



SISTEMAS DE CONMUTACIÓN
– 4º. curso de Ingeniería de Telecomunicación –
Examen de teoría¹ – Junio 2013

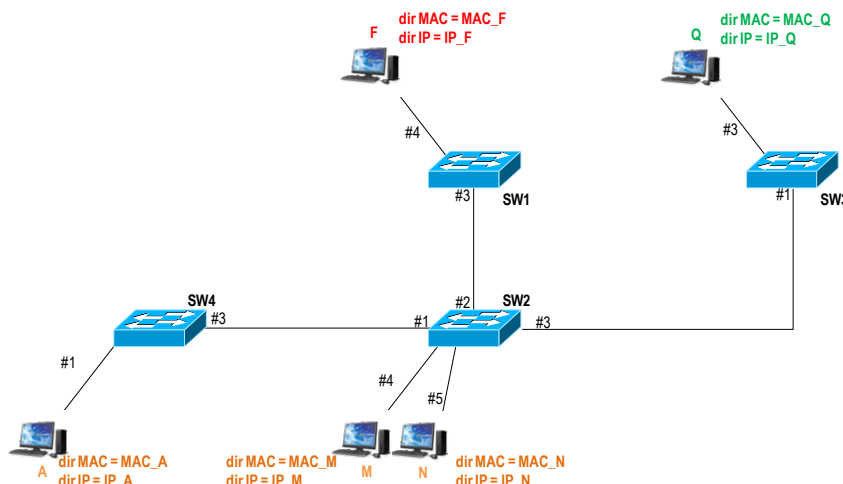
Apellidos y nombre: _____

1. (2.5 pts : 0.5 + 1.0 + 1.0 ptos) Sea la caja de un supermercado a la que llegan clientes después de haber recogido en su cesta los productos que desean comprar. Suponga que el proceso de llegada de clientes a dicha caja se puede modelar mediante un proceso de Poisson. Cada cliente compra en el supermercado un número de productos entre 5 y 30. Suponga que ese número de productos se puede modelar como una variable aleatoria uniformemente distribuida. Para calcular el tiempo en atender a cada cliente al pasar por caja puede suponer que el cajero o cajera tarda un tiempo de 5 segundos en anotar el precio de cada producto más un tiempo constante de 30 segundos en cobrar.
 - a. Suponga que la tasa de llegadas es de un cliente cada 3 minutos. Calcule la probabilidad de que lleguen a la caja 5 clientes en 10 minutos. Calcule también el porcentaje de tiempo que el cajero o cajera está ocupado.
 - b. Calcule el valor máximo que puede tomar la tasa de llegada de clientes a la caja para que el tiempo medio que espera el cliente desde que llega a la caja hasta que se marcha no exceda de 5 minutos.
 - c. Suponga que se decide dar prioridad de tipo no preferente en la caja a aquellos clientes que adquieren como máximo 10 productos. Calcule el tiempo medio que esperan los clientes que adquieren más de 10 productos desde que llegan a la caja hasta que se marchan.
2. (2.0 pts = 1.0 + 1.0 ptos) Suponga una central local de conmutación de circuitos con una Red de Interconexión TST que permita conmutar 128 señales MIC primarias de 30 canales de voz en cada línea de entrada.
 - a. Diseñe la estructura de la Red de Interconexión para que la probabilidad de bloqueo sea $B \leq 0.001$ para una carga de los canales de entrada es 0.3 erlangs. Represente gráficamente la estructura de la Red de Interconexión diseñada.
 - b. Ayudándose del gráfico explique el proceso de conmutación llevado a cabo al conmutar los siguientes canales:
 - i. Línea de entrada 1 ranura 1 → Línea de salida 5 ranura 128.
 - ii. Línea de entrada 2 ranura 1 → Línea de salida 5 ranura 127.
 - iii. Línea de entrada 1 ranura 5 → Línea de salida 1 ranura 127.

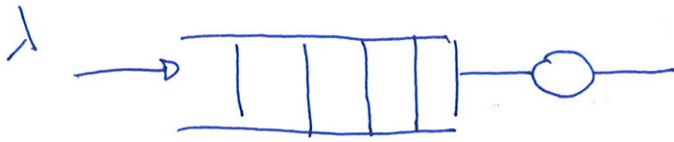
¹ La calificación de esta parte de la asignatura representará un 70% del total, es decir, 7 puntos sobre 10.

2. (1 pto.: $5 \times 0,2$)² Elija la respuesta adecuada para cada una de las siguientes 5 cuestiones:
- En ATM, la pareja de identificadores VPI, VCI:
 - Son distintos para cada una de las células de una conexión de canal virtual.
 - Identifican de manera unívoca una conexión de canal virtual en la red y por ello todas las células de una misma conexión deben usar los mismos identificadores en todos los enlaces.
 - Identifican de manera unívoca una conexión de canal virtual en cada enlace.
 - Ninguna de las anteriores.
 - El byte de control de errores HEC de una célula ATM protege frente a errores:
 - Toda la célula.
 - La carga útil de la célula.
 - La cabecera de la célula.
 - Dos células consecutivas.
 - En la capa AAL5 la segmentación y re-ensamblado se lleva a cabo mediante:
 - El campo de longitud de la cabecera de la subcapa AAL5.
 - El campo de longitud de la cabecera de la célula ATM.
 - El campo PTI de la cabecera de la célula ATM.
 - Ninguna de las anteriores.
 - El Descriptor de Tráfico de un Contrato de Tráfico en ATM incluye el parámetro:
 - Tasa de Células Perdidas (Cell Loss Ratio).
 - Retardo Máximo de Transferencia de Célula (maximum Cell Transfer Delay).
 - Variabilidad Máxima del Retardo (peak-to-peak Cell Delay Variation).
 - Ninguno de las anteriores.
 - El Control de Admisión es relevante en ATM porque:
 - Monitoriza las conexiones establecidas.
 - Controla si el tráfico generado por una conexión se ajusta a los parámetros establecidos en el Contrato de Tráfico.
 - Determina si una conexión puede aceptarse en función de los recursos disponibles en la red ATM.
 - Ninguna de las anteriores.
3. (1.5 pts) Suponga la red Ethernet de la figura compuesta de 4 equipos conmutadores y 5 estaciones. Suponga adicionalmente que tanto los equipos conmutadores como las estaciones acaban de encenderse. Por ello, las tablas de direcciones MAC de cada uno de los conmutadores y las cachés ARP en cada una de las estaciones están vacías. Suponga la siguiente secuencia de envíos de paquetes ICMP (disparados mediante el comando *ping*) entre distintas estaciones de la red.
- ping desde la estación Q a la estación F.
 - ping desde la estación F a la estación N.
 - ping desde la estación N a la estación Q.

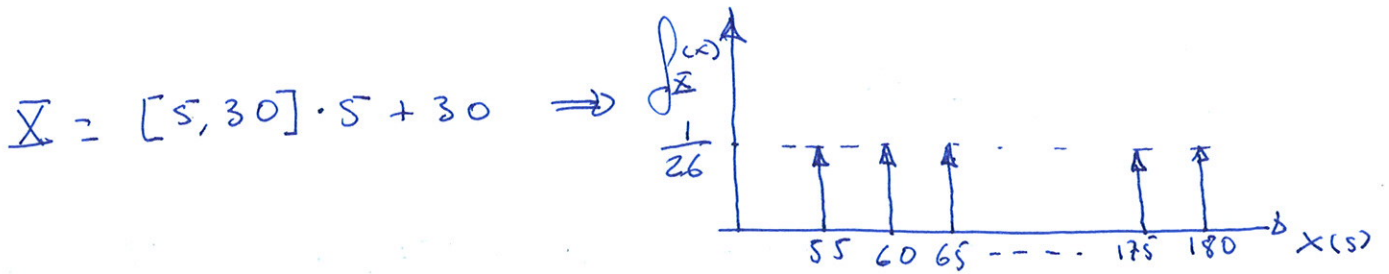
Para cada uno de los casos, rellene las tablas mostradas a continuación con las tramas intercambiadas. Adicionalmente, muestre el estado de la de tabla de direcciones MAC del conmutador SW2 al final de cada uno de los 3 envíos de paquetes ICMP.



² Una cuestión respondida incorrectamente resta 0.2/3 pts.



M/G/1



Sistema M/G/1

a) $\lambda = \frac{1}{3} \frac{\text{clien}}{\text{min}}$

$$\begin{aligned} P(A(t+10\text{m}) - A(t) = 5) &= (\lambda \cdot T)^k \frac{e^{-\lambda \cdot T}}{k!} = \\ &= \left(\frac{1}{3} \cdot 10\right)^5 \frac{e^{-\frac{1}{3} \cdot 10}}{5!} = \\ &= 0.122 \end{aligned}$$

$$E[\bar{X}] = \frac{a+b}{2} = \frac{55+180}{2} = 117.5 \text{ seg} = \frac{117.5}{60} \text{ min}$$

$$\rho = \lambda \cdot E[\bar{X}] = \frac{1}{3} \cdot \frac{117.5}{60} = 65'28\%$$

$$b) T = E[X] + \frac{\lambda \overline{X^2}}{2 \cdot (1 - \lambda E[X])}$$

$$\overline{X^2} = \sigma_x^2 + \bar{x}^2$$

$$\sigma_x^2 = \frac{(b-a+2)(b-a)}{12}, \quad \frac{(180-55+2)(180-55)}{12} = 1322.9 \text{ s}^2$$

$$\overline{X^2} = 1322.9 \text{ s}^2 + (117.5 \text{ s})^2 = 15129 \text{ s}^2$$

$$T = 117.5 \text{ s} + \frac{\lambda \cdot \overline{X^2}}{2(1 - \lambda E[X])} \leq t_m = 300 \text{ s}$$

$$\frac{\lambda \cdot \overline{X^2}}{2(1 - \lambda E[X])} \leq 182.5 \text{ s}$$

$$\lambda \cdot \overline{X^2} \leq 2 \cdot 182.5 (1 - \lambda E[X]) = 365 - 365 \cdot \lambda E[X]$$

$$\lambda (\overline{X^2} + 365 E[X]) \leq 365 \Rightarrow \lambda \leq \frac{365}{\overline{X^2} + 365 E[X]}$$

$$\lambda \leq 0.0063 \frac{\text{usu}}{\text{seg}} = 0.063 \cdot 60 \frac{\text{usu}}{\text{min}} = 0.3775 \frac{\text{us}}{\text{min}}$$

$$c) \lambda_1 = \frac{6}{26} \lambda = \cancel{0.2904 \text{ us/min}} \quad 0.0871 \text{ us/min}$$

$$\lambda_2 = \frac{20}{26} \lambda = 0.2904 \text{ us/min}$$

$$E[X_1] = \frac{55+80}{2} = 67.5 \text{ seg}$$

$$E[X_2] = \frac{85+180}{2} = 132.5 \text{ seg}$$

$$\overline{X_1^2} = E[X_1]^2 + \sigma_x^2 = E[X_1]^2 + \frac{(b-a+2)(b-a)}{12} =$$

$$67.5^2 + \frac{(80-55+2)(80-55)}{12} = \cancel{446} 4612.5 \text{ s}^2$$

$$\overline{X_2^2} = 18324 \text{ s}^2$$

$$p_1 = \lambda_1 \cdot E[X_1] = \frac{0.0871 \text{ us}}{60 \text{ seg}} \cdot 67.5 \text{ seg} = 0.098$$

$$p_2 = \lambda_2 \cdot E[X_2] = \frac{0.2904 \cdot 132.5}{60} = 0.6413$$

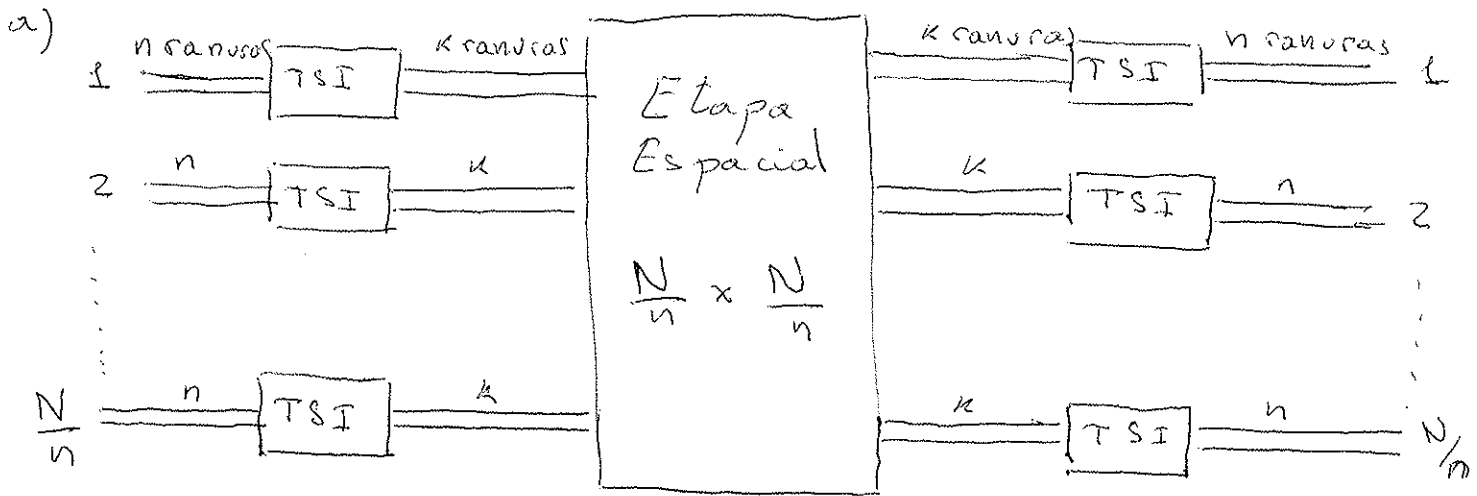
$$R = \frac{1}{2} (\lambda_1 \overline{X_1^2} + \lambda_2 \overline{X_2^2}) = \frac{1}{2} (\cancel{0.0871 \cdot \overline{X_1^2}} + \cancel{0.2904 \cdot \overline{X_2^2}}) =$$

$$= \frac{1}{2} \left(\frac{0.0871 \cdot \overline{X_1^2}}{60} + \frac{0.2904 \cdot \overline{X_2^2}}{60} \right) = 47.68 \text{ s}$$

$$W_2 = \frac{R}{(1-p_1)(1-p_1-p_2)} = \frac{\cancel{202.78 \text{ seg}}}{202.78 \text{ seg}}$$

$$T_2 E[X_2] + W_2 = 335.28 \text{ seg} = 5.58 \text{ min}$$

2



$n = 30$ ranuras

Conmutador TST

$\frac{N}{n} = 128$ líneas

$p = 0.3$ Erlangs por canal

$B < 0.001$

$B \equiv$ aproximación de Lee

$$B = \left(1 - \left(1 - \frac{pn}{K} \right)^K \right)^K$$

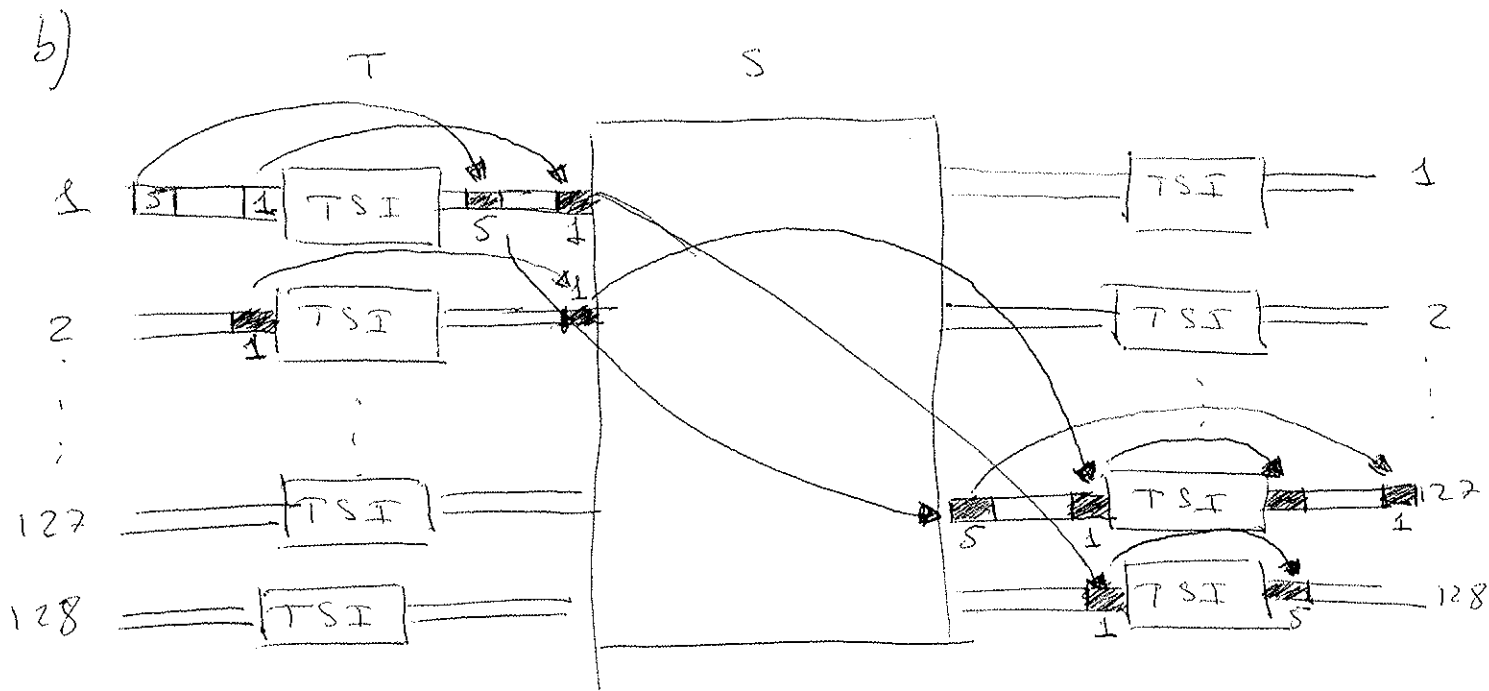
$$K = 15 \Rightarrow B = 0.073$$

$$K = 20 \Rightarrow B = 0.0007 < 0.001$$

Por tanto usamos $K = 20$ ranuras

b)

- Línea 1, ran 1 \rightarrow Línea salida 128, ranura 5
- Línea 2, ran 1 \rightarrow Línea salida 127, ranura 5
- Línea 1, ran 5 \rightarrow Línea salida 127, ranura 1



- Ejemplo de selección de ranuras en la etapa intermedia
- Explicar proceso de conmutación en cada etapa
- Explicar q no se puede tomar la misma ranura en la etapa espacial para conmutar hacia la misma línea de salida. Por ejemplo, en el tercer caso, en la etapa intermedia no se podría haber usado la ranura 1 en ningún caso porque habría colisión con los casos segundo y primero

CASO 1					
trama	Equipo o estación que transmite la trama	MAC Destino	MAC Origen	IP Dest.	IP Orig.
1	Q	FFFFFFFF	MAC Q	IP F	IP Q
2	SW3	BROADCAST	MAC Q	IP F	IP Q
3	SW2	BROADCAST	MAC Q	IP F	IP Q
4	SW4	BROADCAST	MAC Q	IP F	IP Q
5	SW1	BROADCAST	MAC Q	IP F	IP Q
6	F	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
7	SW1	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
8	SW2	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
9	SW3	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
10	Q	MAC F	MAC Q	IP F	IP Q
11	SW3	MAC F	MAC Q	IP F	IP Q
12	SW2	MAC F	MAC Q	IP F	IP Q
13	SW1	MAC F	MAC Q	IP F	IP Q
15	F	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
16	SW1	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
17	SW2	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
18	SW1	MAC Q	MAC F	IP Q	IP F
19					
20					

ARP RQ

ARP RPu

PING.

Responde ping.

CASO 2					
	Equipo o estación que transmite la trama	MAC Destino	MAC Origen	IP Dest.	IP Orig.
	F	BROADCAST	MAC F	IP N	IP F
	SW1	BROADCAST	MAC F	IP N	IP F
	SW2	BROADCAST	MAC F	IP N	IP F
	SW4	BROADCAST	MAC F	IP N	IP F
	SW3	BROADCAST	MAC F	IP N	IP F
	N	MAC F	MAC N	IP F	IP N
	SW2	MAC F	MAC N	IP F	IP N
	SW1	MAC F	MAC N	IP F	IP N
	F	MAC N	MAC F	IP N	IP F
	SW1	MAC N	MAC F	IP N	IP F
	SW2	MAC N	MAC F	IP N	IP F
	SW3	MAC N	MAC F	IP N	IP F
	SW4	MAC N	MAC F	IP N	IP F

CASO 2

CASO 3

	Equipo o estación que transmite la trama	MAC Destino	MAC Origen	IP Dest.	IP Orig.
	Q	BROADCAST	MAC Q	IP Q	IP Q
	N	BROADCAST	MAC N	IP Q	IP N
	SW2	BROADCAST	MAC N	IP Q	IP N
	SW4	BROADCAST	MAC N	IP Q	IP N
	SW1	BROADCAST	MAC N	IP Q	IP N
	SW3	BROADCAST	MAC N	IP Q	IP N
	Q	MAC N	MAC Q	IP N	IP Q
	SW3	MAC N	MAC Q	IP N	IP Q
	SW2	MAC N	MAC Q	IP N	IP Q
	N	MAC Q	MAC N	IP Q	IP N
	SW2	MAC Q	MAC N	IP Q	IP N
	SW3	MAC Q	MAC N	IP Q	IP N
	Q	MAC N	MAC Q	IP N	IP Q
	SW3	MAC N	MAC Q	IP N	IP Q
	SW2	MAC N	MAC Q	IP N	IP Q

TABLA MAC DE SW2

MAC-Q — #3
MAC-F — #2

TABLA MAC SW2

MAC Q — #3
MAC F — #2
MAC N — #5

misma tabla que
en el apartado
anterior