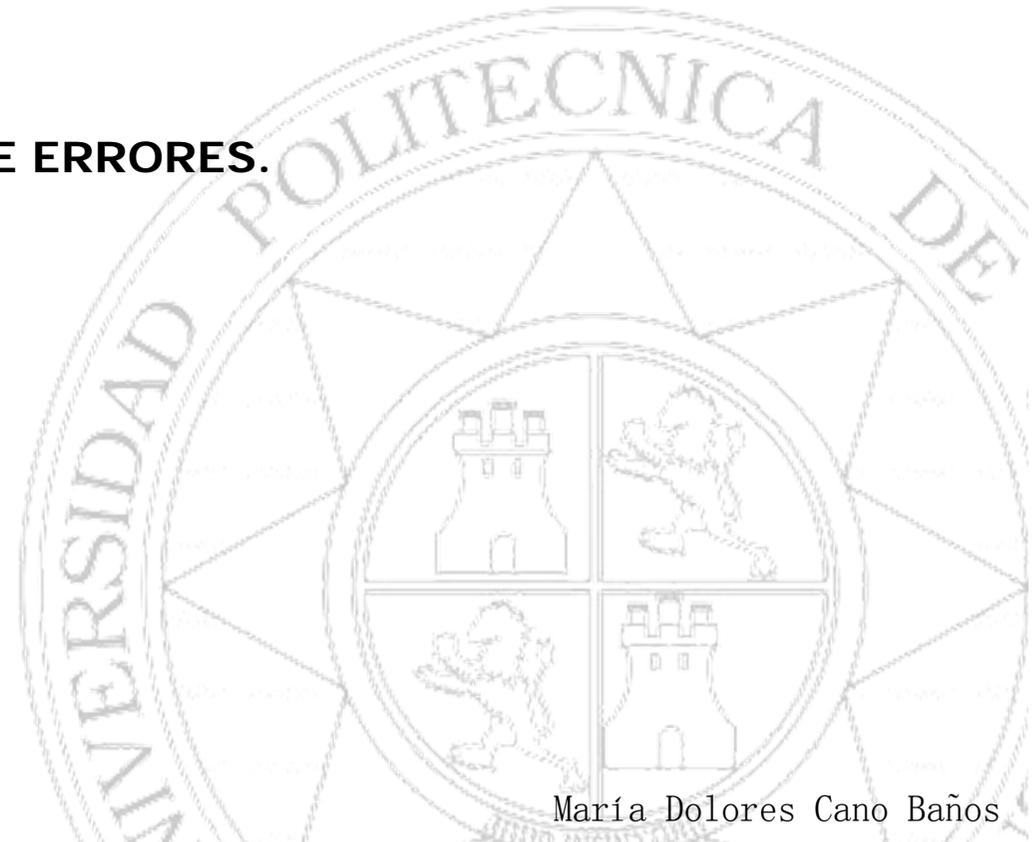


BLOQUE IV.

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

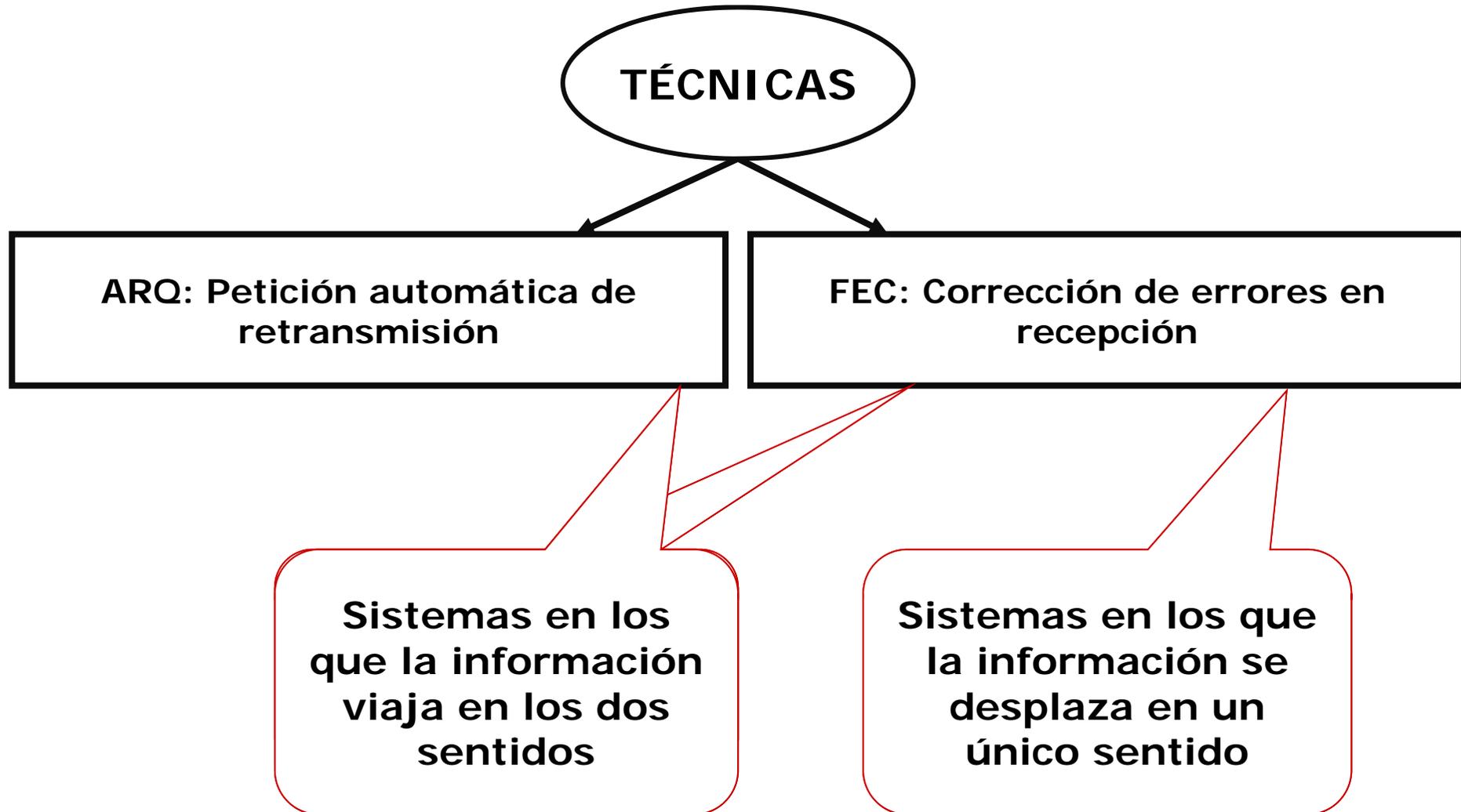
4. Protocolos de control de errores

1. ARQ con parada y espera

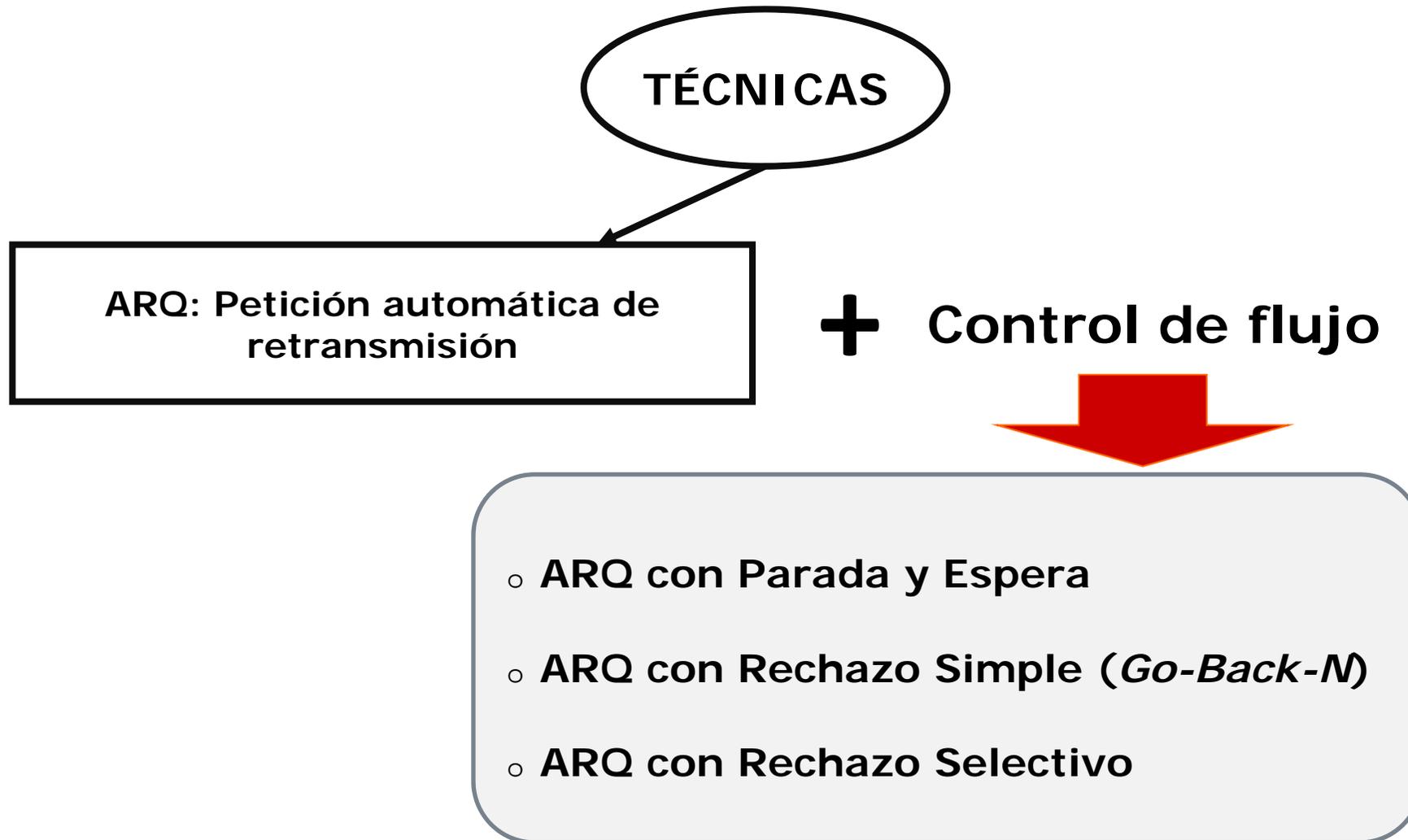
2. ARQ con *Go-Back-N*

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

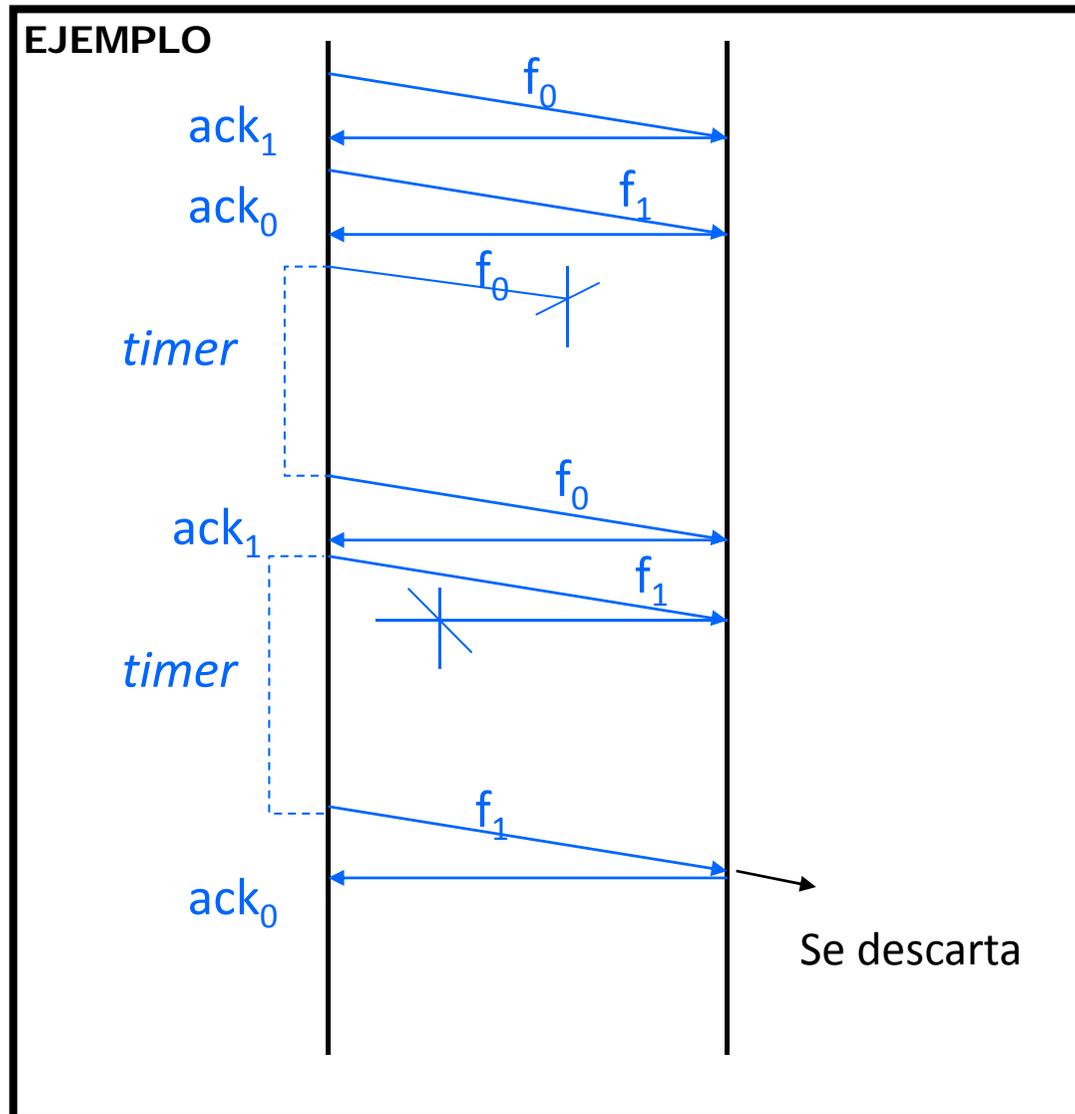
1 La trama llega mal o se pierde

- 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

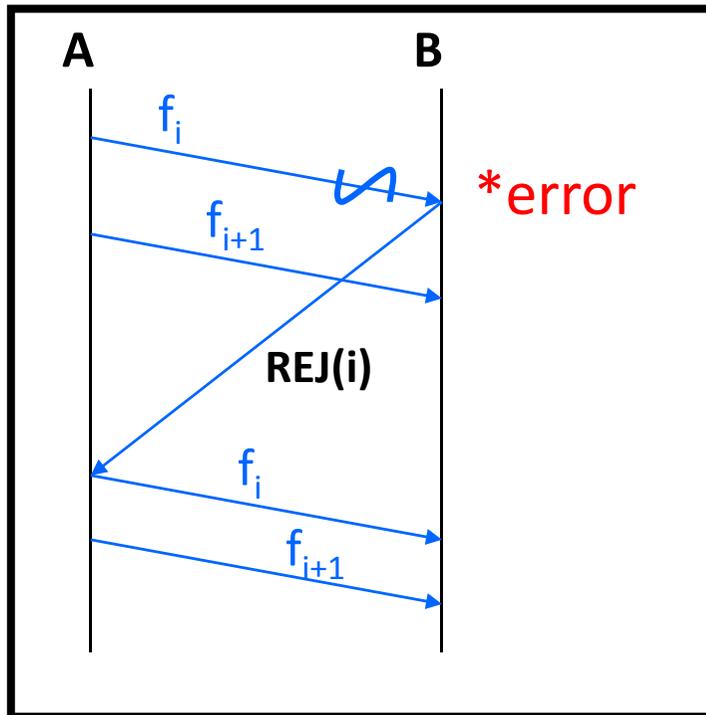
4.2 ARQ con *Go-Back-n*

- 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

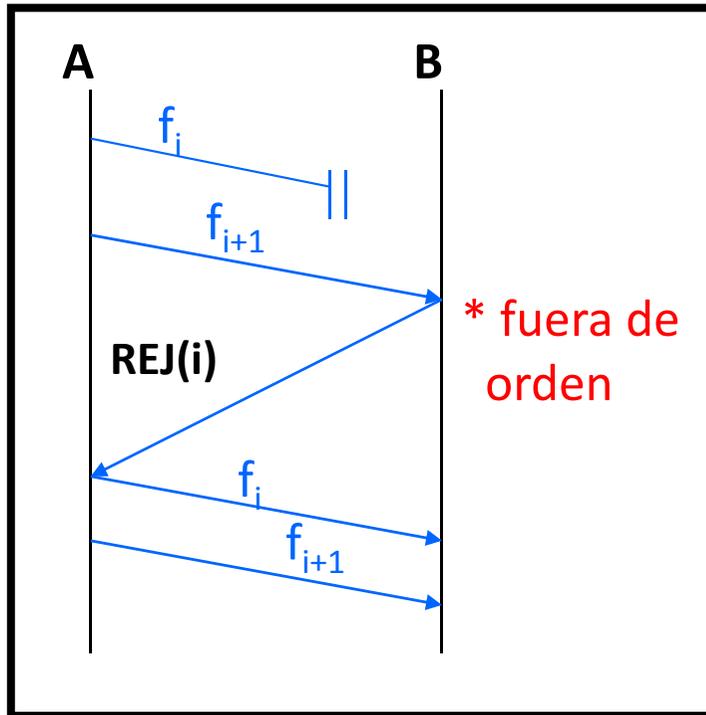


- o La estación A transmite la trama i
- o La estación B detecta un error y por lo tanto envía **REJ(i)**
- o Cuando A recibe **REJ(i)** retransmite la trama i y todas las que haya enviado después

4.2 ARQ con *Go-Back-n*

ESCENARIOS

2 Se pierde la trama de información (I)

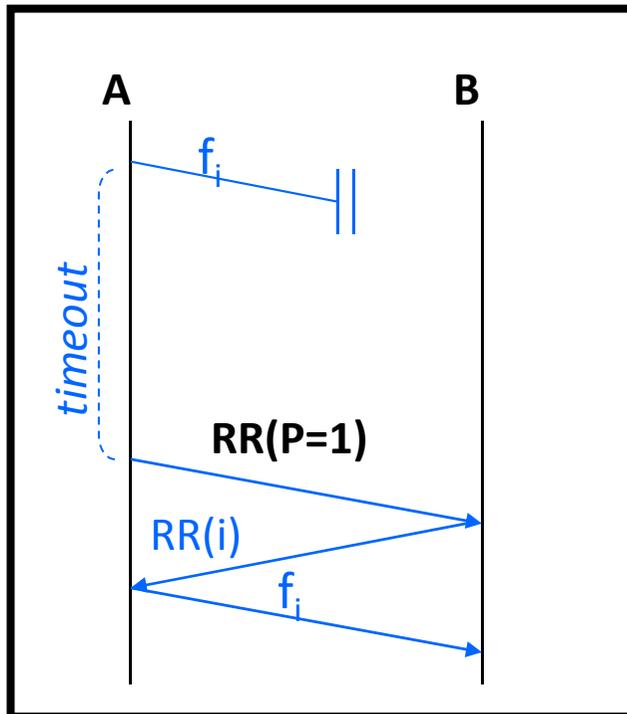


- La trama i se pierde
- A envía la trama $i+1$
- B recibe la trama $i+1$ fuera de orden, y por lo tanto envía **REJ(i)**
- A debe retransmitir la trama i y todas las tramas posteriores

4.2 ARQ con *Go-Back-n*

ESCENARIOS

3 Se pierde la trama de información (II)

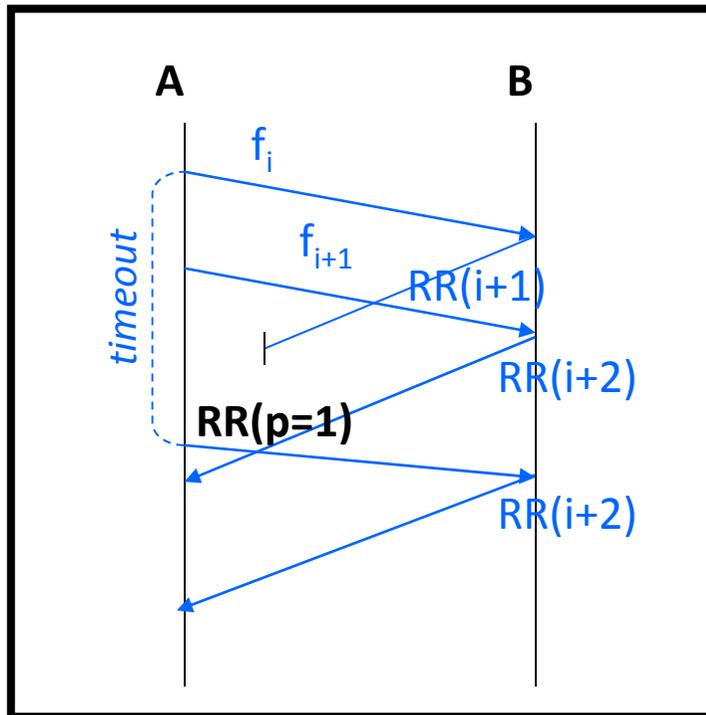


- o La trama i se pierde y A no envía nada más durante un tiempo
- o B no recibe nada y, por lo tanto, no responde nada
- o Cuando en transmisión expire el temporizador de la trama i , A envía una trama de control en la que pregunta al receptor cuál es su estado actual (trama RR con el bit $p=1$)
- o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

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

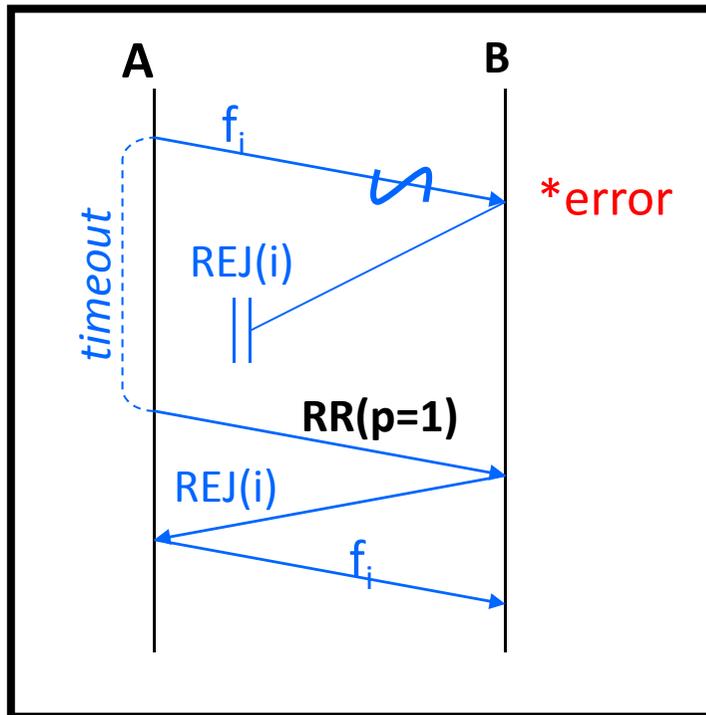


- Sin embargo, si el temporizador vence, la estación hará una petición de estado a la estación B con RR(P=1)
- Podría suceder que la petición de estado también se pierda, en cuyo caso, A debe enviar una petición nueva, después de un tiempo
- Este proceso se repite hasta alcanzar el número máximo de intentos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

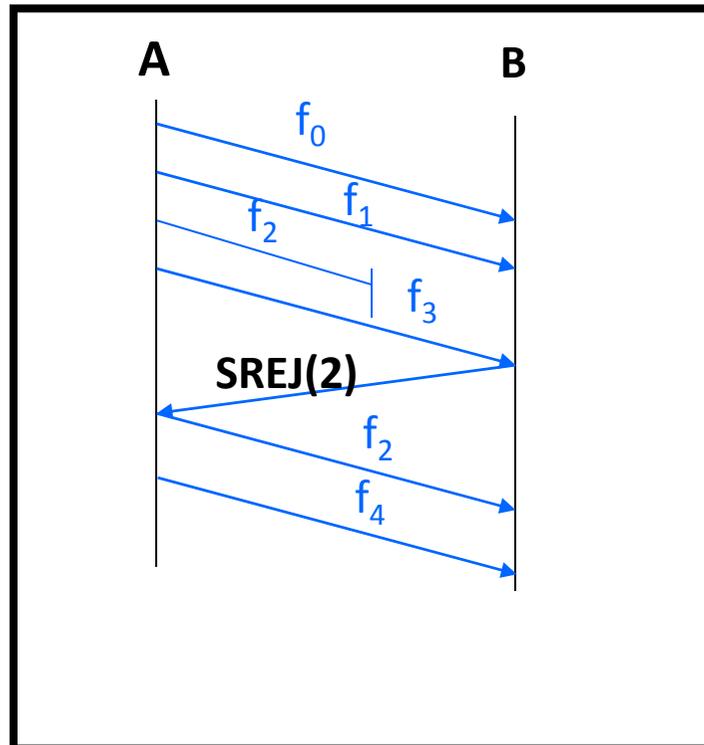


Trama de rechazo selectivo
(*selective reject*): **SREJ()**

4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

ESCENARIOS

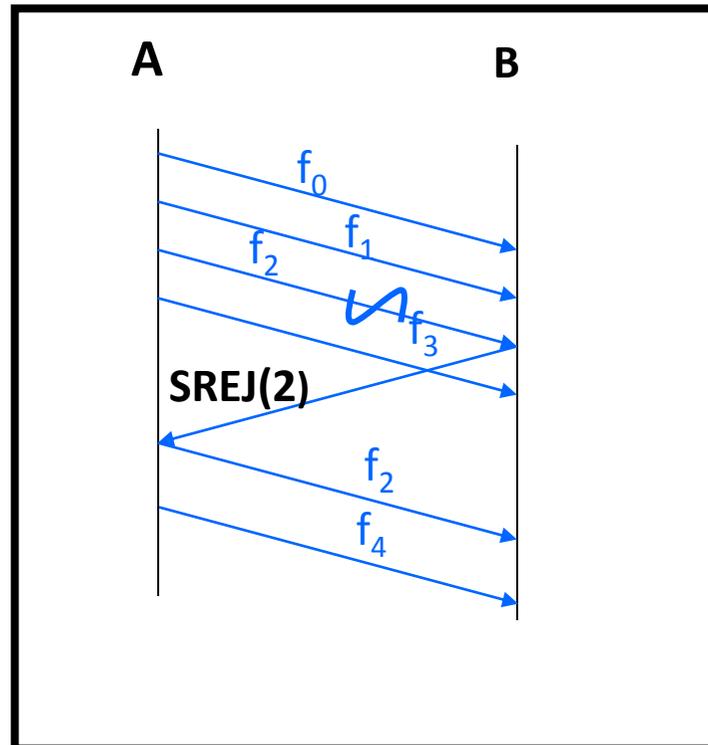
- 1 Se pierde la trama de información



4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

ESCENARIOS

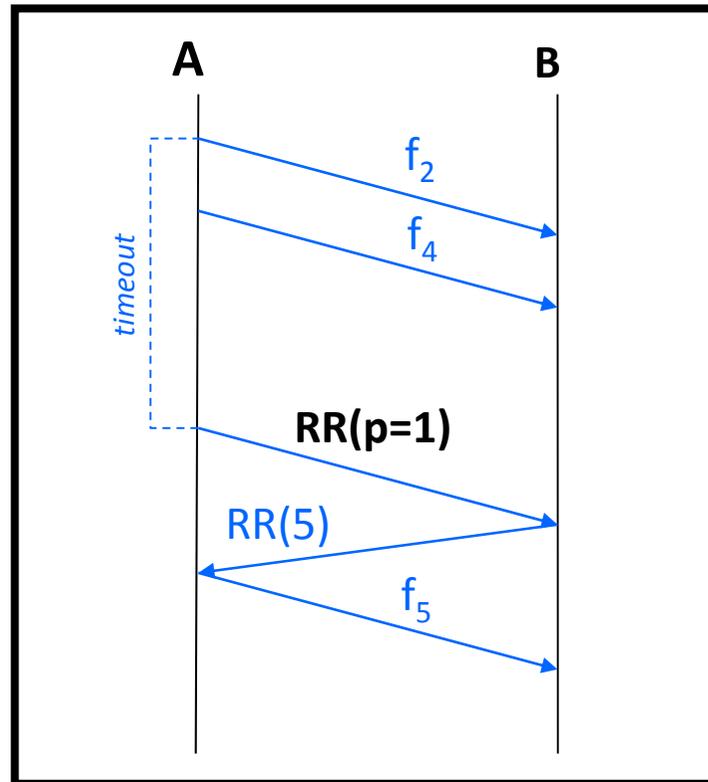
- 2 La trama de información llega errónea



4.3 ARQ con Rechazo Selectivo

ESCENARIOS

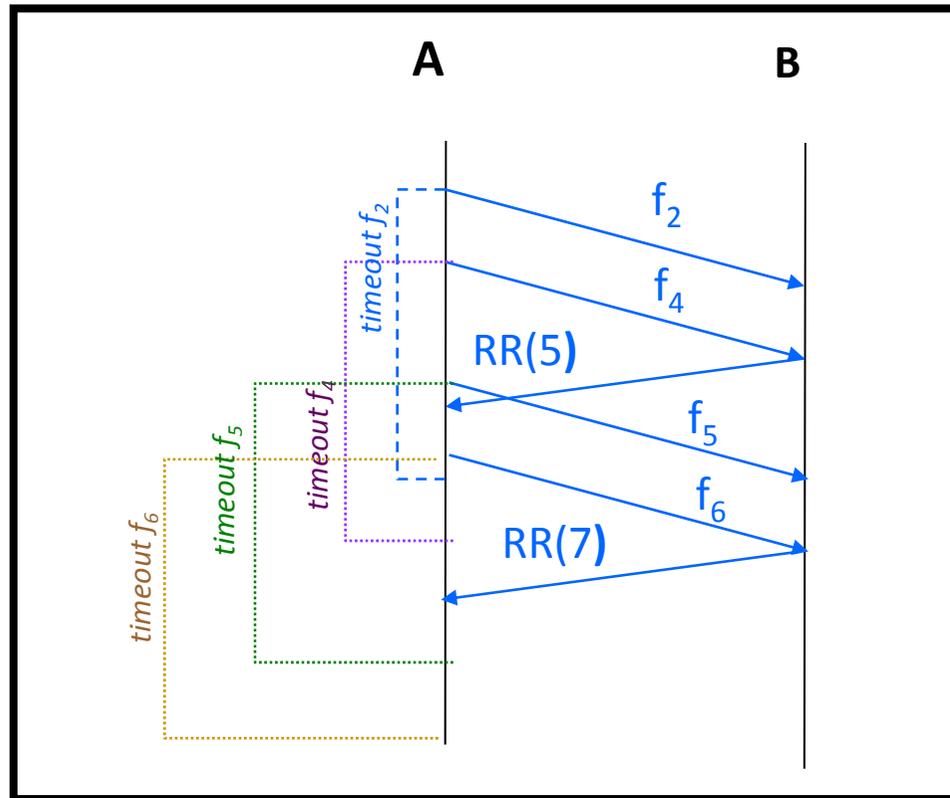
3 No llega el RR



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

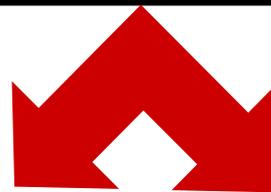
Mayor limitación en el tamaño de la ventana $W_{\max} = 2^{(k-1)}$

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

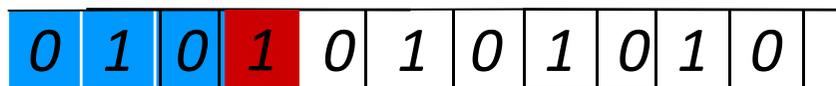
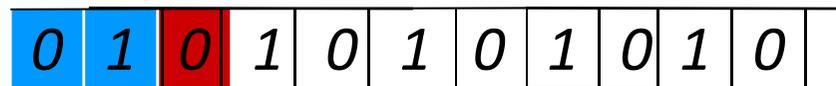
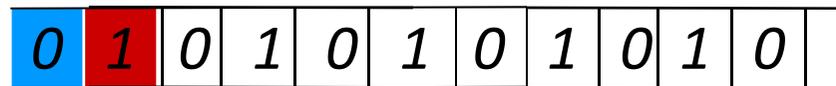
Parada y Espera



Ventana Deslizante

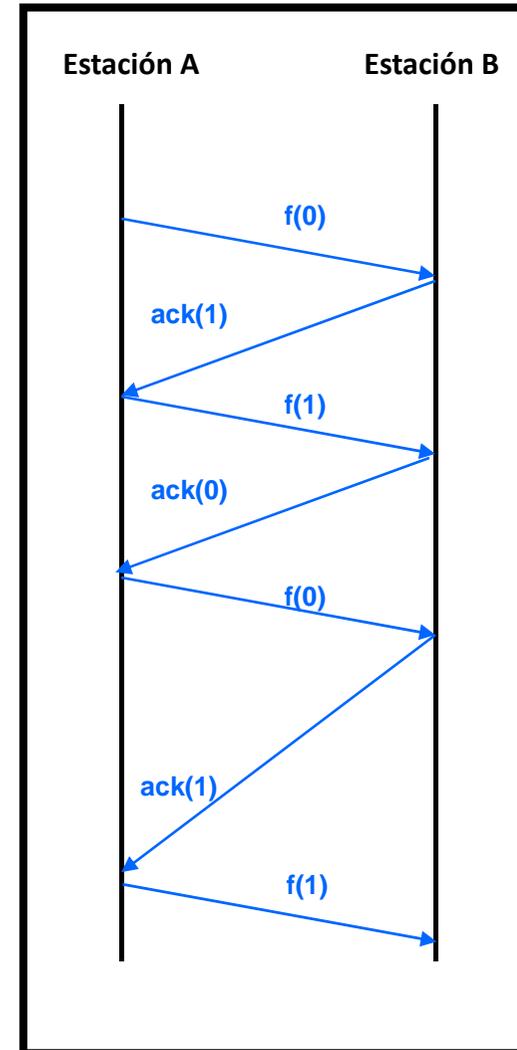
Resumen

Parada y Espera



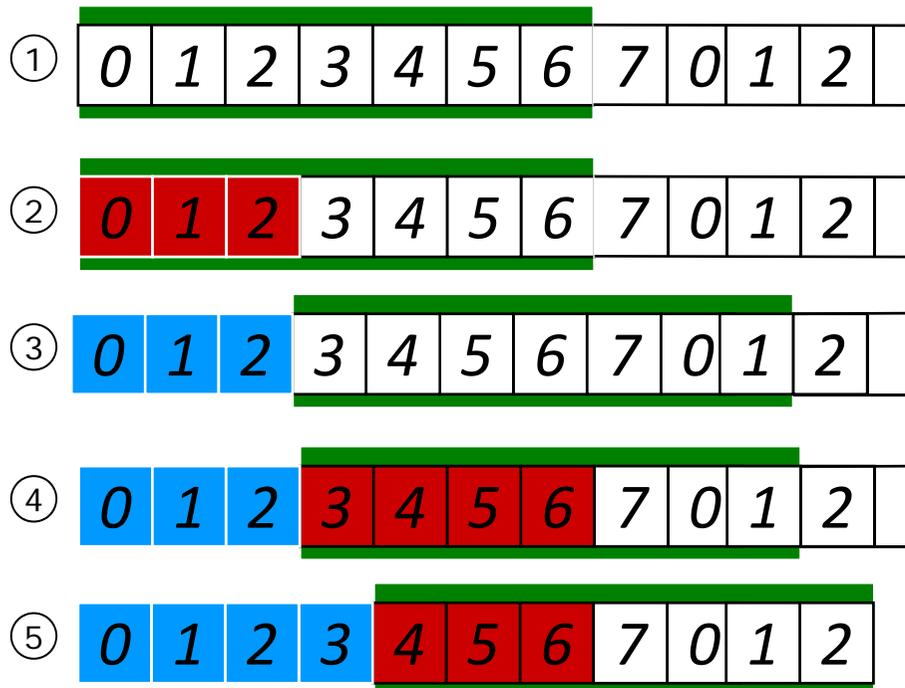
Tramas enviadas y reconocidas

Tramas enviadas y no reconocidas

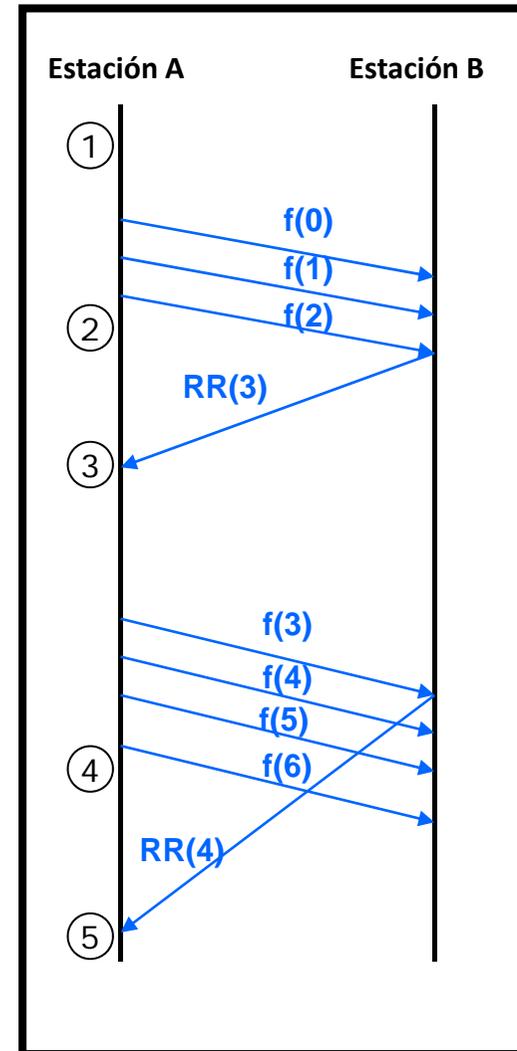


Resumen

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