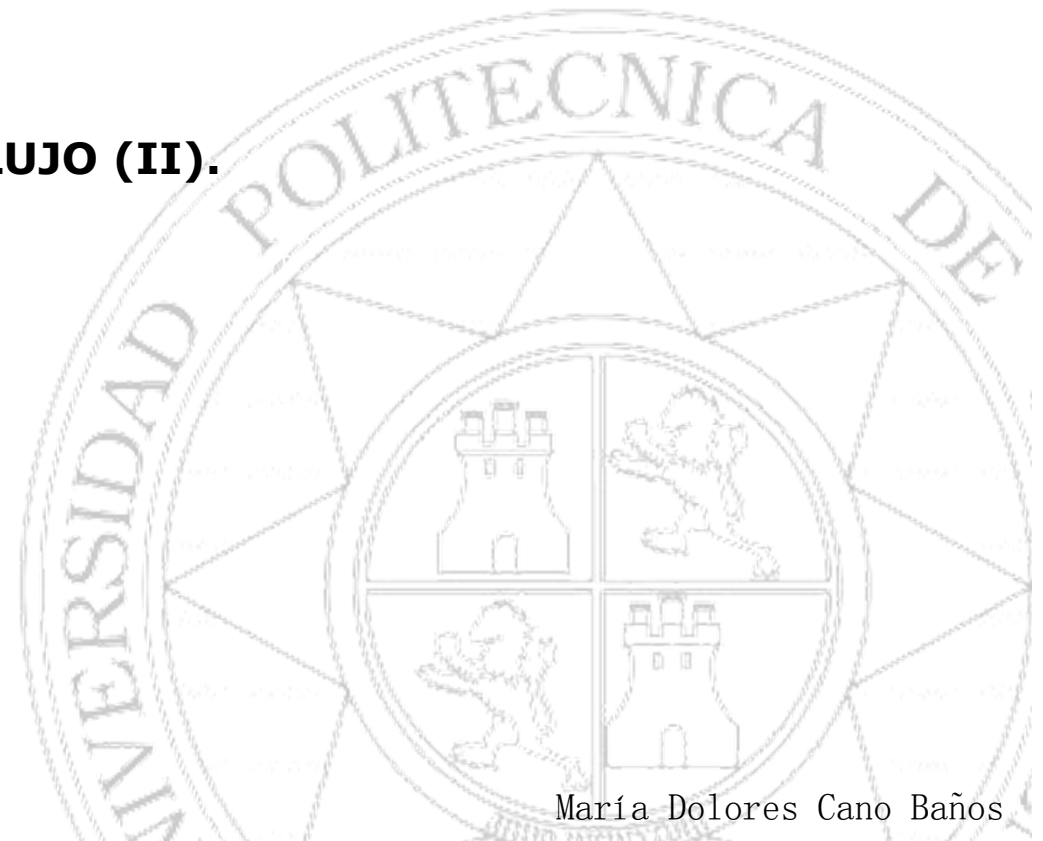


BLOQUE IV.

Nivel de enlace de datos

TÉCNICAS DE CONTROL DE FLUJO (II).



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 Ventana Deslizante
 1. Cálculo de prestaciones
 4. Protocolos de control de errores
 1. ARQ con parada y espera
 2. ARQ con GoBack-N
 3. ARQ con rechazo selectivo

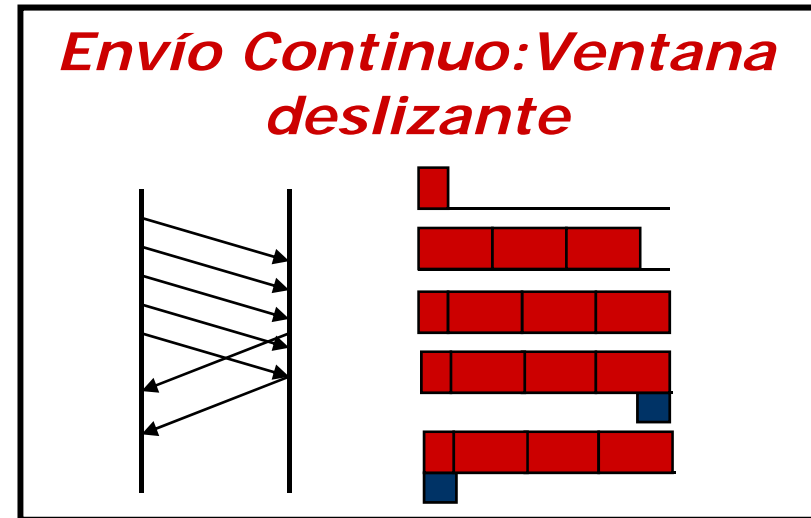
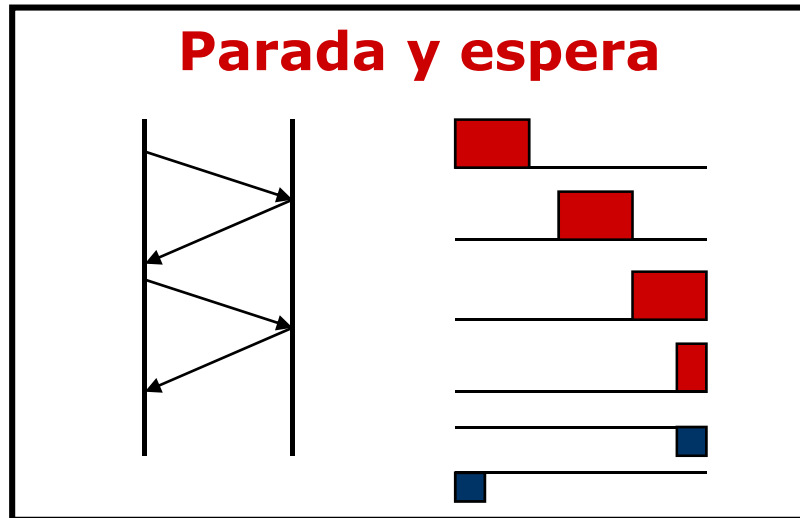
Contenidos

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

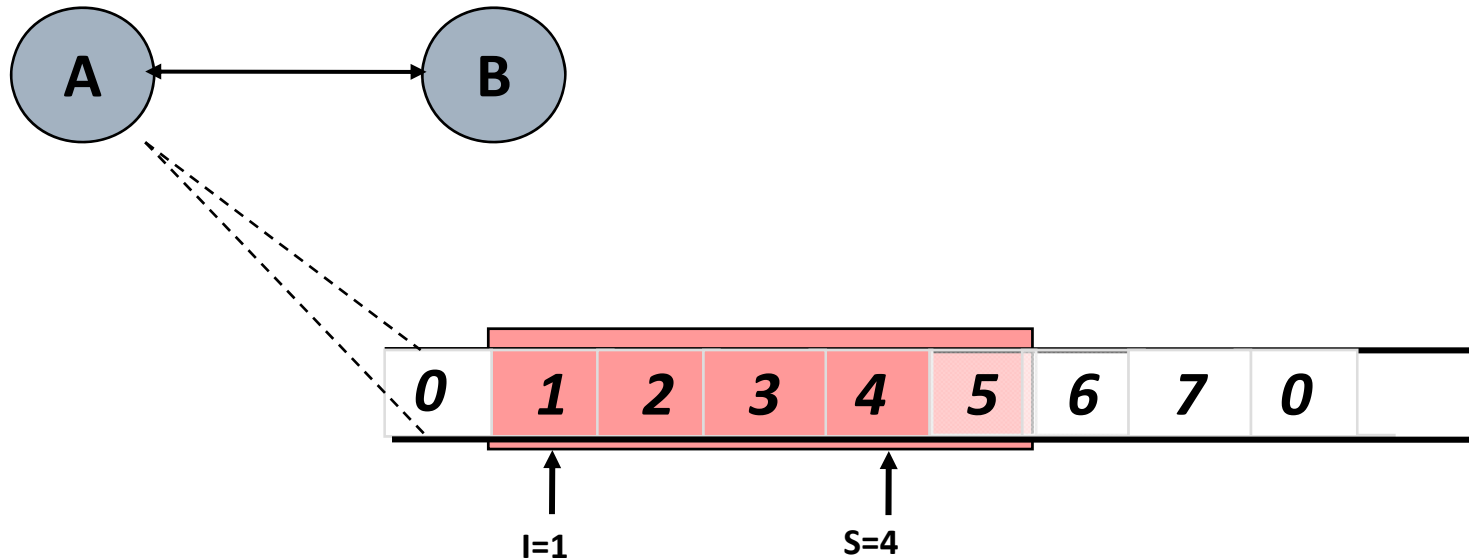
4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores
 1. Introducción
 2. Control de flujo Parada y Espera
 1. Cálculo de prestaciones
 3. Control de flujo Ventana Deslizante
 1. Cálculo de prestaciones
 4. Protocolos de control de errores
 1. ARQ con parada y espera
 2. ARQ con GoBack-N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

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



...de forma cualitativa, ¿en qué caso obtendremos mejores prestaciones del enlace?

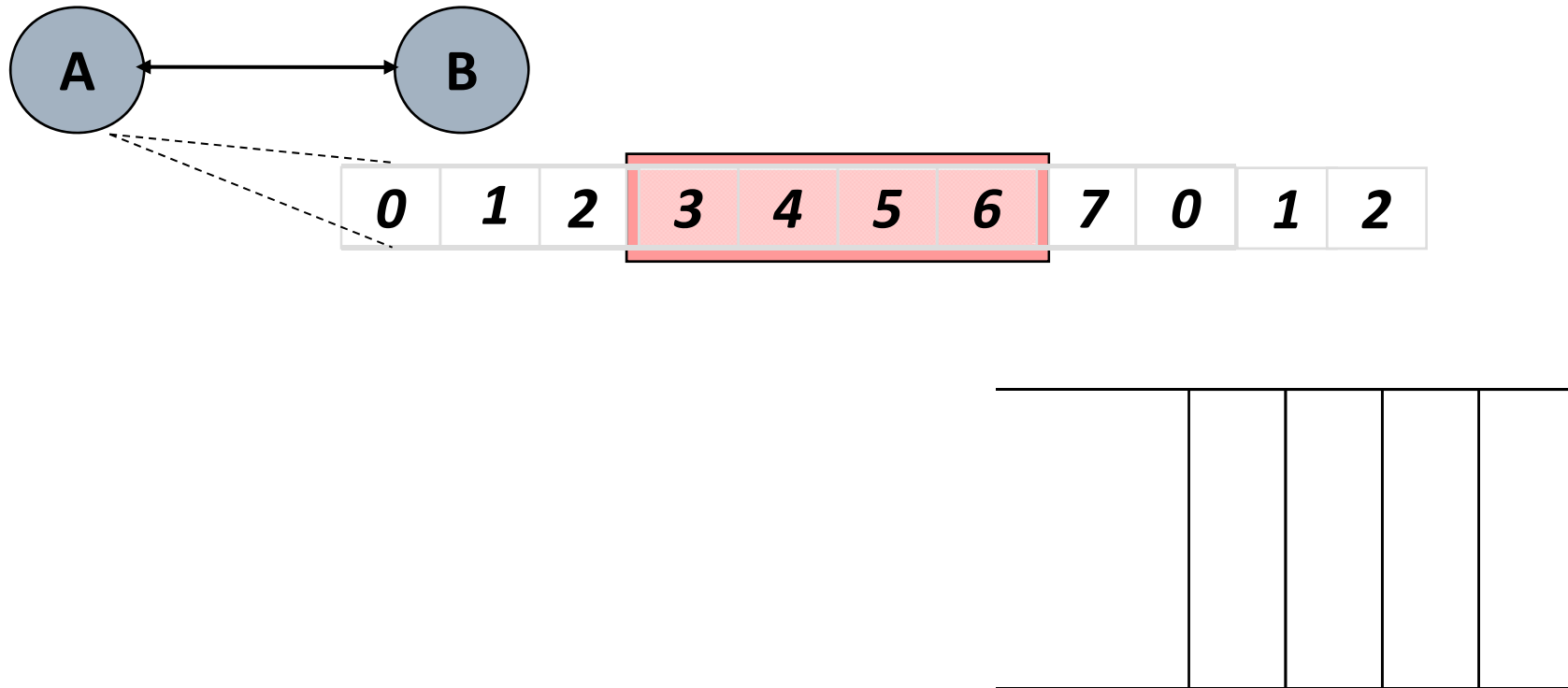
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



VENTANA DE TRANSMISIÓN

Lista o conjunto de números de secuencia de tramas que se podrían enviar en un momento dado sin recibir confirmación de la primera.

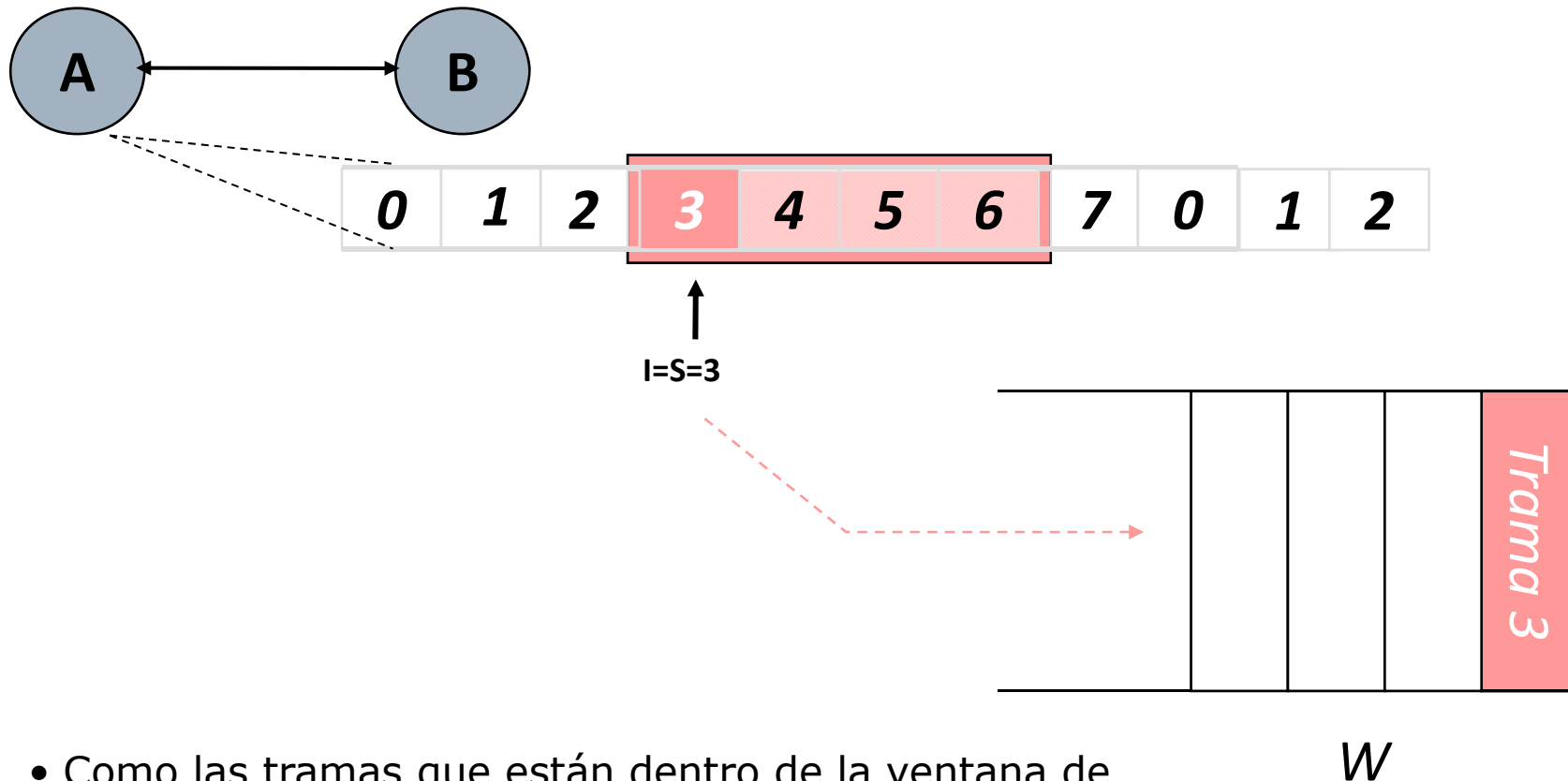
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



- Como las tramas que están dentro de la ventana de transmisión se han enviado pero su confirmación no ha llegado todavía, el emisor debe almacenarlas temporalmente por si tiene que retransmitirlas

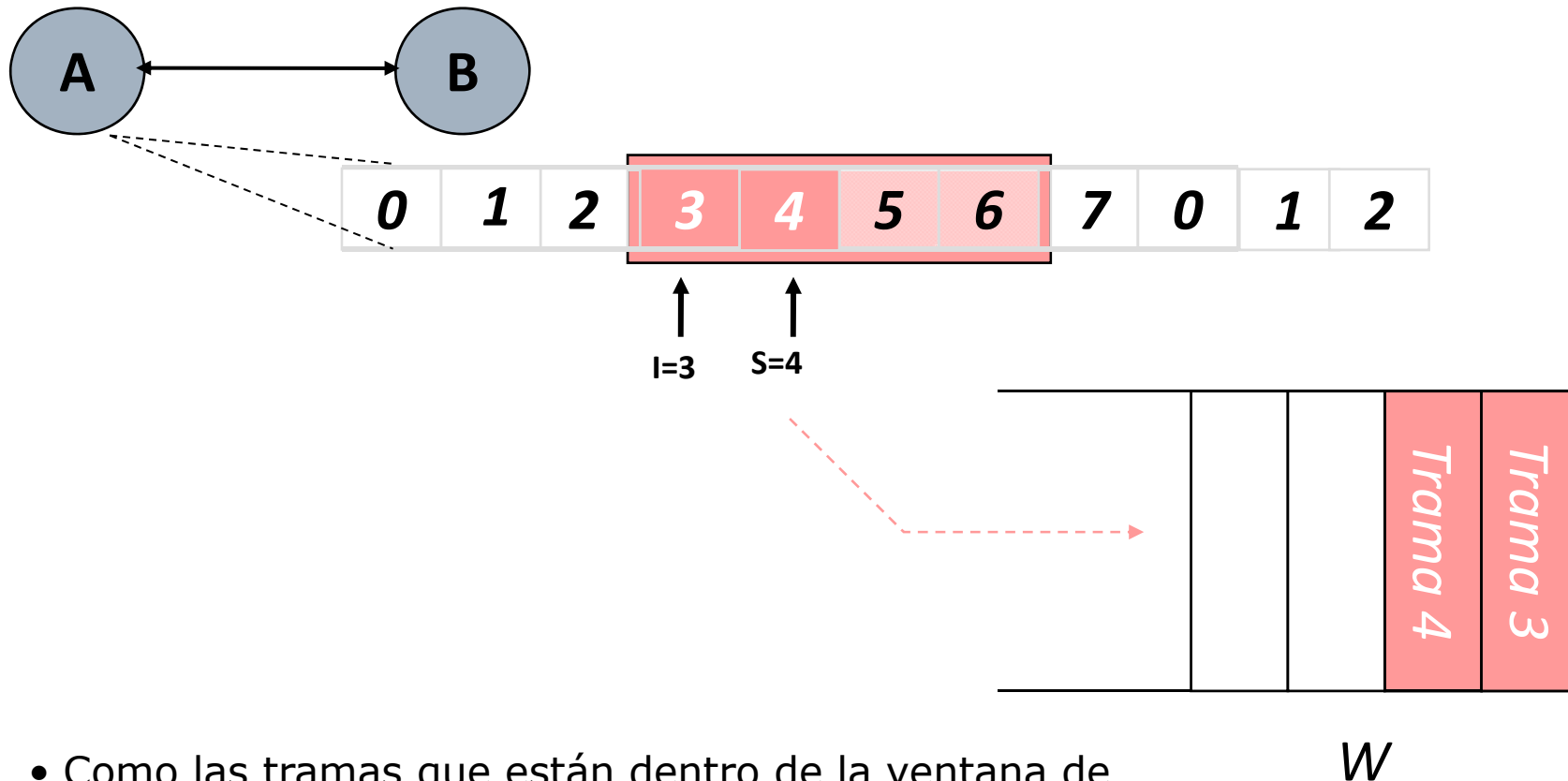
W

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



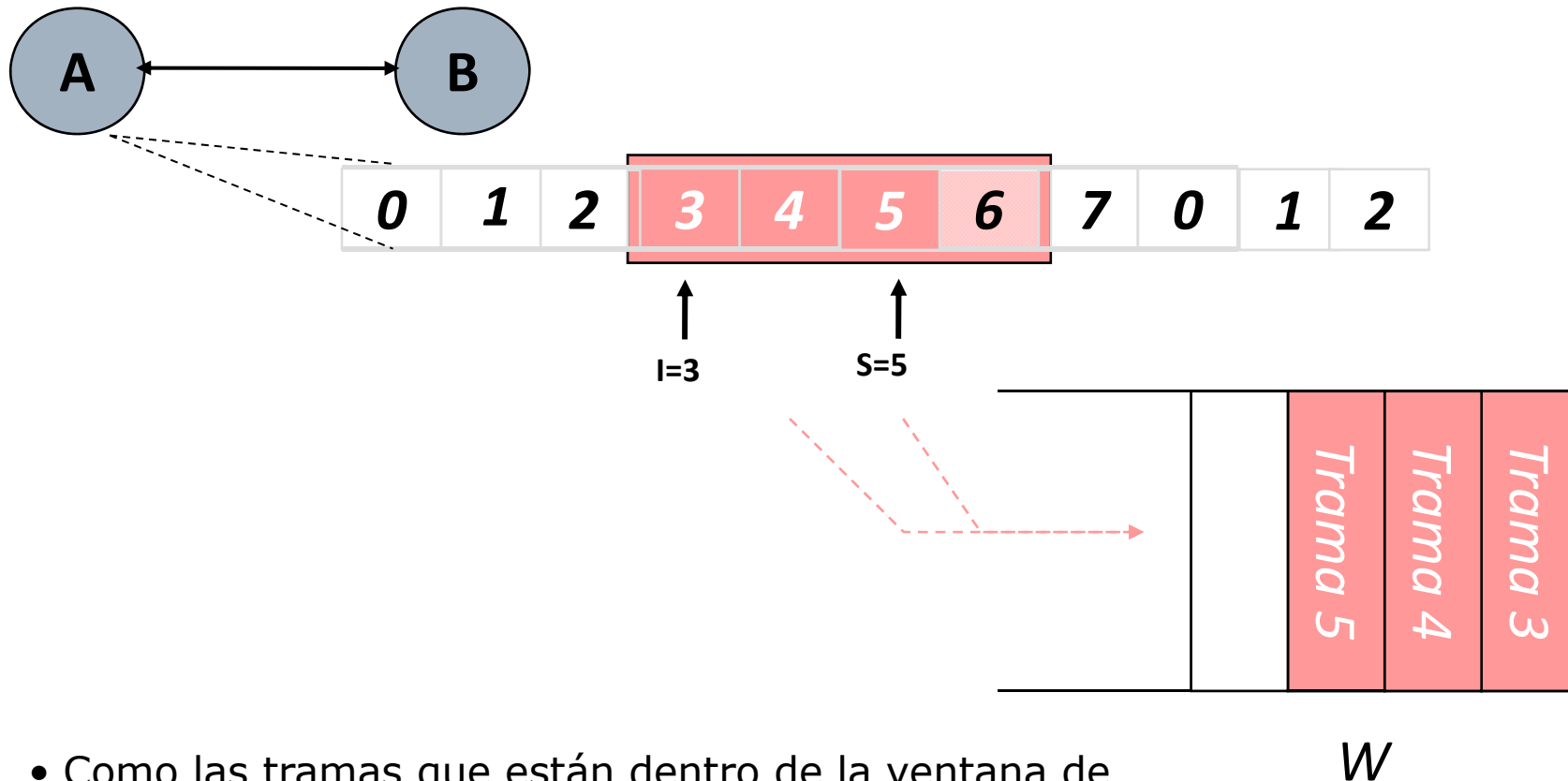
- Como las tramas que están dentro de la ventana de transmisión se han enviado pero su confirmación no ha llegado todavía, el emisor debe almacenarlas temporalmente por si tiene que retransmitirlas

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



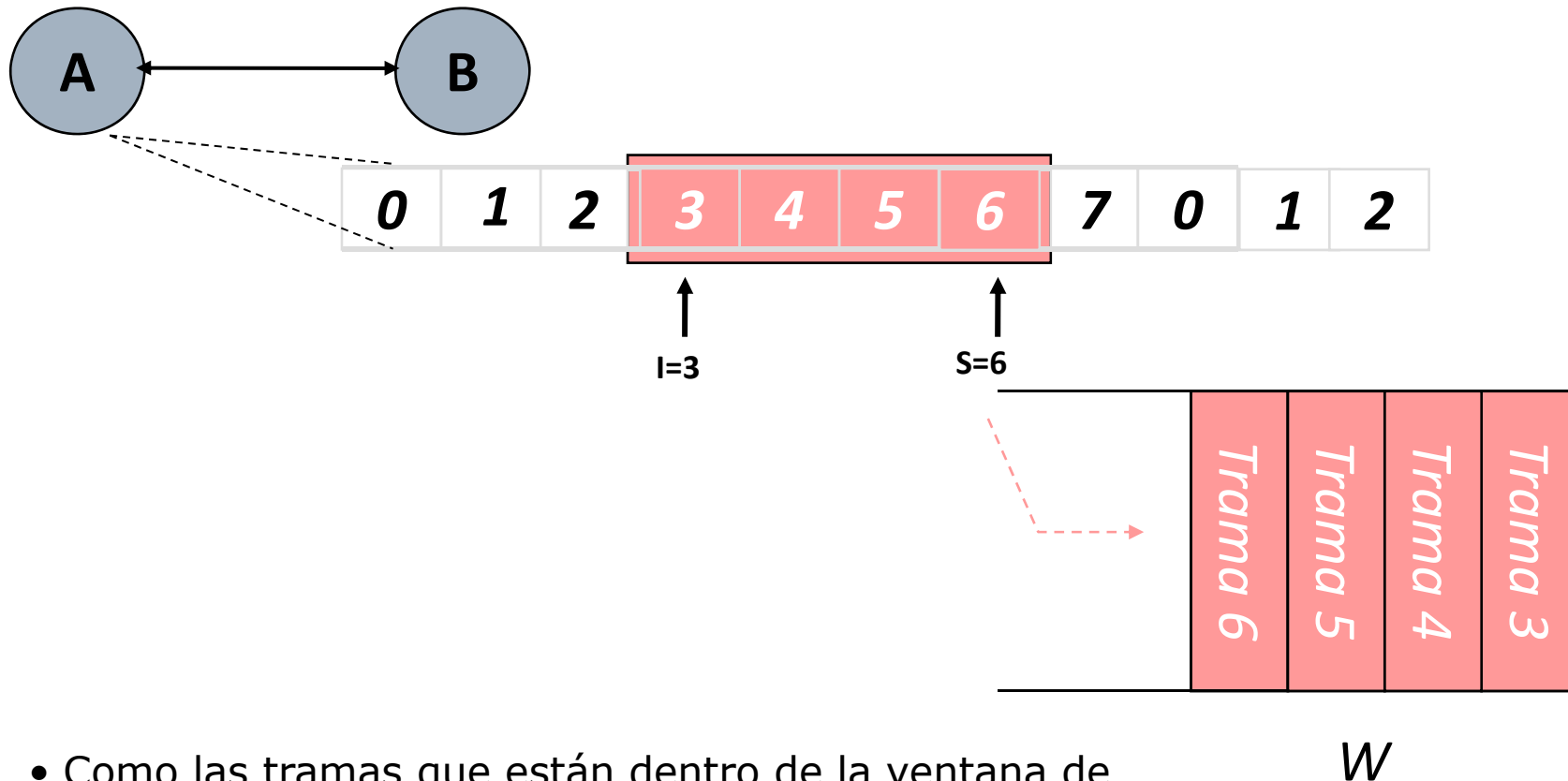
- Como las tramas que están dentro de la ventana de transmisión se han enviado pero su confirmación no ha llegado todavía, el emisor debe almacenarlas temporalmente por si tiene que retransmitirlas

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



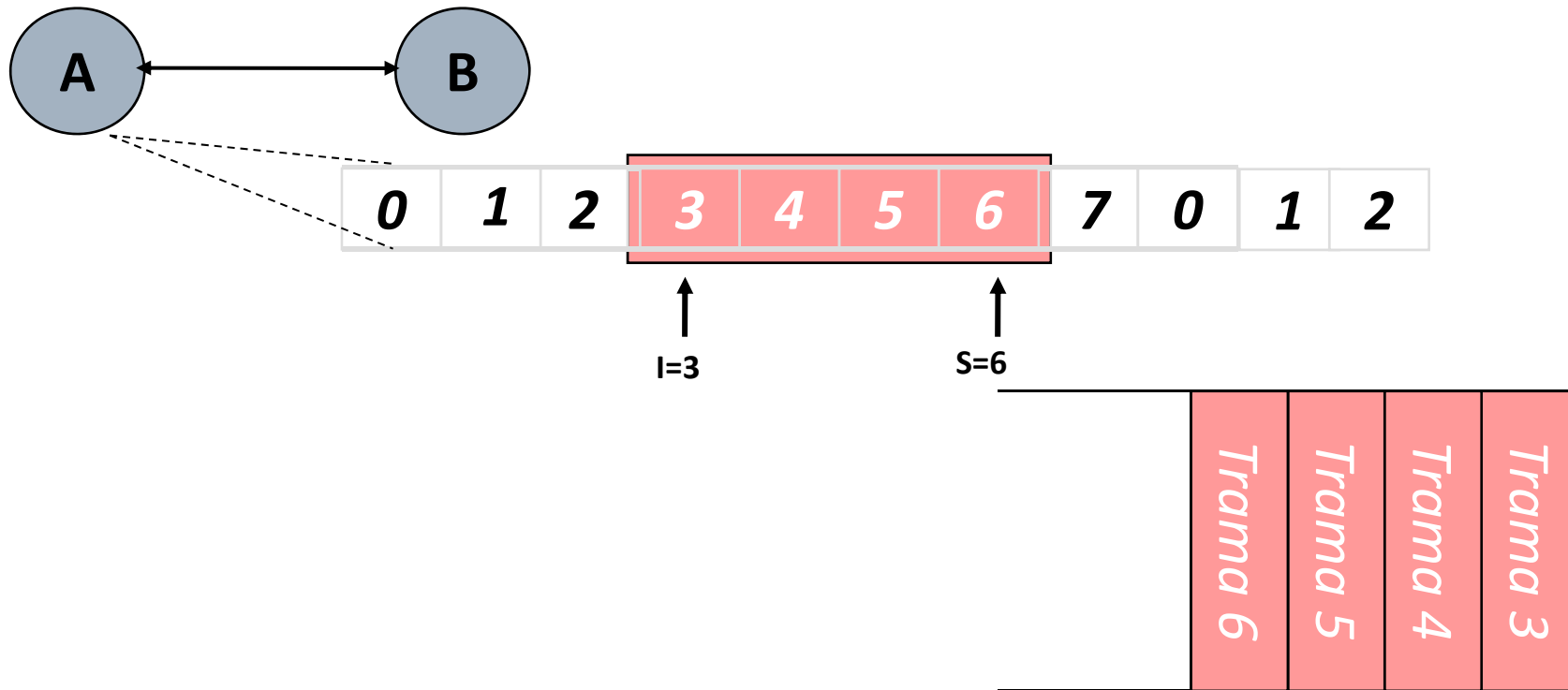
- Como las tramas que están dentro de la ventana de transmisión se han enviado pero su confirmación no ha llegado todavía, el emisor debe almacenarlas temporalmente por si tiene que retransmitirlas

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



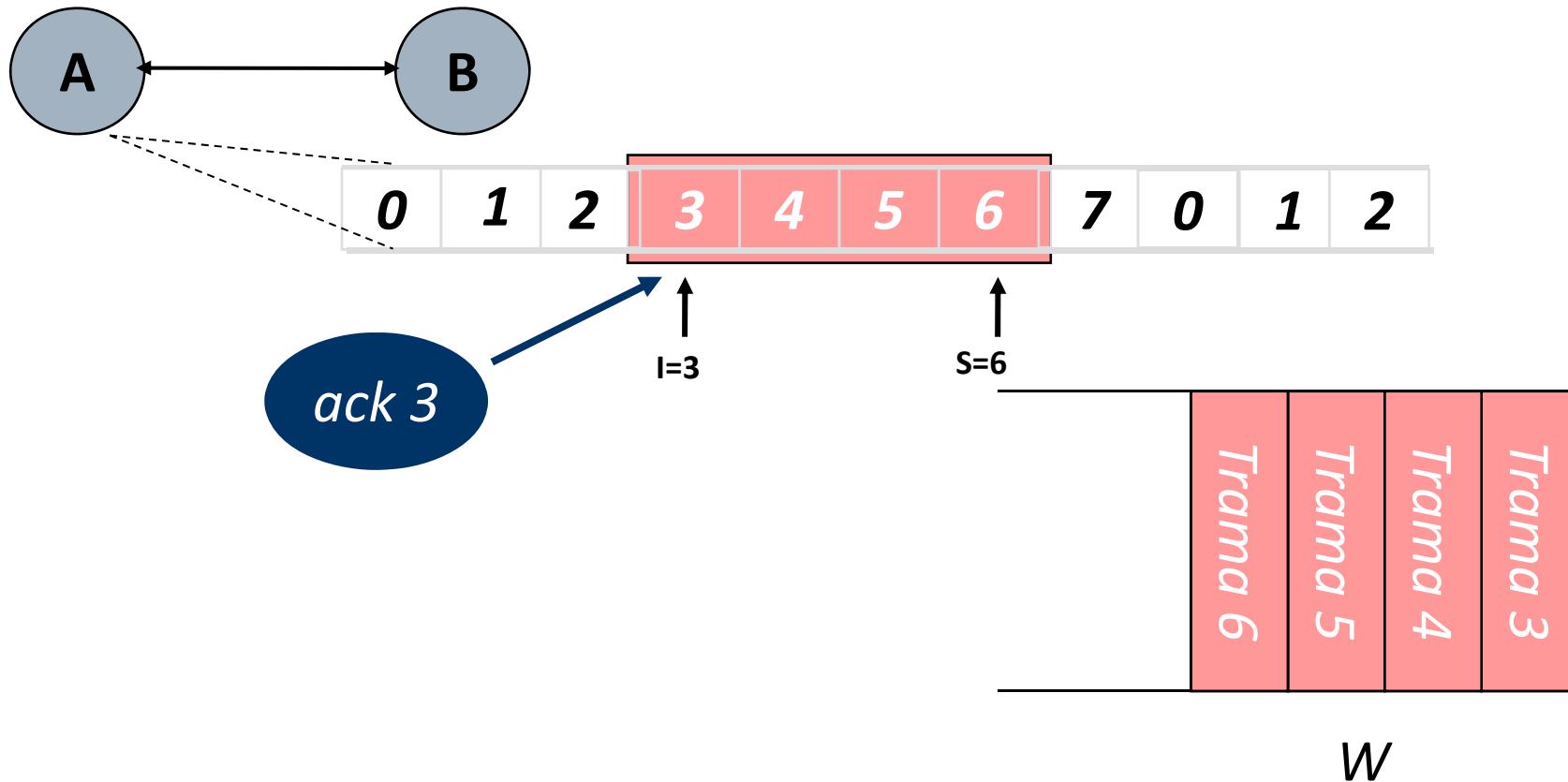
- Como las tramas que están dentro de la ventana de transmisión se han enviado pero su confirmación no ha llegado todavía, el emisor debe almacenarlas temporalmente por si tiene que retransmitirlas

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

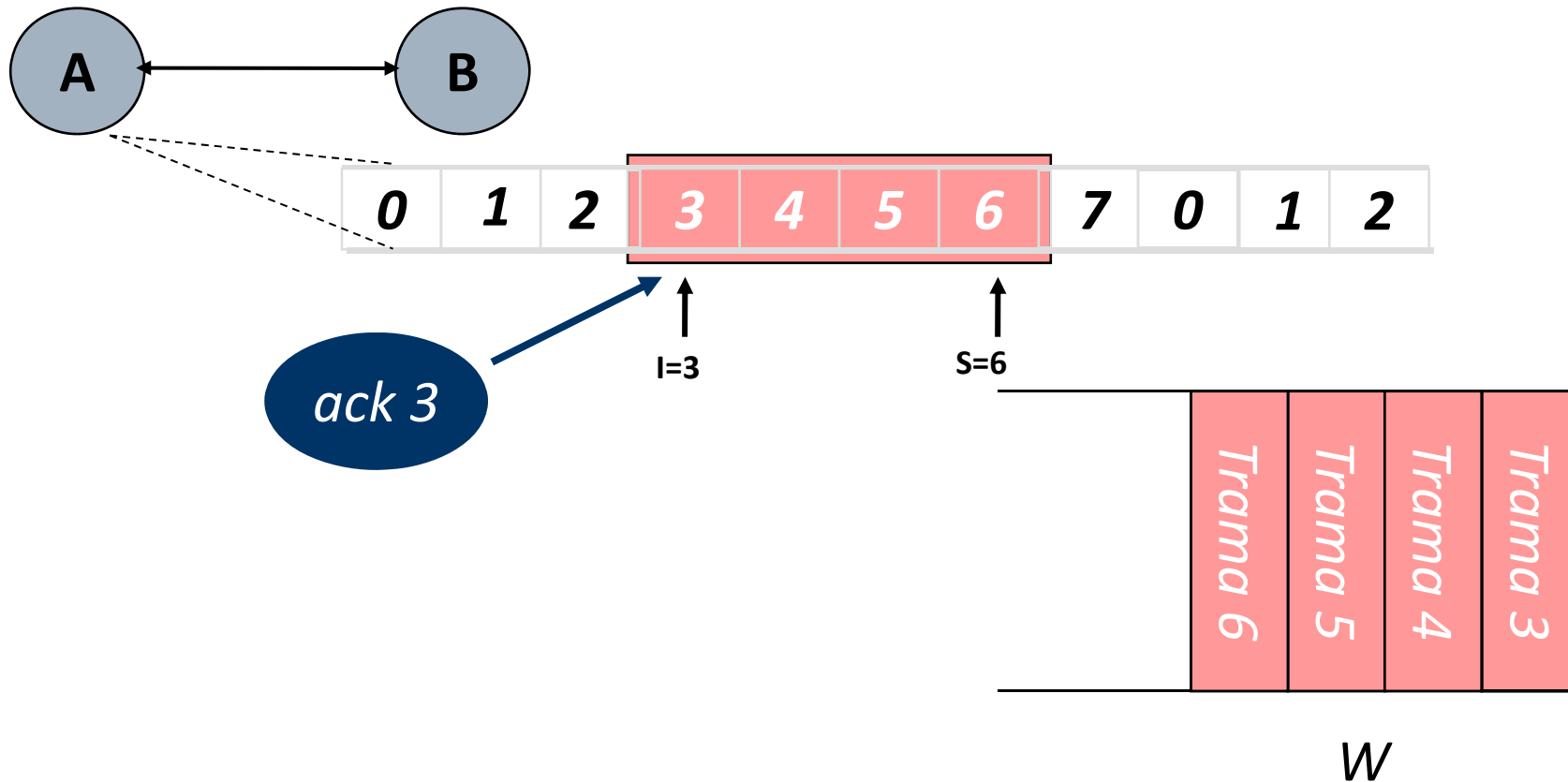


- Una vez se han enviado todas las tramas de la ventana, la transmisión se detiene hasta que el receptor indique que se puede continuar, para lo cual enviará un reconocimiento

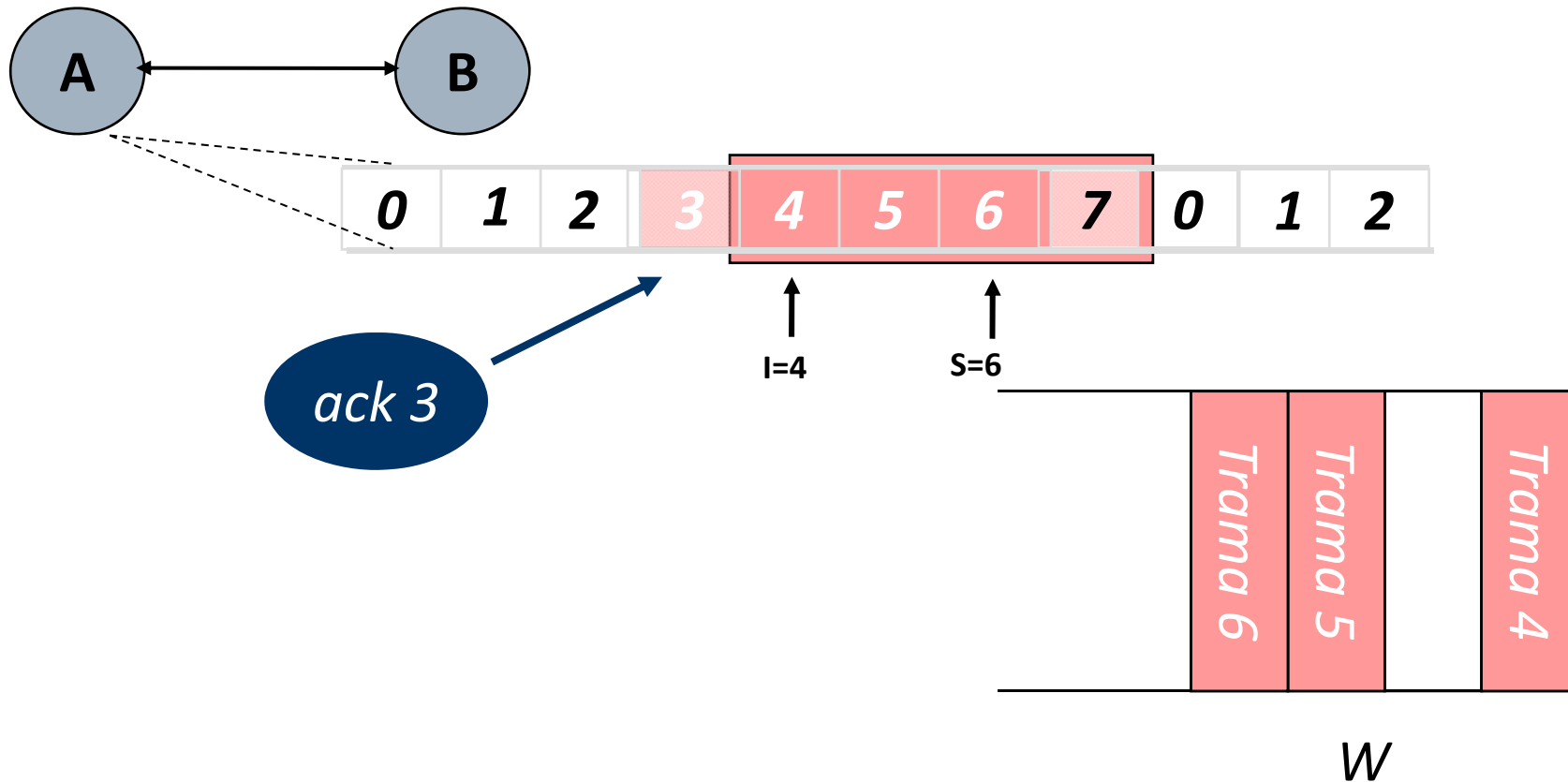
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



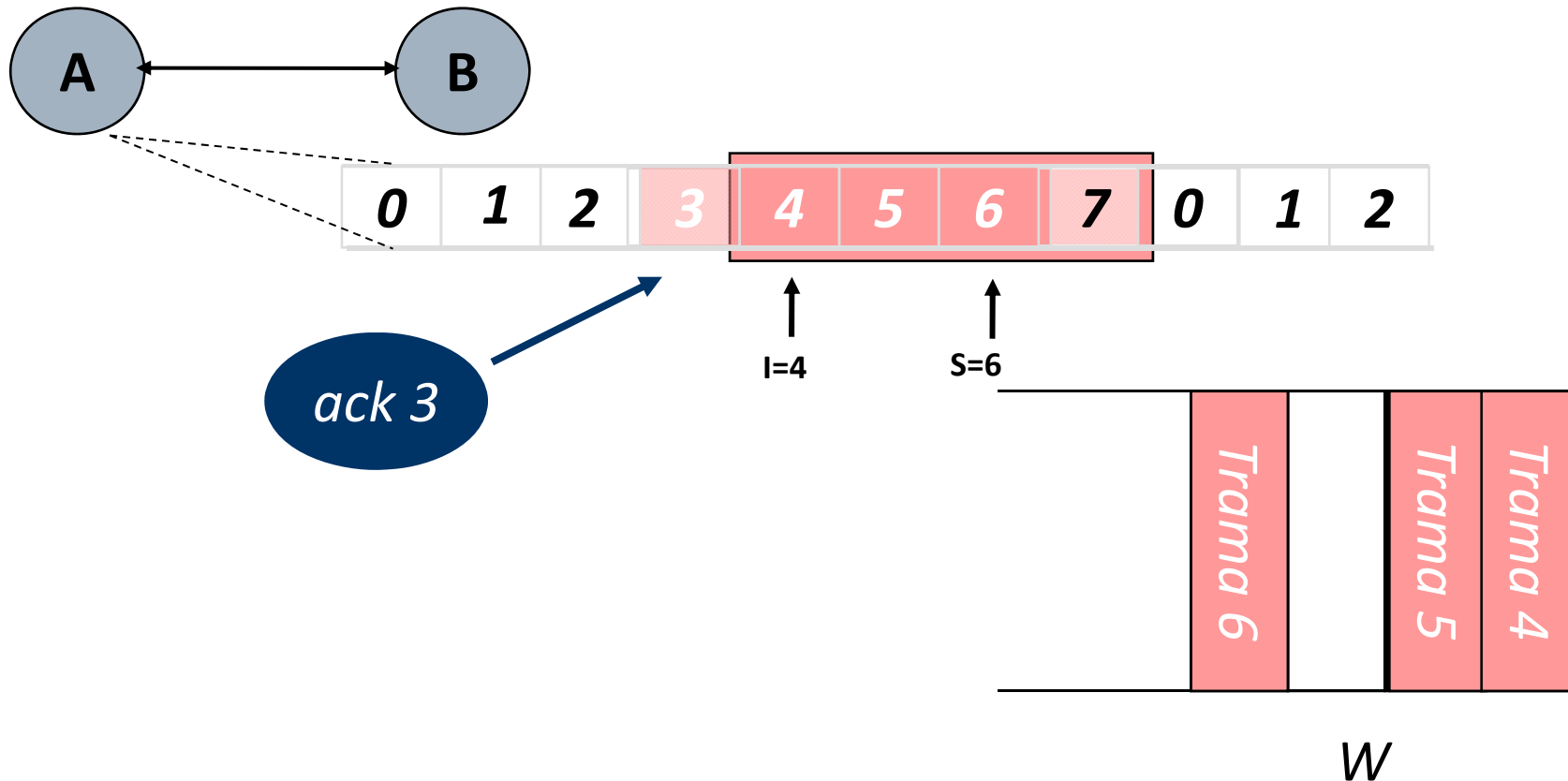
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



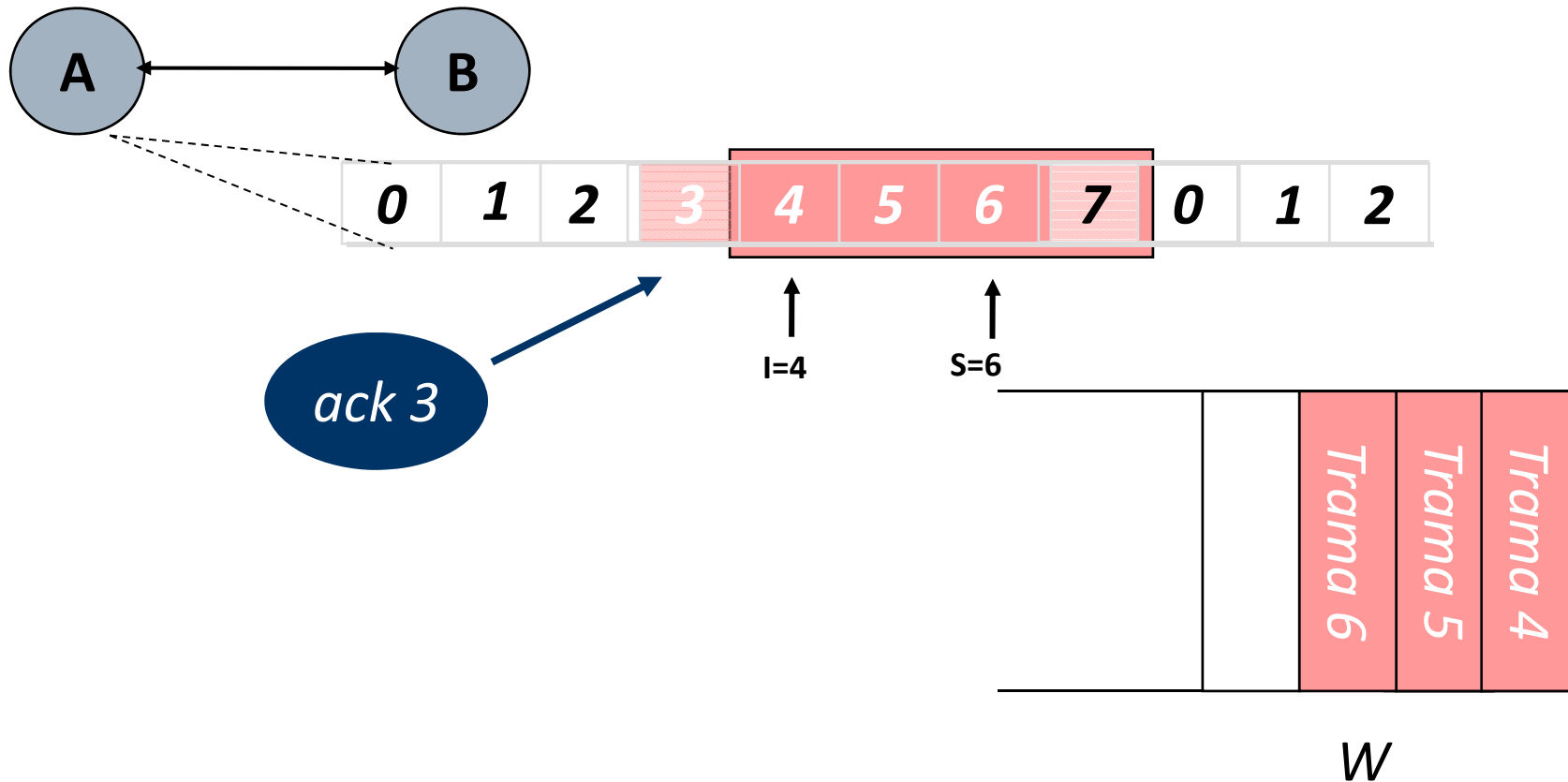
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



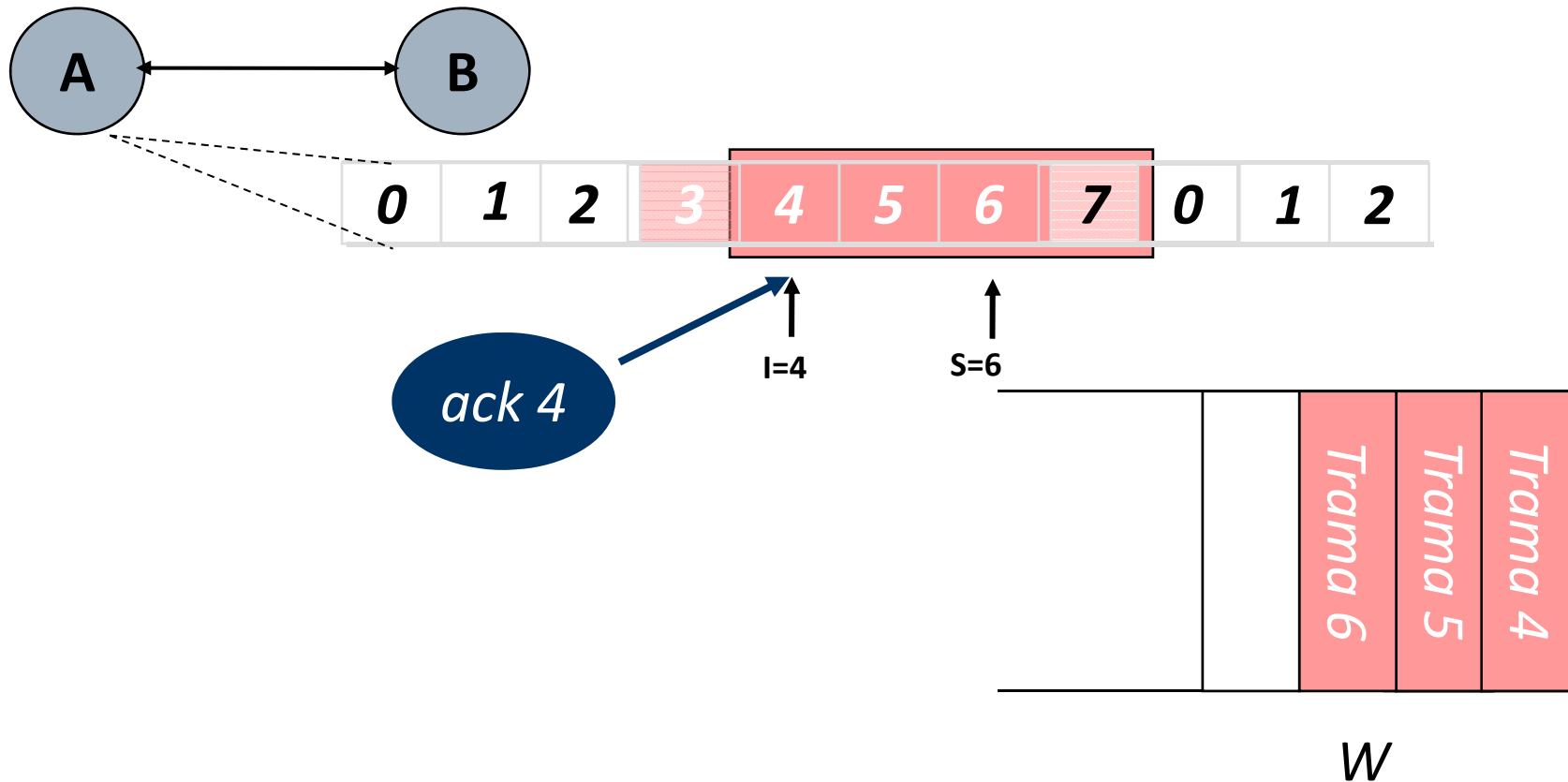
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



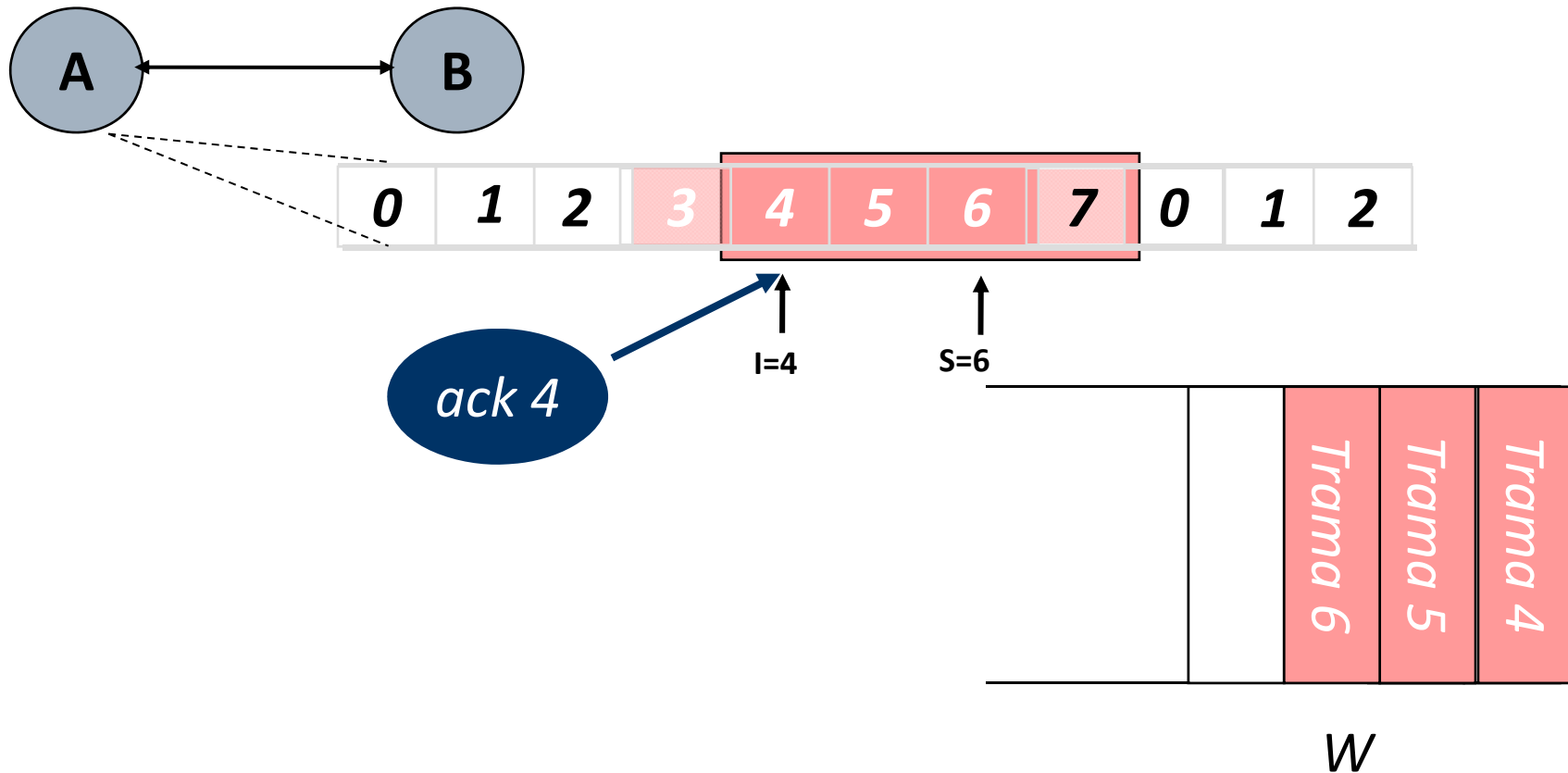
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



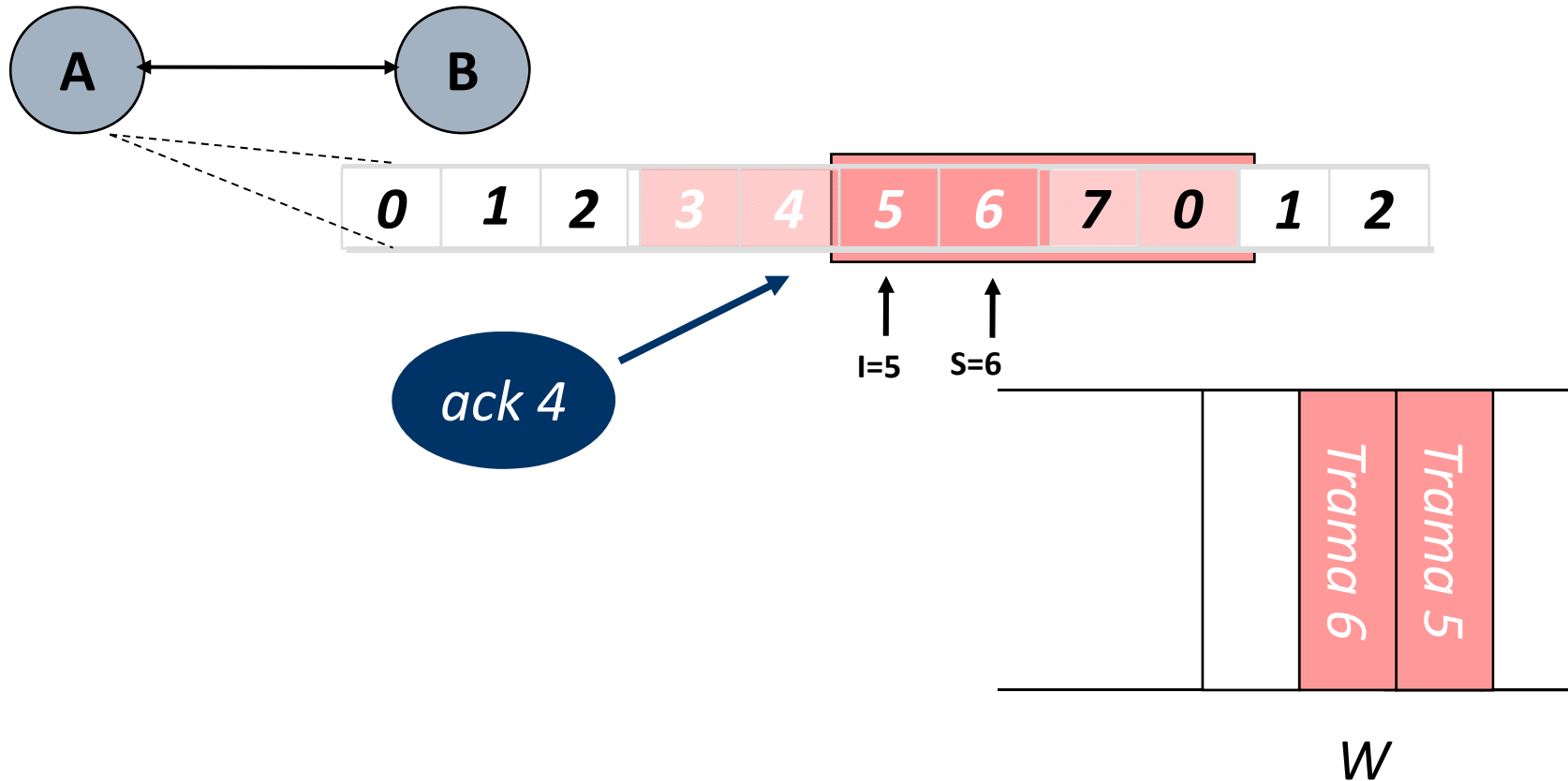
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



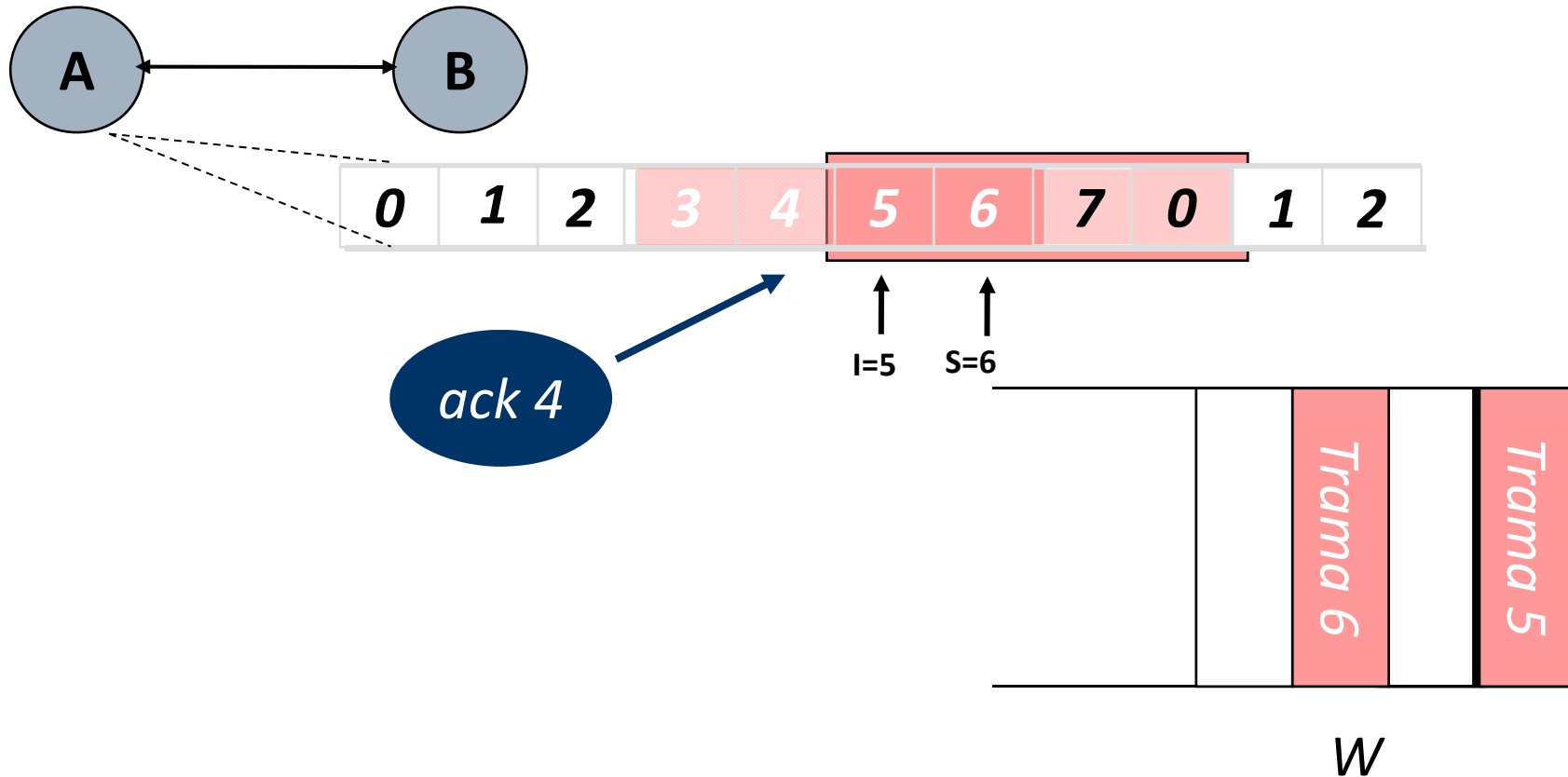
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



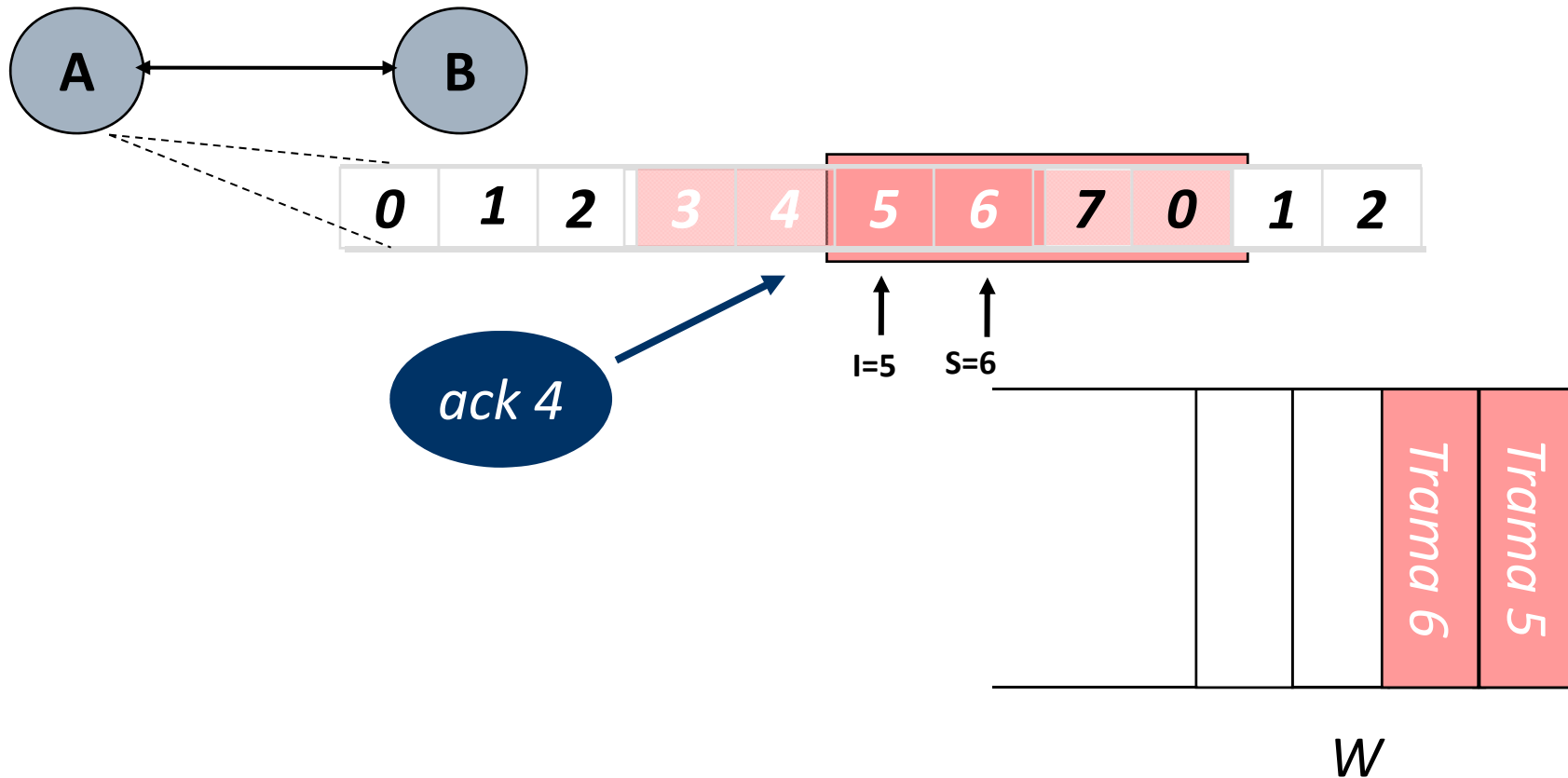
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

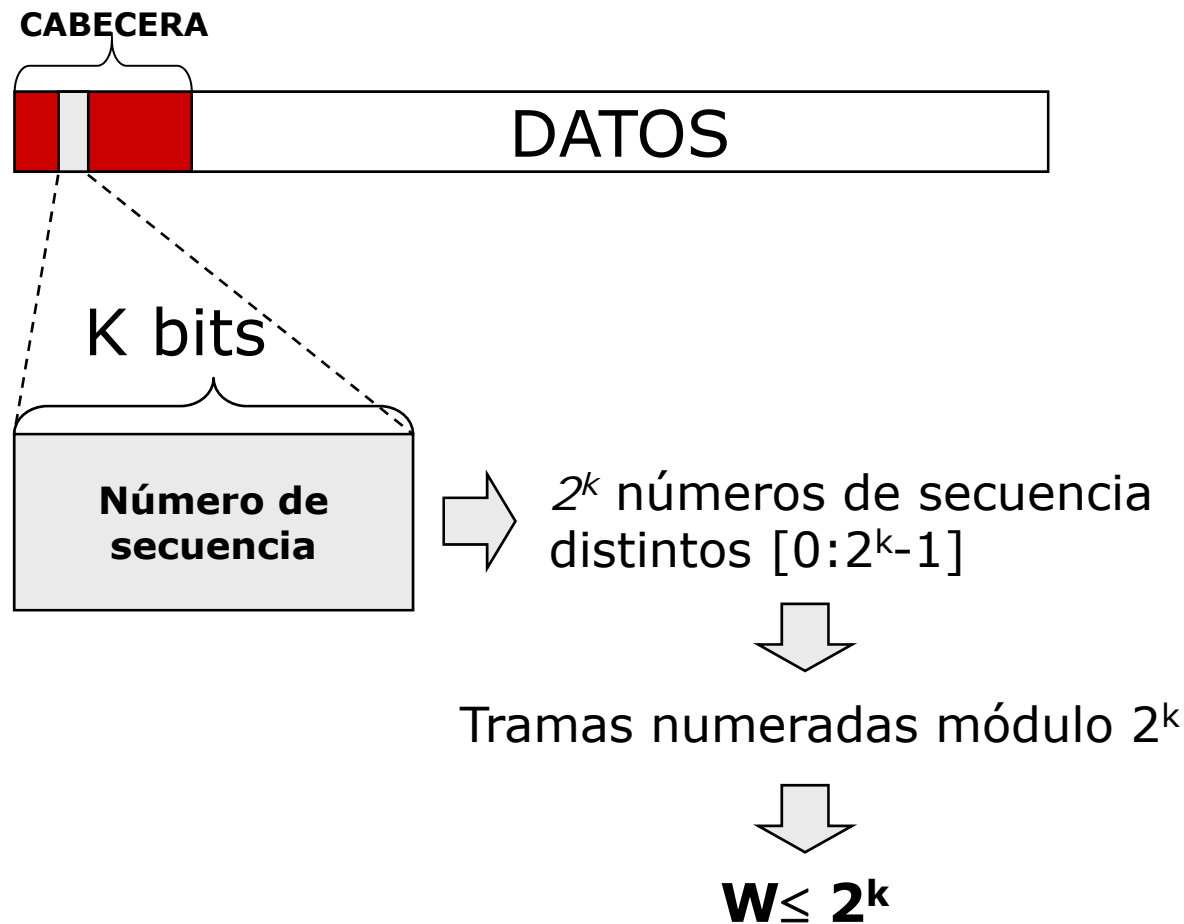


4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

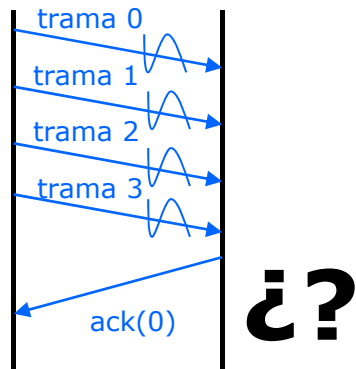
... pero el tamaño de la ventana (W) no puede ser arbitrario



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

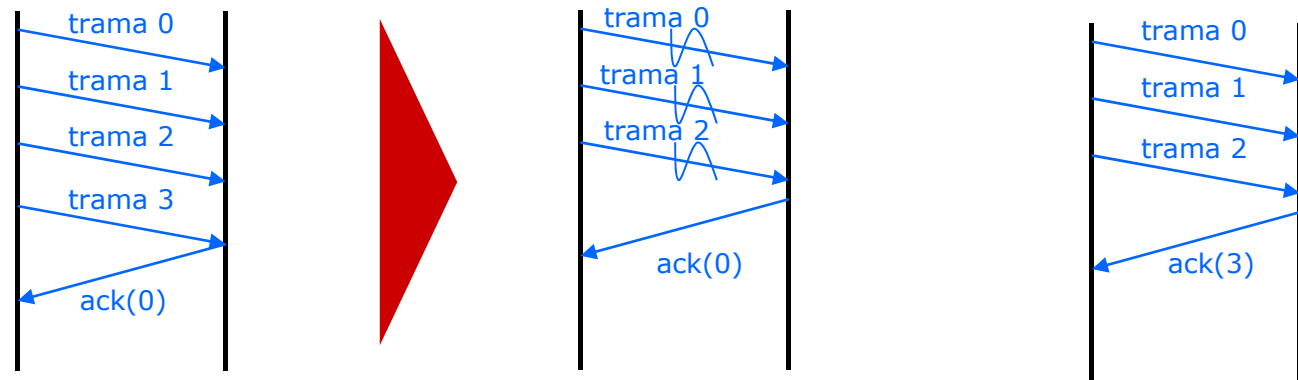
... para evitar ambigüedades el tamaño de la ventana se limita a 2^k-1

$K=2$ (0,1,2,3)
 $W=2^k=4$



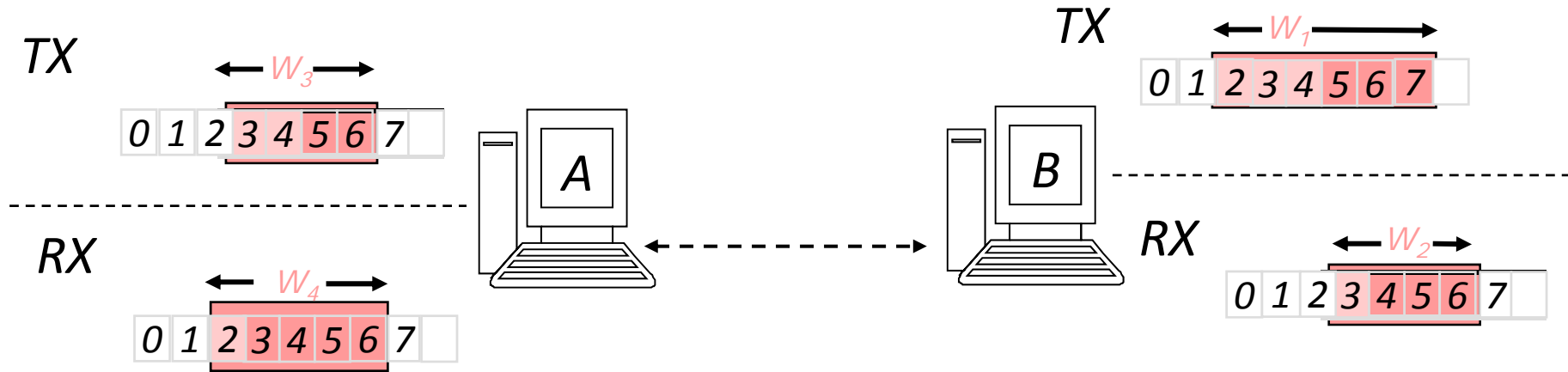
- Todas las tramas han llegado mal
- Con el ack se pide que se vuelvan a enviar todas las tramas

$K=2$ (0,1,2,3)
 $W=2^k-1=3$



- Todas las tramas han llegado bien
- Con el ack se indica que se pueden enviar nuevas tramas

4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



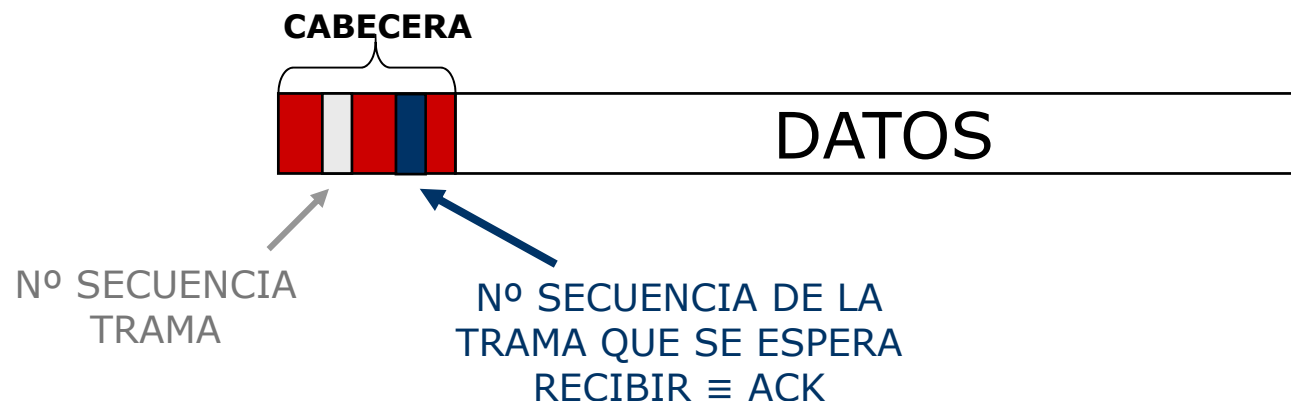
VENTANA DE RECEPCIÓN

Conjunto de números de secuencia que el receptor espera recibir

- Cualquier trama con un número de secuencia fuera de la ventana de recepción se descarta
- La ventana se desplaza cuando la trama con menor número de secuencia se procesa y se envía a los niveles superiores

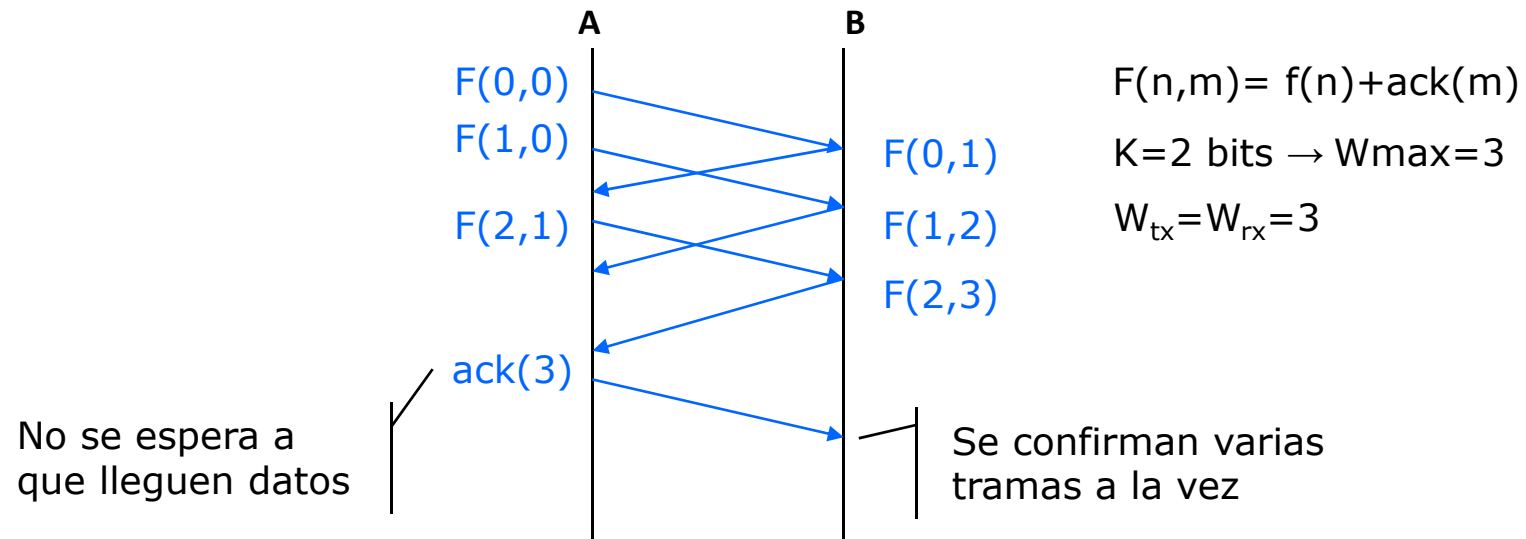
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Confirmación simultánea de varias tramas
 - Las confirmaciones incluyen el número de secuencia de la trama que el receptor espera recibir a continuación
 - Uso más eficiente del enlace de comunicaciones
 - **Piggybacking**
 - Incorporación del reconocimiento en las tramas de datos

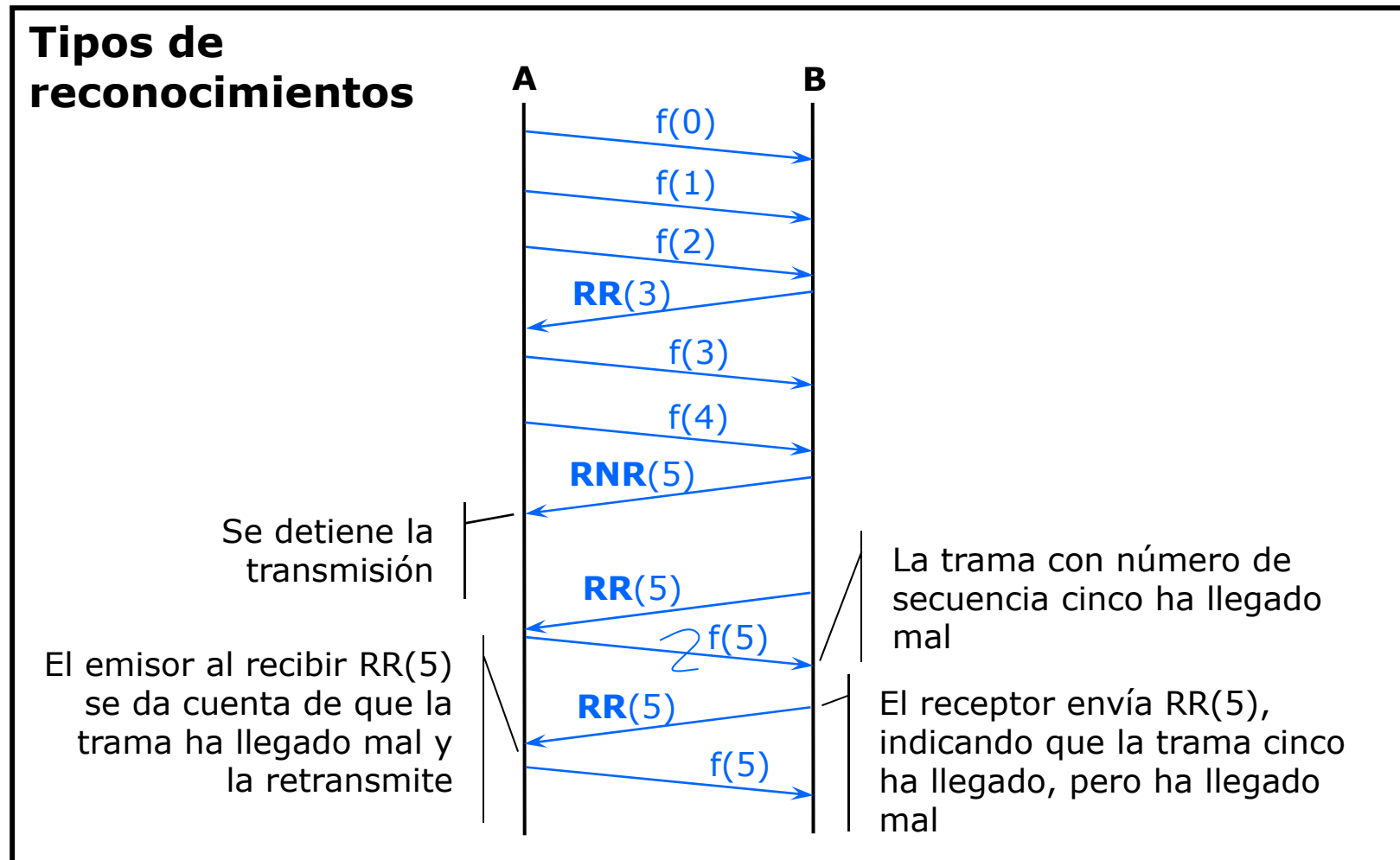


4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

Piggybacking

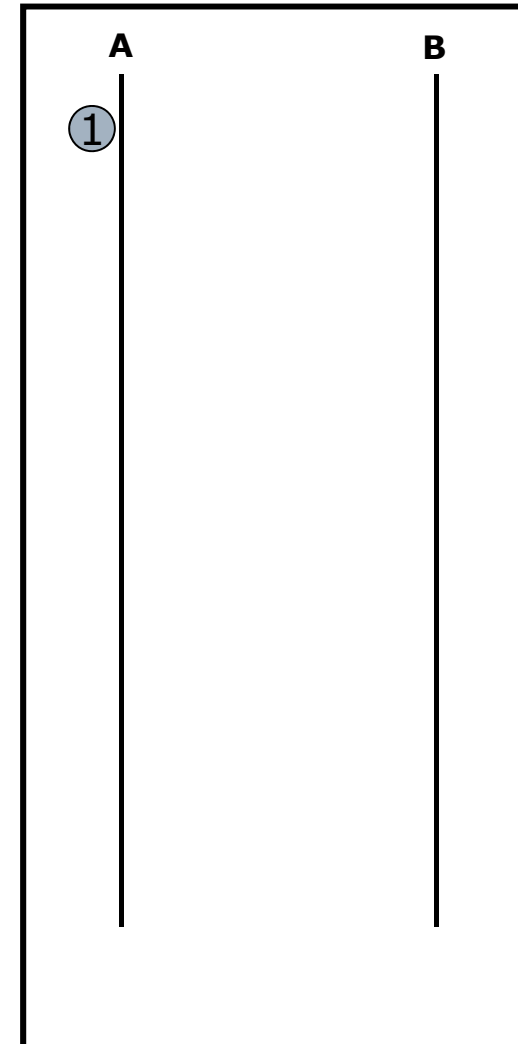
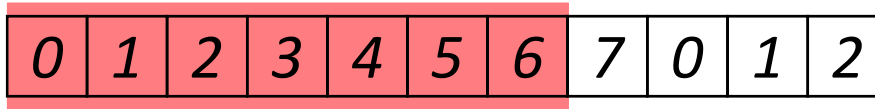


4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

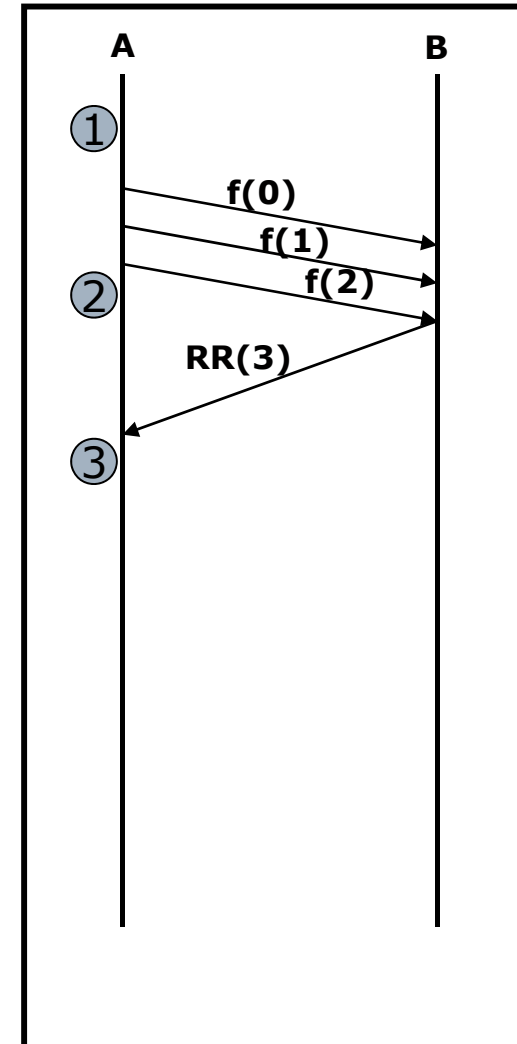
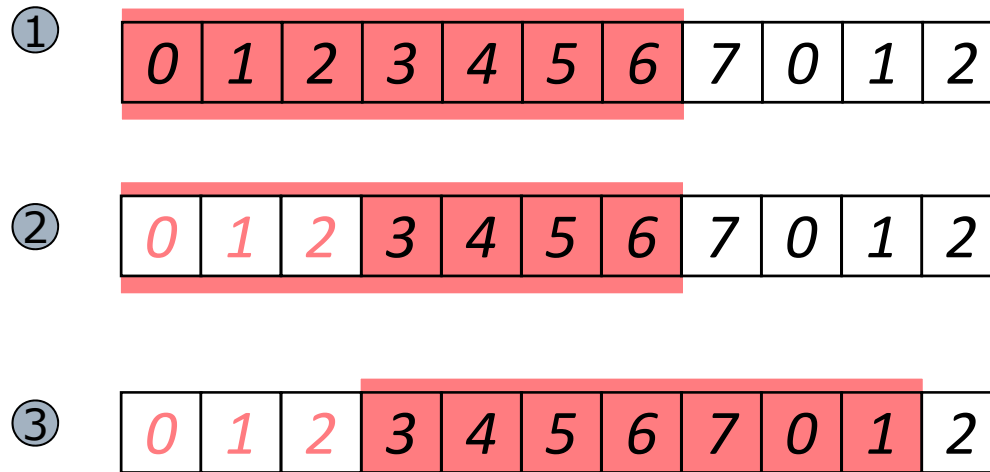


4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

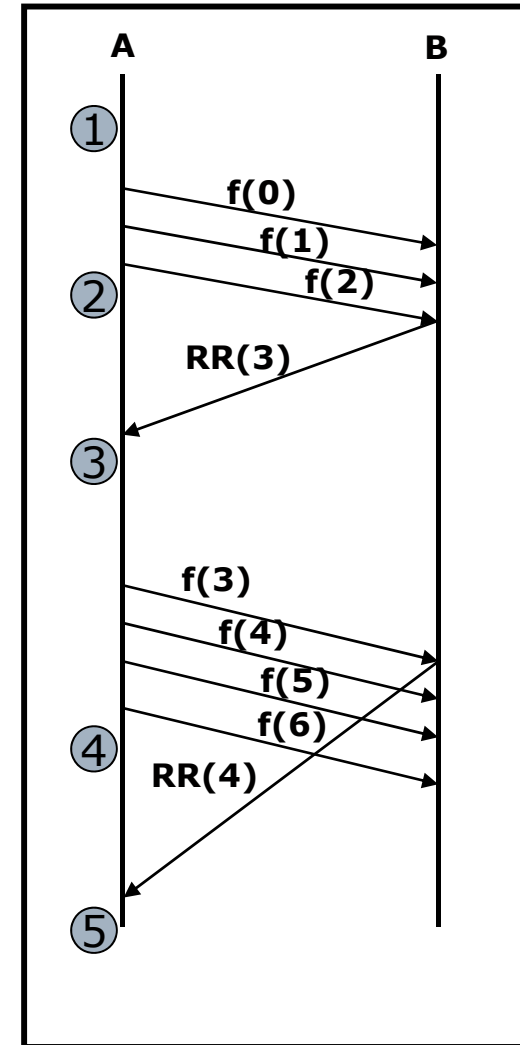
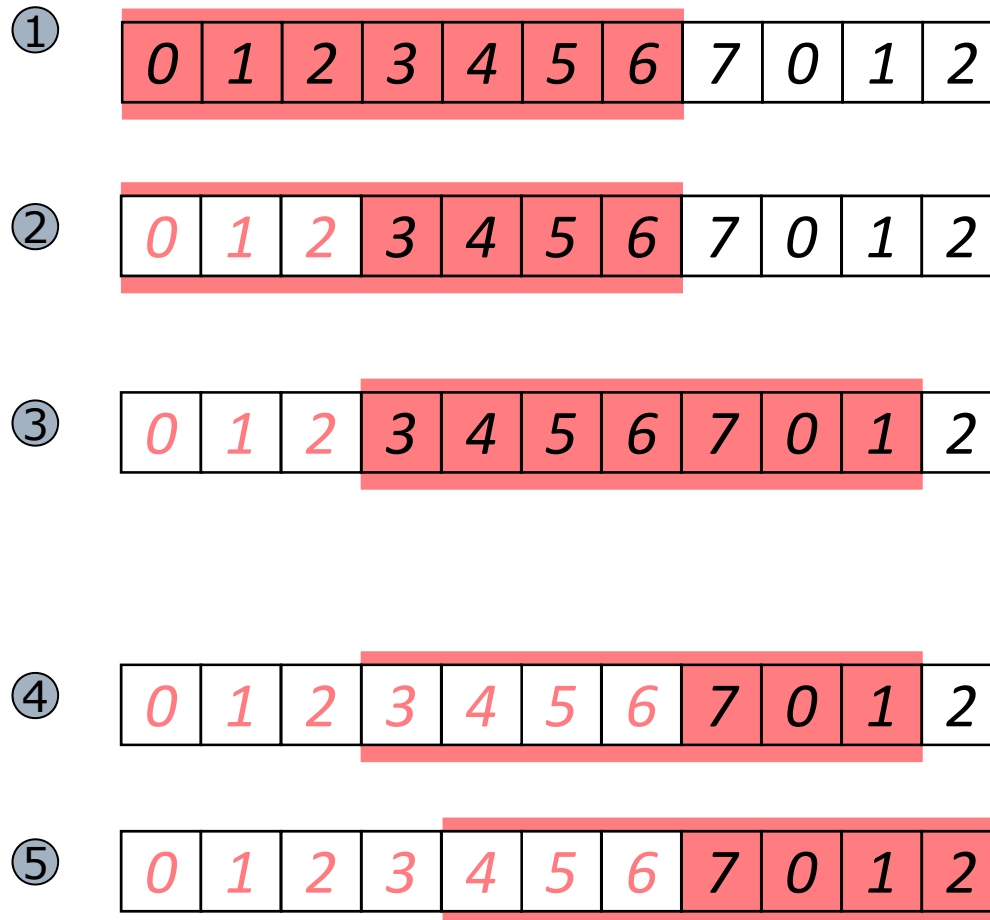
①



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

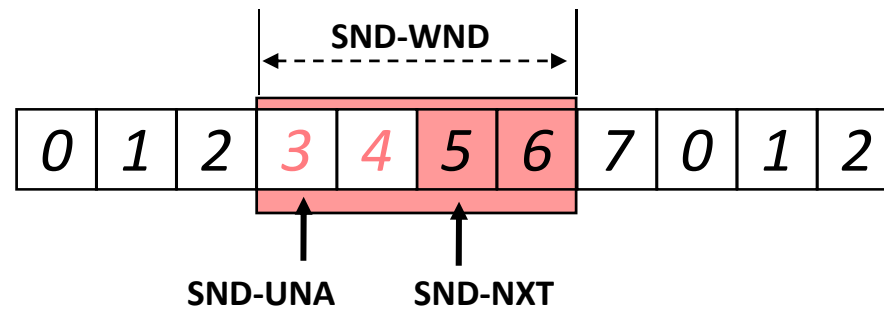


4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de transmisión genérico
 1. Se asigna un número de secuencia a cada trama
 2. Se controlan tres variables:
 - Tamaño de la ventana de transmisión ("SND_WND", *send window*): representa el máximo número de tramas que el emisor puede enviar sin recibir un asentimiento
 - Número de secuencia de la primera trama enviada dentro de la ventana sin reconocimiento ("SND_UNA", *send unacknowledge*)
 - Número de secuencia de la siguiente trama a enviar ("SND_NXT", *send next*)
 3. Se necesita un mecanismo que controla que $SND_NXT \leq SND_UNA + SND_WND$

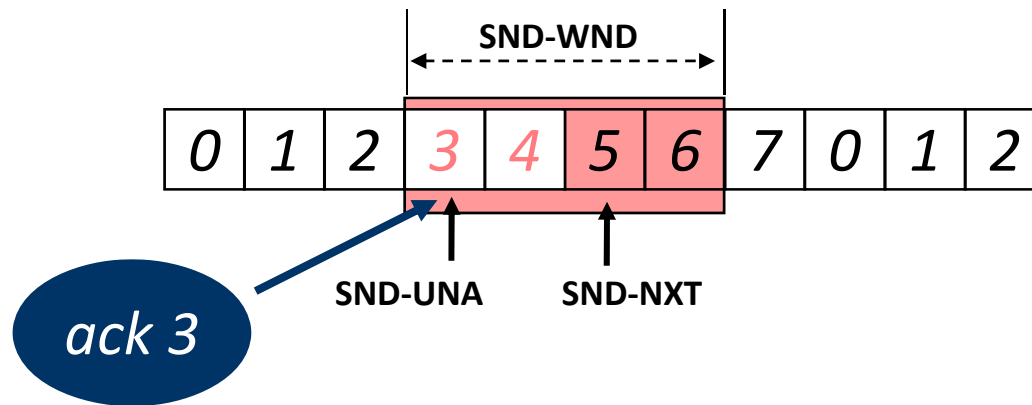
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de transmisión genérico



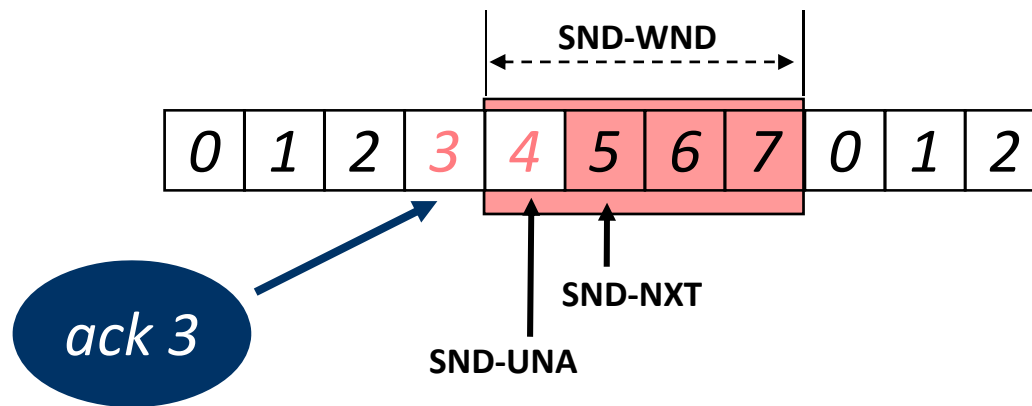
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de transmisión genérico



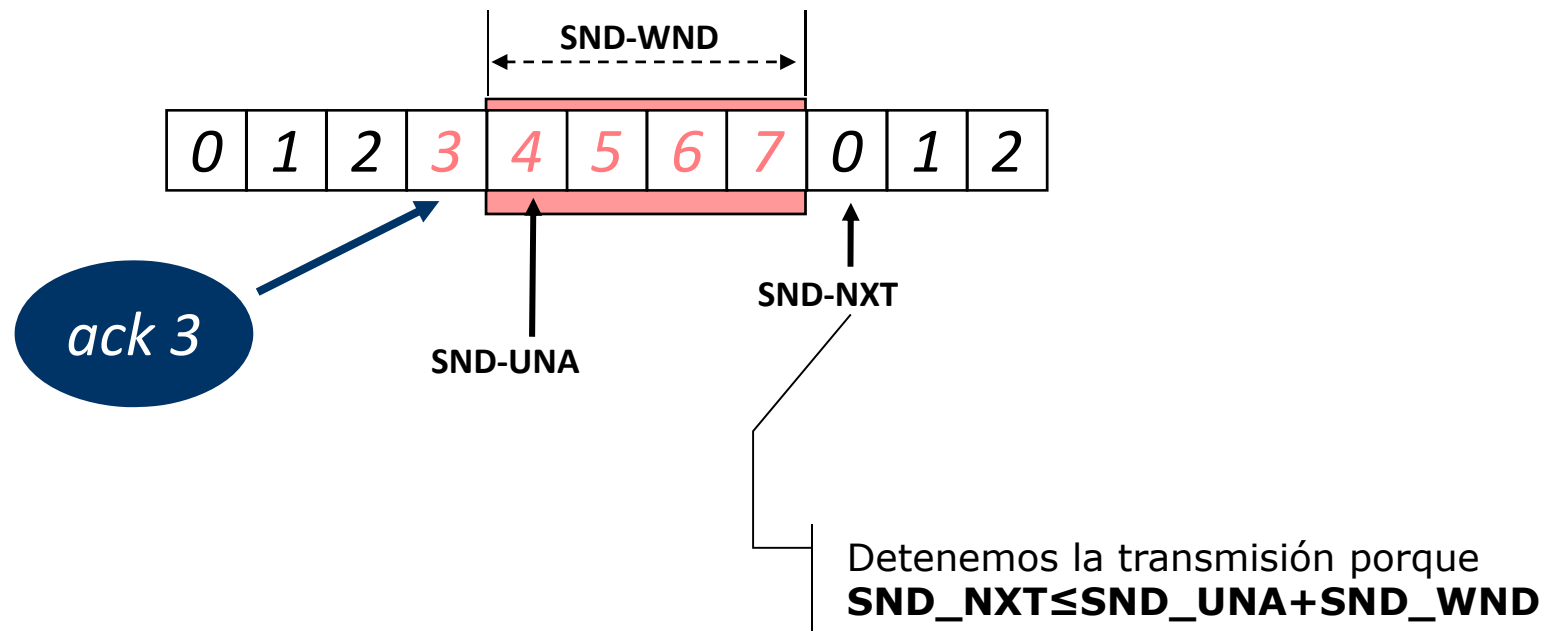
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de transmisión genérico



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de transmisión genérico

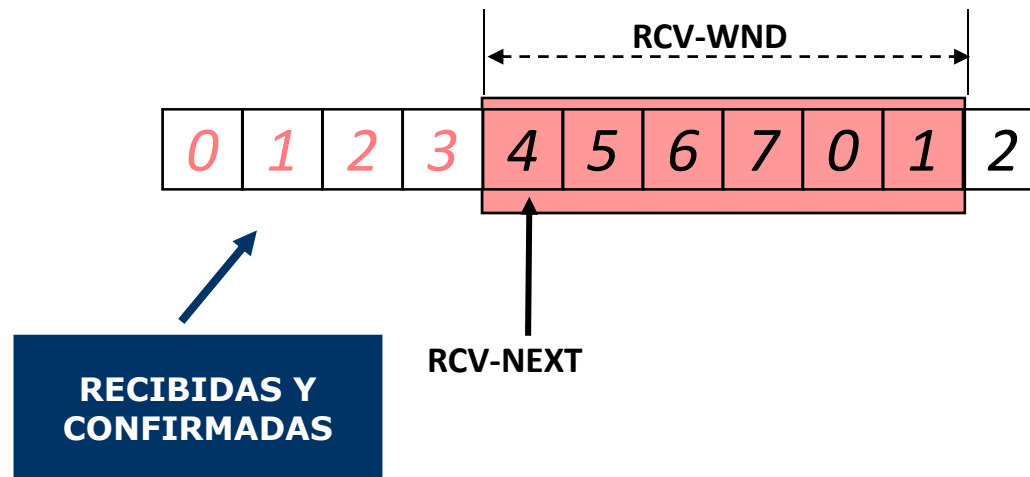


4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de recepción genérico
 1. Se controlan dos variables:
 - El tamaño de la ventana de recepción ("RCV_WND", *received window*)
 - Número de secuencia de la siguiente trama que se espera recibir ("RCV_NXT", *received next*)

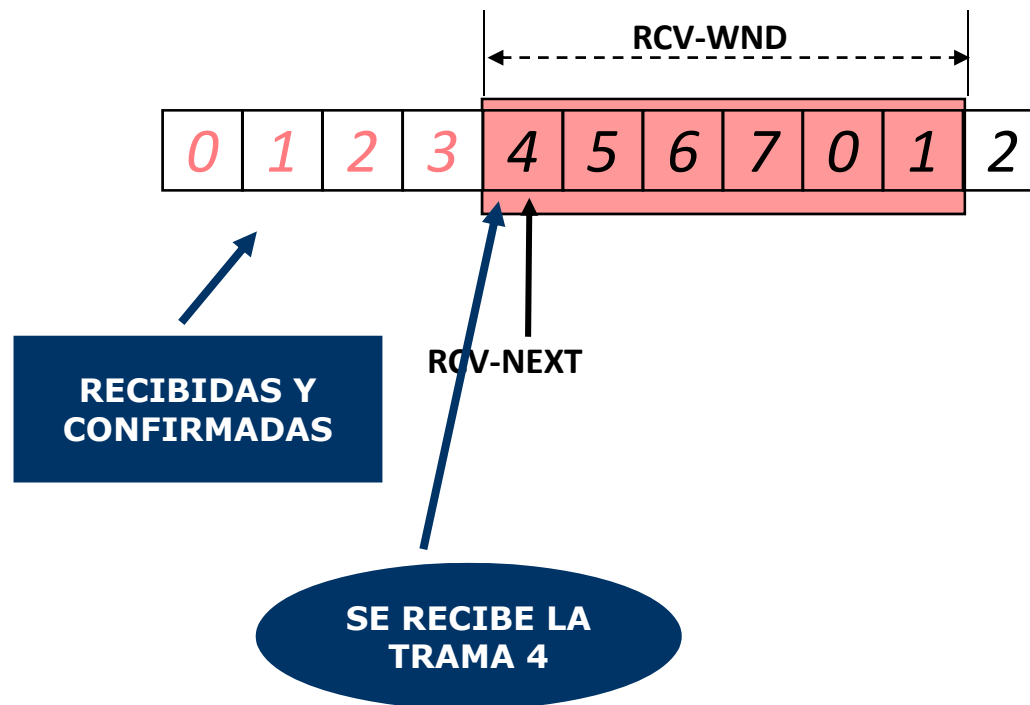
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de recepción genérico



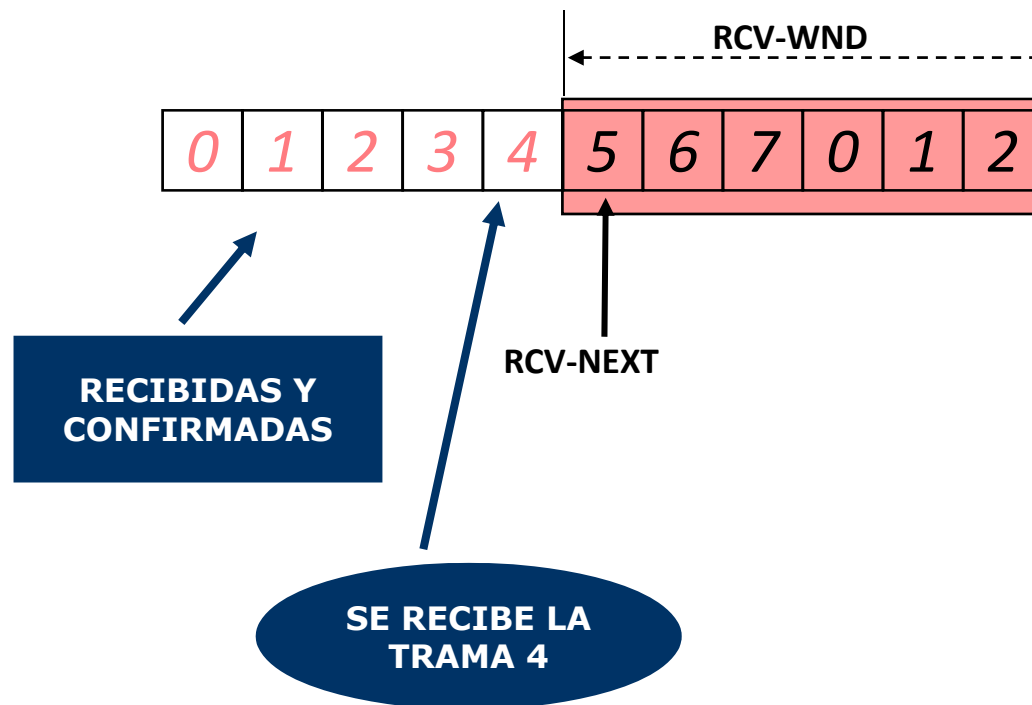
4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de recepción genérico



4.3 Control de flujo Ventana Deslizante

- Algoritmo de recepción genérico



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 Ventana Deslizante

1. Cálculo de prestaciones

4. Protocolos de control de errores

1. ARQ con parada y espera

2. ARQ con GoBack-N

3. ARQ con rechazo selectivo

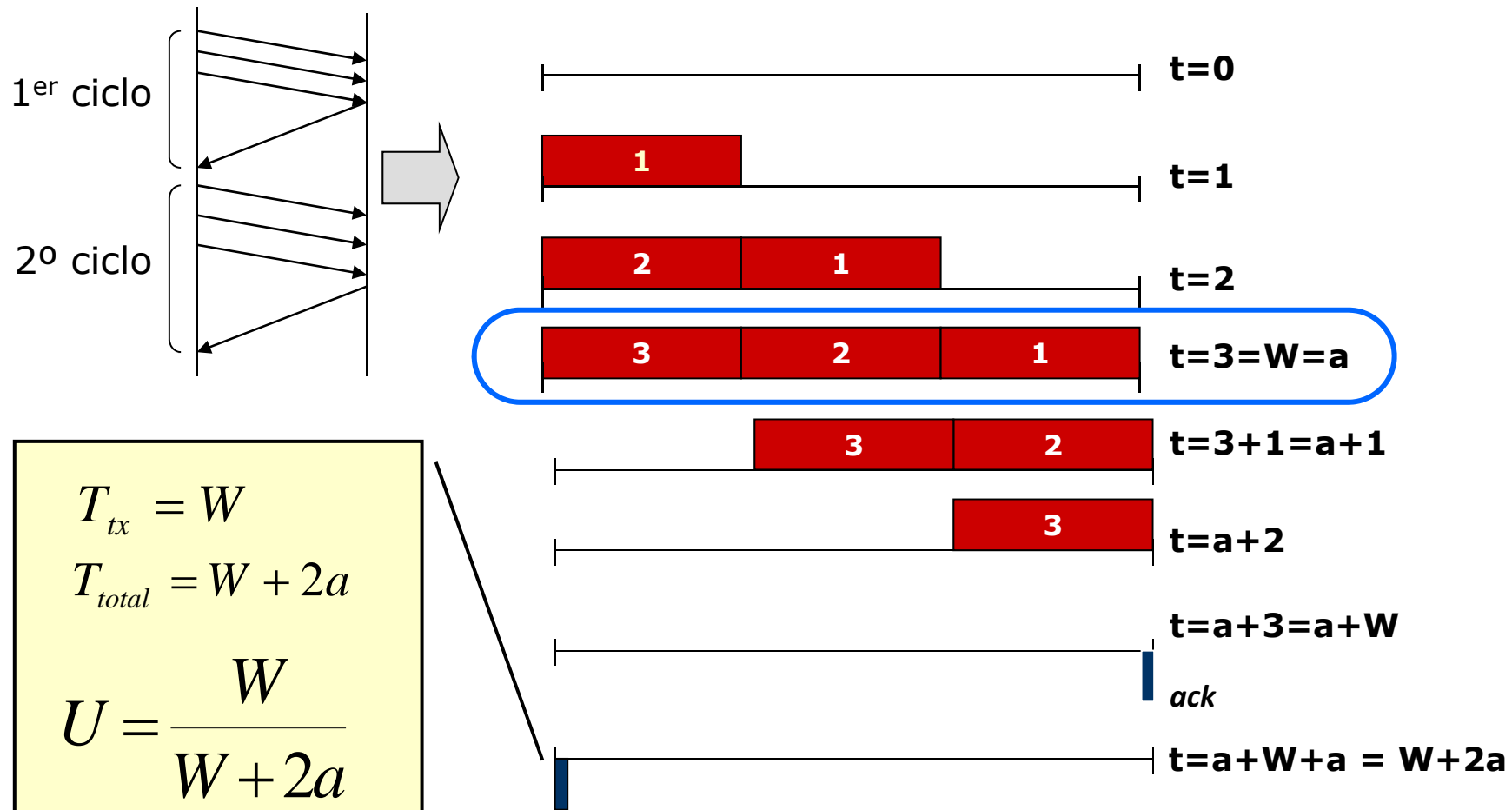
4.3.1 Cálculo de prestaciones

- Condiciones:
 - Canal es una línea punto a punto *full duplex*, libre de errores
 - Velocidad de transmisión del canal es V_{tx} (b/s)
 - Distancia entre emisor y receptor es d (m)
 - Ambos extremos intercambian tramas de longitud fija L (bits)
 - Velocidad de propagación del medio es igual a V_p (m/s)
 - Tiempos de procesado, de espera en cola, así como los tiempos de transmisión de las confirmaciones se consideran despreciables
 - Por comodidad, el tiempo de transmisión de una trama se normaliza a la unidad
 - $a > 1$
 - El tamaño máximo de la ventana de transmisión es W
 - Las tramas se confirman de una en una según vayan llegando

4.3.1 Cálculo de prestaciones

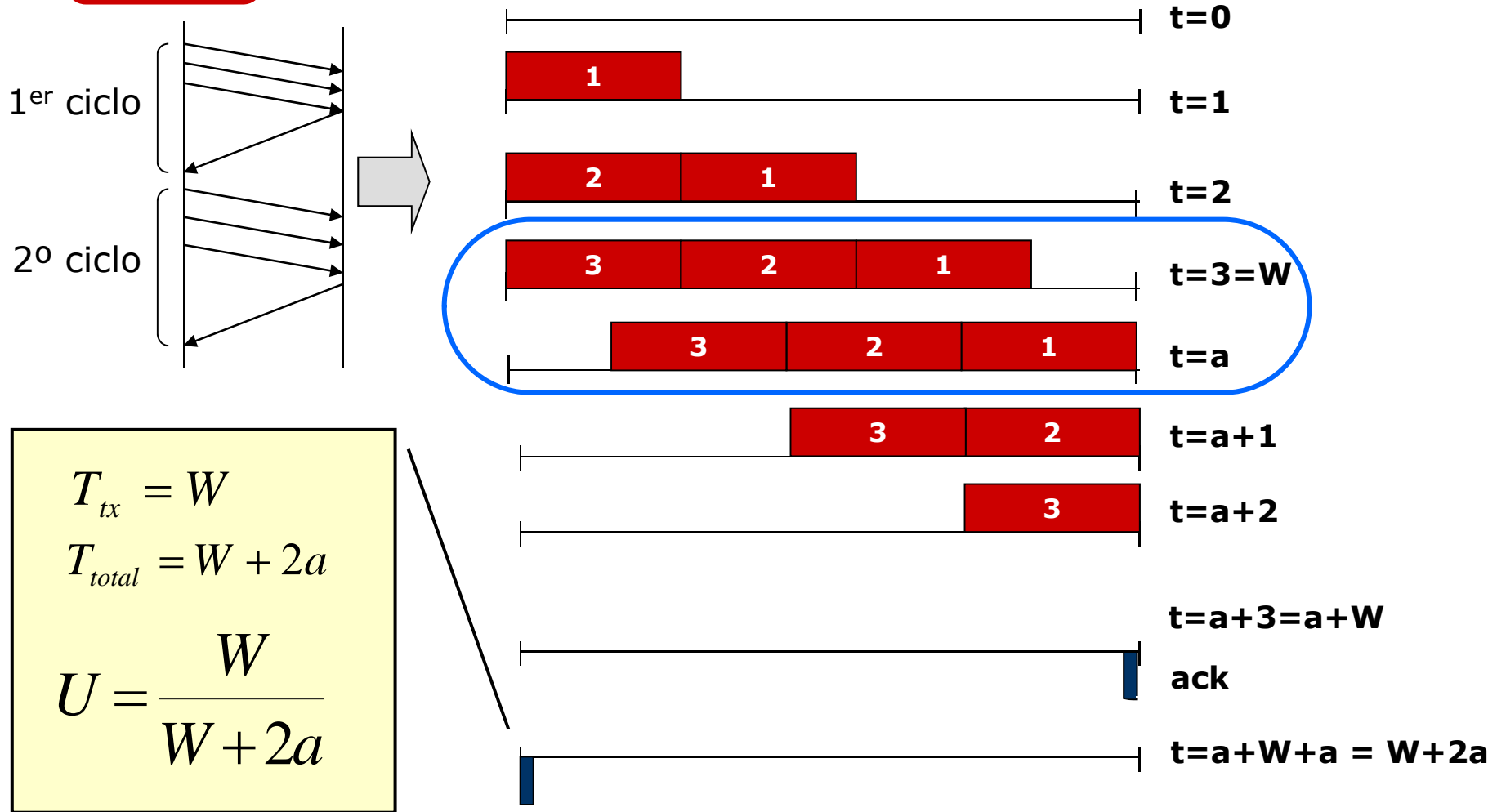
$a=W$

Confirmación por bloques



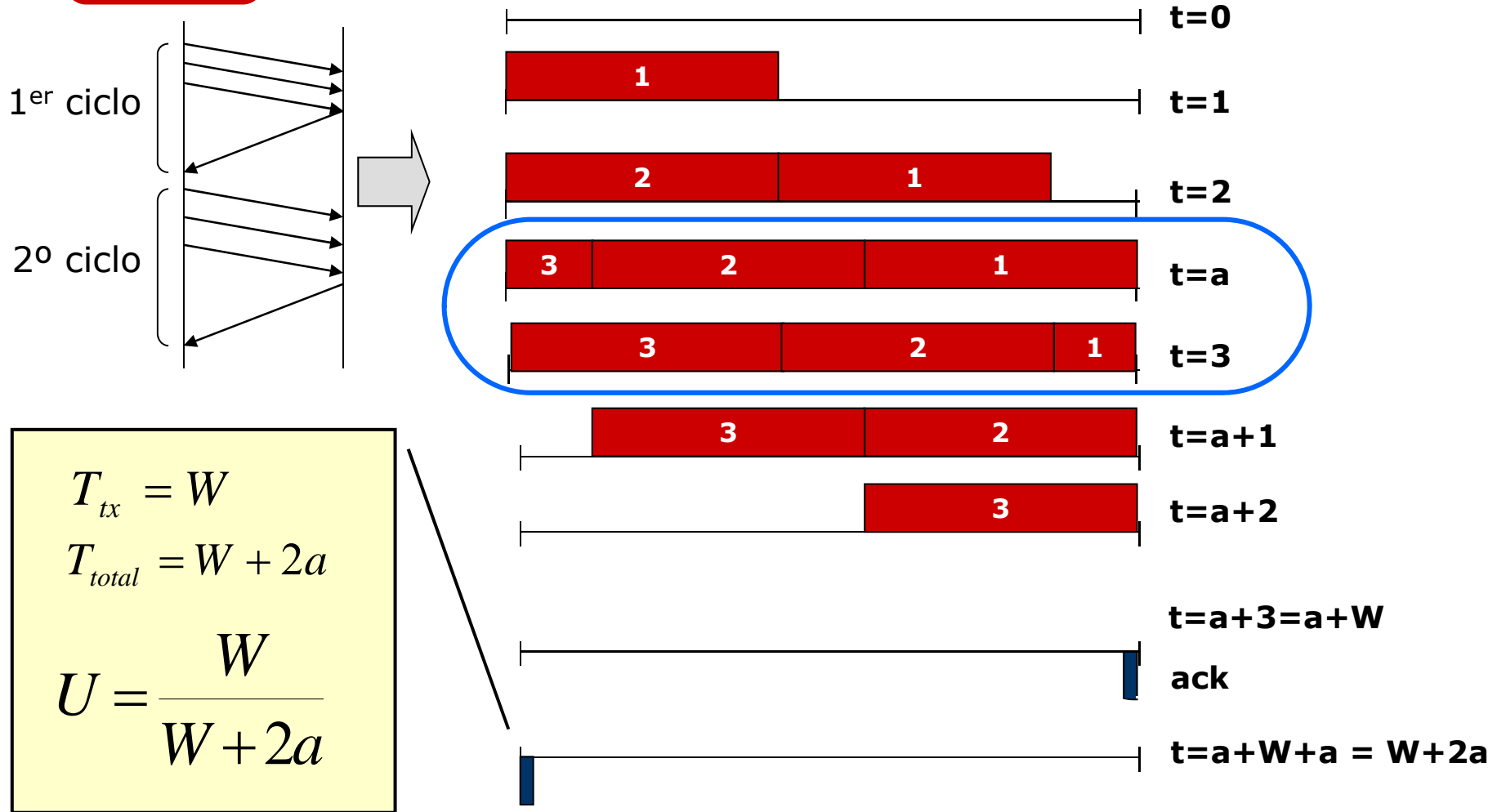
4.3.1 Cálculo de prestaciones

$a > W$ **Confirmación por bloques**



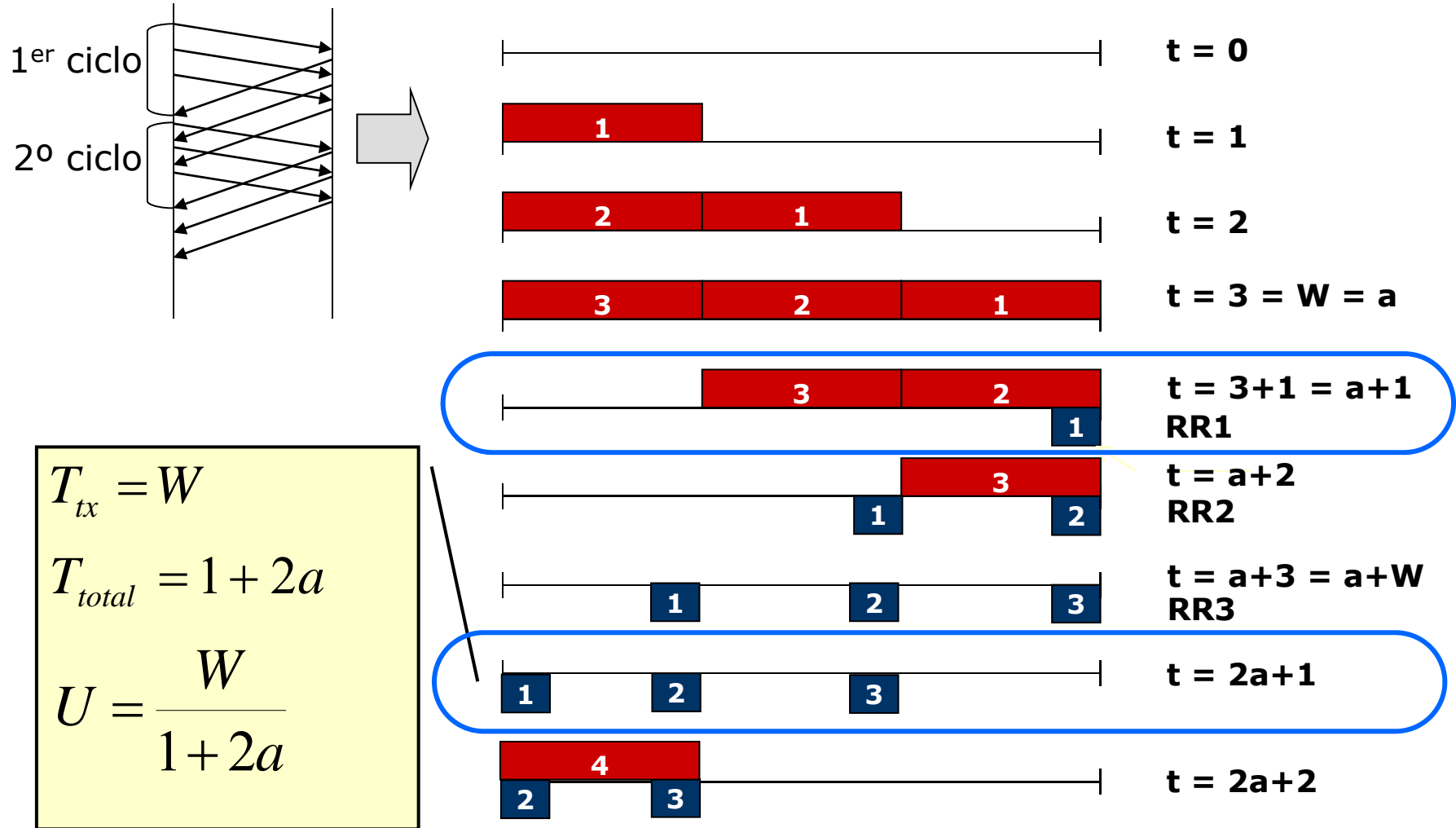
4.3.1 Cálculo de prestaciones

$a < W$ **Confirmación por bloques**



4.3.1 Cálculo de prestaciones

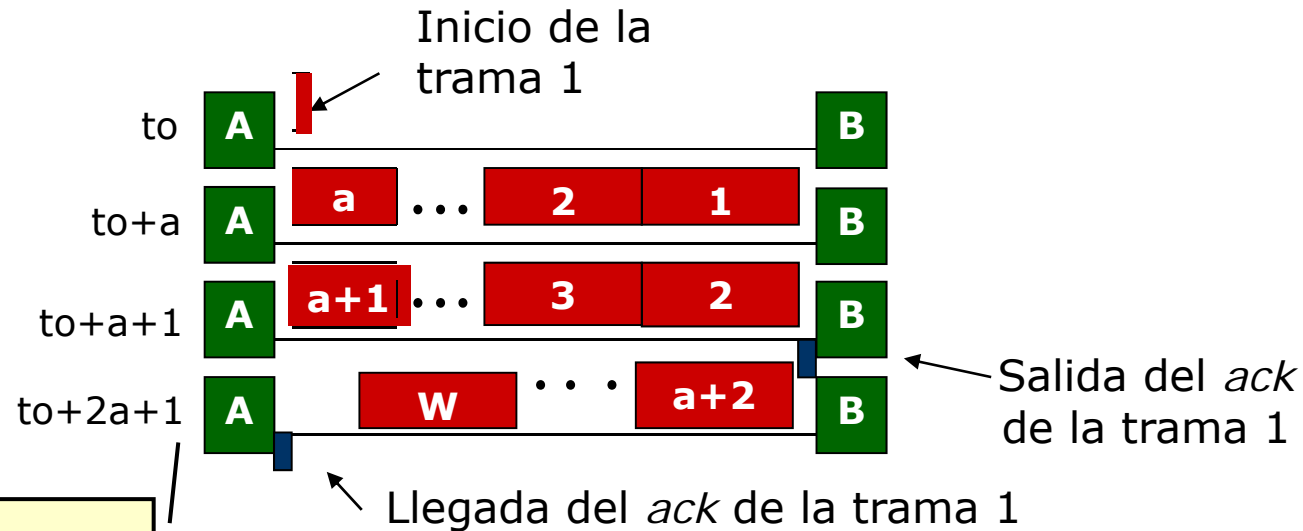
$a=W$ **Ventana Deslizante**



4.3.1 Cálculo de prestaciones

$W < 1 + 2a$

Ventana Deslizante



$$T_{tx} = W$$

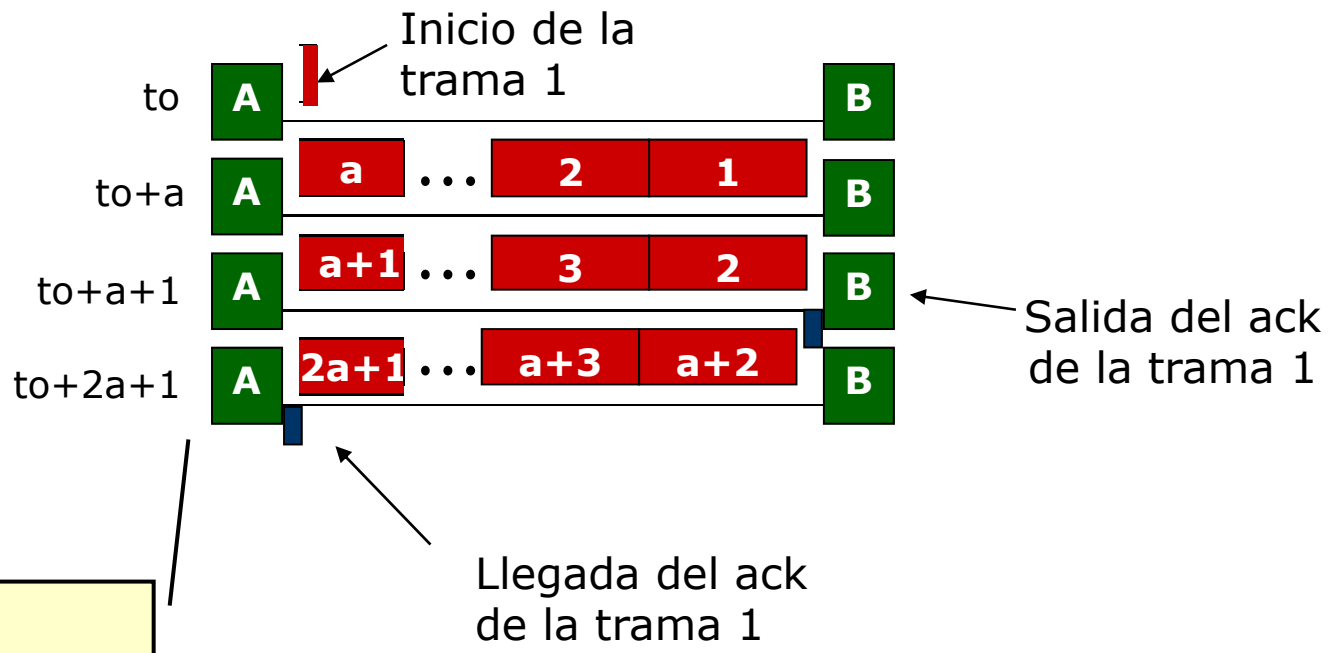
$$T_{total} = 1 + 2a$$

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

4.3.1 Cálculo de prestaciones

$W \geq 1 + 2a$

Ventana Deslizante



$U=1$

4.3.1 Cálculo de prestaciones

| | Utilización |
|---------------------------------|--|
| Parada y Espera | $U = \frac{1}{1 + 2a}$ |
| Confirmación por bloques | $U = \frac{W}{W + 2a}$ |
| Ventana deslizante | $U = \frac{W}{1 + 2a} \quad W < 2a + 1$ $1 \quad W \geq 2a + 1$ |

Resumen

VENTANA DESLIZANTE

Ventana de transmisión: conjunto de números de secuencia de tramas que se podrían enviar en un momento dado sin recibir confirmación de la primera. Ventana de tx avanza conforme llegan reconocimientos de tramas enviadas. Tramas enviadas no reconocidas almacenadas en buffer en tx.

$W \leq 2k-1$, $k \equiv n^{\circ}$ bits número de secuencia

Ventana de recepción: conjunto de tramas que el receptor espera recibir. Trama fuera de la ventana de recepción se descarta.

Piggybacking: Incorporación del reconocimiento en las tramas de datos

Recocimiento RR y RNR (solicita a tx detenga envío de tramas)

$$\begin{array}{l} \text{CONFIRMACIÓN} \\ \text{POR BLOQUES} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} U = \frac{W}{W + 2a} \end{array} \right. \quad \begin{array}{l} \text{VENTANA} \\ \text{DESLIZANTE} \end{array} \left\{ \begin{array}{ll} U = \frac{W}{1 + 2a} & W < 2a + 1 \\ 1 & W \geq 2a + 1 \end{array} \right.$$

Próximo día

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

Próximo día

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 Ventana Deslizante

1. Cálculo de prestaciones

4. **Protocolos de control de errores**

1. ARQ con parada y espera

2. ARQ con GoBack-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