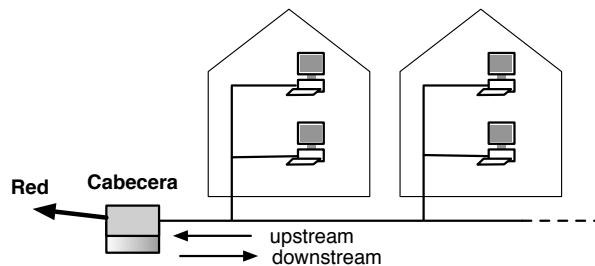


**Problemas de Arquitectura de Redes, Sistemas y Servicios**  
**Grado en Ingeniería en Tecnologías de Telecomunicación**  
**Conjunto de problemas del tema 4**



**Problema 4.1:** Las redes HFC (Híbrido Fibra-Coaxial) que se utilizan para distribuir televisión y acceso a Internet por cable llegan hasta el usuario mediante un último tramo de cable coaxial que constituye un medio compartido en el que se utilizan diferentes frecuencias para establecer uno (o varios) canales de bajada (downstream) y uno o varios canales de subida (upstream) desde los usuarios hacia la red. El acceso al medio en el canal de bajada es más fácil de resolver que el de subida. 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. Si utilizamos un canal de subida con velocidad de transmisión de aproximadamente 10Mbps y en la distribución de las cabeceras garantizamos que la máxima distancia de un abonado a la cabecera es de 2km (suponer velocidad de propagación en el coaxial de 200000km/s). Suponiendo que se transmiten paquetes con un tamaño medio de 500bytes.

a) ¿Qué le parece más apropiado, utilizar un control de acceso al medio ALOHA o CSMA? Razone la respuesta

**Problema 4.2:** En una red de radio utilizamos un canal con velocidad de transmisión de 10Mbps y las estaciones están repartidas a lo largo de 10km. Se utiliza acceso al medio de tipo ALOHA (sin ranurar). En un momento dado 20 estaciones están enviando paquetes a tasa más o menos constante enviando paquetes de 500bytes y generando una carga para la red de 0.08.

a) ¿Sería apropiado usar CSMA en esta red? Razone la respuesta

b) ¿Cuál será el throughput de datos (en Mbps) que consigue transmitir cada estación correctamente? Razone la respuesta

**Problema 4.3** Calcule el parámetro  $a$  para una red en la que el tamaño medio de paquete es 500bytes y

a) El ancho de banda es 10Mbps y el tiempo de propagación es de alrededor de  $5\mu s$

b) El ancho de banda es 500kbps y el tiempo de propagación es de unos 250ms

¿En cuál de los dos escenarios tiene sentido la detección de colisiones?

**Problema 4.4** En una red de radio utilizamos un canal con velocidad de transmisión de 100Mbps y las estaciones están repartidas a lo largo de 40km. Se utiliza acceso al medio de tipo ALOHA ranurado. En un momento dado 20 estaciones están enviando paquetes a tasa más o menos constante enviando paquetes de 1000bytes y generando una carga para la red (entre todas las estaciones) de 0.08.

a) ¿Sería apropiado usar CSMA en esta red? Razone la respuesta

b) ¿Cuál es la tasa de datos en Mbps que está generando cada estación? ¿Cuál será el throughput de datos (en Mbps) que consigue transmitir cada estación correctamente? Razone la respuesta

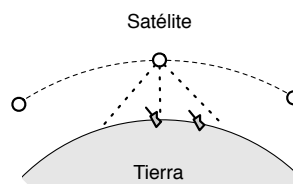
c) ¿Qué ocurriría si las estaciones generaran entre todas 120Mbps (más tráfico del que puede transmitir la red)? ¿Cuánta cantidad de tráfico conseguiría transmitir correctamente cada estación? Razone la respuesta

**Problema 4.5:** En una red de radio utilizamos un canal con velocidad de transmisión de 10Mbps y las estaciones están repartidas a lo largo de 10km. Se utiliza acceso al medio de tipo ALOHA (sin ranurar). En un momento dado 20 estaciones están enviando paquetes a tasa más o menos constante enviando paquetes de 500bytes y generando entre todas una carga para la red de 0.08.

En esta situación, una estación nueva comienza a transmitir a otra un video (de bastante baja calidad) a una tasa de 20kbps en paquetes de 500 bytes

¿Cual es la probabilidad de pérdida de paquetes del video? Razone la respuesta

**Problema 4.6:** 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 mas cercano. En nuestra red eso incluye todos los puntos situados a menos de 1000km de la proyección del satélite sobre la tierra. Los satélites orbitan a 400km de la superficie, por lo que 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. Se dedican dos canales de los disponibles en cada satélite para la transmisión de mensajes, uno se usa exclusivamente para mensajes desde el satélite a los terminales móviles y el otro para subida desde los terminales móviles al satélite (para que este los retransmita al terminal en tierra o a otro satélite para ir a otra zona). Los canales son de 32Mbps. El canal de subida debe repartirse entre todos los terminales móviles en la zona de cobertura del satélite y para ello se utiliza ALOHA como protocolo de control de acceso al medio. El servicio envía los mensajes del usuario encapsulados siempre en paquetes de 10000bytes. Si el mensaje es más corto se desperdicia tiempo y si es mas largo se envía en varios paquetes. Los datos preliminares indican que nuestros usuarios activos enviarían una media de 4 mensajes por hora y los tiempos entre mensajes pueden considerarse exponenciales.



¿Cual es la probabilidad de pérdida de mensajes si tenemos N usuarios en el área de cobertura?

¿Cuántos usuarios podemos soportar en el área de cobertura si no aceptamos mas de un 1% de mensajes perdidos?

¿Cual sería la utilización del canal de subida en ese caso?

**Problema 4.7:** Considere una LAN en bus con un número de estaciones uniformemente repartidas y con una tasa de datos de 10Mbps y con una longitud de bus de 1Km

a) ¿Cual 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, cuanto tiempo tarda en notar la interferencia en segundos? y en bits?

c) Repita las preguntas anteriores para una tasa de transmisión de 100Mbps

**Problema 4.8** Supongamos una red de área local con un protocolo de acceso al medio ideal: Cuando finaliza la transmisión de una trama y todas las estaciones la han recibido, se elige de una manera que no consume tiempo la estación que va a transmitir a continuación. Supongamos que tenemos  $N$  estaciones en la red y que todas tienen siempre algo que transmitir. Los parámetros significativos de la red son:

$C$  - capacidad de transmisión en *bps*

$d$  - distancia máxima entre dos estaciones

$v$  - velocidad de propagación de la señal en la red

$L$  - tamaño medio de los mensajes

¿Cual es el parámetro  $a$  de dicha red?

Calcule la utilización máxima del canal para este protocolo ideal.

*Pista: la utilización será igual a  $\rho = \frac{\text{Throughput en bps que conseguimos transmitir}}{C}$*

¿Es mejor o peor que la de ALOHA?

**Problema 4.9** Si utilizamos ALOHA y tenemos 10 estaciones en las condiciones del problema 4.3 (b). Si cada una de las estaciones genera en media 6 mensajes por segundo. ¿Que utilización podemos conseguir? ¿Que utilización conseguiríamos utilizando en su lugar el protocolo ideal del problema 4.8?

**Problema 4.10** Si tenemos una red en las condiciones del problema 4.3 (a) y usamos ALOHA como protocolo de acceso al medio. Si sólo una de las estaciones tiene paquetes para transmitir ¿cual es el máximo de utilización de la red que podemos lograr? En un caso como ese ¿es mejor ALOHA o CSMA p-persistente?

**Problema 4.11:** Para que pueda funcionar la detección de colisión en CSMA/CD es necesario un tamaño mínimo de trama ethernet. En las condiciones de la pregunta 4.7. Si la máxima longitud del bus es de 500m, ¿cual 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 estandar de 64bytes, que distancia de bus es aceptable para Ethernet de 10Mbps? Cual sería la máxima distancia para FastEthernet de 100Mbps?

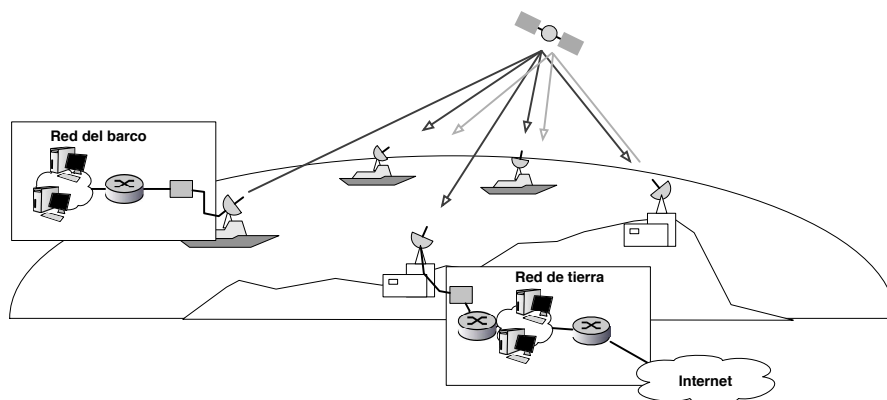


Figura 1: Red del problema 12

**Problema 4.12:** 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 150Mbps que retransmite la señal a todas las estaciones en la red. Se utiliza acceso al medio ALOHA 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 200ms. Los routers que utilizan esta transmisión inalámbrica se unen al transmisor mediante un enlace de 500kbps 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 estación (barco o terrestre) genera un tráfico medio de 200kbps y el tamaño medio de paquete enviado es de 500bytes.

En estas condiciones

a) ¿Cuántos paquetes por segundo están saliendo normalmente de cada barco?

b) ¿Cual es la carga de tráfico media ofrecida al canal del satélite?

c) ¿Cual es la probabilidad de pérdida de un paquete de 500bytes que deba atravesar la red via satélite?

**Problema 4.13:** Una nueva consola pretende soportar hasta 10 mandos independientes en el mismo salón para juegos de muchos jugadores. 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 la cámara infrarroja...

- Cada trama que envía un mando incluyendo toda la información y cabeceras ocupa 420B.
- Durante un uso típico durante un juego que use el mando normalmente se espera que el mando envíe tramas de forma aleatoria exponencial con una tasa media de 15 tramas por segundo.
- Durante el funcionamiento de un juego los mandos envían información a la consola pero la consola no envía nada a los mandos.
- Podemos elegir el protocolo de comunicación entre los mandos y la consola y estamos considerando usar ALOHA ranurado.

Estamos eligiendo los transmisores inalámbricos para usar en los mandos. Tenemos un modelo de 6Mbps o bien podemos emplear transmisores de 10Mbps. Los de 6Mbps son más baratos y si son aceptables el mando saldrá considerablemente más asequible, pero necesitamos poder soportar juegos de muchos jugadores con calidad, para ello tenemos que garantizar que,

- Durante un juego los 10 mandos soportados se estarán moviendo y enviando información.
- Podemos aceptar una tasa pequeña de pérdida de tramas que van hacia la consola, como mucho el 5% de las tramas pueden perderse.

Con todas esas consideraciones, se pide,

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

**Problema 4.14:** Un operador ofrece Internet vía satélite con satélites geoestacionarios a los que los usuarios se enganchan utilizando una parabólica. El canal de subida utiliza transmisores de 1Gbps y el retardo de propagación hasta el satélite es de entre 120ms y 140ms según la zona desde donde estén los usuarios. En el canal de subida los diferentes usuarios compiten por el acceso usando un protocolo ALOHA ranurado con tamaños de paquete de 4000B. El servicio que se vende a los usuarios de la red es que dispondrán de un canal de subida que les permitiera enviar un máximo de 2Mbps (y durante el uso normal un usuario suponemos que enviara 1Mbps sostenido)

- a) Si en un momento dado tenemos 100 usuarios usando el sistema. ¿Cuál será el throughput de datos bien recibidos en el satélite?
- b) ¿Recomendaría usar un protocolo CSMA en ese escenario? Justifique la respuesta. En caso afirmativo indique cuál sería el throughput de datos bien recibidos en el satélite con CSMA
- c) Si el operador quiere dimensionar el servicio para que la probabilidad de pérdidas de paquetes que envían los usuarios sea de menos del 5%. ¿Cuál sería el número máximo de usuarios que podría vender por cada transmisor de 1Gbps utilizado?

**Problema 4.15:** Suponga que la red inalámbrica de la universidad usara ALOHA como protocolo de control de acceso al medio, con transmisores de 54Mbps y tamaño de paquete fijo de 500B. Suponga que el estudiante medio lleva un teléfono móvil conectado a la red de la universidad que manda en media un paquete cada 100ms (y puede considerarse que con tiempos entre paquetes exponenciales). Cada access point de la universidad recibiría los paquetes que envían los teléfonos u otros dispositivos en el área de cobertura.

- a) ¿Cuál sería el máximo goodput de llegada de datos que podría esperarse en un access point cualquiera? ¿Con cuántos estudiantes en zona de cobertura se alcanzaría dicho valor?
- b) ¿Cuál sería la probabilidad de pérdidas de paquetes de los usuarios? ¿Cuántos estudiantes en la zona de cobertura podemos soportar si queremos una probabilidad de pérdida de paquetes de menos del 10%?