



2 La Capa de Enlace

2.3 Control de errores

RdE 2014-2015

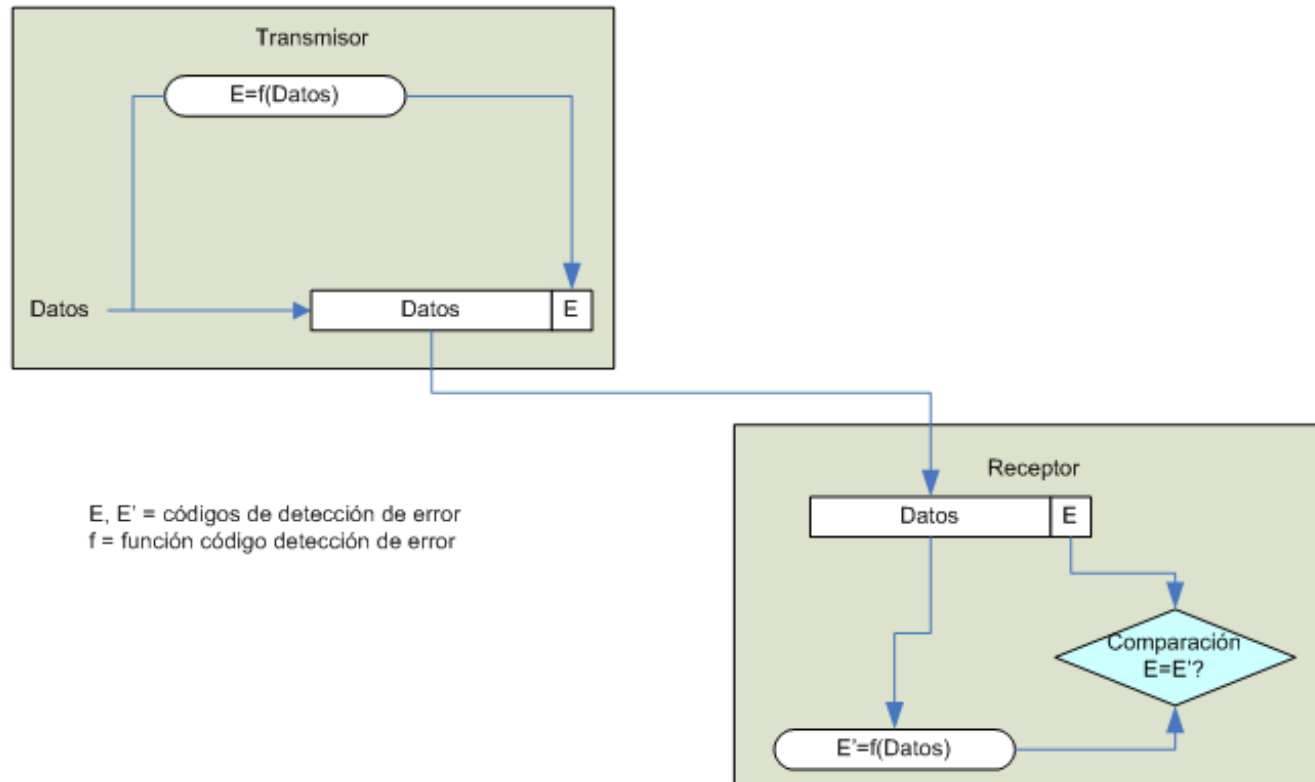
2 Guión del Tema 2

- 2 CAPA de ENLACE
 - 2.1 Funcionalidad del nivel de enlace.
 - 2.2 Control de flujo.
 - **2.3 Control de errores.**
 - 2.4 HDLC. Tramas. Funcionamiento.
 - 2.5 Análisis de tiempos y rendimiento.

2.3 Control de errores

- Tipos de errores:
 - ☐ **Aislados:** afectan a un solo bit, más fáciles de detectar y corregir, asociadas a ruido de fondo electromagnético.
 - ☐ **Ráfagas:** afectan a varios bits, y más difíciles de corregir, asociadas a fuentes de ruido electromagnético como motores eléctricos.

2.3 Esquema control de errores



- **Detección:** Bit de paridad y CRC.
- **Corrección:** código Hamming.



2.3 Control de errores

- Errores potenciales:
 - ☐ Trama perdida.
 - ☐ Trama dañada.
- Técnicas (ARQ *Automatic Repeat Request*):
 - ☐ Detección y corrección de errores (3.2).
 - ☐ Confirmación positiva.
 - ☐ Retransmisión después expiración *timeout*.
 - ☐ Confirmación negativa y retransmisión.
- **ARQ.** Convertir canal con errores, en canal seguro:
 - ☐ ARQ con parada-y-espera.
 - ☐ ARQ con vuelta-atrás-N.
 - ☐ ARQ con rechazo selectivo.

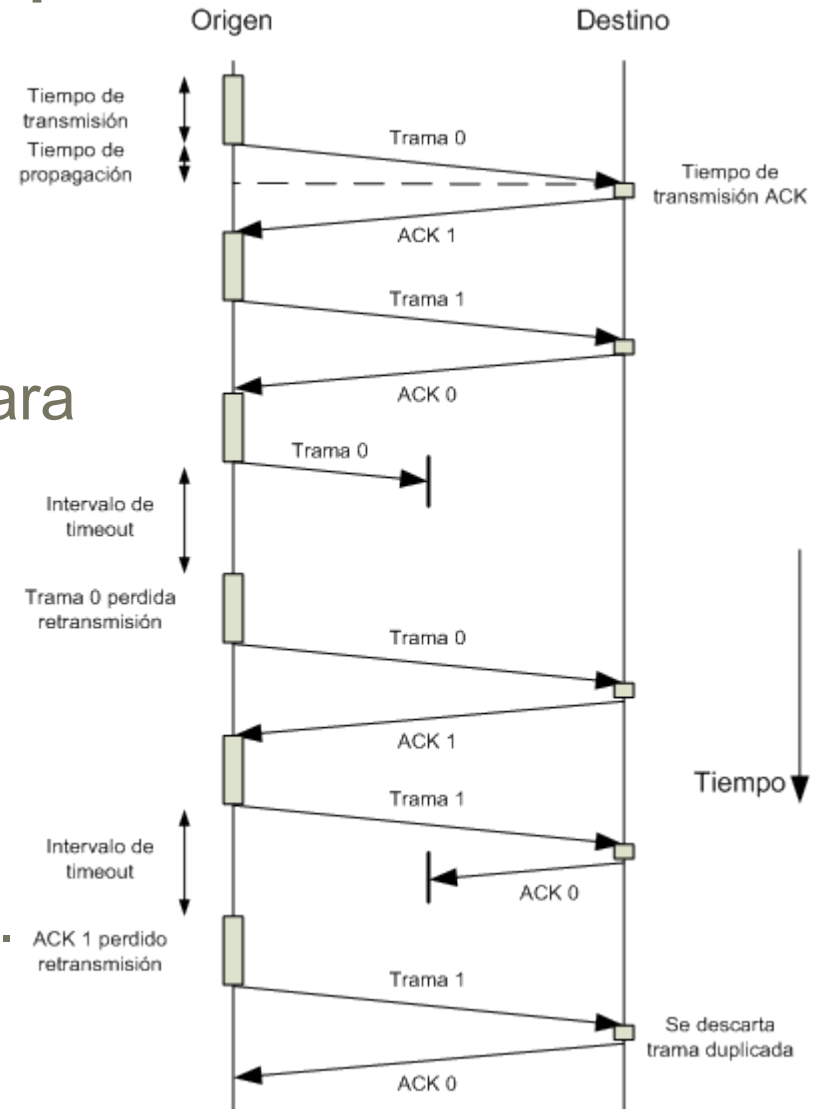


2.3 ARQ con Parada-Y-Espera

- Basado en control de flujo Parada-Y-Espera.
- Dos posibles problemas:
 - ☐ **Trama de datos dañada.** Receptor descarta y emisor utiliza temporizador, y retransmite copia.
 - ☐ **Trama de confirmación dañada.** Emisor utiliza un temporizador y retransmite, y receptor descarta duplicados.

2.3 ARQ con Parada-Y-Espera

- Tramas se numeran alternativamente, 0 y 1. La numeración es necesaria para identificar pérdida de confirmación.
- **Ventaja:** sencillez.
- **Inconveniente:** ineficiencia.





2.3 ARQ con Vuelta-atrás-N

- Basada en control de flujo mediante ventanas deslizantes. Implementación más usada.
- Envío de tramas numeradas, con módulo como valor máximo. Se permite el envío de tramas sin confirmar hasta el tamaño de ventana.
- El receptor confirma con **RR** o con ***piggyback***, cuando recibe correctamente.
- El receptor rechaza la trama errónea, y las sucesivas hasta recibir la esperada, con **REJ**.



2.3 ARQ con Vuelta-atrás-N. Trama dañada

1. A emisor, B receptor. Si B recibe **trama i dañada**, B la descarta, y puede suceder:
 1. A envía $i+1$ antes *timeout*, B recibe $i+1$ la descarta y envía un REJ i . A retransmite i y posteriores.
 2. A no envía nada antes de *timeout*. En el *timeout* envía RR con bit $P=1$. B debe contestar RR i . A retransmite trama i .

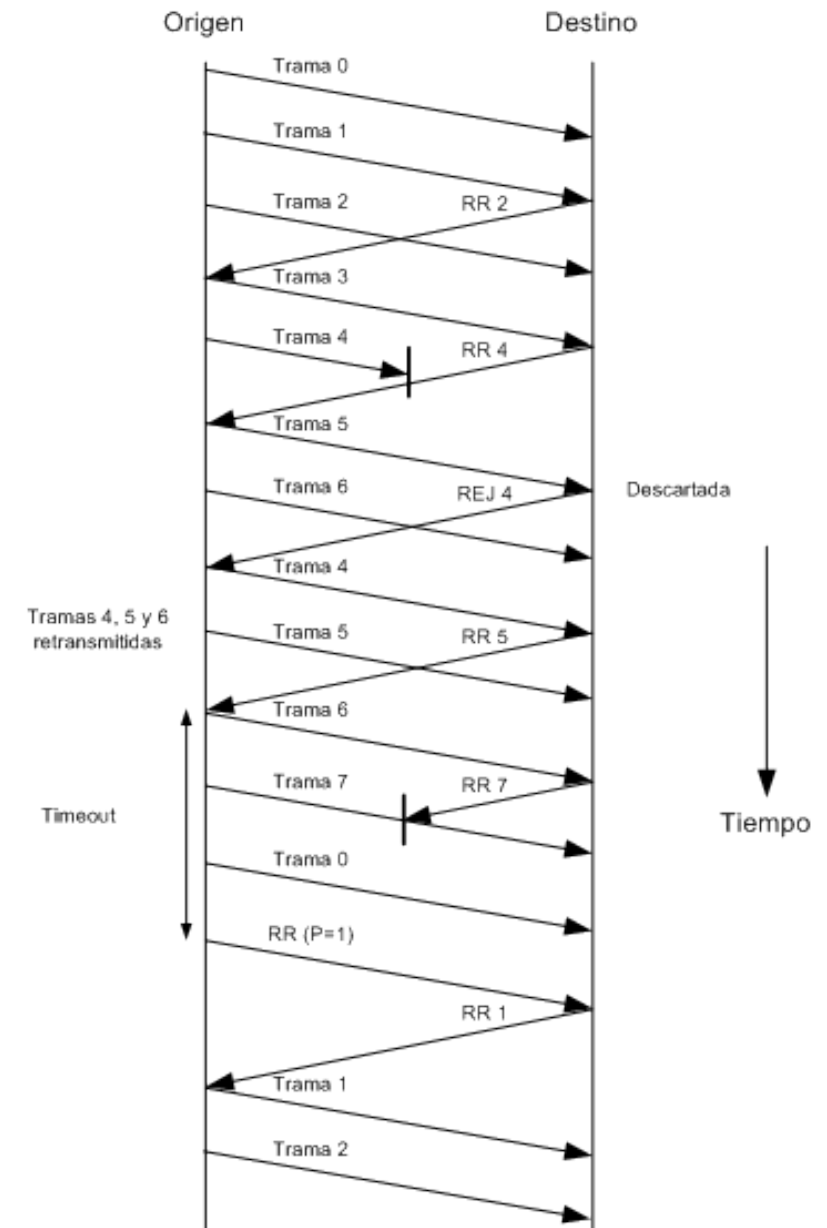


2.3 ARQ con Vuelta-atrás-N. RR dañada

2. B recibe trama i y envía RR $i+1$, que **se pierde**. Dos casos:
 1. Antes de *timeout* en A, B puede enviar RR $i+2$, y no hay problema.
 2. Si *timeout* en A expira, se produce el caso 1.2. Si B no contesta en antes de *timeout*, A lo intentará un número de veces. Si no tiene éxito se realiza un procedimiento de reinicio de la comunicación.
3. **REJ dañada**. Equivale al caso 2.2.

2.3 ARQ con Vuelta-atrás-N

- El emisor debe conservar copia de trama hasta que sea confirmada.
- Existe un problema con el módulo numeración de tramas y tamaño de ventana: módulo k entonces tamaño ventana 2^k-1 .



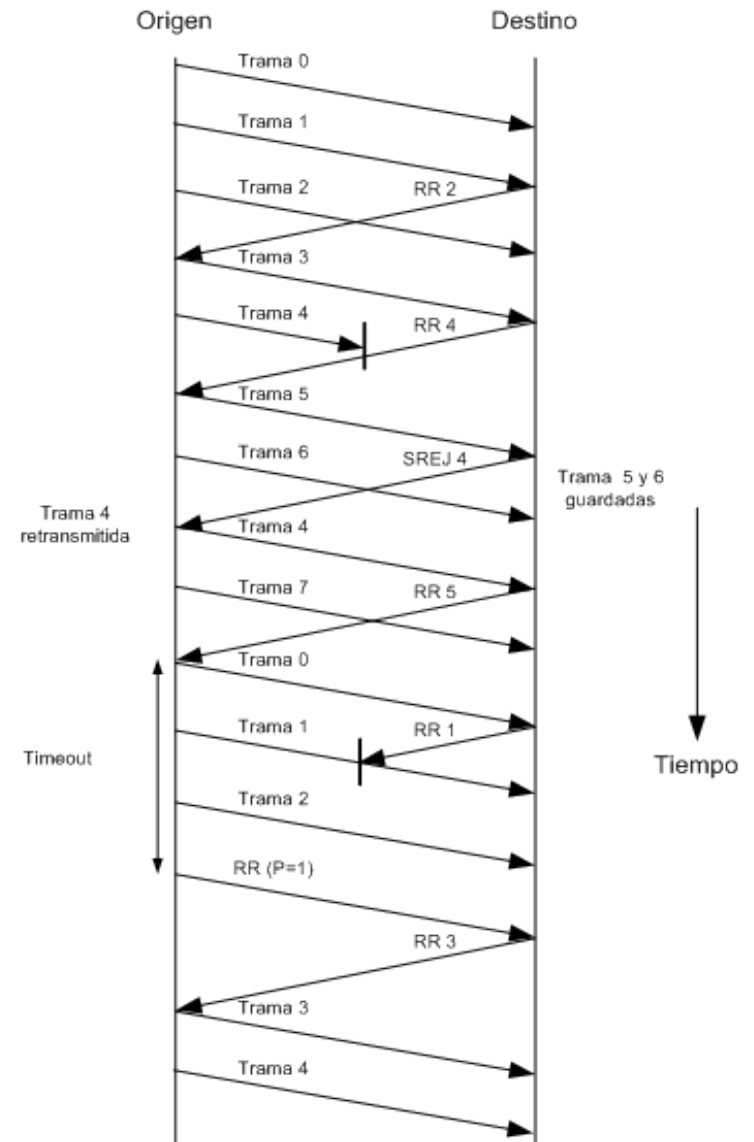


2.3 ARQ con Rechazo Selectivo

- Ídem a ARQ con Vuelta-atrás-N, pero sólo se retransmiten las tramas con confirmación negativa SREJ i .
- Las tramas subsiguientes a i , se almacenan hasta recibir i . El nivel de enlace proporciona al nivel de red las tramas ordenadas.
- **Ventaja:** evita retransmisiones innecesarias.
- **Inconveniente:** más memoria, más código.

2.3 ARQ con Rechazo Selectivo

- Existe un problema con el módulo numeración de tramas y tamaño de ventana: módulo k entonces tamaño ventana 2^{k-1} .



2.3 Bibliografía

- [1] Tanenbaum, A. S., Computer Networks, 4ª Ed Pearson 2003, apartados 3.2 y 3.4.
- [2] Stallings, W., Comunicaciones y Redes de Computadores, 6ª Ed Prentice Hall 2000, apartado 7.2. Muy buena discusión de la parte de ARQ y CRC.