

# Acceso al medio (1)

## Intro y ALOHA

Area de Ingeniería Telemática  
<http://www.tlm.unavarra.es>

Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios  
Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación, 2º

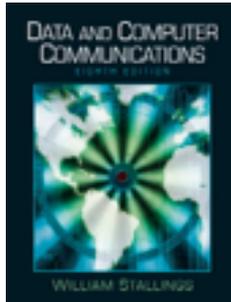
# Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas de conmutación y protocolos
3. Introducción a las tecnologías de red
4. Control de acceso al medio
5. Conmutación de circuitos
6. Transporte fiable
7. Encaminamiento

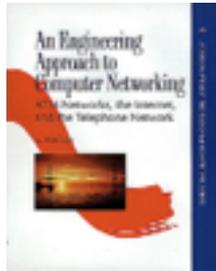
# Temario

1. Introducción
2. Arquitecturas de conmutación y protocolos
3. Introducción a las tecnologías de red
4. **Control de acceso al medio**
  1. **ALOHA y ALOHA ranurado**
  2. CSMA y variantes, persistencia
  3. CSMA/CD
  4. CSMA/CA
  5. Ideas y clasificación de protocolos MAC
5. Conmutación de circuitos
6. Transporte fiable
7. Encaminamiento

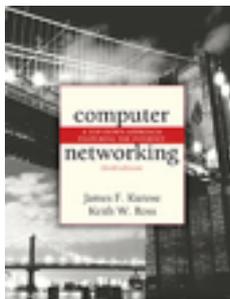
# Material



Capítulo 16 de  
**W. Stallings,**  
**Data and Computer Communications**



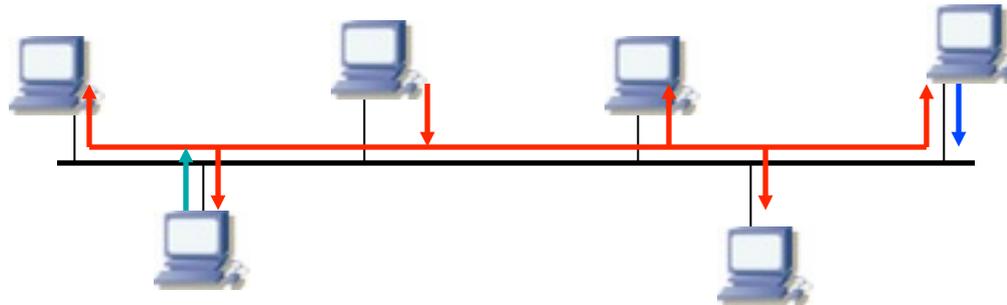
Capítulo 7 de  
**S. Keshav**  
**An Engineering Approach to Computer  
Networks**



Capitulo 5 de  
**J.F. Kurose & K.W. Ross**  
**Computer Networking. A top-down approach  
featuring the Internet**

# Acceso al medio

- Red basada en un medio compartido (de broadcast)
  - Todos oyen lo que envío
  - Para enviar una trama a un nodo concreto indico su dirección (nivel de enlace/ethernet)



- Pero... ¿y si hay varios intentando enviar a la vez?
- Problema del **Acceso al Medio**

Mecanismos de esperas, colisiones, turnos... (ya se ha comentado que el de Ethernet se llama CSMA/CD)... pero empecemos por el principio...

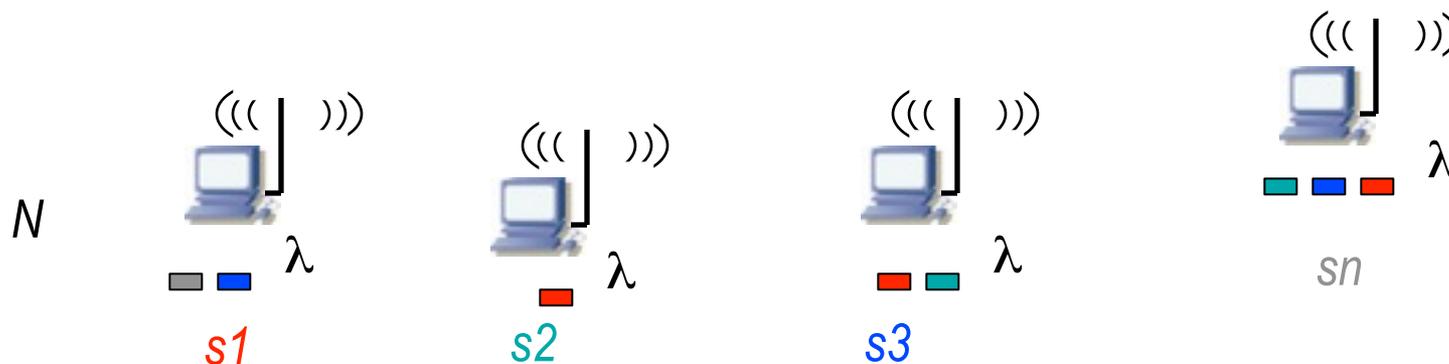
# Problema más simple

- Se planteo originalmente en redes por radio
- $N$  estaciones que pueden enviar y recibir tramas por radio
- Las estaciones tienen mensajes para otras estaciones

Nivel de enlace

Generan paquetes a enviar de forma aleatoria... caracterizadas por una variable aleatoria y con tasa media de  $\lambda$  tramas por unidad de tiempo

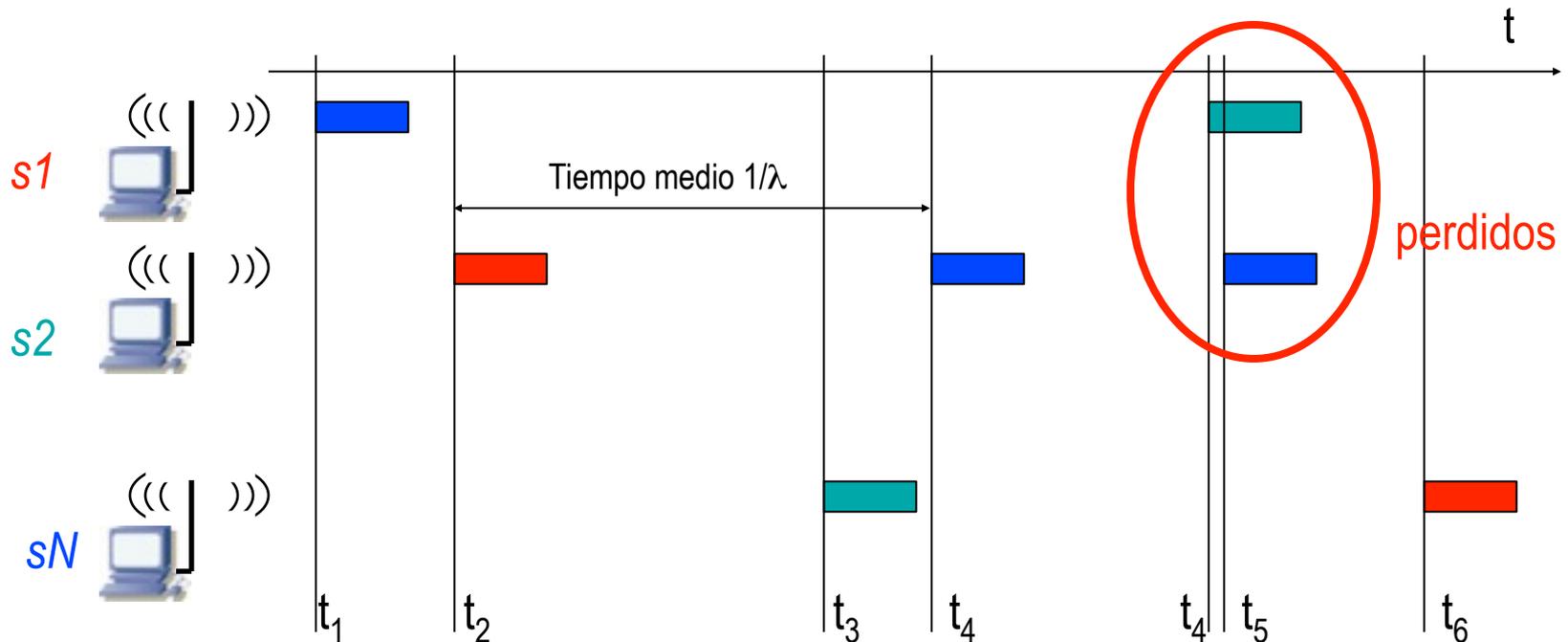
- ¿Cuántas tramas podemos conseguir que lleguen a su destino?



# Primera aproximación

- Si tengo un paquete para transmitir... lo envío
  - Si tengo suerte llegara
  - Si otro transmite a la vez no llegara ninguno de los dos
  - Si en media el tiempo que tarda en llegar el siguiente paquete a alguien es menor que el tiempo que tardo en transmitirlo bastantes llegaran a sus destinos

Supongamos que el tiempo de propagación es muy pequeño...

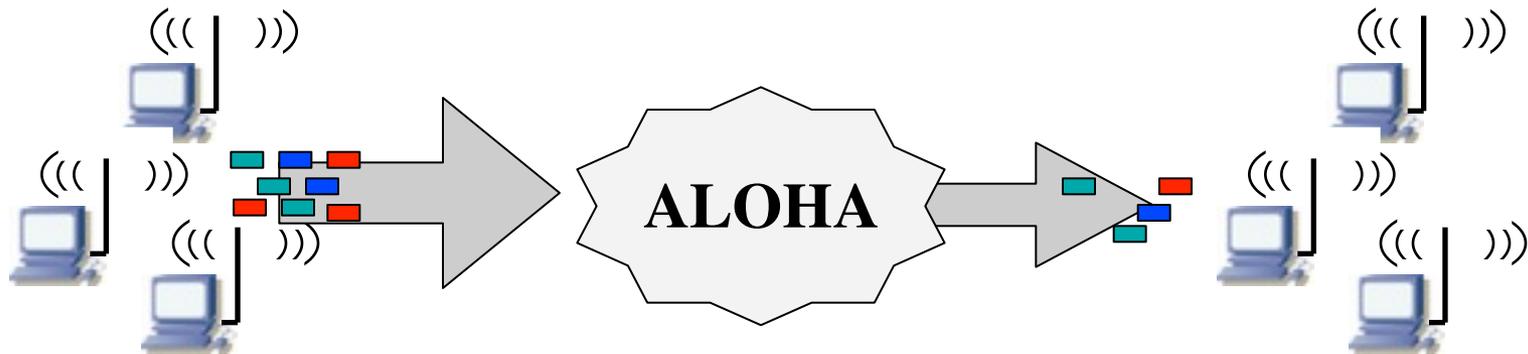


# ALOHA

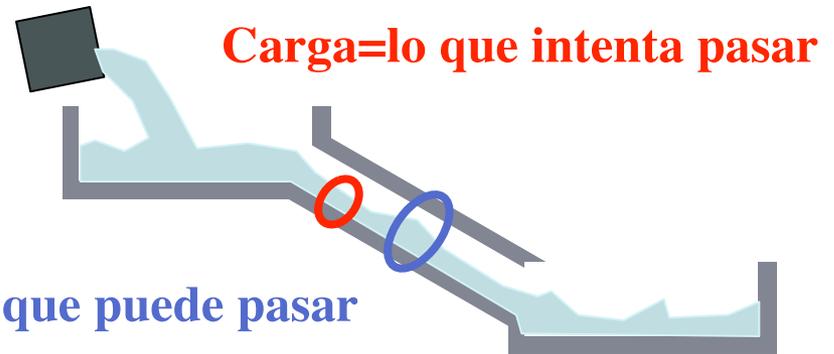
- Desarrollado para redes de paquetes por radio
- En la universidad de Hawaii
- Cuando la estación tiene una trama para transmitir... la envía
  - La trama incluye la identificación del destino que debe recibirla
  - La trama incluye un código de detección de errores (Frame Check Sequence)
- Si recibo una trama correctamente (FCS=ok) envío una trama de confirmación (ACK) al emisor
  - La trama de ACK es una trama pequeña (poco más que el destino y una indicación de que es un ACK)
- Después escucha durante un tiempo (un poco más que el máximo RTT)
  - Si recibe un ACK la considera transmitida (y pasa a transmitir la siguiente que le llegue)
  - Si no recibe un ACK vuelve a enviar la misma
  - Si lleva  $n$  intentos de retransmisión sin recibir ACK la da por perdida (y pasa a transmitir la siguiente que le llegue)
- La trama se puede corromper por ruido o por mezclarse con otra trama enviada por otra estación (colisión)
- Cualquier solapamiento de dos tramas causa una colisión

# Midiendo las prestaciones

- La entrada al sistema son todos los paquetes que se intentan enviar pero no todos se reciben
- Como de eficiente es la red
- Cuanto tráfico puede atravesar la red??

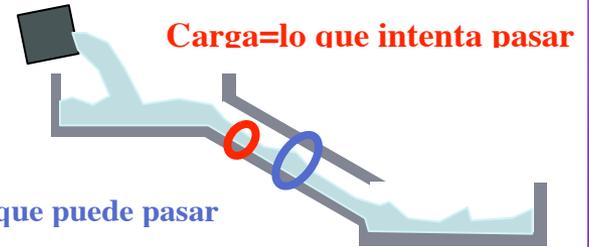
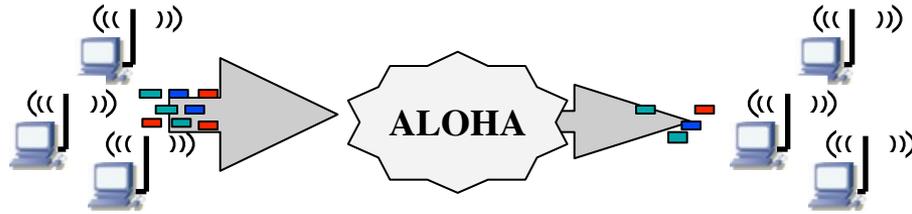


- Como se mide?
- Capacidad y Carga



**Carga < Capacidad = no problema**

# Midiendo las prestaciones



- **Capacidad**

Los recursos de la red. El límite físico de lo que se podría transmitir en el mejor caso.  
 Transmisor de 20Mbps -> en el caso ideal 20Mbps para repartir

- **Carga (Intensidad de tráfico)**

Cantidad de servicio pedido al sistema.  
 Puede ser más que la capacidad

- **Calidad de servicio**

Servicio obtenido del sistema  
 ¿Que hacemos con lo que no podemos transmitir?  
 Perderlo? Acumularlo?

# Midiendo el tráfico

- $N$  estaciones
- Cada una genera  $\lambda$  tramas por segundo
- Cada trama ocupa el canal un tiempo  $m = \text{tamaño}/C$   $[b]/[b/s]=[s]$
- ¿Cuanto tiempo haría falta para enviar todo el tráfico que se genera en un segundo?  
 $t_{\text{demanda}} = N \lambda m$
- Medida de la carga independiente de la capacidad

• Intensidad de tráfico 
$$I = \frac{\text{Volumen de tráfico}}{\text{Tiempo de observación}}$$



- Sin unidades físicas. Se mide en *Erlangs (E)* (Agner Krarup Erlang 1878-1929)
- **1 Erlang** = el tráfico que mantiene ocupado completamente un canal durante el tiempo de observación
- Intensidad de tráfico media: empleando el volumen *medio* de tráfico en el intervalo de observación

# Prestaciones ALOHA

- $N$  estaciones
- Mensajes de tamaño fijo  $s$  bytes
- Capacidad del canal  $C$  bytes/segundo
- Cada estación genera mensajes siguiendo una proceso de Poisson con parámetro  $\lambda$  (en media  $\lambda$  mensajes por segundo)
- Los mensajes ocupan el canal un tiempo fijo  $m=s/C$
- La carga ofrecida (intensidad de tráfico) al medio compartido será

Una estación:  $\rho_i = m \lambda$

Todas las estaciones:  $\rho = N m \lambda$

- Ej: Mensajes de  $200B$  enviados a  $1Mbps$   $m=1.6ms$

$N=20 \lambda=5\text{mensajes/s}$      $\rho = 0.16 E$      $16\%$  del tiempo ocupado

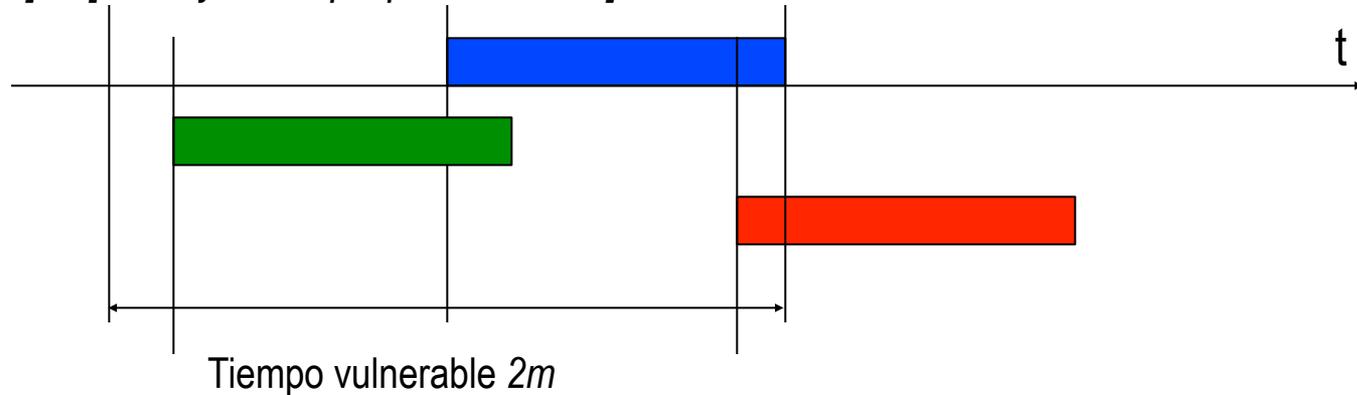
$N=20 \lambda=20\text{mensajes/s}$      $\rho = 0.64 E$      $64\%$  ¿muchas perdidas?

$N=40 \lambda=20\text{mensajes/s}$      $\rho = 1.28 E$      $128\%$  No caben

# Prestaciones ALOHA

- ¿Cual es la probabilidad de que un mensaje llegue al otro extremo?

$$P[\text{llegar}] = P[\text{no haya otro paquete "cerca"}]$$



- Un paquete desde  $m$  segundos antes hasta  $m$  segundos despues nos estropea el envío
- Numero de paquetes que llegan en  $\Delta t = 2m$  es un v.a. de Poisson con parámetro  $2mN\lambda$

$$P_{2mN\lambda}[k] = \frac{(2mN\lambda)^k}{k!} e^{-2mN\lambda}$$

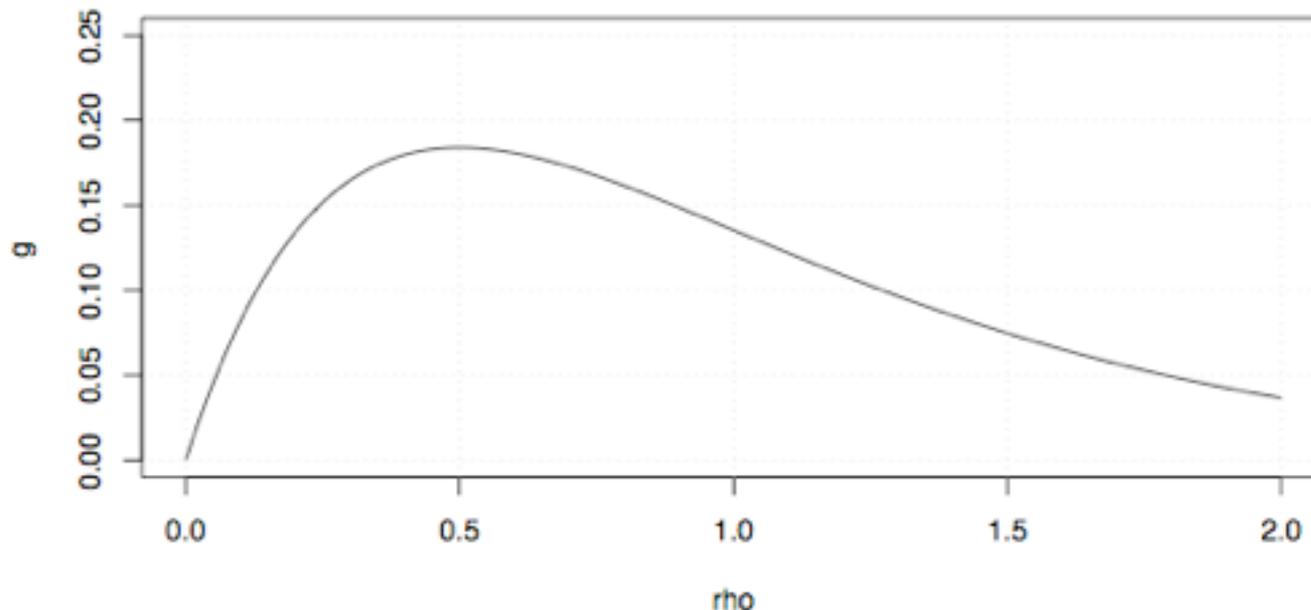
- Probabilidad de 0 llegadas en  $\Delta t = 2m$   $P_{2mN\lambda}[0] = e^{-2mN\lambda}$

# Prestaciones ALOHA

- Tráfico ofrecido  $\rho = Nm\lambda$
- Mensajes que llegan  $\lambda' = \lambda P[\text{llegar}] = \lambda e^{-2mN\lambda}$
- Tráfico aprovechado (cursado, goodput)

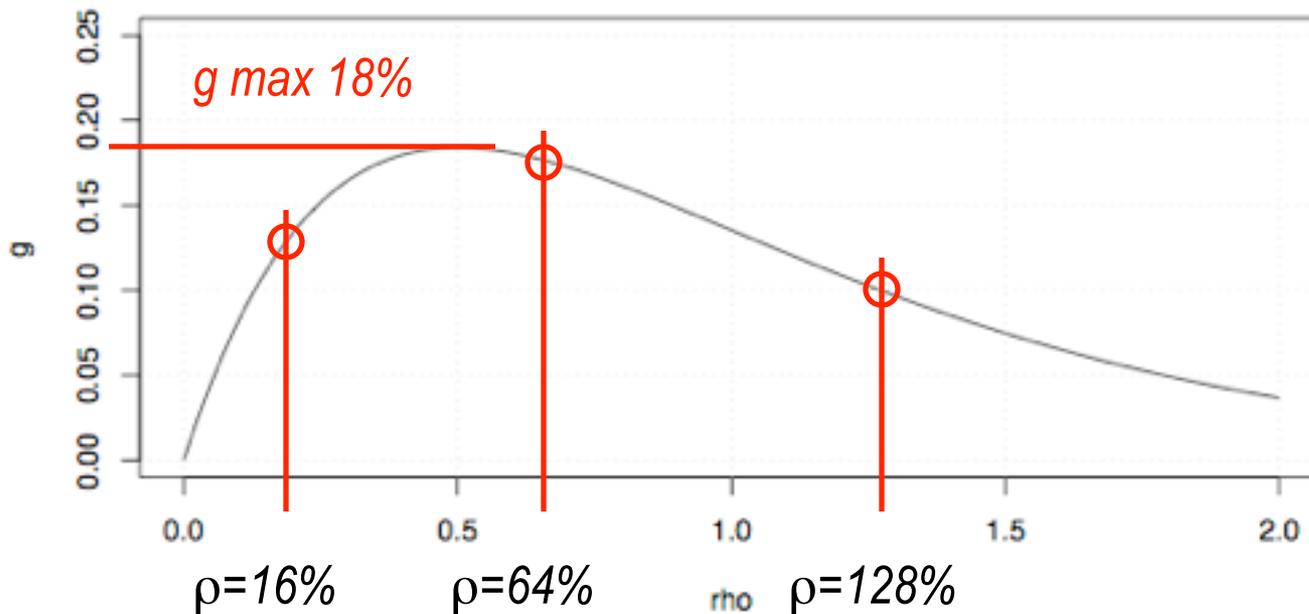
$$g = Nm\lambda' = Nm\lambda e^{-2mN\lambda} = \rho e^{-2mN\lambda} = \rho e^{-2\rho}$$

$$g = f(\rho)$$



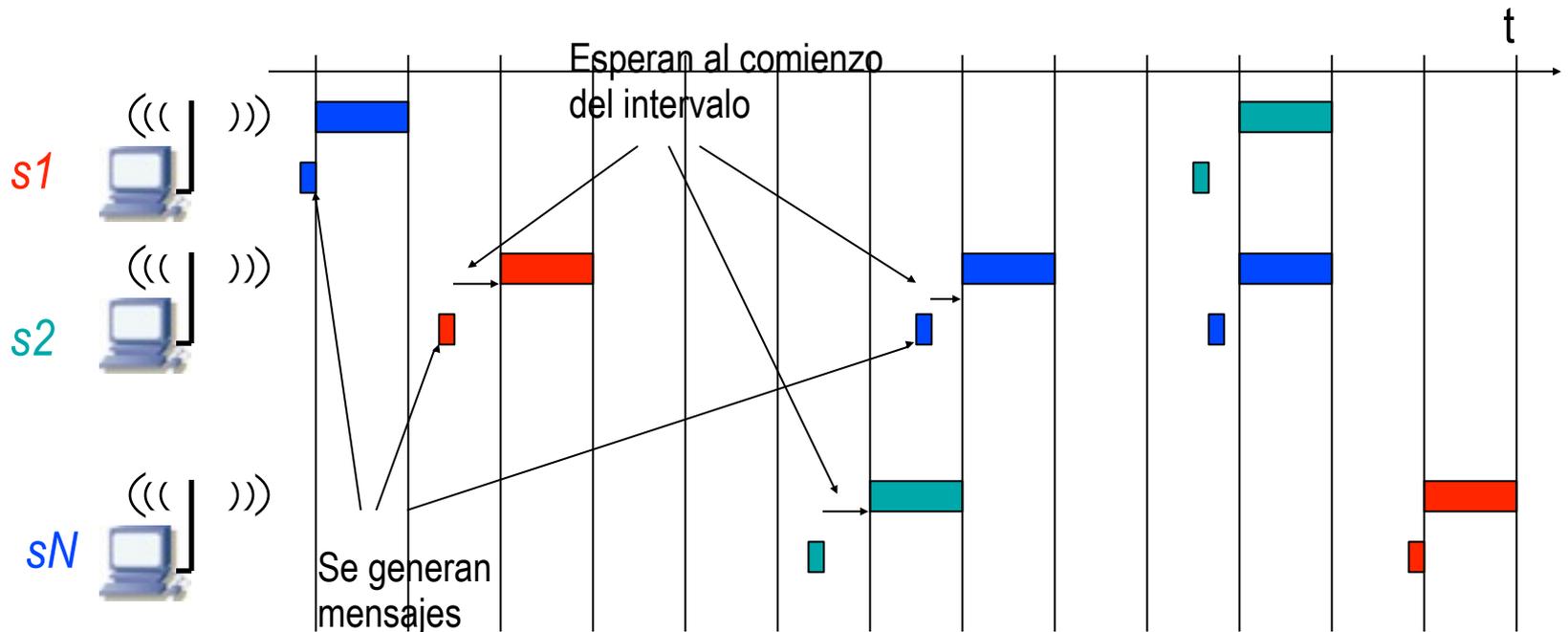
# Prestaciones ALOHA

- Máximo goodput ~ 18% (para  $\rho=50\%$ )
- No parece muy eficiente
- Si transmitimos al canal 1Mbps como mucho tendremos 180Kbps para repartir entre todos los que transmitan...
- Por otra parte si la velocidad es aceptable ALOHA resuelve el problema del acceso al medio



# Mejorando ALOHA

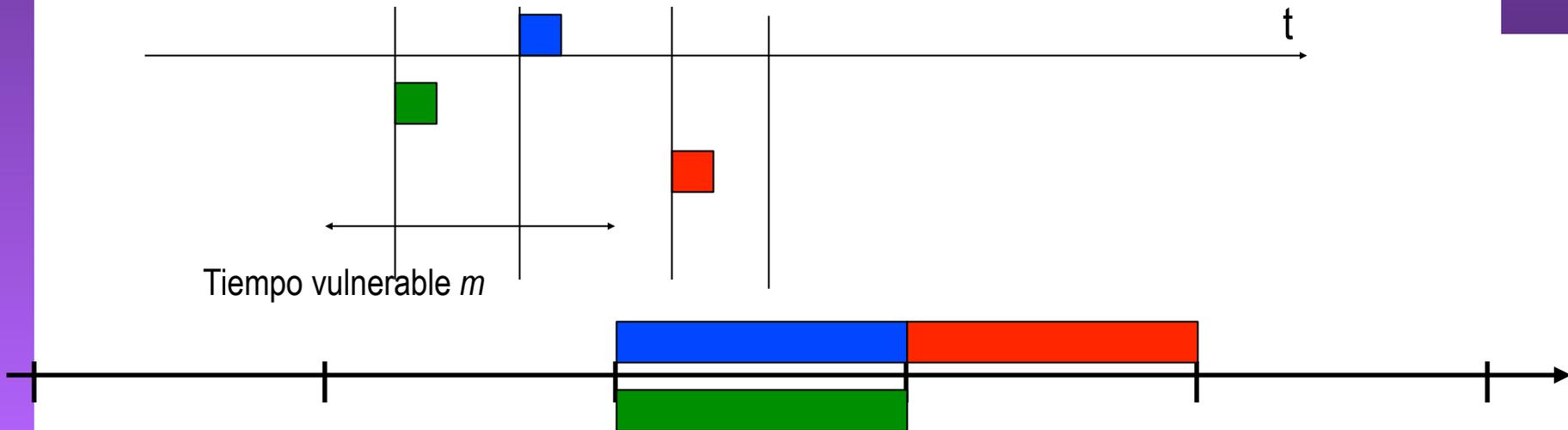
- Mejora típica **ALOHA ranurado**
- Dispositivos sincronizados en el tiempo. Existen intervalos temporales (slots) conocidos por todas las estaciones  
 Slots de la duración de la trama
- Algoritmo: Igual que ALOHA
  - Salvo que sólo se puede empezar a transmitir al principio del slot.
  - Si un paquete se genera en un slot deberá esperar a que comience el siguiente



# ALOHA ranurado

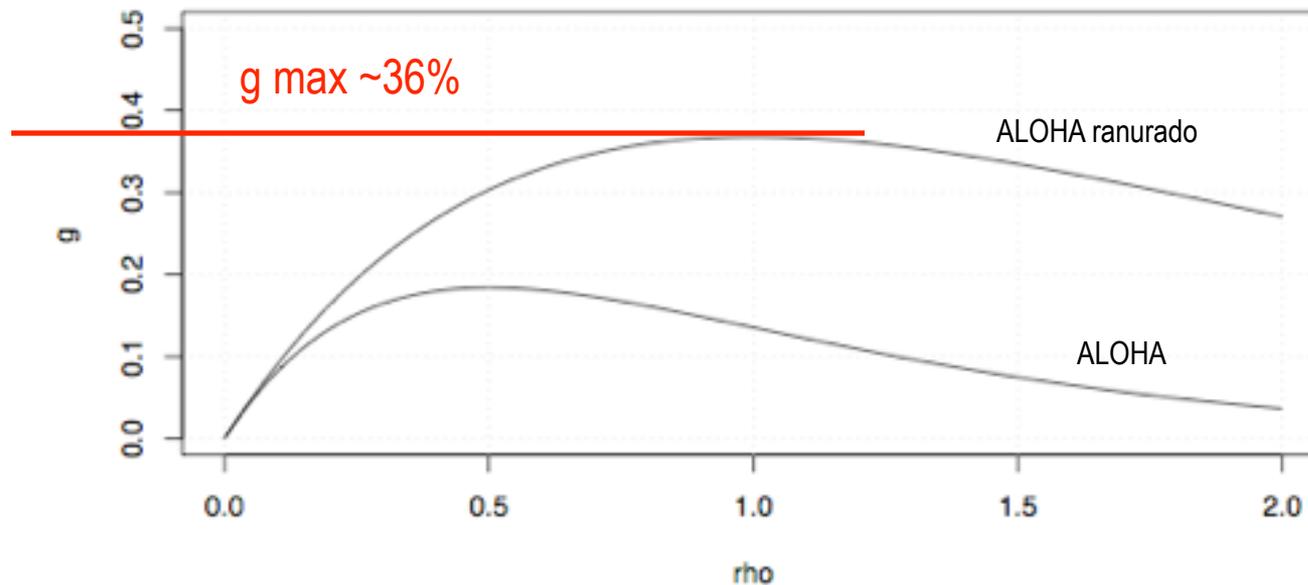
- La trama colisionará con los paquetes que llegan en el mismo slot
- Si llegan cerca pero en el siguiente slot esperarán
- El tiempo vulnerable es ahora  $m$
- La probabilidad de no colisionar es ahora la probabilidad de que se produzcan 0 llegadas en un tiempo  $m$

$$P_{mN\lambda}[0] = e^{-mN\lambda}$$



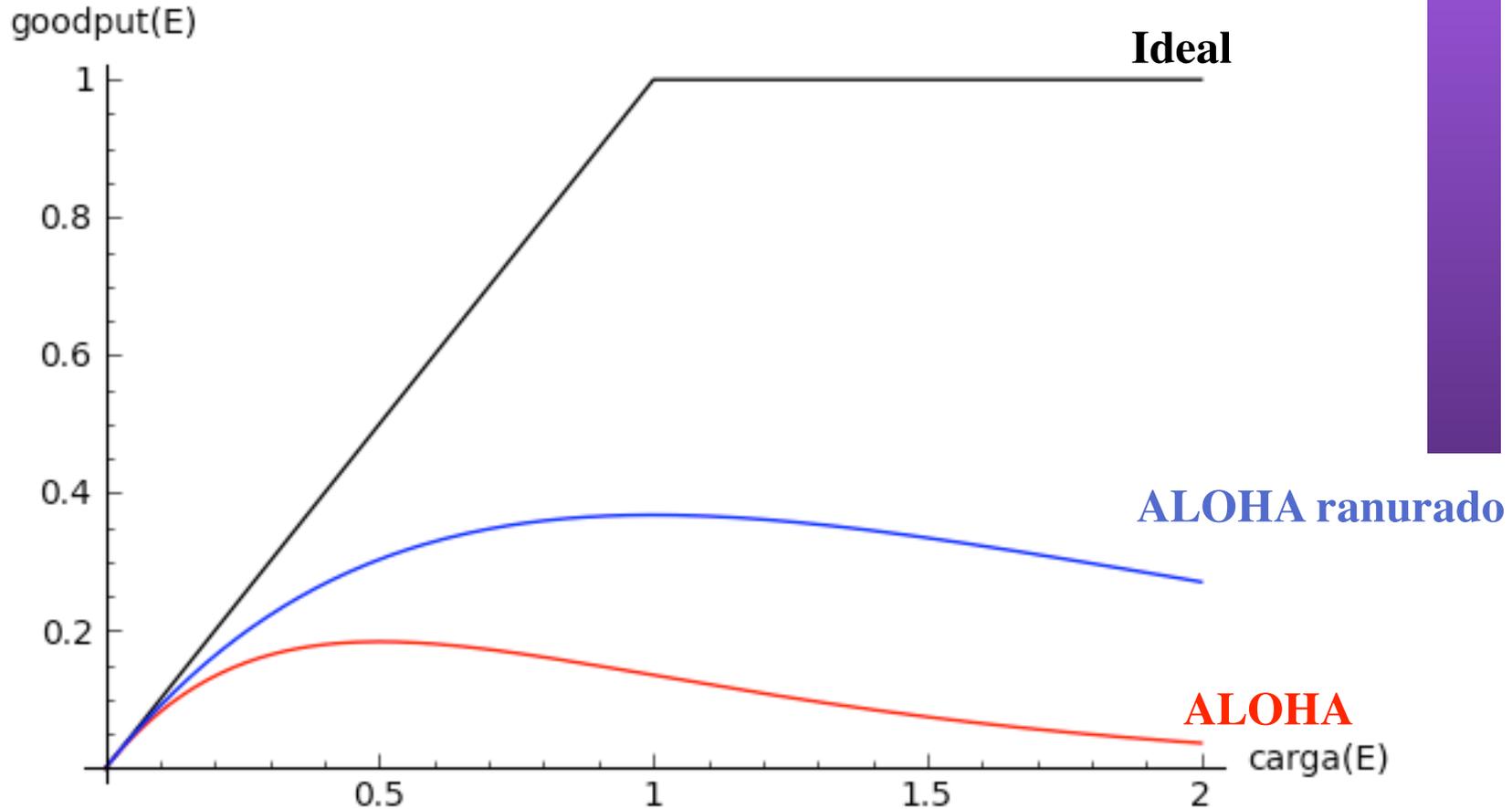
# ALOHA ranurado

- El goodput en función de la carga ahora sera  $g = \rho e^{-\rho}$
- Mejora el de ALOHA
- El máximo alcanzable es ahora ~36%
- Desventaja: es más complejo, tener sincronización en los nodos no siempre es facil



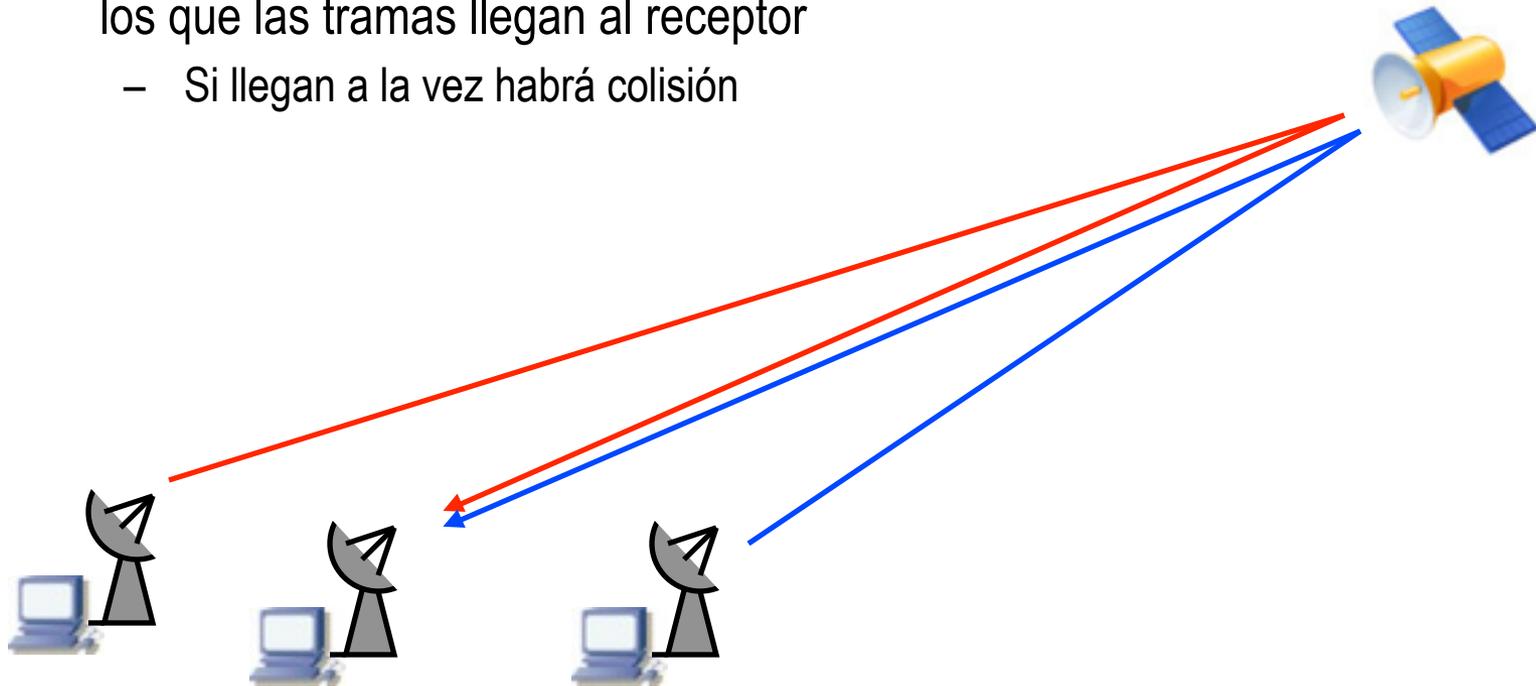
# Eficiencia

- ¿Cuanta eficiencia queremos conseguir?



# Tiempo de propagación

- Estábamos suponiendo en los dibujos que el tiempo de propagación era pequeño
- ¿Que pasa si no lo es?  
Nada. Es más difícil de dibujar. Pero ALOHA funciona igual
- De hecho protocolos de tipo ALOHA se usan en escenarios de comunicación por satélite
- El análisis de las colisiones es equivalente, lo que importa son los tiempos en los que las tramas llegan al receptor
  - Si llegan a la vez habrá colisión



# ALOHA's resumiendo

- Resuelven el problema de acceso al medio de forma simple
- No son demasiado eficientes (máximos de 18%-36%)
- Funcionan independientemente de que el tiempo de propagación sea grande o pequeño comparado con el de transmisión
- ¿Podemos mejorar esto?