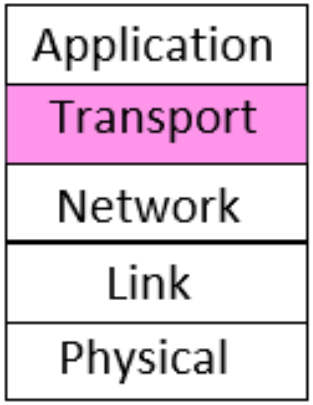
Capítulo 3

Capa de transporte

Evitando segmentos duplicados retrasados



Comparación de segmentos

- **¿Pueden viajar segmentos duplicados de un host emisor a uno receptor?**
  - Sí, por ejemplo, cuando se pierde un ack y un segmento se retransmite.
  - También cuando por congestión un segmento se demora, expira su temporizador y el segmento se retransmite.
- **Exigencia**: No se pueden entregar segmentos duplicados a la capa de aplicación.
- **Consecuencia**: Por lo tanto es necesario saber si un segmento que llega a un host es duplicado o no.

Comparación de segmentos

- **Problema:** ¿Cómo hacer para saber eficientemente si dos segmentos son diferentes o no?
- **Solución inviable*:*** comparar los segmentos bit a bit.
  - Requiere almacenar todos los segmentos que llegaron previamente.
  - Es muy ineficiente.

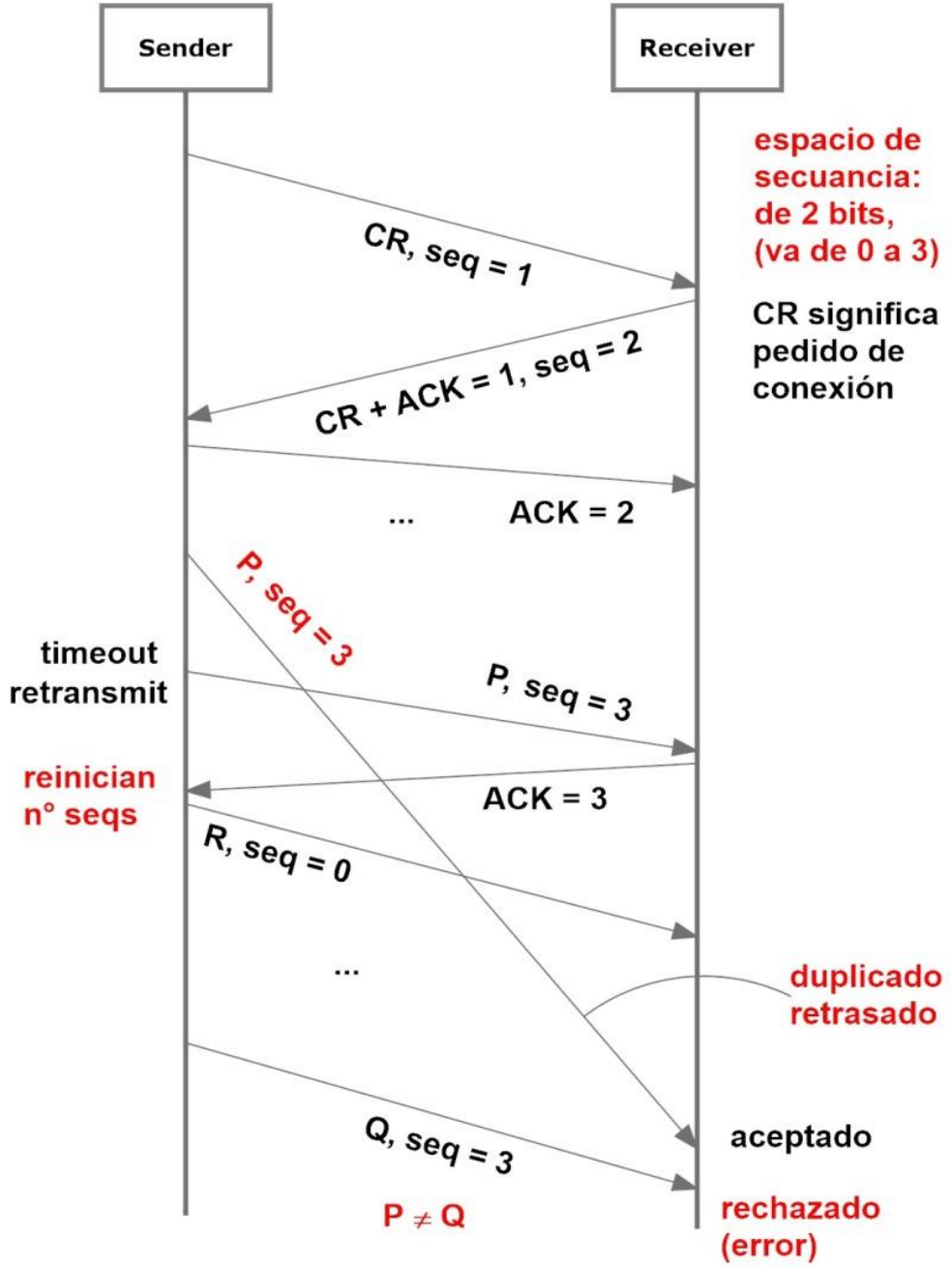
Comparación de segmentos

- **Solución (mejor)**: Numerar los segmentos con **números de secuencia.**
  - Entonces paquetes con n° de secuencia diferentes son distintos.
  - Esta idea funcionaría bien si tenemos n° de secuencia de tamaño arbitrario.
  - O números de secuencia lo suficientemente largos como para estar seguros que no se van a reutilizar.

Comparación de segmentos

- **Los números de secuencia no pueden ser de tamaño arbitrario**
  - porque queremos que los segmentos tengan longitud máxima.
  - Por lo tanto el espacio de números de secuencia es finito;
  - porque queremos que el número de secuencia sea un campo del encabezado con longitud fija.
- **Veremos que la idea de solo usar espacio de secuencia finito y numerar segmentos con n° de secuencia no funciona siempre bien.**

Duplicado retrasado dentro de una conexión que genera problema

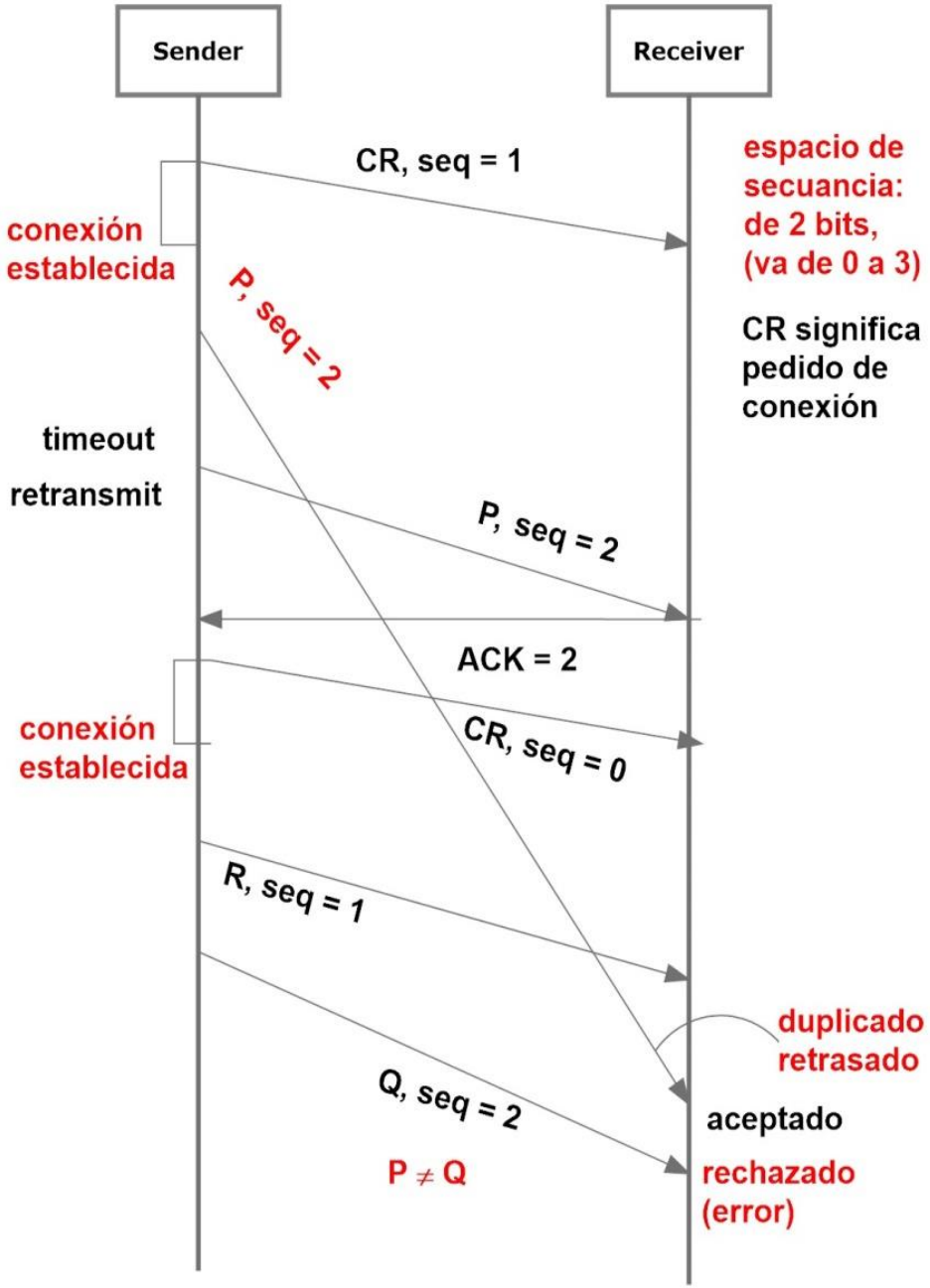


Problema de duplicados retrasados: dentro de una conexión

- **En el ejemplo anterior:**
  - Los números de secuencia alcanzan el máximo 3 vuelven a reiniciarse y aumentan hasta alcanzar el 3 de nuevo.
- **La capa de aplicación acepta un duplicado retrasado porque**
  - el espacio de secuencia se repite.
  - El duplicado retrasado permanece demasiado en la red.

Problema de duplicados retrasados: entre conexiones

Por ejemplo, antes de establecer la segunda conexión se libera la primera.



Problema de duplicados retrasados: entre conexiones

- **En el ejemplo anterior:**
- La segunda conexión arranca desde un n° de secuencia que permite llegar rápido al n° de secuencia *2*.
- El duplicado retrasado con n° de secuencia *2* permanece demasiado tiempo en la red.

Duplicados retrasados

- **¿Cuál es el común denominador de los ejemplos anteriores?**

Duplicados retrasados

- **Sucede la siguiente situación**: un segmento *S* con n° de secuencia *x* queda demorado debido a que la red está *congestionada*.
  - El temporizador de retransmisiones asociado a *S* expira y se retransmite *S*.
  - El protocolo de enrutamiento cambia las rutas y la retransmisión de *S* llega rápido a destino.
  - Pero aun quedó en la red un **duplicado retrasado** de *S* (de n° de secuencia *x*).
  - Ese duplicado retrasado de *S* más adelante llega a destino generando problemas.
    - Este tipo de problemas es tan serio que debe ser evitado.

¿Cómo encarar problemas de duplicados retrasados?

- **Idea**: *Asegurar que ningún paquete viva más allá de T sec. (**tiempo de vida de paquete**)*
  - Esto se refiere a paquetes de datos, retransmisiones de ellos y a confirmaciones de recepción.
  - Eliminar paquetes viejos que andan dando vueltas por ahí.
- Veremos que esta idea hace la solución de los problemas de duplicados retrasados manejables.

Problema de duplicados retrasados dentro de una conexión

- **Para resolver el problema de duplicados retrasados dentro de una conexión:**
  - Asumiendo que *T* es el tiempo de vida de paquete, el origen etiqueta los segmentos con n° de secuencia que no van a reutilizarse dentro de *T* sec.

Problema de duplicados retrasados dentro de una conexión

- **Para lograr que al regresar al principio de los n° de secuencia, los segmentos viejos con el mismo n° de secuencia hayan desaparecido hace mucho tiempo:**
- El espacio de secuencia debe ser lo suficientemente grande para garantizar esto.

Ejercicio

- Asumimos que el tiempo de vida máximo de segmento es de 30 sec. Se transmiten segmentos de tamaño máximo de 1500 B. La tasa de transferencia es de 10 Mbps.
- **¿Cuán grande debe ser el espacio de secuencia? (i.e. ¿de cuántos bits debe ser?).**

Ejercicio

- Necesitamos una cantidad de números de secuencia que no se puedan repetir en 30 segundos cuando mandamos continuamente segmentos de 1500B a 10Mbps.
- Necesitamos responder cuántos segmentos de 1500 B se pueden mandar continuamente durante 30 seg a 10Mbps.
- La **cantidad de números de secuencia** deberá ser mayor a esa cantidad de segmentos.
  - Tendrá que ser una potencia de 2 porque el numero de secuencia es un campo del encabezado del segmento.

Ejercicio

- **¿cuántos bits se pueden transferir en 30 sec?**

Ejercicio

- Segmentos son de 1500 B = 12000 b.
- **¿Cuánto demora enviar un segmento?**

  10.000.000 b ---------- 1000 msec

  12000 b ---------- x
- X = 1,2 msec.
- **¿Cuántos segmentos se pueden mandar en 30 sec de manera continua?**

Ejercicio

1,2 msec ---------- 1 segmento

30000 msec ---------- y

- Y = 25000 < 2^15 (próxima potencia de 2)
- Basta tomar espacio de secuencia de 15 b.

¿Cómo evitar que duplicado retrasado que pasa de una conexión a otra genere problemas?

- Como al establecer una conexión se usan segmentos, una conexión debería tener un **N° inicial de secuencia** con el que comienza a operar.

¿Cómo evitar que duplicado retrasado que pasa de una conexión a otra genere problema?

- ***Idea de solución***: hay que escoger como número inicial de secuencia de la conexión nueva un n° de secuencia que haga imposible o improbable que el duplicado retrasado de n° de secuencia *x* genere problemas.
  - Además se mantiene dentro de una conexión que el origen etiqueta los segmentos con n° de secuencia que no van a reutilizarse dentro de *T* sec (tiempo de vida del paquete).

¿Cómo evitar que duplicado retrasado que pasa de una conexión a otra genere problema?

- **Implementación 1** (en libro de Comer): al crear una nueva conexión cada extremo genera un n° de secuencia de 32 bits aleatorio que pasa a ser el número inicial de secuencia para los datos enviados.
  - Alguna implementación de TCP usa esta solución.
- **¿Por qué tiende a funcionar?**
  - La probabilidad de que un paquete duplicado retrasado genere problemas en una conexión siguiente es baja debido a la elección aleatoria del número inicial de secuencia de la conexión siguiente.

¿Cómo evitar que duplicado retrasado que pasa de una conexión a otra genere problema?

- **Implementación 2** (en libro de Tanembaum): vincular n° de secuencia de algún modo al tiempo y para medir el tiempo usar un reloj.
  - Cada host tiene un **reloj de hora del día**.
  - Los relojes de los hosts no necesitan ser sincronizados;
  - se supone que cada reloj es un contador binario que se incrementa a si mismo en intervalos uniformes.
  - **El reloj continua operando aun ante la caída del host**
- Cuando se establece una conexión los *k* bits de orden mayor del reloj = **número inicial de secuencia**.

¿Cómo evitar que duplicado retrasado que pasa de una conexión a otra genere problema?

- **¿Por qué funciona?**
- Si el reloj se mueve más rápido que la asignación de números de secuencia a los paquetes que se envían (esta es una suposición razonable),
  - entonces el número inicial de secuencia de una nueva conexión va a ser mayor al n° de secuencia de cualquier duplicado retrasado de la conexión previa.
  - *Por eso me gusta más esta solución que la anterior.*

¿Cómo evitar que duplicado retrasado que pasa de una conexión a otra genere problema?

- Tanembaum da un ejemplo de una implementación de TCP donde:
  - Se usa un **esquema basado en reloj** con un pulso de reloj cada 4 µsec.
  - El tiempo de vida máximo de un paquete es de 120 sec.