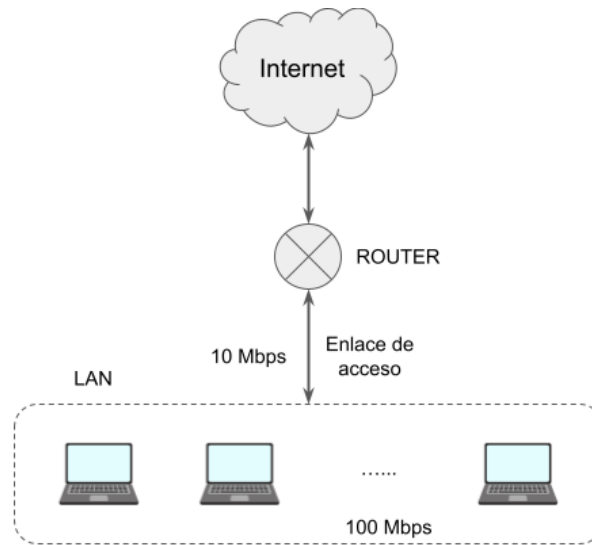


1. Imagina una red corporativa con la topología de la figura. En este escenario, considera un tamaño medio por petición de 10 kbits y que los usuarios navegan a una media de 1,5 peticiones. El ancho de banda de la LAN es de 100 Mbit/s y el de Internet se considera infinito, pero cuenta con un retardo de 100 ms (RTT completo). 3



Por último, el enlace de acceso genera un retardo determinado por la expresión $r_{acc} = t_{acc}/(5 + t_{acc}\lambda)$, donde λ es la tasa de peticiones que atraviesa el enlace y t_{acc} es el tiempo necesario para transmitir una petición por dicho enlace.

Contesta a las siguientes cuestiones de forma **razonada**. Aunque sean correctas, no se considerarán válidas respuestas no explicadas claramente. Incluye la respuesta final en el recuadro, y el desarrollo para obtenerla en el espacio en blanco.

- A. (1,5 ptos.) Calcula el tiempo de respuesta total medio de una petición realizada desde la LAN.

100.2992 ms

Solución: El retardo total de una topología como esta estará determinada por la expresión:

$$r_{TOTAL} = r_{INET} + r_{ACC} + r_{LAN}$$

El retardo de las peticiones que entre el router e Internet es de 100 ms. En la LAN, una petición será transmitida en:

$$r_{LAN} = 10kbits/100,000kbit/s = 0,1ms$$

Por último, falta calcular el retardo en el enlace de acceso. Para ello, calculamos primero el tiempo que tarda un petición en atravesarlo, $t_{acc} = 10kbits/10,000kbits/s = 1ms$. Finalmente, tenemos:

$$r_{acc} = \frac{1ms}{(5 + 1m \cdot 0,0015peticiones/ms)} = 0,1992ms$$

Finalmente, el retardo total será:

$$r_{TOTAL} = 100 + 0,1992 + 0,1 = 100,2992$$

ms

Solución:

- B. (1,25 ptos.) ¿Cuál sería la máxima tasa de peticiones que soportaría el enlace de acceso antes de saturarse completamente?

1000 peticiones / s

Solución: El enlace tiene un ancho de banda de 10 Mbit/s. Como las peticiones tienen un tamaño medio de 10 kbits/petición, soportará un máximo de 1000 peticiones / s.

Solución:

- C. (0,25 ptos.) Supongamos ahora que se instala una caché Web o *proxy*, modelizado como ideal de forma que no introduce ningún retardo, y con una tasa de acierto α . ¿Cuál sería ahora el nuevo tiempo de respuesta de la red?

Solución: La caché almacenará algunas de las peticiones más usuales de los usuarios, de forma que cuando una de ellas se encuentre almacenada, no será necesario que dicha petición salga de la red corporativa, y podrá ser satisfecha directamente por la caché.

Como se no dice que el procesamiento de la caché no introduce retardo, y que tiene una tasa de acierto de α (es decir, el $\alpha\%$ de las peticiones se encuentran en la caché y, por tanto, son satisfechas inmediatamente), el nuevo tiempo medio de respuesta será simplemente:

$$r_{TOTAL} = (1 - \alpha)100,2992$$

Solución:

2. Supón una red de N pares que quieren compartir un fichero de tamaño F . El contenido del fichero a 3 compartir está distribuido entre los pares, teniendo cada uno una fracción f_i , con $1 \leq i \leq N$, y $\sum_{i=1}^N f_i = 1$ (es decir, entre todos tienen el fichero completo y ninguno tiene algo que otro también tenga).

- A. (1,5 ptos.) Hallar la expresión que describe el tiempo mínimo que será necesario para que los N pares tengan el fichero completo.

Solución: Vamos a analizar cada término por separado. El primer término se refiere al tiempo que tarda el servidor en subir una copia del fichero ($\frac{F}{u_s}$). En este caso, no hay un servidor, sino que cada par debe subir (a algún otro par, por lo menos) el fragmento que tiene. Entonces será:

$$\max \left(\frac{f_i}{u_i} \right)$$

El segundo término es el tiempo que tardaría cada par en bajarse una copia completa del fichero. En este caso sería bajarse la parte que no tiene ($1 - f_i$). Entonces el término quedaría:

$$\max \left(\frac{1 - f_i}{d_i} \right)$$

Finalmente el tercer término hace referencia a lo que se tardaría en subir todas las copias necesarias (1 a cada par), considerando que todos pueden aportar su velocidad de subida.

En este caso, como entre todos los pares tienen una copia antes de empezar, sólo habría que subir $N - 1$ copias. Entonces el tercer término quedaría:

$$\frac{(N - 1)}{\sum_{i=1}^N s_i}$$

Al final, el tiempo mínimo vendrá dado por el máximo de estos tres términos. Es decir:

$$\max \left(\max \left(\frac{f_i}{u_i} \right); \max \left(\frac{1 - f_i}{d_i} \right); \frac{(N - 1)}{\sum_{i=1}^N s_i} \right)$$

- B. (1,5 ptos.) Ahora supongo la siguiente tabla, que describe cuántos pares hay, que porción del fichero tiene cada uno, así como la respectiva velocidad de descarga y subida (expresadas en Mbits). En base a estos datos, calcular razonadamente el tiempo mínimo para que los 10 pares tengan el fichero completo, identificando qué par actúa como cuello de botella, sabiendo que el tamaño del fichero es 1 GB.

Par	%F	d_i (en Mbits)	s_i (en Mbits)
1	5	25	2
2	12	50	5
3	8	15	2
4	21	120	120
5	3	50	5
6	6	200	200
7	15	40	4
8	8	20	2
9	16	10	1
10	6	150	150

Solución: $F = 1GB = 8Gbits = 8 * 2^{10} Mbits$

Primer término: como F es igual para todos los pares, el primer término equivale al

$$\max([0,05/2; 0,12/5; 0,08/2; 0,21/120; 0,03/5; 0,06 * 200; 0,15/4; 0,08/2; 0,16/1; 0,06/150]) = \\ \max(0,025; 0,024; 0,04; 0,00175; 0,006; 0,0003; 0,0375; 0,04; 0,16; 0,0004) = 0,04$$

Luego el primer término es $0,04 * F = 327,68$ segundos.

En el segundo término otra vez F será constante para todos los casos, así que podemos calcular $\max((1 - f_i)/d_i)$ para todo i . Entonces hay que calcular:

$$\max(0,95/25; 0,88/50; 0,92/15; 0,21/120; 0,97/50; 0,94/200; 0,85/40; 0,92/20; 0,84/10; 0,94/150) = \\ \max(0,038; 0,0176; 0,0613; 0,00175; 0,0194; 0,0047; 0,02125; 0,046; 0,084; 0,0063) = 0,084$$

Entonces el segundo término es $8 * 2^{10} Mbits * 0,084 = 688,128$ segundos

Finalmente el tercer término será:

$$9 * 8 * 2^{10} / (2 + 5 + 2 + 120 + 5 + 200 + 4 + 2 + 1 + 150) = 72 * 2^{10} / 491 = 150,1589 \text{ segundos}$$

Por lo tanto, se tardaría 688,128 segundos en transmitir el fichero a todos los pares, siendo el cuello de botella el par 9.