

## Tema 3: Nivel Enlace.

### CONTENIDO

- 3.1 Introducción al nivel de enlace
- 3.2 Fundamentos de los protocolos de enlace
  - 3.2.1 Trama
  - 3.2.2 Control de error
    - 3.2.2.1 ARQ con parada y espera
  - 3.2.3 Control de flujo
    - 3.2.3.1 Ventana deslizante
  - 3.2.4 Gestión de enlace

### 3.1 Introducción al nivel de enlace.

En el proceso de comunicación entre dos máquinas, los datos suelen ser transmitidos utilizando una unidad de longitud fija, normalmente de 8 bits.

Por ejemplo

Envío de un fichero de texto	carácter
Envío de un fichero binario	byte

Las unidades (carácter o byte) se envían como bloques entre aproximadamente 100 - 5000 carácter o byte

En recepción, para interpretar los datos, el programa deberá identificar

Donde comienza cada bit	( Sincronización de bits )
Donde comienza y finaliza cada carácter / byte	( Sincronización de carácter / byte )
Donde comienza y finaliza cada bloque	( Sincronización de bloque o trama )

### 3.1 Introducción al nivel de enlace. Funciones.

El objetivo final del nivel de enlace es ofrecer al nivel superior una **comunicación de datos fiable** entre dos máquinas adyacentes. Las funciones que realiza son:

Sinronización de datos	Entramado. Transparencia de información.
Direccionamiento	Se debe saber la estación receptora de tramas
Control de error.	Técnicas utilizadas para conseguir una comunicación de datos fiable.
Control de flujo.	Regulación de tráfico para que emisores no saturen a receptores más lentos.
Gestión de enlace.	Gestión de conexiones: establecimiento, liberación, .
Servicios que ofrece	Sin conexión y sin asentimiento Sin conexión y con asentimiento Con conexión.

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.1 Trama.

Las entidades de enlace se comunican entre sí mediante las unidades de datos del nivel de enlace denominadas **tramas**.

Las tramas están compuestas por campos, como por ejemplo:

Cabecera	Permite identificar el comienzo de la trama
Control	Información de control.
Datos	Contiene los datos de usuario
Final	Permite identificar el fin de la trama
Redundancia	Contiene información destinada al control de error

Cabecera	Control	Datos	Final	Redundancia
----------	---------	-------	-------	-------------

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.1 Trama.

##### Caracteres de inicio y fin.

Consiste en utilizar dos caracteres especiales STX y ETX para delimitar los datos.

Permite identificar el comienzo y fin de la trama.

STX	Datos	ETX
-----	-------	-----

Problema con este formato

¿ Es posible transmitir un carácter ETX dentro de los datos ?

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.1 Trama.

##### Caracteres de inicio y fin. Inserción de carácter.

Para que los datos puedan incorporar los delimitadores de trama se incorpora otro carácter de control DLE, quedando el formato:

DLE	STX	Datos	DLE	ETX
-----	-----	-------	-----	-----

Si el carácter DLE aparece dentro de los datos, **antes de transmitir se duplica**

ejemplo: para Tx los datos 'A', 'B', 'DLE', 'X', .....

A	B	DLE	<u>DLE</u>	X	.....
---	---	-----	------------	---	-------

DLE	STX	A	B	DLE	<u>DLE</u>	X	.....	DLE	ETX
-----	-----	---	---	-----	------------	---	-------	-----	-----

La duplicación de DLE permite **transparencia de datos**.

## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.1 Trama.

#### Banderas de inicio y fin. Inserción de bit.

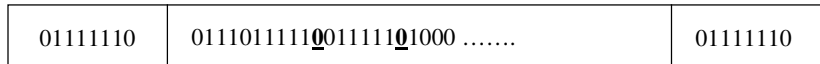
Consiste en utilizar un patrón de bits como comienzo y fin de la trama 0111 1110



Si dentro de los datos aparece una secuencia de 5 bit con valor 1 consecutivos se inserta un bit con valor 0

Por ejemplo para transmitir 0111011111011111000 .....

0111011111001111101000 .....



Tema 3: Nivel Enlace. 7.

## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.1 Trama.

#### Violaciones del nivel físico.

Consiste en utilizar símbolos diferentes del nivel físico para representar los limitadores de las tramas.

Por ejemplo:

En redes de área local 802.3 Token Ring

La información se codifica mediante el código Manchester

En los delimitadores de comienzo de trama y fin de trama se utiliza una codificación especial ( para los símbolos J K ) diferente que permite identificar completamente el comienzo y fin de trama, sin confundir con los símbolos utilizados para 0 y 1.

Tema 3: Nivel Enlace. 8.

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.2 Control de error.

Existen dos estrategias para combatir los errores de transmisión:

##### **Detección de error.**

Consiste en incluir información redundante para permitir al receptor detectar la existencia de errores.

El receptor no puede recuperar la información del error y será necesario otra transmisión.

##### **Corrección de error.**

Consiste en incluir información redundante para permitir al receptor detectar la presencia de errores y determinar en que punto de los datos se encuentra el error.

El receptor puede recuperar la información original sin necesitar retransmisión.

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

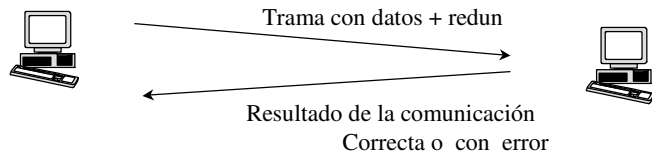
#### 3.2.2 Control de error.

El método utilizado para transmitir datos de forma fiable es:

##### **Retroalimentación del resultado de la comunicación**

**Emisor** calcula y añade una información redundante **F ( trama )**

**Receptor** vuelve a calcular la redundancia asociada a la trama  
compara las redundancia recibida y calculada en recepción  
Si son diferentes **ERROR**  
Si son iguales **Tx Correcta o ERROR no detectado**



### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.2.1 ARQ con parada y espera

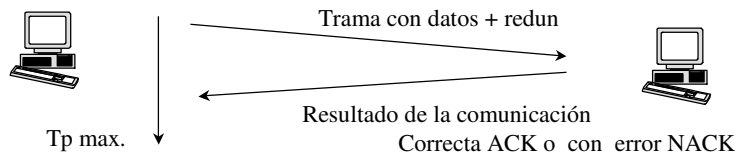
Opera en modo semiduplex

##### Emisor

- 1º Envía una trama de datos
- 2º Queda a la espera de la respuesta (tp max.)
- 3º Si la respuesta es positiva  
Vuelve a 1º con nueva trama  
si la respuesta es negativa  
retransmite la trama (nº max intentos)

##### Receptor

- 1º Espera la llegada de tramas
- 2º Analiza la redundancia
- 3º Si es correcta  
Envía asentimiento positivo  
se es errónea  
Envía asentimiento negativo

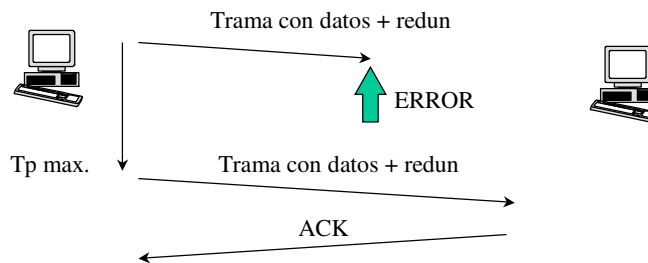


Tema 3: Nivel Enlace. 11.

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.2.1 ARQ con parada y espera.

Funcionamiento con errores.

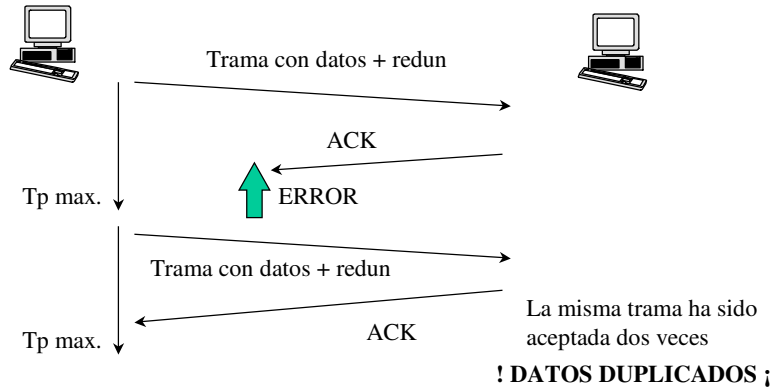


Tema 3: Nivel Enlace. 12.

### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.2.1 ARQ con parada y espera

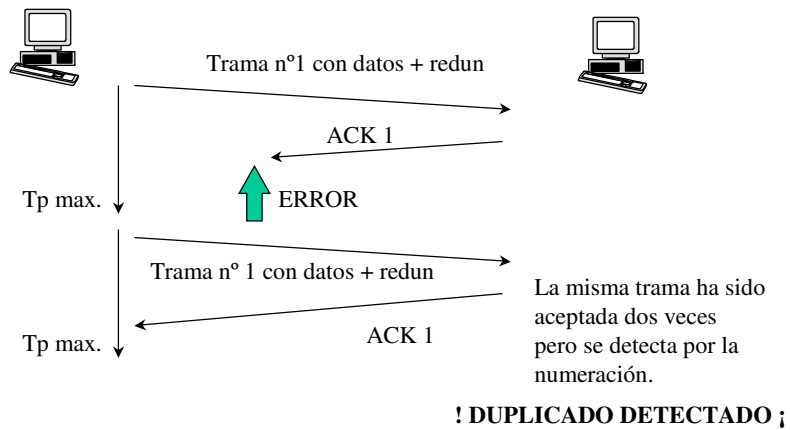
Funcionamiento con errores.



### 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

#### 3.2.2.1 ARQ con parada y espera

Para evitar la duplicidad de los datos se introduce un número de secuencia.



## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.3 Control de flujo.

Consiste en una regulación del tráfico de datos para que el emisor no sature al receptor.

¿por qué existe esta regulación? Porque la estación receptora gasta tiempo en procesar las tramas antes de pasarlas a niveles superiores, tiempo que la estación transmisora aprovecha para seguir mandando tramas llegando a poder saturar la memoria temporal del receptor que tiene para almacenar tramas entrantes.

El procedimiento básico consiste en informar al emisor para que disminuya o incluso corte por completo el flujo de datos enviados. Mediante PARADA y ESPERA. Posteriormente, cuando el receptor puede volver a aceptar datos, vuelve a informar al emisor con objeto de recuperar el flujo normal.

## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.3.1 Ventana deslizante.

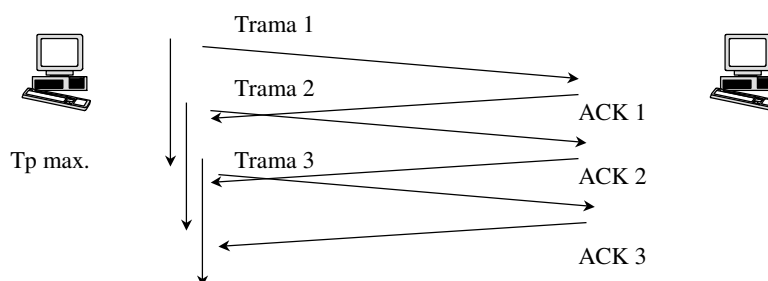
Opera en modo full duplex

#### Emisor

1º Envía un conjunto de trama de datos  
sin esperar asentimiento entre trama

#### Receptor

1º Para cada trama analiza la redundancia  
2º Si es correcta envía asentimiento positivo  
se es errónea envía asentimiento negativo





## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.3.1 Ventana deslizante.

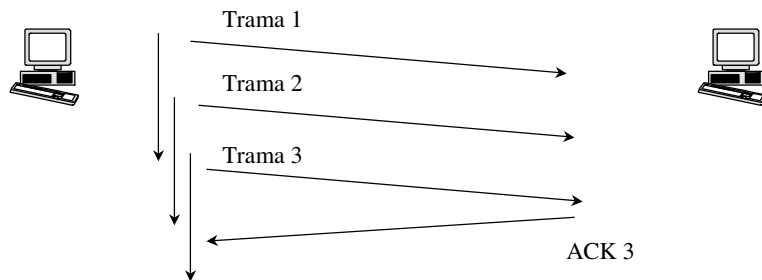
Opera en modo full duplex

#### **Emisor**

1º Envía un conjunto de trama de datos sin esperar asentimiento entre trama

#### **Receptor**

1º Si son correctas las redundancias de las tramas envía un asentimiento de la última.



Tema 3: Nivel Enlace. 17.

## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.5 Ventana deslizante RQ

Para la recuperación de errores existen dos esquemas:

#### **REPETICIÓN SELECTIVA**

El receptor detecta el error en una trama y solicita la retransmisión exclusivamente de la trama errónea. Posteriormente el emisor continúa enviando según su número de secuencia.

#### **REPETICION NO SELECTIVA. RETROCEDER A N.**

El receptor detecta el error de una trama y solicita la emisor la retransmisión de todas las tramas a partir de la trama errónea.

Tema 3: Nivel Enlace. 18.



## 3.2 Fundamentos del nivel de enlace.

### 3.2.4 Gestión de enlace.

Conjunto de operaciones que permiten :

Establecimiento de enlace      Emisor y receptor admiten el comienzo de la conexión  
Ambas parte adoptan valores iniciales conocidos.

Liberación del enlace          Emisor y receptor admiten el fin de la conexión  
Liberación de recursos asignados

Estas operaciones se realizan mediante el intercambio de un conjunto de tramas de control o supervisión.