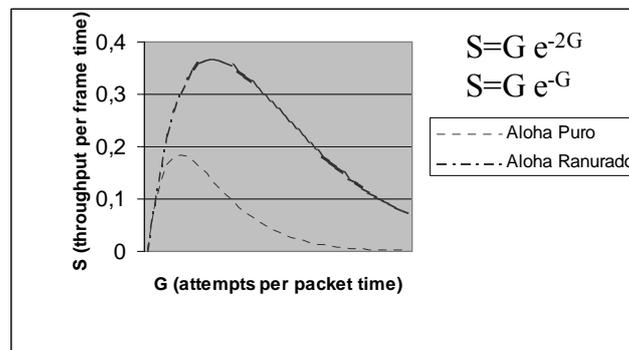
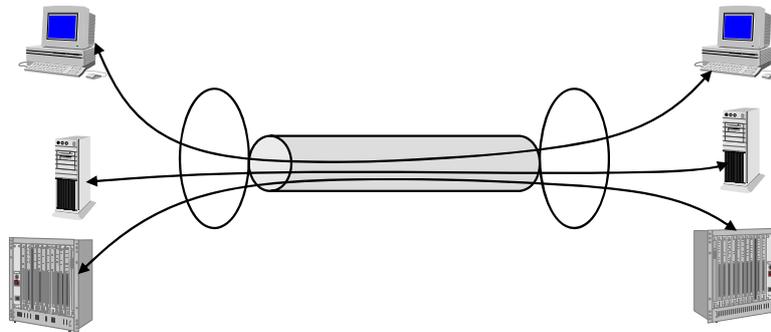


Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido

Grado en Ingeniería de Sistemas de Comunicaciones



Actividades Propuestas

Tema 4: Multiplexación y Técnicas de Acceso al Medio

Dr. José Ignacio Moreno Novella (Coordinador, Responsable Grupo 61)

joseignacio.moreno@uc3m.es



Universidad
Carlos III de Madrid

Versión 3.0

17 Septiembre 2011



Tema 4: Multiplexación y Técnicas de Acceso al Medio

1. Objetivos del Tema

El objetivo del Tema 4: Multiplexación y Técnicas de Acceso al Medio consiste en conocer las técnicas de multiplexación y acceso al medio más relevantes utilizados en redes de acceso. El tema cubrirá técnicas de reserva (FDM, TDM, TDMA), Contienda (Aloha, Aloha Ranurado, CSMA, CSMA/CD y CSMA/CA) y selección (paso de testigo en bus y en anillo) centrándose tanto en la descripción de las mismas como en el análisis de prestaciones derivados de la utilización en redes de acceso. En particular al finalizar el tema se pretende:

- Conocer el concepto de Multiplexación en enlaces de datos
- Comprender las técnicas de acceso a redes de medio compartido (reserva, contienda y selección).
- Analizar las prestaciones de técnicas de medio compartido.
- Disponer de criterios de utilización de las distintas técnicas de acceso en función del entorno de aplicación
- Determinar el intervalo de vulnerabilidad y la probabilidad de colisión de las técnicas de acceso al medio.
- Capacidad para diseñar un sistema TDM a partir de las características de los enlaces a multiplexar.

2. Material Docente

Se propone el estudio del tema 12 de Forouzan.

3. Actividades y Problemas propuestos

Dentro de las actividades a desarrollar en los foros y en clase se plantean las siguientes cuestiones y problemas:

CUESTIONES:

- Q.4-1** ¿Por qué se pueden eliminar los bits de comienzo y parada cuando se transmiten canales asíncronos por un enlace TDM?
- Q.4-2** ¿Qué funciones de las analizadas en el capítulo 3 correspondientes a nivel de enlace son necesarias para un sistema TDM?
- Q.4-3** ¿Cómo se soporta la transparencia en sistemas TDM?
- Q.4-4** ¿Qué nos indica el intervalo de vulnerabilidad? ¿Qué indica si es muy alto a muy bajo? ¿Compare Aloha, Aloha Ranurado, CSMA, CSMA/CD y paso de testigo en base a dicho intervalo? Justifique la respuesta.
- Q.4-5** ¿Qué tipo de técnica de acceso basada en contienda o selección es más adecuada para la transmisión de video en tiempo real?
- Q.4-6** ¿Qué técnica se utiliza para evitar colisiones múltiples entre dos estaciones una vez que se produce la primera colisión?
- Q.4-7** ¿Ordene las siguientes técnicas en base al tiempo perdido una vez producida una colisión: Aloha, Aloha Ranurado, CSMA, CSMA/CD y paso de testigo?

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido:

Grado Ing. Sistemas de Comunicaciones. Grupo 61

- Q.4-8** Explique los tres protocolos persistentes que pueden ser utilizados en CSMA
Q.4-9 Explique el proceso de espera exponencial binaria.
Q.4-10 ¿En una red CSMA/CD siempre se detectan las colisiones? Justifique la respuesta
Q.4-11 En condiciones de alta carga, ¿en qué se diferencia el comportamiento de una red CSMA/CD y una red paso de testigo?

PROBLEMAS:

P 4-1 Se utiliza un multiplexor por división en el tiempo por mezcla de caracteres para combinar cadenas de datos de una serie de terminales asíncronos a 110 bps para transmitir datos a través de una línea digital a 2400 bps. Cada terminal envía caracteres de 7 bits de datos, 1 bit de paridad, 1 bit de comienzo y 2 bits de parada. Supóngase que se envía un carácter de sincronización cada 19 caracteres de datos y que al menos el 3% de la capacidad de la línea se reserva para la inserción de pulsos, permitiendo así diferentes velocidades para los distintos terminales.

- Determinar el número de bits por carácter.
- Determinar el número de terminales que se pueden conectar al multiplexor.
- Obtener un posible delimitador para el multiplexor

P 4-2 Supóngase que dos terminales a 600 bps, cinco terminales a 300 bps y una serie de terminales a 150 bps se van a multiplexar en el tiempo usando un formato con mezcla de caracteres en una línea digital a 4800 bps. Los terminales envían 10 bits/carácter y se inserta un carácter de sincronización cada 99 caracteres de datos. Todos los terminales son síncronos y se reserva un 3% de la capacidad de la línea para la inserción de pulsos para dar cabida a variaciones de los relojes de los terminales.

- Determinar el número de terminales a 150 bps que se pueden conectar.
- Obtener un posible delimitador para el multiplexor.

P 4-3 Encontrar el número de terminales, especificados a continuación, que se pueden conectar en una línea TDM tipo T1 si el 1% de la capacidad de la línea se reserva para sincronización.

- Terminales teletipo a 110 bps
- Ordenadores a 300 bps
- Ordenadores a 1200 bps
- Puertos de serie de ordenadores a 9600 bps
- Líneas de voz a 64 Kbps PCM

¿Cómo se modificaría el número de terminales si los citados anteriormente sólo transfirieran en media el 10 % del tiempo?

P 4-4 Se multiplexan 10 líneas a 9600 bps. Ignorando los bits suplementarios, ¿Cuál es la capacidad total necesaria para un TDM síncrono? Suponiendo que se desee limitar la utilización promedio de la línea al 0,8 y suponiendo que la línea está ocupada el 50% del tiempo. ¿Cuál es la capacidad necesaria para un TDM estadístico?

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido:

Grado Ing. Sistemas de Comunicaciones. Grupo 61

- P 4-5** Se quiere transmitir información de diversos equipos (A, B, C y D) por un único sistema de transmisión digital utilizando la técnica TDM y modulación por código de 4 bits/muestra. Los equipos generan señales con las siguientes características:
- A: Señal vocal de alta calidad 8 KHz
 - B: Señal telefónica 4 KHz
 - C: Señal digital: datos-1 8 Kbps
 - D: Señal digital: datos -2 16 Kbps

Diseñe el sistema TDM apropiado indicando el régimen binario, número de bits por canal y formato de trama así como la frecuencia de transmisión.

- P 4-6** Dado un enlace satélite con un retardo de propagación de 290 ms y una velocidad de transmisión de 1 Mbps. Determine qué protocolo de acceso al medio es mas adecuado CSMA/CD y/o ALOHA.

- P 4-7** Considere una red en la que las estaciones utilizan un protocolo de reserva para transmitir tramas.

- Si cada paquete requiere una reserva que consume K segundos, determine la eficiencia máxima de la red
- La eficiencia máxima de la red en el caso de que se reserve la transmisión de N paquetes por cada estación.
- ¿Cuál de las opciones anteriores es más eficiente? Justifique la respuesta

- P 4-8** Sea B bps el ancho de banda total de un enlace satélite que se divide en 2 canales, uno ascendente y otro descendente. Si el enlace ascendente se comparte usando un método de acceso basado en aloha ranurado, calcular para $G=1$:

- Rendimiento (S) del enlace satélite.
- Se modifica el sistema con objeto de utilizar dos canales ascendentes en vez de uno. Calcular de nuevo el rendimiento S suponiendo que la función de retransmisión del satélite se comporta del siguiente modo:
 - En caso de recibir tramas vacías transmite tramas vacías.
 - En caso de recibir una trama correcta por un canal y una incorrecta por el otro retransmite la trama correcta.
 - En caso de recibir dos tramas correctas elige una al azar y la retransmite.
 - En caso de recibir dos tramas erróneas retransmite cualquiera de ellas.

(Considere que el ancho de banda total se reparte por igual entre todos los canales disponibles y que las estaciones eligen para transmitir un solo canal ascendente de modo aleatorio).

- Generalice el caso anterior para n canales ascendentes.

- P 4-9** Defina el intervalo de vulnerabilidad para una técnica de acceso por contienda. Determine el intervalo de vulnerabilidad de un sistema Aloha y Aloha ranurado considerando longitud de trama fija para todas las estaciones. A la vista de los resultados, que se puede decir de la eficiencia de ambos sistemas.

- P 4-10** La empresa ACME S.A. está desarrollando un sistema distribuido de tiempo real, formado por dos equipos (A y B) conectados por un cable coaxial grueso de 500 m de longitud. Debido a la popularidad de la técnica de acceso al medio CSMA/CD, y el atractivo precio de las tarjetas Ethernet 10Base5, han optado por desarrollar este

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido:

Grado Ing. Sistemas de Comunicaciones. Grupo 61

sistema utilizando dicha tecnología. Por esa razón han decidido mantener el formato de trama de Ethernet (1518 bytes), aunque no están convencidos de que los tamaños mínimos y máximo de trama del estándar sean adecuados para este sistema.

- a) ¿Cuál debería ser el tamaño máximo de trama para garantizar que uno de los equipos tenga que esperar como máximo 1 ms para transmitir si el otro equipo ya está transmitiendo otra trama?
- b) Explique detalladamente:
 - Si el equipo A envía una trama en el instante t_0 ¿a partir de qué momento es imposible que se produzca una colisión en la red?
 - ¿A partir de qué momento los dos equipos estarán totalmente seguros de que las tramas que están enviando han colisionado?

P 4-11 Considere un enlace compartido de 1000 metros por un número elevado de estaciones. Las estaciones transmiten tramas de longitud 1000 bytes, siendo la velocidad de transmisión 10Mbps y el retardo de propagación de 10^{-3} $\mu\text{seg}/\text{Km}$. Se desea evaluar la adecuación de los siguientes métodos de acceso al medio: Aloha, Aloha Ranurado, CSMA y CSMA/CD. Determine el intervalo de vulnerabilidad de cada uno de ellos. Indique en su opinión cual es el método más adecuado de forma justificada.

P 4-12 Se desea utilizar el formato de trama Ethernet/802.3 para un nuevo tipo de enlace compartido basado en CSMA/CD cuyo retardo de propagación es de 6 nanoseg/metro, siendo la velocidad de transmisión 50Mbps.

- a) Determinar la longitud mínima de la trama Ethernet considerando que el diámetro máximo de la red es de 2000 metros y necesitándose un repetidor intermedio que introduce un retardo de $10\mu\text{s}$.
- b) Ciertos requisitos de las aplicaciones que se desean usar indican que el tiempo máximo que una estación puede esperar para transmitir es de $300\mu\text{s}$ desde que otra comenzó su transmisión. ¿Cuál sería bajo estas condiciones el tamaño máximo de trama para garantizar que no ocurren colisiones?

P 4-13 Una red Aloha transmite tramas de 200 bits en un canal compartido de 200 kbps. Determinar:

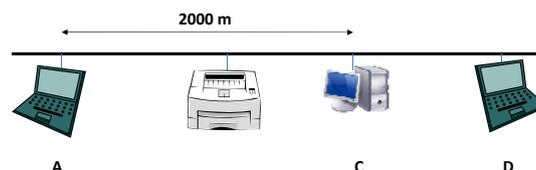
- a) ¿Cuál es el requisito para conseguir que esta trama esté libre de colisiones?
- b) ¿Cuál es la eficiencia del sistema si el tráfico ofrecido (G) es de 1000 tramas por segundo?
- c) ¿Cuál es la eficiencia del sistema si el tráfico ofrecido (G) es de 500 tramas por segundo?
- d) ¿Cuál es la eficiencia del sistema si el tráfico ofrecido (G) es de 250 tramas por segundo?

P 4-14 Repita el problema anterior considerando que se usa una técnica de acceso basado en Aloha Ranurado.

Arquitectura de Redes de Acceso y Medio Compartido:

Grado Ing. Sistemas de Comunicaciones. Grupo 61

- P 4-15** Una red basada en CSMA/CD tiene ancho de banda de 10 Mbps. Si el tiempo de propagación es de 25,6 μ seg ¿Cuál es el tamaño mínimo de la trama?
- P 4-16** Considere una red Aloha con 100 estaciones. Si el tiempo de transmisión de una trama es de 1 μ seg ¿Cuál es el número de tramas por segundo que cada estación puede enviar para conseguir la máxima eficiencia?
- P 4-17** Repita el problema anterior considerando que se usa una técnica de acceso basado en Aloha Ranurado.
- P 4-18** Considera 100 estaciones accediendo a un enlace compartido mediante Aloha. Si la velocidad de transmisión es de 1 Mbps y las tramas tienen una longitud de 1000 bits, determine la eficiencia del enlace sabiendo que cada estación transmite 10 tramas por segundo.
- P 4-19** En una red CSMA/CD con una tasa de transmisión de 10 Mbps, se ha determinado que la longitud mínima de la trama debe ser 512 bits para una operación correcta del proceso de detección de colisiones. ¿Cuál debe ser el tamaño mínimo de la trama si aumentamos la velocidad de transmisión a 100 Mbps, 1 Gbps o 10 Gbps?
- P 4-20** En una red CSMA/CD con una tasa de transmisión de 10 Mbps, la máxima distancia (cobertura de la red) entre cualquier par de estaciones es de 2500 m para una operación correcta del proceso de detección de colisiones. ¿Cuál debe ser la distancia máxima si aumentamos la velocidad de transmisión a 100 Mbps, 1 Gbps o 10 Gbps?
- P 4-21** En la figura se muestra un enlace compartido que utiliza la técnica de acceso basada en CSMA/CD donde la tasa de transmisión de datos es de 10 Mbps y la velocidad de propagación de $2 \cdot 10^8$ m/s. La estación A comienza a enviar una trama en el instante $T_1=0$ seg; la estación C comienza a enviar una trama en el instante $T_2=3 \mu$ seg, asumiendo que las tramas son suficientemente largas para garantizar la detección de la colisión en ambas estaciones, encuentre:
- Tiempo en el que la estación C detecta la colisión (T_3)
 - Tiempo en el que la estación A detecta la colisión (T_4)
 - Número de bits que la estación A ha enviado antes de detectar la colisión
 - Número de bits que la estación C ha enviado antes de detectar la colisión



- P 4-22** Repita el problema anterior si la tasa de transmisión es de 100 Mbps.
- P 4-23** Al analizar ALOHA, se usa un solo parámetro, el tiempo, mientras al analizar CSMA se usan dos parámetros, el espacio y el tiempo ¿Puede explicar la razón?