



Considerar el router A dentro de una red de conmutación de paquetes. El router se encuentra conectado con sus vecinos mediante 4 enlaces unidireccionales cuyo sentido se indica en la figura. El algoritmo de encaminamiento de A reparte por igual entre las colas de las líneas de salida los paquetes recibidos por las líneas entrantes. Las características de los enlaces son las siguientes

	Velocidad Kb/s	Retardo ms	Protocolo	Error en una trama de datos %	Error en una trama de asentimiento %
1->A	20	225	Ventana W=4	0	0
2->A	5	50	No	0	0
A->3	10	80	Ventana W=5	0	0
A->4	100	2,5	Parada y Espera	75	50

El tamaño de los paquetes de datos y los asentimientos es de 1000 y 50 bits

Se pide:

1) Velocidad efectiva de cada uno de los enlaces en kb/s (1,5 puntos)

Suponiendo que el router 1 envía paquetes al mayor ritmo posible λ_1

2) Determinar el máximo flujo de paquetes λ_2 que puede enviar el router 2 sin que se colapsen las colas de salida del router A (1,5 puntos)

3) Estudiar como varia el flujo máximo de paquetes λ_2 en función del tamaño de la ventana (1,5 puntos)

4) Modificar el algoritmo de reparto de paquetes hacia las colas de salida, con el fin de que el número de paquetes en las colas de salida del router A sea mínimo. Repetir el apartado 2 en esas condiciones. (1,5 puntos)

1)

ENLACE 1-A

Comprobamos si hay envío continuo

$$W1 \frac{X}{C1} > \frac{X}{C1} + 2 I1 + \frac{A}{C1}$$

$$4 \frac{1000}{20} > \frac{1000}{20} + 2 \cdot 225 + \frac{50}{20}$$

$$200 > 50 + 450 + 2,5 = 502,5 \quad \text{falso, no hay envío continuo}$$

Se mandan 4 paquetes en 502,5 ms la velocidad efectiva V1 será

$$V1 = \frac{4 \cdot 1000}{502,5} = 8 \text{ kb/s}$$

ENLACE 2-A

$V2 = 5 \text{ kb/s}$ Independiente del retardo

ENLACE A-3

Comprobamos si hay envío continuo

$$W1 \frac{X}{C3} > \frac{X}{C3} + 2 I3 + \frac{A}{C3}$$

$$5 \frac{1000}{10} > \frac{1000}{10} + 2 \cdot 80 + \frac{50}{10}$$

$$500 > 100 + 160 + 5 = 265 \quad \text{cierto, hay envío continuo}$$

$$V3 = 10 \text{ kb/s}$$

ENLACE A-4

$$P_{\text{exitos}} = (1 - 0,75) (1 - 0,5) = 0,125$$

$$N_{\text{reintentos}} = \frac{1}{P_{\text{exitos}}} = 8$$

Tiempo total empleado en transmitir un paquete

$$T = N_{\text{reintentos}} \left(\frac{X}{C4} + 2 I4 + \frac{A}{C4} \right) = 8 \left(\frac{1000}{100} + 2 \cdot 2,5 + \frac{50}{100} \right) = 124 \text{ ms}$$

$$V4 = \frac{1000}{124} = 8,06 \text{ kb/s}$$

Consideremos K la velocidad efectiva en paquetes / seg

$$K = \frac{C}{1000} = C \text{ en paquetes / seg}$$

El tiempo de encolamiento en la salida A-3 será

$$T_{col3} = \frac{1}{K3 - \lambda3} - \frac{1}{K3} = \frac{\lambda3}{K3(K3 - \lambda3)}$$

y el número de paquetes en la cola

$$N_{col3} = K3 \cdot T_{col3} = \frac{\lambda3}{(K3 - \lambda3)}$$

De igual forma

$$N_{col4} = \frac{\lambda4}{(K4 - \lambda4)}$$

El colapso se produce cuando $\lambda3 = K3$ o $\lambda4 = K4$

$$\text{Según el algoritmo de enrutamiento } \lambda3 = \lambda4 = \frac{\lambda1 + \lambda2}{2}$$

Cuando $\lambda3 = \lambda4 = \text{Menor}(K3, K4) = K4 = 8,06 \text{ paq/seg}$ se producirá el colapso.

$$\text{Entonces } \lambda2 = 2\lambda3 - \lambda1 = 2K3 - K1 = 2 \cdot 8,06 - 8 = 8 \text{ paq/seg}$$

Sin embargo $\lambda2 \leq 5$, por lo que nunca se producirá el colapso del router

3)

Según el apartado 1

$$K1 = \frac{W \cdot 1000}{502,5} \approx 2W \quad \text{siempre que } W < 10$$

Según el apartado 2

$$\lambda2 = 2K3 - K1 = 2 \cdot 8,06 - 2W = 16 - 2W \text{ que debe ser } \leq 5$$

Por tanto

$W < 6$ no se colapsa el router

$W > 6$ y $W < 8$ se colapsa si $K2 > 16 - 2W$

$W \geq 8$ se colapsa aunque $K2 = 0$

4)

Segun el apartado 1

$$Ncol = Ncol3 + Ncol4 = \frac{\lambda_3}{(K3 - \lambda_3)} + \frac{\lambda_4}{(K4 - \lambda_4)}$$

Derivando respecto a λ_3 , igualando a 0 y teniendo en cuenta que $\lambda_4 = \lambda_1 + \lambda_2 - \lambda_3$

$$\frac{\lambda_3}{(K3 - \lambda_3)^2} - \frac{\lambda_4}{(K4 - \lambda_4)^2} = 0$$

De la relacion anterior se observa que cuando $K3 = \lambda_3$ se debe cumplir $K4 = \lambda_4$

Por tanto cuando se produce el colapso

$$\lambda_2 = \lambda_3 + \lambda_4 - \lambda_1 = K3 + K4 - K1 = 10 + 8 - 8 = 10$$

como $\lambda_2 \leq 5$ nunca se producira el colapso
