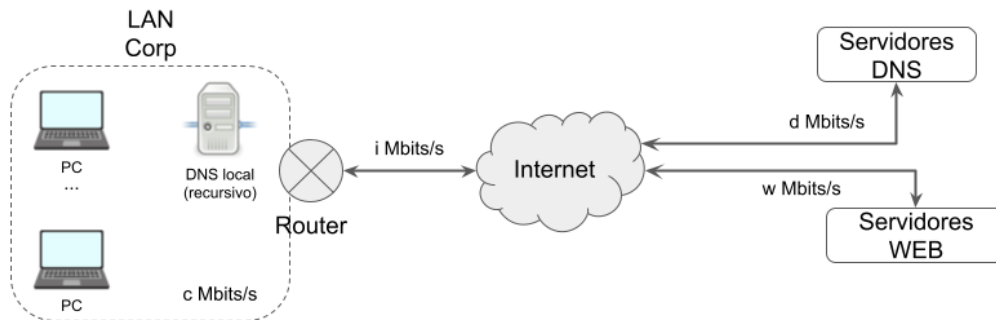


Las respuestas no razonadas, o no que utilicen estrictamente la notación indicada, no serán consideradas como válidas, aunque sean correctas. Recuadra CLARAMENTE tu respuesta a cada apartado. Consigna tu NIA, nombre y apellidos completos en todas las hojas que entregues.

1. PROBLEMA 1

4

Imagina el siguiente escenario:



en el que DNS hace referencia a cualquier servidor DNS, y WEB a cualquier servidor Web. En el interior de la LAN, el ancho de banda es c MBits/s. La LAN se conecta a Internet con un *router* de acceso, cuyo enlace puede procesar i Mbits/s (el tiempo de procesamiento de los paquetes por parte del propio *router* puede considerarse despreciable). Además,

- Las peticiones y respuestas DNS tienen un tamaño medio de d_1 y d_2 bytes, respectivamente. En este momento, el DNS local, de tipo recursivo, solo contiene los registros que se muestran en la tabla inferior.
- Las peticiones y respuestas WEB tienen un tamaño medio de w_1 y w_2 bytes, respectivamente, a no ser que se indique otra cosa.
- El tiempo necesario para establecer una conexión TCP es t_c segundos.

En esta situación, calcula el tiempo medio de procesamiento o carga para las siguientes acciones:

- A. Un usuario visita la URL '<http://www.uam.es>' desde la LAN.
- B. Tras finalizar la carga del recurso anterior, el mismo usuario anterior descarga ahora el fichero '<http://www.uam.es/bienvenida.mp4>', de 300 MBytes de tamaño.
- C. A continuación, el usuario visita la página <http://www.uam.es/info.html>, que contiene a su vez 5 objetos embebidos de t bytes cada uno. El servidor no tiene límite de conexiones simultáneas desde el mismo cliente, y no soporta *pipelining* de recursos.

DNS local Corp	
TLD .com	x.x.x.x
TLD .es	y.y.y.y
elpais.es	z.z.z.z
zxspectrum.com	a.a.a.a

Solución:

- A. La conexión a la URL, implicará primero su resolución DNS, por lo que podemos distinguir dos grandes tiempos:

$$t_{TOTAL} = t_{DNS} + t_{CARGA}$$

Calculémoslos por partes. Para hacer más legibles las expresiones, realizaremos un cambio de unidades (de bytes a bits), puesto que los anchos de banda vienen expresadas en Mbits y los tamaños de los paquetes en bytes: $\alpha = 8/10^6$.

El primero de los sumandos anteriores implica la comunicación con el DNS local, quien comprueba que no dispone del registro asociado al dominio solicitado, pero sí al TLD del dominio .es. Por tanto, no es necesario visitar los DNS raíz, sino consultar directamente a dicho TLD:

$$t_{DNS} = t_{DNS1} + t_{TLD} + t_{PRI} + t_{DNS2}$$

Así, la petición DNS deberá acceder, primero, al DNS local (t_{DNS1}), que al ser recursivo, reenviará la petición al servidor TLD .es (t_{TLD}) y primario de UAM.es (t_{PRI}). Finalmente, la respuesta del DNS deberá volver al PC del usuario (t_{DNS2}):

$$t_{TLD} = \alpha d_1/i + \alpha d_1/d + \alpha d_2/i + \alpha d_2/d = \alpha \frac{d_1 + d_2}{i} + \alpha \frac{d_1 + d_2}{d}$$

$$t_{PRI} = \alpha d_1/i + \alpha d_1/d + \alpha d_2/i + \alpha d_2/d = \alpha \frac{d_1 + d_2}{i} + \alpha \frac{d_1 + d_2}{d}$$

$$t_{DNS1} = \alpha d_1/c$$

$$t_{DNS2} = \alpha d_2/c$$

Finalmente tenemos que:

$$t_{DNS} = \alpha \frac{d_1 + d_2}{c} + 2\alpha \left(\frac{d_1 + d_2}{i} + \frac{d_1 + d_2}{d} \right)$$

Una vez que la máquina del usuario dispone de la dirección IP adecuada, puede empezar la conexión con el servidor Web y la descarga del recurso. El tiempo de conexión es t_c , luego pasamos a calcular el tiempo de carga del recurso 'http://www.uam.es'. Como no se nos dice lo contrario, entendemos que tendrá un tamaño w_1 y, su respuesta, w_2 . Por tanto, tenemos que:

$$t_{CARGA} = t_c + \alpha \left(\frac{w_1 + w_2}{c} + \frac{w_1 + w_2}{i} + \frac{w_1 + w_2}{w} \right)$$

Finalmente, ya disponemos de todos los sumandos necesarios, y obtenemos que:

$$t_{TOTAL} = t_{DNS} + t_{CARGA}$$

- B. Una vez finalizada la carga del recurso anterior, el DNS local ya dispone de la dirección IP del dominio 'uam.es', por lo que no necesitaremos volver a pedir su resolución en este caso. El tiempo de carga será, ahora, simplemente el tiempo de conexión y el de descarga:

$$\begin{aligned} t_{TOTAL} &= t_c + \alpha \frac{w_1}{c} + \alpha \frac{w_1}{i} + \alpha \frac{w_1}{w} + \alpha \frac{300 \cdot 10^6}{w} + \alpha \frac{300 \cdot 10^6}{i} + \alpha \frac{300 \cdot 10^6}{c} \\ &= \alpha \frac{2400 + w_1}{c} + \alpha \frac{2400 + w_1}{i} + \alpha \frac{2400 + w_1}{w} \end{aligned}$$

- C. Por último, tenemos la descarga de 5 objetos embebidos en la página 'info.html' del mismo dominio, de t bytes cada uno. Sea t_{INFO} el tiempo de carga de dicha página:

$$t_{INFO} = \alpha \frac{w_1}{c} + \alpha \frac{w_1}{i} + \alpha \frac{w_1}{w}$$

Ahora, comenzará la descarga de los objetos. Como no hay límite de conexiones simultáneas con el servidor, podemos establecer una para cada objeto, que descargará en un tiempo:

$$t_{OBJ} = \alpha \frac{t}{c} + \alpha \frac{t}{i} + \alpha \frac{t}{w}$$

Así que finalmente:

$$\begin{aligned} t_{TOTAL} &= t_{INFO} + t_{OBJ} \\ &= \alpha \frac{w_1}{c} + \alpha \frac{w_1}{i} + \alpha \frac{w_1}{w} + \alpha \frac{t}{c} + \alpha \frac{t}{i} + \alpha \frac{t}{w} \\ &= \alpha \left(\frac{w_1 + t}{c} + \frac{w_1 + t}{i} + \frac{w_1 + t}{w} \right) \end{aligned}$$

2. PROBLEMA 2

3

Imagina un sistema cliente/servidor, donde el servidor tiene que distribuir un archivo de T GBytes a un total de N clientes. Éstos pertenecen a 1 de 4 clases posibles, cada una con su respectiva velocidad de subida (s) y bajada (b), según la siguiente tabla:

Clase	b	s	Número
1	100 Mb/s	100 Mb/s	n_1
2	20 Mb/s	20 Mb/s	—
3	50 Mb/s	5 Mb/s	n_3
4	40 Mb/s	4 Mb/s	n_4

Claramente, $N = n_1 + n_2 + n_3 + n_4$. Imagina que ya está sirviendo al número de clientes de cada clase indicado en la tabla. Supón que el servidor tiene una tasa de subida de S_s Gbit/s, y que atiende a cada tipo de cliente con el máximo ancho de banda del que éste dispone. En esta situación,

- ¿Cuál es el número máximo de clientes de clase 2, n_2 , que podrá atender el servidor antes de convertirse en el cuello de botella del sistema?
- Si en un momento dado, están siendo atendidos simultáneamente 10 clientes de clase 1, 5 de clase 2 y 4 de clase 3, y el servidor dispone de 2 Gbit/s de ancho de banda, ¿cuál es el valor de n_2 ?

Solución:

- Para que el servidor sea el cuello de botella debe cumplirse que el ancho de banda restante disponible sea menor que el número de clientes de clase 2 que esté atendiendo. El ancho de banda utilizado en este momento es $(100n_1 + 50n_3 + 40n_4)$, por lo que al servidor "le quedan":

$$1000S_s - (100n_1 + 50n_3 + 40n_4)$$

Mbits/s disponibles. Si repartimos estos entre los posibles clientes de clase 2 disponibles, tendríamos que:

$$\frac{1000S_s - (100n_1 + 50n_3 + 40n_4)}{n_2} < 20Mb/s$$

$$n_2 > \frac{1000S_s - (100n_1 + 50n_3 + 40n_4)}{20Mb/s}$$

B. Sustituyendo los valores en la expresión anterior, tenemos que:

$$n_2 > \frac{2000Mb/s - (100 \cdot 10 + 50 \cdot 15 + 40 \cdot 8)}{20Mb/s}$$

$$n_2 > 29,5$$

Es decir, a partir de 29 clientes de clase 2, el servidor agotaría su ancho de banda, y tendría que comenzar a disminuir el máximo que puede distribuir a cada cliente.