

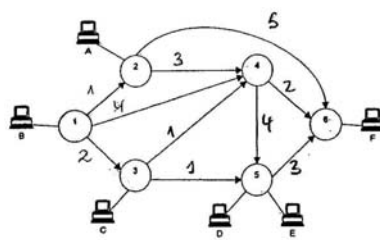
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIERÍA DE TELECOMUNICACIÓN
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA TELEMÁTICA
REDES, SISTEMAS Y SERVICIOS DE COMUNICACIÓN

Examen Final. Cuatrimestre: Otoño 2002. Fecha: 22 de enero de 2002

Normas de realización del examen.

- Los ejercicios deben entregarse en hojas separadas.
- Cada ejercicio debe ir acompañado de su hoja de resultados.
- Los alumnos deben presentar algún documento de identificación.

Ejercicio 1 (25%). En la figura se muestra una red de conmutación de paquetes formada por 6 nodos. La capacidad entre la estación origen i y la estación destino j queda determinada por el elemento C_{ij} de la matriz de capacidades.



$$C = \begin{bmatrix} - & 3600 & 1800 & 900 & - & - \\ - & - & - & 1200 & - & 720 \\ - & - & - & 3600 & 3600 & - \\ - & - & - & - & 900 & 1800 \\ - & - & - & - & - & 1200 \\ - & - & - & - & - & - \end{bmatrix} \text{ bps.}$$

Asimismo el coste de transmisión de un paquete entre nodos adyacentes vale $d_{ij} = \frac{3600}{C_{ij}}$

Esta red utiliza un algoritmo de encaminamiento múltiple, para lo cual cada nodo i debe calcular la probabilidad con la que transmitirá un paquete por el enlace que conduce al nodo j . Dicha probabilidad es inversamente proporcional al coste de dicho enlace. Los buffers donde se almacenan los paquetes antes de ser transmitidos por el enlace de salida pueden suponerse infinitos.

- a) ¿Cuál es la secuencia de nodos que definen el camino de menor coste para un paquete procedente del terminal B dirigido al terminal F?
- b) ¿Cuál es la probabilidad de que un paquete originado en B elija dicho camino?
- c) Si los terminales A,B,C,D,E generan paquetes destinados a F según un proceso de Poisson con una tasa de $\lambda_i=0,5$ paquetes por segundo. ¿Cuál es la tasa de dichos paquetes que circula por el enlace que va desde el nodo 4 hasta el nodo 6?
- d) Calcule el tiempo de transferencia de un paquete en el nodo 5 si la longitud de los paquetes está distribuida exponencialmente con media $L=75$ bytes.
- e) ¿Cuál es el número medio de paquetes en cola en el nodo 5 procedentes del terminal C?

Ejercicio 2 (25%). Por un canal de 1200 bps de capacidad se transmiten dos tipos de paquetes. Ambos tipos presentan una longitud distribuida exponencialmente, con valores medios $L_1=300$ bits y $L_2=120$ bits. El canal no dispone de buffer de almacenamiento. Las llegadas de ambos tipos de paquetes siguen un régimen de Poisson con $\lambda_1=1$ lleg/seg y $\lambda_2=5$ lleg/seg.

- a) ¿Cuál es la probabilidad de que el canal esté ocupado por un paquete de tipo 1 (P_{oc1})? ¿Y por un paquete de tipo 2 (P_{oc2})?
- b) Encuentre la relación entre los paquetes perdidos de tipo 1 y los paquetes ofrecidos de tipo 1 (PP_1). Repita el cálculo para los paquetes de tipo 2 (PP_2).

Suponiendo que se da prioridad con expulsión a los paquetes tipo 1:

- c) Calcule los nuevos valores de P_{oc1} y P_{oc2} .
- d) Calcule los nuevos valores de PP_1 y PP_2 .

paquetes tipo 2 \rightarrow prioritarios

Ejercicio 3 (25%). A un multiplexor de capacidad infinita le llegan paquetes de datos con tasa $\lambda_1 = 15$ paquetes por segundo. Dichos paquetes deben ser transmitidos por un único enlace de $C = 1$ Mbps. Se ha estudiado la estadística de los paquetes y se ha observado que su longitud media es de $L_1 = 14.000$ bits y su varianza de $\sigma_{L_1}^2 = 294 \cdot 10^6 \text{ bits}^2$.

- a) ¿Cuál es el tiempo de transferencia de un paquete?

Para aportar fiabilidad al enlace se utiliza un protocolo que encapsula los paquetes añadiéndoles un CRC de 32 bits y una cabecera, formando una trama.

- b) Determine el número máximo de octetos de la cabecera de las tramas para que el tiempo de transferencia de una trama no supere en más de un 10% el tiempo de transferencia de un paquete sin encapsular.

Finalmente se decide utilizar una cabecera de 36 octetos. Adicionalmente llega al multiplexor un nuevo flujo de paquetes cuya longitud está distribuida exponencialmente con media $L_2 = 12.000$ bits. Dichos paquetes se encapsulan con el mismo protocolo y se transmiten por el mismo enlace que los paquetes de tipo 1.

- c) ¿Cuál es el valor máximo de la tasa de llegada del nuevo flujo (λ_2) para que el tiempo de espera de los paquetes de tipo 1 no supere los 20 ms?

Ejercicio 4 (25%). Una red de comunicaciones por satélite está compuesta por un conjunto de estaciones terrenas, cada una de las cuales atiende a 1.800 usuarios de servicios de voz. A su vez, cada uno de estos usuarios solicita 4 conexiones telefónicas por hora.

Cuando un usuario requiere un canal de voz, la estación terrena envía un paquete de solicitud de canal al centro de gestión de red. Los paquetes de solicitud son de 16 octetos, y la velocidad de transmisión del canal 64 Kbps. El protocolo es Aloha-puro, y el tiempo que transcurre desde que la estación detecta la colisión hasta que inicia una retransmisión es una variable aleatoria uniformemente distribuida entre 0 y 16 ms.

El satélite está a 36.000 Km de la Tierra y la velocidad de propagación es de 300.000 Km/s.

Se pide:

- a) Número de estaciones terrenas si la red está operando al caudal máximo del protocolo. **45**
- b) Tiempo de transmisión de un paquete de solicitud de canal cuando la red opera a caudal máximo. **6 17,2 ms**
- c) Número máximo de estaciones terrenas para que el tiempo de transmisión de un paquete de solicitud no exceda el tiempo entre dos paquetes de solicitud sucesivos. **55**
- d) Número máximo de estaciones terrenas si se requiere que el tiempo de transferencia de un paquete de solicitud no exceda de 0,6 seg. Tómese el coeficiente cuadrático de variación del tiempo de transmisión igual a la unidad. **45**

Nota: Por tiempo de transmisión debe entenderse tiempo de transmisión con éxito.

