

Problemas de tener segmentos duplicados retrasados y su resolución

Capa de transporte

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

- ¿Cómo hacer para saber eficientemente si dos segmentos son diferentes o no?
 - ***Ineficiente es*** comparar los segmentos bit a bit, además de los costos de almacenar los segmentos que llegaron previamente.

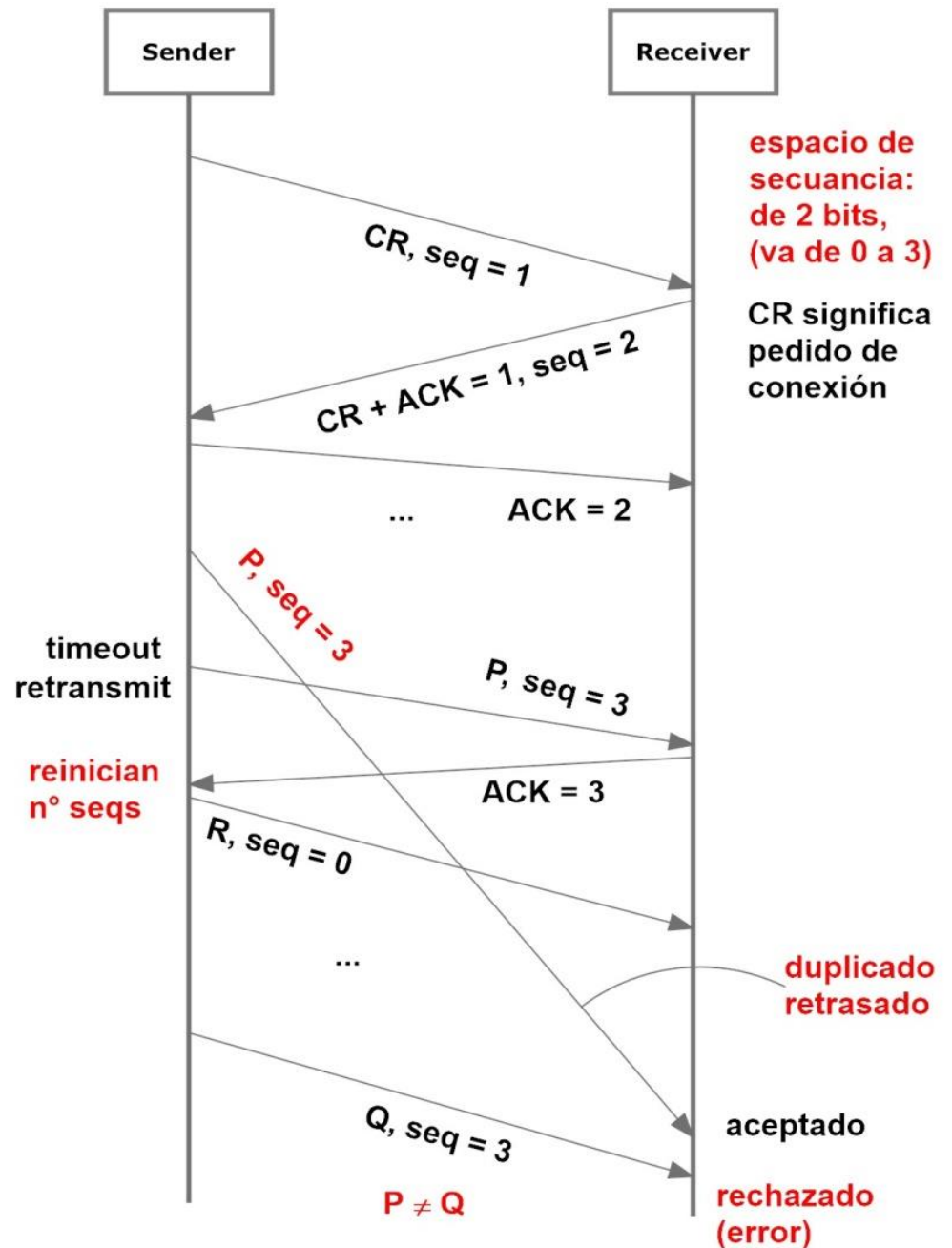
Comparación de segmentos

- **Idea:** 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.

Comparación de segmentos

- ¿Los números de secuencia pueden ser de tamaño arbitrario?
 - No, 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.
- ¿La idea de solo usar espacio de secuencia finito y numerar segmentos con n° de secuencia funciona bien?
- Veremos con ejemplos que no

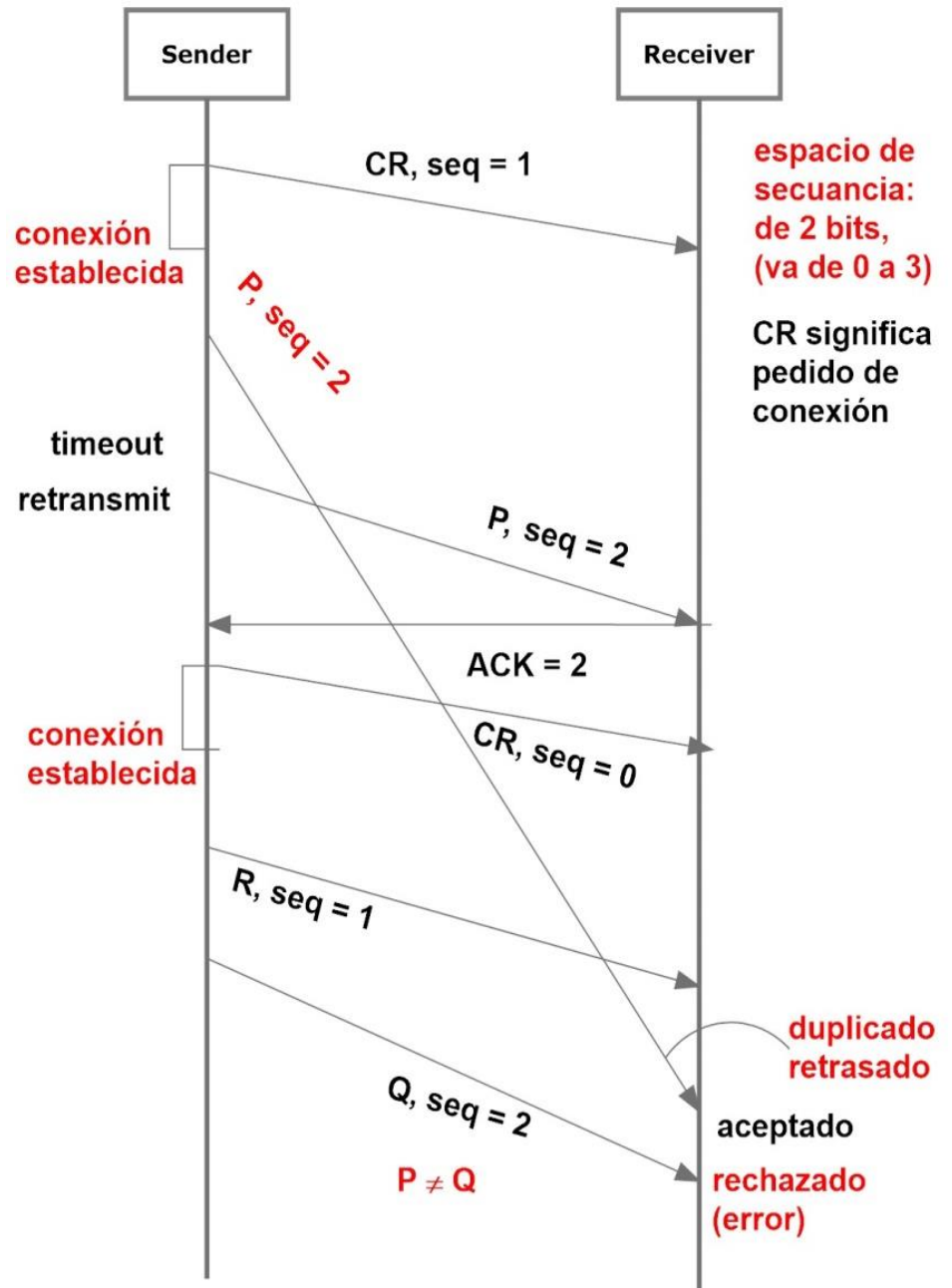
Duplicado retrasado dentro de una conexión que genera problema



Problema de duplicados retrasados: dentro de una conexión

- ¿Cuál es la situación del ejemplo anterior?
- Porque números de secuencia alcanzan el máximo y vuelven a reiniciarse y aumentan hasta alcanzar el x de nuevo.
- ¿por qué sucede eso?
 - El espacio de secuencia no es suficientemente grande.
 - El duplicado retrasado permanece demasiado en la red.

Problema de duplicados retrasados: entre conexiones



Problema de duplicados retrasados: entre conexiones

- **¿Cuál es la situación del ejemplo anterior?**
- La segunda conexión arranca desde un n° de secuencia que permite llegar rápido al n° de secuencia x .
- El duplicado retrasado con n° de secuencia x 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?

- En los 2 ejemplos anteriores el duplicado retrasado de n° de secuencia x permanece suficiente tiempo en la red como para complicar las cosas.
- ¿Cómo evitar esto?

¿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 la idea anterior hace la solución de los problemas de duplicados retrasados manejables.

Problema de duplicados retrasados dentro de una conexión

- ¿Cómo 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

- ¿Cómo 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

- $X = 1,2 \text{ msec.}$
- **¿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 problema?

- Como al establecer una conexión se usan segmentos, una conexión debería tener un **N° inicial de secuencia** con el que comienza a operar.
- En los dos ejemplos últimos sucede lo siguiente:
 - Hay conexión nueva que rápidamente llega a n° de secuencia x para la cual hay duplicado retrasado que genera problemas.
- ¿Cómo evitar esto?

¿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 Tanenbaum): 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?

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

Ejercitación

- **Ejercicio:** hacer un ejemplo donde un duplicado retrasado es un pedido de cierre de conexión que ocasiona problemas
 - **Ayuda:** que duplicado retrasado genere un cierre de conexión prematuro en conexión nueva.
 - ¿La solución anterior sirve para este problema?