Problema - 4.1 ⊕⊕⊕ Flipped Ref: 4-A-01

Un grupo de N estaciones comparten un canal de 56 kbps. Cada estación transmite una trama de 1000 bits cada 100 s, aún si la anterior no ha sido enviada (por ejemplo, las estaciones disponen de buffers). ¿Cuál es el valor máximo de N en caso de utilizar las siguientes estrategias?

a) Aloha

b) Aloha ranurado

Resolución:

Sea:

- η, productividad máxima,
- C, capacidad (nominal) del canal,
- B, ancho de banda necesario de cada estación.

entonces, el número de estaciones que optimiza el medio, viene dado por:

$$N = \frac{\eta \times C}{B} = \frac{\eta \times 56 \times 10^3}{\frac{1000}{100}} = 5600\eta \tag{4.1}$$

Por lo que, dependiendo de la estrategia de acceso al medio utilizada, tenemos la siguiente utilización máxima:

a) En Aloha, el rendimiento máximo es $\eta = \frac{1}{2e}$, es decir, 18 %, por lo tanto, a partir de (4.1):

$$N = \frac{5600}{2e} \approx 1030\,\text{estaciones}$$

b) En Aloha ranurado, el rendimiento máximo es $\eta = \frac{1}{e}$, es decir, 36 %, por lo tanto, a partir de (4.1):

$$N = \frac{5600}{e} \approx 2060\,\text{estaciones}$$

Problema - 4.2 ⊕⊕⊕⊕ Flipped Ref: 4-A-04

Un grupo de usuarios utilizan el protocolo Aloha ranurado. Las PDUs que se envían son de 100 bytes y la tasa de transmisión del canal es 1 Mbps. Sabemos que cada usuario genera una media de 15 PDU nuevas por segundo.

a) ¿Cuántos usuarios puede soportar este sistema si queremos que funcione correctamente?

b) ¿Cuál es la probabilidad que cualquier usuario transmita con éxito al primer intento de transmisión?

Supongamos que el número de usuarios es 20 y cada uno genera 25 PDU/s.

c) ¿Cuál es la carga del sistema?

d) Razona acerca de la estabilidad del sistema.

Resolución:

a) Sea:

- $\eta = 1/e$, productividad de Aloha ranurado
- $C = 1\,\text{Mbps}$, capacidad nominal del canal,
- B, ancho de banda necesario por la estación,
- $f = 15\,\text{PDU/s}$, tasa de PDUs,
- $L = 100\,\text{bytes}$, longitud de PDU

entonces, el número de usuarios soportados en régimen estable, viene dado por:

$$N = \frac{\eta \times C}{B} = \frac{\eta \times C}{f \times L} = \frac{\frac{10^6}{e}}{15 \times 100 \times 8} \approx 30\,\text{usuarios}$$

b) En Aloha ranurado, la probabilidad de éxito es $P_0 = 0{,}36$.

c) En este caso, la carga ofrecida al sistema:

$$G = \frac{\lambda_0}{C} = \frac{N \times L \times f}{C} = \frac{20 \times 25 \times 100 \times 8}{10^6} = 0{,}4$$

d) Se tiene que $G = 0{,}4 < 1 \rightarrow$ sistema estable

Problema - 4.3 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-11

Se dispone de una red con 100 estaciones que necesitan $1\,\mu$s para transmitir una trama. Calcula la tasa de tramas por segundo que cada estación puede enviar para conseguir una eficiencia máxima, según las siguientes estrategias:

a) Aloha

b) Aloha ranurado

Resolución:

Sea:

- N, estaciones en la red.
- t, tiempo de transmisión de trama
- g, tráfico ofrecido por cada estación.
- G, tráfico ofrecido por toda la red.
- f, tasa global de transmisión de tramas al medio.

Si tenemos que:

$$t = 1\,\mu\text{s} = 10^{-6}\,\text{s}$$

además:

$$G = N \times g = N \times f \times t$$

a) En Aloha, si la eficiencia máxima se obtiene para $G = \frac{1}{2}$, entonces:

$$f = \frac{G}{N \times t} = \frac{\frac{1}{2}}{100 \times 10^{-6}} = 5000\,\text{tramas/s}$$

por lo tanto, la tasa de tramas que cada estación puede transmitir, viene dada por:

$$f' = \frac{f}{N} = \frac{5000}{100} = 50\,\text{tramas/s}$$

b) En Aloha ranurado, la eficiencia máxima se obtiene para $G = 1$:

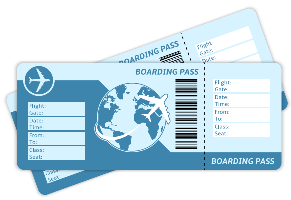
$$f = \frac{G}{N \times t} = \frac{1}{100 \times 10^{-6}} = 10000\,\text{tramas/s}$$

por lo tanto, la tasa de tramas que cada estación puede transmitir, viene dada por:

$$f' = \frac{f}{N} = \frac{10000}{100} = 100\,\text{tramas/s}$$

Problema - 4.4 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-12

Diez mil terminales de reserva de billetes de una aerolínea compiten por un sólo canal Aloha ranurado. Cada terminal realiza, en promedio, 18 solicitudes/hora. Una ranura dura 125 μs, y suponemos que cada petición puede transmitirse completamente en una ranura.



a) ¿Cuál es la carga total aproximada del canal?
b) ¿Hasta cuántas peticiones podría admitir cada terminal en este sistema?

Resolución:

a) La tasa de solicitudes de cada terminal, viene dada por:

$$f = \frac{18\,\text{solicitudes}}{3600\,\text{s}} = 5 \times 10^{-3}\,\text{solicitudes/s}$$

Si consideramos que el tiempo de transmisión de solicitud es una ranura temporal, $t = 125\,\mu$s, por lo tanto, la carga ofrecida por cada terminal, viene dada por:

$$g = f \times t = 5 \times 10^{-3} \times 125 \times 10^{-6} = 625 \times 10^{-9}\,\text{solicitudes/slot}$$

en definitiva, la carga ofrecida por la totalidad de los terminales, viene dada por:

$$G = N \times g = 10^{4} \times 625 \times 10^{-9} = 625 \times 10^{-5}\,\text{solicitudes/slot}$$

b) Corresponde al punto óptimo, por tanto, el máximo de solicitudes por terminal, viene dado por:

$$f_{\text{máx}} = f \times P_0 = (18\,\text{solicitudes/h}) \times \frac{1}{e} = 6{,}62\,\text{solicitudes/h}$$

Problema - 4.5 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-13

Supongamos un canal satélite a 56 kbps que utiliza protocolo Aloha con tramas de 1000 bits de longitud. ¿Cuál será la productividad máxima del canal en tramas/s?

Resolución:

Sea C, la capacidad del canal y L, la longitud de trama, entonces, el tiempo de trama, viene dado por:

$$t = \frac{L}{C} = \frac{1000}{56 \times 10^3} = \frac{1}{56}\,\mathrm{s}$$

por lo tanto, la tasa de tramas (tramas/s), viene dada por:

$$f = \frac{1}{t} = \frac{1}{\frac{1}{56}} = 56\,\mathrm{tramas/s}$$

por lo que, en Aloha, la productividad máxima, en tramas/s, viene dada por:

$$S = P_0 \times f = \frac{1}{e} \times 56 = 10{,}304\,\mathrm{tramas/s}$$

Problema - 4.6 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-14

Sea un canal compartido de 200 kbps y una serie de estaciones transmitiendo tramas de 200 bits de longitud. Calcula la productividad (*throughput*) del sistema en el caso de generar 1000, 500 y 250 tramas/s.

a) Aloha.

b) Aloha ranurado.

Resolución:

En ambos casos, el tiempo de transmisión de trama, viene dado por:

$$t = \frac{200}{200 \times 10^3} = 10^{-3}\,\mathrm{s} = 1\,\mathrm{ms}$$

Si f es la tasa de tramas ofrecidas al medio, la carga ofrecida (G), viene dada por:

$$G = t \times f$$

por lo tanto:

- $1000\,\mathrm{tramas/s} = 1\,\mathrm{tramas/ms} \rightarrow G = 1$.
- $500\,\mathrm{tramas/s} = 1/2\,\mathrm{tramas/ms} \rightarrow G = 1/2$.
- $250\,\mathrm{tramas/s} = 1/4\,\mathrm{tramas/ms} \rightarrow G = 1/4$.

La productividad se obtiene:

- Aloha → $S = Ge^{-2G}$
- Aloha-R → $S = Ge^{-G}$

A continuación, una tabla resumen de ambas estrategias:

tramas/s	G	Aloha		Aloha-R		Interpretación
		S	Productividad	S	Productividad	
1000	1	0,135	135 tramas/s	0,368	368 tramas/s	De 1000 tramas, probablemente, 135 tramas (Aloha) y 368 tramas (Aloha-R), alcanzarán el destino
500	1/2	0,184	92 tramas/s	0,303	151 tramas/s	De 500 tramas, probablemente, 92 tramas (Aloha) y 151 tramas (Aloha-R), alcanzarán el destino
250	1/4	0,152	38 tramas/s	0,195	49 tramas/s	De 250 tramas, probablemente, 38 tramas (Aloha) y 49 tramas (Aloha-R), alcanzarán el destino

Problema - 4.7 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-15

Mediciones de tráfico realizadas en un canal Aloha ranurado con una cantidad infinita de usuarios muestra que el 10 % de las ranuras están inactivas.

a) ¿Cuál es la carga ofrecida (G) del sistema?

b) ¿Cuál es la velocidad real de transporte (tráfico cursado, S)?

c) A la vista de los resultados, ¿el canal es estable o inestable?

Resolución:

a) Las mediciones nos indican un 10 % de ranuras libres, por tanto, la probabilidad de que no se inicie otro tráfico durante todo el periodo vulnerable viene dado por:

$$P_0 = 0{,}1 = e^{-G}$$

por lo tanto:

$$G = -ln\ 0{,}1 = 2{,}3$$

b) Una vez conocido el tráfico ofrecido (G), el tráfico cursado (S) se obtiene de forma inmediata:

$$S = Ge^{-G} = 0{,}23$$

c) En Aloha ranurado, siempre que $G > 1$, el canal está *inestable*.

Problema - 4.8 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-16

Un sistema Aloha ranurado está formado por un número elevado de estaciones que generan 30 tramas/s entre todas, contando originales y retransmisiones. El tiempo de ranura es 40 ms.

a) ¿Cuál es la carga ofrecida del canal (G)?

b) ¿Cuál es la probabilidad de transmitir una trama sin colisión?

c) ¿Cuál es la media de retransmisiones?

Resolución:

a) En cada ranura se transmite una trama, por lo tanto, el tiempo de transmisión de trama es $t = 4\times10^{-2}$ s. Si la tasa de tramas ofrecida es $f = 30$ tramas/s, entonces, la carga ofrecida, viene dada por:

$$G = f \times t = 30 \times 4 \times 10^{-2} = 1{,}2$$

b) La probabiliad de éxito:

$$P_0 = e^{-G} = \frac{1}{e^{1{,}2}} = 0{,}3$$

c) La media de retransmisiones:

$$\mu = \frac{1}{P_0} = \frac{1}{0{,}3} = 3{,}33$$

Problema - 4.9 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-18

Dadas las redes Aloha y Aloha ranurado con $G = 1/2$, ¿cómo afecta el *throughput* en los siguientes casos?

a) G se incrementa hasta 1.

b) G se decrementa hasta 1/4.

Resolución:

En Aloha, el *throughput* para $G = 1/2$ es 18,4 % (valor máximo) y en Aloha ranurado, el *throughput* para $G = 1/2$ es 30,2 %.

a) Cuando $G = 1$:

- Aloha → *throughput* se decrementa hasta el 13 %.
- Aloha ranurado → *throughput* se incrementa hasta el 36,8 %.

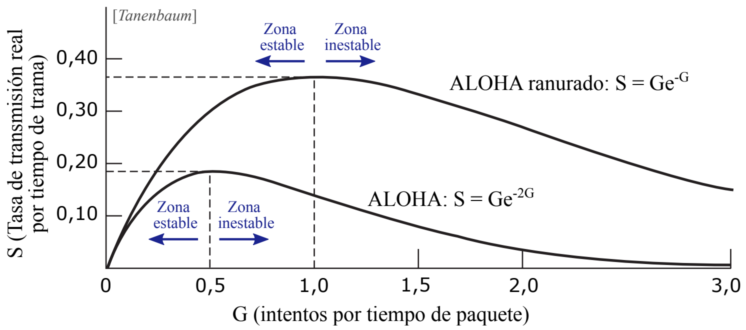
b) Cuando $G = 1/4$:

- Aloha → *throughput* se decrementa hasta el 15,2 %.
- Aloha ranurado → *throughput* se incrementa hasta el 32,1 %.

Problema - 4.10 ⊕⊕ Ref: 4-A-19

Los sistemas de comunicación A y B, utilizan los mecanismos Aloha y Aloha ranurado, respectivamente. Sabiendo que en un instante determinado de su funcionamiento el parámetro G tiene un valor de 0,75 (PDUs por intervalo de transmisión), ¿cuál será el estado del sistema? Justificar la respuesta.

Resolución:



A la vista de la gráfica de rendimiento Aloha y Aloha ranurado, para $G = 0{,}75$, se tiene que:

- Aloha → $G > 0{,}5$: inestable
- Aloha-R → $G < 1$: estable

Problema - 4.11 ⊕⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-20

Dados los protocolos Aloha y Aloha ranurado, se pide:

a) Muestra que la productividad para Aloha es máxima al 18,4 % con $G = 0{,}5$.

b) Muestra que la productividad para Aloha ranurado es máxima al 36,8 % con $G = 1$.

c) A la vista de los resultados de (a) y (b), qué sistema, Aloha o Aloha ranurado, tendrá un retardo medio mayor según aumentos de G?

Resolución:

A partir de la distribución binomial, tenemos que:

a) Aloha:

$$S = Ge^{-2G}$$
$$\frac{\partial S}{\partial G} = e^{-2G} - 2Ge^{-2G} = 0$$
$$1 - 2G = 0$$
$$G = \frac{1}{2}$$

Por lo tanto:

$$S = \frac{1}{2}e^{-2\times\frac{1}{2}} = 0{,}184$$

b) Aloha ranurado:

$$S = Ge^{-G}$$
$$\frac{\partial S}{\partial G} = e^{-G} - Ge^{-G} = 0$$
$$1 - G = 0$$
$$G = 1$$

Por lo tanto:

$$S = 1 \times e^{-1} = 0{,}368$$

c) Aloha tiene un retardo mayor para valores elevados de G debido al término e^{2G}, frente al término e^G de Aloha ranurado.

Problema - 4.12 ⊕⊕⊕ Flipped Ref: 4-A-23

Sea un sistema Aloha de acceso al medio compartido con ancho de banda de 10 Mbps, formado por 50 estaciones que transmiten 10 tramas/s, siendo la longitud de las tramas de 1000 bits.

a) Carga ofrecida

b) Carga cursada

c) Throughput total del sistema, expresado en tramas/s

d) Razona acerca de la estabilidad del sistema

e) Calcula el nº de estaciones que optimizan la red

Resolución:

Sea:

- $C = 10\,\text{Mbps}$
- $N = 50\,\text{estaciones}$
- $f = 10\,\text{tramas/s}$
- $L = 1000\,\text{bits}$

a) Para el cálculo de G utilizamos:

$$G = \frac{\lambda_0}{C} = \frac{N \times f \times L}{C} = \frac{50 \times 10 \times 1000}{10^7} = 0{,}05$$

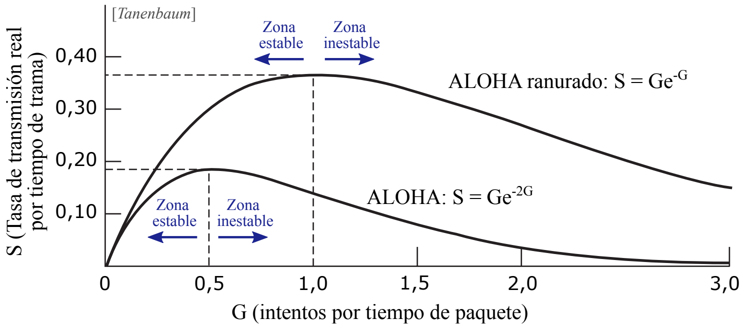
b) La productividad (carga cursada) viene dada por:

$$S = Ge^{-2G} = 0{,}055$$

c) La productividad total del sistema, expresada en *tramas/s*, viene dada por:

$$Th = N \times f \times S = 50 \times 10 \times 0{,}055 \approx 27{,}63\,\text{tramas/s}$$

d) A partir de la gráfica de rendimiento de Aloha:



Se tiene que para $G < 0{,}5$ es sistema está en un régimen *estable*.

e) En Aloha, el rendimiento máximo es $\eta = \frac{1}{2e}$, es decir, 18 %, entonces, el número de estaciones que maximizan la red, viene dado por:

$$N = \frac{\eta \times C}{B} = \frac{\eta \times C}{f \times L} = \frac{\frac{10^7}{2e}}{10 \times 1000} \approx 183\,\text{estaciones}$$

Problema - 4.13 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-25

Una población grande de usuarios Aloha generan 50 peticiones/s, incluido tanto originales como retransmisiones. El tiempo de ranura es 40 ms.

a) ¿Cuál es la probabilidad de éxito en el primer intento?

b) ¿Cuál es la probabilidad de exactamente k colisiones y entonces éxito?

c) ¿Cúál es el valor esperado de intentos de transmisión necesarios?

Sol: *a*) $P_0 = e^{-4}$ *b*) $P[k] = (1 - e^{-2G})^k e^{-2G}$ *c*) $\mu \approx 54$

Problema - 4.14 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-26

Dada una red Aloha ranurado con sólo tres estaciones activas: A, B y C. Cada estación genera una trama en un slot con las siguientes probabilidades $P_A = 0{,}2$; $P_B = 0{,}3$ y $P_C = 0{,}4$. Calcular:

a) Rendimiento de cada estación.

b) Rendimiento de la red.

c) Probabilidad que cada estación pueda enviar una trama en el primer slot.

d) Probabilidad que la estación A pueda enviar una trama al primer intento en el segundo slot.

e) Probabilidad que la estación C puedan enviar con éxito una trama al primer intento en el tercer slot.

Resolución:

a) El rendimiento de cada estación es la probabilidad de que la estación tenga trama para enviar y las otras estaciones no tengan trama para enviar:

$$S_A = P_A(1-P_B)(1-P_C) = 0{,}2 \times 0{,}7 \times 0{,}6 = 0{,}084$$
$$S_B = P_B(1-P_A)(1-P_C) = 0{,}3 \times 0{,}8 \times 0{,}6 = 0{,}144$$
$$S_C = P_C(1-P_A)(1-P_B) = 0{,}4 \times 0{,}8 \times 0{,}7 = 0{,}224$$

b) El rendimiento de la red es la suma de los rendimientos de cada estación:

$$S = S_A + S_B + S_C \approx 0{,}452$$

c) Definimos la probabilidad de éxito para cada estación en cualquier slot (P_{SA}, P_{SB} y P_{SC}).

Una estación tiene éxito en enviar una trama en cualquier slot si tiene trama para enviar y las otras estaciones no tienen tramas:

$$P_{SA} = P_A(1-P_B)(1-P_C) = 0{,}2 \times 0{,}7 \times 0{,}6 = 0{,}084$$
$$P_{SB} = P_B(1-P_A)(1-P_C) = 0{,}3 \times 0{,}8 \times 0{,}6 = 0{,}144$$
$$P_{SC} = P_C(1-P_A)(1-P_B) = 0{,}4 \times 0{,}8 \times 0{,}7 = 0{,}224$$

Y ahora calculamos la probabilidad de fallo para cada estación en cualquier slot (P_{FA}, P_{FB} y P_{FC}):

$$P_{FA} = (1-P_{SA}) = 1 - 0{,}084 = 0{,}916$$
$$P_{FB} = (1-P_{SB}) = 1 - 0{,}144 = 0{,}856$$
$$P_{FC} = (1-P_{SC}) = 1 - 0{,}224 = 0{,}776$$

Finalmente, la probabilidad de éxito de envío de cualquier trama en el primer slot es la suma de las probabilidades de éxito en cualquier slot:

$$P[\text{éxito en primer slot}] = P_{SA} + P_{SB} + P_{SC} = 0{,}084 + 0{,}144 + 0{,}224 \approx 0{,}452$$

d) Enviar con éxito en el primer intento del segundo slot es igual a fallar en el primero y tener éxito en el segundo, por tanto, la probabilidad de éxito en el primer intento del segundo slot es igual al producto de fallo y éxito en el segundo:

$$P[\text{éxito en segundo slot para A}] = P_{FA} \times P_{SA} = 0{,}916 \times 0{,}084 \approx 0{,}077$$

e) Transmitir al primer intento en el tercer slot es igual a dos fallos consecutivos y éxito en el tercero:

$$P[\text{éxito en tercer slot para C}] = P_{FC} \times P_{FC} \times P_{SC} = 0{,}776^2 \times 0{,}224 \approx 0{,}135$$

Problema - 4.15 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-27

Supongamos una red Aloha ranurado operando a máximo de rendimiento.

a) ¿Cuál es la probabilidad que un slot esté vacío?

b) ¿Cuántos slots, n, en media, deben de pasar antes de conseguir uno vacío?

Resolución:

Una red Aloha ranurado operando a máximo rendimiento sabemos que $G = 1$, entonces:

a) La probabilidad de un slot vacío se calcula a partir de la distribución de Poisson con $k = 0$:

$$P[\text{slot vacío}] = P[0] = \frac{G^0 e^{-G}}{0!} = 0{,}3679$$

b) Para calcular la media de slots vacíos antes que se produzca un slot no vacío podemos utilizar la distribución Geométrica, que nos dice que si una probabilidad de un evento es p, entonces, el número de experimentos que necesitamos realizar antes de que se produzca el evento, es $1/p$, entonces:

$$\mu = \frac{1}{P[\text{slot vacío}]} = 2{,}72$$

por lo que habría que esperar una media de 2,72 slots antes de que se produzca un slot vacío.

Problema - 4.16 ⊕⊕⊕⊕ Flipped Ref: 4-A-29

Una gran población de usuarios de Aloha genera 50 PDU/s, incluidas tanto originales como retransmitidas y el tiempo se divide en ranuras de 40 ms. Se pide:

a) Probabilidad de éxito en el primer intento de transmisión.

b) Valor esperado del número de intentos en el caso anterior.

c) Probabilidad de que la PDU tenga que ser retransmitida $k = 10$ veces antes de conseguir el éxito.

Resolución:

a) Si f es la tasa de tramas ofrecida y t es el tiempo de trama, entonces, la carga ofrecida del sistema:

$$G = f \times t = 50 \times 40 \times 10^{-3} = 2$$

Por lo tanto, la probabilidad de éxito en Aloha:

$$P_0 = e^{-2G} = e^{-4} = 0{,}0183 \rightarrow 1{,}8\ \%$$

b) El valor esperado, viene dado por:

$$\mu = \frac{1}{P_0} = \frac{1}{e^{-4}} \approx 54\,\text{intentos}$$

c) La probabilidad de éxito después de k intentos es una distribución binomial, que para $k = 10$:

$$P = (1 - P_0)^{k-1} P_0 = \left(1 - \frac{1}{e^4}\right)^9 \times \frac{1}{e^4} = 0{,}01522 \to 1{,}522\ \%$$

Problema - 4.17 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-30

Sea G la tasa total a la que se transmiten las tramas en un sistema Aloha ranurado.

a) ¿Qué proporción de ranuras vacías se producirán en el sistema?

b) ¿Cuál será la proporción de ranuras vacías cuando el sistema está operando a máximo rendimiento?

c) Mediante observaciones sobre la actividad del canal, ¿podríamos determinar cuándo deberían transmitir las estaciones, y por lo tanto, aumentar la productividad del canal?

Resolución:

a) Según la distribución de Poisson, con intensidad de tráfico y $k = 0$:

$$P[0 \text{ transmisiones}] = \frac{G^0 e^{-G}}{0!} = e^{-G}$$

b) En Aloha ranurado sabemos que el rendimiento máximo se obtiene con una intensidad de $G = 1$, por lo tanto, la proporción de ranuras vacías a rendimiento máximo será $e^{-1} = 0{,}368$.

c) Cualquier intento de aumentar el rendimiento, y por lo tanto, decrementar la proporción de ranuras vacías por encima de e^{-1} es contraproducente, ya que esta acción empujará el rendimiento por debajo de su valor máximo.

Problema - 4.18 ⊕⊕ Ref: 4-A-31

Desde el punto de vista del retardo en Aloha y Aloha ranurado. ¿Cuál de los retardos es menor? Razona la respuesta.

Resolución:

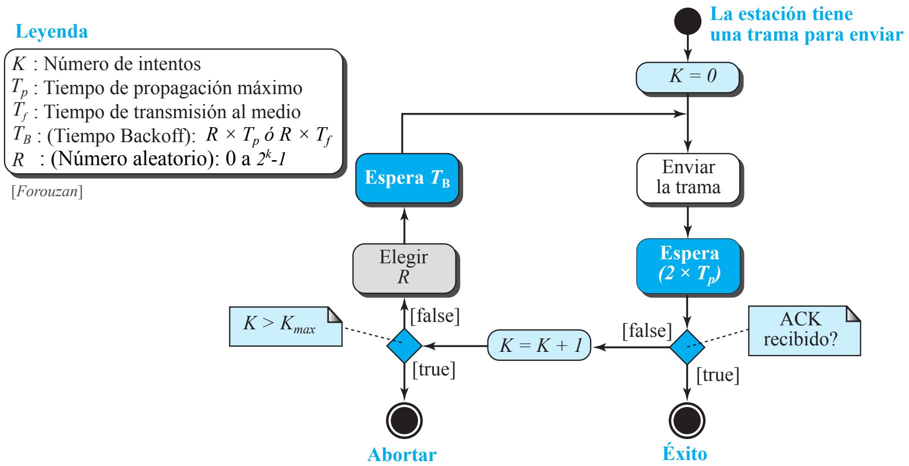
- El Aloha, la transmisión puede comenzar de forma instantánea. En condiciones de baja carga, no se esperan colisiones, y por tanto, es probable que la transmisión sea exitosa.
- En Aloha ranurado, tiene que esperar al siguiente slot, por lo tanto, tiene que esperar, como mínimo, medio slot de retardo, incluso en condiciones de carga baja.

Problema - 4.19 ⊕⊕⊕ Flipped Ref: 4-A-32

Dado el procedimiento Aloha, representado en la figura adjunta, y en relación al uso de K, encuentra la probabilidad de que una estación pueda enviar inmediatamente en cada una de los siguientes escenarios:

a) Después de un fallo.

b) Después de tres fallos.



Resolución:

El valor de K decrementa la probabilidad que una estación pueda enviar inmediatamente cuando el número de fallos se incrementa, lo que produce que la probabilidad de colisión se decremente. A partir del fallo K, se genera:

$$R \in [0, 2^K - 1]$$

por lo tanto:

a) Después de un fallo ($K = 1$):

$$R \in [0, 2^1 - 1] = [0, 1]$$

Por lo tanto, la probabilidad de que la estación tome $R = 0$ (enviar inmediatamente) es 1/2 ó 50 %.

b) Después de tres fallos ($K = 3$):

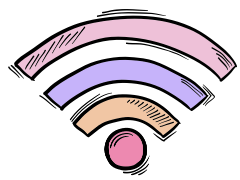
$$R \in [0, 2^3 - 1] = [0, \cdots, 7]$$

Por lo tanto, la probabilidad de que la estación tome $R = 0$ (enviar inmediatamente) es 1/8 ó 12,5 %.

Problema - 4.20 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-33

Sean estaciones wireless en protocolo Aloha separadas una distancia de 600 km. Supongamos una velocidad de propagación en el medio de 3×10^8 m/s. Calcula:

a) Tiempo de propagación.
b) Intervalo de contención para $K = 2$.



Resolución:

a) El tiempo de propagación será:

$$t_p = \frac{600 \times 10^3}{3 \times 10^8} = 2\,\text{ms}$$

b) El valor de K decrementa la probabilidad de que una estación pueda enviar inmediatamente cuando el número de fallos se incrementa, lo que produce que la probabilidad de colisión se decremente. A partir del fallo K, se genera:

$$R \in [0, 2^K - 1]$$

Para $K = 2$, se selecciona un número aleatorio R del conjunto $\{0, 1, 2, 3\}$. Si cada ranura corresponde al t_p, entonces, el intervalo de contención T_B puede ser 0, 2, 4 ó 6 ms, dependiendo del valor aleatorio R.

Problema - 4.21 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-34

Una serie de estaciones envían tramas de tamaño 1000 bits a una tasa de 1 Mbps, ¿cuál es el periodo vulnerable en los siguientes casos?

a) Aloha.

b) Aloha ranurado.

Sol: *a*) 2 ms *b*) 1 ms

Problema - 4.22 ⊕⊕⊕ Ref: 4-A-35

Una red Aloha transmite tramas de 200 bits en un canal compartido de 200 kbps. ¿Cuál es la condición para transmitir tramas libres de colisión?

Resolución:

El tiempo de transmisión de trama viene dado por:

$$t = \frac{200\,\text{bits}}{200\,\text{kbps}} = 1\,\text{ms}$$

El periodo vulnerable es dos veces el tiempo de transmisión de trama, por lo tanto, $2 \times 1\,\text{ms} = 2\,\text{ms}$, es decir, ninguna estación debe transmitir más tarde de 1 ms antes que la estación inicie una transmisión, y ninguna estación debe de iniciar la transmisión durante el tiempo que la estación está enviando (1 ms).

Problema - 4.23 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-60

¿Cuál es la diferencia entre Aloha y Aloha ranurado en relación a tiempos de acceso al medio y tasa de entrega en escenarios con un sólo emisor y con más emisores?

Resolución:

Aloha permite acceder al medio en cualquier instante (otra cuestión es si el paquete consigue sobrevivir). En Aloha ranurado, la estación tiene que esperar al principio del siguiente slot. El tiempo medio de espera para transmitir es de $1/2$ tiempo de trama. Si el canal está libre, este tiempo es innecesario. Por lo tanto, si normalmente sólo hay un usuario enviando, Aloha es más apropiado que Aloha ranurado.

En relación a la tasa de envío, en Aloha ranurado es el doble que en la versión pura, debido a que la fase de contención, en la que el paquete puede sufrir colisión, se reduce a la mitad.

Problema - 4.24 ⊕⊕⊕⊕ Ref: 4-A-70

Varias estaciones comparten un canal con un ancho de banda de 30 kbps. Se realizan una serie de peticiones de envío ordenadas en el tiempo, según el siguiente listado. Por simplificación, solicitudes de envío sin éxito no se mantienen en buffer.

I) Envío después de 10 ms (longitud: 180 bits)

I) Envío después de 20 ms (longitud: 300 bits)

I) Envío después de 40 ms (longitud: 100 bits)

I) Envío después de 44 ms (longitud: 70 bits)

I) Envío después de 95 ms (longitud: 360 bits)

I) Envío después de 111 ms (longitud: 80 bits)

I) Envío después de 120 ms (longitud: 200 bits)

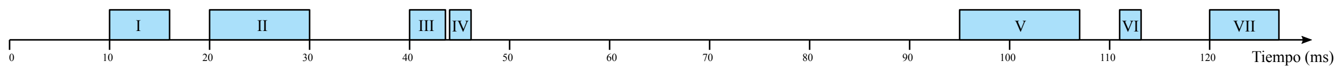
Se pide:

a) ¿Qué tramas se transmiten correctamente suponiendo acceso Aloha puro?

b) ¿Qué tramas se transmiten correctamente suponiendo acceso Aloha ranurado y slots de tiempo de 20 ms?

Resolución:

a) En el caso de Aloha, todas las tramas se envían correctamente:



b) En el caso de Aloha ranurado, sólo las tramas III, IV y V, se envían correctamente: