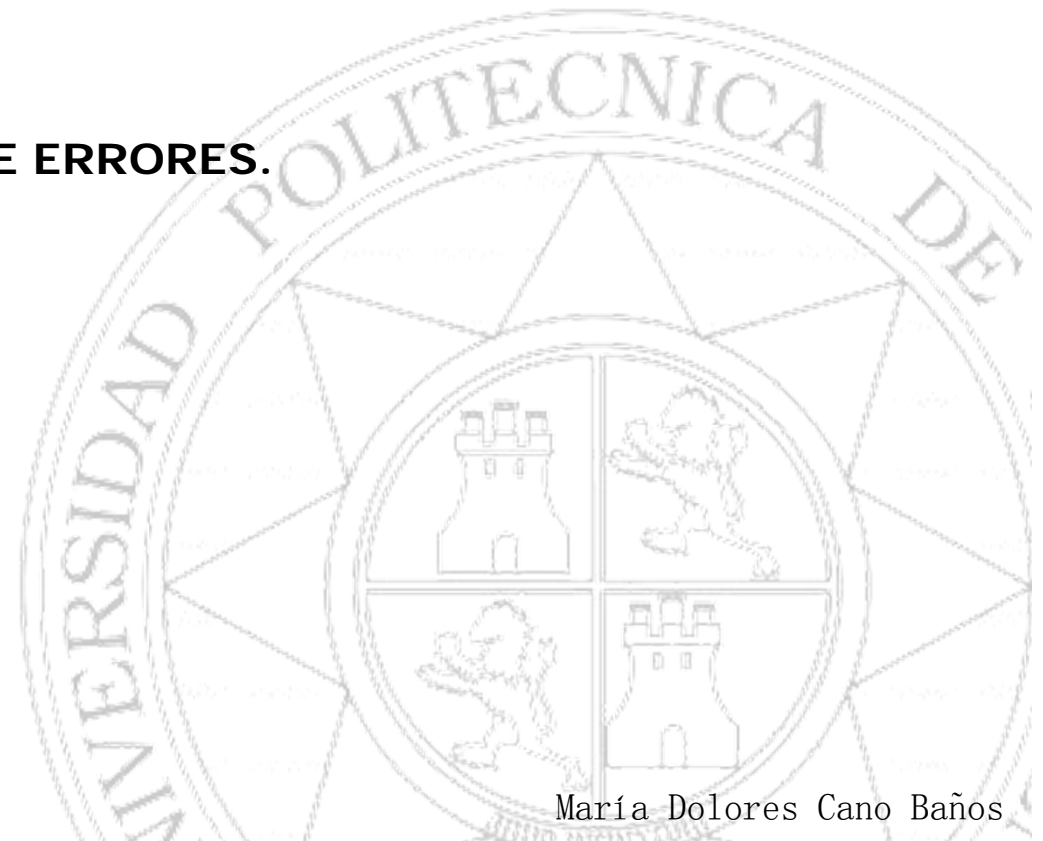


# **BLOQUE IV.**

## **Nivel de enlace de datos**

---

**PROTOCOLOS DE CONTROL DE ERRORES.**



# Contenidos

---

## 1. Introducción

1. Funciones de un protocolo de enlace de datos

## 2. Entramado

1. Protocolos orientados a carácter
2. Protocolos orientados a bit

## 3. Corrección de errores

1. Códigos de control de errores
2. Códigos polinómicos

# Contenidos

---

4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores
  1. Introducción
  2. Control de flujo Parada y Espera
    1. Cálculo de prestaciones
  3. Control de flujo mediante Ventana Deslizante
    1. Cálculo de prestaciones
  4. Protocolos de control de errores
    1. ARQ con parada y espera
    2. ARQ con *Go-Back-N*
    3. ARQ con rechazo selectivo

# Contenidos

---

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio
6. Direccionamiento
7. Hubs, Puentes y Conmutadores
8. Protocolo STP
9. Ejemplo de protocolos de nivel de enlace de datos
  1. HDLC
  2. PPP

# Contenidos

---

## 4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores

### 1. Introducción

### 2. Control de flujo Parada y Espera

#### 1. Cálculo de prestaciones

### 3. Control de flujo mediante Ventana Deslizante

#### 1. Cálculo de prestaciones

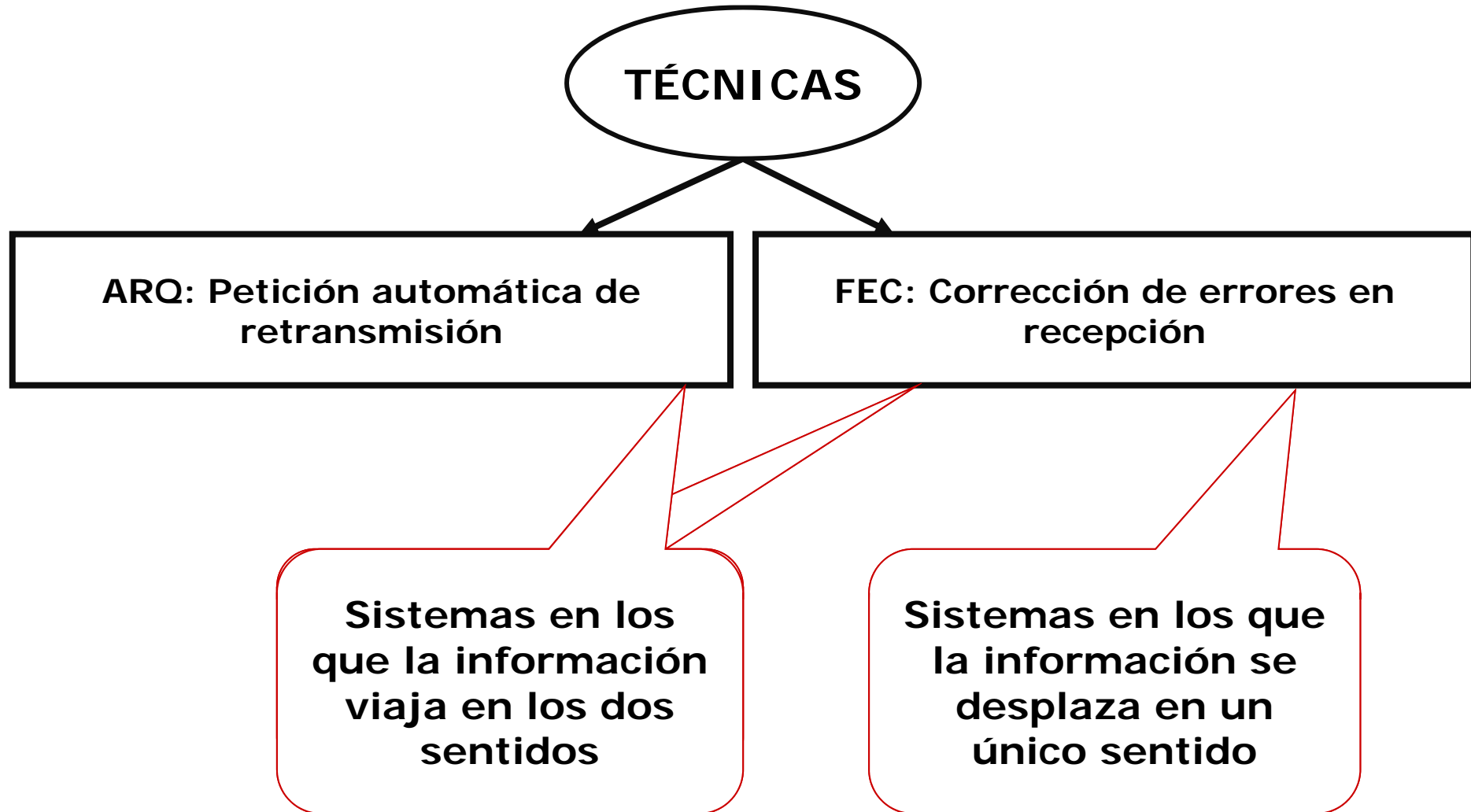
## 4. Protocolos de control de errores

### 1. ARQ con parada y espera

### 2. ARQ con *Go-Back-N*

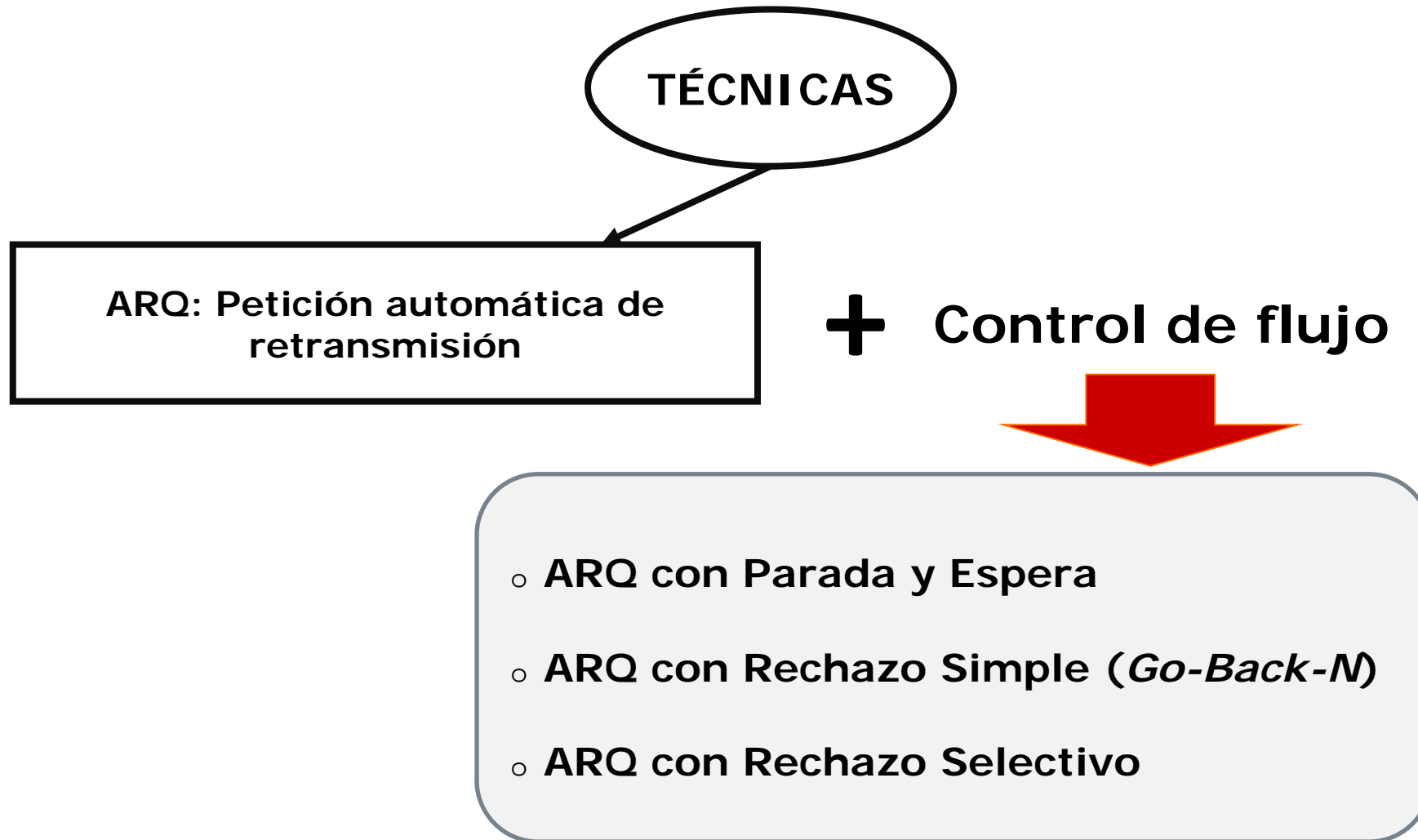
### 3. ARQ con rechazo selectivo

# 4. Protocolos de control de errores



## 4. Protocolos de control de errores

---



# Contenidos

---

## 4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores

### 1. Introducción

### 2. Control de flujo Parada y Espera

#### 1. Cálculo de prestaciones

### 3. Control de flujo mediante Ventana Deslizante

#### 1. Cálculo de prestaciones

### 4. Protocolos de control de errores

#### 1. ARQ con parada y espera

#### 2. ARQ con *Go-Back-N*

#### 3. ARQ con rechazo selectivo



# 4.1 ARQ con Parada y Espera

## □ Tipos de errores

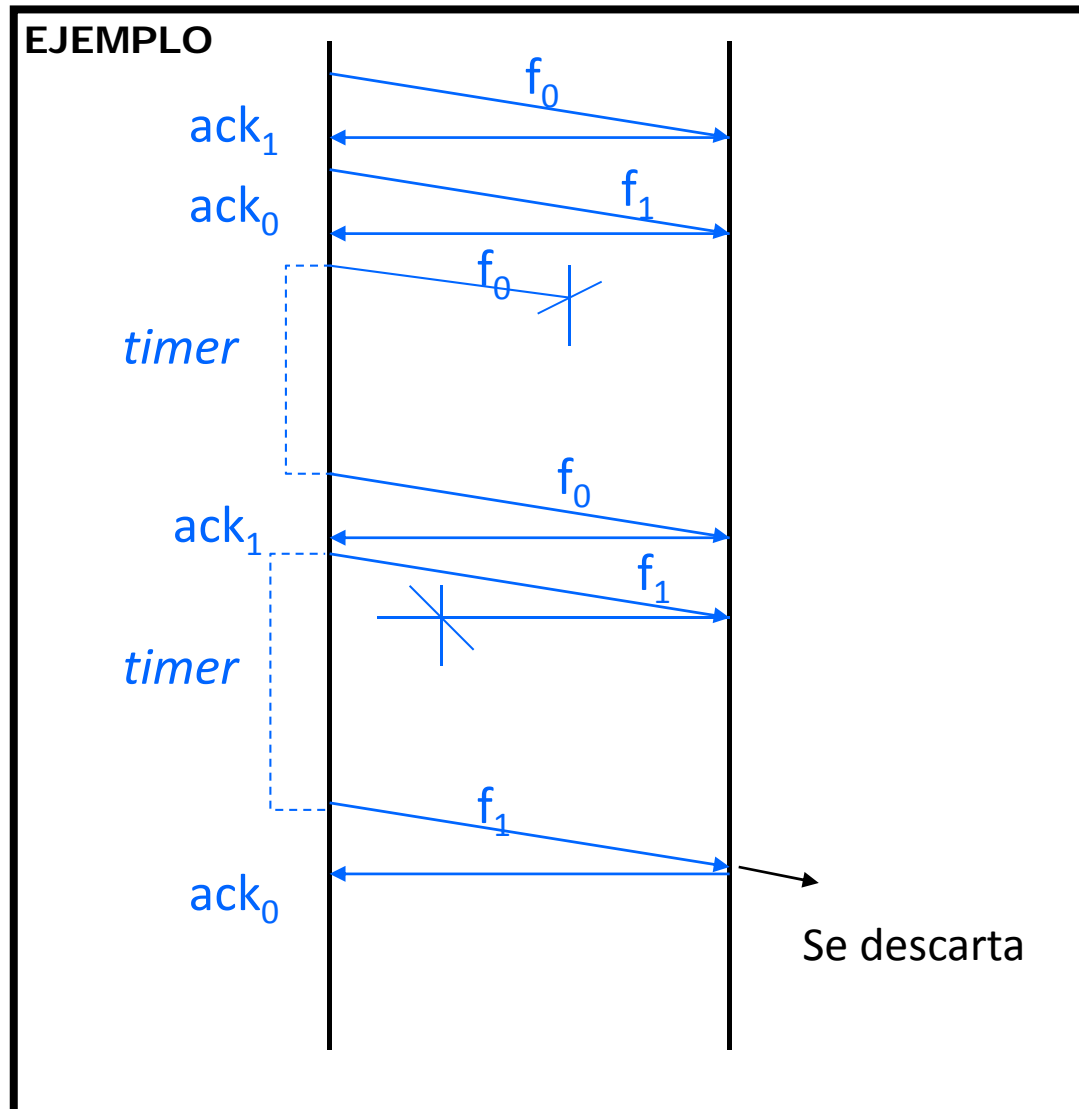
### 1 La trama llega mal o se pierde

- En recepción
  - Se descarta la trama errónea (o no se entera de que ha sido transmitida)
- En transmisión
  - Vencerá el temporizador de retransmisiones ⇒ la trama en cuestión será reenviada
  - El reenvío, implica la necesidad de almacenar en memoria las distintas tramas enviadas, hasta que se reciba su confirmación

### 2 La trama llega bien pero reconocimiento se pierde

- En transmisión
  - El temporizador de retransmisión del emisor expira ⇒ la trama en cuestión se reenvía
- En recepción
  - Cuando el receptor recibe la retransmisión la descarta
- Las tramas se etiquetan con ceros y unos (número de secuencia) ⇒ distinguir entre tramas nuevas y retransmisiones

# 4.1 ARQ con Parada y Espera



- Ventaja: Simplicidad
- Desventaja: Uso poco eficiente del canal

# 4.1 ARQ con Parada y Espera

---

- Evaluación de prestaciones

# Contenidos

---

4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores
  1. Introducción
  2. Control de flujo Parada y Espera
    1. Cálculo de prestaciones
  3. Control de flujo mediante Ventana Deslizante
    1. Cálculo de prestaciones
  4. Protocolos de control de errores
    1. ARQ con parada y espera
    2. ARQ con *Go-Back-N*
    3. ARQ con rechazo selectivo

## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

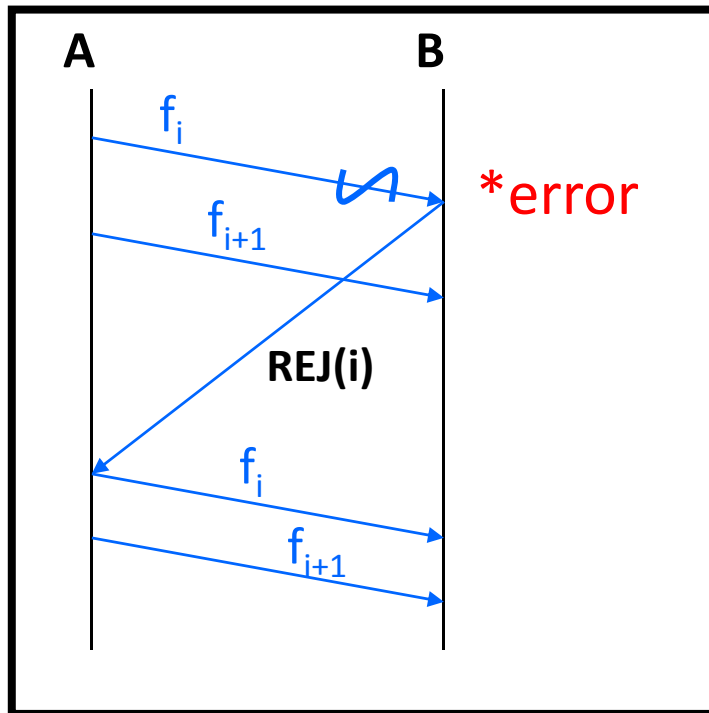
---

- Basado en control de flujo mediante ventana deslizante
- Si se detecta un error se envía una trama de rechazo (*reject*): **REJ(N)**
  - **Emisor:** Retransmite la trama rechazada y todas las que haya podido enviar después
  - **Receptor :** Descarta todas las tramas a partir de la errónea hasta que ésta llegue bien

## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

### ESCENARIOS

1 Se deteriora la trama de información

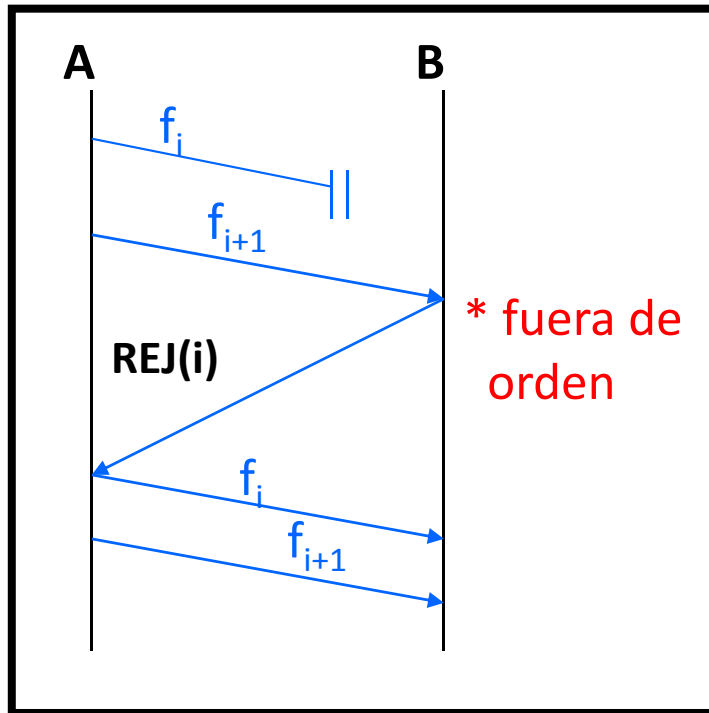


- o La estación A transmite la trama  $i$
- o La estación B detecta un error y por lo tanto envía  $REJ(i)$
- o Cuando A recibe  $REJ(i)$  retransmite la trama  $i$  y todas las que haya enviado después

## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

### ESCENARIOS

2 Se pierde la trama de información (I)

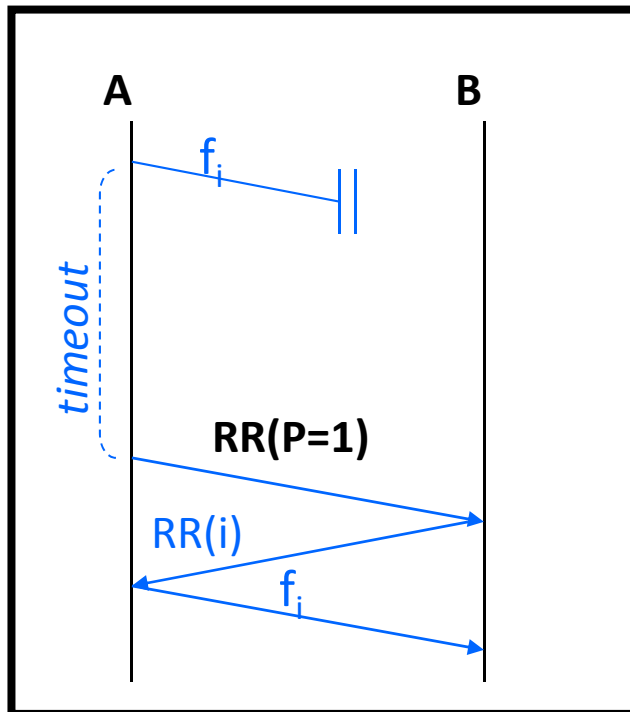


- La trama  $i$  se pierde
- A envía la trama  $i+1$
- B recibe la trama  $i+1$  fuera de orden, y por lo tanto envía **REJ(i)**
- A debe retransmitir la trama  $i$  y todas las tramas posteriores

## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

### ESCENARIOS

3 Se pierde la trama de información (II)



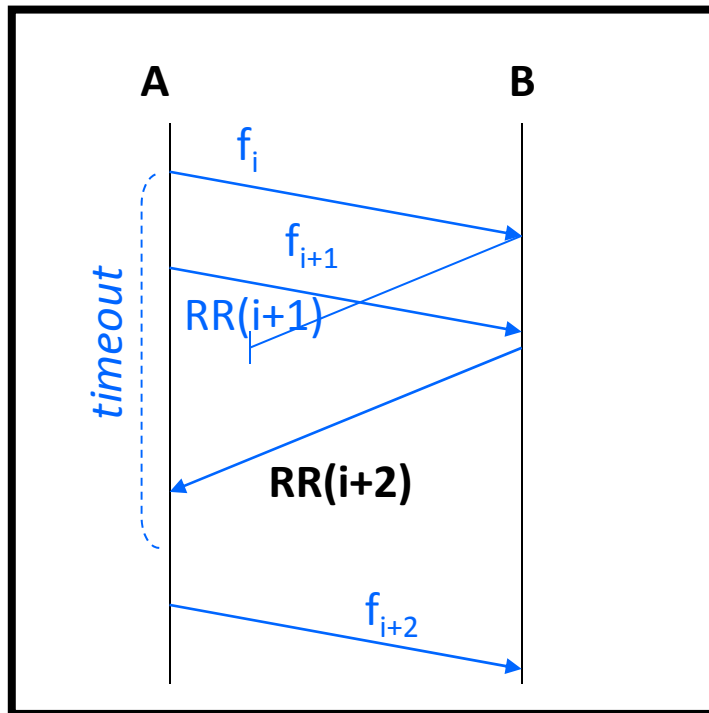
- o La trama  $i$  se pierde y A no envía nada más durante un tiempo
- o B no recibe nada y, por lo tanto, no responde nada
- o Cuando en transmisión expire el temporizador de la trama  $i$ , A envía una trama de control en la que pregunta al receptor cuál es su estado actual (trama RR con el bit  $p=1$ )
- o B recibe la trama RR( $p=1$ ) y responde con un RR, indicando cuál es el número de secuencia que espera recibir, así que enviará RR( $i$ )
- o Cuando A recibe RR( $i$ ) reenvía la trama  $i$



## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

### ESCENARIOS

4 Se pierde o se deteriora RR(P=1) (I)

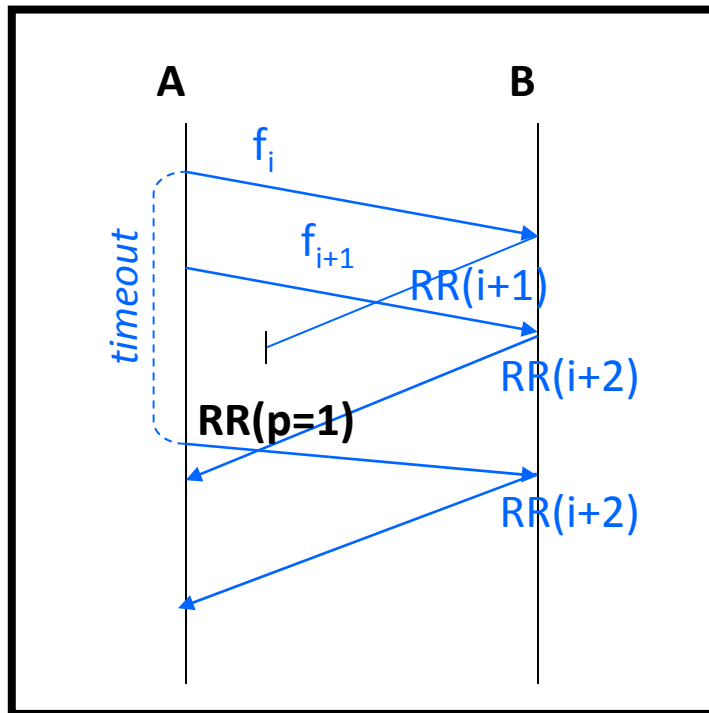


- Recibe la trama  $i$  correctamente y envía RR(i+1) que se pierde
- Como las confirmaciones son acumulativas, puede que reciba un RR posterior para una trama posterior, antes de que venza el temporizador asociado a la trama  $i$  y, por lo tanto, se da por confirmada la trama  $i$

## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

### ESCENARIOS

5 Se pierde o deteriora RR(P=1) (II)

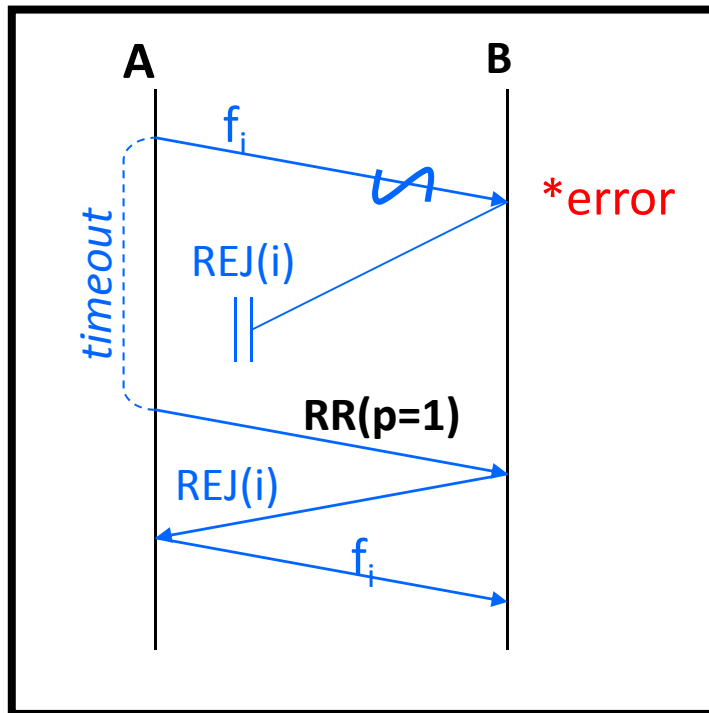


- Sin embargo, si el temporizador vence, la estación hará una petición de estado a la estación B con RR(P=1)
- Podría suceder que la petición de estado también se pierda, en cuyo caso, A debe enviar una petición nueva, después de un tiempo
- Este proceso se repite hasta alcanzar el número máximo de intentos (suponiendo que el enlace se habrá cerrado)

## 4.2 ARQ con *Go-Back-n*

### ESCENARIOS

6 Se pierde o deteriora la trama REJ()



- En este caso, la estación A enviaría una petición de estado a la estación B
- A partir de aquí el error se resuelve como en los casos anteriores

# Contenidos

---

4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores
  1. Introducción
  2. Control de flujo Parada y Espera
    1. Cálculo de prestaciones
  3. Control de flujo mediante Ventana Deslizante
    1. Cálculo de prestaciones
  4. Protocolos de control de errores
    1. ARQ con parada y espera
    2. ARQ con *Go-Back-N*
    3. ARQ con rechazo selectivo

## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

---

Las únicas tramas que es necesario retransmitir son las defectuosas o perdidas

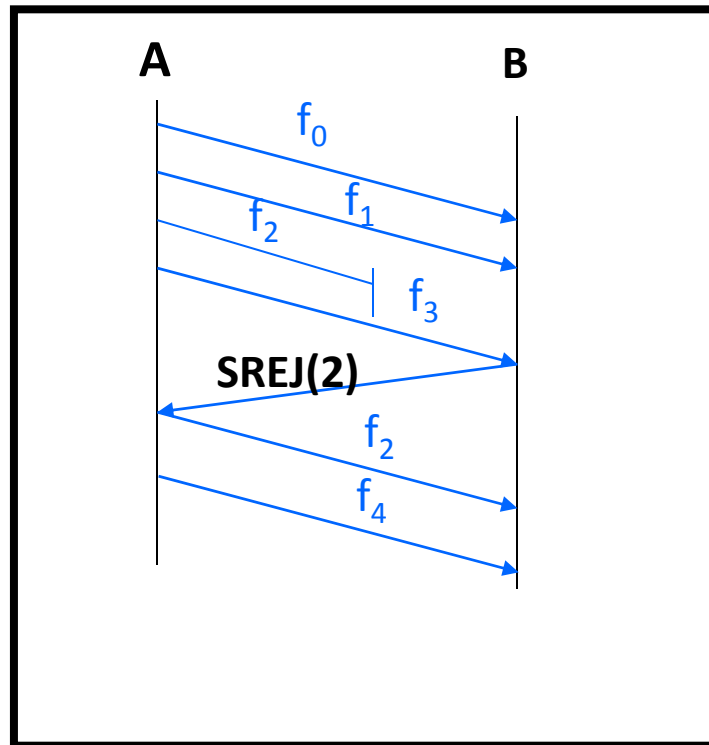


Trama de rechazo selectivo  
(*selective reject*): **SREJ()**

## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

### ESCENARIOS

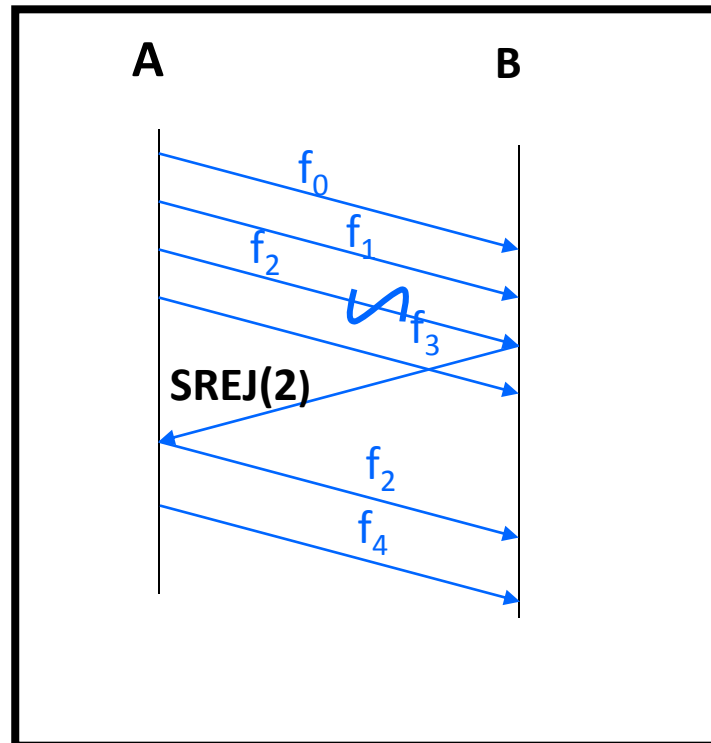
- 1 Se pierde la trama de información



## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

### ESCENARIOS

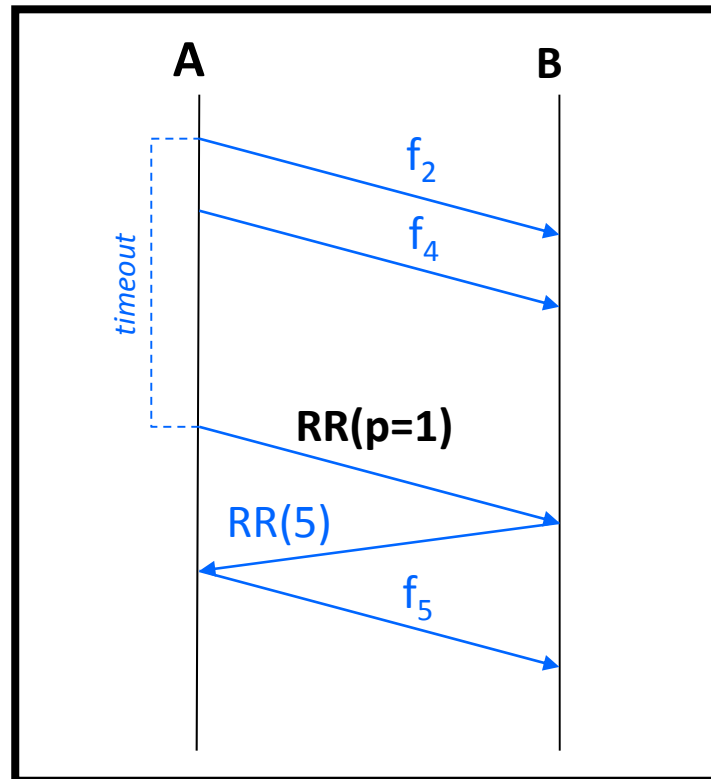
- 2 La trama de información llega errónea



## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

### ESCENARIOS

3 No llega el RR

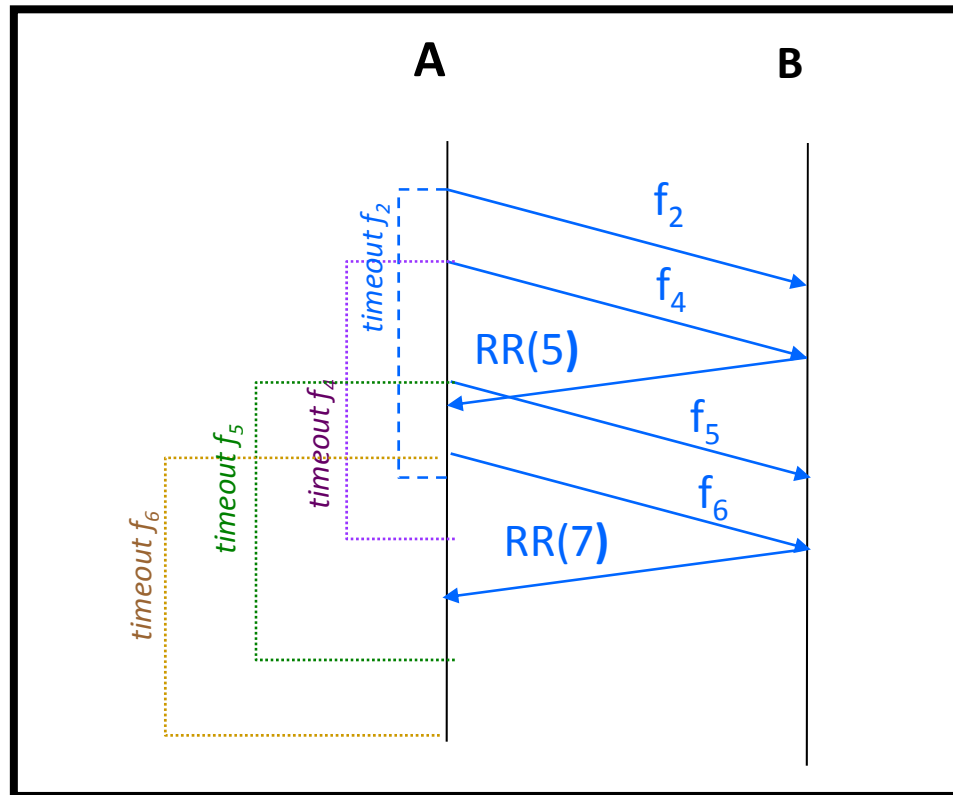




## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

### ESCENARIOS

- 4 No hay errores ni pérdidas



## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

---

RECHAZO SELECTIVO

VS.

RECHAZO SIMPLE  
(GO-BACK-N)

Más eficiente: reduce el número de retransmisiones

Más complejo: requiere memoria extra para guardar las tramas que se reciben a partir de una errónea

Lógica adicional: inserción de tramas fuera de orden

Mayor limitación en el tamaño de la ventana  $W_{\max} = 2^{(k-1)}$

## 4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

**SE UTILIZA  
MENOS**

RECHAZO SELECTIVO

VS.

RECHAZO SIMPLE  
(GO-BACK-N)

Más eficiente: reduce el número de retransmisiones

Más complejo: requiere memoria extra para guardar las tramas que se reciben a partir de una errónea

Lógica adicional: inserción de tramas fuera de orden

Mayor limitación en el tamaño de la ventana  $W_{\max} = 2^{(k-1)}$

# Resumen

---

## CONTROL DE FLUJO

- **Imprescindible** para evitar que un receptor se vea desbordado por un emisor que envíe datos a mayor velocidad de la que el receptor puede recibirlos
- Definen reglas que permiten al transmisor saber de forma implícita o explícita si puede enviar otra trama al receptor

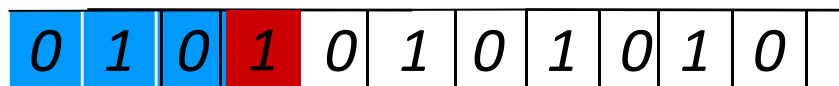
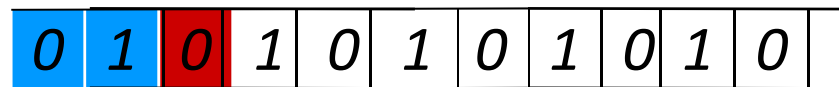
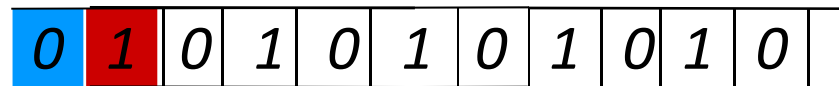
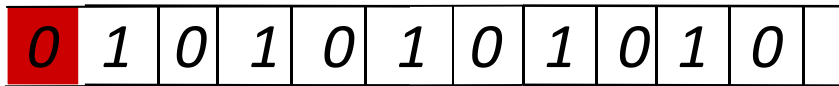


Parada y Espera

Ventana Deslizante

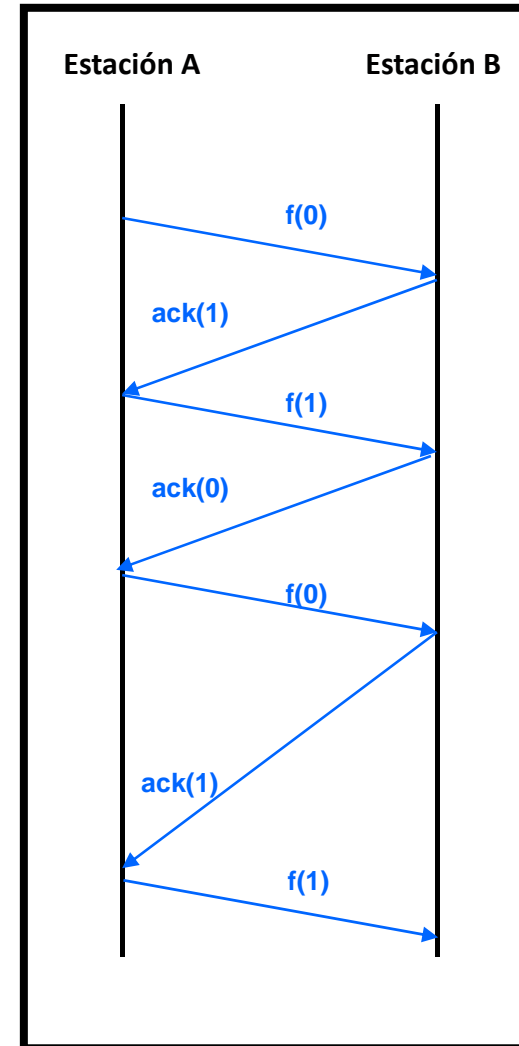
# Resumen

## Parada y Espera



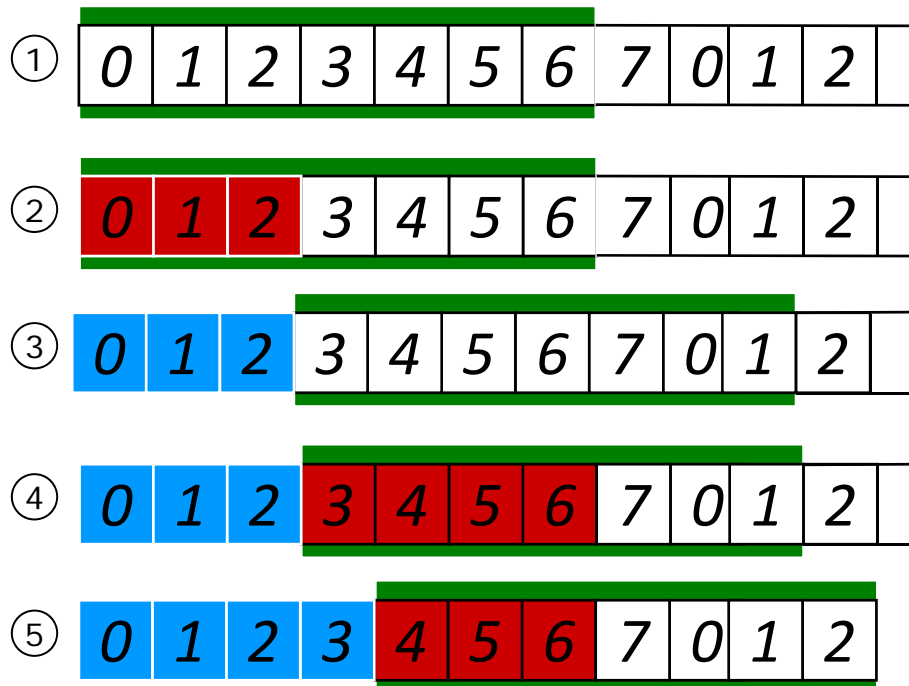
Tramas enviadas y reconocidas

Tramas enviadas y no reconocidas

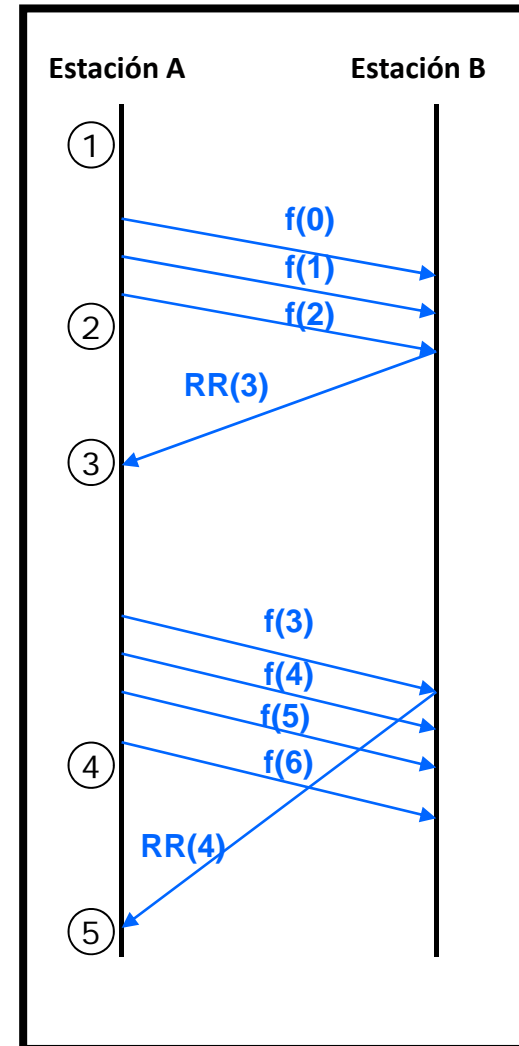


# Resumen

## Ventana Deslizante



- Tramas enviadas y reconocidas
- Tramas enviadas y no reconocidas
- Tramas dentro de la ventana de transmisión



# Resumen

---

- Comparando las prestaciones de Parada y Espera y Ventana Deslizante
- Parada y Espera:
  - Sencillo, comunicaciones *half-duplex*
  - En comunicaciones convencionales, con velocidades de transmisión y distancias moderadas ( $a < 1$ ) se puede conseguir una utilización cercana al 100%
  - Cuando  $a > 1$  la máxima utilización que se puede conseguir es de un 33%
- Ventana Deslizante
  - Complejo, comunicaciones *full-duplex*
  - Se puede conseguir una utilización del 100% definiendo un tamaño de ventana adecuado ( $W \geq 2a + 1$ )
  - Rechazo Simple, Rechazo Selectivo, ...

# Resumen

---

## □ Cálculo de prestaciones

$$T_{tx} = \frac{L(b)}{V_{tx} (b / s)}$$

$$T_{prop} = \frac{d(m)}{V_{prop} (m / s)}$$

$$a = \frac{T_{prop}}{T_{tx}} = \frac{d \times V_{tx}}{V_{prop} \times L} = \frac{L_e}{L}$$



# Resumen

---

## □ Utilización

- Parada y Espera:

$$U = \frac{1}{1 + 2a}$$

- Confirmación por bloques:

$$U = \frac{W}{W + 2a}$$

- Ventana deslizante:

$$\begin{array}{ll} U = \frac{W}{1 + 2a} & W < 2a + 1 \\ U = 1 & W \geq 2a + 1 \end{array}$$

# Resumen

---

## □ Capacidad efectiva

- La capacidad *“real”* del canal, la velocidad a la que se puede transmitir, depende del protocolo que se utilice para transmitir dicha información

$$C_e = U \times C$$

# Contenidos

---

## 1. Introducción

1. Funciones de un protocolo de enlace de datos

## 2. Entramado

1. Protocolos orientados a carácter
2. Protocolos orientados a bit

## 3. Corrección de errores

1. Códigos de control de errores
2. Códigos polinómicos

# Contenidos

---

4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores
  1. Introducción
  2. Control de flujo Parada y Espera
    1. Cálculo de prestaciones
  3. Control de flujo mediante Ventana Deslizante
    1. Cálculo de prestaciones
  4. Protocolos de control de errores
    1. ARQ con parada y espera
    2. ARQ con *Go-Back-N*
    3. ARQ con rechazo selectivo

# Próximo día

---

## 5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

- 6. Direccionamiento
- 7. Hubs, Puentes y Conmutadores
- 8. Protocolo STP
- 9. Ejemplo de protocolos de nivel de enlace de datos
  - 1. HDLC
  - 2. PPP