

**Unidad 1:**  
**Detección y Corrección de Errores**  
**(Segunda Parte)**

Profesor: Héctor Abarca A.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Verificación de Redundancia Cíclica (CRC)**

- Más potente que los anteriores.
- Está basado en la división binaria.
- Consiste en añadir al final de la trama una secuencia de bits redundantes, conocida como CRC o resto CRC, obtenidos de dividir los bits de la trama por un número binario (divisor) predeterminado. El resto de esta operación es el CRC.
- El número de bits usados para CRC debe ser uno menos que el número de bits del divisor.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

**Verificación de Redundancia Cíclica (CRC)**

- Los pasos para calcularlo en el transmisor son:
  - Añadir  $n$  ceros a la trama (siendo  $n+1$  el número de bits del divisor).
  - La trama resultante se divide por el divisor usando el proceso de la división binaria (división módulo 2). El resto es el CRC.
  - Sustituir el CRC de  $n$  bits obtenido por los ceros añadidos.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Verificación de Redundancia Cíclica (CRC)

- El Receptor recibirá la trama que contiene el CRC y la dividirá por el divisor. No se habrán producido errores si el resto es cero.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Verificación de Redundancia Cíclica (CRC)

- Los divisores se representan como polinomio algebraico.
  - Por ej. El divisor 10100111 se representa como el polinomio:  $x^7+x^5+x^2+x+1$
- Polinomios Estándares:
  - CRC-12:  $x^{12}+x^{11}+x^3+x+1$
  - CRC-16:  $x^{16}+x^{15}+x^2+x+1$
  - CRC-IUT-T:  $x^{16}+x^{12}+x^5+1$
  - CRC-32:  $x^{32}+x^{26}+x^{23}+x^{22}+x^{16}+x^{12}+x^{11}+x^{10}+x^8+x^5+x^4+x^2+1$
- Detecta errores de ráfagas que afectan a un número impar de bits y ráfagas de longitud menor o igual que el grado del polinomio.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Suma de Comprobación *Checksum*

- Técnica general de detección de errores.
- Típica de niveles superiores.
- Se aplica cuando se reciben bloques de caracteres, en lugar de caracteres aislados.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

---

---

### Suma de Comprobación *Checksum*

- En el transmisor se realizan los siguientes pasos:
  - Dividir la trama en k trozos de n bits.
  - Sumar todos los trozos con aritmética complemento a uno.
  - Complementar resultado. Este sería el **checksum**

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Suma de Comprobación *Checksum*

- En el Receptor se realizan los siguientes pasos:
  - Dividir la trama (que incluye *checksum*) en k trozos de n bits.
  - Sumar todos los trozos con aritmética complemento a uno.
  - Complementar el resultado.
  - Si el resultado es cero → No error
- **Checksum** detecta todos los errores que tienen que ver con un número de bits impares.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

## Unidad 2: Control de Enlace de Datos

Profesor: Héctor Abarca A.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Control de Enlace de Datos

- Aunque mencionamos varias funciones de la capa de enlace de datos, básicamente realiza tres funciones:
  - Coordinación del Enlace o Disciplina de línea.
  - Control de Errores.
  - Control de Flujo

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Coordinación del Enlace

- Sirve para evitar o solucionar situaciones conflictivas en la utilización del enlace por las estaciones, sobre todo en la fase de establecimiento.
  - Asegura que el extremo receptor está preparado.
- Se utilizan dos métodos básicos:
  - **Solicitud/Reconocimiento (ENQ/ACK)**
  - **Sondeo/Selección**

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Solicitud/Reconocimiento (ENQ/ACK)

- Utilizado en enlaces punto a punto.
- Gestiona la estación que puede empezar a transmitir y si el receptor está listo y activo.
- Funcionamiento:
  - Se intercambian 5 tipos de tramas:
    - **ENQ** (Enquiry): Receptor disponible (tres intentos).
    - **ACK**: Listo para recibir.
    - **NACK**: No listo para recibir.
    - **Datos**: Contiene una SDU del nivel superior.
    - **EOT** (End Of Transmission): Fin de Transmisión.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

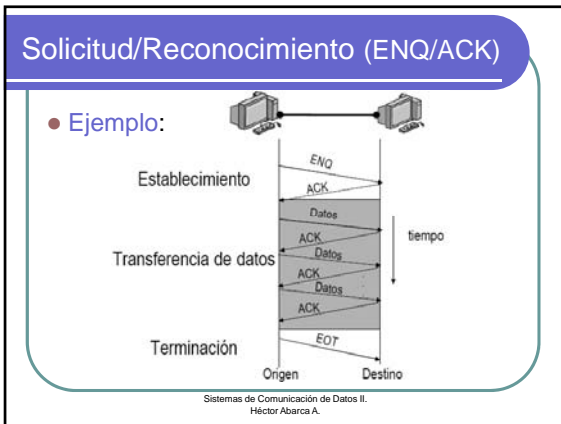
---

---

---

---

---




---

---

---

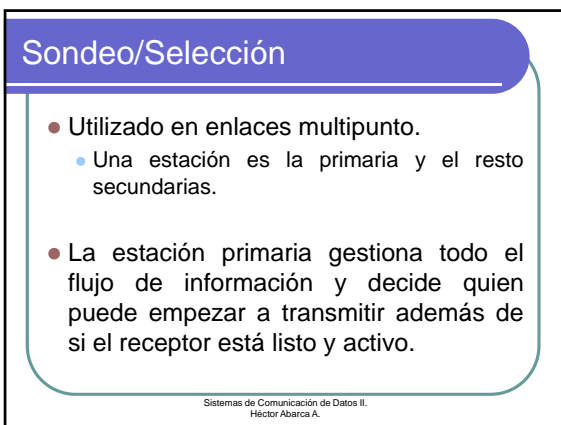
---

---

---

---

---




---

---

---

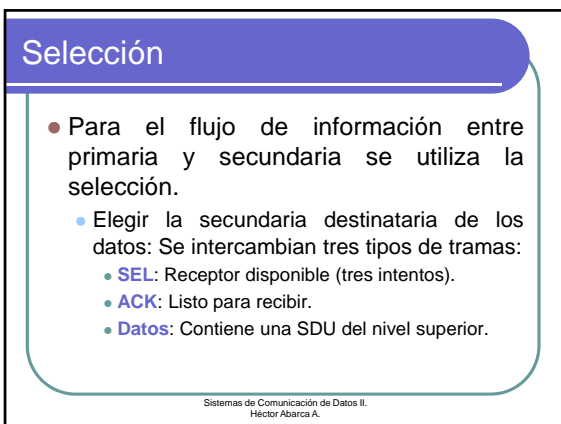
---

---

---

---

---




---

---

---

---

---

---

---

---

### Selección

- **Ejemplo:**

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sondeo

- Para el flujo de información entre secundaria y primaria se utiliza el sondeo.
  - Buscar una secundaria que quiera transmitir. Se intercambian cuatro tipos de tramas:
    - **SON:** Receptor disponible.
    - **ACK:** Confirmación de datos.
    - **NACK:** No tiene datos para transmitir.
    - **Datos:** Contiene una SDU del nivel superior.
  - El intercambio puede acabar por temporización, o utilizando trama especial:
    - **EOT:** Fin de transmisión.

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

---

---

---

---

---

### Sondeo

- **Ejemplo 1:**

Sistemas de Comunicación de Datos II.  
Héctor Abarca A.

---

---

---

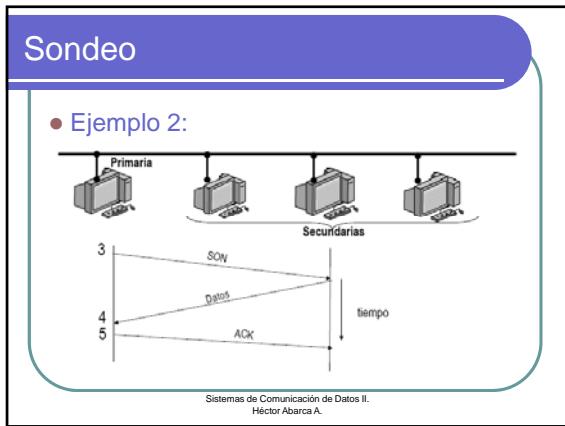
---

---

---

---

---



---

---

---

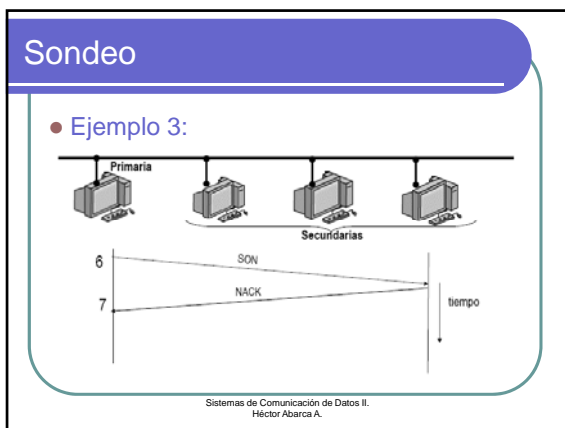
---

---

---

---

---



---

---

---

---

---

---

---

---