

PLANIFICACION ESTUDIO. Punto de vista: 25/11

1 Tema 1

Tiempo de retardo

$$T_t = \frac{L(\text{bits})}{V_t(\text{bps})}$$

- T_t : Tiempo de retardo (se expresa en segundos, s).
- L : Longitud o tamaño de los datos (en bits).
- V_t : Velocidad de transmisión (en bits por segundo, bps).

Retardo de propagación

$$T_p = \frac{D(\text{m})}{V_p(\text{m/s})}$$

- T_p : Retardo de propagación (se expresa en segundos, s).
- D : Distancia recorrida por la señal (en metros, m).
- V_p : Velocidad de propagación (en metros por segundo, m/s).

Fracción de ancho de banda

$$F = \frac{n \times h}{n \times h + M}$$

- F : Fracción (proporción) del ancho de banda ocupado por las cabeceras (adimensional, es decir, no tiene unidades).
- n : Número de capas del protocolo.
- h : Tamaño (en bytes) de la cabecera añadida por cada capa.
- M : Tamaño (en bytes) de los datos.

Velocidad real de envío de datos

$$v_{\text{real_datos}} = \left(1 - \frac{n \times h}{n \times h + M}\right) \times v_{\text{nominal}} = (1 - F) \times v_{\text{nominal}}$$

- $v_{\text{real_datos}}$: Velocidad real de envío de datos (en bits por segundo, bps).
- n : Número de capas del protocolo.
- h : Tamaño (en bytes) de la cabecera añadida por cada capa.
- M : Tamaño (en bytes) de los datos.
- $F = \frac{n \times h}{n \times h + M}$: Fracción de ancho de banda ocupada por las cabeceras (adimensional).
- v_{nominal} : Velocidad nominal o teórica de transmisión (en bits por segundo, bps).

2 Tema 2

Tiempo total de transmisión del mensaje

$$t_{\text{dat_mensaje}} = t_{\text{PAQ1}} + (n - 1) t_{\text{transm}}$$

- $t_{\text{dat_mensaje}}$: Tiempo total de transmisión del mensaje cuando se emplean datagramas.
- n : Número total de paquetes que componen el mensaje.
- t_{PAQ1} : Tiempo total que invierte el primer paquete en alcanzar su destino.
- t_{transm} : Tiempo de transmisión de *cada* paquete (en segundos).

Tiempo total para el primer paquete

$$t_{\text{PAQ1}} = t_{E \rightarrow N1}^{\text{prop}} + t_{E \rightarrow N1}^{\text{transm}} + t_{N1}^{\text{proc}} + t_{N1 \rightarrow R}^{\text{prop}} + t_{N1 \rightarrow R}^{\text{transm}}$$

- $t_{E \rightarrow N1}^{\text{prop}}$ y $t_{N1 \rightarrow R}^{\text{prop}}$: Tiempos de propagación en los enlaces $E \rightarrow N1$ y $N1 \rightarrow R$, en segundos.
- $t_{E \rightarrow N1}^{\text{transm}}$ y $t_{N1 \rightarrow R}^{\text{transm}}$: Tiempos de transmisión de un paquete en dichos enlaces, en segundos.
- t_{N1}^{proc} : Retardo de procesamiento (en segundos) en el nodo intermedio $N1$.

Número de paquetes

$$n = \left\lceil \frac{M}{L_{\text{carga}}} \right\rceil$$

- n : Número total de paquetes.
- M : Tamaño total del mensaje (en bytes).
- L_{carga} : Tamaño de la carga útil (en bytes) que puede llevar cada paquete.
- $\lceil x \rceil$: Función techo, redondea x al entero superior inmediato.

Longitud de los datos en un paquete

$$L = t \times R$$

- L : Longitud total (en bits) de los datos del paquete.
- t : Duración de cada intervalo (en segundos) a partir del cual se forma el paquete.
- R : Velocidad de transmisión (en bits por segundo, bps).

Porcentaje de bits suplementarios

$$\%_{\text{sup}} = \frac{H \times 8}{L + (H \times 8)} \times 100$$

- $\%_{\text{sup}}$: Porcentaje de bits suplementarios (en %).
- H : Tamaño de la cabecera (en octetos o bytes).
- L : Longitud total de los datos (en bits) antes de añadir la cabecera.
- 8: Factor de conversión de octetos/bytes a bits.

Tiempo total de propagación a lo largo de varios enlaces

$$t_{\text{prop}}^{\text{TOTAL}} = \sum_{i=1}^N t_{\text{prop}}^{(i)} = \sum_{i=1}^N \frac{d_{\text{enlace}_i}}{v_{\text{prop}}}$$

- $t_{\text{prop}}^{\text{TOTAL}}$: Suma del tiempo de propagación en cada uno de los N enlaces (en segundos).
- $t_{\text{prop}}^{(i)}$: Tiempo de propagación en el enlace i (en segundos).
- d_{enlace_i} : Longitud del enlace i (en metros).
- v_{prop} : Velocidad de propagación de la señal (en metros por segundo, m/s).

Tamaño del i -ésimo fragmento (IP)

$$F_i = [(M - H_{\text{IP}}) - (i - 1)(\text{MTU} - H_{\text{IP}})] + H_{\text{IP}}$$

- F_i : Tamaño del fragmento i (en bytes).
- M : Tamaño total del datagrama original (en bytes).
- H_{IP} : Tamaño de la cabecera IP (en bytes).
- MTU: Unidad Máxima de Transferencia del enlace (en bytes).
- i : Índice del fragmento, con $i = 1, 2, \dots, N_f$.

Cálculo del desplazamiento (offset) para el fragmento i

$$\text{offset}_i = \frac{(i - 1)(\text{MTU} - H_{\text{IP}})}{8}$$

- offset_i : Desplazamiento del fragmento i en unidades de 8 bytes (como exige IP).
- $(i - 1)$: Indica cuántos “trozos” completos de datos se han enviado en los fragmentos anteriores.
- MTU: Unidad Máxima de Transferencia (en bytes).
- H_{IP} : Tamaño de la cabecera IP (en bytes).
- 8: Factor de conversión, porque el “offset” IP se expresa en múltiplos de 8 bytes.

3 Tema 3

Estimación de RTT (Round Trip Time)

$$RTT_{n+1} = (1 - \alpha) RTT_n + \alpha \times M_n$$

- RTT_{n+1} : Estimación del RTT tras la llegada del $(n + 1)$ -ésimo ACK (en ms).
- RTT_n : Estimación previa del RTT (en ms).
- α : Factor de ponderación (típicamente $\alpha = 0.125$).
- M_n : Medida actual del RTT (en ms) a partir del $(n + 1)$ -ésimo ACK.

Estimación de la desviación (Desv)

$$\text{Desv}_{n+1} = (1 - \beta) \text{Desv}_n + \beta \times |RTT_{n+1} - M_n|$$

- Desv_{n+1} : Nueva estimación de la desviación (en ms).
- Desv_n : Estimación anterior de la desviación (en ms).
- β : Factor de ponderación (típicamente $\beta = 0.25$).
- $|RTT_{n+1} - M_n|$: Diferencia absoluta entre la nueva estimación de RTT y la última medida.

Cálculo del timeout

$$t_{\text{out}} = RTT_{n+1} + 4 \times \text{Desv}_{n+1}$$

- t_{out} : Valor del temporizador de retransmisión (en ms).
- RTT_{n+1} : Estimación reciente del RTT (en ms).
- Desv_{n+1} : Estimación reciente de la desviación (en ms).
- El factor “4” es el multiplicador definido en la heurística de TCP para cubrir variaciones de RTT.

4 Tema 5

Tiempo total de resolución DNS

$$r_{\text{resolución}} = r_{\text{LAN}} + r_{\text{Internet}}$$

- $r_{\text{resolución}}$: Tiempo total para resolver un nombre de dominio (en milisegundos, ms).
- r_{LAN} : Tiempo total debido a las comunicaciones en la LAN y el retardo de procesamiento en el servidor DNS local (en ms).
- r_{Internet} : Tiempo total debido a las consultas que viajan por Internet (en ms).

Tiempo en la LAN

$$r_{\text{LAN}} = 2 \times r_{\text{LAN_enlace}} + r_{\text{servidor}}$$

- r_{LAN} : Tiempo en la LAN, que suele contemplar:
 - $r_{\text{LAN_enlace}}$: Retardo (o tiempo) de ida/vuelta dentro de la LAN (μs o ms).
 - r_{servidor} : Retardo de procesamiento en el servidor (en μs o ms).
- El factor “2” indica que hay 2 viajes en la LAN: - Uno entre el host que solicita y el DNS local. - Otro de vuelta desde el DNS local hacia el host (respuesta).

Tiempo en Internet (versión 1, del ejemplo)

$$r_{\text{Internet}} = 6 \times r_{\text{España-EEUU}} + 3 \times r_{\text{servidor}}$$

- r_{Internet} : Suma de los retardos en las consultas DNS que viajan a través de enlaces internacionales y de los retardos de procesamiento en servidores (Root DNS, TLD, etc.).
- $r_{\text{España-EEUU}}$: Retardo de ida/vuelta entre España y EEUU (en ms).
- r_{servidor} : Retardo de procesamiento adicional en cada servidor DNS (en ms).
- El factor “6” en $r_{\text{España-EEUU}}$ y el factor “3” en r_{servidor} dependen del número de pasos (saltos) indicados en el esquema (3 consultas/respuestas que cruzan el Atlántico, más 3 servidores procesando).

Tiempo en Internet (versión 2, más rápida)

$$r_{\text{Internet}} = 2 \times r_{\text{España-EEUU}} + 4 \times r_{\text{EEUU-EEUU}} + 3 \times r_{\text{servidor}}$$

- En esta versión de la política (iterativa/recursiva mixta), se reduce el número de cruces de España-EEUU y se añaden saltos dentro de EEUU ($r_{\text{EEUU-EEUU}}$).
- $r_{\text{EEUU-EEUU}}$: Retardo de ida/vuelta entre servidores dentro de EEUU (en ms).
- El factor “2” en $r_{\text{España-EEUU}}$ y “4” en $r_{\text{EEUU-EEUU}}$ se corresponden a cuántos mensajes DNS cruzan esos enlaces (2 cruces atlánticos, 4 viajes internos en EEUU).

Tiempo de descarga con HTTP no persistente

$$r_{\text{descarga}}^{\text{np}} = (N_{\text{objetos}} + 1) \times (t_{\text{estab}} + t_{\text{solic}} + t_{\text{resp}} + t_{\text{cierre}})$$

- $r_{\text{descarga}}^{\text{np}}$: Tiempo total de descarga con HTTP no persistente (en ms).
- N_{objetos} : Número de objetos embebidos en la página. - $(N_{\text{objetos}} + 1)$ representa la página HTML + cada uno de los objetos.
- t_{estab} : Tiempo de establecimiento de la conexión TCP (en ms).
- t_{solic} : Tiempo de enviar la petición HTTP (en ms).
- t_{resp} : Tiempo de recibir la respuesta HTTP (en ms).
- t_{cierre} : Tiempo para cerrar la conexión TCP (en ms).

Tiempo de descarga con HTTP persistente

$$r_{\text{descarga}}^p = t_{\text{estab}} + (N_{\text{objetos}} + 1) (t_{\text{solic}} + t_{\text{resp}}) + t_{\text{cierre}}$$

- r_{descarga}^p : Tiempo total de descarga con HTTP persistente (en ms).
- N_{objetos} : Número de objetos embebidos en la página (idéntico al caso anterior).
- t_{estab} : Se realiza *una sola vez* al inicio de la conexión TCP.
- t_{solic} : Tiempo de enviar cada petición HTTP.
- t_{resp} : Tiempo de recibir cada respuesta HTTP.
- t_{cierre} : Se realiza *una sola vez* al finalizar toda la transferencia.

Velocidad de descarga promedio

$$v_{\text{download}} = 10 \text{ KB}_{\text{sol}} \times (8 \times 1024) \frac{\text{bits}}{\text{KB}} \times 2000 \frac{\text{sol}}{\text{emp} \cdot \text{hora}} \times 50 \frac{\text{emp}}{\text{hora}} \times \frac{1}{3600} \frac{\text{hora}}{\text{s}}$$

- v_{download} : Velocidad promedio de descarga (en bits/s).
- $10 \text{ KB}_{\text{sol}}$: Tamaño promedio de respuesta a cada solicitud (en kiloBytes).
- $8 \times 1024 \frac{\text{bits}}{\text{KB}}$: Conversión de kiloBytes a bits.
- $2000 \frac{\text{sol}}{\text{emp} \cdot \text{hora}}$: Cantidad de solicitudes por empleado y por hora.
- $50 \frac{\text{emp}}{\text{hora}}$: Número de empleados.
- $\frac{1}{3600} \frac{\text{hora}}{\text{s}}$: Conversión de horas a segundos.

****Resultado**** En el ejemplo, evaluando la expresión numéricamente se obtiene:

$$v_{\text{download}} = 2,28 \times 10^6 \text{ bps} = 2,28 \text{ Mbps.}$$

Velocidad de subida promedio

$$v_{\text{upload}} = 10 \text{ KB}_{\text{act}} \times (8 \times 1024) \frac{\text{bits}}{\text{KB}} \times 100 \frac{\text{act}}{\text{emp} \cdot \text{hora}} \times 50 \frac{\text{emp}}{\text{hora}} \times \frac{1}{3600} \frac{\text{hora}}{\text{s}}$$

- v_{upload} : Velocidad promedio de subida (en bits/s).
- $10 \text{ KB}_{\text{act}}$: Tamaño promedio de cada actualización (en kiloBytes).
- $100 \frac{\text{act}}{\text{emp} \cdot \text{hora}}$: Número de actualizaciones por empleado y por hora.
- El resto de factores (conversión $\text{KB} \rightarrow \text{bits}$, número de empleados, horas a segundos) son equivalentes al caso de descarga.

****Resultado**** En el ejemplo, se obtiene aproximadamente:

$$v_{\text{upload}} = 1,1 \times 10^5 \text{ bps} = 0,11 \text{ Mbps.}$$

****Observación final**** - Se compara la velocidad requerida ($v_{\text{download}} \approx 2,28 \text{ Mbps}$) con el acceso ADSL disponible (1,5 Mbps en bajada). El ejercicio concluye que la ****velocidad de la línea**** no es suficiente para cubrir la demanda de descarga en promedio.