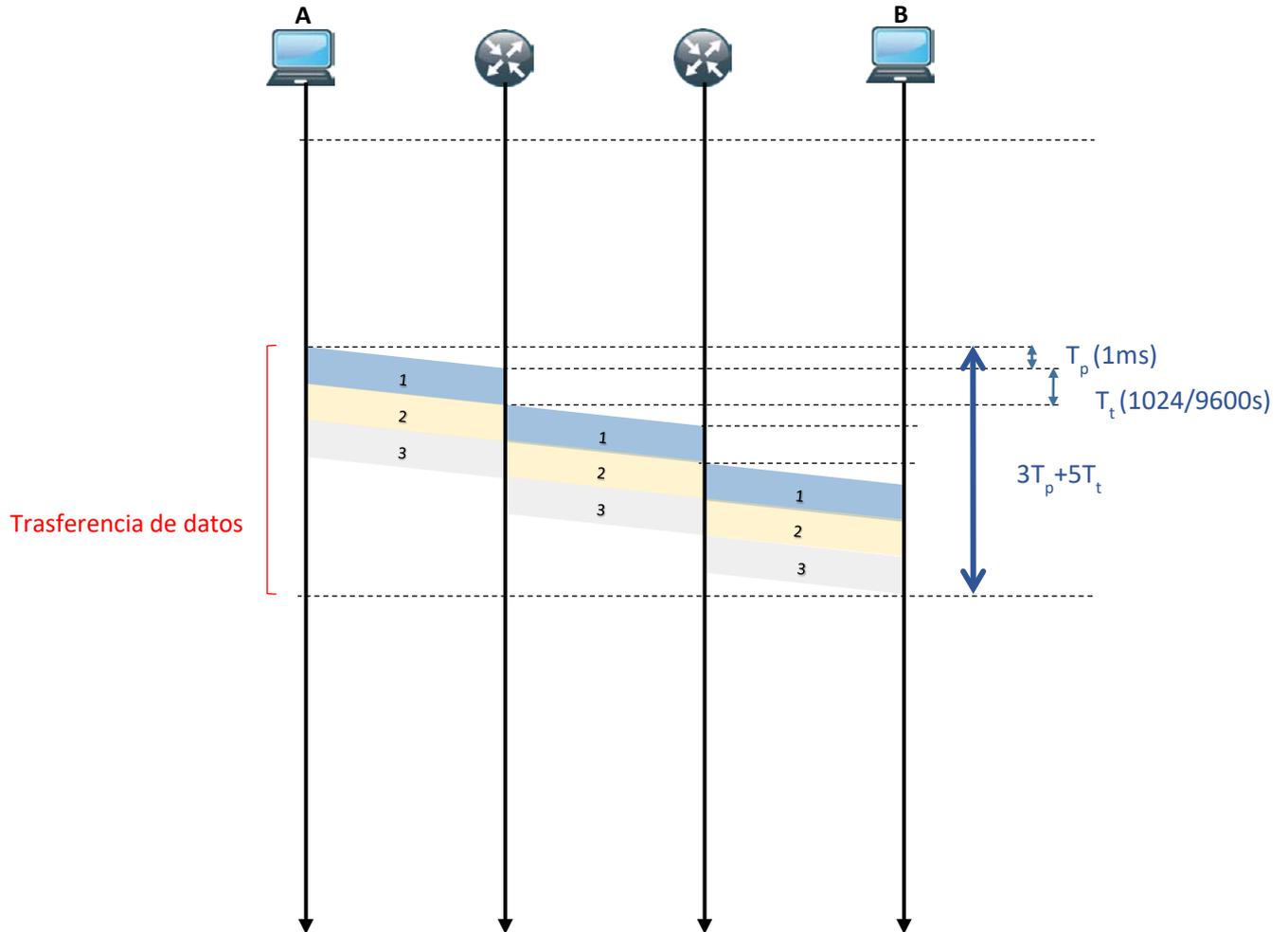
Tiempo total=

$$0.2 + 0.1 + 3 \times 0.001 + 5 \times \frac{1024b}{9600 \frac{b}{s}}$$

$$= 0.836s$$

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

SOLUCION 4: CONMUTACIÓN DE PAQUETES CON SERVICIO CVP



Si consideramos la cabecera de 24 bits, tendremos:

Tiempo total=

$$3 \times 0.001 + 5 \times \frac{1024b}{9600 \frac{b}{s}}$$

$$= 0.53633s$$

Luego la mejor opción es la Conmutación de paquetes, con servicio de Circuitos Virtuales Permanentes (CVP).



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

TAREA PARA SUBIR AL MOODLE

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Problema 14. Tarea T1

En la figura se muestran dos enlaces, pertenecientes a una red de conmutación de paquetes, de 4000 y 500 kms, respectivamente, que unen los nodos A, B y C. El nodo A genera tramas que son enviadas al nodo C a través del nodo B.



Teniendo en cuenta que:

La velocidad de transmisión entre A y B es de 100 kbps.

El retardo de propagación es de 5 microsegundos/km para ambas líneas.

Los enlaces son dúplex y no producen errores entre los nodos.

Todas las tramas de datos son de 1000 bits de longitud.

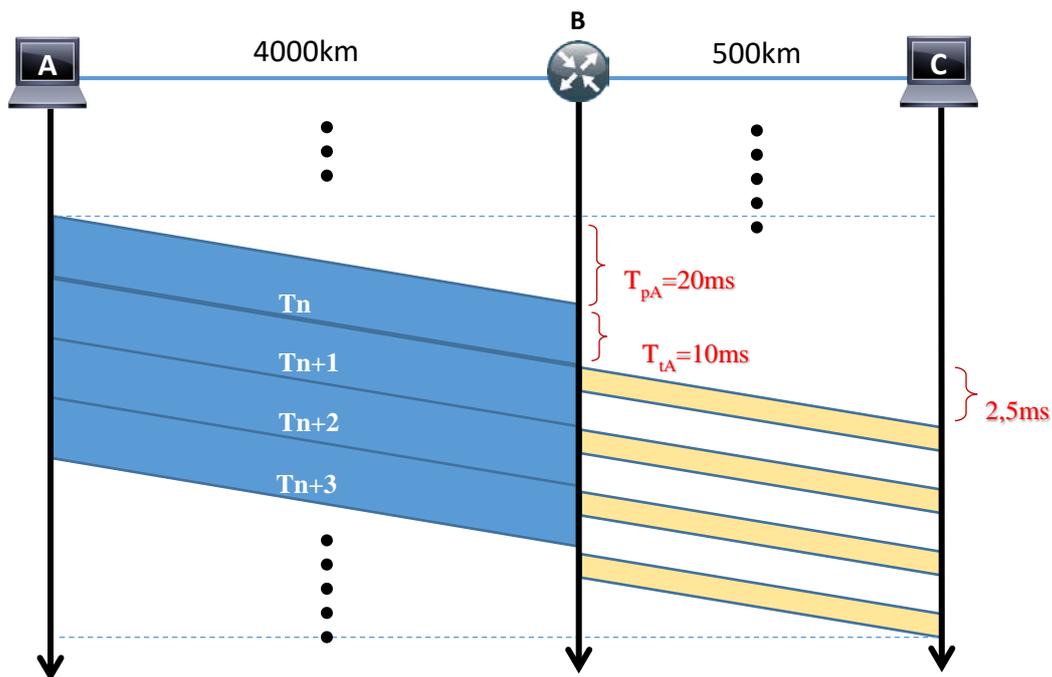
Los tiempos de proceso, almacenamiento y reenvío son despreciables

Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 1. En ausencia de control de flujo en ambos enlaces, determinar la velocidad de transmisión mínima entre los nodos B y C de manera que los buffers (memoria) del nodo B no se inunden. Dibuje un cronograma que ilustre esta situación.

SOLUCIÓN

La velocidad de transmisión debe ser la misma o superior a 100kbps. En la figura se muestra el caso en el que sea superior.



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 2. Suponiendo que entre A y B, el control de flujo es mediante ventana y con un tamaño de la ventana de 3 (tres) ¿Cuánto tiempo se tardaría en transmitir 3 tramas desde que se empieza a transmitir la primera trama en A hasta que se recibe el ACK de la última trama?

Dibujar el cronograma.

Nota: Suponga que inicialmente $W=3$ y que las tramas ACK de retorno tienen una longitud despreciable. No hay demora entre la recepción de una trama y la emisión de su confirmación (ACK).

SOLUCIÓN

A puede transmitir tres tramas a B seguidas ya que $W=3$, después debe esperar a que el reconocimiento de la primera trama antes de transmitir tramas adicionales.

La primera trama se tarda en transmitir $T_t=1000/(100*10^3) = 10$ ms

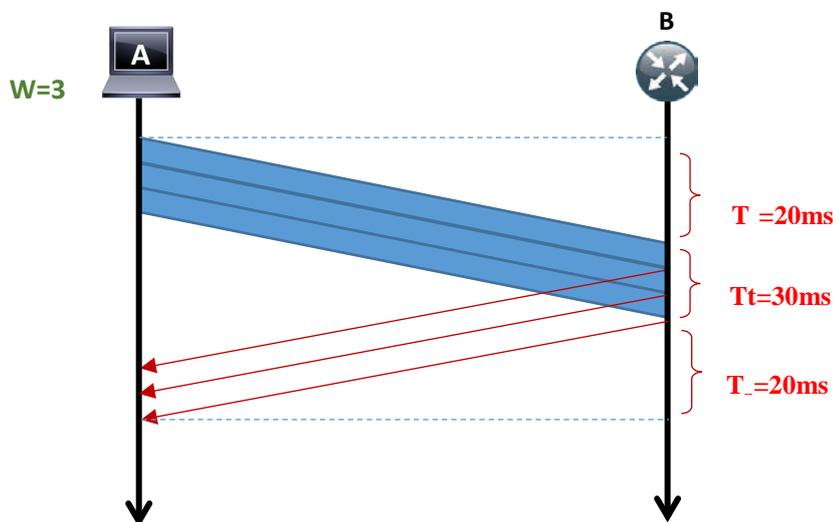
Como el tiempo de propagación $T_p= 4000* 5 \mu s = 20$ ms.

Si despreciamos el tiempo de transmisión de ACK, se tardará un tiempo adicional de 20 ms para recibir el ACK de la última trama.

Por tanto, el tiempo que A se tardaría en transmitir tres tramas sería:

$$20ms+3*10ms+20ms= 70 \text{ ms.}$$

Luego A emite (y B recibe) 3 tramas cada 70ms.



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

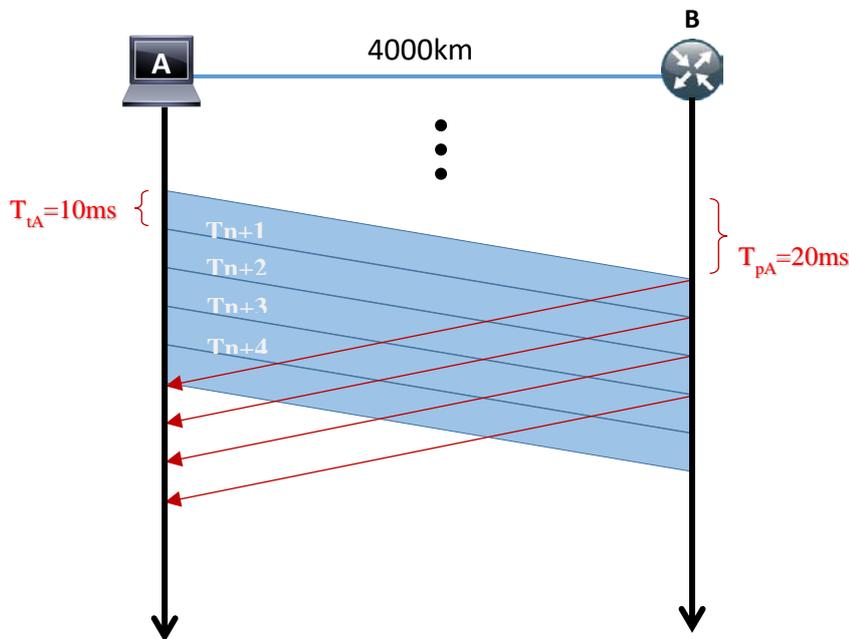
Pregunta 3. En caso anterior, obtener qué tamaño de ventana garantiza una transmisión continua de tramas, sin detenciones en la comunicación. Justifique la respuesta y dibuje un cronograma que ilustre dicha transmisión continua.

Nota: Suponga, igual que en la pregunta anterior, que la trama ACK de retorno tiene una longitud despreciable

SOLUCIÓN

$$W \geq \frac{T_p + T_t + T_p + T_{ack}}{T_t}$$
$$\frac{20 + 10 + 20 + 0}{10} = 5$$

Luego para una ventana igual a 3 o superior podríamos tener una transmisión continua a 100 kbps.



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 4. Si entre B y C el control de flujo es de parada y espera, determinar cuánto tiempo se tardaría en transmitir 3 tramas de B hacia C, contado desde que se empieza a transmitir la primera trama hasta que se recibe en B el ACK de la tercera trama. Dibuje el cronograma completo para este caso.

Nota: suponga que la velocidad de transmisión de B hacia C es de 150 kbps.

SOLUCIÓN

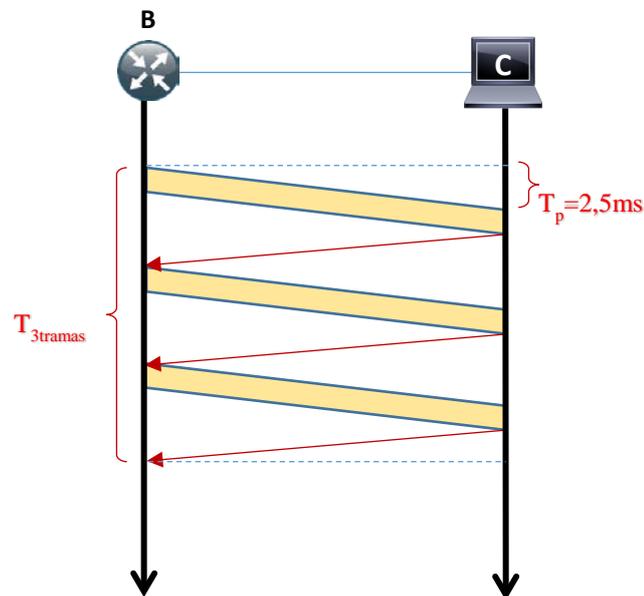
El tiempo de propagación de B hacia C $= 5\mu\text{s}/\text{Km} * 500 = 2500 \mu\text{s} = 2,5\text{ms}$,

El tiempo de transmisión de una trama desde B hacia C será:

$$\begin{aligned} & \frac{1000b}{150000 \frac{b}{s}} \\ & = 0.0067s \end{aligned}$$

$$T_{(1 \text{ trama})} = 2T_p + T_t = 5\text{ms} + 6,7 \text{ ms} = 11,7 \text{ ms}$$

$$T_{(3 \text{ tramas})} = 3 * T_{(1 \text{ trama})} = 35,1 \text{ ms}$$



Problemas de RC.2016-17. Tema 1

Pregunta 5. Si entre A y B el control de flujo es mediante ventana, con un tamaño de la ventana de 3, y entre B y C el control de flujo es de parada y espera, tal como se ha establecido en los apartados anteriores, determinar la velocidad de transmisión mínima entre los nodos B y C, de manera que los buffers (memoria) del nodo B no se sobrecarguen, provocando la pérdida de tramas debido a la mayor velocidad del enlace entre A y B.

Dibuje el cronograma completo para este caso, mostrando transmisión de 4 tramas consecutivas desde A y la retransmisión de las mismas por B hacia C.

Nota: La velocidad de transmisión de A es de 100 kbps.

SOLUCIÓN

Si A transmite continuamente (en el caso peor), B debe retransmitir más rápido ya que hay que esperar $2T_p$.

Por tanto el Tiempo de recepción de una trama en B debe ser igual al tiempo de envío hacia C más la espera de ACK:

$$T_{tA} = 2T_p + T_{tB} \Rightarrow T_{tB} = T_{tA} - 2T_p = 10ms - 2 \times 2,5ms = 5ms$$

$$V_{tB} = \frac{1000b}{5 \times 10^{-3}s} = 0,2 \text{ Mbps}$$

