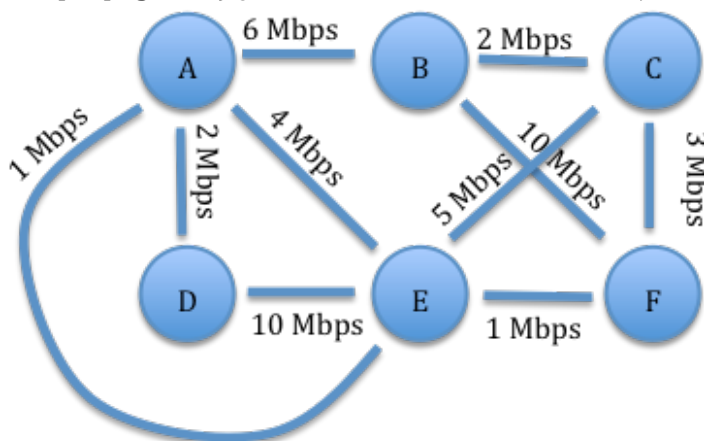


Redes y Sistemas Distribuidos

Relación de problemas del Tema 1

1. Dos máquinas se encuentran conectadas mediante un enlace que tiene un ancho de banda de 3Mbps. ¿Cuál es el tiempo de transmisión de una trama de 1500 bytes?
2. Supongamos que en el ejercicio anterior el cable que conecta las máquinas tiene una longitud de 200 m y que la velocidad de propagación de las ondas electromagnéticas en dicho cable es de $2 \cdot 10^8$ m/s. ¿Cuál sería el tiempo de propagación?
3. Dos naves espaciales se encuentran separadas por una distancia de 150 millones de kilómetros. Una nave envía a otra un mensaje usando ondas de radio. Teniendo en cuenta que la velocidad de propagación de las ondas de radio en el vacío (c) es de $3 \cdot 10^8$ m/s, ¿cuál es el tiempo de propagación del mensaje?
4. Supongamos en el ejercicio anterior que la tecnología empleada para la transmisión de información permite un ancho de banda de 1Gbps. ¿Cuál es entonces el tiempo de transmisión de un mensaje de 1 MB?
5. Marte está en el punto de mira de algunas agencias espaciales. Actualmente se envían sondas que exploran su superficie y su atmósfera y se están planeando misiones tripuladas para dentro de algunas décadas. ¿Cuál es el tiempo de propagación de un mensaje con origen en la Tierra y destino Marte si se usan ondas electromagnéticas para transmitirlo y la distancia Tierra-Marte es mínima (50 millones de km) ($c=3 \cdot 10^8$ m/s)? ¿Cuál es el tiempo de propagación si la distancia es la máxima (400 millones de kilómetros)? Si despreciamos el tiempo de transmisión, ¿cuál es el *round trip time* en ambos casos?
6. En un antiguo hotel, los empleados se comunican entre ellos por medio de un sistema de tubos repartidos por todo el hotel. Cuando un empleado habla por un extremo del tubo su voz es oída en el otro extremo del mismo. El tubo más largo tiene 1 kilómetro de longitud y la velocidad de dicción de los empleados es de 5 sílabas por segundo. Teniendo en cuenta que la velocidad del sonido en el aire es de 340 m/s, ¿cuál es la latencia de un discurso de 20000 sílabas cuando se usa el tubo más largo para su transmisión?
7. ¿Cuál es el camino de mínima latencia entre los nodos A y F de la siguiente red? (desprecie el tiempo de propagación) ¿Qué latencia tendría un mensaje de 1500 bytes?




① Ancho Banda = $3 \text{ Mbps} = 3 \cdot 10^6 \text{ bps}$ | trama = 1500 bytes = tamaño

$$T_{\text{trans}} = \frac{\text{tamaño (bits)}}{\text{Ancho Banda (bits/s)}} = \frac{1500 \cdot 8}{3 \cdot 10^6} = 4 \cdot 10^{-3} \text{ bits/s}$$

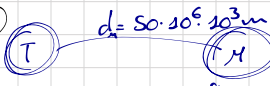
② Longitud cable = 200 metros
v. propagación = $2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$T_{\text{propagación}} = \frac{\text{distancia}}{v. \text{ propagación}} = \frac{200}{2 \cdot 10^8} = 1 \cdot 10^{-6} \text{ m/s}$$

③  $d = 150 \cdot 10^6 \cdot 10^3$

v. prop. = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$t_{\text{prop.}} = \frac{\text{distancia}}{v. \text{ prop.}} = \frac{(150 \cdot 10^6) \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 500 \text{ segundos} = 8 \text{ minutos}, 20 \text{ segundos}$$

⑤  $d = 50 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ m}$
v. propagación = $3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

$$t_{\text{prop.}} = \frac{\text{distancia}_x}{v. \text{ prop.}} = \frac{50 \cdot 10^6 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 166.6 \text{ segundos}$$

$d_{\text{max}} = 400 \cdot 10^6 \cdot 10^3 \text{ metros}$

$$t_{\text{prop.}} = \frac{400 \cdot 10^6 \cdot 10^3}{3 \cdot 10^8} = 1333.3 \text{ segundos}$$

• Round Trip Time \Rightarrow Caso 1 = 333,2 segundos
"Ida y Vuelta" Caso 2 = 2666,6 segundos

⑥

 $d = 1000 \text{ metros}$

v. prop. = 340 m/s

tamaño = 20000 sílabos

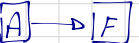
Ancho Banda = 5 sílabos

$$t_{\text{trans}} = \frac{20000}{5} = 4000 \text{ segundos}$$

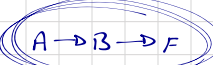
$$t_{\text{prop.}} = \frac{1000}{340} = 2,94 \text{ segundos}$$

$$4002,94 \text{ segundos} \approx 1 \text{ hora}, 6 \text{ minutos}, 43 \text{ segundos.}$$

⑦ Queremos el camino de mínima latencia. Si despreciamos el tiempo de propagación, la latencia = t. transmisión

 $\text{datos} = 1500 \text{ bytes} = 12000 \text{ bits}$

Por tanto, mientras más pequeño sea el ancho de banda, más tardará en enviarse un mensaje del nodo A al nodo F.

 $A \rightarrow B \rightarrow F$

En este ejercicio, "latencia = t. transmisión" $\rightarrow t_{\text{trans } A \rightarrow B} + t_{\text{trans } B \rightarrow F} \rightarrow \frac{1500 \cdot 8}{6 \cdot 10^6} + \frac{1500 \cdot 8}{10 \cdot 10^6} = 0,002 + 0,0012 = 3,2 \cdot 10^{-3} \text{ seg}$

(Ejercicio Pizarra).

- time slot (TDM) = 0,25 seg / 4 usuarios

- Ancho Banda = 200 Mbps

- tamaño fichero = 10 MB $\rightarrow 80 \text{ Mb}$

Son 3 usuarios más hasta poder otra vez transmitir.



transmiso
0,25 segundos
de los 0,4 totales

transmiso
los 0,25
restantes

$$t_{\text{trans}} = \frac{\text{tamaño}}{\text{ancho Banda}} \rightarrow \frac{80 \text{ Mb}}{200 \text{ Mb}} = 0,4 \text{ segundos}$$

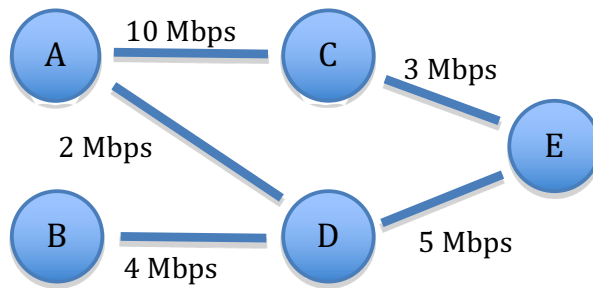
tardará en total 1,15 segundos para transmitir todo.

② Ancho Banda (BW) = 5 Mbps = 0,625 MBps.

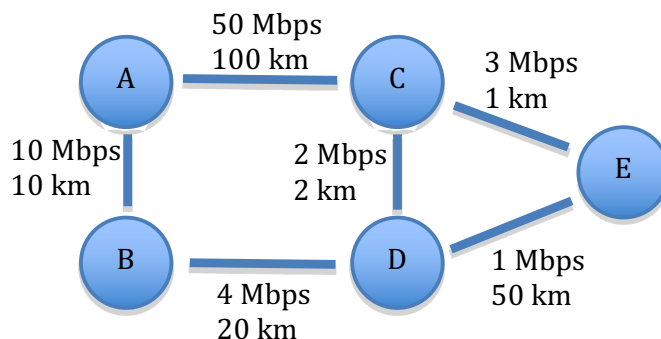
$t_{\text{prop}} = 4 \text{ ms} = 0,004 \text{ segundos}$

Cada segundo \rightarrow en 4 ms $\rightarrow 0,625 \cdot 0,004 = 0,0025 \text{ MBps.}$

8. ¿Cuáles son las latencias mínimas y el *round trip time* entre cada par de nodos de la siguiente red para un mensaje de 2000 bytes? (desprecie el tiempo de propagación y asuma que los anchos de banda son simétricos)



9. ¿Cuáles son las latencias máximas entre cada par de nodos de la red anterior si no se tienen en cuenta los caminos con ciclos?
10. En el ejercicio 7, ¿cuál sería el ancho de banda aparente entre los nodos A y F si se asume que todo el tráfico entre esos dos nodos circula por el camino de mínima latencia?
11. Calcule la latencia mínima de un mensaje de 2000 bytes entre los nodos A y D en la siguiente red teniendo en cuenta que la velocidad de propagación de las señales en los enlaces es de $2 \cdot 10^8$ m/s.



12. Calcule la latencia de un archivo de 3GB en la red anterior teniendo en cuenta que dicho archivo se divide en tramas de 1500 bytes y estas tramas se reparten equitativamente entre todos los caminos posibles de A a D.
13. Repita el ejercicio anterior suponiendo que por el camino más corto pasan el doble de tramas que en el resto de los caminos ¿es mayor o menor la latencia?
14. Se quiere enviar un enorme volumen de información de Málaga a Madrid y se dispone de dos opciones: enviarla a través de Internet o bien almacenarla en DVDs y llenar el maletero un coche que tiene 300 litros de capacidad. Asumiendo que la cantidad total de información a transmitir viene dada por la capacidad de los DVDs que caben en el coche, ¿cuál sería el ancho de banda aparente en ambos casos? Específica y justifica todas las suposiciones realizadas.
15. Un usuario solicita una página web desde su ordenador portátil que se conecta mediante cable. Esa solicitud genera una petición que utiliza los siguientes protocolos de la jerarquía TCP/IP: HTTP (nivel aplicación), TCP (nivel de transporte), IP (nivel de red) y Ethernet (nivel de enlace/físico). Cada uno de ellos añade su correspondiente cabecera. Si estuviésemos observando los bits transmitidos en el cable, ¿en qué orden veríamos las cabeceras?

16. Si en “el cable” observamos una trama ABCM (donde A, B y C son las cabeceras de los respectivos protocolos y M son los datos enviados). ¿Qué mensaje recibe el protocolo B? ¿De qué protocolo lo recibe? Tras analizar y procesar ese paquete el protocolo B ¿A qué protocolo le pasa el mensaje procesado? ¿Qué contiene dicho mensaje?
17. Un usuario quiere enviar un mensaje de 1500 bytes usando IP y Ethernet (cada uno de los cuales supondremos que añaden una cabecera de 20 bytes). ¿Qué porcentaje del ancho de banda del canal se usa para transmitir las cabeceras?
18. Si en el cable observamos una trama de 1100 bytes resultante de un envío web seguro (torre de protocolo usada: HTTP, SSL, TCP, IPv6 y Wifi), ¿cuál es ancho de banda gastado en transmitir las cabeceras? (Suponga que cada cabecera ocupa 20 bytes).
19. Si un usuario quiere enviar 1000 bytes sobre una red que usar la torre de protocolos HTTP, TCP, IP y Ethernet ¿qué porcentaje del ancho de banda es utilizado por los datos de usuario? (Suponga que cada cabecera ocupa 20 bytes)
20. ¿Cuál es la máxima cantidad de datos que pueden estar en un enlace con un ancho de banda de 5Mbps y 4ms de tiempo de propagación?
21. Si 32 usuarios comparten un enlace de 2048 Kbps usando FDM. ¿Cuánto ancho de banda recibe cada usuario?
22. Si 32 usuarios comparten un enlace de 2048 Kbps usando TDM y cada usuario puede enviar 8 bits cuando es su turno ¿Cada cuánto tiempo le toca enviar a cada usuario?
23. 10 usuarios comparten un enlace de 8 Mbps. Si usaran TDM cada usuario dispone del canal durante 1ms cuando le toca. En cambio, en si usaran FDM dispondrían en todo momento de un décimo del ancho de banda. Si se desea enviar un mensaje de 3000 bytes responda a las siguientes cuestiones:
 - a) Ancho de banda equivalente por usuario en FDM.
 - b) Tiempo de envío en FDM.
 - c) Tiempo de envío en TDM en el mejor caso. También calcule el ancho de banda equivalente para el usuario.
 - d) Tiempo de envío en TDM en peor caso. También calcule el ancho de banda equivalente para el usuario.
 - e) Tiempo de envío medio usando TDM. También calcule el ancho de banda equivalente para el usuario.

- 21) 32 usuarios (usan FDM).
Ancho Banda = 2048 Kbps = 256 Kbps.

$$2048 / 32 = 64 \text{ Kbps}$$

- 22) 32 usuarios (usan TDM) / 8 bits
Ancho Banda = 2048 Kbps = 256 Kbps.

$$t_{\text{trans}} = \frac{\text{datos}}{\text{ancho Banda}} \rightarrow \frac{8 \text{ bits}}{2048 \cdot 10^3 \text{ bits}} = 3,9 \cdot 10^{-6} \text{ Segundos en transferir 8 bits.}$$

Como hay 31 usuarios por delante hasta que pueda transferir los siguientes 8 bits

$$\rightarrow 3,9 \cdot 10^{-6} \cdot 32 = 1,25 \cdot 10^{-4} \text{ Segundos.}$$

- 23) 10 usuarios | TDM \rightarrow 1 segundo
Ancho Banda = 8 Mbps | FDM (1/10 ancho banda).
Mensaje = 3000 bytes = 0,003 Mbps

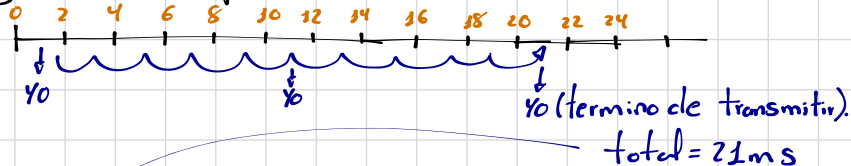
a) 1 Mbps = 8 Mbps

$$1 \text{ Mbps} / 10 \text{ usuarios} = 0,1 \text{ Mbps} / \text{usuario.}$$

b) $\frac{0,003}{0,1} = 0,03 \text{ Segundos}$

c) $t_{\text{trans}} = \frac{\text{datos}}{\text{ancho banda}} = \frac{3000}{1 \cdot 10^6} = 0,003 \text{ Segundos}$
3 milisegundos

Mejor caso \rightarrow Ir primeros



$$\rightarrow \text{Ancho Banda} = \frac{3000}{t_{\text{trans}}} \rightarrow \frac{3000}{21} = 1,42 \cdot 10^{-4} \text{ Mbps}$$

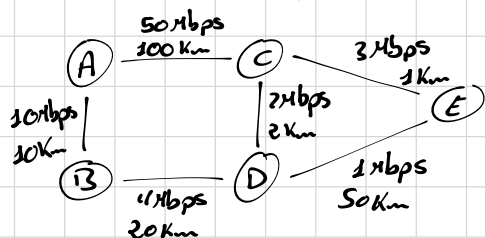
- d) Peor Caso \rightarrow Empiezo el último a transmitir.
 $t_{\text{trans}} = 30 \text{ ms}$

$$\text{Ancho Banda} = \frac{3000 \text{ bytes}}{30 \text{ ms}} =$$

- e) Tiempo de envío medio TDM \rightarrow Media mejor + peor caso / 2

$$\text{Ancho Banda} = \frac{3000 \text{ bytes}}{25,5 \text{ ms}} = 0,94 \text{ Mbps} \left[51/2 = 25,5 \text{ ms} \right]$$

12) Archivo = 3GB / tramas = 1500 bytes



Como el mensaje está dividido en tramas, la latencia sería:

$$\text{Latencia} = t_{\text{prop}} + t_{\text{trans}}$$

Vemos que hay 3 caminos de A a D.

① → A-C-D

② → A-B-D

③ → A-C-E-D

$$\frac{3 \cdot 10^9 \text{ Bytes}}{1500 \text{ Bytes}} = \underline{\underline{2 \cdot 10^6 \text{ tramas}}}$$

De entre todos los $2 \cdot 10^6$ tramas tenemos que dividir todo ese total de tramas entre los 3 caminos.

$$\frac{2 \cdot 10^6 \text{ tramas}}{3 \text{ caminos}} = 666666,6 \text{ tramas/caminos}$$

$$\text{① } \text{Lat}_{\text{①}} = \left(\underbrace{0,51 \cdot 10^{-3}}_{t_{\text{prop A} \rightarrow \text{D}}} + \underbrace{6,24 \cdot 10^{-3}}_{t_{\text{trans A} \rightarrow \text{D}}} \right) \cdot \overbrace{6,6 \cdot 10^5}^{\text{n}^\circ \text{ tramas de ese camino}} = 4455 \text{ segundos}$$

$$t_{\text{prop A} \rightarrow \text{C}} = \frac{100000 \text{ m}}{2 \cdot 10^8} = 5 \cdot 10^{-4} \text{ segundos}$$

↳ Consideramos la velocidad de propagación del ejercicio anterior.

$$t_{\text{prop C} \rightarrow \text{D}} = \frac{10000}{2 \cdot 10^8} = 0,1 \cdot 10^{-4} \text{ segundos}$$

$$t_{\text{prop A} \rightarrow \text{D}} = 0,51 \cdot 10^{-3} \text{ segundos}$$

$$t_{\text{trans A} \rightarrow \text{C}} = \frac{1500 \text{ bytes}}{(50 \cdot 10^6)/8} = 0,24 \cdot 10^{-3} \text{ segundos}$$

$$t_{\text{trans C} \rightarrow \text{D}} = \frac{1500 \text{ bytes}}{(2 \cdot 10^6)/8} = 6 \cdot 10^{-3} \text{ segundos}$$

$$t_{\text{trans A} \rightarrow \text{D}} = 6,24 \cdot 10^{-3} \text{ segundos}$$

$$\textcircled{2} \text{ lat}_{\textcircled{2}} = ((5 \cdot 10^{-5} + 1 \cdot 10^{-4}) + 1,2 \cdot 10^3 + 3 \cdot 10^3) \cdot 6,6 \cdot 10^5 = 2871 \text{ Segundos}$$

$$\textcircled{3} \text{ lat}_{\textcircled{3}} = ((5 \cdot 10^{-4} + 5 \cdot 10^{-6} + 2,5 \cdot 10^{-4}) + 2,4 \cdot 10^{-4} + 4 \cdot 10^3 + 1,2 \cdot 10^2) \cdot 6,6 \cdot 10^5 = 11216,7 \text{ Segundos}$$

La latencia será la máxima de entre los 3 caminos

• $11216,7 \text{ Segundos} \approx 3 \text{ horas}, 7 \text{ minutos}$

$$\textcircled{14} \quad 0,5 \text{ cm} \times 12,5 \text{ cm} \times 14 \text{ cm}$$

• Suponemos que en un maletero entran 3200 cajas

• DVD = 4,7 GBytes

$$3200 \cdot 4,7 = 15040 \text{ GBytes.}$$

$$t_{\text{prop}} = 5 \text{ horas}, 20 \text{ minutos} = 19200 \text{ Segundos.}$$

$$t_{\text{trans.}} = 5 \text{ minutos} = 300 \text{ Segundos} /_{\text{dvd}} = 96000 \text{ Segundos}$$

$$t = t_{\text{prop}} + t_{\text{trans.}} = 979200 \text{ Segundos.}$$

$$\text{Ancho Banda} = \frac{15040 \text{ GB}}{979200 \text{ Segundos}} \approx 15,36 \text{ MBps.}$$