



# La Capa de Enlace Control de errores, flujo y transmisión de datos

---

---

---

---

---

---

---

---



### Índice del Tema

- Siguiendo con las funciones de la Capa de Enlace.
- Manejo de Errores
  - ¿Por qué se producen errores?
  - ¿Cómo podemos detectarlos?
  - ¿Cómo podemos corregirlos?
- Control de Transmisión y Flujo
  - ¿Cómo evitar que un emisor rápido sature a un receptor lento?
  - ¿Cómo evitar errores de secuenciación de tramas?
    - Tramas perdidas
    - Tramas duplicadas
  - Veremos protocolos ARQ (*automatic repeat request*), con varias opciones diferentes
  - Protocolos de ventana deslizante
- Resumen

---

---

---

---

---

---

---

---



### Manejo de Errores

- Origen de los errores
  - Errores estáticos (distorsión de la señal)
  - Errores transitorios (ruido electromagnético)
- Detección de Errores
  - Paridad Horizontal y Vertical
  - Chequeo por suma: Checksum
  - Códigos de Redundancia Cíclica: CRC
- Corrección de Errores

---

---

---

---


---


---

---

---




Universidad de Oviedo



## Control de Errores y Flujo

---

### Corrección de Errores

- **Esencia:** No sólo detectar la presencia de errores, sino corregirlos.
- **Una Idea:** Detectarlos y, si existen, descartar la trama y provocar su retransmisión (protocolos ARQ).
- En algunos casos esto puede ser costoso (¿cuáles?). Hay otra aproximación:
  - Incluir información redundante que permita corregirlos en el receptor.

noviembre de 2007
7

---

---

---


---


---

---

---

---


Universidad de Oviedo



## Control de Errores y Flujo

---

### Códigos Hamming

- La Distancia Hamming (HD) entre dos códigos mide el número de cambios (errores) que hay que realizar al primer código para obtener el segundo.
- **Observación:** La paridad es un código Hamming de distancia 2.
- Por ejemplo:
 

La distancia Hamming entre 1011101 y 1001001 es 2
- Es posible utilizarlos para corregir errores de ráfaga, pero añade una cantidad importante de información adicional: los bits de verificación.

noviembre de 2007
8

---

---

---


---


---

---

---

---


Universidad de Oviedo



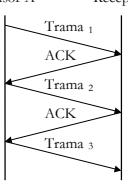
## Control de Errores y Flujo

---

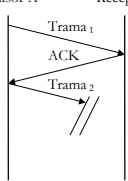
### Control de Transmisión (I)

Protocolo ARQ de parada y espera simple

Emisor A      Receptor B



Emisor A      Receptor B



noviembre de 2007
9

---

---

---


---

---

---

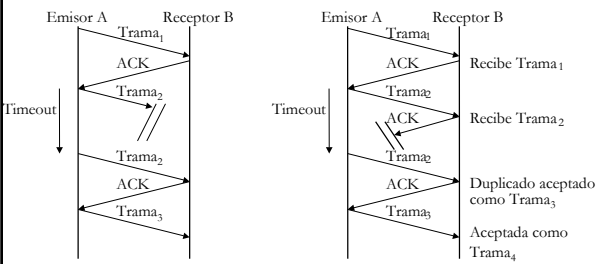
---

---

Universidad de Oviedo **Control de Errores y Flujo** 

### Control de Transmisión (II)

Protocolo ARQ de parada y espera simple con *timeout*



noviembre de 2007 10

---

---

---

---

---


---

---

---

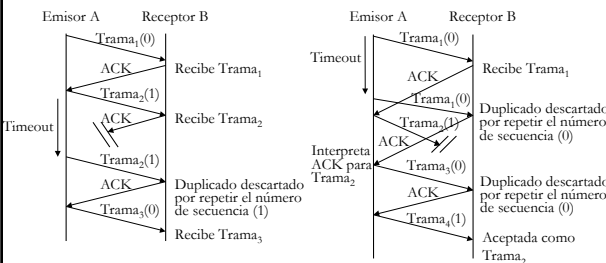
---

---

Universidad de Oviedo **Control de Errores y Flujo** 

### Control de Transmisión (III)

Protocolo con numeración de tramas



noviembre de 2007 11

---

---

---

---

---


---

---

---

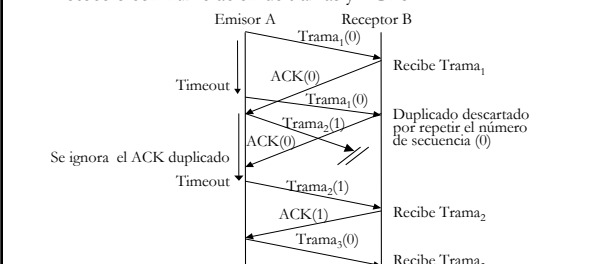
---

---

Universidad de Oviedo **Control de Errores y Flujo** 

### Control de Transmisión (y IV)

Protocolo con numeración de tramas y ACKs



noviembre de 2007 12

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---





### Protocolos de Ventana Corrediza (y III)

- Aún se pueden hacer nuevas optimizaciones, aunque no cambian sustancialmente lo dicho anteriormente.
- Permitir que un ACK con número N asienta todas las tramas recibidas hasta la N.
- Utilizar una trama especial NAK para indicar que una trama se ha recibido con errores y provocar su retransmisión inmediata (sin esperar a que expire el temporizador).

---

---

---

---

---

---

---

---



### Control de Flujo: un par de cosas más

- Los protocolos ARQ permiten controlar la transmisión y el flujo, es decir, evitan que un receptor lento sea saturado.
- Si se usan ventanas es necesario que su tamaño se adapte a los recursos del receptor. Si estos recursos varían a lo largo de una transmisión, la ventana debería ajustarse, pero esto no es una situación típica en la capa de enlace (sí lo será en la de transporte).
- Hay otros métodos, menos utilizados actualmente, como los protocolos XON/XOFF.
- También se podría hacer por Hardware, usando líneas adicionales (como hace RS-232 con las líneas RTS/CTS).

---

---

---

---

---

---

---

---



### Sincronización y Supervisión del Enlace de datos.

- En ocasiones la capa de enlace debe, además de lo anterior, ocuparse de:
  - El establecimiento de la conexión: llamadas por módem, detección del interlocutor activo, negociación de parámetros de la comunicación, etc.
  - El mantenimiento de la conexión: chequeo periódico del estado del enlace, recuperación y resincronización de la comunicación tras errores o fallos temporales, etc.
  - La liberación de la conexión: liberación del enlace, desactivación de llamadas por módem, etc.

---

---

---

---

---

---

---

---



## Resumen

- Hemos completado el estudio de las principales funciones de la capa de enlace.
- El **manejo de errores**, tanto su **detección** (paridad, checksum, CRC), como de su **corrección** (códigos Hamming).
- El **control de flujo y transmisión**, mediante el estudio de los protocolos **ARQ**:
  - Parada y espera
  - Numeración de tramas y asentimientos
  - Protocolos de ventana corrediza
- Por último esta capa, en ocasiones, debe ocuparse de la **supervisión y sincronización** del enlace.
- **Una nota:** muchas de estas funciones deberán ser realizadas de nuevo en capas superiores (transporte). Esto hace que la tendencia actual sea a simplificarlas en esta capa lo más posible.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---