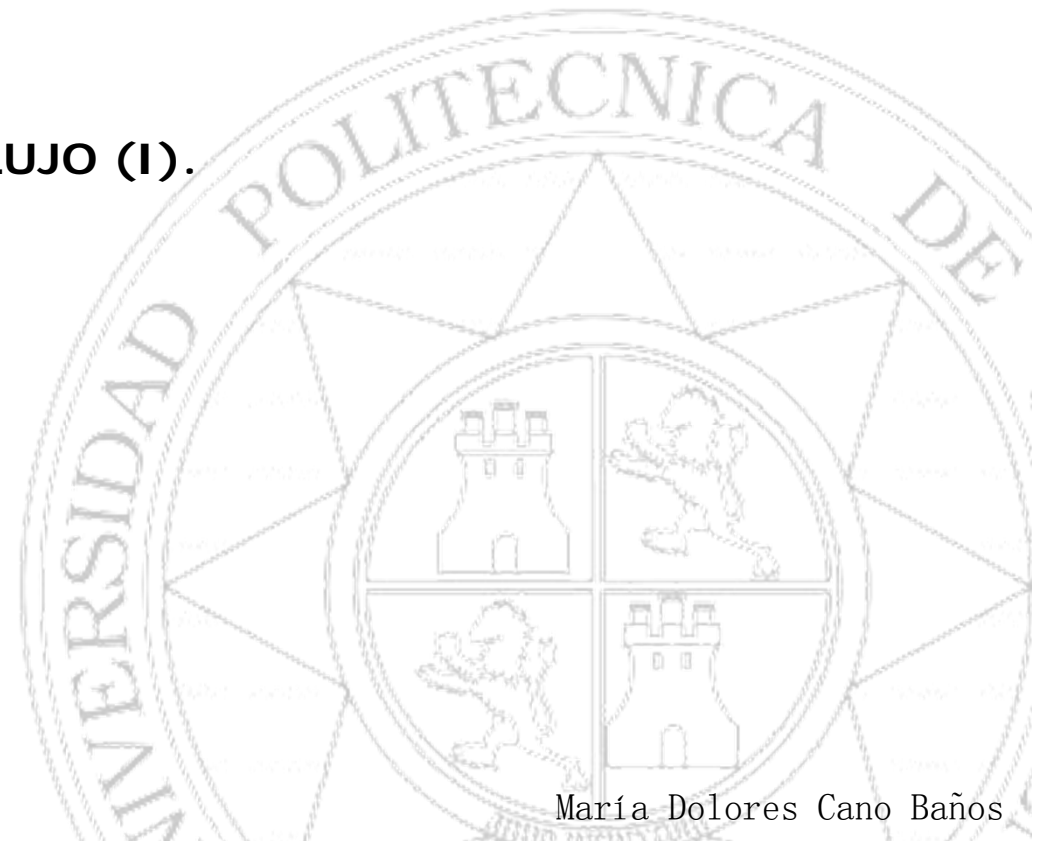


# **BLOQUE IV.**

## **Nivel de enlace de datos**

---

**TÉCNICAS DE CONTROL DE FLUJO (I).**



# 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 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 mediante 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

---

## 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 GoBack-N

#### 3. ARQ con rechazo selectivo

# 4.1 Introducción

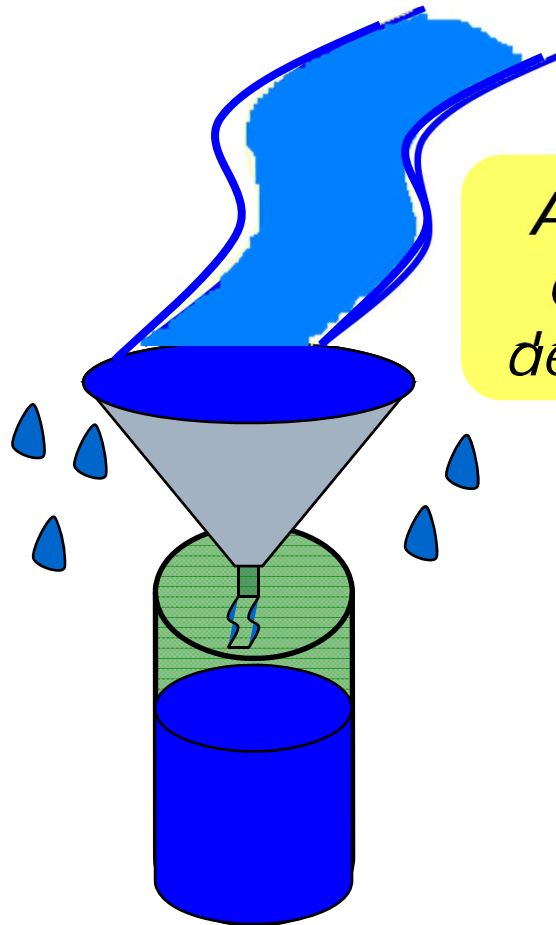
---

## □ Control de flujo:

- **Objetivo** ⇒ **garantizar que la velocidad de transmisión del emisor no va a sobrecargar al receptor**
  - En recepción, las tramas recibidas se almacenan temporalmente hasta que se pueden procesar y enviar al nivel superior (por ejemplo, comprobación de errores)
  - La capacidad de almacenamiento es limitada

# 4.1 Introducción

---



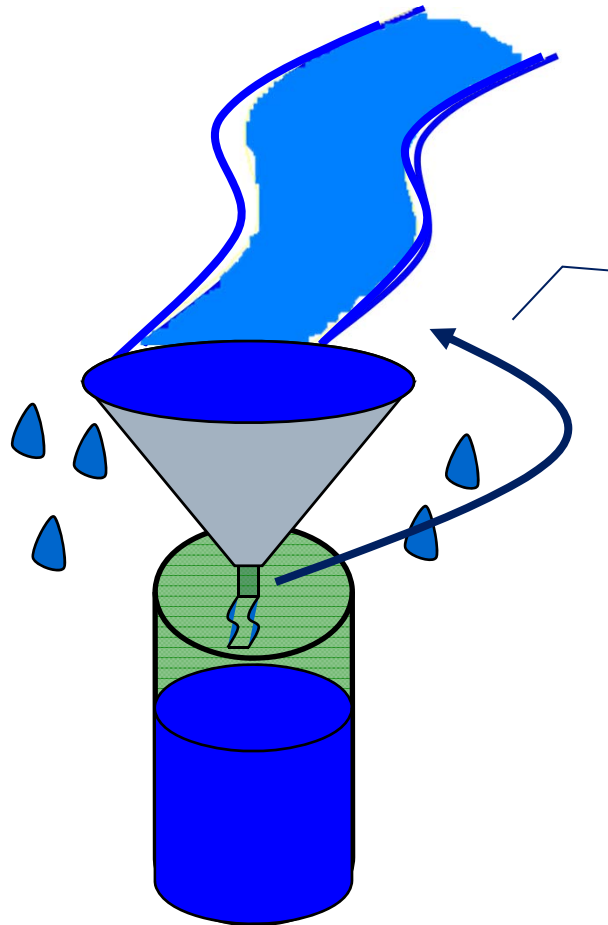
## CONTROL DE FLUJO

*Adaptación de velocidades con el objetivo de evitar que el emisor desborde la capacidad del receptor*



# 4.1 Introducción

---



## CONTROL DE FLUJO

De alguna forma el receptor debe indicar al emisor cuando puede o no enviar una trama nueva

La forma en que esto se haga dará lugar a diferentes protocolos:

- Parada y espera
- Ventana deslizante

# 4.1 Introducción

---

## □ ¿Cómo recuperar tramas perdidas o descartadas?

### **Acuses de recibo o asentimientos** (reconocimiento o confirmación)

- *Acknowledgement*
- Pequeña trama de control
- Receptor informa al transmisor que ha recibido una trama de información.
- Recepción correcta ⇒ acuse de recibo positivo (ACK)
- Recepción incorrecta ⇒ acuse de recibo negativo (NACK)

### **Temporizadores (*timers*)**

- Tiempo máximo que se permite entre el envío de una trama de información y la recepción de su confirmación.
- Si un temporizador expira será indicativo de que una trama se ha perdido y, por tanto, se retransmite

# 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

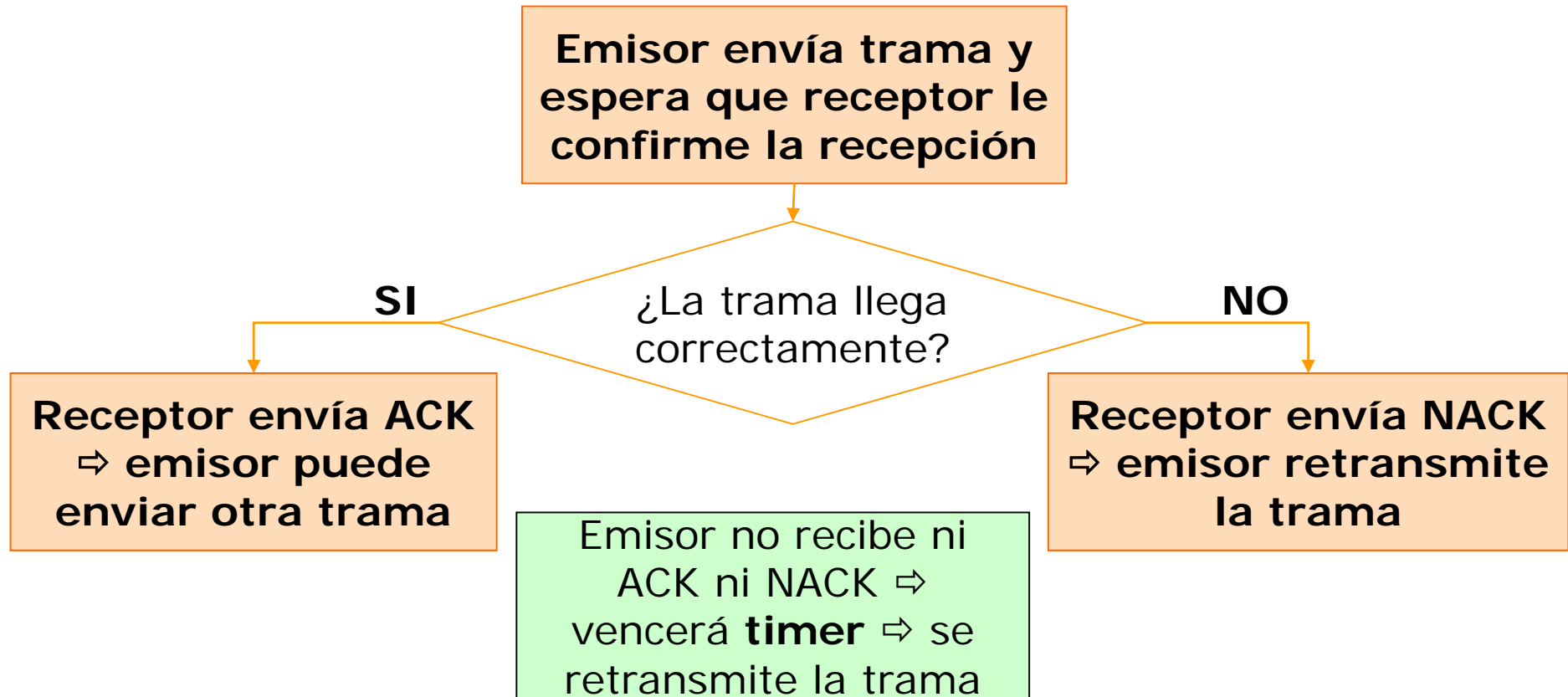
### 4. Protocolos de control de errores

#### 1. ARQ con parada y espera

#### 2. ARQ con GoBack-N

#### 3. ARQ con rechazo selectivo

## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

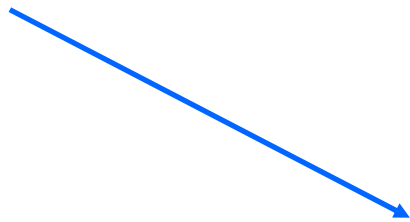


**El receptor controla el flujo de datos mediante el envío o la retención de los reconocimientos.**

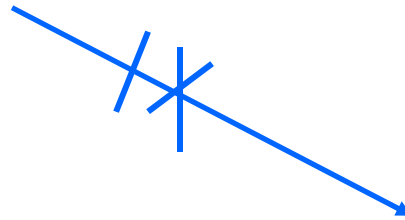
## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

---

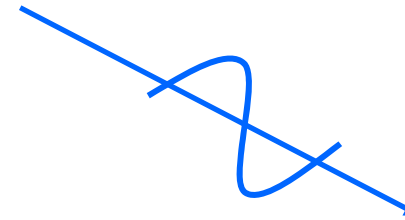
### Símbolos



Trama correcta



Trama perdida

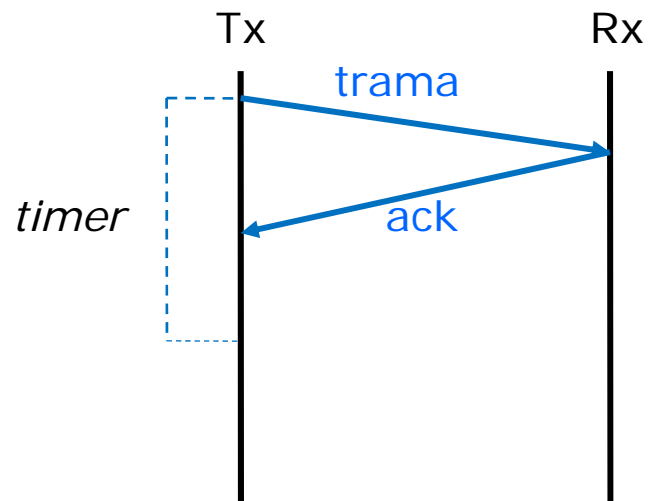


Trama errónea

## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

### ESCENARIOS

- 1 La trama se recibe correctamente y el reconocimiento llega a tiempo

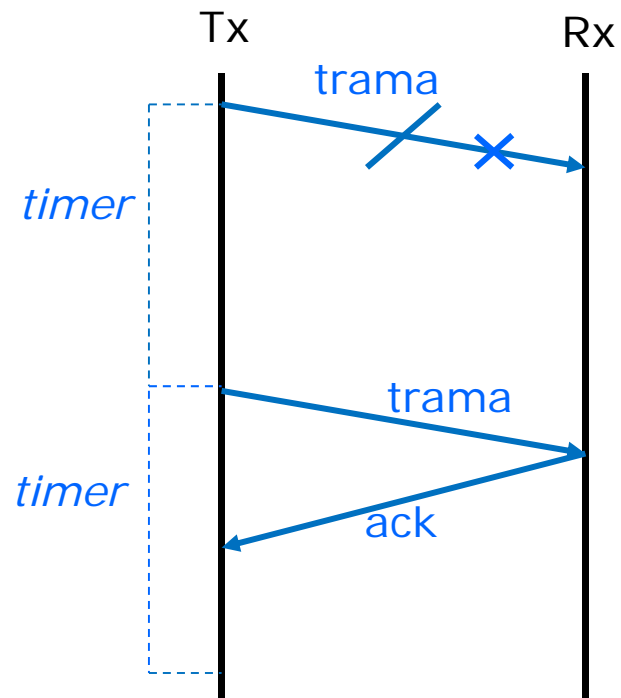


- o Tras la recepción del ACK el emisor puede enviar una trama nueva

## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

### ESCENARIOS

2 La trama se pierde.

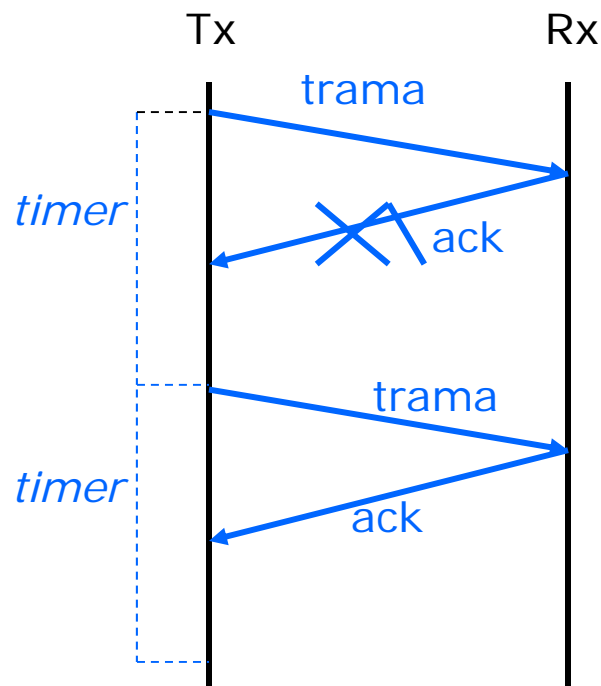


- o Como la trama se pierde el emisor no recibe ningún reconocimiento
- o Vencido el temporizador, se retransmite la trama

## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

### ESCENARIOS

- 3 La trama se recibe correctamente pero el reconocimiento se pierde



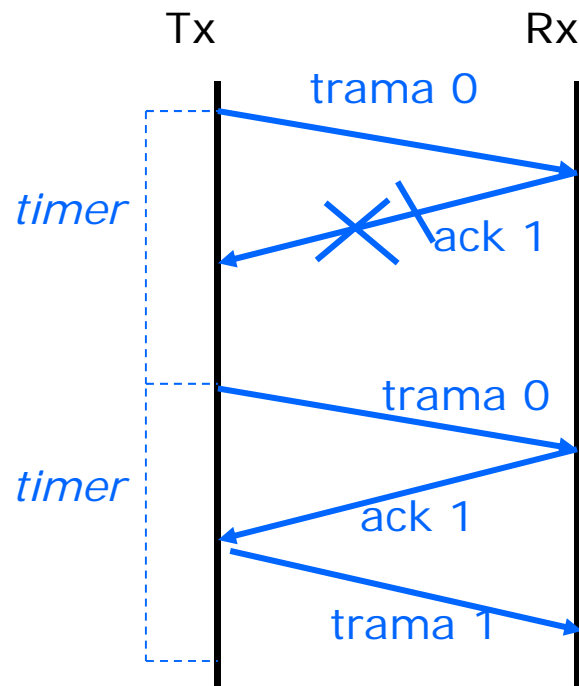
- o La trama llega bien pero se pierde el asentimiento
- o Como el asentimiento no llega, vence el temporizador y el emisor retransmite



## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

### ESCENARIOS

- 3 La trama se recibe correctamente pero el reconocimiento se pierde

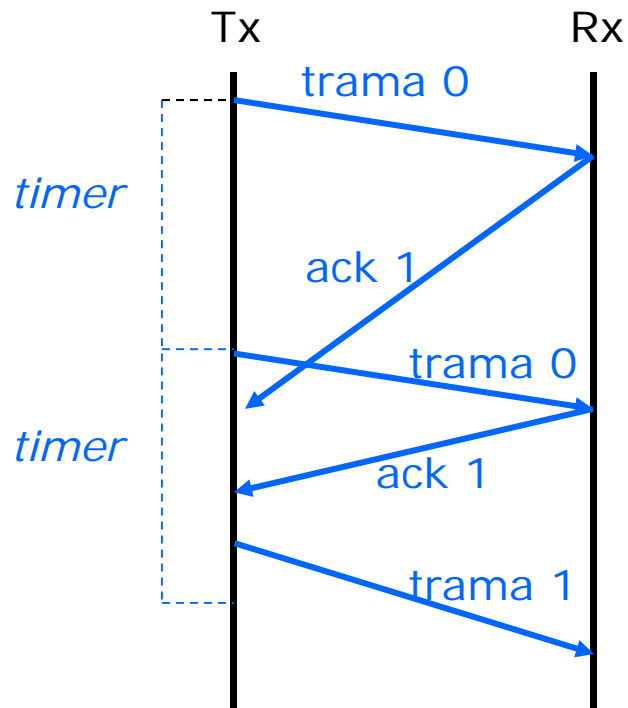


- Se añade un **número de secuencia** a la cabecera de la trama para evitar ambigüedades y que el receptor sea capaz de distinguir entre una trama nueva y una retransmisión

## 4.2 Control de flujo Parada y Espera

### ESCENARIOS

- 4 El temporizador vence antes de que llegue el reconocimiento



- o Aunque la trama ha llegado bien y el reconocimiento también llega bien, como el temporizador ha vencido, el emisor retransmite. Hay que ajustar el *timeout*, para resolver este problema
- o De nuevo, para evitar ambigüedades se añade a las cabeceras un número de secuencia

# 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 GoBack-N

#### 3. ARQ con rechazo selectivo

## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

### Definiciones

#### Tiempo de transmisión

Tiempo que necesita el emisor para enviar una trama completa al medio, desde el primer bit al último bit

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

#### Tiempo de propagación

Tiempo que tarda un bit en llegar desde el emisor al receptor, cubriendo la distancia que los separa

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

## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

### Definiciones

#### Longitud del enlace (bits)

Número de bits presentes en la línea cuando ésta se ocupa completamente con una secuencia de bits

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

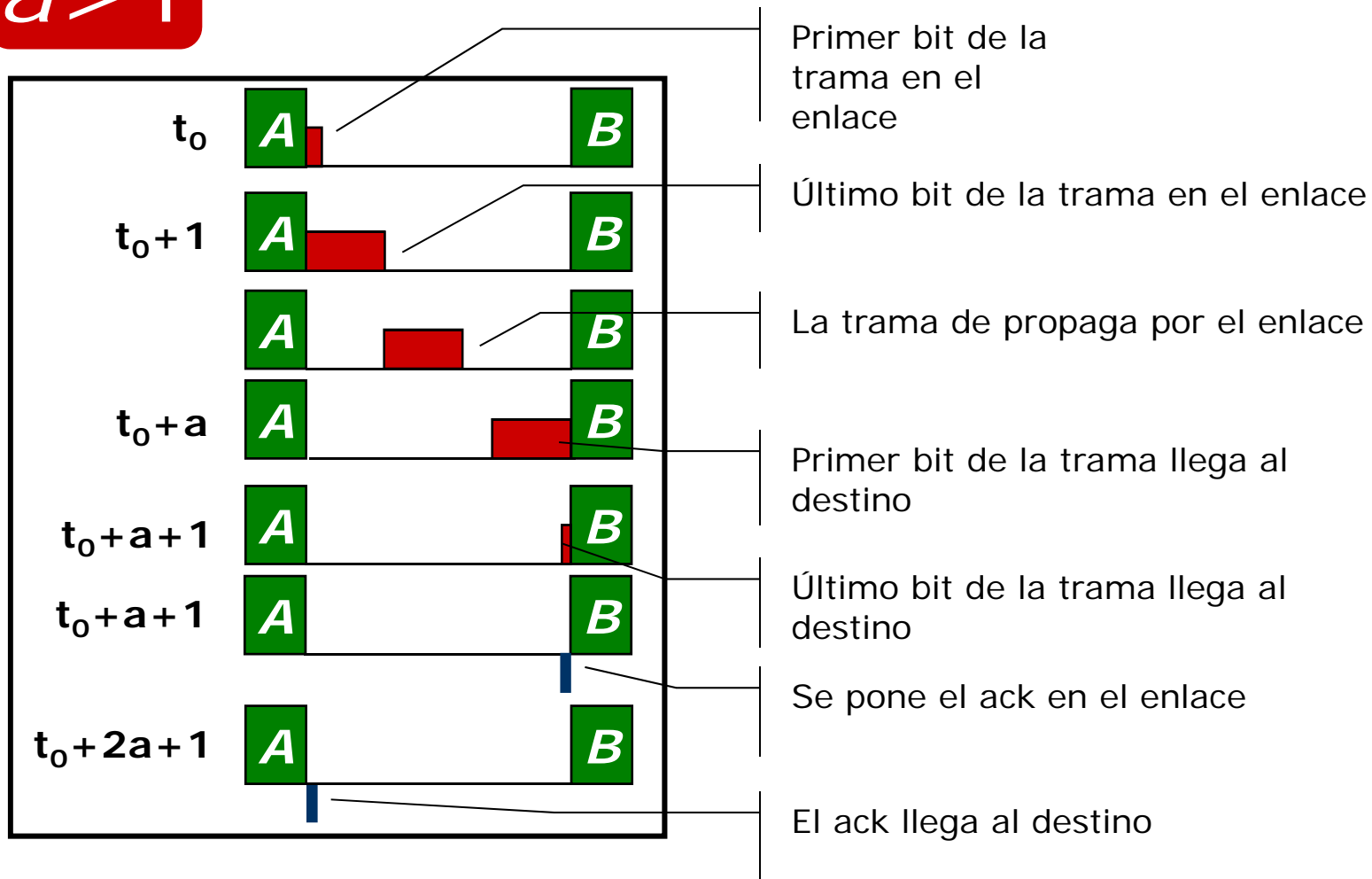
#### Factor a

Relación entre el tiempo de propagación y el tiempo de transmisión

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

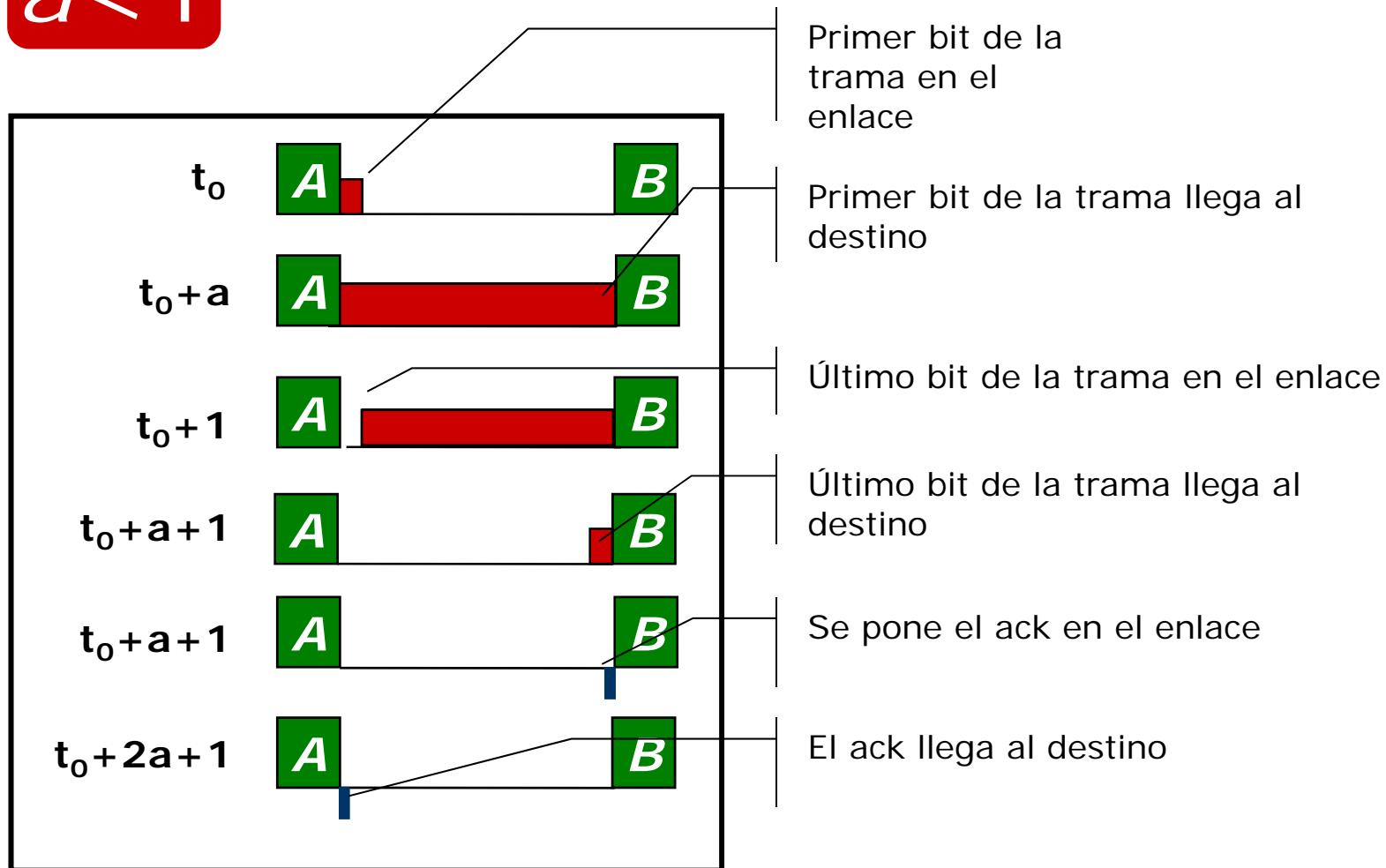
## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

$a > 1$



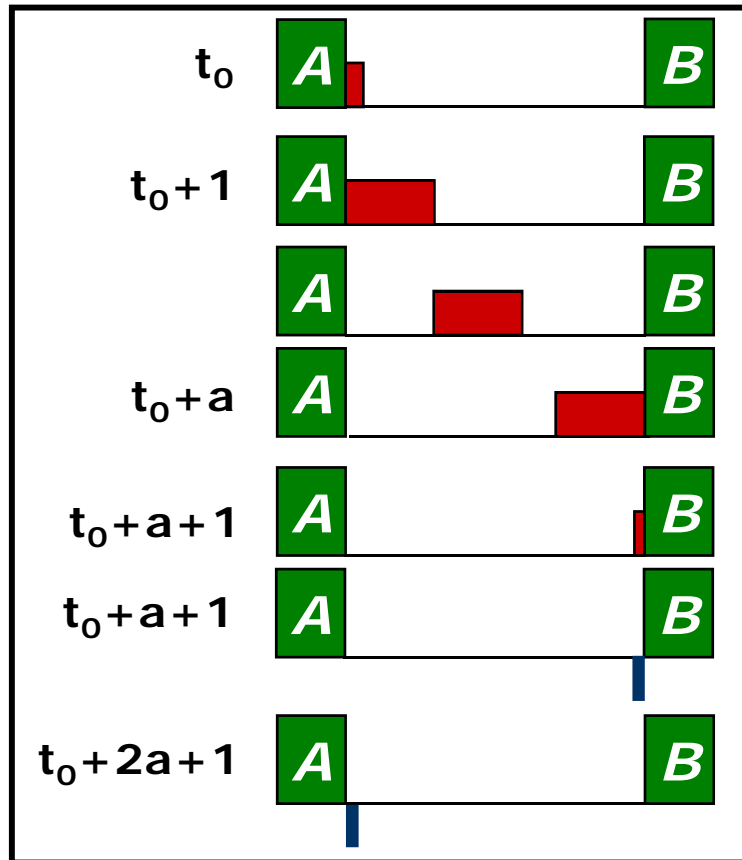
## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

$$a < 1$$

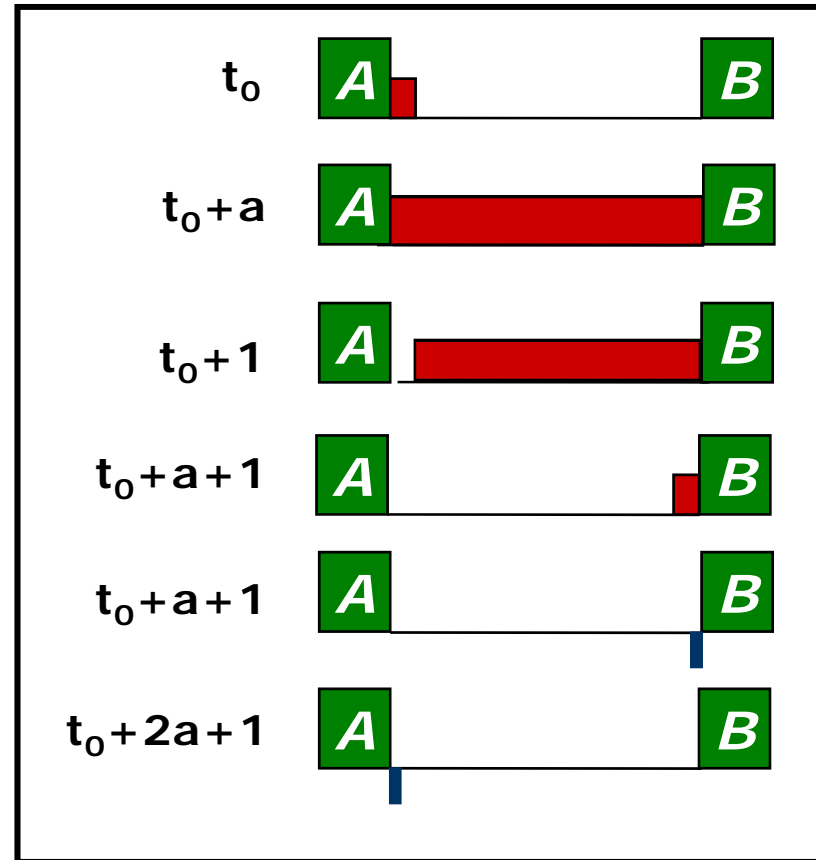


## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

$a > 1$



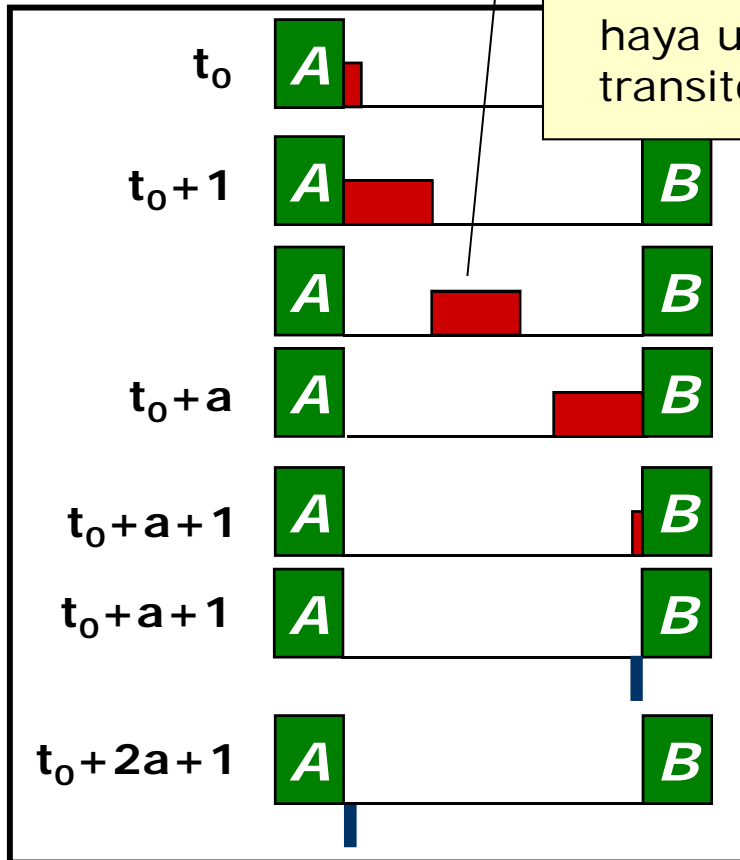
$a < 1$



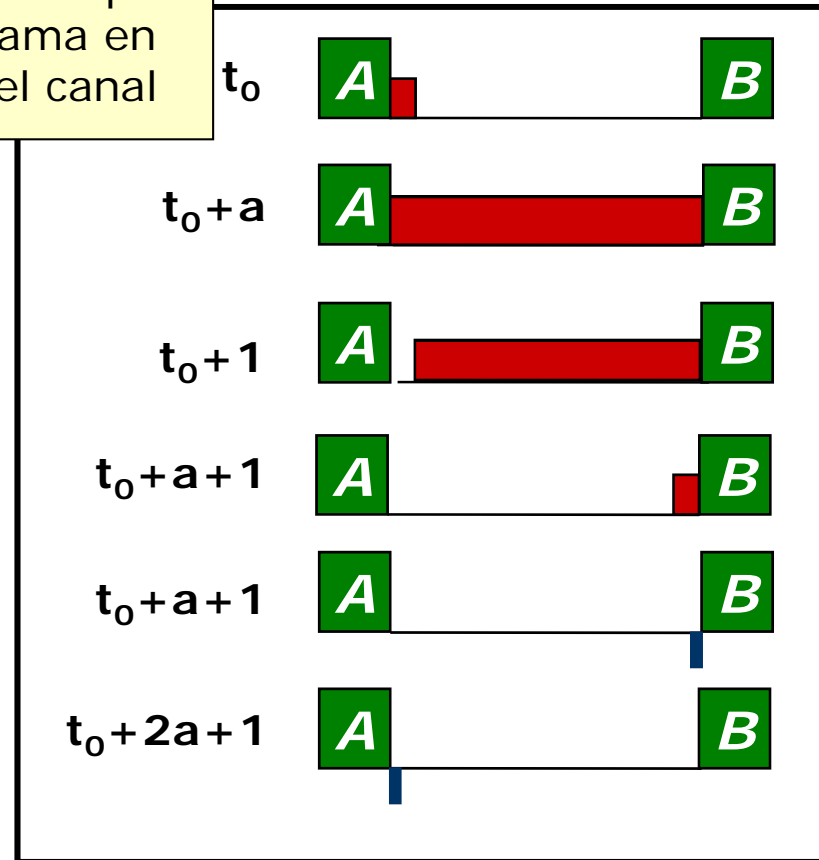


## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

$a > 1$



$a < 1$



Infrautilización // Ineficiencia

## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

---

**Utilización:** mide el porcentaje de tiempo que el canal permanece realmente ocupado con la transmisión de las tramas

$$U = \frac{t_{tx \text{ trama}}}{t_{total}}$$

RESPECTO A  
LA TRAMA

$$U = \frac{t_{tx \text{ datos}}}{t_{total}}$$

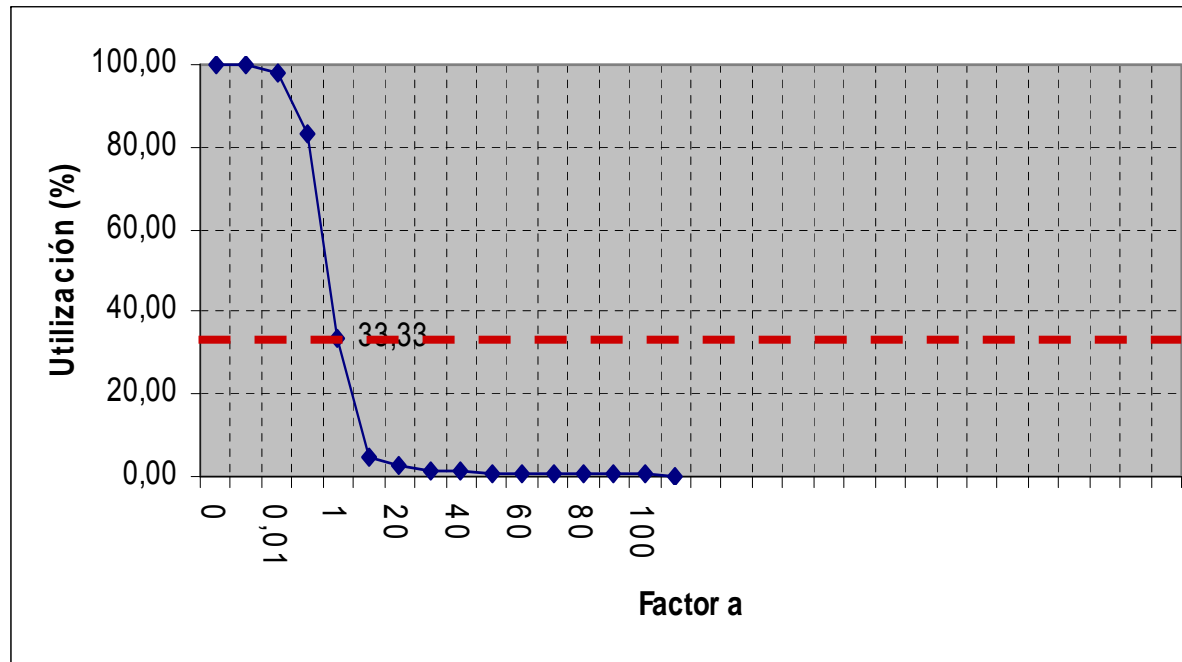
RESPECTO A LA  
INFORMACIÓN

## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

---

## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

$$U_{\text{PARADA Y ESPERA}} = \frac{1}{1 + 2a}$$



$a > 1$   $\Rightarrow$  comunicaciones de alta velocidad, acentuado por largas distancias

$a < 1$   $\Rightarrow$  comunicaciones convencionales con distancias moderadas y velocidades de transmisión bajas

## 4.2.1 Cálculo de prestaciones

---

- $U$  permite obtener la tasa binaria real con la que se puede transmitir y recibir información por un canal, como consecuencia de utilizar determinado protocolo de comunicación
- **Capacidad efectiva: Tasa binaria a la que los bits se desplazan realmente por la línea**

$$C_e = U \times C = U \times V_{tx}$$

# Resumen

**CONTROL DE FLUJO:** garantizar que la velocidad de transmisión del emisor no va a sobrecargar al receptor  $\equiv$  adaptar velocidades

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

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

$$Le = V_{tx} \times \frac{d}{V_{prop}}$$

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

$$U = \frac{t_{tx \text{ trama}}}{t_{total}}$$

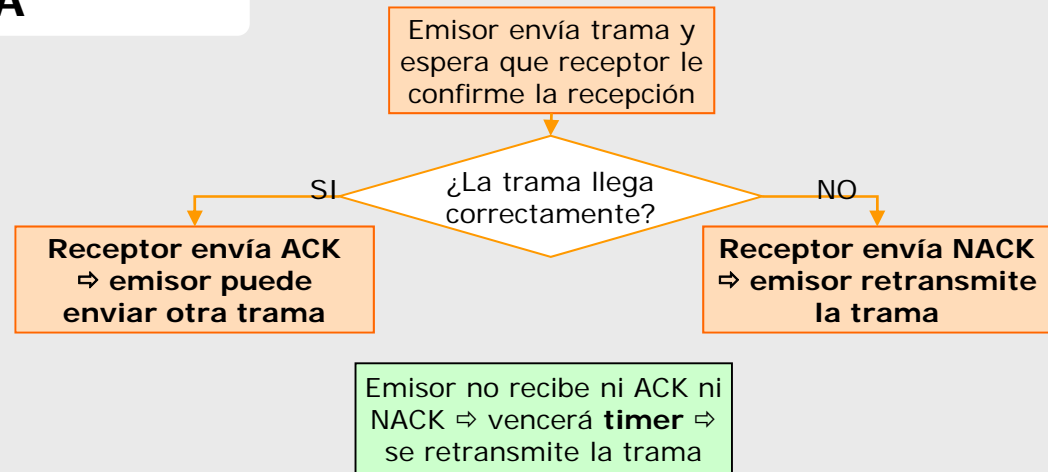
$$U = \frac{t_{tx \text{ datos}}}{t_{total}}$$

$$C_e = U \times C = U \times V_{tx}$$

## PARADA Y ESPERA

- Sólo se permite una trama en tránsito en el canal

$$U_{PARADA Y ESPERA} = \frac{1}{1 + 2a}$$



# 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 mediante 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