

Práctica 1.1 - Cuestión 13

$T_c :=$ tiempo de procesamiento

$T_t :=$ tiempo de transmisión

$T_p :=$ tiempo de propagación

Caso 1

El tamaño de los datos contenidos en el paquete ICMP es de 600 bytes; sumados a la cabecera ICMP (8 bytes) y a la cabecera IP (20 bytes), son 628 bytes. Como el MTU mínimo del escenario es de 700 bytes, no hay fragmentación en el protocolo IP. Ethernet añade 26 bytes más a todos los paquetes, por lo que son 654 bytes transmitidos en cada reenvío.

El cronograma que desglosa el tiempo de ida y vuelta medido por la herramienta ping se muestra en la [figura 1](#). Los valores temporales involucrados son los siguientes:

- $T_{pA/B/C} :=$ tiempo de propagación de la red A/B/C
- $T_{tA/B/C}(L) :=$ tiempo de transmisión de una trama con longitud L bytes. $(\frac{8 \cdot L}{R_{A/B/C}})$
- $T_{cA1} :=$ PCA1 comienza la medición y envía ICMP Request
- $T_{cA3/B3} :=$ PCA3/PCB3 reenvía Request
- $T_{cB1} :=$ PCB1 recibe Request y envía Reply
- $T'_{cA3/B3} :=$ PCA3/PCB3 reenvía Reply
- $T'_{cA1} :=$ PCA1 recibe Reply y para la medición

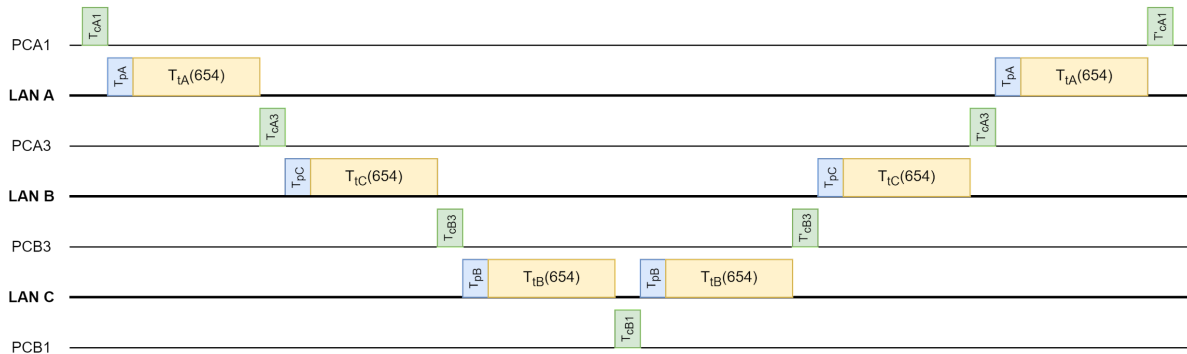


Fig. 1: Cronograma caso 1

Las tasas de bits de cada red son $R_A = 10Mbps$, $R_B = 10Mbps$, $R_C = 100Mbps$. El tiempo de ida y vuelta, considerando tiempos de cómputo y propagación despreciables, es:

$$RTT = 2 \cdot T_{tA}(654) + 2 \cdot T_{tC}(654) + 2 \cdot T_{tB}(654) = 2 \cdot 0.5232 \text{ ms} + 2 \cdot 0.05232 \text{ ms} + 2 \cdot 0.5232 \text{ ms} = 2.1974 \text{ ms}$$

Caso 2

En este caso el tamaño de las tramas ethernet no es el mismo en cada envío, debido a la fragmentación. En el [anexo 1](#) aparece el desarrollo con el que se ha obtenido la longitud de cada paquete IP. Como el paquete más pequeño es de 48 y la mínima longitud de datos de una trama Ethernet es de 46 bytes, no es necesario añadir padding y basta con sumar a todas las longitudes los 26 bytes de encapsulamiento.

Las [figuras 2 y 3](#) (en conjunto) componen el cronograma de un envío y recepción ICMP Echo provocado por la herramienta ping. En ellas se ve que las tramas de los fragmentos que en IP pueden ser enviados en paralelo, son enviadas en serie, limitados por la capa de enlace. El tiempo de propagación se solapa entre ellos y sólo se tiene en cuenta el de uno, considerando perfecta serialización. Los tiempos de procesamiento T_c^i representan la recepción del fragmento i-ésimo (y en el caso del último $T_{cb1/A1}$ también incluye el tiempo de preparar la respuesta y de parar la medición, respectivamente). Siendo fragmentación Internet, he considerado que los encaminadores reenvían los fragmentos nada más recibirlos, pero el tiempo de procesamiento del primer fragmento y su envío es mayor que el tiempo de transmisión del segundo, por lo que se sigue comportando como un envío en serie.

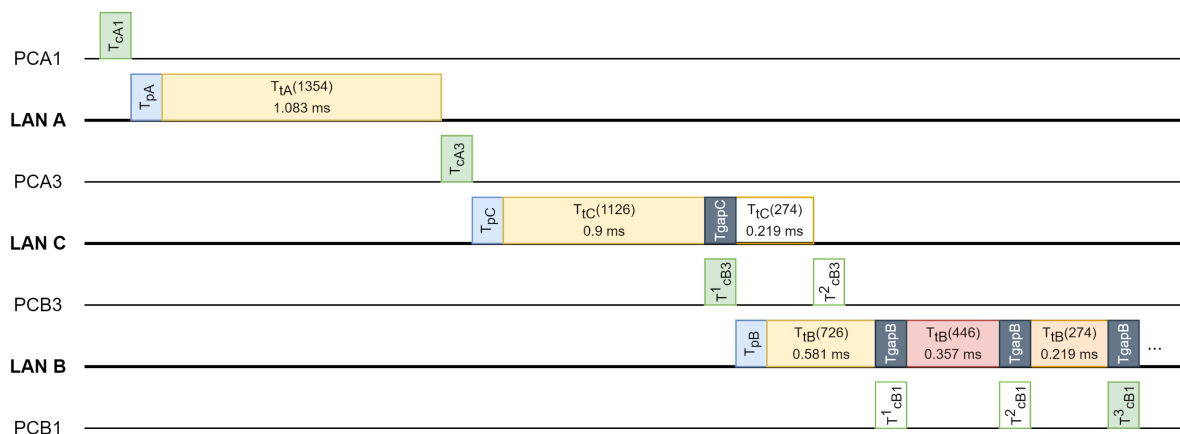


Fig. 2: Cronograma caso 2 (Request)

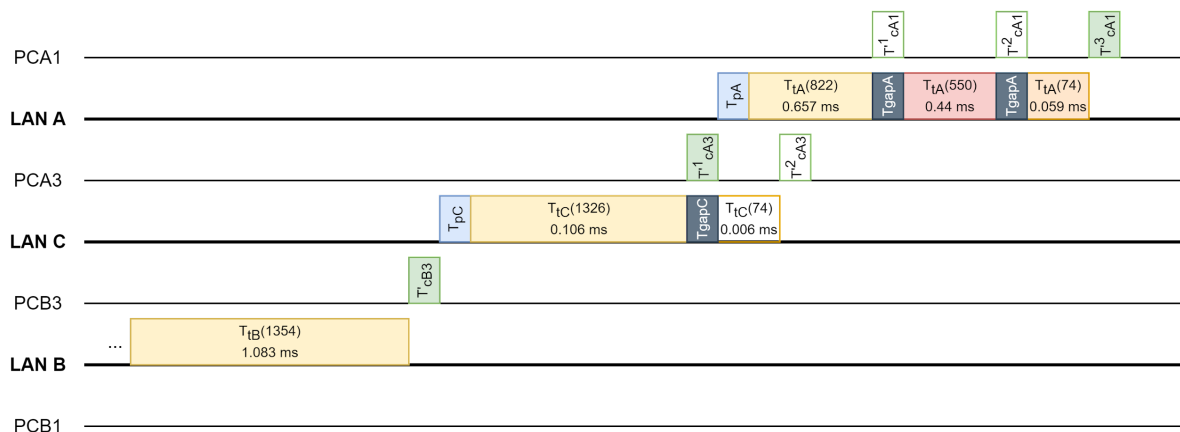


Fig. 3: Cronograma caso 2 (Reply)

Por completitud, en ambos diagramas aparecen los supuestos tiempos de propagación y de cómputo, aunque para el cálculo se han considerado despreciables. Los tiempos sin relleno de color no afectan al cálculo del RTT: el tiempo de transmisión del segundo fragmento de la red C siempre se ve solapado por el envío del primer fragmento de la siguiente red. Como el tiempo de cómputo T_{cB1}^3 es despreciable, hay que contar un tercer tiempo de gap justo antes del envío de la respuesta.

Sabemos que los tiempos de gap corresponden al tiempo de transmisión de cada red para enviar 12 bytes:

- $T_{gapA} = T_{tA}(12) = 0.0096 \text{ ms}$
- $T_{gapB} = T_{tB}(12) = 0.0096 \text{ ms}$
- $T_{gapC} = T_{tC}(12) = 0.00096 \text{ ms}$

En este marco, el tiempo de ida y vuelta es el siguiente:

$$\begin{aligned} T_{REQUEST} &= T_{tA}(1354) + T_{tC}(1126) + T_{gapC} + T_{tB}(726) + T_{tB}(446) + T_{tB}(274) + 2 \cdot T_{gapB} = \\ &= 1.083 \text{ ms} + 0.09 \text{ ms} + 0.00096 \text{ ms} + 0.581 \text{ ms} + 0.357 \text{ ms} + 0.219 \text{ ms} + 2 \cdot 0.0096 \text{ ms} = \\ &= 2.35016 \text{ ms} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{REPLY} &= T_{tB}(1354) + T_{tC}(1326) + T_{gapC} + T_{tA}(822) + T_{tA}(550) + T_{tA}(74) + 2 \cdot T_{gapA} = \\ &= 1.083 \text{ ms} + 0.106 \text{ ms} + 0.00096 \text{ ms} + 0.657 \text{ ms} + 0.44 \text{ ms} + 0.059 \text{ ms} + 2 \cdot 0.0096 \text{ ms} = \\ &= 2.36516 \text{ ms} \end{aligned}$$

$$RTT = T_{REQUEST} + T_{gapB} + T_{REPLY} = 4.71532 \text{ ms}$$

Anexo

1. Esquema de fragmentación

