

# Redes de Computadoras

## Práctico 1

Curso 2025

### Objetivos

- Introducir conceptos básicos.
- Familiarizarse con los distintos retardos que se presentan en una red.

### Duración

- 2 clases.

**Ejercicio 1** Considere una aplicación que transmite datos a una velocidad constante (por ejemplo, el emisor genera una unidad de datos de  $N$  bits cada  $k$  unidades de tiempo, donde  $k$  es un valor pequeño y fijo). Además, cuando esta aplicación se inicia, se ejecutará durante un período relativamente largo. Responda a las siguientes preguntas de forma breve y justificando su respuesta:

- ¿Qué sería más apropiado para esta aplicación, una red de conmutación de circuitos o una red de conmutación de paquetes? ¿Por qué?
- Suponga que se utiliza una red de conmutación de paquetes y el único tráfico que existe procede de la aplicación que acabamos de describir. Además, suponga que la suma de las velocidades de datos de la aplicación es menor que las capacidades de cada uno de los enlaces. ¿Será necesario algún mecanismo de control de congestión? ¿Por qué?

**Ejercicio 2** En este problema se exploran los retardos de propagación y de transmisión, dos conceptos fundamentales en las redes de datos. Considere dos hosts,  $A$  y  $B$ , conectados por un enlace cuya velocidad es de  $R$  bps. Suponga que los dos hosts están separados  $D$  metros y que la velocidad de propagación a lo largo del enlace es igual a  $c$  metros/segundo. El host  $A$  envía un paquete de tamaño  $L$  bits al host  $B$ .

- Expresar el retardo de propagación,  $d_{prop}$ , en función de  $D$  y  $c$ .
- Determine el tiempo de transmisión del paquete,  $d_{trans}$ , en función de  $L$  y  $R$ .
- Ignorando los retardos de procesamiento y de cola, obtenga una expresión para el retardo terminal a terminal.
- Suponga que el host  $A$  comienza a transmitir el paquete en el instante  $t = 0$ . En el instante  $t = d_{trans}$ , ¿dónde estará el último bit del paquete?
- Suponga que  $d_{prop}$  es mayor que  $d_{trans}$ . En el instante  $t = d_{trans}$ , ¿dónde estará el primer bit del paquete?
- Suponga que  $d_{prop}$  es menor que  $d_{trans}$ . En el instante  $t = d_{trans}$ , ¿dónde estará el primer bit del paquete?
- Suponga que  $c = 2,5 \times 10^8$  metros/segundo,  $L = 120$  bits y  $R = 56$  kbps. Determine la distancia  $m$  de modo que  $d_{prop}$  sea igual a  $d_{trans}$ .

**Ejercicio 3** Considere un paquete de longitud  $L$  que tiene su origen en el sistema terminal  $A$  y que viaja a través de tres enlaces hasta un sistema terminal de destino. Estos tres enlaces están conectados mediante dos dispositivos de conmutación de paquetes. Sean  $d_i$ ,  $s_i$  y  $R_i$  la longitud, la velocidad de propagación y la velocidad de transmisión del enlace  $i$  respectivamente, con  $i = 1, 2, 3$ . El dispositivo de conmutación de paquetes retarda cada paquete  $d_{proc}$ . Suponiendo que no se produce retardo de cola, ¿cuál es el retardo total terminal a terminal del paquete en función de  $d_i$ ,  $s_i$ ,  $R_i$ ,  $i$  y  $L$ ? Suponga ahora que la longitud del paquete es de 1.500 bytes, la velocidad de propagación en ambos enlaces

es igual a  $2,5 \times 10^8$  m/s, la velocidad de transmisión en los tres enlaces es de 2 Mbps, el retardo de procesamiento en el conmutador de paquetes es de 3 milisegundos, la longitud del primer enlace es de 5.000km, la del segundo de 4.000km y la del último enlace es de 1.000 km. Para estos valores, ¿cuál es el retardo terminal a terminal?

**Ejercicio 4** En el problema anterior, suponga que  $R_1 = R_2 = R_3 = R$  y  $d_{proc} = 0$ . Suponga también que el conmutador de paquetes no almacena los paquetes y los reenvía, sino que transmite inmediatamente cada bit que recibe sin esperar a que llegue el paquete completo. ¿Cuál será el retardo terminal a terminal?

**Ejercicio 5** Suponga que  $N$  paquetes llegan simultáneamente a un enlace en el que actualmente no se está transmitiendo ningún paquete ni tampoco hay ningún paquete en cola. Cada paquete tiene una longitud  $L$  y el enlace tiene una velocidad de transmisión  $R$ . ¿Cuál es el retardo medio de cola para los  $N$  paquetes?

**Ejercicio 6** Considere la Figura 1.19(a). Suponga que sabemos que el enlace cuello de botella a lo largo de la ruta entre el servidor y el cliente es el primer enlace, cuya velocidad es  $R_s$  bits/segundo. Suponga que enviamos un par de paquetes uno tras otro desde el servidor al cliente y que no hay más tráfico que ese en la ruta. Suponga que cada paquete tiene un tamaño de  $L$  bits y que ambos enlaces presentan el mismo retardo de propagación  $d_{prop}$ .

- ¿Cuál es el periodo entre llegadas de paquetes al destino? Es decir, ¿cuánto tiempo transcurre desde que el último bit del primer paquete llega hasta que lo hace el último bit del segundo paquete?
- Suponga ahora que el enlace cuello de botella es el segundo enlace (es decir,  $R_c < R_s$ ). ¿Es posible que el segundo paquete tenga que esperar en la cola de entrada del segundo enlace? Explique su respuesta. Suponga ahora que el servidor envía el segundo paquete  $T$  segundos después de enviar el primero. ¿Qué valor debe tener  $T$  para garantizar que el segundo paquete no tenga que esperar en la cola de entrada del segundo enlace? Explique su respuesta.

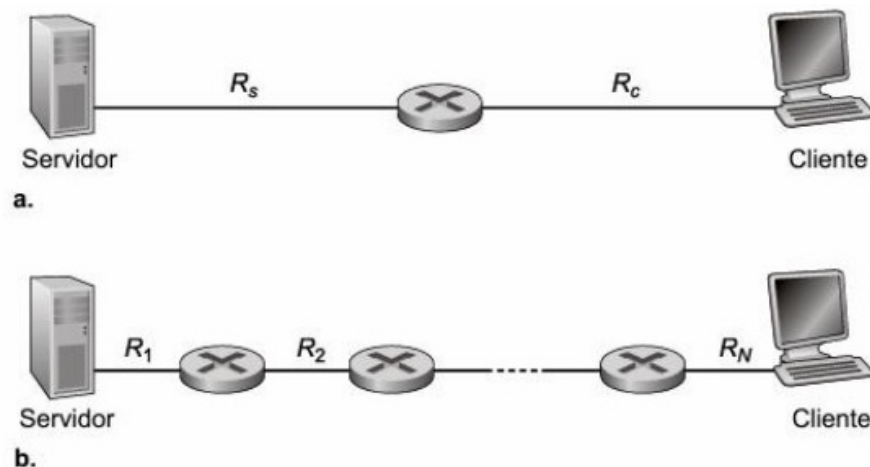


Figura 1: Tasa de transferencia para la transmisión de un archivo desde un servidor a un cliente

**Ejercicio 7** Se tienen dos hosts, A y B, separados 20.000 kilómetros y conectados mediante un enlace directo con  $R = 2$  Mbps. Suponga que la velocidad de propagación por el enlace es igual a  $2,5 \times 10^8$  metros/segundo.

- Calcule el producto ancho de banda-retardo,  $R \times d_{prop}$ .

- (b) Se envía un archivo cuyo tamaño es de 800.000 bits desde el host  $A$  al host  $B$ . Suponga que el archivo se envía de forma continua como un mensaje de gran tamaño. ¿Cuál es el número máximo de bits que habrá en el enlace en un instante de tiempo determinado?
- (c) Haga una interpretación del producto ancho de banda-retardo.
- (d) ¿Cuál es el ancho en metros de un bit dentro del enlace? ¿Es más grande que un campo de fútbol?
- (e) Deduzca una expresión general para la anchura de un bit en función de la velocidad de propagación  $s$ , la velocidad de transmisión  $R$  y la longitud del enlace  $m$ .

**Ejercicio 8** Continuando con el problema anterior, suponga que podemos modificar  $R$ . ¿Para qué valor de  $R$  es el ancho de un bit tan grande como la longitud del enlace?

**Ejercicio 9** Considere el Problema 7 pero ahora para un enlace con  $R = 1$  Gbps.

- (a) Calcule el producto ancho de banda-retardo,  $R \times d_{prop}$ .
- (b) Se envía un archivo cuyo tamaño es de 800.000 bits desde el host  $A$  al host  $B$ . Suponga que el archivo se envía de forma continua como un mensaje de gran tamaño. ¿Cuál es el número máximo de bits que habrá en el enlace en un instante de tiempo determinado?
- (c) ¿Cuál es el ancho (en metros) de un bit dentro del enlace? ¿Es más grande que un campo de fútbol?

**Ejercicio 10** Suponga que existe un enlace de microondas a 10 Mbps entre un satélite geoestacionario y su estación base en la Tierra. El satélite toma una fotografía digital por minuto y la envía a la estación base. La velocidad de propagación es  $2,4 \times 10^8$  metros/segundo.

Recuerde que los satélites geoestacionarios se encuentran a 36.000 km. de la Tierra.

- (a) ¿Cuál es el retardo de propagación del enlace?
- (b) ¿Cuál es el producto ancho de banda-retardo,  $R \times d_{prop}$ ?
- (c) Sea  $x$  el tamaño de la fotografía. ¿Cuál es el valor mínimo de  $x$  para que el enlace de microondas esté transmitiendo continuamente?