

Redes de Información - TP N°1

Matías Roqueta - Instituto Balseiro, Centro Atómico Bariloche

Introducción

Performance

La *performance* de un sistema cliente-servidor está fuertemente influenciada por dos características principales de la red:

- Ancho de banda: Cuántos bits por segundo puede transportar el sistema.
- Latencia: Cuántos segundos tarda el cliente en recibir el primer bit del servidor.

Un ejemplo de una conexión con alto ancho de banda pero alta latencia es una conexión de internet satelital, mientras que una conexión con baja latencia pero bajo ancho de banda es una conexión por puerto USB.

Jerarquía de Protocolos

Suponer un sistema con una jerarquía de protocolos de N capas, en el que las aplicaciones generan mensajes con una longitud de M bytes, y en cada una de las capas se agrega un encabezado de h bytes, tal como se esquematiza en la Figura 1.

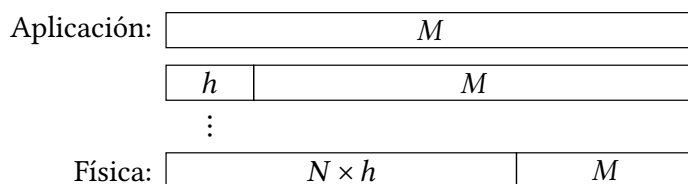


Figura 1: Esquema de jerarquía de protocolos de N capas.

El mensaje final cuenta con M bytes de mensaje y un encabezado de $N \times h$ bytes para total de $N \times h + M$ bytes transmitidos.

Esto resulta en una fracción

$$\epsilon = \frac{N \times h}{N \times h + M}$$

del ancho de banda de la red ocupado por los encabezados.

Modelo OSI

¿Cuál de las capas OSI maneja los siguientes aspectos?

- Dividir en tramas el flujo de bits transmitidos.
 - Es responsabilidad de la capa de enlace.
- Determinar la ruta que se utilizará a través de la subred.
 - Es responsabilidad de la capa de transporte.

TCP y UDP

TCP (Transmission Control Protocol) y UDP (User Datagram Protocol) son los dos protocolos principales de la capa de transporte, en Tanenbaum [1] se detallan sus diferencias.

UDP es un protocolo sin conexión y es extremadamente simple, hace poco más que enviar datagramas entre aplicaciones.

Por otra parte, TCP es un protocolo orientado a conexión que hace varias cosas, incluyendo establecer conexiones y proporcionar control de errores por medio de retransmisiones, además de aportar control de flujo y de congestión.

Modelos de Capas Generales

Suponga que se cambian los algoritmos utilizados para implementar las operaciones en la capa k . ¿Cómo impacta esto a las capas $k - 1$ y $k + 1$?

Las capas $k - 1$ y $k + 1$ no se ven afectadas en lo absoluto.

Suponga que hay un cambio en el servicio (conjunto de operaciones) proporcionado por la capa k . ¿Cómo impacta esto a las capas $k - 1$ y $k + 1$?

En este caso la capa $k - 1$ sigue sin verse afectada, pero la capa $k + 1$ sí, ya que el servicio de la capa k constituye la interfaz entre esta y la capa $k + 1$.

Velocidad de Transmisión

Consideramos la transmisión de una imagen de 1024×768 pixeles con 3 bytes/pixel. La imagen contiene un total de $1024 \times 768 \times 3 \times 8 = 825165824$ bits de información.

Comparamos el tiempo que tarda transmitirla sobre un canal de 56 kbps, un módem de cable de 1 Mbps, una red Ethernet a 10 Mbps, y una red Ethernet a 100 Mbps¹, registrados en la Tabla 1.

Medio	Velocidad de Tx	Tiempo
Canal Arbitrario	56 kbps	329 s
Módem de Cable	1 Mbps	18 s
Ethernet	10 Mbps	1.8 s
Ethernet	100 Mbps	180 ms

Tabla 1: Tiempo de transmisión de la imagen por diferentes medios.

Capa Física

Fibra Óptica

La fibra óptica hoy es el medio de transmisión principal en aplicaciones *long haul* y en redes LAN de alta velocidad, presenta varias ventajas sobre enlaces de cobre, detalladas en Tanenbaum [2]

- Mayor tasa de bits, 100 Gbps en contraste con los 45 Gbps de una de línea telefónica.
- Tasa de error efectivamente despreciable respecto a la tasa del orden de 10^{-5} del cobre.
- Ancho de banda en exceso de los 50 Tbps, efectivamente infinito respecto a los límites prácticos.

Sin embargo, también se detallan los inconvenientes de la fibra respecto al cobre

- Alto costo de instalación, en particular en la ‘última milla’ para aplicaciones domésticas.
- Mayor costo energético en la transmisión, en exceso del costo del procesamiento de los mismos.

¹Factores de conversión: 1 kbps = 1024 bps; 1 Mbps = 1024 kbps.

Tecnologías de Acceso

Las tecnologías de acceso son aquellas plataformas que permiten a un usuario establecer conexión con un proveedor de internet. En Tanenbaum [2] se detallan, entre otras, las siguientes tecnologías de acceso

- Par Trenzado (UTP): Existen varias categorías, según el uso sea doméstico o empresarial.
- Cable Coaxial: Típicamente de uso doméstico en redes metropolitanas, empleando infraestructura anteriormente usada por la línea telefónica.
- Fibra Óptica: Típicamente de uso empresarial en redes LAN de alta velocidad.
- Radiofrecuencia: Usada en redes de acceso inalámbrico de área amplia.
- Microondas: Usadas con recepción y transmisión por antenas parabólicas en uso doméstico.

Comunicación Satelital

El tiempo de tránsito de extremo a extremo en el mejor caso de un satélite orbitando a una altura h está dado por la Ecuación 1

$$\tau = \frac{2h}{c} \quad (1)$$

Por ejemplo, para un sistema cliente-servidor usando una red satelital a una altura de 40000 km, el tiempo de respuesta extremo a extremo es de 267 ms.

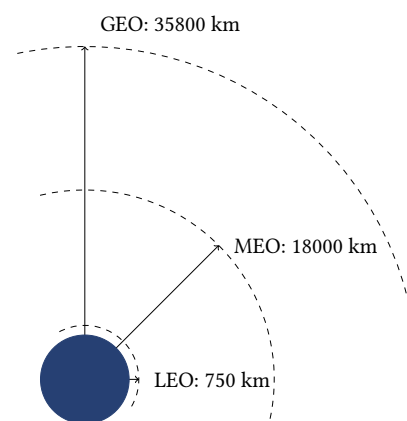


Figura 2: Diagrama a escala de satélites en órbitas terrestres.

Generalizado a las órbitas LEO, MEO, y GEO detalladas en la Figura 2, se obtienen los siguientes tiempos de respuesta.

- GEO: 240 ms
- MEO: 120 ms
- LEO: 5 ms

Topologías de Red

Se comparan las redes de conmutación de paquetes de N nodos con las topologías presentadas en la Figura 3

- Topología 1: Estrella con un switch central
- Topología 2: Anillo bidireccional
- Topología 3: Totalmente interconectada

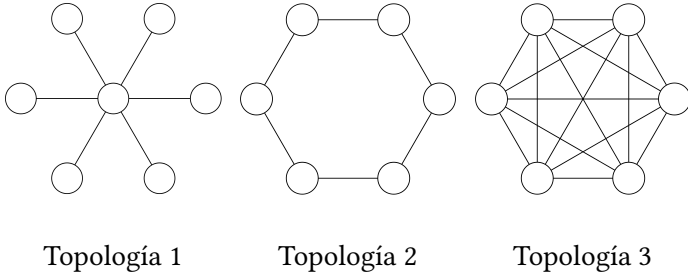


Figura 3: Topologías de red a analizar

De ellas se comparan la ruta de transmisión en el mejor caso, peor caso, y promedio. Se considera N par (los resultados para N impar serán similares), estos resultados se registran en la Tabla 2.

	Mejor Caso	Peor Caso	Promedio
Topología 1	2	2	2
Topología 2	1	$\frac{N}{2}$	$\frac{N+2}{4}$
Topología 3	1	1	1

Tabla 2: Comparación de longitudes de ruta para las topologías de red de la Figura 3

El cálculo de la longitud promedio de la Topología 2 proviene de la Ecuación 2

$$\bar{n} = \frac{2}{N} \sum_{i=1}^{N/2} i = \frac{2}{N} \frac{N^2/4 + N/2}{2} = \frac{N+2}{4} \quad (2)$$

Capa de Enlace

Longitud de un Enlace

El *bit length of a link*, o longitud del enlace en bits según es definido en Stallings [3] es el número de bits presente en el enlace en un instante en el que la trama de bits transmitida ocupa totalmente el enlace.

Es determinado por la ecuación

$$B = R \times \frac{d}{V} \quad (3)$$

En donde

- B : longitud del enlace en bits
- R : tasa de bits del enlace, en bits/segundo
- d : distancia del enlace, en metros
- V : velocidad de propagación, en metros/segundo

El factor a definido por la Ecuación 4 expresa el retardo de propagación, que es el tiempo que tarda un bit en viajar del emisor al receptor.

$$a = \frac{B}{L} \quad (4)$$

En donde

- a : retardo de propagación normalizado
- B : longitud del enlace en bits
- L : número de bits en la trama.

Esto es normalizado respecto al *tiempo de transmisión*, que es el tiempo que tarda el emisor en transmitir una trama. Por normalización el tiempo de transmisión vale 1.

Un factor $a > 1$ resulta en una ineficiencia del enlace, que es ilustrado en la Figura 4

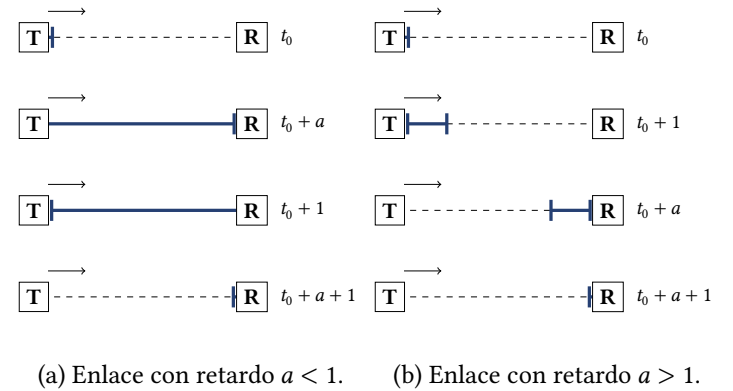


Figura 4: Propagación de una trama completa transmitida en el instante t_0 en enlaces con diferentes retardos de propagación respecto al tiempo de transmisión.

En la Figura 4a se observa que el enlace es utilizado en su totalidad durante la transmisión de la trama. En contraste con la Figura 4b donde canal permanece ocioso durante parte de la transmisión, resultando en un enlace ineficiente.

A partir de la Ecuación 3 se puede determinar, por ejemplo la distancia física d de una línea que permite mantener

determinada longitud en bits B a determinada velocidad de propagación V en función de la velocidad de transmisión R .

$$d = \frac{B \times V}{R} \quad (5)$$

Esta expresión se evalúa en los rangos en los que opera el protocolo Ethernet, obteniendo la Figura 5 y la Figura 6.

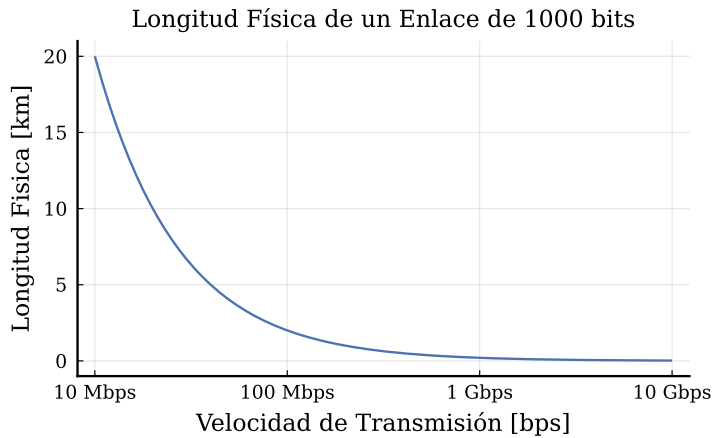


Figura 5: Longitud de un enlace de 1000 bits en el rango de velocidades de transmisión [10 Mbps, 10 Gbps].

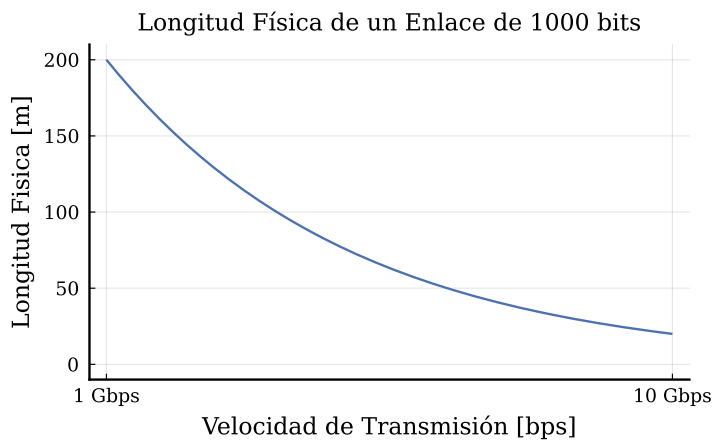


Figura 6: Longitud de un enlace de 1000 bits en el rango de velocidades de transmisión [1 Gbps, 10 Gbps].

Referencias

- [1] A. S. Tanenbaum, "Computer Networks," en 5th Edition. Prentice Hall, cap. 6: The Transport Layer.
- [2] A. S. Tanenbaum, "Computer Networks," en 5th Edition. Prentice Hall, cap. 2: The Physical Layer.
- [3] W. Stallings, "Data and Computer Communications," en Prentice Hall, 2007, cap. 7: Data Link Control Protocols.