

# ARQUITECTURA DE REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS

## Conjunto de problemas 4

1. Calcule el cociente entre tiempo de propagación y tiempo de transmisión para el paquete de tamaño medio en una red en la que dicho tamaño es de 500bytes, y
  - a) El ancho de banda es 10Mb/s y el tiempo de propagación entre las estaciones es de alrededor de 5 $\mu$ s
  - b) El ancho de banda es 500kb/s y el tiempo de propagación entre las estaciones es de unos 250ms

¿Tiene sentido en estos escenarios implementar un control de acceso al medio basado en detección de colisiones del estilo del empleado en CSMA/CD? Razone la respuesta
2. En una red que utiliza un canal de comunicación mediante ALOHA no ranurado, se han instalado 10 estaciones. Cada estación genera tráfico de manera continua, y la carga promedio por estación se estima en 0.005 Erlangs. El canal de comunicación tiene una tasa de transmisión de 5 Mbps. Cada paquete que las estaciones envían tiene un tamaño de 256 bytes.
  - a) Calcule la intensidad total de carga en Erlangs
  - b) Determine el throughput promedio en Erlangs que se puede esperar de la red.
  - c) Convierta ese throughput a los Mb/s que estará transmitiendo con éxito una estación cualquiera.
3. Un operador de telecomunicación ha implementado una red empleando ALOHA ranurado. Sabe que los usuarios generan una intensidad de tráfico promedio de 0.001 Erlangs y quiere que la probabilidad de que un paquete de usuario colisione sea menor del 10%.
  - a) ¿Cuál es el número máximo de usuarios simultáneos de la red que puede permitirse para mantener ese objetivo?
  - b) ¿Qué porcentaje de la capacidad del medio estará empleando?
4. En una red radio utilizamos un canal con una tasa de transmisión de 10Mb/s. Las estaciones están repartidas a lo largo de un diámetro máximo de 10km. Se utiliza un canal radio compartido mediante un control de acceso al medio de tipo ALOHA (sin ranurar). En un momento dado 20 estaciones están enviando paquetes a una tasa promedio estable, los paquetes son de 500bytes y cada estación genera una carga para la red de 0.004 Erlangs. Razone sus respuestas.
  - a) ¿Cuál es la tasa de datos en Mbps que está generando cada estación?
  - b) ¿Cuál será el throughput promedio de datos (en Mb/s) que consigue transmitir cada estación correctamente?
  - c) Una estación adicional (ahora son 21 estaciones) empieza a transmitir a otra un vídeo a una tasa de 20Kb/s. ¿Qué porcentaje de paquetes de este vídeo sufrirían colisiones?
  - c) ¿Sería apropiado usar CSMA en esta red?
  - d) ¿Qué sucedería si las estaciones intentan enviar entre todas un acumulado de tráfico ofrecido de 12Mb/s (más tráfico que la capacidad de la red)? ¿Cuál sería la intensidad de tráfico en Erlangs por estación suponiendo que todas generan la misma carga? ¿Qué cantidad de tráfico conseguiría transmitir correctamente cada estación? Razone la respuesta
  - e) Repita el problema en un escenario donde la tasa de transmisión se aumenta a 100Mb/s, las estaciones se separan a un máximo de 40Km y los paquetes son de 1000bytes.
5. Las PON (Passive Optical Networks) que se utilizan en el acceso doméstico mediante fibra óptica se componen de un elemento de cabecera (la OLT) y los equipos de los usuarios (las ONUs u ONTs). La conexión entre ellos es un árbol pasivo (Figura 1), donde la OLT transmite en sentido descendente y todo lo que transmite llega a todas las ONUs mediante divisores de potencia óptica. Lo que transmiten las ONUs va en el sentido contrario (ascendente) hasta la OLT, de forma que lo que transmite una ONU no llega a ninguna otra, pero las señales de dos ONUs se pueden sumar en los divisores de potencia si coinciden en el tiempo, causando colisiones. El acceso al medio en el canal de bajada es sencillo de resolver ya que solo hay un emisor que envía datos hacia los usuarios, así que no hace falta controlar el uso del medio. En la subida sin embargo, todos los usuarios que comparten un mismo canal deben repartirse su uso por lo que hay que elegir un buen sistema de control de acceso al medio. Supondremos un canal de subida con velocidad de transmisión

de aproximadamente 10Mbps y que en la colocación de las OLTs garantizamos que la máxima distancia de un abonado a la OLT sea de 2km (tome una velocidad de propagación en la fibra de 210000km/s). Suponiendo que se transmiten paquetes con un tamaño medio de 500bytes. ¿Qué le parece más apropiado, utilizar un control de acceso al medio ALOHA o CSMA? ¿Son ambas posibles? Razone la respuesta.

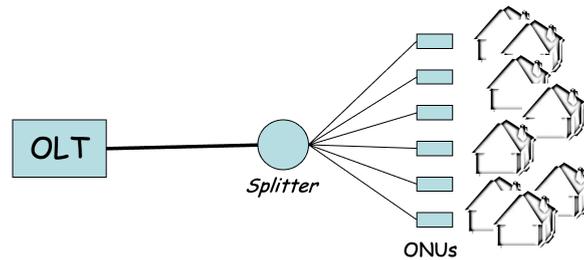


Figura 1 – Esquema básico de una PON

6. Se pretende utilizar una red de comunicaciones basada en una constelación de satélites de órbita baja para el envío de mensajes entre terminales móviles vía satélite. En un determinado momento la zona de cobertura de un satélite incluye todos los puntos de tierra desde los que ese satélite es el más cercano. Para un receptor móvil situado justo debajo del satélite, el retardo de propagación es de 1.3ms y para un punto justo en el límite de la cobertura es de 3.5ms. El canal de comunicación entre los terminales móviles y el satélite, tanto en subida como en bajada, es de 32 Mb/s. El canal debe repartirse entre todos los terminales móviles en la zona de cobertura del satélite y para ello se utiliza ALOHA no ranurado como protocolo de control de acceso al medio. El servicio envía los mensajes del usuario encapsulados siempre en paquetes de 10000 bytes. Los datos preliminares indican que los usuarios enviarían una media de 4 mensajes por hora y que los tiempos entre mensajes pueden considerarse exponenciales.

- ¿Cuál es la probabilidad de pérdida de mensajes si tenemos  $N$  usuarios en el área de cobertura?
- ¿Cuántos usuarios se pueden soportar en el área de cobertura si no se acepta más de un 1% de mensajes perdidos?
- ¿Cuál sería la utilización del canal de subida en ese caso?

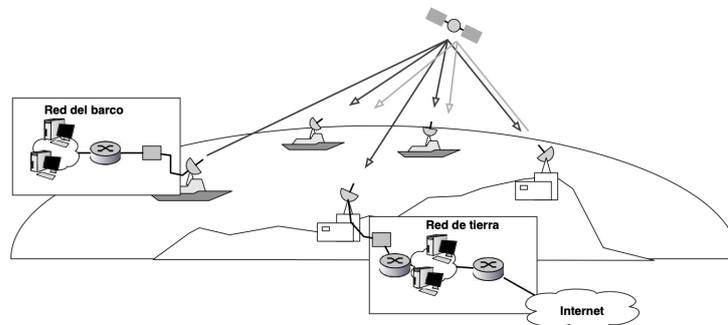


Figura 2 – Ilustración de comunicación por satélite

7. Tenemos un sistema vía satélite para interconectar los sistemas de una flota formada por 21 barcos y 3 estaciones terrestres. Se utiliza un canal de capacidad 150 Mb/s que retransmite la señal a todas las estaciones en la red. Se utiliza acceso al medio ALOHA ranurado y la red vía satélite funciona como una red de área local que une los routers en los barcos o estaciones en tierra. Debido a que los mensajes tienen que ir hasta el satélite y volver, el tiempo que tarda un paquete en atravesar la red de área local vía satélite es de 200 ms. Los routers que utilizan esta transmisión inalámbrica en los barcos se unen al transmisor mediante un enlace de 500 kb/s, por lo que el tráfico que envía cada estación nunca supera dicha velocidad. De hecho, se procede a medir el tráfico de red y se observa que en condiciones normales de uso cada barco genera un tráfico medio de 200 kb/s. En el caso de las estaciones de tierra el enlace que tienen entre el router y el transmisor es a 2 Mb/s y el tráfico medio en el mismo es de 800 kb/s. El tamaño de paquete es de 500 bytes.

En estas condiciones

- ¿Cuántos paquetes por segundo están saliendo normalmente de cada barco? (colisionen o no)
- ¿Cuál es la carga de tráfico media total ofrecida al canal del satélite?

- c) ¿Cuál es la probabilidad de pérdida de un paquete que deba atravesar la red vía satélite?
8. Considere una LAN en bus con estaciones uniformemente repartidas a lo largo del bus, con una tasa de transmisión de 10Mb/s y una longitud de bus de 1Km.
- a) ¿Cuál es el tiempo medio para enviar una trama de 1000bits a otra estación, medido desde el comienzo de la transmisión hasta el fin de la recepción? Asuma una velocidad de propagación de 200m/μs
- b) Si dos estaciones comienzan a transmitir exactamente al mismo tiempo, sus paquetes se interferirán mutuamente. Si cada estación mientras envía monitoriza el bus, ¿cuánto tiempo tarda en notar la interferencia en segundos? ¿y medido en bits (en tiempos de transmisión de bit)?
- c) Repita las preguntas anteriores para una tasa de transmisión de 100Mb/s
- d) Para que en una LAN Ethernet clásica pueda funcionar la detección de colisión mediante CSMA/CD es necesario un tamaño mínimo de trama. En las condiciones de bus descritas, si la máxima longitud del bus es de 500m, ¿cuál es el tamaño mínimo de trama que garantiza que las colisiones se detecten? ¿Que ocurriría si utilizáramos tramas menores de ese tamaño mínimo? Utilizando la trama menor permitida en el estándar de 64bytes, ¿qué distancia de bus es aceptable para Ethernet de 10Mb/s? ¿Cuál sería la máxima distancia para FastEthernet de 100Mb/s?

9. Una nueva consola pretende soportar múltiples mandos independientes en el mismo salón para juegos multijugador. La consola generará una red inalámbrica para uso exclusivo de los mandos, que transmitirán tramas con su posición espacial, el estado de los botones y la imagen de una cámara infrarroja del mando. Cada trama que envía un mando, incluyendo toda la información y cabeceras, ocupa 420 bytes.

Durante un uso típico durante un juego se espera que un mando envíe tramas de forma aleatoria con tiempos entre llegadas exponenciales, independientes e idénticamente distribuidos con una tasa media de 15 tramas por segundo. Los mandos envían información a la consola, pero la consola no envía nada a los mandos.

Se está considerando ALOHA ranurado como protocolo para la comunicación entre la consola y los mandos.

Para los transmisores inalámbricos a emplear por los mandos existen dos opciones: tenemos un modelo que envía a 6Mb/s y otro a 10Mb/s. Se va a elegir uno con el que construir todos los mandos. Los transmisores a de 6Mb/s son más baratos y si son aceptables el producto saldrá considerablemente más asequible. Tenemos que garantizar que:

- Durante un juego se podrán emplear hasta 10 mandos.
- Podemos aceptar una tasa de pérdida de tramas que van hacia la consola de hasta un 5%.

Con todas esas consideraciones, se pide:

- a) Si elegimos el transmisor de 6Mb/s, en una situación de juego típica, ¿qué carga se ofrecerá a la red inalámbrica de los mandos?
- b) ¿Qué carga se ofrecerá a la red inalámbrica de los mandos en el caso de que elijamos el transmisor de 10Mb/s?
- c) ¿Qué transmisor debemos elegir? ¿Es aceptable usar el transmisor de 6Mb/s? ¿Es suficiente usar el de 10Mb/s para garantizar las pérdidas requeridas? Justifique la respuesta e indique la probabilidad de pérdidas con el transmisor elegido.