

BLOQUE IV.

Nivel de enlace de datos

PROTOCOLOS DE CONTROL DE ACCESO AL MEDIO (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
4. Técnicas de control de flujo y protocolos de control de errores

Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio
6. Direccionamiento
7. Hubs, Puentes y Conmutadores
8. Protocolo STP

Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

6. Direccionamiento

7. Hubs, Puentes y Conmutadores

8. Protocolo STP

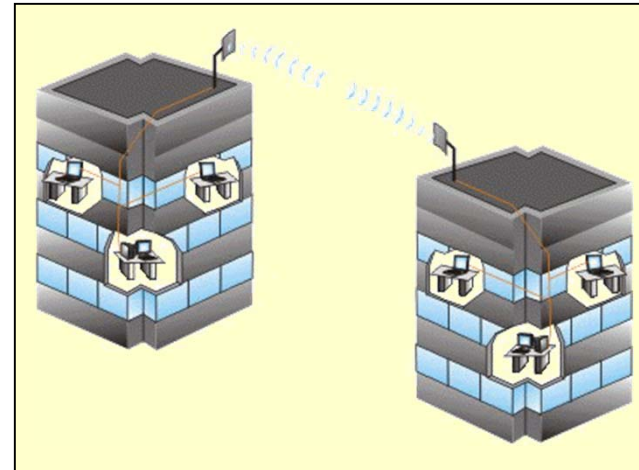
Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

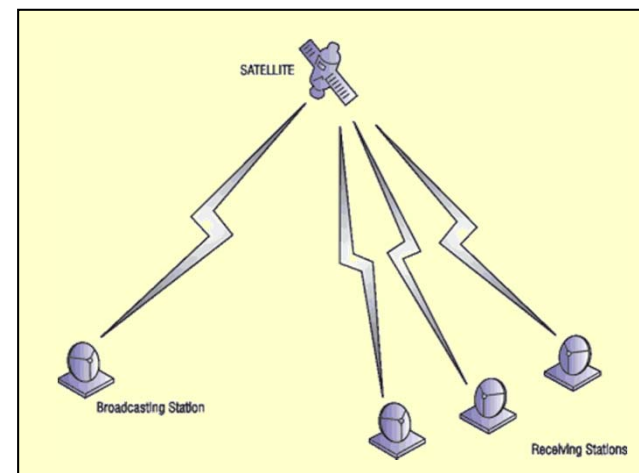
1. Protocolos basados en reservas
2. Protocolos de acceso aleatorio o contención
 1. Aloha ranurado
 2. Aloha puro
 3. CSMA
3. Protocolos basados en turnos
 1. Sondeo
 2. Protocolos basados en paso de testigo

5. Protocolos de control de acceso al medio

- Redes de conmutación:
 - Enlaces punto a punto
 - Un solo emisor – Un solo receptor



- Redes de difusión:
 - Enlaces *broadcast*
 - Múltiples emisores y múltiples receptores, todos ellos conectados a un único canal compartido



5. Protocolos de control de acceso al medio



VIDEO A



VIDEO B

¿Por qué no se entienden?

¿Por qué no es posible la comunicación?

¿Qué diferencias observas?

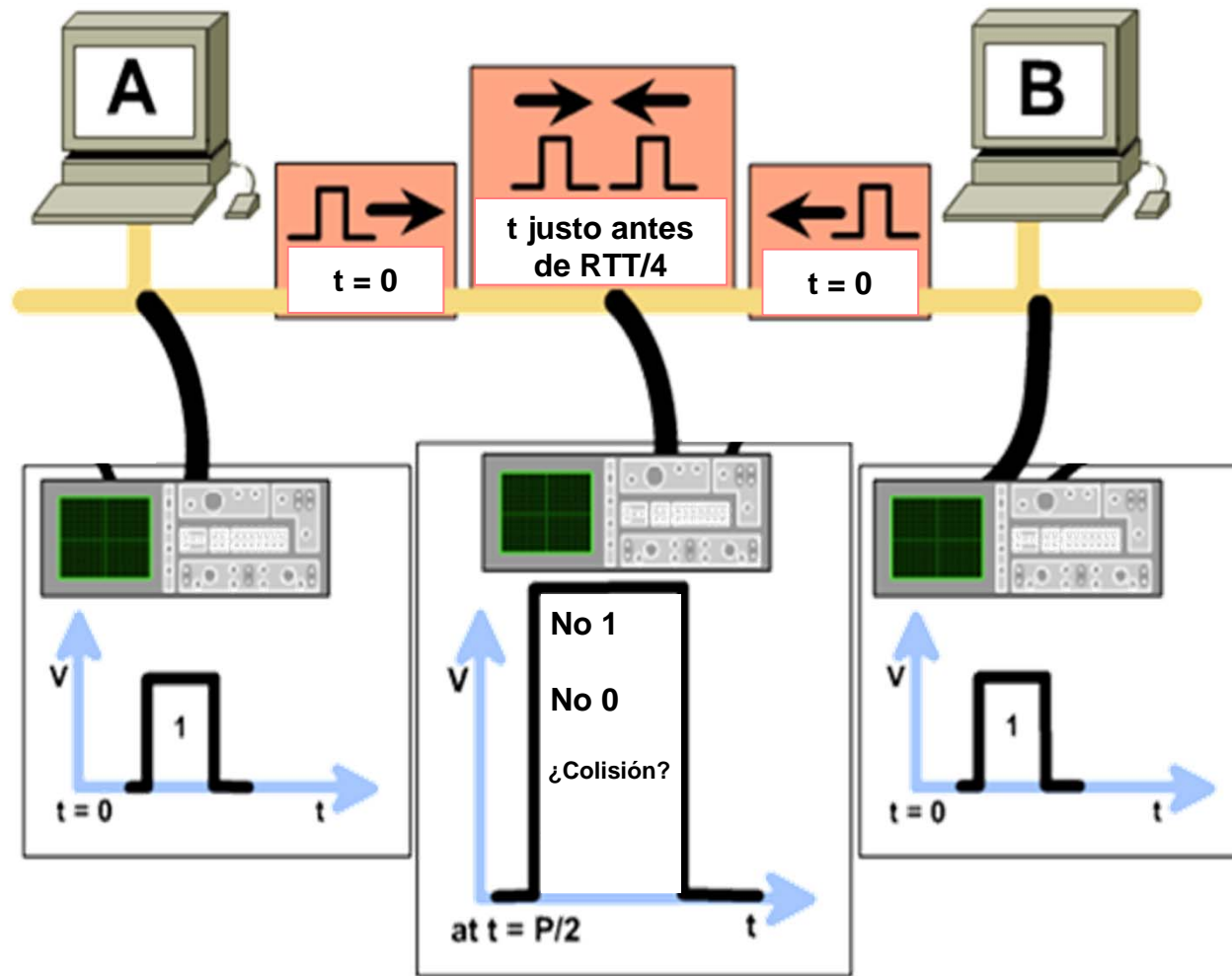
5. Protocolos de control de acceso al medio

□ Colisión:

- Si dos o más nodos envían una trama al canal de comunicaciones al mismo tiempo ⇒ **colisión**
- La posible información recibida por los demás nodos carece de sentido
- Todas las tramas implicadas en una colisión se pierden
- Se desaprovecha el canal durante el intervalo de tiempo que dure la colisión



5. Protocolos de control de acceso al medio



5. Protocolos de control de acceso al medio

- Mecanismos que decidan:
 - ¿Quién puede transmitir?
 - ¿Cuándo puede transmitir?

**Mecanismos de control de
acceso al medio**

5. Protocolos de control de acceso al medio

Mecanismos de control de acceso al medio



- Cuando sólo uno de los nodos de la red tiene información que enviar, debería poder hacerlo a la máxima tasa permitida por el canal (R bps)
- Cuando son M los que tienen datos que enviar, en media, cada uno de ellos, debería poder alcanzar una tasa de R/M bps
- Protocolos descentralizados \Rightarrow no hay estaciones maestras, cuya caída implique la caída del sistema
- Protocolos simples, sencillos de implementar

5. Protocolos de control de acceso al medio



Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

1. Protocolos basados en reservas

2. Protocolos de acceso aleatorio o contención

1. Aloha ranurado

2. Aloha puro

3. CSMA

3. Protocolos basados en turnos

1. Sondeo

2. Protocolos basados en paso de testigo

5.1 Protocolos basados en reservas

TDM

- No hay colisiones
- El ancho de banda del canal se reparte equitativamente entre todos los usuarios (sólo M usuarios a R/M bps)
- No se aprovechan los silencios

FDM

- No hay colisiones
- El ancho de banda del canal se reparte equitativamente entre todos los usuarios (sólo M)
- Independientemente de que transmitan o no

CDMA

- Varios nodos transmiten de forma simultánea (no se considera que haya colisiones) siempre y cuando utilicen códigos diferentes y ortogonales entre sí
- Las señales de los otros nodos se ven como interferencias en la línea

Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

1. Protocolos basados en reservas

2. Protocolos de acceso aleatorio o contención

1. Aloha ranurado

2. Aloha puro

3. CSMA

3. Protocolos basados en turnos

1. Sondeo

2. Protocolos basados en paso de testigo

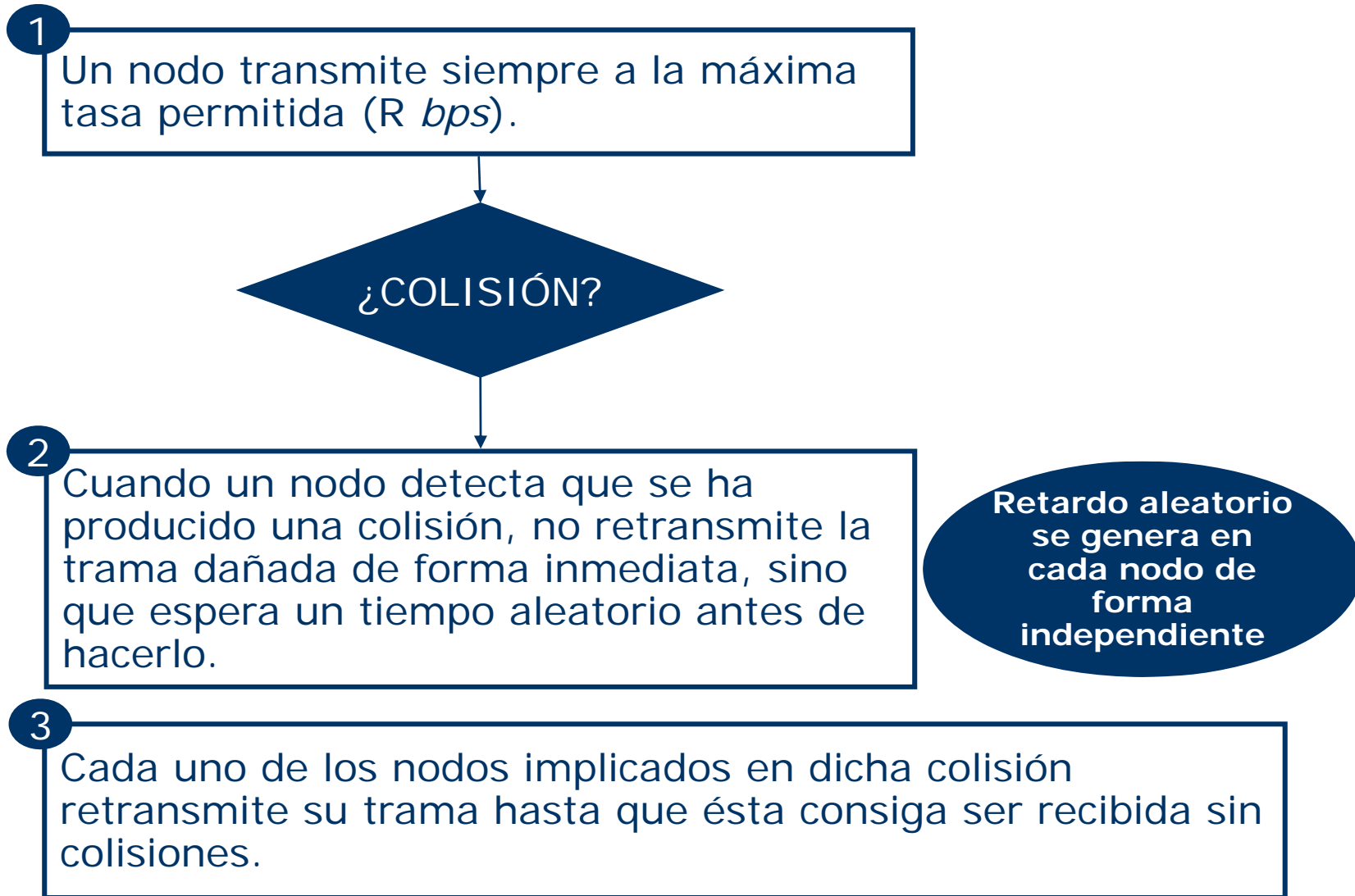
5.2 Protocolos de acceso aleatorio

- **Acceso aleatorio** \equiv no existe un tiempo predecible para que las estaciones transmitan

- **Contención** \equiv las estaciones compiten entre sí para conseguir el acceso al medio

- El protocolo debe especificar
 - Cómo detectar las colisiones
 - Cómo recuperarse de las colisiones

5.2 Protocolos de acceso aleatorio



Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

1. Protocolos basados en reservas

2. Protocolos de acceso aleatorio o contención

1. Aloha ranurado

2. Aloha puro

3. CSMA

3. Protocolos basados en turnos

1. Sondeo

2. Protocolos basados en paso de testigo

5.2.1 Aloha ranurado

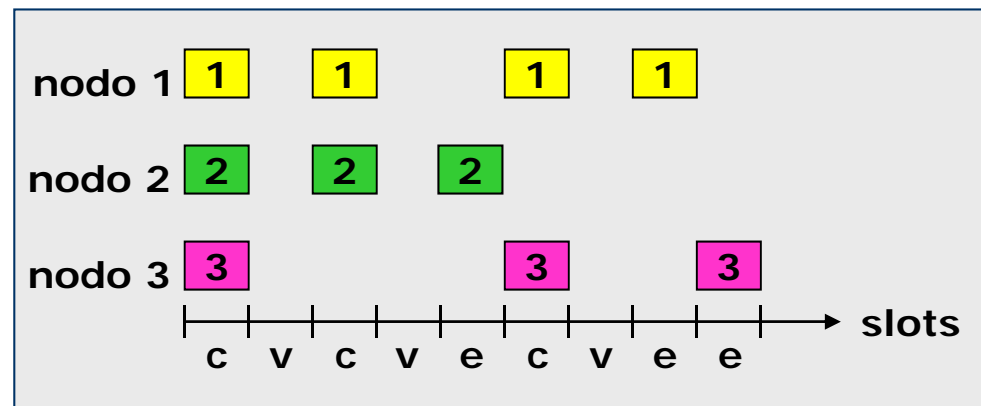
□ Suposiciones:

- Velocidad de transmisión en el canal $\Rightarrow R$ (bps)
- Todas las tramas tienen la misma longitud $\Rightarrow L$ (b)
- El tiempo se divide en ranuras temporales de longitud L/R segundos \Rightarrow en cada ranura se puede enviar una trama completa
- Los nodos siempre empiezan a transmitir al principio de una ranura temporal
- Todos los nodos están sincronizados, saben en qué momento empieza cada una de las ranuras temporales
- Si dos o más tramas colisionan, todos los nodos implicados detectan la colisión antes de que termine la ranura temporal en que se comenzó la transmisión
- p es la probabilidad de transmitir en el siguiente intervalo de tiempo

5.2.1 Aloha ranurado

□ Funcionamiento:

- Cuando un nodo tiene una trama que enviar, espera hasta la siguiente ranura temporal y transmite
- Si no hay colisiones, la trama llegará correctamente ⇒ el nodo no debe preocuparse de su retransmisión
- Si se produce una colisión
 - El nodo emisor la detectará antes de que acabe el *slot*
 - El nodo espera un tiempo aleatorio y retransmite la trama en el siguiente *slot*, hasta que la trama se reciba sin colisiones



5.2.1 Aloha ranurado

CARACTERÍSTICAS

- ❑ Sencillo
- ❑ Si un nodo es el único que transmite, podrá hacerlo a la tasa máxima que permita el canal
- ❑ Es un mecanismo bastante descentralizado, cada nodo es capaz de:
 - Detectar si se ha producido o no una colisión
 - Decidir, de forma independiente, si puede o no retransmitir
- ❑ Es necesario que todos los nodos estén sincronizados
- ❑ Funciona bien, cuando sólo hay un nodo activo

5.2.1 Aloha ranurado

CARACTERÍSTICAS

- ❑ Cuando hay más de uno activo parte de las ranuras se “perderán” o “malgastarán”
 - A causa de las colisiones
 - Por quedarse vacías
- ❑ Los únicos *slots* que no se van a perder serán aquellos en los que intente transmitir un solo nodo
- ❑ La eficiencia vendrá dada por la razón entre el número de *slots* con éxito y el número total de ranuras a lo largo del tiempo
- ❑ Con ALOHA ranurado para un número grande de nodos con muchas tramas que transmitir, se consigue como mucho una eficiencia del 37% ($1/e$)

Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

1. Protocolos basados en reservas

2. Protocolos de acceso aleatorio o contención

1. Aloha ranurado

2. Aloha puro

3. CSMA

3. Protocolos basados en turnos

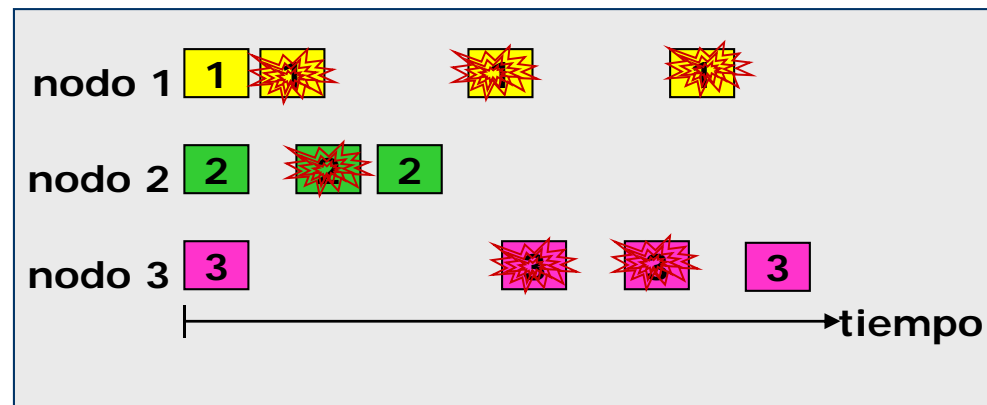
1. Sondeo

2. Protocolos basados en paso de testigo

5.2.2 Aloha puro

□ Funcionamiento:

- En cuanto un nodo tiene una trama que transmitir, la envía inmediatamente al canal
- Si la trama colisiona con otras tramas \Rightarrow el nodo emisor volverá a retransmitir la trama transcurrido un tiempo aleatorio



5.2.2 Aloha puro

CARACTERÍSTICAS

- Sencillo
- Si un nodo es el único que transmite, podrá hacerlo a la tasa máxima que permita el canal
- No requiere sincronización de todos los nodos
- Es un mecanismo totalmente descentralizado, cada nodo es capaz de detectar si se ha producido o no una colisión
- Funciona bien, cuando sólo hay un nodo activo
- La eficiencia ($1/2e$) es menor que en Aloha ranurado ($1/e$)

Contenidos

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

1. Protocolos basados en reservas

2. Protocolos de acceso aleatorio o contención

1. Aloha ranurado

2. Aloha puro

3. CSMA

3. Protocolos basados en turnos

1. Sondeo

2. Protocolos basados en paso de testigo

5.2.3 CSMA

- Tanto en ALOHA como en ALOHA ranurado
 - La decisión que toma un nodo de transmitir o no se escoge independientemente de la actividad del resto de los nodos que comparten el canal *broadcast*
- En particular
 - Un nodo ni presta atención a si hay algún otro nodo transmitiendo cuando él va a transmitir
 - Ni deja de transmitir si otro de los nodos empieza a interferir en su transmisión

5.2.3 CSMA

Escuchar antes de hablar

Si alguien más está hablando, esperar hasta que termine

DETECCIÓN DE PORTADORA
(*carrier sense*)

Un nodo escucha el canal antes de empezar a transmitir

Si hay otro nodo transmitiendo \Rightarrow espera un intervalo de tiempo de duración aleatoria (*backoff*)

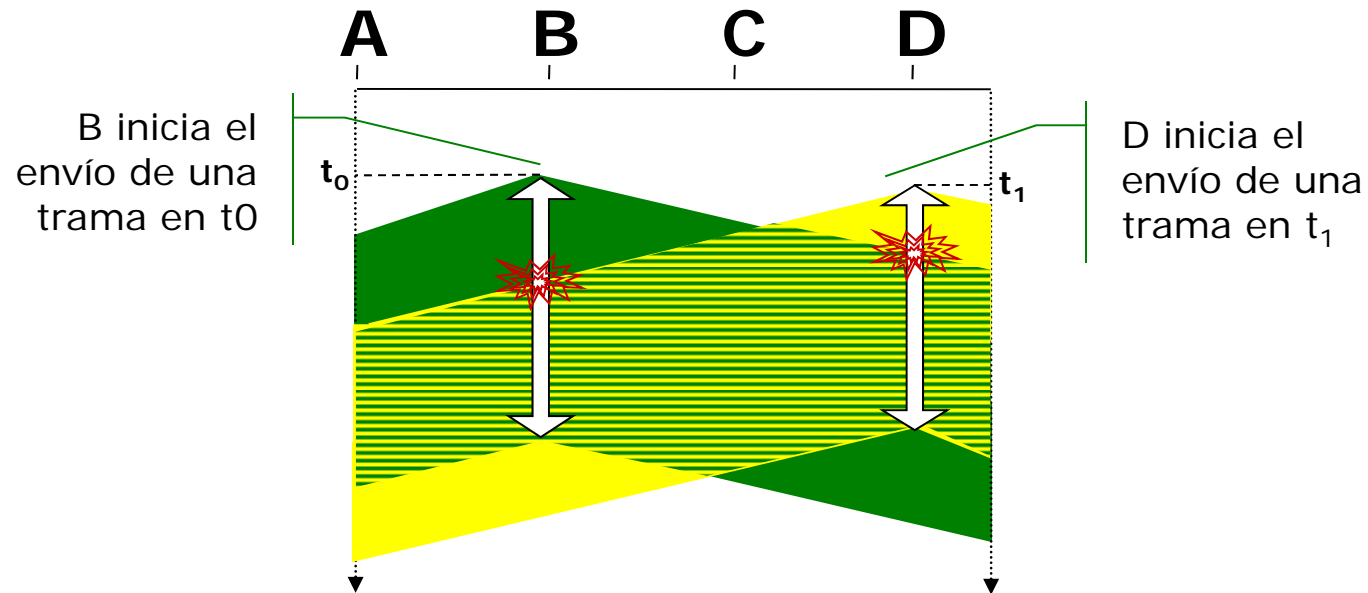
Tras el *backoff* vuelve a escuchar el canal

Si el canal está vacío, empieza a transmitir, si no vuelve a esperar un *backoff* antes de volver a escuchar el canal

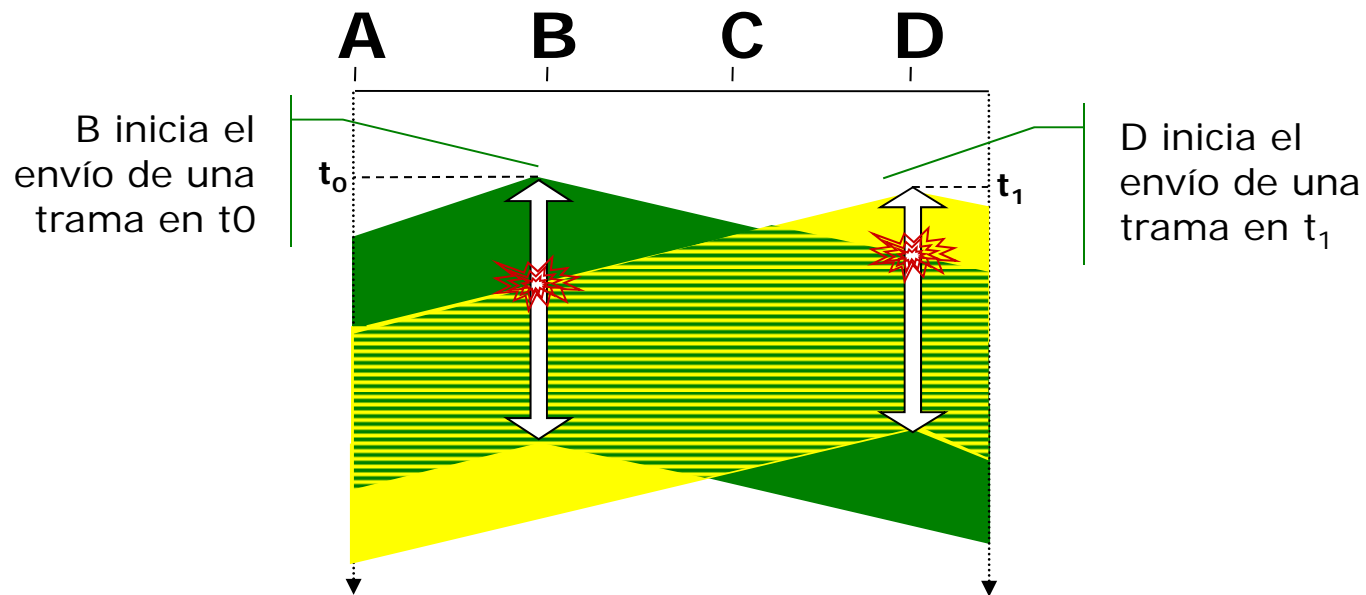
Y así sucesivamente hasta que pueda transmitir

5.2.3 CSMA

...pero si todos escuchan el canal, ¿por qué hay colisiones?



5.2.3 CSMA



...conforme mayor sea el retardo de propagación más probabilidad de que un nodo no escuche la transmisión iniciada por otro nodo

5.2.3 CSMA

No hablar a la vez

Si alguien empieza a hablar al mismo tiempo dejar de hablar

DETECCIÓN DE COLISIÓN
(collision detection)

Un nodo que está transmitiendo, sigue atento al canal mientras transmite

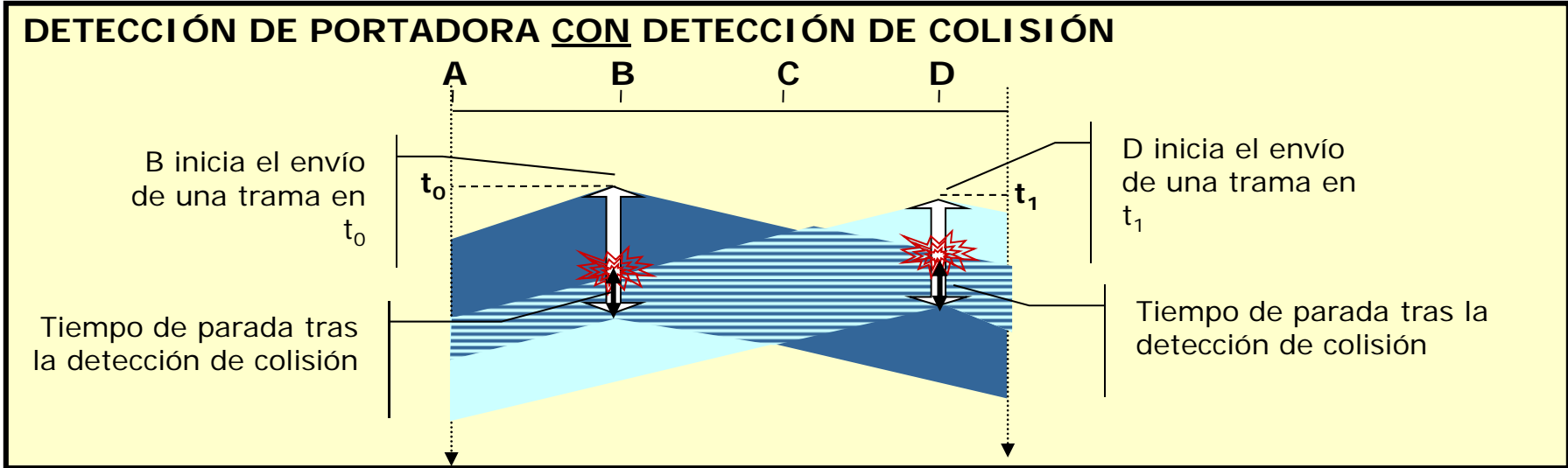
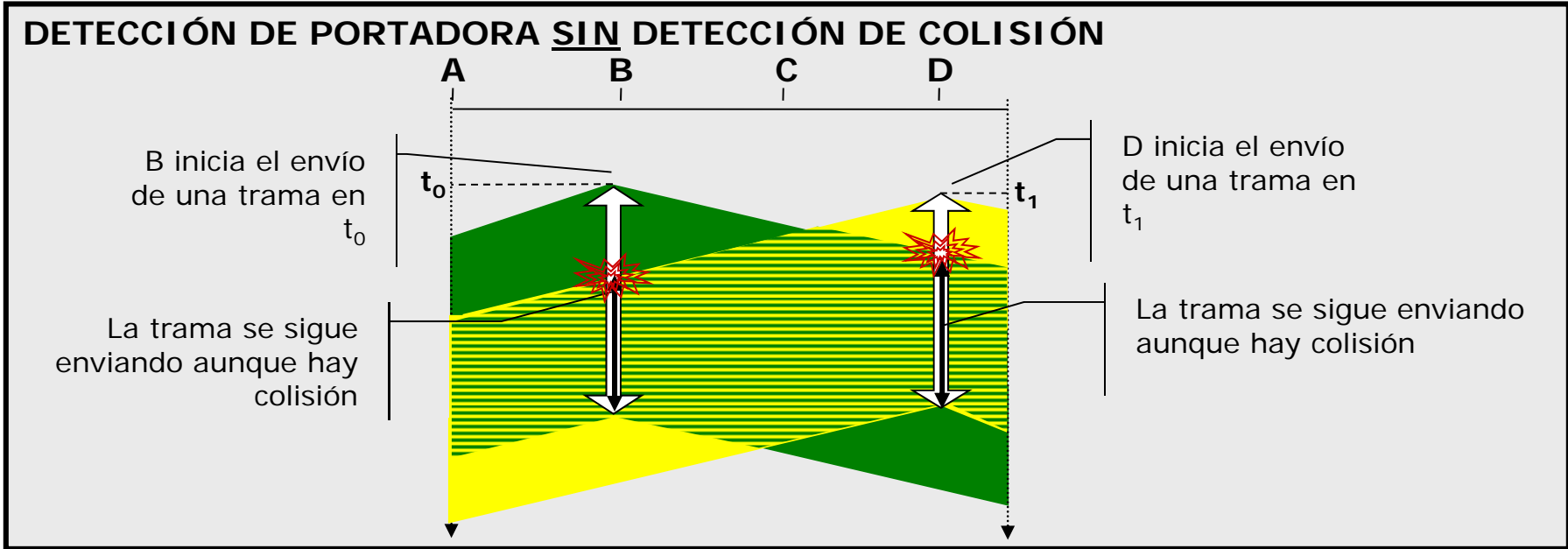
Si detecta que otro nodo empieza a transmitir, interfiriendo en su trama, deja de transmitir

Emplea algún protocolo que le permita determinar cuando iniciar la retransmisión de su trama

5.2.3 CSMA

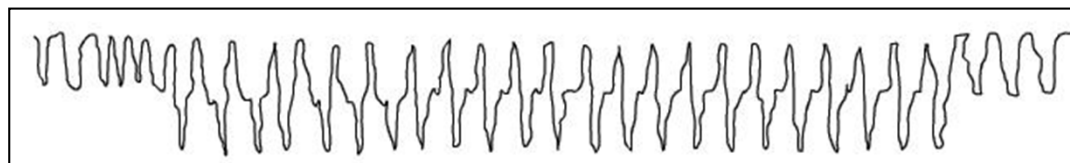
- Si se añade la norma de detección de colisión al protocolo de acceso múltiple → conseguimos una mejora en las prestaciones de dicho protocolo
 - No se transmiten por completo las tramas ya dañadas (inútiles)
- La capacidad desaprovechada en CSMA/CD se reduce al tiempo que se tarda en detectar la colisión
 - Este tiempo no es mayor que dos veces el retardo de propagación extremo a extremo

5.2.3 CSMA



5.2.3 CSMA

- Las colisiones pueden detectarse comparando la potencia o el ancho de pulso de la señal recibida con el de la señal transmitida
- Es importante darse cuenta de que la detección de colisiones es un proceso analógico
- El *hardware* de la estación debe escuchar el cable mientras transmite
 - Si lo que lee es distinto de lo que puso en él, sabe que está ocurriendo una colisión
- La codificación de la señal debe permitir que se detecten colisiones (por ejemplo, una colisión de dos señales de 0 voltios podría ser imposible de detectar) ⇒ por lo general se usa una codificación especial

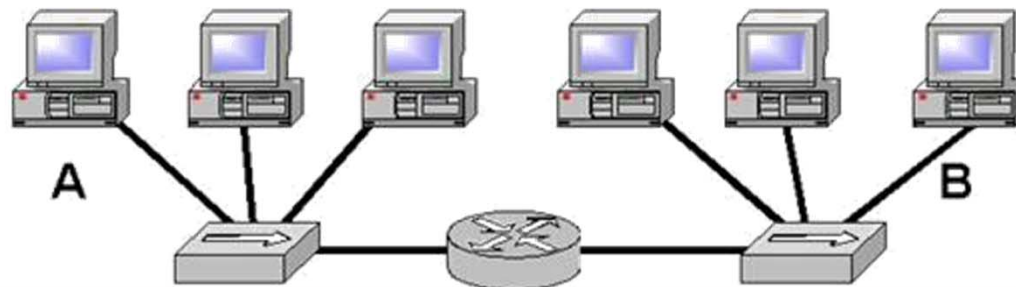


COLISIÓN EN
ETHERNET

5.2.3 CSMA

CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet

- ❑ Los nodos de una red Ethernet se conectan a través de un canal *broadcast*, de tal forma que cuando uno de los adaptadores de red (tarjeta de red) transmite una trama, todos los nodos de la red reciben dicha trama
- ❑ Un adaptador puede empezar a transmitir en cualquier instante de tiempo \Rightarrow tiempo no se divide en ranuras
- ❑ Un adaptador no transmite nunca una trama si al escuchar el canal observa que éste está ocupado (***detección de portadora***)



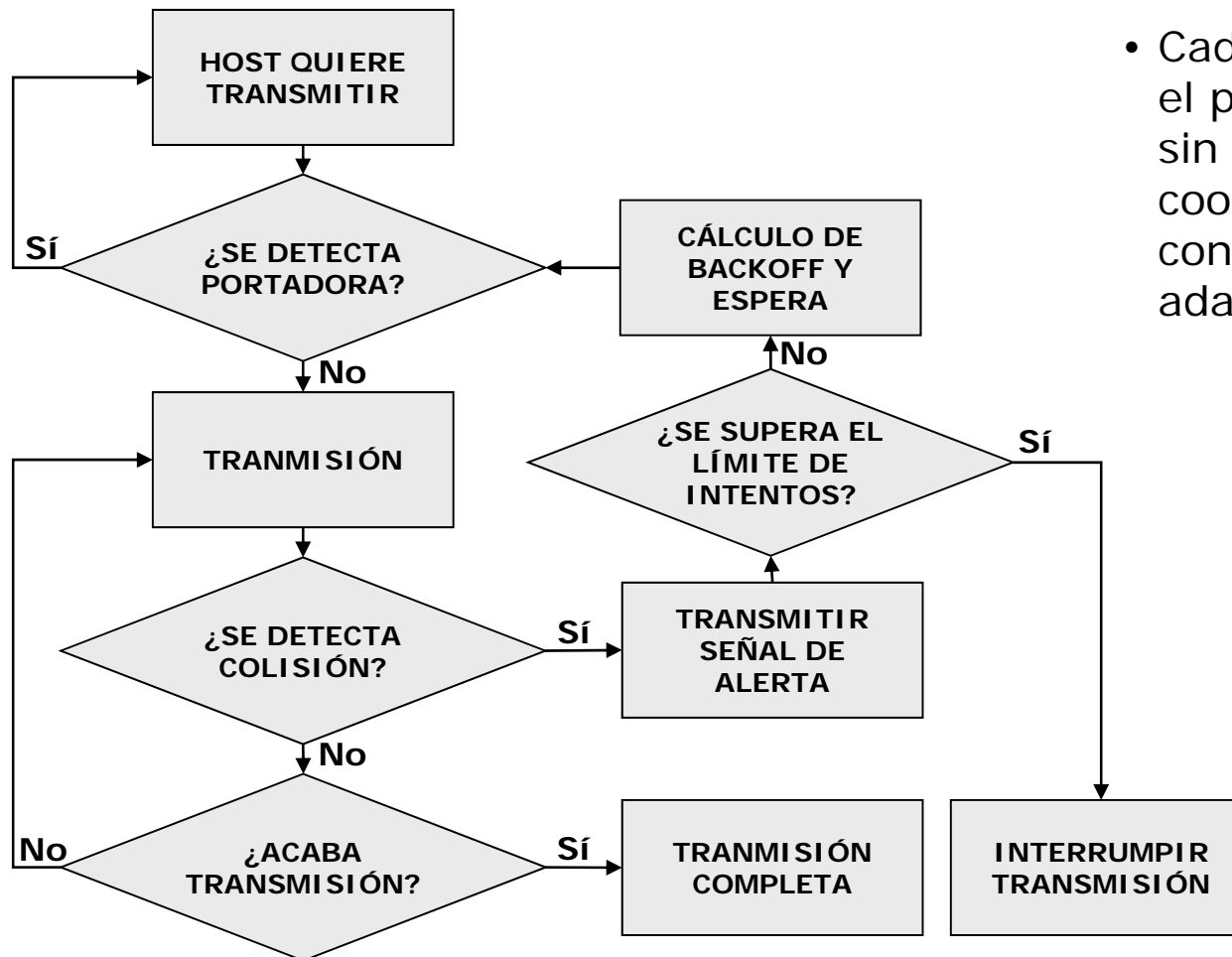
5.2.3 CSMA

CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet

- ❑ Un adaptador interrumpe su transmisión en cuanto detecta que otro adaptador también está transmitiendo (***detección de colisión***)
- ❑ Antes de intentar retransmitir, el adaptador espera un tiempo aleatorio, típicamente menor que el tiempo que dura la transmisión de una trama
- ❑ Para saber si el canal está vacío, o si se produce una colisión, el adaptador mide los niveles de tensión antes y durante la transmisión
- ❑ Si el retardo de propagación máximo entre estaciones es suficientemente pequeño, la eficiencia de CSMA/CD está próxima al 100%

5.2.3 CSMA

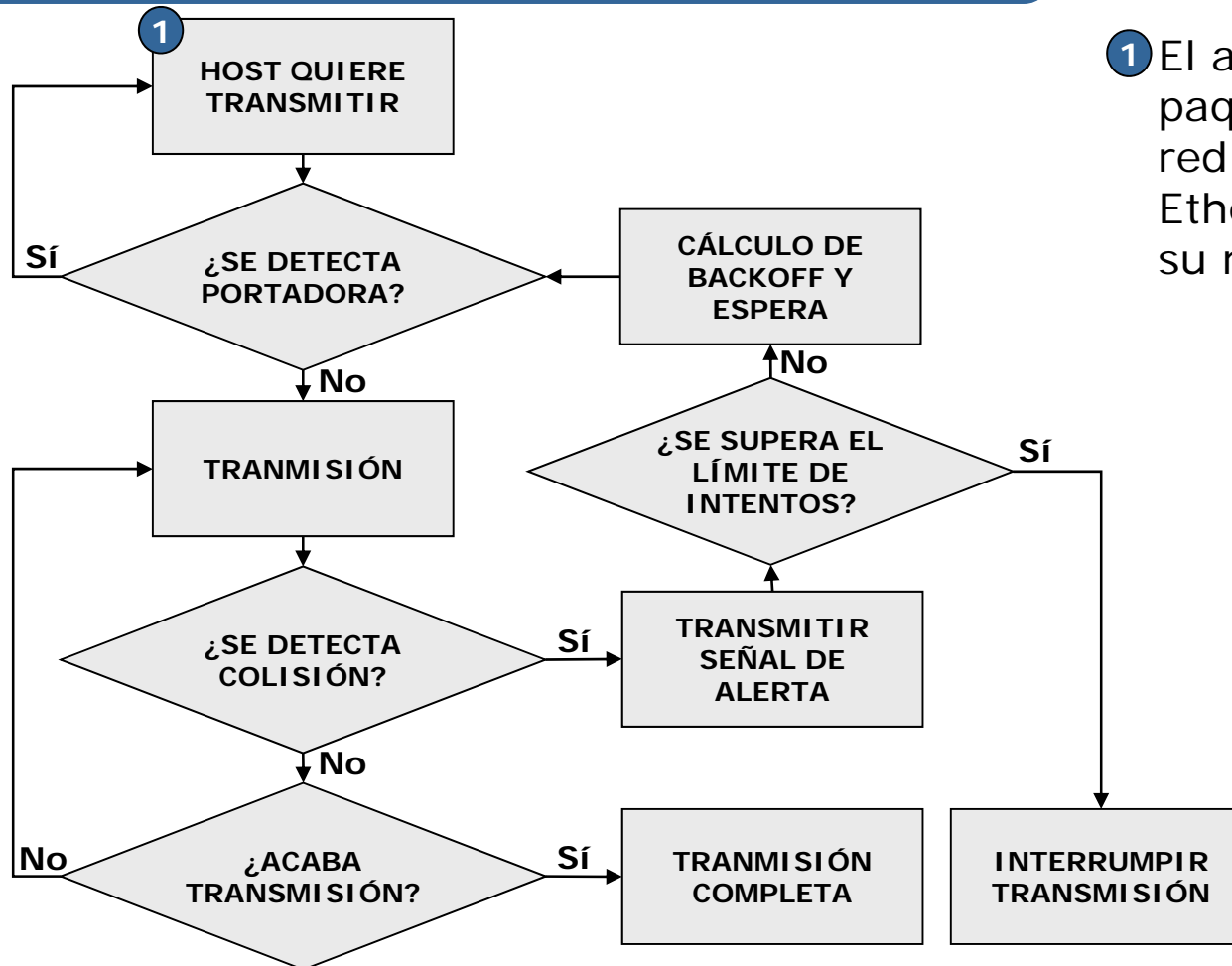
CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



- Cada adaptador ejecuta el protocolo CSMA/CD sin necesidad de una coordinación explícita con los otros adaptadores de la red

5.2.3 CSMA

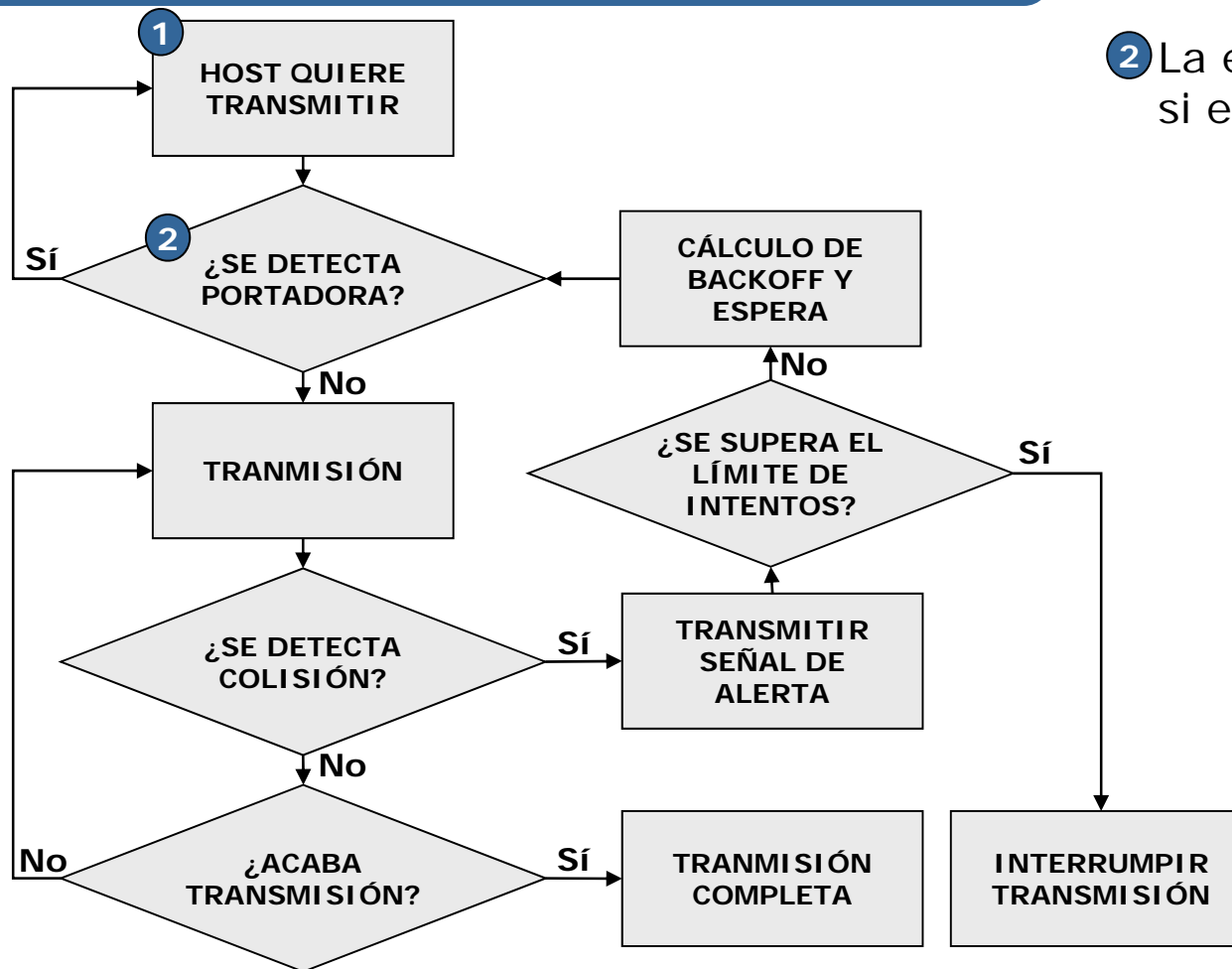
CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



1 El adaptador obtiene un paquete del nivel de red, prepara una trama Ethernet y la coloca en su memoria de salida

5.2.3 CSMA

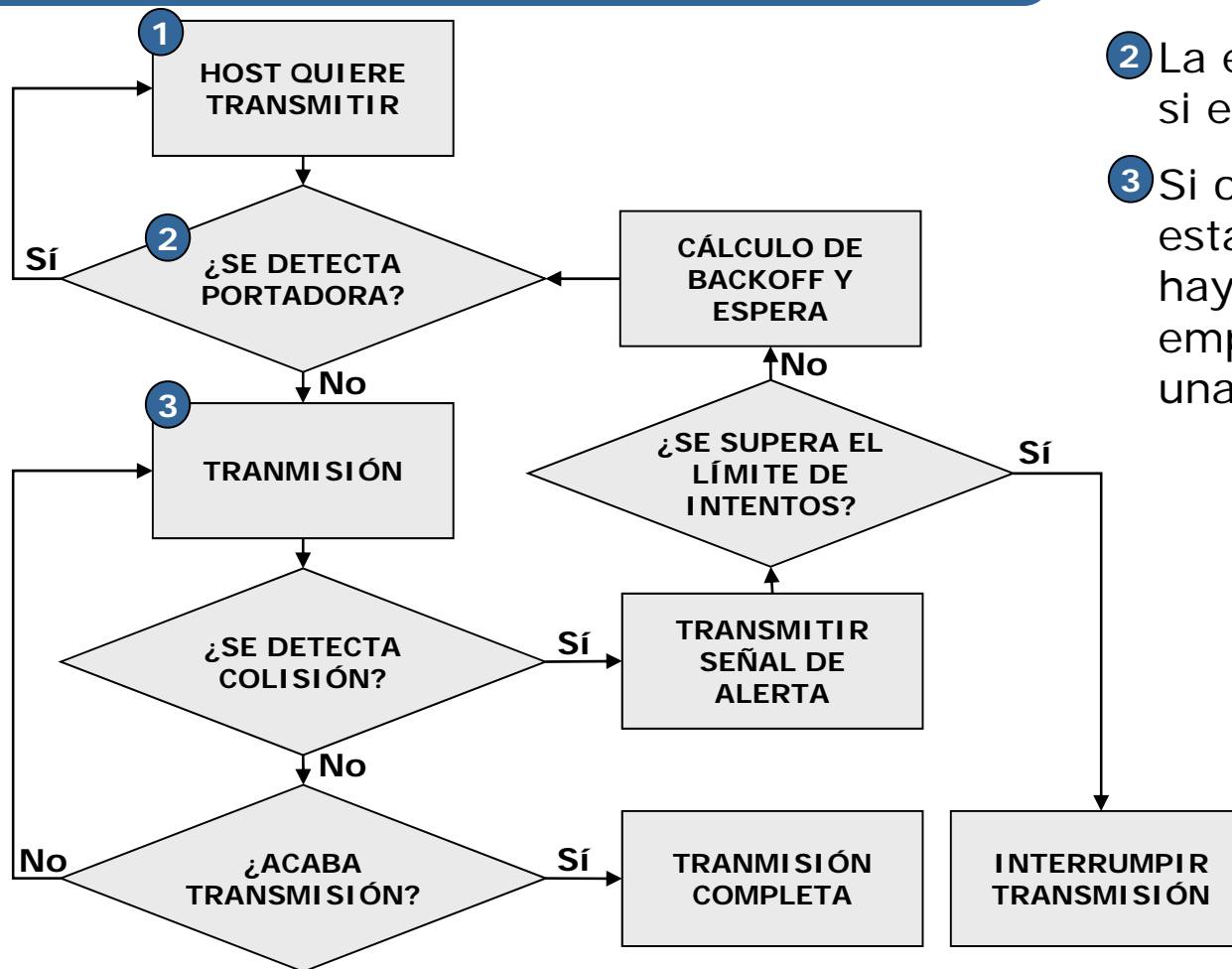
CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



2 La estación comprueba si el canal está libre

5.2.3 CSMA

CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet

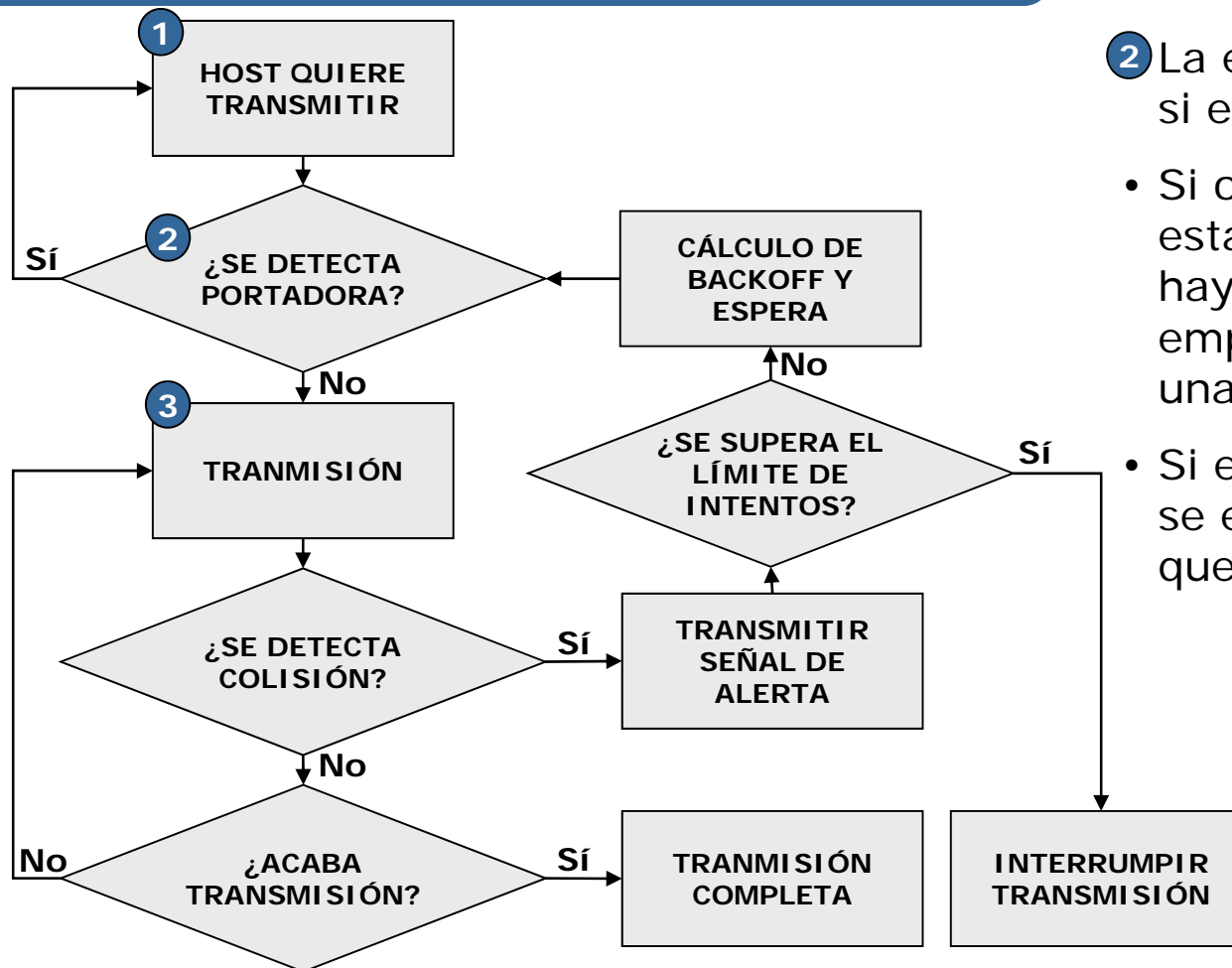


2 La estación comprueba si el canal está libre

3 Si observa que el canal está desocupado (no hay tensión en la línea) empieza a transmitir una trama

5.2.3 CSMA

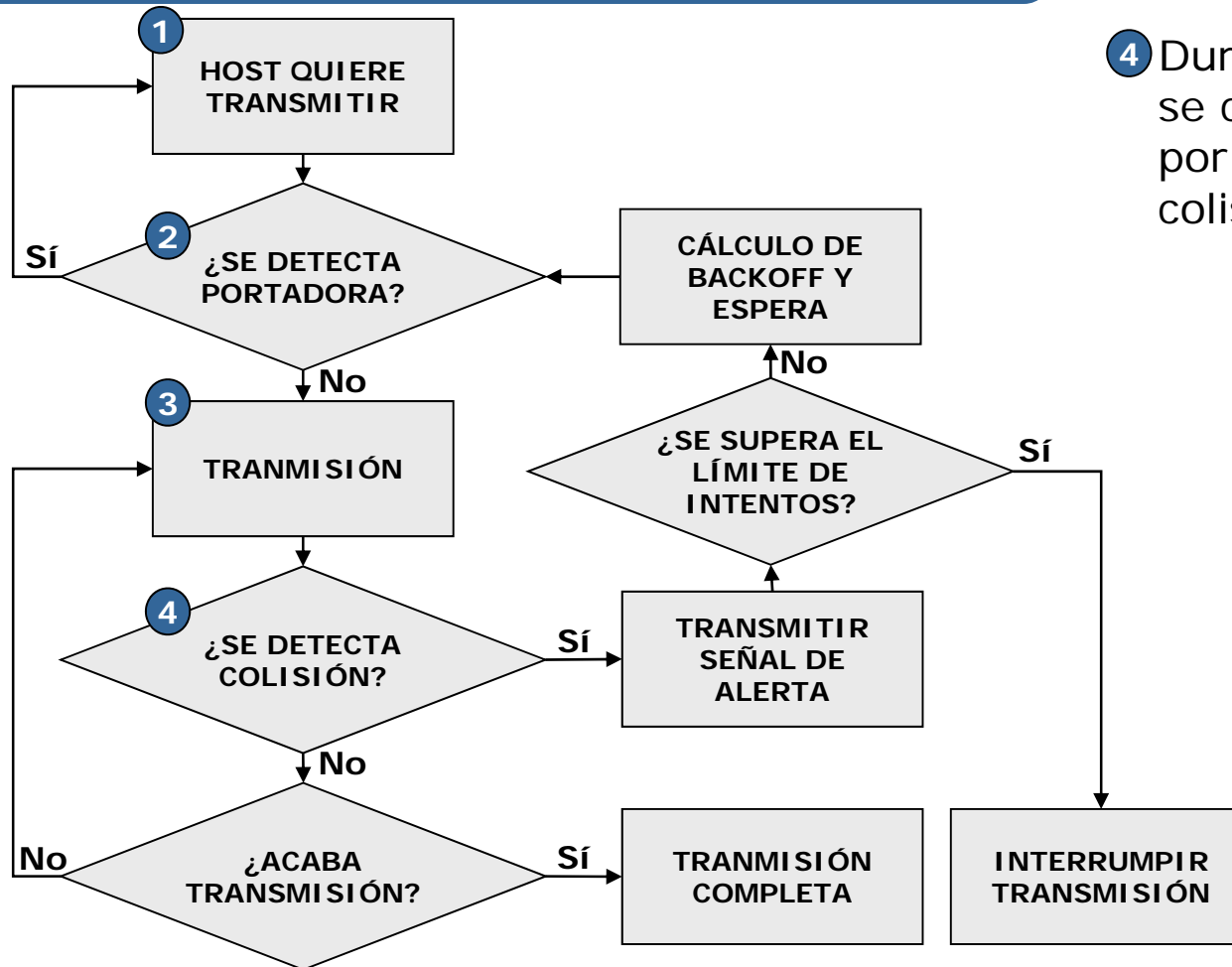
CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



- 2 La estación comprueba si el canal está libre
 - Si observa que el canal está desocupado (no hay tensión en la línea) empieza a transmitir una trama 3
 - Si el canal está ocupado se espera hasta que quede libre 2

5.2.3 CSMA

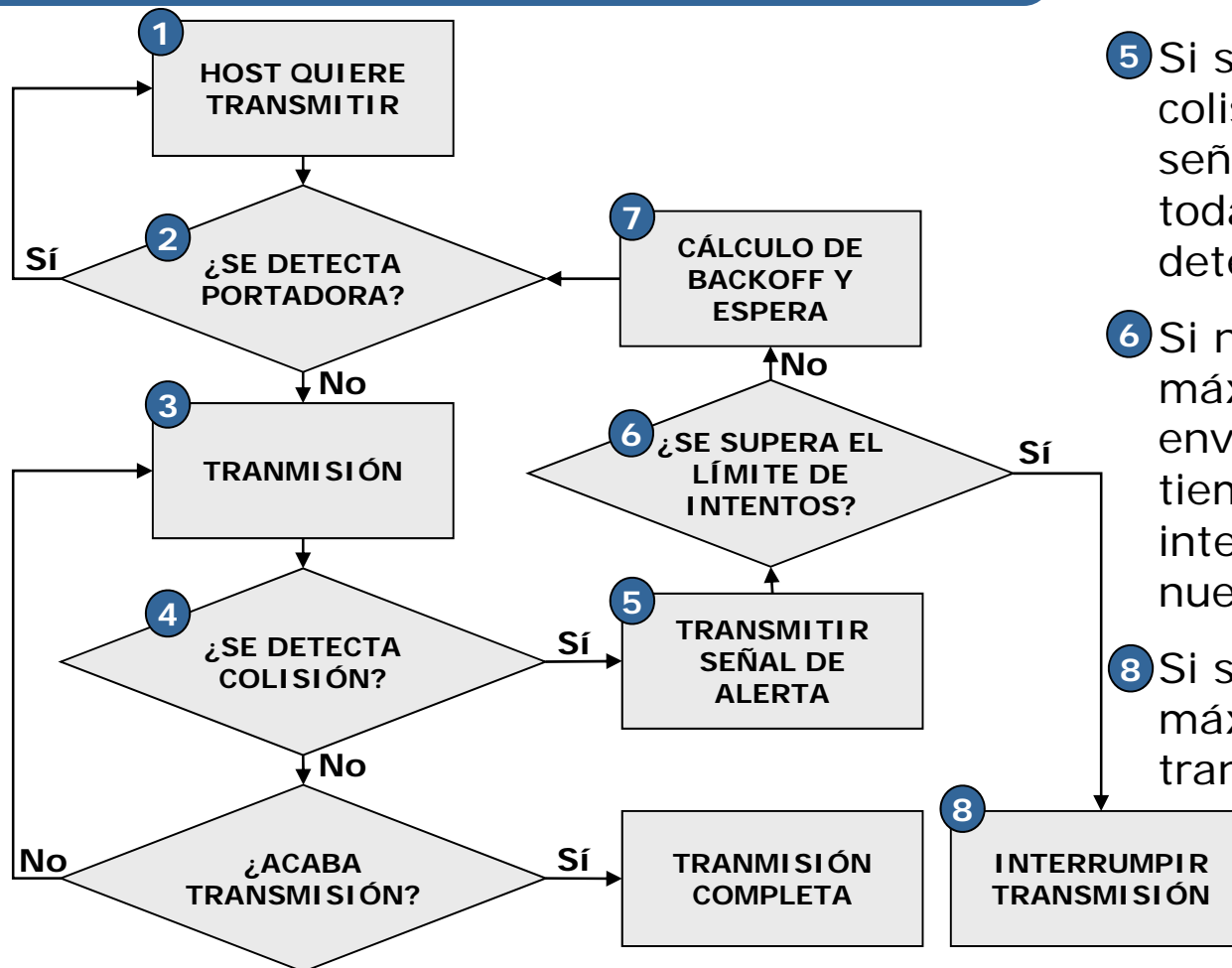
CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



4 Durante la transmisión se comprueba el canal por si se produce una colisión

5.2.3 CSMA

CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



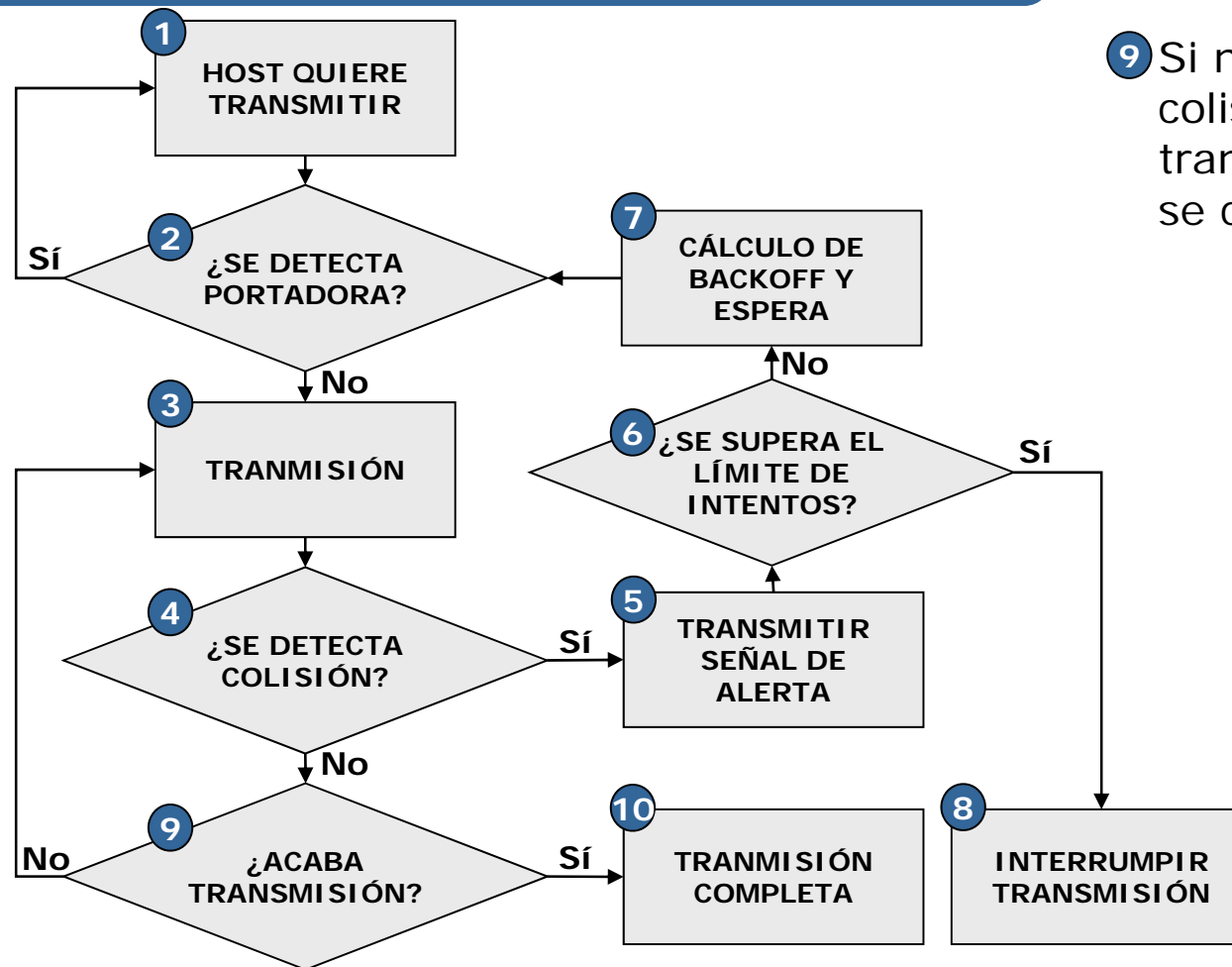
5 Si se detecta una colisión, se envía una señal de alerta para que todas las estaciones detecten la colisión

6 Si no se supera el límite máximo de intentos de envío ⇒ se espera un tiempo aleatorio 7 y se intenta transmitir de nuevo 2

8 Si se supera límite máximo de intentos la transmisión acaba

5.2.3 CSMA

CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



9 Si no se detecta colisión, continúa la transmisión hasta que se completa 10

Resumen



Si dos o más nodos envían una trama al canal de comunicaciones al mismo tiempo
⇒ **colisión**

Mecanismos de control de acceso al medio: evitar colisiones

Basados en reservas: TDM, FDM, ...

Acceso aleatorio o contención: no existe un tiempo predecible para que las estaciones transmitan, las estaciones compiten entre sí

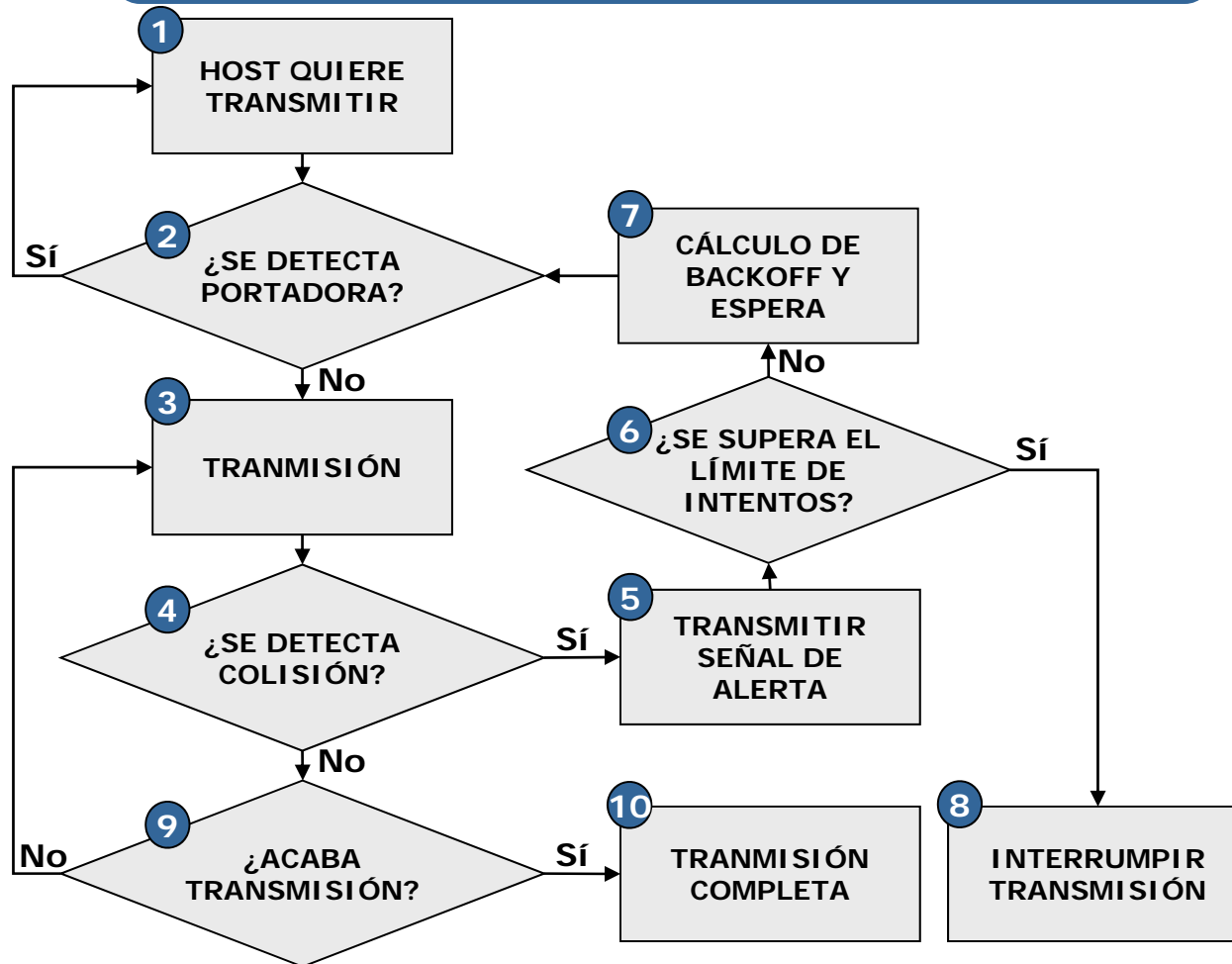
Aloha ranurado: nodos sólo transmiten al comienzo de ranura temporal, si colisión, esperar n° aleatorio de ranuras y volver a transmitir

Aloha puro: nodos transmiten cuando quieren, si se detecta colisión se espera tiempo aleatorio y se vuelve a transmitir

CSMA: Acceso Múltiple (MA), Detección de Portadora (CS – antes de transmitir escuchar el medio, transmitir sólo si está libre) y Detección de Colisión (CSMA/CD – durante la transmisión se comprueba el medio, si se detecta colisión se deja de transmitir)

Resumen

CSMA/CD: Mecanismo de control de acceso múltiple en las redes Ethernet



- 1 El adaptador obtiene un paquete del nivel de red, prepara una trama Ethernet y la coloca en su memoria de salida
- 2 La estación comprueba si el canal está libre
 - Si observa que el canal está desocupado (no hay tensión en la línea) empieza a transmitir una trama 3
 - Si el canal está ocupado se espera hasta que quede libre 2
- 3
- 4 Durante la transmisión se comprueba el canal por si se produce una colisión
- 5 Si se detecta una colisión, se envía una señal de alerta para que todas las estaciones detecten la colisión
- 6 Si no se supera el límite máximo de intentos de envío ⇒ se espera un tiempo aleatorio 7 y se intenta transmitir de nuevo 2
- 7
- 8 Si se supera límite máximo de intentos la transmisión acaba
- 9 Si no se detecta colisión, continúa la transmisión hasta que se completa 10
- 10

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

Próximo día

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio

1. Protocolos basados en reservas

2. Protocolos de acceso aleatorio o contención

1. Aloha ranurado

2. Aloha puro

3. CSMA

3. Protocolos basados en turnos

1. Sondeo

2. Protocolos basados en paso de testigo

Próximo día

5. Protocolos de Control de Acceso al Medio
6. Direccionamiento
7. Hubs, Puentes y Conmutadores
8. Protocolo STP