



# SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....  
 Apellidos ..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017.**

T1 (1)	T2 (1)	T3 (1)	T4 (1)	T5 (1)	P2 (3)	P3(2)	Total (10)

## Parte I

(33.33% de la nota del examen)

**1.- TEORÍA (5 puntos).** Contesta de modo claro y conciso a las siguientes cuestiones.

1. **(1 punto)** Explica en qué consisten los procedimientos de marshalling y unmarshalling.

2. **(1 punto)** Nombra los elementos principales que se encuentran en un fichero WSDL.



# SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....  
 Apellidos ..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017.**

3. **(1 punto)** Nombra los elementos que componen el modelo de referencia de la “Object Managment Architecture”.

4. **(1 punto)** Indica las principales ventajas de un “Enterprise Service Bus”.

5. **(1 punto)** Indica las componentes del estándar de directorios X.500 y los protocolos utilizados para su inter-comunicación.



## SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....  
 Apellidos..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017.**

### 2. PROBLEMA. Considerar los siguientes casos particulares de sistemas distribuidos:

1. **Servicio de solicitud de comida a domicilio.** Una empresa cuenta con una aplicación móvil que permite realizar pedidos de comida a domicilio. Mediante dicha aplicación los usuarios consultan el menú disponible en la sede central, incluyendo un catálogo de bebidas, añaden platos al pedido, consultan posibles ofertas disponibles, así como los puntos acumulados por los pedidos realizados (que facilitan bebida gratis, y otras promociones similares). La empresa cuenta con un cortafuegos en su sede central, que se encargará de filtrar el tráfico entrante. Además, debido a que el ancho de banda es limitado, se desearía que los mensajes intercambiados fuesen relativamente pequeños. Los clientes serán heterogéneos, y no tienen excesiva capacidad computacional al ser dispositivos móviles.
2. **Sistema de producción de documentos.** Un documento en formato XML enviado por un empleado pasa a través de varios nodos del sistema. En cada uno de estos nodos se realizan ciertas tareas de procesamiento por parte de otros empleados, añadiendo, eliminando y modificando partes del documento. En la empresa habrá documentos que deberán ser procesados antes que otros. También habrá documentos no válidos que el sistema deberá ignorar. El tiempo de procesamiento no es crítico, y de vez en cuando algunos de los empleados que modifican el documento se dan de baja, por lo que no se podría llevar a cabo esa parte del trabajo de producción hasta su vuelta. Cuando un empleado manda un documento a otro nodo del sistema, se desearía que se pudiese a trabajar en el siguiente documento lo antes posible.

**(3 puntos – 1.5 puntos por escenario)** Para cada uno de ellos se pide elegir razonadamente el mecanismo de comunicación más adecuado entre los vistos en la parte de teoría de la asignatura (UDP, TCP, RPC, WS-SOAP, WS-REST, CORBA, Java-RMI o Colas de Mensajes) e indicar si sería necesario implementar algún mecanismo de traducción de datos adicional.

**No se tendrán en cuenta respuestas sin justificación (cuantas más justificaciones, mayor la puntuación).**

1 – Al existir un cortafuegos que pueda filtrar el tráfico, nos quedaríamos con los dos mecanismos que podrían pasar a través de él. Estos son WS-SOAP y WS-REST. De entre ellos preferiríamos WS-REST frente a WS-SOAP, ya que el ancho de banda de la empresa es limitado y la capacidad computacional de los clientes es reducida. Esto sería una desventaja para WS-SOAP pues los mensajes en XML son costosos de procesar y consumen mucho ancho de banda. Con WS-REST tendríamos libertad para fijar el formato de los datos y mensajes a intercambiar. Podríamos usar JSON, que es más eficiente que XML. Si usamos JSON no habría que implementar ningún mecanismo de traducción de datos adicional.

2 – En este caso la solución más interesante es colas de mensajes por las siguientes razones. El formato de los datos es homogéneo (documentos en xml) y es un caso típico de workflow (ciclo de trabajo). Los envíos no serían bloqueantes (interacción asíncrona), y los clientes podrían seguir trabajando mientras se procesa el documento que han mandado. También se podrían filtrar documentos y establecer prioridades. No habría problema tampoco debido a que alguno de los nodos del sistema se cayese o un empleado se diese de baja. Los mensajes no se perderían y quedarían almacenados en la cola correspondiente. Todos los demás mecanismos de comunicación no permiten esto, por lo que los descartaríamos. Como se usa XML para representar los datos, no habría que realizar ninguna traducción adicional.

**SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Asignatura..... Grupo.....  
Apellidos..... Nombre.....  
Ejercicio del día **30 de junio de 2017.**

**3. PROBLEMA (2 puntos)** Se quiere prestar un servicio que permita gestionar los productos de un carrito de la compra de una tienda de venta online utilizando servicios web REST. Dicho servicio podrá ser útil para consultar información de un usuario (nombre, apellidos, tipo de usuario – particular, empresa–, dirección de envío, medio de pago), para consultar el histórico de pedidos realizados por el usuario, para consultar y cancelar pedidos pendientes de un usuario, y para gestionar pedidos recurrentes a nivel de usuario (por ejemplo, solicitar que cada 30 días se envíe un determinado número de unidades de determinado producto). También podrán realizarse consultas a nivel de producto para obtener información sobre el producto y el stock disponible. Cada usuario se identifica por código numérico de 8 dígitos, cada pedido con un código numérico de 4 cifras y cada producto por un código numérico de 6 cifras.

**3.1. (1.25 puntos)** Indicar de forma razonada una posible URI (Uniform Resource Identifier) y el posible método HTTP (GET, POST, DELETE, PUT) a utilizar para ofrecer las siguientes funciones:

- a) Actualizar la dirección de envío del usuario con identificador 31415926.

URI: <http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926>

Método: POST

- b) Indicar que el usuario 31415926 ha realizado un pedido con identificador 1234.

URI: <http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926/pedidos/1234>

Método: PUT

- c) Obtener la información del producto con identificador 777777.

URI: <http://www.mitiendaonline.es/productos/777777>

Método: GET

- d) Obtener la lista de pedidos históricos del usuario 31415926.

URI: <http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926/pedidos/>

Método: GET

- e) Eliminar el pedido 7890 de la lista de pedidos pendientes del usuario 31415926.

URI: <http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926/pendientes/7890>

Método: DELETE



## SISTEMAS INFORMÁTICOS II

Asignatura..... Grupo.....  
 Apellidos ..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017.**

**3.2 (0.75 puntos)** Dar un ejemplo razonado de una posible representación del usuario 31415926.

La representación podría tener cualquier formato, pero debería incluir sus datos personales y enlaces las listas de préstamos y reservas. Elegimos XML.

```
<usuario>
  <nombre> Sistemas Informáticos 2 </nombre>
  <tipo> empresa </tipo>
  <direccion> Escuela Politécnica Superior – UAM </dirección>
  <pago>domiciliacion</pago>
  <lista_pedidos> http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926/pedidos/ </lista_pedidos>
  <lista_pendientes> http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926/pendientes/
</lista_pendientes>
  <lista_recurrentes> http://www.mitiendaonline.es/usuarios/31415926/recurrentes/
</lista_recurrentes>
</usuario>
```



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....  
 Apellidos..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017**.....

1 (7)	2 (3)	Total Parte II (10)

## PARTE II

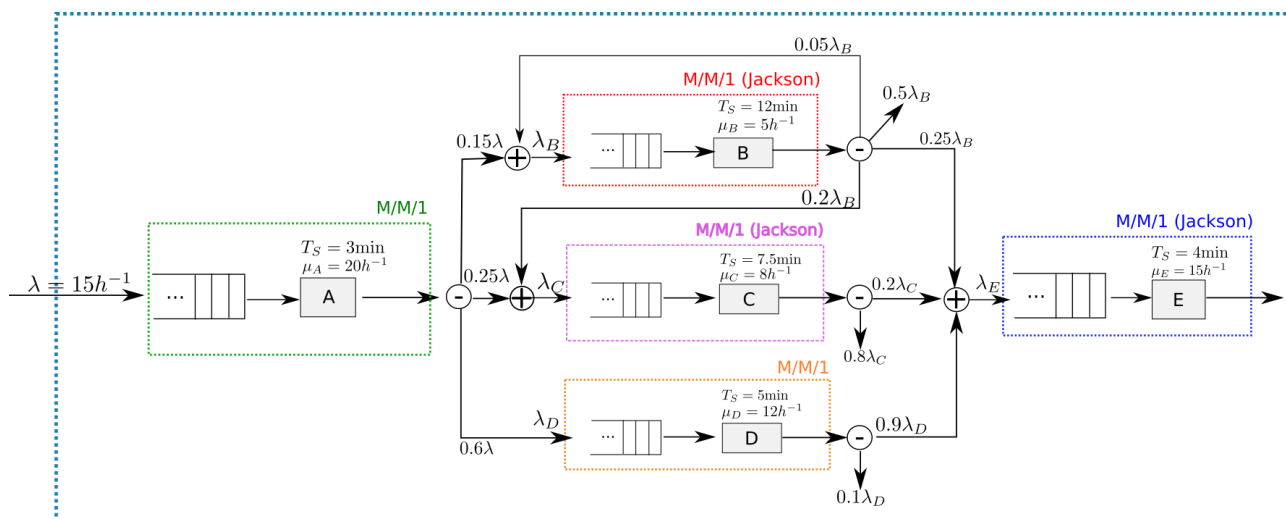
(33,33% de la nota del examen)

**1. PROBLEMA (7 puntos).** El *call center* automático de una empresa de telefonía móvil presta un servicio a sus usuarios. Las peticiones de los usuarios son recibidas inicialmente por una centralita (**sistema A**) que en base a la elección del usuario redirige la petición al sistema correspondiente. La centralita del *call center* recibe en promedio **15 peticiones a la hora** y tiene un tiempo medio de procesado de las peticiones de **3 minutos**. Se estima que el **15%** de las peticiones recibidas por la centralita son para la modificación de datos personales del cliente, el **25%** de las peticiones son para solicitar información sobre algún producto o promoción, y el **60%** de las peticiones son para grabar alguna reclamación. Las peticiones para modificar los datos personales son atendidas por un **sistema B**, que tarda en promedio **12 minutos** en atender cada petición. Se estima que el **50%** de las peticiones que son atendidas por el sistema B abandonan el sistema antes de esperar a la encuesta de satisfacción, mientras que el **5%** de las peticiones atendidas por B requieren volver a pasar por el sistema B, el **20%** de las peticiones atendidas por B requieren de información sobre productos (sistema C), y el **25%** de las peticiones restantes pasan al sistema de encuestas de satisfacción (sistema E). El **sistema C** encargado de atender las peticiones de solicitud de información tarda en promedio **7.5 minutos** en procesar una petición. El **80%** de las peticiones procesadas por el sistema C abandonan el sistema antes de realizar la encuesta de satisfacción, mientras que el **20%** restante realiza dicha encuesta (sistema E). El **sistema D** encargado de grabar las reclamaciones manifestadas por los clientes tarda en promedio **5 minutos** en atender cada petición. Una vez procesadas por el sistema D, el **10%** de las peticiones abandonan el sistema antes de realizar la encuesta de satisfacción y el **90%** restante realizan la encuesta (sistema E). Finalmente, el **sistema E** encargado de obtener la valoración de los clientes sobre el servicio prestado, tarda en promedio **4 minutos** en procesar cada petición. Todas las peticiones que pasan por el sistema E salen del *call center* una vez atendidas.

Suponer que todos los tiempos de servicio están distribuidos de forma exponencial y que los sistemas tienen cola de espera de tamaño infinito.

**Redondear los resultados a 4 posiciones decimales.**

**1.1 (1 punto)** Dibujar el diagrama de proceso del sistema completo, y expresar (no calcular) las tasas efectivas de llegada a la entrada de cada servidor, indicando las suposiciones realizadas y teoremas empleados. Dar una explicación razonada de qué modelo, según la notación de Kendall, será aplicable a cada una de sus componentes.



Red colas abierta

Las tasas de llegadas a la entrada de cada servidor se pueden obtener al suponer que los sistemas se encuentran en estado estacionario y, por tanto, en cada uno de los sistemas se tendrá a la salida la misma tasa que a la entrada. Entonces:

- La centralita recibe una tasa de llegadas de Poisson y su tiempo de servicio es exponencial, por tanto, se puede modelar con un modelo **M/M/1**. Además, de acuerdo al Teorema de Burke, la salida del distribuidor sabemos que sigue un proceso de Poisson de tasa  $\lambda_A$ .
- El sistema B (cambio de datos personal) recibe el 15% de la tasa de salida de la centralita y tiene retroalimentación, por lo que la entrada neta al sistema B,  $\lambda_B$ , no es necesariamente de Poisson. No obstante, se puede utilizar el Teorema de Jackson para modelar el número medio de clientes en el sistema de acuerdo a un **M/M/1**.
- La tasa de entrada al sistema C (solicitud de información),  $\lambda_C$ , es el 25% de la tasa de salida de la centralita y el 20% de la salida del sistema B (no necesariamente de Poisson). Por tanto, la entrada neta al sistema C,  $\lambda_C$ , no es necesariamente de Poisson. No obstante, se puede utilizar el Teorema de Jackson para modelar el número medio de clientes en el sistema de acuerdo a un **M/M/1**.
- La tasa de entrada al sistema D (reclamaciones),  $\lambda_D$ , es el 60% de la tasa de salida de la centralita que, por el Teorema de Burke es de Poisson. Al tratarse por tanto de una bifurcación aleatoria de un proceso de Poisson, la entrada neta a sistema D,  $\lambda_D$ , es también de Poisson y el sistema es un modelo **M/M/1**.
- La tasa de entrada al sistema E (encuestas),  $\lambda_E$ , es la suma de los porcentajes de salida correspondientes de los sistemas B, C y D. Las salidas de estos sistemas no son todas de Poisson y, por tanto, tampoco lo es la entrada al sistema E. Aunque la entrada neta al sistema E no es de Poisson, se puede modelar este subsistema de acuerdo al modelo **M/M/1** gracias al Teorema de Jackson.

Para determinar los modelos a utilizar en cada subsistema, se ha tenido en cuenta que todos los tiempos de servicio se encuentran distribuidos exponencialmente, que las colas se pueden suponer de tamaño infinito y que existe un número muy grande de clientes, de modo que el número de peticiones pendientes de servicio no afecta al ritmo de llegada de nuevas peticiones. Además, como la probabilidad de salir del sistema es mayor que cero, los tiempos están distribuidos de forma



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....  
 Apellidos..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017**.....

exponencial y las colas tienen tamaño infinito, podemos usar el teorema de Jackson y ver el sistema como una red de colas abierta.

**1.2 (1.75 puntos) Calcular la tasa de llegadas efectiva a la entrada de cada servidor y la tasa de servicio de cada servidor.**

Al estar en estado estacionario los sistemas a la salida tendrán la misma tasa que a la entrada, por lo que se ha de cumplir que:

- Tasa de llegadas efectiva a la entrada de la centralita:  $\lambda = \lambda_A = 15 \text{ h}^{-1}$ .
- Tasa de llegadas efectiva al sistema B (cambio de datos personales):  $\lambda_B = 0.15 \lambda_A + 0.05 \lambda_B \Rightarrow \lambda_B = \frac{0.15}{0.95} \lambda_A = 2.3684 \text{ h}^{-1}$
- Tasa de llegadas efectiva a la entrada del sistema C (solicitud de información):  $\lambda_C = 0.25 \lambda_A + 0.2 \lambda_B = 0.25 \cdot 15 + 0.2 \cdot 2.3684 = 4.2237 \text{ h}^{-1}$ .
- Tasa de llegadas efectiva a la entrada del sistema D (reclamación):  $\lambda_D = 0.6 \lambda_A = 0.6 \cdot 15 = 9 \text{ h}^{-1}$ .
- Tasa de llegadas efectiva a la entrada del sistema E (encuestas de calidad de servicio):  $\lambda_E = 0.25 \lambda_B + 0.2 \lambda_C + 0.9 \lambda_D = 9.5368 \text{ h}^{-1}$ .

Las tasas de servicio son:

$$\mu_A = \frac{60 \text{ min/h}}{3 \text{ min}} = 20 \text{ h}^{-1}$$

$$\mu_B = \frac{60 \text{ min/h}}{12 \text{ min}} = 5 \text{ h}^{-1}$$

$$\mu_C = \frac{60 \text{ min/h}}{7.5 \text{ min}} = 8 \text{ h}^{-1}$$

$$\mu_D = \frac{60 \text{ min/h}}{5 \text{ min}} = 12 \text{ h}^{-1}$$

$$\mu_E = \frac{60 \text{ min/h}}{4 \text{ min}} = 15 \text{ h}^{-1}$$

Observar que en todos los casos  $\lambda/\mu < 1$ , y, por tanto, el sistema se encuentra efectivamente en estado estacionario.

**1.3 (1.75 puntos) Calcular el número medio de peticiones en cola en el sistema total.**

El nº medio de peticiones en cola en el sistema será la suma del nº medio de peticiones en cola en cada servidor. Empleando el teorema de Jackson estos números vendrán dados por las fórmulas del modelo M/M/1.

En general, el número medio de peticiones en cola del modelo M/M/1 puede calcularse como:



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

Apellidos.....

Nombre.....

Ejercicio del día **30 de junio de 2017**

$$L_q = L - \rho = \frac{\rho}{1 - \rho} - \rho = \frac{\rho^2}{1 - \rho}$$

Los factores de utilización de cada servidor son:

$$\rho_A = \frac{\lambda_A}{\mu_A} = 0.75$$

$$\rho_B = \frac{\lambda_B}{\mu_B} = 0.4737$$

$$\rho_C = \frac{\lambda_C}{\mu_C} = 0.5280$$

$$\rho_D = \frac{\lambda_D}{\mu_D} = 0.75$$

$$\rho_E = \frac{\lambda_E}{\mu_E} = 0.6358$$

Y, por tanto, el número medio de clientes en cola en cada sistema es:

$$L_A^q = 2.25 \text{ peticiones}$$

$$L_B^q = 0.4264 \text{ peticiones}$$

$$L_C^q = 0.5906 \text{ peticiones}$$

$$L_D^q = 2.25 \text{ peticiones}$$

$$L_E^q = 1.110 \text{ peticiones}$$

El número medio de peticiones en cola será entonces:

$$L_q = L_A^q + L_B^q + L_C^q + L_D^q + L_E^q = 6.627 \text{ peticiones}$$

#### 1.4 (1 punto) Calcular justificadamente la latencia de todo el sistema.

Calculamos el número total de clientes en todo el sistema y aplicamos Little. Para ello, podemos utilizar que en el modelo M/M/1 se verifica:  $L = L_q + \rho$

$$L_A = L_A^q + \rho_A = 3 \text{ peticiones}$$

$$L_B = L_B^q + \rho_B = 0.9001 \text{ peticiones}$$

$$L_C = L_C^q + \rho_C = 1.1186 \text{ peticiones}$$

$$L_D = L_D^q + \rho_D = 3 \text{ peticiones}$$



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....  
 Apellidos ..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017**.....

$$L_E = L_E^q + \rho_E = 1.7458 \text{ peticiones}$$

$$W_T = \frac{L_T}{\lambda} = \frac{\sum L_i}{\lambda} = \frac{9.7645}{15} = 0.6510 \text{ h}$$

**1.5 (1.5 puntos)** Calcular justificadamente el tiempo medio de respuesta de las peticiones que **NO** son para modificar datos personales y realizan encuesta de satisfacción.

El tiempo medio de respuesta viene dado por:

$$W = W_A + \frac{0.25 \cdot 0.2}{0.25 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.9} W_C + \frac{0.6 \cdot 0.9}{0.25 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.9} W_D + W_E$$

Aplicando el Teorema de Little sobre cada subsistema A, C, D y E, obtenemos los tiempos medios de estancia en cada:

$$W_A = \frac{L_A}{\lambda_A} = \frac{3}{15} = 0.25 \text{ h}$$

$$W_C = \frac{L_C}{\lambda_C} = \frac{1.1186}{4.2237} = 0.2648 \text{ h}$$

$$W_D = \frac{L_D}{\lambda_D} = \frac{3}{9} = 0.3333 \text{ h}$$

$$W_E = \frac{L_E}{\lambda_E} = \frac{1.7458}{9.5368} = 0.1831 \text{ h}$$

Por tanto, el tiempo medio de estancia en el sistema de las peticiones que no requieren grabar una reclamación es:

$$W = 0.25 + \frac{0.25 \cdot 0.2}{0.25 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.9} 0.2648 + \frac{0.6 \cdot 0.9}{0.25 \cdot 0.2 + 0.6 \cdot 0.9} 0.3333 + 0.1831 = \mathbf{0.7606 \text{ h}}$$

**2. PROBLEMA (3 puntos)** Una empresa tiene un servidor que recibe tráfico siguiendo un proceso Poisson con una tasa de **10 peticiones por segundo**. El tiempo de proceso del servidor está distribuido de forma exponencial y tiene una media de duración de **62.5ms**. El servidor tiene una cola de espera que se puede considerar infinito.

**Redondear los resultados a 4 posiciones decimales.**

Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

Apellidos.....

Nombre.....

Ejercicio del día **30 de junio de 2017**

**2.1 (0.25 puntos) Justificar razonadamente un modelo de colas válido para describir el escenario planteado. No se considerarán respuestas sin razonar.**

Se trata de un sistema **M/M/1** debido a que:

- El tiempo de servicio está distribuido de forma exponencial.
- Solo hay un servidor.
- El tiempo entre llegadas está distribuido de forma exponencial.
- El tamaño de la cola se puede considerar infinito.

**2.2 (1 punto) Calcular la probabilidad de que en la cola de espera haya 7 ó más peticiones.**

Esta será la probabilidad de que en el sistema haya 8 peticiones o más (7 en la cola y una en el servidor).

$$\rho = \frac{\lambda}{\mu} = \frac{10}{16} = 0.625$$

$$Prob = \sum_{n=8}^{\infty} p_n = \sum_{n=8}^{\infty} (1 - \rho)\rho^n = \rho^8 = (0.625)^8 = 0.0233$$

**2.3 (1 punto) Calcular el tiempo máximo de estancia en el sistema que satisfacen el 75% de las peticiones con menor latencia.**

Como sabemos que la distribución del tiempo de estancia en el sistema es exponencial, con parámetro,  $\mu - \lambda$ , tenemos que:

$$p = P(T \leq t) = 1 - \exp(-(\mu - \lambda) \cdot t) \Rightarrow t = \frac{\ln(1 - p)}{-(\mu - \lambda)} = \frac{\ln(1 - 0.75)}{-(16 - 10)} = 0.2310 \text{ s}$$

Por tanto, el tiempo mínimo de estancia en el sistema que satisfacen el 75% de las peticiones es de 0.2310 s.

**2.4 (0.75 puntos) Tras la puesta en marcha del sistema, se añade el requisito de que a lo sumo el 20% de las peticiones esperen en cola. ¿Verifica el sistema actual el requisito? ¿por qué? En caso negativo, proponer justificadamente posibles soluciones.**

La probabilidad de que una petición tenga que esperar en cola en el modelo M/M/1 es la probabilidad de que en el sistema haya más de una petición. Por tanto:

$$P_q = P(N > 1) = 1 - p_0 - p_1 = 1 - (1 - \rho) - (1 - \rho)\rho = \rho^2 = (0.625)^2 = 0.3906$$

Por tanto, el 39.06% de las peticiones tendrá que esperar en cola y no se satisface el requisito,

Como posibles soluciones podría ponerse un servidor más potente (incrementar  $\mu$ ) o poner varios servidores en paralelo (modelo M/M/c).



**Formulario:****Modelo M/M/1**

$$p_n = (1-\rho)(\rho)^n$$

$$\rho = \lambda/\mu$$

$$L = \frac{\rho}{1-\rho}$$

$$F_W(t) = 1 - e^{-(\mu-\lambda)t}$$

**Modelo M/M/c:**

$$p_n = \begin{cases} p_0 \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} & (n < c) \\ p_0 \frac{c^c}{c!} \left(\frac{\lambda}{c\mu}\right)^n & (n \geq c) \end{cases}$$

$$\rho = \frac{\lambda}{c\mu}$$

$$p_0 = \left[ \left( \sum_{n=0}^{c-1} \frac{(\lambda/\mu)^n}{n!} \right) + \frac{(\lambda/\mu)^c}{c!(1-\rho)} \right]^{-1}$$

$$P_q = \frac{P_c}{1-\rho} = E_c(c, u)$$

$$L = \frac{P_q \rho}{1-\rho} + c\rho$$

**Modelo M/M/c/c:**

$$p_n = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!} \quad (0 \leq n \leq c)$$

$$p_0 = \left[ \sum_{n=0}^c \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \frac{1}{n!} \right]^{-1}$$

**Modelo M/G/1:**

$$L = \frac{\lambda^2 E[S^2]}{2(1-\rho)} + \rho$$

$$\rho = \lambda/\mu$$

**Modelo M/M/1/K:**

$$p_n = p_0 \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \quad (0 \leq n \leq K)$$

$$p_0 = \begin{cases} \left[ \frac{1-\lambda/\mu}{1-(\lambda/\mu)^{K+1}} \right] & (\lambda \neq \mu) \\ \frac{1}{K+1} & (\lambda = \mu) \end{cases}$$

$$\rho = \begin{cases} \frac{\lambda}{\mu} \left[ \frac{1-(\lambda/\mu)^K}{1-(\lambda/\mu)^{K+1}} \right] & (\lambda \neq \mu) \\ \frac{K}{K+1} & (\lambda = \mu) \end{cases}$$

$$L = \begin{cases} \frac{\lambda/\mu}{1-\lambda/\mu} \left[ \frac{1-(K+1)(\lambda/\mu)^K + K(\lambda/\mu)^{K+1}}{1-(\lambda/\mu)^{K+1}} \right] & (\lambda \neq \mu) \\ \frac{K}{2} & (\lambda = \mu) \end{cases}$$

**Modelo M/M/1/M**

$$p_n = p_0 \binom{M}{n} n! \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n = p_0 \frac{M!}{(M-n)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n$$

$$p_0 = \left[ \sum_{n=0}^M \frac{M!}{(M-n)!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right]^{-1}$$

$$\rho = 1 - p_0$$

$$L = M - \frac{\lambda'}{\lambda} = M - \frac{\mu}{\lambda} \rho$$

**Modelo M/M/c/M**

$$p_n = \begin{cases} p_0 \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n & (0 \leq n < c) \\ p_0 \binom{M}{n} \frac{n!}{c^{n-c} c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n & (c \leq n < M) \end{cases}$$

$$p_0 = \left[ \sum_{n=0}^{c-1} \binom{M}{n} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n + \sum_{n=c}^M \binom{M}{n} \frac{n!}{c^{n-c} c!} \left(\frac{\lambda}{\mu}\right)^n \right]^{-1}$$

$$\rho = 1 - \sum_{n=0}^{c-1} p_n \frac{c-n}{c}$$

$$L = M - \frac{\lambda'}{\lambda} = M - \frac{c\mu}{\lambda} \rho$$

1.1 (1.25)	1.2 (1.25)	1.3 (1.25)	1.4 (1.25)	Total Parte III Teoría (5)

## PARTE III

(33,33% de la nota del examen)

## TEORÍA

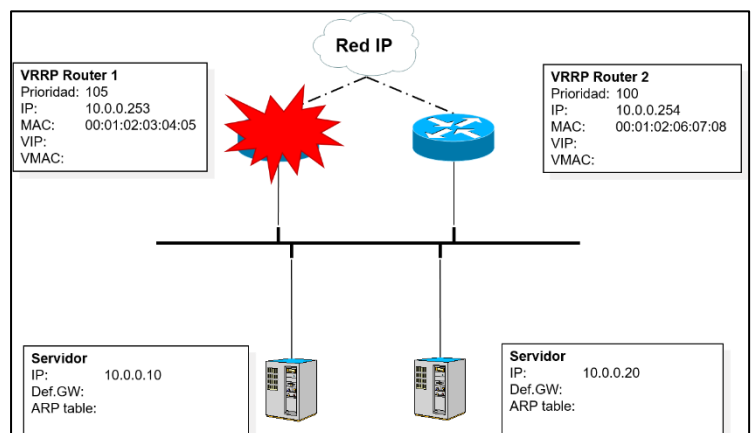
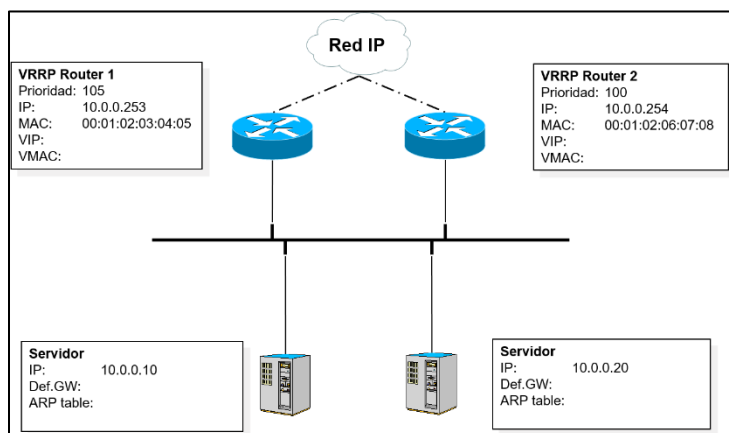
1.- (5 puntos). Resuelve de modo claro y conciso las siguientes cuestiones:

1.1. (1.25 puntos). Dibuja la forma típica de la función tasa de fallo en equipos físicos y distingue las distintas zonas que se observan.

Diapositiva 11 – Tema 3

1.2. (1.25 puntos). Virtual Router Redundancy Protocolo (VRRP). Explica para qué se utiliza y completa las siguientes imágenes (VIP, VMAC, Default Gateway y ARP table) para una situación inicial en la que los dos routers están operativos y una situación en la que falla el Router 1. Indica en la imagen la situación de cada router activo/pasivo/stand-by. Dar preferencia a las prioridades altas.

Diapositivas 45 y 46 – Tema 3





Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....  
 Apellidos ..... Nombre.....  
 Ejercicio del día **30 de junio de 2017**.....

**1.3. (1.25 puntos).** Redundant Array of Independent Disks. Tipos y características.

Diapositiva 66 – Tema 3

**1.4. (1.25 puntos).** Explica brevemente las reglas básicas de diseño de arquitecturas tolerantes a desastres.

Diapositiva 85 – Tema 3



Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

Apellidos..... Nombre.....

Ejercicio del día **30 de junio de 2017**

2 (3.75)	3 (1.25)	Total Parte III Problemas (5)

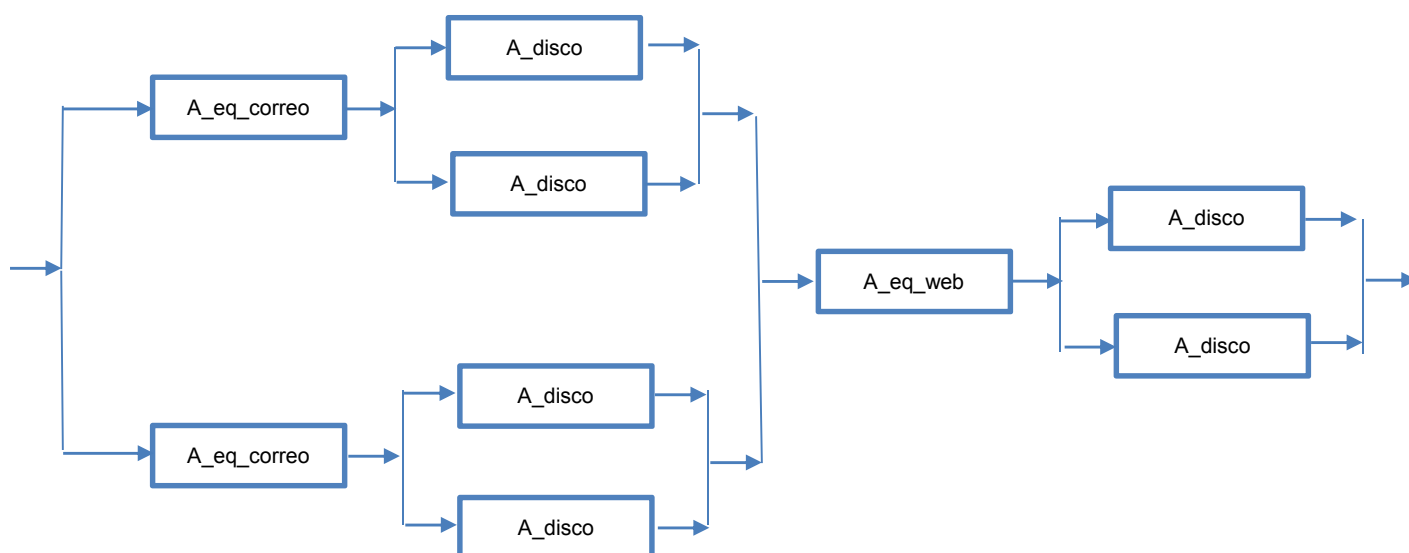
## PARTE III

(33,33% de la nota del examen)

## PROBLEMAS

**2. PROBLEMA (3.75 puntos).** El centro de procesamiento de datos de una empresa cuenta con un **servidor de correo electrónico** que usan sus empleados para el envío del correo interno, y con un **servidor web de alto tráfico (main frame)** que recibe peticiones de clientes desde una red IP externa. Cada servidor (de correo electrónico y web) tiene **dos** discos duros colocados en Raid 1 (Mirroring). Se ha considerado que el servicio de correo es crítico para la empresa, por lo que se ha decidido **duplicar** este servidor adquiriendo uno adicional con las mismas características, incluyendo los discos duros colocados en Raid 1. Este nuevo servidor se ha colocado de forma redundante, en una configuración de alta disponibilidad, con el servidor de correo que ya tenía la empresa.

**2.1 (0.5 puntos)** Dibujar el diagrama de disponibilidad del sistema total teniendo en cuenta que es necesario que al menos uno de los servidores de cada tipo esté operativo para poder prestar el servicio. Además, se considera que para que un servidor esté operativo éste debe funcionar correctamente (**el equipo**), así como el espacio de almacenamiento de **disco** que se encuentra en él.



**2.2 (1 punto)** Suponer fallos independientes. Se considera que el tiempo medio hasta el fallo de un servidor de correo electrónico es de **800h**, y que el tiempo medio hasta el fallo del servidor web de **1000h**. Por otro lado se ha estimado que cada disco tiene un tiempo medio hasta el fallo de **500h**. Suponer que tiene contratado un servicio de mantenimiento que garantiza la reparación de cualquier equipo en un tiempo medio de **48h** y de cualquier disco duro en **24h**. Se pide calcular





Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II**

Grupo.....

Apellidos..... Nombre.....

Ejercicio del día **30 de junio de 2017**.....

justificadamente la disponibilidad total del sistema. **Expresar los resultados redondeando a 4 decimales.**

$$A_{total} = (1 - (1 - A_{coreo})^2) \cdot A_{web} = (1 - (1 - 0.9414)^2) \cdot 0.9522 = 0.9489$$

$$A_{coreo} = A_{eq_{coreo}} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2) = 0.9434 \cdot (1 - (1 - 0.9542)^2) = 0.9414$$

$$A_{web} = A_{eq_{web}} \cdot (1 - (1 - A_{disco})^2) = 0.9542 \cdot (1 - (1 - 0.9542)^2) = 0.9522$$

$$A_{eq_{coreo}} = \frac{800}{800 + 48} = 0.9434$$

$$A_{eq_{web}} = \frac{1000}{1000 + 48} = 0.9542$$

$$A_{disco} = \frac{500}{500 + 24} = 0.9542$$

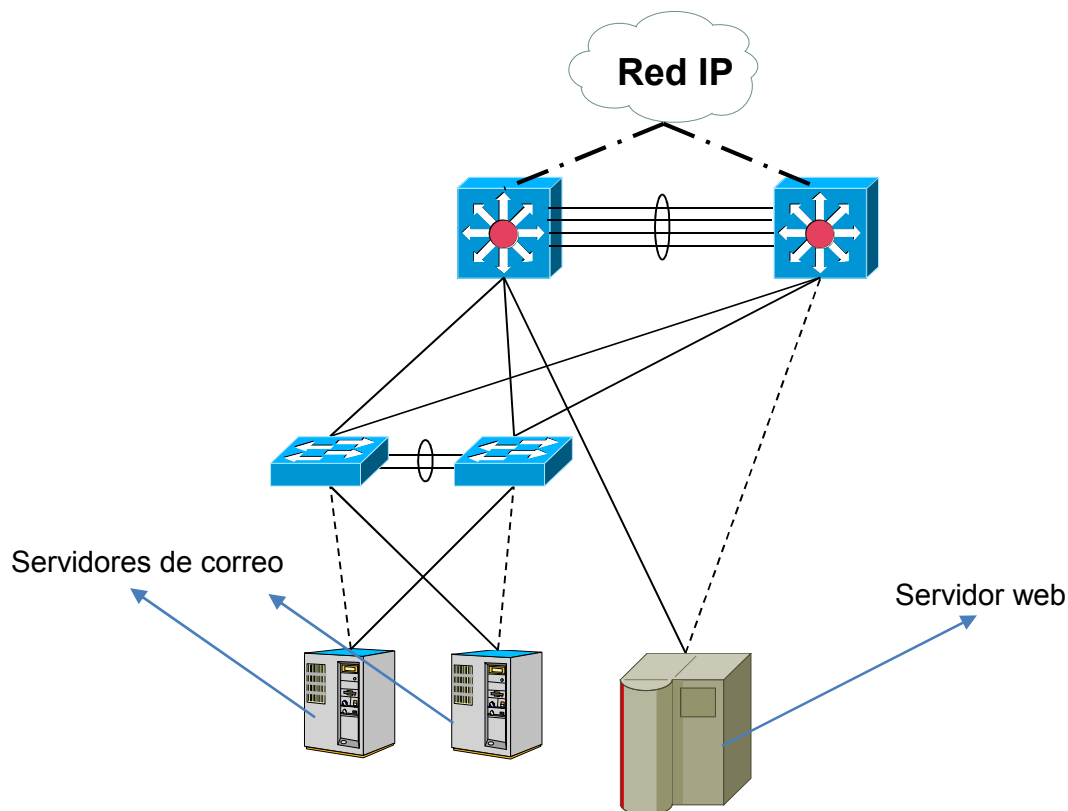
**2.4 (0.5 puntos)** Indicar los puntos simples de fallo de la anterior configuración (Single point of failure, SPOF), en caso de que los haya.

Un punto simple de fallo es el equipo del servidor web, ya que esta componente no está replicada.

**2.3 (0.5 puntos)** Suponiendo que el tiempo medio hasta el fallo de un disco está distribuido de forma exponencial, se pide dibujar la función tasa de fallos correspondiente a esa componente.

Como el tiempo de vida está distribuido de forma exponencial, la función tasa de fallos es constante e igual a  $1 / \text{MTTF} = 1 / 500$ .

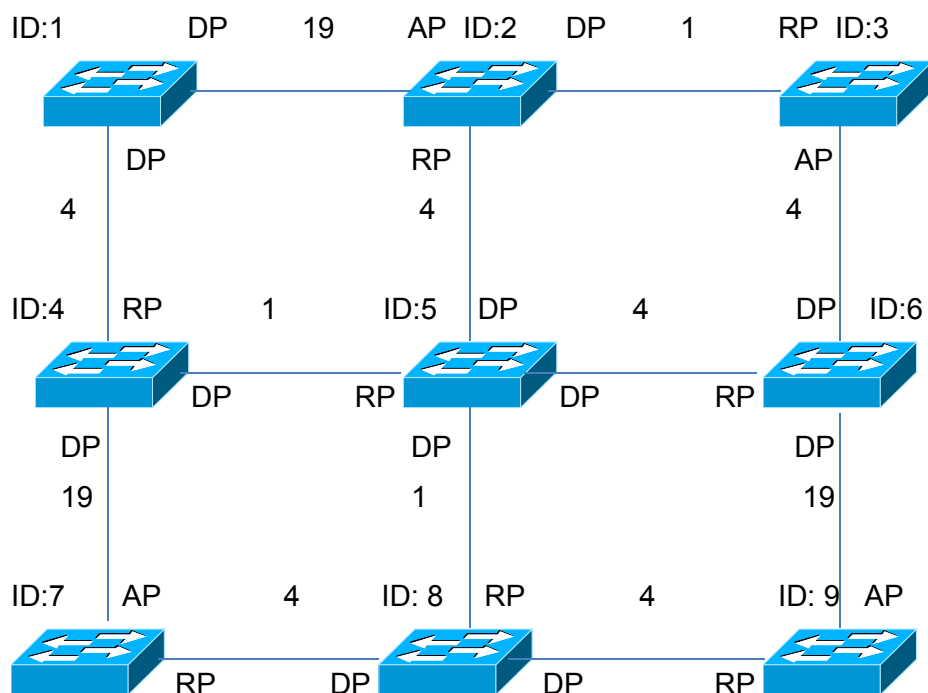
**2.5 (1.25 puntos)** Considerar la descripción del apartado 2. La empresa cuenta con 2 conmutadores que son capaces de operar a nivel 2 y nivel 3 (enlace y red), y con dos conmutadores que son solo capaces de operar a nivel 2 (enlace). Cada servidor tiene enlaces Ethernet redundantes (dual-homed servers). Se pide dibujar una topología LAN redundante (configuración física, no lógica) para interconectar los distintos servidores de la empresa y dar acceso a una red IP externa. Utilizar para representar los conmutadores los símbolos de CISCO vistos en el tema 3 de la asignatura. Para interconectar los conmutadores del mismo tipo se usarán enlaces Etherchannel. Indicar con líneas discontinuas las conexiones redundantes de los servidores a los conmutadores. Representar en el dibujo la red IP externa como una nube.



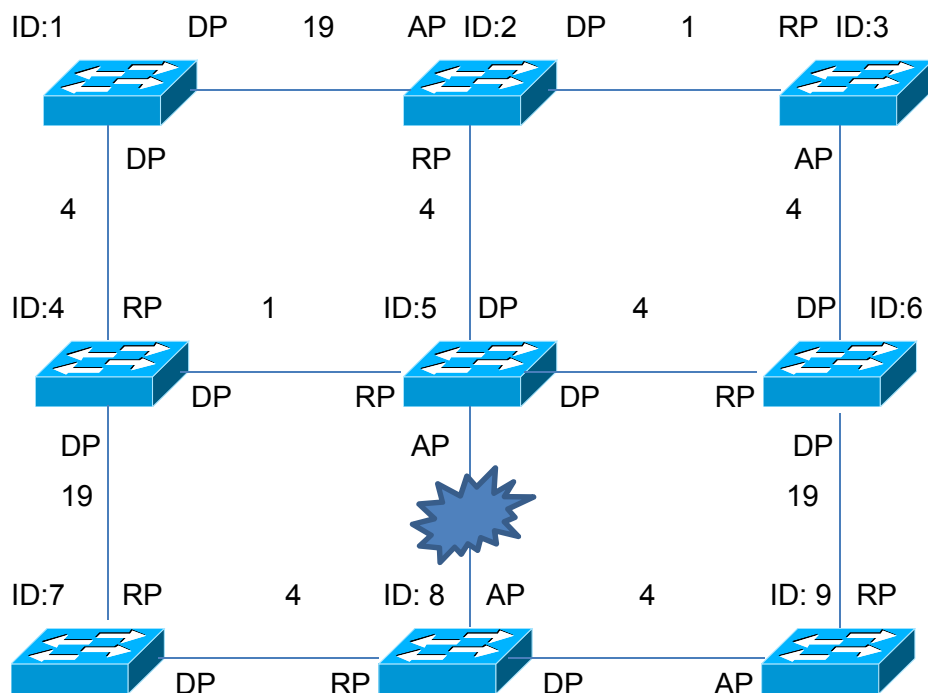
### 3. PROBLEMA (1.25 puntos).

**3.1 (0.75 puntos).** Determinar el conmutador raíz y el estado de cada uno de los puertos de los conmutadores como puerto raíz (RP), puerto designado (DP) o puerto alternativo (AP) tras aplicar el RSTP para eliminar los bucles de la red mostrada más abajo. El identificador asignado a cada conmutador aparece marcado con un número a su lado (menor identificador es mayor prioridad).

**Solución:** El conmutador raíz es el que tiene menor ID. Es por tanto el 1.



**3.2 (0.5 puntos)** Indicar los cambios producidos al detectarse un fallo en el enlace que une los conmutadores con ID:5 e ID:8.





Asignatura **SISTEMAS INFORMÁTICOS II** Grupo.....  
Apellidos ..... Nombre.....  
Ejercicio del día **30 de junio de 2017**.....