



3 Subcapa de acceso al medio

3.1 Protocolos MAC (1/2)

3 Guión del Tema 3

- 3. SUBCAPA DE ACCESO AL MEDIO.
 - **3.1 Protocolos MAC.**
 - 3.2 Estándares IEEE.
 - 3.3 Conmutación de nivel 2.



3.1 Subcapa de acceso al medio

- MAC *Medium Access Control*.
- **Función.** En un medio **compartido** (redes *broadcast*), es necesario regular el acceso. El acceso simultáneo al medio compartido provoca errores en la comunicación
- Necesario en redes LAN, WLAN, Móviles, satélites multidifusión.
- No es necesario en redes de conmutación de paquetes o circuitos (WAN).

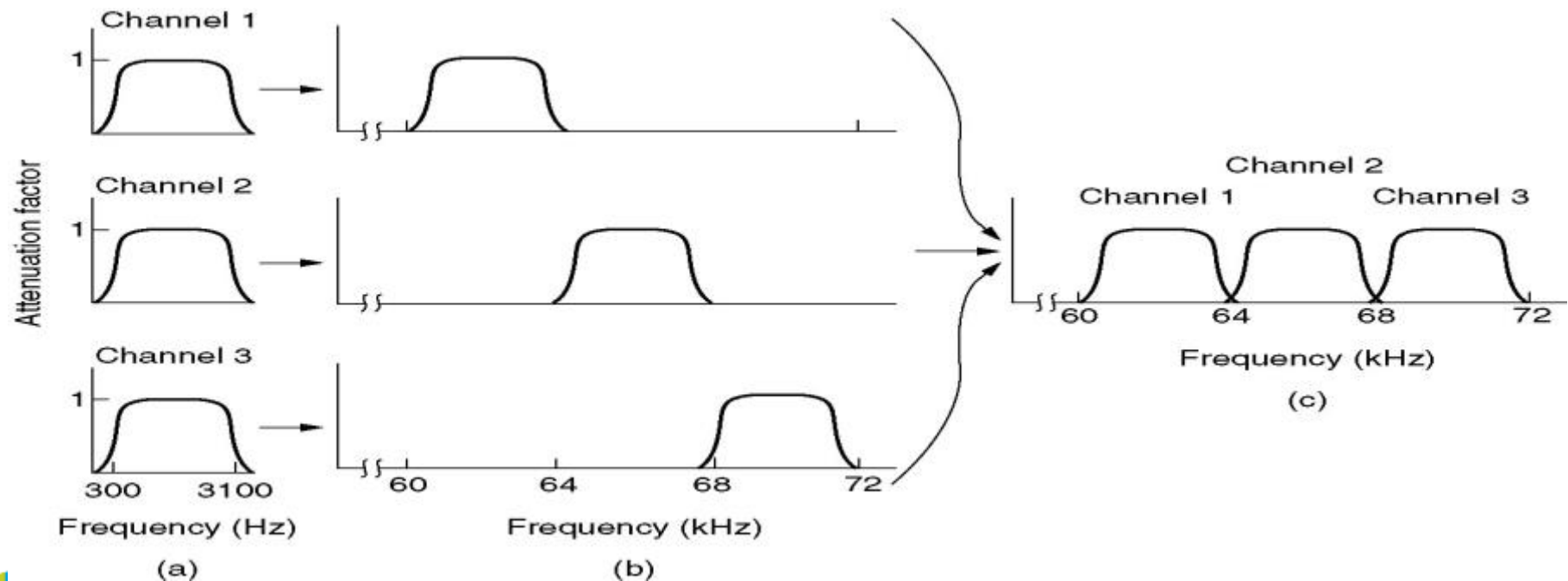
3.1 Problema de reserva del canal

Tenemos un canal por el cual varios usuarios compiten.
¿Qué métodos se usan?

- ☐ Asignación estática.
- ☐ Asignación dinámica.

3.1 Asignación estática (1)

- Se usa FDM (*Frequency Domain Modulation*). N asignaciones de frecuencia.
- No hay interferencia. Simple. Efectivo. Poco eficiente en el uso de ancho de banda



3.1 Asignación estática (2)

Problemas:

- ☐ Número de usuarios variable.
- ☐ Trafico no uniforme.
- ☐ Ineficiente para el ancho de banda.

$$E(T) = \frac{1}{(1-\rho)\mu} \xrightarrow{FDM} E(T)_{FDM} = \frac{1}{(1-\rho)\frac{\mu}{N}} = NE(T)$$

C capacidad del canal bit/s

λ llegadas según dist. de Poisson

$1/\mu$ tiempo de servicio, ídem ($\mu = \mu' C$)

3.1 Asignación dinámica (1)

- **La asignación estática no sirve!!**

Asumimos un modelo para la asignación dinámica:

- **Modelo de estación:**
 - ☐ N estaciones independientes.
 - ☐ Monoprograma.
 - ☐ Generación tramas según distribución de Poisson.
 - ☐ Estación bloqueada durante envío.



3.1 Asignación dinámica (2)

- **Canal.** Se usa un solo canal para toda la comunicación, de forma paritaria. (!!!)
- **Colisiones.** Tramas enviadas simultáneamente producen distorsión. Retransmisión. No hay otros errores salvo las colisiones.
- **Temporización:**
 - ☐ **Continua.** Se transmite en cualquier momento.
 - ☐ **Intervalos o slot.** Se transmite con el comienzo de un slot. Puede contener 0/1/+1 tramas, canal ocioso/correcto/colisión.
- **Detección** (uso del canal): señal eléctrica. No en satélites:
 - **Carrier sense:** envío sólo si canal ocioso.
 - **No Carrier sense:** envío independiente del uso del canal.

3.1 Protocolos MAC

Protocolos MAC:

- **Aloha. Puro y 'slotted'.**
- **CSMA.**
 - ☐ **1-persistent.**
 - ☐ **No persistent.**
 - ☐ **P-persistent.**
 - ☐ **CSMACD.**
- **Protocolos sin colisión.**
- **Protocolos de contención limitada.**
- **WDMA.**
- **WLAN.**

3.1 Aloha puro

1970 Abramson. Universidad de Hawaii.

Funcionamiento:

Se espera el ACK.

Si no se recibe, se espera un tiempo aleatorio y se vuelve a empezar.

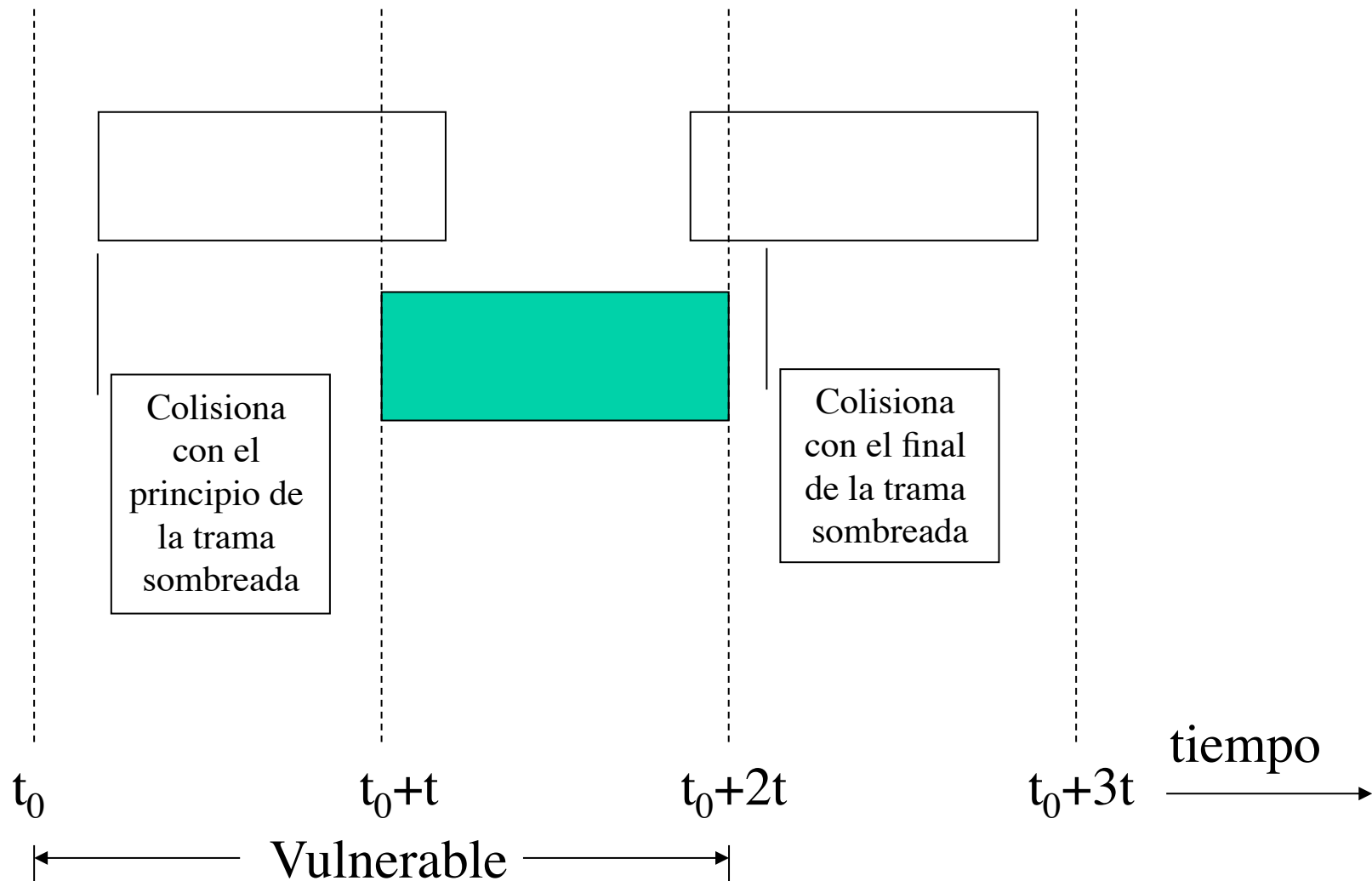
- Se transmite mientras haya algo que enviar.
- Escuchando el canal se sabe si ha ido bien o no (LAN inmediato, satélite 270 ms).
- Si la trama se destruye, se espera tiempo aleatorio, y se retransmite.

Originalmente se empleaba una configuración hub con dos frecuencias.

3.1 Aloha puro. Definiciones.

- **t tiempo transmisión trama.** Estación tiene dos estados: enviando o escuchando.
- Población infinita (alguien transmite siempre) transmite una media de S tramas según dist. Poisson intervalo t (slot):
 - Si $S > 1$ colisiones, $0 < S < 1$ razonable.
- k intentos de retransmisión en intervalo t , responde a distribución de Poisson.
- G media de tramas y reintentos en intervalo t
 - $G \geq S$, si $S \ll 1$ entonces $G \cong S$
- P_0 probabilidad de trama sin colisión:
 - $S = G P_0$

3.1 Aloha puro. Colisión.



3.1 Aloha puro. Eficiencia.

$$P(k) = \frac{G^k}{k!} e^{-G}$$

$P(0) = e^{-G}$ periodo $2t$ vulnerable, tenemos $2G$

$$P_0 = e^{-2G}$$

$$S = Ge^{-2G}$$

$$S_{\max}(G = 0.5) = \frac{1}{2e} = 0.184$$



3 Subcapa de acceso al medio

3.1 Protocolos MAC (2)



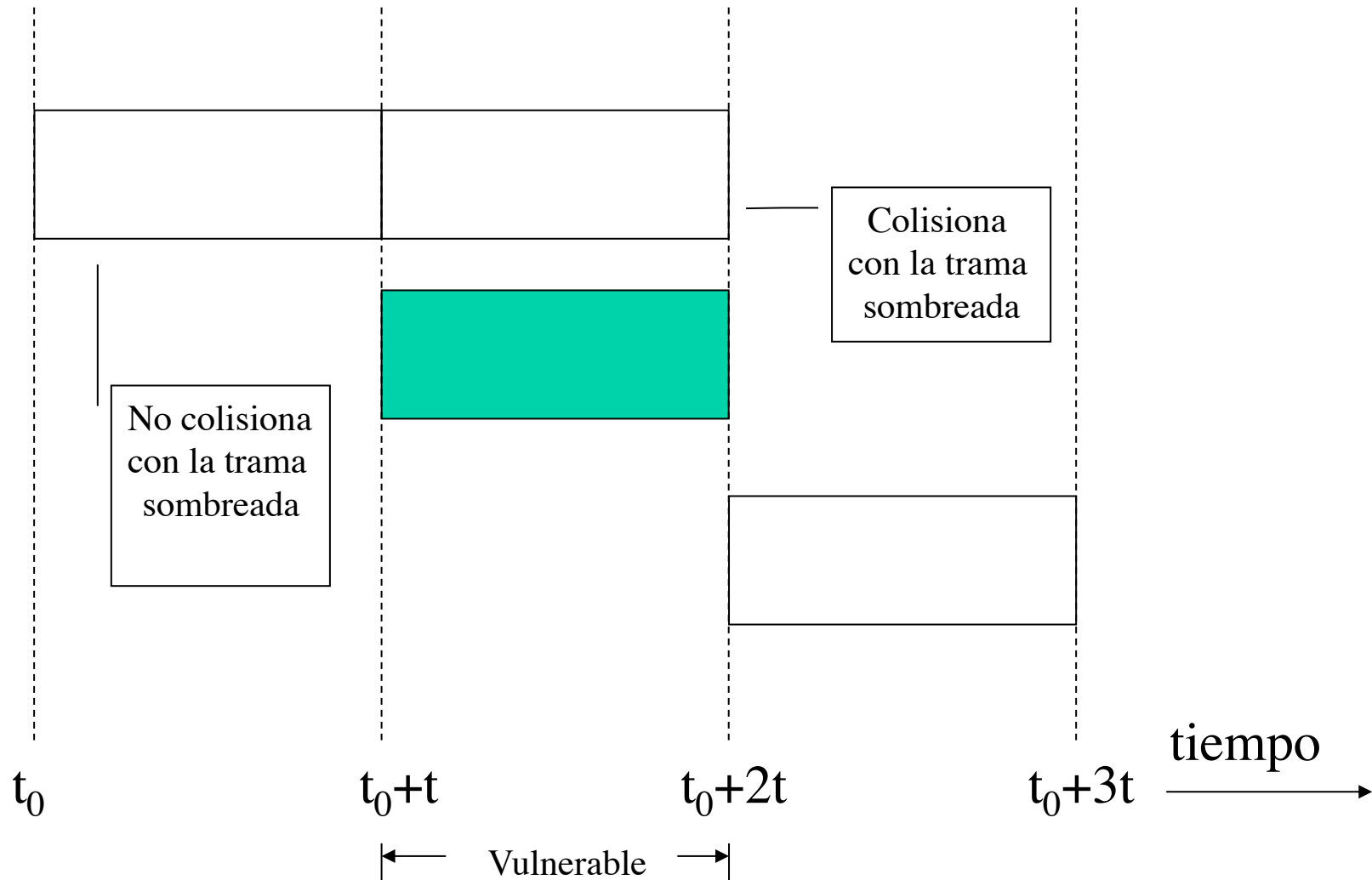
3.1 Slotted Aloha

Roberts 1972.

Funcionamiento similar a Aloha puro:

- Tiempo dividido en intervalos (slot o ranuras). Sólo se admite envío al comenzar nuevo intervalo.
- Sincronización necesaria.

3.1 Aloha slotted. Colisión.



3.1 Slotted Aloha. Eficiencia.

- Periodo vulnerable pasa a ser de $2t$ a t .

$$P_0 = e^{-G}$$

$$S = Ge^{-G}$$

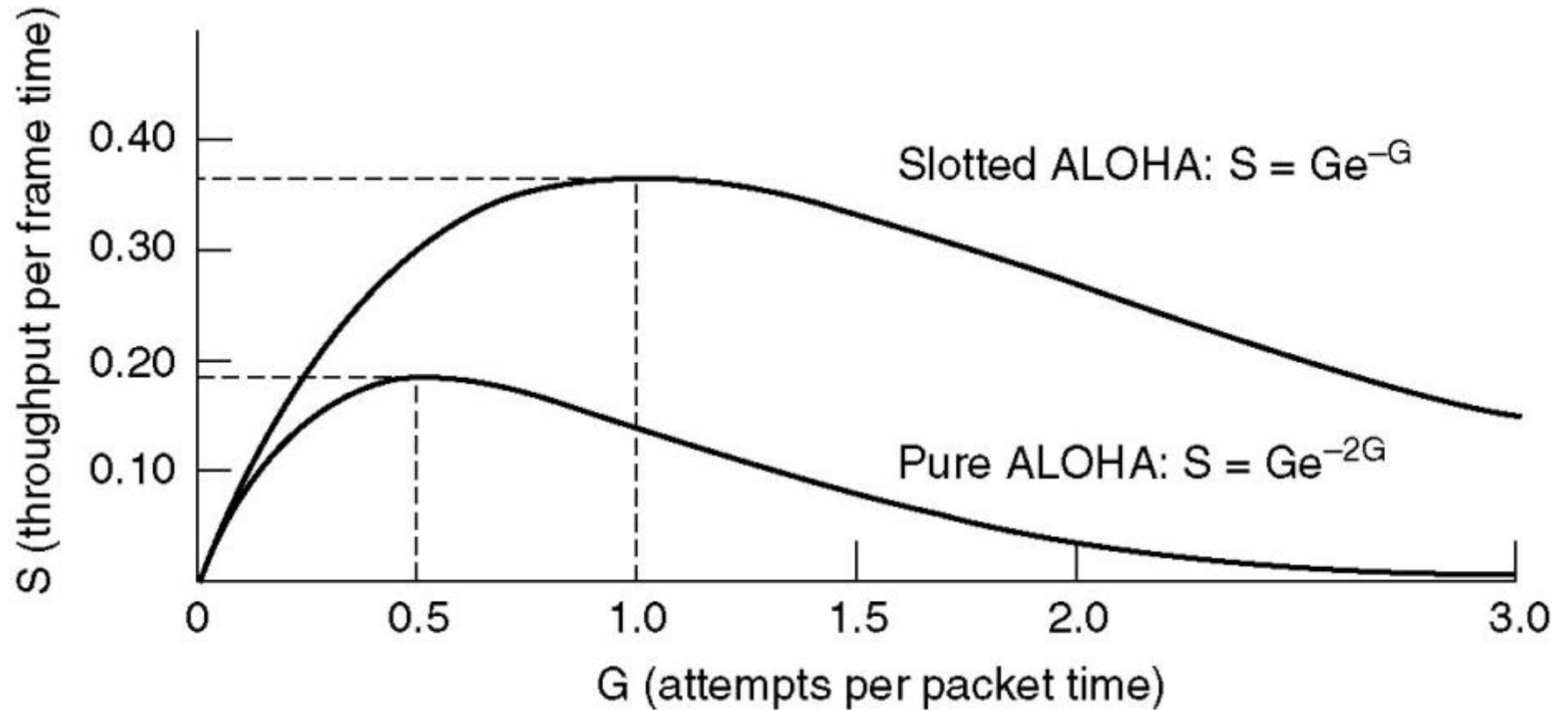
$$S_{\max}(G = 1) = \frac{1}{e} = 0.37$$

3.1 Slotted Aloha. Colisiones.

- Prob. envío sin colisión es e^{-G} .
- Prob. envío con colisión es $1 - e^{-G}$
- Prob. éxito al k intento es $e^{-G}(1 - e^{-G})^{k-1}$
- Media de envíos para éxito:

$$E = \sum_{k=1}^{\infty} kP_k = \sum_{k=1}^{\infty} ke^{-G} (1 - e^{-G})^{k-1} = e^G$$

3.1 Aloha comparación





3.1 CSMA

CSMA Carrier Sense Multiple Access

- Se hace una detección de la ocupación del canal.
- Si no está ocupado se transmite.
- Tiene sentido en redes LAN.
- Varios tipos:
 - ☐ 1-persistent.
 - ☐ Non-Persistent.
 - ☐ p-persistent.



3.1 1-persistent CSMA

- Estación tiene datos para enviar, escucha el canal.
 - Si está ocupado, sigue escuchando hasta que esté desocupado.
 - Envía cuando detecta que el canal está desocupado.
 - Si ocurre colisión, se espera un tiempo aleatorio de tiempo, y retransmite.
-
- ❖ Problema del tiempo de propagación. Posibilidad de colisión con tiempo de propagación nulo.
 - ❖ Mejor rendimiento que Aloha.



3.1 Nonpersistent CSMA

- La escucha del canal no es continua.
 - Cuando se tiene algo para enviar, se escucha el canal, y si está ocupado, se espera un tiempo aleatorio, hasta volver a ver el estado del canal.
- ❖ Mejor rendimiento que Aloha y 1-persistent CSMA.

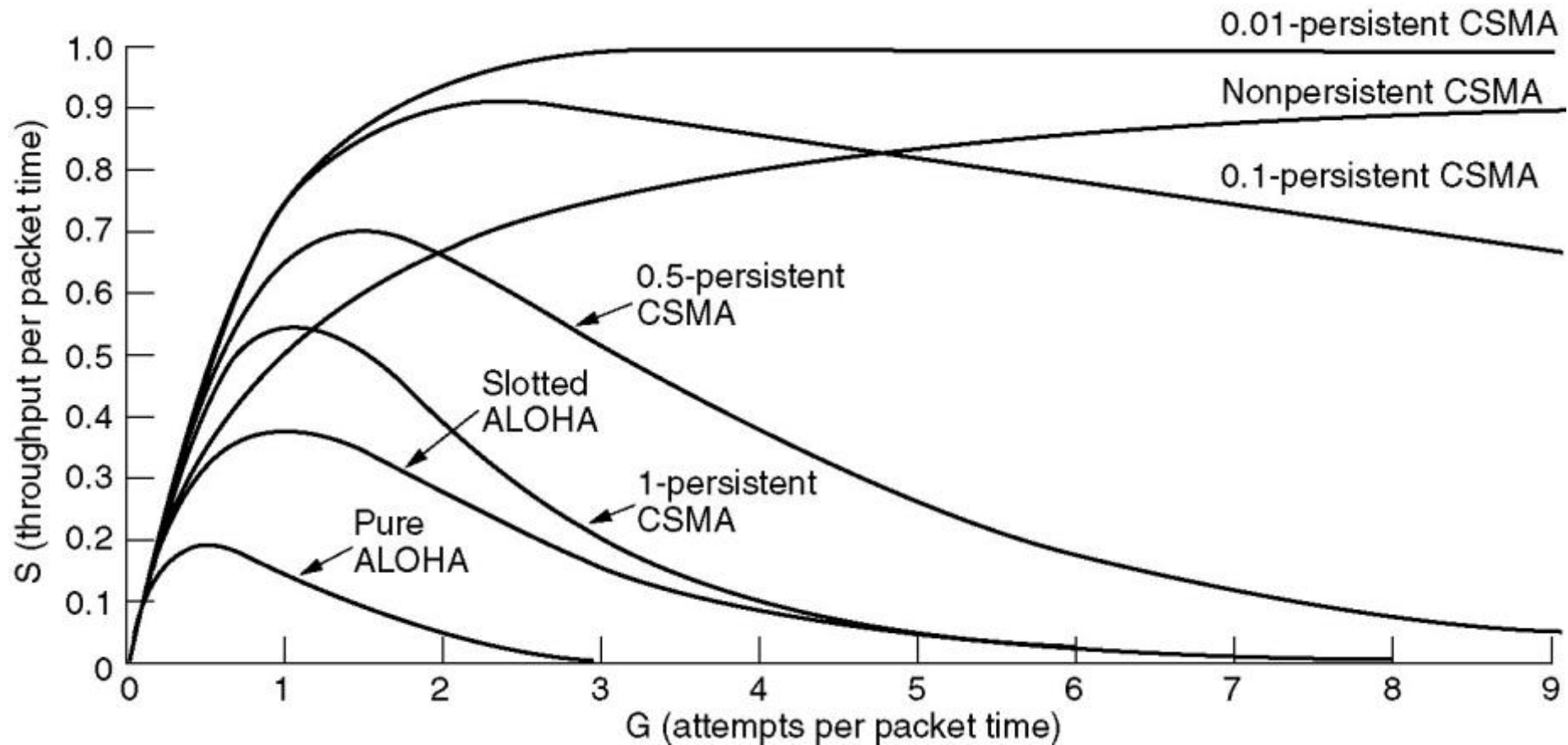


3.1 p-persistent CSMA

- Se utiliza en canales ranurados.
- En un slot se hace:
 - ☐ Si canal no ocupado :
 - Se envía con probabilidad p .
 - Se consigue transmisión.
 - Se produce colisión => espera aleatoria.
 - Se difiere hasta siguiente slot con $1-p$.
 - ☐ Si canal ocupado:
 - Se trata como colisión => espera aleatoria.

❖ Mejor rendimiento que Aloha y otros CSMA.

3.1 Comparación CSMA



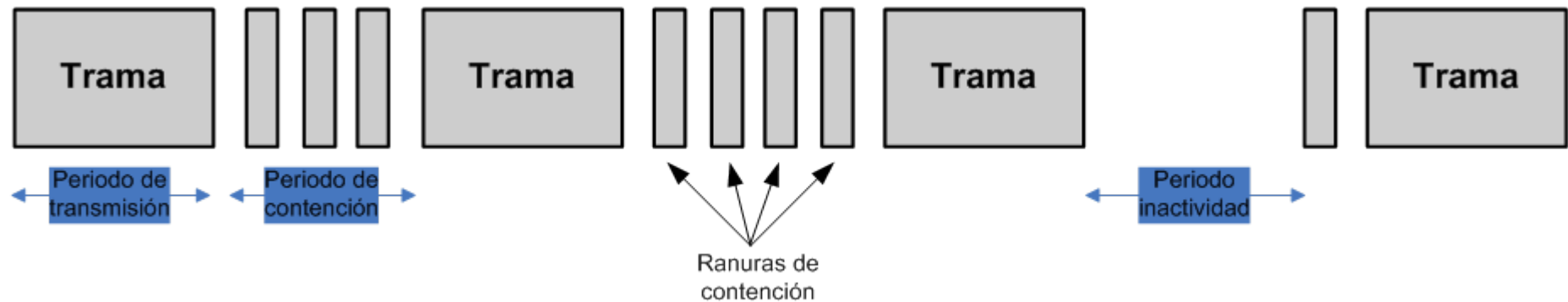


3.1 CSMA/CD

CSMA/CD Carrier Sense Medium Access Collision Detection.

- Se utiliza CSMA para el envío.
- Se deja de transmitir la trama en el momento que detecta que ha colisionado.
- Se espera un tiempo aleatorio, contención y se vuelve a transmitir.

3.1 CSMA/CD Estados

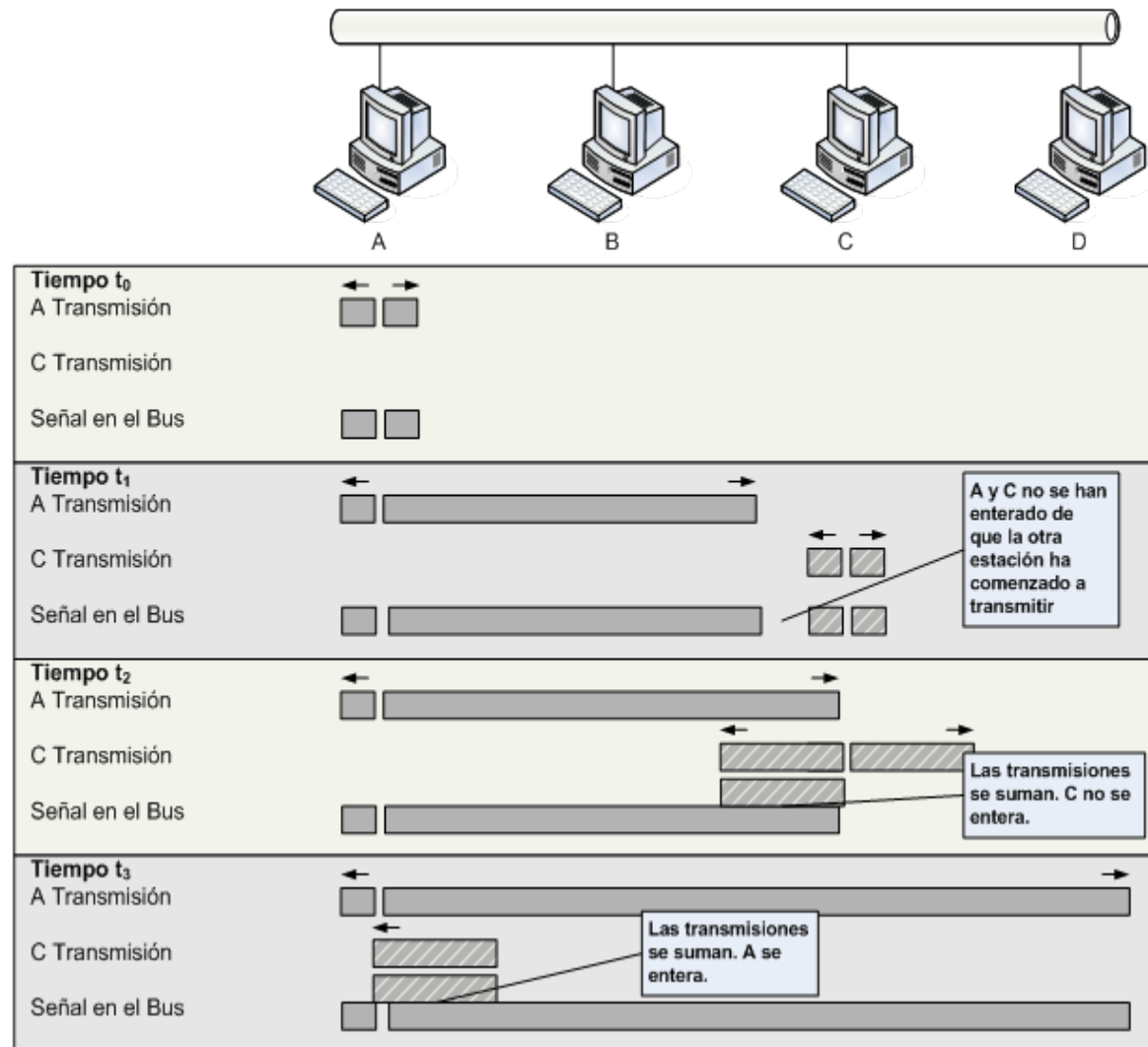


Transmisión, Contención e inactivo.

3.1 CSMA/CD Detección



- El tiempo máximo para detectar colisión es de 2 veces el tiempo de propagación para la longitud del cable.
- 1 km cable coaxial 10 μ s.



3.1 Bibliografía

[1] Tanenbaum, A. S., Computer Networks, 4ª Ed Pearson 2003, apartado 4.1 y 4.2.

[2] Stallings, W., Comunicaciones y Redes de Computadores, 6ª Ed Prentice Hall 2000, apartado 13.2.