



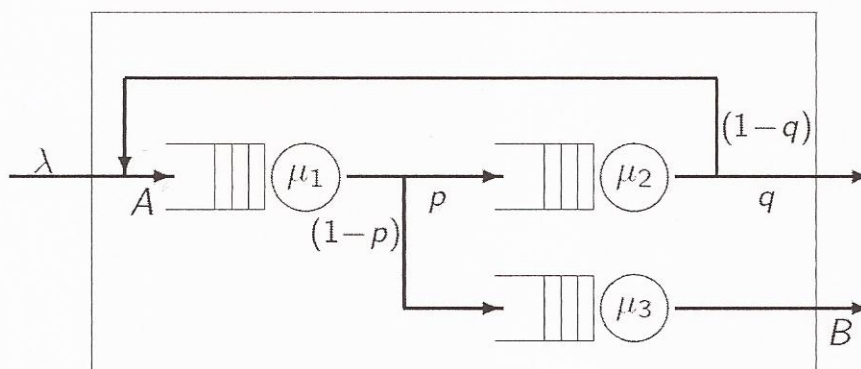
## SISTEMAS DE CONMUTACIÓN

3º de Grado en Ingeniería de Tecnologías de Telecomunicación

Examen de teoría<sup>1,2</sup> – Febrero 2016

Apellidos y nombre: EXAMEN RESUELTO

1. (2.0 pts : 0.5 x 4) Suponga la red de colas de la figura de abajo. La red recibe peticiones de servicio que siguen un proceso de Poisson con tasa  $\lambda = 9$  peticiones por segundo. Los tiempos de servicio en cada uno de los servidores son exponencialmente distribuidos con tasas  $\mu_1 = 13$ ,  $\mu_2 = 9$ , y  $\mu_3 = 9$  peticiones por segundo. Adicionalmente,  $p = 0.4$  y  $q = 0.5$ .



- Calcule la tasa de peticiones de servicio  $\lambda_3$  que cursa el servidor 3.
  - Calcule el número medio de peticiones de servicio en la cola 3.
  - Calcule el retardo medio desde que una petición de servicio accede al sistema hasta que se marcha del sistema.
  - Suponga ahora que la red de colas es una red de datos en la que las peticiones de servicio son paquetes de datos. Suponga así mismo que el tamaño del paquete es una variable aleatoria cuya función de densidad de probabilidad es exponencial de media 1000bytes. Calcule el throughput en la salida B del sistema.
2. (1.5 pts: 0.5 x 3) Explique de manera breve pero concisa la respuesta a las siguientes cuestiones.
- Defina en qué consiste el proceso de conmutación en los nodos de las redes conmutadas.

VER TEORÍA

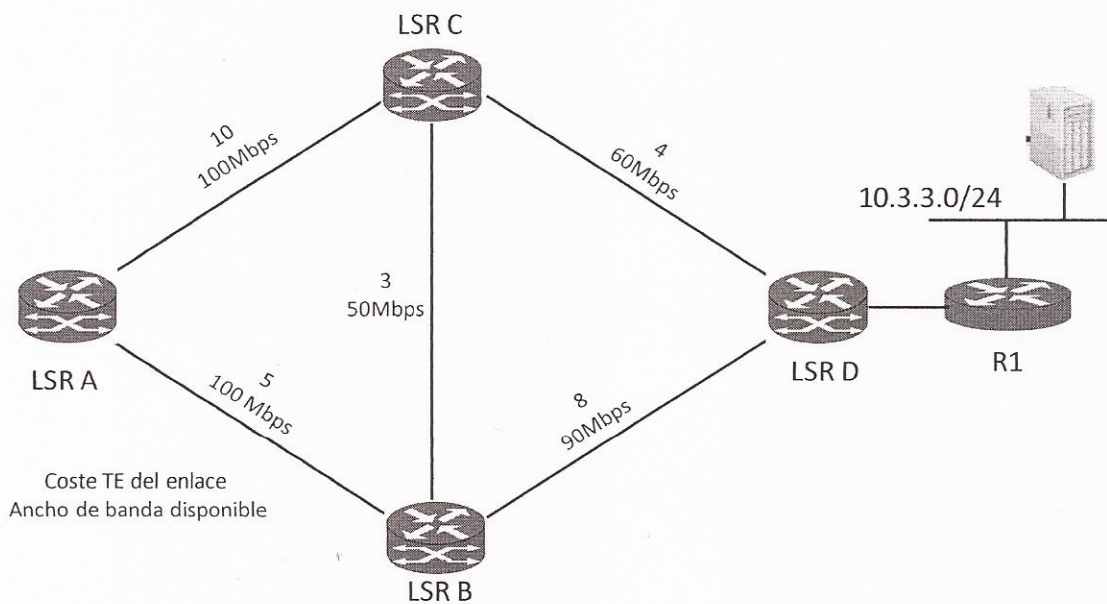
- Describa las diferencias entre conmutación de paquetes y de circuitos.

<sup>1</sup> La calificación de esta parte de la asignatura representará un 60% del total, es decir, 6 puntos sobre 10.

<sup>2</sup> Su examen debe estar compuesto de un total de 2 hojas rellenas en 4 caras.

- c. Describa las diferencias entre conmutación de paquetes de circuito virtual y de datagrama.

3. (1.0 pts : 0.5 x 2) Suponga que tiene una red troncal MPLS compuesta de 4 LSRs como la de la figura. En dicha figura se representa el coste TE de cada enlace y el ancho de banda disponible en cada enlace para el nivel de prioridad 0. Suponga que se quiere establecer un LSP de nivel de prioridad 0 con un ancho de banda de 60Mbps entre el LSR A y el LSRD para la FEC 10.3.3.0/24.
- Calcule la ruta seguida por este túnel mediante la aplicación del algoritmo CSPF.
  - Represente gráficamente en la figura los mensajes empleados por el protocolo RSVP-TE para establecer el túnel TE así como el orden en que se envían dichos mensajes. Adicionalmente indique las tablas LFIB de los LSRs implicados en el túnel.

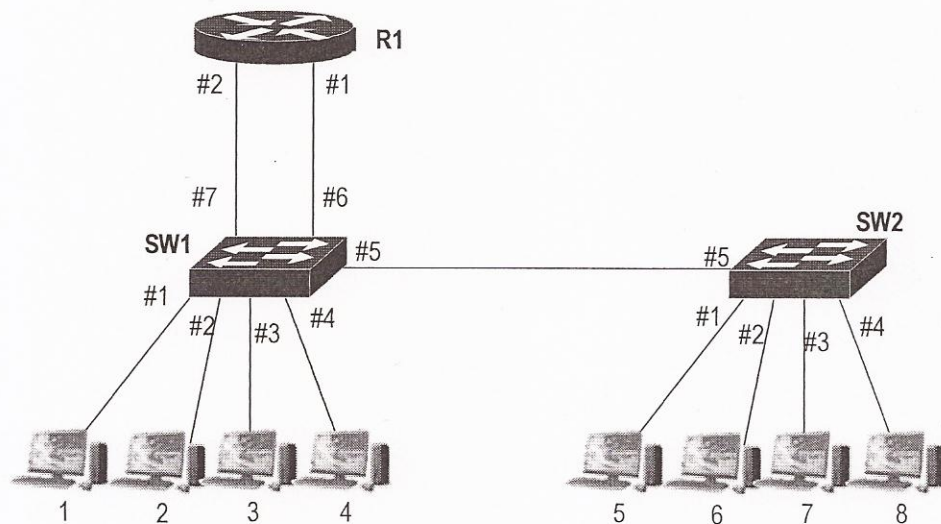




4. (1.5 pts: 0.5 + 0.5 + 0.5) Sea la red de área local de la figura. Suponga que se quiere implementar una configuración en la que los PCs con numeración impar pertenezcan a la VLAN 100, y los PCs con numeración par pertenezcan a la VLAN 200. Las direcciones MAC, el direccionamiento IP y la tabla de encaminamiento del router R1 se muestran a continuación:

- Direcciones MAC:
  - La dirección MAC de cada estación es 00:00:00:AA:AA:Ax donde la x representa el número de PC.
  - Las direcciones MAC del router son 00:00:00:AA:AA:By donde y representa el número de puerto del router.
- Direcciones IP
  - Las direcciones IP de las estaciones son 192.168.z.x/24, donde x representa el número de PC y z el identificador de VLAN.
  - La dirección IP del router es 192.168.z.y, donde y representa el número de puerto y z el identificador de VLAN.
- Tabla Encaminamiento de R1

Destino	Siguiente Salto	Máscara	Interfaz
192.168.100.0	*	255.255.255.0	#2
192.168.200.0	*	255.255.255.0	#1



Se pide:

- Indique qué puertos de los conmutadores SW1 y SW2 deben configurarse como puertos de acceso o puertos troncales.
- Suponga que las tablas ARP de todos los equipos y las tablas de direcciones MAC de todos los conmutadores están vacías. Indique la secuencia completa de tramas enviadas si la estación 1 (con dirección ip 192.168.100.1) realiza un ping a la estación 2 (con dirección ip 192.168.200.2).
- Indique el estado de la tabla de direcciones MAC de los conmutadores SW1 y SW2 tras la finalización del ping.

Para resolver estos apartados, haga uso de las tablas de abajo.

### Apartado a

SW1		SW2	
Puerto	Configuración	Puerto	Configuración
#1	Acceso	#1	Acceso
#2	Acceso	#2	Acceso
#3	Acceso	#3	Acceso
#4	Acceso	#4	Acceso
#5	Troncal	#5	Troncal
#6	Acceso		
#7	Acceso		

## Apartado b

trama	Equipo o estación que transmite la trama	Puertos por los que la transmite	MAC Destino	MAC Origen	IP Dest.	IP Orig.	Tipo de trama Ethernet
1	1	-	FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:00:00:00:00:01	192.168.100.2	192.168.100.1	ARP Request
2	SW1	3,5,7	"	"	"	"	"
3	SW2	1,3	"	"	"	"	"
4	R1	2	00:00:00:00:00:01	00:00:00:00:00:02	192.168.100.1	192.168.100.2	ARP Reply
5	SW1	1	"	"	"	"	"
6	1	-	00:00:00:00:00:02	00:00:00:00:00:01	192.168.100.2	192.168.100.1	ICMP (PING)
7	SW1	2	"	"	"	"	"
8	R1	1	FF:FF:FF:FF:FF:FF	00:00:00:00:00:01	192.168.100.2	192.168.100.1	ARP Request
9	SW1	2,4,5	"	"	"	"	"
10	SW2	2,4	"	"	"	"	"
11	2	-	00:00:00:00:00:01	00:00:00:00:00:02	192.168.100.1	192.168.100.2	ARP Reply
12	SW1	6	"	"	"	"	"
13	R1	1	00:00:00:00:00:02	00:00:00:00:00:01	192.168.100.2	192.168.100.1	ICMP
15	SW1	2	"	"	"	"	"
16	2	-	00:00:00:00:00:01	00:00:00:00:00:02	192.168.100.1	192.168.100.2	ICMP Reply
17	SW1	6	"	"	"	"	"
18	R1	2	00:00:00:00:00:01	00:00:00:00:00:02	192.168.100.1	192.168.100.2	ICMP Reply
19	SW1	1	"	"	"	"	"
20							
21							
22							
23							
24							
25							

\* Se supone que 2 aprende la dir 00:00:00:00:00:01 a partir del ARP request enviado por R1. Si no fuera así, la estación 2 tendría que hacer ARP

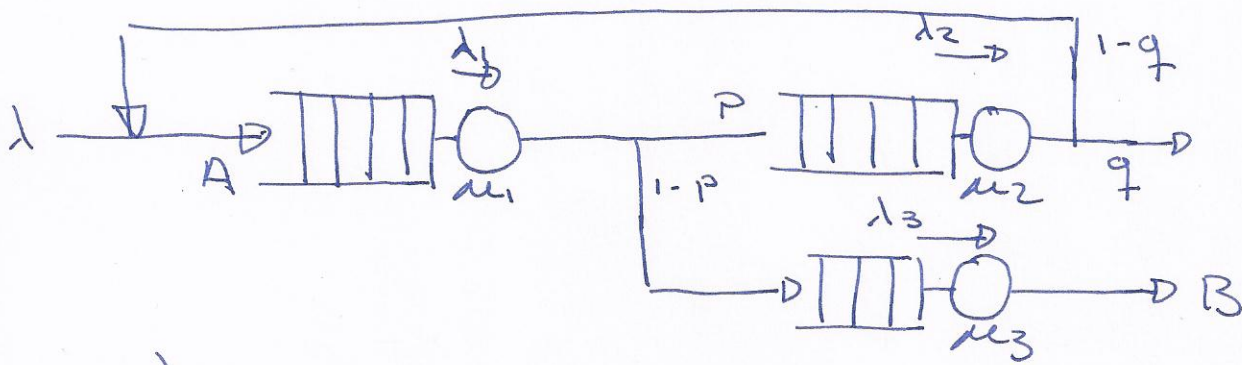
## Apartado c

SW1			SW2		
Puerto	Dir.MAC	Vlan	Puerto	Dir.MAC	vlan
1	00:00:00:00:00:01	100	5	00:00:00:00:00:01	100
2	00:00:00:00:00:02	200	5	00:00:00:00:00:01	200
6	00:00:00:00:00:01	200			
7	00:00:00:00:00:02	100			

\*\* Se supone que R1 aprende la dir 00:00:00:00:00:01 a partir del ARP request enviado por 1. Si no fuera así, el router R1 tendría que hacer ARP



①



a)

$$\bullet \lambda_1 = \lambda + \lambda_2(1-q)$$

$$\bullet \lambda_2 = p \lambda_1 = p(\lambda + \lambda_2(1-q))$$

$$\lambda_2 = p\lambda + \lambda_2 p(1-q) \Rightarrow$$

$$\lambda_2(1 - p(1-q)) = p\lambda$$

$$\lambda_2 = \frac{p\lambda}{(1 - p(1-q))} = \frac{p\lambda}{1 - p + pq}$$

$$\lambda_1 = \frac{\lambda_2}{p} = \frac{\lambda}{1 - p + qp}$$

$$\bullet \lambda_3 = (1-p) \cdot \lambda_1 = \frac{(1-p)\lambda}{1 - p + qp}$$

$$\bullet \lambda_3 = \frac{(1-0.4) \cdot 9}{1 - 0.4 + 0.4 \cdot 0.5} = 6.75 \text{ pet/sg}$$

- b)
- Al dividirse el tráfico tras la cola 1, se cumple la condición de Kleinrock
  - Al comprobar las suposiciones del  $T^{ma}$  de Jackson éstas se cumplen  $\Rightarrow$  se cumple el  $T^{ma}$  de Jackson
  - Por el  $T^{ma}$  de Jackson, las colas se pueden considerar como si fueran independientes
  - Por tanto  $N_3 = \frac{\rho_3}{1 - \rho_3} = \frac{\lambda_3}{\mu_3 - \lambda_3} = 3 \text{ peticiones}$

c) Usamos  $T^{ma}$  de Little aplicado a toda la red de colas

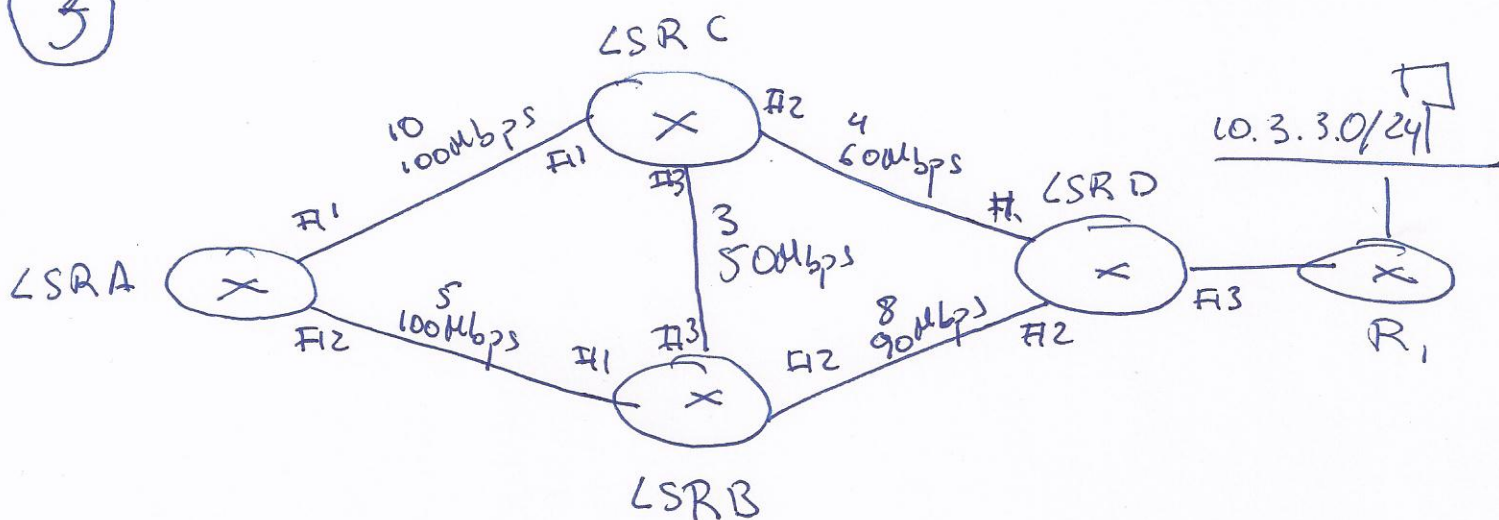
$$T = \frac{\sum_{i=1}^3 N_i}{\lambda} = \frac{6'43 + 1 + 3}{9} = 1'15s$$

$$N_1 = \frac{\lambda_1}{\mu_1 - \lambda_1} = \frac{11'25}{13 - 11'25} = 6'43 \text{ peticiones}$$

$$N_2 = \frac{\lambda_2}{\mu_2 - \lambda_2} = \frac{4'5}{9 - 4'5} = 1 \text{ petición}$$

d) Throughput (bps) =  $\lambda_3 \cdot E[l] = 6'75 \text{ pet/s} \cdot 1000 \cdot 8 = 54 \cdot 10^3 \text{ bps}$

3



a)

① PATH  
 $\{A, 0, self, N/A\}$

TENT  
 $\emptyset$

②  $\{A, 0, self, N/A\}$

$\{B, 5, A, 100\}$   $\{C, 10, A, 100\}$

③  $\{A, 0, self, N/A\}$   
 $\{B, 5, A, 100\}$

$\{C, 10, A, 100\}$   $\{D, 13, B, 90\}$

$\{E, 8, B, 50\}$  no se puede añadir este camino

④  $\{A, 0, self, N/A\}$   
 $\{B, 5, A, 100\}$   
 $\{C, 10, A, 100\}$

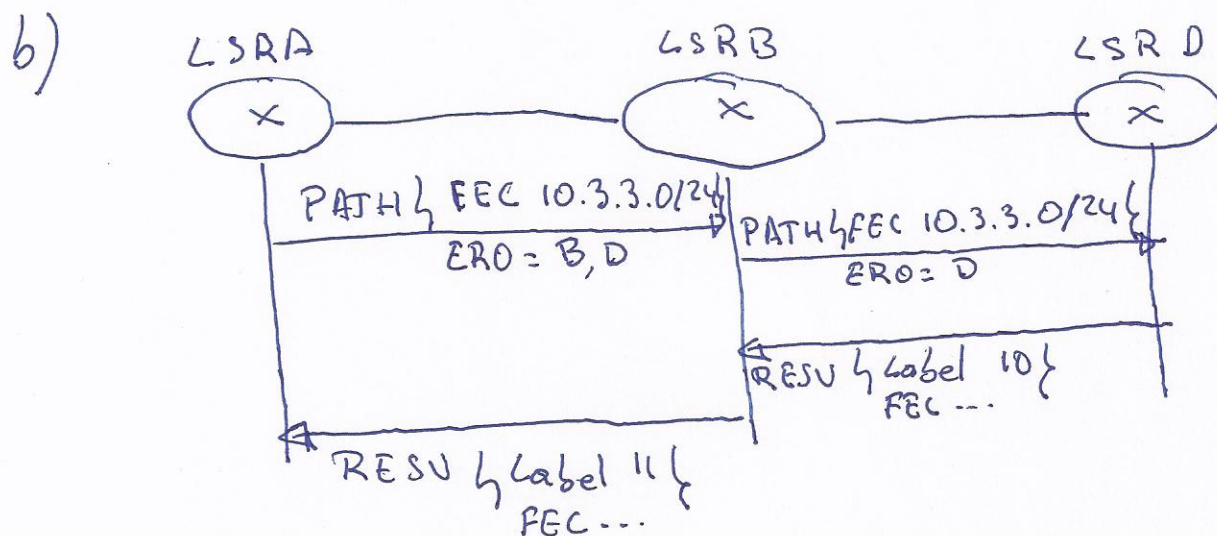
$\{D, 13, B, 90\}$

$\{D, 14, C, 60\}$  → hay otro camino de menor coste

⑤  $\{A, 0, self, N/A\}$   
 $\{B, 5, A, 100\}$   
 $\{C, 10, A, 100\}$   
 $\{D, 13, B, 90\}$



El camino es ~~B~~ A → B → D con coste 13



El Túnel está establecido

• LFIB LSR B

In-If	in-label	op	out if	out label
11	11	swap	12	10

• LFIB LSR D

In-if	in-label	op	out if	out label
12	10	pop	(IP lookup)	

• La etiqueta en LSRA se ~~no~~ inserta en la tabla FIB ⇒ tabla LFIB de LSRA queda vacía. Alternativamente la etiqueta en LSRA se insertaría en tabla LFIB:

FEC	In-if	in-label	op	out if	out label
10.3.3.0/24	-	-	push	12	11